T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA'DA YERALTI SUYUNUN ETKİN KULLANIMI VE YATAY KUYU SİSTEMLERİ

İsmail ÇİFTCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

2009

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA'DA YERALTI SUYUNUN ETKİN KULLANIMI VE YATAY KUYU SİSTEMLERİ

İsmail ÇİFTCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri 2008.02.0121.007 nolu proje desteği ile desteklenmiştir.

2009

ÖZET

ANTALYA'DA YER ALTI SUYUNUN ETKİN KULLANIMI VE YATAY KUYU SİSTEMLERİ

İsmail ÇİFTCİ

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ
Kasım 2009, 57 Sayfa

Artan su gereksiniminin karşılanabilmesi için var olan kaynakların korunması önemlidir. Geleneksel kuyu ve pompaj yönteminin "plansız ve hesapsız" kullanılması yeraltısu tablasının derinlere inmesine ve kaynakların kurumasına yol açmaktadır. Oysa ki; yatay kuyu sistemi (qanat), buharlaşma ve sızıntıyı en aza indirmekte, pompalamaya gerek olmaması nedeniyle suyu uygun debilerde sıfır kotundan alarak hem doğal dengeyi korumakta hem de enerji tüketimini sıfıra indirgemekte, böylece yeraltısularını "yenilenebilir kaynak" kılmaktadır.

Bu yöntemin, bölgemizde uygulanabilirliğini araştırmak ve bundan sonraki su projeleri için "model oluşturmak" amacıyla; su temininin sorun olmaya başladığı Öküzgözü mevkii (Elmalı, Antalya) çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bölgede Beydağları otoktonu, Yeşilbarak ve Likya napları yüzeylenmektedir. Birimlerin litolojik özellikleri ve aralarındaki ters fay, yeraltısu seviyesinin Likya napının Orhaniye formasyonu içerisinde yükselmesini sağlamaktadır. Geçirimli olan bu birimin, geçirimsiz – az geçirimli Yeşilbarak napına ait Yavuz formasyonu ile olan dokanağında açılacak bir yatay kuyu sistemi; yeraltısuyundan çevreye zarar vermeden, kontrollü, sıfır enerji ve maksimum verim ile yararlanılmasını sağlayacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Yatay Kuyu Sistemleri, Kariz, Hidrojeoloji, Öküzgözü.

JÜRİ: Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ
Prof. Dr. Erkan KARAMAN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

ABSTRACT

EFFECTIVE USAGE OF GROUNDWATER IN ANTALYA AND QANATS

İsmail ÇİFTCİ

M.Sc. in Geology Engineering
Adviser: Asst. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ
November 2009, 57 pages

One of the main ways to meet the increasing need for water is to protect of water resources. Conventional methods, like well and pump, without careful consideration cause to reduce the groundwater level and to dry up the reservoirs. However, qanats reduce the evaporation and leakage, keep the natural balance of groundwater without pumping and energy consumption and make it "renewable resources".

The basic issue of the research is to find suitable places for qanat in terms of geology and hydrology and to become a model for new water projects. The study area is located in Öküzgözü (Elmalı, Antalya) where the shortage of fresh water has been appeared. Beydağları autochthon, Yeşilbarak and Likya nappes take place in the study area. The lithological properties of units and the reverse fault cause to increase the groundwater level in Orhaniye unit of Likya nappe. This unit is permeable while Yavuz unit of Yeşilbarak nappe which is adjacent to it is impermeable. A qanat system, which will be located on the border of these two units, can be a permanent solution for the water shortage in the area with many advantages in terms of amount of gain water and environment.

KEY WORDS: Qanats, Hydrogeology, Öküzgözü.

JURY: Asst. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ
Prof. Dr. Erkan KARAMAN
Asst. Prof. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

ÖNSÖZ

Endüstrileşme, nüfus artışı ve buna bağlı olarak göç, ayrıca mevcut kaynakların kötü kullanılması nedeniyle gelecekte temiz suya erişim güçleşecektir. Günümüzde küresel ısınma ve iklimsel değişimin etkisiyle tarımda verimlilik düşmekte ve yer yer kuraklık baş göstermektedir. Buna karşın, yatay kuyu sistemi; yeraltısu kaynaklarından doğal dengesini bozmadan ve enerji tüketimi olmadan yerçekimi ile yararlanmayı sağlamaktadır.

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yapmış olduğum Yüksek Lisans Tez çalışmamda, yatay kuyu sisteminin ülkemizde uygulanabilirliğini arttırarak, yeraltısu kaynaklarımızdan daha etkin bir şekilde kullanılması amaçlanmıştır.

Bu konuda çalışma olanağı veren, tez çalışması süresince desteğini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Yasemin LEVENTELİ'ye, ayrıca katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisi Önder YAZICI'ya ve Jeoloji Mühendisi Deniz Pınar ÖNDER'e teşekkür ederim.

Bunun yanısıra, desteklerinden dolayı Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..……. i
ABSTRACT……..…….. ii
ÖNSÖZ…… iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ…… iv
SİMGELER VE KISALTMALAR……... v
ŞEKİLLER DİZİNİ……...……... vi
ÇİZELGELER DİZİNİ……...……. vii
1.GİRİŞ……...……. 1
2.KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI……...….. 4
2.1. Önceki Çalışmalar……...….. 4
2.2. Kuramsal Bilgiler……..... 7
3. MATERYAL VE METOD……..……. 12
3.1.Materyal……. 12
3.2.Metod……. 12
4. BULGULAR…… 13
4.1.Fiziksel Özellikler ve İklim…….…… 13
4.2. Genel Jeoloji……... 14
4.2.1. Stratigrafi……. 14
4.2.1.1. Beydağları Otoktonu…… 15
4.2.1.2. Yeşilbarak Napı (Ara Zon)…….. 17
4.2.1.3. Likya Napları……... 18
4.2.1.4. Neootokton Örtü Kayaları…… 19
4.3. Tektonik……. 20
4.4. Mühendislik Jeolojisi……. 22
4.4.1. Beydağları Otoktonu…… 22
4.4.2. Yeşilbarak Napı (Ara Zon)…….. 25
4.4.3. Likya Napları……... 26
4.4.4. Neootokton Örtü Kayaları…… 27
4.5. Hidroloji……. 30
4.6. Hidrojeoloji…… 46
5. TARTIŞMA…….. 48
6. SONUÇLAR…… 51
7. KAYNAKLAR……. 54
8. EKLER…….. 57
ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

FS	Fransız Sertlik Derecesi
ºC	Santigrat Derece
m	Metre
cm	Santimetre
Km	Kilometre
sn	Saniye
lt	Litre
MPa	Mega Paskal

Kısaltmalar

SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
M.Ö.	Milattan Önce
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	Uzaktan Algılama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanı yerbulduru haritası…… 3
Şekil 2.1. Yatay kuyu sisteminin (qanat) şematik görünümü (www.waterhistory.org).. 9
Şekil 4.1. Çalışma alanında gözlenen birimlerin stratigrafik konumu (Şenel, 1997)….. 15
Şekil 4.2. Çalışma alanında görülen otokton ve allokton kaya birimlerinden bir görünüm……... 21
Şekil 4.3. Beydağı formasyonuna ait bir taş ocağında görülen süreksizlikler……. 22
Şekil 4.4. Schmidt sertliği – tek eksenli sıkışma dayanımı ilişkisi (Ulusay, 2001)…… 23
Şekil 4.5. Çalışma alanında yüzlek veren Yavuz formasyonundan bir görünüm……... 26
Şekil 4.6. Orhaniye formasyonundan genel bir görünüm…… 27
Şekil 4.7. Orhaniye formasyonuna ait bir taş ocağında görülen süreksizler……... 28
Şekil 4.8. Beydağları formasyonu ve yamaç molozu…….. 29
Şekil 4.9.(a) Çalışma alanında yerinde ölçüm yapılan su kaynaklarının bazıları……... 31
(b) Çalışma alanında yerinde ölçümler yapılan kaynakların bazıları……..…. 32
Şekil 4.10. Kimyasal analiz için su örneği alınan Baladır Pınarları…….. 34
Şekil 4.11. Kimyasal analiz için su örneği alınan Çalpınar……. 34
Şekil 4.12. Kimyasal analiz için su örneği alınan Çobanisa Çeşmesi……. 35
Şekil 4.13. Kimyasal analiz için su örneği alınan Baraz Çeşme……. 35
Şekil 4.14. Çalışma alanındaki suların Schoeller'e göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991)……... 38
Şekil 4.15. Çalışma alanındaki suların Wilcox diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998)…….. 39
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998)…….. 40
Şekil 4.17. DSİ kuyularından alınan suların Schoeller'e göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991)……... 43
Şekil 4.18. DSİ kuyularından alınan suların Wilcox diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998)…….. 44
Şekil 4.19. DSİ kuyularından alınan suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998)…….. 45
Şekil 4.20. Litolojik birimlerin su geçirimliliğine (K,m/s) göre genel anlamda sınıflandırılması (Yılmazer ve diğ., 1999)……..... 47
Şekil 5.1. Çalışma alanında önerilen yatay kuyu sistemi…… 50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Deere ve Miller Sınıflaması (Ulusay, 2001)…… 24
Çizelge 4.2. Çalışma alanında yerinde ölçümler yapılan kaynaklar ve elde edilen veriler……. 33
Çizelge 4.3. Dört farklı kaynaktan Aralık ayında alınan suların Meg/lt olarak kimyasal analiz sonuçları…….. 36
Çizelge 4.4. Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).. 36
Çizelge 4.5. Suların SAR ve % rNa değerleri…… 36
Çizelge 4.6. Suların tuzluluk ve sodyum miktarına göre sınıflandırılması (Canik, 1998)……. 41
Çizelge 4.7. DSİ'nin açtığı sondaj kuyularından alınan suların Meg/lt olarak kimyasal analiz sonuçları…… 42
Çizelge 4.8. Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).. 42
Çizelge 4.9. Suların SAR ve % rNa değerleri……. 42

1. GİRİŞ

Canlı varlığının temeli olan su, sürdürülebilir kalkınma için de önemli yaşamsal kaynaklardan biridir. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19. yüzyıla oranla üç kat artmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımı altı kat artmıştır. Nüfus artışı, göç, sanayileşme, yaşam standartlarının yükselmesi, kaynakların faydalı ömürlerini yitirmesi ve/veya küresel ısınmaya dayalı olumsuz iklim değişiklikleri nitelikli suya olan gereksinimi sürekli artırmaktadır. Her geçen yıl su gereksiniminin artması sebebiyle, sorun daha da büyümektedir. Birleşmiş Milletler'in Haziran 2006'da yayınlamış olduğu raporda, önümüzdeki 50 yıl içerisinde aralarında Türkiye'nin de bulunduğu pek çok ülkede aşırı kuraklıkla karşı karşıya kalınacağına dikkat çekilmiştir (DSİ, 2006).

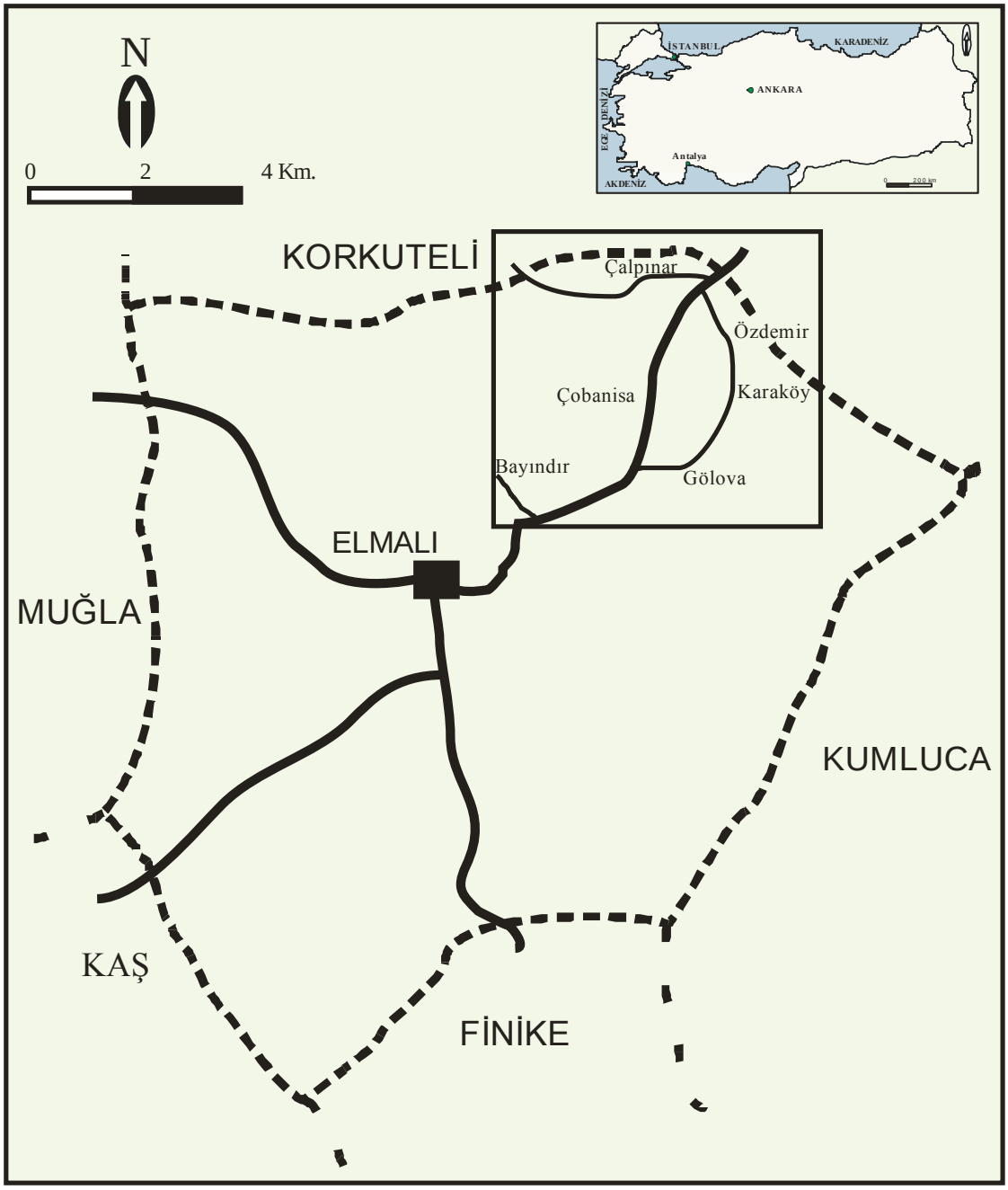
Yalnız kurak ve yarı kurak bölgelerde değil, oldukça nemli sayılan ülkelerde de su konusu önemini artıran problemler ortaya koymakta, doğal olarak nüfus artışı ve ekonomik gelişmenin gittikçe büyümesi sonucunda insanoğlunun suya olan talebi de artmaktadır. Bununla birlikte, ülkemizde yaşanan sorunların temel nedeni; ulusal servet niteliği taşıyan binlerce yıllık kaynakların yanlış uygulamalar sonucunda kurutulması ve fazla su çekimi nedeniyle yeraltısu seviyesinin düşürülmesidir. Oysa ki; buharlaşma ve sızıntının en az olduğu, uygun debilerde sıfır kotundan alınarak doğal dengenin korunduğu, pompalamanın gerek olmadığı ve yeraltısuyunu "yenilenebilir kaynak" kılan yatay kuyu sistemi (qanat), başta İran olmak üzere, 34 ülkede kullanılmaktadır (Abdin, 2005). Bu sistem, Pakistan, Cezayir, Mısır, Suriye gibi kurak-yarı kurak iklime sahip olan ülkelerde yaygındır (Lightfoot, 2000). Bu sistemin ülkemizde de uygulanması, gittikçe artan su gereksinimine ciddi oranda katkı koyacaktır.

"Yatay kuyu sistemi", özellikle sıcak iklim koşullarında suyun buharlaşmasıyla eksilmeden taşınması için 2700 yıldır uygulanmış bir "tünel kanallar" sistemidir. Teknik pompalamaya ihtiyaç duyulmadan yeraltısuyunun en verimli şekilde yüzeye çıkarılıp dağıtılmasıdır. Su kaynaklarındaki sızıntı ve buharlaşmayı çok oranda kaybetmeden sıcak-kuru iklimlerde yeraltı suyu uzak mesafelere taşınır.

Her ne kadar dünyada uygulamaları olsa da, yatay kuyuların ülkemizde ki kullanımı pek yaygın değildir. Söz konusu yatay kuyu sistemlerinin, suyun herhangi bir enerji harcamadan cazibe ile alınması ve hidrolojik dengeyi bozmaması gibi üstünlüğü olması nedeniyle; Batı Akdeniz Bölgesinde uygulanabilirliği, bu çalışmanın temel amacını oluşturmuştur. "Model oluşturması" amacıyla, bu çalışma için seçilen pilot

bölge; Antalya iline bağlı Elmalı ilçesinin kuzeydoğusunda yeralan Çalpınar, Çobanisa, Özdemir, Çukurelma ve Gölova köyleri dolaylarıdır (**Şekil 1.1**).

Bu tez çalışmasının sayısal arazi modeli esasına göre yürütülmesi; buna göre; jeolojik, mühendislik jeolojisi, hidrolojik ve hidrojeolojik verilerin Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinden de yararlanılarak, ayrı ayrı katmanlara işlenmesi ve Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS)'nin oluşturulması planlanmıştı. Ancak, bölge ile ilgili söz konusu verilerin sayısallaştırılması yada mevcut sayısal verilerin elde edilmesi, mümkün olamamış; bunun üzerine çalışma, geleneksel "mühendislik jeolojisi" prensipleri doğrultusunda yapılmıştır. Ayrıca, böyle bir projede olması gereken ve önerilen "jeoteknik çalışmalar" mevcut olumsuz şartlar nedeniyle gerçekleştirilememiştir.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yerbulduru haritası.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMA

2.1. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve çevresinde birçok araştırmacı çalışmıştır. Aşağıda bu bölge ile ilgili, daha önce yapılan çalışmalar özetlenmiştir:

COLIN (1962), yörede yapılan ilk jeoloji çalışmalarındandır. Elmalı polyesini kuzey ve batıdan çevreleyen Lisiyen naplarının örttüğü ovanın daha çok kuzey ve batısında yer alan, diğer araştırmacılardan çoğunun filiş fasiyesi olarak da belirttikleri birimleri de Üst Eosen – Alt Miyosen sınıfsız filiş fasiyesi olarak belirttikleri birimleri de Üst Eosen filiş fasiyesi olarak tanımlamıştır. Bölgede yer alan otokton Üst Kretase kireçtaşlarını yassı kalker ve örtü kalkeri olarak ayırtlamıştır.

BRUNN ve diğ. (1973), Fransız araştırıcılar Likya napları ile Antalya naplarının birbirlerinin devamı olup olmadığı konusunda yaptıkları araştırma da, bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir. Likya napları Miyosen üzerinde durur. Antalya napları Alt Eosen ve daha kuzeyde Üst Kretase üzerinde olup, Akitaniyen ve çok kalın Orta Miyosen ile örtülmüşlerdir.

POISSON (1977), Elmalı ve dolayında otokton ve allokton olarak iki birim ayırtlamış olup, Lisiyen naplarını allokton olarak, Kasaba formasyonu ve Beydağı kireçtaşlarının otokton birlikler olarak tanımlamışlardır.

ŞENGÜLER (1980), Elmalı ve yöresinde petrol arama amaçlı yapılan çalışmada, Miyosen öncesi normal stratigrafik istifini koruyan Eosen ve Miyosen çökelleri, daha sonra kuzey-kuzeybatıdan gelen Lisiyen naplarının etkisiyle devrik yapılar oluşturduğu, bu hareketin ileri bir safhasında da Eosen çökellerinin daha genç Miyosen çökelleri üzerine yürüdüğü, bu şekilde Miyosen üzerinde Eosen çökelleri, Eosen üzerinde de Lisiyen naplarına ait kristalize kireçtaşlarının bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca Kasaba formasyonun filiş fasiyesinde geliştiğini ifade etmiştir.

HAYWARD (1982), diğer araştırmacılarca da Kasaba formasyonu olarak isimlendirilen Miyosen yaşlı kırıntılı tortulların, Likya naplarının yerleşiminin son aşamasını ve Üst Miyosen sırasında tortul çanağının dolmasını işaret ettiğini belirtmiştir.

ŞENEL (1983), Elmalı'nın doğusunda yeralan Beydağları otoktonun Geyikdağı ile arasında bir basenin yerleştiğini ve bununla beraber Neotetis'in güney kanadının

Beydağı otoktonun üzerine oturmaktan ziyade, bu iki otoktonun arasına yerleşmiş olması gerektiğini ifade etmiştir.

MERİÇ (1988), Elmalı (Antalya) güneyinde yaptığı çalışmada; Calcarinidae familyasının karakteristik bir türü olan Siderolites calcitrapoides Lamarck'ın Türkiye'de geniş bir yayılıma sahip olan sığ denizel fasiyesteki Maestrihtiyen yaşlı tortullarda sıkça gözlenmesine karşın, aynı cinsin bir diğer türü olan Siderolites denticulatus Pouville'yi ilk kez bulmuştur.

ŞENEL ve diğ. (1989), Çameli (Denizli) – Yeşilova (Burdur) – Elmalı (Antalya) dolaylarında bir jeolojik çalışma yapmış; Likya napları ile Beydağları otoktonu arasındaki Tersiyer yaşlı çökelleri, filiş ve benzeri çökeller olarak yorumlamış ve bu birimleri ara zon olarak tanımlamışlardır. Likya naplarının pek çok yapısal ve stratigrafik özellikler sunduğu ve yapısal birimlerden oluştuğu ifade edilmiş olup; ofiyolit napı, ofiyolit altı kireçtaşları napları ve ofiyolit üstü kireçtaşı napları olarak üç temel birime ayrılmıştır.

ERSOY (1990), eldeki veriler ışığı altında, bölgedeki otokton, para-otokton ve alloktonların yapısal parametrelerini ve evrimlerini ortaya koymaya çalışmıştır. Menderes Masifi ve Beydağları arasında Poisson ve Sarp'ın (1977) Kızılca teknesi deyimi yerine, Batı Toros Teknesi deyimini kullanmıştır. Yazar Beydağları, Elmalı Grubu, Sekiçayı Grubu ve Dutdere Grubunu paraotokton, ofiyolitleri ise allokton olarak değerlendirmiştir.

ÇELİK ve ÜNSAL (1999), Antalya'nın güneybatısında yaptıkları hidrojeolojik çalışmada, Girdev gölü ile Kazanpınarı kaynakları arasında yeralan allokton kireçtaşlarındaki yeraltısuyu dolaşımını incelemişlerdir. Bu çalışmada, yeraltısuyunun görünen hızı, akış yönü, Girdev gölü ile olan ilişkileri, litolojik ve yapısal özelliklerin yeraltısuyuna etkileri araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, gözlem noktaları arasında yeraltısuyunun doğu-kuzeydoğu yönünde aktığı ve görünen hızının 26.2 ile 35.6 m h^{-1} arasında değiştiği, göl ile yeraltısuyunun yaşlarının yakın ve yağmurun yanı sıra yeraltısuyunu besleyen asıl kaynağın göl olduğu görülmüştür. Allokton kireçtaşlarının permeabilitesinin, eklem ve faylanma ile arttığı sonucuna varılmıştır.

AVŞAR, ve diğ. (2002), Gölova köyü dolayında su ihtiyacını karşılamaya yönelik yaptıkları çalışmada; otokton konumlu Üst Kretase yaşlı Beydağları formasyonu, Miyosen yaşlı Kasaba formasyonu, Üst Triyas yaşlı Gülbahar kireçtaşları,

Eosen yaşlı Yavuz formasyonunu belirlemişlerdir. Ovada gözlenen yamaç molozu ve alüvyonun Kuvaterner yaşlı olduğu, yamaç molozunun akifer özellik taşıdığı belirtilmiştir.

YAZICI ve KELEŞ (2003), Karaköy dolayında su gereksinimini karşılama amacıyla yaptıkları çalışmada; otokton konumlu Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Miyosen yaşlı fliş ve allokton konumlu Miyosen yaşlı fliş (Elmalı Formasyonu) ile örtü kayacı olarak alüvyon, birikinti konisi ve yamaç molozu gibi jeolojik birimleri tanımlamışlardır. 1989 yılında alüvyon üzerinde değişik noktalarda yapılan jeofizik rezistivite ölçümlerinde, birimin genellikle ağır bünyeli (kil) ve kalınlığının 180 m'ye kadar olduğundan söz etmişlerdir.

YAZICI ve KELEŞ (2005): Küçükçalpınar dolayında yapılan çalışmada; otokton konumlu Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Miyosen yaşlı fliş ve allokton konumlu Eosen - Miyosen yaşlı fliş (Yavuz Formasyonu), Jura–Kretase yaşlı Gülbahar Formasyonu, Eosen yaşlı bloklu olistostrom ile örtü kayacı olarak Plio-Kuvaterner yaşlı karasal çökeller ve alüvyon gibi jeolojik birimleri tanımlamışlardır. Gülbahar Formasyonuna ait; allokton konumlu kireçtaşları ve olistrosromun kırıntılı kesimleri olmak üzere iki farklı akiferin varlığını tespit etmişlerdir.

2.2. Kuramsal Bilgiler

İnsanoğlunun yeraltısularından yararlanması yeni değildir. Bunun tarihsel sürecini ve nedenlerini Erguvanlı ve Yüzer (1987) şöyle anlatmaktadır:

"Çeşitli ihtiyaçların karşılanmasında yerüstü sularının yanı sıra yeraltısularından da yararlanmanın tarihçesi insanlığın doğuşu ile başlamaktadır. Mezopotamyalıların, Mısırlıların, eski Yunanlıların ve Romalıların milattan önce yeraltı sularından çeşitli şekillerde yararlandıklarını gösteren belgeler bulunmaktadır. Bunlardan anlaşıldığına göre; önceleri kaynak sularından faydalanılmış, daha sonra ilkel yollarla kuyu ve galeriler kazılarak yeraltı sularından her türlü ihtiyacın karşılanmasına çalışılmıştır. Tarih öncesi devirlerden bu yana, yeraltı sularından yararlanma kazı tekniğinin gelişmesine paralel olarak artmıştır. Bugün Almanya, İngiltere, ABD gibi gelişmiş ülkelerin su ihtiyaçlarının karşılanmasında yeraltı sularının önemli katkısı vardır. Türkiye'de yeraltı sularından yararlanma 1950'den sonra hızla artmış, çeşitli kuyu açma yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen yeraltı suları geniş ovaların sulanmasında, şehir, kasaba ve köy vb. yerleşme merkezlerinin içme su ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmıştır. Yeraltı suları, yüzey sularına oranla içerlerinde daha fazla erimiş madde bulundurmalarına ve genellikle daha pahalı elde edilmelerine rağmen:

a- Sıcaklıklarının mevsime göre çok az değişmesi

b- Renksiz oluşu ve bulanık olmaması

c- Temiz ve kirlenmesinin güç olması

d- Kimyasal bileşimlerinin değişmemesi,

nedenleri ile yüzey sularından daha üstün tutulurlar.

Yeraltı sularından en yaygın yararlanma kuyular ile olmaktadır. Bir su kuyusu, yeraltındaki suları yüzeye çıkarmak için genellikle düşey doğrultuda, değişik şekil ve boyutta açılan delik ya da çukur olarak tanımlanabilir. Kuyular, basit kazı aletlerinden başlayarak ileri sondaj tekniği uygulamalarına kadar çeşitli şekil ve derinlikte açılırlar. Açılacak kuyunun tipine bağlı olmaksızın, her kuyu yeri seçiminde bazı noktalara dikkat edilmesi gereklidir. Kuyu yerleri:

a- Akarsu ve kuru derelerin taşkın alanlarının dışında,

b- Kütle hareketleri görülen bölgelerin ve bataklıkların uzağında,

c- Ahır, mezarlık, fosseptik vb. yüzeysel kirletme noktalarından en az 40–50 m. mesafede,

d- Deniz suyunun yeraltı suyu içine girişimini önleyecek kadar sahillerden içeride (denize 100–800 m. mesafede),

e- Daha önce yapılmış kuyuların etki alanlarının dışında seçilmelidir.

Kuyuların birçok türleri vardır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları; adi kuyular, keson kuyular, kolektör kuyular, burgu ile açılan kuyular, çakma kuyular, basınçlı su ile açılan kuyular ve sondaj kuyularıdır."

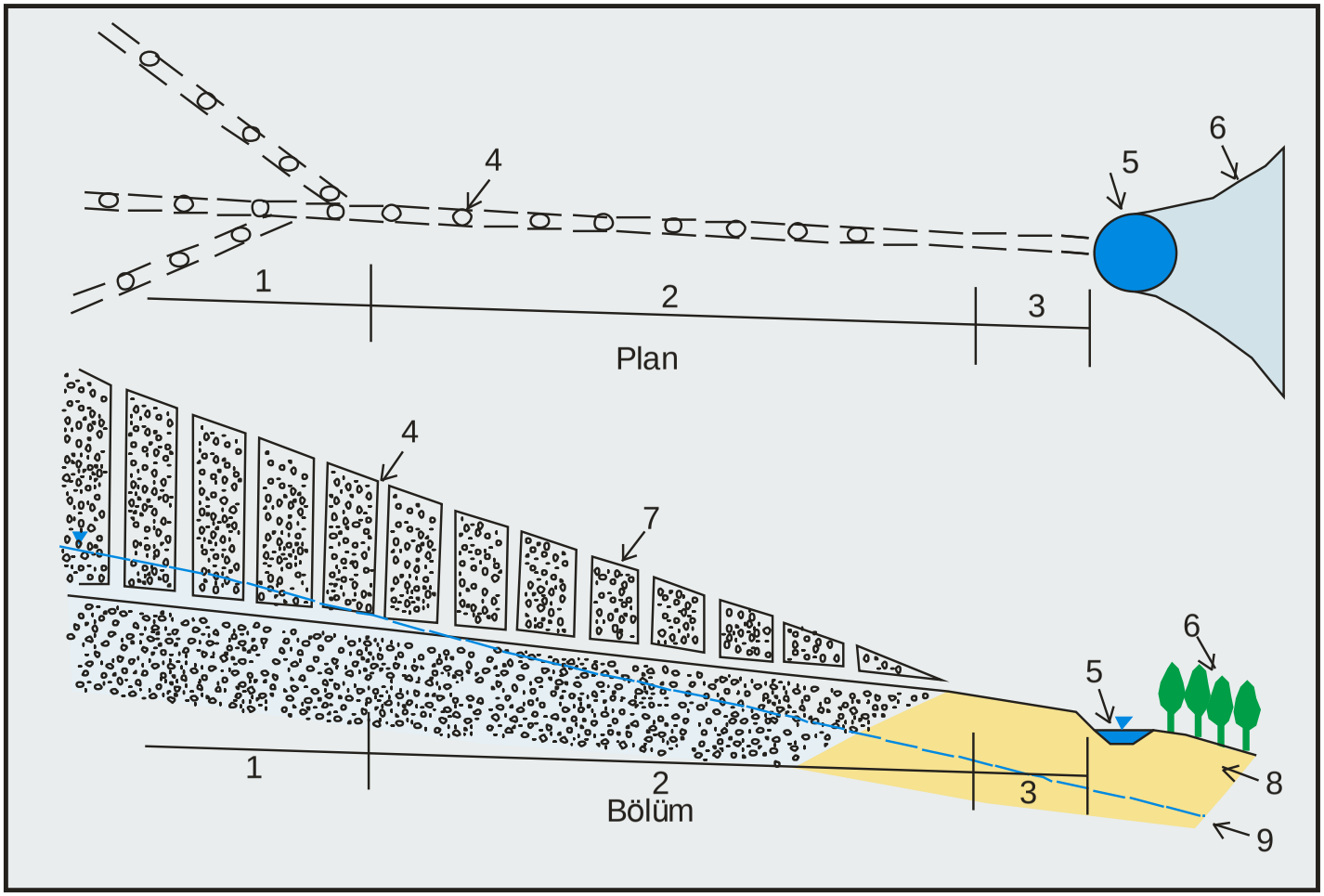
Bunların yanısıra; Pakistan, Cezayir, Mısır, Suriye gibi kurak-yarı kurak iklime sahip olan ülkelerde yaygın olan (Lightfoot, 2000) yatay kuyu sistemi (qanat) ayrı bir öneme sahiptir. Aşağıda farklı kaynaklardan alınan tanımlamaları verilmiştir.

Buharlaşma ve sızıntının minimum olduğu, uygun debilerde sıfır kotundan alınarak doğal dengenin korunduğu, pompalamanın gerek olmadığı ve yeraltı suyunu "yenilenebilir kaynak" kılan yatay kuyu sistemidir (Abdin, 2005).

Yeraltısuyunu herhangi bir pompalama olmadan akiferden alarak, yerleşim yerlerine ve tarım alanlarına ileten yatay kuyu sistemine karız ya da kariz (qanat) denilmektedir. Sistem; suyun toplanıp kilometrelerce taşınabileceği bir dizi yatay ve düşey kuyulardan oluşmaktadır. Çevreye uyumlu olmasının yanısıra taşıma sırasında buharlaşmanın olmaması verimi de arttırmaktadır (Asadi, 2007).

Yatay kuyu sistemi; yeraltında bir tünel, bu tüneli yüzeye bağlayan ve hem havalandırma hem de suyun yüzeye çıkarılmasında kullanılan bir dizi şaftlardan oluşan, bir su sağlama yapısıdır ve genellikle yüzey suyunun olmadığı yerlerde tercih edilirler (Tolmbök ve Özden, 2005).

Yatay kuyu sistemi (qanat); su tablasının altından başlayıp, gerek su tablası gerekse yer yüzeyinin eğiminden daha düşük bir eğimle aşağıya, yer yüzeyine doğru uzanan, su temini amacıyla yapılmış yeraltı galerisidir. Yatay kuyu sistemi hem su kirliliğinden hem de buharlaşmaya bağlı su kaybına neden olmadan yapılan bir sistemdir. Yerleşim yerleri ve tarımsal alanlarda kullanmak için yeraltında açılan tüneldir (**Şekil 2.1**).



1. Tünelin sızma bölümü
2. Tünelin su nakil bölümü
3. Açık kanal
4. Düşey mil
5. Küçük depolama havuzu
6. Sulanan bölge
7. Kum ve çakıl
8. Toprağın tabakası
9. Yeraltısu seviyesi

Şekil 2.1. Yatay kuyu sisteminin (qanat) şematik görünümü (www.waterhistory.org).

Tüneller çok uzun kilometrelerce ve çok derinlerde olabilir. Teknik pompalamaya ihtiyaç olmadan yeraltı suyunun en verimli şekilde yüzeye çıkarılıp dağıtılmasıdır. Su kaynaklarındaki sızıntı ve buharlaşmayı çok fazla kaybetmeden sıcak-kuru iklimlerde akan su uzak mesafelere taşınır. En uzun yatay kuyu sistemi 40 km uzunluğunda 100 m derinliğindedir ve İran'da bulunmaktadır. Genelde yatay kuyu sistemi iki bölümden oluşur. Yeraltında 'su üretim bölümü', yeryüzünde 'su nakil bölümü'dür. Su üretim bölgenin yeraltı su seviyesinin altındadır. Su nakil bölümü yüzeye su taşır. Bu bölüm suyun sızıntısını engellemek için yanları alçıyla kaplıdır.

Ana kuyu, genellikle dağlarda ve su tablasına kadar kazılır. Su az eğimli tünel içinde akar. Yatay kuyu sisteminde su, yüzeye sediment ya da alüvyal yelpazelerin olduğu zeminlerde yüzeye çıkarılır. Tarım ve yerleşim alanları suyun yüzeye çıktığı noktadan daha aşağıdadır. En yakın çıkış noktası ki buna "mazhar" denir; suyun insanlar tarafından alındığı noktadır ve genellikle köy meydanında bulunur. Suyun alındığı bu nokta çok önemlidir; çok iyi korunur ve çimentolanır ve su kullanımı gözlenir. "Payab" adı verilen bir tünel de suyu yerleşim alanın altından, tarım alanına taşır. Belli bir eğime sahip, basamaklı bir koridor yüzeyden payaba uzanır. İlk payab meydanda yer alır ve içme suyu sağlanmasında kullanılır. Asıl payabı daha küçük payablardan oluşan bir ağ takip eder.

Yatay kuyu sistemleri (qanat); Afganistan'da "karez", İspanya'da "galeria", Morocco'da "khotara", Arap Yarımadası'nda "aflaj", Kuzey Afrika'da "foggara", Çin'de "kanerjing", Suudi Arabistan ve Mısır'da "auon" adını almaktadır (Helweg, 2000). Karizin kelime anlamının "iş yolu" ve kaynağının Farsça olduğu ileri sürülmektedir. Eşsiz bir yeraltı sulama sistemi olan yatay kuyular; Uygur, İran, Umman, Brezilya, Şili, Amerika Birleşik Devletleri, Azerbaycan, Pakistan, Suriye, Kuzey Afrika, Tunus, Mısır, Libya, Fas, İspanya, İtalya ve Türkiye'de bulunmaktadır.

Anadolu'da "kerhiz" olarak adlandırılan karizin ilk örnekleri M.Ö. 7000 yılında Konya ili Çumra ilçesi Küçükköy yakınlarında, Çatalhöyük Antik Kenti'nde bulunmuştur. Çatalhöyük kazılarında, sulama kanalları tespit edilmiştir. Daha sonra 128 adet Erzurum, 86 adet Van, 55 adet Gümüşhane-Bayburt, 53 adet Tokat, 47 adet Malatya, Konya, Urfa ve Niğde gibi illerde olmak üzere toplam 1000'e yakın karız bulunmuştur (Tolmbök ve Özden, 2005).

Helweg (2000); karizin yeraltısuyu kullanımı sırasında, göz önünde bulundurulması gereken belli başlı konuları aşağıda özetlemiştir;

1. Planlama aşamasında ilk adım olarak su tablasının yeterli miktarda devamlılık sağladığından emin olmak gerekmektedir.
2. Yeraltı suyu ile ilgili çalışmalar ampiriktir ve arazi formasyonu, zeminin ve ana kayalarının rengi ve dokusu, yüzey eğimi ve belli bitki örtüleri gibi özellikleri temel alır; bunun yanı sıra bölgeye ait deneyimler de önemlidir.
3. Modern jeoloji teknikleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemleri karizlerin iyileştirilmesi, yenilenmesi ve yeni karizlerin inşaası için kullanılabilir. İnsanları geleneksel bilgilerinin yanı sıra modern bilim yöntemlerini kullanmalarını sağlamak için ön araştırmalar, denemeler ve uygun destekler gereklidir.
4. Akiferin yeniden dolma yöntemi bilinmelidir, gerekiyorsa korunmalı ve yapay dolumlarla desteklenmelidir. Su tablasını zenginleştirebilmek yada yükseltebilmek için özel barajlar inşa edilebilir. Örneğin, İran'daki bir kariz iki eski baraj tarafından beslenmiştir; bunlardan biri 25 m uzunluğunda, 1.5 km genişliğinde, 7 m derinliğindeki dünyadaki ikinci büyük "yeraltı barajıdır".
5. Kariz öğrenciler, teknikerler, uzmanlar, araştırmacılar ve halk için eğitim amaçlı kullanılabilir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Çalışma alanı, Antalya ili Elmalı ilçesinin kuzeydoğusunda olup; yaklaşık 27 km'lik uzunluğa ve 10 km'lik genişliğe sahip bir alanı içermektedir. Doğuda Beğiş ve Karabayır köyleri ile kuzeyde, Nebiler Köyü; batı'da ise Bozhöyük Köyü ile sınırlandırılmıştır.

Alandaki önemli yükseltiler arasında Asal Tepe (1577 m), Çaldağ Tepe (1932 m), Çalca Tepe (1423 m), Doru Tepe (1823 m), Üstsivri Tepe (1887 m), Murtat Tepe (2296 m) ve Belenkaklık Tepe (1619 m) yeralmaktadır.

Bölgede yeralan başlıca yüzey suları ise Karabayır, Dereboğazı, Çatal dereleri ve Baladır Pınarları ile Kara Pınar'dır.

Çalışma alanındaki başlıca yerleşim yerleri; Karabayır, Nebiler, Çalpınar, Özdemir, Çobanisa, Gölova, Karaköy, Çukurelma ve Bözhöyük köyleridir.

Bölgede Elmalı-Korkuteli-Antalya arasında ulaşımı sağlayan D 635 karayolu ile köyleri birbirlerine bağlayan stabilize yolları ve keçi yolları mevcuttur.

3.2 Metod

Öncelikle gerek bölge, gerekse konu ile ilgili kaynaklar taranmıştır. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaların yanısıra; MTA'nın yayını olan ve Şenel (1997) tarafından gerçekleştirilen 1/100.000 ölçekli L 10 ve 1/25.000 ölçekli Antalya O24a1, O24a4 ve Fethiye O23b2, O23b3 pafta numarasına sahip jeoloji haritalarından ve DSİ'nin bölgede yapmış olduğu sondaj çalışmalarından yararlanılmıştır.

İkinci aşamayı oluşturan arazi çalışmaları sırasında; mevcut haritalar temel alınarak, bölgenin morfolojik özellikleri, yüzey suları (kaynak ve/veya akarsu) dağılımı, jeolojik birimlerin yayılımı yerinde belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanısıra; jeolojik birimlerin mühendislik özellikleri tanımlanmıştır. Bölgedeki kaynaklarda ölçümler yapılarak; suların pH, tuzluluk, sertlik ve elektriksel iletkenlikleri belirlenmiştir. Ayrıca su örnekleri alınmıştır.

Üçüncü aşamada; alınan su örnekleri ile laboratuar çalışmaları yapılarak, suların kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Dördüncü aşama ise; elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması, yatay kuyular için en uygun yerlerin belirlenmesinden oluşmaktadır.

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel Özellikler ve İklim

Çalışma alanı genel olarak ova niteliği taşımaktadır; bununla birlikte, yakın dolaylarında yüksekliği 2000 metreyi geçen tepeler yer almaktadır. Alüvyonlardan oluşan ova, genel olarak güney – kuzey yönünde uzanmaktadır. Belli başlı yerleşim alanlarından Gökpınar, Bozhüyük, Gölova, Çukurelma, Karaköy, Çobanisa, Özdemir, alüvyon alüvyon ve/veya yamaç molozu üzerinde; Beğiş ve Çalpınar ise kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan Yavuz formasyonu üzerinde bulunmaktadır.

İnceleme alanında en düşük rakım 1108 m olup, Gölova köyünün kuzeyindeki Kocaçayır çeşme mevkisidir. En yüksek rakım ise 2296 metre ile inceleme kuzey batısında yer alan Elmalı dağındaki Murtat Tepe'dir.

Ovanın doğusunda yeralan belli başlı tepeler; Hatap T. (1549 m.), Kalburcu T. (1424 m.), Çılgır T. (1361 m.), Danacı T. (1511 m.), Demircikayası T. (1517 m.), Ahmetovacık T. (1471 m.), Kapantı T. (1467 m.), Çaldağ T. (1932 m.), Osmanocağı T. (1661 m.), Yoluntu T. (1671 m.), Özdemir T. (2018 m.), Oyuklu T. (2072 m.), Karlık T. (2089 m.), Baklaya T. (1950 m.), Çeş T. (2039 m.), Uzungeriş T. (2089 m.), Yakayurt T. (1889 m.), Kemikliçukur T. (1893 m.), Öğlenkaya T. (1715 m.), Karalar T. (1145 m.), Kasaba T. (1464 m.).

Ovanın batısında ise; Bozan T. (1820 m.), Bağlar T.(1759 m.), Üstsivri T. (1887 m.), Mekmenlikaya T. (2027 m.), Ören T. (2035 m.), Kurtbelen T. (1629 m.), Karanfil T. (1356 m.), Baltasıgedik T. (2056 m.), Tavşancıl T. (2126 m.), Aktaşboğazı T. (1834 m.), Köygözeten T. (1898 m.), Kandıra T. (1705 m.), Murtat T. (2296 m.), Çatalın T. (1801 m.) yer almaktadır.

Çoğu mevsimlik olmak üzere, çalışma bölgesinde irili ufaklı bir çok dereler bulunmaktadır. Bu derelerin bazıları, kuzeyden güneye olmak üzere aşağıda verilmiştir: Kızıl D., Nedirbağ D., Düzyurt D., Çanakpınar D., Kuru D., Toptaş D., Kocaçardak D., Karabayır D., Kızılkaya D., Sivrikaya D., Çardak D., Özdemir D., Ballıkkaya D., Çatal D., Karlık D., İnzile D., Kadın D., Arap D., Kamba D., Kekirli D., İnlikaya D., Kıvrışlı D., Dereboğazı D., Durmuşlar D. ve Çeştepe D.

Bölgedeki su kaynaklarının belli başlıcaları ise; kuzeyden güneye olmak üzere şunlardır; Kavaklı Pn., Çanak Çş., Kavak Pn., Alacıkçukur Çş., Kızılalan Çş.,

Kocaemine Çş., Pınaryanı Çş., Küçükçanak Çş., Çatal Çş., Yaylabaşı Pn., Yılanlı Çş., Söğütlü Pn., Baladır Pn., Kılcar Pn., Beldibek Pn., Kocabelen Pn., Kolak Pn., Kervansa Pn., Asırlık Çş., Mişriman Pn., Baraz Çş., Alabalan Çş. Bu kaynakların çoğu mevsimliktir.

Yukarıda sözü edilen yükselti değerleri, iklimin de en önemli belirleyicisi olmaktadır. Söz konusu yükseltiler 1100 m. ve yukarısında olduğundan, bölgede karasal iklim hakimdir. Kışlar soğuk ve genellikle kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir. İlkbahar ve sonbahar aylarında yağışlar yağmur şeklindedir.

Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Elmalı'da bulunmaktadır. Bu istasyondan alınan ve 1990 yılından itibaren yapılan sıcaklık, yağış, nem, rüzgar, buharlaşma gibi ölçümler **Ek 1.**'de verilmiştir.

4.2. Genel Jeoloji

Jeolojik birimlerin ayırtlanmasında, Antalya L-10 paftası ve çevresinde MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalar temel alınmıştır. Çalışma alanında gözlenen litolojik birimler **Ek.2**'de görülmektedir. Aşağıda verilen litolojik, stratigrafik ve yapısal tanımlamalarda da Şenel (1997)'den yararlanılmıştır.

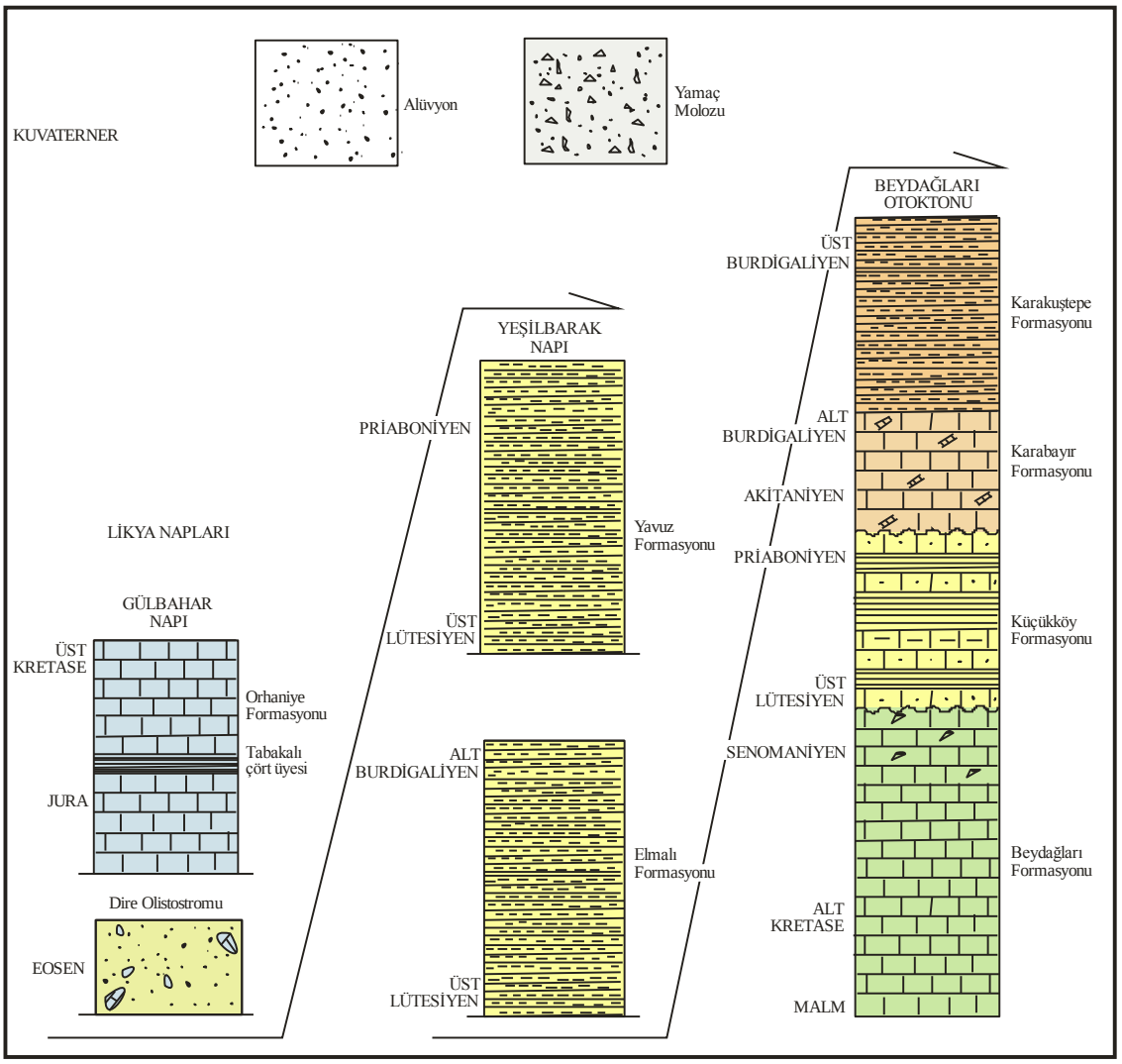
4.2.1. Stratigrafi

Bölgede Beydağları otoktonu, Yeşilbarak ve Likya napları yüzeylenmektedir. Çalışma alanında Beydağları otoktonunu Üst Kretase yaşlı Beydağları formasyonu, Üst Lütesiyen – Priaboniyen yaşlı Küçükköy formasyonu, Üst Akitaniyen – Alt Burdigaliyen yaşlı Karabayır formasyonu ve Burdigaliyen yaşlı Karakuştepe formasyonu temsil etmektedir. Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında, yanal yönlerde süreklilik gösteren Yeşilbarak napı (=Ara zon) bulunur ve Üst Lütesiyen – Alt Burdigaliyen yaşlı Elmalı formasyonu ile Üst Lütesiyen – Priaboniyen yaşlı Yavuz formasyonundan oluşmuştur. Farklı ortam koşullarında gelişmiş yapısal birimlerden oluşan Likya napları bu alanda yalnızca Jura – Kretase yaşlı Orhaniye formasyonunu içeren Gülbahar napı ile temsil edilir. Ayrıca çalışma alanında Dire olistostromu da yer alır **(Şekil 4.1)**.

4.2.1.1. Beydağları Otoktonu

Beydağları Formasyonu (Kb)

Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan birim, Günay ve diğ.(1982) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon; orta-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri - açık gri, kırılma yüzeyi açık gri - krem – bej - açık kahve renklerde, sert, sık çatlaklı, çatlaklar kalsit ve aragonit dolgulu neritik kireçtaşlarından oluşur. Birimin Malm yaşlı seviyelerinde oolitik-pelletli, Kretase yaşlı seviyelerde ise pelletli kireçtaşları yaygındır. Üstte rudist yama resifli kireçtaşaları (Senomoniyen) ile kirli beyaz renkli rekristalize kireçtaşları yer alır. Bazı alanlarda gastropod, lamelli(Inoceramus), mercan gibi makro fosil izlerine rastlanır. Beydağları formasyonu üzerinde değişik boyutta dolin ve polyeler gelişmiştir. Ayrıca birim içerisinde farklı yönlerde gelişmiş faylar da gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanında gözlenen birimlerin stratigrafik konumu (Şenel, 1997).

Küçükköy Formasyonu (Tek)

Kalkarenit, kumtaşı, kiltaşı gibi kaya türlerinden oluşan birim Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır. Birim ince – orta kalın tabakalı, bej, gri, yeşilimsi gri, pembe, kirli sarı, kirli beyaz renklerde kalkarenit, kalsirudit, killi kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn ve konglomeradan oluşur. Karabayır formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. *Nummulites subatacius DOUVILLE, N. thalicus DAVIES (Yüksel, 1970'den), Globigerina Seni (BECKMANN), Globorotalia aragonensis NUTTALL vb.* formlara göre Üst Lütesiyen – Priaboniyen yaşlıdır.

Karabayır Formasyonu (Tmk)

Breşik kireçtaşı ve algli kireçtaşlarından oluşan formasyon, Possion ve Poignont (1974) tarafından adlandırılmıştır. Orta-kalın tabakalı, gri, krem, yersel koyu gri, bej renkli algli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabanında yer yer konglomeratik kireçtaşı ve breşik kireçtaşları yer alır. Bol alg içermesi ile tanınan birim, yer yer mercan ve lamelli gibi makro fosiller içerir.

Karabayır formasyonu *Lithothamnium concretum* HOVE, L. *caravellense* LEMONINE, L *macrosporangicum* MASTRORILI,L. *Praefructiculosum* MASLOV vb (Possion ve Poignont 1974) ile Lepidocyclina sp., *Miogypsinoides complanatus* SCHLUMERGER, *Amphistegina lessonii* (D'ORBIGNY), *Operculina complanata* DEFRANCE vb.(Şenel ve diğ.1989'dan) formlara göre Akitaniyen-Alt Burdigaliyen yaşlı kabul edilmiştir. Transgresif özellikle olan Karabayır formasyonu, sığ karbonat şelf ortamında çökelmiştir

Karakuştepe Formasyonu (Tmkt)

Genelde kumtaşı ve kiltaşlarından oluşan formasyon, Possion(1977) tarafından adlandırılmıştır. İnce-orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem, açık kahve renkli kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşur. Birim içinde ince kumlu-killi kireçtaşı ile kalsitürbit ara seviyeleri bulunur. Tabanında yer yer marn düzeyi izlenebilir.

Üstten genellikle Likya napları tarafından tektonik olarak, bazı alanlarda da Kasaba formasyonu tarafından yersel uyumsuzlukla örtülür.

Karakuştepe formasyonu, *Globiggerina praebuloides* BLOW, *Globigerinoides tribolus* (REUSS), *Globuquadrina dehiscens* (CHAPMAN-PAR.-COLLINS), G. *altispira* (CUSHMAN-JARVIS) vb. formlara (Possion, 1977) göre Burdigaliyen yaşlı

olduğu kabul edilmiştir. Yeryer Alt Langiyen'i de kapsayabilir. Birim türbidit akıntılarının etkin olduğu yamaç – havza ortamında çökelmiştir.

4.2.1.2. Yeşilbarak Napı (Ara Zon)

Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında, yanal yönlerde süreklilik gösteren Yeşilbarak napı (Ara zon, Şenel ve diğ.1987) bulunur. Beydağları otoktonu üzerinde tektonik örtü olarak yer alır. Üst Lütesiyen-Alt Burdigaliyen yaşlı, türbitik kumtaşı ve şeylerden oluşan Elmalı Formasyonu ile Üst Lütesiyen-Preaboniyen yaşlı kumtaşı kiltaşı ve kireçtaşlarından oluşan Yavuz formasyonu ile temsil edilir.

Elmalı Formasyonu (Te)

Kumtaşı ve şeylerden oluşan birim, Önalan (1979) tarafından adlandırılmıştır. Elmalı formasyonu, ince-orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri, bej, yeşilimsi gri, yeşil, kahve vb. renklerde kumtaşı şeyllerden oluşur. Birim içinde kumlu-killi kireçtaşı, kalkarenit vb. seviyeler bulunur. Bunlar aşırı deformasyonla makaslanmış ve çoğunlukla blok görünümü kazanmıştır. Birim tamamen türbiditik niteliktedir. Birim kendi içinde kıvrımlı, kırıklı ve ekaylı bir yapı sunar. Çalışma alanında alt ve üst ilişkisi tektoniktir.

Alttan üste doğru kapsadığı *Fabiania cassis* (OPENHEIM), *Halkyardia minima* (LIEBUS), *Chapmania gassinensis* (SILVESTRI),*Nummulites millecaput* (BOUBEE), N. Ataricus JOLY, N. helveticus (KAUFMAN),Globorotalia contralis CUSHMAN-BERMUDEZ, Globigerupsis cf.kupleri LOEBLICH-TOPP, *Lepidocyclina* sp.,*Miogysinoides complanatus* (SCHLUMBERGER),*Globoquadrina cf.dehiscens* (CHAP.-COL.-PARR), *Catasydrax cf.dissimilis* (CHUSMAN-BESMUDES), *Globigerinoides cf. trilobus* REUSS vb. (Şenel ve diğ 1989) formlara göre Üst Lütesiyen-Alt Burdigaliyen yaşlıdır.Birim, türbiditik akıntıların etkin olduğu duraysız yamaç ortamında çökelmiştir.

Yavuz Formasyonu (Tey)

Kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan birim, Possion (1977) tarafından adlandırılmıştır. Yeşilbarak napının üst yapısal birimini oluşturur. Birim ince–orta-kalın tabakalı, bej, krem, gri kirli sarı, yeşil, yeşilimsi gri renkli kumlu–killi kireçtaşı, kalsitürbidit ve mikritik kireçtaşı ara yüzeyli kumtaşı, kiltaşı ve

silttaşlarından oluşur. Birimin alt düzeyinde kırmızı renkli kil ve silttaşlarından oluşan bir kılavuz seviye bulunur. Üst bölümünde alt bölümüne oranla kireçtaşı düzeyleri daha az orandadır. Birim içinde kireçtaşı seviyeleri aşırı deformasyon nedeniyle makaslanmış ve blok görünümünü almıştır.

Formasyon *Nummulites millecaput* (BOUBEE),N. *fabiani* (PREVER), *Chapmania gassinensis* (SILVESTRI), *Eorupertia manga* (Y.LE CALVE), *Sphaerogypsina globus* REUSS, Globigerapsis cf. index (FINLAY),*Globorotalia bulbrooki* BOLLI,*Discocyclina* sp.,*Alvelina* sp. formlara göre (det: S.Örçen, Şenel ve diğ.1989) Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşlıdır. Birim yamaç ve havza ortamında çökelmiştir.

4.2.1.3. Likya Napları

Farklı ortam koşullarında gelişmiş yapısal birimlerden oluşan Likya napları bu alanda sadece Gülbahar napı ile temsil edilir. Ayrıca çalışma alanında Dire olistostromu da yer alır.

Dire Olistostromu (Tedi)

Şenel ve diğ. (1989) tarafından adlandırılan birimin yaşı tartışmalıdır. Dire olistostromu, kumtaşı, kiltaşı, konglomera vb. kırıntılardan oluşur ve çeşitli bloklar kapsar (volkanit, serpantinit, kireçtaşı vb). Aşırı deformasyon nedeniyle bir hayli karışmış ve kaotik bir yapı kazanmıştır. Birim Likya naplarındaki Kızılcadağ melanj ve olistostromuna ait olabilir. İçinde Paleosen ve Orta Eosen yaşlı kayaç dilim ve blokları kapsaması nedeniyle; Eosen yaşlı kabul edilmiştir. Ancak Kızılcadağ melanj ve olistostromu üzerinde transgressif olarak bulunan Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşlı Varsakyayla formasyonunun tabanındaki kaba kırıntıların aşırı deformasyonla karışmış olması ile de açıklanabilir.

Gülbahar Napı

Orhaniye Formasyonu (JKo)

Radyolarit ve çört ara düzeyli çörtlü mikritlerden oluşan formasyon Meşhur ve diğ. (1989) tarafından adlandırılmıştır. İnce – orta tabakalı, gri, krem, yeşilimsi gri, pembe renkli çört yumru ve bantlı, çok fazla kıvrımlı çörtlü mikritler ile temsil edilir. Birim yer yer değişik kalınlıkta kalsitürbidit ara seviyeleri kapsar.

Çalışma alanında birimin alt ve üst ilişkisi tektoniktir. Birim alttan üste doğru kapsadığı *Aulotortu cf. sinuosa* (WEYNESCHNEK),*Ophthalmidium martana* FARANNACI,*Haurania sp.,Pseudoclammina sp.,Protopeneropolis striata* WEYNESCHNEK.,*Trochammina sp.Trocholina sp.Nautiloculina Globotruncana stuarti* De LAPPARENT,G. arca (CUSHMAN),G.linneiana d'ORBIGNY,*Rosita contusa* (CUSHMAN), *Margirotrunacana coronata* BOLLI vb.(det:C.Bilgi; Şenel ve diğ.1989) formlarına göre Jura-Kretase yaşlı kabul edilmektedir. Orhaniye formasyonu havza kısmen de yamaç ortamında çökelmiştir.

4.2.1.4. Neootokton Örtü Kayaları

Kuvaterner yaşlı çeşitli karasal fasiyeslerdeki tortullar neootokton örtü kaya birimlerini oluşturmaktadır ve çalışma alanında Kuvaterner yaşlı yamaç molozları, alüvyon yelpazeleri ile temsil edilirler.

Yamaç Molozu (Qym)

Dağ yamaç ve eteklerde bulunur. Çoğunlukla blok, çakıl, kum, silt ve kil gibi değişik boyuttaki tutturulmamış kayaçlardan oluşur ve bu elemanlar ağılıklı olarak kireçtaşı kökenlidir. Yer yer tutturulmuş yer yer ise gevşektir. Kalınlığı 50 – 60 m kadardır.

Alüvyon (Qal)

Çevre kayaç birimlerinin aşınıp taşınması sonrası düzlüklerde ve dere yataklarında çökelmesi sonrası oluşmuştur. Dere ve çay yataklarında ince şeritler halinde, ovalarda geniş alanlar halinde bulunur. Değişik boyutta blok, çakıl, kum ve çamur depolanmasından oluşur. 0 – 250 m arasında değişen kalınlıkları vardır.

4.3. Tektonik

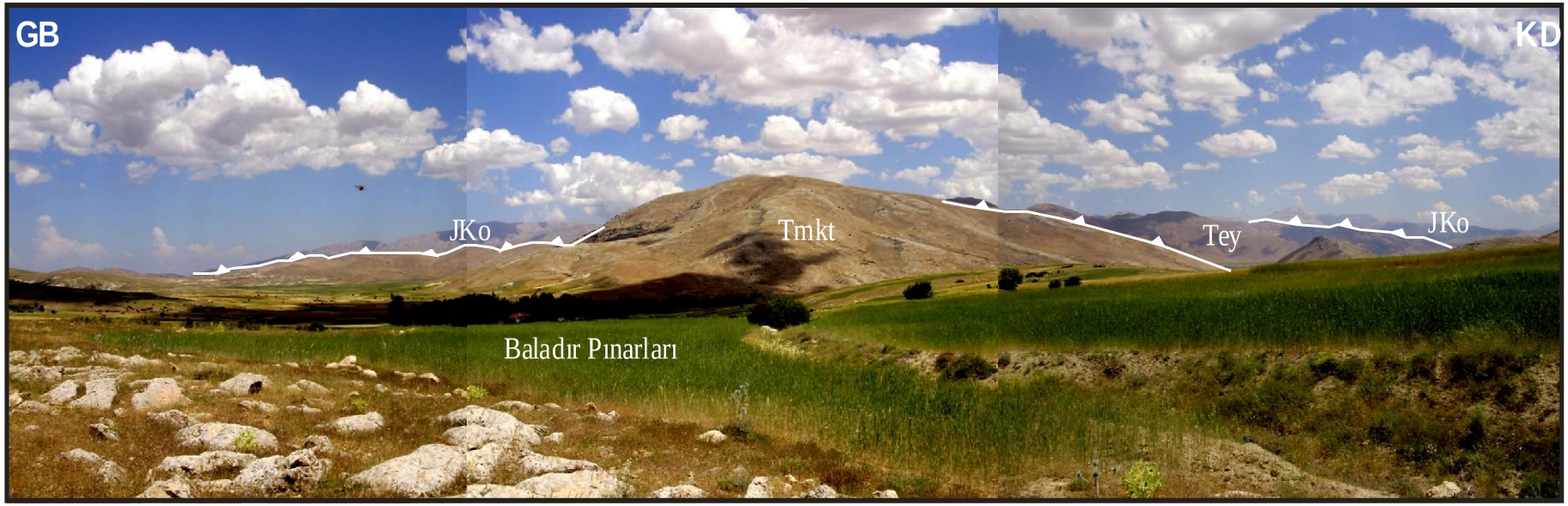
Şenel (1997) bölgenin tektonik gelişimini ve özelliklerini şöyle tanımlamıştır:

Otokton konumlu (Beydağları otoktonu) ve allokton konumlu (Likya napları, Yeşilbarak napı) kaya birimlerinin yüzeylendiği bölgede, birbirinden farklı deformasyon izleri taşıyan yapısal birimler yer alır (**Şekil 4.2**).

Üst Senoniyen'de gelişmiş olası K-G yönlü sıkışma rejimine bağlı olarak Gülbahar ve Domuzdağ napları ile Marmaris ofiyolit napı bir araya gelmişler ve Senoniyen sonlarında devam eden aynı özellikteki sıkışma rejimine bağlı olarak bu kütleler Bodrum napı üzerine yerleşmişlerdir. Eosen sonlarında tekrar olası K-G yönlü sıkışma rejimine bağlı olarak bu allokton kütleler, altlarına Bodrum napını da alarak Tavas napı üzerinde sürüklenmişlerdir.

Alt Miyosen'de, bölgede benzer K-G yönlü sıkışma rejimi tekrar gelişmiş, tüm allokton kütleler kuzeyden güneye doğru altlarına Yeşilbarak napını da alarak Alt Langiyen'de Beydağları otoktonu üzerine bindirmişlerdir.

Orta Miyosen sonrası, olası Pliyosen'de bölgede büyük çapta eğim atımlı normal faylar ve düşey atımlı normal faylar gelişmiş ve bu kırılmalara bağlı olarak, büyük çapta çöküntü alanları ve yükseltiler oluşmuştur.



Şekil 4.2. Çalışma alanında görülen otokton ve allokton kaya birimlerinden bir görünüm.

21

4.4. Birimlerin Mühendislik Özellikleri

Bu bölümde; çalışma alanında ayırtlanan birimlerin bazı mühendislik özellikleri verilmiştir. Bunun için ağırlıklı olarak gözlem ve pratik saha deneylerinden yararlanılmıştır. Birimlerin mühendislik özellikleri oluşum ve yerleşim yaşlarına göre verilmiştir.

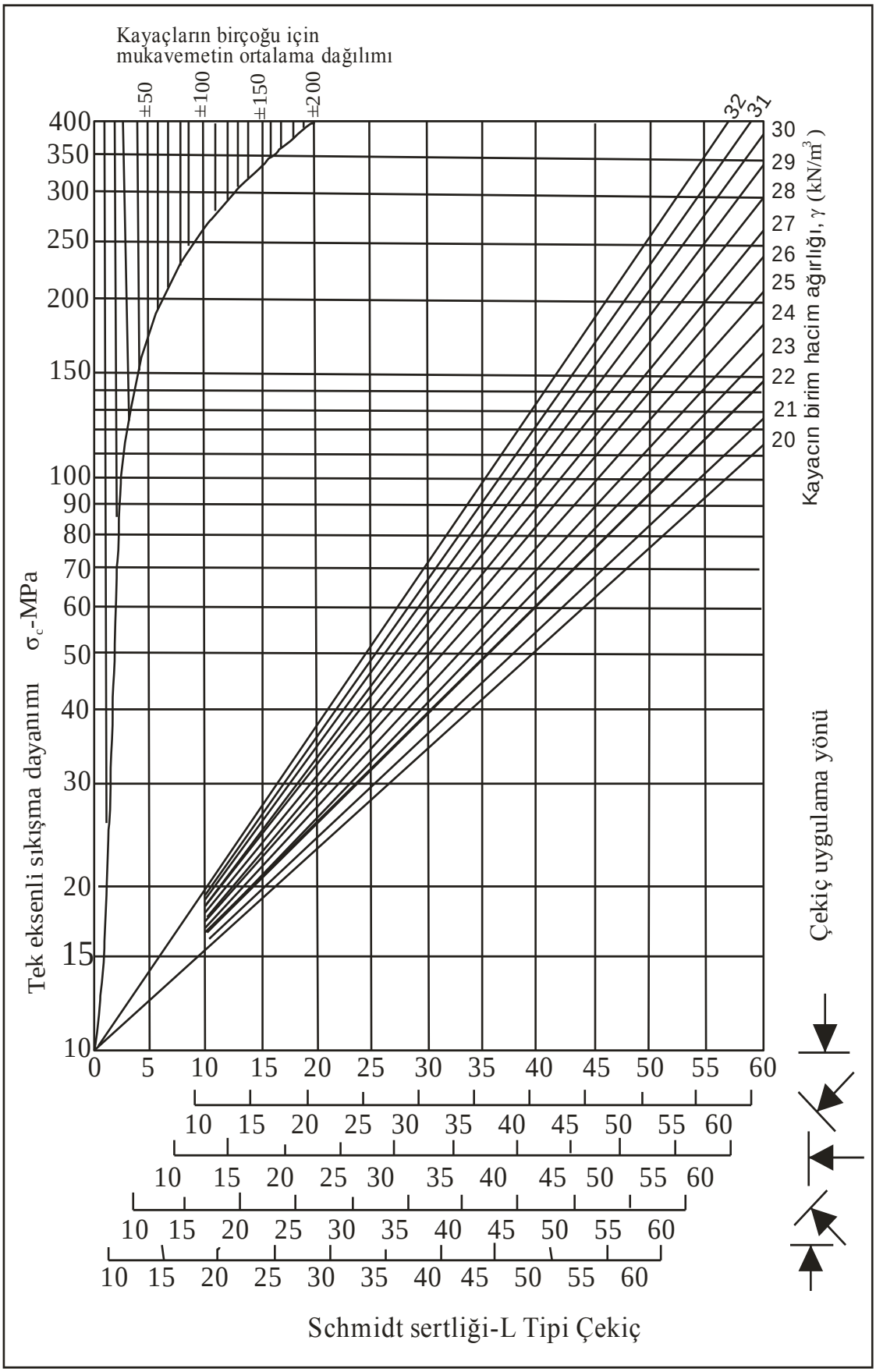
4.4.1. Beydağları Otoktonu

Beydağları Formasyonu (Kb)

Çalışma alanının güneydoğusunda yüzlek veren ve Üst Kretase yaşlı; orta-kalın tabakalı, açık gri, krem, bej, açık kahve renklerde, sert, sık çatlaklı, çatlaklar yer yer kalsit ve aragonit dolgulu, neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Küçükçalpınar mevkiinin kuzeydoğusunda yer alan taş ocağında L Tipi Schmidt çekici ile ölçümler yapılmış **(Şekil 4.3)** ve bu ölçümler sonucunda Schmidt sertliği 61 olarak belirlenmiştir. Kayacın birim hacim ağırlığı ise 25.2 MPa'dır. Bu verilere göre birimin tek eksenli sıkışma dayanımı 120 MPa'dır **(Şekil 4.4.)** ve Deere ve Miller (1966)'ın sınıflandırmasından yüksek dayanımlı olduğu anlaşılmıştır **(Çizelge 4.1).** Süreksizliklerin genişliği birkaç mm'den 10 cm'ye kadar değişmekle beraber derinliğin artmasıyla genişlikler azalmaktadır.



Şekil 4.3. Beydağı formasyonuna ait bir taş ocağında görülen süreksizlikler.



Şekil 4.4. Schmidt sertliği - tek eksenli sıkışma dayanımı ilişkisi (Ulusay, 2001)

Çizelge 4.1. Deere ve Miller Sınıflaması (Ulusay, 2001)

(A) Tek Eksenli Sıkışma Dayanımına Göre			
Sınıf	Dayanım	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı	
		(kgf/cm^2)	(MPa)
A	Çok yüksek	>2200	>220
B	Yüksek	1100-2200	110-220
C	Orta	550-1100	55-110
D	Düşük	275-550	27,5-55
E	Çok düşük	<275	<27,5
(B) Modül Oranına Göre			
H	Yüksek	>500	>50
M	Orta	200-500	20-50
L	Düşük	<200	<20

Küçükköy Formasyonu (Tek)

Üst Lütesiyen – Priaboniyen yaşlı birim; ince – orta kalın tabakalı, bej, gri, pembe, kirli sarı, kirli beyaz renklerde kalkarenit, kalsirudit, killi kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn ve konglomeradan oluşur. Karabayır formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Birim zayıf - orta dayanımlı olarak sınıflandırılmıştır. Kalkerli seviyelerinde kalker oranına bağlı olarak dayanımı artabilmektedir. Çalışma alanında küçük bir yüzlek vermektedir.

Karabayır Formasyonu (Tmk)

Akitaniyen-Alt Burdigaliyen yaşlı kabul edilen birim; orta-kalın tabakalı, gri-krem-bej renkli algli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabanında yer yer konglomeratik ve breşik kireçtaşları yer alır. Haritalama alanının kuzeydoğusunda, dar bir alanda gözlenmektedir. Tabaka eğimleri kuzeydoğu ve kuzeybatıya doğru olan birim zayıf – orta dayanımlı olarak sınıflandırılmıştır.

Karakuştepe Formasyonu (Tmkt)

Çalışma alanında geniş bir alan yayılmıştır. İnce-orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem, açık kahve renkli kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşur. Birim içinde ince kumlu-killi kireçtaşı ile kalsitürbit ara seviyeleri bulunur. Tabanında yer yer marn düzeyi izlenebilir. Burdigaliyen yaşlı olduğu kabul edilmiştir. Birimin dayanımı

zayıftan dayanımlıya kadar geniş aralıkta değişmesine rağmen, genellikle orta dayanımlı olduğu görülmüştür.

4.4.2. Yeşilbarak Napı (Ara Zon)

Beydağları otoktonu üzerinde tektonik örtü olarak yer almaktadır ve Üst Lütesiyen-Alt Burdigaliyen yaşlı Elmalı Formasyonu ile Üst Lütesiyen-Preaboniyen Yavuz fomasyonu ile temsil edilmektedir.

Elmalı Formasyonu (Te)

Çalışma alanının güneyinde, dar bir alanda yüzlek vermektedir. Üst Lütesiyen-Alt Burdigaliyen yaşlı kumtaşı ve şeyllerden oluşan birim ince-orta-kalın tabakalıdır. Birim içinde kumlu-killi kireçtaşı, kalkarenit vb. seviyeler bulunur. Bunlar aşırı deformasyonla makaslanmış ve çoğunlukla blok görünümü kazanmıştır. Genellikle zayıf dayanımlı olmakla birlikte, orta dayanımlı seviyeleri de bulunmaktadır.

Yavuz Formasyonu (Tey)

Kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan birim, Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşlıdır. İnce–orta-kalın tabakalı, bej, krem, gri kirli sarı, yeşil, yeşilimsi gri renkli kumlu–killi kireçtaşı, kalsitürbidit ve mikritik kireçtaşı ara yüzeylidir. Birimin alt düzeyinde kırmızı renkli kil ve silttaşlarından oluşan bir kılavuz seviye bulunur. Birim içinde kireçtaşı seviyeleri aşırı deformasyon nedeniyle makaslanmış ve blok görünümünü almıştır. Birim; özellikle makaslanmanın etkili olduğu kısımlarda zayıf dayanımlıdır. Ancak genel olarak birimi zayıf-orta dayanımlı olarak tanımlamak mümkündür (**Şekil 4.5**).



Şekil 4.5. Çalışma alanında yüzlek veren Yavuz formasyonundan bir görünüm.

4.4.3. Likya Napları

Likya napları haritalanan bölgede Gülbahar napı ile temsil edilir. Ayrıca çalışma alanında Dire olistostromu da yer alır.

Dire Olistostromu (Tedi)

Haritalanan bölgenin batısında, dar bir alanda yüzlek vermektedir. Tartışmalı olmakla beraber, Eosen yaşlı kabul edilen Dire olistostromu; kumtaşı, kiltaşı, konglomera vb. kırıntılardan oluşur ve çeşitli bloklar kapsar (volkanit, serpantinit, kireçtaşı vb). Aşırı deformasyon nedeniyle zayıf kaya dayanımına sahiptir.

Gülbahar Napı

Orhaniye Formasyonu (JKo)

Yoğunluklu olarak haritalama alanının batı ve kuzeybatısında yüzlek veren birim, Jura-Kretase yaşlı kabul edilmektedir. Alt ve üst ilişkisi tektoniktir. İnce – orta tabakalı, gri, krem, yeşilimsi gri, pembe renkli çört yumru ve bantlı, çok fazla kıvrımlı çörtlü mikritler ile temsil edilir. Burada söz konusu olan; kalsilutit veya mikrit

hamurundan oluşan kireçtaşlarıdır **(Şekil 4.6)**. Kaya örneğinin çakı ile çizilmediği güçlü çekiç darbeleri ile vurulduğunda yumruk büyüklüğünde parça koparılabildiği gözlenmiştir.

Karapınar ağıllarının hemen batısında bulunan taş ocağında Schmidt çekici ile ölçümler yapılmış (**Şekil 4.7**) ve bu ölçümler sonucunda Schmidt sertliği 69 olarak belirlenmiştir. Kayacın birim hacim ağırlığı ise 26,4 MPa'dır. Bu verilere göre birimin tek eksenli sıkışma dayanımı 170 MPa'dır ve Deere ve Miller (1966)'ın sınıflandırmasından yüksek dayanımlı olduğu anlaşılmıştır.

4.4.4. Neootokton Örtü Kayaları

Kuvaterner yaşlı yamaç molozları, alüvyon yelpazeleri neootokton örtü kayalarını oluşturmaktadır.



Şekil 4.6. Orhaniye formasyonundan genel bir görünüm.



Şekil 4.7. Orhaniye formasyonuna ait bir taş ocağında görülen süreksizler.

Yamaç Molozu (Qym)

Çoğunlukla kireçtaşı bloklarından, dağ yamaç ve eteklerinde oluşmuştur. Yer yer tutturulmuş, yer yer ise gevşektir. Genellikle bloklu ve GW – SM olarak tanımlanabilir. Birim orta sıkı olarak sınıflandırılmıştır (**Şekil 4.8**).



Şekil 4.8. Beydağları Formasyonu ve yamaç molozu.

Alüvyon (Qal)

Çevre kayaç birimlerinin aşınıp taşınması sonrası düzlüklerde ve dere yataklarında çökelmesi sonrası oluşmuştur. Dere ve çay yataklarında ince şeritler halinde, ovalarda geniş alanlar halinde bulunur. Değişik boyutta blok, çakıl, kum ve çamur depolanmasından oluşur. Gevşek-sıkı, SW - GW, yer yer ML özellik taşır.Tane boyu dağılımına bakıldığında; akarsu vadi tabanlarında SW - GW çökeller yoğunluk kazanırken sellenme düzlüklerine doğru ML özellikli çökelin artış gösterdiği gözlenmektedir.

4.5. Hidroloji

Arazi çalışmaları sırasında; içme suyunun kaynakların kaptajlarından, sulama suyunun ise dereler, DSİ ve özel firmalarca açılan sondaj kuyuları ile bölge halkının kendi olanaklarıyla açtığı adi kuyulardan sağlandığı görülmüştür.

Çoğu mevsimlik olmak üzere, bölgede birçok dere ve kaynak bulunmaktadır. Çalışma alanındaki doğal suların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacı ile öncelikle hemen her kaynakta yerinde ölçümler yapılmış (pH, çözünmüş O_2, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, debi gibi) (**Şekil 4.9.(a)** ve **Şekil 4.9.(b)**) ve elde edilen veriler **Çizelge 4.2'**de verilmiştir. Ayrıca, sulamada kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla 4 kaynaktan örnek alınabilmiş ve Antalya İl Özel İdaresi'nin laboratuarında analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları **Çizelge 4.3**'de verilmiştir. Olanaklar dahilinde olmak üzere, yerinde ölçümler Haziran ayında, laboratuar analizleri ise Aralık ayında gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra; DSİ tarafından açılan ve su analizleri yapılan üç kuyu verileri de kullanılarak yeraltısuları değerlendirmeye alınmıştır.

Aralık ayında su örnekleri alınan ve Antalya İl Özel İdaresi'nde analizleri yapılan 4 su kaynağı şunlardır; Baladır, Çalpınar, Çobanisa ve Baraz. Söz konusu kaynaklar **Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12** ve **Şekil 4.13**'de görülmektedir.

Su numunelerinin sertlikleri belirlenirken Fransız sertliği tercih edilmiş ve bunun için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır (Şahinci, 1991).

Toplam Sertlik (FS) = 5 (rCa + rMg)

Buna göre elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.4**'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, çalışma alanındaki suların sertliği *az sert* olarak sınıflandırılmıştır.

Daha sonra Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuarı diyagramlarında kullanılmak üzere SAR ve %Na değerleri belirlenmiştir. Bunun için aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır (Erguvanlı ve Yüzer, 1987).

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \qquad \% rNa = \frac{Na^{+} x100}{Na^{+} + Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+}}$$

Tüm numunelerin SAR ve % Na değerleri **Çizelge 4.5.**'de verilmiştir.



Şekil 4.9.(a) Çalışma alanında yerinde ölçüm yapılan su kaynaklarının bazıları.



Şekil 4.9. (b) Çalışma alanında yerinde ölçümler yapılan kaynakların bazıları.

Çizelge 4.2.Çalışma alanında yerinde ölçüm yapılan kaynaklar ve elde edilen veriler

NO	KAYNAKLAR	KOORDİNAT (X:Y)		KOT (m)	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş O2 (%)	Çözünmüş O2 (mg/lt)	Tuzluluk (ppt)	İletkenlik (mV)	Debi (ml/sn)
1	Beldibek Pınarları	36310	89700	1300	18.6	7.18	0.6	0.05	0	-0.32	---
2	**Baladır Pınarları**	**35910**	**90210**	**1350**	**13.1**	**6.85**	**24**	**1.91**	**0.2**	**-0.32**	**400**
3	Karapınar Ağılları	35940	92560	1460	14.3	7.26	24.4	2.3	0.2	-0.3	200
4	Eskiköy I.Çeşme	33640	88360	1415	14.5	7.12	5.9	0.47	0.2	-0.31	70
	Eskiköy II.Çeşme	33640	88360	1415	15.1	6.67	4.4	0.37	0.1	-0.1	40
5	Ağuç I.Çeşme	33280	88280	1520	11.3	6.53	11.2	1.06	0.2	0	200
	Ağuç II.Çeşme	33220	88060	1580	13.8	7.15	15	1.86	0.1	-0.31	16
6	Asırlık Çeşme	33580	87220	1350	---	---	---	---	---	---	4
7	**Çalpınar**	**32720**	**89320**	**1550**	**13.9**	**7.26**	**11.4**	**1.07**	**0.2**	**-0.41**	**70**
8	Kocabelen Pınarları				---	---	---	---	---	---	8
10	Küçükçanak Çeşme	35480	93550	1550	14.3	7.83	9	0.75	0.1	-0.65	14
11	Kocaemine Çeşmesi	37290	94700	1480	16.5	6.8	13.4	1.21	0.1	-0.15	150
12	Kızılen Çeşme	34280	95800	1690	11.4	7.22	21.5	1.81	0.2	-0.35	200
13	Çanak Çeşme	36080	95880	1690	12.2	7.55	27.5	2.81	0.2	-0.45	800
14	Pınaryanı Çeşme	39170	93910	1380	15.5	7.55	15	1.55	0.4	-0.5	200
15	Ters Pınar I	30400	85320	1665	11.8	7.43	5.7	0.56	0.2	-0.43	250
16	Ters Pınar II	30300	85540	1665	10.3	7.46	10	1.04	0.2	-0.45	250
17	Ters Pınar III	29980	85410	1670	12.8	6.56	12.6	1.1	0.2	0	125
18	Çallı Dere Çeşmesi I	30500	84980	1620	11.4	7.12	24	1.73	0.2	-0.28	200
19	Çallı Dere Çeşmesi II	30420	85020	1622	10.9	6.9	12.3	1.11	0.2	-0.2	400
20	**Çobanisa Çeşmesi**	**34000**	**83180**	**1200**	**15.8**	**7.53**	**6**	**0.5**	**0.2**	**0.49**	**250**
21	**Baraz Çeşme**	**33010**	**82010**	**1220**	**14.3**	**7.35**	**8.7**	**0.86**	**0.2**	**-0.41**	**400**



Şekil 4.10. Kimyasal analiz için su örneği alınan Baladır Pınarları.



Şekil 4.11. Kimyasal analiz için su örneği alınan Çalpınar.



Şekil 4.12. Kimyasal analiz için su örneği alınan Çobanisa Çeşmesi.



Şekil 4.13. Kimyasal analiz için su örneği alınan Baraz Çeşme.

Çizelge 4.3. Dört farklı kaynaktan Aralık ayında alınan suların Meg/lt olarak kimyasal analiz sonuçları.

KAYNAK NO	KAYNAK ADI	EC(25°C) µmhos/cm	KATYONLAR (Meg/lt)				ANYONLAR (Meg/lt)				TOP. İYON (Meg/lt)	SERTLİK (FS)
			Na^{+}	K^{+}	$Ca^{+2}+Mg^{+2}$	Toplam	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{-2}	Toplam		
1	BALADIR	435	0.26	0.01	3.98	4.25	3.38	0.3	0.57	4.25	8.5	19.9
2	ÇALPINAR	370	0.18	0.01	3.39	3.58	2.89	0.3	0.39	3.58	7.16	16.95
3	ÇOBANİSA	486	0.42	0.01	4.27	4.7	3.96	0.3	0.44	4.7	9.4	21.35
4	BARAZ	450	0.48	0.01	3.88	4.37	3.63	0.3	0.44	4.37	8.74	19.4

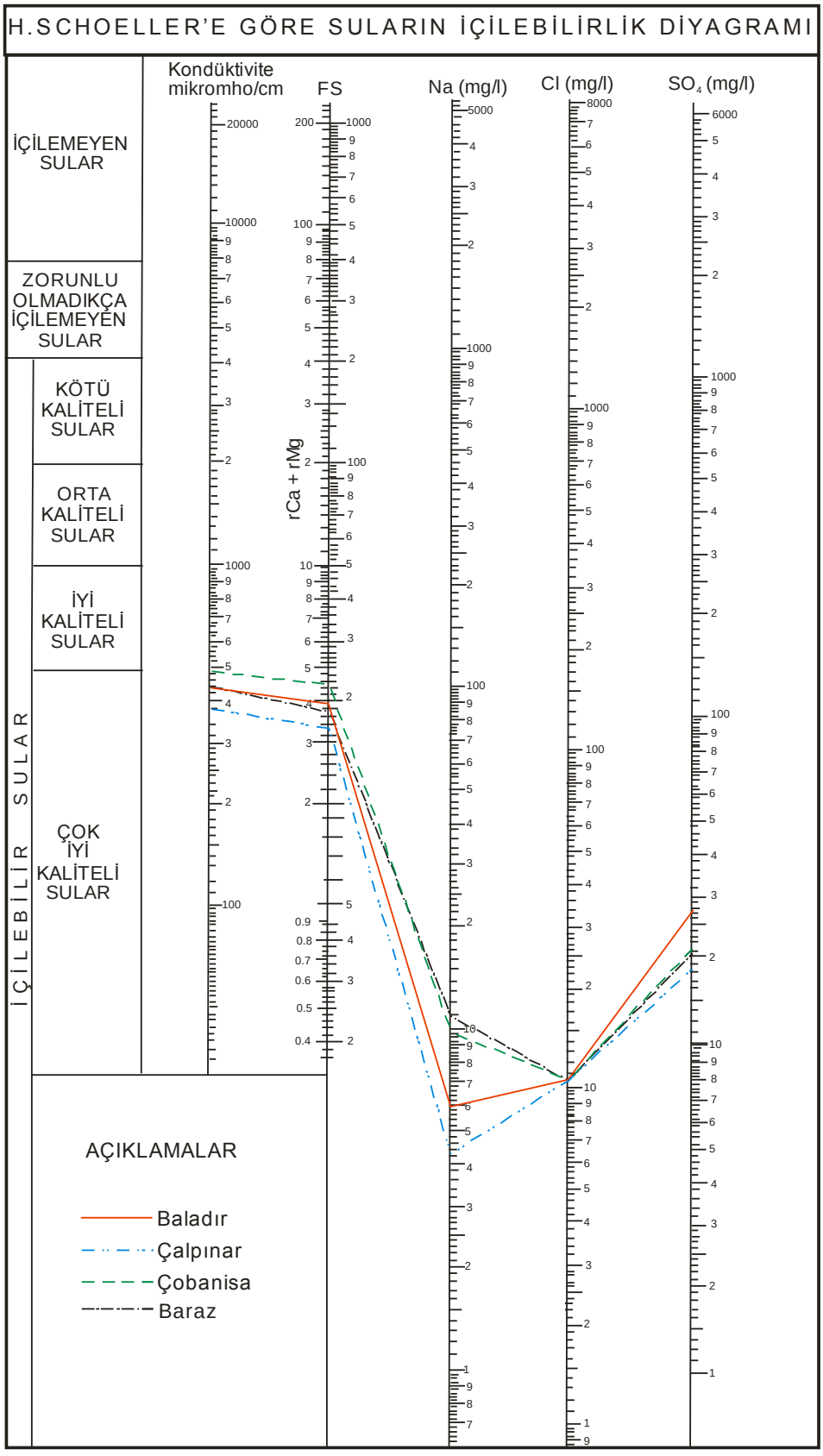
Çizelge 4.4. Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).

KAYNAK NO	KAYNAK ADI	Fransız Sertliği					
		0-7.2	7.2-14.5	14.5-21.5	21.5-32.5	32.5-54.0	>54
1	BALADIR			*			
2	ÇALPINAR			*			
3	ÇOBANİSA			*			
4	BARAZ			*			
	Sınıflandırma	Çok yumuşak	Yumuşak	Az Sert	Oldukça Sert	Sert	Çok Sert

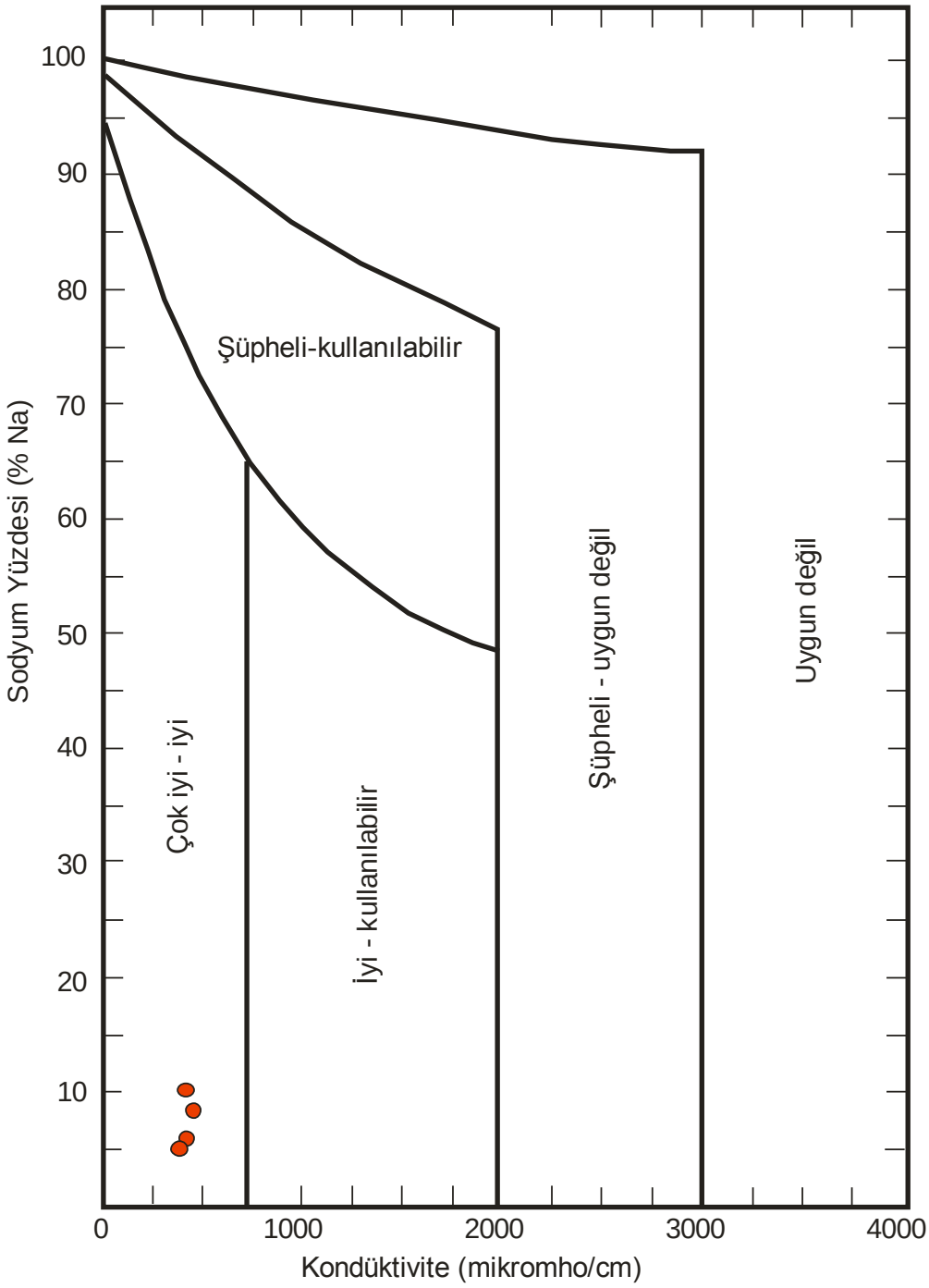
Çizelge 4.5. Suların SAR ve % rNa değerleri.

KAYNAK NO	KAYNAK ADI	SAR	% Na
1	BALADIR	0.184	6.117
2	ÇALPINAR	0.138	5.027
3	ÇOBANİSA	0.287	8.936
4	BARAZ	0.345	10.983

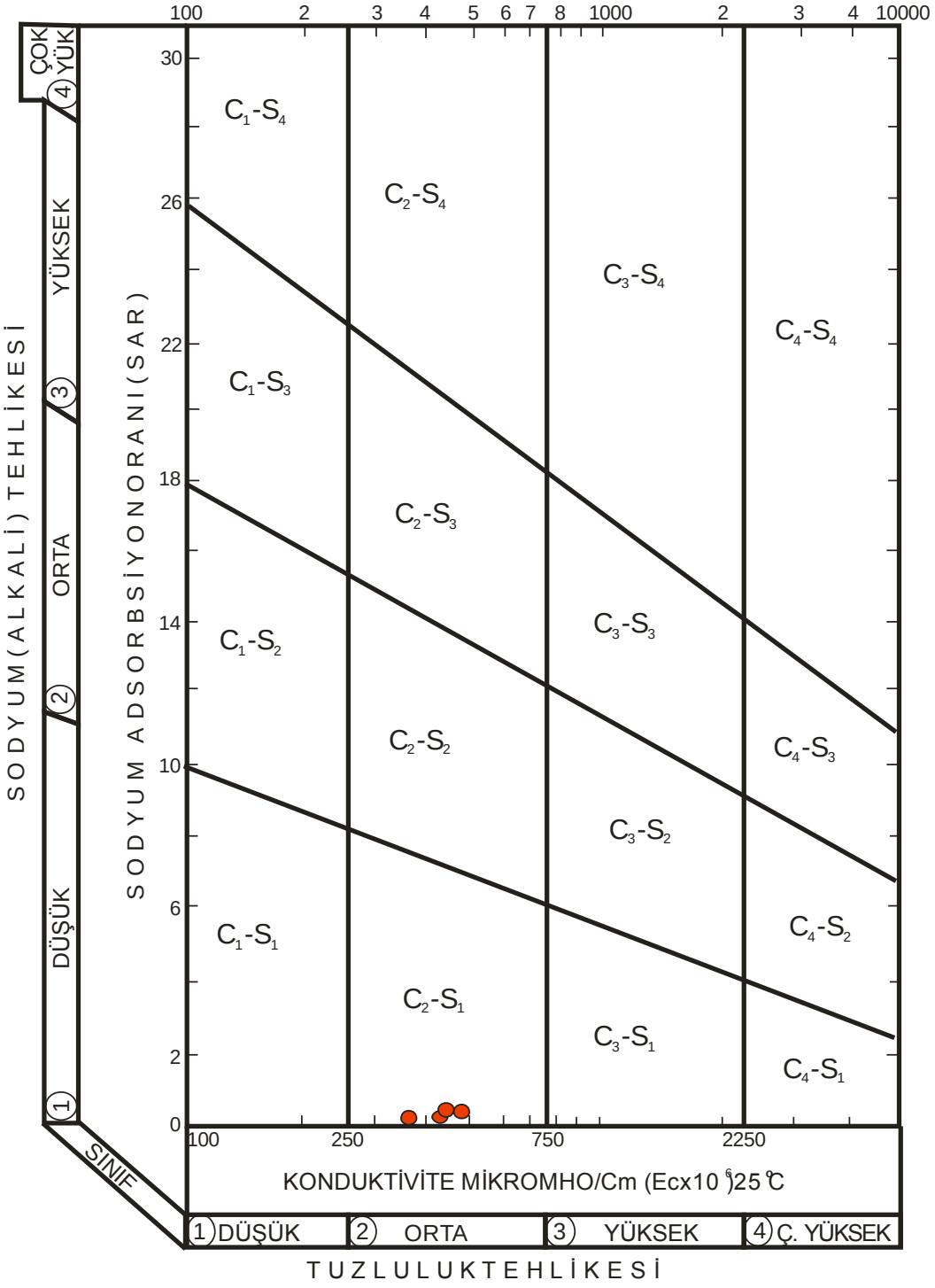
Elde edilen veriler kullanılarak önce Schoeller'e göre (**Şekil 4.14**), daha sonra Wilcox diyagramına göre (**Şekil 4.15**) ve son olarak ABD Tuzluluk Laboratuar diyagramına göre (**Şekil 4.16**) sınıflandırılmıştır. Şekillerden de anlaşılacağı üzere; kaynaklardan alınan sular Schoeller'e göre (Şahinci, 1991) "çok iyi kaliteli sular", Wilcox diyagramına göre (Canik, 1998) "çok iyi – iyi", ABD Tuzluluk Laboratuar diyagramına göre ise (Canik, 1998) "$C_2 - S_1$, orta tuzlulukta – az sodyumlu" olarak sınıflandırılmıştır. Suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması **Çizelge 4.6'**da verilmiştir. Bunlara göre çalışma alanındaki suların içilebilir nitelikte olduğu; orta tuzlulukta ve az sodyumlu su olup, sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 4.14. Çalışma alanındaki suların Schoeller'e göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).



Şekil 4.15. Çalışma alanındaki suların Wilcox diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998).



Şekil 4.16. Çalışma alanındaki suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998).

Çizelge 4.6. Suların tuzluluk ve sodyum miktarına göre sınıflandırılması (Canik, 1998).

Tuzluluğa Göre Alt Sınıflar	C_1	Az tuzlu su. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir.
	C_2	Orta tuzlulukta su. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.
	C_3	Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir.
	C_4	Çok fazla tuzlu su. Sulama suyu için uygun değil. Ancak çok iyi drenajı yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetiştirilebilir.
Sodyum Miktarına Göre Alt Sınıflar	S_1	Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun.
	S_2	Orta derecede sodyumlu su. Permeabilitesi iyi olan jipsli arazi için uygun.
	S_3	Fazla sodyumlu su. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir.
	S_4	Çok fazla sodyumlu su. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında sulama suyu olarak kullanılmaz.

Ayrıca; benzer sınıflamalar DSİ tarafından açılan kuyulardan alınan sularda yine D.S.İ tarafından yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre yapılmıştır (**Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9**). Kuyu yerleri Ek 2'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler **Şekil 4.17, Şekil 4.18** ve **Şekil 4.19**'da verilmiştir. Buna göre: yeraltsuları ile yüzey sularının aynı olduğu görülmüştür. Ayrıca **Ek 3 (a)**'da söz konusu kuyuların kimya laboratuarından alınan deney sonuçları ile **Ek 3 (b)**'de ise sondaj logları verilmiştir.

Çizelge 4.7. DSİ'nin açtığı sondaj kuyularından alınan suların Meg/lt olarak kimyasal analiz sonuçları.

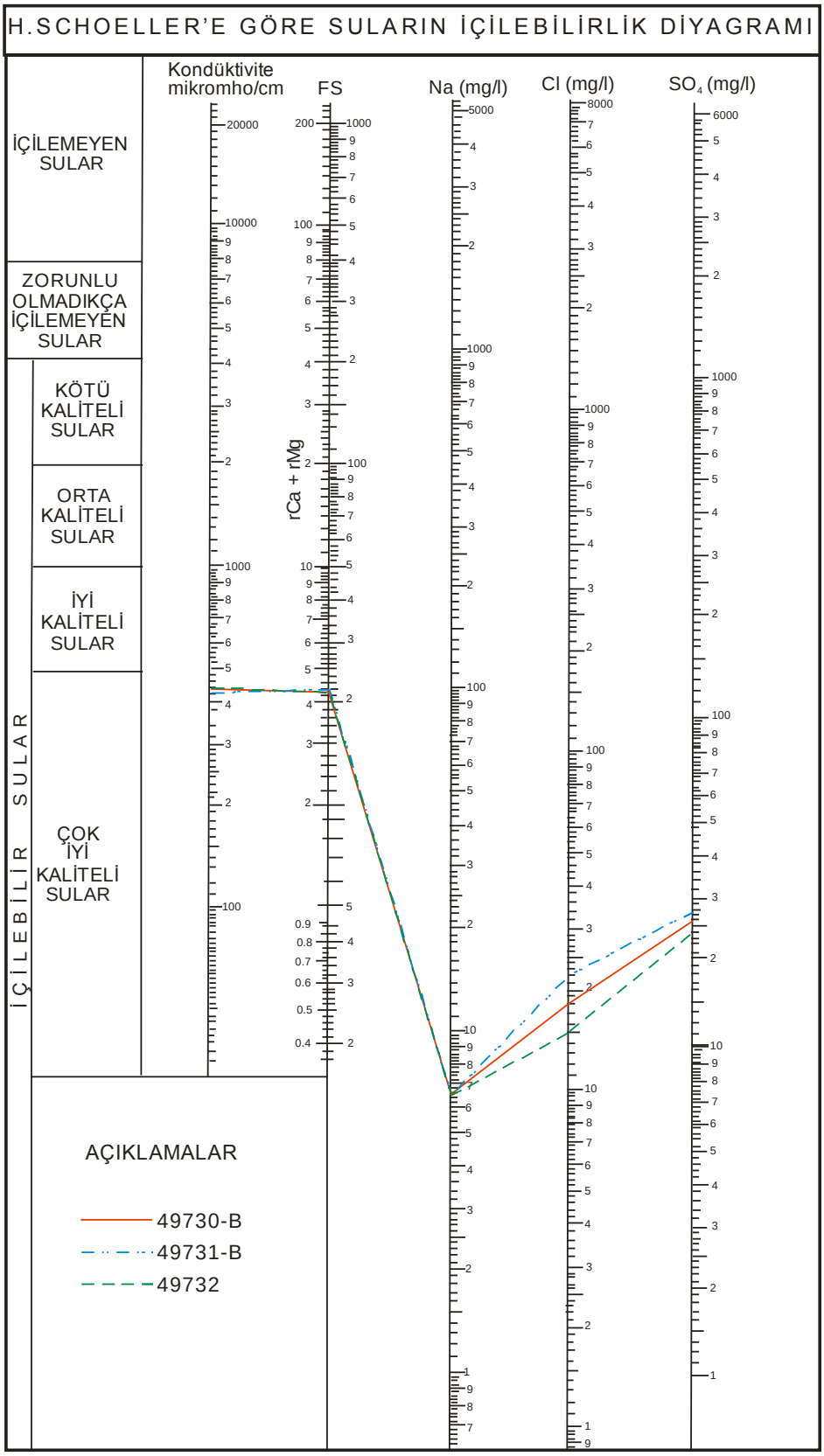
KUYU SIRA NO	KUYU NUMARASI	EC(25°C) µmhos/cm	KATYONLAR (Meg/lt)				ANYONLAR (Meg/lt)				TOP. İYON (Meg/lt)	SERTLİK (FS)
			Na^{+}	K^{+}	$Ca^{+2}+Mg^{+2}$	Toplam	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{-2}	Toplam		
1	49730-B	430	0.28	0.01	4.33	4.62	3.52	0.51	0.54	4.57	9.19	21.65
2	49731-B	425	0.28	0.01	4.42	4.71	3.48	0.62	0.58	4.68	9.39	22.1
3	49732	440	0.28	0.01	4.3	4.59	3.62	0.43	0.5	4.55	9.14	21.5

Çizelge 4.8 Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).

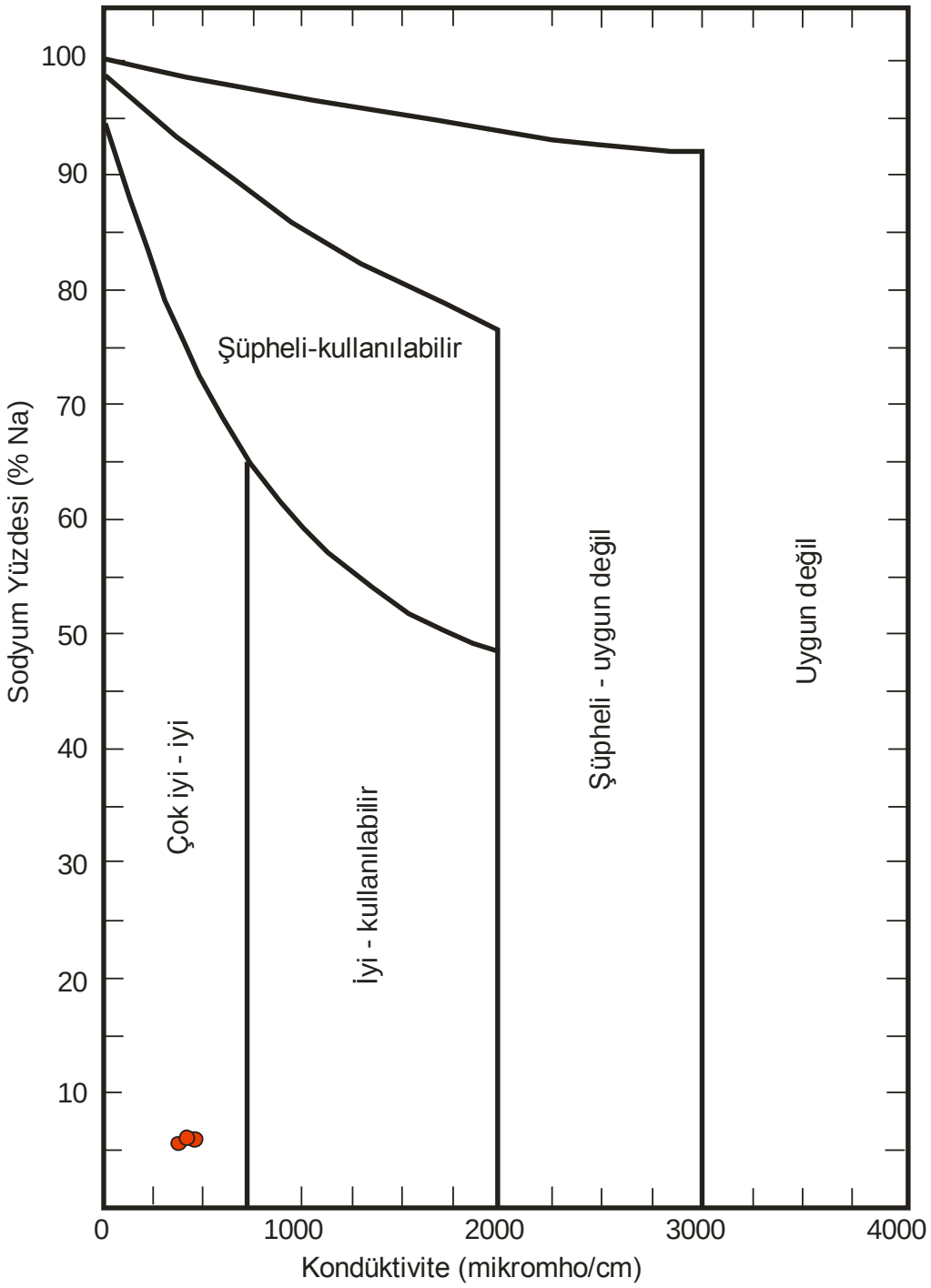
KUYU SIRA NO	KUYU NUMARASI	Fransız Sertliği					
		0-7.2	7.2-14.5	14.5-21.5	21.5-32.5	32.5-54.0	>54
1	49730-B				*		
2	49731-B				*		
3	49732				*		
	Sınıflandırma	Çok yumuşak	Yumuşak	Az Sert	Oldukça Sert	Sert	Çok Sert

Çizelge 4.9 Suların SAR ve % rNa değerleri.

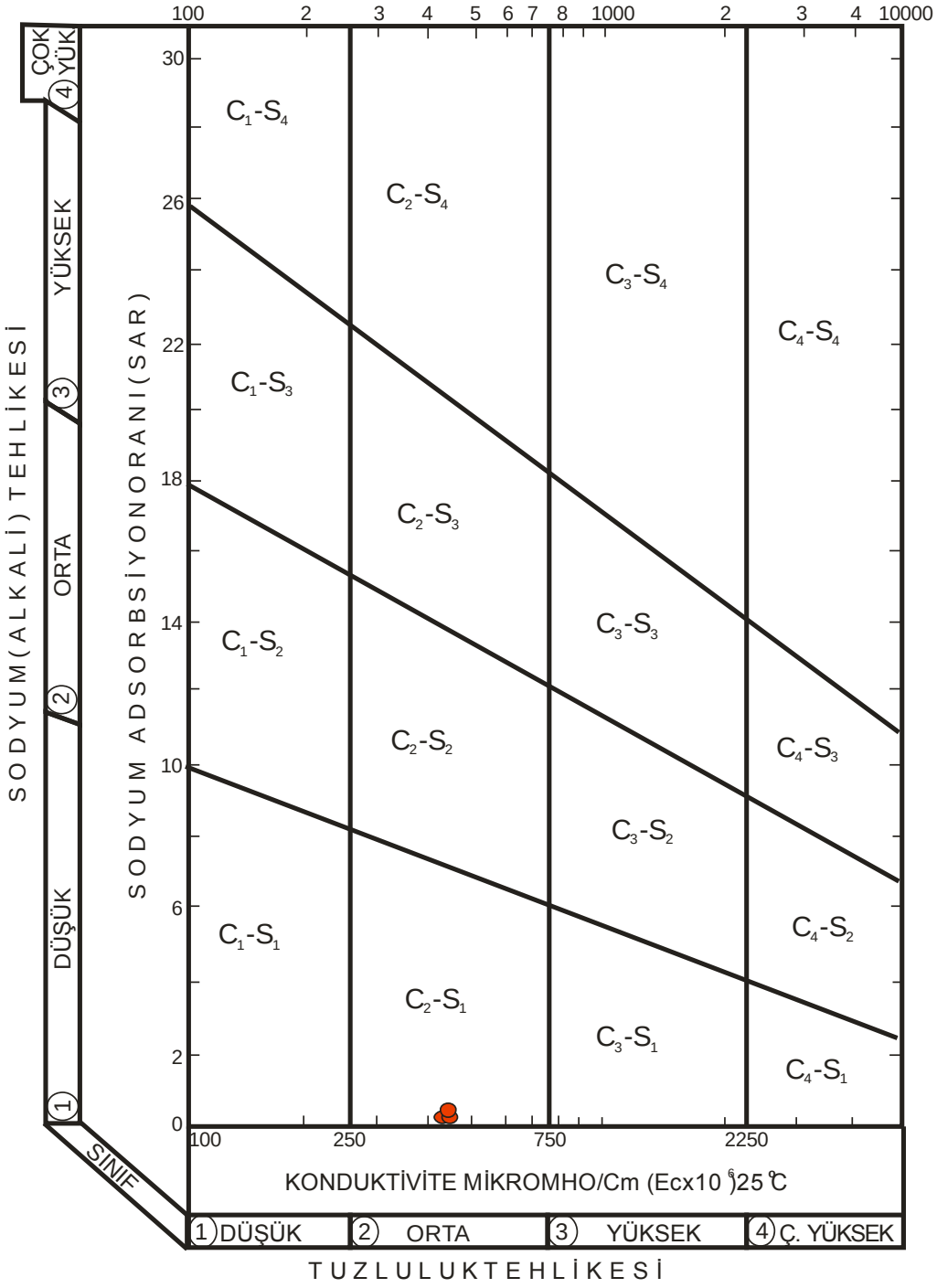
KUYU SIRA NO	KUYU NUMARASI	SAR	% Na
1	49730-B	0.19	6.06
2	49731-B	0.189	5.94
3	49732	0.191	6.1



Şekil 4.17. DSİ kuyularından alınan suların Schoeller'e göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).



Şekil 4.18. DSİ kuyularından alınan suların Wilcox diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998).



Şekil 4.19. DSİ kuyularından alınan suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırılması (Canik, 1998).

4.6. Hidrojeoloji

Çalışma alanında, yaşlıdan gence olmak üzere, gözlenen birimlerin hidrojeolojik özelliklerine aşağıda kısaca değinilirken, **Şekil 4.20**'de genelleştirilerek verilmiştir.

Kireçtaşları: Çalışma alanında oldukça geniş bir yer kaplayan Beydağları, Orhaniye ve Karabayır birimlerinin temelini oluşturmaktadır. Özellikle Beydağlarında karstik ve çok girintili – çıkıntılı yüzey özellikleri yağışın büyük bir bölümünün yeraltısuyuna dönüşmesine olanak sağlamaktadır.. $8x10^{-4}$ ile $6x10^{-6}$ arasında değişen hidrolik geçirimliliğe (K, m/s) sahiptir. Buna göre yüksek geçirimli – geçirimli sınıfında yer almaktadır. Yağışlar daha çok kar şeklindedir. Havzanın yeraltısuyu gizilgücünün (potential) önemli bir bölümü bu kireçtaşları tarafından sağlanmaktadır.

Çakılkayaç seviyeleri: Çalışma alanında dar alanlarda yüzeylemekte ve temel olarak Dire olistostromu ve Küçükköy birimlerinde görülmektedir. Hidrolik geçirimliliği (K, m/s) $5x10^{-5}$ ile 10^{-6} arasında değişmektedir ve buna göre "orta geçirimlidir".

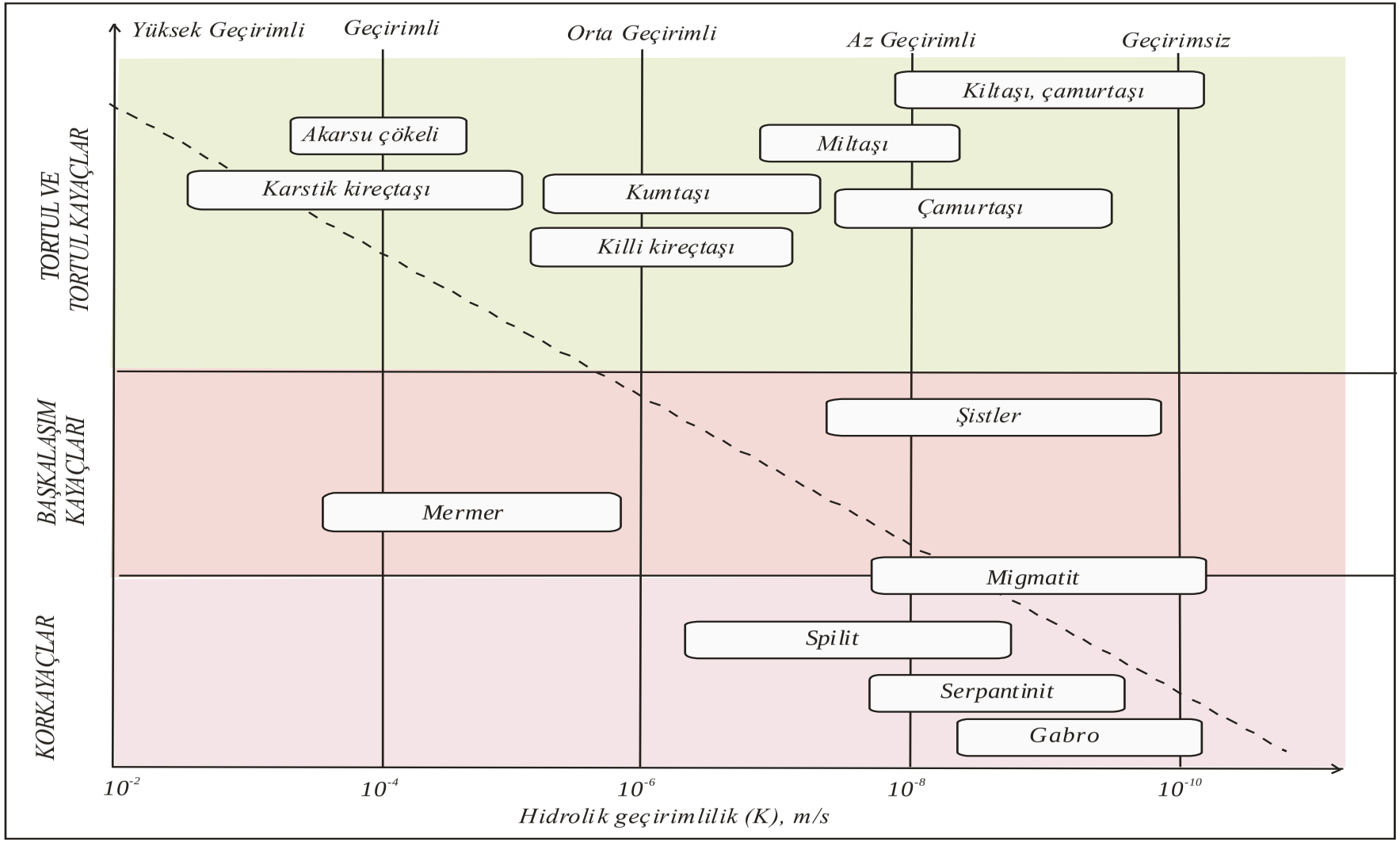
Kumtaşı: Bu kayaç türü Paleosen yaşlı ve daha genç birimlerin önemli bir bileşenidir. Bu nedenle çalışma alanında geniş bir alana yayılmıştır. Hidrolik geçirimliliği (K, m/s) 10^{-5} ile 10^{-7} arasında değişmektedir. Buna göre orta geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

Miltaşı: Bu kayaç türü de Paleosen yaşlı ve daha genç birimlerde çok önemli oranda gözlenmektedir. Hidrolik geçirimliliği (K, m/s) $3x10^{-7}$ ile $2x10^{-8}$ arasındadır. Buna göre az geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

Kiltaşı – çamurtaşı: Çalışma alanında göreceli olarak daha geniş alanlarda yüzeylemekte ve hidrolik geçirimliliği (K, m/s) $9x10^{-7}$ ile $2x10^{-10}$ arasında olduğundan az geçirimli – geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır.

Yamaç molozu: Güncel çökellerin önemli bir bileşenlerinden olan yamaç molozunun hidrolik geçirimliliği (K, m/s) yukarıdan aşağıya düşmekle birlikte 10^{-3} ile 10^{-6} arasında değişmektedir. Yüzeyde yüksek geçirimliliğin ana nedeni gevşek olup ince taneli gerecin aşağıya doğru yerçekiminin etkisi altında yıkanmasına olanak sağlamasıdır. Uygun kalınlık sunan kesimleri akifer özellik gösterirler.

Alüvyon: Yan dere yataklarında gözlenen akarsu çökelleri genellikle geçirimli – orta geçirimli iken, ana kollarda yüksek geçirimlidir.



Şekil 4.20. Litolojik birimlerin su geçirimliliğine (K,m/s) göre genel anlamda sınıflandırılması (Yılmazer ve diğ.,1999).

5. TARTIŞMA

Çalışma alanı ve dolaylarında mevsimlik pınarlar bulunmakta ancak önemli sayılabilecek yüzey suyu bulunmamaktadır. Bununla birlikte, bölgede sulama suyu olarak yeraltısuları kullanılmaktadır. DSİ'nin verileri, gelecekte su temininin bölgede sorun olabileceğine işaret etmektedir. Şöyle ki; Çukurelma köyü içme – kullanma suyu gereksinimi 0.6 (hm^3/yıl) ve temin edilen su 0.6 (hm^3/yıl) iken gelecekteki su gereksiniminin 0.8 (hm^3/yıl) olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde; Gölova köyü içme – kullanma suyu gereksinimi 0.3 (hm^3/yıl) ve temin edilen su 0.3 (hm^3/yıl) iken, gelecekteki su gereksiniminin 0.5 (hm^3/yıl) olduğu belirlenmiştir. Gereksinimin artmasının yanı sıra, kuyular aracılığıyla suların pompalama ile alınması su sorununu ayrıca çıkmaza sokmaktadır. Böylece; bölgede var olan kaynakların ve yeraltısularının korunarak kullanılması zorunluluğu doğmuştur. Bu nedenle pompalamanın dolayısıyla enerji tüketiminin ve yeraltısu seviyesini düşürme tehlikesinin sıfır olduğu "yatay kuyu sisteminin" hayata geçirilmesi gerekmektedir. Buradan hareketle; bu çalışmada yatay kuyu için en uygun zonun belirlenmesine çalışılmıştır.

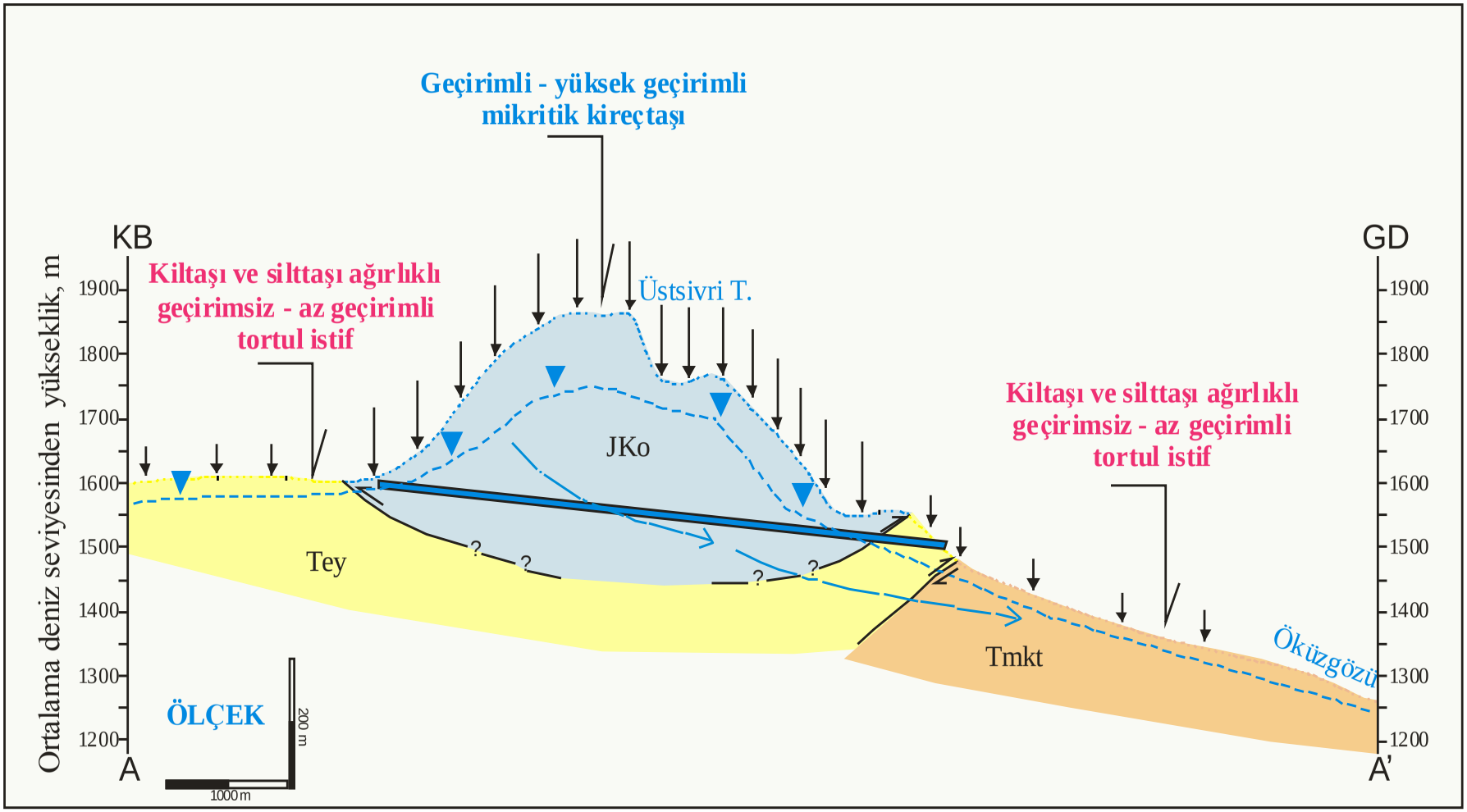
Bölgede geçirimli – yüksek geçirimli akifer özellik taşımaları nedeniyle Beydağı ve Orhaniye formasyonları incelemeye değer bulunmuştur. Bunlardan; otokton Beydağı formasyonu, çalışma alanının güneydoğusunda yer almakta ve orta – kalın tabakalı; açık kahverengi, gri, krem, bej renkli neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Üst seviyelere doğru ince – orta – kalın tabakalı kirli beyaz renkli rekristalize kireçtaşlarına geçmektedir. Sert, sık çatlaklı ve çatlaklar yer yer kalsit dolguludur. Karstik boşluk içeren seviyeleri bulunmaktadır. MTA ve TPAO tarafından yapılan çalışmalarda kalınlığının 1000 metreyi geçtiği belirlenmiştir (Yazıcı, 2005). Geçirimli – yüksek geçirimli sınıfında olan birim; kalınlığının fazla olması ve sularını daha alt seviyelere aktarması nedeniyle, yeraltısuyunun bölgede işletilmesinin ekonomik olmadığı DSİ tarafından bildirilmiştir (Yazıcı, 2005).

Allokton kayaçlardan Orhaniye formasyonu ise, çalışma alanında batıdaki yükseltileri oluşturmaktadır. Genellikle masif görünümlü, orta – kalın katmanlı, beyaz, kirli sarı renklerde mikritik kireçtaşlarıdır. Kalınlığı bulunuş konumuna göre değişiklikler göstermekle birlikte; bölgede MTA tarafından yapılan çalışmalarda birimin ölçülen kalınlığı 600 metreden fazla olduğu belirlenmiştir (Yazıcı, 2005). Kaya birim içerisindeki yeraltısuyunun devinimini süreksizlikler belirlemektedir. Bol kırık ve

çatlaklıdır. Yörede yeraltısuyunu en iyi depolayan akiferdir ve değişken debili kaynaklar oluştururlar. Birim geçirimliği $K>10^{-4}$ m/s dir.

Çalışma alanında; Orhaniye formasyonu ile tektonik ilişkide olan Yavuz formasyonu allokton birimlerdendir. Kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan birim içerisinde pembe kireçtaşı ve marn bantları vardır. Kumtaşları ince katmanlıdır. Kireçtaşı seviyeleri aşırı deformasyon etkisiyle blok görünümlü ve makaslanmalı bir durum kazanmıştır. Geçirimsiz – az geçirimli akifer özelliği taşıyan bu birimin ve ters fayın varlığı nedeniyle; Orhaniye formasyonu içerisinde yeraltısu seviyesi kolaylıkla yükselmekte ve böylece sular yeraltında depolanabilmektedir. Bu nedenle; söz konusu birimde açılacak bir yatay kuyu ile pompaja gerek kalmadan ve yeraltısu tablasının doğal konumunu bozmadan, kontrollü bir şekilde su almak mümkün olacaktır.

Şekil 5.1'de modellenmeye çalışılan "yatay kuyu sistemi" görülmektedir. Gerek akifer özellik taşıyan Orhaniye formasyonunun, gerek az geçirimli – geçirimsiz olan Yavuz formasyonunun bir arada olduğu Öküzgözü ve dolayları, yatay kuyu için uygun görülmüştür. Bölgede Beydağı otoktonunun Karakuştepe formasyonu (Tmkt), Yeşilbarak napının Yavuz formasyonu (Te) ve Likya napının Orhaniye formasyonu (JKo) yüzlek vermektedir. Ovanın kotu 1260 m ile 1400 m arasında değişmektedir. Üstsivri tepenin yüksekliği ise 1400 – 1860 m arasındadır. Tmkt ve Te 'nin hidrolik geçirimliliği (K, m/s) 10^{-7}'nin altındayken, JKo'nun geçirimliliği 10^{-4} m/s 'nin üzerindedir. Her üç birimin arasındaki dokanak bindirme şeklindedir. Bölgede yeraltısuyunu besleyen birim; yağışları kar şeklinde alan yüksek kotlardaki geçirimli Orhaniye formasyonunun kireçtaşlarıdır. Yeraltısularının yönü güneydoğuya doğrudur. Bu nedenle; Üstsivri tepenin hemen güneydoğusunda yaklaşık 1500 m. kotunda yapılacak yatay bir kuyu ile yeraltısuyu, cazibe ile uygun debilerde alınarak doğal dengenin korunabileceği açıktır. Güneydoğuya doğru eğimli olan yatay kuyunun uzunluğu, şekilde görüldüğü gibi, tüm akiferi katetmektedir. Akiferin hidrolik parametrelerine göre belirlenmesi gereken yatay kuyunun geometrik özellikleri (genişlik, uzunluk ve eğim gibi), mevcut şartlar gereği, bu tez çalışması kapsamı dışında tutulmuştur.



Şekil 5.1. Çalışma alanında önerilen yatay kuyu sistemi.

6. SONUÇLAR

Dünya genelinde olduğu gibi, ülkemizde de nüfus artışı, göç, sanayileşme, yaşam standartlarının yükselmesi, kaynakların faydalı ömürlerini yitirmesi ve/veya küresel ısınmaya dayalı olumsuz iklim değişiklikleri nitelikli suya olan gereksinimi sürekli artırmaktadır. Artan gereksinimin yanısıra, mevcut suların "plansız ve hesapsız" kullanılması sorunu derinleştirmektedir. Özellikle fazla sayıda ve birbirinin etki alanları içerisinde açılan kuyular; yeraltısu tablasının derinlere inmesine, kaynakların kurumasına ve hatta kıyı kesimlerde tuzlu su girişimine neden olmaktadır. Oysa ki; 2700 yıllık geçmişi olan yatay kuyu sistemi (qanat), özellikle kurak - yarı kurak bölgelerde, buharlaşma ve sızıntıyı en aza indirmekte, pompalamaya gerek olmaması nedeniyle suyu uygun debilerde sıfır kotundan alarak hem doğal dengeyi korumakta hem de enerji tüketimini sıfıra indirgemekte, böylece yeraltısularını "yenilenebilir kaynak" kılmaktadır. Ülkemizde pek yaygın olmayan bu yöntemin "zararın neresinden dönülürse kardır" yaklaşımıyla uygulanması, söz konusu su sorunlarının çözümünde etkili olacaktır.

Bu yöntemin, özellikle bölgemizde uygulanabilirliğini araştırmak ve bundan sonraki su projeleri için "model oluşturmak", bu çalışmanın temel amacını oluşturmuştur. Bu çalışma için seçilen pilot bölge; Antalya iline bağlı Elmalı ilçesinin kuzeydoğusunda yeralan Öküzgözü, Çalpınar, Çobanisa, Özdemir, Çukurelma ve Gölova köyleri dolaylarıdır. Bu çalışmada; MTA'nın yayını olan ve Şenel (1997) tarafından gerçekleştirilen 1/100.000 ölçekli L 10 ve 1/25.000 ölçekli Antalya O24a1, O24a4 ve Fethiye O23b2, O23b3 pafta numarasına sahip jeoloji haritalarından ve DSİ'nin bölgede yapmış olduğu sondaj çalışmalarından yararlanılmıştır.

Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen ve "Yüksek lisans tez projesi" kapsamında yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur:

- Bölgede Beydağları otoktonu, Yeşilbarak ve Likya napları yüzeylenmektedir. Çalışma alanında Beydağları otoktonunu Üst Kretase yaşlı Beydağları formasyonu, Üst Lütesiyen – Priaboniyen yaşlı Küçükköy formasyonu, Üst Akitaniyen – Alt Burdigaliyen yaşlı Karabayır formasyonu ve Burdigaliyen yaşlı Karakuştepe formasyonu temsil etmektedir. Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında, yanal yönlerde süreklilik gösteren Yeşilbarak napı (Ara zon) bulunur ve Üst Lütesiyen – Alt Burdigaliyen yaşlı Elmalı formasyonu ile Üst

Lütesiyen – Priaboniyen yaşlı Yavuz formasyonundan oluşmuştur. Farklı ortam koşullarında gelişmiş yapısal birimlerden oluşan Likya napları bu alanda yalnızca Jura – Kretase yaşlı Orhaniye formasyonunu içeren Gülbahar napı ile temsil edilir. Ayrıca çalışma alanında Dire olistostromu da yer alır.

- Bölgede ters fayların yanısıra, büyük çapta eğim atımlı ve düşey atımlı normal faylar gelişmiş ve bu kırılmalara bağlı olarak, büyük çapta çöküntü alanları ve yükseltiler oluşmuştur.
- Gözlem ve pratik saha deneylerinden yararlanılarak Beydağları formasyonu "yüksek dayanımlı", Küçükköy ve Karabayır formasyonları "zayıf - orta dayanımlı", Karakuş ve Elmalı formasyonları "orta dayanımlı", Yavuz formasyonu "zayıf-orta dayanımlı", Dire olistostromu "zayıf dayanımlı" ve Orhaniye formasyonu ise "yüksek dayanımlı" olarak sınıflandırılmışlardır.
- Çoğu mevsimlik olmak üzere, bölgede birçok dere ve kaynak bulunmaktadır. Gerek bu kaynaklardan gerekse DSİ tarafından açılan kuyulardan alınan su örneklerinde yapılan analizler sonucunda; suların Fransız sertliğine göre "az sert", Schoeller'e göre "çok iyi kaliteli", Wilcox diyagramına göre "çok iyi – iyi", ABD Tuzluluk Laboratuar diyagramına göre ise "$C_2 – S_1$, orta tuzlulukta – az sodyumlu" olduğu tespit edilmiştir.
- Ağırlıklı olarak kireçtaşlarından oluşan Beydağları, Orhaniye ve Karabayır formasyonları bölgedeki "yüksek geçirimli – geçirimli" akiferleri oluşturmaktadırlar. Kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan Yavuz Formasyonu "geçirimsiz – az geçirimli" akifer özellik taşımaktadır. Dire olistostromu ve Küçükköy formasyonları ise "orta geçirimli" olarak sınıflandırılmışlardır.

Yukarıdaki bulgular ışında; modelin temelini oluşturan "yüksek kotlarda geçirimli birimlerin ve daha alt kotlarda geçirimsiz birimlerin" var olduğu alanlar taranmış; bunun sonucunda yüksek kotlardaki "geçirimli – yüksek geçirimli" akifer özellik taşıyan Orhaniye formasyonu ile göreceli olarak daha düşük kotlardaki "az geçirimli – geçirimsiz" akifer özellik taşıyan Yavuz formasyonunun bir arada olduğu Öküzgözü ve dolayları, yatay kuyu için uygun görülmüştür. Litolojik birimlerin bu özellikleri ve aralarındaki ters fayın varlığı nedeniyle; Orhaniye formasyonu içerisinde yeraltısu seviyesi kolaylıkla yükselmekte; böylece sular yeraltında depolanabilmektedir. Bu nedenle; Üstsivri tepenin hemen güneydoğusunda ve söz konusu birimlerde açılacak

bir yatay kuyu ile pompaja gerek kalmadan ve yeraltısu tablasının doğal konumunu bozmadan, cazibe ile kontrollü bir şekilde su almak mümkün olacaktır. Yer seçiminde suyun akış yönünün güneydoğuya doğru olmasının da etkili olduğu unutulmamalıdır. Güneydoğuya doğru eğimli olan yatay kuyunun uzunluğu, tüm akiferi katedecek şekilde planlanmıştır. Akiferin hidrolik parametrelerine göre belirlenmesi gereken yatay kuyunun geometrik özellikleri, mevcut şartlar gereği, bu tez çalışması kapsamı dışında tutulmuştur.

7. KAYNAKLAR

ABDIN, S., 2005. "Qanats a unique groundwater management tool in arid regions: the case of Bam Region in Iran". International Symposium on Groundwater Sustainability (ISGWAS), 79-87.

ASADI, M. E., 2007. "Qanat: the interaction dynamics of water and the environment". International Conference on Environment: Survival and Sustainability. Near East University, Nicosia-Northern Cyprus, 19-27 February, 143.

AVŞAR, Ö. P., YAZICI, Ö., KELEŞ, A., 2002. Antalya Elmalı Gölova köyü hidrojeolojik raporu. D.S.İ Raporu, (yayınlanmamış), Antalya.

BRUNN, J.H., ARGYRIADIS, I., MARCOUX, J., MONOD, O. ve POSSION, A., 1973. Antalya'nın Ofiyolit Naplarının Orijini Lehinde ve Aleyhinde Kanıtlar, Yer Bilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, 58-70, Ankara.

CANİK, B., 1998. Hidrojeoloji – Yeraltısularının Aranması, İşletilmesi, Kimyası. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, s. 286, Ankara.

COLIN, H.J., 1962. Fethiye-Antalya-Kaş-Finike Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdler. MTA Dergisi, No:59, 19-59.

ÇELİK, M., ve ÜNSAL, N., 1997. Groundwater circulation in the allochthonous limestone units between Lake Girdev and Kazanpınarı Spring, Antalya, southwestern Turkey. Hydrogeology Journal, 7, 483–489.

DEER, D.U., and MILLER, R.P., 1966. Classification and index properties of intact rock. Tech. Report AFWL-TR-65-116, AF Special Weapons Center, Kirtland Air Force Base, New Mexico.

DSİ,, 2006. Su Dünyası, Sayı 40.

ERGUVANLI, K., ve YÜZER, E., 1987. Yeraltısuları Jeolojisi (Hidrojeoloji). İ.T.Ü. Maden Fakültesi, 340 sayfa, İstanbul.

ERSOY, Ş., 1990. Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Öğelerinin ve Evriminin Analizi. JMO Yayın No: 57, 5-16.

GÜNAY, Y., BÖLÜKBAŞI, A. ve YOLDEMİR, O., 1982. Beydağlarının stratigrafisi ve yapısı, Türkiye 6. Petrol Kongresi Teb. Nisan, 1982, Ankara, 90-101.

HAYWARD, A.B., 1982. Türkiye'nin Batısındaki Beydağları ve Susuzdağ Masiflerinde Miyosen Yaşlı Kırıntılı Tortulların Stratigrafisi. TJK Bülteni. Cilt 25, No:2, 81-89, Ankara.

HELWEG, J.O., 2000. "Water for a growing population water supply and groundwater issues in developing countries". International Water Resources Association, Water International, Volume 25, Number 1, 33-39.

LIGHTFOOT, D., 2000. "The origin and diffusion of qanats in Arabia: new evidence from the northern and southern peninsula". The Geographical Journal, Vol. 166, No.3, 215-226.

MERİÇ, E., 1988. Siderolites denticulatus Douville'nin Elmalı (Antalya – Güneybatı Türkiye) yöresinde bulunuşu üzerine. Türkiye Jeoloji Bülteni, C. 31, 29-32.

MEŞHUR, M., YOLDEMİR. O., AKPINAR, M., ÖZTAŞ, Y. ve ALKAN, H.,1989. Batı Torosların jeolojisi ve petrol olanakları raporu, TPAO.

ÖNALAN, M., 1979. Elmalı – Kaş (Antalya) arasındaki alanın jeolojisi. İ. Ü. Fen Fak. Monografileri, Doktora Tezi, 139 s.

POISSON, A., ve POIGNONT, A.F., 1974. Korkuteli Bölgesindeki Miyosen Transgresyonunun Tabanı Olan Karabayır (Antalya ili) Formasyonunun Yeni Bir Alg Türü. MTA Derg. 82, 65-69.

POISSON, A., 1977. Recherces Geologigues dans les Taurides occidentales (Turguie), These,l'universite de Paris-Sud (Centre D'Orsay), Tome 1, Paris.

ŞAHİNCİ, A., 1991. Doğal Suların Jeokimyası. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi, s. 548, İzmir.

ŞENEL, M., 1983. Discussion on the Antalya Nappes. Geology of the Taurus Belt. Int. Symp., 41-52, Ankara.

ŞENEL, M., SELÇUK, H., BİLGİN, Z.R., ŞEN, A.M., KARAMAN, T., ERKAN, M., KAYMAKÇI, H., ÖRÇEN, S. ve BİLGİ, C., 1987. Likya Napları Ön Cephe Özellikleri (GB, Türkiye). Türkiye Jeoloji Kurultayı Bil. Özl., s.6.

ŞENEL, M., SELÇUK, H., BİLGİN, Z.R., ŞEN, A.M., KARAMAN, T., DİNÇER, M.A., DURUKAN, E., ARBAS, A., ÖRÇEN, S. ve BİLGİ, C., 1989. Çameli (Denizli) – Yeşilova (Burdur) – Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor No:9429, Ankara.

ŞENEL, M., 1997. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya L10 Paftası, No: 7, MTA Yayını, Ankara.

ŞENGÜLER, İ., 1980. Elmalı Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları. MTA Raporu, (yayınlanmamış), Ankara.

TOLMBÖK, G. ve ÖZDEN, D., 2005. Kariz Araştırmalarında Yeni Dönem, Dünü Yarına Bağlayan Ortak Yaşam Kültürü, Bilim ve Ütopya, Sayı 136, 3-15.

YAZICI, Ö., ve KELEŞ, A., 2003. Antalya Elmalı Karaköy köyü hidrojeolojik raporu. D.S.İ Raporu, (yayınlanmamış), Antalya.

YAZICI, Ö., ve KELEŞ, A., 2005. Antalya Elmalı Çukurelma köyü sulama kooperatifi II. kısım hidrojeolojik etüt raporu. D.S.İ Raporu, (yayınlanmamış), Antalya.

YILMAZER, İ. YILMAZER, Ö., ÖZKÖK., D, ve GÖKÇEKUŞ, H., 1999. Jeoteknik Tasarıma Giriş. Yılmazer Eğit. ve Müh. Ltd.Şti. Bileşim Yayıncılık, 210 s. İstanbul.

YÜKSEL, V., 1970. Elmalı Bölgesinin Jeolojisi ve Petrol olanakları. MTA Raporu, 4383, Ankara.

www.waterhistory.org (en son erişim tarihi Eylül, 2009)

8. EKLER

EK-1. Meteorolojik veriler

a) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık toplam yağış miktarı.
b) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama nisbi nem (%).
c) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık maksimum nem (%).
d) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık minimum nem (%).
e) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama rüzgar hızı.
f) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama rüzgar hızı ve yönü.
g) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık minimum sıcaklık.
h) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama sıcaklık.
i) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama buharlaşma.

EK-2. Öküzgözü-Çobanisa-Çukurelma (Antalya) Dolayının Jeoloji Haritası

EK-3. a) Kuyuların kimya laboratuarından alınan deney sonuçları.

b) Sondaj logları

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Maksimum Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	1.2	34.7	3.6	8.5	6.9	18.6	4.4	12.1	0.6	13.5	10.3	13.2
1991	7.3	15.8	10.7	22.6	12.2	2.2	18.8	0.2	0.4	33.9	8.1	58.0
1992	2.6	6.9	29.2	28.9	7.9	6.0	6.8	1.2		0.0	13.7	16.5
1993	27.2	27.5	23.0	12.8	19.9	4.0	0.0	4.4		11.4	20.5	7.9
1994	42.2	19.2	12.9	28.8	21.3	0.2	10.1	5.6	0.0	40.1	28.2	29.4
1995	24.3	38.1	37.9	4.1	9.4	6.9	9.1	7.4	0.9	19.1	12.3	10.5
1996	9.8	33.2	26.8	8.0	4.8	4.4	5.0	8.8	2.1	9.4	9.2	43.1
1997	13.2	8.7	25.3	12.4	8.3	11.4		12.8	1.6	26.5	27.3	26.2
1998	22.9	10.6	31.7	42.1	17.1	10.5	5.5		0.0	4.4	23.3	31.3
1999	40.4	15.8	22.1	15.3	6.8	32.5	9.4	24.8	2.8	8.8	6.6	20.7
2000	30.0	22.3	16.6	14.5	12.1	23.5		0.8	25.1	3.3	41.5	13.1
2001	8.1	20.6	2.1	20.2	22.9	1.8	3.4	25.7		8.4	49.8	45.2
2002	20.5	20.8	31.8	29.1	4.3	6.4	4.4	3.3	16.0	3.7	20.2	36.6
2003	34.3	18.7	53.8	12.9	23.4	15.0	3.9	2.7		30.4	15.0	29.2
2004	39.5	16.8	3.1	16.4	9.1	11.9	2.7	0.1	4.7	21.7	24.0	16.5
2005	43.3	25.0	8.5	5.5	8.8	12.9	3.5	1.8	2.5	4.6	20.2	8.8
2006	15.7	27.6	44.1	29.7	1.8	12.7	18.4	0.1	6.6	60.2	26.4	3.3
2007	14.3	16.6	0.8	13.4	4.4	4.6	16.3	3.9		12.4	31.5	23.3
2008	3.6	27.8	9.3	12.9	13.5	0.1		0.3	10.3	16.6	24.6	11.1
2009	27.1	18.4	4.8	16.6	33.1	1.0	17.8	17.0	24.4			

Ek 1.a) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık toplam yağış miktarı.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	2.4	65.0	5.2	16.7	20.7	20.4	8.2	12.1	0.8	25.2	20.6	48.4
1991	30.2	36.2	18.8	55.2	22.3	2.3	23.6	0.5	0.4	58.5	12.7	226.0
1992	2.8	24.1	66.6	49.7	40.8	12.7	11.9	2.0		0.0	39.7	47.9
1993	52.3	88.3	52.1	17.8	79.2	4.0	0.0	8.2		12.9	67.2	29.2
1994	134.6	51.3	56.4	30.8	41.7	0.2	28.1	6.0	0.0	91.4	99.2	87.6
1995	67.4	43.8	116.0	15.8	14.5	12.6	13.1	7.4	0.9	21.5	54.5	15.4
1996	34.5	91.2	58.7	22.9	11.5	5.6	7.0	17.5	5.0	27.0	13.1	110.1
1997	25.3	16.6	55.3	50.3	15.3	32.0		33.9	4.0	55.8	59.2	109.5
1998	43.7	27.2	105.4	83.0	52.3	24.6	15.6		0.0	11.2	69.0	121.4
1999	102.4	68.2	64.3	22.6	10.7	75.8	13.6	40.9	2.8	13.8	7.3	31.2
2000	57.2	36.6	48.6	26.6	51.5	40.1		1.2	28.1	5.8	119.1	37.0
2001	18.9	44.9	4.9	43.9	44.5	1.8	3.4	30.2		15.2	238.0	213.9
2002	39.6	29.7	63.5	59.1	11.3	21.4	15.2	8.8	29.8	5.0	66.2	167.0
2003	63.8	70.0	112.4	60.8	58.6	37.0	8.2	2.7		35.6	15.8	120.2
2004	222.0	37.1	6.3	52.2	16.2	24.0	2.8	0.1	4.7	27.1	63.9	34.5
2005	115.2	104.8	31.5	17.6	15.5	24.4	7.6	1.8	6.5	9.5	55.0	22.7
2006	57.9	62.6	119.7	56.6	9.7	27.8	33.7	0.2	9.4	155.4	49.8	4.8
2007	33.4	42.8	1.3	34.6	9.7	9.2	16.3	5.6		36.6	89.4	91.9
2008	5.0	56.6	34.6	37.7	20.0	0.1		0.4	18.1	21.4	80.2	24.2

2009	108.2	117.4	14.9	46.6	72.0	1.6	20.4	24.2	46.2			

Ek 1.b) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama nisbi nem (%).

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	57.9	65.1	54.2	56.5	55.4	44.0	42.3	42.8	50.8	56.5	68.6	75.3
1991	73.9	74.4	59.5	61.0	52.9	43.9	44.5	44.8	42.4	61.0	70.7	78.6
1992	73.8	65.6	64.1	58.3	64.2	53.4	49.0	41.1	40.8	47.6	63.4	72.5
1993	70.2	65.8	60.0	52.1	66.5	43.9	33.3	36.2	37.7	42.1	68.0	74.9
1994	79.5	70.2	62.5	52.3	52.3	37.7	43.3	36.8	38.7	65.8	65.6	74.3
1995	74.8	66.2	67.6	60.6	50.7	43.0	45.5	44.1	45.3	48.0	67.4	70.4
1996	70.8	70.6	66.4	58.2	48.7	37.9	38.3	43.9	46.1	60.3	58.5	75.5
1997	64.2	61.7	58.8	60.0	50.2	49.0	34.9	50.6	42.5	62.9	72.6	73.1
1998	69.9	61.2	66.3	55.0	61.1	48.0	36.3	33.4	47.0	49.6	66.4	81.0
1999	75.0	65.6	59.8	56.7	47.3	48.8	43.6	46.7	46.5	54.8	49.6	56.8
2000	54.1	58.6	51.3	53.5	49.5	35.9	26.9	32.2	42.1	45.8	48.5	64.9
2001	65.3	57.9	50.6	55.7	50.6	35.0	37.9	44.5	45.4	51.5	68.1	76.3
2002	68.6	57.7	60.4	59.5	51.9	48.2	43.5	45.5	56.2	55.0	63.0	76.1
2003	71.1	62.7	64.3	60.2	53.6	45.7	34.1	36.9	49.5	45.8	63.3	70.1
2004	73.4	53.5	42.8	50.7	44.3	41.9	31.2	41.9	35.6	51.4	62.6	66.8
2005	68.4	64.1	51.5	48.6	49.5	44.2	36.1	41.0	46.2	55.8	57.4	60.9
2006	61.9	62.9	62.5	49.8	47.2	38.2	38.8	33.0	48.1	66.2	61.2	56.5

Ek 1.c) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık maksimum nem (%).

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Maksimum Nem (%)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	97	96	92	93	91	91	87	89	75	96	97	98
1991	96	97	96	97	89	79	90	74	79	98	97	99
1992	93	98	97	95	98	88	91	89	74	96	98	97
1993	97	96	96	95	96	76	64	85	74	95	98	99
1994	97	97	95	96	89	70	88	86	72	96	97	97
1995	95	96	96	96	97	79	88	86	86	92	95	96
1996	97	95	95	97	93	83	80	87	85	97	98	99
1997	97	95	97	97	96	89	83	82	92	95	97	97
1998	96	95	97	95	93	85	82	71	81	92	96	96
1999	95	95	96	97	88	90	83	93	87	96	95	90
2000	92	90	90	90	85	78	72	66	86	89	92	92
2001	93	95	95	96	94	70	81	89	91	94	94	97
2002	97	96	96	97	89	93	94	95	97	97	97	97
2003	98	97	98	98	96	97	86	80	94	96	97	96
2004	95	93	87	93	95	93	88	76	91	94	96	96
2005	97	95	93	96	96	95	78	91	95	97	95	94
2006	94	94	95	95	89	92	85	74	95	96	94	95

Ek 1.d) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık minimum nem (%).

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Minimum Nem (%)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	21	24	17	19	23	18	18	17	25	16	21	37
1991	27	34	22	23	15	16	18	21	14	15	35	33
1992	41	32	26	25	27	18	16	17	17	16	23	30
1993	32	26	22	15	19	14	13	11	12	9	23	42
1994	33	18	18	15	13	14	13	13	13	16	21	20
1995	30	23	17	24	11	15	16	16	16	13	16	29
1996	34	20	18	17	12	14	15	13	13	19	16	34
1997	24	18	18	16	20	14	8	17	11	16	22	34
1998	25	21	20	19	16	16	8	9	19	6	17	36
1999	34	18	16	16	13	18	11	13	16	13	11	12
2000	18	12	7	4	14	7	7	7	9	6	8	25
2001	12	15	10	13	18	6	7	13	7	9	21	25
2002	18	13	16	16	13	13	8	6	13	9	19	24
2003	20	17	12	14	15	13	8	8	10	6	14	23
2004	21	16	6	8	12	6	9	1	6	10	14	12
2005	14	21	7	9	11	10	5	8	12	6	14	16
2006	7	6	8	9	9	6	10	5	11	8	12	11

Ek 1.e) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama rüzgar hızı.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m_sec)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	1.2	2.1	2.1	2.6	2.0	2.3	2.2	1.9	1.8	1.5	1.2	1.6
1991	1.1	1.5	2.0	2.0	2.3	2.2	2.0	2.0	1.5	1.5	1.1	1.4
1992	1.0	1.6	2.2	2.1	1.7	2.0	1.9	1.7	1.8	1.6	1.6	1.4
1993	1.2	2.3	1.8	2.6	2.0	2.1	2.3	1.5	1.6	1.2	1.4	1.2
1994	1.3	1.4	1.8	2.2	1.6	2.4	1.7	1.9	1.5	1.1	1.7	1.4
1995	1.6	1.3	2.0	1.8	2.1	1.9	1.8	1.5	1.7	1.5	1.6	1.2
1996	1.3	1.8	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	1.7	2.2	1.3	1.1	1.3
1997	1.3	1.7	1.9	2.3	1.7	1.7	2.2	1.6	1.5	1.4	1.1	1.6
1998	1.3	1.4	1.9	1.9	1.5	1.6	1.8	1.5	1.8	1.5	1.4	1.2
1999	1.5	2.2	1.7	1.9	1.9	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.2	1.3
2000	1.4	1.5	1.8	1.9	1.6	2.0	1.8	1.9	1.4	1.4	0.9	1.1
2001	1.0	1.6	1.6	2.0	2.1	1.8	1.5	1.4	1.3	1.1	1.3	1.2
2002	1.0	1.2	1.3	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.4	1.1	1.0	1.1
2003	1.2	1.5	1.4	1.9	1.4	1.4	1.7	1.5	1.5	1.5	0.9	1.4
2004	1.2	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.7	1.5	1.2	1.1	1.3	0.9
2005	1.1	1.6	1.6	1.7	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.0	1.1	1.0
2006	1.0	1.3	1.4	1.5	1.4	1.6	1.1	1.4	1.2	0.8	0.7	0.9

Ek 1.f) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama rüzgar hızı ve yönü.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Maksimum Rüzgar Hızı (10 m.de) (m_sec) ve Yönü

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	15.6 /N	27.2 /NNW	16.3 /N	27.1 /N	12.8 /NW	15.5 /W	13.5 /W	12.5 /NE	16.8 /S	11.7 /W	13.1 /N	12.8 /S
1991	11.5 /NNE	14.7 /SSW	13.7 /N	12.7 /SSW	16.5 /SW	14.7 /SSW	13.4 /NNW	10.6 /NW	9.4 /NE	11.2 /SW	8.5 /WSW	17.8 /NNW
1992	17.2 /NNW	18.0 /NNE	16.7 /W	15.8 /S	13.4 /W	13.9 /WSW	13.0 /NNE	12.3 /W	12.7 /SW	17.0 /SW	16.0 /WNW	20.0 /NW
1993	10.9 /SW	18.6 /NNW	15.2 /SW	16.5 /WSW	13.6 /N	13.2 /SW	12.0 /SW	11.2 /S	14.0 /SSW	9.3 /S	16.4 /SW	23.5 /NW
1994	14.0 /SSE	14.0 /S	14.0 /N	14.5 /S	12.3 /WSW	11.9 /SSW	10.8 /NNE	13.9 /S	11.2 /W	12.5 /E	15.2 /NNW	14.9 /NNW
1995	14.4 /S	10.9 /NNW	13.9 /SW	14.0 /W	10.8 /S	15.3 /W	12.8 /NW	10.2 /SSW	12.4 /SSW	13.0 /NNE	16.2 /SSW	9.4 /S
1996	12.6 /W	16.1 /S	12.5 /S	13.2 /S	9.6 /NE	8.6 /SE	10.8 /SW	11.7 /SW	16.4 /S	11.3 /W	10.4 /WSW	9.2 /SSW
1997	13.4 /SW	13.8 /NNW	11.7 /WNW	17.9 /WNW	10.7 /SSW	12.5 /SW	10.8 /SW	11.7 /NNE	10.8 /WSW	13.2 /WSW	8.1 /SW	11.1 /SSW
1998	17.8 /NW	10.6 /N	13.6 /S	10.8 /SSE	10.4 /WSW	9.2 /S	12.6 /SSW	10.3 /SW	15.6 /NNW	11.7 /S	11.3 /S	10.0 /SW
1999	14.2 /SSW	15.4 /SW	16.3 /SSE	12.4 /SSE	12.6 /S	15.2 /NNW	11.2 /WSW	13.5 /NW	10.0 /WSW	10.8 /SSE	13.2 /WSW	9.1 /SSE
2000	14.8 /SSE	15.1 /SSW	18.6 /NNW	20.0 /SW	13.8 /WSW	11.5 /NNE	10.8 /NE	10.3 /NNW	12.0 /WSW	9.6 /SSE	9.0 /SW	12.5 /NW
2001	10.8 /SSE	19.9 /NNW	18.0 /WNW	13.5 /W	15.4 /SSE	14.3 /SSE	10.8 /NW	10.1 /NW	9.5 /SSE	11.3 /NW	14.0 /WNW	13.2 /S
2002	17.2 /NNW	9.5 /SW	15.3 /S	11.4 /S	9.4 /S	12.4 /N	11.7 /SW	11.6 /S	14.7 /S	7.6 /W	10.8 /SW	14.1 /NW
2003	11.3 /S	15.9 /SE	16.3 /N	14.7 /SW	10.4 /NW	14.1 /W	9.8 /NNW	9.2 /NW	11.2 /S	15.2 /S	12.7 /NW	18.8 /S
2004	19.7 /SE	14.4 /NNW	12.2 /SE	13.6 /NW	11.6 /SSE	20.6 /SW	10.1 /SW	10.0 /NNW	10.4 /NNW	6.5 /NW	18.6 /W	9.1 /SSE
2005	12.4 /SE	13.9 /SW	13.6 /SSW	11.1 /S	10.0 /NW	11.4 /W	11.2 /NNW	11.1 /NNW	9.1 /SSW	9.5 /NW	12.4 /WNW	9.8 /SW
2006	10.1 /SSE	13.0 /S	11.8 /SE	16.9 /NNW	8.5 /NW	13.4 /NNW	11.4 /SSE	10.6 /SSE	8.4 /NNW	8.0 /NW	11.1 /WSW	18.1 /WSW

Ek 1.g) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık minimum sıcaklık.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Minimum Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	-9.7	-5.2	-4.0	0.6	-0.3	5.9	13.3	12.7	6.7	0.9	-2.9	-5.0
1991	-7.2	-18.1	-5.4	1.4	3.6	7.6	12.1	13.3	8.9	1.0	-1.1	-11.9
1992	-12.1	-13.8	-5.1	0.2	0.6	9.7	10.0	12.7	4.0	4.0	-5.4	-11.1
1993	-12.8	-10.3	-5.0	-1.2	3.0	10.0	11.7	12.0	5.3	5.9	-4.9	-5.5
1994	-6.0	-6.0	-5.6	0.1	3.9	8.1	11.9	12.1	11.6	5.7	-7.7	-8.5
1995	-8.2	-5.0	-4.6	-3.4	1.7	10.6	11.3	13.0	8.1	1.8	-7.2	-6.5
1996	-10.0	-5.2	-2.8	0.0	6.1	10.0	12.7	13.8	6.0	-0.2	0.5	-1.2
1997	-7.1	-13.1	-8.1	-6.9	4.0	7.1	13.7	12.7	8.0	4.2	1.3	-6.4
1998	-5.8	-6.0	-7.3	0.6	4.5	8.9	11.0	14.5	8.0	2.9	0.8	-6.2
1999	-5.0	-7.4	-3.3	0.5	7.0	9.5	13.1	9.7	9.6	3.8	-7.5	-4.4
2000	-11.3	-6.9	-7.3	-0.6	4.3	5.1	14.5	12.0	6.2	0.4	-1.0	-5.4
2001	-5.9	-8.5	0.7	0.9	4.2	9.0	13.5	12.7	8.6	0.5	-5.3	-8.1
2002	-15.1	-4.0	-3.4	-0.4	5.9	8.2	12.7	12.0	7.5	2.7	0.6	-10.1
2003	-3.3	-8.5	-4.4	0.5	6.6	8.8	13.4	14.2	8.0	-3.1	-3.0	-7.5
2004	-11.3	-11.7	-6.3	-0.3	3.7	9.6	10.3	14.0	6.9	6.5	-8.1	-8.6
2005	-7.9	-10.2	-6.5	-4.0	3.6	10.1	13.8	13.9	8.5	-0.3	-6.0	-8.5
2006	-6.4	-9.9	-4.6	3.8	4.1	9.1	12.0	14.1	8.2	5.2	-5.2	-10.1

Ek 1.h) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama sıcaklık.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	1.5	3.4	8.3	11.2	15.5	21.0	24.8	23.7	19.5	14.7	9.6	4.9
1991	2.7	2.5	9.1	10.9	14.2	22.0	23.3	24.0	20.1	14.1	8.3	-0.4
1992	-3.3	-2.1	4.0	10.6	14.1	19.7	21.7	23.6	18.8	16.4	7.6	0.9
1993	0.5	0.8	5.5	11.3	14.1	20.8	24.4	24.5	20.3	16.4	7.4	5.6
1994	3.4	3.5	7.1	12.8	16.9	21.4	23.6	24.6	22.3	15.6	6.8	1.6
1995	3.7	5.4	6.0	9.4	16.3	22.5	22.9	24.0	20.1	13.5	5.3	4.6
1996	1.8	4.6	5.4	9.0	17.8	22.0	25.4	24.0	19.2	12.4	9.6	6.4
1997	4.1	2.7	4.1	6.9	17.4	21.1	24.5	21.4	18.8	13.4	8.7	5.1
1998	3.2	5.1	4.0	12.5	15.4	21.3	25.5	26.4	20.0	15.5	9.9	3.7
1999	3.9	3.7	6.9	11.9	18.4	20.7	24.6	24.0	20.0	15.4	9.2	6.1
2000	0.0	2.3	5.3	11.8	15.9	21.7	26.8	24.3	19.9	13.6	9.6	2.9
2001	4.4	4.3	11.7	11.5	17.0	22.5	26.0	24.3	20.7	14.8	7.4	3.2
2002	-0.2	6.7	8.3	11.0	16.4	21.1	24.4	23.4	17.9	14.6	9.7	2.8
2003	5.8	0.8	4.3	10.3	17.3	21.2	24.2	24.3	19.4	15.7	8.7	3.6
2004	1.0	3.7	8.5	11.5	16.2	21.4	24.7	23.9	20.5	15.8	8.4	4.3
2005	2.9	2.5	8.0	11.7	16.5	20.5	25.5	25.0	19.8	12.7	7.2	5.4
2006	2.7	4.0	7.0	12.5	16.5	21.4	23.6	26.2	20.4	14.1	7.4	4.0

Ek 1i) Elmalı İstasyonu'ndan alınan aylık ortalama buharlaşma.

T.C.
ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Buharlaşma (mm)

İSTASYON ADI/NO: ELMALI / 17952

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990				4.3	4.8	7.4	8.2	7.5	6.0	3.8		
1991				3.5	4.8	7.1	7.4	7.4	5.6	3.3	1.4	
1992				4.0	3.7	5.8	6.5	7.5	6.1	4.1		
1993				4.8	3.8	6.5	8.3	7.2	6.3	4.2		
1994				4.5	5.0	7.6	7.3	7.6	5.9	2.8		
1995				3.2	5.5	7.4	6.9	6.9	5.4	3.6		
1996				3.5	5.6	7.4	8.0	6.8	5.6	3.5		
1997				3.2	5.2	6.2	8.3	6.0	5.4	3.4		
1998				3.9	3.9	6.2	8.0	8.9	6.1	4.0		
1999				4.3	7.2	6.5	7.9	7.0	5.6	3.6		
2000				3.1	4.6	6.6	8.6	7.0	4.8	3.2		
2001				3.3	4.7	7.0	7.7	6.6	5.4	3.5		
2002				2.9	4.2	5.8	7.0	7.6	4.6	3.2		
2003				3.2	4.6	5.6	7.1	7.1	5.4	4.2		
2004				4.7	6.1	7.6	9.9	5.9	6.8	3.7		
2005				4.1	5.1	6.3	7.9	7.2	5.4	3.0		
2006				3.8	4.8	6.2	6.5	7.5	5.2	2.5		
2007				3.6	5.5	7.6	8.6	7.4	6.2	3.5		
2008				4.3	5.2	8.3	8.1	8.6	5.4	3.6		

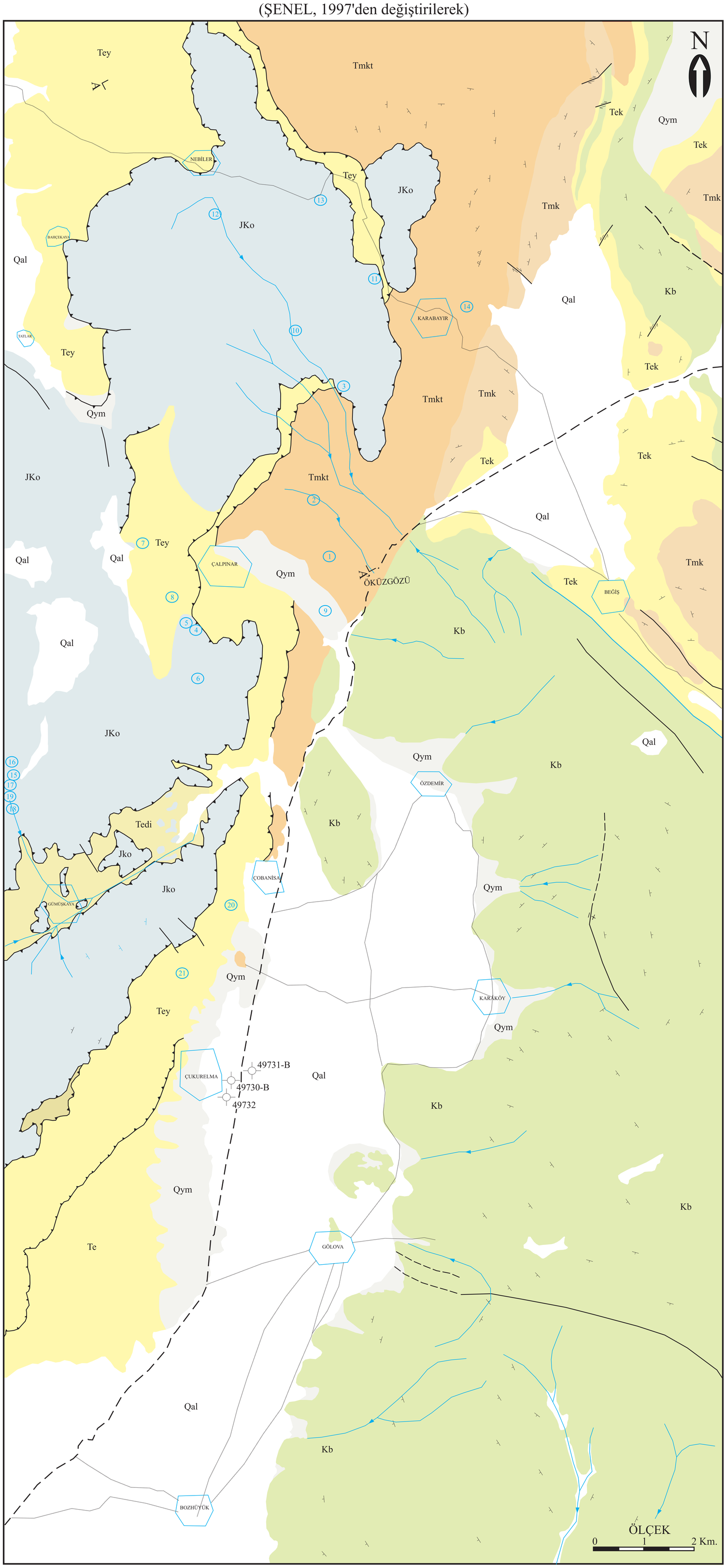
2009				3.7	4.7	7.1	7.8	6.7	4.7			

EK-2

ÖKÜZGÖZÜ - ÇOBANİSA - ÇUKURELMA (ANTALYA) DOLAYININ JEOLOJİ HARİTASI

İSMAİL ÇİFTCİ, 2009

(ŞENEL, 1997'den değiştirilerek)



AÇIKLAMALAR

- Qal — ALÜVYON
- Qym — YAMAÇ MOLOZU
- JKo — ORHANİYE FORMASYONU
- Tedi — DİRE OLİSTOSTROMU
- Tey — YAVUZ FORMASYONU
- Te — ELMALI FORMASYONU
- Tmkt — KARAKUŞ FORMASYONU
- Tmk — KARABAYIR FORMASYONU
- Tek — KÜÇÜKKÖY FORMASYONU
- Kb — BEYDAĞLARI FORMASYONU

İŞARETLER

- TABAKA DOĞRULTU VE EĞİMİ
- DÜŞEY FAY
- DOĞRULTU ATIMLI FAY
- BİNDİRME
- NEBİLER — YERLEŞİM YERLERİ
- KORKUTELİ - ELMALI KARAYOLU
- KÖY YOLU
- DERE
- 49732 — SONDAJ KUYUSU
- A-A' — ENİNE KESİT

SU KAYNAKLARI

1. BELDİBEK PINARLARI
2. BALADIR PINARLARI
3. KARAPINAR AĞILLARI
4. ESKİKÖY ÇEŞME
5. AĞUÇ ÇEŞME
6. ASIRLIK ÇEŞME
7. YAYLA ÇADIRLI
8. KOCABELEN PINARLARI
9. SU YOLU BACASI
10. KÜÇÜKÇANAK ÇEŞME
11. KOCAEMİNE ÇEŞMESİ
12. KIZILEN ÇEŞME
13. ÇANAK ÇEŞME
14. PINARYANI ÇEŞME
15. TERS PINAR.I
16. TERS PINAR.II
17. TERS PINAR.III
18. ÇALLIDERE ÇEŞMESİ.I
19. ÇALLIDERE ÇEŞMESİ.II
20. ÇOBANİSA ÇEŞMESİ
21. BARAZ ÇEŞME

ÖLÇEK

0 1 2 Km.

DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DSİ 13. Bölge Müdürlüğü
Kimya Laboratuarı

Rapor Tarihi:

DENEY RAPORU

NUMUNEYİ GÖNDEREN	13/17 Sondaj Şube Müdürlüğü
AİT OLDUĞU PROJE	Sondaj Kuyusu

NUMUNE CİNSİ	SU

NUMUNENİN ALINDIĞI YER	Elmalı Çukurelma Köyü 49730-B Kuyusu O24a4 paftası 33950 D 79850 K
Numunenin Alındığı Tarih	

Debi lt/sn	60	Sıcaklık °C	
pH	*7.4*	Çözünmüş Oksijen mg/l	
Elektirksel İletkenlik Mmho/cm	*430*	Toplam Organik Madde mg/l	*0.38*
Toplam Çözünmüş Katılar mg/l		Orta Fosfat mg/l	*0*
Amonyak Azotu mg/l		Askıdaki Katılar mg/l	*0*
Nitrik Azotu mg/l		Bulanıklık,NTU	
Nitrat Azotu mg/l		Renk,Pt-Co Skalası	
Klorür mg/l	*0.51*	Kalsiyum, mg/l	*3.32*
Karbonat mg/l	*0*	Magnezyum, mg/l	*1.01*
Bikarbonat mg/l	*3.52*	Toplam Sertlik ($CaCO_3$), mg/l	*21.65*
Toplam Alkalinite mg/l		Sodyum, mg/l	*0.28*
Sülfat meg/l	*0.54*	Potasyum, mg/l	*0.01*
Florür mg/l	*0*	Toplam Demir, mg/l	*0.03*
Bor mg/l	*0*	Toplam Mangan, mg/l	*0*
Serbest Karbondioksit mg/l	*0*	% Na	*6.28*

SAR:0.19

Raporlar DSİ 13.Bölge Müdürlüğü'nden alınıp Bilgisayar ortamına aktarılmıştır

DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DSİ 13. Bölge Müdürlüğü
Kimya Laboratuarı

Rapor Tarihi:

DENEY RAPORU

NUMUNEYİ GÖNDEREN	13/17 Sondaj Şube Müdürlüğü
AİT OLDUĞU PROJE	Sondaj Kuyusu

NUMUNE CİNSİ	SU

NUMUNENİN ALINDIĞI YER	Elmalı Çukurelma Köyü 49731-B Kuyusu O24a4 paftası 33975 D 80200 K
Numunenin Alındığı Tarih	

Debi lt/sn	50	Sıcaklık °C	
pH	*7.4*	Çözünmüş Oksijen mg/l	
Elektirksel İletkenlik Mmho/cm	*425*	Toplam Organik Madde mg/l	*0.40*
Toplam Çözünmüş Katılar mg/l		Orta Fosfat mg/l	*0*
Amonyak Azotu mg/l		Askıdaki Katılar mg/l	*0*
Nitrik Azotu mg/l		Bulanıklık,NTU	
Nitrat Azotu mg/l		Renk,Pt-Co Skalası	
Klorür mg/l	*0.62*	Kalsiyum, mg/l	*3.23*
Karbonat mg/l	*0*	Magnezyum, mg/l	*1.19*
Bikarbonat mg/l	*3.48*	Toplam Sertlik ($CaCO_3$), mg/l	*22.0*
Toplam Alkalinite mg/l		Sodyum, mg/l	*0.28*
Sülfat meg/l	*0.58*	Potasyum, mg/l	*0.01*
Florür mg/l	*0*	Toplam Demir, mg/l	*0.0*
Bor mg/l	*0*	Toplam Mangan, mg/l	*0*
Serbest Karbondioksit mg/l	*0*	% Na	*6.56*

SAR:0.19

Raporlar DSİ 13.Bölge Müdürlüğü'nden alınıp Bilgisayar ortamına aktarılmıştır

DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DSİ 13. Bölge Müdürlüğü
Kimya Laboratuarı

Rapor Tarihi:

DENEY RAPORU

NUMUNEYİ GÖNDEREN	13/17 Sondaj Şube Müdürlüğü
AİT OLDUĞU PROJE	Sondaj Kuyusu

NUMUNE CİNSİ	SU

NUMUNENİN ALINDIĞI YER	Elmalı Çukurelma Köyü 49732 Kuyusu O24a4 paftası 34150 D 80325 K
Numunenin Alındığı Tarih	

Debi lt/sn	25	Sıcaklık °C	
pH	*7.0*	Çözünmüş Oksijen mg/l	
Elektirksel İletkenlik Mmho/cm	*440*	Toplam Organik Madde mg/l	*0.24*
Toplam Çözünmüş Katılar mg/l		Orta Fosfat mg/l	*0*
Amonyak Azotu mg/l		Askıdaki Katılar mg/l	*0*
Nitrik Azotu mg/l		Bulanıklık,NTU	
Nitrat Azotu mg/l		Renk,Pt-Co Skalası	
Klorür mg/l	*0.43*	Kalsiyum, mg/l	*3.30*
Karbonat mg/l	*0*	Magnezyum, mg/l	*1.0*
Bikarbonat mg/l	*3.62*	Toplam Sertlik ($CaCO_3$), mg/l	*21.5*
Toplam Alkalinite mg/l		Sodyum, mg/l	*0.28*
Sülfat meg/l	*0.50*	Potasyum, mg/l	*0.01*
Florür mg/l	*0*	Toplam Demir, mg/l	*0.0*
Bor mg/l	*0*	Toplam Mangan, mg/l	*0*
Serbest Karbondioksit mg/l	*0*	% Na	*6.30*

SAR:0.19

Raporlar DSİ 13.Bölge Müdürlüğü'nden alınıp Bilgisayar ortamına aktarılmıştır

B-SF-10

DSİ. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

JEOTEKNİK HİZMETLER VE YERALTISULARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI

SU KUYUSU KÜTÜĞÜ

A: GENEL BİLGİLER

DSİ-bölgesi	13 Bölge Müdürlüğü	Kuyu no :	49730 - B
İli	Antalya	Açılış amacı :	İşletme
İlçesi	Elmalı	Makina marka ve tipi	Spandistar
Yeri	GÜLÜEELMA		
Ovası	"	Makina DSİ. no	A-4997
Koordinatı	ANT 024-04 39950 D * 79850 K	Başlangıç tarihi	11. 9. 1995
Zemin rakımı	1128 m	Bitiş tarihi	6. 10. 1995
Yeraltısuyu arama belgesi no. ve tarihi :			
Yeraltısuyu Kullanma belgesi no ve tarihi :			

KUYUYU AÇAN : DSİ. 13-12 SONDAJ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ — AKSU - ANTALYA

B: YIKAMA ve GELİŞTİRME

YIKAMA VE GELİŞTİRME		I.Akifer	II. Akifer	III. Akifer	IV. Akifer	Müşterek
Yıkama süresi (saat)						6
Yıkamanın ne ile yapıldığı		Yıkama takımı ile temiz su verilerek				
Geliştirme süresi (saat)						30
Geliştirme işlemi tipi		Kompresörle H.H.C. sistem ve DET'li ayrı pompaj				
Geliştirme başlangıcında	St Sv (m)					
	Dn Sv (m)					
	Verim l/s					
Geliştirme sonunda	St Sv (m)					
	Dn Sv (m)					
	Verim l/s					

C: SU VERİM DENEYİ

Akifer	Derinlik m	Deney süresi(st)	Ne ile yapıldığı	Statik seviye(m)	Dinamik seviye (m)	Verim l/s QA	Verim l/s QP
I							
II							
III							
IV							
Müşterek				6.62	49.94	60.00	

D: JEOFİZİK ÖLÇÜLERE AİT BİLGİLER

Ölçü tarihi	
Ölçü cinsi	
Düşey ölçek	
Yatay ölçek	
Ölçü derinliği	
Çamur cinsi	
Çamur rezistivitesi	
Çamur iletkenliği	
Çamur viskozitesi	
Çamur ağırlığı	
Çamur ısısı	
G. Ray ölçeği	
Zaman sabiti	
Kayıt hızı	
Elektrot boyu	
Ölçü anındaki uyu çapı	
Cihaz tipi	
Cihaz no.	
Ölçüyü alan	
Kıymetlendiren	
Gözlemci	

DÜŞÜNCELER

Net log cihazı arızalı olduğu için ölçü alınmamıştır.

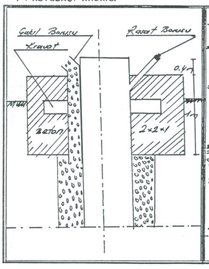
Yapan	Ali KELEŞ		Çizen : Ali KELEŞ	Onaylanır	
Kontrol eden	"		Arşiv no :		
Tasvip eden	Erhan ÖZDEK		Onay tarihi:		

KUYU İNŞAASINA AİT AÇIKLAYICI BİLGİLER	DELİK ÇAPI	TECHİZ ÇAPI	KUYU KESİTİ YATAY ÖLÇEK 1/10 - (1/20)	SP ..... mv	ÖLÇEK 1/500	KESİT	YAŞ	REZİSTİVİTE ____ m/cm GR ____ mR/h	FORMASYON TARİFİ
KUYUNUN AÇILIŞI Kuyu DSİ. Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Daire Başkanlığının 24.4.1995 tarih ve 520.02.XIII-1381 sayılı talimatları gereği Elmalı Gülüeelma Köyü Sulama Kooperatifi'ne karşında 49730 nolu sondaj kuyusunda yatay 0 mikrolarda su alınamaması sonucu bu kuyunun yanına açılmıştır. Sulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaşılmamış olup sularlamaya 110 m'de son verilmiştir. Çalışmalar verâtisyonsız yürütülmüştür. Tatbiz işaretçik kuyu cihazının ansatı almadı nedeniyle sadınan numuneyle bağlı alınarak örneklerle' yakıtlı verilmiştir: 0-62 m → 12°C 62-60 m → 12°F 12'den 10'a Çeşitli 60-62 m → 10°C 62-70 m → 10°F 70-72 m → 10°C 72-80 m → 10°F 10'dan 8'a Çeşitli 80-82 m → 8°C 82-84 m → 8°F 84-90 m → 8°C Tatbiz işlemin sonrasında kuyudan yıkamaz işlemiyle birlikte çakıllama işlemi yapılmıştır. Kamasörle basınçlı hava kaptalı sistem ve DET ile ayrı pompaj çalışmaları ile kuyuda geliştirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra teknik talimatlar doğrultusunda kuyuda, üç kademeli debi, kalıcı debi ve yükselen alçalmaları yapılmıştır. Deneyin ilk 10-100 inci dakikaları arasında yüksek debi ve yüksek alçalma, 100-200 üncü dakikalar arasında orta debi ve orta alçalma, 200-300 üncü dakikalar arasında düşük debi ve düşük alçalma değerleri ölçülmüştür. Bu su işlemleri sonrasında kuyu ağzı kapatılarak kapatılmış, kuyu ağzı çalışma odaklarına ve yeraltısuyu seviyesinin ölçülmesine hazır durumda bırakılmıştır.	24"	12"							0-17 m → Sıkı, az kumlu kil. Kahverengi, boz renkli 17-32 m → Çakıllı, kumlu kil. Kahverengi, boz renkli 32-35 m → Kil CAKIL 35-41 m → Sıkı kil. Kırmızı renkli 41-51 m → Sıkı az çakıllı kil. Kırmızı renkli 51-85 m → İnce kil tanılı az kumlu CAKIL. Tanelerin kilsi, silisi, kireçtaşı kalemi: Kil kırmızı renkli 85-110 m → Kumlu sıkı kil. Kırmızı renkli NOT: KUYU TASARI 110 m'dir.
	17½"								
	15"	10"							
	12¼"	8⅝"							

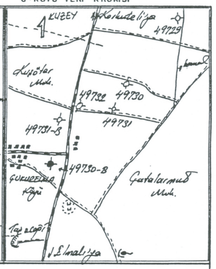
E: SUYUN KİMYASAL ANALİZİ

	I Akifer	II Akifer	ORTALAMA		I Akifer	II Akifer	ORTALAMA
pH			7.4	Fe***			0.03
EC x10⁶			430	Bor			0.35
KATYONLAR meq/l				Nitrit			0.00
Na⁺			0.98	Amonyak			0.17
K⁺			0.01	Org. Mad. mg/l			0.38
Ca⁺⁺			3.32	KUYUBAŞI ANALİZİ			
Mg⁺⁺			1.01	Suyun sıcaklığı			
ANYONLAR meq/l				pH			
CO3⁻			0.00	EC x10⁶			
HCO3			3.52	Sertlik(F°)			
Cl⁻			0.51	Ca⁺⁺, Mg⁺⁺			
SO4			0.54	T(Na⁺ K⁺)			
% Na			6.98	CO3			
SAR			0.19	HCO3			
Suyun sınıfı			C2S1	Cl⁻			
R.S.C				TSO4			
Sertlik F°			21.65				

F: KUYUBAŞI KROKİSİ



G: KUYU YERİ KROKİSİ



ANTASYA 024-04

KUYU ADI : GÜLÜEELMA

KUYU NO : 49730-B

KOORDİNAT : 39950 D ; 79850 K

Çizen: İ. Başer

DSİ Matbaası — 75 - 658

DSİ. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

JEOTEKNİK HİZMETLER VE YERALTISU ARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI

SU KUYUSU KÜTÜĞÜ

A: GENEL BİLGİLER

DSİ. bölgesi	13 Bölge Müdürlüğü	Kuyu no :	49731 - B
İli	Antalya	Açılış amacı	işletme
İlçesi	Elmalı	Makina marka ve tipi	Spaadstar
Yeri	Çobanisa Köyü		
Ovası	Çobanisa	Makina DSİ. no	A-4397
Koordinatı	ANT. O 24-04 33975 D 80200 K	Başlangıç tarihi	21. 8. 1995
Zemin rakımı		Bitiş tarihi	8. 9. 1995
Yeraltısuyu arama belgesi no. ve tarihi :			
Yeraltısuyu Kullanma belgesi no ve tarihi :			

KUYUYU AÇAN : D.S.İ. 13-17 SONDAJ ŞUBE BAŞKANLIĞI AKSU - ANTALYA

B: YIKAMA ve GELİŞTİRME

YIKAMA VE GELİŞTİRME		I. Akifer	II. Akifer	III. Akifer	IV. Akifer	Müşterek
Yıkama süresi (saat)						6
Yıkamanın ne ile yapıldığı		Yıkama takımı ile temiz su verilerek				
Geliştirme süresi (saat)						32
Geliştirme işlemi tipi		Kompresörle B.H.K. Sistem ve D.K.T. ile aşırı pompaj				
Geliştirme başlangıcında	St Sv (m)					7.86
	Dn Sv (m)					62.00
	Verim l/sn					48.00
Geliştirme sonunda	St Sv (m)					7.90
	Dn Sv (m)					53.78
	Verim l/sn					50.00

C: SU VERİM DENEYİ

Akifer	Derinlik m	Deney süresi (s)	Ne ile yapıldığı	Statik seviye (m)	Dinamik seviye (m)	Verim l/sn QA	Verim l/sn QP
I							
II							
III							
IV							
Müşterek	81.60	50	D.K.T.	7.90	53.78	50.00	—

D: JEOFİZİK ÖLÇÜLERE AİT BİLGİLER

Ölçü tarihi	29.8.1995
Ölçü cinsi	
Düşey ölçek	1/200
Yatay ölçek	SO : 50 mV ; R : 100 - 2m
Ölçü derinliği	114 m
Çamur cinsi	Bentonit
Çamur rezistivitesi	
Çamur kondüktivitesi	
Çamur viskozitesi	
Çamur yoğunluğu	
Çamur ısısı	
G. Ray ölçeği	
Zaman sabiti	
Kayıt hızı	
Elektrot boyu	2 m
Ölçü anındaki kuyu çapı	0 - 87 m - 17½" ; 87 - 114 m - 15"
Cihaz tipi	GM - 1000
Cihaz no.	
Ölçüyü alan	Ramazan YAĞLI
Kiymetlendiren	" "
Gözlemçi	

DÜŞÜNCELER

Yapan	A. KELEŞ		Çizen : Ali KELEŞ	Onaylanır
Kontrol eden	A. KELEŞ		Arşiv no :	
Tasvip eden :	E. ÖZKÖK		Tasdik tarihi :	

KUYU İNŞAASINA AİT AÇIKLAYICI BİLGİLER

KUYUNUN AÇILIŞI

Kuyu D.S.İ. Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Y.A.S. Dairesi Başkanlığının 24. 4. 1995 tarih ve 500. 02. XIII - 1381 sayılı talimatları gereği Elmalı Çukurelma Köyü sulama Kooperatifi sahasında 49731 nolu kuyunun yerine açılmıştır. İşletme esnasında herhangi bir güçlükle karşılaşılmamış olup işletmeye 150 m'de son verilmiştir. Galışmalar ikili vardiya şeklinde yürütülmüştür.

Teçhiz jeofizik log değerleri ve sondaj numune kesitine karşılaştırılarak uygun görülen yerlere filtre konulmak suretiyle yapılmıştır.

0 - 48 m = 12" K
48 - 60 m = 12" F
60 - 62 m = 12" K
62 - 66 m = 12" F
66 - 70 m = 12" K
70 - 82 m = 12" F
82 - 84 m = 12" K
12"den 10"a Redük.
84 - 86 m = 10" K
86 - 90 m = 10" F
90 - 92 m = 10" K
92 - 96 m = 10" F
96 - 100 m = 10" K

Teçhiz işlemi sonrasında kuyuda yıkamayla birlikte çakıllama işlemi yapılmıştır. Kompresörle basınçlı hava kapalı sistem ve D.K.T. ile aşırı pompaj yöntemleri ile kuyuda geliştirme işlemi yapılmıştır.

Teknik talimatlar doğrultusunda kuyuda pompa tecrübesi yapılmış. Debiyi ile 10 - 100 lü devreler sonucunda 3 şişe numune alınmıştır. Daha sonra kuyu başı bağlanıp dökülmüş, kuyu ağzı kapatılarak çakıllama adı kapatılmıştır.

DELİK ÇAPI: 17½" — 12¾" — 10" — 15"

TECHİZ ÇAPI

KUYU KESİTİ YATAY ÖLÇEK 1/10 - (1/20)

Sp ..50... mv

ÖLÇEK 1/500

KESİT

YAŞ: KUVATERNER

REZİSTİVİTE ..100.. m/cm

GR ---------- mR/h

FORMASYON TARİFİ

0 - 17 m = Sıhlı, az kumlu, çakıllı kil. Kahverengi renkli.

17 - 32 m = Sıhlı, az kumlu kil. Kırmızı renkli

32 - 46 m = Sıhlı, kumlu, çakıllı kil. Kırmızı renkli.

46 - 67 m = Kil bantlı kumlu ÇAKIL Taneler köşeli, kireçtaşı kökenli.

67 - 71 m = Sıhlı kil.

71 - 83 m = Kumlu ÇAKIL. Taneler köşeli, kireçtaşı kökenli.

83 - 85 m = Kumlu kil

85 - 90 m = Kumlu ÇAKIL

90 - 92 m = Kumlu kil

92 - 107 m = Kil bantlı kumlu ÇAKIL.

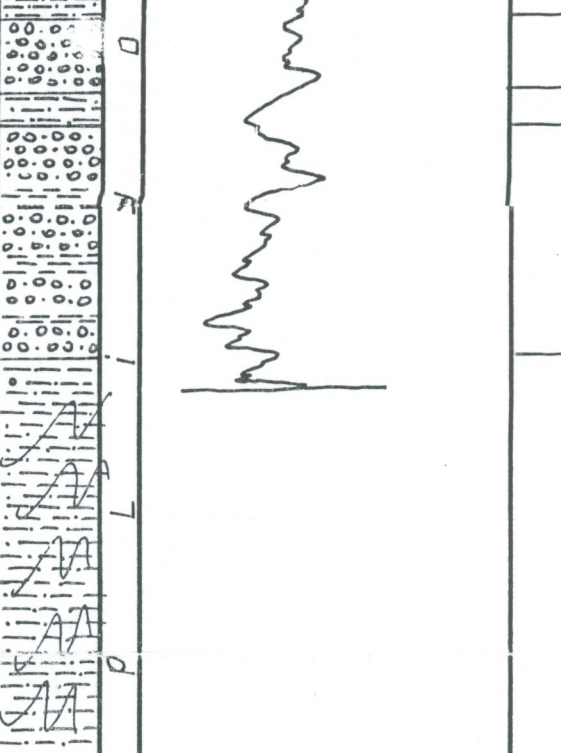
107 m - 150 m = Sıhlı, kumlu kil. Kırmızı renkli.

Not: KUYU TABANI 150 m'dir.

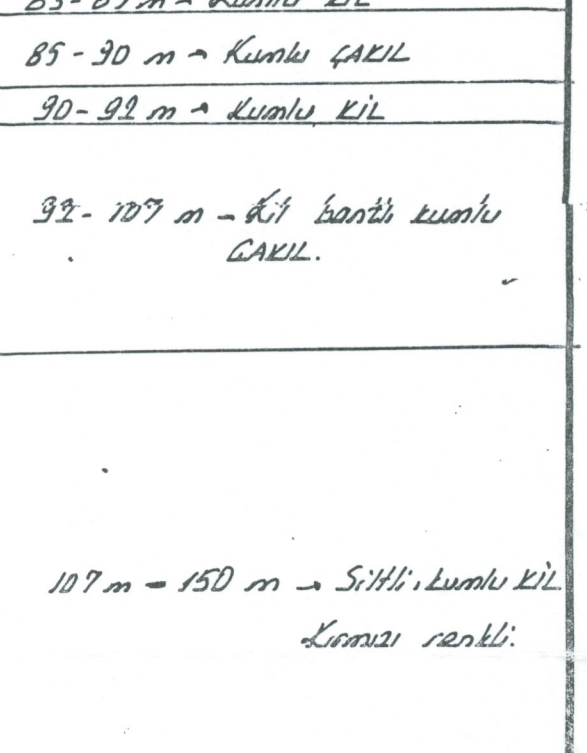
E: SUYUN KİMYASAL ANALİZİ

	I Akifer	II Akifer	ORTALAMA		I Akifer	II Akifer	ORTALAMA
PH			7.4	Fe mg/l			0.04
EC x 10⁶			425	Bor "			0.88
KATYONLAR mek/l				Nitrit			0.00
Na^+			0.28	Amonyak			0.13
K^+			0.01	Org. Mad. Bar: O₂/l			0.40
Ca^{++}			3.23	KUYUBAŞI ANALİZİ			
Mg^{++}			1.19	Suyun sıcaklığı			
ANYONLAR mek/l				PH			
$CO_3^=$			0.00	EC x 10⁶			
HCO_3			3.48	Sertlik (F°)			
Cl^-			0.62	Ca^{++}, Mg^{++}			
$SO_4^=$			0.58	T(Na^+ + K^+)			
% Na			6.56	$CO_3^=$			
SAR			0.19	HCO_3^-			
Suyun sınıfı			C2S1	Cl^-			
R.S.C				$TSO_4^=$			
Sertlik F°			22				

F: KUYUBAŞI KROKİSİ



G: KUYU YERİ KROKİSİ



KUYU ADI : ÇUKURELMA

KUYU NO : 49731 - B

KOORDİNAT : ANTALYA O 24-04 33975 D ; 80200 K

B-SF-10

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
JEOTEKNİK HİZMETLER VE YERALTISULARI DAİRESİ
SU KUYUSU KÜTÜĞÜ
«BÜYÜK BOY»

KUYUYU AÇAN: DSİ 13/17 SONDAJ ŞUBE MÜD. AKSU – ANTALYA

A: GENEL BİLGİLER

DSİ Bölgesi	: 13. Bölge Müdürlüğü	Kuyu no.	: 49732
İli	: ANTALYA	Açılış amacı	: İşletme
İlçesi	: Elmalı	Mekine marka ve tipi	: Spazialstar
Yeri	: Çobanlısa Köyü		
Ovası	: Çobanlısa	Mekine DSİ no.	: A. 4397
Koordinatı	: ANT 024-04 34150.0 B03254	Başlangıç tarihi	: 26. 6. 1996
Zemin rakımı	: 1126 m.	Bitiş tarihi	: 12. 7. 1996

Yeraltısuyu arama belgesi no ve tarihi :
Yeraltısuyu Kullanma belgesi no ve tarihi :

D: JEOFİZİK ÖLÇÜLERE AİT BİLGİLER

		DÜŞÜNCELER
Ölçü tarihi	11. 7. 1996	
Ölçü cinsi		
Düşey ölçek	1/200	
Yatay ölçek	sp: 100 mV, 2: 150 Ω-m	
Ölçü derinliği	156 m	
Çamur cinsi	Bentonit	
Çamur rezistivitesi		
Çamur kondüktivitesi		
Çamur viskozitesi		
Çamur yoğunluğu		
Çamur ısısı		
G. Ray ölçeği		
Zaman sabiti		
Kayıt hızı		
Elektrot boyu	2 m	
Ölçü anındaki kuyu çapı	0-93 m = 17½" 93-156 m = 12¼"	
Cihaz tipi	GM-1000	
Cihaz no		
Ölçüyü yapan	Lemazan YAĞLI	
Kaydedilen		
Kaymetlendirilen		
Gözlemci		

B: YIKAMA ve GELİŞTİRME:

YIKAMA VE GELİŞTİRME		I. Akifer	II. Akifer	III. Akifer	IV. Akifer	Müşterek
Yıkama süresi (saat)						8
Yıkamanın ne ile yapıldığı		Yıkama takımı ile temiz su serpantini				
Geliştirme süresi (saat)						46
Geliştirme işleme tipi		B.H.K. sistem ve D.K.T. ile aşın pompaj				
Geliştirme başlangıcında	St. Sv. (m)					6.90
	Dn. Sv. (m)					62.00
	Verim l/s					25.00
Geliştirme sonunda	St. Sv. (m)					6.95
	Dn. Sv. (m)					51.52
	Verim l/s					24.00

C: SU VERİMİ DENEYİ

Akifer	Derinlik m	Deney süresi (saat)	Ne ile yapıldığı	Statik seviye (m)	Dinamik seviye (m)	Verim l/s: çıp	OA
I							
II							
III							
IV							
Müşterek	81.60	48	D.K.T.	6.95	51.52	2500	

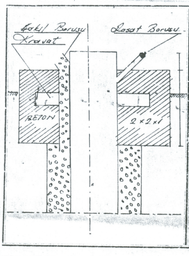
Yapan	Ali KELEŞ		Çizen: A. KELEŞ	Onaylanır
Kontrol eden			Arşiv no:	
Tanzip eden	Şükrü ÖZDE		Tasdik tarihi:	

KUYU İNŞAASINA AİT AÇIKLAYICI BİLGİLER	DELİK ÇAPI	TESVİYE ÇAPI	KUYU KESİTİ YATAY ÖLÇEK 1/10 - (1/20)	Sp 100... mv	ÖLÇEK 1/300	KESİT	YAŞ	BELİRTİVİTE ..150.... tmv/cm GR .....mR/h	FORMASYON TARİFİ
KUYUNUN AÇILIŞI: Kuşu DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Daire Başkanlığının 24.4.1996 tarih ve 600.00.00-1881 sayılı talimatları doğrultusunda Ziraat Bankası Kuruluna bağlı Sulama Kooperatifi sahasında işletme amaçlı açılmıştır. Kuyu ile sınırında herhangi bir güçlükle karşılaşılmamış ve derinliğe 156 m'de son verilmiştir. Çalışmalar ilgi sandıya sahasında yürütülmüştür.	17½"	12¼"							0-2 m → Nebati toprak.
									2-4 m → Kumlu kil. Konsantrasyon nesili
									4-9 m → Kil. Gri, taz renkli
									9-14 m → Az çakıllı, kumlu kil. Konsantrasyon, gri renkli
									14-32 m → Kumlu, siltli kil. Kırmızı renkli
									32-38 m → Killi, kumlu çakıl. Taneler oranları değişkenli kil kırmızı renkli
									38-42 m → Kil. Kırmızı renkli
									42-52 m → Çakıllı, kumlu siltli kil. Kırmızı renkli
									52-56 m → Siltli kil. Kırmızı renkli
Tecrübe; jeolojik koşulların ve sağlanan su miktarının karşılaştırılması sonucu uygun görülen yerlere filtre tamamlama suretiyle yapılması takdir edilmiştir. 0 - 44 m → 12"K 44 - 52 m → 12"T 52 - 56 m → 12"K 12"den 10"a düşme 56 - 68 m → 10"T 68 - 70 m → 10"K 70 - 74 m → 10"T 74 - 76 m → 10"K 76 - 80 m → 10"T 80 - 82 m → 10"K 82 - 94 m → 10"T 10"dan 8"e düşme 94 - 106 m → 8"K 106 - 114 m → 8"T 114 - 122 m → 8"K 122 - 126 m → 8"T 126 - 134 m → 8"K 134 - 142 m → 8"T 142 - 150 m → 8"K 150 - 158 m → 8"T 158 - 160 m → 8"K 160 - 164 m → 8"T 164 - 166 m → 8"K 166 - 174 m → 8"T 174 - 178 m → 8"K 178 - 182 m → 8"T 182 - 186 m → 8"K		10"							56 - 95 m → Kil, bantlı çakıl. Taneler genellikle orta boy, kötü boylanmış. Küresel.
									95 - 101 m → Çakıllı, kumlu kil. Kırmızı renkli
									101 - 105.5 m → Kumlu az killi çakıl. Taneler küresel. Kuvarsit türleri.
									105 - 134 m → Çakıllı, kumlu, siltli kil. Kırmızı renkli
									134 - 140 m → Killi, az kumlu çakıl
									141 - 150 m → Siltli, az kumlu kil. Kırmızı renkli
Tecrübe işleri sırasında kuyuda yıkama işlemi yapılmış; yıkamayla birlikte çatlakların temizlenmesi kompresörle basınçlı hava tatbiki sistem ve D.K.T. ile aşın pompaj yardımıyla kuyuda geliştirme işlemi yapılmıştır. Teknik talimatlar doğrultusunda kuyuda tatbikatı debisi, sabit debide ve yüksekte dalgıç pompa ile kuyuda geliştirme işlemi yapılmıştır. Kuyu debisi sırasında kuyu içi seviye ölçümleri 10 saniye, 100 saniye, 1 dakika, 10 dakika, 100 dakika ve daha sonrasında olmak üzere üç şer su numunesi alınarak Bölgemiz Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğüne teslim edilmiştir. Kuyu debisi sırasında kuyu içi kaydedilmiştir. Kuyu başına 2+2+1 metre boşluklarında kuyu ağzı tabanı dikkate alınarak işletmeye hazır durumda teslim edilmiştir.									150 - 186 m → Kumlu, genellikle çakıllı, siltli kil. Çakıl sanıçaları 20 cm ile 100 cm arasında değişmekte. Taneler küresel ve kuvarsit türleri.
									KUYU TABANI 186 m'de

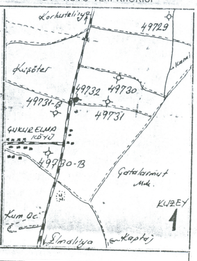
E: SUYUN KİMYASAL ANALİZİ

	I. Akifer	II. Akifer	DETAYLARA		I. Akifer	II. Akifer	DETAYLARA
pH			7.0	Fe mg/l			0.00
EC x 106			440	Bor "			0.00
KATYONLAR: mek/l				Nitrit "			0.00
Na +			0.28	Amonyak "			0.52
K +			0.01	Org. Mad. mgr. O2/l			0.24
Ca ++			3.30				
Mg ++			1.00	KUYUBAŞI ANALİZİ			
ANYONLAR: mek/l				Suyun sıcaklığı			
CO_3 --			0.00	pH			
HCO_3 -			3.62	EC x 106			
Cl -			0.48	Sertlik (F)			
SO_4 --			0.50	Ca ++ Mg ++			
% Na			6.30	T. Fe			
SAR			0.19	CO_3 --			
Suyun sınıfı			C2S1	HCO_3 -			
R. S. C.				Cl -			
Sertlik (F)			315	TSO_4 --			

F: KUYUBAŞI KROKİSİ



G: KUYU YERİ KROKİSİ



KUYU ADI: ÇUKURELMA KUYU NO.: 49732 KOORDİNAT ANT. 024-04 34150.0 B03254.

DSİ Matbaası — 11.5/251-77 [12411]

O-M/124.99.001/77

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Antalya'nın Elmalı İlçesinde doğdum. İlk, orta ve lise tahsilimi Elmalı'da yüksek öğrenimimi 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde tamamladım. Askerlik görevinden sonra çeşitli sonda firmalarında ve mermer şantiyelerinde çalıştım. 2004-2009 yıllarında Antalya E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumunda çalıştım. Halen T.C.Gazipaşa İlçe Özel İdare Müdürlüğü'nde memur olarak görev yapmaktayım.