

BALÇOVA KAPLICALARI VE TÜRKİYE'NİN İLK JEOTERMAL SONDAJLARI

Erman ŞÂMİLGİL

Yıldız Üniversitesi, Kocaeli Mühendislik Fakültesi

ÖZET: Balçova Kaplıcaları yöresi, tarihi ve turistik değerlerinin yanısıra, balneoloji ve ser tarımı bakımlarından da yüksek bir potansiyele sahiptir. Yöredeki terapötik özellikli sıcak suların gerek debisini, gerekse sıcaklığını (dolayısıyla termal kapasitesini) sondajlarla arttırmak, MTA'nın 1962 yılından bu yana hedeflerinden birisi olmuştur. Böylece 1962 yılında yapılan jeolojik ve jeofizik etüdlere göre saptadığımız lokasyonlarda 1963 yılında yaptığımız sondajlarla, Türkiye'de ilk defa sıcak su-buhar karışımı jeotermal akışkan elde edilmiştir. Birinci sondajda 40 m. gibi sığ bir derinlikte 124 °C sıcaklığa erişilmiş, 100 ton/saat debideki akışkan 35 m. arteziyen basıncı ile püskürmüştür.

Gerek bu sondajın, gerekse benzer sonuç veren ikinci sondajın suları, düşük konsantrasyonlu, bikarbonate-sodik olup aynı zamanda enkrüstif olduklarından sondajlar kısa sürede CaCO₃ kabuklaşması sonucu tıkanmışlardır. Daha sonra 1982 yılında 1 nolu sondajın tıkanıklığı giderilerek sağlanan sıcak su yeni kaplıca tesislerinde kullanım ve banyo şebekesine tahsis edilmiştir.

Bu arada, saptadığımız diğer 15 lokasyonun bir kısmında yeni sondajlar açılmış olup bunlardan ikisinden, eşanjör sistemiyle sağlanan temiz, sıcak su, 9 Eylül Üniversitesinin kampüsünün ısıtılmasına tahsis edilmiştir.

Jeolojik bakımdan, sıcak su kaynakları ve kaplıca işletmeleri Üst Kretase yaşlı İzmir flişinin oluşturduğu horstun kuzey yamacındaki yamaç molozu veya birikinti konisi üzerindedir. Bu kesimin kuzeyi ise alüvyal bir ovadır. Hemen güneydeki tepeleri oluşturan flişin egemen unsurları, killiştir, kumtaşı, fillit, rejyonel metamorfik kireçtaşı, tektonik breşleşmeye uğramış kireçtaşı, albit-şist, kuvarşist, kalkşist, serisitşist ve radyolaritlerdir. Sıcak su kaynakları, E-W ve NNE-SSW doğrultulu iki fay sisteminin kesim noktalarında yer almışlardır.

Kaynak ve sondaj sularının tip analizi: (HCO₃ = 610; SO₄ = 168; Cl = 206; Ca = 12; Mg = 4; K = 26; Na = 403; Fe = 1.5; Al = 0.3; H₂SiO₄ = 200) mg/l düzeyinde ve pH = 6.9 civarındadır.

Rezervuar sıcaklığının yaklaşık hesabı için S.1 sondaj suyuna uyguladığımız jeotermometrik yöntemlere göre:

-Na-K-Ca yöntemi ile, $t = 196^{\circ}, 1C,$

-Na/K yöntemleri ile: $t_1 = 165^{\circ}, 6C,$

$t_2 = 160^{\circ}, 9C$

-SiO₂ yöntemi ile: $t_1 = 169^{\circ}, 8C,$

$t_2 = 180^{\circ}, 5C,$

$t_3 = 158^{\circ}, 9C,$

gibi, jeotermal enerji bakımından oldukça yüksek değerler ortaya koymuş bulunuyoruz. 1000 m. civarında bir derinliğe incek sondajla, bu sıcaklarda su-buhar karışımı elde edilebileceği inancındayız.

LES THERMES DE BALÇOVA (İZMİR) ET LES PREMIERS SONDAGES GÉOTHERMIQUES DE LA TURQUIE

Par :

Doç. Dr. Erman ŞAMİLGİL*

RESUME: La région des Thermes de Balçova (Izmir) possède une certaine valeur agricole et balnéologique aussi bien que touristique et historique. Augmenter par sondages le débit et la température, donc la capacité thermique des sources de valeurs thérapeutiques, a été l'un des buts essentiels du MTA depuis 1962. Ainsi, à la suite des études géologiques et géophysiques, le premier fluide géothermal obtenu par sondage abouti à 124 °C à 40 m. a donné 100 m³/h d'eau chaude+vapeur, avec une hauteur artésienne de 35 m. environ. Le second sondage aussi a donné un résultat très semblable.

Les eaux sont bicarbonaté-sodiques, de faible concentration. Pourtant elles ont été très incrustives de sorte que tous les deux sondages ont été entièrement bouchés par l'aragonite. Plus tard, en 1982, l'on a débouché le premier sondage et le fluide géothermal ainsi obtenu a été canalisé aux Thermes de Balçova. En même temps, l'on a foré encore dans une dizaine de locations que nous avons fixées et l'on leur a adapté des échangeurs. L'eau pure chauffée ainsi obtenue est analysée aux systèmes de chauffage du Campus de la Faculté des Médecines.

Au point de vue géologique, les sources chaudes et les thermes se situent sur les cônes de dejection septentrional d'un horst formé du flysh d' Izmir du Crétacé sup. Au nord, une plaine alluviale s'étale jusqu'à la mer. les unités les plus rencontrées du flysh au sud des Thermes sont les schistes argileuses, grès, phyllites, calcaires cristallisés, brèches tectoniques, albite-schistes, quartzschistes, calc-schistes, séricite-schistes et rhadiolarites. Les sources chaudes se situent aux intersections de deux systèmes de failles: E-W et NNE-SSW.

L'analyse chimique représentative des eaux de sources et de sondages est comme suit: (HCO₃ =610; SO₄=168; Cl=206; Ca=12; Mg=4; K=26; Na= 403; Fe = 1.5; Al= 0.3; H₂ SiO₃ =200) mg/l et le pH=6.9

Pour l'estimation de la température du réservoir, nous avons appliqué différentes méthodes géothermométriques à l'analyse de l'eau du sondage S.1 et nous avons obtenu les résultats suivants:

- d'après Na-K-Ca: $t = 196^{\circ}, 1 \text{ C}$
- d'après Na/K: $t_1 = 165^{\circ}, 6 \text{ C}$
 $t_2 = 160^{\circ}, 9 \text{ C}$
- d'après SiO₂: $t_1 = 169^{\circ}, 8 \text{ C}$
 $t_2 = 180^{\circ}, 5 \text{ C}$
 $t_3 = 158^{\circ}, 9 \text{ C}$

Ces résultats ne sont pas mal du tout au point de vue d'énergie géothermale. Nous espérons obtenir d'eau chaude+vapeur, par des sondages de 1000 m. de profondeur environ.

* Université de Yıldız, Faculté d'ingénierie de Kocaeli, İZMİT.

GİRİŞ

İzmir'in 10 km kadar batısında yer alan Balçova (eski adıyla Agamemnun) Kaplıcaları, Homeros'un İlyada adlı eserinden anlaşıldığına göre yaklaşık 2800 yıllık bir geçmişe sahiptir. Yörenin tarihi ve balneolojik değerinin yanısıra iç ve dış turizme son derece uygun coğrafik özelliklere de sahip olması nedenleriyle, sıcak suların debi ve sıcaklığını (dolayısıyla termal kapasiteyi) sondajlarla arttırmak, M.T.A'nın 1962 yılından bu yana hedeflerinden birisi olmuştur.

Böylece 1962 yılında yapılan hidrojeolojik ve jeofizik etüdler, tarafımızdan ayrıntılı bir şekilde yorumlamaya tabi tutularak en uygun sondaj lokasyonları saptanmış, bu lokasyonlarda 1963 yılında yaptığımız sondajlarla Türkiye'de ilk defa sıcaksu-buhar arteziyenleri elde edilmiştir.

Bu sondajların suları enkrüstif olduklarından kısa sürede sondaj borularında kireç kabuklaşması yapmışlardır. Daha sonra S.I sondajının tıkanıklığı giderilerek sağlanan sıcak su yeni kaplıca tesislerinde kullanım ve banyo şebekesine tahsis edilmiştir. Bu arada başka sondajlar da açılmış olup, bunlardan ikisinden eşanjör sistemiyle sağlanan temiz, sıcak su, 9 Eylül Üniv. Tıp. Fakültesi kampüsünün ısıtılmasına tahsis edilmiştir.

Bu bildirimizde yörenin jeolojisine değindikten sonra, sondaj yerlerinin seçiminde hangi hidrojeolojik ve jeofizik esaslara dayandığımızı, sondajların sonuçlarını, hidrojeokimyasal özellikleri ve sonuç bölümünde potansiyel saptamamızı ve önerilerimizi özetlemeye çalışacağız.

JEOLOJİ

Sıcak su kaynaklarının ve kaplıca işletmelerinin bulunduğu vadi, Üst Kretase yaşlı "İzmir Flişi" ile, bunların "yamaç molozu" üzerinde yer alır. Bu fliş, Urla ve Çubukludağ grabenleri ile sınırlı Dededağ horstunun kuzey kesimini oluşturur (Ek-1).

Flişin bu kesimdeki egemen unsurları killi şist, kumtaşı, fillit, rejyonal metamorfik kireçtaşı, tektonik breşleşmeye uğramış kireçtaşı, albitişit, kuvars-şist, kalkışit, serisit-şist ve radyolaritlerdir.

Kaynaklardan 5 km. kadar doğudaki Üçkuyular'dan başlayarak Kadifekale'ye doğru uzanan volkanitler andezit, aglomera ve tüflerden kurulu olup büyük olasılıkla Pliyosen-Pleistosen yaşlıdır.

Kaynakların bulunduğu kesimden itibaren oldukça kalın bir birikinti konisi yer alır ve bu malzeme, kuzeye gittikçe alüvyal ovayı dolduran, daha küçük taneli (çakıl, kum, silt ve kil karışımı) malzemeye dönüşür.

Tektonik bakımdan İzmir flişi dinamometamorfizma geçirmiş olup Alp orojenezinin son safhalarından etkilenmişlerdir. Bu nedenle önemli kırılma ve ezilmeler, yer yer de kıvrımlanmalar görülür. Başlıca faylar kaynakların hemen güneyinden geçen ESE-WNW doğrultulu ve kuzeye eğimli F1 fayı ile, yine kaynaklardan geçen NNE-SSW doğrultulu ve 85° NW eğimli F2 fayıdır. F1 fayının kuzeyinde yer almış olan yamaç molozları, faylanma sonucu yükselmiş olan güney kompartmandaki fliş materyelinin akmasıyla oluşmuşlardır.

Fliş içerisindeki tabakalar genellikle NE-SW doğrultulu ve 40°-70° NW eğimlidir.

Fliş içerisinde gerek kırık ve çatlakların yoğun oluşu, gerekse kumlu ve kalıkerli tabakaların sık sık tekrarlanması nedeniyle, fayların derinlerden getirdiği sıcak suyun dolaşımına ve yataklanmasına uygun birincil ve ikincil poroziteli ortamlar oluşmuştur.

HİDROJEOLJİK VERİLER

S. Serruya'nın Hidrojeoloji raporundan yararlanarak çizilen EK-2, Balçova'da mevcut kaynak ve kuyularda yapılmış ölçülere göre sıcaklık dağılım haritasını, Ek 3, yeraltı su tipleri dağılım haritasını, Ek 4, toplam tuzluluğun değişim haritasını ve EK 5, Bor dağılımı haritasını temsil etmektedirler.

Bu haritalar arasında kayda değer bir benzerlik göze çarpmaktadır. Şöyle ki gerek sıcaklıklar, gerek toplam tuzluluk, gerekse Bor konsantrasyonu, F_1 ve F_2 ana faylarının kesiştiği 64 °C lık kaplıca kaynağından itibaren bir taraftan NNE, diğer taraftan da NW doğrultularında değer kaybına uğrayarak dağılım gösterirler.

Keza su tipleri dağılım haritasında da Balçova kaynaklarından itibaren yüksek sodyumlu suların aynı iki kol doğrultusunda yayıldıkları, bu kolların her iki yanındaki suların, alüvyon suları ile karışmaları sonucu, kalsiyumlu ve sodyumlu su tipine, daha ötelerde ise kalsiyumlu ve manyezumlu su tipine dönüştükleri ve nihayet sahile çok yakın kesimlerde ise deniz suyu karışımı sonucunda klorürlü ve sodyumlu su tipinin egemen olduğu görülmektedir.

JEOFİZİK VERİLER

Çevrede yapılmış olan gravite etüdlere, fliş üzerinde negatif bir zonun varlığına işaret etmektedir. Bu negatiflik, sonradan orojenik hareketlere uğrayarak yükselmiş bulunan çok derin kretase denizini yansıtıyor olabilir.

Kaplıca civarında yapılmış olan rezistivite etüdlere ise, 50 m. derinlikte 8 Ohm. m.ye kadar düşen rezistivite değerleri vermiş, ve ayrıca NNE uzanımlı bir yarılımin sıcak su getirebileceğine işaret etmiştir.

SONDAJ LOKASYONLARININ SEÇİMİ

Yukarıda değinilen jeolojik, hidrojeolojik ve jeofizik verilerden hareketle sıcaklık ve debiyi arttırma amacıyla açılacak sondaj lokasyonları saptanmıştır. Şöyle ki, bilindiği üzere bir formasyonun elektrikî iletkenliği, içerdiği suyun elektrikî iletkenliğinden kaynaklanır. Bu ise suyun miktarına (ve dolayısıyla formasyonun porozitesine) bağlı olduğu kadar, o suyun içerisinde erimiş halde bulunan iyonların konsantrasyonlarına da bağlıdır. Diğer taraftan suların iyon konsantrasyonları da, sıcaklık artışına genellikle bağımlı olarak

yükselir. Bu nedenlerle rezistivite haritalarında en düşük rezistivite değerlerine sahip lokasyonlar, esas itibariyle en tuzlu veya en sıcak suların bulunduğu bölgelerde yer alır.

Diğer taraftan aynı bir lokasyonun, çeşitli Wenner aralıkları için sahip olduğu rezistivite değerleri içerisinde en düşüğüne tekabül eden (a) Wenner aralığı, yaklaşık olarak sıcak veya tuzlu suyun o lokasyondaki derinliğini verir.

Bu esaslardan hareketle çeşitli rezistivite haritaları gözönüne alınarak EK-6 daki tablo düzenlenmiştir.

Bu tablodan ilk göze çarpan şudur ki sondaj için en uygun lokasyonlar, en düşük rezistivite değerlerine sahip olan (S.E. 135-125-104) lokasyonlarıdır. Bu lokasyonlardaki sıcak (veya tuzlu) su derinliğinin 50 m. civarında olduğu da yine bu tablodan anlaşılabilir. Şu halde fliş içerisindeki faylarla yükselip, 50 m. derinlerdeki yoğun kırıkların oluşturduğu ikincil poroziteli zonda veya alüvyon tabanında yataklanmış sıcak suların, daha yukarı seviyelerde tatlı alüvyon suları ile karışımı sonucu rezistiviteyi tekrar yükselmektedir.

Diğer taraftan, hazırladığımız Ek-7 deki tablodan anlaşılabilir üzere, (S.E. 135-125-104) lokasyonlarında a=50 m. Wenner aralığına tekabül eden bir derinlikte yer alan en düşük rezistiviteli seviye, bu kesimden (S.E.111 ve 106) ya doğru NNW' e gittikçe a=85 m. ve sonra a=100 m.ye tekabül eden bir derinlikte yer almaktadır.

Demek oluyor ki, EK-8 de de görülebileceği üzere sıcak suyun alüvyon altında dağılımı, muhtemelen S.E.135 civarından itibaren NNW'e doğru, yani Ilıcadere'ye paraleldir (yani alüvyon tabanının topografyasını yansıtıyor olmalıdır).

Lokasyon seçimi ile ilgili durum özetlenecek olursa :

a) N 17° E doğrultulu (S.E.135-104-65) çizgisinin, sıcak suyu derinlerden yukarı taşıyan bir fayın üzerinde bulunduğu,

b) (S.E.106) kesiminin, adı geçen fay zonuna kıyasla bir drenaj havzası rolü oynayan eski bir vadi veya küvet içerisinde olduğu,

c) (S.E.135 ve 104) lokasyonlarında yapılacak sondajların, doğrudan doğruya faylardan, ve dolayısıyla basınçlı sıcak su verebilecekleri, buna karşın S.E.106 civarında 100 m.lere inecek bir sondajın basınçsız sıcak su verebileceği, zira burada alüvyon içerisinde yayılmış ve atmosferik basınçla denge haline gelmiş serbest bir sıcak su napının oluşmuş bulunduğu gibi sonuçlara varılmıştır.

Tüm bu verilerin ve görüşlerin ışığında saptamış olduğumuz sondaj lokasyonları EK-8 de gösterilmiştir.

YAPILMIŞ OLAN SONDAJLAR VE SONUÇLARI

A - S. I Sondajı :

Logu Ek-9'da görülen S1 sondajı 23, 30 m. ye kadar yamaç molozlarını, 40,00 m.ye kadar ise kretase flişe ait klorit-şistleri kesmiştir. 33,50 m.den aşağısı bol pirit kristalleri ile sekonder kalsit ve kuvars damarları içererek, sıcak su taşıyan bir fay ve kırık sistemi içerisine girilmiş olduğunu gösterir. EK-10'da bu kesime ilişkin şematik bir kesit görülmektedir.

Bu sondaj, 38 m. derinlikte 124°C gibi, dünyada bu sıklıkta eşine ender rastlanan bir sıcaklığa erişmiş, ve yine Türkiye'de ilk kez 35 m. arteziyen yüksekliğine ulaşan ve 100 m³/saat debide sıcak su buhar püskürmesi ile sonuçlanmıştır. EK-11'de S1 sondajının derinliğe bağlı olarak değişen sıcaklık, debi ve statik seviye ilişkileri gösterilmiştir. Ek-12'deki ise S1 ve S2 sondaj suları ile 45 °C lık Ilıca ana kaynağının analizleri, kıyaslamalı olarak verilmiştir. (Bu konuya Hidrojeokimya paragrafında dönülecektir).

B - S. 2 Sondajı :

Logu EK-13'te görülen S2 sondajı 23 m. ye kadar ince kum dolgulu, iri çakıl ve bloklardan kurulu alüvyon, 73,5 m. ye kadar ise kretase flişe ait şist ve greşistlerden kurulu substratum içerisinde ilerlemiştir.

65 m.den aşağısı yoğun bir şekilde sekonder kuvars ve kalsit damarları ile bol miktarda pirit kristalleri içermekte olup, bu durum, sıcak su taşıyan NNE fay zonu üzerinde bulunduğu görüşünü doğrulamıştır. Nitekim 29 uncu metreden itibaren 102,5°C sıcaklıkta su içeren bu kuyu blow-out'e açıldığında 10 m. arteziyen yüksekliğine ulaşan 40 m³/saat debide su vermiştir. (Bu suyun analizi EK-12'deki tabloda gösterilmiştir).

C - S. 3A Sondajı :

Logu EK-14'te görülen S.3A sondajı 82 m.ye kadar alüvyon, 140 m.ye kadar ise greşist, siyah şist ve kloritşistten kurulu ve kretase flişe ait substratum içerisinde ilerlemiştir. Bu seviyelerde önemli alterasyon ürünleri ile oldukça önemli sayılabilecek bir oranda kalsit dolguları izlenmiştir.

Sondajda 90'ncı metrede 99° C, ve 130 uncu metrede 100° C sıcaklık ölçülmüş, ve yapılan verim deneylerinde 1,25 l/s gibi oldukça düşük bir debi saptanmıştır.

HİDROJEOKİMYASAL ETÜD VE SONUÇLARI

Analizleri EK-12'de sergilenmiş bulunan kaynak ve sondaj sularının yarı logaritmik grafik kıyaslamaları EK-15 te gösterilmiştir.

Özetlenecek olursa :

1 - Gerek arteziyen suyu, gerek 22 m.lerden alınan alüvyon tabanındaki su, gerekse Balçova Ilıca kaynakları aynı kökene sahip görünmektedirler.

2 - Toplam tuzluluklar her üç su için de 1650 mg/l civarında olup bu konsantrasyon bu sulara oldukça yüksek bir maddensellik özelliği verir.

3 - Tüm bu sular :

$\text{HCO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4$ ve $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$ yönünde gelişen ortak özelliklere sahiptirler.

4 - Bütün bu sular 200 mg/l civarında H_2SiO_3 içermektedirler. Gerek silisin

bu yüksek konsantrasyonu, gerek pH değerlerinin 7'nin altında oluşu ve nihayet gerekse Ca^{++} ve HCO_3^- iyon tenörleri arasındaki belirgin fark, (genel olarak anyonlar toplamı ile kationlar toplamı arasındaki belirgin dengesizlik), asit karakterli bir magma cebi kökeninin kabulü halinde kolay izah edilebildiği halde atmosferik vadoz, veya lâgüner fosil vadoz orijinlerinden birisinin kabul edilmesi halinde kolay açıklanamayacaklardır. Nitekim havza, Kreta-se'den Aktüel'e kadar, Alp tektoniğinin çeşitli fazlarını geçirmiş olup anteneojende serpantin filonları, Orta Miyosen'den itibaren andezit lâvları ve postneojende bazalt lâvları yüzeye kadar çıkma olanağı bulmuşlardır. Bu magmetik etkinliklerin Aktüel'e kadar süren hidrotermal fazında ise çeşitli hidrotermal mineralizasyonlar (pirit, kalsit, kuvars kristalleri), sıcak su kaynakları, gazlar ve buhar şeklinde oluşuk veya etkinlikler, yeryüzüne kadar kendilerini hissettirebilmişlerdir. Şu halde Balçova sondajlarından fışkıran jeotermal akışkanların, asit karakterli bir magma cebinden itibaren, Alpin fazlardan birisinde gelişen derin faylar kanaliyle alüvyon tabanına kadar yükselme olanağı bulmuş akışkanlar olduğu sonucu çıkarılabilir.

Jeotermometre Uygulamaları:

Ek.16 daki tabloda, gerek $45^{\circ}C$ 'lik Ilıca ana kaynağının, gerekse S1 sondajının suyunun analizlerine dayalı olarak, çeşitli jeotermometrik yöntemlerle derin rezervuarın sıcaklığının hesabı verilmiştir. Özetlenecek olursa, S1 sondaj suyunun analizine göre minimum $159^{\circ}C$, maksimum $196^{\circ}C$ sonuçları, kaynak suyunun analizine göre ise biraz daha düşük değerler (minimum $126^{\circ},5C$, maksimum $169^{\circ},2C$) bulunmuştur. Esasen kaynak suyuna belirgin bir şekilde alüvyal soğuk sular karıştığından orijinal suyun bileşimini, ve dolayısıyla hesabedilen sıcaklık değerlerini etkilemiş olması doğaldır. Başka bir deyişle sondaj suyunun analizinin ortaya koyduğu sıcaklık değerleri daha güvenilir olmaktadır.

SONUÇ: Potansiyel Saptaması-Öneriler

1 - Balçova'da yapmış olduğumuz çalışmalar göstermiştir ki jeotermal alanın

yaklaşık $1 km^2$ ye varan yayılımı ile beklenen debi ve sıcaklığı gözönüne alınırsa gerek niceliksel, gerekse niteliksel bakımdan, büyük bir termal işletmenin gereksinimini karşılayabilir.

2 - Kaplıcada kullanıma yönelik sondaj, kuyu, galeri, yarma gibi kaptaj tesisleri, orijinal derin suların terapötik özelliklerinin alüvyal sulara karışarak bozulmasına meydan vermemek amacıyla, öncelikle F1 ve F2 ana faylarına ulaşacak şekilde plânlanmalıdır. Nitekim bugün Balçova Kaplıcalarında banyo suyu olarak kullanılmakta olan sular, 40 m.de F2 fayını kesmiş olan S1 sondajından sağlanmaktadır.

3 - Sondaj suyunun yüksek sıcaklığını banyo sıcaklığına düşürmek amacıyla başka evsafılı soğuk sularla karıştırmak terapötik niteliği bozacağından, bu tür karışım yerine, depolarda dinlendirme suretiyle soğutulmuş olan aynı sondajın suyu ile karıştırma yolu yeğlenmelidir.

4 - Balçova sondajları terapötik kullanımın yanısıra başka amaçlarla da değerlendirilmektedir. Nitekim S.1 sondajının hemen yanında 1982 yılında açılmış olan B1 sondajı, kuyu içi eşanjörü sistemiyle Balçova Kaplıca tesislerinin ısıtılmasında kullanıldığı gibi, klimatizasyonda da kullanıma başlanmak üzeredir. Ayrıca, son yıllarda açılan B5 ve B7 no.lu sondajlarda yine kuyu içi eşanjörü kullanılarak Tıp Fakültesi Kampüsü ısıtılmakta ve önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Bu arada İzmir Valiliğince, açılmış ve açılacak sondajlarla, 50000 konutun jeotermal merkezî sistemle ısıtılması gibi, ileriye dönük büyük projeler üzerinde hazırlık çalışmaları yapılmaktadır.

Balçova aynı zamanda jeotermal ısı ile ısıtılacak geniş ser alanlarına da sahip bulunmaktadır. Bu vesile ile, sahadan çekilebilecek ısı miktarı hakkında, çok kaba da olsa, bazı varsayımlara dayalı olarak şöyle bir hesap yapılabilir:

Jeotermal alanın E-W doğrultulu uzunluğu yaklaşık $1400 m.$, N-S doğrultulu genişliği yaklaşık $700 m.$, alanı yaklaşık $1 km^2$ dir. Kuyular arasında önemli bir girişimin sözkonusu olmayacağı uzaklık $200 m.$ olarak kabul edilirse $1 km^2$ lik jeotermal alanda 25 sondaj açılabilir. Ortalama olarak herbirinden $t_1=100^{\circ}C$ sıcaklıklı $20 m^3 /$

saat debide su çekilebileceğinin ve bu suyun sıcaklığından $t_2 = 30^\circ\text{C}$ 'a düşene kadar yararlanılabileceğinin kabulü ile, sahanın termal kapasitesi:

$A = (t_1 - t_2) \times Q \times (4.186 \times 10^6 \text{ MW}_t \text{ S/cal})$ formülü ile bulunabilir. Bu formül $1 \text{ MW}_t = 238.9 \times 10^3 \text{ cal/s}$ eşitliğine dayandırılmış olup, t ($^\circ\text{C}$) ve Q (debi: ml/s) değerleri yerlerine konulduğunda:

$$A = (100 - 30) \times (500 \times 10^3 \times 10^3 / 3600) \times (4.186 \times 10^{-6}) \text{ MW}_t = 40.7 \text{ MW}_t \text{ bulunur.}$$

Şu halde Balçova jeotermal alanının yaklaşık termal gücü 40.7 MW_t /saat olup,

$1 \text{ MW}_t / \text{h} \approx 850.000 \text{ Kcal/saat}$ ve

$$\frac{850.000 \text{ Kcal/saat}}{10.000 \text{ Kcal/litre}} = 85 \text{ litre/saat fuel-oil;}$$

$$\text{keza: } \frac{850.000 \text{ Kcal/saat}}{7.000 \text{ Kcal/kg}} \approx 120 \text{ kg/saat}$$

taşkömürü eşdeğeri olduğundan sağlanacak fuel-oil tasarrufu $85 \times 40.7 = 3460 \text{ litre/saat}$, veya taşkömürü tasarrufu $120 \times 40.7 = 4886 \text{ kg/saat}$ olacaktır.

Sahadaki jeotermal akışkanı terapötik ve turistik amaçlarla kullanıma arz ederken, azımsanamayacak bir düzeyde olduğu görülen bu termal kapasiteyi de kullanıma arz edecek tesislerin entegre edilmesinde ülke ekonomisi açısından büyük yarar vardır.

YARARLANILAN BELGELER

1 - AKARTUNA, Dr. M., 1958, İzmir, Torbalı, Değirmendere, Seferihisar, Urla, Foça, Menemen Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Rapor, MTA.Arşiv No: 2624., Ankara.

2 - MORET, L., 1948, Les Sources Thermo-minérales: Hidrogéologie-Géochimie-Biologie, Masson Ed., Paris.

3 - SCHOELLER, H., 1955, Géochimie Des Eaux Souterraines, I.F.P. 2, Lubeck, Paris, 16^e.

4 - SCHOELLER, H., 1962, Les Eaux Souterraines, Masson, Paris.

5 - SERRUYA, S., 1962, Agamemnun Ilıcaları, MTA.Arşiv No: 3206, Ankara.

6 - ŞAMİLGİL, E., 1962, Etudes Hydrodynamiques de Deux Nappes du Quaternaire, Doktora Tezi, Bordeaux, France.

7 - ŞAMİLGİL, E., 1964, İzmir-Agamemnun Kaplıcası Bölgesinde Sıcaksu Sondajları ve Hidrojeolojik Neticeler Hakkında Rapor, MTA.Arşiv No: 3324, Ankara.

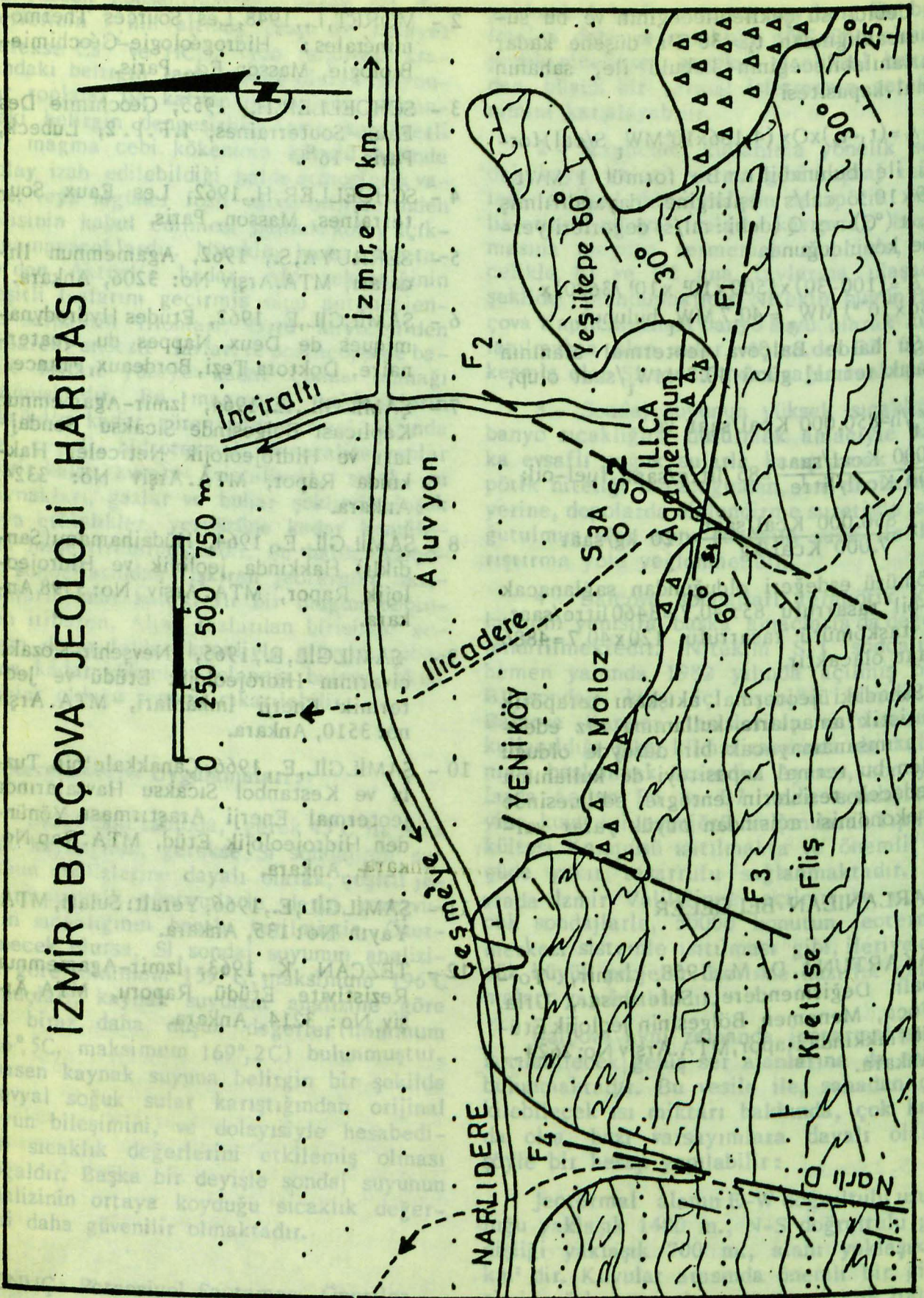
8 - ŞAMİLGİL, E., 1964, Hüdaihamamı (Sandıklı) Hakkında jeolojik ve Hidrojeolojik Rapor, MTA.Arşiv No: 3598 Ankara.

9 - ŞAMİLGİL, E., 1965, Nevşehir-Kozaklı civarının Hidrojeolojik Etüdü ve Jeotermik Enerji İmkânları, MTA.Arşiv no: 3510, Ankara.

10 - ŞAMİLGİL, E., 1966, Çanakkale'nin Tuzla ve Kestanbol Sıcaksu Havzalarında jeotermal Enerji Araştırması Yönünden Hidrojeolojik Etüd, MTA.Rap No: 4274, Ankara.

11 - ŞAMİLGİL, E., 1966, Yeraltı Suları, MTA. Yayın No: 135, Ankara.

12 - TEZCAN, K., 1963, İzmir-Agamemnun Rezistivite Etüdü Raporu, MTA, Arşiv No: 3214, Ankara.

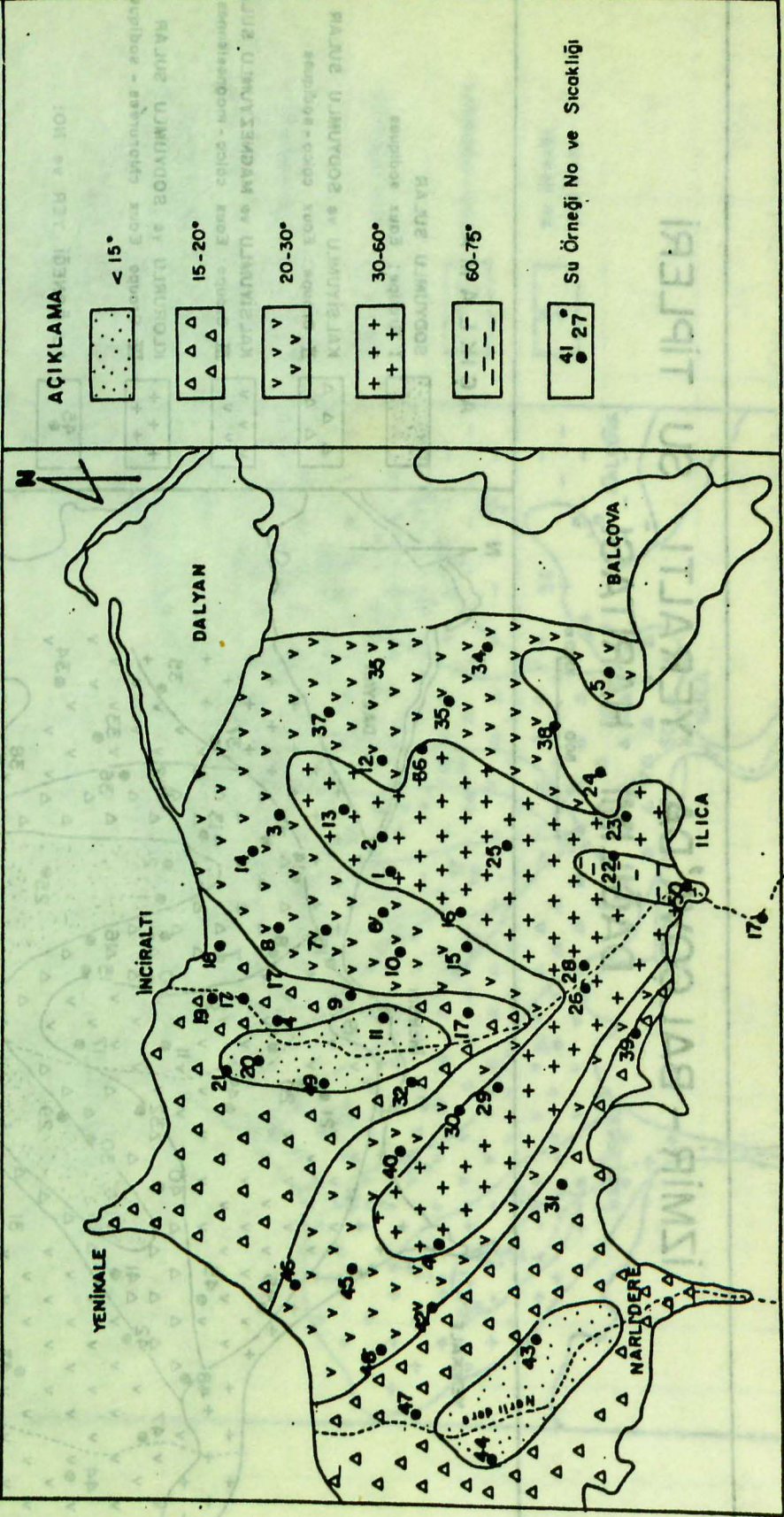


EK:1

S1-S2-S3A = SONDAJ YERLERİ

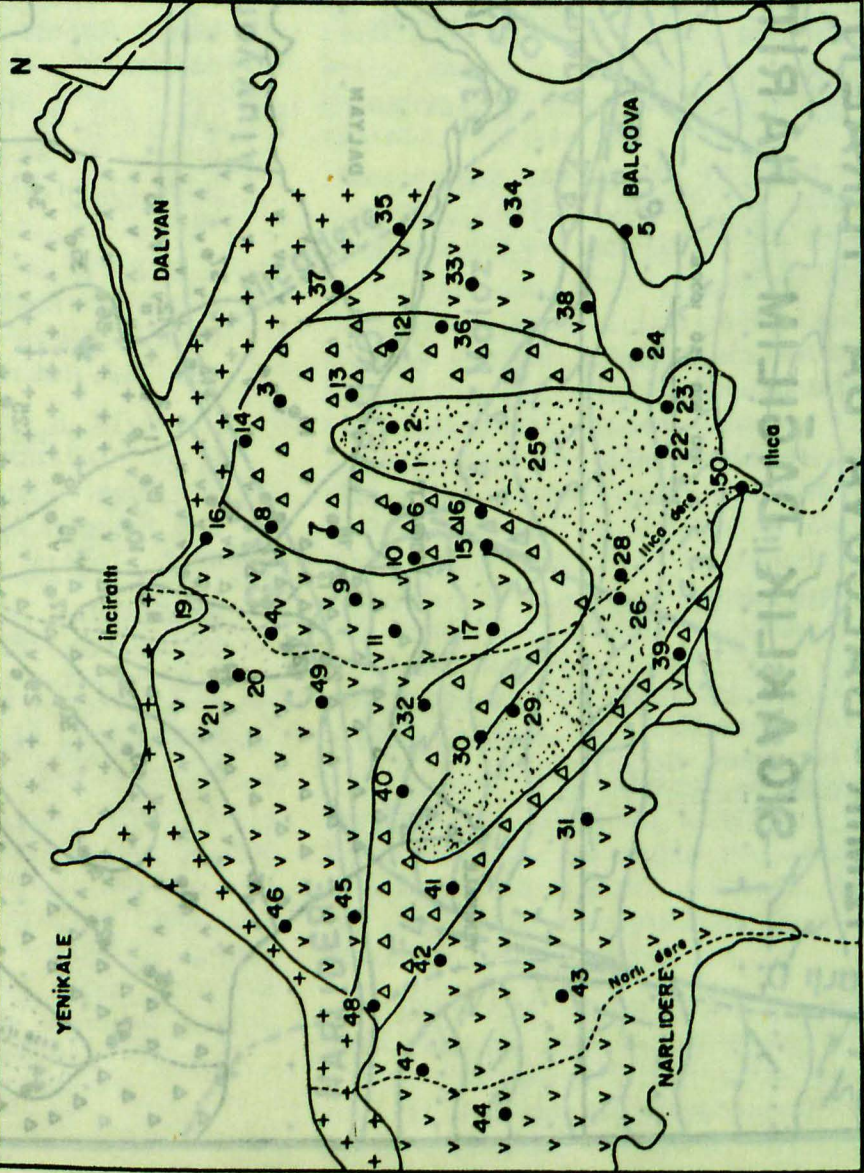
İZMİR - BALÇOVA'DA YERALTI SUYU SICAKLIK DAĞILIM HARİTASI

0 250 500 750 1000 m.



İZMİR - BALÇOVA'DA YERALTI SU TIPLERİ DAĞILIMI HARİTASI

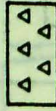
0 500 1000 m



AÇIKLAMA



SODYUMLU SULAR
I Groupe: Eaux sodiques



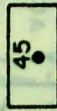
KALSIYUMLU ve SODYUMLU SULAR
II Groupe: Eaux calco-sodiques



KALSIYUMLU ve MAGNEZYUMLU SULAR
III Groupe: Eaux calco-magnesiennes



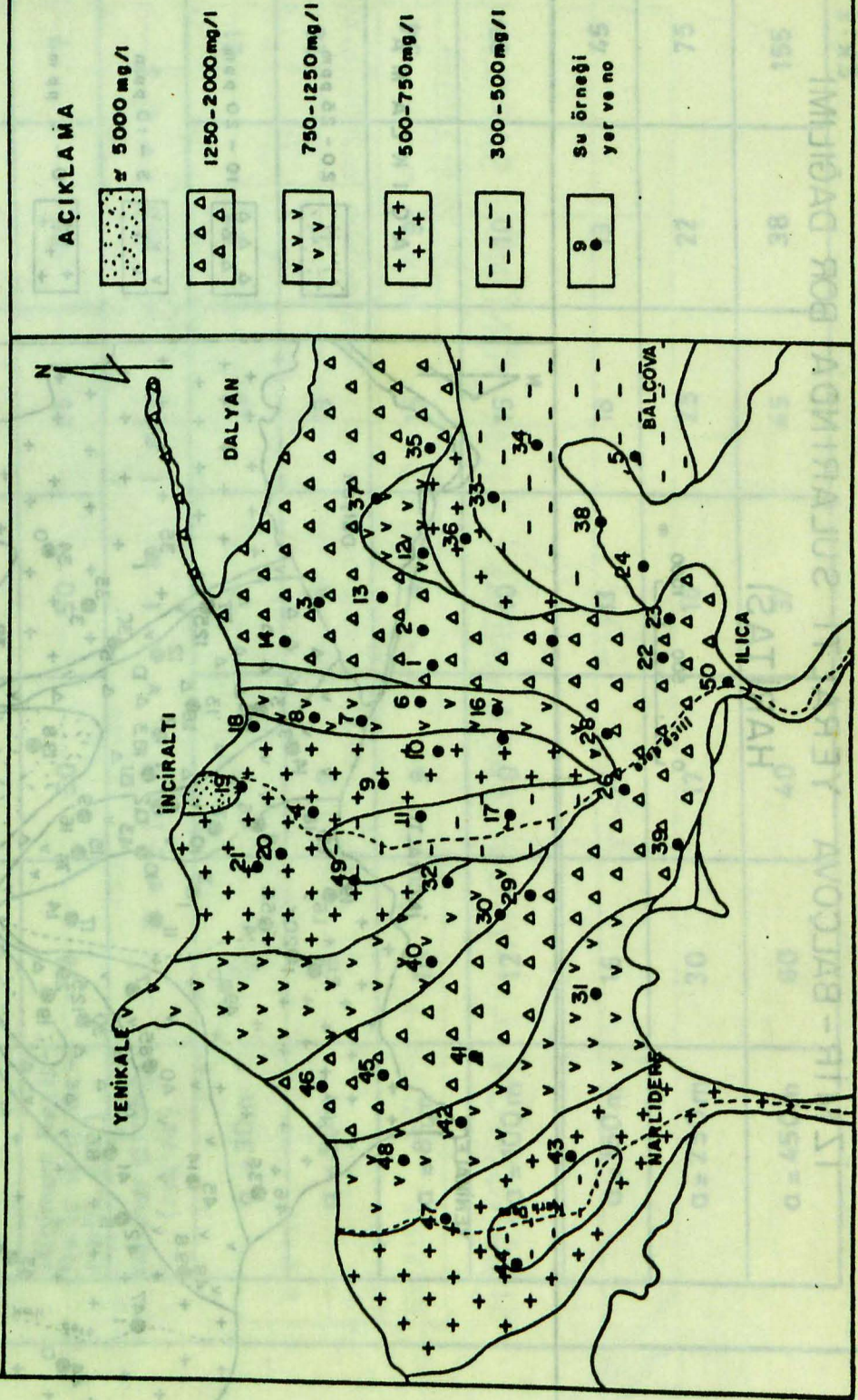
KLORURLU ve SODYUMLU SULAR
IV Groupe: Eaux chlorurées-sodiques



SU ÖRNEĞİ YER ve NO:

İZMİR - BALÇOVA YERALTI SULARINDA TOPLAM TUZLULUĞUN DEĞİŞİM HARİTASI

0 500 1000m.



REZİSTİVİTENİN DERİNLİĞE GÖRE DEĞİŞİM TABLOSU

Dr:Erman ŞAMİLGİL

Elektrik son- dajı no	S.E.135	S.E.125	S.E.104	S.E.109	S.E.111	S.E.145
Sıcaklık (°C)	35	35	28	30	31	45
Minimum Rezis- tivite için de- rinlik. (m)	50	50	50	85	85	?
Wenner aralığı (metre)	R e z i s t i v i t e (o h m - m e t r e)					
a = 30m	13	16	13	29	27	21
a = 50m	8	9	8	18	11	26
a = 85m	10	9	9	15	9	34
a = 100m	12	10	10	15	10	37
a = 150m	16	13	13	18	13	45
a = 250m	30	17	16	25	22	75
a = 450m	60	40	37	45	38	155

EK:6

SICAKSUYUN ALÜVYON TABANINDAKİ AKIM YÖNÜNÜN SAPTANMASI

Dr: Erman ŞAMİLGİL

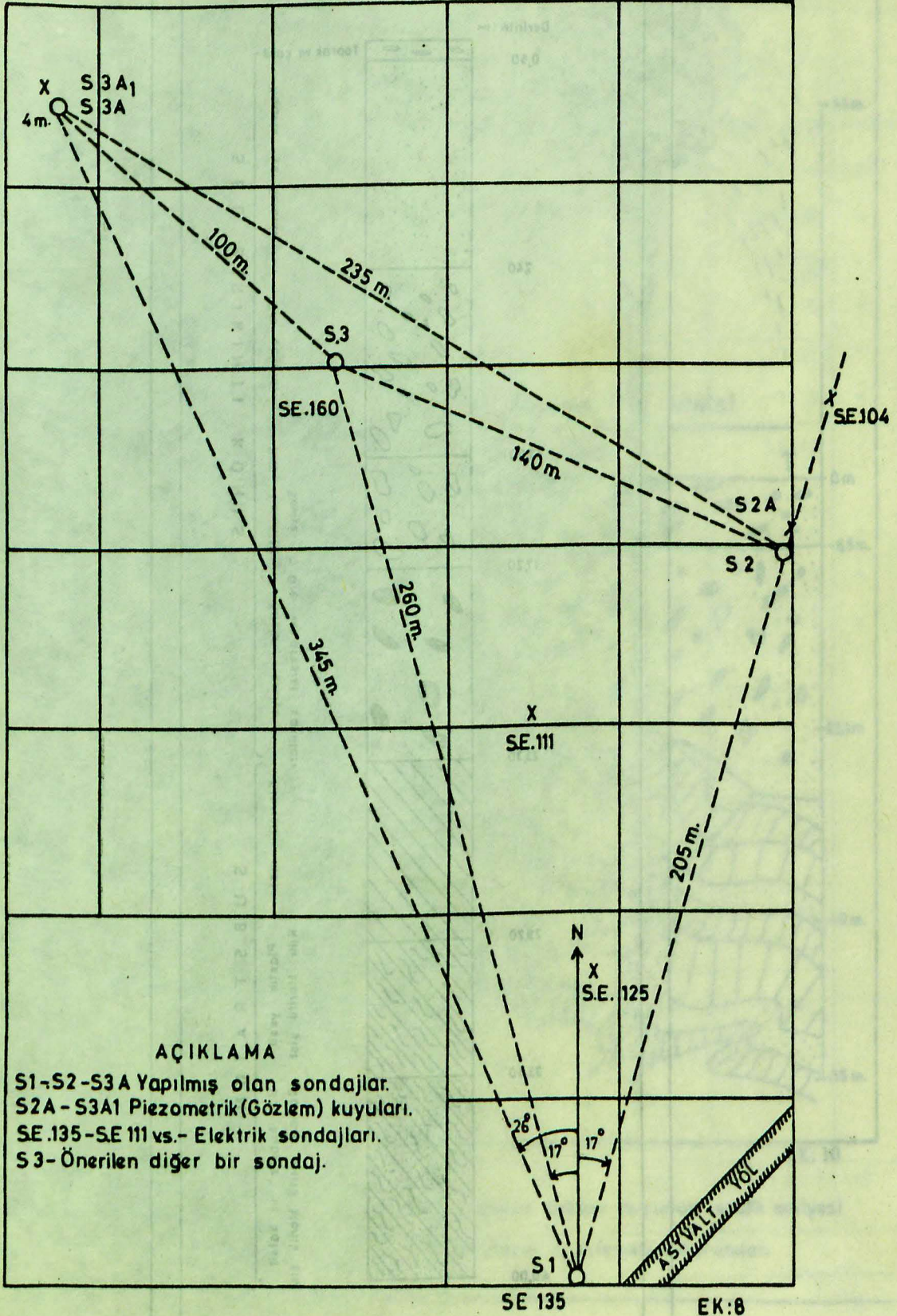
Elektrik sondajı no	Sıcaklık (°C)	Derinlik (m)	R e z i s t i v i t e " o h m - m e t r e "						
			a=30 m.	a=50 m.	a=85 m.	a=100m.	a=150m.	a=250m.	a=450m.
S.E. 125	35	50	16	9	9	10	13	17	40
S.E. 111	31	85	27	11	9	10	13	22	38
S.E. 106	28	100	30	11	10	10	12	20	34

EK:7

BALÇOVA SONDAJ LOKASYONLARI

Ölçek:1/1250

Dr:Erman Şamilgil



BALÇOVA S.1 NOLU SONDAJİ LOGU

Ölçek: 1/100

Dr: Erman Şamılgil

Derinlik: m

0,50

Toprak ve çakıl

Kuartz ve limonit

7,40

Gre çakılları

13,50

Kil, limonitli
Seviye

17,20

Kilaz seviye
Gre ve greşist çakılları

23,30

Kloritli şist

29,20

Plastik yeşil
Kil kloritli şist

33,50

Bol kuartz ve kalsit
Damarcı piritli kloritli şist

40,00

SEL BİRİKİNTİ KONISI

SUBSTRATUM

BALÇOVA-S1 SONDAJINDA DERİNLİKLE SICAKLIK, DEBİ VE STATİK SEVİYE İLİŞKİLERİ

Dr: Erman SAMİLGİL

Tarih	Sondaj derinliği(m)	Statik seviye(m)	Debi m ³ /saniye	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)
17/6/1963	33,50	- 4.90	-	31.50	119.1
18/6	40.00	- 3.50	-	32.00	122.0
19/6/	40.00	- 3.57	-	30.00 34.00 38.00	177.0 117.0 122.7
20/6/	40 00	- 3 50	-	27.00 32.00 38 00	117.7 120.7 123.7
21/6/	40.00	- 3.47 + 7.00	- 30	38.00 0.00	124.00 100.00
22/6/	40.00	+ 5.00 +15.00	30 30	0.00 0.00	100.00 100.00
23/6/	40.00	+ 5.00 +15.00 + 5.00	24 30 30	0.00 0.00 0.00	99.0 99.0 99.0
24/6/	40.00	+ 5.00 + 5.00 -20.00 -35.00	30 18 70 100	0,00 0,00 0,00 0,00	99,0 99,0 80,0 80,0
25/6/	40.00	-30.00	70	0.00	80.0
26/6/	40.00	-30 --	70 40	0.00 0.00	80.0 99.0
27/6/	40.00	--	25	0.00	99.0
28/6/	40.00	--	16	0.00	99.0
6/7/	4000	0	0	--	--

EK :11

BALÇOVA , KAYNAK VE SONDAJ SULARI ANALİZLERİ

Dr. Erman Şamilgil

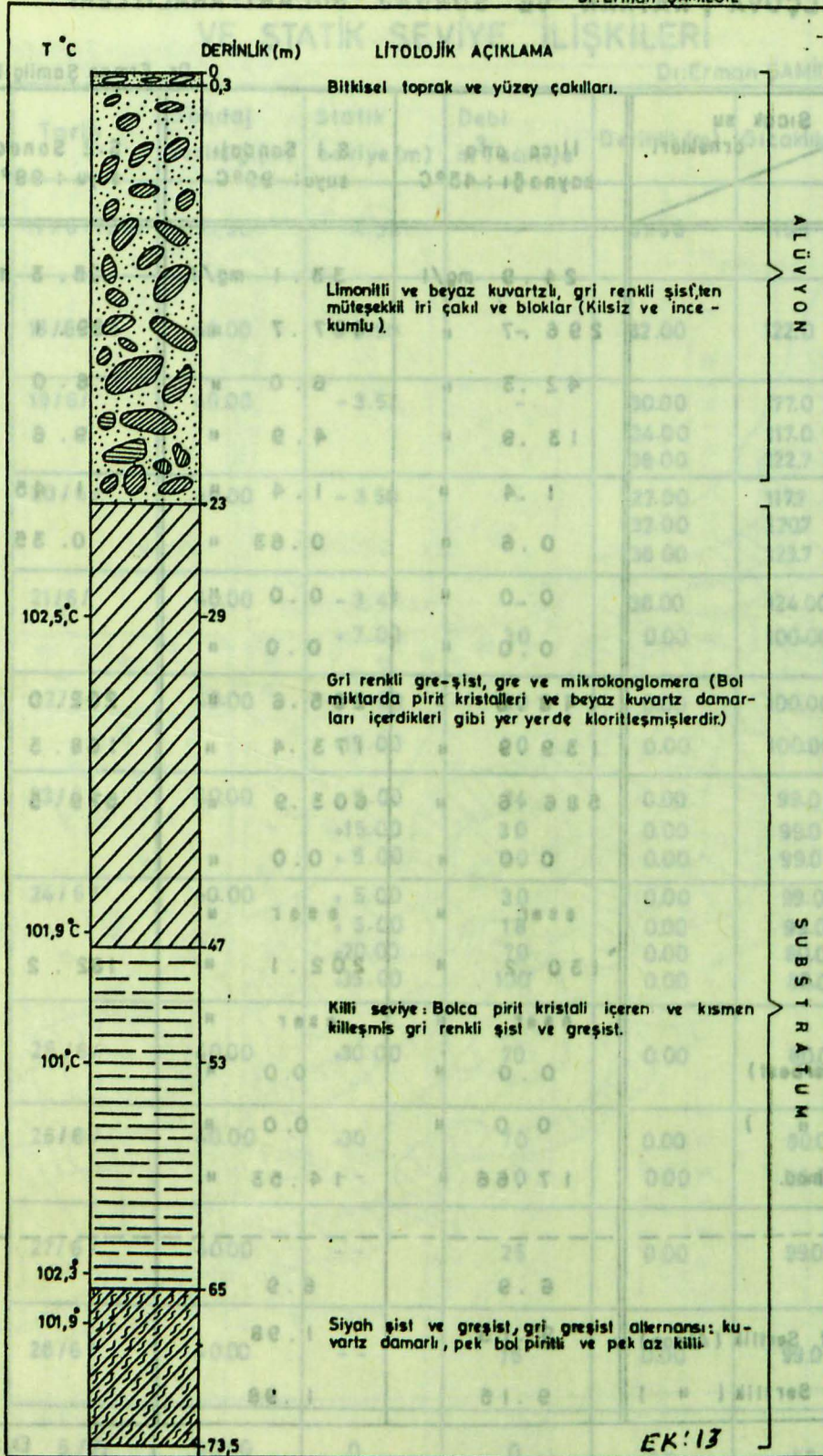
Yapılan Analizler	Sıcak su örnekleri	Ilıca ana kaynağı : 45°C	S.1 Sondajı suyu : 99°C	S.2 Sondajı suyu : 99°C
K		24.9 mg/l	33.1 mg/l	25.3 mg/l
Na		296.7 "	407.7 "	389.1 "
Ca		42.3 "	6.0 "	8.0 "
Mg		13.9 "	4.9 "	9.6 "
Fe		1.4 "	1.4 "	1.45 "
Al		0.6 "	0.63 "	0.35 "
Mn		0.0 "	0.0 "	
Li		0.0 "	0.0 "	
Cl		148.8 "	205.6 "	202.0 "
SO ₄		139.9 "	173.4 "	168.5 "
HCO ₃		586.6 "	603.9 "	579.5 "
NO ₃		0.0 "	0.0 "	
HPO ₄		eser "	eser "	
H ₂ SiO ₃		130.2 "	202.1 "	162.2 "
B		eser "	eser "	
H ₂ S (Serbest)		0.0 "	0.0 "	
CO ₂ (")		0.0 "	0.0 "	
Organik mad.		17.66 "	14.53 "	
PH		6.9	6.9	
Karbonat Sertlik (Alman)		9.15	1.98	
Toplam Sertlik (")		9.15	1.98	

Ek : 12

BALÇOVA S2 SONDAJI LOGU

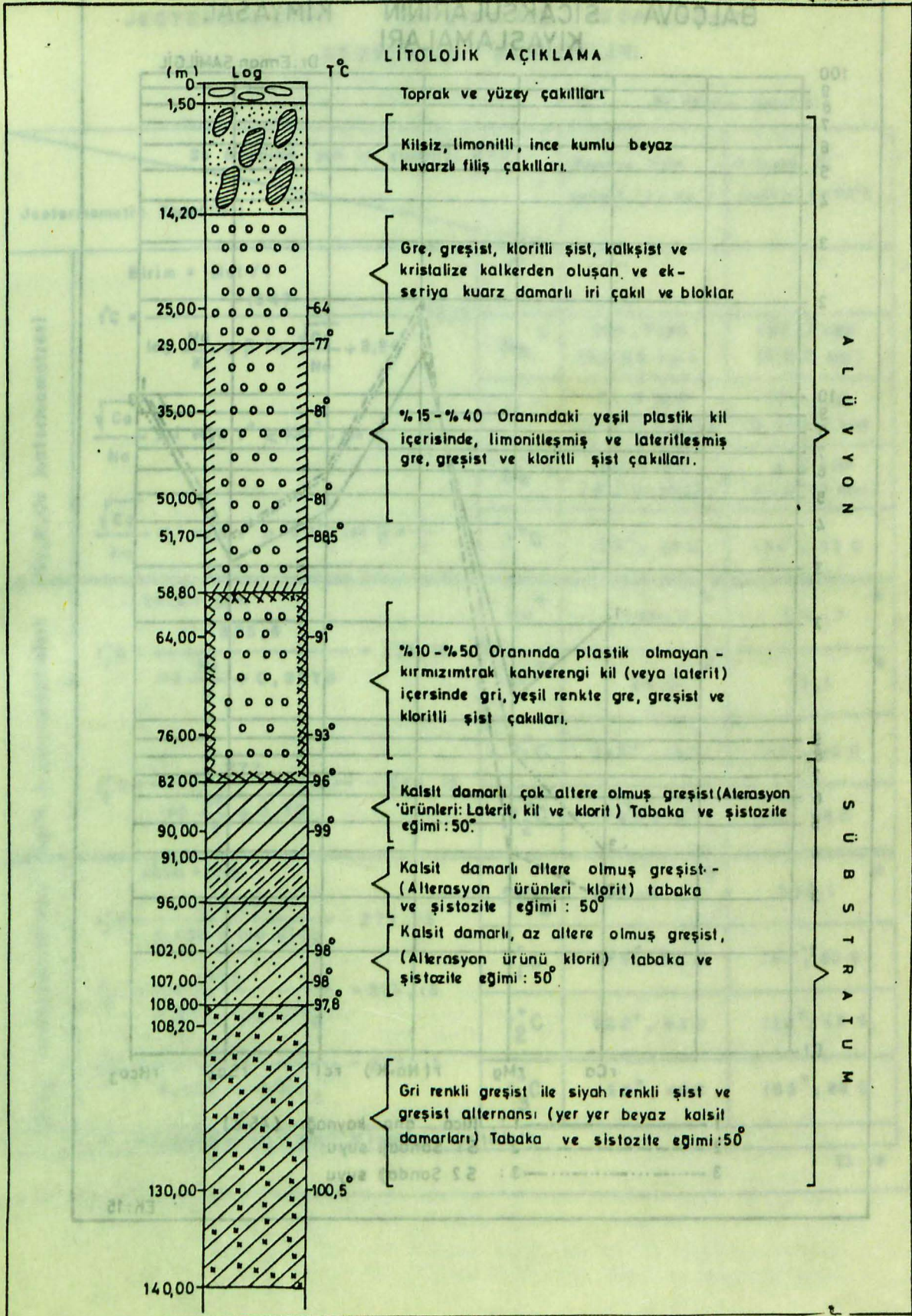
Ölçek: 1/200

Dr: Erman ŞAMİLGİL



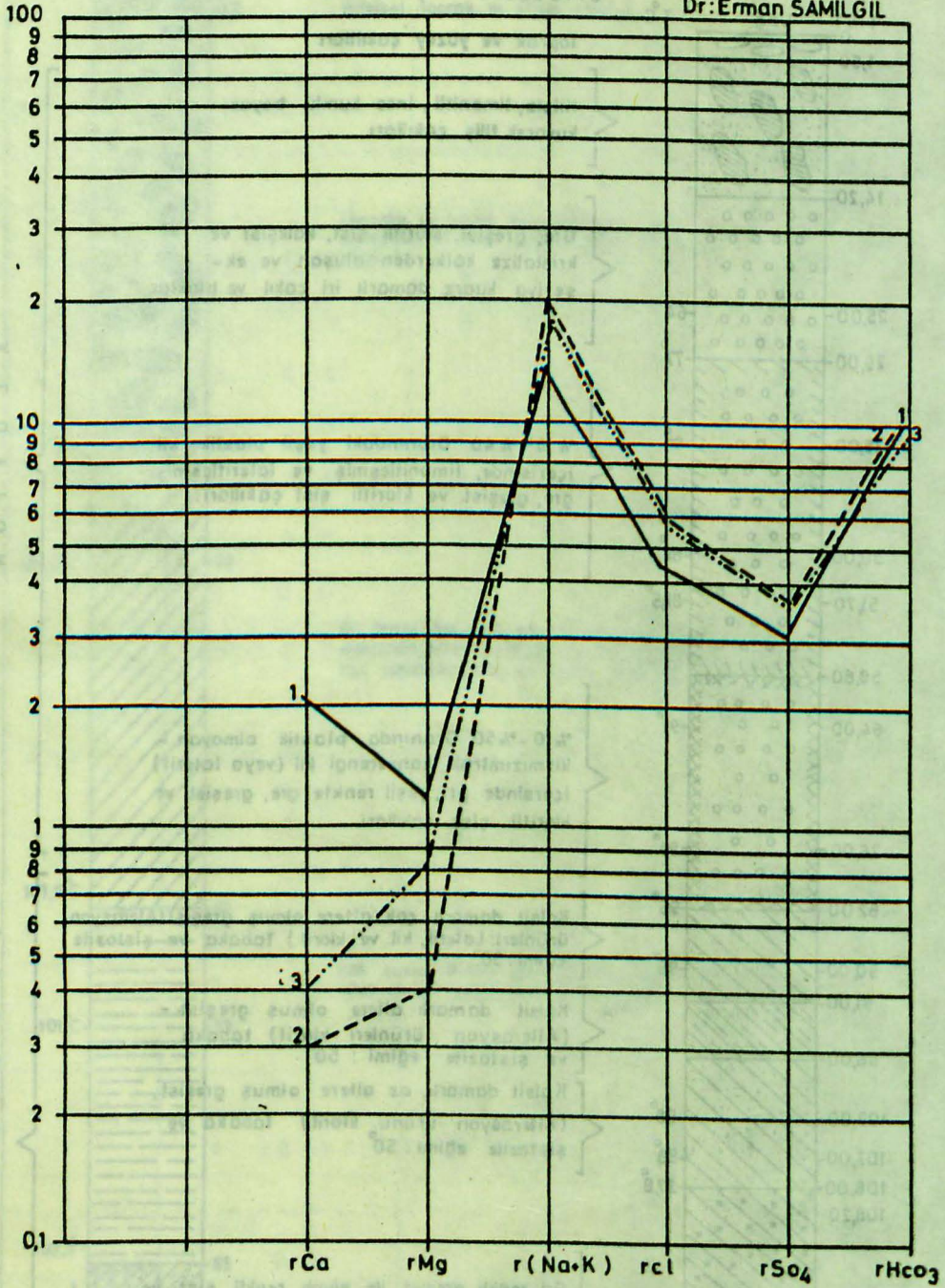
BALÇOVA - S.3A SONDAJI LOGU

Dr : Erman ŞAMİLGİL



BALÇOVA SICAKSULARININ KİMYASAL KİYASLAMALARI

Dr: Erman SAMİLGİL



- 1 ————— 1 : Ilica ana kaynağı (45°C)
 2 - - - - - 2 : S1 Sondajı suyu
 3 3 : S2 Sondajı suyu

EK: 15

**JEOTERMOMETRİK YÖNTEMLERLE HESAPLANAN
REZERVUAR SICAKLIKLARI**

Dr. Erman Şamilgil

Su örneğinin yeri ve sıcaklığı (°C)		Balçova Ilıca kaynağı: t = 45°C	Balçova S ₁ sondajı: t = 99°C
Jeotermometre Formülleri			
Na, K, Ca jeotermometresi	Birim = Mol / l	*	
	$t^{\circ}\text{C} = \frac{1647}{\log \frac{\text{Na}}{\text{K}} + \beta \log \frac{\sqrt{\text{Ca}}}{\text{Na}} + 2,24} - 273,15$	Na ⁺	296,7 ppm (0,0129 mol)
	$\frac{\sqrt{\text{Ca}}}{\text{Na}} > 1 \text{ veya } t^{\circ} < 100^{\circ}\text{C} \text{ ise } \beta = \frac{4}{3}$	K ⁺	24,9 ppm (0,00064 mol)
	$\frac{\sqrt{\text{Ca}}}{\text{Na}} < 1 \text{ veya } t^{\circ} > 100^{\circ}\text{C} \text{ ise } \beta = \frac{1}{3}$	Ca ⁺⁺	42,3 ppm (0,0011 mol)
		t [°] C	129°, 44 C
Na/K jeotermometreleri	Birim = ppm	Na ⁺	296,7 *
	$t_1^{\circ}\text{C} = \frac{855,6}{\log \frac{\text{Na}}{\text{K}} + 0,8573} - 273,15$	K ⁺	24,9 *
	$t_2^{\circ}\text{C} = \frac{777}{\log \frac{\text{Na}}{\text{K}} + 0,70} - 273,15$	t ₁ [°] C	169°, 18 C
		t ₂ [°] C	164°, 10 C
SiO ₂ jeotermometreleri	Birim = ppm	SiO ₂	130,2 *
	$t_1^{\circ}\text{C} = \frac{1533,5}{5,768 - \log \text{SiO}_2} - 273,15$	t ₁ [°] C	146°, 64 C
	$t_2^{\circ}\text{C} = \frac{1315}{5,205 - \log \text{SiO}_2} - 273,15$	t ₂ [°] C	152°, 42 C
	$t_3^{\circ}\text{C} = \frac{1015,1}{4,655 - \log \text{SiO}_2} - 273,15$	t ₃ [°] C	126°, 49 C
* Konsantrasyonlar (ppm) birimiyle verilmiştir.			

Ek: 16

JEOTERMİK YÖNTEMLERLE NERARLANAN REZERVUAR SICAKLIKLARI

No	C	S	K	H	Jeotermik Yöntemlerle Nerarlanabilir	
					Yeraltı Sıcaklığı (°C)	Yeraltı Su Sıcaklığı (°C)
1	180°	40 C	100	100	180°	40 C
2	180°	40 C	100	100	180°	40 C
3	180°	40 C	100	100	180°	40 C
4	180°	40 C	100	100	180°	40 C
5	180°	40 C	100	100	180°	40 C
6	180°	40 C	100	100	180°	40 C
7	180°	40 C	100	100	180°	40 C
8	180°	40 C	100	100	180°	40 C
9	180°	40 C	100	100	180°	40 C
10	180°	40 C	100	100	180°	40 C

1/100

Yeraltı Su Sıcaklığı (°C) = 100 + 0,017 H

Jeotermik Yöntemlerle Nerarlanabilir

Jeotermik Yöntemlerle Nerarlanabilir

Jeotermik Yöntemlerle Nerarlanabilir