

HİSARALAN (BATI ANADOLU) ILICALARI BÖLGESİNDE YAPILAN JEOLJİK VE HİDROLOJİK ETÜDLER

Ch. J. HÂFELİ

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

G İ R İ Ő

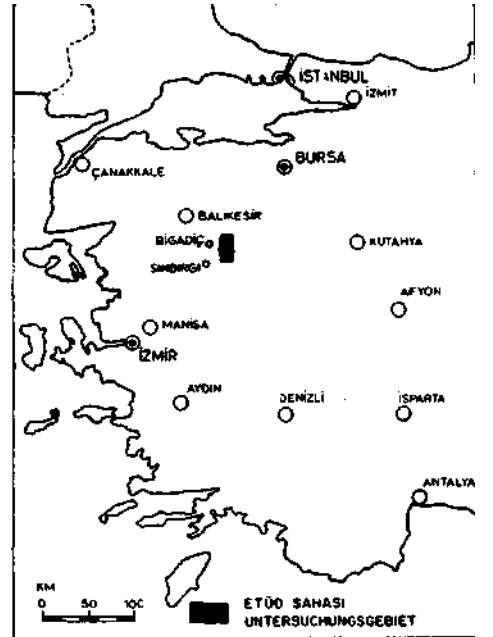
Bigadiç ve Sındırgı doğusunda (Balıkesir'in güneydoğusu) yaklaşık olarak 300 kilometre karelik bir alanı kapsıyan çevrenin etüdü ile birleşik olarak, Hisarköy ve Hisaralan ılıcaları dolaylarındaki jeolojik durum da incelenmiştir (Şek. 1). Bu arada özellikle, sözü geçen ılıcaların termik enerjisinin ekonomik alanda yararlı bir duruma getirilmesi sorununun aydınlatılması da ele alınmıştır. Bu inceleme sırasında, Hisaralan termal kaynaklarının, Anadolu'nun en sıcak ve en verimli kaynaklarından oldukları görülmüştür. Hisaralan termal kaynaklarının jeolojik ve hidrolojik etüdlerinden çıkan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

JEOLJİK DURUM

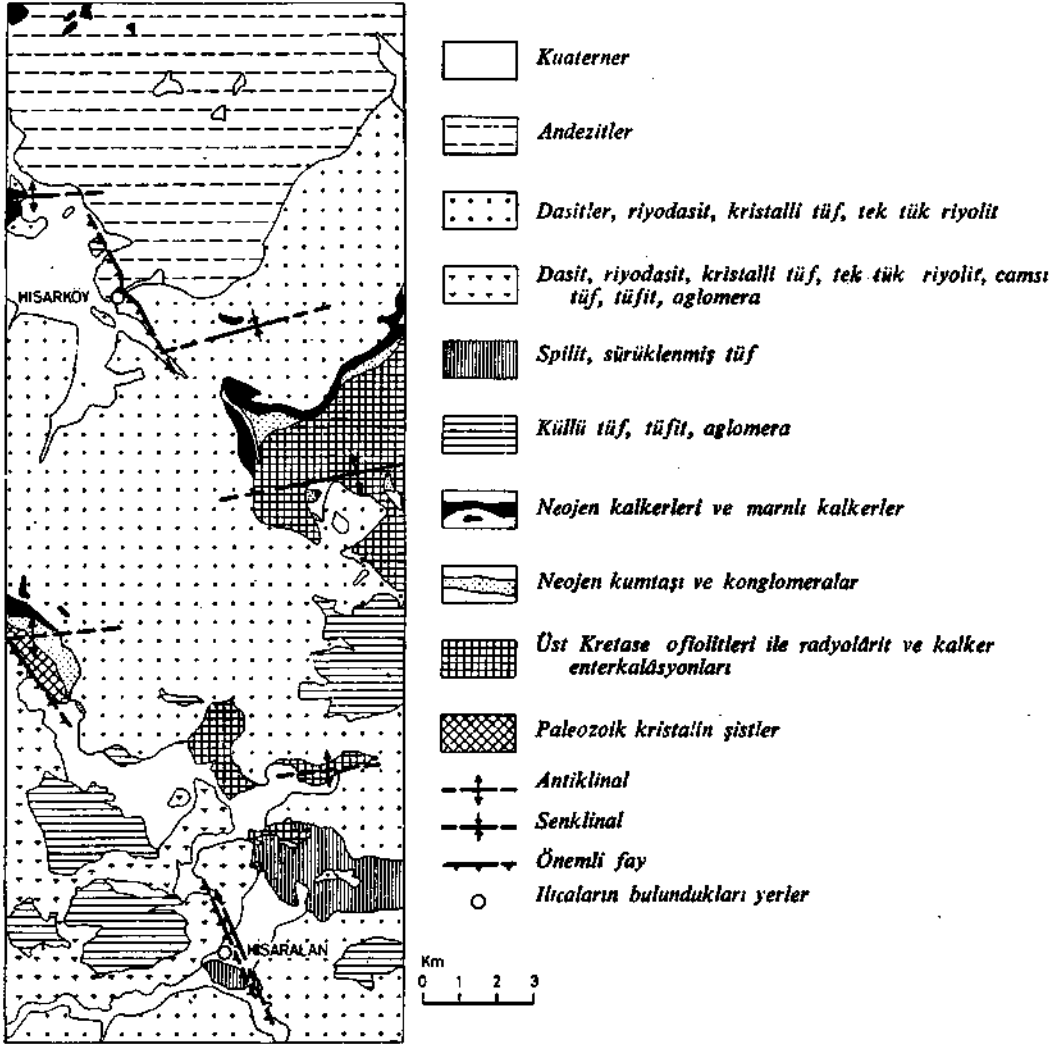
Şekil 2 de, sürekli olarak dağlık durumda bulunan etüd alanının jeolojik yapısı gösterilmiştir. Yüzeyin % 75 inden fazlası volkanitlerden meydana gelmiştir. ENE-WSW doğrultulu antiklinaller üzerindeki erozyon, kısmen Neojene mensup sedimanlar veya Üst Kretase ofiolitlerine, kalker ve radyolâritlere kadar ilerlemiş, yani magmatik kayaların tabanını teşkil eden noktaya kadar sızmıştır. Volkanitler içinde tek tük küçük kalker enterkalasyonları da görülmektedir. Kuzeydeki andezitler bir yana bırakıldığında, volkanik kayalar bir stratovolkanın çökme ürünlerini teşkil etmektedir. Bu volkanın merkezi ile magmanın akış doğrultusu belli değildir.

NEOJENDEKİ JEOLJİK OLUŐUM

Neojendeki kıvrılma süresince dışarı atılmış olan çok büyük miktardaki volkanitler, daha önceki ve Paleozoikten Neojene kadar sürmüş olan erozyon yüzeyini tamamen düzletmişlerdir. Entermedyer ilâ bazik diyebileceğimiz bu final magmatizma, volkanik seri içindeki az kalın ve lâküstr kalkerlerden anlaşılmaktadır.

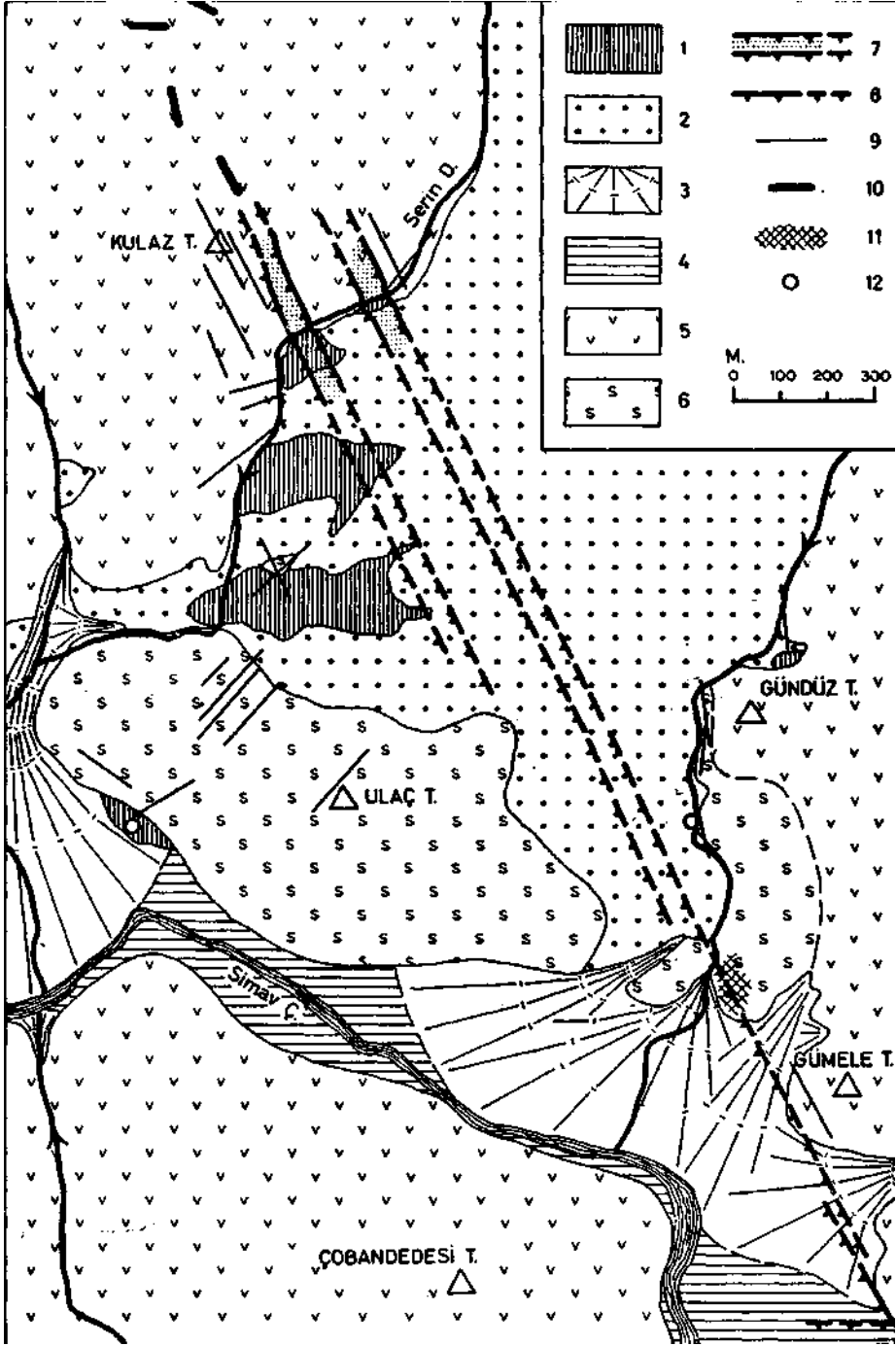


Şek. 1 - Etüd alanının durumu.



Şek. 2 - Etüd alanının jeolojisi.

Bütün fay ve kayma hamişlerinin ve aynı zamanda metrelerce kalınlık gösteren cam ve kuars damarlarının ölçülerek haritaya alınması sonucunda, jeolojik oluşumun incelenmesi mümkün olabilmıştır, ölçü değerleri doğrultu diyagramları (gülleri) halinde tesbit olunmuştur (Şek. 4). (ölçülen damarların miktarı yalnız 19, ve hamişler 23 ten ibaret ise de, tercih olunan doğrultular açıkça belirlemektedir.) Yine açıkça belirlemekte olduğuna göre, damarlar, SE-NW doğrultulu har niş yığınları ile aynı yönü takibetmekte, ENE-WSW- doğrultusuna ise uymamaktadırlar. Volkanitlerin çökme durumlarına bakılırsa, kısmen magmatik kalıntı eriyiklerine yükselme yolu olarak yaramış olan SE-NVV doğrultulu faylar böylece ortaya çıkmıştır. Kalker enterkalâsyonları, bölgeyi Neojen sonralarında ESE-WNW yönlü bir kıvrılmaya zorlamışlar ve böylece ESE-WNW doğrultulu bir fay sistemi ile aynı zamanda eski SE-NVV yönlü fay sistemi reaksiyona geçmiştir. En genç postvolkanik görüntü, Hisarköy ile Hisaralan sıcak su kaynaklarıdır. Bu sıcak sular eski NE-SVV doğrultulu fay zonlarını yükseliş yolu olarak kullanmışlardır.



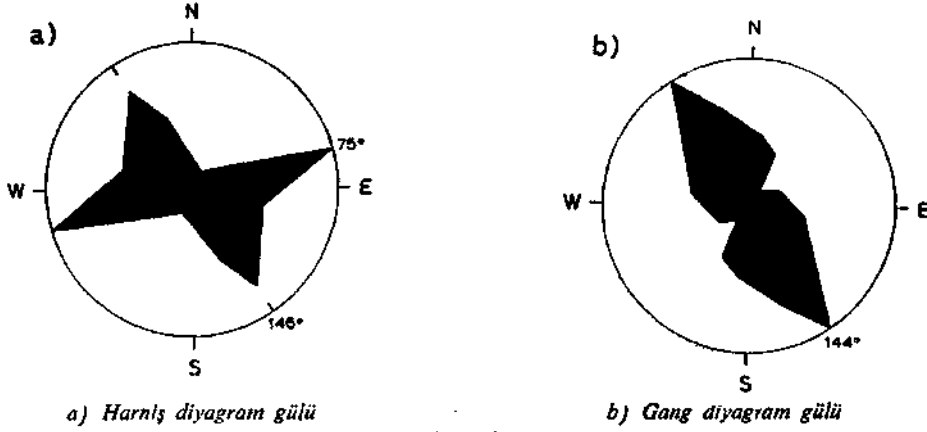
Şek. 3 - Hisaralan ılıcaları alanının jeolojik haritası.

1 - Traverten çökeltileri; 2 - Dere molozu ile karışık yamaç molozu; 3 - Dere molozu;
 4 - Simav moloz ve kumları; 5 - Dasit ve riyodasit; 6 - Spilitler; 7 - Fay zonu;
 8 - Fay; 9 - Çatlak yığımları; 10 - Cam damarları; 11 - Tektonik zorlanmış zon;
 12 - İzole sıcak su kaynakları.

HİSARALAN ILICA BÖLGESİNDEKİ JEOLJİK DURUM (Şek. 3)

Ilıca dolaylan dasit ve splitlerden müteşekkildir. Bu kayaçların Üst Kretase kayaçları üzerinde (daha ziyade ofiolitler) oturmakta oldukları muhtemeldir; nitekim, bunlar da sıcak su kaynaklarının yaklaşık olarak 3 km NNE sunda mostra vermektedirler. Kaynaklar, birkaçı müstesna olmak üzere, Serin derenin geniş molozlarından ve yamaç molozundan çıkmaktadırlar.

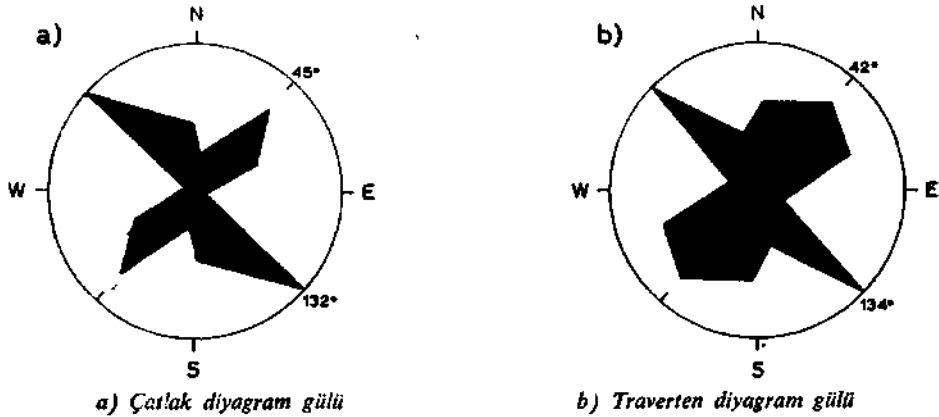
Kulaz tepe, Ulaş tepe ve Gündüz tepe çevresindeki dasitlerle splitler, masif kayaçlar olmakla beraber, çoğu yerlerde çatlaklar göstermektedirler.



Şek. 4

Çatlakların doğrultu yönleri ölçülerek bir rüzgâr gülü halinde tersim edildikten sonra görülmüştür ki, bu saha içinde NE-SVV (maksimum değer 45°) ve SE-NVV (maksimum değer 132°) yönünde iki açıkseçik çatlak yığını bulunmaktadır (Şek. 5).

Yaklaşık olarak paralel seyreden iki büyük fay zonu, Kulaz tepenin SE sundaki küçük Serin dere uçurumu içinde mostra vermektedir. Bu iki zonun doğrultusu 150° SE ve ortalama yatımı 70° dir (ekstrem değerler 60° ve 80°). Bunlar birbirlerinden yaklaşık olarak 120 m uzakta olup, disloke olmuş kayaç birliğinin kalınlığı her ikisinde de 50 m kadardır. Doğu fay zonu kuzeydoğuya doğru takibolunamamakta, batıdaki ise Kulaz



Şek. 5

tepenin doğusunda da, erozyonla açığa çıkmış ve asitli cam damarları ile kesilmiş fragmanlar ihtiva eden bir zon olarak tesbit olunabilmektedir. Serin dere uçurumu içinde ise, fay zonu içinde bulunan çevre kayaçlarında cam damarları ve silisleşmeler göze çarpmaktadır. Çatlak ve kırılma yüzeyleri yüksek nispette limonitleşmiş olup, her tarafta ve özellikle batı fay zonunda cam şeritleri zuhur etmektedir. Bu önemli fayların SE devamı, Barutlutaş tepenin güneydoğusunda 2.5 km kadar (Gümele tepenin SE su) çok güzel kayma hamışleri şeklinde yatay olarak takibolunabilmektedir. Serin dere ile Barutlutaş tepe arasında bir bağlantı halkası olarak Gümele tepenin kuzeybatısında faylanmış ve çatlamış bir kayaç birliği görülmektedir.

TRAVERTEN TEŞEKKÜLLERİ

1965 yılı yazında tüm olarak 206 sıcak su kaynağı ortaya çıkmıştır. Bunlardan 194 kaynak Ulaş tepe ile Kulaz tepe arasındadır. Bu sahaya, yazımızda bundan böyle, buradaki hamamlardan ötürü Hamam bölgesi diyeceğiz, İçinden on kaynak fışkıran küçük bir kaynak sahası da, Gündüz tepe yakınlarında tesbit olunmuştur. Naciutsal kaynağı denilen izole bir kaynak da Ulaş tepenin güneydoğu eteğindedir. İkinci bir izole sıcak su kaynağı Gündüz tepe ile Gümele tepenin batı eteğinden çıkmaktadır ki, ona da Gümele kaynağı dedik.

Sıcaksu kaynakları bölgesindeki tektonik durumu aydınlatılabilmek amacıyla, Hamamlar çevresinin geniş traverten çökeltileri 1:1000 ölçeğinde haritalanmış ve ölçülmüştür.

Esas itibariyle şu dört traverten çökeltisi ayırt edilmiştir:

- a) Topografyaya uygun sathi traverten yayılması: traverten terasları.
- b) Traverten koni ve kuleleri.
- c) Traverten duvarları.
- d) Bir su çağlıyanı gibi, arazi çıkıntıları üzerine çökelmiş olan traverten setleri.

Bu dört değişik ana formun oluşumu, rölyef ve su basıncına bağlıdır. Düşük basınçta, topografyaya göre traverten terasları veya traverten setleri teşekkül eder. Yüksek su basıncında ise traverten konileri ve traverten duvarları meydana gelir. Bunların teşekkülü ancak çok sayıda kaynakların bir hizada bulunmaları, veya bir tek kaynağın çıkış deliğinin kalker çökmesiyle tıkanması yüzünden doğrultu üzerinde yerinden kaymış olması ile mümkündür. Bu arada sıralanma ve kayma yönleri, sıcak suya yükselme yolu olan bir çatlak veya fayın mevcudiyetine göre belirir.

Traverten duvarları ile bir sırada tertiplenmiş fosil çıkış deliklerinin ölçülmesi şu sonucu vermiştir (Şek. 5): NE-SVV (maksimum değer 44°) ve SE-NVV (maksimum değer 134°) yönlerinde olmak üzere iki belirli küme vardır. Traverten diyagram gülü ile çatlak gülünü karşılaştıracak olursak (Şek. 5), metrelerce kalınlık gösteren yamaç molozu örtüsüne rağmen, tam bir uygunluk göze çarpar. (Yalnız 22 çatlak ölçüsü ve 28 traverten ölçüsü alınmış olmakla beraber, doğrultular açıkça görülmektedir.) Traverten çökeltileri subasmandaki tektonik hareketleri açıkça yansıtmaktadır.

CaCO₃ ayrışımı CO₂ nin basınçtan boşalması sonucunda kaçmakta, yani sıcak su yüzeye çıkar çıkmaz bu durum meydana gelmektedir. Burada muteber olan sağa yönelmiş şu Redox sistemidir:



Tesbit olunan karbonat çökmesi ayda 2 milimetreyi bulmaktadır. Bundan da anlaşılacağı gibi, kaynak ağzları çok çabuk tıkanabilmektedir. Hakikaten de bir kaynağın birkaç metre karelik bir sahayı kapsadığı ve yıllar boyunca travertenleşme nispetine göre başka yerlerden tekrar ortaya çıktığı vâkidir. Çıkış deliklerinin bu periyodik değişimi traverten çökeltilerinin tabakalar haline gelmesine sebep olmaktadır. Buna karşılık su basıncı yüksek olursa, çıkış deliğinde karbonat teşekkül edemez ve sıcak su kaynağı aynı noktada kalarak, 5 metre yüksekliği bulan traverten kuleleri teşekkül eder.

Metal oksit ve metal sülfidlerle (ekseriya demir veya mangan) ilkin beyaz renkte olan karbonat ekseriya kararır, kızarır veya sararır. Bu arada adı geçen ağır metal bileşimlerinin eser halinde olmaları bile, esaslı bir renk değiştirmeye yeter.

VERİM VE ISI

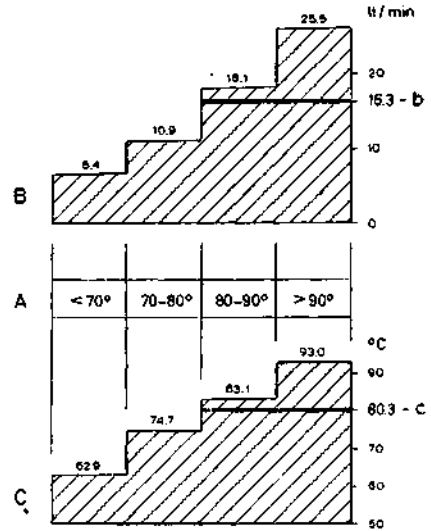
Adı geçen 206 kaynağın tüm akıntı miktarı dakikada 3430 litredir, yani saniyede yaklaşık olarak 57 litreyi bulur.

Sıcak su kaynaklarının ısı derecesi ise 48-98°C arasında değişmektedir. Ortalama ısı derecesi 82.2°C dir. Ortalama karışım ısı ise 83.7°C ye erişir ki, bu ısı, daha sıcak kaynaklar daha çok su ihtiva ettiklerinde daha yüksektir.

Şekil 6 dan da görüleceği gibi, ısı ve akıntı miktarı karşılıklı orantı halindedir, yani fazla verimli olan kaynaklar genellikle daha yüksek ısı derecesi göstermektedirler.

Hisaralan kaynaklarındaki kanuniyet şu durumdan ileri gelmektedir : Su, yüzeye çıkış yolunda mevcut kayacı terkettikten sonra, metrelerce kalınlıkta gevrek kayalardan geçmek ve ondan sonra yüzeyi bulmak zorundadır. Alüvyonlar içinden ve en kısa yoldan yüzeyi bulamazsa, dallanma kalınlığı artar ve gevrek kayalarda kolayca soğuyan ve nispeten «soğuk» küçük kaynaklar halinde yüzeyi bulan küçük su damarları teşekkül eder. Sıcak su, mümkün olduğu kadar kısa bir yol üzerinde Kuaterner sedimanlardan geçerse, soğuma ve dallanma imkânları azalır.

Kaynakların çıktıkları fay hatlarının ve çatlakların seyrinin, buna göre çok sıcak kaynaklar tarafından belli edilmeleri gerekir. Filhakika, Hamam bölgesindeki 90 derecelik kaynak izotermi NE-SW yönünde bir uzanış göstermektedir. Bu izoterm, böylece çatlak ve traverten diyagram gülleri bakımından tersim olunan maksimuma (Şek. 5) uygundur.



Şek. 6 - Sıcak su kaynaklarının verimleri ve ısı dereceleri arasındaki ilişki (ısı gruplarına göre).

A - Isı grupları; B - Dakikada litre olarak verim; C - C° olarak ısı; b - Ortalama verim, c - Ortalama ısı derecesi (bütün kaynaklar için).

KİMYASAL DURUM

Hamam bölgesinin aşağısındaki sıcak su kaynaklarından alınan sular analize tabi tutulmuştur. Bu analizde tâyin olunan H1, H7, H36, H91, H110, H159 değerleri, tüm olarak büyük verim ve yüksek ısı gösteren kaynaklara aittir. Analizler M.T.A. Laboratuvarlarında yapılmıştır :

	<i>H1</i>	<i>H7</i>	<i>H36</i>	<i>H91</i>	<i>H110</i>	<i>H159</i>
HCO ₃	579.5	573.4	582.5	567.3	579.5	591.7
SO ₄	108.6	107.3	110.1	104.6	107.9	107.8
Cl	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5
HPO ₄	1.2	1.0	0.9	0.9	0.85	0.8
Ca	45.7	46.3	42.6	45.4	43.5	44.6
Mg	12.9	12.4	12.7	11.9	12.3	11.7
Na	226.5	225.6	233.6	225.6	231.1	235.2
K	24.6	23.5	23.9	22.4	23.7	24.1
Fe	0.5	0.45	0.4	0.55	0.6	0.35
Al	2.6	2.7	2.3	2.4	2.9	2.3
H ₂ SiO ₃	88.4	89.2	90.1	88.6	88.8	86.2
NH ₄	eser	eser	eser	eser	eser	eser
NO ₃	—	—	—	—	—	—
pH _{20°C}	7.9	8.0	8.1	8.0	7.6	7.7

Serbest karbondioksit, biraz dikkatli olmak üzere ancak yerinde tâyin edilebileceğinden, burada dikkate alınmamıştır. Aynı sebepten kükürtlü hidrojen tenoru hakkında da bilgi yoktur.

Yukarıki bildirilere bakılırsa, kaynaklar alkaliktir. pH değerinin tetkiki, bütün kaynaklarda pH kâğıdı ile yapılan deneylerde 7-8 arasında değerler vermiştir. Bu duruma göre serbest karbondioksit tenoru oldukça düşüktür ve asitli kaynaklar zaten yoktur. Buna karşılık, kaynaklarda kuvvetlice bir kükürtlü hidrojen kokusu duyulmaktadır. Bu durum karşısında sıcak su kaynaklarının büyük çoğunluğu için, kükürtlü alkalik kaynak diyebiliriz.

Birbirini tutan kimyasal sonuçlara bakılırsa, homojen yapılı ve suyun eşdeğerli bir mineralizasyonunu gösteren kayaç zemininin mevcudiyeti kabul olunabilir.

SICAK SU KAYNAKLARININ MENŞEİ

Kimyasal analizler de göstermektedir ki, termal sular için birleşik bir çıkış yeri bulunmaktadır.

Hamam bölgesinde yüksek ısı en az üç merkez ayırtılabilir (> 90°C). Buna göre en azından aynı miktarda bağımsız geliş sisteminin mevcut bulunması gerekir, izole kaynakları ve Gündüz tepe kaynak alanını da buna katacak olursak, merkezleri altıya çıkarabiliriz. Çatlak ve traverten teşekküllerinde yapılan ölçülerin gösterdiğine bakılırsa, bu geliş yolları çatlak sistemleri ile temsil olunmaktadır. Serin dere mecrasında aynı zamanda sıcak su kaynaklarının bir çatlak sisteminden çıktıkları müşahede olunabilmektedir.

Tamamen soğumamış olan magma ocağına olan bağlantının, SE-NW yönlü paralel iki eski fay zonu tarafından meydana getirilmiş olması muhtemeldir, içlerindeki camsı intruzyonları bunun delili olarak kabul edebiliriz, öte yandan bu fay zonları Serin dere içinden sıcak su çıkarmaktadırlar. Hamam bölgesinin kuzeyinde çok sayıda zuhur eden ve metrelerce kalınlığa erişen cam damarları da, magmatik subasman ile bir bağlantının mevcudiyetine işaret etmektedirler. Bu bağlantının bir baca şeklinde mi olduğu, yoksa sadece derinlere erişen faylardan mı ibaret bulunduğu kestirilemez.

Sıcak su kaynaklarının hemen yalnız vadoz su ihtiva ettikleri ve Simav çayı vadisinden veya Sapdere ile Değirmen dereden su aldıkları, yani 20 kilometrelik bir çevre içindeki tek büyük su kaynağından beslendikleri muhtemeldir. Çatlak, fay ve kayma zonları üzerinden su, magmatik sıcaklık zonuna girmekte, henüz tamamen soğumamış olan magma ocağının verdiği gazlar, buharlaşan zemin suyu ile birlikte iki ana faydan yukarıya çıkmaktadırlar. Bunlar, görünürde, yüzeye yakın yerlerde geçirme güçlerini yitirdiklerinden, SE-NVV ve NE-SVV yönlerine uzanan çatlak sistemlerinden uçarak kondanse olmakta ve gevrek kayalardan kendilerine bir yol arıyarak sıcak su kaynağı halinde 200 den fazla noktada yeryüzüne çıkmaktadırlar.

Deniz seviyesinden 250-350 m yükseklikte bulunan kaynaklar, yukarıda da belirtildiği gibi, 98° C ye kadar ısı göstermektedirler. Kondansasyonun buna göre ancak gevrek kayaç içinde meydana gelmesi gerekir. Çatlak ve ana fayların sondajında >100 m derinliklerde sürşofe su buharının mevcudiyeti tahmin olunabilir. Bu saha içinde jeotermik derinlik kademesi usulü tatbik olunmadığından, ısı artışı ancak ampirik olarak küçük sondajlarla tesbit olunabilir.

Nesre verildiği tarih 12 Nisan, 1966

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- BISTRITSCHAN, K. (1957): Sakarya vilâyetindeki sıcak su ve maden suyu kaynakları. *M.T.A. Rap.* no. 2621 (yayınlanmamış), Ankara.
- CANİK, B. (1961): 1 : 100 000 ölçekli Akhisar 70/1 paftasının doğu kısmı ile Akhisar 70/2 paftası. *M.T.A. Rap.* no. 3465 (yayınlanmamış), Ankara.
- ÇAĞLAR, K. ö. (1947): Türkiye maden sulan ve kaplıcaları. *M.T.A. Yayınl.*, seri B, no. 11, Ankara.
- HÂFELI, Ch. (1966): Geologische Aufnahme der Kartenblätter J 20-b1 und J 20-b4 unter besonderer Berücksichtigung der Thermalquellen von Hisarköy und Hisaralan (Vilâyet Balıkesir). *M.T.A. Rap.* (yayınlanmamış), Ankara.
- 1 :500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası izmir Paftası. *M.T.A. Yayınl.*, Ankara.