

# Çiçeküağı-Mahmutlu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi

paki CANIK S.U. Yerbilimleri Bölümü, Konya.

ÖZ Çiçekdağı Mahmutlu köyünde üd farklı alanda» fay boyunca çıkan sıcak sular vardır. Büyük hama-  
mın debisi  $m$  l/sn, sıcaklığı  $64^{\circ}\text{O}$ » Baf datofiu kaynağının debisi 1,6 l/s, sıcaklığı  $10^{\circ}\text{C}$  tır\*

Farklı yıllarda yapılan tahlil sonuçlarına göre toplam erimiş madde miktarı  $31<2,00-4S8\$.S2$  mg/İ arasında  
değişmektedir.

Sıcak sular jeotermik gradyanla ısınmış vadoz sularla, ie kökenli  $Wmê$  elemanların etkisi ile kendine özgü  
niteliği kazanmış karışık kökenli sulardır\*

Büyük hamamın suyu "sodyumlu, kaMyumlu» klorürlü, sülfatlı, silis asidi ve  $\text{CO}$ , içeren radyoaktif sıcak  
sı\*\* olarak sınıflanabilir.

Sıcak kaynakların koruwna alanı içice üç kuşak olarak önerilmiştir.

Sıcak sulardan saflık kürlerinde yararlanma yanında, seraların ısıtılarak turfanda sebzeçilik yapılmasın.,  
da da yararlanılmalıdır.

ABSTRACT İ in Çiçekdağı Mahmutlu village there are thermal water springs in two different areas  
along with the fault line.

The yield of the Büyük hamam is 28 l/sn and its temperature is  $64^{\circ}\text{C}$ , The yield of Bağdacıflu spring is  
1.6 l/s its temperature is  $10^{\circ}\text{O}$ .

According to the analysis results applied in different years the quantity of melted material changes  
from 3102.06 mg/l to 439&S2 mg/l,

These are mixed originated waters; have gained their peculiar quality with the effects of some inner  
sourced components and with the effects of vadoses waters heated with geothermal gradients.

The water of the Büyük hamam is thermal water containing sodium, calcium, chloride, sulfate with  
silicic acid,  $\text{CO}^$  and radioactivity.

Protection area of thermal waters iş advised as three concentric stones.

In addition to their usage in cures thermal waters Must be used to keep the greenhouses warm to grow  
early vegetables.

## GİRİŞ

Mahmutlu sıcak su kaynaklarının hidrojeoloji incelemesi 1978\*1979 yıllarında MTA Enstitüsü ile işbirliği yapılarak gerçekleştirilmiştir\* İncelemede, sıcak suyun kökeni, fiziko kimyasal vasıfları, türlü yararlanma olanakları ve nin araştırılması ile kirlenmesinin önlenmesi amaçlanmıştır\*

Mahmutlu kaynakları dolayının yaklaşık 60 km<sup>2</sup> lik bir alanın jeoloji haritası almamda 1/25 000 ölçekli Kırşehir J32-b2 ve Yozgat J33-al topoğrafya haritalarından yararlanılmıştır\*

Bu araştırmayı yapma olanağını sağlayan MTA Enstitüsü yetkililerine, paleontoloji tanıtanlarını yapan E. Sirel, H. Gündüz, M. Erkan, A. İnal, Z. Atalay, T. Tekkaya, A. Güngör'e; petrografi tayinlerini yapan M. Yıldız ve su tahlillerinin yapımına emeği geçen elemanlara teşekkür ederim.

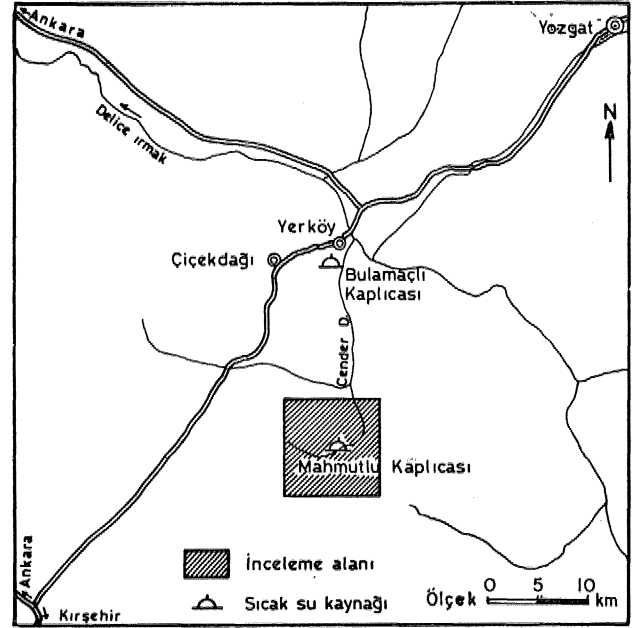
Arazi çalışmalarının kolaylaştırmak için yakın ilgilerimi esirgemeyen Mahmutlu köyü halkından H. Bağdatoğlu'na saygılarımı sunarım.

## ÖZET

Sıcak su kaynakları Çiçekdağı kaza Merkezinin 20 km güneyinde ve Mahmutlu köyünün 1.5 km kuzeybatısındadır (Şekil 1), Çiçekdağını Mahmutlu'ya bağlayan ham yol ancak yağışsız zamanlarda ulaşılabilir elverişlidir,

Çalışma alanında en düşük rakım kuzeyde 935 m ile Büyük hamam Özüdür, Güneye doğru artan yükselti Mahmutlu başında 1185 m., Aktaş mevkiinde 1200 m ye ulaşır\* Devamlı akarsu olan Hamam dere, Pöhrenk köyünden itibaren kuzeydoğuya, Mahmutlu'nun 2 km. kuzeyinden de kuzeye doğru akarak çalışma alanını dışına çıkar,

Çiçekdağı meteoroloji istasyonunun verilerine göre 1978 yılında ortalama yıllık toplam yağış 297\*9 mm, dir. 8 yıllık ortalama sıcaklık 12.1°ö yağış ise 308,4 m dir. Thornthwaite (1948) formülüne göre hazırlanan denişürmeli nem bilançosunda mart sonuna kadar su fazlalığı, hazirandan aralık ayına kadar da su noksanı vardır (Tablo I, Şekil 2). Çalışma alanı için belirlenen iklim formülü



Şekil 1: İnceleme alanının jeolojik haritası

$D_{2, B_2} V&$  tarzındadır, Burada D, nemlilik indisine göre yan kurak;  $B_2$  ikinci me^otermal iklimi;  $B_2$  yağış düzenine göre yasin çok kuvvetli su noksanım;  $b_2^3$ , sıcaklık rejimine göre 3, meotermale eşit sıcaklık yeterliliğinde bir iklimi belirler\*

## JEOLCWI

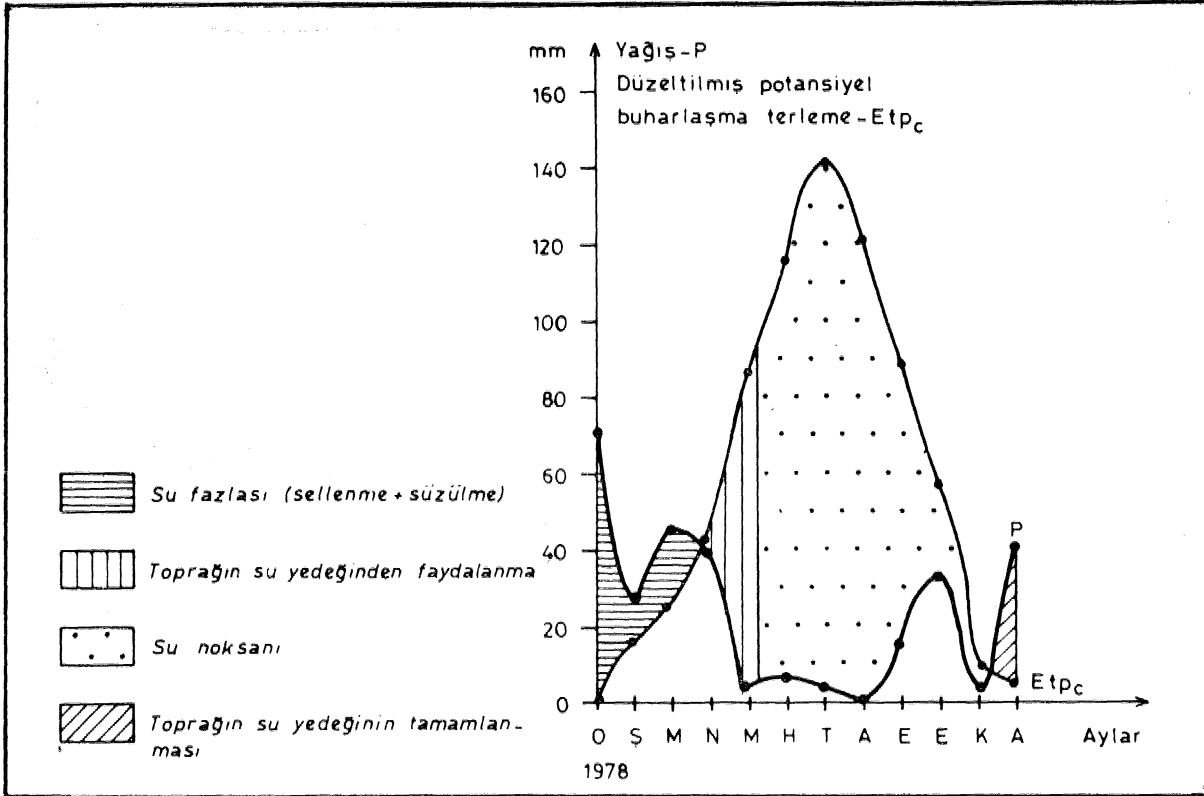
Çalışma alanı ve dolayında Arni (1936), Yerköy linyit sahasının jeoloji incelemesi, T. Ketin (1954) 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası alımı, K. Erguvan (1954) Kırşehir doğusundaki maden yatakları ve sıcak suların hidrojeolojisi, (X. Yenal ve diğerleri (1975) iç Anadolu'da sıcak su ve maden sularının kimya tahlillerini yapmışlardır.

### Steatit

İnceleme alanında Orta Eosen ve Pliyosen yaşlı tortullarla, Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyon bulunur\*

Orta Eosen (%) t En yaşlı mostrayı oluşturan bu birimde, altta mavimsi yeşilimsi taban marnı ( $e_2m$ ), ortada, kimi seviyeleri küli ve kumlu, sarımsı bej renkli kireçtaşı ( $e_2k$ ) ve üstte yeşilimsi marn, kumtaşı ve kil (egmj bulunur (Şekil 3).

Taban marnı Ta#11 tepe güneybatısında ve Pöhrenk kuzeydoğusunda mostradadır. Üstte

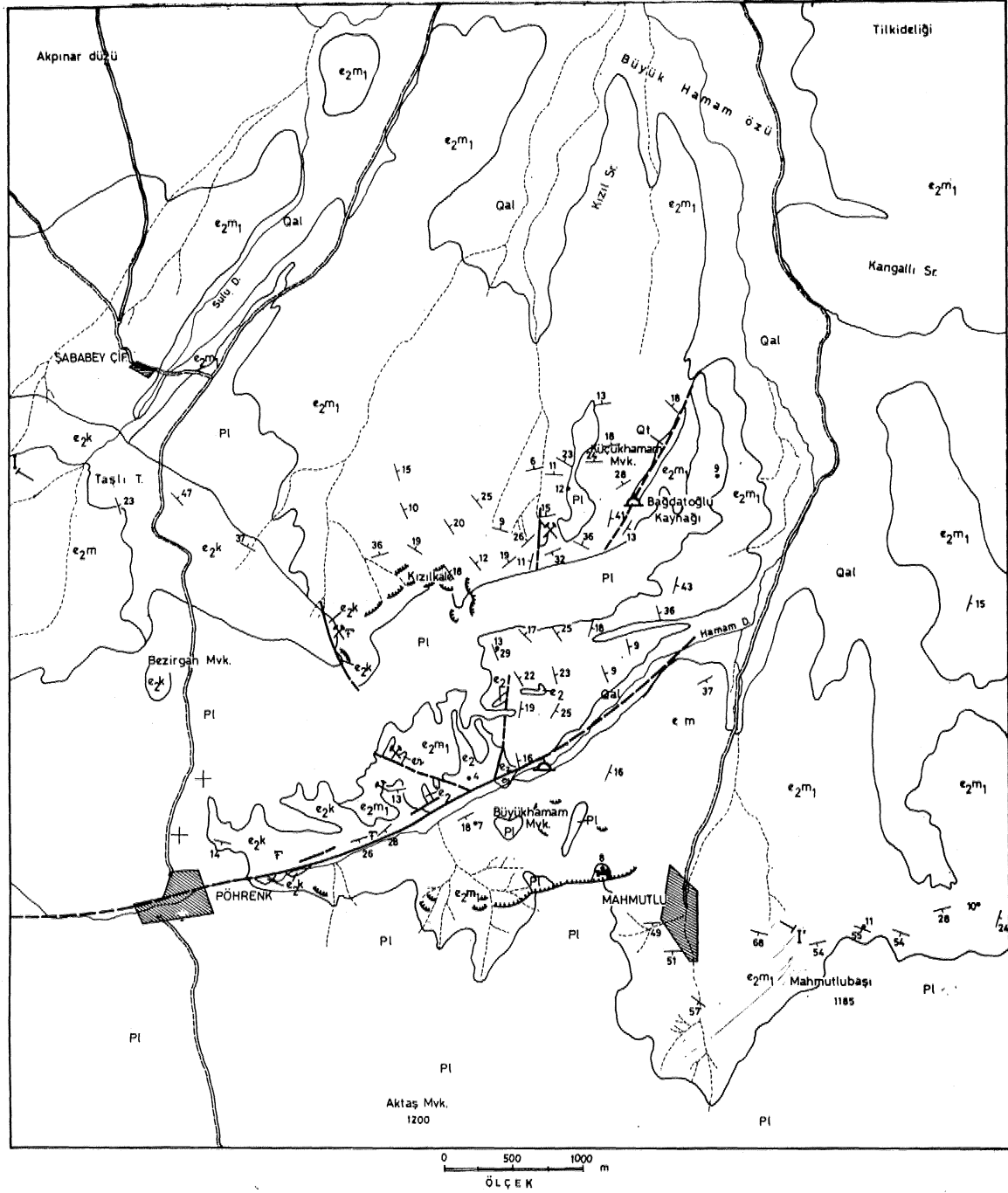


Şekil 2: Yağış ve Potansiyel Buharlaşma - Terlemenin Yıllık Değişim Grafı. (Toprağın su yedeği 100 mm. alınmıştır).

**ÇİÇEKDAĞI BÖLGESİNİN DENEŞTİRMELİ NEM BİLANÇOSU (Thornthwaite'e göre)**

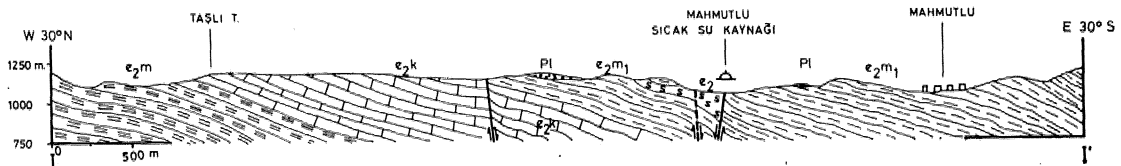
Aylar	1978												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık sıcaklık Ort -°C	0,6	6,4	7,5	10,5	16,5	20,2	23,4	21,6	18,9	14,4	4,4	3,1	12,3
Sıcaklık endisi	0,04	1,45	1,84	3,07	6,09	8,28	10,34	9,16	7,48	4,96	0,82	0,48	54,01
Potansiyel buharlaşma-Terleme: Etp <sub>pc</sub> mm.	0,8	20,0	25,0	39,0	71,5	93,7	114,2	102,5	85,7	59,5	12,2	7,6	631,7
Enlem düzeltme katsayısı	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	
Düzeltilmiş Et <sub>pc</sub> mm.	0,7	16,8	25,7	43,3	87,9	116,2	143,9	121,0	89,1	57,1	10,2	6,2	718,1
Yağış - mm.	72,3	26,2	46,1	40,2	3,5	6,5	4,7	0	17,1	35,4	3,5	42,3	297,9
Faydalı su yedeği mm.	100	100	100	96,9	12,5	0	0	0	0	0	0	36,1	
Gerçek buharlaşma-terleme: Etr mm.	0,7	16,8	25,7	43,3	87,9	19,0	4,7	0	17,1	35,4	3,6	6,2	260,4
Su fazlası (Sellenme + Süzülme) mm.	0	9,4	20,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,8
Su noksanı mm.	0	0	0	0	0	97,2	139,2	121,0	72,0	21,7	6,6	0	457,7

**TABLO : I**



Şekil 3: Çiçekdağı - Mahmutlu Su Kaynağı Dolayının Jeoloji Haritası

MAHMUTLU SICAK SU KAYNAĞINDAN GEÇEN JEOLJİ KESİTİ



## AÇIKLAMALAR

KUVATERNER		Qal - Alüvyon
		Qt - Traverten
ALT PLİYOSEN		Pl - Çakıltaşı, marn, kil, kireçtaşı
ORTA EOSEN		e <sub>2</sub> - Silisleşmiş marn
		e <sub>2</sub> m <sub>1</sub> - Kumtaşı, marn, kil
		e <sub>2</sub> k - Kireçtaşı
		e <sub>2</sub> m - Marn

	Fay (olasılı vb.)
	Tabaka doğrultu ve eğimi
	Yatay tabaka
	Fosil yatağı
	Omurgalı fosili
	Sıcaksu kaynağı
	Heyelan
	Fluorit cevherleşmesi
	Numune alınan yer

doğru kalınlığı 50 cm ye ulaşabilen sarımsı killi kireçtaşı tabakaları il© aralanmalıdır\* Marn az nummulit, aradaki killi kireçtaşları ise bol nummulit, ekinit ve lamelli brans fosili içerir. Görünür kalınlığı 500 m; dir (Şekil 4),

Kireçtaşı tabakaları Taşlı tepede kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olup 23° - 47° ile kuzeydoğuya, Pöhrenk kuzeydoğusunda ise doğu-batı ve kuzeydoğu - güneybatı doğrultulu olup 13° - 28° ile güney ve güneydoğuya dalmaktadır, Kimi

seviyeleri sıvama mummulitten oluşmuştur, Kireçtaşının kalınlığı 650 m dolayındadır.

Kireçtaşı üzerine gelen marn, kumtaşı ve kil, Küçükale tepe batısında kalınlığı 30-50 cm arasında değişen, nummulit, gastropod ve lamelli brans fosilleri içeren bej renkli killi kireçtaşı ve marnla aralanır. Tabakaların doğrultu ve eğimleri alttaki kireçtaşına genellikle uymaktadır. Aradaki killi kireçtaşından derlenen numunede Orta Eosen yaşında şu fosiller tayin edilmiştir:

Nummulites laevigatus GRUGIER

Nummulites uroniensis B.A, Heim

Ostrea rariramella MELLEVILLE var. fabreanensis DONCIEUX.

Orta Eosenin bu marn, kumtaşı ve killi seviyesi içinde doğru kıt fosilli, garap renginde ve yer yer jipslidir, Mahmutlu sıcak su kaynağı dolayında kimi marn ve MUi kireçtaşı seviyesi silisleşmiştir. Kalınlığı 1000 m kadardır.

Kıyman (pi)\* Orta Eosen oluşukları üzerine diskordan olarak gelir. Alttan üste doğru çakıltaşı, kumtaşı, silt, kü ve kireçtaşı ile temsil edilir. Yatay tabaka ve açık renkleri ile kolay tanınır\* Sürekli mostrası Şahpna alan güneyinde ve Küçük hamam mevkü ile Pöhrenk köyü arasında bulunur, Küçük bir mostrası da Taşlı tep3 kuzeydoğusundadır. Mahmutlu köyü batısında omurgalı fosilleri içerir. Buradan, Alt Pliyosen yaşı verilen şu fosiller toplanmıştır:

Palaeotragus sp, (oa centrotarsale)

Ga^ella gaudryi Schlosser (boynuz parçası)

Kat	Simge	Kalınlık (m.)	Litoloji açıklama
KUVATERNER	Qal	~25	Traverten-alüvyon
ALT PLİYOSEN	Pl	100	Çakıltaşı, kumtaşı, silt, kil, kireçtaşı
ORTA EOSEN	e <sub>2</sub>	1000	Silisleşmiş marn ve kireçtaşı
	e <sub>2</sub> m <sub>1</sub>		Kumtaşı, marn, kil
	e <sub>2</sub> k	650	Kireçtaşı
	e <sub>2</sub> m	500	Marn

Şekil 4: Çiçekdağı - Mahmutlu Dolayının Stratigrafik Dik Kesiti.

Palaeoreas lindermayeri Gaudry (boynuz parçası)

Hipparion gracile Kaup

Kızükale tepenin 1 km kuzeydoğusundan alman marnlarda da Alt Pliyosen yaşı verilen şu fosiller tayin edilmiştir :

Ilyoeypris bradyi G.Ö. SARS

Cyprideis tubereolata (MEHES)

Cyprinotus salinus (BRADY)

Küçük hamam mevkiî doğusundan toplanan numunelerden Pliyosen yaşı verilen şu fosil tayin adımıştır:

Melenoiâs (Melanoides) ef, tubereolata (O.F. MÜLLER)

Pliyosen oluşuklarının kalınlığı 100 m dolayındadır.

Kuvaterner (Q)s Burada traverten ve alüvyon vardır,

Traverten Küçük hamam mevkiî doğusunda dar alanda uzanımlı, akça, bej renkli ve ince tabakalıdır. Bunlar Bağdatoğlu sıcak suyunun yüzeyden akarken içerdiği CO<sub>2</sub> in uçması sonucu kireç ve kimi maddelerin çökmesi ile oluşmuştur. Kalınlığı 4-6 m kadardır. Alüvyon kimi vadi tabanlarındaki sıkılaşmamış az çakıl kum, kil ve süttan oluşmuştur. Kalınlığı Büyük hamam özünde 20 m dolayındadır,

### III. Ü. JEOLJİ

Mahmutlu sıcak su kaynaklarının kimyasal niteliklerinin aydınlatılması ve değişiminin incelenmesi yolunda, bugüne kadar yapılan su tahlilleri incelenerek türlü graflarla değerlendirilmiştir. Sıcak suyun kökeni aydınlatılmaya çalışılmış ve debisinin ortayrılma olanakları incelenmiştir\*

Kaya Birimlerinin Hidrojeoloji Özeli Merni Orta Bosen'in taban marnı (e<sub>3</sub>m) geçirimsiz bir seviye oluşturur. Bu seviyenin içinde ardalanmalı bulunan killi kireçtaşı tabakalarında geçirimsizlik artmaktadır,

Kireçtaşı (e<sub>2</sub>k) bol fosilli ve kimi seviyelerinin de kumlu oluşu gözenekliliğinin artmasına neden olmuştur. Geiilmiş çauak sistemi ile ikincil gözeneklilikte kazanmıştır, PÖhrenk doğusundaki mostrası erimeli Özellikte olup, çatlak sistemine uygun erime boşlukları ve küçük mağaralar gözlenmektedir.

Kireçtaşı üzerine gelen marn kil, kumtaşı (e<sub>2</sub>mô) seviyesinin çok sıkı dokulu olmayan kumtaşı tabakaları gözenekli ve geçirimsiz olup,

hareketini kolaylaştırır, SilMegmiş seviyeler de bol kırık ve çatlaklı olup geçirimsiz bir kuşak oluşturur.

Pliyosenin çakütaşı çoğunluk kil çimentolu olup, silt ve küli tabakaları gibi geçirimsiz kuşak olarak yorumlanabilir, Kumtaşı gözenek porozitesi, kireçtaşı ise gözenek ve yarık çatlak porozitesine sahip olup geçirimsiz kuşak oluştururlar,

### Sıcak Su Kaynakları

Üzerinde ve dolayında hiçbir tesis bulunmayan kaynakların suyu boşta akmaktadır. Yaz aylarında ziyaretçüer dere içinde açıkta bu suyla yıkanmaktadır.

Çıkış Yerleri ve SıoaMıklam Mahmutlu köyü sınırları içinde Ud ayrı yerden sıcak su şıkışı vardır. Bunlardan Üki köyün 1.5 km kuzeybatısında olup Büyük hamam olarak adlanır, Sıcak su Hamam dere içindeki fay boyunca gıkar. Su çıkıp bir noktadan olmayıp, bir kaynak alanından olmaktadır. Alanın eni birkaç metre, boyu birkaç on metredir. Kaynakların kotu 1038-1040 m arasındadır. Kaynak alanında birkaç on noktadan çıkan suyun sıoaMığı 25° - 03° C arasında değişmektedir. Ancak suyun çoğu bir noktadan çıkmaktadır, Bu noktadaki sıcaklığı 1980 te 63° C (O. Yenal ve diğlerleri), 1973 te »4° C ve 1970 Şubat ayında 63.5<sup>a</sup> C ölçülmüştür.

İkinci sıcak su çıkış yeri köyün 3 km kuzeyinde olup, buraya Küçük hamam veya Bağdatoğlu hamamı denir, Suyun çıkışı 2 m<sup>2</sup> kadar bir alanda birkaç noktadan alttan kaynakarak olmaktadır. Kaynak kotu 1050 m dolayındadır, Suyun sıcaklığı 1970 te 60° C (O. Yenal ve diğlerleri), 1073 te 69° C, 1979 Şubat ayında 70° C ölçülmüştür.

DeMİÖrî : Mahmutlu Büyük hamamında kaynakların debisini ayrı ayrı ölçmek mümkün olmadığından, toplam debi kaynak alanından çıkışta bilinen hacim yöntemi ile 1979 Şubat ayında 28 l/sn ölçülmüştür. Bağdatoğlu hamamında eşüü tarihte debi 1\*6 l/sn ölçülmüştür, O. Yenal ve diğlerleri (1970) bu kaynağın debisinin 3 l/sn olduğunu belirtmektedir.

Fteiko - Kimyasal feeOUderî : Sıcak sularm fiziko - kimyasal özelliklerindeki uzun süreli değişimi öğrenmek yolunda, bugüne kadar yapılan tahlil sonuçları karşılaşılmıştır (Tablo n).

Toplam erimiş madde miktarı 31012.66 - 4392,32 mg/l arasında depşmektedir, Sıcak sularda en çok bulunan iyonlar, kaynak dolayında tuz yatakları olmamasına karşın sodyum ve klorür olup, sodyum katyonların toplam mili

ekivalenlerinin % 64,09 - %72.68'i; klorür ise anyonların %51.33 - % 72,02 si arasında değişir (Tablo i n). Bu miktarın çoğu iç kökenli olup, Orta Anadolu magmatkma ve volkanizması ile ilgilidir, Sıcak su kaynakları dolayındaki hidro-

ÇİÇEKDAĞI . MAHMUZLU SICAK SUPABININ KİMYA TAEÖLtiAERİ (Mfe/l)

	O.Yenalvedlf, 1970		MTA, - BaM Oanlk 1913		MTA, - BaM Caulk 1970	
	Büy. Ham*	Baę. Hana,	Büy. Ham,	Baf, Ham.	Büy. Ham.	Baf, Hain.
Oa	242.04	264.08	300.60	308.62	268.00	282,00
Mg	19.44	40,10	53.50	55,04	39.00	55.00
Na	680,50	728,78	075.00	1025.00	1050.00	1100,00
K	80,49	32.84	36,70	40.00	32,00	82.00
Cl	1150.00	1190.00	1162.99	1201.90	1172.00	1234.00
SO <sub>4</sub>	470.00	496.25	1180,84	1234,50	1230,00	1300.00
HCO <sub>3</sub>	151.36	320,40	884.11	392,77	811.00	311.00
Fe	-->	—	0.11	0.04	—	—
As	—	—	0.01	0.12	—	0.14
Rb	—	—	<b>7.63</b>	7,88	—	—
B	3.6S*	4.83*	<b>İM</b>	1.46	1.50	1,50
I	0,06	0.02	<b>OM</b>	0,01	—	1,80
F	3.12	3,84	3.87	4,02	2.70	2,70
SiO <sub>2</sub>	60,60**	56.75**	25.00	31.00	—	72,00
NO <sub>2</sub>	—	—	0,03	0.03	—	—
NO <sub>3</sub>	2,94	0.22	3.50	—	5.00	—
Toplam erimiş mad,	3102.66	3311,15	4136,09	4304,34	4113,71	4392.32
Buhar, kalın. (18°C)	—	—	3006.00	4110.00	3228,00	4088,00
RemiatL ohm/cm (18°O)	327.86	322*58	201.67***	198.02***	208.33***	200.00***
Radon222 Pei/l	19885.0	2917.0	—	—	—	—
00 <sub>2</sub>	817.2	158,4	—	—	—	—
Kalıcı sertlik Fr, S°.	—	—	65,76	68,09	57.60	67.70
pH (25 °O)	6.73	6,78	7.00	7,08	680	7.10
pHs (25°O)	6.83	6.48	6.36	6,82	6,50	6*49

\* HBO<sub>2</sub>

\*\* H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

\*\*\* Guilierd'e (1044) göre IS<sup>6</sup>O için hesaplanmıştır,

TABLO i U

ÇİÇEKDAĞI - MAHMÜTLU SICAK SULABINDİ KİMYA TAHLÈLLERİ (meg/l ve •% meq)

	O <sub>2</sub> Yenal ve dięerteri . W10				MTA, - BaM Caulk » 1973				MTA, - BaM Canik « 1913			
	Büyük Hamam		Bağdatoğlu Ham.		Büyük Hamam		Baf datoęlu Ham.		Büyük Hamam		Bağdatoğlu Ham.	
	meg/l	% meq	meg/l	%meq	meg/l	%meq	meg/l	%meq	meg/l	% meq	meg/l	% meq
rCa	12.10	27.45	18,20	26.69	15,00	23.90	16*40	23.47	13,37	21.03	14.07	20,76
rMgr	1,60	3,63	3,72	7,52	4,40	7.02	4,60	7,02	3,20	5,02	4,52	0,67
rNa	29,00	67,15	31.70	64,09	42.41	67.58	44,59	67.06	46.20	72,08	48.40	71.38
rK	0,78	1.77	0.84	1.70	0.94	1.50	1,02	1.55	0,81	1.27	0.81	1.19
rCl	51.59	72.02	58,56	68,08	32,81	51.50	33.91	51.33	33.06	51.85	34.81	51.98
rSO <sub>4</sub>	0.70	22.32	10.33	20,06	24,59	38.60	25,70	38,92	25,60	40.15	27,06	40,61
rHCO <sub>3</sub>	2,48	5,00	5.40	10.96	6,30	9.90	6.44	9.75	5.10	ao0	5,10	7.61
Toplam İyonik Kuvvet	87,94		98,75		126.45		131.66		127,34		134.77	
	0,055		0.062		0,084		0.088		0.084		0,089	

TABLO : III

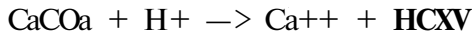
termal faaliyet ürünü olarak süMeşen seviyeler v© bunlar içinde yer yer bulunan f luorit damar« lan bu görüşü doğrulamaktadır. Bilindiği gibi bu tip fluorit damarlarının oluşumu, derindeki bir asit plutonla ilgili olabilir.

Kalsiyum tüm tahlillerde katyonların % 20.76 - % 27.45 ini, sülfat ise anyonların %2Ö,90 « %40.41 M oluşturur» Kalsiyum; **kireçtaşı**, jips ve marnın GCVÜ sularla yıkanması sonucu zenginleşmiştir. Sülfat, Eosen oluşuklarının jipsli seviyelerimde **GO^li** suların dolaşımı ve jipsi eritmesi ile sıcak sulara geçmiştir\* Derinden gelen ve litrede 1.8 - 2,3 grm Na + Cl içeren sıcak suların jipsi eritmesi daha hızlı olmuştur. Sülfatın bir kısmı da kimi kimyasal olaylara bağlı olarak derinlerdeki kükürt ve sülfatlı bileşiklerden türemiş olmalıdır.

incelenen sıcak sularda flor, litrede 2.7 - 4,02 mg arasında değişmektedir, Bu değer Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin (= AIH) sınıf lamasuidaki sınır değere (5 mg/l) ulaşmama beraber, kimi Avrupa ülkelerinin sınıflamada sınır kabul ettiği değerden fazladır.

Kaynaklarda radyoaktivite ölçümü O. Yenal ve diğerlerince 1970 te yapılmıştır. Mahmutlu Büyük hamamda radot<sup>m</sup> 19885 Pci/1, Bağdatoğlu hamamında ise 2917 Pci/1 dir\*

Kalsiyum Konsantrasyootiiaiuiii **Kimyasal Deneşimi**: Bikarbonatın çözünürlük dengesinde ortaya çıkan H<sup>+</sup> tekrar kirece etki ederek onu aşağıdaki gibi Ca ve HCO<sub>3</sub> iyonlarına ayırır:



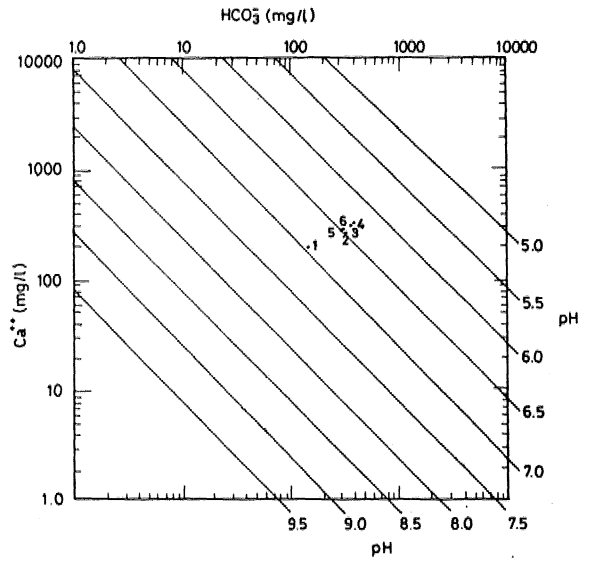
Langelier'in geliştirdiği kalsiyum denge diyagramından, 25° C için denge pH<sub>s</sub> değerleri hesaplanmıştır (Şekil 5, Tablo H)\* Suların doygunluk indeksi ( = I) şu formülle verilmiştir:

$$I = \text{pH} - \text{pH}$$

pH, suyun laboratuvarında ölçülen değeridir. Tüm sular kullanım yerinde en az 40° C ta olduğundan, bulunan I değerleri 0.1 den daima büyüktür, ö halde bu sular kirece az veya çok aşırı doygun olup kabuklanma yapabilirler,

Eimya TaMilteirni Diyagramla Gösteril\* mesis Sıcak kaynakların tahlil sonuçlarını birbiriyle karşılaştırmak ve kimi kimyasal özellikleri üe bunların farklı zamanlardaki değişimlerini belirlemek amacıyla suların üçgen, dairesel ve yarı logaritmik diyagramları çizilmiştir,

ÜşşgenBiyagrana / Mahmutlu Büyük hamam ve Bağdatoğlu hamamının yapılan tüm tahlille-



I = pH - pH<sub>s</sub> olup,  
I = 0.1 ise su nötr,  
I > 0.1 ise su kireclendirici,  
I < -0.1 ise su korozif dir.

Tahlil tarihi: 1970 -1973 -1979

1 3 5 : Mahmutlu Büyük hamam  
2 4 6 : Bağdatoğlu hamamı

Şekil 5: Langelier Kalsiyum Denge Diyagramı

rine ait noktaların eşit alanda toplandığı, tüm suların sodyumlu ve klorürlü nitelikte bulunduğu görülmektedir (Şekil 6)\*

Dairesel Diyagramlar t Diyagramlarda, 1070 tahlillerinden sonra mineralizasyonun arttığı, iyon % sindeki en şok artışın rSO<sub>4</sub> ta, azalışın da rCl da olduğu görülmektedir\* 1978 ve 1979 tahlillerini yansıtan diyagramlar birbirine şok benzemektedir. Her kaynağın toplam mineralizasyonu litrede gram olarak diyagramların ortasında belirtilmiştir (Şekil 7).

Yarı Logaritmik Diyagramları Bu diyagramlarda suların şu özellikleri görülür (Şekil 8).

a) İyonların sıralanışı 1970 tahlillerinde Çeşitli olup şöyledir:

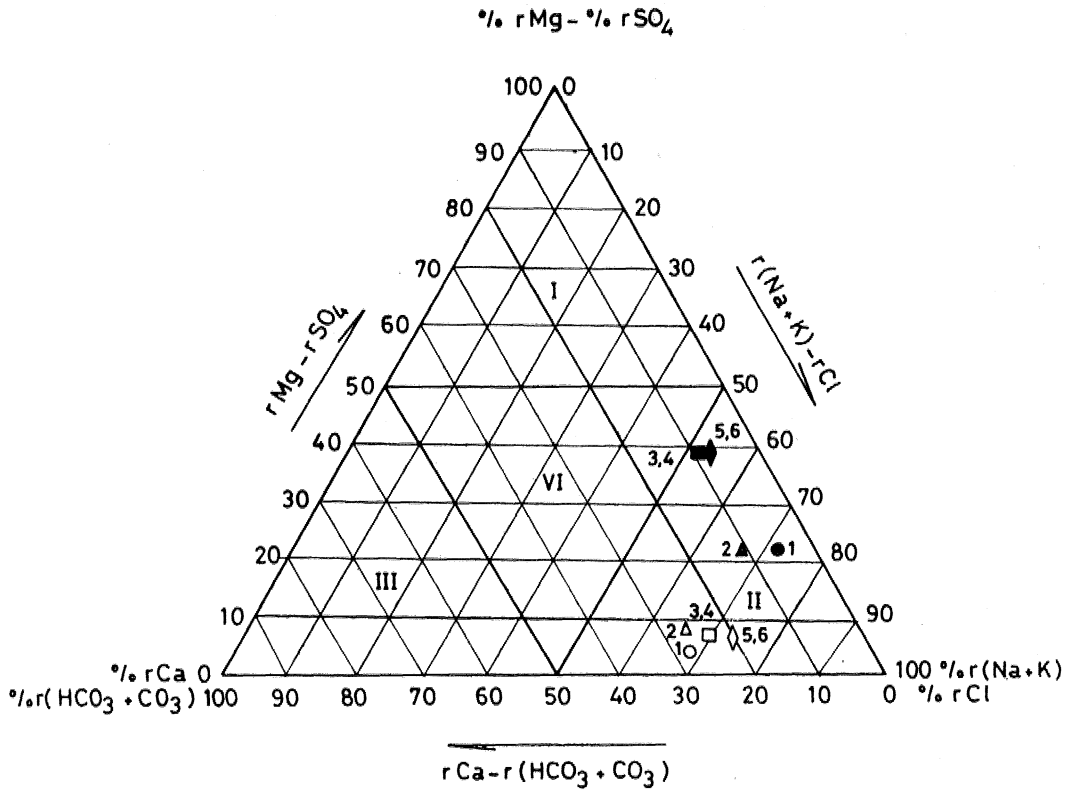
rCl > r(Na+K) > rCa > rSO<sub>4</sub> > rHCO<sub>3</sub>\* > rMg  
1978 ve 1979 daki tüm tahlillerde yine iyonların sıralanışı eşitlidir:

r(Na+K) > rCl > rSO<sub>4</sub> > rCa > rHCO<sub>3</sub> > rMg

b) İyonların miliekivalen değerlerini birleştiren doğrular 1970 ve daha sonra yapılan tahlillerde kendi aralarında birbirine yakın paralel geçmekte veya üstelenmektedir\*

1970 ve daha sonra yapılan tahliller farklı laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir\* Bu nedenle tahlil sonuçlarında görülen farkın tümünün,





KATYONLAR	ANYONLAR		
○	●	1	Mahmutlu, Büyük Hamam - 1970
△	▲	2	Bağdatoğlu Hamamı - 1970
□	■	3	Mahmutlu, Büyük Hamam - 1973
		4	Bağdatoğlu Hamamı - 1973
◇	◆	5	Mahmutlu, Büyük Hamam - 1979
		6	Bağdatoğlu Hamamı - 1979

#### YORUM :

- I. Bölge Magnezyumlu ve sülfatlı sular.
- II. .. Sodyumlu ve klorürlü sular (incelenen sular burada toplanmıştır.)
- III. .. Kalsiyumlu ve bikarbonatlı sular.
- VI. .. Karışık bileşimli sular.

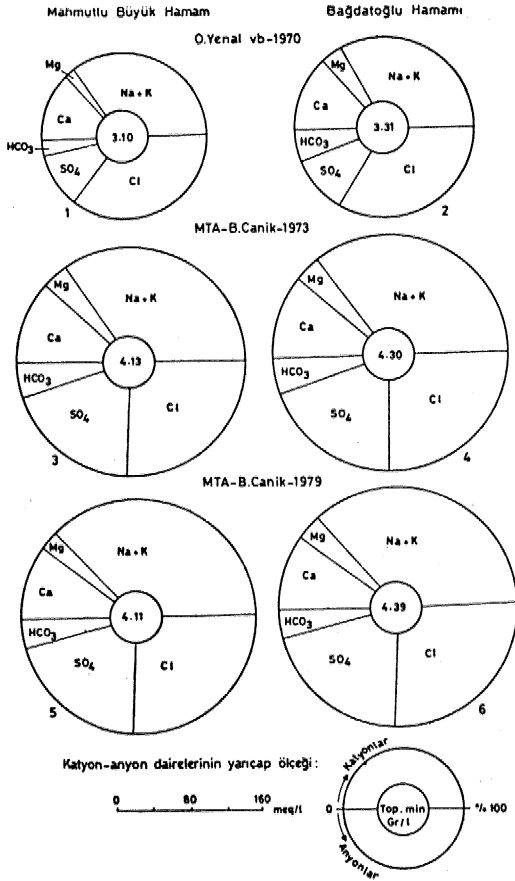
Şekil 6: Üçgen Diyagramı

iyon miktarındaki doğal değişimden gelmediği düşünülebilir. Kinü iyonlardaki bu değişikliğe rağmen, tüm diyagramların genel gidişi birbirine benzemektedir.

#### Sıcak Suların Kökeni

Sıcak suların kimya tahlillerini gösteren tüm diyagramlardaki yakın benzerlik, bunların eşit kökenli olduğunu belirlemektedir. Bunlar eşitli bir hidrolik sistemle ilgili, yükselimleri sırasında farklı yolları izleyen sulardır. Sıcak suların çoğu, yağıştan bir kısmının yerçekimi ile

suyun hareketine uygun geçimli kuşaklar boyunca derinlere sürülüp, jeotermik gradyanla ısınmasından oluşmuşlardır. Derinlerde ısınan su, yine hareketi için uygun fay kuşağı boyunca oluşan hidrotermal oluklardan yükselerek yer yüzüne ulaşır. Sıcak suyun bir kısmı da magma kökenli juvenü su olabilir. Kaynakta varlığı saptanan CO<sub>2</sub> ve radon vb gibi iç kökenli gazlar da bu suların kendine özgü niteliği kazanma yolunda etkili olmuştur. O halde incelenen sıcak sular karışık kökenlidir. Bağdatoğlu hamamının kökeni, Büyük hamamdan yaklaşık 10 m daha yük



Şekil 7: Sıcak Suların Dairesel Diyagramları

Yarıçaplar, litrede toplam miliekiivaleni belirlemektedir.

Açıklama\* Katyon ve anyonlar kendi aralarında % miliekiivaleni def erin açı karptmı belirler (%10 miliekiivalen « 180»).

sektir. Büyük hamam sularına derinlerden yükselirken daha çok soğuk ve mineralizasyonu az sular karıştığından sıcaklığı ve mineralizasyonu daha az, debisi daha fazladır.

Bölge için jeotermik gradyan, Orta Anadolu magmatizma ve volkanizması da gözönüne alınarak yaklaşık 30 m olarak alınabilir, Buna göre sıcak suların geldiği derinlik şu formülle verilir (Ergüvanlı ve Yüzer, 1973) :

$$D = (S_k - S_o) / J_g$$

Burada :

B sıcak suyun geldiği derinlik (m)

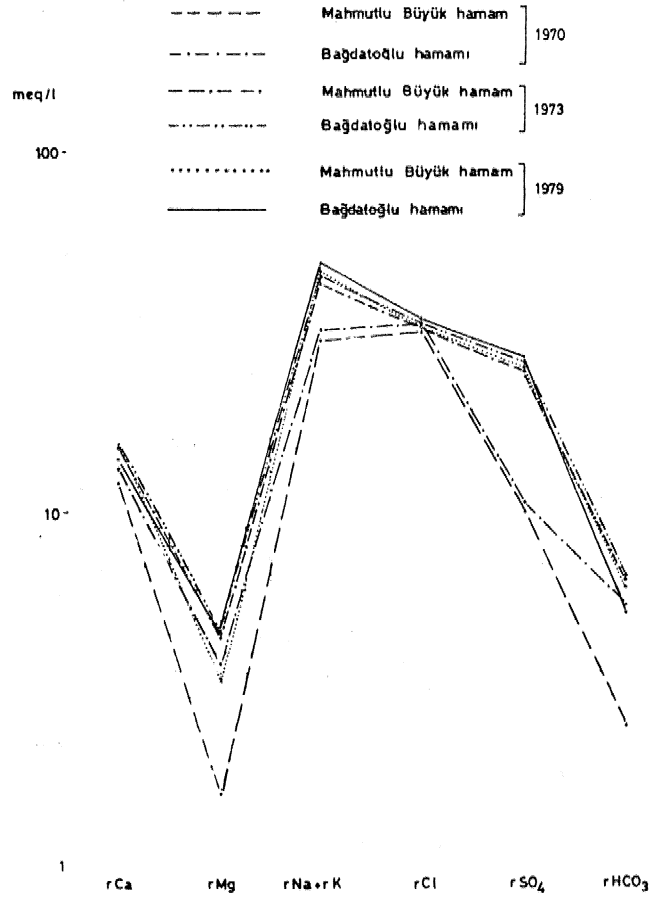
S<sub>k</sub> incelenen kaynağın sıcaklığı (°C)

S<sub>o</sub> kaynak alanının ortalama sıcaklığı (°C)

J<sub>g</sub> bölgenin jeotermik gradyanı (m)

Çığeğda^mm 8 yıllık sıcaklık ortalaması

S<sub>o</sub> = 12.1°C tir. O halde Mahmutlu Büyük hamamda sıcak sular 1750 m., Bağdatoğlu hamamında ise 1830 m. dolayında bir derinlikten gel-



Şekil 8: Sıcak Suların SCHOELLER Diyagramı

mektedir. Bu derinliklere jeotermik gradyan artışının görülemeyeceği yaklaşık 100 m lik yüzey kuşağı eklenmiştir, Hesaplama sıcak suyun yükselmesi sırasında türlü nedenlerle kaybedeceği sıcaklık gözlemlenmemiştir,

Büyük hamamda radon<sup>222</sup> 19885 pCi/l ye ulaştığından; suların ısınmasında radyoaktif dönüşümünde etkinliği olasıdır.

#### Sıcak Suların Sınıflandırılması

Sınıflandırmada amaç, sıcak suyun kendine özgü karakterlerini belirtebilecek tarzda öz olarak sunabilmektir. Sıcak suyun tüm karakterlerini de tek sınıflamada belirtebilmek güçtür. Bu nedenle sınıflandırmaları aşağıdaki gibi yapılabilir:

1. Çıkış Yerinin Jeolojisine göre: İncelenen sıcak suların çıkışları fay boyunca olduğundan bunlar "Fay kaynaklarıdır,

2\* Sıcaklığa göre: Suların sıcaklığı 63°C - 100°C arasında olduğundan bunlar "Hipertermal veya çok sıcak sularıdır (Schoeller, 1962),

3, Kimya bileşimine göre\* AIH, Sıcak ve Mineralli Sular Komisyonuna göre (1977) Mahmutlu Büyük hamam "Sodyumlu, kalsiyumlu, klorürlü sülfatlı, silis asidi ve CO<sub>2</sub> içeren radyoaktif sıcak su"dur\* Bağdatoğlu kaynağında suyun sınıfı Büyük hamamla eşit olup, ancak CÖg ve radon<sup>222</sup> gibi Özel elemanlar sınıflamaya gireosk miktara ulaşmamıştır.

#### Sıcak Kaynakların Geliştirilmesi

Mahmutlu Büyük hamam ve Bağdatoğlu kaynaklarının geliştirilmesini amaçlayan herhangi bir çalışma yapılmamıştır, Büyük hamam birkaç yüz metre doğusunda vadi içinde eski gaflardan kalma yapı kalıntıları görülmektedir. Sıcak suların bugün doğal olarak Qikip akmaları bunlardan yararlanmayı da onurlandırmaktadır\* Bu iki kaynağın debi ve sıcaklık yönünden gücü, yöreyi turistik ve ekonomik yönden etkileyebilecek miktardadır, Kaynak kaptajlarının tekniğine uygun olarak yapılmasıyla ve gerekirse derin sondajlarla sıcak suyun debi ve sıcaklığının artırılması mümkündür.

Mahmutlu Büyük hamamın 40-50 m batısı\* na, 300-350 m derinlikte fay kuşağına ulaşabilecek bir sıcak su sondajı yapılabilir.

Bağdatoğlu kaynağının da 250-300 m kuzeydoğusuna, derinliği 400 m dolayındaki bir sondajla yine sıcak su almak mümkündür.

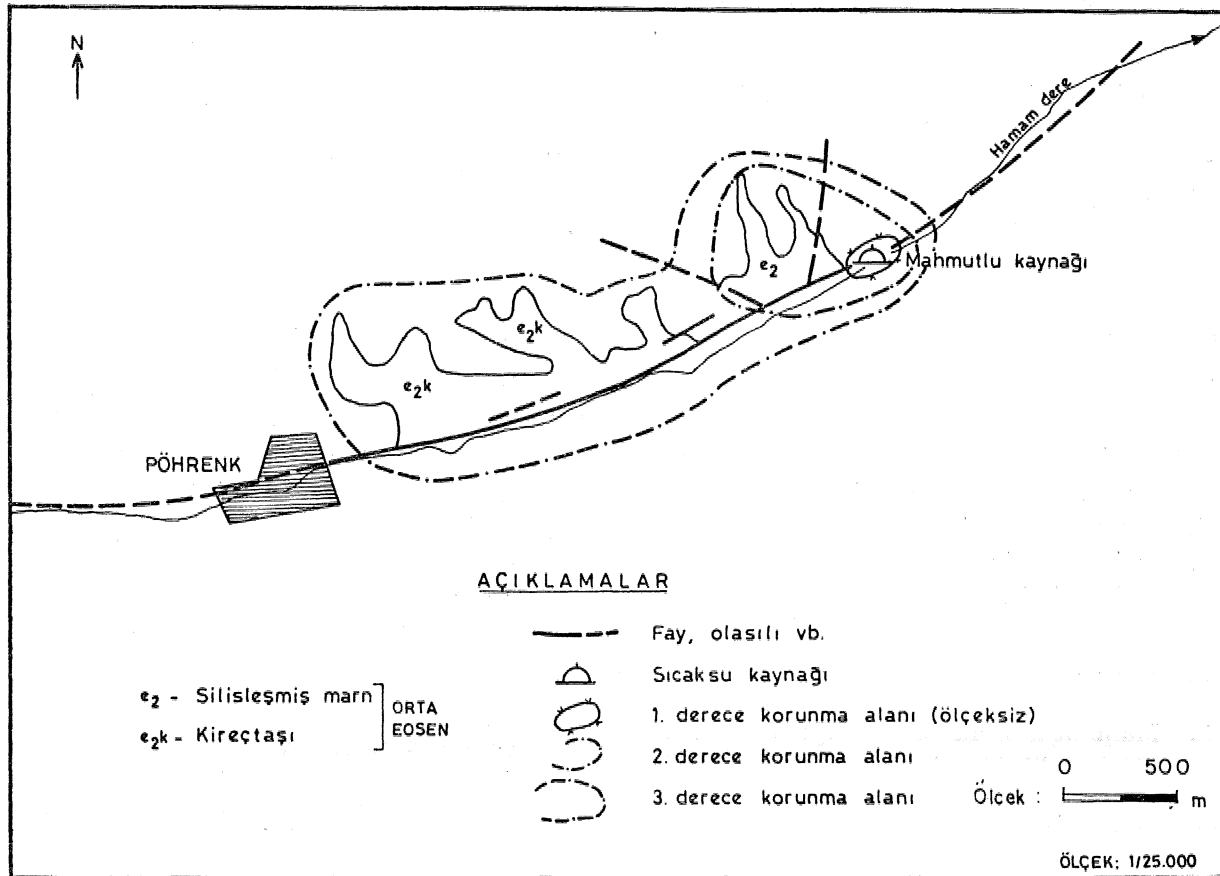
#### Sıcak Kaynakların Korunma Alanları

Mahmutlu kaynaklarının korunma kuşakları, dolayın jeoloji\* hidrojeoloji, koruma hekimliği vb yönlerden içice üç kuşak olarak önerilmiştir (Şekil 9).

1, Kuşak\* Birinci derece korunma alanıdır. Saptanmasında fay kuşağı ve vadi alüvyonu gözlemlenmiştir\* Bu kuşak, uyun eksenini yaklaşık doğu-batı doğrultulu bir elipstir. Merkezinde kaynağın bulunduğu elipsin uzun eksenini 30 m., kısa eksenini 20 m dir.

Bu kuşakta yalnız kaynağın kaptajı için gerekli yapılara izin verilmelidir.

2. Kuşak: ikinci derece korunma alanıdır, Sınırı, kaynağın doğusunda 25 m\*, güneyinde 20



Şekil 9: Mahmutlu Kaplıcasının Korunma Alanları

m makliktän geöer, Kaynađm batı ve kuzeybatısında ise silMeşmliş kayagları iöine alan, sivri ucu kaynak yönünde simetrisiz bir elips görünü- mündedir,

Bu kuşakta kirletici artıkları 8. kuşak dışına akıtılmak ve atılmak koşulu üe her türlü tesis yapılabilir.

S, Kuşak: Üğüneü derece korunma alanıdır. Kaynađm doğusunda 100 m., güneyinde 70 m uzaklıktan geöip, batıya doğru Pöhrenk yakınına kadar uzanıp Eosen kireötaf m iöine alan düzensiz, uzunca bir şekildir.

Burada, kirletici etkisi kuşak dışına akıtılmayan veya atılmayan hiçbir tesis ve yapılaşmaya izm verilmemelidir,

#### Sıcak Sulardan Yararınuma

Halen boşa akan bu sularda kimi yerli halk yazın açıkta yıkanmaktadır, O, Yenel ve diğerleri bu suların iöime kürleri ve dış uygulamayla etkili olabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle kaynaklar dolayında yapılacak gaga uygun tesislerle bölgede termal turizmin gelişmesi sağlanabilir.

Kaynakların kaptajı yapılıncaya debi ve sıcaklığı bir miktar artacağından bu sulardan yalnız yıkanma tarzında yararlanma düşünülmemelidir, Kaynakların dolayında tarıma elverişli geniş arazi vardır, özellikle Mahmutlu kaynağının 1.5 - 2 km ve Bağdatoğlu kaynağının 1 km kuzeydoğusundaki alanlarda kurulacak seralar sıcak suyla ısıtılıp, turfanda sebzeçilik yapılmalıdır.

Yeraltındaki doğal sıcak buhardan, elektrik enerjisi üretimine kadar türlü yararlanma olanakları vardır, incelenen kaynakların da ayrıca Kozaklı sıcak su kaynakları ile köken benzerliği araştırılarak bölgenin jeotermal enerji potansiyeli ortaya konabilir.

#### SONUÖLAR

1, Mahmutlu sıcak su kaynağı dolayında yaklaşık 60 km<sup>2</sup> İlk bir alanın 1/25,000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve stratigrafi istiflenmesi belirlenmiştir.

2. Alt Pliyoseni belirleyen ayırtman o- murgalı fosülele bulunmuştur,

8. Sıcak sular fay boyunca yükselmektedir, Mahmutlu Büyük hamamın sıcaklığı 04<sup>o</sup> C, debisi 28 l/sn; Bağdatoğlu kaynağının sıcaklığı 70<sup>o</sup> O ve debisi 1.6 l/sn dir.

4. İncelenen sıcak sular jeotermik gradyanla ısınan vadoz sulara, kimi İö kökenli elemanların da etkisiyle oluşmuş, karışık kökenli sulardır, Orta Anadolu magmatizma ve volkanizması bölgede jeotermik gradyanı düşürmüş olabilir.

5. Mahmutlu Büyük hamamın kimyasal sınıflaması "sodyumlu, kalsiyumlu, 'klorürlü, sülf atlı, silis asidi ve CO<sub>2</sub> içeren radyoaktif sıcak su" tarzındadır. Bağdatoğlu kaynağında CO<sub>2</sub> ve radon<sup>TM</sup> sınıflamaya girecek miktara ulaşmamıştır.

6, Kaynakların korunma alanları iöice üş kuşak gekünde ölüp, her kuşakta alınacak önlemler belirlenmiştir\*

7, Sıcak sulardan yararlanma banyo ve iöime kürü tarzında olabileceği gibi, bu sulardan seralarda da yararlanılarak turfanda sebzeçilik yapılabilir.

#### YARABLANILAH KAYNAKLAR

- CANİK, B., 1973, Ayaş İömece ve Kaplıcasının jeoloji - Hidrojeoloji Etüdü, MTA dergisi, sayı 80, Ankara.
- • 1980, Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi, S,Ü,F,F, yayınları - Yerbilimleri No. 1, s, 74, Konya,
- CASTANY, G» 1063, Traité pratique des eaux souterraines, Dunod, Paris.
- EEGUVANLI, K. ve Yttor, E<sub>it</sub> 1973, Yeraltı Suları Jeolojisi, İTÜ, yayını, Sayı 967, İstanbul.
- HEM, J.P., 1970, Study and interpretation of the chemieai characteristics of natural water, Geological survey water - supply paper 1473» Washington.
- MORBT<sub>r</sub> L<sub>s</sub>, 1946, Les sources theraiominirales hydrogéologie, géochimie, biologie, Masson et cie, Paris.
- SCHOBLLER, H., 1962, Les eaux souterraines, Masson et oie, Parts,
- raORNTBWAİTE, C.W., 1948, An approach a rational classification of climate, the geographical review, volume 88, New-York,
- YENAL., O. vb., 1971, Türkiye Maden Suları, Sayı 4, İö Anadolu Bölgesi, İÜ. Tıp Fakültesi Hidro-Klimatoloji Kürsüsü, İstanbul.
- 1977, Uluslararası Hidrojeologlar Birliđi (AnT), 1/1,500,000 ölçekli Avrupa Sıcak ve Mineralli Sular Haritası Lejandı.