

55442

HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞANLIURFA VE ÇEVRESİNDEKİ ŞIFALI SULARIN ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI

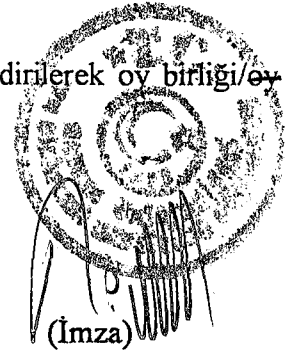
SITKI BAYTAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

Prof. Dr. M. Yaşar ONLU  
Enstitü Müdürü

Bu Tez 20.../09.../1995 tarihinde aşağıdaki juri tarafından değerlendirilerek oy birliği/oy  
çokluğu ile kabul edilmiştir.



(İmza)

Danışman  
Prof.Dr.Mustafa BOYBAY

*Mustafa Boybay*

(İmza)

Yrd. Dç. Dr. Özcan Erel

*Özcan Erel*

(İmza)

Yrd. Dç. Dr. Albukerrahim Kayaşit

HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖZET**

Yüksek Lisans Tezi

Şanlıurfa ve Çevresindeki Şifalı Suların Özelliklerinin Araştırılması

**Sıtkı BAYTAK**

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya

1995, Sayfa: 60

Bu çalışmada Şanlıurfa ve çevresindeki şifalı suların kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri incelenerek bunların insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırıldı.

Bu amaçla, önce şifalı suların oluşumu, sınıflandırılması, jeokimyasal özellikleri ve ihtiva ettikleri maddeler ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır. Araştırmamızın konusu olan şifalı suların, kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri kaynak başında ve laboratuvarında tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Üzerinde çalışılan suların ikisinin şifalı, diğer ikisinin içmeye elverişli olmadığı anlaşılmıştır. Bu sulara çok az radyoaktif emanasyonların bulunduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen analiz sonuçları literatürdeki verilerle karşılaştırılarak suların sağlığa etkileri ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Bu çalışmalar sonucunda Şanlıurfa il sınırları içinde 2 şifalı su kaynağının bulunduğu ve bu kaynak sularının bazı hastalıkların tedavisinde etkili olabileceği anlaşılmıştır.

Ayrıca, çevre sakinlerinin bu suları tedavide kullandıkları hastalıklarla, analiz sonuçlarına göre tedavide kullanılabileceği hastalıkların karşılaştırılması yapıldı ve aralarında büyük uygunluk olduğu görüldü.

**ANAHTAR KELİMELER:** Şanlıurfa, Çevre, Şifalı su

**ABSTRACT**

Masters Thesis

Research of Characteristics in Environs of Şanlıurfa Medicinal Waters

**Sitki BAYTAK**  
Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Chemistry

1995, Page: 60

In this study, the chemical and physico-chemical properties of mineral waters were investigated in the province of Şanlıurfa, and their effects on health were investigated.

For this purpose, firstly by considering literature survey dealt with the formation of mineral waters, their classification, geochemical properties, has been done.

Chemical and physico-chemical properties of these mineral waters have been analysed and absorbed both in the laboratory and source of water, and the obtained data have been evaluated.

The obtained data have been compared with literature and the effects of them on health are tried to understand. At the end of these studies it is understood that two of the mineral water sources suitable for health cure applications and other two sources have determined that they are not suitable for drinking since they contain radioactive emanation.

Additionally it was demonstrated that there was a great agreement between using these mineral waters in the medical treatments by the local people and the findings which were obtained in this research.

**KEY WORDS:** Şanlıurfa, Environment, Wholesome

## TEŞEKKÜR

Tez alıŐmalarım boyunca yaptığı değerli katkı ve yönlendirmeleri ile yardımcı olan Danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Mustafa BOYBAY'a teŐekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalıŐmalarımın yapılmasına izin veren ve yardımcı olan, ekmece Nükleer Araştırma Merkezi Kimya ve Sağlık Fiziği Bölümü hocalarına, Şanlıurfa D.S.İ XV. Bölge Müdürlüğü Kimya Labaratuvarı idareci ve personeline, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, Fen Bilimleri Enstitü Müdürü, Sayın Prof. Dr. M.Yaşar ÜNLÜ beye teŐekkürü bir borç biliyorum.



**İÇİNDEKİLER**

|  |      |
|--|------|
| ÖZET   | iii  |
| ABSTRACT   | iv   |
| TEŞEKKÜR   | v    |
| İÇİNDEKİLER  | vi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ   | viii |
| TABLolar LİSTESİ   | ix   |
| HARİTALAR LİSTESİ  | x    |
| 1-GİRİŞ  | 1    |
| 2-GENEL BİLGİ  | 5    |
| 2.1.Şifalı Suların Oluşumu   | 5    |
| 2.2.Şifalı Suların Jeokimyasal Özellikleri ve İçerdikleri Maddeler | 9    |
| 2.2.1.Katyonlar  | 9    |
| 2.2.2.Anyonlar   | 11   |
| 2.2.3.Elektrolit olmayan maddeler                                  | 13   |
| 2.2.4.Gazlar   | 14   |
| 2.2.5.Radyoaktivite  | 14   |
| 2.3. Şifalı Suların Sınıflandırması                                | 15   |
| 2.3.1.Kimyasal sınıflandırma                                       | 16   |
| 2.3.2.Fiziksel sınıflandırma                                       | 19   |
| 2.3.3.Radyoaktifliklerine göre sınıflandırma                       | 21   |
| 3.MATERYAL ve METOT  | 23   |
| 3.1.Su kaynaklarının Belirlenmesi                                  | 23   |
| 3.2.Su Örneklerinin Alınması                                       | 23   |
| 3.3.pH ve İletkenlik Ölçümleri                                     | 24   |
| 3.3.1.pH ölçümü  | 24   |
| 3.3.2.İletkenlik ölçümü  | 25   |
| 3.4.Katyonların Analizi  | 25   |
| 3.4.1.Sodyum iyonu tayini  | 25   |
| 3.4.2.Potasyum iyonu tayini  | 26   |
| 3.4.3.Kalsiyum iyonu tayini  | 27   |

|   |    |
|---|----|
| 3.4.4.Magnezyum iyonu tayini                                  | 28 |
| 3.4.5.Ağır metallerin analizi                                 | 28 |
| 3. 4. 6. Atomik Absorbsiyon Spekt. cihazının çalışma prensibi | 29 |
| 3.5.Anyonların Analizi  | 36 |
| 3.5.1.Sülfat iyonu tayini                                     | 36 |
| 3.5.2.Nitrit iyonu tayini                                     | 36 |
| 3.5.3.Nitrat iyonu tayini                                     | 38 |
| 3.5.4.Fosfat iyonu tayini                                     | 39 |
| 3.5.5.Klor iyonu tayini                                       | 40 |
| 3.5.6.Karbonat ve Bikarbonat iyonları tayini                  | 42 |
| 3.5.7.Flörür iyonu tayini                                     | 43 |
| 3.5.8.Sertlik   | 44 |
| 3.5.9.Amonyak tayini  | 45 |
| 3. 5. 10. Serbest karbondioksit tayini                        | 46 |
| 4.BULGULAR ve TARTIşMA  | 47 |
| 4. 1. Külüplü Köyü İçme Suyu                                  | 47 |
| 4. 2. Acıkuyu Köyü İçme Suyu                                  | 49 |
| 4. 3. Karaali Köyü Termal Suları                              | 50 |
| 5.SONUÇLAR  | 54 |
| 6.KAYNAKLAR   | 59 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Şekil 2. 1. Vadoz kökenli suların oluşumu</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>Şekil 2. 2. Juvenil kökenli suların oluşumu</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>Şekil 2. 3. Karışık kökenli suların oluşumu</b>                                | <b>8</b>  |
| <b>Şekil 3. 1. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazının çalışma prensibi</b> | <b>31</b> |



**TABLolar LİSTESİ**

|   |    |
|---|----|
| Tablo. 2. 1. $^{222}\text{Rn}$ gazı radyoaktivitesinin terapi şekli | 22 |
| Tablo. 3. 1. İletkenliklerine göre alınacak nümune miktarları       | 41 |
| Tablo. 3. 2. Alkalinite bağıntıları                                 | 43 |
| Tablo. 4. 1. Külaplı Köyü içme suyu analiz sonuçları                | 48 |
| Tablo. 4. 2. Acıkuyu Köyü içme suyu analiz sonuçları                | 49 |
| Tablo. 4. 3. Karaali Köyü sıcak su analiz sonuçları                 | 51 |
| Tablo. 4. 4. Karaali Köyü( Özelidare )sıcak su analiz sonuçları     | 53 |





**HARİTALAR LİSTESİ**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Harita. 5. 1. Külüplü Köyü içme suyu çalışma alanı</b> | <b>56</b> |
| <b>Harita. 5. 2. Acıkuyu Köyü içme suyu çalışma alanı</b> | <b>57</b> |
| <b>Harita. 5. 3. Karaali Köyü sıcak su çalışma alanı</b>  | <b>58</b> |



## 1. GİRİŞ

İnsanların çok eski zamanlardan beri şifalı sulardan yararlandıkları, bilinmektedir. Hipokrat ve Homeros sıcak suyu mafsal burkulmaları, adale spazmları ve yorgunluk hallerini tedavide kullanmışlardır (Cici,1982., Avşaroğlu,1968).

Hız.Yakub'un belirtğine göre, milattan çok önceleri Mısırlılar şifalı sulardan faydalanmışlardır. Etrüskler ve Yunanlılar da aynı tarihlerde şifalı sular kullanma yoluna gitmişlerdir(Reman, 1949).

Ancak, Bu milletler şifalı sular hakkında dikkate değer bir eser ortaya koyamamışlardır. Hidroloji ve Klimatoloji hakkında basılan ilk eser millatan önce 450 yılında hekimlerin öncüsü Hipokrat tarafından kaleme alınmıştır. Eski Yunanlılar bu tür sulara hayran kalınacak tarzda önem verirlerdi. Hatta bunlara mukades bir nazarla bakarlardı(Reman, 1949).

Kaplıcalar, Romalılar devrinde büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Onlar da Yunanlılar gibi sıcak suları mukaddes saymışlar ve bu suların çıktıkları mahallerde ilahları adına heykeller dikmişlerdir. Yerleştikleri bölgelerde şifalı suların üzerine büyük kaplıca tesisleri kurmuşlardır. Romalıların kurdukları bu termal tesislerin 5. ve 6. asırda doğal afetlerden ve savaşlardan dolayı yıkıldığı ve tahrip olduğu bilinmektedir. Aslında bu eserlerin yıkılmasının temel sebebi Hıristiyanlık zihniyeti olmuştur. Tarihçi Michelen, bu durumu şöyle anlatır: "İnsanlar bin yıl banyosuz kaldı. Ortaçağda pis ve kirli kalmak bir fazilet sayılıyordu . Bütün Avrupa baştan aşağı kaşınıyordu"(Reman, 1949).

Anadoluda da benzer bir durum devam ediyordu. Avrupadan pek farklı değildi. Ancak, Türklerin 1071 yılında Malazgirt zaferinden sonra Anadolunun kapıları açılabilirdiği ve bununla beraber memleketin imarı sözkonusu olabildiği. Yalova ve Bursa

kaplıcaları hariç yıkılmış bütün kaplıcalar tekrar imar edilmiştir(Başer, 1973., Reman, 1949).

Selçuklular ve sonra da Osmanlılar gitikleri yerlerde Romalılar gibi şifalı sulara önem vermiş ve oralarda tesisler kurmuşlardır. Batı'da Romalılardan kalan termal istasyonları, Hıristiyanlar "bunlar putperes eseridir. "diyerek yerlebir etmişlerdir. Akabinde devlet haline gelen Osmanlılar ise gittikleri yerlerdeki bu harebeleri imar etmişlerdir. Bu tamirat işleri Osmanlı'nın yükseliş dönemine rastlar . Osmanlıların çökmesiyle Batı'daki şifalı sular üzerinde Avrupalılar analizler yapmış ve analiz sonuçlarına göre değer vermişlerdir(Avşaroğlu, 1968).

Bugün ise şifalı suların balneolojik maksatlarla kullanılması hususunda FİTEC (Federation International du Thermalisme ed du Climatisme) ve ISMH (International Society of Medical Hydrology) gibi kuruluşlar bilimsel yönden büyük gayretler göstermektedir (Cici, 1982).

Şifalı sular; Romatizmal hastalıklar, iç salgı sistemlerinin hastalıkları, ameliyat sonrası hastalıklar, şeker, böbrek ve idrar yolları hastalıkları, beslenme bozuklukları, mafsalsal iltihapları, karaciğer rahatsızlıkları, gastrit gibi birçok hastalıkların tedavisinde yapıcı etkileri olduğu muhakkaktır. Bu sular tedavide kullanıldıkları gibi insan sağlığının korunmasında da öneme haizdir (Cici, 1982).

Termal tedavi, herşeyden önce termal ve içme suları, diğer bir deyişle maden suları ile yapılan bir tedavi şeklidir. Fakat her maden suyu termal tedavide kullanılmamaktadır. Tedavi amacı ile de değerlendirilecek maden sularının bir takım özelliklere ve tedavide etkili olabilmesi için de belli sıtandırlara sahip olması gerekmektedir(Aslan, 1995).

Özellikle son yıllarda batılı ülkelerin termal tedavi konusu üzerinde durarak, bu doğal şifa kaynaklarından faydalanmak amacıyla ülkemize yoğun bir ilgi gösterdikleri basından izlenebilmektedir(Aslan, 1995).

Bu nedenle dış turizme açık, potansiyel müşteri kitlesini ülkemize çekmek oldukça kolay olabilecektir. Fakat şifa bulmak ve rekreasyon amacı ile gelen müşterilerin beklediği kalitede çağdaş işletme ve standartlara uygun hizmet açığının tamamlanması gerekmektedir(Aslan, 1995).

Diğer yandan insanoğlu her alanda olduğu gibi enerji alanında da devamlı bir arayış ve yenileme içindedir. Ulusların kalkınmasında enerji üretimi tarih boyunca önemli bir faktör olmuştur(Can, 1995).

Bilindiği gibi ülkemiz enerji ihtiyacının yarısını petrol, doğal gaz ve kömür olarak ithal edilmekte, özellikle petrol ve doğal gazda dış kaynaklara bağımlılık söz konusu olmaktadır(Can, 1995).

Özellikle son yıllarda artan petrol fiyatlarına karşı ülkemiz zor durumları yaşamaktadır. Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerisindeki ısı enerjisidir(Can,1995).

Türkiye'deki şifalı sular hakkında pekçok çalışmalar yapıldığı elimizdeki kaynaklardan anlaşılmaktadır(Çağlar, 1950).

Bu şifalı suların 1300' ün üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemiz jeotermal kaynakları bakımından dünyanın 7. ülkesidir. İlk defa jeotermal ile ısıtma uygulaması Balıkesir - Gönen' de yapılmıştır(Erguvanlı, 1973).

Maden suyu bakımından da Çitli maden suyu 1863 de Paris' te açılan sergide birincilik kazanmıştır. Böylece Avrupa avarında bir su olarak kabul edilmiştir(Erguvanlı, 1973).

Ancak Şanlıurfa ili ve çevresinde bu hususta dikkate değer bir araştırma yapılmamıştır. R. Reman'ın "Balneoloji" isimli kitabında Harran' da bir termal suyun varlığından bahsetmektedir. Ancak bu suyun yeri ve özellikleri hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir.

Üzerinde çalışma yaptığımız kaynak, Şanlıurfa merkezine bağlı Karaali Köyünde çıkan termal sudur. Bu kaynak 1990'lı yıllarda D.S.İ nin vatandaşlara sulama amacıyla açtığı sondaj sonucunda ortaya çıkmıştır. Daha sonraları aynı çevrede İl Özel İdaresi tarafından 2. kuyu açılmıştır. Bu sular M. T. A ve Hıfzısıhha tarafından birer defa analiz edilerek şifalı su özelliği tescil edilmiştir. Külüplü Köyü suyu ile Acıkuyu Köyü suyu üzerinde hiç araştırma yapılmamıştır.

Bu araştırmamızda Şanlıurfa il sınırları içinde "şifalı" olarak nitelenen suların analizleri yapılarak, kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri tespit edilmek suretiyle sağlık açısından faydaları araştırılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİ

### 2.1.Şifalı Suların Oluşumu

Şifalı suların teşekkülü hakkında çeşitli teoriler ortaya atılmıştır.Bu teorilerden önemlileri aşağıda özetlenmiştir(Cici, 1982., Erguvanlı, 1973.).

**a-)İnfiltrasyon Teorisi:** Bu teoriye göre kaynak ve yeraltı suları meteor sularıyla beslenmektedir. Meteor suları, yeryüzündeki geçirgen tabakalardan süzülerek ve geçirgenliği olmayan çatlaklardan aşağıya inmek suretiyle oluşmaktadır. Bu sular; içerdikleri mineralleri geçtikleri formasyondan, ısını da yerin derinliğinden almaktadır.

Adams'a göre 18000 m' ye, King'e göre ise 30000 m derinliğe kadar arzın dış kabuğunu oluşturan litosfer tabakasında su hareket edebilir. Jeotermik dereceye göre de 12000 m derinlikte kritik sıcaklık ve basınca varıncaya kadar su sıvı halde kalabilir.

**b-)Kondensasyon Teorisi:** 1902 yılında Viyanalı Jeolog E.SUESS tarafından ortaya atılmıştır. Buna göre; yerin derinliğinden kaynaklanan yüksek sıcaklık ve basınç altında H<sub>2</sub> gazı ile atmosferdeki oksijenin birleşmesiyle oluşmaktadır. E.SUESS 1902 yılında, A.GUTIER 1905 yılında bu sulara juvenil sular diye isimlendirmiştir.

1924 yılında R.SOSMAN 1000 m kalınlığındaki bir mağma tabakasının ağırlığının % 5' i nispetinde su içerdiğini bu mağma tabakasının bir milyon yılda soğuması ile dünyamızın yüzeyine 1 km<sup>2</sup> alana dakikada 23,8 lt juvenil su vereceğini hesaplamıştır(Cici, 1982).

Bilim adamları volkanik menşeli sular hakkında çeşitli fikirler ortaya atmışlardır. Hatta bazıları mağmanın hiç su ihtiva etmediğini savunmuşlardır. Volkanların dışarı atıkları sular vadoz kökenli olduğunu belirtmişlerdir. Fransız vülkanolojistlerinden Fouque 1865 yılında Etna yanardağı erüpsiyonunda 11000 m<sup>3</sup> mertebesindeki suyun, Locroix Martinik'teki meşhur Pele yanardağının ortaya çıkardığı siyah dumanların içerdiği aşırı

miktardaki su buharının volkan yakınlarından teminin imkansız olduğunu belirtmiştir. Buna göre volkanların dışarı atıkları duman ve erimiş lavların bileşiminde juvenil menşeli suyun bulunduğu kabul edilmektedir(Cici, 1982).

Şifalı suların oluşumunu CASTER 1960 yılında yaptığı bir çalışmada iki guruba ayırmıştır.

1. Gravite sonucu oluşan sular

2. Gravite dışında başka sebeplerden dolayı oluşan şifalı sular.

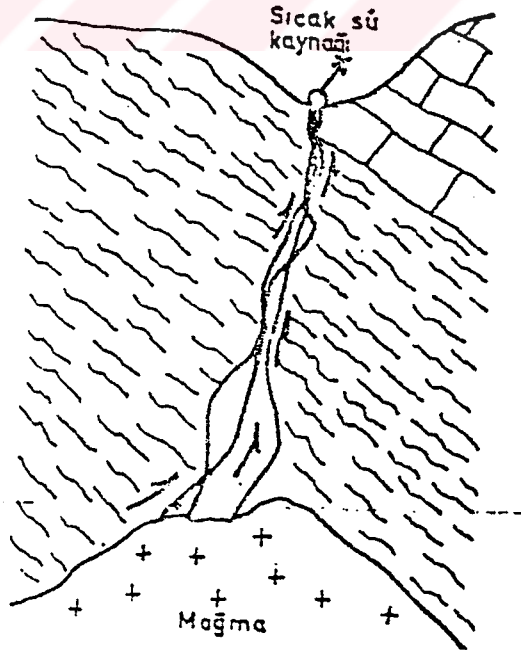
Gravite ile oluşan sular daha fazladır. Bu teoriye göre de oluşumları bakımından 3 sınıfa ayrılırlar.

a-) Vadoz (Jeotermal) Sular

b-)Juvenil sular

c-)Karışık sular

**a-)Vadoz kökenli sular:** Bunlara basınçlı sular da denir. Yeryüzündeki suların, yerçekimi sonucu, fışır, çatlak, fay ve diğer süreksizliklerden sızarak yerin derinliklerine gitmesi orada ısınıp sıcaklık kazanarak ve herhangi bir yolla tekrar dışarı çıkmasıyla oluşur.

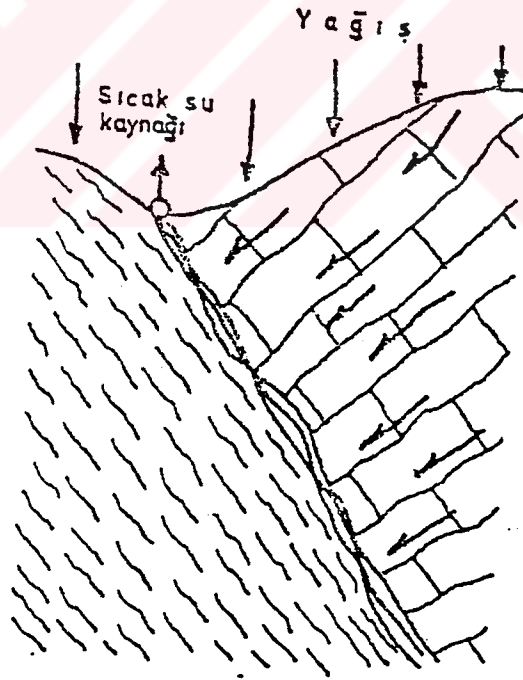


Şekil.2.1. Vadoz kökenli suların oluşumu

Bu olay A.LAUNAY tarafından termosifon teorisiyle açıklanmıştır. Şekilde görüldüğü gibi suyun sıcaklığı indiği derinliğe bağlıdır. Çok sıcak olması çok derinden geldiğine işarettir. İçindeki mineraller de suyun nasıl bir yerden geçtiği hakkında bize bilgi verir(Cici, 1982., Erguvanlı, 1973., Aslan,1995).

**b-)Jüvenil veya mağma tabakasından gelen derin orijinli sular:** Yer kabuğunun derinliklerinden yeryüzüne ilk defa çıkan sulara denir. Bunlara bakire sular da denmektedir. Bunların ilk defa yeryüzüne çıkması oldukça önemlidir. Genellikle bunlar sıcak sulardır. Her zaman sıcak olmasında gerekmez, bazen soğuk su da olabilir. Önemli olan suyun ilk defa yeryüzüne çıkması olayıdır. Juvenil menşeli sular da kendi aralarında 3 guruba ayrılırlar (Cici,1982., Erguvanlı, 1973., Aslan, 1995).

**i-)Mağma içerisinde bulunan su, mağmanın kristalleşmesi sonucunda ortamdan dışarı atılır.**



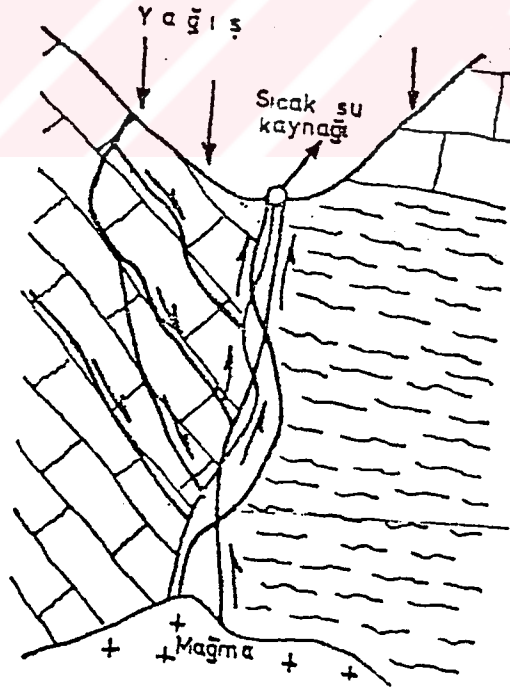
Şekil. 2. 2. Juvenil kökenli suların oluşumu



ii-)Volkanik sular: Volkanik bölgelerde oluşan derin menşeli sulardır. Volkanların kenarlarında bolca şifalı sulara rastlaması bu fikri doğrular mahiyettedir. İlk defa 1847 yılında LAUMAN bunlara volkanik sular adını vermiştir. Üzerinde araştırma yaptığımız özellikle Karaali Köyünde çıkan termal su da Tektek Dağları eteğinde Karacadağa yakın oluşu sebebiyle bu suya da volkanik sular gurubuna koyabiliriz.

iii-)Sentez sular: E.SUESS, 1903 ylarında yaptığı bir çalışmada arzun derinliklerinden gelen  $H_2$  gazı ile atmosferden gelen  $O_2$  nin yüksek basınç ve sıcaklıkta birleşmesiyle oluştuğunu belirtmiştir. Ancak bu tür sulara az rastlanır(Cici, 1982., Erguvanlı, 1973)..

c-) **Karışık Sular:**Yerin derinliklerinden gelen bakire veya juvenil sular ile yeryüzünden aşağılara doğru sızan vadoz sular değişik ortamlarda birleşerek tekrar yeryüzüne çıkabilirler. Bunlar sıcak sular oldukları gibi soğuk maden suları da olabilirler.



Şekil. 2. 3.Karışık kökenli suların oluşumu

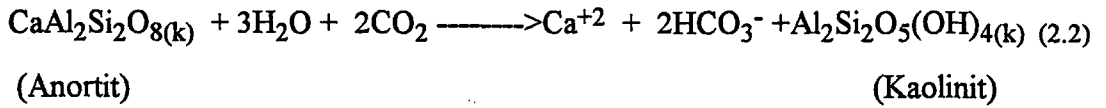
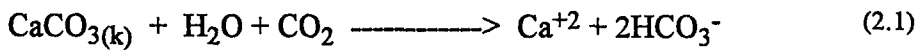
Dünyanın çeşitli yerlerine bakıldığı zaman juvenil kökenli sıcak suların daha ziyade volkanik bölgelerde, vadoz kökenli sularında fisür, çatlak, fay ve kıvrımlı orojenik bölgelerde olduğu gözlenmiştir(Aslan, 1995., Cici, 1982., Erguvanlı, 1973).

## 2.2 Şifalı Suların Jeokimyasal Özellikleri Bakımından İçerdikleri Maddeler

Termal ve maden sularının içinde bulunan Katyon, Anyon, Elektrolit olmayan maddeler, gazlar ve radyoaktif elementler hakkında kısa bilgi vermekte yarar vardır(Cici,1982;Ungan, 1949).

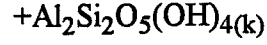
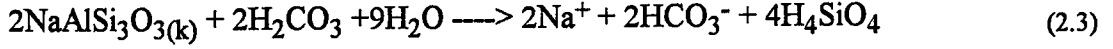
### 2.2.1. Katyonlar:

**a-) Kalsiyum:** Sıcak sularda en çok bulunan katyondur. Büyük bir kısmı mermer ve kireçtaşının CO<sub>2</sub> 'li sularda yıkanmasından oluşmaktadır. Bu suların vadoz kökenli olduğu kabul edilmektedir. Kalker ve Dolamitli kalkerlerin içinden veya etrafında çıkan termal sularda bulunur. Bu katyon suya sertliği verir. Bol miktarda kalsiyum bikarbonat içeren sular yeryüzünde aktıkları zaman kalker tüflerini ve travertenleri oluştururlar. Ca<sup>+2</sup> iyonun çoğunluğu aşağıdaki reaksiyonlara göre oluşur(Cici,1982; Ungan, 1949).



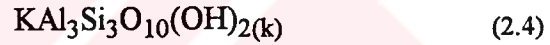
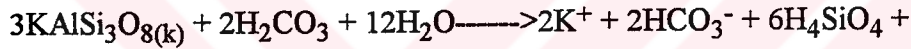
**b-)Sodyum:** Mineral sularında değişik oranlarda bulunan bir katyondur. Tuzlu ve alkali katyonlarda bulunur ve onları tanımlar. Klor iyonları genelde NaCl tuzunun yataklarında kaynaklanır. Bu suları, juvenil kökenli olduğu kabul edilmişse de araştırmacıların çoğu bunun vadoz kökenli olabileceğini kabul etmişlerdir. Sodyum katyonunun çoğu, volkanitler

ve ofiyolit dizisini oluşturan kayalardaki sodyumlu feldispatların çürümesiyle sulara geçmektedir(Cici,1982; Ungan, 1949).



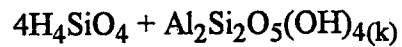
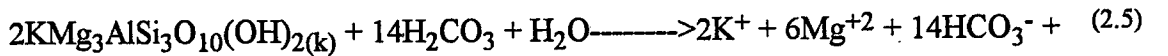
(Albit)

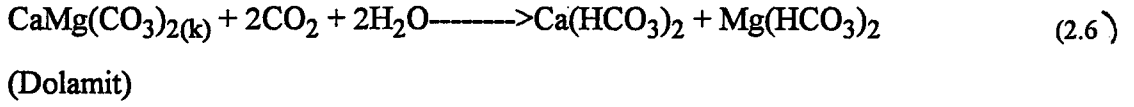
**c-)Potasyum:** Feldispatların çürümesiyle suya geçen bir katyondur. Potasyum iyonun bir kısmı kil mineralleri tarafından tutulduğundan sodyum iyonuna göre daha azdır. Vadoz menşeli olduğu kabul edilmektedir(Cici, 1982; Ungan, 1949).



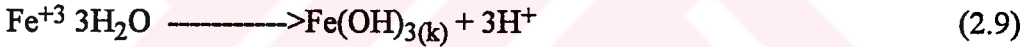
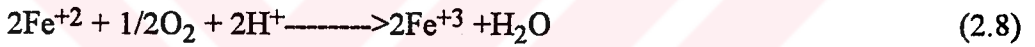
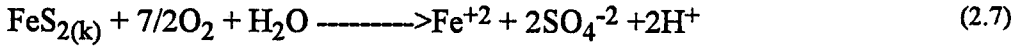
(Mika)

**d-)Magnezyum:** Magnezyum iyonu, şifalı sularda genelde  $\text{Ca}^{+2}$  iyonlarıyla beraber dolomitik karekterde bulunur.Bu iyonunda vadoz orijinli olduğu kabul edilmektedir. $\text{Mg}^{+2}$  iyonları aşağıdaki reaksiyonlar gibi oluşmaktadır(Cici, 1982).





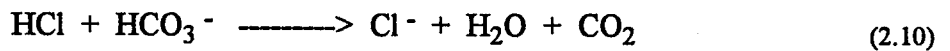
**e-)Demir ve Mangan:** Hemen hemen bütün mineral sularda bulunan iyonlardır. Bu iyonları bulunduran sular aktıkları zaman esmer veya koyu kahverenkli bir şekilde görünürler. Demirin kısmen juvenil olabileceği gibi juvenil kaynaklı sularla da karışabileceği görüşü savunulmuştur. Dolayısıyla menşei hakkında kesin bir sonuca varılamamıştır. Bu iyonlar MnS ve Pritin bozulmasından oluşmaktadır(Cici,1982; Ungan,1949).



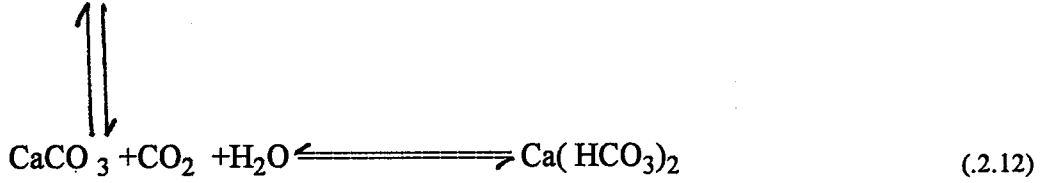
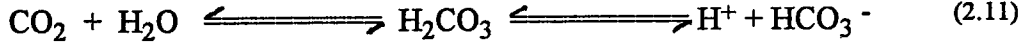
## 2.2.Anyonlar:

**a-)Klorür:** Mineral kaynaklarda ençok bulunan anyonlardan birisidir. Bazı araştırmacılara göre vadoz kökenli, bazılarına göre de juvenil kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Bu iyon volkanların civarındaki bazı termal sularda HCl şeklinde, diğer sularda ise NaCl ve KCl tuzları şeklinde bulunur.

Volkanlardan çıkan HCl 'ın  $\text{HCO}_3^-$  ile reaksiyona girmesiyle klorür iyonunu oluşabilir(Cici, 1982; Ungan, 1949).



**b-) Bikarbonat:** Bu sulara bulunan anyonların en önemlisidir. Juvenil ya da vadoz kökenli CO<sub>2</sub> gazının yerin derinliklerinde su ile karışarak dengeyi bikarbonat lehine dönüştürmektedir. Bikarbonatlar aşağıdaki reaksiyonlara göre teşekül etmektedir.



Bu sular yeryüzüne çıktıkları zaman basınç azalacağından içindeki CO<sub>2</sub> gazı uçacak CaCO<sub>3</sub>'ün çökmesine sebep olmaktadır. Bu sular aktıkları zaman çıkış ağzlarında bolca CaCO<sub>3</sub> 'in çökmesi neticesinde su yolunun kapanmasına sebep olmaktadır. Zaman zaman su yolunun değişmesi gözlenmektedir.

Bazen suyun çıkış ağzlarında granüle şeklinde CaCO<sub>3</sub> 'in suyun basıncıyla birlikte dışarı çıktığı görülür(Cici,1982; Urgan, 1949).

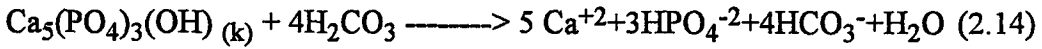
Üzerinde çalışma yapıldığı su örneklerinde çökelti yapabilecek derecede bikarbonat bulunmamaktadır.

**c-)Sülfat:** Hem juvenil hem de vadoz kökenli olabileceği kabul edilmektedir. Sülfat, vol kanitlerdeki pritin aşağıdaki reaksiyona göre oksitlenmesiyle yeraltı suyuna geçebileceği düşünülmektedir(Davis-De Wiest,1966)



Bu türlü sular, jibslı serilerin içinde ve etrafında bulunur. Jibsin çözünmesiyle de ortamın sülfatı artabilir. Eğer ortamda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları varsa  $\text{CaSO}_4$  'ın çözünmesi daha da hızlanır( Canik, 1980; Cici, 1982.).

**d-)Fosfat:** Mineral kaynaklarda genelde az da olsa bulunur. Juvenil kaynaklı olmayıp vadoz kökenlidir. Apatitin ve fosforitin parçalanmasından ortaya çıktığı kabul edilmektedir(Cici, 1982).



(Apatit)

**e-)Florür:** Çoğunun juvenil olmasına karşın, vadoz orijinli olabileceği de kabul edilmektedir. Vadoz orijinli olan florür, fluoruapatiten aşağıdaki reaksiyonla teşekkül etmiş olabilir.



### 2.2.3.Elektrolit Olmayan Maddeler

Şifalı suların içinde ençok bulunan metaborik asiti ve metasilikat asitidir. Elektrolit olmayan bu maddeler hem juvenil hem de vadoz kökenli olabileceği tahmin edilmektedir. Metaborik asitin, pegmatitler içinde bulunan  $(\text{XY}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH}))$  maddesinin parçalanması ile, metasilikat asitin de (2.3 ve 2.4) reaksiyonlarına göre oluşabileceği tahmin edilmektedir(Cici, 1982).

Kaplıca sularında jel halinde silislerin bulunduğu ve suyun vizikositesinin değişmediği için kaplıca sularının masajlarda tedavi etkisi yaptığı kabul edilmektedir(Cici, 1982; Erguvanlı, 1973).

#### 2.2.4.Gazlar

Kaplıca ve maden sularında ençok CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> gibi gazlar bulunmaktadır. Bu gazlar atmosferden, kimyasal ve biyokimyasal kaynaklardan geldiği bilinmektedir.

N<sub>2</sub> gazı meteor sularıyla şifalı sulara karışan en önemlilerindedir. Organik maddelerin biyokimyasal parçalanması sonucu CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> gibi gazlar oluşmaktadır.

Juvenil menşeli gazlar, mağmaların ve kristal şistlerin tortulu kayalarıyla teması sonucu oluşmaktadır. Tortul kayalar 850 °C 'ye kadar ısıtılırsa CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> gazları ortaya çıkar. Sıcaklık yarıya geldiğinde CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> gazları ayrılır, daha sonra da CO gazı ayrılır. Sıcaklığın artmasıyla H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> gazları oluşur. En son da N<sub>2</sub> gazı açığa çıkar.

Şifalı sularda en fazla CO<sub>2</sub> gazı bulunur ve çözünürlüğü de en fazla olan bu gazdır. CO<sub>2</sub>'nin vadoz ve juvenil kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Denge CO<sub>2</sub>' in limit konsantrasyonu: 35 mg/l

Juvenil CO<sub>2</sub>' in limit konsantrasyonu: 200mg/l

Vadoz CO<sub>2</sub>' in limit konsantrasyonu: 35 - 100 mg/l

Kayalardaki sülfürlerin yükselmesi sonucu oluşan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> karbonatlara etki ederek CO<sub>2</sub>' i oluşturur. Ayrıca organik maddelerin ve karbonatlar içindeki hidrokarbonların yükselmesiyle CO<sub>2</sub> gazı ortaya çıkar(Cici, 1982., Erguvanlı, 1973).

#### 2.2.5. Radyoaktivite

Radyoaktif şifalı sularında Uranyum, Radyum, Thoryumve Aktinyum gibi radyoaktif elementler ya da bunların bir gazı olan Radon, Thoron gibi emanasyonları farklı miktarlarda bulunur. Bu elementlerin bozunması ile bir tane kurşun izotopu kalmaktadır.

Doğal sularda Uranyum gurubu aktinyum ve thoryum guruplarına göre daha fazladır. Literatürdeki bilgilere göre suyun doğal aktivitesinin hemen hemen hepsini radyum oluşturmaktadır. Radyumdan meydana gelen radon gazı sularda ölçülebilecek miktarlarda bulunabilir.

Şifalı sularda sürekli ve geçici olmak üzere iki çeşit radyoaktiflik vardır. Geçici radyoaktiflik; yarılanma süresi 54,5 sn olan  $^{220}\text{Rn}$ (Thoron) asal gazı ile yarılanma süresi 3,92 sn olan  $^{219}\text{Rn}$  (Aktinon) asal gazlarından ileri gelir. Sürekli radyoaktiflik ise yarılanma süresi 3,82 gün olan  $^{222}\text{Rn}$  asal gazından ortaya çıkar.

Bu emanasyonlardan yalnızca yarılanma süresi uzun olan radon, radyoaktiflik bakımından önemlidir. Volkanik kayalardan gelen sularda radyum kansantrasyonu daha fazladır(Cici, 1982; Erguvanlı, 1973; Yenal, 1973).

### 2.3. Şifalı Suların Sınıflandırılması

Şifalı suların farklı özelliklere göre çeşitli şekillerde sınıflandırmaları yapılmıştır. Şifalı suların balneolojide kullanımında esas alınan kriterleri dikkate alınarak sınıflandırmaları şu esaslara göre yapılır(Cici, 1982).

- 1-Genel mineralizasyon
- 2-İyonik bileşim
- 3-Gaz bileşimi
- 4-Biyolojik bakımından aktif bileşenler ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , As, Fe, Br, I,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )
- 5-Radyoaktivite



6-pH faktörü

7-Sıcaklık

### 2.3.1 Kimyasal sınıflandırma

A. V. U. Ivanon ve G. A. Nevraev'in 1964 yılında yaptığı sınıflandırmadır. Buna göre,

a-) Spesifik komponentler veya özellikler taşımayan sular

b-) Karbondioksitli sular

b-) Kükürtlü sular ( banyolarda kullanılır )

d-) Demirli-Arsenikli sular ( içerisinde fazlaca Mn, Cu, Al gibi elementler bulundurulur )

e-) Organik madde miktarı yüksek bromürlü -iyodürlü sular ( içilmek suretiyle kullanılır )

f-) Radonlu sular.

g-) Silikatlı sıcak sular ( Cici, 1982; Yenal, 1973 ).

B. Uluslararası Kaplıcalar Birliği'nin(FİTEC) sınıflandırması

Türkiye'de geçerli olan bu sınıflandırma aşağıdaki gibi bileşimlerine göre sınıflandırılmıştır ( Aslan,1995; Cici,1982 ).

a-) Sodyum Klorürlü sular

b-) Bikarbonatlı sular

c-)Karbonatlı sular

d-) Sülfatlı sular

e-) Demirli sular

f-) Arsenikli sular

g-) İyotlu sular

h-) Kükürtlü sular

- i-) Radonlu sular
- j-) Radyumlu sular
- k-) Karbondioksitli sular
- l-) Çamurlu sular

C. Jacquot ve Wilm'in sınıflandırması ( Cici, 1982; Yenil, 1973 ).

- 1. Bikarbonatlı sular
  - a. Sodyumlu
    - i. Sodyum bikarbonatlı
    - ii. Sodyum bikarbonatlı-Sodyum klorürlü
    - iii. Sodyum bikarbonatlı-Ferrobikarbonatlı
  - b. Kalsiyumlu
    - i. Kalsiyum-Mağnezyum bikarbonatlı
    - ii. Kalsiyum-Mağnezyum bikarbonatlı, klorürlü
    - iii. Kalsiyum-Mağnezyum-Ferro bikarbonatlı
- 2. Kükürtlü sular
  - a. Sodyumlu sular
    - i. Sodyum sülfürlü
    - ii. Sodyum sülfürlü-sodyum klorürlü
  - b. Kalsiyumlu sular
    - i. Kalsiyum sülfürlü
    - ii. Kalsiyum sülfürlü-Kalsiyum klorürlü
    - iii. Bozulmuş veya dejenere olmuş sülfürlü sular.
  - c. Nitratlı sular
- 3. Sülfatlı sular
  - a. Sodyum sülfatlı

b. Kalsiyum sülfatlı

- i. Kalsiyum-Mağnezyum sülfatlı sular
- ii. Kalsiyum-Mağnezyum klorürlü, sülfatlı sular

4. Tuzlu(Sodyum klorürlü) sular

5. Demirli sular

- i. Demir bikarbonatlı
- ii. Demir sülfatlı
- iii. Asit krenatlı demirliler

6. Radyoaktif sular

Bu sınıflandırmada arsenikli ve iyotlu sular dikkate alınmadığı gibi bu suları sınıflandırmak için gerekli iyon miktarları da verilmemiştir(Cici, 1982).

D- I. S. M. H. ( International Society of Medical Hydrology ) nin sınıflandırması

Bu sınıflandırma özellikle Alman dili konuşulan yerlerde kullanılmaktadır(Cici, 1982; Özdemir, 1974).

1. 1 kg suda enaz 1 gr çözülmüş madde veya %20 mval değerinde katyon ve anyon ihtiva eden sular.

a. Klorürlü sular

- i. Sodyum klorürlü
- ii. Kalsiyum klorürlü
- iii. Magnezyum klorürlü

Sodyum klorürlü sular 1 kg da enaz 5,5 gr sodyum veya 8,5 gr klorür ihtiva edrler. Bu sular tuzlu su ve sole olarak da isimlendirilirler.

b. Bikarbonatlı sular

- i. Sodyum bikarbonatlı
- ii. Kalsiyum bikarbonatlı

iii. Magnezyum bikarbonatlı

c. Karbonatlı sular

d. Sülfatlı sular

i. Sodyum sülfatlı

ii. Magnezyum sülfatlı

iii. Kalsiyum sülfatlı

iv. Demir sülfatlı

v. Aliminyum sülfatlı

2. 1 kg suda 1 gr dan az çözülmüş madde bulunduran fakat etkin madde ihtiva eden sular;

a. Demirli sular: 10 mg/kg ( İsviçre'de 5 mg/l )

b. Arsenikli sular: 0,7 mg As / kg (1,3 mg/kg HAsO<sub>4</sub>-2 ) İsviçre'de 0,2 mg/l

c. İyotlu sular: 1 mg/kg

d. Kükürtlü sular: 1 mg/l

e. Karbondioksitli sular: 1gr/l

f. Radonlu sular: 18 nC/l = 50 Mache units ( ME )

3. Sıcaklıkları 20 °C nin üstünde olan termal sular;

Bu sularda az dahi olsa çözülmüş mineral içeriyorsa bunlara Akrototerm sular denir.

4. Az miktarda çözülmüş mineral ihtiva eden ısı derecesi normal sular.

Orta Avrupa ülkelerinde I. S. M. H' nin sınıflandırılması çok kullanılmaktadır. Buna göre sınıflandırma aşağıdaki gibidir(Cici, 1982).

### 2.3.2.Fiziksel Sınıflandırma

Şifalı sularda sıcaklık en önemli özelliklerden birisidir. Balneolojide bir su kaynağının termal özelliğe sahip olabilmesi için sıcaklığın 20 °C nin üzerinde olması gerekir(Cici, 1982).

Araştırmacıların çalışmalarına göre bunların sıcaklıkları kaynak bölgesinin ortalama hava sıcaklığından 5 - 6 °C daha fazla olan sular olarak tanımlamışlardır(Canik, 1980).

Bazı araştırmacılar da sıcaklıkları 20 °C den daha fazla olan kaynak sularını sıcak su olarak kabul etmişlerdir(Canik, 1980).

Jeologlar da kaynağın bulunduğu bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı sınır sıcaklığı olarak kabul etmişlerdir. Bu sıcaklık için bölgenin nötral zonu diye tanımlanmıştır. Kaynağın sıcaklığı eğer bu değeri geçiyorsa bu su kaynaklara şifalı sular denilmiştir(Cici, 1982).

Sıcaklık aynı zamanda suyun geldiği derinliği hakkında da fikir verir(Erguvanlı, 1973).

$D = (S_k - S_o) J_g$  formülü ile suyun geldiği derinliği hesaplanabilir.

D : Kaplıca suyunun geldiği derinlik ( m )

$S_o$  : Suyun çıktığı kaynak bölgesinin ortalama sıcaklığı ( °C )

$S_k$  : Kaynağın ısı derecesi ( °C )

$J_g$  : Alanın jeotermik gradyeni ( m )

A. Avrupada balneolojide kullanılan şifalı suları üç guruba ayırmışlardır.

1. Hipertermal sular; Sıcaklığı 37 °C ' nin üzerinde olan sular
2. Termal sular; Sıcaklığı 20-37 °C arasında olan sular

3. Subtermal sular; Sıcaklıkları  $20^{\circ}\text{C}$  ' nin altında olan sular. Bunlara soğuk sular da denir(Cici,1982., Özdemir,1974., Aslan, 1995).

#### B. Grünhut ve Hintz' ın sınıflandırması

1. Soğuk su kaynakları; Suyun sıcaklığının  $20^{\circ}\text{C}$  ' nin altında olanlar
2. Sıcak su kaynakları; Sıcaklıkları  $20^{\circ}\text{C}$  ' nin üzerinde olan sular.
  - i.  $20-34^{\circ}\text{C}$  arasındaki sulara Hipotermal sular
  - ii.  $34-38^{\circ}\text{C}$  arasında olan sulara Homotermal sular
  - iii.  $38^{\circ}\text{C}$  'nin üzerinde olan sulara da Hipertermal sular denilmiştir(Cici,1982., Reman, 1949., Aslan, 1995).

#### C. I. S. M. H ' nin sınıflandırması

1. Sıcaklıkları  $20^{\circ}\text{C}$  nin altında olanlara hipotermal sular
2. Sıcaklıkları  $20-34^{\circ}\text{C}$  arasında olanlara termal sular
3. Sıcaklıkları  $34-38^{\circ}\text{C}$  arasında olanlara izotermal sular
4. Sıcaklıkları  $38^{\circ}\text{C}$  ' nin üzerinde olanlara hipertermal sular
5. İyonların toplam konsantrasyonu  $300\text{ mmol/l}$  den az olanlara hipotonik sular
6. İyonların toplam konsantrasyonu  $300\text{ mmol/l}$  den fazla olanlara hipertonic sular denir(Cici,1982., Özdemir, 1974).

#### 2.3.3. Radyoaktifliklerine Göre Sınıflandırma

Radyoaktifliklerine göre aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

- a. Litresinde  $100 - 35$  eman' dan daha küçük olanlar zayıf radyoaktif sular.
- b. Litresinde  $300 - 100$  eman arasında olanlar orta radyoaktif sular
- c. Litresinde  $300$  eman 'dan büyük olanlara da çok radyoaktif sular denir.

Uluslararası Kaplıcalar Birliği ( F I T E C ) 'ne göre litresinde 20 eman ya da 2000 pikokuri, Tıp ve bilimadamlarına göre ise 50 eman veya 5000 pikokuri  $^{222}\text{Rn}$  içeren sular Radyoaktif sular olarak kabul edilmiştir( Cici,1982, Ülker, 1988).

Radyoaktivite biyolojik açıdan önemli olduğu gibi, hastalıkları iyileştirme açısından da önemlidir. Radyoaktif sular mineralizasyon yönünden fakir olsa da, yine de iyileştirici bir yönü bulunur(Erguvanlı, 1973).

Kaplıca suları, sürekli radyoaktiflik ve geçici radyoaktiflik olmak üzere ikiye ayrılır.

Sürekli radyoaktiflik radon gazının suda erimesinden oluşmuştur. Geçici radyoaktiflik ise suların radyoaktif kütlelerin içinden geçerken kazandığı radyoaktifliktir(Erguvanlı, 1973).

Soğuk ve ılık sulara radon gazı sıcak sulara göre daha fazladır. Sıcaklığın yükselmesiyle açık havada radon gazı azalmaktadır. Suyun sıcaklığı veya çıkış yerinin sıcak olması radyoaktivite ile çok alakalıdır( DUENAS, 1993).

Bir suyun çeşitli terapötik yollarla kullanılabilmesi için  $^{222}\text{Rn}$  gazı radyoaktivitesinin en az aşağıdaki Tablo.2.1. deki değerlerin mertebesinde olmalıdır. Bu değerlerin altında olan sular tedavide kullanılamazlar( Cici, 1982 ).

| Terapi şekli | $^{222}\text{Rn}$<br>Radyoaktivitesi |
|--------------|--------------------------------------|
| Banyo        | 10000 pc/l                           |
| İçme         | 100000 pc/l                          |
| İnhalasyon   | 1000 pc/l                            |

Tablo.2.1.  $^{222}\text{Rn}$  gazı radyoaktivitesinin terapi şekli

### **3. MATERYAL VE METOT**

Şanlıurfa ili ve çevresinde halkın beyanı ile resmi makamlardan aldığımız bilgilere göre şifalı tahmin edebileceğimiz su kaynakları üzerinde araştırmalar yapıldı.

#### **3.1 Su Kaynaklarının Belirlenmesi**

Bu maksatla İl Milli Eğitim ve İlçe Milli Eğitim müdürlüklerine (11), Kaymakamlıklara (10), Müftülüklere (10), İl Sağlık Müdürlüğüne(1) olmak üzere anket mahiyetinde mektuplar gönderildi.

Gönderilen bu yazıların cevapları çeşitli şekillerde değerlendirildi. Akçakale ilçesinde aynı çizgi üzerinde 6 köyde acı su olduğu bilinmektedir. Bu köyler aynı çizgide oldukları için bunların arasında Acıkuyu Köyü' nün suyu analize tabi tutuldu.

Halk arasında Hilvan ilçesine bağlı Külaplı Köyü' nün suyu acı olduğu ve yine aynı durumda Şanlıurfa merkezine bağlı Karaali Köyü' nde sıcak suyun çıktığı ifade edilmektedir.

Bunun üzerine Hilvan ilçesine bağlı Külaplı Köyü' nün içme suyu, Akçakale ilçesine bağlı Acıkuyu Köyü' nün içme suyu ve Şanlıurfa' nın merkeze bağlı Karaali Köyü' nde çıkan Özel İdarenin sondajı ile halk tarafından sulama amaçlı açılan kuyuların suları çeşitli dönemlerde analiz edildi.

#### **3.2 Su Örneklerinin Alınması**

Yukarıda da ifade edilmeye çalışıldığı gibi su kaynakları tespit edildikten sonra çeşitli dönemlerde kaynak başına giderek kuyuların durumlarına göre Külaplı Köyü'nün kuyusuna kova daldırmak suretiyle, diğer üç kaynaktan da motorla 2 l su alındı. Su



örnekleri cam şişelere konulmak suretiyle aynı gün D.S.İ laboratuvarında analizleri yapılmaya başlandı (Ungan,1949).

Ağır metaller ve radyoaktif elementler için su nünuneleri benzer şekilde toplanıp aynı gün İstanbul Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi' ne götürülerek ertesi gün deneylerine başlandı.

### **3.3 pH ve İletkenlik Ölçümleri**

#### **3.3.1. pH ölçümü**

Doğal sularda pH değeri genellikle 4 ile 9 arasında değişir. Karbonat ve bikarbonat iyonları sulara hafif bazik karakter kazandırır.

pH, kolorimetrik veya elektrometrik olarak tayin edilebilir. Kolorimetrik metot, indikatör konmuş pH sı belli olan bir seri çözeltinin rengi ile aynı indikatör katılmış su nünunesinin renginin gözle karşılaştırmasına dayanır.

Eğer su; renkli, bulanık, çok tuzlu ise ve kolloidal madde, serbest klor, çeşitli yükseltgen ve indirgen maddeler varsa bu metotla iyi sonuç alınamaz. Elektrometrik metot daha duyarlı sonuç verir. Bu maksatla çeşitli elektrot sistemleri kullanılabilir. pH elektrodu olarak Hidrojen elektrodu, Kinhidron elektrodu, cam elektrot ve antimon elektrot kullanılabilir.

Labaratuvarında kullanılan pH metreler genellikle cam ve doygun kalomel elektrot sistemleriyle çalışır. Bu sistemin esası 25 °C de bir pH birimi değişiminin 59,1 milivoltluk bir potansiyel değişimi oluşturmasına dayanır.

Alınan su nünuneleri laboratuvar şartlarında Dijital pH Meter (HANNA 8521 Model) aleti kullanıldı( Gamsız, 1982).

### 3.3.2. İletkenlik ölçümü

İletkenlikleri kaynak başında W.T.W. Conductivity Meter aleti kullanılarak hem iletkenlik hem de sıcaklıkları ölçüldü. Acıkuyu Köyü' nün suyu iletkenliği çok fazla olduğundan kaynak başında ve labaratuvar şartlarında 5 defa seyreltilerek iletkenliği ölçüldü.

**E.C aletinin çalışma sistemi:** Elektriksel direncin birimi ohm dır. Bunun tersi olan iletkenliğin birimi ise mho dur. İletkenlik ölçümü, iletkenlik hücresi ve wheatstone köprüsü yardımı ile yapılır. Kullanılan hücrelerdeki platinlenmiş platin olup yüzey alanları  $1\text{cm}^2$  ve aralarındaki uzaklık 1cm dir. Hücre sabitleri her hücre için değişik değerler olup kontrolü standart KCl çözeltisi (0.01 M) ile yapılır. 25 °C de bu çözeltinin iletkenliği 1413 micromhos/cm dir.

Hücre sabiti;

$$K = EC_{25} \text{ (mikromhos/cm) } \times R_{25} \text{ (mikro ohm)}$$

Buna da

$EC_{25} = 0.01 \text{ M KCl' ün iletkenliğini } R_{25} \text{ de aynı çözeltinin direncini göstermektedir.}$

İletkenlik sıcaklıkla değişir. Aletteki okumaların sıcaklık faktörü ile çarpılmaları gerekir. Bu hesap için aşağıdaki eşitlik kullanılır( Gamsız, 1982).

$$EC_{25} = EC_t \times F_t$$

### 3.4.Katyonların Analizi

#### 3.4.1.Sodyum iyonu tayini

Volkanik kayaların % 60 ı feldispatlardan oluşmaktadır. Feldispatlar alkali veya toprak alkali metallerin alimino silikatlarıdır. Albit minerali sodyum alüminyum, anortit

sodyum kalsiyum silikattır. Albit karbondioksitli suların tesiri ile parçalanarak silis, sodyum karbonat ve kil mineralini oluşturur. Halite(NaCl), mirabilite( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) suda kolayca çözünen ve suya büyük konsantrasyonlarda sodyum veren minerallerdir. Sulardaki sodyum bazı şartlarda iyon değiştirici rol oynayarak kil minerallerindeki diğer bazı iyonlarla (Ca, Mg) yer değiştirebilir. Sulardaki sodyum konsantrasyonu çok değişiktir. Maden sularında ve iyon değiştirici ile yumuşatılmış sert sularda yüksek konsantrasyonda bulunur. Sulamada ve insan sağlığı için fazla sodyum zararlıdır. Sodyum tayini, uranil asetat metodu ile gravimetrik olarak yapılabilse de en uygun ve çabuk sonuç veren metot fleyn fotometrik metoddur.

Metodun esası: Sodyum iyonlarının alevde oluşturduğu sarı rengin dalga boyunun seçimli filitre (Sodyum için bu değer 589 milimikrondur.) kullanılarak alette tayinine dayanır (Gamsız, 1982).

### **3.4.2. Potasyum iyonu tayini**

Tabiatta en önemli potasyum kaynakları potaslı feldispatlar ve mikalardır. Karbondioksitli sular potaslı feldispatlara sodyumlu feldispatlardan daha yavaş etkiler. Mikalar karbondioksitli sularla potasyumun pek az bir kısmını suya vererek kil mineraline dönüştürler. Bu nedenle sulardaki potasyum konsantrasyonu sodyuma nispeten çok düşüktür. İçme sularının çoğunda potasyum **20 mg/l** nin altındadır. Bazı maden sularında 100 mg/l potasyum iyonuna rastlanır. Bu iyonu da sodyum iyonu gibi fleyn fotometre ile tayin etmek daha doğru olur.

Bu metodun esası; Potasyum iyonlarının alevde verdiği menekşe renginin dalga boyunun seçimli filitre 767 m mikron kullanılarak alette tayin edilmeye dayanır.

Sodyum iyonları ile potasyum iyonları DOCTOR LANGE FLEYN FOTOMETRE aletinde direk okumak suretiyle yapıldı( Gamsız, 1982).

### 3.4.3. Kalsiyum iyonları tayini

Tabiatta kalsiyum iyonları, kalsiyum silikatlar, karbonatlar, kalsit, aragonit, dolomit, jips, anhidrit apatit mineralleridir. Kalsiyum silikatlar hava ve yağmurun etkisiyle çözünebilen kalsiyum tuzlarına ve kil minerallerine döner. Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağı karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleridir. Bu sebeple sularda çok değişik konsantrasyonlarda kalsiyum bulunabilir.

Kalsiyum tayini Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre metodu ve permanganat titrasyon metodu ile yapılabilirse de en uygun ve çabuk sonuç veren *Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)* titrasyon metodudur.

EDTA titrasyon metodunun esası; sularda kalsiyum, EDTA ile kompleksimetric metoda göre, titrasyonla tayin edilir. Nüme pH ı NaOH le 12-13 ayarlanır. Bu şartlarda Mg(OH)<sub>2</sub> şeklinde çöker. İndikatör olarak kullanılan murexide kalsiyum iyonları ile pembe renk verir dönüm noktasında renk leylak moru olur. Bu da murexidin kendi rengidir.

Tayinin yapılışı: 10 ml nüme pipetle çekilerek 150 ml lik behere konur. 50 ml damıtık su 1-2 ml NaOH ve spatül ucu ile ( 0,1-0,2 gr ) murexide konur. İndikatör çözünceye kadar karıştırıldıktan sonra renk pembeden leylak moruna dönene kadar Etilen diamin tetraasetikasit (EDTA)çözeltisi ile titre edilir.

Hesaplamalar:

$M \text{ eq/l } Ca^{+2} = \text{kullanılan ml EDTA kalsiyum değeri mg/lt olarak verilmek istediğinde;}$

$M \text{ eq/l değeri } 20, 04 \text{ mg/l, } CaCO_3 \text{ için ise Meq/l değeri } 50 \text{ ile çarpılmalıdır ( Gamsız, 1982).}$

#### 3.4.4. Magnezyum iyonları tayini

Olivin, pyroxene, amfibol, koyu renkli mikalar gibi bir çok silikat minerallerin en önemli bileşeni magnezyumdur. Bundan başka tabiatta karbonat, oksit, magnezit ve dolomit mineralleri olarak yaygın halde bulunur. Karbondioksitli sular magnezyum silikatlarını etkileyerek  $MgHCO_3$  halinde çözerler.

Magnezyum, diamonyum hidrojen fosfatla gravimetrik olarak ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre metodu ile de yapılabilir. Ancak en uygun metot EDTA titrasyonu ile yapılanıdır.

Metodun esası: Sularda magnezyum tayini EDTA ile kompleksimetrik metoda göre yapılır. Nümunede Eriochrom black T indikatörü ve tampon çözelti kullanılarak kalsiyum ve magnezyum toplamı tayin edilir. Bundan kalsiyum iyonları değeri çıkarılarak magnezyum iyonları hesaplanır.

10 ml nümune pipetle çekilerek 150 ml lik behere konur. Buna 50 ml damıtık su ilave edilir. Daha sonra 10 damla tampon çözeltisi, 3 damla Eriochrom blane T indikatörü damlatılır. 0,01 N EDTA çözeltisi damla damla konarak renk şarap kırmızısından leylak moruna dönene kadar titre edilir.

Hesaplaması:

$$\text{Meq/l } Mg^{+2} = \text{Meq/l } (Ca^{+2} + Mg^{+2}) - \text{Meq/l } Ca^{+2}$$

mağnezyum değeri mg/l olarak verilmek istendiğinde

Meq/l değeri 12,16 mg/l ,  $CaCO_3$  için ise Meq/l değeri 50 ile çarpılır ( Gamsız, 1982).

#### 3.4.5. Ağır metallerin analizi

Ağır metalller, ekmece Nükleer Araştırma Merkezi' nde Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre aleti ile yapıldı. Nümune alete konulmadan önce aşağıdaki merhalelerden geçirildi.

Toplam metal analiz işlemi için iyi karıştırılmış su örneklerinden 1000 ml alındı ve her birine 50 şer ml konsantre  $\text{HNO}_3$  ilave edildi. Isıtılmak üzere hot-plate aletine konuldu.

Örneklerin her birisine 5 er ml konsantre  $\text{HNO}_3$  ilave edildi. Saat camı ile nümunelerin üstü kapatıldı. Tekrar hot-plate üzerine konuldu. zeltide buharlaşan su taneciklerinin saat camına çarpıp geriye dönüş hareketi vuku buluncaya kadar sıcaklığı kaynatmadan artırıldı. Isıtmaya devam edildi. Organiklerin tamamen paralanıncaya kadar, yeteri miktarda  $\text{HNO}_3$  ilave edildi. Parçalanmanın bittiği beyaz açık renkli okelmelerin oluşmasıyla anlaşıldı.

Son olarak 1-2 ml konsantre  $\text{HNO}_3$  ilave edildi. Hafifçe ısıtıldı ve okelti üzüldü. Beherin eperi ve saat camının kenarları çift destileli su ile yıkandı. Silikatı ve atomizasyonda sıkıntı çıkarabilen znmeyen materyaller süzerek uzaklaştırıldı. Mevcut konsantre su nümuneleri çift destile su ile 100 ml' ye tamamlandı. Böylece toplam metal analizi için işlem yapılmış ve hem de su nümuneleri 10 kez konsantre edilmiş oldu.

Daha sonra da hazırlanmış bu su örneklerinden Atomik Absorbsiyon spektrofotometre cihazından metal analizlerine başlandı(Edition, 1989). Deneyde P. E. 403 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı kullanıldı.

#### ***3.4.6. Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi cihazının çalışma prensibi***

Belirli bir sıcaklıkta element atomlarını içeren aleve, element atomlarının yaydığı dalga boylarını kapsayan bir ışın demeti gönderilirse, ışın demetinin birkısmı absorbe

edilir. Yani Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi enerjisinin absorblanması üzerine kurulmuştur (Cici, 1982).

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazının üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz. Uygulama, nümune hazırlama kolaylığı, hassasiyet, dedeksiyon limiti, tekrarlanabilirlik, doğruluk değerleri gibi, ideal bir teknikte aranılan birçok üstünlüklere sahip, ppm seviyesinde analizler yapılabilen bir tekniktir(Erentürk, 1987).

Absorbsiyon kanununa göre  $I_0$  şiddetindeki bir ışın yolu üzerinde bulunan bir madde içinden geçerken madde miktarına bağlı olarak, şiddeti azalır. Ve  $I$  şiddetinde ortamdan ayrılır(Cici, 1982).

### ***Absorbsiyon Kanunu***

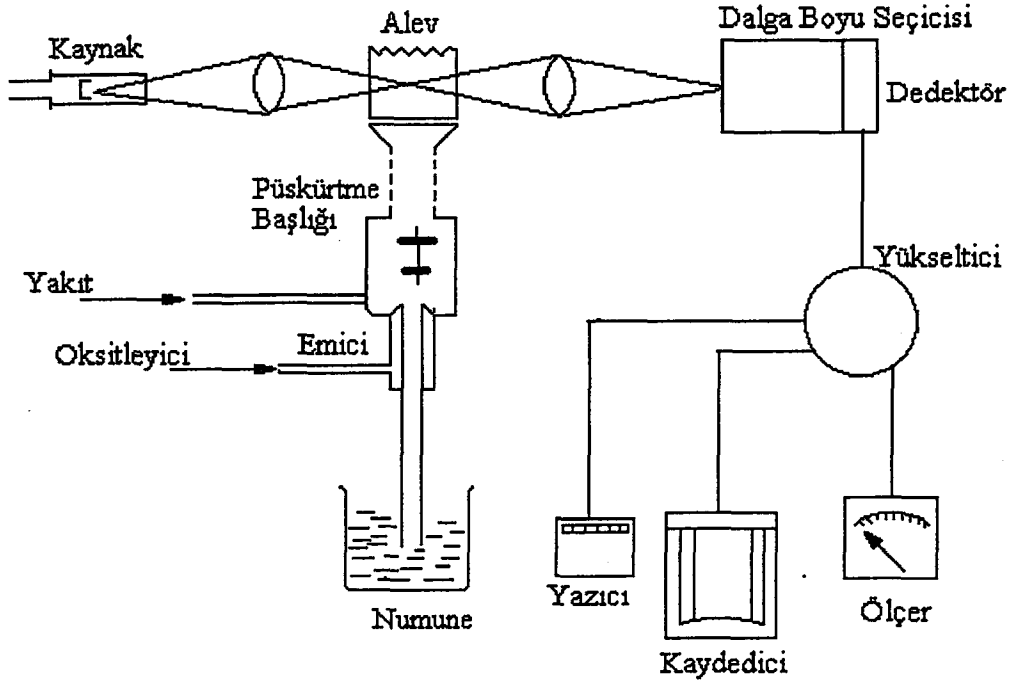
$\log(I_0/I) = K \cdot L \cdot C$  formülü ile ifade edilir. Bu kanun Lambert-Beer veya daha fazla Beer kanunu diye de tanınır.

$\log(I_0/I) =$  Absorbsiyon,

$k$ ; molar absorblama kat sayısı

( $C$  mol/l )

$l =$  Işın yolunun kalınlığı (.cm ) ( Cici,1982., Gündüz, 1990).



şekil:3.1. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazının çalışma şeması

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı şu temel bölümlerden meydana gelir.

1. Işın kaynağı
2. Atomizer
  - a. Nümuneyi emen kısım (Nebulizer)
  - b. Püskürtme başlığı(Spray chamber)
  - c.Bek (Burner)
3. Dalga boyu seçicisi(Monokromatör)
4. Elektronik sinyalleri alan kısım(Fotodedektör.)
5. Elektronik okuma sistemi(İndikatör) dir(Cici, 1982).

**1. Işın kaynağı:** Işın kaynağı olarak, katot maddesi analiz edilecek elementten yapılmış, karakteristik çizgi spektrumu yayan lambalar kullanılır.



### **a. Oyuk katotlu lamba**

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre de en çok tek veya çok elementli oyuk katotlu lambalar kullanılmaktadır. Analiz edilecek elementten yapılmış oyuk şeklinde bir katot ve tungsten veya nikel telden yapılmış anot, birkaç torr basınçta, neon veya argon ihtiva eden bir cam muhafaza içine yerleştirilir. Elektrotlar arasına birkaç yüz voltluk bir gerilim uygulandığında iyonlaşan asal gaz ile katot bombardıman edilir.

Bu iyonlarla katot atomlarının etkileşmesi sonucu katot metalindeki atomlar uyarılmış hale geçerler ve tekrar temel hale dönerlerken o elemente has firekansta bir ışımaya yayarlar(Erentürk, 1987).

### **b. Elektrotsuz boşalım lambası (EDL)**

Bu lambalar uçucu elementler için kullanılması daha uygun görülmektedir. Bu lambaların oyuk katotlu lambalardan farkı, analiz edilecek elementi ihtiva eden kuvars tüp yüksek firekans bobinine bağlanır ve sızdırmaz bir tüp içine yerleştirilir.

Bu lambaların oyuk lambalara göre üstünlüğü, ışık şiddetinin artması, gürültülerin azalması, daha yüksek hassasiyet ve daha düşük dedeksiyon limitine ulaşmasıdır(Erentürk, 1987).

## **2. Atomizer ünitesi**

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile analizlerde temel prensip, verimli bir şekilde analiz edilecek elementin temel seviyede atomlarını oluşturmak ve atom bulutu içinden analiz edilecek elementin rezonans ışımalarını geçirerek absorbe edilen ışının şiddetini ölçmektir.

Atomlaşma işlemi sırasında olan tüm reaksiyonlar, elementin cinsine, kimyasına, çözücü cinsine ve alev parametrelerine bağlıdır. Girişimlere neden olan olaylarda bu kademeler de cereyan eder(Erentürk, 1987).

#### **a. Nebulizer**

Sıvı nümunenin, oksitleyici gaz akımı ile oluşturulan düşük basınç vasıtasıyla, kapiler bir boru tarafından emilip küçük damlacıklar haline getirildiği kısımdır.

Nümune emici karşısına yerleştirilen "impact bead" veya "flow spoiler" ile nümuneler c 5 - 25 mikrometre veya daha düşük boyuta parçalanırlar. Nümune emme sistemi belirli bir oksitleyici akış hızında max verime göre dizayn edilmiştir.

3-6 ml/dak emiş hızında max absorbans elde edilir ve bu %10 emme verimine karşı gelir. Daha yüksek absorbans değerine ayarlamak mümkün değildir. Emiş hızı, nümunenin vizikositesine, yüzey gerilimine bağlı olarak değişir(Erentürk, 1987).

#### **b. Püskürtme hücresi(Başlığı)**

Damlacıklar nümune emiciden sonra püskürtme hücresine gelir. Püskürtme hücresinin görevi, alevde buharlaşabilecek ve atomlaşabilecek küçük parçacıkları seçip aleve göndermektir.

Atomlaşabilecek parçacıkların aleve ulaşmaması veya tersine daha büyük damlacıkların aleve ulaşması hassasiyeti olumsuz yönde etkiler. Uygun boyutta max damlacık miktarı, toplam nümunenin, yaklaşık %10'u kadardır. Püskürtme hücresinin diğer bir görevi de damlacıkların, oksitleyici ve yanma gazları ile beke ulaşmadan önce tamamen karışmasını sağlamaktır(Erentürk, 1987).

#### **c. Bek**

Alev etkisiyle atomik buharların oluştuğu ve ısı kaynağından gelen ısının absorbe edildiği yerdir. Sıcaklığı 2000-3000 °C arasında değişen yakıt/oksitleyici gaz karışımları kullanılır. Bek sistemleri gaz karışımlarına göre dizayn edilmiştir.

Yakıt olarak asetilen, hidrojen, propan, oksitleyici olarak hava ve azot oksit kullanılır. Yakıt ve oksitleyici gazlar amaca göre zayıf, zengin ve stokyometrik alev oluşturmak üzere değişik oranlarda karıştırılır. Alev sıcaklığı, alevin biçimine, bekten olan yüksekliğine ve yakıt karışımının stokyometrisine bağlı olarak değişir. Alev sıcaklığının iyonlaşmaya yol açacak kadar düşük atom buharlarını oluşturacak kadar yüksek olması gerekir. Analiz edilecek elementin hassasiyetini ve atomlaştırma işleminin derecesini etkileyen, alevden ileri gelen iki esas faktör vardır.

i. Gaz akış hızı

ii. Yanmadan sonraki gazın termal yayılması

Her iki faktör de alevde absorblayıcı atom konsantrasyonu ve atomların ışık yolu üzerindeki kalış sürelerini ( $10^{-4}$  sn. den az olmalı) etkiler. Belirli bir sıcaklıkta en yüksek hassasiyet, alevdeki en küçük yanma gazı / nümune hacmi sağlanarak elde edilir.

Böylece, alevde en yüksek absorpsiyon elde edilecek gaz akış hızı ayarlanır. Bekin optik yola göre konumu da çok iyi ayarlanmalıdır. Bekin konumu dikey, yatay ve açısız olmak üzere üç şekilde ayarlanabilir.

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre analizlerinde en kritik işlemler atomizasyon (atomizer) ünitesinde olmaktadır. Analizlerin hassasiyeti bu ünitelerin verimine ve fonksiyonlarını doğru yapmasına bağlı olduğundan sistemin kalbi olarak tanımlanabilir(Erentürk, 1987).

### **3. Dalga boyu seçicisi(monokromatör)**

Dalga boyu seçicisinin görevi, karakteristik rezonans çizgilerini, ışık kaynağının spektrum yakınında yer alan gün ışığından, lambadaki dalga gazından veya katot maddesinden kaynaklanan non-rezonans çizgilerden ayırmaktır. Dalga boyu seçicisinin önemli bir değişkeni slit genişliğidir. Işık yoğunluğu elde edilecek kadar geniş ve sadece istenilen dalga boyundaki ışığı geçirecek kadar dar olacak şekilde optimum bir değere ayarlanır(Erentürk, 1987).

#### 4. Fotodedektör

Fotoçoğaltıcı tüpler bu amaç için en yaygın kullanma alanına sahiptirler. Işığa dayanlı bir katot üzerine gelen ışık fotonları yüzeyden elektron koparırlar. Bu elektronlar, aralarına artan gerilim uygulanarak dinotlar tarafından çekilirler. Her seferinde artarak sonuçta anot tarafından toplanır. Elektronların oluşturduğu bu akım pulsu yükselteçte toplanır(Erentürk, 1987).

#### 5. Elektronik ve okuma sistemleri

Fotoçoğaltıcı tüp çıkışı sinyalleri alevdeki geçirgenlikle orantılıdır( $T=It/I_0$ ). Geçirgenlik ise absorbansa  $A = \log 1/T$  eşitliği ile bağlı olduğundan absorbans çevirimleri elektronik bir devre yardımı ile yapılır. Elde edilen sinyaller okuma skalası, yazıcı veya kaydedici de gözlenir(Erentürk, 1987).

Emici tarafından küçük damlacıklar haline getirilen nümune püskürtme başlığında yakıt gazla karışarak beke gelir. Absorbsiyon bek alevindeki tayini yapılan maddenin konsatrasyonu ile orantılı olarak artar. Absorsiyondan geri kalan ışın demeti monokromatöre, oradan da dedektöre gönderilir. Işın enerjisi dedektör tarafından elektrik

enerjisine dönüştürerek şiddeti doğrudan doğruya konsantrasyon veya absorban halinde dijital olarak kaydedilir(Cici, 1982).

Fe, Cr, Cu, Ni, Pb, Cd, Mn, Co, As, Zn elementleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı ile analizi yapıldı. Deneyden önce her element için konsantrasyonları 0,25 M, 0,50 M ve 1 M olan standartlar hazırlandı. Daha sonra her element için doğrudan tayin yapıldı. Okunan absorbans değerlerinden molar olarak konsantrasyonları bulundu. Sonuçlar mg/l cinsinden verildi

### **3.5. Anyonların Analizi**

#### **3.5.1. Sülfat iyonu tayini**

Tabiatta bulunan ağır metal sülfürleri atmosferik olayların etkisiyle oksitlenerek suda çözünebilen sülfat iyonlarına dönüşür. Volkanik kayaların bileşiminde feldispatlardaki sülfat bulunursa da tabiattaki en yaygın minerali jibstir. Suda genellikle sülfat iyonları oldukça yüksek konsantrasyonda bulunabilir. Çünkü kayalardan çözeltiliye geçen katyonlar genellikle sülfatla çözünebilen bileşikler verirler. Sodyum ve magnezyum sülfat bağırsakları etkilediğinden içme sularında 250 mg/l den fazla sülfat olmamalıdır.

Metodun esası: Sülfat iyonları kolorimetrik veya gravimetrik olarak tayin edilebilir. Kolorimetrik metodla sülfat iyonlarının tayini yapıldı. Sülfat iyonları asitli bir ortamda baryum iyonları ile çöktürülebilir. Çökeltme sonunda sülfat iyonları konsantrasyonu daha önceden hazırlanmış standart eğriden hesaplanabilir.

Deney esnasında 420 m mikron dalga uzunluğunda spektrofotometre, manyetik karıştırıcı, cam malzemeler ve kronometre kullanıldı. Deneyde DR.LANGE spektrofotometre - 20 marka aleti kullanıldı(Emel, 1982).

#### **3.5.2. Nitrit iyonları tayini**

Nitrit azot devrinin ara ürünüdür. Suda proteinli maddelerin biyolojik parçalanması sonucu bulunabilir. Az miktardaki nitrit organik bir kirlenmeyi gösterir. Eğer suda amonyak varsa yüksek miktarda bakteri veya diğer canlı organizmaların etkisiyle nitrit oluşur.

Metodun esası: Nitrit anyonu 2 - 2,5 pH arasında alfa naftilamin ile diazolandırılmış sülfanilik asidin verdiği kırmızımsı mor azo boyar maddesinin rengine dayanarak bulunur. Bu metotla 9001 - 0,025 mg/l nitrit azotu gözle tayin edilebilir. 5 cm ışık yolu ve yeşil renkli filitre kullanılırsa 0,005 - 0,05 mg/l konsantrasyonu uygundur. Renk 0,18 mg/l nitrit azotuna ve 0,6 mg/l nitrite kadar BEER kanununa uyar. (1 cm ışık yolu 520 m mikron dalga boyu)

Deney şartlarında çökelti veren Fe, Ag, Bi, Hg, Sb, Pb, Au ve diğer renkli iyonlar reaksiyonu bozarlar.

Nitrit tayini: Nümunede önce nitrit bulunup bulunmadığı kalitatif olarak tayin edilir. Eğer nitrit varsa kantitatif tayine geçilir.

Kalitatif tayini: 50 ml nümune mezüre konur 1 ml  $H_3PO_4$  asit, 1ml nişasta iyodür çözeltisi konur ve 10 dakika beklenir. Mavi renk oluşuyorsa nitrit iyonunun varlığını gösterir.

Kantitatif tayini: Eğer nümunedeki renkli süspansiyon madde ve katı madde varsa 100 ml nümuneye 2 ml  $Al(OH)_3$  konur. Birkaç dakika beklenip süzülür. Berrak nümunedeki 50 ml alınarak standartlardaki işlemler yapıldıktan sonra kalorimetride okuma yapılır. Okunan değer standart eğriye uygulanarak mg nitrit azotu hesaplanır.

Hesaplama:

$$\text{mg/l nitrit azotu} = \text{mg olarak azot miktarı} \times 1000 / \text{ml. nümune hacmi}$$

Eğer mg/l nitrit olarak netice verilmesi isteniyorsa

mg/l nitrit = mg/l nitrit azotu x 3,29 formülünden hesaplanır(Gamsız, 1982).

### 3.5.3. Nitrat iyonu tayini

Volkanik kayalarda çok az nitrat bileşiklerine rastlanır. Yüzeysel sularına nitrat atmosferik olaylarda oluşan  $\text{HNO}_3$ , un yağmur suyu halinde karışmasından geçer. Ayrıca yeraltı ve yerüstü sularına nitratlı bitkilerin çürümesi sonucunda topraktan da geçebilir. Bundan başka kanalizasyon sularıyla kirlenmesi durumunda  $\text{NO}_3^{-1}$  konsantrasyonu yüksektir. Bu durumlarda sularda  $\text{Cl}^{-1}$  konsantrasyonu da yüksek olur. Yüzeysel sularında  $\text{NO}_3^{-1}$  genellikle 1ppm den azdır. Bazen bu değer 5 ppm olabilir. Yeraltı sularında ise 0 - 1000 ppm e kadar değişik konsantrasyonlarda bulunabilir. İçme sularında 45 mg/l üstünde  $\text{NO}_3^{-1}$  çocuklarda methemoglobinemia hastalığına neden olur. Mesela zezem suyunda  $\text{NO}_3^{-1}$  konsantrasyonu 851ppm.dir.

$\text{NO}_3^{-1}$  tayininde deneme aşamasındaki metodlar içinde ultraviyoleet spektrofotometrik metod, nitrat elektrot metodu, kadmiyum indirgeme metodu, Chromotropic asit metodu, Devarda alaşım indirgeme metodu sayılabilir. En iyi sonuç veren metod Brusin sülfat metodudur.

Brusin sülfat metodun esası; suda bulunan nitrat tayini yapılır. Nitrat iyonları Brusin silfatla sarı renk veren bütün yükseltgen ve indirgen maddeler, artık klor, demir-2, demir-3, mangan-4 reaksiyonu bozarlar.

Nümunede nitrat iyonları tayini: Eğer nümunede serbest klor varsa uzaklaştırılmalıdır. 0,1 mg klor için 0,05 ml (yaklaşık 1damla) sodyum arsenit çözeltisi konarak iyice karıştırılır. 50 ml lik bir behere 2 ml (10mg/l den fazla nitrat azotunu geçmeyecek şekilde) nümuneye konur. Standartlardaki işlemler yapıldıktan sonra kalorimetrede okuma yapılır. Okunan değer standart eğriye uygulanarak mg nitrat azotu hesaplanabilir. Eğer seyreltme yapılmışsa bulunan değer bu seyreltme faktörüyle çarpılması gerekir.

$$\text{mg/l nitrat azotu} = \text{mg NO}_3^{-1} \text{ azotu} \times 1000 / \text{ml nümune hacmi}$$

Eğer mg/l.nitrat olarak verilmek isteniyorsa;

$$\text{mg/l.nitrat} = \text{mg/l nitrat azotu} \times 4,43 \text{ formülü kullanılarak hesaplanır(Gamsız, 1982).}$$

### 3.5.4. Fosfat iyonu tayini

Volkanik kayalarda fosfat, ençok apatit halinde bulunur. Apatit, kalsiyumun değişik oranlarda, florür, klorürve hidroksilli fosfat kompleksleridir. Bu kayalar hava şartlarında karbondioksitli sularda bir dereceye kadar çözünebilen kalsiyum fosfatı oluşturur.

Fosfor bitki ve hayvan gelişiminde gerekli bir elementtir. Organik atıklar ve toprağın çözünmesi suya fosfat veren en önemli kaynaklardır. Su arıtımında çok az dozda fosfat kullanılır. Bazı bölgelerde fosfatlı gübrelerde suya fosfat geçebilir.

Su depolarında çok az fosfat yosun oluşumunu artırır. Arıtılmış kanalizasyon suları tarımsal drenaj suları ve bazı endüstri atık suları çok fosfatlıdır. Fosfat, suda orto ve polifosfat şeklinde bulunabilir. Fosfatın çok az bir kısmı organik madde ile birleşebilir. Bu fosfat litrede binde 2-3 mg ı aşmaz. Suyun sispanسیون maddesinde ve çamurda da fosfat vardır. Suda tayini yapılan fosfat çözünmüş fosfattır. Kimyasal dozajda kontrol veya kirlenme ve kaçak sızıntıları bulmak için de fosfat analizinden yararlanılabilir.

Metodun esası: Orto fosfat iyonları amonyum molimdatla asitli ortamda molibdofosforik asit verirler . Buda  $\text{PbCl}_2$  le indirgenerek molibden mavisi kompleksini verir.

0,04 mg Fe, çözünmüş silikatlar (25 mg/l den fazla) renk ve bulanıklık karışıklığa neden olur. Kromat kuvetli oksitleyiciler (Peroksit gibi) oluşan rengi açarak yanlış sonuç alınmasına yol açarlar.



Nümunede fosfat tayini: İçindeki fosfat miktarı 0,6 mg' ı aşmayan gerekli ise süzölmüş 100 ml renksiz ve berrak nümune alınır. 1 damla ( 0,05 ml ) fenolftaleyn indikatörü konur. Eğer nümunenin rengi pembe olursa kuvvetli asit çözeltisiyle renk giderilir. Asit çözeltisi 5 damladan fazla konulmuşsa daha az nümune alınarak 100 ml' ye seyreltilir. Standartlara yapılan işlemler uygulanarak alette okuma yapılır. Bulunan değer standar eğriye uygulanarak mg fosfat bulunur.

Hesaplamalar:

$$\text{mg/l PO}_4^{-3} = \text{mg PO}_4^{-3} \times 1000 / \text{ml nümune hacmi (Gamsız, 1982)}.$$

### 3.5.5. Klor iyonu tayini

Bütün doğal sularda klorür bulunur. Bir çoklarında konsantrasyon düşüktür. Yüzey sularının çoğunda klor miktarı sülfat ve bikarbonattan daha azdır. Ancak yüksek klorürlü yeraltı suyu, deniz suyu veya endüstri atıklarıyla karışan bazı sularda klorür yüksek olabilir. Doğal sularda klorür konsantrasyonu 5 ppm' i geçmez. Klorürü yüksek olan maden sularının sodyumları da yüksektir. Sulara klorür veren başlıca tuz NaCl dir. Bazı şartlarda CaCl<sub>2</sub> de bulunabilir.

Yağmur suyunda da ortalama olarak 3 ppm klorür vardır. Bu değer havanın kirliliğine denize uzaklık ve yakınlığa göre değişebilir. Volkanik kayalarda genellikle klorür azdır. Volkanik gazlar ve birçok sıcak su kaynaklarında çok fazla klorür vardır

Klorür, bitkiler ve hayvanlar için gerekli bir elementtir. Bunların çürümeleri sonucunda suya geçebilir.

Deniz suyunda diğer iyonlardan daha fazla klorür bulunur. ( Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) denizlerden çözünmüş tuzların püskürme şeklinde ve askıda olarak buharlaşmasıyla havaya taşınırlar. Bu küçük tuz parçacıkları sis ve bulutlarda su damlacıkları içinde

yoğunlaşma çekirdeği oluşturarak yağmur veya karla tekrar toprağa taşınırlar. Bu olaya klorür devri denir. Renkli çözeltiler için klorür tayini potansiyometrik metotla yapılabilir.

Metodun esası: Klorür, kromatlı nötr ve hafif bazik ortamda  $\text{AgNO}_3$  la titre edilir.  $\text{AgCl}$  çöker ve dönüm noktasında kırmızı renkli Gümüş kromat oluşur. Bromür, iyodür ve siyanür iyonları da klorür gibi  $\text{AgNO}_3$  kullanırlar. Sülfat, tiyosülfat, sülfid iyonları deneyi engeller. Sülfid iyonları nötral ortamda sülfür ve tiyosülfat iyonları ise bazik ortamda  $\text{H}_2\text{O}_2$  le giderilirler. Fosfat iyonları 25 mg/l konsantrasyonda  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  şeklinde çökerek demir iyonları ise 10 mg/l konsantrasyondan fazla olduğunda dönüm noktasında karışıklığa neden olur.

Nümunede klorür tayini: İletkenlik değerine göre alınan su nümunesi kaserole konur. Renkli ise 3 ml  $\text{Al}(\text{OH})_3$  çözeltisi karıştırılarak konur. Fenol ftaleyn damlatarak tam renksiz olana kadar sülfirik asit veya sodyum hidroksit çözeltisi ve 1 ml potasyum kromat konur.  $\text{AgNO}_3$  çözeltisiyle sarıdan pembesi sarıya dönene kadar titre edilir (Gamsız, 1982).

**Tablo.4.1.İletkenliklere göre alınacak nümune miktarları;**

| EC x 10 <sup>6</sup> mikromho/cm | alınacak miktar ml. |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-500                            | 50                  |
| 500-1000                         | 25                  |
| 1000-2500                        | 10                  |
| 2500-5000                        | 5                   |
| 5000-10000                       | 2,5-1               |

Hesaplamalar:

$$\text{meq/l klorür} = (A-B) N \times 1000 / \text{ml nümune hacmi}$$

A: Nümune için kullanılan ml  $\text{AgNO}_3$

B: Blenk için kullanılan ml  $\text{AgNO}_3$  ( 0,2 - 0,3 ml kullanılır.)

N:  $\text{AgNO}_3$  ün normalitesi

klorür değeri mg/l olarak istenirse

meq/l değeri 35,45 ile çarpılmalıdır( 35,45 klorürün ekivelant ağırlığıdır).

Sonuç mg/l NaCl olarak isteniyorsa;

mg/l NaCl = mg/l klorür x 1,65 formülü ile bulunur(Emel, 1982).

### 3.5.6. Karbonat ve Bikarbonat tayini

Alkalinite suyun proton alma kapasitesidir. Doğalsular da alkalinite, bikarbonat, karbonat ve hidroksit iyonlarından oluşur.

Hidroksit, karbonat ve bikarbonat olmak üzere 3 çeşit alkalinite vardır. Alkalinite indikatör yardımı ve asit titrasyonu ile tayin edilir. Kullanılan indikatörler fenolftaleyn ve metiloranj dır. Fenolftaleyn, hidroksit veya karbonat bulunduğunda pembe renk verir. Pembeden renksiz hale geçtiği pH değeri 10,2 - 8,3 dür. Metil oranj  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  larla sarı asitle kırmızı renk verir . Renk değişimi pH 4,4 dür. Karbonat, hidroksit ve bikarbonat alkalinitelerinden biri ile beraber bulunabilir. Fakat  $\text{OH}^-$  ve  $\text{HCO}_3^-$  beraberce aynı nümunedede bulunamazlar. Nümunedede fenolftaleyn alkalinitesi varsa  $\text{OH}^-$  veya  $\text{CO}_3^{-2}$  yada herikisi de bulunabilir. Numunedede metil oranj alkalinitesi varsa 3 alkaliniteden herhangi biri yada  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  ,  $\text{HCO}_3^-$  bulunur. 3 tip alkaliniteden her biri asitle titre edilebilir.

Nümunedede alkalinite tayını: Nümunedede 100 ml pipetle alınarak porselen kaserole konur. 2 damla fenolftaleyn damlatılarak standar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisiyle renk pembeden renksiz olana kadar titre edilir. Kullanılan çözelti P ml olsun. Aynı nümuneye bu defa 2 damla metil

oranj damlatılarak renk sarıdan turuncuya dönene kadar titrasyona devam edilir. Toplam kullanılan çözelti T ml olsun.

Hesaplamalar: Titrasyondaki renk dönümlerinin asit standartizasyonunda alınan renkle aynı olmasına dikkat edilmelidir. Nimuneler 1 günden fazla bekletilmemeli ve polietilen veya pyrex şişelerde düşük sıcaklıkta saklanmalıdır(Gamsız, 1982).

Tablo.4.2. Alkalinite bağıntıları

| Titrasyonunda<br>harcanan ml. | OH <sup>-</sup><br>alkalinitesi | CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup><br>alkalinitesi | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>alkalinitesi |
|-------------------------------|---------------------------------|---|---|
| P =0                          | 0                               | 0   | T   |
| P = 1/2T                      | 0                               | 2P  | T-2P  |
| P=1/2 T                       | 0                               | 2P  | 0   |
| P=1/2 T                       | 2P-T                            | 2(T-P)  | 0   |
| P=T                           | T                               | 0   | 0   |

### 3.5.7. Florür tayini

Suya florür veren başlıca florür minerali volkanik kayaların bileşiminde bulunan CaF<sub>2</sub> dür. Bu tuzun çözünürlüğü azdır. Diğer florür mineralleri arasında apatit, mika, hornblend sayılabilir. Volkanik gazlar ve küllerde de florür bulunur. Yüzey sularında florür konsantrasyonu genellikle 1 mg/l yi geçmez. 1 mg/l' nin altındaki konsantrasyonda diş çürümesini önler. 1 - 4 mg/l olduğunda dişlerde sarı benekler yapar. 15 - 20 mg/l de ise florosis hastalığına neden olur.

Böyle suların kullanılabilmesi için fazla florürden arıtılması gereklidir. Çok az florürlü sulara florlama yapılarak konsantrasyon 1 mg/l' ye artırılabilir.

Çeşitli şekillerde florür tayini yapılabilir. Bunlardan birisi de ve bizim şartlarımıza en uygun Alizarin Red S metodudur.

Bu metodun esası: Bu metot sulara mevcut florür miktarını tayin içindir. Red S ile oluşan renk Alizarin fotometrik metot uygulanarak ölçülür.

Nümunede florür tayını: Eğer nümunede serbes klorür varsa her 0,1 mg klor için 1 damla arsenit çözeltisi konarak iyice karıştırılır. 100 ml berrak nümune veya 100 ml ye seyreltilmiş nümune pipetle 5 ml alizarin 5 ml zirkonil asit çözeltilerinde koyarak iyice karıştırıldıktan sonra kalorimetricde okuma yapılır. Bulunan değer standart eğriye uygulanarak mg florür değeri bulunur. Eğer nümune derişikleştirilmiş veya seyreltilmiş ise bu değerin faktörle çarpılması lazımdır(Emel, 1982).

Hesaplamalar:

$$\text{mg/l florür} = \text{mg Florür} \times 1000/\text{ml nümune hacmi}$$

### 3.5.8. Sertlik

Suyun sertliği sabunu çöktürme kapasitesidir. Sabun başlıca kalsiyum ve magnezyum iyonları ile aynı zamanda aliminyum, demir, mangan, stronsiyum ve çinko gibi çok değerli metallere de çöker. Pratikte bir suyun sertliği içerisinde çözülmüş kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri gelir. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları geçici sertliği veya karbonat sertliği, yine bu elementlerin  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  ve silikatları ise kalıcı sertliği verirler. Her iki sertliğe birden sertlik bütünü denir. İki sertliğin tayını içme ve endüstri suları için çok önemlidir.

Gecici sertlik suların kaynatılmasıyla giderilebilir. Kalıcı sertlik Ca ve Mg sülfat ve Cl 'dan oluştuğundan kaynatılmakla giderilemez.

Sertlik Birimleri

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Fransız sertlik derecesi | 10 ppm $\text{CaCO}_3/\text{l}$                       |
| Alman sertlik derecesi   | 10 ppm $\text{CaO}/\text{l}$                          |
| İngiliz sertlik derecesi | 1 grain (0,0648 g) $\text{CaCO}_3/\text{İng. galonu}$ |

Hesaplamalar: Toplam, geçici ve kalıcı sertlik hesapları aşağıdaki gibidir.

$$\text{Toplam sertlik Fr.Sert.Derecesi} = (\text{Ca} + \text{Mg}) \text{ meq/l} \times 5$$

a-) Toplam sertlik meq/l bikarbonat alkalitesi  $\times 5$  ise

$$\text{geçici sertlik: Fr.sert der} = \text{meq/l karbonat alkalitesi} \times 5$$

$$\text{kalıcı sertlik: Fr.sert.der} = \text{Toplam sertlik ( Fr.sert )} - \text{Geçici sertlik( Fr.sert.)}$$

b-) Toplam sertlik Fr. sert. = meq/l  $\text{HCO}_3^-$  alkalitesi  $\times 5$  ise;

$$\text{Geçici sertlik ( Fr.sert. )} = \text{Toplam sertlik (Fr.sert.)}$$

$$\text{Kalıcı sertlik (Fr.sert.)} = 0 \text{ dir. (Gamsız, 1982)}$$

### 3.5.9. Amonyak tayini

Yeraltı ve yerüstü sularında, mikrobiyolojik reaksiyonlar sonunda  $\text{NH}_3$  bulunabilir. Yüzeysel sularındaki  $\text{NH}_3$  bazen bir kirlenmeyi gösterir. Yeraltı sularında ise doğal bir indirgeme neticesi oluşabilir. Bazı su arıtma tesislerinde artık kloru gidermek için yapılan işlemlerde de  $\text{NH}_3$  oluşur.  $\text{NH}_3$  tayini phenate metodu, Asidimetrik metod, Neslerizasyon metodu ile yapılabilir. Neslerizasyon metodunun esası;  $\text{NH}_3$  yüksek sularda,  $\text{NH}_3$  NESSLER reaktifi ile doğrudan tayin edilebilir. Reaktifle bulanıklık veren  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , demir ve sülfür iyonları alkali çinkosülfatla çöktürülür. Nessler reaktifi ile aromatik aminler, organik kloraminler, aseton ve aldehitler sarımsı ve yeşilimsi renk veya bulanıklık verirler. Bunun için damıtma gereklidir.

Nümunede  $\text{NH}_3$  azotu tayini: Nümunede artık klor varsa eşdeğer miktarda klor giderici çözelti konmalıdır. 1 ml çinko sülfat çözeltisi 100 ml nümuneye konur. İyice karıştırılır. ve pH değerini 10,5'a ayarlamak için 0,4 - 0,5 ml  $\text{OH}^-$  çözeltisi konur. Tekrar iyice karıştırılır. Birkaç dakika bekletilip süzülerek veya santrüfüjlenerek çökelek uzaklaştırılır. İlk 25 ml süzüntü atılarak 50 ml nümune alınır. 1-2 damla senyet tuzu ve 1 ml nessler

çözeltisi konur. Kolorimetride okuma yapılır. Bulunan değer standart eğriye uygulanarak mg NH<sub>3</sub> azotu bulunur.

Hesaplaması:

$$\text{mg/l NH}_3 \text{ azotu} = \text{mg NH}_3 \text{ azotu} \times 1000/\text{ml nümune hacmi}$$

şeklinde hesaplanabilir.

### 3.5.10. Serbest karbondioksit tayini

Yerüstü sularında genellikle 10 ppm'den az serbest CO<sub>2</sub> vardır. Yeraltı sularında bu değer daha büyüktür.

Metodun esası: Serbest CO<sub>2</sub> tayini grafik metodu veya titrasyonla yapılır. Labaratuvarında genellikle fenolftaleyn indikatörü kullanılarak titrasyon metodu uygulanır. Uygun şartlarda çalışıldığında grafikte bulunan değerler titrasyonla elde edilen neticelere çok yakındır.

100 ml balon joje veya mezüre konur. 5 damla fenolftaleyn damlatılır. Eğer renk pembe olursa nümunedeki serbest CO<sub>2</sub> yoktur. Renksiz ise pembe renk en az 30 saniye sabit kalacak şekilde Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ile yavaşça karıştırılarak titre edilir. Duyarlı sonuç almak için; 100 ml sinde 0,1 gr NaHCO<sub>3</sub> olan çözeltiliye aynı miktarda fenolftaleyn damlatılarak titrasyon sonu bu renkle karşılaştırılır(Gamsız, 1982).

Hesaplamalar:

$$\text{mg/l serbest CO}_2 = \text{A. N.} \times 22000/\text{ml nümune hacmi}$$

## 4-BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Külâplı Köyü İçme Suyu

Hilvan ilçesine bağlı Külâplı köyünün içme suyu çeşitli dönemlerde sıcaklık ve iletkenlikleri kaynak başında, pH, tuzluluk, sülfat, amonyak, nitrat, nitrit, kalsiyum, magnezyum, sertlik, karbondioksit, toplam alkalinite, klor, sodyum, potasyum, fosfat, florür, katı ve askıdaki maddeler Şanlıurfa DSİ XV. Bölge kimya laboratuvarında, radyoaktif elementler ile ağır metaller Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi' nde analizleri yapıldı.

Analiz sonuçları arasında çok büyük değişikliklerin olmadığı gözlemlendi. Olan farklılıkların sebebi ise, mevsim değişiklikleri sonucunda yağmurların yağmasıyla yeryüzündeki suların taşıdığı minerallerin artmasındandır.

Bu sonuçlar içme suları standartlarına göre kıyaslandığında nitrat, klorür, kurşun, alfa ve beta gibi taneciklerin dünya standartlarına uymadığı gözlenmektedir. Alfa ve beta taneciklerinin literatürlerdeki değerlerin altında olması içmeye pek mani değildir. (Joseph, 1992)

Ancak, sülfat, nitrat, kurşun gibi iyonların literatürlere göre fazla olması içmeye uygun değildir. Kurşunun istenilen değerden çok fazla olması zehirlenmelere sebep olabilme ihtimalini güçlendirir. (Noyan, 1995)

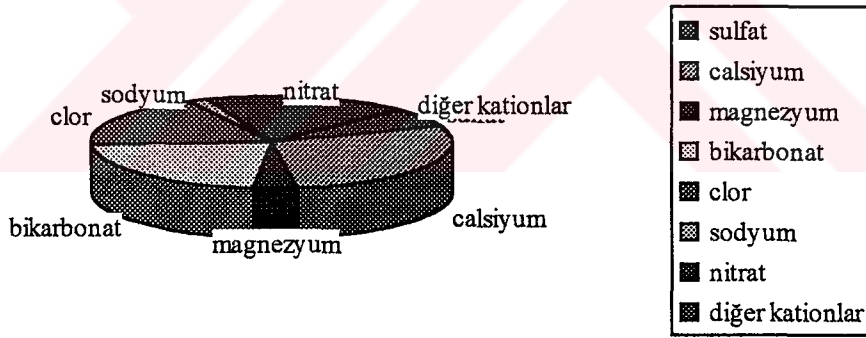
( Ölçülen değer = 0.27 mg/lit izin verilen maksimum değer = 0.05 mg/lit dir )

Nitrat iyonunun fazla olması çocuklarda methemoklobinemia hastalığına sebep olmaktadır ( Maksimum değer = 45 mg/lit olmalıdır ) (Gamsız, 1982).



**Tablo.4.1 Hilvan İlçesi Külüplü Köyü İçme Suyu Analiz Sonuçları**

|                                      | Ekim<br>1994 | Şubat<br>1995 | Nisan<br>1995 |                        | Ekim<br>1994 | Şubat<br>1995 | Nisan<br>1995 |
|--------------------------------------|--------------|---------------|---------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| EC(mho)                              | 1395         | 1074          | 1281          | Org.mad(mg/l).         | 2,4          | 1,6           | 2,4           |
| Sıcaklık( °C )                       | 20           | 15            | 21            | Top.çöz.kat.<br>(mg/l) | 890          | 687           | 820           |
| Tuzluluk                             | %0,1         | %0,1          | % 0,1         | Askı.mad.(mg/l)        | 16           | 15            | 35            |
| pH                                   | 6,60         | 6,45          | 6,65          | O.Fos(mg/l)            | 0,01         | 0,01          | 0,029         |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | 39,5         | 23            | 42,0          | Florür(mg/l)           | -            | -             | 0,35          |
| NH <sub>3</sub> (mg/l)               | 0,99         | 0,32          | 0,19          | Pb(mg/l)               | -            | -             | 0,27          |
| NO <sub>2</sub> (mg/l)               | 0            | 0             | 0             | Cd(mg/l)               | -            | -             | 0,007         |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)  | 108,5        | 108,53        | 112,77        | Mn(mg/l)               | -            | -             | 0,01          |
| Ca <sup>+2</sup> (mg/l)              | 180,3        | 160,24        | 180,40        | Fe(mg/l)               | -            | -             | 0,215         |
| Mg <sup>+2</sup> (mg/l)              | 48,64        | 24,32         | 24,32         | Cot(mg/l)              | -            | -             | 0,02          |
| T.st.oF(mg/l)                        | 65           | 50            | 57,5          | Ni(mg/l)               | -            | -             | 0,016         |
| CO <sub>2</sub> (mg/l)               | 30           | 11            | 25            | Cr(mg/l)               | -            | -             | <0,1          |
| CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | 0            | 0             | 0             | Ag(mg/l)               | -            | -             | <0,1          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 170          | 195           | 140           | Cu(mg/l)               | -            | -             | <0,1          |
| Cl-(mg/l)                            | 95,71        | 81,54         | 117,69        | Zn(mg/l)               | -            | -             | 0,012         |
| Na(mg/l)                             | 10,4         | 9,55          | 11,1          | Top.alfa(Bq/l)         | -            | -             | 0,32          |
| K(Mg/l)                              | 1,08         | 0,93          | 0,90          | Top.beta(Bq/l)         | -            | -             | 0,17          |



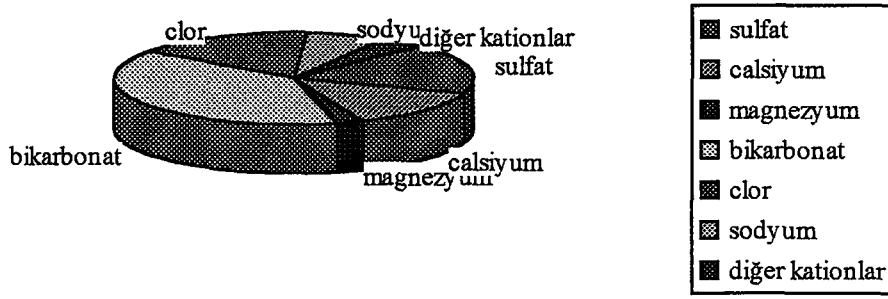
-olan yerler şartlar müsait olmadığından deneyleri yapılamadı

#### 4.2. Acıkuyu Köyü İçme suyu

Acıkuyu Köyü' nün içme suyu da aynı şartlarda analizleri yapılmıştır. Bu suda en çok dikkat çeken sülfat, nitrat, kurşun iyonları ile alfa ve beta tanecikleri olmuştur. Bu değerler de Türk ve A.B.D. standartlarına uymamaktadır. Sülfat iyonunun ölçülen değeri 1200 ile 1400 mg/lt arasında değişmektedir. Halbuki 250 mg/lt üzerinde olmamalıdır. Bu değer üzerinde sular bağırsakları etkilediklerinden çeşitli hastalıklara neden olmaktadır(Gamsız, 1982).

**Tablo.4.2.Akçakale İlçesi Acıkuyu Köyü İçme Suyu Analiz Sonuçları**

|                                      | Ekim<br>1994 | Şubat<br>1995 | Nisan<br>1995 |                      | Ekim<br>1994 | Şubat<br>1995 | Nisan<br>1995 |
|--------------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|
| EC(mho)                              | 3620         | 6125          | 9880          | Org.mad.(mg/l)       | 2,8          | 3,2           | 2,8           |
| Sıcaklık(° C )                       | 20           | 20            | 20            | T.<br>çöz.kat.(mg/l) | 2310         | 3920          | 4403          |
| Tuzluluk (mg/l)                      | %0,3         | %0,6          | % 0,6         | Askı.mad.(mg/l)      | 16           | 15            | 35            |
| pH                                   | 6,94         | 6,32          | 6,50          | O.Fosfat(mg/l)       | 0            | 0             | 0,004         |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | 500          | 1420          | 1210          | Fl(mg/l)             | -            | -             | 1,51          |
| NH <sub>3</sub> (mg/l)               | 0,99         | 1,95          | 1,70          | Pb(mg/l)             | -            | -             | 0,29          |
| NO <sub>2</sub> (mg/l)               | 0            | 0             | 0             | Cd(mg/l)             | -            | -             | 0,014         |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)  | 190          | 221,5         | 203,78        | Mn(mg/l)             | -            | -             | 0,015         |
| Ca <sup>+2</sup> (mg/l)              | 180,3        | 460,9         | 460,9         | Fe(mg/l)             | -            | -             | 0,335         |
| Mg <sup>+2</sup> (mg/l)              | 66,88        | 206,7         | 182,4         | Co(mg/l)             | -            | -             | 0,012         |
| T.sert.°F(mg/l)                      | 72,5         | 200           | 190           | Ni(mg/l)             | -            | -             | 0,032         |
| CO <sub>2</sub> (mg/l)               | 35           | 15            | 35            | Cr(mg/l)             | -            | -             | <0,1          |
| CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | 0            | 0             | 0             | Ag(mg/l)             | -            | -             | <0,1          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 150          | 190           | 250           | Cu(mg/l)             | -            | -             | <0,1          |
| Cl <sup>-</sup> (mg/l)               | 262,3        | 102,1         | 130,46        | Zn(mg/l)             | -            | -             | 0,023         |
| Na(mg/l)                             | 64,9         | 321           | 339           | Top.alfa(Bq/l)       | -            | -             | 0,21          |
| K(mg/l)                              | 15,5         | 48,8          | 42,3          | Top.beta(Bq/l)       | -            | -             | 0,20          |



- olan yerler şartlar müsait olmadığından deneyleri yapılamadı

Nitrat iyonunun da istenilen değerden fazla oluşu çocuklarda methemoglobinemia hastalığına yol açabileceğinden içilmesi tavsiye edilemez(Gamsız, 1982).

Kurşunun da standartların üzerinde olması zehirlenmelere sebebiyet vereceğinden içme için tavsiye edilemez(Noyan, 1995).

Alfa taneciklerinin Amerikan ve Türk standartların üzerinde olması beta taneciklerinin de altında olması, içilmesi için pek kusur olarak teşkil etmez(Josepf, 1992).

#### 4.3. Karaali Köyü Termal Suları

Karaali Köyü' nde çıkan her iki sıcak suyun analizleri, diğer sular gibi yapılmıştır. Bu suda toplam çözülmüş madde miktarı 1 mg/lt nin altında bulunmuştur.

Ancak sıcaklığın 48-49 °C olduğundan hipertermal su gurubuna girmesi demektir.Sıcaklıkları hipertermal ( 41,5 - 49 °C ) özellik taşıyan suların mineralleri ise Ca, Na, Mg, katyonları ile HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub> anyonlarından oluşmaktadır. Gazlar ise CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S radyokativite, Fe ve F gibi elementler de istenilen değer in altındadır.

Bu gibi sular element yönünden fakir ve sıcak sular olarak bilinirler. Bunlara Almanya'da ki " Krozinger "kaplıcası örnek verilebilir(İ.Ünv.raporu).

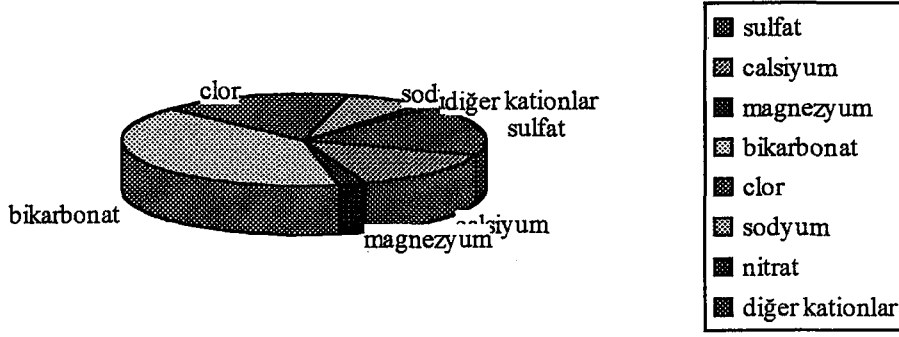
Diğer kaplıcalarla karşılaştığımızda sularının sıcaklıklarının etkili olması vucutta direnç ve uyum mekanizmasının düzelttiği gonat fonksiyonlarını uyardığı vegatatif

tonosunu etkileyerek tansiyon değişimlerine etkili olacağı ifade edilebilir. Yorgunluk ve sürmenaj hallerinde sakinleştirici olabilir. Aynı zamanda ağrı dindirici sedatif etki ortaya koyabilir(İ.Ünv.raporu).

Karaali Köyü' nde çıkan bu termal sular aşağıdaki hastalıklara fayda sağlayabilir. Kronik iltihabi ve degeneratif romatizmal hastalıklar, travmatik veya iltihabi kaynaklı felçler travma ve ameliyat sekeleri, kalp ve dolaşım sisteminin fonksiyonel bozuklukları, habil ipotansiyon, arteri osklerotik damar hastalıkları, sipesifik felç ve ekstraplnamidal sistem gibi sinir hastalıkları, evrit ve nevraljiler, yaşlılık ve bazı deri hastalıkları, banyo ve dış tatbiklerden rehabilitasyonunda ilavesiyle faydalanılabilir(İ.Ünv.raporu).

**Tablo.4.3.Karaali Köyü Sıcak Su Kaplıcasının Analiz Sonuçları**

|                        | Nisan-1995 |                  | Nisan -1995 |
|------------------------|------------|------------------|-------------|
| EC                     | 860        | Org.mad.(mg/l)   | 2           |
| Sıcaklık( oC )         | 48         | T.çöz.kat.(mg/l) | 550         |
| Tuzluluk(mg/l)         | 0,08       | As mad.(mg/l)    | 32          |
| pH                     | 6,79       | Fosfat(mg/l)     | 0           |
| Sülfat(mg/l)           | 90         | Flörür(mg/l)     | 1,51        |
| Amonyak(mg/l)          | 0,34       | Kurşun(mg/l)     | 0,29        |
| Nitrit(mg/l)           | 0          | Cd(mg/l)         | 0,004       |
| Nitrat(mg/l)           | 0          | Mangan(mg/l)     | <0,1        |
| Kalsiyum(mg/l)         | 70,14      | Demir(mg/l)      | 0,085       |
| Mg(mg/l)               | 12,16      | Kobalt(mg/l)     | <0,1        |
| Top.sert.(mg/l)        | 22,5       | Nikel(mg/l)      | <0,1        |
| CO <sub>2</sub> (mg/l) | 20         | Krom(mg/l)       | <0,1        |
| Karbonat(mg/l)         | 0          | Gümüş(mg/l)      | <0,1        |
| Bikarbonat(mg/l)       | 200        | Bakır(mg/l)      | <0,1        |
| Klörür(mg/l)           | 83,66      | Çinko(mg/l)      | 0,012       |
| Sodyum(mg/l)           | 36,2       | Top.alfa(Bq/l)   | 0,43        |
| Potasyum(mg/l)         | 6,18       | Top.beta(Bq/l)   | 0,3         |



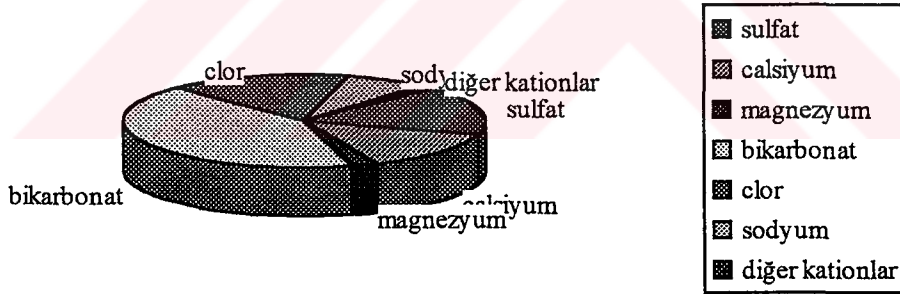
Karaali Köyü' nün çeşitli yönlerinin D. S. İ tarafından sondajlar açılmış, sıcak suyun özellikle köyün doğusunda toplandığı gözlenmiştir. Bu da bize sıcak suyun köyün doğusunda yoğunlaştığını ve bu alanında Karaali Köyü ile Tektek Dağları arasında iki fayla sınırlanan alan olarak görülmüştür. Sondajlarda doğuya gidildikçe yani dağlara yaklaştıkça suyun sıcaklığının arttığı gözlenmiştir(Kalkan, 1992).

İnsan vücudunda kurşun birikmesi özellikle çocuklarda zeka geriliğine ve yetersiz büyümelerine sebep olmaktadır. Değişik şekilde alınan kurşunun %90 geri verilmekte, %5 de özellikle kemiklerde birikmektedir. Biriken bu kurşun miktarı doygunluğa ulaştığında devreye kan girmektedir. Bu yolla insan üzerinde etkisini göstermektedir(Noyan, 1995).

Ülkemizin her zamandan daha çok ihtiyaç duyduğu gelir kaynaklarına, bulunan bu sıcak sular büyük bir açığı kapatabilir. Isı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme, doğrudan ısı enerjisinden endüstriyel amaçlı ısıtma ve kurutma işlemlerinde faydalanma, seracılık ve turistik ve balneolojik amaçla kullanılabilir(Can, 1994).

**Toblo.4.4. Karali Köyündeki Özelidare'nin çıkardığı Sıcaksu Kaplıcasının Analiz Sonuçları**

|                          | Ocak<br>1995 | Nisan<br>1995 |                | Ocak<br>1995 | Nisan<br>1995 |
|--------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| EC(mho)                  | 731          | 840           | O.mad.(mg/l)   | 2            | 2             |
| Sıcaklık (° C )          | 48           | 49            | T.ç.kat.(mg/l) | 465          | 537           |
| Tuzluluk(mg/l)           | 0,07         | 0,08          | A.mad.(mg/l)   | -            | 32            |
| pH                       | 6,42         | 6,82          | Fosfat(mg/l)   | 0            | 0             |
| Sülfat(mg/l)             | 73,0         | 90            | Flörür(mg/l)   | -            | 1,51          |
| Amonyak(mg/l)            | 0,46         | 0,24          | Kurşun(mg/l)   | -            | 0,19          |
| Nitrit(mg/l)             | 0            | 0             | Cd(mg/l)       | -            | 0,004         |
| Nitrat(mg/l)             | 3,54         | 0             | Mangan(mg/l)   | -            | 0,008         |
| Kalsiyum(mg/l)           | 66,13        | 70,14         | Demir(mg/l)    | -            | 0,170         |
| Magnezyum(mg/l)          | 12,16        | 12,16         | Kobalt(mg/l)   | -            | <0,1          |
| Top.sert.(mg/l)          | 21,5         | 22,5          | Nikel(mg/l)    | -            | <0,1          |
| CO <sub>2</sub> (mg/l)   | 18           | 20            | Krom(mg/l)     | -            | <0,1          |
| CO <sub>3</sub> -2(mg/l) | 0            | 0             | Gümüş(mg/l)    | -            | <0,1          |
| HCO <sub>3</sub> -(mg/l) | 200          | 215           | Bakır(mg/l)    | -            | <0,1          |
| Cl(mg/l)                 | 83,66        | 85,08         | Çinko(mg/l)    | -            | 0,012         |
| Na(mg/l)                 | 32,6         | 37,5          | Top.alfa(Bq/l) | -            | 0,67          |
| K(mg/l)                  | 7,72         | 5,93          | Top.beta(Bq/l) | -            | 0,59          |



- olan yerler şartlar müsait olmadığından deneyleri yapılamadı

## 5. SONUÇLAR

Şanlıurfa merkez ve çevresinde şifalı su niteliğindeki kaynakların içerdikleri mineraller ve sıcaklıkları üzerinde çalışmalar yapıldı. Bu çalışmalar da toplam dört kaynaktan su örneği alındı. Bu kaynaklar Hilvan İlçesine bağlı Külüplü Köyü içme suyu, Akçakale İlçesi Acıkuyu Köyü içme suyu ve merkeze bağlı Karaali Köyünde çıkan iki farklı termal sulardır. Yapılan çalışmalardan şu sonuçlar çıkartılmıştır.

1. Külüplü Köyü içme suyu ile Acıkuyu Köyü içme suyu içerdikleri iyonlar itibariyle özellikle bulgular ve tartışma kısmında da anlatıldığı gibi nitrat, sülfat ve kurşun konsantrasyonları Türk standartlarının öngördüğü sınırdeğerinin üzerindedir. Bu iyonların fazlalığı hastalıklara sebebiyet vereceğinden kullanılmaya elverişli değildir.

2. Karaali Köyü termal suları dördüncü bölümde anlatıldığı gibi az minerale sahip fakat hipertermal derecede bir sıcak sudur.

Eğer kaynak başında termalizm hususunda yetkili hekimlerin tavsiyeleri doğrultusunda tesisler yapılırsa çok iyi bir şekilde halkın istifadesine sunulabileceği anlaşılmaktadır.

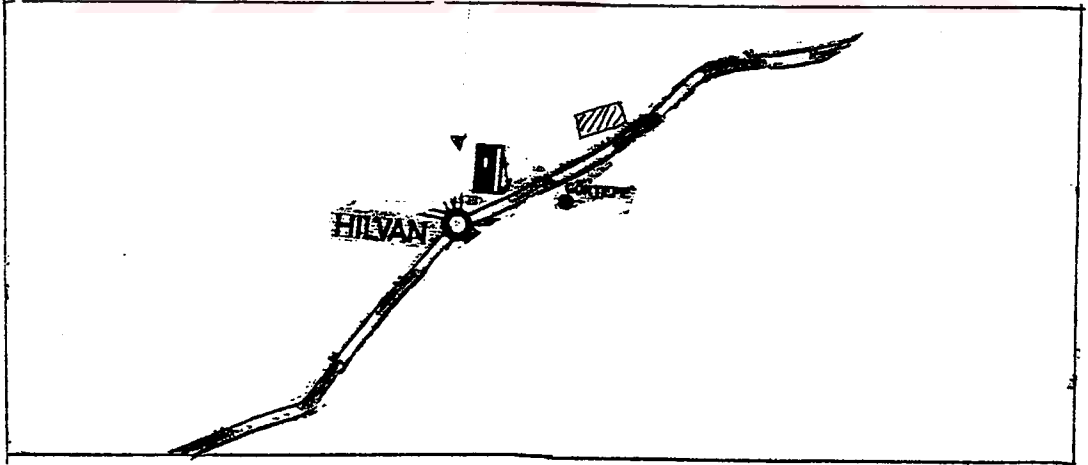
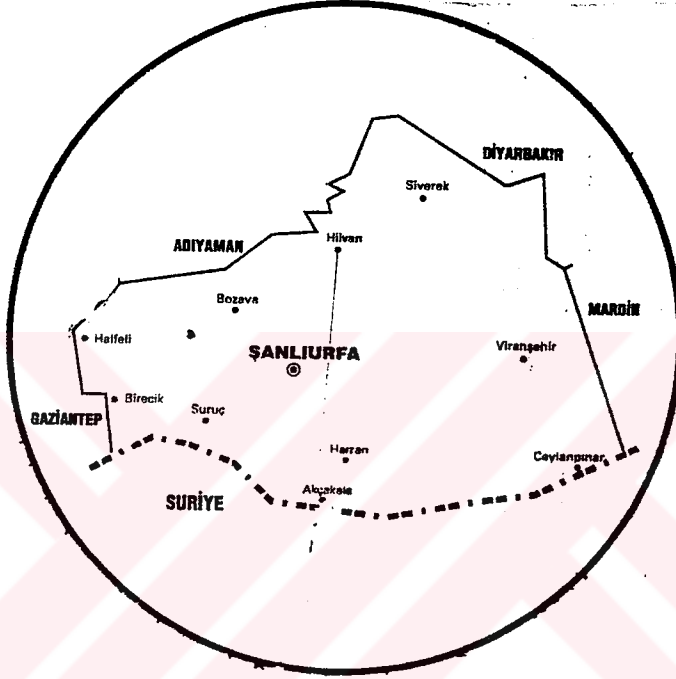
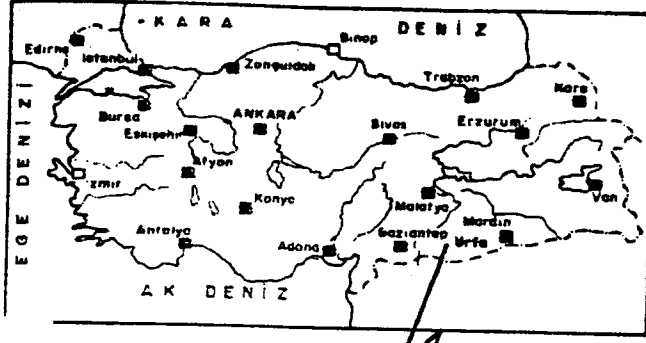
Şanlıurfa'nın merkezi ile kaplıcanın bulunduğu mahal arasında yolun asfaltlanarak periyodik şekilde servisleri kaldırmakla halka daha iyi bir hizmet verilebilir. Bu kaynağın başında Su Ürünleri ve Ziraat Mühendisliği yetkililerinin direktifleri doğrultusunda, balıkçılık, seracılık, mantar yetiştiriciliği yapılabilir. Ayrıca kaynağın etrafındaki köylere ısıtma amacıyla sıcaksu verilebilir.

**İçme ve kullanma suyu temin edilen kaynaklardaki Hamsu standart parametreleri**

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Sıcaklık:                  | 30 °C       |
| pH                         | 6,5 - 8,5   |
| O <sub>2</sub> doygunluğu: | 70 (%)      |
| Klorür:                    | 250 mg/l    |
| Sülfat:                    | 400 mg/l    |
| Amonyum-N:                 | 1,0 mg/l    |
| Nitrat-N                   | 10 mg/l     |
| Demir:                     | 1,0 mg/l    |
| Mangan                     | 0,5 mg/l    |
| Cıva:                      | 0,001 mg/l  |
| Kadmiyum:                  | 0,01 mg/l   |
| Kurşun:                    | 0,05 mg/lt  |
| Krom                       | 0.05 mg/lt  |
| Bakır                      | 1.5 mg/lt   |
| Çinko                      | 5 mg/lt     |
| Arsenik                    | 0.05 mg/lt  |
| Florur                     | 1.5 mg/lt   |
| Sülfür                     | 0.002 mg/lt |
| Toplam Alfa                | 1.0 p.C/lt  |
| Toplam Beta                | 10.0 p.C/lt |

den az olmalıdır(13 mart. 1984 ve 18340 sayılı resmi gazete).

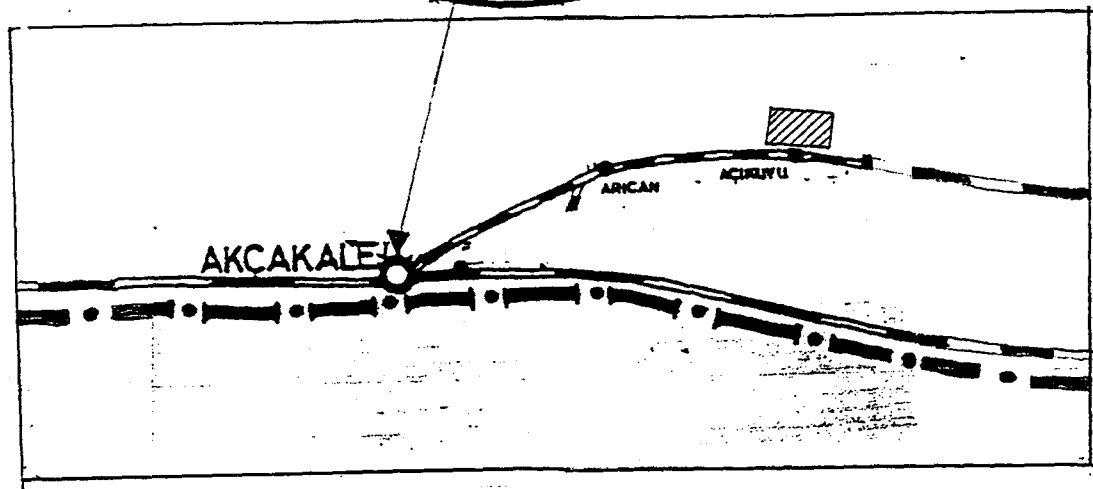
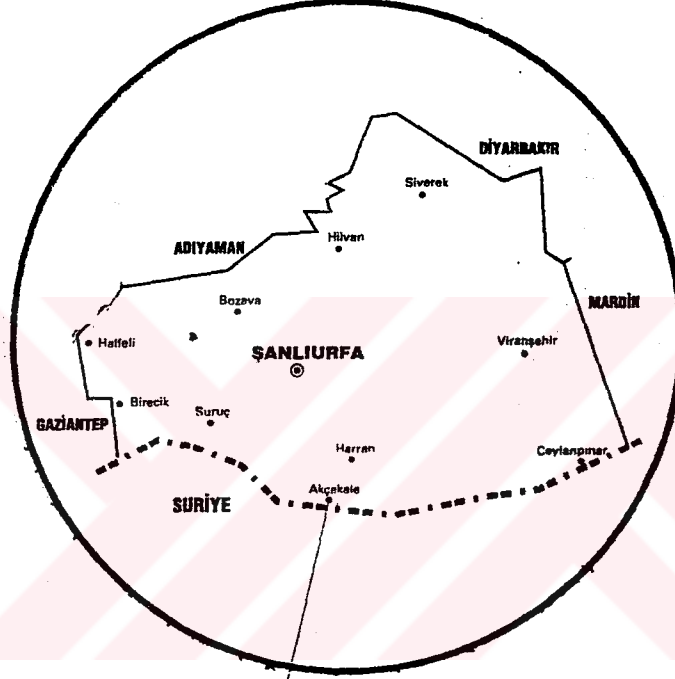
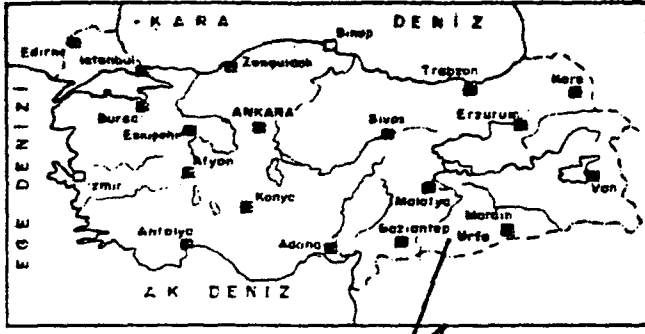




**İŞARETLER**

- |  |               |  |               |
|--|---------------|--|---------------|
|  | Karayolu      |  | Çalışma alanı |
|  | Şehir Merkezi |  |               |
|  | İlçe Merkezi  |  |               |

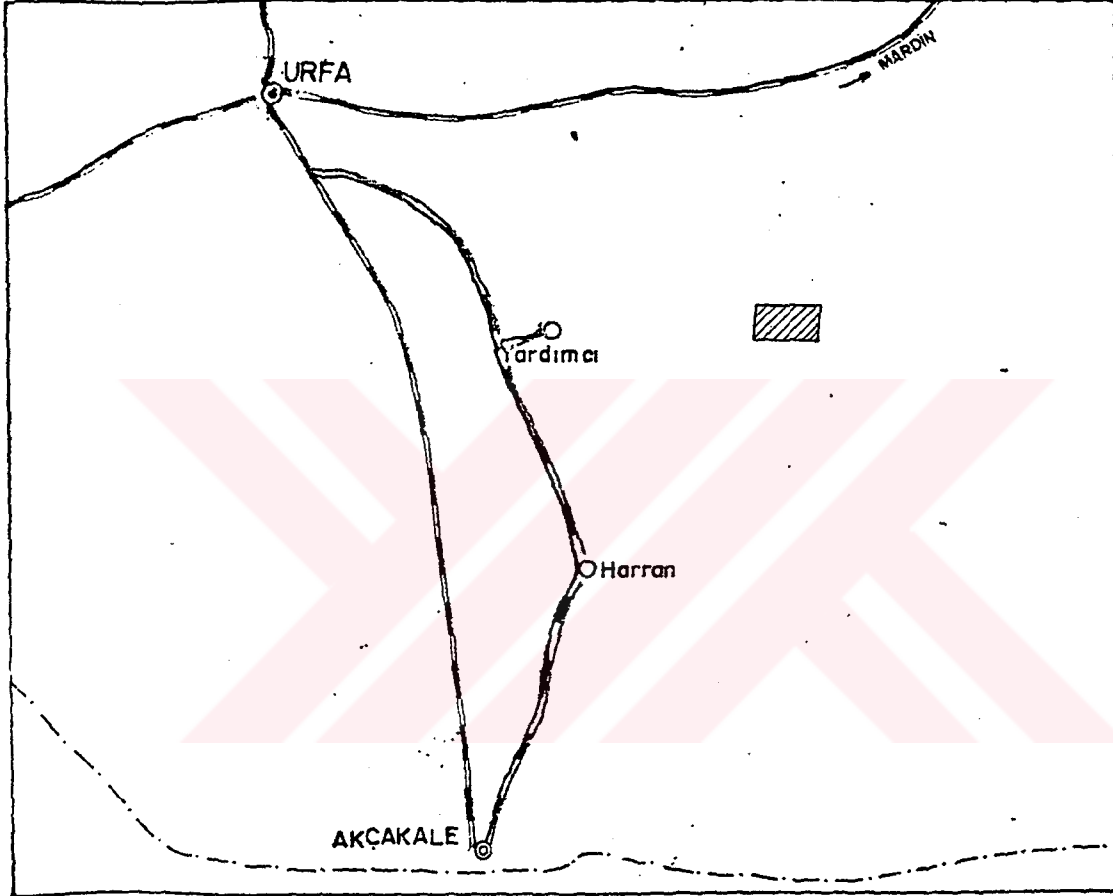
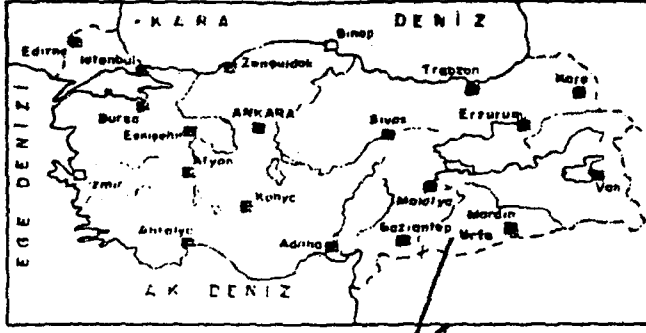
Harita.5.1. Külüplü Köyü içme suyu çalışma alanı



### İŞARETLER

- |  |               |  |               |
|--|---------------|--|---------------|
|  | Karayolu      |  | Çalışma alanı |
|  | Şehir Merkezi |  |               |
|  | İlçe Merkezi  |  |               |

Harita.5.2. Acıkuyu Köyü içme suyu çalışma alanı



OLCEK 1/500.000

İŞARETLER

Karayolu



Çalışma alanı



Şehir Merkezi



İlçe Merkezi

Harita.5.3. Karaali Köyü termal sularının çalışma alanları

**6. KAYNAKLAR**

1. ASLAN, Z. 1995, Termal Hizmetlerin Oluşturulmasında termal Suyun Standartların Belirlenmesi, Yıl. 4, Sayı, 14- İzmir.
2. AVŞAROĞLU, M. 1968. Türkiye Kaplıcaları ve İçmeleri Klavuzu, Güneş Matbaacılık T.A.Ş. Ankara
3. BAŞER, Z. 1973. Erzurum İlinde Şifalı Sular, Atatürk Üniv. Erzurum
4. CAN, M. 1994, Bursa'da Jeotermal Enerjinin Merkezi Isıtma Sistemlerinde kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, Yıl.4, Sayı, 13, İzmir
5. CANİK, B. 1980 Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi Selçuk Üniv.Fen Fak. Yayınları, Konya
6. CİCİ, M, 1982, Elazığ ve Çevresindeki Mineral Sular ve Sağlığa Etkileri(Doktora Tezi)
7. ÇAĞLAR, K. Ö. 1950, Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları, Fas.3, M.T.A, Ankara
8. DUENAS, C, ve arkadaşları., 1993, Ra-226 and Ra224 IN WATERS IN SPAIN- SPAIN
9. EDITION, S.1989, Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, Printed and bound in the United States of America, USA
10. EREEŞ, F.S., 1994, Doğal Gaz, Çevre ve Radon, Ekoloji Çevre Dergisi, Yıl.4, Sayı,13. İzmir
11. ERGUVANLI, K. ve arkadaşları, 1973., Yeraltı Suları Jeolojisi, İ.T.Ü., İstanbul
12. ERENTÜRK, N, 1987, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrisi, Ç.N.A.M., İSTANBUL.
13. Gamsız, E, G. ve Arkadaşları, 1982., Su Analiz Metotları, D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Ankara
14. GÜNDÜZ, T, 1990., İnrümental Analiz-Ankara Üniv.Fen Fak.Yay., ANKARA

15. JOSEPH A. S, 1992., Environmental Engineering And Sanitation, U.S.A.
16. KALKAN, İ, 1992., Şanlıurfa-Yardımcı-Karaali Kaplıcası Hidrojeoloji Etüdü., ANKARA.
17. MARINER, R.H ve arkadaşları,1992,Geothermometry And Water-Rock Interaction In Selected Thermal Systems in The Cascade Range And Modoc Plateau,Western United States,Geothermics, Vol.22 U.S.A.
18. M.T.A nın Sıcaksu ve Madensuyu Analiz Raporları
19. NOYAN, Ö. F., 1994, Kurşunlu Benzinin Hikayesi, Ekoloji Çevre Dergisi, Yıl. 4, Sayı, 13., İzmir
20. ÖZDEMİR, M. 1974., Erzurum ve Civarındaki Şifalı Sayılan Suların Fiziko-kimyasal Analizleri ve Sağlığa Etkili Özellikleri, Atatürk Üniv.Erzurum
21. REMAN, R.1942., Şifalı Su Kullanmak İlmi Balneoloji ve Şifalı Kaynaklarımız. Cumhuriyet Matbaası, İstanbul
22. UNGAN, A.1949., Sıcak ve Soğuk Şifalı Sular Kimyası, Ankara
23. ÜLKER, İ, 1988, Türkiye'de Sağlık Turizmi ve Kaplıca Planlaması, Kültür Eserleri No:129; Çağdaş Kültür Eserleri Dizisi No:1006/129, ANKARA
24. YENAL, O.1973- Türkiye Maden Suları 1-2 cilt, İst.Ünv.Hidroklimatoloji Kürsüsü-İstanbul
25. İ.Ünv.Tıbbi Ekoloji ve Hidro-klimatoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi ' Raporu
26. 13 Mart,1984 ve 18340 sayılı resmi gazete