

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ TERMAL
SUYUNUN ANALİZİ VE SONUÇLARININ
KÜTAHYA'DAKİ DİĞER TERMAL SULARLA
KARŞILAŞTIRILMASI

Serpil DOKUR

Yüksek Lisans Tezi

Kimya Anabilim Dalı

Nisan - 2011

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ TERMAL SUYUNUN ANALİZİ VE SONUÇLARININ
KÜTAHYA'DAKİ DİĞER TERMAL SULARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Serpil DOKUR

Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN

Nisan - 2011

KABUL ve ONAY SAYFASI

Serpil DOKUR'un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı Dumlupınar Üniversitesi Termal Suyunun Analiz Sonuçlarının Kütahya'daki Diğer Termal Sularla Karşılaştırılması başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

21/03/2011

Üye: Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Orhan Murat KALFA

Üye: Yrd. Doç. Dr. Süleyman TOPAL

Fen Bilimleri Enstitüsünün Yönetim Kurulu'nun ... / ... / 2011 gün ve ... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atalay KÜÇÜKBURSA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ TERMAL SUYUNUN ANALİZİ VE SONUÇLARININ KÜTAHYA'DAKİ DİĞER TERMAL SULARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Serpil DOKUR

Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN

ÖZET

Kütahya’da birçok kaplıca bulunmaktadır. Günümüzde doğal tedavi yöntemleri yaygınlaşmaktadır. Bu yüzden kaplıcalar önem kazanmaktadır. Kaplıca sularının romatizmal hastalıklar, cilt hastalıkları, sinirsel hastalıklar gibi birçok hastalığa şifa kaynağı olduğu asırlardan beri bilinmektedir.

Dumlupınar Üniversitesi Kampüsü Ilıcapınar mevkiinde açılan Geven-1 kuyusunda kaplıca suyu bulunmuştur. Bu kaplıca suyu ile ilgili olarak analizler yapılmıştır. Analizlerin sonucuna göre kaplıca suyunun birçok hastalığa şifalı olması beklenmektedir.

Bu çalışmada Kütahya çevresindeki birçok kaplıca incelenmiştir. Bu incelenen kaplıcalarla, Dumlupınar Üniversitesi kaplıcası fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analiz, Kaplıca, Şifalı Su.

THE ANALYSIS OF Dumlupınar University Thermal Water and Comparison of its Result with Other Thermal Waters in Kütahya

Serpil DOKUR

Chemistry, M. S. Thesis, 2011

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN

SUMMARY

There are a lot of thermal springs in the city of Kütahya. Today, the use of natural cure methods become widespread. Because of that, the thermal springs gain importance. It has known for centuries that the thermal springs are curative for a lot of diseases like rheumatismal diseases, skin diseases, neural diseases, etc.

Thermal spring water was found in Geven-1 Well which was digged in Ilıcapınar site at Dumlupınar University Campus. Some analyses were done on this thermal spring in terms of its physical and chemical features. According to the results of these analyses, this thermal spring water is expected to be a cure for several diseases.

In this study, Dumlupınar University Thermal is compared with the other examined thermal springs.

Key Words : Analysis, Healing Water, Thermal Springs.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN'a, çalışmam sırasında yakın ilgi ve alakalarını gördüğüm, Kimya Bölümünün değerli hocalarına ve yüksek lisans arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında analiz sonuçlarının temin edilmesinde büyük katkı sağlayan Kütahya Halk Sağlığına ve Kütahya Valiliği İl Sağlık Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca yanımda olup beni her zaman destekleyen aileme saygı ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2.GENEL OLARAK SU	2
2.1. Suyun Oluşumu	4
2.2. Suyun Yapısı.....	4
2.2.1. Suda hibritleşme	5
2.2.2. Hidrojen köprüsü bağı	5
2.2.3. Su molekülü ve simetrisi	6
2.3. Su Türleri.....	7
2.3.1. Hafif su	7
2.3.2. Ağır su	7
2.3.3. Süper ağır su	8
2.4. İnsan İhtiyaçları İçin Su, Önemi ve Çeşitleri	8
2.4.1. İçme suları	10
2.4.2. Kullanım suları	11
2.4.3. Sulama suları	12
3. DOĞAL SU KAYNAKLARI REZERVİ VE ÖNEMİ.....	15
3.1. Doğal Suların Özellikleri.....	15
3.1.1. Doğal suların fiziksel özellikleri.....	16
3.1.1.1. Renk.....	16
3.1.1.2. Koku ve tad	16
3.1.1.3. Bulanıklık	17
3.1.1.4. Yoğunluk.....	17
3.1.1.5. Sıcaklık.....	17
3.1.1.6. Elektrik iletkenliği.....	17
3.1.2. Doğal suların kimyasal özellikleri	18
3.1.2.1. pH.....	18
3.1.2.2. Radyoaktivite.....	18
3.1.3. Doğal sularda anabilesen iyonlar	18
3.1.3.1. Kalsiyum	19
3.1.3.2. Sodyum.....	19
3.1.3.3. Magnezyum	19
3.1.3.4. Potasyum	19

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
3.1.3.5. Klorür	19
3.1.3.6. Sülfat	19
3.1.3.7. Bikarbonat	20
3.1.4. Doğal sulardaki eser düzeydeki iyonlar.....	20
3.1.4.1. Demir.....	21
3.1.4.2. Bakır	21
3.1.4.3. Mangan.....	21
3.1.4.4. Nikel	21
3.1.4.5. Kobalt	22
3.1.4.6. Kadmiyum.....	22
3.1.4.7. Krom.....	22
3.1.4.8. Kurşun	23
3.1.4.9. Arsenik.....	23
3.1.4.10. Rubidyum	23
3.1.4.11. Lityum	23
3.1.4.12. İyot.....	23
3.1.4.13. Fosfat.....	23
3.1.4.14. Nitrat.....	24
3.1.5. Suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin şifalı sular açısından önemi.....	24
4. ŞİFALI SULAR	26
4.1. Şifalı Suların Tarihçesi	27
4.2. Şifalı Suların Orjini	27
4.2.1. Jüvenil sular	28
4.2.2. Vadoz sular.....	28
4.2.3. Karışık sular.....	28
4.3. Şifalı Suların Sınıflandırılması	28
4.3.1. Kimyasal sınıflandırılması.....	28
4.3.2. Fiziksel sınıflandırma	30
4.3.3. Radyoaktiviteye göre sınıflandırılması.....	30
4.3.4. pH'a göre sınıflandırma	30
4.4. Türkiyedeki Kaplıcalar	31
4.4.1.Kaplıca yerleşmelerinin genel özellikleri	32
5. KAPLICA SULARI	34
5.1. Kaplıca Sularının Oluşumu ve Yararları.....	34
5.2. Kütahya'nın Başlıca Kaplıca Suları ve Özellikleri	34
5.2.1. Yoncalı kaplıcası	34
5.2.2. Ilıca Harlek kaplıcası	35
5.2.3. Simav Eynal kaplıcası.....	35

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
5.2.4. Gediz Ilıca kaplıcası	36
5.2.5 Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Geven-1 termal suyu.....	36
6. SONUÇLAR VE KARŞILAŞTIRMA.....	38
6.1. Materyal ve Metot	38
6.2.Kütahya Kaplıcaları Analiz Sonuçları	38
6.2.1. Fizikokimyasal karşılaştırma	62
6.2.2. Kimyasal karşılaştırma	64
6.2.3. Eser Element karşılaştırma	70
6.2.4. Mikrobiyolojik karşılaştırma	73
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	75

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Türkiye’ nin Kaplıca Haritası	31

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Hidrojen ve Oksijenin İzotopları.....	7
4.1. Türkiye Kaplıcaları	32
6.1. Geven-1 Termal Suyu 2006 Analiz Sonuçları.....	38
6.2. Yenice Kaplıcası Emet	40
6.3. Naşa Kaplıcası (Kaynak).....	41
6.4. Naşa Kaplıcası Simav	43
6.5. Göbel Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak) Tavşanlı.....	44
6.6. Ilıca Kaplıcası Termal Tesisleri Gediz	46
6.7. Nehir Termal Otel ve Kaplıca Tesisleri (Kaynak)	47
6.8. Yoncalı Mercan Otel Termal Hamam Kaplıcası.....	49
6.9. Güral Harlek Termal Otel (Kaynak).....	50
6.10. Termal E-2 Kuyusu (Kaynak) Emet.....	52
6.11. Günlüce-Dereli Kaplıcaları Emet, ...	53
6.12. Esire Kaplıcası Sefaköy-Hisarcık	55
6.13. Çitgöl Kaplıcası Simav	56
6.14. Çitgöl Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak).....	58
6.15. Eynal Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak).....	59
6.16. Eynal Kaplıcası Simav	61

1. GİRİŞ

Antik çağlardan bu yana doğal faktörler hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Kaplıcalar doğal faktörlerin kullanıldığı tedavi merkezleri olarak binlerce yıl önce ortaya çıkmışlar, giderek toplumsal ve kültürel yaşamın vazgeçilmez ögesi haline gelmişlerdir.

Kaplıca tedavisi, hemen hemen tüm sistem hastalıklarında kullanılabilen tedavi yöntemidir. Kaplıca sularının taşıdıkları anyon ve katyonların kazandırdıkları özelliklerin yanında, fiziki yönden de iyonizasyon yapma imkânları vardır. Bu özellikler ve suyun ısısı birçok romatizma ve sinir hastalıklarının tedavisinde büyük önem taşır.

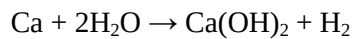
Kaplıca ve içmece tedavisi için balneoloji adı verilen bir bilim dalı vardır. Uygulamalarda balneoterapi altında toplanmıştır. Bu sulardan dıştan ve içten tedavi olmak üzere iki şekilde faydalanılmıştır.

Kütahya kaplıca bakımından en zengin ilimizdir. Her kaplıcanın yapısında bulunan maddelerin değerleri az da olsa farklılıklar gösterir.

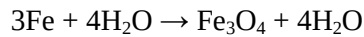
2. GENEL OLARAK SU

İlkçağlarda su bütün sıvıları temsil eden temel bir element olarak kabul edilirdi. Bilim adamları 18. yüzyılın ikinci yarısına kadar su ile çok fazla ilgilenmediler. 1781’de İngiliz Henry Cavendish hava hidrojen karışımından suyu sentez etti. Cavendish’in deneylerinde elde ettiği sonuçlar ancak Fransız Antoine Laurent Lavoisieri, Laplace ve Meusnier’in çalışmaları, Carlisle ve Nicholson’un (suyun elektrolitik analizi, 1800) suyun bir element değil oksijen ve hidrojenden oluşan bir bileşik olmasını kanıtlaması ile net olarak açıklığa kavuşmuştur. Fransız Joseps Louis Gay-Lussac ve Alman Alexander von Humboldt (odyometrik sentez) 1804’de birlikte yazdıkları bir makalede ve Dumas’ın (Tartü sentezi 1843) çalışmaları su molekülünün iki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluştuğunu gösterdiler. Amerikan Harold Clayton Urey 1932’de ağır suyu (Döteryum Oksit D₂O) buldu. 1951’de de Aristid Grosse trityum oksiti (T₂O) buldu [1].

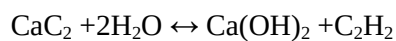
Hidrojen ve oksijenden, büyük bir ısı çıkararak oluşan su, kararlıdır. Buharları ancak 1300 C’a doğru ayrışmaya başlar. Bununla birlikte hidrojen veya oksijenden biri ya da diğeri ile birleşen maddelerin etkisiyle su bozundurulabilir. Flor, klor veya brom suyun hidrojeniyle birleşerek oksijeni açığa çıkarır. Bu nedenle klorlu su yükseltgen özelliğe sahiptir. Fosfor, karbon, silisyum gibi elementler de suyun oksijeni ile birleşerek hidrojeni açığa çıkarır. Akkor dereceye kadar ısıtılmış kok üzerinden su buharı geçirilirse karbon monoksit ve hidrojenden meydana gelen ve yakıt olarak kullanılan su gazı elde edilir. Alkali ve toprak alkali metaller suyu oda sıcaklığında ayrıştırarak hidroksitlerini oluştururlar [2].



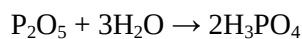
Demir ve çinko ise su buharına ancak akkor derecede tersinir bir tepkime ile etki eder [2].



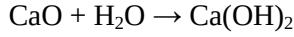
Su kalsiyum karbüre etkiyerek asetilen verir [2].



Su birçok madde ile katılma tepkimesi vererek hidratları oluşturur. Bu tür tepkimeler arasında oksi asitlere dönüşen anhidritler örnek verilebilir [2].



Yine bazıları veren bazik oksitlerle girdiği tepkimeler özellikle kirecin sönmesi sayılabilir [2].



Suyun kelime anlamı değişik şekillerde tanımlanabilir. Amerika'nın önemli dil sözlüklerinden olan "The American Heritage Dictionary of the English Language", suyu üç özelliği ve biçimi ile tanımlamaktadır [3].

Su:

1. Berrak, renksiz, hemen hemen kokusuz ve tatsız sıvı, bitkiler ve hayvanlar için hayatı sıvı ve yaygın kullanılan bir çözücü. Donma noktası 0°C (32°F) kaynama noktası 100°C (212°F). özgül ağırlığı 1.0000 (4°C (39°F)'de).

2. Yağmur, kar gibi suyun çeşitli biçimleri.

3. Deniz, göl, nehir veya akarsu gibi suyun herhangi bir şekli olarak tanımlanmıştır [4].

Yeryüzünün yaklaşık dörtte üçü su ile kaplıdır. Dünyadaki en önemli sıvı olan su genellikle, yağmur, kaynak, kuyu, dere, ırmak, su birikintisi, göller ve denizlerde bulunur. Kaynaktan okyanuslara kadar uzanan bir yol izler. Ayrıca su buharı yoğunlaşmış halde bulutlarda da bulunur. Canlılar büyük oranlarda su içerir, örneğin insan vücut ağırlığının %70'ından fazlasını su oluşturur. Su hayat için gereklidir. Milyonlarca yıl önce dünyada ilk hayatın su içerisinde başladığı sanılmaktadır. Her ne kadar bugün birçok bitki ve hayvan karada yaşasa da suya ihtiyaç duyar. Hayatın devamını sağlayan su; hayat dokularını besler, insanlarda ve hayvanlarda kanı ve bitkilerde öz suyunu oluşturur. Su kullanılır fakat tüketilemez, dünyada sürekli bir çevrimi vardır. Bir zamanlar taş devri insanına serinlik veren suyu, belki de biz içiyoruzdur. Suyun bulunması insanların yerleşeceği yeri belirlemede yardımcı olur. Şehirlerde yaşayan insanlar sularını musluklardan sağlarlar. Eğer suyun akması dursa, herkes şehri terketmek zorunda kalır ve insanlar suyu başka yerlerde arar. İnsanların yiyecekleri bitkilerin yetişmesi de suya bağlıdır. Normal büyüyen bir mısır bitkisi günde 4 litreye yakın su kullanır. 10 dönüm alandaki pamuğun yetişmesi için 3.000.000 litre su gerekir. Dünyanın iklimini de su belirler. Kaya ve toprak erozyonu ve buzulların aşınması gibi doğal olaylarda su önemli rol oynar [5].

Su mineraller açısından kusursuz bir çözücü olduğundan, doğada hiçbir zaman saf halde bulunmaz. Aktığı yerlerdeki madde taneciklerini de toplar. Kimyasal işlemlerde kullanılacak saf suyu elde etmek için kimyacılar suyu damıtlarlar. Hidrat, hidrür, hidroksit gibi "hidr-" ön eki

içeren kimyasal terimler, söz konusu maddenin içeriğinde su bulunduğunu gösterir. Bu öneğin kökeni olan Yunancadaki hydor “su” anlamına gelir. Anhidrus ve dehidrat terimleri ise maddenin içindeki suyun alınmış olduğunu ifade eder. Fiziksel özellikleri suyu diğer sıvılardan ayırır. Örneğin, su sıvıdan katıya döndüğünde hafifler. Bu durum çok ender rastlanan bir özelliktir. Eğer buz sudan ağır olsa idi, donan su gölün dibine çökecek ve sonuçta sudaki canlı hayat yok olacaktı. Vücuttaki su varlığı, atmosfer sıcaklığındaki büyük değişmelerde bile, insan hayatını devam ettirmek için, vücut ısısının büyük kısmını depo etme kabiliyetine sahiptir. Bir insanın günlük yaptığı işlerle kazandığı ısı, eğer vücutta hiç su olmasa, vücut sıcaklığını 148°C’ye kadar yükseltebilecek kapasiteye sahiptir [6].

2.1. Suyun Oluşumu

Milyonlarca yıl önce dünyamız, dönen sıcak gaz ve toz kütlesi halinde bulunmaktaydı. Dünya soğumaya başlayınca hidrojen ve oksijen su oluşturmak üzere birleştiler. Gaz halde bulunan buhar yüzeyden yükselirken, kalın bulutlar oluşturarak soğudu. Bulutlardan damlayıp dünyaya düşen sular tekrar buharlaşıp bulutlara döndü. Sonunda kara parçalarının oluşması ve suyun bir kısmının sıvı halde kalması ile dünya soğudu. Bu olay gerçekleşirken bulutlardaki büyük miktarlarda su, yoğunlaşıp dünyaya döndü. Dünyadaki çukurlar su ile dolmaya başladı. Kayalar üzerinden taşıyıp akan seller kıtaları şekillendirmeye başladı [2].

2.2. Suyun Yapısı

Suyun Lewis yapısı $H:O:H$ şeklindedir. Bu şekilde yazılma atomların bir doğru üzerinde olduğu izlenimini verir. Oysa deneysel ölçümlerde bunun doğru olmadığı görülmüştür. Su moleküllerinin oda sıcaklığında gaz değil sıvı olmasının nedeni suyun kırık yapısıdır. Sıvı haldeki suyun birçok farklı maddeyi çözmesinde de bu açılı yapı önemli bir etkidir [1].

Suyun açılı yapısı nedeniyle, su molekülü polardır. H ve O atomları arasındaki elektronegatiflik farkı nedeniyle, bağ momentleri ve bu bağ momentlerinin bir araya gelmesi ile oluşan bir dipol moment vardır. Molekül doğrusal olamaz ve bu nedenle CO_2 de olduğu gibi bağ momentlerinin birbirini yok etmesi gerçekleşmez. (VSEPR kuramına göre de H_2O molekülü açısıl bir yapıya sahiptir.) Su buharının IR spekturumuna göre OH bağları arası açı $104.5^\circ A$ ve uzaklık ise $0.96^\circ A$ (96 pm) $\approx 1^\circ A$ ’dır. Serbest elektron çiftlerinin oksijene olan uzaklığı $0.84^\circ A$, iki hidrojen arasındaki uzaklık ise $1,54^\circ A$ ’dır [1].

Su katılaştınca açı $109,5^\circ$ ($109^\circ,28'$) ve uzaklık ise $0,99^\circ A$ ’a ulaşır. Buzda bozuk dörtyüzlü yapı düzelir ve -O-, HOH özdeşleşerek tam düzgün dörtyüzlü yapıya ulaşılır. Su molekülünün bağ enerjisi $\Delta H = -286,2$ kJ/mol ($25^\circ C$ ve 1 atm. de) dir. Suyun polar OH’ bağı ve

serbest elektron çiftleri arası etkileşim özel hidrojen bağı köprüsünü oluşturur. Eğer bir protonun üzerinde bulunduğu eksen ile diğer su molekülündeki serbest elektron çifti orbitallerinin eksenini aynı doğrultu üzerine düşerse, yani aralarındaki açı sıfır olursa Van Der Waals kuvvetlerinin aksine bu konuma bağlı -161 kJ/mol 'lük bir etkileşim enerjisi oluşur. Böylece hidrojen iki molekül arasında gider gelir, yani su molekülleri birbirlerine bağlanır. Bu konumda HOH-HOH veya $\text{H}_2\text{O} \dots \text{OH}_2$ yaklaşma ve çarpışması olur [1].

Donmuş suda yani normal buzda O-O arası mesafe $2,76 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ ve aralarındaki açı sıfır derecedir. Sıvı su da bu etkileşim O...O arası uzaklık ve açının dağılım fonksiyonuna bağlıdır. Bu dağılım fonksiyonlarının deneysel tam hesaplanabilmesi bugüne kadar yapılamamıştır. Moleküller arası toplam etkileşim normal Van Der Waals etkileşimiyle neon modeline benzer şekilde kabul edilerek Stillinger modeliyle hesaplanabilmiştir. Bu kabul aslında uygun değildir. Zira H_2O , Van Der Waals kuvvetleri açısından CH_4 ile karşılaştırılabilir. Spektroskopik verilerden hidrojen köprü bağı enerjisinin $\Delta h_b = -15,4 \text{ kJ/mol}$ ($-3,7 \text{ kcal/mol}$) olduğu tespit edilmiştir. Buna göre buzun süblimasyon enerjisi toplamı $48,3 \text{ kJ/mol}$ olmalıdır ve tüm moleküller arası kuvvette Van Der Waals payı da $48,3 - (2 \times 15,4 \text{ kJ/mol}) = 17,5 \text{ kJ/mol}$ bulunur. Buzun toplam moleküller arası etkileşim enerjisinde hidrojen köprüsü bağının payı %64 dür. Kristal yapıdaki katı soy gazlarda koordinasyon sayısı en sık istiflenmede 12 olduğu halde buzda koordinasyon sayısı 4 dür. Bu ise 4 hidrojen köprüsü bağı oluşumu ile enerji azalmasını açıklar. Böyle bir gevşek ve boşluklu yapı nedeniyle diğer maddelerin aksine suyun katılaşması yoğunluk düşmesine neden olur. Hidrojen köprü bağları arası açının sıfır olması buzda üç boyutlu 6 moleküllü bir halka yapısını oluşturur. Altı su molekülünden halkalarının oluşumu buz kristallerinin altılı simetrisini belirler [1].

2.2.1. Suda hibritleşme

Lewise göre su MX_2L_2 (M: Oksijen, X: Hidrojen, L: Serbest Elektron Çifti) yapısındadır. VSEPR kuramı H_2O ya uygulandığında, dört elektron çiftinin bir dörtyüzlü elektron-çifti geometrisi oluşturduğu görülür. Bu durum H_2O da merkez atomunun sp^3 hibritleşmesi yaptığını gösterir. Suyun H-O-H bağ açısı $109,5^\circ$ olmalıdır. Bu değer suda deneysel olarak $104,5^\circ$ olarak gözlenmiştir [7].

2.2.2. Hidrojen köprüsü bağı

Yüksek elektronegativiteye sahip bir atoma (F, O veya N) bağlı bir hidrojen atomu, komşu molekülün yüksek elektronegatiflikteki küçük bir atomu tarafından da eş zamanlı olarak çekildiği zaman oluşur. $15\text{-}40 \text{ kJ/mol}$ enerjiye sahip olan bu hidrojen bağı enerjisi moleküller

arası kuvvetlerden daha kuvvetlidir [7].

Hidrojen köprüsü bağı oluşumunda, hidrojen atomunun kovalent olarak bağlandığı yüksek elektronegatiflikteki atom, bağ elektronlarını kendine doğru çekerek hidrojen çekirdeğini (proton) çıplak bırakır. Elektronsuz kalan bu proton komşu moleküldeki elektronegatif atomun ortaklanmamış bir elektron çiftini çeker. Hidrojen bağı yalnızca hidrojen atomuyla oluşabilir, çünkü tüm öteki atomların iç kabuk elektronları atom çekirdeklerini perdeler. Bu nedenle hidrojen köprüsü bağı yalnızca bazı hidrojen bileşiklerine özgüdür. Su hidrojen köprüsü bağının olduğu başlıca ve en tanınmış bileşiktir [7].

Kaynama Noktaları: H_2S , H_2Se ve H_2Te 'nine kaynama noktalarına göre H_2O beklenmedik yüksek kaynama noktasına sahiptir. Bunun nedeni hidrojen köprüsü bağıdır. Bağımsız moleküller buharlaşmadan, sıvının hidrojen köprüsü bağları zayıflatılmalıdır. Molekülün artan hareketi yüksek sıcaklıklarda bu işi görür ve kaynama olur [1].

2.2.3. Su molekülü ve simetrisi

Bir molekül ya da bir iyonu ilk durumundan ayırt edilemeyen başka bir konuma getirme işi simetri olarak bilinir. Üzerinde simetri işlemi uygulanan nokta, eksen veya düzleme simetri elemanı adı verilir. Suda simetri işlemini incelediğimizde oksijenden geçen bir eksen çevresinde 180° döndürüldüğü zaman su molekülü birinci konumundan ayırt edilemeyen ikinci konumuna gelir. Dönme ile birinci hidrojen ikinci hidrojenin yerine, ikincisi de birincinin yerine geçer. Hidrojenler birbiri ile hidrojenin yerine, ikincisi de birincinin yerine geçer. Hidrojenler birbiri ile aynı olduğundan dönme sonunda molekül ilk konumu ile aynı durumdadır. Dönme C harfi ile sembolize edilir ve suda 180° dönme ile de aynı konuma ulaşıldığından Su için C_2 ile dönme işlemi sembolize edilir. Etrafında sadece dönme işleminin yapıldığı eksen dönme eksenini olarak adlandırılır ve su da dönme eksenini oksijen atomundan geçen ve HOH açısının ortayı olan C_2 eksenidir. Su C_2 dönme eksenine göre simetridir [7].

Bir molekül ile ayırt edilemeyen ayna görüntüsü, molekülün bütün kısımlarının bir düzleme göre yansıması alınarak yapılabilir. Bu düzlem simetri düzlemi olarak isimlendirilir. Simetri düzlemi ana eksenini içeriyorsa bu düzlem dikey düzlem denir ve σ_v ile gösterilir. Suda birbirine dik iki tane dikey düzlem vardır. Özdeşlik işlemi sonunda sonucunda molekül iki konuma gelir, başka bir deyişle değişikliğe uğramaz. Su için özdeşlik durumu $C_2 \times C_2 = C_2^2 = E$ 'dir. Molekül geometrileri nokta grupları ile tanımlanır. Eğer cisim üzerinde uygulanan simetri işlemleri, cismin bir noktasını, örneğin ağırlık merkezini değiştirmiyorsa bu simetri işleminden oluşan gruplara nokta grubu denir. Suda E, C_2 ve $2\sigma_v$ simetri elemanları vardır. Bu

dört simetri elemanının içeren nokta grubu C_{2v} sembolü ile gösterilir [8].

2.3. Su Türleri

Hidrojenin üç, oksijenin dört izotopu vardır (aşağıdaki Çizelgede gösterilmiştir). Bu yedi izotop çok farklı bir biçimlerde birleşip farklı ağırlıklarda su molekülü oluşturabilir. Ama çoğunlukla hidrojen ve oksijen izotoplarından yalnız birer tanesi su oluşumunda yer alırlar. Çünkü oksijenin O_{16} ve H_1 izotopları yeryüzünde bütün oksijen ve hidrojenin %99'undan fazlasını oluşturur. Hidrojenin protonyum (tek ağırlıklı hidrojen), döteryum (çift ağırlıklı hidrojen) ve trityum (üç ağırlıklı hidrojen) dir. Protonyum oksijenle birleşerek hafif su oluşturur. Döteryum ile oksijenden ağırsu, trityum ile oksijenden de süper ağırsu oluşur [9].

Çizelge 2.1 Hidrojen ve Oksijenin İzotopları

Hidrojen			
İzotop	Bolluk (%)	Ağırlık (g)	Yarı Ömrü
H_1	99,984	1,0078	Kararlı
H_2	0,0156	2,0141	Kararlı
H_3	0	3,016	12,3 yıl
Oksijen			
İzotop	Bolluk(%)	Ağırlık(g)	Yarı Ömrü
O_{15}	0	15	122.2 saniye
O_{16}	99,759	15,9949	Kararlı
O_{17}	0,037	16,9991	Kararlı
O_{18}	0,204	17,9992	Kararlı

2.3.1. Hafif su

Doğada bulunduğu biçimiyle su, çoğunlukla hafif türdedir ve formülü H_2O 'dur [7].

2.3.2. Ağır su

Ağır su döteryum oksittir (D_2O). Renksiz, kokusuz ve tatsız bir sıvıdır. Kırma indisi sudan küçüktür, ağır suda tuzlar genellikle daha az çözünür. Yoğunluğu (1.106 g/cm^3) sudan

fazla olduğu için ağır su adını alır. Ağır suyun oda sıcaklığındaki yoğunluğu suyun yoğunluğundan %10,79 daha fazladır. Yaklaşık 5000 bölüm H_2O 'da yalnızca bir bölüm ağır su bulunur. Ağır su elektrolizle hafif sudan ayrılabilir. D_2O elektroliz sırasında H_2O 'dan daha yavaş tepkimeye girdiğinden, hafif su ayrışıp yok olduktan sonra geriye ağır su kalır [7].

D_2O ağır suyun donma noktasının $3,81^{\circ}C$ ($38,86^{\circ}F$)'ye ve erime ısısının 6 kJ/mol 'den 6.3 kJ/mol 'e yükselmesi ile kaynama noktasının $101,42^{\circ}C$ ($212,56^{\circ}F$) ye yükselmesi hidrojen bağı etkileşmesinin ağır suda normal suya göre daha fazla olduğunu gösterir [7].

Yüksek sıcaklıklarda ağır su ile normal su arasındaki fark sıcaklık yükselmesi ile azalır. Hatta kritik noktaya gelince hidrojen köprü bağının etkisi ağır suda daha azaldığı için normal suyun kritik sıcaklığı $374,2^{\circ}C$ olduğu halde D_2O için $371,5^{\circ}C$ olur. Ağır su nükleer reaktörlerdeki hızlı nötronları yavaşlatmak için ve ^1H NMR'da çözücü olarak kullanılır. Oda sıcaklığında sodyumun, akkor halde demirin etkisi ile ağır sudan döteryum ayrılır [7].

2.3.3. Süper ağır su

Süper ağır su ise trityum oksittir (T_2O). Sudan ayrılması çok güçtür. Trityum oksit kararsızdır. Trityum radyoaktiftir ve suyun çeşitli organik bileşikler üzerindeki etkisini izlemekte kullanılır [7].

2.4. İnsan İhtiyaçları İçin Su, Önemi ve Çeşitleri

Su tüm canlı yaşamın ayrılmaz bir unsurudur. Dünyamızda susuz hayat mümkün değildir. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için tatlı su gereklidir. Su dağıtım sistemleri aracılığıyla evlere, ticari işletmelere, sanayi tesislerine ve sulama gerektiren tarımsal arazilere su verilir. İtfaiye ve sokak temizliği gibi işler için de su gereklidir. Kentlerdeki su dağıtım sistemleri çoğunlukla suyun toplanması, arıtılması, iletilmesi, depolanması ve dağıtılmasına yönelik etkinlikleri içerir [10].

İlk yerleşim yerleri bol su kaynağı olan yerlere, nehir, tatlı su gölü kenarları ve vahalarında kurulurken, nüfus artışı, akarsuların kirlenmesi, nüfus artışı baskısı ile yeni yerleşim yerlerinin kurulması su temin sorununun büyümüştür. Yeterli temiz ve sağlıklı su sağlama sorunu dünyanın birçok yerinde ciddi boyutlara ulaşmıştır. Yazların uzun ve kurak, kışların ise kısa ve çok yağışlı geçtiği bölgelerde yoğun yağışlar ırmakların taşmasına yol açar. Bir yandan su rejiminin düzenlenmesi, akarsuların ıslahı, öte yandan büyüyen kentlere su sağlamak için akarsular üzerine barajlar yapılmakta ve suların akış yatakları değiştirilmektedir [10].

Bazı kentler suyu bir göl ya da akarsudan pompalayarak alır. Bazıları da kuyulardan su pompalar. Çoğu zaman yerleşim yerine kesintisiz su sağlamak amacıyla su toplama noktalarında ya da bunların yakınında barajlar kurulur ve baraj gölleri oluştururlar. Gölet de denen baraj göllerinin birçoğu yerleşim alanlarına su sağlama, tarımsal sulama, su ulaşımı, hidroelektrik enerji üretimi, taşkın denetimi ve dinlence etkinlikleri gibi birçok amaca hizmet eder [10].

Su dağıtımına sokulmadan önce genellikle sağlık ve tat açısından çeşitli işlemlerden geçirilir. Dağıtılan su miktarını düzenleyen pompalama istasyonu ile su işleme sistemlerine su işletmesi denir. Su genellikle işletmeye kanallarla taşınır. Suyun kemerler, tüneller ve boru hatları yardımıyla taşınmasında yerçekiminden ve pompa sistemlerinden yararlanılır. Su işletmesinden su dağıtımını yapılması için kentlerde büyük boru şebekeleri bulunur [11].

İlk su dağıtım sistemlerinde boru olarak pişirilmiş topraktan yapılmış iç içe geçen borular (pöhrek) ve içi boşaltılmış ağaç kütükleri kullanılmıştır. 1800’li yılların başında itibaren, Dağıtım boruları dökme demirden, yumuşak demirden yapılmış, daha sonraları çelikten ya da betondan yapılan borular kullanılmaya başlamıştır. Paslanmaya karşı bir önlem olarak metal borular genellikle koruyucu bir örtüyle kaplanır. Tüketicilere su taşıyan küçük borular ise plastik veya bakırdan yapılabilir [11].

Günümüzde boru sistemlerinde sağlığa zararı nedeniyle kurşun artık kullanılmamaktadır. Borudaki suyun binaların üst katlarına kadar çıkabilmesi için özel bir yöntem uygulanması gerekir. Küçük kentlerde bir tepeye ya da yüksek bir kulenin üstüne su deposu yerleştirilip buraya su pompalanabilir. Bir kez ana boruya ulaştıktan sonra su, yerçekimi etkisiyle aşağı doğru akar [11].

Depodaki suyun yüksekliğinin ve basıncının daha fazla olması, borudaki suyun çok katlı binaların üst katlarına da yükselmesini sağlar. Böylece deponun bulunduğu yerden ya da kuleden daha alçakta olan bütün binalara ve musluklara su verilebilir. Büyük kentlerde ise su dağıtımını için böyle depolar yeterli değildir. Su dağıtım sisteminden ana borulara basılan suyun basıncı $2-7 \text{ kg/cm}^2$ dolayındadır. Bu basınç ayrıca pompalamaya gerek kalmadan suyun tüm binaların üst katlarına ulaşması için yeterlidir [10].

Tarihsel gelişme içinde kentlerin nüfusu arttıkça, su kaynakları yetersiz kalmaya başladı. Mısır, Asur ve Babil’de ırmak sularını kentlere iletmek için üstü açık kanallar ve bentler inşa edildi. Kentlere saldırı düzenlendiğinde, yenilginin nedeni çoğunlukla su stokunun tükenmesi olurdu. M.Ö. 7. yüzyılda Yunan adalarında Samos’un hükümdarı, tahkim edilmiş kente su taşımak için bir dağdan tünel açılmasını emretti. O zamanlar için bu, olağanüstü bir

mühendislik başarısıydı. İlk kentlerin birçoğunda şu ya da bu biçimde bir su iletim sistemi vardır. Roma büyük su iletmeleriyle ünlüydü. Bu dönemde Roma'da kentin çeşmelerine, hamamlarına ve yönetim binalarına su bağlayan, tuğla ya da taş yapılı toplam 11 su yolu vardır [10].

Ortaçağda Avrupa'daki su dağıtım sistemlerinin birçoğu harabeye döndü; çünkü hala Romalılardan kalan sistemlerden kullanılıyordu. Kentlerin su kaynakları kısıtlı, çoğu zaman da kirliydi. Tifo, dizanteri, kolera gibi salgınlar çoğunlukla bu yüzden başlıyordu. 1550'de Paris kentinde yaşayan bir kişi günde kişi başına 2.5 L'ye yükselmiş, bugün ise 200 L'yi bulmuştur [10].

Suların kirlenmesi ve temiz su sağlama sorunu her geçen gün artmaktadır. Yeterince arıtılmamış sanayi ve kanalizasyon atıkları su kaynakları boşalarak suyun niteliğini düşürmektedir. Sanayi ya da araştırma merkezlerinden gelen radyoaktif maddeler ise suda tehlikeli radyasyon birikimine yol açabilir. Deterjan, suni gübre, böcek ilacı gibi maddeler su dağıtım sistemlerine karışarak kirlenici etki yapar. Artık arıtma tesislerinin veriminin artırılması çevre dostu alternatif ürünlerin, örnek olarak biyolojik olarak yok olabilen deterjanların geliştirilmesiyle kirlenme azaltılabilir [10].

2.4.1. İçme suları

Su gıda maddesidir. Yiyecek ve içeceklerdeki suyu bir besin maddesi olarak düşünebiliriz. İnsanlar ve hayvanlar su içeri yemekleri suyla yapılır, meşrubatlar ve çoğu içkiler sudan yapılır. İnsan vücudunun günde 5 litre suya ihtiyacı vardır. Genellikle bir kişi günde 1-1,5 litre su içer ve vücudun geri kalan su ihtiyacı da yiyeceklerin içerdiği su ile karşılanır. Örneğin yumurta % 74, karpuz % 92 ve bir dilim yağsız et % 70 oranında su içerir. İçilen süt, kahve, çay ve yumuşak içeceklerin çoğunluğu sudur. Bazı paket yiyeceklerin suyu alınır, bazıları da dondurulur. Her iki durumda yapılan işlemlerde bozulmayı önlemek için yiyeceklerin suları alınır [12].

İçme suyunda aranan iki temel özellik, sağlığa zararlı olmaması ve içiminin hoş olmasıdır. Suyun hoş içimli ve serinletici olması fiziksel ve kimyasal özellikleri; sağlık yönünden uygunluğu ise kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktif özellikleri ile ilgilidir. Bu özellikleri yapılan analizler sonucu belirlenir ve bulunan sonuçlar standartlarla karşılaştırılır [12].

İçme sularının sağlandığı kaynaklar şu şekilde sıralanabilir:

1. Yüzeyle yakın yer altı suyu:

- a. Kaynak suyu
- b. Yalancı kaynak suyu
- c. Yer altı kuyularından elde edilen yer altı suyu

2. Kar, buz, yağmur suyu: Su sular sanayi bölgelerinden uzak yerlerde temizdir. Doğrudan doğruya alınır ve dinlendirildikten sonra kullanıcıya ulaştırılabilir. Bu amaçla su toplama bentleri ve barajlar yapılarak su sağlanması

- 3. Bölgeden geçen temiz akarsular
- 4. Çevrede tatlı su gölü varsa onu getirme
- 5. Yer altı suyunun daha derinlerden çıkarılması
- 6. Deniz veya tuzlu göl

İçme sularında bulunabilecek maddelerin insan sağlığına etkisi, bunların cins ve miktarları ile belirlenir. Suların ana bileşen iyonlarında olduğu gibi bazı maddelerin etkisi dolaylı ve oldukça esnektir. Bazı iyonlar ve elementler (arsenik gibi) ise doğrudan etkiler [12].

İçme sularının içerdikleri biyolojik yapılar insan sağlığı için büyük önem taşır. Biyolojik kirliliğe neden olan maddelerin içme sularında kesinlikle bulunması istenmez [12].

2.4.2. Kullanım suları

Kullanım suları terimi genellikle duş ve banyo, bulaşık v.s. gibi evsel ihtiyaçlar için gerekli olan su için kullanılır. Genelde bu sular da içme sularında aranan özelliklere sahip olmaları istenir. Özellikle bu suların insan sağlığına zararlı etkileri olan mikroorganizmalar ve bakterileri kesinlikle içermemesi istenir. Bu amaçla kullanım sularının da dezenfeksiyon işleminden geçirilmesi gerekir. Bu suların fiziksel ve kimyasal özellikleri için de belirli standart değerler belirlenmiştir. Ancak şehirlerde içme ve kullanım suları için ayrı ayrı şebeke olmadığından bu sular da içme suyu kriterlerine göre hazırlanır [10].

Şehirde veya modern bir çiftlikte yaşayan bir insan günde ortalama 190 L'den fazla suyu kişisel veya ev işlerinde kullanır. İçme, çamaşır yıkama, yemek hazırlama ve atıkların uzaklaştırılması, bu miktara dahildir. Küvette alınan duşla yaklaşık 95 L, fışkiyeli duşla dakikada yaklaşık 20 L su akıtılır. Büyük miktarlardaki su, çimen ve bahçelerin sulanmasında,

ev, dükkân ve ofislerin havalandırma sisteminde ve ısıtma sistemlerinde kullanılır [12].

Amerika’da her gün 418 milyar L’den fazla su doğrudan doğruya ve tekrar kullanma ile harcanır. Bu miktara sulama, endüstri, yangın söndürme ve sokak temizliği için harcananlar da dahildir. Su insanlar gibi hayvanlar da yaşamlarını sürdürebilmesi için büyük önem taşır [12].

2.4.3. Sulama suları

Su bitkilerin fotosentezde kullandıkları ana maddedir ve bütün dokuların ana unsurudur. Bitki besin maddelerini taşıyan, çözen su yine sudur. Su kimyasal maddeler için özellikle bitki besin maddeleri için çözücü, iklim belirleyici ve düzenleyicidir. Her bitkinin gelişimi için suya ihtiyaç vardır. Toprak ve havada yeterli su olmaz veya yağmur düzenli yağmazsa bitkiye bunun sulama suyu olarak verilmesi gereklidir. Sulama sularının, tarım alanları için uygun olup olmadığının belirlenmesi her zaman kolay değildir. Bununla ilgili standart değerlerde yoktur. Bir bitkinin gelişmesi, sudan başka birçok faktörlere bağlı olduğu gibi, ayrıca bu faktörlerle suyun karşılıklı etkileşimine de bağlıdır. Bitkinin tepkisi doğrudan doğruya sulama suyuna değil, sulama sonucu toprak-su sisteminin özellik değişimine bağlıdır. Bölgesel iklim, bitki türü, tarım teknikleri, yerel şartlar, sulama sıklığı ve verilen su miktarı gibi birçok faktör etkilidir. Bu suyun sulama için uygun olup olmadığı, bütün bu faktörlerin değerlendirilmesi ile belirlenir. Ancak sulama suyunda bulunması gereken özellikler biraz karmaşıktır [11].

Kurak alanlarda çiftçiler tahıllarını sulamak zorundadır. Bir zamanlar çöl olan bölgeler sulama sistemleri ile verimli tarlalar haline getirilmiştir. Dünyada 380 milyon L’den fazla su tahıl bölgelerini sulamak için kullanılır. Su faydalı iken bazen de yıkıcı olabilir. Sel, kar, sağnak yağmur ve dolu her yıl milyonlarca liralık zarara yol açar, verimli toprakları taşır, erozyonun en büyük nedenidir [11].

Tuzluluk, asitlik, bazlık, sodiklik, sodyum yüzdesi, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) artıksal Na_2CO_3 , langelier saturasyon indeksi, efektif tuzluluk, tuz indeksi, eser elementler, bor kriteri önemli sulama suyu kriterleridir. Tuz derişimi arttıkça osmotik basıncı artar ve bitkilerin su alması ve beslenmesi güçleşir veya tamamen durur. Tuzluluk ve sodiklik toprağın özelliğini değiştirdiği için bitkilerin gelişimini de etkiler. % 0.5 sodyumlu toprakta bile bitkiler diğer iyonların alımını önler, bitkiyi zehirler, katyon değişimi yapar. Bitki yapraklarında sodyum % 0.5’i geçerse yaprak kurur ve kısa sürede dökülür [11].

Toprağın dört ana unsurundan biri olan suyun önemini kavramak için onun şu iki özelliğini bilmek gerekir [12].

1. Su, gözeneklerin içinde, topraktaki miktarına bağlı olarak değişen kuvvetlerle tutulur [12].

2. İçerdiği çözünmüş tuzlarla, bitki besin maddelerini sürekli olarak taşıyan çok önemli bir sistemdir. Suyun bu iki özelliği, bitkinin büyüyüp gelişmesi bakımından, çok önemlidir [12].

Suyun gözeneklerdeki tutunma derecesi, toprak içindeki hareketini ve bitkiler tarafından kullanılmasını etkiler. Toprağın nem içeriği optimum düzeyde ise bitkiler dışarıdaki porlarda bulunan suyun hemen tamamını kolayca çekebilirler. Suyun bir kısmı bitkiler tarafından çekilince yalnız mikroporlarda, toprak zerreciklerinin çevresinde ince filmler halinde su kalır. Toprak parçacıkları bu suyu büyük bitkilere bile direnecek şekilde, çok sıkı olarak tutarlar. Bu nedenle, bitkiler topraktaki suyun tümünü kullanamazlar. Bitkiler susuzluktan solma noktasına geldiklerinde, hatta öldüklerinde bile toprakta fazla miktarda su vardır [12].

Topraktaki su miktarını, toprağın çeşidi ile yağış ya da sulamayla toprağa giren su miktarı tayin eder. Toprak çözeltisi, bitki bünyesi için gerekli olan, çok çeşitli tuzları içerir. Toprak ve toprak çözeltisiyle bitkiler arasında bir besin maddeleri alış verişi olur. Toprak çözeltisinde çözünmüş tuzların derişimi, bu alış verişi etkiler. Çözeltideki tuz derişim ise toprağın su ve toplam tuz içeriğini belirler [12].

Sulama: Tarım alanlarına yapay yollarla su götürülmesine sulama denir. Yağışların yetmemesi nedeniyle, dünyada çiftçilerin yarından fazlası sulamadan yararlanır. Fazla suların topraktan çekilmesini sağlayan akaçlama da sulama projelerinin bir parçasını oluşturur. Modern sulama ve bununla bağlantılı akaçlama sistemleri, yapay, gübre kullanımı ve makineleşmeyle birlikte tarımsal verimlilikte olağanüstü bir artış sağlamıştır [11].

Sulamayı Gerektiren Durumlar: Yağmur ve kar olarak düşen yıllık yağış miktarlarının 250 mm'nin altında olduğu yerlerde ekim için sulama gereklidir. Yağış miktarının 250-500 mm arasında olduğu bölgelerde bazı ürünler kuru tarım yöntemleriyle yetiştirilebilir; ama ürünün daha bol ve daha güvenilir olması sulamaya bağlıdır. Yıllık yağış miktarının yeterli olduğu bölgelerde bile, kurak dönemin ekinlerin büyüme mevsimine denk gelmesi durumunda sulama yapmak gerekebilir. Böyle bir yağış dağılımı kışların yağışlı, yazlarınsa kurak geçtiği Akdeniz ikliminde görülür [11].

Hindistan'ın ve Çin'in bazı bölgelerinde yazın şiddetli muson yağmurları yağar. Buna rağmen toplam yağış miktarının yeterli olduğu bölgelerde bile kısa kuraklık dönemleri nedeniyle ek sulama gerekebilir. Yüksek kesimlerdeki sular yerçekimi gücünden yararlanarak açık kanallarla sulanacak araziye taşınabilir. Sulanacak arazinin su kaynağından daha yüksekte

olduğu durumlarda ise kaldırma düzenekleri ya da pompalama sistemlerinden yararlanılır [11].

Su Kaynakları: Bütün sulama sistemlerinde en önemli sorun, uzun süreli bir su kaynağı bulmaktır. Dünyadaki büyük sulama sistemlerinin çoğu, dağlardan inen kolların beslediği büyük ırmaklardan su alır. Bunlar arasında Mısır'daki Nil, Pakistan'daki İndus, Hindistan'daki Ganj, Çin'deki Huang Irmağı (Sarı Irmak), Orta Asya'daki Seyhun ve Ceyhun, ABD'deki Colorado, Columbia ve Missouri nehirleri sayılabilir. İsrail, Kuveyt ve Suudi Arabistan gibi çöl ülkelerinde sulama için derin kuyulardan çekilen yer altı suları kullanılır. Genel olarak ırmaklardaki su düzeyinin en düşük olduğu kurak mevsimde sulama gereği de en yükseğe çıkar. Su akışını sürekli kılabilmek için, suyun mevsimlik ve bazen de yıllık olarak bir yerde tutulması gerekir [11].

Barajların ardında oluşan yapay göller suyun gerektiği zaman kullanılmasına olanak verir. Bazı baraj göllerinin su toplama kapasitesi milyarlarca litreyi bulur. Büyük barajlar ve bunlara bağlı yapay göller çoğunlukla sulama, taşkın denetimi, hidroelektrik enerji üretimi, günlük kullanım suyu sağlama ve dinlenme etkinlikleri gibi birçok amaca dönük olarak inşa edilir. Bir ırmak ve kolları boyunca kurulan baraj ve göl sistemleri havzanın tümünde kapsamlı ve entegre bir su kaynağı işletmeciliğine olanak verir [11].

Dağıtım: Büyük ölçekli modern bir sulama sistemi, bir ana baraj ile suyu gerekli yerleri dağıtmaya yarayan bir devirasyon şebekesinden oluşur. Bu şebeke kanal, tünel, pompalama istasyonu ve bent gibi yapıları kapsar. Baraj gölünden çıkan su önce ana kanala oradan da sulama bölgelerine ulaşır. Suyun yerçekiminin etkisiyle akmasını sağlamak için ana kanal genellikle aşağıya doğru eğimli olarak yapılır. Arazi yeterince eğimli değilse pompalama istasyonlarının kurulması gerekir [11].

Ana kanaldan gelen su bir bentle arklara aktarılır ve bu arklar aracılığıyla da sulama bölgelerine dağıtılır. Çoğunlukla topraktan yapılan arklar buharlaşma ve sızma yoluyla önemli ölçüde su kaybına neden olabilir. Sızmadan ileri gelen kayıplar asfalt bentonit ya da plastik folyo gibi su geçirmez kaplama maddeleri kullanılarak önlenabilir. Ark yerine boru ya da top hattı kullanılırsa buharlaşmaya bağlı kayıplar giderilebildiği gibi aşırı buharlaşma ile tuzlanma da önlenir. Bu sistem bir başka üstünlüğü daha az yer kaplayarak tarımsal arazi kaybını azaltmasıdır. Özellikle sıcak ve kurak bölgelerde aşırı buharlaşma su kalitesini düşürür ve çoraklaşmaya neden olur [11].

3. DOĞAL SU KAYNAKLARI DÜNYA REZERVİ VE ÖNEMİ

Dünyada su buzullarda ve dağlarda katı, atmosferde gaz, karalarda ve okyanuslarda sıvı halde bulunur. Yeryüzünün % 71'i su ile kaplıdır. Suyun hacminin yer küresinin hacmine oranı ise 1:777 dir [13].

Suyun büyük bir kısmı (% 97,39) dünya denizleri ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunur. Tatlı su ise ancak % 2,60 olup, bunun da % 77,23 buz ve buzul kayalarda yani kutuplar civarındadır [12].

Burada belirleyici olan tatlı suyun büyük bölümünde kutuplarda bulunmasıdır. Ayrıca tatlı suyun yeryüzünde dağılımı da homojen olmayıp, bitki örtüsüne de bağlıdır [12].

3.1. Doğal Suların Özellikleri

Günlük yaşantımızda karşılaştığımız sular değişik cins ve miktarlarda safsızlıklar yani diğer maddeler içerir. Suyun bulunuşu ve kaynağına göre içerdiği maddeler değişir. Suyun özellikleri ve davranışı da saf sudan farklı olur. Doğal sulardan saf suya en yakın özelliği yağmur ve kar suları gösterir. Ancak günümüzde doğal kirlenmelere ek hava kirlenmesi sonucu yağmur ve kar sularının özelliği de atmosferdeki geçiş yerlerine göre değişen olayların ve çözdüğü maddelerin etkisiyle saf sudan uzaklaşır. Yalnız kutup bölgelerine yakın yerlerdeki yağmur ve kar suları en az safsızlık içerir. Bu sular bile havadaki karbondioksit, oksijen ve azotu çözer. Suyun kirlenmesinde en önemli etken suyun çözücü özelliğidir. Suyun çözücü özelliği maddenin yapısına bağlıdır. Su çoğu iyonik maddeleri şeker, üre, alkol gibi maddeleri çok çözerken yağları, hidrokarbonları ve bazı tuzları çözmez. Su çevrimi sırasında geçtiği yerlerde karşılaştığı maddeleri çözücü etkisi gücünde çözerek özelliği de değişir. Örnek olarak yağmur suyu yukarıdaki gazlardan başka havadaki toz ve diğer maddeleri çözmesi sonucu Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} gibi katyonları, Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- anyonlarını da içerir. Su maddeleri deniz kenarında ve karalardaki yağmurlarda da değişik oranlarda içerir [13].

Yer altı ve kaynak suları ise geçtiği jeolojik ve kimyasal yapıya göre bu katyon ve anyonlara ek daha birçok madde içerebilir. Deniz suları ise sıklık ve derinliği, ekvatora uzaklığı oranında değişen miktarlarda kimyasal madde içerdiğinden bir tuz çözeltisi olarak kabul edilebilir. Bu haliyle oldukça korozif bir sıvı olup, saf sudan çok farklı özellik gösterir. Suların içerdikleri yabancı madde ve safsızlıklar üç grupta toplanabilir. Bunlar; [13]

a- İyonlaşmamış Maddeler: İyonlaşmamış maddeler, katı tanecikler, kolloidal maddeler, renk maddeleri, iyonlaşmayan gazlar olabilir. Bu maddeler daha çok suyun fiziksel

özelliklerini belirlerler. Bu maddeler süzme, santrifüjleme ve havalandırmayla değiştirilebilir [13].

b- İyonlaşmış Maddeler: İyonlaşmış maddeler ise suyun daha çok kimyasal özelliğini belirlerler. Bu maddelerin cins ve miktarı suyun kalitesini belirlemede en önemli kriterlerdir. Kullanım amacına göre suların zor ve pahalı kimyasal işlemlerle iyonik maddelerinden önemli ölçüde kurtulması gerekebilir [13].

c- Mikroorganizmalar: Mikroorganizmalar ise suda bulunabilen ve gözle görülmeyen canlılar ve bakteriler olup, suyun biyolojik özelliklerini belirlerler, özellikle koliform grubu canlılar bakteriler bakteriyolojik kontrolü zorunlu kılar, insan ve hayvan sağlığı açısından çok önemlidir [13].

3.1.1. Doğal suların fiziksel özellikleri

Suyun en önemli fiziksel özellikleri sıcaklık, renk ve görünüm, bulanıklık olup, kimya kaynaklı olan koku ve tadı da bu grupta incelenebilir [13].

Suların sıcaklığı suyun yatay ve düşey hareketleri ile geçtiği jeolojik katman, derinlik ve iklime bağlı olarak değişir. Yeryüzü sularının sıcaklıkları doğal olarak iklimle, iklim ise suyun havada değişen yoğunluk ve hareketi ile belirlenir [14].

Genellikle ekvatorдан uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yükseldikçe suların sıcaklığı düşer. Yer altı sularının sıcaklığı ise daha çok derinliğe bağlı olup 20-40 metre derinlikte (ortalama 33 metrede) 1°C ye yükselir. Ancak düzenli yükselme nötr bölge denen ve yerin mineralojik yapısına göre 15-40 m derinlikten sonra görülür. Bu ara bölgede enlem, rakım, topografya, rüzgâr, yağış suyun sıcaklığını belirler [14].

3.1.1.1. Renk

Doğal sular genellikle renksizdirler ve ışığı geçirirler. Suların rengi sulardaki kolloidal askı maddeleri ve dinlenme ile çökebilen biyolojik atıklardan kaynaklanır. Geçiş metal bileşikler özellikle demir, mangan ve krom bileşiklerinin suda bulunması da suyun renkli görünmesine neden olur. Bu son maddelerden kaynaklanan renkliliğin giderilmesi daha zor olup, çoğu kez renklilik bu inorganik maddelerden kaynaklanır. Suyun rengi renksiz olarak tanımlanır. Bazı hallerde özel zararsız boyar maddeler de suya katılabilir [15].

3.1.1.2. Koku ve tad

Koku ve tadın kaynağı inorganik, organik ve mikroorganizmalardır. Kimyasal yapı ile

çözünen ve dağılan maddelerle suyun kokusu ve tadı değişebilir. Kullanım amacına göre önemli olan bu özellik, bazı amaçlar için engel olmayabilir. İçme ve kullanım sularında koku istenmez. Suyun kendine özgü tadı vardır ve içiminde tatlı su, lezzetli su istenir. Genellikle amonyak, sülfürler, siyanürler, fenoller, serbest klor, petrol atıkları, bitki ve hayvansal atıklar, bazı mikroorganizmalar suya hoş olmayan kokular verir. Bu maddeler yanında suda bulunan sodyum klorür gibi doğal bulunan kimyasal maddelerin fazlası bile tadını bozabilir [16].

Doğal sular genellikle kokusuzdurlar, ancak geçtikleri yerler veya çıktıkları kaynağın jeokimyasal yapısına göre bazı suların koku içerdikleri bilinmektedir. Örneğin kükürtlü sular çürük yumurta kokusu verirler. Sular taşıdıkları minerallerin tadını içerirler. Karbonik asitli sular yakıcı, sodyum klorürlü sular tuzlu, sodyum sülfat ve magnezyumlu sular acı tad verirler. Yine sodyum ve magnezyumlu sular bulantı verir [17].

Ilık suyun tadının hoş olmamasında sıcaklık artışı ile içinde çözünen oksijenin azalması da etkilidir. Yine sıcak sularda canlı yaşamın daha az olması da oksijen içeriğinin sıcaklıkla azalması ile ilgilidir. İçme suyu için uygun sıcaklık 7-10°C'dur [12].

3.1.1.3. Bulanıklık

İnce dağılmış çökmesi güç süspansiyon ve kolloidal maddeler sonucudur. Birim olarak mg SiO₂/l su cinsinden verilirse de organik veya inorganik maddelerden kaynaklanan bulanıklık süzülebilir (süspansiyonlar gibi) ve süzülemez (kolloidal) olarak da verilebilir. Su kalitesi ve görünümü açısından istenmeyen özelliktir. Suyun berrak olması istenir. Bulanıklık özellikle güneş ışınlarını engellediği için su altı bitki ve organizmalarının yaşamasını da engeller. İçme sularında özellikle demir ve mangan bileşiklerinden kaynaklanan bulanıklık istenmez. Tekstil ve kâğıt üretimi için de bulanıklık çok önem kazanır. Sınır değer 5 bulanıklık sayılabilir [14].

3.1.1.4. Yoğunluk

Saf suyun yoğunluğu 1.00 g/L'dir. Suların yoğunluğu içerdikleri madde miktarına göre küçük değişimler gösterir [12].

3.1.1.5. Sıcaklık

4-97°C a kadar sıcaklığı olan sular belirlenmiştir. Çok sıcak su kaynakları genellikle volkanik oluşumlara yakın bölgelerde bulunur [12].

3.1.1.6. Elektrik iletkenliği

Bir suyun bileşenlerinin iyonlarına ne dereceye kadar ayrılmış olduğu elektrik

iletkenliğinin ölçüsüdür. Yüksek tuz içeriği olan kaplıcaların iletkenlik değerleri daha büyüktür. Suların iletkenliği de önemli kriter olup, iyonlardan kaynaklandığı için fiziksel özellik olmasına rağmen kimyasal yapısı ile ilgili olduğundan kimyasal özelliği içinde verilebilir [12].

3.1.2. Doğal suların kimyasal özellikleri

Suyun kimyasal özellikleri de içinde çözünen ve dağılan maddelerle oldukça değişir [12].

3.1.2.1. pH

Suların H_3O^+ (hidrojum) iyonlarının birim hacimdeki yoğunluğunun nicel ifadesidir. H_3O^+ iyonlarının derişiminin negatif logaritması pH değeri olarak verilir. pH'sı 7'den büyük olan sular bazik, 7'den küçük olan sular ise asidik özellik gösterirler [12].

Saf suyun kendi kendine iyonlaşma dengesinde oluşan H_3O^+ ve OH^- iyonları çarpımı sabit olmakla beraber, her bir suda çözünen maddelerin asidik veya bazik özelliği değişerek su asidik, bazik veya nötral olabilir. Normal suların pH'sı 6.5-7.5 arasında değişebilir. Sularda pH'yı belirleyen en önemli etken $HCO_3^{2-}/HCO_3^-/CO_2$ dengesidir [12].

3.1.2.2. Radyoaktivite

Gerek banyo yolu ile gerekse içme yolu ile yapılan kür uygulamalarında şifalı suların radyoaktif özellikleri, en önemli özelliklerinden birini oluşturur. Şifalı suların sürekli ve geçici olmak üzere iki tür radyoaktif özelliği vardır. Sürekli radyoaktiflik yarılanma süresi yaklaşık 3825 gün olan Radon ($Rn\ 222$)'nun şifalı suda bulunması ile oluşur. Geçici radyoaktiflik ise yarılanma süresi 54,3 sn olan Radon 220 gibi radyoaktif türlerin bu sularda bulunması ile ortaya çıkar [12].

Sulardaki iyonların miktarı ve türü kimyasal yapısını tayin eden en önemli kriterlerdir. Bunu belirlemede iletkenlik ölçümü, buharlaşma kalıntısı, toplam katı madde, asitlik, alkalilik, sertlik gibi kriterler ve her bir iyonun miktarının tayini önem kazanır [12].

3.1.3. Doğal sulardaki anabileşen iyonlar

İnsan vücudunun yaklaşık % 4-5'ni oluşturan ve doğal suların anabileşeni olan mineraller, insanın hayatını devam ettirebilmesi için büyük önem taşırlar. Ayrıca bu iyonlar hücre metabolizması için gereklidirler. Bu bölümde bu minerallerin vücudumuza biyolojik etkileri ve önemleri üzerinde durulmuştur [13].

3.1.3.1. Kalsiyum

Doğal suların başlıca katyonudur. Çünkü kayalarda toprakta bol miktarda bulunur. İskeletin yapı taşıdır. Yetişkin bir insanın günlük kalsiyum ihtiyacı 1 g kadardır. Kalsiyum kanın pıhtılaşmasını sağlar ve vücuttaki bazı enzimler için aktivatör görevi yapar [13].

3.1.3.2. Sodyum

Sodyum tuzları suda çok çözüldüğü için doğal sularda az ya da çok miktarda bulunur. İnsanın günlük sodyum ihtiyacı yaklaşık 4 g'dır. İçme sularında 200 mg/L den fazla sodyum istenmez. Sodyum iyonları, suyun dokulara bağlanmasını, kanda karbondioksitin taşınmasını sağlarlar. Aşırı sodyum kalp, böbrek ve dolaşım rahatsızlıklarına, yetersizliği ise kusma, zihin bulanıklığı vb. gibi rahatsızlıklara yol açar [18].

3.1.3.3. Magnezyum

Tatlı sularda kalsiyum ve sodyum iyonlarından sonra en çok rastlanan iyondur. Magnezyum miktarı fazla olan suların tadı acıdır. Özellikle de magnezyum sülfat içeren sular acıdır. Magnezyumlu sular ishal gibi geçici bağırsak rahatsızlıklarına yol açabilir. Ancak uygun miktarda $MgSO_4$ içeren sular “içmece suyu” olarak bazı metabolizma hastalıklarının önlenmesi amacıyla kullanılırlar. Yetersizliği sinir sisteminin aşırı çalışmasına ve damar genişlemesine yol açar [18].

3.1.3.4. Potasyum

Sodyuma göre daha az miktarda olmakla birlikte, doğal sularda daima var olan bir iyondur. İnsanın günlük ihtiyacı 1 g kadardır. Potasyum bazı metabolizma olayları ve kas hareketleri için gereklidir [18].

3.1.3.5. Klorür

Bütün doğal sularda karşılaşılan bir anyondur. İçme sularında klorürün üst sınırı 250 mg/L dir. Mide salgısında Hidroklorik asit sentezinde kullanılır. Kandaki anyonların üçte ikisi klorürdür. İnsan için önemli bir anyondur [18].

3.1.3.6. Sülfat

Doğal suların önemli anyonlarından. 200 mg/L den fazla sülfat içeren sular müshil etkisi yapar. Sülfat iyonları, magnezyum ile birlikte safra kesesinin çalışmasına yardım eder [18].

3.1.3.7. Bikarbonat

Doğal sulara özellikle yer altı sularında en çok bulunan anyonlarından biridir. Yer altı sularının içerdiği CO₂ basınç altında kalsiyum, magnezyum tuzlarının bikarbonatı şeklinde çözünmesine neden olur. Suların geçici sertliğine neden olur [13].

3.1.4. Doğal sulardaki eser düzeydeki iyonlar

Doğal sulardaki temel iyonların dışında çoğu eser düzeyde bulunan diğer iyonların, büyük çoğunluğunun bu sulara bulunması genel olarak insan sağlığı için olumsuz etki yapar. Bu iyonlardan bir kısmının ise bu sulara çok düşük derişimlerde bulunması yararlıdır. Burada kısaca eser element teriminden söz etmekte yarar vardır [19].

Eser element terimi, genel olarak katılarda %10⁻²'nin altındaki derişiminde, çözeltilerde mg/L düzeyindeki derişimde bulunan elementler için kullanılır. Modern teknolojinin gelişmesiyle yüksek saflıktaki maddelere olan ihtiyacın artması, öte yandan hava, su ve toprak kirlenmesi, bu kirlenmenin canlılar üzerindeki etkisi gibi çevre sorunlarının giderek önem kazanması, eser element analizlerini analitik kimyanın en önemli dallarından biri haline getirmiştir. Bu sebeple çevre kirliliğinden, elektronik sanayine kadar, birçok değişik alanda eser elementlerin etkilerinin araştırılması ve bunların tayinlerinin yapılması büyük önem kazanmıştır. Yine eser düzeydeki elementlerin insan vücudu ve metabolizmasına etkileri eser element tayinlerini daha da önemli hale getirmiştir. Bu sebeple birçok alanda sistematik eser element tayinleri yapılmış, günümüzde de bu alandaki çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir. Bu tayinlerde atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), indüktüf eşleşmeli plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES), indüktüf eşleşmeli plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS), nötron aktivasyon analizi (NAA) gibi birçok spektroskopik yöntem kullanılmaktadır [19].

Eser elementlerin vücuttaki işlevleri çok yönlüdür. Bir kısmı enzimleri aktifler, bir kısmı ise aynı zamanda enzimlerin yapısında bulunur. Kimi eser element hormon ve vitaminlerin ana yapı taşlarıdır. Hatta bazıları da immün sistemi için gereklidir. Vücuda bir eser elementin çok alınması diğerinin az veya çok alınması doğrudan veya dolaylı olarak hastalıklara sebep olabilir. Canlılar için hayati öneme bir eser element çevre kirlenmesi sonucu biraz yüksek dozda alındığı zaman organizma üzerinde zehir etkisi yapmaktadır. Buna karşılık yine eser düzeydeki elementlerin vücutta bulunması gereken düzeyden daha düşük düzeylerde olması da çeşitli rahatsızlıklara sebep olmaktadır [19].

3.1.4.1. Demir

Vücudumuzda toplam 2-4,5 g arasında bulunur. İnsan gelişiminde günde 5-6 mg alınması gerekli elementtir. Hemoglobinin yapı taşıdır. Hücrelere oksijen taşır ve kan tepkimelerini düzenler. Kanın ve kas etinin rengini verir. Demir eksikliğinde enfeksiyon riski artar. Vücudun direnci düşer. Halsizlik görülür. Çok eksik alınırsa kan kırmızı maddesi azalır ve demir eksikliği anemisi gözlenir. Günlük demir ihtiyacı erişkinler için 10-20 mg arasındadır. Ayrıca demir içeren suların tadı acıdır. Aşırı demir çocuklar ve mide rahatsızlığı olanlar için zararlıdır, olumsuz sonuçlar doğurabilir [15].

3.1.4.2. Bakır

Biyolojik önemi demire yakındır. Az miktarda bakır protein bileşikleri şeklinde enzim etkisi yapar. Yetişkin bir insanda 100 mg'dan daha fazla bakır bulunur. Besinler yardımıyla günde yaklaşık 5 mg bakır özümlemeye katılır. Fazla miktarda bakır toksik etki yapar. Anne sütü yerine inek sütü ile beslenmede bakır seviyesi düşer. Bakır eksikliğinde demir hareketi azalacağından kan formülü bozulur ve kansızlık meydana gelir. İçme sularında 0.05-1,5 mg/L Dünya Sağlık Teşkilatı'nın belirlediği sınır olup, bazı ülkelerde böyle bir sınırlama yoktur [15].

3.1.4.3. Mangan

Bağ dokusu yapımına, üre oluşumuna, protein ve yağ asitleri sentezine katılır. Günlük mangan ihtiyacı 2-5 mg' dır. Çay yaprakları, kepekli un, ceviz ve kabuklu yemişler mangan içerirler. Doğal suların yapısında bulunduğu kadarıyla sağlığa zararsızdır. Demir ve manganlı sular kumaş ve kâğıtta leke bırakır. Eksikliğinde gelişme bozuklukları ile kemik oluşumu ve gelişiminde bozukluklara yol açar. Kişinin günlük mangan ihtiyacı 2,5-5,0 mg arasında değişir. İnsan sütü Mn yönünden yeterli değildir. Yeni doğanlar yeterli Mn alamazlar, eksik olan Mn ihtiyacını karaciğerde bulunan Mn karşılar. Yetişkin, sağlıklı ve 70 kg'lık bir kişide 12-20 mg Mn bulunur. Bu miktar vücut dokularında ve sıvılarında yayılmıştır. Mangan fazlalığı insanlarda kronik "manganizm" hastalığını ortaya çıkarır. Bu olay uzun süre Mn endüstrisinde çalışanlarda gözlenir [15].

3.1.4.4. Nikel

Nikel demirin canlılar tarafından daha iyi değerlendirilmesini sağlar. Nikelin yağ döngüsü ve hormonları da etkilediği tahmin edilmektedir. Aşırı toksik etki yapar. Yiyecekler ve içme suyundan başka daha çok deri teması ve solunum yolu ile canlı bünyeye geçer. İnsanda fizyolojik bozukluklara yol açar. Özellikle 20 µg/L den fazla nikel içeren içme suları sağlığı bozucu etkilere yol açar. Günlük diyetle nikelin 170-700 mg dolayında alınması uygun

görülmektedir. Nikel eksikliğinde, karaciğer ultrayapısı bozukluğu, büyüme geriliği ve demir eksikliği gözlenmiştir [13].

3.1.4.5. Kobalt

İnsan organizmasının eb etkili biyokatalizörü olan B-12 vitamininin ana yapı taşıdır. Kobalt ve B-12 vitamini kan sistemini kuvvetlendirici etki yapar. Karaciğer, et, balık et ve peynir başlıca kobalt kaynakları arasında sayılabilir. Vücut metabolizmasında önemli rol oynar. Yetersizliği halinde vücutta kansızlığa sebep olur [13].

3.1.4.6. Kadmiyum

Zehirli ve organizmaya zararlı bir element olup, doku toksikolojisi açısından kurşun ve civadan ayrı aşırı toksik grupta incelenilir. Patates ve yapraklı sebzelerde daha çok bulunan kadmiyum, en yüksek seviye (0,2 µg/g) yapraklı sebzelerde gözlenir. Tahıllar, etler, balıklar, meyveler yiyecekler arasındadır. FAO ve WHO tarafından haftalık diyetle alınan, 60 kg'lık bir insan için 400-500 µg olarak belirlenmiştir ki bu durum 30-60 µg günlük atılım sınırındadır [13].

WHO'ya göre içme suyu standartlarına göre üst sınır 10 µg/L dir. Yetişkin bir insan günde 0.02 µg Cd solur. Kronik Cd zehirlenmesinin en şiddetli şekli "itai-itai" hastalığıdır. Bu durum ilk kez Japon kadınlarda gözlenmiştir. Cd zehirlenmesi, pirinç yetiştirme alanlarını sulayan nehrin kirlenmesi ile meydana gelmiştir. Vücutta Cd artmasıyla protein, glukoz, aminoasit ve fosfat atılımı görülür. Ayrıca karaciğerde Cd derişimi yüksektir. Düşük D vitamini alımı ve tekrarlanan gebelik bu duruma zemin hazırlayıcı olmuştur. Akut Cd zehirlenmesi şiddetli bulantı, kusma, tükürük salgılanmasında artma, ishal, karın ağrısı ile karakterizedir. Akut zehirlenme olayında mide yıkanmasına ek olarak şelat yapıcı ajanların kullanılmasıyla (Ca-EDTA gibi) etkiler giderilmeye çalışılır [13].

3.1.4.7. Krom

6 değerli krom toksik açıdan, 3 değerli krom ise farmakolojik açıdan önemlidir. Nefes yollarına ve akciğere zarar verir. Hassas ciltlerde alerji yapar. Yüksek dozda krom alınırsa böbreklere zarar verir. Yetişkinlerde tüm vücut kromu 5 mg dolayındadır. Karaciğer, böbrek, bira mayası, mantar, baharatlar zengin kaynaklarıdır. Süt, sebze ve meyvelerde krom, düşük oranda bulunur. Krom eksikliği insanlarda, düşük kan ve saç kromu, büyüme bozulması, ağırlık kaybına neden olur [18].

3.1.4.8. Kurşun

Toksik etki gösteren bir elementtir. Özellikle buhar, toz ve duman şeklindeki kurşun bileşiklerinden ve kurşunlu benzinlerin kullanımı kurşun kirliliğinin önemli nedenlerindendir. Kurşun zehirlenmelerinde kanda hemoglobin ve eritrosit düşmesi olur. Yine idrarda kopfirin ve samino levulin asit çökmesinin artması ile kronik kurşun zehirlenmeleri anlaşılabilir. WHO (World Health Orgazination) içme sularında kurşun sınır değerini 0,05 mg/L olarak belirlenmiştir. Sert ve kireçli suların kurşun boru ile taşınmasında sakınca yoktur. Ancak asidik ve yumuşak sular için sakıncalıdır [18].

3.1.4.9. Arsenik

İnsan vücudu için olduğu kadar, bütün canlılar için zararlı, toksik bir elementtir. Ancak kaplıca sularında az miktarda bulunması cilt hastalıkları için tedavi edici bir rol oynar. İçmece sularında istenmeyen bir elementtir [18].

3.1.4.10. Rubidyum

İnsan vücuduna etkileri hakkında çok fazla ayrıntılı bilgi yoktur. Vücuda içme suları ve mutfak tuzlarından geçer. Rubidyum bileşikleri psikiyatrik tedavide manyeto optik modülatör olarak kullanılır [18].

3.1.4.11. Lityum

Rubidyumdan daha az düzeyde olmak üzere canlılarda ultra eser düzeyde bulunur. Manik depresyon tedavisinde uzun süreden beri kullanılmaktadır. 5 g lityum klorür insana öldürücü zehir etkisi yapar [18].

3.1.4.12. İyot

Tiroid hormonunun önemli yapı taşıdır. Eksikliğinde tiroid bezi büyür ve endemeik guatr oluşur. Eğer hamilelik sırasında anneler yeterli miktarda iyot almazsa çocukta bile guatr büyümesi görülür. Özellikle hormon gereksiniminin arttığı ergenlik çağında iyot eksikliği daha çok gözlenir. Günde erişkinler 200 µg, hamileler 230 µg, emzickliler 260 µg iyot almalıdır. İnsanlar kadar hayvanlar için de önemli olan iyot alkali iyodürleri şeklinde alınmalıdır. Haftada en az bir kez deniz balığı yenilmeli, süt ve süt ürünleri de düzenli olarak kullanılmalıdır [13].

3.1.4.13. Fosfat

Yetişkin bir insanın günlük ihtiyacı 1,5 g'dır. Tampon özelliği göstererek vücut sıvılarının nötr kalmasını sağlar. Ayrıca metabolizmada da önemli rol oynayan bir iyondur [18].

3.1.4.14. Nitrat

Azotlu maddelerin yükseltgenme ürünlerinden olduğu için, sulara nitrat fazlalığı suyun bakteriyolojik analizini gerektirir. 45 mg/L den fazla nitrat içeren sular, süt çocuklarında kötürümlük ve halsizliğe yol açar. Ancak yetişkinler için bu sınır zararsızdır [13].

3.1.5. Suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin şifalı sular açısından önemi

Şifalı suların taşıdıkları anyon ve katyonların kazandırdıkları özelliklerin yanında, fiziki yönden de iyonizasyon yapma imkânları da vardır. Bu özellikler ve suyun ısısı birçok romatizma ve sinir hastalıklarının tedavisinde büyük önem taşır. Kaplıca sularının en büyük özelliklerinden biri de derinliklerden gelirken radyoaktif özellikler taşımasıdır. Uranyum, toryum ve aktinyum serilerinin yaydıkları alfa, gama ve beta ışınları ile emanasyon, bu sulara bol olarak bulunur [19].

Özellikle gaz halindeki emanasyonun solunum yoluyla bol miktarda organizmaya girmesi, cinsi hormonların ve diğer iç salgı bezlerinin faaliyeti artar. Birçok romatizmal hastalıklar ve metabolizma bozukluklarına bağlı gutu ve kısırlıkları iyi eder [19].

İçmecelerde daha ziyade soğuk, bikarbonatlı, klorürlü ve sülfatlı sular kullanılır. İçmelerde sindirim sistemi, üriner sistem ve hepatobilier hastalıklarla bağırsak parazitlerinde büyük değer taşır [16].

İnhalasyon için hem sıcak hem de soğuk sular kullanılır. Bu suların etkisi solunum yolu ile olduğundan gaz haline geçebilen kükürt ve enamasyonlu sularla solunum yolu hastalıkları, bronşiyel astım, iç salgı bezleri ve hormonlarla ilgili hastalıklar, metabolik hastalıklar tedavi edilir. Aynı zamanda gaz haline gelemeyen eriyiklerden yararlanmak için serpintileme usulü uygulanır [19].

Dışarıdan uygulama (banyo, duş ve dökünme) şifalı suların en çok başvurulmuş ve alışılmış uygulama şeklidir. Özellikle sıcak olarak kullanılan banyolar, kadın hastalıkları, artröz, akut eklem romatizması, romatoid artrit, spondilit rizomelik, gut, şişmanlık, selülit, periferik ve santral birçok felçlere de yararlıdır [19].

İnsan bünyesi en fazla 47°C luk banyoya dayanabildiği halde, kaplıca sularını iletkenlik özelliği sebebiyle, 50-55°C' a kadar kullanılabilir [19].

Şifalı suların herbirisi çıktığı yerde büyük değer taşır. Bu suları radyoaktif özellikleri ile daha iyi anlamak mümkündür. Yerin derinliklerinden radyoaktif özellik taşıyarak yeryüzüne çıkan sular, bu özelliklerini çıktıktan bir süre sonra kaybederler. Bu nedenle bu suları kaynak

başında kullanmadığımızda bu özellikten yararlanmamız mümkün olamaz. Bu durum karbonatlı sular ve benzerleri içinde aynen geçerlidir. İşte bu nedenden dolayı şifalı sular dipten yerin üstüne çıktıkları yerde kullanılırlarsa faydalı olurlar [17].

Bunun için bu kaynakların sularının dışarıdan gelen sularla karışmaması, içindeki gazların kaybolmamasını temin etmek ve su miktarıda mümkün olduğu kadar az kayıpların olması gereklidir. Daha çok su elde etmek için yanlış sondajlar yapılırsa, kaynak sularının kaybolması, azalması veya özelliklerinin kaybolması gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilir [17].

Çok sıcak sular, sönmüş yanardağların yakınında çıktığı gibi kırılma yerlerinde de görülürler. Sular vücuda uygulanabilecek sıcaklıkta bulundukça oldukları gibi kullanılırlar. Fakat üşütecek kadar soğuk veya dayanılmayacak kadar sıcak olduklarında, bunları gerekli ölçüde soğutmak veya ısıtmak gereklidir [17].

Az derinlikte renksiz olan bu sular, banyo ve havuzda yeşilimsi görülür, içine bazı parçacıklar karışmışsa bulanık olabilir, demir oksidin etkisi ile hafif kırmızımsı bir renk alabilir. Bazı sular sabunlu gibi kaypaktırlar. Bunlar kalsiyumu az veya silikatlı sulardır [17].

4. ŞİFALI SULAR

Şifalı su terimi, tedavi değeri bulunduğu, denemelerde ortaya konulmuş, olan doğal sular için kullanılır. Bir yerde doğaya bağlı özellikler kazanmış bulunan kendi bileşiminde herhangi bir değişiklik yapılmadan çeşitli rahatsızlıkları tedavi edici etkileri bilinen hidro mineral kaynaklar şifalı su olarak tanımlanır. Şifalı su kavramı hem kaplıcaları hem de içmece sularını içermektedir. Şifalı kaynaklardan sıcaklarına Batı Anadolu’da ılıca, İç Anadolu’da Hamam, Doğu Anadolu’da ise çermik (germiab) denilmekle beraber yer yer kaynarca, kaplıca, ılısu, ısısu, girme, germe, terme, germabe, kudret hamamı, dağ hamamı adları da verilmektedir. Bu adlar aynı zamanda suların sıcaklık derecelerini göstermektedir. Soğuk şifalı sular ise içme, içmece, ekşi su, acı su, acıca su, maden suyu adları kullanılmaktadır [20].

Maden suyunun yeryüzüne çıktığı kaynağa kaynarca denir. Bir kaynarca suyunun fiziksel ve kimyasal özelliği bir başkasına, hatta çok yakındaki bir kaynaktan çıkan maden suyunun özelliğine benzemez. Bu nedenle çeşitli hastalıkların tedavisine yardım amacıyla şifalı suların kullanımında özenli olmak gerekir. Öte yandan kaplıca sularının hastalıkları iyileştirilmesine katkıda bulunma ölçüsü hakkında Uluslar Arası Kaplıcalar Birliğinin (FITEC) çalışmaları dışında pek fazla ayrıntılı bilimsel açıklama yoktur [21].

Yerden kaynaklanan sıcak ve şifalı suların bulunduğu yerlere, bu sulardan yararlanmak amacıyla yapılan hamamlara kaplıca denir. Kaplıca sözcüğü, ılıcanın üstüne hamam yapılması sonucunda ortaya çıkan tesisin “kaplı ılıca” biçiminde tanımlanmasından türetilmiştir. Kaplıcalar, özellikleri nedeniyle şifalı sular olarak da bilinen ve özellikle sıcaklıkları normal kaynak sularından yüksek olan maden sularının yeryüzüne çıktığı kaynarcalar ile bunların çevresinde kurulan hamam, havuz, klinik otel gibi tedavi ve konaklama tesislerinden oluşur. Tesisler kaplıca suyundan yararlanan kürlerin çeşitliliği ile farklılık gösterir. Üç haftayı bulan banyo kürleriyle uzman doktor ve diğer görevliler denetiminde fizik tedavi yapılan hidroterapi aygıtlarıyla donatılmış, kaplıcalar da daha geniş tesisler kuruludur (Örneğin Afyon Sandıklı Oruçoğlu Kaplıcasında olduğu gibi) [22].

Kaplıca ve içmece tedavisi için balneoloji adı verilen bir bilim dalı vardır. Uygulamalar da balneoterapi (kaplıcalardan yararlanarak hastalıkları iyileştirme) altında toplanmıştır. Bu sulardan dıştan tedavi ve içten tedavi olmak üzere iki şekilde faydalanılmıştır. Dıştan tedavide su banyosu, duş, buhar banyosu, çamur tedavisi şeklinde yararlanılmaktadır. İçten olanlar ise içme olarak adlandırılan kaynaklarda bu suları belirli ölçülerde içerek şifa bulma şeklinde yararlanır. Hastaların gördükleri tedavi kür olarak adlandırılmaktadır. Yine kar amacı

gütmeden halkın işgücünü ve sağlığını korumak amacıyla şifalı sularda yapılan kürde sosyal kür olarak belirtilmektedir [16].

4.1. Şifalı Suların Tarihçesi

Şifalı suların ilk insanlarca da kullanıldığı Madagaskar ve Afrika'da ki arkeolojik araştırmalarda tesbit edilmiştir. Tevrat'ta Mısırlıların milattan önceki yüzyıllarda sıhhi ve dini düşüncelerle şifalı sulardan yararlandıklarını belirtmektedir. Bu konuda ilk olarak bir yapıt ortaya koyan M.Ö. 5. yy.da yaşayan Hippokrates oldu. Romalılar şifalı sulara önem verdiler. Hastaların, yaralı savaşçıların tedavisinde kullandıkları ılıcaları her gittikleri yere yaptılar. Ancak Hıristiyanlık güçlendikçe putperestliğin simgesi sayılan bu yapılar yok edildi. Eski Roma kaplıcalarında bu sulardan faydalanılırdı. Bugün Aix-en-Provence'da, Plombières'de Neris-les-Bains'de v.b.de bulunan kaplıcalar, hep eski roma hamamlarının yerine kurulmuş tesislerdir [19].

Avrupa'da ortaçağda bırakılan kaplıcaya gitme alışkanlığı yeniden ortaya çıktı. Soylu bayanlar ve baylar özellikle Aixles-Termes' sayfiyeye gidiyorlardı. 18. yy.' da suların tedavi edici nitelikleri analiz edildi ve Theophile de Bordeu (1722-1776) tıbbi hidroloji'nin temelini attı. 19.yy' da Almanya (Baden-Baden, Wicsbaden), Belçika (Spa) ve İtalya'daki (Albano Termei, Castellammare, Montecatini) su şehirleri pek moda olmuştur [19].

4.2. Şifalı Suların Orjini

Yer kabuğu hareketleri nedeniyle derin kırılmalar ve çatlamlar meydana gelir. Neojen ve kuarterner (dördüncü zaman) volkanizmaları sırasında en çok andezitik lavlar ve tüfler daha sonra da bazalt ve başka dış püskürük maddeler meydana çıkmıştır. Ülkemizin birçok yerlerinde belirmiş olan sıcak sular ve maden suları kaynakları bu dönem volkanizmasının oluşması ile yakından ilgilidir. Bu durum bu suların volkanik bölgelerde yeni kırılmaya uğramış arazide daha çok bulunmasının temel sebeplerinden birisidir [23].

Araştırmalar sonucunda çeşitli hastalıkların tedavisinde yardımcı olduğu anlaşılan mineral iyonları ile yüklü maden sularının oluşumu ile ilgili çeşitli değişik görüşler vardır. Bunlar arasında yeryüzünün çatlaklarından sızan yerüstü sularının, yolu üzerindeki mineralleri eriterek derindeki ısınmış katmanlara ulaştığı ve buradaki sıcaklığın etkisi ile buharlaşıp yoğunlaşarak tektonik olaylarla oluşmuş çatlaklardan yeryüzüne çıktığı görüşü ise başka bir yaklaşımdır. Yer kabuğunun iç kısımlarından gelen ve mineral-zengin olan şifalı sular orijinlerine göre şu şekilde sınıflandırılırlar [23].

4.2.1. Jüvenil sular

Yer kabuğunu derinliklerinde oluşarak yeryüzüne ilk kez çıkan sulardır. Bunlara bakire sular da denir. Jüvenil suların sıcaklıkları genellikle yüksektir. Bu sular yer kabuğunun derinliklerinden çözdükleri madenler ve gazlarla birlikte yeryüzüne çıkarlar [23].

4.2.2. Vadoz sular

Bu sular yerçekiminin sonucu olarak yerkabuğunun çatlak ve yumuşak kesimlerinden yerin derinliklerine inerler. Bu iniş sırasında yeraltındaki sıcaklıkla birlikte ısınırlar. Bu hareketleri ile birlikte etrafındaki mineralleri çözerek yeraltında birikirler. Sonra yer kabuğunun yumuşak bir yerinden yeryüzüne çıkarlar. Bu sular hem yerin derinlik, hem de yeryüzünde rastladıkları mineral ve gazların özelliklerini alırlar. Bu sulara basınçlı sular da denir [23].

4.2.3. Karışık sular

Bunlar vadoz ve juvenil suların yeraltında birbirleri karışmalarından meydana gelen sulardır. Eğer vadoz sular, juvenil sulara karışmış ise yeryüzüne çıkan sular vadoz suyun özelliklerini taşırlar. Jüvenil sular, yeryüzüne çıkarken vadoz sulara karışmış ise yeryüzüne çıkan su juvenil su özelliğini taşır [23].

4.3. Şifalı Suların Sınıflandırılması

Kaplıca ve içmece sularının çeşitli özellikleri göz önüne alınarak birçok şekilde sınıflandırılmaları yapılmıştır. Dünyanın çeşitli ülkelerindeki şifalı sular, her ülkenin kendi araştırmacıları tarafından sınıflandırılmış, bu durum da ülkeler arasında uyumsuzlukların doğmasına sebep olmuştur [17].

FITEC (Uluslararası Kaplıcalar Birliği) ve ISMH (International Society of Medical Hydrology-Uluslararası Tıbbi Hidroloji Topluluğu) gibi kuruluşlar bu sınıflandırmayı belirli bir düzene koymak için suyun genel mineralizasyonu, iyonik bileşimi, gaz bileşimi, CO₂, H₂S, As, Fe gibi biyolojik bakımdan aktif maddeler, radyoaktivite, sıcaklık gibi kriterleri bu suların sınıflandırılmasında göz önüne almışlardır [17].

4.3.1. Kimyasal sınıflandırma

A- FITEC'in Kimyasal Sınıflandırması:

Ülkemizdeki kaplıca ve içmece suları için de geçerli olan bu sınıflandırmaya göre, bu sular 12 ayrı gruba ayrılarak incelenmiştir. Bu gruplar şunlardır [15]:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Sodyum Klorürlü Sular | 7. İyotlu Sular |
| 2. Bikarbonatlı Sular | 8. Kükürtlü Sular |
| 3. Karbonatlı Sular | 9. Radonlu Sular |
| 4. Sülfatlı Sular | 10. Radyumlu Sular |
| 5. Demirli Sular | 11. Karbondioksitli Sular |
| 6. Arsenikli Sular | 12. Çamurlu Sular |

B- ISMH ‘nin Kimyasal Sınıflandırması [15]:

1. Litre suda, en az 1 g çözünmüş madde içeren sular

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| a. Klorürlü Sular | b. Bikarbonatlı Sular |
| -Sodyum Klorürlü Sular | -Sodyum Bikarbonatlı Sular |
| -Kalsiyum Klorürlü Sular | -Kalsiyum Bikarbonatlı Sular |
| -Magnezyum Klorürlü Sular | -Magnezyum Bikarbonatlı Sular |
| c. Karbonatlı Sular | |
| d. Sülfatlı Sular | |
| -Sodyum Sülfatlı Sular | |
| -Magnezyum Sülfatlı Sular | |
| -Kalsiyum Sülfatlı Sular | |
| -Demir Sülfatlı Sular | |
| -Alüminyum Sülfatlı Sular | |

2. Litre suda, 1 g’ dan az çözünmüş madde bulunduran, ancak etkin unsur içeren sular

- | | |
|--------------------------|---|
| a. Demirli Sular | : 10 mg/L |
| b. Arsenikli Sular | : 0.7 mg/L veya 1.3 mg/L hidrojen arsenat |
| c. İyotlu Sular | : 1 mg/L |
| d. Kükürtlü Sular | : 1 mg/L |
| e. Karbondioksitli Sular | : 1g/L |
| f. Radonlu Sular | : 18 nC/L |

3. Az çözünmüş madde içermesine rağmen sıcaklığı 20°C un üzerinde olan sular.

4. Az miktarda çözünmüş mineral içeren normal sular

4.3.2. Fiziksel sınıflandırma

Kaplıca ve içmece sularının fiziksel sınıflandırılmasında en önemli kriter sıcaklıktır. ISMH 'nin sınıflandırmasına göre şifalı sular fiziksel özelliklerine göre şu şekilde sınıflandırılırlar [15]:

- a. Hipotermal Sular: Bu sular sıcaklığı 20°C'un altında olan sulardır
- b. Termal Sular : Sıcaklığı 20-34°C arasında olan sulardır.
- c. İzotermal Sular: Sıcaklığı 34-38°C arası olan sulardır.
- d. Hipertermal Sular: Sıcaklığı 38°C' dan büyük olan sulardır.
- e. Hipertonik Sular: Toplam iyon derişimi 300 mmol/L den fazla olan sulardır.
- f. Hipotonik Sular: Toplam iyon derişimi 300 mmol/L den az olan sulardır.

4.3.3. Radyoaktiviteye göre sınıflandırma

- a. Zayıf Radyoaktif Sular (3500-10000 pC/L)
- b. Orta Radyoaktif Sular (10000-30000 pC/L)
- c. Çok Radyoaktif Sular (30000 pC/L)

4.3.4. pH'a göre sınıflandırma

Asidik ve bazik özelliklerine göre şifalı sular şu gruplar da sınıflandırılırlar [15]:

a. Asidik Sular

- 1. pH'sı 0-4,5 arasında olanlar : Olumsuz asidik sular
- 2. pH'sı 4,5-6,5 arasında olanlar : Yarı olumlu asidik sular
- 3. pH'sı 6,5-7 arasında olanlar : Olumlu asidik sular

b. Bazik Sular

- 1. pH'sı 7-8,2 arasında olanlar : Olumlu bazik sular
- 2. pH'sı 8,2-9 arasında olanlar : Yarı olumlu bazik sular
- 3. pH'sı 9-14 arasında olanlar : Olumsuz bazik sular

Çizelge 4.1 Türkiye Kaplıcaları

Kaplıca Adı ve Yeri	Kaplıca Suyu Sıc. (°C)	Kaplıca Adı ve Yeri	Kaplıca Suyu Sıc. (°C)
Armutlu (Gemlik)	50-70	Haymana	45
Asarköy (Bigadiç)	59-75	Heybeli (Bolvadin)	46-52
Ayaş	50	Ilıca (Kütahya)	43
Balçova (İzmir)	63	İlgın	42
Bolaman (Fatsa)	40	Kepekler (Susurluk)	63
Bolu	44	Kızılcahamam	50
Bulamaçlı (Çiçekdağ)	42	Kurşunlu (Salihli)	48
Bursa	54-78	Kuzuluk (Akyazı)	50-65
Çan	46	Külcüler (Bayramiç)	35
Çermik (Diyarbakır)	48	Ladik	36
Çeşme	50-62	Ortakçı (Kuyucak)	50
Derdin (Düzce)	32	Oylat (İnegöl)	40
Diyadin	40-60	Ömer (Afyon)	54
Derman (Edremit)	60	Pamukçu (Balıkesir)	55
Eynal (Simav)	68-78	Pamukkale	35
Gazlıgöl (Afyon)	47	Pasinler	40
Gemlik	36	Reyhanlı	36
Germencik	63	Sarıot (Mudurnu)	60
Göbel (Tavşanlı)	33	Sart (Salihli)	52
Gönen	77	Sultaniye (Köyceğiz)	38
Güre (Edremit)	59	Sulusaray (Artova)	50
Güzellik (Bergama)	35	Urganlı (Turgutlu)	62-76
Havza	55	Yalova	57-64

4.4.1. Kaplıca yerleşmelerinin genel özellikleri

Kaplıca yerleşmeleri, hizmet türleri ve yapılaşma özellikleri bakımından diğer kentsel ve kırsal yerleşmelerden çok büyük farklılıklar vardır. Bütün yıl boyunca kür uygulamalarının sürdürüldüğü ve turizm hareketliliğinin görüldüğü bu yerleşmeler, kür ve turizm olaylarının ağırlıklı olarak yer aldığı birer dinlenme, eğlenme merkezi niteliğini taşırlar. Bir başka deyişle binlerce hasta ve yatalak hastanın yaşadığı birer hastaneler kenti değildir. Bu tür yerler genellikle kar amacı güden iç ve dış turizme yönelik yerleşmeler ile kar amacı gütmeyen kür merkezleri olarak geliştirilebilirler. Her iki hedefe birden yönelik çalışmalarda yapılabilir [25].

Kaplıca merkezleri, hizmet çeşitlilikleri ve büyüklüklerine bağlı olarak Kaplıca Şehri (Termal su şehri) veya Kaplıca yerleşmesi (termal yerleşme) olarak da tanımlanırlar [26].

FITEC tanımlamasına göre bir yerin kaplıca şehri (termal su şehri) olarak tanımlanabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gereklidir [17].

-Kür amacı ile kullanılan kaynak sularının tam fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılmış ve analiz sonuçlarına göre kaynak sularının kaplıca suyu tanımlamasına uygun olması,

-Kaynak emniyet alanlarının belirlenmiş ve kaynak sularının her türlü kirlenmeye karşı korunmuş olması,

-Kaplıca sularının olumlu ve olumsuz etki yaptığı hastalıkların belirlenmiş olması,

-Kaplıca yerleşmesinin bulunduğu yer ve çevresindeki iklim verilerinin insan sağlığı açısından olumlu değerlerde bulunması,

-Yerleşme merkezinde kür birimlerinin büyüklüğüne uygun oranlarda konaklama, dinlenme, eğlence birimleri ile yeterli oranlarda yeşil alan, düzenlenmiş kür parkı ve spor alanlarının bulunması,

-Doktor denetiminde kür yapılması, kür gereği olan banyo, solunum yolu ile kür, çamur uygulaması, masaj uygulamalarının (suyun bileşenlerinin uygun olması halinde içme kürü uygulamalarının) bulunması,

-İmar planlarının yapılması gerekli ve şart özellikler olarak belirtilmektedir.

Kaplıcalar ve içmecelerdeki kür tesislerinde bulunması gerekli genel özelliklerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır [15]:

1. Suyun debisinin bilinmesi ve yeterli düzeyde olması ve fiziksel ve kimyasal analizlerinin tam olarak yapılması,

2. Banyo birimleri, masaj, uygun elektro-terapi birimlerinin bulunması,

3. Su içme kürüne uygunsa içme, solunum kürleri için gaz banyosu birimleri, çamur uygulama imkanı varsa çamur uygulama birimlerinin bulunması,

4. Kaplıcanın yapımında kullanılan yapı malzemelerinin suyun bileşenlerinden etkilenmeyecek kalitede olması,

5. Yeterli sayıda bu konuda uzman doktor ve diğer yardımcı elemanların bulunması,

6. Kür dışındaki zamanların değerlendirilebilmesi için yeterli birimlerin (parklar, cafe, gazino gibi eğlence birimlerinin) bulunması şarttır.

5. KAPLICA SULARI

5.1. Kaplıca Sularının Oluşumu ve Yararları

Araştırmalar sonucunda çeşitli hastalıkların tedavisinde yardımcı olduğu anlaşılan mineral iyonlarıyla yüklü kaplıca sularının oluşumuna ilişkin değişik görüşler vardır. Bu görüşlerden biri, çatlaklardan sızan yerüstü sularının, yolu üzerindeki mineralleri eriterek derinlerdeki ısınmış katmanlara ulaştığı ve buradaki sıcaklığın etkisiyle buharlaşıp yoğunlaşarak yeryüzüne geri döndüğü biçimindedir. Magmaya yakın katmanlarda bazı mineralleri erimiş durumda bulunan suların buharlaşıp yoğunlaşarak tektonik olaylarla oluşmuş çatlaklardan yeryüzüne çıktığı görüşü ise bir başka yaklaşımdır. Kaplıca suları fiziksel özellikleri bakımından çok sıcak, sıcak ve soğuk sular olarak sınıflandırılır. Kimyasal özellikleri bakımından ise bikarbonatlı, sülfatlı, tuzlu, kükürtlü, demirli, arsenikli, iyotlu, karışık ve radyoaktif sular vardır [27].

Kaplıca sularının yeryüzüne çıktığı kaynağa kaynarca denir. Bir kaynarca suyunun fiziksel ve kimyasal özelliği bir başkasına, hatta çok yakındaki bir kaynaktan çıkan kaplıca suyunun özelliğine benzemez. Bu nedenle tıbbi tedaviye yardım amacıyla kullanımında özenli olmak gerekir. Öte yandan kaplıca sularının hastalıkların iyileştirilmesinde katkıda bulunması ölçüsü hakkında ayrıntılı ve kesin bilimsel açıklama yoktur [28].

Kaplıca sözcüğü, ılıcanın üstüne bir hamam yapılması sonucunda ortaya çıkan tesisin “kaplıca ılıca” biçiminde tanımlanmasından türemiştir. Kaplıcalar, özellikleri nedeniyle şifalı sular olarak da bilinen maden sularının yeryüzüne çıktığı kaynarcalar ile bunların çevresinde kurulan hamam, havuz, klinik, otel gibi tedavi ve konaklama tesislerinden oluşur. Tesisler, kaplıca suyundan banyo ve içme kürleriyle yararlanılmasına göre farklılık gösterir [29].

Türkiye’de analizleri yapılan ve bileşimleri tesbit edilen şifalı suların sayısı 700’ün üzerindedir. Kütahya ise Türkiye’de kaplıca suları bakımından en zengin ilidir. Bunlardan en yoğun olarak istifade edilenlerinden bazılarının özellikleri aşağıda belirtilmiştir [30].

5.2. Kütahya’nın Başlıca Kaplıca Suları ve Özellikleri

5.2.1. Yoncalı kaplıcası

Kütahya’ya 16 km. mesafededir. 500 dönümlük bir arazi üzerine yayılmıştır. Selçuklu hükümdarı I. Alaeddin Keykubat tarafından ilk kez yaptırıldığı tahmin edilen tarihi hamam ve caminin bulunduğu kaplıca bir yerleşim merkezidir. Kaplıca merkezinde, açık yüzme havuzu,

çamur havuzları, tarihi küçük ve büyük hamam ve Çelik hamamı ile Dübecikler, TÛTAV termal tesisleri ve Acun termal banyoları, SSK fizik tedavi hastanesi bulunmaktadır. Sıcaklıkları 32-36°C arasındaki sular ağrnlı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Yoncalı kaplıcaları, Türkiye’deki yüzlerce kaplıca arasında hemen hemen en yüksek radyoaktiviteye sahip bir kaplıcadır. Isıtılmasına ve soğutulmasına lüzum kalmadan kullanılır. Mineralce fakir termal su özelliğindedir. Oligometalik sulardan (az miktarda metalik iyon ihtiva eden) olduğu için, az miktarda içildiği taktirde idrar söktürücü tesir yaptığı ifade edilmektedir. Yoncalı kaplıcaları 17.09.1993 gün ve 4833 sayılı bakanlar kurulu kararıyla “Termal Turizm Merkezi” ilan edilmiştir [27].

5.2.2. Ilıca Harlek kaplıcası

Kütahya-Eskişehir karayolunun 21. km’sinden 4 km içerde yer almaktadır. Erkekler hamamında, 43°C sıcaklıktaki tabi su arslan ağzından hamamın içine dökülür. Kadınlar hamamında, “Gök kurna” adı verilen kaynak suyu daha şifalıdır. Romatizma ve cilt hastalıklarına iyi gelir. Mineralce fakir termal su özelliğindedir. Böbrek taşlarının dökülmesi, safra kesesi rahatsızlıkları, siyatik, lumbago, çocuk felci, göz hastalıkları, kadın hastalıkları, sinirsel gerginlik, cinsel zafiyet ve stres gibi birçok rahatsızlığa iyi gelmektedir. Ilıca Harlek kaplıcaları 23.03.1989 gün ve 13900 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla “Termal Turizm Merkezi” ilan edilmiştir [31].

5.2.3. Simav Eynal kaplıcası

Simav’a 4 km mesafedeki kaplıcalar geniş bir alana yayılmıştır. Halk arasında şeytan kazanları olarak adlandırılan kaplıcalar çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Eynal kaplıcaları bugünkü haliyle Kütahya Ilıca Harlek kaplıcasından sonra tesis bakımından ikinci sırayı alır. Otelleri, banyolu evleri ve hamamları ile bir kaplıca hüviyetindedir. Kaplıca suları Simav’da evlerin ve seraların ısıtılmasında kullanılmaktadır [27].

Eynal kaplıcası 140°C sıcaklığa sahip ve radyasyonu kuvvetlidir. Bileşiminde birçok kimyevi madde mevcuttur. Florür içeren sodyumlu, bikarbonatlı, sülfatlı termal su özelliğine sahiptir. Kaplıca suları jinekolojik, nevralji, nevrin, romatizma, böbrek ve idrar yollarındaki taşların dökülmesi, çocuk felci, mafsall ağrıların tedavisinde kullanılmaktadır. Eynal kaplıcaları 23.03.1989 gün 13900 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla “Termal Turizm Merkezi” ilan edilmiştir [27].

5.2.4. Gediz ılıca kaplıcası

Gediz'in 15 km güney batısındaki, Hamamsu deresinin iki yanında ve dere içinde yaklaşık on yerden kaynamaktadır. Merkezde çıktığı yeri sarıya boyayan Sarıkız kaynağı, Karakazan kaynağı, Buğuluk kaynağı ve en sıcak kaynak olan Kahveönü traverten kaynaklarından yararlanılmaktadır. Kaplıca suyu, sodyumlu, sülfatlı, bikarbonatlı termal su özelliğindedir, içme uygulamalarında karaciğer ve safra yolu rahatsızlıklarına iyi gelir. Romatizma ve cilt hastalıklarına da iyi gelen bu hamamların suyu 60-80°C dir. Bu yerler asırlar öncesindeki "Lav Şehir" in bir kalıntısıdır. Gediz İlıcasu Kaplıcaları 18.03.1987 gün ve 11608 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla "Termal Turizm Merkezi" ilan edilmiştir [29].

5.2.5. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Geven-1 termal suyu

Kütahya Dumlupınar Üniversitesinin Merkez Kampüs yakınlarında gerçekleştirdiği jeotermal su amaçlı sondajdan 55-60 °C sıcaklıkta ve saniyede 50 L debiye sahip su çıkarılmıştır. Üniversitede daha önce sondaj çalışmaları yapılmıştır ve bu çalışmalar sonucunda 50 derece sıcaklığa ve saniyede 20 L debiye sahip su bulunmuştur.

Kütahya Geven Köyü, Geven-1 kaynağından çıkarılan termal su balneolojik sınıflandırmada tipik bir akrototermal su niteliğindedir. Akrototermal su organik kirlenmeye maruz kalmamıştır ve bakteriyolojik yönden temizdir.

Söz konusu akrototermal suyun balneoterapötik kullanımı, başka bir deyişle balneolojik tedavilerde kullanımı banyo ve içme uygulamaları şeklinde olabilir.

Metasilikat asit içeriğine bağlı olarak banyo uygulamalarında spesifik olarak cilt üzerinde yararlı etkili olasıdır. Ayrıca florür içermesi nedeniyle de içme kürlerinde spesifik olarak diş ve kemik sağlığı üzerinde olumlu etkileri beklenir. Ayrıca, termal ve mekanik etkilerine bağlı olarak da banyo kürlerinde yararlı etkileri söz konusudur.

Belirlenen balneolojik özellikleri doğrultusunda banyo kürü endikasyonları; lökomotor sistem hastalıkları- romatizmal hastalıklar, cilt hastalıkları ve düzenleyici sistem hastalıkları olabilir. Bu durumlarda özellikle, ağrı giderme, cilt yapısını destekleme ve düzenli fonksiyonları iyileştirmede etkileri beklenir ve ilaç dışı tedavi anlamında, koruyucu ve tedavi edici amaçlarla kullanılabilir.

Lökomotor sistem hastalıklarında banyo uygulamalarında soğutularak 34-36°C' de izotermal, 36-38°C'de termal, 38-42°C'de hipertermal banyo kürlerinde, 30°C civarında hipotermal banyo uygulamaları veya hareket havuzlarında su içi egzersiz uygulamalarında

kullanılabilir.

Florür içeriğine bağlı beklenen spesifik etkileri nedeniyle; beslenmede günlük florür gereksiniminin sağlanması, hamilelikte ve yetişkinlerde florür eksikliği, çocuklar ve gençlerde diş çürüklerinin önlenmesi durumlarında uygun miktarda içildiğinde yararlı etkileri beklenir.

Yeni sondaj kuyusu 600 metre derinliğe, saniyede 50 litre debiye, 55-60 derece sıcaklığa sahip su çıkarılmıştır. Çıkarılan su Kütahya için büyük bir potansiyel olan bu jeotermal suyun gerek inşaatı tamamlanmakta olan Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon hastanesi için tedavi amaçlı gerek turizm amaçlı gerekse bir enerji kaynağı olarak ısıtma amaçlı olmak üzere çok yönlü değerlendirileceği düşünülmektedir.

Kütahya jeotermal kaynaklar açısından Türkiye’de belki de en değerli kaynaklara sahip ama maalesef bu yeterince kullanılamamaktadır. Kütahya’da bu kaynakları doğru kullanarak hamam kültüründen uzaklaşarak burayı tedavi ve turizm merkezi haline getirecek projeler düşünülmektedir. Üniversite olarak Fizik Tedavi hastanesi ile buna adım atılmıştır. Kütahya’nın bu potansiyeli değerlendirilerek jeotermal suyu ile dünyada önemli bir tedavi ve turizm merkezi olması için gerekli adımlar atılmalıdır.

6. SONUÇLAR VE KARŞILAŞTIRMA

6.1. Materyal Ve Metot

Dumlupınar Üniversitesi Geven-1 jeotermal analiz sonuçları Dumlupınar Üniversitesi Yapı İşleri Bölümü'nün İstanbul Üniversitesi' ne yaptırmış olduğu tetkik sonuçlarından alınmıştır.

Değerlendirilmesi yapılan diğer Kütahya İli termal suları analiz sonuçları Kütahya Sağlık İl Müdürlüğü'nün yaptırmış olduğu tetkik sonuçlarından alınmıştır.

6.2. Kütahya Kaplıcaları Analiz Sonuçları

Geven-1 jeotermal kuyusundan çıkarılan kaplıca suyu ile karşılaştırılacak olan Kütahya'daki diğer termal sular ve analizleri şunlardır:

Çizelge 6.1 Geven-1 Termal Suyu 2006 Analiz Sonuçları

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0,5
Bulanıklık	JTU	1,73
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	7,42
Elektriksel İletkenlik	$\mu\text{S/cm}$	822
Yoğunluk	g/cm^3	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0
Bikarbonat		81,13
Bor(Boron)		0,12
Bromür		0,01
Demir		0,07
Fluorür		21,8
Fosfat		1,7
İyodür		0
Kalsiyum		73

Çizelge 6.1 (devamı)

Klorür		11
Magnezyum		33
Mangan		0
Potasyum		3,9
Silikat		23,1
Sodyum		2,1
Sülfat		168
Sülfür		0,08
Nitrat		0,8
Nitrit		0,01
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	419,82
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	15
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	6
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,01
Arsenik	mg/L	0,03
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	3,7
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,08
Kurşun	mg/L	0,2
Nikel	mg/L	0
Antimon	mg/L	0,0017
Baryum	mg/L	0,108
Selenyum	mg/L	0,0023
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	4
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.2 Yenice Kaplıcası Emet

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	1,9
Bulanıklık	JTU	11,03
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	6,25
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	3,330
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		1,27
Bikarbonat		113,3
Bor(Boron)		5,1
Bromür		0,35
Demir		0,74
Fluorür		2,6
Fosfat		2,2
İyodür		0,49
Kalsiyum		600
Klorür		86
Magnezyum		83,1
Mangan		0,54
Potasyum		78,8
Silikat		23,6
Sodyum		4,06
Sülfat		1635
Sülfür		0,02
Nitrat		0,3
Nitrit		0,02
Siyanid		0,007
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	2637,4
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	6
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	41

Çizelge 6.2 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0
Arsenik	mg/L	0,2
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	3,13
Kadmiyum	mg/L	0,069
Krom	mg/L	0,56
Kurşun	mg/L	0,9
Nikel	mg/L	6,88
Antimon	mg/L	0,0017
Baryum	mg/L	0,104
Selenyum	mg/L	0,002
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	85
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	120

Çizelge 6.3 Naşa Kaplıcası (Kaynak)

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Bulanıklık	Pt/Co	0.01
Çökelti	JTU	0
pH Değeri	24 saat içinde %	7,25
Elektriksel İletkenlik	uS/cm	1790
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0
Bikarbonat		610
Bor(Boron)		2.96
Bromür		0,34

Çizelge 6.3 (devamı)

Demir		0,04
Fluorür		6,01
Fosfat		0
İyodür		0,59
Kalsiyum		1,65
Klorür		43,6
Magnezyum		12,56
Mangan		0,49
Potasyum		41,68
Silikat		147,6
Sodyum		389,2
Sülfat		295,6
Sülfür		0,04
Nitrat		0,72
Nitrit		2,06
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	1555,1
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	23
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	12
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,05
Arsenik	mg/L	0,01
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0,054
Çinko	mg/L	0,29
Kadmiyum	mg/L	0,0022
Krom	mg/L	0,03
Kurşun	mg/L	0,09
Nikel	mg/L	0,12
Antimon	mg/L	0,036
Baryum	mg/L	0,44
Selenyum	mg/L	0,0058
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.4 Naşa Kaplıcası Simav

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	1,13
Çökelti	24 saat içinde%	0
pH Değeri	-	6,68
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	1590
Yoğunluk	g/cm ³	1,001
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		1,15
Bikarbonat		119,5
Bor(Boron)		3,2
Bromür		0,11
Demir		0,06
Fluorür		3
Fosfat		2,6
İyodür		0,06
Kalsiyum		82
Klorür		53
Magnezyum		10,7
Mangan		0,5
Potasyum		34,3
Silikat		81,1
Sodyum		2,8
Sülfat		276
Sülfür		0,01
Nitrat		1
Nitrit		0,04
Siyanid		0,016
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	671,46
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	19
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	21

Çizelge 6.4 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,02
Arsenik	mg/L	0,3
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	2,11
Kadmiyum	mg/L	0,005
Krom	mg/L	0,03
Kurşun	mg/L	0,89
Nikel	mg/L	0,08
Antimon	mg/L	0,002
Baryum	mg/L	0,08
Selenyum	mg/L	0,02
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	28
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	210

Çizelge 6.5 Göbel Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak) Tavşanlı

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,07
Cökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	6.44
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	512
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		1,25
Bikarbonat		184.8
Bor(Boron)		0,15

Çizelge 6.5 (devamı)

Bromür		0
Demir		0
Fluorür		0,25
Fosfat		0
İyodür		0
Kalsiyum		98,2
Klorür		4,15
Magnezyum		18,5
Mangan		0,21
Potasyum		1,54
Silikat		13,1
Sodyum		7,51
Sülfat		12,75
Sülfür		0
Nitrat		1,91
Nitrit		0,02
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	344,3
Kimyasal oksijen ihtivacı	mg/L	16
Biyolojik oksijen ihtivacı	mg/L	5
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,02
Arsenik	mg/L	0,098
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0,0017
Çinko	mg/L	3,2
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,04
Kürsun	mg/L	0,12
Nikel	mg/L	0,26
Antimon	mg/L	0,0094
Baryum	mg/L	1,39
Selenyum	mg/L	0
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.6 Ilıca Kaplıcası Termal Tesisleri Gediz

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,28
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	7,16
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	3290
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		6,2
Bikarbonat		176,9
Bor(Boron)		6,15
Bromür		0
Demir		0,04
Fluorür		4,1
Fosfat		0
İyodür		0,63
Kalsiyum		134,2
Klorür		86,5
Magnezyum		70,1
Mangan		0,42
Potasyum		72,6
Silikat		25,1
Sodyum		512,6
Sülfat		1051,6
Sülfür		0,03
Nitrat		0
Nitrit		0
Siyanid		0,001
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	2147
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	28
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	17

Çizelge 6.6 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0
Arsenik	mg/L	0,05
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0,0003
Çinko	mg/L	2,07
Kadmiyum	mg/L	0,0270
Krom	mg/L	0,01
Kurşun	mg/L	0
Nikel	mg/L	0,28
Antimon	mg/L	0,0017
Baryum	mg/L	0,101
Selenyum	mg/L	0,0024
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.7 Nehir Termal Otel ve Kaplıca Tesisi (Kaynak)

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,85
Cökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	7,56
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	953
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0
Bikarbonat		427
Bor (Boron)		0,13

Çizelge 6.7 (devamı)

Bromür		0,35
Demir		0
Fluorür		3,39
Fosfat		0,01
İyodür		0,55
Kalsiyum		6,85
Klorür		12,44
Magnezyum		40,49
Mangan		0,11
Potasyum		3,98
Silikat		15,3
Sodyum		16,88
Sülfat		175,7
Sülfür		0,03
Nitrat		1,25
Nitrit		3,62
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	708,1
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	9
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	11
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,09
Arsenik	mg/L	0,089
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	0,22
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,05
Kurşun	mg/L	0,12
Nikel	mg/L	0,15
Antimon	mg/L	0,0013
Baryum	mg/L	0,27
Selenyum	mg/L	0,00004
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	4
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	33
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	35

Çizelge 6.8 Yoncalı Mercan Otel Termal Hamam Kaplıcası

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,27
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	7,1
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	902
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,12
Bikarbonat		18,6
Bor(Boron)		0,14
Bromür		0,07
Demir		0,05
Fluorür		2,3
Fosfat		1,5
İyodür		0,06
Kalsiyum		130
Klorür		11
Magnezyum		43,3
Mangan		0,13
Potasyum		10,5
Silikat		20,4
Sodyum		1,9
Sülfat		176
Sülfür		0,02
Nitrat		1,2
Nitrit		0,06
Siyanid		0,03
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	417,38
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	19
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	9

Çizelge 6.8 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,02
Arsenik	mg/L	0,05
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	3,01
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,02
Kurşun	mg/L	0,19
Nikel	mg/L	0,09
Antimon	mg/L	0,0023
Baryum	mg/L	0,099
Selenyum	mg/L	0,0027
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	1
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	4
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	>300

Çizelge 6.9 Güral Harlek Termal Otel (Kaynak)

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Bulanıklık	Pt/Co	0,1
Cökelti	JTU	0,01
pH Değeri	24 saat içinde %	0
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	7,79
Yoğunluk	g/cm ³	802
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		1,17
Bikarbonat		89,06
Bor(Boron)		0,26
Bromür		0

Çizelge 6.9 (devamı)

Demir		0,13
Fluorür		2,38
Fosfat		0,03
İyodür		0,28
Kalsiyum		90,78
Klorür		7,76
Magnezyum		55,88
Mangan		0
Potasyum		6,49
Silikat		23
Sodyum		21,62
Sülfat		144,75
Sülfür		0,04
Nitrat		3,05
Nitrit		0,02
Siyanid		0,004
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	446,7
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	34
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	7
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,04
Arsenik	mg/L	0,05
Bakır	mg/L	0,04
Cıva	mg/L	0,000003
Çinko	mg/L	0,03
Kadmiyum	mg/L	0,007
Krom	mg/L	0
Kurşun	mg/L	0,17
Nikel	mg/L	0,1
Antimon	mg/L	0,0012
Baryum	mg/L	0,14
Selenyum	mg/L	0,0027
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	2

Çizelge 6.10 Termal E-2 Kuyusu (Kaynak) Emet

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0,5
Bulanıklık	JTU	1,65
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	8,02
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	558
Yoğunluk	g/cm ³	1,001
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,47
Bikarbonat		81,74
Bor(Boron)		0,15
Bromür		0,22
Demir		0,15
Fluorür		0,19
Fosfat		0
İyodür		0,34
Kalsiyum		79,44
Klorür		8,17
Magnezyum		24,46
Mangan		0
Potasyum		6,06
Silikat		12,5
Sodyum		13,35
Sülfat		89,04
Sülfür		0,03
Nitrat		0
Nitrit		0
Siyanid		0,002
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	316,31
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	31
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	7

Çizelge 6.10 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,05
Arsenik	mg/L	0,1
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	3,38
Kadmiyum	mg/L	0,001
Krom	mg/L	0
Kurşun	mg/L	0,16
Nikel	mg/L	0
Antimon	mg/L	0
Baryum	mg/L	0,37
Selenyum	mg/L	0,0008
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.11 Günlüce-Dereli Kaplıcaları Emet,

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,45
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	6,5
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	1321
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,13
Bikarbonat		16,5
Bor(Boron)		1,59

Çizelge 6.11 (devamı)

Bromür		0,07
Demir		0,01
Fluorür		2,8
Fosfat		1,8
İyodür		0,09
Kalsiyum		137
Klorür		36
Magnezyum		45,9
Mangan		0,06
Potasyum		8,6
Silikat		16,9
Sodyum		2,4
Sülfat		66
Sülfür		0,03
Nitrat		0
Nitrit		0,04
Siyanid		0,003
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	336,01
Kimyasal oksijen ihtivacı	mg/L	12
Biyolojik oksijen ihtivacı	mg/L	22
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,01
Arsenik	mg/L	0,2
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	2,86
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,03
Kürsun	mg/L	0,18
Nikel	mg/L	0,08
Antimon	mg/L	0,0012
Baryum	mg/L	0,096
Selenyum	mg/L	0,001
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	1
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.12 Esire Kaplıcası Sefaköy-Hisarcık

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	1,75
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	6,9
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	1009
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,07
Bikarbonat		68,93
Bor(Boron)		0,13
Bromür		0,06
Demir		0,14
Fluorür		1,1
Fosfat		1,3
İyodür		0,03
Kalsiyum		166
Klorür		10
Magnezyum		44,7
Mangan		0,06
Potasyum		5,1
Silikat		23,2
Sodyum		1,87
Sülfat		306
Sülfür		0,01
Nitrat		0
Nitrit		0,03
Siyanid		0,002
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	628,73
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	9
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	11

Çizelge 6.12 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,01
Arsenik	mg/L	0,01
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	3,65
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,02
Kurşun	mg/L	0,3
Nikel	mg/L	0,09
Antimon	mg/L	0,002
Baryum	mg/L	0,106
Selenyum	mg/L	0,004
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	220
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	32

Çizelge 6.13 Çitgöl Kaplıcası Simav

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Bulanıklık	Pt/Co	0
Çökelti	JTU	0,15
pH Değeri	24 saat içinde %	0
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	8,4
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,65
Bikarbonat		141,5
Bor(Boron)		3,9
Bromür		0,07

Çizelge 6.13 (devamı)

Demir		0,19
Fluorür		2,7
Fosfat		2,6
İvodür		0,17
Kalsiyum		35
Klorür		58
Magnezyum		0,6
Mangan		0,02
Potasyum		43,5
Silikat		84,2
Sodyum		4
Sülfat		326
Sülfür		0
Nitrat		0
Nitrit		0,07
Sivanid		0,03
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	703,17
Kimyasal oksijen ihtivacı	mg/L	3
Biyolojik oksijen ihtivacı	mg/L	11
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0
Arsenik	mg/L	0,2
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Cinko	mg/L	1,63
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,02
Kurşun	mg/L	0,07
Nikel	mg/L	0,06
Antimon	mg/L	0,03
Baryum	mg/L	0,104
Selenyum	mg/L	0,003
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	280
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	>300

Çizelge 6.14 Çitgöl Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak)

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,28
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	8,27
Elektriksel İletkenlik	μS/cm	2350
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		7,62
Bikarbonat		16,22
Bor(Boron)		3,64
Bromür		0,03
Demir		0,01
Fluorür		10,62
Fosfat		2,55
İyodür		0,01
Kalsiyum		18,97
Klorür		63,61
Magnezyum		2,67
Mangan		0,02
Potasyum		49,75
Silikat		92,4
Sodyum		454,25
Sülfat		408,7
Sülfür		0
Nitrat		0,2
Nitrit		0,3
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	1131,5
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	6
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	11

Çizelge 6.14 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,04
Arsenik	mg/L	0,097
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	0,33
Kadmiyum	mg/L	0,03
Krom	mg/L	0,02
Kurşun	mg/L	0,01
Nikel	mg/L	0,04
Antimon	mg/L	0,054
Baryum	mg/L	0,101
Selenyum	mg/L	0,0004
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.15 Eynal Kaplıcası Termal Tesisleri (Kaynak)

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,24
Çökelti	24 saat içinde %	0
pH Değeri	-	9,05
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	2430
Yoğunluk	g/cm ³	<1000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0
Bikarbonat		21,35
Bor(Boron)		0

Çizelge 6.15 (devamı)

Bromür		0
Demir		0
Fluorür		15,02
Fosfat		0
İvodür		0
Kalsiyum		13,01
Klorür		86,51
Magnezyum		0,37
Mangan		0
Potasvum		66,07
Silikat		72,6
Sodyum		558,65
Sülfat		480,1
Sülfür		0,03
Nitrat		0
Nitrit		0
Siyanid		0
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	1313
Kimvasal oksijen ihtivacı	mg/L	6
Bivolojik oksijen ihtivacı	mg/L	10
ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0,03
Arsenik	mg/L	0,01
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	0,06
Kadmivum	mg/L	0,004
Krom	mg/L	0,03
Kurşun	mg/L	0
Nikel	mg/L	0,02
Antimon	mg/L	0,0027
Baryum	mg/L	0,077
Selenvum	mg/L	0,0042
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2 ⁰ C)	CFU/1 mL	0

Çizelge 6.16 Eynal Kaplıcası Simav

FİZİKSEL-FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Koku	-	Kokusuz
Tat	-	Tatsız
Renk	Pt/Co	0
Bulanıklık	JTU	0,12
Çökelti	24 saat içinde	0
pH Değeri	-	8,64
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	2210
Yoğunluk	g/cm ³	1,000
KİMYASAL ANALİZLER		
		mg/L
Amonyum		0,42
Bikarbonat		155,1
Bor(Boron)		4,3
Bromür		0,37
Demir		0,03
Fluorür		0,46
Fosfat		0,7
İyodür		0,11
Kalsiyum		21
Klorür		73
Magnezyum		2,9
Mangan		0,01
Potasyum		59,6
Silikat		98
Sodyum		3,74
Sülfat		353
Sülfür		0,02
Nitrat		1
Nitrit		0,04
Siyanid		0,002
Toplam mineral konsantrasyonu	mg/L	773,802
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	7
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	13

Çizelge 6.16 (devamı)

ESER ELEMENTLER ANALİZİ		
Alüminyum	mg/L	0
Arsenik	mg/L	0,3
Bakır	mg/L	0
Cıva	mg/L	0
Çinko	mg/L	1,07
Kadmiyum	mg/L	0
Krom	mg/L	0,1
Kurşun	mg/L	0,05
Nikel	mg/L	0,04
Antimon	mg/L	0,003
Baryum	mg/L	0,102
Selenyum	mg/L	0,004
MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER		
ANALİZ	BİRİM	NUMUNE-1
Fekal Koliform	CFU/100 mL	0
Toplam koliform bakteriler	CFU/100 mL	0
Toplam koloni sayısı (20-+2°C)	CFU/1 mL	0
Toplam koloni sayısı (35-+2°C)	CFU/1 mL	0

Termal sular, karşılaştırma bölümünde isimleriyle değil verilen sıra numaraları ile ifade edilecektir.

6.2.1. Fiziksel karşılaştırma

• **Koku:** Karşılaştırmaya konu olan tüm termal sular kokusuzdur.

• **Tat:** Karşılaştırmaya konu olan tüm termal sular tatsızdır.

• **Renk:** Geven-1 Termal Kuyusu'ndan çıkan kaplıca suyunun renk değeri 0.5 iken; 1. termal suyun renk değeri 1.9, 2. termal suyun renk değeri 0, 3. termal suyun renk değeri 0, 4. termal suyun renk değeri 0, 5. termal suyun renk değeri 0, 6. termal suyun renk değeri 0, 7. termal suyun renk değeri 0, 8. termal suyun renk değeri 0.1, 9. termal suyun renk değeri 0.5, 10. termal suyun renk değeri 0, 11. termal suyun renk değeri 0, 12. termal suyun renk değeri 0, 13. termal suyun renk değeri 0, 14. termal suyun renk değeri 0, 15. termal suyun renk değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1. termal sudur.

•**Bulanıklık:** Geven-1 Termal suyundan çıkan kaplıca suyunun bulanıklık değeri 1.73 iken; 1. termal suyun bulanıklık değeri 11.03, 2. termal suyun bulanıklık değeri 0.01, 3. termal suyun bulanıklık değeri 1.13, 4. termal suyun bulanıklık değeri 0.07, 5. termal suyun bulanıklık değeri 0.28, 6. termal suyun bulanıklık değeri 0.85, 7. termal suyun bulanıklık değeri 0.27, 8. termal suyun bulanıklık değeri 0.01, 9. termal suyun bulanıklık değeri 1.65, 10. termal suyun bulanıklık değeri 0.45, 11. termal suyun bulanıklık değeri 1.75, 12. termal suyun bulanıklık değeri 0.15, 13. termal suyun bulanıklık değeri 0.28, 14. termal suyun bulanıklık değeri 0.24, 15. termal suyun bulanıklık değeri 0.12'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1. ve 11. termal sularıdır.

•**Çökelti:** 24 saat içinde % olarak değerlendirilen karşılaştırmaya konu olan tüm termal suların çökelti değeri 0.0'dır.

•**pH Değeri:** 25⁰C'de değerlendirilen Geven-1 Termal suyunun pH değeri 7.42 iken; 1. termal suyun pH değeri 6.25, 2. termal suyun pH değeri 7.25, 3. termal suyun pH değeri 6.68, 4. termal suyun pH değeri 6.44, 5. termal suyun pH değeri 7.16, 6. termal suyun pH değeri 7.56, 7. termal suyun pH değeri 7.1, 8. termal suyun pH değeri 7.79, 9. termal suyun pH değeri 8.02, 10. termal suyun pH değeri 6.5, 11. termal suyun pH değeri 6.9, 12. termal suyun pH değeri 8.4, 13. termal suyun pH değeri 8.27, 14. termal suyun pH değeri 9.05, 15. termal suyun pH değeri 8.64'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 6., 8., 9., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Elektriksel İletkenlik:** 25⁰C'de değerlendirilen Geven-1 Termal suyunun elektriksel iletkenlik değeri 822 iken; 1. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 3300, 2. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 1790, 3. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 1590, 4. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 512, 5. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 3290, 6. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 953, 7. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 902, 8. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 802, 9. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 558, 10. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 1321, 11. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 1009, 12. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 1832, 13. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 2350, 14. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 2430, 15. termal suyun elektriksel iletkenlik değeri 2210'dur. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 7., 10., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Yoğunluk:** gr/cm³ olarak değerlendirilen Geven-1 Termal suyunun yoğunluk değeri 1000 iken; 1. termal suyun yoğunluk değeri 1000, 2. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 3. termal suyun yoğunluk değeri 1001, 4. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 5. termal suyun

yoğunluk değeri <1000, 6. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 7. termal suyun yoğunluk değeri 1000, 8. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 9. termal suyun yoğunluk değeri 1001, 10. termal suyun yoğunluk değeri 1000, 11. termal suyun yoğunluk değeri 1000, 12. termal suyun yoğunluk değeri 1000, 13. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 14. termal suyun yoğunluk değeri <1000, 15. termal suyun yoğunluk değeri 1000'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 3. ve 9. termal sularıdır

6.2.2. Kimyasal karşılaştırma

Tüm analizler g/L olarak yapılmıştır.

• **Amonyum:** Geven-1 Termal suyunun amonyum değeri 0 iken; 1. termal suyun amonyum değeri 1.27, 2. termal suyun amonyum değeri 0, 3. termal suyun amonyum değeri 1.15, 4. termal suyun amonyum değeri 1.25, 5. termal suyun amonyum değeri 6.2, 6. termal suyun amonyum değeri 0, 7. termal suyun amonyum değeri 0.12, 8. termal suyun amonyum değeri 1.17, 9. termal suyun amonyum değeri 0.47, 10. termal suyun amonyum değeri 0.13, 11. termal suyun amonyum değeri 0.07, 12. termal suyun amonyum değeri 0.65, 13. termal suyun amonyum değeri 7.62, 14. termal suyun amonyum değeri 0, 15. termal suyun amonyum değeri 0.42'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

• **Bikarbonat:** Geven-1 Termal suyunun bikarbonat değeri 81.13 iken; 1. termal suyun bikarbonat değeri 113.3, 2. termal suyun bikarbonat değeri 610, 3. termal suyun bikarbonat değeri 119.5, 4. termal suyun bikarbonat değeri 184.8, 5. termal suyun bikarbonat değeri 176.9, 6. termal suyun bikarbonat değeri 427, 7. termal suyun bikarbonat değeri 18.6, 8. termal suyun bikarbonat değeri 89.06, 9. termal suyun bikarbonat değeri 81.74, 10. termal suyun bikarbonat değeri 16.5, 11. termal suyun bikarbonat değeri 68.93, 12. termal suyun bikarbonat değeri 141.5, 13. termal suyun bikarbonat değeri 16.22, 14. termal suyun bikarbonat değeri 21.35, 15. termal suyun bikarbonat değeri 155.1'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 6., 8., 9., 12. ve 15. termal sularıdır.

• **Bor (Boron):** Geven-1 Termal suyunun bor değeri 0.12 iken; 1. termal suyun bor değeri 5.1, 2. termal suyun bor değeri 2.96, 3. termal suyun bor değeri 3.2, 4. termal suyun bor değeri 0.15, 5. termal suyun bor değeri 6.15, 6. termal suyun bor değeri 0.13, 7. termal suyun bor değeri 0.14, 8. termal suyun bor değeri 0.26, 9. termal suyun bor değeri 0.15, 10. termal suyun bor değeri 1.59, 11. termal suyun bor değeri 0.13, 12. termal suyun bor değeri 3.9, 13. termal suyun bor değeri 3.64, 14. termal suyun bor değeri 0, 15. termal suyun bor değeri 4.3'tür.

Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyunun daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

• **Bromür:** Geven-1 Termal suyunun bromür değeri 0.01 iken; 1. termal suyun bromür değeri 0.35, 2. termal suyun bromür değeri 0.34, 3. termal suyun bromür değeri 0.11, 4. termal suyun bromür değeri 0, 5. termal suyun bromür değeri 0, 6. termal suyun bromür değeri 0.35, 7. termal suyun bromür değeri 0.07, 8. termal suyun bromür değeri 0, 9. termal suyun bromür değeri 0.22, 10. termal suyun bromür değeri 0.07, 11. termal suyun bromür değeri 0.06, 12. termal suyun bromür değeri 0.07, 13. termal suyun bromür değeri 0.03, 14. termal suyun bromür değeri 0, 15. termal suyun bromür değeri 0.37'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyunun daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 6., 7., 9., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

• **Demir:** Geven-1 Termal suyunun demir değeri 0.07 iken; 1. termal suyun demir değeri 0.74, 2. termal suyun demir değeri 0.04, 3. termal suyun demir değeri 0.06, 4. termal suyun demir değeri 0, 5. termal suyun demir değeri 0.04, 6. termal suyun demir değeri 0, 7. termal suyun demir değeri 0.05, 8. termal suyun demir değeri 0.13, 9. termal suyun demir değeri 0.15, 10. termal suyun demir değeri 0.1, 11. termal suyun demir değeri 0.14, 12. termal suyun demir değeri 0.19, 13. termal suyun demir değeri 0.01, 14. termal suyun demir değeri 0, 15. termal suyun demir değeri 0.03'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyunun daha yüksek değere sahip 1., 8., 9., 10., 11. ve 12. termal sularıdır.

• **Florür:** Geven-1 Termal suyunun florür değeri 21.8 iken; 1. termal suyun florür değeri 2.6, 2. termal suyun florür değeri 6.01, 3. termal suyun florür değeri 3, 4. termal suyun florür değeri 0.25, 5. termal suyun florür değeri 4.1, 6. termal suyun florür değeri 3.39, 7. termal suyun florür değeri 2.3, 8. termal suyun florür değeri 2.38, 9. termal suyun florür değeri 0.19, 10. termal suyun florür değeri 2.8, 11. termal suyun florür değeri 1.1, 12. termal suyun florür değeri 2.7, 13. termal suyun florür değeri 10.62, 14. termal suyun florür değeri 15.02, 15. termal suyun florür değeri 0.46'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyunun daha yüksek değere sahip termal su yoktur.

• **Fosfat:** Geven-1 Termal suyunun fosfat değeri 1.7 iken; 1. termal suyun fosfat değeri 2.2, 2. termal suyun fosfat değeri 0, 3. termal suyun fosfat değeri 2.6, 4. termal suyun fosfat değeri 0, 5. termal suyun fosfat değeri 0, 6. termal suyun fosfat değeri 0.01, 7. termal suyun fosfat değeri 1.5, 8. termal suyun fosfat değeri 0.03, 9. termal suyun fosfat değeri 0, 10. termal suyun fosfat değeri 1.8, 11. termal suyun fosfat değeri 1.3, 12. termal suyun fosfat değeri 2.6, 13. termal suyun fosfat değeri 2.55, 14. termal suyun fosfat değeri 0, 15. termal suyun fosfat

değeri 0.7'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 10., 12. ve 13. termal sularıdır.

• **İyodür:** Geven-1 Termal suyunun iyodür değeri 0 iken; 1. termal suyun iyodür değeri 0.49, 2. termal suyun iyodür değeri 0.59, 3. termal suyun iyodür değeri 0.06, 4. termal suyun iyodür değeri 0, 5. termal suyun iyodür değeri 0.63, 6. termal suyun iyodür değeri 0.55, 7. termal suyun iyodür değeri 0.06, 8. termal suyun iyodür değeri 0.28, 9. termal suyun iyodür değeri 0.34, 10. termal suyun iyodür değeri 0.09, 11. termal suyun iyodür değeri 0.03, 12. termal suyun iyodür değeri 0.17, 13. termal suyun iyodür değeri 0.01, 14. termal suyun iyodür değeri 0, 15. termal suyun iyodür değeri 0.11'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

• **Kalsiyum:** Geven-1 Termal suyunun kalsiyum değeri 73 iken; 1. termal suyun kalsiyum değeri 600, 2. termal suyun kalsiyum değeri 1.65, 3. termal suyun kalsiyum değeri 82, 4. termal suyun kalsiyum değeri 98.2, 5. termal suyun kalsiyum değeri 134.2, 6. termal suyun kalsiyum değeri 85, 7. termal suyun kalsiyum değeri 130, 8. termal suyun kalsiyum değeri 90.78, 9. termal suyun kalsiyum değeri 79.44, 10. termal suyun kalsiyum değeri 137, 11. termal suyun kalsiyum değeri 166, 12. termal suyun kalsiyum değeri 35, 13. termal suyun kalsiyum değeri 18.97, 14. termal suyun kalsiyum değeri 13.01, 15. termal suyun kalsiyum değeri 21'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10. ve 11. termal sularıdır.

• **Klorür:** Geven-1 Termal suyunun klorür değeri 11 iken; 1. termal suyun klorür değeri 86, 2. termal suyun klorür değeri 43.6, 3. termal suyun klorür değeri 53., 4. termal suyun klorür değeri 4.15, 5. termal suyun klorür değeri 86.5, 6. termal suyun klorür değeri 16.44, 7. termal suyun klorür değeri 11, 8. termal suyun klorür değeri 7.76, 9. termal suyun klorür değeri 8.17, 10. termal suyun klorür değeri 36, 11. termal suyun klorür değeri 10, 12. termal suyun klorür değeri 58, 13. termal suyun klorür değeri 63.61, 14. termal suyun klorür değeri 86.51, 15. termal suyun klorür değeri 73'dür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 10., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

• **Magnezyum:** Geven-1 Termal suyunun magnezyum değeri 33 iken; 1. termal suyun magnezyum değeri 83.1, 2. termal suyun magnezyum değeri 12.56, 3. termal suyun magnezyum değeri 10.7, 4. termal suyun magnezyum değeri 18.50, 5. termal suyun magnezyum değeri 70.1, 6. termal suyun magnezyum değeri 40.49, 7. termal suyun magnezyum değeri 43.3, 8. termal suyun magnezyum değeri 55.88, 9. termal suyun magnezyum değeri 24.46, 10. termal suyun magnezyum değeri 45.9, 11. termal suyun magnezyum değeri 44.7, 12. termal suyun

magnezyum değeri 0.6, 13. termal suyun magnezyum değeri 2.67, 14. termal suyun magnezyum değeri 0.37, 15. termal suyun magnezyum değeri 2.9'dur. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 5., 6., 7., 8., 10. ve 11. termal sularıdır.

•**Mangan:** Geven-1 Termal suyunun mangan değeri 0 iken; 1. termal suyun mangan değeri 0.54, 2. termal suyun mangan değeri 0.49, 3. termal suyun mangan değeri 0.5, 4. termal suyun mangan değeri 0.21, 5. termal suyun mangan değeri 0.42, 6. termal suyun mangan değeri 0.11, 7. termal suyun mangan değeri 0.13, 8. termal suyun mangan değeri 0, 9. termal suyun mangan değeri 0, 10. termal suyun mangan değeri 0.06, 11. termal suyun mangan değeri 0.06, 12. termal suyun mangan değeri 0.02, 13. termal suyun mangan değeri 0.02, 14. termal suyun mangan değeri 0, 15. termal suyun mangan değeri 0.01'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

•**Potasyum:** Geven-1 Termal suyunun potasyum değeri 3.9 iken; 1. termal suyun potasyum değeri 78.8, 2. termal suyun potasyum değeri 41.68, 3. termal suyun potasyum değeri 34.3, 4. termal suyun potasyum değeri 1.54, 5. termal suyun potasyum değeri 72.6, 6. termal suyun potasyum değeri 3.98, 7. termal suyun potasyum değeri 10.5, 8. termal suyun potasyum değeri 6.49, 9. termal suyun potasyum değeri 6.06, 10. termal suyun potasyum değeri 8.6, 11. termal suyun potasyum değeri 5.1, 12. termal suyun potasyum değeri 43.5, 13. termal suyun potasyum değeri 49.75, 14. termal suyun potasyum değeri 66.07, 15. termal suyun potasyum değeri 59.6'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Silikat:** Geven-1 Termal suyunun silikat değeri 23.1 iken; 1. termal suyun silikat değeri 23.6, 2. termal suyun silikat değeri 147.6, 3. termal suyun silikat değeri 81.1, 4. termal suyun silikat değeri 13.1, 5. termal suyun silikat değeri 25.1, 6. termal suyun silikat değeri 15.3, 7. termal suyun silikat değeri 20.4, 8. termal suyun silikat değeri 23, 9. termal suyun silikat değeri 12.5, 10. termal suyun silikat değeri 16.9, 11. termal suyun silikat değeri 23.2, 12. termal suyun silikat değeri 84.2, 13. termal suyun silikat değeri 92.4, 14. termal suyun silikat değeri 72.6, 15. termal suyun silikat değeri 98'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 7., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Sodyum:** Geven-1 Termal suyunun sodyum değeri 2.1 iken; 1. termal suyun sodyum değeri 4.06, 2. termal suyun sodyum değeri 389.2, 3. termal suyun sodyum değeri 2.8, 4. termal suyun sodyum değeri 7.51, 5. termal suyun sodyum değeri 512.6, 6. termal suyun sodyum değeri 16.88, 7. termal suyun sodyum değeri 1.9, 8. termal suyun sodyum değeri 21.62, 9.

termal suyun sodyum değeri 13.35, 10. termal suyun sodyum değeri 2.4, 11. termal suyun sodyum değeri 1.87, 12. termal suyun sodyum değeri 4, 13. termal suyun sodyum değeri 454.25, 14. termal suyun sodyum değeri 558.65, 15. termal suyun sodyum değeri 3.74'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 6., 8., 9., 10., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Sülfat:** Geven-1 Termal suyunun sülfat değeri 168 iken; 1. termal suyun sülfat değeri 1635, 2. termal suyun sülfat değeri 295.6, 3. termal suyun sülfat değeri 276, 4. termal suyun sülfat değeri 12.75, 5. termal suyun sülfat değeri 1051.6, 6. termal suyun sülfat değeri 175.7, 7. termal suyun sülfat değeri 176, 8. termal suyun sülfat değeri 144.75, 9. termal suyun sülfat değeri 89.04, 10. termal suyun sülfat değeri 66, 11. termal suyun sülfat değeri 306, 12. termal suyun sülfat değeri 326, 13. termal suyun sülfat değeri 408.7, 14. termal suyun sülfat değeri 480.1, 15. termal suyun sülfat değeri 353'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 7., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Sülfür:** Geven-1 Termal suyunun sülfür değeri 0.08 iken; 1. termal suyun sülfür değeri 0.02, 2. termal suyun sülfür değeri 0.04, 3. termal suyun sülfür değeri 0.01, 4. termal suyun sülfür değeri 0, 5. termal suyun sülfür değeri 0.03, 6. termal suyun sülfür değeri 0.03, 7. termal suyun sülfür değeri 0.02, 8. termal suyun sülfür değeri 0.04, 9. termal suyun sülfür değeri 0.03, 10. termal suyun sülfür değeri 0.03, 11. termal suyun sülfür değeri 0.01, 12. termal suyun sülfür değeri 0, 13. termal suyun sülfür değeri 0, 14. termal suyun sülfür değeri 0.03, 15. termal suyun sülfür değeri 0.02'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip termal su yoktur.

•**Nitrat:** Geven-1 Termal suyunun nitrat değeri 0.8 iken; 1. termal suyun nitrat değeri 0.3, 2. termal suyun nitrat değeri 0.72, 3. termal suyun nitrat değeri 1, 4. termal suyun nitrat değeri 1.91, 5. termal suyun nitrat değeri 0, 6. termal suyun nitrat değeri 1.25, 7. termal suyun nitrat değeri 1.2, 8. termal suyun nitrat değeri 3.05, 9. termal suyun nitrat değeri 0, 10. termal suyun nitrat değeri 0, 11. termal suyun nitrat değeri 0, 12. termal suyun nitrat değeri 0, 13. termal suyun nitrat değeri 0.2, 14. termal suyun nitrat değeri 0, 15. termal suyun nitrat değeri 1'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 3., 4., 6., 7., 8. ve 15. termal sularıdır.

•**Nitrit:** Geven-1 Termal suyunun nitrit değeri 0.01 iken; 1. termal suyun nitrit değeri 0.02, 2. termal suyun nitrit değeri 2.06, 3. termal suyun nitrit değeri 0.04, 4. termal suyun nitrit değeri 0.02, 5. termal suyun nitrit değeri 0, 6. termal suyun nitrit değeri 3.62, 7. termal suyun nitrit değeri 0.06, 8. termal suyun nitrit değeri 0.02, 9. termal suyun nitrit değeri 0, 10. termal

suyun nitrit değeri 0.04, 11. termal suyun nitrit değeri 0.03, 12. termal suyun nitrit değeri 0.07, 13. termal suyun nitrit değeri 0.3, 14. termal suyun nitrit değeri 0, 15. termal suyun nitrit değeri 0.04'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 6., 7., 8., 10., 11., 12., 13. ve 15. termal sularıdır.

•**Siyanit:** Geven-1 Termal suyunun siyanit değeri 0.003 iken; 1. termal suyun siyanit değeri 0.007, 2. termal suyun siyanit değeri 0, 3. termal suyun siyanit değeri 0.016, 4. termal suyun siyanit değeri 0, 5. termal suyun siyanit değeri 0.001, 6. termal suyun siyanit değeri 0, 7. termal suyun siyanit değeri 0.03, 8. termal suyun siyanit değeri 0.004, 9. termal suyun siyanit değeri 0.002, 10. termal suyun siyanit değeri 0.003, 11. termal suyun siyanit değeri 0.002, 12. termal suyun siyanit değeri 0.003, 13. termal suyun siyanit değeri 0, 14. termal suyun siyanit değeri 0, 15. termal suyun siyanit değeri 0.002'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3. ve 8. termal sularıdır.

•**Toplam mineral konsantrasyonu:** Geven-1 Termal suyunun toplam mineral konsantrasyon değeri 419.82 iken; 1. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 2637.4, 2. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 1555.1, 3. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 671.146, 4. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 344.3, 5. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 2147, 6. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 708.1, 7. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 417.38, 8. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 446.7, 9. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 316.31, 10. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 336.013, 11. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 628.732, 12. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 703.173, 13. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 1131.5, 14. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 1313, 15. termal suyun toplam mineral konsantrasyon değeri 773.802'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 8., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Kimyasal oksijen ihtiyacı:** Geven-1 Termal suyunun oksijen ihtiyacı değeri 15 iken; 1. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 6, 2. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 23, 3. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 19, 4. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 16, 5. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 28, 6. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 9, 7. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 19, 8. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 34, 9. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 31, 10. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 12, 11. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 9, 12. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 3, 13. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 6, 14. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 6, 15. termal suyun oksijen ihtiyacı değeri 7'dir. Karşılaştırma

sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 2., 3., 4., 5., 7., 8. ve 9. termal sularıdır.

• **Biyolojik oksijen ihtiyacı:** Geven-1 Termal suyunun biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 6 iken; 1. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 41, 2. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 12, 3. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 21, 4. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 5, 5. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 17, 6. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 11, 7. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 9, 8. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 7, 9. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 7, 10. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 22, 11. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 11, 12. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 11, 13. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 11, 14. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 10, 15. termal biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 13'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

6.2.3. Eser element analizleri

Tüm analizler mg/L olarak yapılmıştır.

• **Alüminyum:** Geven-1 Termal suyunun alüminyum değeri 0.01 iken; 1. termal suyun alüminyum değeri 0, 2. termal suyun alüminyum değeri 0.05, 3. termal suyun alüminyum değeri 0.02, 4. termal suyun alüminyum değeri 0.02, 5. termal suyun alüminyum değeri 0, 6. termal suyun alüminyum değeri 0.09, 7. termal suyun alüminyum değeri 0.02, 8. termal suyun alüminyum değeri 0.04, 9. termal suyun alüminyum değeri 0.05, 10. termal suyun alüminyum değeri 0.01, 11. termal suyun alüminyum değeri 0.01, 12. termal suyun alüminyum değeri 0, 13. termal suyun alüminyum değeri 0.04, 14. termal suyun alüminyum değeri 0.03, 15. termal suyun alüminyum değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 6., 7., 8., 9., 13. ve 14. termal sularıdır.

• **Arsenik:** Geven-1 Termal suyunun arsenik değeri 0.025, iken; 1. termal suyun arsenik değeri 0.2, 2. termal suyun arsenik değeri 0.01, 3. termal suyun arsenik değeri 0.3, 4. termal suyun arsenik değeri 0.098, 5. termal suyun arsenik değeri 0.05, 6. termal suyun arsenik değeri 0.089, 7. termal suyun arsenik değeri 0.05, 8. termal suyun arsenik değeri 0.05, 9. termal suyun arsenik değeri 0.1, 10. termal suyun arsenik değeri 0.2, 11. termal suyun arsenik değeri 0.01, 12. termal suyun arsenik değeri 0.2, 13. termal suyun arsenik değeri 0.097, 14. termal suyun arsenik değeri 0.1, 15. termal suyun arsenik değeri 0.3'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 13. ve 14. termal sularıdır.

• **Bakır:** Geven-1 Termal suyunun bakır değeri 0 iken; 1. termal suyun bakır değeri 0, 2. termal suyun bakır değeri 0, 3. termal suyun bakır değeri 0, 4. termal suyun bakır değeri 0, 5. termal suyun bakır değeri 0, 6. termal suyun bakır değeri 0, 7. termal suyun bakır değeri 0, 8. termal suyun bakır değeri 0.04, 9. termal suyun bakır değeri 0, 10. termal suyun bakır değeri 0, 11. termal suyun bakır değeri 0, 12. termal suyun bakır değeri 0, 13. termal suyun bakır değeri 0, 14. termal suyun bakır değeri 0, 15. termal suyun bakır değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 8. termal sudur.

• **Cıva:** Geven-1 Termal suyunun cıva değeri 0.001 iken; 1. termal suyun cıva değeri 0, 2. termal suyun cıva değeri 0.054, 3. termal suyun cıva değeri 0, 4. termal suyun cıva değeri 0.0017, 5. termal suyun cıva değeri 0.0003, 6. termal suyun cıva değeri 0, 7. termal suyun cıva değeri 0, 8. termal suyun cıva değeri 0.000003, 9. termal suyun cıva değeri 0, 10. termal suyun cıva değeri 0, 11. termal suyun cıva değeri 0, 12. termal suyun cıva değeri 0, 13. termal suyun cıva değeri 0, 14. termal suyun cıva değeri 0, 15. termal suyun cıva değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 2. ve 4. termal sularıdır.

• **Çinko:** Geven-1 Termal suyunun çinko değeri 3.7 iken; 1. termal suyun çinko değeri 3.13, 2. termal suyun çinko değeri 0.29, 3. termal suyun çinko değeri 2.11, 4. termal suyun çinko değeri 3.2, 5. termal suyun çinko değeri 2.07, 6. termal suyun çinko değeri 0.22, 7. termal suyun çinko değeri 0.1, 8. termal suyun çinko değeri 0.03, 9. termal suyun çinko değeri 3.38, 10. termal suyun çinko değeri 2.86, 11. termal suyun çinko değeri 3.65, 12. termal suyun çinko değeri 1.63, 13. termal suyun çinko değeri 0.33, 14. termal suyun çinko değeri 0.06, 15. termal suyun çinko değeri 1.07'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip termal su yoktur.

• **Kadmiyum:** Geven-1 Termal suyunun kadmiyum değeri 0 iken; 1. termal suyun kadmiyum değeri 0.069, 2. termal suyun kadmiyum değeri 0.0022, 3. termal suyun kadmiyum değeri 0.005, 4. termal suyun kadmiyum değeri 0, 5. termal suyun kadmiyum değeri 0.027, 6. termal suyun kadmiyum değeri 0, 7. termal suyun kadmiyum değeri 0, 8. termal suyun kadmiyum değeri 0.007, 9. termal suyun kadmiyum değeri 0.001, 10. termal suyun kadmiyum değeri 0, 11. termal suyun kadmiyum değeri 0, 12. termal suyun kadmiyum değeri 0, 13. termal suyun kadmiyum değeri 0.003, 14. termal suyun kadmiyum değeri 0.004, 15. termal suyun kadmiyum değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 5., 8., 9., 13. ve 14. termal sularıdır.

• **Krom:** Geven-1 Termal suyunun krom değeri 0.08 iken; 1. termal suyun krom değeri 0.56, 2. termal suyun krom değeri 0.03, 3. termal suyun krom değeri 0.03, 4. termal suyun krom

değeri 0.04, 5. termal suyun krom değeri 0.01, 6. termal suyun krom değeri 0.05, 7. termal suyun krom değeri 0.02, 8. termal suyun krom değeri 0, 9. termal suyun krom değeri 0, 10. termal suyun krom değeri 0.03, 11. termal suyun krom değeri 0.02, 12. termal suyun krom değeri 0.02, 13. termal suyun krom değeri 0.02, 14. termal suyun krom değeri 0.03, 15. termal suyun krom değeri 0.1'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1. termal sudur.

•**Kurşun:** Geven-1 Termal suyunun kurşun değeri 0.2 iken; 1. termal suyun kurşun değeri 0.9, 2. termal suyun kurşun değeri 0.09, 3. termal suyun kurşun değeri 0.89, 4. termal suyun kurşun değeri 0.12, 5. termal suyun kurşun değeri 0, 6. termal suyun kurşun değeri 0.12, 7. termal suyun kurşun değeri 0.19, 8. termal suyun kurşun değeri 0.17, 9. termal suyun kurşun değeri 0.16, 10. termal suyun kurşun değeri 0.18, 11. termal suyun kurşun değeri 0.3, 12. termal suyun kurşun değeri 0.07, 13. termal suyun kurşun değeri 0.01, 14. termal suyun kurşun değeri 0, 15. termal suyun kurşun değeri 0.05'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3. ve 11. termal sularıdır.

•**Nikel:** Geven-1 Termal suyunun nikel değeri 0 iken; 1. termal suyun nikel değeri 6.88, 2. termal suyun nikel değeri 0.12, 3. termal suyun nikel değeri 0.08, 4. termal suyun nikel değeri 0.26, 5. termal suyun nikel değeri 0.28, 6. termal suyun nikel değeri 0.15, 7. termal suyun nikel değeri 0.09, 8. termal suyun nikel değeri 0.1, 9. termal suyun nikel değeri 0, 10. termal suyun nikel değeri 0.08, 11. termal suyun nikel değeri 0.09, 12. termal suyun nikel değeri 0.06, 13. termal suyun nikel değeri 0.04, 14. termal suyun nikel değeri 0.02, 15. termal suyun nikel değeri 0.04'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 10., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Antimon:** Geven-1 Termal suyunun antimon değeri 0.0017 iken; 1. termal suyun antimon değeri 0.0017, 2. termal suyun antimon değeri 0.036, 3. termal suyun antimon değeri 0.002, 4. termal suyun antimon değeri 0.0094, 5. termal suyun antimon değeri 0.0017, 6. termal suyun antimon değeri 0.0013, 7. termal suyun antimon değeri 0.0023, 8. termal suyun antimon değeri 0.0012, 9. termal suyun antimon değeri 0, 10. termal suyun antimon değeri 0.0012, 11. termal suyun antimon değeri 0.002, 12. termal suyun antimon değeri 0.003, 13. termal suyun antimon değeri 0.054, 14. termal suyun antimon değeri 0.0027, 15. termal suyun antimon değeri 0.003'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 2., 3., 4., 7., 11., 12., 13., 14. ve 15. termal sularıdır.

•**Baryum:** Geven-1 Termal suyunun baryum değeri 0.108 iken; 1. termal suyun baryum değeri 0.104, 2. termal suyun baryum değeri 0.444, 3. termal suyun baryum değeri 0.083, 4.

termal suyun baryum değeri 1.39, 5. termal suyun baryum değeri 0.101, 6. termal suyun baryum değeri 0.273, 7. termal suyun baryum değeri 0.099, 8. termal suyun baryum değeri 0.14, 9. termal suyun baryum değeri 0.37, 10. termal suyun baryum değeri 0.096, 11. termal suyun baryum değeri 0.106, 12. termal suyun baryum değeri 0.104, 13. termal suyun baryum değeri 0.101, 14. termal suyun baryum değeri 0.077, 15. termal suyun baryum değeri 0.102'dir. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 2., 4., 6., 8. ve 9. termal sularıdır.

•**Selenyum:** Geven-1 Termal suyunun selenyum değeri 0.023 iken; 1. termal suyun selenyum değeri 0.002, 2. termal suyun selenyum değeri 0.058, 3. termal suyun selenyum değeri 0.002, 4. termal suyun selenyum değeri 0, 5. termal suyun selenyum değeri 0.0024, 6. termal suyun selenyum değeri 0.00004, 7. termal suyun selenyum değeri 0.0027, 8. termal suyun selenyum değeri 0.0027, 9. termal suyun selenyum değeri 0.0008, 10. termal suyun selenyum değeri 0.001, 11. termal suyun selenyum değeri 0.004, 12. termal suyun selenyum değeri 0.003, 13. termal suyun selenyum değeri 0.0004, 14. termal suyun selenyum değeri 0.0042, 15. termal suyun selenyum değeri 0.004'tür. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 2. termal sudur.

6.2.4. Mikrobiyolojik karşılaştırma

•**Fekal Koliform:** Analiz CFU100/mL olarak yapılmıştır. Geven-1 Termal suyunun fekal koliform değeri 0 iken; 1. termal suyun fekal koliform değeri 0, 2. termal suyun fekal koliform değeri 0, 3. termal suyun fekal koliform değeri 0, 4. termal suyun fekal koliform değeri 0, 5. termal suyun fekal koliform değeri 0, 6. termal suyun fekal koliform değeri 0, 7. termal suyun fekal koliform değeri 0, 8. termal suyun fekal koliform değeri 0, 9. termal suyun fekal koliform değeri 0, 10. termal suyun fekal koliform değeri 1, 11. termal suyun fekal koliform değeri 0, 12. termal suyun fekal koliform değeri 0, 13. termal suyun fekal koliform değeri 0, 14. termal suyun fekal koliform değeri 0, 15. termal suyun fekal koliform değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 10. termal sudur.

•**Toplam Koliform Bakteriler:** Analiz CFU100/mL olarak yapılmıştır. Geven-1 Termal suyunun toplam koliform bakteriler değeri 0 iken; 1. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 2. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 3. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 4. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 5. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 6. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 4, 7. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 1, 8. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 9. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 10. termal suyun toplam koliform

bakteriler değeri 0, 11. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 12. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 13. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 14. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0, 15. termal suyun toplam koliform bakteriler değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 6. ve 7. termal sularıdır.

• **Toplam Koloni Sayısı (20 °C):** Analiz CFU/1 mL olarak yapılmıştır. Geven-1 Termal suyunun toplam koloni sayısı değeri 4 iken; 1. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 85, 2. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 3. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 28, 4. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 5. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 6. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 33, 7. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 4, 8. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 9. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 10. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 11. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 220, 12. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 280, 13. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 14. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 15. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0'dır. Karşılaştırma sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3., 6., 11. ve 12. termal sularıdır.

• **Toplam Koloni Sayısı (35 °C):** Analiz CFU/1 mL olarak yapılmıştır. Geven-1 Termal suyunun toplam koloni sayısı değeri 0 iken; 1. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 120, 2. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 3. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 210, 4. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 5. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 6. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 35, 7. termal suyun toplam koloni sayısı değeri >300, 8. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 2, 9. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 10. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 11. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 32, 12. termal suyun toplam koloni sayısı değeri >300, 13. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0, 14. termal suyun toplam sonucu Geven-1 Termal suyundan daha yüksek değere sahip 1., 3., 6., 7., 8., 11. ve 12. termal sularıdır. koloni sayısı değeri 0, 15. termal suyun toplam koloni sayısı değeri 0'dır. Karşılaştırma

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Ballinger D. G. 1979, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA, Ohio.
- [2] Benefield L. D., Judkins J., Weand B. L. 1982, Process Chemistry for Water and Waste Water Treatment, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- [3] Fine L.W., Beall H. 1990, Saunders College Publishing, London.
- [4] Saydan A. B., Saraç A. S. 1994, Genel üniversite kimyası ve modern uygulamalar, Seç Dağıtım, İstanbul.
- [5] Sienko M. J., Plane R. A. 1984, (Çev. Gündüz T., Gündüz N.), Temel kimya, Savaş Yayınları, Ankara.
- [6] Basset J., Denneyl R. C. 1983, Vogel's Text-book of Quantitative Inorganik Analysis, Longman, Londra.
- [7] Snoeyink V. L. Jenkins D. 1980, Water Chemistry, John Wiley and Sons Inc., New York.
- [8] Mortimer C.E. 1979., Chemistry A Conceptual Approach, D. Van Nostrand Company, New York.
- [9] Skoog D. A., West D. M. 1976, Fundemantals of analytical chemistry, Halt-Sounders Int. Editions, Philadelpfia.
- [10] Büyükgüngör H. 1987, Çevre ve insan, Ankara.
- [11] Çevre Bakanlığı 1995, Çevre notları, Ankara.
- [12] Doğan L. 1981, Hidrojeolojide su kimyası, DSİ, Ankara.
- [13] M. Soylak, L. Elçi, M. Doğan 1996, Determination of Trace Amounts of Cobalt In Naturel Water Samples as-(2-Thiazolylazo) Recorcinol Complex after Adsorptive Preconcentration, Anal. Lett. (Baskıda)
- [14] Kaplan L. A., Pesce A. J. 1989, Clinical chemistry, 2. Baskı, The C.V. Mosby Company, St. Louis.
- [15] Fresenius W., Quentin K. E. 1970, et al, "Untersuchung der Mineral-und Heilwasser Handbuch der Wasser Chemie", Verlag Chemie GmbH, Weinheim.
- [16] Avşaroğlu M. 1963, "Türkiye kaplıcaları ve içmeceleri kılavuzu", Güneş Matbaacılık, Ankara.
- [17] Carle W. 1975, "Die mineral und thermal wasser von mittel-europa", Wissenschaftliche Cerlagsgesellschaft MBH, Stuttgart.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- [18] Narin İ., Soylak M., Doğan M. 1996, Bazı kaplıca, içmece ve içme sularındaki lityumun atomik absorpsiyon spektrometresinin emisyon modunda tayini, Erciyes Üniv. Fen Bil. Dergisi (Baskıda).
- [19] Malkovsky M., Kagura G. (Editors) 1968, "Genesis of mineral and thermal waters", Int. Geol. Cong. Pep. Ses. 23rd., Academia Prague.
- [20] Özbey S. 1979, Şifalı sularımız, Çağ Matbaası, Ankara.
- [21] Çağlar K.Ö. 1950, Türkiye maden suları", MTA, Ankara.
- [22] Yenal O. ve ark. 1971-1976, Türkiye maden suları 1-5, İstanbul Üniv. Tıp Fak. Hidroklimatoloji Kürsüsü, İstanbul.
- [23] Aygen T. 1971, "Termal kaynakların teşekkülü ve muhtelif tipleri", İller Bankası Dergisi, 5, 21-24.
- [24] www.aydintermal.org/hakk%C4%B1nda/turkiyede-bulunan-kaplicalarin-yerleri
- [25] Ülker İ. 1978, "Kaplıca, deniz ve iklim kürlerinin temel yöntemleri", Turizm ve Tanıtma Bakanlığı Yay., Ankara.
- [26] Ülker İ. 1988, Türkiye'de sağlık turizmi ve kaplıca planlaması, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [27] Işık A., 1996, Türkiye (Kütahya) Termal ve mineralli sular envanteri, M.T.A. Yayını, Ankara, 58 s.
- [28] Anonim, 1982, KÜTAHYA, Formül Matbaası, İstanbul, 752-758 s.
- [29] Anonim, 1992, AnaBritannica, Ana Yayıncılık A.Ş., İstanbul, Cilt 12, 547-548 s.
- [30] Anonim, 1998, KÜTAHYA, Kütav Yayınları, İzmir, 22-26 s.
- [31] Özer M. N., 1997, Sulama suyu, DSİ Teknik Bülteni, 86, 33-42.