



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜLEYMANLI-ILICA (K.MARAŞ) MEVKİİ SOĞUK
SU KAYNAKLARININ İZOTOPIK VE
HİDROJEOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ**

SAMET AHMET PURDAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2017

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜLEYMANLI-ILICA (K.MARAŞ) MEVKİİ SOĞUK
SU KAYNAKLARININ İZOTOPIK VE
HİDROJEOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ

Samet Ahmet PURDAŞ

Bu tez,
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2017

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Samet Ahmet PURDAŞ tarafından hazırlanan “Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) Mevkii Soğuk Su Kaynaklarının İzotopik ve Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 01/12/2017 tarihinde oy birliği ile Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yusuf URAS (DANIŞMAN)

Jeoloji Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet ÜNSAL (ÜYE)

İnşaat Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. İsmail DİNÇER (ÜYE)

Jeoloji Müh. Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç.Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Samet Ahmet PURDAŞ



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2016/3-2 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

SÜLEYMANLI-ILICA (K.MARAŞ) MEVKİİ SOĞUK SU KAYNAKLARININ İZOTOPIK VE HİDROJEOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Samet Ahmet PURDAŞ

ÖZET

Kahramanmaraş merkezinin kuzey batısındaki Süleymanlı-Ilıca soğuk su çıkışları, Çalışma alanı için önemli su kaynağı niteliğindedir. Bu çalışmanın amacı, söz konusu soğuk su kaynaklarının hidrojeokimya, izotop jeokimyası ve tıbbi jeoloji yönünden araştırılmasıdır. Süleymanlı-Ilıca soğuk su kaynakları alt orta miyosen yaşlı kumtaşı-ara tabakalı marn ardalanmasından oluşan Kilisecik Formasyonu içerisinde çıkmaktadır. İnceleme alanı dört soğuk su kaynağından oluşmaktadır. Su kalitesine mevsimsel etkinin olup olmadığını belirlemek için bir yıl boyunca belirli dönemlerde su örnekleme yapılmıştır. Su örnekleri üzerinde çeşitli su kalitesi tayin parametreleri (sıcaklık, pH, iletkenlik, alkalinite, anyon-kasyon ölçümleri, metal derişimleri ve çözünmüş oksijen miktarı) gibi yerinde yapılan ölçümler, jeokimya analizleri ve çevresel izotop değerleri (^{18}O , ^2H and ^3H) analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar söz konusu su kaynaklarının içilebilirliğini ve sulama suyu açısından kullanılabilirliğini incelemek için kullanılmıştır. Ayrıca yapılan kimyasal analizlerin incelenmesi neticesinde soğuk su kaynağının kullanımından doğabilecek olan sonuçların tıbbi jeoloji açısından ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrojeokimya, İzotop Jeokimyası, İçme Suyu, Tıbbi Jeoloji.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Aralık / 2017

Danışman: Doc. Dr. Yusuf URAS

Sayfa sayısı: 56

**INVESTIGATION OF SULEYMANLI-ILICA (K.MARAŞ) LOCAL COLD
WATER RESOURCES AS ISOTOPIC AND HYDROGEOCHEMICAL**

(M.Sc. THESIS)

Samet Ahmet PURDAŞ

ABSTRACT

The Süleymanlı-Ilica cold waters outlets in the north western part of Kahramanmaraş are important water sources in the study area. The purpose of study is to investigate cold water sources in terms of hydrogeochemistry, isotope, geochemistry and medical geology. Süleymanlı-Ilica cold water sources come from the lower-middle miocene aged sandstone-interstratified marl intercalation in Kilisecik formation. The study area consists of four cold water sources. Water samples taken in the different terms during a year were used to determine the seasonal effect on the water quality. Different measurements were made on these water samples. For example; water quality parameters (temperature, PH, conductivity, alkalinity, anion- cation measurements, metal concentrations and solubilized, oxygen measure), geochemical analyzes and environmental isotope values (^{18}O , ^2H and ^3H) obtained results were used to examine the potability of the water resources and the usability of the irrigation water. Also, as a result of chemical analyzes, it is aimed to establish the results of the use age of the cold water source in the terms of medical geology.

KeyWords: Hydrogeochemistry, Isotope Geochemistry, Cold Water, Medical Geology.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Material Sciences and Engineering, December/ 2017

Supervisor: Associate Prof. Dr. Yusuf URAS

Page Numbers: 56

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezime finansal yönden 2016/3-2 YLS no'lu proje kapsamında destek veren Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve çalıőmamın her aőamasında sağladığı bilimsel katkılardan dolayı Doç.Dr. Yusuf URAS'a, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Öğretim üyeleri, Doç Dr. Güldemin DARBAŞ'a, Yrd. Doç. Dr. Alican KOP'a, Yrd. Doç Dr. Tamer RIZAOĞLU'na, Yrd. Doç Dr. Ahmet ÖZBEK'e ve Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencilerinden Merve PAKSOY'a tüm içtenliklerimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGE DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viivii
1. GİRİŞ	1
1.1. Konum ve Ulaşım.....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD	8
3.1. Materyal	8
3.2. Metod.....	8
3.2.1. Literatür taraması.....	8
3.2.2. Arazi çalışması	8
3.2.3. Laboratuvar çalışması	9
3.2.3.1. Fiziksel analizler.....	9
3.2.3.2. Kimyasal analizler.....	9
3.2.3.2.1. Suların kimyasal analizleri.....	9
3.2.3.2.2. Suların izotop analizleri.....	10
3.2.4. Büro çalışmaları.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	16
4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi	16
4.1. Stratigrafi.....	18
4.1.1. Dedeardıçgediği formasyonu.....	19
4.1.2. Berit metaofiyoliti	19
4.1.3. Alacık formasyonu	20
4.1.4. Kilisecik formasyonu	20
4.1.5. Atlık formasyonu.....	22
4.1.6. Tekir formasyonu	22
4.1.7. Güredin formasyonu.....	23
4.2. Yapısal Jeoloji.....	23
4.2.1. Kıvrımlar	24

4.3. Jeolojik Evrim	24
4.4. Hidrojeolojik Çevrim.....	26
4.4.1. İnceleme alanının hidrolojik durumu	27
4.5. Hidrojeokimyasal Analiz Sonuçları	30
4.6. Anyon ve Katyonların Mevcut Diyagramlarla Değerlendirilmesi	36
4.6.1. Kimyasal sınıflama.....	36
4.6.1.1. Piper diyagramı.....	36
4.6.1.2. Schoeller diyagramı.....	38
4.7. Çalışma Alanındaki Soğuk Su Kaynaklarının Kullanım Özelliğine Göre Sınıflandırılması.....	40
4.8. Çevresel İzotop Hidrolojisi	43
4.9. Su Kaynaklarının İnsan Sağlığına Etkisi	48
5. SONUÇLAR.....	49
KAYNAKLAR.....	51



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Çalışma alanındaki su kaynaklarının lokasyonları ve çalışma alanının genel görünümü.....	2
Şekil 1.2. Araştırma alanındaki soğuk su kaynaklarının genel görünümü (Süleymanlı-Ilıca) A:Halimin gölü kaynağı(ISS-1), B:Ziyaret kaynağı (ISS-2), C:Süleymanlı su kaynağı(ISS-3), D:Hacı İbrahim Uşağı Su Kaynağı(ISS-4).	3
Şekil 1.3. İnceleme alanının yer bulduru haritası	4
Şekil 4.1. Çalışma alanının jeoloji haritası ve enine kesit.....	16
Şekil 4.2. ISS-1 genel görüntü (kilisecik formasyonu).....	17
Şekil 4.3. Kilisecik formasyonundan görünüm	21
Şekil 4.4. İnceleme alanının yapısal evrimi	26
Şekil 4.5. Hidrojeolojik çevrim	27
Şekil 4.6. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının görünümü	29
Şekil 4.7. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının wilcox diyagramı	35
Şekil 4.8. Çalışma alanı su kaynaklarının ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı	36
Şekil 4.9. Süleymanlı-Ilıca mevkii suyu kaynaklarının piper diyagramı.....	37
Şekil 4.10. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının schoeller diyagramı.....	40
Şekil 4.11. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının dünya su çizgisi-akdeniz su çizgisi ve $\delta^{18}\text{O}$ oksijen- δ döteryum ilişkisi Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının trityum ilişkisi.....	47

ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. İzotopların göreceli derişim düzeyleri.....	10
Çizelge 4.1. Süleymanlı-Ilıca köylerini kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının yıllık alansal yağışları.....	28
Çizelge 4.2. Kahramanmaraş iline ait iklim verileri.....	28
Çizelge 4.3. Halimin Gölü (ISS-1) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu.....	31
Çizelge 4.4. Ziyaret (ISS-2) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu	32
Çizelge 4.5. Süleymanlı (ISS-3) bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu	33
Çizelge 4.6. Hacı İbrahim Uşağı (ISS-4) bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu...34	
Çizelge 4.7. Alınan su numunelerindeki ağır metallerin bir yıl boyunca ortalama verileri. 35	
Çizelge 4.8. Piper'a göre suların sınıflanması.....	37
Çizelge 4.9.Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının anyon katyon değerleri.....	39
Çizelge 4.10. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre genel kalite kriterleri.	41
Çizelge 4.11. TSE'nin kabul ettiğı içme suyu standartları.....	42
Çizelge 4.12. Dünya sağık örgütü (WHO)'nün kabul ettiğı sınırlar.....	43
Çizelge 4.13. Oksijen 18, döteryum, tridyum ekim ayı kurak dönem.....	45
Çizelge 4.14. Oksijen 18, döteryum, tridyum mayıs ayı yağışlı dönem.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ICP-MS	: İndüktif olarak birleştirilmiş plazma – kütle spektrometresi
pH	: Sıvıdaki hidrojen derecesi, hidrojenin gücü
DO	: Oksijen Çözünürlüğü
EC	: Elektriksel İletkenlik
PPM	: Milyonda bir birim
$\delta^{18}\text{O}$: Oksijen
δD	: Döteryum
α, β ve γ	: Alfa, Beta ve Gama
DSİ TAKK	: Devlet Su İşleri Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi
IAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
IRMS	: İzotop Oranı Kütle Spektrometresi
Frm	: Formasyon
K, G, D, B	: Kuzey, Güney, Doğu, Batı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
EPA	: Çevre Koruma Kurumu

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Süleymanlı-İlca mevkii soğuk su kaynaklarının hidrojeokimya, izotop jeokimyası ve tıbbi jeoloji yönünden araştırılması amacı ile yapılmıştır. Halimin Gölü (ISS-1), Ziyaret su kaynağı (ISS-2), Süleymanlı kaynağı (ISS-3) ve Süleymanlı 2 kaynağı (ISS-4) olarak adlandırılan 4 farklı kaynaktan sağlanmaktadır (Şekil 1.1). Süleymanlı-İlca (K.Maraş) içme suyu kaynaklarının su kalitesi parametreleri açısından incelenmesi ve bu parametrelerin bölgede yaşayan insanlar üzerindeki muhtemel halk sağlığı etkilerinin tıbbi jeolojik açıdan araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Kahramanmaraş kent merkezinin karayoluyla yaklaşık 75 km kuzeyinde yer alan Süleymanlı-İlca mevkiinin içme suyu kaynaklarının bulunduğu bölgenin genel jeolojisi, hidrojeolojisi, izotop jeolojisi, su kimyası ve tıbbi jeolojisi ile ilgili incelemeler yapılmıştır.

Çalışma alanı kaynakları Tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmiş ve bölgedeki içme suyu kaynaklarının herhangi bir sağlık sorunu oluşturacak bileşime sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Hidrojeoloji (Yeraltı suları hidrolojisi) bilimi yeraltında suların bulunuşu, dağılımı ve hareketini, jeolojik yapı içindeki gözeneklerde suyun bulunuşu ile ilgili özellikleri inceleyen bilim dalıdır. Su, canlının ve canlılığın her şeyidir. Bu nedenle susuz hayat düşünülemez. Yeryüzünün $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyor olsa da sağlık açısından risk oluşturmayacak, içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0.74 civarındadır (Akın M. ve Akın G., 2007). Yeraltı suları, suyun hidrolojik çevrimi esnasında saf H₂O olmaktan çıkar ve bünyelerine geçtiği ortamlarla ilgili yabancı maddeleri bünyelerine katarak hareket ederler. Bu maddelerin cinsi ve miktarları pek çok bağımsız etmenin etkisi altındadır. Yeraltı sularının özellikleri iklim koşullarına ve su potansiyellerine bağlı olarak değişebilir. Ayrıca yeraltı sularının çevresel izotop içeriklerinden, yeraltı suyunun kökeninin, yaşının belirlenmesi, kayaç-yeraltı suyu arasındaki ilişkiler ve beslenme alanının belirlenmesi gibi birçok hidrojeolojik sorunun (Clark ve Fritz, 1997) çözümünde de yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan "Süleymanlı-İlca (K.Maraş) Mevkii Su Kaynaklarının İzotop ve Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi" başlıklı çalışmada incelenen alandaki su kaynaklarının içilebilirlik, tarım alanında kullanılabilirliği ve halk sağlığı açısından uygunluğu araştırılmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanındaki su kaynaklarının lokasyonları ve çalışma alanının genel görünümü (Web 1, 2017)

A



D



B



B



C



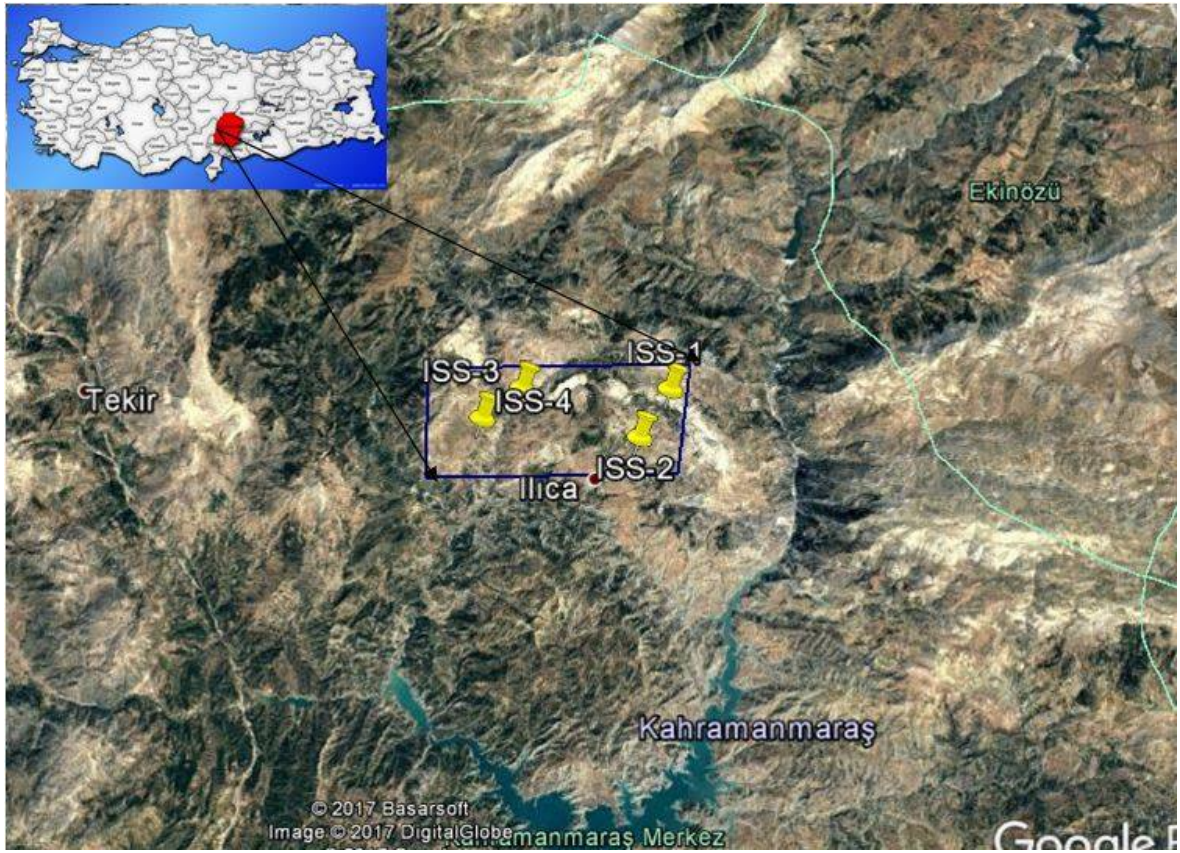
C



Şekil 1.2. Araştırma alanındaki soğuk su kaynaklarının genel görünümü (Süleymanlı-Ilıca)
A:Halimin gölü kaynağı (ISS-1), B:Ziyaret kaynağı (ISS-2), C:Süleymanlı su kaynağı (ISS3), D:Hacı İbrahim Uşağı Su Kaynağı(ISS-4).

1.1. Konum ve Ulaşım

Çalışma alanı, Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde Kahramanmaraş kent merkezinin karayoluyla yaklaşık 75 km kuzeyinde Ilıca Mevkii ve yaklaşık 6 km uzaklıktaki Süleymanlı mevkiilerini kapsamaktadır. Çalışma sahasına ait bölgenin yer bulduru haritası aşağıda verilmiştir (Şekil 1.3). Çalışma alanına yaz ve kış aylarında karayolu ile ulaşım sağlanmaktadır.



Şekil 1.3. İnceleme Alanının yer bulduru haritası (Web 1, 2017)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki çalışmalardan da incelendiği üzere bölge ve civarında suyun hidrojeo kimyasıyla ilgili, jeolojinin alt dallarına bağlı olacak şekilde birçok farklı araştırma yapılmıştır.

Şahinci (1986), Yeraltı sularının jeokimyası adlı kitabında yeraltı suları için fiziksel ve kimyasal yorumlar yapmıştır.

Ünsal ve Afşin (1999) Mahmutlu ve Bağdatoğlu mineralli termal kaynaklarının hidrokimyasal ve izotopik özelliklerini tanımlamışlardır. Bu özellikleri temel alarak Mahmutlu ve Bağdatoğlu jeotermal sistemini açıklamak için hidrojeolojik rejim düşünülmüştür. Sudaki oksijen ve döteryum izotoplarının konsantrasyonları arasındaki ilişki, dünya çapındaki meteorik su ile benzer olduğunu savunmuşlardır. Suyun jeokimyasal karakteristiklerinin değeri, bu iki termal kaynağın aynı hidrojeolojik sisteme ait olduklarını ortaya çıkartıp, hidrojeolojik sistem rezervuar taşı olarak Çevirme Formasyonu ve Kervansaray üyesi olan kırılmış kireç taşının varlığını, Deliceirmak oluşumunun ise üstü kaplayan oluşum olduğu açıklamışlardır.

Yıldırım ve Topkaya (2005) Antalya kenti yeraltı suları için içme suyu kaynaklarının kirlenme potansiyelini belirlemeye ve hassasiyet haritalarını oluşturmaya çalışmışlardır. Kentin büyüme yönünü uydu verileri ile tespit ederek, CBS yazılımına aktarmışlardır. Sonuç olarak elde ettikleri bilgileri karşılaştırarak içme sularını tehdit edebilecek faktörleri tespit etmişlerdir.

Subramani ve ark. (2005), Hindistanda yaptıkları çalışmada Chittar Havzasında yeraltı sularının hidrokimyasını içme ve tarımsal maksatlı kullanım açısından uygunluğunu belirlemek amacıyla yeraltı sularının kalitesini değerlendirmişlerdir. Birtakım fiziksel ve kimyasal parametreleri incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre baskın hidrokimyasal fasiyesi Ca-Mg-Cl, Ca-Cl ve Na-Cl olarak tespit etmişler. Yeraltı sularının acıdan sert ve tatlıya doğru, çok tuzludan tuzluya ve düşük alkalineteye sahip olduğunu tespit etmişler. Sonuç olarak yüksek toplam sertlik ve TDS'in bazı bölgelerde içme ve sulamaya uygun olmadığını ifade etmişler. Çoğu bölgelerde yeterli drenajın sağlanması ve alternatif olarak tuzluluğa dayanıklı bitki türlerinin kullanılması gibi bir takım önemlerin alınması gerektiğini savunmuşlardır.

Nas ve Berktaş (2006), Konya ilindeki yer altı sularında nitrat kirlenmesini coğrafi bilgi sistemleri (GIS) perspektifinden bakarak değerlendirmeye çalışmışlardır. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar ve üretilen haritalara göre şehir merkezinde nitrat değerlerinin artış eğiliminde olduğunu ve nitrat dağılımının derinlikle ilişkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Yeşilnacar ve Güllüoğlu (2007; 2008; 2011), Harran Ovası yüzey sulamasından sonra sığ akiferde ovanın yeraltı suyu kalitesinin boyutlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada çeşitli fiziksel ve kimyasal parametreler ölçülmüş, insan tüketimi ve tarımsal kullanımlar için hidrokimyasal olarak uygunluğu belirlemeye çalışmışlardır. Sonuç olarak; yeraltı suyu kalitesi insan tüketimi açısından ulusal ve uluslararası standartlara göre değerlendirildiğinde nitrat ve EC değerlerini sırasıyla kabul edilebilir değerler olan 50 mg/L ve 650 µS/cm değerlerinin oldukça üzerinde saptamışlardır. Nitrat değerlerinin 700 mg/L gibi, standartlarda kabul edilebilir en yüksek sınır değer (50 mg/L) çok çok üstünde olduğu ifade edilmiştir. Toplam sertlik bakımından değerlendirdiklerinde bölgedeki yeraltı suları çok sert, hidrokimyasal fasiyes açısından kalsiyum karbonat ve kalsiyum sülfatın baskın olduğu belirtilmiştir.

Arumugam ve Elangovan (2009) tarafından Coimbatore ilçesinde yapılan çalışmada yoğun tarımsal, endüstriyel ve şehirleşmenin akiferde kontaminasyonlara sebep olduğu 180 km²'lik alandan 62 örnekleme noktasından yeraltı suyu numuneleri toplanmış ve analiz edilerek major anyon ve katyonlara bakılmıştır. Birçok bölgede tuzluluk ve nitrat sonuçlarının çok yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Piper diyagramı kullanılarak hidrokimyasal fasiyes tipi tanımlanmış ve ABD tuzluluk diyagramına göre de örneklerin çoğu tuzluluğun yüksek sodyumun düşük olduğu C3S1 alanına düştüğü de tespit edilmiştir. Sonuç olarak ölçülen değerler içme suları standartlarına göre değerlendirildiğinde yeraltı sularının evsel kullanım için uygun olmadığı, ancak sulama maksatlı kullanım için uygun olduğu saptanmıştır.

Varol ve diğ. (2012), Koçlar-Sarıgözel (Kahramanmaraş Kuzeyi) arasında kalan alanın jeolojik özelliklerinin ve bölgenin geçirmiş olduğu jeodinamik evrimin ortaya konması amaçlanmıştır. İnceleme alanı Kahramanmaraş ilinin kuzeyinde yer alan merkez ilçeye bağlı Koçlar, Boybeyler, Beşen, İlica, Kertmen, Ataşlar (Dindallı) arasında kalan alan ile yakın civarını kapsamaktadır.

Arpacık (2014), Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer alan Şerefoğlu köyü mevkiinde bulunan Hopur mineralli su kaynağının hidrojeokimyasal izotop kimyası açısından tez konusunu oluşturup incelemesini yapmıştır.

Nacar (2014), Türkoğlu Orçan Bölgesi İçme Sularının Kalitesinin Araştırılması isimli yüksek lisans tezinde bölgede çeşitli su kaynaklarından alınan örnekler neticesinde içme suyunun su kalitesinin belirlenmesi için çeşitli analizler yapmış ve kaynakların içme suyu standartlarına uygun olduğunu belirtmiştir.

Güven (2015), Ilıca Kaplıcası (Kahramanmaraş) sıcak ve mineralli sularının hidrokimyasal özellikleri adlı çalışmasında, inceleme alanı termal sularının Ilıca beldesi kuzeyindeki fay boyunca açığa çıktığını, inceleme alanlarında tespit ettikleri 3 adet soğuk su kaynaklarının sıcaklıklarının 10 °C-16 °C, debilerinin 1-7 l/sn, pH larının 7-9, toplam mineralizasyonlarının ise (TDS) 100-400 ppm ve elektriksel iletkenliklerinin ise 100-600 us/cm arasında değiştini, sondaj kuyu sularının sıcaklıklarının 41 °C-49 °C arasında değiştini belirtmiştir.

Yılmaz (2017), Yedioluklar-Kozan bölgesi içme sularında yaptığı izotop analizler doğrultusunda kaynağın meteorik kökenli ve yağış sularıyla beslendiğini ortaya koymuştur. Tıbbi jeoloji açısından su kaynaklarının yeterli değerleri karşılamadığı ve bölge halkında kanser vakalarının sık sık görüldüğünü belirtmiştir.

Türkönder (2017), Fatmalı-Önsen Mevkii su kaynaklarını hidrojeokimyasal olarak incelemiş ve kaynaklardan birinin yüksek değerlerde nitrat içeriğine sahip olduğunu ve buna yönelik çalışmalar yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Dalyan (2017), K.Maraş Büyükkızılcık ve çevresinde bulunan mineralli suların hidrojeolojik anlamda değerlendirmesini yapmıştır. Su kaynaklarında nitrit, nitrat ve florür miktarı yüksek değerlerde çıkmıştır. İzotop analizler neticesinde kaynak sularının sığ dolaşımli genç sular olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Çalışma alanı Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) mevkiileri olan kaynak sularından bir yıl boyunca uygun aylarda su numuneleri alınmıştır. Bir yıl boyunca toplanan su örnekleri ile yerinde ölçümler ve laboratuvarlarda bir takım analizler yapılmış olup, su kaynaklarından alınan örneklerin analizlerine bağlı olarak tabloları, grafikleri ve haritaları hazırlanmıştır. İnceleme alanından alınan su kaynaklarının jeolojik, jeokimyasal, izotop jeokimyası ve hidrokimyasal incelemeleri yapılarak suların kökeniyle ilgili tüm özelliklerin ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca su kaynağının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu hedefe ulaşmak için analizler yapılarak içerikleri üzerinde durulmuş ve tüm veriler birlikte hesaplanmıştır.

3.2. Metod

2016-2017 yılları arasında çalışılmış olan bu tez, literatür taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak dört bölümden oluşmuştur.

3.2.1. Literatür taraması

Literatür taraması araştırmanın başından beri devam etmekte olup, internet verilerinden de yararlanılmıştır.

3.2.2. Arazi çalışması

Arazi çalışmaları 2016-2017 yılları süresince bir yılı kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her bir lokasyondan alınan su örnekleri analiz yapılmak üzere laboratuvarlara gönderilmiştir. Bununla beraber inceleme alanının jeolojik yapısı ile topoğrafik şartları değerlendirilmiştir.

Örnekleme çalışmalarında; laboratuvarında saf su ile yıkanan örnekleme şişeleri her bir numune alımında doğal su ile tekrar yıkanmıştır. Böylece şişe içinde suya bulaşabilecek yabancı maddelerin, inceleme alanından alınan su numunelerine karışması engellenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında (ICP-MS) ve ICP-OES (YSI 33 model iletkenlik ölçer (S-C-T meter), GPS, pusula, jeolog çekici ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

3.2.3. Laboratuvar çalışması

Fiziksel ve kimyasal olmak üzere laboratuvar çalışmaları 2 kısımda araştırılmıştır.

3.2.3.1. Fiziksel analizler

Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) mevkiileri içme suyu kaynaklarının kalitesi ve jeolojik açıdan incelenmesi amacıyla bir yıl boyunca farklı aylarda su örnekleri alınmıştır. Örnekleme sırasında pH, çözünmüş oksijen (DO), iletkenlik (EC), sıcaklık gibi parametreler örnekleme yerinde anlık olarak ölçülmüştür. Diğer parametrelere ilişkin analizlerinin yapılması amacıyla laboratuvara getirilen örnekler +4 °C sıcaklığında buzdolabında muhafaza edilmiştir. 1 yıllık örnekleme sonucunda 4 farklı su kaynağından toplam 16 adet su örneği alınmıştır.

3.2.3.2. Kimyasal analizler

3.2.3.2.1. Suların kimyasal analizleri

Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) mevkiinde bulunan Halimin Gölü(ISS-1), Ziyaret su kaynağı (ISS-2), Süleymanlı kaynağı (ISS-3) ve Süleymanlı 2 kaynağı (ISS-4) olarak adlandırılan kaynaklardan 500 ml ve 1000 ml poliprotan kaplara su örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde ağır metal ve anyon-kasyon analizleri, ICP-OES, ICP-MS ve IC (IonChromatography) cihazları kullanılarak ACME Analytical Laboratories(Canada) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş, ICP/MS yöntemiyle analizleri yaptırılmıştır. ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer) katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, ucuz, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz tekniğidir. Teknik elektromanyetik indüksiyonla 10,000 °K sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından örneğin iyonize edilmesi; iyonize elementlerin kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılması ve element derişimlerinin elektron çoklayıcı bir dedektör tarafından ölçülmesi aşamalarını içerir. Örnekteki tüm elementlerin derişimleri 1 ile 2 dakika arasında değişen oldukça kısa bir sürede ölçülür. ICP-MS ölçüm tekniğinde sıvı örnekler Çözelti ICP-MS, katı örnekler ise çözeltiye alınarak çözelti ICP-MS ya da doğrudan Lazer Aşındırma ICP-MS teknikleri ile ölçülebilirler.

3.2.3.2.2. Suların izotop analizleri

Gelişen teknolojiyle birlikte kimyasal maddelerin veya izotoplarının jeolojik çalışmalara kattığı destek her geçen gün artmaktadır. Radyoaktivite ölçümlerinin yüksek duyarlılığı ve yalınlığı, yeraltı suyunda bulunan izotopların en az miktarının saptanmasına olanak sağlamıştır. Bugünkü durumda, hidrojeoloji çalışmalarında yararlanılan izotoplar, özellikle duraylı izotop da dediğimiz ağır su elemanı olan ve suların yapısında bulunan hidrojen izotopu Döteryum'dur. Aynı zamanda karbon, azot, oksijen, brom, altın gibi başka kimyasal elemanların izotoplarını da izleyici olarak kullanmak olanaklıdır. Bununla birlikte, doğal izotopların dışında, yapma radyoizotopların kullanılması sırasında ortaya çıkan sağlık yönünden tehlike, izotopun yayınladığı radyasyonun cinsi, geçtiği oluşuklar içinde tutulması, iyon değişimi yaparak suda çökmesi ve benzeri gibi faktörler yüzünden hidrojeolojik araştırmalarda yararlanılabilecek yapma İzotoplar, sayıca sınırlıdır. Uzun süreli deneylerde en uygun izleyici, yapma trityum olmakla beraber, yayınladığı çok zayıf enerjili beta radyasyonunu yerinde ölçmemek ve yarılanma süresinin uzunluğu sebebiyle bazı sorunlar yaratması, ayrıca yurt dışından sağlanma güçlüğü, trityumun kullanılma alanını daraltan faktörler arasındadır (Günay, 1969).

Bir jeotermal sahanın izotop kimyası, jeotermal akışkanların kökeni, yaşı ve mola süresi, beslenme yönü, suların uğradığı fiziksel prosesler, kayaç-akışkan etkileşimi ve rezervuar hakkında bilgiler vermektedir (Palabıyık, 2006). Jeotermal araştırmalarda yaygın olarak kullanılan izotoplara ait göreceli derişim düzeyleri (Arnorson, 2000) çizelge 3.1.' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. İzotopların göreceli derişim düzeyleri (Arnorson, 2000)

İzotop	Bolluk (%)	İzotop	Bolluk (%)
¹ H	99.985	¹⁶ O	99.76
² H	0.015	¹⁷ O	0.04
³ H	10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻¹²	¹⁸ O	0.20
¹² C	98.89	³² S	95.0
¹³ C	1.11	³³ S	0.76
¹⁴ C	1.2*10 ⁻¹⁰	³⁴ S	4.22

Craig (1961) tarafından öne sürülen SMOW (standart okyanus suları ortalaması), yeryüzündeki kayaçlarda sulardan daha çok ¹⁸O ve daha az ²H (döteryum) bulunduğunu

belirtmektedir. Jeotermal suların ^2H (Hidrojen) içeriği meteorik sularla benzerlik gösterirken, ^{18}O içeriği ise meteorik sudan daha büyük değerlere sahiptir. Jeotermal akışkanın meteorik suya oranla ^{18}O içeriğindeki bu zenginleşme, artan sıcaklık ve buna bağlı olarak oluşan kayaç-akışkan etkileşimi nedeniyle sıcak akışkanın kayacı çözündürmesi (kayaçtaki ^{18}O 'in jeotermal akışkandaki daha ağır bir izotopla olan yer değişimiyle) ve jeotermal akışkandaki ^{18}O miktarının artması sonucu meydana gelir. Öte yandan, jeotermal akışkanın ^{18}O miktarındaki değişim aşağıdaki yan faktörlere de bağlı olabilir.

- Meteorik sular ve kayaçların orijinal bileşimi
- Kayacın mineralojisi
- Akışkanın mola süresi
- Tepkimenin olduğu kayaçın yüzey alanı
- Geçirgenlik ve gözeneklilik
- Sistemin yaşı
- Kayaç-su oranı
- Buharlaşma

Doğal olarak bozulmayan stabil izotoplardan jeotermal araştırmalarda en çok kullanılanlar, hidrojen izotopları (^1H , ^2H ya da D-döteryum), karbon izotopları (^{12}C ve ^{13}C), oksijen izotopları (^{16}O ve ^{18}O) ve sülfür izotoplarıdır (^{32}S ve ^{34}S).

Duraylı izotop dediğimiz oksijen-18 ve döteryum, radyoaktif olmadıkları için zamanla çürümeleleri de söz konusu olamaz. Bu bakımdan, sularda izleyici olarak kullanılmalarıyla önem kazanan bu izotoplara detaylı izotoplarda denilmektedir.

Duraylı izotoplardan yeraltı suyu çalışmalarında köken saptanması için yararlanılır. Beslenme alanında yağışlardan alınan numuneyle havzadaki yeraltı suyundan alınan numunelere alt değerler (^2H ordinat, ^{18}O apsis olarak bir grafik hazırlandığında) aynı doğru üzerinde bulunur. Buharlaşmış sular grafikte pozitif yönüne doğru büyür. Genellikle bir bölgedeki yağışlara ait duraylı izotop değerleriyle yeraltı suyuna ait izotop değerleri, eğer suların kökeni aynı ise grafikten anlaşılır. Ayrıca yeraltı suyuna buharlaşma etkisi olup olmadığı karışma varsa bunun oranı bu çeşit çalışmalar sonucunda aydınlığa çıkmaktadır (Günay, 1969).

Duraylı izotopların özellikleri şunlardır:

- a) Deniz suyu, ağır izotoplar yönünden zengin olup, izotopik bileşime sahiptirler.
- b) Tatlı sular, ağır izotoplar yönünden deniz suyundan daha düşük değerlerdedirler.
- c) Deniz suyunun $\delta^{18}\text{O}$ ve δD bileşimleri genellikle paralel olarak değişir.
- d) Yağışlardaki ağır izotop miktarı, deniz dikeyinden yükseldikçe azalır.
- e) Tatlı sulardaki ağır izotop bileşimi enlem ve yüksekliğin artmasıyla azalır.

Dünyada yağışların (kar, yağmur) çoğu okyanuslardaki buharlaşma sonucu gelişmektedir. Dünya çapındaki yağışlara ait $\delta^{18}\text{O}$ ve δD bileşimleri çizgisel olarak korele edilebilmekte ve Küresel Meteorik Su Doğrusu (GMWL- Global Meteoric Water Line) adı verilen bir doğru boyunca dağılım göstermektedirler. GMWL' na ait denklem (Denklem 3.1) aşağıda gösterilmektedir (Craig, 1961).

$$\delta\text{D} = 8 * \delta^{18}\text{O} + 10 \quad (3.1)$$

Lokal yağışlara ait izotop bileşimlerinin bu meteorik su doğrusu civarındaki konumları sıcaklığa, yağış miktarına, denizden uzaklığa (karasal etki), yüksekliğe ve enleme bağlıdır. Meteorik suların izotopik bileşimleri (δD ve $\delta^{18}\text{O}$ değerleri) yıllık ortalama hava sıcaklığına bağlı olarak değişim sergilemekte, sıcaklık düştükçe suların ağır izotop/hafif izotop oranları artmaktadır (Dangsgaard, 1964). Yağış miktarı ile ilişkili olarak, yoğun yağışlar daha negatif δD ve $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine neden olmaktadır. Karasal etkide ise; okyanus kıyısından uzaklaştıkça yağışların izotopik bileşimleri daha negatif değerler göstermekte, kalan yağış karaya doğru ilerledikçe arta kalan hava kütlesi hafif izotoplar bakımından zenginleşmektedir. Yükseklik etkisinde ise, bulutlar dağlara doğru yükseldikçe ağır izotoplar azalmakta ve kalan yağış izotopik olarak hafiflemektedir. Bu etki kaynak ve kuyulara ait δD ve $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinden beslenme yüksekliğinin tahmininde kullanılmaktadır (Mazor, 1997). Enlem etkisinde ise enlem arttıkça meteorik suların δD ve $\delta^{18}\text{O}$ değerleri düşmektedir.

Meteorik su doğrusundan sapmalar:

- a) buharlaşma-yoğunlaşma,
- b) su-kayaç etkileşimi,
- c) meteorik olmayan sular ile karışma (fosil sular, metamorfik sular, magmatik sular) gibi süreçlere işaret edebilmektedir (Albu vd.1997).

Buharlaşma süresince izotopik ayrımlaşma gerçekleşmektedir. Hafif izotoplar buhar (gaz) fazına ayrışmakta, ağır izotoplar ise artık sıvı fazında kalmaktadır. Sonuç olarak, buharlaşma suyun bileşimini daha pozitif δD ve $\delta^{18}O$ değerlerine doğru değiştirmektedir. Yoğunlaşmada ise tam tersi bir durum söz konusudur. Suyun bileşimi daha negatif δD ve $\delta^{18}O$ değerlerine doğru yönelmektedir (Mazor, 1997).

Su-kayaç etkileşimi genelde yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Hidrojen kayaçların ana elementlerinden birini temsil etmediğinden, su-kayaç etkileşimi süresince suların $2H/1H$ oranlarında önemli boyutta değişimler gözlenmemektedir. Ancak, oksijen kayaçları oluşturan ana elementlerden birini temsil ettiğinden ve ayrıca kayaçların genelde ağır oksijen izotopu bakımından daha zengin olmasından ötürü, su-kayaç etkileşimi suyun bileşimini daha pozitif $\delta^{18}O$ değerlerine doğru yöneltmektedir. Bu duruma "Oxygen shift" adı verilmektedir. Özellikle yüksek sıcaklığa sahip jeotermal akışkanlarda bu durum gözlenmektedir.

Karışım olayları göz önüne alındığında ise 5 ana kaynak mevcuttur:

- 1) meteorik sular (yağış, gl, nehir),
- 2) okyanus suyu,
- 3) formasyon (fossil) suyu,
- 4) metamorfik su (metamorfizma sürecinde salınan metamorfik sular),
- 5) magmatik su

Bu bileşenlerin hepsi belirgin izotopik bileşimlere sahiptir. Bu bileşenlerin kendilerine özgü izotopik bileşimleri, jeotermal suların kaynağını belirlemede verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Jeotermal sular tek bir kaynağa sahip olabileceği gibi farklı kaynaklardan türeyen suların karışımından da oluşabilir. Uzun yıllar boyunca jeotermal suların magmatik veya metamorfik-magmatik katkılı sular olduğu düşünülmüştür. Ancak, son yıllarda birçok jeotermal sahada gerçekleştirilen izotopik çalışmalar, jeotermal suların genelde meteorik kökenli olduğunu ve yeraltındaki derin dolaşımları süresince jeotermal gradyan etkisi altında ısındıklarını göstermiştir.

Sonuç olarak Oksijen ve Hidrojen izotopları suların kökenlerinin belirlenmesinde, kayaç-akışkan etkileşimlerinin tayininde, yeraltındaki ani basınç düşmelerine bağlı kaynama-buharlaşma süreçlerinin belirlenmesinde, farklı akiferlerden ve/veya farklı

kaynaklardan gelen suların karışımlarının tayininde ve jeotermal kaynaklara ait beslenme yüksekliklerinin tahmininde başarı ile kullanılmaktadır.

Radyoaktif izotoplar ise, α , β ve γ partiküllerinin yayınımlarıyla bozunurlar ve jeotermal araştırmalarda daha çok jeotermal akışkanın yaşı ve mola süresini belirlemede ve izleyici testlerinde kullanılırlar. Radyoaktif izotoplar arasında, jeotermal çalışmalarda en çok kullanılanlar ise hidrojen izotoplarından ^3H (T-trityum), iyot izotoplarından ^{131}I ve radon izotoplarından ^{222}Rn 'dir. Jeotermal araştırmalardaki izotoplar, genellikle izotop oranları şeklinde ifade edilir. İzotop oranı belirlenirken, izotop örneği iyi bilinen ve analiz edilen bir standarda göre oranlanır.

Bu oran aşağıdaki bağıntıyla (Denklem 3.2) ifade edilebilir:

$$(R_x - R_{std}) / R_{std} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki bağıntıda R_x ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ vb) alınan izotop örneğinin oranını, R_{std} ise standart örneğin izotop oranını simgelemektedir ve R_x simgesindeki x, daima en ağır izotopla simgelenir (^{18}O vb). İzotop oranlarının ölçümünde kolaylık sağlaması açısından, izotop oranlarının birimi ppt (‰, binde bir) olarak belirtilir ve yukarıda verilen bağıntı, aşağıdaki (Denklem 3.3) şekilde tekrar düzenlenebilir (Palabıyık, 2006).

$$\delta x (\text{‰}) = [(R_x / R_{std}) - 1] * 1000 \quad (3.3)$$

Trityum, doğal veya yapma olarak radyoaktif izleyicilerin en önemlilerinden biridir. Trityum radyoaktif beta ışını yayar ve yarılanma süresi 12,43 yıldır (Palabıyık 2006). Trityumun yağışlarda ağarması, başlıca iki kaynaktan beslenmesi ile edilir.

Birincisi doğal olan bir olay sonucu olup, atmosferde nötronların kozmik ışınların etkisi sonucu azot bombalamasıyla oluşur.

İkincisi yapma trityum olup, 1952 yılından beri yapılan termonükleer denemeler sonucu atmosfere yayılmıştır. Trityum, trityum birimi denilen ve (T.U.) ile gösterilen bir birim ile ifade edilir. Trityum değerlerinin hidrojeolojide kullanılması genellikle suların yaşının bulunması şeklinde olur. Ayrıca yeraltı suyu bölgesel hızının da saptanması mümkün olmaktadır. Bunun için radyoaktif çürüme denklemi, yağış sularının yeraltına süzülükten sonra geçen zamanı (yeraltı suyunun yaşını) saptamak için kullanılır. Kuzey yarımkürede 1952 yılından beri yapılan termonükleer denemeler ile oluşan trityum, yeraltısularının yaşları hakkında genel bilgiler sunabilmektedir. Yeraltısu trityum içermiyorsa veya 0.5 TU' dan daha az trityum içeriyorsa, bu durum yeraltısuyunun nükleer

denemeler öncesi (- 1952) yağışlar ile beslendiğini göstermektedir. Yeraltısuyu 0.5 TU' dan daha yüksek trityum içeriyorsa, bu suların nükleer denemeler sonrası gerçekleşen yağışlar ile karıştığı düşünülmektedir (Mazor, 1997).

Trityumun özellikleriyle ilgili yönleri şunlardır:

- a) Yağıştaki trityum derişimi yükseklikle artar.
- b) Enlem etkisi küçük ölçüde görülür.
- c) Deniz sahillerindeki alanlarda iç kısımlara göre trityum değeri daha küçüktür.
- d) Deniz suyunun trityum değeri çok düşüktür. Deniz kıyısından başlayarak yükseldikçe trityum değeri artar.

Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) mevkiinde bulunan Halimin Gölü(ISS-1), Ziyaret su kaynağı (ISS-2), Süleymanlı kaynağı (ISS-3) ve Süleymanlı 2 kaynağı (ISS-4) olarak adlandırılan kaynaklardan yılın belli dönemlerinde örnekler alınmıştır. Bu örnekler, DSİ TAKK Dairesi İzotop Laboratuvarlarında IAEA deney standartlarında Trityum (^3H) ve IRMS metodu kullanılarak Oksijen-18 (^{18}O) ve Döteryum (^2H) analizleri yapılmıştır. Oksijen ve Hidrojen izotopları suların kökenlerinin belirlenmesinde, kayaç-akışkan etkileşimlerinin tayininde, yeraltındaki ani basınç düşmelerine bağlı kaynama-buharlaşıma süreçlerinin belirlenmesinde, farklı akiferlerden ve/veya farklı kaynaklardan gelen suların karışımlarının tayininde ve yeraltı sularının yaşları hakkında genel bilgiler elde edebilmek için bir sonuca varılmıştır.

3.2.4. Büro çalışmaları

Büro çalışmaları; arazi verilerinin yorumlanması, konu ile ilgili olarak yapılmış önceki çalışmaların literatür taramaları, internette çalışma ile ilgili bilgilerin araştırılması ve tez yazma aşamalarından teşekkül etmektedir.



Şekil 4.2. ISS-1 Genel Görüntü (Kilisecik Formasyonu)

Arabistan ve Anadolu levhalarının birbirleri ile kenetlendiği bir alanda yer alan Kahramanmaraş ili ve civarı, kıta kıta çarpışmasına bağlı olarak meydana gelen çok önemli jeolojik olaylar nedeniyle jeolojik açıdan oldukça karmaşık bir konuma sahiptir. Bu nedenle yerbilimleri çalışmaları açısından oldukça cazip bir konumda olan bölgede, genel olarak, üst Kretase’de Neotetis okyanusunun kapanması ile ilişkili bir deformasyon evresi, Eosen’de ise kıta kıta çarpışmasına bağlı ikinci bir deformasyon evresi gözlenmektedir. Ayrıca, kıta-kıta çarpışması sonrasında Arap levhasının kuzeye doğru devam eden hareketi, bölgede Miyosen döneminde yeni bir sıkışma rejiminin ve bu rejime bağlı olarak da geç Maestrihtiyen–erken Miyosen arasında çökelen kayalarda büyük fay ve kıvrımlar oluşturacak şekilde yoğun deformasyonların meydana gelmesine neden olmuştur. Bu çalışmada inceleme alanı olarak seçilen bölge yukarıda açıklanan farklı deformasyon dönemlerini ve bu dönemlere ilişkin kayaç topluluklarını temsil etmesi açısından kilit bir konuma sahiptir. İnceleme alanı, Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 75 km kuzeyinde yer almakta ve 1/25.000 ölçekli Gaziantep M37-b3 ve Gaziantep M37-b4 pafta sınırlarında kalmaktadır.

İnceleme alanında morfolojik açıdan, kuzeyindeki Berit dağı ve doğusundaki Engizek dağı gibi yüksek dağların uzantısı olan daha küçük dağ ve tepeler ile onları kesen derin akarsu vadileri gözlenmektedir. İnceleme alanındaki başlıca yükseltiler Atlık dağı (2088m), Ayar tepe (1643m), Kızılkaya tepe (1512), Kale tepe (1412m), Karagedik tepe (1388m), Ayvacık tepe (1332m), Büyükçat tepe (1285m), Büyük tepe (1201m), Demirkapı tepe (1162m), Yılanlık tepe (1054m), Çamsöken tepe (1034m), Yazlak tepe (946m)'dir. Ceyhan nehri inceleme alanındaki en büyük akarsu, bu nehir üzerine kurulu olan Menzelet barajı ise en büyük durgun su alanıdır (Varol ve diğ. 2012).

Tipik Akdeniz iklimi etkisi altında olan inceleme alanında yazlar kurak ve sıcak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Sarp topografik yapısı nedeniyle uygun tarım alanları bulunmayan bölgede, yöre halkı çoğunlukla hayvancılık ve bağcılıkla geçimini sağlamaktadır (Varol ve diğ. 2012).

4.1. Stratigrafi

İnceleme alanının görünür tabanını oluşturan Berit napı içerisinde en altta şeyl, kilitaşı ve kumtaşı litolojilerinden oluşan erken–orta Miyosen yaşlı Kilisecik formasyonu (Tk) bulunmaktadır. Beşen doğusunda geç Jura-erken Kretase yaşlı Berit Metaofiyoliti (Kbe) tarafından tektonik olarak üzerlenen Kilisecik formasyonu üzerine çalışma alanının güney bölümlerinde çakiltası, kumtaşı ve kilitaşlarından oluşan orta-geç Miyosen yaşlı Güredin formasyonu (Tg) uyumsuz olarak gelmektedir. Berit napını oluşturan bu birimler Beşen doğusunda Dedeardıçgediği napı tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tanımlanan alanda, Dedeardıçgediği napının tabanında yer alan ve başlıca dolomit, rekristalize dolomit ve kireçtaşı litolojilerinden oluşan Triyas yaşlı Dedeardıçgediği formasyonu (TRd) Berit napı içerisinde yer alan geç Jura-erken Kretase yaşlı Berit Metaofiyolitini (Kbe) tektonik olarak üzerlemektedir. Dedeardıçgediği formasyonu üzerinde tabanda bol Nummulites fosilli seviyelerle başlayıp üste doğru çakiltası, kumtaşı ve kilitaşı olarak devam eden geç Eosen-erken Miyosen yaşlı Alacık formasyonu (Tal) yer almaktadır. Alacık formasyonunun üzerine şeyl, kilitaşı ve kumtaşından oluşan erken–orta Miyosen yaşlı Kilisecik formasyonu (Tk) uyumsuz olarak gelmektedir. Kilisecik formasyonu üzerine Atlık Dağı civarında bol alg ve mercan fosilli kireçtaşlarından oluşan orta Miyosen yaşlı Atlık formasyonu (Ta), Sorkun mahallesi civarında ise orta-geç Miyosen yaşlı Tekir formasyonu (Tte) gelmektedir. Atlık formasyonu ise başlıca

çakıltaşlarından oluşan orta-geç Miyosen yaşlı Tekir formasyonu (Tte) tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir. İnceleme alanında iki nap dilimi içerisinde yüzeyleyen litostratigrafi birimlerinin genel özellikleri yaşlarına göre sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

4.1.1. Dedeardıçgediği formasyonu

İnceleme alanında genel olarak sarp ve kayalık görünümü, oluşturduğu çok dik yarıları ve gri rengiyle karakteristiktir. Çalışma alanın kuzeydoğusunda geniş yüzlekler sunan birim, başlıca kireçtaşı-dolomit ve rekristalize dolomitlerden oluşmuştur. Birimin taban seviyelerinde dolomit ve rekristalize dolomitler ile bindirme sınırına yakın yerlerde mermerleşme görülmektedir. Üst seviyelerde ise daha çok kireçtaşı litolojisi hakimdir. Birim içerisindeki kireçtaşları; ayrışmış yüzeyi grimsi-bej, taze kırık yüzeyi ise açık kırmızı-bej ve pembemsi renklidir. Sert ve sağlam yapıda olan kireçtaşları masif görünümlüdür Dolomit ve rekristalize dolomit düzeyinin; ayrışmış yüzeyi koyu gri, taze kırık yüzeyi ise siyah renklidir. Genel olarak masif bir görünüm sunan bu düzey çatlaklı, kırıklı, sert ve dayanımlıdır. Dedeardıçgediği formasyonunu bölgesel ölçekte değerlendiren (Baydar ve Yergök) altındaki ve üstündeki fosil içeren birimlere dayanarak birimin yaşının geç Permien ile orta Triyas arasında olması gerektiğini öne sürmüştür. Ancak inceleme alanında Permien yaşına ilişkin kayaç ve fosil topluluğu bulunmadığı için birime Triyas yaşının verilmesi uygun görülmüştür. Dedeardıçgediği formasyonu inceleme alanında Berit metaofiyoliti üzerinde tektonik konumlandırılır. Üzerine ise, Elsen mahallesi civarında Kilisecik formasyonu, Eleman mahallesi civarında ise Alacık formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir (Baydar ve Yergök 1996)

4.1.2. Berit metaofiyoliti

Berit metaofiyoliti ismi ilk kez Berit Dağı'ndaki metamorfik ofiyolitler için kullanılmıştır (Perinçek ve Kozlu 1984). Birim içerisinde genel olarak sedimanter ve metamorfik kayaçların oluşturduğu farklı bloklar gözlenmektedir. Bu bloklar genellikle mikritik kireçtaşı, kristalize kireçtaşı, çakıltaşı, kuvars ve mikaşitlerden oluşmaktadır. Birim genel olarak içerdiği peridotit, gabro, diyabaz ve dayklardan oluşan kayaç topluluğu nedeniyle düzenli bir ofiyolitik seri konumundadır. İnceleme alanında başlıca; diyabaz, mikaşit, gri-yeşil renkte aşırı derecede bozunmuş gnayslar şeklinde değişen litolojiler sunan Berit metaofiyoliti, genel olarak ayrışmış yüzeyi; yeşil-açık yeşil-kırmızıkahverengi,

taze kırık yüzeyi ise koyu yeşil-koyu kırmızı renkli, oldukça sert-sağlam yapılı, bol kırıklı çatlaklı ve çatlakları genellikle kalsit dolgulu olarak gözlenmektedir.

Birimin Dedeardıçgediği formasyonu ile olan dokanağında yoğun kataklastik deformasyon izleri gözlenmektedir.

Bölgeye ilişkin önceki çalışmalarda birime geç Jura-erken Kretase (Perinçek ve Kozlu 1984) ve geç Kretase (Gözübol ve Gürpınar 1980) yaşları verilmiştir. Varol ve diğ. 2012 tarafından da birim için geç Jura–erken Kretase yaşı kabul edilmiştir.

İnceleme alanında erken–orta Miyosen yaşlı Kilisecik formasyonunu tektonik olarak üzerleyen Berit metaofiyoliti üzerine, yine tektonik konumlu olarak Dedeardıçgediği formasyonu gelmektedir (Varol ve diğ. 2012).

4.1.3. Alacık formasyonu

Alacık formasyonu ismi ilk kez Göksun ilçesi Helete nahiyesi civarında yüzeyleyen geç Eosen yaşlı alacalı kırıntılı çökeller için kullanılmıştır (Erdoğan 1975). Birim tabanda bol Nummulites fosilli seviyelerle başlayıp, üste doğru ince- orta tabakalı çakıltaşları ve kumtaşları en üstte ise kıltaşları ile devam etmektedir. Çakıltaşları; grimsi yer yer kırmızımsı renkli, dolomit, radyolarit, ofiyolit ve kireçtaşlarından türeme, köşeli ve ince-orta tanelidir. İnce, orta tabakalı yer yer kumtaşı ara bantlı, bol çatlaklı ve kırıklıdır. Kumtaşları; gri renkli kaba tanelidir. Genellikle ofiyolit, dolomit, kireçtaşı ve radyolaritten türeyen taneler köşelidir. Birim çok kırıklı çatlaklı; çatlaklar çoğunlukla kalsit dolguludur. Kıltaşları ise mavimsi gri renkli, ince tabakalı yer yer kumtaşı ara bantlıdır. Alacık formasyonuna geç Eosen-erken Miyosen yaşı verilmiştir (Darbaş ve Gül 2006).

Alacık formasyonu; Dedeardıçgediği formasyonunu açısız uyumsuzlukla örtmekte olup, üzerine ise Kilisecik formasyonu açısız uyumsuzlukla gelmektedir (Varol ve diğ. 2012)

4.1.4. Kilisecik formasyonu

Kilisecik mahallesinde yüzeyleyen marn, şeyl ve kumtaşı litolojileri için ilk kez Kilisecik formasyonu adı kullanılmıştır (Gül 2000). Tabanda şeyller ile başlayan formasyon; daha yukarıda marn, kumtaşı aralanması şeklinde devam etmektedir. Yazlak tepe mevkiinde ise yaklaşık 10 m kalınlığında kireçtaşı tabakası seviyesi gözlenmiştir. Formasyon içerisindeki şeyller, ayrışmış yüzeyi sarımsı yeşil, taze kırık yüzeyi mavimsi

yeşil renkli, ince-orta tabakalı, genelde kıymıksı kırık yer yer kaotik görünümlüdür. Marnlar ise ayrıışmış yüzeyi sarımsı yeşil, taze kırık yüzeyi açık-koyu yeşil renkli, ince-orta tabakalı, orta sertlikte, dairesel kırıklıdır. Formasyon içerisindeki kumtaşları ise ayrıışmış yüzeyi kırmızımsı sarı, taze kırık yüzeyi açık yeşil renkli, ince tabakalı, bol çatlaklı-kırıklı, çatlakları genellikle kalsit dolgululu ve orta sertliktedir. Kumtaşı, marn ve şeyl litolojilerinin ardalanim gösterdiği birim içerisinde yer yer slump yapıları gözlenmiştir. Değişik düzeylerinde tanımlanan *Miogypsina* sp., *Elphidium* sp., *Orbulina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Globorotalia* sp., gibi fosillere göre birime erken-geç Miyosen (Gözübol ve Gürpınar 1980), kiltası düzeylerinden tanımlanan *Globigerinoides trilobus* Reuss, *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny), *Globorotalia obesa* Bolli, *Orbulina universa* d'Orbigny, gibi fosillere göre ise birime erken orta Miyosen (Gül ve diğ. 2005) yaşı verilmiştir. Alacak formasyonunu açısız uyumsuzlukla örten Kilisecik formasyonu üzerine uyumlu olarak Sorkun mahallesinde Tekir formasyonu, Atlık dağında ise Atlık formasyonu gelmektedir. Beşen köyü doğusunda ise Berit metaofiyolitleri Kilisecik formasyonunu tektonik olarak üzerlemektedir. Çalışma alanımızdaki kaynak suları da kilisecik formasyonu içerisinde çıkmaktadır.



Şekil 4.3. Kilisecik Formasyonundan görünüm

4.1.5. Atlık formasyonu

Krem renkli, kalın tabakalı, yer yer masif görünümlü kireçtaşı litolojisi Lice formasyonunun Atlık üyesi ve Yenice kale formasyonunun Parpiyayla kireçtaşı üyesi (Baydar ve Yergök 1996) olarak tanımlanmıştır. Önceki çalışmalarda birimin genel olarak; kireçtaşlarından oluştuğu ve yanal yönde zaman zaman kumlu karbonatlara ve zaman zaman da marnlara, daha üstte ise marn kireçtaşı ardalanmasına geçiş gösterdiği belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ. 1988). Bu nedenle ilk kez bu çalışmada Atlık dağında yüzeyleyen bol alg ve mercan fosili içeren kireçtaşı birimi için Atlık formasyonu adı kullanılmıştır.

Atlık formasyonu; ayrılmış yüzey rengi grimsi bej, taze kırık yüzeyi; bej renkli, orta- kalın tabakalı yer yer masif görünümlü, sert dayanımlı, çatlaklı ve kırıklı çatlak ve kırıklar kalsit dolgulu, sparitik dokulu bol alg ve mercan fosilli resifal kireçtaşlarından oluşmaktadır. Atlık formasyonu için önceki çalışmalarda; bentik ve plantik foraminifer topluluğuna göre orta Miyosen *Orbulina* sp., *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *Textulariidae* sp., *Ataxophragmidiidae*, *Algae* fosillerine göre orta Miyosen, *Amphistegina* cf *lessoni* d'Orbigny, *Operculina complanata* Defrance, *Pararotalia* sp, *Austrotrillina howchina* (Schlumberger), alg, mercan ve *Ostrea* fosillerine göre de Burdigaliyen (erken Miyosen) yaşı saptanmıştır. Tüm bu veriler ışığında bu çalışmada birime erken-orta Miyosen yaşı uygulanmıştır.

Kilisecik formasyonu üzerinde uyumlu konumda olan Atlık kireçtaşı üzerine yine uyumlu olarak Tekir formasyonu gelmektedir (Varol ve diğ. 2012).

4.1.6. Tekir formasyonu

Tekir köyü ve civarında en iyi yüzeylemeleri gözlenen çakıltaşları için Tekir formasyonu adı kullanılmıştır (Gül 2000). Genel olarak gri renkli, sert dayanımlı, orta- kalın tabakalı olan birim içerisindeki çakıllar ofiyolit, dolomit, radyolarit ve kireçtaşından türemiştir. 2-25 cm arasında değişen boyuta sahip taneler çoğunlukla iyi yuvarlaklaşmıştır. Orta-ince boyutta kum matriksli olan birim genelde tane destekli yer yer ise matriks desteklidir. Stratigrafik olarak, orta Miyosen yaşlı Atlık kireçtaşı üzerine uyumlu olarak gelmesi nedeniyle birimin yaşının orta-geç Miyosen olabileceği söylenebilir. Tekir formasyonu giderek sıklaşan bir ortam içerisinde, fan-delta oluşabilecek bir su altı havza yamacında çökelmiş olmalıdır (Yılmaz ve diğ. 1988).

4.1.7. Güredin formasyonu

Genel olarak, moloz çökelleri, kumlu konglomeratik kanal çökelleri ve kıltaşı-kumtaşı ardalanmalarından oluşan litolojiler için Güredin formasyonu adı kullanılmıştır (Gül 2000). İnceleme alanında birimin tabanında çakıltaşları gözlenmektedir. Ofiyolit, dolomit, kireçtaşı ve şiştlerden türeyen çakıltaşları; çoğunlukla kahverengi-kırmızı, karbonat çimento ve matriksin yoğunlaştığı düzeylerde ise yeşil renklidir. Genellikle yuvarlak ve orta-kaba boyutlu tanelerden oluşan bu düzeyde iyi derecelenme ve kötü boylanma gözlenmektedir. Orta dayanımlı olan ve çatlak-kırık içermeyen çakıltaşları daha yukarıda kumtaşlarına geçiş göstermektedir. Kumtaşları; ayrılmış yüzeyi kırmızı, taze kırık yüzeyi yeşilimsi gri renkli, genellikle orta, yer yer ince tabakalanmalı, orta sertlikte, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Kumtaşı düzeyi yanal ve düşey yönde kıltaşlarına geçiş göstermektedir. Kıltaşları ise ayrılmış yüzeyi sarımsı yeşil, taze kırık yüzeyi yeşil renkli, ince tabakalanmalı, düşük dayanımlı ve bazı bölgelerde kıymıksı kırıklıdır. Güredin formasyonu içerisinde derlenen örneklerden elde edilen; *Globobulimina pupoides* Cushman, *Globobulimina pyrula* Cushman, *Haplophragmodies* sp., *Valvulineria complanata*, *Orbulina suturalis* Bornnemann, *Orbulina universa* d'Orbigny, *Globigerinoides* sp., *Globigerinoides obliquus* Bolli, *Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny), *Globorotalia continua* Blow, *Globigerina woodi-aperture* Jenkins, *Globigerina praebulloides* Blow, *Uvigerina flinti* (Bowerbank), *Uvigerina anberiana* d'Orbigny, *Eponides* sp., *Cibicides* sp., *Bulimina inflata* (Esper), *Sigmoilopsis celata* (Costa), *Globigerina falconensis* Blow fosil topluluğuna dayanılarak birime orta-geç Miyosen yaşı verilmiştir (Kırdan 2004).

4.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı içerisinde genel olarak yüksek eğim nedeniyle düşey olarak nitelendirilebilecek faylar bulunmaktadır. Bu faylar çoğunlukla inceleme alanının kuzey bölümünde Atlık dağı civarında ve Beşen doğusunda gözlenmektedir. Genel olarak, Atlık dağı civarında KB-GD, Beşen doğusunda ise KD-GB ve yaklaşık D-B uzanımlı ana faylar gözlenmiştir Atlık dağı'nın doğu ve batı yamaçlarındaki faylar; basamaklar şeklinde gelişmiş olup, Atlık formasyonuna ait litolojileri kesmişlerdir. Kızılkaya tepe batısından Beşen'e doğru KB-GD yönünde uzanım gösteren fay; Alacık, Kilisecik ve Dedeardıçgediği formasyonları ile Berit metaofiyolitini kesmektedir. Yine Kızılkaya tepede Atlık dağı'nın batı yamacındaki fayın uzantısı olduğu düşünülen ve Alacık ile Dedeardıçgediği formasyonlarını kesen KB-GD uzanımlı bir fay belirlenmiştir. Yazlak

tepe güneyinde Kilisecik formasyonu ve Berit metaofiyolitini kesen yaklaşık D-B uzanımlı iki fayın olduğu gözlenmiştir. İnceleme alanının KB'sında yer alan ve termal kaynaklarıyla bilinen Ilica Mahallesi civarında, Kilisecik formasyonunu kesen D-B uzanımlı düşey bir fay belirlenmiştir. Bölgedeki sıcak suların yüzeye çıkmasında, tanımlanan fayın etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir. Genel olarak inceleme alanında D-B yönlü fayların en yaşlı, KB-GD ve KD-GB yönlü fayların ise eşlenik ve en genç faylar olduğu söylenebilir (Varol ve diğ. 2012).

İnceleme alanında yukarıda tanımlanan fayların dışında, Beşen doğusunda DGD-BKB uzanımlı bir bindirme hattı ile Berit metaofiyolitinin Kilisecik formasyonu üzerine, Dedeardıçgediği formasyonunun ise Berit metaofiyoliti üzerine tektonik olarak yerleştiği gözlenmiştir (Varol ve diğ. 2012).

4.2.1. Kıvrımlar

Çalışma alanının güney bölümünde Güredin formasyonu içerisinde belirgin kıvrım grupları gözlenmektedir. Bu kıvrımların başlıcaları, Boybeyler mahallesinin batısında İncirliğedik tepe ve Kızıldamlar tepe arasında KB-GD gidişli olan senklinal, bu senklinalin kuzeyinde Binektaş tepenin güneybatısından başlayarak KB-GD yönünde uzanan ve son olarak biraz daha kuzeybatıda Yücekah tepede bir önceki antiklinalin devamı olduğu düşünülen yine KB-GD gidişli antiklinaldir (Varol ve diğ. 2012).

4.3. Jeolojik Evrim

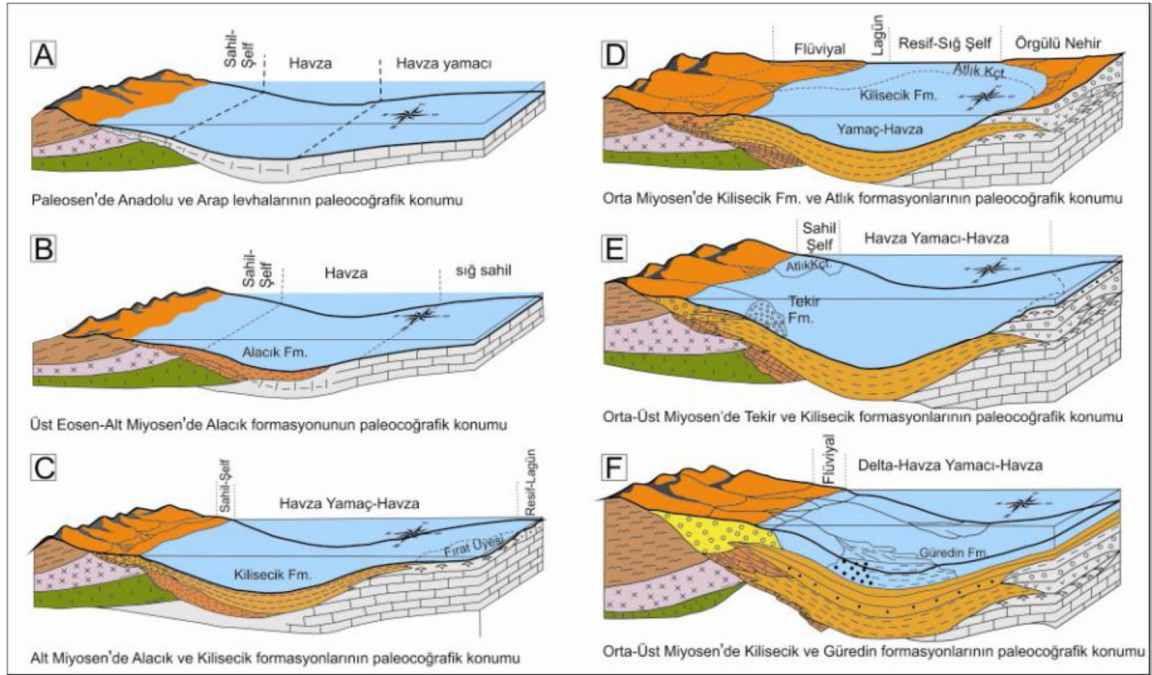
Arabistan ve Anadolu levhalarının birbiri ile kenetlendiği bir kuşakta yer alan inceleme alanında genel olarak Triyas-Kuvaterner yaş aralığını temsil eden litostratigrafi birimleri yüzeylemektedir. Bölgede yüzeyleyen kayaların üst Kretase, Eosen ve Miyosen dönemlerinde yoğun deformasyonlar etkisinde kaldığı bilinmektedir. Ancak inceleme alanında daha çok Miyosen ve sonrasına ilişkin deformasyon izleri gözlenebilmektedir. İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerin çökelme ortamları ve geçirmiş oldukları jeodinamik evrim aşağıda yorumlanmıştır (Varol ve diğ. 2012).

Erken Mesozoyik döneminde başlayan riftleşmeye bağlı olarak gelişen kıta parçalanması olayı, kuzeyinde Malatya (Torid) güneyinde ise Arabistan olan Neotetis'in güney kolunun açılmasına neden olmuştur. Okyanuslaşma evresi boyunca şelfte yaygın bir karbonat çökelişi mevcuttur. Bu çalışmada Dedeardıçgediği formasyonu olarak tanımlanan

birimin, Mesozoyik dönemindeki okyanuslaşma evresi boyunca şelf üzerinde gelişen yoğun karbonat çökelimini temsil ettiği düşünülmektedir. Geç Kretase döneminde okyanuslaşma sona ermiş ve Neotetis'in güney kolu kapanmaya başlamıştır. Bölgesel ölçekte yayılıma sahip Berit (Göksun) ofiyoliti kuzeye eğimli bir okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde geç Kretase zamanında oluşmuştur. Bazikten asidiğe doğru değişen volkanizma ve volkanoklastik sedimantasyonun varlığı yeni gelişen (Ensimatik) intra-okyanusal bir yayı işaret etmektedir (Robertson ve diğ. 2006). Geç Kretase'de başlayan dalma batmanın, Eosen sırasında da devam ettiği, hatta Neotetis'in güney koluna ait okyanusal kabuğunun aşağı çekmesinin yoğunlaşmasına bağlı olarak daha da şiddetlendiği belirtilmektedir (Robertson ve diğ. 2006). Bu süreçte, Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışmasına bağlı olarak kuzeyden gelen allokton birimlerin ağırlığı nedeniyle çöken Arap levhası üzerinde, kuzeydeki dalma-batma zonuna paralel konumda bir çökel havzası gelişmeye başlamıştır (Gül 2000, Önalın 1986, ve Kozlu 1997). Açılan bu havzada, başlangıçta yüksek enerjili daha sonra ise derinleşmeye bağlı olarak düşük enerjili bir ortamda Alacık formasyonu çökelmeye başlamıştır. Geç orta Eosen döneminde Alacık formasyonunun çökelmeye başladığı havza, Akitanıyen dönemi başlarında yoğun deformasyon etkisinde kalmıştır. Geç Eosen ve erken Miyosen'de bölge, önce naplaşmalar, sonrasında ise kabuğun aşırı kalınlaşmasına bağlı olarak doğrultu atımlı fayların kontrolünde bir deformasyona uğramıştır (Gül ve diğ. 2005). Bu deformasyon sırasında bölgede hakim olan yeni bir transgresyon sonucunda derin denizel alanlarda çoğunlukla kiltaşlarından oluşan Kilisecik formasyonu çökelmiştir (Gül ve diğ. 2005). Erken Miyosen evresinde kuzeydeki alloktonların güneye doğru biraz daha ilerlemesi bölgeyi sıkışmadan dolayı biraz daha yükseltmiş ve çalışma alanının kuzeyinde görülen resifal kireçtaşından oluşan Atlık formasyonunun çökmesine neden olmuştur. Alloktonların güneye doğru ilerlemesiyle havza gittikçe daralmış, hem allokton kütlelerin, hem de çökelen sedimanların ağırlığı ile havza tekrar derinleşmiştir (Önalın 1986). Orta-geç Miyosen döneminde yeni bir sıkışma rejimi ile havza tekrar yükselmeye başlamış, bu dönemde erken-orta Miyosen yaşlı Kilisecik formasyonu üzerine Berit metaofiyolit birimi, bu birim üzerine ise Dedeardıçgediği formasyonu tektonik olarak yerleşmiştir (Varol ve diğ. 2012).

Naplaşma ile gelişen denizaltı yamaç ortamının sığ kesimlerinde orta-geç Miyosen yaşlı Güredin formasyonunun moloz akıntısı seviyeleri, derin kesimlerinde ise yine Güredin formasyonunun kiltışı seviyeleri çökelmiştir (Önalın 1986). Orta Miyosen'den geç

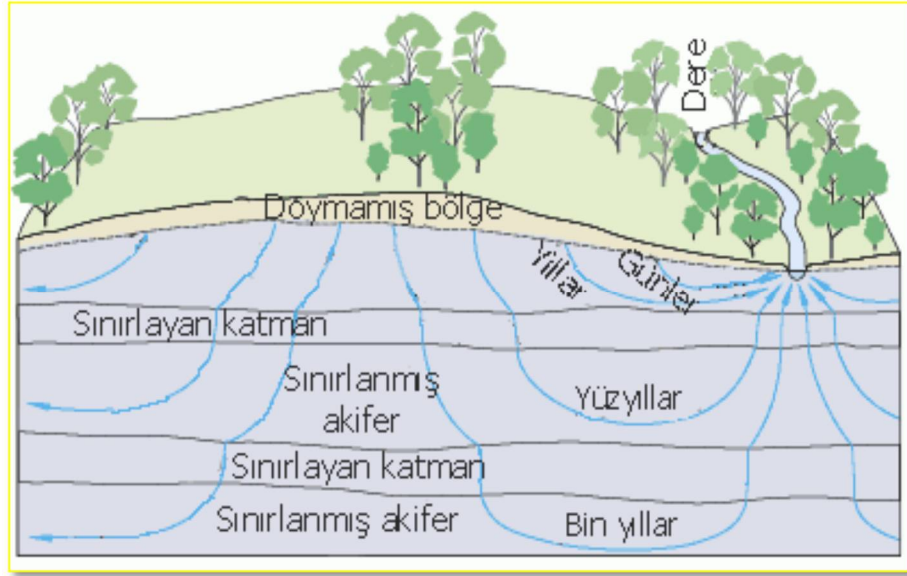
Miyosen sonuna kadar geçen süreçte havza kapanmaya başlamış ve bu dönemde kanal çökellerinden oluşan Tekir formasyonu çökelmiştir.



Şekil 4.4. İnceleme alanının yapısal evrimi (Önalın 1986, Varol ve diğ. 2012)

4.4. Hidrojeolojik Çevrim

Buharlaşıma, yoğunlaşma süzülerek toplanma ve zemine sızma gibi sonsuz bir döngü şeklinde hidrojeolojik çevrim sırasında su pek çok değişikliğe uğramıştır. Su kimyasal yapısı nedeniyle, yeryüzünde bulunan en iyi çözümlenlerden biridir. Doğal suların farklı kimyasal özelliklere sahip olmaları, kısmen farklı kayaların üzerinden geçmeleri ile açıklanabilir. Bu durum göz önüne alındığında, suların geçtikleri ortamlara işaret eden özellikler kazanmış olmasını beklemek olağandır (Şekil 4.5).

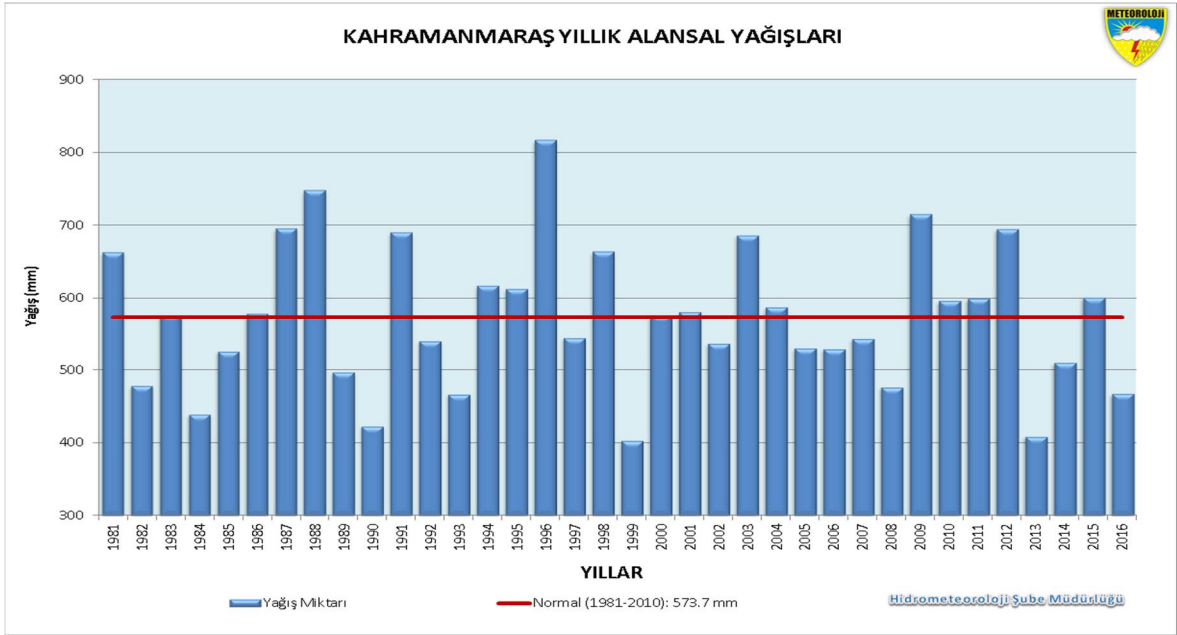


Şekil 4.5. Hidrojeolojik çevrim (Gleick, P. H., 1996)

4.4.1. İnceleme alanının hidrolojik durumu

Kahramanmaraş Akdeniz iklimine sahip olduğundan; yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. T.C Meteoroloji genel müdürlüğünden alınan veriler doğrultusunda; genellikle sonbaharın ortalarından ilkbaharın sonuna kadar yağış alan ilde yağış ortalaması yılda 60,41 mm 'dir. Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları ilin en sıcak aylarıdır. Kahramanmaraş'ın ağustos ayı sıcaklık ortalaması 36,1 °C, ocak ayı en düşük sıcaklık 1968 yılında -9,60°C olarak kayıtlara geçmiş, Ağustos ayı en yüksek sıcaklık 1927 yılında 47,5 °C olarak ölçülmüştür. İlin yıllara göre iklim periyodu aşağıda Yıllık toplam alansal yağış verileri tablosunda gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Süleymanlı-Ilıca köylerini kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının yıllık alansal yağışları (Web 2, 2017)

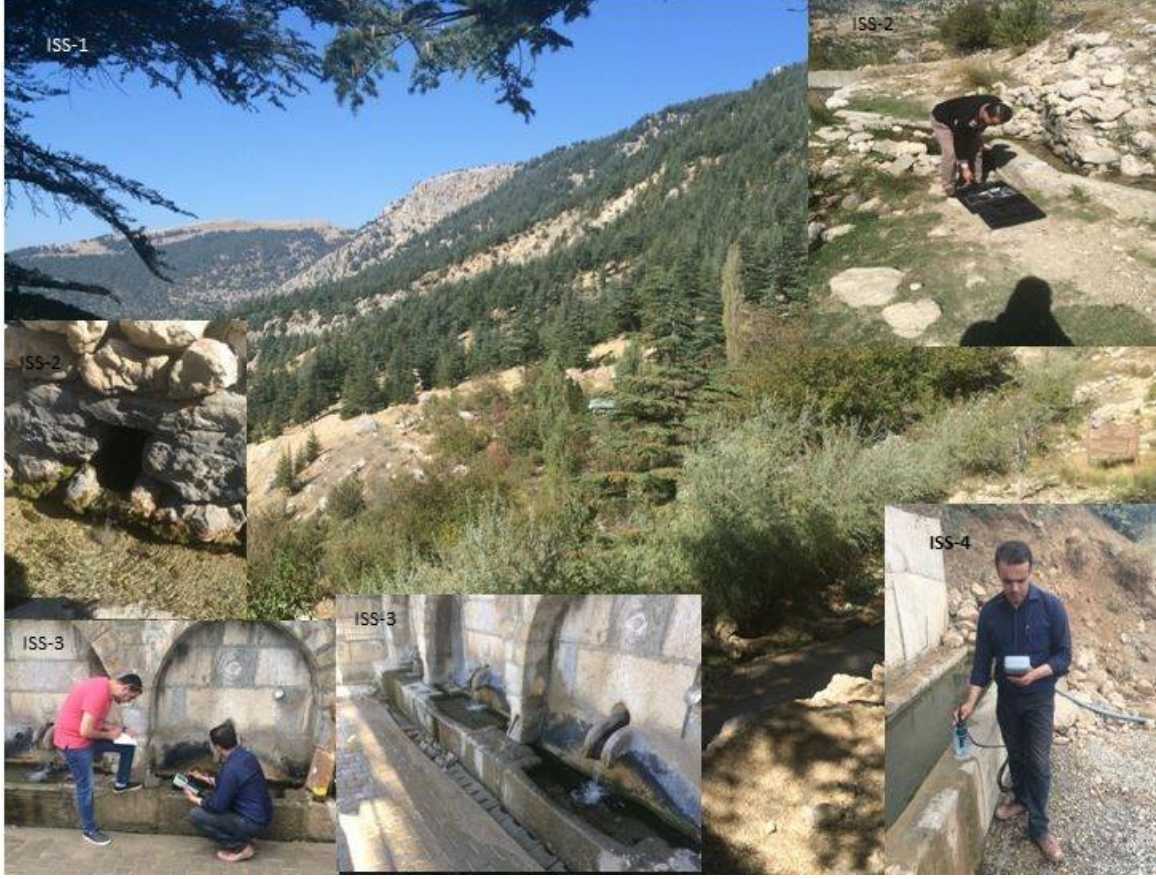


Çizelge 4.2. Kahramanmaraş iline ait iklim verileri (Web 3, 2017)

K.MARAS	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Son İklim Periyoduna (1929 - 2016)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	4.9	6.5	10.7	15.5	20.3	25.2	28.4	28.5	25.2	19.1	11.7	6.7	16.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.3	10.8	15.8	21.2	26.7	31.8	35.5	36.1	32.3	26.0	17.8	11.1	22.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	1.3	2.3	5.6	9.8	13.9	18.5	21.7	21.9	18.1	12.8	7.2	3.1	11.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.2	4.1	5.3	6.5	8.2	10.2	10.5	10.1	9.0	6.5	4.4	3.2	81.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.0	11.3	11.0	10.2	7.2	2.2	0.5	0.4	1.9	5.7	7.5	10.9	79.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	129.3	112.8	97.5	73.4	40.6	6.8	1.1	0.9	9.2	46.8	82.5	126.8	727.7
Son İklim Periyoduna (1929 - 2016)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.7	25.3	29.8	38.1	38.0	42.0	45.2	47.5	41.3	37.2	29.6	24.0	47.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-9.0	-9.6	-7.6	-1.8	4.7	4.9	4.8	7.0	2.4	0.0	-5.6	-7.6	-9.6
<i>En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.</i>													
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı				Günlük En Hızlı Rüzgar				En Yüksek Kar					
12.12.1989 98.2 mm				22.12.1967 162.0 km/sa				24.02.2003 37.0 cm					

Yukarıda anlatılan iklim özellikleri nedeniyle yüzey suları bakımından zengin bir konuma sahip olan çalışma alanında geniş bir alanda yüzeyleyen Dedeardıçgediği Formasyonu litolojik yapısı nedeniyle oldukça bol eklemlili ve kırıklı bir yapı sunmaktadır. Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Süleymanlı-Ilıca mevkiileri sahip olduğu kaynak suları sağlayacak şekilde çalışma alanının çevresini kireçtaşları ile çevrili olması çatlaklı ve kırıklı yapılı olması yüksek permeabiliteden dolayı akifer kalitesi üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.

Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) mevkii sahip olduğu kaynak suları Halimin Gölü(ISS-1), Ziyaret su kaynağı (ISS-2), Süleymanlı kaynağı (ISS-3) ve Hacı İbrahim Uşağı kaynağı (ISS-4) olarak adlandırılan 4 farklı kaynaktan sağlanmaktadır.



Şekil 4.6. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının görünümü.

4.5. Hidrojeokimyasal Analiz Sonuçları

Süleymanlı-İlca mevkii su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesi amacıyla, sıcaklık, pH, iletkenlik, alkalinite, iz element derişimi, anyon-kasyon ve metal derişimi 1 yıl boyunca ölçümleri yapılmıştır. Yıl boyunca 10°C-14°C arasında değişen sıcaklık değerleri nedeniyle, Süleymanlı-İlca mevkii su kaynakları genel olarak soğuk su sınıfında yer almaktadır. Tüm su kaynaklarında çözünmüş oksijen % (disolvedoxygen-DO) değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Na⁺ konsantrasyonu 0,21-14,03 ppm aralığında ve WHO (1998)'e göre içme suları için izin verilen sınır değerin (200 mg/L) çok altındadır. Bu durum, bölgenin içme suyu kaynaklarındaki tuzluluğun düşük olduğunu gösteren bir veri olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca iletkenlik değerlerinin çok düşük olması (270-572 µs/cm), su kaynaklarının iyon içeriklerinin ve tuzluluk değerlerinin çok düşük olduğunu gösteren diğer bir veridir. Süleymanlı-İlca mevkii suyu kaynaklarının ağır metal içerikleri ise oldukça düşüktür Süleymanlı-İlca mevkii suyu kaynaklarının; ABD tuzluluk diyagramında yatay ekseninde suyun elektriksel iletkenliği(EC;µS/cm) değeri ve düşey ekseninde sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değeri işaretlenir. Kesim noktaların kesiştiği yer sulama suyu sınıfını verir. İnceleme alanındaki su örneklerine ait ABD tuzluluk diyagramları verilmiştir. Wilcox diyagramına göre çok iyi-iyi, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre ISS-1, ISS-2, ISS3, ISS-4 kaynağından alınan sular "C2-S1" sular sınıfına düşmektedir.

Çizelge 4.3. Halimin Gölü (ISS-1) kaynağı bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu

NUMUNE	ISS-1	ISS-1	ISS-1	ISS-1
AYLAR	EYLÜL	ŞUBAT	NİSAN	TEMMUZ
Temperature (°C)	14	14	13	12
pH	7,6	8,2	8,5	7,8
EC (µS/cm)	270	440	279	492
DO(%)	32	28	33	30
Na ⁺ (ppm)	1,99	22,23	2,7	1,78
K ⁺ ppm	0,58	3,41	0,69	2,13
Ca ⁺² ppm	49,79	52,77	50,84	48,62
Mg ⁺² ppm	25,37	11,25	11,24	10,64
Cl ppm	2,53	3,11	3,06	3,48
HCO ₃ ⁻ ppm	250,2	317,4	179,4	166,9
SO ₄ ⁻² ppm	20,84	22,01	21,93	20,52
NO ₃ ⁻ ppm	6,21	5,74	5,69	10,06
NH ₄ ⁺ ppm	0,64	0	0	0
F ⁻¹ ppm	0,10	0,18	0,11	0,17

Çizelge 4.4. Ziyaret (ISS-2) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu

NUMUNE	ISS-2	ISS-2	ISS-2	ISS-2
AYLAR	EYLÜL	ŞUBAT	NİSAN	TEMMUZ
Temperature (°C)	13	13,4	12,87	12,95
pH	8,16	8,16	8,38	8,17
EC (µS/cm)	315	353	322	310
DO(%)	32	28	24	49
Na ⁺ (ppm)	3,53	4,10	4,74	3,54
K ⁺ ppm	0,71	0,46	0,57	0,66
S ppm	9	11	12	10
Ca ⁺² ppm	49,58	70,93	72,66	69,47
Mg ⁺² ppm	11,21	9,17	8,66	9,69
Cl ppm	3,41	1,11	5,78	4,47
HCO ₃ ⁻ ppm	175,4	210,11	220,2	220,3
SO ₄ ⁻² ppm	22,97	23,14	26,01	24,24
NO ₃ ⁻ ppm	6,60	9,21	14,38	11,18
F ⁻¹ ppm	0,20	0,19	0,20	0,21

Çizelge 4.5. Süleymanlı (ISS-3) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu

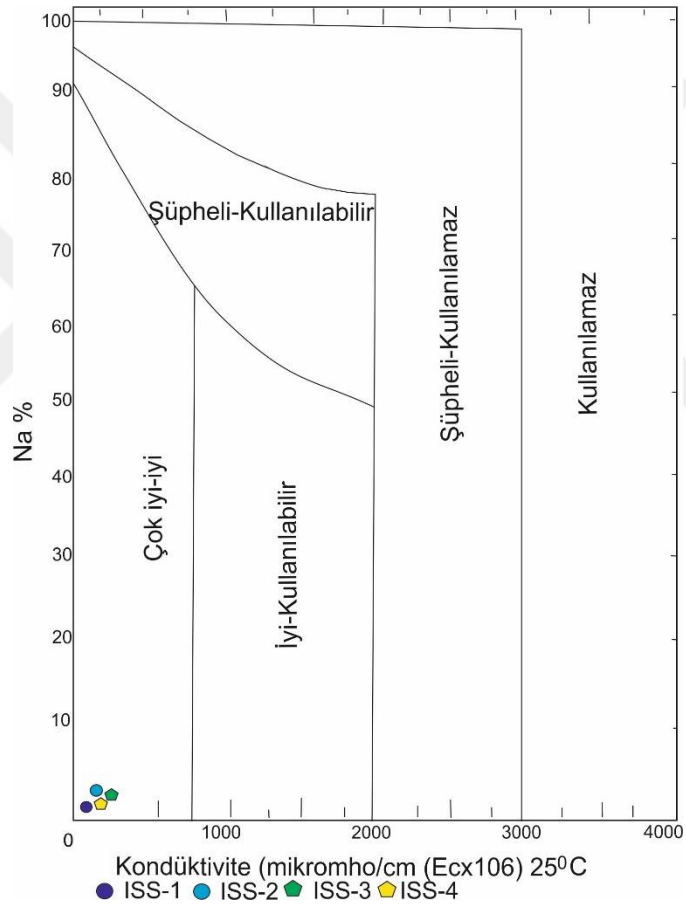
NUMUNE	ISS-3	ISS-3	ISS-3	ISS-3
AYLAR	EYLÜL	ŞUBAT	NİSAN	TEMMUZ
Temperature (°C)	13,4	13,3	12,35	13,3
pH	7,80	7,95	8,5	7,88
EC (µS/cm)	500	396	363	590
DO(%)	25	33	20	55
Na ⁺ (ppm)	9,34	5,26	5,57	5,09
K ⁺ ppm	0,71	0,73	1,35	2,30
S ppm	9	11	12	11
Ca ⁺² ppm	67,31	85,99	72,48	79,43
Mg ⁺² ppm	10,70	16,33	13,09	14,01
Cl ppm	2,76	<1	3,00	3,63
HCO ₃ ⁻ ppm	240,6	243,65	259,0	284,6
SO ₄ ⁻² ppm	27,33	25,51	28,00	26,89
NO ₃ ⁻ ppm	3,86	3,24	2,94	3,74
F ⁻¹ ppm	0,17	0,13	0,15	0,16

Çizelge 4.6. Hacı İbrahim Uşağı (ISS-4) bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal tablosu

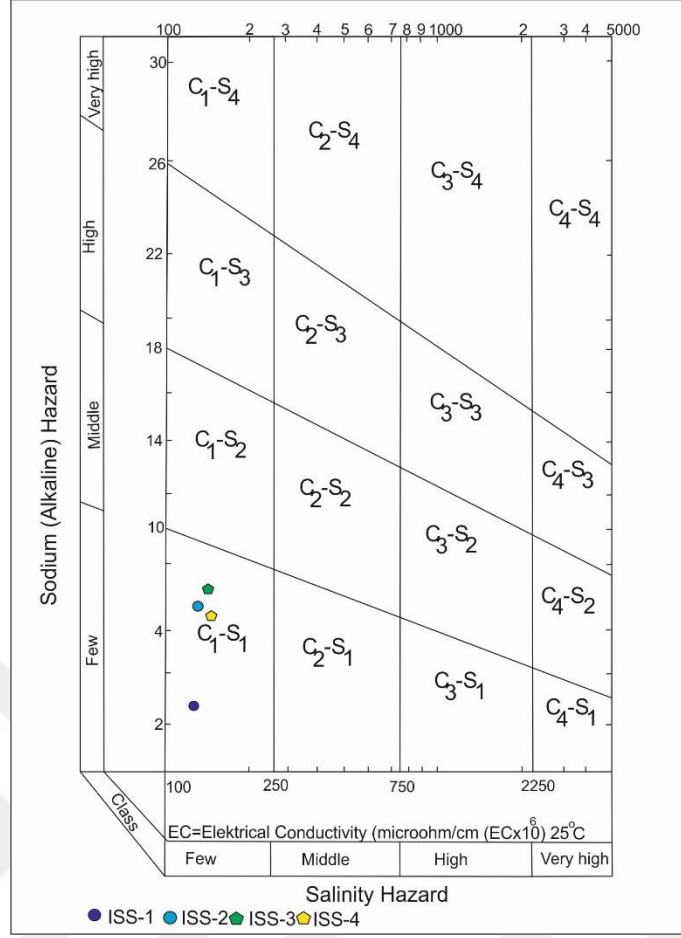
NUMUNE	ISS-4	ISS-4	ISS-4	ISS-4
AYLAR	EYLÜL	ŞUBAT	NİSAN	TEMMUZ
Temperature (°C)	14,49	15	14,04	17,02
pH	8,26	8,22	8,28	8
EC (µS/cm)	550	440	446	663
DO(%)	27	23	25	31
Na ⁺ (ppm)	3,12	3,85	4,04	2,52
K ⁺ ppm	0,41	0,47	0,44	0,46
S ppm	10	11	11	13
Ca ⁺² ppm	75,12	77,23	77,54	77,77
Mg ⁺² ppm	17,32	17,54	17,53	17,73
Cl ppm	3,09	2,64	3,02	2,70
HCO ₃ ⁻ ppm	304,1	302,4	307,2	305,8
SO ₄ ⁻² ppm	13,64	13,25	13,55	13,99
NO ₃ ⁻ ppm	4,27	5,12	5,44	4,57
F ⁻¹ ppm	0,12	0,10	0,11	0,12

Çizelge 4.7. Alınan su numunelerindeki ağır metallerin bir yıl boyunca ortalama verileri

NO	NUMUNE	Al (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Ni (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Zn (ppb)	Si (ppb)	Co (ppb)
1	ISS-1	1	0,01	0,4	12,7	0,15	0,1	21,9	0,001	0,2	14285	13,06
2	ISS-2	2	0,01	0,3	14,7	0,14	0,2	11,0	0,001	0,01	2984	14,06
3	ISS-3	1	0,031	0,2	1,7	0,01	0,1	0,5	0,001	0,1	2949	4,8
4	ISS-4	2	0,047	0,3	1,8	0,15	0,1	0,7	0,001	0,04	1245	0,7



Şekil 4.7. Süleymanlı-Ilıca mevki su kaynaklarının Wilcox diyagramı



Şekil 4.8. Çalışma alanı su kaynaklarının ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı

4.6. Anyon ve Katyonların Mevcut Diyagramlarla Değerlendirilmesi

4.6.1. Kimyasal sınıflama

Suların kimyasal sınıflanması, kökeninin belirlenmesi, hâkim iyonların kıyaslanması aşamalarından teşekkül etmektedir.

4.6.1.1. Piper diyagramı

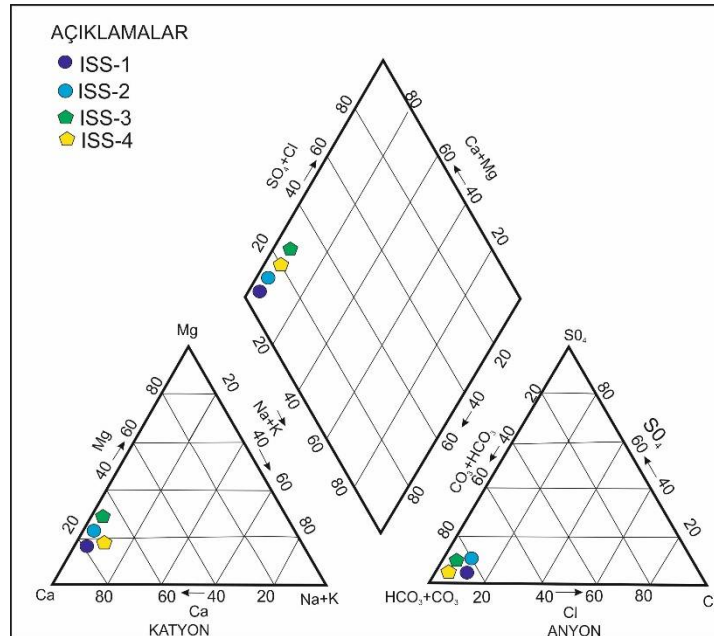
Piper diyagramı iki eşkenar üçgen ve paralel kenardan oluşmuştur. Eşkenar üçgenlerden birinde anyonlar diğerinde katyonlar işaretlenir. Bu üçgenlerden elde edilen noktalar paralel kenara taşınır ve kesişim noktasının düştüğü alan Piper sınıflamasına göre suyun sınıfı belirtilir (Şahinci, 1991) (Çizelge 4.8).

Çalışma alanındaki soğuk su kaynaklarının kimyasal analiz sonuçları değerlendirilerek hidrokimyasal fasiyesleri belirlenmiştir. ISS-1, ISS-2, ISS-3, ISS-4

kaynakları Piper diyagramına Piper, (1944) göre, Karbonat olmayan sertliği %50'den fazla sulardır (Çizelge 4.8). Piper diyagramına göre 5. Bölgeye düşmektedir (Şekil 4.9).

Çizelge 4.8. Piper'a Göre Suların Sınıflanması (Şahinci 1991)

1-Nolu Alan	Alkali toprak elementler (Ca+Mg) > Alkali elementler (Na+K)
2-Nolu Alan	(Ca+Mg) < (Na+K)
3-Nolu Alan	Zayıf asit kökleri ($\text{CO}_3^{=}$ + HCO_3^-) > Güçlü asit kökleri (Cl^- + $\text{SO}_4^{=}$)
4-Nolu Alan	(Cl^- + $\text{SO}_4^{=}$) > ($\text{CO}_3^{=}$ + HCO_3^-)
5-Nolu Alan	Karbonat sertliği % 50'den fazla sular
6-Nolu Alan	Karbonat olmayan sertliği %50'den fazla sular CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2
7-Nolu Alan	Karbonat olmayan alkalinitesi %50'den fazla olan sular: NaCl , KCl , Na_2SO_4 alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Deniz ve çok acı sular bu sınıfta yer alır.
8-Nolu Alan	Karbonat alkalileri %50'den fazla olan sular. Doğada az rastlanan aşırı yumuşak sular bu sınıfa girer.
9-Nolu Alan	İyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen, karışık sular bu sınıfa girer.



Şekil 4.9. Süleymanlı-Ilıca mevki suyu kaynaklarının Piper diyagramı

4.6.1.2. Schoeller diyagramı

Schoeller diyagramı yarı-logaritmik diyagram üzerinde karbonat ve sülfat doygunluklarını veren diyagramdır. Schoeller diyagramı yardımıyla suların kökeni ve temasta bulunduğu formasyonlar hakkında fikir edinmek mümkündür. Schoeller suları; klorür, sülfat ile karbonat miktarlarına, iyon baz değişimine ve anyon-katyon derişim ilişkilerine göre sınıflar. Klorür derişimi diğerlerinden daha çok önem taşır.

Bu sınıflama önem sırasına göre aşağıda belirtildiği gibidir. (Şahinci, 1991);

1- Klorür Derişimi

a) Hiperklorürlü Sular: Klorür miktarı 700 mEq/L'den fazla doygunluğa kadar olan sular.

b) Klorotalasik Sular: Klorür miktarı 420-700 mEq/L arasındaki sular.

c) Klorürce Zengin Sular: Klorür miktarı 140-420 mEq/L arasındaki sular.

d) Orta Klorürlü Sular: Klorür miktarı 40-140 mEq/L arasındaki sular. Devamlı içilebilecek sulara bulunabilecek en yüksek klorür miktarı 40 mEq/L'dir.

e) Oligoklorürlü Sular: Klorür miktarı 15-40 mEq/L arasındaki sular.

f) Olağan Klorürlü Sular: Klorür miktarı 15 mEq/L'den az sular, yeraltı sularında klorür miktarı 10 mEq/L'den azdır.

2- Sülfat Derişimi

a) Hiposülfatlı Sular: Sülfat miktarı 58 mEq/L'den fazla sular. Deniz suyunda ortalama 58 mEq/L sülfat bulunur.

b) Sülfatlı Sular: Sülfat miktarı 24-58 mEq/L arasındaki sular. İçme sularında sülfat için üst sınır 24 mEq/L dir.

c) Oligosülfatlı Sular: Sülfat miktarı 6-24 mEq/L arasında değişen sular.

d) Olağan Sülfatlı Sular: Sülfat miktarı 6 mEq/L'den az sular. Yeraltı sularında çoğunlukla sülfat 6 mEq/L'den azdır. Suların sülfat sınıflamasında şöyle bir ayırım yapılabilir:

1) Sülfatça doygunluğa yakın sular: $[(rSO_4^-) (rCa^{++})]^{0,5} > 70$ mEq/L

2) Sülfatça doygunluğun altındaki sular: burada iki durum söz konusu olabilir: $rSO_4 < rCa^{++}$ veya $rSO_4 > rCa^{++}$

3- Karbonat+Bikarbonat Derişimi

a)Hiperkarbonlu Sular: HCO_3^- ve CO_3 toplam miktarı 7 mEq/L'den fazla sular

b)Olağan Karbonatlı sular: HCO_3^- +ve CO_3 toplam miktarı 2-7 mEq/L arasında bulunan sular. Genellikle yeraltı sularında bu değerler arasında karbonat ve bikarbonat bulunur,

c)Hipokarbonatlı sular: HCO_3^- ve $\text{CO}_3^{=}$ toplam miktarı mEq/L'den az sular (Şahinci, 1991).

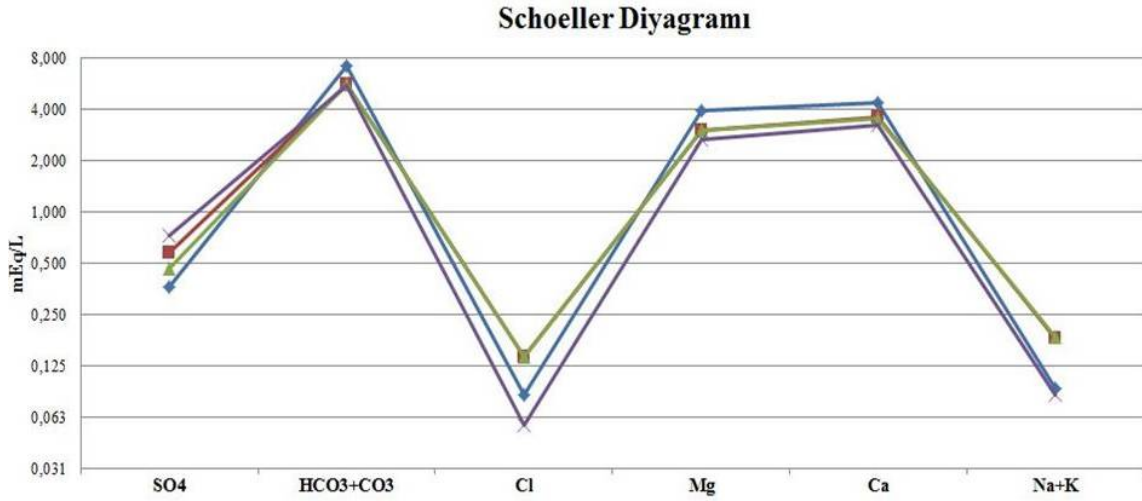
Ana anyon ve katyonların kullanıldığı bu yöntem yerbilimciler tarafından tercih edilen bir yöntemdir. Sebebi ise; bu diyagramları, incelenen suların aynı kökenli olup olmadığı ve muhtemel ne tip formasyonlarla temasta olduğu konularına da yaklaşım sağlamasıdır.

Süleymanlı-Ilıca mevki çalışma alanı içme suyu kaynaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan anyon -katyon analizlerinden elde edilen sonuçlar (Çizelge 4.9) Scholler grafiği ile yorumlanmıştır (Şekil 4.10).

Buna göre Katyonlarda $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$ anyonlarda ise $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ olarak belirlenmiştir. Süleymanlı-Ilıca mevki içme su kaynakları, Schoeller diyagramında klorür derişimine göre bu sular “olağan klorürlü sular” sınıfına, sülfat derişimine göre “olağan sülfatlı sular” ve Karbonat+Bikarbonat derişimine göre “Hipokarbonatlı sular” sınıfına girmektedir (Şekil 4.10).

Çizelge 4.9. Süleymanlı-Ilıca mevki su kaynaklarının anyon katyon değerleri

Örnek No	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması
ISS-1	$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$	$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$
ISS-2	$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$	$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$
ISS-3	$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$	$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$
ISS-4	$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$	$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$



Şekil 4.10. Süleymanlı-İlca mevkii su kaynaklarının Schoeller diyagramı

4.7. Çalışma Alanındaki Soğuk Su Kaynaklarının Kullanım Özelliğine Göre Sınıflandırılması

İçme sularının özellikleri, iklim koşullarına ve su potansiyeline bağlı olarak ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo 1’de (SKKY, 2004) verilmiş olan Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıfları, Genel Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.12), Süleymanlı-İlca mevkii içme suyu kaynaklarının, standart değerlerle karşılaştırıldığında Süleymanlı-İlca içme sularındaki Tıbbi jeoloji açısından değerlendirildiğinde, çalışma alanındaki ISS-1, ISS-2, ISS-3, ISS-4 olarak adlandırılan su kaynakları, özellikle nitrat ve sülfat yönünden normal içme su standartları değerinin üzerinde değildir. Bu bileşimi ile içilebilir ve kullanılabilir özellikte su kaynağıdır. WHO Standartlarına göre ise, bölgedeki iki kaynağın ise uygun su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Süleymanlı-İlca mevkii tek bir kaynaktan Scholler içilebilirlik diyagramında Na, Cl, SO₄, EC değerlerine göre bu suların çok iyi kaliteli su olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada ise 4 farklı kaynaktan derlenen örnekler üzerinde gerçekleştirilen analizlerde Scholler içilebilirlik diyagramına göre yapılan inceleme ve değerlendirmeler dikkate alındığında, kaynak sular 1.sınıf içme suyu niteliğindedir.

Çizelge 4.10. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre genel kalite kriterleri.

SU KALİTE PARAMETREERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler				
1- Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2- Ph	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	<6,0 9,0>
3- Çözünmüş Oksijen (mg O ₂ /L)				<3
4- Oksijen Doygunluğu (%) ²	8	6	3	<40
5- Klorür İyonu (mg C/L)	90	70	40	>400
6- Sülfat İyonu (mg SO ₄ /L)	25	200	400	>400
7- Amonyum azotu (mgNH ₄ -N/L)	200	200	400	>2
8- Nitrit azotu (mg NO ₂ -N/L)	0,2	1	2	>0,05
9- Nitrat azotu (NO ₃ -N/L)	0,002	0,01	0,05	>20
10- Toplam fosfor (mg P/L)	5	10	20	>0,65
11- Toplam çözünmüş madde (mg/L)	0,02	0,16	0,65	>5000
12- Renk (Pt-Co birimi)	500	1500	5000	>300
13- Sodyum (mg Na/L)	5	50	300	>250
	125	125	250	
B) Organik Parametreleri				
1- Kimyasal organik ihtiyacı (KOİ) (mg/l)	25	50	70	>70
2- Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	>20
3- Organik Karbon (mg/l)	5	8	12	>12
4- Toplam Keldahl azotu (mg/L)	0,5	1,5	5	>5
5- Emülsifiye yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,3	0,5	>0,5
6- Metilen mavisi aktif maddeleri (MBAS)(mg/L)	0,05	0,2	1	>1,5
7- Fenolik maddeler (mg/L)	0,002	0,01	0,1	>0,1
8- Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	>0,5
9- Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	>0,1
C) İnorganik Kirlenme Parametreleri				
1- Cıva ((µg Hg/L)	0,001	0,0005	0,002	> 0,0022
2- Kadmium((µg Cd/L)	0,003	0,005	0,01	> 0,01
3- Kurşun ((µg Pb/L)	0,01	0,02	0,05	> 0,05
4- Arsenik (µg As/L)	0,02	0,05	0,1	> 0,1
5- Bakır (µg Cu/L)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
6- Krom (toplam) (µg Cr/L)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
7- Krom (µg Cr+6/L)	Ölçülmeyecek kadar	0,02	0,05	> 0,05
8- Kobalt (µg Co/L)	az	0,02	0,2	> 0,2
9- Nikel (µg Ni/L)	0,01	0,05	0,2	> 0,2
10- Çinko (µg Zn/L)	0,02	0,5	2	> 2
11- Siyanür (toplam) (µg CN/L)	0,2	0,05	0,1	> 0,1
12- Florür (µg F ⁻ /L)	0,01	1,5	2	> 2
13- Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	1	0,01	0,05	> 0,05
14- Sülfür (µg S ⁼ /L)	0,01	0,002	0,01	> 0,001
15- Demir (µg Fe/L)	0,002	1	5	> 5
16- Mangan (µg Mn/L)	0,3	0,5	3	> 3
17- Bor (µg B/L)	0,1	1	1	> 1
18- Selenyum (µg Se/L)	1	0,01	0,02	> 0,02
19- Baryum (µg Ba/L)	0,01	2	2	> 2
20- Alüminyum (mg Al/L)	1	0,3	1	> 1
21- Radyoaktivite (Bq/L)	0,3			
Alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
Beta-aktivitesi	10	100	100	> 10 0
D) Bakteriyolojik parametreler				
1- Fekal koliform(EMS/100mL)	10	200	2000	> 2000
2- Toplam koliform (EMS/100mL)	100	20000	100000	> 100000
(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.				
(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.				
(c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH ₃ -N/L değerini geçmemelidir.				
(d) Bu gruptaki kıstaslar parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.				
(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir				

İçme sularının özellikleri, iklim koşullarına ve su potansiyeline bağlı olarak ülkeden ülkeye değişebilir. TSE'nin kabul ettiği içme suyu standartları (Çizelge 4.11) Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kabul ettiği sınırlar (Çizelge 4.12) ile kıyaslandığında; TSE standartlarının özellikle iz element açısından WHO standartlarına göre yaklaşık iki kat toleranslı olduğu görülür. Gösterilen bu alt ve üst sınırlar canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülen sınırları belirlemektedir. İçme suları, canlı bünyesine gerekli zararlı maddelerin belirlenmesi ve bunların alt üst sınırlarının saptanması yolu ile sınıflanabilir. Bu sınırlar tam kesin sınırlar olmamakla birlikte, Dünyada birçok kuruluş ve ülke sağlık açısından zararsız olabilecek sulara standartlar getirmeye çalışmışlardır.

Çizelge 4.11. TSE'nin kabul ettiği içme suyu standartları.

Parametre	Birim	Değer, en çok		
		TS 266 (2005)	98/83/EC (1998)	WHO (1998)
Escherichia coli (E.coli)	sayı/100mL	0	0	
Entereococci	sayı/100mL	0	0	
Koloni Sayımı 22°C	Sayı	100/mL	
Koloni Sayımı 37°C	Sayı		20/mL	
Koliform Bakteri	sayı/100mL	0	0	0
Antimon	mg/L	0,005	0,005	0,005
Akriamid	mg/L		0,0001	0,0005
Arsenik	mg/L	0,01	0,01	0,01
Benzen	mg/L	0,001	0,001	0,01
Benzopvrene	mg/L		0,00001	0,00007
Bor	mg/L	1	1	5
Bromat	mg/L	0,01	0,01	0,025
Kadmiyum	mg/L	0,005	0,005	0,003
Krom	mg/L	0,05	0,05	0,05
Bakır	mg/L	2	2	2
Siyanür	mg/L	0,05	0,05	0,07
1,2 Dikloreten	mg/L		0,003	0,03
Epiklorhidrin	mg/L		0,0001	0,0004
Florür	mg/L	1,5	1,5	1,5
Kurşun	mg/L	0,01	0,01	0,01
Cıva	mg/L	0,001	0,001	0,001
Nikel	mg/L	0,02	0,02	0,02
Nitrat	mg/L	50	50	50
Nitrit	mg/L	0,5	0,5	0,2
Pestisitler	mg/L	0,0001	0,0001	
Toplam pestisit	mg/L	0,0005	0,0005	
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	mg/L	0,0001	0,0001	
Selenyum	mg/L	0,01	0,01	0,01
Tetrokloreten	mg/L		0,01	0,04
Triklöreten	mg/L		0,01	0,07
Trihalometan-toplam	mg/L		0,1	1
Vinyllorür	mg/L		0,0005	0,005
Alüminyum	mg/L	0,2	0,2	0,2
Amonyum	mg/L	0,5	1,5	1,5
Klorür	mg/L	250	250	250

Clostridiumpertingens(sporlular dahil)	sayı/100mL	0	0	
Renk en çok	mg/l Pt-Co Skalası	20	15	15
İletkenlik 20°C	µS/cm	2500		

Çizelge 4.12. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kabul ettiği sınırlar.

Özellikler	Kabul Edilen	Üst Sınır
Toplam Katılar	500	1500
Renk	5	50
Tat	Tatsız	-
Koku	Kokusuz	-
Asılı Maddeler	5	25
Klorür	200	600
Demir	0,1	1
Mangan	0,05	0,5
Bakır	0,05	1,5
Çinko	5	15
Kalsiyum	75	200
Manganez	30	150
Sülfat	200	400
Toplam Sertlik (CaCo ₃)	100	500
Nitrat(NO ₃ olarak)	45	-
Fenol	0,001	0,002
Anyonik Deterjan	0,02	1
Flor	0,9-1,7(Ortalama Sıcaklıkta 12°C)	-
	0,6-0,8(Ortalama Sıcaklıkta 32°C)	-
Pb	7-8	En düşük 6,5 En yüksek 9,2
Arsenik	-	0,05
Kadmiyum	-	0,01
Krom (±)	-	0,05
Siyanür	-	0,05
Kurşun	-	0,10
Cıva	-	0,001
Selenyum	-	0,01
Polinükleer Aromatik Hidrokarbonlar	-	0,0002
Alfa Radyoaktivitesi	-	3
Beta Radyoaktivitesi	-	30

4.8. Çevresel İzotop Hidrolojisi

Süleymanlı-Ilıca (Kahramanmaraş) çalışma alanında bulunan su kaynaklarında, akiferlerin kökeni, beslenme alanı ve su-kayaç etkileşim sürecinin tespiti amacıyla çevresel izotop çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda radyoizotop olarak trityum (³H), kararlı (duraylı) izotop olarak da oksijen-18 (¹⁸O) ve döteryum (²H) izotoplarından yararlanılmıştır. İnceleme alanındaki su kaynaklarının olası beslenme yükseltilerinin hesaplanmasında $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ değerleri kullanılmıştır. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ arasındaki değişim

oranı ilişkisi global meteorik su doğrusu Craig, (1961) ve Akdeniz su doğrusu dikkate alınmış ve bu doğrultuda incelemeler yapılmıştır.

Süleymanlı-Ilıca mevkiinden bir yıl içerisinde farklı aylardan (kurak-yağışlı) alınan su örneklerinden Halimin Gölü (ISS-1) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -9,14 ile yağışlı -9,22 $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -51,88 ile yağışlı -51,78 ve Tridyum ^3H değerlerinin ise kurak 5,53 ile yağışlı 3,69 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ziyaret (ISS-2) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -9,00 ile yağışlı -9,07, $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -52,09 ile yağışlı -52,31 ve Tridyum ^3H değerlerinin ise kurak 5,66 ile yağışlı 3,75 arasında değiştiği belirlenmiştir. Süleymanlı Çeşmesi (ISS-3) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -8,92 ile yağışlı -9,15, $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -51,05 ile yağışlı -52,14 ve Tridyum ^3H değerlerinin ise kurak 4,42 ile yağışlı 4,09 arasında değiştiği belirlenmiştir. Hacı İbrahim Uşağı (ISS-4) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -8,75 ile yağışlı -8,84 $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -50,02 ile yağışlı -50,73 ve Tridyum ^3H değerlerinin ise kurak 5,35 ile yağışlı 4,33 arasında değiştiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14). Bu değerlere göre Süleymanlı-Ilıca mevki su kaynaklarının global meteorik su doğrusunun (GMWL) ve Akdeniz su doğrusunun (MWL) arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki kaynaklardan alınan numunelerin analiz sonuçlarına dayanılarak, bölgedeki su kaynaklarını oluşturan akiferlerinin meteorik kökenli yağışlardan beslendiği ve yağışların buharlaşma etkisine girmeden akiferi beslediği sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.11-A). Bu çıkarımlar neticesinde su kaynaklarını besleyen yeraltı sularının, yağışların çatlak, kırık ve faylar boyunca süzülerek yerin altında birikmesi ile oluştuğu ve depolanan yer altı sularının tekrar fay kırıkları ve etkin çatlakları takip etmek suretiyle yükselerek yeryüzüne ulaştığı düşünülmektedir.

Kaynak sularındaki $\delta^2\text{H}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerleri kullanılarak $d = \delta^2\text{H} - 8 \cdot \delta^{18}\text{O}$ Dansgaard, W. (1964) şeklinde formüle edilen Deuterium fazlalığı değerleri elde edilmiştir.

Döteryum fazlalığı $d = \delta^2\text{H} - 8 \cdot \delta^{18}\text{O}$ formülüyle hesaplanmaktadır Dansgaard, W., (1964). Döteryum fazlalığının yüksek olduğu noktalar, denizel çökellerin yerine karasal çökellerin yaygın olduğu bölgelerde gözlenmiştir. Süleymanlı-Ilıca (Kahramanmaraş) çalışma alanı soğuk su kaynaklarındaki d aralığının 19,91 ile en düşük ISS-2 (Ziyaret) de, en yüksek değerinin de 21,98 ile ISS-1 (Halim'in Gölü) de olduğu tespit edilmiş olup, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.13. Oksijen 18, Döteryum, Tridyum Ekim Ayı Kurak Dönem

Süleymanlı-Ilıca Mevkii Su Kaynakları	Tarih	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d-excess (‰)	Trityum (TU)
ISS-1	28.10.2016	-9,14	-51,88	21,24	5,53
ISS-2	28.10.2016	-9,00	-52,09	19,91	5,66
ISS-3	28.10.2016	-8,92	-51,05	20,31	4,42
ISS-4	28.10.2016	-8,75	-50,02	19,98	5,35

Çizelge 4.14. Oksijen 18, Döteryum, Tridyum Mayıs Ayı Yağışlı Dönem

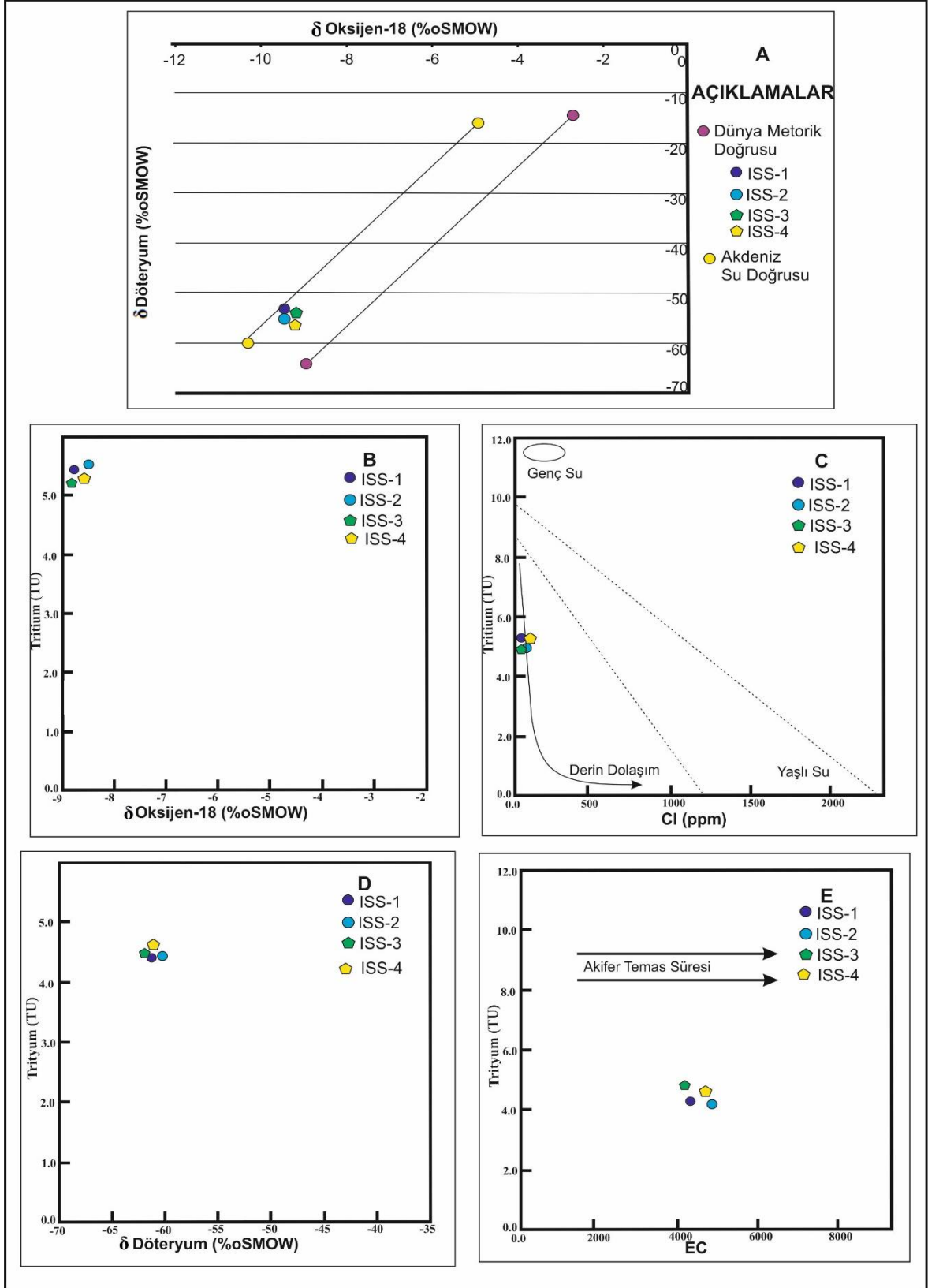
Süleymanlı-Ilıca Mevkii Su Kaynakları	Tarih	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d-excess (‰)	Trityum (TU)
ISS-1	11.05.2017	-9,22	-51,78	21,98	3,69
ISS-2	11.05.2017	-9,07	-52,31	20,25	3,75
ISS-3	11.05.2017	-9,15	-52,14	21,06	4,09
ISS-4	11.05.2017	-8,84	-50,73	19,99	4,33

Bilindiği gibi, Oksijen ve Hidrojen su molekülünü oluşturan iki element olduklarından dolayı oksijen-18, döteryum ve tridyum izotopları hidrolojik çevrimin çeşitli kesimlerindeki su hareketlerinin incelenmesi için izleyici olarak kullanılırlar (Pasvanoğlu and Gültekin, (2008). Su kaynaklarının tridyum içerikleri ile bağlı yaş ve geçiş sürelerin belirlenmesi amaçlanır. ^{18}O - Trityum grafiğine göre Süleymanlı-Ilıca çalışma alanındaki kaynak suları alçak kotlardan beslenmiş kısa dolaşım ve aynı yaşa sahip sulardır. Yeraltı suyunun akifer tabakada kalış süresinin tespiti için Trityum değerleri incelenmiştir. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarındaki Trityum (^3H) değerlerinin 3,69 ile 5,66 arasında değiştiği gözlenmiştir. Kökeni meteorik olan suların yeraltında dolaşım yolu uzadıkça radyoaktif bozunmaya uğraması nedeniyle düşük Trityum değerleri (^3H) ortaya koyduğu dikkate alındığında; trityum ile birlikte düşük elektriksel iletkenlik değerlerine göre Süleymanlı-Ilıca çalışma alanındaki kaynak sularının akifer ile temas süresinin oldukça kısa olduğu söylenebilir.

Trityum hidrojen, yarılanma ömrü oldukça kısa (12,43 yıl) olan radyoaktif bir izotoptur (Clark and Fritz, 1997). Kozmik radyasyonla hem doğal hem de yapay olarak üretilen trityum hidrolik sisteme yağış ile girer. Suyun molekül yapısında yer alan hidrojenin radyoaktif bir izotopu olduğu için yeraltı suyu geçiş süresinin belirlenmesinde doğrudan kullanılmaktadır (Şimşek Ş. ve Filiz Ş. 2005). Trityum içeren sular, 5-10 yıl

arasında değişen geçiş sürelerine sahip güncel sular olarak tanımlanmaktadır (Clark and Fritz, 1997). Cl-Trityum grafiğine göre, yüksek Trityum ve düşük Cl içerikleri bakımından Süleymanlı-İlıca mevki su kaynaklarının temsil ettiği akiferin göreceli olarak kısa süreli dolaşım zamanına sahip genç yeraltı suları ile beslendiği tespit edilmektedir. Ancak, Döteryum-Trityum ilişkisine göre ISS-1 kaynağının dolaşım süresinin diğer su kaynaklarına göre biraz daha uzun olduğu belirlenmiştir.

Yüksek trityum konsantrasyonu ve düşük elektriksel iletkenlik değerleri, bölgedeki yeraltı sularında su-kayaç ilişkisinin kısa süreli olduğunu, yeraltı suyu bileşimi ile jeolojik birimler arasında belirgin bir etkileşim olmadığını ve yer altı suyu alıkonma yaşının (residence times lower than 50) 50 den az olduğunu göstermektedir (Carreira, P.M. et al., 2013). Yukarıda anlatılan izotop analizi yorumları ile Süleymanlı-İlıca mevki su kaynaklarının içerisinde yer aldığı Süleymanlı-İlıca soğuk su kaynakları; İnceleme alanının görünür tabanını oluşturan Berit napı içerisinde en altta Şeyl, kıltaşı, kireçtaşı ve kumtaşı litolojilerinden oluşan erken-orta Miyosen yaşlı Kilisecik formasyonu (Tk) içerisinden çıkmaktadır. Çalışma alanının çevresini kireçtaşları ile çevrili olması çatlaklı ve kırıklı yapılı olması yüksek permeabiliteden dolayı akifer kalitesi üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.11. Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının Dünya Su Çizgisi-Akdeniz Su Çizgisi ve $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisi Süleymanlı-Ilıca mevkii su kaynaklarının Tritiyum (TU) ilişkisi

4.9. Su Kaynaklarının İnsan Sağlığına Etkisi

İçme ve kullanma suyundaki kirleticiler özellikle çocuklara önemli zararlar verebilir. Bu kirleticilerden birisi nitrattır. Nitratlar özellikle kuyu sularında ve bazı yer altı sularında bulunabilen renksiz, kokusuz ve tatsız bir bileşiktir. Nitrat kimyasal olarak NO_3 ve $\text{NO}_3\text{-N}$ (nitrat-nitrojen) olarak gösterilebilir. EPA (Çevre Koruma Kurumu) kriterlerine göre maksimum düzeyi 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ veya 45 mg/l NO_3 tür. Bu düzeyin üzerindeki değerler methemoglobinemi yapmaktadır. (Bu değerler Dünya Sağlık Örgütü'nce de benimsenmiştir).

Süleymanlı-Ilıca içme sularındaki bileşimler tıbbi jeoloji açısından değerlendirildiğinde, özellikle nitrat ve sülfat yönünden normal içme su standartları değerinin üzerinde değildir. Sülfat, yeraltı sularına jips ve anhidritten karışmaktadır. Sülfür bileşikleri çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksisite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirletici konumundadırlar. Sodyum sülfat ve magnezyum sülfat insanlarda müshil etkisi yaratacağından 250 mg/l üst sınırla sınırlandırılmışlardır (Varol ve Davraz 2008). Çalışma alanındaki numune aldığımız kaynakların tümünde yukarıda bahsedilen sorunlara yol açabilecek herhangi bir durum tespit edilmemiştir.

5. SONUÇLAR

Süleymanlı-İlıca (K.Maraş) bölgesinde yer alan çalışma alanı il merkezinin karayoluyla yaklaşık 75 km kuzeyinde yer alır. Süleymanlı-İlıca (K.Maraş) mevkiı içme suyu kaynakları Halimin Gölü(ISS-1), Ziyaret su kaynağı (ISS-2), Süleymanlı kaynağı (ISS-3) ve Süleymanlı 2 kaynağı (ISS-4) olarak adlandırılan 4 farklı kaynaktan sağlanmaktadır. Söz konusu kaynaklardan su numuneleri alınarak analizler yapılmıştır. Bu kaynaklardan alınan su numuneleri üzerinde pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik gibi parametreler yerinde ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Sülfat, nitrat, amonyum ve nitrit gibi jeokimyasal analizleri çeşitli laboratuvarlarda yaptırılmıştır.

Elde edilen analiz sonuçları değerlendirilerek sonuçlandırılmış olup, analiz sonuçları incelendiğinde tüm bölgelerdeki suların ph, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, sülfat, nitrat, amonyum ve nitrit parametreleri açısından kaynakların tamamı TS 266 standardına uygun bulunmuştur.

Süleymanlı-İlıca (K.Maraş) bölgesindeki su kaynakları Kilisecik formasyonu içerisinde çıkmaktadır. Kilisecik formasyonu içerisinde bulunan çatlaklı ve kırıklı yapısı nedeniyle bu litoloji geçirimli bir yapı sunmaktadır.

Süleymanlı-İlıca (K. Maraş) bölgesindeki su kaynaklarının sularının kimyasal özelliklerini belirlenebilmesi amacıyla, bir yıl boyunca 4 mevsimi kapsayacak şekilde derlenen örneklerin kimyasal analizlerinin Schoeller diyagramında değerlendirilmesi sonucunda, suların aynı kökenli ve benzer akifer litolojilerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Schoeller Diyagramında kaynak sularının mg/l değerlerini birleştiren doğruların birbirine paralel geçtiği görülmektedir. Bu da bu suların aynı akiferden beslendiğini göstermektedir.

Süleymanlı-İlıca (K.Maraş) mevkiı kaynak sularının izotop sonuçlarını değerlendirdiğimizde döteryum ve oksijen 18 grafiğinde yerel meteorik su doğrusuna ve Akdeniz su eğrisinin yakın yerlerine düşmektedir. Bu da kaynakların meteorik kökenli olduğunu ve yağışlarla beslendiğini göstermektedir.

Yapılan izotop analizler ile Süleymanlı-İlıca mevkiı su kaynaklarının içerisinde yer aldığı Kilisecik formasyonunun genel litolojik özellikleri arasında büyük bir uyum olduğu gözlenmiştir. Buna göre Süleymanlı-İlıca mevkiı su kaynaklarının bulunduğu alanda,

Kilisecik formasyonunun Kumtaşı-Kireçtaşı içerisindeki akifere ulaşarak kısa bir dolaşımından sonra oradan farklı alanlardaki kaynaklar şeklinde yüzeye ulaşan bir su döngüsünün olduğu söylenebilmektedir.

Süleymanlı-Ilıca mevki su kaynakları Piper diyagramına göre 5. Bölgeye düşmektedir. Karbonat sertliği %50'den fazladır. Karbonat sertliği %50'den fazla olan sular; CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 'li sulardır.

Tıbbi jeoloji açısından değerlendirildiğinde, su kaynaklarının içme, sulama, kullanma suyu olarak değerlendirilmesinin neden olacağı herhangi bir probleme rastlanmamıştır. Yapılan jeokimyasal analizler neticesinde sulardaki bileşenlerin tümü normal değerlerde olduğu tespit edilmiştir.



KAYNAKLAR

- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2):105-118.
- Albu, M., Banks, D., Nash, H., 1997. Mineral and Thermal Groundwater Resources. Chapman & Hall Press. London. 447s.
- Arnorson, S., 2000. Isotopic and Chemical Techniques in Geothermal Exploration, Development and Use, Sampling Methods, Data Handling, Interpretation, International Atomic Energy Agency, Vienna, 351p.
- Arpacık, F., 2014. Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer alan Şereföğlü Köyü mevkiinde bulunan hopur mineralli su kaynağının hidrojeokimyasal özellikleri.Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. 71s.
- Arumugam, K., ve Elangovan, K., 2009 Hydrochemical Characteristics and Groundwater Quality Assessment in Tirupur Region, Coimbatore District, Tamil Nadu, India. *Environ Geol.* 58:1509-1520.
- Baydar, O., Yergök, A.F. 1996. Güneydoğu Anadolu-Kenar Kıvrım Kuşağı-Amanos Dağları Kuzeyi ve Doğu Torosların Jeolojisi. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara. 90s.
- Clark, I and Fritz, P. 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology. CRC Press, New York, 328 p.
- Craig, H.,1961, Isotopic Variations in Meteoric Waters, *Science*, 133:1833-1834.
- Dalyan, V., 2017. Büyükkızılcık (Göksun-K.Maraş) ve Çevresindeki Mineralli Su Kaynaklarının Çevresel İzotop Özellikleri., K.Maraş Sütçüimam Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği,Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).
- Dansgaard W., 1964. “Stable Isotopes in Precipitation”, *Tellus*, XVI (4), 436-468.

- DMİ., 2016. Kahramanmaraş ili 1970-2016 yılları arası toplam yağış ortalaması. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=K.MARAS>.
- Darbaş, G. ve Gül, M., 2006. Alacık Formasyonuna (Kahramanmaraş Havzası) Ait Kömürlü Seviyelerin Paleontolojisi. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), s.71–81.
- Erdoğan, T. 1975. VI. Bölge Gölbaşı Dolayının Jeolojisi. TPAO Rapor No: 929, Ankara (yayınlanmamış).
- Gözübol, A. M. ve Gürpınar, O., 1980. Kahramanmaraş Kuzeyinin Jeolojisi ve Tektonik Evrimi, 5. Türkiye Petrol Kongresi Bildirileri, Ankara, s.21-29.
- Gül, M.A. 2000. Kahramanmaraş Yöresinin Jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi, Doktora tezi. 304s.
- Gül, M., Darbaş, G. ve Gürbüz, K., 2005. Alacık Formasyonunun (En Geç Orta Eosen-Erken Miyosen)K. Maraş Havzası İçindeki Tektono-Stratigrafik Konumu. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, C.18, s.2, 183-197.
- Güven, H. 2015. Ilıca Kaplıcası (Kahramanmaraş) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrokimyasal Özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. 114 s. (Yayınlanmamış).
- Kırdan, M.S. 2004. Döngel, Fatmalı ve Pınarbaşı (Kahramanmaraş) Civarı Tersiyer İstifinin Mikropaleontolojik Özellikleri ve Ortamsal Yorumu. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.67.
- Kozlu, H. 1997. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yer Alan Neojen Basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-stratigrafi Birimleri ve Bunların tektonik Gelişimi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. (yayınlanmamış), 189s.
- Mazor, E.,1997. Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology: The Applied Approach. Marcel Dekker Inc, New York, 413s.

- Nacar, S., 2014. K.Maraş Türkoğlu Orçan Bölgesi İçme Sularının Kalitesinin Araştırılması., K.Maraş Sütçüimam Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği., Yüksek Lisans Tezi. (Yayımlanmamış).
- Nas, B., Berktaş, A.,2006. Konya Yerleşim Alanı Yeraltısuyu Nitrat Konsantrasyonunun Mekansal Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Görüntülenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi*. Cilt 18, Sayı 1, s.1-10.
- Önalın, M. 1986. K.Maraş Tersiyer İstifinin Sedimenter Özellikleri ve Çökelme Ortamları. *İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*. C.5, s.39-78.
- Palabıyık, Y.,2006. Kütahya-Simav Jeotermal Sahası'nın Jeokimyasal Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.107.
- Pasvanoğlu,S., Gültekin, F., 2008. "Evaluation of Origin of the (Kozaklı) Nevşehir Geothermal Waters with Environmental Isotopes", IAHR Ground water Symposium, İstanbul, Ground water Symposium, İstanbul.
- Perinçek, D., ve Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of The Units in The Afşin-Elbistan-Doğınşehir Region, Eastern Taurus, International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 1983, Miner Res. Expl. Inst. Geol. Seoc.,p.181-198.
- Robertson A.H.F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ulvi Can Ünlügenç, U.C., Taşlı, K., İnan, N., 2006. The Berit transect of the Tauride thrust belt, S Turkey: Late Cretaceous–Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the Southern Neotethys, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, s.108–145.
- Subramani, T., Elango, L., Damodarasamy, S. R. 2005. Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chitcar River Basin, Tamil Nadu, India. *Environ Geol.* 47:1099-1110 DOI 10.1007/s 00254-005-1243-0.
- Şahinci, A., 1986. Yeraltı Suları Jeokimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh-Mim Fakültesi Yayını, 394s.
- Şahinci, A., 1991. Doğal Suların Jeokimyası. Reform Matbaası, İzmir, 548s.

- Şimşek C. ve Filiz Ş.,2005. Torbalı Ovası ve Çevresindeki Akiferlerin Hidrojeolojisi ve Kirlenebilirliği, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 7 s.21-37.
- T.C. Resmi Gazete, 1988. Su Kirliliği Yönetmeliği, Ankara sayı 19919.
- Türkönder, Ş. 2017. Fatmalı-Önsen (K.Maraş) Mevkii Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelemesi., K.Maraş Sütçüimam Üniversitesi,Jeoloji Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi 54s. (Yayımlanmamış).
- Ünsal., N., Afşin., M., 1999. Hydrochemical and isotopic properties of the Mahmutlu and Bağdatoğlu mineralized thermal springs, Kırşehir, Turkey, *Hydrogeology Journal*, Volume 7, Issue 6, s.540-545.
- Varol, E., S., Davraz, A., 2008. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh. ABD, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. ABD, Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD, Isparta, Türkiye. Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi. *TAF Prev Med Bull*; 7(4):351-356s.
- Varol, Lütfi., Kop,Alican., Darbaş, Güldemin., 2012. Koçlar-Sarıgözel (Kahramanmaraş Kuzeyi) Arasında Kalan Bölgenin Jeolojik Özellikleri, Doğu Toroslar. *Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Dergisi*, Kahramanmaraş 15(1).
- Web 1 Google Earth haritala uygulaması, 2017. URL (erişim tarihi: 10.10.2017) <https://www.google.com/maps/@37.8623253,36.8654896,11040m/data=!3m1!1e3>.
- Web 2 Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2017. URL (erişim tarihi: 10.10.2017) <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=K.MARAS>.
- Web 3 Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2017. URL (erişim tarihi: 10.10.2017) <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=K.MARAS#sfB>.
- World Health Organization (WHO), 1985. Health Hazards from Nitrates in Drinking Water, WHO, Regional Office for Europe.102s.

- Yeşilnacar, M.İ, Güllüoğlu, M.S., 2007. "The effects of the largest irrigation of GAP project on groundwater quality, Şanlıurfa – Harran Plain", Fresenius Environmental Bulletin, 16(2) s.206-211.
- Yeşilnacar, M.İ, Güllüoğlu, M.S., 2008. "Hydrochemical characteristics and the effects of irrigation on groundwater quality in Harran Plain, GAP Project, Turkey". Environmental Geology, 54/1, s.183-196.
- Yeşilnacar, M.İ, Yenigün, İ., 2011. "Effect of irrigation on a deep aquifer: a case study from semi-arid Harran Plain, GAP Project, Turkey", Bulletin of Engineering Geology and the Environment 70, s.213–221.
- Yıldırım, M., Topkaya, B., 2005. Antalya Kentindeki İçme Suyu Kaynaklarının Kirlenme Potansiyelinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Belirlenmesi Akdeniz Üniv., Çevre Müh. Böl. s.10.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., ve Yiğitbaş, E., 1988. Amanos Dağları ve Maraş Dolaylarında Miyosen Havzalarının Tektonik Evrimi. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Bülteni* C.1/1, s.52-72.
- Yılmaz, N., 2017. Yedioluklar-Kozan (Adıyaman) Bölgesi İçme Sularının Çevresel İzotop İçerikleri". Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Samet Ahmet PURDAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 23/04/1987 Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
e-posta : sametpurdas@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	K.Maraş Sütçü İmam Üniv. Jeoloji Müh. A.B.D	2017
Lisans	Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği	2009
Lise	İbrahim Çalık Lisesi	2004

Stajlar

Devlet Su İşleri Kahramanmaraş 20. Bölge Müdürlüğü Yer altı Suları ve Jeoteknik Şubesi
Duru İnşaat San. Tic. Ltd. Şti.

İş Denevimi

proWIND Alternatif Enerji	Jeoloji Mühendisi	2010-2013
Köseli Köyü Erkek Öğrenci Yurdu	Belletmen	2013-2015
Hacı Şaban Gemci Erkek Öğrenci Yurdu	Yurt Müdürü	2015-
12 Şubat Yapı Denetim	Jeoloji Mühendisi	2017-

Yabancı Dil

İngilizce Elementary

Hobiler

Kitap Okumak, Yüzme, Doğa Gezisi.

Yayınlar