



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ EKİNÖZÜ İÇMECE SULARI
İLE PELOİD ÇAMURUNUN HİDROJEOKİMYASAL
VE ÇEVRESEL İZOTOPLAR AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

SELVER ŞEYMA ARSAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2019

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAHRAMANMARAŞ EKİNÖZÜ İÇMECE SULARI
İLE PELOİD ÇAMURUNUN HİDROJEOKİMYASAL
VE ÇEVRESEL İZOTOPLAR AÇISINDAN
İNCELENMESİ

SELVER ŞEYMA ARSAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2019

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Selver Şeyma ARSAN tarafından hazırlanan “Kahramanmaraş Ekinözü İçmece Suları İle Peloid Çamurunun Hidrojeokimyasal ve Çevresel İzotoplar Açısından İncelenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 27.12.2019 tarihinde oy birliği ile Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yusuf URAS (DANIŞMAN)

Jeoloji Mühendisliği

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Ayça Doğrul SELVER (ÜYE)

Jeoloji Mühendisliği

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. İsmail DİNÇER (ÜYE)

Jeoloji Mühendisliği

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI

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.

Selver Şeyma ARSAN



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

Proje No: 2018/3-3 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.

**KAHRAMANMARAŞ EKİNÖZÜ İÇMECE SULARI İLE PELOİD ÇAMURUNUN
HİDROJEOKİMYASAL VE ÇEVRESEL İZOTOPLAR AÇISINDAN
İNCELENMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

SELVER ŞEYMA ARSAN

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Ekinözü (Kahramanmaraş) mevkiinde bulunan SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-5' nolu kaynaklarının hidrojeolojisi, izotop jeokimyası, hidrojeokimyası ve tıbbi jeoloji açısından incelenmesidir. Bölgeden bir yıl boyunca her ay alınan su örnekleri ve peloid çamuru üzerinde; izotop analizleri kapsamında IRMS metodu ile ^{18}O , ^2H (Döteryum) ve IAEA metodu ile ^3H (Tritiyum) analizleri yapılmıştır. Kaynakların su kalitesini belirlemek amacıyla, su kalitesi tayin parametrelerinden sıcaklık, pH, iletkenlik, alkalinite, iz element derişimleri, anyon-katyon ölçümleri ve metal derişimleri, iyon kromatografisi (ICP-MS) ve ICP-OES kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, incelenen su kaynaklarının içilebilirlik ve sulama suyu açısından kullanılabilirliği ve su kalitesi parametreleri yönünden değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojeokimya, İzotop Jeokimyası, İçme Suyu, Tıbbi Jeoloji, Peloid Çamuru

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Aralık/ 2019

Danışman: Doc. Dr. Yusuf URAS

Sayfasayısı: 64

**INVESTIGATING ENVIRONMENTAL ISOTOPE CHARACTERISTICS AND
HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF PELOID MUDS AND DRINKING
WATERS IN EKINOZU (KAHRAMANMARAS)**

(MSc THESIS)

SELVER ŞEYMA ARSAN

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the hydrogeology, isotope geochemistry, hydrogeochemistry and medical geology of SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 and SK-5 in Ekinözü (Kahramanmaraş). On the samples of water and peloid muds taken during different seasons and during rainy / dry season for one year in the region; Isotope analyzes were performed by IRMS method with ^{18}O , ^2H (Deuterium) and IAEA method with ^3H (Tritium) analysis. Conductivity, alkalinity, trace element concentrations, anion-cation measurements and metal concentrations, ion chromatography (ICP-MS) and ICP-OES were used to determine the water quality of the resources. In the light of the results obtained, the availability of examined water resources in terms of potability and irrigation water has been evaluated in terms of water quality parameters.

KeyWords: Hydrogeochemistry, Isotope Geochemistry, Drinking Water, Medical Geology, Peloid Muds

Kahramanmaras Sutcu Imam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology Engineering December/ 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yusuf URAS

Page Numbers: 64

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezime finansal yönden 2018/3-3 YLS no'lu proje kapsamında destek veren Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve çalışmamın her aşamasında sağladığı bilimsel katkılardan dolayı bilim insanı Doç. Dr. Yusuf URAS'a, içtenlikle teşekkür ederim.

Tüm arazi çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen DSİ'den çalışma arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Yılmaz Sıddık DOĞRULUK ve jeolojik haritaların hazırlanmasında emeği geçen Jeofizik Mühendisi Gökhan ÖNCÜL'e, önceki çalışmalarıyla bana ışık tutan Jeoloji Mühendisi İbrahim KARAOĞLANA ve çalışmamdaki yardımlarından dolayı Öğr. Gör. Merve PAKSOY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, bugünlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Selver Şeyma ARSAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Konum ve Ulaşım.....	3
1.2. İzotoplar.....	4
1.3. Suların Fiziksel Özellikleri Anyon ve Katyon Bileşenleri	7
1.3.1. Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH).....	7
1.3.2. Özgül elektriksel iletkenlik (EC)	7
1.3.3. Sodyum (Na ⁺) iyonu.....	7
1.3.4. Potasyum (K ⁺) iyonu.....	8
1.3.5. Kalsiyum (Ca ⁺²) iyonu	8
1.3.6. Magnezyum (Mg ⁺²) iyonu.....	9
1.3.7. Sülfat (SO ₄) iyonu	9
1.3.8. Klor (Cl) iyonu	9
1.3.9. Nitrat (NO ₃) bileşiği	9
1.4. Önceki Çalışmalar	10
2. MATERYAL VE METOD	15
2.1. Materyal.....	15
2.1.1. Çalışma alanının jeolojisi	15

2.1.2. Çalışma alanının tektonik ve yapısal özellikleri	21
2.1.3 Çalışma alanının hidrojeolojisi ve hidrojeokimyası.....	22
2.2. Metod.....	26
2.2.1. Arazi çalışmaları	26
2.2.2. Laboratuvar çalışmaları.....	26
2.3.3. Büro çalışmaları	27
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
3.1. Anyon ve Katyonların Mevcut Diyagramlarla Değerlendirilmesi	42
3.1.1. Piper diyagramı	42
3.1.2. Schoeller diyagramı	44
3.2. Ekinözü mevkiî Suyunun Kullanım Özelliğine Göre Sınıflanması.....	46
3.3. İçmece Su Kaynaklarının İnsan Sağlığına Etkisi	52
3.4. Peloid Çamurunun İnsan Sağlığına Etkisi	53
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR.....	59
ÖZ GEÇMİŞ.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
$\delta^{18}\text{O}$: Oksijen 18
$^{\circ}$: Derece
$\delta^2\text{H}$: Döteryum
PH	: Hidrojen İyon Konsantrasyonu
%	: Yüzde
g	: Gram
mL	: Mililitre
(‰)	: Promil
ppm	: Milyonda bir birim
EC	: Özgül Elektriksel İletkenlik
TU	: Tritiyum
HCO₃	: Bikarbonat
SO₄	: Sülfat
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
Mg	: Magnezyum
Cl	: Klor
Na	: Sodyum
Al	: Aliminyum
Pb	: Kurşun
Hg	: Cıva
Ag	: Gümüş
As	: Arsenik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1 İçme suyu kaynaklarının genel görünümü (SK-1: Yukarı İçme, SK-2: Aşağı İçme, SK-3: Orta İçme, SK-4: Kırkgöz, SK-5: Peloid Çamuru).....	2
Şekil 1.2 İnceleme alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 2.1 Çalışma alanının jeoloji haritası	15
Şekil 2.2 Ekinözü ve çevresinin Jeolojik Haritası	16
Şekil 2.3 Çalışma alanının jeolojik enine kesitleri	16
Şekil 2.4 Hidrojeokimyasal çevrim.	23
Şekil 3.1. Ekinözü mevkii su kaynaklarının Global waterline, Mediterranean ve $\delta^{18}\text{O}$ Oxygen- δ Deuterium ilişkisi Ekinözü mevkii su kaynaklarının Tritiyum (TU) ilişkisi	33
Şekil 3.2 Ekinözü mevkii suyu kaynaklarının Wilcox diyagramı	41
Şekil 3.3. Ekinözü mevkii su kaynaklarının ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	42
Şekil 3.4. Ekinözü mevkii suyu kaynaklarının Piper diyagramı	43
Şekil 3.5. Ekinözü mevkii suyu kaynaklarının Schoeller diyagramı.....	45
Şekil 3.6. Ekinözü mevkii su kaynaklarının görünümü, SK-1: Yukarı İçme, SK-4: Kırkgöz, SK-5: Peloid Çamuru).	47
Şekil 3.7. Ekinözü Orta İçmeler Peloid çamuru (SK-5) kaynağının görünümü.....	54

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1 İzotopların göreceli derişim düzeyleri.....	5
Çizelge 1.2 Suların pH' a göre sınıflandırılması.....	7
Çizelge 2.1. Ekinözü ilçesini de kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının uzun yıllar (1970-2012) aylık maksimum ve toplam yağış ortalaması değişimi.....	24
Çizelge 2.2. Ekinözü ilçesini de kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının uzun yıllar(1970-2012) aylık toplam kar kalınlığı değişimi.....	25
Çizelge 3.1 $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve Trityum Ağustos Ayı Kurak Dönem Sonuçları	31
Çizelge 3.2 $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve Trityum Aralık Ayı Yağışlı Dönem Sonuçları.....	31
Çizelge 3.3 Ekinözü (Kahramanmaraş) Yukarı İçme (SK-1) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu.....	34
Çizelge 3.4 Ekinözü (Kahramanmaraş) Aşağı İçme (SK-2) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu.....	35
Çizelge 3.5 Ekinözü (Kahramanmaraş) Orta İçme (SK-3) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu.....	36
Çizelge 3.6 Ekinözü (Kahramanmaraş) Kırkgöz Pınarı (SK-4) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu.....	37
Çizelge 3.7 Ekinözü (Kahramanmaraş) Peloid çamuru (SK-5) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu.....	38
Çizelge 3.8 Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metallerin Bir Yıl Boyunca Ortalama Verileri	39
Çizelge 3.9 Peloid Çamuru Kaynağından Alınan Örneklerde Yapılan Kil Analizi Sonuçları	40
Çizelge 3.10 Piper'a Göre Suların Sınıflanması Şahinci, (1991).....	43
Çizelge 3.11 Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonatbikarbonat sınıflaması.....	44
Çizelge 3.12 Ekinözü (K.Maraş) mevki su kaynaklarının anyon katyon değerleri.....	45
Çizelge 3.13 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfına Göre Kalite Kriterleri	48
Çizelge 3.14 TSE'nin kabul ettiği içme suyu standartları	51
Çizelge 3.15 Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kabul ettiği sınırlar	52

1. GİRİŞ

Çalışmanın ana amacı Kahramanmaraş ili, ekinözü ilçesindeki 4 adet su kaynağı ve 1 adet peloid çamurunun jeoloji, hidrojeokimya, izotop jeokimyası ve tıbbi jeoloji yönünden araştırılmasıdır. Bu amaç kapsamında içme suyu kaynaklarının su kalitesi parametreleri açısından incelenmesi ve bu parametrelerin bölgede yaşayan insanlar üzerindeki muhtemel halk sağlığı etkilerinin tıbbi jeoloji açısından araştırılması konuları üzerinde çeşitli araştırma ve değerlendirmeler yapılmıştır.

İnceleme alanı Kahramanmaraş iline yaklaşık 165 km uzaklıkta bulunan Ekinözü ilçesinde yer almaktadır. Ekinözü ve çevresindeki incelenen kaynak suları; Ekinözü İçmeler mevkiî Yukarı İçme (SK-1), Aşağı İçme (SK-2), Orta İçme (SK-3), Kırkgöz (SK-4), Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan 5 kaynaktan oluşmaktadır (Şekil 1.1). Su kaynaklarından bir yıl boyunca yerinde ölçümler yapılmış ve numuneler alınarak analizi yaptırılmıştır.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan “Kahramanmaraş Ekinözü İçmece Suları ile Peloid Çamurunun Hidrojeokimyasal ve Çevresel İzotoplar Açısından İncelenmesi” başlıklı bu çalışmada elde edilen tüm veriler ayrıntılı olarak aktarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1.1 İçme suyu kaynaklarının genel görünümü (SK-1: Yukarı İçme, SK-2: Aşağı İçme, SK-3: Orta İçme, SK-4: Kırkgöz, SK-5: Peloid Çamuru).

1.1 Konum ve Ulaşım

Çalışma alanı, Elbistan L38.d3 nolu paftada bulunan Kahramanmaraş iline 163 km mesafedeki Ekinözü ilçesi sınırları içinde bulunan içmeler mevkiini de içeren bir alanda yer almaktadır. Ekinözü, Kahramanmaraş iline bağlı bir ilçedir. Malatya'ya 120 kilometre, Kayseri'ye 270 kilometre uzaklıktadır. Akdeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin kesiştiği noktada yer alır. İlçe sınırları Doğu Anadolu Bölgesi'nde olup, 692 km²'lik yüz ölçümüne sahiptir. Ekinözü'nün doğusunda Nurhak ilçesi, batısında Göksun ilçesi, kuzeyinde Elbistan ve Afşin ilçeleri ve güneyinde Kahramanmaraş il merkezi ile Çağlayancerit ilçeleri bulunmaktadır. Araştırılan bölgenin yer bulduru haritası aşağıda verilmiştir. (Şekil 1.2). Ulaşım açısından değerlendirildiğinde; Ekinözü'ne Kahramanmaraş karayolu ve 17 km uzakta bulunan komşu Elbistan ilçesi yoluyla ile her gün ve her mevsim ulaşım mümkündür. Özellikle yaz aylarında içmelere bölgedeki yakın illerden her gün minübüs ve otobüs seferleri yapılmaktadır. Ekinözü ilçe merkezine en yakın olan kaynak 2 km uzaklıkta bulunan Yukarı İçme' dir. Orta İçme ve Aşağı İçme de aynı yol üzerinde bulunmaktadır. İlçe merkezine Orta İçme 2,5 km, Aşağı İçme ise 4 km uzaklıkta bulunmaktadır. Yukarı İçme'den başlayıp Orta ve Aşağı İçmeler'e doğru sırayla ulaşmak mümkün olmaktadır.



Şekil 1.2 İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.2. İzotoplar

Atom numarası aynı, kütle numarası farklı olan, dolayısıyla nötron sayıları da farklı olan, atomlara izotop denir. İzotoplar aynı elementin atomları olduğundan ve elektron sayıları aynı olduğundan kimyasal özellikleri de aynıdır. İzotopların fiziksel özellikleri ise birbirinden farklıdır ve bunun temel sebebi fiziksel özelliklerin atomun kütlesi ile kontrol ediliyor olmasıdır. Doğada duraylı (kararlı) ve radyoaktif olmak üzere iki tür izotop bulunmaktadır. Kararlı izotopların atomik yapısında herhangi bir değişiklik olmaz. Kararsız bir çekirdek yapısına sahip olan radyoaktif izotoplar ise zamanla parçalanarak başka elementlerin izotoplarına dönüşürler.

Suyun yapısını oluşturan oksijen elementinin 3, hidrojen elementinin de 2 adet duraylı izotopu bulunmaktadır. Oksijen ve hidrojen elementlerine ait ağır izotop/hafif izotop oranları ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ve $^2\text{H}/^1\text{H}$) birçok jeolojik veya hidrolojik çalışmada izleyici olarak kullanılmaktadır. Suların kökenleri, yer altında geçirdikleri fiziko-kimyasal süreçler ve bölgesel akım yönleri gibi konuların araştırılmasına katkı sağlamaktadır.

Hidrolojik çevrim boyunca suyu oluşturan hidrojen ve oksijenin kararlı izotoplarının içeriklerinde sıcaklık ve zamana bağlı olarak birtakım değişiklikler meydana gelir. Kararlı izotoplarda meydana gelen izotopik değişimler, su kütlelerine değişik özellikler yansıtmasını sağlar. Söz konusu özellikler su kütlelerinin hareketlerinin izlenmesini mümkün kılar. Radyoaktif izotoplar ise yarılanma ömürleri nedeniyle suların yaşının belirlenmesi, akiferde kalış süresi ve yenilenme süresinin belirlenmesinde izleyici materyal olarak kullanılırlar.

Bir jeotermal sahanın izotop kimyasının incelenmesi; jeotermal akışkanların kökeni, kaynağın yaşı ve mola süresi, beslenme yönü, suların uğradığı fiziksel değişimler, kayaç-akışkan etkileşimi ve rezervuar hakkında bilgiler vermektedir (Palabıyık, 2006). Jeotermal araştırmalarda yaygın olarak kullanılan izotoplara ait göreceli derişim düzeyleri Çizelge 1.1.' de gösterilmektedir (Rosman and Taylor, 1998).

Çizelge 1.1 İzotopların göreceli derişim düzeyleri (Rosman and Taylor, 1998).

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

SMOW⁷ da (standart okyanus suları ortalaması), yeryüzündeki kayalarda suların daha çok ve $\delta^{18}\text{O}$ daha az $\delta^2\text{H}$ bulunduğunu belirtmektedir (Craig, 1963). Jeotermal suların $\delta^2\text{H}$ içeriği meteorik sularla benzerlik gösterirken, $\delta^{18}\text{O}$ içeriği ise meteorik sudan daha büyük değerlere sahiptir. $\delta^{18}\text{O}$ içeriğindeki bu zenginleşme, sıcaklığın artması ve buna bağlı olarak oluşan kayaç-akışkan etkileşimi nedeniyle sıcak akışkanın kayacı çözündürmesi ve jeotermal akışkandaki $\delta^{18}\text{O}$ miktarının artması sonucu meydana gelmektedir. Öte yandan, jeotermal akışkanın $\delta^{18}\text{O}$ miktarındaki değişim meteorik su ve kayacın ilksel bileşimi, mineralojisi, kayaç-su oranı, akışkanın temas süresi, tepkimenin gerçekleştiği yüzey alanı, geçirgenlik ve gözeneklilik, sistemin yaşı, buharlaşma gibi fiziksel ve kimyasal faktörlere bağlıdır.

Beslenme alanında yağışlardan alınan numuneye havzadaki yeraltı suyundan alınan numunelere ait değerler ($\delta^2\text{H}$ ordinat, $\delta^{18}\text{O}$ 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, herhangi bir karışma varsa bunun oranı izotop çalışmaları neticesinde ortaya çıkmaktadır (Günay, 1969).

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 aşağıda gösterilmektedir.

$$\delta\text{D} = 8 * \delta^{18}\text{O} + 10 \text{ (Craig, 1961)}$$

Lokal yağışlara ait izotop bileşimlerinin bu meteorik su doğrusu civarındaki konumları sıcaklığa, yağış miktarına, karasal etkilere, yüksekliğe ve enleme bağlı değişir. Meteorik suların izotopik bileşimleri (δD ve $\delta^{18}O$ değerleri) yıllık ortalama hava sıcaklığına bağlı olarak değişim sergilemekte, sıcaklık düştükçe suların ağır izotop/hafif izotop oranlarında da artış olmaktadır (Dangsgaard, 1964). Yağış miktarı ile ilişkili olarak, yoğun yağışlar daha negatif δD ve $\delta^{18}O$ 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 $\delta^{18}O$ değerlerinden beslenim yüksekliğinin tahmininde kullanılmaktadır (Mazor, 1997). Enlem etkisinde ise enlem arttıkça meteorik suların δD ve $\delta^{18}O$ değerleri düşmektedir.

Meteorik su doğrusundan gerçekleşen sapsmalar buharlaşma-yoğunlaşma, su-kayaç etkileşimi, meteorik olmayan sular ile karışma gibi süreçlere işaret edebilmektedir (Albu vd.1997).

Buharlaşma süresince; izotopik ayırılma gerçekleşmektedir. Hafif izotoplar gaz fazına ayrılmakta, ağır izotoplar ise 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; yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Hidrojen kayaçların ana elementlerinden biri değildir. Bu nedenle $^2H/^1H$ su-kayaç etkileşimi süresince suların oranlarında önemli boyutta değişimler gözlenmemektedir. Ancak, oksijen kayaçları oluşturan ana elementlerden birini temsil ettiğinden ve kayaçların genelde ağır oksijen izotopu bakımından daha zengin olmasından dolayı, su-kayaç etkileşimi suyun bileşimini daha pozitif $\delta^{18}O$ değerlerine doğru yöneltmektedir. Bu durum özellikle jeotermal sahalarda gözlenmektedir.

Karışım olayları incelendiğinde jeotermal sular için temelde beş kaynak mevcuttur. Meteorik sular, okyanus suları, formasyon suları, metamorfik sular ve magmatik sulardır. Bu beş tür su kaynağının hepsi kendine özgü izotopik bileşimlere sahiptir. Bileşimleri jeotermal suların kaynağını belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır.

1.3. Suların Fiziksel Özellikleri Anyon ve Katyon Bileşenleri

1.3.1. Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH)

Suyun kimyasal etkinliği, içerdiği hidrojen (H) ve hidroksil (OH) grubu iyonların konsantrasyonuna bağlıdır. Söz konusu bu konsantrasyon pH ile ifade edilmektedir. Su içerisinde bulunan hidrojen ve hidroksil iyon konsantrasyonlarının azalıp artmasına bağlı olarak asidik ya da bazik özellik kazanır. Yeraltı suları genel olarak asidik ($\text{pH} < 7$) özellikte iken, yüzey suları bazik ($\text{pH} < 8$) özellikteki sulardır. pH'a göre sınıflandırma şu şekildedir;

Çizelge 1.2 Suların pH' a göre sınıflandırılması

pH	SINIFI
>8	Bazik
8,5-7	Bazik Karakterli
7	Nötr
7-4,5	Asidik Karakterli
<4,5	Asidik

1.3.2. Özgül elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik, cisimlerin elektriği geçirme özelliğidir. Her cismin elektriği geçirme özelliği farklıdır. Yer altı sularının özgül elektriksel iletkenliği ise bir santimetre küp suyun 25°C'de iletkenliği olarak tanımlanır ve microsiemens/cm ($\mu\text{s/cm}$) olarak ifade edilmektedir. Sıcaklıktaki her 1°C'lik artış elektriksel iletkenliği % 2 artırır. Elektriksel iletkenlik suyun çözülmüş tuz içeriğine, derişime ve sıcaklığa bağlı olarak artmaktadır.

Saf suyun özgül elektriksel iletkenliği 0,5 – 5 mch/cm, içme sularının elektriksel iletkenliği ise 30 – 2000 mch/cm arasında değişmektedir. Özgül elektriksel iletkenlik sulama ve içme sularının sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

1.3.3. Sodyum (Na^+) iyonu

Sodyum elementi doğada birincil halde bulunan ve yer kabuğunda en fazla olan alkali metaldir. Yer altı sularına karışmaları evaporitlerin ve sodyum içeren minerallerin yağış suları tarafından kimyasal olarak bozunmaları ile gerçekleşmektedir. Bunlar Na içeren feldispat, plajyoklas, nefelin, sodalit, stilbit, natrolit, jadelit gibi minerallerdir (Şahinci, 1991). Na bileşikleri suda kolayca çözüldükleri için bütün yer altı sularında az veya çok miktarda bulunur. Suya tuzlu bir tat verdiği için içme sularında 200 mg/1'den fazla Na olması istenmeyen bir durumdur.

Sulama suyu olarak kullanılan sularda ise sodyum, toprak ve bitkiler üzerinde gösterdiği zararlı etkiler yüzünden önemlidir. Genellikle tek değerlikli katyonlar, çift değerliklilere göre, bitkiler üzerinde daha fazla zehirleyici etki gösterirler (Doğan, 1981).

Yeraltı sularına en çok plajiyoklasların ayrışması, kil minerallerinin baz değişimi ve evaporitlerin bozunumu sonucu karışmaktadır. Sağlıklı bireylerde sudaki sodyumun herhangi bir zararı belirtilmemiştir. Ancak 200mg/l üzeri konsantrasyonlarda suyun tadını bozduğu bilinmektedir (WHO, 2006).

1.3.4. Potasyum (K⁺) iyonu

Potasyum iyonlarının büyük bir kısmı sedimanter kayaç yapıcı minerallerden meydana gelmektedir. Çoğunluğu feldispatlar olmak üzere; bunların dışında mika ve diğer kil minerallerinin yapısında yer alırlar. Potasyum içeren minerallerin oluşması, gözenek sularının yeraltı sularına karışması ve iyon değişimi neticesinde yeraltı sularındaki potasyum miktarı değişmektedir (Atabey, 2005). TS 266' ya göre sularda potasyum için tavsiye edilen değer 10 mg/l, üst sınır ise 12 mg/l dir. Potasyumun içme sularındaki düşük ve yüksek konsantrasyonlarda olmasının insan sağlığına direkt olarak bir etkisi yoktur. Bununla birlikte kandaki eksikliğinde kas krampları, kabızlık, kalpte ritim bozuklukları ve vücutta yorgunluk görülmektedir (Selinus vd, 2005).

1.3.5. Kalsiyum (Ca⁺²) iyonu

Silikatlar, fosfatlar, arsenatlar, karbonatlar, boratlar ve sülfatlar alkali toprak elementi olan kalsiyum mineralleridir. Kalsiyum doğal sularda en yaygın görülen iyondur ve kayaç oluşturan minerallerin yapısında en fazla görülen toprak alkali metaldir. Kalsiyumun kaynağını oluşturan kayaçlar kireçtaşı, dolomit, mermer gibi karbonatlı kayaçlar ile jips ve anhidrit gibi evaporitlerdir. Bunlara ek olarak magmatik kayaçların yapısında görülen amfibol, piroksen ve feldispatlar da önemli kalsiyum kaynaklarıdır. Söz konusu minerallerin bünyesindeki kalsiyumun erimesi ile yeraltı sularına karışırlar.

TS 266' ya göre tavsiye edilen kalsiyum değeri 100 mg/l, kabul edilen üst sınır değeri ise 200 mg/l olarak belirtilmiştir. İnsan vücudunun günlük kalsiyum ihtiyacı 1gr kadardır. Kalsiyum miktarının suda 1000 mg/l'yi aştığı durumlarda damar sertliği ve böbrek taşı oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir (Atabey, 2005).

1.3.6. Magnezyum (Mg⁺²) iyonu

Magnezyum doğada karbonatlı kayaların yapısında, olivin, piroksen, amfibol gibi mineraller içeren magmatik kayalarda da önemli bir yer tutar. Dolomit, evaporit, olivin, biyotit, hornblend, ojit ve serpantin, talk ve diyopsit gibi minerallerin çözünmesi ile de doğal sulara karışmaktadır. Magnezyum iyonu kalbi korumakta ve ritim bozukluklarını önlemektedir. Ayrıca suyun sertliğine sebep olan iyonlardan biridir. TS 266' ya göre tavsiye edilen magnezyum değeri 30 mg/l, kabul edilen üst sınır değeri ise 50 mg/l dir. İnceleme alanından alınan sulardaki magnezyum değerinin 6,15 mg/lt ile 164,34 mg/lt arasında olduğu tespit edilmiştir.

1.3.7. Sülfat (SO₄) iyonu

Volkanlar, jips, anhidrit ve pirit gibi minerallerin bozunumu ve kullanılan petrol ve kömür atıkları başlıca sülfat iyonu kaynaklarıdır. Yeraltı sularına jips ve anhidritten karışmaktadır. Sülfür bileşikleri çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksik etkiler ve korozyon gibi problemlere sebep olduklarından dolayı önemli kirletici konumundadırlar. TS 266' ya göre sulara tavsiye edilen sülfat değeri 25 mg/l, kabul edilen üst sınır değer 250 mg/l dir. Sodyum sülfat ve magnezyum sülfat insanlarda müshil etkisi yarattığı bilinmektedir.

1.3.8. Klor (Cl) iyonu

Apatit, evaporit, ince taneli denizel şeyller, sodalit ve feldispatoidler başlıca klor iyonu oluşturan minerallerdir. Deniz suyu, evaporitler, yağmur suları ve kar sularına karışarak yeraltı suları ile temasa geçmektedir. TS 266' ya göre tavsiye edilen klor değeri 25 mg/l, kabul edilen üst sınır değer ise 600 mg/l dir. Kabul edilen değerlerin üzerinde olan klor miktarı suyun tadında tuzluluğa sebep olmaktadır. Klorür iyonu, sodyum ile birlikte kanın bileşiminde bulunur ve kanın osmotik basıncını dengeler (Selinus vd, 2005).

1.3.9. Nitrat (NO₃) bileşiği

Nitrat, yeraltı sularına doğal kökenli unsurlardan daha çok suni gübreler ve katı atıklar vasıtasıyla karışmaktadır. TS 266'da nitrat için tavsiye edilen değer 5mg/l ve izin verilen üst sınır değer 50 mg/l dir.

Nitratın insan sağlığına olan etkileri konusunda çeşitli araştırmalar olmakla birlikte, elde edilen veriler çelişkili ve net olmayan verilerdir. Bununla birlikte nitratın

hipertansiyon, kanser ve doğuştan sakatlıklar gibi hastalıklara neden olduğu da bilinmektedir (Gallardo, Borja ve Tase, 2005; Cuello ve Correa 1976; Gilli vd., 1984).

1.4. Önceki Çalışmalar

Su kaynakları ile ilgili olarak bölgede ve bölge dışında çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda inceleme alanlarının jeolojisi, hidrojeolojisi, jeokimyası incelenmiş; ayrıca tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmiştir. Çeşitli su kaynaklarının korunması ve ülke ekonomisine kazandırılması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışma inceleme alanında yapılan az sayıda detaylı hidrojeokimyasal çalışmalardan biridir. Yeraltı su kaynakları ile ilgili yapılan çalışmalardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

Başkan E. (1970), MTA Enstitüsünce ilk kez incelenmiş ve bu çalışma kapsamında kaynak ve çevresinin jeoloji haritası hazırlanmıştır. Ayrıca sular kimyasal açıdan da incelenmiştir.

Gökalp (1972), Elbistan-Cela içmelerinde jeolojik ve hidrojeokimyasal açıdan incelemede bulunmuş ve hazırladığı rapor MTA tarafından yayımlanmıştır.

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

Özeke ve Özmutaf (1991), Kahramanmaraş Ekinözü (Cela) içmelerinde yarma çalışmaları yapmışlar ve hidrojeolojik değerlendirme raporu hazırlamışlardır.

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 kireçtaşının varlığını, Deliceirmak oluşumunun ise üstü kaplayan oluşum olduğunu açıklamışlardır.

Sekin ve ark. (2001) Manisa yöresinde içme, kullanma ve sulama suyu elde edilen derin kuyulardan toksik etkili olabilecek iz elementlerin değişimini incelemişler. Neticede iz elementlere ait analiz sonuçlarının tüm kuyularda izin verilen maksimum sınır değerinin altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Gürbüz ve Sandal (2003), Ekinözü içmelerinde yaptıkları çalışmalarda içme sularının sağlık turizmi açısından araştırmasını yapmışlardır.

Subramani ve ark. (2005), Hindistan'da yaptıkları çalışmada Chittar Havzasında yeraltı sularının hidrokimyasını içme ve tarımsal maksatlı kullanım açısından uygunluğunu belirlemek amacıyla yeraltı sularının kalitesini değerlendirmişlerdir. Birtakım fiziksel ve kimyasal parametrelere bakmışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre baskın hidrokimyasal fasiyesi Ca-Mg-Cl, Ca-Cl ve Na-Cl olarak tespit etmişlerdir. Yeraltı sularının acıdan sert ve tatlıya doğru, çok tuzludan tuzluya ve düşük alkalineteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. 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 birtakım önemlerin alınması gerektiğini savunmuşlardır.

Schmoll ve ark. (2006), WHO (World Health Organization) adına yayımlanan "Protecting groundwater for Health" adlı eserde İçme suyu kaynaklarının kalite açısından yönetilmesinin ve özellikle insan sağlığını korumak amacıyla yeraltı sularını koruma stratejilerinin geliştirmesini sağlamak için birtakım araçların mevcudiyetine değinmiştir.

Nas ve Berktaş (2006), Konya ilindeki yeraltı 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.

Arslan ve ark., (2007), tarafından yapılan çalışmada, Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama alanında sulama amaçlı kullanılan yeraltı suyu kalitesinin belirlenmesi amacıyla Haziran, Temmuz ve Ağustos 2005 tarihlerinde sulama maksatlı kullanılan 10 adet sondaj kuyusundan örnek alınmış ve su kalitesi analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda kuyulardan 1 tanesinin C3S1, 2 tanesinin C3S2, 1 tanesinin C4S2, 1 tanesinin C4S3 ve 5 tanesinin ise C4S4 sınıfında olduğu belirlenmiştir. Klor bakımından ise 1 tane kuyunun sorun içermediği, 2 tanesinin orta duyarlı bitkilerin sulanmasında ve 7 tanesinin ise dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabileceği ifade edilmiştir. 5 ve 6 nolu kuyuların RSC değeri 2.5'den yüksek çıkmış ve bu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğu belirlenmiştir.

Yeşilnacar ve Güllüoğlu (2007), Proje alanına komşu olan 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 belirlenmeye çalışılmıştır. 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.

Yeşilnacar ve ark. (2008), sığ akiferdeki yeraltı suyunda çok yaygın bulunan kirleticileri ve nitrat konsantrasyonunu yapay sinir ağları (ANN) modeliyle tahmin etmişlerdir. Sonuç olarak tüm örnekleme noktalarında nitrat değerlerinin maksimum kabul edilebilir değerlerden yüksek bulmuşlardır.

MTA (2008), “Kahramanmaraş İli ve Kentsel Alanların (İl-İlçe Merkezleri) Yerbilim Verileri” isimli raporunda Kahramanmaraş İl Merkezi ve çevresi ile Elbistan, Afşin, Göksun, Andırın, Pazarcık, Türkoğlu, Çağlayancerit, Ekinözü, Nurhak ilçeleri ve çevresinde, 1/25 000 ölçekli mühendislik jeolojisi, jeomorfoloji ve eğim analizleri konularında araştırmalar yapılmıştır. İl-İlçe merkezleri ve çevresi, ortaya konan yer bilimsel veriler ve doğal afet özellikleri irdelenerek, kentsel yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

Arumugam ve Elangovan (2009) tarafından Coimbatore(Hindistan) 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 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.

Atlı (2010), Erzin Ovası (Hatay) yeraltı suyu kirlenme potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı DRASTIC Modeli kullanılarak belirlenmesi konulu doktora tezinde mevsimlik ve yıllık yeraltı suyu hassasiyet haritalarının geliştirilmesini amaçlamış ve yeraltı suyu hassasiyet derecesinin ve yayılımının; hassasiyet haritasına arazi kullanım durumu da eklenince arttığını saptamıştır. Oluşturulan yeraltı suyu hassasiyet haritalarının, EC değerleri ile uyumlu olduğunu ancak, NO₃ konsantrasyonları ile bir korelasyonunun olmadığını saptamıştır.

Yeşilnacar ve Yenigün (2011), Yenigün (2009), Derin akiferde yaptıkları çalışmada yeraltı suyu kalitesinin insan tüketimi ve tarımsal amaçlı kullanımı açısından uluslararası kabul edilen maksimum konsantrasyonların altında bulmuş olup; aşırı sulamanın, yüksek buharlaşma oranının ve drenajın bir sonucu olarak bölgesel bir kirlenmenin varlığını tanımlamışlardır.

Çalışkan (2014), Dereboğazı köyündeki içme su kaynaklarını hidrojeokimya ve tıbbi jeoloji yönünden araştırmıştır. Yazar tezinde bölgedeki su kaynaklarındaki Ca ve Mg eksikliğinden kaynaklı muhtemel gelişim bozuklukları ve mineral kaybını araştırmak amacıyla ayrıca bölgede yaşayan 10 kadın üzerinde DEXA (DualEnerji X-ray Absorbsiyometre) üzerinde kemik mineral yoğunluğu ölçümleri ve bölgedeki erkeklerde boy ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, 3 kadında T-skorları osteoporoz sınırında bulunmuştur (T-skoru < -2,5).

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.

Karaoğlan İ., (2016), Bölgede yapılan en güncel çalışmadır. DSİ 'nin danışmanlığı ile yürütülen bu çalışma; "Ekinözü İlçesi Doğal Mineralli Su Kaynakları Koruma Alanları ve Hidrojeolojik Etüd Raporu" adıyla hazırlanmıştır. Kahramanmaraş ili Ekinözü ilçesinde içmeceler ve çevresindeki kuyu ve kaynakların araştırılması amacıyla İl Halk Sağlığı Müdürlüğü tarafından Ekinözü belediyesine yaptırılmış bir çalışmadır.

Söyler E., (2017) "Döngüle (Kahramanmaraş) Mevkii Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi" başlıklı tez çalışmasında bölgede kaynak şeklinde ortaya çıkan sular hidrojeokimyasal bakımdan incelenmiştir. Kaynak sularından alınan örneklerle yapılan analizlerin sonuçlarına göre suların kimyasal karakteristikleri, orijinleri ve benzerlikleri, su-kayaç etkileşimi ve doygunlukları ile jeotermometre uygulamaları

Oksijen 18 ve Döteryum-Trityum izotopları belirlenmiş ve suların beslenme alanları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Purdaş S., (2017) “Süleymanlı-Ilıca Mevkii Soğuk Su Kaynaklarının İzotopik ve Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi” isimli tez bölgede yapılan bir diğer çalışmadır. Süleymanlı-Ilıca soğuk su kaynakları Orta Üst Miyosen yaşlı Kumtaşı-ara tabakalı marn aralanmasından oluşan Karataş Formasyonu içerisinde çıkmaktadır. İnceleme alanı dört soğuk su kaynağından oluşmaktadır. Su örnekleri üstünde çeşitli su kalitesi tayin parametreleri (sıcaklık, pH, iletkenlik, alkalinite, anyon-kasyon ölçümleri, metal derişimleri ve çözünmüş oksijen miktarı) gibi yerinde yapılan ölçümler ve jeokimya analizleri ve çevresel izotop değerleri (^{18}O , ^2H and ^3H) analiz edilmiştir.

Yenipınar S., (2017) tarafından Kahramanmaraş ili Süleymanlı-Ilıca mevkiinde bulunan sıcak su kaynaklarının jeokimyasal ve izotop incelemesi yapılmıştır. Ayrıca sıcak su kaynaklarının kullanımının insan sağlığı bakımından bir sakıncası olmadığı belirtilmiştir. Tıbbi jeoloji bakımından ayrıntılı olarak değerlendirilmesi önerilmiştir.

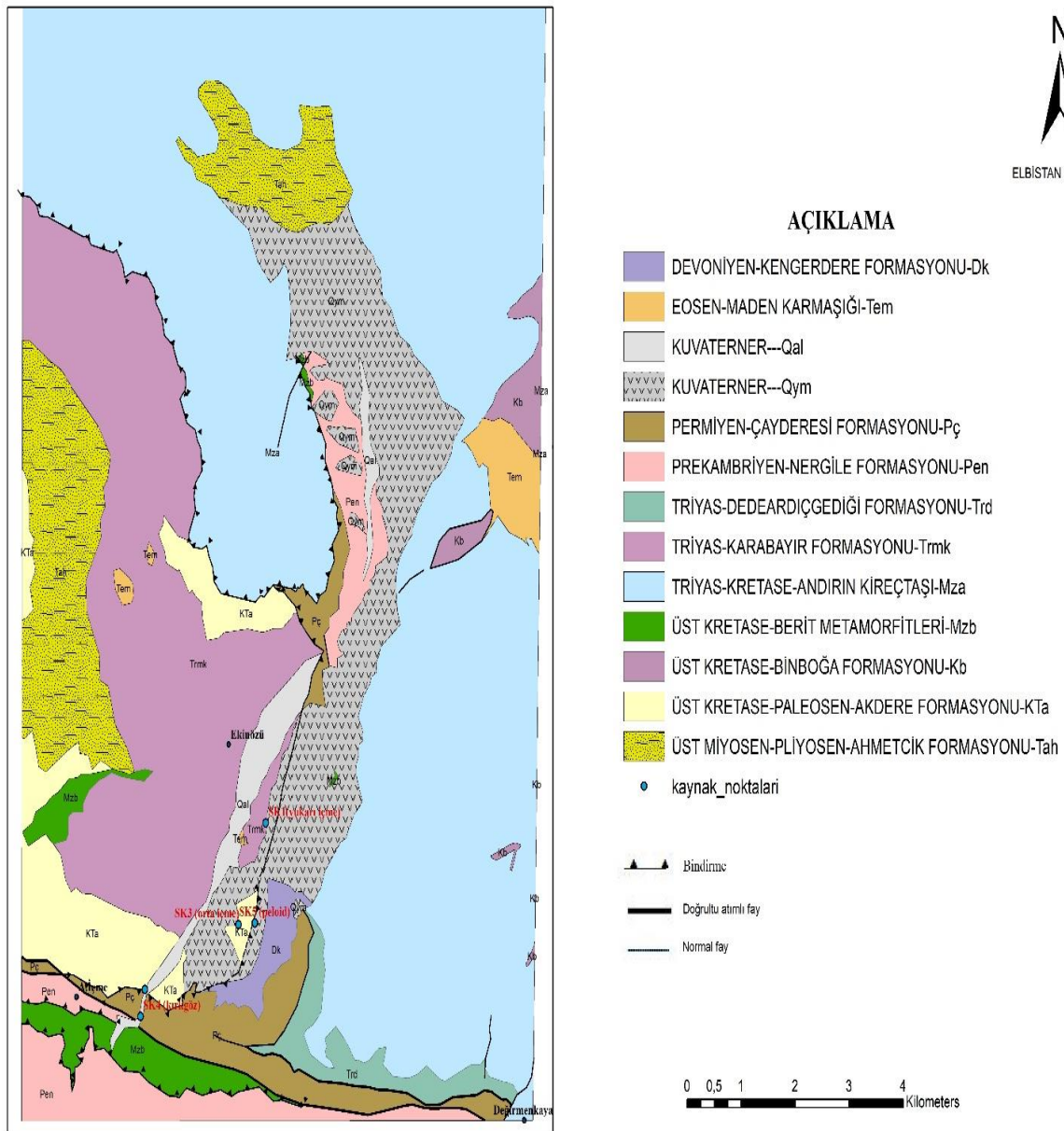
Uras Y vd., (2018) ‘Yedioluk-Kozan (Adıyaman) Bölgesi İçme Sularının Karakteristiklerinin Hidrojeolojik Açıdan İncelenmesi ‘başlıklı yayın konu ile ilgili yapılmış bir diğer çalışmadır. Yedi Oluklar ve Kozan bölgesinin içme suyu kaynaklarının önemli bir bölümü Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Koçali Kompleksi ana akifer niteliğindeki bu akiferden sağlanmaktadır. Çalışma kapsamında bölgeden bir yıl boyunca farklı mevsimlerde alınan su örnekleri üzerinde; izotop analizleri kapsamında IRMS metodu ile ^{18}O , ^2H (Döteryum) ve IAEA metodu ile ^3H (Trityum) analizleri yapılmıştır. Ayrıca su kaynakları jeokimyasal bakımdan da incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, incelenen su kaynaklarının içilebilirlik ve sulama suyu açısından kullanılabilirliği incelenmiş su kalitesi parametreleri yönünden değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

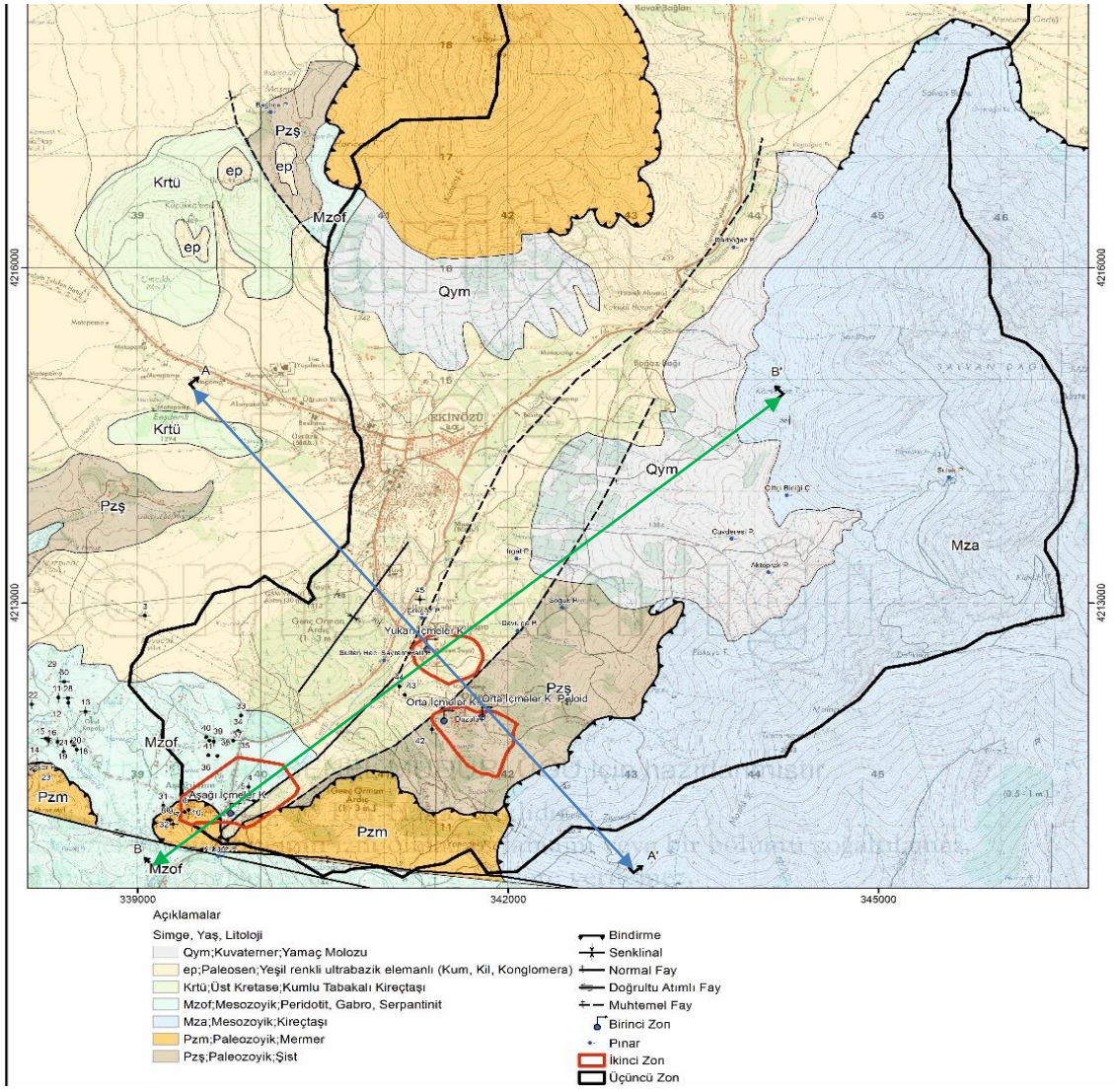
2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma alanının jeolojisi

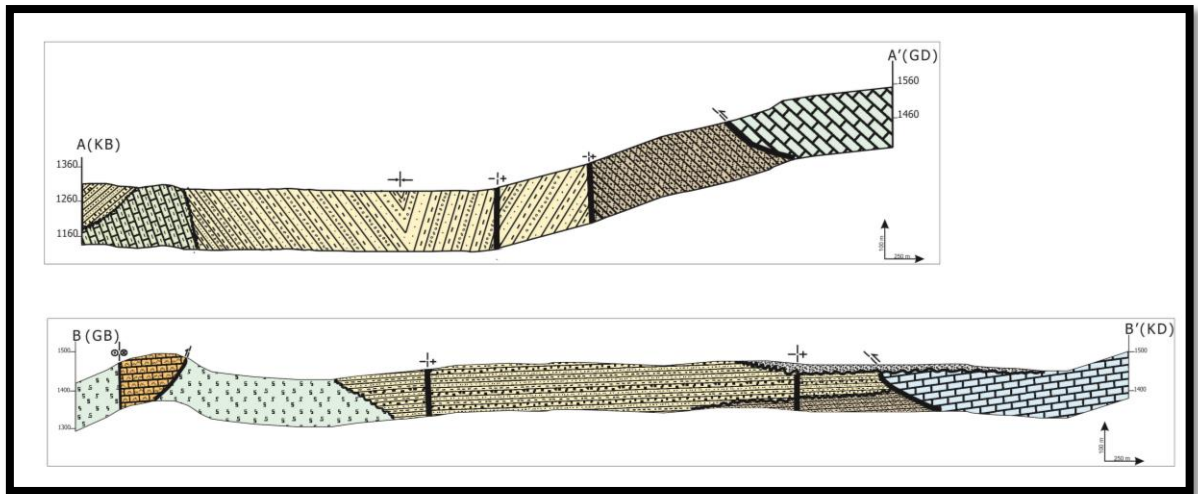
Çalışma alanı Ekinözü (K.Maraş) bölgesinde yer almaktadır. İnceleme alanında yüzeyleyen birimler; Orojenik Kuşak, Güneydoğu Anadolu Otoktonu ve örtü kayaları olmak üzere üç birime ayrılarak, stratigrafik dizilimleri ve yaş ilişkilerine göre açıklanmıştır. Ekinözü (K. Maraş) içmeler mevkiinin içme su kaynaklarının bulunduğu çalışma alanının jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA 2008 haritası revize edilmiştir.)



Şekil 2.2 Ekinözü ve çevresinin Jeolojik Haritası(MTA,2008)



Şekil 2.3 Çalışma alanının jeolojik enine kesitleri(Karaoğlan İ.,2016)

Orojenik Kuşak

İnceleme alanında mostra veren Orojenik Kuşak birimleri başlıca; allokton konumlu Malatya Metamorfitle, Andırın Kireçtaşları, Berit Metaofiyoliti, Binboğa formasyonu, Akdere formasyonu ile Maden Karmaşığı olarak adlandırılan birimlerden oluşmaktadır.

Malatya Metamorfitle

İnceleme alanında bulunan en yaşlı birim Malatya Metamorfitleleridir. Malatya ve çevresinde yüzeylenen Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı karbonatlar ve metamorfik kırıntılı kayalar Malatya Metamorfitleleri olarak adlandırılmıştır (Sungurlu, 1974). Perinçek (1978) inceleme alanı ve yakın çevresinde yaptığı çalışmada Malatya Metamorfitlelerini alt ve üst metamorfitleler olarak iki kısma ayırarak incelemiştir. Gözübol ve diğ. 1986'daki çalışmalarında Malatya Metamorfitleleri'ni dört birime ayırarak incelemiştir. Stchepinsky 1944'de mermerler üzerinde yaptığı paleontolojik çalışması sonucu birime Permo-Karbonifer yaş aralığını vermiştir. Daha sonra Karaman ve diğ., (1993), Permo-Karbonifer olarak belirlenen yaş aralığının Üst Triyas 'a kadar çıktığını ve birimin mermer, şist ve kalkışist birimlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

İnceleme alanında Malatya Metamorfitleleri; allokton konumlu Permiyen ve öncesi yaşlı Nergile Formasyonu (Pn), Devoniyen yaşlı Kengerdere Formasyonu (Dk), Permiyen yaşlı Çayderesi Formasyonu (Pç), Triyas yaşlı Karabayır Formasyonu (Trmk) ve Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd)'na ait kayaç topluluklarından oluşmaktadır. Malatya Metamorfitleleri, Berit Metaofiyolit'leri üzerine tektonik bir dokanakla yerleşmiş ve geniş alanlara yayılmıştır. Birim, kristalize kireçtaşı, şist, fillit, serizitşist, kloritşist, kalkışist ve mermer gibi metamorfik kayalar ile temsil edilmektedir.

Nergile Formasyonu (Pn)

Birim ilk kez, Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından adlanmıştır. Birim arazide başlıca gnays, amfibolit gnays ve şist birimlerinden meydana gelmiştir.

Kengerdere Formasyonu (Dk)

Baydar ve Yergök (1996) tarafından birime Orta ve Alt Devoniyen yaşı tayin edilmiş ve adlandırması yapılmıştır. Formasyon arazide mermer, gnays, şist birimlerinden oluşmaktadır.

Çayderesi Formasyonu (Pç)

Birim ilk olarak Özgül vd., (1981) tarafından Çayderesi Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Kengerdere Formasyonu üzerine uyumlu geçişli olarak gelen Çayderesi Formasyonu'na Permiyen ve öncesi yaş aralığı tayin edilmiştir (Yılmaz ve diğerleri, 1987). Üst dokanağı Triyas yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu ile geçişlidir. Birimin arazide genellikle gri-koyu gri-mavimsi renklerde. Formasyon başlıca dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarının yanı sıra yer yer metamorfik süreçlerin etkisiyle oluşan mermerleşmeler görülmektedir. Kristalize kireçtaşları, genellikle gri-koyu gri ve siyah renkli, orta-kalın tabakalı, kırılğan, eklemli ve sık çatlaklı bir yapı gösterir. Kristalize kireçtaşlarının çatlakları kalsit ve demirli minerallerle dolmuştur. Dolomitik kireçtaşları ise sarımsı-kırmızımsı kahverengi renklerde, ince-orta tabakalı ve kırılğan yapıdadır. Mikrokristalize dolomitik seviyeleri, resifal, sarı-kırmızı renkli, orta-ince tabakalı ve dayanımsızdır. SK-4 kaynağı Çayderesi formasyonunda yer almaktadır.

Karabayır Formasyonu (Trmk)

Çayderesi Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen birim ilk kez Yılmaz ve diğerleri (1987) tarafından adlanmıştır. İnceleme alanında ise Çayderesi Formasyonu altında, tektonik dokanakla izlenir (Yılmaz ve diğ., 1987; Gül 2000). Birimin arazideki görünümü siyahımsı-kırmızımsı, değişken tane boylarına sahip kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve çakıltaşı aralanması şeklindedir. Genellikle değişken tane boylarına sahip sedimanlar magmatik sokulumlar tarafından kesilmektedir. Dedeardıçgediği formasyonu ilksel konumlu birimin üzerine uyumlu olarak yerleşmiştir. Ayrıca birimin içerdiği taneler keskin köşeli ve yer yer ince taneli birimlere geçişlidir.

Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd)

Birim ilk kez Baydar ve Yergök (1996) tarafından Dedeardıçgediği formasyonu olarak adlandırılmış ve birime fosilli seviyelerine dayanarak Üst Permiyen- Orta Triyas yaş aralığı vermişlerdir. Dedeardıçgediği formasyonu başlıca mermer ve kalkışist birimlerinden oluşmaktadır. Metamorfik süreçlerin etkisiyle oluşan mermer ve kalkışist birimleri yanal ve düşey yönde geçişler sunmaktadır. Mermerler siyahımsı-kırmızımsı renklerde ve ince-orta tabakalı, masif görünlü, sert yapılı ve bol kırık çatlaklı, kalkışistler ise laminalı, ince tabakalıdır. Andırın Kireçtaşı (Mza)

Andırın Kireçtaşı (Mza)

Triyas-Kretase yaşlı kireçtaşı birimi ilk kez Ayaşlıoğlu ve diğerleri (1970) tarafından Andırın kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Andırın kireçtaşları çok uzun mesafeler boyunca yer değiştirmiştir. Bu konum değişikliği sırasında birim birçok dilimli ve bloklu yapıya sahip olmuştur (Kozlu, 1987). Andırın Bindirme zonu batısında ve Elbistan- Sürgü faylarının kuzeyinde oldukça geniş alanlarda yayılım göstermektedir.

Tamamen kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı oluşan birim sert, dayanımlı bol eklemli, orta-kalın katmanlı ve yeniden kristalleşmiş yapıdadır. Kırık ve çatlaklar kalsit dolguludur. Andırın kireçtaşlarının erimesi ile oluşmuş ve zaman içinde gelişmiş karstik şekiller yaygındır. Oldukça tektonik yapıdaki kireçtaşları sarımsı-beyazımsı, gri-koyu gri renklerde, ince-orta-kalın tabakalı, erime boşluklu, genellikle sağlam dayanımlı, masif, karstik yapıdadır.

Berit Metaofiyoliti (Mzb)

Perinçek ve Kozlu, 1984 yılında yapmış oldukları çalışmada Berit Dağı'ndaki metamorfik ofiyolitler için ilk kez Berit metaofiyoliti adını kullanmışlardır. Bölgede yapılan önceki çalışmalarda birime geç Jura-erken Kretase (Perinçek ve Kozlu, 1984) ve geç Kretase (Gözübol ve Gürpınar, 1980) yaşları verilmiştir. Yıldırım (1989) ise, Berit metaofiyolitini bölgeye Orta Eosen sonunda yerleşmiş tektonik bir birlik olarak tanımlamıştır. Ayrıca formasyon Kretase'de kapanmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun kalıntıları olarak yorumlanmıştır (Gül, 2000). Berit metaofiyoliti üzerine, tektonik konumlu olarak Dedeardıçgediği formasyonu gelmektedir.

Birim içinde yaygın olarak serpantinleşmiş peridotitler bulunmaktadır. Serpantinitletler genellikle masif görümlü, oldukça kırıklı, tektonizmaya uğramış kısımları ezikli, ayrılmış, sarımsı, yeşilimsi, grimsi renklerde görülmektedir. Birim içerisinde genel olarak levha dayk, izotrop gabro, katmanlı gabro, serpantinitlet ve peridotit gibi sedimanter ve metamorfik kayaçların oluşturduğu farklı bloklar gözlenmektedir. Birim içerdiği kaya topluluğu nedeniyle düzenli bir ofiyolitik seri konumundadır.

Binboğa Formasyonu (Kb)

Birim allohton konumlu kırıntılı kireçtaşından oluşmaktadır. İlk kez Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından Binboğa Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Yılmaz ve diğerleri (1987) tarafından Triyas-Jura-Kretase yaş aralığı tayin edilmiştir. Andırın

Kireçtaşı ile yanal ve dikey geçiş gösteren birim, tektonize bir yapıda ve allokton konumdadır.

Formasyon kumtaşı, şeyl, çörtlü kireçtaşı ve kıltaşı ara katkılarından meydana gelmiştir.

Akdere Formasyonu (KTa)

Birim ilk kez Aziz ve diğerleri (1979) tarafından adlandırılmıştır. Yılmaz ve diğerleri (1987) birime Maastrichtiyen-Alt Eosen yaş aralığı vermişlerdir.

Kırıntılı kireçtaşı, kumtaşı, şeyl ve kıltaşı ardalanmasından oluşan birim arazide grimsi, yeşilimsi ve sarı renkli, orta-ince düzgün ve devamlı tabakalı ve laminalanmış bir görünüme sahiptir.

Maden Karmaşığı (Tem)

İlk kez Ketin (1948) tarafından Maden Serisi olarak adlandırılmıştır. Tipik olarak Elazığ'ın Maden ilçesi ve çevresinde gözlenen bu birimi ilk defa Maden Birimi diye adlandıran araştırmacı Rigo de Righi ve Cortesini (1964) olmuştur.

Önceki çalışmacılardan Perinçek (1979), Yazgan (1983, 1984), Yiğitbaş vd. (1992) ve Gül (2000) birimin yaşının Orta Eosen olduğunu belirtmişlerdir. Maden Karmaşığı birimi stratigrafik olarak Berit Metaofiyoliti'nin altında tektonik dokanakla yer almaktadır. Maden Karmaşığı, Orta Eosen başındaki bir riftleşme ile gelişmiş olan bir havzada oluşmuştur. Daha sonraki naplaşma hareketlerinin etkisiyle olistolit ve olistostromlu seviyeler meydana gelmiştir (Yiğitbaş vd., 1992). Maden Karmaşığı'nın çökme ortamının sürekli yoğun tektonizma etkileri altında olması aynı zamanda ortamsal şartların sık sık değişmesine neden olduğundan, litolojik birimlerin yanal devamlılıkları da oldukça sınırlı kalmıştır (Perinçek, 1979).

Eosen yaşlı, yer yer bloklu volkanitlerden oluşan bu formasyon genel olarak epiklastik -piroklastik kayalar ve yer yer Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşı blokları kapsayan olistostromal kaya türlerinden oluşmaktadır. Yer yer metamorfizma etkisinde kalan birim, tabanda kısmen metamorfize kireçtaşı, ofiyolitlerden oluşan kahverengi yeşilimsi boz renkli, kalın tabakalı çakıltaşı-kumtaşı, bunun üzerine siyah renkli, orta tabakalı, nümmülitli kireçtaşı, mor, yeşilimsi renkli, ince tabakalı, pelajik fosilli killi kireçtaşı-şeyl ardalanması şeklinde gözlemlenmektedir. Pelajik kireçtaşları, üste doğru yanal ve düşey yönde, spilitik volkanitlerle ardalanma göstermektedir (Yılmaz vd, 1987).

Örtü Birimleri

Ahmetçik Formasyonu (TQa)

İlk kez, Baydar (1989) tarafından adlandırılan birim, genel olarak çakıltası ile temsil edilmektedir. Birim başlıca gevşek-orta tutturulmuş çakıltası ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Birim arazide gri-beyaz renkli, masif görünümlü ve orta tabakalanmalı bir oluşum sergilemektedir.

Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç molozları, yamaçlarda ve yamaçların düzlüklere ulaştığı kesimlerinde, fay dikliklerinin önünde oluşmaktadır. Keskin köşeli- kısmen yuvarlaklaşmış, kısmen tutturulmuş- gevşek, irili, ufaklı, değişen boyutta, farklı türde çakıl ve bloklardan oluşur. Kaynak alanındaki kaya türlerini içerirler. Çakıl boyutları, kaynak alandan uzaklaştıkça küçülmektedir. Cela Deresi yamaçlarında Jura-Kretase kalkerlerinden meydana gelmiş olan yamaç molozları yer almaktadır.

Alüvyon (Qal)

Alüvyonlar, akarsuyun hızının azaldığı noktalarda akarsular tarafından taşınan kum, çakıl, kil ve silt gibi malzemelerin uygun alanlarda birikmesi ile oluşmaktadır. Bu seviyeler, yanal ve düşey yönde birbiri ile geçişlidir. İnceleme alanında Aşağı İçme'de, Cela Deresi'nde, Uyuzpınar Deresi'nde ve Değirmen Deresi'nde dar bir alanda ultrabazik, metamorfik ve Jura- Kretase kalker parçalarından oluşan alüvyon dolgu yer almaktadır. İnceleme alanında tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil birimleri alüvyonal birimi oluşturmaktadır.

2.1.2. Çalışma alanının tektonik ve yapısal özellikleri

Ekinözü ve çevresi Arap Levhası ile Anadolu Levhası'nın çarpıştığı kuşakta, Anadolu levhası üzerinde yer almaktadır. Kretase'de başlayan bu çarpışmanın neticesinde bölgede çok sayıda bindirme, kıvrılma, kırılma ve sürüklenme yapıları meydana gelmiştir. Kretase'den başlayarak günümüze kadar devam eden bu tektonik olayların sonucu olarak bölgede faylar oluşmuştur. Bu faylardan biri Ekinözü'nün güney doğusundan başlayıp güney batıya doğru Cela Deresi boyunca devam eden ters bir faydır. Bir diğeri bu fayın daha doğusunda olup Orta içmeden geçerek Aşağı içmeye kadar uzanan muhtemel faydır. Aynı zamanda batı-doğu doğrultusunda Aşağı içmenin güneyinden geçen sol yönlü doğrultu atımlı Elbistan fayı yer alır (Gökalp,1972).

Bölgedeki içme suyu kaynaklarının oluşumu bölge stratigrafisi ve tektonizması ile alakalıdır. İçme suları çeşitli fayların kırık ve çatlak düzlemleri boyunca yükselerek yüzeye çıkmaktadır (Özeke ve Özmutaf, 1991).

İnceleme alanında yer alan ve çalışmanın konusunu oluşturan içmece su kaynaklarının jeolojik-jeotektonik özellikleri açıklanmıştır.

Aşağı İçme; Cela deresi içinde alüvyonların altındaki örtülü durumdaki şistlerle ofiyolitlerin dokanağından çıkmaktadır.

Orta İçme; Yukarı İçme'nin 700 m güneyinde Aşağı İçme mevkiinin 2 km kuzeydoğusunda bulunur. Paleozoik yaşlı metamorfiklerden çıkan içmece kaynağıdır.

Orta İçme Peloid Çamuru; Orta İçme'nin yaklaşık 300m doğusunda yer almaktadır. Orta içme gibi paleozoik yaşlı şistler içinden geçerek, Cela deresi doğusunda yer alan ve aşağı içmeye kadar uzanan muhtemel fay hattına bağlı olarak yüzeye çıkmaktadır.

Yukarı İçme; 1218 m yükseklikten Cela deresi yatağının güney doğusunda Paleozoik yaşlı metamorfik seriden (metamorfik şist, kuvarsit şist) çıkmaktadır.

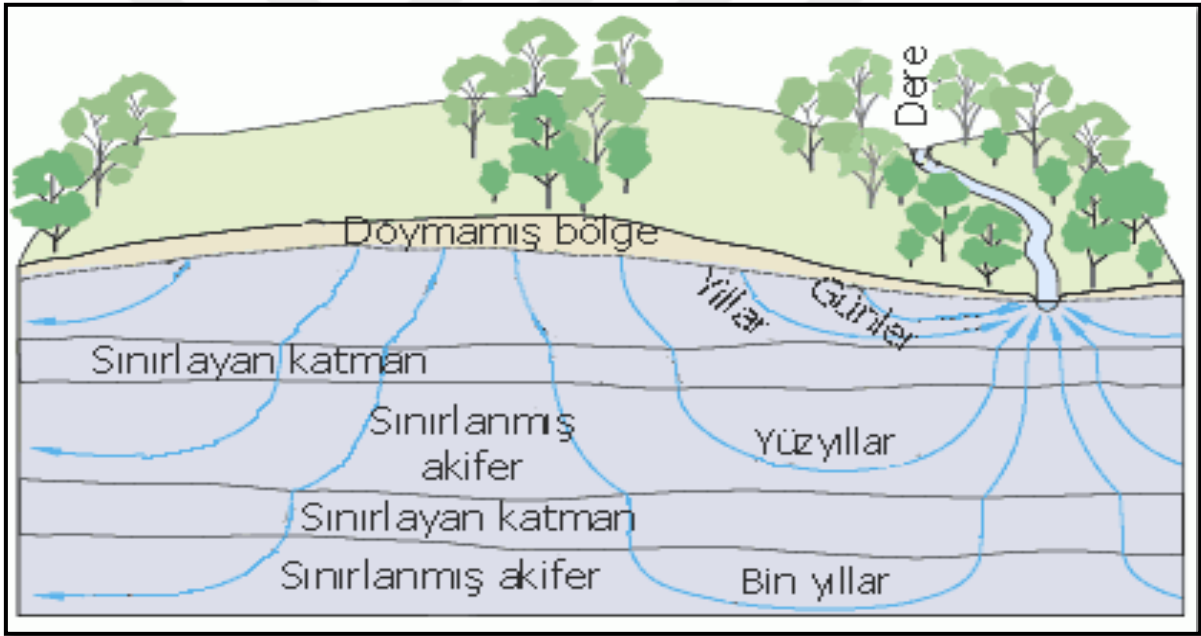
Kırgöz Pınarı; 1134 m yüksekliğinden inceleme alanın güneyindeki sol yönlü yanal atımlı Elbistan Fayı'nın ve Aşağı İçme mevkiinin güneyinde doğu yamacında yamaç molozları arasından açığa çıkan Jura- Kretase kalkerlerinden beslenen kaynaktır.

2.1.3 Çalışma alanının hidrojeolojisi ve hidrojeokimyası

Yer çekim kuvveti ve güneş enerjisinin etkisiyle katı, sıvı ve gaz hallerinden birinde bulunan yüzey suları atmosfer, litosfer ve hidrosfer arasında bir döngü halinde hareket etmektedir. Suyun bulunduğu kaynaklardan çeşitli etkenler nedeniyle sıvı halden gaz haline geçerek atmosfere ulaşması ve oradan da tekrar yoğunlaşarak yeryüzüne dönmesi sırasında takip ettiği olaylar zincirine "Hidrolojik Çevrim (Su Döngüsü)" denir. Atmosferde buhar halinde bulunan su yoğunlaşarak yağış şeklinde yeryüzüne düşer. Karalar üzerine düşen suyun büyük bir kısmı zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma ve terleme yoluyla denizlere erişmeden atmosfere geri döner. Bir kısmı zeminden süzülerek yer altına geçer. Geriye kalan su ise yer çekimi etkisiyle hareket ederek akarsulara ve oralardan da denizlere ulaşır. Yer altına sızan su ise yer altı akışı yoluyla sonunda yeryüzüne çıkarak yüzeysel akışa katılır. Denizlere ulaşan su da buharlaşarak atmosfere geri döner. Yüzeysel akış havzaya düşen yağışın buharlaşma ve sızma sonrasında akışa

geçen bölümüdür. Yüzey altı akış ise süzülen suyun zeminin üst bölümünde akışa geçmesi ve genellikle kısa sürede yüzeye çıkması şeklinde tanımlanabilmektedir.

Hidrojeolojik çevrimin bileşenleri olan buharlaşma, yoğunlaşma, süzülerek toplanma ve zemine sızma gibi sonsuz bir döngü şeklinde ilerleyişi sırasında su pek çok değişikliğe uğramaktadır. Su kimyasal yapısı nedeniyle, yeryüzünde bulunan en iyi çözümlenmişlerden biridir. Farklı kayaçların içinden ve üzerinden geçen doğal suların kimyasal özellikleri de birbirinden farklılık göstermektedir. Ayrıca yeraltı suları sıcaklığa, basınca, dokanak ile yaptığı temas süresine, bünyesindeki suyun hacmine, çıkardıkları gazlara, ortamın pH'ına ve mevcuttaki diğer maddelerin çözünme oranına bağlı olarak, içinden geçtikleri kayaların minerallerini kimyasal bozunuma uğratarak iyonlarca zenginleşirler. Bu durum göz önüne alındığında, yeraltı sularının içinden geçtikleri ortamlara işaret eden özellikleri de bünyelerinde taşıdıklarını söylemek mümkündür.



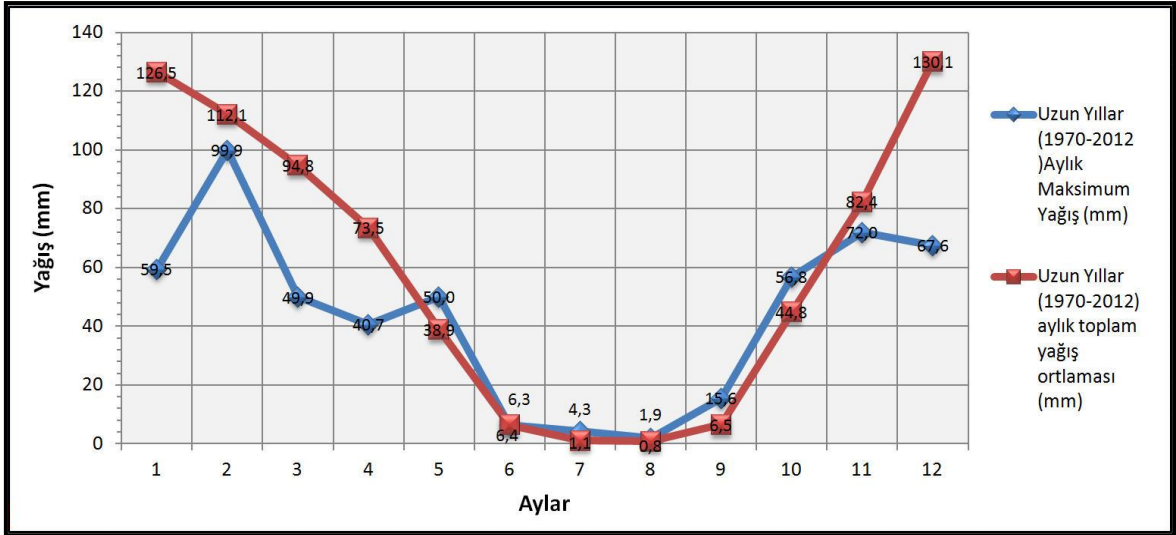
Şekil 2.4 Hidrojeokimyasal çevrim (Gleick, P. H., 1996).

Kahramanmaraş ili Akdeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin birbirine en çok yaklaştığı alanda yer alır. Coğrafi konumu ve diğer faktörlerin de etkisi ile üç farklı iklim tipi arasında “Bozulmuş Akdeniz İklimi” ne daha yakın bir iklim özelliği gösterir. İlin güneyinde Akdeniz iklimi, kuzeyinde kara iklimi görülür. İlde yazlar sıcak, kışlar soğuk geçer. Bununla birlikte il topraklarının Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin geçiş alanında yer alması, ildeki iklim şartlarının farklılaşmasına neden olmuştur. Yağış ortalaması 723 milimetredir. Yılın 40 gününde ısı 0°C'nin altında ve 120 gün 30°C'nin üstünde seyrederek. Toprağın karla örtülmesi genel olarak bir haftayı geçmez.

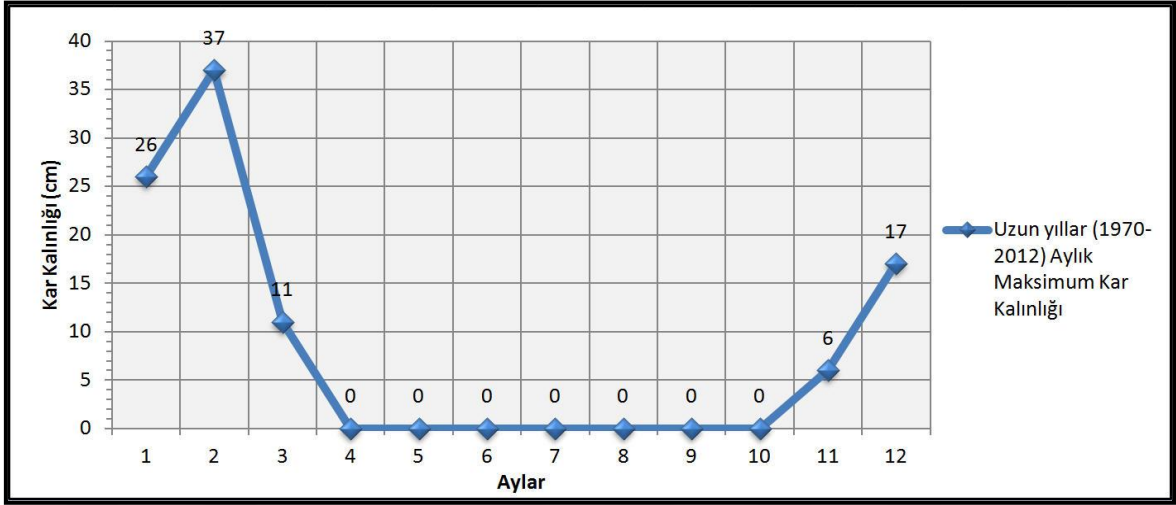
Kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Kartalya, Menzelet ve Sır barajlarında su toplanması ile Kahramanmaraş'ta nem ve yağış oranında değişme olmuştur. İklim ve tabiat şartları olarak İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin tipik özelliklerini taşımaktadır. Akdeniz, Doğu Anadolu ve iç Anadolu Bölgesi'nin geçiş alanında yer alan ilçede daha çok karasal iklim özelliklerinin yanı sıra yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Sıcaklık yaz aylarında 29-27 °C, kış aylarında ise zaman zaman 0°C'nin altına kadar düşer. Ortalama yıllık sıcaklık 12.4°C 'dir. Güneşleme süresi yılda 6 aydır.

Uzun yıllar (1970-2016) aylık toplam yağış ortalaması verilerine (DMİ, 2016) göre çalışma alanı ve civarında Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise yağış ortalaması değerlerinin 10 mm'nin altında; Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise 40 mm'yi aşan yağış ortalamasına sahip olduğu söylenebilir. Söz konusu verilere göre yaz ayları kurak, kış ve bahar aylarında ise bölgenin sürekli yağış aldığı görülmektedir. Uzun yıllar (1970-2016) aylık maksimum kar kalınlığı verilerine göre (DMİ, 2016) Aralık-Mart döneminde inceleme alanın karla örtülü olduğu, en kalın kar kalınlığına ise şubat ayında ulaşıldığı belirlenmiştir (Çizelge 2.2.). İlin yıllara göre iklim periyodu aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Çizelge 2.1)

Çizelge 2.1. Ekinözü ilçesini de kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının uzun yıllar (1970-2012) aylık maksimum ve toplam yağış ortalaması değişimi (DMİ, 2016).



Çizelge 2.2. Ekinözü ilçesini de kapsayacak şekilde Kahramanmaraş kent merkezi ve civarının uzun yıllar(1970-2012) aylık toplam kar kalınlığı değişimi (DMİ, 2016).



Yukarıda anlatılan iklim özellikleri nedeniyle yüzey suları bakımından zengin bir konuma sahip olan çalışma alanında geniş bir alanda yüzeyleyen Karabayır Formasyonu litolojik yapısı nedeniyle oldukça bol eklemli ve kırıklı bir yapı sunmaktadır. Çalışma alanımızın kireçtaşları ile çevrili olması, çatlaklı ve kırıklı yapıya sahip olması, yüksek permabiliteden dolayı akifer kalitesi üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.

Yüzey suları bakımından değerlendirildiğinde çalışma alanında büyük bir akarsu kaynağı bulunmamakla birlikte yağışların mevsimsel olarak akıntı miktarının değişmesiyle oluşan Cela Deresi bulunmaktadır. Cela deresinin batısında bulunan ve ondan daha küçük olan Ağça Dere, Söğütlü Dere ve Mamacan dereleri yer almaktadır. Bu ufak dereler ise yaz sonu ve kurak mevsimlerde kurumaktadırlar.

Yeraltı su kaynakları açısından inceleme alanı formasyonlara göre farklı özellikler sergilemektedir. Başlıca yeraltı suyu ihtiva eden birimler metamorfiklerde gnayslı ve kuvarsitli seviyelerdir. Permian ve Jura-Kretase kalkerleri ise gnayslı ve kuvarsitli seviyelerin aksine bol kırıklı ve çatlaklı yapılarından dolayı yeterli su tutma özelliğine sahip değildir. Ayrıca çoğunluğu tektonik dokanıklarda olan çok sayıda soğuk su kaynakları ve içmece suları mevcuttur.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan söz konusu içmece suları Ekinözü İçmeler mevkiinde Yukarı İçme (SK-1), Aşağı İçme (SK-2), Orta İçme (SK-3), Kırkgöz (SK-4) kaynakları içmece suyu olarak, Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan kaynak ise çamur kuru olarak kullanılmaktadır.

2.2. Metod

2.2.1. Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları 2016-2017 yılları süresince bir yılı aşkın sürede gerçekleştirilmiştir. Her bir lokasyondan alınan su ve peloid çamur örneklerinin koordinatları kaydedilmiş ve analiz yapılmak üzere laboratuvarlara gönderilmiştir. Bununla beraber inceleme alanının jeolojik yapısı ile topoğrafik şartları sahada değerlendirilmiştir. Arazide tanımlanan her bir formasyon ayrı ayrı fotoğraflanmış ve jeolojik haritası ve enine kesitleri oluşturulmuştur. Su numuneleri üzerinde bir yıl boyunca yerinde yapılan ölçümlerle pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık (T) ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) gibi değerler saptanmıştır.

Örnekleme çalışmalarında; laboratuvarda saf su ile yıkanan örnekleme şişeleri her bir numune alınımında 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 ölçüm cihazı (S-C-T meter), numune kapları, GPS, pusula, jeolog çekici ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Arazi çalışmaları ve laboratuvar deneyleri ile elde edilen tüm veriler değerlendirilerek çalışma tamamlanmıştır.

2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Fiziksel ve kimyasal olmak üzere laboratuvar çalışmaları 2 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Ekinözü (K. Maraş) mevkiileri içme suyu kaynakları ve peloid çamurunun kalitesi, jeolojik ve tıbbi jeoloji açısından incelenmesi amacıyla bir yıl boyunca her ay 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 kaynağı ve 1 adet peloid çamuru kaynağından örnekler alınmıştır.

Ekinözü (K. Maraş) mevkiinde bulunan Yukarı İçme (SK-1), Aşağı İçme (SK-2), Orta İçme (SK-3), Kırkgöz (SK-4) ve Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan kaynaklardan 500 ml ve 1000 ml poliprotan kaplara su ve çamur örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde ağır metal ve anyon-kasyon analizleri, ICP-OES, ICP-MS ve IC (Ion

Chromatography) cihazları kullanılarak ACME Analytical Laboratories (Canada) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. 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.

2.3.3. Büro çalışmaları

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

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Oksijen ve hidrojen izotopları suların kökenlerinin belirlenmesinde, kayaç-akışkan etkileşimlerinin tayininde, yeraltındaki ani basınç düşmelerine bağlı kaynama-buharlaştırma süreçlerinin belirlenmesinde, farklı akiferlerden ve/veya farklı kaynaklardan gelen suların karışımlarının tayininde ve jeotermal kaynaklara ait beslenme yüksekliklerinin tahmininde kullanılmaktadır.

Trityum, doğal veya yapay radyoaktif izleyicilerin en önemlilerinden biridir. Trityumun hidrojen izotoplarından olan ^3H Trityum radyoaktif beta ışını yayar ve yarılanma süresi 12,43 yıldır. (Jenks vd 1950).

İzotop oranlarının ölçümünde kolaylık sağlaması açısından, izotop oranlarının birimi permildir. Aşağıdaki şekilde ifade edilebilir. (McKinney, 1950).

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

Trityum değerleri hidrojeolojide genellikle suların yaşının bulunması ve yeraltı suyunun hızının saptanması amacıyla kullanılmaktadır. Bunun için radyoaktif çürüme denklemi, yağış sularının yeraltına süzülükten sonra geçen zamanı yani yeraltı suyunun yaşını saptamak için kullanılır. Kuzey yarımkürede 1952 yılından beri yapılan termonükleer denemeler ile oluşan trityum, yeraltı sularının yaşları hakkında genel bilgiler sunabilmektedir. Yeraltı suyu trityum içermiyorsa veya 0.5 TU'dan daha az trityum içeriyorsa, bu durum yeraltı suyunun nükleer denemeler öncesi (1952) yağışlar ile beslendiğinin bir göstergesidir. Yeraltı suyu 0.5 TU' dan daha yüksek trityum içeriyorsa, bu suların nükleer denemeler sonrası gerçekleşen yağışlar ile karıştığı düşünülmektedir (Mazor, 1997).

Deniz suyunun trityum değeri çok düşüktür. Deniz kıyısından başlayarak yükseldikçe trityum değeri artar. Deniz sahillerindeki alanlarda trityum değeri iç kısımlara göre daha küçüktür. Yağıştaki trityum derişimi yükseklikle artar. Enlem etkisinin ise küçük ölçekte olduğu bilinmektedir. Ayrıca deniz suyunun karakteristiği de trityumun özelliklerini yansıtmaktadır.

Ekinözü mevkiinde bulunan Yukarı İçme (SK-1), Aşağı İçme (SK-2), Orta İçme (SK-3), Kırkgöz (SK-4) ve Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan kaynaklardan 500 ml ve 1000 ml poliprotan kaplara su ve çamur örnekleri alınmıştır. Bu örnekler, DSİ TAKK

Dairesi İzotop Laboratuvarlarında IAEA deney standartlarında Tritiyum (^3H) ve IRMS metodu kullanılarak $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ analizleri yapılmıştır.

Bu analizler oksijen ve hidrojen izotopları suların kökenlerinin belirlenmesinde, kayaç-akışkan etkileşimlerinin tayininde, yeraltındaki ani basınç düşmelerine bağlı kaynama-buharlaştırma süreçlerinin belirlenmesinde, farklı akiferlerden ve/veya farklı kaynaklardan gelen suların karışımlarının tayininde ve yeraltı sularının yaşları hakkında veri elde etmek amaçlanmaktadır.

Yeraltı sularının kökeni, hâkim iyonun belirlenmesi ve toplam çözünmüş iyon miktarı, farklı kökenli suların karşılaştırılması, suların içme, kullanma, endüstri ve tarımda, kimyasal yönden kullanabilme özellikleri gibi birçok konunun açıklığa kavuşturulması amacıyla kimyasal sınıflamalar yapılmaktadır. Kimyasal analiz sonuçlarının tayini için Piper, Shoeller, ABD tuzluluk ve Wilcox diyagramları kullanılarak bölge suları kullanım özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca Ekinözü içmeler mevki su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesi amacıyla, sıcaklık, pH, iletkenlik, alkalinite, iz element derişimi, anyon-katyon ve metal derişimi 1 yıl boyunca yerinde ölçümler yapılmıştır.

Yıl boyunca 12°C - 15°C arasında değişen sıcaklık değerleri nedeniyle, Ekinözü içmeler mevki su kaynakları genel olarak soğuk su sınıfında yer almaktadır. Peloid çamuru kaynağında ölçülen sıcaklık ise 20 - 23°C dir.

Tüm su kaynaklarında çözünmüş oksijen % (dissolved oxygen-DO) değerlerinin $1,00$ - $5,00$ arasında değiştiği ve birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Ekinözü içmeler mevki su kaynaklarının ağır metal içerikleri ise oldukça düşüktür. Yukarıda bahsi geçen değerler aşağıda çizelgeler halinde ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Ekinözü mevkiinde bulunan su kaynaklarında akiferlerin kökeni, beslenme alanı ve su-kayaç etkileşim sürecinin belirlenebilmesi amacıyla çevresel izotop içerikli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda radyoizotop olarak trityum (^3H), kararlı (duraylı) izotop olarak da $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ izotoplarından yararlanılmıştır. İnceleme alanındaki su kaynaklarının olası beslenme yükseltmelerinin 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 baz alınarak incelenmiştir.

Ekinözü mevkiinden bir yıl içerisinde farklı aylardan (kurak-yağışlı) alınan su örneklerinden Yukarı İçme (SK-1) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak $-9,12\%$ ile yağışlı $9,79\%$

$\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -61,52 ‰ ile yağışlı -63,52‰ ve Trityum ^3H değerlerinin ise kurak 4,89 ‰ ile yağışlı 4,10‰ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Aşağı İçme (SK-2) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -9,35 ‰ ile yağışlı -9,42 ‰, $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -61,88 ‰ yağışlı -64,88 ‰ ve Trityum ^3H değerlerinin ise kurak 4,88 ‰ ile yağışlı 4,52 ‰ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Orta İçme (SK-3) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak -9,15 ‰ ile yağışlı -9,88‰, $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -62,02 ‰ ile yağışlı -64,02‰ ve $\delta^3\text{H}$ değerlerinin ise kurak 4,63(‰) ile yağışlı 4,52(‰) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Kırkgöz Kaynağı (SK-4) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak dönemde -10,01 ‰ ile yağışlı dönemde -10,07 ‰ olduğu, $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak dönemde -60,84 ‰ ile yağışlı dönemde-62,84 ‰ olduğu; $\delta^3\text{H}$ değerlerinin ise kurak dönemde 4,87 ‰ ve yağışlı dönemde 4,52 ‰ olduğu belirlenmiştir.

Peloid Çamuru Kaynağı (SK-5) için $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kurak-5,14 ‰ ile yağışlı -5,80 ‰ $\delta^2\text{H}$ değerlerinin ise kurak -43,32 ‰ ile yağışlı -44,32 ‰ ve Trityum ^3H değerlerinin ise kurak 2,89 ‰ ile yağışlı 2,40 ‰ değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2).

Bu değerlere göre Ekinözü mevkii su kaynaklarının global meteorik su doğrusunun (GMWL) ve Akdeniz su doğrusunun (MWL) arasında yer aldığı saptanmıştır. Bundan dolayı, bölgedeki su kaynaklarını oluşturan akiferlerinin meteorik kökenli yağışlardan beslendiği ve yağışların buharlaşma etkisine girmeden akiferi beslediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu yorumlar neticesinde su kaynaklarını besleyen yer altı sularının, yağışların çatlak, kırık ve faylar boyunca süzülerek yerin altında birikmesi ile oluştuğu ve depolanan yer altı sularının tekrar fay ve etkili çatlaklar boyunca yükselerek yeryüzüne ulaştığı söylenebilir.

Döteryum fazlalığı $\delta^2\text{H}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerleri kullanılarak $d=\delta^2\text{H} - 8.\delta^{18}\text{O}$ formülüyle hesaplanmaktadır (Dansgaard, W., 1964). Döteryum fazlalığının yüksek olduğu noktalar, denizel çökellerin yerine karasal çökellerin yaygın olduğu bölgelerde gözlenmiştir. Ekinözü mevkii sularındaki d aralığının 13,32 ile en düşük SK-5 de, en yüksek değerinin de 21,64 ile SK-2, SK-3 ve SK-4 de eşit olduğu Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve Trityum Ağustos Ayı Kurak Dönem Sonuçları

Ekinözü Mevkii Su Kaynakları	Tarih	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d-excess (‰)	Trityum (TU)
SK-1	14.09.2016	-9,12	-61,52	16,82	4,89
SK-2	14.09.2016	-9,35	-61,88	21,64	4,88
SK-3	14.09.2016	-9,15	-62,02	21,64	4,63
SK-4	14.09.2016	-10,01	-60,84	21,64	4,87
SK-5	14.09.2016	-5,14	-43,32	13,32	2,89

Çizelge 3.2 $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve Trityum Aralık Ayı Yağışlı Dönem Sonuçları

Ekinözü Mevkii Su Kaynakları	Tarih	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d-excess (‰)	Trityum (TU)
SK-1	05.12.2017	-9,79	-63,52	16,82	4,10
SK-2	05.12.2017	-9,42	-64,88	21,64	4,52
SK-3	05.12.2017	-9,88	-64,02	21,64	4,52
SK-4	05.12.2017	-10,07	-62,84	21,64	4,52
SK-5	05.12.2017	-5,80	-44,32	13,32	2,40

Bilindiği gibi, Oksijen ve Hidrojen su molekülünü oluşturan iki element olduklarından dolayı, $\delta^{18}\text{O}$, döteryum ve trityum izotopları hidrolojik çevrimin çeşitli kesimlerindeki su hareketlerinin incelenmesi için izleyici olarak kullanılırlar (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2008). Su kaynaklarının trityum içerikleri ile bağlı yaş ve geçiş sürelerinin belirlenmesi amaçlanır.

$\delta^{18}\text{O}$ Trityum grafiğine göre Ekinözü mevkii kaynak sularından SK-1, SK-2, SK-3 ve SK-4 nolu sular aynı kökenli yağışlardan beslenmiş derin dolaşım ve aynı yaşa sahip sulardır. SK-5 peloid çamuru kaynağı ise diğer kaynaklara göre daha derindedir (Şekil 3.1).

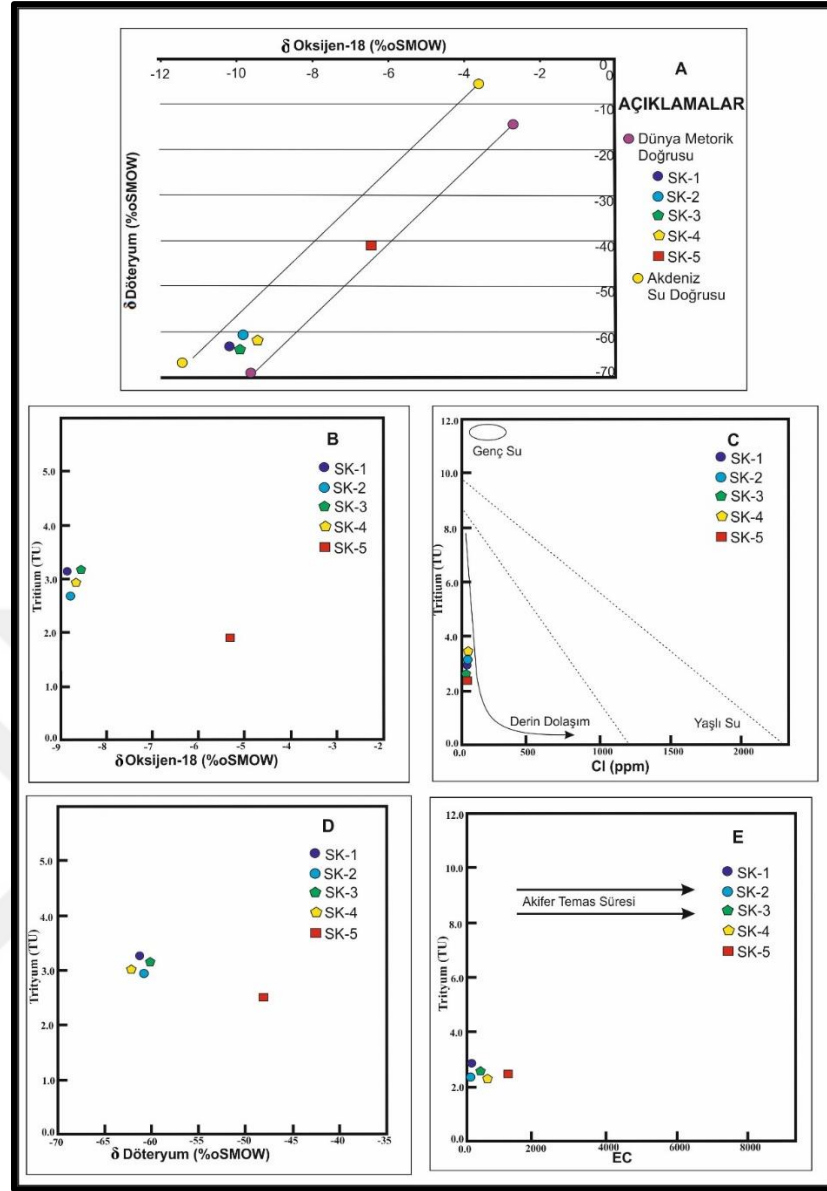
Yeraltı suyunun akiferde kalış süresine ilişkin olarak trityum değerleri incelenmiştir. Ekinözü içmeler mevkii su kaynaklarındaki Trityum (^3H) değerlerinin 2,40 ile 4,89 arasında değiştiği gözlenmiştir. Kökeni meteorik olan suların yeraltında dolaşım yolu uzadıkça radyoaktif bozunmaya uğraması nedeniyle düşük Trityum değerleri (^3H) sunduğu dikkate alındığında, yüksek trityum ile birlikte düşük elektriksel iletkenlik değerlerine göre Ekinözü mevkii kaynak sularının akiferle temas süresinin oldukça kısa olduğu söylenebilir.

Tritiyum hidrojenin, yarılanma ömrü oldukça kısa (12,43 yıl) olan radyoaktif bir izotopudur (Clark, vd (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, (2005). Tritiyum içeren sular, 5-10 yıl arasında değişen geçiş sürelerine sahip güncel sular olarak tanımlanmaktadır (Clark ve Fritz, (1997).

Cl-Tritiyum grafiğine göre, yüksek Tritiyum ve düşük Cl içerikleri bakımından Ekinözü mevkii su kaynaklarının temsil ettiği akiferin göreceli olarak kısa süreli geçiş zamanına sahip genç yeraltı suları ile beslendiği gözlenmektedir . Dolayısıyla kaynakların genç sular grubunda yer aldığı söylenebilmektedir. (Şekil 3.1).

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 yıldan az olduğunu göstermektedir (Carreira, vd., 2013).

Yukarıda anlatılan izotop analizi yorumları ile Ekinözü mevkii su kaynaklarının içerisinde yer aldığı Karabayır formasyonu bugüne kadar geçirmiş olduğu deformasyonlar nedeniyle oldukça çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahiptir. Birim içerisinde özellikle dolomit-dolomitik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve ofiyolit düzeyleri metamorfizma etkisi ile daha da pekişerek suyla ayrışmaya karşı daha dayanımlı bir hale gelmiştir. Ayrıca yağışların kuvarsitlerden biraz daha aşağıya süzülmesi durumunda bile metamorfizma nedeniyle ayrışmaya karşı daha dirençli bir yapı kazanmış ve bu nedenle mermerleşmiş olan dolomit-dolomitik kireçtaşı ve killi kireçtaşı litolojilerini çözebilecek kadar uzun bir süre yer altında kalamadığı söylenebilir.



Şekil 3.1. Ekinözü mevkii su kaynaklarının Global waterline, Mediterranean ve $\delta^{18}\text{O}$ Oxygen- δD euterium ilişkisi Ekinözü mevkii su kaynaklarının Tritiyum (TU) ilişkisi

Çizelge 3.3 Ekinözü (Kahramanmaraş) Yukarı İçme (SK-1) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu

NUMUNE	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1	SK-1
AYLAR	EKİM (2018)	KASIM (2018)	ARALIK (2018)	OCAK (2019)	ŞUBAT (2019)	MART (2019)	NISAN (2019)	MAYIS (2019)	HAAZİRİN (2019)	TEMMUZ (2019)	AĞUSTOS (2019)	EYLÜL (2019)
Sıcaklık (°C)	14	14	14	13	13	13	14	14	14	14	14	14
pH	5,2	5,3	5,2	5,9	5,4	5,7	5,5	5,9	5,6	5,7	5,2	5,6
EC (µS/cm)	1843	1945	2000	2645	2194	2456	2344	2369	2136	1985	1967	2785
DO (%)	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Na ⁺ (ppm)	15,1	18,1	19,7	17,1	18,7	16,6	19,7	17,1	18,7	19,1	19,7	19,7
K ⁺ (ppm)	2,8	2,6	2,6	2,8	2,4	2,7	2,5	2,7	2,9	2,6	2,3	2,8
Ca ⁺² (ppm)	330,5	372,4	368,7	373,5	371,2	350,7	354,3	355,6	354,6	353,3	363,7	359,3
Mg ⁺² (ppm)	64,2	63,2	62,3	65,2	61,2	65,3	65,3	66,2	65,2	68,3	68,1	67,4
Cl (ppm)	7,5	7,5	7,6	7,5	7,4	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,6	7,8
HCO ₃ ⁻ (ppm)	1323	1327	1378	1323	1389	1210	1324	1265	1237	1333	1355	1375
SO ₄ ⁻² (ppm)	32,8	36,1	37,6	39,8	31,3	34,7	37,7	35,7	35,3	35,0	31,6	33,5
Fe ⁺² (ppm)	14	15	17	16	15	17	17	18	15	15	15	14
NO ₃ ⁻ (ppm)	14,0	14,3	14,6	14,0	14,3	14,1	14,3	14,6	14,3	14,3	14,6	14,3
F ⁻¹ (ppm)	0,43	0,47	0,49	0,49	0,47	0,47	0,42	0,41	0,47	0,49	0,47	0,41
S (ppm)	11	12	11	12	11	12	11	10	11	10	10	11

Çizelge 3.4 Ekinözü (Kahramanmaraş) Aşağı İçme (SK-2) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu

NUMUNE	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2	SK-2
AYLAR	EKİM (2018)	KASIM (2018)	ARALIK (2018)	OCAK (2019)	ŞUBAT (2019)	MART (2019)	NISAN (2019)	MAYIS (2019)	HAAZİRİN (2019)	TEMMUZ (2019)	AĞUSTOS (2019)	EYLÜL (2019)
Sıcaklık (°C)	15	15	14	13	13	13	14	15	15	15	15	15
pH	6,2	6,3	5,8	5,7	5,4	5,1	5,2	5,4	5,7	5,4	5,9	5,8
EC (µS/cm)	3843	3945	3003	3675	3174	3416	3789	3669	3537	3985	3478	3182
DO(%)	3,0	4,0	5,0	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	3,0	2,0	3,0
Na ⁺ (ppm)	85,1	88,2	81,7	85,3	84,7	81,9	85,2	86,2	88,7	81,7	80,7	81,2
K ⁺ (ppm)	9,7	10,2	10,3	10,4	10,4	10,1	9,5	9,4	9,8	9,7	9,4	9,4
Ca ⁺² (ppm)	449,5	482,4	487,7	480,5	491,2	470,7	444,3	455,6	484,6	493,3	423,7	489,2
Mg ⁺² (ppm)	164,3	153,2	152,3	155,2	151,2	152,3	153,3	152,2	149,2	154,3	159,1	153,4
Cl ⁻ (ppm)	27,1	27,7	27,6	27,5	28,4	28,2	28,4	28,3	28,3	28,3	28,6	28,8
HCO ₃ ⁻ (ppm)	2178	2274	1981	1978	1972	1871	1532	2145	2545	2748	2471	2231
SO ₄ ⁻² (ppm)	241,0	261,3	254,0	239,75	231,4	234,4	237,1	235,7	245,1	275,1	245,6	274,5
Fe ⁺² (ppm)	17	18	18	17	17	17	17	18	17	17	17	16
NO ₃ ⁻ (ppm)	11,0	13,3	12,6	8,0	9,3	11,2	13,3	11,6	14,3	12,3	14,6	11,3
F ⁻¹ (ppm)	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,1	0,3	0,4	0,7	0,7	0,4	0,3
S (ppm)	81	82	81	82	80	84	86	81	87	83	86	82

Çizelge 3.5 Ekinözü (Kahramanmaraş) Orta İçme (SK-3) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu

NUMUNE	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3	SK-3
AYLAR	EKİM (2018)	KASIM (2018)	ARALIK (2018)	OCAK (2019)	ŞUBAT (2019)	MART (2019)	NİSAN (2019)	MAYIS (2019)	HAAZİRİN (2019)	TEMMUZ (2019)	AĞUSTOS (2019)	EYLÜL (2019)
Sıcaklık (°C)	15	14	14	13	13	13	14	14	15	15	15	15
pH	5,7	5,8	5,8	5,7	5,8	5,9	6,5	6,9	6,6	6,7	6,2	6,6
EC (µS/cm)	2723	2594	2785	2956	2785	2963	2456	2786	2745	2857	2896	2875
DO(%)	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Na ⁺ (ppm)	25,1	28,1	21,7	25,1	24,7	21,6	15,7	16,1	18,2	21,1	20,7	21,2
K ⁺ (ppm)	3,8	3,6	3,6	3,8	3,2	3,8	3,7	3,7	3,4	3,7	3,7	3,7
Ca ⁺² (ppm)	377,5	362,2	378,7	371,5	321,2	390,7	314,3	325,6	359,6	313,3	303,7	379,3
Mg ⁺² (ppm)	90,2	96,2	91,3	95,2	91,2	95,3	95,3	96,2	95,2	91,3	98,1	97,4
Cl ⁻ (ppm)	9,5	9,5	9,6	9,5	9,4	9,2	9,4	9,3	9,3	9,3	9,6	9,8
HCO ₃ ⁻ (ppm)	1531	1627	1578	1523	1589	1610	1624	1565	1637	1533	1555	1675
SO ₄ ⁻² (ppm)	79,8	87,1	78,6	89,8	81,3	84,7	87,7	85,7	85,3	85,0	81,6	83,5
Fe ⁺² (ppm)	15	16	17	16	17	17	18	18	19	15	16	14
NO ₃ ⁻ (ppm)	19,0	12,3	19,6	18,0	19,3	18,1	18,3	19,6	18,3	17,3	19,6	18,3
F ⁻¹ (ppm)	0,53	0,57	0,59	0,59	0,57	0,57	0,52	0,511	0,57	0,59	0,67	0,61
S (ppm)	26	25	27	29	26	27	25	23	22	27	24	22

Çizelge 3.6 Ekinözü (Kahramanmaraş) Kırkgöz Pınarı (SK-4) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu

NUMUNE	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4	SK-4
AYLAR	EKİM (2018)	KASIM (2018)	ARALIK (2018)	OCAK (2019)	ŞUBAT (2019)	MART (2019)	NİSAN (2019)	MAYIS (2019)	HAZİRAN (2019)	TEMMUZ (2019)	AĞUSTOS (2019)	EYLÜL (2019)
Sıcaklık (°C)	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14
pH	7,2	7,3	7,2	7,4	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,4	7,5	7,6
EC (µS/cm)	310	291	200	264	312	357	365	369	336	385	367	485
DO(%)	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0
Na ⁺ (ppm)	3,1	2,1	3,7	3,1	2,7	3,6	3,7	3,1	3,7	3,1	3,7	2,7
K ⁺ (ppm)	1,3	0,6	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,7	1,9	1,2	1,3	1,2
Ca ⁺² (ppm)	46,5	42,4	48,7	43,5	41,2	40,8	44,3	45,6	44,6	43,3	43,7	49,3
Mg ⁺² (ppm)	7,2	7,2	7,3	7,2	7,2	7,3	7,3	7,2	6,2	6,3	6,1	6,4
Cl ⁻ (ppm)	3,2	3,2	3,5	3,7	3,2	3,7	3,4	3,1	3,4	3,7	3,2	3,0
HCO ₃ ⁻ (ppm)	156	157	154	175	165	168	169	178	163	164	178	185
SO ₄ ⁻² (ppm)	10,8	16,1	17,6	10,8	11,3	10,7	11,7	14,7	15,3	15,0	11,6	13,5
Fe ⁺² ppb	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO ₃ ⁻ (ppm)	6,0	6,3	6,2	6,2	6,3	7,1	7,3	7,6	7,2	8,8	8,6	8,3
F ⁻¹ (ppm)	0,43	0,47	0,49	0,49	0,47	0,47	0,42	0,41	0,47	0,49	0,47	0,41
S (ppm)	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2

Çizelge 3.7 Ekinözü (Kahramanmaraş) Peloid çamuru (SK-5) kaynağının bir yıl boyunca incelenen jeokimyasal içerikleri tablosu

NUMUNE	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5	SK-5
AYLAR	EKİM (2018)	KASIM (2018)	ARALIK (2018)	OCAK (2019)	ŞUBAT (2019)	MART (2019)	NİSAN (2019)	MAYIS (2019)	HAAZİRİN (2019)	TEMMUZ (2019)	AĞUSTOS (2019)	EYLÜL (2019)
Sıcaklık (°C)	21	21	21	20	22	22	23	23	21	23	22	21
pH	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,3	5,5	5,4	5,4	5,6	5,6	5,6
EC (µS/cm)	1431	1533	1456	1789	678	698	897	796	895	949	986	1235
DO(%)	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0
Na ⁺ (ppm)	23,1	28,1	29,7	27,1	28,7	26,2	29,7	27,1	28,7	29,2	25,7	27,3
K ⁺ (ppm)	18,4	18,4	18,4	19,7	19,4	18,7	19,5	17,7	19,9	19,6	19,3	19,8
Ca ⁺² (ppm)	114,5	172,4	148,7	173,5	171,2	180,7	154,3	175,6	189,6	176,3	183,7	159,3
Mg ⁺² (ppm)	64,2	63,2	62,3	65,2	61,2	65,3	65,3	66,2	65,2	68,3	68,1	67,4
Cl ⁻ (ppm)	7,5	7,5	7,6	7,5	7,4	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,6	7,8
HCO ₃ ⁻ (ppm)	1323	1327	1378	1323	1389	1210	1324	1265	1237	1333	1355	1375
SO ₄ ⁻² (ppm)	32,8	36,1	37,6	39,8	31,3	34,7	37,7	35,7	35,3	35,0	31,6	33,5
Fe ⁺² (ppm)	14	15	17	16	15	17	17	18	15	15	15	14
NO ₃ ⁻ (ppm)	14,0	14,3	14,6	14,0	14,3	14,1	14,3	14,6	14,3	14,3	14,6	14,3
F ⁻¹ (ppm)	0,53	0,57	0,59	0,59	0,57	0,57	0,52	0,51	0,57	0,57	0,58	0,582
S(ppm)	15	15	16	15	15	16	15	15	16	15	16	15

Çizelge 3.8 Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metallerin Bir Yıl Boyunca Ortalama Verileri

NO	NUMUNE	Al	Au	As	Ag	Ba	Br	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Sn	Pb	Pt	Ru	Zr
1	SK-1	1	0,06	0,5	0,05	62,13	21	79,0	0,6	0,1	2674,1	22,2	0,05	0,3	0,01	0,05	0,02
2	SK-2	1	0,20	32,6	0,05	13,32	141	93,8	0,3	1,5	573,0	22,2	0,13	0,2	0,01	0,05	0,02
3	SK-3	1	0,05	0,5	0,05	11,15	21	71,3	1,6	1,2	735,0	16,2	0,05	0,2	0,01	0,05	0,02
4	SK-4	1	0,05	1,3	0,05	15,21	11	8,6	0,2	0,1	0,09	10	0,05	0,2	0,01	0,05	0,02
5	SK-5	1	0,05	3,4	0,05	334,75	35	29,0	3,2	0,1	766,6	44,1	0,05	0,2	0,01	0,05	0,02

Çizelge 3.9 Peloid Çamuru Kaynağından Alınan Örneklerde Yapılan Kil Analizi Sonuçları
(Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2018)

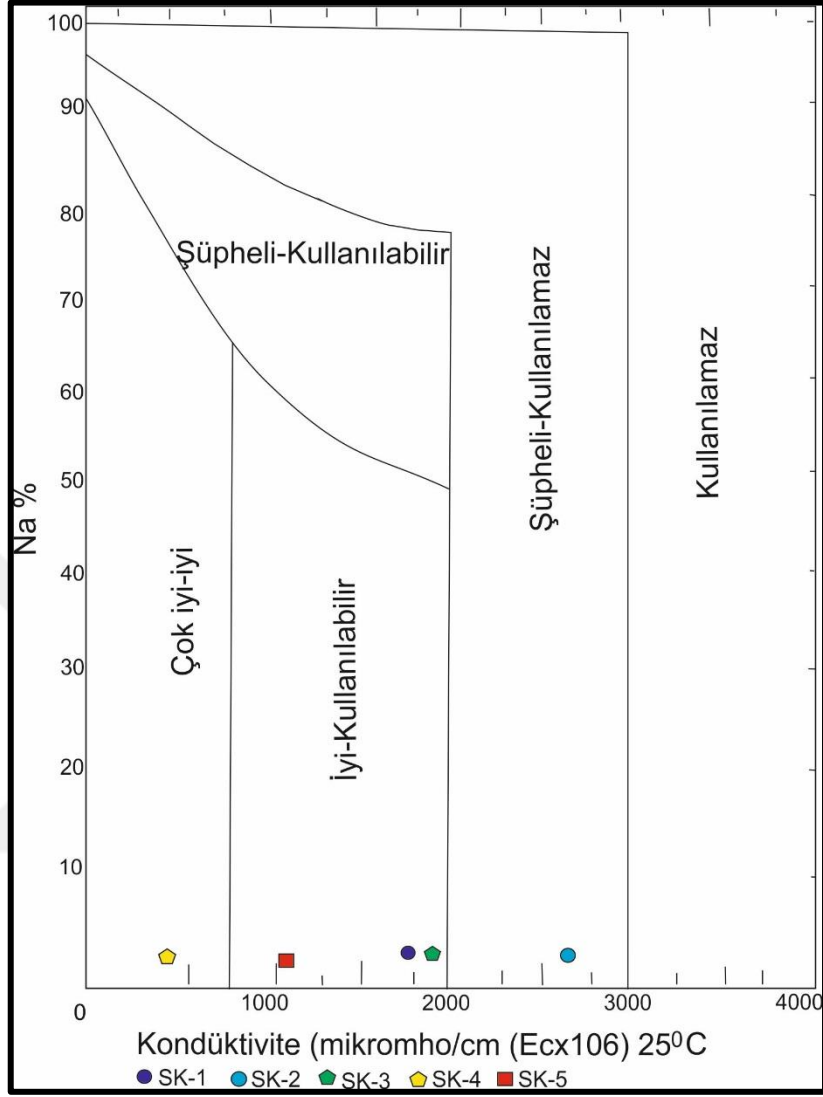
Element	Ekinözü-1	Element	Ekinözü-1	Element	Ekinözü-1
Na ₂ O(ppm)	0,26	Co(ppm)	87	Cd(ppm)	3,9
MgO(ppm)	0,29	Ni(ppm)	694,1	In(ppm)	1
Al ₂ O(ppm)	24,26	Cu(ppm)	96	Sn(ppm)	1,3
SiO(ppm)	59,76	Zn(ppm)	182,9	Sb(ppm)	1
P ₂ O ₅ (ppm)	0,11	Pb(ppm)	10,2	Te(ppm)	1,2
SO ₃ (ppm)	3,25	Ge(ppm)	0,9	I(ppm)	2,1
Cl(ppm)	0,01	As(ppm)	11,6	Cs(ppm)	3
K ₂ O(ppm)	1,48	Se(ppm)	0,4	Ba(ppm)	174
CaO(ppm)	0,24	B(ppm)	10,1	La(ppm)	29,8
TiO ₂ (ppm)	1,25	Rb(ppm)	32,4	Ce(ppm)	57,9
V ₂ O ₅ (ppm)	0,05	Sr(ppm)	7,8	Hf(ppm)	7
Cr ₂ O ₃ (ppm)	0,0	Y(ppm)	20,8	Ta(ppm)	6,3
MnO(ppm)	0,05	Zr(ppm)	197,3	Hg(ppm)	0,7
Fe ₂ O ₃ (ppm)	2,86	Nb(ppm)	27,8	Th(ppm)	2
LOI(ppm)	5,83	Mo(ppm)	3,6	U(ppm)	20,2

Ekinözü içmeler mevkii kaynak sularının; Wilcox diyagramında suların EC ve sodyum yüzdesi değerleri kullanılarak çok iyi, iyi kullanılabilir, şüpheli kullanılabilir, şüpheli kullanılamaz ve sulamaya uygun değil olmak üzere beş sınıf oluşturulmaktadır.

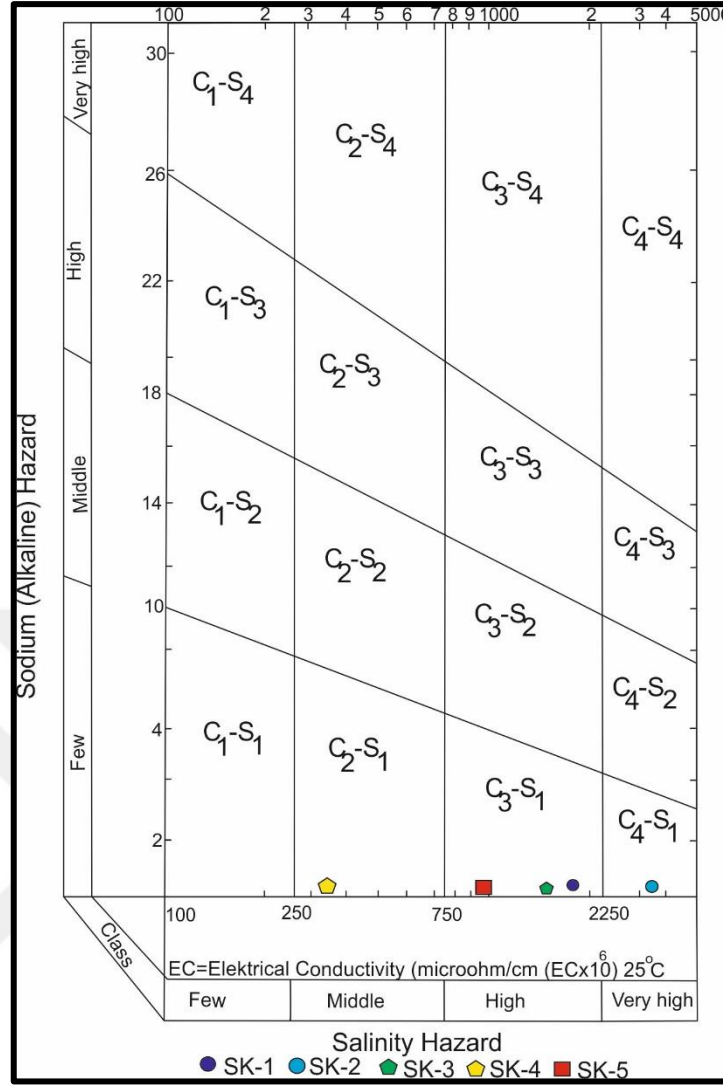
Sahadan alınan su örneklerinden yerinde yapılan ölçümlerle elde edilen elektriksel iletkenlik (EC) ve sodyum iyonu yüzdesi değerleri (%Na) Wilcox diyagramı üzerine yerleştirilmiştir. Wilcox diyagramına göre; Kırkgöz (SK-4) “**çok iyi-iyi**”, Yukarı İçme (SK-1), Orta İçme (SK-3) ve Peloid Çamuru (SK-5) “**iyi-kullanılabilir**”, Aşağı İçme (SK-2) ise “**şüpheli-kullanılamaz sular**” sınıfında yer almaktadır.

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. Saptanan değer su kaynağının sulama amaçlı kullanılabilirliğini belirlemeye yarar. ABD Tuzluluk Laboratuvarı

diyagramına göre SK-1, SK-3, SK-5 “C₃-S₁” , SK-2 “C₄-S₁” ve SK-4 “C₁-S₁”, sular sınıfına düşmektedir.



Şekil 3.2 Ekinözü mevki suyu kaynaklarının Wilcox diyagramı



Şekil 3.3. Ekinözü mevkii su kaynaklarının ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı

3.1. Anyon ve Katyonların Mevcut Diyagramlarla Değerlendirilmesi

3.1.1. Piper diyagramı

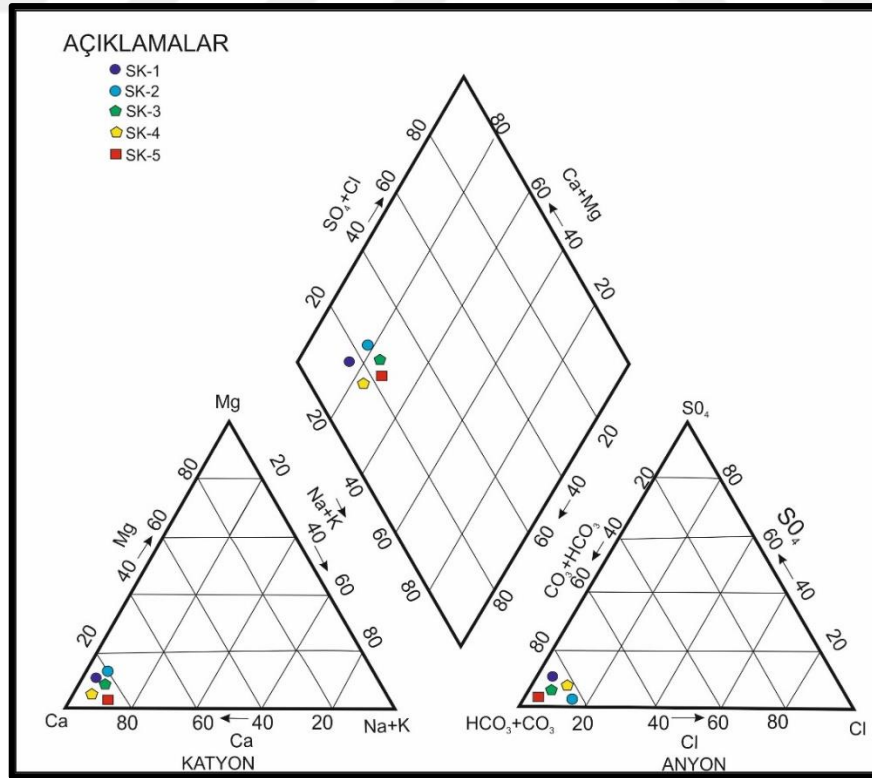
Piper diyagramı iki eşkenar üçgen ve paralel kenardan oluşmuştur. Eşkenar üçgenlerden birinde anyonlar diğerinde katyonlar işaretlenir. Bu üçgenlerden elde edilen noktalar paralel kenara taşınır ve kesişim noktasının düştüğü alan Piper sınıflamasına göre suyun sınıfı belirtilir (Şahinci, 1991). Piper (1944) diyagramı suların genel anyon-katyon içeriğini dikkate alarak su fasiyeslerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Şekil 3.4).

Kimyasal analiz sonuçlarından inceleme alanındaki suların hidrokimyasal fasiyesleri belirlenmiştir. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-5 kaynaklarının Piper diyagramındaki yerine göre, litrede eşdeğer gram cinsinden toplam çözülmüş iyon

derişimleri Karbonat sertliği % 50'den fazla sular sınıfına girmektedir. Diyagrama göre kaynaklar 5. Bölgeye düşmekte ve CaSO_4 ve MgSO_4 'lı sulardır (Şekil 3.10).

Çizelge 3.10 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 ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) > Güçlü asit kökleri ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$)
4-Nolu Alan	($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$) > ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)
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 hiçbirini %50'yi geçmeyen, karışık sular bu sınıfa girer.



Şekil 3.4. Ekinözü mevkiî suyu kaynaklarının Piper diyagramı

3.1.2. Schoeller diyagramı

Schoeller diyagramı yarı-logaritmik diyagram üzerinde karbonat ve sülfat doygunluklarını veren bir diyagramdır. Ana anyon ve katyonların kullanıldığı bu yöntemle oluşturulan diyagramlar ile incelenen suların aynı kökenli olup olmadığı ve hangi formasyonlar ile temasta olduğu belirlenebilmektedir. Diyagramda mg/l değerini birleştiren doğrular birbirine paralel olarak uzanması kaynakların aynı akiferden beslendiğinin bir göstergesi olmaktadır.

Schoeller suları; klorür, sülfat ile karbonat miktarlarına, iyon baz değişimine ve anyon-katyon derişim ilişkilerine göre sınıflar. Klorür derişimi diğerlerinden daha çok önem taşımaktadır. Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonat-bikarbonat sınıflaması tabloda verilmiştir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11 Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonatbikarbonat sınıflaması

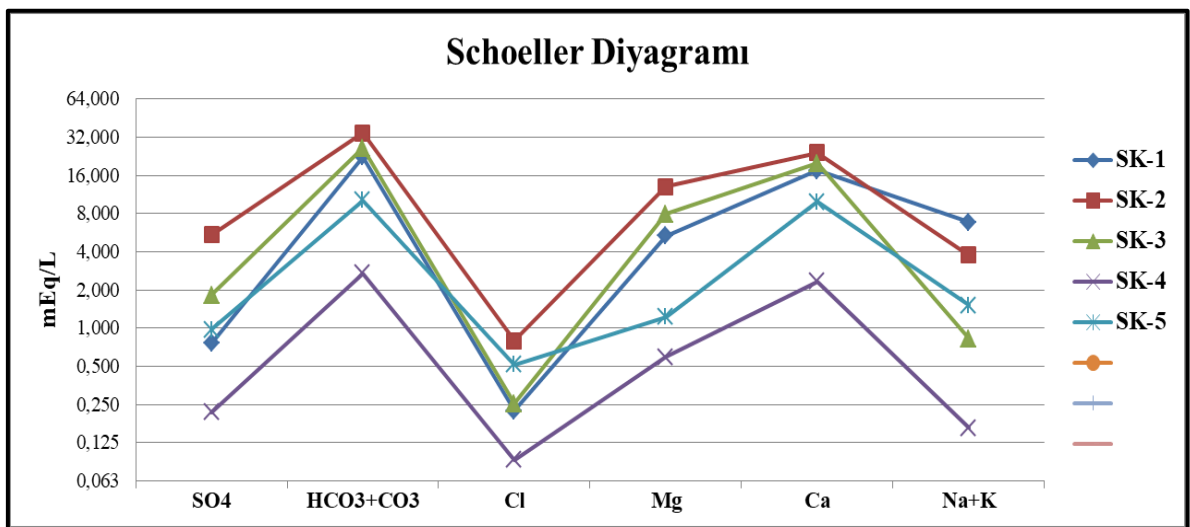
KLORÜR SINIFLAMASI	SU SINIFI	KLORÜR MİKTARI (mek/l)
	Hiperklorürlü Sular	>700
	Klorotalasik Sular	420-700
	Klorürce Zengin Sular	140-420
	Orta Klorürlü Sular	40-140
	Oligoklorürlü Sular	15-40
	Olağan Klorürlü Sular	<15
SÜLFAT SINIFLAMASI	SU SINIFI	SÜLFAT MİKTARI (mek/l)
	Hiposülfatlı Sular	>58
	Sülfatlı Sular	24-58
	Oigosülfatlı Sular	6-24
	Olağan Sülfatlı Sular	<6
KARBONAT-BİKARBONAT SINIFLAMASI	SU SINIFI	KARBONAT+BİKARBONAT MİKTARI (mek/l)
	Hiperkarbonatlı Sular	>7
	Olağan Karbonatlı Sular	2-7
	Hipokarbonatlı Sular	<2

Ekinözü (K.Maraş) mevkiî içme suyu kaynaklarından derlenen örnekler üzerinde gerçekleştirilen anyon katyon analizlerinden elde edilen sonuçlar Scholler grafiği kullanılarak yorumlanmıştır (Şekil 3.5).

Buna göre Katyonlarda **Ca>Mg>Na+K** anyonlarda ise **HCO₃> SO₄>Cl** olarak belirlenmiştir. Ekinözü (K.Maraş) mevkiî içme su kaynakları, Schoeller diyagramında klorür derişimine göre “olağan klorürlü sular” sınıfına, sülfat derişimine göre “Olağan Sülfatlı sular” ve Karbonat+Bikarbonat derişimine göre “Olağan karbonatlı sular” sınıfına girmekte olduğu söylenebilir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.12 Ekinözü (K.Maraş) mevkiî su kaynaklarının anyon katyon değeri

Örnek No	Kasyon Sıralaması	Anyon Sıralaması
SK-1	Ca> Mg>Na+K	HCO ₃ > SO ₄ >Cl
SK-2	Ca> Mg>Na+K	HCO ₃ > SO ₄ >Cl
SK-3	Ca> Mg>Na+K	HCO ₃ > SO ₄ >Cl
SK-4	Ca> Mg>Na+K	HCO ₃ > SO ₄ >Cl
SK-5	Ca> Mg>Na+K	HCO ₃ > SO ₄ >Cl



Şekil 3.5. Ekinözü mevkiî suyu kaynaklarının Schoeller diyagramı

3.2. Ekinözü mevkii Suyunun Kullanım Özelliğine Göre Sınıflanması

İçme sularının özellikleri, iklim koşullarına ve su potansiyeline bağlı olarak ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY, 2004) verilmiş olan Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıfları Genel Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 3.13), Ekinözü mevkii içme suyu kaynaklarının, standart değerlerle karşılaştırıldığında bölgedeki Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan su kaynak özellikle nitrat ve sülfat yönünden normal içme su standartları değerinin üzerindedir.

WHO Standartlarına göre ise, Ekinözü mevkii içmece sularının uygun su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise 5 farklı kaynaktan derlenen örnekler üzerinde gerçekleştirilen analizlerde yapılan değerlendirme dikkate alındığında, Ekinözü mevkii içme suyu kaynaklarının su kalitesi parametreleri açısından 1. Kalite içilebilir su sınıfına girdiği söylenebilir.



Şekil 3.6. Ekinözü mevkii su kaynaklarının görünümü, SK-1: Yukarı İçme, SK-4: Kırkgöz, SK-5: Peloid Çamuru).

Çizelge 3.13 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfına Göre Kalite Kriterleri (T.C. Resmi Gazete)

SU KALİTE PARAMETREERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik				
Kimyasal Parametreler	25	25	30	>30
1- Sıcaklık (°C)	6,5-8,5	6,5-	6,0-9,0	6,0-9,0
2- Ph		8,5		Dışında
3- Çözünmüş Oksijen (mg O2/L)	8		3	<3
	90	6	40	<40
4- Oksijen Doygunluğu (%) ²	25	70	400	>400
5- Klorür İyonu (mg C/L)	200	200	400	>400
6- Sülfat İyonu (mg SO4/L)	0,2	200	2	>2
7- Amonyum azotu (mgNH4-N/L)	0,002	1	0,05	>0,05
	5	0,01	20	>20
8- Nitrİt azotu (mg NO2-N/L)	0,02	10	0,65	>0,65
	500	0,16	5000	>5000
9- Nitrat azotu (NO3-N/L)	5	1500	300	>300
10- Toplam fosfor (mg P/L)	125	50	250	>250
11- Toplam çözünmüş madde (mg/L)		125		
12- Renk (Pt-Co birimi)				
13- Sodyum (mg Na/L)				
B) Organik Parametreleri				
1- Kimyasal organik ihtiyacı (KOİ) (mg/l)	25	50	70	>70
	4	8	20	>20
2- Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	5	8	12	>12
	0,5	1,5	5	>5
3- Organik Karbon (mg/l)	0,02	0,3	0,5	>0,5
4- Toplam Kjeldahl azotu (mg/L)	0,05	0,2	1	>1,5
	0,002	0,01	0,1	>0,1
5- Emülsifiye yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,1	0,5	>0,5
	0,001	0,01	0,1	>0,1
6- Metilen mavisi aktif maddeleri (MBAS)(mg/L)				
7- Fenolik maddeler (mg/L)				
8- Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)				
9- Toplam pestisid (mg/L)				

C) İnorganik Kirlenme

Parametreleri	0,001	0,0005	0,002	> 0,0022
1- Cıva ((µg Hg/L)	0,003	0,005	0,01	> 0,01
2- Kadmiyum((µg Cd/L)	0,01	0,02	0,05	> 0,05
3- Kurşun ((µg Pb/L)	0,02	0,05	0,1	> 0,1
4- Arsenik (µg As/L)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
5- Bakır (µg Cu/L)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
6- Krom (toplam) (µg Cr/L)	Ölçülmeyecek	0,02	0,05	> 0,05
7-) Krom (µg Cr+6/L)	kadar az	0,02	0,2	> 0,2
8- Kobalt (µg Co/L)	0,01	0,05	0,2	> 0,2
9- Nikel (µg Ni/L)	0,02	0,5	2	> 2
10- Çinko (µg Zn/L)	0,2	0,05	0,1	> 0,1
11- Siyanür (toplam) (µg CN/L)	0,01 1	1,5 0,01	2 0,05	> 2 > 0,05
12- Florür (µg F ⁻ /L)	0,01	0,002	0,01	> 0,001
13- 3) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	0,002	1	5	> 5
14-) Sülfür (µg S ⁼ /L)	0,3	0,5	3	> 3
15- Demir (µg Fe/L)	0,1	1	1	> 1
16- Mangan (µg Mn/L)	1	0,01	0,02	> 0,02
17- Bor (µg B/L)	0,01	2	2	> 2
18- Selenyum (µg Se/L)	1	0,3	1	> 1
19- Baryum (µg Ba/L)	0,3			
20- Alüminyum (mg Al/L)	1	10	10	> 10
21- Radyoaktivite (Bq/L)	10	100	100	> 10 0
Alfa-aktivitesi				
Beta-aktivitesi				

D) Bakteriyolojik parametreler

1- Fekal	10	200	2000	> 2000
koliform(EMS/100mL)	100	20000	100000	>
2- Toplam koliform (EMS/100mL)				100000

İçme sularının özellikleri, iklim koşullarına ve su potansiyeline bağlı olarak ülkeden ülkeye değişebilir. TSE'nin kabul ettiği içme suyu standartları (Çizelge 3.14) Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kabul ettiği sınırlar (Çizelge 3.15) 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 3.14 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	
Enterecocci	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
Kadmium	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
Triklloreten	mg/L		0,01	0,07
Trihalometan-toplam	mg/L		0,1	1
Vinyllkorür	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 3.15 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)	-
		En düşük 6,5
Pb	7-8	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

3.3. İçmece Su Kaynaklarının İnsan Sağlığına Etkisi

İçmece suları, yüzey sularının zemine süzülerek içinden geçtiği kayaların bileşimine göre bünyesine çeşitli mineralleri eklemesiyle zenginleşen sulardır. Ülkemiz doğal su kaynakları bakımından oldukça zengin bir bölgede yer almaktadır. Kahramanmaraş ilindeki şifalı su kaynaklarından biri de Ekinözü içmece su kaynaklarıdır. Kaynaklar şehir merkezine yaklaşık 165, Elbistan ilçesine ise 25 kilometre uzaklıkta,

birbirine yakın üç kaynaktan ibarettir. Bölgeye Haziran-Eylül ayları boyunca değişen yoğunlukta ziyaretçi girişi olmaktadır. Su kaynakları jeokimyasal özellikleri bakımından birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Genelde içilerek, nadiren de ısıtılıp banyo kürü olarak ya da suyun zemindeki toprak ile karıştırılarak elde edilen çamurun vücuda sürülmesi şeklinde kullanılabilir.

Yukarı (SK-1) ve Aşağı içmeler(SK-2) banyo kürü şeklinde kullanılabilir, Yukarı içmeler kalsiyum bikarbonatlı su niteliğindedir. Orta içmeler Silisyumlu ve kalsiyumlu doğal mineralli su niteliğindedir. Sodyum değeri düşüktür (16,13-28,12). İçme suyu olarak kullanılması uygundur. İçildiğinde veya banyo kürü olarak kullanıldığında kemik hastalıkları ve üriner sistem hastalıklarının tedavisinde kullanılabilineceği öngörülmüştür.

Ekinözü Belediyesi 2006 yılında Yukarı ve Aşağı içmelerdeki sular için analizler yaptırmıştır. Tıbbi Değerlendirme Kurulu tarafından değerlendirilmiş olan söz konusu raporda; Aşağı ve Yukarı içmelerin kalsiyum bikarbonatlı mineralli su niteliğinde olduğu belirtilmiştir. Hekim kontrolünde ve ısıtılarak banyo kürü olarak kullanıldığında romatizmal hastalıkların kronik dönemlerinde; kronik bel ağrısı, yumuşak doku hastalıklarının tedavi edilmesinde tamamlayıcı unsur olarak, ortopedik operasyonlar, beyin ve sinir cerrahisi sonrası uzun süreli hareketsiz kalınma durumlarında, stres bozuklukları ve spor yaralanmalarında tamamlayıcı unsur olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir. İçme kürü olarak kullanıldığında ise üst mide-bağırsak sisteminin fonksiyonel rahatsızlığında ve üriner sistem taşlarının metaoroflaksisinde yardımcı tedavi unsuru olarak kullanılabilir nitelikte olduğu ifade edilmiştir.

Özellikle Yukarı ve Orta içmelerde her geçen gün artan talebi karşılayabilmek için tesis sayısının artırılması ve sosyal alanlar oluşturulması önerilmektedir.

3.4. Peloid Çamurunun İnsan Sağlığına Etkisi

Özel çamurlar olan peloidler farklı ülkelerde yüzyıllardır birçok hastalığın tedavisinde alternatif olarak kullanılan doğal tedavi edici unsur olarak değerlendirilmektedir. Peloid terimi Yunan dilinde pelos (çamur) ve therapy (tedavi) sözcüklerinden türemiştir. Doğal bir çamur olan peloidler, jeolojik ve biyolojik süreçlerin bir sonucu olarak oluşan organik ve inorganik maddelerdir. Peloidler, insan vücudu için önemli işlevlere sahip Mg, Na, Ca ve K gibi minerallerce zengin, turbalar, bataklıklar, deniz ve delta balçıkları ile kayaç veya organik maddelerin ufalanması, parçalanması ve

ayrışması ile oluşan çeşitli toprak türlerinden meydana gelmektedir. (Resmi Gazete, 2001). Özellikle kaplıcalarda mineralli suların zeminde kille karıştırılarak elde edilen çamur “terapi çamuru” olarak değerlendirilebilir. Elde edilen bu çamur insan vücudu için çok sayıda tedavi edici etkiye sahiptir. Balneolojik tedavi olarak kullanılan peloid uygulamaları paket, macun, banyo, tek kullanımlık hazır paketlerdeki çamurlar, krem, pudra, yüz maskeleri, plaster, yakı, antiperspiran ve emülsiyon şeklinde uygulanabilmektedir. Ülkemiz çamur banyosu açısından oldukça avantajlı bir coğrafi bölgede yer almaktadır. Sahip olduğu jeolojik özelliklere ve geçirdiği süreçlere bağlı olarak çok sayıda kıymetli içerikleri olan kaplıcalar, ılıcalar, kaynak suları, mineraller meydana gelmiştir. Bu doğal kaynaklardan biri olan peloid çamuru; uyarıcı-tedavi edici kür olarak kullanılmaktadır.

İnceleme alanında Orta içmeler kaynağından (SK-5) çıkan kükürtlü suyun toprak ile birleşmesi sonucu peloid çamuru oluşmuştur (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Ekinözü Orta İçmeler Peloid çamuru (SK-5) kaynağının görünümü

Mineralojik ve petrografik özellikleri bakımından koyu gri renkli kil, feldispat, kuvars ve çok az karbonat minerallerinden oluşmaktadır. Kil oranına bakıldığında ağırlıkça kaolen minerali içermektedir. Mineralojik olarak sağlık açısından zararlı olabilecek herhangi bir minerale rastlanmamıştır. Ancak kimyasal analizlerde 694,1 ppm Ni 11,6ppm As, 182,9ppm Zn 10,2 ppm Pb ve 20,2 ppm U içermesi ağız yoluyla vücuda alınmasının sağlık açısından tehlikeli olduğu söylenebilmektedir.

İçeriğindeki sülfat, sodyum klorür ve radon gazı sayesinde romatizmanın yanı sıra bel ve omurilik ağrısı, boyun fitiği, egzama, dolaşım bozukluğu, sedef, mantar, akne tedavisi, yaraların iyileştirilmesi, damar ve sindirim hastalıkları ile strese dayalı rahatsızlıkların iyileşmesinde oldukça etkilidir.

Ekinözü ilçesi içmece su kaynakları ve peloid çamurunun iyileştirici etkilerinin sayesinde bölgeye belli mevsimlerde yerli ve yabancı çok sayıda ziyaretçi gelmektedir. Bölge ekonomisine katkı sağlaması, sağlık turizmini canlandırması bakımından peloid çamuru kaynağı yakınına donanımlı tesisler yapılması önerilebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Kahramanmaraş iline yaklaşık 165 km uzaklıkta bulunan Ekinözü ilçesinde bulunan 4 adet su kaynağı ve 1 adet peloid çamurunun hidrojeokimya, izotop jeokimyası ve tıbbi jeoloji yönünden araştırılması amacı ile yapılmıştır.

Yukarı İçme (SK-1), Aşağı İçme (SK-2), Orta İçme (SK-3), Kırkgöz (SK-4) ve Peloid Çamuru (SK-5) olarak adlandırılan 5 kaynaktan su ve peloid çamuru numuneleri alınarak analizler yapılmıştır. Bu yerlerde bir yıl boyunca on iki ay boyunca alınan su numuneleri üzerinde pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, sülfat, nitrat ve amonyum analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları değerlendirilerek sonuçlandırılmıştır.

İnceleme alanındaki kaynaklarda yerinde yapılan ölçümler sonucunda suların pH değerlerinin 5,1 ile 7,6 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 1.2' teki sınıflandırmaya göre analizi yapılan sular bazik karakterlidir.

İnceleme alanındaki su örneklerinin elektriksel iletkenliği 200,00 mch/cm ile 3843,00 mch/cm arasında değişmektedir. Sulama suyu açısından sular yüksek tuzlu su sınıfına girmektedir.

Yapılan analizlerde çalışma alanındaki su örneklerinin sodyum değeri 3,12-88,22 mg/l arasında değiştiğinden dolayı içme suyu açısından herhangi bir problem yaratmamaktadır.

İnceleme alanından alınan su numuneleri yerinde yapılan analizler sonucu; SK-1, SK-2 ve SK-3 kaynakları izin verilen üst sınır K^+ İyonu değerini aşmayan sulardır (0,65-10,42 mg/l).

İnceleme alanında SK-1, SK-2 VE SK-3 kaynaklarından alınan numunelerdeki kalsiyum değerleri istenen değerin üzerinde (303,33-489,23 mg/l), SK-4 ise tavsiye edilen değere yakındır (40,89-49,35).

İnceleme alanından alınan sularda yapılan analizler neticesinde SO_4 İyonu, SK-2 kaynağı üst sınır değeri aşmaktadır. Diğer kaynaklar ise tavsiye edilen değerlerdedir.

İnceleme alanında Cl iyonu sadece SK-2 kaynağı istenen değerlerdedir. Diğer kaynaklarda klor değeri oldukça düşüktür.

Ekinözü (K.Maraş) bölgesindeki su kaynaklarının sularının kimyasal özelliklerini belirlenebilmesi amacıyla, bir yıl boyunca 4 mevsimi kapsayacak şekilde on iki ay

boyunca alınan 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. Buda bu suların aynı akiferden beslendiğini göstermektedir.

SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-5 kaynaklarının Piper diyagramındaki yerine göre, litrede eşdeğer gram cinsinden toplam çözünmüş iyon derişimleri Karbonat sertliği % 50'den fazla sular sınıfına girmektedir. Diyagrama göre kaynaklar 5. Bölgeye düşmekte ve CaSO₄ ve Mg SO₄'lı sulardır

Ekinözü (K.Maraş) bölgesi içme sularının izotop sonuçlarını değerlendirdiğimizde Döteryum ve oksijen 18 grafiğine baktığımızda yerel meteorik su doğrusuna ve Akdeniz su eğrisine yakın yerlerine düşmektedir. Bu da bize meteorik bir su olduğunu yağışlarla beslendiğini söylemektedir.

Döteryum fazlalığı $\delta^2\text{H}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerleri kullanılarak $d = \delta^2\text{H} - 8 \cdot \delta^{18}\text{O}$ formülüyle hesaplanmaktadır (Dansgaard, W., 1964). Döteryum fazlalığının yüksek olduğu noktalar, denizel çökellerin yerine karasal çökellerin yaygın olduğu bölgelerde gözlenmiştir. Ekinözü (K.Maraş) mevki sularındaki d aralığının 13,32 ile en düşük SK-5 de, en yüksek değerinin de 21,64 ile SK-2, SK-3 ve SK-4 de eşit olduğu söylenebilmektedir.

İncelemeye konu olan Ekinözü içmeleri, paleozoik - mesozoyik yaşlı, metamorfik kırıntılı ve karbonatlar olarak adlandırılan Malatya metamorfitlerinin bir parçası olan Triyas yaşlı Karabayır Formasyonu içerisinde çıkmaktadır.

Yapılan izotop analizler ile Ekinözü (K.Maraş) mevki su kaynaklarının içerisinde yer aldığı Karabayır formasyonunun genel litolojik özellikleri arasında büyük bir uyum olduğu gözlenmiştir. Buna göre Ekinözü (K.Maraş) mevki su kaynaklarının bulunduğu alanda, Karabayır Formasyonu içerisinde bol çatlaklı-kırıklı bir yapıya sahip olduğundan litoloji geçirimli bir yapı sunmaktadır. Bu yapı su kaynaklarına akifer olma niteliğindedir.

İnceleme alanındaki içmece su kaynakları ve peloid çamuru kaynağı tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmiştir. Yukarı ve orta içme kaynakları jeokimyasal özellikler bakımından birbirine benzerlik göstermektedir. Kalsiyum bikarbonatlı su olarak adlandırılan bu mineralli sular içilerek ya da doktor kontrolünde ısıtılarak banyo kürü olarak kullanılabilir. SK-5 Peloid çamuru kaynağı ise Orta içme su kaynağının

hemen yanında bulunmaktadır. Çeşitli hastalıkların tedavisinde çamur banyosu şeklinde kullanılmasının sağlık açısından faydalı olabileceğini söylemek mümkündür. Hem içmece su kaynaklarına hem de peloid çamurunun bulunduğu bölgede donanımlı tesislerin ilave edilmesi ve hizmete sunulması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Albu, M., Banks, D., Nash, H., (1997). Mineral and Thermal Groundwater Resources. Chapman & Hall Press. London. 447s.
- Arnorsson, 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 Şerefoğlu Köyü mevkiinde bulunan Hopur mineralli su kaynağının hidrojeokimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. 71s.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., (2007). Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2): 219-226.
- 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.
- Atabey E. (2005). Tıbbi Jeoloji. Ankara. Jeoloji mühendisleri odası yayınları, p. 134.
- Atlı, A., (2010). Yeraltı suyu (YAS) kirlenme potansiyelinin, CBS tabanlı DRASTIC Modeli kullanılarak belirlenmesi ve Erzin ovası YAS hassasiyet haritalarının geliştirilmesi. Doktora Tezi. Çukurova Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 189s.
- Ayaşoğlu, Y. (1970). Berke Projesi-Berke Barajı TPAŞ Mühendislik Jeolojisi Planlama raporu: DSİ arşivi Yayınlanmamış.
- Aziz, A., Meşhur, M. ve Serdar, H. S., (1979). Sarız-Pınarbaşı-Kaynak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. TPAO Rapor No: 1357, Ankara Yayınlanmamış.
- Başkan, E., (1970). Mersin Güney yolu Kaplıca ve İçmesi Hidrojeoloji Etüdü. Ankara. MTA Rapor No: 4370.
- Baydar, O., (1989), Berit, Kandil dağları (Kahramanmaraş) ve civarının jeolojisi Doktora tezi. İ.Ü.Fen bil. Enst. İstanbul.
- Baydar, O., Yergök, A.F. (1996). Güneydoğu Anadolu-Kenar Kıvrım Kusagı-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.
- Cuello C., Correa, P., Haenszel, W., (1976), Gastric Cancer in Columbia I. Cancer Risk and Suspect Environmental Agents. *J. Cancer Inst.*, 57, 1015-1020.

- Dansgaard W., (1964). Stable Isotopes in Precipitation, *Tellus*, XVI (4), 436-468.
- Doğan, L., (1981). Hidrojeolojide Su Kimyası. D.S.İ. Basım ve Foto Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, 180 s., Ankara.
- Gallardo, A. H., Borja, W. R., Tase, N., (2005), Flow and Patterns of Nitrate Pollution in Groundwater: A Case Study of An Agricultural Area in Tsukaba City, *Japan, Env. Geol.*, 48, 908-919.
- Gilli, G., Corrao, G., Favilli, S., (1984), Concentrations of Nitrates in Drinking Water and İndicence of Gastric Carcinomas: First Descriptive Study of the Piemonte Region, *Italy. Sci. Total Environ.*, 3, 35-48.
- Gleick, P. H., (1996). Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. By S.H. Schneider, *Oxford University Pres, New York*, 2:817-823
- Gökalp E. (1972). Elbistan- Cela İçmeleri Jeoloji- Hidrojeoloji Etüdü Raporu
- Gözübol, A. M. ve Gürpınar, O., (1980). Kahramanmaraş Kuzeyinin Jeolojisi ve Tektonik Evrimi, 5. Türkiye Petrol Kongresi Bildirileri, Ankara, s. 21-29.
- Gözübol, M., Şahinci, A., Önal, M., (1986). Yeşilyurt-Çelikhan (Malatya-Adıyaman) Dolayının Hidrojeolojik İncelemesi. *Jeoloji Mühendisliği*, s,29, 5-12, 198
- Gül, M. A., (2000). Kahramanmaraş Yöresinin Jeolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 304 s.
- Günay, Y., (1998), Güneydoğu Anadolunun Jeolojisi, TPAO Arşivi, Rapor No: 3939
- Gürbüz, M., Sandal, E.K., (2003). "Ekinözü İçmeleri'nde (Kahramanmaraş) Sağlık Turizmi" *Türk Coğrafya Dergisi.*, Sayı:41, s.23-40, İstanbul
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıncık, G., Yılmaz, H. ve Kılınç, F. (1993). Malatya-Doğanşehir-Çelikhan Dolayının Jeolojisi. MTA Raporu, Derleme No: 9587.
- Karaoğlan, İ., (2016). "Ekinözü İlçesi Doğal Mineralli Su Kaynakları Koruma Alanları ve Hidrojeolojik Etüd Raporu" Jenks,Sweeton,Ghormley-Physical Review (1950)
- Ketin, I., (1948). U" ber die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums. *Geologische Rundschau* 36, 77-83.
- Kozlu, H., (1987). Misis Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi: Türkiye 7. Petrol Kong. Teb., 104-116, Ankara.
- MTA, (2008)., Kahramanmaraş İli ve Kentsel Alanların (İl-İlçe Merkezleri) Yerbilim Verileri., Ankara.
- Mazor, E., (1997). Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology: The Applied Approach. Marcel Dekker Inc, New York, 413s.

- Nas, B., Berktaş, A., (2006). Konya Yerleşim Alanı Yeraltı Suyu Nitrat Konsantrasyonunun Mekansal Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Görüntülenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi*, Cilt 18, Sayı 1, s.1-10.
- McKinney, McCrea, Epstein, Allen and Urey (1950) Review of Scientific Instruments 21,724.
- Özeke, H., Özmutaf, M., (1991) Kahramanmaraş Ekinözü (Cela) İçmelerinde Yapılan Yarma Çalışmaları ve Hidrojeolojik Değerlendirme Raporu, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Daire Başkanlığı, Ankara.
- Özgül, N., Metin, S., Göger, E., Bingöl, İ., Şenol, M. ve Uysal, Ş., (1981). Munzurlar'ın Temel Jeoloji Özellikleri. MTA Derleme Rapor No: 6995, Ankara (yayınlanmamış). Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.107
- Perinçek, D., (1978). Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimlerin jeoloji sembolleri, TPAO Arama Grubu Arşivi, no. 6657
- Perinçek, D., (1979). Interrelations of the Arab and Anatolian plates. Guide Book Excursion B, First Geological Congress of the Middle East, Ankara, pp.34
- Perinçek, D. ve Kozlu, H., (1984). Stratigraphy and Structural Relation of the Units in the Afşin-Elbistan Doğanşehir Region. In: Tekeli, O. And Göncüoğlu, C. (eds.), International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 1983. *Miner. Res. Expl. Ins.*, Ankara, p. 181-198.
- Perinçek, D., ve Kozlu, H., (1984). Stratigraphy and Structural Relations of The Units in The Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region, Eastern Taurus, International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 1983, *Miner Res. Expl. Inst. Geol. Seoc.*, p.181-198.
- Piper, A. M., (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses.
- Rosman and Taylor, (1998). Isotopic Compositions Of The Elements Transactions – *American Geophysical Union*, 25, 914-923.
- Purdaş, S., (2017). “Süleymanlı-Ilıca (K.Maraş) Mevkii Soğuk Su Kaynaklarının İzotopik ve Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş (Yayımlanmamış).
- Resmî Gazete: 24.07.2001-24472. Kaplıcalar Yönetmeliği.
- Rigo De Righi, M., Cortesini, A., (1964). Gravity tectonics in Foothills structure belt of southeast Turkey, *A.A.P.G. Bull.*, 48-12, 1911-1938.
- Sekin, Y.; Eryurt, A.; Bağdatlıoğlu, N. (2001). Manisa Bölgesi Yeraltı Sularında Mevsimsel Değişiklikler: *İz Elementler. Yeraltı suları ve Çevre Sempozyumu*, CEVJEO'2001.21-23 Mart, İzmir, s.255-262.

- Selinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P. (2005). Medical Geology. Elsevier, , p.115-594.
- Söyler, e., (2017). “Döngüle (Kahramanmaraş) Mevkii Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Olarak İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. (Yayımlanmamış).
- 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/s00254-005-1243-0
- Schmoll, O., Howard, G, Chilton, J. Andchorus, I, (2006). Protecting ground water for health, World Health Organization (WHO) Drinking Water Quality Series, IWA Publishing ISBN:1843390795, WHO ISBN:9241546689
- Sungurlu, O., (1974), VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi, TPAO Araştırma Merkezi Grup Başkanlığı, Rapor No: 871.
- Şahinci, A. (1986). Yeraltı Suları Jeokimyası. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh-Mim Fakültesi Yayını*, 394s.
- Şahinci, A., (1991). Doğal Suların Jeokimyası ; Reform Matbaası, İzmir, 548 s,
- Şimşek C. ve Filiz Ş., (2005). Torbalı Ovası ve Çevresindeki Akiferlerin Hidrojeolojisi ve Kirlenabilirliği, *DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7:21-37.
- T.C. Resmî Gazete, (1988). Su Kirliliği Yönetmeliği, Ankara sayı 19919.
- Türk Standardları Enstitüsü, TS 266. Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular, 29 Nisan 2005.
- Uras Y, Uysal Y, Yılmaz M.N., Paksoy M., (2018). Yedioluk-Kozan (Adıyaman)Bölgesi İçme Sularının Karakteristiklerinin Hidrojeolojik Açısından İncelenmesi., *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:33, Sayı: 4.
- World Health Organization (WHO), (1985). Health Hazards from Nitrates in Drinking Water, WHO, Regional Office for Europe.102s.
- World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality, third edition. (2006), Geneva. p. 221-459
- Yazgan, E. (1983). A Geotraverse Between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt “Guide Book for Excursion V”; 17 p.
- Yazgan, E., (1984). Geodynamic evolution of the Eastern Taurus Region. In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (eds). Geology of teh Taurus Belt. MTA, Ankara, p.p. 199-208.
- Yenipınar, S., (2017). “K.Maraş ili Süleymanlı-Ilıca mevkiinde bulunan sıcak su kaynaklarının jeokimyasal ve izotop incelemesi” Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. (Yayımlanmamış).

- Yeşilnacar, M.İ, Güllüoğlu, M.S., (2007). “The effects of the largest irrigation of GAP project on groundwater quality, Sanliurfa – Harran Plain”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(2):206-211
- Yıldırım, M., (1989). Kahramanmaraş kuzeyindeki (Engizek-Nurhak dağları) tektonik birliklerin jeolojik, petrolojik incelenmesi, (Doktora tezi): İstanbul Ün. Fen Bil. Enst., 306 s. (TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2970).
- Yılmaz, Y., (1987). Güneydoğu Anadolu’da Triyas sonu tektonizması ve bunun jeolojik anlamı, Türkiye VII. Petrol Kong. Bült. Teb, 65-78
- Yiğitbaş, E., (1992). Güneydoğu Anadolu orojenik kuşaağında Eosen nap yerleşmesi, Türkiye 9. Petrol Kong. Bült. Teb, 307-319.



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Selver Şeyma Arsan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 12.04.1987-Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
e-posta : seyma_kebeli@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	K.S.Ü	2019
Lisans	Çukurova Üniversitesi	2008
Lise	Atatürk Lisesi	2004

Bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Kahramanmaraş Ekinözü İçmece Suları İle Peloid Çamurunun Hidrojeokimyasal Ve Çevresel İzotoplar Açısından İncelenmesi, Yusuf URAS, Tuğba Atılan ARIKAN, Selver Şeyme ARSAN, 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. 07-11 Mayıs 2018, , Antalya, Türkiye.

Projeler

KSÜ BAP projesi, “Kahramanmaraş Ekinözü İçmece Suları İle Peloid Çamurunun Hidrojeokimyasal Ve Çevresel İzotoplar Açısından İncelenmesi,” Proje No: 2018/3-3 YLS

İş Deneyimi

Kahramanmaraş Belediyesi, D.S.İ.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Müzik, Kitap