



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ)
SICAK VE MİNERALLİ SULARININ
HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

HİLAL GÜVEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını

Kasım-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Hilal GÜVEN tarafından hazırlanan “Ilıca Kaplıcası (Kahramanmaraş) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrokimyasal Özellikleri” adlı tez çalışması 04/09/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY

Üye

Üye

İmza

M. Çelik

G. Göçmez

R. Aksoy

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

A. Genç

Prof. Dr. Aşır GENÇ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 11201103 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Hilal GÜVEN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ) SICAK VE MİNERALLİ SULARININ HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Hilal GÜVEN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

2015, 114 Sayfa

Jüri

Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Yapılan bu tez çalışmasında, Ilica (Kahramanmaraş) bölgesinde yer alan sıcak, soğuk ve mineralli kaynak suları ile bu suların hidrokimyasal özelliklerinden yola çıkılarak suların kökenleri, meydana geliş süreçlerinde etkileşim halinde olduğu kayalar ve bu süreç sonunda sulara kattıkları fizikokimyasal etkiler açıklanmaya çalışılmıştır. İnceleme alanı, Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 70 km kuzeyinde bulunan Ilica ve Süleymanlı bölgeleri ve çevresidir. İnceleme alanında temeli Permian yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu oluşturmaktadır. Bu birimin üzerine tektonik dokanakla Jura-Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar ve Tersiyer yaşlı kayalar gelmektedir. İnceleme alanında yer alan ofiyolitik birimler ile Mesozoyik kireçtaşları ve Miyosen çökelleri yer altı suyu için akifer nitelikli kayaları oluşturmaktadır. Alt-Üst Miyosen yaşlı konglomeralar ve kumtaşları akifer nitelikli olup küçük boşalimler sunmaktadır. Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları karstik özellikte olup akifer kayaç niteliğindedir. İnceleme alanındaki termal sular Ilica beldesi kuzeyindeki doğu-batı uzanımlı fay boyunca açığa çıkmışlardır. Ancak son yıllarda kaynaklar yakınına yapılan sondaj kuyuları nedeniyle kaynaklar kurummuştur. Ilica çevresindeki termal tesislerde MTA tarafından yapılan sondajlardan su alınmaktadır. Ilica Dere vadisi içindeki Dere Kaynağı'nın debisi 3,44 l/s, sıcaklığı 41°C, pH'ı 8,2, toplam mineralizasyonu 270 mg/l arasındadır. Bu kaynak yapılan sondajlar nedeniyle kurummuştur. İnceleme alanında Ilicaköy kuzeyinde Kırkgöz Kaynağı, kuzeybatısında Hançerli Kaynağı ve Süleymanlı Köyü'nün güneydoğusunda Tekke Mevkii'nden boşalan Tekke Kaynağı olmak üzere 3 adet soğuk su kaynağı bulunmaktadır. Kaynak sıcaklıkları 10°C-16°C, debileri 1-7 l/s, pH ları 7-9, toplam mineralizasyonları (TDS) 100-400 ppm ve elektriksel iletkenlik değerleri (EC) ise 100-600 µS/cm arasındadır. Ilica Kaplıcası çevresine yapılan sondaj kuyu sularının sıcaklıkları 41°C-49°C arasındadır. Schoeller diyagramına göre sular benzer beslenime ve hazne kayaç tipine sahiptirler. Bu sular "sıcak termal sular" grubuna girmektedir. pH değeri dikkate alındığında olumlu-yarı olumlu bazik sular grubunda yer almaktadır. Kimyasal olarak HCO₃⁻, Ca⁺², S ve Mg⁺²; fiziksel olarak ise hipotermal, hipotonik (akroterm) sular grubunda yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hidrokimya, Ilica Kaplıcası, Kahramanmaraş, sıcak ve mineralli su, Süleymanlı

ABSTRACT

MS THESIS

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HOT AND MINERAL WATER OF ILICA THERMAL BATH (KAHRAMANMARAŞ)

Hilal GÜVEN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

2015, 114 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Güler GÖÇMEZ

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

Asst. Prof. Dr. Rahmi AKSOY

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

In this thesis study, Ilica (Kahramanmaraş) hot water is situated in the cold and mineral springs with the waters of the origin of the waters starting from the hydrochemical features, rocks that interact in the occurrence of process and tried to explain this process physicochemical effects they bring to the water at the end. The study area, the province of Kahramanmaraş is located about 70 km north of Ilica and Süleymanlı and the environment. In the study area consists of Permian Formation nappe. This tectonic lithologic units on the Jurassic-Cretaceous ophiolite rocks and Tertiary comes elderly. Ophiolitic units are located in the study area and Miocene sediments of Mesozoic limestone aquifer where groundwater is to create quality rocks. Lower-Upper Miocene aquifer old conglomerates and sandstones are qualified offers small discharges. Middle Miocene limestone is karstified aquifer rocks nature. Ilica thermal waters in the study area north of the town are exposed along the east-west trending faults. However, in recent years, sources close to the source because it is made by drilling wells dried up. Ilica thermal plants in the surrounding water is taken from the drilling performed by the MTA. Source Ilica Creek valley in the flow stream 3.44 l/s, temperature of 41°C, pH 8.2, total mineralization of 270 mg/l. This is done due to resource drilling dry. Ilıcaköy north Kırkgöz source in the study area, northwest Hançerli supply and Süleymanlı village southeast there are 3 including cold water supply source discharged from Tekke position. Source 10°C-16°C temperature, flow rate 1-7 l/h, 7-9 The pH, total mineralization (TDS) and electrical conductivity values of 100-400 ppm (EC) is 100-600 µs/cm between. The temperature of the water wells around Ilica spa is made of 41°C-49°C. According to Schoeller diagram waters have similar strength and recharge the reservoir rock type. These waters "fall into the warm thermal waters" group. Considering the pH alkaline water it is located on the positive semi-positive group. Chemically HCO_3^- , Ca^{+2} , S and Mg^{+2} ; The hipothermal physically, hypotonic (Akroteri) is located in the water group.

Keywords: Hydrochemistry, hot and mineral water, Ilica Spa, Kahramanmaraş, Süleymanlı

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim dalında yüksek lisans tezi kapsamında yapılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında büyük katkısı olan değerli danışman hocam Yrd Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında değerli bilgi birikimi ve tecrübeleriyle tezime katkıda bulunan sayın Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY, Arş. Gör. Dr. Ayla BOZDAĞ ve Arş. Gör. Dr. Ali BOZDAĞ hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Koordinatörlük yetkililerine ve çalışanlarına sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamla ilgili gerekli verilerin elde edilmesinde yardımlarını gördüğüm MTA Orta Anadolu 2. Bölge Müdürlüğü, Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü elemanlarına sonsuz teşekkürler ederim.

Yaşamım boyunca benden hiçbir fedakarlığı esirgemeyen ve her zaman yanımda olan canım AİLEM'e şükranlarımı sunarım.

Hilal GÜVEN
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER.....	x
TABLolar.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri.....	1
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması	2
1.4. Coğrafi Konum, İklim ve Bitki Örtüsü	4
1.5. Orografi-Hidrografi.....	9
1.6. Buharlaşma ve Terleme.....	10
1.7. Önceki Çalışmalar	13
2. İNCELEME ALANININ JEOLojİSİ.....	17
2.1. Stratigrafi	17
2.1.1. Dedeardıçgediği Formasyonu(TRd)	20
2.1.2. Berit Metaofiyoliti(Kbe)	21
2.1.3. Süleymanlı Formasyonu(Ts).....	23
2.1.4. Alacık Formasyonu(Tal).....	25
2.1.5. Kilisecik Formasyonu(Tk)	27
2.1.6. Atlık Kireçtaşı(Ta)	29
2.1.7. Tekir Formasyonu(Tte).....	31
2.1.8. Güredin Formasyonu(Tg)	32
2.1.9. Alüvyon(PIQ).....	34
2.1.10. Yamaç Molozu(Qym)	34
2.2. Yapısal Jeoloji.....	35
2.2.1. Doğrultu ve Eğimler	35
2.2.2. Diskordanslar	36
2.2.3. Kıvrımlar.....	37
2.2.4. Faylar	38
2.2.5. Yapısal Evrim	41
3. HİDROJEOLojİ.....	43
3.1. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	43
3.1.1. Geçirimli birimler	43
3.1.2. Yarı geçirimli birimler	45

3.1.3. Geçirimsiz birimler	45
3.2. Yüzeysel Suları	47
3.3. Kaynaklar	49
3.3.1. Soğuk Su Kaynakları	49
3.3.1.1. Kırkgöz kaynağı	49
3.3.1.2. Hançerli kaynağı	52
3.3.1.3. Tekke kaynağı	54
3.3.2. Sıcak Su Kaynakları	56
3.3.3. Mineralli Su Kaynağı	56
3.3.4. Sıcak Su Sondajları	57
3.3.4.1. Özge-1 sıcak su sondaj kuyusu (TK-1)	58
3.3.4.2. KI-5 sıcak su sondaj kuyusu (TK-2)	62
3.3.4.3. KI-4 sıcak su sondaj kuyusu (TK-3)	64
3.3.4.4. KI-3 sıcak su sondaj kuyusu (TK-4)	66
3.3.4.5. S-2 sıcak su sondaj kuyusu (TK-5)	66
3.3.4.6. S-1 sıcak su sondaj kuyusu (TK-6)	69
3.3.4.7. TK-7 nolu sıcak su sondaj kuyusu	69
3.3.4.8. TK-8 nolu sıcak su sondaj kuyusu	70
4. HİDROJEOKİMYA	71
4.1. Suların Fiziksel Özellikleri	71
4.2. Suların Kimyasal Özellikleri	74
4.2.1. Majör iyonlar	74
4.2.2. Kirlilik analizleri	76
4.3. İnceleme Alanındaki Suların Kökeni	79
4.3.1. Schoeller diyagramı	80
4.3.2. Piper diyagramı	82
4.4. AIH (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği) sınıflaması	84
4.5. Wilcox diyagramı	85
4.6. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı	86
4.7. Kalsiyum Denge Diyagramı (Langelier Diyagramı)	86
4.8. Jeotermometre Uygulamaları	93
4.8.1. Katyon jeotermometreleri	93
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	95
5.1 Sonuçlar	95
5.2 Öneriler	97
KAYNAKLAR	98
EKLER	100
ÖZGEÇMİŞ	101

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

km	kilometre
km ²	kilometrekare
m	metre
mm	milimetre
°C	santigrat derece
Å	Ångström, ışığın dalga boyunu ölçmekte kullanılan uzunluk ölçü birimi
Etp	Potansiyel evapotranspirasyon
Etr	Gerçek evapotranspirasyon
l/s	litre/saniye
mg/l	miligram/litre
mek/l	miliekivalent/litre
mval/l	miliekivalent/litre
milival/l	miliekivalent/litre
me/l	miliekivalent/litre
% mek/l	yüzde miliekivalent/litre
% mval	yüzde miliekivalent/litre
% milival	yüzde miliekivalent/litre
µS/cm	microSiemens/santimetre
g/cm ³	gram/santimetreküp
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
Δ	düşüm
TDS	suda bulunan toplam çözülmüş katı miktarı (Total Dissolved Solids)

Kısaltmalar

MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri
TAKK	Teknik Araştırma Kalite Kontrol
Ltd.Şti.	limited şirketi
Eİ	elektriksel iletkenlik
RSC	Kalan Sodyum Karbonat
SAR	sodyum adsorpsiyon oranı (Specific absorption rate)
EC	elektriksel iletkenlik (Electrical conductivity)
AIH	Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (The American Institute of Hydrology)

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 1.2. İnceleme alanına ait aylık toplam yağış grafiği (2009-2014 yılları arası)	5
Şekil 1.3. Şekil 1.3. İnceleme alanının aylık ortalama sıcaklık grafiği (2009-2014 yılları arası)	5
Şekil 1.4. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası aylık ortalama sıcaklık grafiği	6
Şekil 1.5. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası aylık yağış ortalaması grafiği..	6
Şekil 1.6. İnceleme alanının 2014 yılına ait klimogramı.....	7
Şekil 1.7. İnceleme alanının uzun yıllara ait klimogramı (1995-2014).....	7
Şekil 1.8. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arasına ait 20 yıllık eklenik sapma grafiği	8
Şekil 1.9. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arasına ait 20 yıllık yağış dağılım grafiği	8
Şekil 1.10. İnceleme alanının oro-hidrografi haritası	9
Şekil 1.11. 2014 yılına ait yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği	11
Şekil 1.12. 1995-2014 yılları arası yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği	12
Şekil 2.1. İnceleme alanının stratigrafisi (Varol, 2007'den revize edilmiştir)	18
Şekil 2.2. İnceleme alanının stratigrafik dikme kesiti	19
Şekil 2.3. Akkaya Tepe güneyinde Dedeardıçgediği Formasyonu'na (Trd) ait dolomitik kireçtaşlarının görünümü (Resim B'dan D'ya bakışı yansıtmaktadır)	21
Şekil 2.4. Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd)'na ait kalsit dolgulu dolomitik kireçtaşının çift nikoldeki görünümü.....	21
Şekil 2.5. Akkaya Tepe güneyinde yer alan Berit Metaofiyoliti'nin (Kbe) görünümü (B'dan D'ya bakış).....	22
Şekil 2.6. Süleymanlı Köyü kuzeyinde Süleymanlı Formasyonu'nun uzaktan görünümü	23
Şekil 2.7. Süleymanlı Formasyonu'na ait blok şeklindeki kireçtaşı ve fosillerin görünümü (a,b).....	24
Şekil 2.8. Ayar Tepe güneyinde Alacık Formasyonu içerisinde gözlenen nummulit fosilleri	26
Şekil 2.9. Ayar Tepe güneyinde Alacık Formasyonu (Tal) ile Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd) dokanağı (KB'dan GD'ya bakış)	26
Şekil 2.10. Kilisecik Formasyonu'nda gözlenen karbonatlı kumtaşı ve şeyllerin genel görünümü.....	28
Şekil 2.11. Kilisecik Formasyonu'nda gözlenen bir slump yapısı (Büyük Tepe güneybatısı, D'dan B'ya bakış).....	28
Şekil 2.12. Kilisecik Formasyonu'na ait kumtaşının çift nikoldeki görünümü.....	29
Şekil 2.13. Atlık Dağı doğu yamacından Atlık kireçtaşı ile Kilisecik Formasyonu sınır ilişkisi (D'dan B'ya bakış).....	30
Şekil 2.14. Ortaoba Mahallesi kuzeyinde Tekir Formasyonu'na ait çakıltaşlarının görünümü.....	31
Şekil 2.15. Kavaklıdere Sırtı'nda Güredin Formasyonu'na ait çakıltaşlarının görünümü.....	33
Şekil 2.16. Abbashopur Tepe güneyinde Güredin Formasyonu'nun yakından görünümü.....	33
Şekil 2.17. Güredin Formasyonu'na ait kumtaşının çift nikoldeki (a,b) ve tek nikoldeki (c,d) görüntüleri.....	34

Şekil 2.18. İnceleme alanındaki yamaç molozlarına ait görüntüler a) Ilıca Dere civarında pekişmediği için hızlı yükselmiş yamaç molozu b) Üçkaya Sırtı c) Değirmencialıbağları Sırtı d) Ziyaret Sırtı.....	35
Şekil 2.19.a. Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'ndan ölçülen tabaka doğrultularına ilişkin gül diyagramı (n=12) b. Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nda ölçülen 12 adet tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı c. Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı d. Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı.....	37
Şekil 2.20. a. Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen tabaka konumlarının doğrultularına ait gül diyagramı b. Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı c. Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı d. Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı.....	38
Şekil 2.21 a. Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen tabaka konumlarının doğrultularına ait gül diyagramı (n=60) b. Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı (n=60) c. Orta-Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı d. Orta-Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı	39
Şekil 2.22. Söylemez Sırtı'nda, Kilisecik Formasyonu içerisindeki kıvrımın kanatlarının görünümü.....	40
Şekil 2.23. Söylemez Sırtı doğusunda Kilisecik Formasyonu içerisindeki ters fayın görünümü.....	40
Şekil 3.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş hidrojeolojik stratigrafik kesiti (ölçeksiz)	46
Şekil 3.2. İnceleme alanına ait orohidrografi haritası.....	48
Şekil 3.3. Kırkgöz Kaynağı'nın görünümü.....	50
Şekil 3.4. Kırkgöz Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler.....	51
Şekil 3.5. Hançerli Kaynağı'nın görünümü.....	52
Şekil 3.6. Hançerli Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler.....	54
Şekil 3.7. Tekke Kaynağı'nın görünümü.....	54
Şekil 3.8. Tekke Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler.....	55
Şekil 3.9. Mineralli su kaynağının görünümü.....	57
Şekil 3.10. TK-1 (Özge-1) nolu sondaj kuyu yeri (2012).....	60
Şekil 3.11. Kahramanmaraş Ilıca Özge-1 sıcak su sondajı kuyu logu.....	61
Şekil 3.12. KI-5 (TK-2) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012).....	62
Şekil 3.13. Kahramanmaraş-Ilıca-5 (KI-5) nolu sıcak su sondajı kuyu logu.....	63
Şekil 3.14. KI-4 (TK-3) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012).....	64
Şekil 3.15. Kahramanmaraş-Ilıca-4 (KI-4) nolu sıcak su sondajı kuyu logu.....	65
Şekil 3.16. Kapatılan TK-4 nolu sondaj kuyusunun yeri (2012).....	66
Şekil 3.17. S-2 (TK-5) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012).....	67
Şekil 3.18. Kahramanmaraş Süleymanlı-2 sıcak su sondajı kuyu logu.....	68
Şekil 3.19. Kapatılan TK-6 nolu sondaj kuyusu (2012).....	69
Şekil 3.20. TK-8 sondaj suyunun verildiği termal havuz (2014).....	70
Şekil 4.1. Şekil 4.1. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014).....	80
Şekil 4.2. İnceleme alanında yer alan sıcak suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014).....	81

Şekil 4.3. İnceleme alanında yer alan soğuk kaynaklar ile mineralli kaynak suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014; Eylül, 2015).....	81
Şekil 4.4. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Piper diyagramı (Mayıs, 2014).....	82
Şekil 4.5. İnceleme alanında yer alan sıcak suların Piper diyagramı (Mayıs, 2014).....	83
Şekil 4.6. İnceleme alanında yer alan soğuk su kaynaklarının Piper diyagramı (Mayıs, 2014; Eylül, 2015).....	83
Şekil 4.7. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Wilcox diyagramı (Mayıs, 2014).....	85
Şekil 4.8. İnceleme alanında yer alan soğuk suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı (Mayıs, 2014).....	87
Şekil 4.9. İnceleme alanında yer alan suların Langelier (Kalsiyum Denge) diyagramı (Mayıs, 2014).....	88
Şekil 4.10. Suların Giggenbach diyagramı (Giggenbach 1991).....	94

TABLolar

Tablo 1.1. Kahramanmaraş iline ait aylık toplam yağış(mm)ve aylık ortalama sıcaklık(°C) değerleri	4
Tablo 1.2. İnceleme alanına ait uzun yıllar (1995-2014) aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C) ve aylık yağış ortalaması değerleri (mm)	6
Tablo 1.3. İnceleme alanının 2014 yılına ait deneştirmeli nem bilançosu (Thorntwaite 1948)	11
Tablo 1.4. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası deneştirmeli nem bilançosu (Thorntwaite 1948)	12
Tablo 1.5. İnceleme alanının 2014 yılı deneştirmeli nem bilançosu.....	12
Tablo 1.6. İnceleme alanının uzun yıllar (1995-2014) deneştirmeli nem bilançosu	13
Tablo 3.1. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait çeşmelerde yapılan ölçümlere ait değerler.....	53
Tablo 3.2. Ilıca Kaplıcasındaki sondaj kuyularına ait değerler (MTA, 2007).....	58
Tablo 3.3. Özge-1 sıcak su kuyusuna ait değerler (13.03.2007).....	59
Tablo 3.4. Özge-1 kuyusu teçhiz planı.....	59
Tablo 3.5. Kahramanmaraş-Ilıca-5 kuyusuna ait veriler (MTA, 2007).....	62
Tablo 3.6. Kahramanmaraş-Ilıca-4 kuyusuna ait veriler (MTA, 2007).....	64
Tablo 3.7. Süleymanlı-2 kuyu değerleri (MTA, 2007).....	67
Tablo 4.1. İnceleme alanındaki sıcak su kaynaklarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları	71
Tablo 4.2. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları	72
Tablo 4.3. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait çeşmelerin fizikokimyasal tahlil sonuçları.....	72
Tablo 4.4. Tablo 4.4. Suların elektriksel iletkenliğe göre sulama suyu açısından sınıflaması (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).....	73
Tablo 4.5. İnceleme alanındaki suların elektriksel iletkenlik değerlerine göre sulama suyu sınıflaması	73
Tablo 4.6. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerine ait kirlilik analizi sonuçları (mg/l).....	76
Tablo 4.7. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerine ait ağır metal analizleri (mg/l)...	78
Tablo 4.8. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerinin doygunluk indeksi (DI) değerleri	88
Tablo 4.9. İnceleme alanındaki soğuk sulara ait fizikokimyasal özellikler	89
Tablo 4.10. İnceleme alanındaki sıcak sulara ait fizikokimyasal özellikler	90
Tablo 4.11. İnceleme alanındaki soğuk sulara ait anyon ve katyonların mek/l ve %mek/l değerleri	91
Tablo 4.12. İnceleme alanındaki sıcak sulara ait anyon ve katyonların mek/l ve %mek/l değerleri.....	92
Tablo 4.13. İnceleme alanındaki sıcak sulara ait jeotermometre sonuçları (Arnorsson, 1975)	94

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Sıcak ve mineralli sular fizikokimyasal özellikleriyle çeşitli sağlık problemlerinde tedavi edici özellik gösterirler. Sıcak ve mineralli su kaynaklarından uzun süreli yararlanabilmek için sıcak su akiferlerinin her türlü kirleticiden korunması gerekmektedir. Ayrıca sıcak ve mineralli su kaynağının çevresinde litolojik yapı, hidrojeolojik şartlara göre değişebilen koruma alanları belirlenerek bu alanlarda alınması gereken önlemler tespit edilmeli ve bu önlemlere kesinlikle uyulmalıdır.

Bu çalışmada Ilıca Kaplıcası (Kahramanmaraş) sıcak ve mineralli suları ve dolayının jeolojik, hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikleri ortaya konularak jeotermal suların kökeni, oluşum mekanizmaları belirlenecektir.

1.2. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

Yüksek lisans tezi kapsamında yapılan çalışmalar literatür, arazi çalışması ve büro çalışmaları olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Literatür çalışmaları Kahramanmaraş ili, Ilıca Kaplıcaları'nı içine alan Süleymanlı Jeotermal Sahası'nda daha önceden yapılmış olan jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar derlenmiştir.

Arazi çalışmaları jeoloji ve hidrojeoloji çalışmaları olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Jeoloji çalışmalarında yaklaşık 120 km² lik alanın jeoloji haritası hazırlanmıştır. Birimlerin litostratigrafik özellikleri dikkate alınarak alanın genelleştirilmiş dikme kesiti hazırlanmıştır. Birimlere ait tabaka konumları ölçülmüştür. İnceleme alanına ait hidrojeolojik kesitler çıkartılmıştır.

Hidrojeoloji çalışmalarında inceleme alanında bulunan tüm su noktaları 1/25000 ölçekli jeoloji haritası üzerine işaretlenmiştir. İnceleme alanı içinde yer alan tüm sulardan Haziran-Ekim 2012 ve Mayıs-Eylül 2014 tarihlerinde olmak üzere ikişer dönem halinde örnekleme yapılmıştır. Su noktalarında pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (ÇO) ölçümleri yerinde yapılmıştır.

Proje kapsamında su noktalarından derlenen suların fizikokimyasal analizleri DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi (TAKK) kimya laboratuvarında yaptırılmıştır. Ayrıca suların fizikokimyasal ve özel eleman analizleri

Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS Enhanced) ile Kanada ACME laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

İnceleme alanına ait iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri 8. Bölge Müdürlüğü'nden (DMİ) alınmıştır, elde edilen veriler doğrultusunda bilgisayar programları yardımıyla eklenik sapma, yağış ve buharlaşma grafikleri çizilmiştir.

Fiziksel parametreler pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (ÇO) miktarları HI 93503 Hanna marka portatif sıcaklık ölçer ve HI 9812-5 Hanna marka pH, EC, TDS, sıcaklık ölçer ile kaynak başında ölçülmüştür.

Büro çalışmaları sırasında Ilıca bölgesinde yer alan suların fizikokimyasal analiz sonuçları AqQA programı yardımıyla Piper ve Schoeller diyagramları çizilmiştir. Ayrıca sıcak akışkanların çözme ve çökeltme özellikleri, yeraltında gelişen hidrokimyasal süreçler ve hidrokimyasal fasiyesleri hakkında bilgi edinilmiştir.

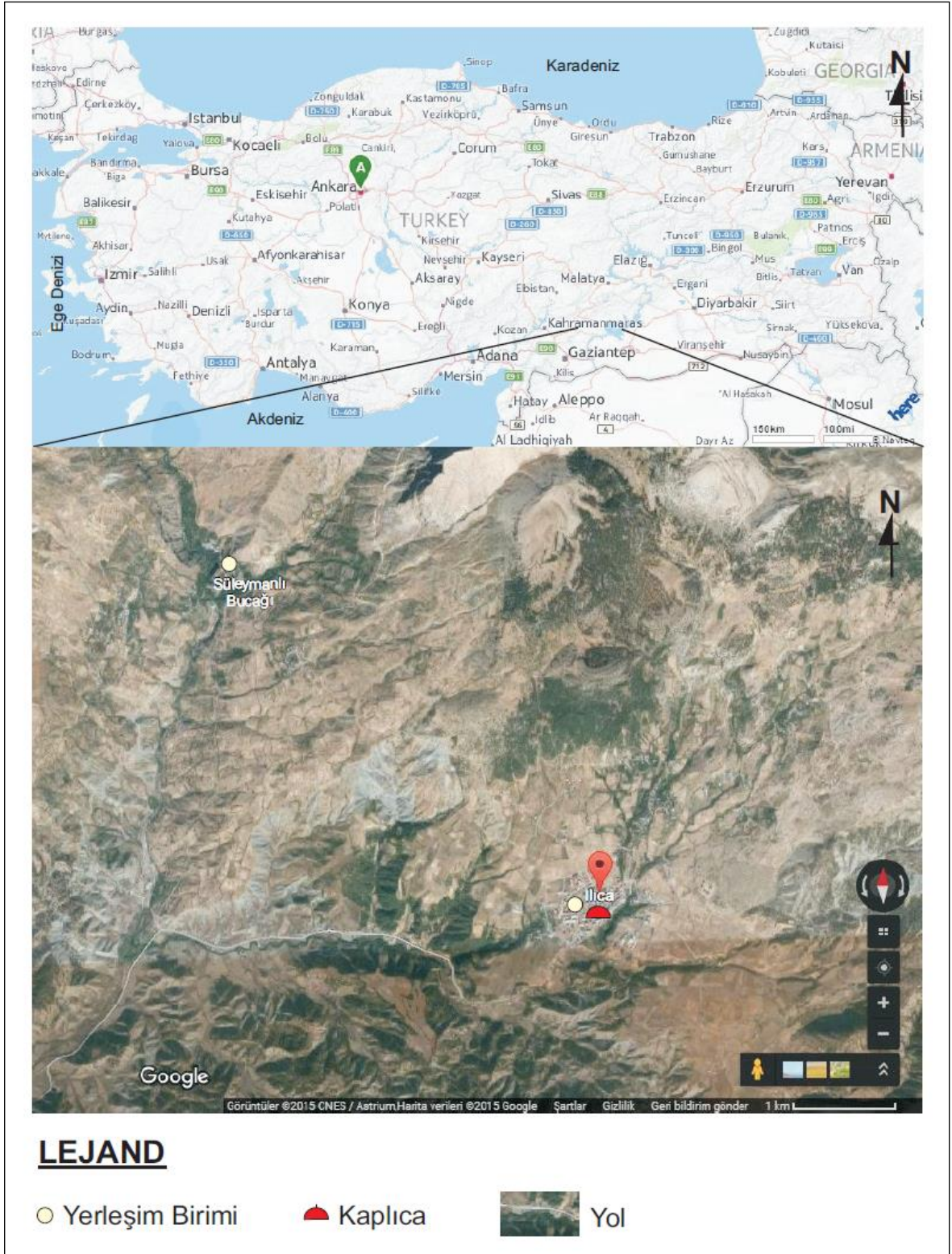
İnceleme alanının jeoloji, hidrojeoloji, orohidrografi haritalarının hazırlanmasında ise CoreIDRAW programından yararlanılmıştır.

Rapor yazımında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu 2010 esas alınmıştır.

1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 70 km kuzeyinde Ilıca Beldesi'nde Ilıca Kaplıcaları ve çevresidir. 1/25000 ölçekli topografik haritanın Gaziantep M37b1-b2-b3-b4 paftaları içerisinde 120 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda Süleymanlı Köyü, kaplıcaların bulunduğu Ilıca Beldesi'nin çevresinde Dönükler Mahallesi, Ortaoba Mahallesi, Yeniyanapan Mahallesi, Sorkun Mahallesi, inceleme alanının güneydoğusunda ise Beşen Köyü yer almaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritaları

1.4. Coğrafi Konum, İklim ve Bitki Örtüsü

Kahramanmaraş Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birbirlerine en çok yaklaştığı alanda yer almaktadır. Coğrafi konumu ve diğer faktörlerin de etkisi ile üç farklı iklim tipi arasında "Bozulmuş Akdeniz iklimi" ne daha yakın bir iklim özelliği gösterir. Kahramanmaraş merkezde görülen iklimin aksine kuzeye doğru gidildikçe yükseltiye bağlı olarak tamamen karasal iklim özellikleri görülmektedir (Şen ve Çolakkadı, 2001). Bu bölümde çalışma alanı ve civarındaki yer altı suyunun besleniminin belirlenmesi amacıyla uzun yıllara ait yağış ve sıcaklık değerleri incelenmiştir. İnceleme alanına ait iklimsel veriler T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir.

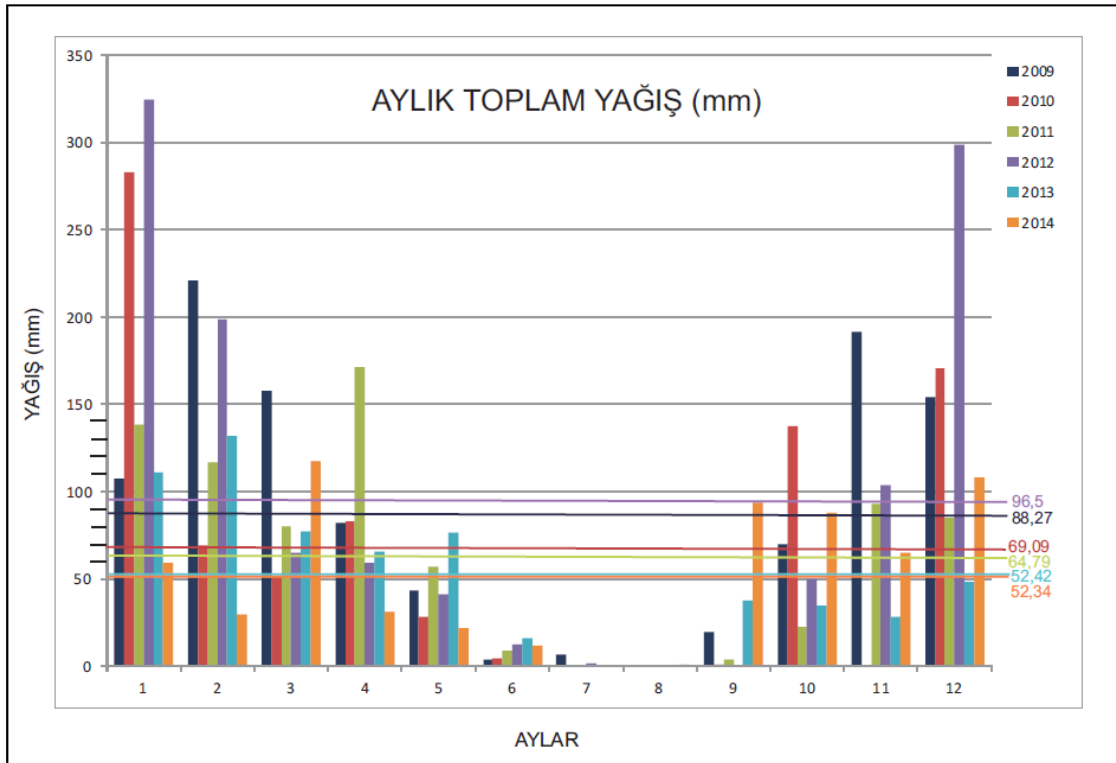
İnceleme alanının 2009-2014 yılları arası aylık toplam yağış değerlerine göre çizilen yağış grafiğinde ortalama yağış değeri 52,34 mm ile 96,5 mm arasında değişmektedir. En yüksek yağış 2012 yılının Ocak ayında olup 325.0 mm dir (Tablo 1.1., Şekil 1.2.).

İnceleme alanının 2009-2014 yılları arası aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre en düşük sıcaklık 2012 yılının Ocak ayında olup 3.9°C dir. En yüksek sıcaklık ise 2010 yılının Ağustos ayında olup 32.3°C dir. 2009-2014 yılları arası ortalama sıcaklık ise 16,8°C ile 18,8°C arasında değişmektedir (Tablo 1.1., Şekil 1.3.).

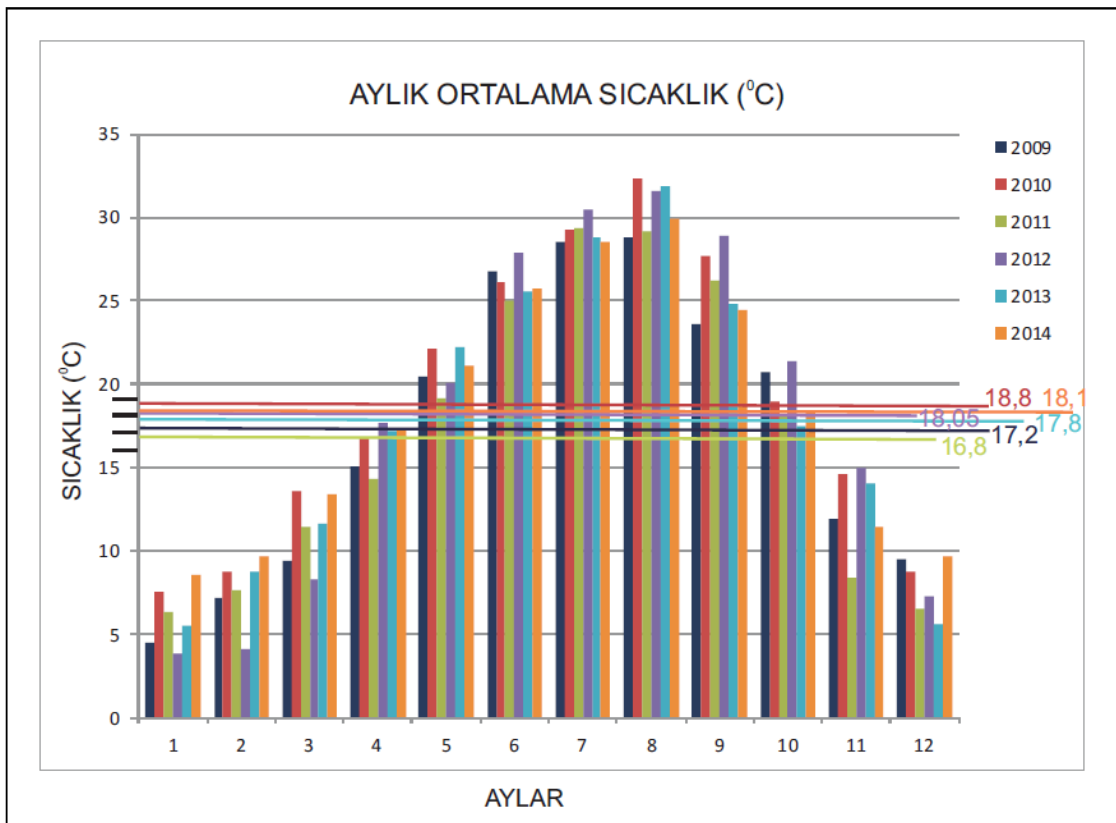
Tablo 1.1. Kahramanmaraş iline ait aylık toplam yağış(mm)ve aylık ortalama sıcaklık(°C) değerleri

Aylık Toplam Yağış (mm)												
İSTASYON ADI/NO: KAHRAMANMARAŞ / 17255												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	107.5	221.2	158.0	82.5	43.4	3.7	6.9	0.6	19.5	70.0	191.7	154.3
2010	282.8	69.2	51.5	82.8	28.4	5.0	0	0	1.1	137.4	0	170.9
2011	138.3	116.6	80.4	171.6	57.1	8.7	0	0	3.9	22.5	93.2	85.2
2012	325.0	199.1	64.8	59.6	41.3	13.0	1.7	0	0	50.1	104.3	299.1
2013	111.0	131.9	77.5	65.9	76.5	16.3	0	0	37.5	35.1	28.7	48.7
2014	59.4	30	117.7	31.2	22.1	11.8	0	0.8	94	87.9	64.8	108.4

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
İSTASYON ADI/NO: KAHRAMANMARAŞ / 17255												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	4.5	7.2	9.4	15.1	20.5	26.8	28.5	28.8	23.6	20.7	11.9	9.5
2010	7.6	8.8	13.6	16.8	22.1	26.1	29.3	32.3	27.7	19.0	14.6	8.8
2011	6.4	7.7	11.5	14.3	19.2	25.0	29.4	29.2	26.2	18.1	8.4	6.5
2012	3.9	4.1	8.3	17.7	20.1	27.9	30.5	31.6	28.9	21.4	15.0	7.3
2013	5.5	8.8	11.6	17.2	22.2	25.6	28.8	31.9	24.8	17.5	14.1	5.6
2014	8.6	9.7	13.4	17.3	21.1	25.7	28.5	29.9	24.4	18.4	11.5	9.7



Şekil 1.2. İnceleme alanına ait aylık toplam yağış grafiği (2009-2014 yılları arası)

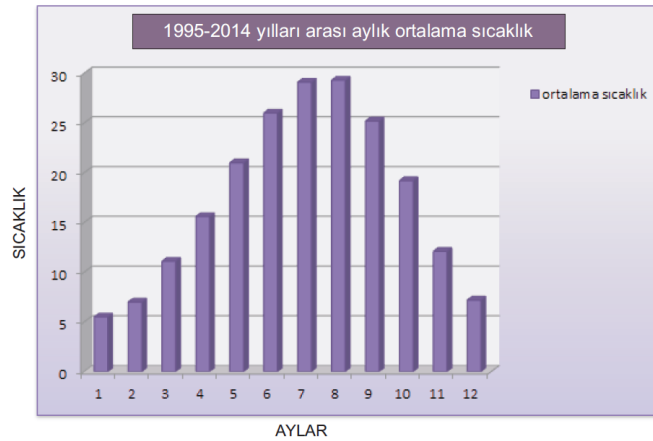


Şekil 1.3. İnceleme alanının aylık ortalama sıcaklık grafiği (2009-2014 yılları arası)

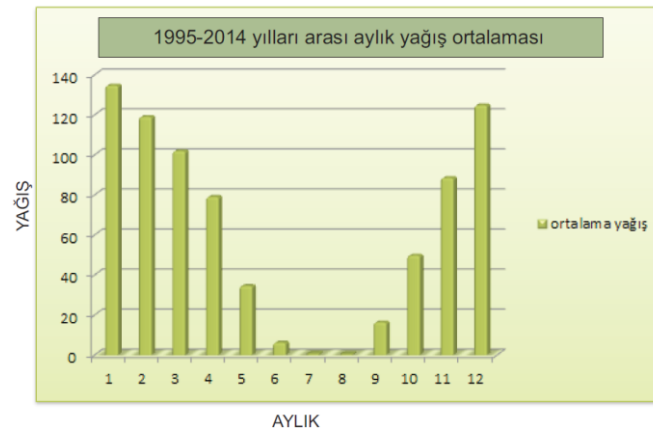
İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre en düşük sıcaklık Ocak ayında 5.5°C, en yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında 29.3°C dir (Tablo 1.2., Şekil 1.4.). 1995-2014 yılları arası aylık yağış ortalaması değerleri incelendiğinde en düşük yağışın Ağustos ayında 0.6 mm olduğu, en yüksek yağışın Ocak ayında 134.7 mm olduğu görülmektedir (Tablo 1.2., Şekil 1.5.).

Tablo 1.2. İnceleme alanına ait uzun yıllar (1995-2014) aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C) ve aylık yağış ortalaması değerleri (mm)

Aylık Ortalama Sıcaklık (1995-2014) (°C)												
İSTASYON ADI/NO: KAHRAMANMARAŞ/17255												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Sıcaklık	5.5	7	11.1	15.6	21	26	29.1	29.3	25.2	19.2	12.1	7.2
Aylık Yağış Ortalaması (1995-2014) (mm)												
İSTASYON ADI/NO: KAHRAMANMARAŞ/17255												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Top. Yağış Ort. (mm)	134.7	119	101.9	79	34.5	6.2	0.8	0.6	16.3	49.7	88.5	124.8

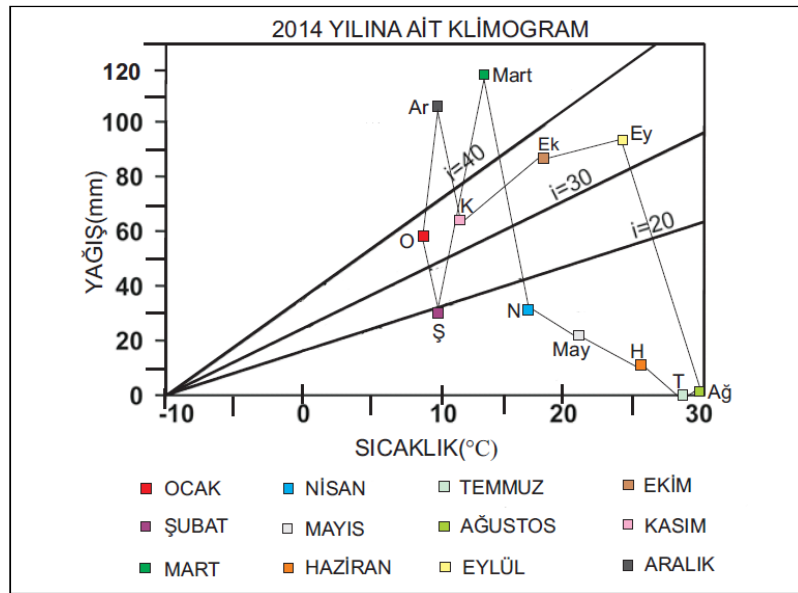


Şekil 1.4. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası aylık ortalama sıcaklık grafiği

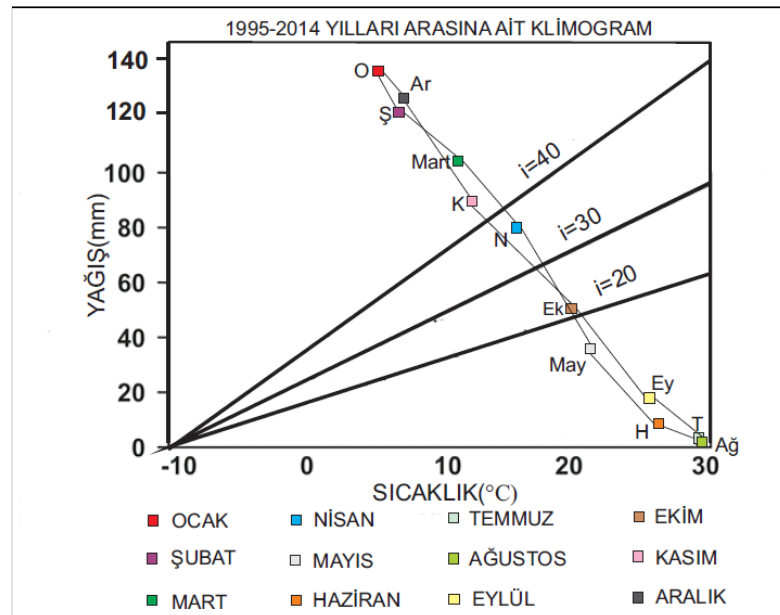


Şekil 1.5. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası aylık yağış ortalaması grafiği

2014 yılı ve 1995-2014 yılları arası 20 yıllık aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri kullanılarak inceleme alanına ait klimogramlar çizilmiştir. 2014 yılında Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ayları kurak aylar; Ocak, Eylül, Ekim, Kasım ayları geçiş ayları; Mart, Aralık ayları ise yağışlı aylardır (Şekil 1.6.). 1995-2014 yılları arasında ise Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ayları kurak aylar; Nisan ayı geçiş ayı; Ocak, Şubat, Mart, Kasım, Aralık ayları ise yağışlı aylardır (Şekil 1.7.).

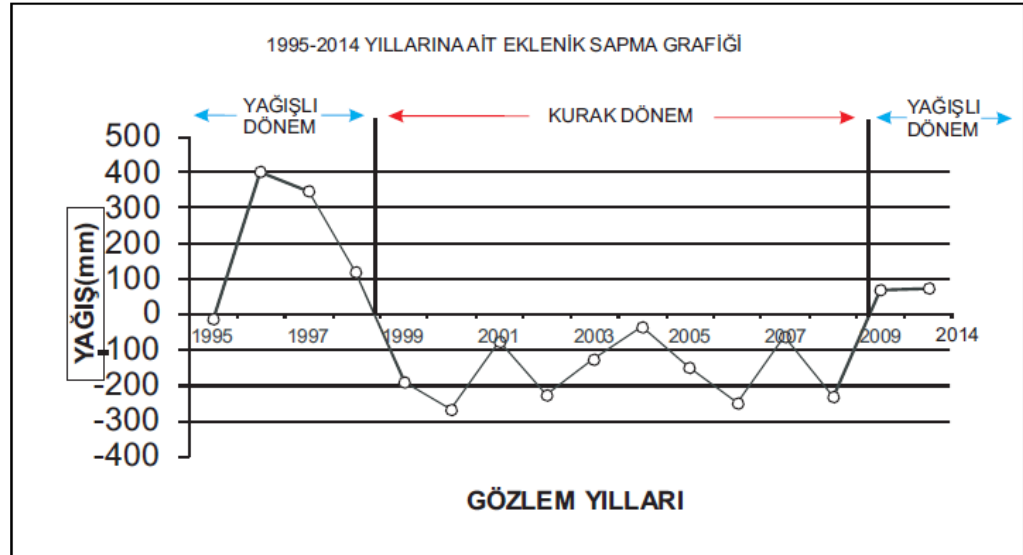


Şekil 1.6. İnceleme alanının 2014 yılına ait klimogramı

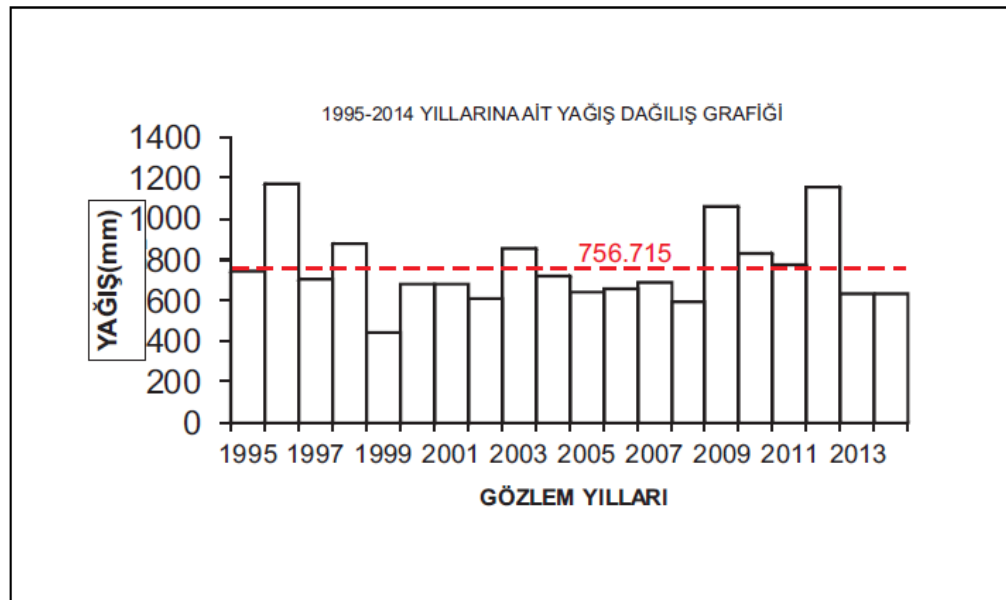


Şekil 1.7. İnceleme alanının uzun yıllara ait klimogramı (1995-2014)

İnceleme alanına ait 1995-2014 yılları arası yıllık toplam yağış değerleri kullanılarak inceleme alanının eklenik sapma grafiği ve yağış dağılışı grafiği çizilmiştir (Şekil 1.8.). Eklenik sapma grafiğine göre 1995-1998 yılları arası yağışlı dönem; 1998-2009 yılları arası kurak dönem; 2009-2014 yılları arası ise yağışlı dönemdir. Yağış dağılım grafiğine göre ise 20 yıllık ortalama yağış 756.7 mm dir (Şekil 1.9.).



Şekil 1.8. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arasına ait 20 yıllık eklenik sapma grafiği



Şekil 1.9. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arasına ait 20 yıllık yağış dağılışı grafiği

1.6. Buharlaşma ve Terleme

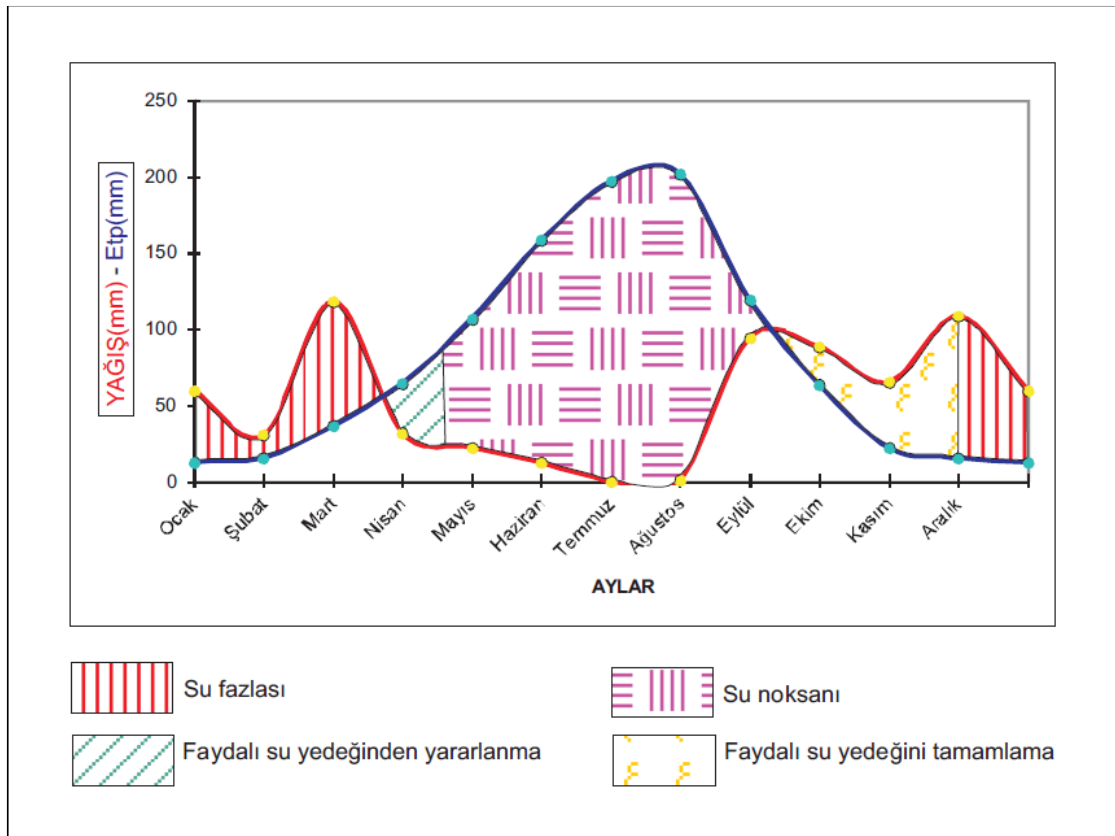
Kahramanmaraş meteoroloji istasyonundan alınan 2014 yılı ve 1995-2014 yılları arası uzun yıllar ortalama yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak Thorntwaite (1948) yöntemine göre yağış, buharlaşma-terlemenin deneştirmeli nem bilânçosu hazırlanmıştır (Tablo 1.5., Tablo 1.6). Yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği çizilmiştir (Şekil 1.11., Şekil 1.12.).

2014 yılı yağış ve buharlaşma-terlemenin değişim grafiğine göre Ocak ayından Nisan ayına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden fazla olmakta, su fazlası görülmektedir. Nisan ve Mayıs aylarında yağış, buharlaşma-terlemeden az olmakta, toprağın su ihtiyacı faydalı su yedeğinden tamamlanmaktadır. Mayıs ayından Ekim ayına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden az olmakta ve su noksanı görülmektedir. Ekim-Aralık aylarında yağış buharlaşma-terlemeden fazla olmakta ve faydalı su yedeği tamamlanmaktadır (Tablo 1.3, Şekil 1.11).

İnceleme alanına ait 1995-2014 yılları arası uzun yıllar ortalama yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak Thorntwaite (1948) yöntemine göre yağış, buharlaşma-terlemenin deneştirmeli nem bilânçosu hazırlanmıştır (Tablo 1.4.). Yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği çizilmiştir (Şekil 1.12.). Değişim grafiğine göre Aralık ayı ortasından Mayıs ayı başına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden fazla olmakta, su fazlası görülmektedir. Mayıs ayı başından Haziran ayı ortasına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden az olmakta, toprağın su ihtiyacı faydalı su yedeğinden tamamlanmaktadır. Haziran ayı ortasından Kasım ayı başına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden az olduğundan su noksanı görülmektedir. Kasım ayı başından Aralık ayı ortasına kadar yağış, buharlaşma-terlemeden fazla olmakta ve toprağın faydalı su yedeği tamamlanmaktadır.

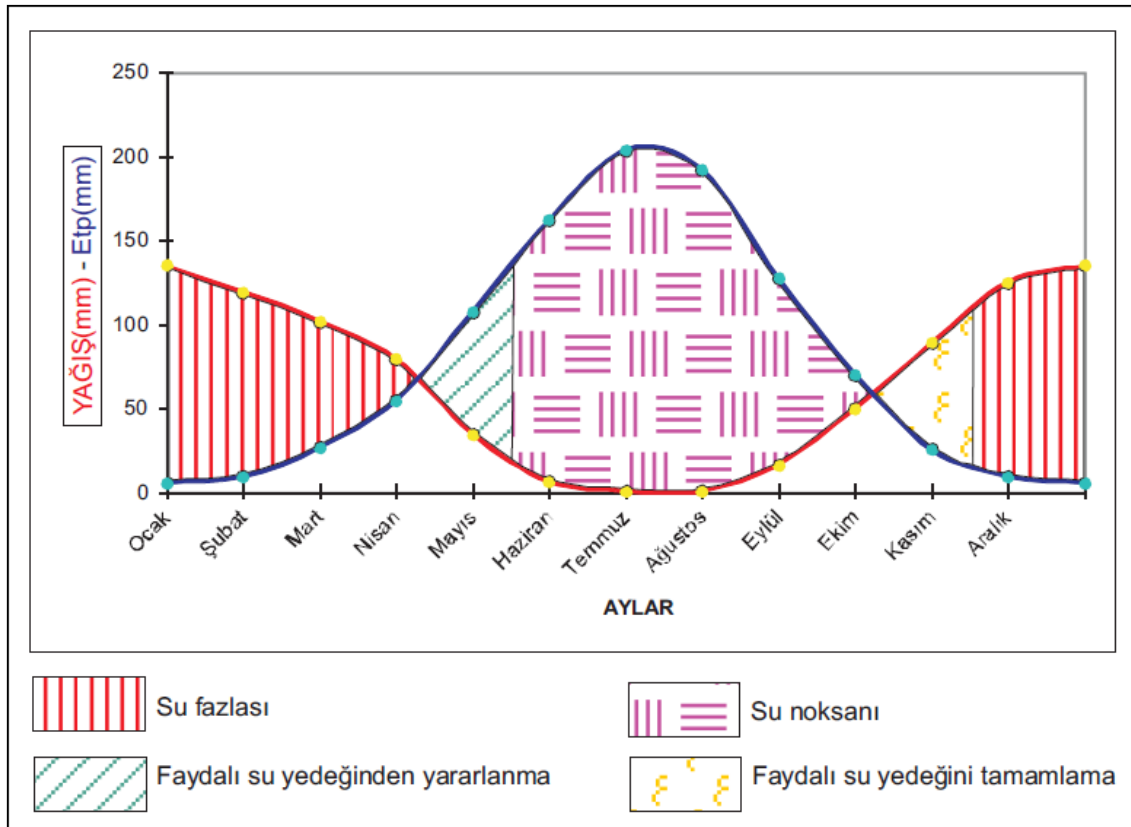
Tablo 1.3. İnceleme alanının 2014 yılına ait deneştirmeli nem bilançosu (Thorntwaite 1948)

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık sıcaklık ortalaması (°C)	8.6	9.7	13.4	17.3	21.1	25.7	28.5	29.9	24.4	18.4	11.5	9.7	
Sıcaklık indisi	2	2.73	4.45	6.55	8.85	11.92	13.94	14.99	11.02	7.19	3.53	2.73	90.17
Potansiyel Buh-Ter (Etp-mm)	15	18.48	34.97	57.91	85.70	126.49	155.14	170.54	114.17	65.40	25.86	18.48	
Enlem düzeltme katsayısı	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	
Düzeltilmiş Etp-mm	12	15.34	36.02	64.28	106.27	158.11	197.02	201.24	118.74	62.78	21.46	14.97	1008
Yağış-mm	59.4	30	117.7	31.2	22.1	11.8	0	0.8	94	87.9	64.8	108.4	628.1
Faydalı su yedeği-mm	100	100	100	66.923	0	0	0	0	0	25.115	68.45	100	
Gerçek Buh-Ter (Etr-mm)	12	15.34	36.02	64.28	89.02	11.80	0.00	0.80	94.00	62.78	21.46	14.97	423
Su fazlası-mm	47.16	14.66	81.68	0.00	0	0	0	0	0	0	0	61.88	205.38
Su noksanı-mm	0	0	0	0	17.242	146.31	197.02	200.44	24.736	0	0	0	585.75

**Şekil 1.11.** 2014 yılına ait yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği

Tablo 1.4. İnceleme alanının 1995-2014 yılları arası denestirmeli nem bilançosu (Thorntwaite 1948)

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık sıcaklık ortalaması (°C)	5.5	7	11.1	15.6	21	26	29.1	29.3	25.2	19.2	12.1	7.2	
Sıcaklık indisi	1	1.66	3.34	5.60	8.78	12.13	14.39	14.54	11.57	7.67	3.81	1.74	86.40
Potansiyel Buh-Ter (Etp-mm)	7	10.73	25.74	49.12	86.36	129.54	160.43	162.53	122.08	72.85	30.32	11.32	
Enlem düzeltme katsayısı	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	
Düzeltilmiş Etp-mm	6	8.90	26.52	54.52	107.09	161.93	203.74	191.78	126.96	69.94	25.17	9.17	991
Yağış-mm	134.7	119	101.9	79	34.5	6.2	0.8	0.6	16.3	49.7	88.5	124.8	756
Faydalı su yedeği-mm	100	100	100	100	27.411	0	0	0	0	0	63.33	100	
Gerçek Buh-Ter (Etr-mm)	6	8.90	26.52	54.52	107.09	33.61	0.80	0.60	16.30	49.70	25.17	9.17	338
Su fazlası-mm	129.00	110.10	75.38	24.48	0	0	0	0	0	0	0	78.96	417.92
Su noksanı-mm	0	0	0	0	0	128.32	202.94	191.18	110.66	20.238	0	0	653.35

**Şekil 1.12.** 1995-2014 yılları arası yağış, buharlaşma-terlemenin değişim grafiği

1.7. Önceki Çalışmalar

ALPMÂN (1964); Çalışmasında Kahramanmaraş'da yer alan Yel Değirmeni Kaplıcası'nın, Sır Barajı Gölü'nün suları altında kaldığını; üç ayrı kaynaktan çıkan suların sıcaklarının 29.5°C-36°C arasında değiştiğini; toplam debisininin 3.9 l/s olduğunu belirtmiştir. Bu kaynaklardan sıcaklığı 36°C olan kaynağın önemli olduğunu vurgulamıştır. Kahramanmaraş'da bulunan bir diğer kaplıca olan Döngel Kaplıcası'nın Sır Barajı Gölü'nün suları altında kaldığını, bu alanda dört ayrı kaynaktan çıkan termal suyun toplam debisininin 10.18 l/s, sıcaklıklarının 32°C-36.9°C arasında değiştiğini; ayrıca kaplıca kaynaklarının NW-SE yönlü bir faydan çıktığını belirtmiştir.

ALTINLI (1979); Çalışmasında Amanos grubunun diğer birimleri açılı diskordansla örtüğünü, üzerinde ise tektonik bir dokanakla Kızıldağ ofiyoliti bulunduğunu belirtmiştir. Kıtada yer alan makro ve mikro fosilli bu birimden derlenen numunelerin bir kısmında Üst Triyas-Üst Kretase yaşını temsil eden fosilleri saptamıştır. Bazı araştırmacılara göre ise yaşın Permiyene kadar indiğini savunmuştur.

ARPAT ve ŞAROĞLU (1972), "Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler" adlı çalışmalarında Doğu Anadolu Fayı'nı ilk kez bu adla tanımlamışlardır. Araştırmacılar, fayın sol yönlü doğrultu atımlı olduğunu ve Miyosen'den bu yana aktif olması nedeniyle birçok depreme neden olduğunu belirtmişlerdir. Fayın Hatay dolayında kollara ayrıldığını ve bu kollardan bazılarının Ölü Deniz Fay Sistemi ile birleşmesinin mümkün olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

ARPAT (2004), Çalışmasında; Güneydoğu Anadolu'da Arap Levhası'nın edilgen kenarında olduğu şeklindeki bir yaklaşımın neredeyse tartışmasız olarak kabul edildiğini, Erken Miyosen sonunda Arap Levhası'nın kuzeye doğru hızlanan hareketi ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun şiddetli bir şekilde sıkışmaya başladığını ve bu sıkışmadan Maraş Baseni'nin de etkilendiğini öne sürmüştür.

ÇAKAR (1996); Ilıca Kaplıcası, Uyuzpınarı İçmesi, Dereboğazı İçmesi, Hopur İçmesi, Çınarlı İçmesi, Büyükkızılıçık İçmesi ve Ekinözü Yukarı İçme kaynak sularının analiz sonuçlarını yayımlamıştır. Uyuzpınarı İçmesi'ne ait suyun bikarbonatlı olduğunu; Dereboğazı İçmesi'ne ait suyun bikarbonatlı, kalsiyumlu ve magnezyumlu olduğunu, pH bakımından olumlu bazik sular grubunda yer aldığını belirtmiştir.

- DERMAN ve Ark. (1996), Miyosen Havzası'nda sedimantasyon ile tektonik arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Havzanın gelişimi esnasındaki her tektonik hareketin sedimantasyon üzerinde bir izinin bulunduğunu, Güneydoğu Anadolu Miyosen çukurluğunun bir parçası konumunda olduğunu söylemişlerdir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre, basenin tektonik rejime bir cevap olarak doğu kısmının, batı kısmına nazaran erken kapandığını, daha sonraları basenin devamlı şekilde doğudan batıya Akdeniz Miyosen Baseni'ne doğru doldurularak, kapandığını öne sürmüşlerdir.
- DIZER (1991), Bu çalışmada stratigrafik kesit ve 350 numuneyi inceleyerek dört plantonik foraminiferal biyozon ve iki bentonik foraminiferal biyozon saptamıştır.
- GÜL (2000), Doktora çalışmasında Bostanlı-Çuhadarlı, Yenicekale-Alikayası-Beşen, Sürgü faylarının alt kuşakları kısıtladığını, Doğu Anadolu Fayı'nın ise Alt-Orta Miyosen Kahramanmaraş havzasındaki ana levhaları kısıtladığını belirtmiştir. Havzanın büyük bölümünün Güredin, Tekir, Karataş, Menzelet, Ağabeyli, Haciveliler ve Kalecik Formasyonları'nı içeren Kahramanmaraş grubu tarafından oluştuğunu belirtmiştir.
- GÜRBÜZ ve KORKMAZ (2001); Çalışmalarında genel olarak kaplıca kürlerinden olumlu sonuç alınabilmesi için güneşlenmenin bol, havanın nemsiz, temiz ve sıcaklığının 20°C-32°C arasında olması gerektiğini; Ilıca'da Haziran (22.7°C), Temmuz (25.7°C), Ağustos (26.1°C) ve Eylül (23.2°C) ayları sıcaklık ortalamalarının termal kür açısından elverişli olduğunu belirtmişlerdir.
- KARIG VE KOZLU (1990), Kahramanmaraş'ın jeolojik açıdan Afrika, Arap ve Anadolu Plakaları'nın ortasında kalarak halen evrim geçirdiğini, Anadolu-Arap sınır hareketinin, Doğu Anadolu ve Engizek Fay Kuşağı tarafından paylaşılmakta olduğunu belirtmişlerdir.
- MC KENZIE (1976), Çalışmasında Arap Levhası ile Anadolu bloğu arasındaki pek çok hareketin sorumlusunun Doğu Anadolu Fayı olduğunu vurgulayan çalışmacı, Ölü Deniz Fayı'ndan farklı olduğunu öne sürdüğü Doğu Anadolu Fayı'nın Adana-Misis Dağları'na ulaşan kesimlerinin bindirme bileşeni kazandığını ve bunun da Ölü Deniz Fayı'nın hareketinden daha hızlı hareket etmesiyle mümkün olabileceğini iddia etmiştir.
- ORTYNSKI (1943), Gaziantep çevresinde yaptığı araştırmada Gaziantep'in batısında Kampaniyen-Turoniyen öncesi zamana ait serpantinlerin varlığını açıklamıştır.

- ÖLMEZ (1983); Çalışmasında inceleme sahasında en geniş alanı kaplayan Miyosen birimlerini ve litolojik özelliklerini açıklamıştır. Termal suların pH değerinin 8.2-8.5 arasında değiştiğini belirtmiştir.
- ÖLMEZ, E. (1985), Çalışmasında Kahramanmaraş-Ilıca kaplıcalarının hidrojeoloji etüdünü yapmış ve bölgenin stratigrafisini belirleyerek sıcak su kaynaklarının ters fay boyunca çıktığını belirtmiştir.
- ÖLMEZ, E. (1989 ve 1991), Çalışmalarında Ilıca kaplıcası sahasında yapılan KI-1 ve KI-2 nolu sondajlarda kesilen litolojik birimleri vermiş ve sıcak ve mineralli suları kükürtlü, sodyumlu, kalsiyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı sıcak su olarak sınıflamıştır.
- ÖNALAN (1986), Tersiyer istifinin sedimanter özelliklerini ve çökelme ortamlarını ayrıntılı olarak incelemiştir. İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını yapmıştır. Haritalama alanının kuzey tarafında bulunan Berit grubu; Malatya Metamorfikleri gibi allokton ve yarı otokton birimlerin Geç Kretase'den bu yana kuzeyden güneye doğru yediden fazla ilerleme yaptığını ve bugünkü konumunu aldığını ortaya koymuştur.
- ÖNALAN (1988), Bertiz-Süleymanlı ve Kılavuzlu (Kahramanmaraş) bölgesindeki Tersiyer yaşlı kayaların jeolojik evrimini araştırmıştır. Çalışmacı Arap ve Toros levhaları arasında Jura'da başlayan ve Erken Kretase alanına kadar süren bir açılma rejiminin, Valanjiniyen'den itibaren ise dalma-batma rejiminin başladığını belirtmiştir.
- ÖZEKE ve ÖZMUTAF (1991); Çalışmalarında Ekinözü içmelerinin aşağı, yukarı ve orta içmeler olmak üzere üç kaynaktan oluştuğunu, Yukarı ve Aşağı içmece kaynaklarının, Ekinözü'nün kuzeydoğusundan başlayıp güneybatıya doğru Cela Deresi boyunca devam eden ters faydan çıktığını, Orta İçme kaynağının ise normal fay hattından çıktığını belirtmişlerdir. Yukarı İçme kaynağının, Cela Deresi'nin güneydoğu yamacında 1220 m yükseltide, Paleozoik yaştaki şistlerden (kuvarsit şist, kalker şist) çıktığını, kaynağın debisinin 0,96 l/s, sıcaklığının ise 13°C-13,3°C arasında olduğunu belirtmişlerdir.
- ŞAHİN, H. , TOKGÖZ, T. , SÜLÜN, S. (1983), Çalışmalarında Kahramanmaraş Süleymanlı (Zeytin)-Ilıca sahasında kaplıca suyu miktarının ve sıcaklığının artırılma olanaklarının araştırılması amacıyla sahada rezistivite yöntemi ve doğal potansiyel (S.P.) ölçümleri almışlardır. Bu değerlendirmeler sonucunda düşük rezistiviteli bir zon belirlemişler ve bir adet mekanik sondaj önermişlerdir.

- TOLUN (1956), Çalışmasında içerisinde ultrabazik ve volkanik formasyonlar ile büyük fayların bulunmasına dayanarak, Kahramanmaraş havzasını “Orojenik Fasiyesli Fliş Zonu” olarak yorumlamıştır.
- ULU (1991), Kahramanmaraş güney-güneydoğusunda yüzeyleyen bazaltik volkanitlerin tümünün Arap-Anadolu plakalarının çarpışması sonrasında gelişen impaktojen riftlerden, magma yükselmesi ile oluştuğunu ileri sürmüştür. Tanımlanan volkanitlerin çok az bir bölümünün alkali, genelinin ise tansiyonel tektonik rejimlerde oluşan kıtasal toleyitlerin jeokimyasal özelliklerini taşıyacak nitelikte toleyitler olduğunu öne süren çalışmacı volkanitlerin genel olarak olivin-ojit bazalt türünde olduğunu belirtmiştir.
- ÜLKER (1988); Maden suları bakımından Türkiye’deki en önemli on içmeden birinin Ekinözü İçmeleri olduğunu; böbrek, idrar yolları ve safra kesesi taşlarının düşürülmesi, idrar yolları iltihabının giderilmesi, mide ve bağırsak tembellikleri, cilt hastalıkları, hemoroit hastalıkları, astım, bronşit ve nefes darlıkları, iç guatr hastalığı, karaciğer hastalıkları, damar sertliği, kas yorgunlukları, romatizmal hastalıklar, kadın hastalıkları, şeker hastalığı gibi çeşitli hastalıkların tedavileri yanında sağlığın korunmasında da önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir.
- YALÇIN (1979), Çalışmasında Doğu Anadolu Fayı’nın, Türkoğlu-Karağaç (Kahramanmaraş) arasında kalan kesimini 1/25.000 ölçeğinde ilk kez haritalayan araştırmacı, bölgede N68E doğrultulu bir dizi kırık ile buna paralel ikincil kırıkların bulunduğunu belirtmiştir.
- YILMAZ ve Diğ. (1988), Amanos Dağları ve Kahramanmaraş dolaylarında Miyosen havzalarının tektonik evrimini araştırmışlardır. Orta Miyosen’den başlayarak gelişen ve özellikle orojenik kuşak içinde yer alan Miyosen istiflerinde çökelmeyi büyük ölçüde yanal atımlı fay sistemlerinin denetlediğini söylemişlerdir.

2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

2.1. Stratigrafi

İnceleme alanında yüzeyleyen litostratigrafik birimler Üst Permiyen-Kuvaterner yaş aralığında olup, kendi aralarında Dedeadıçgediği Napı ve Berit Napı olarak ayırtlanmışlardır (Şekil 2.1.).

Dedeadıçgediği Napı; Dedeadıçgediği Formasyonu, Süleymanlı Formasyonu, Alacık Formasyonu, Kilisecik Formasyonu, Tekir Formasyonu ve Atlık Formasyonu'ndan oluşmaktadır.

İnceleme alanında en yaşlı birim olan Dedeadıçgediği Formasyonu olup, Üst Permiyen-Orta Triyas yaşlıdır. Birim dolomit, rekristalize dolomit ve kireçtaşından oluşmaktadır. Bu birim üzerine uyumsuz olarak Üst Eosen yaşlı bloklu konglomeralardan oluşan Süleymanlı Formasyonu gelmektedir. Bu birim üzerine geçişli olarak Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşan Alacık Formasyonu gelmektedir. Alacık Formasyonu'nun üzerine Alt-Orta Miyosen yaşlı şeyl, kiltası ve kumtaşından oluşan Kilisecik Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Bu birim üzerinde Orta Miyosen yaşlı bol alg ve mercan fosilli kireçtaşlarından oluşan Atlık Formasyonu yer almaktadır. Sorkun Mahallesi kuzeydoğusunda ve Ortaoba Mahallesi'nin kuzey kesimlerinde yüzeyleyen Orta Miyosen yaşlı çakıltaşlarından oluşan Tekir Formasyonu konkordan olarak Atlık Formasyonu'nu örtmektedir. Dedeadıçgediği Napı Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berit Metaofiyoliti'ni tektonik olarak üzerlemektedir (Varol, 2007).

Berit Napı ise; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berit Metaofiyoliti, Üst Eosen yaşlı Süleymanlı Formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu ve Orta-Üst Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'ndan oluşmaktadır. Berit Napı'nın tabanında Süleymanlı Formasyonu ile bunun üzerine gelen Alacık Formasyonu yanal geçişlidir. Bu birimler üzerine uyumsuz olarak Kilisecik Formasyonu gelmektedir. Tüm bu birimler Berit Metaofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Varol, 2007), (Şekil 2.1.).

ÜST SİSTEM		SİSTEM		SERİ		KAT		BERİT NAPI		DEDEARDIÇGEDİĞİ NAPI		AÇIKLAMALAR															
SENOZOYİK	TERSİYER	NEOJEN	MİYOSEN	ORTA MİYOSEN	ÜST MİYOSEN	Güredin form.(Tg)		Tekir form.(Tte)	Athk form.(Ta)		Konglomera, moloz çökelleri, kumtaşı, kıltaşı	Bol alg ve mercan fosilli kireçtaşı	Çakıltaşı														
														PALEOJEN	Eosen	ALT MİYOSEN	Kilisecik form.(Tk)		Kilisecik form.(Tk)		Şeyl, kıltaşı, kumtaşı						
																						ALT ORTA ÜST	Alacık form.(Tal)		Alacık form.(Tal)		Çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı
MESOZOYİK	KRETASE	JURA	ALT KRETASE	ÜST JURA	Berit metaofiyoliti(Kbe)		Serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, diyabaz, kromit, granatlı eklojit, andezit																				
								TRİYAS	ORTA TRİYAS	Dedeardıçgediği form.(TRd)		Dolomit, Rekristalize dolomit Kireçtaşı															
													PERMİYEN	ÜST PERMİYEN													

Şekil 2.1. İnceleme alanının stratigrafisi (Varol, 2007'den revize edilmiştir)

2.1.1. Dedeardıçgediği Formasyonu (TRd)

Birim inceleme alanının güneydoğusunda Demirkapı Tepe civarı ile Şengen Sırtı arasında kalan bölgede yaklaşık 2 km² 'lık bir alanda gözlenmektedir (Ek-1).

Formasyon; ilk olarak Önalın (1988) tarafından Malatya metamorfikleri olarak adlandırmıştır. Baydar ve Yergök (1996) ise Dedeardıçgediği Mevkii'nde yüzeyleyen sarı, mor, siyah renkli mermer, dolomit ve kalkşistlerden oluşan birimi Dedeardıçgediği Formasyonu olarak tanımlamışlardır. Yeleser, 2006 çalışmasında birimin kireçtaşı, dolomit ve rekristalize dolomitlerden oluştuğunu belirterek birimi Dedeardıçgediği Formasyonu olarak isimlemiştir. Çalışmada aynı adlama benimsenmiştir.

Dedeardıçgediği Formasyonu gri rengi ve masif yapısıyla karakteristiktir (Şekil 2.3.). Genellikle inceleme alanında sarp kayalıklar ve dik yamaçlarda bulunmaktadır. Dedeardıçgediği Formasyonu kireçtaşı-dolomit ve rekristalize dolomitlerden oluşmaktadır. Formasyonun alt seviyelerinde dolomit ve rekristalize dolomitler görülürken bindirme sınırlarına yakın bölgelerde mermerleşme görülmektedir. Üst seviyelere doğru ise kireçtaşlarına geçiş göstermektedir. Kireçtaşlarının ayrışmış yüzeyleri grimsi-bej renkli, taze kırık yüzeyleri ise açık kırmızı-bej ve pembemsi renktedir. Kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. Dolomit, rekristalize dolomitlerin ayrışmış yüzeyleri koyu gri renkli, taze kırık yüzeyleri siyah renktedir. Dolomitler masif, kırıklı-çatlaklı, sert ve dayanımlıdır.

Birime ait tabakalar arasında sileks ve radyolarit konkresyonları oldukça fazla miktarda görülmektedir. Birim içerisinde nadir olarak da ayrışma yüzeyi koyu gri-siyah renkli, taze kırık yüzeyi ise gri renkli, orta-kalın katmanlı, sert, keskin köşeli, kırıklı, kalsit damarcıklı dolomitlere de rastlanılmaktadır (Yeleser, 2006) (Şekil 2.4.).

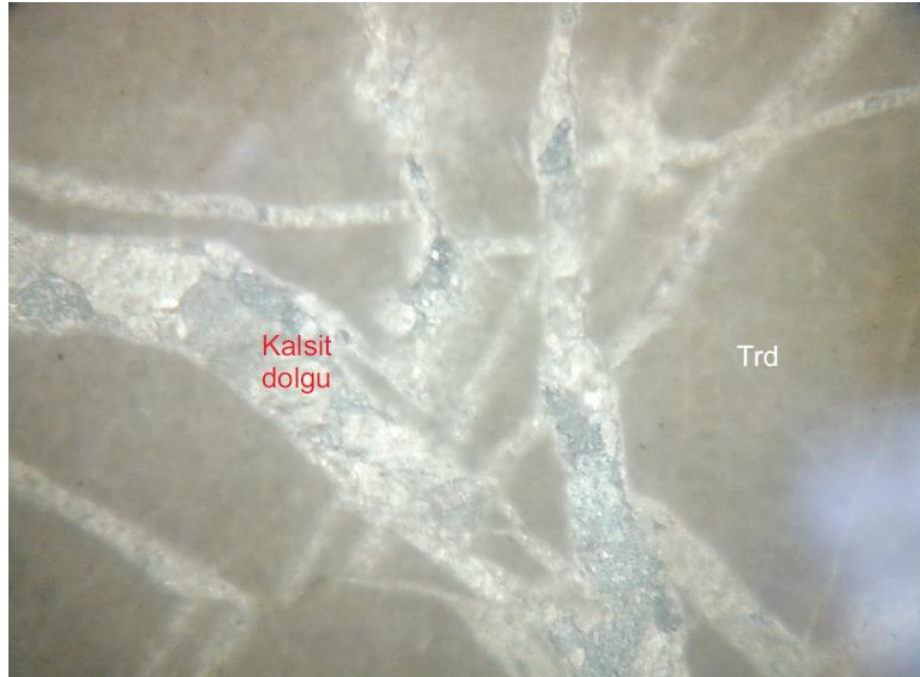
Dedeardıçgediği Formasyonu Berit Metaofiyoliti'ni tektonik olarak üzerlemektedir. Beşen Köyü'nün kuzeydoğusu ve doğusunda Kilisecik Formasyonu tarafından, Kızılkaya Tepe ve Akkaya Tepe civarında ise Alacık Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Baydar ve Yergök (1996), Dedeardıçgediği Mevkii'nde yaptıkları çalışmada bu birimin kalınlığını 757 metre olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada da aynı kalınlık kabul edilmiştir.

Birimin yaşı Üst Permiyen ile Orta Triyas arasında olarak belirlenmiştir (Baydar ve Yergök, 1996). Bu çalışmada da aynı yaş benimsenmiştir.



Şekil 2.3. Akkaya Tepe güneyinde Dedeardıçgediği Formasyonu'na (Trd) ait dolomitik kireçtaşlarının görünümü (Resim B'dan D'ya bakışı yansıtmaktadır)



Şekil 2.4. Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd)'na ait kalsit dolgulu dolomitik kireçtaşının çift nikoldeki görünümü

2.1.2. Berit Metaofiyoliti (Kbe)

Birim inceleme alanının güneydoğusunda Beşen Köyü'nün doğusunda Akkaya Tepe ile Kızılkaya Tepeleri'nin güneyinde yer almaktadır.

Bu birim ilk kez Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından Berit Dağı'ndaki metamorfik ofiyolitlere izafeten Berit Metaofiyoliti olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Birim Üst Jura-Alt Kretase yaşlı serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, diyabaz, kromit, granatlı eklojit ve andezitlerden oluşmuştur (Gözübol ve Gürpınar, 1980; Kozlu, 1997; Gül, 2000). Birim içerisinde sedimanter ve metamorfik kayaç parçaları gözlenmektedir (Şekil 2.5.). Bunlar Önalın (1986) tarafından mikritik kireçtaşı, kristalize kireçtaşı, çakıltası, feldspat, kuvars ve mika şistler olarak tanımlanmıştır. Birim genel olarak içerdiği peridotit, gabro, diyabaz ve dayklardan oluşan kayaç topluluğu nedeniyle splitli-çörtlü düzenli bir ofiyolitik seri konumundadır (Yılmaz, 1987). Birim, inceleme alanında başlıca; diyabaz, mikaşist, gri-yeşil renkte aşırı derecede bozunmuş gnayslar şeklinde değişen litolojiler sunmaktadır. Birime ait kayaçların ayrılmış yüzeyleri yeşil-açık yeşil-kırmızı kahverengi renkleyen, taze kırık yüzeyleri ise koyu yeşil-koyu kırmızı renktedir ve oldukça sert-sağlam yapılı, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar genellikle kalsit dolguludur. Dedeardıçgediği Formasyonu ile Berit Metaofiyoliti'nin dokanağında alterasyon gözlenmiştir.

Berit Metaofiyoliti Alt-Orta Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nu tektonik olarak üzerlerken, kendisi de Dedeardıçgediği Formasyonu tarafından üzerlenmektedir.

İnceleme alanında daha önce yapmış oldukları çalışmalar sonucunda Perinçek ve Kozlu (1984) birime, Üst-Jura Alt Kretase yaşını; Gözübol ve Gürpınar (1980) ise Üst Kretase yaşını vermişlerdir. Yapılan bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir (Perinçek ve Kozlu (1984); Gözübol ve Gürpınar (1980)).



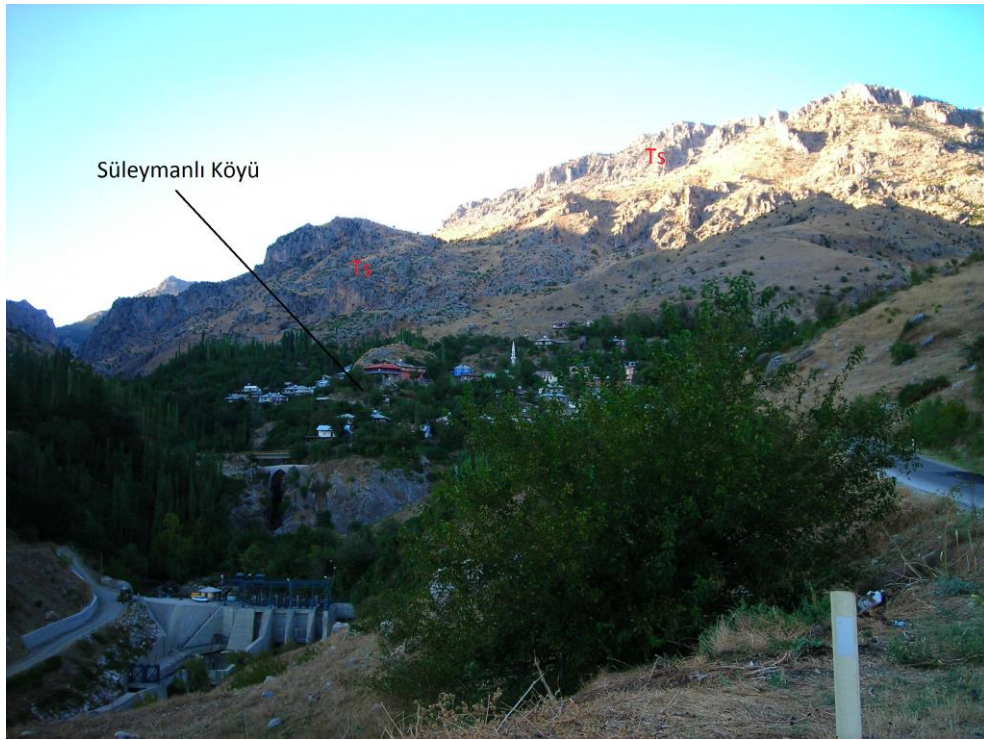
Şekil 2.5. Akkaya Tepe güneyinde yer alan Berit Metaofiyoliti'nin (Kbe) görünümü (B'dan D'ya bakış)

2.1.3. Süleymanlı Formasyonu (Ts)

Bu birim inceleme alanının kuzeybatısında Süleymanlı civarında yaklaşık 7 km² lik bir alanda yüzelemektedir.

Süleymanlı Formasyonu ilk kez Baydar ve diğ., 1996 tarafından isimlendirilmiştir. İncelenen alanda gözlenen bloklu konglomeratik seviyeler sadece Süleymanlı bölgesi civarında mostra verdiği için Süleymanlı Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Bu birime ait kireçtaşı blokları başlıca beyaz, krem ve gri renklerde olup bazıları silis yumruları içermektedir (Şekil 2.6.).

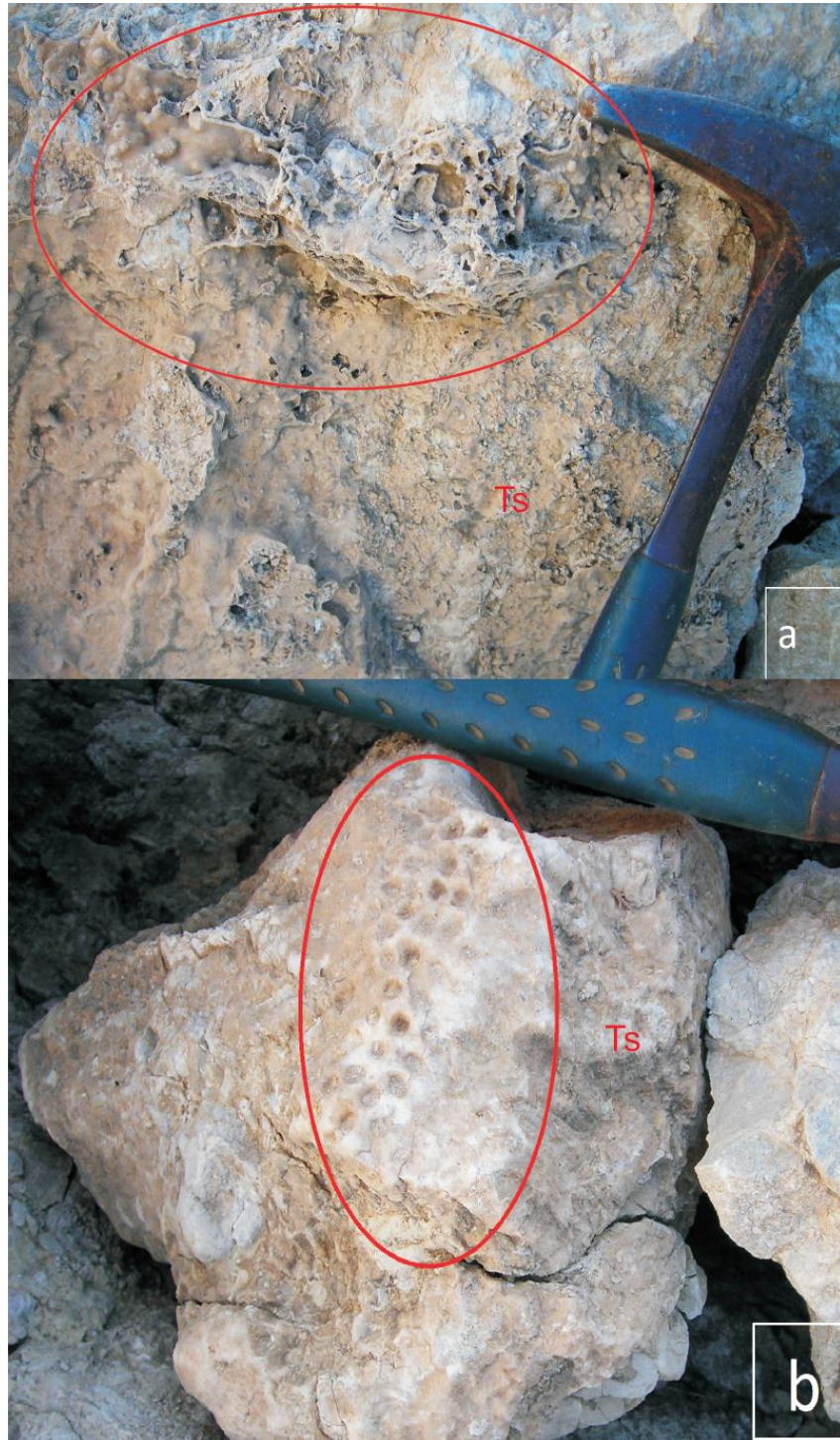


Şekil 2.6. Süleymanlı Köyü kuzeyinde Süleymanlı Formasyonu'nun uzaktan görünümü

Süleymanlı Formasyonu'nu üstte Miyosen yaşlı birimler, altta ise Mesozoyik yaşlı birimler ile açısız uyumsuzluk oluşturmaktadır.

İnceleme alanında bu birimin yaklaşık kalınlığı 450 m dir (Ölmez, 1983). Bu çalışmada da aynı kalınlık benimsenmiştir.

Bu birimde; *Globigerina*, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Nummulites* gibi fosiller bulunmasından dolayı birimin yaşı Eosen olarak belirlenmiştir (Baydar ve diğ., 1996) (Şekil 2.7.). Bu çalışmada da aynı yaş benimsenmiştir.



Şekil 2.7. Süleymanlı Formasyonu'na ait blok şeklindeki kireçtaşı ve fosillerin görünümü (a,b)

2.1.4. Alacık Formasyonu (Tal)

Birim inceleme alanının batı-kuzeybatısında Susapurdere Mevkii, Tekke Mevkii, Hacıibrahimuşağı Köyü, Dönükler Mahallesi, Ilıcaköy, Ortaoba Mahallesi'nin batısı ve inceleme alanının güneydoğu kesiminde Ayar Tepe, Kızılkaya Tepe ve Akkaya Tepe etrafında sınırlı bir alanda yüzeylemektedir (Ek-1).

Birimin adlandırılması ilk olarak Erdoğan (1975) tarafından Göksun İlçesi'nde yer alan Helete Nahiyesi civarında yüzeyleyen Geç Eosen yaşlı alacalı kırıntılı çökeller için kullanılmıştır. Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından Demiroluk Formasyonu olarak adlandırılmış; Kozlu (1987, 1997) tarafından Bulgurkaya Olistostromu olarak adlandırılmıştır. Varol, 2007'deki çalışmasında ise çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşından meydana gelen birimler için Alacık Formasyonu adını kullanmıştır. Bu çalışmada aynı adlama benimsenmiştir.

Birim tabanda bol numulit fosilleri içeren çakıltaşlarıyla başlamakta, üste doğru kumtaşı, kiltaşından oluşmaktadır. Çakıltaşları grimsi yer yer de kırmızımsı renklidir; dolomit, radyolarit, ofiyolit ve kireçtaşı çakıllarından oluşan çakıllar köşeli ve ince-orta tanelidir. İnce, orta tabakalı ve yer yer de kumtaşı ara bantlı olup bol çatlaklı ve kırıklıdır. Birimdeki kumtaşları ise gri renkli ve kaba tanelidir. Taneler genellikle ofiyolit, dolomit, kireçtaşı ve radyolarit çakıllarından türemiş olup köşeli tanelidir. Birim çok kırıklı çatlaklıdır bu çatlaklar genellikle kalsit dolguludur.

Birimdeki kiltaşları ise mavimsi gri renkli, ince tabakalı ve yer yer kumtaşı ara bantlıdır (Şekil 2.8.) (Varol, 2007).

Alacık Formasyonu; Süleymanlı Formasyonu üzerine konkordan olarak gelirken, Kilisecik Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir (Şekil 2.9.).

Bu birimin yaşı; Gül (2000)'e göre Orta Eosen olarak belirtilmiştir. Gül ve ark. (2005) bu formasyonda belirledikleri *Eorupertia magna*, *Sphaerogypsina globula*, *Chapmaniagaminensis*, *Alveolina sp.*, *Globorotalia sp.*, *Gypsina sp.*, *Asterigerina rotula*, *Rotalia sp.*, *Nummulites sp.* ve *Discocyclina sp.* fosillere göre birime Orta-Geç Eosen-Erken Miyosen yaşını vermişlerdir (Varol, 2007). Bu çalışmada da aynı yaş benimsenmiştir.



Şekil 2.8. Ayar Tepe güneyinde Alacık Formasyonu içerisinde gözlenen nummulit fosilleri



Şekil 2.9. Ayar Tepe güneyinde Alacık Formasyonu (Tal) ile Dedeardıçgediği Formasyonu (Trd) dokanağı (KB'dan GD'ya bakış)

2.1.5. Kilisecik Formasyonu (Tk)

İnceleme alanının güneyinde ve orta kesimlerinde gözlenmektedir. Zeytin Dere'nin batısında Dızdıgın Tepe, Zeytin Dere'nin doğusunda Hartlaplı Tepe, Hopur Tepe, Beşen Köyü, Sorkun Mahallesi, Yeniyanapan Mahallesi, Ortaoba Mahallesi, Hırlavık Mahallesi ve Ilıcaköy gibi geniş bir alanda mostra vermektedir. (Ek-1)

Bu birimi ilk olarak Gül (2000) tarafından Kilisecik Mahallesi'nde yüzeyleyen marn, şeyl ve kumtaşı birimlerine izefeten Kilisecik Formasyonu olarak adlandırılmış, bu çalışmada aynı adlama kabul edilmiştir.

Birim çoğunlukla yumuşak bir topografya sunmaktadır. Tabanda şeyller ile başlayan birim yukarılara doğru marn, kumtaşı araldanması şeklinde devam etmektedir. Birim içerisinde yer alan şeyllerin ayrıışmış yüzeyleri sarımsı yeşil renkte olup, taze kırık yüzeyleri mavimsi yeşil renktedir. Birim ince-orta tabakalıdır. Marnlar ise ayrıışmış yüzeyleri sarımsı yeşil renkte, taze kırık yüzeyleri ise açık-koyu yeşil renkte olup, ince-orta tabakalıdır. Kumtaşları ayrıışmış yüzeyleri kırmızımsı sarı, taze kırık yüzeyleri açık yeşil renktedir. İnce tabakalı ve bol kırıklı çatlaklıdır. Birim içerisinde slump yapılarına da rastlanılmaktadır (Şekil 2.11.).

Birimin tabanında gri renkli, orta-kalın tabakalı, nadiren masif görünümlü, çatlak ve kırığın nadiren gözlemediği, karbonat çimentolu ve orta sertlikte, orta-iyi yuvarlak, orta-iyi boylanmalı, orta-kötü derecelenmeli, polijenik elemanlı (kireçtaşı, ofiyolit, metamorfik kireçtaşı, radyolarit, kuvars, çört, diyabaz, spilit gibi farklı magmatik kayaç türleri içeren) çakıltaşları gözlenmektedir (Yeleser, 2006) (Şekil 2.10.).

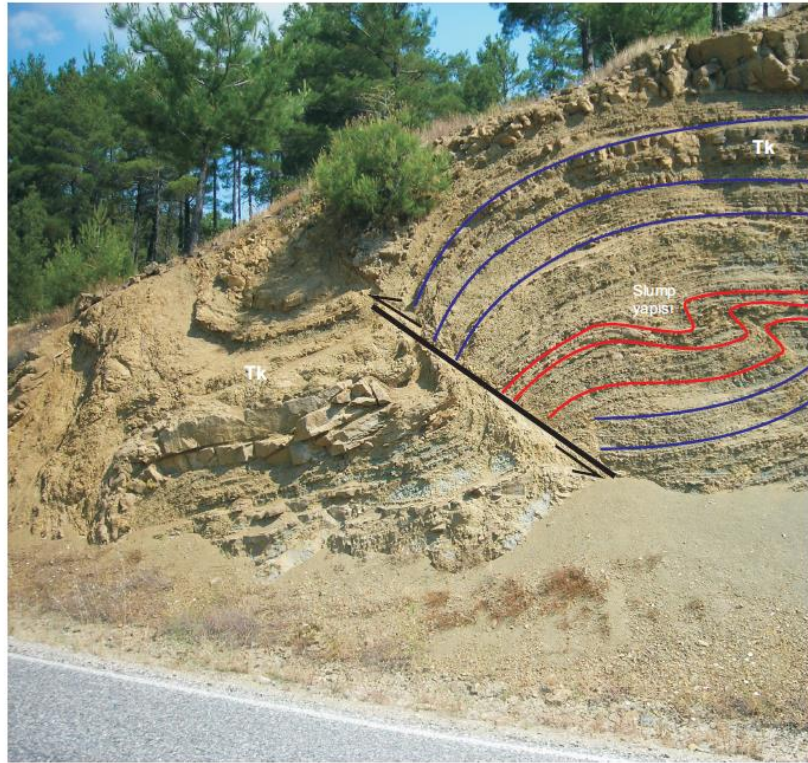
Kilisecik Formasyonu Alacık Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Bu birim Sorkun Mahallesi civarında Tekir Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmekte iken Beşen Köyü doğusunda ise Berit Metaofiyolitleri Kilisecik Formasyonu üzerine tektonik konumlu olarak üzerlemektedir. Atlık kireçtaşı; Kilisecik Formasyonu'nu uyumlu olarak örtmektedir.

Gözübol ve Gürpınar (1980); yaptıkları paleontolojik çalışma sonucunda birim içerisinde gözlemedikleri *Miogyptina sp.*, *Elphidium sp.*, *Orbulina sp.*, *Lepidocyclina sp.* ve *Globorotalia sp.* gibi fosillere dayanarak bu birime Erken-Geç Miyosen yaşını vermişlerdir. Gül ve ark. (2005) ise yaptıkları paleontolojik çalışma sonucunda birim içerisinde gözlemedikleri *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber (d'Orbigny)*, *Globorotalia obesa Bolli*, *Orbulina universa d'Orbigny* gibi fosillere dayanarak birime

Erken-Orta Miyosen yaşını vermişlerdir. Bu çalışmada da Erken-Orta Miyosen yaşı benimsenmiştir.



Şekil 2.10. Kilisecik Formasyonu'nda gözlenen karbonatlı kumtaşı ve şeyllerin genel görünümü



Şekil 2.11. Kilisecik Formasyonu'nda gözlenen bir slump yapısı (Büyük Tepe güneybatısı, D'dan B'ya bakış)



Şekil 2.12. Kilisecik Formasyonu'na ait kumtaşının çift nikoldeki görünümü

2.1.6. Atlık Kireçtaşı (Ta)

İnceleme alanının kuzeydoğu kesiminde Atlıkdağı, Bezirgandağ ve Kışlak Dağı çevresinde yaklaşık 21 km² lik bir alanda yüzeylenmektedir (Ek-1). Birim sarp ve dik yamaçlarda mostra vermektedir (Şekil 2.13.).

Bu birimi ilk olarak Önalın (1986) Lice Formasyonu'nun Atlık Üyesi olarak adlandırmıştır. Baydar ve Yergök (1996) yaptıkları çalışmada birimi Yenice kale Formasyonu'nun Parpiyayla Kireçtaşı Üyesi olarak adlandırmışlardır. Yılmaz ve ark. (1988) ise yaptıkları çalışmada birimin çoğunlukla kireçtaşlarından oluştuğunu ve zaman zaman yanıl yönde kumlu karbonatlara ve zaman zaman da marnlara geçiş gösterdiğini, daha üst kesimlerde ise marn-kireçtaşı arılanmasına geçiş gösterdiğini belirterek birimi Atlık Kireçtaşı olarak adlandırmışlardır. Varol, 2007'deki çalışmasında birimi Atlık Kireçtaşı (Ta) olarak isimlendirmiştir. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Birim bol alg ve mercan içeren fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları gri renkli olup, ayrıışmış yüzeyleri grimsi-bej renklidir. Çoğunlukla masif görünümlüdür, orta-kalın tabakalıdır, oldukça sert ve dayanımlıdır, çatlak ve kırıklar yer yer kalsit dolguludur. Kireçtaşları sparitik dokulu olup bol alg ve mercan fosili içermektedirler.

Bu birime ait kireçtaşları Kilisecik Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirken, inceleme alanının kuzeyinde Tekir Formasyonu'na ait çakıltaşları tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

Önalın (1986) yaptığı çalışmasında Atlık kireçtaşının kalınlığını 0-400 m arasında değiştirdiğini bildirmektedir. Baydar ve Yergök (1996) ise yaptıkları çalışmada bu birimin kalınlığını 450 m olarak belirtmektedirler (Varol, 2007). Bu çalışmada da aynı kalınlık benimsenmiştir.

Gül 2000'deki çalışmasında Atlık kireçtaşları içerisinde tespit ettiği bentik, plantik foraminifer fosillerine istinaden birimin yaşını Orta Miyosen olarak belirtmiştir. Gözübol ve Gürpınar (1980) yaptıkları paleontolojik çalışmada birimde tespit ettikleri *Orbulina sp.*, *Globigerina sp.*, *Globigerinoides sp.*, *Textulariidae sp.*, *Ataxophragmidiidae* ve *Algae* fosillerine istinaden bu birime Orta Miyosen yaşını vermişlerdir. Önalın (1986) ise yaptığı paleontolojik çalışmada birimde tespit ettiği *Amphistegina cf lessoni*, *Operculina complanata*, *Pararotalia sp* ve *Austrotrillina howchin* fosilleriyle birlikte alg, mercan ve *Ostrea* fosillerini de saptamıştır ve bu fosillere dayanarak birimin yaşını Burdugaliyen (Erken Miyosen) olarak belirtmiştir (Varol, 2007). Bu çalışmada da birimin yaşı Erken-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.13. Atlık Dağı doğu yamacından Atlık kireçtaşı ile Kilisecik Formasyonu sınır ilişkisi (D'dan B'ya bakış)

2.1.7. Tekir Formasyonu (Tte)

İnceleme alanının kuzeyinde yaklaşık 10 km² lik alanda mostra vermektedir. Birim Bezirgan Dağı, Ağa Dağı ve Kışla Mahallesi civarında gözlenmektedir (Ek-1).

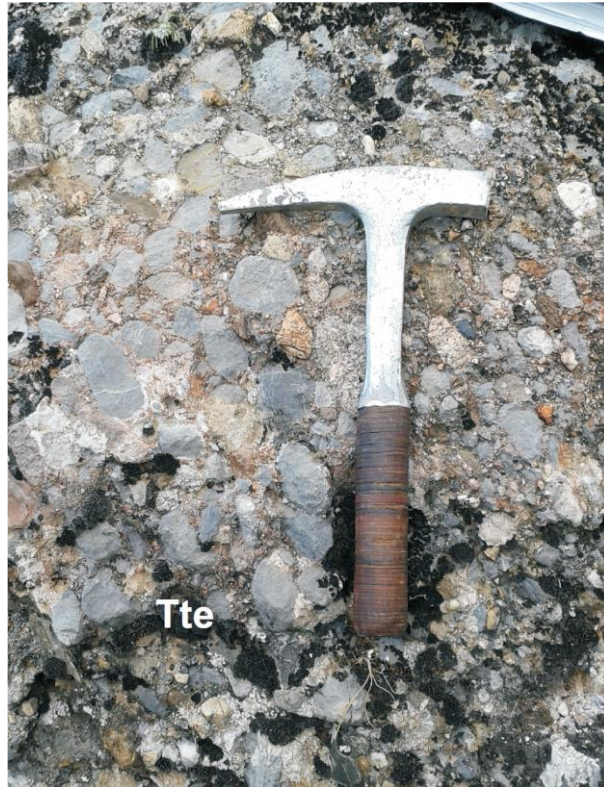
Birim ilk kez Gül (2000) tarafından Tekir Köyü ve civarında gözlemlenmiş ve buraya izfeten Tekir Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Birim çakıltaşlarından oluşmaktadır. Çakıltaşları gri renkli, çok sert ve dayanımlı olup orta-kalın tabakalıdır. Birim içerisindeki çakıllar ofiyolit, dolomit, radyolarit ve kireçtaşıdan türeme olup farklı şekillerde ve farklı boyuttadırlar. (Şekil 2.14.).

Tekir Formasyonu Atlık kireçtaşı birimi üzerine uyumlu olarak gelmekte, Kilisecik Formasyonu'nu da uyumlu olarak örtmektedir.

Birim yaklaşık 200 m-250 m ye ulaşan bir kalınlık sunmaktadır (Varol, 2007).

Dizer (1991) yaptığı çalışmada bu birimin altında yer alan Atlık kireçtaşları için Serravaliyen (Orta Miyosen) yaşını vermiştir (Varol, 2007). Bu çalışmada da birimin yaşı Orta-Geç Miyosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.14. Ortaoba Mahallesi kuzeyinde Tekir Formasyonu'na ait çakıltaşlarının görünümü

2.1.8. Güredin Formasyonu (Tg)

Birim inceleme alanının güney kesimlerinde Değirmenciali Tepe’de, Abbashopur Tepe’de, Tilkiçukuru Mevkii’nde, Topaktaş Mevkii’nde ve Körtül Tepe civarında gözlenmektedir (Ek-1).

Birimi ilk olarak Baydar ve Yergök (1996) yaptıkları çalışmada Ahmetçik Formasyonu ismini vermişlerdir. Gül 2000 ve Varol 2007’de yaptıkları çalışmada birimi Güredin Formasyonu olarak isimlendirmişlerdir. Bu çalışmada da Güredin Formasyonu ismi benimsenmiştir.

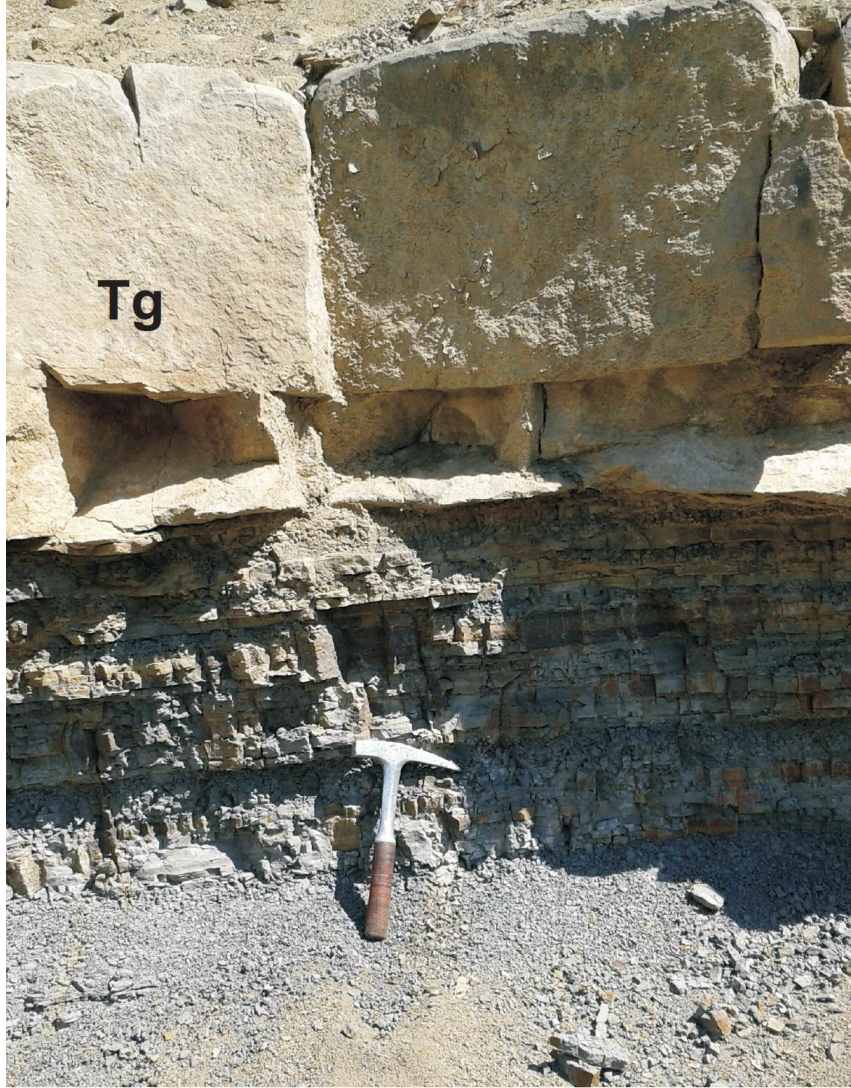
Birim konglomera, çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşmaktadır. Birim derecelenmesiz, kötü boylanmış, yuvarlaklaşmış, polijenik çakıltaşlarından oluşmuş, iyi pekişmiş, kalsit çimentolu ve tabakalanmasızdır. Birim içerisinde yer alan çakıltaşları kahverengi-kırmızı ve yer yer yeşil renklidir. Birim içerisindeki çakıllar kireçtaşı, dolomit, şist ve ofiyolitlerden türemişlerdir. Çakıllar yuvarlak ve orta-kaba tanelidir. Alt kesimlerde yer alan çakıltaşları yukarılara doğru kumtaşlarına geçiş göstermektedir. Kumtaşlarının ayrılmış yüzeyleri kırmızı renklidir. Kumtaşları orta-ince tabakalanmalı olup, orta sertlikte, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Kumtaşları üst seviyelerde kiltaşlarına geçiş gösterirler. Kiltaşları ince tabakalanmalı, düşük dayanımlı ve kırıklıdır. Genellikle yeşil renkli olup ayrılmış yüzeyleri sarımsı-yeşil renklidir. (Şekil 2.15., Şekil 2.16.).

Güredin Formasyonu; Kilisecik Formasyonu’nu uyumsuz olarak örtmektedir.

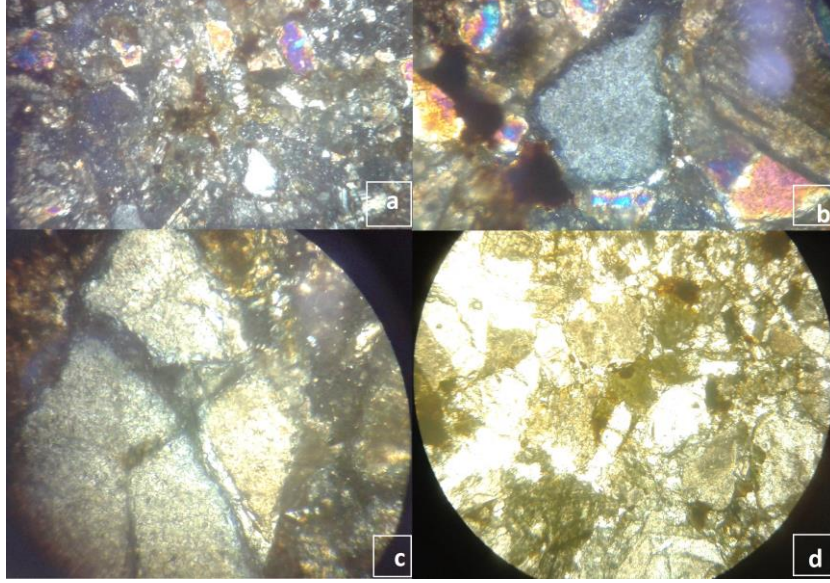
Yaptığı paleontolojik çalışma sonucunda Kırdan (2004) bu birim içerisinde *Globodulimina pupoides* Cushman, *Globodulimina pyrula* Cushman, *Haplophragmodies obliquecens* Marks, *Valvulineria complanata*, *Orbulina suturalis* Bornniman, *Orbulina universa* d’Orbigny, *Globigerinoides subsacculetera* (Brady), *Globigerinoides obliquus* Bolli, *Hastigeriba siphonifera* (d’Orbigny), *Globorotalia continua* Blow, *Globigerina woodi-aperture* Jenkins, *Globigerina praebulloides* Blow, *Uvigerina flinti* Cushman, *Uvigerina anberiana* d’Orbigny, *Parella mexicana* (Cole), *Eponieds praecinetus* (Karer), *Cibicides pseudeun gerianus* Cushman, *Bulumina inflata* Sequenza, *Sigmoilopsis celata* (Costa), *Globigerina falconensis* Blow gibi fosilleri tespit etmiştir ve buna istinaden bu birime vermiştir (Varol, 2007). Bu çalışmada da Varol 2007’deki yaşlama esas alınmıştır.



Şekil 2.15. Kavaklıdere Sırtı'nda Güredin Formasyonu'na ait çakıltaşlarının görünümü



Şekil 2.16. Abbashopur Tepe güneyinde Güredin Formasyonu'nun yakından görünümü



Şekil 2.17. Güredin Formasyonunu'na ait kumtaşının çift nikoldeki (a,b) ve tek nikoldeki (c,d) görünüşleri

2.1.9. Alüvyon (PIQ)

İnceleme alanının batısında Zeytin Dere, Ilıca Dere ve diğer küçük dere yataklarında, Ilıcaköy'ün güneydoğu kesiminde gözlenmektedir.

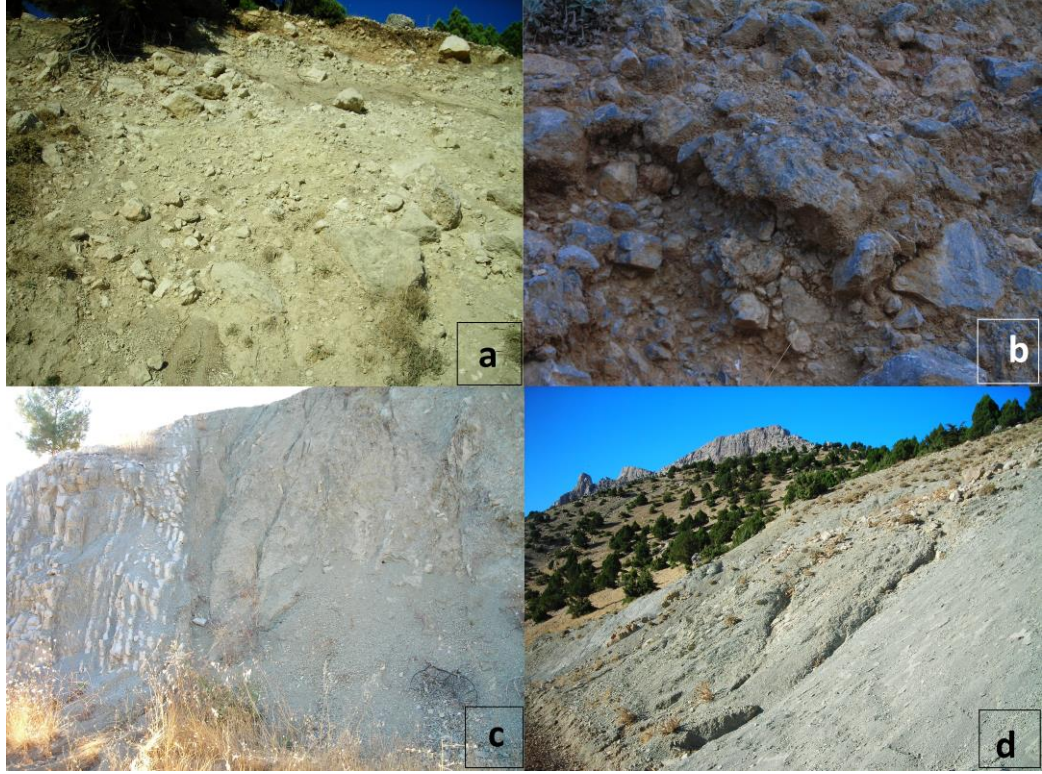
Birim blok, çakıl, kum, silt ve milden oluşan az tutturulmuş bir litoloji sunmaktadır. İnceleme alanında yer alan alüvyonlar açık kahverengi-bej renkli olup, polijenik tanelidirler. Yaklaşık kalınlığı 0,5-3 m arasındadır.

2.1.10. Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç molozlarının büyük çoğunluğu inceleme alanının kuzeydoğu kesiminde yer alan Atlık Dağı ve Beşen Köyü'nün doğusunda görülmektedir. Ayrıca inceleme alanında yükseltelerin eteklerinde ve faylı bölgelerde de yer yer yamaç molozuna rastlamak mümkündür.

Yamaç molozları heterojen olup, değişik boyutlarda ve şekillerde birçok farklı türlerdeki kayaç parçalarından oluşmaktadırlar. İçerdiği kayaç parçalarını çevredeki yükseltelerin litolojileri oluşturmaktadır. Yamaç molozu blok boyutundan kil boyutundaki tanelere kadar değişkenlik göstermektedir. Birim genellikle kırmızı-kahverengi renkli olup gevşek tutturulmamış özelliktedir. İnceleme alanında Atlık Dağı'nın batı-güneybatı kesimlerindeki yamaç molozları içerisindeki Atlık kireçtaşına

ait çakıllar gözlenirken; Akkaya Tepe ve Kızılkaya Tepe'nin güneyindeki yamaç molozlarında ise Dedeardıçgediği Formasyonu'na ait dolomit ve kireçtaşları ile Berit Metaofiyoliti'ne ait kayaç parçaları gözlenmektedir. Yamaç molozlarının tane boyutları yükseltelerden uzaklaştıkça küçülmektedir. (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18. İnceleme alanındaki yamaç molozlarına ait görüntüler a)Ilıca Dere civarında pekişmediği için hızlı yükselmiş yamaç molozu b)Üçkaya Sırtı c)Değirmencialibağları Sırtı d)Ziyaret Sırtı

2.2. Yapısal Jeoloji

2.2.1. Doğrultu ve Eğimler

İnceleme alanında yapılan genel jeoloji çalışması kapsamında formasyonlardan alınan tabaka doğrultu ve eğim değerleri kullanılarak nokta kontur ve gül diyagramları hazırlanmıştır ve bu diyagramlar yardımıyla bölgenin tektonizması hakkında yorum yapılmıştır.

Yapılan bu çalışma kapsamında Alacık Formasyonu, Kilisecik Formasyonu ve Güredin Formasyonu'na ait birimlerden tabaka doğrultu ve eğim değerleri alınmıştır.

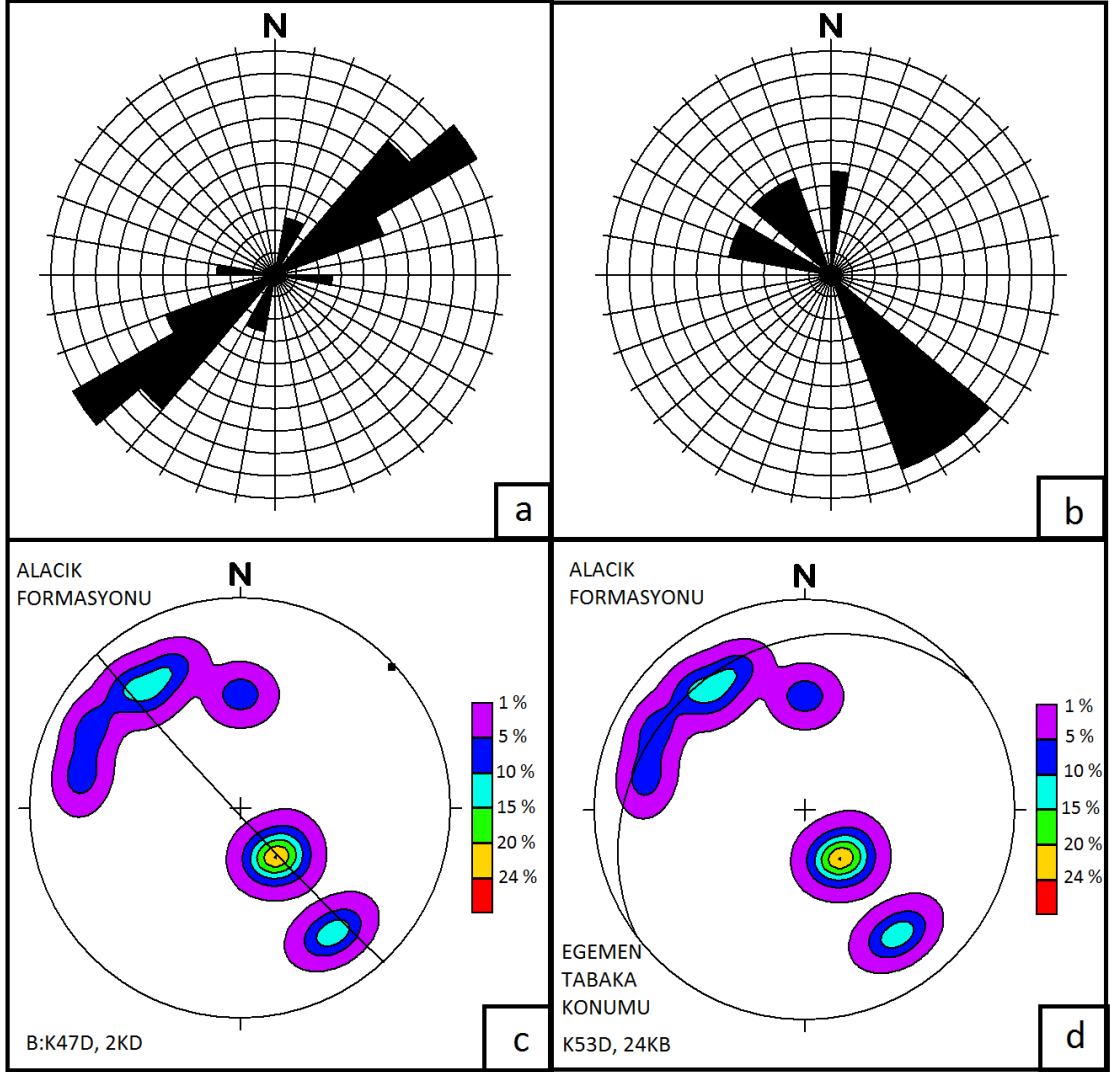
Alacık Formasyonu'na ait birimlerden ölçülen 12 adet tabaka konumundan elde edilen gül diyagramı egemen tabaka doğrultusunun K50-60D aralığında olduğunu göstermektedir (Şekil 2.19.a). Yine aynı formasyona ait tabakaların eğim yönlerine bakıldığında 130° ile 160° arasında bir yığılma olduğu görülmektedir (Şekil 2.19.b).

Kilisecik Formasyonu'na ait birimlerden alınan 38 adet tabaka doğrultu değerleri gül ve kontur diyagramlarında değerlendirilmiştir. Bu diyagramların yorumlanması sonucunda egemen tabaka doğrultusunun K70-80D aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 2.20.a). Aynı Formasyona ait tabakaların eğim yönlerine baktığımızda ise 170°-180° ile 340°-350° arasında bir yoğunlaşma olduğu görülmektedir (Şekil 2.20.b).

Güredin Formasyonu'na ait birimlerden alınan 60 adet tabaka ölçümlerinin analitik değerlendirilmesi sonucunda egemen tabaka doğrultularının K20-30B aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 2.21.a). Formasyona ait tabakaların eğim yönlerinin ise 240° ile 250° arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 2.21.b).

2.2.2. Diskordanslar

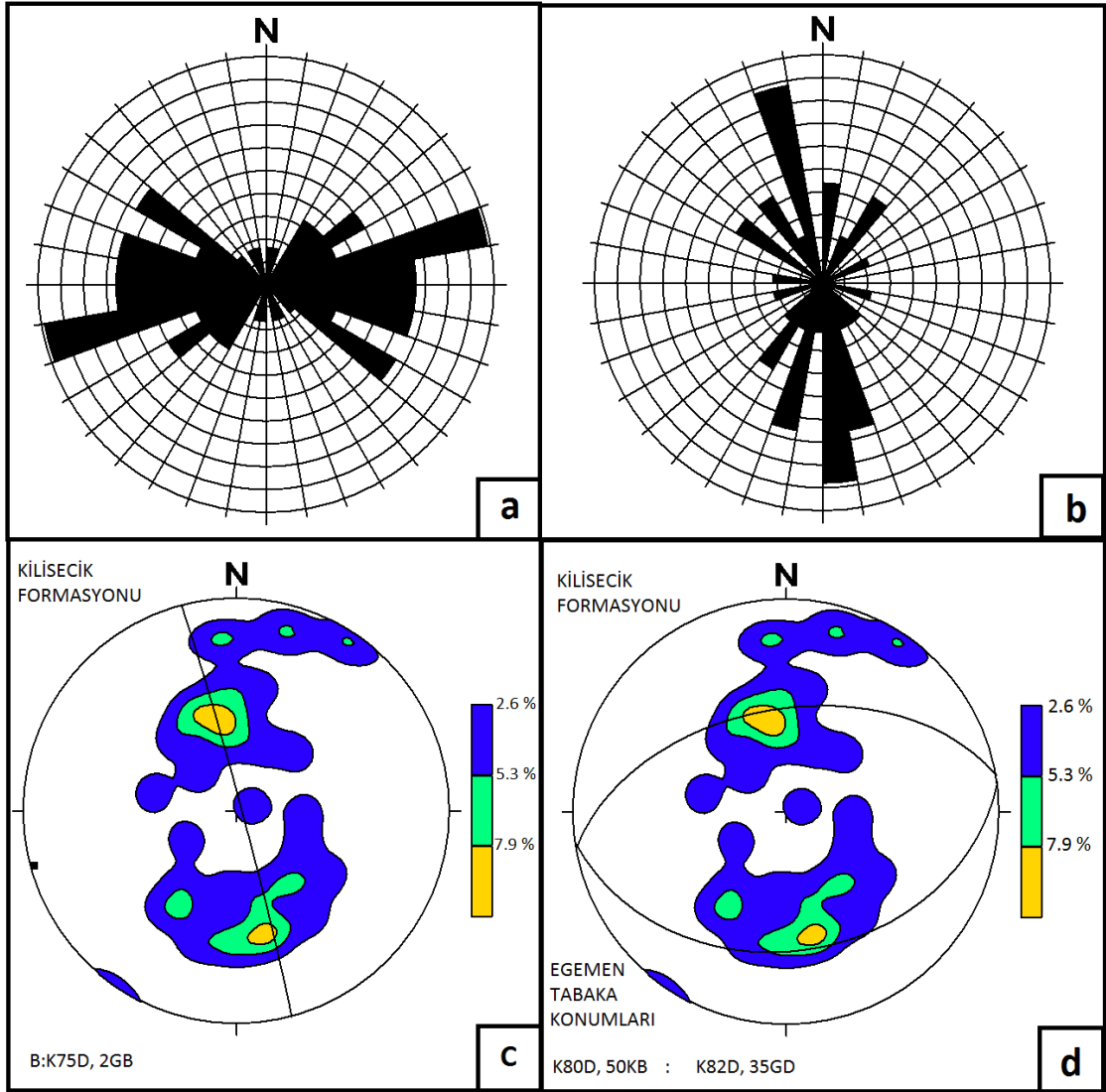
İnceleme alanındaki Üst Permiyen-Orta Triyas yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu (TRd) ile Üst Eosen yaşlı Süleymanlı Formasyonu (Ts) arasında uyumsuzluk bulunmaktadır. Ayrıca Alacık Formasyonu ile Alt-Orta Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu arasında da uyumsuzluk mevcuttur.



Şekil 2.19.a. Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'ndan ölçülen tabaka doğrultularına ilişkin gül diyagramı (n=12) **b.** Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nda ölçülen 12 adet tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı **c.** Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı **d.** Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı

2.2.3. Kıvrımlar

İnceleme alanının güneybatı kesiminde Kilisecik Formasyonu içerisinde antiklinal ve senklinaller gözlenmiştir. Antiklinal ve senklinallerin çoğunluğu KD-GB gidişli olup Zeytin Dere ile Güredin Formasyonu sınırı arasında kalan bölgede bulunmaktadır. Antiklinal ve senklinallerin çoğunluğu birbirlerine paralel konumdadır (Şekil 2.22., Ek-1).



Şekil 2.20.a. Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen tabaka konumlarının doğrultularına ait gül diyagramı **b.** Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı **c.** Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı **d.** Erken-Geç Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı

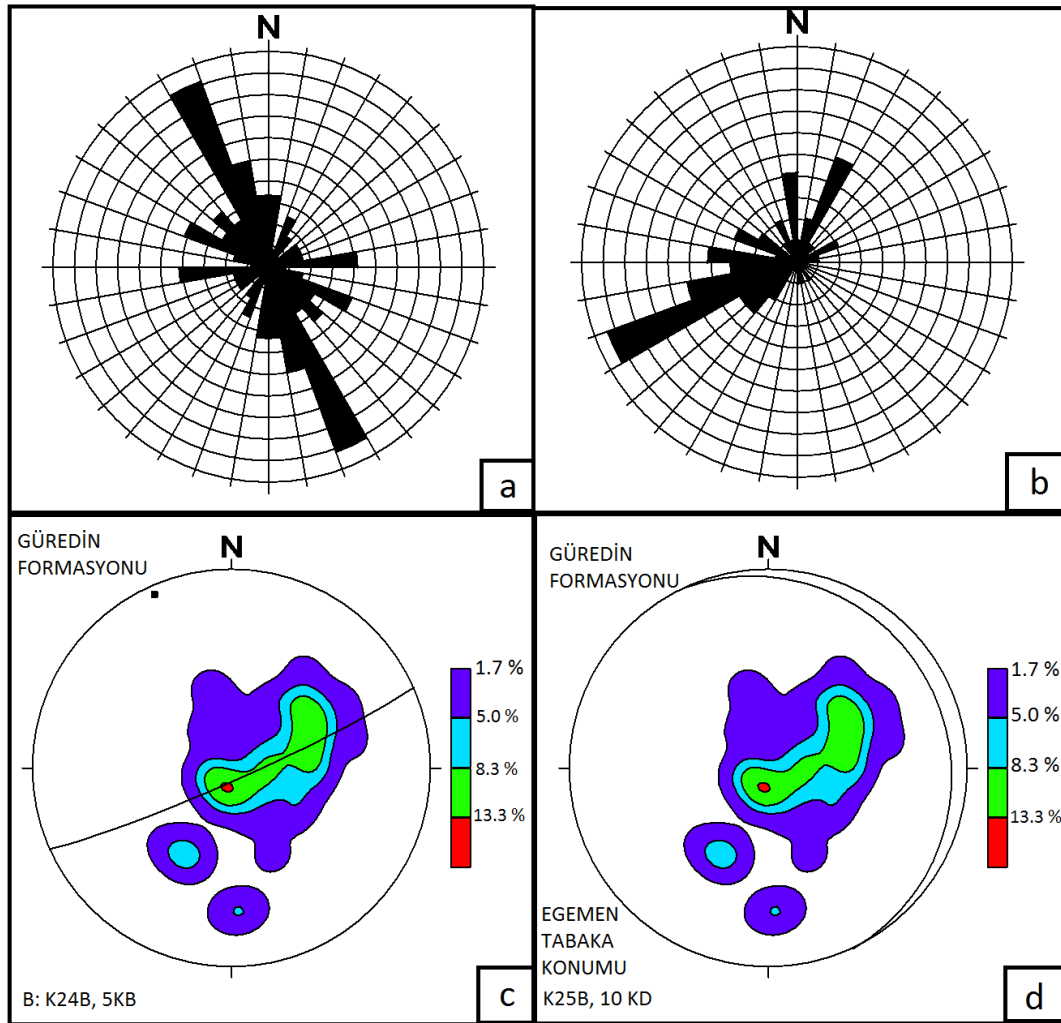
2.2.4. Faylar

Sıkışma rejimi altında bulunan havza, Orta Miyosen'e kadar önemli bir tektonik olaya tanık olmamıştır. Ancak Orta Miyosen'de gelişen kuzey yönlü sıkışma tektoniği Geç Maestrihtiyen-Erken Miyosen arasında çökelen kayalarda büyük fay ve kıvrımlara neden olmuştur (Ölmez, 1983).

Bölgede kuzeyden güneye doğru itilmeler ve ters faylar bulunmaktadır. İnceleme alanını doğudan batıya doğru kat eden ve Zeytin Dere'nin hemen doğusunda

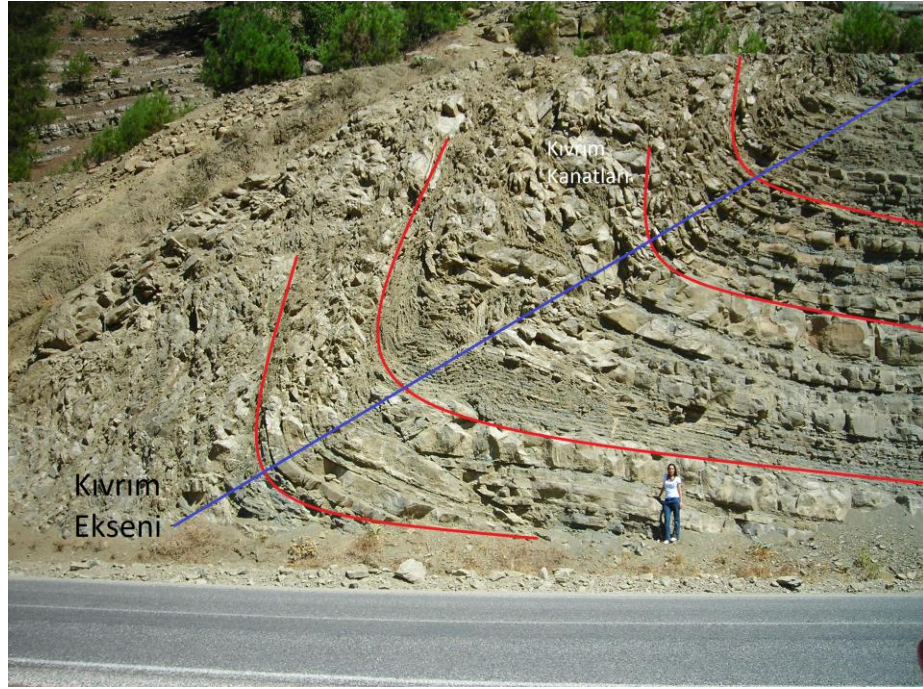
İncirliüz Sırtı'nda net olarak gözlemlenebilen ters fay Alt ve Orta Miyosen birimlerini ayırmaktadır ve eğimi de yaklaşık olarak 70° dir (Ölmez, 1983).

Ayrıca inceleme alanında Kilisecik Formasyonu içerisinde ana ters faya paralel olarak gelişen DB doğrultulu ve Ilıca'da sıcak suların çıkmasına yol açan bir ters fay daha bulunmaktadır (Ölmez, 1983). Atlık Dağı civarında da düşey faylar görülmektedir. Bu faylar ilk kez bu çalışmada Atlık Dağı fayları olarak isimlendirilmiştir. Kızılkaya Tepe civarında yaklaşık KB-GD gidişli fay Alacık Formasyonu ile Dedeardıçgediği Formasyonu'nu kesmektedir. Akkaya Tepe'nin güneyinde de Dedeardıçgediği Formasyonu içerisinde KD-GB olarak gelişen düşey bir fay belirlenmiştir (Ek-1).



Şekil 2.21.a. Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen tabaka konumlarının doğrultularına ait gül diyagramı (n=60) **b.** Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen tabaka eğim yönlerine ait gül diyagramı (n=60) **c.** Orta-Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nda ölçülen eklemlere ait kontur diyagramı **d.** Orta-Geç Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nun egemen tabaka konumunu gösteren kontur diyagramı

Bölgede yapılan genel jeoloji çalışması sonucuna göre Üst Permiyen-Orta Triyas yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berit Metaofiyolitleri'ni üzerlemekte iken Berit Metaofiyolitleri de Alt-Orta Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu'nu üzerlemektedir.



Şekil 2.22. Söylemez Sırtı'nda, Kilisecik Formasyonu içerisindeki kıvrımın kanatlarının görünümü



Şekil 2.23. Söylemez Sırtı doğusunda Kilisecik Formasyonu içerisindeki ters fayın görünümü

2.2.5. Yapısal Evrim

Kahramanmaraş ili Doğu Akdeniz bölgesinde Amanoslarla Toroslar'ın geçiş bölgesinde yer almaktadır. İnceleme alanının temelini Peleozoyik-Mesozoyik yaşlı kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu birim üzerine Jura-Kretase yaşlı volkano-sedimanter ofiyolitli melanj serisi, Eosen yaşlı bloklu konglomera, Miyosen yaşlı konglomera, kıltaşı, kumtaşı, resifal kireçtaşı, marn, kireçtaşı ardalanması ile Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyon yer almaktadır. İnceleme alanında yüzeyleyen termal suların yükselimini kontrol eden tektonik kanallar sahayı boydan boya kat eden ters fay ve bindirmeler ile temsil edilmektedir.

İnceleme alanı Kahramanmaraş'ın kuzeyinde yer alan otokton ve allokton karmaşıkları içerisine almaktadır. Burada yer alan Eosen ve Miyosen yaşlı çökeller otokton istifi oluştururken Mesozoyik kalkerler ile Kretase-Eosen yaşlı volkano-sedimanter seri ise allokton istifi oluşturmaktadır (Ölmez, 1983).

İnceleme alanında Miyosen yaşlı birimlerin çökmesi esnasında kuzeyden ve güneyden gelen ancak kuzeyden daha etkili olarak gelen kuvvetlerin etkisiyle bölge sıkışmaya uğramıştır (Ölmez, 1983).

Bu sırada Miyosen Denizi daralmış ve bir kısmı kara haline dönüşmüştür. Bazı yerlerde ise deniz sığlaşmış ve Orta Miyosen zamanında inceleme alanında Atlık kireçtaşı olarak isimlendirilen resifal kireçtaşları oluşmaya başlamıştır. Daha sonraki evrelerde ise sıkışmanın ilerlemesi ile inceleme alanında DB uzanımlı kıvrımlar oluşmuştur. İnceleme alanında Miyosen'den sonraki dönemlerde devam eden sıkışma ile ters fay ve sürüklenimler oluşmuştur (Ölmez, 1983).

Kahramanmaraş ili Arap Levhası ile Anadolu Levhası'nın çarpışma kuşağında yer almaktadır. Bu iki levhanın Kretase'de çarpışması ile başlayan kuzey-güney kompresyonel rejim birçok kıvrılma, kırılma, bindirme ve sürüklenimlerin oluşmasına neden olmuştur. Bu jeoloji ve tektonik gelişim birçok şifalı suyun oluşumunu da beraberinde getirmiştir (Gürbüz ve Korkmaz, 2002). Ayrıca bu levhalardaki tektonik as kuşakları sınırlayan doğrultu atımlı fayların aktif hale geçmesi sonucunda Anadolu levhası yükselmiş, Alacık nap önü havzası gelişmiştir (Kozlu, 1997., Gül, 2000). Geç Eosen ve Erken Miyosen dönemleri sürüklenme tektoniği ve buna bağlı olarak doğrultu atımlı fay sistemlerinin hakimiyetinde geçmiştir (Gül ve ark. 2005). Güney Neotetis'in kapanmasıyla Alacık Formasyonu başlangıçta yüksek enerjili bir ortamda çökelmeye

başlamış, ortamın derinleşmesiyle birlikte çökmesine düşük enerjili bir ortamda devam etmiştir (Yılmaz ve ark., 1988).

Anadolu ve Arap levhalarının Maestrihtiyen'de çarpışmasıyla kuzeyden gelen allokton birimlerin ağırlığı nedeniyle Arap platformu alçalmaya başlamış ve kuzeydeki dalma-batma zonuna paralel olarak bu levha üzerinde bir çökel havzası meydana gelmeye başlamıştır (Önalın, 1988).

Alacık Formasyonu Geç-Orta Eosen döneminde çökelmeye başlamıştır, Akitaniyen döneminin başlarında ise yoğun bir tektonizmaya uğramış ve bunun sonucunda meydana gelen yarı graben havzaları bölgesel ölçekte bir transgresyona uğramıştır. Bu transgresyon sonucunda derin denizel alanlarda çoğunlukla kilitaşlarından oluşan Kilisecik Formasyonu çökelmiştir (Gül ve ark., 2005).

Kuzeydeki alloktonların Alt Miyosen döneminde güneye doğru ilerlemesi bölgeyi sıkıştırmış ve biraz daha yükselmesine neden olmuştur (Önalın, 1988) bunun sonucunda da inceleme alanının kuzeydoğusunda görülen ve resifal kireçtaşlarından oluşan Atlık kireçtaşının çökmesine neden olmuştur. Güneye doğru olan bu ilerlemenin devam etmesiyle havza daralmış, çökelen sedimentlerin ağırlığı ile havza tekrar derinleşmiştir (Önalın, 1988). Güneye doğru bu ilerleme sonucunda Alt-Orta Miyosen yaşlı Kilisecik Formasyonu üzerine Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berit Metaofiyoliti üzerlemiştir, Berit Metaofiyoliti'nin üzerine ise Üst Permiyen-Orta Triyas yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu gelmiştir.

Alt Miyosen'de çöken bu havza Orta-Üst Miyosen döneminde yeni bir sıkışma sonucunda tekrar yükselmeye başlamıştır. Bu sıkışma bir denizaltı yamaç ortamının gelişmesine ve Orta-Üst Miyosen yaşlı Güredin Formasyonu'nun moloz akıntısı seviyelerinin çökmesine neden olmuştur. Sıkışma rejimi sebebiyle bazı bölgeler aşağıya doğru kıvrılarak (Önalın, 1988) ortamın derinleşmesine sebep olmuştur ve Güredin Formasyonu'nun kilitaşı seviyelerinin çökmesini sağlamıştır. Orta Miyosen'den Üst Miyosen sonunda kadar havza kapanması başlamış ve bu dönemde kanal çökellerinden oluşan Tekir Formasyonu çökelmiştir (Varol, 2007).

3. HİDROJEOLJİ

İnceleme alanında yer alan birimlerin hidrojeolojik özellikleri; saha çalışmaları, kuyu logları ve literatür çalışmaları birlikte değerlendirilerek alanının hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Hidrojeoloji haritasına, inceleme alanında yer alan sıcak ve mineralli su kaynakları, soğuk su kaynakları, sıcak su sondajları, keson kuyular, dereler ve örnek noktaları haritaya işaretlenmiş; birimler geçirimsizliklerine göre geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz olmak üzere ayrılmıştır (Şekil 3.1., Ek-1).

İnceleme alanı yer altı suyu yönünden önemli bir potansiyele sahiptir. Volkanosedimanter seri, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ile Miyosen çökellerinin çoğunluğu bölgede yer altı suyu için akifer kaya özelliğindedir (Ölmez, 1983).

Alt-Üst Miyosen yaşlı konglomeralar akifer kaya özelliğindedir. İnceleme alanında Alt-Üst Miyosen yaşlı konglomeraların kilitaşları ile dokanaklı olduğu yerlerde yıl boyu aktif olan soğuk su kaynakları oluşmaktadır. Ayrıca Alt ve Üst Miyosen birimlerine ait kilitaşları arasında bulunan kumtaşları da akifer nitelikli olup küçük boşalimler sunmaktadırlar. Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları da iyi nitelikli akifer olmakla birlikte yükseklerde bulduklarından dolayı ancak ani yağışlardan sonra bir süre boşalim yaparlar. Atlık Dağı altındaki kaynakların bazı seviyeleri ise bir yaz boyu boşalim yapmaktadır (Ölmez, 1983).

Süleymanlı'nın doğusunda yer alan Tekke yöresindeki Orta Miyosen kireçtaşlarının marnlarla olan dokanağında debisi yüksek karstik kaynaklar oluşmaktadır (Ölmez, 1983).

3.1. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanında bulunan litolojik birimler geçirimsiz, yarı geçirimli ve geçirimli birimler olarak belirenmiş ve hidrojeolojik stratigrafik kesitte gösterilmiştir (Şekil 3.1.)

3.1.1. Geçirimli birimler

İnceleme alanında en genç geçirimli birimler olarak Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlardır. Alüvyon birimleri inceleme alanında başta Zeytin Dere ve Ilıca Dere olmak üzere tüm derelerde ve Ilıcaköy'ün hemen güneyinde Çorak Dere

civarında yayılım göstermektedir. Alüvyon içindeki çakıllı ve kumlu seviyeler su taşıma özelliğini olumlu yönde etkilemekte; killi seviyeler ise geçirimsizliği düşürerek akifer olma özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yamaç molozu birimleri ise inceleme alanının kuzeydoğusunda Atlık Dağı civarında geniş yayılım gösterirken Akkaya Tepe ve Kızılkaya Tepe güneyinde az bir alanda da gözlenmektedir.

İnceleme alanının güneyinde gözlenen Güredin Formasyonu'na ait konglomera, çakıltaşı ve kumtaşları geçirimsiz seviyeleri oluşturmaktadır.

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Tekir Formasyonu ise tamamen çakıltaşlarından oluşması nedeniyle geçirimsiz bir birimdir.

İnceleme alanının kuzeydoğusundaki Atlık Dağı'nda mostra veren Atlık Formasyonu ise kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları kırıklı, çatlaklı yapıya sahip olup kırık ve çatlaklar ikincil gözenekliliği artırmakta olup akifer olma özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca kireçtaşlarında gelişen karstlaşma ikincil gözenekliliği artırmakta, akifer olma özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Atlık kireçtaşlarının akiferini oluşturduğu ve kireçtaşlarından boşalan kaynakların suları borularla Ilıcaköy içerisine taşınıp yapılan çeşmelerle halkın kullanımına sunulmaktadır.

Ilıcaköy'de çeşme olarak kullanılan doğru giden tüm çeşmeler için de akifer kayaç özelliği göstermektedir. İnceleme alanı içerisinde oldukça geniş bir yayılım gösteren Kilisecik Formasyonu içinde yer alan şeyl ve kilttaşları geçirimsiz olup sadece kumtaşı seviyeleri geçirimsiz özellik göstermektedir.

İnceleme alanında yaklaşık Kilisecik Formasyonu kadar geniş bir alanda gözlenen Alacık Formasyonu'ndaki çakıltaşı ve kumtaşı seviyeleri geçirimsizlik özelliği göstermektedir.

İnceleme alanında sadece Süleymanlı Köyü ve kuzeyinde mostra veren ve tamamen konglomeralardan oluşan birim geçirimsizdir. Süleymanlı Köyü ve çevresindeki çeşmelerin suyu Süleymanlı Formasyonu'na ait konglomeralardan gelmektedir.

İnceleme alanının güneydoğusunda oldukça küçük bir alanda yüzeyleyen Berit Metaofiyoliti geçirimsiz bir birim olmakla birlikte Ilıcaköy'de gerek faylarla yüzeyleyen gerekse de yapılan sondajlarla çıkarılan sıcak ve mineralli sular için akifer kayaç özelliği taşıdığı anlaşılmıştır.

İnceleme alanının güneydoğusunda oldukça sınırlı bir alanda gözlenen Dedeardıçgediği Formasyonu'na ait kireçtaşları kırıklı çatlaklı ve geçirimsiz olup akifer kayaç özelliği göstermektedir.

3.1.2. Yarı geçirimli birimler

İnceleme alanının güneyinde yer alan konglomera, çakıltaşı, kumtaşı, ve kilitaşlarından oluşan Güredin Formasyonu yarı geçirimli birimdir. Birim içerisindeki çakıltaşı, kumtaşı geçirimli olup akifer kaya özelliğindedir; kilitaşları ise geçirimsizdir. Bu nedenle akifer olma özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Birimi oluşturan litoloji birlikte değerlendirildiğinde yarı geçirimli birim olarak değerlendirilmiştir.

Şeyl, kilitaş ve kumtaşından oluşan Kilisecik Formasyonu yarı geçirimli birimdir. Birim içindeki kumtaşları geçirimli, şeyl ve kilitaşları ise geçirimsizdir.

İnceleme alanının ortası ve batı kesimlerinde gözlenen çakıltaşı, kumtaşı ve kilitaşından oluşan Alacık Formasyonu içindeki çakıltaşı ve kumtaşları geçirimlidir. Bu nedenle akifer olma özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Birim içindeki kilitaşları ise geçirimsizdir. Bu nedenle Alacık Formasyonu yarı geçirimli birim olarak ayırtlanmıştır.

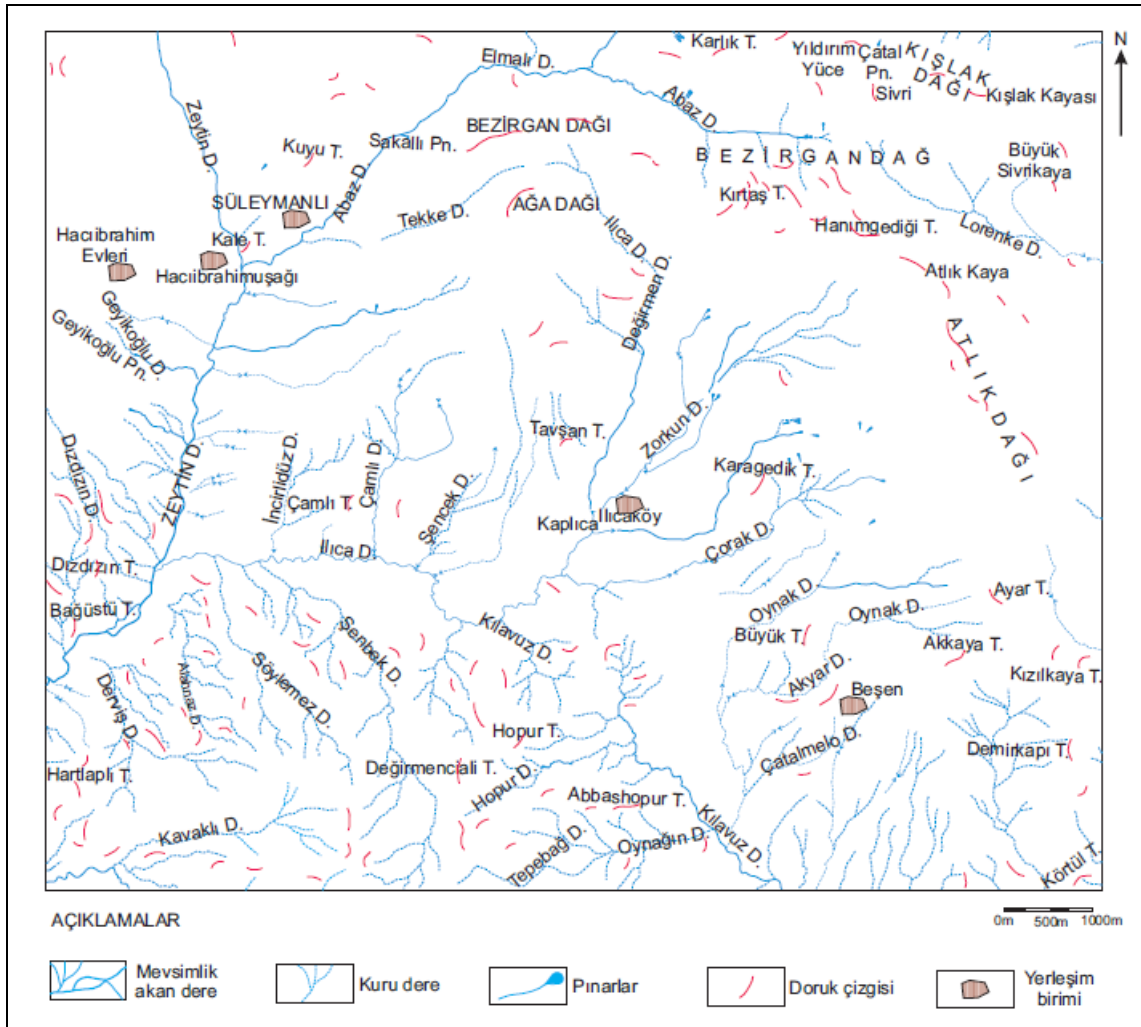
3.1.3. Geçirimsiz birimler

İnceleme alanında yüzeyleyen Güredin, Kilisecik, Alacık Formasyonları içerisinde geçirimsiz birimler yer almaktadır. Güredin Formasyonu içerisindeki kilitaşları, Kilisecik Formasyonu içerisindeki şeyller ve kilitaşları, Alacık Formasyonu'na ait kilitaşları geçirimsiz olup akifer olma özelliğini olumsuz yönde etkilemektedirler.

3.2. Yüzey Suları

İnceleme alanı yüzey suları açısından oldukça zengindir. Alanın en önemli akarsuyu Zeytin Deresi, Ilıca Dere ve Ilıca Dere'nin bir kolu olan Değirmendere Deresi'dir. Alandaki diğer akasuların çoğunun suyu yaz-kış devamlı olup bir kısmı ise kışın sellenmelere sebep olmaktadır. Zeytin Deresi inceleme alanı sınırları içerisine girmeyip hemen bu alanın doğusunda bulunan Ceyhan Nehri'nin bir koludur. Kuzeydoğudan güneybatıya doğru akmaktadır. Bu nehir kuzeyden güneye doğru yaz-kış sürekli akmaktadır. Zeytin Dere inceleme alanının kuzeyinde bulunan Süleymanlı Köyü'nün hemen güneyinden başlayarak inceleme alanının güneybatısından devam etmektedir. Ilıca Dere ise kuzey ve güneydeki kaynakların orta kesimde birleşmesiyle meydana gelmektedir. Batıya doğru akarak doğuda Zeytin Dere ile birleşmektedir (Ölmez, 1983). Bu iki dere de yaz-kış sürekli akan derelerdir. Ancak bu derelere su taşıyan küçük kollar zaman zaman mevsimsel değişikliklere bağlı olarak kuru dere özelliği göstermektedirler.

Ayrıca alandaki yükselti genel olarak kuzeydoğudan güneybatıya doğru azalmakta olup bölgenin topografik yapısına bağlı olarak mevsimlik dereler, geçirimsiz birimler üzerinde kuzeydoğudan güneybatıya doğru sık bir drenaj ağı sunmaktadır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. İnceleme alanına ait orohidrografi haritası

3.3. Kaynaklar

Bu bölümde inceleme alanında yer alan soğuk su kaynakları, sıcak su kaynakları ve sıcak su sondajlarına ilişkin veriler incelenmiştir (Ek-1).

3.3.1. Soğuk Su Kaynakları

İnceleme alanında Ilıcaköy kuzeyinde Kırkgöz kaynağı, kuzeybatısında Hançerli kaynağı ve Süleymanlı köyünün güneydoğusunda Tekke mevkiinden boşalan Tekke kaynağı olmak üzere 3 adet soğuk su kaynağı bulunmaktadır. Kaynak sıcaklıkları 10°C-16°C, debileri 1-7 l/s, pH ları 7-9, toplam mineralizasyonları (TDS) 100-400 ppm ve elektriksel iletkenlik değerleri (EC) ise 100-600 µS/cm arasındadır.

3.3.1.1. Kırkgöz kaynağı

Kırkgöz kaynağı Ilıcaköy'e bağlı Ortaoba Mahallesi'nin kuzeyinde, 1200 m kodundan boşalmaktadır (Şekil 3.3.). Kaynağın debisi yaklaşık 41 l/s, sıcaklığı 10°C, pH'ı 8.9, toplam mineralizasyonu (TDS) 180 ppm, EC değeri ise 370 µS/cm dir. Kaynağın suyu çıkış noktasında kaptajı yapılarak borularla daha aşağı kotlara yol kenarlarına taşınıp çeşme haline dönüştürülerek bölge halkı tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır (Şekil 3.4.). Kaynağın debisi mevsimlik yağışlara bağlı olarak değişmektedir. Beslenme döneminde artmakta, boşalım döneminde ise azalmaktadır. Kaynağın debisi azaldığından Ağustos ve Eylül aylarında bazı çeşmelere su gelmemektedir.

Kırkgöz kaynağı şeyl, kıltaşı, kumtaşından oluşan Kilisecik Formasyonu içinden boşalmaktadır. Kaynağın akiferini Kilisecik Formasyonu oluşturmaktadır.



Şekil 3.3. Kırkgöz Kaynağı'nın görünümü



Şekil 3.4. Kırkgöz Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler

3.3.1.2. Hançerli kaynağı

Ilıcaköy'ün kuzeydoğusunda, Sorkun Mahallesi'nin güneydoğusunda 1322 m kotundan Yamaç Molozları içerisinde boşalmaktadır (Şekil 3.5.). Kaynağın debisi yaklaşık 10,56 l/s, sıcaklığı 12°C, pH ı 9.3, toplam mineralizasyonu (TDS) 110 ppm, elektriksel iletkenlik değeri (EC) ise 210 µS/cm dir. Hançerli Kaynağı'nın suyu çıkış noktasından kaptaj yapılarak boruyla Ilıcaköy'ün kuzeyine (SK-6) ve güneyine (SK-9) yapılan 2 adet çeşmeye taşınarak bölge halkı tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır (Şekil 3.6.). Kaynağın debisi mevsimlik yağışlara bağlı olarak değişmektedir. Beslenme döneminde artmakta, boşalım döneminde ise azalmaktadır.

Hançerli Kaynağı'nın akiferini kaynak çıkış noktasının kuzeyindeki Atlık kireçtaşları oluşturmaktadır.



Şekil 3.5. Hançerli Kaynağı'nın görünümü

Tablo 3.1. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait çeşmelerde yapılan ölçümlere ait değerler

Kaynak Adı	Koordinat	Kotu (m)	Sıcaklık (°C)	pH	EC(25 °C) (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	Tarih
SK-1	313149D; 4191684K	960	10	8,1	203	110	5,33	2012
SK-2 (Hançerli)	313200D; 4191760K	1014	10	8,2	195	110	3,33	2012
SK-3 (Yeniyanapan)	313235D; 4191869K	1028	14	8,1	195	130	5,33	2012
SK-4	313334D; 4192110K	1061	12	7,0	200	120	5,16	2012
SK-5 (Yavuz Selim Cd.)	313410D; 4192254K	1062	13	8,1	194	140	6,66	2012
SK-6 (Aliye Akben Hayratı)	313944D; 4192654K	1187	12	8,17	253	139,8	6,42	2014
SK-7	314425D; 4193227K	1312	11	8,1	361	210	6,33	2012
SK-8	314802D; 4193464K	1385	10	8,3	254	160	4,16	2012
SK-9	312574D; 4190681K	948	11	7,84	189	103,3	4,14	2014
SK-10 (DSİ çeşmesi)	311340D; 4190226K	937	11	7,7	478	290	4,12	2012
SK-11	309076D; 4192486K	931	15	7,64	522	295,4	5,28	2012
SK-12	309072D; 4193197K	924	16	7,9	464	310	5,74	2012
SK-13	308756D; 4193826K	917	14	7,8	472	320	5,48	2012
SK-14	309423D; 4193867K	935	12	7,97	403	229,5	3,12	2014
SK-15 (Aslanlıçeşme)	309366D; 4194016K	950	11	7,9	346	200	1,6	2012
SK-16	309186D; 4194183K	931	10	7,7	380	195	2,43	2012
SK-17	309213D; 4194179K	924	13	7,8	367	216	2,75	2012



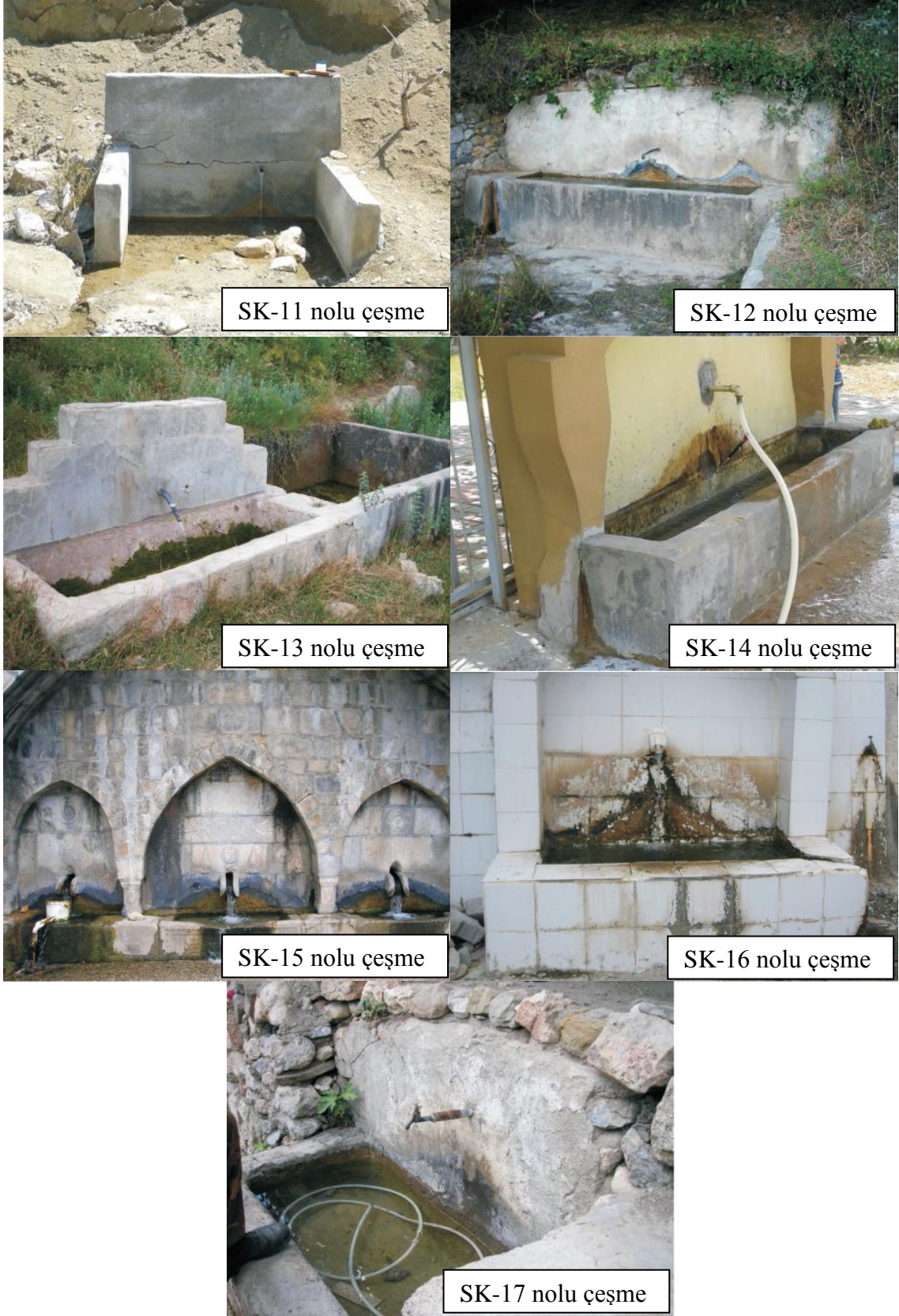
Şekil 3.6. Hançerli Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler

3.3.1.3. Tekke kaynağı

Tekke kaynağı Süleymanlı Köyü'nün güneydoğusunda, 1338 m kotundan boşalmaktadır (Şekil 3.7.). Kaynağın debisi yaklaşık 26,4 l/s, sıcaklığı 11°C, pH ı 9.3, toplam mineralizasyonu (TDS) 120 ppm, elektriksel iletkenlik değeri (EC) ise 250 µS/cm dir. Kaynağın debisi mevsimlik yağışlara bağlı olarak değişmektedir. Beslenim döneminde artmakta, boşalım döneminde ise azalmaktadır. Kaynağın suyu çıkış noktasında kaptaj yapılarak borularla daha aşağı kotlara yol kenarlarına taşınıp çeşme haline dönüştürülerek bölge halkı tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır. Boşalım döneminde, Ağustos ve Eylül aylarında kaynağın debisi azaldığından bazı çeşmelere su gelmemektedir (Şekil 3.8.). Tekke kaynağı ofiyolit, dolomit, radyolarit, kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşan Tekir Formasyonu içinden boşalmaktadır.



Şekil 3.7. Tekke Kaynağı'nın görünümü



Şekil 3.8. Tekke Kaynak suyunun taşınmasıyla oluşturulan çeşmeler

3.3.2. Sıcak Su Kaynakları

İnceleme alanında 3 adet sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Ancak 1980 yılından sonra kaplıca tesisleri içerisinde yapılan sıcak su sondajları nedeniyle kaynaklar kurumuştur. Kaynaklardan biri Ilica Dere vadisi içerisinde olup doğu-batı yönünde uzanan ve ilk kez bu çalışmada isimlendirilen Ilica Fayı üzerinde, diğerleri ise Özel İdare Hamamı'nın hemen kuzeyindedir. Bu kaynaklara ait sıcak sular uzun yıllar kaynak alanındaki ilkel tesiste, daha sonra 1957 yılında yapılan betonarme bir hamamda termal tedavi amaçlı kullanılmıştır. 1980 yılında Özel İdare tarafından bu alanda sondajla su çıkartılarak modern termal bir hamam yaptırılmıştır. Kaynakların yakınında yapılan sondajlardan sonra sıcak su kaynakları kurumuştur. Ilica Dere vadisi içindeki Dere Kaynağı'nın debisi 3,44 l/s, sıcaklığı 41°C, pH'ı 8.2, toplam mineralizasyonu 270 mg/l arasındadır (Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, MTA Yayını, 2005).

İnceleme alanındaki sıcak sular meteorik suların yer çekim etkisiyle derinlere doğru süzülerek geçtikleri kayaların minerallerini eritip bünyelerine almaları ve akifer nitelikli kayalar içinde toplanıp jeotermal gradyanla ısınmaları sonucu oluşmaktadır. Sıcak sular faylarla yeryüzüne çıkmaktadır. Suların rezervuar kayacını Üst Permian-Orta Triyas yaşlı Dedeardıçgediği Formasyonu'na ait dolomitik kireçtaşları ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı volkano-sedimanter seriler oluşturmaktadır (Ölmez, 1983).

3.3.3. Mineralli Su Kaynağı

İnceleme alanında 1 adet mineralli su kaynağı bulunmaktadır (Şekil 3.9.). Ilicaköy'ün yaklaşık 3 km kuzeybatısındadır. Kaynak Alacık Formasyonu içerisinde 994 m kotundan boşalmaktadır. Kaynağın debisi 0,1 l/s, sıcaklığı 18°C, pH'ı 9.15, toplam mineralizasyonu 2373,8 mg/l dir.



Şekil 3.9. Mineralli su kaynağının görünümü

3.3.4. Sıcak Su Sondajları

İnceleme alanındaki kaynak sularının yeterli gelmemesi nedeniyle Ilıca Kaplıcası yakınında MTA tarafından 8 adet sıcak su sondajı açılmıştır. Ilıca Kaplıcası çevresinde açılan sondaj kuyuları tez kapsamında incelenmiştir. Sondajlara ait değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

MTA tarafından açılan kuyular Ilıca Kasabası'nın hemen kuzeyindeki fayın düşen blok üzerindeki hat boyunca tek sıra olarak açılmıştır. Bu kuyular fayı kestikten sonra sıcak suya ulaşmışlardır. Kuyuların faya olan uzaklıkları ortalama 25-30 m civarındadır. Bu nedenle fayın 85° lik düşeye yakın eğimli olduğu anlaşılmaktadır (Uncu ve ark., 2006).

Tablo 3.2. Ilıca Kaplıcası'ndaki sondaj kuyularına ait değerler (MTA, 2007)

Kuyu Adı	Koordinatlar	Açılış Tarihi	Derinlik (m)	Debi (l/sn)	Sıcaklık (°C)	Statik Seviye (m)	Dinamik Seviye (m)	Durumu
TK-1 (Özger)	312772D 4191262K	2007	575	14	41	93	112	Faal
TK-2 (KI-5)	312611D 4191458K	2004	407	30 kompr.	49,10	99	107	Faal
TK-3 (KI-4)	312827 D 4191389K	2004	278	25 kompr.	47,3	100	108	Faal
TK-4 (KI-3)	X:50163 Y:50591	1996	387	85 kompr.	43,5	72	80	Kapalı
TK-5 (S-2)	313051D 4181331K	1984	437,85	14	43	89	92	Faal
TK-6 (S-1)	312896D 4191077K	1984	425,3	30 pompa	43	-	-	Kapalı
TK-7 (Vali Saim Çotur)	312602D 4190911K	-	-	25	43	-	-	Faal
TK-8 (İl Özel İdare)	312645D 4190968K	-	-	22	45	-	-	Faal

3.3.4.1. Özge-1 sıcak su sondaj kuyusu (TK-1)

Özge-1 sıcak su kuyusu 10.11.2006 tarihinde MTA tarafından açılmaya başlanmış olup 13.03.2007 tarihinde sondaj kuyusu bitirilerek Özger Dinlenme ve Termal Tesisleri Ltd. Şti.'ye teslim edilmiştir. Kuyuya ait teknik bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Hamut ve Ceran, 2008).

MTA tarafından açılan Özger kuyusu fay zonuna ortalama 200 m uzaklıktadır. Sondaj öncesinde MTA tarafından yapılan fizibilite çalışmasına göre kuyunun bu fay zonunu 575 m derinlikte kesemeyeceği belirtilmektedir. Sıcak suyun tabandaki akifer niteliğindeki kireçtaşının kırık, çatlak ve karstik boşluklarından alınabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle bu kuyudan yapılacak çekimin 5 l/s den az olması durumunda diğer kuyuları etkilemesi beklenmemektedir. Ayrıca yapılan ölçümlerde MTA tarafından açılan S-2, KI-4 ve KI-5 kuyularının aynı anda çalışır halde iken toplam debileri 44 t/s olarak ölçülmüştür (Uncu ve ark., 2006).

Tablo 3.3. Özge-1 sıcak su kuyusuna ait değerler (13.03.2007)

Pafta No	K37-b3
Koordinatlar	
Sağa (Y)	37 312 769
Yukarı (X)	41 912 55
Kot (Z)	974
Derinliği	575,00 m
Elde edilen akışkana ait	
Sıcaklık	41 °C
Debi (Kompresörle)	10 l/s
Özge-1 sıcak su sondajında kesilen litolojik birimler	
0.00-3.00 m	Alüvyon
3.00-290.00 m	Kiltaşı, kumtaşı ardalanması
290.00-462.00 m	Kiltaşı-kil bantlı kireçtaşı-kumtaşı
462.00-575.00 m	Kireçtaşı

Toplam derinliği 575.00 m olan Özge-1 kuyusu 13^{3/8}, 9^{5/8} ve 6^{5/8} boyutlarındaki kapalı ve filtreli borularla teçhiz edilmiştir (Tablo 3.4.) (Hamut ve Ceran, 2008).

Tablo 3.4. Özge-1 kuyusu teçhiz planı

Kuyu Derinliği (m)	Kuyu Çapı (İnç)	Teçhiz Derinliği (m)	Teçhiz çapı (İnç)	Açıklamalar
0-87	17 ^{1/2}	0-84	13 ^{3/8}	Ağız borusu boru arkası çimentolu
87-366	12 ^{1/4}	0-352	9 ^{5/8}	Kapalı boru, boru arkası çimentolu
366-575	8 ^{1/2}	345-420	6 ^{5/8}	Kapalı lineer
		420-475	6 ^{5/8}	Filtreli lineer
		475-490	6 ^{5/8}	Kapalı lineer
		490-512	6 ^{5/8}	Filtreli lineer
		512-524	6 ^{5/8}	Kapalı lineer
		524-571	6 ^{5/8}	Filtreli lineer
		571-575	6 ^{5/8}	Kapalı lineer

Not: Üretim borusu 575.00 m'de tabana oturmuştur



Şekil 3.10. TK-1 (Özge-1) nolu sondaj kuyu yeri (2012)

3.3.4.2. KI-5 sıcak su sondaj kuyusu (TK-2)

MTA tarafından KI-5 olarak adlandırılan 2004 yılında, 4191450 K-312616 D koordinatında, 973 m kotunda (± 4 m) açılan sondaj kuyusuna ait değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.5. Kahramanmaraş-İlica-5 kuyusuna ait veriler (MTA, 2007)

Test Tarihi	04.07.2007
Kuyu Derinliği	407 m
Kuyu Çapı	9 5/8"
Pompa Derinliği	114 m
Kuyunun Debisi	25 l/s
Statik	96,80 m
Dinamik	-

KI-5 sondaj kuyusunda 0-42 m ler arasında Kuvaterner yaşlı alüvyon, 42-195 m ler arasında Alt Miyosen yaşlı kumtaşı, kiltası, silttaşı ardalanması, 195-285 m ler arası Alt Miyosen yaşlı koyu gri-siyah renkli, bol kırıklı çatlaklı karstik kireçtaşları, 285-399,50 m ler arası ise Kretase-Eosen yaşlı gri-bej renkli kireçtaşı, serpantin, siyah-gri renkli dolomitik kireçtaşları kesilmiştir (Şekil 3.13.).



Şekil 3.12. KI-5 (TK-2) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012)

3.3.4.3. KI-4 sıcak su sondaj kuyusu (TK-3)

MTA tarafından KI-4 olarak adlandırılan ve 4191383 K-312832 D koordinatında, 960 m kotunda (± 5 m) bulunan 2 nolu (Sağlık Ocağı Karşısı) kuyu 278 m derinliğinde olup pompa 102 m de bulunmaktadır. Bu kuyuda yapılan ölçümler sonucunda statik seviyenin 92,60 m, dinamik seviyenin 97,10 m ve debisinin ise 15,00 l/s olduğu tespit edilmiştir (Uncu ve ark., 2006). Sondaja ait veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.6. Kahramanmaraş-İlica-4 kuyusuna ait veriler (MTA, 2007)

Test Tarihi	04.07.2007
Kuyu Derinliği	278 m
Kuyu Çapı	10 3/4"
Pompa Derinliği	128,15
Kuyunun Debisi	17,79 l/s

TK-3 kuyusunda 0-15 m ler arası Kuvaterner yaşlı Alüvyon, 15-170 m ler arası Alt Miyosen kumtaşı, silt, kiltası, yer yer kiltası ardalanması, 170-180 m ler arası gri-yeşil renkli kumtaşı, 180-230 m ler arası Alt Miyosen yaşlı killi kireçtaşı, kiltası, karbonat çimentolu kumtaşı, 230-240 m ler arası kireçtaşı, 240-280 m ler arası Kretase-Eosen yaşlı bloklu ofiyolit kesilmiştir (Şekil 3.15.).



Şekil 3.14. KI-4 (TK-3) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012)

KAHRAMANMARAŞ-ILICA-4(KI-4)NOLU SICAK SU SONDAJI LOGU

ÜSİSTEM		SİSTEM		Derinlik (m)	Kuyu çapı (inç)	Litoloji ve Donanım	AÇIKLAMALAR	Kuyu Taban Sıcak (°C)	Çamur Giriş (°C)	Sıc. Çıkış (°C)	Kaçak Miktarı (m³)	Çamur Ağırlık (Kg/cm³)
K	Y	O	Z									
K	KUVATERNER	S	M	10	15 inç	10	Alüvyon					1.05
				20			Konglomera; Temel çakılları içerir					
Y	E	R	S	30	15 inç	10	Kumtaşı silt yer yer kilitaşı bantlı, yeşil gri	-13.1	13.5			1.05
				40				-18.8	19.3			
O	Y	E	S	50	15 inç	10	Kumtaşı, kilitaşı ardalı, yer yer ince taneli					
				60			Konglomera seviyeli alt seviyelere altera kalsit dolgululu çatlaklı					
Z	E	R	S	80	15 inç	10	88m de kısmi kaçak	-15.6	16.6			
				90				-16.3	17.5			
S	M	I	Y	110	15 inç	10	Kilitaşı, yer yer	-16.5	19.7			
				120			kumtaşı seviyeleri içerir.	-22.8	23.8			
M	I	Y	S	130	15 inç	10	Sert, yeşil renkli	-23.8	24.8			1.05
				140				-25.1	25.6			
E	R	S	M	150	15 inç	10		-21.2	21.8			
				160				-22.8	23.3			
S	M	I	Y	170	15 inç	10	Kumtaşı; Volkanolastik bileşenli, sert gri-yeşil renkli	-23.4	24.1			
				180				-23.5	23.6			
E	R	S	M	200	15 inç	10		-25.1	25.7			
				210				-27.1	27.3			
S	M	I	Y	220	15 inç	10	Killi kçt-kilitaşı	-27.2	27.6			
				230				-27.3	27.3			
M	I	Y	S	240	15 inç	10	Karbonat çimentolu kumtaşı	-28.4	28.6			1.13
				250				-28.7	28.8			
I	Y	S	E	260	15 inç	10	Kireçtaşı ardalı	-29.1	29.3			
				270				-29.4	29.7			
E	R	S	M	280	15 inç	10		-29.5	29.5			1.09
				290				-29.9	29.5			
S	M	I	Y	300	15 inç	10		-26.7	29.3			
				310				-23.6	24.2			
M	I	Y	S	320	15 inç	10	Bloklu ofiyolit	-23.2	24.6			
				330				-21.1	22.1			
E	R	S	M	340	15 inç	10	Termal seri	-20.0	20.6			
				350				-20.0	20.6			
S	M	I	Y	360	15 inç	10	273.20 m de tam kaçak	-46.7	-21.5	22.2		
				370								

Şekil 3.15. Kahramanmaraş-İlica-4 (KI-4) nolu sıcak su sondajı kuyu logu

3.3.4.4. KI-3 sıcak su sondaj kuyusu (TK-4)

MTA tarafından KI-3 olarak adlandırılan ve X:50163; Y:50591 koordinatında bulunan kuyu 387 m derinliğindedir. Bu kuyuda yapılan ölçümler sonucunda statik seviyenin 72 m, dinamik seviyenin 80 m ve debisinin ise 85 l/s olduğu tespit edilmiştir. Kuyuda yapılan fiziksel ölçümler sonucunda TDS değerinin 456.44 ppm, elektriksel iletkenlik değerinin (EC) 721 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH değerinin 7.3, sıcaklığın 43.5°C, debisinin 85 l/s olduğu belirtilmiştir (MTA, 2007).



Şekil 3.16. Kapatılan TK-4 nolu sondaj kuyusunun yeri (2012)

3.3.4.5. S-2 sıcak su sondaj kuyusu (TK-5)

MTA tarafından Süleymanlı-2 olarak adlandırılan ve 4191324 K-313055 D koordinatında 964 m kotunda (± 6 m) bulunan 1 nolu (Özel İdare) kuyu 437,85 m derinliğinde olup pompa 96 m de bulunmaktadır. Bu kuyuda yapılan ölçümler sonucunda statik seviyenin 86,80 m, dinamik seviyenin 94,00 m ve debisinin ise 15,94 l/s olduğu tespit edilmiştir (Uncu ve ark., 2006).

Kuyuda yapılan fiziksel ölçümler sonucunda TDS değerinin 467.81 ppm, elektriksel iletkenlik değerinin (EC) 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH değerinin 7.08, sıcaklığın 49°C, debisinin 14 l/s olduğu belirtilmiştir.

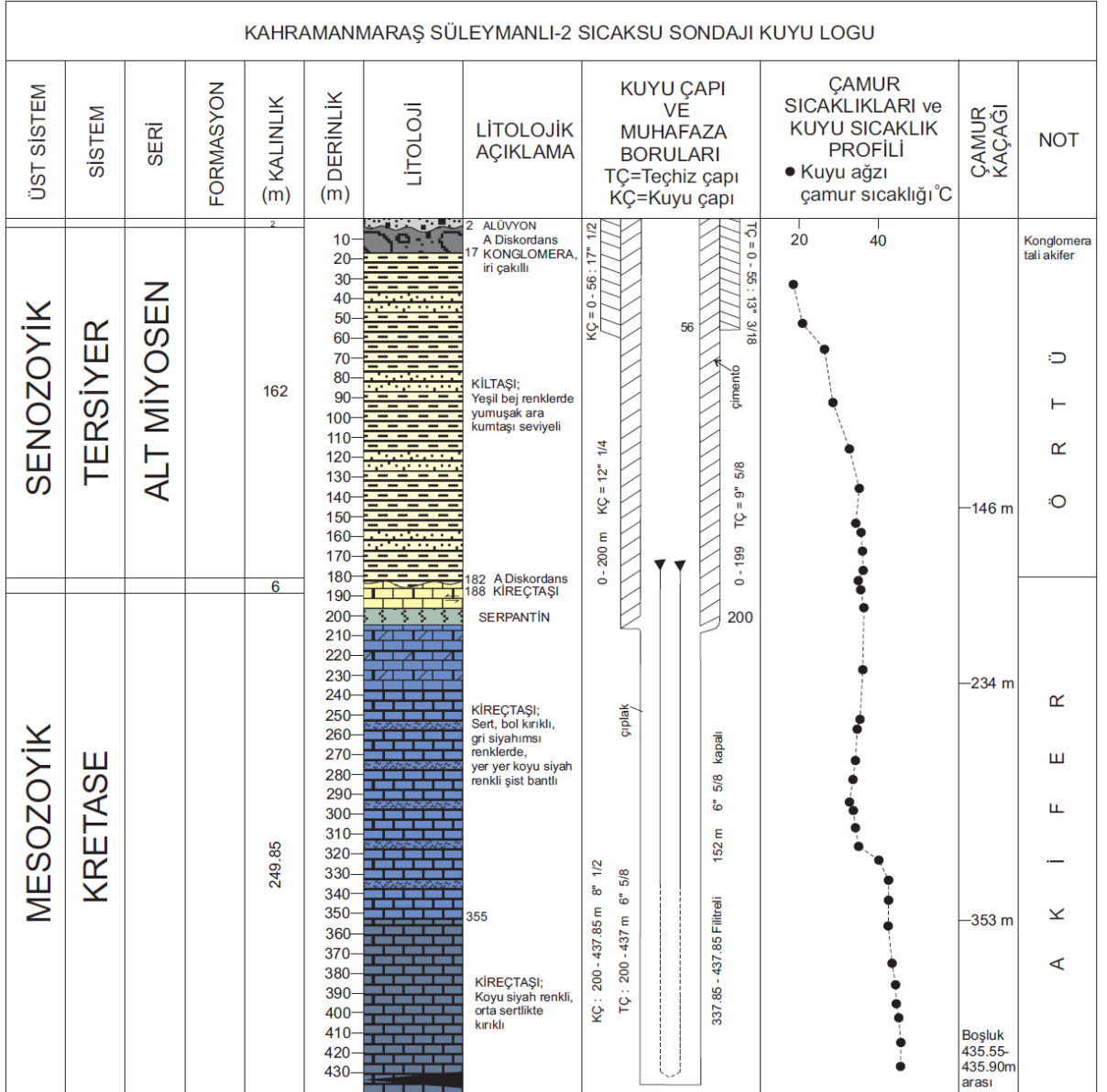
TK-5 kuyusunda 0-2 m ler arası Kuvaterner yaşlı Alüvyon, 2-17 m ler arası Alt Miyosen yaşlı iri çalılı konglomera, 17-182 m ler arası yeşil-bej renklerde yumuşak ara kumtaşı seviyeli kilittaşları, 182-195 m ler arası kireçtaşı, 195-205 m ler arası serpantin, 205-355 m ler arası Kretase yaşlı sert, bol kırıklı, gri siyahımsı renklerde, yer yer koyu siyah renkli şist bantlı kireçtaşları, 355-437,85 m ler arası Kretase yaşlı koyu siyah renkli, orta sertlikte kırıklı kireçtaşı seviyeleri kesilmiştir (Şekil 3.18.).

Tablo 3.7. Süleymanlı-2 kuyu değerleri (MTA, 2007)

Test Tarihi	30.07.2007
Kuyu Derinliği	437,85 m
Kuyu Çapı	9 5/8"
Pompa Derinliği	120 m
Kuyunun Debisi	17,51 l/s



Şekil 3.17. S-2 (TK-5) nolu sıcak su sondajının görünümü (2012)



Şekil 3.18. Kahramanmaraş Süleymanlı-2 sıcak su sondajı kuyu logu

3.3.4.6. S-1 sıcak su sondaj kuyusu (TK-6)

MTA tarafından S-1 olarak adlandırılan ve 312896D, 4191077K koordinatında bulunan kuyu 425,3 m derinliğindedir. Kuyuda yapılan fiziksel ölçümler sonucunda TDS değerinin 430.6 ppm, elektriksel iletkenlik değerinin (EC) 405 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH değerinin 8.2, sıcaklığın 43°C, debisinin 30 l/s olduğu belirtilmiştir.



Şekil 3.19. Kapatılan TK-6 nolu sondaj kuyusunun yeri (2012)

3.3.4.7. TK-7 nolu sıcak su sondaj kuyusu

MTA tarafından Vali Saim Çotur Kaplıcası adına, 312602D, 4190911K koordinatında açılan kuyuda yapılan fiziksel ölçümler sonucunda TDS değerinin 260.6 ppm, elektriksel iletkenlik değerinin (EC) 481 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH değerinin 7.7, sıcaklığın 43°C, debisinin 25 l/s olduğu belirtilmiştir. TK- 7 nolu sıcak su sondajında kesilen birimler TK-1 sıcak su sondajında geçilen birimler ile yaklaşık aynıdır. Sondajda Kuvaterner yaşlı Alüvyon, Alt Miyosen yaşlı kıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı ar dalanması ve 450. m den sonra da Kretase yaşlı kireçtaşları kesilmiştir. Vali Saim Çotur Termal Teisisi'nin suyu TK-7 sondajından alınmaktadır.

3.3.4.8. TK-8 nolu sıcak su sondaj kuyusu

TK-8 sondajı MTA tarafından İl Özel İdare Kaplıcası adına, 312645D, 4190968K koordinatında açılmıştır. Sondaj suyunun sıcaklığın 45°C, debisinin 22 l/s, pH değerinin 7.67, TDS değerinin 248.2 ppm, elektriksel iletkenlik değerinin (EC) 456 $\mu\text{S}/\text{cm}$, olduğu belirtilmiştir. TK- 8 nolu sıcak su sondajında kesilen birimler TK-7 sıcak su sondajında geçilen birimler ile yaklaşık aynıdır. İl Özel İdaresi'ne ait Termal Teisisi'nin suyu TK-8 sondajından alınmaktadır.



Şekil 3.20. TK-8 sondaj suyunun verildiği termal havuz (2014)

4. HİDROJEOKİMYA

Kahramanmaraş-İlica sahasında bulunan sıcak ve mineralli suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenip jeotermal sistem içerisinde geçirdikleri fizikokimyasal süreçlerin ortaya konulması amacıyla bölgedeki bu sulardan dönemsel örnekleme çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanındaki suların hidrokimyasal özelliklerini ortaya koyabilmek için tüm su noktalarından sıcak su, soğuk su kaynak ve çeşmelerden örnekler alınmış ve kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Örnekleme çalışmaları 2012 ve 2014 yıllarında olmak üzere iki dönem halinde gerçekleştirilmiştir. Su örneklerinin pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık (T), TDS (mg/l) gibi fiziksel parametreleri yerinde ölçülmüştür. Örneklerin fizikokimyasal analizleri Konya İl Özel İdaresi, KOSKİ, DSİ TAKK Dairesi Kimya Laboratuvarı ve AcmeLabs'da yaptırılmıştır.

4.1. Suların Fiziksel Özellikleri

İnceleme alanında bulunan sıcak su, soğuk su, mineralli su, sondaj kuyularına ait suların sıcaklık (T), elektriksel iletkenlik değerleri (EC), pH, debi değerleri kaynak başında ölçülmüştür. Yapılan fiziksel ölçüm sonuçları Tablo 4.1., Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. İnceleme alanındaki sıcak su kaynaklarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları

Kaynak ismi	Sıcaklık (°C)	pH	Debi (l/s)	EC (µS/m)	TDS (mg/L)	Durum	Ölçüm yapılan tarih
TK-1 (Özger Kaplıcası)	47	7,3	14,7	510	250	Açık	2014
TK-2	44	7,4	38	500	268	Açık	2014
TK-3	46	7,3	16	514	247	Açık	2014
TK-4	43,5	7,3	85	721	456,44	Kapalı	2014
TK-5	49	7,08	14	400	467,81	Açık	2014
TK-6	43,5	8,2	55	405	430,6	Kapalı	2014
TK-7 (Vali Saim Çotur Kaplıcası)	43	7,7	25	481	260,6	Açık	2014
TK-8 (Özel İdare Kaplıcası)	45	7,67	22	456	248,2	Açık	2014

Tablo 4.2. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	pH	EC(25°C) (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	Tarih
Kırkgöz kaynağı	10	8,1	203	110	5,33	2014
Hançerli kaynağı	12	8,17	253	139,8	6,42	2014
Tekke kaynağı	11	7,9	346	200	1,6	2014
SKM (Mineralli Kaynak)	10	9,15	866 (20°C)	195	2,43	2014

Tablo 4.3. İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarına ait çeşmelerin fizikokimyasal tahlil sonuçları

Çeşme Adı	Sıcaklık (°C)	pH	EC(25 °C) (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	Tarih
SK-1	10	8,1	203	110	5,33	2012
SK-2 (Hançerli)	10	8,2	195	110	3,33	2012
SK-3 (Yeniyanapan)	14	8,1	195	130	5,33	2012
SK-4	12	7,0	200	120	5,16	2012
SK-5 (Yavuz Selim Cd.)	13	8,1	194	140	6,66	2012
SK-6 (Aliye Akben Hayratı)	12	8,17	253	139,8	6,42	2014
SK-7	11	8,1	361	210	6,33	2012
SK-8	10	8,3	254	160	4,16	2012
SK-9	11	7,84	189	103,3	4,14	2014
SK-10 (DSİ çeşmesi)	11	7,7	478	290	4,12	2012
SK-11	15	7,64	522	295,4	5,28	2012
SK-12	16	7,9	464	310	5,74	2012
SK-13	14	7,8	472	320	5,48	2012
SK-14	12	7,97	403	229,5	3,12	2014
SK-15 (Aslanlıçeşme)	11	7,9	346	200	1,6	2012
SK-16	10	7,7	380	195	2,43	2012
SK-17	13	7,8	367	216	2,75	2012

İnceleme alanındaki soğuk su kaynaklarının sıcaklıkları Mayıs 2012’de 10°C-12°C arasında ölçülmüştür. Çeşmelerden yapılan ölçümlerde suların sıcaklığı 11°C-15°C arasında, sıcak su sondajlarında ise 43°C-49°C arasında değişmektedir. Mayıs 2014’de yapılan ölçümlerde soğuk su kaynaklarının sıcaklığının 11°C-14°C arasında, çeşmelerde yapılan ölçümlerde suların sıcaklığı 12°C-17°C arasında, sıcak su sondajlarında ise 42°C-49°C ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik cisimlerin elektriği geçirme özelliği olup özgül elektriksel iletkenlik, elektriksel direncin karıştıdır. Suyun özgül iletkenliği iyon cinsine, derişimine ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Suların elektriksel iletkenliğe bağlı sınıflaması Tablo 4.4.’de, inceleme alanından alınan su örneklerinin EC değerlerine göre sınıflaması ise Tablo 4.5.’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Suların elektriksel iletkenliğe göre sulama suyu açısından sınıflaması (Erguvanlı ve Yüzer, 1973)

EC	Suyun Sınıfı
<250	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
>3000	Kullanılmaz

Tablo 4.5. İnceleme alanındaki suların elektriksel iletkenlik değerlerine göre sulama suyu sınıflaması

Çeşme Adı	EC(25 °C) ($\mu\text{S/cm}$)	Sınıfı
SK-1	203	Çok iyi
SK-2 (Hançerli)	195	Çok iyi
SK-3 (Yeniyanapan)	195	Çok iyi
SK-4	200	Çok iyi
SK-5 (Yavuz Selim Cd.)	194	Çok iyi
SK-6 (Aliye Akben Hayratı)	253	İyi
SK-7	361	İyi
SK-8	254	İyi
SK-9	189	Çok iyi
SK-10 (DSİ çeşmesi)	478	İyi
SK-11	522	İyi
SK-12	464	İyi
SK-13	472	İyi
SK-14	403	İyi
SK-15 (Aslanlıçeşme)	346	İyi
SK-16	380	İyi
SK-17	367	İyi

pH sudaki hidrojen iyonu derişiminin bir ölçüsü olup sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi gösterir. Soğuk yer altı sularının pH değeri 4-9 arasındadır. Jeotermal suların pH değeri kaynamaya bağlı olarak ve karbondioksitin ortamdan uzaklaşmasına bağlı olarak değışkenlik göstermektedir. pH akışkanın sıcaklık ve tuzluluğuna bağlı olarak değışmektedir (Nicholson, 1993). Çalışma alanındaki sıcak ve soğuk suların pH değeri 7-9 arasında değışmekte olup sular bazik özelliktedir.

4.2. Suların Kimyasal Özellikleri

4.2.1. Majör iyonlar

Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{-2} iyonları doğal suların toplam iyon içeriğinin büyük bir kısmını teşkil etmektedirler. İnceleme alanında yer alan sıcak ve soğuk suların majör iyon analiz sonuçları Tablo 4.6. ve Tablo 4.7.'de verilmiştir. Analizleri yapılan iyonlara ait açıklamalar aşağıda açıklanmıştır.

Sodyum (Na^+) ve Potasyum (K^+)

Doğal sularda Na^+ iyonu yaygın olarak bulunmaktadır ve bu iyonlar suda kolayca çözünebilmektedirler. Kil mineralleri, feldispatlar, feldispatoidler, evaporitler ve magmatik kayalar yarkabuğunda bu iyonun çoğunlukla bulunduğu kaynaklardır. Yer altı sularında Na^+ içeriği 6-130 mg/l, içme ve kullanma sularda ise en fazla 175 mg/l olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2005).

Feldispatlar, feldispatoidleri, kil mineralleri ve mikalar K^+ iyonu için kaynak teşkil etmektedirler. K^+ iyon içeriği doğal sularda en fazla 20 mg/l, sıcak su kaynaklarında 100 mg/l (Doğan, 1981), içme ve kullanma sularında ise en fazla 12 mg/l olabilmektedir (Anonim, 2005).

İnceleme alanında yer alan soğuk suların Na^++K^+ değerleri incelendiğinde en yüksek değer 575,43 mg/l ile SK-12, en düşük değer ise 0,87 mg/l ile SK-9 sularında olduğu görülmektedir.

İnceleme alanındaki sıcak su sondajlarından alınan sular incelendiğinde ise en yüksek Na^++K^+ iyon değerine sahip suyun 31,2 mg/l ile TK-2 olduğu, en düşük değere sahip suyun ise 14,2 mg/l ile TK-5 olduğu belirlenmiştir.

Kalsiyum (Ca^{+2}) ve Magnezyum (Mg^{+2})

Doğal sularda Ca^{+2} iyonu oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Magmatik kayaların birçoğunun asıl bileşiminde yer alan bir iyondur. Tortul kayalarda genel olarak kalsit, dolomit şeklinde bulunmaktadır. Doğal sularda yer alan Ca^{+2} iyon miktarı büyük oranda suyun içerisinde yer aldığı kayalar ile ilişkilidir. İçme ve kullanma sularında Ca^{+2} iyon miktarı en fazla 200 mg/l olmalıdır (Anonim, 2005).

Fazla miktarda çözünürlüğe sahip olan Mg^{+2} iyonu doğal sulara 100 mg/l ye kadar bulunabilir. Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının her ikisi de suların sertliğine etki eden ana iyonlardır; ayrıca bu iyonların herhangi bir zehirleyici etkileri bulunmamaktadır (Doğan, 1981).

İnceleme alanında yer alan soğuk sulardaki Ca^{+2} iyon değerleri 32,68-107,36 mg/l arasında; Mg^{+2} iyon değerleri ise 3,05-27,96 mg/l arasındadır. Sıcak sulardaki Ca^{+2} iyon değerleri 42,82-54 mg/l; Mg^{+2} iyon değerleri ise 19,2-25 mg/l arasındadır.

Alkalinite (HCO_3^- ve CO_3^{2-})

Alkalinite suların içermiş oldukları çözünmüş maddelerin asitlerle tepkimeye girmesi ve bunun sonucunda nötr hale gelme kapasitesidir. Sulardaki alkalinite özelliğini atmosferde bulunan CO_2 ile toprakta ve doymun olmayan zonda üretilen gazlar meydana getirmektedir. Bunun haricinde SO_4^{2-} iyonunun indirgenmesi ile CO_3^{2-} lı kayaçların metamorfizma geçirmesi sonucunda da CO_2 oluşmaktadır.

İnceleme alanında yer alan soğuk sulardaki HCO_3^- değerleri 32,94 mg/l ile 369,05 mg/l arasında yer almaktadır. Sıcak sulara ise bu değer 240,95 mg/l ile 301,95 mg/l arasındadır. Sıcak sulara bu değerlerin ortalamasının yüksek olması bu suların geldiği rezervuar kayaçların rekristalize kireçtaşları olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Klorür (Cl^-)

Cl^- iyonu oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Asıl olarak sedimentler kayaçlardan evaporitlerde fazla miktarlarda bulunmasına karşın magmatik kökenli kayçalarda da bulunabilmektedir. Ortamdaki yağışın Cl^- iyonu miktarıyla değişkenlik gösterebilmesine rağmen sulara bu değer 10 mg/l ile 200 mg/l arasındadır.

İnceleme alanında yer alan soğuk sulara SK-6, SK-9, SK-13 ve SK-14 sularında bu değer <1 mg/l olarak ölçülmüştür. Diğer soğuk sulara ise bu değer 0,07 mg/l ile 20,59 mg/l arasında değer göstermektedir. Sıcak sulara ise Cl^- iyon derişimi 3 mg/l ile 13,1 mg/l arasındadır.

Sülfat (SO_4^{-2})

S elementi indirgenmiş olarak sedimanter ve magmatik kayalar içerisinde fazla miktarda bulunmaktadır. Fakat bu elementin suya geçmesi için sülfürlü minerallerin su ile etkileşim haline geçmesi, bozunarak oksitlenmesi ve sonuçta da SO_4^{-2} iyonlarına dönüşmesi gerekmektedir.

İnceleme alanındaki soğuk sulardaki SO_4^{-2} iyon miktarı 3,34 mg/l ile 1029,6 mg/l arasındadır. Sıcak sulara ise SO_4^{-2} iyon miktarı 18,1 mg/l ile 40 mg/l arasında değer almaktadır.

4.2.2. Kirlilik analizleri

İnceleme alanında yer alan SK-6, SK-9, SK-11, SK-14 soğuk sularında; TK-7, TK-8 sıcak sularında kirlilik tespitine yönelik olarak NO_2 , NO_3 , NH_4 , PO_4 analizleri yaptırılmıştır (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerine ait kirlilik analizi sonuçları (mg/l)

Örnek Adı	Örnekleme Tarihi	NO_2	NO_3	NH_4	PO_4
SK-6	Mayıs 2014	<0,060	3,599	0,076	<0,010
SK-9	Mayıs 2014	<0,060	1,660	0,047	<0,010
SK-11	Mayıs 2014	<0,060	0,361	0,235	<0,010
SK-14	Mayıs 2014	<0,060	1,493	0,218	<0,010
TK-7	Mayıs 2014	<0,060	<0,060	<0,025	<0,010
TK-8	Mayıs 2014	<0,060	<0,060	<0,025	<0,010

Nitrit (NO_2)

NO_2 iyonu sulara düşük miktarlarda bulunmaktadır. Sulara bu iyonun varlığı aktif organik kirlenme olduğunu göstermektedir (McNeely vd. 1979). Oldukça zehirli özelliğe sahip bir iyondur, bu nedenle içme sularında NO_2 iyonu 0,5 mg/l yi geçmemelidir (Anonim 2005). Analiz yaptırılan örneklere bakıldığında bu değer <0,060 dır. Bu da herhangi bir tehlike arz etmemektedir (Tablo 4.6.).

Nitrat (NO₃)

Başlıca insan ve hayvan atıkları, magmatik ve volkanik gazlar NO₃ iyonuna kaynak oluşturmaktadırlar. NO₂ iyonunda olduğu gibi NO₃ iyonunda da 5 mg/l değerinin aşılması kirlilik belirtisidir. İçme sularında bu değer 50 mg/l den az olması gerekmektedir. Analizleri yapılan örnekler bakıldığında SK-6 örneğindeki NO₃ iyonu miktarının diğerlerine oranla fazla olduğu gözlenmektedir (Tablo 4.6.).

Amonyum (NH₄)

NH₄ iyon değeri doğal sularda genel olarak <0,1 mg/l dir. İçme ve kullanma sularında ise bu değer 0,5 mg/l yi aşmaması gerekmektedir (Anonim, 2005).

İnceleme alanında yer alan sıcak sulardan TK-7 ve TK-8 sularında bu değer <0,025 olduğu gözlenmekte; soğuk sulardaki NH₄ iyon değerinin ise 0,047 mg/l ile 0,235 mg/l arasında değer aldığı gözlenmektedir (Tablo 4.6.).

Fosfat (PO₄)

PO₄ iyonu sedimanter ve magmatik kayalar içerisinde oldukça yaygın bir iyondur. PO₄ iyon derişim miktarının 0,1 mg/l üzerinde olması çamur ve alg çoğalmasına neden olacağından kullanımı olumsuz yönde etkilemektedir (McNeely vd. 1979). Analizleri yapılan örnekler bakıldığında tümünün <0,010 mg/l değeriyle sınır değer altında kaldığı gözlemlenmiştir.

4.2.3. Ağır metaller

Minör bileşenler olarak da adlandırılabilen ağır metaller doğal sulara atıklar ya da madencilik faaliyetleri neticesinde karışabileceği gibi suyun dolaşırken etkileşim halinde bulunduğu kayalar da ağır metal içeriklerini büyük oranda etkilemektedir. Ancak genel olarak ağır metal derişimleri sularda 1mg/l den daha az miktarda bulunmaktadır (Frezeze ve Cherry, 1979).

Tablo 4.7. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerine ait ağır metal analizleri (mg/l)

Örnek Adı	Örnekleme Tarihi	Fe	Mn	Cu	Cr	Ni	Zn	Cd	Pb
SK-6	Mayıs 2014	<10	<0.05	0.9	8.9	<0.2	3.5	<0.05	<0.1
SK-9	Mayıs 2014	<10	<0.05	1.1	6.9	<0.2	1.3	<0.05	<0.1
SK-11	Mayıs 2014	<10	<0.05	0.4	15.7	0.3	<0.5	<0.05	<0.1
SK-14	Mayıs 2014	<10	<0.05	0.3	13.5	<0.2	<0.5	<0.05	<0.1
TK-7	Mayıs 2014	<10	1.71	0.3	14.5	<0.2	<0.5	<0.05	<0.1
TK-8	Mayıs 2014	<10	<0.05	0.2	12.9	<0.2	<0.5	<0.05	<0.1

Demir (Fe) ve Manganez (Mn)

Fe doğada oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Kullandığımız suları için Fe miktarının maksimum 0,2 mg/l olması gerekmektedir (Anonim, 2005). Manganez ise metamorfik ve magmatik kayalarda bulunmaktadır. Manganez miktarı su içerisinde çözülmüş oksijen miktarına bağlı olarak değişmektedir.

Analizleri yapılan örneklere bakıldığında Fe miktarının <10 mg/l olduğu görülmektedir. Manganez değeri ise TK-7 sıcak suyunda 1.71 mg/l dir, diğerlerinde ise <0.05 mg/l dir.

Bakır (Cu)

Sularda yer alan Cu miktarının çok düşük bir miktarı doğal kökenlidir çünkü Cu minerallerin çözünürlüğü çok düşüktür (Hem, 1985). İçme ve kullanma sularında Cu miktarının 2 mg/l değerini aşmaması gerekmektedir (Anonim, 2005). Analizlere bakıldığında Cu değerinin 0.2 mg/l ile 1.1 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla analiz sonuçlarında Cu değerlerinin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

Krom (Cr)

Cr suların bileşimine kayalardan geçebileceği atıklardan da geçebilmektedir. Cr değeri doğal sularda çoğunlukla 0.01 mg/l ile 2 mg/l arasında değer almaktadır. İçme sularında Cr sınır değeri 0,05 mg/l olarak belirlenmiştir (Anonim, 2005). Analiz

sonuçlarına baktığımızda Cr değerinin 6.9 mg/l ile 15.7 mg/l arasında olduğunu görmekteyiz (Tablo 4.7.).

Nikel (Ni)

Ni çoğunlukla magmatik kayaların yapısında bulunan bir elementtir. Ni doğal sulara 0,005 mg/l ile 1 mg/l arasında değer alabilmektedir. Analizleri yapılan örneklerle baktığımızda SK-11 numunesi hariç diğer sulara bu değer <0.2 mg/l olduğu, sadece SK-11 numunesinde bu değer 0.3 mg/l olduğu görülmektedir (Tablo 4.7.).

Çinko (Zn) ve Kadmiyum (Cd)

Zn elementinin 25 mg/l derişimlere kadar olumsuz bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir (McNeely vd. , 1979). SK-6 numunesinde Zn değeri 3.5 mg/l, SK-9 numunesinde ise 1.3 mg/l dir. Diğerleri ise <0.5 mg/l dir.

Doğal sulardaki Cd elementi miktarı genel olarak 0.001 mg/l ile 0.01 mg/l arasındadır. Analizlere bakıldığında numunelerde yer alan Cd değerinin <0.05 mg/l olduğu görülmektedir (Tablo 4.7.).

Kurşun (Pb)

Pb elementi doğal sulara eser miktarda bulunmaktadır, fakat zamanla birikim yaparak zehirli bir etkiye sahip olmaktadır (Anonim, 2005). İçme sularında Pb element miktarının maksimum 0,01 mg/l olması gerekmektedir. Tüm numunelerde Pb miktarının <0.1 mg/l olduğu görülmektedir.

4.3. İnceleme Alanındaki Suların Kökeni

İnceleme alanından alınan soğuk sular ve sıcak sular için yapılan kimyasal analiz sonuçları ile bölgedeki su kaynaklarının kimyasal özellikleri ve litoloji ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu nedenle, yapılan kimyasal analiz sonuçları ile Schoeller ve Piper diyagramları çizilmiş, soğuk su kaynaklarının birbirleriyle ve sıcak sularla olan benzerlik ve farklılıkları belirlenmiştir.

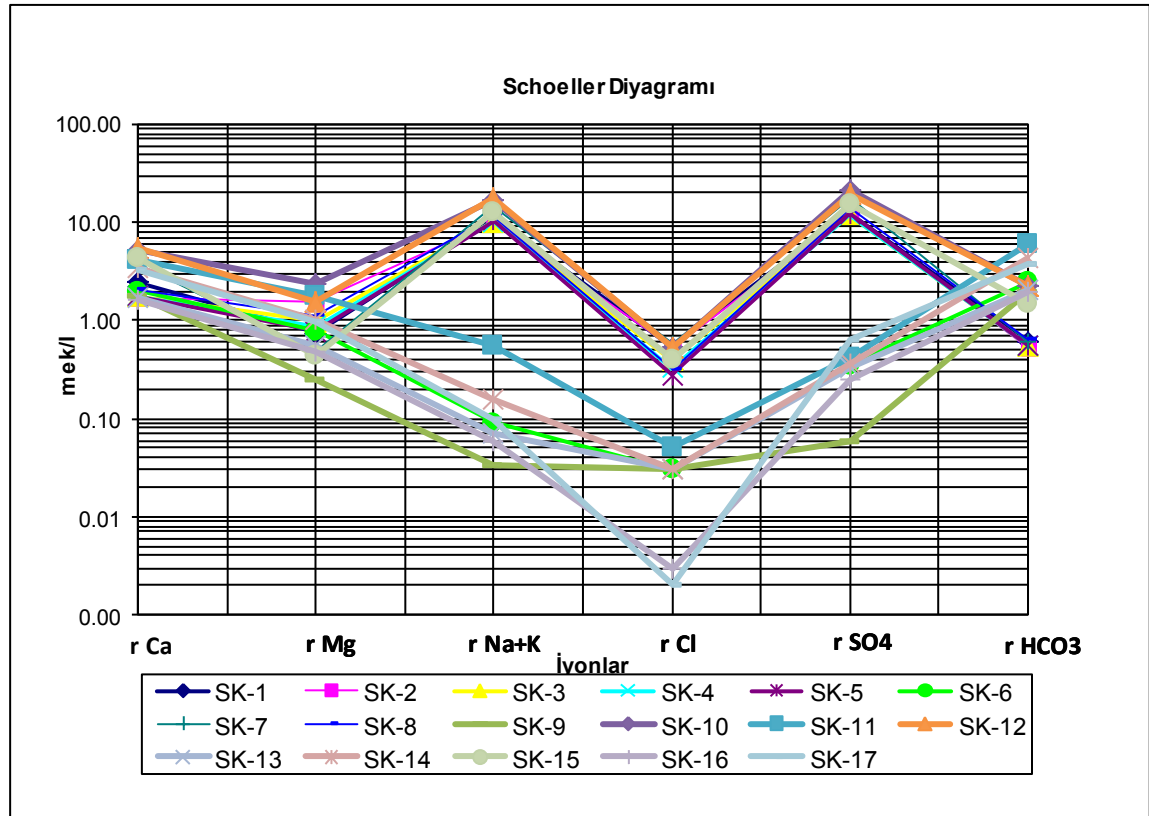
4.3.1. Schoeller diyagramı

İnceleme alanındaki sıcak su kaynaklarının, soğuk su kaynaklarının ve mineralli suyun birbirleriyle olan kökensel benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulması amacıyla Schoeller diyagramı çizilmiştir (Şekil 4.1., Şekil 4.2.).

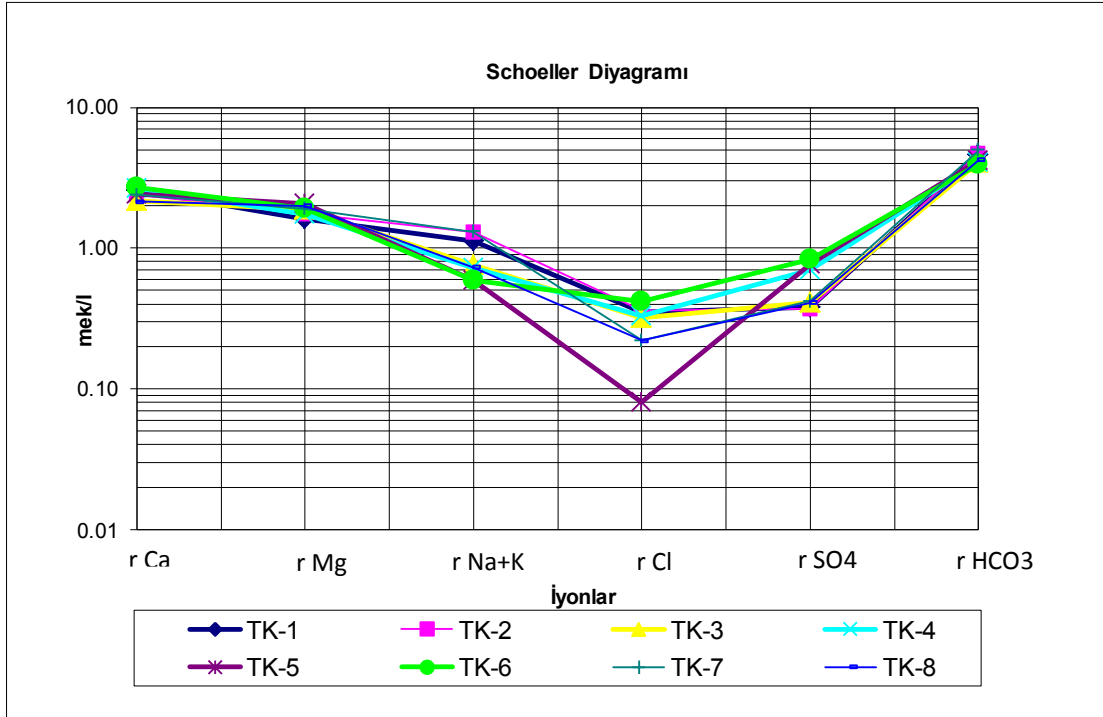
Schoeller diyagramında sıcak su kuyularının çizgilerinin (TK-1, TK-2, TK-3, TK-4, TK-5, TK-6, TK-7, TK-8) birbirine paralel olması bu suların benzer beslenime ve hazne kayaç tipine sahip olduklarını göstermektedir. İyonların sıralanışı $rCa > rMg > r(Na+K)$, $r(HCO_3+CO_3) > rSO_4 > rCl$ şeklindedir.

Soğuk su çeşmelerinden SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-7, SK-8, SK-10, SK-15, SK-17 nolu çeşmelerde iyonların sıralanışı $rNa+K > rCa > rMg$, $rSO_4 > rHCO_3 > rCl$ şeklindedir. SK-6, SK-9, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14, SK-16 nolu çeşmelerde ise iyonların sıralanışı $rCa > rMg > rNa+K$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$ şeklindedir.

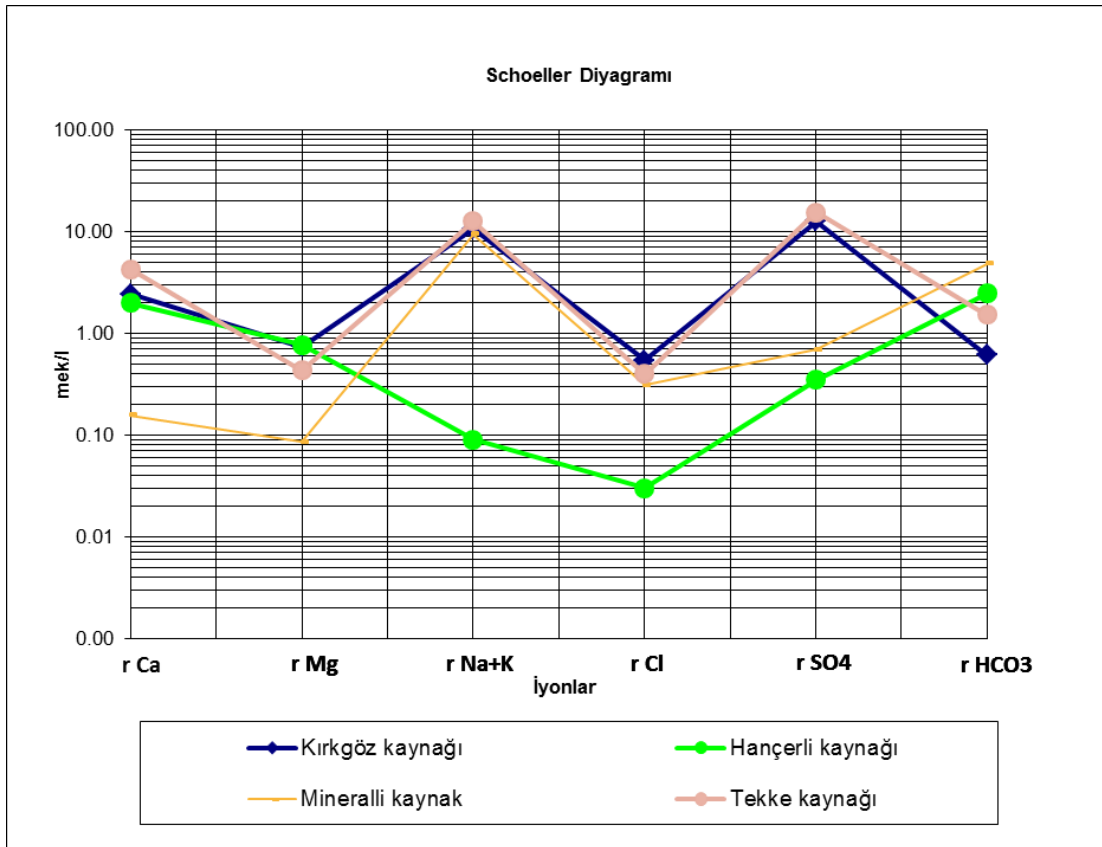
Mineralli kaynak ise Kırkgöz ve Tekke kaynaklarına ait sularla benzerlik göstermekte olup Na-HCO₃ fasiyesindedir. İyonların sıralanışı $rNa+K > rMg > rCa$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$ şeklindedir.



Şekil 4.1. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014)



Şekil 4.2. İnceleme alanında yer alan sıcak suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014)



Şekil 4.3. İnceleme alanında yer alan soğuk kaynaklar ile mineralli kaynak suların Schoeller diyagramı (Mayıs, 2014; Eylül, 2015)

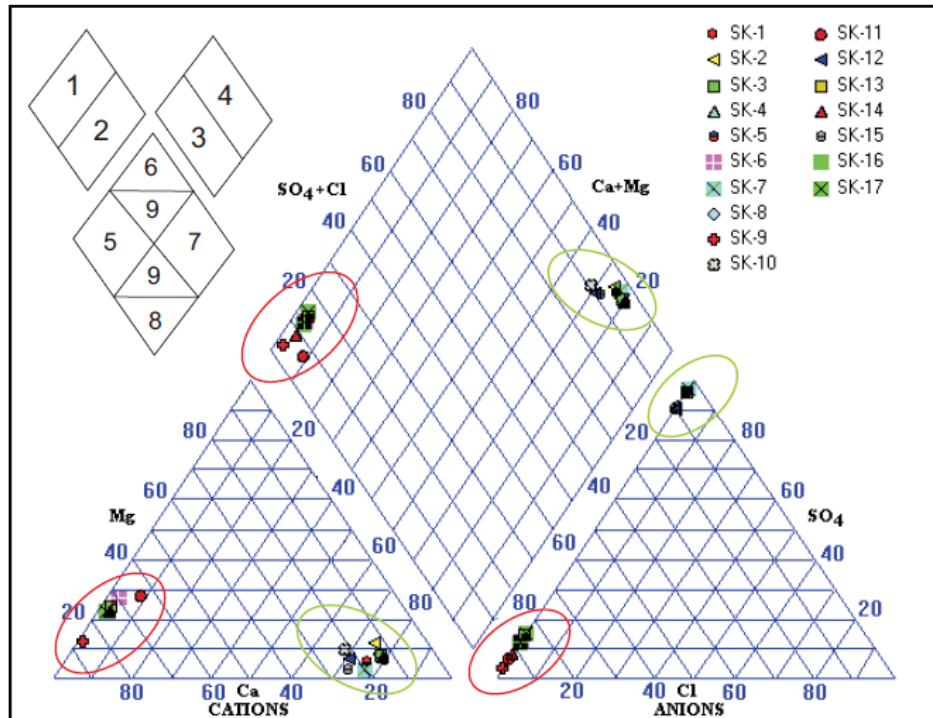
4.3.2. Piper diyagramı

Bu diyagram anyon ve katyonların % meq/l değerlerinin ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların gösterildiği bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların hidrokimyasal fasiyes tiplerinin görülmesinde, dörtgen ise suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır.

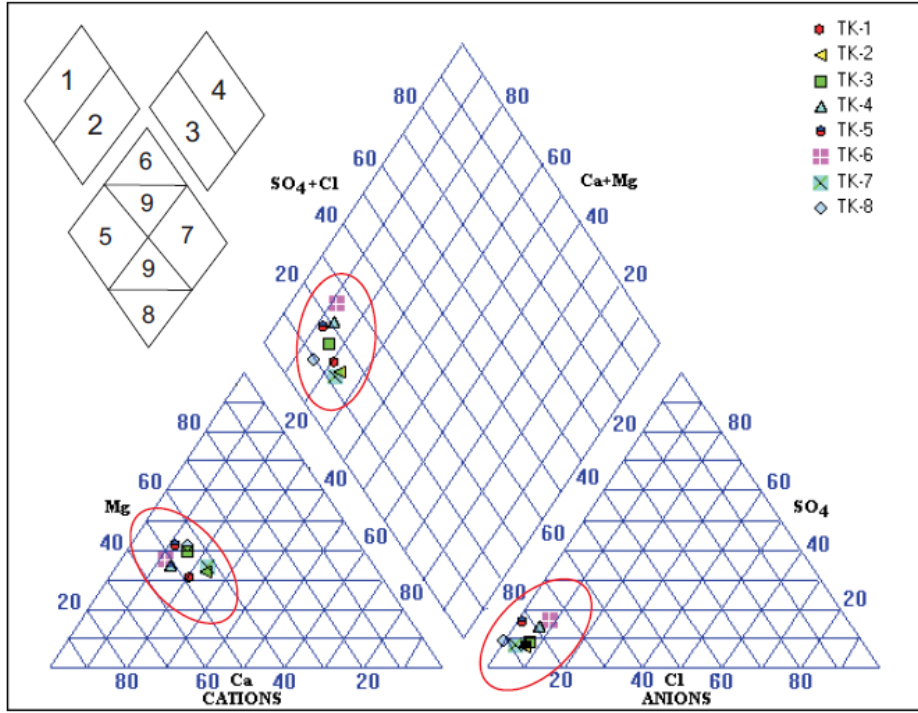
İnceleme alanındaki soğuk sular Piper diyagramında iki ayrı grupta toplanmaktadır (Şekil 4.4.). SK-6, SK-9, SK-11, SK-13, SK-14, SK-16, SK-17 suları 5.bölgede gruplanmış olup bölgede, karbonat sertliği>karbonat olmayan sertlik dir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 lı sulardır. Karbonat sertliği % 50 den fazla olan sulardır.

SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-7, SK-8, SK-10, SK-12, SK-15, SKM nolu sular 7.bölgededir. Bu bölgede karbonat olmayan alkalinite>karbonat alkalinitesi dir.

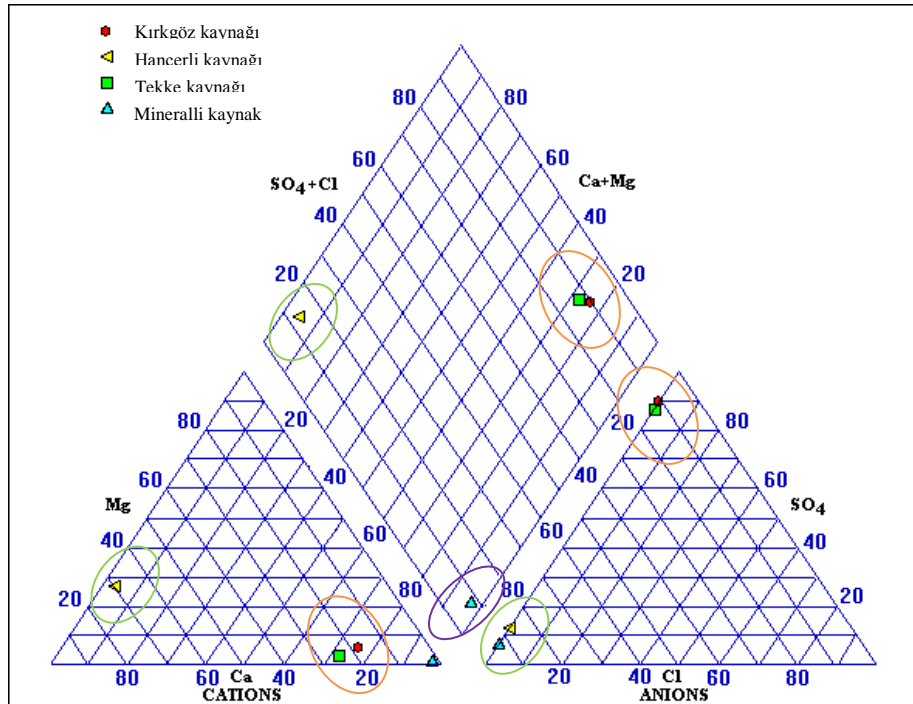
İnceleme alanındaki sıcak sular 5.bölgede gruplanmış olup bölgede, karbonat sertliği>karbonat olmayan sertlik dir (Şekil 4.5.). Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 lı sulardır. Karbonat sertliği % 50 den fazla olan sulardır. Sıcak su kuyularının aynı bölgede kümelenmeleri bu suların benzer beslenme, dolaşım ve depolanım özelliklerine sahip oldukları anlamına gelmektedir. Bu sularda HCO_3 iyonunun baskın olması bu kuyulardaki sıcak su akiferinin karbonatlı kayalar olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum sondaj loglarında da görülmektedir.



Şekil 4.4. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Piper diyagramı (Mayıs, 2014)



Şekil 4.5. İnceleme alanında yer alan sıcak suların Piper diyagramı (Mayıs, 2014)



Şekil 4.6. İnceleme alanında yer alan soğuk su kaynaklarının Piper diyagramı (Mayıs, 2014; Eylül, 2015)

İnceleme alanındaki soğuk kaynak suları Piper diyagramında üç ayrı grupta toplanmaktadır (Şekil 4.6.). Hancerli kavağı 5.bölgede yer almaktadır. Bu bölgedeki sulara, karbonat sertliği>karbonat olmayan sertlik dir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 lı

sulardır. Karbonat sertliği % 50 den fazla olan sulardır. Kırkgöz kaynağı ve Tekke kaynağı 7. Bölgede yer almaktadır. Bu bölgede karbonat olmayan alkalinite>karbonat alkalinitesi dir. Mineralli kaynak ise 8. Bölgede yer almaktadır. Bu bölgede karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalilik dir ve bu sular doğada az rastlanan aşırı yumuşak sulardır.

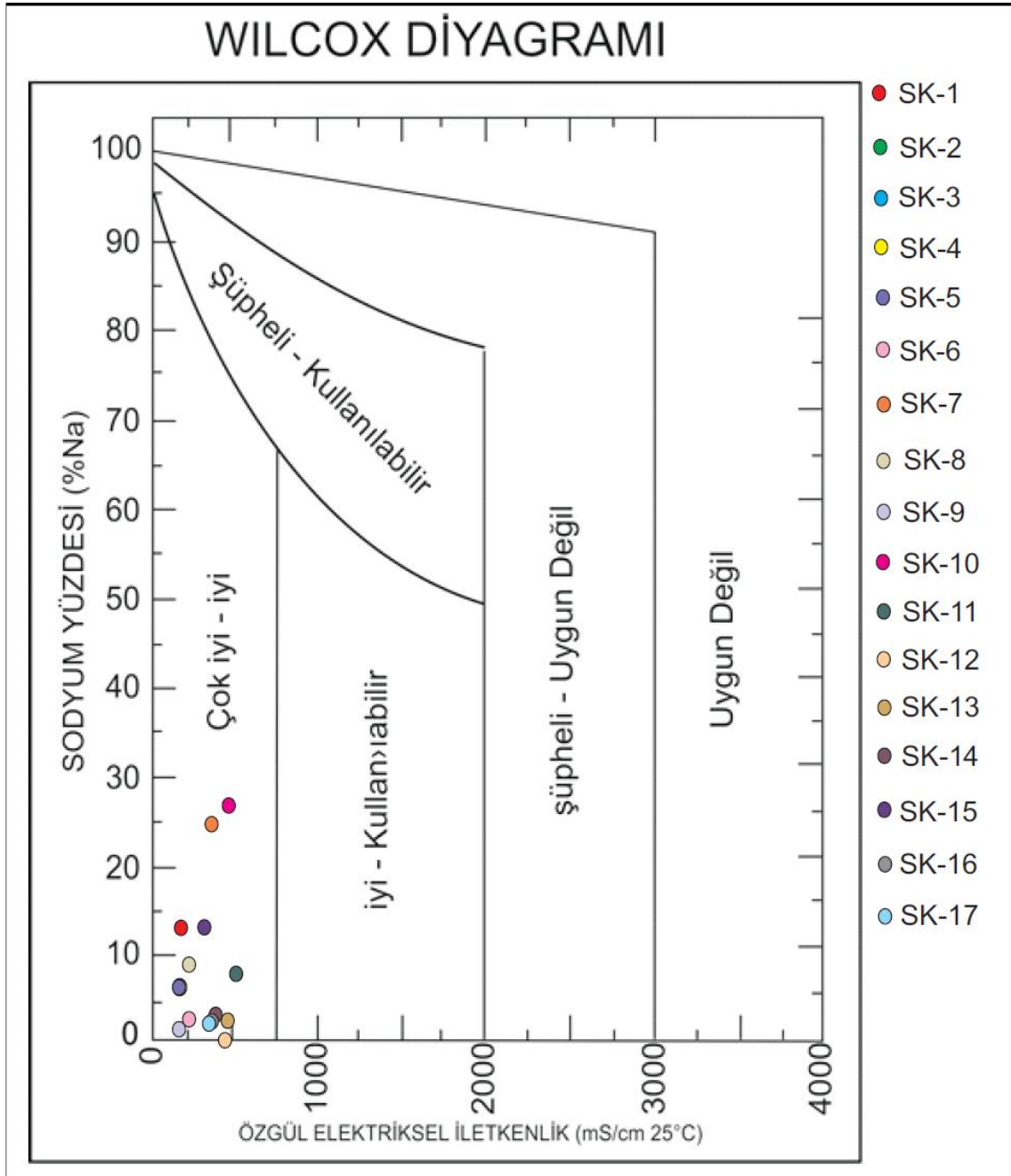
4.4. AIH (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği) sınıflaması

Suların fizikokimyasal tahlil sonuçları % meq/l ye çevrilmiştir. Sınıflamada önce sınır değerlerini aşan özel elemanlar, %20'yi aşan katyonlar, %20'yi aşan anyonlar, sıcaklık ve minerallilik sırasıyla yazılır. Buna göre inceleme alanındaki suların AIH'a göre sınıflaması şöyledir:

SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-8, Kırkgöz kaynağı: Potasyumlu, Sülfatlı soğuk su
 SK-6, SK-11, SK-14, Hançerli kaynağı: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı, Kükürtlü soğuk su
 SK-7, SK-10, SK-12: Potasyumlu, Sodyumlu, Kalsiyumlu, Sülfatlı soğuk su
 SK-9: Kalsiyumlu, Bikarbonatlı soğuk su
 SK-13: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı soğuk su
 SK-15, Tekke kaynağı: Potasyumlu, Kalsiyumlu, Sülfatlı soğuk su
 Mineralli kaynak: Sodyumlu, Bikarbonatlı, Borlu soğuk su
 SK-16, SK-17: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı soğuk su
 TK-1, TK-2: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sodyumlu, Bikarbonatlı sıcak su
 TK-3, TK-4, TK-5, TK-6: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı sıcak su
 TK-7: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sodyumlu, Bikarbonatlı, Kükürtlü sıcak su
 TK-8: Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı, Kükürtlü sıcak su

4.5. Wilcox diyagramı

Suların sulama açısından sınıflandırılabilmesi için Wilcox diyagramı kullanılır. Wilcox diyagramında yatay eksende suların 25 °C de elektriksel iletkenlik değerleri ($EC \cdot 10^6$), dikey eksende ise sodyum yüzdeleri işaretlenerek kesişen nokta diyagram üzerine işaretlenir. İnceleme alanındaki soğuk sular çok iyi-iyi sular sınıfındadır (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. İnceleme alanında yer alan soğuk suların Wilcox diyagramı (Mayıs, 2014)

4.6. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

Sulama sularının sınıflandırılmasında kullanılan ABD Tuzluluk diyagramında yatay ekseninde suların 25 °C deki elektrik iletkenliği, düşey ekseninde ise sodyum adsorpsiyon oranları (SAR) işaretlenmektedir. (Şekil 4.8)

İnceleme alanındaki soğuk sular C1S1 ve C2S1 grubunda yer almaktadır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-9 suları C1S1 grubunda olup az tuzlu az sodyumlu sulardır. SK-6, SK-7, SK-8, SK-10, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14, SK-15, SK-16, SK-17 nolu sular ise C2S1 grubunda olup orta derecede tuzlu, düşük sodyumlu sular sınıfındadır.

C1: Az tuzlu su. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir.

S1: Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur.

C2: Orta tuzlulukta su. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.

4.7. Kalsiyum Denge Diyagramı (Langelier Diyagramı)

Suların karbonat doygunluğunun saptanmasında Langelier kalsiyum denge diyagramı kullanılmaktadır. Bu diyagramda düşey ekseninde Ca (meq/l), yatay ekseninde suyun pHS ve toplam alkalinite (CO_3+HCO_3) meq/l ise eğriler şeklinde diyagram içinde işaretlenmiştir. Düşey ekseninde suyun Ca değeri işaretlenir, bu noktadan yatay eksene bir paralel çizilir. Suyun alkalinitesini gösteren çizgiye kadar gidilir. Bu noktadan bir dikme inilerek pHS değeri bulunur. Suyun pH ı ile karşılaştırılır ve doygunluk indeksi

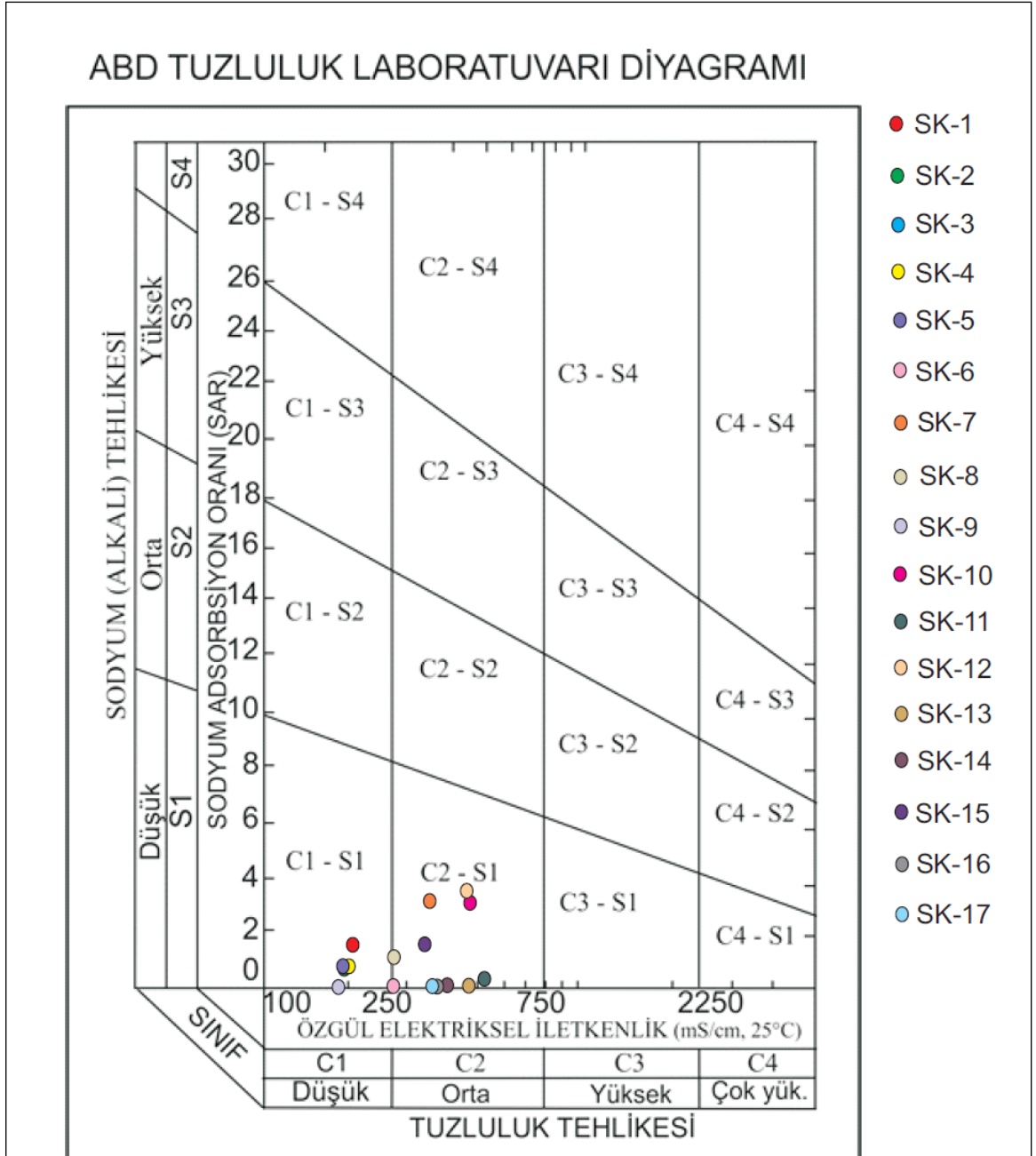
$DI = pH - pHS$ bağıntısından doygunluk indeksi hesaplanır.

$DI > +0.1$ ise suda karbonat çökmesi izlenir.

$DI = \pm 0.1$ ise su karbonatça doygunudur.

$DI < -0.1$ ise karbonat çözümlenebilir.

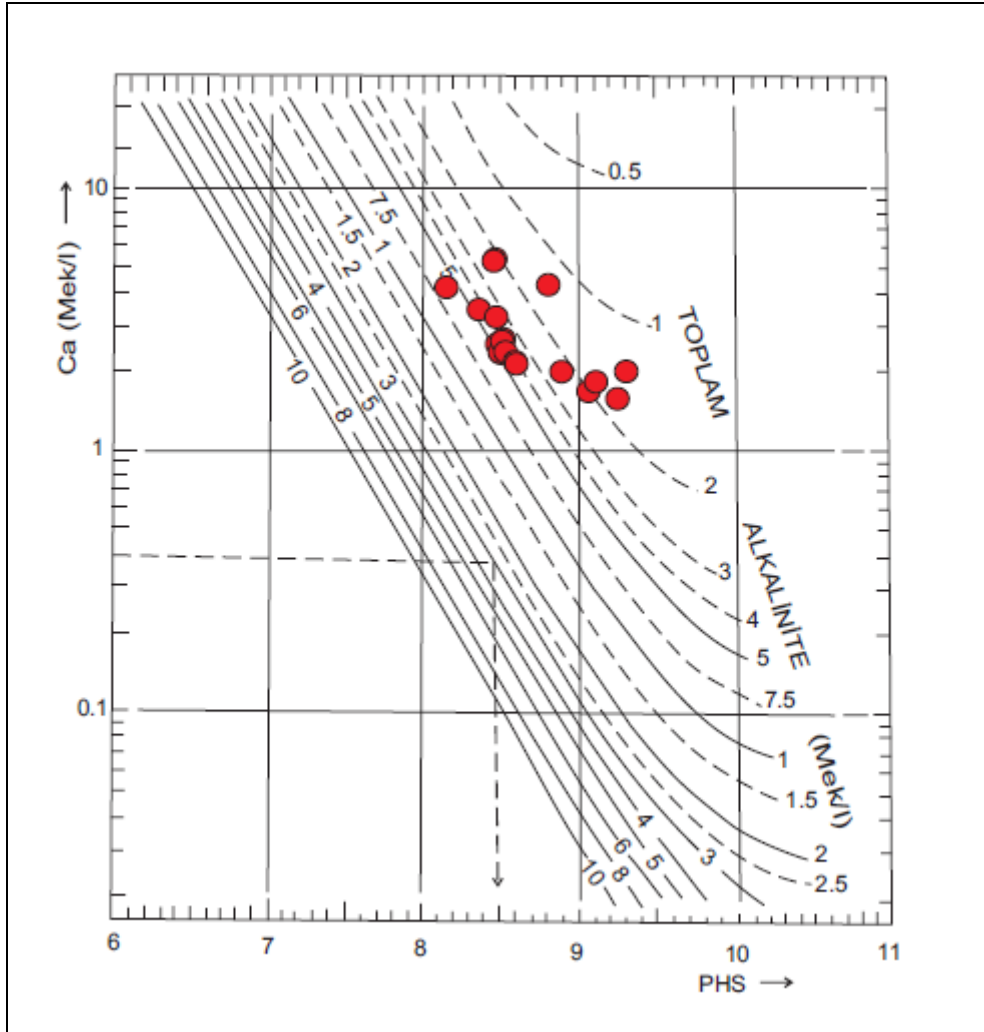
Langelier kalsiyum denge diyagramına göre Süleymanlı kaplıcasına ait sıcak sular kireçlendirici özellik gösterirler (Ölmez, 1983).



Şekil 4.8. İnceleme alanında yer alan soğuk suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı (Mayıs, 2014)

Tablo 4.8. İnceleme alanı içerisindeki su örneklerinin doygunluk indeksi (DI) değerleri

SK-6: DI = 8.17 – 8.88 = - 0.71	TK-1: DI = 7.3 – 8.49 = - 1.19
SK-9: DI = 7.84 – 9.1 = - 1.26	TK-2: DI = 7.4 – 8.51 = - 1.11
SK-10: DI = 7.7 – 8.47 = - 0.77	TK-3: DI = 7.3 – 8.6 = - 1.3
SK-11: DI = 7.64 – 8.17 = - 0.53	TK-4: DI = 7.3 – 8.52 = - 1.22
SK-12: DI = 7.9 – 8.48 = - 0.58	TK-5: DI = 7.08 – 8.54 = - 1.46
SK-13: DI = 7.8 – 9.05 = - 1.25	TK-6: DI = 8.02 – 8.52 = - 0.5
SK-14: DI = 7.97 – 8.38 = - 0.41	TK-7: DI = 7.7 – 8.51 = - 0.81
SK-15: DI = 7.9 – 8.81 = - 0.91	TK-8: DI = 7.67 – 8.61 = - 0.94
SK-16: DI = 7.7 – 9.24 = - 1.54	
SK-17: DI = 7.8 – 8.49 = - 0.69	

**Şekil 4.9.** İnceleme alanında yer alan suların Langlier (Kalsiyum Denge) diyagramı (Mayıs, 2014)

Tablo 4.9. İnceleme alanındaki soğuk sulara ait fizikokimyasal özellikler

Kaynak veya Kuyu Adı	Analiz Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/cm)	TDS (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	As (mg/l)	B (mg/l)	Br (mg/l)	Fe (mg/l)	S (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	SAR	Na ⁺ (%)
SK-1	2012	10	8,1	203	110	341,64	41,17	48,8	8,88	37,21	19,17	603,84	5,12	<0,0005	0,013	0,008	<0,01	3	0,055	1,42	13,07
SK-2	“	“	8,2	195	“	352,17	19,78	34,8	18,72	32,94	18,46	582,72	4,63	“	0,011	0,007	“	4	0,058	0,67	6,55
SK-3	“	14	8,1	“	130	362,31	“	35	11,76	34,16	13,845	573,12	4,72	“	0,012	0,011	“	3	0,061	0,74	6,71
SK-4	“	12	7	200	120	367,38	“	35,2	10,56	“	11,89	577,2	3,95	“	0,009	0,009	“	3	0,064	0,75	6,65
SK-5	“	13	8,1	194	140	372,45	“	35,4	9,36	“	9,94	581,76	5,27	“	0,01	0,012	“	4	0,067	0,77	6,67
SK-6	2014	12	8,17	253	139,8	0,45	2,04	39,93	9,25	150,67	<1	17,25	4,82	“	0,011	0,01	“	8	0,07	0,06	2,80
SK-7	2012	11	8,1	361	210	382,98	106,49	75,8	5,76	37,82	20,59	841,92	3,25	“	0,007	0,008	“	2	0,073	3,17	24,75
SK-8	“	10	8,3	254	160	393,51	30,59	41,2	13,68	39,04	11,005	655,68	2,58	“	0,006	0,006	“	3	0,076	1,05	9,10
SK-9	2014	11	7,84	189	103,3	0,16	0,71	35,87	3,05	121,024	<1	3,34	1,96	“	<0,005	0,005	“	2	0,08	0,02	1,44
SK-10	2012	“	7,7	478	290	414,18	139,84	105	27,96	140,3	18,46	1029,6	6,24	“	0,032	0,013	“	1	0,095	3,12	25,06
SK-11	2014	15	7,64	522	295,4	0,91	12,21	83,27	21,65	369,05	2	20,05	10,9	“	0,064	0,02	“	10	0,11	0,30	8,14
SK-12	2012	16	7,9	464	310	424,32	151,11	107,36	18,43	137,37	19,32	946,416	9,87	“	0,052	0,017	“	4	0,102	3,53	26,98
SK-13	“	14	7,8	472	320	0,48	1,57	34,87	6,82	122,61	<1	15,84	9,02	“	0,036	0,014	“	4	0,096	0,05	2,53
SK-14	2014	12	7,97	403	229,5	0,53	3,67	69,67	12,55	261,69	“	17,68	8,41	“	0,014	0,01	“	8	0,09	0,09	3,20
SK-15	2012	11	7,9	346	200	403,65	51,98	85,4	5,16	92,11	14,2	739,68	7,54	“	0,013	0,008	“	3	0,084	1,48	13,07
SK-16	“	10	7,7	380	195	0,36	1,24	32,68	5,97	117,73	0,1	12	7,41	“	0,015	0,009	“	2	0,078	0,04	2,29
SK-17	“	13	7,8	367	216	0,72	2,08	65,24	11,71	224,48	0,07	31,2	6,98	“	0,016	0,011	“	2	0,072	0,06	2,07

Tablo 4.10. İnceleme alanındaki sıcak sulara ait fizikokimyasal özellikler

Kaynak veya Kuyu Adı	Analiz Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/m)	TDS (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	As (mg/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)	S (mg/l)	Br (mg/l)	SAR	Na ⁺ (%)
TK-1 (Özger)	2014	47	7,3	510	250	24,8	2,3	51,8	19,2	279,38	12,7	18,3	20,2	0,0027	0,086	<0,01	4	0,03	0,73	20,15
TK-2 (KI-5)	2014	44	7,4	500	268	28,7	2,5	47,7	20,9	286,09	13,1	18,1	18,6	0,0018	0,043	“	3	0,052	0,86	22,85
TK-3 (KI-4)	2014	46	7,3	514	247	16	3	43,6	22,6	249,49	11,5	19,7	17	0,0004	0,021	“	4	0,48	0,48	14,31
TK-4 (KI-3)	2014	43,5	7,3	721	456,44	16	1,2	53	21	249,49	12	34	25	<0,01	0,5	<0,1	3	0,27	0,46	13,47
TK-5 (S-2)	2014	49	7,08	400	467,81	13	1,2	48	25	257,42	3	37	26	“	0,12	“	3	0,06	0,37	11,04
TK-6 (S-1)	2014	43,5	8,02	405	430,6	13	1,2	54	23	240,95	15	40	12	<0,02	<0,1	“	2	0,02	0,36	10,76
TK-7 (V.Saim Çotur)	2014	43	7,7	481	260,6	29,65	1,37	47,72	22,91	301,95	8	20,25	18,35	0,0032	0,277	<0,01	7	0,064	0,87	22,87
TK-8 (İl Özel İdare)	2014	45	7,67	456	248,2	16,23	1,38	42,82	24,05	258,64	8	19,95	17,45	0,0026	0,09	“	8	0,05	0,48	14,37

Tablo 4.11. İnceleme alanındaki soğuk sulara ait anyon ve katyonların mek/l ve %mek/l değerleri

Kaynak veya Kuyu Adı	Analiz Tarihi	K ⁺ (mek/l)	K ⁺ (%mek/l)	Na ⁺ (mek/l)	Na ⁺ (%mek/l)	Ca ⁺⁺ (mek/l)	Ca ⁺⁺ (%mek/l)	Mg ⁺⁺ (mek/l)	Mg ⁺⁺ (%mek/l)	HCO ₃ ⁻ (mek/l)	HCO ₃ ⁻ (%mek/l)	Cl ⁻ (mek/l)	Cl ⁻ (%mek/l)	SO ₄ ⁻² (mek/l)	SO ₄ ⁻² (%mek/l)
SK-1	2012	8,76	63,80	1,79	13,03	2,44	17,77	0,74	5,38	0,61	4,44	0,54	3,93	12,58	91,62
SK-2	“	9,03	68,46	0,86	6,52	1,74	13,19	1,56	11,82	0,54	4,09	0,52	3,93	12,14	91,96
SK-3	“	9,29	72,12	0,86	6,67	1,75	13,58	0,98	7,60	0,56	4,34	0,39	3,02	11,94	92,62
SK-4	“	9,42	72,91	0,86	6,65	1,76	13,62	0,88	6,81	0,56	4,33	0,335	2,59	12,025	93,07
SK-5	“	9,55	73,68	0,86	6,63	1,77	13,65	0,78	6,01	0,56	4,32	0,28	2,16	12,12	93,51
SK-6	2014	0,01	0,35	0,08	2,80	1,99	69,82	0,77	27,01	2,47	86,66	<0,02	1,05	0,35	12,28
SK-7	2012	9,82	52,45	4,63	24,73	3,79	20,24	0,48	2,56	0,62	3,3	0,58	3,09	17,54	93,59
SK-8	“	10,09	69,01	1,33	9,09	2,06	14,09	1,14	7,79	0,64	4,38	0,31	2,12	13,66	93,49
SK-9	2014	0,004	0,19	0,03	1,44	1,79	86,30	0,25	12,05	1,984	95,66	<0,02	1,44	0,06	2,84
SK-10	2012	10,62	43,73	6,08	25,04	5,25	21,62	2,33	9,59	2,30	9,47	0,52	2,14	21,45	88,38
SK-11	2014	0,02	0,30	0,53	8,14	4,16	63,90	1,80	27,64	6,05	92,93	0,05	0,76	0,41	6,29
SK-12	2012	10,88	44,68	6,57	26,98	5,368	22,04	1,53	6,28	2,25	9,99	0,54	2,39	19,717	87,60
SK-13	“	0,01	0,42	0,06	2,53	1,74	73,41	0,56	23,62	2,01	84,81	<0,02	1,26	0,33	13,92
SK-14	2014	0,01	0,21	0,15	3,20	3,48	74,35	1,04	22,22	4,29	91,66	<0,02	0,64	0,36	7,69
SK-15	2012	10,35	59,79	2,26	13,05	4,27	24,66	0,43	2,48	1,51	8,71	0,40	2,3	15,41	88,97
SK-16	“	0,009	0,41	0,05	2,29	1,634	74,85	0,49	22,44	1,93	88,41	0,003	0,13	0,25	11,45
SK-17	“	0,01	0,23	0,09	2,07	3,262	75,30	0,97	22,39	3,68	84,94	0,002	0,04	0,65	15
SKM	2015	0,052	0,05	93,31	99,70	0,15	0,16	0,085	0,09	4,8	82,75	0,31	5,34	0,69	11,89

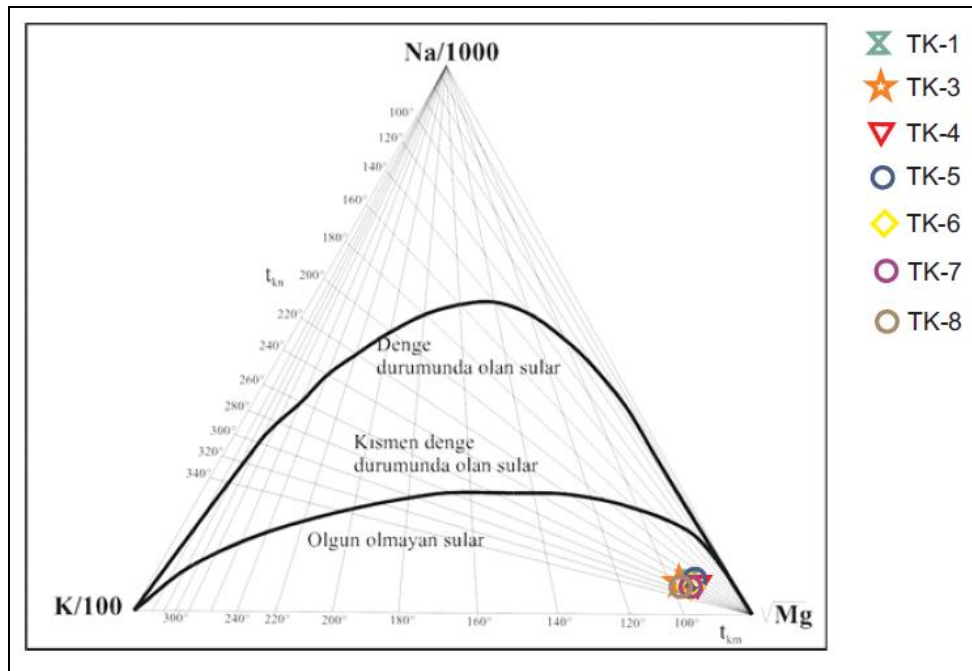
4.8. Jeotermometre Uygulamaları

Derinlerde rezervuar kaya içerisinde bulunan sıcak sular yüzeye erişirken soğuk yer altı sularıyla değişik oranlarda karışarak önemli ölçüde soğurlar. Suların yüzeye çıkarken yer altında kat ettikleri yol ne denli kısa ise ve debisi yüksekse sıcaklıkları da hazne kaya (rezervuar) sıcaklığına yakındır. Jeotermometre uygulamalarının genel amacı da yer altındaki akışkanın hazne kaya sıcaklığının tahmin edilmesidir. Sıcak suların debileri, akifer sıcaklıkları, kimyasal bileşimleri ekonomik açıdan önem taşımaktadır. İnceleme alanındaki sıcak suların hazne kaya sıcaklıkları da değişik yöntemlerle tespit edilecektir.

4.8.1. Katyon jeotermometreleri

Katyon jeotermometreleri iyon değişimine bağlı jeotermometrelerdir. Giggenbach (1998, 1991) tarafından oluşturulmuş olan Na-K-Mg üçgen diyagramı kullanılarak katyon jeotermometresinin rezervuar sıcaklığının hesabı için jeotermal akışkana uygulanıp/uygulanmayacağı, güvenilir sonuç verip/vermeyeceği belirlenebilir.

İnceleme alanındaki suların anyon ve katyon dağılımları Giggenbach 1991 diyagramı ile incelenmiştir. Giggenbach 1991 Na-K-Mg diyagramına göre tüm sıcak sular dengeye ulaşmamış sular (olgun olmayan sular) sınıfında yer almaktadır (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Suların Giggenbach diyagramı (Giggenbach 1991)

Silisyum jeotermometreleri mineral çözünürlüğüne bağlı bir jeotermometre olup sıcaklık ve basınç ile değişmektedir. Silis jeotermometre bağıntıları kimyasal tepkimeyi etkileyen hazne kaya sıcaklığına ve sıcak suyun yükselirken soğumasına bağlı olarak hazırlanmıştır. Silisin sudaki çözünürlüğü başlıca sıcaklığa bağlıdır (Şahinci, 1991).

İnceleme alanındaki sıcak suların SiO₂ jeotermometreleriyle yapılan hesaplamalara ait hazne kaya sıcaklıkları Tablo 4.13. de gösterilmektedir. Kuvars ve Kalsedon jeotermometrelerinin düşük sıcaklıklar vermesi sıcak suyun yüzeye çıkarken soğuk su karışım ve kondaktif soğuma ile silisini çökertmesi ve buna bağlı olarak analizlerde düşük silis derişimi ölçülmesi olabilecektir.

Tablo 4.13. İnceleme alanındaki sıcak sulara ait jeotermometre sonuçları (Arnorsson, 1975)

Jeotermometreler	TK-1	TK-2	TK-3	TK-4	TK-5	TK-6	TK-7	TK-8
Kaynak Sıcaklığı (°C)	47	44	46	43,5	49	43,5	43	45
SiO ₂ (mg/l)	20,2	18,6	17	25	26	12	18,35	17,45
SiO ₂ (kuvars) (t°C)	63,81	60,73	57,44	72,04	73,60	45,27	60,23	58,39
SiO ₂ (kuvars buhar kaybı) (t°C)	69,20	66,54	63,60	76,56	77,94	52,70	66,10	64,45
SiO ₂ (kuvars adiyabatik soğuma) (t°C)	70,48	67,74	64,80	77,76	79,13	53,90	67,29	65,65
SiO ₂ (kuvars iletim ile soğuma) (t°C)	64,05	60,98	57,70	72,26	73,81	45,57	60,49	58,65

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

“Ilıca Kaplıcası (Kahramanmaraş) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrokimyasal ve İzotopik Özellikleri” başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında, Kahramanmaraş ilinin kuzeyinde Gaziantep M37b1-b2-b3-b4 paftaları içerisinde yer alan yaklaşık 120 km² lik alanda yapılan jeoloji, hidrojeoloji, jeokimyasal ve izotopik çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

İnceleme alanına ait 2014 yılı aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri kullanılarak klimogram çizilmiştir. İnceleme alanında Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ayları kurak aylar; Ocak, Eylül, Ekim, Kasım ayları geçiş ayları; Mart, Aralık ayları ise yağışlı aylardır.

Eklenik sapma grafiğine göre 1995-1998 yılları arası yağışlı dönem; 1998-2009 yılları arası kurak dönem; 2009-2014 yılları arası ise yağışlı dönemdir. 20 yıllık toplam yağış değerlerine göre çizilen yağış dağılım grafiğine göre ise 20 yıllık toplam yağış ortalaması 756.715 mm dir. En az yağış alan yıl 442.7 mm ile 1999 yılıdır; en çok yağış yıl ise 1169 mm ile 1996 yılıdır.

İnceleme alanının uzun yıllar sıcaklık ve yağış değerlerine göre hazırlanan buharlaşma-terleme tablolarına göre gerçek buharlaşma-terleme miktarı (E_{tr}) 338 mm potansiyel buharlaşma-terleme (E_{tpc}) 991 mm yağış 256 mm dir.

İnceleme alanında 3 adet soğuk su kaynağı ve 1 adet mineralli soğuk su kaynağı bulunmaktadır. Soğuk su kaynaklarının debileri 1-7 l/s, sıcaklıkları 10-16 °C, pH ları 6-8, toplam mineralizasyonları 100-400 ppm ve EC değerleri ise 200-700 µS/cm arasındadır. Kaynak debileri mevsimlik yağışlara bağlı olarak değişmektedir. Beslenme döneminde debileri artmakta, boşalım döneminde ise debileri azalarak Ağustos ve Eylül aylarında bazı kaynakların kuruduğu gözlenmiştir.

İnceleme alanında yer alan sıcak su kaynakları Ilıcaköy ve çevresinde bulunmaktadır. Kaynaklar doğu-batı yönünde uzanan ve ilk kez bu çalışmada isimlendirilen Ilıca fayı boyunca 6 noktadan boşalmaktadır. Ancak son zamanlarda kaplıca tesisleri içerisine yapılan sıcak su sondajları nedeniyle kaynakların debileri azalmış, bazıları ise kurumuştur. Kaynakların debisi 10-40 l/s, sıcaklıkları 40-50 °C, pH ı 7-8, toplam mineralizasyonu 200-400 mg/l arasındadır. Sıcak su kaynaklarının rezervuarını Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berit Metaofiyoti oluşturmaktadır.

İnceleme alanı içinde bulunan sıcak suların rezervuarını Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı Alacık Formasyonu oluşturmaktadır. İnceleme alanında hidrojeolojik özellikler bakımından sıcak su akifer kayacı, kaynaklar ve yakın civarında geçirimsiz bir tabaka ile tamamen örtülü olduğundan olumlu özellikteki sahalar grubuna girmektedir.

Suların AIH (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği) ne göre sınıflamasında SK-1: Potasyumlu, Sülfatlı soğuk su, SK-3: Kükürtlü, Potasyumlu, Sülfatlı soğuk su, SK-6: Kükürtlü, Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı soğuk su, SK-8: Kükürtlü, Potasyumlu, Sülfatlı soğuk su, SK-9: Kalsiyumlu, Bikarbonatlı soğuk su, SK-10: Sodyumlu, Potasyumlu, Kalsiyumlu, Sülfatlı soğuk su, SK-11: Kükürtlü, Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Schoeller diyagramına göre SK-10, SK-12, SK-2, SK-8, SK-1, SK-3, SK-5, SK-15, SK-7 nolu örneklerde iyonları birleştiren doğrular birbirine paraleldir. Bu da suların aynı kökenli olduğunu göstermektedir. Sularda Na^+ ve SO_4^{-2} değerleri yüksektir. Diğer sularda iyonları birleştiren doğrular birbirine paralel olup Ca^{+2} ve HCO_3^- iyonları yüksek değerdedir. Buna göre Ilıca kaplıcası çevresindeki soğuk sularla Süleymanlı çevresindeki soğuk sular farklı kökenlidir.

İnceleme alanındaki sıcak suların Schoeller diyagramına göre iyonları birleştiren doğrular birbirine paralel olup sular aynı kökenlidir. Sularda Ca^{+2} ve HCO_3^- iyonu yüksek olup Ca- HCO_3 fasiyesindedir.

İnceleme alanındaki soğuk sular Piper diyagramında iki ayrı grup oluşturmaktadır.

SK-6, SK-9, SK-11, SK-13, SK-14, SK-16, SK-17 suları 5.bölgede gruplanmış olup bölgede, karbonat sertliği>karbonat olmayan sertlik dir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 lı sulardır. Karbonat sertliği % 50 den fazla olan sulardır.

SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-7, SK-8, SK-10, SK-12, SK-15 nolu sular 7.bölgededir. Bu bölgede karbonat olmayan alkalinite>karbonat alkalinitesi dir. NaCl, NaSO_4 ve KCl lü sulardır. Karbonat olmayan alkalinitesi % 50 den fazla olan sulardır. Alkaliler ve güçlü asitler egemendir.

İnceleme alanındaki sıcak sular Piper diyagramında 5.gruba düşmektedirler.

TK-1, TK-2, TK-3, TK-4, TK-5, TK-6, TK-7, TK-8 suları 5.bölgede gruplanmış olup bölgede, karbonat sertliği>karbonat olmayan sertlik dir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 lı sulardır. Karbonat sertliği % 50 den fazla olan sulardır.

ABD Tuzluluk Diyagramına göre inceleme alanındaki soğuk sular C1S1 ve C2S1 grubunda yer almaktadır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-9 suları C1S1 grubunda olup az tuzlu az sodyumlu sulardır. SK-6, SK-7, SK-8, SK-10, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14, SK-15, SK-16, SK-17 nolu sular ise C2S1 grubunda olup orta derecede tuzlu, düşük sodyumlu sular sınıfındadır. İnceleme alanındaki TK-1, TK-2, TK-3, TK-4, TK-5, TK-6, TK-7, TK-8 sıcak suları ise C2S1 sınıfındadır.

Wilcox diyagramına göre inceleme alanındaki soğuk sular çok iyi-iyi sular sınıfındadır.

Giggenbach 1991 Na-K-Mg diyagramına göre tüm sıcak sular dengeye ulaşmamış sular (olgun olmayan sular) sınıfında yer almaktadır

Ilıca Kaplıcası'na ait sıcak suların "Mineralce fakir sıcaksu" (Akroterm sular) sınıfında oldukları belirlenmiştir.

5.2 Öneriler

İnceleme sahasında bulunan bütün kuyuların üretimi bir görevli tarafından (tercihen konuyla ilgili bir mühendis) kontrol altında tutulmalıdır.

Ilıca'da şehir planlaması termal kaynaklara zarar vermeyecek şekilde yapılmalıdır. Ayrıca bu kaynakların çevresinde koruma alanları oluşturularak bu alan boş bırakılmalıdır.

Ilıca Kaplıcası'nda yer alan sıcak suların debilerini artırmak amacıyla gelişigüzel yapılan sondaj ve galeri açılması engellenmelidir. Özellikle termal suya ulaşmak adına kayaların parçalanması için kullanılan patlayıcılara kesinlikle izin verilmemelidir. Aksi takdirde genelde kırıkları takip ederek yüzeye çıkan sular kolayca yol değiştirerek kaybolabilirler.

Termal su kaynakları fay ve kırıklardan çıktığı için özellikle bu bölgeye yapılacak konutların deprem standartlarına uygun olarak planlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, N., Filiz, Ş.2001, Balçova-Narlıdere Jeotermal Sahasının İzotoplarla İncelenmesi, 1. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu, Yer altı Suları ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler, say. 289-295, İzmir.
- Anonim. 2005. Türk Standartları Enstitüsü, İçme suları standartları No:226, Ankara.
- Baydar, O. ve Yergök, A.F. 1996, Güneydoğu anadolu-kenar kıvrım kuşağı-amanos dağları kuzeyi ve doğu torosların jeolojisi, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 90s (yayınlanmamış).
- Bülbül, E., 2010, Umurlu (Aydın) Jeotermal Sahası Yer altı Sularının Hidrojeokimyasal İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, s 127.
- Canik, B., Çelik, M., Arıgün, Z. 2000. Jeotermal enerji, A.Ü.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:59, 60s. Ankara.
- Doğan, L. 1981. Hidrojeolojide su kimyası, DSİ yayınları.
- Erdoğan, T., 1975, VI. bölge Gölbaşı dolayının jeolojisi, TPAO Rapor No: 929, Ankara (yayınlanmamış).
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A. 1979 Groundwater, Practice-Hall, 604 p.
- Göçmez, G., Kara, İ., Nalbantçılar, T., Güzel, A. 2005. Konya'daki sıcak ve mineralli suların hidrokimyasal özellikleri, II. Ulusal Hidrojeoloji'de İzotop teknikleri Sempozyumu, 121-122, İzmir.
- Gözübol, A. M. ve Gürpınar, O., 1980, Kahramanmaraş kuzeyinin jeolojisi ve tektonik evrimi, 5. Türkiye Petrol Kongresi Bildirileri, Ankara, 21-29.
- Gül, M.A., 2000, Kahramanmaraş yöresinin jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi, Doktora tezi, 304s.
- Gürbüz, M. ve Korkmaz, H., 2002, Kahramanmaraş ilinde şifalı su potansiyeli ve değerlendirilmesi, KSÜ. Fen Edb. Fak. Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş, MKÜ. Fen Edb. Fak. Coğrafya Bölümü, Antakya, 2-4, 5.
- Hamut, M.N. ve Ceran, F.M., 2008, Kahramanmaraş-Ilıca (Özge-1) sondajı kuyu bitirme raporu, MTA Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, 9-11, 16.
- Hem, J.D. 1985. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, USGS Water Supply Paper 2254, US Gov. Print Office, 26 p.
- Kozlu, H., 1997, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) tektono-stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış), 189 s, Adana.

- McNeely, R.N., Nerimanis, V.P. and Dwyer, L. 1979. water quality source book, a guide to water quality parameters, Inland Waters Directorate, Water quality Branch, Ottawa, 88p.
- Nicholson, K. N. 1993. Geothermal Fluids. Chemistry and Exploration Techniques, xv + 263 pp. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong: Springer-Verlag. Price DM 138.00, 6s 1076.40, SFr 138.00 (hard covers). ISBN 3 540 56017 3.
- Öktü, G. ve Karadağlar, M., 2007, Kahramanmaraş Ilıca beldesindeki sıcaksu kuyularında yapılan pompa testleri, MTA Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, 9, 13, 16, 19, 27.
- Ölmez, E., 1983, Kahramanmaraş Süleymanlı ılıcası hidrojeoloji etüdü, MTA Enstitüsü Petrol ve Jeotermal Dairesi Hidrojeoloji Baş Mühendisliği, 9, 13-16, 19.
- Önalın, M., 1986, Kahramanmaraş tersiyer istifinin sedimenter özellikleri ve çökeltme ortamları, İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.5, 39-78.
- Önalın, M., 1988, Kahramanmaraş tersiyer kenar havzasının jeolojik evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, C.31, 1-10.
- Perinçek, D. and Kozlu, H., 1984, Stratigraphy and structural relation of the units in the Afşin-Elbistan-Doğınşehir region. In: Tekeli, O. and Goncuođlu, C. (eds.), international symposium on the geology of the taurus belt, 1983, Miner. Res. Expl. Ins., Ankara, 181-198.
- Şahinci, 1991, Jeotermal Sistemler ve Jeokimyasal Özellikleri, Reform Matbaası, 249.
- Şen, A., ve Çolakkadı, H.İ., 2001, Kahramanmaraş coğrafyası (Kahramanmaraş Valiliđi'nden), Kahramanmaraş, 7.
- Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Envanter Serisi 201, MTA Yayını, 2005
- Uncu, S. ve ark., 2006, Kahramanmaraş 2. Asliye hukuk mahkemesi hakimliğine sunulan bilirkişi raporu, 1-3.
- Varol, L., 2007, Koçlar-Sarıgüzel (Kahramanmaraş kuzeyi) arasında kalan bölgenin genel jeoloji özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş, 10, 16, 18, 21, 23-26, 37.
- Yılmaz, Y.ve ark., 1988, Amanos dağları ve Maraş dolaylarında Miyosen havzalarının tektonik evrimi. T.P.A.O Bülteni C.1/1, 52-72.

EKLER

EK-1 SÜLEYMANLI-ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ) ve ÇEVRESİNİN GENEL JEOLojİ HARİTASI

EK-2 SÜLEYMANLI-ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ) ÇEVRESİNİN GENEL JEOLojİ KESİTLERİ

EK-3 SÜLEYMANLI-ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ) ve ÇEVRESİNİN HİDROJEOLojİ HARİTASI

EK-4 SÜLEYMANLI-ILICA KAPLICASI (KAHRAMANMARAŞ) ÇEVRESİNİN HİDROJEOLojİ KESİTLERİ

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hilal GÜVEN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara 30/01/1985
Telefon : 05356230923
Faks :
e-mail : hilal_guven@windowslive.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Selçuklu Lisesi, Selçuklu, KONYA	2003
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA	2009
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA	2014
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009	Zemin Mühendislik	Jeoloji Mühendisi
2013	Öz-Su Mühendislik	Jeoloji Mühendisi

UZMANLIK ALANI: Hidrojeoloji

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR