

**YUKARI TOHMA ÇAYI HAVZASI'NIN (GÜRÜN-SİVAS) HİDROJEOLOJİ
İNCELEMESİ**

Fatih KARADAĞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2008

**YUKARI TOHMA ÇAYI HAVZASI'NIN (GÜRÜN-SİVAS) HİDROJEOLOJİ
İNCELEMESİ**

Fatih KARADAĞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

C.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ.....

Üye: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU.....

Üye: Yrd. Doç. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN.....

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

...../...../2008

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne hazırlanan “Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER.....	i
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi

1. GİRİŞ..... 1

1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması.....	1
1.2.1. İnceleme alanının yeri.....	1
1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri.....	2
1.4. Önceki Çalışmalar.....	3

2. JEOLOJİ..... 8

2.1. Litostratigrafik Birimler.....	8
2.1.1. Allohton birimler.....	8
2.1.1.1. Sümbüllü formasyonu (Ms).....	8
2.1.1.2. Maraşlı formasyonu (Mm).....	11
2.1.1.3. Pınarbaşı karışığı (Mp).....	12
2.1.2. Gürün görelî otoktonu.....	14
2.1.2.1. Yığılıtepe formasyonu (Py).....	15
2.1.2.2. Yüceyurt formasyonu (JKy).....	15
2.1.3. Örtü birimleri.....	17
2.1.3.1. Akdere formasyonu (KTa).....	17
2.1.3.2. Demiroluk formasyonu.....	18
2.1.3.2.1. Arpaçukuru üyesi (Tda).....	19
2.1.3.2.2. Başören üyesi (Tdb).....	20
2.1.3.2.3. Darende üyesi (Tdd).....	21
2.1.3.3. Gövdeliadağ formasyonu (Tgö).....	21
2.1.3.4. Gürün formasyonu (Tgü).....	22

2.1.3.4.1. Karadağ üyesi (Tgük).....	22
2.1.3.5. Göbekören bazaltı (TQg).....	23
2.1.3.6. Alüvyon (Qa).....	23
2.2. Yapısal Jeoloji.....	24
2.2.1. Tabaka doğrultu ve eğimleri.....	26
2.2.2. Kıvrımlar.....	26
2.2.3. Eklem sistemleri.....	26
2.2.4. Faylar.....	28
3. HİDROLOJİ.....	38
3.1. İklim ve Yağış.....	38
3.2. Akarsular ve Akım.....	41
3.3. Göller.....	42
4. HİDROJEOLOJİ.....	44
4.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	44
4.1.1. Sümbüllü formasyonu.....	44
4.1.2. Maraşlı formasyonu.....	44
4.1.3. Pınarbaşı karışığı.....	45
4.1.4. Yığılıtepe formasyonu.....	45
4.1.5. Yüceyurt formasyonu.....	49
4.1.6. Akdere formasyonu.....	50
4.1.7. Demiroluk formasyonu Arpaçukuru üyesi.....	51
4.1.8. Demiroluk formasyonu Başören üyesi.....	52
4.1.9. Demiroluk formasyonu Darende üyesi.....	52
4.1.10. Gövdelidağ formasyonu.....	52
4.1.11. Gürün formasyonu.....	53
4.1.12. Karadağ üyesi.....	53
4.1.13. Göbekören bazaltı.....	53
4.1.14. Alüvyon.....	54
4.2. Kaynaklar.....	54
4.2.1. Bazı büyük debili kaynakların özellikleri.....	56

4.2.1.1. Ilıca pınarı.....	56
4.2.1.2. Karaboğaz kaynakları.....	56
4.2.1.3. Büyük pınarı.....	58
4.2.1.4. Büyükdağlan kaynağı.....	59
5. SU KİMYASI.....	60
5.1. Kaynak Suları.....	69
5.1.1. Genel kimyasal değerlendirme.....	69
5.1.2. Sulama suyu açısından değerlendirme.....	69
5.1.3. İçme suyu açısından değerlendirme.....	75
5.1.4. Kaynak sularının fasiyes tipine göre sınıflanması.....	80
5.1.5. Kaynak sularının sertliğe göre sınıflanması.....	82
5.1.6. Kaynak sularının yarı logaritmik diyagramda sınıflanması.....	84
5.2. Akarsular ve Göller.....	86
5.2.1. Genel kimyasal değerlendirme.....	86
5.2.2. Sulama suyu açısından değerlendirme.....	86
5.2.3. İçme suyu açısından değerlendirme.....	88
5.2.4. Akarsu ve göl sularının fasiyes tipine göre sınıflanması.....	90
5.2.5. Akarsu ve göl sularının sertliğe göre sınıflanması.....	91
5.2.6. Akarsu ve göl sularının yarı logaritmik diyagramda sınıflanması.....	93
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	94
6.1. Sonuçlar.....	94
6.2. Öneriler.....	96
7. KAYNAKLAR.....	97
8. ÖZGEÇMİŞ.....	101
9. EKLER.....	102

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2.1. İnceleme alanındaki allokton konumlu birimlerin kolon kesiti.....	9
Şekil 2.2. İnceleme alanındaki otokton konumlu birimlerin kolon kesiti.....	10
Şekil 2.3. Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın hidrojeoloji haritası.....	13
Şekil 2.4. İnceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin korelasyonu ve açıklaması.....	14
Şekil 2.5. Çalışma alanındaki çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	30
Şekil 2.6. Akdere formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.	31
Şekil 2.7. Gürün formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri...	32
Şekil 2.8. Yüceyurt formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	33
Şekil 2.9. Başören üyesinde (Demiroluk formasyonu) ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	34
Şekil 2.10. Arpaçukuru üyesinde (Demiroluk formasyonu) ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	35
Şekil 2.11. Gövdelidağ formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	36
Şekil 2.12. Sümbüllü formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri.....	37
Şekil 3.1. İnceleme alanının yağış haritası.....	40
Şekil 3.2. Kangal, Elbistan, Darende istasyonları yağışlarının 1980-1995 yılları arasındaki birikimli sapma grafiği.....	41
Şekil 3.3. Gürün, Sarız, Afşin, Pınarbaşı istasyonları yağışlarının 1980-1995 yılları arasındaki birikimli sapma grafiği.....	41
Şekil 3.4. Aygır Gölü, kuzeyden güneye bakış.....	43
Şekil 4.1. Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın uydu görüntüsü ve su ölçüm noktaları.....	46
Şekil 4.2. Şuğul Kanyonu, Ilıca Pınar mansabında Yüceyurt formasyonu içerisindeki (karstik) mağaradan güneydoğudan kuzeybatıya bakış.....	50
Şekil 4.3. İnceleme alanındaki bazı kaynakların jeolojik kesitler üzerindeki konumları....	55
Şekil 4.4. Şuğul kanyonu çıkışı, güneydoğudan kuzeybatıya bakış.....	57
Şekil 4.5. Ilıca Pınar, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış.....	57
Şekil 4.6. Karaboğaz kaynakları, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış.....	58
Şekil 4.7. Büyük Pınar, kuzeydoğudan güneybatıya bakış.....	58
Şekil 5.1. Kaynak sularının (2006 yılı) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması.....	74
Şekil 5.2. Kaynak sularının (2007 yılı) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması.....	75
Şekil 5.3. Kaynak sularının (2006 yılı) Piper (üçgen) diyagramında sınıflanması.....	81
Şekil 5.4. Kaynak sularının (2007 yılı) Piper (üçgen) diyagramında sınıflanması.....	81
Şekil 5.5. Kaynak sularının (2006 yılı) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü.....	85
Şekil 5.6. Kaynak sularının (2007 yılı) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü.....	85
Şekil 5.7. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007 yılları) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması.....	88
Şekil 5.8. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) Piper (üçgen) diyagramındaki görünümü.....	90
Şekil 5.9. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bazı formasyonlarda ölçülen eklemlerin yönelimleri ve sınıflandırılması.....	28
Çizelge 3.1. Yağış istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki aylık ortalama yağış (mm) değerleri.....	39
Çizelge 3.2. Tohma Çayı ve Aygır Gölü'nde yapılan arazi ölçümleri.....	43
Çizelge 4.1. İnceleme alanındaki kaynaklara ait bilgiler ve arazi ölçümleri.....	47
Çizelge 5.1. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının kimyasal analizleri.....	61
Çizelge 5.2. Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının kimyasal analizleri.....	62
Çizelge 5.3. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının element analizleri.....	65
Çizelge 5.4. Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının element analizleri.....	66
Çizelge 5.5. Kaynak sularının elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk tehlikesi açısından dağılımı.....	72
Çizelge 5.6. İnsana etkisi açısından içme sularındaki maddelerin sınıflanması.....	76
Çizelge 5.7. İçme sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 266-2005).....	79
Çizelge 5.8. Kaynak sularının kimyasal fasiyes türleri (IAH'nin sınıflamasına göre).....	82
Çizelge 5.9. Kaynak sularının Fransız sertlik derecesine göre sınıflanması.....	84
Çizelge 5.10. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk tehlikesi açısından dağılımı.....	87
Çizelge 5.11. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) hidrokimyasal fasiyes türleri (IAH'nin sınıflamasına göre).....	91
Çizelge 5.12. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) Fransız sertlik derecesine göre sınıflanması.....	92
Çizelge 5.13. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) toplam sertlik, karbonat sertliği, karbonat olmayan sertlik değerleri (CaCO ₃ mg/l).....	92

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
FS	Fransız sertlik derecesi
km	Kilometre
m	Metre
mek/l	Miliekivalen/litre
mg/l	Miligram/litre
mm	Milimetre
ppb	Milyarda bir kısım (Parts per billion)
°C	Santigrat derece
µS/cm	Mikro siemens/santimetre

Kısaltmalar

ÇO	Çözünmüş oksijen miktarı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
EC	Elektriksel iletkenlik (kondüktivite)
IAH	Uluslararası Hidrojeologlar Birliği
JKy	Yüceyurt formasyonu
KTa	Akdere formasyonu
Mm	Maraşlı formasyonu
Mp	Pınarbaşı karışığı
Ms	Sümbüllü formasyonu
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Py	Yığılktepe formasyonu
Qa	Alüvyon
SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
T	Sıcaklık
TÇK	Toplam çözünmüş katı miktarı (TDS)
Tda	Arpaçukuru üyesi
Tdb	Başören üyesi
Tdd	Darende üyesi
Tgö	Gövdelidağ formasyonu
Tgü	Gürün formasyonu
Tgük	Karadağ üyesi
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TQg	Göbekören bazaltı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
USGS	Amerikan Yerbilimsel Araştırma Kurumu (United States Geological Survey)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
YUKARI TOHMA ÇAYI HAVZASI'NIN (GÜRÜN-SİVAS) HİDROJEOLOJİ
İNCELEMESİ

Fatih KARADAĞ

Cumhuriyet Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

İnceleme alanı Tohma Çayı Havzası'nın yukarı kesiminden oluşmaktadır, yaklaşık 515 km² yüzölçümüne sahiptir ve Gürün'ün (Sivas) kuzeybatısında yer almaktadır. Bu alan Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığındaki çeşitli tortul litoloji birimlerini ve volkanik kayaları içermektedir.

Yapılan çalışmada Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın su potansiyeli, litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, su kaynaklarının kökenleri ve birbirleriyle ilişkileri, yüzey ve yeraltısularının kimyasal özellikleri ve kalitesi incelenmiştir.

Havzadaki kayaç birimleri hidrojeolojik özellikleri açısından genellikle karstlaşmış ve/veya kırıklı-çatlaklı karakter göstermektedir. Havzada en fazla akifer özelliği gösteren birimler, kireçtaşından oluşan formasyonlardır. Bu çalışma kapsamında inceleme alanının 1:100 000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmış ve bu birimlerin su taşıma (akifer) özellikleri belirlenmiştir.

Çalışma alanının yıllık ortalama yağışı 339 mm olarak hesaplanmıştır.

İnceleme alanından alınan su örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre kaynak ve akarsuların hidrokimyasal özellikleri ortaya konmuştur. İnceleme alanındaki yeraltısuları kalsiyum bikarbonat (Ca-HCO₃) fasiyesindedir. Su kimyası verileri içme suyu ve sulama suyu standartlarıyla karşılaştırılmıştır.

İnceleme alanında 1 l/s ile 30 l/s debiye sahip kaynaklar bulunmaktadır. İnceleme alanındaki kaynakların elektriksel iletkenlik değerleri 190-568 µS/cm arasında, sertlikleri 8,5-27 Fransız sertlik derecesi arasında değişmektedir. Kaynak suları içme suyu

standartlarına genellikle uygundur. Kaynak suları sulama suyu açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre genellikle “düşük sodyumlu-orta tuzlu” sular sınıfında yer almaktadır.

Tohma Çayı sularının elektriksel iletkenlik değerleri 401-554 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, sertlikleri 17,8-26 Fransız sertlik derecesi arasındadır. Tohma Çayı suları sulama suyu açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre genellikle “düşük sodyumlu-orta tuzlu” sular sınıfında yer almaktadır.

Aygır Gölü sularının elektriksel iletkenlik değerleri 1210-1945 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sertlikleri 68-110 Fransız sertlik derecesidir. Aygır Gölü suları ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre “düşük sodyumlu-yüksek tuzlu” sular sınıfında yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Hidrojeoloji, yeraltısuyu kimyası, karst, Tohma Çayı, Gürün.

SUMMARY

MsC Thesis

HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE UPPER TOHMA RIVER BASIN (GÜRÜN-SİVAS)

Fatih KARADAĞ

Cumhuriyet University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

The study area consists of upper part of the Tohma River Basin, covers about 515 km² area and is situated to the northwest of the Gürün (Sivas). The study area comprises Paleozoic-Cenozoic aged sedimentary lithological units and volcanic rocks.

The study identifies the water potential of the Upper Tohma River Basin, hydrogeological properties of the lithological units, origins, relations, hydrochemical properties and quality of the surface and groundwater resources.

The rocks in the basin are karstified and/or fractured-jointed from the point of the hydrogeological features. The most developed aquifers in the basin consist of limestones. 1:100 000 scaled hydrogeological map of the study area was prepared and water bearing (aquifer) characteristics of the formations were determined.

The mean annual precipitation of the study area was calculated as 339 mm.

Hydrochemical properties of the springs and rivers were investigated by using chemical analysis results of the water samples from the study area. In the study area groundwaters are usually of calcium bicarbonate facieses. Water chemistry data of groundwater are compared with drinking and irrigation water standarts.

The springs in the study area have discharges ranging between 1 l/s and 30 l/s. EC and hardness values of the springs in the study area range between 190-568 µS/cm and 8,5-27 French hardness, respectively. The spring waters are usually suitable in terms of drinking water standards. In regard of irrigation water quality, most of the springs water plot in low sodium-medium salinity class in U.S. Salinity Laboratory Diagram.

EC and hardness values of the Tohma River waters in the study area range between 401-554 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 17,8-26 French hardness, respectively. Most of the Tohma River waters plot in low sodium-medium salinity class in U.S. Salinity Laboratory Diagram.

EC and hardness values of the Aygır Lake waters in the study area range between 1210-1945 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 68-110 French hardness, respectively. Aygır Lake waters plot in low sodium-high salinity class in U.S. Salinity Laboratory Diagram.

Key words: Hydrogeology, groundwater chemistry, karst, Tohma River, Gürün.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında, her aŐamada titizlikle ve sabırla destek sağlayan, bilgi, deneyim, kaynaklarından yararlandığım, tez alıŐmamı yöneten ve yönlendiren Sayın Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU'na (Tez DanıŐmanı) teŐekkürlerimi sunarım.

Tezin değerlendirilmesinde yaptıkları eleŐtiri, öneri ve katkılardan dolayı Sayın Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ'ye ve tezin laboratuvar, yazım ve değerlendirme aŐamalarında önerilerinden faydalandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN'e teşekkür ederim.

Tezin arazi, laboratuvar ve yazım aŐamalarındaki yardımlarından dolayı Jeoloji Yüksek Mühendisi Sayın Mustafa YILDIRIM'a, Jeoloji Yüksek Mühendisi Sayın İnan KESKİN'e ve Jeoloji Mühendisi Sayın Oğuzhan KURMA'a çok teşekkür ederim.

Kayaç örneklerinin petrografik tanımlamalarını yapan Sayın Yrd. Doç. Dr. Taner EKİCİ ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgen KANGAL'a teşekkür ederim.

Alınan su örneklerin analizlerini yapan Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı, Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarı (MİPJAL) ve bu araŐtırmaya Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi 02G062 numaralı alt yapı destek projesi kapsamında destek sağlayan Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-MS Laboratuvarı sorumlularına teşekkür ederim.

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış, sıcaklık, buharlaŐma verilerini sağlayan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ilgililerine teşekkür ederim.

Bu alıŐmayı (M-318 numaralı proje) destekleyen Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (CÜBAP) ok teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmaları sırasında gösterdikleri anlayıŐ, maddi ve manevi destekleri için aileme teşekkür ederim.

Fatih KARADAĞ

Temmuz 2008

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın yüzey ve yeraltı suyu potansiyelinin, su kaynaklarının kökenlerinin, birbirleri ile ilişkilerinin, hidrojeolojik ve hidrokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve su kaynaklarının çeşitli amaçlarla (içme, sulama vb.) kullanılabilme olanaklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmadan elde edilecek veriler ileriki yıllarda Gürün'e ve inceleme alanındaki yerleşim alanlarına çeşitli amaçlarla su sağlamada kullanılabilir.

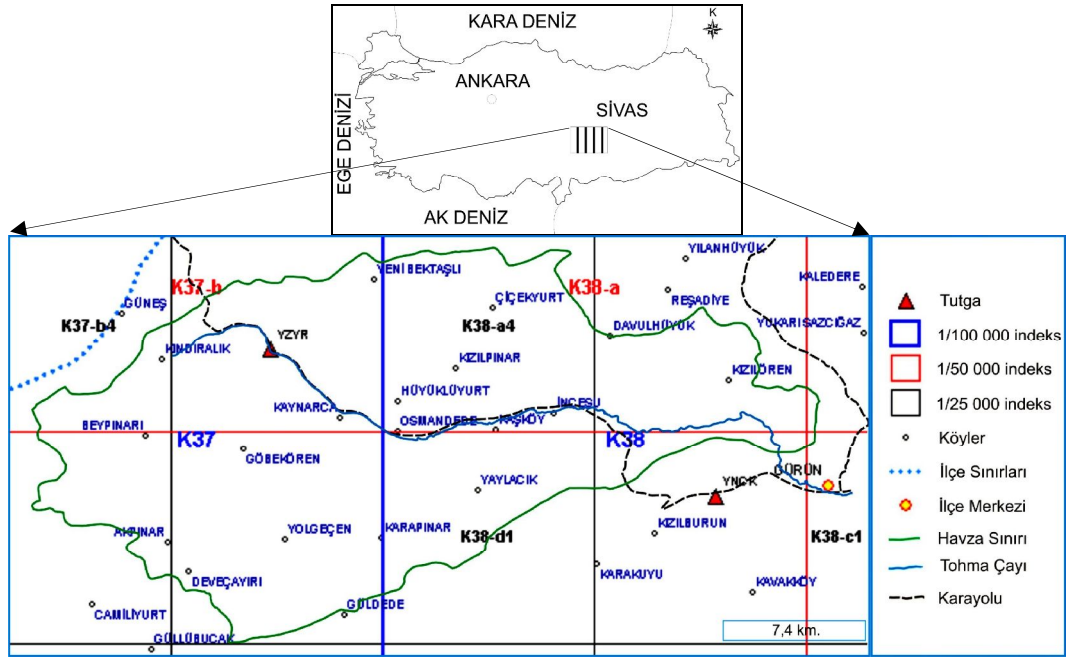
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.2.1. İnceleme alanının yeri

İnceleme alanı, Sivas'ın güneyindeki Gürün'ün batısında yer almakta ve Tohma Çayı Havzası'nın yukarı kesiminden oluşmaktadır. 1:25 000 ölçekli Elbistan K37-b3, Elbistan K37-b4, Elbistan K37-c1, Elbistan K37-c2, Elbistan K38-a3, Elbistan K38-a4, Elbistan K38-d1, Elbistan K38-d2 paftaları içinde bulunan Yukarı Tohma Çayı Havzası yaklaşık 515 km² yüzölçümüne sahiptir. Şekil 1.1'de inceleme alanının yer bulduru haritasında 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 ölçek indeksleri ve TUTGA (Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı) lokasyonları görülmektedir. İnceleme alanının orta kesiminden Gürün-Pınarbaşı (Malatya-Kayseri D300 karayolu) karayolu geçmekte, Gürün-Sivas karayolu (Malatya-Sivas D850 karayolu) inceleme alanının doğusundan (inceleme alanı dışında) geçmektedir.

Gürün'ün doğusunda Malatya iline bağlı Darende, batısında Kayseri iline bağlı Pınarbaşı, güneyinde Kahramanmaraş iline bağlı Afşin, kuzeyinde Sivas iline bağlı Kangal ilçeleriyle çevrilmiş olup, rakımı 1250-1300 m, yüzölçümü 2797 kilometrekaredir. Gürün yüzey şekilleri bakımından dağlık ve engebeli bir yapıya sahiptir. Gürün ilçe merkezi Tohma Çayı vadisi boyunca doğu-batı doğrultusunda kurulmuştur.

Gürün'ün kuzeybatısında yer alan Şuğul Kanyonu Hititler'den kaldığı düşünülen arklardan taşan suları, dar, derin, yüksek kayalıkları, mağaraları ve alabalık tesisleriyle Gürün'ün turizm mekanlarından biridir.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın hidrojeolojisini konu alan bu çalışmada su noktaları ölçümlerini içeren arazi çalışmaları Temmuz 2006'daki ölçümlerle başlamış ve Eylül 2007'de yapılan ölçümlerle tamamlanmıştır. Kırık-çatlak, tabakalanma ölçümlerini içeren arazi çalışmaları ise Temmuz 2007'de yapılmıştır.

İnceleme alanın 1:100 000 ölçekli hidrojeoloji haritası, Atabey ve diğ. (1997) ve Yılmaz ve diğ. (1997)'nin jeolojik çalışmalarından yararlanılarak oluşturulmuştur (Ek-1).

Çalışma alanında çeşitli su noktaları civarından 24 adet kayaç örneği alınmıştır. Bu örneklerden Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda ince kesit yaptırılmıştır ve yapılan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopta incelenerek, magmatik kayaçlar Streckeisen (1978)'e göre ve sedimanter kayaçlar Folk (1962) ve Dunham (1962)'a göre sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanında 5 akarsu, 22 kaynak, 1 göl olmak üzere 28 su noktasının arazideki yerleri ve yükseltileri belirlenerek, debi (Q), elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözülmüş katı madde (TÇK), pH, çözülmüş oksijen miktarı (ÇO) ve sıcaklık değerleri (T) yerinde ölçülmüş ve 52 adet su örneği alınmıştır. Alınan su örneklerinin analizleri

Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı, Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarı (MİPJAL) ve Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-MS Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Su kimyasına ilişkin arazi ölçümleri ve laboratuvar analizlerinde, APHA ve diğ. (1995) ve Hem (1985) tarafından önerilen ölçüm ve analiz yöntemleri uygulanmıştır. Su kimyası analizlerinin değerlendirmeleri TS 266-2005'e göre yapılmıştır. Analizi yapılan su örneklerinin sonuçları, hidrojeokimyasal programlar (AqQa) ve ofis programları (Excel, Word) ile değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan inceleme alanı ve yakın çevresindeki çeşitli meteoroloji istasyonlarına ait uzun dönem yıllık ortalama yağış değerleriyle bölgenin yağış haritası (eşyağış eğrisi yöntemiyle), CorelDrawx4, AutoCAD 2008 paket programları ile çizilmiştir.

Su örnekleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre suların hidrojeolojik özellikleri ortaya konulmuştur. Sular Piper, yarı logaritmik ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramlarında değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında çeşitli jeolojik birimlerde 14 lokasyonda değişik yaştaki birimlerde yapılan tabaka, eklem ölçümleri, Streonet bilgisayar programı yardımıyla kontur ve gül diyagramlarında değerlendirilerek, süreksizliklerin türleri ile süreksizliklerin oluşumuna neden olan etkin kuvvetlerin yönleri bulunmuş ve süreksizliklerle karstlaşma arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı ve çevresini içine alan bazı jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalar değişik araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Yörede en eski çalışmalar Blumenthal (1944) ve Baykal (1944, 1966) tarafından gerçekleştirilmiştir. Jeotektonik konum ve tektonik amaca yönelik olarak Tekeli (1980), Perinçek ve Kozlu (1983), Kozlu ve diğ. (1990), petrol amaçlı olarak; Canik (1964), Akkuş (1963, 1971), Kurtman (1963, 1978), Yoldaş (1972), Aziz ve diğ. (1979, 1982), Aziz ve Erakman (1980) araştırmalarda bulunmuşlardır. Kazancı ve diğ. (1985), Varol ve diğ. (1987a ve b), Varol ve Magaritz (1992) ile Varol (1992) Gürün görelî otoktonun sedimantolojik özelliklerine yönelik çalışmalardır.

Yücel (1955) çalışma alanında petrol amaçlı bir çalışma gerçekleştirmiş, Malatya K39 b1 ve b4 paftalarının jeolojik haritalamasını yaparak bölgenin petrol potansiyelini irdelemiş ve yöredeki kireçtaşlarının ilk kez Jura-Kretase yaşında olduğunu fosil tanımlamaları ile ortaya koymuştur.

Baykal (1966) tarafından gerçekleştirilen çalışmada bölgede yüzeyleyen ve daha sonra Jura-Kretase yaşı verilen kireçtaşlarına Eosen yaşı verilmiştir.

Sajova (1962) çalışmasında Kangal (Sivas) bölgesinin petrol potansiyelini irdelemiş ve bölgedeki ofiyolitlerin yaşını Maastrichtiyen olarak kabul etmiştir. Mesozoyik kireçtaşlarına Üst Kretase yaşını veren araştırmacı, bu kireçtaşlarını ofiyolitlerin altında göstermektedir.

Mohr (1963) çalışma alanında yüzeyleyen demir cevherleşmelerinin jeolojisini incelemiş ve ofiyolitlerin bölgeye tektonik olarak yerleştiği görüşüne varmıştır. Araştırmacı demir cevherinin kireçtaşını jenetik olarak etkileyen ikincil bir olay olduğunu, silisleşme ve limonitleşme ile ilişkili olabileceğini savunmuştur.

Aytuğ (1967) Karahalka demir yatağında yaptığı çalışmada, bazik ve ultrabazik kayaçların kireçtaşları üzerindeki tektonik hatlara koşut olarak yönelmiş intrüzyon karakterinde olduğunu, cevherleşmenin ise yüzlek vermeyen derindeki bir asidik magmaya bağlı olduğunu savunmuştur.

Demirtaşlı (1967) Tufanbeyli bölgesinin doğusunda ve petrol olanaklarını incelemek amacıyla yaptığı çalışmalarda kaya stratigrafî birimlerini ayırtlamış ve adlandırmıştır. Sadece kesit çizgisi boyunca 1 km genişlikte bir saha şeridinin 1:10 000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır.

Sungurlu ve Soytürk (1971) çalışmalarında, bölgedeki ofiyolitik kayaçların diyabaz, spilit, gabro ve radyolaritlerden oluştuğunu, bu kayaçların oluşum yaşının Hersiniyen orojenezi sürecinden sonraki oluşan fazlarda, Toridlerin iç kenarlarında derin tektonik hatlar boyunca görüldüklerini ve Üst Kretase başında havzaya yerleştiklerini ileri sürmektedirler.

Yoldaş (1972) Sarız yöresinde yaptığı çalışmada, Üst Kretase'nin filiş karakterde ve Paleosen'le geçişli olduğunu ve daha sonra uyumsuz olarak Lütesiyen yaşlı çakıltaşlarının çökeldiğini belirtmiştir. Araştırmacıya göre Kretase yaşlı kireçtaşları ofiyolitler içinde anklav şeklindedir.

Kurtman ve Akkuş (1973) çalışmalarında havzanın batı bölümünde Paleozoyik ve Mesozoyik'te çökmenin devamlı olarak kalın bir şekilde oluştuğunu, buna karşın doğuya doğru aynı formasyonların kalınlıklarında incelleme ve çökme boşluklarının

olduğunu belirtmektedirler. Tersiyer çökellerinde ise havzanın batısından doğusuna doğru inceleme görüldüğünü vurgulayıp Paleosen'i, Üst Kretase'nin devamı olarak göstermektedirler ve ofiyolitlerin oluşumunun Alt Kretase ile Üst Kretase arasında gerçekleştiğini ileri sürmekte, volkanik lav ve tüflerin çıkışını Miyosen sonrasına bağlamaktadırlar. Araştırmacılar havzada kırılma tektoniğinin etkin olduğunu ve kırılma tektoniği sonucunda doğrultu atımlı ve normal fayların oluştuğunu ileri sürmektedirler.

Kurtman (1978) çalışmasında Gürün ve kuzeyinin ilk olarak 1:25 000 ölçekli detay jeoloji haritasını yapmıştır. En yaşlı çökellerin Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşları olduğunu, bunların üzerinde Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşı tabakalarıyla marn ve şeyl seviyelerinin yer aldığını ve Tersiyer, Mesozoyik tabakaları üzerinde uyumsuz olarak yer alan Eosen yaşlı konglomera, kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl seviyeleriyle temsil edildiğini belirtmiştir. En üstteki gölsel karakterli ve Neojen yaşındaki serinin uyumsuz olarak daha yaşlı formasyonlar üzerinde yer aldığını ve bölgede magma faaliyeti olarak andezit ve bazalt lavlarının bulunduğunu tespit etmiştir. Ayrıca araştırmacı Paleosen'de hiç çökelleme olmadığını ve bölgede güneybatı-kuzeydoğu (GB-KD) ile kuzey-güney (K-G) yönlerinde gelişmiş iki fay sisteminin geliştiğini belirtmiştir.

Aziz ve diğ. (1982) çalışma alanı içinde ve güneyinde (Sarız-Pınarbaşı-Gürün yöresinde) petrol araması amaçlı çalışmada Doğu Toros Otoktonunun Mesozoyik istifini ile otoktonun güney tarafında bulunan allokton dilimlerinin biyostratigrafisi, çökelleme ortamı ve fasiyesleri belirlenmiştir. Ayrıca bölgede yer alan otokton ve allokton birliklerin aralarındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Araştırmacılar, Kambriyen'den başlayıp Alt Eosen'e kadar bir takım küçük uyumsuzluklara karşın çökellenin sürmesi sonucu oluşan otokton birimleri ayırtlamışlardır. Otokton-allokton sınırlarının Değirmentaş Fayı adı verilen tektonik hatla sınırlandığını allokton birimlerin ofiyolit dilimi ile başladığını, bunun üzerine tektonik dokanakla Triyas-Jura-Kretase yaşlı Maraşlı ve Sümbüllü formasyonlarının yer aldığını belirtmişlerdir.

Terlemez ve diğ. (1984) Pınarbaşı çevresindeki çalışmaları sırasında, Geyikdağ Birliği'nin bölgedeki allokton birimlere göre görelî otokton olduğunu, metamorfik ve metamorfik olmayan iki ayrı ofiyolitli karışık bulunduğunu ve yörede ofiyolit napının var olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacı bölgede allokton konumlu dört nap saptamış ve Kireçlik Yayla napı, Balören napı, Aygörmezdağ napı olarak adlandırılmış ve allokton konumlu bu birimlerin bölgeye Maastrihtiyen'de yerleştiklerini belirtmiştir.

Öztürk ve diğ. (1985) K37 a3, b1, b2, b3, b4 paftalarının 1:25 000 ölçekli jeoloji haritalarını oluşturmuşlardır.

Yılmaz ve diğ. (1991) Pınarbaşı (Kayseri) yöresinde yapmış oldukları çalışmada yörenin litostratigrafisini ve tektonik konumunu incelemişlerdir. Havzada jeolojik haritalama çalışmaları sırasında, Aziz ve diğ. (1982) tarafından Maraşlı formasyonu ve Sümbüllü formasyonu olarak ayırtılan kireçtaşlarının tektonik ilişkili olmadığını, bunların yanal ve düşey geçişli olduklarını savunmuşlardır. Ayrıca bu formasyonların alt dokanağının ofiyolitik karışık ile tektonik olduğu şeklindeki önceki görüşleri doğrularak yörede bir ofiyolit bindirmesinin varlığını saptamışlardır.

Atabey (1993) Gürün otoktonunun Gürün ile Sarız arasında kalan bölümünün stratigrafik özelliklerini incelemiş, Gürün otoktonunun ayrıntılı stratigrafisinin incelenmesi amacıyla 1:25 000 ölçekte jeoloji haritasını yapmış ve litostratigrafik tip ve yardımcı kesit yerleri belirlemiş, belirlenen kesit yerlerinden ölçülü stratigrafik kesitleri almıştır. Bölgede 14 kaya birimi ayırtlamış olup, bunlardan Üst Triyas, Liyas ve Paleosen-Alt Eosen kayaçlarını ilk defa haritalamış ve tanımlamıştır. Araştırmacı Gürün otoktonu (görelî otokton) temelini Üst Devoniyen ve Üst Permiyen yaşlı kaya birimlerinin oluşturduğunu belirtmiştir. Yığıltepe formasyonu ile kristalize kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, kumtaşı ile temsil olunan Katarası formasyonu (Alt Triyas) arasındaki ilişkinin uyumsuz olduğunu tespit etmiştir.

Atabey (1993) İlk defa ayırtılan Üst Triyas ile Liyas birimlerinden, Toycu Tepe formasyonu (Üst Triyas) alglî kireçtaşı ve dolomit, Çukuryurt formasyonu ise (Liyas) konglomera/breş, kumtaşı, alglî-mercanlı kireçtaşı ve şeyl ile temsil edildiğini, Çukuryurt formasyonu üzerinde Orta Jura-Senomaniyen yaşta Yüceyurt formasyonunun açılı uyumsuzlukla yer aldığını belirtmiştir. Bu birimin alglî kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluştuğunu saptamıştır. Yanıktepe formasyonu ile geçişli olan Akdere formasyonu (Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen) eş değeri olan konglomera/breş, kalkarenit, killi kireçtaşından oluşturduğunu, Tersiyer birimlerinden Abdalpınarı formasyonu (Paleosen-Alt Eosen) Akdere formasyonu üzerinde yer yer geçişli olduğunu ortaya koymuştur. Bu birim üzerinde yer yer geçişli yer alan Demiroluk formasyonu (Lütesiyen) konglomera/breş, Nummulites’li kireçtaşı ve marn dan oluştuğunu, tüm bu birimleri açılı uyumsuzlukla örten en genç kaya birimleri, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşında olanı (Gövdeli dağ formasyonu) konglomera ile Miyosen ise (Gürün formasyonu) kumtaşı, marn ve kireçtaşı ile temsil edildiğini ileri sürmektedir.

Atabey (1995) Gürün otoktonundaki Yanıktepe formasyonun Üst Kretase dolomitlerinin petrografisini ve kökeninin ortaya koymayı amaçlamıştır. Yanıktepe formasyonunun sahada ayırtlanabilen ve birbiriyle parmaklanmalı bir şekilde geçiş

oluşturan kireçtaşı ve dolomit fasiyesiyle temsil edildiğini belirtmiştir. Kireçtaşlarının masif olduğunu, foraminiferli-makro kavkılı (rudistli) vaketaşı dokusu gösterdiğini, dolomitlerin bu foraminiferli-makro kavkılı vaketaşlarının dolomitleşmesinden oluştuğunu saptamıştır.

Göç (1993) çalışmasında Yazıyurdu (Gürün) yöresinde yer alan litostratigrafik birimlerin tektonik, sedimanter, petrolojik özelliklerini inceleyerek inceleme alanının 1:25 000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. İnceleme alanında, hiçbir hidrokarbon belirtisine rastlamamış ve Akdere formasyonunun illit kristallik derecesi yöntemi ile sedimanların organik madde oluşumu için gerekli basınç, sıcaklık ve gömülme derinliğine sahip olmadığı sonucuna varmıştır.

Yalçın (1999) Gürün Neojeni'nin (Gürün formasyonu) kapalı bir havzayı temsil ettiği, 300-800 m kalınlığında kimyasal, volkanik kayalardan oluştuğu ve Gürün Neojeni'nin incelediği kesiminin endüstriyel hammadde potansiyeli bakımından önem taşımadığı sonucuna varmıştır. Gürün Neojeni (Gürün formasyonu) içerisindeki kimyasal kayaların, jips arakatlı (2-3 cm) içeren laminalı-ince tabakalı killi-karbonatlı kayalardan (kıltaşı, marn, killi kireçtaşı, kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı) oluştuğunu, killi karbonat kayaların bolluk sırasına göre düşük Mg-kalsit, aragonit, Ca-ve ideal dolomit, kil (yaygın olarak di- ve trioktahedral simektit, daha az illit, paligorskit, karışık tabakalı illit-smektit, klorit, kaolinit), kuvars ve eser miktarda volkanojenik bileşenler (biyotit, hornblend, volkanik kayaç parçaları) içerdiğini belirtmekte olup, volkanik kayalarda iki farklı parajenez belirlemiştir: (intersertal amigdaloidal ve porfirik dokulu bazaltik andezitlerde plajiyoklaz+olivin+ojit ve porfirik dokulu andezitlerde plajiyoklaz+ojit+enstatit+kersutit).

Kaçaroğlu (2001) Jura-Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonu kireçtaşından boşalan Gökpinar Kaynakları'nın, karstik kaynak tipinde olduğunu belirtmektedir. Yüceyurt formasyonunun inceleme alanında ana akiferi oluşturduğu ve karstik özelliklere sahip olduğunu saptamıştır. Kaynak boşalmalarının analizinden elde ettiği verilere göre karst akiferinin depolama kapasitesinin büyük, drenajının yavaş olduğunu belirlemiştir. Suların kalitesinin içme suyu standartlarına uygun ve sulama suyu açısından orta derecede tuzlu, düşük sodyumlu sular olduğunu saptamıştır.

2. JEOLojİ

2.1. Litostratigrafik Birimler

İnceleme alanı ve civarında allokton birimler, Gürün görelİ otoktonu ve bunları örten Üst Kretase-Kuvaterner arasında oluşmuş örtü birimleri (Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4) yer almaktadır.

Doğu Toros Kuşağı içerisindeki inceleme alanında, allokton konumlu birimlere ait Jura-Kretase yaşlı Sümbüllü formasyonu, Orta Jura-Kretase yaşlı Maraşlı formasyonu, Üst Kretase yaşlı Pınarbaşı karışığı ile Gürün görelİ otoktonuna ait Üst Permiyen yaşlı Yığılıtepe formasyonu, Orta Jura-Üst Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonu ve Gürün görelİ otoktonu ve allokton konumlu birimleri örten Üst Kretase yaşlı Akdere formasyonu, Eosen yaşlı Demiroluk formasyonu, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gövdelidağ formasyonu, Alt Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Gürün formasyonu, Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Göbekören bazaltı ve Kuvaterner yaşlı alüvyon yer almaktadır.

İnceleme alanının jeolojisinin sunumunda esas alınan Atabay ve diğ. (1997) ve Yılmaz ve diğ. (1997)'nin çalışmalarından Şekil 2.3'teki jeoloji haritasının hazırlanmasında yararlanılmıştır.

2.1.1. Allokton birimler

Gürün görelİ otoktonunu sınırlayan allokton kaya birimleri Sümbüllü formasyonu, Maraşlı formasyonu ile Pınarbaşı karışığıdır. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de birimlerin kolon kesitleri görülmektedir.

2.1.1.1. Sümbüllü formasyonu (Ms)

Sümbüllü formasyonu ilk kez Aziz ve diğ. (1982) tarafından Sümbüllü Dağı'ndaki tip kesitinde adlandırılmıştır. İnceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Kındıralık Köyü güneybatısında Battal Tepe civarında ve Kındıralık Köyü kuzeydoğusundaki Kelhüseyin Tepe ve Çirişlik Tepe civarında güneybatı-kuzeydoğu uzanımlı yüzeylemeye sahiptir.

Birim orta-kalın tabakalı kireçtaşından (sparitik, mikritik) oluşmaktadır (Yılmaz ve diğ., 1997). Ayrışmış kayaç yüzey rengi gri, kirlİ gri, beyazımsı gridir. Tabakalanma devamlı izlenmemektedir. Rudistli düzeyler yer almaktadır ve bu düzeyler genellikle

masiftir. Çatlaklı ve kırıklı olup, kalsit dolguludur ve yer yer dolomitleşme mevcuttur. Alt düzeyler breşik karakterli iken üst düzeylerde daha çok çört yumruları yer alır. Ayrıca yaygın olarak karstlaşma gelişmiştir. Kireçtaşı düzeylerinde oldukça yaygın olan fay çizikleri mevcuttur (Atabey ve diğ., 1997).

Birimin kalınlığı yaklaşık 600 metredir. Formasyonun Pınarbaşı karışığı ile olan ilişkisi tektoniktir. Bu ilişki bazı yerlerde ilksel, bazı yerlerde ikincil konumdadır. Birim üstte yer alan Maraşlı formasyonu ile Pınarbaşı karışığı ve Eosen birimleri üzerine güneyden kuzeye doğru Lütésiyen sonrasında itilmiştir (Atabey ve diğ., 1997).

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	AÇIKLAMALAR
						LİTOLOJİ
JURA-KRETASE	ÜST KRETASE		PINARBAŞI			Peridotit, serpantin, gabro, kireçtaşı blokları, radyolarit
			MARAŞLI			Çört ara düzeyli, ince-orta tabakalı kireçtaşı, kalkarenit
PALEOZO TERSİYER			SÜMBÜLLÜ			Gri-beyazımsı, orta-kalın tabakalı kireçtaşı
			GÜRÜN OTOKTONU			TEKTONİK Marn, şeyl, kalkarenit, kireçtaşı egemen kaya topluluğu

Şekil 2.1. İnceleme alanındaki allokton konumlu birimlerin kolon kesiti (Atabey ve diğ., (1997)'den değiştirilerek)

PERMIYEN		KRETASE		TERSİYER			KUVATERNER		SİSTEM		
ÜST	DOGGER	ÜST		EOSEN	MİYOSEN	Pliyoosen		SERİ	KAT	FORMASYON	
YİĞİLİTEPE (Py)	YÜCEYURT (JKy)	AKDERE (KTA)	LÜTESİYEN-PRIABONİYEN	DEMİROLUK (Td)	GÖVDELİDAĞ (Tgö)	GÜRÜN (Tgü)	GÖBEKÖREN BAZALTI (TÖg)	ÜYE	KALINLIK (m)	SİMGE	AÇIKLAMALAR
350	400-1100	400-800	Arpaçukuru (Tda) Başören (Tob) Darende (Tda)	50-200	200-400	90-350	200-350	300-700	10-15	10-20	Alüvyon Çakıl, kum, silt, toprak UYUMSUZLUK Olivin bazalt UYUMSUZLUK
											Andezit, trakiandezit, lav akıntısı, dasit, tuf, aglomera Şeyl, tüfit, konglomera, kumtaşı, gösel kireçtaşı UYUMSUZLUK Kumtaşı-çamurtaşı kalın tabakalı-masif konglomera UYUMSUZLUK Kumtaşı, kiltası, jips Killi kireçtaşı, kalkarenit, kumtaşı, şeyl Nummulitli kireçtaşı Nummulitli kireçtaşı, marn ardalanması YEREL UYUMSUZLUK Çörtü kireçtaşı, kalkarenit, laminalı kireçtaşı Rudistli kireçtaşı Orta-kalın, yer yer ince tabakalı kireçtaşı dolomitik kireçtaşı UYUMSUZLUK Algli kireçtaşı

Şekil 2.2. İnceleme alanındaki otokton konumlu birimlerin kolon kesiti (Atabey ve diğ., (1997)'den değiştirilerek)

İçerdiği fosillerine göre birime Atabey ve diğ. (1997) tarafından Jura-Kretase olmak üzere geniş yaş aralığı verilmiştir. Birimi temsil eden kireçtaşı sığ şelf, şelf kenarı ve kısmen de resif önü ortamlarında çökelmiştir. Dolomitleşme ise su dolaşımının zaman zaman kısıtlandığı alanları, tatlı su girişinin olduğu alanları göstermektedir (Atabey ve diğ., 1997).

Kındıralık Köyü kuzeydoğusundaki Büyük Pınar ve Kaya Pınar civarından alınan kayaç örneklerinin mikroskop incelemelerinde örnekler sırasıyla, pelmikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962); fosillimikrit (Folk, 1962), çamurtaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmıştır.

2.1.2.2. Maraşlı formasyonu (Mm)

Maraşlı formasyonu en iyi yüzeylediği yer olan inceleme alanı dışındaki Maraşlı Köyü'ne atfen Aziz ve diğ. (1982) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Kındıralık Köyü güneybatısındaki Büyük Tahtalı Tepe ile inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Yazıyurdu Köyü kuzeybatısındaki Kelhüseyin Tepe ve Gövdeli Kuyu Tepe arasında yüzeylenmeleri mevcuttur.

Birim gri, sarımsı, beyaz, kahverengi ince-orta tabakalı kireçtaşı ve bunlarla yer yer ardalanmalı çört tabakaları ile temsil edilir. Üste doğru kalkarenit, kumtaşı düzeyleri de yer almaktadır. Kumtaşlarında kayma ve slamp yapıları izlenebilmektedir. İçerisinde magmatik kayaç kırıntıları gözlenmektedir. Kalınlığı 350-600 m arasında değişmektedir (Atabey ve diğ., 1997).

Birim altta yer alan Sümbüllü formasyonu ile dikey geçişlidir. Pınarbaşı karışığı ile olan ilişkisi tektonik olup, ilksel ilişkinin korunduğu alanlarda altta, korunamadığı alanlarda ise ofiyolitlerin üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Eosen birimleri üzerine güneyden kuzeye doğru itilmiştir. Birim içerisinde yaygın simetrik ve asimetrik kıvrımlar gelişmiştir (Atabey ve diğ., 1997).

Atabey ve diğ. (1997) tarafından içerdiği fosillerine göre birime Orta Jura-Kretase olmak üzere geniş bir yaş aralığı verilmiştir. Maraşlı formasyonunu oluşturan kayalar şelf kenarı, açık şelf (yamaç) ve kısmen havza (pelajik) ortamlarında çökelmiştir (Atabey ve diğ., 1997).

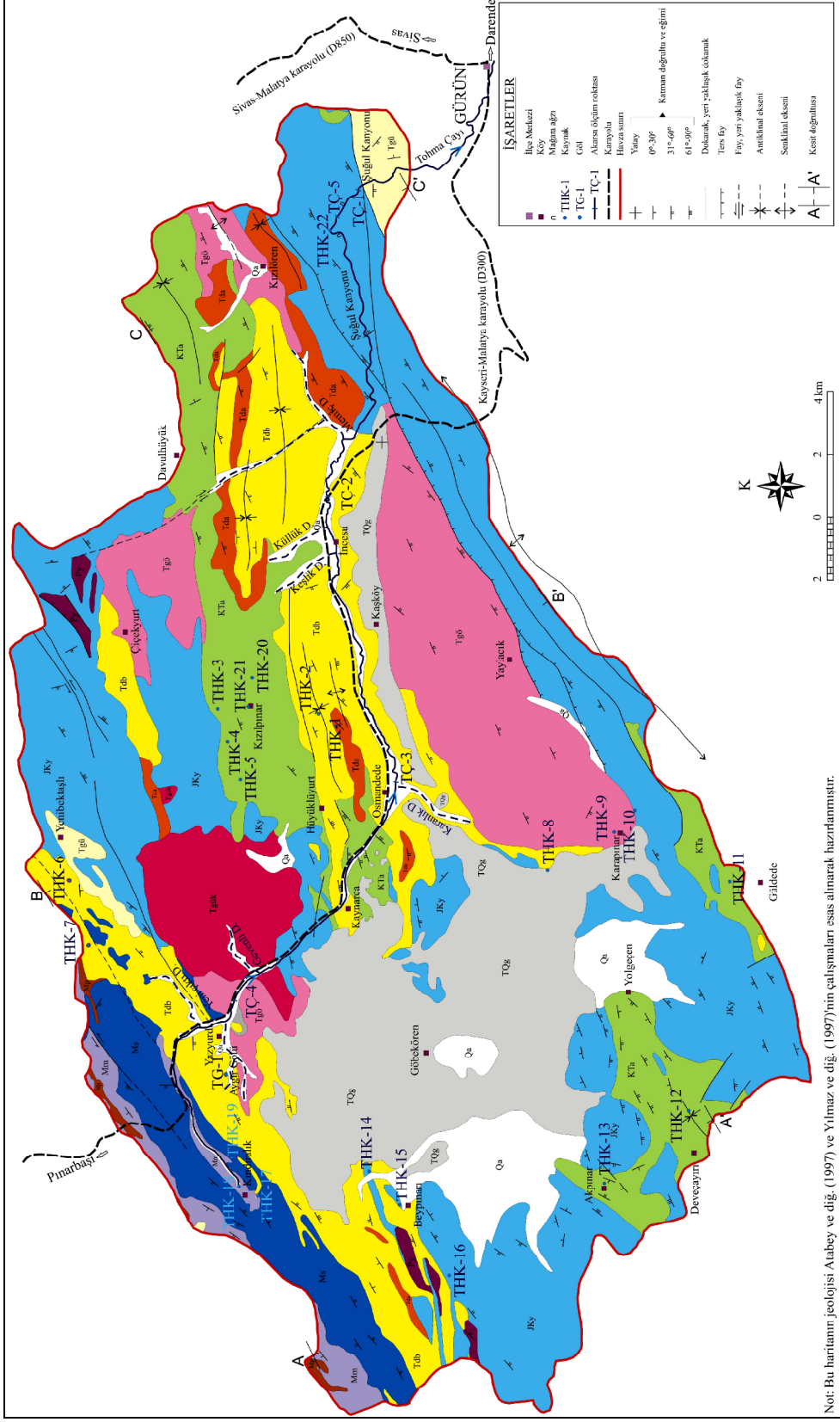
2.1.2.3. Pınarbaşı karışığı (Mp)

Birimin adı Aziz ve diğ. (1982) tarafından Pınarbaşı ofiyoliti olarak adlandırılmıştır; ancak çalışma alanında düzenli bir ofiyolit dizisinin mevcut olmaması ve çeşitli bloklar içermesi nedeniyle Atabey (1995) tarafından Pınarbaşı karışığı olarak tanımlanmıştır.

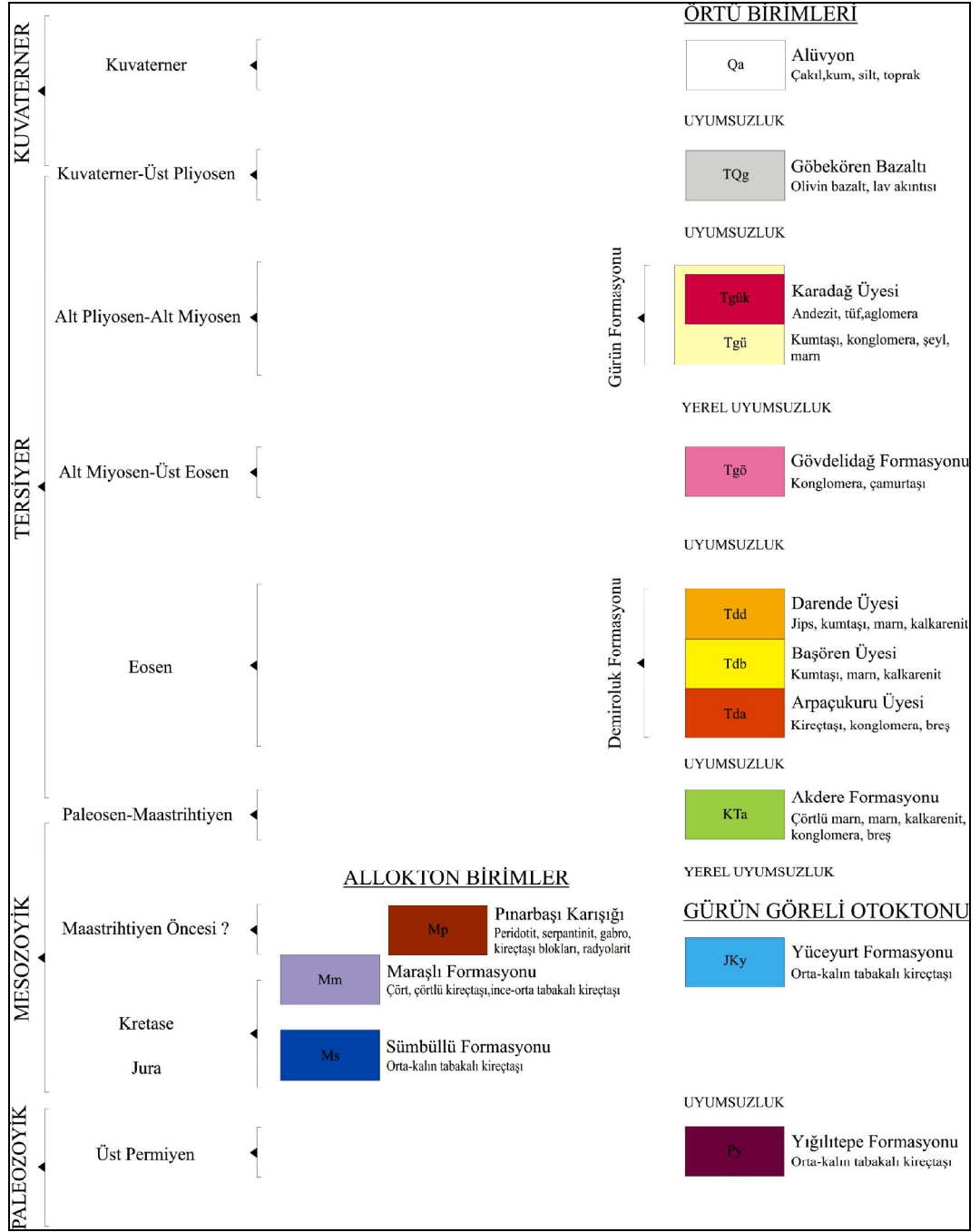
İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde Yenibektaşlı Köyü güneybatısındaki Çamkoca Pınarı batısındaki Körpınar Tepe civarında sınırlı mostralar halinde dağınık bir şekilde yüzeylemektedir.

İnceleme alanındaki mostralarda oldukça bozulmuş, ayrılmış olup, kaya türü özellikleri tam olarak tanımlanamamaktadır. Birim serpantin, serpantinleşmiş peridotit, peridotit, piroksenit, harzburjit, dünit ve gabro kayalarından oluşmaktadır. Milonitleşme yaygın olup, içerisinde Maraşlı ve Sümbüllü formasyonuna ait kireçtaşı blokları ve ayrıca radyolarit yer almaktadır. Kireçtaşı ile olan dokanaklarda listvenit gelişimleri mevcuttur (Atabey ve diğ., 1997).

Birim, Jura-Kretase yaşlı platform türü karbonatlardan oluşan Sümbüllü formasyonu ya da Maraşlı formasyonu üzerinde kuzeye dalımlı bir bindirme ile yer almaktadır. Ayrıca altta yer alan karbonatların çatlak ve yarıklarına da ofiyolitler yerleşmiştir (Yılmaz ve diğ., 1997). Pınarbaşı karışığının ilksel konumda Maraşlı ve Sümbüllü formasyonları üzerindeki tektonik ilişkisi Lütésiyen sonrası hareketler sonucu güneyden kuzeye itilmelerle ilksel konumunu kaybederek ikincil konuma geçmiştir. Dolayısıyla arazide yer yer Sümbüllü ve Maraşlı formasyonları bu birimin üzerinde görülmektedir (Atabey ve diğ., 1997). Körpınar Tepe civarında, birimi Eosen yaşlı Demiroluk formasyonu uyumsuz olarak üzerlemektedir (Göç, 1993). Birimin diğer birimlerle ilişkilerine göre yerleşme yaşı Atabey ve diğ. (1994, 1997) tarafından en geç Maastrichtiyen öncesi olarak verilmektedir.



Şekil 2.3. Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın hidrojeolojisi haritası



Şekil 2.4. İnceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin korelasyonu ve açıklaması (Atabey ve diğ., (1997) ve Yılmaz ve diğ., (1997)'den değiştirilerek)

2.1.2. Gürün görelî otoktonu

Gürün görelî otoktonu ya da Geyikdağı birliği (Özgül, 1976) olarak bilinen kaya birimlerinin bir kısmı Doğu Toroslar'ın batı ve orta kesiminde tanımlanan Yığıltepe

formasyonu ve Demirogluk formasyonunun (Demirtaşlı, 1967; Atabey, 1995) devamı niteliğindedir (Atabey ve diğ., 1997).

İnceleme alanında Gürün görelî otoktonuna ait birimler Üst Permiyen yaşlı Yığılıtepe formasyonu ve Jura-Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonundan oluşmaktadır.

2.1.2.1. Yığılıtepe formasyonu (Py)

Görelî otoktonun (Tufanbeyli yöresinde) Permiyen yaşlı kireçtaşları ile temsil edilen kaya birimi Demirtaşlı (1967) tarafından formasyonun tip yerinin bulunduğu Yığılı Tepe'ye (Tufanbeyli) atfen Yığılıtepe formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yığılıtepe formasyonu, inceleme alanının güneybatısındaki Beypınarı Köyü'nün güneybatısında Kavunağılı Tepe ve Mağara Tepe civarında ve inceleme alanın kuzeyinde Çiçekyurt Köyü'nün kuzeyinde Çallı Tepe civarında dar bir alanda yüzeylenir.

Birim, orta-kalın tabakalı ve yer yer masif koyu gri ve siyahımsı yer yer pembemsi renkte rekristalize kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Orta ve üst seviyelerde kireçtaşları bol miktarda algli ve foraminiferli olup yer yer oolitlidir. Sert, çatlaklı ve kırıklı olup, çatlaklar sparit dolguludur. Yığılıtepe formasyonu oluşturan kireçtaşları resif ortamına aittir. (Atabey ve diğ., 1997).

İnceleme alanında birimin tabanı görülmemekte olup, inceleme alanı dışında Triyas yaşlı Katarası formasyonu, Permiyen yaşlı Yığılıtepe formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli bir ilişki ile geldiği Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından ve Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonu üzerine uyumsuzlukla geldiği Demirtaşlı (1967) tarafından ileri sürülmektedir.

Maraşlı formasyonu ile ilişkisi tektoniktir. Üstteki Yüceyurt formasyonu ile olan ilişkisi uyumsuzdur. Yığılıtepe formasyonu 350 m kalınlığa sahiptir. Kireçtaşındaki fosillere göre Yığılıtepe formasyonunun yaşı Üst Permiyen'dir (Atabey ve diğ., 1997). Formasyon düşük enerjili sığ denizel ve neritik bir ortamda, kıta sahanlığının resif gerisinde çökelmiş olabilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.1.2.2. Yüceyurt formasyonu (JKy)

Toroslar'ın değişik yerlerinde "Kompresif Seri", "Platform Karbonatları" olarak tanımlanan kireçtaşları (Jura-Kretase yaşında) ilk kez Aziz ve Ereman (1980) tarafından Yüceyurt Tepe'deki yüzeylemelerinde en iyi kesit vermesi nedeniyle Yüceyurt

formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yüceyurt formasyonu inceleme alanında en fazla yüzeylemeye sahip birimdir.

Birim orta-kalın tabakalı, yer yer ince tabakalı, gri, beyazımsı, sarımsı koyu renkte kireçtaşları ve bunlarla yer yer aralanmalı dolomitik kireçtaşı ile temsil edilir. Stromatolitik yapılar fazladır. Çatlaklar sparit dolguludur. Üst düzeylerde yer yer masif rudistli kireçtaşı yer alır. Dolomitik kireçtaşı genellikle Jura-Alt Kretase geçişinde görülmektedir (Kazancı ve diğ., 1985). Bol kırıklı, çatlaklı ve yoğun şekilde karstlaşmıştır (Kaçaroglu, 2001).

Kalınlığı 400-1100 m olan birim, üstte Akdere formasyonu ile dikey yönde geçişler oluşturur (Kazancı ve diğ., 1985; Atabey, 1993b). Birimin Akdere formasyonu ile olan ilişkisinin uyumsuz olduğu Kozlu ve diğ. (1990) tarafından ileri sürülmüş, Yılmaz ve diğ. (1992) ise bu ilişkiyi ani fasiyes değişimi olarak yorumlamıştır. Kireçtaşı düzeylerinde saptanan foraminifere göre birimin yaşı Orta Jura-Kampaniyen (Üst Kretase) aralığındadır (Kurtman, 1978; Atabey ve diğ., 1997).

Birim bol kırık-çatlaklı, kalsit damarlıdır ve sıkışma nedeniyle stilolitler bulunduğu gözlenmiştir. Kireçtaşlarında diyajenez sonucunda oluşmuş, dolomitleşme, silisleşme ve rekristalizasyon yaygınca gelişmiştir. Yazyurdu yöresinde doğrudan atımlı faylanmalara bağlı olarak yüzeylenen, bol miktarda fosil parçaları içeren birim, biyomikrit (Folk, 1962) olarak tanımlanmıştır. Sürekli bir istif sunan platform tipi karbonatlı birim gelgit çevresi, gelgit içi ve gelgit üstü ortam şartlarında çökelmiştir. İstifin en üst kesiminde yer alan Rudistli kireçtaşları ise sığ, sıcak, çalkantılı ortam şartlarını yansıtmaktadır (Göç, 1993).

İnceleme alanının güneybatısındaki Beypınarı Köyü'nün kuzeybatısındaki Göz kaynağı civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde sığ denizel kavkı parçaları saptanmış ve birincil dokunun yıkıma uğradığı gözlenmiştir, Karapınar Köyü güneydoğusundaki Yukarı Pınar civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde ise örneğin rekristalize kireçtaşı (dolomit) olduğu belirlenmiştir. Beypınarı Köyü'nün batısındaki Büyükdağlan kaynağı civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde fosillimikrit (Folk, 1962), çamurtaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış, sığ denizel ortamda çökeldiği belirlenmiştir.

Birimin kireçtaşı (oosparit/tanetaşı, mikrit, biyomikrit/vaketaşı) bölümü genelde alglidir ve bentonik formlar kapsar. Üst düzeyler bol oranda rudist kavkıdır. Çatlaklı ve eklemlili olan kireçtaşları yer yer oolitleli ya da yalancı oolitlelidir. Yüceyurt formasyonunun duraylı bir kıta sahanlığında, lagüner ve açık dolaşimli bir şelf ortamında çökeldiği ve

sahanlığının Jura'dan Santoniyen-Kampaniyen'e kadar genel olarak korunduğu söylenebilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.1.3. Örtü birimleri

Allokton konumlu birimleri ve Gürün görelî otoktonu üzerinde yer alan örtü birimleri: Üst Kretase-Paleosen yaşlı Akdere formasyonu, Eosen yaşlı Demiroluk formasyonu, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gövdelidağ formasyonu, Alt Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Gürün formasyonu, Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Göbekören bazaltı ve Kuvaterner-Güncel yaşlı alüvyondan oluşur.

2.1.3.1. Akdere formasyonu (KTa)

İnceleme alanının orta kesimindeki Globotruncanalı mikrit, kalkarenit ve şeylerden oluşan kaya birimi, Aziz ve diğ. (1979) tarafından inceleme alanı dışındaki tip kesit yerinin bulunduğu Akdere Köyü'ne atfen Akdere formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Akdere formasyonu inceleme alanının kuzey kesiminde Hüyüklyurt, Kızılpınar, Davulhöyük köyleri boyunca doğu-batı yönünde ve inceleme alanının güney kesiminde Güldede Köyü kuzeyindeki Büyük Ziyaret Tepe civarında, Akpınar ve Deveçayırı köyleri civarında geniş bir alanda yüzeylemektedir.

Akdere formasyonu ince tabakalı killi kireçtaşı, kalkarenit ve bunlarla ardalanmalı laminalı kireçtaşı ve yer yer merceksi kanal dolgusu konglomera/breşle temsil edilmektedir. İstifin üst düzeylerinde killi kireçtaşında çört yumruları görülmektedir. Türbiditik yapılar akma ve slamp yapıları görülmektedir (Atabey ve diğ., 1997).

Akdere formasyonunun tabanda ince çakıltaşı seviyesi içermesi, üstte doğru kalkarenit, biyoklastlı kireçtaşları ve mikritik killi kireçtaşları, çamurtaşları ve kalsitürbiditik ardalanımlarla devam etmesi, denizel bir ortamda, yarı pelajik ve pelajik alt ortamları karakterize eder. Birimin en alt seviyesindeki ince çakıltaşı oluşuğu, tektonik gelişme sonucu olarak havzanın ani çökmesi ile açıklanabilir. Bunu takiben resif önlerinde biyoklastlı ve kalkarenitli seviyelerin oluşmasının ardından derin denizel pelajik ortama geçmiştir (Göç, 1993).

İnceleme alanının orta kesimindeki Kızılpınar Köyü'nden alınan Akdere formasyonuna ait 2 farklı kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde, biyosprarit (Folk, 1962), tanetaşı (Dunham, 1962) (sığ denizel), biyomikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, bu kayaçların açık denizel ortamda çökeldiğine işaret etmektedir. Kızılpınar Köyü çevresindeki Üçpınar, Poyraz Pınarı, Göz Pınarı kaynakları civarından alınan kayaç örneklerinin mikroskop incelemelerinde biyomikrit (Folk, 1962), istiftaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış, Gözeler kaynağı civarından alınan kayaç örneği biyosprarit (Folk, 1962), tanetaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, bunların da sığ denizel ortamda çökeldiğine işaret etmektedir. İnceleme alanının güney kesimindeki Güldede Köyü kuzeyindeki Büyük Ziyaret kaynağı ve inceleme alanının güneybatı kesimindeki Deveçayırı Köyü doğusundaki Soğuk Pınar civarından alınan kayaç örnekleri biyosprarit (Folk, 1962), istiftaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, sığ denizel ortamda çökelmıştır, inceleme alanının güneybatı kesimindeki Akpınar Köyü içerisindeki Akpınar kaynağı civarından alınan kayaç örneği ise biyomikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, açık denizel ortamda çökeldiği saptanmıştır.

Birim üstte yer alan Demiroluk formasyonu ile uyumsuz olup, bu ilişki yer yer geçişlidir Atabey (1993b). Birimin kalınlığı 400-800 m arasındadır. Birime Atabey ve diğ. (1997) tarafından içerdiği fosillere göre Maastrichtiyen-Paleosen yaşı verilmiştir. Yılmaz ve diğ. (1997) Maastrichtiyen-Paleosen yaşta pelajik formlar kapsayan birimin, platformun ani çökmesi ile oluşan bir çukurlukta oluştuğunu ileri sürmektedir.

2.1.3.2. Demiroluk formasyonu

Tufanbeyli yöresinde konglomera, kireçtaşı ve marnla temsil edilen kaya birimi Özgül ve diğ. (1973) tarafından Demiroluk formasyonu olarak tanımlanmıştır. Birimin konglomera/kireçtaşı ile temsil edilen düzeyleri Arpaçukuru üyesi (Aziz ve diğ., 1982'ye uygun olarak) marnlı-killi kireçtaşı bölümleri Başören üyesi (Atabey, 1993b'ye uygun olarak), jipsli bölümleri de Darendede üyesi (Akkuş, 1971'e uygun olarak) adı altında tanımlanmıştır. Birimin yaşı Eosen'dir (Atabey ve diğ., 1997).

Gürün görelî otoktonu ile Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı Akdere formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla gelen birim kıta içi-sığ denizel bir ortamda çökelmış olabilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.1.3.2.1. Arpaçukuru üyesi (Tda)

Demirogluk formasyonun konglomera/kireçtaşı düzeyleri Aziz ve diğ. (1982) tarafından inceleme alanı dışındaki Arpaçukuru Köyü'ne atfen Arpaçukuru üyesi olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanının kuzey kesimindeki Yenibektaşlı Köyü güneyindeki Kartalkaya Tepe civarında, inceleme alanının orta kesimindeki Osmandede Köyü güneybatısında, inceleme alanının orta kesimindeki Hüyüklyurt Köyü güneydoğusundaki Mollahal kaynağı civarında, Kızılpınar Köyü doğusundaki Tuztaşı Tepe ile Kızılören Köyü civarındaki Anlıyamaç Sırtı boyunca, Kızılören Köyü ile Kızılören Köyü güneydoğusundaki Kale Tepe arasında ve Beypınarı Köyü batısında yüzeylemeleri mevcuttur.

Birim alt düzeylerde kalın tabakalı ve masif konglomera düzeyleri ile temsil edilmektedir. Konglomeraların çok tür (polijenik) çakılları genellikle Mesozoyik kireçtaşından türemiş olup, az yuvarlak ve köşeli, kötü boylanmalı, yer yer merceksi bir geometri sunmaktadır. Bu konglomera düzeyleri üste doğru sarımsı bej renkli Nummulites'li kireçtaşlarına geçmektedir. Kireçtaşı bölümü kalın tabakalı ve masif bol miktarda küçük ve bazı düzeylerde Nummulites ve lamelli brans fosilleri kapsamaktadır (Atabey ve diğ., 1997).

Arpaçukuru üyesinin yaşı kireçtaşı düzeylerindeki fosillere (Nummulites, lamelli brans, Pelesipod fosilleri) göre Priaboniyen'dir. Arpaçukuru üyesi üstte Başören üyesiyle geçişlidir. Birimin kalınlığı 50-200 m arasındadır. Kireçtaşı ve konglomeralar Lütisiyen sonrası tektonizmadan hayli etkilenmiş olup, özellikle kireçtaşlarında eğim atımlı ve doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Kaya türü ve fosil karakterleri sığ şelf alanlarını, özellikle Nummulites'li kireçtaşları sığ şelf alanlarındaki Nummulites bankalarını karakterize etmektedir (Atabey ve diğ., 1997).

Birimin mikroskobik incelemelerinde Yazıurdu Köyü kuzeyindeki Deretarla Tepe civarında taban kesimleri sparikalsitik çimento özelliğindedir. Daha üst seviyelere doğru mikritik çimento özelliğinde izlenen istif, Yenibektaşlı Köyü'nün kuzeybatısındaki Mağara Tepe civarında tekrar sparitik özellik kazanmaktadır. Deretarla Tepe ve Mağara Tepe'de çok yoğun neomorfik sparitleşme (hem tane içi hem de tane arası) gelişmesi nedeniyle kayacın dokusal gelişimi net olarak gözlenememekte, kuş gözü ve biyotürbasyon yapıları yaygın olarak gözlenmektedir (Göç, 1993).

Hüyüklyurt Köyü güneydoğusundaki Mollahal kaynağı civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde kayaç örneği biyosparit (Folk, 1962), istiftaşı

(Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, birimin sığ denizel (lagün) ortamda çöktüğü söylenebilir. Yenibektaşlı Köyü'nün batısındaki Çamkoca Pınarı ve Bektaş Pınarı kaynakları civarından alınan kayaç örneklerinin mikroskop incelemelerinde sırasıyla intrabiyomikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962), biyomikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış ve sığ denizel ortamda çöktüğü belirlenmiştir.

2.1.3.2.2. Başören üyesi (Tdb)

Gürün-Sarız arasında marnla temsil edilen Lütésiyen yaşlı kaya birimi, Aziz ve diğ. (1982) tarafından inceleme alanı dışındaki Başören Köyü'ne atfen Başören formasyonu adı altında tanımlanmıştır. İnceleme alanında Çiçekyurt Köyü kuzeyinde, Beypınarı Köyü'nün batısından Yenibektaşlı Köyü'nün batısına kadar güneybatı kuzeydoğu yönünde uzanan, inceleme alanının orta kesimindeki Kaynarca Köyü'nden, inceleme alanının doğu kesiminde yaralan Kızılören Köyü'nün batısına kadar yaklaşık batı-doğu yönünde uzanan yaygın yüzeylemeleri mevcuttur.

Başören üyesi gri-yeşilimsi-mavimsi renkli, 1-2 m kalınlığında marn, ince tabakalı kalkarenit ve killi kireçtaşı, çok kalın tabakalı (2-3 m) kalkarenit ve kumtaşı düzeylerinin ardalanması şeklinde bir istifeye sahiptir. Kalkarenit ve kumtaşlarında derecelenme mevcuttur. Tabaka altı ağırlık, tabaka üstü akıntı yapıları, yük kalıpları, canlı eşeleme izi yapıları izlenebilir. Kumtaşı tabakaları ince olup 5-10 cm, kalkarenit tabakaları bazen 1-30 cm bazen de 1-2 m kalınlıkta olabilmektedir (Atabey ve diğ., 1997).

Üyenin kalınlığı yaklaşık 200-400 m arasındadır. Marnlı düzeylerde saptanan fosillere göre Başören üyesinin yaşı Lütésiyen-Priaboniyen'dir. Üye açık denizel (shelf) alanlarında çökelmiştir. Başören üyesi üstte Darende üyesi ile geçişler oluşturur. Daha yaşlı birimlerle ilişkisi tektonik ya da uyumsuzdur. Yaklaşık 200-400 m kalınlıktadır (Atabey ve diğ., 1997).

Hüyüklyurt Köyü güneydoğusundaki Camlı Pınarı civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde, biyomikrit (Folk, 1962), vaketaşı (Dunham, 1962) olarak adlandırılmış olup, açık denizel (shelf) ortamda çöktüğü belirlenmiştir.

2.1.3.2.3. Darende üyesi (Tdd)

Akkuş (1971) tarafından inceleme alanı dışındaki Darende yöresinde jips arakatkılı, kumtaşı-marn ardalanmalı kaya birimi Darende formasyonu olarak tanımlanmıştır. Aynı birim Kozlu ve diğ. (1990) tarafından Başören formasyonunun Darende üyesi olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Darende üyesi Yazıurdu Köyü batısındaki Aygır Gölü ve çevresinde dar bir alanda yüzeylemektedir.

Birim gri, yeşilimsi, mavi renkte, 1-2 m, kalınlıkta marn, 10-30 cm tabakalı kumtaşı ve bunlarla arakatkılı masif jipslerle temsil edilmektedir. Kumtaşı ince-orta taneli olup, magmatik ve volkanik kayaç parçaları kapsamaktadır. İstifin üst düzeylerinde jips egemendir. Bunlar 2-3 cm tabakalı marnlar ile ardalanmalı olabildiği gibi masif olabilmektedir. Darende üyesinin kalınlığı 90-350 m arasında değişmektedir (Atabey ve diğ., 1997). Darende üyesinin Aygır Gölü çevresindeki yüzeylemesinde istifin üst seviyelerindeki jipsler gözlenmektedir.

Birimi temsil eden marnlı düzeylerdeki fosillere göre birime Üst Lütésiyen-Priaboniyen yaşı verilmiştir. Çökel istifleri bakımından kısmen gelgit üstü sabka ortamı karakterize etmektedir (Atabey ve diğ., 1997).

2.1.3.3. Gövdelidağ formasyonu (Tgö)

Konglomeradan oluşan kaya birimi ilk defa Aziz ve Erakman (1980) tarafından Gövdeli Dağ'a atfen Gövdelidağ formasyonu adıyla tanımlanmıştır. Gövdelidağ formasyonu inceleme alanında Kaşkoy ve Karapınar köyleri arasında (Uzunöz Tepe ve çevresinde), Çiçekyurt Köyü güneyi ile Çatalyatak Tepe kuzeyi arasında, Yazıurdu Köyü güneyi ile Üçpınar Tepe arasında yüzeylemektedir.

Birim, kalın tabakalı ve yer yer masif konglomera ve bunlarla ardalanmalı, 50 cm ile 1 m kalınlıkta tabakalı kumtaşı, çamurtaşı düzeyleri ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının güneydoğu kesiminde yer alan Yaylacık Köyü'nün kuzeybatısındaki Uzunöz Tepe dolayında kırmızımsı, sarımsı kahve renkli orta tabakalı konglomera/breş, orta tabakalı çamurtaşı ve kumtaşı ardalanması şeklindedir. Konglomera çakıltaşı polijenik karakterleri olup, daha yaşlı kaya birimlerinden (genellikle Mesozoyik birimlerden) türemiştir. Çakıllar az yuvarlak, köşeli ve kötü boyulanmalıdır. Kumtaşı tabakaları ince-orta tane boylu, gri renkte, magmatik ve volkanik kayaç parçaları kapsamaktadır. Çamurtaşı düzeyleri ise kahverengi sarımsı renktedir. Kalınlığı 200-350 metredir. Göreli

olarak yaşı Üst Eosen-Alt Miyosen'dir (Atabey ve diğ., 1997). Akarsu ve alüvyon yelpaze oluşukluklarını kapsayan birimde çapraz katmanlanma ve derecelenme olağan yapılardır (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.1.3.4. Gürün formasyonu (Tgü)

Gürün çevresinde tipik yüzeylemeleri olan şeyl, marn ve tuf, konglomeradan oluşan kaya birimi Kurtman (1978) tarafından Gürün formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Gürün'ün batısındaki Şuğul Kanyonu'nda ve inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Yenibektaşlı Köyü ve köyün kuzeybatısındaki Bektaş Pınarı ve Tepetarla Tepe civarında dar bir yüzeylemeye sahiptir.

Gürün formasyonu açık gri, boz, sarımsı, beyazımsı, kahverengi, 1-3 m tabakalı marn, şeyl ve bunlarla arakatlı tufit ve ince tabakalı laminalı kalkarenitli-killi kireçtaşı ve bunların arasında merceksi ve yer yer kalın tabakalı konglomera düzeyleri ile temsil edilmektedir. Gürün formasyonunun yaşı Alt Miyosen-Alt Pliyosen'dir. (Atabey ve diğ., 1997).

Gürün formasyonu 300 ile 700 m arasında kalınlığa sahiptir. Formasyon içerisinde sedimanter kayalarla arakatlı ve bunları kesen volkanitler Karadağ üyesi olarak ayırtlanmıştır (Atabey ve diğ., 1997).

2.1.3.4.1. Karadağ üyesi (Tgük)

Atabey ve diğ. (1997) tarafından Karadağ Tepe'deki tip yüzeylemelerine atfen Karadağ üyesi olarak tanımlanmıştır. Karadağ üyesi inceleme alanının orta kesiminde, Yazıyurdu Köyü ile Hüyüklyurt Köyü arasındaki Mıstık Tepe, Nohutlugüney Mevkii, Terziyurdu Tepe ve Karadağ Tepe'de yüzeylemektedir.

Birim trakiandezit, andezit, tuf, aglomera ve lav akıntısı ile temsil edilmektedir. Trakiandezit çıkıntılar oluşturmakta ve sütunsu yapı göstermektedir. Bu volkanitler Mesozoyik ve Eosen birimlerini kesmektedir (Atabey ve diğ., 1997). Karadağ üyesinin yaşı Gürün formasyonu ile aynıdır (Alt Miyosen-Alt Pliyosen) (Kurtman, 1978; Atabey ve diğ., 1997).

Hüyüklyurt Köyü kuzeybatısındaki Karadağ Tepe'den alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemelerinde paleogonitleşmiş piroksen (Ojit), ±Kersutit içeren hipokristalin porfirik dokulu bazaltik/andezitik türde volkanik kayaç olduğu belirlenmiştir. Yılmaz ve

diğ. (1997) tarafından yapılan mikroskop incelemelerinde gri, pembemsi renkte, katmansız, yer yer akma yapılı katmanlı lavlar oldukça albitleşmiş, camsı silisleşmiş mikrolitli bir hamurda ojit, titanajit, hornblend, biyotit, kuvars ve iz eleman olarak zirkon, apatit (hipidiyomorf) ve opak elemanlar kapsadığı, Atabey ve diğ. (1997) tarafından yapılan mikroskop incelemelerinde ise oligoklaz, andezin karakterinde plajiyoklaz ve serpantinleşmiş olivinden oluştuğu belirlenmiştir.

2.1.3.5. Göbekören bazaltı (TQg)

Atabey (1993b) tarafından Göbekören Köyü'ne atfen adlandırılan birim inceleme alanının batı kesimindeki Göbekören, Beypınarı, Karapınar, Güldede köyleri çevresinde ve Tohma Çayı'nın orta kesimi boyunca geniş bir alanda yüzeylemektedir.

Kıta içi açılma sonucu çatlaklardan türeyen (Yılmaz ve diğ., 1997) bazaltik afanitik dokulu volkanik lav akıntıları (Göç, 1993), koyu siyah-kahverengi renklerde tabakalı ve masif olivin bazalt karakterindedir. Sütunsu ve eklemli yapı gelişmiştir. Taban düzeylerinde yastık yapılı lavlar mevcuttur. Bu yastık yapıları lavların göl suyuna ulaştığı anda, su içinde oluşmuştur. Bazaltlar gözenekli ve çatlaklıdır, özellikle tabanda çamurtaşları arasında oturma yapıları gelişmiş olup, çamurtaşını pişirmiş ve kızılımsı renk vermiştir. Yer yer de bu çamurtaşını içerisine topakçıklar şeklinde yer almıştır. Birim 10-20 m arasında kalınlığa sahiptir (Atabey ve diğ., 1997).

Karapınar Köyü kuzeybatısındaki Çobanboğan Pınarı civarından alınan kayaç örneğinin mikroskop incelemesinde olivin, piroksen, plajiyoklaz içeren holokristalin porfirik dokulu, olivin bazalt türde volkanik kayaç olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanı dışında ilişkili olduğu Alt Pliyosen yaşlı Kangal formasyonu ile uyumsuz ilişkili olduğundan Atabey ve diğ. (1997) tarafından Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşı verilmiştir.

2.1.3.6. Alüvyon (Qa)

İnceleme alanında 10 metreye ulaşabilen, çakıl, kum ve siltten oluşan, Kuvaterner (Güncel) yaşlı alüvyon çökelleri Tohma Çayı boyunca yüzeylemektedir. Darende-Gürün arasında Tohma Çayı vadisinde yer yer taraçalar şeklinde eski alüvyon düzeyleri olarak da mostra vermektedir (Atabey ve diğ., 1997).

2.2. Yapısal Jeoloji

Yapısal olarak çok karmaşık bir yapıda bulunan çalışma alanı Doğu Toros Kuşağı (Torid Tektonik Kuşağı) içinde yer almaktadır (Ketin, 1966). Alpin orojenik özelliği taşıyan Torid Tektonik Kuşağı, kuzeyde metamorfik masifler ve ara basenlerle karakterize olmuş Anatolid Tektonik Ünitesi ile sınırlanırken, güneyde ön çukur özelliği taşıyan kenar kıvrımları tektonik ünitesi ile sınırlıdır. Bölge Parejas (1940)'ın Anadolu'nun transversal tektoniği açısından Malatya Alçalımı içinde yer alır. Bu alçalımın doğusunda Van Yükselimi ve batısında da Kızılırmak Yükselimi bulunur (Kurtman, 1978).

İnceleme alanının jeolojik gelişimi Üst Devoniyen ile günümüz arasında tamamlanmıştır. İnceleme alanı jeolojik süreç içinde biri Maastrichtiyen öncesi, diğeri Maastrichtiyen-Günümüz arasında olmak üzere iki önemli jeolojik evre geçirmiştir (Yılmaz ve diğ., 1997). İnceleme alanında yüzeyleyen kaya birimleri dikkate alındığında biri kuzeyde diğeri güneyde (çalışma alanı dışında) olmak üzere iki ayrı okyanus gelişmiştir (Pınarbaşı Karışığı ile Dağlıca Karmaşığı) (Atabey ve diğ., 1997).

En geç Maastrichtiyen öncesi evrede bu ofiyolitler karbonat birimleri (kuzeyde Sümbüllü ve Maraşlı, güneyde (çalışma alanı dışında) Munzur kireçtaşı ile Binboğa formasyonu) üzerine yerleşmişlerdir. Bu yerleşme Türoniyen öncesinde başlamış ve Maastrichtiyen'de son bulmuştur (Atabey ve diğ., 1997).

Maastrichtiyen-Günümüz arası ise, tektonik birliklerin yan yana gelmesiyle ilgili ve ofiyolitlerin ikincil konumlarına erişmesinden sonraki olayları kapsar ve kendi içinde alt evrelere ayrılır. Örneğin Maastrichtiyen-Paleosen evresinde, Gürün görelî otoktonu [Alpin orojenezine ait Attik fazında (Kurtman, 1978)] deformasyona uğramıştır. Bölgede Üst Paleosen'den itibaren başlayan sıkışma sonucu görülen daralmanın etkisiyle kuzey-güney ve kuzeybatı-güneydoğu yönlü sıkışma ve doğu-batı, kuzeydoğu-güneybatı yönlü gerilmeler sonucunda kıvrımlanmalar, ters faylar, doğrultu ve eğim atımlı faylar gelişmiştir. Yer yer gelişen kıta içi havzalarda Kampaniyen-Maastrichtiyen'den itibaren yaratılan yük nedeniyle Alt Eosen'e kadar devam eden havzaların (Akdere Havzası) gelişimi sağlanmış (Atabey ve diğ., 1997), Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı kısmen pelajik Akdere formasyonu çökelmiştir. Bazı tektonik dilimler ise yükselerek Üst Maastrichtiyen'de kısa aşım evresi geçirdikten sonra yeniden çökerek, sığ denizel bir ortam oluşmuştur (Yılmaz ve diğ., 1997).

Akdere Havzası'nın kapanması ve daha sonraki evrelerde yörede sıkışma tektoniğine bağlı Lütésiyen sonrasında olmak üzere antiklinal ve senklinal yapıları, kuzeydoğu-güneybatı yönlü doğrultu atımlı ve eğim atımlı ve ters faylar gelişmiştir. Bu sırada inceleme alanı kuzeyinde yer alan karbonatlı birimler ofiyolit birimleri üzerine itilmiş ve ofiyolitler ikincil konumlarına gelmiştir. Hareketler sonucunda eski ve yeni birimler çoğu kez yan yana gelmiştir. Yörede havza kapanma evresinde dar koridorlarda (Eosen-Oligosen evresinde sığ denizel ortamın ürünü sedimanter kayalar) Lütésiyen birimleri (Atabey, 1996), Miyosen ve sonrası kıta içi havzalar (Gürün formasyonu) ve buna bağlı volkanik etkinlik hüküm sürmüş ve özellikle Miyosen sonrasında en azından yarı pelajik ya da karasal ortamda oluşabilecek volkanotortullar gelişmiştir (Atabey ve diğ., 1997). Sıkça yanal ve dikey fasiyes değişimi, altında ve üstünde bölgesel nitelikte açılı uyumsuzlukların varlığı, Eosen kayalarının özgül niteliğidir. Eosen yaşlı birimlerin kimi yerde kuzey kimi yerde güney dokanakları boyunca yaygın olarak bindirmeler oluşmuştur. Bindirmelerin, büyük bir bölümü Eosen sonunda oluşmuş olmakla beraber, en azından bir bölümü daha sonra da gelişmiş olabilir. Ayrıca Eosen sonunda oluşan bindirmeler, daha önce oluşan bindirmelerin yapısını ve konumunu deformasyona uğratarak, ofiyolit napılarının ilksel geliş yönlerinin ayrıntılarını ortaya koymayı da güçleştirmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

Miyosen-Günümüz aralığında sığ denizel ortamın ürünü sedimanter kayaların yanı sıra karasal oluşuklar ve plato türü bazaltlar oluşmuştur. Daha eski birimlerin üzerine açılı uyumsuzlukla gelen istif yer yer kendi içinde uyumsuzluklar kapsar. Fasiyes değişimleri yanal ve dikey yönde sıkça izlenir. İstifin yer yer kuzey ya da güney dokanakları boyunca bindirmeler gelişmiştir. Ayrıca yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı olasılıkla sol yanal atımlı faylar yaygındır. Buna göre Miyosen-Pliyosen döneminde de inceleme alanının önemli oranda sıkıştığı ve kabuk kalınlaşmasının devam ettiği söylenebilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

Birimlerin özellikleri, yapısal unsurlar ve birimlerin yapısal konumları göz önüne alınırsa, inceleme alanının en azından Maastrihtiyen'den beri kıta içi havzaların gelişimine sahne olduğu ve Orta-Üst Miyosen'den beri tümüyle kara haline geldiği kabul edilebilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.2.1. Tabaka doğrultu ve eğimleri

Çalışma alanı içerisinde tabakalanmanın belirgin olduğu yerlerden tabaka doğrultu ve eğimleri ölçülmüş ve bu değerler kontur ve gül diyagramlarında değerlendirilmiştir. Yüceyurt formasyonunun K60-70D 50-60GD, Gürün formasyonunun K60-70B 10-20KD, Demiroluk formasyonunun K50-60D 40-50GD durumlu olduğu saptanmıştır. Pliyosen (Göbekören bazaltı) ve Kuvaterner yaşlı birimler genellikle yatay konumda bulunmaktadır.

2.2.2. Kıvrımlar

İnceleme alanında Lütésiyen sonrasında sıkışma tektoniği nedeniyle antiklinal ve senklinal yapıları, kuzeydoğu-güneybatı yönlü doğrultu atımlı ve eğim atımlı ve ters faylar gelişmiştir. İnceleme alanının güneydoğu kesiminde yer alan ve Yüceyurt formasyonu içinde gelişen Mazıkıran antiklinalinin önemli bir yeri vardır. Yaklaşık K35D gidişli, kuzeydoğu ve güneybatıya dalımlı, Tersiyer birimlerince çevrelenmiş olup, her iki taraftan ters fayla kontrol edilmiştir (Atabey ve diğ., 1997). İnceleme alanındaki kıvrımların yaklaşık olarak K20-25D gidişli oldukları arazi gözlemleri ve daha önce yapılan çalışmalardan yola çıkılarak bulunmuştur. Çalışma alanındaki kıvrımlar bu verilere dayanılarak inceleme alanının sıkışma yönü tespit edilmiş ve sıkışma yönünün K20-25B-G20-25D olduğu belirlenmiştir. Eklemlerin türleri belirlenirken bu veri kullanılmış ve sıkışma yönüne göre çalışma alanındaki eklemler sınıflandırılmıştır.

2.2.3. Eklem sistemleri

İnceleme alanındaki birimler litolojik ve fiziksel özelliklerine göre az veya çok eklemlili bir yapı gösterirler. Özellikle kireçtaşlarında eklemler çok belirgindir. Eklemlerin iyi geliştiği Yüceyurt formasyonu ve Sümbüllü formasyonuna ait kireçtaşlarında suların çözücü ve taşıyıcı özelliklerinin etkisi ile karstlaşma gelişmiştir. Çoğunluğu görsel ince tabakalı kireçtaşından oluşan Gürün formasyonu da oldukça eklemlili bir yapı kazanmıştır. Bu formasyon içinde bulunan trakiandezitler (Karadağ üyesi) eklemlili ve kolonsal yapıya sahiptir (Kaçaroğlu, 2001).

İnceleme alanındaki Akdere formasyonu, Sümbüllü formasyonu, Yüceyurt formasyonu, Gövdelidağ formasyonu, Gürün formasyonu ve Demiroluk formasyonunun

Arpaçukuru üyesi ile Başören üyesinden toplam 753 adet çatlak ölçümü yapılmış olup, kontur ve gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12). Kontur ve gül diyagramları incelendiğinde çalışma alanında 4 hakim eklem seti gözlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda bu hakim eklemlerin yönelimlerinin K25B 70GB, K32D 58KB, K33B 55KD ve K47D 65GD durumlu oldukları tespit edilmiştir. Çatlakların sınıflandırılabilmesi ve oluşmalarına olanak sağlayan sıkışma rejiminin ortaya konulabilmesi için bölgedeki tabakalanma veya diğer yapısal unsurlarında birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan yorumlar sonucunda bölgenin yaklaşık K-KB–G-GD (K20B-G20D) yönündeki basınç kuvvetleri ile oluştukları belirlenmiştir.

Çalışma alanında 14 farklı lokasyondan alınan eklem düzlemleri her bir formasyon için yorumlanarak her biri için kontur ve gül diyagramları hazırlanmış ve her formasyon için hakim eklem konumları belirlenmiştir. Bu lokasyonlardaki eklemlerin sıkıştırma yönüne göre (Price, 1966) ve kıvrım eksenine ile olan ilişkilerine (Billings, 1972) göre sınıflandırılmaları yapılmıştır. Sınıflamalarda kontur ve gül diyagramları sonucu elde edilen hakim yönelimler sıkıştırma yönüne göre sınıflandırılırken sıkıştırma yönü ve kıvrım eksenine ile dar açı yapanlar “makaslama”, sıkıştırma yönüne paralel gelişenler ise “tansiyon” çatlağı olarak sınıflandırılmıştır. Kıvrım eksenine ile olan ilişkisine göre sınıflandırma yapılırken kıvrım eksenine paralel olarak gelişenler “boyuna”, kıvrım eksenine dik olarak gelişenler “enine”, kıvrım eksenine dik veya paralel olmayıp herhangi bir açı yapanlar ise “oblik” çatlaklar olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama sonuçları Çizelge 2.1’de toplu olarak sunulmuştur. Her bir lokasyon için yapılan kontur ve gül diyagramları ile eklemlerin sıkıştırma ve kıvrım eksenine göre durumları Şekil 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı formasyonlarda ölçülen eklemlerin yönelimleri ve sınıflandırılması

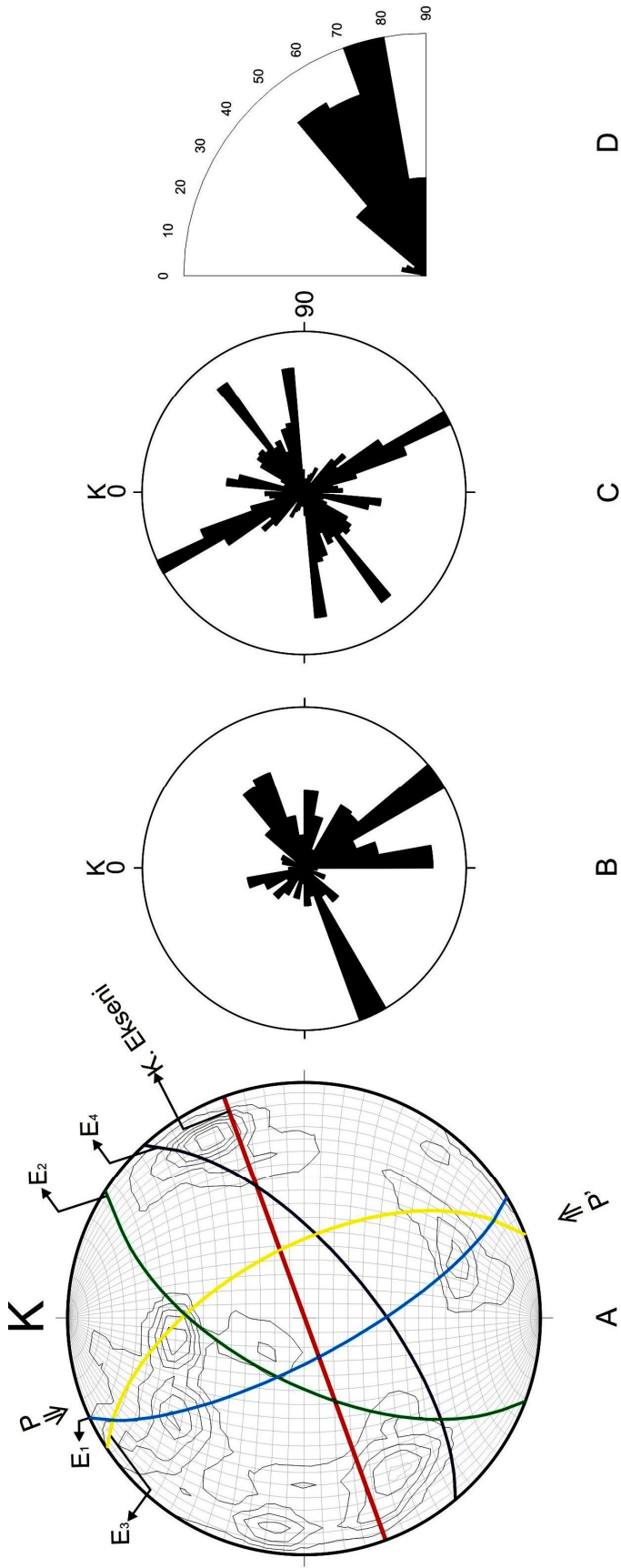
Formasyon	Eklemler No	Yönelim	Sıkıştırma yönüne göre türleri	Kıvrım eksenine olan ilişkisine göre türleri	
Akdere Formasyonu	E ₁	K21B 67GB	Tansiyon	Enine	
	E ₂	K26D 62KB	Makaslama	Oblik	
	E ₃	K27B 60KD	Tansiyon	Enine	
	E ₄	K70D 50GD	Tansiyon	Boyuna	
Demirölük Formasyonu	Arpaçukuru Üyesi	E ₁	K32B 66KD	Tansiyon	Enine
		E ₂	K51D 58KB	Tansiyon	Oblik
		E ₃	K65D 46GD	Tansiyon	Boyuna
	Başören Üyesi	E ₁	K25B 77GB	Tansiyon	Oblik
		E ₂	K47D 60GD	Tansiyon	Boyuna
		E ₃	K80D 74KB	Tansiyon	Boyuna
Gövedidağ Formasyonu	E ₁	K26B 63KD	Tansiyon	Enine	
	E ₂	K52D 81GD	Tansiyon	Boyuna	
	E ₃	K41B 69GB	Tansiyon	Enine	
Gürün Formasyonu	E ₁	K13B 78KD	Tansiyon	Enine	
	E ₂	K43D 65GD	Tansiyon	Oblik	
	E ₃	K42B 78GB	Tansiyon	Enine	
Sümbüllü Formasyonu	E ₁	K17B 76GB	Tansiyon	Enine	
	E ₂	K28D 61GD	Makaslama	Oblik	
	E ₃	K41B 75KD	Tansiyon	Enine	
	E ₄	K63D 60KB	Tansiyon	Boyuna	
Yüceyurt Formasyonu	E ₁	K24B 77GB	Tansiyon	Enine	
	E ₂	K49D 65GD	Tansiyon	Boyuna	
	E ₃	K82D 75KB	Tansiyon	Boyuna	

2.2.4. Faylar

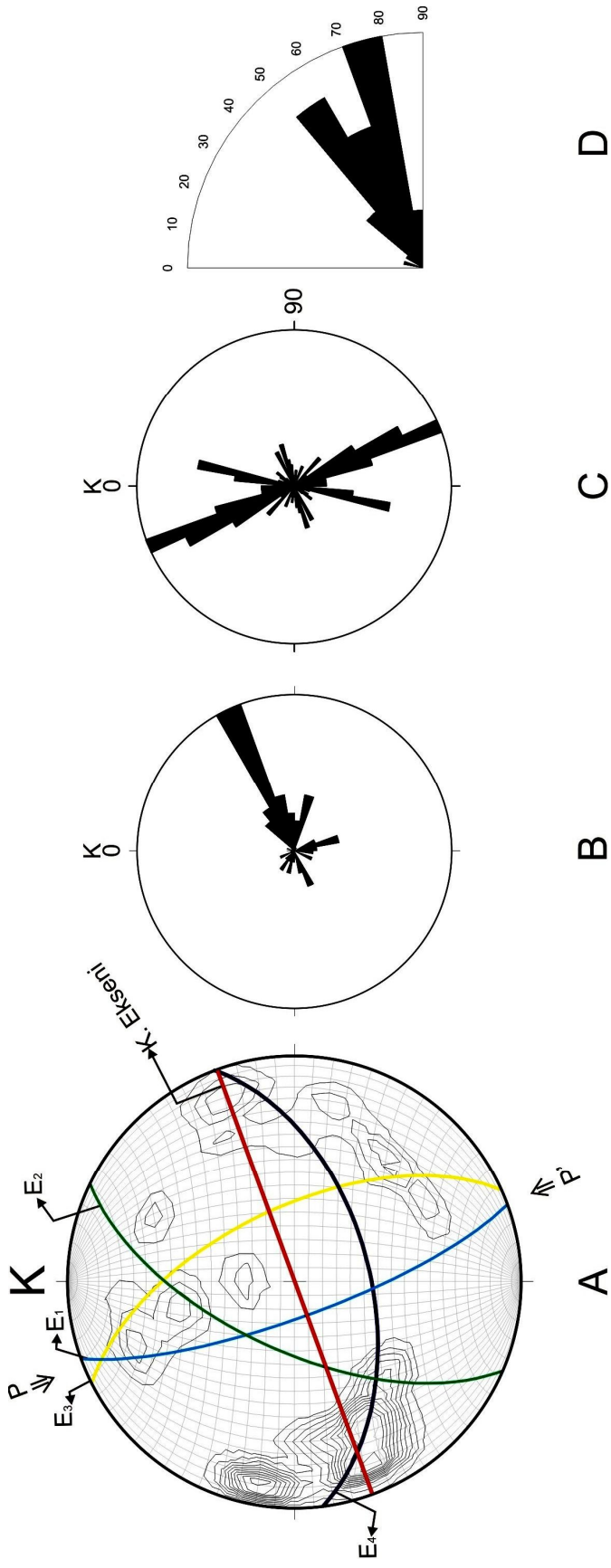
Miyosen ve sonrası kıta içi havzalar (Gürün formasyonu) ve buna bağlı olarak volkanik etkinlik hüküm sürmüştür. Özellikle Miyosen sonrasında karasal birimler egemen olmuştur. Bu dönemde kuzey-güney yönlü Suçatı Fayı (inceleme alanı dışında

inceleme alanının kuzeydoğusunda) gelişmiş olup, Pliyosen öncesine ait birimleri (Gürün formasyonu) kesmektedir. Bu fayın yaşı, Pliyosen veya daha gençtir (Atabey ve diğ., 1997).

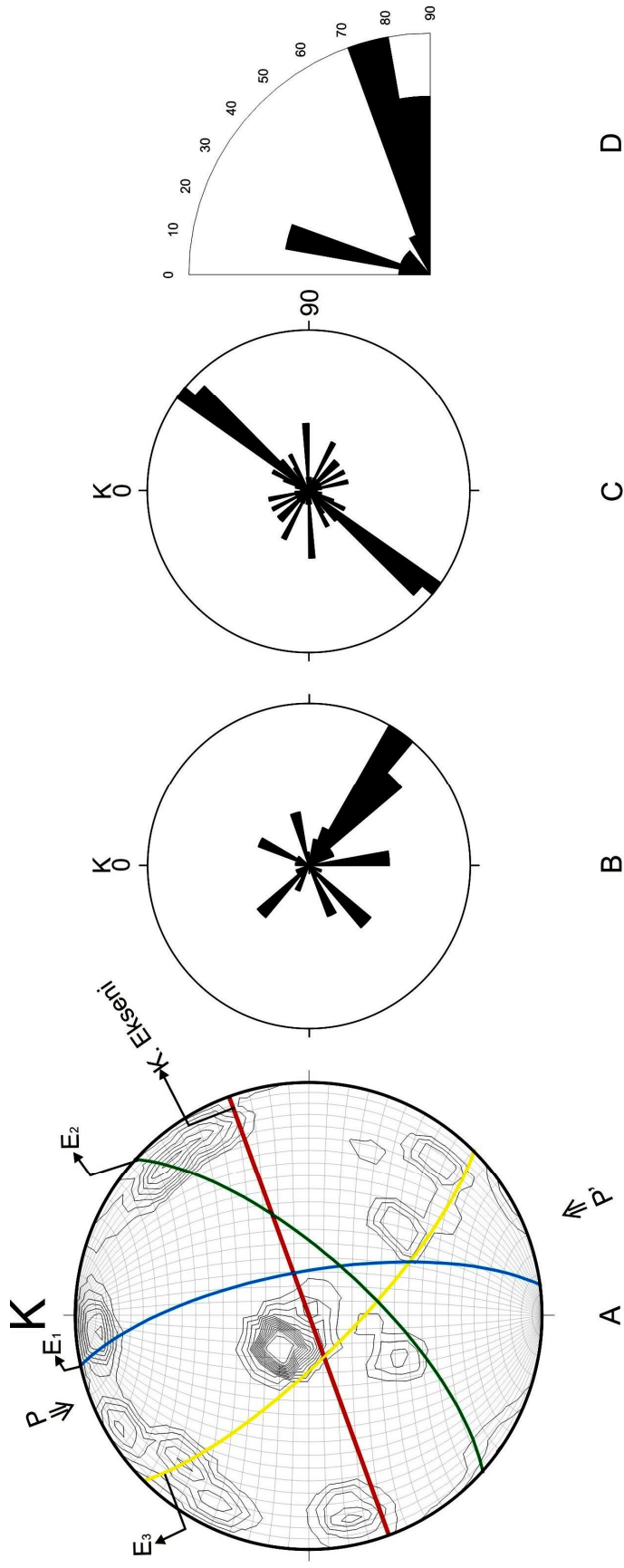
Yüceyurt formasyonu içerisinde (yaklaşık K40-45D doğrultulu) kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı sol yanal atımlı faylar Yazyurdu Köyü ile Çiçekyurt Köyü kuzeydoğusu boyunca gözlenmektedir. Ayrıca Çiçekyurt Köyü kuzeyinde Yüceyurt formasyonu ile Yığıltepe formasyonu sınırı kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı normal faylıdır. Bunların dışında inceleme alanının güneydoğu kesiminde Yüceyurt formasyonu ile Gövdelidağ formasyonu sınırında ve Yüceyurt formasyonu içerisindeki kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı normal faylar gözlenmektedir.



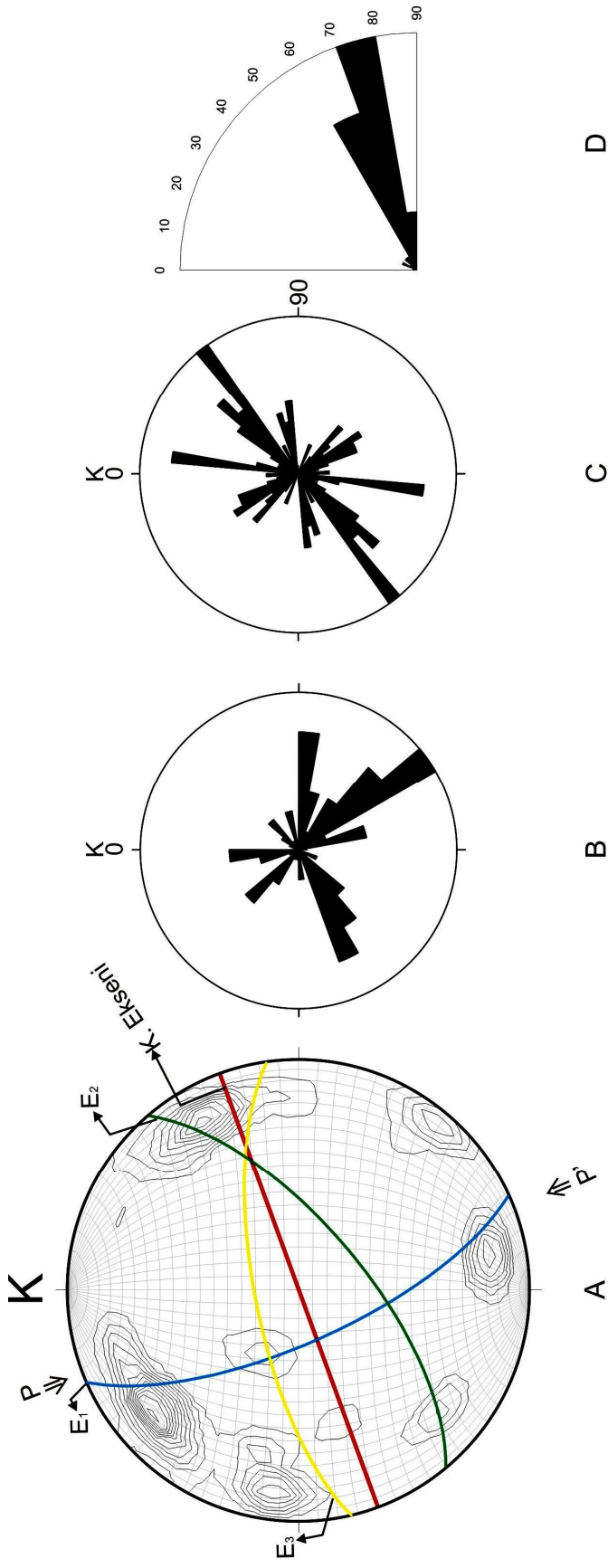
Şekil 2.5. Çalışma alanındaki çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃, E₄ egemen eklem düzlemleri, K. Eksen: kıvrım eksenini)



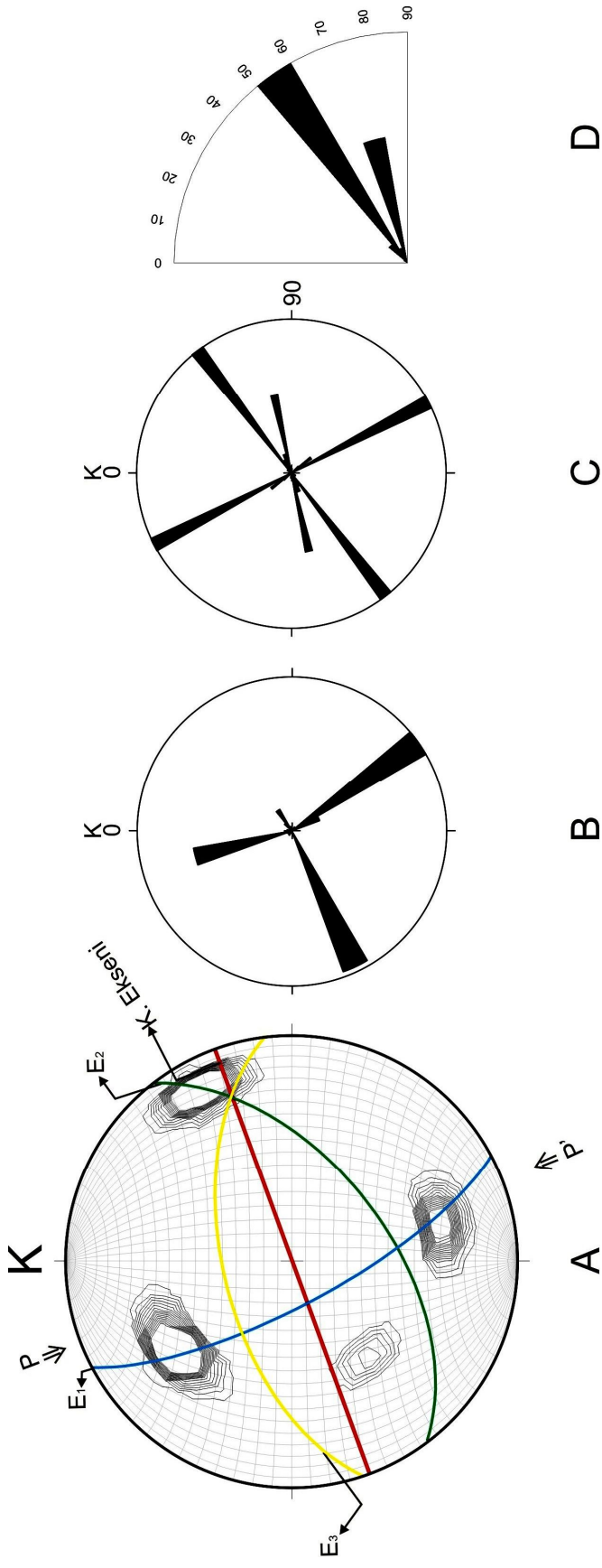
Şekil 2.6. Akdere formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃, E₄ egemen eklem düzlemleri, K. Eksenli: kıvrım eksenli)



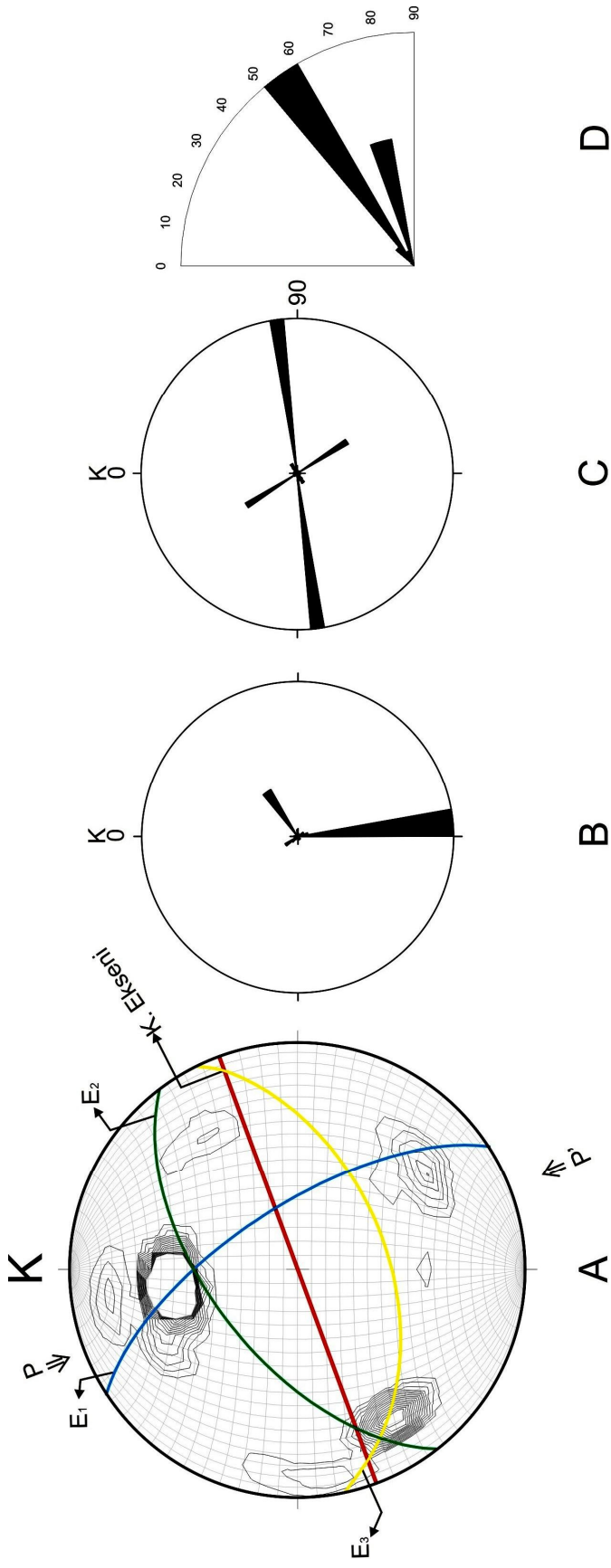
Şekil 2.7. Gürün formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃ egemen eklem düzlemleri, K. Eksen: kıvrım eksenini)



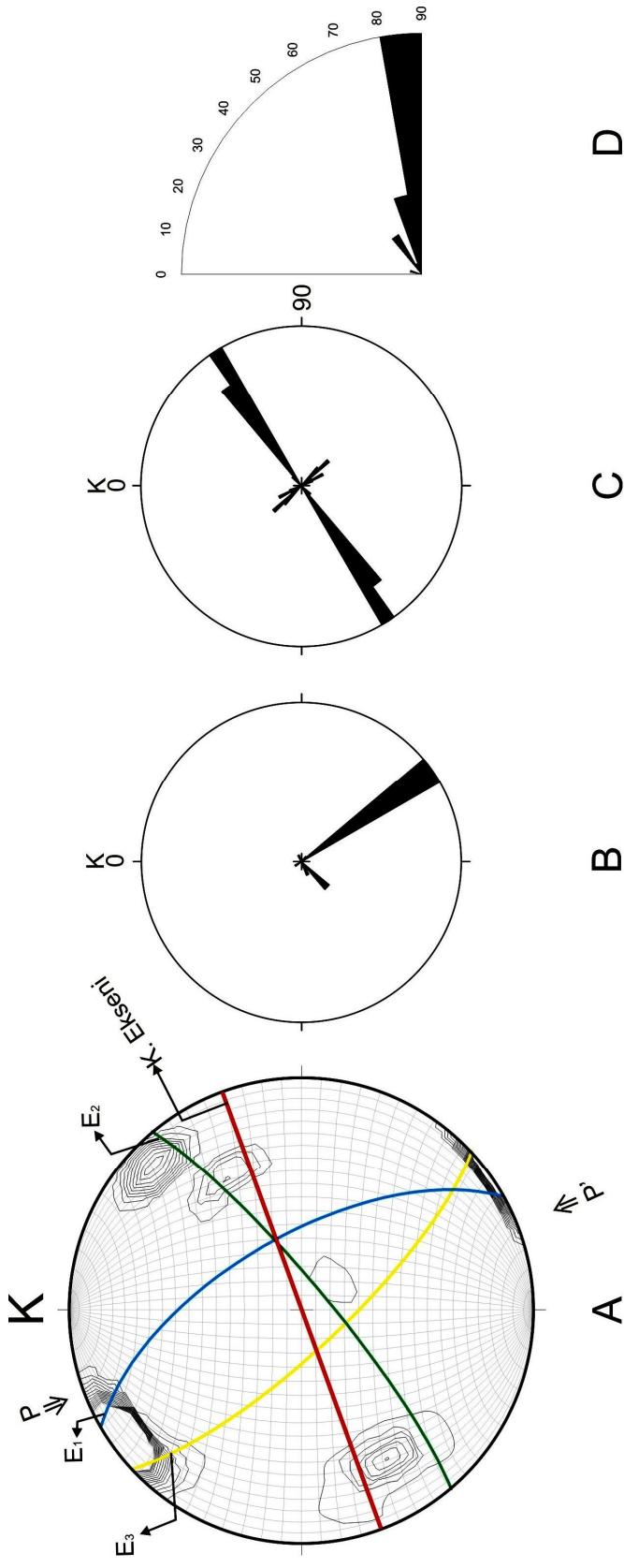
Şekil 2.8. Yüceyurt formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E_1 , E_2 , E_3 egemen eklem düzlemleri, K. Eksen: kıvrım eksenini)



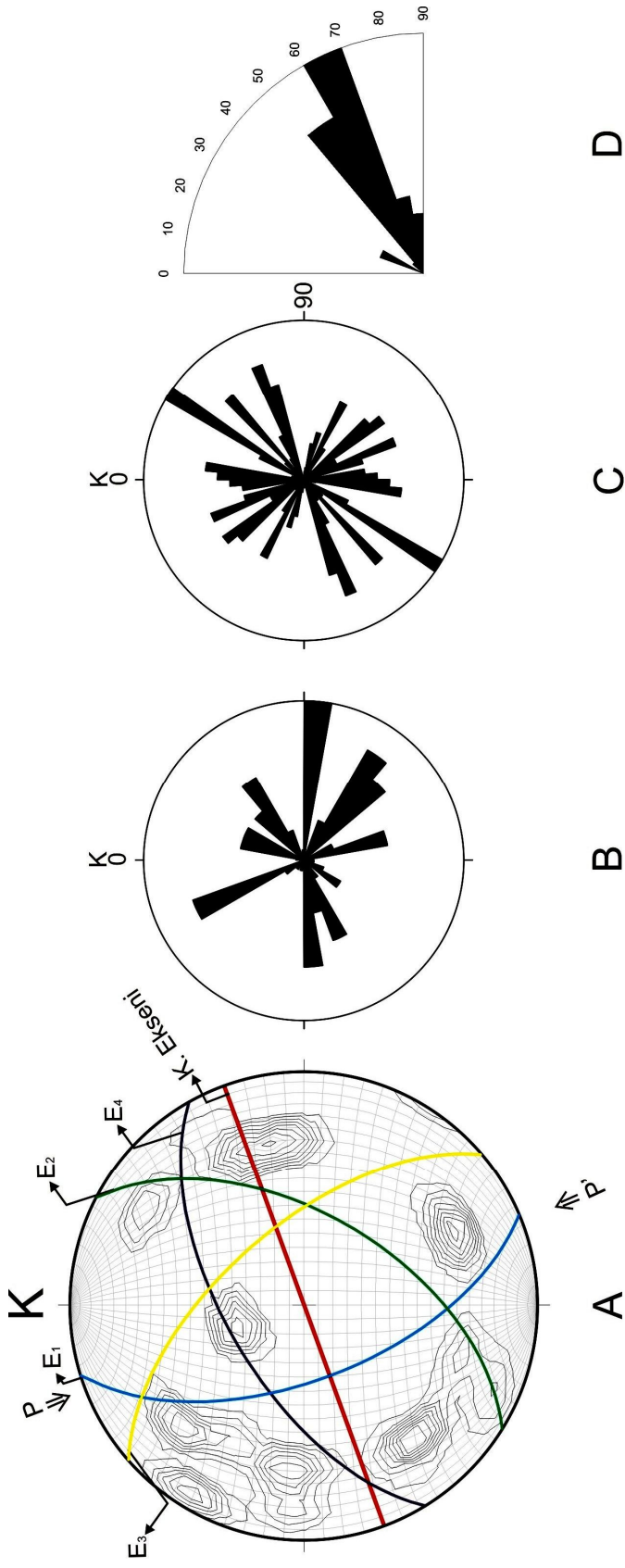
Şekil 2.9. Başören üyesinde (Demirorluk formasyonu) ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃ egemen eklem düzlemleri, K: Eksen: kıvrım eksenini)



Şekil 2.10. Arpaçukuru üyesinde (Demirolok formasyonu) ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃ egemen eklemlerleri, K: Eksen: kıvrım eksenini)



Şekil 2.11. Gövdelideğ formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃ egemen eklem düzlemleri, K: Eksen: kıvrım eksenini)



Şekil 2.12. Symbüllü formasyonunda ölçülen çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu D: eğim miktarını gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, E₁, E₂, E₃, E₄ egemen eklem düzlemleri, K. Eksen: kıvrım eksenini)

3. HİDROLOJİ

3.1. İklim ve Yağış

İnceleme alanında karasal iklim görülmekte olup, yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. En fazla yağış ilkbaharda (mayıs), en az yağış ise yazın (ağustos) gerçekleşmektedir.

Yukarı Tohma Çayı Havzası içerisinde bulunan Gürün istasyonu 1975-1996 yılları arasında hizmet vermiş; fakat daha sonra kapatılmıştır. Bunun dışında inceleme alanında yağış gözlem istasyonu bulunmamaktadır; ancak inceleme alanı dışında Darende, Kangal, Pınarbaşı, Sarız, Afşin, Elbistan gözlem istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlar Şekil 3.1'deki yağış haritasında gösterilmiş ve bu istasyonlara ait bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu istasyonların 1980'den önceki ve 1995'ten sonraki yağış verilerindeki eksiklikler çok fazla olduğundan 1980-1995 yıllarına ait yağış verileri değerlendirilmiştir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde çeşitli meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlardaki 1980-1995 yılları arasında ölçülen 16 yıllık yağış miktarlarına göre elde edilen ortalama yıllık yağış miktarları; Gürün 308 mm, Darende 316 mm, Kangal 426 mm, Pınarbaşı 381 mm, Sarız 519 mm, Afşin 478 mm, Elbistan 421 mm'dir (Çizelge 3.1). Gürün istasyonunun 1975-1995 yılları arasındaki verilerine göre inceleme alanına en çok yağış 46,4 mm ortalama ile mayıs ayında olmak üzere ilkbahar aylarında, en az yağış ise 2,5 mm ortalama ile ağustos ayında gerçekleşmiştir.

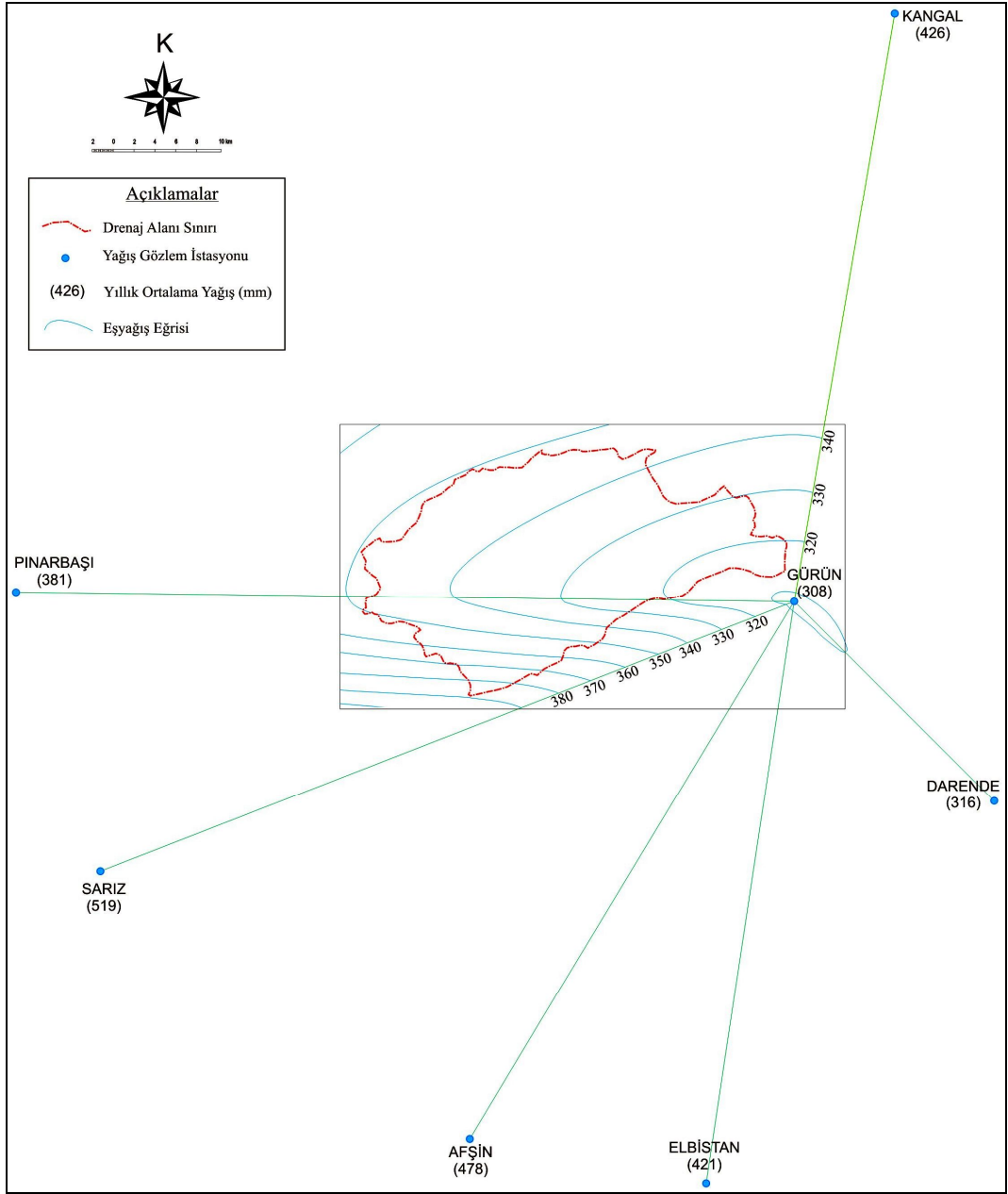
İnceleme alanı ve yakın çevresindeki istasyonların 1980-1995 yılları arasında ölçülmüş olan 16 yıllık ortalama sıcaklık değerleri: Gürün 9,1 °C, Kangal 6,5 °C, Pınarbaşı 7,31 °C, Sarız 7,27 °C, Afşin 10,23 °C, Elbistan 10,52 °C'dir. Gürün istasyonunun 1975-1995 yılları arasındaki verilerine göre inceleme alanındaki en sıcak ay 21,3 °C ortalama ile temmuz, en soğuk ay ise -3,3 °C ortalaması ile ocak ayıdır.

Çizelge 3.1. Yağış istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki aylık ortalama yağış (mm) değerleri

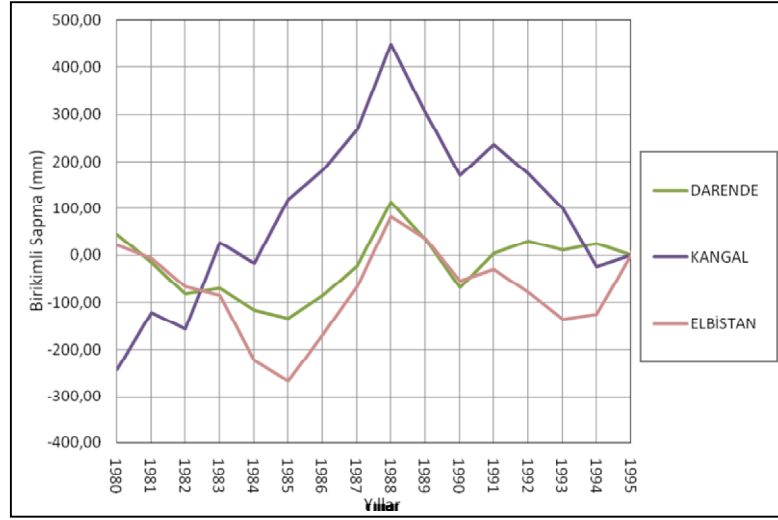
İstasyon Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam
Gürün	24,9	26,3	40,7	33,5	46,2	20,3	6,2	1,9	5,7	27,2	36,2	38,5	308
Darende	25,1	31,6	35,4	44,5	49,9	20,9	2,9	2,1	5,7	28,5	36,5	33,6	316
Kangal	36,7	38,8	45,3	58,5	63,0	33,1	9,5	5,4	10,7	36,4	50,6	38,4	426
Pınarbaşı	25,8	23,8	39,4	44,6	61,1	39,9	8,9	3,8	12,4	36,8	48,2	36,6	381
Sarız	43,4	41,8	52,7	59,9	65,5	42,9	12,8	3,9	17,8	43,4	76,4	58,8	519
Afşin	49,5	42,2	54,3	45,2	55,8	20,9	2,9	10,5	19,5	51,9	64,8	60,2	478
Elbistan	35,1	34,3	47,9	53,5	53,2	19,0	4,7	7,2	25,7	48,7	53,7	37,7	421

İnceleme alanı çevresindeki yağış istasyonlarının 1980-1995 yılları arasında gözlenmiş değerlere göre ortalama yıllık yağış haritası (eşyağış eğrileri yöntemiyle) hazırlanmış olup, Şekil 3.1’de gösterilmiştir. İnceleme alanının ortalama yağışı 339 mm olarak hesaplanmıştır.

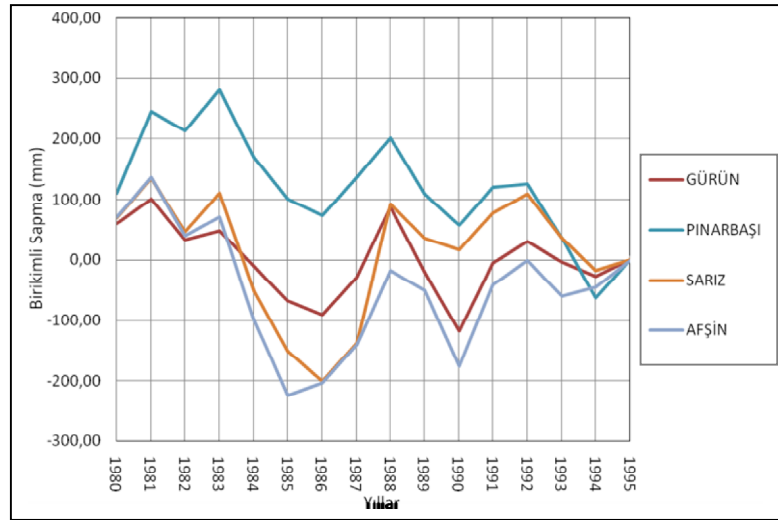
Çalışma alanı çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki yağışlarının ortalamasından birikimli sapma grafiği çizilmiştir. Kangal, Elbistan, Darende istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki yağışlarının ortalamasından elde edilen birikimli sapma grafiği Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre Kangal istasyonu için 1980-1988 yılları arası yağışlı dönem, 1988-1995 yılları arası ise kurak dönemdir. Elbistan ve Darende istasyonları için 1980-1985 yılları arası kurak dönem, 1985-1988 yılları arası yağışlı dönem, 1988-1995 yılları arası ise kurak dönemdir. Gürün, Sarız, Afşin, Pınarbaşı istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki yağışlarının ortalamasından elde edilen birikimli sapma grafiği Şekil 3.3’te gösterilmiştir. Bu grafiğe göre Pınarbaşı, Gürün, Sarız, Afşin istasyonları için 1980-1983 yılları arası yağışlı dönem, 1983-1986 yılları arası kurak dönem, 1986-1988 yılları yağışlı dönem, 1988-1995 yılları arası ise kurak dönemdir.



Şekil 3.1. İnceleme alanının yağış haritası



Şekil 3.2. Kangal, Elbistan, Darende istasyonları yağışlarının 1980-1995 yılları arasındaki birikimli sapma grafiği



Şekil 3.3. Gürün, Sarız, Afşin, Pınarbaşı istasyonları yağışlarının 1980-1995 yılları arasındaki birikimli sapma grafiği

3.2. Akarsular ve Akım

Gürün'ün içerisinden geçen Tohma Çayı Kırdıralık (Börklü), İncesu köylerinden beslenerek gelir ve Şuğul Kanyonu'ndaki derin vadi ve dar kayalıklar arasından Gürün merkezine girer. Doğuya doğru akarak, Gökpinar suyu ile Yukarı Suçatı'da, Sularbaşı köyünden çıkan Sazcağız suyu ile Aşağı Suçatı'nda birleşir, daha sonra Yazı Köyü mevkiinde Darende sınırları içerisine girer. Ayrıca Sarıca'dan gelen Balıklı Tohma çayı

ile Gürün'den gelen Tohma suyu birleşerek Malatya Ovası'nda Fırat Nehri'ne (Karakaya Barajı) karışır.

Şuğul Kanyonu, Gürün'ün kuzeybatısında yer alan, Yüceyurt formasyonuna ait kireçtaşıda Tohma Çayı'nın etkisiyle oluşan, yaklaşık 8 km uzunluğunda dar ve derin bir kanyon vadidir. Eylül 2007'de yapılan arazi çalışmalarında Şuğul Kanyonu'na düşük debi ile gelen Tohma Çayı suları kanyona girmesiyle beraber tamamen kurduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte Eylül 2007'de Şuğul Kanyonu'nda yapılan arazi çalışmasında birkaç küçük su birikintisi haricinde Ilıca Pınar'a (THK-22) kadar Tohma Çayı vadisinin kuru olduğu gözlenmiştir; ancak Yüceyurt formasyonu ait kireçtaşlarındaki karstlaşmanın etkisiyle Şuğul Kanyonu çıkışında Tohma Çayı suları yüksek debilere (Eylül 2007'de 500-600 l/s) ulaşmaktadır. Ilıca Pınar mansabında (TÇ-5) debinin fazlaca artması ve yamaç molozunun gözlenmesi, burada kuzeydoğu güneybatı doğrultulu bir normal fayın olabileceğini göstermektedir.

Arazi çalışması sırasında Tohma Çayı'nda seçilen 5 ölçüm noktasında ölçüm ve su örnekleme yapılmıştır. Bu noktalardan birincisi (TÇ-1): havza çıkış noktasında bulunan Şuğul Kanyonu çıkışında, ikincisi (TÇ-2): İncesu Köyü kuzeyinde Keşlik ve Küllük Deresi'nin Tohma Çayı'na karışma noktasında karayolu köprüsünde, üçüncüsü (TÇ-3): Osmandede Köyü güneyinde Karanlık Dere'nin Tohma Çayı'na karışma noktasında, dördüncüsü (TÇ-4) Yazyurdu Köyü güneyinde, beşincisi (TÇ-5): Şuğul Kanyonu'nun memba tarafında Ilıca Pınar mansabında bulunmaktadır. Bu 5 ölçüm noktasında Temmuz 2006, Temmuz 2007 ve Eylül 2007'de yapılan arazi çalışmalarında sıcaklık, debi, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı miktarı ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Ölçümü yapılan bu değerler Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

3.3. Göller

Yazyurdu Köyü'nün güneybatısındaki Aygır Gölü inceleme alanı içerisinde yer almaktadır. Bu göl yaklaşık olarak 200 m çapındadır (Şekil 3.4). 1775 m kotunda bulunan Aygır Gölü Demiroluk formasyonunun Darende üyesine ait istifin üst kesiminde bulunan jipsler içerisinde yer almaktadır. Aygır Gölü bu jipslerden fazlaca etkilendiği için sulama amaçlı olarak kullanılmamaktadır. Gölün alabalık besiciliği için kullanılması düşünülmektedir. Aygır Gölü'nde Temmuz 2006, Temmuz 2007'de yapılan arazi çalışmaları sırasında sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı miktarı ve

çözünmüş oksijen miktarı değerleri ölçülmüştür. Ölçümü yapılan bu değerler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Aygır Gölü, kuzeyden güneye bakış

Çizelge 3.2. Tohma Çayı ve Aygır Gölü’nde yapılan arazi ölçümleri

Su No.	Ölçüm Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	Debi (m ³ /s)	T (°C)	EC (µS/cm)	TÇK (mg/l)	pH	ÇO
TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	12.07.2006	0,939	18,0	420	280	8,45	9,5
TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	17.07.2007	0,577	17,3	480	235	8,30	8,8
TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	26.09.2007	0,562	16,0	461	310	8,20	6,3
TÇ-5	Şuğul Kanyonu Ilıca Pınar mansabı	26.09.2007	0,510	16,1	483	320	8,20	6,2
TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	12.07.2006	0,048	19,0	440	320	8,05	-
TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	17.07.2007	0,005	17,3	533	260	7,40	5,8
TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	12.07.2006	-	19,7	401	270	8,50	9,3
TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	17.07.2007	-	16,4	554	273	7,30	4,5
TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	12.07.2006	0,018	21,9	452	300	8,02	7,0
TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	17.07.2007	0,015	15,7	542	266	7,60	4,2
TG-1	Aygır Gölü	13.07.2006	-	22,8	1210	850	8,60	9,7
TG-1	Aygır Gölü	17.07.2007	-	17,0	1945	952	7,30	4,3

4. HİDROJEOLOJİ

4.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Yeraltısularını jeolojik birim, jeolojik yapı ve yer şekilleri etkilemektedir. İnceleme alanı Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığındaki çeşitli tortul kayaçlar ve volkanik kayaçları içermektedir. Havzada en fazla akifer özelliği gösteren birimler kireçtaşından oluşan formasyonlardır. Havzadaki jeolojik birimler hidrojeolojik özellikleri açısından genellikle karstlaşmış ve/veya kırıklı-çatlaklı karakter göstermektedir. Birimlerden boşalan kaynaklara ait bilgiler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1’de Yukarı Tohma Çayı Havzası’nın uydu görüntüsü, su ölçüm ve örnekleme noktaları verilmiştir.

4.1.1. Sümbüllü formasyonu

İnceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Kındıralık Köyü güneybatısında Battal Tepe civarında ve Kındıralık Köyü kuzeydoğusundaki Kelhüseyin Tepe ve Çirişlik Tepe civarında güneybatı-kuzeydoğu uzanımlı yüzeylemeye sahiptir.

Birim orta-kalın tabakalı, kırıklı-çatlaklı, çatlaklar kalsit dolguludur. Kireçtaşı seviyelerinde fay çizikleri gözlenmektedir. Dolomitleşme ve yaygın olarak karstlaşma gelişmiştir. Alt seviyeler breşiktir, üst seviyeler ise çört yumruları içerir.

Kındıralık Köyü’nün kuzeydoğusundaki Kaya Pınar (THK-19) Sümbüllü formasyonuna ait masif yer yer çok kalın tabakalı, blok yığıntısı görünümlü kırıklı, çatlaklı, karstik kireçtaşlarındaki çatlaklardan boşalmakta olup, çatlaklar çözünmeyle genişletilmiştir, kareler gözlenmektedir. Kaya Pınar 2006 yılında 10 l/s, 2007 yılında ise 5 l/s debiye sahiptir.

4.1.2. Maraşlı formasyonu

İnceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Kındıralık Köyü güneybatısındaki Büyük Tahtalı Tepe ile inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Yazyurdu Köyü kuzeybatısındaki Kelhüseyin Tepe ve Gövdeli Kuyu Tepe arasında yüzeylenmeleri mevcuttur.

Birim gri, sarımsı, beyaz, kahverengi renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı ve bunlarla ardalanmalı çört tabakalarından oluşmaktadır. Üst kesiminde kalkarenit, kumtaşı seviyeleri mevcuttur. Birim içerisinde yaygın olarak simetrik ve asimetrik kıvrımlar

gözlenmektedir. Kındıralık Köyü'ndeki Büyük Pınar (THK-18) ise alüvyon içerisinde çıkarak birlikte alüvyonla Maraşlı formasyonuna ait kireçtaşı dokanağına yakın 5 noktadan çıkmaktadır.

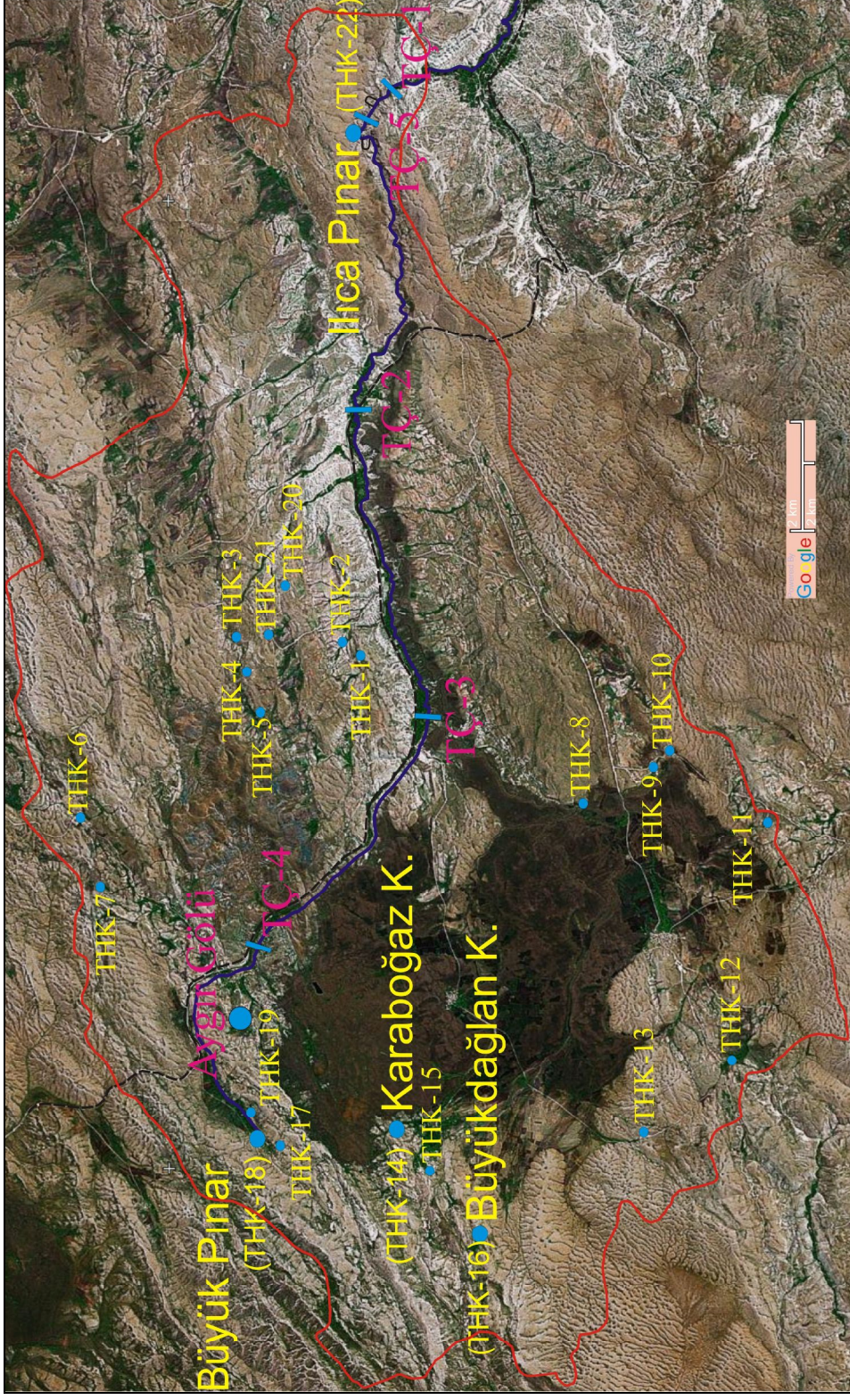
4.1.3. Pınarbaşı karışığı

İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde Yenibektaşlı Köyü güneybatısındaki Çamkoca Pınarı batısındaki Körpınar Tepe civarında sınırlı mostralarda dağınık bir şekilde yüzeylenmektedir.

İnceleme alanındaki sınırlı mostralarda oldukça bozulmuş olan birim serpantin, serpantinleşmiş peridotit, peridotit, piroksenit, harzburjit, dünit ve gabro kayalarından oluşmaktadır. İçerisinde Maraşlı ve Sümbüllü formasyonuna kireçtaşı blokları yer almaktadır. Tektonik olarak bir araya geldiklerinden bol kırıklı, çatlaklıdır. Genel anlamda litolojik olarak geçirimsiz olmakla birlikte kırıklı çatlaklı yapısı nedeniyle su taşıma özelliğine sahip olabilir; fakat inceleme alanında sınırlı mostralarda dağınık bir şekilde yüzeylediğinden birimde kaynağına rastlanılmamıştır.

4.1.4. Yığıltepe formasyonu

İnceleme alanının temelini oluşturan Yığıltepe formasyonu inceleme alanında Beypınarı Köyü'nün güneybatısında Kavunağılı Tepe ve Mağara Tepe civarında ve Çiçekyurt Köyü'nün kuzeyinde Çallı Tepe civarında dar bir alanda yüzeylenir. Yığıltepe formasyonu orta-kalın tabakalı ve yer yer masif, gri siyahımsı renkli, sert, kırıklı ve çatlaklıdır. Birim inceleme alanında sınırlı mostralarda verdiğinden kaynağına rastlanılmamıştır; fakat rekristalize kireçtaşı kırıklı çatlaklı olduğundan kaynak boşalmasına elverişlidir.



Şekil 4.1. Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın uydru görüntüsü ve su ölçüm noktaları

Çizelge 4.1. İnceleme alanındaki kaynaklara ait bilgiler ve arazi ölçümleri

TÇK (mg/L)	EC (µS/cm)	pH	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Ölçüm tarihi	Yükselti (m)	Çıktığı Oluşuk	Kaynak Adı	Kaynak Numarası
230	345	7,53	9,3	5,00	13.07.2006	1760	Demirorluk formasyonu-Arpaçukuru üyesi (kireçtaşı)	Mollahal Kaynağı	THK-1
181	360	7,40	9,6	2,00	18.07.2007	1760		Mollahal Kaynağı	THK-1
250	378	7,56	9,3	0,50	13.07.2006	1740	Demirorluk formasyonu-Başören üyesi (kireçtaşı)	Camlı Pınarı	THK-2
210	427	7,30	10,8	0,25	18.07.2007	1740		Camlı Pınarı	THK-2
120	190	8,05	9,5	1,00	13.07.2006	1730	Akdere formasyonu (konglomera-kumtaşı)	Üpınarlar Kaynağı	THK-3
133	272	7,60	12,5	0,50	18.07.2007	1730		Üpınarlar Kaynağı	THK-3
200	305	7,52	10,3	2,00	13.07.2006	1795	Akdere formasyonu (kireçtaşı)	Poyraz Pınarı	THK-4
172	351	7,30	10,5	0,50	18.07.2007	1795		Poyraz Pınarı	THK-4
220	332	7,67	10,4	0,50	13.07.2006	1785	Akdere formasyonu (konglomera-kalkarenit)	Gözeler Pınarı	THK-5
197	402	7,20	11,6	0,25	18.07.2007	1785		Gözeler Pınarı	THK-5
210	318	7,64	8,0	10,00	13.07.2006	1930	Demirorluk formasyonu-Arpaçukuru üyesi (kireçtaşı)	Bektaş Pınarı	THK-6
171	349	7,20	8,1	5,00	18.07.2007	1930		Bektaş Pınarı	THK-6
230	340	7,75	7,9	3,00	13.07.2006	1915	Demirorluk formasyonu-Arpaçukuru üyesi (kireçtaşı konglomerata, kireçtaşı)	Çamkoca Pınarı	THK-7
184	375	7,30	8,5	2,00	18.07.2007	1915		Çamkoca Pınarı	THK-7
280	415	7,35	9,8	10,00	14.07.2006	1730	Göbekören bazaltı (olivin bazalt)	Çobanboğan Pınarı	THK-8
233	475	7,30	10,9	2,00	19.07.2007	1730		Çobanboğan Pınarı	THK-8
280	437	7,34	10,0	1,00	14.07.2006	1785	Gövdeliadağ formasyonu (konglomera)	Gül Pınarı	THK-9
238	485	7,30	10,5	0,50	19.07.2007	1785		Gül Pınarı	THK-9
210	310	7,64	12,3	10,00	14.07.2006	1790	Yüceyurt formasyonu (dolomit)	Yukarı Pınar	THK-10
178	359	7,40	11,5	5,00	19.07.2007	1790		Yukarı Pınar	THK-10

Çizelge 4.1. İnceleme alanındaki kaynaklara ait bilgiler ve arazi ölçümleri (devam ediyor)

TÇK (mg/L)	EC (µS/cm)	pH	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Ölçüm tarihi	Yükselti (m)	Çıktığı Oluşuk	Kaynak Adı	Kaynak Numarası
290	386	7,60	9,9	0,50	14.07.2006	1780	Akdere formasyonu (kireçtaşı)	Büyük Ziyaret Kaynağı	THK-11
210	429	7,60	11,0	0,25	19.07.2007	1780		Büyük Ziyaret Kaynağı	THK-11
200	285	7,67	9,8	4,00	14.07.2006	1830	Akdere formasyonu (kireçtaşı konglomerası)	Soğuk Pınar	THK-12
160	324	7,40	10,0	1,00	19.07.2007	1830		Soğuk Pınar	THK-12
200	290	7,54	8,5	2,00	14.07.2006	1830	Akdere formasyonu (kireçtaşı-kalkarenit)	Akpınar Kaynağı	THK-13
180	368	7,40	9,5	1,00	19.07.2007	1830		Akpınar Kaynağı	THK-13
290	420	7,66	9,4	25,00	14.07.2006	1900	Yüceyurt formasyonu (kireçtaşı)	Karaboğaz Kaynakları	THK-14
277	568	7,20	10,8	15,00	19.07.2007	1900		Karaboğaz Kaynakları	THK-14
170	260	7,70	8,0	4,00	14.07.2006	1940	Yüceyurt formasyonu (kireçtaşı)	Göz Kaynağı	THK-15
153	312	7,50	9,2	2,00	19.07.2007	1940		Göz Kaynağı	THK-15
200	310	7,75	9,0	10,00	14.07.2006	2000	Yüceyurt formasyonu (kireçtaşı)	Büyükdağlan Kaynağı	THK-16
200	278	7,60	8,5	5,00	15.07.2006	1840	Alüvyon	Çağlık Pınarı	THK-17
210	300	7,46	9,7	20,00	15.07.2006	1820	Alüvyon	Büyük Pınar	THK-18
144	293	7,40	9,4	10,00	18.07.2007	1820		Büyük Pınar	THK-18
160	245	7,77	9,4	10,00	15.07.2006	1810	Simbüllu formasyonu (kireçtaşı)	Kaya Pınar	THK-19
127	258	7,40	9,9	5,00	18.07.2007	1810		Kaya Pınar	THK-19
240	350	7,45	10,0	10,00	15.07.2006	1750	Akdere formasyonu (kireçtaşı)	Göz Pınarı	THK-20
190	372	7,40	11,5	5,00	18.07.2007	1750		Göz Pınarı	THK-20
220	320	7,52	10,9	2,00	15.07.2006	1790	Akdere formasyonu (konglomera-kumtaşı-kireçtaşı)	Kızılpınar Köyü Su Deposu	THK-21
190	278	7,80	12,1	30,00	26.09.2007	1440	Yüceyurt formasyonu (kireçtaşı)	Ilıca Pınar	THK-22

4.1.5. Yüceyurt formasyonu

Birim orta-kalın tabakalı, yer yer ince tabakalı, gri, beyazımsı, sarımsı koyu renkte kireçtaşı ve bunlarla yer yer ardalı dolomitik kireçtaşı ile temsil edilir. Stromatolitik yapılar, kırık ve çatlaklar fazladır. Çatlaklar sparit dolguludur ve yoğun şekilde karstlaşmıştır. Üst düzeylerde yer yer masif rudistli kireçtaşı yer alır. Kireçtaşlarında diyajenez sonucunda oluşmuş, dolomitleşme, silisleşme ve rekristalizasyon yaygınca gelişmiştir. İnceleme alanında en fazla yayılıma sahip olması, kırıklı, çatlaklı jeolojik yapısı ve belirgin karstlaşma özellikleri nedeniyle bol debili karstik kaynakların en fazla olduğu birim Yüceyurt formasyonudur.

Gürün'ün kuzeydoğusundaki Şuğul Kanyonu'nda yer alan Ilıca Pınar (THK-22), Yüceyurt formasyonuna ait kalın tabakalı, eğim miktarı fazla olan karstik kireçtaşlarından, dar, derin Suğul Kanyonu'nun vadi tabanı boyunca oluşan tipik bir karstik kaynaktır. Şuğul Kanyonu boyunca büyüklü küçüklü mağaralar gözlenmektedir. Ilıca Pınar ilk çıkış noktasında yaklaşık 30 l/sn debiye sahiptir. Beypınarı Köyü'nün güneybatısındaki Karaboğaz kaynakları (THK-14) masif kırıklı, çatlaklı, karstlaşmış kireçtaşından 3 ayrı noktadan boşalmaktadır ve 2006 yılında toplam 25 l/s, 2007 yılında ise toplam 15 l/s debiye sahiptir. Beypınarı Köyü'nün kuzeybatısındaki Göz kaynağı da (THK-15) aynı şekilde kırıklı, çatlaklı karstlaşmış kireçtaşından boşalmaktadır ve 2006 yılında 4 l/s, 2007 yılında 2 l/s debiye sahiptir. Beypınarı Köyü'nün kuzeydoğusundaki Büyükdağlan kaynağı (THK-16) civarında mağaralar gözlenmekte ve dere yatağı boyunca debi artarak 2006 yılında toplam 10 l/sn debiye ulaşmaktadır. Karapınar Köyü güneyindeki Yukarı Pınar (THK-10) masif görünümlü, kırık, çatlaklı, yer yer süngerimsi yapıdaki Yüceyurt formasyonuna ait rekristalize kireçtaşlarından (dolomit) 4 ayrı noktadan boşalmaktadır ve 2006 yılında toplam 10 l/sn, 2007 yılında toplam 5 l/sn debiye sahiptir.

Yüceyurt formasyonundaki yeraltısuyu Şuğul Kanyonu (Şekil 4.2) boyunca Tohma Çayı'na boşalmaktadır. Yaz aylarında kanyon girişinde Tohma Çayı tamamen kuru olduğu halde kanyon çıkışında debi saniyede yüzlerce (800-900 l/s) litreye ulaşmaktadır.



Şekil 4.2. Şuğul Kanyonu, Ilıca Pınar mansabında Yüceyurt formasyonu içerisindeki (karstik) mağaradan güneydoğudan kuzeybatıya bakış

4.1.6. Akdere formasyonu

Akdere formasyonu inceleme alanının kuzey kesiminde Hüyüklyurt, Kızılpınar, Davulhöyük köyleri boyunca doğu-batı yönünde ve inceleme alanının güney kesiminde Güldede Köyü kuzeyinde Büyük Ziyaret Tepe civarında, Akpınar ve Deveçayırı köyleri civarında geniş bir alanda yüzelemektedir.

Akdere formasyonu ince tabakalı killi kireçtaşı, kalkarenit ve bunlarla ardalanmalı laminalı kireçtaşı ve konglomera/breşle temsil edilmektedir.

Poyraz Pınarı (THK-4) Akdere formasyonu içerisindeki kireçtaşlarındaki çatlaklardan boşalmakta olup, 2006 yılında 1 l/s, 2007 yılında 0,5 l/s debiye sahiptir. Üçpınar kaynağı (THK-3) Akdere formasyonu içerisindeki kalın tabakalı konglomera-kumtaşındaki bol kırık ve çatlaklardan boşalan çatlak kaynağıdır ve 2006 yılında 1 l/s, 2007 yılında 0,5 l/s debiye sahiptir. İnceleme alanı içerisindeki en az sertliğe sahip kaynaktır. Üçpınar kaynağının kalın tabakalı konglomera-kumtaşından boşalması, çatlak kaynağı olması (yeraltında az dolaşması), Yüceyurt formasyonuna ait dolomitik

kireçtaşları ile Akdere formasyonu dokanağına yakın olup, bunların kaynağın suyunu etkilemesi kaynak suyunun sertliğinin az olmasının sebebi olabilir. Kızılpınar Köyü'nün doğusundaki Göz Pınarı (THK-20) yer yer ince tabakalı, çoğunlukla kalın tabakalı bol kırıklı, çatlaklı, yer yer kıvrımlı Akdere formasyonuna ait kireçtaşlarından dere yatağı boyunca farklı noktalardan boşalarak toplam 2006 yılında 10 l/s, 2007 yılında ise 5 l/s debiye sahiptir. Kızılpınar Köyü içme suyu da (THK-21) Akdere formasyonuna ait çok kalın tabakalı, sert, sağlam konglomera, kireçtaşı ve kumtaşlarından boşalmaktadır ve 2006 yılında 2 l/sn debiye sahiptir. Gözeler Pınarı (THK-5) Akdere formasyonuna ait konglomera, kalkarenitlerin kırık ve çatlaklarından çıkmaktadır, kırıklar çözünmeyle genişletilmiştir. Gözeler Pınarı 2006 yılında 0,5 l/s, 2007 yılında ise 0,25 l/s debiye sahiptir. Güldede Köyü kuzeyindeki Büyük Ziyaret kaynağı (THK-11) bol kırıklı, çatlaklı breşik yapılu kireçtaşlarından boşalmakta ve 2006 yılında 0,5 l/s, 2007 yılında ise 0,25 l/s debiye sahiptir. Deveçayırı Köyü doğusundaki Soğuk Pınar (THK-12) Akdere formasyonunun yer yer breşleşmiş kireçtaşı konglomerası ile sert, bol kırıklı, çatlaklı yer yer masif kireçtaşlarından 2 ayrı noktadan boşalmaktadır ve 2006 yılında toplam 4 l/s, 2007 yılında ise 1 l/s debiye sahiptir. Akpınar Köyü'ndeki Akpınar kaynağı (THK-13) Akdere formasyonuna ait kalın tabakalı, bol kırıklı, çatlaklı kireçtaşı, kalkarenitten boşalmaktadır, kırıklar çözünmeyle genişletilmiştir ve kaynak 2006 yılında 2 l/s, 2007 yılında ise 1 l/s debiye sahiptir.

4.1.7. Demiroluk formasyonu Arpaçukuru üyesi

İnceleme alanının kuzey kesimindeki Yenibektaşlı Köyü güneyindeki Kartalkaya Tepe civarında, inceleme alanının orta kesimindeki Osmandede Köyü güneybatısında, inceleme alanının orta kesimindeki Hüyüküyurt Köyü güneydoğusundaki Mollahal kaynağı civarında, Kızılpınar Köyü doğusundaki Tuztaşı Tepe ile Kızılören Köyü civarındaki Anlıyamaç Sırtı boyunca, Kızılören Köyü ile Kızılören Köyü güneydoğusundaki Kale Tepe arasında ve Beypınarı Köyü batısında yüzeylemeleri mevcuttur.

Birim az yuvarlak ve köşeli, kötü boylanmalı, çok tür (genellikle Mesozoyik kireçtaşından türemiş) çakıllardan oluşan, alt düzeylerde kalın tabakalı ve masif konglomeradan oluşmaktadır. Konglomeralar üste doğru sarımsı bej renkli kalın tabakalı ve masif Nummulites'li kireçtaşlarına geçmektedir.

Birim bol kırık çatlaklı ve karstlaşmıştır. Bu nedenle su taşıma özelliği göstermektedir. Birimden boşalan Hüyüklyurt Köyü güneydoğusundaki Mollahal kaynağının (THK-1) debisi 2006 yılında 5 l/s, 2007 yılında ise 2 l/s'dir. Yenibektaşlı Köyü'nün batısındaki Çamkoca Pınarı (THK-7) birimin kireçtaşı konglomerası ve kireçtaşı bölümünden boşalmakta olup 2006 yılında 3 l/s, 2007 yılında ise 2 l/s debiye sahiptir. Bektaş Pınarı da (THK-6) Arpaçukuru üyesine ait fosilli kireçtaşından boşalmaktadır ve 2006 yılında 10 l/sn, 2007 yılında ise 5 l/s debiye sahiptir.

4.1.8. Demiroluk formasyonu Başören üyesi

İnceleme alanında Çiçekyurt Köyü kuzeyinde, Beypınarı Köyü'nün batısından Yenibektaşlı Köyü'nün batısına kadar güneybatı kuzeydoğu yönünde uzanan, inceleme alanının orta kesimindeki Kaynarca Köyü'nden, inceleme alanının doğu kesiminde yaralan Kızılören Köyü'nün batısına kadar yaklaşık doğu-batı yönünde uzanan yaygın mostraları mevcuttur.

Başören üyesi gri-yeşilimsi-mavimsi renkli marn, ince tabakalı kalkarenit ve killi kireçtaşı, kalın tabakalı kalkarenit ve kumtaşı düzeylerinin ardalanmasından oluşur. Hüyüklyurt Köyü güneydoğusundaki Camlı Pınarı (THK-2) Başören üyesinin killi kireçtaşı bölümünden boşalmaktadır ve 2006 yılında 0,5 l/s, 2007 yılında ise 0,25 l/s debiye sahiptir.

4.1.9. Demiroluk formasyonu Darende üyesi

Birim, gri, yeşilimsi, mavi renkte marn, kumtaşı ve bunlarla arakatkılı masif jipslerle temsil edilmektedir. Kumtaşı ince-orta taneli olup, magmatik kayaç parçaları içermektedir. İstifin üst seviyelerinde jips egemendir. Aygır Gölü (TG-1) Darende üyesinin üst seviyelerinde yer alan jipsler içerisinde bulunmaktadır.

4.1.10. Gövdelidağ formasyonu

Gövdelidağ formasyonu inceleme alanında Kaşkoy Karapınar köyleri arasında (Uzunöz Tepe ve çevresinde), Çiçekyurt Köyü güneyi ile Çatalyatak Tepe kuzeyi arasında, Yazıyurdu Köyü güneyi ile Üçpınar Tepe arasında yüzeylenmektedir.

Birim, kalın tabakalı ve yer yer masif konglomera ve bunlarla ardalanmalı, kumtaşı, çamurtaşı düzeyleri ile temsil edilmektedir. Konglomera az yuvarlak, köşeli ve kötü boylanmalı, çok tür çakıllardan oluşur. Kumtaşı tabakaları ince-orta tane boylu, gri renkli magmatik kayaç parçaları içermektedir. Çamurtaşı düzeyleri ise kahverengi sarımsı renklidir. Birimde çapraz katmanlanma ve derecelenme gözlenmektedir.

Karapınar Köyü çıkışındaki Gül Pınarı (THK-9) Gövdelidağ formasyonu içerisindeki konglomeralardan boşalmaktadır ve 2006 yılında 1 l/sn, 2007 yılında ise 0,5 l/sn debiye sahiptir.

4.1.11. Gürün formasyonu

İnceleme alanında Gürün'ün batısındaki Şuğul Kanyonu'nda ve inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Yenibektaşlı Köyü ve köyün kuzeybatısındaki Bektaş Pınarı ve Tepetarla Tepe civarında dar bir yüzeylemeye sahiptir.

Gürün formasyonu açık gri, boz, sarımsı, beyazımsı, kahverengi renkli, marn, şeyl ve bunlarla arakatlı tüfit ve ince tabakalı laminalı kalkarenitli-killi kireçtaşı ve bunların arasında konglomera seviyeleri ile temsil edilmektedir. İnceleme alanında Gürün formasyonundan boşalan kaynak gözlenmemiştir.

4.1.12. Karadağ üyesi

Gürün formasyonunun Karadağ üyesi inceleme alanının orta kesiminde, Yazıyurdu Köyü ile Hüyüklyurt Köyü arasındaki Mıstık Tepe, Nohutlugüney Mevkii, Terziyurdu Tepe ve Karadağ Tepe'de yüzeylemektedir.

Birim trakiandezit, andezit, tuf, aglomera ve lav akıntısı ile temsil edilmektedir. Trakiandezit eklemlili ve sütunsu yapı göstermektedir. İnceleme alanında Karadağ üyesinden boşalan kaynak gözlenmemiştir.

4.1.13. Göbekören bazaltı

Birim inceleme alanının batı kesimindeki Göbekören, Beypınarı, Karapınar, Güldede köyleri çevresinde ve Tohma Çayı'nın orta kesimi boyunca geniş bir alanda yüzeylemektedir.

Birim bazaltik, afanitik dokulu volkanik lav, koyu siyah-kahverengi renkli, tabakalı ve masif, yastık yapılı, sütunsu ve eklemli yapı gösteren olivin bazalttan oluşmaktadır. Bazaltlar gözenekli ve çatlaklıdır.

Karapınar Köyü kuzeybatısındaki Çobanboğan Pınarı (THK-8) olivin bazalttaki boşluklu ve çatlaklı yapı nedeniyle 3 ayrı noktadan boşalmaktadır ve kaynak 2006 yılında toplam 10 l/sn, 2007 yılında ise 2 l/s debiye sahiptir.

4.1.14. Alüvyon

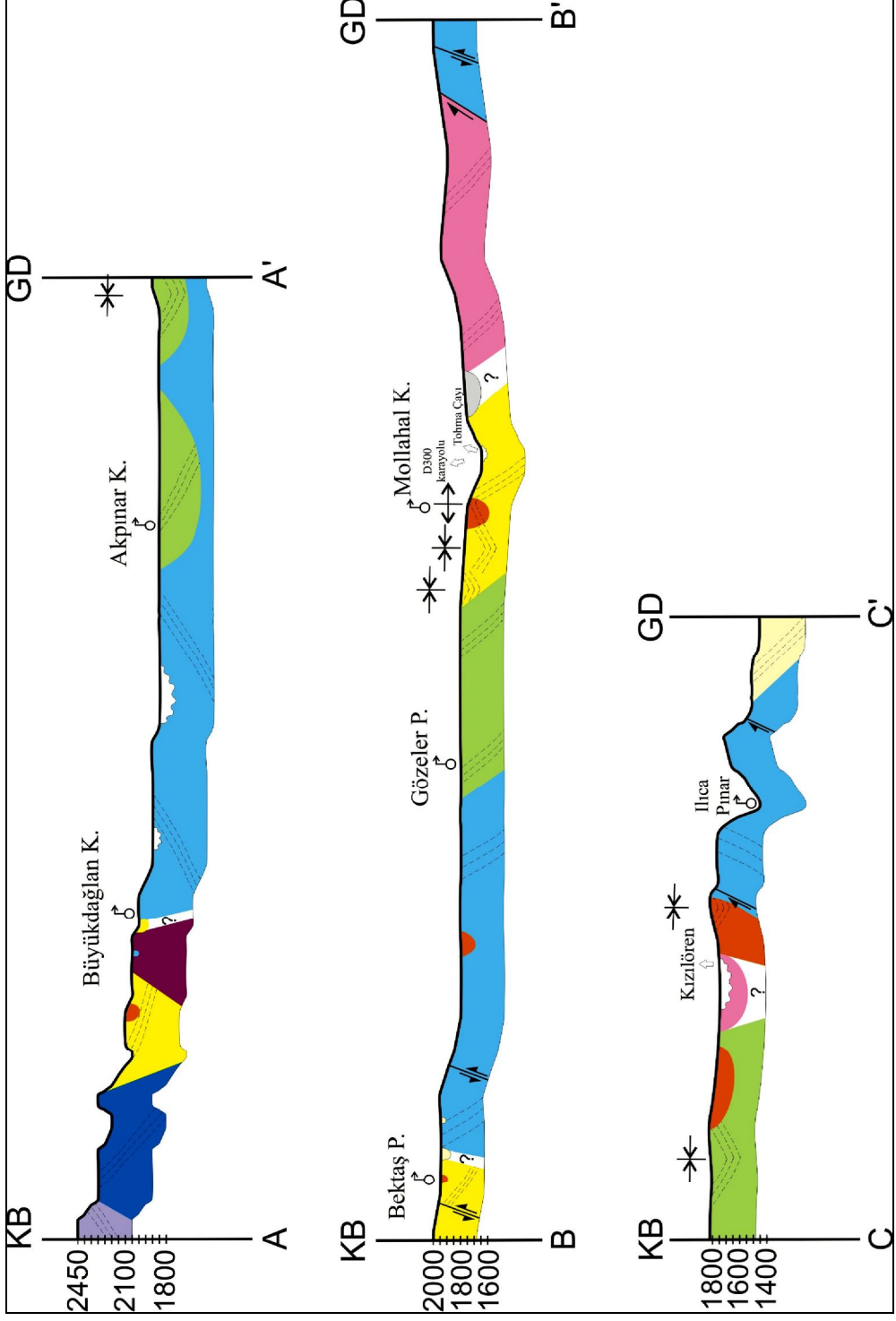
İnceleme alanında Tohma Çayı boyunca yüzeyleyen, çakıl, kum ve siltten oluşan alüvyon çökelleri mevcuttur. Tohma Çayı vadisi boyunca yer yer taraçalar şeklinde mostra vermektedir.

Kındıralık Köyü'ndeki Çağlık Pınarı (THK-17) köy bitişiğindeki dere yatağındaki alüvyon içerisinde 3 m çaplı havuz oluşturmuştur ve 5 l/s debiye sahiptir. Kındıralık Köyü'ndeki Büyük Pınar ise alüvyon içerisinde alüvyonla Maraşlı formasyonuna ait kireçtaşı dokanağına yakın 5 noktadan çıkmaktadır ve 2006 yılında toplam 20 l/s, 2007 yılında ise 10 l/s debiye sahiptir.

4.2. Kaynaklar

Karstik akiferler, depoladıkları yeraltısularını çoğunlukla büyük kapasiteli (debili) karst kaynakları aracılığıyla boşaltırlar (Milanovic, 1981; Ford ve Williams, 1989). İnceleme alanı içerisinde çok sayıda ve oldukça farklı debilerde birçok kaynak yer almaktadır. Bu kaynakların birçoğu kireçtaşından çıkan karstik kaynak niteliğindedir. Kaynakların çoğu Yüceyurt formasyonu ve Akdere formasyonundan çıkmaktadır. Diğer kaynaklar ise Göbekören bazaltına ait olivin bazaltlardan, Gövdelidağ formasyonuna ait konglomeralardan ve alüvyondan çıkmaktadır. Kaynaklara ait bilgiler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Kaynakların konumları Şekil 3.2 ve Ek-1'de gösterilmiştir. İnceleme alanındaki bazı kaynakların jeolojik kesitler üzerindeki konumları Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

İnceleme alanı içerisindeki kaynakların oluşumu genelde 3 faktörün denetimindedir: karstlaşma, karst-jeolojik yapı (fay, çatlak vb.) ve geçirimli ve geçirimsiz litolojik birimlerin dokanaklarıdır.



Şekil 4.3. İnceleme alanındaki bazı kaynakların jeolojik kesitler üzerindeki konumları (düşey abartma $\times 2$)

4.2.1. Bazı büyük debili kaynakların özellikleri

4.2.1.1. Ilıca pınarı

Şuğul kanyonunda (Şekil 4.4) yer alan Ilıca Pınarı (THK-22) (Şekil 4.5), Yüceyurt formasyonuna ait kireçtaşlarındaki çatlaklardan sızan suların yeraltındaki boşluklarda (karstik) toplanması ve dar, derin Şuğul Kanyonu'nun vadi tabanında bol debili akmasıyla oluşan tipik bir karstik kaynaktır. Şuğul Kanyonu boyunca irili ufaklı birçok mağara gözlenmektedir.

Ilıca Pınarı 2007 yılında 30 l/sn debiye sahiptir ve inceleme alanında en fazla debiye sahip kaynaktır. Ilıca Pınarı'nın suyu Şuğul Kanyonu boyunca Tohma Çayı'na boşalmaktadır. Yaz aylarında kanyon girişinde Tohma Çayı tamamen kuru olduğu halde Ilıca Pınarı mansabında vadi tabanı boyunca farklı noktalardan boşalmalarıyla Yüceyurt formasyonu ait kireçtaşlarındaki karstlaşmanın etkisiyle Şuğul Kanyonu çıkışında Tohma Çayı'nın debisi yüksek debilere (800-900 l/s) ulaşmaktadır. Bu sular Şuğul Kanyonu'nun çıkışında turistik amaçlı olarak, alabalık üretimi için ve Sivas İl Özel İdaresi Şuğul, Burçevi, Karayan Mahalleri Sulama Tesisi ile Gürün'deki bu mahallelerdeki bahçelerin sulanmasında (borularla taşınarak) kullanılmaktadır.

Kaynak 1440 m kotunda olup, inceleme alanının en düşük kottaki kaynağıdır. Eylül 2007'de yapılan arazi çalışmasında debisi 30 l/s, sıcaklığı 12,1°C, pH değeri 7,8, elektriksel iletkenliği 278 µS/cm, toplam çözünmüş katı madde miktarı 190 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı 9,9 mg/l olarak ölçülmüştür.

4.2.1.2. Karaboğaz kaynakları

Karaboğaz kaynakları (Şekil 4.6) (THK-14), Beypınarı Köyü'nün güneybatısındadır. Kaynaklar Yüceyurt formasyonuna ait masif, kırıklı, çatlaklı, karstlaşmış kireçtaşından 3 ayrı noktadan boşalmaktadır ve 2006 yılında toplam 25 l/s, 2007 yılında ise 15 l/s debiye sahiptir.

Kaynak 1900 m kotundadır. Temmuz 2006 ve Temmuz 2007'de yapılan arazi çalışmalarında sırasıyla debileri 25-15 l/s, sıcaklıkları 9,4-10,8 °C, pH değerleri 7,66-7,2, elektriksel iletkenlikleri 420-568 µS/cm, toplam çözünmüş katı madde miktarları 290-277 mg/l, çözünmüş oksijen miktarları 11-7,4 mg/l olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4. Şuğul kanyonu çıkışı, güneydoğudan kuzeybatıya bakış



Şekil 4.5. Ilıca Pınar, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış



Şekil 4.6. Karaboğaz kaynakları, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış

4.2.1.3. Büyük pınar

Büyük Pınar (Şekil 4.7) (THK-18), Kındıralık Köyü'nde alüvyon içerisinde, alüvyonla Maraşlı formasyonuna ait kireçtaşı dokanağına yakın 5 noktadan çıkmaktadır ve 2006 yılında toplam 20 l/s, 2007 yılında ise 10 l/s debiye sahiptir.



Şekil 4.7. Büyük Pınar, kuzeydoğudan güneybatıya bakış

Büyük Pınar 1820 m kotunda bulunmaktadır. Kaynağın Temmuz 2006 ve Temmuz 2007’de yapılan arazi çalışmalarındaki ölçümlerde sırasıyla debisi 20-10 l/s, sıcaklığı 9,7-9,4 °C, pH değeri 7,46-7,4, elektriksel iletkenliği 300-293 µS/cm, toplam çözünmüş katı madde miktarı 210-144 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı 15-8,7 mg/l olarak ölçülmüştür.

4.2.1.4. Büyükdağlan kaynağı

Büyükdağlan kaynağı (THK-16), Beypınarı Köyü’nün kuzeydoğusundadır. Kaynak bol kırıklı, çatlaklı, karstlaşmış Yüceyurt formasyonuna ait kireçtaşından çıkmaktadır. Kaynak civarında mağaralar gözlenmektedir. Dere yatağı boyunca farklı noktalardan boşalımlarla kaynağın debisi artarak 2006 yılında toplam 10 l/sn debiye ulaşmaktadır.

Kaynak 2000 m kotunda olup, inceleme alanının en yüksek kottaki kaynağıdır. Temmuz 2006’da yapılan arazi çalışmasında debisi 10 l/s, sıcaklığı 9°C, pH değeri 7,75, elektriksel iletkenliği 310 µS/cm, toplam çözünmüş katı madde miktarı 200 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı 11 mg/l olarak ölçülmüştür.

5. SU KİMYASI

Çalışma alanı 5 akarsu, 22 kaynak, 1 göldeki suların kimyasal özellikleri ve kalitelerini belirlemek amacıyla 28 su noktasının arazideki yerleri ve yükselteleri belirlenerek, debi, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde, pH, çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerleri yerinde ölçülmüş ve toplam 52 adet su örneği alınmıştır. Alınan su örneklerinin majör (ana) anyon ve katyon analizleri Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı ve Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarı'nda (MİPJAL), diğer elementlerin analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-MS Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Su analizlerinde (majör) ana katyon (Ca, Mg, Na, K), (majör) ana anyon (Cl, SO₄, HCO₃, CO₃) ve bazı metal ve iz elementler (¹¹B, ²⁷Al, ²⁹Si, ⁴⁷Ti, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁶Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁵Cu, ⁶⁸Zn, ⁶⁹Ga, ⁷⁵As, ⁸¹Br, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ⁸⁹Y, ⁹⁰Zr, ⁹⁵Mo, ¹²¹Sb, ¹²⁷I, ¹³⁵Ba, ¹⁶⁵Ho, ¹⁹⁷Au, ²⁰⁸Pb, ²³⁸U) saptanmıştır.

Suların arazi çalışmaları sırasında ölçülen sıcaklık, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde, pH, çözünmüş oksijen değerleri (majör) ana anyon ve katyon analiz sonuçları Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'de gösterilmiştir. Çeşitli elementlerin analizlerin analiz değerleri ise Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'te gösterilmiştir. Su örneklerinin analiz sonuçları yarı logaritmik diyagramda karşılaştırılmıştır (Şekil 5.5, 5.6, 5.9). Suların kimyasal yönden sınıflandırılması üçgen diyagramı (Piper diyagram) (Şekil 5.3, 5.4, 5.8), sulama suyu açısından sınıflaması ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı (Şekil 5.1, 5.2, 5.7) kullanılarak yapılmıştır.

Su kalitesi araştırılmasının ana amacı, suyun belli amacına uygunluğunun saptanmasıdır. Bu nedenle su analizleri ile ilgili verilerin açıklanması, suyun çeşitli alanlardaki kullanımına ilişkin standartlar ve tolerans sınırları ile karşılaştırılmasını ve bu sınırlar aşıldığı zaman çeşitli alanlarda veya canlılar üzerinde ortaya çıkabilecek olumsuz veya zararlı etkilerin açıklanmasını içermelidir (Kaçaroğlu, 1991). İnceleme alanına ait su analizleri standartlarla karşılaştırılarak içme ve sulama suyu açısından değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.1. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının kimyasal analizleri

Örnek Numarası	Su Numarası	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm-Örnekleme Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/cm)	TÇK (mg/l)	ÇO (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam Katyon (mek/l)	Anyonlar (mek/l)				Toplam Anyon (mek/l)	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Sınıfı
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄						
T-1	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	12.07.2006	18,0	8,45	420	280	9,5	0,43	0,04	3,10	0,75	4,32	0,0	2,45	1,25	0,35	4,05	9,99	0,31	C ₂ S ₁	19,3	Tatlı Su
T-51	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	17.07.2007	17,3	8,30	480	235	8,8	0,35	0,05	2,60	1,70	4,70	0,2	3,40	0,86	0,15	4,61	7,45	0,24	C ₂ S ₁	20,0	Tatlı Su
T-76	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	26.09.2007	16,0	8,20	461	310	6,3	0,30	0,05	3,20	0,90	4,45	0,0	3,50	0,70	0,20	4,40	6,74	0,21	C ₂ S ₁	18,0	Tatlı Su
T-75	TÇ-5	Şuğul Kanyonu İlca Pınar mansabı	26.09.2007	16,10	8,20	483	320	6,2	0,20	0,05	2,80	1,50	4,55	0,0	3,50	0,80	0,35	4,65	4,40	0,14	C ₂ S ₁	20,0	Tatlı Su
T-2	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	12.07.2006	19,0	8,05	440	320	-	0,29	0,06	3,35	0,95	4,65	0,0	2,95	0,75	0,50	4,20	6,32	0,20	C ₂ S ₁	21,5	Tatlı Su
T-52	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	17.07.2007	17,3	7,4	533	260	5,8	0,30	0,10	3,25	1,50	5,15	0,0	4,30	0,66	0,16	5,12	5,83	0,19	C ₂ S ₁	22,5	Sert Su
T-3	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	12.07.2006	19,7	8,50	401	270	9,3	0,44	0,04	2,35	1,20	4,03	0,0	2,25	1,05	0,76	4,06	10,94	0,33	C ₂ S ₁	17,8	Tatlı Su
T-53	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	17.07.2007	16,4	7,3	554	273	4,5	0,50	0,07	3,00	1,60	5,17	0,0	4,00	0,90	0,40	5,30	9,67	0,33	C ₂ S ₁	19,5	Tatlı Su
T-4	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	12.07.2006	21,9	8,02	452	300	7,0	0,07	0,05	4,00	0,60	4,71	0,0	3,00	0,15	0,85	4,00	1,39	0,04	C ₂ S ₁	23,0	Sert Su
T-54	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	17.07.2007	15,7	7,6	542	266	4,2	0,02	0,05	4,10	1,10	5,28	0,0	3,80	0,34	1,69	5,83	0,45	0,01	C ₂ S ₁	26,0	Sert Su
T-12	TG-1	Aygır Gölü	13.07.2006	22,8	8,60	1210	850	-	0,03	0,01	13,50	0,15	13,69	0,2	1,00	0,50	9,50	11,20	0,25	0,01	C ₂ S ₁	68,3	Aşırı Sert Su
T-55	TG-1	Aygır Gölü	17.07.2007	17,0	7,3	1945	952	4,3	0,03	0,01	20,00	2,00	22,04	0,0	1,60	0,16	18,17	19,93	0,16	0,01	C ₂ S ₁	110,1	Aşırı Sert Su

Çizelge 5.1: Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının kimyasal an

Örnek Numarası	Su Numarası	Örneklenme Noktası Adı	Ölçüm-Örneklenme Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/cm)	TÇK (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam Katyon (mek/l)	Anyonlar (mek/l)				Toplam Anyon (mek/l)	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Serlik (FS)	Serlik Sınıfı
								Na	K	Ca	Mg		C _{O₃}	HCO ₃	Cl	SO ₄						
T-5	THK-1	Mollahal Kaynağı	13.07.2006	9,30	7,53	345	230	0,04	0,01	3,05	0,50	3,60	0,00	3,10	0,20	0,15	3,45	1,13	0,03	C ₂ S ₁	17,8	Tatlı Su
T-65	THK-1	Mollahal Kaynağı	18.07.2007	9,60	7,40	360	181	0,05	0,02	2,40	1,15	3,62	0,00	3,00	0,25	0,20	3,45	1,38	0,04	C ₂ S ₁	14,5	Tatlı Su
T-6	THK-2	Camlı Pınarı	13.07.2006	9,30	7,56	378	250	0,04	0,01	3,10	0,90	4,05	0,00	3,30	0,20	0,20	3,70	1,09	0,03	C ₂ S ₁	20,0	Tatlı Su
T-64	THK-2	Camlı Pınarı	18.07.2007	10,80	7,30	427	210	0,06	0,03	3,80	0,30	4,19	0,00	3,80	0,15	0,10	4,05	1,43	0,04	C ₂ S ₁	18,0	Tatlı Su
T-7	THK-3	Üpınarlar Kaynağı	13.07.2006	9,50	8,05	190	120	0,17	0,01	1,65	0,05	1,89	0,00	1,85	0,10	0,06	2,01	9,25	0,19	C ₁ S ₁	8,5	Membra Suyu
T-62	THK-3	Üpınarlar Kaynağı	18.07.2007	12,50	7,60	272	133	0,13	0,02	1,70	0,75	2,60	0,00	2,50	0,06	0,01	2,57	5,00	0,12	C ₂ S ₁	11,0	Tatlı Su
T-8	THK-4	Poyraz Pınarı	13.07.2006	10,30	7,52	305	200	0,02	0,01	3,20	0,10	3,33	0,00	2,70	0,12	0,07	2,89	0,70	0,02	C ₂ S ₁	16,5	Tatlı Su
T-61	THK-4	Poyraz Pınarı	18.07.2007	10,50	7,30	351	172	0,02	0,01	2,80	0,70	3,53	0,00	3,40	0,06	0,17	3,63	0,67	0,02	C ₂ S ₁	17,5	Tatlı Su
T-9	THK-5	Gözeler Pınarı	13.07.2006	10,40	7,67	332	220	0,02	0,01	3,30	0,10	3,43	0,00	2,90	0,15	0,20	3,25	0,52	0,01	C ₂ S ₁	17,0	Tatlı Su
T-60	THK-5	Gözeler Pınarı	18.07.2007	11,60	7,20	402	197	0,02	0,01	3,50	0,50	4,03	0,00	3,80	0,10	0,33	4,23	0,46	0,01	C ₂ S ₁	20,0	Tatlı Su
T-10	THK-6	Bektaş Pınarı	13.07.2006	8,00	7,64	318	210	0,02	0,01	2,90	0,45	3,38	0,00	2,60	0,15	0,35	3,10	0,57	0,01	C ₂ S ₁	16,8	Tatlı Su
T-56	THK-6	Bektaş Pınarı	18.07.2007	8,10	7,20	349	171	0,02	0,01	2,70	0,60	3,32	0,00	3,30	0,12	0,07	3,49	0,57	0,01	C ₂ S ₁	16,5	Tatlı Su
T-11	THK-7	Çamkoca Pınarı	13.07.2006	7,90	7,75	340	230	0,02	0,01	3,35	0,10	3,48	0,00	3,00	0,15	0,10	3,25	0,64	0,02	C ₂ S ₁	17,3	Tatlı Su
T-57	THK-7	Çamkoca Pınarı	18.07.2007	8,50	7,30	375	184	0,02	0,01	3,00	0,50	3,53	0,00	3,50	0,15	0,10	3,75	0,64	0,02	C ₂ S ₁	17,5	Tatlı Su

Çizelge 5.2 Yukarı T Ohma Çayı Havzası kaynaklarının kimyasal analizleri (devam)

Örnek Numarası	Su Numarası	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm-Örnekleme Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/cm)	TÇK (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam Katyon (mek/l)	Anyonlar (mek/l)				Toplam Anyon (mek/l)	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Smith
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄						
T-13	THK-8	Çobanboğan Pınarı	14.07.2006	9,80	7,35	415	280	0,05	3,50	0,50	4,10	0,00	3,60	0,25	0,20	4,05	1,22	0,04	C ₃ S ₁	17,3	Tatlı Su	
T-73	THK-8	Çobanboğan Pınarı	19.07.2007	10,90	7,30	475	233	0,01	3,50	1,20	4,75	0,00	4,30	0,20	0,10	4,60	0,19	0,01	C ₃ S ₁	23,5	Sert Su	
T-14	THK-9	Gül Pınarı	14.07.2006	10,00	7,34	437	280	0,05	3,25	0,85	4,17	0,00	3,30	0,20	0,20	3,70	1,20	0,03	C ₃ S ₁	19,0	Tatlı Su	
T-72	THK-9	Gül Pınarı	19.07.2007	10,50	7,30	485	238	0,04	4,00	0,80	4,84	0,00	4,40	0,15	0,10	4,65	0,76	0,02	C ₃ S ₁	24,0	Sert Su	
T-15	THK-10	Yukarı Pınar	14.07.2006	12,30	7,64	310	210	0,03	3,10	0,15	3,29	0,00	2,80	0,20	0,15	3,15	0,94	0,02	C ₃ S ₁	16,3	Tatlı Su	
T-71	THK-10	Yukarı Pınar	19.07.2007	11,50	7,40	359	178	0,03	2,70	0,80	3,54	0,00	3,20	0,06	0,19	3,45	0,85	0,02	C ₃ S ₁	17,5	Tatlı Su	
T-16	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	14.07.2006	9,90	7,60	386	290	0,02	3,90	0,10	4,04	0,00	3,50	0,15	0,10	3,75	0,60	0,02	C ₃ S ₁	20,0	Tatlı Su	
T-70	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	19.07.2007	11,00	7,60	429	210	0,05	3,60	0,50	4,17	0,00	4,00	0,10	0,10	4,20	1,20	0,03	C ₃ S ₁	19,5	Tatlı Su	
T-17	THK-12	Soğuk Pınar	14.07.2006	9,80	7,67	285	200	0,01	2,40	0,60	3,02	0,00	2,60	0,10	0,05	2,75	0,37	0,01	C ₃ S ₁	16,0	Tatlı Su	
T-69	THK-12	Soğuk Pınar	19.07.2007	10,00	7,40	324	160	0,01	2,80	0,40	3,22	0,00	3,00	0,08	0,05	3,13	0,37	0,01	C ₃ S ₁	16,0	Tatlı Su	
T-18	THK-13	Akpınar Kaynağı	14.07.2006	8,50	7,54	290	200	0,50	2,50	0,30	3,31	0,00	2,70	0,06	0,07	2,83	1,5,13	0,42	C ₃ S ₁	16,5	Tatlı Su	
T-68	THK-13	Akpınar Kaynağı	19.07.2007	9,50	7,40	368	180	0,01	3,00	0,40	3,42	0,00	3,50	0,06	0,01	3,57	0,33	0,01	C ₃ S ₁	17,0	Tatlı Su	
T-19	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	14.07.2006	9,40	7,66	420	290	0,05	3,70	0,50	4,26	0,00	2,80	0,10	0,75	3,65	1,09	0,03	C ₃ S ₁	21,0	Tatlı Su	
T-66	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	19.07.2007	10,80	7,20	568	277	0,05	4,30	1,10	5,46	0,00	3,30	0,12	1,92	5,34	0,86	0,03	C ₃ S ₁	27,0	Sert Su	

Çizelge 5.2. Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının kimyasal analizleri (devam ediyoi)

Örnek Numarası	Su Numarası	Örneklemme Noktası Adı	Ölçüm-Örneklemme Tarihi	Sıcaklık (°C)	pH	EC (mS/cm)	TÇK (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam Katyon (mek/l)	Anyonlar (mek/l)				Toplam Anyon (mek/l)	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Sınıfı
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄						
T-20	THK-15	Göz Kaynağı	14.07.2006	8,00	7,70	260	170	0,01	0,01	2,20	0,50	2,72	0,00	2,40	0,10	0,08	0,35	0,01	C ₂ S ₁	13,5	Tatlı Su	
T-67	THK-15	Göz Kaynağı	19.07.2007	9,20	7,50	312	153	0,01	0,01	2,00	1,20	3,22	0,00	3,00	0,06	0,26	0,31	0,01	C ₂ S ₁	16,0	Tatlı Su	
T-21	THK-16	Büyükdaglan Kaynağı	14.07.2006	9,00	7,75	310	200	0,01	0,01	2,55	0,60	3,17	0,00	2,90	0,10	0,09	0,37	0,01	C ₂ S ₁	15,8	Tatlı Su	
T-22	THK-17	Çağlık Pınarı	15.07.2006	8,50	7,60	278	200	0,01	0,00	2,45	0,25	2,71	0,00	2,50	0,10	0,08	0,30	0,01	C ₂ S ₁	13,5	Tatlı Su	
T-23	THK-18	Büyük Pınar	15.07.2006	9,70	7,46	300	210	0,01	0,02	2,90	0,05	2,98	0,00	2,75	0,12	0,05	0,33	0,01	C ₂ S ₁	14,8	Tatlı Su	
T-58	THK-18	Büyük Pınar	18.07.2007	9,40	7,40	293	144	0,01	0,01	2,70	0,20	2,92	0,00	2,70	0,08	0,13	0,30	0,01	C ₂ S ₁	14,5	Tatlı Su	
T-24	THK-19	Kaya Pınar	15.07.2006	9,40	7,77	245	160	0,01	0,01	2,25	0,35	2,61	0,00	2,20	0,10	0,05	0,30	0,01	C ₂ S ₁	13,0	Tatlı Su	
T-59	THK-19	Kaya Pınar	18.07.2007	9,90	7,40	258	127	0,01	0,01	2,30	0,20	2,51	0,00	2,30	0,08	0,13	0,32	0,01	C ₂ S ₁	12,5	Tatlı Su	
T-25	THK-20	Göz Pınarı	15.07.2006	10,00	7,45	350	240	0,07	0,01	3,50	0,05	3,63	0,00	3,00	0,20	0,15	1,96	0,05	C ₂ S ₁	17,8	Tatlı Su	
T-63	THK-20	Göz Pınarı	18.07.2007	11,50	7,40	372	190	0,06	0,01	3,00	0,70	3,77	0,00	3,40	0,10	0,08	1,50	0,04	C ₂ S ₁	18,5	Tatlı Su	
T-26	THK-21	Kızılpınar Köyü Su Deposu	15.07.2006	10,90	7,52	320	220	0,02	0,01	2,80	0,30	3,13	0,00	2,80	0,20	0,10	0,76	0,02	C ₂ S ₁	15,5	Tatlı Su	
T-74	THK-22	Ilıca Pınar	26.09.2007	12,10	7,80	278	190	0,04	0,01	2,00	0,70	2,75	0,00	2,40	0,08	0,12	1,31	0,03	C ₂ S ₁	13,5	Tatlı Su	

Çizelge 5.3. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının element analizleri

Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	¹¹ B (ppb)	²⁷ Al (ppb)	²⁹ Si (ppb)	⁴⁷ Ti (ppb)	⁵¹ V (ppb)	⁵² Cr (ppb)	⁵⁵ Mn (ppb)	⁵⁶ Fe (ppb)	⁵⁹ Co (ppb)	⁶⁵ Cu (ppb)	⁶⁸ Zn (ppb)	⁶⁹ Ga (ppb)	⁷⁵ As (ppb)	⁸¹ Br (ppb)
T-1	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	02.12.2006	6,30	51,33	2941	1,134	3,501	2,770	7,078	67,98	0,203	<0,1	<0,1	1,212	5,237	13,850
T-51	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	18.10.2007	19,86	30,17	4624	<0,1	2,287	0,709	3,384	303,20	0,127	<0,1	<0,1	3,944	3,747	14,770
T-76	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	18.10.2007	16,51	21,94	5188	<0,1	1,896	0,600	3,674	280,00	0,114	<0,1	<0,1	4,266	3,738	14,610
T-74	TÇ-5	Şuğul Kanyonu Ilıca Pınar mansabı	18.10.2007	8,727	26,050	5018	<0,1	0,766	0,141	6,296	298,10	0,104	<0,1	<0,1	1,433	<0,1	16,720
T-2	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	02.12.2006	<0,1	46,50	5199	1,304	2,610	3,053	15,190	106,90	0,257	<0,1	<0,1	1,190	1,490	9,670
T-52	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	18.10.2007	34,38	78,74	9979	1,902	2,749	2,378	125,000	581,20	0,504	<0,1	<0,1	3,974	0,256	29,680
T-3	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	02.12.2006	<0,1	93,49	4664	1,401	4,996	3,086	15,520	126,00	0,354	<0,1	<0,1	0,800	2,014	9,849
T-53	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	18.10.2007	18,76	111,90	6712	1,435	5,241	2,089	41,050	439,50	0,392	<0,1	<0,1	3,174	<0,1	21,800
T-4	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	02.12.2006	<0,1	91,97	3791	0,806	2,977	2,190	12,250	64,08	0,237	0,094	<0,1	0,866	1,716	3,652
T-54	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	18.10.2007	21,59	32,44	8249	1,179	2,016	1,840	17,250	694,00	0,371	<0,1	<0,1	3,240	<0,1	12,640
T-12	TG-1	Aygır Gölü	02.12.2006	<0,1	116,10	3422	<0,1	<0,1	2,128	25,360	200,90	0,611	<0,1	134,5	1,062	8,443	0,253
T-55	TG-1	Aygır Gölü	18.10.2007	699,80	214,90	17960	<0,1	0,291	0,283	45,140	2671,00	0,832	<0,1	<0,1	0,307	<0,1	<0,1
Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	⁸² Se (ppb)	⁸⁵ Rb (ppb)	⁸⁸ Sr (ppb)	⁸⁹ Y (ppb)	⁹⁰ Zr (ppb)	⁹⁵ Mo (ppb)	¹²¹ Sb (ppb)	¹²⁷ I (ppb)	¹³⁵ Ba (ppb)	¹⁶⁵ Ho (ppb)	¹⁹⁷ Au (ppb)	²⁰⁸ Pb (ppb)	²³⁸ U (ppb)	
T-1	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	02.12.2006	<0,1	4,782	286,3	0,030	<0,1	3,382	0,251	1,194	72,530	0,003	1,499	1,303	0,746	
T-51	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	18.10.2007	0,018	4,977	275,9	0,009	<0,1	4,668	0,069	1,069	77,060	<0,1	1,165	0,731	0,989	
T-76	TÇ-1	Şuğul Kanyonu çıkışı	18.10.2007	<0,1	4,233	305,2	<0,1	<0,1	3,360	0,121	0,954	88,630	<0,1	1,930	0,946	1,284	
T-74	TÇ-5	Şuğul Kanyonu Ilıca Pınar mansabı	18.10.2007	<0,1	<0,1	138,80	<0,1	<0,1	0,800	<0,1	0,423	18,610	<0,1	0,687	0,530	0,627	
T-2	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	02.12.2006	1,125	1,793	439,0	0,019	<0,1	2,223	0,018	1,044	55,540	0,002	1,202	2,021	0,649	
T-52	TÇ-2	İncesu Köyü karayolu köprüsü	18.10.2007	<0,1	2,019	555,7	0,075	<0,1	2,365	<0,1	3,096	70,900	<0,1	0,928	2,705	0,756	
T-3	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	02.12.2006	3,513	2,010	318,8	0,078	<0,1	3,907	0,091	0,821	47,270	0,002	1,050	3,337	0,788	
T-53	TÇ-3	Osmandede Köyü güneyi	18.10.2007	<0,1	2,416	312,7	0,112	<0,1	6,230	<0,1	0,987	57,350	<0,1	1,094	1,104	1,323	
T-4	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	02.12.2006	4,638	1,369	766,9	0,039	<0,1	1,509	0,037	1,179	45,590	0,002	1,688	1,182	0,486	
T-54	TÇ-4	Yazyurdu Köyü güneyi	18.10.2007	<0,1	1,211	897,8	0,016	<0,1	1,543	<0,1	1,200	55,740	<0,1	0,762	1,229	0,626	
T-12	TG-1	Aygır Gölü	02.12.2006	10,020	1,019	4688,0	0,114	<0,1	<0,1	0,142	1,054	53,420	0	7,490	39,450	0,407	
T-55	TG-1	Aygır Gölü	18.10.2007	<0,1	<0,1	6320,0	<0,1	<0,1	4,988	<0,1	<0,1	7,366	<0,1	<0,1	15,960	0,385	

Çizelge 5.4 Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının element ane

Örnek No.	Su No.	Örnekleme Nokta Adı	Ölçüm Tarihi	¹¹ B (ppb)	²⁷ Al (ppb)	²⁹ Si (ppb)	⁴⁷ Ti (ppb)	⁵¹ V (ppb)	⁵² Cr (ppb)	⁵⁵ Mn (ppb)	⁵⁶ Fe (ppb)	⁵⁹ Co (ppb)	⁶³ Cu (ppb)	⁶⁶ Zn (ppb)	⁶⁹ Ga (ppb)	⁷⁵ As (ppb)	⁷⁹ Br (ppb)
T-5	THK-1	Mollahal kaynağı	02.12.2006	< 0.1	4752	0.743	4.089	2.487	0.386	17.78	0.105	< 0.1	< 0.1	0.509	0.545	7.824	
T-65	THK-1	Mollahal kaynağı	18.10.2007	13,730	26,100	9258	0,169	5,467	1,281	2,400	587,40	0,191	< 0,1	1,485	< 0,1	17,800	
T-6	THK-2	Camlı Pınarı	02.12.2006	< 0.1	33,590	6970	0,044	3,556	2,137	4,899	53,79	0,145	< 0,1	6,062	0,628	9,839	
T-64	THK-2	Camlı Pınarı	18.10.2007	11,730	206,500	11810	2,314	5,515	2,670	80,910	945,10	0,686	< 0,1	2,495	< 0,1	16,760	
T-7	THK-3	Üçpınarlar Kaynağı	02.12.2006	< 0.1	285,600	6347	1,334	3,874	3,114	18,430	196,20	0,256	< 0,1	0,274	2,624	9,299	
T-62	THK-3	Üçpınarlar Kaynağı	18.10.2007	12,170	9,983	5514	< 0,1	2,290	< 0,1	2,259	100,10	0,033	< 0,1	0,009	0,387	< 0,1	
T-8	THK-4	Poyraz Pınarı	02.12.2006	< 0.1	23,460	3218	< 0,1	2,298	5,026	38,220	12220,00	0,339	0,337	< 0,1	0,440	0,850	6,734
T-61	THK-4	Poyraz Pınarı	18.10.2007	5,685	10,740	4851	< 0,1	2,667	0,132	< 0,1	346,80	0,101	< 0,1	0,963	< 0,1	0,043	
T-9	THK-5	Gözeler Pınarı	02.12.2006	< 0.1	8,261	3069	< 0,1	1,306	2,287	1,764	37,04	0,159	0,743	< 0,1	0,438	0,635	2,817
T-60	THK-5	Gözeler Pınarı	18.10.2007	6,081	32,910	5043	< 0,1	2,254	0,465	9,805	461,00	0,159	< 0,1	0,925	< 0,1	4,163	
T-10	THK-6	Bektaş Pınarı	02.12.2006	< 0.1	92,710	3850	0,109	2,207	2,654	0,740	25,04	0,110	< 0,1	0,406	0,558	4,128	
T-56	THK-6	Bektaş Pınarı	18.10.2007	13,030	24,330	8429	0,613	3,448	1,552	1,554	580,20	0,190	< 0,1	1,091	< 0,1	14,900	
T-11	THK-7	Çamkoca Pınarı	02.12.2006	< 0.1	0,275	3492	< 0,1	2,426	2,318	0,702	30,02	0,080	< 0,1	0,412	0,755	6,631	
T-57	THK-7	Çamkoca Pınarı	18.10.2007	7,394	17,500	6280	< 0,1	3,607	1,196	0,207	439,80	0,153	< 0,1	0,681	< 0,1	8,756	
Örnek No.	Su No.	Örnekleme Nokta Adı	Ölçüm Tarihi	⁸² Se (ppb)	⁸⁵ Rb (ppb)	⁸⁸ Sr (ppb)	⁸⁹ Y (ppb)	⁹⁰ Zr (ppb)	⁹⁵ Mo (ppb)	¹²¹ Sb (ppb)	¹²⁷ I (ppb)	¹³⁷ Ba (ppb)	¹⁶⁵ Ho (ppb)	¹⁹⁷ Au (ppb)	²⁰⁸ Pb (ppb)	²³⁸ U (ppb)	
T-5	THK-1	Mollahal kaynağı	02.12.2006	0,366	0,254	245,1	0,005	< 0,1	< 0,1	0,031	1,558	27,910	0	1,159	2,320	0,484	
T-65	THK-1	Mollahal kaynağı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	273,2	0,004	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,468	23,130	< 0,1	0,868	0,656	0,565	
T-6	THK-2	Camlı Pınarı	02.12.2006	1,315	0,245	297,1	0,037	< 0,1	< 0,1	0,071	1,252	35,800	0,002	1,228	1,250	0,638	
T-64	THK-2	Camlı Pınarı	18.10.2007	0,015	< 0,1	326,2	0,254	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,115	39,740	< 0,1	1,001	0,996	0,846	
T-7	THK-3	Üçpınarlar Kaynağı	02.12.2006	0,971	1,121	190,7	0,189	0,113	0,147	0,082	0,712	9,350	0,004	1,339	3,225	2,331	
T-62	THK-3	Üçpınarlar Kaynağı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	188,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,758	0,905	< 0,1	0,546	0,591	3,090	
T-8	THK-4	Poyraz Pınarı	02.12.2006	2,447	0,528	185,8	0,001	< 0,1	< 0,1	0,011	1,065	22,230	0	1,422	1,654	0,273	
T-61	THK-4	Poyraz Pınarı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	196,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,804	18,760	< 0,1	0,480	0,657	0,338	
T-9	THK-5	Gözeler Pınarı	02.12.2006	< 0.1	0,543	168,2	0,012	< 0,1	< 0,1	0,015	0,453	21,330	0,001	1,605	2,279	0,252	
T-60	THK-5	Gözeler Pınarı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	188,7	0,003	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,784	17,410	< 0,1	0,273	0,673	0,353	
T-10	THK-6	Bektaş Pınarı	02.12.2006	< 0.1	0,250	176,8	< 0,1	< 0,1	0,017	0,025	0,688	18,610	0	1,623	1,721	0,413	
T-56	THK-6	Bektaş Pınarı	18.10.2007	0,288	0,239	205,0	< 0,1	< 0,1	0,168	< 0,1	0,494	16,630	< 0,1	1,840	0,982	0,564	
T-11	THK-7	Çamkoca Pınarı	02.12.2006	1,297	0,356	155,3	0,008	< 0,1	0,136	0,020	0,500	16,330	0	1,539	1,023	0,495	
T-57	THK-7	Çamkoca Pınarı	18.10.2007	0,312	0,001	172,5	< 0,1	< 0,1	0,166	< 0,1	0,620	11,970	< 0,1	0,361	0,717	0,627	

Çizelge 5.4Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının element analizleri (dev)

Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	¹¹ B (ppb)	²⁷ Al (ppb)	²⁹ Si (ppb)	⁴⁷ Ti (ppb)	⁵¹ V (ppb)	⁵² Cr (ppb)	⁵⁵ Mn (ppb)	⁵⁶ Fe (ppb)	⁵⁹ Co (ppb)	⁶³ Cu (ppb)	⁶⁶ Zn (ppb)	⁶⁹ Ga (ppb)	⁷⁵ As (ppb)	⁷⁹ Br (ppb)
T-13	THK-8	Çobanboğan Pınarı	02.12.2006	< 0,1	14,650	554,1	0,226	2,175	2,587	1,423	42,630	0,107	< 0,1	0,44	0,446	10,000	
T-73	THK-8	Çobanboğan Pınarı	18.10.2007	9,419	35,130	1002,0	< 0,1	1,693	0,137	0,873	297,900	0,105	< 0,1	0,858	< 0,1	4,003	
T-14	THK-9	Gül Pınarı	02.12.2006	< 0,1	< 0,1	317,1	< 0,1	1,699	2,616	0,696	27,270	0,222	< 0,1	0,577	0,339	7,029	
T-72	THK-9	Gül Pınarı	18.10.2007	7,652	19,620	685,3	< 0,1	1,050	< 0,1	0,116	418,100	0,144	< 0,1	1,935	< 0,1	27,600	
T-15	THK-10	Yukarı Pınar	02.12.2006	< 0,1	204,500	2920,0	5,926	2,101	3,519	15,690	218,100	0,493	< 0,1	0,723	0,878	7,218	
T-71	THK-10	Yukarı Pınar	18.10.2007	9,943	92,430	673,3	< 0,1	1,335	< 0,1	7,133	416,200	0,184	< 0,1	2,863	< 0,1	23,180	
T-16	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	02.12.2006	< 0,1	57,590	562,3	< 0,1	1,989	2,254	1,271	27,710	0,194	< 0,1	0,667	1,098	4,846	
T-70	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	18.10.2007	10,450	28,600	987,1	< 0,1	1,603	< 0,1	1,260	306,000	0,109	< 0,1	1,659	< 0,1	4,234	
T-17	THK-12	Soğuk Pınar	02.12.2006	< 0,1	48,320	239,9	< 0,1	0,684	2,843	4,219	88,820	0,171	< 0,1	0,448	1,027	4,695	
T-69	THK-12	Soğuk Pınar	18.10.2007	6,252	26,160	616,2	0,010	0,889	< 0,1	1,220	482,800	0,169	< 0,1	1,100	< 0,1	18,390	
T-18	THK-13	Akpınar Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	19,360	245,8	1,067	0,734	1,55	0,101	7,600	< 0,1	< 0,1	0,640	< 0,1	0,857	
T-68	THK-13	Akpınar Kaynağı	18.10.2007	5,877	14,610	550,7	< 0,1	0,765	2,819	1,224	635,400	0,190	< 0,1	1,658	< 0,1	5,140	
T-19	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	05.12.2006	< 0,1	6,271	640,9	2,638	2,918	1,296	1,406	19,440	< 0,1	< 0,1	0,920	0,085	3,121	
T-66	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	18.10.2007	12,090	87,110	934,9	10,330	4,065	2,760	6,305	748,800	0,302	< 0,1	2,757	< 0,1	0,403	
Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	⁸²Se (ppb)	⁸⁵Rb (ppb)	⁸⁸Sr (ppb)	⁸⁹Y (ppb)	⁹⁰Zr (ppb)	⁹⁵Mo (ppb)	¹²⁷I (ppb)	¹³⁷Ba (ppb)	¹⁶⁵Ho (ppb)	¹⁹⁷Au (ppb)	²⁰⁸Pb (ppb)	²³⁸U (ppb)		
T-13	THK-8	Çobanboğan Pınarı	02.12.2006	0,693	1,007	272,50	0,051	< 0,1	< 0,1	0,030	1,116	23,610	0,001	1,791	2,019	1,008	
T-73	THK-8	Çobanboğan Pınarı	18.10.2007	< 0,1	0,352	277,10	0,023	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,108	21,500	< 0,1	1,106	0,928	1,539	
T-14	THK-9	Gül Pınarı	02.12.2006	0,537	0,172	133,50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,038	1,661	28,440	0,000	1,648	1,063	0,353	
T-72	THK-9	Gül Pınarı	18.10.2007	0,019	< 0,1	181,60	0,003	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,945	33,240	< 0,1	0,798	0,562	0,594	
T-15	THK-10	Yukarı Pınar	02.12.2006	1,591	0,272	113,60	0,280	< 0,1	< 0,1	0,018	1,039	42,220	0,012	1,053	3,891	0,465	
T-71	THK-10	Yukarı Pınar	18.10.2007	0,202	< 0,1	137,90	0,079	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,128	39,330	< 0,1	0,843	0,676	0,662	
T-16	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	02.12.2006	1,63	0,384	246,90	0,007	< 0,1	< 0,1	0,019	1,261	36,990	0,001	1,671	1,394	0,383	
T-70	THK-11	Büyük Ziyaret Kaynağı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	271,30	0,006	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,213	36,670	< 0,1	0,635	0,750	0,554	
T-17	THK-12	Soğuk Pınar	02.12.2006	1,973	< 0,1	125,10	0,063	< 0,1	< 0,1	0,019	0,690	18,460	0,001	1,530	2,460	0,129	
T-69	THK-12	Soğuk Pınar	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	151,70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,433	13,990	< 0,1	0,942	0,568	0,183	
T-18	THK-13	Akpınar Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	0,125	171,50	< 0,1	< 0,1	0,516	< 0,1	0,605	22,980	< 0,1	1,960	< 0,1	0,145	
T-68	THK-13	Akpınar Kaynağı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	198,70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,393	25,110	< 0,1	1,085	0,843	0,188	
T-19	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	05.12.2006	< 0,1	0,864	556,90	0,046	< 0,1	1,338	0,006	0,832	35,480	< 0,1	1,925	< 0,1	0,590	
T-66	THK-14	Karaboğaz Kaynakları	18.10.2007	< 0,1	0,153	719,60	0,113	< 0,1	0,394	< 0,1	0,891	48,800	< 0,1	0,518	0,777	0,945	

Çizelge 5.4. Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının element analizleri (devam ediy

Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	¹¹ B (ppb)	²⁷ Al (ppb)	²⁹ Si (ppb)	⁴⁷ Ti (ppb)	⁵¹ V (ppb)	⁵² Cr (ppb)	⁵⁵ Mn (ppb)	⁵⁶ Fe (ppb)	⁵⁹ Co (ppb)	⁶³ Cu (ppb)	⁶⁶ Zn (ppb)	⁶⁹ Ga (ppb)	⁷⁵ As (ppb)	⁷⁹ Br (ppb)
T-20	THK-15	Göz Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	13,400	1725	0,109	0,860	1,399	0,768	38,41	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,806	< 0,1	0,945
T-67	THK-15	Göz Kaynağı	18.10.2007	5,086	11,670	2781	< 0,1	0,714	< 0,1	0,199	191,20	0,049	< 0,1	< 0,1	1,424	< 0,1	< 0,1
T-21	THK-16	Büyükdağlan Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	144,400	1878	2,243	0,696	2,201	2,678	51,46	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,098	< 0,1	0,822
T-22	THK-17	Çağlık Pınarı	05.12.2006	< 0,1	11,240	1575	1,624	1,146	1,580	1,118	27,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,071	< 0,1	5,896
T-23	THK-18	Büyük Pınar	05.12.2006	< 0,1	13,220	2248	1,088	1,321	1,492	1,365	30,19	< 0,1	0,913	< 0,1	0,365	0,067	4,127
T-58	THK-18	Büyük Pınar	18.10.2007	5,036	20,390	3017	< 0,1	0,977	0,513	1,495	321,30	0,110	< 0,1	< 0,1	0,304	< 0,1	< 0,1
T-24	THK-19	Kaya Pınar	05.12.2006	< 0,1	< 0,1	2050	0,787	1,134	1,307	1,085	32,73	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,497	< 0,1	2,718
T-59	THK-19	Kaya Pınar	18.10.2007	3,388	7,556	2536	< 0,1	0,724	< 0,1	< 0,1	169,70	0,043	< 0,1	< 0,1	0,711	< 0,1	< 0,1
T-25	THK-20	Göz Pınarı	02.12.2006	8,735	20,680	4158	0,993	2,495	2,564	1,943	42,81	0,246	< 0,1	< 0,1	0,667	1,417	6,997
T-63	THK-20	Göz Pınarı	18.10.2007	7,918	22,640	4175	< 0,1	1,851	< 0,1	1,183	243,80	0,094	< 0,1	< 0,1	0,995	< 0,1	< 0,1
T-26	THK-21	Kızılıpınar Su Deposu	02.12.2006	< 0,1	51,420	3348	< 0,1	2,180	1,810	1,314	40,14	0,173	< 0,1	< 0,1	0,476	1,686	5,003
T-75	THK-22	Ilıca Pınar	18.10.2007	18,420	15,110	5688	< 0,1	1,836	0,485	0,175	326,40	0,094	< 0,1	< 0,1	4,650	4,568	17,540
Örnek No.	Su No.	Örnekleme Noktası Adı	Ölçüm Tarihi	⁸² Se (ppb)	⁸⁵ Rb (ppb)	⁸⁸ Sr (ppb)	⁸⁹ Y (ppb)	⁹⁰ Zr (ppb)	⁹⁵ Mo (ppb)	¹²¹ Sb (ppb)	¹²⁷ I (ppb)	¹³⁷ Ba (ppb)	¹⁶⁵ Ho (ppb)	¹⁹⁷ Au (ppb)	²⁰⁸ Pb (ppb)	²³⁸ U (ppb)	
T-20	THK-15	Göz Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	0,018	200,90	< 0,1	< 0,1	0,489	< 0,1	0,395	28,030	< 0,1	1,821	< 0,1	0,381	
T-67	THK-15	Göz Kaynağı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	213,80	< 0,1	< 0,1	0,102	< 0,1	0,305	28,660	< 0,1	0,327	0,680	0,521	
T-21	THK-16	Büyükdağlan Kaynağı	05.12.2006	< 0,1	0,266	193,90	0,077	< 0,1	0,624	0,053	0,284	43,380	0,004	1,256	< 0,1	0,526	
T-22	THK-17	Çağlık Pınarı	05.12.2006	< 0,1	< 0,1	47,30	0,021	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,663	2,615	0	1,639	< 0,1	0,360	
T-23	THK-18	Büyük Pınar	05.12.2006	< 0,1	0,007	58,52	0,013	< 0,1	< 0,1	0,006	0,464	11,030	0,001	1,255	< 0,1	0,435	
T-58	THK-18	Büyük Pınar	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	51,48	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,238	6,173	< 0,1	0,305	0,706	0,477	
T-24	THK-19	Kaya Pınar	05.12.2006	< 0,1	0,164	74,24	0,004	< 0,1	0,057	0,002	0,683	16,180	< 0,1	1,781	< 0,1	0,287	
T-59	THK-19	Kaya Pınar	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	72,58	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,337	16,230	< 0,1	< 0,1	0,627	0,359	
T-25	THK-20	Göz Pınarı	02.12.2006	1,598	0,540	261,70	0,016	< 0,1	0,314	0,011	1,271	28,220	0	1,532	1,876	0,703	
T-63	THK-20	Göz Pınarı	18.10.2007	< 0,1	< 0,1	255,80	0,001	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,100	22,770	< 0,1	0,659	0,714	0,736	
T-26	THK-21	Kızılıpınar Su Deposu	02.12.2006	2,205	0,393	189,70	0,004	< 0,1	< 0,1	0,000	0,888	23,850	0	1,323	1,211	0,221	
T-75	THK-22	Ilıca Pınar	18.10.2007	< 0,1	4,982	342,80	< 0,1	< 0,1	3,885	0,097	1,123	96,590	< 0,1	0,731	0,686	1,206	

5.1. Kaynak Suları

5.1.1. Genel kimyasal değerlendirme

Çalışma alanında yer alan kaynaklar çoğunlukla kireçtaşlarından boşalan “karstik kaynaklar” şeklindedir. Yer yer olivin bazaltlardan ve alüvyonlardan boşalan kaynaklar bulunmaktadır.

Kaynak sularının sıcaklık değerleri 7,9-12,5 °C arasında, elektriksel iletkenlik değerleri 190-568 µS/cm arasında, toplam çözülmüş katı madde miktarı 120-290 mg/l arasında, pH değerleri 7,2-8,05 arasında değişmekte olup, bu sular bazik karakterdedir. Sertlikleri 8,5-27 Fransız sertlik derecesi arasındadır ve çoğunlukla “Tatlı su” su sınıfında yer almaktadır.

5.1.2. Sulama suyu açısından değerlendirme

Sulama suyu kriterleri ürünleri sulamakta kullanılan suyun değerlendirilmesinde kullanılır (Lloyd ve Heathcote, 1985). Başlangıçta tuzluluk problemi bulunmayan topraklar elverişsiz sulama suyu kullanılması, uygun olmayan sulama sistemleri ve amenajman işlemleri ya da yetersiz drenaj gibi faktörler nedeniyle kısa bir süre sonra çorak topraklar haline gelebilmektedirler (Çiftçi ve diğ., 2004).

Sularda çözülmüş halde bulunan iyonların bir kısmı bitki besin maddelerini oluşturmakta ve toprağın verimli olmasına yardım etmekte, bir kısmı ise bitki gelişiminin azaltmakta ve hatta bitki gelişimini önleyici etki yapmaktadır. Çözülmüş halde bulunan bu maddelerin miktarı, cinsi ve özellikleri sulama yönünden suların kalitesini belirlemektedir. Toprakta bitki için yararlı olan bazı maddeler belirli bir miktardan sonra bitkiye zararlı etki yapan duruma dönüşebilmektedir. Örneğin; bor, bitkilerin beslenmesinde esas elementlerden biri olmasına rağmen, sulama sularında 0,5 mg/l'den fazla konsantrasyonları fasulye, üzüm, şeftali, portakal gibi bitkilere zehir etkisi yaparak gelişmelerini tamamen durdurmaktadır. Bu nedenle sulama sularında bulunan iyonların türü ve miktarı bitkisel üretim için çok önem taşımaktadır (Eröze1, 1986).

Sulama sularında bulunan önemli anyonlar karbonat (CO_3^-), bikarbonat (HCO_3^-), sülfat (SO_4^-), klorür (Cl^-) ve nitrattır (NO_3^-). Sulama açısından karbonat ve bikarbonat miktarını tek başına değil, diğer iyonların miktarı ile bir arada nispi (bağıl) olarak incelemek gerekir. Normal bir sulama suyunda karbonat ve bikarbonat ($\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^-$)

miktarına eşdeğer miktarda kalsiyum ve magnezyum ($Ca^{2+}+Mg^{2+}$) bulunmalıdır. Eğer karbonat ve bikarbonat ($CO_3^-+HCO_3^-$) miktarı daha fazla ise bu durum sulama açısından sakıncalıdır. Bu durumda suda alkali metal karbonatları var demektir ve böyle sular toprakta sodikleşme dediğimiz çoraklaşmaya yol açar. Suda karbonatta birlikte yeterince kalsiyum veya magnezyum varsa pH, karbondioksit, sıcaklık ve basınç gibi değişkenlerin belirleyeceği denge şartlarına göre kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) veya magnezyum karbonat ($MgCO_3$) çökmesi görülebilir. Bu durum topraktaki kalsiyum miktarını artırarak sodyum tehlikesini azaltır. Ancak suda çok fazla karbonat bulunması bitkilerde demir eksikliğine yol açar. Bitki beslenmesinde sülfat ve nitrat da gereklidir. Bu iyonlar bitkiler tarafından indirgenerek protein oluşturmakta kullanılır. Toprak içinde sülfat iyonu tuzluluğu artırıcı etkisi dışında zararlı değildir. Bununla birlikte 1000 mg/1 ve daha fazla sülfatlı sular bitkilerin kalsiyum alımını azalttığı için sodyum alımını artırarak sodyum tehlikesine yol açmaktadır (Doğan, 1981).

Sularda fazla miktarda nitrat bulunması durumunda toprağın geçirgenliği azalmaktadır. Sulama sularında bulunan klorür en sorunlu anyonlar arasındadır. Bazı bitkilerde orta konsantrasyonlarda toksik etki yapmasına karşın (örneğin; limon, yonca, patates), bazı bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yapmaktadır (örneğin; şeker pancarı) (Erözel, 1986).

Sulama sularında bulunan önemli katyonlar kalsiyum (Ca^{2+}), magnezyum (Mg^{2+}), sodyum (Na^+) ve potasyumdur (K^+). Bitki gelişmesinde kalsiyum, magnezyum ve potasyum temel besin maddelerini oluşturmaktadır. Sulama suyunda bulunan fazla miktardaki kalsiyum sodyum tehlikesini azaltıcı etki göstermektedir. Buna rağmen çok yüksek konsantrasyonlarda bulunması halinde bitkilerde; özellikle havuç ve fasulyede potas alımını azaltmaktadır. Magnezyum bitki yapraklarına yeşillik veren klorofilin önemli bir bileşim unsurudur, sulama suyunda sodyum tehlikesini azaltıcı (kalsiyum gibi) olumlu etkisi vardır (Doğan, 1981). Sulama suyunda kalsiyumun belirli bir konsantrasyonun üzerinde olması toprağın hava ve su geçirgenliğini artırırken sodyum konsantrasyonunun yüksek olması tersi bir durumu ortaya çıkarmaktadır (Ekmekçi ve diğ., 2005). Sulama sularındaki kalsiyum ve magnezyum katyonları toprağı daha geçirgen ve daha iyi işlenebilir biçimde tutarlar. Esasen sularda sertliği oluşturan kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Sert su toprağı yumuşak, yumuşak su ise toprağı sert yaptığından sulamada sert sular yumuşak sulara nazaran tercih edilmektedir (Erözel, 1986).

Potasyum bazı hastalıklara karşı bitkilerin direncini artırır, kök sistemlerini takviye eder. Sulama açısından sodyum da son derece önemlidir. Sulama suyu

sınıflamaları genellikle doğrudan veya dolaylı olarak suyun sodyum konsantrasyonuna dayanmaktadır. Sodyumun sulama açısından önemi toprak ve bitkiler üzerinde gösterdiği zararlı etkilerdendir. Genellikle tek değerli katyonlar çift değerlilere göre, bitkiler üzerinde daha fazla zehirleyici etki gösterirler. Sulama suyunda sodyum tehlikesi sodyum iyonunun sudaki konsantrasyonundan çok, toplam katyonlar içindeki nispi sodyum miktarına bağlıdır. Killi topraklar sodyumca zenginleştikçe ıslatıldığı zaman yapışkan olur ve sıkı bir hal alır, geçirgenliği azalır. Kuruyunca da kabuk oluşturur. Bunun sonucu olarak toprak tarım açısından uygun olmayan bir şekle dönüşür. Sodyum oranı %50'yi geçerse sulama suyunda sodyum tehlikesi var demektir. Topraktaki sodyum miktarı artarak, sodyum hakim katyon haline geçerse toprakların sodikleşmesi (alkali toprak oluşması) söz konusudur. Bitki yapraklarında sodyum birikmesi yaprak kuru ağırlığının %0,5'ini geçtiği zaman, yaprakların kenarları kurumaya başlar ve zamanla dökülür (Doğan, 1981).

Sulama suyu kalitesinin sınıflandırılmasında kullanılan kriterler şunlardır:

Suda çözünebilir iyonların toplam konsantrasyonu: Genellikle elektriksel iletkenliğe göre yapılan sınıflamada elektriksel iletkenlik değeri 0-250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'ye kadar olan sular, drenaj sorunu olmayan alanlarda geniş çapta kullanılmaktadır. Ancak bu değerden fazla olursa tuza duyarlı bitkiler için, tuzluluk sorunu ortaya çıkacaktır. Bu topraklarda yalnız tuza dayanımları fazla olan bitkiler yetiştirilebilir.

Sodyum katyonunun suda bulunan diğer katyonlara oranı (sodyum yüzdesi): Sodyum iyonunun zararlı ve istenmeyen etkisinin oluşmaması için, sodyum zararının bir ölçüsü olarak önceleri "sodyum yüzdesi" değeri kullanılmıştır. Sodyum yüzdesinin genellikle 50 veya 60'dan yüksek olması istenmez. Bu değer (5.1) eşitliği ile hesaplanır.

$$\%Na = \frac{Na^+}{\Sigma \text{Katyon}} \quad (5.1)$$

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR): Sodyum adsorpsiyon oranı sodyum zararının saptanmasında en çok kullanılan kriterlerdendir ve (5.2) eşitliği ile hesaplanır. Konsantrasyon değerleri için mek/l birimi kullanılır. Sodyum adsorpsiyon oranı 0-10 arasında olan sularda sodyum zararı düşük, 10-18 arasında orta, 18-26 arasında yüksek ve 26'dan fazla ise çok yüksektir.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (5.2)$$

Bikarbonat iyonu sulama suyunda yüksek miktarlarda ise kalsiyum ve magnezyum karbonat şeklinde çökmeye başlar ve sodyum miktarı artar. Bikarbonat iyonuna bitkiler farklı düzeylerde dayanım gösterirler. Bazen önemli zarar doğuracak kadar toksik etki yaparlar (Erözel, 1986).

Tuzluluk tehlikesi: Tuzluluk tehlikesi parametresi ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri dikkate alınarak belirlenir. Kaynak sularının tuzluluk tehlikesi açısından sınıflaması (Lloyd ve Heathcote, 1985) Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Kaynak sularının elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk tehlikesi açısından dağılımı

Tuzluluk	Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{mhos/cm}$)	Çözünmüş katı madde (mg/l)	Kaynak Numarası
Düşük tuzluluk, zararlı etkisi beklenmez	<250	<200	THK-3 (T-7), THK-19 (T-24)
Orta tuzluluk, duyarlı ürünler için zararlı etki	250–750	200–500	THK-1, THK-2, THK-3, THK-4, THK-5, THK-6, THK-7, THK-8, THK-9, THK-10, THK-11, THK-12, THK-13, THK-14, THK-15, THK-16, THK-17, THK-18, THK-19, THK-20, THK-21, THK-22
Yüksek tuzluluk, birçok ürün için kötü etki	750–2250	500–500	
Çok yüksek tuzluluk, yalnız tuza dayanıklı bitkiler için uygun	2250–5000	1500–3000	

Parantez içerisinde () gösterilenler ilgili kaynağın örnek numarasıdır.

Çizelge 5.5'e göre kaynak suları genellikle orta tuzluluğa sahiptir; bu nedenle duyarlı ürünler için zararlı etki yapabilmektedir. Üçpınarlar [THK-3 (T-7)] ve Kaya Pınar [THK-19 (T-24)] kaynaklarından 2006 yılında alınan su örnekleri düşük tuzluğa sahiptir bu nedenle bu suların tuzluluk açısından zararlı etkisi beklenmez.

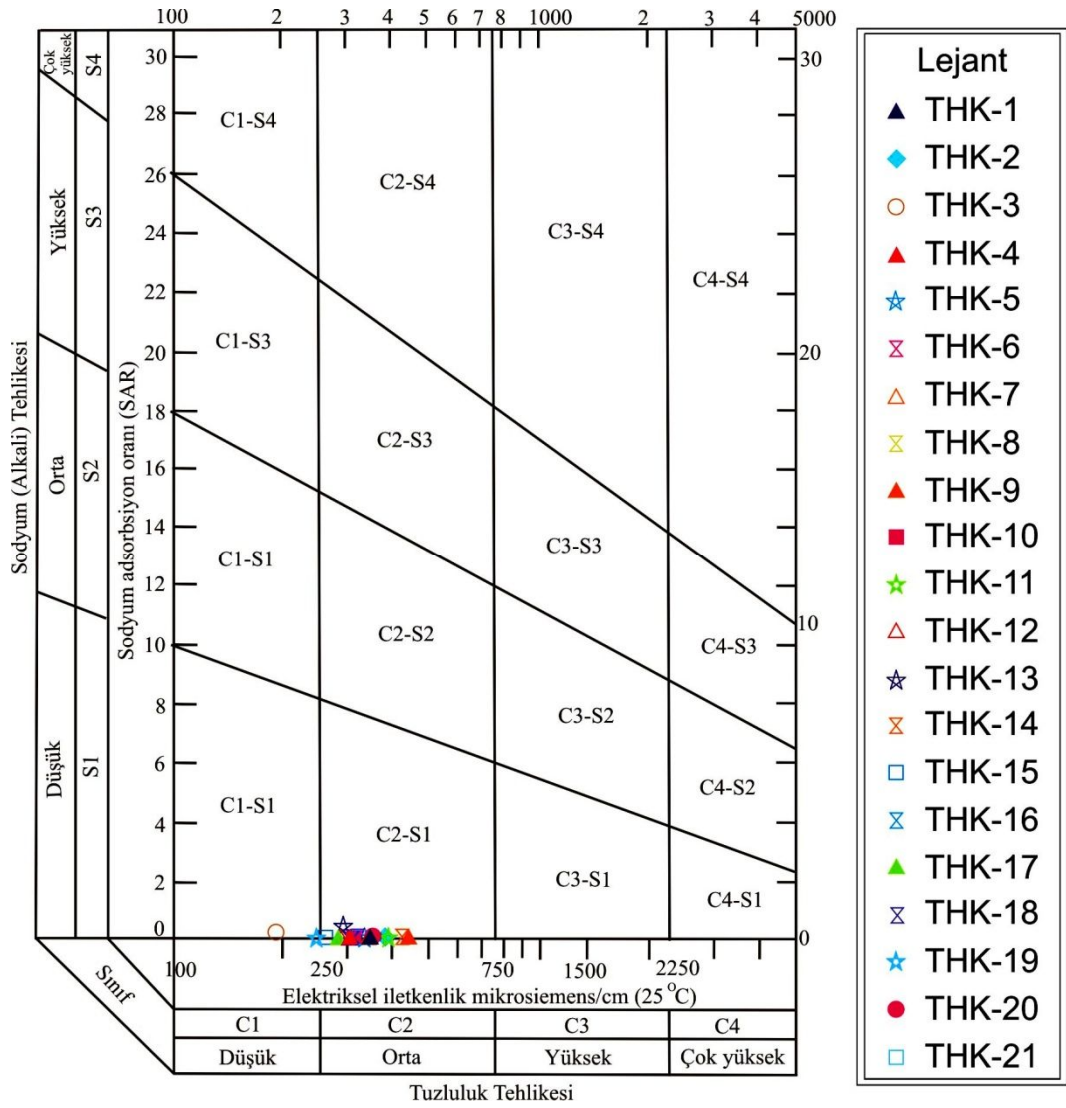
Sulama sularının sınıflandırılmasında en çok ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılır. Bu diyagramda suyun 25 °C'deki elektriksel iletkenlik ve sodyum adsorpsiyon oranı kullanılır. Elektriksel iletkenliğin yer aldığı apsis (x eksen) eksen logaritmiktir. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı, tuzluluk ve sodyum tehlike derecesine göre 16 bölgeye ayrılmıştır.

Az tuzlu sular her toprakta tüm bitkilerin sulanmasına uygundur. Orta tuzlu sular, orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir. Tuzlu sular, akaçlaması kötü olan arazilerde sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Bu özellikteki sular kullanılacaksa tuza

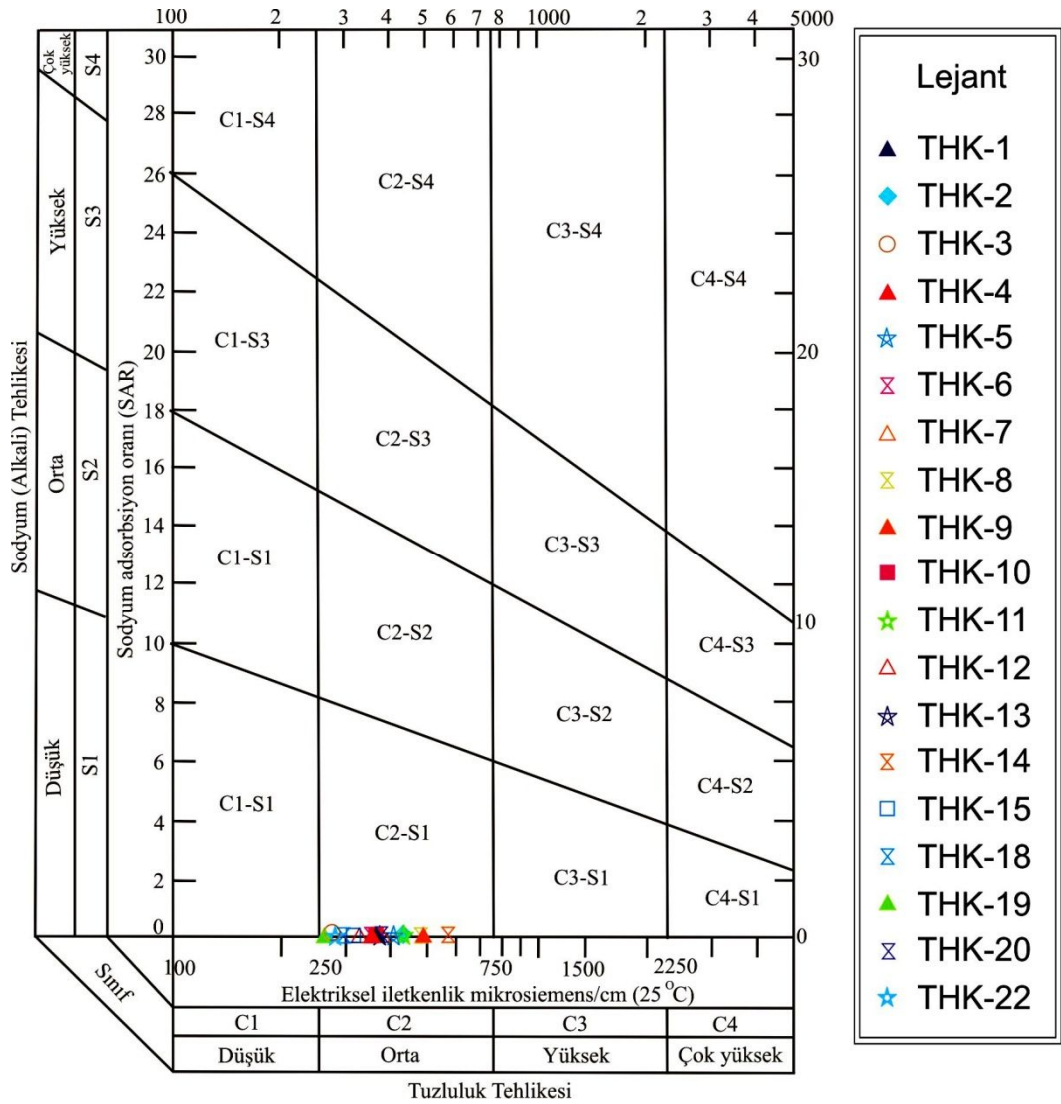
dayanıklı bitkiler seçilmelidir. Çok tuzlu sularda, geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi olan topraklarda, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir ve tuza dayanıklı olan bitki türleri seçilmelidir. Az sodyumlu sular her toprakta, tüm bitkilerin sulanmasında sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir. Orta sodyumlu sular geçirgen veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir. Yıkama ile toprağın tuzluluğu azaltılıyorsa özellikle bu tip sular kullanılmalıdır. Yüksek sodyumlu sular birçok toprak cinsinde sodyum tehlikesi olabilir. Çok iyi geçirgen ve akaçlama gösteren arazilerde bol su kullanılarak belirli sürelerde yapılacak kimyasal analizlerle sodyum tehlikesi denetlenmelidir. Çok yüksek sodyumlu sular genel olarak sulama için uygun değildir. Ancak suyun toplam tuz miktarı düşük ise sulamada kullanılabilir (Özer, 2005).

Çalışma alanında bulunan 22 kaynak suyundan 2006 yılında alınan su örneklerinin ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı Şekil 5.1'de ve 2007 yılında alınan su örneklerinin ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı (Şekil 5.1, 5.2) kullanılarak yapılan sulama suyu sınıflamasına göre inceleme alanında bulunan kaynak suları genellikle "düşük sodyumlu-orta tuzlu" sular (C_2-S_1) sınıfında yer almaktadır. Bu kaynaklardan Üçpınarlar [THK-3 (T-7)] ve Kaya Pınar [THK-19 (T-24)] kaynaklarının 2006 yılında alınan su örnekleri ise "düşük sodyumlu-düşük tuzlu" sular (C_1-S_1) sınıfında yer almakta olup, bu suların tuzluluk açısından zararlı etkisi beklenmez. Kaynak suları genellikle orta tuzluluğa sahiptir bu nedenle duyarlı ürünler için zararlı etki yapabilmektedir. Bununla birlikte orta tuzlu sularla orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir. Ayrıca kaynak suları düşük sodyumlu sular olduğundan her toprakta, tüm bitkilerin sulanmasında sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.



Şekil 5.1. Kaynak sularının (2006 yılı) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması



Şekil 5.2. Kaynak sularının (2007 yılı) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması

5.1.3. İçme suyu açısından değerlendirme

İçme sularında aranan başlıca özellikler; sağlığa zararlı olmaması (hastalığa neden olabilecek mikroorganizmalardan yoksun olmalı, olumsuz fizyolojik etkiler üretebilecek minerallerden ve organik maddelerden yoksun olmalı) ve rengi, kokusu, tadı, görünümü-bulanıklığı, uygun sıcaklıkta olması gibi özellikleriyle içiminin hoş olmasıdır. Suyun hoş içimli ve serinletici olması, fiziksel ve kimyasal özellikleri, sağlık yönünden uygunluğu ise kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktif özellikleriyle ilgilidir (Doğan, 1981).

Sularda bulunabilen maddelerin insana etkisi maddelerin cinsi ve miktarına göre değişir. Tuzluluk ve sertlik veren iyonlarda olduğu gibi bazı maddelerin etkisi dolaylı ve oldukça esnektir. Arsenik, flor, hastalık yapıcı bakteriler gibi bazı maddelerin etkisi ise direkt olup esneklikleri de azdır. Bu yüzden sular, içme ve kullanma yönünden değerlendirilirken ele alınan maddelerin insana etkisi ve esneklikleri bilinmeli ve buna göre karar verilmelidir (Doğan, 1981).

İnsana etkisi dolaylı ve esnekliği fazla olan elementler Çizelge 5.6'da 1. grup, diğerleri ise 2. grup olarak verilmiştir. Dünyada 2. grup elementler için verilen standartlar genellikle birbirlerine yakındır. 1. grup elementler için verilen standartlar ise ekonomik şartlar ve su bulma imkanına göre daha esnek olarak değişmektedir. 2. grup maddelerde ise zehirleyici ve hastalık yapıcı olduğundan esnek davranılamaz (Doğan, 1981).

Çizelge 5.6. İnsana etkisi açısından içme sularındaki maddelerin sınıflanması (Doğan, 1981)

1. grup maddeler	2. grup maddeler
Renk ve bulanıklılık maddeleri	Kurşun, arsenik, krom, fenolik maddeler, florür, nitrit, nitrat, hastalık yapıcı bakteriler
Sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir katyonları	
Klorür, sülfat karbonat anyonları	

İçme sularında çözülmüş oksijen düzeyinin doyumluk derişiminin %80'inden aşağıya düşmesi suda tat, koku ve renk problemleri yaratır (Ridgway ve diğ., 1999; WHO, 1984b; Kaçaroğlu, 1991). İçme suyu kriterlerinde çözülmüş oksijen için herhangi bir değer önerilmemiştir. Bununla birlikte oksijenin kötü tat oluşturan demir ve manganezi çöktürebilme özelliği nedeniyle, içme suyunun oksijene doyum olması tercih edilir (McNeely ve diğ., 1979).

Sularda majör anyon ve katyonların dışında birçok element yer almaktadır. Kaynak sularında bulunan bazı elementler (¹¹B, ²⁷Al, ²⁹Si, ⁴⁷Ti, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁶Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁵Cu, ⁶⁸Zn, ⁶⁹Ga, ⁷⁵As, ⁸¹Br, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ⁸⁹Y, ⁹⁰Zr, ⁹⁵Mo, ¹²¹Sb, ¹²⁷I, ¹³⁵Ba, ¹⁶⁵Ho, ¹⁹⁷Au, ²⁰⁸Pb, ²³⁸U) Çizelge 5.4'te gösterilmiştir. Doğal sularda demir ve mangan az miktarda olsalar bile genellikle bulunmaktadır. Demir'in 0,2 mg/l'den, manganın ise 0,05 mg/l'den daha fazla olmaması istenmektedir. Yine sularda bulunan kromun 0,05 mg/l'den daha fazlası içme ve sulama sularında zehirleyici etkisi nedeniyle istenmemektedir (Doğan, 1981; TS 266-2005).

Çizelge 5.7’de TS 266-2005’e göre içme sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir. Çizelge 5.7’deki içme suyu standartları ile inceleme alanındaki kaynak sularının analizlerinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Buna göre kaynak sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri Türk İçme Suyu Standartları’na göre genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Kaynak sularının pH değerleri 7,2-8,05 arasındadır ve bu pH değerleri 6,5-9,5 aralığında olduğundan Türkiye İçme Suyu Standartları’na göre kabul edilebilir özelliktedir. Kaynak sularının elektriksel iletkenlik değerleri 190-568 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasındadır ve TS 266-2005’e göre elektriksel iletkenlik değerleri 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sınır değerinden az olduğundan kaynak sularının elektriksel iletkenlik değerleri içme suyu açısından Türkiye İçme Suyu Standartları’na uygundur. Çizelge 5.2.’de verilen Yukarı Tohma Çayı Havzası kaynaklarının kimyasal analizlerine göre bu suların sodyum içerikleri (Na^+) 0,01 mek/l ile 0,5 mek/l (0,23 mg/l ile 11,49 mg/l) değerleri arasında, sülfat miktarları 0,01 mek/l ile 1,92 mek/l (0,48 mg/l ile 92,22 mg/l) arasında, klorür değerleri 0,06 mek/l ile 0,25 mek/l (2,13 mg/l ile 8,86 mg/l) arasında değişmekte olup, bu değerler sınır değerlerden az olduğundan TS 266-2005’e göre bu değerler içme suyu açısından uygun özelliktedir.

Kaynak sularının element analizlerine göre bor miktarı <0,1 ppb ile 18,42 ppb arasında, krom miktarı <0,1 ppb ile 0,913 ppb arasında, kurşun miktarı <0,1 ppb ile 3,891 ppb arasında, bakır miktarı <0,1 ppb ile 0,913 ppb arasında, selenyum miktarı <0,1 ppb ile 2,447 ppb arasında, antimon miktarı <0,1 ppb ile 0,097 ppb arasında, arsenik miktarı <0,1 ile 4,568 ppb değişmekte olup, bu değerler TS 266-2005’e göre içme suyu açısından kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Kaynak sularının demir miktarı 7,606 ppb ile 12220 ppb arasında değişmekte olup, kaynak suları demir miktarı bakımından içme suyu açısından genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisindedir; fakat bazı kaynakların demir miktarı 0,2 mg/l sınır değerinin üzerindedir. Özellikle Poyraz Pınarı’nın [THK-4 (T-8)] Temmuz 2006’daki demir miktarı (12220 ppb) yüksektir. Kaynağın Karadağ üyesine ait andezitlerle Akdere formasyonuna ait kireçtaşlarının dokanağına ve dokanaktaki pişme zonuna yakın olması nedeniyle demirin gözlemlendiği söylenebilir.

Kaynak sularının mangan miktarı <0,1 ppb ile 80,91 ppb arasında değişmekte olup, kaynak suları mangan miktarı bakımından içme suyu açısından genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisindedir; fakat Camlı Pınarı’nın [THK-2 (T-64)] Temmuz 2007’deki mangan (80,91 ppb) miktarı 0,05 mg/l olan sınır değerinin üzerindedir.

Kaynak sularının alüminyum miktarı <0,1 ppb ile 285,6 ppb arasında değişmekte olup, kaynak suları alüminyum miktarı bakımından içme suyu açısından genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisindedir; fakat Üçpınarlar [THK-3 (T-7)] kaynağının Temmuz 2006'daki alüminyum (285,6 ppb) miktarı, Camlı Pınarı'nın [THK-2 (T-64)] 2007'deki alüminyum (206,5 ppb) miktarı ve Yukarı Pınar'ın [THK-10 (T-15)] 2006'daki alüminyum (204,5 ppb) miktarı 0,2 mg/l olan sınır değerin üzerindedir.

Çizelge 5.7. İçme sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 266-2005)

Maddenin Adı	İzin Verilebilecek Maksimum Miktar (mg/l)
1. Organoleptik Özellikler	Berrak, tortusuz, kendine has renkte ve kokusuz olmalıdır
2. Mikrobiyolojik Özellikler	
2.1. Escherichia coli (E. Coli)	0
2.2. Enterococci	0
2.3. Pseudomonas aeruginosa	(-)
2.5. Koloni sayısı, 37°C'de	(-)
3. Kimyasal Özellikler	
3.1. Antimon (Sb)	0,005
3.2. Arsenik (As)	0,01
3.3. Benzen	0,001
3.4. Bor (B)	1
3.5. Bromat (BrO ₃)	0,01
3.6. Kadmiyum (Cd)	0,005
3.7. Krom (Cr)	0,05
3.8. Bakır (Cu)	2
3.9. Siyanür (CN)	0,05
3.10. Florür (F)	1,5
3.11. Kurşun (Pb)	0,01
3.12. Civa (Hg)	0,001
3.13. Nikel (Ni)	0,02
3.14. Nitrat (NO ₃)	50
3.15. Nitrit (NO ₂)	0,5
3.16. Pestisitler	0,0001
3.17. Toplam Pestisit	0,0005
3.18. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	0,0001
3.19. Selenyum (Se)	0,01
4. Yukarıdaki Standartlara Uygunluğun İzlenmesinde Dikkate Alınacak özellikler	
4.1. Alüminyum (Al)	0,2
4.2. Amonyum (NH ₄)	0,5
4.3. Klorür (Cl)	250
4.4. Clostridium perfringens	0
4.5. Renk	20 (Pt-Co) skalası
4.6. İletkenlik	2500 µS/cm
4.7. pH	6,5 - 9,5
4.8. Demir (Fe)	0,2
4.9. Mangan (Mn)	0,05
4.10. Koku	Fark edilebilir bir değişiklik olmamalıdır
4.11. Sülfat (SO ₄)	250
4.12. Sodyum (Na)	200
4.13. Tat	Fark edilebilir değişiklik olmamalıdır
4.14. Koloni sayısı 22°C'de	Fark edilebilir bir değişiklik olmamalıdır
4.15. Koliform bakteri	0
4.16. Toplam organik karbon	Fark edilebilir bir değişiklik olmamalıdır
4.17. Bulanıklık	5 NTU
4.18. Tritiyum (³ H)	100 Bq/L
4.19. Toplam gösterge dozu	0,1 mSv/yıl
4.20. Alfa aktivitesi	0,1 Bq/L
4.21. Beta Aktivitesi	1 Bq/L

(-) işareti bu özelliğin aranmayacağı anlamındadır.

5.1.4. Kaynak sularının fasiyes tipine göre sınıflanması

Hidrojeokimyasal fasiyes kavramı ilk olarak suların üçgen diyagramlardaki (Piper diyagram) iz düşüm yerine göre Back (1966) tarafından geliştirilmiştir. Buna göre suda çözünen başlıca iyonlardan anyonlar ve katyonlar ayrı ayrı olmak üzere mek/l cinsinden %50'den fazla olan iyonlar hidrokimyasal fasiyes tipini belirtmektedir. Eğer iyonların hiçbirisi miktar olarak %50'yi geçmiyorsa karışık su tipini belirtmektedir.

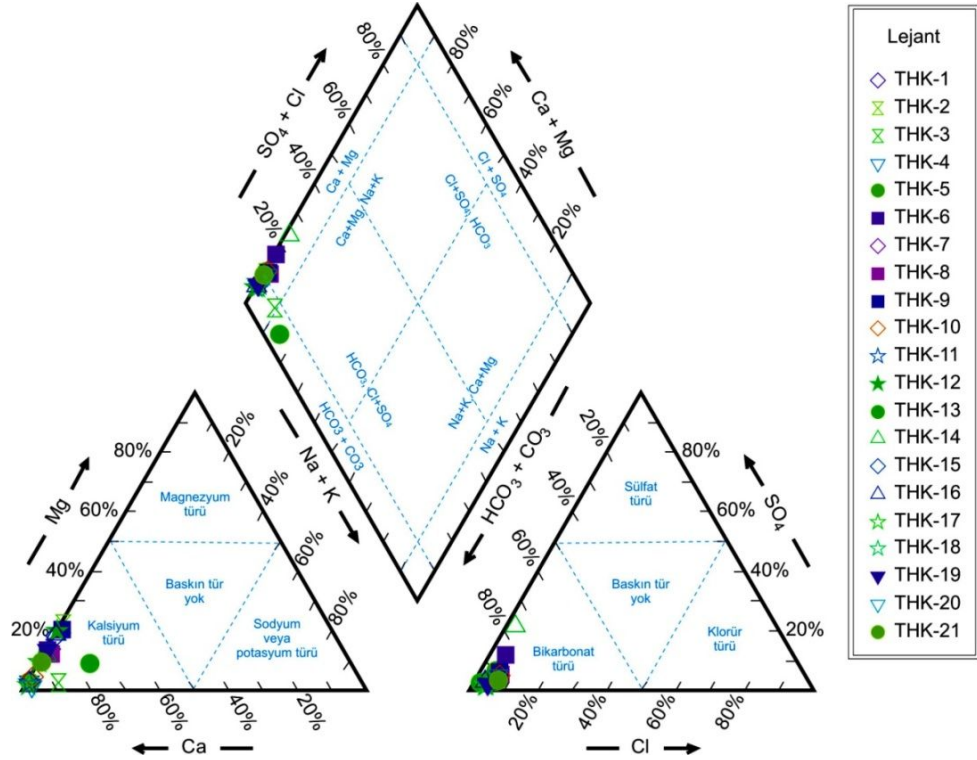
Suların hidrokimyasal fasiyes tipinin belirlenmesinde Piper (1944) tarafından geliştirilen üçgen diyagram kullanılmaktadır. Üçgen diyagram (Piper diyagram), Hill diyagramının değiştirilmiş bir şeklidir. Hill diyagramındaki iki eşkenar üçgen anyon ve katyonlara ayrılmış, diğer ikisi de birleştirilerek tek paralel kenarla gösterilmiştir. Katyon ve anyonların yüzdeleri bulunur ve üçgen diyagramlara işaretlenir. Suyun kimyasal özelliği, Piper'in önerdiği sınıflandırmaya göre belirtilir (Şahinci, 1986).

Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te (2006 ve 2007) kaynak sularının içerdikleri majör (ana) anyon ve katyon yüzdelerine göre üçgen diyagramda gösterilmiştir. Diyagram üzerinde suyun düştüğü bölgeye göre adlandırılan hidrokimyasal fasiyes (Morgan ve Winner, 1962 ve Back, 1966) ayrıca yer almaktadır.

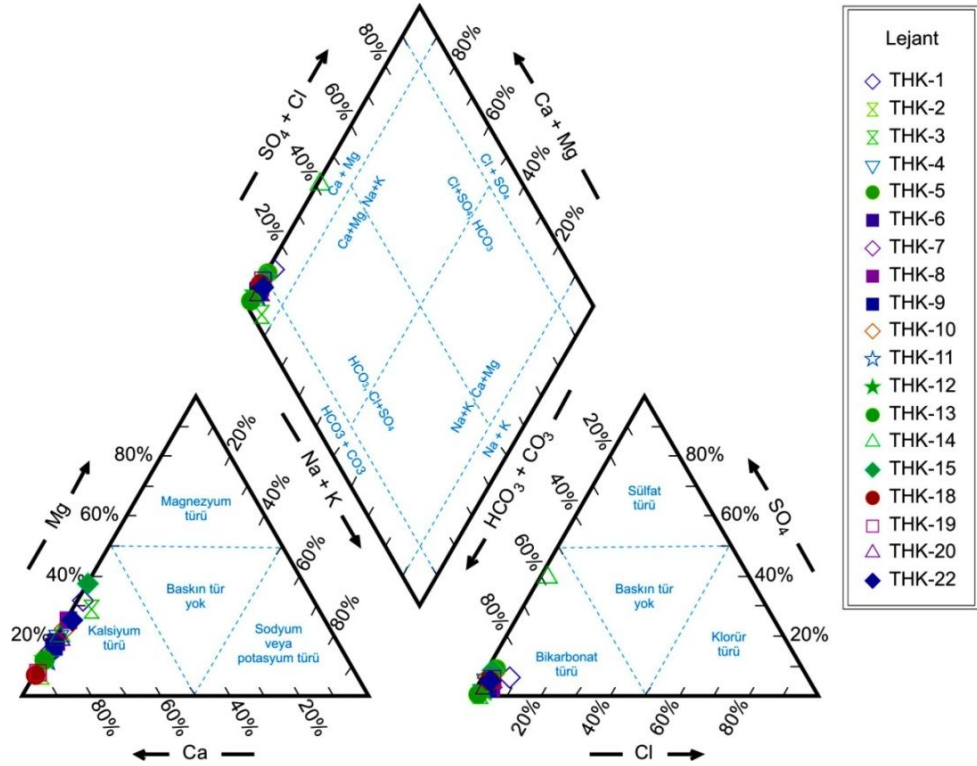
Piper (üçgen) diyagramına (Şekil 5.3, 5.4) göre kaynak suları kalsiyum bikarbonat türü (Ca-HCO_3) suları temsil etmektedir. Bu sulara kalsiyum ve magnezyum miktarı sodyum ve potasyum miktarından fazladır ($\text{Ca+Mg} > \text{Na+K}$). Yani karbonat iyonu (CO_3^{2-}) fazla olan sulardır ve bu sular kireçtaşı akiferlerinden gelmektedir.

Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin (IAH) sınıflamasına göre iyon konsantrasyonu (mek/l), %20'den fazla olan iyonlar dikkate alınır. Bu iyonlar arasında da önce en büyük yüzdeye sahip olandan en küçük yüzdeye sahip olana doğru sıralanır. Ancak sıralama aşamasında önce katyonlar daha sonra anyonlar gelir. Suların hidrojeokimyasal fasiyes tanımlamasında yaygın olarak bu sınıflama kullanılır (Tarcan, 2003).

Çizelge 5.8'de Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre kaynak sularının kimyasal fasiyes türleri verilmektedir.



Şekil 5.3. Kaynak sularının (2006 yılı) Piper (üçgen) diyagramında sınıflandırılması



Şekil 5.4. Kaynak sularının (2007 yılı) Piper (üçgen) diyagramında sınıflandırılması

Çizelge 5.8. Kaynak sularının kimyasal fasiyes türleri (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre)

Örneklerin Fasiyesleri	Kaynak Numarası
Ca-HCO₃	THK-1, THK-2, THK-3, THK-4, THK-5, THK-6, THK-7, THK-8, THK-9, THK-10, THK-11, THK-12, THK-13, THK-14, THK-15, THK-16, THK-17, THK-18, THK-19, THK-20, THK-21
Ca-Mg-HCO₃	THK-1, THK-2, THK-3, THK-8, THK-9, THK-10, THK-15, THK-22 (T-65), (T-6), (T-62), (T-73), (T-14), (T-71), (T-67), (T-74)
Ca-Mg-HCO₃-SO₄	THK-14 (T-66)

Parantez içerisinde () gösterilenler ilgili kaynağın örnek numarasıdır.

Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre kaynak sularının hidrokimyasal fasiyes tipinin genellikle kalsiyum bikarbonat (Ca-HCO₃) olduğu görülmektedir (Çizelge 5.8).

5.1.5. Kaynak sularının sertliğe göre sınıflanması

Sertlik terimi suda bulunan çok değerli iyon sayısını, özellikle kalsiyum ve magnezyum miktarını belirtmek için kullanılır (Dirican ve Bilgel, 1993). Suların sertliği başta kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat iyonları olmak üzere kalsiyum ve magnezyum sülfat, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir. Suların sertliği ya da yumuşaklığı halk arasında sabunla köpürme özelliği olarak bilinir (Tarcan, 2005).

Sert sular sağlığa doğrudan zararlı olmasa bile yemek pişirmeye ve içmeye elverişli değildir. Ayrıca bu nitelikteki su çamaşır yıkamada ya da sanayide kullanılırsa çok sabun sarfına neden olacağı gibi kazan ve boruların içine kireç tabakasının yığılmasına da yol açar (Dirican ve Bilgel, 1993; WHO, 1984a).

Suyun sertliği ısıtılma esnasında uğrayacağı değişikliklere göre ikiye ayrılır (Dirican ve Bilgel, 1993; Güler, 1998; Tekbaş, 1999):

a- Geçici sertlik (karbonat sertliği): Isıtıldıkları zaman bozulan kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar geçici sertlik veren maddelerdir (Doğan, 1981). Kalsiyum ve magnezyum karbonat ile bikarbonat tuzları (Ca(HCO₃)₂ ve Mg(HCO₃)₂) “geçici sertliği” veya “karbonat sertliğini” meydana getirirler.

b- Kalıcı sertlik (karbonat olmayan sertlik): Suyun ısıtılması ile giderilemeyen sertliktir. Kalıcı sertlik genellikle toprak alkali metallere, silikat, klorür, sülfat ve nitratlardan ileri gelir (Doğan, 1981). Kalsiyum ve magnezyumun klor, sülfat, nitrat, fosfat ve silikat tuzları “kalıcı sertliği” veya “karbonat olmayan sertliği” meydana getirirler. Genel olarak “karbonatlar geçici sertliği, sülfatlar kalıcı sertliği verir” denir (Dirican ve Bilgel, 1993; Güler, 1998; Tekbaş, 1999).

Toplam sertlik karbonat sertliği ile karbonat olmayan sertliğinin toplamıdır. Karbonat sertliği çözeltide kalsiyum ve magnezyum iyonlarından ($Ca^{2+}+Mg^{2+}$) daha çok karbonat varsa bile toplam sertliği aşamaz. Toplam sertlik suyun kalsiyum ve magnezyum (Ca^{2+} ve Mg^{2+}) içeriği (5.3) eşitliğinden hesaplanır (Lloyd ve Heathcote, 1985).

$$\text{Toplam Sertlik [CaCO}_3 \text{ mg/l]} = 2,497 [\text{Ca}^{2+}, \text{mg/l}] + 4,118 [\text{Mg}^{2+}, \text{mg/l}] \quad (5.3)$$

Suların sertliğini hesaplamak için (5.4) eşitliği de kullanılabilir:

$$\text{Toplam sertlik} = 5 \times (\text{rCa} + \text{rMg}) \quad (\text{r: mek/l}) \quad (5.4)$$

(5.4) eşitliği Fransız sertlik derecesini vermektedir. Türkiye’de Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. 1 lt suda, 10 mg kalsiyum ve magnezyum bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde o suyun sertliği, 1 Fransız Derecesi (1°FS) olarak tanımlanır (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).

Kaynak sularının Fransız sertlik derecesi göz önüne alınarak Erguvanlı ve Yüzer (1973)’e göre sınıflandırılması Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Suların sertlik derecesi toplumların alışkanlıklarına göre değişiklik gösterir hatta 500 mg/l (50 FS) kalsiyum karbonatın ($CaCO_3$) üstü tolere edilebilmektedir (WHO 1984).

Yumuşak sular agresif oldukları için iletim hatlarında korozyona neden olurlar. Bu sular yüksek geçirgenlikleri nedeniyle temas ettikleri kurşun, bakır, çinko, kadmiyum ve buna benzer toksik metallere daha yüksek derişimlerde içerebilirler. Sularda kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları karbondioksit ile denge halindedir. Yüksek karbondioksit derişimine sahip yumuşak sular kireç suyuna karşı agresiftir (Uslu ve Türkman, 1987).

Çizelge 5.9. Kaynak sularının Fransız sertlik derecesine göre sınıflaması

Fransız sertlik derecesi (FS)	Suyun Sınıfı	Kaynak Numarası
0-10	Memba Suyu	THK-3 (T-7)
11-22	Tatlı Su	THK-1, THK-2, THK-3, THK-4, THK-5, THK-6, THK-7, THK-8, THK-9, THK-10, THK-11, THK-12, THK-13, THK-14, THK-15, THK-16, THK-17, THK-18, THK-19, THK-20, THK-21, THK-22
23-32	Sert Su	THK-8 (T-73), THK-9 (T-72), THK-14 (T-66)
33-54	Çok Sert Su	
>55	Aşırı Sert Su	

Parantez içerisinde () gösterilenler ilgili kaynağın örnek numarasıdır.

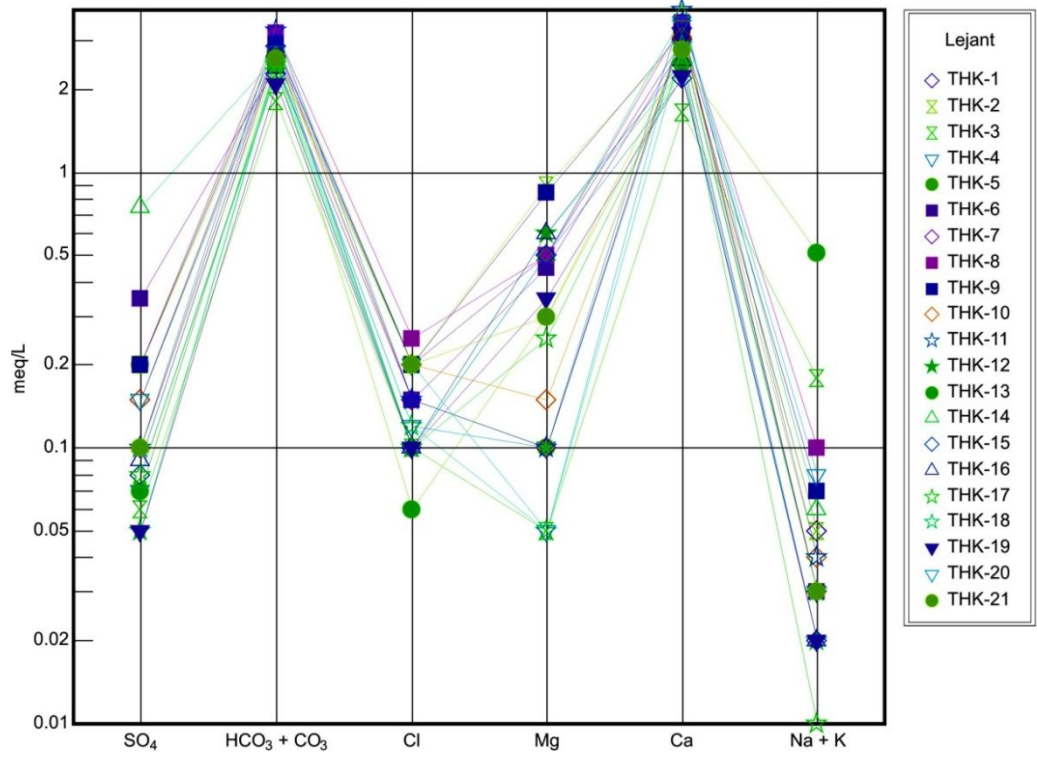
İnceleme alanındaki kaynaklar Çizelge 5.9'daki sınıflamaya göre kaynak suları hem 2006 hem 2007 ölçümlerine göre genellikle "Tatlı su" sınıfında olup, Üçpınarlar kaynağı suları [THK-3 (T-7)] 2006 yılı ölçümlerine göre "Memba suyu" sınıfına girmektedir. Bu nedenle inceleme alanındaki kaynak sularının sertlikleri içme suyu açısından uygun özelliktedir. İnceleme alanında bulunan kaynak sularında karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten fazladır.

5.1.6. Kaynak sularının yarı logaritmik diyagramda sınıflanması

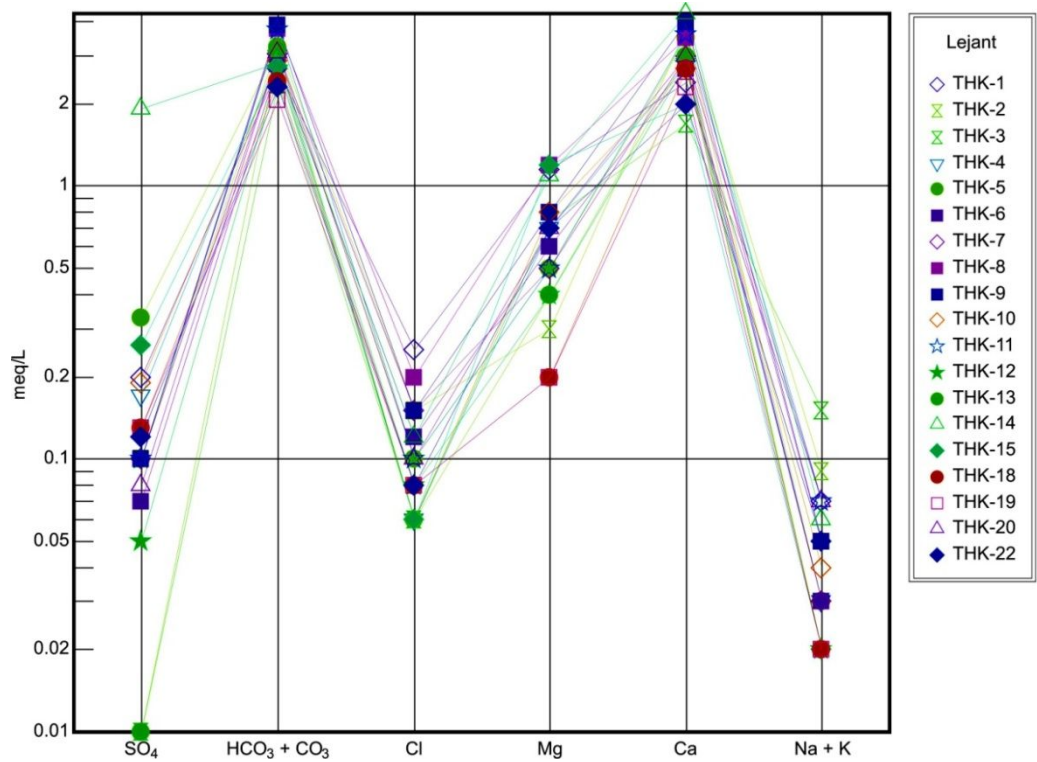
Yarı logaritmik diyagramlarda, farklı sular ilk bakışta ayırt edilebilir. Buna karşın yüzde ile gösterilen diyagramlarda kökenleri ve kimyasal özellikleri çok farklı olan sular bir arada bulunabilir. Ayrıca bu diyagramda benzer sular kırık paralel çizgiler meydana getirebilirler. Yeraltısularının kimyasal özellikleri bakımından önemli bir yer tutan rMg/rCa , rSO_4/rCl , $r(Cl-Na)/rCl$, rNa/rCa , rNa/rMg oranları diyagram üzerindeki kırık çizgilerin eğimlerinden izlenebilir. Suların kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), kalsiyum karbonatça ($CaCO_3$) doygunluğu, denge pH'ı yarı logaritmik diyagram üzerinde saptanabilir (Şahinci, 1986).

Kaynak sularının 2006 yılı yarı logaritmik diyagramları Şekil 5.5'te ve 2007 yılı yarı logaritmik diyagramları Şekil 5.6'da verilmiştir.

Kaynak sularının yarı logaritmik diyagramları (Şekil 5.5 ve 5.6) incelendiğinde, genellikle birbirlerine paralel oldukları, sodyum (Na^+) ve klorür iyonu (Cl^-) değerlerinin birbirine yakın ve hakim iyonların kalsiyum (Ca^{2+}) ve bikarbonat (HCO_3^-) olduğu görülmektedir. Bu da kaynakların çoğunlukla kireçtaşlarından boşaldığını göstermektedir.



Şekil 5.5. Kaynak sularının (2006 yılı) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü



Şekil 5.6. Kaynak sularının (2007 yılı) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü

5.2. Akarsular ve Goller

5.2.1. Genel kimyasal değerlendirme

İnceleme alanındaki kaynaklardan beslenen Tohma ayı suları kimyasal açıdan kaynak suları ile az çok benzer özellik gstermektedir. Tohma ayı'nda 5 lim noktasında lim ve su örnekleme yapılmıştır. lim noktaları ile ilgili bilgiler alt bölüm 3.2 ve izelge 3.2'de verilmiştir. Bu 5 lim noktasında Temmuz 2006, Temmuz 2007, Eylül 2007'de yapılan arazi çalışmalarında sıcaklık, debi, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde miktarı ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Arazi alışmaları sırasında 10 akarsu rneği alınmıştır.

Tohma ayı ve Aygır Gölü sularında bulunan bazı elementler (¹¹B, ²⁷Al, ²⁹Si, ⁴⁷Ti, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁶Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁵Cu, ⁶⁸Zn, ⁶⁹Ga, ⁷⁵As, ⁸¹Br, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ⁸⁹Y, ⁹⁰Zr, ⁹⁵Mo, ¹²¹Sb, ¹²⁷I, ¹³⁵Ba, ¹⁶⁵Ho, ¹⁹⁷Au, ²⁰⁸Pb, ²³⁸U) izelge 5.3'te gsterilmiştir.

Tohma ayı sularının 2006 ve 2007 yıllarında yapılan ölçümlere göre sıcaklık değerleri 15,7-21,9 C arasında, elektriksel iletkenlik değerleri 401-554 S/cm arasında, toplam çözünmüş katı madde miktarı 235-320 mg/l arasında, çözünmüş oksijen miktarı 4,2-9,5 mg/l arasında, sertlikleri 17,8-26 Fransız sertlik derecesi arasında, pH değerleri ise 7,3-8,5 arasında değişmekte olup, bu sular bazik karakterdedir.

Aygır Gölü'nde Temmuz 2006, Temmuz 2007 dönemlerinde yapılan arazi çalışmalarında sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı miktarı ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüş ve kimyasal analiz amacıyla örnekleme alınmıştır. Bu rnekleme kimyasal analiz sonuçları izelge 5.1'de verilmiştir.

Aygır Gölü'nün Temmuz 2006, Temmuz 2007 dönemlerinde yapılan ölçümlerde sırasıyla elektriksel iletkenlik değerleri 1210-1945 S/cm, sıcaklık değerleri 22,8-17 C, toplam çözünmüş katı madde miktarları 850-952 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı (2007 yılı) 4,3 mg/l, sertlikleri 68-110 Fransız sertlik derecesi, pH değerleri 8,6-7,3 olup, bu sular bazik karakterdedir.

5.2.2. Sulama suyu açısından değerlendirme

Çizelge 5.10'da Tohma ayı ve Aygır Gölü sularının elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk tehlikesi açısından dağılımı verilmiştir.

Çizelge 5.10. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk tehlikesi açısından dağılımı

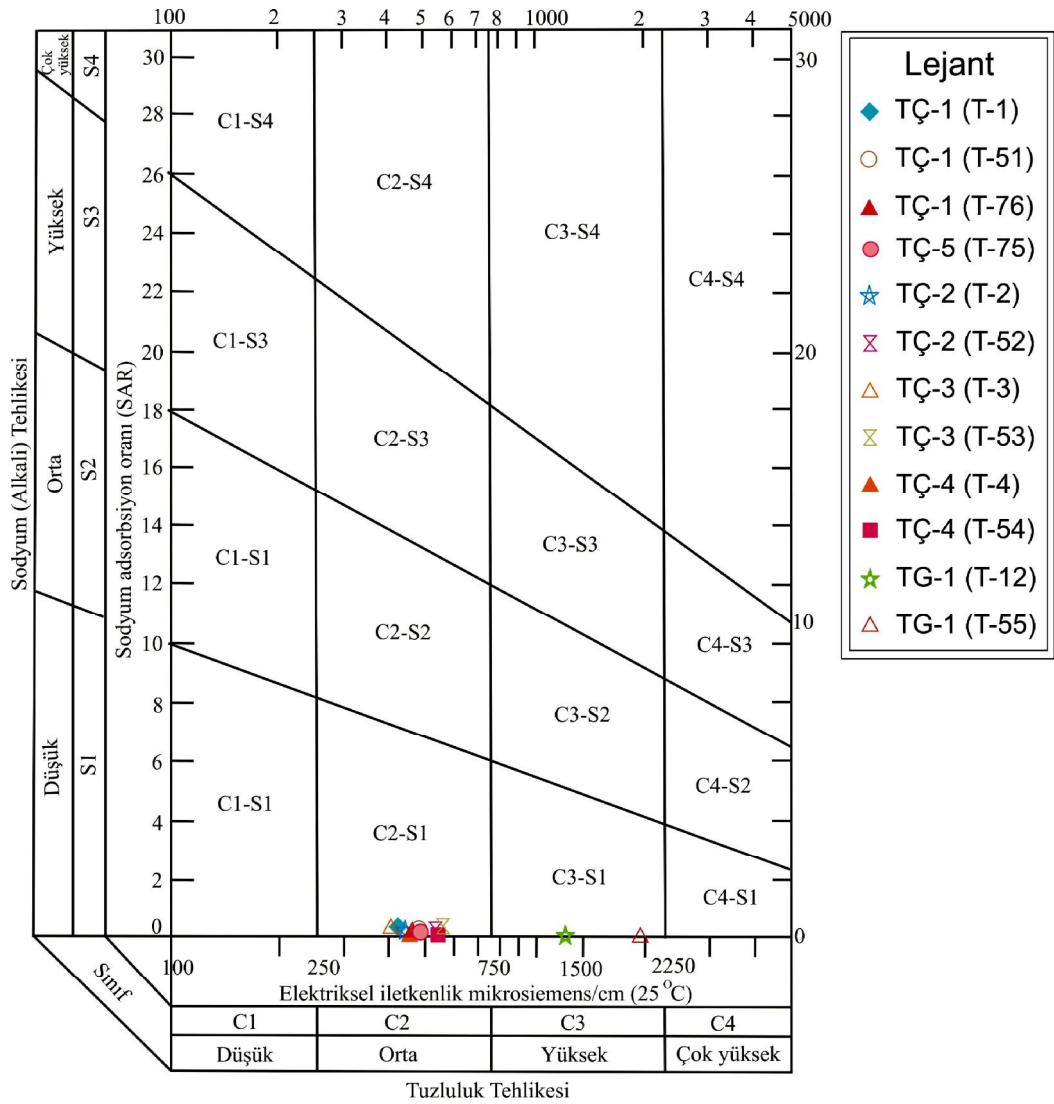
Tuzluluk	Elektriksel iletkenlik (µmhos/cm)	Çözünmüş katı madde (mg/l)	Su Numarası
Düşük tuzluluk, zararlı etkisi beklenmez	<250	<200	
Orta tuzluluk, duyarlı ürünler için zararlı etki	250–750	200–500	TÇ-1, TÇ-5, TÇ-2, TÇ-3, TÇ-4
Yüksek tuzluluk, birçok ürün için kötü etki	750–2250	500– 500	TG-1
Çok yüksek tuzluluk, yalnız tuza dayanıklı bitkiler için uygun	2250–5000	1500–3000	

Çizelge 5.10'a göre Tohma Çayı suları orta tuzluluğa sahiptir; bu nedenle duyarlı ürünler için zararlı etki yapabilmektedir. Aygır Gölü'nün suları ise yüksek tuzluluğa sahiptir; bu nedenle birçok ürün için kötü etkiye sahiptir.

2006 ve 2007 yılında Tohma Çayı ve Aygır Gölü'nden alınan suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırılması Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılarak yapılan sulama suyu sınıflamasına göre, Tohma Çayı suları “düşük sodyumlu-orta tuzlu” sular (C₂-S₁) sınıfında yer almaktadır. Tohma Çayı suları orta tuzluluğa sahip olduğundan duyarlı ürünler için zararlı etki yapabilmektedir. Bununla birlikte orta tuzlu sularla orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir. Ayrıca Tohma Çayı suları düşük sodyumlu sular olduğundan, her toprakta tüm bitkilerin sulanmasında sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.

Aygır Gölü'nün suları ise “düşük sodyumlu-yüksek tuzlu” sular (C₃-S₁) sınıfında yer almaktadır. Aygır Gölü'nün suları yüksek tuzlu sular olduğundan geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi olan topraklarda kullanılmalıdır, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir ve tuza dayanıklı olan bitki türleri seçilmelidir. Aygır Gölü suları düşük sodyumlu olduğundan her toprakta tüm bitkilerin sulanmasında sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.



Şekil 5.7. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007 yılları) ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflanması

5.2.3. İçme suyu açısından değerlendirme

Çizelge 5.7'de yer alan içme suyu standartları ile Tohma Çayı sularının analizlerinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Tohma Çayı sularının 2006 ve 2007 yıllarında yapılan ölçümlere göre elektriksel iletkenlik değerleri 401-554 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, pH değerleri 7,3-8,5 arasında değişmekte olup, bu elektriksel iletkenlik ve pH değerleri TS 266-2005'e göre Türkiye İçme Suyu Standartları'na uygundur.

Tohma Çayı sularının sodyum değerleri 0,02-0,5 mek/l (0,46-11,49 mg/l) arasında, sülfat değerleri 0,15-1,69 mek/l (7,2-81,17 mg/l) arasında, klorür değerleri 0,15-

1,25 mek/l (5,32-44,32 mg/l) arasında değişmekte olup, bu değerler TS 266-2005'e göre sınır değerlerden az olduğundan içme suyu açısından uygun özelliktedir.

Tohma ayı sularının element analizlerine göre bor miktarı <0,1 ppb ile 34,38 ppb arasında, alüminyum miktarı 21,94 ile 111,9 ppb arasında, krom miktarı 0,141 ppb ile 3,086 ppb arasında, bakır miktarı <0,1 ile 0,094 ppb arasında, selenyum miktarı <0,1 ppb ile 4,638 ppb arasında, antimon miktarı <0,1 ppb ile 0,251 ppb arasında, kurşun miktarı 0,53 ile 3,337 arasında, arsenik miktarı <0,1 ile 5,237 arasında değişmekte olup, bu değerler TS 266-2005'e göre içme suyu açısından kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Tohma ayı sularının demir miktarı 64,08 ppb ile 694 ppb arasında değişmekte olup, bu sular demir miktarı bakımından içme suyu açısından kabul edilebilir demir miktarı sınırı olan 0,2 mg/l sınır değerin genellikle üzerindedir. Tohma ayı sularının mangan miktarı 3,384 ppb ile 125 ppb arasında değişmekte olup, Tohma ayı suları mangan miktarı bakımından içme suyu açısından TS 266-2005'e göre genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Fakat İncesu Köyü karayolu köprüsünde Temmuz 2007'deki mangan (125 ppb) miktarı 0,05 mg/l olan sınır değerin üzerindedir.

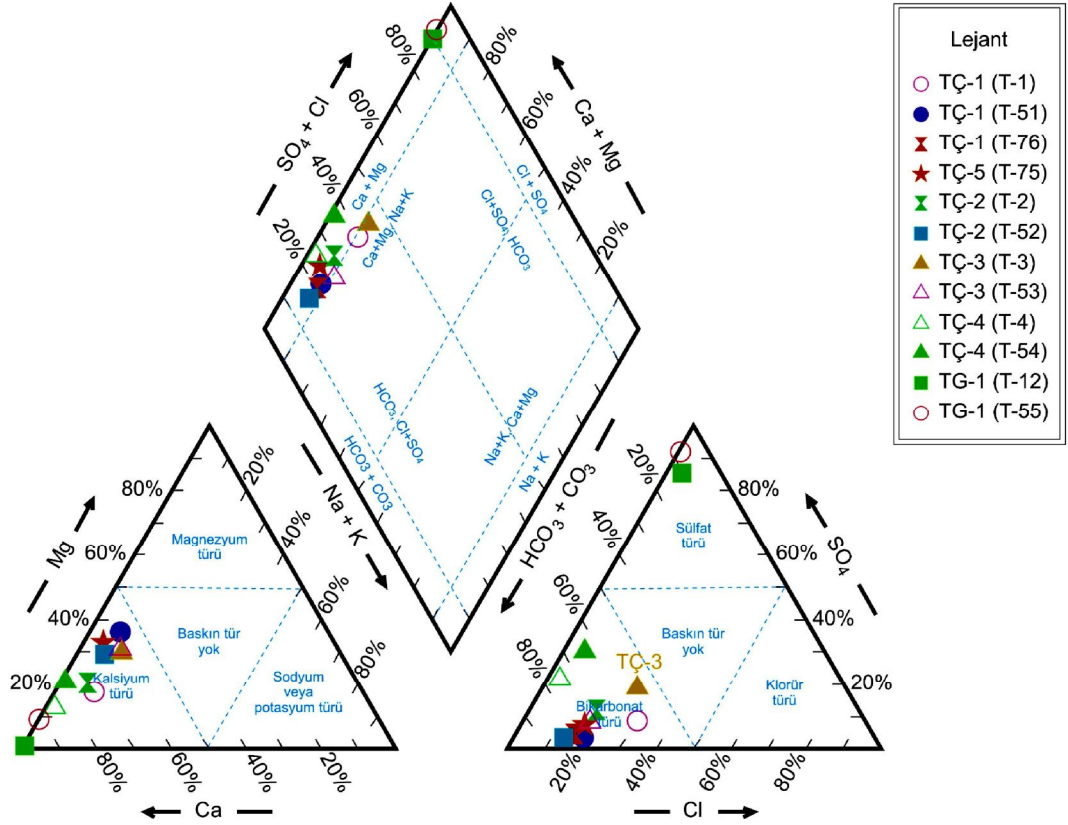
Aygır Gölü sularının Temmuz 2006, Temmuz 2007 dönemlerine ait analizlerde sırasıyla elektriksel iletkenlik değerleri 1210-1945 μ S/cm, pH değerleri 8,6-7,3 olup, bu elektriksel iletkenlik ve pH değerleri TS 266-2005'e göre Türkiye İçme Suyu Standartları'na uygundur. Aygır Gölü'nün Temmuz 2006, Temmuz 2007'de sırasıyla sodyum değerleri 0,03-0,03 mek/l (0,69-0,69 mg/l), klorür değerleri 0,5-0,16 mek/l (17,73-5,67 mg/l) olup, bu değerler TS 266-2005'e göre sınır değerlerden az olduğundan içme suyu açısından uygun özelliktedir; fakat sülfat değerleri 9,5-18,17 mek/l (456,3-872,7 mg/l) olup, bu değerler TS 266-2005'e göre 250 mg/l olan sınır değerlerin üzerindedir.

Aygır Gölü'nün Temmuz 2006, Temmuz 2007 dönemlerine ait element analizlerine göre sırasıyla bor miktarları <0,1-699,8 ppb, krom miktarları 2,128-0,283 ppb, mangan miktarları 25,36-45,14 ppb, bakır miktarları <0,1-<0,1 ppb, antimon miktarları 0,142-<0,1 ppb, arsenik miktarları 8,443-<0,1 ppb olup, bu değerler TS 266-2005'e göre içme suyu açısından kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Aygır Gölü'nün sırasıyla demir miktarları 200,9-2671 ppb olup, bu değerler TS 266-2005'e göre sınır değerin üzerindedir. Aygır Gölü'nde Temmuz 2007'de selenyum miktarı <0,1 ppb olup, TS 266-2005'e göre kabul edilebilir sınırlar içerisindedir; fakat Temmuz 2006'da selenyum miktarı 10,02 ppb olup, TS 266-2005'e göre kabul edilebilir sınırın biraz

üzerindedir. Aygır Gölü'nde Temmuz 2006'da alüminyum miktarı 116,1 ppb olup, TS 266-2005'e göre kabul edilebilir sınırlar içerisinde; fakat Temmuz 2007'de gölün alüminyum miktarı 214,9 ppb olup, bu değer TS 266-2005'e göre kabul edilebilir sınırın üzerindedir.

5.2.4. Akarsu ve göl sularının fasiyes tipine göre sınıflandırılması

Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının 2006 ve 2007 yılı ölçümlerine göre içerdikleri anyon ve katyon yüzdeleri Şekil 5.8'de üçgen diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Tohma Çayı ve Aygır Gölü'nün sularının (2006 ve 2007) Piper (üçgen) diyagramda sınıflandırılması

Piper (üçgen) diyagramına göre (Şekil 5.8) Tohma Çayı suları kalsiyum bikarbonat türü (Ca-HCO_3) suları temsil etmektedir. Bu sularda kalsiyum ve magnezyum miktarı sodyum ve potasyum miktarından fazladır ($\text{Ca+Mg} > \text{Na+K}$) ve geçici sertliğe sahiptirler. Bu sular kireçtaşı akiferlerinden gelmektedir.

Piper (üçgen) diyagramına göre (Şekil 5.8) Aygır Gölü suları kalsiyum sülfatlı (CaSO_4) ve magnezyum sülfatlı (MgSO_4) sulardır, kalıcı sertliğe sahiptirler. Aygır Gölü'ne ait su örnekleri bikarbonat (HCO_3) ve sülfatlı (SO_4) sulardır. Bu sularda klorür ve sülfat miktarının toplamı bikarbonat ve karbonat miktarının toplamından fazladır ($\text{Cl}+\text{SO}_4>\text{HCO}_3+\text{CO}_3$), karbonat olmayan sertlikleri karbonat sertliğinden fazladır.

Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) hidrokimyasal fasiyes türleri (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre) Çizelge 5.11'de verilmektedir.

Çizelge 5.11. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) hidrokimyasal fasiyes türleri (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre)

Örneklerin Fasiyesleri	Su Numarası	Örnek Numarası
Ca-Mg-HCO₃	TÇ-1, TÇ-5, TÇ-2, TÇ-3, TÇ-4	T-51, T-76, T-75, T-2, T-52, T-53, T-74
Ca-Mg-HCO₃-Cl	TÇ-3	T-3
Ca-Mg-HCO₃-SO₄	TÇ-4	T-54
Ca-SO₄-HCO₃	TG-1	T-12, T-55
Ca-HCO₃-SO₄	TÇ-4	T-4
Ca-HCO₃-Cl	TÇ-1	T-1

Çizelge 5.11 incelendiğinde Tohma Çayı sularının (2006 ve 2007) hidrokimyasal fasiyes tipinin (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre) genellikle kalsiyum-magnezyum-bikarbonat (Ca-Mg-HCO_3) türü oldukları görülmektedir. Aygır Gölü sularının hidrokimyasal fasiyes tipine bakıldığında (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre) ise kalsiyum-sülfat-bikarbonat ($\text{Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$) türü oldukları görülmektedir.

5.2.5. Akarsu ve göl sularının sertliğe göre sınıflanması

Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) Fransız sertlik derecesine göre sınıflaması Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12'deki sınıflamaya göre Tohma Çayı suları 2006 ve 2007 yılı ölçümlerinde genellikle "Tatlı su" sınıfındadır; ayrıca 2007 yılında İncesu Köyü karayolu

köprüsündeki, 2006 ve 2007 yılında Yazıyurdu Köyü güneyindeki ölçümlere göre bu sular “Sert su” sınıfında yer almaktadır. Aygır Gölü suları ise 2006 ve 2007 yılı ölçümlerine göre “Aşırı sert su” sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 5.12. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) Fransız sertlik derecesine göre sınıflanması

Fransız Sertlik Derecesi (FS)	Suyun Sınıfı	Su Numarası	Örnek Numarası
0-10	Memba Suyu		
11-22	Tatlı Su	TÇ-1, TÇ-5, TÇ-2, TÇ-3	T-1, T-51, T-76, T-2, T-52, T-3, T-53, T-74
23-32	Sert Su	TÇ-4	T-4, T-54
33-54	Çok Sert Su		
>55	Aşırı Sert Su	TG-1	T-12, T-55

Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) AqQa programıyla hesaplanan toplam sertlik, karbonat sertliği, karbonat olmayan sertlik değerleri (CaCO₃ mg/l) Çizelge 5.13’te verilmiştir.

Çizelge 5.13. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) toplam sertlik, karbonat sertliği, karbonat olmayan sertlik değerleri (CaCO₃ mg/l)

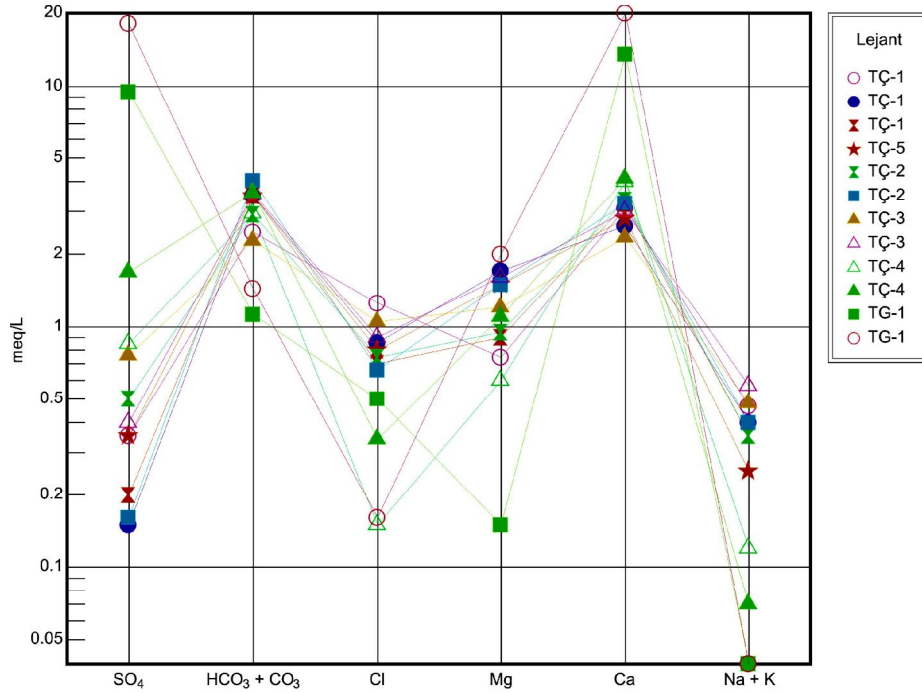
Örnek Numarası	T-1	T-51	T-76	T-75	T-2	T-52
Su Numarası	TÇ-1	TÇ-1	TÇ-1	TÇ-5	TÇ-2	TÇ-2
Sertlik (CaCO ₃ mg/l)	Karbonat	192,65	215,17	205,16	215,17	237,69
	Karbonat olmayan	0	0	0	0	0
	Toplam	192,65	215,17	205,16	215,17	237,69
Örnek Numarası	T-3	T-53	T-4	T-54	T-12	T-55
Su Numarası	TÇ-3	TÇ-3	TÇ-4	TÇ-4	TG-1	TG-1
Sertlik (CaCO ₃ mg/l)	Karbonat	177,64	230,18	230,18	260,2	160,14
	Karbonat olmayan	0	0	0	0	940,69
	Toplam	177,64	230,18	230,18	260,2	1100,8

Çizelge 5.13'te görüldüğü gibi Tohma Çayı sularının karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten fazladır. Aygır Gölü sularının ise karbonat olmayan sertliği karbonat sertliğinden fazladır.

5.2.6. Akarsu ve göl sularının yarı logaritmik diyagramda sınıflandırılması

Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının yarı logaritmik diyagramı Şekil 5.9'da gösterilmiştir. Tohma Çayı sularının Şekil 5.9'daki yarı logaritmik diyagramı incelendiğinde değerlerin genellikle birbirlerine paralel oldukları, sodyum (Na^+) ve klorür iyonu (Cl^-) değerlerinin birbirine yakın ve hakim iyonların kalsiyum (Ca^{+2}) ve bikarbonat (HCO_3^-) olduğu görülmektedir. Bu da Tohma Çayı sularının çoğunlukla kireçtaşlarından geldiğini göstermektedir.

Aygır Gölü sularının Şekil 5.9'daki yarı logaritmik diyagramı incelendiğinde Aygır Gölü sularında hakim iyonun sülfat olduğu ve bikarbonat miktarının kısmen düşük olduğu görülmektedir. Bunun durumun sebebi Aygır Gölü'nde bulunan jipslerin göl suları tarafından çözülmesidir. Aygır Gölü'nde hakim katyon kalsiyum (Ca), hakim anyon ise sülfattır (SO_4).



Şekil 5.9. Tohma Çayı ve Aygır Gölü sularının (2006 ve 2007) yarı logaritmik diyagramdaki görünümü

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yukarı Tohma Çayı Havzası'nın (Gürün-Sivas) hidrojeoloji incelemesini konu alan bu çalışmada, bölgenin yağışları, yüzey ve yeraltısuyu potansiyeli, birimlerin akifer özellikleri araştırılmış; kaynak, akarsu ve göl suları içme ve sulama suyu açısından değerlendirilmiş ve yaygın olarak gözlenen kireçtaşlarının (özellikle Yüceyurt formasyonu) karstik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

6.1. Sonuçlar

1. 515 kilometrekarelik çalışma alanında Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığındaki çeşitli tortul kayaçlar ve volkanik kayaçları içermektedir. Havzada en fazla akifer özelliği gösteren birimler, kireçtaşından oluşan formasyonlardır. Havzadaki jeolojik birimler hidrojeolojik özellikleri açısından genellikle karstlaşmış ve/veya kırıklı-çatlaklı karakter göstermektedir. Bu birimlerin hidrojeolojik özellikleri arazide yapılan gözlemler ve ölçümler yardımıyla incelenerek jeoloji haritası kullanılarak hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır.

2. İnceleme alanındaki Akdere formasyonu, Sümbüllü formasyonu, Yüceyurt formasyonu, Gövdelidağ formasyonu, Gürün formasyonu ve Demiroluk formasyonunun Arpaçukuru üyesi ile Başören üyesinden toplam 753 adet çatlak ölçümü yapılmış olup, kontur ve gül diyagramları hazırlanmıştır. Kontur ve gül diyagramları incelendiğinde çalışma alanında 4 hakim eklem seti gözlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda bu hakim eklemelerin yönelimlerinin K25B 70GB, K32D 58KB, K33B 55KD ve K47D 65GD durumlu oldukları tespit edilmiştir. Bölgedeki tabakalanma veya diğer yapısal unsurlar birlikte değerlendirilerek bölgenin yaklaşık K-KB-G-GD (K20B-G20D) yönündeki basınç kuvvetleri ile oluştukları belirlenmiştir. Kireçtaşlarındaki karstik boşlukların çoğunlukla bu kırık ve çatlaklar civarında ve bunların aynı doğrultuda geliştiği gözlenmiştir.

3. Yüceyurt formasyonu inceleme alanında ana akiferi oluşturmaktadır. İnceleme alanında en büyük debili kaynakların Yüceyurt formasyonundan boşaldığı saptanmıştır. İnceleme alanında sayısal olarak en fazla kaynak gözlenen birim Akdere formasyonudur. Bunların dışındaki kaynaklar Sümbüllü formasyonu, alüvyon ve Göbekören bazaltı, Gövdelidağ formasyonundan boşalmaktadır.

4. İnceleme alanı ve en yakın yağış gözlem istasyonları kullanılarak ortalama yıllık yağışı 339 mm olarak hesaplanmıştır.

5. Çalışma alanında yer alan kaynakların beslenme alanları civarında herhangi bir yerleşim alanı, maden işletme tesisi, çöp deponi alanı ve benzeri kirlilik kaynakları bulunmamaktadır. Bu nedenle şu anki durumuyla kaynaklar bu şekilde bir kirlenme riski altında bulunmamaktadır.

6. İnceleme alanında yer alan büyük debili kaynaklardan Ilıca Pınar, Karaboğaz, Büyük Pınar, Büyükdağlan kaynaklarından boşalan sular Gürün'de ve kaynakların civarlarında bulunan köylerde sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Suğul Kanyonu çıkışında Tohma Çayı suları (özellikle Ilıca Pınar) Sivas İl Özel İdaresi Şuğul, Burçevi, Karayan Mahalleri Sulama Tesisi ile Gürün'deki bu mahallere sulama suyu olarak, suyun bir kısmı da kanyon çıkışında bulunan tesiste alabalık yetiştirmede kullanılmaktadır.

7. Çalışma alanında belirlenen 28 su noktasından (kaynak, akarsu, göl) alınan suların kimyasal analizleri yapılmıştır. Kaynakların elektriksel iletkenlik değerleri 190-568 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, sertlikleri 8,5-27 Fransız sertlik derecesi arasındadır ve bu sular çoğunlukla "Tatlı su" sınıfında yer almaktadır. Kaynak suları ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılarak yapılan sulama suyu sınıflamasına göre genellikle "düşük sodyumlu-orta tuzlu" sular ($\text{C}_2\text{-S}_1$) sınıfında yer almaktadır.

8. Tohma Çayı sularının elektriksel iletkenlik değerleri 278-554 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, sertlikleri 13,5-17,8 Fransız sertlik derecesi arasındadır ve bu sular çoğunlukla "Tatlı su" su sınıfında yer almaktadır. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılarak yapılan sulama suyu sınıflamasına göre Tohma Çayı suları "düşük sodyumlu-orta tuzlu" sular ($\text{C}_2\text{-S}_1$) sınıfında yer almaktadır.

9. Aygır Gölü'nün Temmuz 2006, Temmuz 2007'de yapılan ölçümlerde sırasıyla elektriksel iletkenlik değerleri 1210-1945 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sertlikleri 68-110 Fransız sertlik derecesi değerlerindedir ve bu sular "Aşırı sert su" su sınıfında yer almaktadır. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılarak yapılan sulama suyu sınıflamasına göre Aygır Gölü'nün suları "düşük sodyumlu-yüksek tuzlu" sular ($\text{C}_3\text{-S}_1$) sınıfında yer almaktadır.

10. Kaynak suları Piper (üçgen) diyagramına ve Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre kalsiyum bikarbonat türü (Ca-HCO_3) suları temsil etmektedir. Bu sulara kalsiyum ve magnezyum miktarı sodyum ve potasyum miktarından fazladır ($\text{Ca}+\text{Mg}>\text{Na}+\text{K}$). Bunun nedeni bölgedeki kayaçların kalsiyum ve magnezyum (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı) bakımından zengin olmasıdır.

11. Tohma ayı suları Piper (gen) diyagramına göre kalsiyum bikarbonat türü (Ca-HCO₃) suları temsil etmektedir. Bu sularda kalsiyum ve magnezyum miktarı sodyum ve potasyum miktarından fazladır ve geçici sertliğe sahiptirler. Tohma ayı sularının Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre ise genellikle kalsiyum-magnezyum-bikarbonat (Ca-Mg-HCO₃) türü sular oldukları görülmektedir.

12. Aygır Gölü'nün suları Piper (gen) diyagramına göre bikarbonat (HCO₃) ve sülfatlı (SO₄) sulardır, kalıcı sertliğe sahiptirler ve Aygır Gölü sularında karbonat olmayan sertlik karbonat sertliğinden fazladır. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin sınıflamasına göre ise Aygır Gölü sularının kalsiyum-sülfat-bikarbonat (Ca-SO₄-HCO₃) türü sular oldukları görülmektedir.

6.2. neriler

1. Yukarı Tohma ayı Havzası içerisinde bulunan Gürün'de 1975-1996 yılları arasında hizmet vermiş olan Gürün (meteoroloji) istasyonu yeniden faal hale getirilmeli ve bu istasyonda yağış, sıcaklık ve buharlaşma ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır.

2. Aygır Gölü'nden alınan su örneklerinin analizi sonucunda, gl suyunun fazla jips çözdüğü ve aşırı sert su olduğu anlaşılmıştır. Aygır Gölü'nün suları yüksek tuzlu sular olduğundan geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi olan topraklarda kullanılmalıdır, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir ve tuza dayanıklı olan bitki türleri seçilmelidir.

3. Büyük karst kaynaklarının (zellikle Ilıca Pınar) boşalım miktarı arasındaki değişmelerin, azalma katsayılarının ve depolama kapasitelerinin belirlenebilmesi için düzenli olarak aylık akım ölçümleri yapılmalıdır. Ayrıca şuğul Kanyonu çıkışına akım gözlem istasyonu kurulmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Akkuş, M., 1963**, Gürün Bölgesinin Genel Jeolojisi ve Petrol Olanakları (Elbistan K38-a3, d1, d4 Paftaları), MTA Derleme rapor no: 4063 (yayınlanmamış).
- Akkuş, M., 1971**, Darende-Balaban Havzasının Jeolojik ve Stratigrafik İncelemesi, MTA Dergisi, 76, 1-10
- APHA-AWWA-WPCF, 1995**, Standard methods for the examination of water and wastewater (19th Ed.). American Public Health Association (APHA), Washington DC, USA.
- Atabey, E., 1993a**, Doğu Toros Platformunda Önülke Dağlar Arası Havza Gelişimine Bir Örnek: Akdere Havzası, Gürün-GB Sivas (Türkiye). Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 51-61.
- Atabey, E., 1993b**, Gürün Otoktonunun Stratigrafisi (Gürün-Sarız arası), Doğu Toroslar-GB Sivas, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 99-113.
- Atabey, E., 1994**, Tektonik Kontrollü Tersiyer Havzası Nummulites Banklarının Gelişimi, Gürün-SW Sivas, TUBİTAK Yerbilimleri.
- Atabey, E., Bağırşakçı, S., Canpolat, M., Gökkaya, K.Y., Günal, S., Kılıç, N., 1994**, Gürün, Kangal (Sivas)-Darende, Hasançelebi (Malatya) Arasının Jeolojisi, MTA derleme rapor no: 9760 (yayınlanmamış).
- Atabey, E., 1995**, Gürün Otoktonundaki Yanıktepe formasyonu (Üst Kretase) Dolomitlerinin Petrografisi ve Kökeni, Doğu Toroslar (Türkiye), MTA Dergisi 117. 115-123.
- Atabey, E., 1996a**, Gürün Otoktonu, Sıkışma Tektoniği Kontrollü Tersiyer Havzasındaki Nummulites Banklarının Gelişimi, Doğu Toroslar, GB Sivas (Türkiye). Turkish Journal of Earth Sciences, 5, 99-108.
- Atabey, E., 1996b**, Akdere Havzası Üst Kretase Karbonat Etek (Apron) Dolgularının Fasiyes Karakterleri ve Çökeltme Modeli, Doğu Toroslar, Gürün-GB Sivas. Türkiye Jeoloji Bülteni, 39 (1), 1-10.
- Atabey, E., Bağırşakçı, S., Gökkaya, K.Y., Günal, S., Kılıç, N., Canpolat, M., 1997**, 1:100 000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, Elbistan-H 24 Paftası, no: 49, MTA Genel Müdürlüğü yayını, 15 s.
- Aytuğ, G., 1967**, Pınarbaşı-Karahalka Köyü Demir Zuhurları, MTA Maden Etüd Arşiv no: 884.
- Aziz, A., Meşhur, M., Serdar, H.S., 1979**, Sarız-Pınarbaşı-Kaynak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO rapor no: 1357 (yayınlanmamış).
- Aziz, A. ve Erakman, B., 1980**, Tufanbeyli (Adana)-Sarız (Kayseri)-Gürün (Sivas) İlçeleri Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO rapor no: 1526 (yayınlanmamış).
- Aziz, A., Erakman, B., Kurt, G., Meşhur, M., 1982**, Pınarbaşı-Sarız-Gürün İlçeleri Arasında Kalan Alanın Jeoloji Raporu, TPAO rapor no: 1601 (yayınlanmamış).
- Back, W., 1966**, Hydro chemical facies and groundwater flow patterns in northern part of Atlantic coastal plain. U. S. Geological Survey Professional Paper 498-A.
- Baykal, F., 1944**, Malatya-Kayseri Arasındaki Toroslar'ın Jeolojik Yapısı, MTA Derleme rapor no: 1703 (yayınlanmamış).
- Baykal, F., 1966**, 1:500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas paftası, MTA yayını.
- Billings, M.P., 1972**, Structural geology: (thirty edition), Prentice-Hall, Engle-wood, Cliffs, New Jersey.
- Blumenthal, M., 1944**, Kayseri ile Malatya Arasındaki Toros Bölümünün Permokarbonifer Arazisi, MTA Mecmuası, no: 1/31, Ankara.

- Canik, B., 1964**, Elbistan K38-d2 Paftasının (1:25 000'lik) Jeolojik Etüdü ve Bölgenin Petrol Olanakları Hakkındaki Rapor, MTA rapor no: 4134 (yayımlanmamış).
- Çiftçi, N., Topak, R., Yılmaz, A.M., Süheri, S., 2004**, Konya Ovası Tuzlu Sodyumlu Topraklarında Jips Uygulaması, Sulanan alanlarda tuzluluk yönetimi sempozyumu. 20-21 Mayıs, Ankara. T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü bildiri kitabı, 117-121.
- Demirtaşlı, E., 1967**, Pınarbaşı-Sarız-Mağara İlçeleri Arasında Sahanın Litostragrafik Birimleri ve Petrol İmkanları, MTA rapor no: 4389 (yayımlanmamış).
- Dirican R. ve Bilgel, N., 1993**, Halk Sağlığı Toplum Hekimliği, II. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı yayın no: 70. s.121-122
- Doğan, L., 1981**, Hidrojeolojide Su Kimyası, DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltıları Daire Başkanlığı, Ankara, G. yayın no: 908, grup no: X, özel no: 93, 178 s.
- Dunham, R.L., 1962**, Classification of carbonate rock according to depositional texture. In classification of carbonate rocks (Ed. W. G. Ham) Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol. 1, 108-121.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005**, Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 118-125.
- Erguvanlı, K. ve Yüzer, E. 1973**, Yeraltıları Jeolojisi, İTÜ Maden Fakültesi.
- Erözel, Z., 1986**, Sulamada Su Kalitesi ve Tuzluluk Sorunları, Ali Balaban (Derleyen) Kültür Tekniğe Giriş, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayın no: 996, Ankara.
- Folk, R.L., 1962**, Kireçtaşı Tiplerinin Sınıflaması, Classification of carbonate rocks symposium, Memoir 1, A.A.P.G (MTA Enstitüsü çevirisi).
- Ford, D.C. ve Williams, P.W. 1989**, Karst geomorphology and hydrogeology. Unwin Hyman Ltd., London, 601 p.
- Google**, Erişim: 16.05.2008, <http://maps.google.com>.
- Göç, D., 1993**, Yazır (Gürün-Sivas) Yöresinin Stratigrafik ve sedimenter Petrolojik Özellikleri (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Güler, Ç., 1997**, Su Kalitesi, Çevre sağlığı temel kaynak dizisi, 69, Ankara.
- Güler, Ç., 1998**, Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı AD. 1997-1998 ders notları.
- Harita Genel Komutanlığı**, Erişim: 14.05. 2008, <http://www.hgk.mil.tr>.
- Hem, J.D., 1985**, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, USGS, Alexandria, VA 22304, USA, 263 p.
- Kaçaroğlu, 1991**, Eskişehir Ovası Yeraltısını Kirliliği İncelenmesi (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 340 s.
- Kaçaroğlu, F., 2001**, Gürün-Gökpınar Kaynakları ve Civarının Hidrojeoloji İncelemesi, Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu, proje no: M-062, 28 s. Sivas.
- Kaçaroğlu, F., 2006**, Gökpınar Karst Kaynaklarının (Gürün-Sivas) Hidrojeoloji İncelemesi, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi 27 (3), 181-194.
- Kazancı, N., Varol, B., Okan, Y., Altiner, D., 1985**, Sarız (Kayseri)-Tufanbeyli Yöresi Mesozoyik Karbonatlarının Fasiyes Analizleri, TÜBİTAK Bilimsel Araştırma Grubu, araştırma projesi no: 613 (yayımlanmamış).
- Ketin, İ., 1966**, Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Dergisi no: 66, Ankara.
- Kozlu, H., Fourcade, E., Güney, Y., Dercourt, J., Cros, P., Bellier, J.P., 1990**, Doğu Toros Bölgesinde Neo-Tetis'in Konumu, Türkiye 8. Petrol Kongresi, bildiriler 387-402, Ankara.

- Kurtman, F., 1963**, Gürün Bölgesinde Elbistan K38-b1, K38-b4 Paftaları İçine Giren Sahanın Petrol Etüdü, MTA rapor no: 4044 (yayınlanmamış), Ankara.
- Kurtman, F. ve Akkuş, M.F., 1973**, Malatya-Gürün Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları, Türkiye İkinci Petrol Kongresi, tebliğler, Ankara.
- Kurtman, F., 1978**, Gürün Bölgesinin Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri, MTA Dergisi 91, 1-12.
- Lloyd, J.W. ve J.A. Heathcote, 1985**, Natural inorganic hydrochemistry in relation to groundwater, Oxford Press, Oxford, 296 pp.
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P., Dwyer, L., 1979**, Water quality sourcebook-a quite to water quality parameters: Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p.
- Milanovic, P.T., 1981**, Karst Hydrogeology. Water resources publications, Littleton, Colorado, USA.
- Mohr, V.D.M., 1963**, Karahalka ve Kayaaltı Yakınındaki Bazı Demir Zuhurları Hakkında Rapor, MTA Maden Etüdüleri Dairesi arşiv no: 227 derleme no: 3452.
- Morgan, C.O. ve Winner, M.D., 1962**, Hydrochemical facies in the 400 foot and 600 foot sands of the Baton Rouge Area, Louisiana. USGS Prof. Paper 450 -B, B120-121.
- Özer, Z., 2005**, Balçova (İzmir) Kıyı Kesiminin Hidrojeolojisi (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 168 s. İzmir.
- Özgül, N., Metin, S., Göger, E., Bingöl, İ., Baydar, O., 1973**, Tufanbeyli Yöresinin Kambriyen-Tersiyer Kayaları (Doğu Toroslar), Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 16, 82-100.
- Özgül, N., 1976**, Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 19/1, 65/78.
- Öztürk, K., İbrahim S., Türkmen, H., Alkan, M., Hamarat, O., Ünlü, T., 1985**, Kayseri (Pınarbaşı)-Sivas (Gürün) Yöresinin Jeolojisi (K37 a3, b1, b2, b3, b4) ve Karahalka Demir Yatağının Etüt Raporu, MTA Maden Etüdüleri Dairesi derleme no: 7755.
- Parejas, E., 1940**, La tectonique transversale de la Turguie. Rev. Fac. Sd. Univ. İst., serie B, t.V. no: 3/4, İstanbul.
- Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1983**, Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region. International symposium on the Geology of the Taurus Belt, 181-199, Ankara
- Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1984**, Stratigraphy and structural relations of the in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus): in Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C. (Eds), Geology of the Taurus Belt, Ankara-Turkey, 181-198.
- Piper, A.M., 1944**, A Graphical procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Am. Geophysical Union Trans., 25, 914-923.
- Price, N. J., 1966**, Fault and joint development in brittle and semi-brittle rock: Pergamon Press, London, 176 p.
- Ridgway, J., Zawojewski, J., Hoover, M., 1999**, Problematizing evidence based policy and practice. Keynote talk at the second international conference on evidence-based policies and indicator systems, University of Durham, 11-14 July 1999.
- Sajova, A., 1962**, Kangal (Sivas) Bölgesinin Jeolojisi ve Petrol İmkanları, MTA Enstitüsü rapor no: 61/4, Ankara.
- Streckeisen, A., 1978**, Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Stuttgart. Abhandlungen. 31, 1-14.

- Sungurlu, O. ve Soytürk, N.M., 1971**, Sivas Havzası ve Civarının Jeolojik Etüdü, TPAO rapor: 482 (yayımlanmamış)
- Şahinci, A., 1986**, Yeraltıları Jeokimyası, D.E.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, MM/JEO-86 EY 99.
- Tarcan, G. 2003**, Jeotermal Su Kimyası, Jeotermalde Yerbilimsel Uygulamalar, Yaz okulu ders kitabı JENERUM D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, İzmir yayın no: 306, s:198-245.
- Tarcan, G., 2005**, Mineral saturation and scaling tendencies of waters discharged from wells (>150°C) in geothermal areas of Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 142/3-4, 263-283.
- Tekbaş, Ö.F., 1999**, Pratik Su Analizi ve Su Dezenfeksiyonu, Tıbbi dokümantasyon merkezi, toplum sağlığı dizisi, no: 25, Ankara.
- Tekeli, O., 1980**, Toroslar'da Aladağların Yapısal Evrimi, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 23,11 -14.
- Terlemez, İ., Erkan, N.E., Sümengen, M., Özer S., 1984**, Sarız-Şarkışla, Gemerek-Tomarza Arasının Temel Jeolojisi, MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi arşiv no: 1128.
- TS 266-2005**, İçme Suları, Türk Standartları Enstitüsü, TS 266, Ankara.
- Uslu, O. ve Türkman A., 1987**, Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü yayınları eğitim dizisi. 89 s.
- Varol, B., Kazancı, N., Okan, Y., Altıner, D., 1987a**, Sarız-Tufanbeyli Otokton Triyas İstifinin Tanımsal Fasiyes Özellikleri (TÜBTİAK yayını), 11,3, 362-378.
- Varol, B., Kazancı, N., Altıner, D., 1987b**, Doğu Toroslar Otokton Geyikdağı Birliğinde Orta-Üst Triyas'ın Varlığı (Sarız-Tufanbeyli yöresi, Kayseri), MTA Dergisi, 107, 169-170.
- Varol, B., 1992**, Doğu Toroslar Geyikdağı Birliğinde Orta Devoniyen (Şafaktepe formasyonu) Dolomitlerinin Kökeni (Tufanbeyli-Saimbeyli), MTA Dergisi, 114.
- Varol, B. ve Magaritz, M., 1992**, Dolomitization time boundaries and unconformities: examples from the dolostone of the Taurus Mesozoic sequence, southcentral Turkey: *Sedimentary Geol.*, 76, 117-133.
- World Health Organization (WHO), 1984a**, Guidelines for drinking-water quality, vol. 1, Recommendations. WHO Publications, Geneva, Switzerland, 55 p.
- World Health Organization (WHO), 1984b**, Guidelines for drinking-water quality, vol. 2, Health criteria and other supporting information: WHO Publications, Geneva, Switzerland, 335 p.
- Yalçın, H., 1999**, Gürün Neojeni Kimyasal ve Volkanojenik Kayaçlarının Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, C.Ü. Araştırma Fonu, proje rapor no: M-129, Sivas, 33 s.
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, İ., Bilgiç, T., 1991**, Pınarbaşı (Kayseri) Yöresinin Jeolojisi, MTA Jeoloji Etüd rapor no: 1026 (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, Ş., Yusufoglu, H., Atabey, E., Aydın, N., 1992**, Doğu Toroslar'da Uzun Yayla ile Berit Dağı Arasının Jeolojisi, MTA rapor no: 9653 (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., Bedi, Y., Atabey, E., Yusufoglu, H., Aydın, N., 1997**, 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, Sivas – H23 Paftası, MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara.
- Yoldaş, R., 1972**, Kayseri (Sarız) Dolayının (Elbistan-L36-b2, L37-al Paftaları) Jeolojisi ve Petrol Olanakları, MTA derleme rapor no: 4729 (yayımlanmamış).
- Yücel, T., 1955**, Kangal-Gemerek Arası Jeolojisi Hakkında Rapor, MTA Enstitüsü, rapor no: 2336 (yayımlanmamış) Ankara

8. ÖZGEÇMİŞ

Fatih KARADAĞ 1978 yılında Sivas'ta doğdu. İlköğrenimini Recep Handan İlkokulu ve Kadı Burhanettin İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Sivas Lisesi'nde tamamladı. 2003 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2005 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen bu bilim dalında Yüksek Lisans öğrenimini sürdürmektedir.

9. EKLER

**EK-1. YUKARI TOHMA ÇAYI HAVZASI'NIN (GÜRÜN-SİVAS) 1:100 000
ÖLÇEKLİ HİDROJEOLJİ HARİTASI**