

**T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SİVAS**

**YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ (SİVAS)
HİDROJEOLOJİ İNCELEMESİ**

Doktora Tezi

Tülay EKEMEN

**Temmuz - 2006
SİVAS**

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SİVAS

YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ (SİVAS)
HİDROJEOLOJİ İNCELEMESİ

DOKTORA TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Fikret KAÇAROĞLU
(Danışmanın Adı)

Jeoloji –Prof. Dr.
(Bölümü – Ünvanı)

(İmzası)

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan Prof. Dr. Ali YILMAZ

Üye Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ

Üye Prof. Dr. Ergun KARACAN

Üye Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCI

Üye Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

06.07.2006

Prof. Dr. Halil GÜRSOY

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

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

ÖZET**Doktora Tezi****YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ (SİVAS) HİDROJEOLOJİ
İNCELEMESİ****Tülay EKEMEN****Cumhuriyet Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU**

Bu çalışma, Yıldız Irmağı havzasındaki (Sivas) sıcak suların, soğuk su kaynaklarının ve akarsuların hidrolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotopik özelliklerinin, kökenlerinin, birbirleriyle ilişkilerinin, yıllık su potansiyellerinin ve içme, kullanma ve sulama suyu olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Sivas ilinin kuzeybatısında bulunan inceleme alanının temelini kuzeyden güneye doğru bir düzen içinde Üst Kretase-Paleosen öncesi yaşta olan Tokat grubu, Tekelidağ Karışığı ve Akdağmadeni Litodemi oluşturmaktadır. Üst Kretase-Paleosen yaşlı Boztepe formasyonu tüm tektonik birliklerin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Akdağmadeni Litodemi ve Tekelidağ Karışığı Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Darmik Volkanitleri ve Pazarcık Volkanitleri tarafından kesilmektedir. Eosen yaşlı Boğazköy formasyonu, Kılıçlı Olistostromu, Tozanlı grubu ve Tokuş formasyonu ise Eosen öncesi yaştaki birimler üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Eosen yaşlı bu birimler ise Orta-Üst Eosen yaşlı Kaletepe Volkanitleri ve Yukarıçakmak Subvolkanitleri tarafından kesilmektedir. Üst Eosen yaşlı Pamukpınar Tüfü Eosen yaşlı birimlerin üst düzeylerinde uyumlu olarak yer almaktadır. Oligosen yaşlı Sarıtepe Jipsleri Eosen yaşlı kırıntılı birimlerin devamı olarak sabka ortamında oluşmuştur. Miyosen yaşlı Kargın formasyonu ile Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu daha eski tüm birimlerin üzerinde açılı uyumsuzlukla yer almaktadırlar. İncesu formasyonu

üzerine ise Pliyo-Kuvaterner oluşukları ve Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlar uyumsuz olarak gelmektedir.

İnceleme alanının yıllık ortalama yağışı 492 mm olarak hesaplanmıştır. Yıldız Irmağı üzerinde bulunan 11 adet akım gözlem istasyonunun ortalama yıllık akımları 0.13-11.19 m³/s arasında değişmektedir.

Drenaj alanı 1430 km² olan alanın jeolojisine ait bilgiler ve hidrojeolojisi ile ilgili gözlem ve ölçümler kullanılarak inceleme alanının hidrojeoloji haritası hazırlanmış ve yöredeki sıcak sular, soğuk su kaynakları ve akarsularda gözlem, ölçüm ve su örnekleme yapılmış ve alanda yer alan birimlerin su taşıma (akifer) özellikleri ortaya konulmuştur.

İnceleme alanındaki sıcak suların debileri 0.25-100 l/s arasında değişmektedir. Sıcak suların rezervuar kayacı Akdağmadeni Litodemine ait mermerlerdir. Örtü kayaçları Sıcak Çermik ve Uyuz Çermiği'nde İncesu formasyonu'na ait kiltası-siltası-kumtası-çakiltası ardalanması, Hamzaşeyh'te ise Tokuş formasyonu'nun Banaz üyesi'ne ait kumtası-kiltası-şeyl ardalanmasıdır. Sıcak sular, çoğunlukla Yıldız Dağı ve mermerlerden oluşan yüksek alanlardan beslenen, yeraltında uzun dolanım süresine sahip, jeotermal gradyanla ısınan, benzer kimyasal bileşime sahip ve traverten oluşturan sulardır. Sıcak suların Na-K-Ca jeotermometresiyle hesaplanan olası rezervuar sıcaklıkları 49-81 °C arasında değişmektedir.

İnceleme alanındaki kaynakların debileri 0.25-267 l/s arasında değişmektedir. Büyük debili kaynakların çoğunluğu (Gaziköy kaynakları, Kaynarca kaynakları, Tepecik çermiği) çoğunlukla mermerlerden beslenmekte ve travertenlerden boşalmaktadır. Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının boşalımı faylarla ilişkilidir. Bu kaynaklar yarı modern beslenime sahiptir. Ayrıca Yıldızdağı Gabrosu'nda da büyük debili kaynaklar yer almaktadır (Kurşunlu kaynağı, Karapınar kaynağı). Bu kaynaklar, dolanım süreleri kısa olan (>5-10 yıl) sulardır. İnceleme alanındaki tüm sular meteorik kökenlidir.

Yukarı Yıldız Irmağı havzasının yüzeysel akımı 222.6×10^6 m³/yıl, yeraltısuyu boşalımı 145.4×10^6 m³/yıl, buharlaşma-terleme miktarı 144.7×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Yukarı Yıldız Irmağı havzasına düşen yağış ise 512.7×10^6 m³/yıl'dır. Yukarı Yıldız Irmağı havzası için yağıştan süzülme % 28 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar göz önüne alınarak Yıldız Irmağı havzasının yüzeysel akımı 308×10^6 m³/yıl, yeraltısuyu boşalımı 197×10^6 m³/yıl, buharlaşma-terleme miktarı 198.6×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Yıldız Irmağı havzasına düşen yağış ise 703.6×10^6 m³/yıl'dır.

Genel olarak inceleme alanındaki mermer, kireçtaşı, gabro, traverten, çakıltası-kumtaşı seviyeleri ve alüvyonlar inceleme alanında geçirimli (akifer) birimleri oluşturmaktadır. Şist, gnays, kuvarsit, granitoid, radyolarit ve serpantinit, düzeyleri ise geçirimsiz birimlerdir.

İnceleme alanındaki sıcak suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 1870-3590 μ S/cm arasında, sertlikleri 47-132 Fransız Sertlik Derecesi (°F) arasında değişmektedir. Soğuk su kaynaklarının EC değerleri 69-1505 μ S/cm ve sertlikleri ise 3.0-81.3 °F arasında değişmektedir. Akarsuların EC değerleri 208-765 μ S/cm arasında, sertlikleri ise 8.8-33.0 °F arasında değişmektedir. Sıcak sular çoğunlukla Ca-Na-Mg-HCO₃-Cl'li tipte, kaynaklar ise Ca-HCO₃'li tipte sulardır. Sıcak sular çok az radyoaktif sular sınıfına girmektedir. Kaynakların birkaçı antimon, arsenik, civa, demir, kadminyum ve mangan elementleri açısından Türk İçme Suyu Standartlarında (TSE-266-2005) izin verilebilecek maksimum miktarları aşmaktadır. Akarsuların çoğunluğu sulama suyu açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramında "orta tuzlu-düşük sodyumlu" (C2-S1) sınıfında yer almaktadır.

İnceleme alanındaki sıcak sular çoğunlukla aragonit, kalsit ve dolomit minerallerine aşırı doygun, karbonatlı kayaçlardan boşalan ve büyük debili olan kaynaklar ise çoğunlukla kalsit mineraline aşırı doygunlardır. Yıldız Dağı'ndan boşalan kaynaklar ise hiçbir minerale doygun değildir.

Anahtar Kelimeler: Yıldız Irmağı havzası, hidrojeoloji, izotop, su kimyası, su kalitesi

SUMMARY**Doctorate Thesis****HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE YILDIZ
RIVER BASIN (SIVAS)****Tülay EKEMEN****Cumhuriyet University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Geological Engineering****Supervisor: Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU**

This study aims to determine the hydrological, hydrogeological, hydrochemical and isotopic properties, origins, relations to each other, annual water potential and availability for domestic use/drinking purposes, municipal and irrigation purposes of the geothermal waters, springs and streams in the Yıldız River basin.

The basement rocks of the study area which is situated in northwest of Sivas, consist of from the north to the south Pre Upper Cretaceous-Paleocene Tokat group, Tekelidağ Melange and Akdağmadeni Lithodeme. Upper Cretaceous-Paleocene Boztepe formation unconformably overlies all above mentioned tectonic units. Akdağmadeni Lithodeme and Tekelidağ Melange are cut by Meastrichtian-Paleocene Darmik Volcanics and Pazarcık Volcanics. Eocene Boğazköy formation, Kılıçlı Olistostrome, Tozanlı group and Tokuş formation overlie pre Eocene units. These Eocene units are cut by Middle-Upper Eocene Kaletepe Volcanics and Yukarıçakmak Subvolcanics. Upper Eocene Pamukpınar Tuff is situated on the upper part of the Eocene units. Oligocene Sarıtepe Gypsum is formed in the sabhka environment after the sedimentation of the Eocene granular units. Miocene Kargın formation and Upper Miocene-Pliocene İncesu formation overlie unconformably all old units. İncesu formation is unconformably overlain by Plio-Quaternary deposits and Quaternary travertine and alluvium.

The mean annual precipitation of the study area is calculated as 492 mm. The mean annual runoff of the 11 flow gauging stations in study area ranges between 0.13-11.19 m³/s.

1/100.000 scaled hydrogeological map of the study area is prepared using geological data and hydrogeological observations and measurements. Field observations, measurements and water sampling are carried out on geothermal waters, springs and streams in the study area. Water bearing (aquifer) characteristics of the formations are determined.

Discharges of the geothermal waters in the study area range between 0.25 and 100 l/sec. Reservoir rock of geothermal waters are marble of the Akdağmadeni Lithodeme. The cap rock is claystone-siltstone-sandstone layers of the İncesu formation in the Sıcak Çermik and Uyuz Çermik areas, and in the Hamzaşeyh area it is Banaz member of the Tokuş formation which consists of sandstone, claystone and shale layers. Geothermal waters in study area are recharged from Yıldız Mountain and highlands consisting of marble and has long mean travel time, and heat source is generally geothermal gradient. These geothermal waters have similar chemical composition and precipitate travertine. Probable reservoir temperature of geothermal waters calculated with Na-K-Ca geothermometer range between 49-81 °C.

Discharges of the springs in the investigation area range between 0.25-267 l/s. Most of the large springs (Gaziköy Springs, Kaynarca Springs, Tepecik Spa) discharge from travertine. The discharges the Gaziköy and Kaynarca springs are in relation to the faults. These springs has submodern recharge. Furthermore there are some large springs (Kurşunlu Springs, Karapınar Springs) discharging from Yıldız Mountain Gabbro. Travel time of these springs are fairly short and are >5-10 years. All water in study area have meteoric origin.

Water budget calculation is carried out for Upper Yıldız River basin (upstream of the Zengi flow gauging station) and Yıldız River basin. The surface flow, base flow, and evapotranspiration of the Upper Yıldız River basin are 222.6x10⁶ m³/year, 145.4x10⁶ m³/year, and 144.7x10⁶ m³/year respectively. The

precipitation falling onto the basin is 512.7×10^6 m³/year. The infiltration percentage for Upper Yıldız River basin is calculated as 28 %. Using this value (percentage), the surface flow, base flow, and evapotranspiration of the Yıldız River basin are calculated as 308×10^6 m³/year, 197×10^6 m³/year, and 198.6×10^6 m³/year, respectively. The precipitation falling onto the Yıldız River basin is 703.6×10^6 m³/year.

The marble, limestone, gabbro, travertine, conglomerate, sandstone and alluvium constitute pervious (aquifer) units in the study area. The schist, gneiss, quartzite, granitoid, radiolarite and serpentinite are impervious units.

The electrical conductivity (EC) and hardness values of the geothermal waters in the study area range between 1870-3590 μ S/cm, and 47-132 French Hardness Degree ($^{\circ}$ F), respectively. The range of the EC for the springs are 69-1505 μ S/cm and hardness 3-81.3 $^{\circ}$ F. EC and hardness of the river waters range between 208-765 μ S/cm, and 8.8-33.0 $^{\circ}$ F, respectively. The geothermal waters are generally of Ca-Na-Mg-HCO₃-Cl type. Spring waters are Ca-HCO₃ type. Geothermal waters are in low radioactive water category. In regard of antimony, arsenic, mercury, iron, cadmium, manganese elements some spring waters exceed the upper limit values of Turkish Drinking Water Standards. In regard of irrigation water quality, the river waters plot in “medium saline-low sodium (C2-S1)” class in U.S. Salinity Laboratory Diagram.

Geothermal waters in the study area are generally oversaturated to aragonite, calcite, and dolomite minerals. Large springs discharging from carbonate rocks are generally oversaturated with respect to calcite. Springs that discharge from Yıldız Mountain are unsaturated to all minerals.

Key Words: Yıldız River basin, hydrogeology, isotope, water chemistry, water quality.

TEŞEKKÜR

Öncelikle tezin her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile araştırma konusu ve yöntemlerinin belirlenmesinde, arazi ve laboratuvar çalışmalarının yönlenmesinde, tez yazım ve değerlendirilmesi konusunda katkılarını esirgemeyen, çalışmalarına titizlikle ve sabırla yardım eden tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanması ve değerlendirilmesi sırasında büyük fedakarlıkta bulunan ve her konuda yardımcı olan Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ, Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ, Prof. Dr. Ergun KARACAN'a çok teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmanın jeoloji bölümünün hazırlanmasında büyük katkılarda bulunan Prof. Dr. Ali YILMAZ'a, havadan manyetik anomali haritasının yorumlanmasında büyük yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ ve Arş. Gör. Özcan BEKTAŞ'a ve bazı bölümlerin verilerini sağlayan DSİ XIX Bölge Müdürlüğünde çalışan Jeoloji Yük. Müh. Murat ŞAHİN ve Yılmaz ÖZCAN'a çok teşekkür ederim. Arazi çalışmaları sırasında alınan su örneklerinin bazı analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Prof. Dr. Serdar BAYARI, Dr. N. Nur ÖZYURT ve H.Ü. Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi Su Kimyası Laboratuvarı çalışanlarına çok teşekkür ederim. Tezimin çeşitli aşamalarında katkılarından dolayı Doç. Dr. Kaan Ş. KAVAK, Doç. Dr. Işık YILMAZ, Jeoloji Yük. Müh. İnan KESKİN, Mustafa YILDIRIM, Jeoloji Müh. Esra ÜNAL'a, stajyer öğrencilere ve karşılaştığım bilgisayar sorunları konusunda yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Levent MESÇİ'ye teşekkür ederim. Arazi çalışmaları sırasındaki yardım ve desteklerinden dolayı çalışma alanı içerisinde bulunan yerleşim alanlarının Belediye Başkanlıklarına/Muhtarlıklarına teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin hazırlanması sırasında ve bugünkü birikimlerimin oluşmasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Nihat EKEMEN, annem Esmâ EKEMEN ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Tülay EKEMEN

Temmuz, 2006

SİVAS

ÖZET	i
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xviii
EKLER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması	1
1.2.1. İnceleme alanının yeri	1
1.2.2. İnceleme alanının jeomorfolojisi	1
1.2.3. İklim	2
1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri	5
1.4. Önceki Çalışmalar	7
1.4.1. Genel jeoloji ve mineraloji-petrografi çalışmaları	7
1.4.2. Maden jeolojisi çalışmaları	14
1.4.3. Mühendislik jeolojisi çalışmaları	15
1.4.4. Hidrojeoloji ve jeotermal enerji çalışmaları	17
1.4.5. Jeofizik çalışmaları	18
2. JEOLJİ	20
2.1. Bölgesel Jeoloji	20
2.2. Litostratigrafi Birimleri	21
2.2.1. Temel Birimler	21
2.2.1.1. Tokat grubu (Pt)	21
a. Dumanlı Metamorfikleri (Ptd)	22
b. Üçtepe Kireçtaşı (Ptü)	22
2.2.1.2. Akdağmadeni Litodemi (PzMz)	22
2.2.1.3. Tekelidağ Karışığı (Kt)	24
2.2.2. Örtü Birimleri	26

2.2.2.1. Boztepe formasyonu (Kb)	26
a. Yakaboyu üyesi (Kby)	26
b. Maden üyesi (Kbm)	27
c. Çaltılı Kireçtaşı üyesi (Kbç)	27
d. Kamışlı Olistostromu (Kbk)	27
2.2.2.2. Darmik Volkanitleri (KTd)	28
2.2.2.3. Pazarcık Volkanitleri (KTp)	28
2.2.2.4. Boğazköy formasyonu (Tb)	28
2.2.2.5. Kılıçlı Olistostromu (KTK)	29
2.2.2.6. Tozanlı grubu (T)	30
a. Doğanşar formasyonu (Td)	30
b. Cıbiltepe Volkaniti (Tc)	30
c. Yıldızdağı Gabrosu (Tyg)	31
2.2.2.7. Tokuş formasyonu (Tt)	31
a. Susuzdağ üyesi (Tts)	31
b. Asar üyesi (Tta)	32
c. Banaz üyesi (Ttb)	32
2.2.2.8. Kaletepe Volkanitleri (TKv)	32
2.2.2.9. Yukarıçakmak Subvolkanitleri (Tys)	32
2.2.2.10. Pamukpınar Tüfü (Tp)	33
2.2.2.11. Sarıtepe Jipsleri (Ts)	33
2.2.2.12. Kargın formasyonu (Tk)	33
2.2.2.13. İncesu formasyonu (Ti)	34
a. Derindere üyesi (Tid)	34
b. Aydoğmuş üyesi (Tia)	34
c. Porsuk üyesi (Tip)	34
2.2.2.14. Pliyo-Kuvaterner oluşukları (PIQ)	35
2.2.2.15. Traverten (Qt)	35
2.2.2.16 Alüvyon (Qal)	36
2.3. Yapısal Jeoloji	36
2.3.1. Eklemler	36

2.3.2. Faylar	37
2.3.3. Kıvrımlar	39
3. HİDROLOJİ	40
3.1. Yağış Verileri ve Analizleri	40
3.2. Akarsular, Akım Verileri ve Analizleri	46
3.3. Sulama Yapıları	51
3.3.1. Baraj ve göletler	51
3.3.2. Regülatör	53
4. HİDROJEOLJİ	54
4.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	54
4.1.1. Geçirimli birimler	55
4.1.2. Yarı geçirimli birimler	58
4.1.3. Geçirimsiz birimler	60
4.2. Sıcak Sular	61
4.2.1 Jeotermometre hesaplamaları	66
4.3. Kaynaklar	71
4.3.1. Büyük debili kaynaklar	71
a. Gaziköy kaynakları	75
b. Kaynarca kaynakları	77
c. Kurşunlu ve Karapınar kaynakları	80
4.4. Su Bilançosu Hesaplamaları	81
4.4.1. Yukarı Yıldız Irmağı havzasının su bilançosu hesaplamaları	85
4.4.2. Yıldız Irmağı havzasının (tüm havza) su bilançosu hesaplamaları	87
5. İZOTOP HİDROJEOLJİSİ	89
5.1. İzotop Verilerinin Değerlendirilmesi	90
5.1.1. Oksijen-18-Döteryum ilişkisi	90
5.1.2. Oksijen-18-Beslenme Yüksekliği ilişkisi	95
5.1.3. Trityum ile yeraltısuyu yaşlarının tayini	97
5.1.4. Trityum-Oksijen-18 ilişkisi	100
5.1.5. Trityum-EC ilişkisi	101
5.1.6. Karbon-13-Karbondioksit ilişkisi	101

6. SU KİMYASI	108
6.1. Sıcak Sular	109
6.1.1. Genel kimyasal değerlendirme	110
6.1.2. Sulama suyu açısından değerlendirme	117
6.2. Kaynak Suları	120
6.2.1. Genel kimyasal değerlendirme	120
6.2.2. İçme suyu açısından değerlendirme	127
6.2.3. Sulama suyu açısından değerlendirme	134
6.3. Akarsular	138
6.3.1. Genel kimyasal değerlendirme	138
6.3.2. İçme suyu açısından değerlendirme	139
6.3.3. Sulama suyu açısından değerlendirme	141
6.4. Su Kimyası Verilerinin Alansal Dağılımı	146
6.5. Doygunluk Analizi	147
6.6. İnceleme Alanında Hidrodinamik Yapı	149
6.6.1. Sıcak sular	149
6.6.2. Büyük debili kaynaklar	158
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	160
7.1. Sonuçlar	160
7.2. Öneriler	165
8. YARARLANILAN KAYNAKLAR	167

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası	3
Şekil 1.2. İnceleme alanının üç boyutlu sayısal arazi modeli	4
Şekil 3.1. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının yağış kayıt uzunlukları	42
Şekil 3.2. İnceleme alanının yağış haritası	43
Şekil 3.3. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının yıllık toplam yağış grafiği	44
Şekil 3.4. Sivas ve Tokat Yağış Gözlem İstasyonlarının birikimli sapma grafiği	45
Şekil 3.5. Sivas Yağış Gözlem İstasyonu verileriyle çizilen Yağış-ETp - Akım ilişkisi	46
Şekil 3.6. Yıldız Irmağı üzerindeki ölçüm noktalarının debi değişimleri	51
Şekil 4.1. Sıcak Çermikte açılmış olan sondaj kuyularının logları	62
Şekil 4.2. İnceleme alanındaki sıcak suların Giggenbach diyagramı	69
Şekil 4.3. Bazı büyük kaynakların kaynak boşalım eğrileri	79
Şekil 4.4. Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının enine hidrojeolojik kesiti	80
Şekil 5.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların Oksijen-18-Döteryum grafiği	92
Şekil 5.2. Yıldız Irmağı havzasındaki soğuk suların Oksijen-18-Döteryum grafiği	92
Şekil 5.3. Tufan (1995)'in hazırlamış olduğu Orta Anadolu'nun havadan manyetik anaomali haritası (a), Yıldız Irmağı ve kolları (b) ve olası kırık hatlarının (c) harita üzerindeki işlenmiş görüntüleri	99
Şekil 5.4. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum-Oksijen-18 ilişkisi grafiği	100
Şekil 5.5. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum-EC ilişkisi grafiği	101
Şekil 5.6. Çeşitli bileşenlerin ¹³ C miktarları a. Clark ve Fritz (1997), b. Filiz (1992)	103
Şekil 5.7. İnceleme alanındaki yeraltısularının Çözünmüş Karbondioksit-Karbon-13 ilişkisi	104

Şekil 5.8. İnceleme alanındaki yeraltısularının EC-Karbon-13 grafiği	104
Şekil 5.9. İnceleme alanındaki yeraltısularının EC-Çözünmüş Karbondioksit ilişkisi	105
Şekil 5.10. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum-Karbon-13 ilişkisi	105
Şekil 6.1. Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal verilerinin yarı logaritmik diyagramda karşılaştırılması	111
Şekil 6.2. Sıcak suların Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemindeki kimyasal verilerinin yarı logaritmik diyagramda karşılaştırılması	111
Şekil 6.3. Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal bileşimlerine göre yapılmış üçgen diyagramda gösterimi	113
Şekil 6.4. Sıcak suların Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerindeki kimyasal bileşimlerine göre yapılmış üçgen diyagramda gösterimi	114
Şekil 6.5. Sıcak suların pH, sıcaklık ve major iyon miktarları değişim grafiği (Temmuz 2003)	114
Şekil 6.6. Sıcak suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	119
Şekil 6.7. Sıcak suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)	120
Şekil 6.8.a. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)	121
Şekil 6.8.b. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı(Temmuz 2003)	122
Şekil 6.8.c. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)	122
Şekil 6.9.a. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Ekim 2004)	123
Şekil 6.9.b. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Nisan 2005)	123
Şekil 6.10.a. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	124
Şekil 6.10.b. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	125
Şekil 6.10.c. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	125

Şekil 6.10.d. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	126
Şekil 6.11.a. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Ekim 2004)	126
Şekil 6.11.b. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Nisan 2005)	127
Şekil 6.12.a. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	135
Şekil 6.12.b. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	136
Şekil 6.12.c. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	136
Şekil 6.12.d. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	137
Şekil 6.13. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)	137
Şekil 6.14. Akarsuların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)	142
Şekil 6.15. Akarsuların yarı logaritmik diyagramı (Ekim 2004, Nisan 2005)	142
Şekil 6.16. Yıldız Irmağı boyunca major iyonlar ve pH değerlerinin değişim grafiği (Temmuz 2003)	143
Şekil 6.17. Yıldız Irmağı boyunca major iyonlar ve pH değerlerinin değişim grafiği (Nisan 2005)	143
Şekil 6.18. Akarsuların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	144
Şekil 6.19. Akarsuların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)	144
Şekil 6.20 Akarsuların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)	145
Şekil 6.21 Akarsuların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)	145

- Şekil 6.22.** İnceleme alanındaki sıcak suların kurak dönemdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler 150
- Şekil 6.23.** İnceleme alanındaki sıcak suların yağışlı dönemdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler 151
- Şekil 6.24.** İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan boşalan büyük debili kaynakların kurak ve yağışlı dönemlerdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler 156

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İnceleme alanı ve çevresinde yer alan yağış gözlem istasyonlarına ait bilgiler	41
Çizelge 3.2. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki aylık ortalama yağış değerleri	41
Çizelge 3.3. Sivas Yağış Gözlem İstasyonu verileri yardımıyla hazırlanan hidrolojik bilanço	48
Çizelge 3.4. Akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunan akarsuların aylık ortalama akım değerleri	48
Çizelge 3.5. AGİ bulunan bazı akarsuların yıllık toplam, baz ve yüzey akım değerleri	49
Çizelge 3.6. İnceleme alanında yer alan ve yapılması planlanan regülatör, baraj ve göletlere ait bilgiler	53
Çizelge 4.1. Sıcak Çermikte açılmış olan sondaj kuyularına ait bilgiler	63
Çizelge 4.2. İnceleme alanındaki sıcak sulara uygulanan jeotermometreler	72
Çizelge 4.3. İnceleme alanındaki sıcak suların katyon jeotermometresi sonuçları	73
Çizelge 4.4. Bazı büyük kaynakların aylık debileri ve kaynak boşalım analizi sonuçları	82
Çizelge 4.5. Yukarı Yıldız Irmağı havzasının su bilançosu	88
Çizelge 4.6. Yıldız Irmağı havzasının su bilançosu	88
Çizelge 5.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların izotop analiz sonuçları	93
Çizelge 5.2. Yıldız Irmağı havzasındaki büyük debili kaynakların izotop analiz sonuçları	94
Çizelge 5.3. Çeşitli havzalar için belirlenen meteorik doğru denklemleri	95
Çizelge 5.4. Clark ve Fritz (1997)'in önerdiği kıtasal bölgeler için geçerli olan kalitatif yaklaşım	98
Çizelge 5.5. Sıcak suların sahip oldukları sıcaklıklarına ulaşabilmeleri için gerekli olan derinlikler	107

Çizelge 6.1. Sıcak suların Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin (IAH) sınıflamasına göre değerlendirilmesi	115
Çizelge 6.2. İnceleme alanındaki sıcak suların toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite değerleri	117
Çizelge 6.3. Sıcak suların radyoaktivite miktarlarına göre sınıflandırılması	117
Çizelge 6.4. İçme sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 266-2005)	131
Çizelge 6.5. İnceleme alanındaki büyük debili kaynakların toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite değerleri	134
Çizelge 6.6. İnceleme alanındaki sıcak suların doygunluk indeksi (SI) değerleri	152
Çizelge 6.7. İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan boşalan ve büyük debili olan kaynakların doygunluk indeksi (SI) değerleri	153
Çizelge 6.8. Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan ve büyük debili olan kaynakların doygunluk indeksi (SI) değerleri	155

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 4.1. Akdağmadeni Litodemine ait mermerlerin genel, kırıklı ve karstik yapısı	56
Foto 4.2. Yıldız Dağı ve Yıldızdağı Gabrosu'nun genel görünümüleri	57
Foto 4.3. İnceleme alanındaki travertenlerin kırıklı ve boşluklu yapısı	59
Foto 4.4. Sıcak Çermikte yer alan MTA-2 ve MTA-4 kuyularının görünümüleri	62
Foto 4.5. Uyuz çermik-1'in genel yapısı ve sıcak su çıkışlarının görünümüleri	63
Foto 4.6. Hamzaşeyh çermiği-1'in genel görünümü, sıcaksu çıkışları, güncel traverten çökelimleri ve Çermik pınarı-1'in görünümü	64
Foto 4.7. Sıcak Çermikteki güncel traverten çökelimleri	66
Foto 4.8. Gaziköy kaynaklarının boşaldığı travertenlerin ve Gaziköy kaynağı-1, Gaziköy havuzu kaynağının görünümüleri	83
Foto 4.9. Kaynarca haynaklarının boşaldığı travertenlerin ve Kaynarca kaynağı-1, Kaynarca kaynağı-2, Kaynarca kaynağı-4'ün görünümüleri	84
Foto 4.10. Kurşunlu ve Karapınar kaynaklarının görünümüleri	85

EKLER DİZİNİ

Ek-1. Yıldız Irmağı havzasının (Sivas) stratigrafik kesiti	
Ek-2. Yıldız Irmağı havzasının (Sivas) jeoloji haritası	
Ek-3. Yıldız Irmağı havzasının (Sivas) hidroloji haritası	
Ek-4. Yıldız Irmağı havzasının (Sivas) hidrojeoloji haritası	
Ek-5. Yıldız Irmağı havzasının (Sivas) su kimyası haritası	
Ek-Şekil 3.1.a. Güneykaya AGİ'nun baz akım grafikleri (1978-1991)	185
Ek-Şekil 3.1.b. Güneykaya AGİ'nun baz akım grafikleri (1992-1998)	186
Ek-Şekil 3.1.c. Çırçır AGİ'nun baz akım grafikleri (1964-1970)	187
Ek-Şekil 3.1.d. Olukman AGİ'nun baz akım grafikleri (1994-2004)	188
Ek-Şekil 3.1.e. Zengi AGİ'nun baz akım grafikleri (1980-1991)	189
Ek-Şekil 3.1.f. Zengi AGİ'nun baz akım grafikleri (1992-2004)	190
Ek-Çizelge 3.1. İnceleme alanındaki akarsulara ait bilgiler	191
Ek-Çizelge 4.1. İnceleme alanı içerisinde yer alan sıcak sulara ait bilgiler	194
Ek-Çizelge 4.2. İnceleme alanı içerisinde yer alan kaynaklara ait bilgiler	195
Ek-Çizelge 6.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)	203
Ek-Çizelge 6.2. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların kimyasal analiz sonuçları (elementler)	204
Ek-Çizelge 6.3. Yıldız Irmağı havzasındaki kaynakların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)	207
Ek-Çizelge 6.4. Yıldız Irmağı havzasındaki kaynakların kimyasal analiz sonuçları (elementler)	215
Ek-Çizelge 6.5. Yıldız Irmağı havzasındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)	224
Ek-Çizelge 6.6. Yıldız Irmağı havzasındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçları (elementler)	227

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma, Yıldız Irmağı havzasındaki (Sivas) su kaynaklarının, akarsuların ve sıcak suların hidrolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotopik özelliklerinin, kökenlerinin, birbirleriyle ilişkilerinin, yıllık su potansiyellerinin, içme, kullanma ve sulama suyu olarak kullanılabilme olanaklarının incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

İnceleme alanı içerisinde bulunan bazı büyük debili kaynakların yakın gelecekte Sivas kent merkezine su sağlama sorununun çözümünde alternatif kaynak oluşturması açısından bu araştırmanın temel bir çalışma olması hedeflenmiştir.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.2.1. İnceleme alanının yeri

İnceleme alanı olan Yıldız Irmağı havzası, Sivas'ın kuzeybatısında yer almakta olup, 1/100 000 ölçekli Sivas İ37, Sivas İ38, Tokat H37, Tokat H38, paftaları içerisinde bulunan 1430 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Alanın güneyinde Sıcak Çermik, batısında Yıldızeli, kuzeyinde Demirözü, doğusunda ise Ovacık ve Çeltek köyleri yer almaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanını oluşturan Yıldız Irmağı havzası Kızılıрмаğa boşalmaktadır. İnceleme alanının güney sınırı Sivas kent merkezine yaklaşık 25 km, kuzey sınırı ise yaklaşık 95 km uzaklıktadır. Alanın güney ve kuzey sınırı arasındaki uzaklık kuşuçuşu 56 km'dir. Şekil 1.2'de inceleme alanının üç boyutlu sayısal arazi modeli ve yerleşim merkezleri görülmektedir.

1.2.2. İnceleme alanının jeomorfolojisi

İnceleme alanı jeolojik geçmişte yoğun tektonik etkinlik geçirmiş, bu durum da alanın günümüzdeki jeomorfolojisine kavuşmasında önemli rol oynamıştır. İnceleme alanının ana yükselti morfolojisi, yörenin temelini oluşturan birimlerin oluşumu, yerleşimi sırasında ve sonraki dönemlerdeki sıkışma tektoniği sonucu oluşmuştur. Sıkışma tektoniği temel birimlerin oluşumu ve yerleşiminden

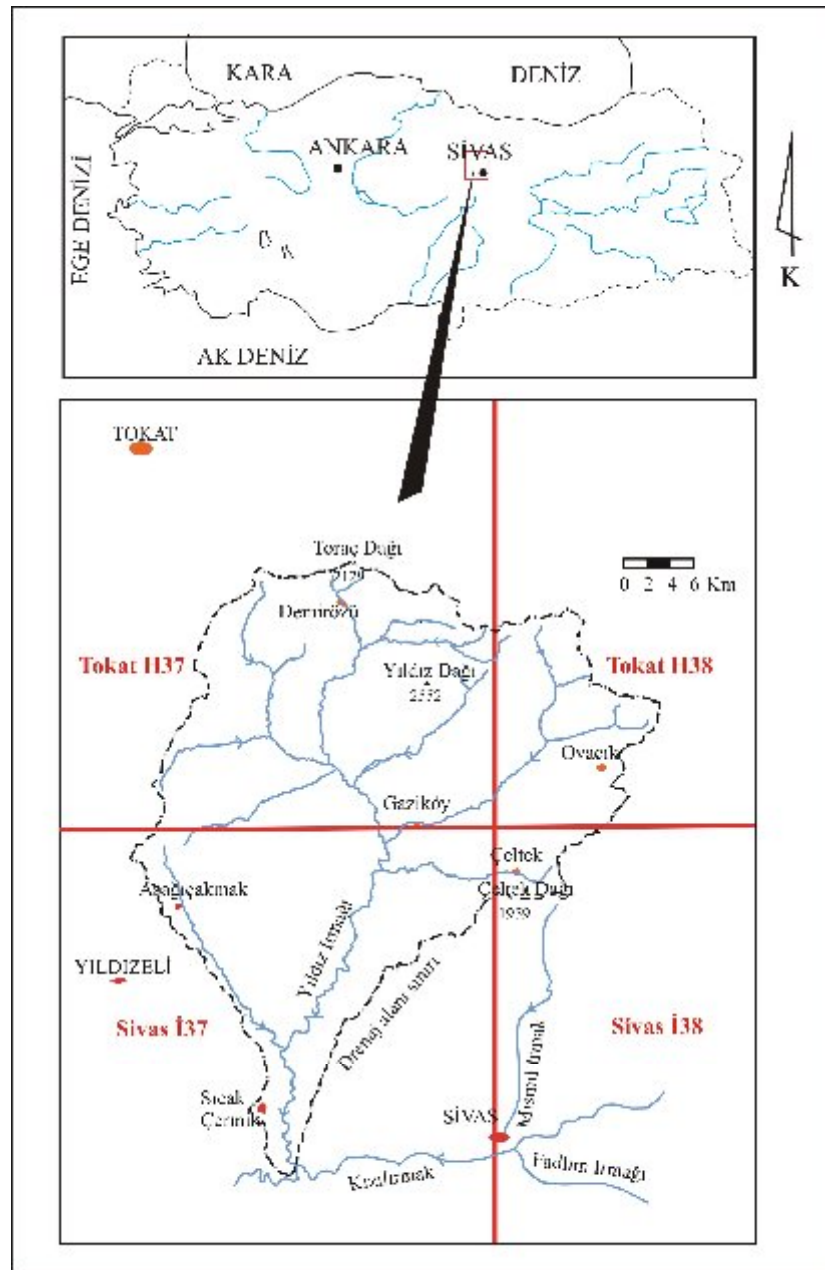
sonraki dönemlerde de devam etmiş, bu etkinliğe kimi zaman açılma tektoniği de eşlik etmiştir. Açılma tektoniği dönemlerinde oluşan mağmatik yükselimler de jeomorfolojiye katkıda bulunmuştur. İnceleme alanının en yüksek kesimini oluşturan Yıldız Dağı plütonik bir yükselim ile oluşmuştur. Bu yükseltilerin önündeki düzlük alanlar inceleme alanının örtü kayaçları tarafından örtülmektedir. İnceleme alanında Yıldız Dağı dışında çok sayıda yükselimler (dağ ve tepe) vardır (Şekil 1.2). Bunların başlıcaları batıda Toraç Dağı (2129 m), Sabunkayası Tepe (2385), Kızıl Dağ (2095 m), Çeltek Dağı (1959 m), Susuz Dağ (1879 m), Çal Tepe (1879 m) ve Arzu Tepe (1800 m)'dir (Ek 2). İnceleme alanındaki ana yükseltiler DKD-BGB ve yer yer KD-GB uzanımlıdır.

İnceleme alanını drene eden akarsu 1430 km² drenaj alanına sahip Yıldız Irmağı'dır. Yıldız Irmağı genel olarak kuzey-güney uzanımlı olup, akımı kuzeyden güneye doğrudur. Bu ırmağı devamlı ve mevsimlik akımları olan KB ve KD yönlü birçok akarsu beslemektedir. İnceleme alanının çok küçük bir kısmının morfolojisini oluşturan yapılarından biri de traverten, Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler ve Tokat grubu'na ait Üçtepe Kireçtaşı'nda gözlenen karstik ve boşluklu yapılardır. Mermerlerdeki karstik yapılar genelde Kuzuören güneyinde, kireçtaşlarındakiler ise Toraç Dağı civarında gözlenmektedir. Mermer ve kireçtaşındaki yapılar genellikle dolin ve karenler şeklindedir. Travertendeki boşluklu yapılar çoğunlukla Gaziköy, Yıldız Beldesi civarı, Olukman ve Gökkaya'da kendini göstermektedir. Gaziköy ve Yıldız Beldesindeki yapılar çoğunlukla mağaralar şeklinde olup, bunların uzunlukları birkaç metreyi bulabilmektedir.

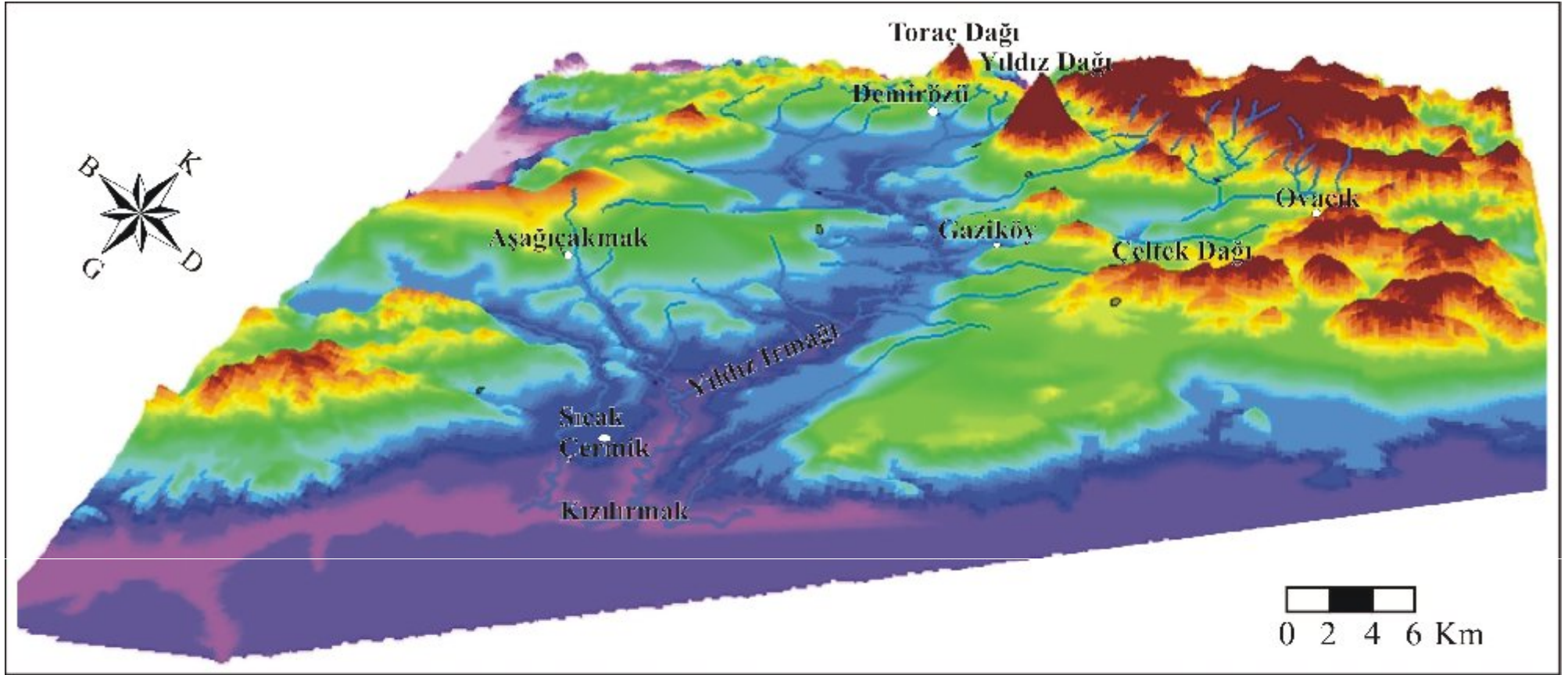
1.2.3. İklim

İnceleme alanında genel olarak İç Anadolu'ya özgü olan sert karasal iklim görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk, kar ve yağmur yağışlıdır. İnceleme alanı içerisinde ve yakın civarında 7 adet meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlarda 1980-1995 yılları arasında ölçülmüş ve hesaplanmış değerlere göre olan ortalama yıllık yağış miktarları; Kabasakal (DSİ) 358.0 mm, Sivas (DMİ) 449.9 mm, Yıldızeli (DMİ) 436.4 mm, Karaçayır (DSİ)

556.9 mm, Mermer (DSİ) 531.7 mm, Güneykaya (DSİ) 484.9 mm, Tokat (DMİ) 458.2 mm'dir. Bölgede en çok yağış ilkbahar aylarında en az yağış ise sıcaklığın yükseldiği yaz aylarında meydana gelmektedir. Sivas ve Yıldızeli istasyonlarında ölçülmüş olan yıllık ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 8.7 °C ve 7.88 °C'dir. Sivas istasyonu verilerine göre 75 yıllık ölçüm dönemi içinde en sıcak aylar 19.8 ve 19.7 °C ortalama değerleri ile Temmuz ve Ağustos ayları, en soğuk ay ise -3.7 °C ortalamasıyla Ocak ayıdır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası



Şekil 1.2. İnceleme alanının üç boyutlu sayısal arazi modeli

1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

Arazi çalışmalarına başlamadan önce inceleme alanını ve yakın civarında yapılmış olan önceki çalışmalar derlenmiş ve arazi hakkında bilgi edinilmeye başlanılmıştır. İnceleme alanının jeolojisi bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada Yılmaz (1982), Yağmur (1996) ve Yılmaz ve diğ., (1997)'nin jeoloji çalışmaları (bazı yerleri revize edilerek) esas alınmış ve inceleme alanın 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Yıldız Irmağı havzasının hidrojeolojisini konu alan bu araştırmanın arazi çalışmaları, Temmuz-2003 tarihinde başlamış yağışlı, kurak dönemleri ve son 8 aylık dönemde aylık ölçümleri dikkate alacak şekilde devam etmiş ve Ekim-2005 tarihinde tamamlanmıştır.

İlk dönem (Temmuz-Ağustos 2003) arazi çalışması sırasında 100 kaynak, 8 sıcak ve mineralli su ve 20 akarsu olmak üzere toplam 128 su noktasının arazideki yerleri ve yükseltileri belirlenerek, debi (Q), elektriksel iletkenlik (EC), pH, toplam çözünmüş katı madde (TDS), sıcaklık (T) ve çözünmüş oksijen (DO) değerleri yerinde ölçülmüş ve kimyasal analizler için su örnekleri alınmıştır. Mevsimlik ölçümleri de dikkate alacak şekilde yapılan daha sonraki arazi çalışmalarında, bu su noktalarından bir kısmı gerekli görülmediği için elenmiş ve 31 kaynak, 6 sıcak ve mineralli su, 15 akarsu noktasında yerinde ölçüm ve su örneği alınmasına devam edilmiştir. Sonraki dönemde sıcak sularda ve bazı büyük debili kaynaklarda arazide yapılan ölçümlere çözünmüş karbondioksit değerlerinin ölçümü eklenerek devam edilmiştir. Alınan su örneklerinde ağır metal, major anyon ve katyon içeriklerini saptamak amacıyla analizler yapılmıştır. Ayrıca jotermal sulardan ve büyük debili kaynaklardan izotopik değerlendirme amacıyla mevsimsel değişimleri izleyebilecek şekilde su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinin ana (major) anyon ve katyon analizi Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarında yapılmış, ağır metal ve trityum analizleri Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Su Kimyası Laboratuvarında, oksijen-18, döteryum ve karbon-13 izotoplarının

analizi Ottawa Üniversitesi (Kanada) Kararlı İzotop Laboratuvarında yaptırılmıştır.

İnceleme alanı içerisinde ve yakın civarında yer alan 7 adet yağış gözlem istasyonlarının (YGI) uzun yıllara ait verileri toplanmış ve havzaya düşen aylık ortalama ve yıllık toplam yağışlar bulunmuştur. Bulunan bu yıllık toplam yağış yardımıyla bölgenin yağış haritası çizilmiştir. Ayrıca Sivas istasyonunun meteorolojik verileri kullanılarak hidrolojik bilanço hesaplaması yapılmıştır.

İnceleme alanını drene eden Yıldız Irmağı ve kolları üzerinde DSİ tarafından kurulmuş olan 11 adet akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan Yıldız Irmağı'nın ana kollarını oluşturan akarsular üzerindeki (3 adet) ve Yıldız Irmağı üzerindeki (1 adet) istasyonların verilerinden yararlanılarak uzun yıllara ait ortalama akımlarının değişim grafiği çizilmiş, yüzey ve baz akımlar ayrılmıştır.

İnceleme alanı içerisinde bulunan birimlerin arazide gözlenen kayaç malzemesi, gözeneklilik, kırık-çatlak, açıklık, aralık, çözünme boşlukları özelliklerinden ve birimlerden boşalan kaynak debilerinden yararlanılarak birimler hidrojeolojik açıdan değerlendirilmiş ve inceleme alanın hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Havzadaki büyük debili kaynakların boşalımları boşalım eğrileri çizilerek değerlendirilmiştir. Sıcak suların olası rezervuar sıcaklıkları jeotermometre hesaplamalarıyla tesbit edilmiştir.

Su bilançosu hesapları havzanın en güneyinde gerekli akım verileri olmadığı için Zengi istasyonundan itibaren (Yukarı Yıldız Irmağı havzası) yapılmıştır. Havzanın tümünün su bilançosu hesabı ise Yukarı Yıldız Irmağı havzasının verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

İnceleme alanındaki sıcak ve mineralli suların ve büyük debili kaynakların izotop verilerinden yararlanılarak suların kökenleri, beslenme yükseklikleri, yeraltında dolanım süreleri saptanmıştır. Ayrıca sıcak suların ısıtıcı kaynağına ilişkin yorumlarda bulunulmuştur.

Havzada ölçümü yapılan 128 su noktasının (sıcak su, kaynak, akarsu) kimyasal analiz sonuçları kullanılarak üçgen, yarı logaritmik ve sulama suyu diyagramları çizilmiş ve ayrıca su kimyası haritası oluşturulmuştur. Üçgen

diyagram yardımıyla kaynaklar ve akarsuların kimyasal sınıflaması yapılmıştır. Sıcaksuların kimyasal sınıflaması ise Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin sınıflaması kullanılarak yapılmıştır. Arazide yerinde yapılan ölçümler, ağır metal içerikleri ve ana (major) anyon ve katyon değerleri kullanılarak sular içme (TSE-266-2005) ve sulama suyu standartları açısından değerlendirilmiştir. Sıcak sular ve büyük debili kaynakların doygunluk analizi yapılmış ve suların doygun oldukları mineraller belirlenmiştir. Bu mineraller arazi verileri ile deneştirilmiştir.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde çok sayıda araştırmacı tarafından değişik amaçlara yönelik çalışmalar yapılmıştır.

1.4.1. Genel jeoloji ve mineraloji-petrografi çalışmaları

Baykal (1945, 1946, 1947, 1952, 1953, 1966) Zile, Tokat, Turhal, Yıldızeli, Kelkit, Şiran ve Munzur Dağları civarında çalışmalar yapmış ve metamorfik serilerin şist ve mermerlerin rejyonal bir metamorfizmanın ürünü olduğunu ve bunlara küçük granit apofizlerinin karıştığını belirtmiştir.

Okay (1952, 1953, 1955), Sivas ile Tokat arasındaki bölgeyi ayrıntılı incelemiş ve bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını oluşturmuştur. Çalışmacı Paleozoyik yaşlı killi şist, fillit, mikaşist, kuvarsit, kristalize kireçtaşı, mermer ve mermerşistlerin varlığından söz etmiştir. Üst Kretase yaşlı açık gri plaket kireçtaşı, marn ve kırmızı kireçtaşı saptanmıştır. Eosen yaşlı birimlerin bir taban konglomerasıyla başladığı, kum, kumlu kireçtaşı, kil ve marn ardalanmasından oluştuğunu belirtmiştir. Tatlı su kalkerleri, kalker tufu ve taravertenlerin Neojen yaşlı olduğunu ileri sürmüştür. Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin yapısal açıdan Anatolid tektonik biriminde yeraldığını belirtmiştir.

Yalçınlar (1955), Sivas, Hafik, Zara, Kangal ve Yıldızeli civarında yaptığı çalışmada, Paleozoyik yaşlı kayaçların, Karaçayır civarından geçen ve doğu-batı uzanımlı doğrultuya sahip bir antiklinal oluşturduğunu belirtmiştir. Bu çalışmanın volkanizma bölümünde, yeşilimsi kayaçların Eosen'den önce, andezitik volkanik

fasiyesin Eosen'den sonra, bazaltik püskürmelerin Oligosen ve Miyosen sonunda olmak üzere birkaç aşamada oluştuğu ileri sürülmektedir.

Pollak (1957), Akdağmadeni (Yozgat)-Yıldızeli (Sivas) yöresindeki metamorfite incelemiş ve tabanda büyük bir plütonun varlığına işaret ederek, metamorfite bunları örttüğünü belirtmiştir.

Gökalp (1972), Sıcak Çermik yöresinde yaptığı çalışmada, altta metamorfite, üstte sedimanter karasal Pliyosen serilerinin olduğunu saptamıştır. Sıcak sular için, bölgede yer alan andezit ve bazaltların ısıtıcı, mermerlerin rezervuar kayaç ve Pliyosen yaşlı birimlerin örtü kayaç olduğunu belirtmiştir. Araştırıcı travertenlerde görülen çatlak ve yarıkların gömülü faylarla ilişkili olduğunu belirtmiş ve sıcak suların Ca, Na, Mg, HCO₃ tipte mineralli termal sular grubunda olduğunu vurgulamıştır.

Taşan (1975), Yıldız Beldesi (Yıldızeli) ve çevresinde yapmış olduğu çalışmada, bu alanda yer alan şist, kuvarsit, kalkşist ve mermerleri "Gazi formasyonu" olarak tanımlamıştır.

Tatar (1977) "Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) Bölgesinin Stratigrafisi ve Petrografisi" adlı çalışmada, Akdağ Metamorfite'ni kuvarsit, mikaşist, yeşilşist, amfibolit ve mermerlerden oluştuğunu, yeşilşistlerin diyabazlardan türemiş olduğunu ve bunların serpantinitle diyabazlar arasında yer aldıklarını belirtmiştir. Tersiyer volkanitlerini latitporfir, riyolitik tüf ve andezitik-bazaltik volkanitler şeklinde ayırtlayıp, bu andezitik-bazaltik volkanizmanın Üst Kretaseden sonra Eosende (veya belki Paleosende) başlayıp Neojene kadar devam ettiğini ifade etmiştir.

Tatar (1978), Yıldızeli kuzeyinde yer alan bölgenin stratigrafisine ve petrografisine açıklık getiren çalışmalar yapmıştır. Yazar bölgede Üst Kretase çökellerinin metamorfik olmayışı ve içlerinde olistolit olarak nitelendirilebilecek serpantin bloklarının bulunması nedeniyle ofiyolitik serinin Üst Kretase öncesinde yerini almış olduğuna işaret etmekte olduğunu ifade etmiştir.

Baysal ve Ataman (1979), Sivas çevresinde yaptıkları sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalarda kil minerallerinden kloritin yaygın,

vermiküllit ve sepiyolit az olduğunu belirterek jipslerin ikincil evaporitik ürün olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Erkan (1980), Akdağmadeni civarında etkili olan bölgesel metamorfizma ile ilgili olarak çalışmalar yapmış ve inceleme alanındaki kayaçların tümünün aynı metamorfizma mertebesine sahip olduklarını belirtmiştir. Kayaç grupları ve mineral topluluklarına dayanarak Akdağmadeni yöresi metamorfikleri ile Kırşehir yöresi metamorfiklerinin tek bir masife ait olduklarının kesinleştiğini ifade etmiştir.

Özcan ve diğ., (1980), tarafından Akdağmadeni Metamorfikleri üzerine yapılan çalışmada, bölgede yüksek sıcaklık-orta basınç metamorfizmasının etkili olduğu belirtilmiştir.

Tülümen (1980), Akdağmadeni Metamorfikleri'nin 500 °C ile 600 °C aralığında ve en fazla 5 kb. basınç altında rejyonal metamorfizmaya uğradığını saptamıştır.

Terlemez ve Yılmaz (1980), Ünye-Ordu-Koyulhisar-Hafik-Karaçayır arasındaki çalışmada Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde Üst Jura'dan günümüze kadar devam eden zaman aralığında oluşan birimlerin stratigrafik ilişkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar Seymen (1975) tarafından ileri sürülen Üst Jura-Paleosen yaş aralığındaki sürekli uyumlu bir dizi olduğu görüşüne itiraz etmişlerdir. Genel olarak kuzeyde kıvrımlanmanın az olduğu, güneyde yaygın hatta yer yer devrik durumda olduğu ve volkanitlerin ise kuzeyden güneye gençleştikleri ifade edilmiştir.

Yılmaz (1980, 1981a, 1981b), inceleme alanının kuzey kesiminde yapmış olduğu çalışmada, yöredeki ofiyolitlerin, başlıca serpantin hamurlu ve değişik yaş ve kayatürü özelliklerini gösteren boyutları değişen bloklardan oluşan ofiyolitli karışık durumunda olduğunu belirtmiştir. Karışığın Alt Senoniyen'de oluştuğunu, tektonik unsurların konumunu gözeterek, güneye doğru hareket ederek allokton bir nitelik kazandığını ileri sürmektedir.

Tatar (1981), Çamlıbel (Yıldızeli) yöresindeki ofiyolitik serinin hemen bütün kayaçlarının düşük derecede (yeşilist fasiyesi) bir metamorfizma geçirdiğini ve genellikle radyolaritlerle birlikte görülen kırmızı kireçtaşlarının da

mermerleştğini belirtmiştir. Ofiyolitik kuşağın bir üste itilme (obduction) kuşağı olabileceğini ileri sürmüş ve okyanus tabanı ekaylanmasının da Üst Kretase'den önce başlamış olduğunu ve bugünkü yerini Miyosen ile Pliyosen arasında aldığını savunmuştur.

Yılmaz (1982), "Dumanlıdağ (Tokat) ile Çeltek Dağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu" adlı çalışmasında bölgenin ayrıntılı 1/100.000 ölçekli haritasını hazırlamıştır. Yazar Tokat ve Akdağmadeni Metamorfitleleri'nin ofiyolitlerin yerleşmesinde bir temel rolünü oynamış olsa bile, günümüzde bu metamorfitlelerin, ofiyolitli karışığın içinde kısmen allokton olduğu sonucuna varmıştır. Senomaniyen yaşlı çörtlü kırmızı pelajik kireçtaşlarının konumunu belirleyen yeni gözlemler ve yeni paleontolojik veriler saptamıştır. Çalışmacı ayrıca ofiyolitli karışığın üzerine gelen yerli en yaşlı birimin Üst Kampaniyen yaşlı pelajik formlar kapsayan ağırlıklı olarak kireçtaşından oluşan kayalar olduğunu belirtmiştir. İnceleme alanında ilk kez Paleosen yaşlı kalın tabakalı karbonatlar gözlenmiş ve bunların Meastrihtiyen yaşlı kumtaşı, kıltaşı ardalanmalarının devamı olduğu saptanmıştır. Eosen ile daha eski birimler arasında yeralan bölgesel uyumsuzlukla ilgili yeni ve somut veriler sunmuş ve böylece Paleosen'de sığlaşan ortamın Eosen öncesinde tümüyle su yüzüne çıktığını belirtmiştir. Önceki incelemelerde ofiyolitlerle yakın ilişkili ve Üst Kretase yaşlı olarak kabul edilen Yıldızdağı Gabrosu'nun daha genç (olasılı Eosen) yaşta olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, inceleme alanının kuzeyindeki yapısal unsurların Kuzey Anadolu Fayı ile uyum içinde olduğu ve bindirmelerin kuzeyden güneye doğru dereceli olarak çekim faylarına doğru geçiş yaptığını saptamıştır.

Yılmaz (1983), çalışmasında bölgedeki ofiyolitik karışık ile Akdağmadeni Metamorfitleleri tektonik ilişkide olduğunu, metamorfitlelerin karışığın altına daldığını ve karışığın yaşının Üst Kretase-Paleosen olduğunu belirtmiştir.

Tatar (1983), Yıldızeli Subaşı köyü yöresinde tektonik incelemelerde bulunmuş ve bölgenin bugünkü tektonik yapısını Üst Kretase'den itibaren Neojene kadar etkili olmuş, yaklaşık KKB-GGD doğrultulu yatay basınç gerilmesi ile kazandığını vurgulamıştır.

Yılmaz ve Özer (1984), Akdağ Metamorfitleri grubu'nun Üst Kretase?-Paleosen öncesi bir metamorfizmaya uğradığını belirtmektedirler. Pazarcık Volkanitleri'nin Akdağ Metamorfitleri grubu'na sıvandığını saptamışlardır. İncesu formasyonu'nun başlangıçta akarsu, daha sonra zaman zaman gösel ortamda oluştuğunu kabul etmektedirler. Araştırmacılar ayrıca Karaçayır dolayında yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan fayların, Akdağmadenine doğru dereceli bir dönme ile yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir konum kazandığını belirtmişlerdir. Kuzey Anadolu Bindirme kuşağı'nın yalnızca bir nap gelişiminin ürünü olduğu ileri sürülmüştür.

İşler (1984), Kurtlapa ve yöresinde yer alan diyabazların petrografisi, petrolojisi ve kökeni ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Yazar, diyabazların abisal toleyitik özellikte olduklarını ve okyanus ortası sırt ortamında geliştiklerini belirtmiştir.

İşler (1985), Alahacı yöresi Eosen volkanitlerinin petrografisi ve petrolojisi konusunda çalışmalar yapmıştır. Bu volkanitlerin kalk-alkali ve toleyitik özelliğinde bazalt ve andezit oldukları sonucuna varmıştır.

Özer (1988), Hayranlı-Çelebiler (Sivas) yöresindeki Neojen tortullarının stratigrafik ve sedimantolojik özelliklerini incelemiş ve bu tortulların stratigrafisi hakkında yararlı bilgiler sunmuştur.

Aktimur ve diğ., (1990), "Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının Jeolojisi" adlı yayınlarında, bölgedeki Tersiyer havzasında dört önemli yapısal evrenin geliştiğine ve denizel, lagünel ve karasal ortamların varlığına dikkat çekmiştir. Neotektonik dönemde doğrultu atımlı fayların oluştuğunu ve bu faylara bağlı olarak da travertenlerin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Şahin (1991), Akdağ Metamorfitleri üzerine yaptığı çalışmada, bu birimleri mika-gneyslar, kalsilikatik-gneyslar ve muskovit-şistlerden oluşan metapelitik birimler ve mermerlerden oluşan metakarbonatlar şeklinde iki ana grupta toplamıştır.

Gökten (1993), Yıldızeli yöresinde Akdağ Metamorfitleri ve örtü kayalarının stratigrafisini ve tektoniğini incelemiştir. Bölgenin geç Miyosen sonundan itibaren genişlemeli bir tektonik rejimin etkisinde olduğunu, önceleri

KB-GD doğrultulu olan genişlemelerin, bugün D-B doğrultulu durumda etkilerini sürdürdüğünü ifade etmiştir.

Alpaslan (1993), Akdağ Metamorfitlerini “Yıldızeli metasedimenter grubu” olarak adlandırılmıştır. Çalışmacı bu metamorfitleri dört birime ayırmış ve petrografik özelliklerini incelemiştir.

İnan (1993), Sivas Baseni Güneydoğusunun yapısal evrimini ayrıntılı şekilde incelemiştir. Sivas Havzasındaki tüm birimlerde gözlenen yapıların bölgede Üst Kretase’den beri yaklaşık K-G yönlü sıkışmanın varlığına işaret ettiğini vurgulamıştır.

Çubuk ve diğ., (1994), Sivas İ38 (1/100.000 ölçekli) paftasında, Sivas Tersiyer Havzasının stratigrafik, tektonik ve sedimantolojik özelliklerinin belirlenmesine ve bölgedeki sölestin cevherleşmelerinin stratigrafik konumlarının aydınlatılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Yılmaz ve diğ., (1995), Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi incelemiştirlerdir. Akdağmadeni Litodemi’nin gabrodan granite kadar değişim gösteren farklı özelliklerde intrüzüifler tarafından kesildiğini belirtmiş ve Sivas Havzası genelinde en az iki masif jips düzeyinin yer aldığını vurgulamışlardır.

Temiz (1996), Sivas Tersiyer Havzası ile ilgili çalışmasında, Sivas Basenin tektonik yapısının bölgesel KKB-GGD sıkışmaya bağlı olarak gelişen çoklu bindirme sistemleri tarafından karakterize edildiğini savunmuştur. Araştırmacı ayrıca bölgede yer alan jipslerin bindirme sisteminin geometrisi ve Alt Miyosen yaşlı sığ-denizel formasyonlarla ilişkisine dayanarak Oligosen yaşlı olabileceğini öne sürmüştür.

Yağmur (1996), Yıldızdağı Gabrosu’nun mineralojik ve petrografik özelliklerini incelediği çalışmasında ana magmadan önce gabrolar, sonra diyorit ve mikrodioritlerin oluştuğunu saptamıştır. Yıldızdağı Gabroyik plütonunun manto kökenli mafik bir magmanın fraksiyonel kristalleşmesi ile oluştuğunu ve bu sürecin yanısıra kabuksal kirlenme sürecinin de etkili olduğunu belirtmiş, yaşının Eosenden genç ve Oligo-Miyosenden yaşlı olabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz ve diğ., (1997), çalışmalarında Sivas F-23 paftasının 1/100. 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını yapmışlardır. Araştırmacılar şist, mermer, kuvarsit

ve granit, siyenit, monzonit ve tonalit gibi granotoyitleri Akdağmadeni Litodemi adı altında toplamışlardır. Pazarcık Volkanitleri'nin yaşının Meastrihtiyen?-Paleosen olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Darmik Volkanitleri'nin de Meastrihtiyen-Paleosen? yaşlı olabileceğini vurgulamışlardır.

Kangal ve Varol (1999), Erken Miyosen süresince, Sivas havzasının genelinde sığ denizel, fakat oldukça farklı hidrodinamik ve kıyı koşullarının varlığından bahsetmişlerdir. Ayrıca Alt Miyosen çökellerindeki bu karmaşık depolanma sistemlerinin, düzensiz kıyı morfolojisi, sedimantasyonla eş zamanlı tektonizma ve iklimsel değişimler gibi çeşitli faktörlerin denetiminde geliştiğini ifade etmişlerdir.

Alpaslan (2000), Yıldızeli yöresindeki Pazarcık Volkanitleri üzerinde çalışmıştır. Bu volkanitlerin Neotetisin kuzey kolunun kapanmasını izleyen evrede oluşan Pontid ve Anatolid kuşakları arasındaki kıtasal çarpışmadan hemen sonra gelişen gerilmeli tektonik rejim altında, üst manto peridotitinin düşük dereceli bölümsel ergimesiyle oluşan alkalin karakterli bir magmadan oluştuğunu belirtmiştir.

Tekin ve Ayyıldız (2001), Sıcak Çermik (Sivas) jeotermal alanındaki güncel traverten çökellerini incelemişler ve travertenlerin organik ve inorganik süreçlerin denetiminde oluştuğunu ve fissür-çatlak sırtı birikimleri, mikro şelale-çağlayan çökelleri, mikro taraça-teras kümeleri ve minyatür göl yelpazesi tortulları olduklarını belirtmişlerdir.

Mesçi (2004), Sıcak Çermik ve yakın yöresindeki travertenlerle ilgili çalışmasında, travertenleri morfolojik özelliklerine göre sınıflandırmış, çatlak, sırt tipi, aşınmış traverten tabakaları, kanal ve teras tipi travertenlerin varlığını belirlemiştir. Bunların en yaygın bulunanı ise sırt tipi travertenler olduğunu belirtmiştir. Sırt tipi travertenlerdeki eklem sistemleri ile bölgede yer alan Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu'ndaki eklem sistemlerinin uyumlu olduğunu ve travertenlerde bulunan eklemler yardımıyla hazırladığı gül diyagramlarının K20°B doğrultulu sıkışma yönünü verdiğini ifade etmiştir. Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni Litodemi'ne ait metamorfik kayalarda ve İncesu formasyonu'nda saptanan fayların kinematik analizleri sonucunda KD-GB yönlü

açılma tektoniğinin etkin olduğunu saptamıştır. Havzada gelişen neotektonik yapıların sıkışma-genişleme türü neotektonik rejim altındaki Sivas Geri Bindirmesinin aktivitesinden kaynaklanan KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü bir açılma tektoniği denetiminde gelişmiş olabileceğini ifade etmiştir.

1.4.2. Maden jeolojisi çalışmaları

Grancy (1938), Sivas'ta bugün faaliyette olan çimento fabrikası için ilk çalışmalardan birini yapmıştır. Bu çalışmada çimento fabrikası civarının jeolojik özelliklerini incelemiştir.

Otkun (1947), Sivas'ın kuzeybatısında yer alan çimento hammadde sahasında yeraltısuyu ve alçı çalışması yapmış ve çimento fabrikasında kullanılacak hammaddenin jeolojisi ve kalitesi ile ilgili bilgiler sunmuştur.

Zeschke (1955), "Kavik (Yıldızeli) Florit-Bakır-Uranyum Yatağı" adlı çalışmada, yöredeki plütonun kenarlarında breşler ve damarlar halinde bulunan florit, pirit, kalkoprit ve uraninit oluşumlarını incelemiştir.

Sağiroğlu (1955) Yıldızeli radyoaktif florit zuhuru ile ilgili raporunda, yöre floritlerinin ekonomik olmadığını, ancak floriti renklendiren uranyum ve toryum radyoaktif elementlerinin önemli olduğunu belirtmiştir.

Savoja (1960), Yıldızeli dolayının petrol olanaklarını araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, yöredeki yeşil kayaçların Maestrihtiyende yerleştiğini ileri sürmüştür. Çalışmada ayrıca, Eosen yaşlı nummulitli kireçtaşı, fliş ve volkanik fasiyeslerin varlığında da söz etmektedir.

Külahçıoğlu (1965), Sivas ilinde faaliyette olan maden ve mermer ocakları envanter revizyonu raporunda, Sıcak Çermik yöresindeki travertenlerin, mermer (yüzey kaplama taşı) olarak kullanılabilirliklerini incelemiş ve Sıcak Çermik yöresinin batı kesiminde, 4 adet albatr-traverten bantının bulunduğunu ve yaklaşık olarak K-G yönlü çatlaklara yerleşmiş olan albatr travertenlerinin, uzanımları boyunca yer yer kesildiğine işaret etmiştir.

İnceoğlu (1974), Çeltek Dağı (Karaçayır) mermerlerini ve Çermik travertenlerini yüzey kaplama taşı açısından incelemiş ve Çeltek Dağı

mermerlerinin Paleozoyik yaşı olduğunu ve bunların arasında yer yer şist ve fillatların bulunduğunu belirtmiştir.

Özgüneylioğlu ve Demir (1988), Sıcak Çermik çevresinde yaptıkları çalışmada, güneyde bulunan Kalın köyünden itibaren kuzeydeki Yıldız Dağı'na kadar olan yaklaşık 50 km'lik zon boyunca, yer yer traverten oluşumları ve birçok sıcak su kaynağı'nın bulunduğunu ve doğu sınırı Yıldız Irmağı'na dayanan bu zonun, muhtemelen Kızılırmak'tan Yıldız Dağı'na kadar uzanan bir çöküntü havzasına karşılık geldiğini ifade etmişlerdir.

Yıldırım ve diğ., (1991), Sıcak Çermik yöresindeki travertenleri incelemiş ve bu alanda 140 000 m³'ün üzerinde bir traverten rezervinin bulunduğuna işaret etmiştir.

Ayaz (1998), Sıcak Çermik yöresindeki çalışmasında travertenlerin tabaka ve damar tipi yataklanma şekillerini gösterdiğini ifade etmiştir. Tabaka tipi oluşumlarda, kabuksu/süngerimsi yapı ve genellikle mikritik doku, damar tipi oluşumlarda ise albatr yapı ve sparitik dokunun hakim olduğunu belirtmiştir. Kabuksu travertenlerin yüzey kaplaması için uygun renk ve desen özelliği gösterirken, albatr travertenlerin süs eşyası için uygun renk ve desen özelliğinin gösterdiğini ifade etmiştir.

1.4.3. Mühendislik jeolojisi çalışmaları

Ergün (1985), Yıldızeli'ne bağlı Güneykaya, Çırçır beldeleri ve Kargın, Sarıyar köyleri arazilerinin sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Yusufoglan ve Karaboğaz dereleri üzerinde "Güneykaya Barajı"nın yapımı amacıyla "Güneykaya Barajı Mühendislik Jeolojisi" isimli DSİ raporunu hazırlanmıştır. Çalışmacı baraj alanında temel formasyonun Üst Kretase-Paleosen yaşlı ofiyolitik karışık olduğunu, dere yataklarında alüvyon, yamaçlarda ve yamaç eteklerinde ise yamaç molozunun bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca ofiyolitik karışığın çatlaklı ve çok parçalı kırıklı olduğunu ifade etmiştir. Günümüzde barajın planlaması bitmiş, yatırım programına girmeyi beklemektedir.

Kılınç (1988) tarafından "Sivas-Yıldızeli-Yıldız Göleti ve Sulama Kanalları Mühendislik Jeolojisi" isimli DSİ raporu hazırlanmıştır. Çalışmada

Yıldızeli'ne bağlı Yıldız ve Kuzören köyleri arazilerinin sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Kayalığöl deresi üzerinde “Yıldız Göleti” nin yapımı amaçlanmıştır. Raporda, bent yeri ve göl alanında temel birimlerin Paleozoyik yaşlı mermer, Üst Kretase-Paleosen yaşlı Ofiyolitik karışık, Eosen yaşlı konglomera ve fliş olduğu belirtilmiş ve aksın oturacağı alanda sağ ve sol yamaçlarda yine Tekelidağ Karışığı'na ait kristalize kireçtaşlarının bulunduğu ifade edilmiştir.

Özgül (1990), Sivas'a bağlı Çeltek ve Hıdırnalı köyleri arazilerinin sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Deretarla deresi üzerinde “Çeltek Göleti” nin yapımı için genel jeoloji ve mühendislik jeolojisi çalışmaları yapmıştır. Bu çalışma, aks yeri ve göl alanının Üst Kretase-Peleosen yaşlı ofiyolitik karışığın bir birimi olan bazaltlardan oluştuğu ve sağ sahilde yamaç molozunun, dere içerisinde ise alüvyonun örttüğü saptanmıştır. Günümüzde göletin planlaması bitmiş, yatırım programına girmeyi beklemektedir.

Yılmaz (1994), inceleme alanındaki Gümüşdere beldesi ve Olukman köyüne ait arazilerin sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamak üzere Gökdere üzerinde “Kurtlapa Barajı” nın yapımı amacıyla genel jeoloji ve mühendislik jeolojisi çalışmaları yapmıştır. Çalışmacı, aks yeri, göl alanı ve sulama kanal güzergahı boyunca Üst Kretase-Paleosen yaşlı ayırtlanmamış ofiyolitik karışık, aynı yaşlı yer yer kumtaşı-kiltaşı ara katkılı pelajik kireçtaşından oluşan Boztepe formasyonu Maden üyesi, Miyosen yaşlı, konglomera, kumtaşı ve kiltaşından Kargın formasyonu ile Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu ve alüvyon saptanmıştır. Günümüzde barajın ön incelemesi bitmiş, planlama aşamasına geçilmiştir.

Ayaz ve Karacan (2000), Sıcak Çermik, Sarıkaya ve Uyuz Çermikte yer alan travertenlerin suda dağılma dayanımı, özgül kütle, doluluk oranı, hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, dona karşı dayanım, don kaybı, tek eksenli basınç dayanımı gibi birçok mühendislik özelliklerini incelemişler ve bu yöredeki travertenlerin yüzey kaplama taşı olarak kullanılabileceklerini saptamışlardır.

1.4.4. Hidrojeoloji ve jeotermal enerji çalışmaları

Çağlar (1961), Sıcak Çermik bölgesindeki sıcak su kaynaklarının analizini yapmış ve bu suların Na-Mg-HCO₃-SO₄'lı sular olduğunu tesbit etmiştir.

Erişen (1991), Sıcak Çermik (Sivas) ve civarının jeotermal enerji potansiyelini incelemiştir. Çalışmacı, sıcak suyun ana rezervuar kayası olarak tanımladığı mermer-kristalize kireçtaşı özelliğindeki birimin, çoğu yerde ve özellikle üst seviyelere doğru karstik, çok kırıklı ve çatlaklı bir yapıda olduğunu belirtmektedir. Sıcak Çermik batısında yer alan volkanitlerin (Bayat Volkanitleri) ısıtıcı kayaç niteliği taşıdığına işaret eden çalışmacı, örtü kaya niteliğinde olan Pliyosen yaşlı genç çökellerin ortalama kalınlığının 600 m olduğunu ifade etmektedir.

Ergin (1992), tarafından Sıcak Çermik yöresinde yapılan çalışmada, sıcak suların birincisi, gri-beyazımsı kireçtaşları ikincisi, karstik yapılı mermerler olmak üzere iki ayrı hazne kayacı bulunduğunu ifade etmiştir. Çalışmacı, Sıcak Çermik batısında yer alan volkanitlerin (Bayat Volkanitleri) Üst Pliyosen yaşta olduğunu ve sıcak suların ısıtıcısı olduğunu savunmaktadır. Sıcak sular, Ca-Mg-Na-HCO₃ sular sınıfına girdiğini belirtmektedir.

Kaçaroğlu ve diğ., (1994) Sıcak Çermikteki sıcak suların Mg-Ca-Na-HCO₃ sular olduğunu saptamışlar ve yaptıkları izotop analizlerine göre bu suların meteorik kökenli olduğunu, yaşının ise en az 50 yıl olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu sıcak suların gonartrozlu hastaların tedavisinde kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Şahin (1995), Yıldız Irmağı havzasının yukarı kesiminde büyük debili kaynakların travertenlerden boşaldığını, kaynak sularının içme ve sulama suyu kalitesi açısından uygun olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı bu bölgenin daha ayrıntılı çalışılmasını ve izotop analizlerinin yaptırılmasını önermiştir.

Avcı ve diğ., (1997), Sivas'ın genel jeolojisini, hidrojeolojisini, mühendislik jeolojisini ve doğal kaynaklarını incelemiştir. Bu çalışmada Sivas'ın şu anda içme suyunu karşılayan Tavra vadisinin ve ileride karşılayacak olan 4 Eylül Barajı'nın kirletilmemesi için, ilgili yönetmelik çerçevesinde, koruma alanları tespit etmişlerdir. Sivas il merkezi yakın çevresinde Sıcak Çermik

jeotermal sahası dışında Soğuk Çermik, Uyuz Çermik, Hamzaşeyh ve Ilıca kaynaklarının da bulunduğunu belirtmişlerdir. Uyuz Çermiğin, Sıcak Çermik ile muhtemelen aynı jeotermal sistem içinde yer alması nedeniyle, önemli bir potansiyel saha olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Kaçaroğlu (2000, 2002), Cumhuriyet Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi için hazırladığı raporlarda sıcak su sondajı koruma alanları ve kullanılmış suların reenjeksiyonu konularını incelemiştir.

Bu çalışmada ise Sıcak Çermikteki suların genelde Ca-Na-HCO₃-Cl'lü bileşimde (kimi zaman Ca-Na-Mg-HCO₃-Cl'lü bileşimde) olduğu ve bu suların Eosen yaşlı volkanitlerden ziyade jeotermal gradyanla ısındığı ortaya konulmuştur. Şahin (1995)'in önerdiği gibi bu çalışmada bölge daha ayrıntılı olarak ele alınmış ve mevsimsel olarak major anyon ve katyon, izotop ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu analizler yardımıyla çalışma alanındaki suların kimyası, kökenleri, beslenme alanları, hidrodinamiği ve Türk İçme Suyu Standartları açısından içme suyuna uygunluğu saptanmıştır. Ayrıca travertenden boşalan büyük debili kaynaklar dışında Yıldızdağı Gabrosu, Tokat grubu Üçtepe Kireçtaşı ve Tekelidağ Karışığı'na ait yeniden kristallenmiş kireçtaşlarından boşalan ve büyük debili sayılabilecek kaynakların da ayrıntılı analizleri yapılmıştır. Çalışma alanında bulunan tüm suların debileri, kimyası ve diğer özellikleri dikkate alınarak gerekli öneri ve uyarılarda bulunulmuştur.

1.4.5. Jeofizik çalışmaları

Gülay (1972), MTA adına Sıcak Çermikte yaptıkları rezistivite çalışmasında, 500 m'nin altında hiper-termal (su-buhar karışımı) bir ortam bulunabileceğini ileri sürmüştür.

Aydoğan ve diğ., (1991), Sıcak Çermik yöresindeki sıcak su ile ilgili parametrelerin belirlenmesine yönelik olarak gravite, manyetik ve jeoelektrik çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılara göre, Bouguer anomali haritası ile Aşağı Nevruz köyünün batısından başlayıp kuzeye doğru uzanan ve Menteşe köyünün güney doğusundan Delikkaya köyüne doğru devam eden kontur sıklaşması, atımı yüksek ve derindeki bir fayın varlığını belirtmektedir. Aşağı Nevruz köyünün

doğusundan başlayıp Mumcu çiftliğinin batısına doğru devam eden ve bir bölümü Kalın Irmağı'na rastlayan kontur sıklaşması ilk faya paralel bir başka fayın varlığına işaret etmektedir. Ayrıca Sıcak Çermiğin güneybatısındaki Kaşın Tepe'nin doğu yönünde ve güneybatı yönünde birbirini kesen iki fayın varlığını da ifade etmektedir. Total alan anomali haritasına göre, sahanın batı bölümünü kapsayan Bayat Vadisi ile sahanın kuzeyinde Delikkaya köyü'nün doğusunda genel gidişi bozan ve görelî olarak yükselen değerler saptamışlardır. Bayat vadisindeki anomalileri geniş alan kapsamayan kubbemsi çıkışlarla yüzeylenen volkanitlerin, Delikkaya civarında ise geniş alanları kaplayan Eosen yaşlı volkanitlerin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Tufan (1995), "Sivas-Divriği demir yataklarını potansiyel alan verileri ile incelemiştir. Havadan manyetik anomalilerin gelişen yöntemlerle incelenmesinin demir cevheri oluşuklarının belirlenmesine pozitif cevap verdiğini belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı çalışmasında havadan manyetik anomali verilerini kullanarak bölgedeki çeşitli gömülü faylarını varlığından bahsetmiştir.

2. JEOLOJİ

2.1. Bölgesel Jeoloji

Türkiye, Ketin (1966) tarafından kuzeyden güneye doğru Pontid, Anatolid, Torid ve Kenar Kıvrımları kuşakları olmak üzere 4 birliğe ayrılmış ve bunların birbirinden ofiyolitik kayalarla ayrıldıkları ortaya konulmuştur. Şengör ve Yılmaz (1981) ise Ketin (1966)'nın sınıflamasına ek olarak Pontid kuşağını kuzeyde Rodop-Pontid Kıtası ve güneyde Sakarya Kıtası olmak üzere ikiye ayırmış ve bu iki kıtasal bloğu ayıran İntra-Pontid kenedinin varlığından bahsetmişlerdir (Tüysüz, 1993).

Türkiye Üst Kretase'den beri Neotetis'in (Şengör ve Yılmaz, 1981) okyanusal havzasının kapanmasına bağlı K-G yönlü kısaltmaya uğramış ve bu kısaltmayı Avrasya, Anadolu bloğu ve Arap plakaları arasında çarpışmanın ilerlemesini yansıtan Üst Eosen ve Miyosen-Kuvaternerde oluşan ana tektonik olaylar izlemiştir (Guezou ve diğ., 1996).

İnceleme alanı, Torid-Anatolid kuşağı sınırında ve Kırşehir-Niğde masifinin [Torid-Anatolid Platformunda yer alan Kırşehir bloğunun (Dercourt ve diğ., 1986) bir parçası]] kuzeydoğu kesimi ile Sivas Tersiyer Havzasının kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. Sivas ilinin kuzeybatısında bulunan inceleme alanının kuzey kesimin bir bölümünün temelini Sakarya Kıtası'na ait Tokat grubu oluşturmaktadır. Güney ve orta kesiminin temelini ise Kırşehir masifine ait Akdağmadeni Litodemi ve Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kapanım (Şengör ve Yılmaz, 1981) ürünleri olan Tekelidağ Karışığı (Yılmaz, 1982) oluşturmaktadır. Tekelidağ Karışığı Tokat Grubu, Akdağmadeni Litodemi'ni ve inceleme alanındaki örtü birimlerinden biri olan Boztepe formasyonu'na ait Yakaboyu üyesi'ni tektonik olarak üzerlemektedir. İnceleme alanında Tekelidağ Karışığı'nın bindirme tektoniği Üst Kretasede başlamış Miyosen sonuna kadar devam etmiştir. İnceleme alanının ana yükselti morfolojisi inceleme alanının temelini oluşturan Tokat grubu, Akdağmadeni Litodemi ve Tekelidağ Karışığı'nın oluşumu, yerleşimi ve sonrasındaki tektonik aktiviteler ile oluşmuştur. Bu yükseltelerin önündeki düzlük alanları Paleosen-Eosen ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birimler doldurmakta ve inceleme alanının örtü kayaçlarını oluşturmaktadır.

İnceleme alanı çoğunlukla bindirme fayları gibi sıkışma tektoniği verilerini içermekle birlikte zaman zaman meydana gelen açılma tektoniği sonucu havzaya yerleşen plütonik ve volkanik kayaç yükselimleri de gözlenmektedir. İnceleme alanındaki normal faylar açılma tektoniğinin diğer verileri oluşturmaktadır. İnceleme alanının en yüksek kesimi olan Yıldız Dağı (2552 m) gabro kökenli plütonik bir yükselim ile oluşmuştur. İnceleme alanında en genç birimler ise Pliyo-Kuvaterner oluşukları, traverten ve alüvyonlardır.

2.2. Litostratigrafi Birimleri

İnceleme alanı ve civarında yaşları Üst Kretase-Paleosen öncesi ile Kuvaterner arasında değişen metamorfik, mağmatik ve sedimanter kayaçlar yer almaktadır. Tokat grubu, Akdağmadeni Litodemi ve Tekelidağ Karışığı temel birimleri bunların üzerinde yer alan diğer birimler (Boztepe formasyonu, Darmik Volkanitleri, Pazarcık Volkanitleri, Boğazköy formasyonu, Kılıçlı Olistostromu, Tozanlı grubu, Tokuş formasyonu, Kaletepe Volkanitleri, Yukarıçakmak Subvolkanitleri, Pamukpınar Tüfü, Sarıtepe Jipsleri, Kargın formasyonu, İncesu formasyonu, Pliyo-Kuvaterner oluşukları, traverten ve alüvyonlar) ise örtü birimlerini oluşturmaktadır. İnceleme alanının stratigrafik kesiti ve jeoloji haritası Ek-1 ve Ek-2’de verilmiştir.

2.2.1. Temel Birimler

2.2.1.1. Tokat grubu (Pt)

İnceleme alanının kuzey kesiminin bir bölümünün temelini oluşturan grup, daha çok Tokat dolayında yaygın olarak gözlenmektedir. Blumenthal (1950) tarafından Tokat Masifi olarak adlandırılan birim Yılmaz (1982) tarafından Tokat grubu olarak değiştirilmiştir. Yılmaz (1982) grubu 4’üye ayırmıştır. Bu üyeler; metatüf, metakumtaşı, metavolkanit, metaçört, yeşilist ve çok az başkalaşıma uğramış kumtaşı, tüf ve grovak’tan oluşan Dumanlı Metamorfite, Permiyen yaşlı kireçtaşıdan oluşan Üçtepe Kireçtaşı, kumtaşıdan oluşan Asmadağı üyesi, kireçtaşı ve mermerlerden oluşan Çaykıyı Mermerleri’dir. İnceleme alanında sadece Dumanlı Metamorfite ve Üçtepe Kireçtaşı yer almaktadır (Ek-2).

a. Dumanlı Metamorfikleri (Ptd)

İnceleme alanının kuzeyinde, Dumanlı Dağı civarında yer almakta olan birim metatüf, metakumtaşı, metavolkanit, metaçört, yeşilşist ve yer yer çok az başkalaşıma uğramış kumtaşı, tuf ve grovaktan oluşmaktadır. En iyi Dumanlı Dağı civarında gözlemlendiği için bu ad verilmiştir (Yılmaz, 1982). Birim genel olarak yeşilimsi yer yer gri ya da bordo renkli olup, şistler orta, ince yer yer çok ince yapraklanmıştır. Tuf, kumtaşı ve volkanitlerin çok az başkalaşıma uğramış ürünlerinde ise yapraklanma az veya hiç gelişmemiştir. Birim bol kırıklı ve yer yer oldukça kıvrımlıdır. Birimin 1000 m'den daha kalın olduğu saptanmıştır (Yılmaz, 1982). Yılmaz (1982) tarafından birimde herhangi bir fosil saptanamamıştır. Özcan ve diğ. (1980) stratigrafik ilişkiye göre bu kayaçların Permo-Triyas yaşta olduğunu kabul etmişlerdir.

b. Üçtepe Kireçtaşı (Ptü)

Toraç Dağı civarında en iyi gözlenen birim yeniden kristallenmiş, gri, genelde tabakasız, oldukça kırıklı, çatlaklı ve yer yer karstik yapılı, beyaz kalsit damarlı kireçtaşından oluşmaktadır. Birim tuf, kumtaşı ve yeşilşistleden oluşan karmaşık kaya türü topluluğu içinde blok halinde olup dokanaklar genellikle belirgin ve milonitleşmiştir. Blokların boyutu birkaç dm'den 5-6 km'ye kadar değişmektedir. Neritik ortamda çökelen kireçtaşında saptanmış olan fosillere göre birime Permian yaşı verilmiştir (Yılmaz, 1982). Birimin kalınlığının 1500 m olabileceği belirtilmiştir (Avcı ve diğ., 1997).

2.2.1.2. Akdağmadeni Litodemi (PzMz)

İnceleme alanının çoğunluğunun temelini oluşturan ve ilk kez Özcan ve diğ. (1980) tarafından Akdağmadeni grubu olarak adlandırılan birim başlıca gnays, amfibolit, şist araldanması (PzMzş), şist ve mermer araldanması ve mermer (PzMzm), kuvarsit (PzMzk) gibi metamorfik kayaçlar ile birlikte, gabro (PzMzg), granit, siyenit, monzonit, tonalit gibi granitoidlerden (Kag) ve kontak metamorfik kayaçlar, felsler ve metasomatik kayaçlardan (Kaf) oluşur (Ek-2). Bu kaya türü topluluğunun daha sonra Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından

Akdağmadeni Litodemi (Yılmaz, 1987) olarak adlandırılması benimsenmiştir. PzMzg ve Kaf inceleme alanında görülmemektedir. Ayrıca yer yer birimi kesen kuvars damarları yaygın olarak izlenir (Yılmaz ve diğ., 1997).

İnceleme alanının daha çok güneydoğusunda yer alan şistler (PzMzş), hakim olarak yeşil renkli olup, iyi gelişmiş şistozite gösterirler (Yılmaz, 1984).

Banaz kuzeyi, Gaziköy güneyi ve Gökkaya güneydoğusunda yer alan kuvarsitler (PzMzk) genellikle açık gri, beyaz renkli olup, bozunmuş kesimlerde kahverengimsidir. Genellikle tabakasız, yer yer orta kalın tabakalı olup, oldukça serttir (Yılmaz, 1982).

İnceleme alanında Akdağmadeni Litodemi'ne ait en geniş yüzeylemeleri oluşturan mermerler (PzMzm) çoğunlukla beyaz, bazen gri, sarımtırak ve kahverengi renklidir. Birim Çeltek Dağı'nda, Karaçayır civarında, Susuz Dağ, Kuzören güneyinde ve yer yer Yıldızeli güneyinde şistler ile birlikte bulunmaktadır. Mermerler oldukça kırıklı, çatlaklı ve yer yer karstik boşluklu, yer yer dolomitiktir (Yılmaz, 1982; Tatar, 1983). Genellikle masif görünümlü olmakla birlikte yer yer orta kalın tabakalanmalı olan mermerlerde kırık ve çatlaklar yer yer ikincil kalsit kristalleriyle doldurulmuştur (Ayaz, 1998).

Yöredeki metamorfite kesen granitoid intrüzyonu (Kag) (Yılmaz ve diğ., 1997) Banaz doğusunda, Karaçayır kuzeyinde ve Yıldızeli güneyinde yer almaktadır.

Birime ait örneklerin hiçbirinde fosil içeriğine rastlanılamamıştır. Birimin kalınlığının 1000 m'nin üzerinde olduğu düşünülmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997). Akdağmadeni Litodemi metamorfitelerinin üzerine Eosen yaşlı kırıntılı kayaçların açılı uyumsuzlukla geldiği, Eosen yaşlı kırıntılı kayaçların altında bulunan Üst Kretase-Paleosen yaşlı bir karbonatın metamorfite üzerine açılı uyumsuzlukla geldiği ve bu karbonatın da metamorfizmaya uğradığı, dolayısıyla metamorfite etkileyen bölgesel metamorfizmanın ve metamorfik birimin en azından Maestrihtiyen-Paleosen öncesi yaşta olduğu belirtilmektedir (Yılmaz ve Özer, 1984).

2.2.1.3. Tekelidağ Karışığı (Kt)

İnceleme alanında oldukça geniş yayılıma sahip olan karışık bölgeye Üst Kretase-Paleosen'de yerleşmiştir (Yılmaz (1983). İlk kez Yılmaz (1980) tarafından adlandırılan karışık, yerleşim sırasında ve Üst Miyosen'e kadar olan çeşitli dönemlerdeki bölgesel sıkışmaya bağlı olarak inceleme alanındaki birçok birimi tektonik olarak üzerlemektedir. Tekelidağ Karışığı doğu-batı doğrultusunda bir kuşak boyunca devam etmektedir. Karışık, desimetreden kilometreye kadar değişen boyda ve farklı köken ve yaştaki kayaların karışması ile oluşan sedimanter ve tektonik bir birimdir (Yılmaz, 1980). Yılmaz ve diğ., (1997) tarafından yapılan çalışmalarda bu birim içinde; serpantinit (Kts), gnays ve yeşilist (Ktm), gabro (Ktg), volkanit (Ktv), radyolarit (Ktr), Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşı (Ktk) ve hamur konumunda yer alan kırıntılı pelajik, makaslama kaya türü topluluğu (Kth) ayrı ayrı haritalanarak tanımlanmıştır. Ayrıca ölçek darlığı nedeniyle haritalanamamış birimler de hamur (Kth) adı altında toplanmıştır (Ek-2). Ayrıca inceleme alanında gözlenen ancak, Yılmaz ve diğ., (1997)'nin inceleme alanında yüzeylemeyen, kalsit damarlı yeniden kristallenmiş kireçtaşı ve tuf, kumtaşı, kıltaşı tabakalarının kapsayan kireçtaşları Yılmaz (2005) ile sözlü görüşme sonucunda sırasıyla Ktkk ve Kte simgeleri altında toplanmıştır. Yitim karışığı'nı temsil eden Tekelidağ Karışığı'nın toplam kalınlığının 1000 m'nin üzerinde olduğu Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından ileri sürülmektedir. Yılmaz (1983) Tekelidağ Karışığı ile Akdağmadeni Litodemi'nin tektonik ilişkide olduğunu, metamorfitlerin karışığın altına daldığını ve karışığın metamorfitlere ait olistolitleri kapsadığını belirtilmektedir.

İnceleme alanında kuzeydoğu-güneybatı boyunca bir kuşak şeklinde ve Zengi civarı ve Hamzaşeyh güneybatısında bulunan serpantinit (Kts), yeşilimsi, mavimsi olup yağimsi parlaklığa sahiptir. Ayrıca bölgedeki yoğun tektonik etkinlik nedeniyle oldukça parçalanmış ve eklemlili olan birim peridotit özelliklerini korumuştur. İnceleme alanında serpantinitin üzerine Tozanlı grubu'na ait taban çakıltaşları transgresif olarak gelmiş ve genellikle kuzey dokanakları boyunca serpantinitler itilmiştir (Yılmaz, 1982).

Gnays ve yeşilşist (Ktm) serpantinit içerisinde blok şeklinde yer almaktadır. Yeşilşistler genel olarak kahverengimsi ve yeşilimsi, yer yer gri ya da mavimsi, ince-orta yapraklanmalı, kırıklı ve çatlaklıdır (Yılmaz, 1980, 1982).

Zengi köyü civarında küçük bir alanda yer alan gabro (Ktg) serpantinitin içerisinde blok halinde bulunmaktadır. Bozunma yüzeyi açık gri, yer yer sarımsı, taze yüzeyi açık benekli yeşilimsi olup içerdiği plajiyoklazlarda killeşme, serisitleşme, kloritleşme vb. bozunmalar görülmektedir (Yılmaz, 1980, 1982).

Karışık içinde blok şeklinde olan, yer yer yastık yapılı ve ofitik doku gösteren volkanitlerin (Ktv) taze yüzeyi koyu yeşil renkli, altere yüzeyleri ise kahverengimsi yer yer koyu gri'dir. Volkanitlerde kloritleşme, uralitleşme, karbonatlaşma izlenebilmektedir (Yılmaz, 1982).

İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde Demirözü civarında yer alan kalsit damarlı, yeniden kristallenmiş kireçtaşı (Ktkk) gri, yer yer siyahımsı gri yada beyazımsı renklidir. Birim tabakasız, üst düzeyler orta ve ince tabakalı olup, ofiyolitli karışığın içinde çeşitli boyutlardaki bloklar halinde bulunmaktadır. Birimin dokanakları oldukça milonitleşmiştir (Yılmaz, 1982). Kayatürü özellikleri ve fosil kapsamıyla Tokat grubu'na ait Üçtepe Kireçtaşı'na benzediğinden dolayı birimin Tokat grubu metamorfik karışığı'ndan türediği düşünülmektedir.

Radyolaritler (Ktr), çok seyrek olarak pelajik, kırmızı renkli, ince tabakalı kireçtaşı düzeylerini de kapsamakta olup ofiyolitik karışık içinde 0.5-1.5 km boyutunda bloklar şeklinde yer almaktadır. Birim bordo, kırmızımsı, ince-orta kalınlıkta tabakalı ve çok kıvrımlı, yer yer tabakasız görünümde ve bol kalsit damarlıdır (Yılmaz, 1982).

Kireçtaşı, kumtaşı, şeyl ve yer yer şistli kireçtaşında oluşan Ktk simgesiyle gösterilen birim serpantinit ve ayırtlanamamış hamur içerisinde yer almaktadır. Kireçtaşı, gri, yer yer koyu gri yada sarımsı ince-orta kalınlıkta tabakalı, yer yer şisti dokuda, bol kalsit damarlıdır. Kumtaşı, gri, yeşilimsi yer yer sarımsı, orta kalınlıkta tabakalıdır. Şeyller, gri morumsu renkli, ince tabakalı olup kumtaşı ve kireçtaşı düzeyleri arasında yer yer görülmektedir (Yılmaz, 1980; 1982).

Tüf, kumtaşı ve kıltaşı düzeylerini içeren kireçtaşı (Kte) kırmızımsı, bordo, yer yer gri ve yeşilimsi, ince ve orta kalınlıkta tabakalıdır. Bol kıvrımlı ve kırıklı

kalsit damarlı, çörtlü ve pelajik formludur. Kireçtaşının dokanak yüzeyi oldukça milonitleşmiştir (Yılmaz, 1980; 1982).

Tekelidağ Karışığı'nın ayırtlanamamış çeşitli köken ve boyutlardaki blokları kapsayan kesimi (Kth) daha çok inceleme alanının kuzeyinde doğu-batı uzanımlı olarak ve doğusunda gözlenmektedir. Birim çoğunlukla serpantin hamurlu, yer yer kumtaşı, aglomera, tuf ve metamorfitten oluşan ve haritalanamamış blokları kapsar. Sedimenter kökenli birimleri genel olarak yeşilimsi, koyu gri, yer yer kırmızımsı kahve renkli, orta kalınlıkta tabakalı, bol kırıklıdır. Kırıklar boyunca milonitleşme ve tektonik breş yaygındır. Metamorfik kökenli seviyeleri ise metadiyabaz, metagabro ve yeşilistlerden oluşmakta olup, yeşilimsi renkli, bol kırıklı, kalsit dolguludur (Yılmaz, 1980).

2.2.2. Örtü Birimleri

2.2.2.1. Boztepe formasyonu (Kb)

Yılmaz (1980) çalışmaları sırasında Üst Senoniyen yaşlı kireçtaşı ve olistostromları Boztepe formasyonu adı altında toplamıştır ve daha sonra bu birimin 4 üyeye ayrılabilceğini ve Üst Senoniyen-Paleosen yaşta olduğunu belirtmiştir (Yılmaz, 1984).

a. Yakaboyu üyesi (Kby)

İnceleme alanının doğusunda ve Yıldız Dağı etrafında yer alan birim çakıltası, kumtaşı, kıltaşı, epiklastik volkanik kumtaşı, tuf, aglomera ve yer yer kireçtaşından oluşmaktadır. Üye Yıldız Dağı etrafında tektonik pencere olarak yüzeylenmektedir. Bir filişin tüm özelliklerini taşıyan birim genellikle gri, yeşilimsi, yer yer gri yada bordomsu, ince-orta yada kalın düzenli, tabakalı ve yer yer tabakasızdır (Yılmaz, 1982). Yıldız Dağı çevresinde, ofiyolitli karışık bu üyeye bindirmiştir ve üye içerisinde ofiyolitli karışıktan türemiş irili ufaklı bloklar bu civarda gözlenmektedir. İnceleme alanının doğusunda ise üye ayırtlanamamış Karışığın üzerine çakıltası yada çakıllı kumtaşı düzeyleriyle gelmektedir (Yılmaz, 1982). Yakaboyu üyesi 200-250 m kalınlığa sahiptir. Bulunan fosil kapsamına göre birimin Üst Senoniyen-Paleosen yaşta olduğu saptanmıştır (Yılmaz, 1984).

b. Maden üyesi (Kbm)

Demirözü köyü kuzeyinde, Çeltek Dağı kuzeyinde, Olukman civarında ve Alahacı doğusunda yüzeyleyen birim pelajik kireçtaşından ve yer yer kumlu, killi kireçtaşından oluşmaktadır. Üye genel olarak sarımsı, yer yer yeşilimsi ya da kırmızımsı, ince ve orta tabakalı, oldukça birbirine dik düzlemler boyunca gelişmiş kırıklı ve kıvrımlıdır. Demirözü kuzeyinde ve Olukman civarında ofiyolitli karışığın üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Alahacı civarında ve Çeltek Dağı kuzeyinde ise kırıntılı kumtaşı, tuf ve diyabazlardan oluşan ofiyolitli karışığın arasında bulunmaktadır. Üyenin kalınlığı 150-200 m civarındadır (Yılmaz, 1982). Fosil kapsamına göre Üst Kampaniyen yaşta olduğu belirtilmektedir (Yılmaz, 1980).

c. Çaltılı Kireçtaşı üyesi (Kbç)

İnceleme alanının doğusunda Aşağısarcık ve Çaltılı civarında yer alan birim sarımsı, beyazımsı, orta-kalın tabakalı kireçtaşından oluşmaktadır. Kireçtaşı arasında fosil kavkuları, yer yer epiklastik volkanik çakıltası ve kumtaşı bulunur. Üye içinde küçük antiklinaller yada senklinaller gözlenmektedir. Birim Yakaboyu üyesi'nin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Üyenin en çok 100 m kalınlığa ulaşabileceği belirtilmektedir (Yılmaz, 1984). Bulunan fosil kapsamına göre yaşının Maestrihtiyen-Alt-Orta Paleosen olduğu ve çökme ortamının sığ denizel ortamda olduğu ileri sürülmektedir (Yılmaz, 1984).

d. Kamışlı Olistostromu (Kbk)

Kurtlapa'nın kuzeyinde ve Aşağısarcık civarında yüzeyleyen birim, volkanit ve yer yer serpantinitten türemiş olistostromlardan ve ağırlıklı olarak pelajik kireçtaşından oluşmaktadır. Kireçtaşı, kırmızımsı, bordo, yer yer turuncumsu, ince orta tabakalı, çört ve volkanit kırıntılı kumtaşı arakatlı ve bol kalsit damarlıdır. 300 m kalınlığa sahip olistostrom genellikle Tekelidağ Karışığı'nın üzerine uyumlu olarak gelmektedir, yer yer ise karışığın arasında bulunmaktadır. Gözlenen fosil kapsamına göre Senoniyen-Paleosen yaş aralığında olduğu ileri sürülmektedir (Yılmaz, 1982).

2.2.2.2. Darmik Volkanitleri (KTd)

Andezit, bazalt, spilitik diyabaz ve bazik tüften oluşan epiklastik kayalar ile yer yer lavlardan oluşan volkanitler Banaz-Zengi arasında, Zengi güneydoğusunda ve Çeltek kuzeybatısında yer almaktadır. İlk kez Özcan ve diğ. (1980) tarafından adlandırılan volkanitler Özcan ve diğ. (1980) tarafından Eosen yaşta olabileceği ileri sürülmüştür. Fakat Yılmaz ve diğ., (1997)'nin çalışmasında birimin içinde yer alan ince kırıntılı düzeylerde *Globotruncana sp.* fosilleri saptanmıştır. Kılıçlı Olistostromu'nun Maestrihtiyen yaşlı türbiditik kireçtaşı üzerine uyumlu bir ilişki ile geldiği gözlenmiş ve biriminde Maestrihtiyen-Paleosen yaşta olabileceği saptanmıştır. Yılmaz ve diğ., (1997) birimin kalınlığını 350 m'den fazla olduğunu saptamışlardır.

2.2.2.3. Pazarcık Volkanitleri (KTp)

İlk kez Özcan ve diğ. (1980) tarafından adlandırılan Pazarcık Volkanitleri genel olarak bazalt, andezit, tuf ve aglomeradan oluşmaktadır. Andezit ve bazalt genellikle gri boz, siyah renklidir. Aglomeralar ise irili ufaklı, yer yer blok boyutlu andezit, diyabaz, bazalt malzemelerinden ve karbonatlı tuf çimentosundan oluşan bir litoloji sunmaktadır.

Pazarcık Volkanitleri, Akdağmadeni Litodemi ile genel olarak faylı sınıra sahiptir, ancak yer yer uyumsuzlukla üstte bulunur. Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılı kayaların altında uyumlu bir ilişki ile yer almaktadır (Yılmaz, 1982). Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından birimin piroklastik kayalarının Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Darmik Volkanitleri'nin üst düzeylerinde yer alan piroklastik kayalara benzerliği dolayısıyla birime Maestrihtiyen?-Paleosen yaşı verilmiş ve kalınlığının 250 m'den fazla olabileceği ifade edilmiştir.

2.2.2.4. Boğazköy formasyonu (Tb)

Yıldızeli kuzeyinde dar bir alanda gözlenen ve ilk kez Özcan ve diğ. (1980) tarafından adlandırılan formasyon kumtaşı, kıltaşı, miltaşı, çamurtaşı ve yer yer çakıltaşı, ince volkanik akıntıları kapsayan epiklastik ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır. Kumtaşları gri-sarı renkli, marn yeşil renkli, kıltaşları

kahverengi renkli, çakıltaşı gri renkli ve piroklastikler ise kahverengimsi gri renklidir. Özcan ve diğ. (1980) Boğazköy formasyonu'nun Pazarcık Volkanitleri üzerine uyumlu olarak geldiğini belirtmektedir. Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından formasyonun kalınlığının 500 m'nin üzerinde olabileceği ifade edilmektedir. Saptanan fosillere göre birime Alt-Orta Eosen yaşı verilmiştir (Ergin,1992).

2.2.2.5. Kılıçlı Olistostromu (KTK)

İnceleme alanının orta ve batı kesiminde yer alan ve ilk kez Yılmaz (1983) tarafından adlandırılan birim genellikle volkanit kırıntılı pelitik kum, kil ve çakıltaşından oluşan bir hamur ve Üst Kretase yaşlı aglomera, aglomera-kireçtaşı ve kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır (Yılmaz ve Özer, 1984). Kılıçlı Olistostromu'nun volkanit düzeyleri KTKh, pelajik kireçtaşları KTKk ve türbiditik kayaları KTKt olarak simgelenmiştir (Ek-2). İnceleme alanında KTKt yüzeylenmemektedir. Volkanit düzeyler, kahverengimsi siyah ve gri renkli olup yer yer blokludur. Pelajik kireçtaşı kırmızımsı kahverengi renkli olup, volkanik düzeyler ile yer yer geçişli ilişkiler sunmaktadır (Yılmaz, 1983; Yılmaz ve diğ., 1997).

Kılıçlı Olistostromu, inceleme alanının batısında alt dokanağı boyunca Lütesiyen yaşlı Boğazköy formasyonu ile uyumlu ve üste doğru geçişli ilişkidedir. İnceleme alanında Tokuş formasyonu ile Kılıçlı Olistostromu'nun olistolitlerinin alt dokanağı arasında ise yer yer milonitleşme ve ezilme yaygındır. Yılmaz ve diğ. (1997) bu deformasyonların, iri olistolitlerin havzaya aktarılması sırasında oluştuğu kanısındadır. Kılıçlı Olistostromu Üst Kretase'de oluşan birimlerin mega olistolitler halinde Eosen havasına aktarılmasıyla oluşmuştur (Yılmaz ve diğ., 1997). Kılıçlı Olistostromu'nun üst dokanağı batıda Darmik Volkanitleri, doğuda ise Tokuş Formasyonunun Banaz üyesi ile sınırlanmıştır (Yılmaz ve Özer, 1984). Yılmaz ve diğ., (1997) birimin kalınlığının 750 m'den fazla olduğunu saptamıştır. Kılıçlı Olistostromu'nun biri Üst Kretase'de diğeri Eosen'de olmak üzere iki ayrı gelişimi yansıttığı kabul edilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.2.2.6. Tozanlı grubu (T)

Ofiyolitli kuşakta yer alan Tozanlı grubu, Yılmaz (1980) tarafından volkanit kırıntılı kayalar (Haydaroğlu formasyonu), kırıntılı kayalar (Doğanşar formasyonu), magmatik derinlik kayaları (Yıldızdağı Gabrosu) ve yüzey kayaları (Cıbiltepe Volkaniti) olmak üzere 4 ayrı birime ayrılarak irdelenmiştir. İnceleme alanında Haydaroğlu formasyonu yüzeylenmemektedir. Diğerleri ise inceleme alanının kuzeyinde Yıldız Dağı ve civarında yüzeylenmektedir.

a. Doğanşar formasyonu (Td)

Formasyon çakıltaşı ile başlayıp, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, kıltaşı ardalanması ile devam etmekte, yer yer killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, tüfit ara katkılarını kapsamakta, ve alt düzeylerinde ise serpantinitten türemiş olistostromları bulundurmaktadır. Çakıltaşı, genel olarak gri, tabakasız, yer yer kalın tabakalıdır. Çakıllı kumtaşı, gri, orta çok kalın tabakalı, kırıklıdır. Kumtaşı, gri sarımsı, taban akıntı yapılı, dereceli ve çapraz tabakalanmalıdır. Kıltaşı, gri sarımsı, ince tabakalı ve bol kıvrımlıdır. Kireçtaşı, sarımsı renkli orta-kalın tabakalı, oldukça kırıklı ve oldukça mikro fosillidir. Serpantinit olistostromu ise yeşilimsi renkli, bol kırıklı ve kırıklar karbonat ve yer yer silis dolgulu olup, 250 m kalınlığa sahiptir (Yılmaz, 1982). Formasyon ofiyolitli karışık üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Fosil kapsamına göre yaşı Eosen'dir (Yılmaz, 1980).

b. Cıbiltepe Volkaniti (Tc)

Volkanit genellikle andezit ve yer yer bazaltdan oluşmaktadır. Andezit bozunma yüzeyi morumsu, taze yüzeyi açık benekli mor yer yer kahverengimsi, bol düzensiz kırıklı, soğuma eklemlidir. Bazaltlar bozunma yüzeyi kahverengimsidir. Yılmaz (1982) birimin kalınlığını yaklaşık 30 m olarak bulmuştur. Volkanit yer yer Eosen yaşlı flişleri kesmekte yer yer ise flişler birimin üzerine gelmektedir. Bundan dolayı Cıbiltepe Volkaniti'nin Eosen sırasında volkanik bir akıntı biçiminde oluştuğu ileri sürülmektedir (Yılmaz, 1980).

c. Yıldızdağı Gabrosu (Tyg)

Yıldızdağı plütünü gabroyik ana kütle, diyoritik kenar fasiyesi ve mikrodioritik dayklardan oluşmaktadır (Yağmur, 1996). Gabrolar yeşilimsi siyah, siyah renklere, sert, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Oldukça sert ve sivri bir topoğrafya sergilemekte ve yamaçlarda bol miktarda molozlar gözlenmektedir (Yılmaz, 1982). Okay (1955) Yıldızdağı Gabrosu'nun Yıldız Dağı'nın kuzeyinde 1600 m yüksekliğinde serpantinite dereceli olarak geçiş yaptığını belirtmektedir. Yıldız Dağı'nın diğer kesimlerinde ise gabro Maestrihtiyen yaşlı Boztepe formasyonu'nun Yakaboyu üyesi dokanak halindedir ve üyeyi kesen diyabaz daykları yaygındır. Bu durum ve Cıbiltepe Volkaniti'nin Eosen yaşlı olması nedeniyle gabroya Eosen yaşlı verilmiştir (Yılmaz, 1980).

2.2.2.7. Tokuş formasyonu (Tt)

İnceleme alanının orta kesiminde Akdağmadeni Litodemi üzerine açılı uyumsuzlukla, Ortaçakmak ve Banaz civarında ise Yukarıçakmak Subvolkanitleri üzerine uyumlu olarak gelen Eosen yaşlı Tokuş formasyonu, ilk kez Yılmaz (1982, 1983) tarafından adlandırılmış ve Susuzdağ, Asar ve Banaz üyeleri olmak üzere 3 üyeye ayırtlanmıştır.

a. Susuzdağ üyesi (Tts)

Susuz Dağ'ın güneyinde yer alan üye gri renkli çakıltaşından oluşmaktadır. Çakıltaşı, mermer, kalkışist ve yeşilışist parçalarının ince kum ve kilden oluşan bir hamur içinde yeralmasından oluşmaktadır. Taneleri iyi yuvarlaklaşmış, kötü boylanmış olan birim Tokuş formasyonu'nun en alt seviyesini oluşmaktadır. Çakıltaşları dereceli olarak kireçtaşından oluşan Asar üyesi'ne ve bu üye de ince kumtaşı-kıltaşı derecelenmesinden oluşan Banaz üyesi'ne geçmektedir. Birimin kalınlığı Yılmaz (1980) tarafından 150 m olarak saptanmıştır.

b. Asar üyesi (Tta)

Karaçayır ve Ortaçakmak civarında gözlenen üye sarımsı, orta kalınlıkta, düzenli tabakalı, bol ve iri nummulitesli kireçtaşıdır. Bulunan bu fosillere göre birime Lütésiyen yaşı verilmiştir. Birimin kalınlığının enine kesitlere dayanarak 40-80 m olabileceği ileri sürülmüştür (Yılmaz, 1982). Üye bol kırıklı ve çatlaklıdır. Eklemlerin açıklığı birkaç santimetreyi bulmaktadır.

c. Banaz üyesi (Ttb)

Banaz ve Ortaçakmak civarında, Olukman ve Gaziköy kuzeyinde, Zengi ve Ozmuş doğusunda, Hamzaşeyh batısında yer alan birim yeşilimsi, gri renkli kumtaşı ve kıltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Üye ince ve orta tabakalı ve oldukça kıvrımlı olup 60 m kalınlığa sahiptir. Tokuş formasyonu'nun toplam kalınlığının 250-300 m olarak saptanmış, fosil kapsamı ve kayatürü özelliklerine dayanarak Eosen yaşı verilmiştir (Yılmaz, 1982).

2.2.2.8. Kaletepe Volkanitleri (Tkv)

Yeniapan-Karacaören arasında gözlenen ve Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından adlandırılan birim yastık yapılı andezit yada bazaltik volkanitlerden oluşmakta olup minerallerinde zeolitleşme ve kloritleşme görülmektedir. Birim Tokuş formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu nedenle birime Eosen yaşı verilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.2.2.9. Yukarıçakmak Subvolkanitleri (Tys)

İlk kez Yılmaz (1980) tarafından adlandırılan birim keratofir, yer yer latit ya da andezitik niteliktedir (Yılmaz ve diğ., 1997). Yukarıçakmak Subvolkanitleri Akdağmadeni Litodemi'ni ve Eosen yaşlı birimleri kesmekte ve Neojen yaşlı karasal sedimanlar tarafından örtülmektedir. Lütésiyen yaşlı Tokuş formasyonu'nun Asar üyesi'ne ait kireçtaşı ornatmasından dolayı birime en azından Eosen sonu yaşı verilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1997). Birimin çakılları, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal oluşuklarda izlenmektedir.

2.2.2.10. Pamukpınar Tüfü (Tp)

Yıldızeli kuzeyinde küçük bir alanda yer alan ve Yılmaz (1980) tarafından adlandırılan birim riyolitik ve yer yer silisleşmiş tüflerden oluşmaktadır. Kalınlığı Tatar (1988) tarafından 200 m olarak saptanmıştır. Birimin çakılları Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal oluşuklarda bulunmakta ve Eosen kayalarının üzerine gelmektedir. Birimin Yukarıçakmak Subvolkanitleri ile yakın ilişkili olduğu ve olasılıkla aynı volkanizmanın farklı bir ürünü olduğunu benimsemekte ve dolayısıyla Üst Eosen yaşlı verilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.2.2.11. Sarıtepe Jipsleri (Ts)

Yeniyapan kuzeydoğusunda Sarıtepe civarında küçük bir alanda yüzeyleyen ve Yılmaz ve diğ. (1989) tarafından adlandırılan birim beyaz yer yer alacalı renkte olup, genel olarak masif yer yer ince-orta tabakalıdır. Jipsler arasında yada yanal uzantılarında İncesu formasyonu'na ait çamurtaşı, silttaşı, kireçtaşı ardalanımı izlenmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997). Ergin (1992) birimin kalınlığını 100 m olarak saptamıştır. Göl akarsu arası ortamda oluşmaya başlayan jipslerin önceki çalışmalarda Alt-Orta Miyosen yaşta olabileceği kabul edilmektedir. Temiz (1996) ise bindirme sisteminin geometrisi ve Alt Miyosen yaşlı sığ-denizel formasyonlarla ilişkisine dayanarak birimin Oligosen yaşta olabileceğini ileri sürmektedir.

2.2.2.12. Kargın formasyonu (Tk)

Kargın güneyi, Çırçır, Arslandoğmuş çevresi, Altınoluk kuzeyi, Ovacık ve Gümüşdere güneyinde yer alan ve Yılmaz (1980) tarafından adlandırılan birim çakıltası, kumtaşı, killi kumtaşından oluşmaktadır. Çakıltası, formasyonun tabanını oluşturmakta olup, kırmızımsı, turuncumsu renkli orta ve kalın tabakalıdır. Kumtaşı, turuncumsu, gri renkli, ince-orta tabakalı olup, tabakalar çapraz ve dereceli ve yer yer killidir. Birimin kalınlığı 180 m civarındadır (Yılmaz, 1982). Formasyon Eosen yaşlı Doğanşar formasyonu'nun üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Bu durum ve tabanında Nummulites'li kireçtaşı çakıllarını kapsamasından dolayı Yılmaz (1982) tarafından Neojen yaşlı olduğu

kabul edilmiştir. Tekelidağ Karışığı, formasyon üzerinde bindirme ile yer almaktadır (Yılmaz, 1983).

2.2.2.13. İncesu formasyonu (Ti)

İncesu formasyonu, inceleme alanının güney kesiminde yüzeylenmektedir. İlk kez, Yılmaz (1980) tarafından adlandırılan formasyon, Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından 3 üyeye ayırılanmıştır.

a. Derindere üyesi (Tid)

Üye çakıltaşı, kumtaşı, kiltası ve marndan oluşmakta ve inceleme alanının güneyinde oldukça büyük bir alanda yer almaktadır. Üye yatay tabakalı olup, çakıltaşları gri renklidir ve diyabaz, serpantinit, gabro, şist, amfibolit, radyolarit, mermer ve kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır. Çakıllar killi kumlu ve yer yer kireçli bir bağlayıcıyla gevşek bir şekilde tutturulmuş olup, taneler orta derecede yuvarlaklaşmış ve kötü boylanmıştır. Farklı boyutlarda olan çakılların boyutları 10-15 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Üyeye ait kiltaları ise istifin özellikle üst seviyelerine doğru baskındır (Avcı ve diğ., 1997). Üyenin kalınlığı değişmekle birlikte, Sıcak Çermik yakın yöresinde yaklaşık olarak 250-260 m'yi bulmaktadır (Avcı ve diğ., 1997). Yalçınlar (1955) tarafından alınan örneklerdeki fosil içeriğine göre üyenin yaşı Üst Miyosen olarak saptanmıştır.

b. Aydoğmuş üyesi (Tia)

Yeniapan doğusunda kuzey-güney doğrultuda ve Sıcak Çermik batısında yüzeyleyen birim ilk defa Yılmaz ve diğ. (1997) tarafından adlandırılmıştır. Göl ve akarsu ortamında oluşmuş kumtaşı, silttaşı, kiltası ve yer yer kireçtaşından oluşan üye Derindere üyesi'nin üzerine uyumlu ve bir geçiş fasiyesi olarak gelir. Üye Üst Miyosen-Pliyosen yaşındadır (Yılmaz ve diğ., 1997).

c. Porsuk üyesi (Tip)

Birim yatay tabakalı olup, alt seviyeler gri, sarımsı renkli kireçtaşları şeklinde gözlenirken, üste doğru killi kireçtaşı ve en üstte de yer yer karstik

(çoğunlukla karen), beyazımsı gri renkli kireçtaşları şeklinde gözlenir. Üyenin kalınlığı 50-150 m arasında değişmektedir (Ayaz, 1998). Aydoğmuş üyesi üzerine uyumlu olarak gelen birim, çökme havzası kenarlarında, yer yer Akdağ Litodemi'ne ait mermerler üzerine sıvanmış durumdadır. Yılmaz ve diğ., (1997) üyenin alt kesimlerinin Üst Miyosen, üst kesimlerinin ise Pliyosen yaşta olabileceğini ileri sürmektedir.

2.2.2.14. Pliyo-Kuvaterner oluşukları (PIQ)

Kızılırmak yatağı civarında, Bayat köyü kuzeyinde ve Yıldızeli güneydoğusunda yer alan birim ince-orta malzemeli, kalınlığı değişken çakıllı-kumlu gevşek tutturulmuş kırıntılı kayalardan oluşmaktadır. Birim bazı düzlüklerde yer alan ağırlıklı olarak çakıl ve kum birikintilerinden oluşmaktadır. Birim Üst Pliyosen-Kuvaterner yaştaadır.

2.2.2.15. Traverten (Qt)

Sıcak Çermik, Delikkaya, Gaziköy, Hamzaşeyh civarı ve Gökkaya güneyinde yer alan birim (Ek-2) eski ve güncel karbonatlı soğuk ve sıcak su çıkışlarına bağlı olarak gelişmiştir. Genellikle sarımsı, kırmızımsı krem ve kahverenkli olan birimin en önemli yayılımı Sıcak Çermik civarındadır. Travertenler bol kırıklı ve çatlaklı, süngerimsi boşluklu yapıdadır. Bölgenin yoğun tektonik aktivitesi nedeniyle kırıklar bazı yerlerde birkaç m genişlik ve derinliğe ulaşabilmektedir. Travertenler İncesu formasyonu üzerinde uyumsuz olarak çökelmektedir. Sıcak Çermik, Delikkaya ve Hamzaşeyh'te çökeli mi halen devam eden birim Kuvaterner yaşlıdır. MTA tarafından 610 m'ye kadar açılan sondajda (MTA-4 sondajı) travertenlerin kalınlığı 43 m olarak ölçülmüştür.

Meteorik kökenli sular, yüzeyden itibaren kırık ve çatlaklardan süzülüp Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlere ulaşmakta, mermerlerin kırık ve çatlaklarından geçerken karbondioksit kazanmakta ve tekrar tektonik kırık ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkmakta, çıktıktan sonra kazandığı karbondioksiti ve yüksek olan basıncını kaybetmekte ve travertenleri oluşturmaktadır.

2.2.2.16. Alüvyon (Qal)

Kızılırmak, Yıldız Irmağı, Kalın Irmağı, Yıldızeli Irmağı boyunca yer alan güncel oluşuklar çakıl, kum, siltten oluşmaktadır. Kuvaterner yaşlı olan alüvyon ince-orta malzemeli olup, kalınlığı değişkendir. Kalın Irmağı'nda 20-30 m'ye Yıldız Irmağı'nda 25-35 m'ye ve Kızılırmak'ta da 30-40 m'ye çıkabilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.3. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı Torid-Anatolid kuşağı sınırında ve Kırşehir-Niğde Masifinin kuzeydoğu kesimi ile Sivas Tersiyer Havzasının (Yılmaz, 1982) kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. Sivas Havzası, Pontid ve Anatolid-Torid kuşağı arasındaki çarpışma zonu üzerinde şekillenen Orta Anadolu Havzalarının en büyüğüdür (Temiz, 1996). Ana olarak Noetetisin kuzey kolunun kapanmasından sonra oluşmuştur. Havza Toridler ve Kırşehir Masifi arasında yer almaktadır (Poisson ve diğ., 1996). Sivas Havzasının temelini ofiyolitik naplar ve melanjlar oluşturmaktadır ki bunlar da güneydeki kıtasal blokların kenarına bindirirler (kuzeyde Pontid kuşağı, güneyde Anatolid-Torid kuşağı). Havza Kretase'nin sonunda tektonik olarak çökelmeye başlamış ve ana olarak geç Eosen ve Oligosen sırasında şekillenmiştir. Pliyosen'de ise, Arap ve Avrasya plakalarının birbirine yaklaşması sonucu KKB-GGD yönünde bölgesel sıkışmadan etkilenmiştir.

Blumenthal (1950)'e göre inceleme alanının dağ oluşumunda, Paleozoyik yaşlı tabanın büyük payı vardır. Bu kayaçların D-B doğrultulu devamlılığı dağ oluşumunun da doğrultusunu verir. Paleozoyik tabanının arasında ve kısmen üzerinde oldukça kıvrımlanmış Mesozoyik bulunur. Bölgenin KKB yönlü sıkışma rejimi etkisi altında kalmasıyla alanda çeşitli eklem, fay, kıvrım ve uyumsuzluklar gelişmiştir.

2.3.1. Eklemler

İnceleme alanında bulunan birimlerin çoğu eklemler ve kırıklı yapıya sahiptirler. Eklemler en yaygın olarak travertenler ve Akdağ Metamorfikleri'ne ait

mermerlerde görülmektedir. Bununla birlikte Yıldızdağı Gabrosu'nda ve Tekelidağ Karışığı'na ait kireçtaşlarında ve hamur içindeki bloklarda oldukça iyi gelişmiş eklemler mevcuttur.

Ergin (1992), Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlerden aldığı yapraklanma ölçümlerini kontur diyagramında yorumlamış ve litodemin KB-GD yönlü bir sıkışmanın etkisinde kalarak kıvrımlandığını belirtmiştir.

Yılmaz (1980) tarafından Tekelidağ Karışığı'ndan alınan eklem ölçümlerinin eşit alanlı projeksiyon ağında değerlendirildiğinde, ofiyolitik karışığın hamurunun en azından yaklaşık K-G doğrultulu kuvvetlerin etkisinde kaldığı düşünülmektedir.

İnceleme alanında travertenlerde gelişmiş, kırık çatlak ve fay yüzeylerine ait doğrultuları genellikle K-G, bazende KB-GD ve KD-GB yönlüdür. Buna göre, inceleme alanında yaklaşık K-G yönlü bir sıkışma kuvveti etkili olmuş ve buna bağlı olarak doğuya ve batıya doğru basınç rahatlamaları gelişerek genellikle K-G doğrultulu olan çeşitli açılma çatlakları oluşmuştur. İnceleme alanında yaklaşık K-G yönlü olarak akan Yıldız Irmağı, Kalın Irmağı ve Hayranlı Irmağı vadilerinde Eosen sonunda gelişmiş sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle oluştukları ileri sürülmektedir (Ayaz, 1998).

2.3.2. Faylar

İnceleme alanında normal, ters, doğrultu atımlı ve bindirme fayları yer almaktadır. İnceleme alanında yer alan bindirmeler genellikle kuzeye dalımlıdır. Başka bir deyişle kuzeydeki birimler bu yapıların aracılığıyla güneydeki birimlerin üzerine itilmiştir (Ek-2).

İnceleme alanının güneydoğusunda Çeltek Dağı dolaylarında Akdağmadeni Litodemi'ni kuzeyden sınırlayan yada içinde yer alan eski faylar Çeltekdağı Fayları olarak adlandırılmıştır (Yılmaz, 1983). Çeltek Dağı kuzeydoğusunda olası Üst Kretase-Paleosen yaşlı birimler bu fayı örtmektedir. Onun için bu fayların olası Üst Kretaseden önce var olduğu, Üst Kretase ya da sonrasında tekrar hareket ettiği kabul edilmektedir. Susuz Dağ'ın kuzeyinde

Akdağmadeni Litodemi'ni kuzeyden sınırlayan Susuzdağ Fayı da Çeltekdağı Fayları'yla aynı özellikleri taşımaktadır (Yılmaz, 1983).

Yıldızdağı Bindirme Fayları boyunca Tekelidağ Karışığı Üst Senoniyen yaşlı Boztepe formasyonu'na bindirmiştir. Bu faylar, Eosen ve Miyosen yaşlı tortullar tarafından örtülmüştür. Dolayısıyla Yıldızdağı Bindirmesi Üst Kretase-Paleosen sırasında gelişmiştir (Yılmaz, 1982). Dumanlı Dağı'nın güneyinde Dumanlıdağı Bindirmesi boyunca Üst Kretase-Paleosen döneminde Dumanlı Metamorfileri, Tekelidağ Karışığı'na bindirmiştir. Bu bindirmenin Eosen sonunda da hareket ettiği kabul edilmiştir (Yılmaz, 1983). Dumanlı Dağı'nın batı ve doğu kesimlerinde Tekelidağ Karışığı'nın Dumanlı Metamorfileri'ne bindirdiği yerler de görülmektedir (Yılmaz, 1983). Aynı dönemde Aşağısarcık dolayında Tekelidağ Karışığı, Boztepe formasyonu'nun Yakaboyu üyesi'ne bindirmiştir (Aşağısarcık Bindirmesi) (Yılmaz, 1982).

İnceleme alanının kuzeyinde Üst Kretase-Paleosen döneminde Dumanlı Dağı'nda metamorfitle kireçtaşları arasında yer alan Dumanlıdağı Fayları'nın kuzey kesimi yükselmiş, güney kesimi alçalmıştır. Yine aynı dönemde Alahacı civarında Tekelidağ Karışığı'na ait kireçtaşları (Kte) ve volkanitler arasında ve Çaltılı köyü civarında Boztepe formasyonu'nun iki üyesi arasında normal faylar (Alahacı Fayı ve Çaltılı Fayı) gelişmiştir (Yılmaz, 1982).

İnceleme alanındaki Eosen yaşlı kayaların alttan ve üstten açılı uyumsuzluklarla sınırlı oluşu, Eosenin tabanında aktarılmış serpantinitlede görülen küresel yapı ve bu yapıyı çevreleyen milonitik doku, Eosen kırıntılı kayalarını kuzeyden sınırlayan bindirmeler, güneye devrik olan kıvrım ve eklemlerin Eosen kırıntılı kayalarının üst düzeylerinde bulunması Eosenin başında bir gerilme ve Eosen sonunda gerilmeyi izleyen bir sıkışmanın varlığını ifade edebilmektedir. Eosen dönemindeki gerilme tektoniğinin etkisi ile Yıldızdağı Gabrosu'nun Maestrihtiyen yaşlı flişin arasına sokulmuş olabileceği belirtilmektedir (Yılmaz, 1983).

Çırçır kuzeydoğusundan doğuya doğru yaklaşık doğu-batı uzanımlı Ovacık Bindirmesi boyunca ofiyolitli karışık olası Miyosen yaşlı kırmızı çakıltasına (Kargın formasyonu) bindirmiş durumdadır. Bu bindirmenin Eosen

öncesinde başladığı, Miyosen ve sonrasında da devam ettiği ileri sürülmektedir (Yılmaz, 1982).

Yapısal unsurlar ve ana kıvrım eksenleri irdelendiğinde inceleme alanının Üst Miyosen-Pliyosen aralığında yaklaşık K-G doğrultulu bir sıkışmaya uğradığı ve bu sıkışmaya bağlı olarak, gerek Akdağmadeni Litodemi gerekse örtülerinde yer yer KKB ve GGD uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı eşlenik faylar ve K-G doğrultulu normal fayların oluştuğu sonucuna varılmaktadır. Sıcak suların da normal faylara bağlı açılmalar boyunca oluştuğu belirtilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1997).

2.3.3. Kıvrımlar

İnceleme alanında geniş yayvan senklinaller ve antiklinaller yaygındır. Göze çarpan önemli bir özellik, metamorfitlelerin çoğunlukla antiklinallere, Eosen ve Miyosen yaşlı kayaların ise senklinallere karşılık gelmesidir (Yılmaz ve diğ., 1982). İnceleme alanı kuzeydoğusunda Dumanlıdağı Antiklinali metamorfitlelere karşılık gelen yaklaşık doğu-batı uzanımlı büyük bir antiklinoryum parçasıdır. Demirözü yakınında yaklaşık doğu-batı uzanımlı özde birbirine koştur kırımından oluşan bir senklinoryum bulunmaktadır. Senklinalin çekirdeğinde Üst Kampaniyen yaşlı kireçtaşları (Boztepe formasyonu-Maden üyesi) yer almakta, kanatlarında ise ofiyolitli karışık yüzeylenmektedir. Çeltek Dağı kuzeyindeki Kızıl Dağ'ın hem kuzeyinde hem de güneyinde kanatları oldukça dik kıvrımlar dikkati çekmektedir. Yaklaşık D-B uzanımlı bu kıvrımlar Tekelidağ Karışığı'nın tüf, kumtaşı, kıltaşı seviyelerini içeren kireçtaşında gelişmiştir (Yılmaz, 1980). Yıldız Dağı güneyinde Boztepe formasyonu'na ait çakıltaşı, kumtaşı ve yer yer kireçtaşından oluşan Yakaboyu üyesi içerisinde antiklinal gelişmiştir (Yağmur, 1996).

Yukarıda sunulan yapısal unsurlar ve ana kıvrım eksenleri irdelendiğinde inceleme alanının Üst Miyosen-Pliyosen aralığında yaklaşık K-G doğrultulu bir sıkışmaya uğradığı söylenebilir (Yılmaz ve diğ., 1997).

3. HİDROLOJİ

İnceleme alanı, 1430 km²'dir. Yıldız Irmağı havzasının drenaj alanı sınırı ve bu alan içerisinde yer alan akarsular, akarsu ölçüm noktaları, sıcak sular, kaynaklar, açık ve kapalı olan yağış ve akım gözlem istasyonları, tamamlanmış veya tamamlanmamış baraj, gölet ve regülatör gibi su yapıları Ek-3'te verilmiştir. Bu bölümde yağış ve akım verileri değerlendirilmiş ve su yapılarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.1. Yağış Verileri ve Analizleri

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne (DSİ) ait yağış ölçüm istasyonları yardımıyla Yıldız Irmağı havzasına düşen yıllık ortalama yağış hesaplanmıştır. Bu istasyonların yükseltisi, ortalama yağışı vb. bilgileri ise Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

İnceleme alanı ve çevresindeki istasyonların bazı yıllarının verileri eksiktir. Bu nedenle eksik veriler regresyon analizleri yapılarak tamamlanmıştır. Yağış analizlerinde kullanılan istasyonların yağış kayıt uzunluğu grafiği Şekil 3.1'de sunulmuştur. Regresyon analizlerinde, öncelikle bu istasyonların var olan verileri birbirleriyle korelasyona tabi tutulmuş ve birinci dereceden doğrusal korelasyon katsayıları ve regresyon eşitlikleri hesaplanmıştır. Tüm istasyonlar için en yüksek korelasyon Sivas istasyonu ile olmuştur. Sivas istasyonu hariç diğer istasyonların 1980'den önce ve çoğunluğunun 1992'den sonraki yağış verileri eksik olduğundan dolayı korelasyon yöntemiyle eksik verilerin tamamlanması 1980-1995 yılları arasında yapılmıştır. Eksik veriler tamamlanırken mevcut verilerin %10-15'ini geçmeyecek şekilde tamamlama yapılmış, o nedenle Sivas ve Tokat istasyonu dışındaki istasyonların son yıllardaki verileri eksik kalmıştır. Sivas ve diğer istasyonlar arasında bulunan doğrusal korelasyon katsayıları Çizelge 3.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. İnceleme alanı ve çevresinde yer alan yağış gözlem istasyonlarına ait bilgiler

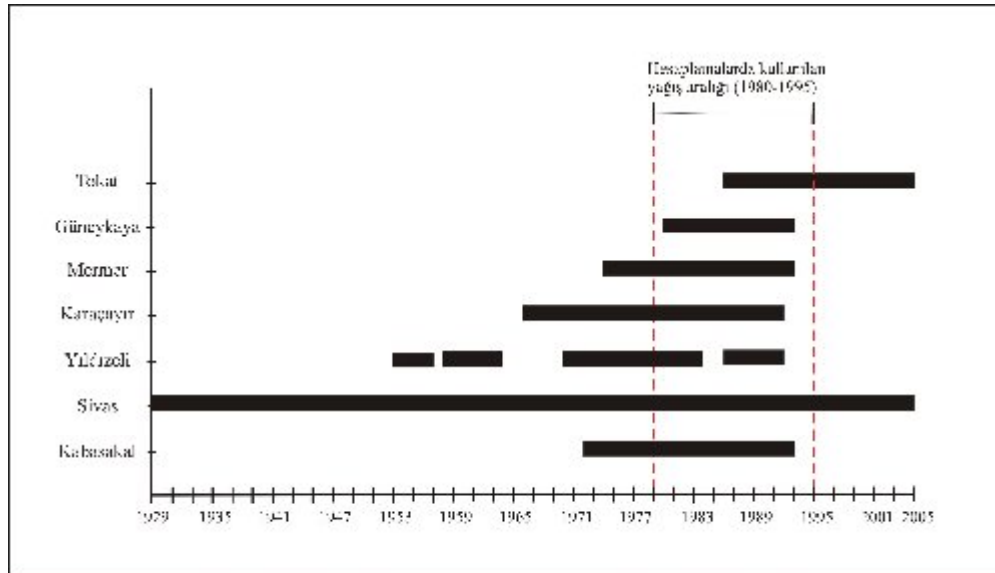
İstasyon adı ve kurumu	Yükseltisi	Gözlem süresi	Verisi eksik olan yıllar (1980-1995 arası)	Korele edilen istasyonlar	Korelasyon katsayısı
Kabasakal (DSİ)	1420	1972-1992	1993-1995	Sivas-Kabasakal	0.83
Sivas (DMİ)	1285	1929-2004	(-)		
Yıldızeli (DMİ)	1350	1953-1991	1992-1995	Sivas-Yıldızeli	0.78
Karaçayır (DSİ)	1600	1966-1991	1992-1995	Sivas-Karaçayır	0.88
Mermer (DSİ)	1750	1974-1992	1993-1995	Sivas-Mermer	0.84
Güneykaya (DSİ)	1400	1980-1992	1993-1995	Sivas-Güneykaya	0.79
Tokat (DMİ)	850	1986-2004	1980-1985	Sivas-Tokat	0.78

Çizelge 3.2. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki aylık ortalama yağış değerleri (mm) (gözlenen ve hesaplanan değerlere göre)

İstasyon adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık toplam
Kabasakal	26.4	24.5	29.4	48.2	59.6	32.6	11.5	3.4	7.7	31.8	48.0	34.9	358.0
Sivas	40.4	38.2	49.7	53.4	69.3	34.9	10.3	4.5	10.7	34.0	59.7	44.9	449.9
Yıldızeli	43.2	40.7	48.6	49.4	67.9	38.1	9.8	5.2	9.8	30.1	54.2	39.4	436.4
Karaçayır	55.1	51.6	58.2	67.8	80.9	42.5	8.9	5.5	13.7	39.8	74.3	58.7	556.9
Mermer	37.0	31.8	48.4	72.6	94.5	43.5	12.1	5.9	12.0	48.7	72.5	52.5	531.7
Güneykaya	45.3	41.4	52.4	60.2	73.6	32.5	10.6	6.4	13.2	44.0	60.3	45.0	484.9
Tokat	39.9	33.7	39.3	59.7	66.1	38.9	12.8	6.7	12.9	41.6	59.9	46.6	458.2

İnceleme alanındaki istasyonların ortalama yıllık yağışları ile istasyonların kurulmuş olduğu yükseklik değerleri arasında yüksek bir korelasyon katsayısı çıkmamakla birlikte, Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'ye bakıldığında genel olarak yüksek kotlarda yer alan istasyonların daha fazla yağış aldığı görülmektedir. Bu nedenle inceleme alanındaki Yıldız Dağı (2552 m), Toraç Dağı (2129 m), Çeltek Dağı (1959 m), Susuz Dağ (1879 m), Çal Tepe (1879 m) gibi yüksek kotlardaki alanların inceleme alanı ve çevresinde mevcut olan yağış gözlem istasyonlarında ölçülmüş olan yağışlardan daha yüksek yağış alacakları söylenebilir. Ayrıca Sivas meteoroloji istasyonu verilerine göre bölgenin egemen rüzgar yönü KKD olup inceleme alanındaki yükseltiler bu yönden gelen rüzgarı keserek havzaya yağış bırakmasını sağlamaktadırlar. Bu durum havzanın güneyinde bulunan Sivas ve Kabasakal istasyonlarındaki yağış değerlerinin havza içi ve yakın civarındaki istasyonların değerlerine göre daha düşük değerlere sahip olmasıyla kendini

göstermektedir. Bununla birlikte bu durumun oluşmasına yağış gözlem istasyonlarının kuruluş yerlerinin ve yükseltilerinin de etkili olmaktadır.



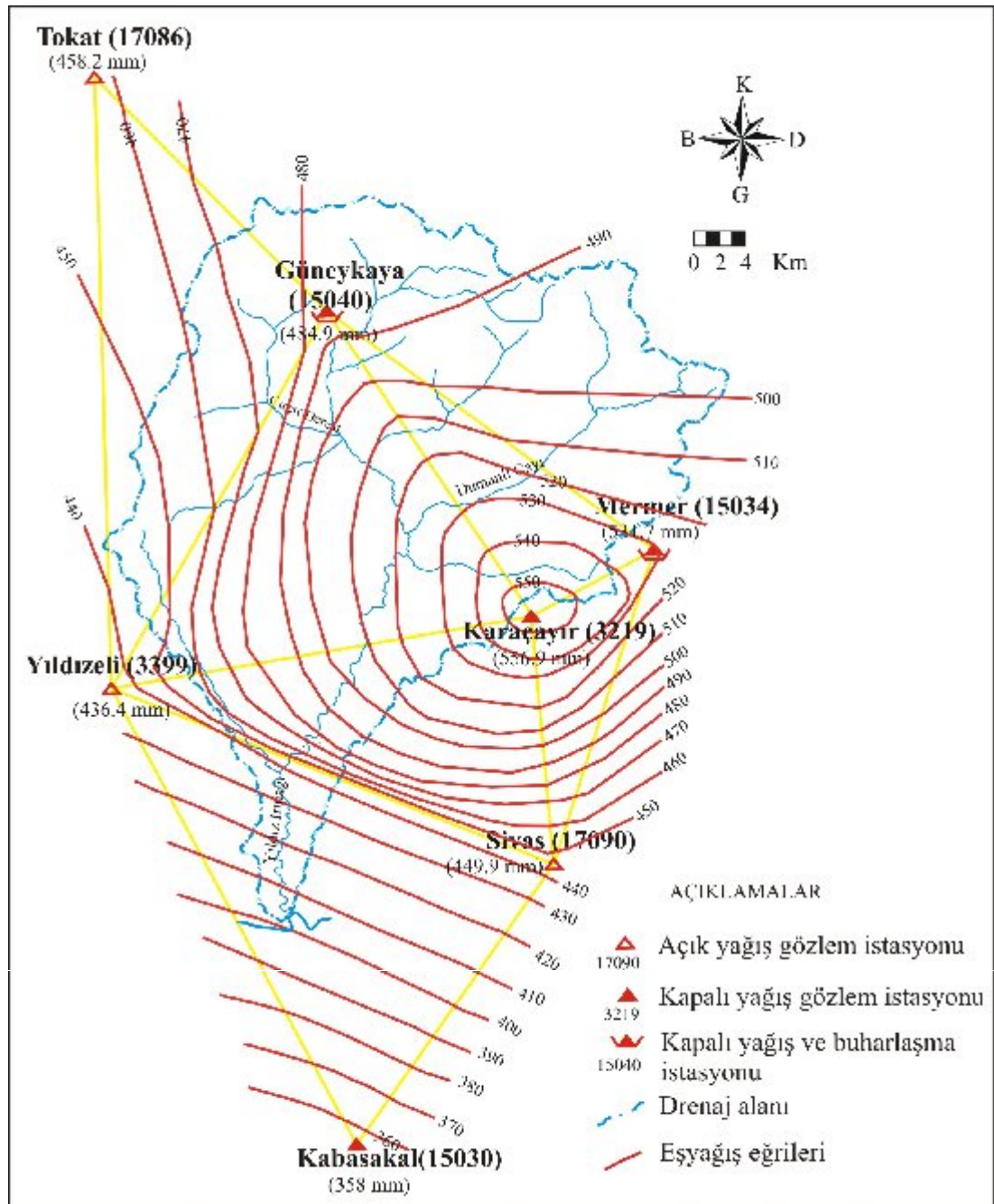
Şekil 3.1. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının yağış kayıt uzunlukları

İnceleme alanı ve çevresindeki yağış istasyonlarının 1980-1995 yılları arasındaki (gözlenmiş ve hesaplanmış değerlere göre) ortalama yıllık yağış haritası (eşyağış eğrileri yöntemiyle) hazırlanmış (Şekil 3.2) ve alanın ortalama yağışı 492 mm olarak hesaplanmıştır.

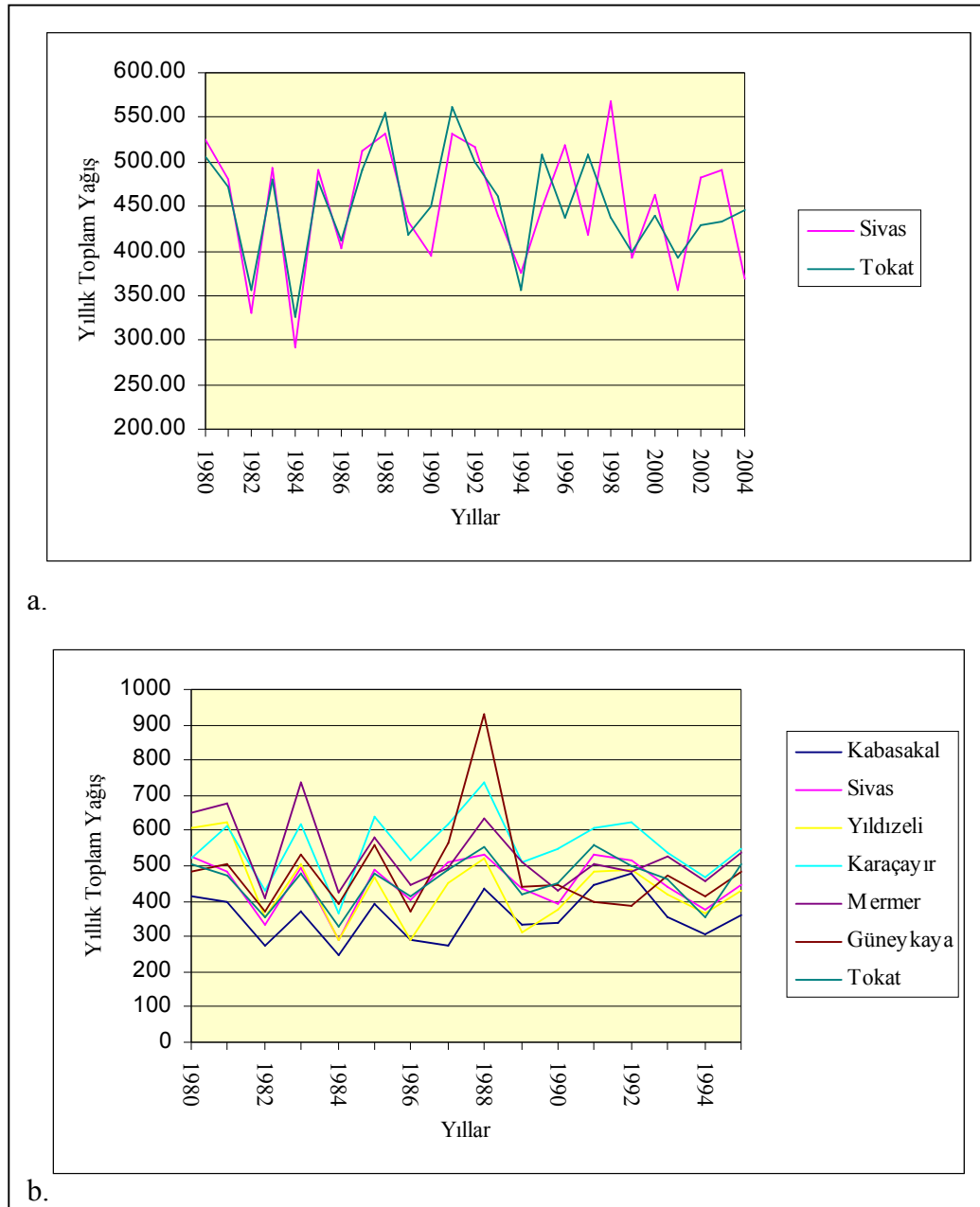
Günümüze kadar yağış verileri mevcut olan Tokat ve Sivas istasyonlarının yıllık toplam yağışları Şekil 3.3a'da, inceleme alanındaki tüm istasyonların 1980-1995 yılları arasındaki yıllık toplam yağışları ise Şekil 3.3b'de gösterilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi en az yağış alan istasyon Kabasakal olup genel olarak istasyonların yıllık yağışları birbirleriyle uyumlu olarak değişmektedir.

Yağış miktarlarındaki değişimler nedeniyle oluşan yağışlı ve kurak dönemleri görebilmek amacıyla günümüze kadar verileri mevcut olan Tokat ve Sivas istasyonlarının 1980-2004 yılları arasındaki yağışlarının ortalama yağıştan birikimli sapma grafiği çizilmiştir (Şekil 3.4). Bu grafiği göre 1980-1986 yılları arası kurak, 1986-1998 yılları arası yağışlı, 1998-2004 yılları arası ise kurak

dönemdir. Görüldüğü gibi, son yıllarda (1998'den itibaren) kurak dönem içerisine girilmiştir. Bu dönemin kaynaklar üzerindeki etkileri, önceki yıllarda debileri ölçülmüş bazı kaynakların bu çalışmada ölçülmüş debileri ile kıyaslandığında debilerindeki azalışlarda da kendini göstermektedir.



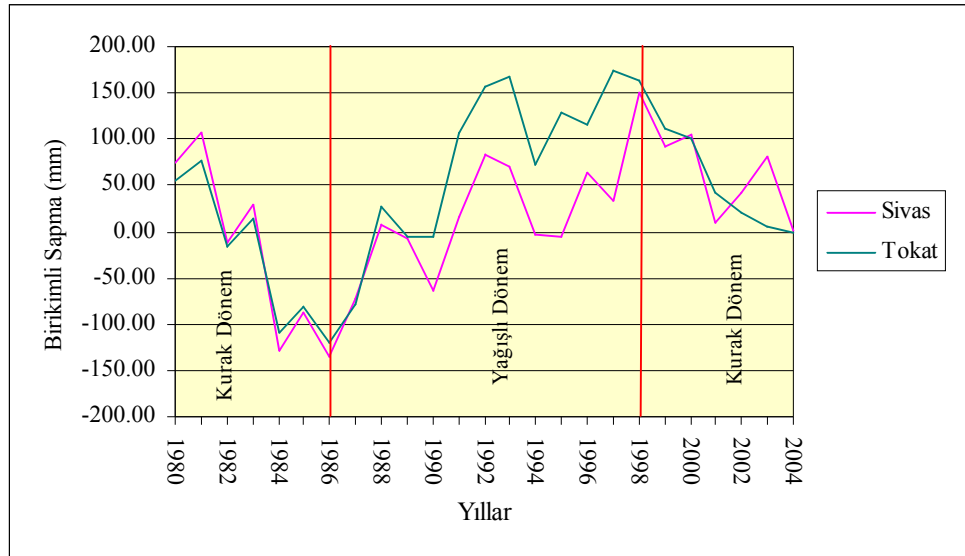
Şekil 3.2. İnceleme alanının yağış haritası



Şekil 3.3. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının yıllık toplam yağış grafiği

Şekil 3.4'e bakıldığında kurak ve yağışlı dönemlerin birbirini takip ettiği görülmektedir. Bu nedenle eğer bu periyodik döngü doğal olarak devam ederse ilerideki yıllarda yağışlı dönem etkisine girileceği tahmin edilebilmekte ve

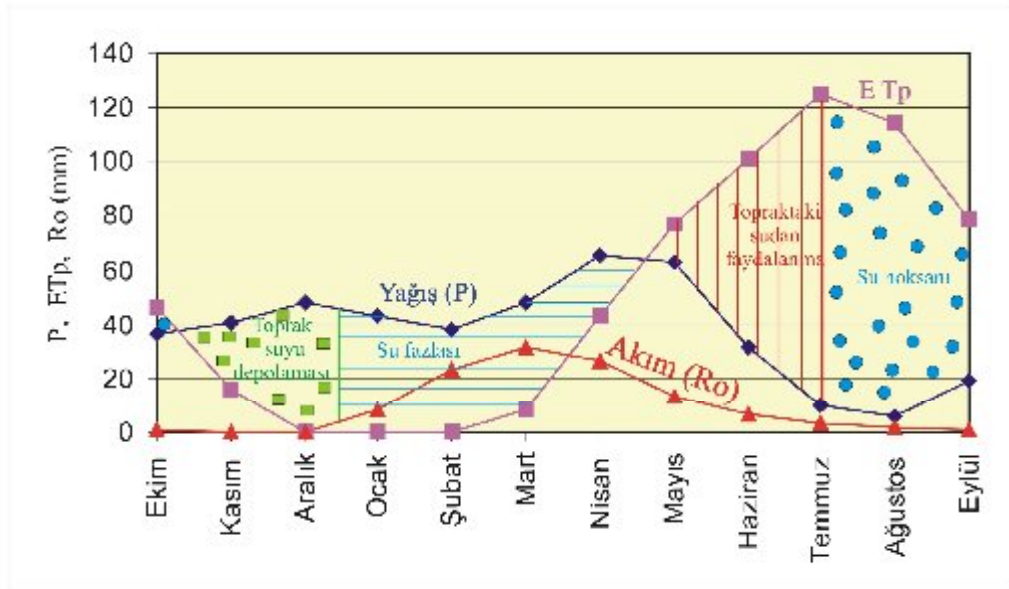
dolayısıyla kurak dönemlerde debileri azalan kaynakların yağışlı dönemlerde debilerinin tekrar artacağı beklenmektedir.



Şekil 3.4. Sivas ve Tokat Yağış Gözlem İstasyonlarının birikimli sapma grafiği

İnceleme alanının yağış-buharlaşma-akım ilişkisini göstermek amacıyla Sivas Meteoroloji istasyonu 1929-2003 yılları arası verilerinden yararlanılarak (diğer istasyonlarının sıcaklık verileri olmadığından sadece Sivas YGİ kullanılmıştır) Thornthwaite (1948) yöntemi kullanılarak hidrolojik bilanço hesaplanmıştır (Çizelge 3.3). Bu verilere göre en yüksek buharlaşma-terlemenin 100.7 mm ile Temmuz ayında olduğu, Aralık, Ocak, Şubat, aylarında hiç buharlaşma-terlemenin olmadığı ve yıllık ortalama buharlaşma-terlemenin ise 333.1 mm olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.5'te yağış ile Thornthwaite (1948) metodu yardımıyla hesaplanan potansiyel buharlaşma-terleme (ETp) ve akım (Ro) ilişkisi gösterilmiştir. Yağış-ETp ilişkisinden görüldüğü gibi Ekim ayı ortasından itibaren itibaren toprak suyu depolaması başlamakta, Aralık ayı ortasından itibaren su fazlası oluşmakta (toprakta 100 mm rezerv su depolanmasından sonra) Nisan ayı ortasından Temmuz ayına kadar toprakta depolanan rezerv su buharlaşma-terleme yoluyla harcanmakta ve Temmuzdan itibaren ise Ekim ayı

ortasına kadar su açığı (eksik su) ortaya çıkmaktadır. Yıllık su açığı (eksik su) 278.2 mm, fazla su dolayısıyla akım ise 115.5 mm'dir.



Şekil 3.5. Sivas Yağış Gözlem İstasyonu verileriyle çizilen Yağış-ETp-Akım ilişkisi

3.2. Akarsular, Akım Verileri ve Analizleri

İnceleme alanında ana akarsu Yıldız Irmağı olup akış yönü kuzeyden güneye doğrudur. Yıldız Irmağı'nı besleyen akarsularının bir kısmı devamlı, bir kısmı ise mevsimlik akarsular olup kış aylarında akışı olan bu akarsular yaz aylarında kurumaktadırlar. Devamlı akarsulardan olan Bedohtum Deresi, Çırçır Deresi, Dumanlı Çayı ve Deretarla Deresi önemli debilere sahip akarsulardır (Ek-3). Bedohtum Deresi, Yıldız Irmağı'nın kuzey kolunu, Çırçır Deresi batı-kuzeybatı kolunu, Dumanlı Çayı kuzeydoğu kolunu ve Deretarla Dere ise doğu kolunu oluşturmaktadır. Bu akarsuların birkaçında DSİ XIX. Bölge Müdürlüğü'ne ait 11 adet akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunmaktadır (Çizelge 3.4), fakat bunların birçoğu kapanmış, son yıllarda sadece Olukman (Dumanlı Çayı-15-261), ve Zengi (Yıldız Irmağı-15-185) AGİ'leri çalışır vaziyette kalmıştır (Çizelge 3.5., Ek-3). Olukman (15-261) AGİ'de ölçülmüş ortalama akım $2.42 \text{ m}^3/\text{s}$, Zengi (15-

185) AGİ'da ölçülmüş ortalama akım ise $11.19 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir (Çizelge 3.4, Çizelge 3.5).

Görüldüğü gibi Yıldız Irmağı'nın Zengi istasyonunda ölçülmüş ortalama akım değeri oldukça büyük bir değer ($352.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) olup, Sivas kent merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan 4 Eylül Barajının yetersiz kalması durumunda, bu ırmak Sivas'ın içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasında dikkate alınması gereken en önemli su kaynaklarından biridir. Baraj gölet gibi su yapılarının planlama aşamalarının uzun sürmesinden dolayı ilgili kurumlar tarafından şimdiden gerekli çalışmalara başlanması yararlı olacaktır.

Yıldız Irmağı, havza içerisinde bulunan traverten, gabro, mermer, kireçtaşı, ofiyolitik karışık, çakıltası-kumtaşı-kiltaşı ardalanması, bazalt, alüvyon gibi birimlerden çıkan farklı debili çok sayıda kaynaktan beslenmektedir. Havzanın genel olarak yüzey ve baz akımlarını saptayabilmek için Yıldız Irmağı'nı kuzeydoğudan besleyen Dumanlı Çayı, kuzey-kuzeybatıdan besleyen Bedohtum ve Çırçır Dereleri üzerinde bulunan AGİ'ler ve bu akarsuların birleştiği Zengi AGİ'nun uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri kullanılarak akım grafiği çizilmiş ve bu grafikler üzerinde baz akım (yeraltısuyu boşalımı) ayrılmıştır (Ek-Şekil 3.1.a, 3.1.b, 3.1.c, 3.1.d, 3.1.e, 3.1.f). Bu grafikler yardımıyla hesaplanan baz akım ve yüzey akım değerleri Çizelge 3.5'te sunulmuştur. Buna göre, uzun yılların ortalama baz akım değerleri Güneykaya (Bedohtum Deresi) AGİ'da $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$, Çırçır (Çırçır Deresi) AGİ'da $0.51 \text{ m}^3/\text{s}$, Olukman (Dumanlı Çayı) AGİ'da $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$, Zengi (Yıldız Irmağı-5) AGİ'da $4.52 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yıllık ortalama yüzey akım değerleri ise Güneykaya AGİ'da $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$, Çırçır AGİ'da $0.96 \text{ m}^3/\text{s}$, Olukman AGİ'da $1.31 \text{ m}^3/\text{s}$, Zengi AGİ'da $6.67 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak saptanmıştır. Yıldız Irmağı'nın üzerinde Zengi AGİ'ndan başka istasyon mevcut olmadığı için tüm havzanın çıkış noktasını dikkate alan bir toplam, yüzey ve baz akım ayırımına gidilememiştir.

Çizelge 3.3. Sivas Yağış Gözlem İstasyonu verileri yardımıyla hazırlanan hidrolojik bilanço (değerler mm'dir)

Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Top.
Sıcaklık (°C)	10.62	4.48	-0.83	-3.68	-2.44	2.20	8.75	13.34	16.80	19.78	19.75	15.84	
Aylık sıcaklık indisi	3.13	0.85	0.00	0.00	0.00	0.29	2.33	4.42	6.26	8.02	8.00	5.73	39.03
Düzeltilmemiş potansiyel buh-ter.(ETp)	48.74	18.65	0	0	0	8.45	39.28	62.81	81.18	97.36	97.19	76.03	
Düzeltilme faktörü (G)	0.96	0.83	0.00	0.00	0.00	1.02	1.10	1.23	1.24	1.28	1.18	1.03	
Yağış (P)	36.1	40.7	47.7	43.1	38.3	47.7	65.4	62.8	31.2	9.7	5.8	18.7	447.2
Düzeltilmiş potansiyel buh-ter (ETp)	46.6	15.5	0.0	0.0	0.0	8.6	43.2	77.2	100.7	124.7	114.5	78.3	609.2
P-ETp	-10.4	25.3	47.7	43.1	38.3	39.0	22.2	-14.4	-69.5	-115.0	-108.7	-59.7	-162.1
Geçek buharlaşma-terleme (ETg)	36.1	15.5	0.0	0.0	0.0	8.6	43.2	77.2	100.7	25.8	5.3	18.7	331.1
Rezerv su	0.0	25.3	72.9	100	100	100	100	85.6	16.1	0.0	0.0	0.0	(-)
Rezerv su değişimi	25.3	47.7	27.1	0.0	0.0	0.0	-14.4	-69.5	-16.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Eksik su (ETp-ETg)	10.4	0	0	0	0	0	0	0	0	98.9	109.2	59.7	278.2
Fazla su	0	0	0	16.0	38.3	39.1	22.2	0	0	0	0	0	115.6
Akım (Ro)	0.4	0.2	0.1	8.0	23.2	31.1	26.7	13.3	6.7	3.3	1.7	0.8	115.5
P-Ro	35.7	40.5	47.6	35.1	15.2	16.6	38.8	49.5	24.5	6.4	4.1	17.8	331.7

Çizelge 3.4. Akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunan akarsuların aylık ortalama akım değerleri (m³/s)

İstasyon adı	İstasyon no	Gözlem süresi	Drenaj alanı (km ²)	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık ort.
Çırçır	15-45	1964-1970	156	0.13	0.20	0.74	1.18	1.78	5.11	5.70	1.81	0.61	0.17	0.09	0.10	1.47
Gökkaya-2	15-46	1964-1987	84	0.19	0.29	0.52	0.57	0.90	2.10	2.70	1.24	0.42	0.16	0.15	0.17	0.78
Gökkaya-1	15-47	1964-1990	580	0.81	1.65	3.38	3.59	5.96	15.06	19.00	8.17	2.62	1.05	0.64	0.64	5.21
Güneykaya	15.178	1978-1998	123.9	0.37	0.56	0.78	0.96	1.30	3.36	5.98	3.00	0.98	0.52	0.50	0.34	1.55
Zengi	15-185	1980-2004	1042	3.45	5.54	7.71	6.74	8.59	25.07	40.88	19.13	7.33	3.72	3.14	2.94	11.19
Yıldız	15-186	1979-1994	31.25	0.01	0.09	0.18	0.16	0.38	1.05	1.75	0.91	0.19	0.02	0.01	0.00	0.39
Çelteç	15-245	1990-1996	11.5	0.01	0.11	0.06	0.31	0.04	0.34	0.50	0.18	0.03	0.02	0.01	0.01	0.13
Olukman	15-261	1994-2004	254.9	0.57	0.87	1.36	1.63	1.98	5.79	9.59	4.62	1.31	0.62	0.31	0.33	2.42
Kurtlapa	15-262	1994-1998	47.9	0.11	0.16	0.43	0.59	0.62	1.51	1.74	0.96	0.31	0.07	0.02	0.01	0.54
Yusufoğlan-1	15-265	1997-2002	49	0.07	0.07	0.20	0.25	0.25	0.66	2.45	1.08	0.30	0.17	0.11	0.10	0.48
Yusufoğlan-2	15-268	1997-2002	15.5	0.11	0.12	0.19	0.18	0.25	0.56	1.31	0.62	0.25	0.11	0.08	0.07	0.32

Çizelge 3.5. AGİ bulunan bazı akarsuların yıllık toplam, baz ve yüzey akım değerleri (m³/s)

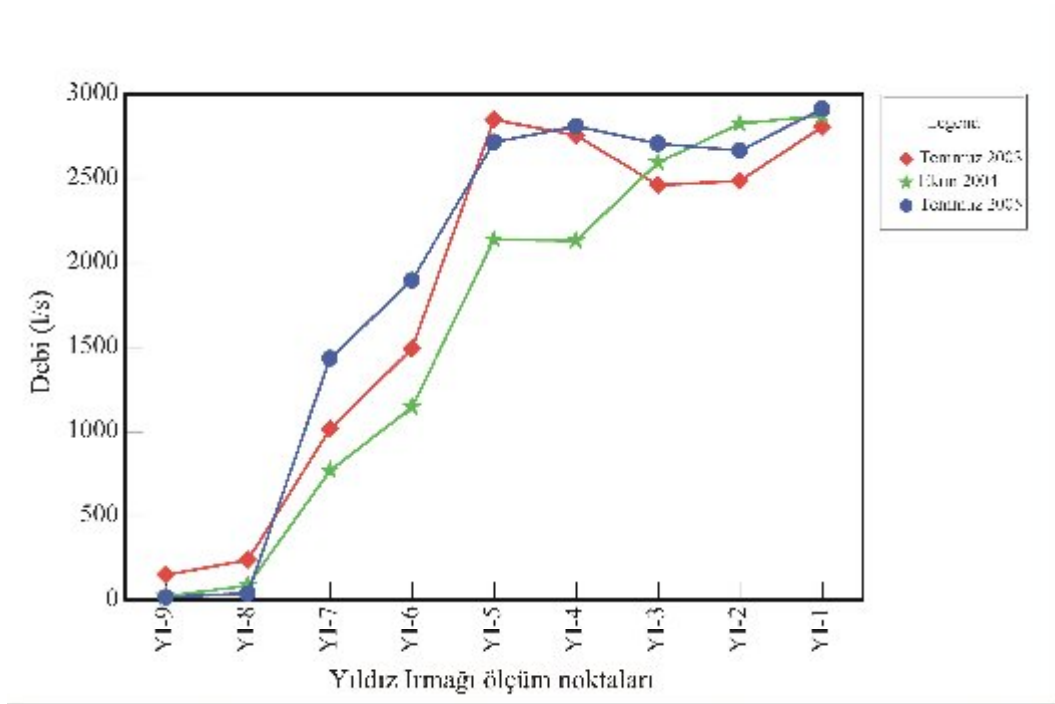
İstasyon Adı	Yıllar	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Güneykaya	Toplam akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.42	1.09	2.29	1.89	2.79	0.89	1.78	1.40	1.61	1.69	(-)
	Baz akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.42	0.38	0.86	0.88	1.41	0.31	0.65	0.54	0.49	0.80	(-)
	Yüzey akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.00	0.71	1.43	1.01	1.39	0.58	1.13	0.87	1.13	0.88	(-)
Çırçır	Toplam akım	1	1.28	1.27	1.69	1.98	1.84	1.24	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Baz akım	0.37	0.49	0.44	0.70	0.71	0.53	0.31	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Yüzey akım	0.63	0.79	0.84	0.98	1.27	1.31	0.93	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Olukman	Toplam akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Baz akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Yüzey akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zengi	Toplam akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	15.66	11.51	9.23	8.55	12.16	10.46	11.08	14.40	19.55
	Baz akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	4.73	3.81	2.94	2.92	4.11	3.67	5.09	6.79	8.17
	Yüzey akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	10.93	7.70	6.30	5.63	8.05	6.79	5.99	7.62	11.37

Çizelge 3.5. Devam ediyor

İstasyon Adı	Yıllar	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Yıllık Ort.
Güneykaya	Toplam akım	(-)	1.27	1.22	1.04	1.90	0.99	1.36	1.67	1.31	1.90	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.55
	Baz akım	(-)	0.42	0.36	0.37	0.66	0.43	0.58	0.92	0.81	0.70	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.63
	Yüzey akım	(-)	0.85	0.87	0.67	1.24	0.56	0.78	0.76	0.50	1.20	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.92
Çırçır	Toplam akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.47
	Baz akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.51
	Yüzey akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.96
Olukman	Toplam akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.80	2.44	2.64	1.65	4.35	1.68	3.02	1.08	2.92	2.40	2.60	2.42
	Baz akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.77	1.03	1.25	0.76	1.68	0.76	1.34	0.51	1.14	1.29	1.68	1.11
	Yüzey akım	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1.04	1.42	1.39	0.89	2.67	0.91	1.68	0.56	1.78	1.10	0.93	1.31
Zengi	Toplam akım	10.98	12.25	8.75	8.52	16.56	8.31	8.86	11.87	7.80	14.04	(-)	9.65	(-)	(-)	7.62	8.30	11.19
	Baz akım	5.32	4.87	3.84	3.71	5.64	4.12	4.10	4.86	4.35	4.98	(-)	3.22	(-)	(-)	3.81	4.38	4.52
	Yüzey akım	5.66	7.38	4.91	4.80	10.92	4.19	4.76	7.01	3.45	9.06	(-)	6.43	(-)	(-)	3.81	3.91	6.67

Arazi çalışması sırasında akarsularda seçilen 20 ölçüm noktasında ölçüm ve su örnekleme yapılmıştır. Bu noktalardan, ilki havza çıkış noktasındadır. Arazi çalışması Temmuz 2003 tarihinde başlamış ve Ekim 2005’de bitmiştir. İlk arazi çalışmasında toplam 20 ölçüm noktasında ölçümler yapılmış fakat daha sonraki tarihlerde 5 ölçüm noktası gereksinim duyulmadığından elenmiştir. Arazi çalışmaları esnasında yağışlı ve kurak dönemleri kapsayacak şekilde ölçülen elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 208-765 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklık değerleri 8.5-22.5 $^{\circ}\text{C}$, pH değerleri 7.05-8.55, toplam çözünmüş katı miktarı; 140-510 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı ise 5.5-12.1 mg/l arasında değişmektedir (Ek-Çizelge 3.1).

Şekil 3.6’da Yıldız Irmağı üzerindeki akım yolu boyunca yani Yıldız göleti çıkışı (YI-9)’dan Kızılıрмаğa karışımına (YI-1) kadar olan ölçüm noktalarının Temmuz ve Ekim aylarında ölçülmüş debi değerleri görülmektedir. Şekilde YI-8 ölçüm noktasından sonra debisi 902-1241 l/s arasında değişen Çırçır Deresi’nin karışımıyla Yıldız Irmağı’nın debisinin YI-8 ölçüm noktasından sonra artışı kendini göstermektedir. Bu artış ırmağa Kaynarca kaynakları (debileri 5-267 l/s arasında değişmektedir), Dumanlı Çayı (debisi 693-721 l/s arasında değişmektedir ve Dumanlı Çayı’na Gaziköy kaynakları da katılmaktadır) ve Deretarla Dere’nin (debisi 163-172 l/s arasında değişmektedir) katılmasıyla YI-4 ölçüm noktasına kadar devam etmektedir. Yaz dönemlerinde YI-4 ölçüm noktasından sonra yer alan Yıldız Regülatörü aracılığıyla regülatör çevresinde ve daha güneydeki tarım arazilerinin sulanması amacıyla kanallara su verilmektedir. Bu durum Temmuz dönemindeki YI-3 ölçüm noktasının YI-4 ölçüm noktasında ölçülmüş olan debi değerlerine göre daha az olmasıyla kendini göstermektedir (Temmuz 2003 döneminde YI-5–YI-4 ölçüm noktası arasından Yıldız Irmağı’ndan doğrudan sulama amaçlı olarak su alınması nedeniyle debideki azalma YI-5’den sonra başlamaktadır). YI-2 ölçüm noktasından sonra kanallardan artan suyun tekrar Yıldız Irmağı’na verilmesiyle YI-1 ölçüm noktasında tekrar bir artış görülmektedir. Ekim döneminde ise Regülatörün faaliyette olmaması nedeniyle bu değişimler gözlenmemekte ve YI-9 ölçüm noktasından YI-1 ölçüm noktasına doğru yan kolların katılmasıyla sürekli bir debi artışı gözlenmektedir.



Şekil 3.6. Yıldız Irmağı üzerindeki ölçüm noktalarının debi değişimleri (Temmuz-2003, Ekim 2004, Temmuz 2005)

3.3. Sulama Yapıları

İnceleme alanında yer alan yerleşim merkezlerinin tarım arazilerinin sulanması amacıyla DSİ XIX. Bölge ve Köy Hizmetleri V. Bölge tarafından Yıldız Irmağı ve yan kolları üzerinde 9 adet gölet ve 1 adet regülatör inşaa edilmiştir. Ayrıca planlanma aşamasında olan baraj ve göletler mevcuttur (Ek-3).

3.3.1. Baraj ve göletler

DSİ XIX Bölge Müdürlüğü tarafından 1985 yılında Güneykaya, Kargın, Sarıyar ve Çırçır'ın tarım arazilerinin sulanması amacıyla Yusufoğlan ve Karaboğaz Dereleri üzerinde Güneykaya Barajı'nın yapımı amacıyla genel jeoloji ve mühendislik jeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Barajın sulama alanı 3580 hektar ($35.8 \times 10^6 \text{ m}^2$) olup toplam depolama kapasitesi ise 38 hm^3 ($38 \times 10^6 \text{ m}^3$)'tür (Ergün, 1985). Barajın planlanma aşaması bitmiş yatırım programına girmeyi beklemektedir. Yine 1985 yılında Yıldız beldesi ve Kuzören köyüne ait 1693

hektar ($16.9 \times 10^6 \text{ m}^2$) (www.dsi.gov.tr) arazinin sulanması amacıyla Kayalığöl Dere üzerinde Yıldız Göletinin yapımı için mühendislik jeolojisi çalışmaları yapılmış, daha sonra gölet inşaa edilmiş ve 1997 yılında tamamlanmıştır. Günümüzde göletin sulama kanallarının yapımına devam edilmekte, tamamlanan kesimlerden bir miktar sulama amaçlı su verilmektedir. Göletin depolama hacmi 8.2 hm^3 ($8.2 \times 10^6 \text{ m}^3$)'tür (www.dsi.gov.tr). Deretarla Dere üzerinde Çeltek ve Hıdırnalı köyleri tarım arazilerinin sulanması amacıyla 1990 yılında Çeltek göletinin yapılması amacıyla jeoloji çalışmaları yapılmıştır (Özgül, 1990). Günümüzde göletin planlama aşaması bitmiş, fakat yatırım programına girmeyi beklemektedir. Gümüşdere beldesi ve Olukman köyü'nün 1444 hektar ($14.4 \times 10^6 \text{ m}^2$) tarım arazilerinin sulanması amacıyla 1994 yılında Gökdere üzerine Kurtlapa Barajı yapımı için mühendislik jeolojisi araştırmaları yapılmıştır (Yılmaz, 1994). Henüz barajın ön incelemesi bitmiş, planlama aşamasına geçilmiştir.

Köy Hizmetleri V. Bölge Müdürlüğü 1976-1978 yılları arasında Yusifoğlan köyünün 329 hektar ($3.29 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla $2.12 \times 10^6 \text{ m}^3$ depolama kapasiteli Yusifoğlan Göletini, 1978 yılında Aşağıçakmak köyünün 204 hektar ($2.04 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla Aşağıçakmak Göletini, 1981-1983 yılları arasında Kerimmümin köyünün 90 hektar ($0.9 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla Kerimmümin Göletini, 1981 yılında Altınoluk ve çevresindeki köylerin 1513 hektar ($15.13 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazilerinin sulanması amacıyla 12.14 m^3 depolama kapasiteli Altınoluk Göletini, 1985-1988 yılları arasında Demirözü köyünün 120 hektar ($1.20 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla Demirözü Göletini, 1991-1997 yılları arasında Arslandoğmuş köyünün 124 hektar ($1.24 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla Arslandoğmuş Göletini ve 1992-1997 yılları arasında Karacaören köyünün 244 hektar ($2.44 \times 10^6 \text{ m}^2$) arazisinin sulanması amacıyla Karacaören Göletini ve bu göletlerden tarım arazilerine su taşıyan sulama kanallarını inşa etmiştir. 2003 yılında ise Ortaçakmak Göletinin yapımına başlamıştır. Bu göletin ve sulama kanallarının yapımı halen devam etmektedir. Çizelge 3.6 DSİ XIX Bölge Müdürlüğü ve Köy Hizmetleri V. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan, yapımı devam eden ve planlanan baraj ve göletlere ait bilgiler görülmektedir.

3.3.2. Regülatör

1968 yılında DSİ XIX Bölge Müdürlüğü tarafından, Yıldız Irmağı üzerinde 1240 hektar ($12.4 \times 10^6 \text{ m}^2$) (Çizelge 3.6) arazinin sulanması amacıyla Hamzaşeyh köyü güneyinde Yıldız Regülatörü kurulmuştur. Regülatör etrafındaki ve güneyindeki 9 köyün tarım arazilerinin sulanması amacıyla 1969 yılında işletilmeye açılmıştır. Yıldız Regülatörün kapasitesi $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Regülatörden tarım arazilerine su taşıyan ana sulama kanalının toplam uzunluğu ise 31347 metredir. Regülatörden arazilere Mayıs ayından itibaren Kasım ayına kadar su verilmektedir. Verilen su miktarları Temmuz ve Ağustos ayında maksimuma ulaşmaktadır. 2003 yılında ortalama 585 l/s, 2004 yılında ortalama 708 l/s, 2005 yılında ise 590 l/s debi ile su kanallar aracılığı ile tarım arazilerine ulaştırılmıştır.

Çizelge 3.6. İnceleme alanında yer alan ve yapılması planlanan regülatör, baraj ve göletlere ait bilgiler

Baraj-gölet-regülatör adı	Başlama ve bitiş yılı	Yapan veya yapacak olan kuruluş	Durumu	Depolama kapasitesi (m^3)	Sulama alanı (hektar)
Güneykaya Barajı	1985-	DSİ XIX Bölge	Planlama	38×10^6	3580
Yıldız Göleti	1985-1997	“	Tamamlanmış	8.2×10^6	1693
Çeltekte Göleti	1990-	“	Planlama	-	-
Kurtlapa Barajı	1994-	“	Planlama	-	1444
Yıldız Regülatörü	1968-1969	“	Tamamlanmış	$2.3 \text{ m}^3/\text{s}$	1240
Yusufoğlan Göleti	1976-1978	Köy Hiz. V.Bölge	Tamamlanmış	2.12×10^6	329
Aşağıçakmak Göleti	1978	“	Tamamlanmış	1.39×10^6	204
Kerimmümin Göleti	1981-1983	“	Tamamlanmış	0.66×10^6	90
Altıoluk Göleti	1981	“	Tamamlanmış	12.1×10^6	1513
Demirözü Göleti	1985-1988	“	Tamamlanmış	0.74×10^6	120
Arslandoğmuş Göleti	1992-1997	“	Tamamlanmış	0.67×10^6	124
Karacaören Göleti	1992-1997	“	Tamamlanmış	0.8×10^6	244
Ortaçakmak Göleti	2003-	“	Tamamlanmamış	0.28×10^6	-

4. HİDROJEOLOJİ

Bu bölümde inceleme alanındaki birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri, kaynak boşalmaları, kaynak debileri dikkate alınarak hidrojeolojik açıdan sınıflandırılması yapılacaktır. İnceleme alanındaki sıcak sular, kaynak boşalım noktaları, akarsular, baraj ve gölet yerleri jeoloji haritası üzerine işlenmiş ve Ek-4'de verilen hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Bu haritada birimler hidrojeolojik özellikleri de verilmiştir. Birimler hidrojeolojik özelliklerine göre, Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin sınıflaması dikkate alınarak, geçirimsiz ve kırıklı ve çatlaklı akifer (koyu yeşil ve yeşil), geçirimsiz-taneli akifer (koyu mavi ve mavi), yarı geçirimsiz (açık mavi), geçirimsiz (koyu kahverengi ve kahverengi) şeklinde gruplandırılmıştır. İnceleme alanındaki yeraltısularının (kaynaklar ve sıcak su kuyuları) özellikleri ve boşaldığı birimler Ek-Çizelge 4.1 ve Ek-Çizelge 4.2'de görülmektedir.

4.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanında mineralojik, petrografik, dokusal ve yapısal özellikleri farklı çok sayıda kayaç birimi yer almaktadır. Bu birimler birbirinden çok farklı hidrojeolojik özelliklere sahiptir. İnceleme alanındaki kaynaklar çoğunlukla birimlerin kırık ve çatlaklarından ve diğer birimlerle olan dokanaklarından boşalmaktadırlar. Bunun dışında birimlerin sahip olduğu birincil gözeneklilikleri nedeniyle boşalan kaynaklar da görülmektedir.

Genel olarak mermer, kireçtaşı, gabro, traverten, çakıltası-kumtaşı seviyeleri ve alüvyonlar inceleme alanında geçirimsiz birimleri oluşturmaktadır. Şist, gnays, kuvarsit, granitoid, radyolarit, serpantinit seviyeleri litolojik olarak geçirimsiz birimlerdir. Özellikle serpantinit seviyeleri tektonik aktivitelerden dolayı kazandıkları ikincil gözeneklilik nedeniyle yer yer yarı geçirimsiz yapıya sahip olabilmektedirler. Killi kireçtaşları, killi çakıltası ve kumtaşları sahip oldukları kil nedeniyle, Tekelidağ Karışığı'na ait hamur seviyeleri ve bazı volkanitler ikincil olarak yer yer bol kırıklı ve çatlaklı hale gelmiş olmaları nedeniyle inceleme alanındaki yarı geçirimsiz birimleri oluşturmaktadırlar.

4.1.1. Geçirimli birimler

Tokat grubu'na ait Üçtepe Kireçtaşı (Ptü), Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler (PzMzm), Tekelidağ Karışığı'na ait yeniden kristallenmiş kireçtaşı seviyeleri (Ktkk), Boztepe formasyonu'nun Çaltılı Kireçtaşı üyesi (Kbç), Kılıçlı Olistostromu (KTK), Tozanlı grubu'na ait Yıldızdağı Gabrosu (Tyg), Tokuş formasyonu'nun Susuzdağ üyesi (Tts) ve Asar üyesi (Tta), İncesu formasyonu'nun Porsuk üyesi (Tip) ve travertenler (Qt) yoğun kırıklı, çatlaklı ve yer yer milonitik yapıları nedeniyle geçirimli birimleri oluşturmaktadırlar. Üçtepe Kireçtaşı, Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler ve travertenlerin karstik ve boşluklu yapıları ve Yıldızdağı Gabrosu'nun moloz yığınlarının geniş alanlara yayılımı bu birimlerin geçirimliliğine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır. İncesu formasyonu'nun Derindere üyesi'nin (Tid) çakıltaşı-kumtaşından oluşan seviyeleri, Pliyo-Kuvaterner oluşukları ve alüvyonlar birincil gözenekliliği nedeniyle inceleme alanının geçirimli seviyelerini oluşturmaktadır.

Üçtepe Kireçtaşı bol kırıklı, çatlaklı ve yer yer karstlaşmış olduğu için geçirimli ve yeraltısu depolamasına elverişli hale gelmiştir. Üçtepe Kireçtaşı'ndan debileri 4-30 l/s arasında değişen 2 adet kaynak (YK-71-YK-74) boşalımı gözlenmektedir.

Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlerden debileri 1.5-5.5 l/s arasında değişen 4 adet (YK-25, YK-26, YK-54, YK-57), kaynak boşalmaktadır. YK-25 ve YK-26 mermer ile çakıltaşı-kumtaşı-kiltaşından oluşan İncesu formasyonu'nun Derindere üyesi dokanağından bir fay yardımıyla boşalmaktadır (Ek-4). Karstik ve yoğun çatlaklı olan mermerler ayrıca Sıcak Çermik çevresinde bulunan sıcak suların rezervuar kayacını (MTA sondajları ve karbon-13 izotopu verileri) oluşturmaktadır. Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlerin genel görünümü, kırıklı ve karstik yapısı Foto 4.1'de görülmektedir.

Tekelidağ Karışığı içindeki kireçtaşları (Ktkk) bol kırıklı ve çatlaklı yapısı nedeniyle geçirimli hale gelmiştir ve oldukça iyi su depolama kapasitesine sahiptir. Bu kireçtaşlarından (Ktkk) debileri 0.5-25 l/s arasında değişen 5 adet kaynak (YK-76, YK-77, YK-79, YK-83, YK-96) boşalmaktadır.

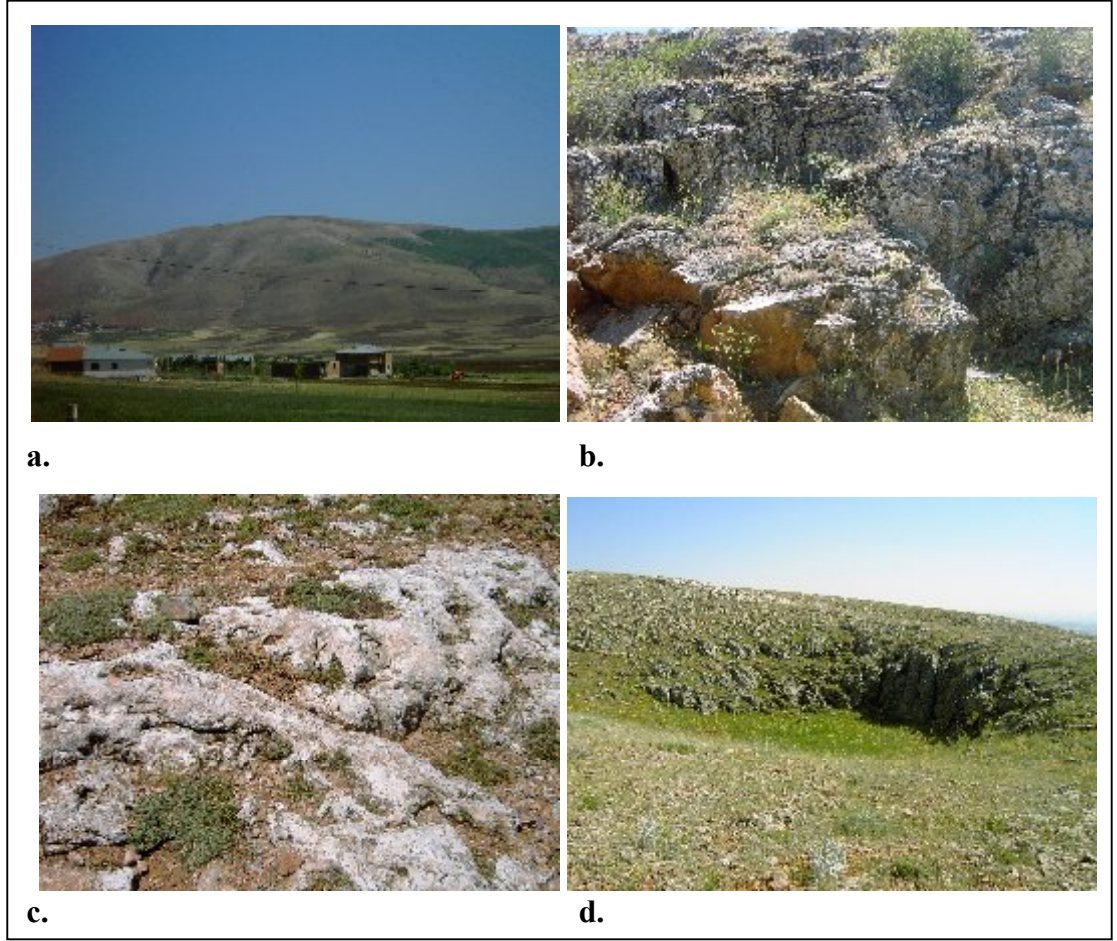


Foto 4.1. Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlerin genel (a), kırıklı (b) ve karstik (c, d) yapısı

Çoğunlukla kireçtaşı, kumtaşı, çakıltası, aglomeradan oluşan Kılıçlı Olistostrom'undan (KTK) debileri 0.25-7 l/s arasında değişen 10 adet kaynak (YK-18, YK-19, YK-29, YK-30, YK-31, YK-43, YK-44, YK-85, YK-86, YK-87) boşalmaktadır. Bu kaynakların bir kısmı, birimin kendi içerisindeki dokanaklarından (epiklastik ve piroklastikler-kireçtaşı dokanağı) ve diğer birimler ile olan dokanaklarından boşalmaktadır.

Yıldızdağı Gabrosu'ndan debileri 1-29 l/s arasında değişen 12 adet kaynak (YK-38, YK-39, YK-40, YK-59, YK-60, YK-61, YK-63, YK-64, YK-65, YK-66, YK-67, YK-68) boşalımı görülmektedir. Bu kaynaklardan Kurşunlu kaynağı (YK-63) ve Karapınar kaynağı (YK-64) (Temmuz 2003 ayı debileri 28-29 l/s),

Kaynarca (YK-32, YK-33, YK-35), Gaziköy (YK-22, YK-24) ve Tepecik çermiği (YK-41) kaynaklarından sonra Yıldız Irmağı havzası içerisindeki en büyük kaynakları oluşturmaktadır. Foto 4.2’de Yıldızdağı Gabrosu’nun genel görünümü görülmektedir.



Foto 4.2. Yıldız Dağı ve Yıldızdağı Gabrosu’nun genel görünümleri

Tokuş formasyonu’nun çakıltaşı, kumtaşı seviyelerinden oluşan Susuzdağ üyesi (Tts) inceleme alanında dar bir alanda yüzeylendiği için herhangi bir kaynak boşalımı gözlenememiştir. Tokuş formasyonu’nun kırıklı, çatlaklı kireçtaşı seviyelerinden oluşan Asar (Tta) üyesi ile Yukarıçakmak Subvolkaniti dokanağından debisi 0.25 l/s olan 1 adet kaynak (YK-46) boşalımı gözlenmektedir.

İncesu formasyonu’na ait çakıltaşı-kumtaşı seviyelerinden debileri 0.25-5 l/s arasında değişen 17 adet kaynak (YK-2, YK-5, YK-6, YK-7, YK-8, YK-9,

YK-10, YK-11, YK-12, YK-13, YK-14, YK-15, YK-16, YK-27, YK-28, YK-91, YK-92) boşalmaktadır. Bu kaynaklardan YK-7, YK-9 İncesu formasyonunun Derindere üyesi ile Aydoğmuş üyesi dokanağından, YK-15 ise Derindere üyesi ile Tokuş formasyonu dokanağından boşalmaktadır. Formasyonun Porsuk üyesi'ni oluşturan kireçtaşlarının çok az bir kısmı Yıldız Irmağı havzası içerisine girdiğinden dolayı kireçtaşlarından beslenme alanı içerisinde herhangi bir kaynak boşalımı gözlenememiştir. İncesu formasyonu'nun Derindere üyesi ayrıca Sıcak Çermikte bulunan sıcak suların örtü kayacını oluşturmaktadır.

Sıcak Çermik, Delikkaya, Gaziköy, Hamzaşeyh civarı ve Gökkaya güneyinde yaklaşık 25 km²'lik alanda yer alan travertenlerden debileri 0.5-267 l/s arasında değişen 12 adet kaynak (YK-1, YK-22, YK-23, YK-24, YK-32, YK-33, YK-34, YK-35, YK-41, YK-49, YK-53, YK-56) boşalmaktadır. Travertenlerin kırıklı ve boşluklu yapısı Foto 4.3'te görülmektedir. Bu kaynaklardan Gaziköy kaynakları (YK-22, YK-24) ve Kaynarca kaynakları (YK-32, YK-33, YK-35) inceleme alanının en büyük kaynakları olup birimin kırık ve çatlaklarından basınçlı şekilde yeryüzüne çıkmaktadır. Gaziköy ve Kaynarca kaynakları travertenlerden boşalmakla birlikte çoğunlukla mermerlerden beslenmektedirler. Bu kaynaklar sıcak sular gibi yeryüzüne çıktığında bünyesindeki karbondioksiti kaybetmekte dolayısıyla çözücülük etkisi azalmakta ve Bölüm 6.5'te bahsedildiği gibi kalsit mineraline doygun hale gelerek traverten çökeltebilmektedirler.

4.1.2. Yarı geçirimli birimler

Tekelidağ Karışığı'na ait pelajik kireçtaşı-türbiditik düzeyler (Kte), tuf-kumtaşı-kiltaşı tabakalarını kapsayan kireçtaşı (Ktk) ve hamur seviyeleri, Boztepe formasyonu'nun Yakaboyu üyesi (Kby), Maden (Kbm) üyesi ve Kamışlı Olistostromu (Kbk), Darmik Volkanitleri (KTd), Pazarcık Volkanitleri (KTP), Boğazköy formasyonu (Tb), Tozanlı grubu'nun Doğanşar formasyonu (Td) ve Cıbiltepe Volkaniti (Tc), Tokuş formasyonu'nun Banaz üyesi (Ttb), Kaletepe Volkanitleri (Tkv), Pamukpınar Tüfü (Tp), Sarıtepe Jipsleri (Ts), Kargın formasyonu (Tk) ve İncesu formasyonu'nun Aydoğmuş üyesi (Tia) inceleme alanının yarı geçirimli birimlerini oluşturmaktadır.

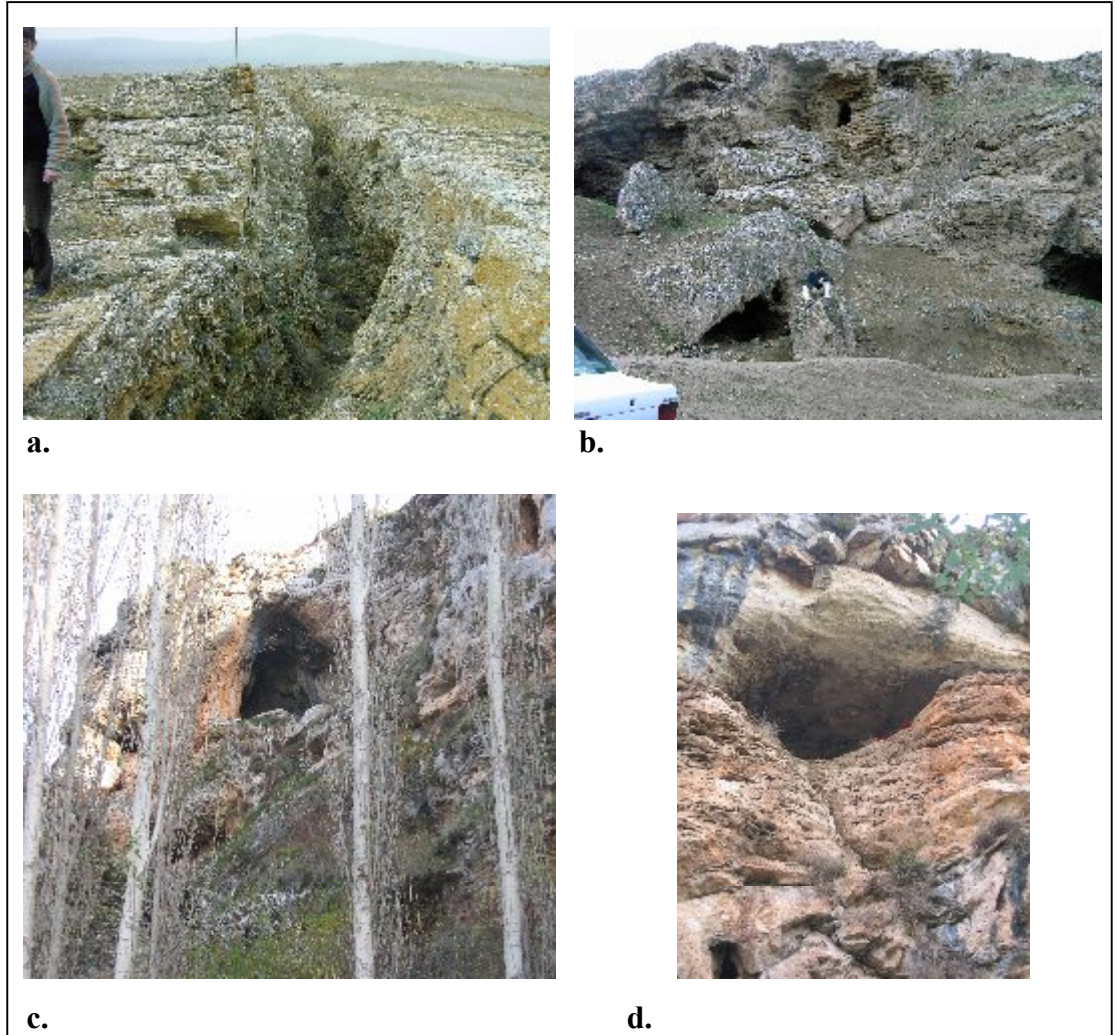


Foto 4.3. İnceleme alanındaki travertenlerin kırıklı (a) ve boşluklu (b, c, d) yapısı

Tekelidağ Karışığı'na ait kireçtaşları arasındaki kırıntılı geçirimsiz seviyeler kireçtaşının geçirgenliğini azaltmaktadır. Boğazköy formasyonu, Boztepe formasyonu, Tozanlı grubu'nun Doğanşar formasyonu, Tokuş formasyonu'na ait Banaz üyesi, Kargın formasyonu ve İncesu formasyonu'nun Aydoğmuş üyesi gibi kırıntılı kayalardan oluşan birimlerin çakıltası, kumtaşı seviyelerinin arasında bulunan silttaşı, kiltası, seviyeleri çakıltası, kumtaşı seviyelerinin birincil gözenekliliği azalttığından dolayı bu birimler inceleme alanındaki yarı geçirimli birimler sınıfına alınmıştır.

Tekelidağ Karışığı'na ait hamur seviyelerinden debileri 0.25-4 l/s arasında değişen 8 adet kaynak (YK-58, YK-69, YK-70, YK-72, YK-73, YK-78, YK-80,

YK-82) boşalımı gözlenmektedir. Boztepe formasyonu ve formasyonun karışık ile olan dokanaklarından debileri 0.5-1.5 l/s arasında değişen 2 adet kaynak (YK-62, YK-70) boşalmaktadır. Darmik Volkanitleri'nden (KTd) debisi 3 l/s olan 1 adet kaynak (YK-20) boşalmaktadır. Merkezyeniköy ve Yıldızeli civarında gözlenen ve andazit, bazalt, tuf ve aglomeradan oluşan Pazarcık Volkanitleri'nden (KTp) debileri 0.25-1.5 l/s arasında değişen 5 adet kaynak (YK-3, YK-4, YK-88, YK-89, YK-93) boşalımı gözlenmektedir. Epiklastik ve piroklastik kayalardan oluşan Boğazköy formasyonu çalışma alanında çok küçük alanda yüzeleştiği için formasyondan herhangi bir kaynak boşalımı gözlenememiştir.

Tozanlı grubu'na ait Doğanşar formasyonu'ndan (Td) debileri 0.1-0.5 l/s arasında değişen 2 adet kaynak (YK-48, YK-96) boşalmaktadır. Tokuş formasyonu'nun Banaz üyesi'nden (Ttb) debileri 0.25-0.5 l/s arasında değişen 5 adet kaynak (YK-15, YK-36, YK-42, YK-50, YK-51) boşalımı gözlenmektedir. Üye içerisindeki killi seviyeler daha fazla kaynak boşalımını engellemektedir. Kaletepe Volkanitleri, Pamukpınar Tufu (Tp) ve Sarıtepe Jipsleri inceleme alanı içerisinde çok küçük alanlarda yüzeleştiği için bu birimlerden herhangi bir kaynak boşalımı gözlenememiştir. Kargın formasyonu'ndan (Tk) debileri 0.25 ve 0.5 l/s debili 2 adet kaynak (YK-75, YK-97) boşalımı bulunmaktadır.

4.1.3. Geçirimsiz birimler

Tokat grubu'na ait Dumanlı Metamorfittleri (Ptd), Akdağmadeni Litodemi'ne ait gnays, şist, amfibolit (PzMzş), kuvarsit (PzMzk) ve granitoid (Kag) seviyeleri, Tekelidağ Karışığı'na ait serpantinit (Kts), gnays, şist (Ktm), gabro (Ktg), volkanit, diyabaz (Ktv) ve radyolarit (Ktr) seviyeleri ile Yukarıçakmak Subvolkaniti (Tys) inceleme alanının görece olarak geçirimsiz birimlerini oluşturmaktadırlar. Bununla birlikte bu birimlerin yerel olarak kırıklı, çatlaklı yapı kazanmış olması nedeniyle, birimlerden yer yer düşük debili kaynak boşalimleri gözlenebilmektedir.

Tokat grubu'na ait Dumanlı Metamorfittleri'nden debisi 2 l/s olan 1 adet kaynak boşalımı gözlenmektedir. Akdağmadeni Litodemi'ne ait kuvarsitlerden debileri 0.7-7 l/s arasında değişen 2 adet kaynak (YK-37, YK-55) boşalımı

gözlenmektedir. Tekelidağ Karışığı'na ait serpantin seviyeleri litolojik yapısına bakıldığında genel olarak geçirimsizdir. Bununla birlikte maruz kaldığı yoğun tektonik etkinlikler nedeniyle kazanmış olduğu kırık-çatlaklardan yer yer kaynak boşalmaları gözlenebilmektedir. Tekelidağ Karışığı'na ait serpantin (YK-17, YK-31, YK-45, YK-47, YK-84, YK-94, YK-95), volkanit ve yeşilşist seviyelerinden (YK-98, YK-99) debileri 0.5-3 l/s arasında değişen 9 adet kaynak boşalımı gözlenmektedir.

Yukarıçakmak civarında gözlenen ve keratofir, latit, andezitten oluşan Yukarıçakmak Subvolkanitleri'nin Tokuş formasyonu'na ait kireçtaşı ile dokanağından 0.25 l/s debili 1 adet kaynak (YK-46) boşalmaktadır. Akdağmadeni Litodemi'ne ait gnays, şist, amfibolit (PzMzş) seviyelerinden inceleme alanı içerisinde herhangi bir kaynak boşalımı gözlenmemektedir.

4.2. Sıcak Sular

İnceleme alanında şu an kullanılmakta olan 3 adet sıcak su sondaj kuyusu (MTA-1, MTA-2, MTA-4) ve 5 adet sıcak su kaynağı (Uyuz Çermik-1 (UÇ-1), Uyuz Çermik-2 (UÇ-2), Hamzaşeyh Çermiği-1 (HŞ-1), Hamzaşeyh Çermiği-2 (HŞ-2), Çermik Pınarı-1 (ÇP-1)) bulunmaktadır (Ek-Çizelge 4.1). Kuyular Sıcak Çermikte, kaynaklar ise Delikkaya, Hamzaşeyh civarında ve Gökkaya-Banaz yolu güzergahındadır.

Sıcak Çermik jeotermal alanındaki sıcak suları yeryüzüne çıkarmak ve kaplıca tesislerinde kullanılmak amacıyla, MTA ve DSİ tarafından 1976-1997 yılları arasında, derinlikleri 172-610 m arasında değişen 6 adet sondaj kuyusu açılmış (Şekil 4.1) fakat bunlardan 3 adedi çeşitli sorunlardan dolayı kapatılmıştır. Çizelge 4.1'de bu kuyulara ait bilgiler verilmiştir. Bugün bu kuyulardan ikisi (MTA-1 ve MTA-2) Sivas Belediyesi, biri (MTA-4) MTA ve Valilik dinlenme tesisleri ve Cumhuriyet Üniversitesi Fizik Tedavi Hastanesi tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca özel bir inşaat firması tarafından yapılan özel konutlara sıcak su sağlamak amacıyla konutların bitişiğinde bir sondaj kuyusu açılmıştır (Kaçaroğlu, 2000). Foto 4.4'te MTA-2 ve MTA-4 kuyularının fotoğrafları görülmektedir. Foto 4.5 ve Foto 4.6'da Uyuz çermiği, Hamzaşeyh çermiği ve

Çermik pınarının genel görünümü ve güncel traverten çökelimleri görülmektedir.

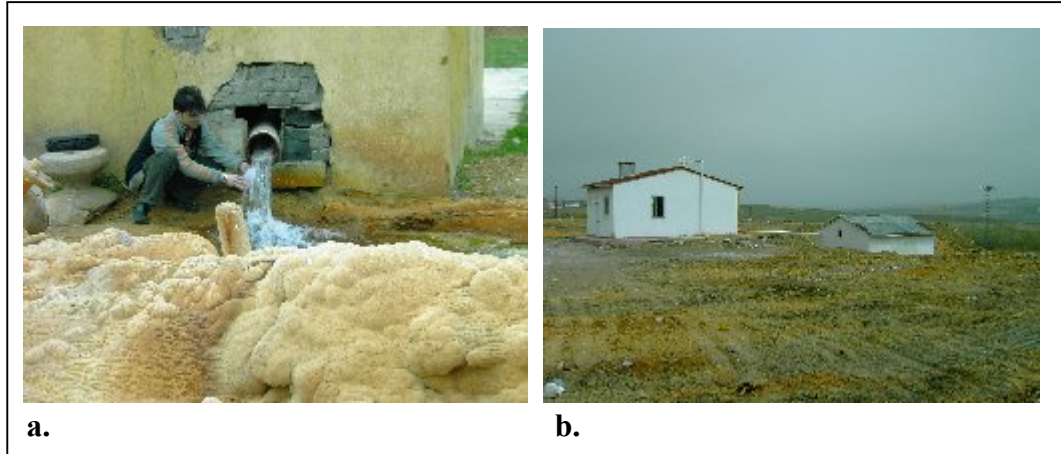
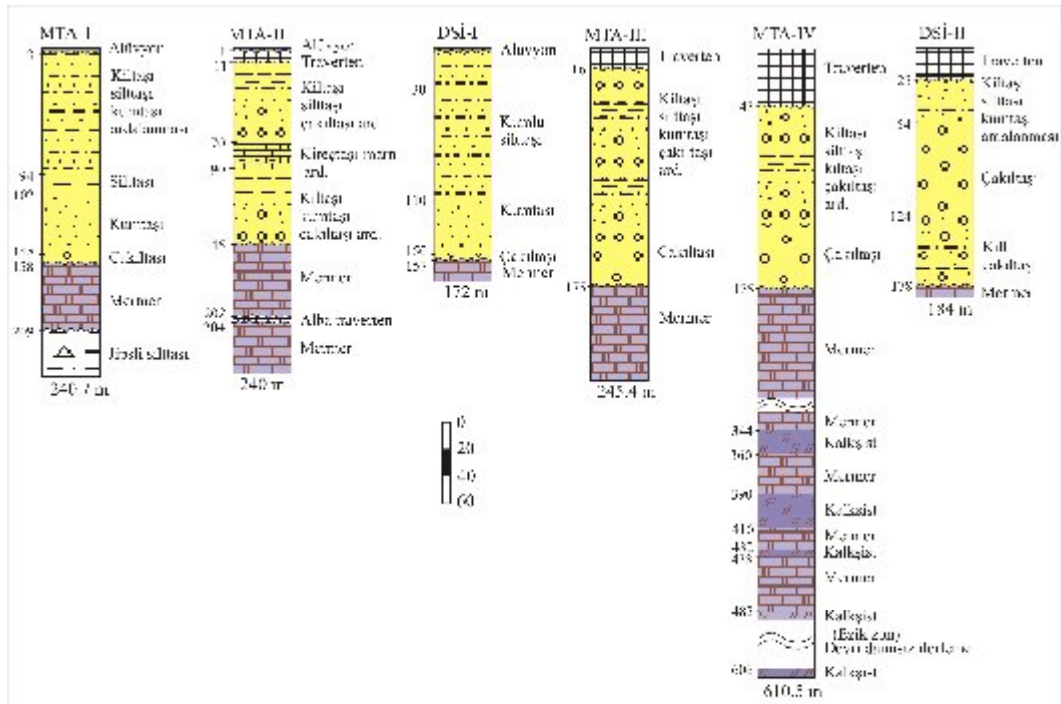


Foto 4.4. Sıcak Çermikte yer alan MTA-2 (a) ve MTA-4 (b) kuyularının görünümü



Şekil 4.1. Sıcak Çermikte açılmış olan sondaj kuyularının logları (Ayaz, 1998)
(Kırıntılı birimler İncesu formasyonu'na, metamorfik birimler Akdağmadeni Litodemi'ne aittir)

Çizelge 4.1. Sıcak Çermikte açılmış olan sondaj kuyularına ait bilgiler (Kaçaroğlu ve diğ., 1994, Gündüz ve Polat, 1997, Güney, 1997, Ayaz, 1998, Kaçaroğlu 2000)

Kuyu no	Açıldığı yıl	Derinlik (m)	Su sıcaklığı (°C)	Debi (l/s)		
				Açıldığı yılda	Haziran 1994	Haziran 2002
MTA-1	1976	240.7	45	45	20	25
DSİ-1	1986	172	46	85	50	(-)
DSİ-2	1987	184	47	200	70	(-)
MTA-2	1996	240	46	160	(-)	60
MTA-3	1997	245.4	48	125	(-)	(-)
MTA-4	1997	610.5	49	150	(-)	100

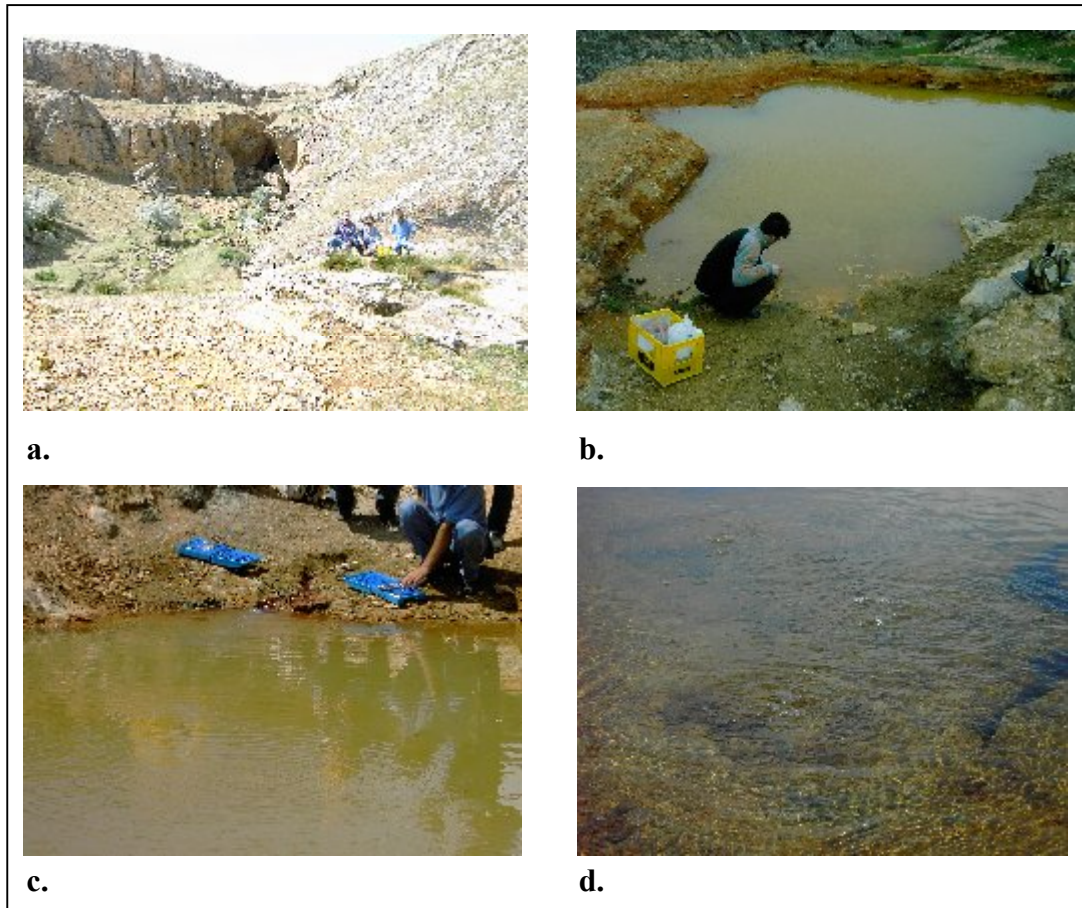


Foto 4.5. Uyuz çermik-1'in genel yapısı (a) ve sıcak su çıkışlarının görünümleri (b, c, d)

Yıldız Irmağı havzası içerisinde bulunan sıcak suların Sıcak Çermikte açılmış olan sondaj kuyuları yardımıyla gözlenen rezervuar kayacı Akdağmadeni Litodemi'ne ait kırıklı, çatlaklı ve yer yer karstik olan mermerlerdir. Sıcak Çermik ve Uyuz Çermiğinin örtü kayacı İncesu formasyonu'nun Derindere üyesi'ne ait kiltası-silttaşı-kumtaşı-çakiltası ardalanmasıdır. Hamzaşeyh çermiğinin örtü kayacı ise bölgenin jeolojisi göz önüne alınarak Tokuş formasyonu'nun Banaz üyesi'ne ait kiltası-kumtaşı ardalanmasının oluşturabileceği düşünülmektedir.

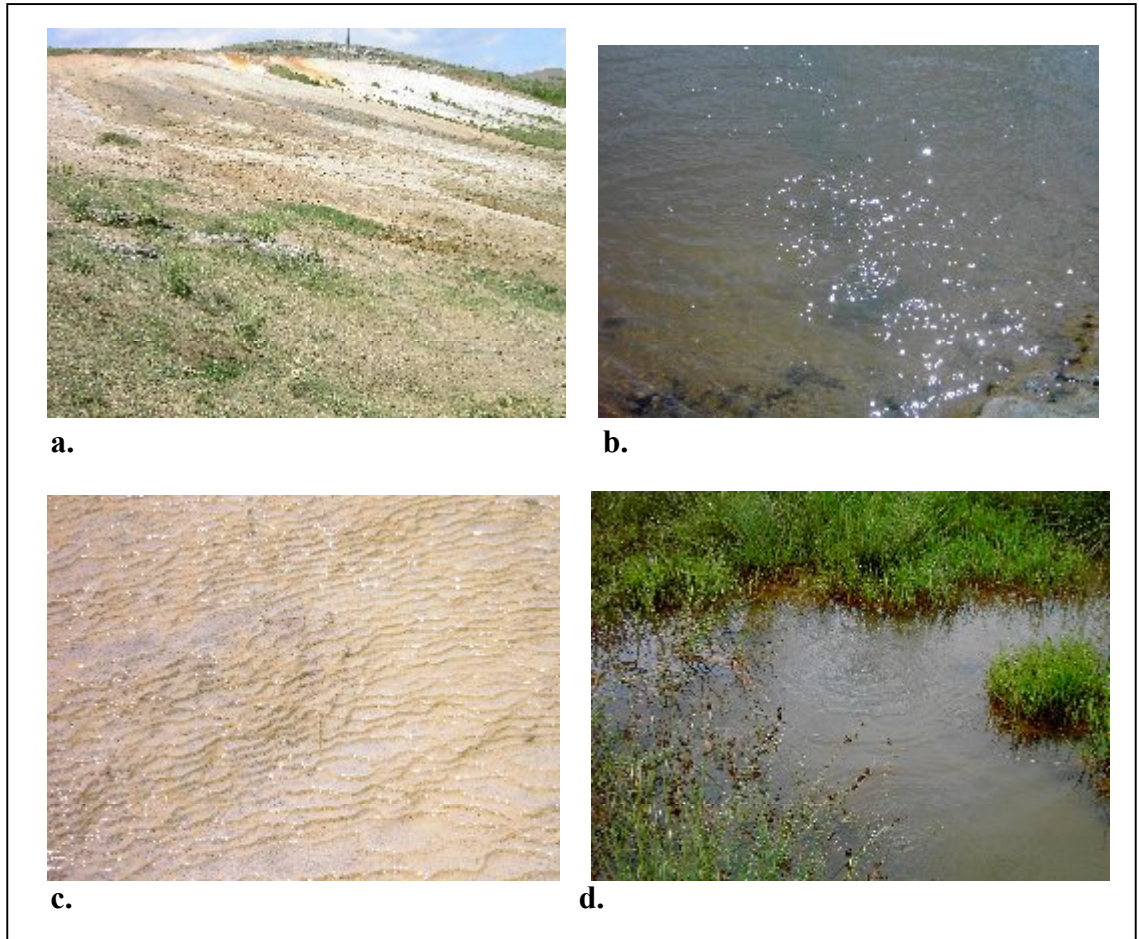


Foto 4.6. Hamzaşeyh çermiği-1'in genel görünümü (a), sıcak su çıkışları (b), güncel traverten çökelimleri (c) ve Çermik pınarı-1'in görünümü

Yapılan izotop çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde (Bölüm 5) sıcak suların jeotermal gradyanla ısındığı ve başta Yıldız Dağı olmak

üzere mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve Çeltik Dağı gibi yüksek alanlardan beslendiği düşünülmektedir.

İnceleme alanındaki sıcak sular basınçlı olarak yeryüzüne çıkmakta, çıktığı anda atmosfer basıncı ile dengeye ulaşmaya çalışmakta ve bünyesinde bulunan CO₂'nin bir kısmını kaybetmektedir. Böylece çözünürlük etkisini kaybederek kalsit mineraline doymun hale gelmekte (Çizelge 6.6-Bölüm 6) ve traverten oluşumuna neden olmaktadır. Foto 4.7'te Sıcak Çermikte yer alan sıcak suların çıkış noktalarındaki güncel traverten oluşumları görülmektedir.

Travertenler Ca ve HCO₃ içeren yüzey ve/veya yeraltı suları tarafından genellikle kimyasal ve/veya biyokimyasal yollarla kırık, çatlak ve/veya topoğrafya üzerinde hızlı bir şekilde çöktürülen küçük kristalli, boşluklu ve bantlı karbonat çökeltileridir. Travertenler için gerekli olan Ca ve HCO₃ iyonlarının içeren en önemli kaynak kayalar karbonat ve karbonatlı kayalardır. Yüzey ve/veya yeraltısularının, atmosferden, bitki köklerinden ve çevre kayalar ile etkileşimlerinden karbondioksit (CO₂) kazanmakta, bünyelerine aldıkları bu karbondioksit su ile birleşerek karbonik asiti oluşturmakta (H₂CO₃)'dır (Stumm ve Morgan, 1981; Pentecost, 1995; Deines, 1992; Cathelineau ve diğ., 1989; Barnes ve diğ., 1984; Hurley ve diğ., 1966, Friedman, 1970; Malusa ve diğ., 2003). Karbonik asitçe zengin sular yeraltında dolaşımını sırasında CaCO₃ bileşimli kayalar ile etkileşerek Ca ve HCO₃'ca zengin bileşim kazanmakta ve çeşitli şekillerde, özellikle tektonik süresiz düzlemleri yardımıyla yüzeye çıkmaktadırlar. Yüzeye çıktıklarında basınçın düşmesi ve atmosferik CO₂ ile su içindeki çözülmüş CO₂ arasındaki kısmi basınç farkından dolayı su bünyesindeki CO₂'nin uzaklaşmasıyla su CaCO₃'ca aşırı zenginleşmekte ve travertenler çökelmektedir (Jacopson ve Langmuir, 1970; Langmuir, 1971; Stumm ve Morgan, 1981; Dandurand ve diğ., 1982; Malusa ve diğ., 2003). Biyokimyasal yolla traverten oluşumu ise, su sıcaklığının kontrolünde olan CO₂'in bir kısmı atmosfere karışması, bir kısmının da alg'lerce alınması ve alglerin karbondioksiti harcarken etrafında CaCO₃'tan oluşan zar şeklinde bir çökelinin geliştirmesiyle olmaktadır (Chafetz ve Folk, 1984; Julia, 1983; Mesçi, 2004).



Foto 4.7. Sıcak Çermikteki güncel traverten çökelimleri

İnceleme alanında yer alan tüm sıcak sularda Temmuz 2003-Ekim 2005 tarihleri arasında çeşitli zamanlarda sıcaklık, pH, EC, TDS ve çözülmüş CO₂ değişimleri ölçülmüştür, ayrıca sıcak su kaynaklarında debi ölçümü de yapılmıştır (Ek-Çizelge 4.1). Sıcak su kuyuları 1350-1375 m arası kotlarda bulunmakta olup, sıcaklıkları 43.5-47 °C, pH değerleri 6.40-6.78, elektriksel iletkenlikleri (EC) 2750-3380 µS/cm, toplam çözülmüş katı (TDS) miktarları 1750-2190 mg/l ve çözülmüş karbondioksit (CO₂) değerleri 396-616 mg/l, Haziran-2002'de ölçülmüş debileri 25-100 l/s arasında değişmektedir. Sıcak su kaynaklarının ise boşalma kotları 1308-1365 m'ler arasındadır. Kaynak sıcaklıkları 17.3-32.4 °C, pH değerleri 6.35-6.99, elektriksel iletkenlikleri (EC) 1870-3590 µS/cm, toplam çözülmüş katı (TDS) miktarları 1280-2290 mg/l ve çözülmüş karbondioksit (CO₂) değerleri 242-638 mg/l, debileri 0.25-2 l/s arasında değişmektedir (Ek-Çizelge 4.1).

4.2.1 Jeotermometre hesaplamaları

Yüzeye erişen jeotermel suların sıcaklıkları genellikle hazne kaya içindeki sıcaklıklarından daha düşüktür. sıcak suların sıcaklıklarında yeryüzüne çıkışları esnasında dokanakta bulunduğu kayaçlar ile ısı alış veriş, soğuk yeraltıları ile karışımı, hazne kaya sıcaklığının atmosferle ilişkisini kesen geçirimsiz kayaçların çok ince oluşu veya bulunamayışı gibi nedenlerle azalmalar meydana gelebilir. Sıcak suların rezervuar sıcaklıkları ekonomik yönden önem taşıdığı için

çeşitli yöntemler ile araştırılmaktadır. Bu yöntemler; izotop jeotermometreleri, gaz jeotermometreleri, kimyasal jeotermometreler, rezervuara kadar inen derin kuyularda doğrudan sıcaklıkların ölçülmesi, jeotermal alanlarda izlenen hidrotermal alterasyon sonucu oluşan kil minerallerinin yatay ve düşey (sondaj) yönde incelenmesi, kapanım jeotermometreleridir. Jeotermometrelerle rezervuar sıcaklığının hesaplanması suda bulunan iyon, gaz ve /veya izotop içeriklerinin sıcak suda hangi sıcaklıkta ne kadar çözüldüğünün veya iyon değişimine uğradığının hesaplanmasına dayanmaktadır. Hazne kayaçtaki suların sıcaklığı, verimleri, kimyasal özellikleri hakkında gerçek bilgi hazne kayaca kadar inen kuyuların doğrudan incelenmesi ile elde edilebilmektedir (Şahinci, 1991).

Kimyasal jeotermometreler çözünürlüğe (silis) ve iyon değişime (Na-K, Na-Ca, Na-K-Ca, K-Mg, K-Ca, Na-Li, Li-Mg-(katyon)) ve iyon etkinliğine (kalsedon, Na-K, Na-Li) dayalı jeotermometrelerdir. Suda bulunan major katyon konsantrasyonları ile suyun içinde hareket ettiği kayaçları oluşturan feldispat, mika ve kalsit mineralleri arasında bir kimyasal denge olduğu kabul edilmektedir.

Sıcak suların kimyasal bileşimine dayanarak yapılan jeotermometreler niteliksel ve sayısal olmak üzere iki türden oluşmaktadır. Niteliksel jeotermometre incelemesinde, yüksek SiO₂, Cl miktarı, yüksek Na/K ve Na/Ca oranı, düşük Ca, HCO₃, Mg iyonlarının yüksek rezervuar sıcaklığını gösterebildiği, bikarbonatlı suların yüzeyde kireçtaşlarıyla temas etmeden travertenleri oluşturması düşük rezervuar sıcaklığını işaret ettiği yorumuna gidilebilmektedir (Yıldırım, 1994). Traverten oluşması için suyun yüksek miktarda Ca ve HCO₃ iyonlarına sahip olması gerekmektedir. Ca ve HCO₃ iyonlarının çözünürlüklerinin sıcaklıkla ters orantılı olması yüksek sıcaklıkta yüksek miktarda Ca ve HCO₃'ün var olmasına engel olmaktadır. Bu nedenle traverten çökelimleri düşük hazne kayaca işaret etmektedir.

Sayısal jeotermometre incelemeleri ise suyun kimyasal bileşiminin çeşitli eşitliklerde değerlendirilerek rezervuar sıcaklığının bulunmasına dayanmaktadır. Silis jeotermometresi mineral çözünürlüğüne dayalı bir jeotermometredir. Minerallerin çözünürlüğü genellikle sıcaklık ve basınçla değişmektedir. Silis

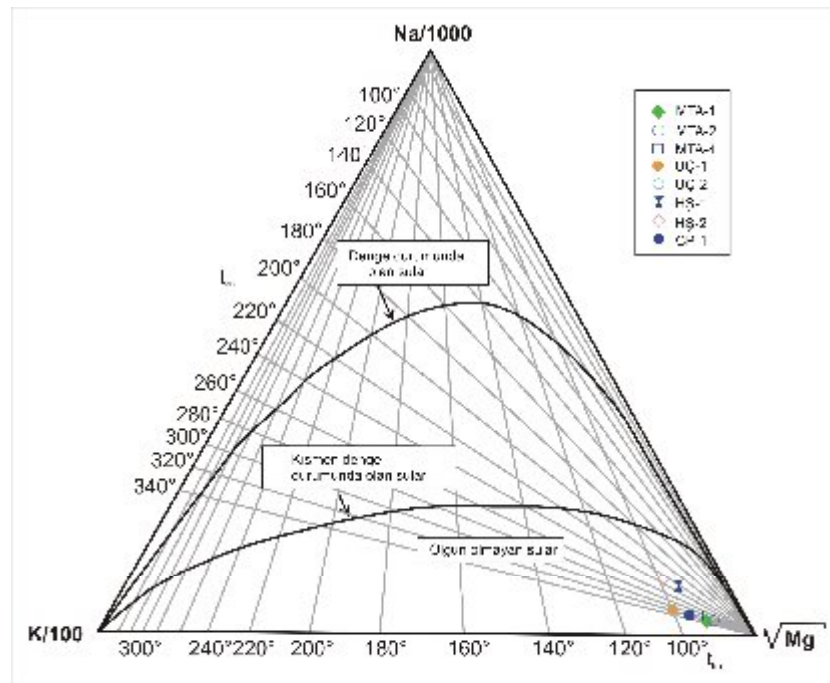
dışındaki minerallerin çözünürlükleri jeotermometre olarak pek kullanılamamaktadır (Şahinci, 1991).

Kasyon jeotermometrelerinin hangi durumlarda kullanılabilceği ve hangi jeotermometrenin hangi durumda güvenilir sonuçlar verebileceği konusunda pek çok görüş ileri sürülmektedir. Giggenbach (1988) bu durumla ilgili bir diyagram önermiş (Şekil 4.2) ve kasyon jeotermometrelerinin denge durumunda olan bölgeye düşen sular için daha iyi sonuçlar vereceğini ileri sürmüştür. Dengede olmayan bölgeye düşen sulardaki jeotermometre hesaplarında özellikle Na-K jeotermometrelerinin çok büyük değerler vereceğini belirtmiştir.

Şahinci (1991) ise suda çok fazla Ca iyonu bulunduğunda ve traverten oluşturan sularda Na-K jeotermometresinin çok yüksek değerler vereceğini ve kullanılmaması gerektiğini belirtmiş ve Na-K jeotermometrelerinin uygulanacağı sıcak suların pH'ı nötre yakın veya hafif alkali, karbonat çökelmelerinin oluşmaması, $\log(\sqrt{\text{Ca}/\text{Na}})$ değerinin 0.5'den az olması koşullarının aranması gerektiğini belirtmiştir. Ca/Na (mol/l) oranının 1'den büyük olduğu durumlarda, Na/K jeotermometre bağıntılarının çok yüksek hazne kayaç sıcaklığı vermesi olumsuzluğunu gidermek için Fournier ve Truesdell (1973) Na-K-Ca jeotermometresini önermiştir (Çizelge 4.2-Eşitlik 9). Yazar bu eşitlikte bulunan β 'nin sıcak suyun ölçülen sıcaklığının 100 °C'den büyük olduğunda 1/3 alınması gerektiğini, 100 °C'den küçük olması durumunda ise 4/3 alınması gerektiğini belirtmiştir. Fournier ve Potter II (1979) düşük sıcaklıklardaki suların yüksek Mg içeriğinin hatalı rezervuar sıcaklığı hesabına neden olabileceğini belirtmiş ve Mg düzeltme eşitlikleri önermiştir (Çizelge 4.2). Yazarlar bu eşitlikte bulunan R değeri ($R = \text{Mg} / \text{Mg} + \text{Ca} + \text{K}$) (mek/l) 5-50 aralığında bulunduğunda Çizelge 4.2'de gösterilen 9.1 eşitliğinin, 0.5-5 aralığında bulunduğunda ise 9.2 eşitliğinin kullanılması ve bulunan t değerlerinin Na-K-Ca jeotermometresi ile hesaplanan rezervuar sıcaklığından çıkartılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca t değerinin negatif (-) çıktığı durumda Na-K-Ca jeotermometresi ile bulunan rezervuar sıcaklığının aynen kullanılabilceğini ifade etmişlerdir (Şahinci, 1991).

Şahinci (1991) Na-K-Ca jeotermometre bağıntısının özgün bir mineral dengesine dayanmadığından, silis ve Na-K jeotermometrelerinden ayrıldığı, ifade etmiştir.

İnceleme alanındaki sıcak suların rezervuar sıcaklıklarını hesaplayabilmek için kimyasal (kasyon ve silis) jeotermometreler kullanılmıştır. Gaz ve izotop jeotermometreleri analiz eksikliğinden dolayı uygulanamamıştır. Kullanılan jeotermometre eşitlikleri Çizelge 4.2’de, bu eşitlikler yardımıyla hesaplanan rezervuar sıcaklıkları ise Çizelge 4.3’te verilmiştir. Silis jeotermometresi ve K-Mg jeotermometreleri ile hesaplanan rezervuar sıcaklıkları suların silis ve K değerlerinin düşük olmasından dolayı negatif (-) çıkmıştır. Bu nedenle Çizelge 4.3’te bu jeotermometrelere yer verilmemiştir. Ayrıca bazı kasyon jeotermometreleri ile hesaplanan rezervuar sıcaklıkları suların yeryüzünde ölçülen sıcaklıklarından daha düşük çıkması nedeniyle bu değerler de Çizelge 4.3’ten çıkartılmıştır.



Şekil 4.2. İnceleme alanındaki sıcak suların Giggenbach diyagramı (Giggenbach, 1988)

Sıcak Çermikte farklı derinliklerde açılmış ve rezervuar kayacına kadar inen sondaj kuyularından boşalan suların yeryüzünde ölçülen sıcaklıklarının birbirine aynı denebilecek kadar çok yakın olması (Çizelge 4.1) sıcak suların rezervuar sıcaklıklarının yüksek olmadığına işaret etmektedir. Ayrıca inceleme alanındaki sıcak suların çoğunlukla Ca-HCO₃'lü bileşime sahip olması ve traverten çökelmeleri de hazne kayaç sıcaklığının yüksek olmadığına göstergesidir. Oysaki Çizelge 4.3'te yer alan Na-K jeotermometre sonuçlarına bakıldığında ortalama sıcaklıklarının 151-292 °C arasında değiştiği görülmektedir. Bu sıcaklıkların inceleme alanındaki sıcak suların rezervuar sıcaklıkları için oldukça yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Değerlerin yüksekliği sıcak suların Ca miktarlarının yüksek olmasından, traverten çökelmelerinden ve Giggenbach (1988) diyagramında dengede (olgun) olmayan su sınıfında (Şekil 4.2) girmelerinden kaynaklanmaktadır. Li-Mg-Na jeotermometreleri sıcak suların Li değerlerinin düşük olmasından dolayı genellikle sıcak suların yüzeyde ölçüldükleri sıcaklıklardan daha düşük, hatta bazen negatif (-) rezervuar sıcaklıkları vermektedir (bu değerler Çizelge 4.3'te verilmemiştir). Na-Ca ve K-Ca jeotermometreleri de yüksek ve birbirleriyle uyumsuz rezervuar sıcaklıkları vermiştir.

Hesaplanan rezervuar sıcaklıklarına bakıldığında (Çizelge 4.3) inceleme alanındaki sıcak suların olası rezervuar sıcaklıklarını verebilecek tek jeotermometre Mg düzeltmesi yapılmış Na-K-Ca jeotermometresi olduğu düşünülmektedir. Fakat bu jeotermometre hesaplamasında da gerçeği yansıtmayan (sıcak suların yüzeyde ölçülen sıcaklıklardan çok yüksek ve çok düşük değerler elde edilmiştir) birkaç değer de elde edilmiştir. Gerçeği yansıtmayan bu değerler ortalama olası bir rezervuar sıcaklığı elde edebilmek için Çizelge 4.3'ten çıkartılmıştır. Buna göre inceleme alanındaki sıcak su kaynaklarının rezervuar sıcaklıkları 49-81 °C, sıcak su kuyularının rezervuar sıcaklıkları 68-74 °C arasında değişmektedir. Ergin (1992) Mg düzeltmesi yapılmış Na-K-Ca jeotermometresiyle Sıcak Çermikte yer alan sıcak su kuyularının rezervuar sıcaklıklarının 107-115 °C arasında, Uyuz Çermik sıcak sularının rezervuar sıcaklıklarının ise 56-70 °C arasında olduğunu ifade etmiştir. Mutlu ve Güleç

(1998) Sıcak Çermikte yer alan sıcak su kuyularının rezervuar sıcaklıklarını Na-K jeotermometresiyle (Giggenbach, 1988) 289 °C, Na-K-Ca jeotermometresiyle (Fournier ve Truesdell, 1973) 87 °C, K-Mg jeotermometresiyle (Giggenbach, 1988) 72 °C, Kuvars jeotermometresiyle (Fournier ve Potter II, 1982) 72 °C, Kalsedon jeotermometresiyle (Fournier, 1977) 40 °C, Kristobalit jeotermometresiyle (Fournier, 1977) ise 22 °C bulmuşlardır.

Sıcak Çermikte rezervuar kayaç olan mermerlere kadar inen ve derinlikleri 172 m ile 610 m arasında değişen 6 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Derinliği 172 m olan sondaj kuyusunda (DSİ-1) ölçülen sıcaklık (46 °C) ile derinliği 610 m olan sondaj kuyusu (MTA-4)'nda ölçülen sıcaklık (49 °C) arasındaki farkın sadece 3 °C olmasından dolayı rezervuar sıcaklığının çok fazla olamayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ve daha önceki çalışmalarda bulunan rezervuar sıcaklıkları sonuçlarının çok güvenilir olmadığı düşünülmektedir.

4.3. Kaynaklar

İnceleme alanı içerisinde çok sayıda, oldukça farklı debilerde ve çok farklı birimlerden boşalan birçok kaynak yer almaktadır. Bu kaynaklardan en büyük debili olanları travertenlerden boşalmakta olup kırık ve çatlak kaynakları niteliğindedirler. Travertenden boşalan bu kaynakların beslenme alanı içerisinde aynı zamanda mermerler de bulunmaktadır. Yıldızdağı Gabrosu'nun kırık ve çatlaklarından boşalan kaynaklar da büyük debili olan kaynaklardandır. Diğer kaynaklar ise kireçtaşlarından, ofiyolitik karışıktan, çakıltaşı-kumtaşı-kiltası ardalanmasından, olistostromlardan, volkaniklerden ve metamorfiklerden boşalmaktadırlar (Ek-Çizelge 4.2. Ek-2, Ek-4).

4.3.1. Büyük debili kaynaklar

Bu alt bölümde Yıldız Irmağı havzası içerisinde yer alan büyük debili ve kırık, çatlak ve boşluklardan boşalan kaynakların farklı aylarda ölçülmüş olan debi değerleri (Ek-Çizelge 4.2) kullanılarak çizilmiş olan kaynak boşalım eğrilerinden elde edilen sonuçlara (Çizelge 4.4) yer verilecektir. Şekil 4.3'te büyük debili kaynakların kaynak boşalım hidrografı (eğrisi) görülmektedir.

Çizelge 4.2. İnceleme alanındaki sıcak sulara uygulanan jeotermometreler

Eşitlik no	Kullanılan jeotermometre	Eşitlik (Katyon ve Silis miktarı ppm)	Referanslar
1	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 856 / (0.857 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Truesdell (1976)
2	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 833 / (0.780 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Tonani (1980)
3	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 933 / (0.993 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$ (25-250 °C)	Arnorsson (1983)
4	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 1319 / (1.699 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$ (250-250 °C)	Arnorsson (1983)
5	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 1217 / (1.483 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Fournier (1979)
6	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 1178 / (1.470 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Nieva ve Nieva (1987)
7	Na-K	$t^{\circ}\text{C} = 1390 / (1.750 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Giggenbach ve diğ. (1983)
8	Na-Ca	$t^{\circ}\text{C} = 1096.7 / (3.080 + \log (\text{Na} / \text{K})) - 273.15$	Tonani (1980)
9	Na-K-Ca ($\beta=4/3$, $t<100$)	$t^{\circ}\text{C} = 1647 / (\log (\text{Na} / \text{K}) + (\beta \cdot \log (\sqrt{\text{Ca}} / \text{Na})) + 2.47) - 273.15$	Fournier ve Truesdell (1973)
9.1	Mg Düzeltmesi (R = 5-50)	$t^{\circ}\text{C} = (10.66 - 4.74 \cdot R + 325.87 \cdot (\log R)^2) - (1.032 \times 10^5 \cdot (\log R)^2 / T) - (1.968 \times 10^7 \cdot (\log R)^2 / T^2) + (1.605 \times 10^7 \cdot (\log R)^3 / T^2)$	Fournier ve Potter II (1979)
"	(T= Kelvin)		"
9.2	Mg Düzeltmesi (R = 0.5-5)	$t^{\circ}\text{C} = (-1.03 + 59.971 \cdot \log R) + (145.05 \cdot (\log R)^2) - (36711 \cdot (\log R)^2 / T) - (1.67 \times 10^7 \cdot (\log R) / T^2)$	"
"	(T= Kelvin)		"
10	K-Ca	$t^{\circ}\text{C} = 1930 / (3.861 + \log (\text{K} / \sqrt{\text{Ca}})) - 273.15$	Tonani (1980)
11	Li-Mg	$t^{\circ}\text{C} = 2200 / (5.470 + \log (\text{Li} / \sqrt{\text{Mg}})) - 273.15$	Kharaka ve Mariner (1989)
12	Li-Na	$t^{\circ}\text{C} = 1590 / (0.779 + \log (\text{Na} / \text{Li})) - 273.15$	Kharaka ve diğ. (1982)
13	Li-Na	$t^{\circ}\text{C} = 1000 / (0.389 + \log (\text{Na} / \text{Li})) - 273.15$	Fouillac ve Michard (1981)
14	Li-Na	$t^{\circ}\text{C} = 1195 / (0.130 + \log (\text{Na} / \text{Li})) - 273.15$	Fouillac ve Michard (1981)
15	K-Mg $\log (\text{K}^2 / \text{Mg}) > 1.25$	$t^{\circ}\text{C} = 2330 / (7.35 + \log (\text{K}^2 / \text{Mg})) - 273.15 \log$	Fournier (1991)
16	K-Mg $\log (\text{K}^2 / \text{Mg}) < 1.25$	$t^{\circ}\text{C} = 1077 / (4.033 + \log (\text{K}^2 / \text{Mg})) - 273.15$	Fournier (1991)
17	K-Mg	$t^{\circ}\text{C} = 4410 / (14.0 + \log (\text{K} / \text{Mg})) - 273.15$	Giggenbach (1988)
18	Kuvars	$t^{\circ}\text{C} = 42.19 + 0.28 \cdot \text{SiO}_2 + 3.67 \times 10^{-4} \cdot \text{SiO}_2^2 + 3.17 \times 10^{-7} \cdot \text{SiO}_2^3 + 77.03 \cdot \log \text{SiO}_2$	Fournier ve Potter II (1982)
19	Kuvars (Buhar kaybı yok)	$t^{\circ}\text{C} = 1309 / (5.19 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Fournier (1973)
20	Kuvars (100°C'de max buhar kaybı)	$t^{\circ}\text{C} = 1522 / (5.75 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Fournier (1973)
21	Kalsedon (Buhar kaybı yok)	$t^{\circ}\text{C} = 1032 / (4.69 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Fournier (1977)
22	Kalsedon (100°C'de max buhar kaybı)	$t^{\circ}\text{C} = 1182 / (5.09 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Fournier (1977)
23	Kalsedon (Buhar kaybı yok)	$t^{\circ}\text{C} = 1112 / (4.91 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Arnorsson ve diğ. (1983)
24	Kalsedon (100°C'de max buhar kaybı)	$t^{\circ}\text{C} = 1264 / (5.31 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	Arnorsson ve diğ. (1983)

Çizelge 4.3. İnceleme alanındaki sıcak suların katyon jeotermometresi sonuçları

Su no	Alındığı tarih	T (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9'(beta=4/3)	9'(MgDüz.)	10	11	12	13	14
			Na-K	Na-K	Na-K	Na-K	Na-K	Na-K	Na-K	Na-K	Na-Ca	Na-K-Ca	Na-K-Ca	K-Ca	Li-Mg	Li-Na	Li-Na
MTA-1	14.07.2003	45.8	281	294	282	279	287	273	297	107	92	85	277	30	128	7	87
"	15.07.2004	45.5	423	449	410	364	383	366	382	180	76	76	266				
"	03.10.2004	43.5	255	266	258	262	268	254	280	106	87	87	268				
"	30.06.2005	46.5	153	159	162	190	189	177	206	130	48	48	195	35	170	40	134
"	Ortalama	45.3	278	292	278	274	282	267	291	131	76	74	252	33	149	23	110
MTA-2	14.07.2003	45.8	296	310	295	289	298	283	306	109	95	88	283	52	182	49	147
"	15.07.2004	45.8	502	537	479	404	430	413	423	208	72	72	265				
"	03.10.2004	44.0	264	276	266	268	275	261	286	110	85	74	266				
"	18.04.2005	47.0	193	200	200	219	221	208	236	129	60	60	221	53	191	56	157
"	30.06.2005	46.2	153	158	162	189	189	176	206	138	49	49	192	54	204	67	172
"	Ortalama	45.8	281	296	280	274	282	268	291	139	72	68	245	53	192	57	159
MTA-4	14.07.2003	45.0	278	292	280	278	286	271	295	91	105	89	296	36	126	5	85
"	15.07.2004	46.0	88	90	99	137	133	121	153	169	13		142				
"	03.10.2004	47.0	248	259	252	258	263	249	275	57	116		308				
"	18.04.2005	46.6	186	193	193	214	216	202	231	119	66	66	229	32	126	5	85
"	30.06.2005	46.5	150	154	159	187	186	173	203	126	50	50	201	52	197	61	164
"	Ortalama	46.2	190	198	196	215	217	204	231	113	70	68	235	40	150	24	111
UÇ-1	15.07.2003	29.5	297	311	296	289	299	284	307	73	129	88	334	36	112		71
"	15.07.2004	32.4	387	410	378	344	360	344	362	149	92	87	288				
"	03.10.2004	28.4	307	322	306	296	306	291	314	78	119		320				
"	18.04.2005	28.2	188	195	195	216	217	204	232	95	82	70	252	37	136	13	96
"	30.06.2005	29.9	151	156	160	188	187	175	205	103	62	62	219	51	174	43	138
"	Ortalama	29.7	266	279	267	267	274	259	284	100	97	77	282	41	141	17	102
UÇ-2	15.07.2003	32.0	299	313	298	291	300	285	308	98	111	77	308				
HŞ-1	19.07.2003	23.5	180	186	187	210	211	198	226	29	131	79	319	40	98		56
"	16.07.2004	26.1	191	198	198	218	219	206	234	44	116	74	299				
"	03.10.2004	23.5	151	156	160	188	187	174	204	27	126		306				
"	19.04.2005	21.2	102	104	112	149	145	134	164	48	83	83	239	82	135	12	95
"	06.07.2005	24.4	130	133	139	171	169	157	187	56	86	86	248	67	146	21	107
"	Ortalama	23.7	151	156	159	187	186	174	203	41	108	81	282	63	126	5	86
HŞ-2	19.07.2003	19.5	194	202	201	220	222	209	237	50	117	81	302				
ÇP-1	23.07.2003	24.0	288	301	288	284	292	277	301	186	49	49	216	40	133	10	93
"	16.07.2004	24.2	175	181	182	206	206	193	222	199			164				
"	02.10.2004	21.5	68	69	79	120	115	104	135	186			118				
"	19.04.2005	17.3	178	184	186	208	209	196	225	218			160	69	224	83	196
"	05.07.2005	22.7	154	159	163	190	189	177	207	240			136				
"	Ortalama	21.9	172	179	180	202	202	190	218	206	49	49	159	55	179	47	144

Kırıklı, çatlaklı ve karstik akiferler, depoladıkları yeraltısularını çoğunlukla büyük kapasiteli (debili) kırık, çatlak ve karst kaynakları aracılığıyla boşaltmaktadırlar. Karst akiferlerinde yeraltısuyu akımı, kanal/yerel ve yaygın dolaşımın uç bileşenleri arasında değişmektedir (Schuster ve white, 1971). Yerel dolaşım, karstik kanallar boyunca gerçekleşmekte olup, yüksek yeraltısuyu hızı ve dolayısıyla türbilanslı akım koşullarını karakterize etmektedir. Yerel dolaşımın etkili olduğu sistemleri drene eden kaynak boşalmalarının maksimum ve minimum debi oranı ve kimyasal yapılarındaki değişim çok yüksektir. Yaygın dolaşım ise kısmen karstlaşmış kanallar, kırık çatlak sistemleri ve az da olsa birincil gözenekliliğin baskın olduğu ortamları karakterize etmektedir. Bu ortamlarda derene eden yeraltısularının yıl içindeki kimyasal yapılarındaki değişim küçük veya çok küçüktür (Aydın, 2005'den alınmıştır). Kaynakların boşalım rejimi, boşalım hidrografı (eğrileri) (Şekil 4.3) kullanılarak analiz edilebilmektedir. Bazı yağış rejimlerinde, akifere su girişinin pratik anlamda sıfır olduğu, bahar yağışlarından sonraki dönem (çekilme dönemi) bu analizler için en uygun dönemdir (Milanovic, 1981; Ford ve Williams, 1989).

Kaynak boşalmalarının çekilme (boşalım) eğrileri analizi, kaynakların boşalım rejimlerini saptama, yeraltısuyu geliştirme potansiyelini değerlendirme olanakları sağlamaktadır. Maillat (1905) bir kaynağın akımının (debinin) akiferde depolanan yeraltısuyu miktarının fonksiyonu olduğunu öne sürmüştü ve bunu aşağıdaki basit üstel eşitlikle belirtmiştir.

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-a \cdot t} \quad (4.1)$$

Bu eşitlikte; Q_t : kaynağın t zamanındaki akımı (debisi, boşalımı)

Q_0 : Kaynağın çekilme dönemi başlangıcındaki ($t=0$) akımı

e : Doğal logaritma tabanı (2.71828),

a : Boşalım (azalma, çekilme, drenaj) katsayısı

t : Q_0 ve Q_t akımları arasında geçen süre'dir.

Boşalım (çekilme, azalma) eğrisi analizleri için araştırmacılar tarafından başka eşitlikler de önerilmiş olmakla birlikte, yukarıdaki eşitlik büyük depolama (rezerv) kapasitesine sahip kırıklı, çatlaklı ve karstik akiferler için çok yaygın olarak uygulanan ve iyi sonuç veren eşitliktir.

Boşalım (çekilme, azalma, drenaj) katsayısı (a), kaynağın bulunduğu akiferin jeolojisi, etkin porozite ve transmissivite (iletimlilik) gibi hidrojeolojik karakteristiklerine bağlıdır. Bu katsayı akiferin su verme kapasitesini temsil etmektedir. a'nın küçük değerleri, büyük depolama kapasitesi olan akiferlerin yavaş drenajını (boşalımını) ifade etmektedir. Bu tip akiferlerdeki kaynaklar çoğunlukla devamlı (her zaman akan) kaynaklardır. a'nın büyük değerleri, akiferin akım kanallarının hızlı drenajını ve yeraltında depolamanın küçük olduğunu göstermektedir. Boşalım katsayısı küçükse yani çekilme eğrisinin eğimi düşükse, akiferin depolama hacminin büyük, iletimliliğin (T) küçük ve drenajının yavaş olduğu kabul edilmektedir. Bu katsayı büyükse yani çekilme eğrisinin eğimi büyükse, akiferin iletimlilik değerinin (T) büyük veya beslenme alanını küçük olduğu kabul edilmektedir. Boşalım katsayısının büyüklüğü akiferdeki akımın karakterini gösterebilmektedir.

a. Gaziköy kaynakları

İnceleme alanındaki Gaziköy kaynakları (Gaziköy kaynağı-1 (YK-22), Gaziköy kaynağı-2 (YK-23), Gaziköy havuzu kaynağı (YK-24)), Gaziköy'ün kuzeybatısında yer almaktadırlar. Bunlardan büyük debili olanları YK-22 ve YK-24 kaynaklarıdır. Yıldız Irmağı havzasındaki en büyük kaynaklardan biri olan Gaziköy kaynağı-1 kalın bir traverten kütesinin mağarası içinden boşalmaktadır. Gaziköy havuzu kaynağı ise yeraltından basınçlı bir şekilde çıkmaktadır (Foto 4.8). Bu kaynakların yüzey drenaj alanlarında travertenlerin yanında kuvarsitler ve mermerler mevcuttur. Gaziköy-1 kaynağının yüzey topoğrafyası dikkate alındığında yüzey drenaj alanlarının çok küçük (1.5 km^2) olduğu saptanmaktadır. Bu alana düşen yağış $0.74 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$, kaynağın boşalımı ise $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır. Görüldüğü gibi bu alan ve bu alana düşen yağış Gaziköy-1 kaynağının boşalımını kesinlikle karşılayamamaktadır. Dolayısıyla kaynağın sahip olduğu boşalımını gerçekleştirebilmesi için yan havzalardan da beslenim gerekmektedir. Gaziköy kaynaklarının çıkış yerleri itibariyle D-B ve K-G yönünde uzanan, Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerlerin sınırında yer alan Susuzdağ Fayları'nın yakınında bulunması (Ek-4, Şekil 4.4) ve atmosferden, traverten ve mermerler ile teması

sırasında kazandığı CO₂'i yüzeye çıktığında kaybetmesi ve kalsit mineraline doygun hale gelmesi sonucu traverten çökeltmesi nedeniyle boşalımının bu faylarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Susuzdağ Fayları Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler ile diğer birimlerin (Tekelidağ Karışığı, Tokuş formasyonu Banaz kumtaşı üyesi ve traverten) sınırında ve bazı kesimlerde mermerlerin kendi içinde yer almakta olup eğim atımlı normal fay karakterindedirler.

Bu kaynaklardan yalnızca küçük bir alanın sulanmasında yararlanılmakta, onun dışında herhangi bir amaç için kullanılmamakta ve suyun büyük çoğunluğu Dumanlı Çayı'na katılmaktadır.

Gaziköy kaynağı-1 (YK-22) 1345 m kotundan, Gaziköy havuzu kaynağı 1370 m kotundan boşalmaktadırlar. Bu kaynakların Temmuz 2003-Ekim 2005 tarihleri arasında çeşitli zamanlarda sürekli debi, sıcaklık, pH, EC, TDS ve çözülmüş CO₂ değişimleri ölçülmüştür (Ek-Çizelge 4.2). Bu iki kaynağın özellikleri birbirine çok benzemektedir. Gaziköy kaynağı-1'in sıcaklığı 14.4-14.6 °C, debisi 144-207 l/s, pH değeri 6.82-7.24, elektriksel iletkenliği (EC) 725-811 µS/cm, toplam çözülmüş katı (TDS) miktarı 480-540 mg/l ve çözülmüş karbondioksit (CO₂) değeri 40-73 mg/l arasında değişmektedir. Gaziköy havuzu kaynağının (YK-24) ise sıcaklığı 15-15.6 °C, debisi 18-56 l/s, pH değeri 6.75-7.02, elektriksel iletkenliği (EC) 695-799 µS/cm, toplam çözülmüş katı (TDS) miktarı 460-520 mg/l ve çözülmüş karbondioksit (CO₂) değeri 40-84 mg/l arasında değişmektedir.

Gaziköy kaynaklarının farklı zamanlarda ölçülmüş debi değerleri ile boşalım eğrileri çizilmiştir (Şekil 4.3). Maillet eşitliği (1905) için gerekli veriler bu eğrilerden elde edilerek kaynakların azalma katsayıları (a), depolama kapasiteleri (toplam hacim-Vs), çekilme (azalma) dönemi başlangıcından itibaren yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su miktarı (Vd) ve çekilme dönemi sonunda akiferde kalan su miktarı (Vr) hesaplanmıştır. Gaziköy kaynağı-1'in çekilme katsayısı $2.2 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi $6.651 \times 10^6 \text{ m}^3$, olarak, Gaziköy havuzu kaynağının boşalma katsayısı $3.5 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi ise $0.641 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur.

Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) Gaziköy kaynağı-1 toplam depolama hacminin (Vs) sadece % 24.1'ini, Gaziköy havuzu kaynağı ise sadece 34.3'ünü boşaltabilmektedir. Bu değerler kaynakların azalma katsayılarının ve iletimliliklerinin çok düşük, depolama kapasitelerinin büyük olduğunu ve çok kararlı bir akıma sahip olduklarını göstermektedir. Azalma katsayısının düşük olması bu kaynakların beslenme ve boşalmalarında genel olarak kırık-çatlak sistemlerinin etkin olduğunu ifade etmektedir.

b. Kaynarca kaynakları

İnceleme alanındaki Kaynarca kaynakları (YK-32, YK-33, YK-34, YK-35), Gökkaya'nın güneydoğusunda yer almaktadırlar. Bunlardan en büyük debili olanları YK-32, YK-33 ve YK-35 kaynaklarıdır. Yıldız Irmağı havzasının en büyük kaynakları olan bu kaynaklar basınçlı bir şekilde travertenlerin içinden boşalmaktadır (Foto 4.9). Fakat yüzey beslenme alanlarında sadece travertenler değil aynı zamanda kuvarsitler ve mermerlerde mevcuttur. Kaynarca-1 ve Kaynarca-2 kaynaklarının yüzey topoğrafyası dikkate alındığında yüzey drenaj alanlarının oldukça küçük (27 km^2) olduğu saptanmaktadır. Bu alana düşen yağış $13.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$, kaynakların boşalımı ise $12.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır. Görüldüğü gibi bu alan ve bu alana düşen yağış bu kaynakların boşalmalarını karşılayamamaktadır. Dolayısıyla kaynağın sahip olduğu boşalımını gerçekleştirebilmesi için yan havzalardan da beslenme gerekmektedir. Bu kaynakların da Gaziköy kaynakları gibi eğim atımlı normal fay niteliğinde olan ve KD-GB yönünde uzanan Susuzdağ Fayı'nın yakınında bulunması (Ek-4, Şekil 4.4) ve beslenimi esnasında yağışlardan, traverten ve mermerlerden kazandığı CO_2 'i yüzeye çıktığında kaybetmesi sonucu traverten çökeltmesi nedeniyle Susuzdağ Fayı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Gaziköy kaynakları gibi Kaynarca kaynaklarından da sadece küçük alanların sulanmasında yararlanılmakta, suyun büyük çoğunluğu Yıldız Irmağı'na katılmaktadır. Kaynarca kaynağı-1 Yıldız Irmağı'nın hemen kenarında boşaldığı için doğrudan Yıldız Irmağı'na karışmaktadır.

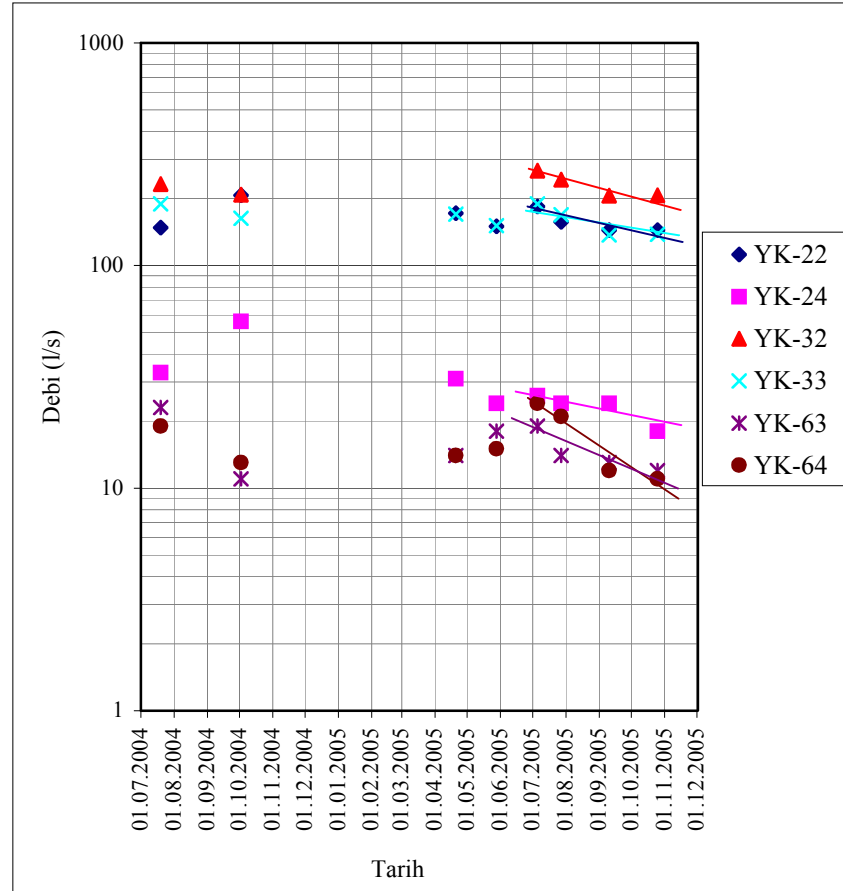
Kaynarca kaynağı-1, 1326 m, Kaynarca kaynağı-2 1325 m kotundan, Kaynarca kaynağı-4 ise 1378 m kotundan boşalmakta olup kimyasal açıdan birbirlerine benzemektedirler. Temmuz 2003-Ekim 2005 tarihleri arasında Kaynarca kaynağı-1'in sıcaklığı 13.5-14 °C, debisi 206-267 l/s, pH değeri 6.66-7.15, elektriksel iletkenliği (EC) 920-1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$, toplam çözünmüş katı (TDS) miktarı 620-720 mg/l ve çözünmüş karbondioksit (CO_2) değerleri 75-128 mg/l arasında değişmektedir. Kaynarca kaynağı-2'in sıcaklığı 13.3-13.7 °C, debisi 137-199 l/s, pH değeri 6.60-7.13, elektriksel iletkenliği (EC) 926-1028 $\mu\text{S}/\text{cm}$, toplam çözünmüş katı (TDS) miktarı 620-690 mg/l ve çözünmüş karbondioksit (CO_2) değerleri 70-119 mg/l arasında değişmektedir. Kaynarca kaynağı-4'ün ise sıcaklığı 12.2-15.2 °C, debisi 5-32 l/s, pH değeri 6.62-7.25, elektriksel iletkenliği (EC) 962-1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, toplam çözünmüş katı (TDS) miktarı 640-740 mg/l ve çözünmüş karbondioksit (CO_2) değeri 75-128 mg/l arasında değişmektedir.

Kaynarca kaynağı-1 (YK-32) ve Kaynarca kaynağı-2 (YK-33)'nin farklı zamanlarda ölçülmüş debi değerleri ile boşalım eğrileri çizilmiştir (Şekil 4.3). Bu şekile bakıldığında eğimlerinin Gaziköy kaynaklarının eğimleri gibi oldukça düşük, azalma katsayısı ve depolama kapasitesi değerlerinin ise Gaziköy kaynaklarının değerlerine benzer olduğu görülmektedir. Yani Kaynarca kaynaklarının beslenme ve boşalım rejimleri genel olarak Gaziköy kaynaklarının rejimine benzemektedir. Kaynarca kaynağı-1'in boşalma katsayısı $3.0 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi $7.689 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak; Kaynarca kaynağı-2'nin ise boşalma katsayısı $2.6 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi $6.280 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur. Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) Kaynarca kaynağı-1 toplam depolama hacminin (V_s) sadece % 30.2'sini, Kaynarca kaynağı-2 ise sadece 24.1'ini boşaltabilmektedir. Bu değerlerde Gaziköy kaynaklarında olduğu gibi azalma katsayılarının ve iletimliliklerinin düşük, depolama kapasitelerinin büyük olduğunu ve kararlı bir akıma sahip olduklarını göstermektedir. Azalma katsayısının düşük olması bu kaynakların beslenme ve boşalmalarında genel olarak kırık-çatlak sistemlerinin etkin olduğunu ifade etmektedir.

Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının çekilme dönemi sonuna kadar toplam depolama hacimlerinin büyük bir kısmını boşaltmaması, bu suların drenajlarının

(boşalıklarının) oldukça yavaş olduğunu ve kararlı akıma sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum ise bu kaynakların ilerideki yıllarda su problemi ile karşılaşması olası olan Sivas kent merkezinin su probleminin çözümünde iyi bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Gaziköy ve Kaynarca kaynakları izotop hidrojeolojisi bölümünde de bahsedileceği gibi yarı uzun dolaşımli sular olup boşalıklarında şimdiki ve çoğunlukla daha önceki yılların beslenimlerinin söz konusudur. Bu durum bu kaynakların günümüzde yaşanan kurak dönemlerden ani olarak etkilenmeyeceği anlamına gelmekte ve alternatif kaynaklar olarak yararlanılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu ifade kaynakların uzun süreli kurak dönemlerden hiç etkilenmeyeceği anlamına gelmemelidir. Bu nedenle Sivas'ın uzun vadeli su ihtiyacının karşılanması için gerekli olan su kaynakları planlaması şimdiden yapılmalıdır.



Şekil 4.3. Bazı büyük kaynakların kaynak boşalım eğrileri



Şekil 4.4. Gaziköy (YK-22, 23, 24) ve Kaynarca (YK-32, 33, 34) kaynaklarının enine hidrojeolojik kesiti

c. Kurşunlu ve Karapınar kaynakları

Kurşunlu kaynağı (YK-63) Yıldız Dağı'nın kuzeybatı yamacından, Karapınar (YK-64) ise Yıldız Dağı'nın batı yamacından boşalmaktadır. Bu kaynaklar inceleme alanının büyük kaynaklarından olup Tozanlı grubu'na ait Yıldızdağı Gabrosu'ndan çıkmaktadırlar (Ek-4, Ek-Çizelge 4.2). Foto 4.10'da bu kaynaklar görülmektedir.

Kurşunlu kaynağı 1823 m kotundan, Karapınar kaynağı ise 1885 m kotundan boşalmaktadırlar. Kurşunlu kaynağı'nın Temmuz 2003-Ekim 2005 tarihleri arasında sıcaklığı 6.1-6.3 °C, debisi 12-28 l/s, pH değeri 7.35-7.97, elektriksel iletkenliği (EC) 106-124 $\mu\text{S}/\text{cm}$, toplam çözünmüş katı (TDS) miktarı 70-80 mg/l arasında değişmektedir. Karapınar kaynağının ise sıcaklığı 4.0-4.5 °C, debisi 11-29 l/s, pH değeri 6.92-7.27, elektriksel iletkenliği (EC) 75-95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve toplam çözünmüş katı (TDS) miktarı 50-60 mg/l arasında değişmektedir.

Bu kaynaklar, su kimyası bölümünde bahsedileceği gibi içme suyu standartları yönünden oldukça yüksek kalitede, düşük sertliğe ve çözünmüş katı madde miktarına sahip büyük debili sular olup, memba suyu niteliğindedirler. Buna rağmen bu sulardan yamaçlarda bulunan birkaç küçük alanın sulanmasında dışında hiçbir şekilde yararlanılmamaktadır.

Kaynakların farklı zamanlarda ölçülmüş debi değerleri ile çizilen boşalım eğrileri Şekil 4.3'de görülmektedir. Kurşunlu kaynağı'nın boşalma katsayısı $5.3 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi $0.310 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak, Karapınar kaynağının

boşalma katsayısı $7.9 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, depolama kapasitesi ise $0.262 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4). Bu değerlere bakıldığında Kurşunlu ve Karapınar kaynaklarının boşalım katsayılarının ve iletkenliklerinin oldukça düşük olduğu görülmekte ve esas olarak kırık ve çatlaklardan beslendiği ortaya çıkmaktadır. Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) Kurşunlu kaynağı toplam depolama hacminin % 47'sini, Karapınar kaynağı ise 61.2'sini boşaltmaktadır. Bu kaynaklar çekilme dönemi sonlarında bile toplam hacimlerinin tümünü boşaltmamaktadır. Yani çekilme dönemi sonunda akiferde halen su kalmaktadır. Bu durum, suların drenajlarının (boşalımının) yavaş olduğunu ve kararlı akıma sahip olduklarını göstermektedir. Kurşunlu ve Karapınar kaynakları bu yönleri ve içme suyu standartları açısından yüksek kaliteli oluşlarıyla şişeleme suyu olarak işletilebilecek sulardır. Kurşunlu kaynağı Su Kimyası bölümünde bahsedileceği gibi yalnız bir dönemde kadmiyum açısından Türk İçme Suyu Standartlarındaki sınır değerini bir miktar aşmaktadır. Bu nedenle Kurşunlu kaynağı daha ayrıntılı analiz edilmeli ve gerekirse Karapınar kaynağının suyu ile karıştırılarak kullanılmalıdır.

4.4. Su Bilançosu Hesaplamaları

İnceleme alanında çalışır durumda sadece Olukman (Dumanlı Çayı) ve Zengi (Yıldız Irmağı-5)'de akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunmaktadır. Yıldız Irmağı üzerinde Zengi'den daha güneyde (mansapta) bulunmamaktadır. Bu nedenle asıl yeraltısuyu beslenme ve boşalımı Yıldız Irmağı havzasının kuzey kesimi (Zengi kuzeyi) için yapılmıştır. Tüm havzanın beslenme ve boşalım hesaplamaları ise sadece bir yaklaşım yapabilmek amacıyla Yukarı Yıldız Havzası için elde edilen verilerden yararlanılarak yapılmıştır. Hesaplamalarda yağış ve akım verilerinin aynı yılları temsil etmesine dikkat edilmiş ve o nedenle Zengi istasyonunun 1980-1995 yılları arasındaki akım verileri kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. Bazı büyük kaynakların aylık debileri ve kaynak boşalım analizi sonuçları

Kaynak no	Kaynak adı	Ölçüm tarihi	Debi (l/s)	Kaynak no	Kaynak adı	Ölçüm tarihi	Debi (l/s)
YK-22	Gaziköy kaynağı-1	19.07.2004	148	YK-24	Gaziköy havuzu kay.	17.07.2004	33
"	"	02.10.2004	207	"	"	02.10.2004	56
"	"	20.04.2005	172	"	"	20.04.2005	31
"	"	28.05.2005	150	"	"	28.05.2005	24
"	"	05.07.2005	184	"	"	05.07.2005	26
"	"	27.07.2005	157	"	"	27.07.2005	24
"	"	10.09.2005	144	"	"	10.09.2005	24
"	"	25.10.2005	144	"	"	25.10.2005	18
Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			2.2x10⁻³	Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			3.5x10⁻³
Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			6.651x10⁶	Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			0.641x10⁶
Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			1.604x10⁶	Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			0.220x10⁶
Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			5.047x10⁶	Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			0.421x10⁶
YK-32	Kaynarca kaynağı-1	17.07.2004	232	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	17.07.2004	189
"	"	02.10.2004	208	"	"	02.10.2004	163
"	"	20.04.2005	(-)	"	"	20.04.2005	170
"	"	28.05.2005	(-)	"	"	28.05.2005	151
"	"	05.07.2005	267	"	"	05.07.2005	189
"	"	27.07.2005	243	"	"	27.07.2005	169
"	"	10.09.2005	206	"	"	10.09.2005	137
"	"	25.10.2005	208	"	"	25.10.2005	138
Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			3.0x10⁻³	Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			2.6x10⁻³
Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			7.688x10⁶	Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			6.280x10⁶
Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			2.324x10⁶	Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			1.683x10⁶
Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			5.364x10⁶	Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			4.597x10⁶
YK-63	Kurşunlu kaynağı	21.07.2004	23	YK-64	Karapınar kaynağı	21.07.2004	19
"	"	30.09.2004	11	"	"	30.09.2004	13
"	"	21.04.2005	14	"	"	21.04.2005	14
"	"	28.05.2005	18	"	"	28.05.2005	15
"	"	04.07.2005	19	"	"	04.07.2005	24
"	"	27.07.2005	14	"	"	27.07.2005	21
"	"	10.09.2005	13	"	"	10.09.2005	12
"	"	25.10.2005	12	"	"	25.10.2005	11
Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			5.3x10⁻³	Boşaltım katsayısı (a) (gün ⁻¹)			7.9x10⁻³
Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			0.310x10⁶	Toplam hacim (depolama kapasitesi-Vs-m ³)			0.262x10⁶
Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			0.146x10⁶	Yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar (4 aylık sürede) akiferden boşalan su (Vd-m ³)			0.161x10⁶
Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			0.164x10⁶	Çekilme dönemi sonuna doğru akiferde kalan su (Vr-m ³)			0.101x10⁶



Foto 4.8. Gaziköy kaynaklarının boşaldığı travertenlerin (a) ve Gaziköy kaynağı-1 (b, c, d), Gaziköy havuzu kaynağının (e) görüntüleri

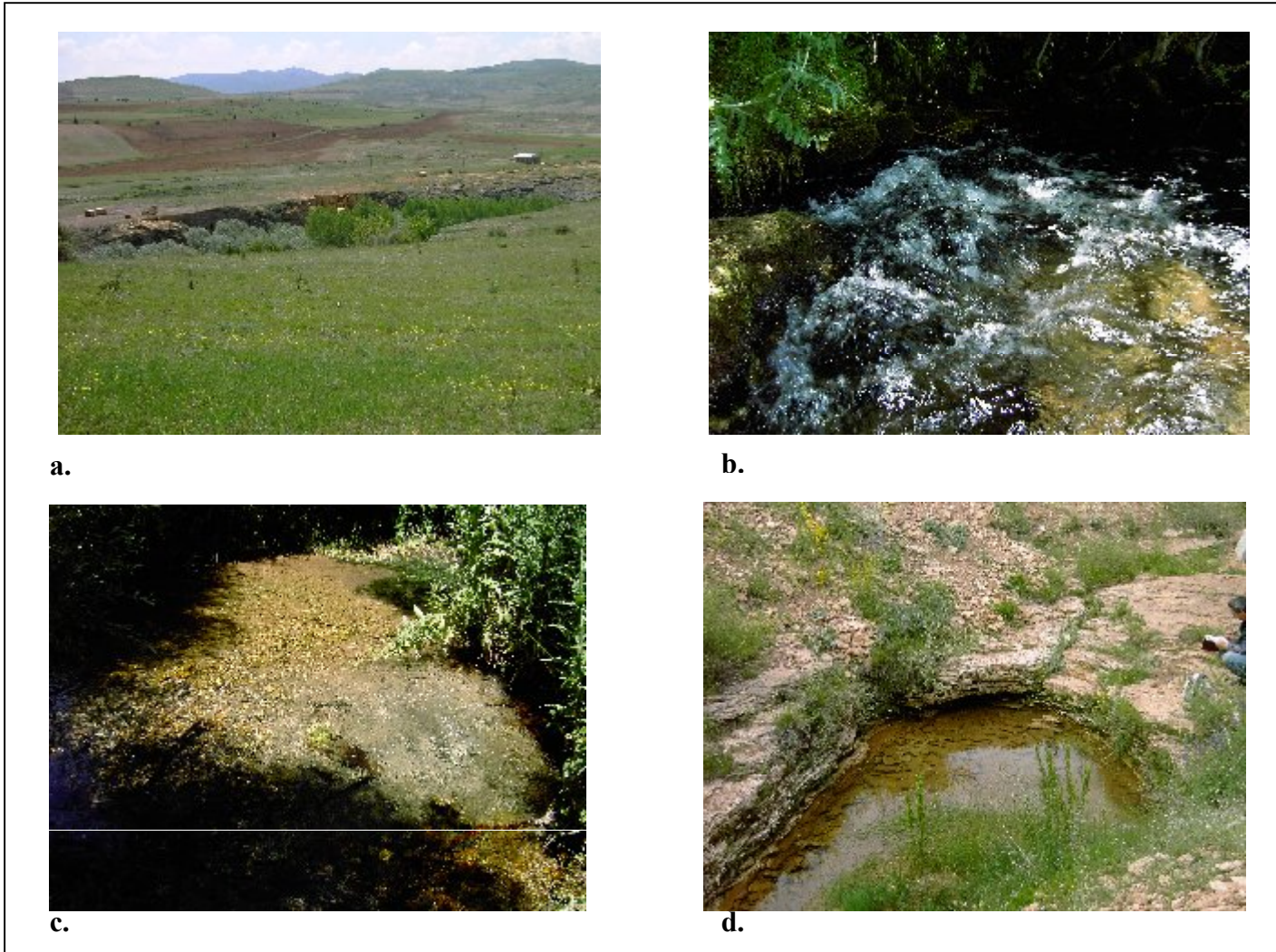


Foto 4.9. Kaynarca kaynakların boşaldığı travertenlerin (a) ve Kaynarca kaynağı-1 (b), Kaynarca kaynağı-2 (c) Kaynarca kaynağı-4'ün (d) görünüşleri



Foto 4.10. Kurşunlu (a, b) ve Karapınar kaynakları (c)'nin görünümleri

4.4.1. Yukarı Yıldız Irmağı (Zengi akım gözlem istasyonuna kadar) havzasının su bilançosu hesaplamaları

Havzanın 1980-1995 yılları arasındaki ortalama yağışı 492 mm'dir. Havzanın kuzey kesiminin (Zengi AGİ'na kadar) drenaj alanı 1042 km²'dir (Ek-4). 15-185 nolu Zengi AGİ verilerine göre çizilen ve akım grafiğı kullanılarak (Ek-Şekil 3.1.e, Ek-Şekil 3.1.f) hesaplanan 16 (1980-1995) yıllık ortalama baz akım (havza dışına yeraltısuyu boşalımı) 145.4x10⁶ m³/yıl'dır (Çizelge 4.5). Havzada yeraltısuyu beslenimi yağıştan ve yüzeysel akıştan olmaktadır.

Yeraltısuyu boşalımı büyük, küçük kaynaklarla ve akarsu yatakları boyunca sızıntılar şeklinde olmaktadır. Ayrıca buharlaşma-terleme, yerleşim alanlarının su kullanımı ve sulama işlemleri ile de yeraltısuyu kaybı (boşalımı) olmaktadır. Havzanın ortalama yıllık yeraltısuyu boşalımı dikkate alınarak süzülme yüzdesi aşağıda verilen eşitliği kullanılarak hesaplanabilir.

$$Q = A \cdot Port \cdot k \quad (4.2)$$

Q = Havzanın ortalama yıllık yeraltısuyu boşalımı (m³/yıl)

A = Havza alanı (m²)

Port = Havzanın ortalama yıllık yağışı (m)

k = Süzülme (yağıştan ve yüzeysel akıştan) yüzdesi

$$(145.4 \times 10^6) = (1042 \times 10^6) \times (0.492) \times k$$

$$k = 0.28 \text{ (\% 28)}$$

Havzanın süzülme yüzdesi (yağıştan ve yüzeysel akıştan ortalama yeraltısuyu beslenimi) % 28 olarak hesaplanmıştır.

Yıldız Irmağı'nın Zengi akım gözlem istasyonundaki 16 yıllık ortalama akımı 11.67 m³/s' dir. Buna göre havzadan bir yılda boşalan su miktarı;

$$11.67 \times 365 \text{ gün} \times 86400 \text{ s} = 368.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Toplam akım (368.0x10⁶ m³/yıl) ile baz akım (yeraltısuyu boşalımı, 145.4x10⁶ m³/yıl) değerleri arasındaki fark 222.6x10⁶ m³/yıl olup, bu yüzeysel akım ile havza dışına çıkan su miktarıdır.

Havzanın ortalama yıllık yağışı (492 mm) kullanılarak havzaya yağış ile düşen toplam su miktarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Havzaya düşen yıllık su (m}^3\text{)} &= \text{Havza alanı} \times \text{Ortalama yağış} \\ (4.3) \quad &= 1042 \times 10^6 \times 0.492 \text{ m} \\ &= 512.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Havzaya düşen yağış ile havza dışına Yıldız Irmağı aracılığı ile boşalan su miktarı arasındaki fark havzadan buharlaşma-terleme ile olan su kaybını vermektedir.

$$512.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} - 368.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 144.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Yüzeysel akımın yağışla havzaya düşen suya oranı:

$222.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} / 512.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 0.434$ (% 43). Bu değer 211.6 mm yağışa karşılık gelmektedir.

Buharlaştırma-terleme ile kaybolan suyun havzaya düşen yağışa oranı:

$144.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} / 512.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 0.282$ (% 28). Buda 137.8 mm yağışa karşılık gelmektedir.

4.4.2. Yıldız Irmağı havzasının (tüm havza) su bilançosu hesaplamaları

Yıldız Irmağı havzasının çıkış noktasında yani Kızılıрмаğa döküldüğü noktanın yakınında herhangi bir akım gözlem istasyonu olmadığı için, bu havzanın beslenme ve boşalım hesaplamaları sadece bir yaklaşım yapabilmek amacıyla yapılmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken Yukarı Yıldız Irmağı havzasının süzülme yüzdesi, drenaj alanı ve toplam akım değerleri kullanılmıştır. Yukarı Yıldız Irmağı havzasının süzülme yüzdesinin (% 28) tüm havzanın süzülme yüzdesiyle aynı olduğu kabul edilmiş ve tüm havzanın yeraltısuyu (baz) akım hesaplamalarında kullanılmıştır. Tüm havzanın toplam akımı ise Yukarı Yıldız Irmağı havzasının drenaj alanı ve tüm havzanın drenaj alanı arasındaki oran gözönünde tutularak ve Yukarı Yıldız Irmağı havzasının toplam akımı kullanılarak hesaplanmıştır. Bu ilişkiden yararlanılmasının nedeni, benzer yağışa, topografyaya ve jeolojik birimlere sahip havzaların benzer akım değerlerine sahip olacağını düşünülmesidir. Bu değerlendirmeler ışığında havzanın drenaj alanı, ortalama yıllık yağışı ve süzülme yüzdesi dikkate alınarak yeraltısuyu akımı aşağıda verilen eşitliği kullanılarak hesaplanabilir.

$$Q = A \cdot \text{Port} \cdot k \quad (4.2)$$

Q = Havzanın ortalama yıllık yeraltısuyu boşalımı ($\text{m}^3/\text{yıl}$)

A = Havza alanı (m^2) (1430 km^2)

Port = Havzanın ortalama yıllık yağışı (m) (492 mm)

k = Süzülme (yağıştan ve yüzeysel akıştan) yüzdesi (% 28)

$$Q = (1430 \times 10^6) \times (0.492) \times 0.28$$

$$Q = 197 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ (Çizelge 4.6)}$$

Yıldız Irmağı havzasının toplam akımı, Yukarı Yıldız Irmağı havzasının drenaj alanı ve toplam akımından gidilerek aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$(1430 \times 10^6 \times 368.0 \times 10^6) / (1042 \times 10^6) = 505.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Toplam akım ($505.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) ile baz akım (yeraltısuyu boşalımı, $197 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) değerleri arasındaki fark $308 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olup, bu yüzeysel akım ile havza dışına çıkan su miktarıdır.

Havzanın ortalama yıllık yağışı (492 mm) kullanılarak havzaya yağış ile düşen toplam su miktarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Havzaya düşen yıllık su (m}^3\text{)} &= \text{Havza alanı} \times \text{Ortalama yağış} & (4.3) \\ &= 1430 \times 10^6 \times 0.492 \text{ m} \\ &= 703.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad \text{olarak bulunur (Çizelge 4.6).} \end{aligned}$$

Havzaya düşen yağış ile havza dışına Yıldız Irmağı aracılığı ile boşalan su miktarı arasındaki fark havzadan buharlaşma-terleme ile olan su kaybını vermektedir.

$$703.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} - 505.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 198.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Yüzeysel akımın yağışla havzaya düşen suya oranı:

$$308 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} / 703.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 0.437 \text{ (\% 44)}$$

Bu değer 216.5 mm yağışa karşılık gelmektedir.

Buharlaşma-terleme ile kaybolan suyun havzaya düşen yağışa oranı:

$$= 198.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} / 703.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} = 0.282 \text{ (\% 28)}$$

Bu değer 137.8 mm yağışa karşılık gelmektedir.

Çizelge 4.5. Yukarı Yıldız Irmağı havzasının su bilançosu

Beslenim	Boşalım
1. Yağış = $512.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$	1. Yüzeysel akım = $222.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 2. Yeraltısuyu boşalımı = $145.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 3. Buharlaşma-terleme = $144.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Çizelge 4.6. Yıldız Irmağı havzasının su bilançosu

Beslenim	Boşalım
1. Yağış = $703.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$	4. Yüzeysel akım = $308 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 5. Yeraltısuyu boşalımı = $197 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 6. Buharlaşma-terleme = $198.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

5. İZOTOP HİDROJEOLJİSİ

Atom bir çekirdek ve bunun etrafında belirli yörüngelerde dönen elektronlardan meydana gelmiştir. Çekirdek nötron ve protonlardan meydana gelmiştir. Elementler birbirinden çekirdekdeki proton sayılarının farklılığı ile ayrılırlar. Bu sayı atom numarası olarak ifade edilir. Çekirdekdeki nötron ve proton sayılarının toplamı ise kütle numarası olarak ifade edilir. İzotoplar atom çekirdeğinden nötron çıkartılması veya eklenmesiyle oluşurlar. Bu nedenle çekirdeğinde aynı sayıda proton fakat farklı sayıda nötron bulunan atomlara o elementin izotopu denir. Kararlı bir çekirdeğe sahip izotoplara “Kararlı İzotoplar” denir. Çekirdekdeki nötron fazlalığı bazen çekirdeğin kararsız olmasına neden olur. Bu izotoplara ise “Kararsız İzotoplar” denir. Kararsız çekirdeğin kararlı duruma geçinceye kadar nükleer değişime (bozunmaya) uğramasına radyoaktivite denir. Bir radyoizotop kararlı bir çekirdeğe dönüşürken bazı nükleer ışınlar yayarak radyoaktif parçalanmaya uğrar. Herhangi bir radyoizotopun parçalanma oranı o izotopun yarı ömrüne bağlıdır. Bir radyoizotopun yarı ömrü belirli bir andaki atomların sayısının yarıya düşmesi için geçen zamandır ve her radyoizotop için farklıdır. Kararlı izotoplar kütle spektrometresiyle ölçülmektedir. Ölçüm tekniği manyetik bir alanda kütlelerine göre saptırılmaları ilkesine dayanmaktadır (Günay, 1977; Kurttaş, 1997). Kararsız izotoplar ise alfa parçacığı spektrometresi (Back ve Zoetl, 1975), gaz kaynaklı spektrometre, katı kaynaklı kütle spektrometresi, sıvı parıldama, gaz sayıcıları (Clark ve Fritz, 1997) gibi cihazlar kullanılarak ölçülmektedir.

Hidrojeoloji ve hidroloji alanında yapılan çalışmalarda yeraltısuyunun kökeninin, yaşının (yeraltı dolanım süresi), beslenme yüksekliğinin, akış hızının, yeraltısuyu ve yüzeysuyu ilişkisinin, akiferin hidrolik karakteristiklerinin (transmissivite, permeabilite) saptanması, kirlenmiş yeraltısuyu sistemlerinde kirlenici kaynakların belirlenmesi, sıcak suların ısıtıcı kaynaklarının araştırılması gibi birçok konuda oksijen-18 (^{18}O), döteryum (^2H), karbon-13 gibi duraylı izotoplar ve trityum (^3H), karbon-14 (^{14}C), kükürt-34 (^{34}S) gibi radyoaktif izotoplardan geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

5.1. İzotop Verilerinin Değerlendirilmesi

Yıldız Irmağı havzasındaki yeraltısularının kökenini, beslenme yüksekliklerini, yaşlarını ve ısıtıcı kaynaklarını araştırmak amacı ile 6 adet sıcak su ve 11 adet soğuk su örneği üzerinde Temmuz 2004-Temmuz 2005 tarihleri arasında yağışlı ve kurak dönemleri temsil edecek şekilde farklı dönemlerde oksijen-18, döteryum, trityum ve karbon-13 izotoplarının analizi yaptırılmıştır. Sıcak suların analiz değerleri Çizelge 5.1’de, soğuk suların analiz değerleri ise Çizelge 5.2’de verilmiştir.

5.1.1. Oksijen-18-Döteryum ilişkisi

Duraylı izotop olan oksijen-18 ve döteryum izotopları, radyoaktif olmadıkları için zamanla bozunmaları da söz konusu değildir. Bu özellikleri nedeniyle, sularda izleyici olarak kullanılmaktadırlar (Günay, 1977). Bu izotoplar ile suların kökenleri, beslenme yükseklikleri vb özellikler saptanabilmektedir. D ve ¹⁸O izotopları okyanuslarda yaklaşık olarak 320 ppm HDO ve 2000 ppm H₂¹⁸O konsantrasyonunda bulunmaktadırlar. Bu konsantrasyondaki değişimler kütle spektrometresiyle ölçülmektedir. Herhangi bir su örneğinin kararlı izotop içeriği, mutlak değer olarak değil, ağır olan izotopun hafif olan izotopa oranının, belirlenmiş bir standartta farkı olarak ifade edilir (Clark ve Fritz, 1997). Bu amaçla kullanılan standartlar Ortalama Standart Okyanus Suyu (SMOW) ve buna yakın olan Viyana Standart Okyanus Suyu (VSMOW)’dur. Bu standartlardan fark olarak ölçülen kararlı izotop içeriği “binde ‰” olarak ifade edilir ve delta (δ) değeri değeri olarak gösterilir. Bir örneğin oksijen-18 ve döteryum içeriği aşağıdaki eşitlikler ile bulunur (Back ve Zoetl, 1975).

$$\delta^{18}\text{O} = \left[\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{örnek}} - \left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{SMOW-VSOW}} \right] / \left[\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{SMOW-VSOW}} \right] * 1000 \quad (5.1)$$

$$\delta \text{ D} = \left[\left(\frac{\text{D}}{\text{H}} \right)_{\text{örnek}} - \left(\frac{\text{D}}{\text{H}} \right)_{\text{SMOW-VSOW}} \right] / \left[\left(\frac{\text{D}}{\text{H}} \right)_{\text{SMOW-VSOW}} \right] * 1000 \quad (5.2)$$

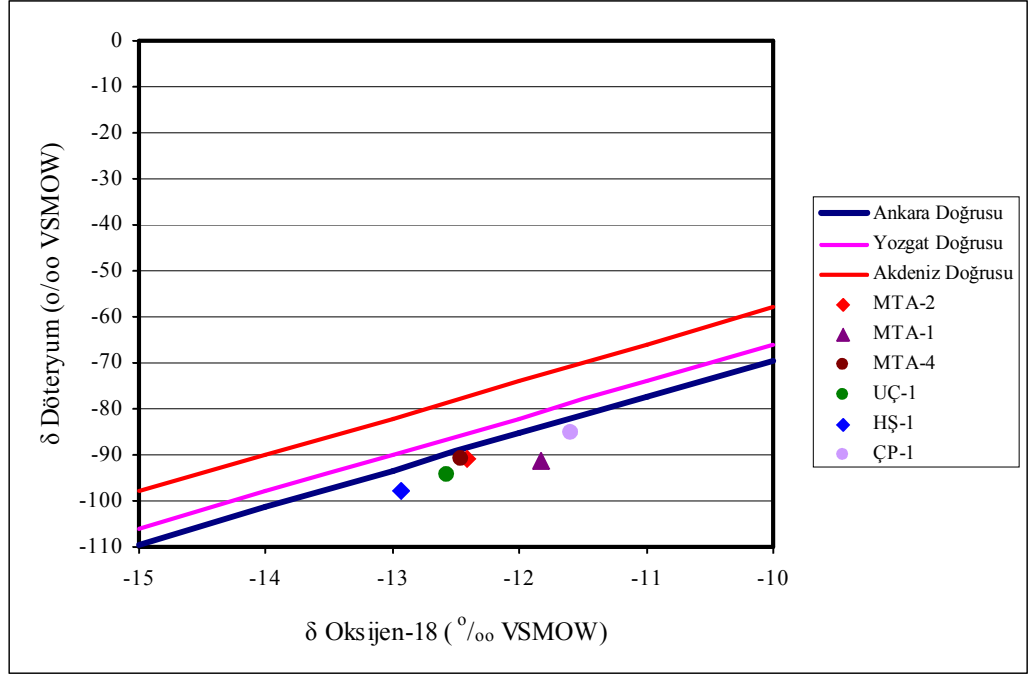
Hidrolojik çevrim içinde suyun bu izotoplarının içerikleri gerek yerel ve gerekse zaman içerisinde değişmektedir. Suyun buharlaşmasından ve yoğunlaşmasından dolayı havada farklı difüzyon hızları olmakta ve izotopik

fraksiyonlanmadan dolayı HDO, H₂¹⁸O H₂¹⁸O'nin buhar basınçları farklı olmaktadır. Bundan dolayı okyanustan su buharlaştığında buhar ağır izotopça fakirleşmektedir. δD ve δ¹⁸O ortalama değerleri okyanus suları için sıfıra eşittir, okyanus yüzeyi üzerinde atmosferik buhar δD için -85 ve δ¹⁸O için yaklaşık -12 değerine sahiptir (Back ve Zoetl, 1975). Global yağış incelemelerinde Dansgaard (1964)'e göre D ve ¹⁸O konsantrasyonları arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde elde edilebilmektedir. Craig (1961) d'nin global ortalama değerini 10 olarak bulmuştur.

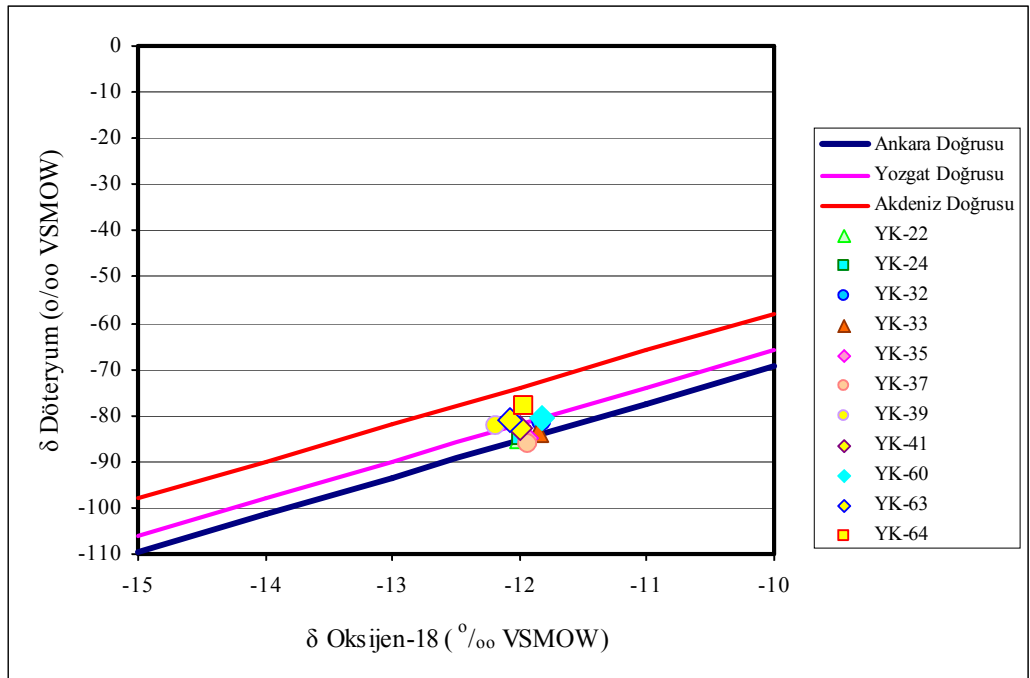
$$\text{‰ } \delta D = \text{‰ } ^{18}\text{O} + d \quad (5.3)$$

Yağışta D ve ¹⁸O içeriği boylam ve enlem artışı ile ve kıydan kara içine gidildikçe azalmaktadır, yine bu izotoplar kış aylarındaki yağışlarda, yaz aylarındaki yağışa göre daha az bulunmaktadır. Ağır izotoplar (D ve ¹⁸O) deniz seviyesinden yükseldikçe azalmaktadır (Günay, 1977). Yüksek sıcaklıklarda, suda ve jeotermal sistemlerde ¹⁸O içeriği artarken kayalarda azalmaktadır. Bunun nedeni kayaların suya göre daha az hidrojen içermesidir. δD değerinde ise görünür bir değişme yoktur (Coplen, 1985).

İnceleme alanındaki yeraltısularının kökenlerini ve beslenme koşullarını saptamak için duraylı izotop olan oksijen-18 ve döteryum çeşitli dönemlerde yaptırılan ¹⁸O ve ²H izotoplarının ortalama değerleri kullanılarak Oksijen-18-Döteryum grafiği çizilmiş, Şekil 5.1 (sıcak sular) ve Şekil 5.2 (soğuk sular)'de gösterilmiştir. Şekillerde ayrıca Ankara, Akdeniz ve Yozgat Meteorik (Şimşek, 1993) Doğruları da gösterilmiştir. Çizelge 5.3'te farklı yazarlar tarafından çeşitli havzalar için belirlenen meteorik doğru denklemleri verilmiştir. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de görülebileceği gibi bütün sular meteorik doğruların üzerine ve yakınlarına düşmektedir, bu da suların meteorik kökenli olduğuna işaret etmektedir. Sıcak sular su-kayaç etkileşimi ve/veya çok az bir miktar buharlaşma nedeniyle doğruların biraz altında kalmıştır. Soğuk sular ise daha çok Ankara ve Akdeniz doğruları arasında yer alan ve Orta Anadolu ve Akdeniz iklimlerinin etkisi altında kalan (Şimşek, 1993) Yozgat doğrusu üzerine ve civarına düşmektedir. Bu inceleme alanındaki yağış rejiminin genelde Orta Anadolu (karasal) yağış rejiminin etkisi altında kaldığı yorumuna götürmektedir.



Şekil 5.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların Oksijen-18-Döteryum grafiği (ortalama değerler)



Şekil 5.2. Yıldız Irmağı havzasındaki soğuk suların Oksijen-18-Döteryum grafiği (ortalama değerler)

Çizelge 5.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların izotop analiz sonuçları

Örnek no	Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Kot (m)	Boylam	Enlem	T (°C)	Örnekleme tarihi	Tritiyum (TU)	Oksijen-18 (VSMOW ‰) (± 0.15)	Döteryum (VSMOW ‰) (± 2)	Karbon-13 vpdb (± 0.2)	Karbon-13 mmol (dic) (± 0.2)
Y-208	MTA-1	MTA-1 kuyusu	1367	0306036	4403440	45.5	15.07.2004	0 ± 0.24	-11.83	-91.3	(-)	(-)
Y-209	MTA-2	MTA-2 kuyusu	1375	0306077	4403547	45.8	15.07.2004	0.04 ± .24	-12.15	-94.1	(-)	(-)
Y-329	"	"	"	"	"	44	03.10.2004	0.24 ± 0.25	-12.46	-89.7	3.19	13.78
Y-404	"	"	"	"	"	47	18.04.2005	0 ± 0.22	-12.49	-88	(-)	(-)
Y-505	"	"	"	"	"	46.2	30.06.2005	0.18 ± 0.19	-12.54	-92.4	(-)	(-)
Y-207	MTA-4	MTA-4 kuyusu	1350	0306624	4403709	46	15.07.2004	0.2 ± 0.24	-12.12	-95	(-)	(-)
Y-331	"	"	"	"	"	47	03.10.2004	0.29 ± 0.25	-12.56	-89.4	1.8	15.29
Y-403	"	"	"	"	"	46.6	18.04.2005	0 ± 0.24	-12.56	-85.6	(-)	(-)
Y-503	"	"	"	"	"	46.5	30.06.2005	0.07 ± 0.19	-12.6	-93.2	(-)	(-)
Y-211	UÇ-1	Uyuz çermik-1	1312	0307518	4410303	32.4	15.07.2004	0.35 ± 0.25	-12.39	-98.1	(-)	(-)
Y-326	"	"	"	"	"	28.4	03.10.2004	0 ± 0.15	-12.41	-92.3	4.8	15.28
Y-406	"	"	"	"	"	28.2	18.04.2005	0.09 ± 0.22	-12.73	-92.5	(-)	(-)
Y-507	"	"	"	"	"	29.9	30.06.2005	0.3 ± 0.17	-12.73	-93.9	(-)	(-)
Y-218	HŞ-1	Hamzaşeyh çer.-1	1320	0314397	4418973	26.1	16.07.2004	0.06 ± 0.25	-12.72	-101.1	(-)	(-)
Y-324	"	"	"	"	"	23.5	03.10.2004	0 ± 0.17	-13.1	-98.1	2.2	14.45
Y-413	"	"	"	"	"	21.2	19.04.2005	0 ± 0.21	-12.9	-93.6	(-)	(-)
Y-544	"	"	"	"	"	24.4	06.07.2005	0.26 ± 0.19	-12.99	-98.3	(-)	(-)
Y-321	ÇP-1	Çermik pınarı	1365	316920	4432136	21.5	02.10.2004	0.01 ± 0.17	-11.63	-87.8	4.24	15.42
Y-536	"	"	"	"	"	22.7	05.07.2005	0.45 ± 0.19	-11.56	-82.5	(-)	(-)

Çizelge 5.2. Yıldız Irmağı havzasındaki büyük debili kaynakların izotop analiz sonuçları

Örnek no	Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Kot (m)	Boylam	Enlem	T (°C)	Örneklenme tarihi	Tritiyum (TU)	Oksijen-18 (VSMOW ‰) (± 0.15)	Döteryum (VSMOW ‰) (± 2)	Karbon-13 vpdb (± 0.2)	Karbon-13 mmol (dic) (± 0.2)
Y-233	YK-22	Gaziköy kaynağı-1	1345	0320558	4429980	14.5	17.07.2004	3.37 ± 0.25	-11.96	-83.9	(-)	(-)
Y-314	"	"	"	"	"	14.5	02.10.2004	5.56 ± 0.36	-12.01	-87.4	-3.67	11.25
Y-422	"	"	"	"	"	14.4	20.04.2005	3.49 ± 0.27	-12.01	-81.3	(-)	(-)
Y-527	"	"	"	"	"	14.6	05.07.2005	3.28 ± 0.25	-12.02	-87.6	(-)	(-)
Y-231	YK-24	Gaziköy hav. kay.	1370	0319924	4429374	15	17.07.2004	4.46 ± 0.26	-11.96	-85.4	(-)	(-)
Y-424	"	"	"	"	"	15.6	20.04.2005	3.25 ± 0.28	-11.97	-83.3	(-)	(-)
Y-529	"	"	"	"	"	15.2	05.07.2005	3.36 ± 0.25	-12	-84.9	(-)	(-)
Y-226	YK-32	Kaynarca kaynağı-1	1326	0317671	4431722	13.5	17.07.2004	1.74 ± 0.28	-11.83	-81.4	(-)	(-)
Y-227	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	1325	0317706	4431690	13.3	17.07.2004	1.5 ± 0.28	-11.75	-87.5	(-)	(-)
Y-317	"	"	"	"	"	13.4	02.10.2004	1.55 ± 0.19	-11.94	-86.1	-1.85	13.2
Y-426	"	"	"	"	"	13.6	20.04.2005	1.81 ± 0.25	-11.85	-77.5	(-)	(-)
Y-531	"	"	"	"	"	13.5	05.07.2005	1.59 ± 0.22	-11.86	-83.6	(-)	(-)
Y-228	YK-35	Kaynarca kaynağı-4	1378	0317907	4432492	14.4	17.07.2004	1.73 ± 0.21	-11.93	-84.7	(-)	(-)
Y-320	YK-37	Ilıcak çeşmesi	1433	311458	4429362	17.3	02.10.2004	1.43 ± 0.19	-11.96	-87.3	(-)	(-)
Y-519	"	"	"	"	"	17.4	01.07.2005	1.62 ± 0.21	-11.92	-84.7	(-)	(-)
Y-251	YK-39	Büyükgöz kaynağı	1934	0321948	4442134	7.4	21.07.2004	11.93 ± 0.36	-12.21	-85.7	(-)	(-)
Y-301	"	"	"	"	"	6.7	30.09.2004	12.88 ± 0.47	-12.24	-82.7	(-)	(-)
Y-435	"	"	"	"	"	3.3	21.04.2005	9.39 ± 0.39	-12.13	-76.9	(-)	(-)
Y-521	"	"	"	"	"	7.9	04.07.2005	11.75 ± 0.33	-12.19	-83	(-)	(-)
Y-252	YK-41	Tepecik çermiği	1448	0321299	4436199	18.2	21.07.2004	0.8 ± 0.21	-11.96	-84.4	(-)	(-)
Y-303	"	"	"	"	"	18.5	30.09.2004	0.78 ± 0.28	-11.94	-81.5	0	14.95
Y-445	"	"	"	"	"	18.5	23.04.2005	0.53 ± 0.24	-12.1	-79.2	(-)	(-)
Y-517	"	"	"	"	"	18.5	01.07.2005	0.65 ± 0.20	-12.01	-84.9	(-)	(-)
Y-254	YK-60	Karapınar kay.(Yak.)	1964	0323420	4444521	4.4	21.07.2004	14.35 ± 0.39	-11.83	-80.4	(-)	(-)
Y-255	YK-63	Kurşunlu kaynağı	1823	0321397	4445025	6.2	21.07.2004	13.44 ± 0.39	-12.12	-82.7	(-)	(-)
Y-304	"	"	"	"	"	6.3	30.09.2004	12.77 ± 0.47	-12.03	-81.7	(-)	(-)
Y-436	"	"	"	"	"	6.1	21.04.2005	12.02 ± 0.39	-12.09	-78.4	(-)	(-)
Y-522	"	"	"	"	"	6.3	04.07.2005	13.1 ± 0.41	-12.07	-80.5	(-)	(-)
Y-256	YK-64	Karapınar kay.(Sar.)	1885	0320775	4444235	4.2	21.07.2004	13.63 ± 0.38	-11.99	-77.3	(-)	(-)
Y-305	"	"	"	"	"	4.2	30.09.2004	14.9 ± 0.5	-12	-79.6	(-)	(-)
Y-437	"	"	"	"	"	4.1	21.04.2005	14.22 ± 0.41	-11.95	-75.5	(-)	(-)
Y-523	"	"	"	"	"	4.4	04.07.2005	12.99 ± 0.39	-11.9	-79.2	(-)	(-)

Çizelge 5.3. Çeşitli havzalar için belirlenen meteorik doğru denklemleri (Kurttaş, 1997, Şimşek, 1993, Sayın ve Eyüpoğlu, 2005'den derlenmiştir)

Havza	Meteorik doğru denklemi	Yazarlar
Genel Meteorik	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 10.0$	Craig, 1961
Ankara	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 10.63$	Sayın ve Eyüpoğlu, 2005
Doğu Akdeniz	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 22$	Payne ve Dinçer, 1965
Antalya	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 14.3$	Yurtsever, 1978
İç Anadolu	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 10.0$	Önhon ve diğ., 1979
Keban	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 17.0$	Önhon ve diğ., 1979
Edremit	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 9.44$	Önhon ve diğ., 1979
Konya	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 16.0$	Önhon ve diğ., 1979
Zamantı	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 24.0$	Bayarı, 1991
Yozgat	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 14.0$	Şimşek, 1993
Göksu Havzası	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 18.0$	Yeşertener, 1995
Gökova	$\delta D = 8 \delta^{18}O + 16.0$	Kurttaş, 1997

5.1.2. Oksijen-18-Beslenme Yüksekliği ilişkisi

Ağır izotopların (^{18}O ve 2H) miktarları sıcaklık, enlem, boylam, yükseklik gibi etkenlerle değişmektedir. Yağışlarda ağır izotop miktarı deniz düzeyinden yükseldikçe, sıcaklığın azalması nedeniyle ağır izotop yönünden fakirleşmektedir. Bunlarda dolayı yaz yağışları kış yağışlarından daha fazla ağır izotopik bileşime sahiptir. Yerel iklim, cephesel yağış sistemleri ve yağışın oluşumuna etkili olan topoğrafyaya bağlı olarak suyunun ^{18}O değeri her 100 m'lik kot artışına karşın ‰ 0,18-0,5 arasında azalma göstermektedir (Back ve Zoetl, 1975, Günay, 1977). Dolayısıyla oksijen-18 ve sıcaklık verileri yardımıyla yeraltı sularının beslenme yükseklikleri hesaplanabilmektedir.

Çizelge 5.1'de inceleme alanındaki sıcak suların, Çizelge 5.2'de büyük debili kaynaklar ve Yıldız Dağı kaynaklarının ^{18}O değerleri görülmektedir. 1823-1964 m (ortalama 1900 m) arasındaki kotlardan Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan kaynakların ^{18}O değerleri ‰ (-11.83)–(-12.24) arasında değişmektedir. Sıcak suların ^{18}O değerleri ‰ (-11.56)–(-13.1) arasında, Gaziköy ve Kaynarca kaynakları, Ilıcak çeşmesi ve Tepecik çermiğinin ^{18}O değerleri ise ‰ (-11.75)–

(-12.01) arasında değişmektedir. Bu değerlere bakıldığında yukarıda sözü edilen suların benzer yüksekliklerden beslendiği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, bu suların besleniminde 1900 m'nin üzerindeki kotlardan da beslenmenin varlığından söz edebilir. İnceleme alanında genel yükseklikler 1900 m civarında olup, 1900 m'nin üzerindeki yüksekliği Yıldız Dağı oluşturmaktadır. Bu durum suların besleniminde miktarı göreceli olarak değişmekle birlikte Yıldız Dağı'nın katkısını göstermektedir. Sıcak suların ^{18}O değerlerinin (özellikle Hamzaşeyh (-13.1)) diğer sulara oranla bir miktar daha negatif olması, trityum ile yaş tayini konusunda bahsedileceği gibi, bu suların beslenimlerinin daha eski dönemlerde yani genel olarak iklimin daha soğuk olduğu dönemlerde olduğunu düşündürmektedir. Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının ^{18}O değerlerinin Yıldız Dağı kaynaklarının ^{18}O değerlerinden bir miktar daha zengin olması, bu kaynakların genel beslenme yüksekliklerinin biraz daha düşük olmasından kaynaklanabilmektedir. Bu yükseklik yorumları ve arazinin jeolojisi ve tektonik yapısı birlikte değerlendirildiğinde genel olarak sıcak suların çoğunlukla Yıldız Dağı başta olmak üzere mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve Çeltek Dağı gibi yüksek alanlardan beslenebileceklerini göstermektedir. Temel kayalık olan mermerlerin Yıldız Dağı yakınına kadar uzanması, kırıklı, çatlaklı ve karstik yapısı ve sıcak suların rezervuar kayacını oluşturması bu olayın gerçekleşebileceğini göstermektedir. Yine aynı veriler yardımıyla Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının çoğunlukla Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve bir miktar Yıldız Dağı'ndan beslenebilecekleri düşünülmektedir. Kaynakların yakın civarındaki Susuzdağ Fayları'nın kaynakların çoğunlukla Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe'den beslenebileceklerini doğrulamaktadır.

Sıcak suların çoğunlukla Yıldız Dağı'ndan besleniminin nasıl gerçekleşebileceğini saptamak amacıyla, bölgedeki yapılmış olan çalışmalarda tektonik hatlar incelenmiştir. Yıldız Dağı ile Sıcak Çermik arasında büyük tektonik bir hat görülmemiştir. Tufan (1995) çalışmasında Orta Anadolu'da gravite ve havadan manyetik anomali çalışmaları yapmış ve bu veriler yardımıyla Orta Anadolu'nun jeolojik deneştirmeli tektonik haritasını oluşturmuştur. Yazar daha çok büyük ölçekli tektonik hatlar üzerinde durmuş ve bazı gömülü fayları

tespit etmiştir. Havadan manyetik anomali haritası Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümündeki Öğretim üyeleri ile incelendiğinde Yıldız Dağı-Sıcak Çermik arasında da küçük bir gömülü fayın yada kırık, çatlak sisteminin olabileceği düşünülmüştür. Havadan manyetik anomali çalışmasının bir kısmı ve Yıldız Dağı-Sıcak Çermik arasında olabileceği düşünülen gömülü fay veya kırık, çatlak sistemi Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde bu süreksizliklerin birçok kesiminin Yıldız Irmağı ile çakıştığı görülmektedir. Diğer yandan bu olası süreksizliğin inceleme alanında var olan bazı faylar ile çakıştıkları dikkati çekmektedir. Ayrıca Gökalp (1972), travertenlerde görülen çatlak ve yarıkların gömülü faylarla ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Özgüneylioğlu ve Demir (1988) MTA adına hazırladıkları raporda Kızılırmak-Yıldız Dağı arasındaki bölgenin çöküntü havzası olabileceğini ifade etmişlerdir. Aydoğan ve diğ., (1991) ise Nevruz ile Delikkaya arasında gömülü fayların olabileceğinden bahsetmektedirler.

5.1.3. Tritiyum ile yeraltısuyu yaşlarının tayini

Tritiyum izotopu yarılanma ömrü 12.43 yıl olan radyoaktif (kararsız) bir izotopdur (Clark ve Fritz, 1977). Bu izotopun hidrojeolojik sistemin su içerisinde görülmesinin başlıca iki kaynağı vardır. Birincisi doğal bir olay sonucu, atmosferde bulunan nötronların kozmik ışınlar etkisi sonucu azot ile tepkimeye girmesiyle oluşmaktadır (Günay, 1977). İkincisi ise 1952 yılından beri yapılan termonükleer denemeler sonucu atmosfere yayılan yapay trityumdur. Bu denemeler sonucu 1963 yılında kuzey yarım kürede trityum 8000 TU'ya ulaşmıştır. Fakat günümüzde trityum değerleri doğal seviyesine ulaşmıştır. (Back ve Zeotl, 1975, Clark ve Fritz, 1977). Tritiyum izotopu ölçümü sıvı parıldama ve gaz sayıcıları ile yapılmakta ve "Tritiyum Birimi" (TU) olarak ifade edilmektedir (Clark ve Fritz, 1977). Bir TU hidrojenin 10^{18} atomundaki 1 tane ^3H 'a karşılık gelmektedir. Tritiyum değeri hidrolojide genellikle suların bağlı yaşının hesaplanması için kullanılmaktadır. Deniz suyunda trityum değeri çok düşük olmakta, deniz seviyesinden yükseldikçe sularda trityum değeri artmaktadır. Coğrafi enlem trityum değerlerini küçük ölçüde etkilemektedir (Günay, 1977).

Tritiyum miktarı mevsimsel olarak değişim göstermekte, bahar ve yaz mevsimi sonlarında maksimum olmaktadır. Güney yarım kürede tritiyum değeri kuzey yarım küreye göre çok düşüktür. Bu durum okyanus alanlarının farklılığından kaynaklanmaktadır (Back ve Zeotl, 1975).

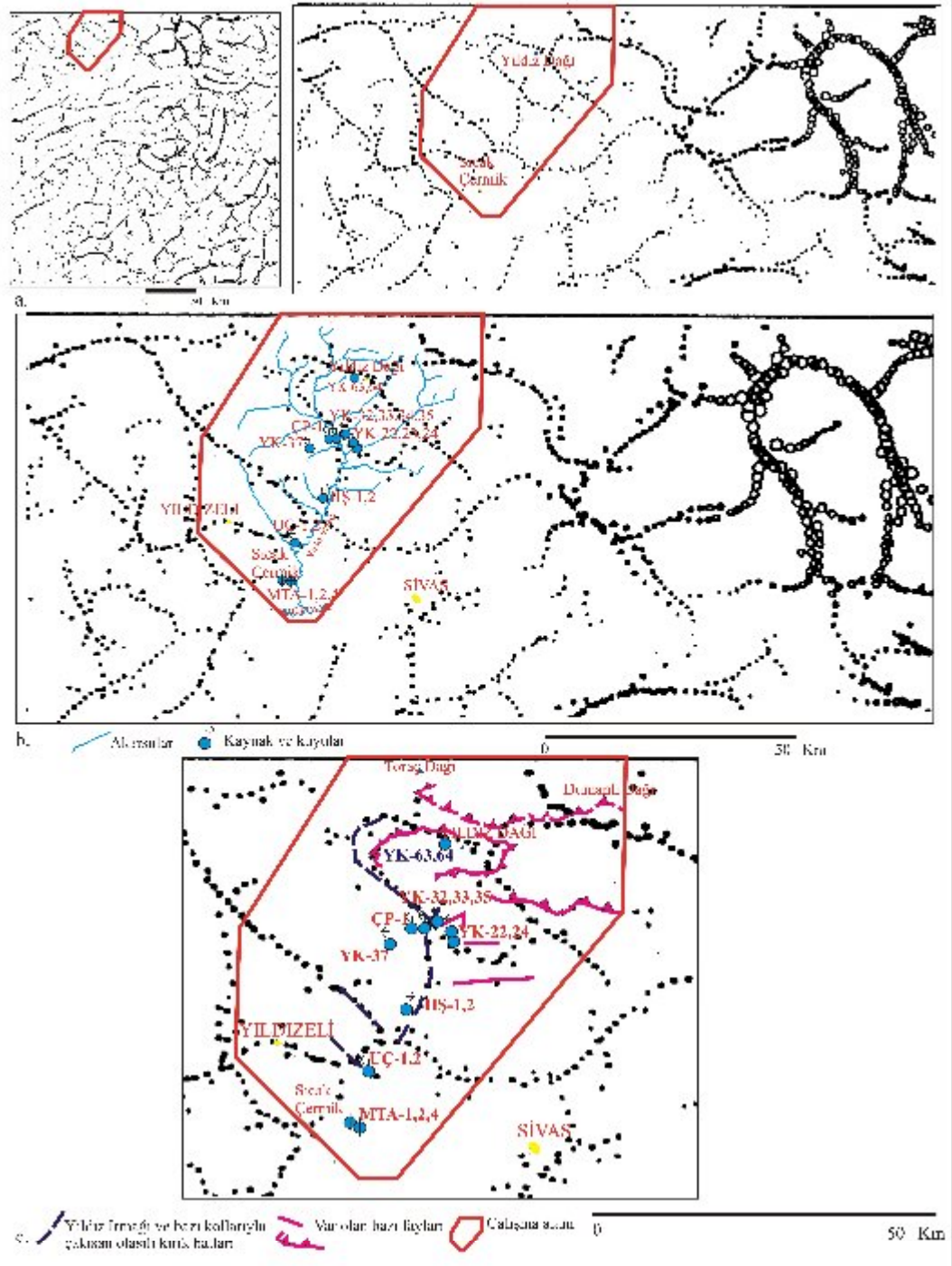
Tritiyum izotopu radyoaktif bozunmaya uğramakta ve bu yönüyle yeraltısularının yaşlarının (yeraltında dolanım süresi) saptanmasında kullanılabilir. İnceleme alanındaki sıcak ve soğuk suların yaşlarının kalitatif olarak saptanabilmesi için bu sulardan çeşitli tarihlerde tritiyum analizi yaptırılmıştır (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2). Analiz sonuçları yardımıyla Clark ve Fritz (1997)'in önerdiği kıtasal bölgeler için geçerli olan kalitatif yaklaşımla (Çizelge 5.4) bölgedeki yeraltısularının yaşları tayin edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 5.4. Clark ve Fritz (1997)' in önerdiği kıtasal bölgeler için geçerli olan kalitatif yaklaşım

<0.8 TU	Yarımodern-1952'den önce beslenmiş
0.8 ~4 TU	Yarımodern ve şimdiki beslenimin karışımı
5 -15 TU	Modern (<5-10yıl)
>30 TU	1960 veya 1970'li yıllardaki beslenme bileşenleri önemli miktarda bulunuyor
>50 TU	1960'lı yılların beslenimi baskın

Bu çizelgeye göre sıcak sular ve sıcaklığı 18.5 °C olan Tepecik çermiği (YK-41)'nin tritiyum değerleri 0-0.45 TU arasında değişmekte olup 0.8 TU'dan küçük grubuna girmekte, dolayısıyla Yarımodern-1952'den önce beslenmiş yorumuna gidilebilmektedir. Bu sular 53 yıldan daha yaşlı sulardır. Kaynarca kaynakları (YK-32, YK-33, YK-35), Gaziköy kaynakları (YK-22, YK-24) ve Ilicak çeşmesi (YK-37)' nin tritiyum değerleri 1.43-4.46 TU arasında değişmekte yani, 0.8~4 TU sınıfına girmekte, dolayısıyla Yarımodern ve şimdiki beslenimin karışımı denilebilmektedir. Fakat, Gaziköy kaynağı-1 (YK-22)'nin Ekim ayı ölçümlerinde tritiyum değeri biraz yükselmiş ve 5.56 TU değeriyle Modern (<5-10 yıl) grubuna girmiştir. Yani o dönemdeki boşalımı sağlayan beslenimde güncel yağışların da etkisi olmuştur. Yıldız Dağı'ndan boşalan kaynakların (YK-39, YK-60, YK-63, YK-64) tritiyum değerleri ise 9.39-14.90 TU arasında değişmekte

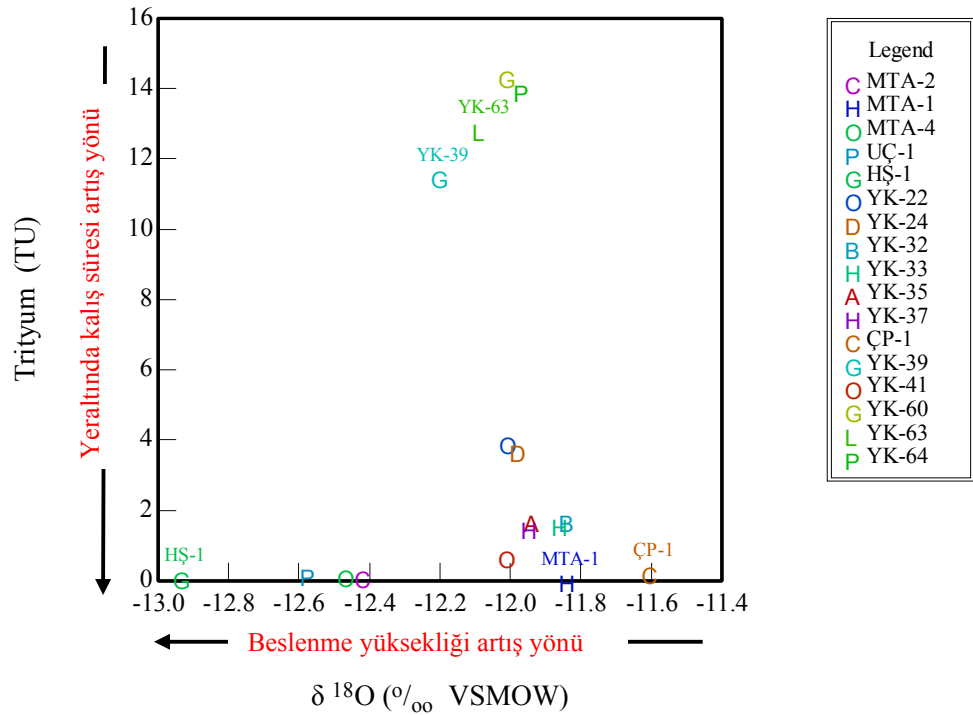
olup, modern (<5-10yıl) beslenme sınıfına girmekte ve son yıllardaki yağışları temsil etmektedir.



Şekil 5.3. Tufan (1995)'in hazırlamış olduğu Orta Anadolu'nun havadan manyetik anaomali haritası (a), Yıldız Irmağı ve kolları (b) ve olasılı kırık hatlarının (c) harita üzerindeki işlenmiş görüntüleri

5.1.4. Trityum-Oksijen-18 ilişkisi

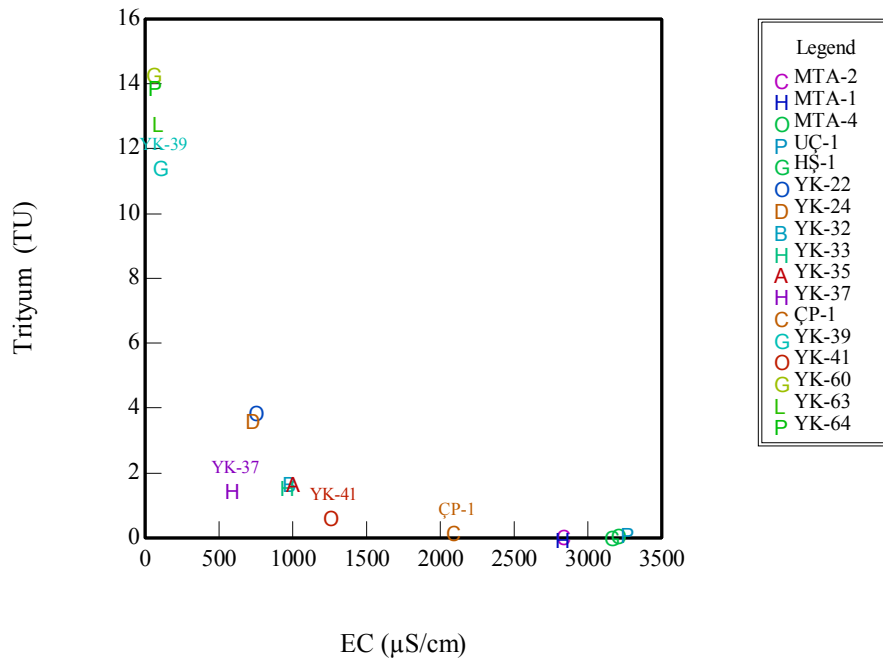
Yeraltısularında trityum içeriği ile oksijen-18 değişiminin birlikte incelenmesi suların beslenme yükseklikleri ile akifer içinde kalış süreleri arasındaki ilişkiyi yansıtmaları açısından önemlidir. Bu iki bağımsız değişken kullanılarak çizilen bir saçılım grafiğinde, ^{18}O 'in küçülen değerleri yüksek beslenme kotunu, trityumun küçülen değerleri görece olarak uzun geçiş süresini temsil etmektedir. Ortalama değerlere göre ^{18}O -Trityum arasındaki ilişki Şekil 5.4'te gösterilmiştir. Şekilden görülebileceği gibi sıcak sular düşük trityum ve düşük ^{18}O değerleriyle en yüksek beslenme alanına ve uzun dolanım süresine sahiptir. Sıcak sular arasında ise Hamzaşeyh çermiği-1 (HŞ-1) en büyük beslenme yüksekliğine sahipken, Çermik Pınarı-1 (ÇP-1) en düşük beslenme yüksekliğine sahiptir. Yıldız Dağı'ndan boşalan kaynaklar en kısa geçiş süresine sahip iken, Kaynarca kaynakları, Gaziköy kaynakları, Tepecik çermiği ve Ilıcak çeşmesi sıcak sular ile Yıldız Dağı kaynakları arasında bir dolaşım süresine maruz kalmışlardır. Bu durumlar su kimyası bölümünde anlatılacağı gibi suların kimyasal bileşimlerinde de kendini açıkça göstermektedir.



Şekil 5.4. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum- Oksijen-18 ilişkisi grafiği

5.1.5. Trityum-EC ilişkisi

Şekil 5.5'te gösterilmiş olan Trityum-EC grafiğinde, kısa geçiş zamanlarına sahip yeraltısularının düşük EC miktarları ve uzun geçiş süresine sahip olan yeraltısularının ise çok yüksek EC değerlerinin varlığı açıkça gözükmektedir. Buna göre Yıldız Dağı kaynakları en düşük EC miktarı ile en kısa yeraltında kalış zamanına, en yüksek EC miktarı ile sıcak sular ise en uzun dolanım süresine sahiptirler. Diğer kaynaklar ise orta değerlerde EC miktarına ve orta sürede yeraltında kalış zamanına sahiptirler.



Şekil 5.5. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum-EC ilişkisi grafiği

5.1.6. Karbon-13 - Karbondioksit ilişkisi

Karbon yerkürede yaşamın temel yapıtaşı olan elementlerden birisidir. Karbon elementinin ^{12}C ve ^{13}C adlı izotopları duraylı, ^{14}C olarak adlandırılan izotopu radyoaktiftir. Atmosferik karbondioksit (CO_2) bu izotopların tümünü belli oranlarda içerir. Atmosferik CO_2 ile ilişkide bulunan canlılar da bu izotopları bünyelerinde bulundurmaktadırlar. Karbon elementinin başlıca kaynakları; i) atmosferik CO_2 , ii) süzülme zonundaki organik faaliyetler sonucu üretilen biyolojik CO_2 , iii) jeojenik CO_2 (karbonatlı kayaların metamorfizması ve

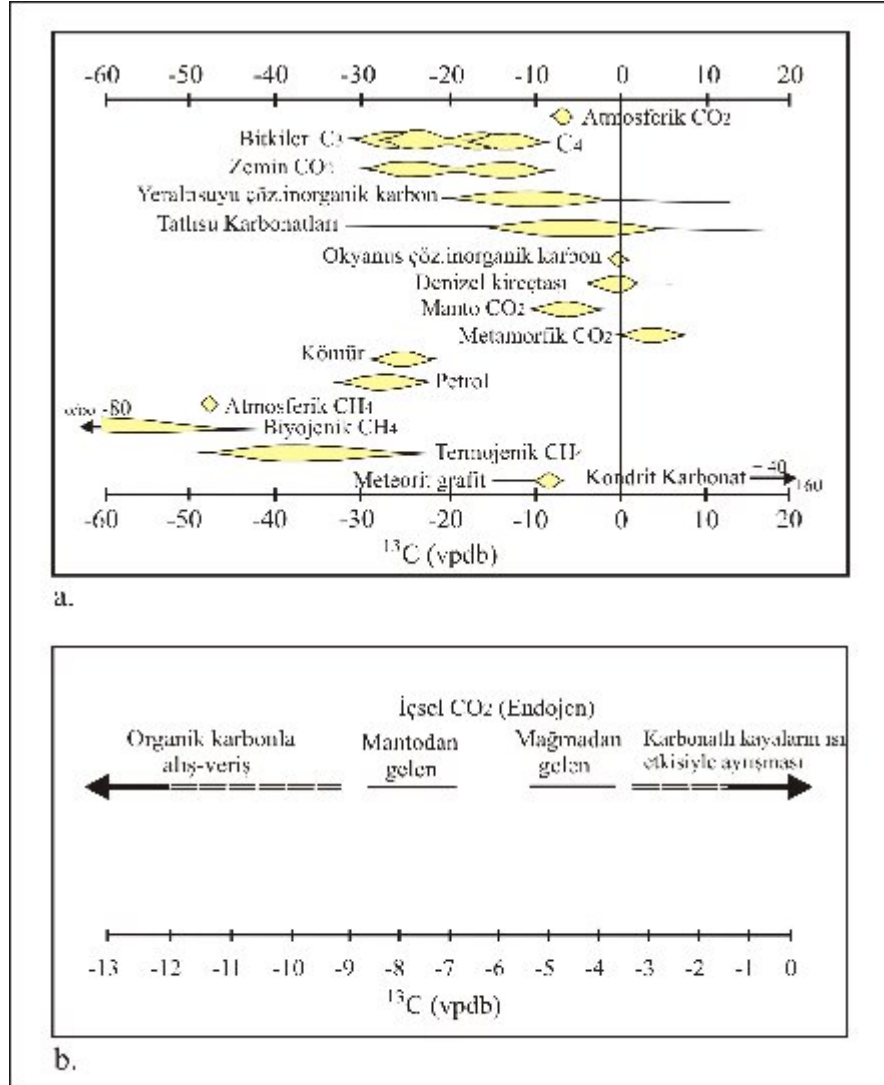
yerkabuğu-mantodan CO₂ kaçıışı) ve iv) karbonatlı minerallerin çözünmesi ile suya geçen CO₃ iyonlardır. Yeraltısuyuna söz konusu CO₂ kaynaklarınca sağlanan karbon elementi toplam çözünmüş inorganik karbon (DIC)'dur (Bayarı ve diğ., 2005). Karbon-13 izotopu çeşitli karbonat rezervuarlarındaki yeraltısuyunda karbonat evriminin saptanmasında kullanılan mükemmel bir izleyicidir. Sıcak, mineralli su çıkışları ile bunlarla bağlantılı fay-çatlaklarda gerçekleştirilen asal gaz ve ¹³C-CO₂ gaz ölçümleri (Ercan ve diğ., 1995; Güleç ve diğ., 2002) ve soğuk karstik yeraltısularında gerçekleştirilen gaz ölçümleri (Özyurt, 2005) kabuksal, manto kökenli ve derinlerdeki karbonatlı kayaçların metamorfizmaya uğraması ile ilgili gaz getirimlerinin Anadolu genelinde yaygın olduğunu göstermektedir (Bayarı ve diğ., 2005).

Karbon minerallerinde karbon izotoplarının ölçümleri McCrea (1950) tarafından geliştirilen bir yöntem olan asitleştirme sonucu üretilen CO₂ gazında yapılmaktadır. Karbondioksit karbonat minerallerinin 25 °C de % 100 fosforik asit (H₃PO₄) ile reaksiyona sokulması ile elde edilmektedir (Urey ve diğ., 1951; Clark ve Fritz, 1997). IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) tarafından önerilen ¹³C izotopu birimi vpdb'dir.

İnceleme alanındaki sıcak suların ve bazı büyük debili kaynakların içerdiği karbondioksitin (CO₂) kökenini araştırmak amacıyla sularda toplam çözünmüş inorganik karbondioksitten karbon-13 (¹³C) analizi yaptırılmış ve sıcak sulardaki ¹³C miktarının 1.8-4.8 vpdb arasında değiştiği (Çizelge 5.1), soğuk sularda ise 0 vpdb ile -3.67 vpdb arasında değiştiği (Çizelge 5.2) görülmüştür.

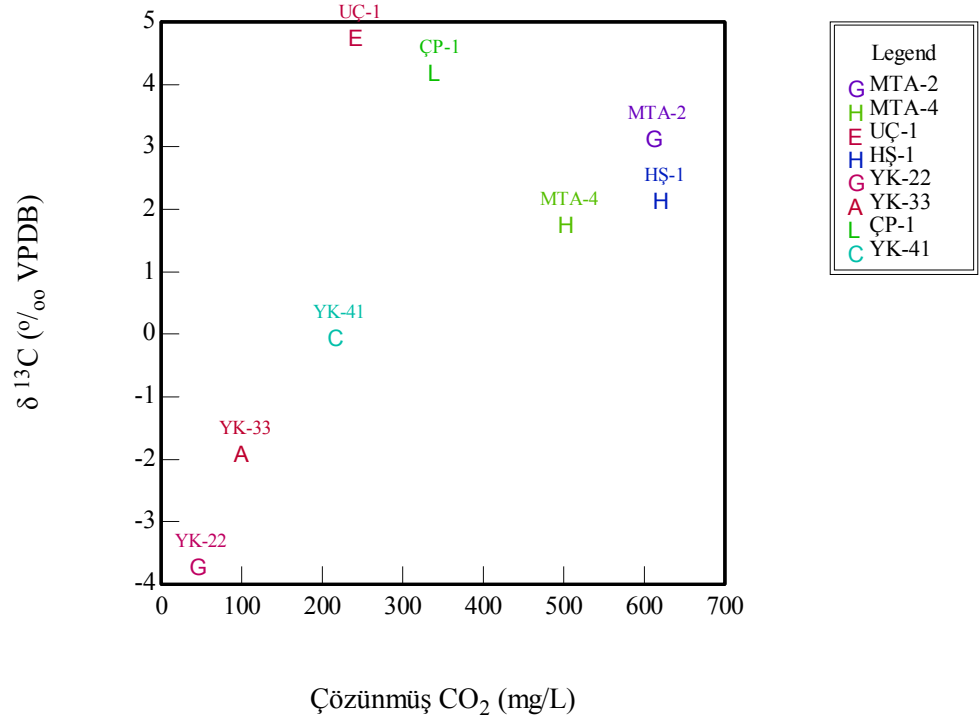
Bütün bu değerler Clark ve Fritz (1997) ve Filiz (1992) den alınan ve Şekil 5.6 (a-b)'da gösterilen aralıklarda ve inceleme alanının jeolojisi ile değerlendirildiğinde sıcak sulardaki karbondioksitin kökeninin çoğunlukla metamorfik kayaç kaynaklı olduğu saptanmaktadır (Clarck ile sözlü görüşme). Bu durum özellikle sıcak sular için arazinin jeolojisi ile deneştirildiğinde, sıcak suların rezervuar kayacını oluşturan mermerlerin kireçtaşının metamorfizması sırasında ısı etkisiyle meydana gelen CO₂'yi bünyesinde bulundurması ve bu suların mermerler ile temas etmesinden sonra CO₂'yi bünyesine aldığı yorumu getirilebilmektedir. Soğuk sularda ise karbondioksitin kaynağının, metamorfik

karbondioksit ve suların mermerler ve travertenlerden çözmüş olduğu (yeraltısularındaki çözülmüş inorganik karbon) inorganik karbon ve yağışlarda bulunan atmosferik karbondioksitin karışımı olabileceği düşünülmektedir.

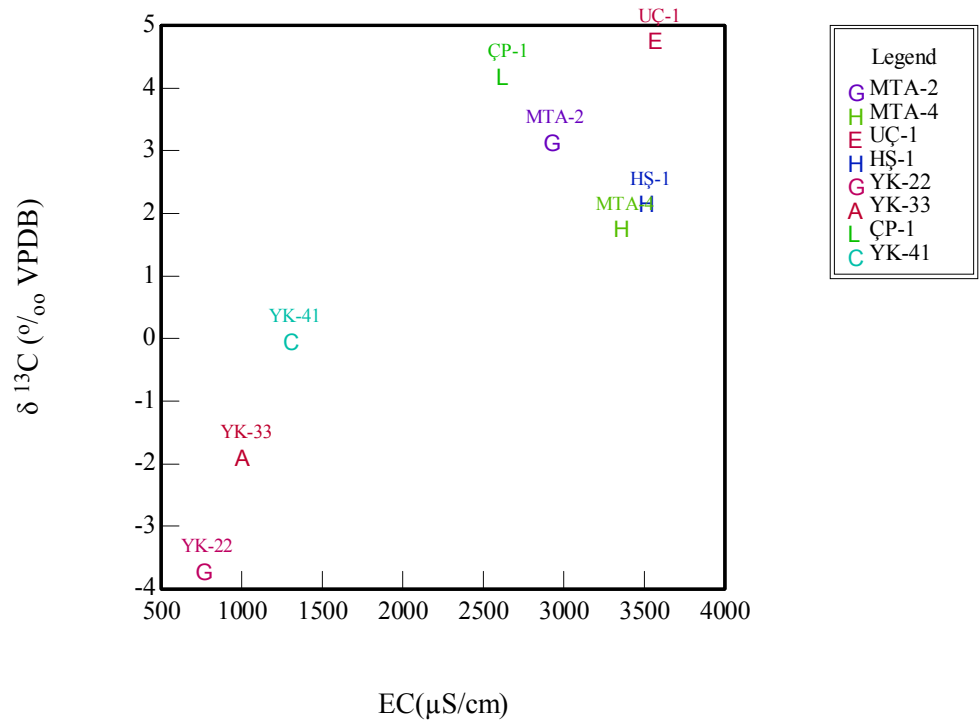


Şekil 5.6. Çeşitli bileşenlerin ¹³C miktarları a. Clark ve Fritz (1997), b. Filiz (1992)

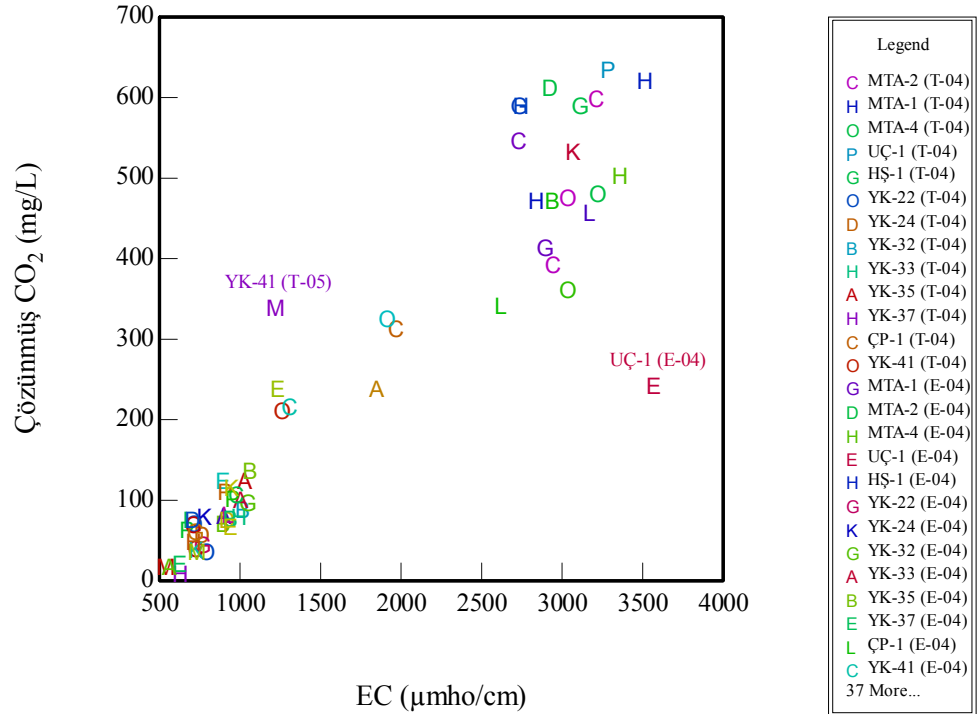
Şekil 5.7’de Yıldız Irmağı havzasında yer alan yeraltısularında çözülmüş CO₂ miktarı ile ¹³C’ün ilişkisi görülmekte ve CO₂ miktarı arttıkça ¹³C miktarının da arttığı dikkati çekmektedir. Ayrıca EC ile ¹³C ilişkisi Şekil 5.8’de, EC ve CO₂ grafiği Şekil 5.9’da, Trityum-¹³C arasındaki ilişki de Şekil 5.10’da görülmektedir.



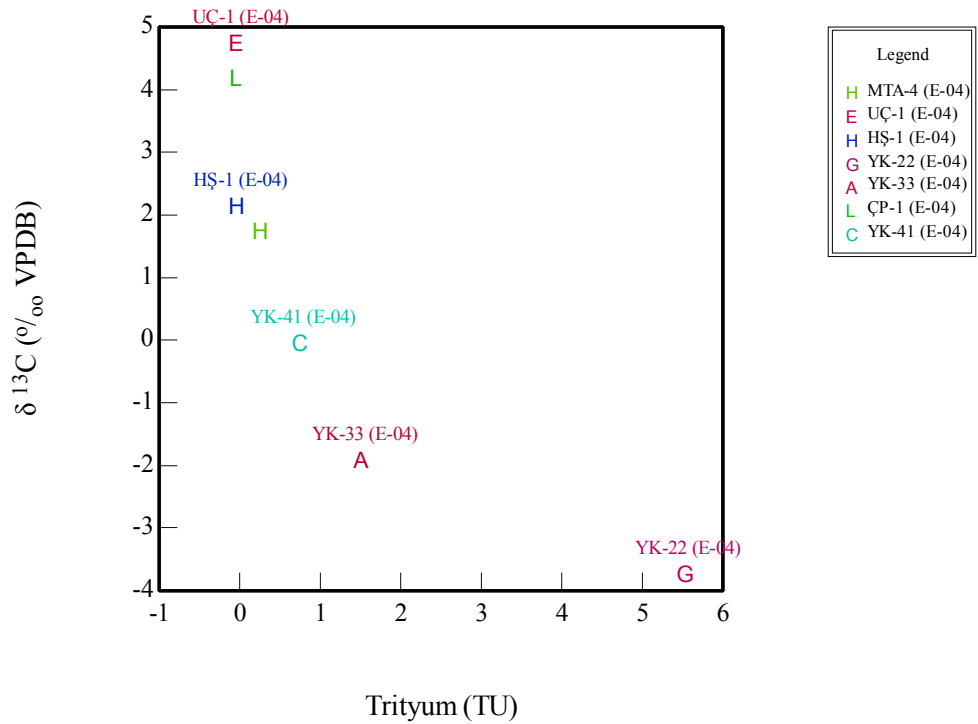
Şekil 5.7. İnceleme alanındaki yeraltısularının Çözünmüş Karbondioksit-Karbon-13 ilişkisi



Şekil 5.8. İnceleme alanındaki yeraltısularının EC-Karbon-13 grafiği



Şekil 5.9. İnceleme alanındaki yeraltısularının EC-Çözünmüş Karbondioksit ilişkisi (T-04; Temmuz 2004, E-04; Ekim 2004)



Şekil 5.10. İnceleme alanındaki yeraltısularının Trityum-Karbon-13 ilişkisi

Şekil 5.8 ve Şekil 5.9'da EC ile ^{13}C ve CO_2 'nin doğru orantılı olarak artışı kendini göstermekte, Şekil 5.10'da ise trityum artışı ile ^{13}C 'ün azaldığı açıkça görülmektedir. Bütün bu ilişkiler yeraltısularının CO_2 'i akım yolu boyunca kazandıklarını ifade etmekte ve dolanım süresi arttıkça yeraltısularının mermerler ile teması artığından dolayı CO_2 miktarının da arttığını göstermektedir.

Sıcak sulardaki CO_2 'nin kaynağının metamorfik oluşu ve mağmatik kökenli bir CO_2 'nin varlığının tesbit edilemeyeşi sıcak suların jeotermal gradyanla ve/veya herhangi bir ısı kaynağından kondüktif olarak ısınmakta olduğuna işaret etmekte, mağmatik herhangi bir kütleyle doğrudan temasın olmadığını açığa çıkarmaktadır. Çizelge 5.5'de Eşitlik 5.3 yardımıyla (MTA, 1989) hesaplanmış olan sıcak suların sahip oldukları sıcaklıklarına ulaşabilmeleri için gerekli derinlikler verilmiştir. Bu derinlikler 326-1127 m arasında değişmektedir.

$$P = P_s + (T_2 - T_1) * J_g \quad (5.3)$$

P = Sıcak su rezervuarının derinliği (m)

P_s = Atmosferik etki altındaki üst toprak kalınlığı (m)

T_2 = Sıcak suyun sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

T_1 = Bölgenin ortalama sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

J_g = Bölgenin jeotermal gradyanı (m)

Hesaplamalarda sıcak su kuyuları için $P_s = 1$ m, $T_1 = 8.7$ ($^{\circ}\text{C}$), $J_g = 30$ m olarak alınmıştır.

MTA kuyuları aracılığıyla alınan sıcaksuların (MTA-1, MTA-2, MTA-4) ortalama beslenme yükseklikleri (çoğunlukla 1900 m'nin üzeri) ve bu sondaj kuyulardaki rezervuar kayaç olan mermerlerin ortalama kotları (<~1100) arasındaki farklar (>1900->1100=>>800) ile bu suların sahip oldukları sıcaklıklarına ulaşabilmeleri için gerekli olan derinlikler (1100-1127) ile karşılaştırıldığında bu kuyuların daha çok jeotermal gradyanla ısınabileceğini doğrulamaktadır. İnceleme alanındaki diğer sıcak suların da beslenme-boşalım ilişkilerinin, fiziksel, kimyasal, izotopik gibi özelliklerinin MTA kuyularına benzemesi nedeniyle jeotermal gradyanla ısındığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.5. İnceleme alanındaki sıcak suların sahip oldukları sıcaklıklarına ulaşabilmeleri için gerekli olan derinlikler

Sıcak su no	Sıcak su adı	Ortalama sıcaklık (°C)	Derinlik (m)
MTA-1	MTA-1 kuyusu	45.3	1100
MTA-2	MTA-2 kuyusu	45.8	1115
MTA-4	MTA-4 kuyusu	46.2	1127
UÇ-1	Uyuz çermik-1	29.7	632
UÇ-2	Uyuz çermik-2	32	701
HŞ-1	Hamzaşeyh çermiği-1	23.7	452
HŞ-2	Hamzaşeyh çermiği-2	19.5	326
ÇP-1	Çermik pınarı-1	21.9	398

6. SU KİMYASI

Yıldız Irmağı havzasındaki suların fiziksel ve kimyasal özellikleri yerinde ve laboratuvarında yapılan analizler sonucunda belirlenmiş ve bu veriler kullanılarak hidrokimyasal değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmelerin nedenlerinden biri içme ve kullanma suyu olarak uygunluğunun çeşitli standartlar ve tolerans sınırları kullanılarak saptanmasıdır. Bundan dolayı inceleme alanındaki sıcak su, soğuk su kaynağı ve akarsularda Temmuz-2003 ile Kasım-2005 tarihleri arasında, kurak ve yağışlı dönemleri temsil edecek şekilde, yerinde sıcaklık (T), pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözülmüş katılar (TDS), çözülmüş oksijen (DO), çözülmüş CO₂ değerleri ölçülmüş ve ayrıca su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinin analizi Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarında ve Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Su Kimyası Laboratuvarında yapılmıştır. Su analizlerinde major (ana) kationlar (Ca, Mg, Na, K), major anyonlar (Cl, SO₄, CO₃, HCO₃) ve birçok ağır metal saptanmıştır. Ayrıca büyük debili kaynaklarda radyoaktivite ölçümleri yaptırılmıştır.

Sıcak suların kimyasal analiz sonuçları Ek-Çizelge 6.1’de, kaynakların kimyasal analiz sonuçları Ek-Çizelge 6.3’te, akarsuların kimyasal analiz sonuçları Ek-Çizelge 6.5’te ve ağır metal değerleri ise Ek-Çizelge 6.2, Ek-Çizelge 6.4, Ek-Çizelge 6.6’da verilmiştir. İnceleme alanındaki suların hakim iyonlarını bulmak ve birbirleriyle ilişkilerini saptamak amacıyla yarı logaritmik diyagram (Schoeller, 1955, 1962), genel kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırmak amacıyla üçgen diyagram (Piper, 1944) ve sulama suyu açısından değerlendirmek amacıyla ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramlarda değerlendirmeler Temmuz-2003, Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde alınan su örnekleri için yapılmıştır. Temmuz 2003’den sonraki dönemlerde sıcak su ve kaynak noktalarının tümünde örnekleme yapılmamış, 0.5 l/s’den az debili, boşalım noktaları çok yakın ve kimyasal bileşimi aynı olanlar elenmiştir. Akarsularda ise çok küçük yan kollarda bir örnekleme noktası kalacak şekilde elemeler yapılmıştır.

Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal bileşimine göre çizilmiş yarı logaritmik diyagramı Şekil 6.1’de, üçgen diyagramı Şekil 6.3’de, ABD sulama suyu Diyagramı Şekil 6.6’de verilmiştir. Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerindeki diyagramları ise Şekil 6.2’de (yarı logaritmik), Şekil 6.4’te (üçgen) ve Şekil 6.7’de (sulama suyu sınıflama diyagramı) verilmiştir. Kaynakların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal bileşimine göre hazırlanmış yarı logaritmik diyagramları Şekil 6.8.a, 6.8.b, 6.8.c’de, üçgen diyagramları Şekil 6.10.a, 6.10.b, 6.10.c, 6.10.d’de, sulama suyu sınıflama diyagramları Şekil 6.12.a, 6.12.b, 6.12.c, 6.12.d’de gösterilmiştir. Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerindeki diyagramları ise Şekil 6.9.a, 6.9.b’de (yarı logaritmik), Şekil 6.11.a, 6.11.b’de (üçgen) ve Şekil 6.13’de (sulama suyu sınıflama diyagramı) gösterilmiştir. Akarsuların Temmuz 2003, Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemleri analizlerine göre hazırlanmış yarı logaritmik diyagramları Şekil 6.14, Şekil 6.15’de verilmiştir. Yıldız Irmağının major iyonlar ve pH değerlerinin değişim grafiği Şekil 6.16, Şekil 6.17’de görülmektedir. Akarsuların üçgen diyagramları Şekil 6.18 ve Şekil 6.19’da, sulama suyu sınıflama diyagramları ise Şekil 6.20 ve Şekil 6.21’de sunulmuştur. Sıcak sular ayrıca Uluslararası Hidrojeologlar Birliği’nin (IAH, 1979) önerdiği sınıflamaya göre de değerlendirilmiştir (Çizelge 6.1).

İnceleme alanı içerisinde yer alan bu suların içerdikleri major (ana) anyon ve katyon miktarları dilimler halinde gösterilerek dairesel diyagramlar hazırlanmış, bu diyagramlar su kimyası haritası üzerinde topluca gösterilerek su kimyası haritası oluşturulmuştur (Ek-5). Ayrıca kaynak suları ve akarsular (sıcak sular hariç) içmesuyu standartları açısından değerlendirilmiştir.

6.1. Sıcak Sular

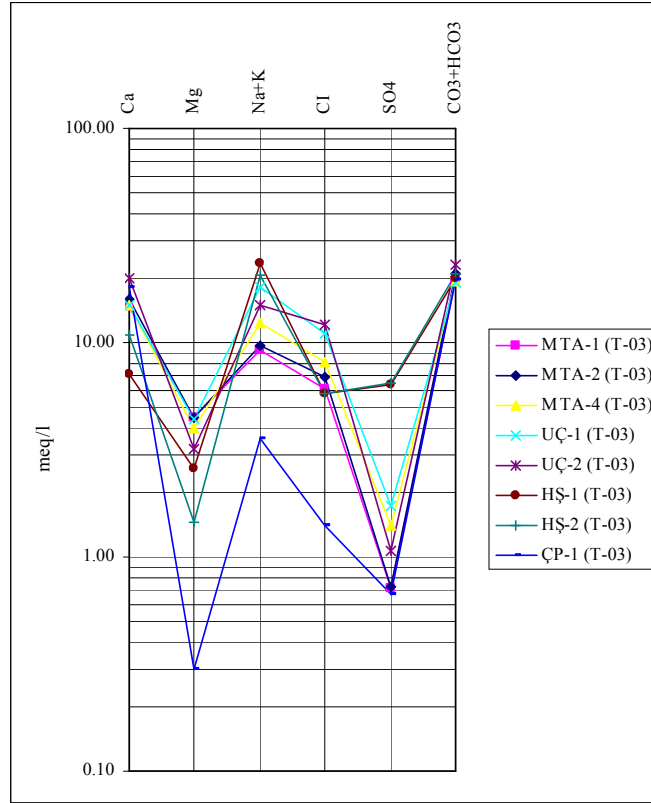
Bilindiği gibi sıcak sular sıcaklıkları yüksek olan ve bünyesinde oldukça fazla miktarda çözünmüş katı madde, ağır metal ve radyoaktif element içeren sulardır. Bu özellikleriyle kaplıca olarak kullanıldıklarında bazı hastalıkların tedavilerinde yardımcı olmaktadır. Kaçaroğlu ve diğ. (1994), inceleme alanında yer alan Sıcak Çermik kaplıca sularının (MTA-1, MTA-2, MTA-4 kuyuları) bir çeşit eklem rahatsızlığı olan gonartrozlu hastaların tedavisinde yardımcı olduğunu

belirtmişlerdir. Sıcak sular sıcaklıklarının fazla, pH'larının düşük, çözünmüş madde miktarı (TDS) ve EC'lerinin yüksek, ağır metal ve radyoaktif içeriklerinin fazla olmasından dolayı içme suyu olarak kullanılamazlar. Bu nedenle inceleme alanında bulunan sıcak sular içme suyu açısından değerlendirilmemiş, sadece genel kimyasal değerlendirmeye ve sulama suyu açısından değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Sıcak suların kimyasal analizleri Ek-Çizelge 6.1'de verilmiştir.

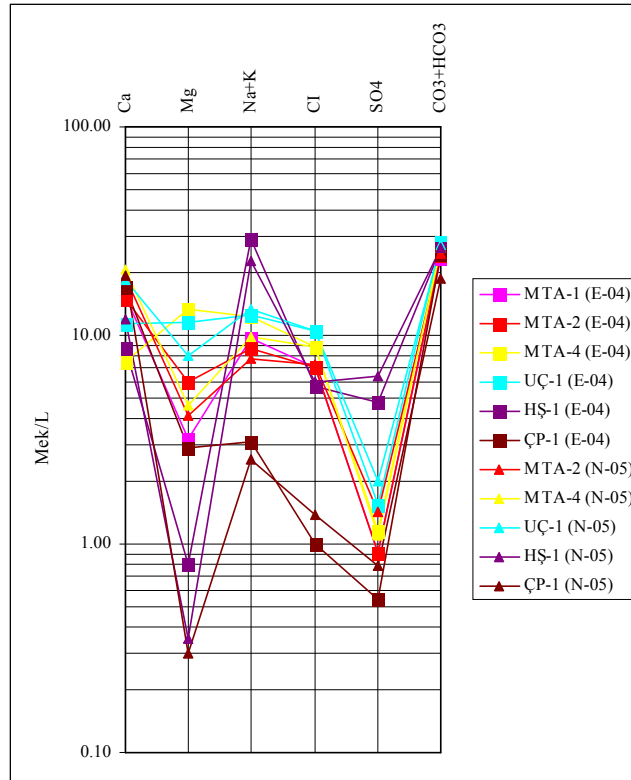
6.1.1. Genel kimyasal değerlendirme

İnceleme alanında yer alan 3 sıcak su kuyusu ve 5 sıcak su kaynağının kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla Temmuz-2003-Temmuz-2005 tarihleri arasında çeşitli dönemlerde ölçümler ve analizler yapılmıştır (Ek-Çizelge 6.1). Bu ölçümlere göre kuyuların EC değerleri 2750-3380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, sıcaklık değerleri 43.5-47 $^{\circ}\text{C}$ arasında, TDS 1750-2190 mg/l, pH değerleri 6.40-6.78 arasında değişmektedir. Sertlik dereceleri ise 93.5-127 Fransız Sertlik Derecesi ($^{\circ}\text{F}$) arasında değişmektedir. Sıcaksu kaynaklarının ise EC değerleri 1870-3590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, sıcaklık değerleri 17.3-32.4 $^{\circ}\text{C}$ arasında, TDS 1280-2290 mg/l, pH değerleri 6.35-6.99 arasında değişmektedir. Sertlik dereceleri ise 47-132 Fransız Sertlik Derecesi ($^{\circ}\text{F}$) arasında değişmektedir.

Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki yarı logaritmik (Schoeller) diyagramına (Şekil 6.1) bakıldığında, genellikle birbirleriyle uyumlu olduğu, yani aynı kökenli bir beslenime sahip oldukları görülmektedir. Kuyular ve Uyuz çermik-2'de hakim iyonlar Ca-HCO₃ iken Na miktarı da kendini göstermektedir. UÇ-1, HŞ-1 ve HŞ-2'de hakim iyonlar, Na-HCO₃ iken ÇP-1'de ise hakim iyonlar Ca-HCO₃'tür. HŞ-1 ve HŞ-2'nin SO₄ miktarlarının diğer sıcak sulara göre daha fazla oluşu, ÇP-1'in çözünmüş iyon miktarının daha az oluşu diyagramda kendini göstermektedir. HŞ-1 ve HŞ-2'nin SO₄ miktarının diğer sulara göre fazla oluşu muhtemelen beslenme alanında SO₄ getirimine neden olan kayalar ve ortamların varlığına işaret etmektedir. Aynı durumlar Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerindeki yarı logaritmik diyagramda da (Şekil 6.2) görülmektedir. Sadece MTA-4'ün diğer dönemlerde hakim iyonu Ca iken Ekim döneminde Mg olmakta, ÇP-1'in Mg miktarı yine aynı dönemde biraz artmaktadır.



Şekil 6.1. Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal verilerinin yarı logaritmik (Schoeller) diyagramda karşılaştırılması



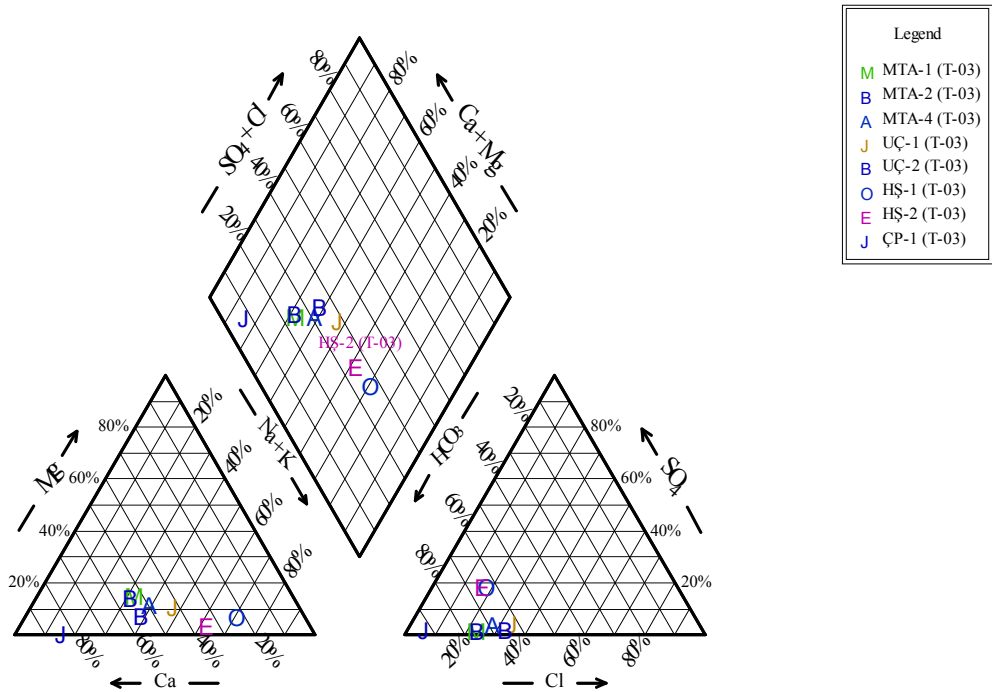
Şekil 6.2. Sıcak suların Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemindeki kimyasal verilerinin yarı logaritmik (Schoeller) diyagramda karşılaştırılması

Şekil 6.3'deki sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal bileşimine göre yapılmış üçgen diyagramına bakıldığında MTA-1, MTA-2, MTA-4, UÇ-2 ve ÇP-1'in Ca-HCO₃'lü, HŞ-1 ve HŞ-2'nin Na-HCO₃'lü, UÇ-1'in ise kanyonlar açısından karışık tipte su (Na-Ca-HCO₃'lü) olduğu anlaşılmaktadır. Aynı durumlar Ekim ve Nisan dönemlerinde de devam etmekte, sadece MTA-4 ve UÇ-1'in Mg miktarları Ekim döneminde artmaktadır (Şekil 6.4).

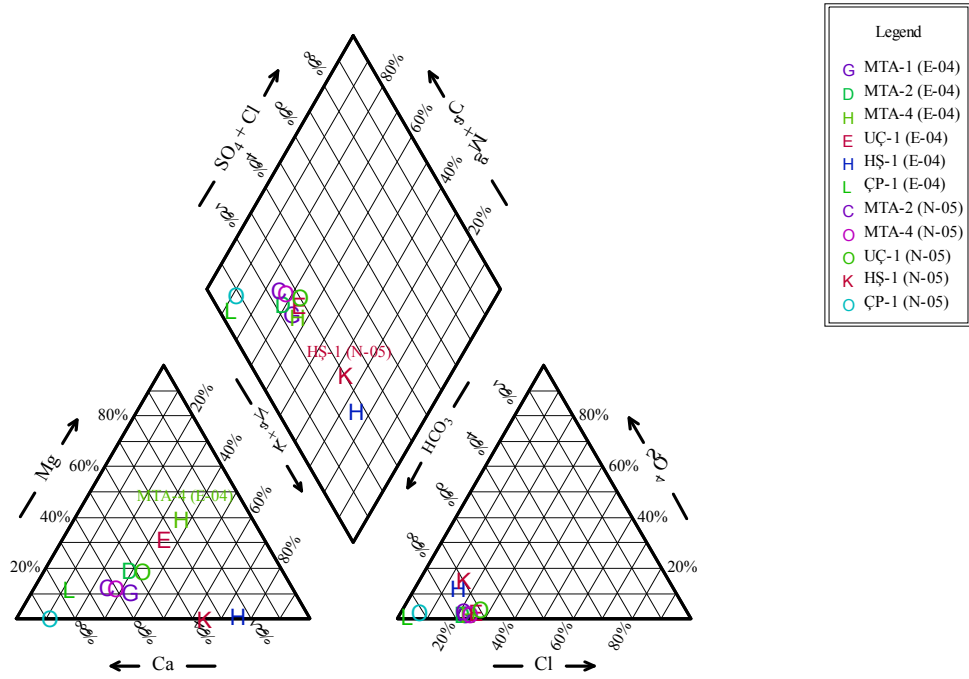
Sıcak suların izotop verileri ile ortaya çıkan beslenme yükseklikleri, inceleme alanının jeolojisi ve tektoniği, rezervuar kayaç olan mermerlerin bol kırıklı yapısı dikkate alındığında bu suların çoğunlukla Yıldız Dağı başta olmak üzere, mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve olasılı olarak Çeltek Dağı gibi yüksek alanlardan beslendiğini ortaya çıkarmaktadır. Şekil 6.3'deki üçgen diyagrama bakıldığında (Çermik pınarı hariç) inceleme alanının kuzeyinde yer alan Hamzaşeyh sıcak su kaynaklarından güneye yani Sıcak Çermikte yer alan MTA kuyularına doğru gidildikçe Na iyonu baskınlığını Ca iyonuna bıraktığı görülmektedir. Bu durum suların öncelikle Na, Ca, Mg, Al, Fe ve silikatlar açısından zengin olan gabro ve eşleniği olan yarı derinlik kayaçlardan beslendiğini, bu beslenim esnasında daha çok Na iyonunu çözdüğünü, daha sonra mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe'den de bir miktar beslenerek mermerlerden kazandığı CO₂ ile rezervuar kayaç olan mermerlerden akım yolu boyunca daha fazla Ca iyonu çözdüğünü ve dolayısıyla güneye doğru gidildikçe suların Ca miktarlarının arttığını göstermektedir. Yani inceleme alanındaki sıcak sularda genel olarak kuzeyden güneye doğru bir beslenimin mevcut olduğu anlaşılmaktadır. İnceleme alanının en kuzeyinde bulunan Çermik pınarının Ca iyonu yönünden baskınlığı ve izotop analizlerine göre diğer sıcak sulara nazaran daha alçak kottan beslendiğinin saptanması ve jeolojik yapı dikkate alındığında bu suyun daha çok Susuz Dağ, Arzu Tepe ve Çal Tepe'den diğer bir ifadeyle mermerlerden beslendiğini göstermektedir. Hamzaşeyh sıcaksu kaynaklarından MTA kuyularına gidildikçe Na iyonu hakimiyetinin yerini Ca iyonuna hakimiyetine bırakması Şekil 6.5'teki iyonların, sıcaklığın ve pH'ın sıcak sulardaki değişimlerini gösteren diyagramda da kendini göstermektedir. Bu

diyagramda ayrıca HŞ-1 ve HŞ-2 sıcak su kaynaklarındaki muhtemelen kükürtün oksidasyonundan kaynaklanan SO_4 iyonu artışı gözlenmektedir.

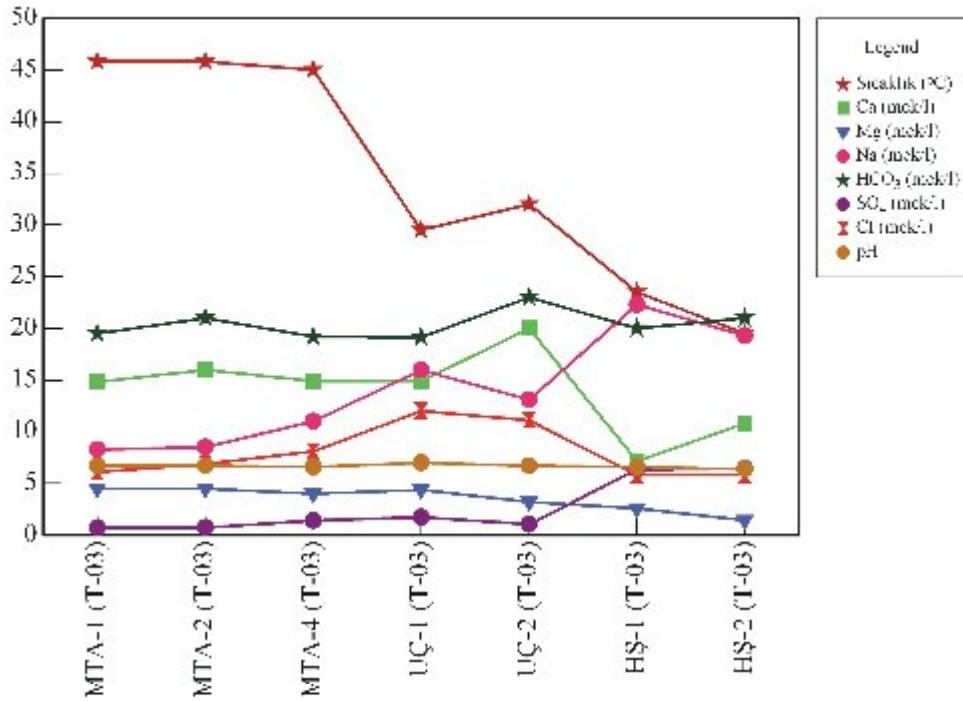
İnceleme alanındaki sıcak sular, sıcak suların kimyasal yönden sınıflandırılması için daha kapsamlı bir sınıflama olan Uluslararası Hidrojeologlar Birliği'nin (IAH, 1979) önerdiği sınıflama sistemine göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 6.1). Buna göre, sıcak su kuyuları ve UÇ-1 genelde Ca-Na-HCO₃-Cl'li bileşime sahiptir, fakat zaman zaman Na ve Mg miktarları artmakta, hatta hakim duruma geçebilmektedirler. Bu durum mevsimsel değişmeye bağlı olmamakta, farklı dönemlerde bu suların beslenme yolu üzerindeki kayalar ile temas süresi, CO₂ miktarı, sıcaklık, basınç, suyun çözücülük gücü gibi nedenlerle farklı iyonlar (Ca, Na, Mg) suda baskın durumda olabilmektedir. HŞ-1 ve HŞ-2 her dönemde Na-Ca-HCO₃'lı bileşimde, ÇP-1 ise Ca-HCO₃'lı bileşimdedir.



Şekil 6.3. Sıcak suların Temmuz 2003 dönemindeki kimyasal bileşimlerine göre üçgen diyagramda gösterimi



Şekil 6.4. Sıcak suların Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerindeki kimyasal bileşimlerine göre üçgen diyagramda gösterimi



Şekil 6.5. Sıcak suların pH, sıcaklık ve major iyon miktarları değişim grafiği (Temmuz 2003)

Çizelge 6.1. Sıcak suların Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin (IAH, 1979) sınıflamasına göre değerlendirilmesi

Sıcaksu no	Sıcaksu adı	Tarih	AIH sınıflaması
MTA-1	MTA-1 kuyusu	14.07.2003	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	15.07.2004	Ca-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	03.10.2004	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	30.06.2005	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
MTA-2	MTA-2 kuyusu	14.07.2003	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	15.07.2004	Ca-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	03.10.2004	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	18.04.2005	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	30.06.2005	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
MTA-4	MTA-4 kuyusu	14.07.2003	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	15.07.2004	Ca-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	03.10.2004	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	18.04.2005	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	30.06.2005	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
UÇ-1	Uyuz çermik-1	15.07.2003	Na-Ca-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	15.07.2004	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	03.10.2004	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	18.04.2005	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl 'lü su
"	"	30.06.2005	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
UÇ-2	Uyuz çermik-2	15.07.2003	Ca-Na-HCO ₃ -Cl 'lü su
HŞ-1	Hamzaşeyh çermiği-1	19.07.2003	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	16.07.2004	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	03.10.2004	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	19.04.2005	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	06.07.2005	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
HŞ-2	Hamzaşeyh çermiği-2	19.07.2003	Na-Ca-HCO ₃ ' lı su
ÇP-1	Çermik pınarı-1	23.07.2003	Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	16.07.2004	Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	02.10.2004	Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	19.04.2005	Ca-HCO ₃ ' lı su
"	"	05.07.2005	Ca-HCO ₃ ' lı su

Sıcak suların Ek-Çizelge 6.2'deki ağır metal değerlerine bakıldığında çeşitli dönemlerde genellikle lityum (Li), bor (B), mangan (Mn), demir (Fe), arsenik (As), rubidyum (Rb), stronsiyum (Sr), sezyum (Cs), baryum (Ba) ve civa (Hg) bakımından soğuk yeraltısularına göre daha zengin oldukları görülmektedir. Çoğunlukla mağmatik ve ultramafik kayaların bünyesinde bulunan bu ağır metallerin çözünerek ortamdan uzaklaşması yada ortamda çökmesi ortamın pH ve Eh, sıcaklık, basınç, diğer iyonların konsantrasyonları gibi koşullara bağlıdır.

Ayrıca yeraltısuyunda bulunmaları başka minerallerin varlığına da bağlı olabilmektedir. Örneğin arsenik sülfürlü minerallerle birlikte bulunmaktadır (Gökçe, 2000). Li, Mn, Fe, Hg asidik ve indirgen sulu koşullarda ortamdaki uzaklaşabilmektedirler. Genel olarak sülfürlü mineraller indirgen ortamlarda, oksitli mineraller oksidan ortamlarda, karbonatlar ise bazik ortamlarda çökelebilmekte, yani tersi ortamlarda hareketlilikleri yüksek olmakta ve ortamdaki uzaklaşmaktadır (Gökçe, 2000). Çoğu minerallerin çözünürlüğü sıcaklık artışı ile artmaktadır (Şahinci, 1991). Çoğu metal bileşikleri yüksek basınç altındaki su buharı içerisinde çözünebilmektedirler (Krauskopf, 1979). Yukarıda sunulan şartlara bakıldığında inceleme alanındaki sıcak suların hafif asidik oluşları, sıcaklık ve basınçlarının soğuk sulara oranla görece olarak yüksek oluşunun bu metallerin çözünmesine sebep olabileceği kanısına varılmaktadır.

Yağmur (1996) inceleme alanındaki sıcak suların beslenme alanının çoğunluğunu oluşturan Yıldızdağı Gabrosu'nun ve damar kayalarının bazı ana ve iz element kimyasal analiz sonuçlarını vermiştir. Buna göre kayalarda % ağırlık olarak 39.15-59.02 arasında SiO_2 , 11.11-21.96 arasında Al_2O_3 , 0.51-1.41 arasında TiO_2 , 5.05-19.95 arasında Fe_2O_3 , 0.14-0.32 arasında MnO , 1.33-15.92 arasında MgO , 5.04-14.63 CaO , 0.82-5.72 Na_2O , 0.06-2.25 K_2O , 0.02-1.20 P_2O_5 bulunmaktadır. Araştırmacı ayrıca bu kayalarda 19-283 ppm arasında Cr, 65-91 ppm arasında Zn, 2-20 ppm arasında Nb, 3-23 ppm arasında Ni, 16-62 ppm arasında Rb, 16-212 ppm arasında Zr, 16-57 ppm arasında Co, 3-757 ppm arasında Ba, 3-90 ppm arasında Cu, 92-3968 ppm arasında Sr, 2-8 ppm arasında Th, 2-23 ppm arasında Pb, 2.5- 43 ppm arasında Ce bulunduğunu ifade etmiştir. Bu sayısal değerler inceleme alanındaki sıcak sularda bulunan Fe, Mn, Rb, Sr, ve Ba metallerinin zenginliğini açıklayabilmektedir.

İnceleme alanında yer alan sıcak sularda Ekim-2004 tarihinde radyoaktivite analizleri yaptırılmış ve değerler Çizelge 6.2'de verilmiştir. Sıcak suların toplam alfa aktiviteleri 0.208-2.621 Bq/l, toplam β aktiviteleri 1.53-6.41 Bq/l arasında değişmektedir. Çizelge 6.3'te bulunan sınıflamaya göre bu sular çok az radyoaktif sular sınıfına girmektedir.

Çizelge 6.2. İnceleme alanındaki sıcak suların toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite değerleri

Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Örnekleme tarihi	Toplam alfa akt. (Bq/l)	Toplam beta akt. (Bq/l)
MTA-2	MTA-2 kuyusu	03.10.2004	0.496 ± 0.118	1.59 ± 0.17
MTA-4	MTA-4 kuyusu	03.10.2004	2.221 ± 0.192	3.27 ± 0.20
UÇ-1	Uyuz çermik-1	03.10.2004	2.621 ± 0.213	6.41 ± 0.24
HŞ-1	Hamzaşeyh çermiği-1	03.10.2004	0.208 ± 0.114	1.53 ± 0.17

Çizelge 6.3. Sıcak suların radyoaktivite miktarlarına göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991'den alınmıştır)

Sınıflama	Birimi (Eman)	Birimi (Bq/l)
Çok az radyoaktif sular	< 10	< 37
Az radyoaktif sular	10 - 100	37 - 370
Radyoaktif sular	100 - 1000	370 - 3700
Fazla radyoaktif sular	1000 - 10000	3700 - 37000
Çok fazla radyoaktif sular	> 10000	> 37000

6.1.2. Sulama suyu açısından değerlendirme

Sularda çözülmüş halde bulunan iyonların bir kısmı bitki besin maddelerini oluşturmakta ve toprağın verimli olmasına yardım etmekte bir kısmı ise bitki gelişimini azaltmakta hatta önleyici etki yapmaktadır. Toprakta bitki için yararlı olan bazı maddeler belirli bir miktardan sonra bitkiye zararlı etki yapan duruma dönüşebilmektedir. Normal bir sulama suyunda $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ miktarına eşdeğer miktarda $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ bulunmalıdır. Eğer $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ miktarı daha fazla ise bu durum sulama açısından sakıncalıdır. Suda alkali metal karbonatlarının varlığı toprakta sodikleşmeye (çoraklaşmaya) yol açabileceği ileri sürülebilir. Ayrıca suda çok fazla karbonat bulunması bitkilerde demir eksikliğine yol açar. Bitki beslenmesinde sülfat ve nitrat gereklidir. Bu iyonlar bitkiler tarafından indirgenerek protein oluşturmakta kullanılır. Bununla birlikte 1000 mg/l 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 geçirimsizliği 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). Magnezyum, bitki yapraklarına yeşillik veren klorofilin önemli bir bileşim unsurudur. Sulama sularındaki kalsiyum ve magnezyum katyonları toprağı daha geçirgen ve daha iyi işlenebilir biçimde tutarlar. Sulamada sert sular, yumuşak sulara nazaran tercih edilmektedir (Erözel, 1986). Potasyum bazı hastalıklara karşı bitkilerin direncini artırır. Sodyum toprak ve bitkiler üzerinde zararlı etkileri yüzünden sulama sularında miktarı oldukça önemlidir. Sulama suyunda sodyum tehlikesi, sodyum iyonunun sudaki konsantrasyonundan çok, toplam katyonlar içindeki nispi sodyum miktarına bağlıdır. Topraktaki sodyum miktarı artarak, sodyum hakim katyon haline geçerse toprakların sodikleşmesi (alkali toprak oluşması) söz konusudur (Doğan, 1981).

Sulama suyu kalitesinin sınıflandırılmasında kullanılan ölçütler aşağıda sunulmuştur (Erözel, 1986):

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

2. Sodyum katyonunun suda (çözeltide) bulunan diğer katyonlara oranı: Sodyum iyonunun zararlı ve istenmeyen etkisinin oluşmaması için, sodyum zararının bir ölçüsü olarak önceleri "sodyum yüzdesi" değeri kullanılmıştır. Bu değer;

$$\% \text{Na} = (\text{Na}^+ / \Sigma \text{Katyon}) \quad (6.1)$$

eşitliği ile hesaplanır ve genellikle 50 veya 60' dan yüksek olması istenmez.

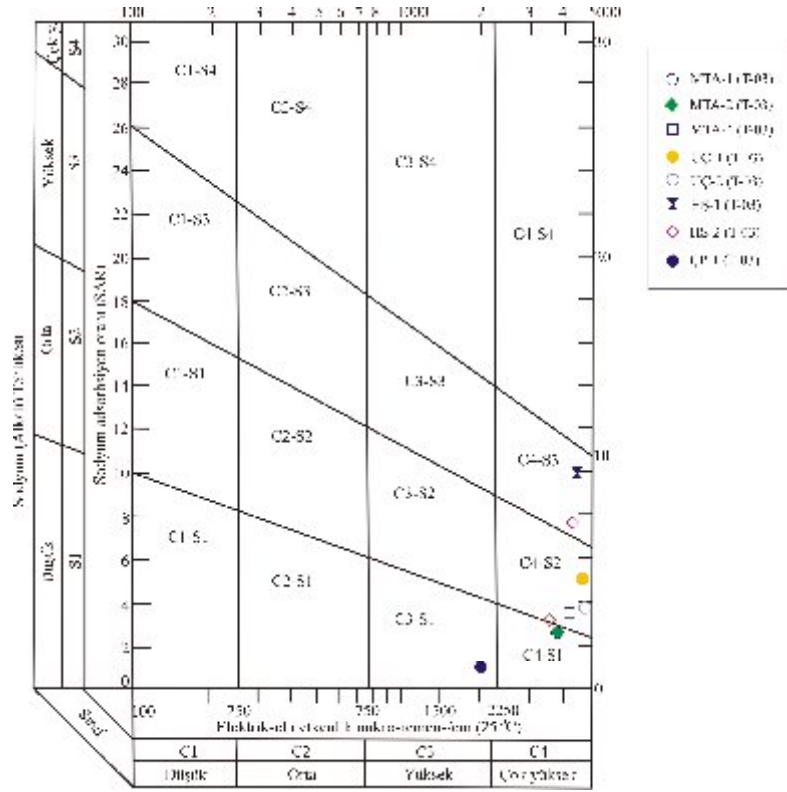
Sodyum zararının saptanmasında en çok kullanılan bir diğer ölçüt te "sodyum adsorpsiyon oranı" (SAR)' dır. SAR değeri 6.2 eşitliği ile hesaplanır.

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}/2)]^{1/2} \quad (6.2)$$

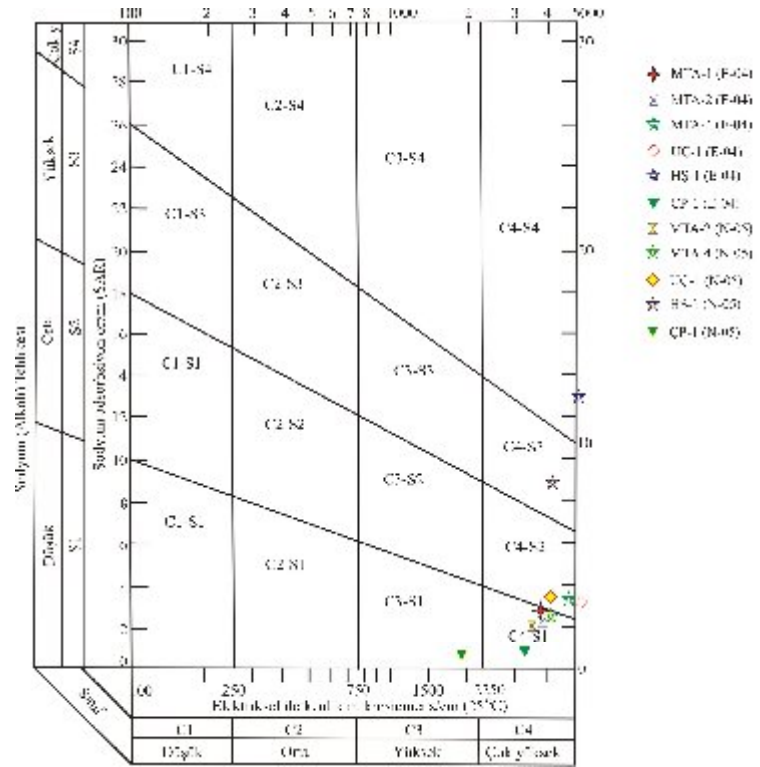
SAR değeri 0-10 arasında olan sularda sodyum zararı düşük, 10-18 arasında orta, 18-26 arasında yüksek ve 26' dan fazla ise çok yüksektir.

İnceleme alanında bulunan 8 sıcaksu Temmuz 2003, Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde alınmış su örneklerinin analiz sonuçlarına göre sulama suyu

açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda (Şekil 6.6, Şekil 6.7) değerlendirilmiştir. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı SAR ve EC miktarlarını dikkate alınarak çizilmektedir. Bu diyagramlara bakıldığında Temmuz döneminde MTA-1 ve MTA-2 “çok yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C4-S1)”, UÇ-1, MTA-4, UÇ-2 “çok yüksek tuzlu-orta sodyumlu (C4-S2)”, HŞ-1 ve HŞ-2 “çok yüksek tuzlu-yüksek sodyumlu (C4-S3)”, ÇP-1 “yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C3-S1)” sınıfında yer almaktadırlar. Nisan döneminde bu sınıflamalar değişmemekte, Ekim döneminde ise UÇ-1, HŞ-1, MTA-4 ve ÇP-1'in EC ve Na değerlerinin artmasından dolayı UÇ-1 ve HŞ-1 diyagram sınırlarını aşmakta, MTA-4 C4-S2 sınıfına, ÇP-1 ise C4-S1 sınıfına girmektedir. Bu sonuçlardan sıcak suların sulama suyu olarak kullanıldıklarında tuzluluk ve sodyum açısından tehlikeli olabilecekleri görülmektedir.



Şekil 6.6. Sıcak suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.7. Sıcak suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)

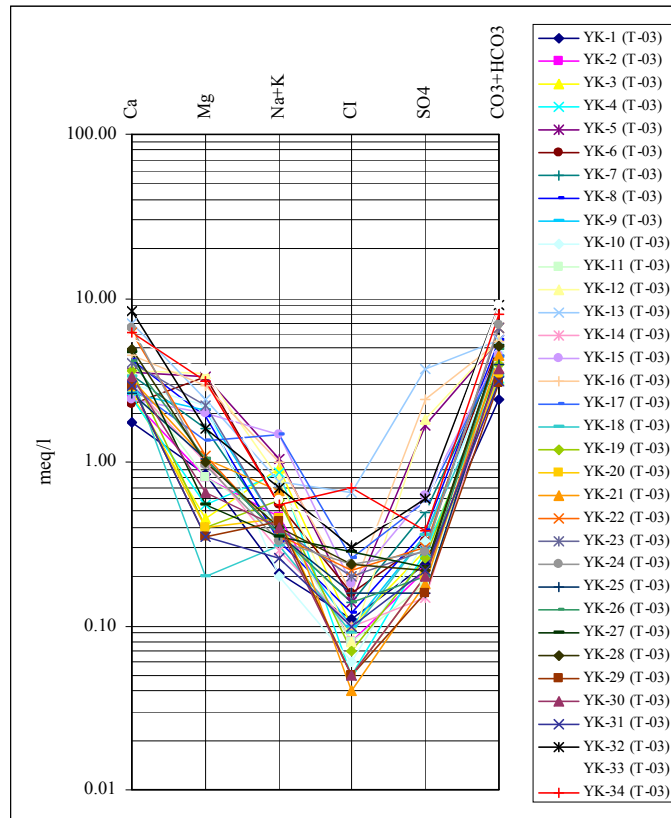
6.2. Kaynak Suları

6.2.1. Genel kimyasal değerlendirme

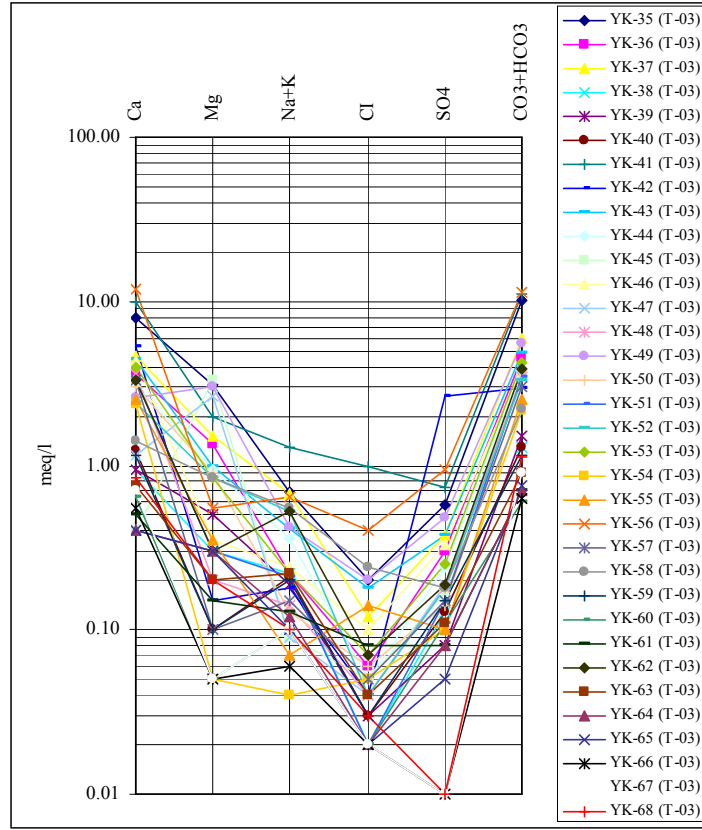
İnceleme alanında üç farklı ana kayaç gurubu da vardır. Her kayaç gurubundan boşalan farklı debilerde kaynaklar yer almaktadır, dolayısıyla bu kaynaklar fiziksel ve kimyasal yönden oldukça farklılık göstermektedir. Kaynak sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 69-1505 mikrosimens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) arasındadır. Sıcaklık değerleri 3.3-18.5 °C arasında, TDS değerleri 40-1011 mg/l, pH değerleri 6.28-8.77 arasında değişmektedir. Bu sular birkaç tanesi hariç genellikle bazik karakterde olup sertlik dereceleri 3.0-81.3 Fransız Sertlik Derecesi (°F) arasında değişmektedir (Ek-Çizelge 6.3).

Suyun sertliği, ısıtılma esnasında uğrayacağı değişikliklere göre ikiye ayrılır (Doğan, 1981): a. Geçici sertlik (karbonat sertliği): Isıtıldıkları zaman bozulan kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar geçici sertlik veren maddelerdir. b. Kalıcı sertlik (karbonat olmayan sertlik): Suyun ısıtılması ile giderilemeyen sertliktir. Kalıcı sertlik genellikle toprak alkali metallere, silikat, klorür, sülfat ve nitratlardan ileri gelir.

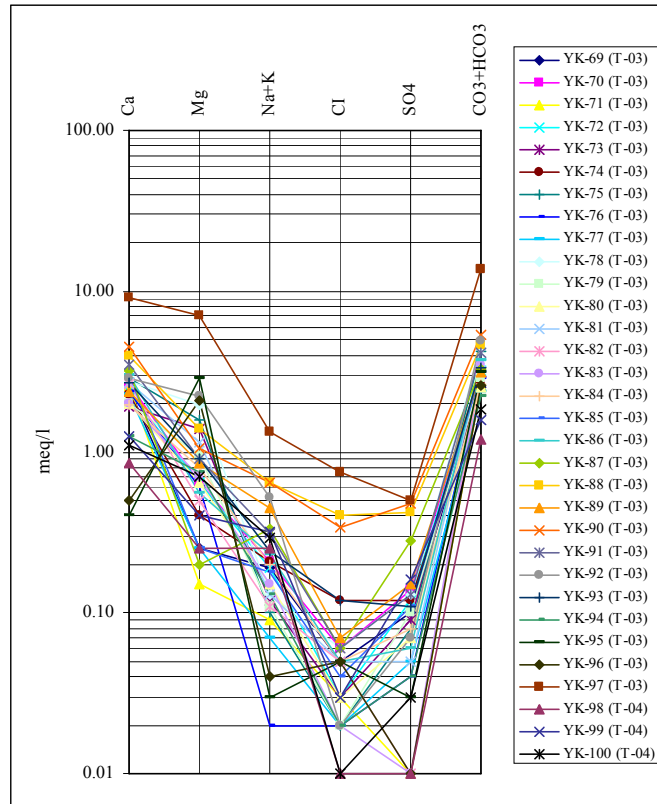
Kaynak sularının Temmuz 2003 dönemindeki bileşimlerine göre çizilmiş yarı logaritmik diyagramlarına (Şekil 6.8.a, 6.8.b, 6.8.c) bakıldığında, birkaç kaynak hariç kaynakların genellikle birbirlerine paralel oldukları ve hakim iyonların Ca^{++} ve HCO_3^- olduğu görülmektedir. Bu da kaynakların çoğunlukla karbonatlı kayalarla etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Farklılık gösteren kaynaklardaki bu durum, bir kısmında hakim katyonun Mg'un olması, bir kısmında ise SO_4 miktarının diğer kaynaklara oranla daha fazla olmasından ileri gelmektedir. Hakim katyonu Mg olan sular genelde Tekelidağ Karışığı'na ait Mg'ca zengin serpantinlerden boşalan sulardır (YK-6, YK-45, YK-47, YK-49, YK-95, YK-96). SO_4 değeri fazla olan kaynaklar ise genellikle beslenme alanı içinde jips bulunan kaynaklardır (YK-5, YK-12, YK-13, YK-16, YK-42). Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde ölçümleri devam eden kaynakların bileşimleri Temmuz 2003 dönemindeki bileşimlerinden farklı olmadıkları Şekil 6.9.a., 6.9.b'de görülmektedir. Ek-5'te gösterilmiş olan dairesel diyagramlarda aynı sonuçları vermektedir.



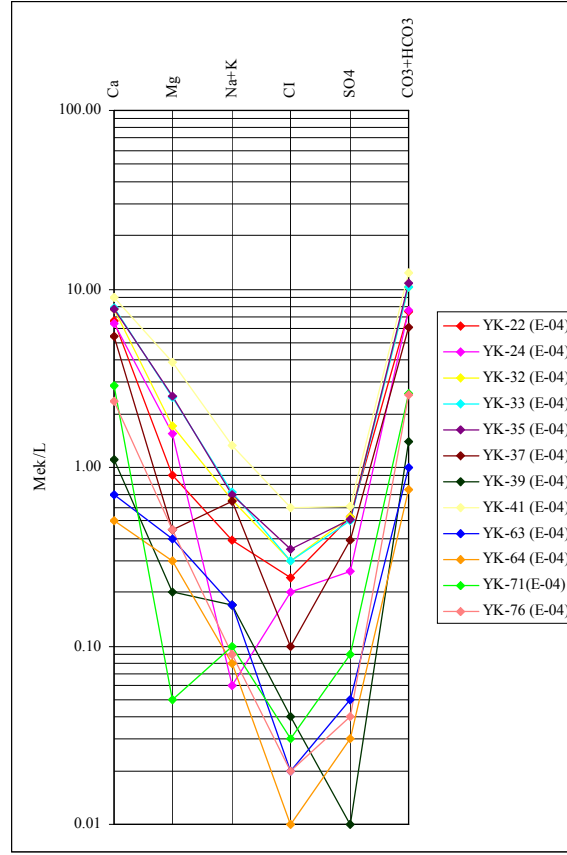
Şekil 6.8.a. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)



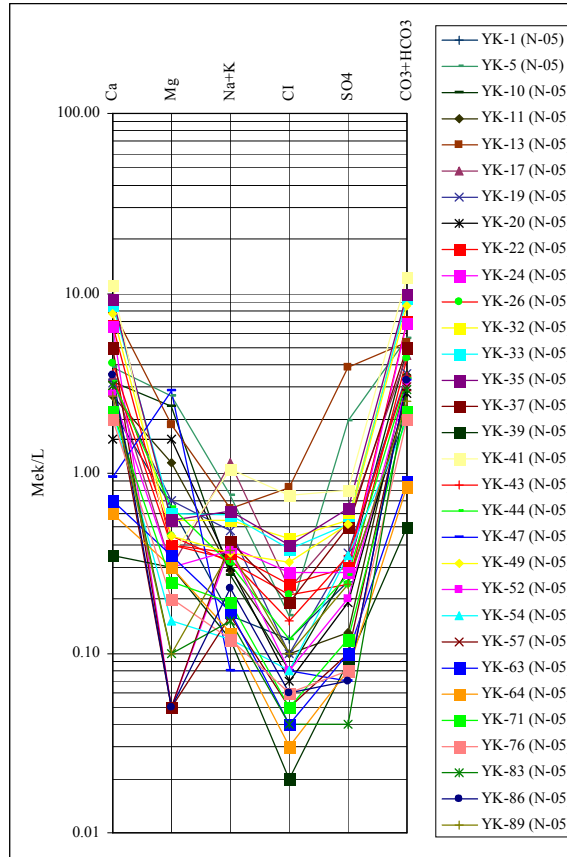
Şekil 6.8.b. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı(Temmuz 2003)



Şekil 6.8.c. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)

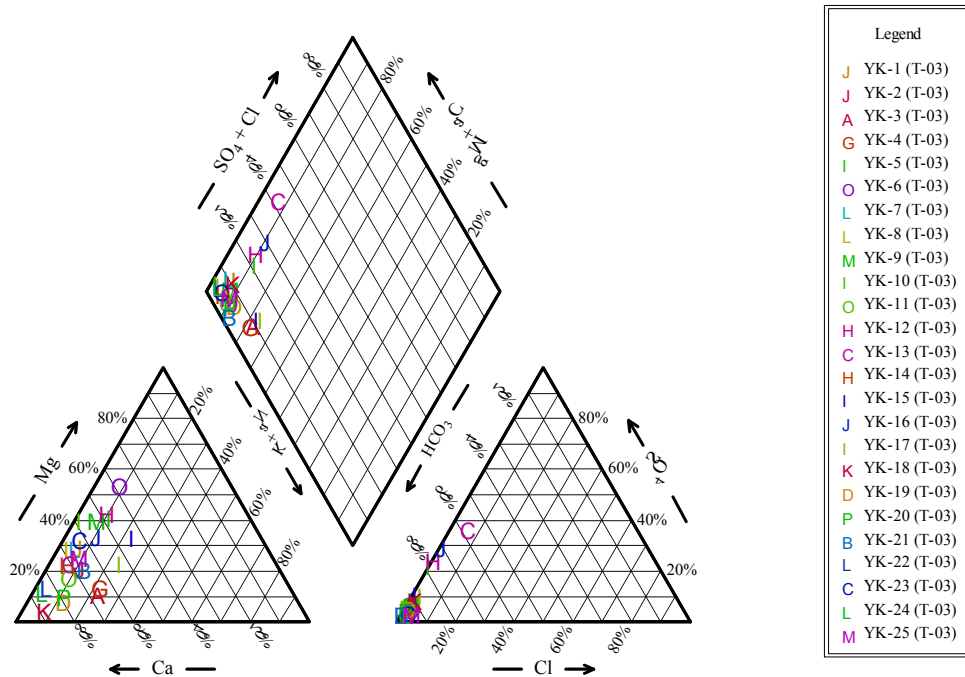


Şekil 6.9.a. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Ekim 2004)

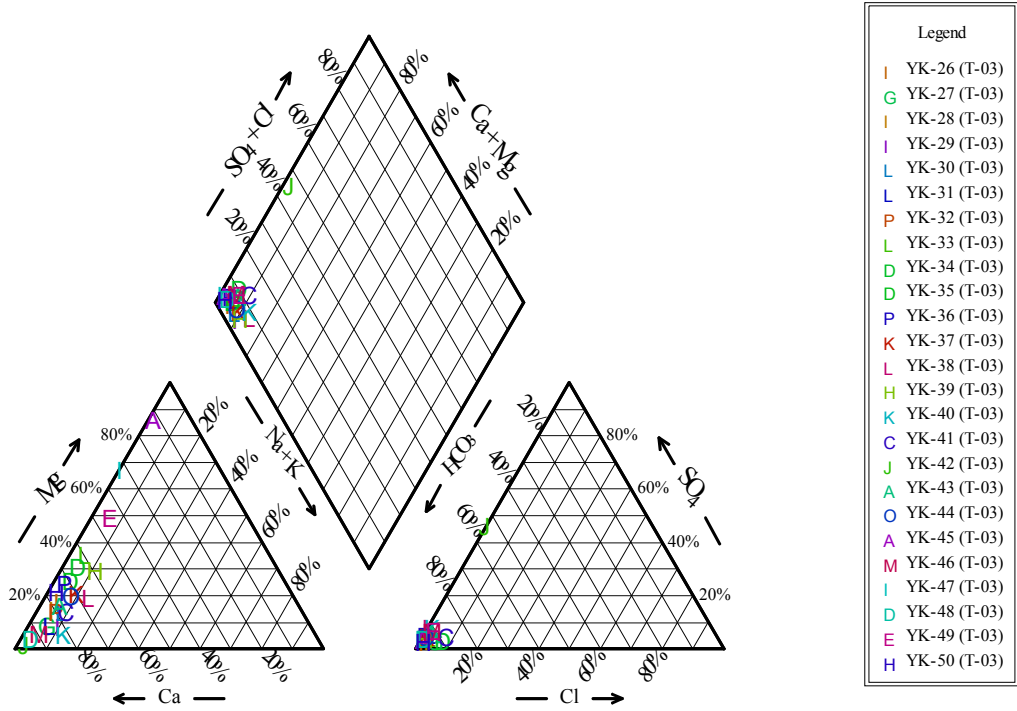


Şekil 6.9.b. Kaynakların yarı logaritmik diyagramı (Nisan 2005)

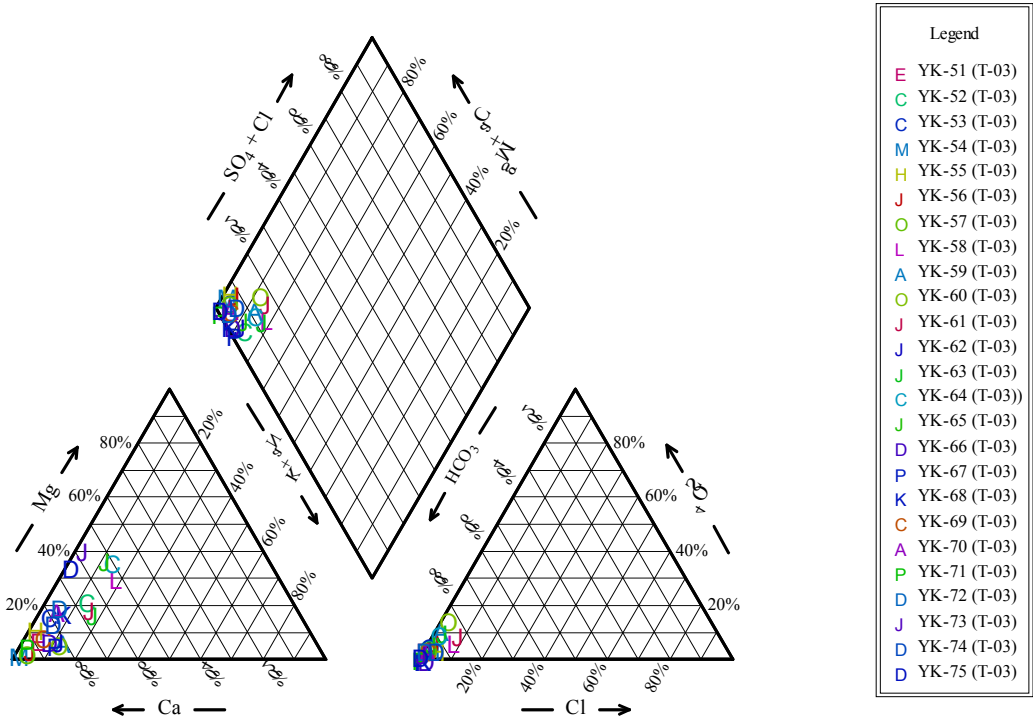
Kaynak suları, içerdikleri major (ana) anyon ve katyon yüzdelere göre üçgen diyagramda gösterilmiştir (Şekil 6.10.a, 6.10.b, 6.10.c, 6.10.d, Şekil 11.a, 11.b). Temmuz 2003 dönemi için hazırlanmış üçgen diyagramına bakıldığında genelde suların Ca-HCO₃'lü olduğu, YK-6, YK-45, YK-47, YK-49, YK-95 ve YK-96'nın Mg-HCO₃'lü tipte su, YK-5, YK-12 ve YK-15'in ise Ca-Mg-HCO₃ (karışık) tipte su olduğu görülmektedir. Yine YK-5, YK-12, YK-13, YK-16, YK-42'nin SO₄ yönünden zenginliği bu diyagramda da kendini göstermektedir. Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde ölçümleri devam eden kaynakların bileşimleri için hazırlanmış üçgen diyagramı dikkate alındığında çoğu kaynağın Temmuz 2003 dönemindeki bileşimlerinin değişmediği sadece YK-49'un Mg-HCO₃'lü su tipinden Ca-HCO₃'lü su tipine dönüştüğü görülmektedir (Şekil 6.11.a, 6.11.b). YK-49 arazi gözlemlerine ve suyun sıcaklığının (15.2-18.3 °C) sıcak su ısısına yakınlığından dolayı derin dolaşım olduğu düşünülen ve traverten çökelten bir kaynaktır. İnceleme alanında bulunan kaynakların tümünde karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten fazla olduğu yine üçgen diyagramlara bakıldığında anlaşılmaktadır.



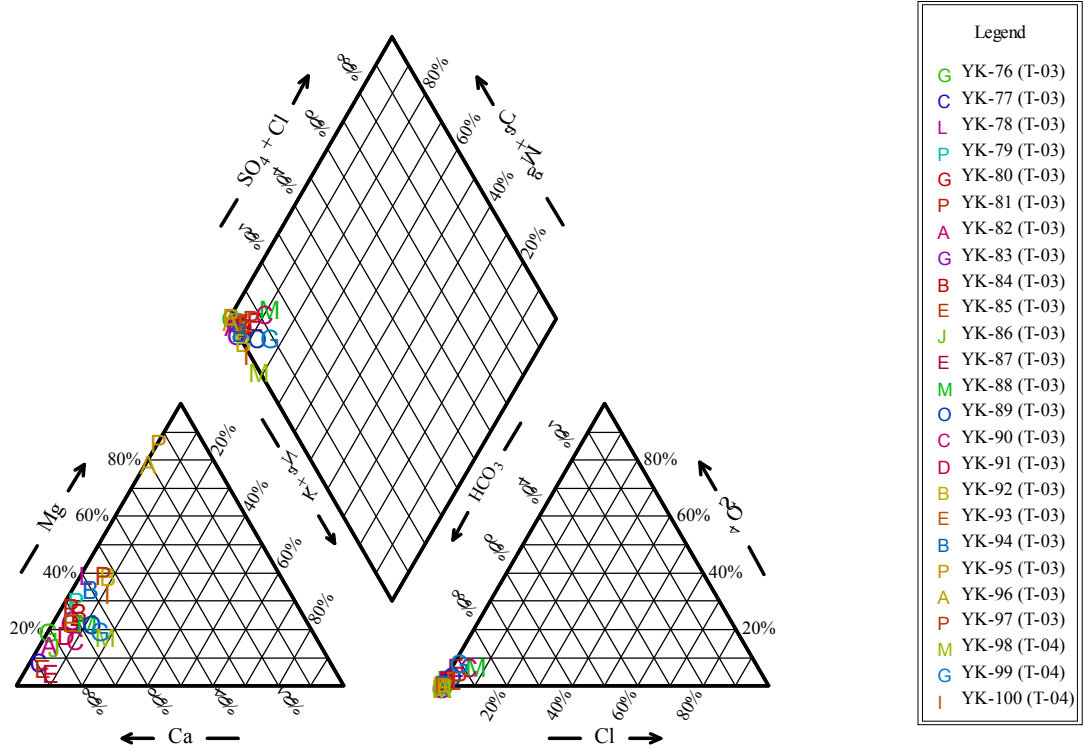
Şekil 6.10.a. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



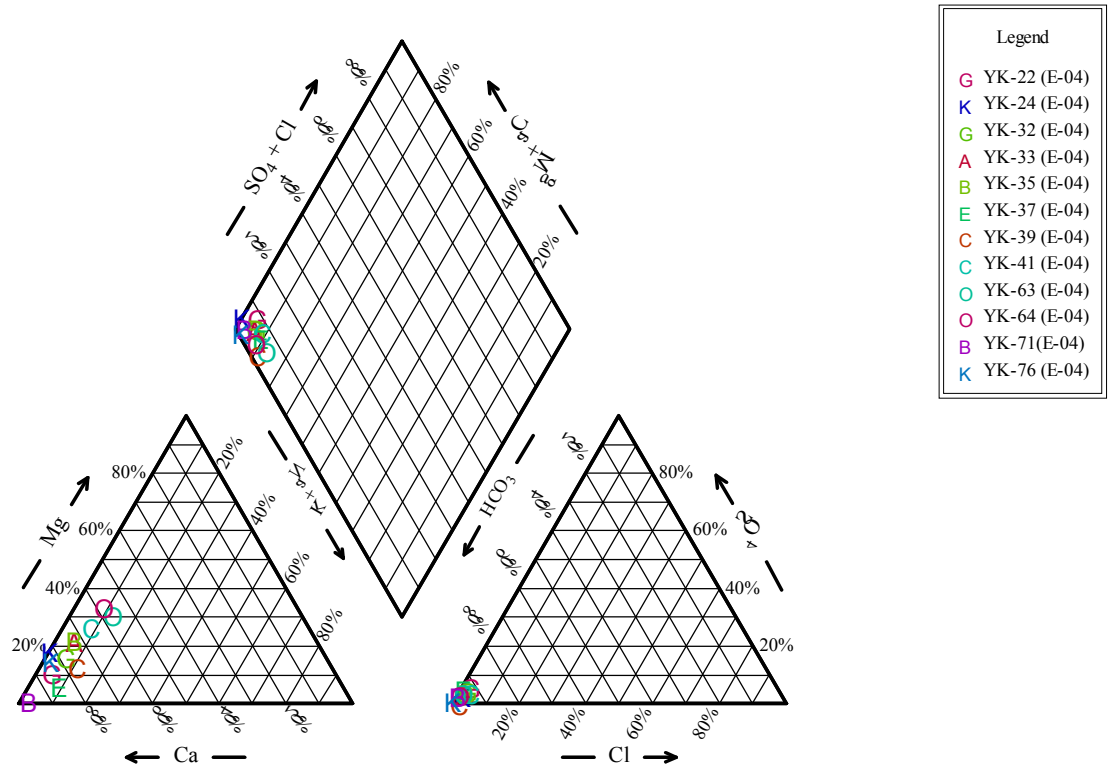
Şekil 6.10.b. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



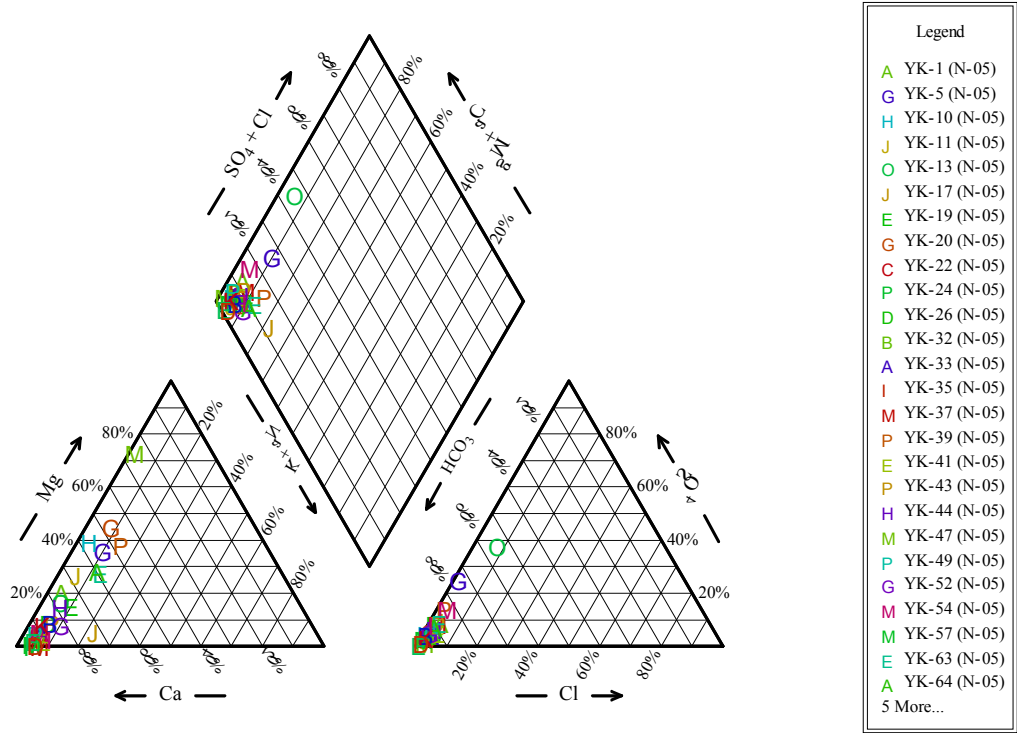
Şekil 6.10.c. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.10.d. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.11.a. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Ekim 2004)



Şekil 6.11.b. Kaynakların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Nisan 2005)

6.2.2. İçme suyu açısından değerlendirme

İçme sularında aranan başlıca özellikler, sağlığa zararlı olmaması ve içiminin hoş olmasıdır. Suyun hoş içimli ve serinletici olması; fiziksel ve kimyasal özellikleri, sağlık yönünden uygunluğu ise kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktif özellikleri ile ilgilidir (Doğan, 1981).

Sularda bulunabilecek çeşitli maddeler için farklı ülkelerde değişik limitler kabul edilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında inceleme alanındaki sular içme suyu açısından değerlendirilirken Türk İçme Suyu Standartları dikkate alınmış ve bu standart (TS 266-2005) Çizelge 6.4’te verilmiştir.

Türk İçme Suyu Standartları ile inceleme alanında bulunan kaynak sularının tüm dönemlerdeki analizlerinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Buna göre kaynak sularının EC değerleri 69-1505 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmekte yani hiçbiri üst sınır olan 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’yi geçmemektedir. İnceleme bölgesindeki kaynakların Tepecik çermiği hariç (YK-41) pH değerleri 6.59-8.77 arasında

değişmektedir, dolayısıyla TSE standartlarına uymaktadır, fakat YK-41'in pH değeri genelde TSE standartlarında alt sınır olan 6.5 değerinden daha az değerler (6.28-6.49) almaktadır. Kaynarca kaynakları ve YK-97'nin pH değerleri alt sınır değerine ulaşmamakta, fakat zaman zaman (6.59, 6.60) yaklaşmaktadır. Kaynakların sodyum değerleri 0-33.35 mg/l arasında değişmekte ve üst sınır olan 200 mg/l'yi geçmemektedir. Klorür değerleri, 0.36-35.5 mg/l arasında değişmekte ve üst sınırı (250 mg/l) aşmamaktadır. Sülfat değerleri ise 0-187 mg/l arasında değişmekte ve sınır değeri (250 mg/l) aşmamaktadır.

İçme sularında ağır metal miktarları oldukça önemlidir. Bir kısmının çok küçük değerleri bile insan sağlığına olumsuz etki gösterebilmektedir. Bu nedenle tez çalışması esnasında Temmuz-2004 tarihinden itibaren yağışlı ve kurak dönemleri kapsayacak şekilde üç ayrı dönemde kaynaklarda ağır metal analizleri yaptırılmıştır. Bu değerler Ek-Çizelge 6.4'te verilmiştir. Bu çizelgelerden bazı kaynak sularının bazı elementler açısından TSE (Çizelge 6.4)'nin izin verilebilecek maksimum miktarlarını geçtiği anlaşılmaktadır. Bunun nedeni çoğu ağır metal kirliliğini oluşturan endüstriyel ve/veya insan kaynaklı kirlenme olmayıp, inceleme alanındaki kayaçların bünyesinde doğal olarak bulunan bu elementlerin yeraltısuyu ve yüzey suları tarafından çözünmesi ve suların kendi bünyelerine katmasından kaynaklanmaktadır. İnceleme alanındaki kayaçların ve dolayısıyla suların bünyelerinde bulunan bazı elementlerin zenginliğine, bölgenin tektonik, volkanik ve hidrotermal etkinliklerin katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Kaynak sularında Antimon değerleri Büyükgöz kaynağı (YK-39) analizi hariç 0-0.0021 mg/l arasında değişmekte ve Türk İçme suyu standartlarındaki üst sınır olan 0.005 mg/l'yi geçmemektedir, Büyükgöz kaynağının Temmuz-2004 döneminde değeri ise 0.00513 mg/l olup üst sınırı çok az geçmektedir. Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı, mafik ve ultramafik kayaçlar (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000) ve endüstri atıklarından sulara geçebilen antimon deride, barsak ve akciğerlerin iç yüzeylerinde tahrişlere neden olmaktadır (WHO, 1988). Ayrıca Matthews (1996) antimonun kansorejen etkisinden şüphelendiğini belirtmektedir. YK-39 kaynağı Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan bir kaynak olup,

antimonun kaynağa bir çok ağır metal açısından zengin olan gabrodan geçtiği düşünülmektedir.

Arsenik miktarları Karlıpınar çeşmesi (YK-1) hariç 0-0.0028 mg/l arasında olup standartlara uymaktadır, fakat YK-1'in değerleri üç dönemde de üst sınır olan 0.01 mg/l değerini geçmekte ve 0.0187 değerine ulaşmaktadır. Arsenik çoğunlukla sülfürlü minerallerle aynı ortamlarda, jeotermal alanlarda, genç akiferlerden gelen yeraltısularında, kurak ve yarı kurak bölgelerde yüksek pH'lı aerobik yeraltısularında bulunmaktadır (Smedley, 2001; Smedley ve Kinniburgh, 2002). YK-1 kaynağı, inceleme alanındaki sıcak suların çökeltmiş olduğu travertenlerden boşalan bir kaynaktır. Sıcak sularda bulunan arseniğin travertende de mevcut olabileceği ve dolayısıyla YK-1 kaynağında bulunan arseniğin kökeninin sıcak sular olabileceği düşünülmektedir. Oldukça zehirli olan bu element sinir yüzeylerinde iltihaplanmalar, siroz, anemi, ülser, akciğer iltihabı, mesane kanseri, kromozom bozuklukları ve cilt kanseri hastalıklarına neden olmaktadır (Aswathanarayana, 1995; Bilgin ve diğ., 2005).

Bor değerleri 0-0.216 mg/l arasında değişmekte olup, standartlara uymaktadır. Kadmiyum değerleri genellikle 0-0.0038 mg/l arasında değişmektedir ve standartlara uymaktadır, fakat Kürünlü kaynağı (YK-10) 0.00894 mg/l değeri ile, Karapınar (Yakupoğlan) kaynağı (YK-60) 0.158 mg/l değeri ile, Kurşunlu kaynağı (YK-63) 0.00856 mg/l değeri ile, Yukarıpınar çeşmesi (YK-89) 0.009 mg/l değeri ile, Şeyh (Kurtlapa) Pınarı (YK-98) 0.0685 mg/l değeri ile üst sınır olan 0.005 mg/l değerini aşmaktadır. Çoğunlukla gabro ve bazaltlardan boşalan bu kaynaklar kadmiyumun sınır değerini Temmuz 2004 döneminde geçmektedir, diğer iki dönemde sınırı aşmamakta, hatta bazen hiç bulundurmamaktadırlar. En çok magmatik, ultramafik ve sedimenter kayalardan (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000) tarım ilaçlarından, endüstri ve insan faaliyetlerinden, suya geçebilen kadmiyum insanlarda zehirlenme, mide bozuklukları (Rankama ve Sahama, 1964, McNeely ve diğ., 1979; Hem, 1985, WHO, 1984 b), böbreklerde hasar (USEPA, 2002) solunum yoluyla alındığında kanser gibi rahatsızlıklara neden olmakta (IARC, 1987; WHO, 1996) ve ağız yoluyla 350-3500 mg alındığında öldürücü etki göstermektedir (WHO, 1996). Bitki ve hayvanlarda ise

büyüme ve üremeyi önleyebilmektedir (Environmental Studies Board, 1973; McNeely ve diğ., 1979, International Joint Commission, 1977).

Krom değerleri 0-0.015 mg/l değerleri arasında değişmekte olup sınır değerleri aşmamaktadır. Bakır değerleri 0-0.0041 mg/l değeri arasında değişmekte ve standartlara uymaktadırlar. Kurşun hiçbir kaynakta bulunmamaktadır. Civa değerleri birkaç tane kaynak hariç 0-0.00087 mg/l arasında değişmekte ve sınır değer olan 0.001 mg/l'yi geçmemektedir. Fakat Çamurlunundere kaynağı (YK-5), Kürünlü kaynağı (YK-10), Sulak kaynağı (YK-11), Büyükçayır kaynağı (YK-13), Eyrekçayırı kaynağı (YK-20), Büyükgöl kaynağı (YK-49), Kilise pınarı (YK-52), Göz kaynağı (YK-76) kaynakları genelde Temmuz-2005 döneminde 0.0017-0.01 mg/l arasında değişen miktarlarıyla üst sınır olan 0.001 mg/l değerini geçmekte, diğer dönemlerde standartlara uymaktadırlar. Granitik kayalar, kireçtaşı, kumtaşı ve mafik kayalardan (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000), endüstri atıklarından, madencilik faaliyetlerinden su ve besinlere geçebilen civa fazla miktarda alındığında merkezi sinir sistemi bozulması şeklinde fizyolojik ve nörolojik rahatsızlıklara neden olmaktadır (Appleton, 2001). Civa değerleri zengin olan sular, civa açısından zengin olabilen kayalardan yani, mafik ve ultramafik kayacık parçacıkları içeren çakıltaşı ve yer yer kumtaşları, traverten ve kireçtaşıdan boşalan kayalardır.

Nikel miktarları 0-0.0159 mg/l arasında değişmekte olup, sınır değer olan 0.02 mg/l'ı geçmemektedirler. Selenyum değerleri 0-0.0033 mg/l arasındadır ve standartlara uymaktadır. Alüminyum değerleri genelde 0-0.137 mg/l arasında değişmektedir, fakat YK-5 ve YK-39'un Nisan-2005 dönemi örneklemelerinde sırasıyla 0.245 mg/l, 0.328 mg/l değerleriyle üst sınır değer olan 0.2 mg/l'yi geçmektedirler. En çok magmatik kayalar ile kumtaşları, kilttaşları ve killi kireçtaşı gibi sedimanter kayalardan (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000), ilaç sanayinden (Yalçın ve Akpolat, 2001), endüstriyel atıklardan suya ve insanlara geçebilen alüminyum vücutta birikmesi durumunda kemik rahatsızlıkları, anemi (Akpolat ve Dilek, 2001), sinir sistemi bozuklukları (Yalçın ve Akpolat, 2001) ve alzheimer (Onur, 1997) rahatsızlıklarına neden olmaktadır.

Çizelge 6.4. İçme sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 266-2005)

Maddenin Adı	İzin Verilebilecek Max. 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 sayımı, 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 sayımı 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.

Demir değerleri genellikle 0-0.126 mg/l arasında değişmektedir ve standartlara uymaktadır, fakat YK-5 0.303 mg/l ile YK-39 ise 0.297 mg/l değeri ile üst sınır olan 0.2 mg/l değerini Nisan-2005 dönemi örneklerinde geçmektedir. Demir sulara kayaçlardan, endüstri atıklarından, organik atıklardan, madencilik gibi faaliyetlerinden karışabilmektedir (WHO, 1984 b). Kayaçlar içerisinde en bol ultramafik, mafik kayaçlarda ve şeyllerde bulunan (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000) demir, hayvan ve bitki metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Hem, 1985). Demir sınır değerleri aştığında ise bakterilerin çoğalmasına, neden olmakta bitkilerde ise zehirleyici etki göstermektedir. Ayrıca içme sularının tadını acılaştırmakta, kumaşlarda ve borularda pas oluşumuna neden olmaktadır (McNeely ve diğ., 1979; WHO, 1984 b., Department of National Health and Welfare, 1969). Al ve Fe'ce zengin olan bu kaynaklar gabro ve çakıлтаşı, kumtaşıından boşalan kaynaklardır.

İnceleme alanındaki kaynakların mangan değerleri ise YK-5 hariç 0-0.0287 mg/l arasında değişmektedir ve standartlara uymaktadırlar, fakat YK-5 ise 0.128 mg/l ve 0.161 mg/l ile Nisan ve Temmuz-2005 örneklemesinde üst sınır olan 0.05 mg/l'yi geçmektedir. En çok ultramafik ve mafik kayaçlardan, kireçtaşılarından (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000), endüstriyel faaliyetlerden ve madencilik faaliyetlerinden sulara geçebilen mangan, insan ve hayvan beslenimindeki ana elementlerden biridir (WHO, 1984 b., McNeely ve diğ., 1979). Mangan eksikliği büyüme yavaşlaması, sinir sistemi bozuklukları, kansızlık, çocuklarda kemik bozukluklarına yol açarken, fazla bulunması bakteri artışlarına neden olmaktadır. Ayrıca suyun tadını bozmakta, koku oluşturmakta, bulunıklılık oluşturmakta ve mutfak malzemelerinde pas oluşumuna neden olmaktadır (Griffin, 1960; Wolfe, 1960; WHO 1984 a). YK-5 kaynağı bol mafik ve ultramafik kayaç parçaları içeren çakıлтаşıları ve bu kayaçların minerallerini içeren kumtaşılarından (İncesu formasyonu) boşalmaktadır. Ayrıca bu kaynağın beslenim alanında traverten de bulunmaktadır. Kaynaktaki mangan zenginliğine çakıлтаşılarının ve özellikle travertenlerin sebep olabileceğı düşünölmektedir.

Bu verilere bakıldığında bazı ağır metallerce zengin olan kaynaklar genellikle mağmatik kayaçlar, mağmatik ve ultramafik kayaç parçacıkları içeren

çakıltaşı ve kumtaşı seviyeleri ve yer yer kireçtaşıdan boşalan kaynaklardır. Ağır metallerin çoğunluğu ise bu kayalarda en bol olarak gözlenmektedir. Sıcak Çermiğin güneyinde çeşme şeklinde yer alan ve travertenlerden boşalan YK-1 kaynağı her dönemde arsenik açısından TSE (2005)'in içme suyu standartlarını aşmaktadır. İleride Sıcak Çermikte yer alan otellere getirilmesi düşünülen YK-1'in içme açısından tehlikeli olabileceği ortadadır.

YK-5 kaynağı Nisan döneminde alimünyum, demir ve mangan bakımından, Temmuz dönemlerinde ise civa ve mangan bakımından standartları aşmaktadır, bu nedenle içme suyu olarak kullanımında dikkatli olunması gerekmektedir. İncesu formasyonu'nun Derindere üyesi'nden çeşme şeklinde boşalan bu kaynağın ağır metal içeriği bakımından zengin olmasından dolayı beslenme alanı içerisinde bulunan faylı yapıya sahip travertenlerinden (Sarıkaya travertenleri) oldukça etkilendiği düşünülmektedir.

Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan ve Yıldız Beldesinin içme suyu kaynağı olan YK-39 Temmuz döneminde antimon bakımından, Nisan döneminde alüminyum ve demir bakımından içme suyu standartlarını aşmaktadır. Dolayısıyla bu kaynağın ağır metal içeriği bakımından fakir olan başka kaynaklar ile seyreltilerek beldeye içme suyu olarak verilmesi veya beledenin su ihtiyacının bir başka kaynaktan temin edilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

YK-10 Temmuz-2004 döneminde kadmiyum açısından, Temmuz-2005 döneminde ise civa bakımında standartları aşmaktadır. Şu anda sadece arazi sulamada kullanılan bu kaynak ileride bir yerleşim merkezine içme suyu olarak götürülecek olursa dikkatli olunması ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Kadmiyum açısından YK-60, YK-63 (Yıldızdağı Gabrosu), YK-89 (Pazarcık Volkanitleri), YK-98 (Tekelidağ Karışığı-volkanitler) kaynakları, civa açısından YK-11, YK-13 (İncesu formasyonu-Derindere üyesi), YK-20 (Darmik Volkanitleri), YK-49 (Traverten), YK-52 (Boztepe formasyonu-Pelajik kireçtaşı, Maden üyesi), YK-76 (Tekelidağ Karışığı-yeniden kristallenmiş kireçtaşı) kaynakları sadece bir dönemde standartları aşmakta olup, bu kaynaklar genellikle çeşme şeklinde kullanılmaktadır. YK-20 Zengi köyünün, YK-76 ise Danışment

köyünün içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Bu nedenle bu iki kaynaktan analizlerin daha ayrıntılı şekilde yaptırılıp, ihtiyaç duyulursa başka kaynaklar ile seyreltilerek kullanılması veya başka kaynaktan su temin yoluna gidilmesi gerekmektedir.

Radyoaktivite ölçümleri (toplam α ve toplam β) büyük debili ve aynı zamanda dolanım süresi uzun olan Gaziköy kaynağı-1 (YK-22), Kaynarca kaynağı-2 (YK-33), Tepecik çermiği (YK-41) için ve yüksek radyoaktivite içerebilme ihtimali olan gabrodan boşalan ve aynı zamanda debisi fazla olan Büyükgöz kaynağı (YK-39), Kurşunlu kaynağı (YK-63), Karapınar kaynağı (YK-64) için Ekim-2004 ve Nisan-2005 dönemlerinde saptanmıştır (Çizelge 6.5). Bu değerler TSE (TS-266-2005)'nin içme suyu standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Kaynakların toplam α aktiviteleri 0.011-0.074 Bq/l arasında değişmekte olup hiçbir kaynak sınır değer olan 0.1 Bq/l'yi aşmamaktadır. Toplam β aktiviteleri 0.01-0.22 Bq/l arasında değişmekte olup içme suyu açısından üst sınır değer olan 1 Bq/l'değerini geçmemektedirler.

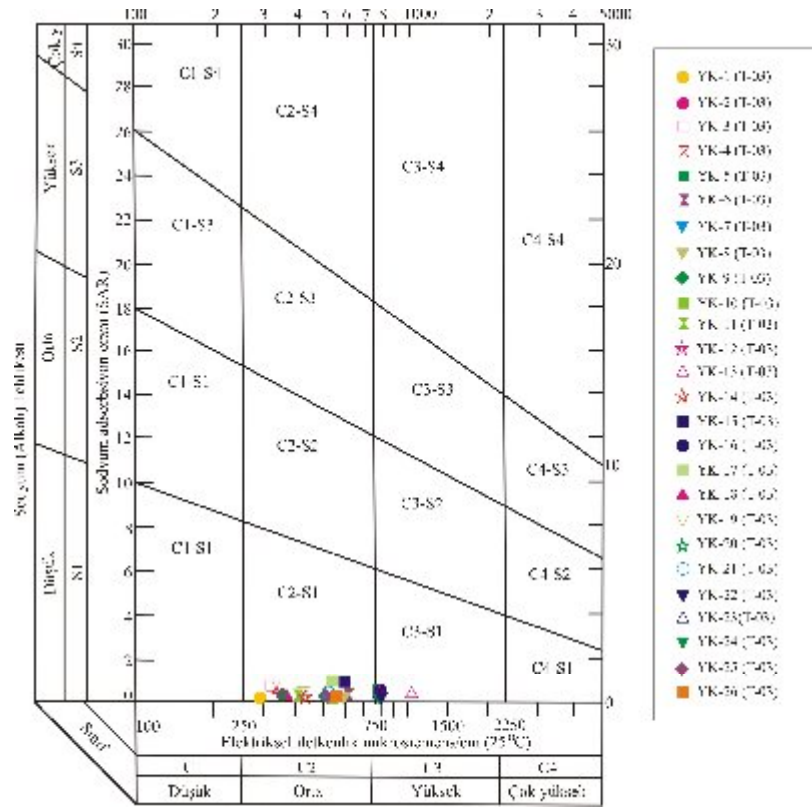
Çizelge 6.5. İnceleme alanındaki büyük debili kaynakların toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite değerleri

Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Örnekleme tarihi	Toplam alfa akt. (Bq/l)	Toplam beta akt. (Bq/l)
YK-22	Gaziköy kaynağı-1	02.10.2004	0.046 ± 0.025	0.14 ± 0.04
"	"	20.04.2005	0.041 ± 0.026	0.11 ± 0.04
YK-33	Kaynarca kaynağı-2	02.10.2004	0.074 ± 0.031	0.12 ± 0.04
"	"	20.04.2005	0.066 ± 0.043	0.22 ± 0.07
YK-39	Büyükgöz kaynağı	30.09.2004	0.036 ± 0.017	0.06 ± 0.04
YK-41	Tepecik çermiği	30.09.2004	0.065 ± 0.042	0.14 ± 0.05
YK-63	Kurşunlu kaynağı	30.09.2004	0.025 ± 0.007	0.02 ± 0.04
"	"	21.04.2005	0.014 ± 0.006	0.04 ± 0.01
YK-64	Karapınar kay.(Sar.)	30.09.2004	0.013 ± 0.007	0.01 ± 0.01
"	"	21.04.2005	0.011 ± 0.005	0.04 ± 0.01

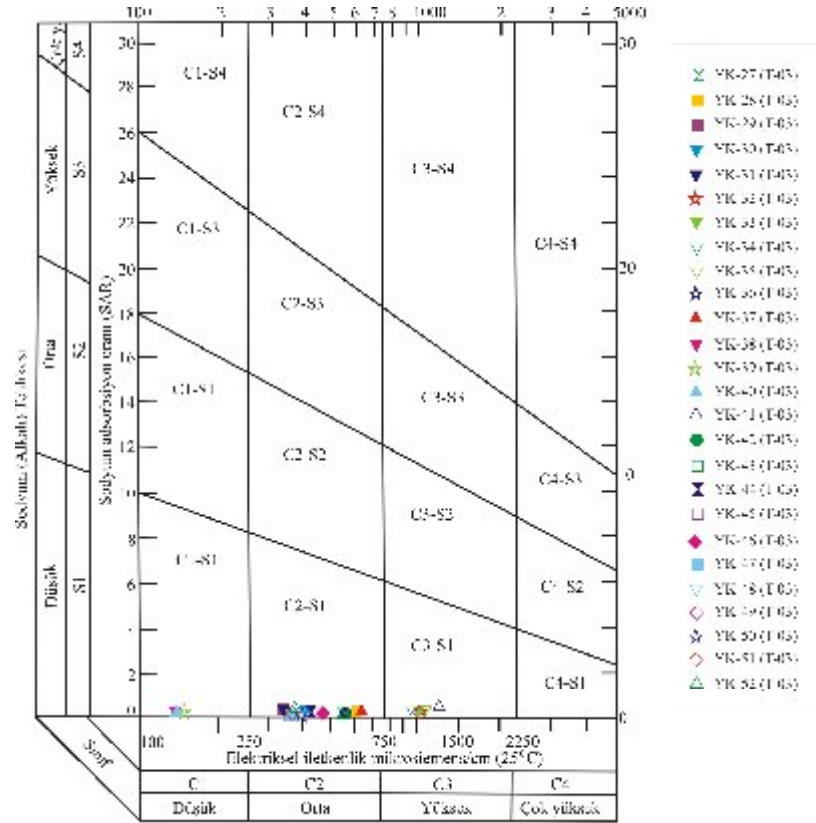
6.2.3. Sulama suyu açısından değerlendirme

İnceleme alanında bulunan kaynaklardan Temmuz 2003, Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde alınmış su örneklerinin analiz sonuçlarına göre sulama suyu açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda (Şekil 6.12.a, 6.12.b,

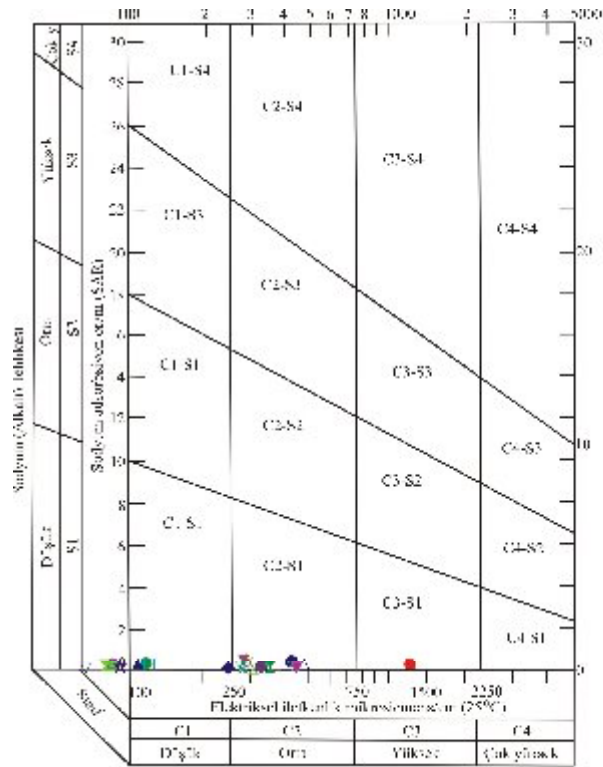
6.12.c, 6.12.d, Şekil 13) değerlendirilmiştir. Temmuz 2003 dönemindeki ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'na göre, inceleme alanında bulunan kaynak sularının 17 tanesi “düşük tuzlu-düşük sodyumlu (C1-S1)”, 15 tanesi “yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C3-S1)” sular sınıfında, diğerleri ise “orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2-S1)” sular sınıfında yer almaktadır. Bu suların hiçbirinde sodyum açısından bir tehlike mevcut değildir. Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde ölçümleri devam eden kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramlarına (Şekil 13) dikkat edildiğinde 3 kaynak hariç kaynakların sınıflarının değişmediği görülmektedir. Sınıfları değişen kaynaklar YK-5, YK-71 ve YK-76 olup, YK-71 ve YK-76 kaynaklarının Temmuz ve Ekim döneminde sınıfları C2-S1 iken Nisan döneminde C1-S1 sınıfına düşmektedirler. YK-5 kaynağı ise C3-S1 sınıfından Nisan ayında C2-S1 sınıfına düşmektedir. Bu kaynaklar yağışlı dönemde debileri artan ve dolayısıyla EC değerleri azalan kaynaklardır.



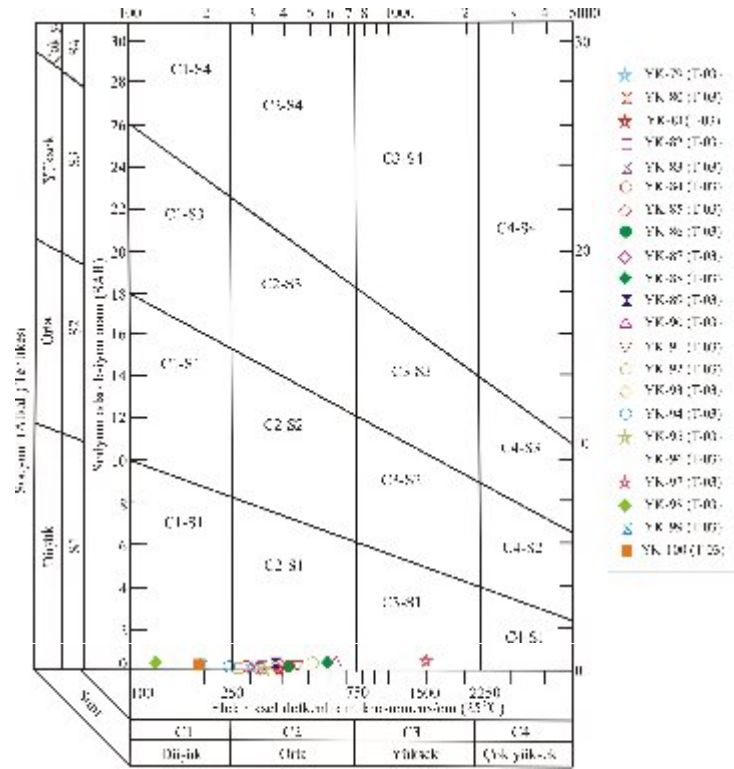
Şekil 6.12.a. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



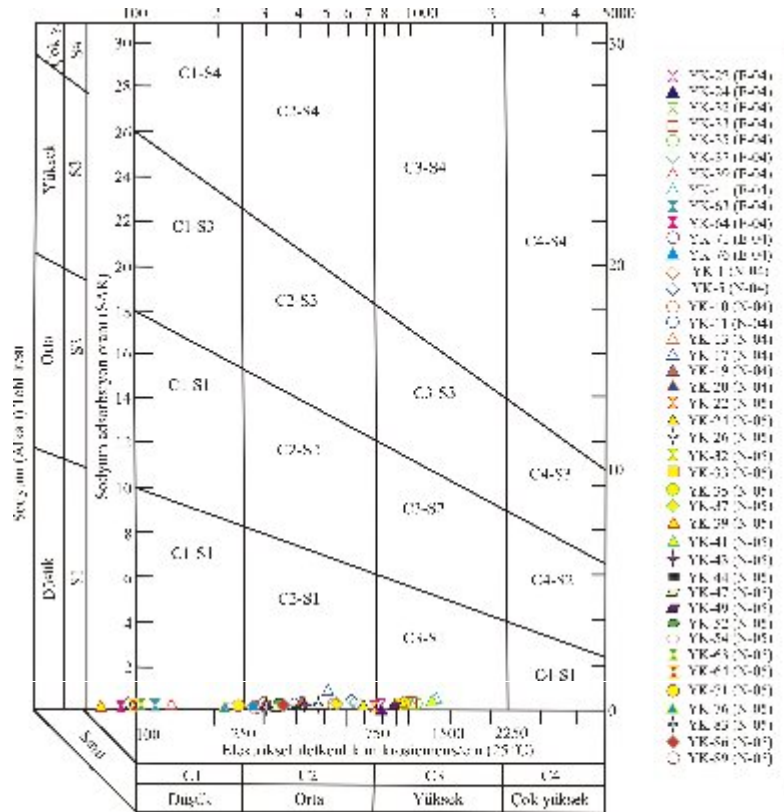
Şekil 6.12.b. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.12.c. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.12.d. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.13. Kaynakların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)

6.3. Akarsular

6.3.1. Genel kimyasal değerlendirme

İnceleme alanını oluşturan Yıldız Irmağı ve kollarından örneklerin kimyasal analiz sonuçları Ek-Çizelge 6.5'te verilmiştir. Akarsuların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 208-765 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklık değerleri 8.5-22.5 $^{\circ}\text{C}$, pH değerleri 7.05-8.55, toplam çözünmüş katı miktarı 140-510 mg/l, çözünmüş oksijen miktarı ise 5.5-12.1 mg/l arasında değişmektedir. Bu sular bazik karakterli olup, sertlikleri 8.8-33.0 $^{\circ}\text{F}$ arasındadır.

Şekil 6.14'deki (Temmuz 2003) yarı logaritmik diyagram incelendiğinde bütün akarsuların birbirleriyle uyumlu olduğu, ve hakim katyonun Ca, hakim anyonun ise HCO_3 olduğu görülmektedir. Buda akarsuları besleyen suların çözünürlüğü genelde diğer kayalardan fazla olan karbonatlı kayalar ile etkileşim içerisinde olduğunu göstermektedir. Ekim ve Nisan dönemlerin de hakim iyonlar Ca ve HCO_3 'tür. Bununla birlikte Nisan döneminde yağışların etkisiyle akarsuların bileşimindeki iyonlar azalmıştır. Bu durum Şekil 6.15'de kendini göstermektedir.

Şekil 6.16 ve Şekil 6.17'da Yıldız Irmağı'nın (yan kollar hariç) kuzeyden (YI-9) güneye doğru (YI-1) olan ölçüm noktalarının Temmuz 2003 dönemi ve Nisan 2004 dönemi için major iyonların ve pH miktarlarının değişimleri görülmektedir. YI-9 ölçüm noktası Yıldız Dağı'na çok yakın olduğu ve gabrolarından çok fazla iyon çözemediğinden dolayı bu noktanın iyon miktarları oldukça düşüktür. Yağış sularının çevrede bulunan travertenleri kolayca çözmesi ve iyon miktarı zengin olan YK-41 kaynağının karışımı nedeniyle YI-8 noktasının iyon derişimleri hızlı şekilde artmaktadır. YI-8'den güneye doğru akan ırmak batıdan gelen ve iyon miktarı daha düşük olan Çırçır Deresi ile karışmakta ve seyrelmektedir (YI-7). YI-7 ve YI-6 ölçüm noktaları arasında çözünmüş iyonlarca oldukça zengin olan Kaynarca kaynaklarının katılımı YI-6 noktasında kendini hemen göstermekte ve bu noktada iyonlar zenginleşmekte, pH miktarı ise düşmektedir. Yıldız Irmağı'na YI-6 - YI-5 ölçüm noktaları arasında Dumanlı Çayı ve Deretarla Dere katılmaktadır. Deretarla Dere'nin çözünmüş iyon miktarı YI-6 ölçüm noktasına göre daha az olması nedeniyle YI-5 ölçüm noktasında çözünmüş iyonlar bir miktar azalmaktadır. YI-5 ölçüm noktası ile YI-2 ölçüm noktası

arasında Yıldız Irmağı'na önemli bir katılım olmaması nedeniyle bu noktalarda iyonlar ve pH önemli sayılabilecek ölçüde değişim göstermemektedir. YI-2 noktasından önce ise Sıcak Çermikten boşalan sıcak suların otellerde, Belediye ve MTA tesislerinde ve evlerde kullanıldıktan sonra ırmağa katılması ve ayrıca yağış sularının çevredeki traverteleri kolayca çözmesi nedeniyle ırmak sularında genel olarak iyonlar bir miktar zenginleşmektedir. Nisan döneminde iyonlar yağışların etkisiyle biraz seyrelmektedir. Bu dönemde de ırmak ölçüm noktalarındaki su kimyası değişimleri devam etmekte, fakat Temmuz döneminde değişimler daha belirgin olarak görülebilmektedir.

Akarsuların Temmuz 2003 dönemi için hazırlanmış olan üçgen diyagramda (Şekil 6.18) tüm akarsuların karbonat sertliğinin karbonat olmayan sertliğinden büyük olduğu, YI-1 ve YI-2'in karışık tipte (Ca-Mg-HCO₃), diğer tüm akarsuların ise Ca-HCO₃'lı tipte su olduğu ve genellikle Mg ve Na değerlerinin de görece olarak zengin olduğu görülmektedir. Bu durum inceleme alanındaki bileşim olarak birbirinden çok farklı kayaçların varlığından kaynaklanmaktadır. Ekim döneminde sadece YI-1, YI-2, YI-4 Ca-Mg-Na-HCO₃'lı bileşime geçmekte, diğer akarsular ise aynı bileşimde kalmaktadırlar (Şekil 6.19). YI-2'den önce Sıcak Çermikte yer alan siccaksuların Yıldız Irmağı'na katılıyor olması YI-1 ve YI-2'nin bileşiminin değişmesine neden olmaktadır. Katılım her dönemde mevcut olmakla birlikte Ekim döneminde ırmak debilerinin en az olması sebebiyle ırmaklarda Ca, Mg, Na miktarlarının artışı görece olarak daha baskın olmaktadır. Nisan döneminde akarsuların Temmuz 2003 dönemindeki genel bileşimleri YI-1 ve YI-2 hariç değişmemekle birlikte EC değerlerinde ve iyon miktarlarında seyrelmeler olduğu görülmektedir. YI-1 ve YI-2 yağışların etkisiyle karışık bileşimden Ca-HCO₃'lı bileşime geçmektedir.

6.3.2. İçme suyu açısından değerlendirme

Yıldız Irmağı havzasındaki akarsular üzerinde ileride içme suyu amaçlı olarak baraj yapılabilme ihtimaline karşı akarsular içme suyu açısından TSE (TS-266) İçme Suyu Standartlarına göre değerlendirilmiştir. Tüm dönem sonuçlarına göre akarsuların EC değerleri 208-765 µS/cm arasında değişmektedir. Buna göre

hiçbir akarsu üst sınır olan 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'yi geçmemektedir. pH değerleri 7.05-8.55 arasında değişmektedir, dolayısıyla TSE standartlarına uymaktadır. Akarsuların sodyum değerleri 1.84-27.14 mg/l arasında değişmekte ve üst sınır olan 200 mg/l'yi geçmemektedir. Klorür değerleri, 1.42-32.66 mg/l arasında değişmekte ve üst sınırı (250 mg/l) aşmamaktadır. Sülfat değerleri ise 2.88-36 mg/l arasında değişmekte ve sınır değeri (250 mg/l) aşmamaktadır.

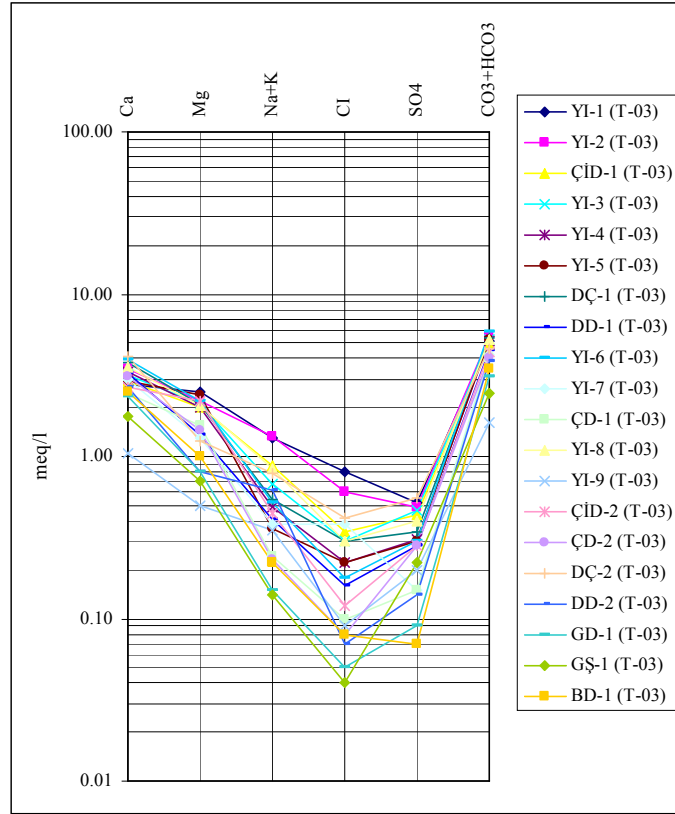
Akarsuların ağır metal analizleri Ek-Çizelge 6.6'da verilmiştir. Çizelge'ye bakıldığında bazı metallerin çoğu akarsularda özellikle yağışlı dönemde bol olarak buldukları görülmektedir. Bu durum inceleme alanındaki birbirinde farklı ve ağır metalce zengin olabilecek kayaçların geniş alanlara yayılmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak ultrabazik kayaçlarda en yüksek olarak, Mg, Cr, Fe, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt elementleri bulunabilmekte, bazik kayaçlarda, Ca, Sc, Ti, V, Al, P, Mn, Cu, Zn, Ga, As, Br, Sr, Ag, Cd, Sb elementleri, felsik kayaçlarda, H, He, Li, Be, B, O, F, Na, Si, Sr, Ar, K, Rb, Y, Zr, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, Tl, Pb, Po, At, Rn, Fr, Ra elementleri bulunabilmektedir. Ortaç bileşimlerdeki kayaçlarda ise yukarıda sayılan bazı metaller bulunabilmektedir (Çağatay ve diğ., 1993).

Yıldız Irmağı havzasındaki akarsularda Sb, As, B, Cd, Cr, Cu, Pb, Se değerlerinin hiçbiri standart değerleri geçmemektedir. Nisan-2005 dönemi örneklerinde YI-1, YI-2, YI-6 ve DÇ-1'in civa değerleri 0.00121-0.014 mg/l arasında değişmekte olup üst sınır değer olan 0,001 mg/l'yi geçmektedir. YI-4, YI-5, DÇ-2'nin nikel miktarları 0.022-0.032 mg/l arasında değişmekte ve standartları (0.02 mg/l) aşmaktadır. En bol ultramafik ve mafik kayaçlarda bulunan (Krauskopf, 1979, Rose ve diğ., 1979; Gökçe, 2000) nikel besin maddelerinde ve suda bulunduğu insanlarda önemli bir zarar yaratmamakla (Underwood, 1977; WHO, 1984 b) birlikte nikel tuzlarının sulu çözeltileri deri iltihaplanmalarına, nikel bileşiklerinin buharının devamlı solunması ise akciğer kanserine yol açmaktadır. Kayaçlar dışında endüstri faaliyetlerinden, fosil yakıtların kullanılmasından, suya bol miktarda geçebilen nikelin 0.5 mg/l düzeyi bitkilerde zehirlenmelere neden olmaktadır (Environmental Studies Board, 1973; McNeely ve diğ., 1979). Diğer akarsularda civa ve nikel miktarları açısından

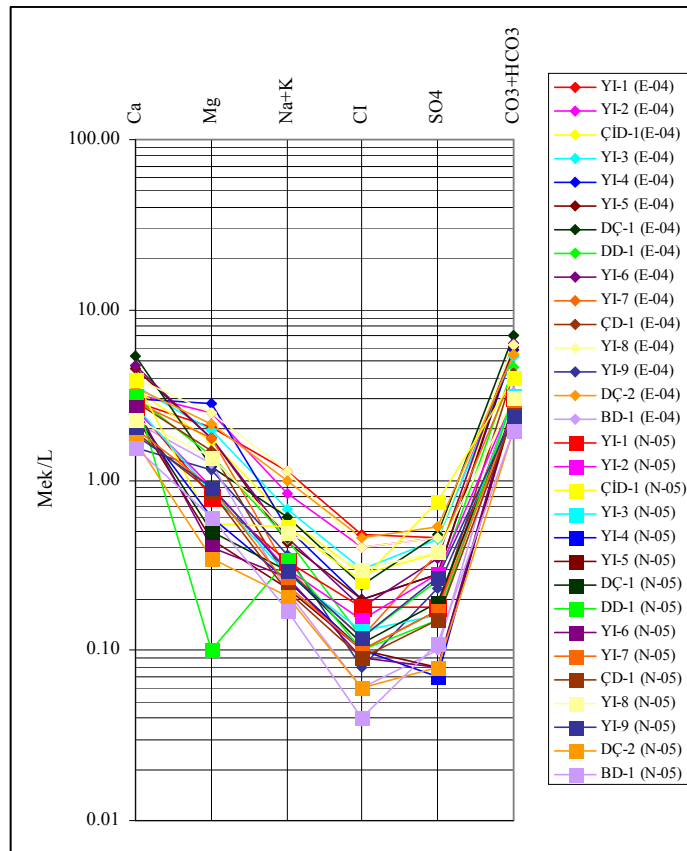
problem bulunmamaktadır. YI-1, YI-2, YI-3, YI-4, YI-5, DD-1, DÇ-1, ÇD-1 ve DÇ-2'nin alüminyum değerleri 0.205-1.469 mg/l arasında değişmekte ve üst sınır değer olan 0.2 mg/l'yi geçmektedirler. İçerdiği demir değerleriyle standartları aşan akarsu ölçüm noktaları ise YI-1, YI-2, YI-3, YI-4, YI-5, DD-1, DÇ-1, YI-6, YI-7, ÇD-1, YI-8, DÇ-2, BD-1'dir. Mangan değerleri ile de YI-2, YI-4, YI-5, YI-6, YI-8, YI-9, DÇ-2 noktalarında standartları aşmaktadırlar. Görüldüğü gibi inceleme alanındaki akarsular Nisan ayı ölçümlerinde ağır metal yönünden zenginleşmektedir. Metallerin çözünürlüğüne pH ve Eh, sıcaklık, basınç, diğer iyon konsantrasyonlar gibi özellikler etki etmektedirler (Gökçe. 2000). Özellikle inceleme alanda yer alan akarsularda zengin olan metallerden çoğunluğu asidik, indirgen ve sulu koşullarda hareketliliği yüksek olan metallerdir. Bu metallerin akarsularda bulunmasında, asidik olan yağış sularının (pH 5.5 civarında) inceleme alanında ağır metal yönünden zengin olan kayalardaki ağır metalleri uygun Eh koşullarında çözmesinin ve yüzey, yüzeyaltı ve yeraltısuyu olarak akarsulara ulaştırmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, yağışlı dönemde yağışların daha fazla olmasından dolayı akarsularda ağır metallerin daha zengin olması olagan bir durum olmaktadır. İnceleme alanındaki çoğu akarsuda Hg, Ni, Al, Fe, Mn değerlerinin Türk İçme Suyu Standartlarını aşmasından dolayı bu akarsulardan içme suyu sağlanması düşünüldüğünde bu şartların değerlendirilmesi gerekmektedir.

6.3.3. Sulama suyu açısından değerlendirme

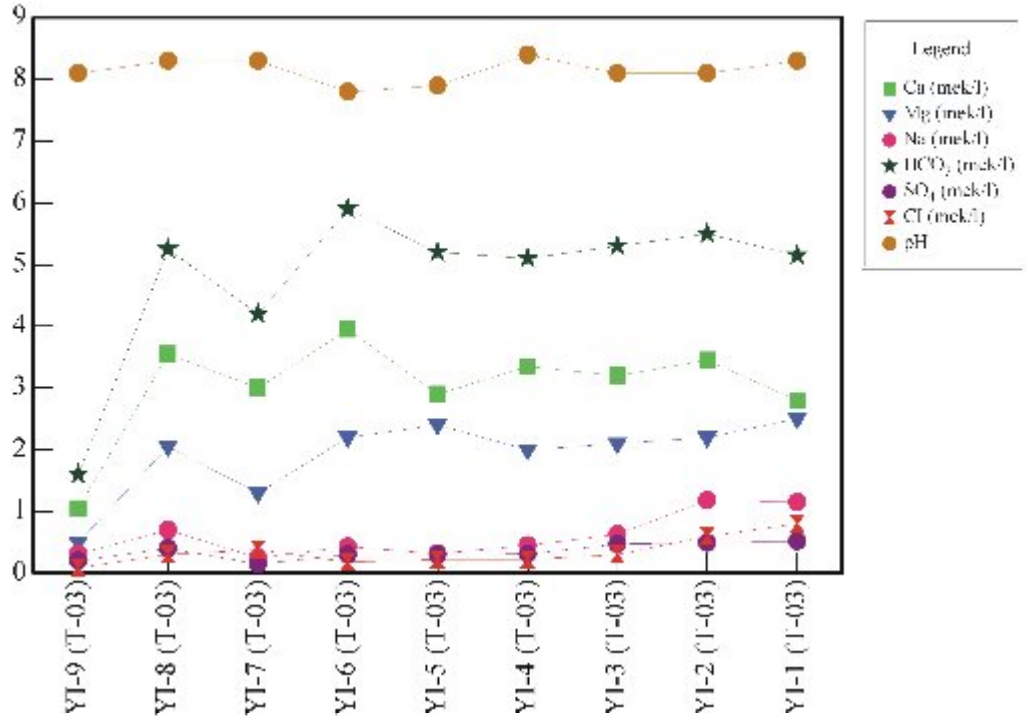
İnceleme alanındaki akarsulardan Temmuz-2003, Ekim 2004 ve Nisan 2005 dönemlerinde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları yardımıyla ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramları çizilmiş ve Şekil 6.20, Şekil 6.21'de gösterilmiştir. Şekil 6.20'deki diyagrama bakıldığında YI-9 “düşük tuzlu-düşük sodyumlu (C1-S1)” sınıfında yer aldığı, diğer tüm akarsular “orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2-S1)” sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ekim ve Nisan dönemlerini gösteren Şekil 6.21'den Temmuz ve Ekim dönemlerinde C2-S1 sınıfında yer alan DÇ-2 ve BD-1, Nisan ayında seyrelmenin etkisiyle C1-S1 sınıfına girdiği anlaşılmaktadır. Diğer akarsularda ise değişme olmamaktadır.



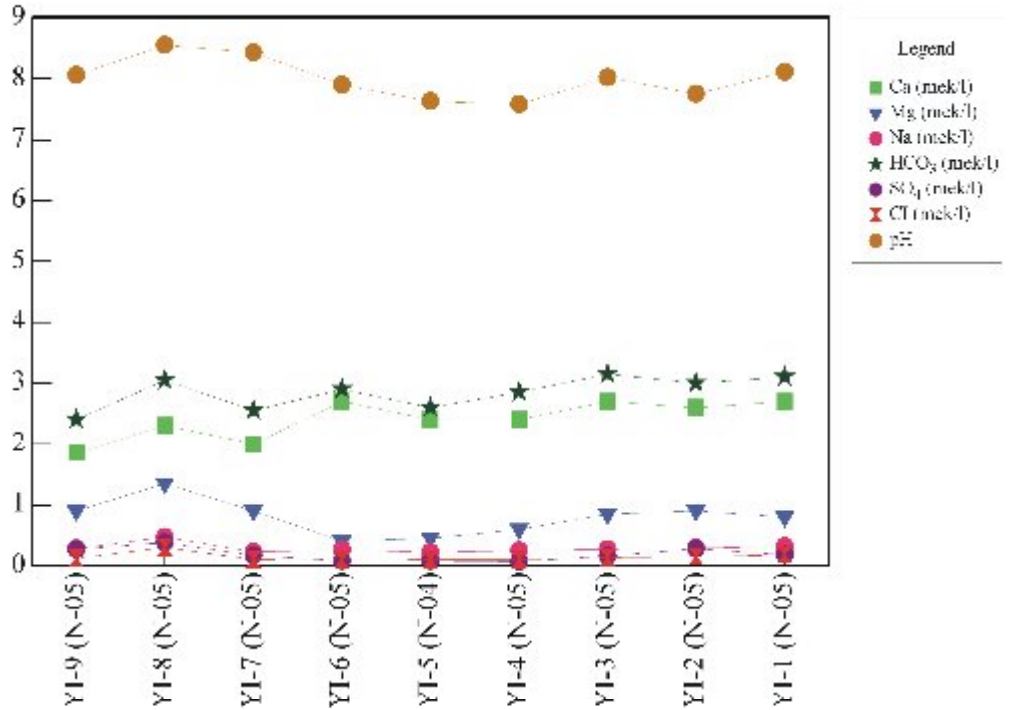
Şekil 6.14 Akarsuların yarı logaritmik diyagramı (Temmuz 2003)



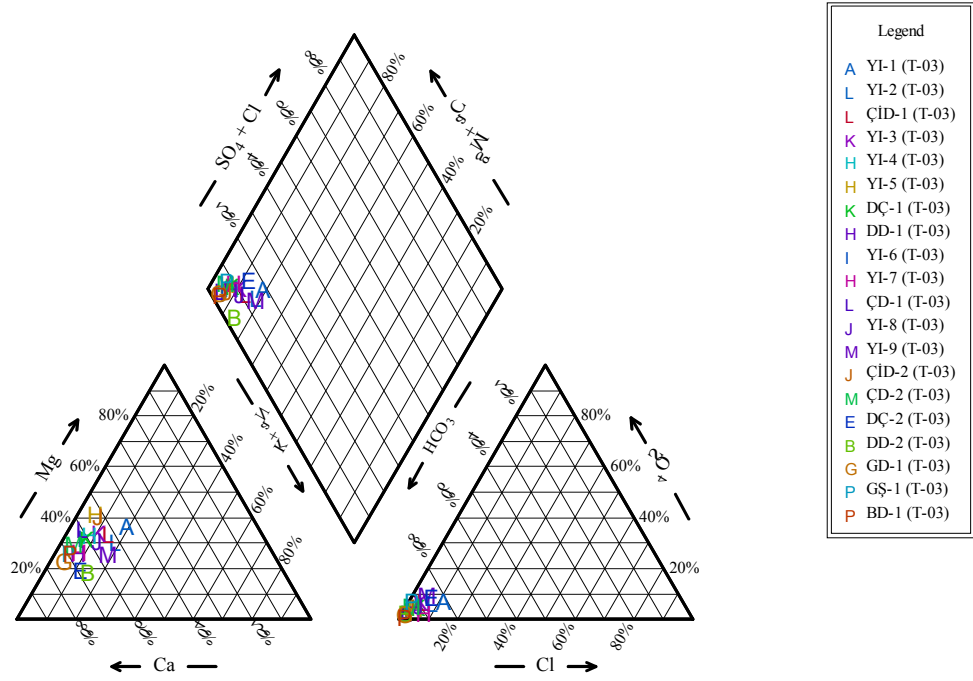
Şekil 6.15. Akarsuların yarı logaritmik diyagramı (Ekim 2004, Nisan 2005)



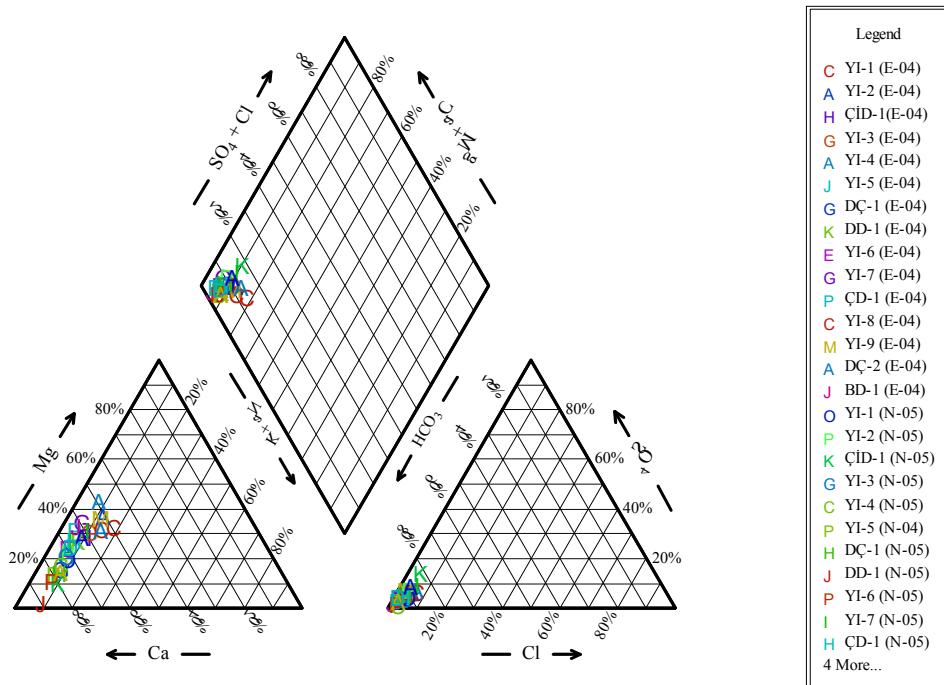
Şekil 6.16. Yıldız Irmağı boyunca major iyonlar ve pH değerlerinin değişim grafiği (Temmuz 2003)



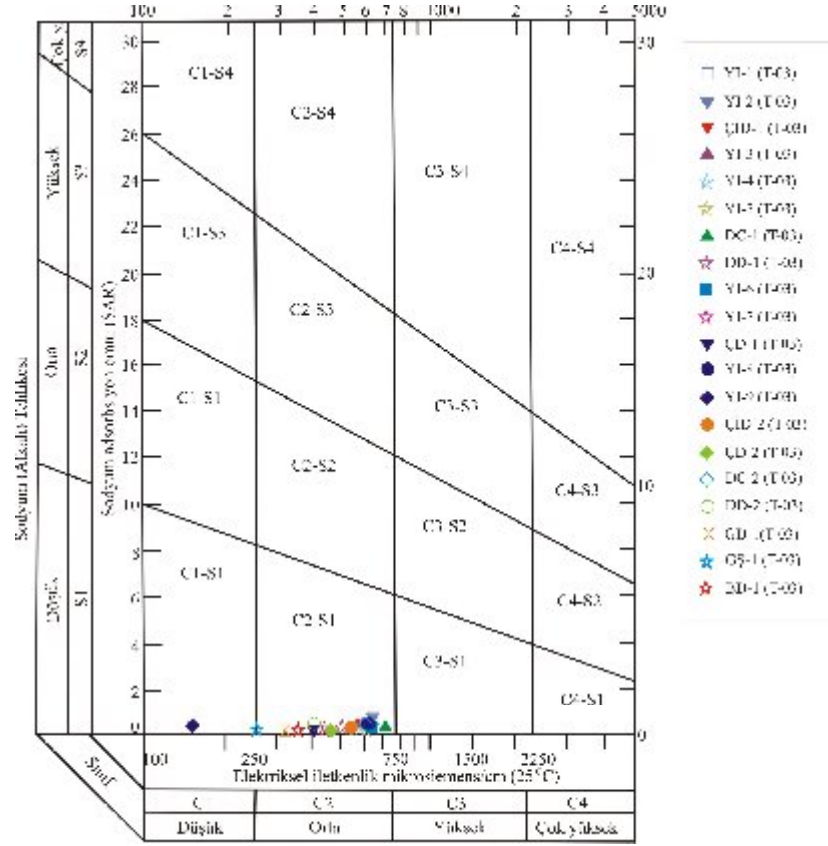
Şekil 6.17. Yıldız Irmağı boyunca major iyonlar ve pH değerlerinin değişim grafiği (Nisan 2005)



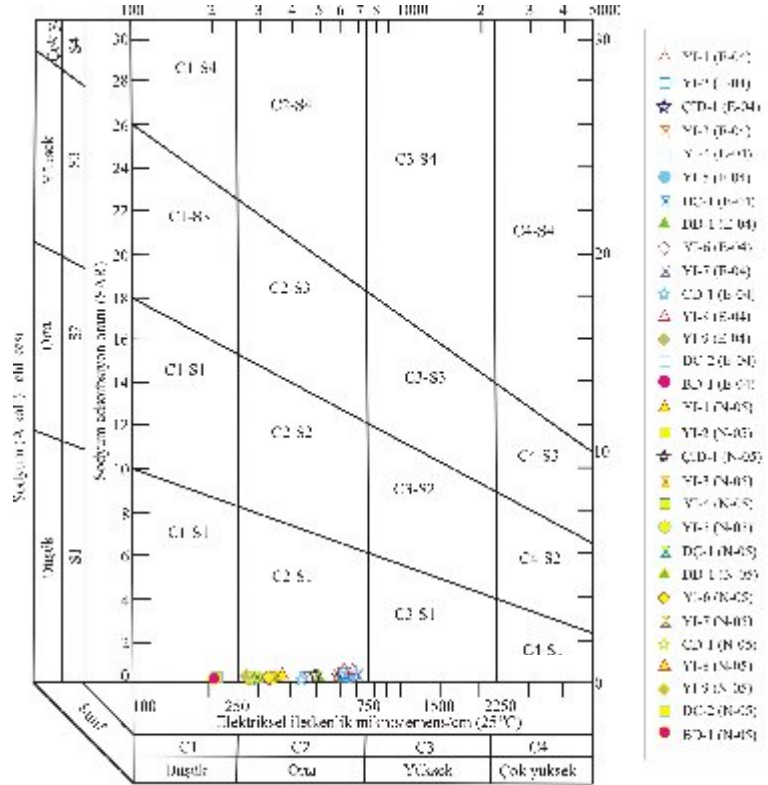
Şekil 6.18. Akarsuların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.19. Akarsuların üçgen diyagramda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)



Şekil 6.20 Akarsuların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Temmuz 2003)



Şekil 6.21 Akarsuların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'nda sınıflandırılması (Ekim 2004, Nisan 2005)

6.4. Su Kimyası Verilerinin Alansal Dağılımı

İnceleme bölgesi içerisinde yer alan sıcak su, soğuk su kaynağı ve akarsulara ait su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları su kimyası haritası üzerinde dairesel diyagramlar halinde gösterilmiştir (Ek-5).

Dairenin büyüklüğü toplam anyon ve katyon miktarını gösterir. Her su noktasına ait iyon miktarı % mek/l cinsinden daire dilimleri halinde, üst yarım dairede katyonlar ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{++} , Ca^{++}), alt yarım dairede ise anyonlar ($\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$, SO_4^{--} , Cl^-) yer alacak şekilde gösterilmiştir.

Su kimyası haritası, inceleme alanındaki tüm sulara ait kimyasal analiz sonuçlarına topluca bakış olanağı sağlamaktadır. Ayrıca bu haritada farklı formasyonlardan çıkan suların, kayaç özelliklerine bağlı kimyasal özelliklerin değerlendirilmesinde, kaynak sularının kimyasal analiz sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılmasında, içme, kullanma ve sulama suyu açısından uygun sahaların belirlenmesinde yararlı olmaktadır (Günay ve diğ., 1984).

Su kimyası haritasındaki dairelerin çapı ve alanı suda çözülmüş toplam anyon ve katyon miktarı ile orantılıdır. Yani çapı küçük olan daireler sertliği düşük, tuzluluğu az olan kaliteli suları, çapı büyük olan daireler ise tuzluluğu fazla, sert suları temsil ederler (Günay ve diğ., 1985).

Hazırlanmış olan su kimyası haritasına bakıldığında; özellikle sıcaksuların ölçekleri diğer kaynaklara göre daha küçük olmasına rağmen çapları oldukça büyük olduğu görülür. Bunun sebebi, bu suların yüksek miktarda çözülmüş madde içermesidir. Küçük çapa sahip sular genellikle inceleme alanını kuzey kesimindedir. Küçük çaplı oluşlarının nedeni yeraltındaki dolaşımlarının kısa olması, boşalım yaptığı birimlerin çözünürlüklerinin düşük olması, dolayısıyla çözülmüş madde miktarlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. En küçük çaplı kaynaklar çoğunlukla Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan kaynaklardır. Bu kaynaklar sertliği düşük ve kalitesi çok iyi olan sulardır. Kaynaklar arasında en büyük çaplı olanlar alüvyon ile Kargın formasyonu'nun dokanağından boşalan Tavuk pınarı (YK-97) ile travertenden çıkan Tepecik çermiği, Kaynarca ve Gaziköy kaynaklarıdır. Tekelidağ Karışığı ve volkaniklerden boşalan sular ait diyagramlar görece küçük olan, sahip düşük sertliğe ve tuzluluğa sahip sulardır.

6.5. Doymunluk Analizi

Yeraltısuyu sisteminde oluşan kimyasal tepkimeler hidrokimyasal ortam hakkında yorum yapabilme olanağı sağlamaktadır. Bu amaçla yeraltısuyunun çeşitli mineraller bakımından doymunluk durumunun araştırılması gerekmektedir. Doymunluk indeksi (SI), suların çözülmüş mineraller açısından denge durumundan olan sapmalarını sayısal olarak ifade etmektedir. Eğer su çözülmüş mineral açısından tam doymun ise SI sıfıra eşittir. SI'nin pozitif değerleri aşırı doymunluğu, negatif değerleri ise doymun olmayan durumu göstermektedir. Doymun olmayan durumda mineral çözünmesi, aşırı doymunluk durumunda ise mineral çökeli mi beklenir (Apello ve Postma, 1996; Drever, 1996; Langmuir, 1997).

Yeraltısuyunun çözücülüğü büyük ölçüde karbondioksit içeriğine bağlıdır. Yağışla beraber atmosferden, süzülme sırasında topraktan ve karbonatlı kayaların ısı etkisiyle ayrışması sırasında meydana gelen karbondioksit su ile birleşerek karbonik asit oluşturmakta, bu asit de kalsiyum/magnezyum karbonat minerallerini kalsiyum/magnezyum ve bikarbonat iyonlarına ayırmaktadır. Su karbonat ile dengeye varıncaya değin karbonat çözmeye devam etmektedir. Su, karbonat çözdükçe çözücülüğü azalacak, gittikçe karbonata doycaktır ve bunun sonucunda karbonat mineralleri çökelecektir.

İnceleme alanındaki sıcak suların ve büyük debili kaynakların çeşitli mineraller açısından doymunluk durumlarını saptamak amacıyla WATEQ (Trusdell ve Jones, 1974) programı kullanılmış ve bu suların yağışlı (Nisan, 2005) ve kurak (Temmuz-2003, Ekim 2004, Temmuz-2004-2005) dönemlerdeki doymunluk durumları saptanmıştır (Çizelge 6.6, Çizelge 6.7, Çizelge 6.8).

Sıcak suların doymunluk indeksi değerlerini gösteren Çizelge 6.6'dan da anlaşılabilceği gibi MTA-1, MTA-2, MTA-4 ve Uyuz çermik-1 aragonit, kalsit ve dolomit minerallerine iki dönemde de aşırı doymundurlar. Hamzaşeyh çermiği-1 (HŞ-1) iki dönemde de aragonit ve kalsit minerallerine aşırı doymundur. Sıcak suların her iki dönemde de aragonit ve kalsit minerallerine aşırı doymun olması ve değerlerinin çok fazla değışmemesi bu suların yaygın beslenme ve yaygın dolaşıma sahip olduklarının bir başka kanıtını oluşturmaktadır. Çermik pınarı-1

ise aragonit ve kalsit minerallerine iki dönemde, dolomit mineraline ise Ekim-2004 ve Temmuz 2005 dönemlerinde aşırı doygundur. Sıcak suların kalsit ve aragonit minerallerine aşırı doygunluğun en açık göstergesi güncel traverten çökelimleridir. Kalsit ve aragonit minerallerine aşırı doygunluk beslenme alanı içerisinde karbonatlı kayaçların varlığını, dolomit mineraline doygunluk ise yine beslenme alanı içerisinde Mg minerallerince zengin kayaçların varlığına işaret etmektedir. İnceleme alanındaki sıcak suların rezervuar kayaçlarının mermerler olması, mermerlerin yer yer dolomitik olması, gabrolardan da beslenmesi ve inceleme alanı içerisinde oldukça geniş alanlarda serpantinlerin yüzeylenmesi bunu desteklemektedir.

İnceleme alanındaki büyük debili kaynakların başında gelen Gaziköy kaynağı (YK-22) ve Kaynarca kaynakları genellikle yağışlı ve kurak dönemde kalsit mineraline aşırı doygundurlar. Argonit ve dolomit minerallerine ise nadir olarak bazı kurak dönemlerde aşırı doygundurlar (Çizelge 6.7). Bu kaynakların çevresinde gözlenen travertenler kalsit mineraline aşırı doygunluğun ifadesidir. Tepecik çermiğinin doygunluğu değişken olup Ekim-2004 döneminde kalsit mineraline, Nisan 2005 döneminde ise kalsit ve aragonite minerallerine aşırı doygundur. Ilıcak çeşmesi sadece en kurak dönem olan Ekim döneminde kalsit ve aragonit minerallerine aşırı doygun durumdadır. İzotop verilerine göre uzun dolaşım sistemine sahip olduğu ortaya çıkan Ilıcak çeşmesinin sadece kurak dönemde kalsit minerallerine doygun olması ve yağışlı dönemde EC değerinin azalması yağışlı dönemlerdeki beslenimden etkilendiğini göstermektedir. Yağışlı dönemlerde debileri oldukça artan Göz ve Korkorun kaynakları ise sadece bazı kurak dönemlerde aragonit ve kalsit minerallerine aşırı doygun durumdadırlar. Kireçtaşlarından boşalan bu iki kaynağın yağışlı dönemlerde aragonite ve kalsit minerallere doygun olmaması, bu dönemde kaynaklara ait akiferlere giren yağışın etkisiyle suyun seyrelmesini ve CO₂ artışını gösterebilmektedir. Yıldız Dağı kaynakları (YK-39, YK-63, YK-64) ise beklendiği gibi hiçbir minerale doygun değildirler (Çizelge 6.8).

İnceleme alanında jips gibi sülfat içeren kayaçların yayılımının son derece az olması sıcak suların ve büyük debili kaynakların jips anhidrit, epsomit

minerallerine doygun olmayaşından da anlaşılabilir. Ayrıca bu sular brusit ($Mg(OH)_2$), halit ($NaCl$) ve huntit ($MgCaCO_3$) minerallerine doygun değildirler.

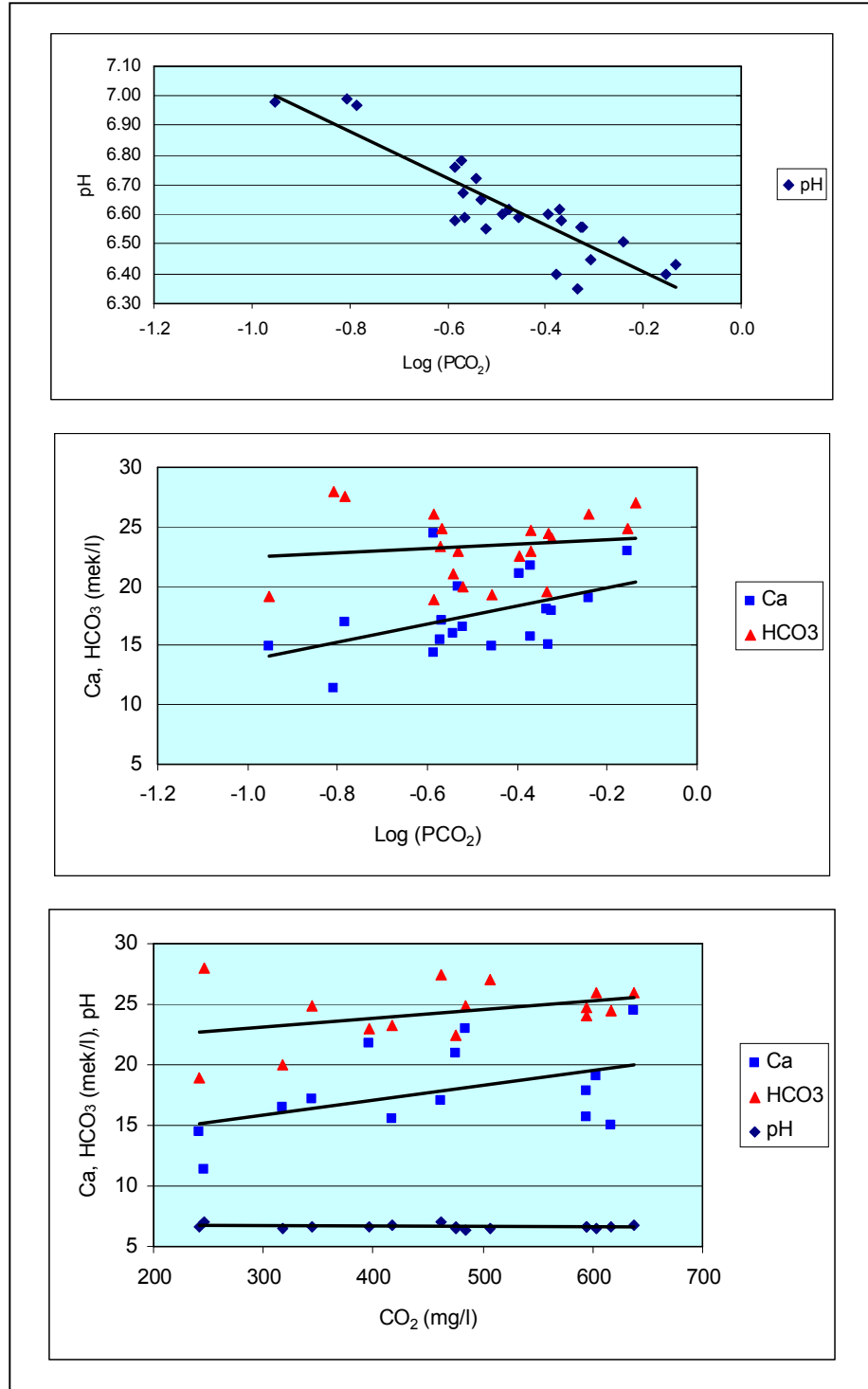
İnceleme alanındaki sıcak suların, traverten ve kireçtaşından boşalan kaynakların kurak ve yağışlı dönemlerdeki PCO_2 değerleri ile Ca, HCO_3 konsantrasyonları ve pH değerleri karşılaştırıldığında (Şekil 6.22, 6.23, 6.24) her iki dönemde de PCO_2 değerinin Ca ve HCO_3 (alkalanite) ile doğru, pH ile de ters orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Aynı ilişkiler arazi çalışmaları esnasında sularda ölçülen çözülmüş CO_2 ile Ca, HCO_3 ve pH arasında da gözlenmektedir (Şekil 6.22, 6.23, 6.24). Bu ilişkiler diğer sıcak sulardan Na iyonunun Ca iyonuna göre baskın oluşuyla ayrılan HŞ-1 de belirgin olmadığı için HŞ-1 grafiklerden çıkartılmıştır. Ca, ve HCO_3 konsantrasyonlarının CO_2 artışı ile artması; CO_2 'nin su ile birleşmesinden meydana gelen karbonik asitin (H_2CO_3) bu iyonların çözünmesindeki etkisi nedeniyledir. Yani CO_2 arttıkça karbonik asit artmakta ve dolayısıyla suyun temas ettiği kayalarda bulunan Ca ve HCO_3 iyonlarının çözünürlüğü artmaktadır. Yine CO_2 artışı ile su asidik bileşim kazanmakta ve dolayısıyla pH değeri azalmaktadır.

6.6. İnceleme Alanında Hidrodinamik Yapı

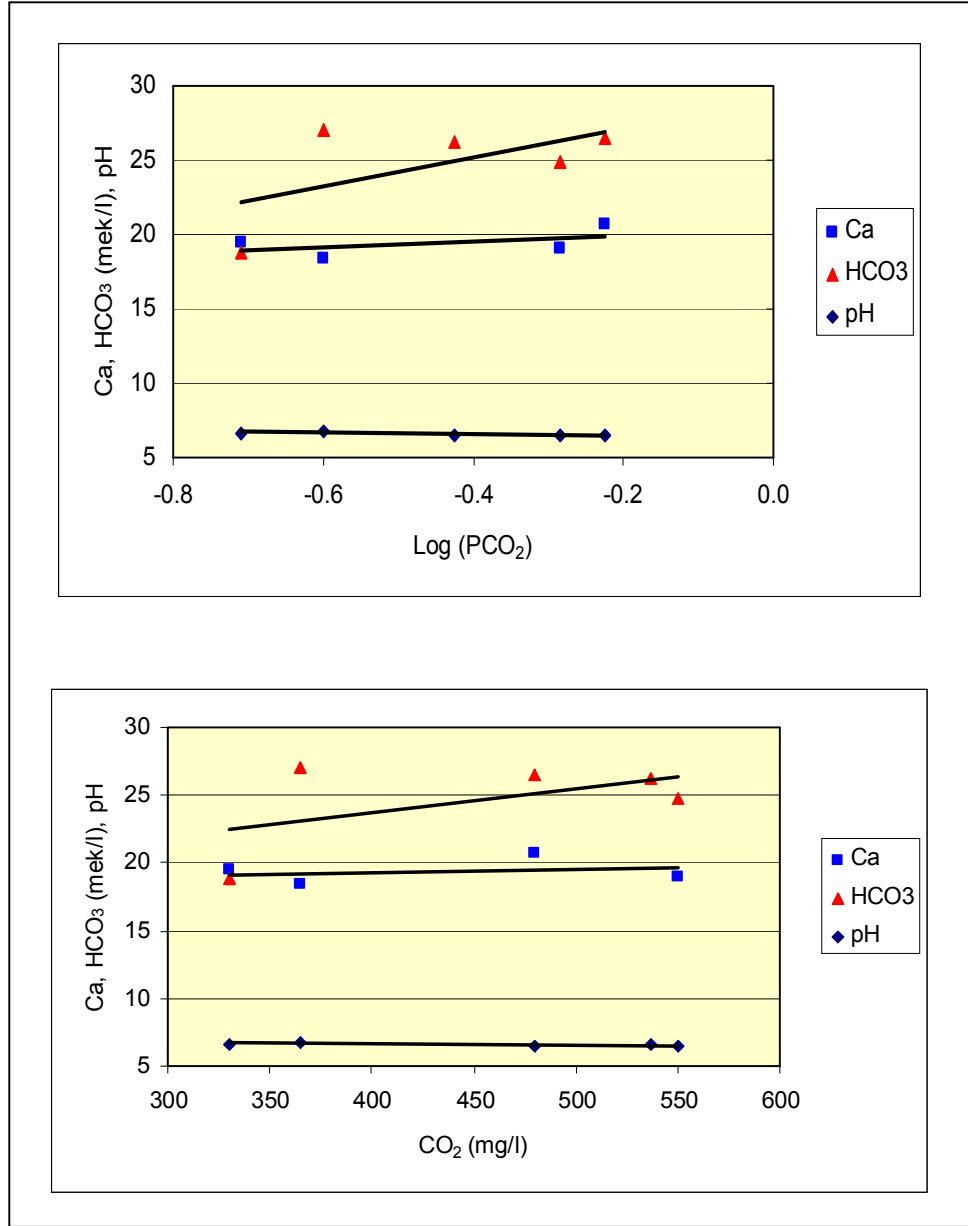
Bu bölümde bundan önceki bölümlerde sıcak sular ve büyük debili kaynaklar için elde edilen sonuçlar topluca değerlendirilerek, bu suların hidrodinamiği hakkında bilgiler sunulmuştur.

6.6.1. Sıcak sular

İnceleme alanında yer alan tüm sıcak suların çıkış kotları 1308-1375 m arasında değişmektedir. Sıcak Çermikte açılmış olan sıcaksu kuyularında ölçülen sıcaklıklar $43.5-47$ °C arasında, debileri 25-100 l/s arasında değişmektedir. Sıcak su kaynaklarının ise sıcaklıkları $17.3-32.4$ °C arasında, debileri 0.25-2 l/s arasında değişmektedir. Genelde sıcak suların sıcaklıkları ve debileri mevsimsel olarak herhangi bir değişme göstermemektedir. Yani bu sular mevsimsel yağışlardan etkilenmemektedir, bu sonucu trityum izotopu da vermektedir. Trityum izotopu sonuçları sıcak suların oldukça uzun dolaşımli sular olduğunu göstermektedir.



Şekil 6.22. İnceleme alanındaki sıcak suların kurak dönemdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 6.23. İnceleme alanındaki sıcak suların yağışlı dönemdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 6.6. İnceleme alanındaki sıcak suların doygunluk indeksi (SI) değerleri

Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Örnekleme tarihi	Anhidrit	Aragonit	Brusit	Kalsit	Dolomit (d)	Dolomit (c)	Epsomit	Jips	Halit	Huntit
MTA-1	MTA-1 kuyusu	14.07.2003	-1.94	0.70	-5.14	0.83	0.97	1.44	-4.95	-1.84	-6.08	-1.50
"	"	03.10.2004	-1.83	0.83	-5.28	0.96	1.05	1.53	-4.97	-1.71	-5.99	-1.53
"	"	15.07.2004	-1.63	0.79	-6.03	0.92	0.35	0.82	-5.45	-1.53	-6.37	-3.56
"	"	30.06.2005	-1.99	0.72	-5.05	0.85	1.24	1.71	-4.80	-1.90	-6.14	-0.74
MTA-2	MTA-2 kuyusu	14.07.2003	-1.92	0.77	-5.11	0.90	1.08	1.56	-4.96	-1.82	-6.02	-1.31
"	"	03.10.2004	-1.88	0.61	-5.42	0.74	0.91	1.39	-4.74	-1.76	-6.05	-1.52
"	"	18.04.2005	-1.57	0.73	-5.47	0.86	0.89	1.35	-4.75	-1.48	-6.08	-1.81
"	"	15.07.2004	-1.67	0.79	-5.51	0.92	0.87	1.34	-4.96	-1.57	-6.49	-1.98
"	"	30.06.2005	-1.81	0.71	-5.47	0.84	0.87	1.34	-4.96	-1.71	-6.15	-1.84
MTA-4	MTA-4 kuyusu	14.07.2003	-1.65	0.57	-5.47	0.70	0.64	1.12	-4.71	-1.55	-5.84	-2.23
"	"	03.10.2004	-2.11	0.25	-5.18	0.38	0.84	1.31	-4.37	-2.02	-5.80	-0.98
"	"	18.04.2005	-1.68	0.73	-5.53	0.86	0.91	1.38	-4.84	-1.59	-5.89	-1.76
"	"	15.07.2004	-1.46	0.66	-6.30	0.79	0.16	0.63	-5.20	-1.36	-6.19	-3.86
"	"	30.06.2005	-1.71	0.70	-5.37	0.83	1.02	1.49	-4.69	-1.62	-5.96	-1.35
UÇ-1	Uyuz çermik-1	15.07.2003	-1.67	0.73	-5.61	0.87	0.87	1.40	-4.47	-1.47	-5.38	-1.86
"	"	03.10.2004	-1.88	0.75	-5.26	0.89	1.43	1.97	-4.13	-1.68	-5.72	-0.21
"	"	18.04.2005	-1.59	0.70	-5.89	0.84	0.96	1.50	-4.20	-1.38	-5.64	-1.51
"	"	15.07.2004	-1.45	0.88	-7.22	1.02	-0.36	0.16	-5.84	-1.26	-5.96	-5.84
"	"	30.06.2005	-1.76	0.92	-5.52	1.06	1.30	1.83	-4.52	-1.56	-5.72	-0.95
UÇ-2	Uyuz çermik-2	15.07.2003	-1.77	0.63	-6.25	0.77	0.43	0.96	-4.86	-1.58	-5.57	-2.97
HŞ-1	Hamzaşeyh çer.-1	19.07.2003	-1.38	-0.05	-7.03	0.10	-0.68	-0.13	-4.02	-1.15	-5.63	-4.93
"	"	03.10.2004	-1.44	0.17	-7.49	0.31	-0.84	-0.29	-4.68	-1.22	-5.54	-5.83
"	"	19.04.2005	-1.20	0.20	-8.16	0.34	-1.33	-0.76	-4.91	-0.97	-5.62	-7.33
"	"	16.07.2004	-1.36	0.11	-6.78	0.26	-0.30	0.24	-4.01	-1.14	-5.78	-4.13
"	"	06.07.2005	-1.25	0.11	-7.62	0.25	-0.89	-0.34	-4.44	-1.03	-5.75	-5.88
HŞ-2	Hamzaşeyh çer.-2	19.07.2003	-1.21	-0.10	-7.94	0.05	-1.28	-0.71	-4.25	-0.98	-5.68	-6.59
ÇP-1	Çermik pınarı	23.07.2003	-1.92	0.18	-8.35	0.32	-1.56	-1.01	-5.91	-1.70	-7.08	-8.02
"	"	02.10.2004	-2.08	0.52	-6.91	0.67	0.09	0.65	-5.03	-1.85	-7.24	-3.73
"	"	19.04.2005	-1.83	0.42	-8.16	0.57	-1.23	-0.65	-5.79	-1.59	-7.18	-7.46
"	"	16.07.2004	-1.86	0.35	-7.31	0.50	-0.55	0.00	-5.18	-1.64	-7.18	-5.34
"	"	05.07.2005	-2.15	0.29	-6.99	0.44	-0.29	0.27	-5.05	-1.92	-7.44	-4.42

Çizelge 6.7. İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan boşalan ve büyük debili olan kaynakların doygunluk indeksi (SI) değerleri

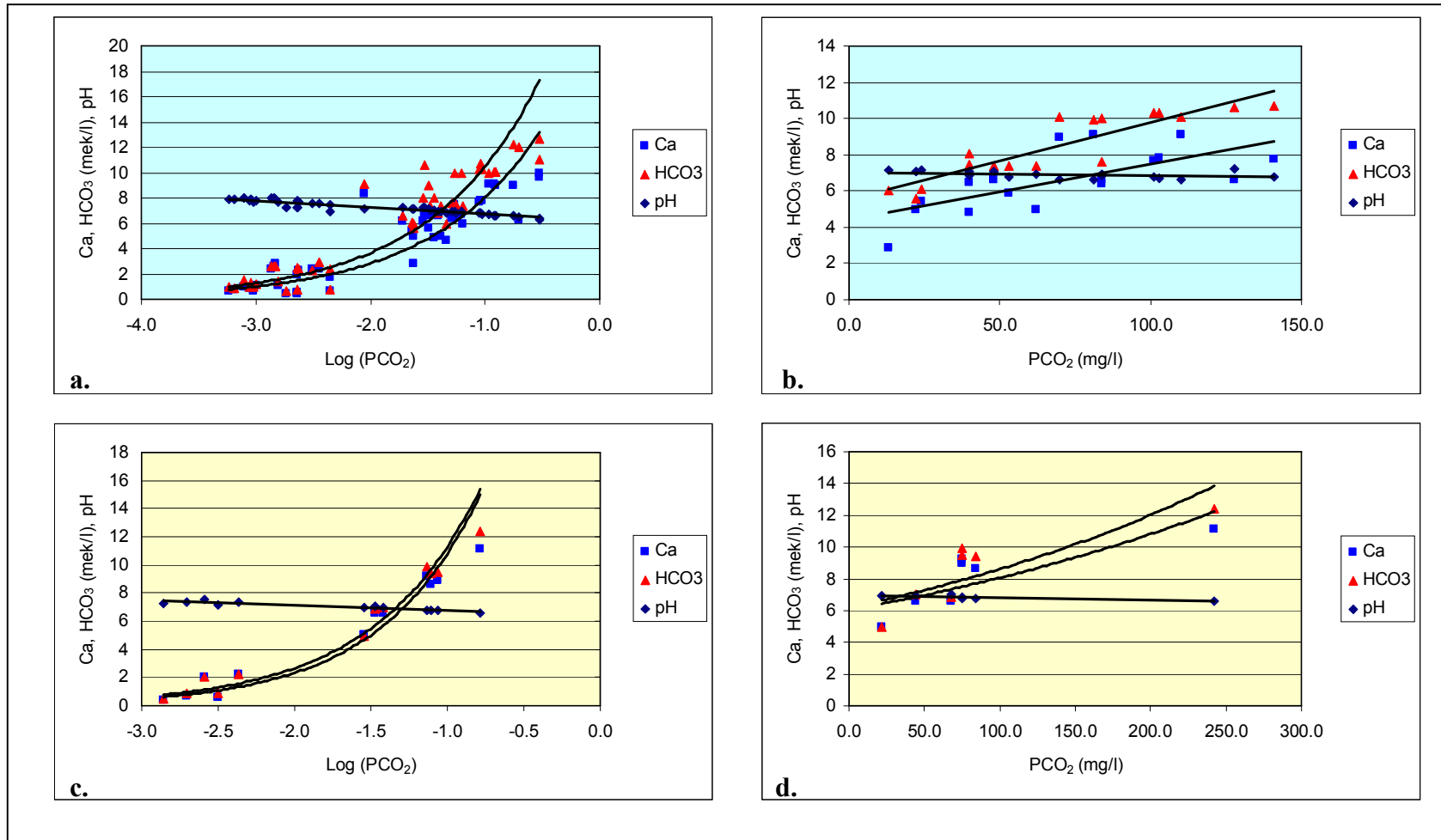
Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Örnekleme tarihi	Anhidrit	Aragonit	Brusit	Kalsit	Dolomit (d)	Dolomit (c)	Epsomit	Jips	Halit	Huntit
YK-22	Gaziköy kaynağı-1	19.07.2003	-2.48	0.13	-6.54	0.29	-0.79	-0.19	-5.35	-2.23	-8.79	-5.53
"	"	02.10.2004	-2.22	0.01	-7.02	0.17	-1.14	-0.55	-5.20	-1.97	-8.72	-6.36
"	"	20.04.2005	-2.45	-0.08	-7.53	0.07	-1.69	-1.09	-5.79	-2.20	-8.73	-7.80
"	"	17.07.2004	-2.42	-0.09	-6.51	0.07	-0.70	-0.10	-4.76	-2.17	-9.35	-4.82
"	"	05.07.2005	-2.63	-0.20	-7.80	-0.05	-1.91	-1.32	-5.96	-2.38	-8.75	-8.24
YK-24	Gaziköy hav.kay.	19.07.2003	-2.49	-0.11	-7.15	0.05	-1.35	-0.76	-5.45	-2.24	-8.79	-6.74
"	"	02.10.2004	-2.55	-0.15	-7.08	0.00	-1.21	-0.61	-5.29	-2.30	-9.88	-6.23
"	"	20.04.2005	-2.47	-0.02	-8.24	0.13	-2.44	-1.85	-6.72	-2.23	-8.62	-10.20
"	"	17.07.2004	-2.72	-0.18	-6.86	-0.02	-1.10	-0.51	-5.30	-2.47	-9.45	-5.87
"	"	05.07.2005	-2.67	-0.29	-7.52	-0.14	-1.69	-1.10	-5.61	-2.42	-8.95	-7.40
YK-32	Kaynarca kaynağı-1	21.07.2003	-2.09	-0.26	-6.63	-0.11	-1.56	-0.96	-4.91	-1.84	-8.36	-7.05
"	"	02.10.2004	-2.21	-0.11	-7.41	0.04	-1.20	-0.60	-4.98	-1.96	-8.40	-6.28
"	"	20.04.2005	-2.13	-0.10	-7.95	0.05	-1.74	-1.14	-5.45	-1.88	-8.30	-7.91
"	"	17.07.2004	-2.25	0.06	-6.98	0.21	-0.80	-0.20	-4.95	-2.00	-8.93	-5.40
"	"	05.07.2005	-2.23	-0.15	-8.13	0.00	-1.88	-1.29	-5.60	-1.98	-8.53	-8.24
YK-33	Kaynarca kaynağı-2	21.07.2003	-2.33	0.07	-6.36	0.22	-0.39	0.21	-4.64	-2.08	-8.38	-4.19
"	"	02.10.2004	-2.24	-0.14	-7.33	0.01	-1.12	-0.52	-4.86	-1.99	-8.35	-5.96
"	"	20.04.2005	-2.16	-0.08	-7.84	0.07	-1.65	-1.05	-5.43	-1.91	-8.32	-7.68
"	"	17.07.2004	-2.30	-0.05	-6.97	0.11	-0.84	-0.24	-4.83	-2.05	-9.06	-5.32
"	"	05.07.2005	-2.19	-0.21	-8.32	-0.06	-2.05	-1.46	-5.60	-1.94	-8.56	-8.62
YK-35	Kaynarca kaynağı-4	21.07.2003	-2.19	0.38	-6.14	0.53	0.04	0.63	-4.71	-1.94	-8.56	-3.54
"	"	02.10.2004	-2.24	-0.08	-7.14	0.08	-0.94	-0.34	-4.86	-2.00	-8.31	-5.56
"	"	20.04.2005	-2.05	-0.02	-7.91	0.13	-1.63	-1.02	-5.38	-1.80	-8.28	-7.70
"	"	17.07.2004	-2.32	0.33	-6.14	0.49	0.01	0.60	-4.79	-2.07	-9.01	-3.54
"	"	05.07.2005	-2.17	-0.18	-8.49	-0.03	-2.24	-1.64	-5.84	-1.92	-8.47	-9.25
YK-37	Ilıcak çeşmesi	23.07.2003	-2.48	-0.37	-7.00	-0.22	-1.49	-0.91	-5.11	-2.23	-8.80	-6.65
"	"	02.10.2004	-2.39	0.01	-6.92	0.15	-1.33	-0.75	-5.62	-2.15	-8.89	-6.92
"	"	19.04.2005	-2.29	-0.29	-8.26	-0.14	-2.85	-2.27	-6.43	-2.04	-8.76	-10.88
"	"	16.07.2004	-2.71	-0.30	-6.17	-0.16	-0.86	-0.28	-4.85	-2.47	-8.83	-4.89
"	"	01.07.2005	-2.51	-0.09	-7.64	0.06	-2.14	-1.56	-6.35	-2.27	-9.04	-9.16

Çizelge 6.7. Devam ediyor

Kaynak- kuyu no	Kaynak- kuyu adı	Örnekleme tarihi	Anhidrit	Aragonit	Brusit	Kalsit	Dolomit (d)	Dolomit (c)	Epsomit	Jips	Halit	Huntit
YK-41	Tepecik çermiği	23.07.2003	-2.01	-0.41	-8.00	-0.26	-1.75	-1.17	-4.86	-1.77	-7.61	-7.37
"	"	30.09.2004	-2.16	-0.14	-7.16	0.01	-0.88	-0.30	-4.68	-1.92	-7.82	-5.30
"	"	23.04.2005	-1.93	0.00	-8.12	0.15	-1.73	-1.15	-5.58	-1.69	-7.80	-8.13
"	"	21.07.2004	-2.30	-0.35	-7.21	-0.20	-1.08	-0.50	-4.59	-2.06	-7.91	-5.47
"	"	01.07.2005	-2.07	-0.30	-7.96	-0.15	-1.61	-1.03	-5.00	-1.83	-7.94	-7.16
YK-71	Korkorun kaynağı	31.07.2003	-4.14	0.05	-6.38	0.21	-1.57	-0.95	-7.46	-3.89	-10.22	-7.66
"	"	01.10.2004	-3.16	0.07	-6.90	0.23	-2.06	-1.44	-6.99	-2.90	-10.13	-9.14
"	"	24.04.2005	-3.12	-0.64	-7.29	-0.48	-2.68	-2.05	-6.14	-2.86	-9.62	-9.57
"	"	20.07.2004	-3.78	-0.31	-6.51	-0.15	-1.86	-1.24	-6.65	-3.52	-10.12	-7.80
"	"	04.07.2005	-3.27	-0.43	-7.17	-0.27	-2.49	-1.87	-6.54	-3.01	-10.82	-9.45
YK-76	Göz kaynağı	01.08.2003	-3.59	-0.27	-6.40	-0.11	-1.56	-0.94	-6.27	-3.33	-11.00	-6.97
"	"	01.10.2004	-3.59	0.03	-5.78	0.19	-1.07	-0.45	-6.39	-3.33	-10.35	-6.11
"	"	24.04.2005	-3.33	-0.50	-6.87	-0.34	-2.41	-1.79	-6.41	-3.07	-9.74	-9.07
"	"	20.07.2004	-3.52	-0.64	-6.68	-0.48	-2.12	-1.51	-6.04	-3.27	-9.92	-7.93
"	"	06.07.2005	-3.19	-0.25	-6.93	-0.10	-2.27	-1.65	-6.63	-2.93	-10.60	-9.15

Çizelge 6.8. Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan ve büyük debili olan kaynakların doygunluk indeksi (SI) değerleri

Kaynak-kuyu no	Kaynak-kuyu adı	Örnekleme tarihi	Anhidrit	Aragonit	Brusit	Kalsit	Dolomit (d)	Dolomit (c)	Epsomit	Jips	Halit	Huntit
YK-39	Büyükgöz kaynağı	23.07.2003	-3.60	-0.57	-5.82	-0.41	-1.87	-1.25	-5.95	-3.34	-9.90	-7.30
"	"	30.09.2004	-4.42	-0.87	-6.93	-0.71	-2.95	-2.32	-7.23	-4.17	-9.80	-9.92
"	"	21.04.2005	-3.89	-2.25	-7.81	-2.09	-5.12	-4.48	-6.01	-3.64	-10.22	-13.63
"	"	21.07.2004	-4.52	-0.74	-6.00	-0.59	-2.16	-1.53	-6.80	-4.26	-10.33	-7.81
"	"	04.07.2005	-3.75	-0.81	-6.42	-0.66	-2.62	-2.00	-6.36	-3.49	-10.14	-9.05
YK-63	Kurşunlu kaynağı	29.07.2003	-3.52	-1.03	-6.58	-0.88	-3.13	-2.50	-6.16	-3.27	-9.67	-10.12
"	"	30.09.2004	-3.90	-1.15	-6.53	-0.99	-3.02	-2.39	-6.21	-3.64	-10.10	-9.57
"	"	21.04.2005	-3.60	-1.55	-7.32	-1.40	-3.90	-3.27	-5.96	-3.34	-9.74	-11.39
"	"	21.07.2004	-3.85	-1.00	-6.26	-0.84	-2.82	-2.19	-6.24	-3.59	-9.92	-9.27
"	"	04.07.2005	-3.62	-1.03	-6.58	-0.87	-2.99	-2.36	-6.13	-3.36	-9.90	-9.71
YK-64	Karapınar kay.(Sar.)	29.07.2003	-3.90	-2.00	-7.68	-1.84	-4.67	-4.03	-6.08	-3.64	-10.22	-12.77
"	"	30.09.2004	-4.23	-1.94	-7.80	-1.78	-4.63	-3.99	-6.51	-3.98	-10.72	-12.79
"	"	21.04.2005	-3.74	-1.90	-8.00	-1.74	-4.65	-4.00	-6.09	-3.48	-9.98	12.90
"	"	21.07.2004	-4.27	-1.98	-7.88	-1.82	-4.75	-4.11	-6.58	-4.02	-10.03	-13.07
"	"	04.07.2005	-4.12	-2.11	-8.55	-1.95	-5.27	-4.63	-6.69	-3.87	-9.88	-14.35



Şekil 6.24. İnceleme alanındaki karbonatlı kayaçlardan boşalan büyük debili kaynakların kurak (a, b) ve yağışlı (c, d) dönemlerdeki Log (PCO₂), CO₂ ile Ca, HCO₃ iyon konsantrasyonları ve pH değerleri arasındaki ilişkiler

Rezervuar kayaca kadar inen sıcak su kuyularının derinlikleri 172-610.5 m arasında değişmekte, fakat sıcaklıkları belirgin bir şekilde değişmemekte, 46°C'den 49 °C'ye çıkmaktadır. Bu sonuç bize sıcak suların rezervuar alanına kırık hatları ve/veya karst kanalları boyunca uzaklardan geldiğini ve ısıyı taşıma esnasında kazandığını göstermektedir. Uzaklardan geldiği sonucunu oksijen-18 izotopu ile elde edilen beslenme yükseklikleri değerleri de doğrulamaktadır. Bu izotop sıcak suların beslenme yüksekliklerinin 1850-1900 m'den daha yüksek kotlar olduğunu göstermektedir. Bu yükseklik, bölgenin jeolojisi ve tektoniği birlikte değerlendirildiğinde suların çoğunlukla Yıldız Dağı başta olmak üzere mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve Çeltik Dağı gibi yüksek kesimlerden beslenebileceklerini göstermektedir. Ayrıca kuzeyden güneye doğru çoğunlukla suların (HŞ-1'den MTA kuyularına doğru) Na iyonu baskınlığından Ca iyonu baskınlığına geçmesi (Şekil 6.3) suların öncelikle gabrolardan (diğer kayalara göre Na iyonu yönünden zengin) beslendiğini daha sonra mermerlere geçtiğini ve mermerlerden bol miktarda Ca iyonu çözdüğünü göstermektedir. Bu durum da yine sıcak suların rezervuar alanlarına uzaklardan taşındığının bir kanıtını oluşturmaktadır. Rezervuar ve aynı zamanda temel kayaç olan mermerlerin Yıldız Dağı civarına kadar uzanması, kayacın bol kırıklı, çatlaklı ve kısmen karstik yapısı bu olayın gerçekleşebileceğini göstermektedir.

Hamzaşeyh çermiği-1 (HŞ-1) ve Hamzaşeyh çermiği-2 (HŞ-2) Na-Ca-HCO₃ tipte, Çermik pınarı-1 (ÇP-1) Ca-HCO₃'lı tipte, diğerler sıcak sular ise genelde Ca-Na-Mg-HCO₃'lı tipte sulardır. HŞ-1, HŞ-2 ve ÇP-1'in bileşimi hiçbir ölçümde değişmemiştir. Diğer suların Ca, Na, Mg miktarları zaman zaman değişmiştir. Fakat bu değişim, mevsimsel olmayıp, suların beslenme yolu üzerindeki kayalar ile temas süresi, CO₂ miktarları, basınç, sıcaklık gibi nedenlere bağlı olabilmektedir. İnceleme alanındaki bütün sıcak sular kurak ve yağışlı dönemin her ikisinde de aragonit ve kalsit mineraline aşırı doygundur. Doğunluk durumları ve kimyasının mevsimsel olarak değişmemesi, bu suların yaygın beslenme ve yaygın dolaşıma sahip olduklarının göstermektedir.

6.6.2. Büyük debili kaynaklar

İnceleme alanının en büyük debili kaynaklarını boşalım noktasında travertenler olan, beslenme alanında ise travertenler ve mermerler bulunan Gaziköy ve Kaynarca kaynakları oluşturmaktadır. Bu kaynaklar benzer kimyasal ve izotopik bileşime sahiptir. Gaziköy Kaynağı-1, Kaynarca kaynağı-1, Kaynarca kaynağı-2 büyük debili (137- 267 l/s arasında) olup, Gaziköy havuzu kaynağı ve Kaynarca kaynağı-4 görelî olarak daha küçük debili (5-56 l/s arasında)'dir. Gaziköy kaynağı-1 traverten mağarası içinden boşalmakta, Kaynarca-1, Kaynarca-2 ve Gaziköy-2 kaynakları basınçlı şekilde yeryüzüne çıkmakta, Kaynarca kaynağı-4 ise travertendeki kırık hattı boyunca boşalmaktadır. Bu kaynakların çıkış kotları 1325 m-1378 m arasında değişmektedir. Kaynakların, oksijen-18 izotopu verilerinde elde edilen yüksekliklere ve bölgenin jeolojisine bakıldığında çoğunlukla Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve bir miktar Yıldız Dağı'ndan beslenebileceklerini saptanmıştır. Kaynakların yakın civarındaki Susuzdağ Fayları'nın kaynakların beslenimi açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının debi değerleri kurak dönemde azalmakta, fakat yağışlı dönemde kısa sürede artmamakta, debi artışı yağışlı dönem sonu, kurak dönem başında (Temmuz dönemi) gerçekleşmektedir. EC değerleri ise kurak dönemde artmakta, yağışlı dönem sonunda ise azalmaktadır. Kaynakların sıcaklıkları mevsimsel olarak önemli miktarda değişmemektedir. Dolayısıyla bu kaynakların yağışlara direkt olarak cevap vermediğini, yağışın etkisinin geç görüldüğünü göstermektedir. trityum analizleri verilerinin kaynakların göreceli olarak uzun dolaşıma sahip olduğunu göstermesi bu durumu desteklemektedir. Doygunluk analizi sonuçlarına bakıldığında kaynakların sadece bazı debi artış dönemleri hariç diğer dönemlerde kalsit minerallerine aşırı doymun olduğu görülmektedir. Bu da kaynakların yağışlara hızlı bir şekilde yanıt vermediği göstermektedir. Bu kaynakların genel olarak her dönemde hakim anyon ve katyonu değişmekte ve Ca-HCO₃ tipini korumaktadır. Bu durum kaynakların çoğunlukla karbonatlı kayalardan beslendiğinin, yani inceleme alanının jeolojisi ile birlikte düşünüldüğünde çoğunlukla mermerler ve travertenlerden beslendiğinin kanıtını oluşturmaktadır. Ayrıca kaynakların

kimyasının çok fazla değişmemesi çoğunlukla yaygın beslenme ve dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Debisi 35-59 l/s arasında, sıcaklığı ise 18.2-18.5 °C değişen Tepecik çermiğini genel özellikleri, beslenme ve boşalım ilişkileri ile Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarına benzemektedir.

İnceleme alanındaki diğer büyük debili kaynaklar gabrolardan boşalan Büyükgöz, Kurşunlu ve Karapınar kaynakları, kireçtaşlarından boşalan Korkorun ve Göz kaynakları, kuvarsitten boşalan Ilıcak çeşmesidir. Kurşunlu ve Karapınar kaynakları dolaşımı uzun olmayan kaynaklardır. Bu kaynakların debileri 11-29 l/s arasında değişmektedir. Bu kaynaklar yağışlara doğrudan yanıt vermemekte debilerinin maksimum değerlerine ulaşması Haziran-Temmuz aylarını bulabilmektedir. EC değerleri ve trityum değerlerine bakıldığında güncel yağışlardan beslendiğini fakat yeraltında dolaşımının yağışlara doğrudan yanıt veren kaynaklara göre daha uzun olduğunu göstermektedir. Büyükgöz kaynağı yağışlardan kısa sürede etkilenmekte, yağışlı dönemde debisi iki katına çıkmakta, EC miktarı ise yağışların katkısı dolayısıyla azalmaktadır. Bu kaynakların yeraltında dolaşımlarının kısa olması nedeniyle ve çözünürlüğü kireçtaşı gibi kayalara göre az olan gabrolardan beslenmesi nedeniyle hiçbir minerale doygun değildir. Kireçtaşından boşalan kaynakların yağışlı dönemde debileri artmakta, EC değerleri ise düşmekte yani yağışa kısa sürede cevap verebilmektedirler. Bu kaynaklar kurak dönemde aragonit ve kalsit mineraline aşırı doygun durumda iken, yağışlı dönemde doygun olmayan duruma düşmektedirler. Kuvarsitlerden beslenen Ilıcak çeşmesinin sıcaklığı 16.9-17.4 °C arasında, debisi ise 5-7 l/s arasında değişmektedir. Trityum analizi sonuçlarına göre Gaziköy ve Kaynarca kaynakları gibi uzun dolaşımlı olan bu kaynağın, Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarından farklı olarak yağışlı dönemde debisi bir miktar artmakta ve EC değerleri ise bir miktar azalmaktadır. Sadece Ekim döneminde aragonit ve kalsit minerallerine doygun ve derin dolaşımlı olan bu kaynağın yağışlı dönemlerde yağış sularıyla karışmaktadır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yıldız Irmağı havzasının hidrojeoloji incelemesini konu alan bu çalışmada, bölgenin yağış ve akım analizleri, yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli, birimlerin akifer özellikleri, sıcak su ve kaynakların kimyasal ve izotopik bileşimleri incelenmiş, elde edilen veriler kaynak ve akarsular içme ve sulama suyu açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve bunların ışığında yapılan öneriler aşağıda sunulmuştur.

7.1. Sonuçlar

1. 1430 km²'lik inceleme alanında Üst Kretase-Paleosen öncesi, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı metamorfik, magmatik, ofiyolitik ve sedimanter kayalar bulunmaktadır.

2. İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonları kullanılarak ortalama yıllık yağış 492 mm olarak hesaplanmıştır. Sivas ve Tokat yağış gözlem istasyonlarının verileri yardımıyla çizilen birikimli sapma grafikleri sonucu 1998 yılından itibaren kurak döneme girildiği anlaşılmaktadır.

3. Yıldız Irmağı üzerinde bulunan akım gözlem istasyonlarının ortalama yıllık akımları 0.13-11.19 m³/s arasında değişmektedir. Yıldız Irmağı'nın Kızılıрмаğa bağlanma noktasında Ekim döneminde ölçülmüş akım değeri 2.87 m³/s'dir. Görüldüğü gibi Yıldız Irmağı'nın en kurak dönemde bile akımı oldukça fazladır (90.5x10⁶m³/yıl). Bu nedenle Yıldız Irmağı Sivas kent merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan 4 Eylül Barajının yetersiz kalması durumunda, Sivas'ın içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasında dikkate alınması gereken en önemli su kaynaklarından biridir. Baraj, gölet gibi su yapılarının planlama aşamaları oldukça uzun sürmektedir. Bu nedenle Yıldız Irmağı üzerinde böyle bir yapının yapılabilmesi için planlamanın şimdiden yapılması önerilmektedir. Ancak Yıldız Irmağı havzasındaki akarsuların bazıları özellikle yağışlı dönemde civa, nikel, alüminyum, demir ve mangan elementlerinden bir veya birkaçı açısından Türk İçme Suyu Standartlarındaki (TSE-266-2005) sınır değerleri aşmaktadırlar. Bu sebeple bu akarsuların

analizlerinin daha ayrıntılı ve düzenli olarak yapılması ve elde edilen verilerin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

4. Yukarı Yıldız Irmağı havzası (Zengi akım gözlem istasyonuna kadar) için yağıştan süzülme miktarı % 28 olarak hesaplanmıştır. Yukarı Yıldız Irmağı havzasının yüzeysel akımı 222.6×10^6 m³/yıl, yeraltısuyu boşalımı 145.4×10^6 m³/yıl, buharlaşma-terleme miktarı 144.7×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Yukarı Yıldız Irmağı havzasına düşen yağış 512.7×10^6 m³/yıl'dır. Yıldız Irmağı havzasının yüzeysel akımı ise 308×10^6 m³/yıl, yeraltısuyu boşalımı 197×10^6 m³/yıl, buharlaşma-terleme miktarı 198.6×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Yıldız Irmağı havzasına düşen yağış ise 703.6×10^6 m³/yıl'dır.

5. Genel olarak inceleme alanındaki mermer, kireçtaşı, gabro, traverten, çakıltası-kumtaşı seviyeleri ve alüvyonlar inceleme alanınında geçirimli birimlerini oluşturmakta, şist, gnays, kuvarsit, granitoid, radyolarit ve serpantinitle düzeyleri geçirimsiz birimleri oluşturmaktadır.

6. İnceleme alanında sıcak suların debileri 0.25-100 l/s arasında değişmektedir. Sıcak suların Sıcak Çermikte bulunan sondaj kuyular yardımıyla gözlenen rezervuar kayacı Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler, örtü kayacı ise İncesu formasyonu'na ait kıltaşı-silttaşı-kumtaşı-çakıltası ardalanmasıdır. Hamzaşeyh'te bulunan HŞ-1 ve HŞ-2'nin örtü kayacının ise bölgenin jeolojisi göz önüne alınarak Tokuş formasyonu'nun Banaz üyesi'ne ait kırıntılı kayalar olabileceği düşünülmektedir.

7. Sıcak suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 1870-3590 µS/cm arasında, sertlikleri 47-132 Fransız Sertlik Derecesi (°F) arasında değişmektedir. Sıcak sular çoğunlukla Ca-Na-Mg-HCO₃-Cl'li tipte, çok az radyoaktif olan sulardır.

8. İnceleme alanında farklı özelliklerdeki kayaç gruplarından boşalan farklı debilere sahip 100 adet kaynak boşalımı gözlenmektedir. Kaynakların debileri 0.25-267 l/s arasında, sertlikleri ise 3.0-81.3 Fransız Sertlik Derecesi (°F) arasında değişmektedir. En büyük debili kaynaklar çoğunlukla mermerlerden beslenen ve travertenlerden boşalan sulardır. Bu kaynaklar Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarıdır. Debileri 5-267 l/s arasında, EC değerleri 695-1100 µS/cm arasında

değişmektedir. Bu kaynaklar Susuzdağ Fayları ile ilişkili olarak boşalan kaynaklardır.

9. Yıldızdağı Gabrosu (debileri 1-29 l/sarasında), Tokat grubu'na ait Üçtepe Kireçtaşı (debileri 4-30 l/s arasında), Tekelidağ Karışığı (debileri 3-25 l/s arasında), Kılıçlı Olistostromu (debileri 2-7 l/s arasında) ve İncesu formasyonu'ndan (debileri 3-5 l/s arasında), da büyük debili sayılabilecek kaynak boşalmaları gözlenmektedir. Bu nedenle, bu birimler iyi bir akifer olabilecek niteliktedirler. Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan en büyük debili kaynaklar Kurşunlu ve Karapınar kaynakları (debisi 11-29 l/s arasında), Üçtepe Kireçtaşı'ndan boşalan en büyük debili kaynak Korkorun kaynağı (debisi 8-30 l/s arasında) ve Tekelidağ Karışığı'na ait yeniden kristallenmiş kireçtaşından boşalan en büyük debili kaynak ise Göz kaynağı (debisi 14-25 l/s arasında)'dır.

10. İnceleme alanında yer alan büyük debili kaynaklardan sadece çok küçük tarım alanların sulanmasında yararlanılmakta, onun dışında hiçbir amaç için kullanılmamaktadır. Yalnızca Göz kaynağının çok küçük bir kısmı Danışment köyünün içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Bu kaynakların beslenme alanları içerisinde herhangi bir yerleşim alanı, çöp depolama alanı, maden işletmesi gibi herhangi bir insan faktörlü kirlenici kaynak bulunmamaktadır.

11. İnceleme alanındaki büyük debili bazı kaynakların boşalım eğrileri çizilmiş ve Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının azalma katsayılarının ve iletkenliklerinin düşük oldukları anlaşılmıştır. Gaziköy (YK-22, YK-24) kaynakları çekilme dönemi başlangıcından yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar geçen süre içerisinde (beslenimin meydana gelmediği dönemlerde) toplam depolama hacimlerinin (0.641×10^6 - 6.651×10^6 m³) sırasıyla % 24.1 ve % 26.8'ini boşaltmaktadır. Kaynarca kaynakları ise (YK-32, YK-33, YK-35) (7.099×10^6 - 7.689×10^6 m³) sırasıyla % 24.1 ve % 30.2'sini boşaltmaktadırlar. Bu sonuçlar dikkate alındığında bu kaynakların kararlı akıma sahip ve yavaş drenajlı sular oldukları ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, Türk İçme Suyu Standartlarına uygun olan bu sular ilerideki yıllarda Sivas kent merkezinin su problemini çözümünde güvenli olarak kullanılabilir kaynaklardır.

12. Kurşunlu ve Karapınar kaynaklarının depolama kapasiteleri sırasıyla $0.310 \times 10^6 \text{ m}^3$, 0.262×10^6 olup Kurşunlu kaynağı çekilme dönemi başlangıcından yaklaşık çekilme dönemi sonuna kadar geçen süre içerisinde (beslenimin meydana gelmediği dönemlerde) toplam depolama hacminin % 47'sini, Karapınar kaynağı ise % 61.2'sini boşaltmaktadırlar. Türk İçme Suyu Standartları açısından oldukça yüksek kalitede ve şişeleme suyu özelliğinde olan bu kaynakların depolama kapasiteleri ve çekilme dönemi sonundaki hacimleri dikkate alındığında güvenli olarak şişelenebilecek sular oldukları anlaşılmaktadır. Fakat Kurşunlu kaynağı sadece bir dönemde kadmiyum açısından Türk İçme Suyu Standartlarındaki sınır değerini bir miktar aşmaktadır. Bu nedenle Kurşunlu kaynağı daha ayrıntılı analiz edilmeli ve gerekirse Karapınar kaynağının suyu ile karıştırılarak kullanılmalıdır.

13. İnceleme alanında yer alan sıcak sular ve büyük debili kaynaklarda yapılan oksijen-18 ve döteryum izotopları analizlerine göre bu suların meteorik kökenli sular oldukları, sıcak sular ve Tepecik çermiğinin çoğunlukla Yıldız Dağı başta olmak üzere mermerlerden oluşan Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve Çeltek Dağı gibi yüksek kesimlerden beslenebileceklerini sonucuna varılmıştır. Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının ise çoğunlukla Susuz Dağ, Arzu Tepe, Çal Tepe ve bir miktar Yıldız Dağı'ndan beslenebileceklerini saptanmıştır.

14. Tritiyum izotopu analizlerine göre sıcak suların oldukça uzun dolaşımli sular olduğu, Yıldız Dağı'ndan boşalan kaynakların kısa dolaşımli ($> 5-10$ yıl), diğer suların ise kısmen derin dolaşımli sular olduğu sonucuna varılmıştır. Karbondioksit içeren sıcak su ve kaynaklardan yapılan karbon-13 izotopu analizlerine göre ise sıcak sulardaki karbondioksitin çoğunlukla metamorfik kökenli olduğu yani suların rezervuarını ve beslenim kayaçlarının bir kısmını oluşturan mermerlerin metamorfizması sonucu oluşan karbondioksit olduğu anlaşılmaktadır. Kaynaklarıdaki karbondioksitin kaynağının ise metamorfik, suların mermerler ve travertenlerden çözmüş olduğu (yeraltısularındaki çözülmüş inorganik karbon) karbondioksit ve yağışlarda bulunan atmosferik karbondioksitin karışımı olabileceği sonucuna varılmıştır.

15. MTA kuyuları aracılığıyla alınan sıcaksuların (MTA-1, MTA-2, MTA-4) ortalama beslenme yükseklikleri (çoğunlukla 1900 m'nin üzeri) ve bu sondaj

kuyulardaki rezervuar kayaç olan mermerlerin ortalama kotları (<~1100) arasındaki farklar (>1900->1100=>>800) ile bu suların sahip oldukları sıcaklıklarına ulaşabilmeleri için gerekli olan derinlikler (1100-1127 m) karşılaştırıldığında suların çoğunlukla jeotermal gradyanla ısındığı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bu bulguyu karbon-13 izotopu yardımıyla elde edilen sıcak suların bünyesinde bulunan CO₂'in kaynağının mağmatik değil de metamorfik oluşu da desteklemektedir. İnceleme alanındaki diğer sıcak suların da beslenme-boşalım ilişkilerinin, fiziksel, kimyasal, izotopik vb. özelliklerinin MTA kuyularına benzemesi nedeniyle jeotermal gradyanla ısındığı düşünülmektedir.

16. Büyükgöz, Karlıpınar, Kürünlü, Karapınar (Yakupoğlan), Kurşunlu, Yukarıpınar çeşmesi, Şeyh pınarı (Kurtlapa), Çamurlunundere, Sulak, Büyükçayır, Eyrekçayırı, Büyükgöl, Kilise ve Göz kaynakları antimon, arsenik, kadmilyum, civa, alimünyum, demir ve mangan elementlerinden bir veya birkaçı açısından Türk İçme Suyu Standartlarını (TSE-266-2005) ağır metal analizlerinin yaptırıldığı dönemler içerisinde bir dönem veya tüm dönemlerde aşmaktadırlar.

17. Akarsuların EC değerleri 208-765 µS/cm arasında, sertlikleri ise 8.8-33.0 °F arasında değişmektedir. Akarsuların çoğunlukla Ca-HCO₃'lü tipte sular olup ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramında "orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2-S1)" sınıfında yer almaktadırlar. Akarsuların büyük çoğunluğu civa, nikel, alimünyum, demir ve mangan elementlerinden bir veya birkaçı açısından Türk İçme Suyu Standartlarını (TSE-266-2005) bir dönem veya tüm dönemlerde aşmaktadırlar.

18. İnceleme alanında yer alan suların su kimyası haritasına bakıldığında, sıcak suların çözülmüş madde miktarının büyük olmasından dolayı ölçekleri diğer kaynaklara göre daha küçük olmasına rağmen çaplarının oldukça büyük olduğu görülmektedir. Küçük çapa sahip sular genellikle inceleme alanını kuzey kesiminde yer almaktadır. Küçük çaplı oluşlarının nedeni yeraltındaki dolaşımlarının kısa olması, boşalım yaptığı birimlerin çözünürlüklerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. En küçük çaplı kaynaklar çözülmüş madde miktarı ve sertlikleri çok düşük olan Yıldızdağı Gabrosu'ndan boşalan kaynaklardır. En büyük debili kaynaklar olan Gaziköy, Kaynarca kaynakları ve

Tepecik çermiğinin çözünmüş madde miktarları diğer kaynaklara göre daha fazla olduğu için çapları görelî olarak daha büyüktür.

19. İnceleme alanındaki sıcak sular çoğunlukla aragonit, kalsit ve dolomit minerallerine aşırı doygundur. Gaziköy ve Kaynarca kaynakları çoğunlukla kalsit ve bazı dönemlerde aragonit minerallerine aşırı doygundurlar. Sıcak suların ve Gaziköy ve Kaynarca kaynaklarının çevresinde gözlenen travertenler kalsit mineraline aşırı doygunluğun ifadesidir. Yıldız Dağı'ndan boşalan kaynaklar ise hiçbir minerale doygun değildirlir.

7.2. Öneriler

1. İnceleme alanında 1750 m'den yüksek kotlarda yağış gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Yağışların yükseklikle doğru orantılı arttığı gerçeği dikkate alınarak daha doğru bir havza ortalama yağışının hesaplanabilmesi için 1750 m'den daha yüksek alanlardaki birkaç noktaya yağış gözlem istasyonlarının kurulması gerekmektedir. Bunlardan bir tanesinin özellikle en yüksek kota sahip alan olan Yıldız Dağı civarına kurulması ortalama yağışın daha sağlıklı olması açısından önemlidir.

2. Yıldız Irmağı çıkış noktasında yani Kızılıрмаğa katılım noktası membasında, Zengi köyüne kadar herhangi bir akım gözlem istasyonu (AGİ) mevcut değildir. Havzanın su bilançosunun sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılması için Zengi'den akış aşağısına doğru birkaç noktaya veya Yıldız Irmağı'nın Kızılıрмаğa bağlandığı nokta membasına akım gözlem istasyonunun kurulması gerekmektedir.

3. İnceleme alanı içerisinde yer alan bazı kaynaklar (Büyükgöz, Karlıpınar, Kürünlü, Karapınar (Yakupoğlan), Kurşunlu, Yukarıpınar çeşmesi, Şeyh pınarı (Kurtlapa), Çamurlunundere, Sulak, Büyükçayır, Eyrekçayırı, Büyükgöl, Kilise ve Göz kaynakları) sağlık açısından oldukça risk oluşturabilecek antimon, arsenik, kadminyum, civa, alimünyum, demir ve mangan elementlerinden bir veya birkaçı açısından Türk İçme Suyu Standartlarını (TSE-266-2005) aşmaktadır. Bu kaynakların birkaçı (Büyükgöz, Eyrekçayırı, Göz kaynakları) belde ve köylerde içme suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu sular, ağır metal içeriği bakımından

fakir olan kaynaklar ile seyreltilerek kullanılmalı veya başka kaynaklardan su sağlama yoluna gidilmelidir.

4. İnceleme alanındaki bazı kaynakların bazı ağır metaller açısından görel olarak zengin oluşu nedeniyle bu kaynakların beslenme alanı civarındaki birimlerden ayrıntılı kayaç kimyası yaptırılması gerekmektedir. Böylece kayaç kimyası ve su kimyası arasındaki ilişkiler saptanarak daha sağlıklı sonuçlara gidilebilir.

5. Sıcak Çermikte bulunan kuyular dışındaki sıcak su kaynaklarının bulunduğu alanlarda, sıcak su kuyuları açılarak bu suların debileri ve sıcaklıkları artırılabilir. Sağlık açısından yararlı olduğu bilinen bu suların çevresine kaplıca tesisleri kurulabilir ve iyi bir çevre düzenlemesi yapılarak iç ve dış turizme açılabilir. Böylece su kaynaklarının çevresindeki köylerin gelişimine büyük bir katkı sağlanmış olunacaktır.

6. Arazi çalışmaları sırasında Yıldız beldesi halkıyla yapılan görüşmeler sonucunda yörede kanser nedeniyle ölüm oranlarının fazlalığı dikkati çekmiştir. Bu durumun beldenin yerleşim merkezi ve civarında yer alan serpantinlerin yapısında bulunan ve solunum yoluyla insan vücuduna yerleşerek özellikle akciğer kanserine neden olabileceği bilinen aspest minerali ile ilişkili olup olmadığı araştırılmalıdır. Ayrıca beldenin içme suyu gereksinimini karşılayan Büyükgöz kaynağı (YK-39)'nın Temmuz döneminde antimon bakımından, Nisan döneminde ise alüminyum ve demir elementleri bakımından Türk İçme Suyu Standartlarını aşması nedeniyle, bu suyun analizleri daha sık ve ayrıntılı şekilde yapılmalı ve elde edilen sonuçlara göre bu kaynağın yöredeki kanser sebeplerinden biri olup olmayacağı tartışılmalıdır.

7. İnceleme alanındaki büyük debili kaynaklar ve akarsular ileriki yıllarda Sivas kent merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasında kullanılabilecek potansiyel su kaynaklarıdır. Bu nedenle bu suların debi ve kimyasal özelliklerinin değişimleri sürekli olarak ölçülmeli ve analiz edilmelidir.

8. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akpolat, T. ve Dilek, M., 2001,** Hemodiyaliz El Kitabı (Üremik Kemik Hastalığı–30. Konu). Anadolu Yayıncılık, Kayseri, 392 s.
- Aktimur, H. T., Tekirli, M. E., ve Yurdakul, M. E., 1990,** Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının jeolojisi. MTA Dergisi, no.111, s.25-37.
- Alparslan, M., 1993,** Yıldızeli Metamorfitlerinin petrolojik incelemesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Sivas, 359 s. (yayımlanmamış).
- Alparslan M., 2000,** Pazarcık Volkanitlerinin (Yıldızeli-Sivas) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, C. 43 no.2, s.49-60.
- Appello, C. A.J. ve Postma, D., 1996,** Geochemistry, Groundwater and Pollution. Battema, Rotterdam, 536 p.
- Appleton, D., 2001,** Mercury pollution from artisanal gold mines – A hazard to human health. Earthwise, Issue 17, pp. 12-13.
- Arnorsson, S., 1983,** Chemical equilibria in Icelandic geothermal systems, implications for chemical geothermal investigation. Geothermics, Vol. 12, pp. 119-128.
- Arnorsson, S., Gunnlaugsson, E. ve Svavarsson, H., 1983,** The chemistry of geothermal waters in Iceland III, chemical geothermometry in geothermal investigations. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 47, pp. 567-577.
- Aswathanarayana, U., 1995,** Geoenvironment, A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 233-235.
- Avcı, N., Kılıçdağı, R., Ayaz, M., E., Cadoğlu, İ., F., Kesgin, Ö., Koçak, A., Keçer, M., Polat, N. ve Nişan, E., 1997,** Sivas Kentinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları. MTA Derleme Rap. no.10042, Sivas (yayımlanmamış).

- Aydın, H., 2005,** Harmanköy-Beyyayla (Bilecik) karst sisteminin morfoloji-hidrojeoloji ilişkileri açısından incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 206 s. (yayımlanmamış).
- Aydoğan, S., Demirbaş, Ş., Yemen, H., İçerler, A., Doğan, M. ve Önder, İ., 1991,** Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresi gravite-manyetik ve jeoelektrik etüdü. MTA Rapor no.339, Sivas (yayımlanmamış).
- Ayaz, M. E., 1998,** Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) yöresindeki traverten sahalarının jeolojisi ve travertenlerin endüstriyel özellikleri. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 157 s. (yayımlanmamış).
- Ayaz, M. E. ve Karacan, E., 2000,** Sivas batısındaki traverten oluşumlarının yapı ve yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, C.24, S.1, s.87-99.
- Back, W. ve Zoetl, J., 1975,** Application of geochemical principles, isotopic methodology, and artificial traces to karst hydrology in hydrogeology of karst terrains. International Union of Geological Sciences, Series B, Number 3, Reprint from Hydrogeology of Karstic Terrains, Chapter IX, pp. 105-121.
- Barnes, I., Irwin, W. P. ve White, D. E., 1984,** Map showing world distribution of carbon dioxide springs and major zones of seismicity. US Dept. Int. Geol. Surv., Misc. Invest. Ser. Map I-1528.
- Bayarı, S., 1991,** Aşağı Zamantı havzasının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 223 s. (yayımlanmamış).
- Bayarı, C. S., Özyurt, N. N. ve Kilani, S., 2005,** Konya kapalı havzası yeraltısuyunda Karbon-14 yaş dağılımı. II. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, İzmir, s.147-168.
- Baykal, F., 1945,** Zile-Turhal bölgesine ait muvakkat rapor. MTA Derleme Rap. no.1627 (yayımlanmamış)
- Baykal, F., 1946,** Zile-Tokat-Yıldızeli bölgesinin jeolojik etüdü. MTA Derleme Rap. no.1709.

- Baykal, F., 1947,** Zile-Tokat-Yıldızeli bölgesinin jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, C.12, No:3, s.191-209.
- Baykal, F., 1952,** Recherchen geologiques la region de Kelkit-Şiran (Nard-Est De'l'Anatolie. Rev. Esc.Sc. Univ.IST., Ser. B, T. 17, fasc.4.
- Baykal, F., 1953,** Çimen ve Munzur dağları mıntkasında jeolojik etüdlr. MTA Derleme Rap. no.2058 (yayımlanmamış)
- Baykal, F., 1966,** 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Sivas), MTA Enstitüsü Yayını no.116, Ankara.
- Baysal, O. ve Ataman, G., 1979,** Sedimentology, mineralogy and geochemistry of a sulphate series (Sivas-Turkey), Sediment Geol., C.25, 67-81 s.
- Bilgin, A., İsmailov, T. ve Caran, Ş., 2005,** Isparta yöresi kaynak sularında flüor, iyot, arsenik düzeyleriyle insan kökenli (Antrapojenik) kirlenme ve sağlığa etkileri. 1nd Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı, s. 228-239.
- Bingöl, E., 1989,** 1:2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Sivas). MTA Yayını, Ankara.
- Blumenthal, M. M., 1950,** Beitrage zur geologie des landschaften am Mittleren und Unteren Yeşilırmak (Tokat, Amasya, Havza, Erba, Niksar). MTA Yayını, seri D, 4.
- Boztuğ, D., Yağmur, M., Otlu, N., Tatar, S. ve Yeşiltaş A., 1998,** Petrology of the post-collisional, within-plate Yıldızdağı Gabbroic pluton, Yıldızeli-Sivas region, Central Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, C.7, s.37-51.
- Brinkmann, R., 1976,** Türkiye Jeolojisine Giriş (Çev. Orhan Kaya). Ege Üniversitesi. Fen Fakültesi Kitapları serisi no. 53, Bornova, İzmir, 155 s.
- Cathelineau, M., Dubessy, J., Marignac, C., Valori, A., Gianelli, G. ve Puxeddu, M., 1989,** Pressure-temperature-fluid composition changes from magmatic to present day stage in the Larderello geothermal field. In: Miles, D. L. (Ed.), Water-Rock Interaction. Balkema, Rotterdam, pp. 137-140.

- Chafetz, H. S. ve Folk R. L., 2004**, Travertines: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 54, No. 1, pp. 289-316.
- Clarck, I. D. ve Fritz, P., 1997**, *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis Publishers, New York, 328 p.
- Clarck, I. D., 2005**, E-mail yolu ile sözlü görüşme.
- Coplen, T. B., 1985**, *Environmental Isotopes in Ground-water Studies*. Chapter 33, 75 p.
- Craig, H., 1961**, Isotopic variation in meteoric waters. *Science*, Vol. 133, pp. 1702-1703.
- Çağatay, N., Erler, A., Güleç, N., Savaşçın Y. ve Tokel, S., 1993**, *Jeokimya Temel Kavramlar ve İlkeler (2. Baskı)*. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No:32, Ankara, 291 s.
- Çağlar, K.Ö., 1961**, Türkiye maden suları ve kaplıcaları. MTA Yayını no.107, f:4, s.639-791.
- Çubuk, Y., Kayan, T., Kayakıran, S., Ocakoğlu, F., Karakullukçu, T., Kurt, İ., Koşun, E., Cadoğlu, F. ve Ozansoy, C., 1994**, Sivas Tersiyer Havzasının doğusunun jeolojisi ve sölestin yatakları. MTA Rap. no.9700, Ankara.
- Dandurand, J. L., Gout, R., Hoefs, J., Menschel, G., Schott, J. ve Usdowski, E., 1982**, Kinetically controlled variation of major componenets and carbon and oxygen isotopes in calcite-precipitating spring. *Chemical Geology*, Vol, 36, pp. 299-315.
- Dansgaard, W., 1964**, Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, Vol, 16, pp.436-468.
- Değirmenci, M., Kaçaroğlu, F., Cerit, O., 1992**, Sivas yakın doğusu jups karstı hidrojeolojisi. S.Demirel.Üniversitesi. Müh. Fak. Dergisi, Jeoloji Müh., S. 8, s.77-92.
- Deines, P., 1992**, Mantle carbon: concentration, mode of occurence and isotopic composition. In: Schidlowski, M., Golubic, S., Kimberley, M. M.,

McKirby, D. M., Trudinger, P. A. (Eds.), Early Organic Evolution. Springer, Berlin, pp 133-146.

Department of National Health and Welfare, 1969, The Joint Committee on Drinking Water Standards, Canadian Drinking Water Standards and Objectives, 1968. Catalogue No. H48-1069. Queen's Printer for Canada, Ottawa.

Dercourt, J. L. P., Zonenshain, L. E., Ricou, V. G., Kazmin, X., LePichon, A. L., Knipper, C., Grandjacquet, I. M., Sbertshikov, J., Geysant, C., Lepvrier, D. H., Pechersky, J., Boulin, J. C., Sibuet, L. A., Savostin, O., Sorokhtin, M., Westphal, M. L., Bazhenov, J. P., Lauer ve B. Biju-Duval 1986, Geological Evolution of the Tethys Belt from the Atlantic to the Pamirs Since the Lias. Tectonophysics, Vol. 123, pp. 241-315.

Doğan, L., 1991, Hidrojeolojide Su Kimyası. DSİ Yayını, Ankara, 178 s.

Drever, J. I., 1996, The Geochemistry of Natural Waters (3rd ed.) Prentice Hall, New Jersey, 436 p.

Ekemen, T., ve Kaçaroğlu, F., 2001, Tecer Dağı (Sivas-Ulaş) kaynaklarının hidrojeolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri-A-Yerbilimleri, C.18. S.2, s.87-102.

Environmental Studies Board, 1973, Water quality Criteria, Committee of Water Quality Criteria. EPA-R3-73-033, USEPA, Washington, DC.

Ercan, T., Matsuda, J., Nagao, K. ve Kita, I., 1995, Noble gas isotopic composition in gas and water samples from Anatolia Proc. of Geology of The Black Sea Region, September 7-11, 1992, Ankara, Turkey, Publ. of MTA General Directorate, pp. 197-206.

Ergin, Ç., 1992, Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 70 s. (yayımlanmamış).

Ergün, V., 1985, Sivas-Yıldızeli-Güneykaya Barajı mühendislik jeolojisi planlama raporu. DSİ Rap., 9 s.

Erişen, B., 1991, Sıcak Çermik (Sivas) Havzasının jeotermal enerji potansiyeli ve yararlanma olanaklarına ilişkin ön değerlendirme raporu. MTA, Sivas.

- Erkan, Y., 1980**, Orta Anadolu masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni, Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni. C.23, s.213-218.
- Erözel, Z., 1986**, Sulamada su kalitesi ve tuzluluk sorunları. Kültürteknîğe Giriş, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayını no.996, s. 96-110.
- Filiz, Ş., 1992**, Ege bölgesindeki jeotermal alanların Oksijen-18, Tritiyum ve Karbon-13 izotoplarıyla incelenmesi. Doçentlik Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 91 s. (yayımlanmamış).
- Ford, D.C. ve Williams, P.W., 1989**, Karst geomorphology and hydrology. Unwin Hyman, London, 601 p.
- Fouillac, C., ve Michard, G., 1981**, Sodium/Lithium ratios in water applied to geothermometry of geothermal reservoirs. Geothermics, Vol. 10, p. 55-70.
- Fournier, R. O., 1973**, Silica in thermal waters: Laboratory and Field investigations. Proceedings of the International Symposium on Hydrogeochemistry and Biochemistry, Tokyo, Vol. 1, Clark Co., Washington D. C., p.122-139.
- Fournier, R. O. ve Truesdell. A. H., 1973**, An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 37, pp. 515-525.
- Fournier, R. O., 1977**, Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems, Geothermics, Vol. 5, p. 41-50.
- Fournier, R. O., 1979**, A revised equation for the Na/K geothermometer. Geoth. Res. Council, Transactions, Vol. 3, p. 221-224.
- Fournier, R. O. ve Potter, II, R. W., 1979**, Magnesium correction to the Na-K-Ca chemical geothermometer. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 43. pp.1543-1550.
- Fournier, R. O. ve Potter, II, R. W., 1982**, A revised and expanded silica (Quartz) geothermometer. Geoth. Res. Council Bull., Vol. 11-10, p. 3-12.
- Fournier, R. O., 1991**, Water geothermometers applied to geothermal energy, In: D'amore, F. (Co-ordinator), application of geochemistry in geothermal

reservoir development. UNITAR/UNDP Publications, Rome, Italy, p.37-69.

Friedman, I., 1970, Some investigation of the deposition of travertine from hot springs-the isotopic chemistry of a travertine-epositing springa *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 34. pp.1303-1315.

Giggenbach, W. F., Gonfiantini, R., Jangi, B. L., ve Truesdell, A. H., 1983, Isotopic and chemical composition of Parbatia Valley geothermal discharges., NW-Himalaya, India. *Geothermics*, Vol. 12, p. 199-222.

Giggenbach, W. F., 1988, Geothermal solute equilibria, derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 52, pp. 2749-2765.

Gökalp, E., 1972, Sıcak Çermik kaplıca bölgesinin jeolojik ve hidrojeolojik etüdü. MTA Rap. no.3440, Ankara (yayımlanmamış).

Gökçe, A., 2000, Maden Yatakları (2. Baskı). Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları no. 85, Sivas, 335 s.

Göksu, E., 1974, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Samsun). MTA Enstitüsü Yayını no.78, Ankara.

Gökten, E., 1993, Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ Metaamorfitleleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 36, s. 83-93.

Grancy, W. S., 1938, Sivas'da kurulacak çimento fabrikası havalisinin jeolojik vaziyeti ve münasebatı hakkında rapor. MTA Derleme Rap no.548, Ankara.

Griffin, A. E., 1960, Signifance and removal of manganese in water supplies. *J. AWWA*, vol. 52, pp.1326

Guezou, J. C., Temiz, H., Poisson, A. ve Gürsoy, H., 1996, Tectonics of the Sivas Basin: The Neogene record of the Anatolian accretion along the Inner Tauric Suture. *International Geology Review*, vol. 38, p. 901-925.

Gülay, A., 1972, Sıcak Çermik bölgesi jeotermal enerji araştırmaları rezistivite etütleri raporu. MTA Rap. no.5114, Ankara.

- Güleç, N., Hilton, D. R. ve Mutlu, H., 2002,** Helium isotope variations in Turkey: relationship to tectonics, volcanism and recent seismic activities. *Chemical Geology*, Vol. 187, pp. 129-142.
- Günay, G., 1977,** Hidrojeoloji İncelemelerinde Uygulanan Yeraltısuyu İzleme Teknikleri. DSİ-UNOP Projesi Karst Hidrojeolojisi Semineri, Oymapınar, 17-28 Ekim, s. 215-245.
- Günay, G. ve Yayan T., 1979,** Antalya Kırkgöz karst kaynaklarının hidrojeolojisi. DSİ-UNOP Projesi (Tur/77/015), no.32, 118 s.
- Günay, G., Değirmenci, M. ve Kaçaroğlu, F., 1984,** Genel Hidrojeoloji Laboratuvarı Ders Notları. Hacettepe Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Böl., Ankara ,101 s.
- Gündüz, M. ve Polat, N., 1997,** Sivas Sıcak Çermik kaplıcası. MTA-3 ve MTA-4 sıcaksu sondajları kuyu bitirme raporu. MTA Rap. no.10324.
- Güney, A., 1997,** Sıcak Çermik sahasında yapılan MTA-3 ve MTA-4 sıcaksu arama kuyuları sondaj bitirme raporu. MTA Raporu.
- Hem, J. D., 1985,** Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, U. S. Geological Survey, Alexandria, VA 22304, USA, 263 p.
- Hurley, P. M., Fairburn, H. W. ve Pinson Jr., W. H., 1966,** Rb-Sr isotopic evidence in origin of potash-rich lavas of western Italy. *Earth Planet. Sci. Lett.* Vol. 5, pp. 301-303.
- IAH, Comission of mineral and thermal waters, 1979,** Map of mineral and thermal water of Europe sc. 1/1.500.000, Legend.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1987,** Overall evaluation of carcinogenicity: An Updateing of IARC Monographs Vol. 1-42, Lyon.
- İlhan, E., 1976,** Türkiye Jeolojisi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Müh. Fak. Yayın no. 51, Ankara, 239 s.
- İnan, S., 1993,** Sivas Baseni güneydoğusunun yapısal evrimi. Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Dergisi, Seri-A-Yerbilimleri, C.10, S.1, s.13-22.
- İnceoğlu, İ., 1974,** Sivas ili mermer ve süsleme taşları genel ve ekonomik araştırma raporu. MTA Derleme Rap. no. 5248.

- İşler, F., 1984,** Kurtlapa (Sivas) ve yöresi diyabazlarının petrografisi, petrolojisi ve kökeni. Karadeniz Üniversitesi Dergisi, Jeoloji, C.3, S.1-2, s.63-68.
- İşler, F., 1985,** Alahacı (Sivas) yöresi Eosen volkanitlerinin petrografisi ve petrolojisi. Karadeniz Üniversitesi Dergisi, Jeoloji, C.4, S1-2, s.95-99 (Ayrı baskı).
- Jacobson, R. L. ve Langmuir, D., 1970.** The chemical history of some spring waters in carbonate rocks. Ground Water Vol. 8 (3), pp. 5-9.
- Julia, R., 1983,** Travertines, Carbonate Depositional Environments. The American Association of Petroleum Geologist Tulsa, Oklohoma, USA, 708 p.
- Kaçaroğlu, F., 1991,** Eskişehir Ovası yeraltısuyu kirliliği incelemesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 340 s. (yayımlanmamış).
- Kaçaroğlu, F., Nacitaran, V., Değirmenci, M., Hizmetli, S., Elden, H. ve Göker, İ., 1994,** Sivas Sıcak Çermik termal suyunun hidrojeolojisi ve Gonartrozlu olgularda terapotik olarak fizik tedavi yöntemleri ile karşılaştırılması. Jeotermal uygulamalar sempozyumu kitabı 94, Pamukkale Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., Denizli, s.281-296.
- Kaçaroğlu, F., 2000,** Cumhuriyet Üniversitesi fizik tedavi ve rehabilitasyon merkezi sondaj kuyusu öneri raporu. Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., Sivas, 8 s.
- Kaçaroğlu, F., 2002,** Cumhuriyet Üniversitesi fizik tedavi ve rehabilitasyon hastanesi (Sıcak Çermik-Sivas) sıcaksu sondajı, koruma alanları ve reenjeksiyon önerisi raporu. Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., Sivas, 17 s.
- Kangal, Ö. ve Varol B., 1999,** Sivas Havzası Alt Miyosen istifinde havza kenarı fasiyesleri. TPJD Bülteni, C. 11, S.1, s. 31-53.
- Karanjac, J., 1977,** Recession hydrograph analysis in karst: DSİ-UNDP Seminar on karst hydrogeology. Proceedings, Antalya, Turkey, 17-28 October 1977, 65-85.

- Ketin, İ., 1966**, Tectonic units of Anatolia (Asia Minor). Mineral Research and Exploration Ins. of Turkey Bull., Vol. 66, pp. 23-34.
- Ketin, İ., 1983**, Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını, S.1259, 595 s.
- Kharaka, Y. K. ve Mariner, R. H., 1989**, Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins, In: Naeser, N. D. and McCollon, T. H. (Eds.). Thermal History of Sedimentary basins, Springer-Verlag, New York, pp. 99-117.
- Kharaka, Y. Y., Lico, U. S. ve Law, L. M., 1982**, Chemical geothermometers applied to formation waters, Gulf of Mexico and California basins (Abstract), Am. Assoc. Petrol Geol. Bull., Vol. 66, pp. 588.
- Kılınç, M. H., 1988**, Sivas-Yıldızeli-Yıldız Göleti ve sulama kanalları mühendislik jeolojisi planlama raporu. DSİ Rap., 10 s.
- Krauskopf, K. B., 1979**, Introduction to Geochemistry (2nd Baskı). McGraw-Hill and Kagakusha, 617 s.
- Kurttaş, T., 1997**, Gökova (Muğla) karst kaynaklarının çevresel izotop incelemesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 220 s. (yayımlanmamış).
- Külahçioğlu, G., 1965**, Sivas ili faal maden ve mermer ocakları envanter revizyonu raporları, MTA Rap. no.3703.
- Langmuir, D., 1971**, The geochemistry of some carbonate groundwater in central Pennsylvania. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 35, pp. 1023-1045.
- Langmuir, D., 1997**, Aqueous environmental geochemistry. Prentice-Hall Publ, 600 p.
- Malusa, J., Overby, S. T. ve Parnell, R. A. 2003**, Potential for travertine formation: Fossil Creek, Arizona. Applied Geochemistry, Vol. 18, pp. 1081-1093.
- Matthews, V. C., 1996**, PVC production properties and uses. Publ., Institute of Materials, London, 379 p.

- McCrea, J. M., 1950**, On the isotope chemistry of carbonates and a paleotemperature scale. *Journal of Chemical Physics*, Vol. 18, pp. 849-857.
- McNeely, R. N., Neimanis, V. P. ve Dwyer, L., 1979**, *Water Quality Sourcebook-A Guide to Water Quality Parameters*. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p.
- Mesçi, B. L., 2004**, Sıcak Çermik ve yakın yöresindeki (Sivas) travertenlerin gelişimi ve aktif tektonikle ilişkisi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 244 s. (yayımlanmamış).
- Milanovic, P. T., 1981**, *Karst hydrogeology: Water Resources Publication*, Littleton, Colorado, USA, 434 p.
- MTA, 1989**, Jeotermal Enerji. MTA Yayını, Ankara, 83 s.
- Mutlu, H. ve Güleç, N., 1998**, Hydrogeochemical outline of thermal waters and geothermometry applications in Anatolia (Turkey). *Journal of Volcanology and geothermal research*, Vol. 85, pp 495-515.
- Nieva, D. ve Nieva, R., 1987**, Developments in geothermal energy in Mexico, Part 12-A cationic composition geothermometer for prospection of geothermal resources. *Heat Recovery Systems and CHP*, Vol. 7, pp. 243-258.
- Okay, A. C., 1952**, Sivas 62/2 paftası raporu. MTA Derleme Rap. no.1996.
- Okay, A. C., 1953**, Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin (Reşadiye 44/3 paftasının) jeolojisi hakkında not. MTA Derleme Rap. no.2242.
- Okay, A. C., 1955**, Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojik etüdü. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası. Seri.8, C.20, S.1-2, s.95-108.
- Onur, E., 1997**, Alüminyum toksisitesinin kalite kontrol açısından değerlendirilmesi. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, S. 3-4, s. 164-170.
- Otkun, G., 1947**, Sivas çimento fabrikası sahasında su-kalker-kil ve alçı etüdü hakkında rapor. MTA Derleme Rap. no.1769.

- Önhon, E., Ertan, İ. ve Güler, S., 1979,** Determination of groundwater characteristics and groundwater budget in Edremit plain by means of isotopes. DSİ.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980,** Kuzey anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. MTA Rap., 238 s (yayımlanmamış).
- Özer, B., 1988,** Hayranlı-Çelebiler (Sivas) yöresi Neojen tortullarının stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas. (yayımlanmamış).
- Özgül, B., 1990,** Sivas-Merkez-Çeltik Göleti mühendislik jeolojisi ön inceleme raporu. DSİ Rap., 7 s.
- Özgüneylioğlu, A. ve Demir, A., 1988,** Sıcak Çermik yöresinin jeotermal enerji potansiyeli. MTA Raporu (yayımlanmamış).
- Özyurt, N. N., 2005,** Aladağ (Kayseri-Adana) karstik akiferinde yeraltısuyu geçiş zamanı dağılımının incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 274 s. (yayımlanmamış).
- Özyurt, N. N., Bayarı, C. S., 2005,** Aladağ karstik akiferinde izotop uygulamaları. II. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, İzmir, s.133-146.
- Payne, B. ve Dinçer, T., 1965,** Isotope Survey of karst region of southern Turkey. Proc. Of 6nd Int. Conference of radiocarbon and Tritium dating, IAEA, IAEA Publ.
- Pentecost, A., 1985,** Geochemistry of carbon dioxide in six travertine-depositing water of Italy. Journal Hydrology, Vol. 167, pp. 263-278.
- Piper, A. M., 1944,** A graphical procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Am. Geophysical Union Trans., .Vol. 25, s.914-923.
- Poisson, A., Guezou, J. C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy H., Kavak K. Ş. ve Özden S., 1996,** Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anotolia, Turkey. International Geology Review, Vol.38, pp.838-853.

- Pollak, A., 1957**, 1957 yılında Akdağmadeni-Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon hakkında rapor. MTA Derleme Rap. no.2679.
- Rankama, K. ve Sahama, T. H. G., 1964**, Geochemistry. The Univ. Of Chicago Press, Chicago and London, 912 p.
- Rose, A. W., Hawkes, H. E., Webb, J. S., 1979**, Geochemistry in mineral Exploration. Academic Press Inc. Ltd., London, 635 s.
- Sağroğlu, G., 1955**, Sivas ili Yıldızeli ilçesi radyoaktif flüorit zuhuru hakkında rapor. MTA Derleme Rap. no. 1838.
- Savoja, A., 1960**, Belcik-Yıldızeli (Sivas) bölgesinin (60/2 paftasının) jeolojisi ve petrol imkanları. MTA. Derleme Rap. no.2844.
- Sayın, M. ve Eyüpoğlu, S. Ö., 2005**, Türkiyedeki yağışların kararlı izotop içeriklerini kullanarak yerel meteorik doğruların belirlenmesi. II. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, İzmir, s.323-344.
- Schoeller, H., 1955**, Geochimie des eaux souterraines. Rev. Inst. Franc. Petrolei Paris, 10, no.3, pp. 181-213 and 10, no.4, pp.219-246.
- Schoeller, H., 1962**, Les Eaux souterraines. Mason et Cie, Paris.
- Seymen, İ., 1975**, Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun tektonik özelliği. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 192.
- Smedley, P., 2001**, Arsenic in groundwater – The hidden treat. Earthwise, Issue. 17, pp 8-9.
- Smedley, P. ve Kinniburgh, D. G., 2002**, A review of the source; behaviour and distribution of arsenic in natural waters. Applied Geochemistry, Vol 17, pp. 517-568.
- Stumm, W. ve Morgan, J. J., 1981**, Aquatic chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Şahin, M. B., 1991**, Başçatak Köyü (Akdağmadeni-Yozgat) doğusunun jeolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (yayımlanmamış).

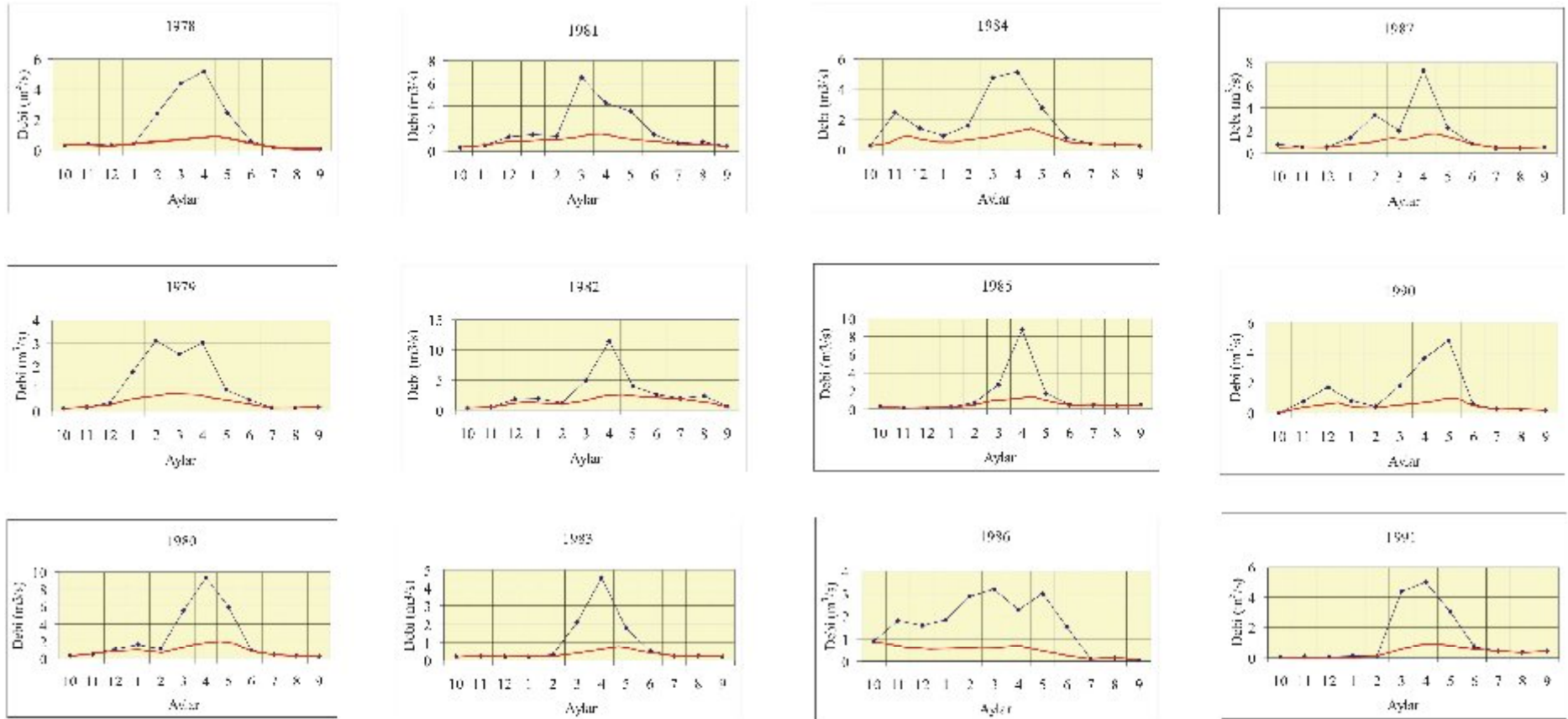
- Şahin, M., 1995,** Yukarı Yıldız Irmağı Havzasının (Sivas KB) Hidrojeoloji incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 76 s. (yayımlanmamış).
- Şahinci, A., 1991,** Jeotermal Sistemler ve Jeokimyasal Özellikleri. Reform Matbaası, İzmir, 249 s.
- Şahinci, A., 1991,** Doğal Suların Jeokimyası. (Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi), Reform Matbaası, İzmir, 548 s.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1981,** Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, Vol. 75, pp. 181-241.
- Şimşek, Ş., 1993,** Isotope and geochemical techniques applied to geothermal investigations. International Atomic Energy Agency, TECDOC-788, s.232-248.
- Taşan, O., 1975,** Sivas-Yıldızköyü civarının jeolojisi. MTA Rap. no.30576.
- Tatar, Y., 1977,** Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. *MTA Dergisi*, C.88, s.56-72.
- Tatar, Y., 1978,** Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. *MTA Dergisi*, C.88, s.56-72.
- Tatar, Y., 1981,** Çamlıbel geçidi (Yıldızeli) yöresindeki ofiyolitik seride metamorfizma. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, Jeoloji, C.1, S.1, s.45-65.
- Tatar, Y., 1983,** Yıldızeli Subaşı Köyü yöresinde tektonik incelemeler. *Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni*, S.4, s.3-15.
- Tekin, E. ve Ayyıldız, T., 2001,** Sıcak Çermik jeotermal alanındaki (Sivas KB, Türkiye) güncel traverten çökellerinin petrografik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* C.44, S.1, s.1-13.
- Temiz, H., 1996,** Tectonostratigraphy and Thrust Tectonics of the Central and Eastern parts of the Sivas Tertiary Basin, Turkey. *International Geology Review*, Vol.38, pp.957-971.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., 1980,** Ünye-Ordu-Koyulhisar-Hafik-Karaçayır arasında kalan bölgenin jeolojisi. MTA Derleme Rap. no..6700.

- Thorntwaite, C. W., 1948**, An approach toward a rational classification of climate. *Geog. Rev.*, 38, pp.55-94.
- Tolluoğlu, A. Ü., 1987**, Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfizmasının (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Doğa T.U.Müh. ve Çev.Derg.*, C.11, S.3, s.344-361.
- Tolluoğlu, A. Ü., 1989**, Regional progressive metamorphism in the Central Anatolian crystalline basement, NW Kırşehir Massif, Turkey, *METU Journal of Pure and Applied Sciences*, C.22, S.3, s.19-41.
- Tonani, F., 1980**, Some remarks on the application of geochemical techniques in geothermal exploration. *Proceeding, Adv. Eur. Geoth. Res., 2nd Symp., Strasbourg*, pp. 428-443.
- Trusdell, A. H. ve Jones, B. F., 1974**, Wateq: A computer program for calcularing chemical equilibrium of natural waters. *U.S Geological Survey J. Research* 2, 61 p.
- Trusdell, A. H., 1976**, Summary of section III geochemical techniques in exploration. In: *Proceedings 2nd United Nations Symposium on the Development end Use of Geothermal Resources*. San Francisco, 1975, v. 1, Washington D.C., U. S. Government Priting Office, iii-ixxxix.
- TSE (TS-266), 2005**, Türk içmesuyu standartları 1997'nin revizyonu. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 17 s.
- Tufan, S., 1995**, Sivas-Divriği demir yataklarının potansiyel alan verisi kullanılarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 88 s. (yayımlanmamış).
- Tülümen, E., 1980**, Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metamorfik incelemeler. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, Trabzon, 157 s (yayımlanmamış).
- Tüysüz, O. 1993**, Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: Kuzey Neo-Tetisin tektonik evrimi. *TPJD Bülteni*, C.5/1, s. 1-33.
- Underwood, E. J., 1977**, Trace elements in human and animal nutrition 4nd Academic Press, New York, 545 p.

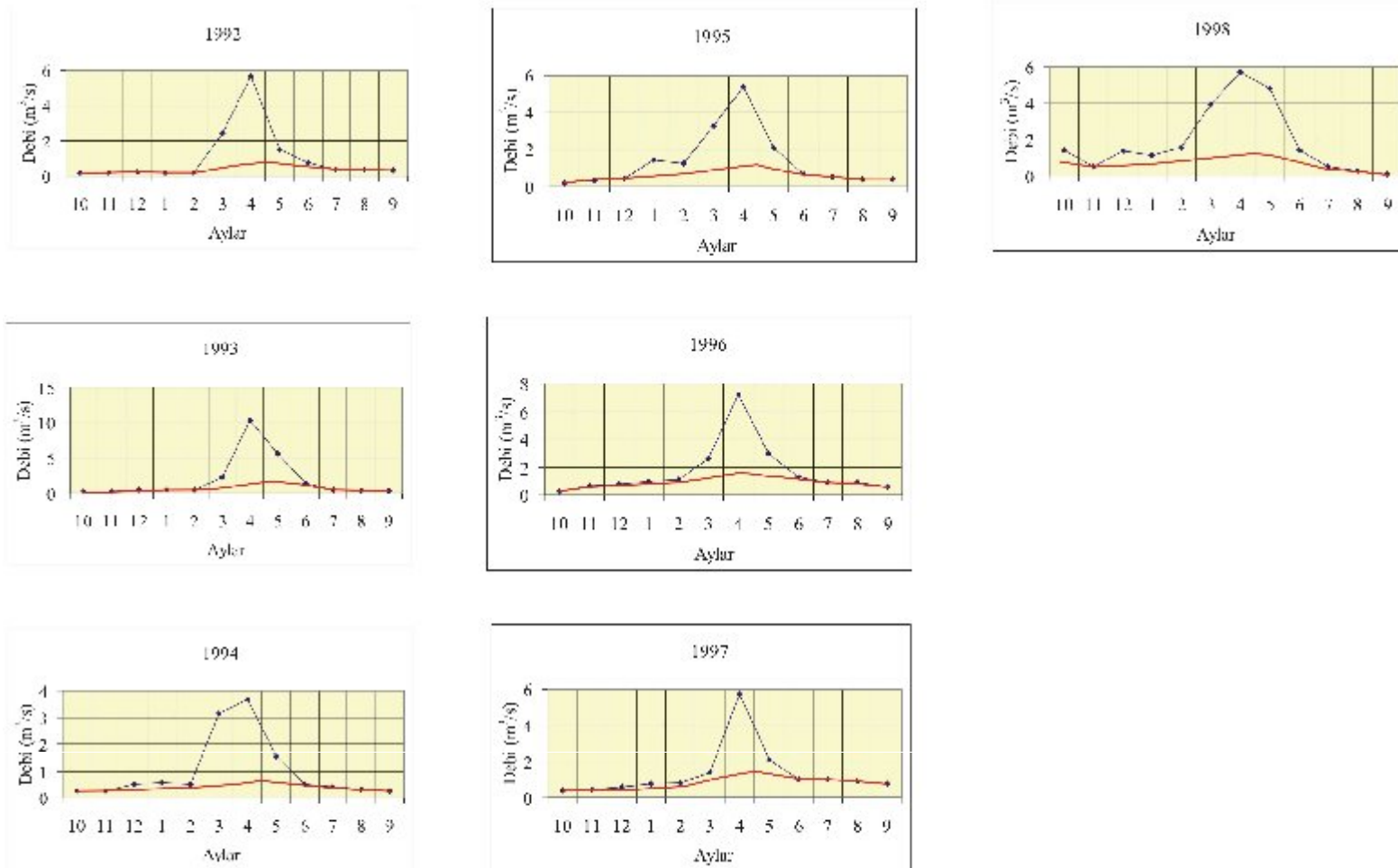
- Urey, H. C., Lowenstam, H. A., Epstein, S. ve McKinney, C. R., 1951,** Measurement of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark and the Southeastern United States. Geological Society of America Bulletin, Vol. 62, pp. 399-416.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2002,** 2002 Edition of The Drinking Water Standards and Health Advisories. EPA 822-R-02-038, Office of Water, Washington DC., 19 p. <http://www.epa.gov/waterscience/drinking/standards/dwstandards.pdf>.
- WHO (World Health Organization), 1984a,** Guidelines for Drinking-Water Quality. Vol. 1, Recommendations, WHO Publ., Geneva, Switzerland, 130 p.
- WHO (World Health Organization), 1984b,** Guidelines for Drinking-Water Quality. Vol. 2, Health Criteria and Other Supporting Information, WHO Publ., Geneva, Switzerland, 335 p.
- WHO (World Health Organization), 1988,** Gemiler için uluslararası Tıbbi Rehber Eki (Kimyasal Maddeler). Cenevre, 174 s.
- WHO (World Health Organization), 1996,** Guidelines for Drinking-Water Quality. 2nd ed. Vol. 2., Health criteria and other supporting information, Geneva, 973 p.
- Wilcox, L. V., 1985,** Classification and use of irrigation waters, U.S. Dept. Agric.Circ. 969, Washington, D.C., 19 p.
- Wolfe, R. S., 1960,** Microbial concentration of iron and manganese in water with low concentration of these elements. J. AWWA, Vol. 52 pp.1335.
- Yağmur, M., 1996,** Yıldızdağ (Sivas kuzeyi) Gabrosunun mineralojik-petragrafik ve jeokimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 67 s. (yayımlanmamış).
- Yalçın, A., U. ve Akpolat, T., 2001,** Hemodiyaliz El Kitabı (Kronik Böbrek Yetmezliği-3. Konu). Anadolu Yayıncılık, Kayseri, 392 s.
- Yalçınlar, İ., 1955,** Sivas 61-1, 61-4 paftalarına ait jeolojik rapor. MTA. Derleme Rap. no. 2577 (yayımlanmamış).

- Yeşertener, C., 1995,** Yukarı Ermenek havzası karst hidrojeolojisi incelemesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 216 s. (yayımlanmamış).
- Yıldırım, A., Akyol, M. ve Nişan, E., 1991,** Ö.İ.R.1144 ruhsat nolu sahanın mahallinde tetkik raporu, MTA, Sivas.
- Yıldırım, N., 1994,** Su Jeokimyası Notları. Hizmet İçi Eğitim Semineri. MTA, Ankara, 36 s.
- Yılmaz, A., 1980,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı, ve diğer birimlerle ilişkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fak. Jeoloji Kürsüsü, Ankara, 136 s. (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., 1981a,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C.24, s.31-38.
- Yılmaz, A., 1981b,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petrokimyasal özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C.24, s.51-58.
- Yılmaz, A., 1982,** Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekdağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. MTA Rap no. 7230, Ankara, 208 s. (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., 1983,** Tokat (Dumanlıdağı) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeolojik özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. MTA Dergisi C.99-100, s.1-18.
- Yılmaz, A., 1984,** Dumanlı Dağı (Tokat) ile Çeltek Dağı (Sivas) arasındaki bölgede Boztepe formasyonunun yaşı, alt bölümleri ve dokanak ilişkileri. T. J. K. Bülteni, C.27, s.111-117, Ankara.
- Yılmaz, A. ve Özer, S., 1984,** Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölümünün temel jeoloji incelemesi ve Tersiyer havzasının yapısal evrimi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Kitabı, s.163-174.
- Yılmaz, A., 1987,** Türkiye Stratigrafi Komitesi Bülteni, Tokat-Sivas yöresi. C.1, s.1-15

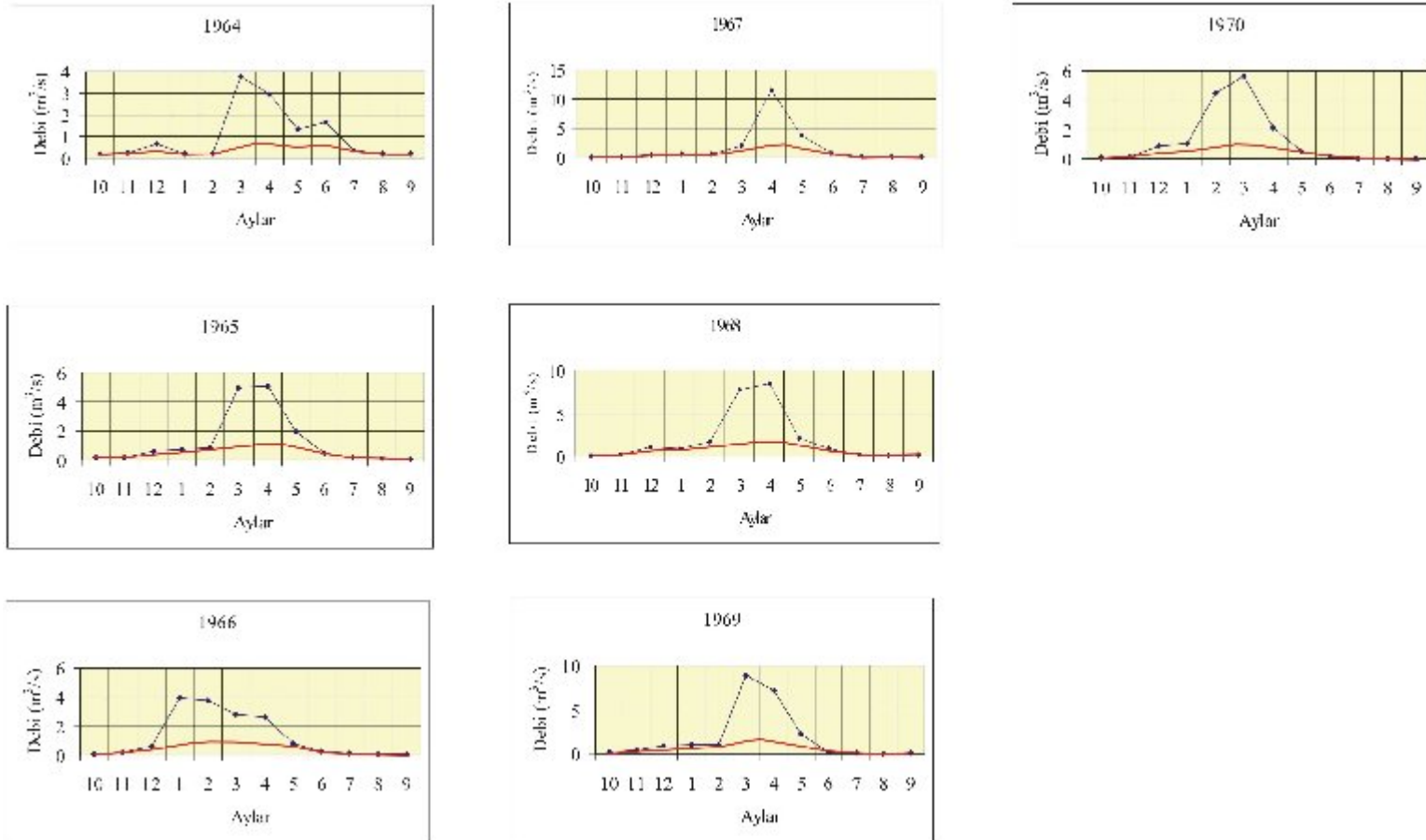
- Yılmaz, A., Uysal, Ş, Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan, A., Gaf, D. ve Aydın, N., 1995,** Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi.MTA Dergisi, C.117, s.125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Ağan, A., Göç D. ve Aydın, N., 1997,** 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Sivas-F23 Paftası. MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi, no.47, Ankara.
- Yılmaz, F., 1994,** Sivas-Merkez-Kurtlapa Barajı mühendislik jeolojisi ön inceleme raporu. DSİ Rap., 13 s.
- Yurtsever, Y., 1978,** Tabii izotopların Hidrolojide kullanılması esasları ve Antalya civarı karstik bölgede yerüstü-yeraltısuyu ilişkilerinin tabii izotoplarla araştırılması sonuçları, EİEİ Bülteni, C. 75-76, s. 51-64.
- Zeschke, G., 1955,** Kavik (Sivas) florit-bakır-uranyum yatağı. Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni (Çeviri Havzaoglu, T.,1992), C.6, S.1, s.109-110.



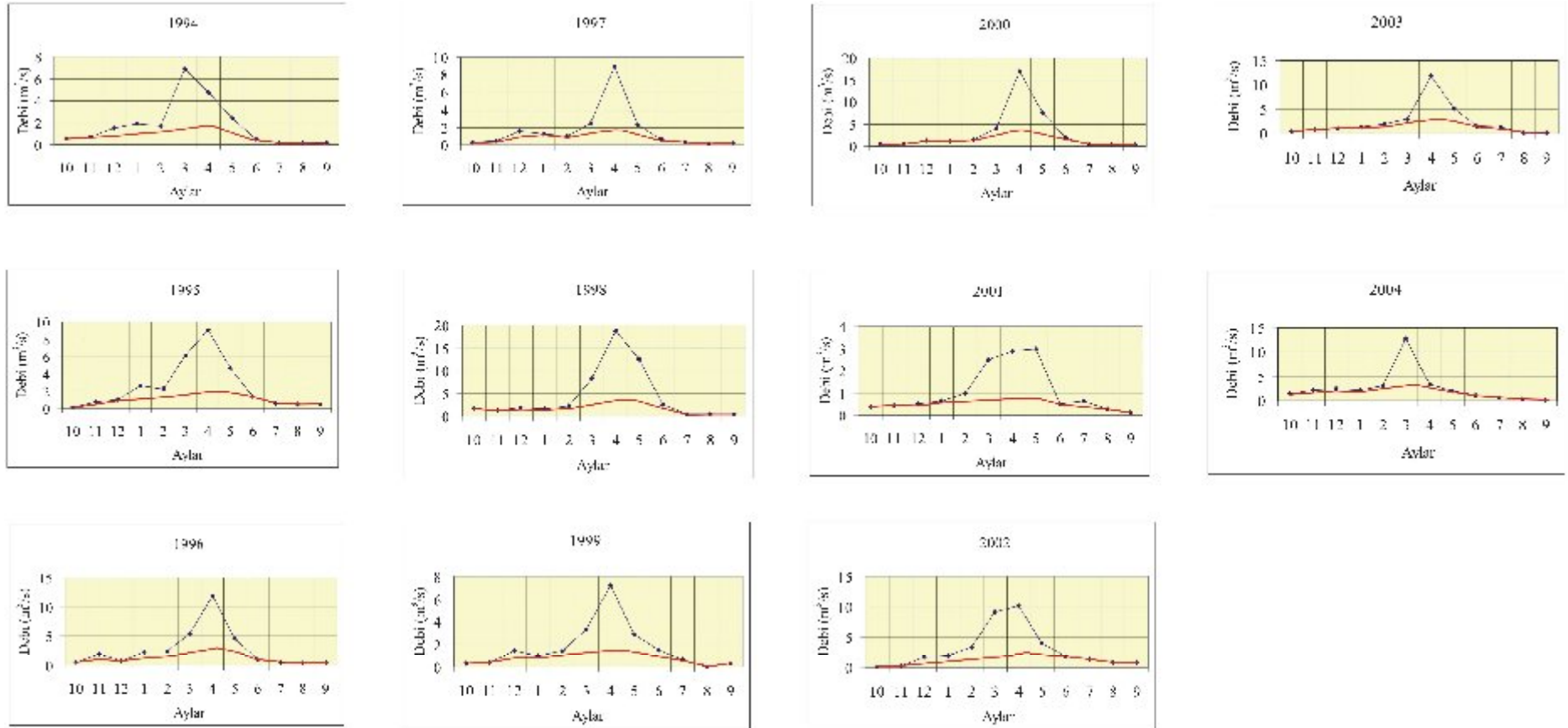
Ek-Şekil 3.1.a. Güneykaya (Bedohtum Deresi) AGİ'nun baz akım grafikleri (1978-1991)



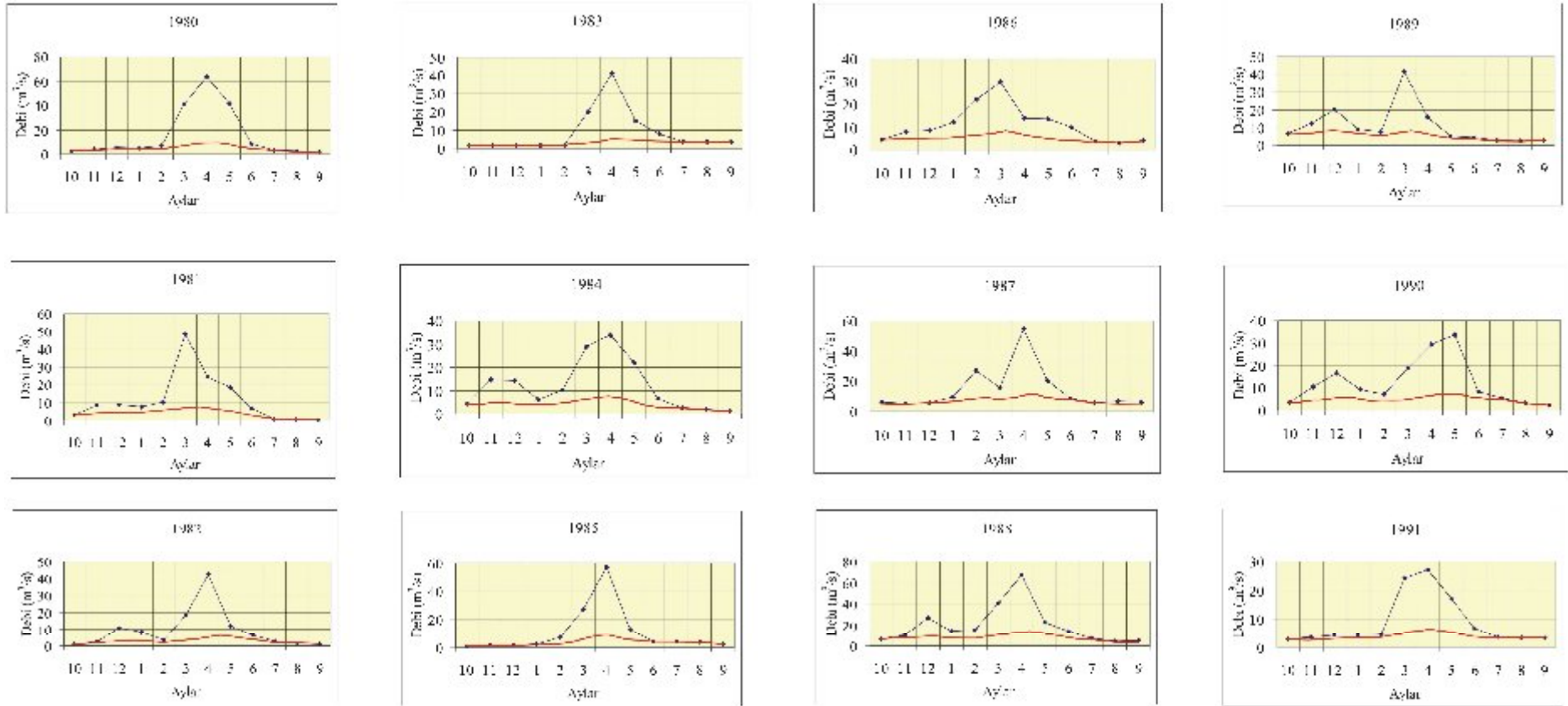
Ek-Şekil 3.1.b. Güneykaya (Bedohtum Deresi) AGİ'nun baz akım grafikleri (1992-1998)



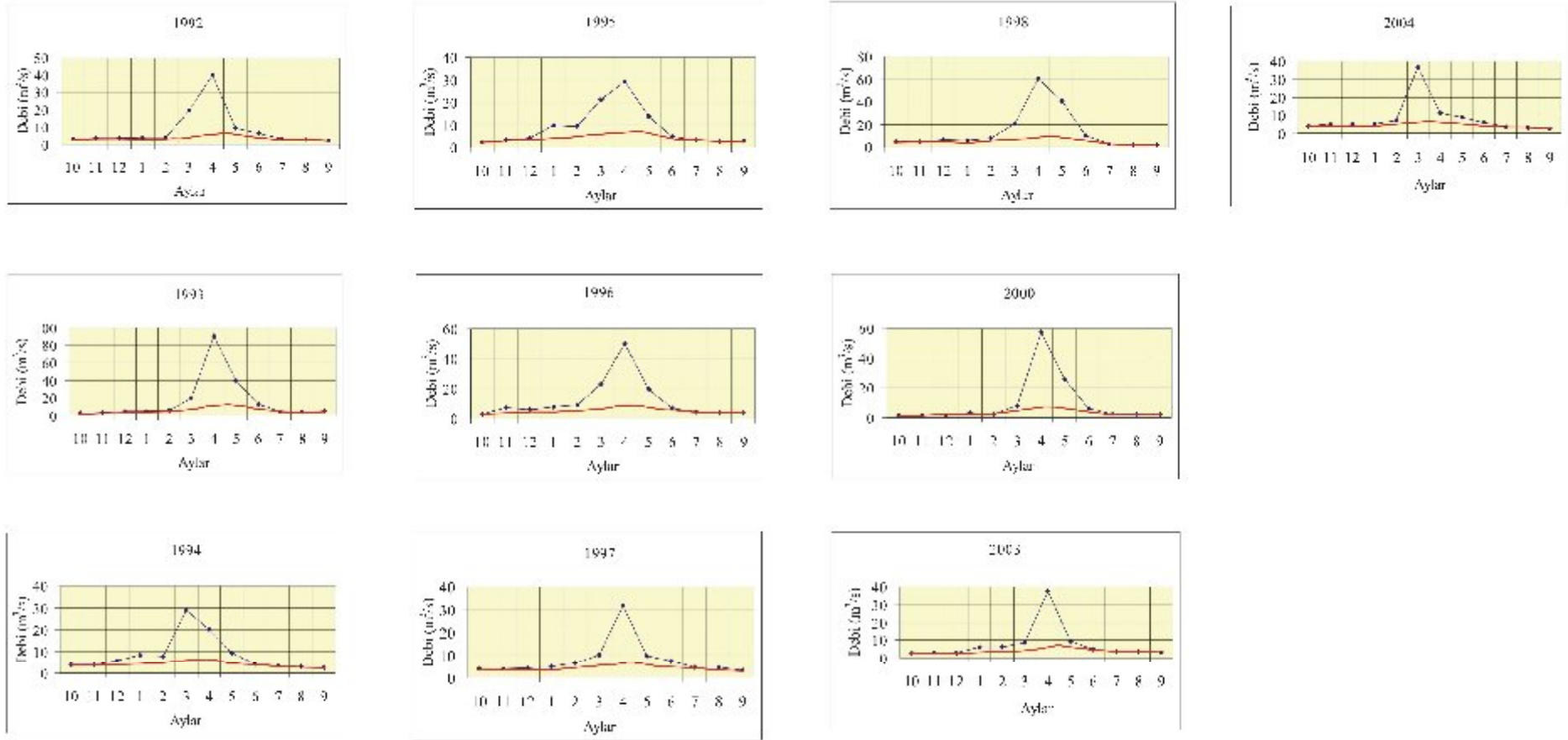
Ek-Şekil 3.1.c. Çırçır (Çırçır Deresi) AGİ'nun baz akım grafikleri (1964-1970)



Ek-Şekil 3.1.d. Olukman (Dumanlı Çayı) AGİ'nun baz akım grafikleri (1994-2004)



Ek-Şekil 3.1.e. Zengi (Yıldız Irmağı-5) AGİ'nun baz akım grafikleri (1980-1991)



Ek-Şekil 3.1.f. Zengi (Yıldız Irmağı-5) AGİ'nun baz akım grafikleri (1992-2004)

Ek-Çizelge 3.1. İnceleme alanındaki akarsulara ait bilgiler (arazi ölçümleri)

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı/ölçüm noktası	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO (mg/l)
Y-1	YI-1	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-1	1241	0309150	4399261	14.07.2003	650	440	2806	8.27	19.5	9.5
Y-201	"	"	"	"	"	14.07.2004	629	420	2353	7.91	19.6	8.6
Y-333	"	"	"	"	"	03.10.2004	620	410	2876	8.13	14.4	9.2
Y-401	"	"	"	"	"	18.04.2005	355	240		8.11	11	9.0
Y-501	"	"	"	"	"	30.06.2005	520	350	2913	8.07	17.3	8.6
Y-2	YI-2	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-2	1256	0308586	4403172	14.07.2003	644	430	2486	8.14	20.5	8.6
Y-202	"	"	"	"	"	14.07.2004	646	430	2089	7.95	18.5	7.8
Y-332	"	"	"	"	"	03.10.2004	626	430	2826	8.10	15.7	8.3
Y-402	"	"	"	"	"	18.04.2005	343	230		7.75	10.9	8.5
Y-502	"	"	"	"	"	30.06.2005	536	360	2666	7.98	16.5	8.8
Y-10	YI-3	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-3	1258	0308109	4408573	15.07.2003	587	390	2462	8.07	19.8	9.2
Y-213	"	"	"	"	"	15.07.2004	575	380	2434	8.36	22.5	10.3
Y-328	"	"	"	"	"	03.10.2004	594	400	2595	8.05	15.3	8.1
Y-408	"	"	"	"	"	18.04.2005	345	230		8.02	10.6	12.1
Y-509	"	"	"	"	"	30.06.2005	517	340	2507	7.99	19.5	8.4
Y-27	YI-4	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-4	1288	0314312	4417874	18.07.2003	587	390	2757	8.38	18.3	8.9
Y-217	"	"	"	"	"	16.07.2004	588	390	2309	8.23	16.5	8.2
Y-325	"	"	"	"	"	03.10.2004	614	410	2131	8.00	12.8	10.2
Y-412	"	"	"	"	"	19.04.2005	300	200		7.58	8.5	9.5
Y-543	"	"	"	"	"	06.07.2005	512	340	2810	8.08	16.5	7.8
Y-28	YI-5	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-5	1305	0316882	4425291	18.07.2003	611	410	2848	7.85	19.3	9.0
Y-220	"	"	"	"	"	16.07.2004	599	400	2183	7.85	20	11.0
Y-323	"	"	"	"	"	02.10.2004	654	440	2138	7.82	16	8.0
Y-416	"	"	"	"	"	19.04.2005	295	200	19830	7.63	9.6	7.6
Y-546	"	"	"	"	"	06.07.2005	511	340	2716	8.03	19.5	8.1
Y-51	YI-6	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-6	1324	0317706	4430269	22.07.2003	641	430	1489.5	7.77	15.1	9.3
Y-230	"	"	"	"	"	17.07.2004	651	430	1421	7.26	18	6.4
Y-313	"	"	"	"	"	01.10.2004	686	460	1144	7.23	13.9	8.6
Y-425	"	"	"	"	"	20.04.2005	330	220		7.90	9.8	8.9
Y-463	"	"	"	"	"	28.05.2005	405	270		7.26	13.2	7.2

Ek-Çizelge 3.1. (Devam ediyor)

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı/ölçüm noktası	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO (mg/l)
Y-530	YI-6	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-6	1324	0317706	4430269	05.07.2005	556	370	1896	7.05	15.5	7.8
Y-663	"	"	"	"	"	27.07.2005	596	400	1655	7.06	16.1	7.1
Y-573	"	"	"	"	"	10.09.2005	667	450	1083	7.05	14.7	8.5
Y-583	"	"	"	"	"	25.10.2005	644	430	1328	7.07	10.7	9.3
Y-52	YI-7	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-7	1337	0315912	4433388	22.07.2003	445	290	1014	8.25	18	9.6
Y-229	"	"	"	"	"	17.07.2004	423	280	994	8.05	19.1	10.9
Y-312	"	"	"	"	"	01.10.2004	466	310	767	8.35	14.9	10.8
Y-429	"	"	"	"	"	20.04.2005	280	190		8.43	11.3	7.4
Y-466	"	"	"	"	"	28.05.2005	320	220	5335	8.33	16.2	6.6
Y-534	"	"	"	"	"	05.07.2005	386	260	1433	8.23	16.9	7.9
Y-566	"	"	"	"	"	27.07.2005	379	250	1235	7.95	18.2	11.4
Y-576	"	"	"	"	"	10.09.2005	444	300	740	7.92	14.6	11.4
Y-586	"	"	"	"	"	25.10.2005	430	290	982	8.03	9	11.7
Y-54	YI-8	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-8	1355	0316386	4435375	22.07.2003	618	410	236.4	8.28	16	8.1
Y-248	"	"	"	"	"	20.07.2004	636	420	118	8.02	14.9	7.1
Y-310	"	"	"	"	"	01.10.2004	679	450	86	8.26	14.8	10.1
Y-431	"	"	"	"	"	20.04.2005	373	250	1002	8.55	12	6.7
Y-526	"	"	"	"	"	04.07.2005	531	360	39	7.81	17.8	7.8
Y-58	YI-9	Yıldız Irmağı/Yıldız Irmağı-9	1458	0322776	4438278	23.07.2003	244	160	149.1	8.10	18.9	7.0
Y-253	"	"	"	"	"	21.07.2004	275	180	58	8.46	21.4	7.9
Y-302	"	"	"	"	"	30.09.2004	269	180	20	8.08	16.5	5.5
Y-434	"	"	"	"	"	21.04.2005	271	180	592	8.06	9.5	6.2
Y-518	"	"	"	"	"	01.07.2005	272	180	16	8.02	14.5	9.2
Y-9	ÇİD-1	Çilözü Dere/Çilözü Dere-1	1280	0308438	4409292	15.07.2003	581	390	18.4	8.13	19.5	8.6
Y-212	"	"	"	"	"	15.07.2004	702	470	107.2	8.07	20.8	11.0
Y-327	"	"	"	"	"	03.10.2004	594	390	42.9	8.23	13.9	9.3
Y-407	"	"	"	"	"	18.04.2005	499	330	459	7.89	11.4	9.1
Y-508	"	"	"	"	"	30.06.2005	765	510	44	7.91	17.2	9.6
Y-63	ÇİD-2	Çilözü Dere/Çilözü Dere-2	1393	0300300	4420090	24.07.2003	544	360	73.5	8.12	15.2	10.3

Ek-Çizelge 3.1. (Devam ediyor)

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı/ölçüm noktası	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO (mg/l)
Y-39	DD-1	Deretarla Dere/Deretarla Dere-1	1322	0317892	4425628	19.07.2003	505	330	172	8.12	17	8.7
Y-221	"	"	"	"	"	16.07.2004	492	330	152	7.65	18.4	7.8
Y-322	"	"	"	"	"	02.10.2004	508	340	163	7.83	15.6	7.6
Y-417	"	"	"	"	"	19.04.2005	350	230	837	7.74	10.7	8.0
Y-547	"	"	"	"	"	06.07.2005	446	300	131	8.05	16.9	6.8
Y-83	DD-2	Deretarla Dere/Deretarla Dere-2	1540	0331393	4424960	28.07.2003	411	270	6.4	8.10	13.8	5.9
Y-37	DÇ-1	Dumanlı Çayı/Dumanlı Çayı-1	1348	0320067	4429552	19.07.2003	716	480	696	7.46	18.3	8.4
Y-232	"	"	"	"	"	17.07.2004	710	470	675	7.51	17.5	6.8
Y-315	"	"	"	"	"	02.10.2004	705	470	693	7.56	14.2	8.0
Y-423	"	"	"	"	"	20.04.2005	300	200	5551	7.73	8.8	6.1
Y-528	"	"	"	"	"	05.07.2005	644	430	721	7.43	15.3	8.2
Y-77	DÇ-2	Dumanlı Çayı/Dumanlı Çayı-2	1390	0326823	4431316	28.07.2003	601	400	265.4	7.86	15.6	7.2
Y-240	"	"	"	"	"	19.07.2004	571	380	287.7	8.14	21.8	8.4
Y-306	"	"	"	"	"	01.10.2004	670	450	121	8.21	11.1	12.0
Y-441	"	"	"	"	"	23.04.2005	213	140		8.15	13.4	7.0
Y-514	"	"	"	"	"	01.07.2005	425	230	362	8.44	19.2	10.2
Y-53	ÇD-1	Çırçır Deresi/Çırçır Deresi-1	1335	0315322	4433410	22.07.2003	408	270	1054	8.38	18.2	10.0
Y-247	"	"	"	"	"	20.07.2004	427	280	1237	8.11	16	8.6
Y-311	"	"	"	"	"	01.10.2004	442	290	902	8.48	15.3	10.3
Y-430	"	"	"	"	"	20.04.2005	275	180		8.39	11.3	7.5
Y-535	"	"	"	"	"	05.07.2005	358	240	1241	8.38	16	8.2
Y-71	ÇD-2	Çırçır Deresi/Çırçır Deresi-2	1351	0309583	4436576	24.07.2003	467	300	121.5	8.30	14.9	9.4
Y-102	BD-1	Belenus Dere-1	1362	0316161	4446308	31.07.2003	362	240	75	8.13	16.5	5.5
Y-257	"	"	"	"	"	21.07.2004	364	240	137.4	8.03	14.7	6.3
Y-308	"	"	"	"	"	01.10.2004	338	220	268	8.13	14.9	8.0
Y-448	"	"	"	"	"	24.04.2005	208	140	3001	7.95	9.2	8.1
Y-525	"	"	"	"	"	04.07.2005	287	190	449	7.79	17.7	7.4
Y-97	GD-1	Gök Dere-1	1490	0318345	4447541	31.07.2003	322	210	51.8	7.96	16.2	6.0
Y-99	GŞ-1	Geçmiş Dere-1	1426	0321458	4446977	31.07.2003	250	160	23.7	7.85	14.8	6.4

Ek-Çizelge 4.1. İnceleme alanı içerisinde yer alan sıcak sulara ait bilgiler (arazi ölçümleri)

Örnek no	Sıcaksu no	Sıcaksu adı	Çıktığı birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
Y-4	MTA-1	MTA-1 Kuyusu	Rezervuar kayaç mermer	1367	0306036	4403440	14.07.2003	2900	1920	25	6.70	45.8	0.5	(-)
Y-208	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	2860	1930	25	6.60	45.5	1.1	475
Y-330	"	"	"	"	"	"	03.10.2004	2910	1880	25	6.78	43.5	0.5	418
Y-504	"	"	"	"	"	"	30.06.2005	2760	1750	25	6.62	46.5	1.6	594
Y-3	MTA-2	MTA-2 Kuyusu	Rezervuar kayaç mermer	1375	0306073	4403547	14.07.2003	2910	1950	60	6.72	45.8	1.5	(-)
Y-209	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	2960	1980	60	6.58	45.8	0.5	396
Y-329	"	"	"	"	"	"	03.10.2004	2940	1860	60	6.56	44	0.3	616
Y-404	"	"	"	"	"	"	18.04.2005	2750	1830	60	6.54	47	3.3	550
Y-505	"	"	"	"	"	"	30.06.2005	2750	1830	60	6.56	46.2	2.0	594
Y-5	MTA-4	MTA-4 Kuyusu	Rezervuar kayaç mermer	1350	0306624	4403709	14.07.2003	3120	2110	100	6.59	45	0.8	(-)
Y-207	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	3240	2190	100	6.40	46	1.0	484
Y-331	"	"	"	"	"	"	03.10.2004	3380	2100	100	6.73	47	0.8	506
Y-403	"	"	"	"	"	"	18.04.2005	3050	1940	100	6.50	46.6	3.1	480
Y-503	"	"	"	"	"	"	30.06.2005	3230	2040	100	6.51	46.5	1.0	603
Y-7	UÇ-1	Uyuz Çermik-1	Rezervuar kayaç mermer	1312	0307518	4410303	15.07.2003	3340	2290	0.5	6.98	29.5	5.4	(-)
Y-211	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	3310	2200	0.5	6.76	32.4	0.1	638
Y-326	"	"	"	"	"	"	03.10.2004	3590	2220	0.5	6.99	28.4	4.0	246
Y-406	"	"	"	"	"	"	18.04.2005	3050	2040	0.5	6.76	28.2	6.1	365
Y-507	"	"	"	"	"	"	30.06.2005	3200	2080	0.5	6.97	29.9	2.0	462
Y-8	UÇ-2	Uyuz Çermik-2	Rezervuar kayaç mermer	1308	0307475	4410443	15.07.2003	3370	2270	0.5	6.65	32	0.1	(-)
Y-29	HŞ-1	Hamzaşeyh Çermiği-1	Rezervuar kayaç mermer	1320	0314397	4418973	19.07.2003	3230	2180	1	6.59	23.5	3.8	(-)
Y-218	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	3130	2080	1.5	6.60	26.1	2.5	594
Y-324	"	"	"	"	"	"	03.10.2004	3530	2240	2	6.62	23.5	3.8	625
Y-413	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	3090	2010	2	6.55	21.2	3.9	537
Y-544	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	2960	1960	1.7	6.45	24.4	3.9	475
Y-30	HŞ-2	Hamzaşeyh Çermiği-2	Rezervuar kayaç mermer	1331	0314671	4418846	19.07.2003	3160	2140	1	6.40	19.5	1.4	(-)
Y-57	ÇP-1	Çermik Pınarı	Rezervuar kayaç mermer	1365	0316420	4432136	23.07.2003	2010	1350	0.25	6.35	24	1.2	(-)
Y-224	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	1990	1330	0.25	6.55	24.2	3.6	317
Y-321	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	2650	1400	0.35	6.67	21.5	4.0	345
Y-419	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	1930	1290	0.35	6.67	17.3	4.9	330
Y-536	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	1870	1280	0.25	6.58	22.7	3.6	242

Ek-Çizelge 4.2. İnceleme alanı içerisinde yer alan kaynaklara ait bilgiler (arazi ölçümleri)

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)
Y-6	YK-1	Karlıpınar çeşmesi	Traverten	1364	0305353	4402027	14.07.2003	298	200	0.5	8.69	12	7.0
Y-210	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	294	190	0.5	8.39	11	7.4
Y-405	"	"	"	"	"	"	18.04.2005	275	180	0.75	7.78	10.4	11.8
Y-506	"	"	"	"	"	"	30.06.2005	272	180	0.5	7.60	10.6	12.0
Y-11	YK-2	Danaören çeşmesi	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1345	0304269	4413614	15.07.2003	360	240	0.25	7.94	10.9	9.2
Y-12	YK-3	Kömüşgölü kaynağı	Bazalt, andazit (Pazarcık volkanitleri)	1375	0307342	4413671	15.07.2003	325	220	0.25	7.86	11.9	6.5
Y-13	YK-4	Yukarı pınar	Bazalt, andazit (Pazarcık volkanitleri)	1364	0307935	4414147	15.07.2003	341	230	0.25	7.82	17.2	8.7
Y-14	YK-5	Çamurlunundere kay.	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1290	0310268	4406193	17.07.2003	770	510	1	7.89	13.1	1.6
Y-203	"	"	"	"	"	"	14.07.2004	745	490	1	7.73	12.6	1.1
Y-409	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	624	420	1.5	7.40	10.6	1.8
Y-538	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	725	490	1.2	7.18	11.9	2.6
Y-15	YK-6	Sögütlüçiftliği kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1345	0311247	4406791	17.07.2003	616	410	0.25	7.72	12.7	8.2
Y-16	YK-7	Yukarıkazanlı çeşmesi	Derindere-Aydoğmuş üy. sınırı	1421	0312661	4409234	17.07.2003	533	360	0.25	8.30	12.3	9.2
Y-17	YK-8	Verekpınarı kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1367	0311896	4408151	17.07.2003	590	400	0.25	8.00	11.4	1.3
Y-18	YK-9	Ören çeşmesi	Derindere-Aydoğmuş üy. sınırı	1341	0310728	4408869	17.07.2003	510	340	1	7.82	10.6	8.2
Y-19	YK-10	Kürünlü kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1352	0312419	4411099	17.07.2003	546	360	1.5	7.70	12.8	3.8
Y-204	"	"	"	"	"	"	14.07.2004	585	390	1	7.71	13	2.7
Y-410	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	540	360	1.5	7.18	9.3	4.4
Y-539	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	530	350	0.75	7.17	12	3.3
Y-20	YK-11	Sulak kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1403	0315572	4413486	17.07.2003	410	270	1	7.90	12.8	6.0
Y-205	"	"	"	"	"	"	14.07.2004	446	290	1.5	7.72	12.1	8.3
Y-421	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	397	260	2	7.60	9.8	7.9
Y-540	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	409	270	1	7.32	12.4	6.3
Y-21	YK-12	Yalnızçayır kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1329	0314614	4414880	17.07.2003	783	520	0.5	8.13	9.5	7.8
Y-22	YK-13	Büyükçayır kaynağı	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1353	0314912	4413743	17.07.2003	1045	700	5	7.85	12.3	6.8
Y-206	"	"	"	"	"	"	14.07.2004	809	540	4	7.50	11	7.9
Y-420	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	945	640	5	7.37	9.6	4.2
Y-541	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	938	630	4	7.20	11.1	5.1
Y-23	YK-14	Tatlıpınar çeşmesi	Çakıldaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1390	0315057	4412976	17.07.2003	435	290	0.25	8.10	13	7.6
Y-24	YK-15	Höyük çeşmesi	Çakıldaşı, kumt. (İncesu f.)-Kumt. (Tokuş f.) sn.	1304	0313450	4415151	18.07.2003	595	410	0.5	7.90	14.7	5.8

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor ((-) işareti ilgili değerin ölçülmediğini ifade etmektedir)

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
Y-25	YK-16	Sarıpınar kaynağı	Çakıltaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1306	0313522	4414542	18.07.2003	799	540	1.5	7.82	12.1	7.5	(-)
Y-26	YK-17	Regülatör kaynağı	Serpantinit (Tekelidağ Kar.)	1304	0314337	4417472	18.07.2003	540	360	3	7.63	13.7	7.8	(-)
Y-216	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	561	370	2	7.69	13.1	9.2	(-)
Y-411	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	508	340	3	7.25	9.2	8.0	(-)
Y-542	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	495	330	3	7.44	13.5	7.9	(-)
Y-31	YK-18	Yasdua çeşmesi	Epiklastik ve piroklastikler (Kılıçlı ol.)	1323	0314747	4422205	19.07.2003	375	250	0.25	7.98	12.3	6.6	(-)
Y-32	YK-19	Erikliçayır kaynağı	Epiklastik ve piroklastikler (Kılıçlı ol.)	1334	0315388	4422592	19.07.2003	428	280	2	7.70	11.5	6.9	(-)
Y-219	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	420	280	2	7.75	11.1	7.5	(-)
Y-414	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	410	270	3	7.50	9.5	10.5	(-)
Y-545	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	404	270	2.3	7.48	11.3	7.8	(-)
Y-33	YK-20	Eyreçayırı kaynağı	Volkanikler (Darmik volkanitleri)	1361	0314858	4425982	19.07.2003	360	240	3	7.36	11.8	2.8	(-)
Y-222	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	357	240	3	7.38	11.5	1.8	(-)
Y-415	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	306	200	5	7.30	7.7	9.9	(-)
Y-537	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	320	210	3	7.25	11.8	1.4	(-)
Y-34	YK-21	Öz kaynağı	Alüvyon	1353	0314765	4425850	19.07.2003	520	350	1	7.35	10.5	4.8	(-)
Y-35	YK-22	Gaziköy kaynağı-1	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1345	0320542	4429994	19.07.2003	802	540	168	7.24	14.5	7.7	(-)
Y-233	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	811	540	148	7.05	14.5	5.4	40
Y-314	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	784	520	207	7.05	14.5	6.6	48
Y-422	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	746	500	172	6.97	14.4	9.2	44
Y-461	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	748	500	150	6.82	14.5	6.8	42
Y-527	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	747	500	184	6.83	14.6	6.6	40
Y-561	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	725	480	157	6.86	14.6	6.0	73
Y-571	"	"	"	"	"	"	10.09.2005	739	500	144	6.86	14.6	6.2	66
Y-581	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	763	510	144	6.86	14.6	6.5	44
Y-36	YK-23	Gaziköy kaynağı-2	Mermer-Traverten	1384	0320393	4429649	19.07.2003	775	520	2	7.05	13.7	4.7	(-)
Y-38	YK-24	Gaziköy havuzu kaynağı	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1370	0319924	4429382	19.07.2003	783	520	42	6.95	15	4.5	(-)
Y-231	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	780	520	33	6.96	15	3.5	62
Y-316	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	799	520	56	6.88	15.1	5.8	84
Y-424	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	695	460	31	7.02	15.6	6.7	68
Y-462	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	734	510	24	6.79	15.4	3.4	75

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor ((-) işareti ilgili değerin ölçülmediğini ifade etmektedir)

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
Y-529	YK-24	Gaziköy havuzu kaynağı	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1370	0319924	4429382	05.07.2005	730	490	26	6.77	15.2	4.1	53
Y-562	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	715	480	24	6.75	15.3	4.1	79
Y-572	"	"	"	"	"	"	10.09.2005	726	490	24	6.78	15.1	3.9	79
Y-582	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	741	500	18	6.80	15	4.8	40
Y-40	YK-25	Hasançavuş kaynağı	Mermer (Akdağ. Lit.)-çakıltaşı, kumt.(İncesu f.) sın.	1372	0319602	4420562	21.07.2003	517	340	1.5	7.67	10.7	7.2	(-)
Y-41	YK-26	Leylek pınarı	Mermer (Akdağ. Lit.)-çakıltaşı, kumt.(İncesu f.) sın.	1372	0319498	4420668	21.07.2003	556	370	5.5	7.62	13	8.2	(-)
Y-225	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	532	350	5	7.34	11.6	6.0	(-)
Y-446	"	"	"	"	"	"	24.04.2005	476	290	5	7.10	11.7	8.6	(-)
Y-520	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	504	340	3	7.14	11.9	7.0	(-)
Y-42	YK-27	Çorak kaynağı	Çakıltaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1454	0319481	4420362	21.07.2003	542	360	5	7.73	12.3	6.4	(-)
Y-43	YK-28	Mezarlık kaynağı	Çakıltaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1452	0319261	4420340	21.07.2003	610	390	2	7.43	12.5	5.2	(-)
Y-44	YK-29	İkipınarlar kaynağı	Epi ve piroklastikler-kireçtaşı (Kılıçlı ol.) sın.	1547	0321254	4422349	21.07.2003	348	230	2	8.00	10.2	8.0	(-)
Y-45	YK-30	Şeybek kaynağı	Epi ve pirok. (Kılıçlı ol.)-mermer (Akdağ Lit.) sın.	1504	0320546	4421892	21.07.2003	418	280	7	7.86	10.1	6.6	(-)
Y-46	YK-31	Gölayağı kaynağı	Epi ve pirok. (Kılıçlı ol.)-Kts (Tek. Kar.) sın.	1511	0319804	4423353	21.07.2003	340	220	1	7.75	9.3	7.5	(-)
Y-47	YK-32	Kaynarca kaynağı-1	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1326	0317671	4431722	21.07.2003	1050	700	245	7.15	13.5	6.5	(-)
Y-226	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	1042	700	232	6.95	13.5	6.6	92
Y-318	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	1068	720	208	6.76	13.6	6.2	101
Y-427	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	920	620		6.73	13.8	5.4	75
Y-465	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	935	620		6.80	13.8	4.8	79
Y-532	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	965	650	267	6.66	13.7	6.6	81
Y-564	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	920	650	243	6.67	13.8	7.0	128
Y-575	"	"	"	"	"	"	10.09.2005	975	690	206	6.67	13.6	6.8	106
Y-585	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	990	660	208	6.62	14	6.0	97
Y-48	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1325	0317696	4431690	21.07.2003	1017	680	199	7.13	13.3	6.3	(-)
Y-227	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	1014	680	189	6.90	13.3	6.6	84
Y-317	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	1028	690	163	6.73	13.4	6.5	103
Y-426	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	926	620	170	6.77	13.6	3.3	84
Y-464	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	957	650	151	6.75	13.5	5.3	86
Y-531	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	960	650	189	6.60	13.5	6.8	70
Y-565	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	932	620	169	6.67	13.6	5.9	114

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor (-) işareti ilgili değerin ölçülmediğini ifade etmektedir

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
Y-574	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1325	0317696	4431690	10.09.2005	967	650	137	6.71	13.6	6.1	119
Y-584	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	985	660	138	6.60	13.7	6.3	103
Y-49	YK-34	Kaynarca kaynağı-3	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1325	0317713	4431675	21.07.2003	963	640	5	7.11	12.8	4.8	(-)
Y-50	YK-35	Kaynarca kaynağı-4	Mermer (Akdağmadeni Litodemi) - Traverten	1378	0317907	4432492	21.07.2003	1100	740	32	7.24	14.4	4.5	(-)
Y-228	"	"	"	"	"	"	17.07.2004	1055	710	11	7.25	14.4	4.5	128
Y-319	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	1085	730	5	6.76	15.2	5.5	141
Y-428	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	962	640	5	6.81	12.2	5.2	75
Y-533	"	"	"	"	"	"	05.07.2005	996	670	7.5	6.62	14	7.8	110
Y-55	YK-36	Tekirçimen kaynağı	Kumtaşı, kilt. ard.(Tokuş f.-Banaz üyesi)	1446	0310894	4428030	23.07.2003	560	370	0.5	7.49	10.5	7.8	(-)
Y-56	YK-37	İhçak çeşmesi	Kuvarsit (Akdağmadeni Litodemi)	1433	0311458	4429362	23.07.2003	646	430	7	6.84	17.3	5.2	(-)
Y-223	"	"	"	"	"	"	16.07.2004	648	430	5	7.12	17.1	3.7	13
Y-320	"	"	"	"	"	"	02.10.2004	650	440	5	7.14	17.3	6.0	24
Y-418	"	"	"	"	"	"	19.04.2005	550	370	6.5	6.96	16.9	9.4	22
Y-519	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	582	390	6	7.10	17.4	6.5	22
Y-59	YK-38	Aygroğlu pınarı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1912	0322540	4441865	23.07.2003	145	90	1	7.95	10.8	7.3	(-)
Y-60	YK-39	Büyükgöz kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1934	0321948	4442134	23.07.2003	158	100	5	7.98	7.5	6.8	(-)
Y-251	"	"	"	"	"	"	21.07.2004	150	100	5	7.87	7.4	6.6	(-)
Y-301	"	"	"	"	"	"	30.09.2004	146	100	3	7.65	6.7	8.2	(-)
Y-435	"	"	"	"	"	"	21.04.2005	98	40	10	7.24	3.3	8.0	(-)
Y-521	"	"	"	"	"	"	04.07.2005	125	80	5	7.77	7.9	7.5	(-)
Y-61	YK-40	Küçükgöz kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1951	0321685	4442130	23.07.2003	145	90	4	7.98	8.4	7.1	(-)
Y-62	YK-41	Tepecik çermiği	Traverten	1448	0321299	4436199	23.07.2003	1260	910	59	6.28	18.2	1.0	(-)
Y-252	"	"	"	"	"	"	21.07.2004	1279	860	53	6.49	18.2	1.0	216
Y-303	"	"	"	"	"	"	30.09.2004	1330	870	45	6.55	18.5	1.0	220
Y-445	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	1254	850	35	6.59	18.5	1.4	242
Y-517	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	1232	830	41	6.34	18.5	1.7	343
Y-64	YK-42	Pıstırık pınarı	Kumtaşı, kilt. ard. (Tokuş f.-Banaz üyesi)	1529	0301893	4424089	24.07.2003	555	370	0.25	8.21	10.6	9.0	(-)
Y-65	YK-43	Aşağı pınar	Epiklastik ve piroklastikler (Kılıçlı ol.)	1530	0300978	4423638	24.07.2003	550	360	2	7.50	11.5	4.0	(-)
Y-244	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	560	370	1.25	7.03	10.9	4.0	(-)
Y-450	"	"	"	"	"	"	24.04.2005	427	280	2	7.42	8.5	3.5	(-)

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)
Y-551	YK-43	Aşağı pınar	Epiklastik ve piroklastikler (Kılıçlı ol.)	1530	0300978	4423638	06.07.2005	521	340	2	7.17	11.2	3.1
Y-66	YK-44	Recepoğlu çeşmesi	Epiklastik ve piroklastikler (Kılıçlı ol.)	1400	0300117	4421440	24.07.2003	430	280	1	7.70	11.3	4.8
Y-243	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	402	260	0.5	7.48	11.7	5.2
Y-433	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	400	260	1	7.51	10	3.4
Y-550	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	375	260	1	7.45	11.6	7.5
Y-67	YK-45	Çataloluk kaynağı	Serpantinit (Tekelidağ Kar.)	1448	0298495	4425502	24.07.2003	360	240	1	8.55	11.6	7.0
Y-68	YK-46	Yukarıçakmak çeşmesi	Andezit (Y.Çak. svol.)-kireçtaşı sn. (Tokuş f.)	1478	0301011	4425093	24.07.2003	470	310	0.25	7.80	10	6.0
Y-69	YK-47	Söğüdüniçi çeşmesi	Serpantinit (Tekelidağ Kar.)	1401	0305537	4431159	24.07.2003	365	240	1	7.95	12.5	5.9
Y-245	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	354	230	0.75	7.63	11.8	6.8
Y-432	"	"	"	"	"	"	20.04.2005	338	220	2	7.37	10.7	4.2
Y-549	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	331	220	1.5	7.34	11.1	6.8
Y-70	YK-48	Çırçır çeşmesi	Çakıtaşı, kumtaşı (Tozantı grubu.Dogaşar f.)	1354	0310047	4436345	24.07.2003	390	260	0.1	8.04	10.8	5.9
Y-72	YK-49	Büyükgöl kaynağı	Traverten	1442	0326113	4431660	28.07.2003	1015	680	5	7.37	16.2	5.5
Y-241	"	"	"	"	"	"	19.07.2004	980	660	3	7.23	15.8	5.3
Y-442	"	"	"	1442	0326113	4431660	23.04.2005	898	600	6	7.07	15.2	6.8
Y-515	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	897	580	5	7.11	18.3	7.2
Y-73	YK-50	Olukman şebeke suyu	Kumtaşı, kilt. ard.(Tokuş f.-Banaz üyesi)	1443	0326226	4431355	28.07.2003	398	260	0.25	7.81	17.4	7.0
Y-74	YK-51	Tatlı su çeşmesi	Kumtaşı, kilt. ard.(Tokuş f.-Banaz üyesi)	1407	0326263	4431450	28.07.2003	370	240	0.25	7.60	16.7	6.9
Y-75	YK-52	Kilise pınarı	Pelajik kireçtaşı (Boztepe f. -Maden üyesi)	1459	0327923	4430656	28.07.2003	376	250	1.5	7.81	10.9	7.9
Y-242	"	"	"	"	"	"	19.07.2004	377	250	1	7.75	10.6	7.3
Y-443	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	347	230	1.5	7.54	9.7	6.4
Y-513	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	332	220	1	7.69	11.5	8.2
Y-76	YK-53	Ankun kaynağı	Traverten	1459	0326378	4431814	28.07.2003	489	320	2	7.75	12.8	4.2
Y-78	YK-54	Göz kaynağı	Mermer (Akdağmadeni Litodemi)	1605	0323950	4434256	28.07.2003	247	160	4	7.81	9.6	5.8
Y-250	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	240	160	2.5	7.90	8.3	8.7
Y-444	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	221	150	2.5	7.93	8.3	7.8
Y-516	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	219	140	2.5	7.87	8.3	9.9
Y-79	YK-55	Üçgöz pınarı	Kuvarsit (Akdağmadeni Litodemi)	1453	0321495	4434105	28.07.2003	290	190	0.7	7.63	11.1	7.2
Y-80	YK-56	Kepeztepe kaynağı	Traverten	1454	0328934	4429871	28.07.2003	1295	870	10	6.85	16.5	2.3
Y-81	YK-57	Aksu kaynağı	Mermer (Akdağ.Lit.)-hamur (Tek. Kar.) sınırı	1707	0311090	4423634	28.07.2003	360	240	1.5	7.37	7.5	5.7

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)
Y-235	YK-57	Aksu kaynağı	Mermer (Akdağ.Lit.)-hamur (Tek. Kar.) sınırı	1707	0311090	4423634	19.07.2004	350	230	1.5	7.55	6.6	8.9
Y-439	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	352	230	2.5	7.28	6.8	7.4
Y-511	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	323	220	2	7.39	6.8	9.5
Y-82	YK-58	Kaynak pınarı çeşmesi	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1535	0330628	4425566	28.07.2003	280	180	0.5	7.85	10.9	4.2
Y-84	YK-59	Kabalaklı pınarı	Gabro, diyorit (Tozantı gur.-Yıldız Dağı gabrosu)	1862	0323918	4444387	29.07.2003	129	80	5	8.77	7.4	7.2
Y-85	YK-60	Karapınar	Gabro, diyorit (Tozantı gru.-Yıldız Dağı gabrosu)	1964	0323420	4444521	29.07.2003	80	50	8	7.99	4.3	10.3
Y-254	"	"	"	"	"	"	21.07.2004	79	50	6	7.98	4.4	11.0
Y-86	YK-61	Üçgözeler kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı gur.-Yıldız Dağı gabrosu)	1975	0323485	4444418	29.07.2003	87	60	3	7.71	5.3	9.4
Y-87	YK-62	Çatmanbaşak çeşmesi	Çakıltaş, kumtaş (Boztepe f.- Yakaboyu üy)	1609	0326211	4443476	29.07.2003	441	290	0.5	7.48	12.5	5.5
Y-88	YK-63	Kurşunlu kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı gru.-Yıldız Dağı gabrosu)	1823	0321397	4445025	29.07.2003	121	80	28	7.84	6.2	8.4
Y-255	"	"	"	"	"	"	21.07.2004	120	80	23	7.91	6.2	8.5
Y-304	"	"	"	"	"	"	30.09.2004	124	80	11	7.71	6.3	6.2
Y-436	"	"	"	"	"	"	21.04.2005	106	70	14	7.35	6.1	6.1
Y-467	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	109	70	18	7.78	6.3	7.1
Y-522	"	"	"	"	"	"	04.07.2005	110	70	19	7.75	6.3	7.8
Y-567	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	111	70	14	7.81	6.2	7.6
Y-577	"	"	"	"	"	"	10.09.2005	112	70	13	7.90	6.3	9.8
Y-587	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	114	70	12	7.97	6.3	8.6
Y-89	YK-64	Karapınar kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1885	0320774	4444243	29.07.2003	87	60	29	7.27	4.2	9.6
Y-256	"	"	"	"	"	"	21.07.2004	93	60	19	7.21	4.2	10.1
Y-305	"	"	"	"	"	"	30.09.2004	88	60	13	7.21	4.2	7.6
Y-437	"	"	"	"	"	"	21.04.2005	95	60	14	7.12	4.1	7.1
Y-468	"	"	"	"	"	"	28.05.2005	92	60	15	7.09	4.0	11.7
Y-523	"	"	"	"	"	"	04.07.2005	85	60	24	6.92	4.4	9.0
Y-568	"	"	"	"	"	"	27.07.2005	75	50	21	6.98	4.5	10.5
Y-578	"	"	"	"	"	"	10.09.2005	80	50	12	7.15	4.3	10.7
Y-588	"	"	"	"	"	"	25.10.2005	78	50	11	7.07	4.1	10.1
Y-90	YK-65	Kurbanpınarı kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1886	0321010	4444186	29.07.2003	85	60	6	7.32	3.9	10.2
Y-91	YK-66	Göğüş kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1894	0320684	4444057	29.07.2003	69	50	4	7.53	3.7	10.7
Y-92	YK-67	Taşoluk kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı G.-Yıldız Dağı gabrosu)	1882	0320597	4443935	29.07.2003	92	60	7	7.65	4.7	6.5

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)
Y-93	YK-68	Büyükaralık kaynağı	Gabro, diyorit (Tozantı gru.-Yıldız Dağı gabrosu)	1872	0320466	4443586	29.07.2003	116	80	4.5	7.54	4.4	7.7
Y-94	YK-69	Deruş pınarı çeşmesi	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1394	0313797	4446534	31.07.2003	294	190	0.25	7.21	15.1	5.1
Y-95	YK-70	Yüce pınarı	Hamur (Tek.K.)-Plj. kçt.(Boztepe f-Maden üy.)	1428	0314171	4451161	31.07.2003	383	250	0.5	7.97	10.6	7.8
Y-96	YK-71	Korkorun kaynağı	Yeniden krist. kireçtaşı (Üçtepe kireçtaşı)	1567	0315237	4452755	31.07.2003	277	180	8	7.95	8.2	8.6
Y-249	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	281	180	12	7.73	8.1	8.3
Y-307	"	"	"	"	"	"	01.10.2004	283	190	8	7.93	8.2	11.5
Y-447	"	"	"	"	"	"	24.04.2005	240	160	30	7.40	7.7	12.0
Y-524	"	"	"	"	"	"	04.07.2005	240	160	15	7.56	8	9.6
Y-98	YK-72	Çelekli kaynağı	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1544	0321992	4446545	31.07.2003	445	290	4	7.52	8.2	8.7
Y-100	YK-73	Karşı kaynağı	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1514	0319915	4446378	31.07.2003	336	220	3	7.55	9	9.1
Y-101	YK-74	Cillop kaynağı	Kireçtaşı (Üçtepe kçt.)-metamor.(Dumanlı met)	1690	0320750	4451325	31.07.2003	273	180	4	7.89	12.9	4.2
Y-103	YK-75	Buğle kaynağı	Çaklıtaşı, kumtaşı, volkanit ara kat. (Kargın f.)	1423	0305341	4439023	01.08.2003	462	310	0.25	7.57	10.9	6.2
Y-104	YK-76	Göz kaynağı	Y. kristallenmiş kireçtaşı (Tekelidağ kar.)	1679	0301977	4436075	01.08.2003	318	210	20	7.60	9.3	9.8
Y-246	"	"	"	"	"	"	20.07.2004	265	170	17	7.43	9.5	7.1
Y-309	"	"	"	"	"	"	01.10.2004	270	180	14	7.96	9.5	10.3
Y-449	"	"	"	"	"	"	24.04.2005	218	140	25	7.59	9.4	7.0
Y-548	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	240	170	20	7.70	9.5	6.5
Y-105	YK-77	Gözeler kaynağı	Y. kristallenmiş kireçtaşı (Tekelidağ kar.)	1636	0302742	4435823	01.08.2003	299	190	6	7.50	8.7	10.0
Y-106	YK-78	Yukarıfirindere kaynağı	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1486	0301934	4445613	01.08.2003	458	300	2	7.25	11.5	7.0
Y-107	YK-79	Üçoluk kaynağı	Y. krist. kireçtaşı.-hamur (Tekelidağ Kar.) sınırı	1486	0308847	4449669	01.08.2003	301	200	3	7.43	9.4	9.6
Y-108	YK-80	Camişderesi kaynağı	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1479	0309301	4449014	01.08.2003	310	210	1	7.24	12	5.1
Y-109	YK-81	Kumtarla kaynağı	Alüvyon	1510	0333996	4442345	04.08.2003	391	260	4	7.64	17	3.9
Y-110	YK-82	Öreniçi kaynağı	Hamur (Tekelidağ Karışığı)	1533	0333696	4443910	04.08.2003	337	220	1.5	7.86	11.5	9.0
Y-111	YK-83	Mercan pınarı	Plj. kireçtaşı-serpantinit (Tekelidağ. Kar.) sın.	1602	0333146	4444073	04.08.2003	340	220	5	7.90	9	12.0
Y-238	"	"	"	"	"	"	19.07.2004	414	270	4	7.89	12.6	5.0
Y-440	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	310	200	5	7.40	8.4	6.5
Y-512	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	338	230	3	7.48	11.4	6.0
Y-112	YK-84	Pınargözü kaynağı	Serpantinit-plj kireçtaşı (Tekelidağ Kar.) sınırı	1486	0333049	4439520	04.08.2003	289	190	1.5	7.63	11.4	8.6
Y-113	YK-85	Şeyh pınarı	Epik. ve piroklastikler-kireçtaşı sın. (Kılıçlı ol.)	1563	0325721	4426037	04.08.2003	425	270	2	7.45	11.8	6.0
Y-114	YK-86	Bayram pınarı	Kireçtaşı (Kılıçlı olistostromu)	1567	0326082	4425877	04.08.2003	426	280	2	7.46	11.8	6.8

Ek-Çizelge 4.2. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Çıktığı Birim	Yükseklik (m)	Boylam	Enlem	Tarih	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Debi (l/s)	PH	Sıcaklık (°C)	DO ₂ (mg/l)
Y-234	YK-86	Bayram pınarı	Kireçtaşı (Kılıçlı olistostromu)	1567	0326082	4425877	19.07.2004	420	280	1.5	7.61	11.4	6.9
Y-438	"	"	"	"	"	"	23.04.2005	362	240	2.5	7.28	11	9.0
Y-510	"	"	"	"	"	"	01.07.2005	375	250	2	7.32	11	9.9
Y-115	YK-87	Çobanderesi kaynağı	Kireçtaşı (Kılıçlı olistostromu)	1561	0325136	4423311	04.08.2003	396	260	2.5	7.52	13.3	7.5
Y-116	YK-88	Göze çeşmesi	Bazalt, andazit (Pazarcık vol.)-İncesu f. sın.	1429	0303714	4416857	05.08.2003	596	400	1.5	7.24	12.5	4.9
Y-214	"	"	"	"	"	"	15.07.2004	536	360	0.5	7.76	12.3	5.3
Y-117	YK-89	Yukarıpınar çeşmesi	Bazalt, andazit (Pazarcık volkanitleri)	1438	0304009	4416802	05.08.2003	377	250	0.5	7.63	15.2	6.1
Y-215	"	"	"	"	"	"	15.07.2005	350	230	0.5	7.42	14.2	5.9
Y-451	"	"	"	"	"	"	24.04.2005	302	190	1	7.50	9.9	7.0
Y-552	"	"	"	"	"	"	06.07.2005	327	220	0.5	7.67	12.4	6.6
Y-118	YK-90	Heküe kaynağı	Alüvyon	1416	0308522	4422287	05.08.2003	642	430	3	7.35	11	3.7
Y-119	YK-91	Oluklu kaynağı	Çakıtaşı, kumtaşı (İncesu f-Derindere üy.)	1465	0307427	4420813	05.08.2003	457	300	1.5	7.55	12	6.2
Y-120	YK-92	Kütküklü kaynağı	Çakıtaşı, kumtaşı (İncesu F-Derindere üy.)	1463	0307457	4421030	05.08.2003	524	350	1.5	7.38	13.4	1.2
Y-121	YK-93	Kible pınarı	Bazalt, andazit (Pazarcık volkanitleri)	1450	0306776	4420863	05.08.2003	379	250	0.5	7.44	14.5	6.4
Y-122	YK-94	Armutlu kaynağı	Serpantinit-hamur (Tekelidağ Karışığı)	1764	0298244	4432248	05.08.2003	243	160	3	7.23	11	6.8
Y-123	YK-95	Kamgalı kaynağı	Serpantinit (Tekelidağ Karışığı)	1676	0299161	4432336	05.08.2003	342	220	1	8.25	11	6.3
Y-124	YK-96	Yanköy çeşmesi	Pelajik kireçtaşı (Tekelidağ K.)-Doğanşar f.sınırı	1448	0305168	4434212	05.08.2003	268	180	0.5	7.90	14.6	6.1
Y-125	YK-97	Tavuk pınarı	Alüvyon-çakıtaşı, kumt. volk. (Kargın f.) sın.	1348	0313652	4436252	05.08.2003	1505	1011	0.5	6.59	12.9	3.5
Y-236	YK-98	Şeyh pınarı (Kurtlapa)	Volkanit (Tekelidağ Karışığı)	1640	0334486	4440445	19.07.2004	136	90	2	7.27	8	9.0
Y-237	YK-99	Hasanbey pınarı	Yeşilsist (Tekelidağ Karışığı)	1878	0336709	4441961	19.07.2004	200	130	0.5	7.94	9.1	5.5
Y-239	YK-100	Dumanlı pınarı	Metamorfik (Tokat grubu.-Dumanlı met.)	1833	0334754	4447271	19.07.2004	193	130	2	7.56	8.2	5.8

Ek-Çizelge 6.1. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)

Örnek no	Sıcaksu no	Sıcaksu adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-4	MTA-1	MTA-1 kuyusu	14.07.2003	45.8	6.70	2900	1920	(-)	8.27	1.00	14.80	4.50	28.57	0.00	19.50	6.10	0.71	26.31	28.9	2.66	C4-S1	96.5
Y-208	"	"	15.07.2004	45.5	6.60	2860	1930	475	4.00	1.00	21.00	1.00	27.00	0.00	22.50	6.50	1.04	30.04	14.8	1.21	C4-S1	110.0
Y-330	"	"	03.10.2004	43.5	6.78	2910	1880	418	8.78	0.89	15.50	3.20	28.37	0.00	23.30	7.00	0.91	31.21	30.9	2.87	C4-S1	93.5
Y-504	"	"	30.06.2005	46.5	6.62	2760	1750	594	5.98	0.25	15.70	7.80	29.73	0.00	24.70	7.60	0.68	32.98	20.1	1.74	C4-S1	117.5
Y-3	MTA-2	MTA-2 kuyusu	14.07.2003	45.8	6.72	2910	1950	(-)	8.52	1.13	16.00	4.50	30.15	0.00	21.00	6.90	0.72	28.62	28.3	2.66	C4-S1	102.5
Y-209	"	"	15.07.2004	45.8	6.58	2960	1980	396	3.00	1.00	21.75	3.50	29.25	0.00	23.00	6.70	1.00	30.70	10.3	0.84	C4-S1	126.3
Y-329	"	"	03.10.2004	44	6.56	2940	1860	616	7.87	0.85	15.00	6.00	29.72	0.00	24.40	7.00	0.91	32.31	26.5	2.43	C4-S1	105.0
Y-404	"	"	18.04.2005	47	6.54	2750	1830	550	7.30	0.45	19.00	4.10	30.85	0.00	24.80	7.20	1.42	33.42	23.7	2.15	C4-S1	115.5
Y-505	"	"	30.06.2005	46.2	6.56	2750	1830	594	6.03	0.25	17.90	4.00	28.18	0.00	24.00	7.30	0.85	32.15	21.4	1.82	C4-S1	109.5
Y-5	MTA-4	MTA-4 kuyusu	14.07.2003	45	6.59	3120	2110	(-)	11.00	1.31	14.90	4.00	31.21	0.00	19.20	8.10	1.40	28.70	35.2	3.58	C4-S2	94.5
Y-207	"	"	15.07.2004	46	6.40	3240	2190	484	5.00	0.09	23.00	1.30	29.39	0.00	24.80	8.10	1.54	34.44	17.0	1.43	C4-S1	121.5
Y-331	"	"	03.10.2004	47	6.73	3380	2100	506	11.26	1.09	7.50	13.40	33.25	0.00	27.00	8.80	1.15	36.95	33.9	3.48	C4-S2	104.5
7-403	"	"	18.04.2005	46.6	6.50	3050	1940	480	9.31	0.54	20.70	4.60	35.15	0.00	26.45	8.80	1.10	36.35	26.5	2.62	C4-S1	126.5
Y-503	"	"	30.06.2005	46.5	6.51	3230	2040	603	7.74	0.31	19.00	6.40	33.45	0.00	26.00	8.90	1.13	36.03	23.1	2.17	C4-S1	127.0
Y-7	UÇ-1	Uyuz çermik-1	15.07.2003	29.5	6.98	3340	2290	(-)	15.96	2.13	14.90	4.40	37.39	0.00	19.15	11.10	1.73	31.98	42.7	5.14	C4-S2	96.5
Y-211	"	"	15.07.2004	32.4	6.76	3310	2200	638	7.00	1.50	24.45	0.20	33.15	0.00	26.00	9.20	1.83	37.03	21.1	1.99	C4-S1	123.3
Y-326	"	"	03.10.2004	28.4	6.99	3590	2220	246	11.00	1.56	11.40	11.50	35.46	0.00	28.00	10.05	1.55	39.60	31.0	3.25	Aşıyor	114.5
Y-406	"	"	18.04.2005	28.2	6.76	3050	2040	365	12.70	0.75	18.40	8.00	39.85	0.00	27.00	10.50	2.00	39.50	31.9	3.50	C4-S2	132.0
Y-507	"	"	30.06.2005	29.9	6.97	3200	2080	462	10.05	0.41	17.00	5.50	32.96	0.00	27.50	11.00	1.32	39.82	30.5	3.00	C4-S2	112.5
Y-8	UÇ-2	Uyuz çermik-2	15.07.2003	32	6.65	3370	2270	(-)	13.10	1.77	20.00	3.20	38.07	0.00	23.00	12.10	1.07	36.17	34.4	3.85	C4-S2	116.0
Y-29	HŞ-1	Hamzaşeyh çermiği-1	19.07.2003	23.5	6.59	3230	2180	(-)	22.30	1.22	7.15	2.60	33.27	0.00	20.00	5.80	6.35	32.15	67.0	10.10	C4-S3	48.8
Y-218	"	"	16.07.2004	26.1	6.60	3130	2080	594	16.50	1.00	8.00	3.05	28.55	0.00	23.50	5.60	6.00	35.10	57.8	7.02	C4-S3	55.3
Y-324	"	"	03.10.2004	23.5	6.62	3530	2240	625	27.82	1.13	8.60	0.80	38.35	0.00	26.40	5.70	4.77	36.87	72.5	12.83	Aşıyor	47.0
Y-413	"	"	19.04.2005	21.2	6.55	3090	2010	537	22.20	0.49	11.95	0.35	34.99	0.00	26.20	6.00	6.35	38.55	63.4	8.95	C4-S3	61.5
Y-544	"	"	06.07.2005	24.4	6.45	2960	1960	475	17.00	0.54	10.90	1.15	29.59	0.00	26.00	5.80	5.80	37.60	57.5	6.93	C4-S3	60.3
Y-30	HŞ-2	Hamzaşeyh çermiği-2	19.07.2003	19.5	6.40	3160	2140	(-)	19.30	1.21	10.80	1.45	32.76	0.00	21.00	5.80	6.46	33.26	58.9	7.80	C4-S3	61.3
Y-57	ÇP-1	Çermik pınarı	23.07.2003	24	6.35	2010	1350	(-)	3.17	0.40	18.00	0.30	21.87	0.00	19.60	1.40	0.67	21.67	14.5	1.05	C3-S1	91.5
Y-224	"	"	16.07.2004	24.2	6.55	1990	1330	317	2.50	0.13	16.50	1.25	20.38	0.00	20.00	1.40	0.84	22.24	12.3	0.84	C3-S1	88.8
Y-321	"	"	02.10.2004	21.5	6.67	2650	1400	345	3.05	0.04	17.15	2.90	23.14	0.00	24.80	1.00	0.54	26.34	13.2	0.96	C4-S1	100.3
Y-419	"	"	19.04.2005	17.3	6.67	1930	1290	330	2.42	0.13	19.50	0.30	22.35	0.00	18.80	1.38	0.79	20.97	10.8	0.77	C3-S1	99.0
Y-536	"	"	05.07.2005	22.7	6.58	1870	1280	242	1.43	0.06	14.40	2.80	18.69	0.00	18.90	1.30	0.48	20.68	7.7	0.49	C3-S1	86.0

Ek-Çizelge 6.2. Yıldız Irmağı havzasındaki sıcak suların kimyasal analiz sonuçları (elementler) (ppb)

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-208	MTA-1	15.07.2004	57	67	0	389	0	440	6.2		0	0	2.3	0	0		0	0	0.4	34			2.10	14		1.32
Y-504	"	30.06.2005		214	0	1588	0		0	1.40	18	1.02	0	108	1162	18.45	0.98	0	0	0	6.20	0.5	1.08	13	13.04	6.68
Y-209	MTA-2	15.07.2004	49	58	0	331	0	301	0		0	0	2.8	0	0		0	0	0.1	29			6.01	10		1.72
Y-404	"	18.04.2005		376	0	2318	0		0	0	29	2.46	0	0	0	1.61	0.28	0	0	0	7.30	0.9	19.4	17	17.19	6.85
Y-505	"	30.06.2005		388	0	1875	0		0	2.36	16	0.99	0	105	0	9.52	0.7	0	0	0	6.00	0.4	8.04	12	14.95	9.53
Y-207	MTA-4	15.07.2004	77	81	0	457	0	425	0		0	0	2.5	0	0		0	0	0.8	61			10.8	16		1.59
Y-403	"	18.04.2005		134	0	2630	0		0	0	33	2.59	0	0	0	3.05	0.25	0	0	0	7.07	2.1	14.6	22	23.76	0
Y-503	"	30.06.2005		442	0	1993	50		0	1.63	17	1.31	0	75.5	239.7	10.98	0.56	0	0	0	6.23	1.7	10.4	14	16.65	11.69
Y-211	UÇ-1	15.07.2004	83	84	0	443	0	439	0		0	0	2.4	0	0		0	0	0	9.7			0.15	12		1.29
Y-406	"	18.04.2005		229	0	3017	0		0	0	43	2.66	0	0	0	0	0.47	0	0	0	1.91	1.6	0.00	24	25.06	19.46
Y-507	"	30.06.2005		387	0	2241	0		0	2.28	20	1.33	0	14.8	559.4	10.3	0.72	0	0	0	1.18	2.1	0.00	17	19.16	12.39
Y-218	HŞ-1	16.07.2004	79	80	0	223	0	243	0		0	0	1.7	0	0		0	0	11	172			0.22	7.1		0.85
Y-413	"	19.04.2005		390	13	1391	0		0	0	30	1.98	0.04	289	2155	20.03	0.78	0	0	0	0	4.1	0.00	8.8	11.43	0
Y-544	"	06.07.2005		378	10	997	0		0	8.17	12	1.59	0.74	190	1381	6.18	0.31	0	4.93	0	0	3.8	4.94	7.9	8.40	3.53
Y-224	ÇP-1	16.07.2004	23	30	0	85.1	0	704	0		0	0	2.3	0	0		0	0	0	0			0.26	14		1.23
Y-419	"	19.04.2005		213	0	311	0		0	0	23	0.28	0	163	0	18.08	0.73	0	0	0	6.11	0	0.00	0.3	3.01	7.53
Y-536	"	05.07.2005		0	0	188	0		0	5.81	14	0.16	0.07	150	1543	10.63	0.44	0	0	0	2.51	0	3.00	0.8	1.01	1.35

Ek-Çizelge 6.2. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-208	MTA-1	15.07.2004	0	19.1	238	720		0		0					5.9	6.4	2.1	0	0			6.8	75		74				
Y-504	"	30.06.2005		161		3297	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0	23.39	40		0.32		0	0	0	
Y-209	MTA-2	15.07.2004	0	11.9	197	609		1		0					5.2	0	2	1.6	0			5.4	55		55				
Y-404	"	18.04.2005		217		4024	2.21	0	0	0	0	0.1	0.10	0	0	0	0	0	0	0	32.28	49		0.15		0	0	0	
Y-505	"	30.06.2005		159		3279	0	0	0	0	0	0.14	0.14	0	0	0	0	0	0	0	21.33	40		0.15		0	0	0	
Y-207	MTA-4	15.07.2004	0	30.28	283	841		0		0					6.9	3.3	2.2	0	0			8.3	62		62				
Y-403	"	18.04.2005		273		4857	1.52	0	0	0	0.01	0.21	0.15	0	0	0	0	0	0	0	44.48	59		0.25		0	0	0	
Y-503	"	30.06.2005		196		3928	0	0	0	0	0	0.03	0.09	0	0	0	0	0	0	0	23.28	48		0.11		0	622.2	0	
Y-211	UÇ-1	15.07.2004	0	41.2	291	847		0.6		0					4.6	0	1.9	0.2	0			7.9	44		44				
Y-406	"	18.04.2005		359		5747	2.60	0	0	0	0	0.10	0.26	0	0	0	0	0	0	0	42.8	70		0.04		0	0	0	
Y-507	"	30.06.2005		261		4592	0	0	0	0	0	0.03	0.16	0	0	0	0	0	0	0	23.28	54		0		0	0	0	
Y-218	HŞ-1	16.07.2004	0	7.19	259	819		0.3		0					4.2	0	2.1	0.4	0.21			4.3	14		13				
Y-413	"	19.04.2005		199		6082	1.71	0.32	0	0	0	0.15	0.16	0	0	0	0	0	1.29	0	6.37	47		0		0	398.7	0	
Y-544	"	06.07.2005		130		3904	0	0	0	0	0	0	0.14	0	0	0	0	0	1.01	0	5.19	35		0		7.01	62410	1.38	
Y-224	ÇP-1	16.07.2004	0	0	150	518		0		10					7.2	0	2.4	0.3	0			2.9	77		77				
Y-419	"	19.04.2005		70.9		1962	1.56	0	0	0	0.01	0.24	0.04	0	0	0	0	0	0	0	3.42	27		0.05		0	0	0	
Y-536	"	05.07.2005		40.3		1164	0	0	0	0	0	0.05	0.04	0	0	0	0	0	0	0	1.90	18		0.21		0	0	0	

Ek-Çizelge 6.3. Yıldız Irmağı havzasındaki kaynakların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-6	YK-1	Karlıpınar çeşmesi	14.07.2003	12	8.69	298	200	0.14	0.07	1.75	0.85	2.81	0.20	2.20	0.11	0.24	2.75	5.0	0.12	C2-S1	13.0
Y-210	"	"	15.07.2004	11	8.39	294	190	0.05	0.10	2.20	0.60	2.95	0.00	2.35	0.13	0.25	2.73	1.7	0.04	C2-S1	14.0
Y-405	"	"	18.04.2005	10.4	7.78	275	180	0.14	0.02	2.25	0.65	3.06	0.00	2.25	0.12	0.25	2.62	4.6	0.12	C2-S1	14.5
Y-506	"	"	30.06.2005	10.6	7.60	272	180	0.14	0.01	2.35	0.40	2.90	0.00	2.30	0.13	0.19	2.62	4.8	0.12	C2-S1	13.8
Y-11	YK-2	Danaören çeşmesi	15.07.2003	10.9	7.94	360	240	0.43	0.03	2.40	0.80	3.66	0.00	3.10	0.08	0.22	3.40	11.7	0.34	C2-S1	16.0
Y-12	YK-3	Kömüşgözü kaynağı	15.07.2003	11.9	7.86	325	220	0.91	0.01	2.55	0.45	3.92	0.00	3.20	0.10	0.29	3.59	23.2	0.74	C2-S1	15.0
Y-13	YK-4	Yukarı pınar	15.07.2003	17.2	7.82	341	230	0.84	0.02	2.45	0.55	3.86	0.00	3.25	0.05	0.28	3.58	21.8	0.69	C2-S1	15.0
Y-14	YK-5	Çamurlunundere kay.	17.07.2003	13.1	7.89	770	510	1.02	0.03	3.55	3.30	7.90	0.00	5.50	0.14	1.66	7.30	12.9	0.55	C3-S1	34.3
Y-203	"	"	14.07.2004	12.6	7.73	745	490	0.29	0.01	3.35	3.90	7.55	0.00	5.90	0.12	1.56	7.58	3.8	0.15	C2-S1	36.3
Y-409	"	"	19.04.2005	10.6	7.40	624	420	0.74	0.01	3.90	2.70	7.35	0.00	5.60	0.16	1.97	7.73	10.1	0.41	C2-S1	33.0
Y-538	"	"	06.07.2005	11.9	7.18	725	490	0.52	0.00	3.75	3.55	7.82	0.00	6.70	0.20	1.25	8.15	6.6	0.27	C2-S1	36.5
Y-15	YK-6	Söğütüçiftliği kaynağı	17.07.2003	12.7	7.72	616	410	0.52	0.03	2.25	3.35	6.15	0.00	5.25	0.16	0.33	5.74	8.5	0.31	C2-S1	28.0
Y-16	YK-7	Yukarıkazanlı çeşmesi	17.07.2003	12.3	8.30	533	360	0.33	0.03	3.40	1.60	5.36	0.30	4.20	0.14	0.49	5.13	6.2	0.21	C2-S1	25.0
Y-17	YK-8	Verekpınarı kaynağı	17.07.2003	11.4	8.00	590	400	0.32	0.01	4.20	1.90	6.43	0.00	5.60	0.12	0.38	6.10	5.0	0.18	C2-S1	30.5
Y-18	YK-9	Ören çeşmesi	17.07.2003	10.6	7.82	510	340	0.38	0.01	2.60	2.05	5.04	0.00	4.40	0.10	0.36	4.86	7.5	0.25	C2-S1	23.3
Y-19	YK-10	Kürünlü kaynağı	17.07.2003	12.8	7.70	546	360	0.20	0.00	3.00	2.20	5.40	0.00	4.70	0.06	0.33	5.09	3.7	0.12	C2-S1	26.0
Y-204	"	"	14.07.2004	13	7.71	585	390	0.17	0.00	2.30	3.30	5.77	0.00	4.90	0.10	0.20	5.20	2.9	0.10	C2-S1	28.0
Y-410	"	"	19.04.2005	9.3	7.18	540	360	0.27	0.00	3.25	2.35	5.87	0.00	4.85	0.08	0.29	5.22	4.6	0.16	C2-S1	28.0
Y-539	"	"	06.07.2005	12	7.17	530	350	0.15	0.00	3.20	2.20	5.55	0.00	5.10	0.08	0.15	5.33	2.7	0.09	C2-S1	27.0
Y-20	YK-11	Sulak kaynağı	17.07.2003	12.8	7.90	410	270	0.41	0.02	3.15	0.80	4.38	0.00	3.90	0.08	0.18	4.16	9.4	0.29	C2-S1	19.8
Y-205	"	"	14.07.2004	12.1	7.72	446	290	0.14	0.02	2.45	1.70	4.31	0.00	3.80	0.06	0.13	3.99	3.2	0.10	C2-S1	20.8
Y-421	"	"	19.04.2005	9.8	7.60	397	260	0.29	0.00	2.70	1.15	4.14	0.00	3.50	0.10	0.13	3.73	7.0	0.21	C2-S1	19.3
Y-540	"	"	06.07.2005	12.4	7.32	409	270	0.16	0.00	3.10	0.65	3.91	0.00	4.00	0.08	0.10	4.18	4.1	0.12	C2-S1	18.8
Y-21	YK-12	Yalnızçayır kaynağı	17.07.2003	9.5	8.13	783	520	0.78	0.01	3.65	3.45	7.89	0.20	5.30	0.08	1.83	7.41	9.9	0.41	C3-S1	35.5
Y-22	YK-13	Büyükçayır kaynağı	17.07.2003	12.3	7.85	1045	700	0.65	0.10	7.05	2.40	10.20	0.00	5.60	0.65	3.70	9.95	6.4	0.30	C3-S1	47.3
Y-206	"	"	14.07.2004	11	7.50	809	540	0.19	0.01	4.55	2.55	7.30	0.00	5.15	0.28	2.14	7.57	2.6	0.10	C3-S1	35.5
Y-420	"	"	19.04.2005	9.6	7.37	945	640	0.61	0.03	8.05	1.85	10.54	0.00	5.35	0.83	3.88	10.06	5.8	0.27	C3-S1	49.5
Y-541	"	"	06.07.2005	11.1	7.20	938	630	0.38	0.02	8.30	0.60	9.30	0.00	5.95	0.66	3.90	10.51	4.1	0.18	C3-S1	44.5
Y-23	YK-14	Tatlıpınar çeşmesi	17.07.2003	13	8.10	435	290	0.28	0.01	3.00	1.00	4.29	0.00	3.80	0.10	0.15	4.05	6.5	0.20	C2-S1	20.0
Y-24	YK-15	Höyük çeşmesi	18.07.2003	14.7	7.90	595	410	1.45	0.01	2.40	2.00	5.86	0.00	4.75	0.18	0.63	5.56	24.7	0.98	C2-S1	22.0

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor (-) işareti ilgili değerin ölçülmediğini ifade etmektedir)

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-25	YK-16	Sarıpınar kaynağı	18.07.2003	12.1	7.82	799	540	(-)	0.98	0.01	4.50	2.90	8.39	0.00	5.45	0.16	2.40	8.01	11.7	0.51	C3-S1	37.0
Y-26	YK-17	Regülatör kaynağı	18.07.2003	13.7	7.63	540	360	(-)	1.44	0.04	2.85	1.35	5.68	0.00	4.40	0.26	0.57	5.23	25.4	0.99	C2-S1	21.0
Y-216	"	"	16.07.2004	13.1	7.69	561	370	(-)	1.00	0.07	2.40	1.65	5.12	0.00	4.80	0.18	0.44	5.42	19.5	0.70	C2-S1	20.3
Y-411	"	"	19.04.2005	9.2	7.25	508	340	(-)	1.14	0.01	3.45	0.30	4.90	0.00	4.50	0.23	0.54	5.27	23.3	0.83	C2-S1	18.8
Y-542	"	"	06.07.2005	13.5	7.44	495	330	(-)	0.85	0.01	3.10	0.70	4.66	0.00	4.50	0.30	0.40	5.20	18.2	0.62	C2-S1	19.0
Y-31	YK-18	Yasdua çeşmesi	19.07.2003	12.3	7.98	375	250	(-)	0.31	0	3.30	0.20	3.81	0.00	3.30	0.09	0.36	3.75	8.1	0.23	C2-S1	17.5
Y-32	YK-19	Erikliçayır kaynağı	19.07.2003	11.5	7.70	428	280	(-)	0.58	0.01	3.60	0.40	4.59	0.00	3.90	0.07	0.26	4.23	12.6	0.41	C2-S1	20.0
Y-219	"	"	16.07.2004	11.1	7.75	420	280	(-)	0.31	0.01	3.10	0.45	3.87	0.00	3.95	0.06	0.19	4.20	8.0	0.23	C2-S1	17.8
Y-414	"	"	19.04.2005	9.5	7.50	410	270	(-)	0.48	0.00	3.20	0.70	4.38	0.00	3.55	0.10	0.36	4.01	11.0	0.34	C2-S1	19.5
Y-545	"	"	06.07.2005	11.3	7.48	404	270	(-)	0.31	0.00	3.25	0.25	3.81	0.00	3.90	0.09	0.22	4.21	8.1	0.23	C2-S1	17.5
Y-33	YK-20	Eyrekcayırı kaynağı	19.07.2003	11.8	7.36	360	240	(-)	0.45	0.00	2.85	0.40	3.70	0.00	3.40	0.05	0.20	3.65	12.2	0.35	C2-S1	16.3
Y-222	"	"	16.07.2004	11.5	7.38	357	240	(-)	0.33	0.01	1.65	1.90	3.89	0.00	3.45	0.06	0.10	3.61	8.5	0.25	C2-S1	17.8
Y-415	"	"	19.04.2005	7.7	7.30	306	200	(-)	0.30	0.00	1.55	1.55	3.40	0.00	2.80	0.07	0.19	3.06	8.8	0.24	C2-S1	15.5
Y-537	"	"	05.07.2005	11.8	7.25	320	210	(-)	0.23	0.00	2.10	1.50	3.83	0.00	3.30	0.08	0.06	3.44	6.0	0.17	C2-S1	18.0
Y-34	YK-21	Öz kaynağı	19.07.2003	10.5	7.35	520	350	(-)	0.66	0.00	3.15	1.05	4.86	0.00	4.50	0.04	0.18	4.72	13.6	0.46	C2-S1	21.0
Y-35	YK-22	Gaziköy kaynağı-1	19.07.2003	14.5	7.24	802	540	(-)	0.33	0.03	6.15	1.10	7.61	0.00	6.60	0.22	0.30	7.12	4.3	0.17	C3-S1	36.3
Y-233	"	"	17.07.2004	14.5	7.05	811	540	40	0.10	0.01	4.85	2.95	7.91	0.00	8.05	0.20	0.46	8.71	1.3	0.05	C3-S1	39.0
Y-314	"	"	02.10.2004	14.5	7.05	784	520	48	0.36	0.03	6.60	0.90	7.89	0.00	7.40	0.24	0.53	8.17	4.6	0.19	C3-S1	37.5
Y-422	"	"	20.04.2005	14.4	6.97	746	500	44	0.35	0.01	6.60	0.40	7.36	0.00	7.00	0.24	0.30	7.54	4.8	0.19	C2-S1	35.0
Y-461	"	"	28.05.2005	14.5	6.82	748	500	42	0.33	0.01	6.90	0.65	7.89	0.00	7.40	0.26	0.15	7.81	4.2	0.17	C2-S1	37.8
Y-527	"	"	05.07.2005	14.6	6.83	747	500	40	0.25	0.01	6.50	0.40	7.16	0.00	7.45	0.32	0.20	7.97	3.5	0.13	C2-S1	34.5
Y-561	"	"	27.07.2005	14.6	6.86	725	480	73	0.25	0.01	6.50	0.40	7.16	0.00	7.40	0.28	0.30	7.98	3.5	0.13	C2-S1	34.5
Y-571	"	"	10.09.2005	14.6	6.86	739	500	66	0.30	0.01	6.60	1.00	7.91	0.00	7.50	0.28	0.31	8.09	3.8	0.15	C2-S1	38.0
Y-581	"	"	25.10.2005	14.6	6.86	763	510	44	0.35	0.01	6.55	0.40	7.31	0.00	6.85	0.26	0.33	7.44	4.8	0.19	C3-S1	34.8
Y-36	YK-23	Gaziköy kaynağı-2	19.07.2003	13.7	7.05	775	520	(-)	0.36	0.03	4.00	2.20	6.59	0.00	6.65	0.20	0.29	7.14	5.5	0.20	C3-S1	31.0
Y-38	YK-24	Gaziköy havuzu kay.	19.07.2003	15	6.95	783	520	(-)	0.30	0.03	6.55	0.95	7.83	0.00	6.85	0.24	0.28	7.37	3.8	0.15	C3-S1	37.5
Y-231	"	"	17.07.2004	15	6.96	780	520	62	0.10	0.02	5.00	1.75	6.87	0.00	7.40	0.16	0.21	7.77	1.5	0.05	C3-S1	33.8
Y-316	"	"	02.10.2004	15.1	6.86	799	520	84	0.03	0.03	6.40	1.55	8.01	0.00	7.60	0.20	0.26	8.06	0.4	0.02	C3-S1	39.8
Y-424	"	"	20.04.2005	15.6	7.02	695	460	68	0.38	0.01	6.55	0.05	6.99	0.00	6.85	0.28	0.28	7.41	5.4	0.21	C2-S1	33.0
Y-462	"	"	28.05.2005	15.4	6.79	734	510	75	0.31	0.01	6.85	0.35	7.52	0.00	7.10	0.24	0.13	7.47	4.1	0.16	C2-S1	36.0

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-529	YK-24	Gaziköy havuzu kay.	05.07.2005	15.2	6.77	730	490	53	0.20	0.01	5.90	0.90	7.01	0.00	7.40	0.25	0.20	7.85	2.9	0.11	C2-S1	34.0
Y-562	"	"	27.07.2005	15.3	6.75	715	480	79	0.20	0.01	6.40	0.45	7.06	0.00	7.45	0.26	0.25	7.96	2.8	0.11	C2-S1	34.3
Y-572	"	"	10.09.2005	15.1	6.78	726	490	79	0.25	0.01	6.20	1.20	7.66	0.00	7.40	0.24	0.26	7.90	3.3	0.13	C2-S1	37.0
Y-582	"	"	25.10.2005	15	6.80	741	500	40	0.35	0.01	6.45	0.30	7.11	0.00	6.50	0.24	0.31	7.05	4.9	0.19	C2-S1	33.8
Y-40	YK-25	Hasançavuş kaynağı	21.07.2003	10.7	7.67	517	340	(-)	0.33	0.03	2.60	1.05	4.01	0.00	3.95	0.16	0.16	4.27	8.2	0.24	C2-S1	18.3
Y-41	YK-26	Leylek pınarı	21.07.2003	13	7.62	556	370	(-)	0.34	0.02	4.15	1.05	5.56	0.00	4.90	0.14	0.20	5.24	6.1	0.21	C2-S1	26.0
Y-225	"	"	16.07.2004	11.6	7.34	532	350	(-)	0.26	0.06	3.00	1.80	5.12	0.00	4.80	0.12	0.19	5.11	5.1	0.17	C2-S1	24.0
Y-446	"	"	24.04.2005	11.7	7.10	476	290	(-)	0.31	0.01	4.10	0.45	4.87	0.00	4.33	0.21	0.24	4.78	6.4	0.21	C2-S1	22.8
Y-520	"	"	01.07.2005	11.9	7.14	504	340	(-)	0.18	0.00	4.10	0.45	4.73	0.00	4.75	0.16	0.16	5.07	3.8	0.12	C2-S1	22.8
Y-42	YK-27	Çorak kaynağı	21.07.2003	12.3	7.73	542	360	(-)	0.33	0.02	4.65	0.55	5.55	0.00	5.05	0.28	0.23	5.56	5.9	0.20	C2-S1	26.0
Y-43	YK-28	Mezarlık kaynağı	21.07.2003	12.5	7.43	610	390	(-)	0.37	0.03	4.85	1.00	6.25	0.00	5.10	0.24	0.22	5.56	5.9	0.22	C2-S1	29.3
Y-44	YK-29	İkipınarlar kaynağı	21.07.2003	10.2	8.00	348	230	(-)	0.43	0.00	2.90	0.35	3.68	0.00	3.05	0.05	0.16	3.26	11.7	0.34	C2-S1	16.3
Y-45	YK-30	Şeybek kaynağı	21.07.2003	10.1	7.86	418	280	(-)	0.40	0.00	3.30	0.65	4.35	0.00	3.70	0.05	0.20	3.95	9.2	0.28	C2-S1	19.8
Y-46	YK-31	Gölayağı kaynağı	21.07.2003	9.3	7.75	340	220	(-)	0.26	0.00	2.90	0.35	3.51	0.00	3.10	0.10	0.22	3.42	7.4	0.20	C2-S1	16.3
Y-47	YK-32	Kaynarca kaynağı-1	21.07.2003	13.5	7.15	1050	700	(-)	0.65	0.05	8.30	1.60	10.60	0.00	9.10	0.30	0.60	10.00	6.1	0.29	C3-S1	49.5
Y-226	"	"	17.07.2004	13.5	6.95	1042	700	92	0.18	0.02	7.50	1.95	9.65	0.00	10.00	0.30	0.49	10.79	1.9	0.08	C3-S1	47.3
Y-318	"	"	02.10.2004	13.6	6.76	1068	720	101	0.61	0.05	7.70	1.70	10.06	0.00	10.30	0.30	0.53	11.13	6.1	0.28	C3-S1	47.0
Y-427	"	"	20.04.2005	13.8	6.73	920	620	75	0.53	0.02	8.95	0.55	10.05	0.00	9.50	0.43	0.55	10.48	5.3	0.24	C3-S1	47.5
Y-465	"	"	28.05.2005	13.8	6.80	935	620	79	0.45	0.01	8.90	0.60	9.96	0.00	9.10	0.32	0.43	9.85	4.5	0.21	C3-S1	47.5
Y-532	"	"	05.07.2005	13.7	6.66	965	650	81	0.34	0.01	9.10	0.50	9.95	0.00	9.90	0.40	0.43	10.73	3.4	0.16	C3-S1	48.0
Y-564	"	"	27.07.2005	13.8	6.67	920	650	128	0.30	0.01	7.85	1.65	9.81	0.00	9.70	0.40	0.53	10.63	3.1	0.14	C3-S1	47.5
Y-575	"	"	10.09.2005	13.6	6.67	975	690	106	0.30	0.01	7.55	2.25	10.11	0.00	9.85	0.32	0.55	10.72	3.0	0.14	C3-S1	49.0
Y-585	"	"	25.10.2005	14	6.62	990	660	97	0.40	0.01	8.90	0.40	9.71	0.00	9.00	0.32	0.55	9.87	4.1	0.19	C3-S1	46.5
Y-48	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	21.07.2003	13.3	7.13	1017	680	(-)	0.54	0.05	5.65	3.60	9.84	0.00	9.00	0.35	0.53	9.88	5.5	0.25	C3-S1	46.3
Y-227	"	"	17.07.2004	13.3	6.90	1014	680	84	0.16	0.02	6.65	2.55	9.38	0.00	10.00	0.25	0.49	10.74	1.7	0.07	C3-S1	46.0
Y-317	"	"	02.10.2004	13.4	6.73	1028	690	103	0.68	0.05	7.80	2.45	10.98	0.00	10.30	0.30	0.50	11.10	6.2	0.30	C3-S1	51.3
Y-426	"	"	20.04.2005	13.6	6.77	926	620	84	0.57	0.02	8.65	0.60	9.84	0.00	9.40	0.38	0.52	10.30	5.8	0.27	C3-S1	46.3
Y-464	"	"	28.05.2005	13.5	6.75	957	650	86	0.52	0.02	8.75	0.75	10.04	0.00	9.10	0.32	0.44	9.86	5.2	0.24	C3-S1	47.5
Y-531	"	"	05.07.2005	13.5	6.60	960	650	70	0.35	0.01	8.95	0.45	9.76	0.00	10.05	0.36	0.47	10.88	3.6	0.16	C3-S1	47.0
Y-565	"	"	27.07.2005	13.6	6.67	932	620	114	0.30	0.01	7.95	1.55	9.81	0.00	9.65	0.38	0.45	10.48	3.1	0.14	C3-S1	47.5

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam kation	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-574	YK-33	Kaynarca kaynağı-2	10.09.2005	13.6	6.71	967	650	119	0.30	0.01	7.75	2.05	10.11	0.00	9.75	0.34	0.54	10.63	3.0	0.14	C3-S1	49.0
Y-584	"	"	25.10.2005	13.7	6.60	985	660	103	0.30	0.01	8.50	0.85	9.66	0.00	8.90	0.36	0.59	9.85	3.1	0.14	C3-S1	46.8
Y-49	YK-34	Kaynarca kaynağı-3	21.07.2003	12.8	7.11	963	640	(-)	0.50	0.05	6.15	3.10	9.80	0.00	8.05	0.70	0.38	9.13	5.1	0.23	C3-S1	46.3
Y-50	YK-35	Kaynarca kaynağı-4	21.07.2003	14.4	7.24	1100	740	(-)	0.64	0.05	8.00	3.10	11.79	0.00	10.20	0.20	0.58	10.98	5.4	0.27	C3-S1	55.5
Y-228	"	"	17.07.2004	14.4	7.25	1055	710	128	0.18	0.03	6.60	2.95	9.76	0.00	10.60	0.25	0.48	11.33	1.8	0.08	C3-S1	47.8
Y-319	"	"	02.10.2004	15.2	6.76	1085	730	141	0.65	0.05	7.75	2.50	10.95	0.00	10.70	0.35	0.51	11.56	5.9	0.29	C3-S1	51.3
Y-428	"	"	20.04.2005	12.2	6.81	962	640	75	0.60	0.02	9.20	0.55	10.37	0.00	9.90	0.40	0.64	10.94	5.8	0.27	C3-S1	48.8
Y-533	"	"	05.07.2005	14	6.62	996	670	110	0.35	0.01	9.10	0.25	9.71	0.00	10.05	0.44	0.49	10.98	3.6	0.16	C3-S1	46.8
Y-55	YK-36	Tekirçimen kaynağı	23.07.2003	10.5	7.49	560	370	(-)	0.20	0.02	3.65	1.35	5.22	0.00	4.50	0.06	0.30	4.86	3.8	0.13	C2-S1	25.0
Y-56	YK-37	Ilıcak çeşmesi	23.07.2003	17.3	6.84	646	430	(-)	0.59	0.09	4.65	1.50	6.83	0.00	6.00	0.12	0.38	6.50	8.6	0.34	C2-S1	30.8
Y-223	"	"	16.07.2004	17.1	7.12	648	430	13	0.47	0.18	2.85	2.90	6.40	0.00	6.00	0.14	0.35	6.49	7.3	0.28	C2-S1	28.8
Y-320	"	"	02.10.2004	17.3	7.14	650	440	24	0.58	0.07	5.45	0.45	6.55	0.00	6.10	0.10	0.39	6.59	8.9	0.34	C2-S1	29.5
Y-418	"	"	19.04.2005	16.9	6.96	550	370	22	0.40	0.02	5.00	0.05	5.47	0.00	4.95	0.19	0.50	5.64	7.3	0.25	C2-S1	25.3
Y-519	"	"	01.07.2005	17.4	7.10	582	390	22	0.34	0.01	5.00	0.10	5.45	0.00	5.60	0.12	0.30	6.02	6.2	0.21	C2-S1	25.5
Y-59	YK-38	Ayıröğlü pınarı	23.07.2003	10.8	7.95	145	90	(-)	0.20	0.02	0.95	0.30	1.47	0.00	1.30	0.02	0.13	1.45	13.6	0.25	C1-S1	6.3
Y-60	YK-39	Büyükgöz kaynağı	23.07.2003	7.5	7.98	158	100	(-)	0.16	0.03	0.95	0.50	1.64	0.00	1.50	0.03	0.08	1.61	9.8	0.19	C1-S1	7.3
Y-251	"	"	21.07.2004	7.4	7.87	150	100	(-)	0.09	0.04	0.90	0.55	1.58	0.00	1.35	0.02	0.00	1.37	5.7	0.11	C1-S1	7.3
Y-301	"	"	30.09.2004	6.7	7.65	146	100	(-)	0.15	0.02	1.10	0.20	1.47	0.00	1.40	0.04	0.01	1.45	10.2	0.19	C1-S1	6.5
Y-435	"	"	21.04.2005	3.3	7.24	98	40	(-)	0.11	0.01	0.35	0.30	0.77	0.00	0.50	0.02	0.09	0.61	14.3	0.19	C1-S1	3.3
Y-521	"	"	04.07.2005	7.9	7.77	125	80	(-)	0.07	0.00	1.05	0.30	1.42	0.00	1.20	0.04	0.05	1.29	4.9	0.09	C1-S1	6.8
Y-61	YK-40	Küçükgöz kaynağı	23.07.2003	8.4	7.98	145	90	(-)	0.18	0.03	1.25	0.10	1.56	0.00	1.30	0.03	0.13	1.46	11.5	0.22	C1-S1	6.8
Y-62	YK-41	Tepecik çermiği	23.07.2003	18.2	6.28	1260	910	(-)	1.19	0.11	10.00	2.00	13.30	0.00	11.00	1.00	0.74	12.74	8.9	0.49	C3-S1	60.0
Y-252	"	"	21.07.2004	18.2	6.49	1279	860	216	0.90	0.03	6.30	4.60	11.83	0.00	12.00	0.65	0.58	13.23	7.6	0.39	C3-S1	54.5
Y-303	"	"	30.09.2004	18.5	6.55	1330	870	220	1.24	0.08	9.00	3.85	14.17	0.00	12.25	0.60	0.61	13.46	8.8	0.49	C3-S1	64.3
Y-445	"	"	23.04.2005	18.5	6.59	1254	850	242	1.02	0.03	11.10	0.35	12.50	0.00	12.40	0.75	0.80	13.95	8.2	0.43	C3-S1	57.3
Y-517	"	"	01.07.2005	18.5	6.34	1232	830	343	0.73	0.02	9.65	1.60	12.00	0.00	12.65	0.75	0.66	14.06	6.1	0.31	C3-S1	56.3
Y-64	YK-42	Pıstırık pınarı	24.07.2003	10.6	8.21	555	370	(-)	0.16	0.02	5.35	0.15	5.68	0.00	2.95	0.04	2.67	5.66	2.8	0.10	C2-S1	27.5
Y-65	YK-43	Aşağı pınar	24.07.2003	11.5	7.50	550	360	(-)	0.32	0.09	4.40	1.00	5.81	0.00	4.90	0.18	0.38	5.46	5.5	0.19	C2-S1	27.0
Y-244	"	"	20.07.2004	10.9	7.03	560	370	(-)	0.23	0.22	3.00	1.75	5.20	0.00	5.40	0.12	0.21	5.73	4.4	0.15	C2-S1	23.8
Y-450	"	"	24.04.2005	8.5	7.42	427	280	(-)	0.31	0.02	3.55	0.40	4.28	0.00	3.45	0.15	0.35	3.95	7.2	0.22	C2-S1	19.8

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-551	YK-43	Aşağı pınar	06.07.2005	11.2	7.17	521	340	0.15	0.01	4.05	0.75	4.96	0.00	4.95	0.28	0.24	5.47	3.0	0.10	C2-S1	24.0
Y-66	YK-44	Recepoğlu çeşmesi	24.07.2003	11.3	7.70	430	280	0.35	0.01	3.15	0.95	4.46	0.00	3.85	0.05	0.24	4.14	7.8	0.24	C2-S1	20.5
Y-243	"	"	20.07.2004	11.7	7.48	402	260	0.28	0.02	2.45	1.00	3.75	0.00	3.85	0.06	0.12	4.03	7.5	0.21	C2-S1	17.3
Y-433	"	"	20.04.2005	10	7.51	400	260	0.31	0.00	3.25	0.65	4.21	0.00	3.35	0.12	0.27	3.74	7.4	0.22	C2-S1	19.5
Y-550	"	"	06.07.2005	11.6	7.45	375	260	0.18	0.00	3.20	0.60	3.98	0.00	3.60	0.09	0.17	3.86	4.5	0.13	C2-S1	19.0
Y-67	YK-45	Çataloluk kaynağı	24.07.2003	11.6	8.55	360	240	0.08	0.01	0.40	3.30	3.79	0.20	3.35	0.05	0.17	3.77	2.1	0.06	C2-S1	18.5
Y-68	YK-46	Yukarıçakmak çeşmesi	24.07.2003	10	7.80	470	310	0.20	0.04	4.30	0.35	4.89	0.00	4.10	0.10	0.33	4.53	4.1	0.13	C2-S1	23.3
Y-69	YK-47	Söğüdüniçi çeşmesi	24.07.2003	12.5	7.95	365	240	0.08	0.01	1.15	2.65	3.89	0.00	3.45	0.04	0.19	3.68	2.1	0.06	C2-S1	19.0
Y-245	"	"	20.07.2004	11.8	7.63	354	230	0.05	0.02	1.25	2.80	4.12	0.00	3.65	0.01	0.05	3.71	1.2	0.04	C2-S1	20.3
Y-432	"	"	20.04.2005	10.7	7.37	338	220	0.08	0.00	0.95	2.85	3.88	0.00	3.30	0.08	0.07	3.45	2.1	0.06	C2-S1	19.0
Y-549	"	"	06.07.2005	11.1	7.34	331	220	0.00	0.00	0.90	3.00	3.90	0.00	3.40	0.08	0.07	3.55	0.0	0.00	C2-S1	19.5
Y-70	YK-48	Çırcır çeşmesi	24.07.2003	10.8	8.04	390	260	0.13	0.01	3.65	0.20	3.99	0.00	3.45	0.04	0.18	3.67	3.3	0.09	C2-S1	19.3
Y-72	YK-49	Büyüköl kaynağı	28.07.2003	16.2	7.37	1015	680	0.38	0.04	2.60	3.05	6.07	0.00	5.50	0.20	0.48	6.18	6.3	0.23	C3-S1	28.3
Y-241	"	"	19.07.2004	15.8	7.23	980	660	0.11	0.02	4.95	1.75	6.83	0.00	7.50	0.18	0.40	8.08	1.6	0.06	C3-S1	33.5
Y-442	"	"	23.04.2005	15.2	7.07	898	600	0.35	0.01	7.65	0.45	8.46	0.00	8.60	0.32	0.52	9.44	4.1	0.17	C3-S1	40.5
Y-515	"	"	01.07.2005	18.3	7.11	897	580	0.30	0.01	7.60	0.45	8.36	0.00	8.70	0.32	0.31	9.33	3.6	0.15	C3-S1	40.3
Y-73	YK-50	Olukman şebeke suyu	28.07.2003	17.4	7.81	398	260	0.13	0.00	3.00	0.90	4.03	0.00	3.55	0.06	0.14	3.75	3.2	0.09	C2-S1	19.5
Y-74	YK-51	Tatlısu çeşmesi	28.07.2003	16.7	7.60	370	240	0.20	0.01	3.35	0.30	3.86	0.00	3.45	0.02	0.15	3.62	5.2	0.15	C2-S1	18.3
Y-75	YK-52	Kilise pınarı	28.07.2003	10.9	7.81	376	250	0.52	0.01	2.45	0.85	3.83	0.00	3.30	0.04	0.18	3.52	13.6	0.40	C2-S1	16.5
Y-242	"	"	19.07.2004	10.6	7.75	377	250	0.40	0.01	2.30	0.65	3.36	0.00	3.15	0.06	0.08	3.29	11.9	0.33	C2-S1	14.8
Y-443	"	"	23.04.2005	9.7	7.54	347	230	0.37	0.00	2.80	0.30	3.47	0.00	3.10	0.08	0.20	3.38	10.7	0.30	C2-S1	15.5
Y-513	"	"	01.07.2005	11.5	7.69	332	220	0.36	0.00	2.65	0.65	3.66	0.00	3.15	0.07	0.10	3.32	9.8	0.28	C2-S1	16.5
Y-76	YK-53	Ankun kaynağı	28.07.2003	12.8	7.75	489	320	0.21	0.01	3.95	0.85	5.02	0.00	4.25	0.07	0.25	4.57	4.2	0.14	C2-S1	24.0
Y-78	YK-54	Göz kaynağı	28.07.2003	8.5	7.81	247	160	0.04	0.00	2.35	0.05	2.44	0.00	2.15	0.05	0.10	2.30	1.6	0.04	C1-S1	12.0
Y-250	"	"	20.07.2004	8.3	7.90	240	160	0.07	0.01	1.85	0.10	2.03	0.00	2.00	0.05	0.00	2.05	3.4	0.07	C1-S1	9.8
Y-444	"	"	23.04.2005	8.3	7.93	222	150	0.12	0.00	2.20	0.15	2.47	0.00	1.95	0.08	0.35	2.38	4.9	0.11	C1-S1	11.8
Y-516	"	"	01.07.2005	8.3	7.87	219	140	0.08	0.00	2.00	0.15	2.23	0.00	2.10	0.01	0.06	2.17	3.6	0.08	C1-S1	10.8
Y-79	YK-55	Üçgöz pınarı	28.07.2003	11.1	7.63	290	190	0.06	0.01	2.55	0.35	2.97	0.00	2.55	0.14	0.10	2.79	2.0	0.05	C2-S1	14.5
Y-80	YK-56	Kepeztepe kaynağı	28.07.2003	16.5	6.85	1295	870	0.59	0.06	11.80	0.55	13.00	0.00	11.50	0.40	0.95	12.85	4.5	0.24	C3-S1	61.8
Y-81	YK-57	Aksu kaynağı	28.07.2003	6.7	7.37	360	240	0.12	0.03	3.30	0.10	3.55	0.00	3.00	0.05	0.15	3.20	3.4	0.09	C2-S1	17.0

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam kation	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-235	YK-57	Aksu kaynağı	19.07.2004	6.6	7.55	350	230	0.21	0.09	2.40	0.75	3.45	0.00	3.00	0.04	0.08	3.12	6.1	0.17	C2-S1	15.8
Y-439	"	"	23.04.2005	6.8	7.28	352	230	0.15	0.01	3.05	0.05	3.26	0.00	3.00	0.05	0.10	3.15	4.6	0.12	C2-S1	15.5
Y-511	"	"	01.07.2005	6.8	7.37	323	220	0.10	0.01	3.00	0.05	3.16	0.00	3.20	0.08	0.08	3.36	3.2	0.08	C2-S1	15.3
Y-82	YK-58	Kaynak pınarı çeşmesi	28.07.2003	10.9	7.85	280	180	0.55	0.00	1.40	0.85	2.80	0.00	2.20	0.24	0.18	2.62	19.6	0.52	C2-S1	11.3
Y-84	YK-59	Kabalaklı pınarı	29.07.2003	7.4	8.77	129	80	0.19	0.01	1.15	0.10	1.45	0.00	1.15	0.03	0.15	1.33	13.1	0.24	C1-S1	6.3
Y-85	YK-60	Karapınar kaynağı	29.07.2003	4.3	7.99	80	50	0.09	0.01	0.65	0.05	0.80	0.00	0.60	0.02	0.11	0.73	11.3	0.15	C1-S1	3.5
Y-254	"	"	21.07.2004	4.4	7.98	79	50	0.18	0.04	0.50	0.10	0.82	0.00	0.65	0.02	0.07	0.74	22.0	0.33	C1-S1	3.0
Y-86	YK-61	Üçgözeler kaynağı	29.07.2003	5.3	7.71	87	60	0.12	0.01	0.50	0.15	0.78	0.00	0.70	0.08	0.08	0.86	15.4	0.21	C1-S1	3.3
Y-87	YK-62	Çatmanbaşak çeşmesi	29.07.2003	12.5	7.48	441	290	0.52	0.01	3.30	0.30	4.13	0.00	3.85	0.07	0.19	4.11	12.6	0.39	C2-S1	18.0
Y-88	YK-63	Kurşunlu kaynağı	29.07.2003	6.2	7.84	121	80	0.20	0.02	0.75	0.20	1.17	0.00	0.90	0.04	0.11	1.05	17.1	0.29	C1-S1	4.8
Y-255	"	"	21.07.2004	6.2	7.91	120	80	0.15	0.06	0.65	0.30	1.16	0.00	0.95	0.03	0.06	1.04	12.9	0.22	C1-S1	4.8
Y-304	"	"	30.09.2004	6.3	7.71	124	80	0.15	0.02	0.70	0.40	1.27	0.00	1.00	0.02	0.05	1.07	11.8	0.20	C1-S1	5.5
Y-436	"	"	21.04.2005	6.1	7.35	106	70	0.17	0.00	0.70	0.35	1.22	0.00	0.90	0.04	0.10	1.04	13.9	0.23	C1-S1	5.3
Y-467	"	"	28.05.2005	6.3	7.78	109	70	0.14	0.00	0.70	0.35	1.19	0.00	1.00	0.02	0.00	1.02	11.8	0.19	C1-S1	5.3
Y-522	"	"	04.07.2005	6.3	7.75	110	70	0.12	0.00	0.85	0.30	1.27	0.00	1.00	0.04	0.08	1.12	9.4	0.16	C1-S1	5.8
Y-567	"	"	27.07.2005	6.2	7.81	111	70	0.13	0.00	0.85	0.20	1.18	0.00	0.95	0.04	0.04	1.03	11.0	0.18	C1-S1	5.3
Y-577	"	"	10.09.2005	6.3	7.90	112	70	0.15	0.00	0.80	0.25	1.20	0.00	0.95	0.02	0.06	1.03	12.5	0.21	C1-S1	5.3
Y-587	"	"	25.10.2005	6.3	7.97	114	70	0.15	0.00	0.85	0.25	1.25	0.00	0.85	0.02	0.08	0.95	12.0	0.20	C1-S1	5.5
Y-89	YK-64	Karapınar kaynağı	29.07.2003	4.2	7.27	87	60	0.11	0.01	0.40	0.30	0.82	0.00	0.70	0.02	0.08	0.80	13.4	0.19	C1-S1	3.5
Y-256	"	"	21.07.2004	4.2	7.21	93	60	0.17	0.02	0.45	0.25	0.89	0.00	0.75	0.02	0.03	0.80	19.1	0.29	C1-S1	3.5
Y-305	"	"	30.09.2004	4.2	7.21	88	60	0.07	0.01	0.50	0.30	0.88	0.00	0.75	0.01	0.03	0.79	8.0	0.11	C1-S1	4.0
Y-437	"	"	21.04.2005	4.1	7.12	95	60	0.13	0.00	0.60	0.30	1.03	0.00	0.85	0.03	0.08	0.96	12.6	0.19	C1-S1	4.5
Y-468	"	"	28.05.2005	4.0	7.09	92	60	0.11	0.00	0.65	0.15	0.91	0.00	0.80	0.02	0.00	0.82	12.1	0.17	C1-S1	4.0
Y-523	"	"	04.07.2005	4.4	6.92	85	60	0.07	0.00	0.65	0.20	0.92	0.00	0.75	0.07	0.03	0.85	7.6	0.11	C1-S1	4.3
Y-568	"	"	27.07.2005	4.5	6.98	75	50	0.07	0.00	0.70	0.25	1.02	0.00	0.70	0.05	0.00	0.75	6.9	0.10	C1-S1	4.8
Y-578	"	"	10.09.2005	4.3	7.15	80	50	0.07	0.00	0.60	0.15	0.82	0.00	0.80	0.03	0.03	0.86	8.5	0.11	C1-S1	3.8
Y-588	"	"	25.10.2005	4.1	7.07	78	50	0.07	0.00	0.55	0.15	0.77	0.00	0.60	0.02	0.08	0.70	9.1	0.12	C1-S1	3.5
Y-90	YK-65	Kurbanpınarı kaynağı	29.07.2003	3.9	7.32	85	60	0.09	0.01	0.40	0.30	0.80	0.00	0.75	0.02	0.05	0.82	11.3	0.15	C1-S1	3.5
Y-91	YK-66	Göğüş kaynağı	29.07.2003	3.7	7.53	69	50	0.05	0.01	0.55	0.05	0.66	0.00	0.63	0.02	0.00	0.65	7.6	0.09	C1-S1	3.0
Y-92	YK-67	Taşoluk kaynağı	29.07.2003	4.7	7.65	92	60	0.09	0.01	0.70	0.05	0.85	0.00	0.90	0.02	0.00	0.92	10.6	0.15	C1-S1	3.8

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-93	YK-68	Büyükaralık kaynağı	29.07.2003	4.4	7.54	116	80	0.09	0.01	0.85	0.20	1.15	0.00	1.13	0.03	0.00	1.16	7.8	0.12	C1-S1	5.3
Y-94	YK-69	Deruş pınarı çeşmesi	31.07.2003	15.1	7.21	294	190	0.18	0.01	2.50	0.25	2.94	0.00	2.55	0.05	0.10	2.70	6.1	0.15	C2-S1	13.8
Y-95	YK-70	Yüce pınarı	31.07.2003	10.6	7.97	383	250	0.20	0.01	2.65	0.65	3.51	0.00	3.15	0.06	0.14	3.35	5.7	0.16	C2-S1	16.5
Y-96	YK-71	Korkorun kaynağı	31.07.2003	8.2	7.95	277	180	0.08	0.01	2.60	0.15	2.84	0.00	2.60	0.03	0.01	2.64	2.8	0.07	C2-S1	13.8
Y-249	"	"	20.07.2004	8.1	7.73	281	180	0.15	0.02	1.90	0.30	2.37	0.00	2.50	0.02	0.03	2.55	6.3	0.14	C2-S1	11.0
Y-307	"	"	01.10.2004	8.3	7.93	283	190	0.10	0.00	2.85	0.05	3.00	0.00	2.60	0.03	0.09	2.72	3.3	0.08	C2-S1	14.5
Y-447	"	"	24.04.2005	7.7	7.40	240	160	0.19	0.00	2.20	0.25	2.64	0.00	2.20	0.05	0.12	2.37	7.2	0.17	C1-S1	12.3
Y-524	"	"	04.07.2005	8.0	7.56	240	160	0.03	0.00	2.35	0.15	2.53	0.00	2.30	0.02	0.08	2.40	1.2	0.03	C1-S1	12.5
Y-98	YK-72	Çelekli kaynağı	31.07.2003	8.2	7.52	445	290	0.17	0.02	2.40	0.65	3.24	0.00	3.20	0.03	0.12	3.35	5.2	0.14	C2-S1	15.3
Y-100	YK-73	Karşı kaynağı	31.07.2003	9	7.55	336	220	0.11	0.01	1.90	1.40	3.42	0.00	3.15	0.03	0.09	3.27	3.2	0.09	C2-S1	16.5
Y-101	YK-74	Cillop kaynağı	31.07.2003	12.9	7.89	273	180	0.19	0.02	2.30	0.40	2.91	0.00	2.65	0.12	0.12	2.89	6.5	0.16	C2-S1	13.5
Y-103	YK-75	Buğle kaynağı	01.08.2003	10.9	7.57	462	310	0.09	0.01	2.90	1.60	4.60	0.00	4.25	0.02	0.08	4.35	2.0	0.06	C2-S1	22.5
Y-104	YK-76	Göz kaynağı	01.08.2003	9.3	7.60	318	210	0.02	0.00	2.40	0.60	3.02	0.00	2.90	0.02	0.04	2.96	0.7	0.02	C2-S1	15.0
Y-246	"	"	20.07.2004	9.5	7.43	265	170	0.12	0.02	1.75	0.65	2.54	0.00	2.40	0.04	0.06	2.50	4.7	0.11	C2-S1	12.0
Y-309	"	"	01.10.2004	9.5	7.96	270	180	0.09	0.00	2.35	0.45	2.89	0.00	2.55	0.02	0.04	2.61	3.1	0.08	C2-S1	14.0
Y-449	"	"	24.04.2005	9.4	7.59	218	140	0.12	0.00	2.00	0.20	2.32	0.00	2.00	0.06	0.08	2.14	5.2	0.11	C1-S1	11.0
Y-548	"	"	06.07.2005	9.5	7.71	240	170	0.02	0.00	2.25	0.10	2.37	0.00	2.40	0.05	0.10	2.55	0.8	0.02	C1-S1	11.8
Y-105	YK-77	Gözeler kaynağı	01.08.2003	8.7	7.50	299	190	0.07	0.00	2.30	0.25	2.62	0.00	2.40	0.02	0.05	2.47	2.7	0.06	C2-S1	12.8
Y-106	YK-78	Yukarıfirindere kay.	01.08.2003	11.5	7.25	458	300	0.13	0.00	2.75	1.95	4.83	0.00	4.40	0.06	0.13	4.59	2.7	0.08	C2-S1	23.5
Y-107	YK-79	Üçoluk kaynağı	01.08.2003	9.4	7.43	301	200	0.11	0.00	2.00	0.95	3.06	0.00	2.90	0.02	0.10	3.02	3.6	0.09	C2-S1	14.8
Y-108	YK-80	Camışderesi kaynağı	01.08.2003	12	7.24	310	210	0.14	0.01	2.00	0.65	2.80	0.00	2.55	0.03	0.07	2.65	5.0	0.12	C2-S1	13.3
Y-109	YK-81	Kumtarla kaynağı	04.08.2003	17	7.64	391	260	0.12	0.01	2.70	1.15	3.98	0.00	3.60	0.05	0.05	3.70	3.0	0.09	C2-S1	19.3
Y-110	YK-82	Öreniçi kaynağı	04.08.2003	11.5	7.86	337	220	0.10	0.01	2.65	0.50	3.26	0.00	3.16	0.05	0.00	3.21	3.1	0.08	C2-S1	15.8
Y-111	YK-83	Mercan pınarı	04.08.2003	9	7.90	340	220	0.14	0.01	2.00	0.70	2.85	0.00	3.50	0.02	0.00	3.52	4.9	0.12	C2-S1	13.5
Y-238	"	"	19.07.2004	12.6	7.89	414	270	0.12	0.01	2.80	1.00	3.93	0.00	4.00	0.04	0.03	4.07	3.1	0.09	C2-S1	19.0
Y-440	"	"	23.04.2005	8.4	7.40	310	200	0.15	0.00	3.05	0.10	3.30	0.00	2.90	0.04	0.04	2.98	4.5	0.12	C2-S1	15.8
Y-512	"	"	01.07.2005	11.5	7.48	338	230	0.12	0.00	3.30	0.65	4.07	0.00	3.65	0.04	0.03	3.72	2.9	0.09	C2-S1	19.8
Y-112	YK-84	Pınargözü kaynağı	04.08.2003	11.4	7.63	289	190	0.19	0.01	1.95	0.80	2.95	0.00	2.65	0.05	0.08	2.78	6.4	0.16	C2-S1	13.8
Y-113	YK-85	Şeyh pınarı	04.08.2003	11.8	7.45	425	270	0.18	0.00	3.00	0.25	3.43	0.00	3.15	0.04	0.11	3.30	5.2	0.14	C2-S1	16.3
Y-114	YK-86	Bayram pınarı	04.08.2003	11.8	7.46	426	280	0.22	0.01	3.00	0.55	3.78	0.00	3.70	0.05	0.06	3.81	5.8	0.17	C2-S1	17.8

Ek-Çizelge 6.3. Devam ediyor

Örnek no	Kaynak no	Kaynak adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
								Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-234	YK-86	Bayram pınarı	19.07.2004	11.4	7.61	420	280	0.16	0.02	3.00	0.35	3.53	0.00	4.10	0.03	0.04	4.17	4.5	0.12	C2-S1	16.8
Y-438	"	"	23.04.2005	11	7.28	362	240	0.23	0.00	3.50	0.05	3.78	0.00	3.30	0.06	0.07	3.43	6.1	0.17	C2-S1	17.8
Y-510	"	"	01.07.2005	11	7.32	375	250	0.23	0.00	3.70	0.10	4.03	0.00	3.55	0.04	0.07	3.66	5.7	0.17	C2-S1	19.0
Y-115	YK-87	Çobanderesi kaynağı	04.08.2003	13.3	7.52	396	260	0.32	0.01	3.20	0.20	3.73	0.00	3.30	0.06	0.28	3.64	8.6	0.25	C2-S1	17.0
Y-116	YK-88	Göze çeşmesi	05.08.2003	12.5	7.24	596	400	0.61	0.03	4.00	1.40	6.04	0.00	4.60	0.40	0.42	5.42	10.1	0.37	C2-S1	27.0
Y-214	"	"	15.07.2004	12.3	7.76	536	360	0.28	0.05	3.15	1.45	4.93	0.00	4.20	0.34	0.39	4.93	5.7	0.18	C2-S1	23.0
Y-117	YK-89	Yukarıpınar çeşmesi	05.08.2003	15.2	7.63	377	250	0.44	0.01	2.40	0.85	3.70	0.00	3.15	0.07	0.15	3.37	11.9	0.35	C2-S1	16.3
Y-215	"	"	15.07.2004	14.2	7.42	350	230	0.24	0.01	2.50	0.50	3.25	0.00	2.85	0.06	0.11	3.02	7.4	0.20	C2-S1	15.0
Y-451	"	"	24.04.2005	9.9	7.50	302	190	0.37	0.00	2.70	0.10	3.17	0.00	2.50	0.10	0.24	2.84	11.7	0.31	C2-S1	14.0
Y-552	"	"	06.07.2005	12.4	7.67	327	220	0.24	0.00	2.80	0.20	3.24	0.00	2.90	0.10	0.19	3.19	7.4	0.20	C2-S1	15.0
Y-118	YK-90	Heküe kaynağı	05.08.2003	11	7.35	642	430	0.62	0.02	4.50	1.05	6.19	0.00	5.35	0.34	0.48	6.17	10.0	0.37	C2-S1	27.8
Y-119	YK-91	Oluklu kaynağı	05.08.2003	12	7.55	457	300	0.30	0.01	3.50	0.90	4.71	0.00	4.15	0.06	0.13	4.34	6.4	0.20	C2-S1	22.0
Y-120	YK-92	Kütüklü kaynağı	05.08.2003	13.4	7.38	524	350	0.51	0.01	2.90	2.25	5.67	0.00	4.90	0.02	0.07	4.99	9.0	0.32	C2-S1	25.8
Y-121	YK-93	Kıble pınarı	05.08.2003	14.5	7.44	379	250	0.23	0.01	2.70	0.90	3.84	0.00	3.35	0.12	0.11	3.58	6.0	0.17	C2-S1	18.0
Y-122	YK-94	Armutlu kaynağı	05.08.2003	11	7.23	243	160	0.13	0.00	1.25	0.75	2.13	0.00	2.25	0.02	0.04	2.31	6.1	0.13	C1-S1	10.0
Y-123	YK-95	Kamgalı kaynağı	05.08.2003	11	8.25	342	220	0.03	0.00	0.40	2.90	3.33	0.30	2.85	0.05	0.03	3.23	0.9	0.02	C2-S1	16.5
Y-124	YK-96	Yanköy çeşmesi	05.08.2003	14.6	7.90	268	180	0.04	0.00	0.50	2.10	2.64	0.00	2.60	0.05	0.00	2.65	1.5	0.04	C2-S1	13.0
Y-125	YK-97	Tavuk pınarı	05.08.2003	12.9	6.59	1505	1011	1.21	0.12	9.15	7.10	17.58	0.00	13.80	0.75	0.50	15.05	6.9	0.42	C3-S1	81.3
Y-236	YK-98	Şeyh pınarı (Kurtlapa)	19.07.2004	8.00	7.27	136	90	0.24	0.01	0.85	0.25	1.35	0.00	1.20	0.01	0.00	1.21	17.8	0.32	C1-S1	5.5
Y-237	YK-99	Hasanbey pınarı	19.07.2004	9.10	7.94	200	130	0.29	0.03	1.25	0.40	1.97	0.00	1.60	0.03	0.16	1.79	14.7	0.32	C1-S1	8.3
Y-239	YK-100	Dumanlı pınarı	19.07.2004	8.20	7.56	193	130	0.25	0.04	1.10	0.70	2.09	0.00	1.85	0.01	0.03	1.89	12.0	0.26	C1-S1	9.0

Ek-Çizelge 6.4. Yıldız Irmağı havzasındaki kaynakların kimyasal analiz sonuçları (elementler) (ppb)

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-210	YK-1	15.07.2004	0	5.2	0	18.7	0	1546	166	0	0	0	2.9	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	18.7	6.2		1.14
Y-405	"	18.04.2005		0	0	10.7	0		0	0	18	1.10	1.28	0	0	1.27	0.08	0	0	0	7.63	0.4	16.0	2.1	2.26	2.62
Y-506	"	30.06.2005		0	0	11.6	0		0	0.2	9.95	0.56	0.87	0.18	0	0	0.06	0	0	0	6.12	0.3	11.4	1.4	1.67	2.07
Y-203	YK-5	14.07.2004	2.3	4.9	0	15.8	0	470	0	0	0	0	5.7	13.6	2.85		0	0	0.4	162			0.52	12		1.59
Y-409	"	19.06.2005		0	0	29.5	245.3		0	0	28	6.60	3.80	128.1	303.5	13.61	1.3	5.50	0.16	0	4.21	0	0.31	3.5	4.17	0.74
Y-538	"	06.07.2005		0	0	21.8	0		0	0.64	13	3.00	1.09	161.8	39.5	3.49	0.30	0	0	0	3.06	0	0.25	3.3	3.50	1.14
Y-204	YK-10	14.07.2004	0	8.1	0	13	0	3528	0	0	0.1	8.45	7.2	2.8	0		0	0	2	59			1.19	19		1.52
Y-410	"	19.04.2005		0	0	9.5	0		0	0	28	8.23	3.82	0.72	0	3.43	0.14	0	0	0	0.29	0	0.00	2.3	3.01	1.65
Y-539	"	06.07.2005		0	0	11	0		0	0.39	14	5.97	2.86	0.52	0	0.33	0.08	0	0	0	0	0	0.11	2.4	2.70	0.90
Y-205	YK-11	14.07.2004	0	6.6	0	8.6	0	2707	0	0	0	4.76	8.2	0	0		0	0	0.4	0			0.74	7.9		0.89
Y-421	"	19.04.2005		0	0	0	0		0	0	27	8.86	6.7	0.21	0	1.79	0.13	0	0.34	0	0.06	0	0.00	1.5	1.70	0.2
Y-540	"	06.07.2005		0	0	5.45	0		0	0.49	15	6.69	6.48	0.38	2.84	0	0.08	0	0	0	0	0	0.09	1.5	1.88	2.82
Y-206	YK-13	14.07.2004	0	3.2	0	9.7	0	372	0	0	0	0	6	9.31	0.07		0	0	2.1	97			0.14	10		0.89
Y-420	"	19.04.2005		13	0	19.3	0		1.4	0	19	2.53	0.73	8.93	0	13.31	0.35	2.18	0	0	3.34	0	0.00	4.1	4.15	0
Y-541	"	06.07.2005		7.7	0	13.6	0		0	0.66	12	1.87	2.57	3.70	0.88	7.52	0.22	0.68	0	0	2.56	0	0.00	4	4.04	2.13
Y-216	YK-17	16.07.2004	5.8	25	0	94.9	0	2709	0	0	0	1.96	5.3	0	0		0	0	0	0			2.76	20		1.65
Y-411	"	19.04.2005		32	0	56.5	0		0	0	18	4.44	2.50	0.75	10.4	3.94	0.14	0	0	0	0.56	0	0.84	2.6	3.36	1.38
Y-542	"	06.07.2005		0	0	40.4	0		0	0.77	11	3.62	4.19	0.83	7.16	0.59	0.16	0	0	0	0.19	0	0.76	2.7	2.89	2.45
Y-219	YK-19	16.07.2004	0	3.6	0	43.1	0	2166	0	0	0	0	4.2	0	0		0	0	1.8	22			0.91	13		1.23
Y-414	"	19.04.2005		0	0	30.9	0		0	0	20	4.38	2	0.37	2.81	2.68	0.13	0	0	0	1.37	0	0.00	1.5	2.08	0.60
Y-545	"	06.07.2005		0	3.31	15.9	0		0	1.00	11	3.13	3.38	0.33	0.13	0.58	0.11	0	3.29	0	0.68	0	0.20	1.8	1.56	2.75
Y-222	YK-20	16.07.2004	0	0.8	0	20.4	0	4148	0	0	0	5.30	16	3.59	0		0	1.29	0	76			0.32	18		1.03
Y-415	"	19.06.2005		0	0	0	45.1		0	0	24	4.39	7.41	1.97	37.1	6.18	0.10	4.38	0	0	0	0	0.00	0.5	0.79	0
Y-537	"	05.07.2005		0	0	10.9	5.04		0	0.57	13	4.56	5.80	3.03	24.3	4.03	0.26	2.22	0	0	0	0	0.00	1.1	1.34	1.02
Y-233	YK-22	17.07.2004	12	3.7	0	16.3	0	321	213	0	0	0	2.5	0	0		0	0	0	338			0.78	15		1.18
Y-422	"	20.04.2005		0	2.13	58.6	0		0	0	12	0.22	0.42	0	0	7.87	0.22	0	0	0	3.93	0	2.67	1	1.36	1.45
Y-461	"	28.05.2005		0	0	43.5	0		0	0	10	0.17	0.37	0	0	5.52	0.19	0	0	0	3.45	0	2.81	0.8	1.09	1.83
Y-527	"	05.07.2005		0	0	37.5	0		0	0.74	7.46	0.08	0.61	0.50	1.97	3.94	0.18	0	0	0	3.03	0	2.51	1.6	1.88	2.06
Y-231	YK-24	17.07.2004	4.6	3.4	0	20	0	265	32	0	0	0	5.6	0	0		0	0	0	422			0.32	14		0.67
Y-424	"	20.04.2005		0	2.08	49.8	0		0	0	13	0.26	0.36	0.28	0	7.63	0.27	0	1.03	0	4.05	0	1.06	1.3	1.25	1.08
Y-462	"	28.05.2005		0	0	47.7	0		0	0	8.96	0.16	0.31	0	0	4.92	0.20	0	0	0	3.36	0	1.04	0.9	1.00	0.54
Y-529	"	05.07.2005		0	0	33.8	0		0	0.79	8.18	0.06	0.6	0.68	2.62	3.78	0.16	0	0	0	3.22	0	1.10	1.8	1.88	0
Y-225	YK-26	16.07.2004	0	8.8	0	47.2	0	2965	0	0	0	0	3.06	5.96	1.93		0	0	0	0			1.99	20		1.66
Y-446	"	24.04.2005		0	0	14.9	0		0	0	12	0.57	0.58	1.41	0	3.44	0.15	0	0	0	6.42	0	0.32	1	1.21	1.75
Y-520	"	01.07.2005		0	0	24.4	0		0	0.4	9.5	0.56	0.47	3.18	22.2	1.93	0.15	0	0	0	5.76	0	0.38	2.1	2.18	2.59

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-210	YK-1	15.07.2004	0	0	122	425		0.1		0					4.1	0	1.5	0	2.2			1.4	270		276				
Y-405	"	18.04.2005		7.72		358	0.45	0	0	0	0	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0	0	4.29	2.24		0.31		0	392.6	0	
Y-506	"	30.06.2005		5.44		264	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	3.47	1.7		0.19		0	84.38	0	
Y-203	YK-5	14.07.2004	0	0	24	172		0		10					7.1	0	2.4	0.7	0			0	59		60				
Y-409	"	19.06.2005		0.32		755	0.37	0	0	0	0	0.04	0.03	0	0	0	0	0	0	0	1.16	0.11		0.14		0.25	3248	0.11	
Y-538	"	06.07.2005		0		536	0	0	0	0.07	0	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0.01	0	2.20	0		0.10		0	85.05	0	
Y-204	YK-10	14.07.2004	0	0	230	812		0		0					4.6	8.94	1.7	0.3	0			0	61		62				
Y-410	"	19.04.2005		0		472	0.37	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.97	0		0.02		0	143.2	0	
Y-539	"	06.07.2005		0		317	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1.12	0		0.00		0	35.48	0	
Y-205	YK-11	14.07.2004	0	0	127	470		0		0					3.7	0	1.5	0	0			0	28		27				
Y-421	"	19.04.2005		0		364	0.32	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0.03	0	1.19	0		0.01		0	864.4	0	
Y-540	"	06.07.2005		0		262	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1.10	0		0		7.43	71.56	0	
Y-206	YK-13	14.07.2004	0	0	46	239		0		0					5.3	0.5	2.4	0.5	0			0	83		84				
Y-420	"	19.04.2005		0		1384	0.4	0	0	0	0	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0.49	0		0.12		0	116.4	0	
Y-541	"	06.07.2005		0		1037	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0		0.08		7.11	113.9	0	
Y-216	YK-17	16.07.2004	0	0	422	1438		0		0					6	0	1.8	0.2	0			0	66		66				
Y-411	"	19.04.2005		2.50		825	0.35	0	0	0	0	0.06	0.02	0	0	0	0	0	0	0	2.51	0		0.02		0	274.7	0	
Y-542	"	06.07.2005		1.87		565	0	0	0	0	0	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	2.98	0		0.03		6.80	119.4	0	
Y-219	YK-19	16.07.2004	0	0	210	743		1.4		0					4	0	1.7	0.3	0			0	87		87				
Y-414	"	19.04.2005		0		531	0.41	0	0	0	0	0.06	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.66	0		0.02		0	116.3	0	
Y-545	"	06.07.2005		0		371	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0.73	0		0.04		8.37	8681	0.21	
Y-222	YK-20	16.07.2004	0	0	42	215		1.3		0					5.3	0.1	2	0.8	0			0	25		25				
Y-415	"	19.06.2005		0		83.9	0.36	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0		0		0	103	0	
Y-537	"	05.07.2005		0		75.4	0	0	0	0.29	0	0.06	0.08	0	0	0	0	0	0.08	0	0.12	0		0		0	88.35	0	
Y-233	YK-22	17.07.2004	0	0	31	208		0		1.7					7.7	0	2.8	0.3	0			0	41		40				
Y-422	"	20.04.2005		3.35		750	0.33	0	0	0	0	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0.11	0	0.76	1.32		0.10		0	1066	0	
Y-461	"	28.05.2005		2.92		659	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.15	0	0.64	1.15		0.13		0	821.7	0	
Y-527	"	05.07.2005		2.49		592	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.10	0	0.49	1.19		0.13		0	106.4	0	
Y-231	YK-24	17.07.2004	0	0	23	180		1.3		0					7.6	0	2.6	5.2	0			0	58		58				
Y-424	"	20.04.2005		4.63		691	0.27	0	0	0	0	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0	0.92	1.66		0.09		0	476.3	0	
Y-462	"	28.05.2005		3.89		603	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0.06	0.74	1.52		0.08		0	516.4	0	
Y-529	"	05.07.2005		3.21		529	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0	0.67	1.45		0.11		0	48.78	0	
Y-225	YK-26	16.07.2004	0	0	455	1531		0		0					7.2	0	1.8	0.6	0			0	461		470				
Y-446	"	24.04.2005		2.71		652	0	0	0	0	0	0.04	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.99	0.73		0.17		0.52	5450	0.11	
Y-520	"	01.07.2005		2.30		570	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	1.08	0.61		0.21		0	371.1	0	

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-226	YK-32	17.07.2004	5.5	5.9	0	28.8	0	284	0		0	0	2.2	0	0		0.07	0	0	0			0.08	12		1.5
Y-427	"	20.04.2005		18	0	96	0		0	0	14	0.57	0.72	0.15	0	11.91	0.34	0	0.80	0	3.08	0	0.00	1.4	1.72	0
Y-465	"	28.05.2005		4.81	0	93.3	0		0	0	9.6	0.43	0.53	0	0	7.99	0.25	0	0	0	2.63	0.1	0.19	1	1.31	1.13
Y-532	"	05.07.2005		0	3.39	91.7	0		0	0.75	9.53	0.34	0.87	0.47	0	6.80	0.23	0	0	0	2.26	0	0.26	1.7	1.82	1.06
Y-227	YK-33	17.07.2004	1.6	6	0	29.1	0	264	4.2		0	0	3.8	0	0		0	0	0	147			0.39	15		1.43
Y-426	"	20.04.2005		0	2.1	94	0		1.97	0	13	0.71	0.92	1.03	0	11.76	0.27	0	1.60	0	3.22	0	0.39	1.6	1.88	0
Y-464	"	28.05.2005		0	0	106	9.52		3.58	0	11	0.63	0.89	0.68	0	8.85	0.25	0	0.89	0	2.65	0	0.32	1.1	1.51	0.58
Y-531	"	05.07.2005		5.13	0	79.3	0		0	0.73	9.21	0.36	0.91	0.67	2.27	6.55	0.22	0	0	0	2.19	0	0.63	2.1	1.85	0
Y-228	YK-35	17.07.2004	4.1	6.7	0	34.2	0	341	8.2		0	0	2.55	0	0		0	0	0	159			0.23	15		1.14
Y-428	"	20.04.2005		2.09	0	116	3.34		0	0	12	0.62	0.58	1.27	0	12.7	0.35	0.66	4.11	0	3.58	0	0.09	1.5	2.10	0.69
Y-533	"	05.07.2005		0.39	1.68	87.1	0		0	0.72	8.36	0.32	0.68	0.92	0	6.84	0.23	0	0	0	2.73	0	0.45	1.6	1.95	0.72
Y-223	YK-37	16.07.2004	21	39	0	217	0	2954	3		0	0	2.3	0	0		0	0	0	0			1.03	21		1.79
Y-418	"	19.04.2005		0	0	45.2	0		0	0	17	0.24	0.32	0	0	4.34	0.12	0	0	0	4.64	0	0.00	1.1	1.42	0.43
Y-519	"	01.07.2005		8.43	0	33.4	0		0	0.26	9.22	0.08	0.49	0.76	22.3	2.70	0.13	0	0	0	4.08	0	0.10	2.3	2.18	2.29
Y-251	YK-39	21.07.2004	0	1.9	0	3.5	0	4399	103		0	0	0.47	7.02	1.4		0.04	0	0	0			1.15	25		1.41
Y-435	"	21.04.2005		0	0	0.75	328.5		88	0	10	1.95	0.63	28.8	297.7	0.52	0.62	0	0	0	0	0	0.00	0	0.33	0.82
Y-521	"	04.07.2005		0.2	0	0	0		0	0.44	12	1.32	0.30	2.12	23.8	0	0.11	0	0	0	0	0	0.00	1.2	1.25	2.18
Y-252	YK-41	21.07.2004	12	13	0	57.5	0	497	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0			0.60	26		0.53
Y-445	"	23.04.2005		16	0	190	0		0	0	12	0.24	0.30	1.54	0	15.9	0.37	2.09	1.31	0	3.46	0	0.88	1.9	2.36	0
Y-517	"	01.07.2005		0	0	145	0		0	0.4	10	0.19	0.26	1.08	0	10.2	0.31	0	0	0	2.65	0.1	0.68	2.3	2.64	0
Y-244	YK-43	20.07.2004	0	4.5	0	39.3	0	4088	0		0	0	2.63	0	0		0	0	0	0			0.99	31		0.91
Y-450	"	24.04.2005		0	0	6.16	0		0.11	0	12	0.84	0.78	0.12	0	2.78	0.17	0	0	0	3.68	0	0.00	0.6	0.98	1.91
Y-551	"	06.07.2005		0	1.62	7.16	0		0	1.10	10	0.69	2.47	0.28	0	1.82	0.12	0	0	0	4.19	0	0.13	1.7	1.55	1.32
Y-243	YK-44	20.07.2004	0	0.9	0	31.6	0	4124	0		0	2.84	2.37	0	0		0	0	0	0			0.42	26		1.24
Y-433	"	20.04.2005		0	0	5.99	0		0	0	16	2.74	0.70	1.84	126	2.51	0.19	0	0	0	0	0	0.00	0.2	0.68	0
Y-550	"	06.07.2005		0	0	10.7	0		0	1.10	10	2.22	2.46	0.46	8.10	0.06	0.06	0	0	0	0	0	0.00	0.8	0.77	2.12
Y-245	YK-47	20.07.2004	0	1.8	0	26.2	0	7336	112		0	0	15	0	0		0	0	0	0			1.97	23		1.98
Y-432	"	20.04.2005		7.04	0	4.11	0		48	0	37	2.08	9.28	0	0	2.45	0.02	2.06	0	0	0	0	0.00	0.6	0.71	0.10
Y-549	"	06.07.2005		10	0	14.7	0		0	0	24	1.43	8.12	0.18	0	0.85	0.04	0.56	0	0	0	0	0.00	0.7	0.82	3.33
Y-241	YK-49	19.07.2004	2.6	4.3	0	32.1	0	326	49		0	0	4.4	0	0		0	0	0	198			0.40	16		1.13
Y-442	"	23.04.2005		0	0	69	0		0	0	9.13	0.17	0.22	0.85	0	8.70	0.23	0	0	0	1.68	0	2.62	1	0.97	0.78
Y-515	"	01.07.2005		0	1.80	73.5	0		0	0.24	9.70	0.40	0.18	0.91	0	7.2	0.23	0	0	0	1.27	0	2.43	0.8	0.86	0
Y-242	YK-52	19.07.2004	0	0.9	0	14.4	0	5142	1.4		0	16.86	3.5	0	0		0	0	0	31			0.55	25		0.99
Y-443	"	23.04.2005		0	0	0	0		0	0	20	9.27	0.23	0	0	0.46	0.05	0	0	0	0	0	0.00	0.7	0.84	1.58
Y-513	"	01.07.2005		0	0	1.45	137		0	0	20	9.92	0.74	20.3	119	2.93	0.50	0	0	0	0	0	0.00	0.8	0.80	1.46

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-226	YK-32	17.07.2004	0	0	45	237		0		0					6.3	0	2.7	0.4	0			0	32		31				
Y-427	"	20.04.2005		6.97		874	0.37	0	0	0	0	0.08	0.03	0	0	0	0	0	0	0	1.20	3.78		0.11		0	403.4	0	
Y-465	"	28.05.2005		6.21		791	0	0	0	0	0	0.03	0.04	0	0	0	0	0	0.01	0	0.89	3.40		0.05		0	651.4	0	
Y-532	"	05.07.2005		5.72		705	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0	1.17	3.12		0.13		0	17.46	0	
Y-227	YK-33	17.07.2004	0	0	39	223		0.2		0					7.5	0	2.6	1.2	0			0	49		48				
Y-426	"	20.04.2005		7.62		899	0.27	0	0	0	0.01	0.02	0.05	0	0	0	0	0	0.04	0	1.21	3.82		0.10		0	751.4	0	
Y-464	"	28.05.2005		6.66		783	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.03	0	0.91	3.30		0.13		0.16	2782	0.02	
Y-531	"	05.07.2005		5.57		706	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0.02	0	0.98	3.05		0.08		0	233.5	0	
Y-228	YK-35	17.07.2004	0	0	52	263		0		0					6.7	3.8	2.7	0.4	0			0	49		50				
Y-428	"	20.04.2005		7.46		931	0.23	0	0	0	0.01	0.05	0.03	0	0	0	0	0	0.06	0	1.11	3.54		0.12		0.08	2083	0	
Y-533	"	05.07.2005		5.90		738	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0	1.10	3.27		0.11		0	301.9	0	
Y-223	YK-37	16.07.2004	0	3.15	460	1490		0		0					6.3	0.2	2	0.6	0			4.8	334		337				
Y-418	"	19.04.2005		10.6		616	0.35	0	0	0.02	0	0.05	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1.09	3.3		0.11		0	97.19	0	
Y-519	"	01.07.2005		9.09		527	0	0	0	0.02	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0	0.91	3		0.14		0	99.71	0	
Y-251	YK-39	21.07.2004	0	0	27	175		0		0					3.4	0	1.9	0.8	5.1			0	2		2.2				
Y-435	"	21.04.2005		0		31.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0		0		0	2369	0.02	
Y-521	"	04.07.2005		0		56.2	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.14	0	0.07	0		0		0	130.9	0	
Y-252	YK-41	21.07.2004	0	0	81	351		0		0.1					5.8	0	2.4	0.4	0			0	31		31				
Y-445	"	23.04.2005		14.8		1231	0	0	0	0	0	0.05	0.04	0	0	0	0	0	0.02	0	1.57	8.11		0.12		0.21	2928	0	
Y-517	"	01.07.2005		12.5		1036	0	0	0	0	0	0.02	0.04	0	0	0	0	0	0.01	0	1.68	6.89		0.11		0	153.5	0	
Y-244	YK-43	20.07.2004	0	0	263	929		0		0					6.4	0	2.1	8.9	0			0	422		427				
Y-450	"	24.04.2005		0		271	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0		0.15		0.26	4587	0.06	
Y-551	"	06.07.2005		0		286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0		0.17		7.15	39.71	0.00	
Y-243	YK-44	20.07.2004	0	0	152	574		0		0					4.9	0	2.1	0.9	0			0	7.9		7.6				
Y-433	"	20.04.2005		0		246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0		0		4.07	26850	0.74	
Y-550	"	06.07.2005		0		178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0		0		6.96	0	0	
Y-245	YK-47	20.07.2004	0	0	19	136		0		0					3.8	0	1.7	0.7	0			0	16		16				
Y-432	"	20.04.2005		0		68.9	0.09	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.70	0		0		1	8559	0.20	
Y-549	"	06.07.2005		0		50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.62	0		0		6.76	12.5	0	
Y-241	YK-49	19.07.2004	0	0	29	198		1.4		0					5.6	0	2.6	4.7	0			0	37		38				
Y-442	"	23.04.2005		4.33		658	0.00	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.56	2.37		0.06		0.09	2696	0.01	
Y-515	"	01.07.2005		3.31		589	0	0	0	0	0	0.04	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.60	2.08		0.07		0	103.1	0	
Y-242	YK-52	19.07.2004	0	0	85	355		1.12		0					6.7	0.4	2.1	0.9	0			0	20		22				
Y-443	"	23.04.2005		0		148	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0		0		0	515.7	0	
Y-513	"	01.07.2005		0		132	0	0	0	0.2	0	0.08	0.05	0	0	0	0	0	0.03	0.01	0.22	0		0		0	1177	0.02	

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	¹⁴⁶ Nd	¹⁴⁷ Sm	¹⁵³ Eu	¹⁵⁷ Gd	¹⁵⁹ Tb	¹⁶³ Dy	¹⁶⁵ Ho	¹⁶⁶ Er	¹⁶⁹ Tm	¹⁷² Yb	¹⁷⁵ Lu	¹⁷⁸ Hf	¹⁸¹ Ta	¹⁸² W	¹⁸⁵ Re	¹⁸⁹ Os	¹⁹³ Ir	¹⁹⁵ Pt	¹⁹⁷ Au	²⁰² Hg	²⁰⁵ Tl	²⁰⁸ Pb	²⁰⁹ Bi	²³² Th	²³⁷ Np	²³⁵ U	²³⁸ U
Y-226	YK-32	17.07.2004																				0		0	2.9	0.3		1.3	0.56
Y-427	"	20.04.2005	0.02	0	0.04	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.77
Y-465	"	28.05.2005	0.05	0	0.05	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.69
Y-532	"	05.07.2005	0.03	0.03	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89
Y-227	YK-33	17.07.2004																				0		0	2.2	0.3		1.5	0.54
Y-426	"	20.04.2005	0.04	0	0.04	0.04	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.49	0	0	0	0	0	0.81
Y-464	"	28.05.2005	0.15	0.01	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.66
Y-531	"	05.07.2005	0.06	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
Y-228	YK-35	17.07.2004																				0		0	2	0.3		2.1	0.66
Y-428	"	20.04.2005	0.11	0.03	0.05	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.73
Y-533	"	05.07.2005	0.05	0.03	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.86
Y-223	YK-37	16.07.2004																				0		0	1.9	0.3		11	3.05
Y-418	"	19.04.2005	0.04	0	0.06	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.66
Y-519	"	01.07.2005	0.01	0	0.05	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0	0	0	0	0.82
Y-251	YK-39	21.07.2004																				0		0	1.7	0.2		1.4	0.51
Y-435	"	21.04.2005	0.36	0.04	0.01	0.06	0	0.04	0	0.01	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Y-521	"	04.07.2005	0	0.00	0	0.02	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0.04
Y-252	YK-41	21.07.2004																				0		0	2	0.3		2.7	0.75
Y-445	"	23.04.2005	0.2	0.01	0.04	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.73
Y-517	"	01.07.2005	0.01	0.01	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.70	0	0	0	0	0	0.86
Y-244	YK-43	20.07.2004																				0		0	1.9	0.2		5.6	1.61
Y-450	"	24.04.2005	0.27	0.01	0.06	0.11	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.03	0.23	0	0	0	0	0	0	0.25
Y-551	"	06.07.2005	0.02	0.00	0.05	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35
Y-243	YK-44	20.07.2004																				0		0	2.1	0.2		2.3	0.73
Y-433	"	20.04.2005	1.99	0.02	0	0.53	0	0.01	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16
Y-550	"	06.07.2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13
Y-245	YK-47	20.07.2004																				0		0	1.8	0.2		1	0.35
Y-432	"	20.04.2005	0.59	0.02	0	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y-549	"	06.07.2005	0	0.00	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y-241	YK-49	19.07.2004																				0		0	2.6	0.3		1.2	0.46
Y-442	"	23.04.2005	0.20	0	0.02	0.09	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.62
Y-515	"	01.07.2005	0.02	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.03	1.91	0.01	0	0	0	0	0.49
Y-242	YK-52	19.07.2004																				0		0	1.9	0.2		2.7	0.76
Y-443	"	23.04.2005	0.03	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13
Y-513	"	01.07.2005	0.23	0.06	0	0.09	0	0.03	0	0	0	0.01	0	0	0	4.37	0.07	0	0	0.03	0.22	10.35	0.29	0	0	0	0	0	0.18

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-250	YK-54	20.07.2004	0	1.4	0	6.7	0	1027	0		0	0	3	0	0		0	18.99	0	0			1.42	39		0.83
Y-444	"	23.04.2005		0	2.05	1.25	0		0	0.02	2.6	0.39	0.58	0.17	0	0.54	0.11	0	0	0	0	0	0.00	0.3	0.59	1.30
Y-516	"	01.07.2005		0	0	2.33	0		0	0.80	1.90	0.42	0.53	0.37	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0.00	0.3	0.49	2.47
Y-235	YK-57	19.07.2004	0	3.8	0	3.1	0	2979	0		0	0	2.91	0	0		0	0	0	0			1.20	22		1.1
Y-439	"	23.04.2005		0	0	0	0		0	0	11	0.55	0.44	0.08	0	2.18	0.10	0	0	0	0	0	0.00	0.5	0.73	0.83
Y-511	"	01.07.2005		0	1.82	1.09	10.5		0	0.36	9.8	0.53	0.46	1.87	101	1.82	0.13	0	0	0	0	0	0.01	0.3	0.45	0.17
Y-254	YK-60	21.07.2004	0	1.5	0	4.1	0	4496	0		0	0	1.52	0	0		0	0	0	0			0.82	34		1.43
Y-255	YK-63	21.07.2004	0	2.9	0	11.4	0	5432	0		0	4.10	1.15	0	0		0	0	0	0			1.71	37		0.76
Y-436	"	21.04.2005		0	2.08	0.99	121		0	0	19	2.56	0.38	4.58	83	0	0.09	0	0	0	0	0	0.00	0.3	0.34	1.34
Y-467	"	28.05.2005		0	0	1.83	0		0	0	14	2.53	0.37	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0.1	0.25	0
Y-522	"	04.07.2005		0	0	0	0		0	0.46	13	2.40	0.29	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0.21	2.8
Y-256	YK-64	21.07.2004	0	1.6	0	5.9	0	5343	0		0	0	2.33	0	1.38		0.83	0	0	0			0.70	41		1.05
Y-437	"	21.04.2005		0	0	0	16.6		0	0	15	0.99	0.35	0.63	47.6	0	0.04	0	0	0	0	0	0.00	0.2	0.47	2.73
Y-468	"	28.05.2005		3.2	0	0	2.41		0	0	13	0.89	0.33	2.25	11.5	0	0.11	0	0	0	0	0	0.00	0.2	0.38	0
Y-523	"	04.07.2005		1.6	0	0	3.17		0	0.57	11	0.79	0.1	0.91	10.8	0	0.02	0	0	0	0	0	0.00	0.1	0.10	1.76
Y-249	YK-71	20.07.2004	0	1.7	0	13.5	0	1649	0		0	0	3.16	0	0		0	0	0	0			1.27	32		1.4
Y-447	"	24.04.2005		0	2.02	1.92	0		19	0	3.95	0.45	0.47	0.40	0	3.12	0.10	0	1.09	0	0	0	0.00	0.5	0.82	0
Y-524	"	04.07.2005		0	0	0	59.6		0	0.98	4.43	0.61	0.54	10.8	97.3	0.54	0.31	0	0	0	0	0	0.00	1.1	1.38	1.06
Y-246	YK-76	20.07.2004	0	1.9	0	11.4	0	2066	6.2		0	0	4.52	0	0		0	0	0	0			1.33	34		1.93
Y-449	"	24.04.2005		0	0	0	0		0	0	4.67	0.67	0.91	0.52	0	0.51	0.14	0	0	0	0	0	0.00	0.3	0.64	0.77
Y-548	"	06.07.2005		0	3.37	3.21	13.2		0	1.37	4.63	0.30	3.09	0.59	20.1	0.19	0.09	0	2.64	0	0	0	0.00	0.8	0.85	2.95
Y-238	YK-83	19.07.2004	0	1.4	0	128	0	3065	5.6		0	0	5.73	4.9	0.48		0	0	2	164			0.41	22		0.77
Y-440	"	23.04.2005		0	2.01	14.7	0		0	0	8.8	0.74	0.33	0.52	0	1.70	0.11	0	0	0	0.22	0	0.00	0.2	0.42	1.22
Y-512	"	01.07.2005		0	1.82	44.5	0		0	0.3	8.7	0.77	0.18	2.94	0	1.12	0.10	0	0	0	0.13	0	0.00	0.2	0.22	1.93
Y-234	YK-86	19.07.2004	0	2.3	0	13.3	0	4026	0		0	1.83	2.1	0	0		0	0	0	0			0.82	26		1.8
Y-438	"	23.04.2005		0	0	2.68	3.93		0	0	16	2.56	0.27	1.11	11.9	2.79	0.16	0	0.89	0	0	0	0.00	0.7	1.10	2.84
Y-510	"	01.07.2005		0	0	5.72	0		0	0	12	2.19	0.17	0.27	0	1.18	0.10	0	0	0	0	0	0.00	1.2	1.22	1.90
Y-214	YK-88	15.07.2004	0	0.7	0	10.8	0	2229	6.3		0	1.73	1.49	18	0		0	5.41	0.3	0			1.26	12		1.36
Y-215	YK-89	15.07.2004	0	0.9	0	8.4	0	2601	0		0	6.33	1.45	0	0		0	0	2.5	0			1.06	9.5		0.93
Y-451	"	24.04.2005		0	0	1.01	0		0	0	17	8.18	0.15	0.33	0	0.72	0.10	0	0	0	2.82	0	0.00	1.1	1.41	0.29
Y-552	"	06.07.2005		0	1.60	7.88	0		0	0.90	12	6.22	2.06	0.35	0.7	0	0.06	0	0	0	2.55	0	0.10	1.6	1.44	1.87
Y-236	YK-98	19.07.2004	0	1	0	9.8	0	3350	7		0	0	3.54	0	1.18		0	0	0	0			0.19	27		0.57
Y-237	YK-99	19.07.2004	0	2.4	0	16.8	0	3112	9.3		0	0	4.53	0	0		0	0	0	49			5.00	25		0.45
Y-239	YK-100	19.07.2004	0	1.5	0	56.3	0	3502	25		0	0	8.37	0	0.2		0	0	0	131			0.26	22		0.69

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-250	YK-54	20.07.2004	0	0	0	52.3		0.6		0					5.7	0	2.1	0.9	0			0	10		10				
Y-444	"	23.04.2005		0		21.9	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28	0		0			0.15	3687	0.06
Y-516	"	01.07.2005		0		18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28	0		0		0	93.57	0	
Y-235	YK-57	19.07.2004	0	0	95	386		0.3		0					8.1	0	2.1	0.5	0.1			0	35		35				
Y-439	"	23.04.2005		0.06		144	0.07	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0		0			0.21	3992	0.05
Y-511	"	01.07.2005		0		139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0		0		0	284.5	0	
Y-254	YK-60	21.07.2004	0	0	1.2	107		0		0					4.6	158	2.4	0.6	0			0	2.2		2.1				
Y-255	YK-63	21.07.2004	0	0	26	179		0		0					5	8.56	2.2	0.5	0			0	5.3		5.2				
Y-436	"	21.04.2005		0		58.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0		0			0.47	5226	0.11
Y-467	"	28.05.2005		0		53.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0		0		0	91.68	0	
Y-522	"	04.07.2005		0		48	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0		0		0	349.3	0	
Y-256	YK-64	21.07.2004	0	0	2.6	114		0		0					4.6	0.2	2.5	0.7	0			0	2.1		2.3				
Y-437	"	21.04.2005		0		45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0		0			0.81	8549	0.14
Y-468	"	28.05.2005		0		38.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0		0		0	576.8	0	
Y-523	"	04.07.2005		0		32.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0		0		0	54.11	0	
Y-249	YK-71	20.07.2004	0	0	26	174		0.7		0					5.5	1.2	2.2	1	0			0	38		37				
Y-447	"	24.04.2005		0		67.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0		0.02		0.2	2887	0.03	
Y-524	"	04.07.2005		0		55.9	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0		0.01		0	816.5	0.03	
Y-246	YK-76	20.07.2004	0	0	1.7	104		0.1		0					6.7	1.7	2.3	0.7	0			0	14		14				
Y-449	"	24.04.2005		0		33.7	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.36	0		0		0	1947	0.01	
Y-548	"	06.07.2005		0		28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	0		0			7.76	5099	0.11
Y-238	YK-83	19.07.2004	0	0	98	404		1.4		0					6	0	2	1.1	0			0	87		87				
Y-440	"	23.04.2005		0		128	0.03	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0		0.01		1.18	11990	0.2	
Y-512	"	01.07.2005		0		133	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0		0.01		0	333.9	0	
Y-234	YK-86	19.07.2004	0	0	169	625		0		0					5	0	2.2	0.4	0			0	27		27				
Y-438	"	23.04.2005		0		247	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.67	0		0		0	1762	0	
Y-510	"	01.07.2005		0		218	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.47	0		0		0	78.48	0	
Y-214	YK-88	15.07.2004	0	0	164	586		0		0					4.1	0.1	1.5	0.2	0			0	122		123				
Y-215	YK-89	15.07.2004	0	0	179	643		0		0					3.8	90	1.6	0.2	0			0	167		169				
Y-451	"	24.04.2005		0		384	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.51	0		0.07		0.11	2850	0.03	
Y-552	"	06.07.2005		0		315	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0		0.08		6.99	36.67	0.00	
Y-236	YK-98	19.07.2004	0	0	2	102		0		0					7	69	2.3	5.9	0			0	7.7		7.5				
Y-237	YK-99	19.07.2004	0	0	30	190		0.1		0					4.3	0	2.4	7.1	0			0	28		28				
Y-239	YK-100	19.07.2004	0	0	23	170		1.8		0					7.4	0	2.3	1.7	0			0	37		36				

Ek-Çizelge 6.4. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	¹⁴⁶ Nd	¹⁴⁷ Sm	¹⁵³ Eu	¹⁵⁷ Gd	¹⁵⁹ Tb	¹⁶³ Dy	¹⁶⁵ Ho	¹⁶⁶ Er	¹⁶⁹ Tm	¹⁷² Yb	¹⁷⁵ Lu	¹⁷⁸ Hf	¹⁸¹ Ta	¹⁸² W	¹⁸⁵ Re	¹⁸⁹ Os	¹⁹³ Ir	¹⁹⁵ Pt	¹⁹⁷ Au	²⁰² Hg	²⁰⁵ Tl	²⁰⁸ Pb	²⁰⁹ Bi	²³² Th	²³⁷ Np	²³⁵ U	²³⁸ U
Y-250	YK-54	20.07.2004																				0		0	1.8	0.2		2.7	0.83
Y-444	"	23.04.2005	0.26	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
Y-516	"	01.07.2005	0.04	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.87	0	0	0	0	0	0	0.11
Y-235	YK-57	19.07.2004																				0		0	2.2	0.3		60	17.59
Y-439	"	23.04.2005	0.37	0.01	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.20
Y-511	"	01.07.2005	0.04	0.00	0	0.03	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.77
Y-254	YK-60	21.07.2004																				0		0	2.1	0.2		1.1	0.44
Y-255	YK-63	21.07.2004																				0		0	1.9	0.2		1.6	0.57
Y-436	"	21.04.2005	0.57	0.04	0	0.2	0	0.03	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Y-467	"	28.05.2005	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
Y-522	"	04.07.2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Y-256	YK-64	21.07.2004																				0		0	2.2	0.2		2.2	0.66
Y-437	"	21.04.2005	0.59	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Y-468	"	28.05.2005	0.03	0.01	0	0.02	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Y-523	"	04.07.2005	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Y-249	YK-71	20.07.2004																				0		0	1.7	0.2		1.8	0.61
Y-447	"	24.04.2005	0.25	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Y-524	"	04.07.2005	0.2	0.06	0.01	0.08	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Y-246	YK-76	20.07.2004																				0		0	2.5	0.3		1.8	0.59
Y-449	"	24.04.2005	0.14	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.10	1.39	0.03	0	0	0	0	0	0.03
Y-548	"	06.07.2005	0.38	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Y-238	YK-83	19.07.2004																				0		0	1.7	0.3		1.5	0.64
Y-440	"	23.04.2005	0.81	0.01	0	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
Y-512	"	01.07.2005	0.06	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
Y-234	YK-86	19.07.2004																				0		0	1.9	0.3		2.8	0.93
Y-438	"	23.04.2005	0.10	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16
Y-510	"	01.07.2005	0.00	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
Y-214	YK-88	15.07.2004																				0		0	1.3	0.2		4.2	1.35
Y-215	YK-89	15.07.2004																				0		0	1.7	0.2		4.6	1.41
Y-451	"	24.04.2005	0.23	0.01	0.04	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.36
Y-552	"	06.07.2005	0.02	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41
Y-236	YK-98	19.07.2004																				0		0	2.6	0.3		1	0.42
Y-237	YK-99	19.07.2004																				0		0	2	0.3		1.6	0.55
Y-239	YK-100	19.07.2004																				0		0	1.8	0.3		1.9	0.6

Ek-Çizelge 6.5. Yıldız Irmağı havzasındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçları (ana parametreler)

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	DO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-1	YI-1	Yıldız Irmağı-1	14.07.2003	19.5	8.27	650	440	9.5	1.15	0.15	2.80	2.50	6.60	0.40	4.75	0.80	0.52	6.47	17.4	0.71	C2-S1	26.5
Y-201	"	"	14.07.2004	19.6	7.91	629	420	8.6	0.65	0.06	2.40	2.95	6.06	0.20	4.70	0.04	0.48	5.42	10.7	0.40	C2-S1	26.8
Y-333	"	"	03.10.2004	14.4	8.13	620	410	9.2	1.04	0.08	2.90	2.05	6.07	0.00	5.35	0.48	0.46	6.29	17.1	0.66	C2-S1	24.8
Y-401	"	"	18.04.2005	11	8.11	355	240	9.0	0.32	0.01	2.70	0.80	3.83	0.00	3.10	0.18	0.18	3.46	8.4	0.24	C2-S1	17.5
Y-501	"	"	30.06.2005	17.3	8.07	520	350	8.6	0.60	0.02	3.80	1.00	5.42	0.00	5.15	0.48	0.38	6.01	11.1	0.39	C2-S1	24.0
Y-2	YI-2	Yıldız Irmağı-2	14.07.2003	20.5	8.14	644	430	8.6	1.18	0.16	3.45	2.20	6.99	0.30	5.20	0.60	0.49	6.59	17.3	0.70	C2-S1	27.5
Y-202	"	"	14.07.2004	18.5	7.95	646	430	7.8	0.71	0.06	3.45	2.20	6.42	0.00	5.20	0.46	0.45	6.11	11.1	0.42	C2-S1	28.3
Y-332	"	"	03.10.2004	15.7	8.10	621	430	8.3	0.78	0.06	3.20	2.50	6.54	0.00	5.50	0.40	0.46	6.36	11.9	0.46	C2-S1	28.5
Y-402	"	"	18.04.2005	10.9	7.75	343	230	8.5	0.29	0.01	2.60	0.90	3.80	0.00	3.00	0.15	0.28	3.43	7.6	0.22	C2-S1	17.5
Y-502	"	"	30.06.2005	16.5	7.98	536	360	8.8	0.52	0.01	4.30	0.80	5.63	0.00	5.00	0.36	0.41	5.77	9.2	0.33	C2-S1	25.5
Y-10	YI-3	Yıldız Irmağı-3	15.07.2003	19.8	8.07	587	390	9.2	0.63	0.05	3.20	2.10	5.98	0.00	5.30	0.30	0.47	6.07	10.5	0.39	C2-S1	26.5
Y-213	"	"	15.07.2004	22.5	8.36	575	380	10.3	0.31	0.06	2.70	3.00	6.07	0.20	5.30	0.18	0.49	6.17	5.1	0.18	C2-S1	28.5
Y-328	"	"	03.10.2004	15.3	8.05	594	400	8.1	0.63	0.04	3.55	1.95	6.17	0.00	5.40	0.30	0.45	6.15	10.2	0.38	C2-S1	27.5
Y-408	"	"	18.04.2005	10.6	8.02	345	230	12.1	0.27	0.01	2.70	0.85	3.83	0.00	3.15	0.13	0.16	3.44	7.0	0.20	C2-S1	17.8
Y-509	"	"	30.06.2005	19.5	7.99	517	340	8.4	0.50	0.01	4.30	0.40	5.21	0.00	5.25	0.24	0.30	5.79	9.6	0.33	C2-S1	23.5
Y-27	YI-4	Yıldız Irmağı-4	18.07.2003	18.3	8.38	587	390	8.9	0.45	0.04	3.35	2.00	5.84	0.50	4.60	0.22	0.31	5.63	7.7	0.28	C2-S1	26.8
Y-217	"	"	16.07.2004	16.5	8.23	588	390	8.2	0.32	0.08	3.40	1.85	5.65	0.00	5.80	0.14	0.28	6.22	5.7	0.20	C2-S1	26.3
Y-325	"	"	03.10.2004	12.8	8.00	614	410	10.2	0.48	0.04	3.00	2.80	6.32	0.00	5.80	0.20	0.28	6.28	7.6	0.28	C2-S1	29.0
Y-412	"	"	19.04.2005	8.5	7.58	300	200	9.5	0.25	0.01	2.40	0.60	3.26	0.00	2.85	0.10	0.07	3.02	7.7	0.20	C2-S1	15.0
Y-543	"	"	06.07.2005	16.5	8.08	512	340	7.8	0.26	0.01	3.60	1.45	5.32	0.00	5.30	0.28	0.18	5.76	4.9	0.16	C2-S1	25.3
Y-28	YI-5	Yıldız Irmağı-5	18.07.2003	19.3	7.85	611	410	9.0	0.32	0.04	2.90	2.40	5.66	0.00	5.20	0.22	0.30	5.72	5.7	0.20	C2-S1	26.5
Y-220	"	"	16.07.2004	20	7.85	599	400	11.0	0.36	0.11	3.10	1.95	5.52	0.30	5.40	0.16	0.25	6.11	6.5	0.23	C2-S1	25.3
Y-323	"	"	02.10.2004	16	7.82	654	440	8.0	0.39	0.04	4.50	1.75	6.68	0.00	6.10	0.20	0.28	6.58	5.8	0.22	C2-S1	31.3
Y-416	"	"	19.04.2005	9.6	7.63	295	200	7.6	0.22	0.01	2.40	0.45	3.08	0.00	2.60	0.10	0.08	2.78	7.1	0.18	C2-S1	14.3
Y-546	"	"	06.07.2005	19.5	8.03	511	340	8.1	0.21	0.01	4.40	0.90	5.52	0.00	5.10	0.30	0.17	5.57	3.8	0.13	C2-S1	26.5
Y-51	YI-6	Yıldız Irmağı-6	22.07.2003	15.1	7.77	641	430	9.3	0.43	0.09	3.95	2.20	6.67	0.00	5.90	0.18	0.30	6.38	6.4	0.25	C2-S1	30.8
Y-230	"	"	17.07.2004	18	7.26	651	430	6.4	0.33	0.13	3.25	3.30	7.01	0.00	6.20	0.16	0.25	6.61	4.7	0.18	C2-S1	32.8
Y-313	"	"	01.10.2004	13.9	7.23	686	460	8.6	0.42	0.04	4.70	1.75	6.91	0.00	6.35	0.18	0.35	6.88	6.1	0.23	C2-S1	32.3
Y-425	"	"	20.04.2005	9.8	7.90	330	220	8.9	0.26	0.01	2.70	0.40	3.37	0.00	2.90	0.09	0.08	3.07	7.7	0.21	C2-S1	15.5
Y-463	"	"	28.05.2005	13.2	7.26	405	270	7.2	0.24	0.01	2.85	1.25	4.35	0.00	3.65	0.09	0.12	3.86	5.5	0.17	C2-S1	20.5

Ek-Çizelge 6.5. Devam ediyor

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	DO ₂ (mg/l)	Kationlar (mek/l)				Toplam kation	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-530	YI-6	Yıldız Irmağı-6	05.07.2005	15.5	7.05	556	370	7.8	0.20	0.01	3.50	1.70	5.41	0.00	5.65	0.20	0.18	6.03	3.7	0.12	C2-S1	26.0
Y-563	"	"	27.07.2005	16.1	7.06	596	400	7.1	0.20	0.01	5.00	0.90	6.11	0.00	5.95	0.24	0.28	6.47	3.3	0.12	C2-S1	29.5
Y-573	"	"	10.09.2005	14.7	7.06	667	450	8.5	0.20	0.01	5.10	1.10	6.41	0.00	6.35	0.24	0.31	6.90	3.1	0.11	C2-S1	31.0
Y-583	"	"	25.10.2005	10.7	7.07	644	430	9.3	0.25	0.01	4.95	1.00	6.21	0.00	5.60	0.22	0.32	6.14	4.0	0.14	C2-S1	29.8
Y-52	YI-7	Yıldız Irmağı-7	22.07.2003	18	8.25	445	290	9.6	0.25	0.13	3.00	1.30	4.68	0.20	4.00	0.38	0.15	4.73	5.3	0.17	C2-S1	21.5
Y-229	"	"	17.07.2004	19.1	8.05	423	280	10.9	0.19	0.09	2.15	2.15	4.58	0.00	3.80	0.09	0.10	3.99	4.1	0.13	C2-S1	21.5
Y-312	"	"	01.10.2004	14.9	8.35	466	310	10.8	0.27	0.03	2.85	1.75	4.90	0.20	4.00	0.12	0.37	4.69	5.5	0.18	C2-S1	23.0
Y-429	"	"	20.04.2005	11.3	8.43	280	190	7.4	0.23	0.01	2.00	0.90	3.14	0.40	2.15	0.10	0.17	2.82	7.3	0.19	C2-S1	14.5
Y-466	"	"	28.05.2005	16.2	8.32	320	220	6.6	0.20	0.01	2.40	1.05	3.66	0.50	2.60	0.07	0.16	3.33	5.5	0.15	C2-S1	17.3
Y-534	"	"	05.07.2005	16.9	8.23	386	260	7.9	0.17	0.01	2.95	1.25	4.38	0.30	3.60	0.16	0.16	4.22	3.9	0.12	C2-S1	21.0
Y-566	"	"	27.07.2005	18.2	7.95	379	250	11.4	0.15	0.01	3.15	1.35	4.66	0.00	4.00	0.13	0.16	4.29	3.2	0.10	C2-S1	22.5
Y-576	"	"	10.09.2005	14.6	7.92	444	300	11.4	0.20	0.01	3.35	1.20	4.76	0.00	4.50	0.16	0.26	4.92	4.2	0.13	C2-S1	22.8
Y-586	"	"	25.10.2005	9	8.03	430	290	11.7	0.20	0.01	3.00	1.40	4.61	0.00	4.20	0.16	0.26	4.62	4.3	0.13	C2-S1	22.0
Y-54	YI-8	Yıldız Irmağı-8	22.07.2003	16	8.28	618	410	8.1	0.70	0.14	3.55	2.05	6.44	0.20	5.05	0.30	0.40	5.95	10.9	0.42	C2-S1	28.0
Y-248	"	"	20.07.2004	14.9	8.02	636	420	7.1	0.67	0.22	3.35	2.50	6.74	0.40	5.60	0.34	0.38	6.72	9.9	0.39	C2-S1	29.3
Y-310	"	"	01.10.2004	14.8	8.26	679	450	10.1	1.00	0.12	4.00	2.50	7.62	0.70	5.55	0.40	0.46	7.11	13.1	0.55	C2-S1	32.5
Y-431	"	"	20.04.2005	12	8.55	373	250	6.7	0.47	0.02	2.30	1.35	4.14	0.50	2.55	0.30	0.38	3.73	11.4	0.35	C2-S1	18.3
Y-526	"	"	04.07.2005	17.8	7.81	531	360	7.8	0.45	0.02	3.30	2.10	5.87	0.00	5.50	0.42	0.30	6.22	7.7	0.27	C2-S1	27.0
Y-58	YI-9	Yıldız Irmağı-9	23.07.2003	18.9	8.10	244	160	7.0	0.31	0.04	1.25	0.50	2.10	0.00	1.80	0.09	0.20	2.09	14.8	0.33	C1-S1	8.8
Y-253	"	"	21.07.2004	21.4	8.46	275	180	7.9	0.28	0.14	1.65	1.10	3.17	0.40	2.40	0.08	0.19	3.07	8.8	0.24	C2-S1	13.8
Y-302	"	"	30.09.2004	16.5	8.08	269	180	5.5	0.32	0.04	1.55	1.15	3.06	0.00	2.45	0.08	0.23	2.76	10.5	0.28	C2-S1	13.5
Y-434	"	"	21.04.2005	9.5	8.06	271	180	6.2	0.28	0.01	1.85	0.90	3.04	0.00	2.40	0.12	0.27	2.79	9.2	0.24	C2-S1	13.8
Y-518	"	"	01.07.2005	14.5	8.02	272	180	9.2	0.26	0.01	2.20	0.70	3.17	0.00	2.60	0.09	0.25	2.94	8.2	0.22	C2-S1	14.5
Y-9	ÇİD-1	Çilözü Dere-1	15.07.2003	19.5	8.13	581	390	8.6	0.77	0.10	2.90	2.00	5.77	0.30	4.60	0.34	0.44	5.68	13.3	0.49	C2-S1	24.5
Y-212	"	"	15.07.2004	20.8	8.07	702	470	11.0	0.52	0.09	4.20	2.35	7.16	0.50	6.00	0.42	0.47	7.39	7.3	0.29	C2-S1	32.8
Y-327	"	"	03.10.2004	13.9	8.23	594	390	9.3	0.52	0.07	3.40	1.70	5.69	0.30	5.55	0.28	0.37	6.50	9.1	0.33	C2-S1	25.5
Y-407	"	"	18.04.2005	11.4	7.89	499	330	9.1	0.51	0.02	3.90	0.55	4.98	0.00	4.00	0.26	0.75	5.01	10.2	0.34	C2-S1	22.3
Y-508	"	"	30.06.2005	17.2	7.91	765	510	9.6	1.08	0.04	5.40	0.50	7.02	0.00	6.15	0.92	0.71	7.78	15.4	0.63	C3-S1	29.5
Y-63	ÇİD-2	Çilözü Dere-2	24.07.2003	15.2	8.13	544	360	10.3	0.44	0.01	2.65	2.20	5.30	0.30	4.10	0.12	0.28	4.80	8.3	0.28	C2-S1	24.3

Ek-Çizelge 6.5. Devam ediyor

Örnek no	Akarsu no	Akarsu adı	Alındığı tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	DO ₂ (mg/l)	Katyonlar (mek/l)				Toplam katyon	Anyonlar (mek/l)				Toplam anyon	Sodyum (%)	SAR	Sulama sınıfı	Sertlik (°F)
									Na	K	Ca	Mg		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					
Y-39	DD-1	Deretarla Dere-1	19.07.2003	17	8.12	505	330	8.7	0.38	0.03	3.25	1.35	5.01	0.10	4.40	0.16	0.28	4.94	7.6	0.25	C2-S1	23.0
Y-221	"	"	16.07.2004	18.4	7.65	492	330	7.8	0.35	0.09	2.95	1.80	5.19	0.00	4.65	0.14	0.26	5.05	6.7	0.23	C2-S1	23.8
Y-322	"	"	02.10.2004	15.6	7.83	508	340	7.6	0.42	0.03	3.10	1.40	4.95	0.00	4.65	0.12	0.26	5.03	8.5	0.28	C2-S1	22.5
Y-417	"	"	19.04.2005	10.7	7.74	350	230	8.0	0.33	0.01	3.15	0.10	3.59	0.00	3.05	0.10	0.15	3.30	9.2	0.26	C2-S1	16.3
Y-547	"	"	06.07.2005	16.8	8.05	446	300	6.8	0.24	0.01	3.65	0.70	4.60	0.00	4.35	0.21	0.19	4.75	5.2	0.16	C2-S1	21.8
Y-83	DD-2	Deretarla Dere-2	28.07.2003	13.8	8.10	411	270	5.9	0.61	0.01	2.65	0.80	4.07	0.20	3.65	0.07	0.14	4.06	15.0	0.46	C2-S1	17.3
Y-37	DÇ-1	Dumanlı Çayı-1	19.07.2003	18.3	7.46	716	480	8.4	0.50	0.04	3.80	2.10	6.44	0.00	5.40	0.30	0.34	6.04	7.8	0.29	C2-S1	29.5
Y-232	"	"	17.07.2004	17.5	7.51	710	470	6.8	0.14	0.02	3.20	3.40	6.76	0.00	7.00	0.26	0.25	7.51	2.1	0.08	C2-S1	33.0
Y-315	"	"	02.10.2004	14.2	7.56	705	470	8.0	0.55	0.05	5.30	1.20	7.10	0.00	7.00	0.24	0.48	7.72	7.7	0.31	C2-S1	32.5
Y-423	"	"	20.04.2005	8.8	7.73	300	200	6.1	0.28	0.01	2.50	0.50	3.29	0.00	2.60	0.11	0.19	2.90	8.5	0.23	C2-S1	15.0
Y-528	"	"	05.07.2005	15.3	7.43	644	430	8.2	0.25	0.01	3.90	2.60	6.76	0.00	6.65	0.40	0.24	7.29	3.7	0.14	C2-S1	32.5
Y-77	DÇ-2	Dumanlı Çayı-2	28.07.2003	15.6	7.86	601	400	7.2	0.75	0.04	4.15	1.25	6.19	0.00	4.65	0.42	0.56	5.63	12.1	0.46	C2-S1	27.0
Y-240	"	"	19.07.2004	21.8	8.14	571	380	8.4	0.67	0.11	2.35	2.05	5.18	0.30	4.45	0.32	0.36	5.43	12.9	0.45	C2-S1	22.0
Y-306	"	"	01.10.2004	11.1	8.21	670	450	12.0	0.95	0.04	3.50	2.15	6.64	0.00	5.50	0.46	0.53	6.49	14.3	0.57	C2-S1	28.3
Y-441	"	"	23.04.2005	13.4	8.15	213	140	7.0	0.21	0.00	1.70	0.35	2.26	0.00	1.95	0.06	0.08	2.09	9.3	0.21	C1-S1	10.3
Y-514	"	"	01.07.2005	19.2	8.44	420	230	10.2	0.40	0.01	3.25	1.15	4.81	0.50	3.70	0.29	0.24	4.73	8.3	0.27	C2-S1	22.0
Y-53	ÇD-1	Çırcır Deresi-1	22.07.2003	18.2	8.38	408	270	10.0	0.21	0.03	2.45	1.55	4.24	0.30	3.75	0.10	0.15	4.30	5.0	0.15	C2-S1	20.0
Y-247	"	"	20.07.2004	16	8.11	427	280	8.6	0.16	0.07	2.25	1.80	4.28	0.10	4.00	0.07	0.07	4.24	3.7	0.11	C2-S1	20.3
Y-311	"	"	01.10.2004	15.3	8.48	442	290	10.3	0.23	0.03	2.85	1.50	4.61	0.10	4.15	0.10	0.17	4.52	5.0	0.16	C2-S1	21.8
Y-430	"	"	20.04.2005	11.3	8.39	275	180	7.5	0.21	0.01	1.90	0.85	2.97	0.10	2.35	0.09	0.15	2.69	7.1	0.18	C2-S1	13.8
Y-535	"	"	05.07.2005	16	8.38	358	240	8.2	0.12	0.00	2.80	0.90	3.82	0.20	3.25	0.11	0.12	3.68	3.1	0.09	C2-S1	18.5
Y-71	ÇD-2	Çırcır Deresi-2	24.07.2003	14.9	8.30	467	300	9.4	0.20	0.03	3.10	1.45	4.78	0.30	3.75	0.08	0.28	4.41	4.2	0.13	C2-S1	22.8
Y-102	BD-1	Belenus Dere-1	31.07.2003	16.5	8.13	362	240	5.5	0.20	0.02	2.50	1.00	3.72	0.20	3.25	0.08	0.07	3.60	5.4	0.15	C2-S1	17.5
Y-257	"	"	21.07.2004	14.7	8.03	364	240	6.3	0.15	0.08	1.85	1.35	3.43	0.00	3.10	0.06	0.11	3.27	4.4	0.12	C2-S1	16.0
Y-308	"	"	01.10.2004	14.9	8.13	338	220	8.0	0.19	0.03	2.20	1.25	3.67	0.00	3.30	0.06	0.10	3.46	5.2	0.14	C2-S1	17.3
Y-448	"	"	23.04.2005	9.2	7.90	208	140	8.1	0.17	0.00	1.55	0.60	2.32	0.00	1.95	0.04	0.11	2.10	7.3	0.16	C1-S1	10.8
Y-525	"	"	04.07.2005	17.7	7.79	281	190	7.4	0.08	0.00	2.30	0.75	3.13	0.00	2.75	0.09	0.06	2.90	2.6	0.06	C2-S1	15.3
Y-97	GD-1	Gök Dere-1	31.07.2003	16.2	7.96	322	210	6.0	0.14	0.01	2.35	0.80	3.30	0.00	3.10	0.05	0.09	3.24	4.2	0.11	C2-S1	15.8
Y-99	GŞ-1	Geçmiş Dere-1	31.07.2003	14.8	7.85	250	160	6.4	0.13	0.01	1.75	0.70	2.59	0.00	2.45	0.04	0.22	2.71	5.0	0.12	C1-S1	12.3

Ek-Çizelge 6.6. Yıldız Irmağı havzasındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçları (elementler) (ppb)

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-201	YI-1	14.07.2004	17	30	0	220	0	2133	0		0.02	0.90	3.9	47.1	1.6		0.3	0	0.7	0			2.17	12		1.17
Y-401	"	18.04.2005		0	0	36.15	409.5		17	0	26	3.47	5.11	45.9	544.7	17.8	1.19	10.5	2.14	0	0.62	0	0.06	0.8	1.27	1.81
Y-501	"	30.06.2005		0	0	108	38.3		0	0.02	11	2.71	1.13	15.8	40	4.23	0.28	0	0.32	0	1.13	0	0.25	1.1	1.24	0.40
Y-202	YI-2	14.07.2004	9.7	29	0	217	0	2458	0		0	0.90	4.5	24.8	0		0.04	0	0.58	16			1.75	16		1.32
Y-402	"	18.04.2005		30	0	26.8	492.5		31	0	24	3.37	5.16	54.97	634.7	20.02	1.54	11.3	1.74	0	0.55	0	0.00	0.4	1.05	0.83
Y-502	"	30.06.2005		0	0	93.9	1.32		0	0	10	2.46	1	11	4.76	3.21	0.19	0	0	0	1.01	0	0.19	0.9	1.16	0.01
Y-213	YI-3	15.07.2004	0	5.9	0	73.6	0	1616	0		0	0	1.8	0	0		0	0	0	0			1.00	5.7		0.72
Y-408	"	18.04.2005		9.3	0	20.7	353.8		6.58	0	21	2.72	4.21	36.7	448.4	14.69	1.09	8.95	1.34	0	0.46	0	0.00	0.5	0.81	0.48
Y-509	"	30.06.2005		0	1.85	49.4	4.4		0	0.23	11	2.84	0.94	18.6	21.4	3.83	0.24	0	0.36	0	0.99	0	0.39	1.1	1.20	3.66
Y-217	YI-4	16.07.2004	0	12	0	102	0	1836	0		0	0	4.3	22.02	0.45		0.07	0	0	0			1.26	13		0.86
Y-412	"	19.04.2005		2.2	0	39.6	1469		99	0	23	5.41	6.69	158.4	1439	32.52	3.67	21.55	6.34	0	0.91	0	0.00	0.7	0.74	0.95
Y-543	"	06.07.2005		0	0	48.2	20.2		43	1.1	8.12	1.26	3.55	8.01	31	4.59	0.21	1.15	9.91	0	0.78	0	0.61	1.6	1.60	1.06
Y-220	YI-5	16.07.2004	1.6	16	0	134	0	2561	55		0	0	5.8	15.2	0		0	0	0	54			2.11	22		1.01
Y-416	"	19.04.2005		0	0	21.5	738.5		55	0	20	3.60	5.31	87.9	768	23.66	2.42	16.54	3.18	0	0.5	0	0.00	0.4	0.98	2.00
Y-546	"	06.07.2005		8.16	0	35.9	13.7		0	1.08	8.51	1.07	3.4	7.03	16.7	3.34	0.18	0	0.81	0	0.80	0	0.63	1.1	1.25	1.35
Y-230	YI-6	17.07.2004	4.4	17	0	127	0	3581	33		0	0	8	63.2	5.56		0.44	3.38	0	59			1.36	22		0.89
Y-425	"	20.04.2005		2.72	0	26.6	147		0	0	15	1.92	2.78	26.6	217.7	10.01	0.61	5.14	7.62	0	0.32	0	0.00	0.8	1.05	2.00
Y-463	"	28.05.2005		0	0	28.1	138		0	0	15	1.59	2.49	33.8	152.2	7.68	0.75	3.63	0	0	0.37	0	0.00	0.5	0.84	0.98
Y-530	"	05.07.2005		20	1.71	37.1	9.1		0	0.74	11	1.17	1.75	20.6	44.0	4.15	0.25	0	0	0	0.71	0	0.00	1.5	1.78	1.99
Y-229	YI-7	17.07.2004	0	3.9	0	65.4	0	3479	0		0	0.94	8.97	23.75	2.14		0.17	12.2	0	39			1.70	24		1.11
Y-429	"	20.04.2005		0	0	11	179		15	0	16	2.03	3.26	26.97	263.5	10.2	0.66	5.91	7.56	0	0.39	0	0.00	0.5	0.80	1.44
Y-466	"	28.05.2005		0	0	26	105		0	0	14	1.75	2.36	30.36	125.6	5.6	0.65	2.40	0	0	0.16	0	0.00	0.5	0.76	0.90
Y-534	"	05.07.2005		0	1.70	29.4	69.1		0	0.91	10	1.84	2.15	16.06	81	2.50	0.29	0	0	0	0.24	0	0.04	1.2	1.19	2.12
Y-248	YI-8	20.07.2004	19	34	0	231	0	4655	5		0	0.14	2.58	89.2	7.42		0.78	4.09	0	0			3.55	43		0.67
Y-431	"	20.04.2005		0	0	63.1	177		160	0	10	1.71	2.42	51.4	303.7	13.80	0.91	8.07	1.57	0	0.79	0	0.29	1	1.27	0.96
Y-526	"	04.07.2005		0	1.77	81.9	3.23		0	0.53	11	1.16	0.61	16.5	44.3	3.22	0.20	0	0	0	1.15	0	0.49	2	1.97	1.53
Y-253	YI-9	21.07.2004	0	2.8	0	50.4	0	2566	0		0	1.41	1.7	72.4	7.96		0.79	0	0	0			3.03	39		1.38
Y-434	"	21.04.2005		5.57	4.2	22.9	40.7		0	0	5.87	0.81	0.66	13.6	49.3	2.62	0.22	0	0	0	0	0	0.00	0.6	0.78	0.90
Y-518	"	01.07.2005		0	1.83	15.8	122		0	0.72	6.75	1.25	0.91	139	142	5.93	0.65	2.95	0	0	0	0	0.39	0.7	0.89	1.68
Y-212	ÇİD-1	15.07.2004	12	26	0	186	0	2117	35		0	0	3.6	40.6	1.81		0.56	0	0.3	0			4.60	9.9		0.78
Y-407	"	18.04.2005		1.9	2.31	60.2	3.07		0	0	19	2.54	1.48	20.6	48.4	6.60	0.26	0.13	0	0	2.01	0	0.86	0.9	1.32	0
Y-508	"	30.06.2005		32	0	203	3.55		0	0	17	2.18	0.48	49.5	24.7	5.86	0.34	0	0	0	2.79	0	3.13	2.5	2.33	0
Y-221	DD-1	16.07.2004	0	8.9	0	76.4	0	2977	3.1		0	0	5.1	24.3	1.51		0.03	0	0	57			2.72	20		2.04
Y-417	"	19.04.2005		0	0	16.9	596.5		0	0	23	4.19	0.87	40.2	578.9	6.70	0.71	0	0.51	0	0.73	0	0.00	0.5	0.61	0.50
Y-547	"	06.07.2005		0	1.67	21.3	35.2		0.9	1.10	10	1.27	3.33	9.03	30.3	2.38	0.21	0	3.83	0	1.42	0	0.65	0.9	1.17	1.20

Ek-Çizelge 6.6. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-201	YI-1	14.07.2004	0	0	282	945		0		0					5.4	0	1.5	0.4	0			0	109		111				
Y-401	"	18.04.2005		1.4		303	0.40	0	0	0	0	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0		0.03		0	1879	0.02	
Y-501	"	30.06.2005		3.56		475	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0.70	0		0.05		0	629.2	0	
Y-202	YI-2	14.07.2004	0	0	346	1156		0		0					4.6	0.1	1.7	0.5	0			0.3	128		128				
Y-402	"	18.04.2005		0.68		278	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.32	0		0.02		0	2479	0.04	
Y-502	"	30.06.2005		2.61		459	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.02	0	0.52	0.07		0.06		0	210.2	0	
Y-213	YI-3	15.07.2004	0	0	183	646		0		0					3.6	0	1.5	0	0			0	58		58				
Y-408	"	18.04.2005		0.46		265	0.42	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0		0.02		0	1559	0.01	
Y-509	"	30.06.2005		1.28		422	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.00	0	0.41	0		0.06		0	383.6	0	
Y-217	YI-4	16.07.2004	0	0	253	882		0		0					4.3	0.3	1.7	0.1	0			0	110		111				
Y-412	"	19.04.2005		0.44		216	0.30	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0		0.04		0.7	5666	0.21	
Y-543	"	06.07.2005		1.63		335	0	0	0	0	0	0.00	0.01	0	0	0	0	0	0.02	0	0.50	0.06		0.03		12	28200	0.66	
Y-220	YI-5	16.07.2004	0	0	348	1191		0.8		7.2					0	2.1	2.5	0.9	0			159	159		0				
Y-416	"	19.04.2005		0.27		197	0.29	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0		0.02		0.27	3776	0.13	
Y-546	"	06.07.2005		1.5		340	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.48	0.33		0.03		7.40	1625	0.02	
Y-230	YI-6	17.07.2004	0	0	315	1072		1.5		0					5.7	0	2	0.5	0.3			0	155		154				
Y-425	"	20.04.2005		0.36		208	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0.02		0.01		0	1539	0	
Y-463	"	28.05.2005		0.39		225	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0		0.01		0.37	3696	0.08	
Y-530	"	05.07.2005		1.65		317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0.61		0.02		0	341.4	0.00	
Y-229	YI-7	17.07.2004	0	0	131	504		0.5		0					5.6	0	2	0.3	0			0	77		77				
Y-429	"	20.04.2005		0.01		166	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0		0.02		0	2021	0.01	
Y-466	"	28.05.2005		0		168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0		0.01		0	2515	0.05	
Y-534	"	05.07.2005		0.09		196	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41	0		0.01		0	662	0.03	
Y-248	YI-8	20.07.2004	0	0	459	1559		0.2		0					4.8	0	1.8	0.7	0.1			0	151		151				
Y-431	"	20.04.2005		1.60		334	0.17	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0.62	0.1		0.03		0.10	2532	0.06	
Y-526	"	04.07.2005		3.97		507	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0.03	0	0.66	0.15		0.04		0	328.7	0	
Y-253	YI-9	21.07.2004	0	0	127	496		0		0					4.7	0	2.1	0.5	0			0	42		42				
Y-434	"	21.04.2005		0		179	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0		0.01		0	1056	0	
Y-518	"	01.07.2005		0		158	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.87	0		0.02		0	1373	0.03	
Y-212	ÇİD-1	15.07.2004	0	0	269	910		0.8		0					3.7	0.5	1.4	0.2	0			0	129		130				
Y-407	"	18.04.2005		4.32		460	0.45	0	0	0	0	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.28		0.1		0	291.1	0	
Y-508	"	30.06.2005		13.6		757	0	0	0	0	0	0.07	0.03	0	0	0	0	0	0	0	1.73	0.56		0.10		0	554.4	0	
Y-221	DD-1	16.07.2004	0	0	313	1073		0.8		0					6.6	0	2	0.5	0.4			0	197		199				
Y-417	"	19.04.2005		0.59		271	0.30	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0		0.02		0	1490	0.01	
Y-547	"	06.07.2005		1.58		334	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.05		0.07		7.20	1628	0.04	

Ek-Çizelge 6.6. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁶ Li	⁷ Li	⁹ Be	¹¹ B	²⁷ Al	²⁹ Si	³¹ P	⁴⁵ Sc	⁴⁷ Ti	⁵¹ V	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe	⁵⁸ Ni	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁶⁹ Ga	⁷² Ge	⁷⁵ As	⁷⁹ Br	⁸¹ Br	⁸² Se
Y-232	DÇ-1	17.07.2004	3.6	3.6	0	29.4	0	278	65		0	0	6.9	0	0		0	0	0	634			0.62	15		0.77
Y-423	"	20.04.2005		0	0	23.3	389.9		29	0	19	2.34	4.46	34.5	458.9	15.2	1.09	8.79	3.62	0	4.09	0	0.00	0.7	1.24	1.56
Y-528	"	05.07.2005		0	0	40.2	14.4		0	0.66	9.73	0.85	0.82	12	31.5	4.01	0.23	0	0	0	1.52	0	1.09	1.7	1.84	1.98
Y-240	DÇ-2	19.07.2004	12	29	0	291	0	3262	9.8		0	0.59	7.82	0	0		0	0	0	56			0.65	29		0.67
Y-441	"	23.04.2005		0	2.04	17.1	645.2		25	0	18	2.72	6.42	59.7	852.2	22.3	2.15	16.2	3.66	0	0	0	0.00	0.2	0.51	1.56
Y-514	"	01.07.2005		15	1.82	61.6	20		0	0.38	12	2.15	1.48	7.99	28.4	3.47	0.24	0	0	0	0	0	0.00	0.8	0.88	2.23
Y-247	ÇD-1	20.07.2004	0	3.2	0	56.7	0	3891	0		0	0.67	7.99	19.56	0.94		0.04	0	0	0			1.51	31		1.01
Y-430	"	20.04.2005		15	0	18.8	205.8		2.43	0	19	2.01	3.29	29.79	278.8	9.27	0.73	5.30	3.06	0	0.20	0	0.00	0.5	1.02	1.29
Y-535	"	05.07.2005		0.60	0	19.5	21.9		0	0.85	8.78	1.48	2.22	9.43	22	1.10	0.11	0	0	0	0	0	0.01	1.1	1.40	1.88
Y-257	BD-1	21.07.2004	0	1.9	0	73	0	3644	21		0	0.92	3.57	23.8	5.99		0.71	0	0	0			1.20	36		1.2
Y-448	"	23.04.2005		0	0	32.4	166		0	0	15	1.10	1.55	19.6	251.2	4.20	0.45	0.66	0.45	0	0	0	0.00	0.3	0.40	0.52
Y-525	"	04.07.2005		0	0	34.4	16.1		0	1	9.19	1.14	0.80	22.8	76.8	4.72	0.19	1.59	0	0	0	0	0.00	1	1.26	2.65

Ek-Çizelge 6.6. Devam ediyor

Örn. no	Su no	Tarih	⁸³ Kr	⁸⁵ Rb	⁸⁷ Sr	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹³ Nb	⁹⁵ Mo	⁹⁹ Tc	¹⁰¹ Ru	¹⁰³ Rh	¹⁰⁵ Pd	¹⁰⁷ Ag	¹¹¹ Cd	¹¹⁵ In	¹¹⁸ Sn	¹²¹ Sb	¹²⁵ Te	¹²⁷ I	¹³³ Cs	¹³⁵ Ba	¹³⁷ Ba	¹³⁸ Ba	¹³⁹ La	¹⁴⁰ Ce	¹⁴¹ Pr	
Y-232	DÇ-1	17.07.2004	0	0	23	182		1.8		0					6.6	0	2.8	2	0			0	50		51				
Y-423	"	20.04.2005		0.17		189	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0		0.09		0	2211	0.03	
Y-528	"	05.07.2005		1.45		449	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.04	0	0.41	0.28		0.05		0	423.6	0	
Y-240	DÇ-2	19.07.2004	0	0	267	921		1		0					5.4	0	2	0.6	0.1			0	66		66				
Y-441	"	23.04.2005		0		103	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0		0		0.46	5224	0.12	
Y-514	"	01.07.2005		1.38		245	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.06		0		0	360.4	0	
Y-247	ÇD-1	20.07.2004	0	0	117	458		0.4		0					4.8	0	2	1.6	0			0	57		57				
Y-430	"	20.04.2005		0		147	0.12	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0		0.01		0	2053	0.01	
Y-535	"	05.07.2005		0		142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0		0.01		0	185.9	0	
Y-257	BD-1	21.07.2004	0	0	117	462		0		0					4.7	0.2	1.9	0.4	0			0	49		48				
Y-448	"	23.04.2005		0		75.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0		0		0	1962	0.03	
Y-525	"	04.07.2005		0		89.1	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	0	0	0	0	0.02	0		0		0	292.9	0	

ÖZGEÇMİŞ

Tülay EKEMEN 1977 yılında Karabük ilinin Eskipazar ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini sırasıyla 60. Yıl İlköğretim Okulu ve Eskipazar Çok Programlı Lisesi'nde tamamladı. 1995 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 1999 yılında mezun oldu. 1999 yılının Eylül ayında C.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, Hidrojeoloji Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2000 yılı Haziran ayında C.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak girdi. Haziran 2001 yılında Yüksek Lisans öğrenimini bitirdi ve Eylül 2001 tarihinde C.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, Hidrojeoloji Dalında Doktora öğrenimine başladı. Halen C.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak meslek yaşantısına devam etmektedir.