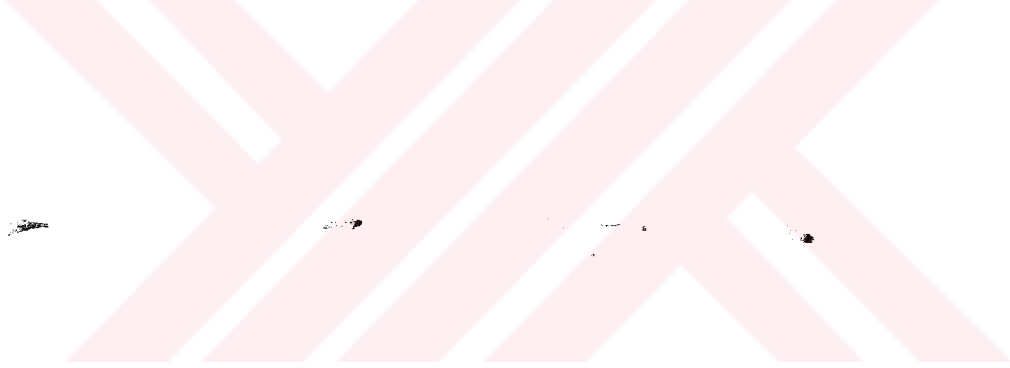


47137

**YUKARI ERMENEK HAVZASI
KARST HİDROJEOLJİSİ İNCELEMESİ**

Cahit YEŞERTENER



Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

DOKTORA TEZİ

olarak hazırlanmıştır

**C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TUTANAK MERKEZİ**

1995

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Prof. Dr. Zekai ŞEN

Üye : _____

Prof. Dr. Gültekin GÜNAY

Üye : _____

Prof. Dr. Alparslan ARIKAN

Üye : - _____

Prof. Dr. Şakir ŞİMŞEK

Üye : _____

Doç. Dr. Nurkan KARAHAN OĞLU

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

25.9./1995

Prof. Dr. Gültekin GÜNAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışmayı,
yaşam sevincim olan
biricik oğlum Burak'a
ve
canım eşim Seyhun'a
armağan ediyorum.



ÖZET

Yukarı Ermenek Havzası'nın karst hidrojeolojisi incelemesini amaçlayan bu çalışmada, 2050 km²'lik alan kaplayan havzada karstlaşmanın durumu, hidrojeolojik yapıya olan etkileri, yüzey-yeraltısuyu etkileşimleri incelenerek, hidrolojik bütçe hesaplamaları yapılmış, hidrojeoloji birimleri ayırtlanmış ve havzanın 1/100000, planlanan baraj yerinin 1/10000 ve rezervuar alanında karbonat çıkımları olan kesimlerin 1/25000 ölçekli hidrojeoloji haritaları hazırlanmıştır.

Toros orojenik dağ kuşağının Orta Toroslar kesiminde yer alan Ermenek Çayı Havzası, bugünkü yapısını, Geç Alpin evresinde kazanmıştır. Toros dağ kuşağını oluşturan ve paleocoğrafik evrimleri birbirinden kısmen farklı yapısal birlikler, kuşak boyunca yüzlerce kilometre devamlılık gösterirler. İnceleme alanında bu yapısal birliklerden; Geyik Dağı Birliği, Antalya Birliği, Alanya Birliği, Aladağ Birliği ve Bozkır Birliği yayılım göstermektedir. Yatay ve yataya yakın yapısal hareketler sonucunda havzaya yerleşen bu yapısal birlikler daha sonra, Post Orogenik Litostratigrafi birimleri ile uyumsuz olarak örtülmüştür.

İnceleme alanında, Geyik Dağı birliğine ait Kretase- Paleosen yaşlı karbonatlı kayalar, Alanya birliğine ait rekristalize kireçtaşları, Belbağ formasyonu, Aladağ birliğine ait Dumlugöze formasyonu, Çakozdağ formasyonu, Bozkır Birliğine ait Ofiyolitli karmaşığın mega kireçtaşı bokları ve Post-orojenik birimlerden Mut formasyonu, ve alüvyon örtü, hidrojeolojik olarak geçirimli kabul edilmiştir. Aladağ Birliğine ait Göktepe formasyonu, Göksu formasyonu ve Derebucak formasyonu yarı geçirimlidir. Bunun dışındaki, Antalya birliğinin Muzvadi karmaşığı, Alanya birliğinin Şistleri, Bozkır Birliğinin ofiyolitli kayalardan oluşan hamuru ve Post Orogenik Yenimahalle formasyonu hidrojeolojik olarak geçirimsiz kabul edilmiştir. İnceleme alanındaki Çakozdağ ve Mut formasyonlarının su taşıma potansiyelleri yüksek ve ileri derecede karstlaşmıştır. Sırasıyla Karstik Alt (KA) ve Karstik Üst (KÜ) birim olarak adlandırılan bu birimlerden KÜ birim, genelde havzanın yüksek kesimlerinde yer almaktadır ve KA sisteme su sağlamaktadır. Yüzey karst şekilleri, KÜ biriminde ileri derecede gelişmiştir.

Yıllık yağış, havzanın batısından doğusuna doğru 1400 mm'den 600 mm'ye kadar azalmaktadır. Alansal yağış eş yağış eğrileri yöntemiyle hesaplanmış ve 980 mm/yıl olarak bulunmuştur. Havza genelinde yağış oranının Ocak ayında pik değer verdiği görülürken, akım oranı ise Nisan ayında pik değere ulaşmaktadır. Bu farklılığın birinci nedeni, havzadaki kar erimeleri, ikinci nedeni ise, havzada yer alan büyük karst kaynaklarından Ermenek çayına büyük oranda katkı olmasından ve bu kaynakların maksimum akımlarının Nisan ayında gözlenmesindendir. Ermenek çayında, drenaj alanı- özgül akım(q) ilişkisi, iki noktada akarsuya karst kaynaklarının katkısını göstermektedir. Ermenek çayının akış yukarısında drenaj alanı 1000-1500 km² arasında kalan kesimde, akarsuya Kapız ve Nadire karst kaynakları, akış aşağıda ise, 2300-2500 km² lik drenaj alanı arasında kalan kesimden Zeyve karst kaynağı katılmaktadır. Ermenek çayının çekilme katsayısı (α), $2.25 \cdot 10^{-2}$ gün⁻¹ düzeyindedir. Bu değer, baz akımı oluşturan karst yeraltısuyunun, genelde kırık çatlak sistemleri boyunca hareket ettiğini göstermektedir. Boya seyreltme ve O18 içeriği kullanılarak kurak dönemde yapılan

akım ölçümleri sonucunda, baraj rezervuar alanında, karst yeraltısuyunun akarsuya, $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bir katkısı olduğu , baraj aks yerinde yapılan ölçümlerde ise, akarsudan yeraltısuyuna $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bir beslenmenin olduğunu hesaplanmıştır.

Su bütçesi hesaplamalarında gerçek buharlaşma-terleme (ETg) değeri olarak, klorür derişimi yaklaşımıyla bulunan alansal ETg kullanılmıştır. Bu yaklaşımla bulunan ETg değeri, inceleme alanındaki yağışın %36'ına karşılık gelmektedir. Yukarı Ermenek çayı havzasında hidrolojik bütçe yaklaşık olarak dengededir. Havzanın, yan havzalarla önemli oranda yeraltısuyu etkileşimi yoktur. İnceleme alanında yeraltısuyu dolaşım sistemlerinden serbest dolaşım (free flow), basınçlı dolaşım (confined flow) ve yaygın dolaşım (diffuse flow) gözlenmektedir. Serbest dolaşıma, Maraspoli, Zeyve, Kapız ve Sugözü kaynakları; basınçlı dolaşıma, Nadire karst kaynağı ve yaygın dolaşıma, baraj yerinde yer alan ofiyolitli karmaşığın Jkn birimi içindeki yeraltısuyu dolaşımı örnek olarak verilebilir.

İnceleme alanında çözünmüş mineraller bakımından üç tip su ayırtlanmıştır: (1) CaCO_3 'lu sular; Başlıca kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından çıkmaktadır, (2) Dolomitik sular; Bu sular, kalsit bakımından doygunudur, (3) Serpantinit etkisi olan sular : 2. Grup sulara göre daha düşük EC değerine sahiptir ve $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri yüksektir. Bu gruba giren sular kalsite doygun hale gelmezler.

İzotopik içerikleri bakımından incelenen tüm sular, Doğu Akdeniz Doğrusu (DAD) ile Antalya Yağışları Doğrusu(AMD) arasında yer almaktadır. Genel bir yaklaşımla, inceleme alanında oksijen-18 içeriği, her 100m'lik yükseltide 0.13 ‰ 'lik (SMOW-Vienna) bir azalma göstermektedir. Karst sularının izotopik bileşiminde buharlaşma, hidrotermal etkileşim ve diğer kökenli sapmalar gözlenmez. Karst sularının trityum içerikleri, bu kaynaklardan boşalan yeraltısularının, bir kaç yıllık geçiş sürelerine sahip oldukları ve/veya yıllık yağışlardan büyük oranda etkilendikleri anlaşılmaktadır.

Ermenek baraj yerinde açılan kuyuların Lugeon değerleri genel olarak incelendiğinde baraj yerinde karstlaşma tabanı 500 m olarak alınabilir. Ancak SK-316 ve 314 nolu sondaj kuyuları çevresinde karstlaşma tabanı 350m'ye kadar inmektedir. Baraj yerinde geçirimsizlik perdesi 350 m'ye indirildiği takdirde önemli su kayıplarının olmayacağı düşünülmektedir.

ABSTRACT

The karst hydrogeology of the Upper Ermenek Basin whose surface area is about 2050 km² is investigated within the framework of this study. The investigation comprised mainly the study of the characteristics of karstification in the basin and the role of the karstic features on the regional hydrodynamic structure. This required, primarily differentiation of the hydrogeological units, hydrogeological mapping of the whole basin on 1/100 000 scale basis, detail mapping of the planned dam site in 1/10000 scale and the 1/25 000 scale mapping of the carbonate rock outcrops existing in the reservoir area. Hydrological budget calculations were made to examine the surface water-groundwater interactions.

The Ermenek River Basin which is located in the Central section of the Taurus Orogenic Belt has gained its present structure during the Late Alpine Phase. The tectonic units constituting the Taurus Mountain Belt exhibit some differences among each other in terms of paleogeographical evolution and have lateral extension in the order of hundreds of kilometers. Of these tectonic units, the Geyik Dağı Unit, Antalya Unit, Alanya Unit, Aladağ Unit and the Bozkır Unit crop out in the area under investigation. These units which are emplaced in the basin by some lateral and sublateral tectonic movements, are later covered unconformably by the post-orogenic lithostratigraphical units.

The Paleocene carbonate rocks of the Geyikdağı Unit, recrystallized limestones of the Alanya Unit, Belbağ Formation, Dumlugöze Formation of the Aladağ Unit, Çakozdağ Formation, limestone blocks of Ophiolitic Melange and the Mut Formation of the Post-orogenic units and the alluvium cover are considered as hydrogeologically pervious units. The Göktepe Formation, Göksu Formation and the Derebucak Formation of the Aladağ Unit form the semi-pervious units. The impervious units, on the other hand, are the Muzvadi complex of the Antalya Unit, schists of the Alanya Unit, matrix of the Ophiolitic Melange and the Post-Orogenic Yenimahalle formation. The Çakozdağ formation and the Mut Formation have significant potential of groundwater storage and are highly karstified. These formations are named as Karstic Lower Unit (KL) and Karstic Upper Unit (KU) respectively. The karstic upper unit is placed in general at higher elevations in the basin and supply water to the karstic lower unit. Surficial karstic features are more common in the karstic upper unit.

The annual precipitation decreases westward in the basin, from 1400 mm to 600 mm. The areal precipitation is calculated as 980 mm/year by isohyetal method. The peak discharge in the river is recorded in April whereas the maximum precipitation occurs in January. This time lag is mainly due to primarily the snow-melt effect, and secondly, the contribution of the large karst springs whose peak discharge is observed in April. Analyses of drainage basin-specific discharge relations along the Ermenek river have suggested this contribution in two different locations. In the upstream section that extends between 1000 and 1500 km² of the drainage area, the Kapız and Nadire karst springs contribute to the river, while, the Zevye karst spring issues at the downstream section extending between 2300 and 2500 km² of the drainage area. The recession coefficient of the Ermenek river (α) is calculated as $2.25 \cdot 10^{-2} \text{ day}^{-1}$. This figure reveals that the groundwater that provides the base flow in the river moves generally within the fracture and fissure systems. Based on

the dye-dilution tests and calculations made using the O18 content of the water during the dry period, the groundwater contribution to the river in the reservoir area is found to be about 5.3 m³/s while there exist loss of water of about 1.6 m³/s from the river to the groundwater system at the dam site.

The actual evapotranspiration (ETa) that is used in the hydrological budget computations is calculated using the chloride concentration approach. The ETa value that is found in this way corresponds to 36 % of the precipitation. The hydrologic budget of the Upper Ermenek Basin is approximately balanced. There does not exist significant hydrological interaction with the adjacent basins. Three types of flow, free flow, confined flow and diffuse flow occur in the basin. The Maraspoli, Zevye, Kapiz and Sugözü flow systems are of free flow character, the Nadire flow system is of confined flow character, whereas Jkn groundwater flow exhibits a diffuse flow condition.

Three types of water have been distinguished, regarding dissolved solid content; 1) CaCO₃ type of water, from limestones and dolomitic limestones, 2) dolomitic waters, which are super saturated with respect to calcite, and 3) waters under serpentine effect, which have less electrical conductivity compared to type 2, and higher Mg-(Ca-SO₄) content. This type of waters are not saturated with respect to calcite.

All examined waters, with regard to their isotopic content, fall between the Eastern Mediterranean Line (EML) and the Global Meteoric Line (GML). Generally speaking, the Oxygen-18 content decreases about 0.013 ‰ (SMOW-Vienna) for every 100 m of elevation. The isotopic content of the karst waters does not indicate any evidence of evaporation, hydrothermal exchange, or mixing with waters of different origin. Tritium content of the karst waters, meanwhile, suggests a travel time in an order of a few years and/or affected to a great extent from the annual precipitation very rapidly.

Based on a general evaluation of the lugeon tests carried out in the boreholes drilled at the dam site, the karstification base can be considered as 500 m. a.s.l. However, in and around the boreholes SK-316 and SK-314, karstification is encountered at lower elevations such as 350 m. a.s.l. Therefore, no significant leakage problem is expected if the grouting curtain is extended down to 350 m. a.s.l.

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder:

Prof. Dr. Gültekin Günay (HÜ, UKAM), çalışma konusunu önermiş, çalışma yöntemleri konusunda yol gösterici olmuş ve sağladığı laboratuvar ve bilgisayar imkanları ile çalışmanın gerçekleşmesini sağlamıştır.

Prof. Dr. Alparslan Arıkan (Tez Danışmanı), çalışma yöntemleri konusunda yol gösterici olmuş ve özellikle hidroloji çalışmalarını gözden geçirerek geliştirici eleştirilerde bulunmuştur.

Prof. Dr. Şakir Şimşek (HÜ), Hidrojeoloji; Doç. Dr. Nurkan Karahanoğlu (ODTÜ), Hidrojeoloji; Prof. Dr. Zekai Şen (İTÜ), hidroloji, hidrojeoloji; Yrd. Doç.Dr. Serdar Bayarı (H.Ü), izotop hidrolojisi, speleoloji; Yrd. Doç.Dr. Mehmet Ekmekçi(HÜ), Jeoloji, hidrojeoloji; Yrd. Doç.Dr. İsmail Hakkı Demirel (HÜ) ve Jeofizik Uzmanı Mustafa Şişman, Jeoloji ile ilgili çalışmalarda genel değerlendirmeler ve yönlendirmeleri ile çalışmaya katkıda bulunmuşlardır.

HÜ-Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM), Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ), bu çalışmaya doğrudan veya dolaylı destek sağlamışlardır.

Dr.Öğretim Görevlisi Hatim Elhatip (HÜ), Hidrojeoloji Yük. Müh. Türker Kurttaş (HÜ), Yrd. Doç. Dr. Levent Tezcan (HÜ), Yük. Müh. Müfit Şefik Doğdu (HÜ), Hidrojeoloji Müh. Cüneyt Dilsiz (HÜ), Hidrojeoloji Müh. Füsün Güven (HÜ), Hidrojeoloji Müh. Noyan Güner (HÜ), Hidrojeoloji Müh. Göksu Babayiğit (HÜ), Ressam Selahattin Güleç(HÜ) genel değerlendirme ve çizimlere yardımcı olmuşlardır.

Yazar ayrıca, arazi çalışmaları sırasında değerli katkılarından dolayı Jeoloji Yük. Müh. Seyhan Önc(EİE)'e özellikle teşekkür borçludur.

Sürekli ilgi ve yardımlarını esirgemiyen, fedakarlığı ve anlayışı ile bana destek olan eşim Seyhun'a ve oğlum Burak'a sonsuz teşekkür borçluyum.

Şubat 1995, Ankara

Cahit Yeşertener

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	1
1.2 Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri	1
1.3 Çalışma Alanının Tanıtılması	2
1.3.1 Çalışma alanının yeri ve ulaşım olanakları	2
1.3.2 Fiziksel coğrafya	3
1.3.3 İklim ve bitki örtüsü	6
1.3.4 Sosyo-ekonomik durum	6
1.4 Önceki Çalışmalar	8
2. JEOLojİ.....	14
2.1. Stratigrafik Birimler.....	14
2.1.1. Geyik Dağı Birliği (GD).....	19
2.1.2. Antalya Birliği (AN).....	19
2.1.3. Alanya Birliği (AL)	21
2.1.4. Aladağ Birliği.....	23
2.1.5. Bozkır Birliği(Of).....	27
2.1.6. Post Orojenik Birimler.....	28
2.2. Yapısal Jeoloji ve Paleocoğrafik Evrim	30
2.2.1. Yapısal Jeoloji	30
2.2.2. Paleocoğrafik evrim.....	34
3. KARST HİDROLOJİSİ	36
3.1 Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi	36
3.1.1 Genel İklim.....	36
3.1.2 Sıcaklık ve Göreceli Nem	37
3.1.3 Rüzgar Hızı ve Yönü	38
3.1.4 Buharlaşma.....	39
3.2 Yağış Verilerin Değerlendirilmesi	40
3.2.1 Mevcut yağış verileri	40
3.2.2 Yağış verilerinin homojenliği ve eksik verilerin tamamlanması	41
3.2.3 Yağış - Yükselti ilişkisi	45
3.2.4 Yağışın Alansal Dağılımı.....	45

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

	Sayfa
3.2.5 Birikimli Yağışların Analizleri	48
3.2.6 Yağış - Süre Analizleri	51
3.2.7 Yağış Yüksekliği - Alan Analizleri	52
3.3 Akım Verilerinin Değerlendirilmesi	53
3.3.1 Mevcut akım verileri.....	53
3.3.2 Akım kayıtlarının güvenilirliği	54
3.3.3 Yağış-Akış Oranı.....	58
3.3.4 Birikimli akımların analizi	58
3.3.5 Akım - Süre Analizi.....	60
3.3.6 Ermenek çayı drenaj alanı-özellik akım ilişkisi	60
3.3.7 Ermenek çayı baz akımı ve çekilme eğrisi analizi.....	62
3.4 Karst Yeraltısuyu Nehir İlişkisi	64
3.4.1 Boya seyreltme tekniği ile akım ölçümleri.....	64
3.4.2 Doğal izotop (Oksijen-18) içeriği kullanılarak akım ölçümü.....	68
3.5 Hidrolojik Bütçe	71
3.5.1 Bütçe bileşenlerinin hesaplanması	71
4. KARST HİDROJEOLOJİSİ	75
4.1 Giriş.....	75
4.2 Yapısal Birliklerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	75
4.2.1 Geçirimli Birimler.....	77
4.2.2 Geçirimsiz Birimler	81
4.2.3 Yarı Geçirimli Birimler.....	82
4.3 Karst Su Kaynakları.....	83
4.3.1 Karstik Alt Sistem Kaynakları	84
4.3.2 Karstik Üst Sistem Kaynakları.....	90
4.3.3 Alanya Birliği Kaynakları.....	97
4.4 Su Kimyası Çalışmaları	99
4.4.1 Su Kimyası Örnekleme, Analiz ve Hesaplama Yöntemleri	99
4.4.2 Suların Hidrojeokimyasal Ortam Özellikleri.....	100
4.4.3 Karbonatlı Suların Doygunluk Analizleri	102

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

	Sayfa
4.4.4 Karbonatlı Suların Diğer Sularla Karışımı	105
4.5 Karst Sularının İzotop Hidrojeolojisi.....	106
4.5.1 Örnekleme ve analiz çalışmaları	106
4.5.2 İzotop verilerinin değerlendirilmesi.....	107
4.6 Karstlaşma ve Karst Yeraltısuyu Dolaşımı.....	117
5. ERMENEK BARAJ YERİ VE REZERVUAR ALANININ HİDROJEOLJİK AÇIDAN İNCELENMESİ	119
5.1 Baraj Yeri Çalışmaları	119
5.1.1 Baraj Yeri Hidrojeolojisi	121
5.1.2 Baraj Yerinde Geçirimlilik Durumu ve Karstlaşma	123
5.2 Baraj Rezervuar Alanı Çalışmaları.....	125
6. SONUÇLAR.....	130
7. ÖNERİLER	139
8. DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ.....	141

EK ŞEKİLLER

Ek Şekil 1. Derişim - Zaman Grafikleri, (a) Rezervuar Memba, (b) Rezervuar Köprü, (c) Rezervuar Mansap, (d) Ala köprü, (e) Galeri, (f) Çimene	152
Ek Şekil 2. Nadire Karst Kaynağı (a) Aylık akım grafiğı, (b) Çekilme Eğrisi ...	155
Ek Şekil 3. Zeyve Karst Kaynağı, (a) Aylık Akım Grafiğı, (b) Çekilme Eğrisi .	156
Ek Şekil 4. İnceleme Alanı Su Örneklerinin Piper Diyagramları, (a) 1989 Yılı, (b) 1990 yılı, (c) 1993 yılı , (d) 1993 yılı Sondaj Kuyuları	157

EK ÇİZELGELER

Ek Çizelge 1. Ermenek Barajının Karakteristikleri(EİE (1990)'den).....	161
Ek Çizelge 2. 1723-Ermenek Çayı - Çavuşköy AĞI Aylık Akım Verileri, m ³ /s	162

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

Sayfa

Ek Çizelge 3. (17-14)-Ermenek Çayı-Görmel Köprüsü AĞİ Aylık Akım Verileri, m ³ /s	163
Ek Çizelge 4.1719-Ermenek Çayı-Kıkkavak AĞİ Aylık Akım Verileri,m ³ /s .	164
Ek Çizelge 5. Ermenek Çayı ve Kollarında Muline ile Yapılan Akım Ölçümleri	165
Ek Çizelge 6. Standart Derişim-Floresan Okumadeğerleri.....	166
ve Kalibrasyon Abağı	166
Ek Çizelge 7. Ermenek çayı Üzerinde Boya Seyreltme Tekniğı ile Hesaplanan Derişim Değerleri.....	167
Ek Çizelge 8. İnceleme alanı Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (a) 1989-90 yılları, (b) 1993 yılı Mayıs ayı örnekleri, (c) 1993 Ağustos ayı örnekleri.....	168
Ek Çizelge 9. İnceleme alanı Su Örneklerine ait Doygunluk İndisleri ve diğer Fiziksel Parametreler.....	169
Ek Çizelge 10. Ermenek Baraj yeri ve Rezervuar Alanında Açılan Sondaj Kuyuları Hakkında Bilgiler, (a) 1-C Baraj yeri, (b) Rezervuar Alanı, (c) 1-B Baraj yeri ve Heyelan sahası	171

EK AÇIKLAMALAR

A. Boya Seyreltme Tekniğı ile Akım Ölçümleri	172
B. Wateqp Bilgisayar Programı	176

EKLER

EK-1. Yukarı Ermenek Havzası Karst Hidrojeolojisi Haritası
--

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
α	Kaynak çekilme katsayısı
Q	Verdi, m ³ /s
r	Korelasyon katsayısı
Sert., °Fr	Fransız sertlik derecesi
meq	miliekiveler
SCO ₂	Serbest karbondioksit
P _{CO₂}	Kısmi karbondioksit basıncı
SI	Doygunluk indisi
EC	Elektriksel iletkenlik, μ S
pH	H ⁺ iyonu derişimi negatif logaritması
TU	Tritiyum birimi
¹⁸ O	Oksijen - 18
Simgeler	Açıklama
ED(%)	Elektriksel denge
Etg	Gerçek buharlaşma, mm/yıl
pH(lab)	Laboratuvar pH ölçüm değeri
pH(f)	Arazi pH değeri
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
YĞİ	Yağış Gözlem İstasyonu
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
IAEA	International Atomic Energy Agency
SMOW	Standard Mean of Ocean Water
UKAM	Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
1.1. İnceleme alanının Türkiye'deki yeri.....	4
1.2. İnceleme alanı Akarsu ve Doruk Ağı Haritası.....	5
1.3. İnceleme alanındaki orman alanlarının yeri.....	7
1.4. İnceleme alanı çevresinde daha önce çalışan araştırmacıların çalışma bölgeleri.....	13
2.1. Türkiye'deki ana tektonik kuşaklar (Özgül, 1983'den alınmıştır).....	15
2.2. Türkiye'deki ana yapısal birlikler(Özgül,1976'dan alınmıştır).....	18
2.3. Türkiye'deki ana yapısal birliklerin istif özellikleri (Özgül,1976'dan alınmıştır)	19
2.4. İnceleme alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafi istifi.....	21
2.5. İnceleme alanı yapısal birlikler ve post-orojenik birimlerin (örtü kayaçları) yayılımı (Özgül,1983'den alınmıştır).	32
2.6. Yukarı Ermenek çayı havzasının kırık izi ve çizgisellik haritası.....	34
3.1. Ermenek Meteoroloji İstasyonuna ait Maksimum, Ortalama ve Minimum Sıcaklık değerleri.....	37
3.2. Ermenek Aylık Ortalama Göreceli Nem Değerleri(%).....	38
3.3. Mut Meteoroloji İstasyonuna ait aylık ortalama maksimum rüzgar hızı ve etken yönleri.....	39
3.4. İnceleme alanı ve civarındaki hidrolojik gözlem ağı	40
3.5. İnceleme alanı YGİ'lerinin Çift Eklenik Grafikleri,(a) Ermenek YGİ, (b) Göktepe YGİ, (c) Kazancı YGİ.....	42
3.6. İnceleme alanı Yağış- Yükseklik ilişkisi.....	45
3.7. İnceleme alanı yıllık toplam yağışların alansal dağılımı	46
3.8. İnceleme alanı Ermenek YGİ (a) Toplam Yağış, (b) Birikimli sapma grafikleri.....	48
3.9. İnceleme alanı Göktepe YGİ (a) Toplam Yağış, (b) Birikimli sapma grafikleri.....	49
3.10. İnceleme alanı YGİ'leri Yağış - Süre grafikleri, (a) Ermenek YGİ, (b) Göktepe YGİ, (c) Kazancı YGİ.....	50
3.11. İnceleme alanı 31 Ocak 1975 günü sağanak yağışı eş yağış haritası.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

Şekil	Sayfa
3.12. 17-14 AGİ'nun Genel Görünüşü	54
3.13. İnceleme alanı AGİ'lerinin Çift Eklenik Grafikleri.....	55
3.14. Regresyon Analizleri, (a) 1723-(17-14) aylık akımları,(b) 1719-(17-14) aylık akımları.....	56
3.15. Yağış-Akış Oranı.....	58
3.16. İnceleme alanı 17-14 AGİ (a) Toplam Yağış ve (b) Birikimli sapma grafikleri.....	59
3.17. İnceleme alanı akımlarının akım-süre grafikleri.....	60
3.18. Ermenek Çayı Drenaj Alanı - Özgül Akım İlişkisi	62
3.19. İnceleme alanı 1987 su yılı akım bileşenleri	62
3.20. 17-14 no.lu AGİ 1978 su yılı çekilme eğrisi.....	63
3.21. Ani Enjeksiyon yöntemi ile Na-Fluoresceine boyasının Ermenek çayına dökülmesi.....	65
3.22. Baraj aks yeri hidrojeolojisi ve izleme deneyi yapılan kesitler	67
3.23. Baraj rezervuar alanında izleme deneyi yapılan kesitler	68
3.24. Klorür(Cl-1) - Denizden uzaklık ilişkisi	74
4. 1. Karstik Üst Birimde Karst Topografyası, (a) Çukurabanoz Polyesi, (b) Çukurabanoz Düdeni, (c) Dolinler.....	80
4. 2. Kapız karst kaynağının genel görünüşü, (a) Akış yukarı birinci boşalım zonu, (b) Akış aşağı ikinci boşalım zonu (Ağustos,1993)	85
4. 3. Kapız ve Nadire karstik kaynakları civarı hidrojeolojisi ve kaynak boşalım mekanizmalarını açıklayan kesitler.....	86
4. 4. Nadire Karst Kaynağı, (a) Kaynak boşalım zonu, (b) Kaynak suları toplandıktan sonra genel görünüşü.....	88
4. 5. Sugözü Karst Kaynağının Genel Görünüşü (Ağustos,1993).....	89
4. 6. Zeyve Karst Kaynağı, (a) Boşalım Zonu , (b) İkizçınar Değirmeni su yolu.....	91
4. 7. Maraspoli Mağarası ve Karst Kaynağı Çıkış Yeri.....	93
4. 8. Maraspoli Kaynağı Galerisi	93
4. 9. Maraspoli Mağarası ve Karst Yeraltısuyu	94
4. 10. Ermenek Mağarası ve Yeraltı Akarsuyunun Planı	96

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

Şekil	Sayfa
4. 11. Dumlugöze Karst Kaynağının Boşalım Sistemini Gösteren Şematik Kesit	98
4. 12. İnceleme Alanı Sularının Piper Diyagramı Üzerindeki Konumu	101
4. 13. İnceleme Alanı Su Örneklerinin SIC - Log(Mg/Ca) İlişkisi.....	102
4. 14. İnceleme Alanı Su Örneklerinin SIPCO ₂ - SIC İlişkisi	104
4. 15. Su Örneklerinin EC'ye karşılık {Mg-(Ca-SO ₄)} ilişkisi	105
4. 16. İnceleme Alanı Sularının O18 - Döteryum İlişkisi.....	108
4. 17. İnceleme alanı İzotop Örneklerinin Oksijen-18 / Yükselti İlişkisi	112
4. 18. İnceleme alanı sularının Oksijen-18 / Elektiksel İletkenlik İlişkisi	113
4. 19. İnceleme alanı sularının Oksijen-18 / Sıcaklık İlişkisi.....	114
4. 20. İnceleme alanı sularının Oksijen-18 / Trityum İlişkisi.....	115
5. 1. Ermenek Baraj Yeri ve Civarı Hidrojeoloji Haritası (EİE, 1990'dan değiştirilerek alınmıştır).....	120
5. 2. Baraj yeri Yeraltısuyu seviyesi Nehir seviyesi İlişkisi, (a) Sağ Sahil, (b) Sol Sahil.....	122
5. 3. Baraj Yerinde Geçirimlilik Enine Kesiti	124
5. 4. Baraj Rezervuar Alanı Karbonatlı Kayaçlarının Dağılımı(EİE, 1990'den)	126
5. 5. Rezervuar Alanı Jeolojik Kesitleri (EİE, 1990'den)	127
5. 6. Rezervuar Alanında Jkn bloğu ile Aladağ Birliği Arasındaki İlişkiyi Açıklayan Kesit	128

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
2.1 İnceleme alanında yapılmış jeoloji çalışmalarının stratigrafik korelasyon çizelgesi.....	16
3.1. Ermenek Meteoroloji İstasyonu 1965-1987 yılları arası Aylık Sıcaklık verileri	37
3.2. Ermenek Meteoroloji İstasyonu Aylık Ortalama Göreceli Nem Miktarı(%).....	38
3.3. Mut Meteoroloji İstasyonu Aylık Maksimum Rüzgar Hızı ve Yönü	39
3.4. Hidrolojik Analizlerde Kullanılan YGI'larının Çalışma Dönemleri	41
3.5. Yağış verilerinin tamamlanmasında kullanılan Regresyon Analiz Sonuçları	43
3.6. İnceleme alanı ve civarı YGI'ları homojenleştirilmiş yağış verileri	44
3.7. Yukarı Ermenek Çayı Havzası ve alt havzalarının alansal yağış değerleri... 47	47
3.8 İnceleme alanındaki Akım Gözlem Noktaları	53
3.9. (17-14) - Ermenek Çayı - Görmel Köprüsü AGİ, homojenleştirilmiş akım verileri, m3/s.....	57
3.10. Ermenek havzası AGİ drenaj alanı - özgül akım değerleri	61
3.11. Çekilme eğrisi analiz sonuçları	63
3.12. Akım ölçüm noktalarına ait yerinde yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçları ve boya seyreltme tekniği ile hesaplanan verdi değerleri	67
3.13. Doğal izotop örnekleme noktalarına ait yerinde yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçlar ve O-18 içerikleri	70
4. 1. İnceleme alanındaki birliklerin hidrojeolojik özellikleri	76
4. 2. İnceleme alanında yer alan önemli kaynaklara ilişkin bilgiler	84
4. 3. Yerinde ölçüm ve analizlerde kullanılan aygıt ve gereçler.....	99
4. 4. İnceleme alanına ait çevresel izotop verileri	107

1. GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Çalışma konusu olarak seçilen Yukarı Ermenek Çayı Havzası, ülkemizin önemli su potansiyeline sahip Toros Karst Kuşağının orta kesiminde Göksu-Ermenek havzası içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık üçte ikisi karstik karbonatlı kayalarla kaplı olan bu havzayı, Ermenek çayı drene etmektedir. Ermenek çayı üzerinde yapımı planlanan Ermenek Barajı ve HES projesi, baraj yeri ve rezervuar alanında karşılaşılabilecek havzadaki karstlaşmaya bağlı, karmaşık hidrojeolojik sorunların çözümüne yönelik karst hidrojeolojisi çalışmalarını daha da önemli kılmaktadır.

Bu çalışmaya konu olan Ermenek Çayı havzasında yapılması planlanan Ermenek barajı, karbonatlı kayalarla kaplı dar bir vadide kurulması planlanan yüksek bir kemer barajdır. Barajın karakteristikleri Ek Çizelge-1' de verilmiştir.

Bu çalışma, Göksu - Ermenek havzası içinde geniş yayılımına sahip ve Ermenek barajı ve rezervuar alanında da yeralan karbonatlı kayalarda karşılaşılabilecek hidrojeolojik sorunların çözümüne ışık tutmak ve Ermenek barajının hidrojeolojik açıdan yapılabilirliğinin araştırılmasını amaçlamaktadır. Baraj yeri ve rezervuar alanından karstlaşmaya bağlı olası su kaçakları ile ilgili zonların saptanması, kaçak boyutlarının ortaya konulması, yüzey suyu ile karst yeraltısu sistemi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla inceleme alanında jeoloji, hidroloji ve hidrojeoloji konulu çalışmalar yapılmıştır.

1.2 Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

İnceleme alanındaki hidrojeolojik yapının açıklanabilmesi için öncelikle su toplama havzasında hidrojeolojik yapıyı etkileyen en büyük faktör olan jeolojik yapının sağlıklı olarak aydınlatılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında öncelikle havza genelinde ve baraj sahasında yapılmış önceki çalışmalar derlenmiş ve önce sürülen jeolojik modeller yerinde incelenerek denştirilmiştir. Baraj rezervuar alanında EİE idaresince yapılan jeolojik çalışmalar oluşturulan yeni modele uygun bulunmuş ve bu alanda yapılan hidrojeolojik amaçlı çalışmalarda temel alınmıştır.

İnceleme alanındaki hidrojeolojik yapının ortaya konulmasında , hidrolojik çalışmalar önemli araç olmuştur. Ancak barajın fizibilite çalışmaları kapsamına giren su potansiyeli vb. rezervuar işletimini ilgilendiren hidrolojik analizler kapsam dışı bırakılmıştır.

Yürütülen arazi çalışmaları esnasında , önemli su noktalarında suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yerinde(in-situ) testler yapılmış ve su örnekleri alınmıştır. Su örnekleri, gerek araştırmacı ve gerekse Elektrik İşleri Etüd İdaresi(EİE) elemanlarınca yağışlı ve kurak dönemi kapsıyacak şekilde toplanmıştır. Su kaynaklarının kökeni, birbiriyle olan ilişkileri ve yüzey - yeraltısuyu ilişkilerinin ortaya konulması için izotop içeriği analizleri yapılmıştır. Ermenek Baraj yeri ve rezervuar alanında, Ermenek çayının özellikle karbonatlı kayalarladokanaklı olduğu noktalarda, yüzey - yeraltısuyu ilişkisini belirlemek amacıyla, nehirde boya seyreltme yöntemi ve doğal izotop içeriği verileri kullanılarak, akım ölçümleri yapılmıştır.

Baraj yeri ve rezervuar alanında özellikle karbonatlı kayalarda EİE tarafından açılmış temel araştırma kuyularında yapılan yerinde testlerden yararlanılarak, yeraltı yapısı, kırık-çatlak yoğunluğu ve dolayısıyla karbonatlı kayaların geçirirmliliği belirlenmeye çalışılmıştır.

1.3 Çalışma Alanının Tanıtılması

1.3.1 Çalışma Alanının Yeri ve Ulaşım Olanakları

Çalışma alanı , Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde Karaman ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Konya-Taşkent ilçesi güneyinden doğarak, Orta Toros dağlarına paralel dar bir vadide akan ve Mut 'un güneyinde Göksu Nehriyle birleşen Ermenek çayı üzerinde inşa edilecek olan Ermenek barajı ve rezervuar alanı , yukarı Ermenek havzası ile aşağı Ermenek havzası sınırında 36°30' - 36°45' doğu boylamları ile 32°40' - 33°00' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır.

Yukarı Ermenek çayı Havzası , kuzeyde Göksu çayı, doğuda Gezende barajı, batıda Köprülü ve Alanya ilçeleri ile ve güneyde Gülnar , Anamur ve Akdeniz ile sınırlanmıştır (Şekil 1.1).

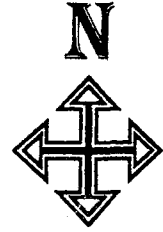
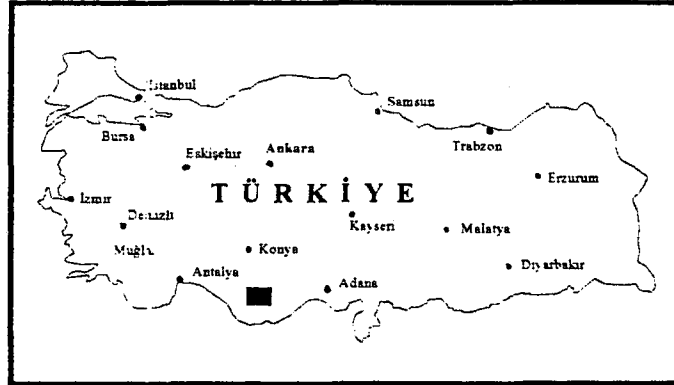
Çalışma alanına , Ankara- Silifke yolunun Mut çıkışından Mut-Ermenek yolu ile ve Konya - Ermenek yolu ile olmak üzere iki ayrı yoldan ulaşılabilir. Ayrıca Ermenek-Göktepe, Ermenek-Gülnar ve Ermenek-Kazancı-Anamur yolları da her mevsim ulaşım için açık asfalt ve yer yer stabilize yollardır.

1.3.2 Fiziksel Coğrafya

İnceleme alanında Orta Toros dağları yer alır ve Akdenize paralel doğudan batıya doğru uzanırlar. Bu dağlar Anadolu platoları ile kıyı bandını ayırır ve Göksu çayı ile Ermenek çayı vadileri haricinde geçit vermezler. Yukarı Ermenek havzası , güneyde Yüglük Dağ(1886m), Akdağ (2016m), Gökdağ(Bahadır T.,2373m), batıda Pınarlıkır Dağ (2064m), Akdağ (2451m),Kuşak Dağ(Sulugöl T.,2579m), kuzeyde Geyik Dağ(2877m), Çekiç Dağ (2275m), Turanşa Dağı(2133m), Altındağ(2129m), doğuda Kiraz dağ(1998m), 1868m rakımlı tepe ile sınırlanmıştır. Havza içerisinde Asar Dağ(1702m), Saçak Tepe, Tufan Dağ, Güven Dağ ,Kepir Tepe(1673m) başlıca yükseltilerdir.

Ermenek çayı, Göksu çayının en önemli koludur. Ermenek çayı, havzanın KB'sında yer alan Çekiç Dağından (Ziyaret Tepe, 2359m) doğar, güneye doğru akar ve Çorak dağ (2157m), Geven dağ (1843m) arasında büyük bir kavis çizerek DB doğrultusunda akarken , akış yukarıdan akış aşağısına doğru en önemli kolları olan sırasıyla Fariske çayı, Küçük çay, Zeyve çayı, Ecel deresi, Balkusan deresi ve Erik deresi ile, Mut'un güneyinde ise Göksu çayı ile birleşerek GD ya yönelir ve Silifke ovasını geçerek Akdenize dökülür (Şekil 1.2).

İnceleme alanı yakınında iki önemli ova vardır. Bunlardan biri doğuda Mut ovası, diğeri GD'da Göksu Nehrinin Akdenize döküldüğü yerde Silifke ovasıdır. Mut ovasının ortalama yükseltisi 150-200 m, Silifke ovasının ortalama yükseltisi 0-10m arasındadır.



AÇIKLAMALAR

● İlçe Merkezi

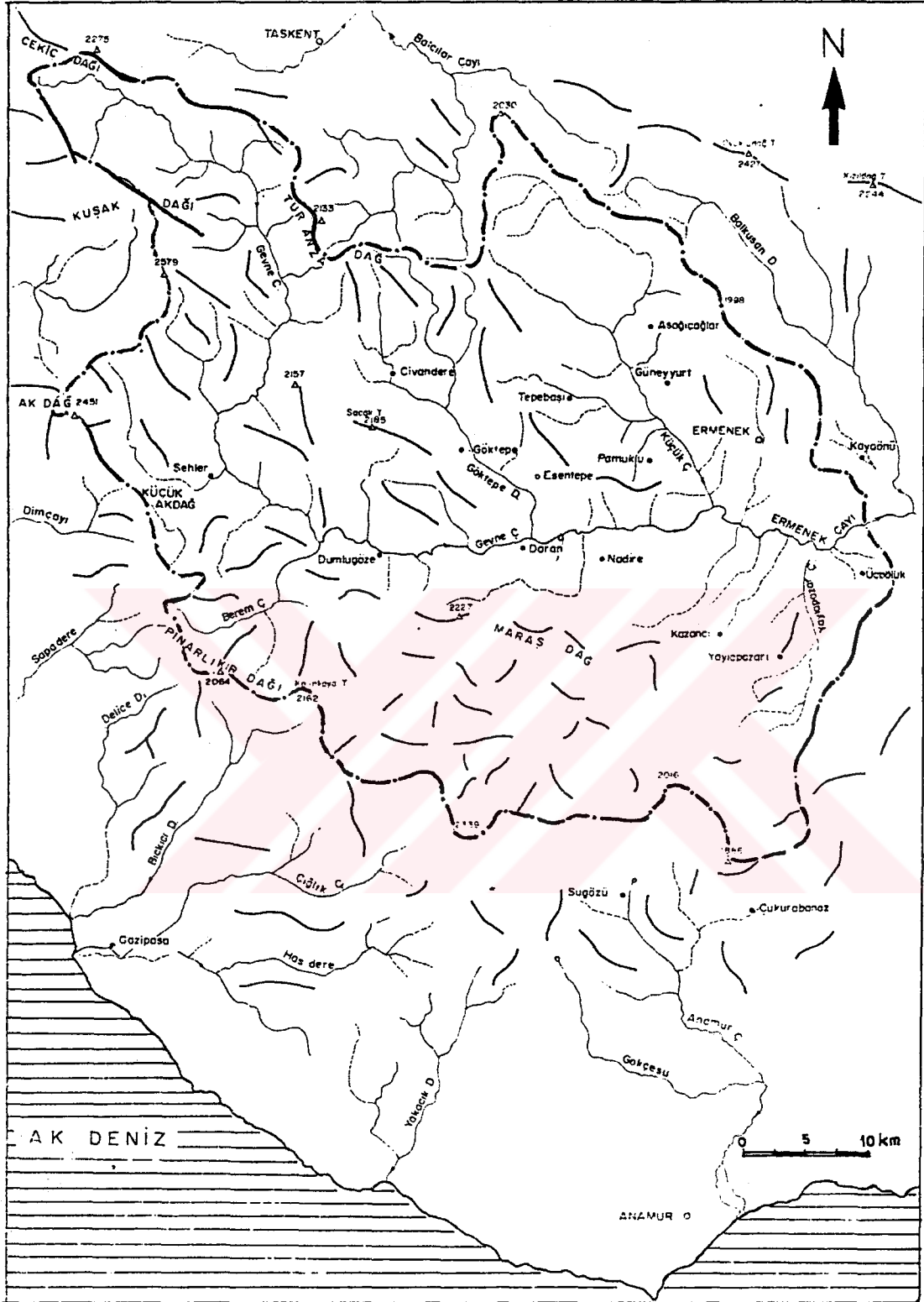
○ Bucak Merkezi

--- İl Sınırı

— Asfalt Yol

□ İnceleme Alanı

Şekil 1.1 İnceleme alanının Türkiye'deki yeri



Şekil 1.2. İnceleme alanı Akarsu ve Doruk Ağı Haritası

1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanında, Toros dağ kuşağının güneye bakan yamaçlarında yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklimi hüküm sürerken, Toros dağlarının kuzey yamaçlarında ve Yukarı Göksu havzasında yazları kurak ve sıcak, kışları ise karlı ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi ile kara iklimi arasında bir geçiş iklimi hüküm sürer.

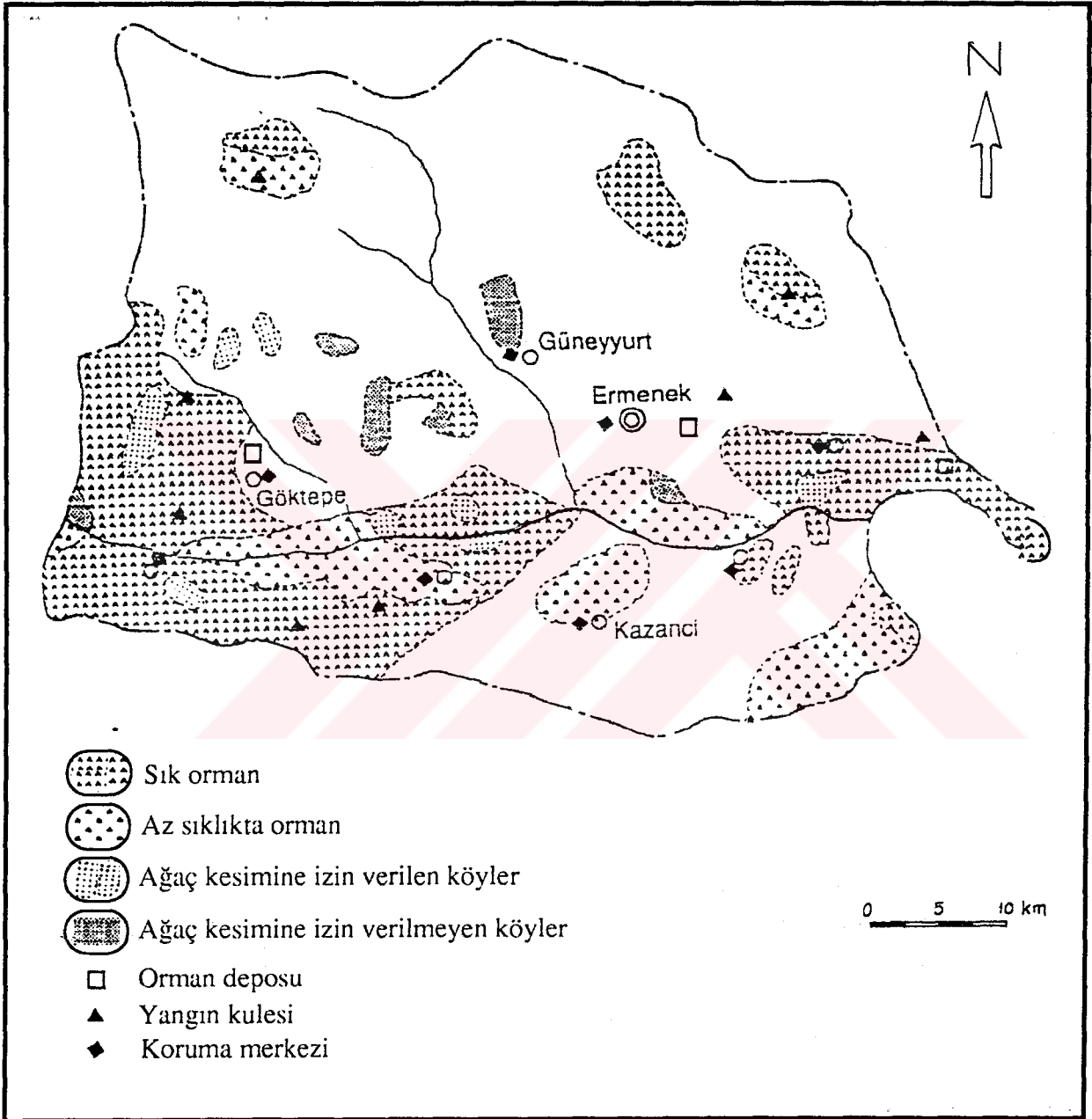
Yıllık yağış, havzanın batısından doğusuna doğru 1400 mm den 600 mm ye kadar azalmakta olup, ortalama yağış 980 mm dir. Ortalama sıcaklık değeri ise 11.8 °C dir.

Ortalama her 100 m² ye bir ağaç bulunacak kadar sık olan çamlar doğal bitki örtüsünü oluşturur. Daha seyrek ve yerel olarak makilere, meşe türü ağaçlara ve su kenarlarında ve yerleşim alanlarında kavak türü ağaçlara rastlanmaktadır. Ekilebilir toprak alanı genelde azdır. Yerleşim bölgelerinde meyva ve sebzecilik gelişmiştir. Tahıl ekimi önemsiz miktardadır (Şekil 1.3) .

1.3.4 Sosyo-Ekonomik Durum

Çalışma alanında en önemli yerleşim merkezleri Ermenek ilçesi , Göktepe(Fariske) ve Kazancı nahiyeleridir. Bölgenin kültürel durumu, ülkenin diğer kesimlerinden çok farklı değildir. Her köyde en azından bir ilkokul bulunmaktadır. Ayrıca Ermenek , Göktepe ve Kazancı'da orta öğrenim olanağı bulunmaktadır. İlçe ve bucak merkezlerinde hastane, sağlık merkezi ve özel doktorlar bulunmaktadır. Haberleşme olanakları gelişmiştir.

Bölgede en önemli etkinlik tarım ve hayvancılıktır. Meyve ve sebzecilik yerleşim merkezlerinde gelişmiştir. Tahıl ekimi gereksinimi karşılayacak miktardadır. Dağlık kesimlerde koyun ve keçi yetiştirilmektedir. Yukarı Ermenek havzasında orman varlığı da önemlidir. Madencilik sektöründe açık kömür işletme ocakları , ülke genelinde önemli yere sahiptir. Turizm açısından bölge tarihi ve doğal güzellikleri açısından gelişmeyi bekleyen önemli bir potansiyele sahiptir.



Şekil 1.3. İncelme alanındaki orman alanlarının yeri

1.4 Önceki Çalışmalar

Orta Toros Dağ kuşağı içerisinde Yukarı Ermenek havzası içerisinde yer alan çalışma alanı, jeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Gerek bu karmaşık jeolojik yapının çözümüne yönelik, gerekse yer alan önemli baraj projeleri ve maden arama çalışmaları nedeni ile bölgede yerli ve yabancı uzmanlar ve araştırmacılar tarafından genel ve özel amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Bölgede çalışma alanı ile doğrudan ilgili hidroloji ve hidrojeoloji amaçlı çalışmalar çok az sayıda olup, Ermenek barajı projesinin programa alınmasıyla EİE tarafından gerçekleştirilmiştir. Aşağıda çalışma alanı ve yakın dolayında yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

Blumenthal (1951), çalışma alanındaki kayaçları, güneyde metamorfik Alanya masifinin kristalize kireçtaşı ve şistleri, kuzeyde ise Hadım napına ait metamorfik olmayan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçları ayırmıştır. Muzvadi güneyindeki Alanya masifi üzerine gelen Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılı kayaçları "ayırım zone (zone separatrice)" fliši olarak tanımlamıştır.

Blumenthal (1956), Karaman-Bozkır-Hadım-Ermenek bölgesinin 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Araştırmacı, Hadım dolaylarındaki büyük bindirme hattını ortaya çıkarmış ve bunu "Hadım Napı" olarak adlandırmıştır. Ayrıca Bozkır birliği için "Şist-Radyolarit" terimini kullanmıştır.

Akarsu (1959), Mut bölgesinin jeolojisi adlı araştırmasında, çalışma alanında Paleozoyik-Pliyosen yaş dönemindeki stratigrafik birimleri ayırmış ve serpantinlerin yerleşim yaşını Üst Kratese olarak vermiştir. Çalışma alanındaki büyük fayların antiklinal ve senklinal eksenlerine paralel geliştiğini, bunun ise, Alpin hareketlerin bir sonucu olduğunu belirtmiştir.

Özgül (1971), Toros orojenik dağ kuşağının kuzey kesiminde Hadım ve Bozkır ilçeleri dolaylarında yaptığı çalışmada, inceleme alanının KB'sında yer alan Hadım Birliğini, otokton, Güney İç Anadolu ve Orta Toros Anadolu Birliklerini, allokton Birlikler olarak tanımlamıştır. Yazar, Güney İç Anadolu Birliğinin İç Anadolu'nun

güneyinden, Orta Toros Birliğinin (Hadım Napı, Blumenthal,1956) ise tümüyle bir nap olmadığı ancak kuzey sınırı boyunca NE'ya, güney sınırı boyunca da SW'ya ilerlemiş olduğunu belirtmiştir. Otokton Hadım Birliği ise, allokton birlikler arasında kalan havzada oluşmuştur.

Özgül (1976), Torosların bazı temel jeoloji özellikleri adlı incelemesinde, İnceleme alanını da içine alan Toros Dağ kuşağında birbirinden değişik havza koşullarını yansıtan " birlikler " in yereldiğini belirtmektedir. Yazar tarafından Bolkar dağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyik dağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği olarak adlandırılan bu birlikler, stratigrafi ve metamorfizma özellikleri, kapsadıkları kayaçlar ve günümüzdeki yapısal konumlarıyla birbirinden ayrılmaktadırlar. Bolkar dağı , Aladağ (Hadım napı,Blumenthal 1951) , Geyik dağı ve Alanya Birlikleri şelf türü karbonat ve kırıntılı kayaçları kapsar. Bozkır ve Antalya birlikleri ise, daha çok derin deniz çökellerini, ofiyolitleri ve bazik denizaltı volkanitlerini kapsar.

Demirtaşlı (1975,1978), Batı Torosların litostratigrafik birimlerin korelasyonunu yapmış ve inceleme alanındaki Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı formasyonları tanımlamış ve adlandırmıştır.

EİE (1975), çalışma alanının hemen doğusunda bulunan Ermenek çayının bir kolu olan Erik deresinin enerji potansiyelini değerlendirmiş ve mühendislik jeolojisi çalışmaları yapmıştır.

Koçyiğit (1976,1977), Karaman- Ermenek bölgesinde ofiyolitli karmaşık ve oluşukları üzerine yaptığı araştırmada, inceleme alanında yüzeylenen kayaç birimlerinin stratigrafik ve tektonik özellikleri açısından birbirinden farklı özellik gösteren iki birlik oluşturduklarını belirtmiş ve bunları ofiyolitli karmaşık ve diğer oluşuklar olarak adlandırmıştır. Orta Permiyen'den Maastrichtiyen'e kadar değişen denizel bloklar ile olistostromların bulunduğu bu karmaşığın oluşum yaşının en az Maastrichtiyen olduğu belirtilmiştir.

Ertunç (1977), 1975 yılında EİE Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan Ermenek çayının hidroelektrik potansiyelinin araştırılması çalışmaları kapsamında, Ermenek

çayı üzerinde bent yeri olanaklarını ve olası göl alanlarının jeolojisini incelemiştir. Bu çalışma doğrultusunda, 1983 yılında baraj yerlerinin temel araştırmalarına başlanmıştır.

Gedik vd. (1979), Ermenek havzası doğusunda oldukça geniş bir alanda (Ermenek-Mut-Silifke), bölgenin jeolojisi ve petrol olanaklarının araştırılması amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, önce bölgenin 1:100000 ölçekli haritası yapılmış , değişik yerlerde stratigrafik kesitler ölçülmüş ve bu ölçülü kesitler yardımıyla havza içi denestirmeler ve fasiyes haritaları yapılmıştır. Bu çalışmada , Mut-Ermenek-Silifke yöresindeki havzada Silüriyen-Miyosen zaman aralığında çökelmiş ve kalınlığı toplam 8500 m olan tortul istif saptanmıştır. Aynı zamanda araştırmacılar, bu alanda bölgeye kuzeyden allokon olarak gelen ofiyolitli karmaşığı da belirlemişlerdir.

Güvenç (1979,1980), Batı Toroslar Sedimanter Üst Paleozoyik- Mesozoyik Biyostratigrafisi ve Alanya metamorfik masifi ile ilişkileri adlı çalışmasında, çalışma alanında Göktepe GB'sında Ermenek çayı vadisi boyunca(Orman Bakım evi ile Çilingir Kapı arasında) Hadım Napının (Aladağ birliği,Özgül,1976) genel olarak Gazipaşa birliğine ve Alanya birliğine bindirdiğini belirtmekte ve Ermenek vadisi boyunca çeşitli yerlerde bu birliklere ait kesitler vermektedir. Ayrıca sözkonusu çalışmada Hadım napına ait Mesozoyik birimler ayırtlanmıştır.

Gökdeniz (1981), Konya-Karaman-Ermenek-Hadım arasında, "Hadım Napları" içinde yaptığı doktora çalışmasında bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış ve kaya birimlerinin stratigrafik dizilimleri ile yapısal konumlarını incelemiştir. Diğer araştırmacıların "Ofiyolitli Melanj" yada "Ofiyolitli Seri" dediği birimi "Yeşil Tüfitli Seri" olarak adlandırmıştır.

Özgül (1983), Orta Torosların stratigrafik ve tektonik gelişimi konulu çalışmasında, batıda Kırkkavak ve doğuda Ecemiş fayları arasında kalan Orta Torosların günümüzdeki naplı yapısını büyük ölçüde Senoniyen ve Lütésiyen dönemindeki yatay tektonik hareketlerle kazandığını ve bu dönemde daha önce adlandırdığı kayaç birliklerinin birbiri üzerine bindirdiğini belirtmektedir.

Demirtaşlı vd. (1986), Ermenek batısında Göktepe, Dumlugöze ve Tepebaşı arasında kalan bölgenin jeolojisini kapsayan çalışmada, inceleme alanı güneyinde bulunan KB-GD gidişli Hadım napının K'de Aladağ birliğini G'deki Alanya birliğinden ayırdığını belirtmektedir. Bu çalışmaya göre, güneydeki Alanya birliği, en altta metamorfik şist ve mermerlerle bunların üzerinde kristalize kireçtaşı ve dolomitlerden (Alanya grubu) oluşur. Aladağ birliği içinde Üst Devoniyen-Triyas arası yaşta çeşitli formasyonlarla bunların üzerine açılal uyumsuzlukla Çakozdağ formasyonu gelmiştir. İç Toros Ofiyolit kuşağına ait ofiyolitli karmaşık Üst Kratase-Alt Paleosen arasında bir zamanda Çakozdağı formasyonu üzerine bir ofiyolit napı olarak yerleşmiştir. İnceleme alanında, Hadım napı Üst Eosende yerleşmiştir.

Kuşçu (1985), 1985 yılında Ermenek barajı rezervuar alanının batısında Alanya O28-c2,c3 ve Alanya O29-d1,d4 paftalarını kapsayan alanda, doktora çalışması yapmıştır. Araştırmacı, bu çalışmada, güneyde Alanya birliği, kuzeyde ise allokton Aladağ birliği içindeki litostratigrafik birimleri ayırtlamış , yeniden adlandırmış ve Aladağ ve Alanya birliklerinde farklı mineral parajenezlerinin bulunduğunu ortaya koymuştur.

Ulu (1986), Gazipaşa-Sugözü(Antalya) alanının jeolojisini incelemiş ve aşağıdaki birlikleri ayırtlamıştır. Alanya birliği; Bağlıca, Pınarlıkır ve Sivastıyayla formasyonlarından ibarettir. Antalya birliği; Çakmak, Narlıca, Bıçkıcı, Çamlıca ve Karaçukur formasyonlarından ibarettir. Aladağ birliği; Çakozdağ ve Akçaldağ formasyonlarından ibarettir. Örtü kayaları; Belbağ ve Sarıtaş formasyonlarından oluşan Üst Paleosen- Üst Lütésiyen yaşlı Paleo-otokton örtü kayalı ile Mut ve Gazipaşa formasyonları ile Yüzey çökelleri'nden oluşan apost-Miyosen yaşlı Neo-otokton örtü kayalarından meydana gelmiştir. Yazara göre, Alanya birliği, Üst Senoniyen- Üst Paleosen'de kuzeye doğru Antalya birliği üzerine itilmiştir. Daha sonra , Üst Lütésiyen-Langiyen aralığında , Aladağ birliği, güneye doğru, Antalya ve Alanya birlikleri üzerine itilmiştir.

Önç (1987), Ermenek çayının enerji potansiyelini değerlendirmek amacıyla, Gezende Barajının hemen akış yukarısında, EİE adına yürüttüğü çalışmalarda, 330 - 600 m kotları arasında akış yukarıdan akış aşağısına doğru Ermenek I-A , II-A ve II-B alternatif baraj bent yerlerini önermiştir. Baraj bent yerlerinde ilk temel etüdleri 1984 yılında, I-A baraj yerinde başlamış ve elde edilen verilerin olumsuz bulunmasından dolayı bu baraj yerinden vazgeçilmiş; bunun yerine 5 km akış yukarıda I-B baraj yeri seçilmiştir. Bu barajdan alınacak suyun bir tünelle 335 m kotuna düşürülmesi daha ekonomik olacağı düşünülerek, II-A ve II-B baraj bent yerlerinden vazgeçilmiştir. Daha sonra dolgu tipi olarak düşünülen I-B baraj bent yerine alternatif olarak, 1km akış aşağısında beton kemer tipinde I-C baraj bent yeri seçilmiştir.

Yıldırım (1988), "Karaman-Bozkır-Hadim-Ermenek arası Mangenez Prospeksiyonu " jeoloji raporunda, bölgede yüzeilenmekte olan Geyik dağı ve Aladağ birliklerinin şelf türü karbonatlı ve kırıntılı kayaçları kapsadığı, Bozkır ve Antalya birliklerinin ise, şelf türü kayaç bloklarının yanında ve daha çok derin deniz çökeltileri, bazik denizaltı volkanitleri ve ofiyolitleri kapsadığını belirtmektedir. Araştırmacıları MTA adına yürüttükleri bu çalışmada ayrıca, bölgedeki mangenez cevherleşmelerinin denizaltı volkanizmasının bir ürünü olarak volkanotortul olarak oluştuğunu, cevherleşmelerin düşük tenörlü ve rezervlerinin az olduğunu belirtmektedirler.

Demirel (1989), "Ermenek yöresinde yer alan Tersiyer yaşlı istifin jeolojisi, sedimantolojisi ve bölgedeki kömür damarlarının ayrıntılı incelenmesi" adlı doktora çalışmasında, inceleme alanında yer alan litostratigrafik birimlerin konumunu, alt-üst dokanak ilişkileri ve yanal devamlılıkları saptamış ve Ermenek kömür havzası ve yakın dolayının 1:25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Ayrıca havzada kömür içeren Tersiyer yaşlı formasyonların petrografisini ve paleontolojisini incelemiş ve havzada yer alan kömürün yaşını ve petro-kimyasal özelliklerini saptamıştır.

Öztürk vd. (1991), "Orto Torosların Jeolojisi" adlı çalışmaları sonucunda, 7 adet 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır(O28 c1-c2, O29 d4 paftaları; %70 oranında, O29 d3- P29 a2-b1 paftaları; tamamen ve P29 a3 paftası %90 oranında

tamamlanmıştır). Ayırte edilen kaya birimlerinin jeokronoloji sırası, oluşum ortamları ve ilişkileri saptanarak, inceleme alanını kapsayan stratigrafi istifi ve yapı çıkartılmış ve elde edilen sonuçlar, diğer çalışmalarla denştirilmiştir.

Ayrıca inceleme alanında, EİE tarafından yürütölen Ermenek hidroelektrik güç geliştirme projesi kapsamında Ermenek Barajı ve HES'in fizibilite raporu "Japan International Cooperation" ajansına hazırlatılmıştır. Ancak bu fizibilite raporu, gizlilik gerekçesi nedeniyle sağlanamamıştır (EİE,1993,yazılı görüşme).

Ermenek çayı havzası ve yakın dolaylarında önceki araştırmacılar tarafından incelenen alanlar Şekil 1.4' de gösterilmiştir.

ALANYA O28	ALANYA O29	SİLİFKE O30	
İN ÖZ	İN ÖZ	İN ÖZ	Öz : Özgöl, 1971
		Ko	Ko : Koçyiğit, 1976
		Ko	
		Ko	
			G : Gedik vd., 1979
			Gü : Güvenç, 1979
			İN : İn an vd., 1981
			K : Kuşçu, 1985
			D : Demirtaşlı vd., 1986
			U : Ulu, 1986
			Ön : Önç, 1987
			Y : Yıldırım, 1988
			De : Demirel, 1989
			Ö : Öztürk vd., 1991
SİLİFKE P28	ALANYA P29	SİLİFKE P30	

Şekil 1.4. İnceleme alanı çevresinde daha önce çalışan araştırmacıların çalışma bölgeleri

2. JEOLJİ

İnceleme alanı , Toros orojenik dağ kuşağının Orta Toroslar kesiminde yer almaktadır. Orta Toroslar, Batı Toroslardan Kırkkavak fayı, Doğu Toroslardan ise Ecemiş fayı ile ayrılmaktadır (Şekil 2.1).

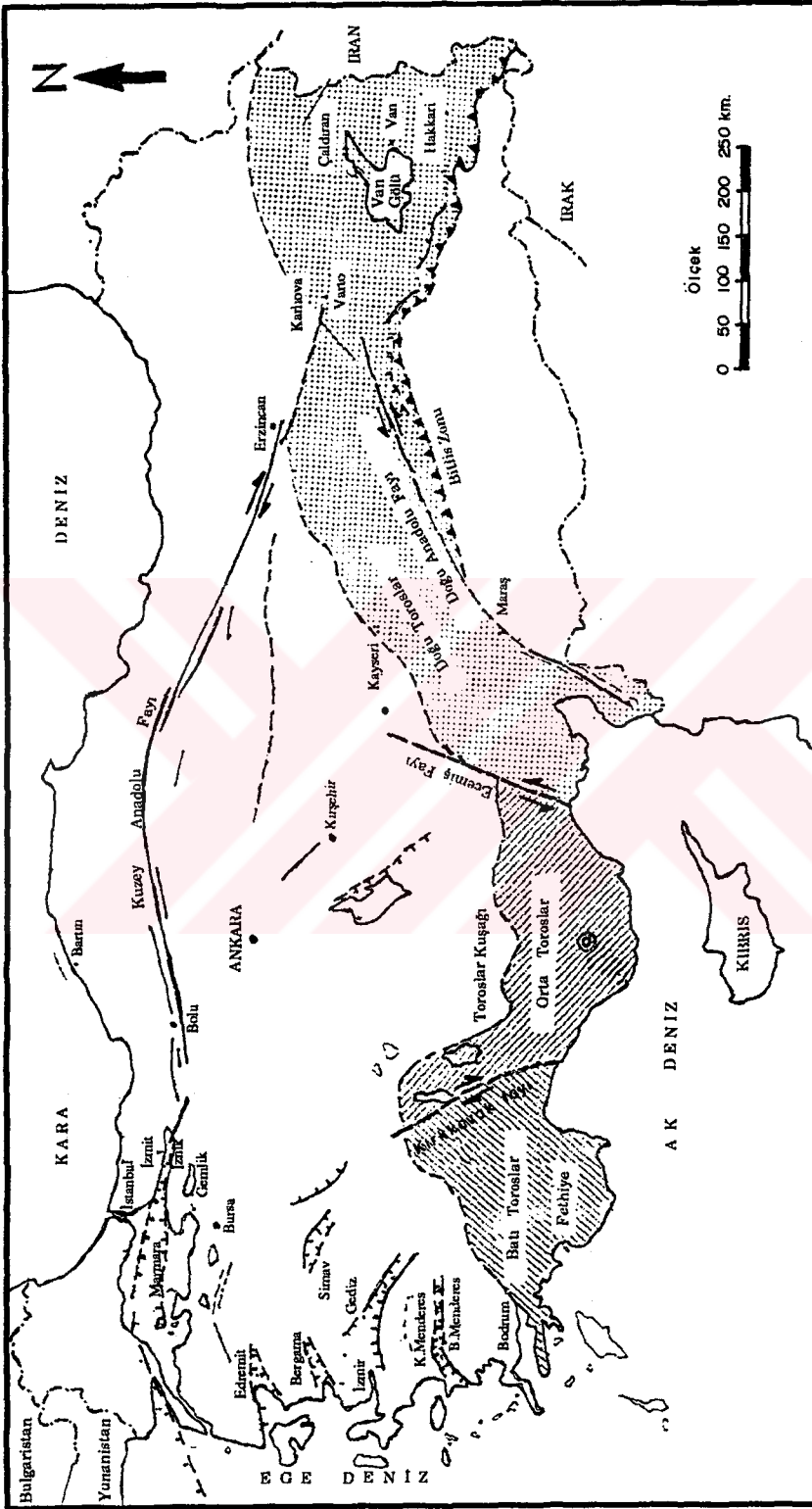
Orta Toroslar günümüzdeki naplı yapısını büyük ölçüde Senoniyen ve Lütesiye dönemindeki yatay tektonik hareketlerle kazanmıştır (Özgül,1983). Günümüze değin çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen jeotektonik amaçlı çalışmalar ile bölgedeki bu karmaşık naplı yapıyı oluşturan yapısal birlikler ayırtlanarak alt birimleri tanımlanmıştır. İnceleme alanında ve yakın dolaylarında çalışan araştırmacıların bulguları stratigrafik olarak denştirilmiştir (Çizelge 2.1).

Bu çalışmada, inceleme alanı ve dolayının jeoloji haritası, bölgede yürütülen önceki çalışmalara (Bkz. Şekil 1.3), hava fotoğraflarına, uydu görüntülerine (LANDSAT 4-5 Band) ve arazi gözlemlerine dayanılarak denştirilmiş ve bütünlendirilerek 1/100000 ölçekli olarak tamamlanmıştır (EK 1).

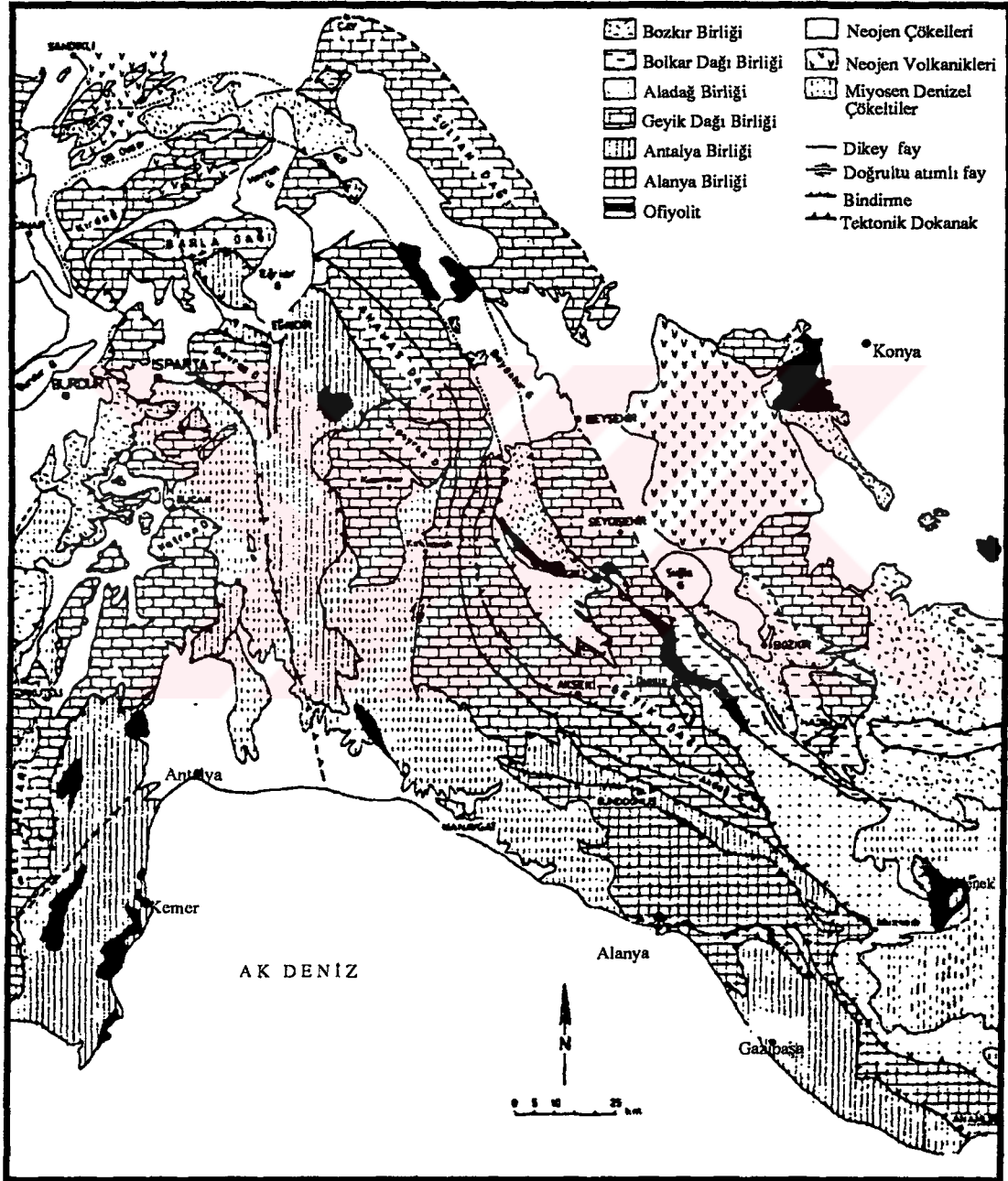
2.1 Stratigrafik Birimler

İnceleme alanında genel olarak KB-GD yönlü kuşak şeklinde uzanan Orta Toroslara ait yapısal birlikler Senoniyen-Lütesiye dönemindeki yapısal hareketlerle birbirleri üzerine bindirerek bugünkü karmaşık naplı yapıyı oluşturmuşlardır. İnceleme alanının yer aldığı Ermenek çayı havzasında bulunan tektonostratigrafik birlikler ; Geyik dağı, Aladağ, Bozkır (Ofiyolitli Karmaşık), Antalya ve Alanya birlikleridir (Şekil 2.2). Bu yapısal birliklerin istif özellikleri Şekil 2.3 'de verilmiştir.

Bu yapısal birlikler, Post Orojenik Litostratigrafi birimleri ile uyumsuz olarak örtölmektedir. Post Orojenik birimler yaşlıdan gence doğru Alt Miyosen yaşlı Yenimahalle Formasyonu, Orta-Üst Miyosen yaşlı Mut Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı oluşuklardır. İnceleme alanı ve yakın dolayının genelleştirilmiş tektonostratigrafik istifi Şekil 2.4.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Türkiye'deki ana tektonik kuşaklar (Özgül, 1983'den alınmıştır).



Şekil 2.2. Türkiye'deki ana yapısal birlikler (Özgül'den, 1976)

İnceleme alanında yer alan yapısal birliklerin ve Post Orojenik birimlerin stratigrafik karakteristikleri aşağıda özetlenmiştir.

2.1.1 Geyik Dağı Birliği (GD)

Orta Toroslarda yer alan diğer birliklere göreli olarak paraotokton olan Geyik Dağı Birliği, diğer birliklerin tabanında uzanmaktadır. Orta Torosların batı kesiminde geniş yayılım alanına sahip olan bu birlik, Ermenek Çayı Havzasının sadece KB kesiminde dar bir alanda yayılım göstermektedir.

Geyik dağı birliği, Kambriyen-Ota Eosen yaşı aralığında çökelmiş başlıca kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar olmak üzere platform tipi sedimanter kayaçları içermektedir. Kambriyen- Paleosen aralığı şelf türü karbonatlı ve kırıntılı kayaçları, Alt Eosen-Lütesiyen aralığı ise birliğe bindiren üstündeki naplardan gelen olistolit ve olistrostromları da içeren filiş fasiyesinde kırıntılı kayaçları kapsamaktadır (Özgül, 1976; 1983).

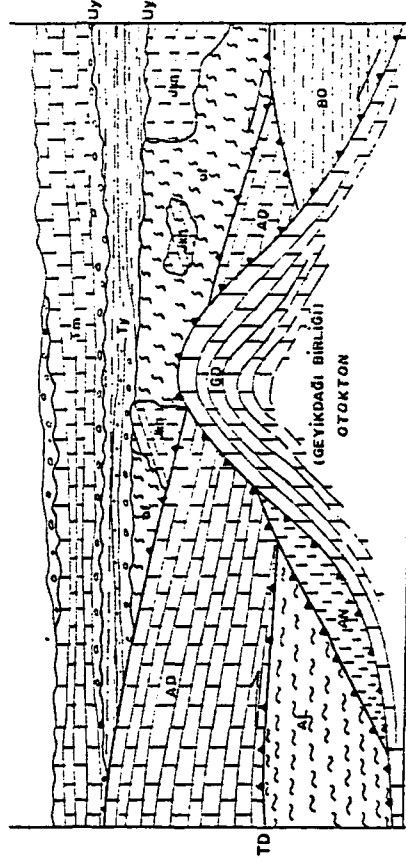
Ermenek çayı havzasında bu birliğin yalnız Kretase- Paleosen yaşlı karbonatlı kayaçları yüzeylenmektedir. Geyikdağı birliği, Bozkır, Bolkar, Aladağ ve Antalya birlikleri tarafından bindirmeli olarak örtülüdür (Bkz. Ek1).

2.1.2 Antalya Birliği (AN)

İnceleme alanında, Ermenek çayı'nın Dumlugöze (Muzvadi) kesiminde, kuzeyden Aladağ birliği, güneyden Alanya birliği arasında sıkışıp kalmış, KB/GD uzanımlı Antalya birliği, bu iki birliğe göre paraotokton konumdadır. Blumenthal (1951) tarafından Ayırıcı zon(separate zone), Güvenç (1980) tarafından Gazipaşa birliği olarak ta tanımlanan bu birlik, Ermenek çayı'nın Alanya birliği ile Aladağ birliği arasında açtığı vadilerde, bu iki birliği ayırıcı bir konumda bulunmaktadır (Güvenç, 1980). Paleozoyikten Üst Kretase'ye kadar birbirinden bağımsız çeşitli litostratigrafik birimleri içeren bu birlik, inceleme alanında Üst Kretase yaşlı (Kuşçu, 1985) "Muzvadi karmaşığı (Mk)" ile temsil edilir.

YUKARI ERMENEK ÇAYI HAVZASININ GENELLEŞTİRİLMİŞ TEKTONO-STRAİGRAFİK KESİTİ
C. TEŞEYİNTEN, 1994

PEKİŞİLMİŞ Genç oluşumlar	YAŞ. Kuvaterner	SİNCE (m)	LİTOLOJİ	LİTOLOJİ AÇIKLAMASI
PEKİŞİLMİŞ Genç oluşumlar	KUVATERNER	Dol		Alüvyon Fanglmera Yamaç molozu
				Mul Formasyonu Kireçtaşı. Denizel fosilli karsitik boşluklu
				Yenimahalle Formasyonu İnce taneli kumtaşı / marn / kilitaşı / kumlu kireçtaşı ardalaması Kömür
				Kumtaşı / marn / kilitaşı ardalaması Konglomera - migro konglomera
POST OROJENİK BİRLİKLER	ALT MİYOSEN	180 - 750 m		Ermenek Ofiyoliti Karmayığı af: Serpantin, Peridotit, Spliti, Diyabaz Gabri Jkn: Jura - Kretase yaşlı kireçtaşı blokları
	ORTA ÜST MİYOSEN	175 - 550		Çakozdağı Formasyonu
BOZKIR BİRLİĞİ (ALLOKTON)	ÜST KRETASE-POLESEN	800		Dolomitik kireçtaşı karsitik boşluklu
	JURA-KRETASE	400-600		Derebucağ Formasyonu Dolomitik kireçtaşı Kilit kireçtaşı Karaağ kökenli Çakiltası - konglomera
BİRLİĞİ (ALLOKTON)	TRİYAS	800m		Göktepe Formasyonu Silttaşı / kireçtaşı Ardalaması Kuvarastik kumtaşı / kumlu kireçtaşı Ardalaması Çanurtaşı / marn / seyl / silttaşı / kilit kireçtaşı ardalaması
	PERMİYEN	750		Oolilik Stramatalitik kireçtaşı Mizziyal kireçtaşı Kumtaşı ve dolomit ara seviyeli kireçtaşı
A D A Ğ	KARBONİFER	650-700		Gövenelba kireçtaşı Kireçtaşı Kuvarast / seyl Ardalaması Seyl / kireçtaşı Ardalaması Kuvarast / seyl Ardalaması Kuvarast
	DEVONİYEN	60m		Kireçtaşı Çakiltası Dolomitik kireçtaşı Rekrystalize kireçtaşı
ALANYA BİRLİĞİ (ALLOKTON)	PERMİYEN VE ÖNCESİ	?		Şistler
	ÜST KRETASE	~800		Kumtaşı, kilitaşı, kireçtaşı ve çeşitli ofiyolit birimler içermektedir
GEYİK DAĞI BİRLİĞİ (OTOKTON)	EOSEN	SD		Filiş
	KRETASE-POLESEN	SD		Kireçtaşı

ERMENEK ÇAYI HAVZASINDAKİ POST OREJENİK VE YAPISAL BİRLİKLERİN
BİRLİKLERİ İLE OLAN İLİŞKİLERİNİ GÖSTEREN GENEL KESİT

Şekil 2.4. İnceleme alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafi istifi

Birlik, Ermenek havzası batısında, Geyik dağı birliğinin Paleosen kireçtaşları üzerinde bindirmeli olarak oturur (Yıldırım vd., 1988).

İnceleme alanında , Ermenek çayı Muzvadi köyü doğusunda, Gevenyurt ve Ladin tepe, Akpınar deresi boyunca, Tarhanacı tepe ve Saha dere çevresinde tipik olarak gözlenmektedir (Bkz.Ek1). Ermenek çayı (Gevne çayı) vadisi boyunca kuzey yamaçlarda Aladağ birliği altında görülür. Ermenek vadisinin güney yamaçlarında Alanya birliğine ait birimlerin altında bulunur. Karbonat çimentolu ince kuvars taneli kireçtaşları ve kilttaşları üst seviyelerini, kumtaşı ve kil taşı ardalanması ise alt seviyelerini oluşturur (Güvenç, 1979). Litolojik birimlerin yer yer düzenli, yer yer de karmaşıklığı ile filişimsi karakterde olan bu birimin içerisinde, serpantin, gabro gibi ofiyolitik kayalara ait bloklar ve bunun yanısıra küçük büyüklü kireçtaşı blokları da yer almaktadır. Yanal olarak çok sık değişmekle birlikte, görünür kalınlığı 800m olarak verilmiştir (Kuşçu, 1985) .

2.1.3 Alanya Birliği (AL)

Birlik, inceleme alanının güneybatısında yüzeilenmektedir. Orta Toroslarda ilk kez çalışan Blumenthal (1951), bu metamorfikler topluluğunu "Alanya Masifi", Özgül(1976) Alanya birliği, Güvenç (1979) Alanya Metamorfik Napı, Demirtaşlı (1978) Alanya Grubu, Öztürk vd.,(1991) Alanya ünitesi olarak adlandırmışlardır. Bu çalışmada Alanya Birliği adlandırması benimsenmiştir.

Alanya birliği, inceleme alanında Akdağ, Geven dağı, Yaylacık dağı, Sakız tepe ve Dumlugöze dolaylarında yayılım göstermektedir. Alt Paleozoyik-Triyas yaşlı metamorfik birimlerden oluşan (Güvenç,1979) birlik, Dumlugöze dolaylarında Paleosen-Eosen yaşlı Belbağ formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülürken, gene bu yörede Ermenek çayı vadisi boyunca Antalya birliği üzerine tektonik olarak üzerlenir(Öztürk vd.,1991). Birlik, Dumlugöze güneyinde Aladağ birliği tarafından tektonik olarak üzerlenir (Bkz EK1).

İnceleme alanının güneybatısında yayılım gösteren Alanya birliğine ait metamorfik birimler, bu çalışmada havza genelinde hidrojeolojik olarak geçirimsiz olarak ele alındığı için ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Metamorfik birimlerden şistlerin

bulunduğu kesimler **Pzaş**, Kristalize kireçtaşları **Pzak** ve birliğin bütün birimlerini kapsayan kesimler **Pza** ve havza dışı yayıldığı alanlarda ise, **AL** sembolü ile gösterilmiştir.

Şistler (Pzaş)

İnceleme alanı içerisinde Alanya birliğine ait şistler, en güzel Dumlugöze köyü dolaylarında, Pürelî yurdu, Kızılçukur, Mahraplı damları (Kuşçu,1985) ve Yaylacık Dağı dolaylarında (Öztürk vd.,1991) ayırtlanmıştır. Alanya birliğinin en alt kesimlerini oluşturan, kahverengi,yeşilimsi renkli, ince/kaba yapraklanmalı bu metamorfik kayalar, Amfibol şist,Granat şist ve Glokofan şist olarak tanımlanmıştır(Kuşçu,1985). Birim, üst kesimlerinde, kuvars şistlere geçmektedir.

Bu birim üzerindeki rekristalize kireçtaşları ile uyumludur. Birimin üzerine Pürelîyurdu ve İllıkaya Tepede Paleosen-Eosen yaşlı Belbağ formasyonu gelir.

Birimin üzerine gelen rekristalize kireçtaşlarının Permiyen yaşlı olduğu (Özgül,1976; Kuşçu,1985) belirtilmektedir. Buna göre, kireçtaşlarının altında gözlenen şistlerin yaşı Permiyen ve/veya Permiyen öncesidir (Özgül,1983; Kuşçu,1985; Ulu,1986).

Rekristalize kireçtaşları (Pzak)

Bu kayalar Ladin tepe güneyinde, Çiğdem tepe, Yaylacık dağı, Geven dağ ve Akdağ dolaylarında yaygındır. Rekristalize kireçtaşları, koyu gri, koyu mavi, orta/kalın katmanlı, bütümlü, oldukça kıvrımlı ve kırıklıdır. Kristalize kireçtaşlarının üzerine Yaylacık dağı dolaylarında birbiri ile ardalanmalı mermer ve kalkışistler ve daha üstte de dolomitik kireçtaşları gelmektedir.

Birim, tabanda şistler ile uyumlu, tavanda Belbağ fomasyonu ile aşısall uyumsuzdur. Özgül (1976)'e göre rekristalize kireçtaşları Permiyen, daha üste gelen kalkışist ve dolomitik kireçtaşları Triyas yaşlıdır.

Belbağ formasyonu (Teb)

Alanya birliğine ait kayaç birimleri üzerine açısal uyumsuzlukla gelen paleo-otokton Belbağ formasyonu (Ulu,1986;1989), inceleme alanında İlikaya Tepe, Koyunyolu Tepe, Dumlugöze, Çilingir köprü dolaylarında yayılım göstermektedir. Belbağ formasyonu Kuşçu (1985) tarafından adlandırılan İlikaya formasyonu ile denestirilebilir.

Formasyon, altta çoktür bileşenli çakıtaşları ile başlar. Çakıtaşı bileşenleri, metamorfik kayaç, mermer ve kalkışist çakıl ve bloklarını kapsamaktadır (Kuşçu,1985). Formasyon üste doğru, karbonatlarla devam eder. Kireçtaşları altta orta/kalın katmanlı ve belirgin eklemlidir. Formasyonun üst seviyelerinde, zengin kıyı faunası içeren Nummulitik kireçtaşları gelmektedir (Öztürk vd.,1991). Formasyonun kalınlığı, Dumlugöze köyü dolaylarında yaklaşık 60 m.'dir.

Belbağ formasyonu Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlıdır (Kuşçu,1985;Öztürk vd.,1991).

2.1.4 Aladağ Birliği

Ermenek Çayı havzasında, vadi boyunca genelde KB-GD doğrultusunda uzanan ve geniş bir alanda yayılım gösteren Aladağ Birliği, adını, Orta Torosların doğu kesiminde kuşağın en yüksek dağlarından bir olan Aladağ'dan almıştır. Üst Devoniyen-Üst Kretase yaş aralığında çökelen kırıntılı ve karbonatlı kayaçları kapsayan Aladağ Birliği (Özgül,1976), Hadım yöresinde Hadım Napı (Blumenthal, 1951), Aladağlar bölgesinde Siyah Aladağ Birliği (Blumenthal, 1952), Beyşehir dolaylarında Bademli-Çamlık Birliği (Monod,1977) olarak adlanmıştır.

Aladağ Birliği üzerine Üst Kretase sonrası-Üst Paleosen öncesinde kuzey kökenli bir ofiyolit napı(Bozkır Birliği)'nin yerleştiği görülür (Öztürk vd.,1991). Aladağ birliğinin Lütésiye sonrası Oligo/Miyosen öncesi kuzeyden güneye hareket ederek, KB'da Geyik dağı birliğine, kuzeyde Bolkar dağı birliğine bindirmiştir. Birlik, Dumlugöze taraflarında Alanya birliğini ve vadi boyunca Antalya birliğini tektonik olarak üzerlemektedir. Aladağ birliği üzerine Miyosen yaşlı karasal ve denizel çökelleri uyumsuz olarak gelir.

İnceleme alanında Aladağ birliğinde stratigrafik istif, litoloji ve yaşları göz önüne alınarak ayırtılan formasyonlar; alttan itibaren Göksu formasyonu, Dumlugöze formasyonu, Göktepe formasyonu, Balçılar formasyonu ve Çakozdağ formasyonudur.

Göksu formasyonu (DKg)

Çalışma alanı içerisinde Aladağ birliğinin en yaşlı birimini oluşturan bu formasyon Kuşcu(1985) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonun en iyi görüldüğü yerler Ermenek çayı boyunca Dumlugöze ve Koçaslı köyleri civarlarıdır (Bkz Ek1).

İnceleme alanında Göksu formasyonu, Antalya birliğinin Muzvadi karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir. Formasyon en altta, yeşilimsi gri renkli kuvarsitler ve bu kuvarsitlerle ardalanmalı şeyller ile başlar. Bu birimlerin üzerine yer yer şeyl ile ardalanmalı siyah, kahverengi ve daha açık renklerde, bol mikro fosilli kireçtaşı seviyeleri gelir. Birimin üst seviyelerinde ise yeşilimsi, kahverengi ve daha açık renklerde 10-30 cm tabaka kalınlıklı kuvarsitler bulunur. Kuvarsitlerin üzerinde kireçtaşı şeyl ardalanması ve onların üzerinde ise kalın tabakalı koyu gri,siyaha yakın renkli kireçtaşları bulunur. Formasyonun görünür kalınlığı 650-700 m dir. Üst Devoniyen-Karbonifer yaşlı olduğu kabul edilen (Kuşcu,1985) Göksu formasyonunun üzerine uyumlu olarak Dumlugöze formasyonu gelir.

Dumlugöze formasyonu(Pd)

Dumlugöze formasyonu Demirtaşlı (1975;1976) tarafından Aladağ birliğinin Permian yaşlı kireçtaşları için kullanılmıştır. İnceleme alanı içerisinde geniş yayılım alanına sahip formasyonlardan biri olup, tip kesiti Dumlugöze köyünün kuzeydoğusundadır.

Dumlugöze formasyonu en altta, kırmızı renkli, kalın tabakalı, girvanellalı kireçtaşları(Alt Permian) ile başlar. Bu seviye üzerine sarımsı gri renkli, kalın tabakalı, pseudofusulinalı , yer yer kumlu kireçtaşları gelir (Demirtaşlı vd.,1986). Bunların da üzerine ikinci bir Girvenellalı kılavuz seviye gelir (Öztürk vd.,1991).

Bu klavuz seviye üzerinde gri renkli, kalın tabakalı, bol mikro fosilli, biyoklastik kireçtaşı seviyesi bulunur. Bu seviyeyi, 30-40m kalınlığında, kırmızı, pembe renkli, kalın çapraz tabakalı, limonit çimentolu, kötü/orta boylanmış kumtaşları takip eder. Dumlugöze formasyonunun üst kesimi ise genellikle koyu gri, kalın ve düzgün tabakalı Mizzia'lı kireçtaşlarından (Üst Permien) oluşur.

Dumlugöze formasyonu, tabanda Göksu formasyonu ve Tavanda Göktepe formasyonu ile uyumludur ve kalınlığı 750 m. dir. Formasyonun yaşı Permien olarak verilmiştir (Demirtaşlı, 1975, Demirtaşlı vd.,1986, Kuşçu,1985).

Göktepe formasyonu (Trg)

Aladağ Birliğinin Triyas yaşlı karbonatlı kayalar ve detritik kayalar için Demirtaşlı(1976) tarafından adlandırılan Göktepe formasyonunun alt ve orta üyeleri bu çalışmada aynı isimle kullanılmış, üst üyesi ise Derebucak formasyonu olarak ayrılmıştır. İnceleme alanında, Göktepe kasabasının batısında, Günder, Daran, Çukurbağ, Sarıveliler ve Civler köyleri civarında yayılım göstermektedir (Bkz Ek1).

Formasyon, inceleme alanında , Permien yaşlı Dumlugöze formasyonu üstünde uyumlu olarak açık gri, pembe, sarımsı renkli, ince/orta katmanlı oolitlik ve stromatolitik kireçtaşları ile başlar(Demirtaşlı vd.,1986;Öztürk vd.,1991). Bu seviye üste doğru, pembe alacalı, sarımsı, gri renkli çamurtaşı, marn, şeyl, silttaşı ile gri renkli killi kireçtaşı ardalanması şeklinde devam eder. Kireçtaşı marn ardalanması üste doğru, gri renkli, orta/kalın tabakalı krinoidli kireçtaşına geçer. Bu seviyenin üstüne gelen kırmızı, bordo renkli kalın katmanlı kuvarsitik kumtaşı ve bu kumtaşları ile ardalanmış kumlu kireçtaşları gelir. Göktepe formasyonunun en üst seviyesini şeyl ve silt taşları ile ardalanmış sarımsı gri renkli, yer yer kumlu ve oolitlik kireçtaşları oluşturur.

Göktepe formasyonu, tabanda Dumlugöze Formasyonu ile uyumlu ve Tavanda Derebucak Formasyonu ile uyumsuz olup, kalınlığı 800 m. dir. Formasyonun yaşı Alt Triyas'dan Üst Triyas'a kadar değişim göstermektedir (Demirtaşlı vd., 1986).

Derebucak formasyonu (Jad)

Birim, inceleme alanının Balcılar köyü çevresinde, Sütsüzdağ etekleri, Çorakdağ ve Cihandere köyü ve çevresinde yayılım göstermektedir. Formasyonun adlandırması Monod(1977) tarafından yapılmıştır. Derebucak formasyonu Fariske ve dolaylarında Balcılar formasyonuna (Kuşçu,1985) ve Demirtaşlı vd. (1986) tarafından adlandırılan Göktepe formasyonunun üst üyesine karşılık gelmektedir.

Formasyon, karasal kökenli, genellikle kırmızı renkli çakıtaşı ile başlar. Üste doğru kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşına geçer. Formasyon daha üst kesimlerinde açık gri renkli killi kireçtaşları ve en üstte ise, ince orta tabakalı açık gri renkli dolomitik kireçtaşlarını kapsamaktadır. Formasyonun kalınlığı kısa mesafelerde büyük değişimler göstermekle birlikte genelde 400-600 m arasında olduğu tahmin edilmektedir. Liyas yaşlı olarak kabul edilen (Öztürk vd., 1991) Derebucak formasyonu, altındaki Göktepe formasyonu ile uyumsuz, üstündeki Çakozdağ formasyonu ile uyumludur.

Çakozdağ formasyonu (JKç)

Aladağ birliğinin en üst seviyesi olan formasyon, inceleme alanında, Dumlugöze köyünün güney doğusundaki Çakozdağ, Cihandere köyü ve çevresi, Daran mahallesi ile Yeşilköy arasında, Sütsüzdağı, Çorakdağı, Civler köyü, Akçaldağı, Gündür doğusunda geniş bir alanda yayılımı olup, kalınlığı ortalama 800m.'dir.

Çakozdağı formasyonunun alt kesimi, gri renkli, orta/kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları ara seviyeleri içeren dolomitlerden oluşur. Dolomit - Kireçtaşı ardalanması üste doğru krem,bej renkli orta/kalın tabakalı, kalsit damarlı platform karbonatları ile devam eder. Karbonatlı kayaçlar, oolitli, pelletli, intraklastlı,biyomikrit/biyosparit/dolosparit olarak tanımlanır (Öztürk vd.,1991). Formasyonun üst kesiminde ise açık gri, orta/kalı tabakalı yer yer oolitik ve dolomitik kireçtaşı egemendir.

Jura-Kretase yaşlı Çakozdağ formasyonu, üzerinde bulunan ofiyolitli karmaşık (Bozkır Birliği) ile tektonik dokanaktır.

2.1.5 Bozkır Birliği (Of)

Çok sayıda değişik yaş, tür ve boyutlarda blok ve allokton birimleri kapsayan birlik, adını yüzeylemelerinin en iyi görüldüğü Bozkır ilçesinden almıştır (Özgöl, 1976). Bu birliğe ait kayaç toplulukları, Hadım-Bozkır dolayında Ofiyolitli seri (Özgöl, 1971), Karaman bölgesinde Ofiyolitli Melanj (Koçyiğit, 1976), Ermenek güney batısında Ofiyolitli Melanj (Demirtaşlı vd.,1986), Ermenek Ofiyolitli Melanjı (Önç, 1987), Serpantinitler (Demirel,1989), Boyalık Ofiyolitleri (Öztürk vd.,1991) olarak tanımlanmıştır.

İnceleme alanında, Küçük çay ile Yeşilköy arasında, Boyalık köyü, Yerbağ, Pamuklu, Tepebaşı, Dutagacı köyleri , Ermenek baraj yeri ve doğusunda ve havza kuzeyinde geniş bir yüzeysel yayılıma sahip Bozkır birliği (Ermenek Ofiyolitli Karmaşığı), pelajik karbonatlı çökeller, spilit, diyabaz, radyolarit, peridotit, serpantinit ve gabro gibi çeşitli boyut ve yaşlarda ultramafik bloklardan oluşmuş bir karışımdır.

Blokların yaşı Permiyen-Üst Kretase yaş aralığındadır. Blokların bazıları yer yer kilometrelerce boyutunda olup, pelajik bileşenler içeren karbonatlı kayaçlar şeklindedir. Ermenek Barajı bent yeri, bu ofiyolitli karmaşığın jura-kretase yaşlı karbonatlı kayaç bloğu (JKn) üzerinde bulunmaktadır. İnceleme alanında yayılım gösteren birliğin içerisinde yer alan ve alansal yayılımı 1 km²'den büyük olan kireçtaşı blokları ve bunları çevreleyen hamur, jeoloji haritasında (Bkz Ek1) haritalanmıştır.

2.1.6 Post Orojenik Birimler

Yenimahalle formasyonu (Ty)

Yenimahalle formasyonu ilk defa Gedik vd. (1979) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında, Yenimahalle köyünün güneyi ve Ermenek ile Kazancı arasındaki alanda yayılım göstermektedir. Formasyonun kalınlığı, inceleme

alanının çeşitli yerlerinde değişkenlik göstermekte olup, genelde 175 m. ile 550 m. arasındadır (Demirel,1989).

İnceleme alanının içerisinde Yenimahalle formasyonu, Bozkır birliği (Ermenek Ofiyolitli Karmaşığı üstünde taban çakıldaşları ile başlar. Çakıldaşları; yeşil, gri alacalı renkli, çoğunlukla kötü tabakalı ve çok bileşenlidir. Bileşenleri kireçtaşı, serpantin ve kuvars çakılları olup, herhangi bir boylanma göstermezler. Çakıldaş üstte doğru kaba taneli kumtaşı, kumtaşı ve silttaşına geçer. Formasyon bu seviyeden sonra kıltaşı/marn/silttaşı/killi kireçtaşı ardalanması ile devam eder. Kıltaşı/marn, yeşil, gri, bej, boz renkli, ince/orta katmanlıdır. Kıltaşı yapraklanmalı, marn ise konkoidal ayrılmalıdır. Kireçtaşları sarı, bej renkli, orta/kalın tabakalı, sert düzensiz kırılmalı, killi/kumludur. Formasyonun bu ardalanmaları yer yer kömür oluşukları içermektedir. Ermenek kömürleri olarak tanınan ve işletilen kömürlerin kalınlıkları değişkendir (Öztürk vd.,1991).

Nehir ve gölsel ortamda çökelen formasyon, inceleme alanında Orta-Üst Miyosen yaşlı Mut Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yenimahalle formasyonunun yaşı Alt Miyosen olarak verilmiştir (Demirel,1989).

Mut formasyonu (Tm)

Bu formasyon, ilk olarak Mut yöresinde Gedik vd. (1979) tarafından Mut formasyonu olarak adlandırılmıştır (Demirel,1989). Kuşçu (1985), Göktepe formasyonu, Öncü (1987) ise Ermenek formasyonu olarak adlandırmıştır.

İnceleme alanında Antalya, Alanya, Aladağ ve Bozkır Birlikleri ve Yenimahalle formasyonu üzerinde transgresif olarak örten Mut formasyonu, Ermenek çayı havzasını çevreleyen kenar yükseltilerinde oldukça geniş yayılıma sahip olup ayrıca havza içinde önemli yükseltilerde de yüzeylenmiştir. Havza genelinde formasyonun kalınlığı 180-750 m. dolayındadır.

Mut formasyonu tabanında çok ince bir konglomera seviyesiyle başlar. Bu seviyenin üzerinde yer alan Kireçtaşları, beyaz, sarımsı, bej renkli, orta/kalın

tabakalı, bol mikro-makro fosilli, yer yer oolitik, ince kalsit damarlı ve petrografik olarak "biyomikrit" (Demirel,1989) şeklindedir. Bunun üzerine marn ara katkılı detritik kireçtaşları gelmektedir.

Yüzeylendiği bütün kesimlerde kireçtaşları ve konglomera ile temsil edilen formasyonun yaşı, Gedik vd. (1979) ve Demirtaşlı vd., (1986), Orta Miyosen, Demirel (1994, sözlü görüşme) ise Orta-Üst Miyosen olarak vermektedir.

Pekişmemiş genç oluşuklar

İnceleme alanında pekişmemiş genç oluşuklar (Kuvaterner), üç ayrı şekilde bulunmaktadır. Bunlar yamaç molozları, bugün sekiler şeklinde gözlenen eski vadi tabanında çökelmiş fanglomeralar ile güncel derelerin ve akarsuların taşıyıp çöktükleri alüvyonlar'dır. Bütün bu birimler, altındaki kayalar birimleri üzerinde yamalar halinde ve uyumsuz olarak bulunur.

Fanglomeralar, inceleme alanında Ermenek Çayı'nın bir kolu olan Karapınar Dere'nin doğu yamacında , Pınarlık Tepe dolaylarında, Küçük Çay ile Çavuş Köyü arasında sekiler halinde gözlenmektedir. Oldukça yuvarlaklaşmış olan çakıllar genelde kireçtaşı ve serpantin çakılları olup, bağlayıcı malzemesi kum boyundaki detritiklerdir (Demirel,1989).

2.2 Yapısal Jeoloji ve Paleocoğrafik Evrim

2.2.1 Yapısal Jeoloji

Toros orojenik dağ kuşağının Orto Toroslar kesiminde yer alan Ermenek çayı havzası, bugünkü yapısını, Geç Alpin evresinde kazanmıştır. Toros dağ kuşağını oluşturan ve paleocoğrafik evrimleri birbirinden kısmen farklı yapısal birlikler, kuşak boyunca yüzlerce kilometre devamlılık gösterirler. İnceleme alanında bu yapısal birliklerden; Geyik dağı birliği, Antalya birliği, Alanya birliği, Aladağ birliği ve Bozkır birliği yayılım göstermektedir. Yatay ve yataya yakın yapısal

hareketleri sonucunda havzaya yerleşen bu yapısal birlikler daha sonra, Post Orojenik Litostratigrafi birimleri ile uyumsuz olarak örtülmüştür (Şekil 2.5).

Bütün bu yapısal birlikler ve Post Orojenik Litostratigrafi birimleri daha sonra Miyosen ve sonrası tektonik hareketlerle kıvrımlanmış ve değişik doğrultulu kırık sistemiyle kesilmiştir.

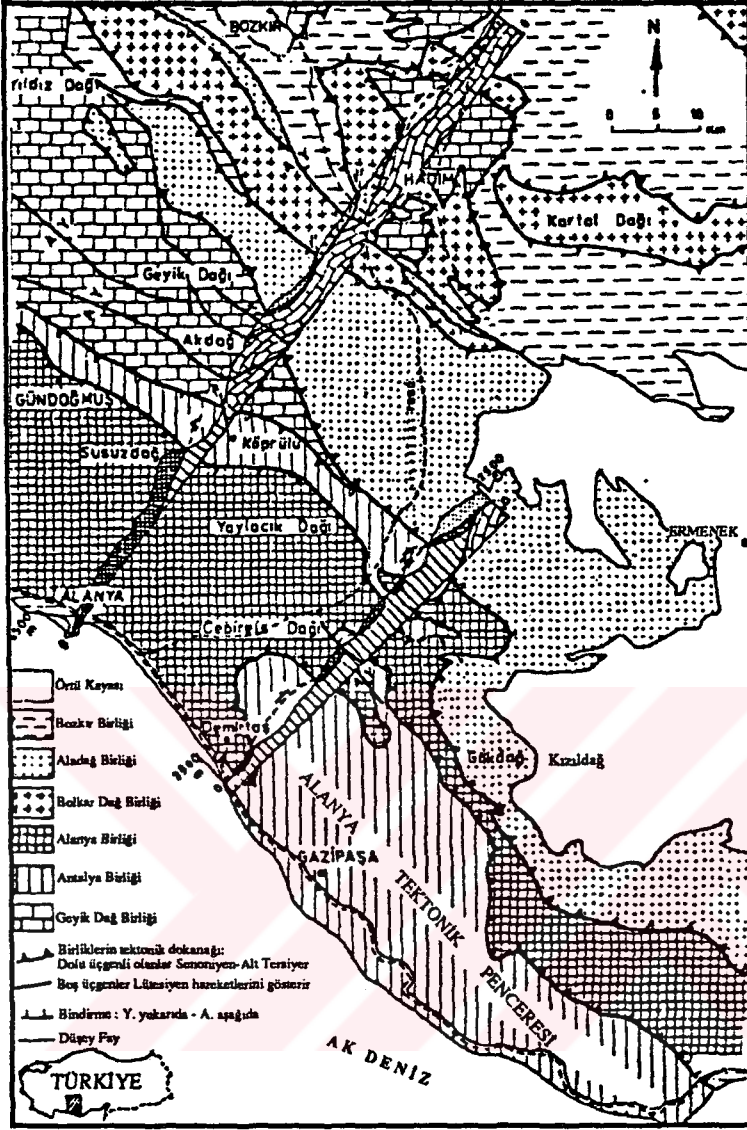
İnceleme alanındaki hidrojeolojik yapıyı yakından ilgilendiren yapısal jeoloji, bindirmeler, faylar, kıvrımlar , uyumsuzluklar ve arazi kaymaları olarak incelenmiştir. LANDSAT uydu görüntülerinden de yararlanarak, Ermenek çayı havzası için hazırlanan kırık izi ve çizgisellik haritası, önceki çalışmalar (Akdere, 1975) ve saha çalışmaları ile denştirilerek EK-1 ve Şekil 2.6' da verilmiştir.

Bindirmeler

İnceleme alanında Üst Kretase sonrası- Alt Paleosen öncesi ile Lütisiyen - Üst Oligosen öncesi büyük bindirmeler bulunmaktadır(Öztürk,1991).

Üst Kretase sonrası - Alt Paleosen öncesi muhtemelen Senoniyen döneminde, inceleme alanının kuzeyinde, Yeşilköy ve Dutacı köyü civarlarında Bozkır birliği, Aladağ birliğine, güney batı kesiminde ise Alanya birliği, GD-KB doğrultusu boyunca Antalya birliği üzerine bindirmiştir(Bkz Ek-1).

Lütisiyen- Üst Oligosen öncesi dönemde kuzeybatıda Aladağ birliği üzerindeki Bozkır birliğini de taşıyarak, Geyik Dağı birliğine ait Lütisiyen filişlerin üzerine bindirmiştir. Havzanın güney ve güneybatısında ise Antalya birliği üzerindeki Alanya birliğini de taşıyarak Otokton Geyik Dağı birliğinin Lütisiyen yaşlı kayaları üzerine bindirmiştir.



Şekil 2.5. İnceleme alanı yapısal birlikler ve post-orojenik birimlerin (örtü kayaçları) yayılımı (Özgül'den,1983).

Bu bindirmeler sırasında Aladağ birliğinin güneye doğru hareketi sürmüş ve sonuçta Aladağ birliği, Antalya ve Alanya birlikleri üzerine yerleşmiştir (Yıldırım,1988 ; Özgül,1983).

Faylar

İnceleme alanında, Alanya birliğinin Antalya birliğine, Aladağ birliğinin ise diğer birlikler üzerine yerleşmesi ile başlayan bindirme (itki) faylanmaları ve daha sonra

Miyosen ve sonrası tektonik hareketlerle günümüze değin birçok normal, ters ve doğrultu atımlı faylar gelişmiştir.

İnceleme alanındaki Bindirme faylarının genel doğrultusu KB - GD gidişli olup önceki alt bölümde anlatılmıştır. Aladağ birliği içerisinde gözlenen ana faylar, genç Alpin kıvrım eksenine paralel olarak gelişen ve çoğunlukla KB-GD doğrultulu normal faylardır. Göktepe fayı, Tepebaşı fayı, Yukarı Kabalak fayı ve Kuşak dağın doğusundaki Kuşakdağ fayı bunlara örnek olarak verilebilir. Bu fayların fay düzlemleri 60-80° ile kuzey doğuya eğimli olup, genellikle kuzey blok düşmüştür. Bu ana faylara dik yönde KD-GB doğrultulu ve K-G doğrultulu ikincil faylara da inceleme alanında sık rastlanır (Bkz Ek-1).

Özellikle Alt Miyosen yaşlı Yenimahalle formasyonu üzerinde genç Alpin hareketlerin izleri görülmektedir. Yenimahalle formasyonu havzada yer alan paleo göllerde çökelirken Aladağ birliği ve Ofiyolitli karmaşık ile olan dokanakları uyumsuzdur. Havzanın bazı bölgelerinde Mut formasyonunun çökeliminden yani Orta Miyosen'den önce havzanın bazı bölgelerinde bu uyumsuz dokanıklara yakın yerlerde eğim atımlı normal faylar gelişmiştir. Bu fayların önemlileri, Tepebaşı köyü civarında Kocadere fayı ve Asar dağı doğusunda Çanakçıçukuru bölgesindeki Küçükçay fayıdır.

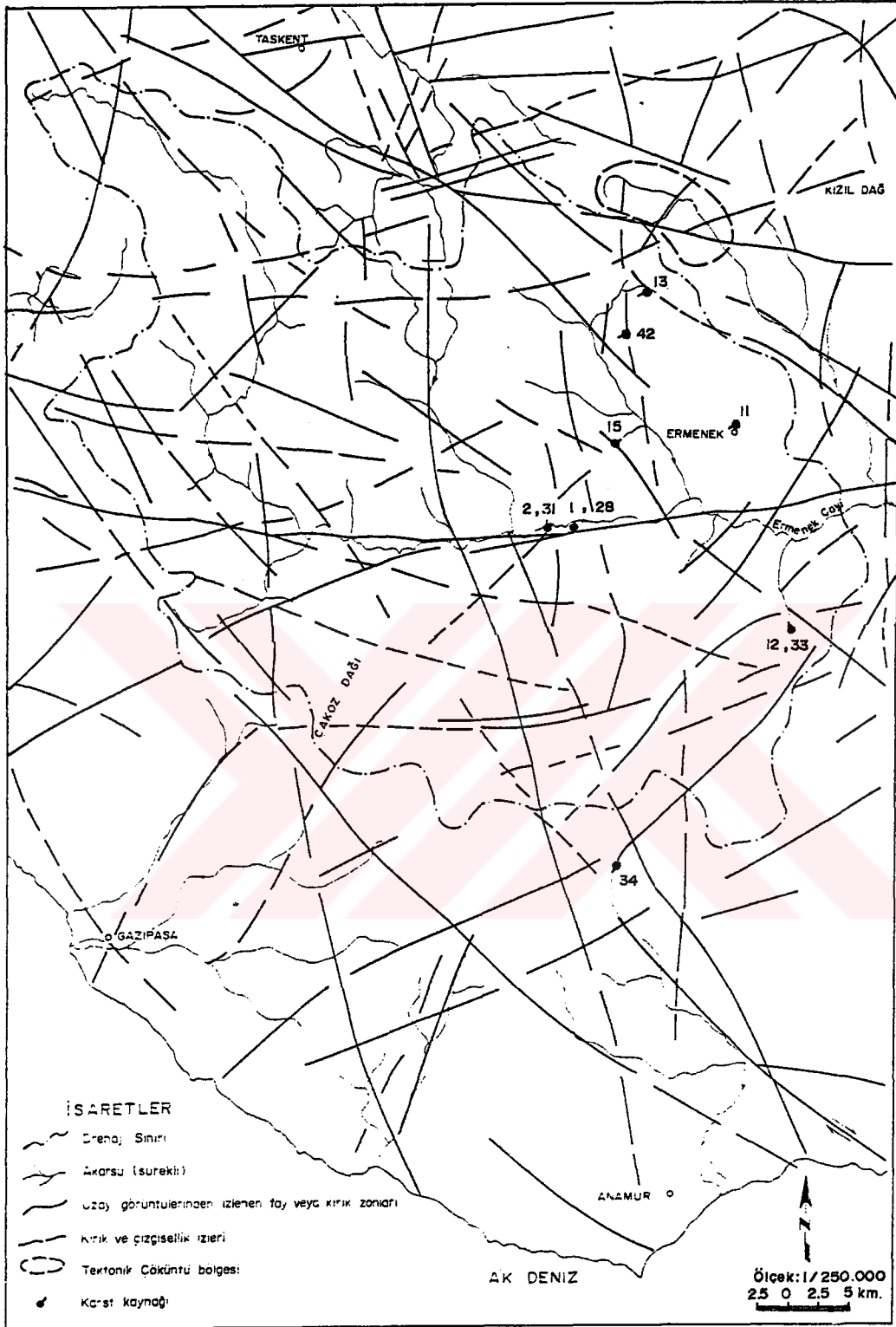
Kıvrımlar

İnceleme alanında, Aladağ birliğinde genç Alpin orojenezi etkisiyle (Demirtaşlı vd.,1986), KD-GB doğrultulu sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında, çoğunlukla KB-GD ve K-G eksen doğrultulu antiklinal ve senklinaller gelişmiştir(Bkz. Ek-1). Alt Miyosen sonunda meydana gelen Alpin hareketler sonucu Yenimahalle formasyonunda da çeşitli boyutlarda KB-GD gidişli kıvrımlar gelişmiştir.

Arazi kaymaları

Ermenek çayı havzasını sınırlayan yükseltileri örten Mut formasyonunda, Plio-Kuvaterner zamanda yaygın olarak arazi kaymaları meydana gelmiştir. Yaygın olarak Ermenek ilçesi ve yakınlarında görülen bu arazi kaymaları ilçenin güney doğusuna Ermenek Çayı kıyılarına kadar inmektedir.

YUKARI ERMENEK ÇAYI HAVZASININ KIRIK İZİ VE ÇİZGİSELLİK HARİTASI



Şekil 2.6. Yukarı Ermenek çayı havzasının kırık izi ve çizgisellik haritası

2.2.2 Paleocoğrafik evrim

Toros orojenik dağ kuşağının Orta Toroslar kesiminde yer alan Ermenek çayı havzası, bugünkü yapısını, Geç Alpin evresinde kazanmıştır. Toros dağ kuşağını oluşturan ve paleocoğrafik evrimleri birbirinden kısmen farklı yapısal birlikler, kuşak boyunca yüzlerce kilometre devamlılık gösterirler. İnceleme alanında bu yapısal birliklerden; Geyik dağı birliği, Antalya birliği, Alanya birliği, Aladağ birliği ve Bozkır birliği yayılım göstermektedir.

İnceleme alanının yer aldığı Orta Torosların Tektonostratigrafik birliklerinde Paleozoyik yaşlı birimlerin, yakın litolojik özellikler ve kronolojik benzerlik göstermesi, Torosların Alt Paleozoyik döneminde Gondvana kıtasının kuzey platformunda oluştuğunu göstermektedir. Özgül (1983)'e göre , Alt Paleozoyik döneminde, Geyik Dağı birliğinin kuzeyinde Aladağ birliği, güneyinde ise, Antalya ve Alanya birliklerince temsil edilen iki epikontinental deniz bulunmaktadır.

İnceleme alanında geniş bir yer kaplayan Aladağ birliğinde, Devoniyen - Permien döneminde oldukça sığ denizel ortamda karbonatlı ve kırıntılı kayalar çökelmiştir. Alt Triyas'ta Ermenek havzası karbonat platformu derinleşmeye ve parçalanmaya başlamıştır (Demirtaşlı vd.,1986). Havzanın güneyinde yer alan Antalya birliğinde de karbonat platformu derinleşmiş, buna karşın Alanya birliğinde Alt Triyas'tan daha genç çökellere rastlanmaması, bu bölgenin Alt Triyastan itibaren yükselerek karasallaşmış olabileceğini düşündürmektedir (Öztürk,1991). Aladağ birliğinde kırıntılı ve karbonat çökelişinin Alt-Orta Triyas boyunca da devam ettiği görülmektedir. Havzanın kuzeyindeki Bozkır birliğinde, Koçyiğit(1976)'e göre Alt-Orta Triyasta parçalanma ve riftleşme devam etmiş ve bu sırada oluşan derin kırık zonları boyunca yükselen volkanit ve tüfler bölgeye yerleşmiştir. Ermenek havzasında Üst Triyas'ta deniz çekilmeye başlamış ve bölge Liyas? yaş aralığında kara olarak kalmıştır. Öztürk vd.,(1991)'e göre, Bölge Üst triyas'ta Erken Alpin hareketlerle sıkışma tektoniğinin denetimi altına girmiş ve bölgesel bir dağ oluşumu meydana gelmiştir. Liyas sonunda başlayan deniz ilerlemesi ile Üst Kretase'ye kadar Ermenek havzası ve civarı sığ bir karbonat platformu konumunda kalmış ve bu süre içerisinde Çakozdağ formasyonu çökelmiştir.

Üst Kretase sonrası - Alt Paleosen öncesi muhtemelen Senoniyen döneminde, Ermenek havzası ikinci bir sıkışma tektoniği etkisinde kalmış ve bu dönemde inceleme alanının kuzeyinde Bozkır birliği (Ofiyolitli karmaşık) Aladağ birliğine, güney batı kesiminde ise Alanya birliği, GD-KB doğrultusu boyunca Antalya birliği üzerine bindirmiştir.

Lütesiyende, bölge, KD-GB yönlü sıkışma rejimi altına girmiştir. Bu dönemde kuzeybatıda Aladağ birliği, üzerindeki Bozkır birliğini de taşıyarak Geyik Dağı birliğine ait Lütesiyen filişlerin üzerine bindirmiştir. Havzanın güney ve güneybatısında ise Antalya birliği üzerindeki Alanya birliğini de taşıyarak Otokton Geyik Dağı birliğinin Lütesiyen yaşlı kayaçları üzerine bindirmiştir.

Bu bindirmeler sırasında Aladağ birliğinin güneye doğru hareketi sürmüştür ve sonuçta Aladağ birliği, Antalya ve Alanya birlikleri üzerine yerleşmiştir (Yıldırım,1988 ; Özgül,1983).

İnceleme alanında Oligosen yaşlı çökellerin görülmemesi , bu dönemde havzanın kara haline geçtiğini gösterir. Alt Miyosen'de Ermenek havzasında oluşan çukurluklarda gölsel çökeller depolanmıştır(Yenimahalle formasyonu). Orta Miyosen öncesinde İnceleme alanında son Alpin kıvrımlanma fazı etkin olmuş ve Yenimahalle formasyonunda küçük ölçekte pek çok kıvrımlar meydana gelmiştir. Orta Miyosen'den itibaren Batı Torosların doğu kesiminden itibaren batıya doğru gelişen bölgesel transgresyon sonucunda Ermenek havzası ve yakın civarında kalın resifal kireçtaşları (Mut formasyonu) çökelmiştir (Demirel,1989).

Pliyosen'de en önemli olay, Ermenek penceresinin açılmasıdır. Demirel (1989)'e göre gravite faylarının da etkisiyle parçalanmış veya ezilmiş olan Mut formasyonu Ermenek çayı ile erozyona uğratarak, önce altındaki Yenimahalle formasyonunu ve daha sonra Bozkır birliği ve Aladağ birliğini açığa çıkarmıştır. Aşınan malzemeler, Mut havzası ve Silifke deltasına doğru taşınırken vadi kenarındaki Kuvaterner yaşlı sekileri ve güncel çökelleri oluşturmuştur.

İnceleme alanı bugünkü morfolojisini Kuvaternerde kazanmıştır.

3. KARST HİDROLOJİSİ

İnceleme alanında yürütülen hidrolojik amaçlı çalışmalar, ön inceleme ve detay inceleme aşaması olmak üzere, iki aşamada değerlendirilmiştir. Ön inceleme aşamasında havza genelinde yağış gözlem istasyonları ve akım gözlem istasyonlarına ait verilerin, belirlenen ortak gözlem dönemlerinde, eksik verileri çeşitli istatistiksel yöntemlerle tamamlanmış , güvenilirlikleri incelenmiş ve yağış ve akım değerlerinin kurak ve yağışlı dönem periyodikliği araştırılmıştır. Ayrıca yağışın, alansal dağılımı ve yükseltiyle olan ilişkisi belirlenmiş ve havza genelinde su bütçesi yapılmıştır.

Ön inceleme aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda, inceleme alanında yapılması planlanan Ermenek barajı ve Hidro-elektrik santralinin projesi de göz önüne alınarak ilave hidrolojik araştırmalar yapılmıştır. Bu aşamada, Ermenek akımları incelenmiş, karst yeraltısuyu ile yüzey akımı arasındaki olası bir ilişkiyi belirlemek amacıyla akım ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca planlanan Ermenek barajına gelebilecek taşkın akımlarına temel bilgi olabilecek bazı taşkın analizleri yapılmıştır.

3.1 Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi

3.1.1 Genel İklim

Ermenek Çayı Havzası ve çevresinin genel iklim karakteristikleri aşağıda sıralanmıştır:

(1) İnceleme alanında, Toros dağ kuşağının güneye bakan yamaçlarında yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklimi hüküm sürerken, Toros dağlarının kuzey yamaçlarında ve yukarı Göksu havzasında yazları kurak ve sıcak, kışları ise karlı ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi ile kara iklimi arasında bir geçiş iklimi hüküm sürer.

(2) İnceleme alanı ve çevresine yağın yağmur veya karın ana nedeni, Akdeniz veya Kuzey Afrika üzerinden Ortadoğu ve ülkemize doğru hareket eden alçak basınçtır. İki çeşit alçak basınç hareketi vardır. Birincisi Toros dağ kuşağının güney kısımlarına doğru çok hızlı hareket ederken, diğeri çok yavaş hareket etmekte ve

bazen Kıbrıs adasından kuzeye geçememektedir. Birinci alçak basınç, çoğunlukla kış aylarında oluşmakta, diğeri ise çoğunlukla ilkbahar aylarında oluşmaktadır.

(3) Şiddetli yağışlar genellikle kıyı şeridinde gözlenmektedir. Bu kesimde ölçülen yağış yüksekliği 1000-1600 mm/yıl arasındadır. İnceleme alanı, kıyı dağ silsilesinin yüksekliği ve diziliminden dolayı, güney ve kuzey batı rüzgarlarına karşı korunmaktadır. Ermenek havzası içinde gözlenen ortalama toplam yağış, 550-900 mm/yıl arasında değişmektedir. Yağış miktarı, nehir boyunca batıya doğru gidildikçe artmaktadır. Yağışın bu alansal değişimi, hakim rüzgar yönü ve havzanın genel topoğrafik özellikleri ile uyum içerisinde.

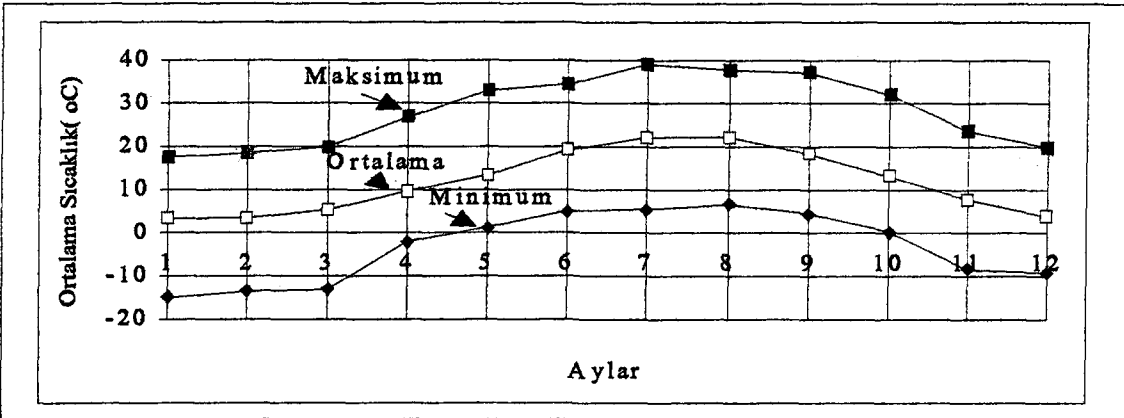
(4) İnceleme alanında yıllık yağışın %55'inin kış, %24'ünün bahar, %18'inin güz ve %3'ünün kış aylarında gerçekleştiği görülmektedir.

3.1.2 Sıcaklık ve Göreceli Nem

İnceleme alanında sıcaklık değerleri Ermenek meteoroloji istasyonunda ölçülmektedir. Aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Ermenek meteoroloji istasyonu 1965-1987 yılları arası aylık sıcaklık verileri (°C)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Max.	17.5	18.5	20	26.8	33	34.5	39	37.8	37	32	23.6	19.8	39
Ort.	3.3	3.5	5.4	9.7	13.4	19.3	22.3	22.3	18.2	13.1	7.7	3.8	11.8
Min.	-15	-13.5	-13.1	-2	1.2	5	5.5	6.5	4.5	0.3	-8.5	-9.2	-15



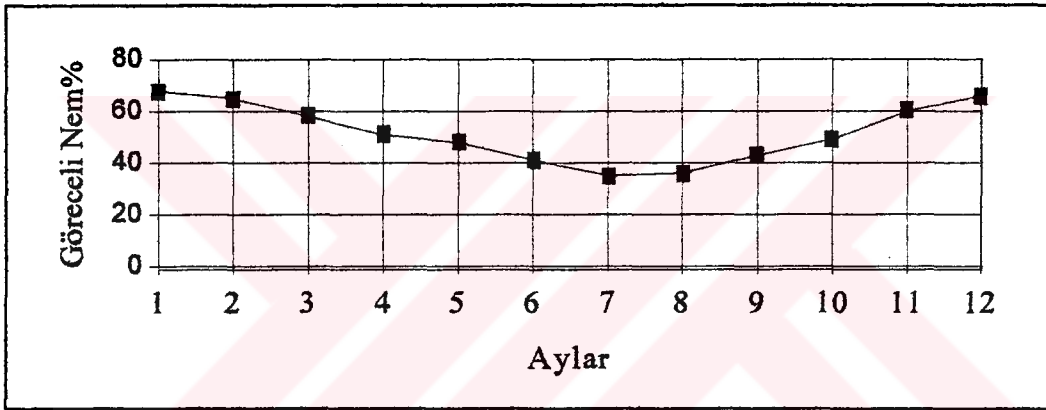
Şekil 3. 1. Ermenek meteoroloji istasyonuna ait maksimum, ortalama ve minimum sıcaklık değerleri

Şekil 3.1. de görüldüğü gibi, Ermenek'te 1965-1987 yılları arası yıllık ortalama sıcaklık, 11.8°C dir . Yıllık maksimum sıcaklık Temmuz ayında 39°C ve minimum sıcaklık Ocak ayında -15°C dir.

İnceleme alanında göreceli nem miktarı Ermenek meteoroloji istasyonunda ölçülmektedir. 1965-1987 yılları arası aylık ortalama göreceli nem miktarı Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Ermenek meteoroloji istasyonu aylık ortalama göreceli nem miktarı(%)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
ortalama nem,%	68	65	58	51	48	41	35	36	43	49	60	66	52



Şekil 3. 2. Ermenek Aylık Ortalama Göreceli Nem Değerleri(%)

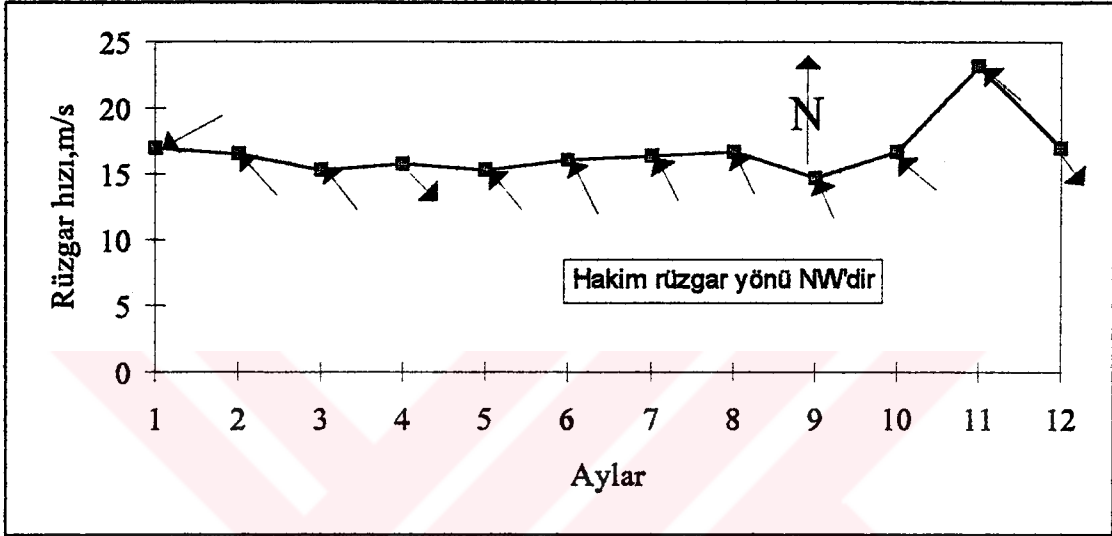
Göreceli nemin 1965-87 yılları arası aylık ortalama nem değişimleri Şekil 3.2 de gösterilmiştir. Göreceli nemin, kışın %60 dan daha fazla olduğu, yazın ise %40'dan az olduğu görülmektedir.

3.1.3 Rüzgar Hızı ve Yönü

İnceleme alanı içerisinde Rüzgar hızı ölçülmemektedir. Ancak Ermenek çayı havzasının akış aşağısında yer alan Mut meteoroloji istasyonunda ölçülen değerlerin havzayı temsil ettiği kabul edilmiştir. 1966-86 yılları arası aylık ortalama rüzgar hızları hesaplanmış ve hakim olan rüzgar yönü ile birlikte Çizelge 3.3 de verilmiştir.

Çizelge 3. 3. Mut meteoroloji istasyonu aylık maksimum rüzgar hızı ve yönü

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Max. hız,m/s	17	16.5	15.3	15.8	15.3	16.1	16.4	16.7	14.7	16.6	23.2	17	23.2
Rüzgar Yönü	SW	NW	NW	SE	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	NW	SE	NW



Şekil 3. 3. Mut meteoroloji istasyonuna ait aylık ortalama maksimum rüzgar hızı ve etken yönleri

İnceleme alanının, maksimum rüzgar hızının, Kasım ayı dışında uzun yıllar boyunca genelde sabit olduğu görülmektedir (Şekil 3.3). Son 20 yıllık bir kayıt döneminde kayıt edilen maksimum rüzgar hızı Kasım ayında , 23.2 m/s dir. İnceleme alanındaki hakim rüzgar yönü ise NW dir.

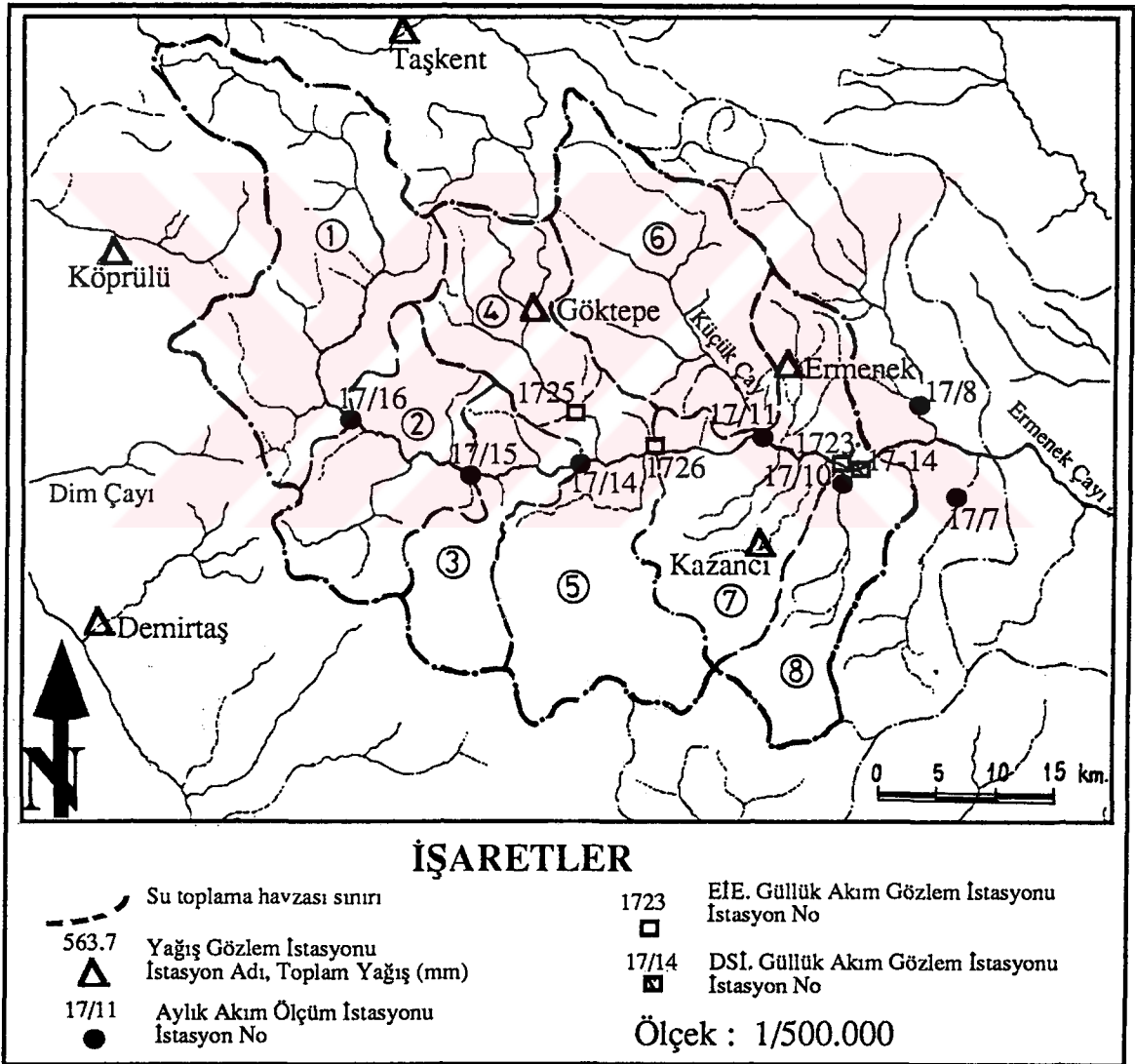
3.1.4 Buharlaşma

Ermenek çayı havzasında buharlaşma gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Buharlaşma gözlemleri, Silifke ve Karaman meteoroloji istasyonlarında yapılmaktadır. İnceleme alanında özellikle su bütçesi çalışmalarında kullanılan yıllık ve aylık bazdaki buharlaşma verileri Turc ve Coutange eşitlikleri ve klorür dengesi yaklaşımı kullanılarak bulunmuştur. Buharlaşma hesaplamalarına, su bütçesi analizlerinde değinilecektir.

3.2 Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi

3.2.1 Mevcut yağış verileri

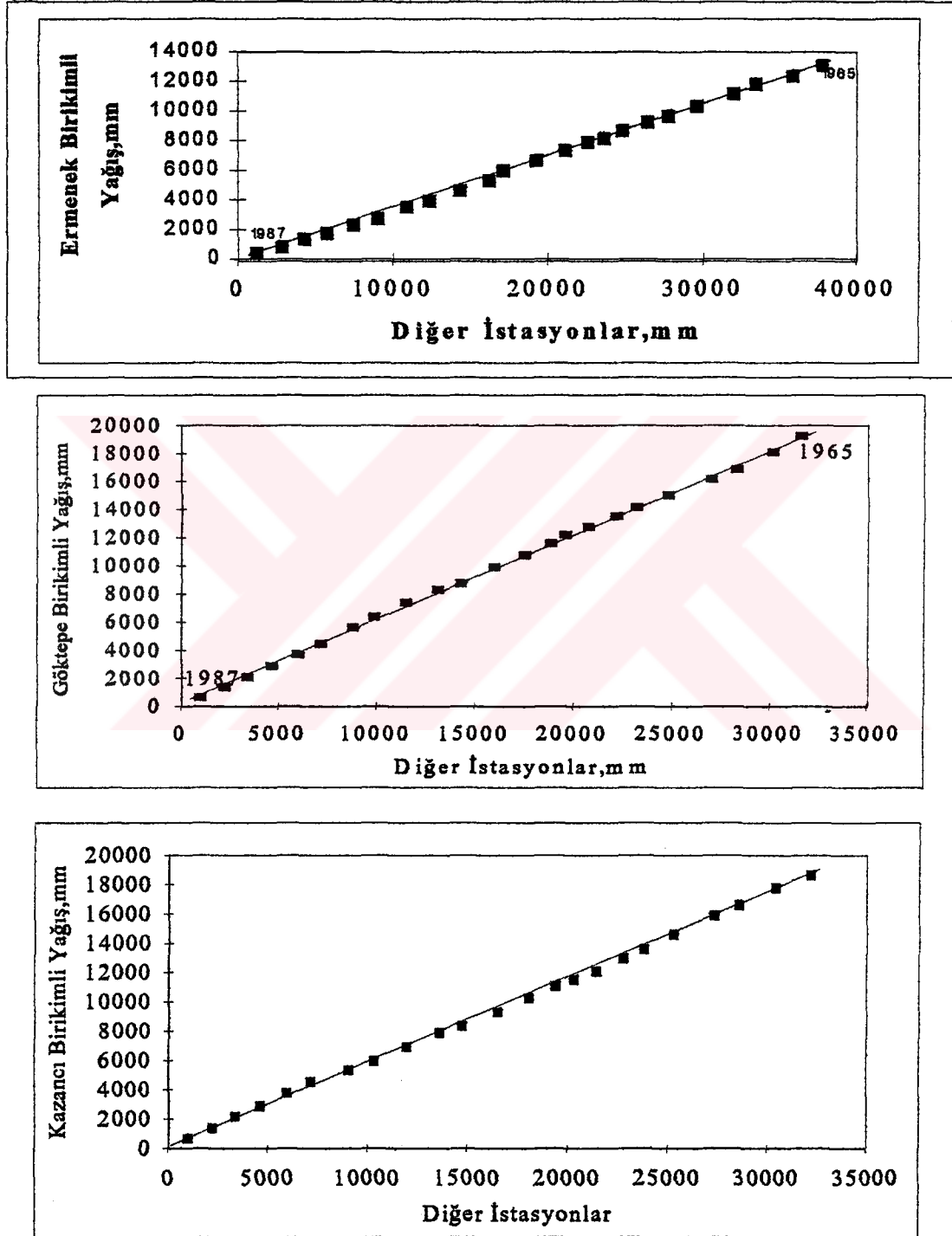
Ermenek çayı havzası ve çevresinde, Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) yağış gözlem ağına ait 16 adet YGİ bulunmaktadır. Bu yağış gözlem istasyonları içerisinde, kapatılmış istasyonlar da dahil edilmiştir. Bu YGİ gözlem ağına ait istasyonların sadece 3 YGİ havza drenaj alanı içerisinde bulunmaktadır. Bunlar, Göktepe, Ermenek ve Kazancı yağış gözlem istasyonlarıdır. Hidrolojik analizlerde kullanılan YGİ'leri, Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Bu YGİ'lerine ait bilgiler ve çalışma dönemleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3. 4. İnceleme alanı ve civarındaki hidrolojik gözlem ağı

Bu ortak dönemdeki yağış verilerinin kullanılabilmesi için aynı zamanda homojen olması gerekmektedir. Bu nedenle, verilerinden yararlanılacak YGI'larının, bu ortak döneme ait yıllık yağış verilerinin "Çift Eklenik Eğri" Analizleri yöntemiyle homojenliği araştırılmıştır (Şekil 3.5).

(a)



Şekil 3. 5. İnceleme alanı YGI'larının çift eklenik grafikleri,(a) Ermenek YGI, (b) Göktepe YGI, (c) Kazancı YGI

Yapılan homojenizasyon analizi, inceleme alanındaki yağış verilerinin genelde homojen olarak alınabileceğini göstermiştir.

Eksik verilerin tamamlanması

Seçilen ortak dönemde bazı istasyonların aylık ve yıllık bazda yağış ölçümlerinin eksik olduğu görülmektedir. Bu eksik verilerin tamamlanması amacıyla, çevre istasyonlarıyla regresyon analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, eksik yağış verileri, en yüksek korelasyon katsayısına ve en düşük standart hataya sahip istasyona ait veriler kullanılarak tamamlanmıştır. Eksik verilerin tamamlanması amacıyla oluşturulan regresyon eşitlikleri, korelasyon katsayıları(r) ve eşitliğin standart hatası (s), Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3. 5. Yağış verilerinin tamamlanmasında kullanılan regresyon analiz Sonuçları

Yağış Gözlem İstasyonları	Regresyon eşitliği, Korelasyon katsayısı(r) , Standart Hata(s)
Göktepe-Kazancı	$Y_{Kazancı} = 0.95 * X_{Göktepe} + 46.67, r=0.90, s=103.2$
Hadım-Taşkent	$Y_{Taşkent} = 0.79 * X_{Hadım} + 109.15, r=0.88, s=76.7$
Taşkent-Aladağ	$Y_{Aladağ} = 0.62 * X_{Taşkent} + 65.56, r=0.85, s=61.8$
Ermenek-Göktepe	$Y_{Göktepe} = 1.2 * X_{Ermenek} + 168.47, r=0.76, s=163.6$
Mut - Bucakkışla	$Y_{Bucakkışla} = 1.06 * X_{Mut} - 0.998, r=0.83, s=87.1$
Mut - Gülnar	$Y_{Gülnar} = 1.76 * X_{Mut} + 140.3, r=0.83, s=109.3$

İnceleme alanı ve civarındaki istasyonların eksik verileri, Çizelge 3.5'de verilen regresyon eşitliklerine göre tamamlanmış ve 1965-87 dönemine ait homojen yağış verileri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

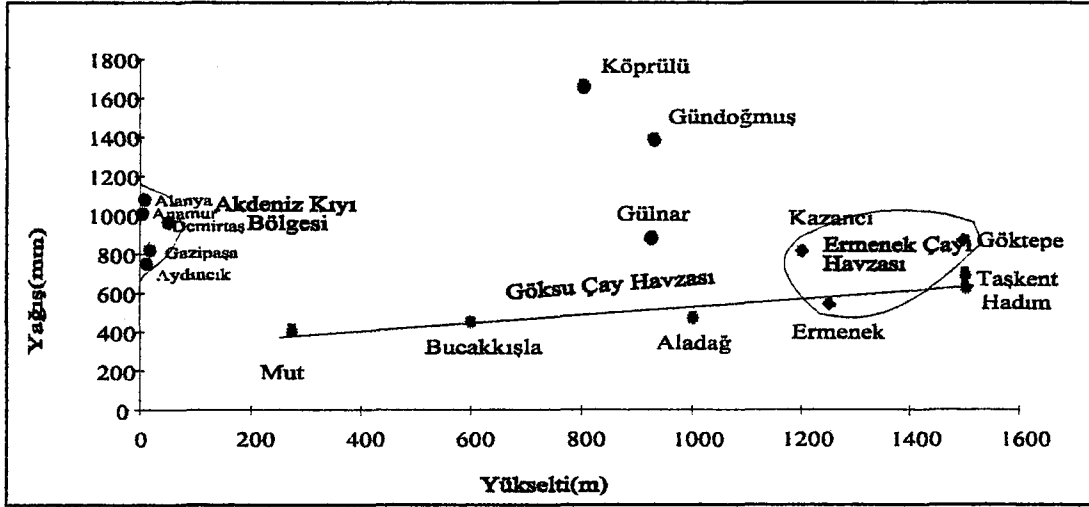
Çizelge 3. 6. İnceleme alanı ve civarı YGI'ları homojenleştirilmiş yağış verileri (mm)

Yıllar	Ermenek	Göktepe	Kazancı	Taşkent	Hadım	Aladağ	B.kışla	Gülнар	Mut
1987	371.3	614.0	627.5	700.0	747.9	386.7	417.8	832.8	394.3
1986	434.3	775.4	780.2	663.7	702.0	418.0	470.8	830.7	444.3
1985	469.8	729.6	736.9	608.0	631.5	456.0	414.6	869.0	384.9
1984	488.1	720.3	728.1	579.6	595.5	280.4	396.3	825.6	380.2
1983	476.4	869.2	868.9	678.0	720.1	421.9	463.6	985.9	412.1
1982	412.4	760.0	765.6	589.5	608.1	330.4	312.0	581.3	330.7
1981	778.8	1124.7	858.1	816.5	1117.5	670.7	783.2	1372.9	608.7
1980	527.8	786.7	585.6	516.5	677.8	421.3	527.8	768.3	348.0
1979	619.6	998.8	991.5	605.4	670.7	517.9	465.7	785.4	477.0
1978	702.1	929.0	925.5	622.9	645.5	454.1	502.0	1148.2	574.0
1977	666.8	436.1	459.2	637.3	706.7	444.1	375.5	845.2	401.4
1976	664.6	1163.4	1009.7	792.4	782.0	481.1	517.8	1082.7	536.7
1975	650.8	902.6	931.2	771.7	839.3	637.4	688.6	994.0	523.9
1974	554.7	809.3	745.9	653.2	589.2	386.5	362.2	897.5	316.8
1973	305.0	570.9	475.0	429.2	488.0	382.4	202.1	432.3	135.8
1972	525.8	597.4	617.2	509.9	506.2	395.7	352.1	655.4	397.9
1971	555.2	762.0	823.7	748.4	812.3	526.5	375.1	761.8	385.5
1970	395.1	629.3	679.9	550.2	602.3	358.5	226.3	634.5	351.6
1969	616.8	820.7	1000.9	872.1	841.0	619.6	608.9	976.6	579.9
1968	930.7	1165.4	1262.5	1024.0	1067.7	765.4	610.2	1589.9	575.5
1967	565.2	689.1	739.2	735.3	747.7	453.8	301.2	1235.9	371.1
1966	642.8	1210.5	1191.8	800.6	791.6	509.9	455.7	1177.8	519.9
1965	611.5	1143.4	839.1	846.0	867.4	544.5	480.2	873.3	427.6
1965-87 Port	563.7	835.1	810.6	684.8	728.6	472.3	448.2	919.9	429.5

Not: İtalik ve koyu olarak verilen yıllık yağış verileri regresyon analizleri ile bulunmuştur.

3.2.3 Yağış - Yükselti İlişkisi

Yapılan yağış - yükselti ilişkisi analizine göre, inceleme alanı ve civarında iki ayrı yağış rejimi hüküm sürmektedir. Yağış rejimleri, Akdeniz'den iç kısımlara doğru gidildikçe, kıyı dağ silsilesinin yüksekliği ve dizilimine bağlı olarak değişmektedir. Akdenizden gelen ve bağıl nem miktarı yüksek olan alçak basınç sistemi, yukarı Ermenek çayı havzasının Akdenize bakan kıyı dağ silsilesi ile karşılaştığında, havzanın batı ve güney batı kesimlerinde büyük miktarda yağış bırakmaktadır (Şekil 3.6).

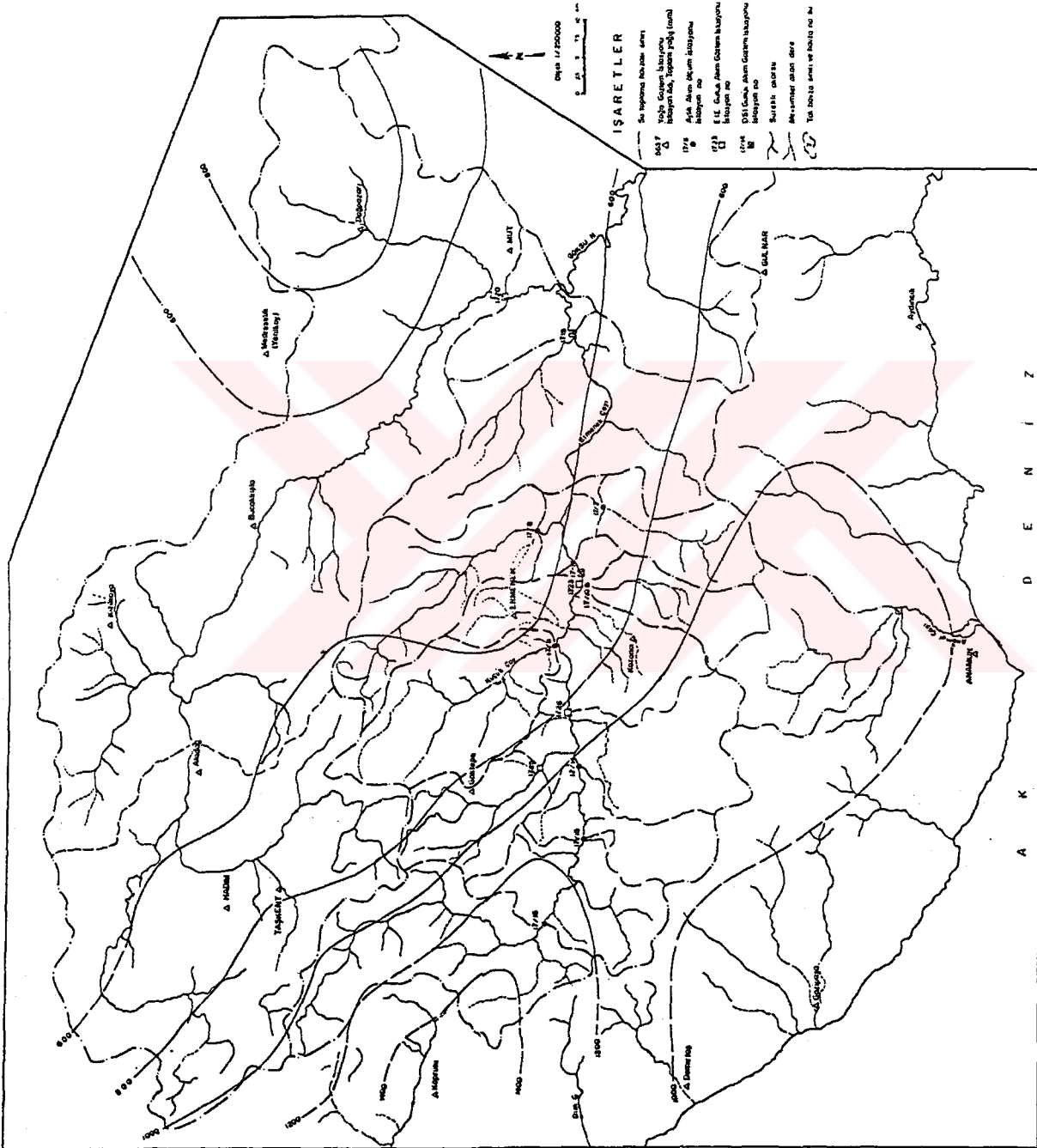


Şekil 3. 6. İnceleme alanı yağış- yükseklik ilişkisi

Yağış miktarı, gerek Ermenek çayı havzası ve gerekse Göksu çayı havzalarında, nehir boyunca batıya doğru gidildikçe artmaktadır. Yağışın bu alansal değişimi, hakim rüzgar yönü ve havzanın genel topoğrafik özellikleri (Bkz. Şekil 1.2) ile uyum içerisinde. Akdeniz kıyı şeridi boyunca, 800-1100mm arasında olan yağış miktarı, kuzey ve kuzeydoğu yönünde kot artışı ile artmakta (950-1600mm) ve havza içine girdiğinde yağış miktarı, Ermenek çayı havzasından yukarı Göksu havzasına ve kuzeye doğru gidildikçe göreceli olarak azalmaktadır.

3.2.4 Yağışın Alansal Dağılımı

Havzadaki YGI'larının, bulundukları yükselti aralığı ve mevcut yoğunlukları açısından, havzayı temsil edecek alansal yağışın belirlenmesi açısından yeterince sık ve homojen dağılmadığı görülecektir. Yaklaşık 2500 km² 'lik drenaj alanına sahip olan havzadaki YGI sıklığı (830 km²/istasyon), WMO(1965;1974) tarafından dağlık alanlar için önerilen istasyon sıklığına (100-250 km²/istasyon) oranla oldukça yetersizdir. Çizelge 3.4'de verilen bilgiler incelendiğinde; havza içindeki istasyonların, 1250-1500m arasındaki yükseltilerde bulunduğu görülecektir. Bir başka deyişle, havza içinde 1250 m yükseltisinin altında ve 1500 m yükseltisinin üstünde yaklaşık 1800 km² alana (inceleme alanının %70'i) düşen yağış, bölgesel anlamda temsil edilmemektedir. Bu durum ise, alansal yağışın, dağlık bir havza için daha geçerli bir hesaplama yöntemi olan, yağış-yükselti ilişkisine dayalı olarak belirlenmesini engellemektedir. Bu nedenle, mevcut verilerle inceleme alanında alansal yağışın değişiminin hesaplanmasında en güvenilir yöntem olarak, eş yağış eğrileri yöntemi seçilmiştir. Havzaya ait eş yağış haritası Şekil 3.7'de



Şekil 3. 7. İnceleme alanı yıllık toplam yağışların alansal dağılımı

gösterilmiştir. Eş yağış haritasından hesaplanan yıllık alansal yağış değerleri, havza genelinde ve alt havzalar için hesaplanmış ve Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3. 7. Yukarı Ermenek çayı havzası ve alt havzalarının alansal yağış değerleri

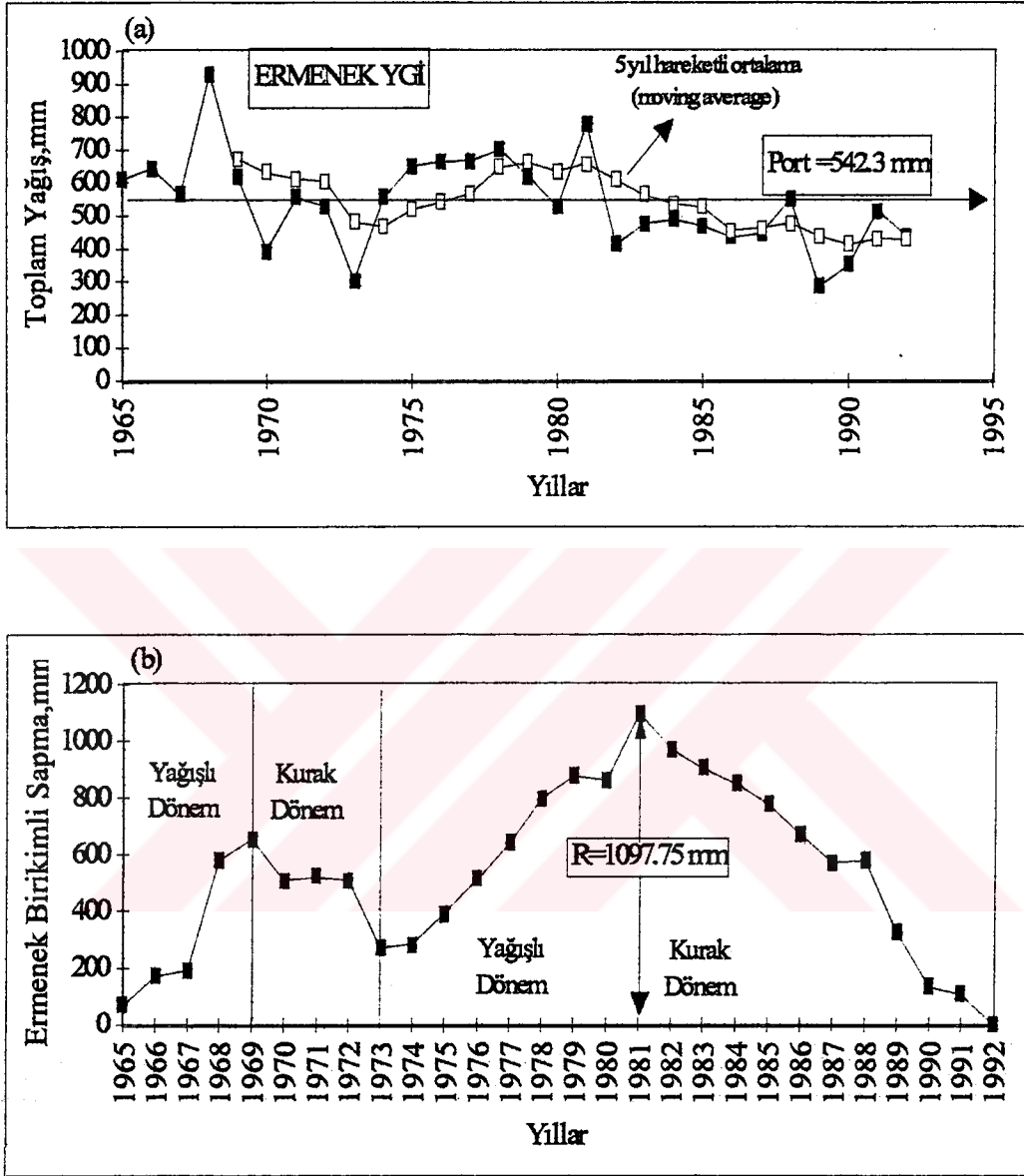
Havza no	Havza adı	Drenaj alanı (km ²)	Alansal yağış (mm)
1	Şihlar	542.5	1176.4
2	Dumlugöze	275	1180.2
3	Daran	195	1100
4	Göktepe	205	911
5	Yeşilköy	362	1062
6	Küçükçay	380	700
7	Çavuşköy	350	784.5
8	Zeyve	167.5	888.2
Yukarı Ermenek Havzası		2506	980

İnceleme alanı olan yukarı Ermenek çayı havzasının alansal yağışı 980 mm olarak bulunmuştur.

3.2.5 Birikimli Yağışların Analizleri

İnceleme alanı içerisinde yer alan Ermenek, Göktepe YGİ'lerinin 1965-1992 yılları arası yıllık yağış değerlerinin, ortalamadan sapmaları, 5'er yıllık hareketli ortalama yağış grafikleri ve ortalama yağıştan birikimli sapma değerleri incelenmiş ve ilgili grafikler Şekil 3.8(a,b) ve Şekil 3.9(a,b).

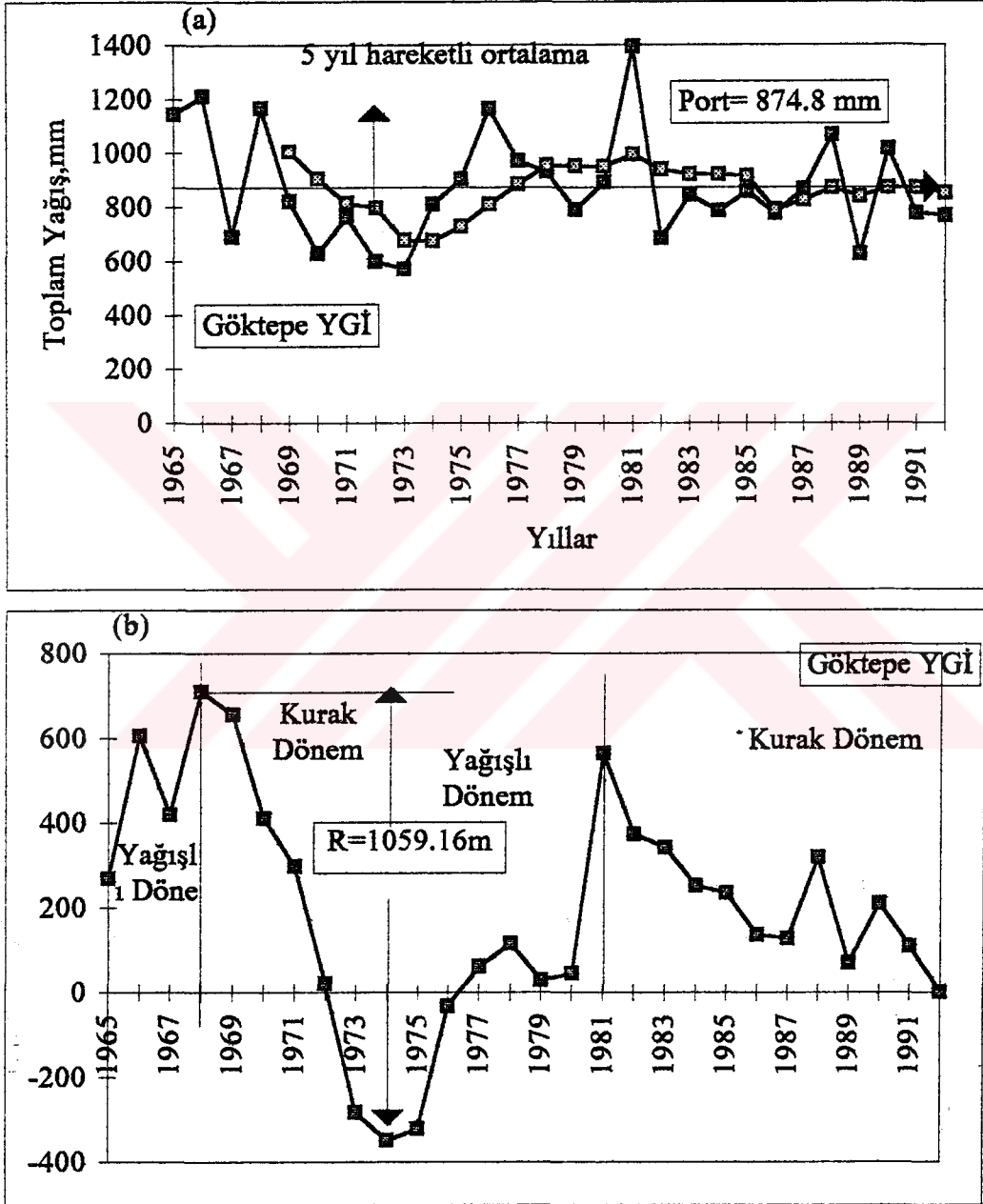
Ermenek ve Göktepe YGİ'lerinin yıllık toplam yağışlarının , ortalama yağıştan (28 yıllık) olan sapması büyüktür. Bu ise havzanın yükselti değişiminin büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, YGİ'nun 28 yıllık ortalama yağış değeri yerine, 5 yıl kaydırmalı ortalama yağış değişimi değerleri ile çalışmanın daha yararlı olacağı düşünülmektedir. Hareketli ortalama olarak 5 yılın seçilmesinin nedeni, havzada kurak ve yağışlı dönemlerinin 4-7 yıl aralıklarla değişmesidir. Yıllık toplam yağış değişimi ile 5 yıl kaydırmalı ortalama yağış değişimi arasındaki sapma azaltılmıştır (Şekil 3.8.a.ve Şekil 3.9.a).



Şekil 3. 8. İnceleme alanı Ermenek YGI (a) toplam yağış, (b) birikimli sapma grafikleri

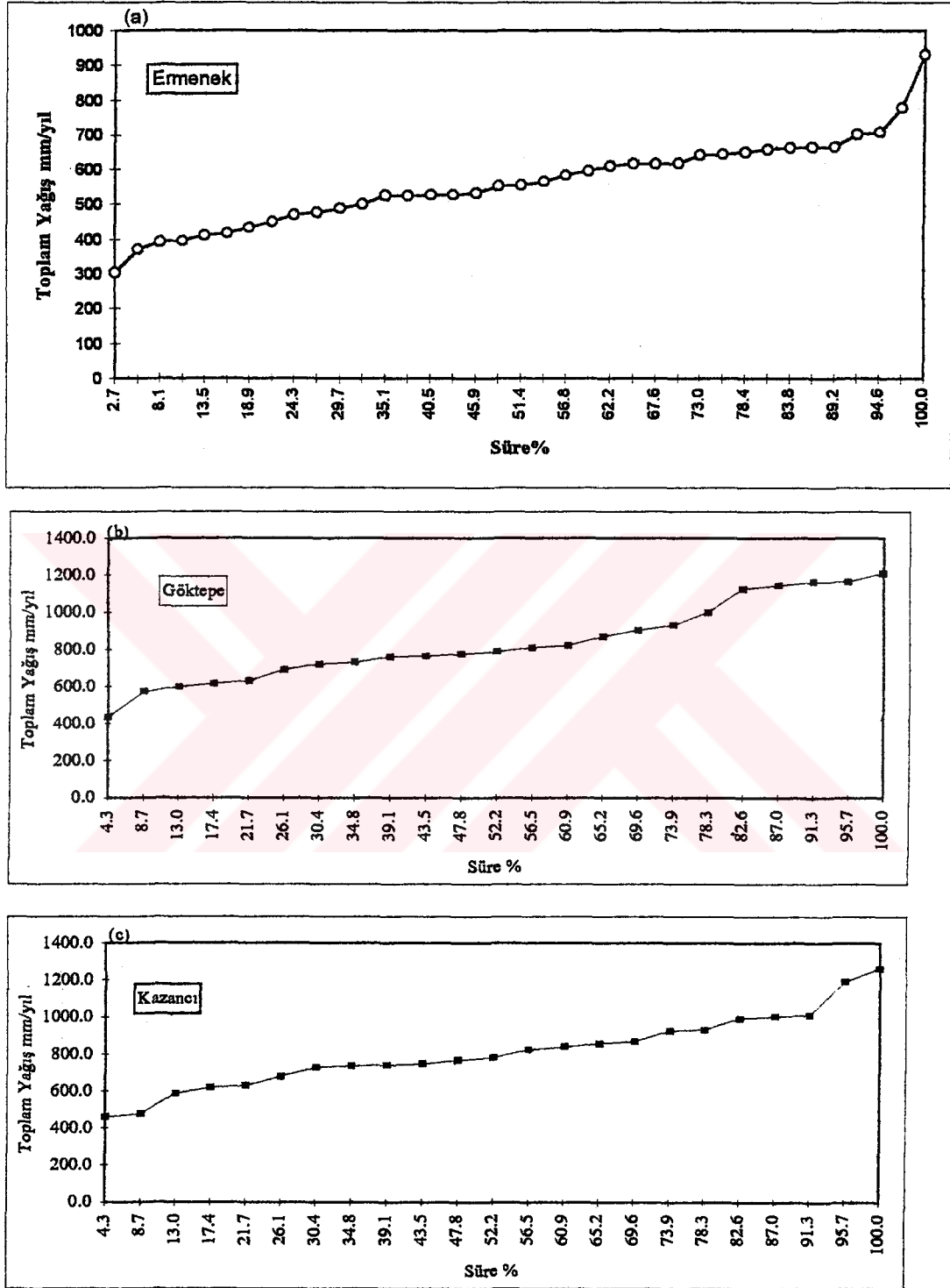
Şekil 3.8 b'deki Ermenek YGI'na ait ortalama yıllık yağıştan birikimli sapma grafiği incelendiğinde 1973 yılına kadar her dört yılda bir değişen yağışlı ve kurak dönemler 1973 yılından itibaren sırasıyla 8 ve 11 yılları arasında değişmektedir. Göktepe YGI'nunda ise 1965-68 ve 1974-1981 yılları arası yağışlı dönem, 1968-74 ve 1981-92 arası kurak dönemdir (Şekil 3.9.b).

Bu verilere göre havzayı etkileyen yağışların minimum ve maksimum yağışları yaklaşık olarak uyumlu ve pikler arası en uzun süre 11 yıldır. Buna göre inceleme alanında yapılacak hidrolojik blanço vb., hesaplamalarda en az 11 yıllık ortalama verilerle çalışmak uygun olacaktır.



Şekil 3. 9. İnceleme alanı Göktepe YGI (a) toplam yağış, (b) birikimli sapma grafikleri

3.2.6 Yağış - Süre Analizleri



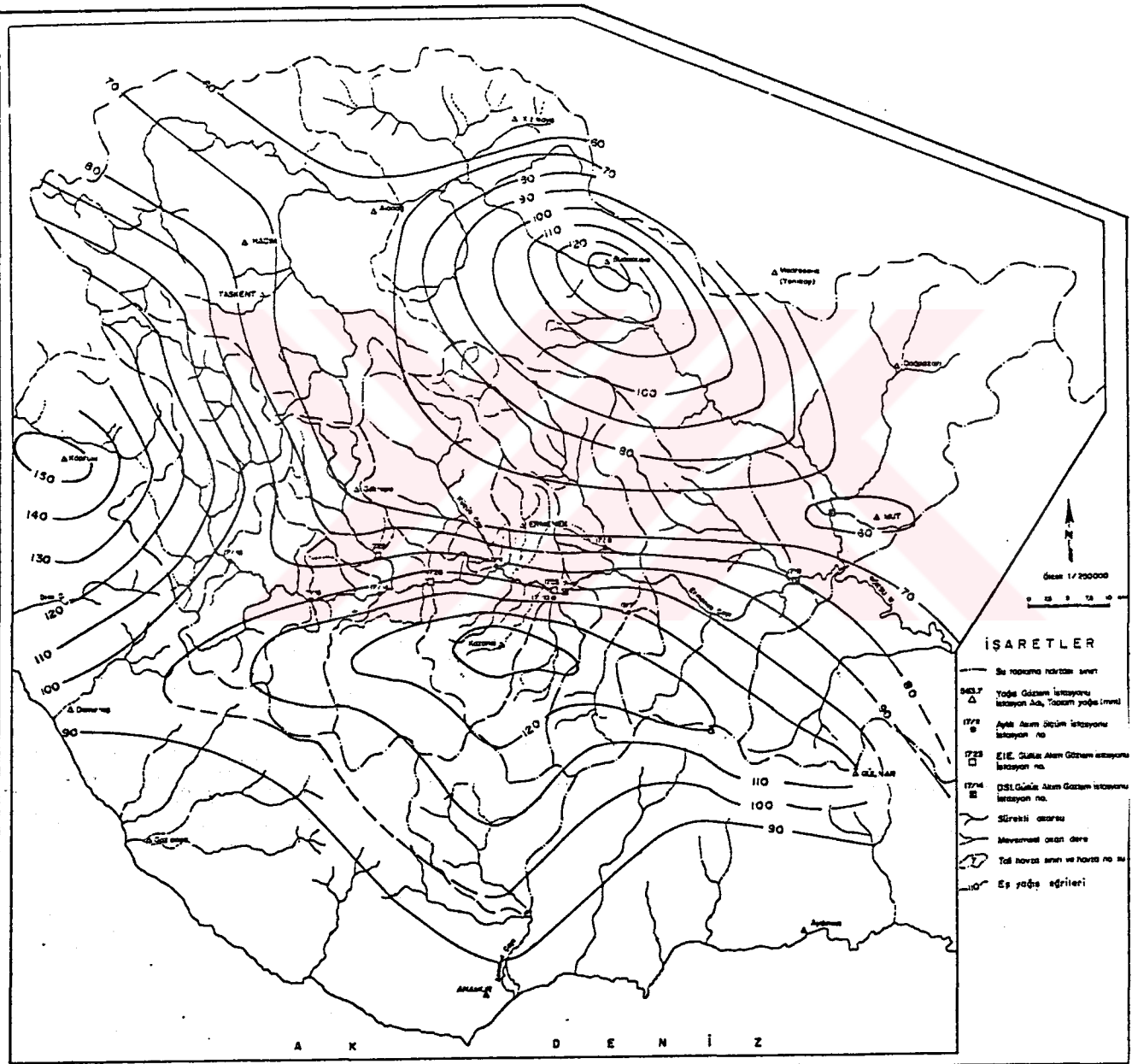
Şekil 3. 10. İnceleme alanı YGI'ları yağış - süre grafikleri, (a) Ermenek YGI, (b) Göktepe YGI, (c) Kazancı YGI

İnceleme alanındaki YGI'larına ait yağış-süre grafikleri incelendiğinde 600mm yağıştan daha az yağışın yağma olasılığı, Ermenek YGI'nu hariç 0.1 (%10) dir. Ermenek YGI'nunda ise 0.6'dır. 1000 mm yağıştan daha fazla yağışın yağma olasılığı ise Ermenek YGI'nu için 0.0, Göktepe YGI için 0.22 ve Kazancı için 0.18 dir.

3.2.7 Yağış Yüksekliği - Alan Analizleri

Çalışma alanı içerisinde ve yakın civarında, seçilen ortak dönemde kaydedilen en yüksek yağış, 31 Ocak 1975 yılında gerçekleşmiştir. Sağınak yağış 30 Ocak'ta başlamış ve havza içinde ve civarında 1 Şubat'a kadar sürmüştür (DSİ,1990). İnceleme alanındaki YGI'larında saatlik yağış kayıtları alınmadığından, sağınak yağış, ancak 24 saat süre için incelenebilmiştir.

İnceleme alanı ve civarındaki YGI'larında aynı günde kaydedilen yağış yüksekliği verileri kullanılarak, bu 24 saatlik sağınak yağışın alansal dağılımı, eş yağış eğrileri yöntemiyle incelenmiştir (Şekil 3.11). Eş yağış eğrilerinden yararlanarak, Ermenek çayı üzerinde yapılması planlanan Ermenek barajına (Su toplama havzası 2506 km²) gelebilecek maksimum günlük yağış yüksekliği, 101 mm olarak bulunmuştur.



Şekil 3. 11. İnceleme alanı 31 Ocak 1975 günü sağanak yağışı eş yağış haritası

3.3 Akım Verilerinin Değerlendirilmesi

3.3.1 Mevcut Akım Verileri

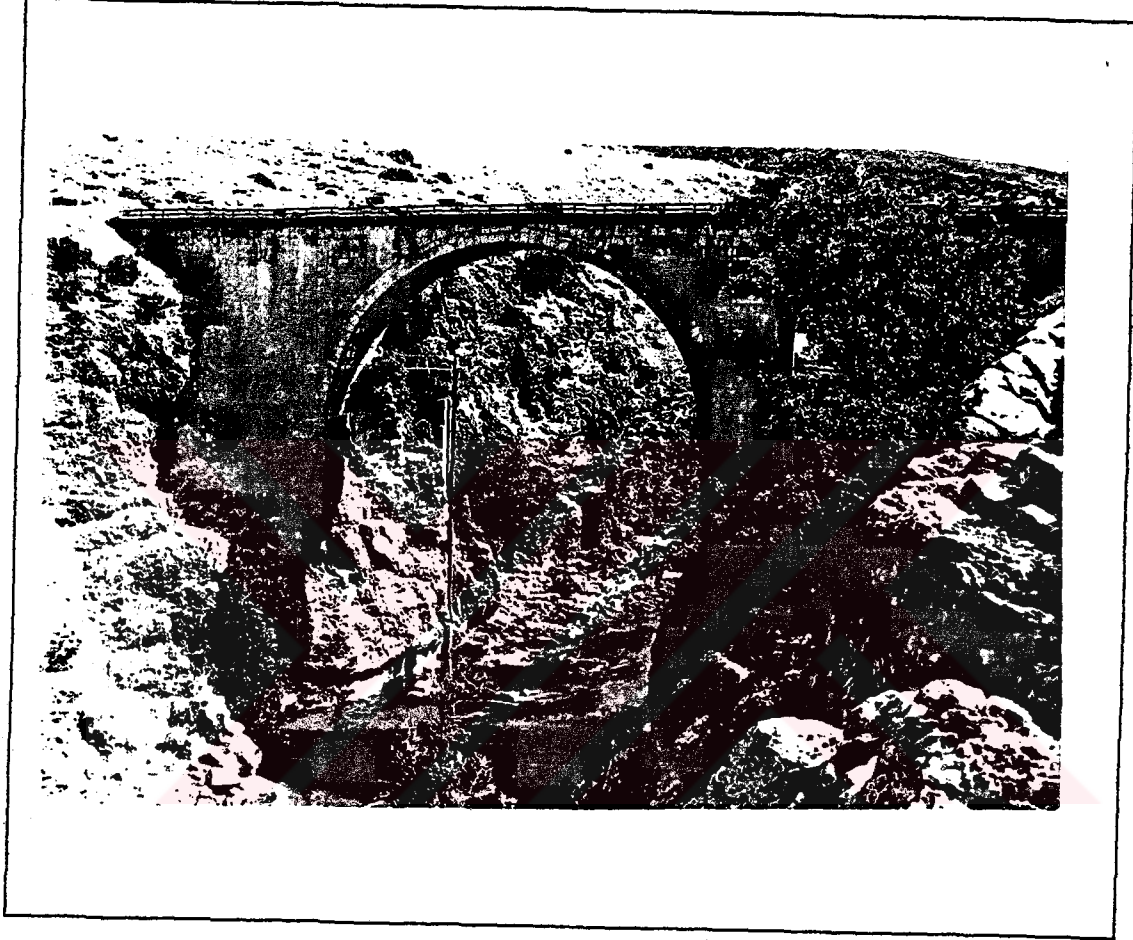
Ermenek çayı ve kollarında EİE ve DSİ 'ye ait olan, kapatılmış veya işletilmekte olan Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) ait bilgiler Çizelge 3.8'de verilmiştir. Ayrıca bu AGİ'lerinin yerleri Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 8 İnceleme alanındaki akım gözlem noktaları

AGİ	Yükseklik (m)	Drenaj Alanı(km ²)	Gözlem Dönemi	Açıklamalar
1703-Ermenek (Evren)	126	3584.4	1946-65 Günlük	1.10.1965 yılında kapatıldı
1719-Ermenek (Kırkkavak)	129	3499.6	1966-92 Günlük	1.10.1965 yılında açıldı
17-14 Ermenek (Görmel)DSİ	509	2506	1965-68Günlük 1972-92	DSİ Akım Gözlem istasyonu
1723-Ermenek (Çavuşköy)	523	2309.5	1985-92 Günlük	17-14 AGİ'nunun 1.5km akış yukarı
1724- Nadire Kaynağı	650	117	1990-92 Günlük ve aylık	1.4.1989 yılında açıldı
1725- Göktepe Çayı-Günder	1035	205	1990-92 Günlük ve aylık	1.4.1989 yılında açıldı
1726-Ermenek Yeşilköy	640	1579.5	1990-92 Günlük ve aylık	1989 yılında açıldı
17/10 Zeyve Çayı	540	167.5	1986-92 Aylık	EİE Aylık akım ölçüm noktası
17/11 Küçükçay	540	380	1990-92 Aylık	EİE Aylık akım ölçüm noktası
17/14 Ermenek Daran	725	1012.5	1986,87 ve 91 kurak dönem	EİE Aylık akım ölçüm noktası
17/15 Ermenek Dumlugöze	825	817.5	1988,89,90,93 kurak dönem	EİE Aylık akım ölçüm noktası
17/16 Ermenek Şıhlar	1050	542.5	1990,92 kurak dönem	EİE Aylık akım ölçüm noktası

İnceleme alanının akış aşağısında, Ermenek çayının Göksu çayı ile birleşmeden önceki son AGİ olan 1703 no.lu istasyon, nehir yatağı değiştiğinden 1965 yılında kapatılmış onun yerine 1719 no.lu AGİ kurulmuştur. 1719 no.lu akım gözlem

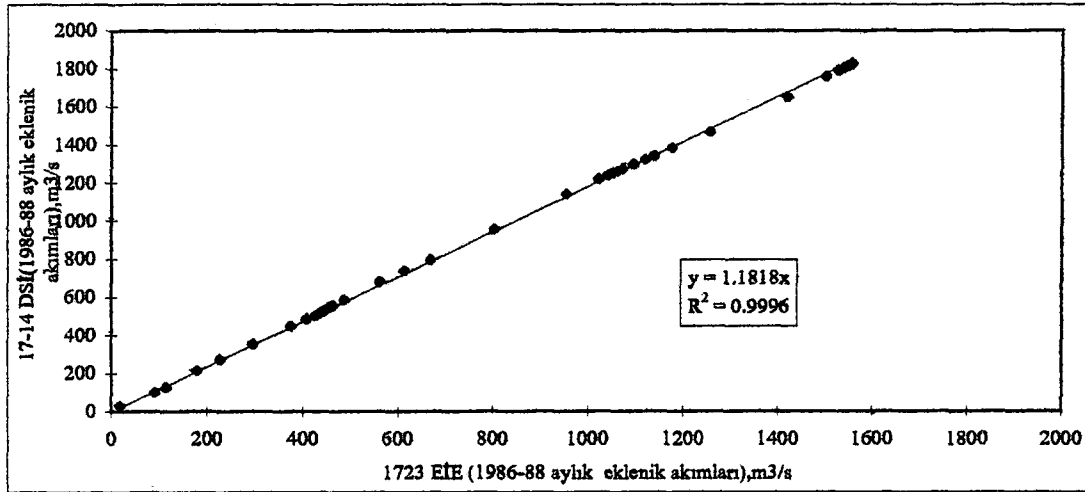
istasyonu, yukarı Ermenek çayı havzasını temsi eden 17-14 DSİ AGİ'nunun eksik verilerinin tamamlanması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca 1965 yılından itibaren işletilmekte olan 17-14 no.lu AGİ'nunun (Şekil 3.12) güvenilirliğinin araştırılmasında, bu istasyonun 1.5 km akış yukarısında EİE tarafından kurulan 1723 no.lu AGİ'nundan da yararlanılmıştır.



Şekil 3. 12. 17-14 AGİ'nun genel görünüşü

3.3.2 Akım Kayıtlarının Güvenilirliği

İnceleme alanında 1965 yılından itibaren DSİ tarafından işletilmekte olan 17-14 no.lu AGİ'nun güvenilirliği, bu istasyonun 1.5 km akış yukarısında bulunan EİE tarafından işletilmekte olan 1723 no.lu istasyon verileri ile yapılan çift eklenik eğri analizleri ile araştırılmıştır. 1723 no.lu istasyonun çalışma döneminde 1986-88 su yıllarında aylık bazda yapılan "Çift Eklenik Eğri" analizleri Şekil 3.13'de verilmiştir.



Şekil 3.13. İnceleme alanı AGİ'lerinin "çift eklenik" grafikleri

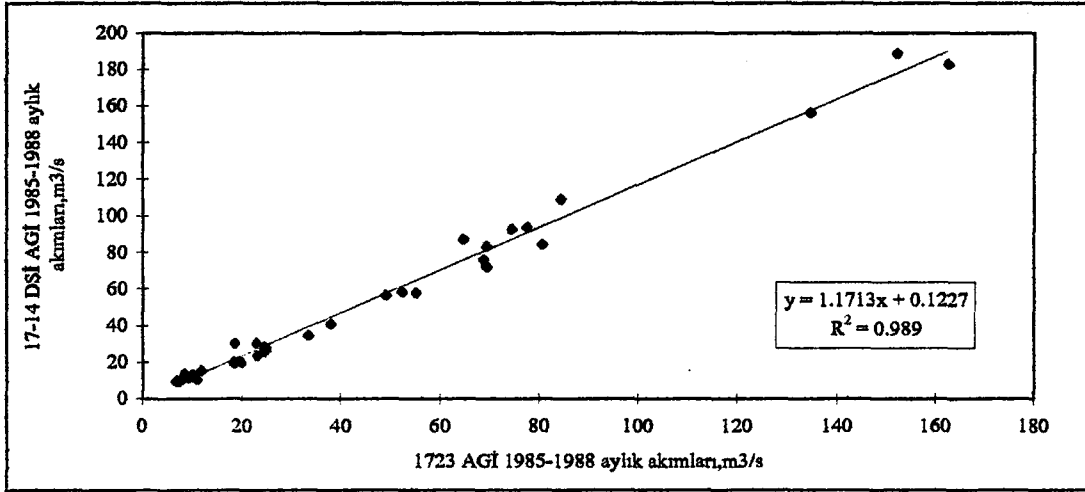
Şekil 3.13'de, her iki istasyonun akım verilerinin homojen olduğu ve verilerinin aylık ölçüm bazında güvenilir olduğu görülmektedir.

Her iki istasyonun anahtar eğrileri incelendiğinde, her iki istasyonda da özellikle taşkın akımlarının olduğundan daha fazla ölçüldüğü ve düşük akımların ise daha az ölçüldüğü görülmektedir. Ancak, 1723 no.lu istasyonda ölçülen taşkın akım değerleri, daha güvenilir bulunmuştur.

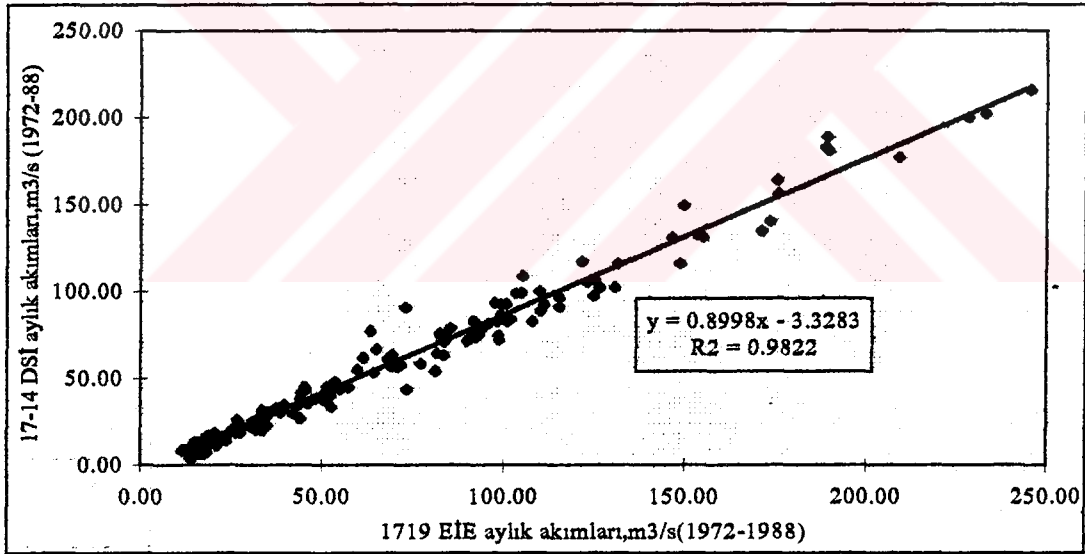
Eksik verilerin tamamlanması

Hidrolojik amaçlı çalışmalarda seçilen ortak dönemde, inceleme alanında yalnızca 17-14 no.lu istasyonun verileri kullanılabilir uzunluktadır. Bu istasyonun 1989 yılına ait aylık akım verileri, 1723 no.lu AGİ'ni ile, 1969-71 yılları arası aylık verileri ise, 1719 no.lu AGİ'ni ile yapılan regresyon analizleri ile tamamlanmıştır (Şekil 3.14 a,b). 17-14 no.lu istasyonun 1965-1992 yıllarına ait homojenleştirilmiş verileri Çizelge 3.9'da verilmiştir.

(a)



(b)



Şekil 3.14. Regresyon analizleri, (a) 1723-(17-14) aylık akımları,(b) 1719-(17-14) aylık akımları

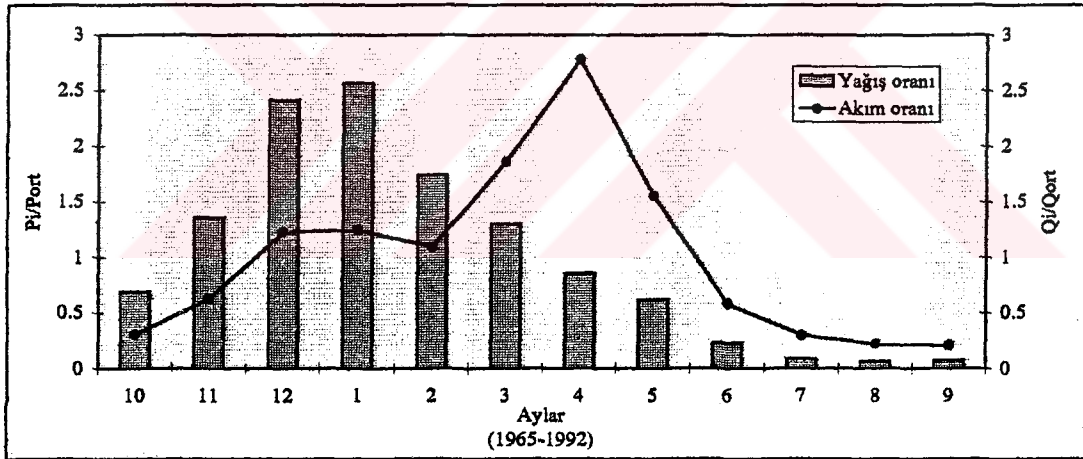
Çizelge 3.9. (17-14) - Ermenek çayı - Görmel köprüsü AGİ, homojenleştirilmiş akım verileri, m³/s

Yıllar	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık
1965	8.47	12.11	46.30	34.63	98.38	131.42	179.78	101.92	37.96	35.20	22.00	19.10	60.61
1966	9.33	17.96	54.32	154.00	71.68	118.80	160.00	35.02	34.30	14.47	9.50	8.86	57.35
1967	5.96	19.83	164.80	94.13	32.96	74.90	192.80	124.90	44.07	19.06	11.77	11.33	66.38
1968	12.65	43.32	63.85	123.50	66.97	151.30	233.50	133.20	38.27	17.58	12.05	11.52	75.64
1969	17.69	55.17	159.18	124.53	92.95	164.12	122.19	104.74	37.43	20.89	16.18	14.42	77.46
1970	17.46	19.80	84.76	73.24	96.55	124.44	130.74	66.86	31.94	17.19	12.33	12.06	57.28
1971	15.93	22.28	33.23	47.16	38.14	93.58	114.01	67.07	23.67	13.43	12.34	11.21	41.00
1972	18.81	16.00	37.35	18.92	29.84	71.55	131.10	58.58	20.52	13.47	11.13	10.38	36.47
1973	24.84	19.23	14.37	12.39	34.71	60.00	78.93	38.69	12.97	9.08	7.77	7.41	26.70
1974	9.61	13.51	45.21	14.44	26.16	99.13	44.50	22.98	12.41	8.93	8.15	8.74	26.15
1975	10.60	16.95	79.16	66.65	55.04	117.20	216.00	106.60	35.53	16.29	11.74	10.25	61.83
1976	14.97	32.88	30.65	56.68	40.48	73.71	202.00	88.90	30.93	17.56	13.19	12.28	51.19
1977	31.89	27.30	96.42	38.42	75.61	82.87	131.30	74.87	25.62	15.02	11.27	11.27	51.82
1978	12.71	12.97	21.13	74.77	102.40	97.61	140.30	91.26	30.30	14.97	11.06	10.83	51.69
1979	48.11	22.28	62.77	127.90	82.89	75.87	72.17	45.35	29.47	16.42	13.27	12.98	50.79
1980	14.05	42.07	64.35	81.52	44.97	116.10	200.00	105.20	35.33	15.61	12.66	11.77	61.97
1981	6.35	11.41	39.79	63.21	54.25	134.90	177.20	102.40	43.83	20.81	7.56	6.31	55.67
1982	8.57	62.00	180.90	100.10	33.54	43.81	132.40	75.52	43.67	14.21	10.32	8.89	59.49
1983	15.48	12.30	26.35	22.90	31.50	71.31	164.20	82.74	20.22	7.02	4.74	4.22	38.58
1984	13.74	90.97	92.45	61.23	77.48	98.90	149.80	92.74	21.68	12.91	12.02	10.72	61.22
1985	10.68	32.98	21.58	63.68	53.50	82.32	116.30	43.00	17.48	10.91	8.93	8.90	39.19
1986	30.32	72.16	27.22	87.00	56.63	83.26	93.75	34.68	19.90	11.98	9.78	9.41	44.67
1987	9.55	13.73	30.56	92.65	58.25	57.94	156.50	188.90	76.13	19.97	13.15	11.63	60.75
1988	10.49	23.49	25.91	19.41	40.92	84.38	182.87	109.02	28.51	15.49	11.91	10.49	46.91
1989	11.05	65.72	47.82	28.88	35.70	93.74	65.09	22.20	12.08	9.08	9.12	10.16	34.22
1990	17.52	74.12	97.55	27.13	46.02	72.45	73.40	33.36	15.62	10.22	8.90	9.40	40.47
1991	9.49	12.43	40.33	15.81	25.07	64.19	30.87	36.92	13.21	9.18	8.82	8.80	22.93
1992	9.27	12.80	27.11	20.39	21.29	62.52	196.83	84.87	23.63	12.31	9.42	8.90	40.78
Ort.	15.20	31.35	61.27	62.33	54.42	92.94	138.88	77.59	29.17	14.97	11.11	10.44	49.97

3.3.3 Yağış Oranı-Akış Oranı İlişkisi

Yukarı Ermenek Çayı havzası içerisinde yer alan Ermenek, Kazancı ve Göktepe YGI'larını 1965-1990 yıllarına ait aylık ortalama yağış oranları ile havza çıkışında yer alan 17-14 no.lu AGİ'nun akım oranları grafiksel olarak incelenmiştir (Şekil 3.15).

Şekil 3.15 incelendiğinde havza genelinde yağış oranının Ocak ayında pik değer verdiği görülürken, akım oranının ise Nisan ayında pik değere ulaştığı görülmektedir. Bu farklılık iki nedenden kaynaklanmaktadır. İnceleme alanında gözlenen bu farklılığın birinci nedeni, havzadaki kar erimeleri, ikinci nedeni ise, havzada yer alan büyük karst kaynaklarından Ermenek çayına büyük oranda katkı olmasından ve bu kaynakların maksimum akımlarının Nisan ayında gözlenmesindendir.



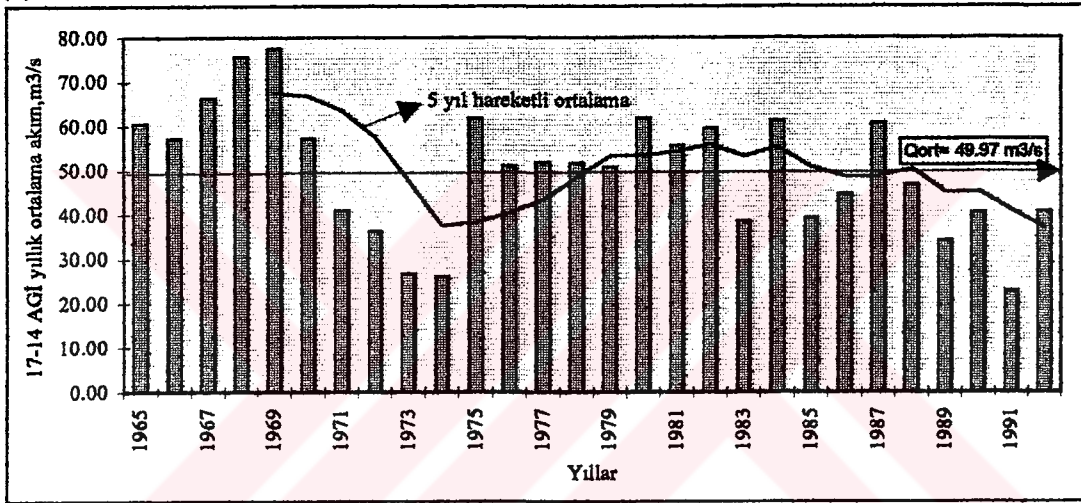
Şekil 3.15. Yağış oranı-akış oranı ilişkisi

3.3.4 Birikimli Akımların Analizi

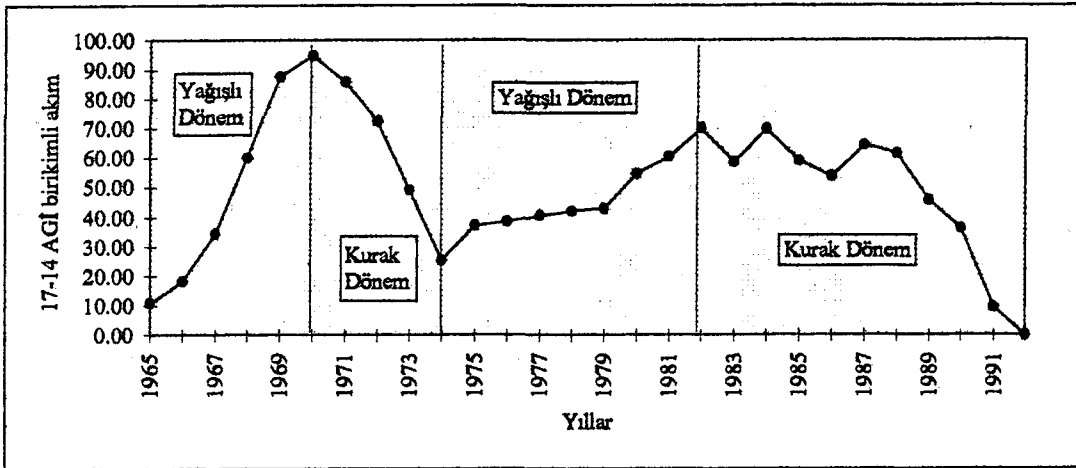
İnceleme alanında, havza çıkışında yer alan 17-14 no.lu AGİ'nun 1965-92 yılları arasındaki yıllık ortalama akım değerlerinin, ortalamadan sapmaları, 5' yıllık kaydırmalı ortalama akım grafikleri ve ortalama akımdan birikimli sapma değerleri incelenmiş ve ilgili grafikler Şekil 3.16(a,b)'de gösterilmiştir.

Şekil 3.16(a)'da görüldüğü gibi yıllık ortalama akımların 28 yıllık ortalama akımdan sapması özellikle 1975 yılına kadar büyüktür. Bu nedenle 5 yıllık hareketli ortalama akım verileri kullanılarak bu sapmalar azaltılmıştır. Birikimli sapma grafikleri incelendiğinde, havza içi yıllık ortalama akımlarının, yağış verilerinde de olduğu gibi (Bkz.Şekil 3.8) hemen hemen aynı artış ve azalış dönemlerine girdiği görülmektedir (Şekil 3.16b). Akarsu akımlarının büyük oranda havza içinde ve yakın dolayındaki yağış rejiminin etkisi altında olduğu anlaşılmaktadır.

(a)



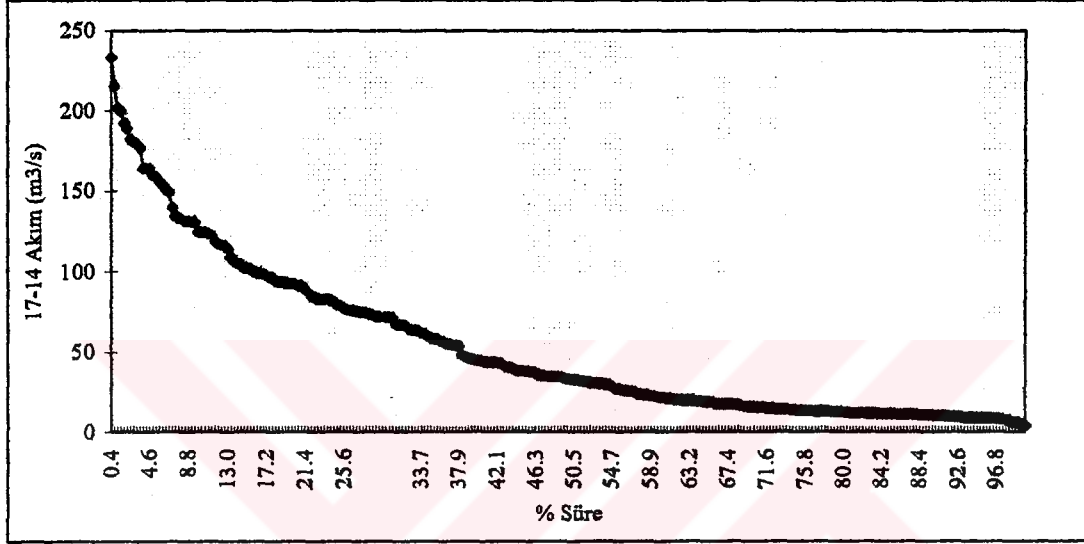
(b)



Şekil 3.16. İnceleme alanı 17-14 AGİ (a) toplam yağış ve (b) birikimli sapma grafikleri

3.3.5 Akım - Süre Analizi

İnceleme alanındaki 17-14 AGİ'nin, aylık bazda akım-süre grafiği incelendiğinde $10 \text{ m}^3/\text{s}$ den az ve $125 \text{ m}^3/\text{s}$ den fazla akımların olma olasılığı 0.1 dir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. İnceleme alanı akımlarının akım-süre grafikleri

3.3.6 Ermenek Çayı Drenaj Alanı-Özgül Akım İlişkisi

Karst hidrolojisi amaçlı çalışmalarda, nehir-karst yeraltısuyu ilişkilerinin belirlenmesine yönelik önemli araştırma yöntemlerinden birisi olan drenaj alanı-ölgül akım ilişkisi, bu çalışmada Ermenek çayına karst yeraltısuyu katkısının incelenmesi amacıyla araştırılmıştır. Ölgül akım (q), birim alandan birim zaman içinde sağlanan akımın ifadesi olup birimi, l/s/km^2 dir. İnceleme alanında, Ermenek çayı ve kolları üzerinde bulunan AGİ'lerinin aylık bazda muline ile yapılan ölçümleri Ek Çizelge 5'de verilmiştir. Ek Çizelge 1992/93 su yılına ait ölgül akım değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. Ölgül akım(q);

$$q = Q_b / A, \text{ l/s/km}^2$$

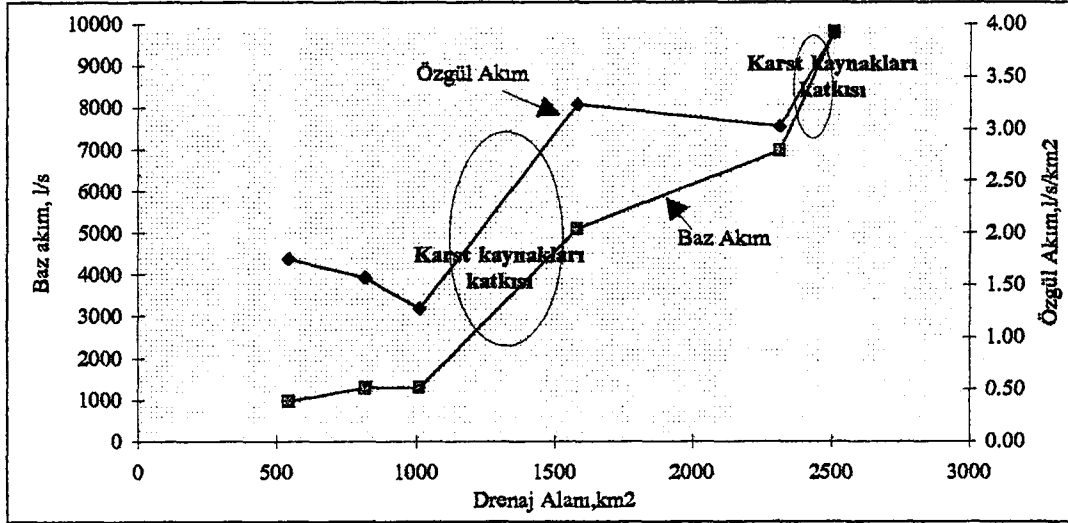
olup, burada Q_b , baz akımı ve A , drenaj alanını göstermektedir.

Ekmekçi (1992)'ye göre, yağış rejimi ve havza karakteristikleri benzer hidrolojik havzalarda, hidrojeolojik özellikleri benzer litolojik birimler üzerinde meydana gelen özgül akımlar, birbirine yakın değerler almaktadır. Bununla birlikte karstik havzalarda, nehre karst yeraltısuyu katkısı olması durumunda, katkı noktasından itibaren q ($l/s/km^2$) değerinde artış görülür. Nehirden karstik akifere katkı olması durumunda ise q değeri azalacaktır (Bayarı,1991; Ekmekçi, 1992).

Çizelge 3.10. Ermenek havzası AGİ drenaj alanı - özgül akım değerleri

Havza adı	A (km^2)	Q_b (92/93) l/s	q l/s/ km^2
17/16 Ermenek Şıhlar	542.5	953	1.76
17/15 Ermenek Dumlugöze	817.5	1473	1.8
17/14 Ermenek Daran	1012.5	1290	1.27
1725 Göktepe Çayı-Günder	205	392	1.91
1724 Nadire Kaynağı	117	1474	12.60
1726 Ermenek Yeşilköy	1579.5	5104	3.23
17/11 Küçükçay	380	592	1.56
1723 Ermenek (Çavuşköy)	2309.5	6971	3.01
17/10 Zeyve Çayı	167.5	1357	8.10
17-14 Ermenek (Görmel)DSİ	2506	9800	3.91
17/8 Balkuşan	388.5	206	0.53
17/7 Erik Deresi	210	2194	10.44
1719 Ermenek (Kırkkavak)	3499.6	15160	4.33

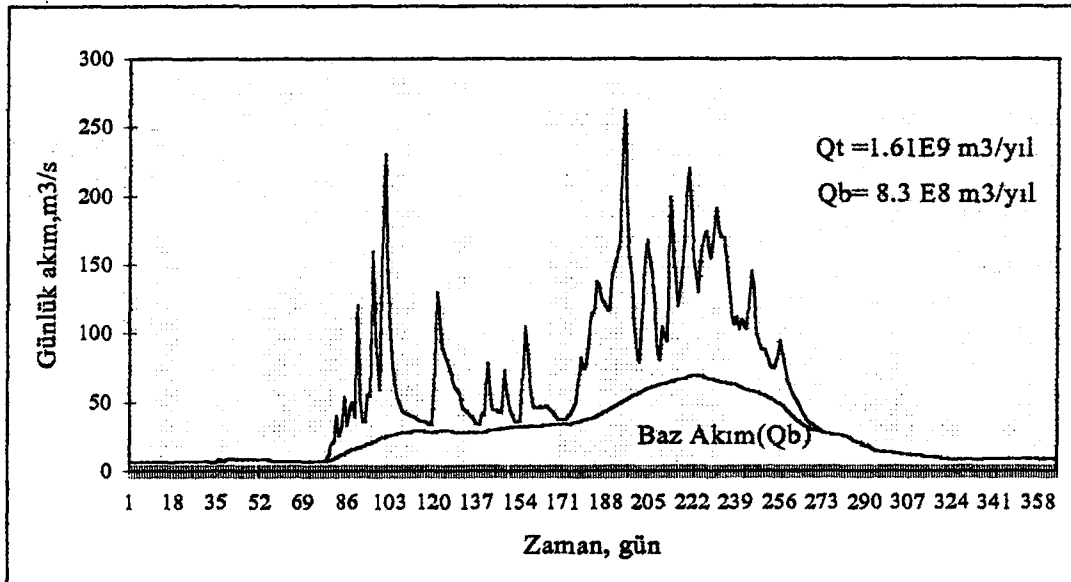
İnceleme alanında Ermenek çayı ana kolu üzerindeki AGİ'lerine ait drenaj alanı-özgül akım ilişkisi incelendiğinde (Şekil 3.18), Ermenek çayında, q değeri, iki noktada yüksek artış göstermektedir. Bunlar, (17/14)-(1726) AGİ'leri ile (1723) - (17-14) AGİ'leri arasındadır. Ermenek çayının akış yukarısında drenaj alanı 1000-1500 km^2 arasında kalan kesimde, akarsuya Kapız ve Nadire karst kaynakları, akış aşağıda ise, 2300-2500 km^2 lik drenaj alanı arasında kalan kesimden Zeyve karst kaynağı Ermenek çayına katılmaktadır.



Şekil 3.18. Ermenek çayı drenaj alanı - özgül akım ilişkisi

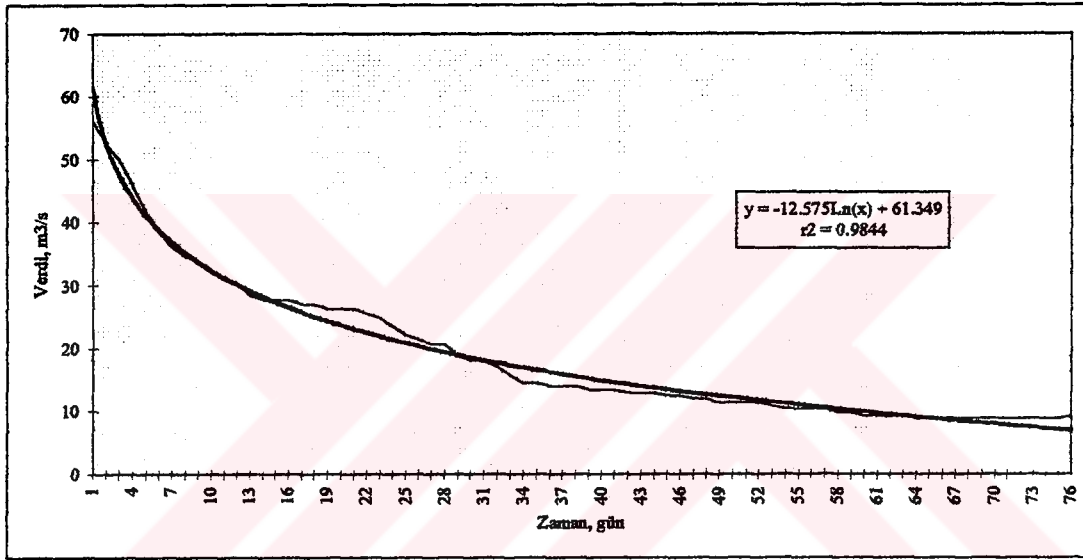
3.3.7 Ermenek Çayı Baz Akımı ve Çekilme Eğrisi Analizi

Yukarı Ermenek çayı havzasında, çıkan akımı kontrol eden AGİ'ni 17-14 no.lu AGİ'ni dur. Bu nedenle, Ermenek çayı akımlarının bileşenleri, baz akım değerleri ve çekilme eğrisi analizleri, bu istasyona ait veriler kullanılarak yapılmıştır. Değerlendirmelerde, anılan istasyonun 28 yıllık ortalama akımını temsil eden 1987 su yılı günlük akım verilerinden yararlanılmıştır. İnceleme alanından çıkan akımın bileşenleri Şekil 3.19'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi inceleme alanından çıkan, yıllık toplam akımın %52'sini baz akım oluşturmaktadır. Akım bileşenlerinin değerleri, Şekil 3.19'de verilmiştir.



Şekil 3.19. İnceleme alanı 1987 su yılı akım bileşenleri

İnceleme alanında yıllık toplam akımın %52'sine karşılık gelen baz akımı, havza karst akiferlerinin nehir suyuna katkısını göstermektedir. Bu nedenle, aynı istasyonun 1987 su yılı Mayıs-Ağustos aylarını kapsayan döneme ait verileri kullanılarak çekilme eğrisi analizleri yapılmıştır (Şekil 3.20). Şekil 3.20'deki 1.gün, 1987 su yılının 261. gününe karşılık gelmektedir. Çekilme eğrisindeki günlük sapmalar, Microsoft Excel 5'te oluşturulan "trendline" ve eşitliği yardımıyla giderilmiştir. Çakıştırılan eğri eşitliği ve korelasyon katsayısı grafik üzerinde verilmiştir.



Şekil 3.20. 17-14 no.lu AGİ 1978 su yılı çekilme eğrisi

Düzeltilmiş veriler kullanılarak yapılan çekilme eğrisi analiz sonuçları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Çekilme eğrisi analiz sonuçları

t, gün	t _{çekilme} , gün	Q, m ³ /s	Q _{hom} , m ³ /s	α, gün ⁻¹
270	10	32.5	32.40	0.025140
280	20	26.2	23.66	0.021638
290	30	18.2	18.55	0.020524
299	39	13.4	15.24	
309	49	11.3	12.36	
319	59	9.73	10.02	

Seçilen çekilme dönemine ait ortalama α (çekilme katsayısı), $2.25 \cdot 10^{-2}$ gün⁻¹ düzeyindedir. Milanoviç (1981)'e göre bu değer, havzada baz akımı oluşturan karst yeraltısuyunun, genelde kırık çatlak sistemleri boyunca hareket ettiğini göstermektedir.

3.4 Karst Yeraltısuyu Nehir İlişkisi

İnceleme alanındaki mevcut AGİ'leri Ermenek çayı boyunca karst yeraltısuyu katkısının nicel olarak belirlenmesine uygun konumlarda bulunmamaktadır. Bu nedenle, özellikle yapımı planlanan Ermenek baraj yeri ve rezervuar alanında karst yeraltısuyu - nehir ilişkisini belirlemek amacıyla kurak dönemde akım ölçümleri yapılmıştır. Akım ölçümü yapılması gereken akım kesitleri, genellikle ulaşılması ve çalışılması güç topografik kesimlerde yer almaktadır. Ayrıca bu kesimlerde türbülanslı akım koşullarının hakim olması, hız-alan ilişkisine dayalı akım ölçüm yöntemleri ile akım ölçümüne engel olmaktadır. Anılan nedenlerle bu çalışmada, nispeten tehlikesiz, güvenilir ve ekonomik olan izleyici seyreltme yöntemine başvurulmuştur. Ağustos-Eylül 1989 tarihleri arasında yapılan akım ölçümlerinde, izleyici olarak fluoresan boya ve doğal izotop (Oksijen-18) içeriği kullanılmıştır.

3.4.1 Boya Seyreltme Tekniği ile Akım Ölçümleri

Boya seyreltme (dye dilution) tekniği ile akım ölçümü, inceleme alanında 8 farklı kesitte uygulanmıştır. Benzer bir çalışma 1979 yılında Manavgat çayına Dumanlı karst kaynağının katkısının belirlenmesi amacıyla yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Günay and Karanjac, 1979).

Boya seyreltme tekniğinde, boyanın akarsuya enjeksiyon biçimine bağlı olarak, ani enjeksiyon ve sabit verdili enjeksiyon olmak üzere iki ayrı yöntem uygulanmaktadır. Sabit verdili enjeksiyon yönteminde, boyayı akarsuya sabit verdi ile enjekte edebilmek için Marriot Vessel tankı kullanılmaktadır (Cobb and Bailey, 1965). Ölçüm noktalarında topografik koşulların sert olmasından dolayı bu anılan düzenek kullanılamamış ve boya akarsuya ani enjeksiyon yöntemi ile enjekte edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3. 21. Ani enjeksiyon yöntemi ile Na-Fluoresceine boyasının Ermenek çayına dökülmesi

Ani enjeksiyon yöntemiyle verdi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$Q = \frac{V_1 C_1}{\int_0^t (C_2 - C_0) dt} \quad (3.1)$$

Burada,

V_1 = Enjekte edilen boyanın sulandırılan hacmi, m^3

C_1 = Enjekte edilen boyanın derişimi, ppm

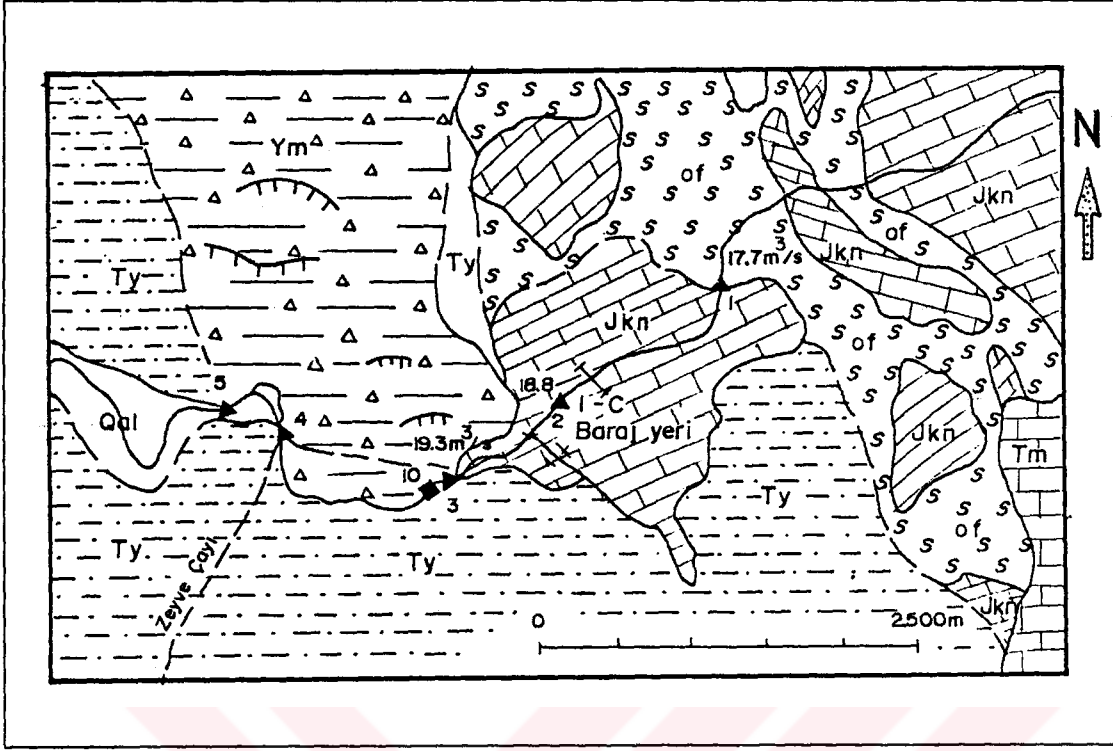
C_0 = Akarsudaki deney öncesi boya derişimi, ppm

C_2 = Akarsuda izlenen boya derişimi, ppm

Q = Ölçülen verdi, m^3/s

dir (Cobb and Bailey, 1965). Boya seyreltme tekniğı ile ilgili açıklayıcı bilgiler Ek Açıklamalar 1'de verilmiştir. Ermenek çayı üzerinde, bu yöntemle 8 ayrı noktada akım ölçümü yapılmıştır (Şekil 3.22 ve 3.23). Bunlardan iki ölçüm noktası hariç diğerlerinden başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Oluşturulan standart floresan okuması-derişim okumaları ve kalibrasyon eğrisi Ek Çizelge 6 ve ölçüm noktalarına ait okumalar Ek Çizelge 7'de verilmiştir. Ölçüm noktalarına ait derişim-zaman grafikleri ise Ek Şekil 1(a-f)'de gösterilmiştir. Akım ölçüm noktalarında, Ermenek çayına ait yerinde yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçları ve hesaplanan verdi değerleri Çizelge 3.12' özetlenmiştir.

Çizelge 3.12'deki sonuçlar, baraj rezervuar alanında karst yeraltı suyundan akarsuya kurak dönemde $5.3 m^3/s$ 'lik katkı olduğunu , baraj aks yerinde yapılan ölçümlerde ise akarsudan karst yeraltısuyuna $1.6 m^3/s$ 'lik bir beslenme olduğunu göstermektedir. Baraj aks yerinde 1 ve 2 no.lu ölçüm noktaları arasında akış yukarı kesiminde, akarsuyu kesen bir fay ve bu faya dik yönde gelişmiş kırık sistemleri gözlenmektedir (Bkz. Şekil 3.22). Bu kesimde yer alan karbonatlı kayaçlar Bozkır birliğinin mega blokları olmasına rağmen, bu birliğin altında yer alan Aladağ birliğine ait karbonatlı kayaçlarla dokanağı olabilir. Belirlenen kaçak miktarı ölçüm hatası limitleri içerisinde de düşünülebilir. Ancak ilgili bölgede kaçak olasılığı göz ardı edilmeksizin akım ölçümlerinin periyodik olarak tekrarlanmasında yarar görülmektedir.

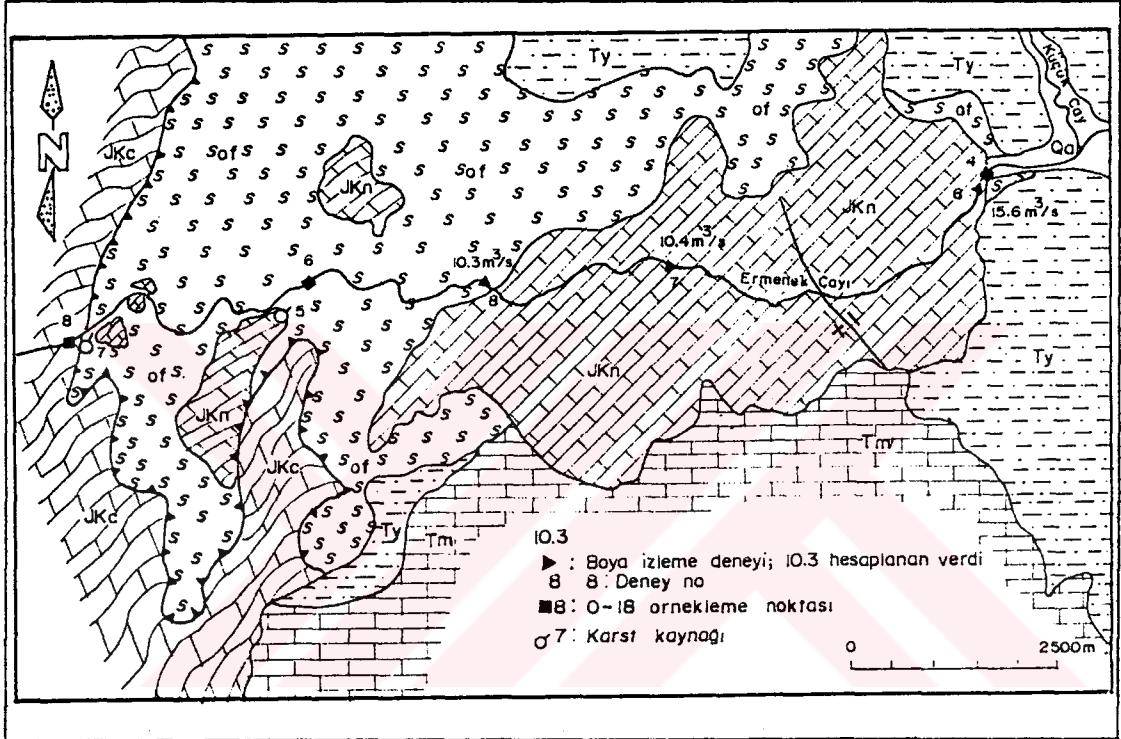


Şekil 3. 22. Baraj aks yeri hidrojeolojisi ve izleme deneyi yapılan kesitler

Çizelge 3.12. Akım ölçüm noktalarına ait yerinde yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçları ve boya seyreltme tekniği ile hesaplanan verdi değerleri

No	Örneklemeye yeri	T ⁰ C	pH	EC, $\mu\text{mho/cm}$	V1 m3	C1 ppm	$\int_0^t (C_2 - C_0) dt$ ppm.s	Q, m ³ /s
1	Çimene	16.8	**	275	0.020	2500	3.390	17.7
2	Galeri	15.5	8.12	272	0.020	2500	2.652	18.85
3	Alaköprü	18	8.0	275	0.020	2500	2.586	19.3
4	Çavuş, alt	17.2	7.98	275	0.020	2500	***	***
5	Çavuş, üst	18.5	7.95	275	0.020	2500	***	***
6	Rez., alt	13.9	8.16	240	0.020	2500	3.203	15.6
7	Rez., köprü	14.6	8.24	240	0.020	2500	4.800	10.4
8	Rez., üst	14	**	240	0.020	2500	4.867	10.3

Baraj rezervuar alanındaki (Bkz. Şekil 3.23) karbonatlı kayalar da, Bozkır birliğine ait mega blok olmasına rağmen, 6 ve 7 no.lu akım ölçüm noktaları arasında $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bir karst yeraltısuyu katkısının belirlenmesi, bu kesimde, bu birimin Aladağ birliğine ait karstik alt birimle dokanak halinde olduğunu ve akarsuyu beslediğini göstermektedir. Ancak, bu kesimdeki karbonatlı kayalar, barajın yapılabirliği açısından bir engel oluşturmamaktadır.



Şekil 3.23. Baraj rezervuar alanında izleme deneyi yapılan kesitler

3.4.2 Doğal İzotop (Oksijen-18) İçeriği Kullanılarak Akım Ölçümü

Ermenek çayına olan karst yeraltısuyu katkısının belirlenmesi amacıyla, bu çalışmada suların doğal izotop içeriklerinin de kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yöntemin uygulanabilirliği, boya seyreltme tekniği ile akım ölçümü yapılan kesitlerde alınan Oksijen-18(O-18) verileri kullanılarak incelenmiştir.

Doğal izotop içeriği (O-18) kullanılarak akım ölçümüne yönelik benzer bir çalışma Zamanlı çayı'na Yerkörü I kaynağının katkısını belirlemek amacıyla kullanılmış, ancak bulunan değerlerin doğruluğu, başka bir akım ölçüm yöntemiyle teyid

edilememiştir(Bayarı, 1991). Bunun dışında, konuyla kısmen ilgili olan doğal izotop içeriği kullanılarak, akarsu hidrograf bileşenlerinin ayırtlanmasına yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (IAEA,1970; Aranyossy,1985; Harum and Fank, 1992).

O-18 içeriği kullanılarak akım ölçümü yaklaşımı, esas olarak fluoresan boya, kimyasal ya da yapay rayoaktif izleyici kullanılarak yapılan “sabit verdili enjeksiyon” tekniğine benzemektedir (Wilson,1968; Bayarı,1991). Yalnız burada izleyici olarak suyun doğal bir bileşeni olan O-18 içeriğinden yararlanılmıştır. Bu yöntemle akarsuya karst yeraltısuyu katkısı;

$$Q_R = Q_T \frac{C_T - C_E}{C_R - C_E} \quad 3.2$$

eşitliği kullanılmıştır(Harum and Fank, 1991).

Burada ,

- Q_T : Akış aşağıda akarsu verdisi, m^3/s
- Q_R : Karst yeraltısuyu katkısı, m^3/s
- C_T : Akış aşağıdaki akarsu O-18 içeriği
- C_E : Akış yukarı akarsu O-18 içeriği
- C_R : Karst yeraltısuyunun O-18 içeriğidir.

Yöntemin uygulanabilmesi için aşağıdaki varsayımların sağlanması gerekmektedir:

- i) Karstik yeraltısuyunun (rezervuar) O-18 içeriği, akarsuyun background O-18 içeriğinden büyüktür,
- ii) Örnekleme anında akarsu verdisindeki değişim ölçülemeyecek kadar küçüktür,
- iii)Örnekleme anında akarsu ve rezervuar O-18 içeriklerinde değişim olmamaktadır,
- iv)Akarsuyun, karstik yeraltısuyu katkısı sonrası toplam verdisi bilinmektedir.

İnceleme alanında boya seyreltme tekniği ile akım ölçümü çalışmaları ile eş zamanlı yürütülen izotop çalışmalarına ait örnekleme noktaları (Bkz. Şekil 3.23) ve O-18 içerikleri Çizelge 3.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13. Doğal izotop örnekleme noktalarına ait yerinde yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçlar ve O-18 içerikleri

No	Örnekleme yeri	T ⁰ C	pH	EC, µmho/cm	O-18	Q, m ³ /s
4	Rez., akış aşağı	13.9	8.16	240	- 9.16	15.6 (Boya seyreltme)
5	Nadire kaynağı	10.7	7.23	215	- 9.75	2.0 (Muline)
6	Rez., akış yukarı	14	**	240	- 8.87	10.3 (Boya seyreltme)
7	Kapız kaynağı	11	7.20	270	- 9.46	
8	Kapız akış yukarı	20	8.14	310	- 8.12	

Şekil 3.23'de görüldüğü gibi 4 ve 6 no.lu örnekleme noktaları arasında Ermenek çayı karstik karbonatlı kayalar arasından akmaktadır. Ayrıca 7 no.lu Kapız kaynağının akarsuya katkısı bilinmemektedir. Eşitlik 3.2 kullanılarak, 4-6 no.lu örnekleme noktaları arasından, akarsuya karst yeraltısuyu katkısı **5.14 m³/s** olarak bulunmuştur. Bu değer boya seyreltme tekniği ile bulunan 5.3 m³/s'lik değere (Bkz. Bölüm 3.4.1) çok yakındır. Bu uyumlu sonuçlar, doğal izotop O-18 içeriği kullanılarak, akarsuya karst yeraltısuyu katkısının hassas olarak belirlenebileceğini göstermektedir. Ayrıca yine eşitlik 3.2 yardımıyla Kapız ve Nadire karst kaynaklarının birlikte akarsuya katkısı, **5.80 m³/s** olarak bulunmuştur. Bu değerden, örnekleme tarihinde muline ile ölçülen Nadire kaynağının 2.0 m³/s'lik verdisi çıkarılırsa Kapız kaynağının verdisi **3.80 m³/s** olarak bulunur. Ermenek barajı rezervuar alanı dışında kalan, Kapız akış yukarısında, akarsu verdisi ise 4 no.lu örnekleme noktasındaki akarsu verdisinden (15.6 m³/s), hesaplanan tüm karst yeraltısuyu ve kaynakların katkısı (10.94 m³/s) düşülerek, 4.66 m³/s olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, inceleme alanında, karst yeraltısuyunun akarsuya katkısının belirlenmesinde her iki yöntem de başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak, O-18 içeriği kullanılarak karst yeraltısuyunun akarsuya katkısının belirlenebilmesi için, karst yeraltısuyunun O-18 içeriğinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca akarsudan karst yeraltısuyuna bir beslenme sözkonusu olduğunda, O⁻¹⁸ içeriği yöntemi uygulanamaz. Halbuki boya seyreltme yöntemi ile, türbülanslı akım koşulunun sağlandığı her kesitte, akım ölçümü yapılabilmekte ve böylece karst yeraltısuyu-akarsu etkileşimi başarı ile belirlenebilmektedir.

3.5 Hidrolojik Bütçe

Yukarı Ermenek çayı havzasında karst yeraltısuyunun yan havzalarla etkileşim içinde olup olmadığının ve havzanın hidrolojik rejiminin belirlenmesi amacıyla hidrolojik bütçe hesaplamaları yapılmıştır. Karstik havzalarda, hidrolojik havza ile hidrojeolojik havza alansal olarak büyük farklılıklar gösterebildiğinden, su bütçesi hesaplamalarında birim havza yaklaşımının dikkatli olarak seçilmesi gerekmektedir.

Bunun için de, havzadaki hidrolojik rejime ait tüm esas elemanların ölçülmesi veya güvenilir yöntemlerle tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu durumda, pratikte havzadaki buharlaşmanın saptanmasında kullanılan;

$$E = I - O \pm \Delta s \quad (3.3)$$

eşitliği,

$$P = Q + E \pm \text{Karst Akımı} \quad (3.4)$$

şeklinde yazılabilir. Burada, E: Buharlaşma-terleme, I: Girdi, O:Çıktı, Δs :Depolamadaki değişme, P:yağış, Q:havzadan akarsu akışı ile çıkan su ve Karst Akımı: havzadan çıkan veya giren karst yeraltısuyudur. Eşitlik 3.3'de, depolamadaki değişmede (Δs) etmen olan havza alanının değişmediği varsayılmaktadır. Depolama alanının yüzey drenaj alanından farklı olduğu durumlarda ise, buharlaşma değerinin güvenilir yöntemlerle tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu durumda depolama alanındaki değişim bize yan havzalardan veya yan havzalara olabilecek karst akımı hakkında bilgi verecektir (eşitlik 3.4). Ayrıca karstik havzalarda uygun sonuçlar alabilmek için, su bütçesi hesaplamalarını bütün bir havza için yapmanın daha uygun olduğu bir çok araştırmacılar tarafından önerilmektedir (UNESCO, 1984; Yeşertener, 1986).

3.5.1 Bütçe Bileşenlerinin Hesaplanması

Su bütçesi hesaplamaları, inceleme alanında uzun dönemli kayıt uzunluğuna sahip ve havza çıkışında yer alan bir akım gözlem istasyonu olduğundan havza genelinde yapılmıştır. Eşitlik 3.4 göz önüne alındığında, su bütçesine ait ana bileşenler yağış, akım ve buharlaşma değerleridir. İnceleme alanında alansal yağış bileşeni, 1965-87

yılları arası 23 yıllık ortak dönem ortalama verileri kullanılarak, eş yağış eğrileri yöntemiyle belirlenmiştir. Akım bileşeni ise, havza çıkışında yer alan 17-14 AGİ'nun 1965-1992 yılları arası uzun dönem kayıtlarının aritmetik ortalaması alınarak belirlenmiştir. Su bütçesi hesaplamalarında önemli bir bileşen olan gerçek buharlaşma (ETg) değeri ise çeşitli yöntemlerle hesaplanmıştır. Hesaplamalarla ilgili ayrıntılı bilgiler alt bölümde verilmiştir.

Yağış (P)

Havzaya ait eş yağış haritasından (Bkz. Şekil 3.7) hesaplanan alansal ortalama yağış değeri, havza geneli için **980 mm/yıl**'dır.

Akım (Q)

Havza çıkışında yer alan 17-14 no.lu AGİ'nun ortak dönem için ortalama akımı, 49.97 m³/s dir. Havza alanı 2506 km² olarak kabul edildiğinden, yıllık ortalama akım **628.8 mm/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Buharlaşma (E)

Ermenek çayı havzasında buharlaşma gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle, alansal gerçek buharlaşma-terleme kayıpları(ETg); Turc eşitliği, Coutange eşitliği ve "klorür derişimi" yaklaşımları kullanılarak hesaplanmıştır.

Turc eşitliği;

$$E_a = \frac{P, \text{mm / yıl}}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{[L(t)]^2}}} \dots\dots; \frac{P^2}{[L(t)]^2} \geq 0.1 \quad 3.5$$

şeklinde verilmektedir (Vermeulen,1991).

Burada,

$$\begin{aligned} \bar{E}_a &= \text{gerçek buharlaşma-terleme (ETg), mm/yıl} \\ [L(t)]^2 &= 300 + 25 t + 0.05 t^3 \\ t &= \text{yıllık ortalama sıcaklık (11.8 °C, Bkz Çizelge 3.1) dir.} \end{aligned}$$

Eşitlik 3.5 kullanılarak hesaplanan ETg değeri 566.3 mm/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama yağışın %58'ine karşılık gelen bu değer, karst havzalarında gözlenen değerlerin (% 25-30; Komatina, 1967) oldukça üzerindedir.

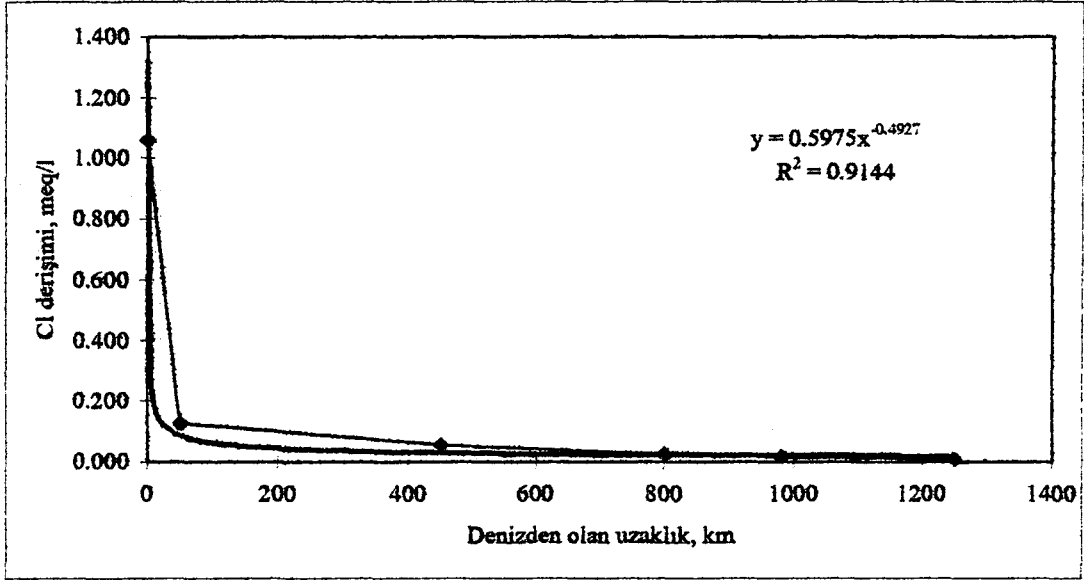
Etg hesaplamalarında ikinci olarak Coutange eşitliği kullanılmıştır (Arıkan and Gürer, 1977). Coutange eşitliği;

$$\bar{E}_a = P - \lambda P^2 \dots; \frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda} \quad 3.6$$

dir. Burada, P, m/yıl, $\lambda = 1/(0.8 + 0.14 T)$ ve T, yıllık ortalama sıcaklık(°C) dir. Eşitlik 3.6 kullanılarak Etg değeri 0.588 m/yıl(588 mm/yıl) olarak bulunmuştur. Bu değer de (yıllık ortalama yağışın %60'ı), karstik havzalar için yüksek olarak değerlendirilmiştir.

Havza genelinde ETg değerinin hesaplanmasında, üçüncü bir yaklaşım olarak, yağış ve karst kaynaklarındaki klorür (Cl^-) derişimi değişim oranı kullanılmıştır. Cl^- iyonu, konservatif bir parametre olduğundan, yeraltısu beslenme miktarının tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Schoeller, 1960; Erikson, 1960; Lerner et al., 1990; Appelo and Postma, 1992).

Yeraltı suları sirkülasyon alanında herhangi bir klorür kaynağı(dry deposition) olmadığı takdirde, yeraltı suyundaki Cl^- 'nin kaynağı, yağmur suyudur. Yağmur suyundaki Cl^- 'nin kaynağıda deniz suyudur(Appelo and Postma,1992). Yağmur suyundaki Cl^- derişimi denizden uzaklıkla eksponansiyel olarak azalmaktadır (Ridder,1978). İnceleme alanını da kapsayan, Cl^- derişiminin Akdeniz'den iç kesimlere doğru değişimi, DSI (1981)'de verilen veriler kullanılarak, Şekil 3.24'de verilmiştir.



Şekil 3. 24. Klorür (Cl^-) - denizden uzaklık ilişkisi

Klorür derişimi yaklaşımında, alansal ETg değeri;

$$\text{ETg} = 1 - (\text{Cl}^-)_p / (\text{Cl}^-)_s \quad 3.7$$

eşitliği yardımıyla hesaplanmaktadır. Burada, $(\text{Cl}^-)_p$: inceleme alanında yağmur suyunun korürü derişimi (meq/l), $(\text{Cl}^-)_s$: karst kaynağındaki klorür derişimi (meq/l) dir. İnceleme alanının denizden uzaklığı ortalama 40 km dir. Şekil 3.24'de verilen ilişki yardımıyla $(\text{Cl}^-)_p$:0.097 meq/l olarak bulunmuştur. Nadire karst kaynağının klorür derişimi ise 0.15 meq/l'dir. Bu veriler eşitlik 3.7'de yerine konulduğunda inceleme alanı için ETg değeri 353 mm/yıl olarak belirlenmiştir. Bu değer inceleme alanındaki yağışın %36'ına karşılık gelmektedir. Diğer yaklaşımlara göreli olarak daha güvenilir bulunan bu yaklaşım sonucu hesaplanan ETg değeri, su bütçesi çalışmasında kullanılmıştır.

Sonuç olarak, hesaplanan bütçe bileşenleri eşitlik 3.4'de yerine konulduğunda;

$$\begin{aligned} 980 \text{ mm/yıl} &= 628.8 \text{ mm/yıl} + 353 \text{ mm/yıl} \pm \text{Karst akımı,} \\ 980 \text{ mm/yıl} &\approx 981.8 \text{ mm/yıl} \end{aligned}$$

olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle Yukarı Ermenek çayı havzasında hidrolojik bütçe yaklaşık olarak dengededir ve hesaplanan yüzey drenaj alanı dışından veya dışına karst yeraltısuyu akımı olmamaktadır.

4. KARST HİDROJEOLOJİSİ

4.1 Giriş

İnceleme alanında geniş bir yayılıma sahip karbonatlı kayalarda karşılaşılabilecek hidrojeolojik sorunların çözümüne ışık tutmak için, mevcut jeolojik verilerin ve hidrolojik amaçlı çalışmaların yanısıra; hidrojeolojik saha çalışmalarından, uzaktan algılama değerlendirmelerinden, hidrojeokimyasal değerlendirmelerden ve izotop hidrolojisi ve hidrojeolojisi çalışmalarından da yararlanılmıştır. Değerlendirmeler sonucu elde edilen bilgiler aşağıdaki alt bölümlerde sunulmuştur. Hidrojeolojik amaçlı çalışmalar sonucunda elde edilen ve hidrojeolojik yapının belirlenmesinde yardımcı olan tüm bilgiler “Karst Hidrojeolojisi Haritası” (Ek-1) üzerinde verilmiştir.

4.2 Yapısal Birliklerin Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanında yer alan yapısal birlikler ve bu birliklerin içerisinde yer alan formasyonlar, su tutma - iletme özellikleri dikkate alınarak hidrojeolojik açıdan incelenmiştir. İnceleme alanında, yapımı planlanan Ermenek barajı yapılabirliklik çalışmalarında dar anlamda da olsa bazı formasyonların hidrojeolojik özelliklerinden bahsedilmiş olmasına rağmen bölgesel anlamda hidrojeolojik amaçlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle inceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesinde saha gözlemleri ve kısmen de hidroloji, izotop hidrojeolojisi ve hidrojeokimya gibi niteliksel değerlendirmelerden yararlanılmıştır. İnceleme alanında yer alan jeolojik birliklerin karst hidrojeolojisi açısından özellikleri Çizelge 4.1 de özetlenmiş ve bu birimlere ilişkin değerlendirmeler alt bölümlerde verilmiştir.

Çizelge 4. 1. İnceleme alanındaki birliklerin hidrojeolojik özellikleri

Birlikler	Birimler	Litoloji	Hidrojeolojik özellikleri
GD		Başlıca karbonatlı kayaçlar	Karstik, geçirimli
AN		Muzvadi karmaşığı	Geçirimsiz
AL		Şist ve rekristalize kireçtaşı	
	Pzaş	Şistler	Geçirimsiz
	(Pzak)	Rekristalize kireçtaşı	Yerel olarak geçirimli
AD	(Dkg)	Kuvarsit, şeyl, kireçtaşı	Geçirimsiz (kireçtaşı üyeleri geçirimli yer yer karstik)
	(Pd)	Kireçtaşı	Karstik ve geçirimli
	(Trg)	Kireçtaşı, çamurtaşı, şeyl, marn, silt taşı, kumtaşı	Geçirimsiz, yer yer yarı geçirimli
	(Jad)	Çakıltası, silt taşı, killi kçt,	Yarı geçirimli
	(Jkç)	Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı	Karstik alt birim
Of		Ofiyolitli karmaşık	Geçirimsiz
	(Jkn)	Kireçtaşı blokları	Karstik ve geçirimli
Post Orojenik			
	(Ty)	Kiltaşı/marn/silttaşı/killi kireçtaşı	Geçirimsiz
	(Tm)	Kireçtaşı	Karstik üst birim
	(Qal)	Alüvyon, yamaç molozu	Geçirimli

4.2.1 Geçirimli Birimler

Geyik Dağı Birliği (GD)

Orta Toroslarda yer alan diğer birliklere göreli olarak paraotokton olan Geyik dağı birliği, diğer birliklerin tabanında uzanmaktadır. Orta Torosların batı kesiminde geniş yayılım alanına sahip olan bu birlik, Ermenek çayı havzasının sadece KB kesiminde, yüksek kotlarda, dar bir alanda yayılım göstermektedir.

Ermenek çayı havzasında bu birliğin yalnız Kretase-Paleosen yaşlı karbonatlı kayaları yüzeylenmektedir. Sınırlı alanda yüzeylenmesine karşın, sık eklemli ve yer yer çatlaklı olan bu birim, çok iyi gelişmiş karstik erime oluklarına (karenler), dolin, kokurdan gibi çökme yapılarına ve yer yer fay zonlarında gelişmiş düdenlere sahiptir. İnceleme alanında bu birimden boşalan önemli bir karst kaynağına rastlanmamış olması, aşınma tabanının (eresion base) havza dışında daha düşük kotlarda olduğunu göstermektedir.

Alanya Birliği (Rekristalize kireçtaşları(Pzak))

Bu kayalar Ladin tepe güneyinde, Çiğdem tepe, Yaylacık dağı, Geven dağı ve Akdağ dolaylarında yaygındır. Rekristalize kireçtaşları, orta/kalın katmanlı, bütümlü, oldukça kıvrımlı ve kırıklıdır. Kristalize kireçtaşlarının üzerine Yaylacık dağı dolaylarında birbiri ile ardalanmalı mermer ve kalkıştiller ve daha üstte de dolomitik kireçtaşları gelmektedir. Bölgesel anlamda geçirimsiz olarak alınan Alanya birliğine ait bu rekristalize kireçtaşları yerel olarak akifer özelliği göstermektedir. Özellikle dolomitik kireçtaşlarında gelişmiş karst topografyası (dolinler, karenler vb.) bulunmaktadır. Dumlugöze köyü yakınındaki, Dumlugöze kaynağı(10-20 l/s) bu birimden çıkmaktadır.

Belbağ formasyonu(Teb)

Alanya birliğine ait kayaç birimleri üzerine aşıl uyumsuzlukla gelen paleo-otokton Belbağ formasyonu, inceleme alanında İlikaya tepe, Koyunyolu tepe, Dumlugöze, Çilingir köprü dolaylarında sınırlı bir yayılıma sahiptir.

Formasyon, tabanda çakıldaşları ile başlar. Formasyon üste doğru, karbonatlı kayalarla devam eder. Kireçtaşları altta orta/kalın katmanlı , belirgin eklemli ve iyi gelişmiş erime olukludur. Sınırlı yayılım alanından dolayı düşük verdili(1-3 l/s) kaynaklara sahip olan bu birim geçirimli olarak kabul edilmiştir.

Aladağ Birliği (Dumlugöze formasyonu ,Pd)

Dumlugöze formasyonu, Aladağ birliğinin Permiyen yaşlı kireçtaşları için kullanılmıştır. İnceleme alanı içerisinde geniş yayılım alanına sahip formasyonlardan birisidir.

Dumlugöze formasyonu en altta, kalın tabakalı, girvanellalı kireçtaşları ile başlar. Bu seviye üzerine, kalın tabakalı, yer yer kumlu kireçtaşları gelir. Bunların da üzerinde , kalın tabakalı, bol mikro fosilli, biyoklastik kireçtaşı seviyesi bulunur. Bu seviyeyi, 30-40m kalınlığında, kötü/orta boylanmış kumtaşları takip eder. Dumlugöze formasyonunun üst kesimi ise genellikle kalın ve düzgün tabakalı Mizzia'lı kireçtaşlarından oluşur. Hidrojeolojik olarak geçirimli olan bu birimde karstlaşma gelişmiştir. İnceleme alanında 1-10 l/s lik çeşitli kaynaklar bu birimde gelişmiş kırık çatlak sistemleri aracılığı ile boşalmaktadır. Yüzey karst şekillerinden dolin, kokurdan, karen ve düdenlere rastlanmaktadır (Bkz Ek 1).

Aladağ Birliği (Çakozdağ formasyonu,JKç)

Aladağ birliğinin en üst seviyesi olan formasyon, inceleme alanında, Dumlugöze köyünün güney doğusundaki Çakozdağ, Cihandere köyü ve çevresi, Daran mahallesi ile Yeşilköy arasında, Sütsüzdağı, Çorakdağı, Civler köyü, Akçaldağı, Günder doğusunda geniş bir alanda yayılımı olup, kalınlığı ortalama 800m.'dir.

Çakozdağı formasyonunun alt kesimi, orta/kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları ara seviyeleri içeren dolomitlerden oluşur. Dolomit - Kireçtaşı ardalanması üste doğru orta/kalın tabakalı, kalsit damarlı platform karbonatları ile devam eder. Formasyonun üst kesiminde ise, orta/kalın tabakalı yer yer oolitik ve dolomitik kireçtaşı egemendir.

Jura-Kretase yaşlı Çakozdağ formasyonu, inceleme alanındaki karstik alt birimi (KA) oluşturmaktadır. İnceleme alanı ve yakın dolaylarında geniş yayılım alanına sahip olan bu birim, karst hidrojeolojisi açısından en önemli hazne kayacını

oluşturur. İleri derecede karstlaşmış olan bu birimde dolin, uvala, düden, karen vb. karst yüzey şekilleri yaygındır. İnceleme alanı ve yakın dolayındaki büyük karst kaynakları (Kapız, Sugözü gibi), bu birimden boşalmaktadır. İnceleme alanında görünürde Ofiyolitli karmaşığın karbonatlı kayaç bloğundan çıkmakta olan Nadire karst kaynağı, karstik alt birimden derin dolaşım ile beslenmektedir. Yapılması planlanan Ermenek barajı rezervuar alanında da yayılım gösteren bu karst akiferinin, Ermenek çayı ile dokanakta bulunduğu kesimlerde nehri büyük boşalımlarla beslemesi, Ermenek çayının, bu birim için, aşınma tabanı (erosion base) olduğu düşüncesini desteklemektedir.

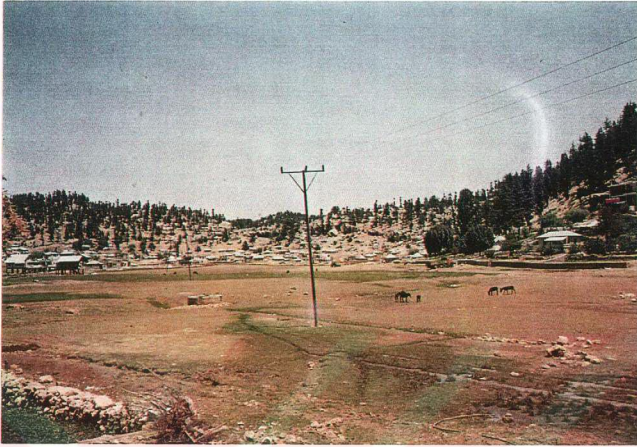
Mut formasyonu (Tm)

İnceleme alanında Antalya, Alanya, Aladağ ve Bozkır birlikleri ve Yenimahalle formasyonu üzerinde transgresif olarak örten Mut formasyonu, Ermenek çayı havzasını çevreleyen kenar yükseltilerinde oldukça geniş yayılıma sahip olup ayrıca havza içinde önemli yükseltilerde de yüzeylemiştir. Havza genelinde formasyonun kalınlığı 180-750 m dolayındadır.

Mut formasyonu tabanında çok ince bir konglomera seviyesiyle başlar. Bu seviyenin üzerinde yer alan kireçtaşları, orta/kalın tabakalı, bol mikro-makro fosillidir. Bunun üzerine marn ara katkılı detritik kireçtaşları gelmektedir. İnceleme alanında karstik üst birim (KÜ) olarak adlandırılan bu birim, çok iyi derecede karstlaşmıştır. Maraspoli mağarası, Kayaönü mağarası gibi içerisinde yeraltı derelerinin de geliştiği yatay ya da tabakalanma doğrultusunda gelişmiş birçok mağara bulunmaktadır. Maraspoli mağarasından boşalan Maraspoli karst kaynağı ($Q_{\min}:500l/s$), ülkemizin en eski hidroelektrik santraline su sağlamaktadır. Maraspoli mağarası, UKAM Mağara Araştırma Ekibi tarafından Haziran,1990 tarihinde araştırılmıştır (Bkz. Bölüm 4.5).

İnceleme alanı içerisinde geniş yayılıma sahip bu birimde, kırık ve fay zonlarında gelişmiş karst polye, uvala ve düdenleri, erime boşlukları vb. karst topoğrafyası yaygındır (Şekil 4.1 a,b).

(a)



(b)



Şekil 4. 1. Karstik üst birimde karst topografyası, (a) Çukurabanoz polyesi, (b) Çukurabanoz düdeni, (c) dolinler

Pekişmemiş genç oluşuklar

İnceleme alanında pekişmemiş genç oluşuklar (Kuvaterner), üç ayrı şekilde bulunmaktadır. Bunlar yamaç molozları, bugün sekiler şeklinde gözlenen eski vadi tabanında çökelmiş fanglomeralar ile güncel derelerin ve akarsuların taşıyıp çöktükleri alüvyonlardır. Bütün bu birimler hidrojeolojik olarak geçirimli kabul edilmiştir.

4.2.2 Geçirimsiz Birimler

Antalya Birliği (Muzvadi karmaşığı) (AN)

İnceleme alanında, Ermenek çayı'nın Dumlugöze (Muzvadi) kesiminde, kuzeyden Aladağ birliği, güneyden Alanya birliği arasında sıkışıp kalmış, KB/GD uzanımlı Antalya birliği, bu iki birliğe göre paraotokton konumdadır. Birlik, Ermenek havzası batısında, Geyik dağı birliğinin Paleosen kireçtaşları üzerinde bindirmeli olarak oturur.

İnceleme alanında , Ermenek çayı (Gevne çayı) vadisi boyunca kuzey yamaçlarda Aladağ birliği altında görülür. Ermenek vadisinin güney yamaçlarında Alanya birliğine ait birimlerin altında bulunur. Karbonat çimentolu ince kuvars taneli kireçtaşları ve kiltaşları üst seviyelerini, kumtaşı ve kil taşı aralanması ise alt seviyelerini oluşturur. Litolojik birimlerin yer yer düzenli, yer yer de karmaşıklığı ile filişimsi karakterde olması nedeni ile, bu birim, bölgesel olarak geçirimsiz kabul edilmiştir. Ancak geçirimli birimlerin geçirimsiz birimlerle olan dokanaklarından verdisi 1-2 l/s'yi geçmeyen küçük kaynaklar bulunması, bu kesimlerde bu birime hidrojeoloji açısından yerel önem kazandırmaktadır.

Alanya Birliği (Şistler ,Pzaş)

İnceleme alanı içerisinde Alanya birliğine ait şistler, en güzel Dumlugöze köyü dolaylarında, Pürelî yurdu, Kızılçukur, Mahraplı damları ve Yaylacık Dağı dolaylarında görülmektedir. Birim, hidrojeolojik olarak geçirimsiz kabul edilmiştir.

Aladağ Birliği (Göksu formasyonu, DKg)

Çalışma alanı içerisinde Aladağ birliğinin en yaşlı birimini oluşturan bu formasyonun en iyi görüldüğü yerler Ermenek çayı boyunca Dumlugöze ve Koçaslı köyleri civarlarıdır (Bkz Ek1).

İnceleme alanında Göksu formasyonu, geçirimsiz Antalya birliğinin Muzvadi karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir. Formasyon en altta, kuvarsit-şeyl ardalanması ile başlar. Bu birimlerin üzerine yer yer şeyl ile ardalanmalı, bol mikro fosilli kireçtaşı seviyeleri gelir. Birimin üst seviyelerinde ise kuvarsit bantları bulunur. Kuvarsitlerin üzerinde kireçtaşı şeyl ardalanması ve onların da üzerine kalın tabakalı kireçtaşları gelmektedir. Formasyon, içerisindeki kuvarsit ve şeyl ardalanmaları nedeni ile bölgesel olarak geçirimsiz kabul edilmiştir. Üst seviyelerdeki kalın tabakalı kireçtaşlarında yüzey karst şekilleri yaygındır ancak karstlaşma, altındaki kuvarsitlerle sınırlı kalmıştır. Bu geçirimli ve geçirimsiz birim dokanaklarından boşalan mevsimsel küçük verdili (1-5 l/s) tabaka kaynakları görülmektedir.

4.2.3 Yarı Geçirimli Birimler

Aladağ Birliği (Göktepe formasyonu, Trg)

İnceleme alanında, Göktepe kasabasının batısında, Günder, Daran, Çukurbağ, Sarıveliler ve Civler köyleri civarında yayılım göstermektedir (Bkz Ek1). Formasyon, inceleme alanında, Permien yaşlı Dumlugöze formasyonu üstünde uyumlu olarak, ince/orta katmanlı oolitik ve stromatolitik kireçtaşları (geçirimli) ile başlar. Bu seviye üste doğru, çamurtaşı, marn, şeyl, silttaşı ile gri renkli killi kireçtaşı ardalanması (geçirimsiz) şeklinde devam eder. Kireçtaşı marn ardalanması üste doğru, gri renkli, orta/kalın tabakalı kireçtaşına (geçirimli) geçer. Bu seviyenin üstüne gelen kalın katmanlı kuvarsitik kumtaşı ve bu kumtaşları ile ardalanmış kumlu kireçtaşları (yarı geçirimli) gelir. Göktepe formasyonunun en üst seviyesini, şeyl ve silt taşları ile ardalanmış yer yer kumlu ve oolitik kireçtaşları (yarı geçirimli) oluşturur.

Bölgesel anlamda, hidrojelolojik açıdan yarı geçirimli olarak kabul edilen bu birim, geçirimli üyelerinin geçirimsiz üyeler ile olan dokanağından boşalan yaklaşık 1-3 l/s'lik verkiye sahip kaynaklardan dolayı yerel olarak akifer özelliği gösterebilmektedir.

Aladağ Birliği (Derebucak formasyonu ,Jad)

Birim, inceleme alanının Balcılar köyü çevresinde, Sütsüzdağ etekleri, Çorakdağ ve Cihandere köyü ve çevresinde yayılım göstermektedir. Formasyon, karasal kökenli, genellikle kırmızı renkli çakıltası ile başlar. Üste doğru kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşına (geçirimsiz) geçer. Formasyon daha üst kesimlerinde killi kireçtaşları (yarı geçirimli) ve en üstte ise, ince orta tabakalı açık gri renkli dolomitik kireçtaşlarını (karstik ve geçirimli) kapsamaktadır. Formasyonun kalınlığı kısa mesafelerde büyük değişimler göstermekle birlikte genelde 400-600 m arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bölgesel anlamda, hidrojelolojik açıdan yarı geçirimli olarak kabul edilen bu birimin üst seviyesini oluşturan dolomitik kireçtaşları karstik ve geçirimlidir. Karstik çökme yapıları (dolin, kokurdan vb.) özellikle kırık-çatlak sistemlerinin geliştiği yerlerde oldukça iyi gelişmiştir. Karstlaşma bu üyenin altındaki geçirimsiz üye ile sınırlanmıştır. Karstik geçirimli üyelerinin geçirimsiz üyeler ile olan dokanağından yaklaşık 1-10 l/s'lik verkiye sahip kaynaklar boşalmaktadır.

4.3 Karst Su Kaynakları

İnceleme alanında verdileri 1-10 l/s arasında çok miktarda kaynak bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında hidrojeolojik yapıyla doğrudan ilgili ve havza içinde geniş yayılımlara sahip karst akiferlerinden boşalan ve verdileri 10 l/s'den büyük karst kaynakları örneklenmiştir. Hidrojeokimyasal özellikleri Bölüm 4.4'de verilen bu kaynaklardan büyük verdili olan ve karstik alt ve üst sistemlerden boşalan bazı kaynaklara ilişkin bilgiler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. İnceleme alanında yer alan önemli kaynaklara ilişkin bilgiler

No	örnek Adı	Kot (m)	T°C	PH (F)	EC μS/cm	EC ₂₅ μS/cm	Q _{gün} m ³ /s	SCO ₂ mg/l	DO ₂	Srt,Fr
14	Akpınar	1075	11.2	7.43	315	428	0.02	2.50	10.00	12.50
15	Gömmeci	1215	11.2	7.56	185	251	0.01	2.50	10.50	10.40
16	Pınargözü	1220	13.0	7.49	200	259	0.01	2.50	10.60	11.45
17	Sogutlu	1130	11.0	7.53	180	246	0.01	2.50	9.9	10.40
30	Nadire	700	10.6	7.24	255	352	1.40	7.00	5.60	11.60
31	Kapız	680	10.0	7.19	225	315	3.80	4.00	7.90	12.80
33	Zeyve	810	11.1	7.25	282	384	1.60	8.75	8.00	10.50
34	Sugözü	800	8.7	7.50	205	298	4.50	2.00	10.40	12.25
35	Maraspoli	1350	10.2	7.60	275	383	0.50	4.50	7.50	12.95
37	Kapızgözü	1350	10.2	7.10	315	439	0.02	10.00	6.00	15.65
38	Çukur bağ	1100	13.5	6.90	385	493	0.02	8.75	7.70	16.20
39	Dumlugöze	1150	10.2	6.90	335	467	0.02	12.50	7.90	25.35
40	Kayaönü	1550	10.5	7.50	305	422	0.02	5.00	10.20	18.00
41	Y. Çağlar	1325	9.5	7.60	265	376	0.03	5.00	9.80	12.05
42	A. Çağlar	1300	10.0	7.50	270	378	0.01	4.00	9.80	12.35

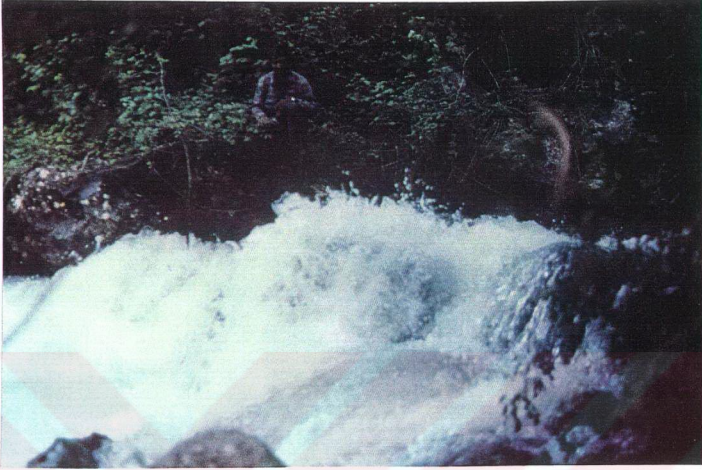
4.3.1 Karstik Alt Sistem Kaynakları

Kapız kaynakları

İnceleme alanında Aladağ birliğinin Çakozdağ formasyonundan boşalmakta olan Kapız kaynak grubu, Bozkır birliği ile Aladağ birliğinin bindirme fayından bir çok noktadan çıkmaktadır (Şekil 4.2a,b). Eylül 1989 tarihinde yürütülen boya seyreltme tekniği ve O-18 doğal izotopu verilerinden yararlanarak bulunan verdisi 3.8 m³/s dir (Bkz. Bölüm 3). Saha gözlemlerine göre kaynak verdisi, Nisan ayında maksimum değere ulaşmaktadır. Maksimum verdisinin yaklaşık 10 m³/s olduğu düşünülmektedir. Kaynak boşalım zonu, Ermenek çayına çok yakın olduğundan verdi ölçümü için uygun bir kesit bulunmamaktadır.

Kaynak bölgesinin hidrojeolojik haritası ve kaynağın boşalım mekanizması Şekil 4.2'de verilmiştir. Kapız kaynağının, izotop ve hidrojeokimyası incelendiğinde, sığ dolaşıma sahip olduğu ve yıllık yağışlarla (özellikle kar erimesi ile) beslendiği görülmektedir. Ayrıca kaynağın verdi değişiminin 3-10 m³/s gibi büyük aralıkta değişmesi kaynağın yerel karst dolaşımına sahip olduğunu desteklemektedir. Kaynağın beslenme alanı güney batı kesimde yer almaktadır. Saha gözlemlerine göre, kaynağın GB kesimine yer alan kuru dereye gelişen çeşitli düdenlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kaynak, karstik üst sistemden de beslenmektedir.

(a)

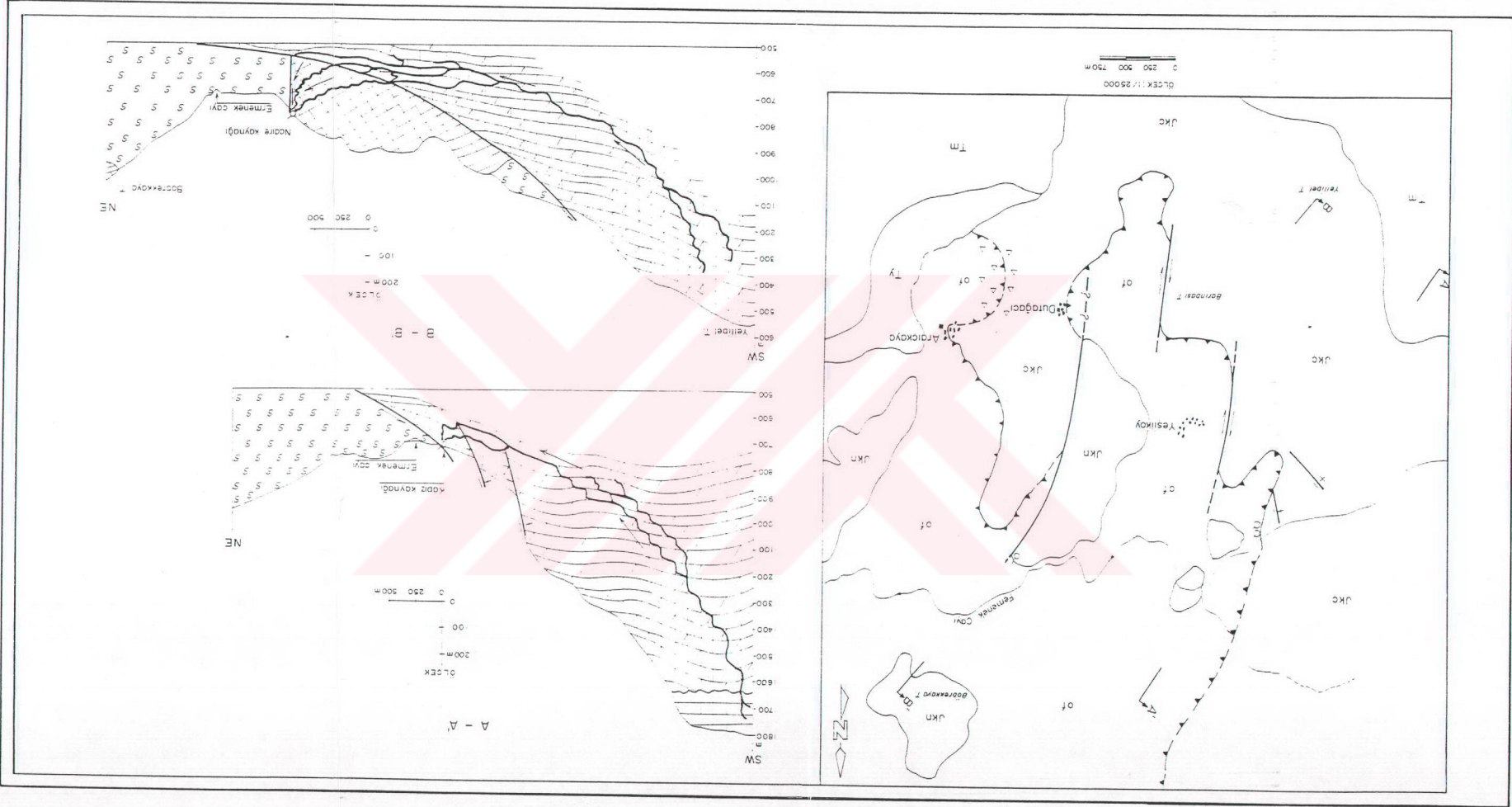


(b)



Şekil 4. 2. Kapız karst kaynağının genel görünüşü, (a) Akış yukarı birinci boşalım zonu, (b) Akış aşağı ikinci boşalım zonu (Ağustos, 1993)

Şekil 4. 3. Kapız ve Nadire karstik kaynakları civarı hidrojeolojisi ve kaynak boşalım sistemlerini açıklayan kesitler



Nadire kaynağı

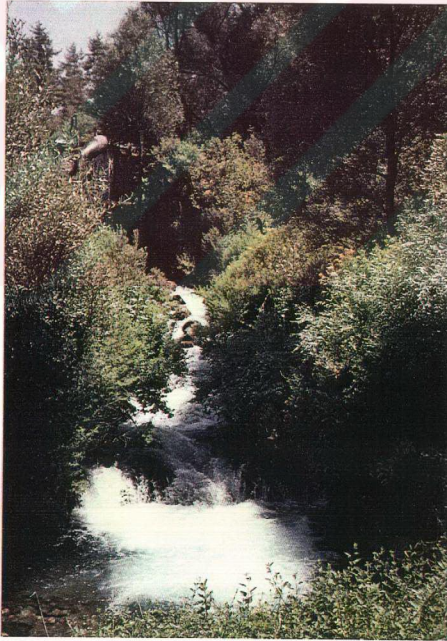
Nadire kaynağı, inceleme alanında Nadire (Ardıçkaya) köyünün güneyinde yer almaktadır (Bkz Ek1, E5). Yöre halkı tarafından Un değirmenine enerji kaynağı olarak kullanılmakta olan kaynak, Ofiyolitli karmaşığın karbonatlı kayaç bloğu (Jkn) ile Serpantinler arasından bir fay aracılığı ile çıkmaktadır (Şekil 4.4 a,b). Karst kaynağının boşalım kotu 700 m dir. Bozkır birliğine ait Ermenek Ofiyolitli karmaşığı, Aladağ birliğine ait karstik alt birimin üzerine bindirme ile yerleşmiştir (Bkz. Şekil 4.2). Ofiyolitli karmaşığın içerisinde mega kireçtaşı blokları şeklinde yer alan geçirimli Jkn birimi, altında yer alan karstik alt birimle temas halindedir (Bkz.Şekil 4.3 A-A' kesiti). Minimum verdisi $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ olan bu kaynak, görünürde Ofiyolitli karmaşığın karbonatlı kayaç bloğundan çıkmasına rağmen, karstik alt birimden derin dolaşımla beslenmektedir. 1km^2 'lik bir yüzeysel yayılım alanına sahip Jkn bloğunun, bu büyük karst kaynağına hazne kaya olamayacağı açıktır. Ayrıca kaynağın su kimyası ve doğal izotop değerlendirmeleri de, derin dolaşımı desteklemektedir.

Nadire karst kaynağının 1989 yılından itibaren aylık bazda akım ölçümleri yapılmaktadır (Bkz Ek Çizelge 5). Bu veriler kullanılarak çizilen akım grafiğı ve çekilme eğrisi analizleri için seçilen döneme ait düzeltilmiş çekilme eğrisi Ek Şekil 2'de verilmiştir. Maillet (1905) tarafından verilen üstel fonksiyon kullanılarak hesaplanan kaynak çekilme katsayısı $\alpha=4.9\text{E}-3 \text{ gün}^{-1}$ dir. Bu değer Nadire kaynağının, akiferde kırık çatlak sistemleri ile hareket ettiğini göstermektedir. Kaynağın beslenme alanı, kaynağın GB'sında geniş yayılıma sahip KA ve KÜ birimleridir. Fiziksel ve kimyasal ve izotop özellikleri ($T = 12 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{EC}_{25} = 352 \text{ }\mu\text{S/cm}$, $\text{DO} = 5.6 \text{ mg/l}$ ve $\text{TU} = 4.50$), kaynağın derin ve uzun dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Kaynağın trityum derişimi, kaynağın inceleme alanındaki en yaşlı su olduğunu göstermektedir(Bkz Bölüm 4.4 ve 4.5). Kaynağın SCO_2 değeri 6.75 mg/l dir. Kaynak çıkış zonundan akış aşağıda suyun SCO_2 kaybederek traverten çökelttiğı belirlenmiştir.

(a)



(b)



Şekil 4. 4. Nadire Karst Kaynağı, (a) Kaynak boşalım zone, (b) Kaynak suları toplandıktan sonra genel görünüşü

Sugözü kaynağı

İnceleme alanı dışında havza güneyinde Karstik alt birimden boşalmakta olan Sugözü kaynağı, aynı zamanda Anamur çayının doğduğu yerdir. Örneklemeye yapıldığı Ağustos 1993 tarihinde yaklaşık verdisi 200 l/s olan kaynak, Çakozdağ formasyonundan (KA) boşalmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Sugözü karst kaynağının genel görünüşü (Ağustos,1993)

Fiziksel ve kimyasal özellikleri ($T = 8.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $EC_{25} = 298\text{ }\mu\text{S/cm}$, $DO = 10.4\text{ mg/l}$), kaynağın sıg dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir (Bkz Bölüm 4.4 ve 4.5). İnceleme alanı güneyinde havza dışında da yayılıma sahip Karstik alt birimin sularını drene eden Sugözü deresi, akış aşağıda Anamur çayını oluşturmaktadır. Anamur Çayı üzerinde yer alan 1721 no.lu AGİ'nun aynı zamanda Sugözü karst kaynağının hidrolik karekterini temsil edeceği düşünülmektedir. Bu nedenle, 1721 no.lu AGİ'nu 1990 yılı verileri kullanılarak çekilme eğrisi analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Anamur çayı çekilme katsayısı, $\alpha \cdot 6.1 \cdot 10^{-3}\text{ gün}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu değerin, Sugözü karst kaynağını da temsil ettiği düşünülmektedir. Buna göre kaynak, kırık çatlak sistemleri aracılığı ile sıg

dolaşıma sahiptir. Başka bir deyişle, kaynak yağmur sularından çabuk etkilenmektedir. Kaynağın fiziksel ve kimyasal özellikleri de bunu desteklemektedir. Kaynak ayrıca Karstik üst birimden de beslenmektedir. Kaynağın beslenmesi, KB kesiminde yer alan ve ayrıca inceleme alanı içinde geniş yayılıma sahip KÜ ve KA birimlerden olmaktadır. Kaynak boşalım kotu 800m dir.

4.3.2 Karstik Üst Sistem Kaynakları

Karstik üst sistem kaynakları başlıca Zeyve ve Maraspoli karst kaynaklarıdır. İnceleme alanında bu sistemden boşalan diğer kaynaklar Kayaönü, yukarı Çağlar, aşağı Çağlar karst kaynaklarıdır. İnceleme alanını Post tektonik örtü olarak örten Karstik alt birim (Mut formasyonu), gelişmiş bir karst topografyasına sahiptir. Tabanda yer alan geçirimsiz Yenimahalle formasyonu karstlaşma tabanını oluşturmaktadır. Karstik üst sistem karstlaşmayı sınırlayan geçirimsiz birimin olmadığı yerlerde karstik alt birimi beslemektedir.

Zeyve Kaynağı

Zeyve kaynağı, İkizçınar köyünün GD'sunda yer almaktadır (Bkz. Ek1, F7). Boşalım kotu 810m olan kaynak yakınında yer alan Un değirmenine enerji sağlamakta ve köyün içme , kullanma ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır (Şekil 4.6a,b).

Karstik üst birim (KÜ) ile geçirimsiz birim (Ty) arasından dokanak kaynağı şeklinde boşalmakta olan karst kaynağının (Bkz. Ek.1, B-B' kesiti) verdisi , EİE tarafından 1985 yılından itibaren aylık olarak ölçülmektedir. Minimum verdi Ağustos ayında, maksimum verdi ise Nisan ayında gözlenmektedir(Ek Şekil 3). Kaynağın, 1.3 - 10.5 m³/s gibi büyük bir aralıkta değişim göstermesi, beslenme alanındaki yıllık yağışların ve özellikle Mart-Nisan dönemindeki kar erimesinin boşalıma etkisi olduğunu göstermektedir. Çekilme katsayısı, $\alpha = 5.1 \cdot 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$ değeri, kaynağın hızlı boşalan ve yaygın kırık çatlak sistemlerine sahip ve rezervuarı büyük bir akifer tarafından beslendiğini göstermektedir.

(a)



(b)



Şekil 4. 6. Zeyve karst kaynağı, (a) boşalım zone , (b) İkizçınar değirmeni su yolu

Fiziksel ve kimyasal ve izotop özellikleri ($T=11.1^{\circ}\text{C}$, $\text{EC}_{25}=384\mu\text{S/cm}$, $\text{DO}=8.0\text{ mg/l}$ ve $\text{TU} = 7.8$), kaynağın uzun dolaşıma sahip olduğunu doğrulamaktadır. SIC değeri -0.56 olduğundan çözücü sular sınıfına girmektedir. Kaynağın SCO_2 değeri, 8.75 mg/l dir. Kaynak çıkış zonundan akış aşağıda suyun SCO_2 kaybederek traverten çökelttiği belirlenmiştir. Gerek Zeyve ve gerekse Nadire kaynaklarının traverten çökeltme mekanizmasının kapsamlı olarak araştırılması bu çalışma kapsamında önerilmektedir.

Maraspoli Kaynağı

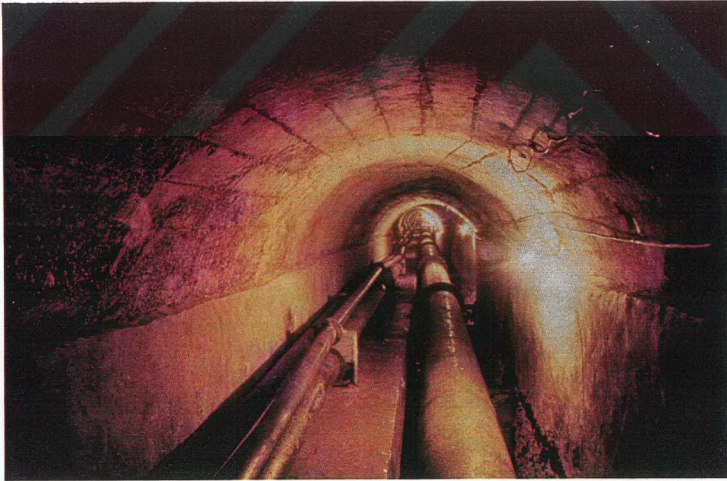
İnceleme alanında Ermenek ilçesinin kuzeyinde yeralan Marraspoli mağarasından boşalan Maraspoli karst kaynağı ($Q_{\min}=500\text{l/s}$), ülkemizin 1951 yılında kurulan en eski hidroelektrik santraline su sağlamakta ve ayrıca ilçenin içme, kullanma ve sulama suyunu karşılamaktadır(Şekil 4.6). Maraspoli mağarası, UKAM mağara araştırma ekibi tarafından Haziran,1990 tarihinde araştırılmıştır (Yeşertener, et al, 1990).

Boşalım kotu 1350m olan kaynak, Maraspoli mağarası içerisinde yeraltı deresi şeklinde akmaktadır. Kaynak, mağara içindeki düdenlerden kayıpları engellemek için, düdenlerin akış yukarısında yeraltı deresi üzerine bent kurularak kapde edilmiş ve KD-GB doğrultulu 195m.lik bir galeri ile borularla dışarıya alınmıştır(Şekil 4.7). Maraspoli mağarası araştırmalarında yeraltı deresinin 1280m'lik kısmı haritalanmış ve haritalanamayan kesimde de düzgün bir platformda aktığı gözlenmiştir. Bu araştırma, kaynağın kanal akımına sahip olduğunu göstermektedir. Maraspoli mağarası ve yeraltı akarsu sistemi, aşağıda alt bölümde anlatılmıştır.

Minimum verdisi 500 l/s olan, Maraspoli karst kaynağı ve yeraltı deresi, karstik üst birim ile geçirimsiz birim (Ty) arasından boşalmaktadır (Bkz. Ek.1, C-C' kesiti). Fiziksel ve kimyasal ve izotop özellikleri ($T=10.2^{\circ}\text{C}$, $\text{EC}_{25}=383\mu\text{S/cm}$, $\text{DO} = 7.50\text{ mg/l}$ ve $\text{TU} = 9.1$), kaynağın uzun dolaşıma sahip olduğunu doğrulamaktadır. Yine aynı birimden boşalan Zeyve kaynağına göreli olarak daha genç sularıdır. Kaynağın SCO_2 değeri, 4.5 mg/l dir. Kaynak çıkışında traverten çökelişi görülmemiştir. Kalsiyum karbonat bakımından doygun olmayan ($\text{SIC}=-0.17$) kaynak, çözücü sular sınıfına girmektedir.



Şekil 4. 7. Maraspoli mağarası ve karst kaynağı çıkış yeri



Şekil 4. 8. Maraspoli kaynağı galerisi

Mahraspoli mağarası ve yeraltı akarsu sistemi

Ermenek ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan Orta-Üst Miyosen yaşlı KÜ birimi içinde yer alan Maraspoli mağarası, araştırılabilmiş uzunluğu 1280m'yi bulan yaklaşık yatay uzanımlı bir mağaradır. Mağara'dan boşalan minimum 500 l's debili yeraltısuyu'nun önemli bir bölümü mağara içinde inşa edilmiş bir su alma yapısı ile cebri boruya aktarılmakta ve Ermenek ilçe merkezi içinde bulunan bir elektrik santralinde enerji üretimi için kullanılmaktadır. Mağarada inşa edilen su alma yapısından itibaren Mağara uzanımı ve yeraltı akarsuyu Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

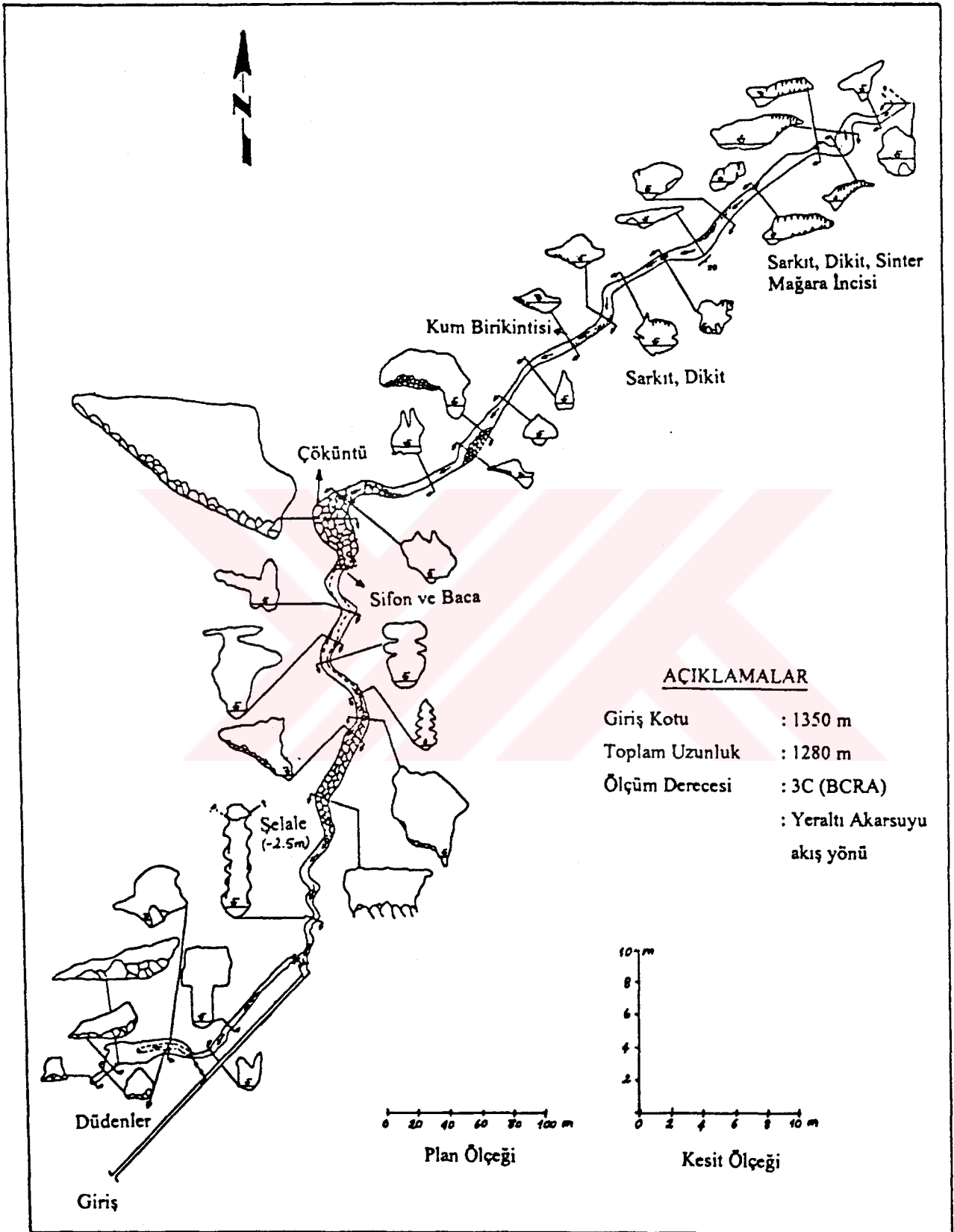


Şekil 4. 9. Maraspoli mağarası ve yeraltı akarsuyu

Mağara oldukça gelişmiş ve halen aktif olan alt seviye ve geçmişte aktif olup; günümüzde fosil konumda bulunan iki kattan oluşmaktadır. Geçmiş yıllarda fosil koldan aktif kesime girilebilmesine karşın, daha sonra bu bacanın betonlanarak kapatılması sonucunda halen giriş yalnızca su alma yapısından itibaren cebri borunun mağara dışına uzandığı yapay galeri boyunca (Bkz Şekil 4.8) sağlanabilmektedir.

Maraspoli mağarası'nın araştırılması amacıyla günümüze değin yerli ve yabancı mağara araştırma gruplarınca çok sayıda girişimde bulunulmuş olmasına karşın sistemin tamamı halen araştırılamamıştır. Günümüze değin yürütülen araştırmaların en başarılı olanı 1990 yılında Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi Mağara Araştırma Ekibince gerçekleştirilen çalışmadır. Bu çalışmada, daha önceki araştırmalarda geçilemeyen sifon, yakınlarda bulunan ve marn çöküntüsü içinde yer alan bir baca kullanılarak aşılmış ve mağaranın 700m'lik bölümü daha araştırılarak, haritalanmıştır (Şekil 4.10). Söz konusu araştırma, gerek geçilen marn bacasında karşılaşılan çökme tehlikesi ve gerekse ulaşılan son noktada karşılaşılan oldukça derin ve geniş bir gölün eldeki malzemelerle aşılamayışından dolayı tamamlanamamıştır. Araştırılamayan bölümün incelenmesi ve haritalanması amacıyla daha sonra yapılan çalışmalarda, marn içinde yer alan bacanın çökme sonucu kapandığı görülmüştür.

Maraspoli mağarası Orta-Üst miyosen yaşlı marn ara katkılı detritik kireçtaşlarından oluşan KÜ birim içinde biri K30D, diğeri K5D uzanımlı iki ayrı kırık hattına bağlı olarak gelişmiştir. Yapılan yüzey incelemelerinde söz konusu ana kırık hatlarının net bir biçimde izlenemediği görülmüştür. Mağara giriş ağzına yakın bölümde K30D uzanımlı bir kırık boyunca başlamakta, yaklaşık su alma yapısının bulunduğu kesimde (Şekil 4.9), kırık doğrultusu K5D'ya değişerek mağara 330m daha devam ederek sifon olarak adlandırılan çöküntüye ulaşmaktadır. Bu bölüm gerçek anlamda bir sifon olmayıp, altta yer alan kireçtaşlarının aşınması sonucunda kendi ağırlığının etkisiyle çöken marn bloklarından oluşmaktadır. Çöküntü alanında mağara doğrultusu tekrar değişmekte ve K30D doğrultusunu takip ederek aşılamayan büyük göle kadar uzanmaktadır. Çöküntü alanı K5D ve K30D uzanımlı kırıkların kesişme noktasında yer almakta olup; çöküntünün



Şekil 4. 10. Ermenek mağarası ve yeraltı akarsuyunun planı

oluşumunda kırık hatlarının kesişmesinden kaynaklanan zayıflık zonunun etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Mağaranın ulaşılan son noktasındaki yeraltı akarsuyunun verdisi (yaklaşık 550l/s) ve mağara kesitinin büyüklüğü dikkate alındığında, mağaranın ulaşılan son noktadan itibaren oldukça fazla bir uzanıma sahip olabileceğine işaret etmektedir.

Yapılan haritalama çalışmaları sonucunda, mağarada kanyon (canyon), anahtar deliği (key hole) ve elips şekilli en-kesitlerin hakim olduğu belirlenmiştir. Kanyon ve anahtar deliği şeklindeki kesitler mağarada akım hızının yüksek olduğu bölümlerde büyük oranda fiziksel aşınma sonucu oluşmuş yapılardır. Bu kesimlerde, mağara duvarlarında gözlenen oygu izlerinden (scallops) geçmişteki akım hızının oldukça yüksek olduğu (olasılıkla bir kaç m/s) anlaşılmaktadır. Elips şekilli mağara kesitleri genellikle mağaranın araştırılabilen son kesimlerinde yer almakta olup, bunların büyük bölümünde elips bir kenardan yarılmış ve kanyon şekilli kesitler gelişmeye başlamıştır. Mağara boyunca gözlenen "T" şekilli bazı kanyonlar düşey yönde litolojinin değişmesi ve daha kolay aşınabilen marnlı seviyelerin akarsu tarafından hızla aşındırılması sonucunda gelişmişlerdir (Yeşertener et al., 1990).

Maraspoli Mağarasında gözlenen dikkat çekici enkesit biçimlerinden birisi, literatürde seyrek olarak değinilen siklik (cyclic) (Bogli, 1980) kesitlerdir. Bu tür kesitler mağaranın su alma yapısı ile sifon arasında kalan bölümünde görülmekte olup; zaman içinde akım hızında ortaya çıkan artış ve azalma evrelerinin tipik göstergesidirler. Siklik (cyclic) kesitler tarafından belirlenen akım hızındaki artış ve azalmaların yakın geçmişteki (bir kaç on/yüz bin yıl) iklimsel değişimler ile ilişkili olması mümkün görülmektedir.

Mağara içerisinde en çok rastlanan karbonat çökelleri, sarkıt, dikit, silter ve mağara incisidir.

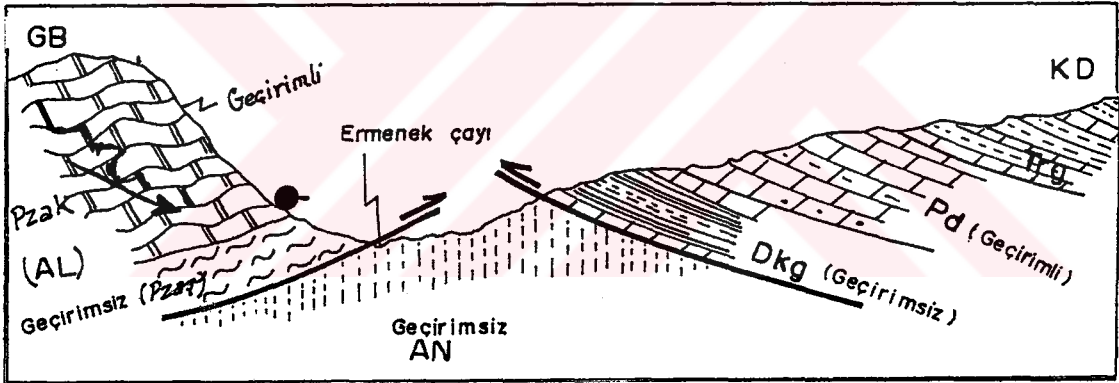
4.3.3 Alanya Birliği Kaynakları

Bölgesel anlamda geçirimsiz olarak değerlendirilmesine rağmen bu birliğin içerisinde yer alan rekristalize kireçtaşları geçirimlidir. Akifer olma özelliği

gösteren bu birimden, özellikle Antalya birliğine (geçirimsiz) bindirdiği kesimlerde çeşitli kaynaklar boşalmaktadır. Bu birimden boşalan Dumlugöze kaynağı dışındaki diğer kaynaklar, 10 l/s den küçük olduğundan, bu çalışma kapsamında incelenmemiştir.

Dumlugöze Kaynağı

İnceleme alanında Dumlugöze köyünün doğusunda yer alan kaynak (Bkz. Ek. 1, E3), köyün içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Örnekleme yapıldığı Ağustos 1993 tarihinde verdisi yaklaşık 20-25 l/s olan kaynak, rekristalize karbonatlı kayaçlarının tabanda yer alan Şistlerle olan dokanağından 1150m kotundan çıkmaktadır. Kaynak tek bir gözeden boşalmaktadır. Kaynak çıkış ağzının üst kesiminde kırık hattı takip edilebilmektedir. Bu durum kaynak yeraltı suyunun kırık hattı boyunca hareket ettiğini göstermektedir. Kaynağın boşalım mekanizması Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. Dumlugöze karst kaynağının boşalım mekanizmasını gösteren şematik kesit

Kaynağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ($T=10.2^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6.9$, $\text{EC}_{25} = 467 \mu\text{S/cm}$, $\text{DO}=7.90 \text{ mg/l}$ ve $\text{SCO}_2=12.5 \text{ mg/l}$), kaynağın sığ uzun dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Kalsiyum karbonat bakımından doymun olmayan ($\text{SIC} = -0.49$) kaynak, çözücü sular sınıfına girmektedir. Kaynak traverten çökeltmektedir.

4.4 Su Kimyası Çalışmaları

İnceleme alanında yer su noktalarının hidrojeokimyasal karakteristikleri, yerinde (in-situ) ölçüm ve analizler ile laboratuvarda yapılan analiz sonuçlarından yararlanarak değerlendirilmiştir. Su Kimyası çalışmalarında kullanılan veriler, 1987, 89, 90 ve 93 yılları Mayıs, Haziran, Ağustos ve Eylül aylarında toplanan karst kaynakları ve Ermenek çayından toplanan örneklerle aittir. Bu çalışma kapsamında 1987 yılında toplanan su örnekleri analiz hataları içerdiğinden değerlendirmeye alınmamıştır. Bu çalışmalar sırasında 53 adet su noktası incelenmiştir. Değerlendirmelerde aynı dönemde alınan su örnekleri birlikte kullanılmıştır.

4.4.1 Su Kimyası Örnekleme, Analiz ve Hesaplama Yöntemleri

Örnek toplama ve analiz işlemleri uluslararası standartlara uygun olarak yapılmıştır. Örnekleme ve yerinde analiz çalışmalarında APHA et al (1981) tarafından önerilen yöntemler uygulanmıştır. Yerinde ölçüm ve analiz çalışmalarında, örneklerin, pH, elektriksel iletkenlik (EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$), sıcaklık (T, $^{\circ}\text{C}$), serbest karbondioksit (SCO_2) ve çözünmüş oksijen (DO, mg/l) parametrelerine ait değerler belirlenmiştir. Yerinde ölçüm ve analizlerde kullanılan aygıt ve gereçler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yerinde ölçüm ve analizlerde kullanılan aygıt ve gereçler

Parametre	Ölçüm/Analiz Aygıtı	Duyarlılık	Yöntem
pH	Orion 403,290A	0.01, 0.001	Cam elektrod
EC	YSI Model 33	%1	Wheatstone köprüsü
T	YSI Model 33,Oron 290A	0.1, 0.01	Cam elektrod
DO	YSI Model 54	0.1 mg/l	Zar elektrod
SCO_2	Mikro Pipet	0.1	Titrasyon

Belirlenen her su noktasından iki örnek alınmıştır. Katyon analizi için alınan örneğe $\text{pH} < 2$ olacak şekilde hidroklorik asit koruyucu olarak ilave edilmiştir. Anyon analizi için alınan örnek şişelerine koruyucu kimyasal madde katılmamıştır. Alınan su örnekleri üzerinde yapılan major iyon (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{--} , Cl^- , SO_4^{--}) analizleri, TSE belgeli HÜ Uluslararası Karst Su Kaynakları

Uygulama ve Araştırma Merkezi(UKAM) Su Kimyası laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında toplanan su örneklerinin analiz sonuçları Ek Çizelge 8’de verilmiştir.

Su örneklerinin, Elektiksel Denge (ED,%), Mineral Doygunluk İndisleri (SI), Çözünmüş Karbondioksit Doygunluk İndisi (SIPCO₂), Alkalinite, Toplam İnorganik Karbon (TIC) ve pH değerlerinin belirlenmesi amacıyla, Truesdell and Jones(1974) tarafından geliştirilen WATEQ bilgisayar programının Appelo and Postma (1992) tarafından uyarlanan Paskal versiyonu WATEQP kullanılmıştır. WATEQP bilgisayar programı hakkında açıklayıcı bilgiler ve üretilen parametrelerin değerleri Ek Açıklama B’de verilmiştir. Ek Açıklama B’de verilen ve su kimyası değerlendirmelerinde yararlanılan parametrelerin değerleri Ek Çizelge 9’da özetlemiştir.

4.4.2 Suların Hidrojeokimyasal Ortam Özellikleri

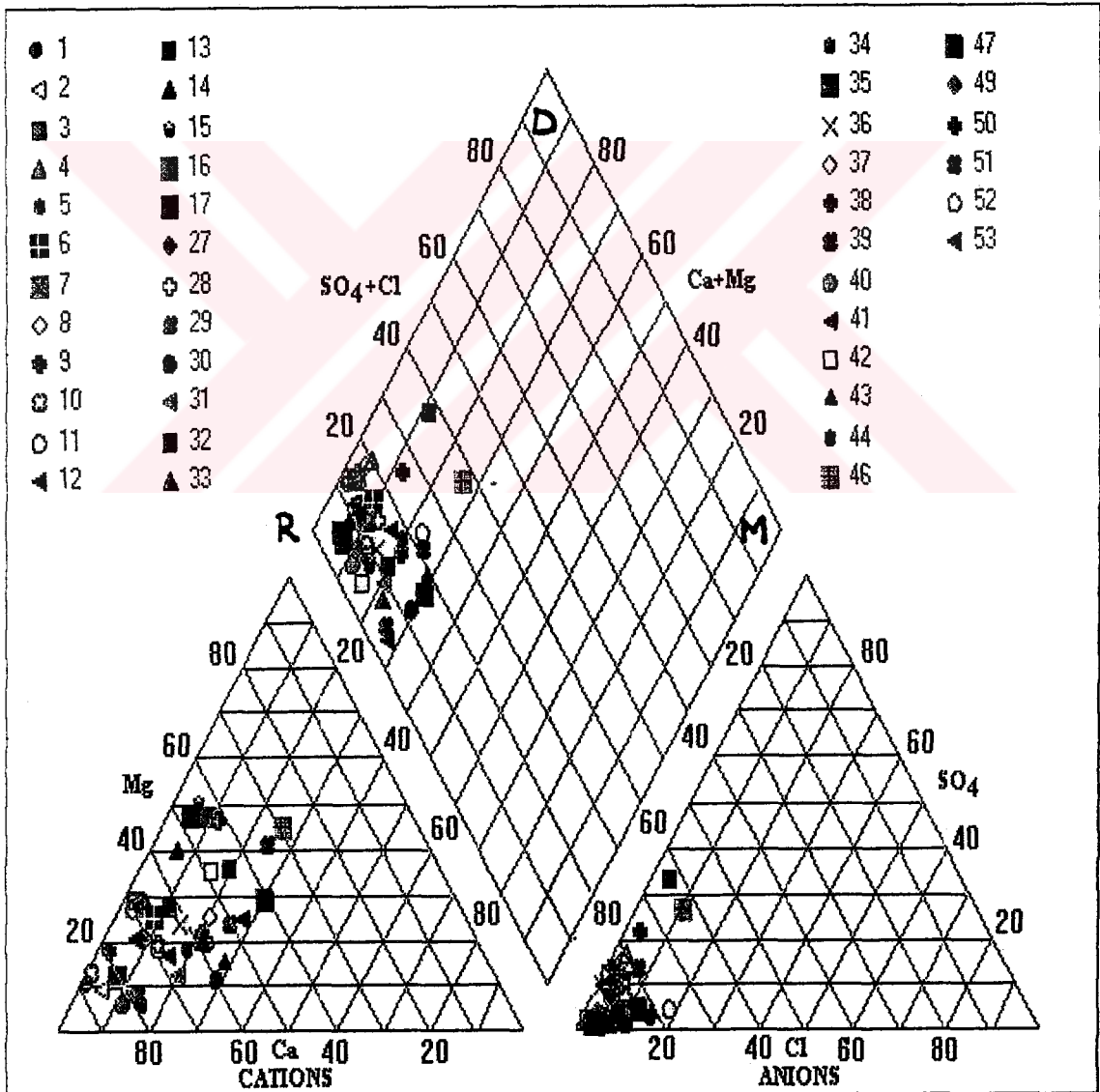
İnceleme alanındaki suların hidrojeokimyasal ortam özelliklerinin açıklanmasında, Piper diyagramlarından yararlanılmıştır. Piper diyagramlarının çizilmesinde Arıkan(1994) tarafından geliştirilmiş bilgisayar programı kullanılmıştır. Şekil 4.12’da suların majör anyon ve katyonları kullanılarak oluşturulan Piper diyagramı görülmektedir. Ayrıca ayrı dönemlerde alınan suların Piper diyagramları Ek Şekil 4 (a-d)’de verilmiştir.

Şekil 4.12’da verilen Piper diyagramı incelendiğinde, inceleme alanındaki suların çoğunluğu, karbonatlı kayalardan boşalan ve doğrudan doğruya yağıştan beslenen genç sular grubunda yer almaktadır. Başka bir deyişle, havza suları, “Kalsiyum Bikarbonat” tipi sular grubunda yer almaktadır. Bununla birlikte, 14, 15, 16,17, 32, 38 ve 42 no.lu sular Dolomitik (Kalsiyum Magnezyum Bikarbonat) su özelliğine sahiptir. Ayrıca karbonatlı kayalarda açılan kuyulara ait su örneklerine ait 23, 46 ve 41 no.lu sularda geçirimsiz ofiyolitli karmaşığın etkisi görülmektedir (Bkz. Ek Şekil 4).

Öte yandan, Piper diyagramları su örneklerinin karbonat akiferlerinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlardan hangisinin etkisi altında olduğunu belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Back and Hanshow (1979)’a göre, diyagramın “R” bölgesi

kalsiyum karbonatın çözünme bölgesi, "D" bölgesi ise dolomit ve Jibsin çözünme bölgesidir. Karst akiferlerinin çoğunda kimyasal reaksiyonlar R'den D'ye doğrudur. R-D doğrusu üzerinde yer alan sularda D'ye doğru Magnezyum Sulfat bakımından zenginleşme görülür (Bayarı, 1991). İnceleme alanındaki sular genelde "R" bölgesinde yer almaktadır.

Piper diyagramında dikkat çekici diğer bir durum ise 1 no.lu su örneği (Nadire kaynağı), zaman içerisinde İyon değişimi (exchange) reaksiyonuna girmiştir. Böylece 30 no.lu nadire kaynak suyunda Na ve K iyonları % olarak artmış, Ca ve Mg iyon içeriği ise yüzde olarak azalmıştır.

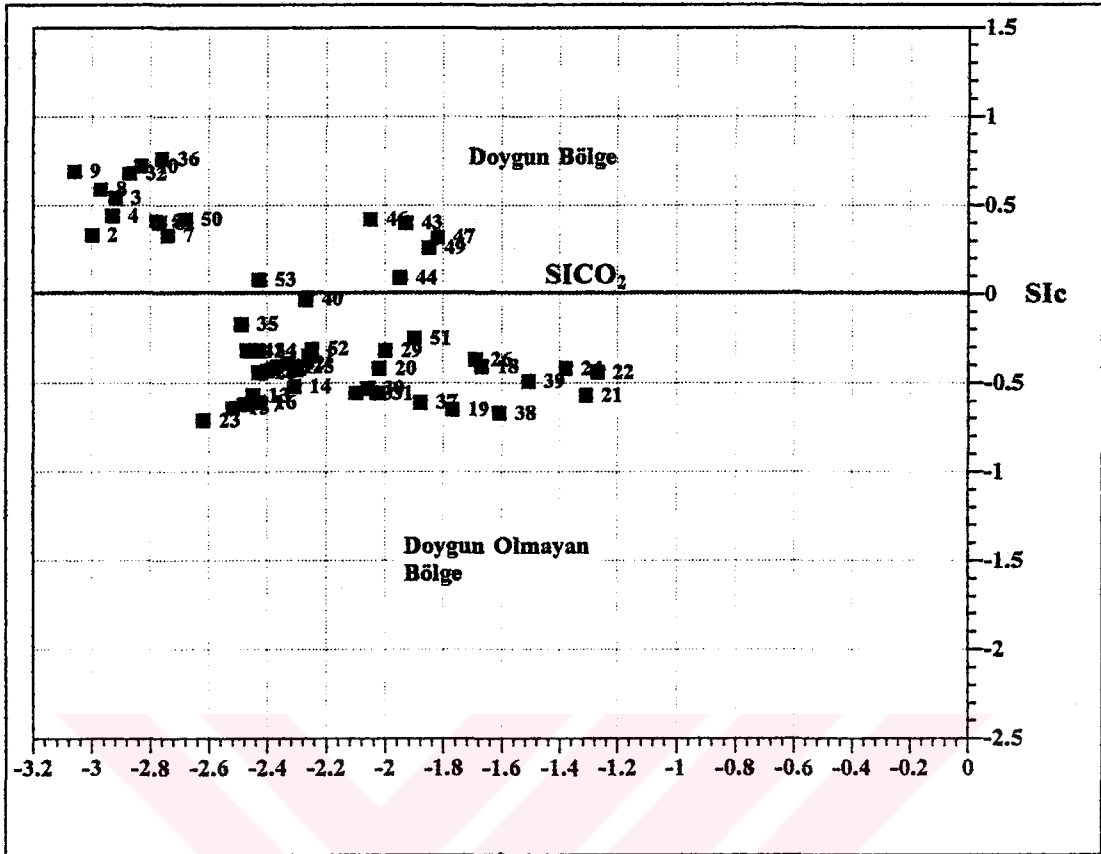


Şekil 4. 12. İnceleme Alanı Sularının Piper Diyagramı Üzerindeki Konumu

oranın Dolomitik sulara 1'e kadar yükselebileceği görülmektedir (Appelo and Postma,1992). Bu bilgilerin ışığı altında, inceleme alanındaki 13, 14, 22, 24, 38 ve 47 no.lu sular dolomitik sular olarak değerlendirilmiştir. Bunun dışında, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 46 ve 51 no.lu sulara Ofiyolitli karmaşığın etkisi gözlenmektedir. Diğer bütün sular kalsitik sular olarak değerlendirilmiştir. 24 ve 51 no.lu sular SK216 kuyusundan alınan sulardır. Yapılması planlanan Ermenek barı rezervuar alanında yer alan ve Jkn mega kireçtaşı bloğunda açılan bu kuyudan Mayıs ayında alınan su örneğindeki Mg/Ca oranı, Ağustos ayında alınan örnekteki Mg/Ca oranına göreli olarak daha düşüktür. Ağustos ayında alınan su örneğinde ofiyolitli karmaşığın etkisi görülmektedir. Bu ise yeraltısuyunun mayıs ayında daha genç sularla beslendiğini kurak dönemde ise yeraltısuyunun dolaşımı esnasında karşılaştığı Serpantinitlerden ilave olarak Mg aldığını göstermektedir. şekil 4.13'de gözlenen diğer bir durum ise karst kaynaklarının kalsit mineralince doğun olmadığı ve suların çözücü karakterde olduğudur. Ermenek ayından alınan su rneklelerinin ise kalsite doğundur.

Suların SIC değerlerine bakılarak yerel veya yaygın dolaşıma sahip oldukları konusunda da fikir sahibi olunmaktadır. Schuster and White (1972)'a göre yerel ve yaygın dolaşımlı karst kaynaklarının SIC değerleri arasındaki sınır -0.3 dolayındadır. Yerel dolaşımlı sular bu sınırın altında, yaygın dolaşımlı sular ise bu sınırın üstünde SIC değerine sahiptir. Bu verilere göre KA biriminden boşalan karst kaynakları yerel dolaşıma sahiptir. Jkn mega karbonatlı kayaçlarındaki yeraltısuları yaygın dolaşıma sahiptir. K birimden boşalan Maraspoli karst kaynağının SIC değeri -0.17 dir. Yukarıdaki değerlendirmeye göre yaygın dolaşımlı sular olarak düşünülebilir. Ancak Maraspoli karst kaynağı, maraspoli mağarasından boşalan bir yeraltıderesidir ve büyük bir karst kanalında akmaktadır. Bu nedenle, Schuster ve White(1972) tarafından verilen bu aralığın, bu kaynak için geçerli olmadığı düşünülmektedir.

İnceleme alanındaki suların, karbondioksite olan doğunlukları (SIPCO₂) ile kalsite doğunlukları (SIC) arasındaki ilişki şekil 4.14'de verilmiştir.



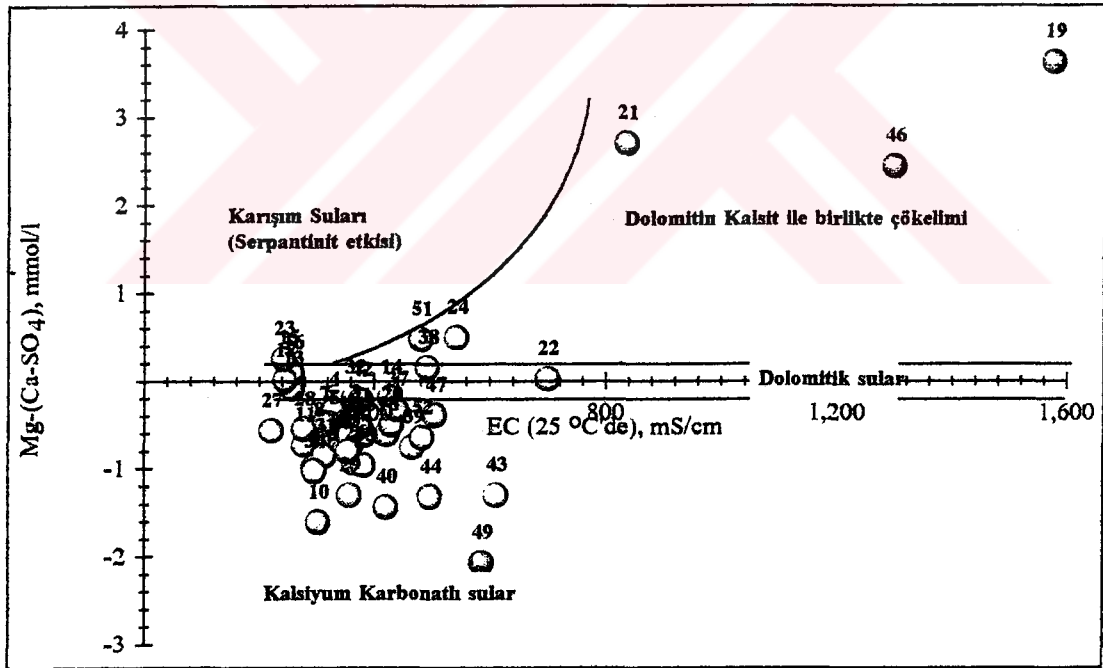
Şekil 4.14. İnceleme Alanı Su Örneklerinin $SIPCO_2$ - SIC İlişkisi

Şekil 4.14 incelendiğinde, suların karbondioksit bakımından doymun olmadıkları görülmektedir. Ermenek çayına ait su örneklerinde $SIPCO_2$ değeri -2.5 ile -3.2 arasında değişmektedir. Havza yüzey boşalımını temsil eden bu suların PCO_2 içerikleri atmosfere açık olduklarından dolayı atmosferik PCO_2 içeriğine yakın değerdedir. İnceleme alanındaki karst kaynaklarındaki bu değişim ise -2.0 ile -2.6 arasındadır. Ermenek barajı bent yerinde açılan kuyularda ise $SIPCO_2$ değeri -1.2 ile -2.2 arasındadır. Bu verilere göre kuyulardaki kısmi karbondioksit basıncı görece olarak daha yüksektir. Ayrıca sondaj kuyularındaki yeraltısularının bahar döneminde SIC bakımından doymun olmadığı, yaz dönemi(kurak dönem)'nde ise doymun olduğu görülmektedir. Ermenek barajı bent yerinde Jkn mega bloğunda açılan bu kuyulardaki yeraltısuyunun yaygın dolaşıma sahip olduğu düşünülmektedir. Bu suların $SIPCO_2$ değerinin görece olarak yüksek oluşu bu suların rezervuarının küçük ve akiferde kalış sürelerinin uzun olduğunu göstermektedir.

4.4.4 Karbonatlı Suların Diğer Sularla Karışımı

İnceleme alanında karbonatlı kayalardan boşalan kaynak sularının bir kısmında Mg değerinin Ca değerinden yüksek oluşu, SO_4 içeriğinin bazı sondaj kuyularında yüksek oluşu (Bkz. Ek Çizelge 8) vb. veriler, karstik suların dolaşimleri esnasında diğer kökenli sularla karıştığını veya temas ettiği diğer birimlerden iyon çözdüğünü göstermektedir.

Appelo and Postma (1992)'ya göre, suyun bileşimine aktif olarak katılan mineraller, jips, sülfid, kalsit, dolomit ve Mg taşıyan (talk, serpantin, krisoti vb.) minerallerdir. Feldispat ve mika grubu mineraller, düşük ve üniform Na ve K derişimlerine sahip olduklarından diğerlerine göreli olarak önemli değildir. Sulardaki sülfatın kaynağı muhtemelen jips'dir. Jipsin çözünmesi ile suya eşit miktarda Ca^{++} ve $\text{SO}_4^{=}$ katılacaktır.



Şekil 4.15. Su örneklerinin EC'ye karşılık $\{\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)\}$ ilişkisi

İnceleme alanında özellikle baraj yerindeki karbonatlı kayalarda açılan bazı kuyuların analizlerinde beklenenden daha fazla sülfata rastlanmıştır. Analiz sonuçlarında, $\text{mSO}_4^{=}$ 'ün, mCa^{++} dan çıkarılmasıyla suya başka kaynaklardan

katılan Ca^{++} bulunacaktır. Bu diğer kaynaklar, kalsit, dolomit ve serpantindir (Appelo and Postma, 1992). Suların karışım durumlarını incelemek amacıyla, Elektriksel İletkenlik (EC)'ye karşılık Magnezyum-Kalsiyum $\{\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)\}$ gafiği çizilmiştir (Şekil 4.15). Grafik incelendiğinde, çözünmüş mineraller bakımından üç tip su belirlenmiştir:

- 1) CaCO_3 'lu sular : $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri -0.15 den küçük olan bölgede yer almaktadır. Başlıca kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından çıkmaktadır. Genellikle düşük SO_4 ve EC değerine sahiptirler.
- 2) Dolomitik sular : $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri sıfırdır. Örneklerin SO_4 ve EC değeri 1 no.lu sulara göreli olarak yüksektir. Bu sular kalsit bakımından doygunudur. 13, 14, 22, 24, 38, 47 ve 51 no.lu sular bu gruba girmektedir. Örnekteki Ca^{++} miktarı arttığında CaCO_3 çöker. Bu durumda, $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri artar . Kaynak çıkışında kalsit çöker ve kalın traverten çökelleri oluşur. 19, 21, 24, 46 ve 51 no.lu sondaj kuyusu suları bu grup içerisinde yer almaktadır.
- 3) Serpantinit etkisi olan sular : 2. Grup sulara göre daha düşük EC değerine sahiptir. $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri yüksektir. Bu gruba giren sular kalsit bakımından doygun olmazlar. İnceleme alanındaki 15, 16, 17 ve 23 no.lu sular bu gruba girmektedir.

4.5 Karst Sularının İzotop Hidrojeolojisi

4.5.1 Örneklem ve analiz çalışmaları

İnceleme alanında toplanan örnekler, IAEA tarafından belirlenen örneklem kurallarına uygun olarak Ağustos/Eylül 1988, Eylül 1989 ve Haziran 1990 yılları içerisinde toplanmıştır. Analizler, UKAM ile IAEA tarafından yürütülmekte olan, "Isotope Survey of Western Taurids Karst Region, Turkey (RB-5019)" adlı araştırma projesi kapsamında IAEA'nın Viyana'daki laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçları ve örneklerin yerinde (in-situ) fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. İnceleme alanına ait çevresel izotop verileri

No	Kodu	Tarih	Örnek Adı	Türü	O-18	D	TU	T hata	T °C	EC µS/cm	Yükselti (m)
1	GERB-1	30/8/88	Maraspoli	kaynak	-9.94	-61.6	11.5	0.4	10.0	280	1350
2	GERB-10	9/1/88	Erm. Alaköprü	akarsu	-9.02	-56.6	12.3	0.6	18.0	331	510
3	GERB-11	9/2/88	Asağı çağlar	kaynak	-10.2	-60.9	15.0	0.6	10.0	378	1300
4	GERB-2	31/8/88	Erm. Küçükçay	akarsu	-9.73	-61.9	15.2	0.6	20.0	366	650
5	GERB-3	31/8/88	B. Karapınar	kaynak	-9.92	-62.2	14.2	0.7	11.0	420	1200
6	GERB-4	1/9/88	Erm. Sarıdaş kp	akarsu	-9.16	-56.3	11.4	0.7	14.6	305	650
7	GERB-5	1/9/88	Nadire	kaynak	-9.75	-59.3	5.40	0.6	10.6	297	700
8	GERB-6	1/9/88	Erm. Nadire	akarsu	-8.87	-54.7	14.5	0.6	13.9	304	695
9	GERB-7	1/9/88	Kapız	kaynak	-9.46	-55.2	14.4	0.7	10.0	315	680
10	GERB-8	1/9/88	Erm. Kapız	akarsu	-8.12	-47.9	14.3	0.7	25.6	370	678
11	GERB-9	1/9/88	Zeyre	kaynak	-9.00	-51.2	8.40	0.7	11.0	355	810
12	ISP-16	16/6/90	Maraspoli	kaynak	-10.07	-61.1	9.10	0.5	10.0	280	1350
13	ISP-17	16/6/90	Zeyre	kaynak	-8.97	-56.8	7.80	0.5	11.0	350	810
14	ISP-18	15/6/90	Yukarı çağlar	kaynak	-10.36	-64.3	13.6	0.3	9.5	259	1325
15	UKAM-14	25/9/89	Erm. G-I Galeri	akarsu	-9.16	-56.4	9.60	0.5	15.5	332	515
16	UKAM-15	26/9/89	Erm. Ç. memba	akarsu	-9.30	-57.3	10.0	0.5	18.5	314	520
17	UKAM-16	30/9/89	Kapız	kaynak	-9.58	-56.8	11.6	0.6	11.0	369	680
18	UKAM-17	25/9/89	Erm. Ala Köprü	akarsu	-9.16	-56.6	9.60	0.5	18.0	331	518
19	UKAM-18	27/9/89	Erm. Çimene	akarsu	-9.19	-56.4	9.30	0.5	16.8	368	510
20	UKAM-19	26/9/89	Erm.Ç. Mansap	akarsu	-9.26	-56.9	10.1	0.5	17.2	323	520
21	UKAM-20	30/9/89	Nadire	kaynak	-9.61	-60.0	4.50	0.4	10.5	297	700
22	UKAM-21	29/9/89	Erm.Rez.memba	akarsu	-9.29	-56.0	7.30	0.4	14.0	304	635
23	UKAM-22	29/9/89	Erm.Rez. köprü	akarsu	-9.25	-51.0	6.90	0.4	14.6	299	630
24	UKAM-23	29/9/89	Erm.Rz.mansap	akarsu	-9.47	-57.1	7.50	0.4	13.9	305	625

4.5.2 İzotop verilerinin değerlendirilmesi

Oksijen-18 Döteryum İlişkisi

İnceleme alanına ait örneklerin oksijen-18/döteryum ilişkisi Şekil 4.16'te gösterilmiştir.

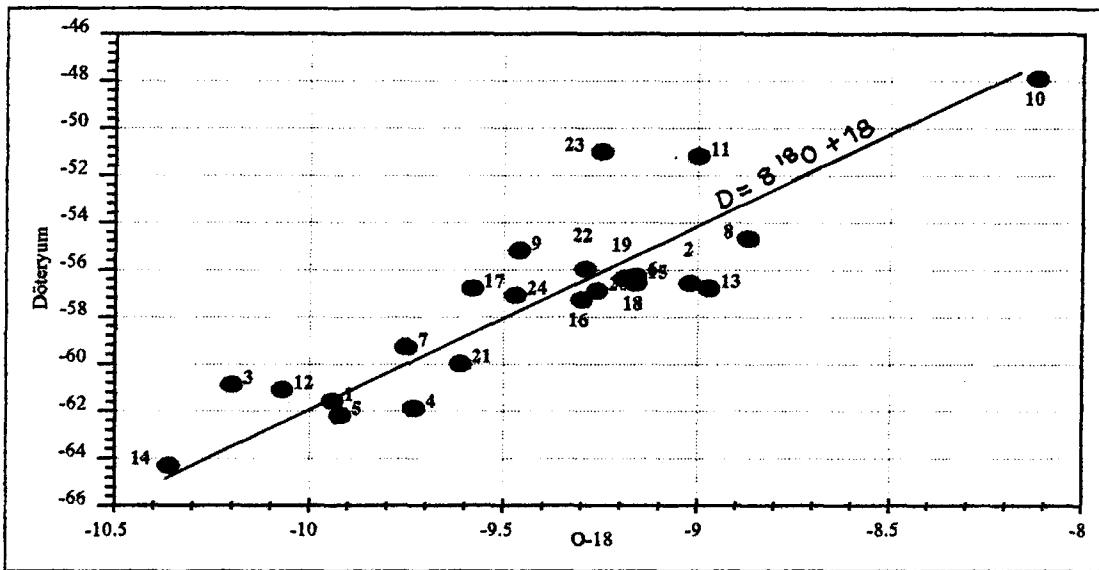
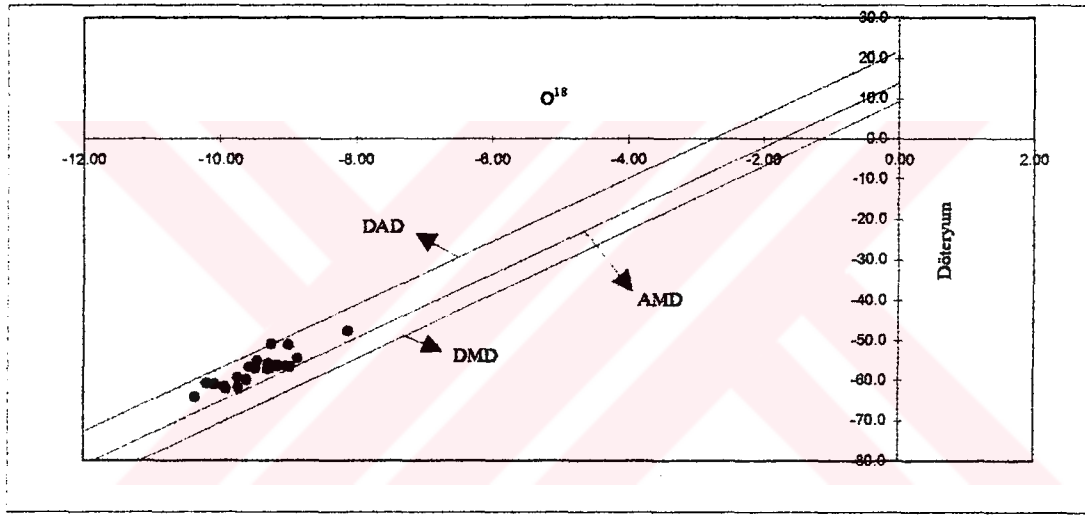
İncelenen tüm suların, $D = 8^{*18}O + 22$ eşitliği ile verilen Doğu Akdeniz Doğrusu (DAD) (Payne and Dinçer,1965) ile $D = 8^{*18}O + 14.3$ eşitliği ile verilen Antalya Yağışları Doğrusu(AMD) (Yurtsever, 1978) arasında yer aldıkları görülmektedir.

İnceleme alanındaki tüm su noktalarının değeri :

$$D = 8 * {}^{18}\text{O} + 18$$

olan bir meteorik doğru üzerinde yer aldıklarını göstermektedir.

Bayarı (1991) tarafından çalışma alanının doğusunda yer alan aşağı Zamanti havzasında yapılan benzer bir değerlendirmede söz konusu alana ait yağışların döteryum fazlası değeri +24 olarak belirlenmiştir. Bu durum, Toros kuşağı boyunca Antalya'dan doğuya doğru gidildikçe döteryum fazlası değerinin sistematik biçimde arttığı göstermektedir.



Şekil 4.16. İnceleme Alanı Sularının O18 - Döteryum İlişkisi

Su noktalarının ayrı ayrı değerlendirilmesi:

Kaynaklar:

Tüm su noktaları arasında yukarı Çağlar (14) en yüksek kotlardan beslenen kaynaktır. Bu kaynağın yakınından boşalan aşağı Çağlar (3) da benzer bir beslenme yükseltisine sahiptir.

Mahraspoli kaynağının Eylül 88 (1) ve Haziran 90 (12) tarihlerine ait örnekler yaklaşık aynı konuma sahiptir. Bu durumda, Mahraspoli akiferinin iyi karışmış sular içerdiği ve zaman içinde büyük bir izotopik değişim göstermediği söylenebilir.

Nadire kaynağının Eylül 88 (7) ve Eylül 89 (21) örnekleri, $^{18}\text{O} / \text{D}$ grafiği üzerinde bağıl olarak yakın konumlarda yer almaktadır. Bu durum, kaynağın izotopik kompozisyonunun zaman içinde büyük bir değişim göstermediğine işaret etmekte olup, kaynağı besleyen akiferin iyi bir karışıma sahip olduğugöstermektedir. Öte yandan, Nadire ve Mahraspoli kaynaklarının duraylı izotop içerikleri karşılaştırıldığında Mahraspoli kaynağının bağıl olarak daha üst kotlardaki yağışlardan beslendiği anlaşılmaktadır.

Kapız kaynağına ait Eylül 88 (9) ve Eylül 89 (17) örnekleri de $^{18}\text{O} / \text{D}$ grafiğini üzerinde yakın konumlarda yer almaktadırlar. Bu durum, yukarıda değinilen diğer kaynaklarda olduğu gibi Kapız kaynağını besleyen akiferde de iyi bir karışım olduğunu, izotopik kompozisyonun zaman içinde büyük bir değişim göstermediğine işaret etmektedir. Öte yandan, diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında bu kaynak daha alçak kotlardan beslenmektedir. Ayrıca, Eylül 89 (17) örneğinin Eylül 88 (9) örneğine göre daha sağ üstte yer alması 1989 yılındaki beslenimin atmosferik nem buharlaşmasından daha fazla etkilendiği söylenebilir.

Zeyve kaynağına ait Eylül 88 (11) ve Haziran 90 (13) tarihlerine ait örneklerin grafik üzerindeki konumundan, yukarıda değinilen diğer kaynaklar ile karşılaştırıldığında bu kaynağın izotopik kompozisyonun daha geniş bir aralıkta değiştiği anlaşılmaktadır. Bu durum olasılıkla, 1990 yılında atmosferik nem buharlaşmasından daha fazla etkilenmiş olan yaz yağışlarının kaynak izotopik kompozisyonu üzerinde kısa sürede etkili olduğu şeklinde açıklanabilir.

Bu durumda kaynağı besleyen akiferin yağıştan itibaren sızmadan kısa sürede etkilendiği düşünülebilir.

Akarsular:

Büyük Karapınar (5), yukarı Çağlar (14) ve aşağı Çağlar (3) kaynaklarını derene eden Küçük Çay (4)'in duraylı izotop kompozisyonu, akarsuyun kaynakların katılımından sonra kısmi bir buharlaşmaya uğradığına işaret etmektedir. Bu durum söz konusu suların Cl içerikleri ile de doğrulanmaktadır.

Öte yandan olası yeraltısuyu katkılarının belirlenmesi amacıyla Ermenek Çayı boyunca yapılan bir dizi örnekleme ile 1988 yılından membadan mansaba doğru (Ermenek-Kapız) 10, (Ermenek-Nadire) 8, (Ermenek-Sarıdaş) 6, (Ermenek-Alaköprü) 2 nolu örnekler, 1989 yılında (Ermenek-Rezervuar memba) 22, (Ermenek-Rezervuar köprü) 23, (Ermenek-Rezervuar mansab) 24, (Ermenek-Çavuş memba) 16, (Ermenek-Çavuş mansab) 20, (Ermenek-Alaköprü) 18, (Ermenek-G1 galeri) 15, (Ermenek-Çimene) 19 nolu örnekler alınmıştır.

Ermenek Çayı 1988 Yılı:

(Ermenek-Kapız) 10 ve (Ermenek-Nadire) 8 noktaları arasında akarsuya Kapız (9) ve Nadire (5) kaynakları katılmaktadır. Grafikten de görüldüğü gibi akarsuyun Kapız kaynakların katılımından önceki izotopik kompozisyonu duraylı izotoplar açısından zenginleşmiş durumdadır. Duraylı izotopça daha fakir olan söz konusu kaynakların katılımı ile akarsuyun izotopik kompozisyonu da fakirleşmektedir. Akarsuyun daha akış aşağıdaki izotopik kompozisyonu Nadire kaynağına benzer olup; bu kaynağa ait akiferden kaynak ve/veya sızma şeklindeki katılımlar akarsu izotopik kompozisyonu üzerinde etkili olmaktadır.

Ermenek Çayı 1989 Yılı:

1989 yılı örneklerinin en membada olanı Ermenek çayı'nın Nadire ve Kapız kaynaklarının akarsuya katıldığı kesimin akış aşağısına ait olan Ermenek-rezervuar memba (22) örneğidir. Ermenek rezervuar (22) ve bunun akış aşağısında yer alan Ermenek-rezervuar köprü (23) örneklerinin $^{18}\text{O}/\text{D}$ grafiğindeki konumları karşılaştırıldığında döteryum kompozisyonları arasında önemli bir fark bulunduğu

gözlenmektedir. Bu fark, her iki örnekleme noktası arasında akarsuya olan karst yeraltısuyu katılımından kaynaklanmaktadır. Benzer bir durum, Ermenek-rezervuar köprü (23) ile Ermenek-rezervuar mansab (24) örnekleri (akarsu kesitleri) arasında da gözlenmektedir. Bölüm 3(Hidroloji) te de belirtildiği gibi, akarsuyun Ermenek rezervuar memba (22) ve Ermenek rezervuar mansab (24) kesimleri arasında boya seyreltme yöntemiyle ve O-18 içeriği kullanılarak yapılan akım ölçümlerinden bu kesitler arasında yaklaşık $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$ dolayında bir karst yeraltısuyu katkısının mevcut olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, 22 ve 23 nolu kesitler arasında döteryumca zenginleşme olduğu buna karşın 23. ve 24. nolu kesitler arasında döteryumca (kısmen de oksijen-18 açısından) fakirleşme olduğu gözlenmektedir. Bu durum, 23 nolu kesitin akış yukarısında ve aşağısında akarsuya olan karst yeraltısuyu katılımlarının izotopik açıdan farklı karakterde olduğuna işaret etmektedir.

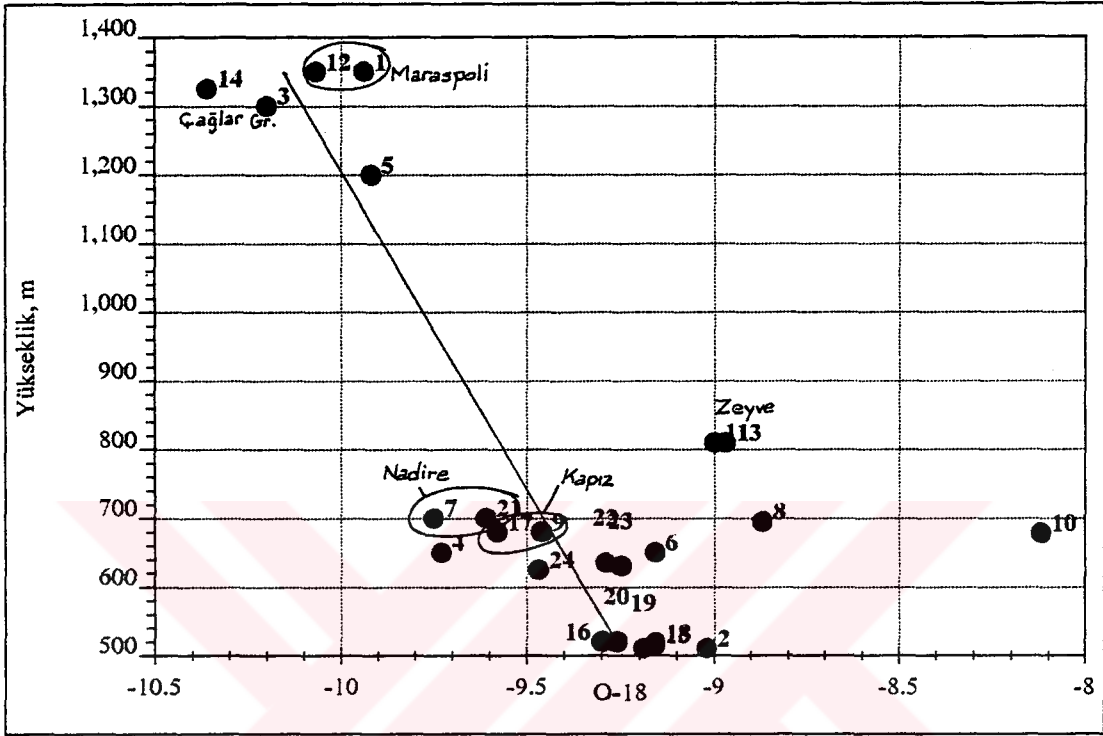
Akarsu izotopik kompozisyonu Ermenek-rezervuar mansab (24) kesiti ile bunun akış aşağısında yer alan Ermenek-Çavuş memba (16) arasında oksijen-18 izotopu açısından hafif bir zenginleşme göstermektedir. Akarsu akış yolunun bu kesiminde geçirimsiz birimlerle temasta olup, söz konusu izotopik kompozisyon değişimi az miktarda buharlaşmaya bağlanabilir. Ermenek-Çavuş memba (16) kesitinin akış aşağısında yer alan tüm örneklerde (20, 18, 15, 19 nolu örnekler) benzer bir izotopik kompozisyon hakimdir. Bu örneklerin $^{18}\text{O}/\text{D}$ grafiği üzerindeki dağılımları yağış doğrusu ile uyumlu olup; buharlaşma sonucu zenginleşme belirtisi göstermemektedirler. Bu durumda, izotopik kompozisyonundaki değişim büyük olasılıkla izotopik açıdan daha zengin olan Zeyve kaynağına ait suların (11-13) 20 ve 18 nolu kesitler arasında akarsuya katılmasından kaynaklanmaktadır.

Oksijen-18 / Yükselti İlişkisi

İnceleme alanına ait örneklerin O-18/yükselti ilişkisi Şekil 4.17'te gösterilmiştir. Şekil 4.17'ten örneklerin büyük bir bölümünde oksijen-18 içeriğinin beklendiği gibi yükseltiyle ters orantılı biçimde değiştiği gözlenmektedir. Genel bir yaklaşımla, inceleme alanında oksijen-18 içeriği, her 100m'lik yükseltide 0.13 ‰'lik (SMOW-Vienna) bir azalma göstermektedir.

Öte yandan, bir kısım örneğin (11, 13, 8, 10 nolu örnekler) inceleme alanına ait oksijen-18 / yükselti ilişkisine uymadıkları gözlenmektedir. Bu durumun söz

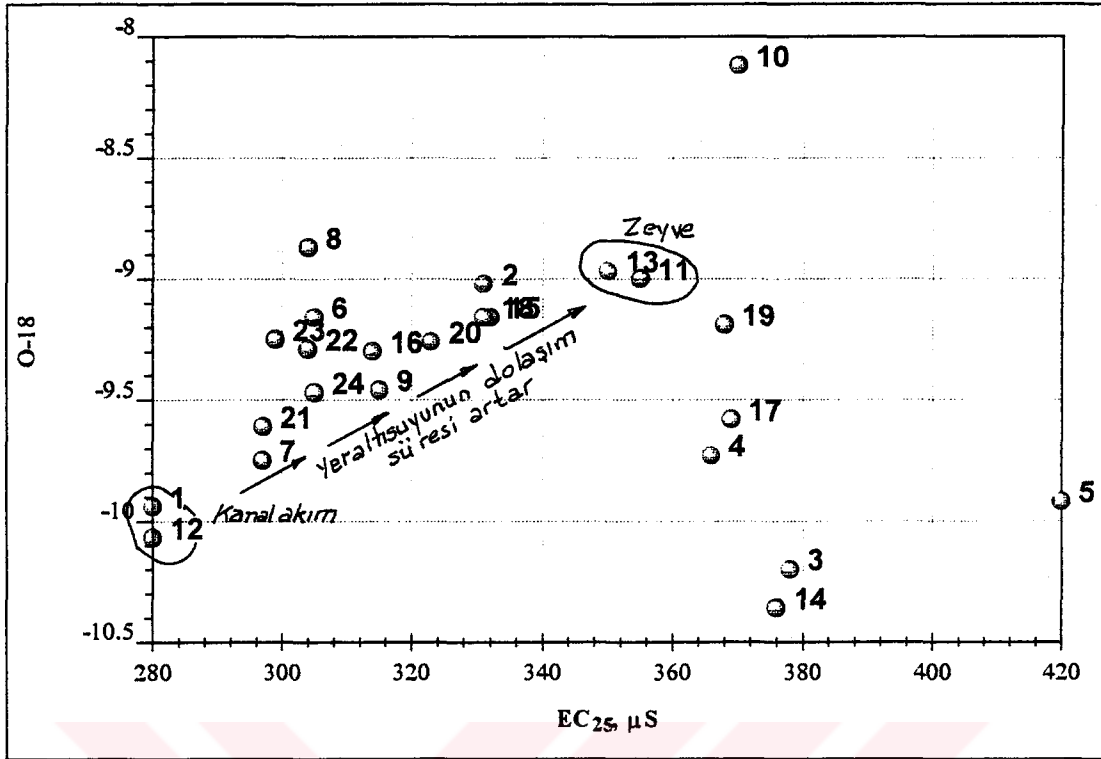
konusu örneklerin farklı bir yağışı temsil etmelerinden ve/veya buharlaşma sonucu oksijen-18 kompozisyonunda oluşan zenginleşmeden kaynaklanması mümkün görülmektedir.



Şekil 4.17. İnceleme alanı izotop örneklerinin oksijen-18 / yükselti ilişkisi

Oksijen-18 / Elektriksel İletkenlik İlişkisi

İnceleme alanına ait örneklerin oksijen-18/elektriksel iletkenlik ilişkisinin gösterildiği Şekil 4.18'de, örneklerin önemli bir bölümünde söz konusu parametreler arasında doğrusal bir ilişkinin var olduğu gözlenmektedir. Elektriksel iletkenlik ile iyonik kompozisyon arasında pozitif bir doğrusal ilişki mevcut olup; iyonik kompozisyon zenginleştikçe elektriksel iletkenlik değeri de artmaktadır. Öte yandan, iyonik kompozisyon yeraltısuyunun akifer ile temas süresi arttıkça zenginleştiğinden, yüksek elektriksel iletkenliği sahip olan suların akifer ile daha uzun süre temas ettikleri, diğer bir deyişle daha uzun süre yeraltında kaldıkları söylenebilir.



Şekil 4.18. İnceleme alanı sularının oksijen-18 / elektriksel iletkenlik ilişkisi

Bu durum ve oksijen-18 izotop içeriğinin beslenme alanı yükseltisi ile doğru orantılı olarak azaldığı (daha negatif değerlere sahip olduğu) dikkate alındığında; Şekil 4.18'da verilen inceleme alanı sularına ait oksijen-18 / elektriksel iletkenlik grafiğinden örneklerin beslenme alanı yükseltisi ile yeraltında kalış süreleri arasında negatif bir doğrusal ilişkinin var olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle, üst kotlardan beslenen ve boşalan sular oksijen-18'ce daha fakir olup; elektriksel iletkenlikleri de düşüktür. Örneğin, Mahraspoli kaynağına ait 1 ve 12 nolu örnekler, bu kaynaktan boşalan suların üst kotlardan beslendiğini ve iyonik kompozisyonca fakir olduğunu göstermektedir. Olasılıkla bu kaynağı besleyen akifer sistemi büyük oranda karstik kanallardan oluşmaktadır.

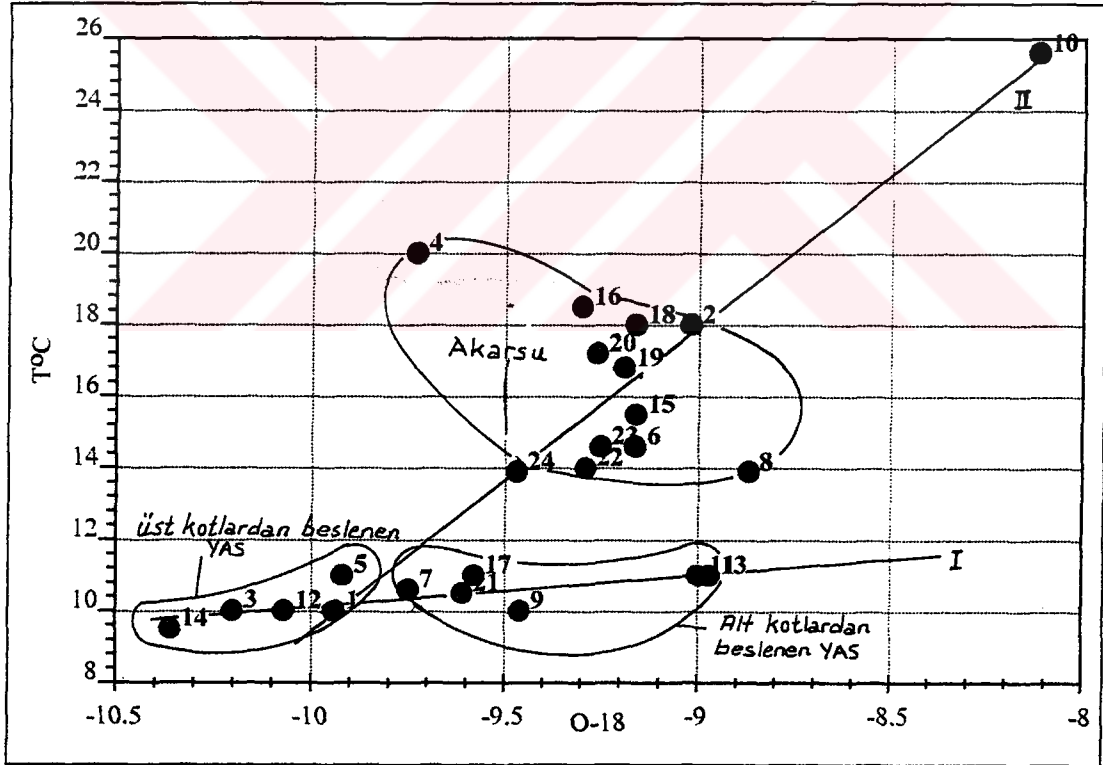
Elektriksel iletkenliği yüksek (ve dolayısıyla iyonik bileşimce zengin) suların oksijen-18 açısından da zengin olmaları, bu suların beslenme alanlarının daha düşük

yükseltielerde yer aldığını ve suların akifer içinde daha uzun süre kaldığını göstermektedir. Örneğin, Zeyve kaynağına ait sular (11 ve 13 nolu örnekler) bu kaynağın Maraspoli kaynağına oranla daha düşük kotlardan beslendiğini, buna karşın yeraltında daha uzun süre kaldığını göstermektedir.

Elektriksel iletkenlik ve oksijen-18 değerleri yukarıda belirtilen söz konusu doğrusal ilişkiye uymayan örneklerin durumu ise olasılıkla bu örneklerin farklı hidrolojik ve hidrojeokimyasal süreçlerden etkilenmeleriyle açıklanabilir.

Oksijen-18 / Sıcaklık İlişkisi

İnceleme alanına ait örneklerin oksijen-18 ve sıcaklık değerlerinin gösterildiği Şekil 4.19'den örneklerin iki farklı doğrusal ilişkiye uydukları anlaşılmaktadır. Genel olarak yeraltısuları I no.lu doğru üzerinde yer alırken, II no.lu doğru üzerinde büyük oranda akarsu örnekleri yer almaktadır. Öte yandan, üst kotlardan beslenen kaynaklar I no.lu doğrunun II no.lu doğru ile kesişme noktasının sol tarafında, alt kotlardan beslenen kaynakların ise sağ tarafında yer aldıkları gözlenmektedir.

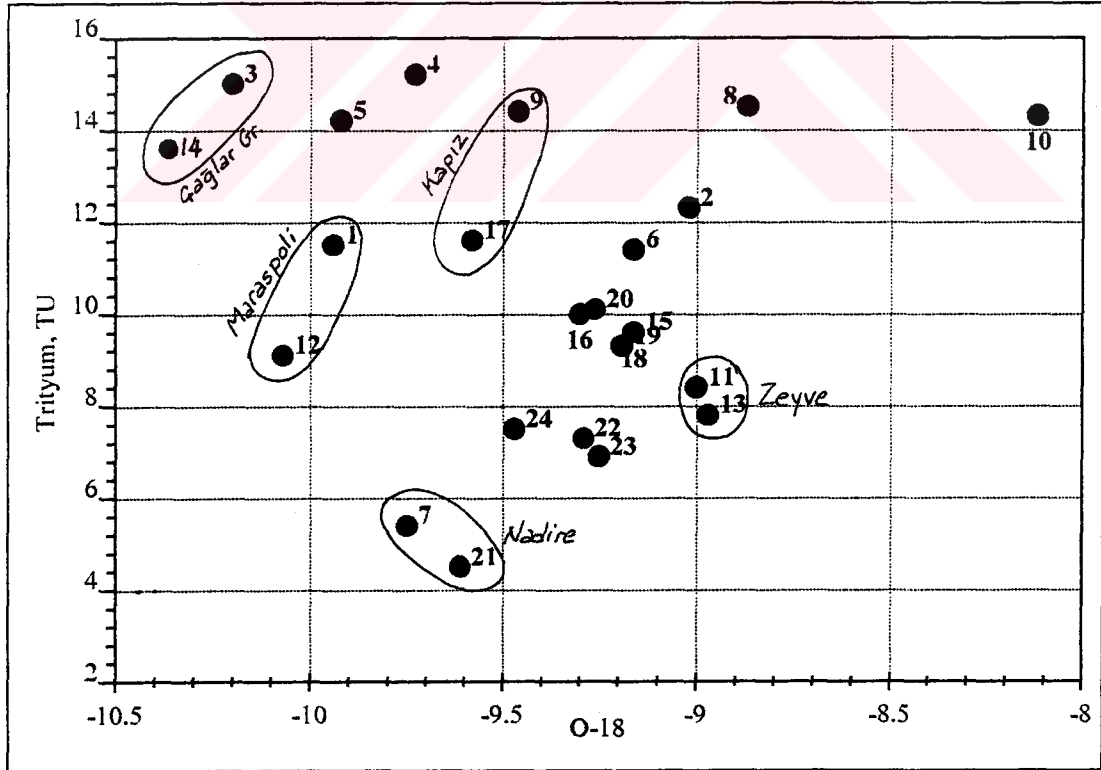


Şekil 4.19. İnceleme alanı sularının oksijen-18 / sıcaklık ilişkisi

II no.lu doğru üzerinde yer alan akarsu örnekleri, bu örneklerin alındığı kesimde akarsuya büyük oranda katkıda bulunan Nadire, Zeyve ve Kapız gibi karst kaynakları ile (beklendiği gibi) benzer izotopik bileşime sahiptirler. Buna karşın, akarsu örneklerinin besleyen yeraltısularına oranla daha yüksek sıcaklığa sahip oldukları görülmektedir. Bu durum, akarsuya ısı transferinden kaynaklanmakta olup, beklenen bir durumdur. Nitekim, akış aşağıya gidildikçe akarsu örneklerinin sıcaklıkları artmaktadır.

Oksijen-18 / Tritiyum İlişkisi

İnceleme alanı örneklerinin oksijen-18 ve trityum derişimleri arasındaki ilişkinin gösterildiği Şekil 4.20'den elde edilen en belirgin sonuç, benzer yada aynı yeraltısuyu boşalmalarına ait su noktalarının grafik üzerinde gruplar oluşturmalarıdır. Örneğin, aynı akım sisteminden boşalan Yukarı Çağlar (14) ve Aşağı Çağlar (3) kaynakları birbirlerine yakın konumda yer almaktadırlar. Bu kaynakların bağıl olarak yüksek trityum içeriği, diğer kaynaklar ile kıyaslandıklarında daha kısa yeraltısuyu dolaşımına sahip olduklarını göstermektedir.



Şekil 4.20. İnceleme alanı sularının oksijen-18 / trityum ilişkisi

Benzer şekilde Maraspoli kaynağına ait 1 ve 12 nolu örnekler ile Nadire kaynağına ait 7 ve 21 nolu örnekler ve Zeyve kaynağına ait 11 ve 13 nolu örnekler grafik üzerinde yakın konumlarda yer almaktadırlar. Aynı su noktalarına ait farklı yıllara ait örneklerin yakın konumda yer almaları, bu kaynakların oldukça duraylı bir akım sistemine sahip olduklarını göstermektedir. Diğer bir deyişle, kaynak sularının beslenme alan yükseltileri ile yeraltında kalış süreleri kendi içlerinde büyük uyumluluk göstermektedirler.

Yeraltısuyunun geçiş süresi

Mevcut trityum verilerinin az sayıda olması nedeniyle incelenen kaynaklardan boşalan yeraltısuyunun geçiş süresi (transit/residence time) hakkında ayrıntılı değerlendirmeler yapmak mümkün değildir. Günümüzde atmosferik trityum değerinin doğal sınır değerlere çok yaklaşmış olması ve/veya bir kaç yıl içinde çok az değişim göstermesi nedeniyle, ayrıntılı geçiş zamanı hesaplamalarının yapılabilmesi için uzun bir döneme (örneğin 10 yıl) yayılmış çok sayıda yıllık veriye gereksinim duyulmaktadır. Bununla birlikte, kaynaklardan 1988 ve 1989 yılında alınan örneklerle ait trityum değerlerinin her bir kaynak için birbirine yakın değerlere sahip olmalarından hareketle kaynakların geçiş zamanları hakkında genel değerlendirmeler yapmak mümkündür. Örneğin, Nadire kaynağının 1988 ve 1989 yıllarına ait trityum değerleri birbirine yakın ve tüm diğer kaynaklara oranla daha düşüktür. Dolayısıyla, bu kaynağın inceleme alanında en uzun geçiş süresine sahip kaynak olduğu söylenebilir. Benzer bir durum Zeyve kaynağı için de söz konusu olup; bu kaynak Nadire kaynağından daha kısa bir geçiş süresine sahiptir. Maraspoli (1, 12), Kapız (9,17), yukarı Çağlar (14) ve aşağı Çağlar (3) gibi kaynaklar Nadire ve Zeyve kaynaklarına göre daha kısa geçiş süresine sahiptirler. Bu kaynaklardan boşalan yeraltısularının, bir kaç yıllık geçiş sürelerine sahip oldukları ve/veya yıllık yağışlardan büyük oranda etkilendikleri söylenebilir.

4.6 Karstlaşma ve Karst Yeraltısuyu Dolaşımı

Karst havzalarında, karstlaşma ve yeraltısuyu dolaşım şeklinin açıklanması amacıyla günümüze değin çeşitli araştırmacılar farklı modeller önermişlerdir. Genellikle yüzeyden derinlere doğru karstlaşma derecesinin azalma biçimini açıklamaya çalışan bu modellerde karst akiferleri, yüzeyden derinlere doğru farklı zonlara ayrılarak incelenmektedir (Milanoviç, 1981). Kısmi değerlendirme farklılıkları içermelerine rağmen, Rizhikov (1954), Sokolov (1962), Burdan et al. (1963), White (1969) ve Milanoviç (1981) tarafından sunulan modellerin vardığı ortak sonuç, yüzeyden derinlere doğru inildikçe karstik erime yapılarının ve kanallarının sayıca azaldıkları, buna karşın derindeki karst kanallarının daha fazla su taşıdıkları şeklindedir. Milanoviç (1981)'e göre erime boşluklarının sıklığının bir göstergesi olarak Lugeon iletimlilik değerleri derinlikle eksponansiyel olarak azalmaktadır.

White (1969)'a göre, karst akiferlerinde üç farklı yeraltısuyu dolaşımı gözlenmektedir: Yaygın dolaşım (diffuse flow), Serbest dolaşım (free flow) ve Basıncılı dolaşım (Confined flow). İnceleme alanında bu yeraltısuyu dolaşım sistemlerinden üçü de gözlenmektedir.

İnceleme alanında arazide yüzeyde, mağaralarda ve Ermenek Baraj yerinde açılan galerilerde karstlaşmaya ilişkin gözlemler yapılmıştır. Karstik üst birim yüzey ve yeraltı karst şekillerinin en iyi geliştiği karstik birimdir. Miyosen karbonatlı kayalar ile temsil edilen KÜ birim oldukça yumuşak bir dokuya sahip olduğundan karst yüzey şekilleri (mağara,düden,polye,dolin vs) yaygın olarak görülmektedir. Karstlaşma zayıf zonlar boyunca gelişmiştir. KÜ birimde Geçirimsiz üst birim tabanda karstlaşma temelini oluşturmaktadır. Ancak havza kenarlarında KÜ birim doğrudan KA birimi ile dokanak haline gelmektedir. Bu kesimlerde, KÜ birim, KA birimin yeraltısuyunu beslemektedir. Yüzeysel yayılım alanına göreli olarak daha fazla karstik kaynak boşalımana sahip KA birimi KÜ birimden beslenmektedir. Havza genelinde genelde yüksek kesimlerde yayılım gösteren KÜ birimi içinde, Ermenek Vadisi boyunca yer alan mağara ağzlarının, eski kaynak boşalım noktalarını gösterdiği düşünülmektedir. Nehir seviyesinde büyük karst

kaynaklarının (Nadire, Kapız kaynakları) ve nehirin karbonatlı kayaç çıkmaları içinde aktığı bazı kesimlerde büyük yeraltısuyu katkılarının belirlenmesi, nehir seviyesinde olgun karstın geliştiğini göstermektedir. Bu bulgular, karstlaşmayı sınırlayan geçirimsiz birimlerin olmadığı kesimlerde, Ermenek çayının genelde karst erozyon tabanını oluşturduğunu göstermektedir. Havza genelinde ve havza dışında büyük karst kaynaklarının boşaldığı KA birimde, yüzey karstı KÜ birime görece olarak daha azdır. Ancak hidrolojik gözlemler, su kimyası ve izotop verileri KA birimde serbest dolaşım türlerinden sığ dolaşımın yanısıra derin karst dolaşımında geliştiğini ve karstın daha olgun olduğunu göstermektedir. Örneğin KA biriminden boşalan Kapız kaynağı serbest dolaşıma sahip, Nadire kaynağı ise basınçlı dolaşıma sahiptir. Aynı şekilde havza kuzeyinde Bozkır birliğinin mega kçt bloklarından çıkan, ancak hazne kayacı KA birim olan Karasu kaynağı da basınçlı derin dolaşıma sahip kaynaktır. KÜ birimde ise karstlaşma erozyonu devam etmektedir. KÜ birimin Geçirimsiz üst birimle karstlaşmasının sınırlandığı kesimde sığ karst (Shallow karst, Bogli(1980)) gelişmiştir. KÜ birimde gelişen Maraspoli mağarası ve yeraltı deresi bu birimde de kanal akımının geliştiğini göstermektedir. Maraspoli kaynağı serbest dolaşımın tipik örneğini teşkil etmektedir. Maraspoli yeraltı deresi 1280 m izlenmiş ve haritalanmıştır (Yeşertener et al., 1990). Akış yukarı kesimlerde yeraltıderesinin çok düzgün bir yatakta akması, gelişimini tamamladığını göstermektedir.

Ermenek baraj yerinde açılan galerilerde yapılan gözlemlerde, Ofiyolitli karmaşığı mega kireçteşi (Jkn) bloklarında da karstlaşmanın geliştiği görülmüştür. Yüzey karstının yaygın olmadığı birimde karstlaşmaya en güzel örnek bu birimden boşalan ancak aslında KA birimden beslenmekte olan Nadire karst kaynağıdır. Ayrıca baraj bent yerinde açılan kuyularda yapılan lugeon deneylerinde karstlaşmanın derinlikle azaldığını ve nehir seviyesinin 30 m altına kadar geliştiğini göstermektedir. Karstlaşma tabanı, bent yerinde açılan bazı kuyularda nehir seviyesinin 150m altına kadar inmiştir. İnceleme alanını da içine alan Orta Toroslarda yer alan KÜ birimde gelişen karst, Herak (1977) sınıflamasına göre Epi-Orojenik Derin Karst türüne, havzanın üst kesimlerinde yer alan Miyosen yaşlı KÜ birimde gelişen karst ise Epi-Orojenik Düzleşmiş Karst türüne uymaktadır (Günay, 1981).

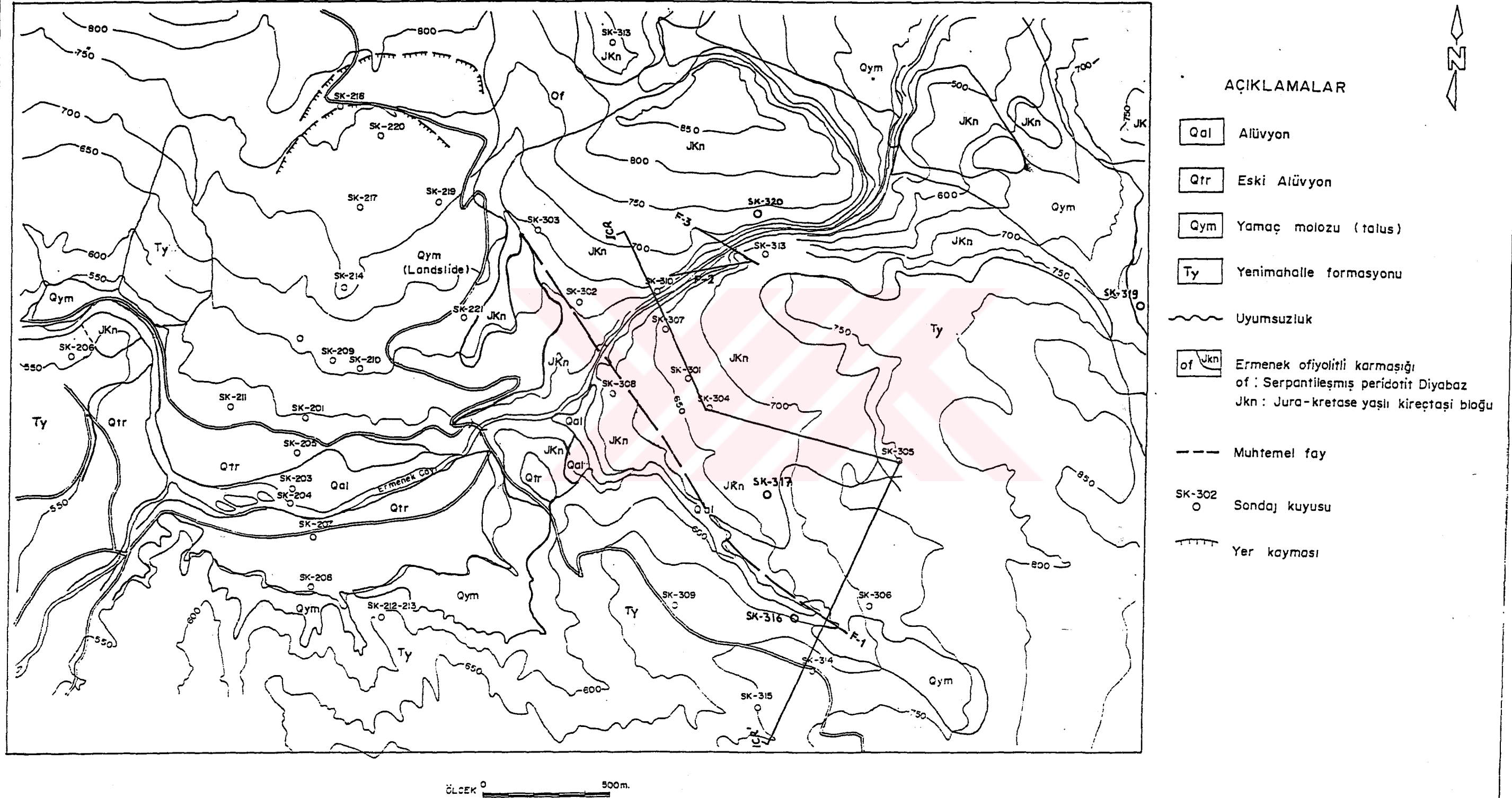
5. ERMENEK BARAJ YERİ VE REZERVUAR ALANININ HİDROJEOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Bu çalışmaya konu olan Ermenek çayı havzasında yapılması planlanan Ermenek Barajı, Ermenek Ofiyolitli karmaşına ait mega karbonatlı kayaç bloğu üzerinde kurulması düşünülen yüksek bir kemer barajdır (Bkz. Ek Çizelge 1). Baraj rezervuar alanında da yer alan bu karbonatlı kayaçların tabanda Aladağ birliğine ait KA biri ile dokanak halinde olduğu düşünülmektedir. Bu durum ise baraj rezervuar alanında ve baraj yerinde olası su kaçakları sorununu gündeme getirmektedir. Baraj yeri ve rezervuar alanındaki hidrodinamik yapının aydınlığa kavuşturulması ve hidrojeolojik açıdan barajın yapılabirliğini incelemek amacıyla hidrolojik ve hidrojeolojik çeşitli incelemeler yapılmıştır.

Bu incelemelerde baraj yerinde ve rezervuar kireçtaşları üzerinde EİE tarafında açılmış sondaj kuyularında yapılan su seviye ölçümleri, lugeon testleri, hidrolojik ve hidrojeolojik yapı göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

5.1 Baraj Yeri Çalışmaları

Ermenek Baraj yeri ve rezervuar alanında jeolojik yapıya ışık tutmak, baraj aksının oturacağı ve baraj rezervuar alanında yer alan karbonatlı kayaçların geçirimsizlik durumları ve yeraltısuyu seviye gözlemleri yapmak amacıyla baraj yeri ve rezervuar alanında toplam 9976 m sondaj çalışması yapılmıştır. Bu sondaj çalışmalarının 2233.8 m'si alternatif baraj yerlerinden 1-B baraj yeri ve heyelan sahasında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu baraj yeri alternatifi, güvenli bulunmayarak terkedilmiştir(Önc, 1987). Mevcut durumda önerilen baraj yeri olan 1-C baraj yeri ve dolaylarında 6666.4 m ve rezervuar alanındaki karbonatlı kayaç çıkmasında da 1075.8 m sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondaj çalışmalarının bir kısmı tasarruf tedbirleri kapsamında ileri bir tarihte devam edilmek üzere yarıda bırakılmıştır (S. Önc, 1995, sözlü görüşme). EİE tarafından yapılan fizibilite çalışmaları kapsamında açılan baraj yeri ve rezervuarda açılan sondaj kuyularına ait bilgiler Ek Çizelge 10'da verilmiştir. Bu sondaj kuyularının yerleri Ek.1 ve Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 1. Ermenek baraj yeri ve civarı hidrojeoloji haritası (EİE'den, 1990 değiştirilerek alınmıştır)

5.1.1 Baraj Yeri Hidrojeolojisi

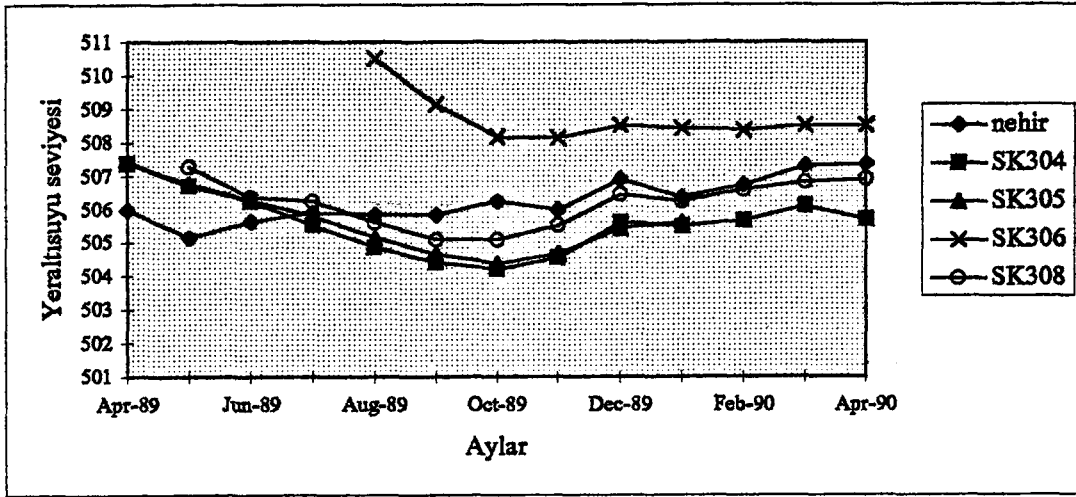
Baraj bent yeri olarak, 1-Ca, 1-Cb ve 1-Cc olmak üzere üç alternatif yer bulunmaktadır. Bu alternatif baraj yerleri Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Her üç baraj yeri de bölgesel jeolojide Bozkır birliği olarak adlandırılan Ermenek Ofiyolitli Karmaşığının mega kireçtaşı bloğu olan Nadire formasyonu (Jkn) üzerinde bulunmaktadır. Bölgesel ölçekte geçirimsiz olan Ofiyolitli karmaşığın bu Jkn kireçtaşı blokları oldukça sert ve masif kayaçlar olmasına rağmen karstik ve geçirimlidir. Bu kayaçlarda açılan sondaj kuyularında birçok erime boşluklarına rastlanmıştır. Baraj yeri yakınlarında Jkn kireçtaşı bloğunda, F-1, F-2 ve F-3 olmak üzere üç fay bulunmaktadır(Bkz. Şekil 5.1). EİE tarafından yapılan fizibilite çalışmaları sonunda, 1-Cc baraj yeri en uygun alternatif olarak görülmektedir. 1-Cc baraj yeri seçildiğinde F-2 fayının enjeksiyon perdesi çalışmaları kapsamında su sızdırmazlığının sağlanması gerekmektedir.

Baraj bent yerinde gerek sol sahilde ve gerekse sağ sahilde açılan bazı sondaj kuyularında, 1989-90 yılları arasında günlük olarak yeraltısuyu seviyeleri gözlenmiştir. Baraj bent yeri sağ ve sol sahildeki yeraltısuyu seviye değişimleri, nehir suyuna göre durumları göz önüne alınarak Şekil 5.2'de verilmiştir.

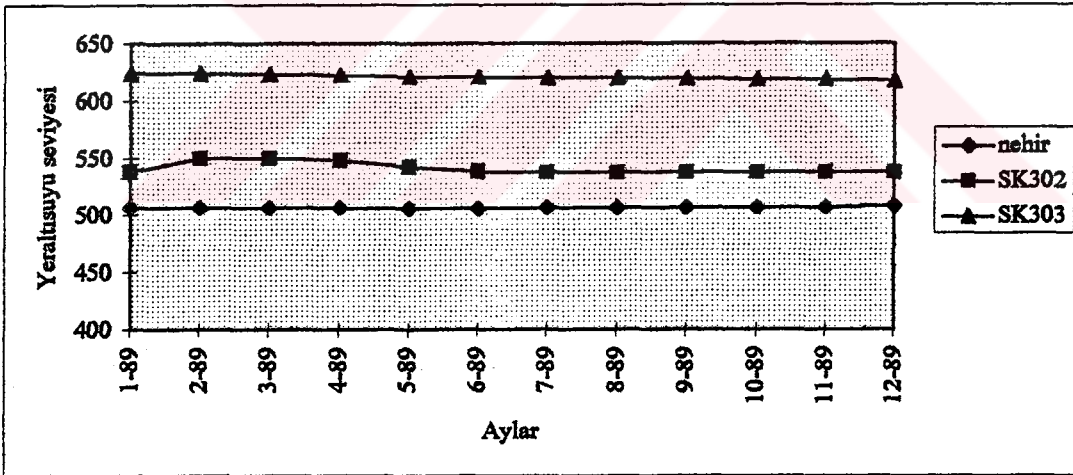
Baraj yerinde sol sahilde, yeraltısuyu seviyesi, nehir seviyesinden yukarda olup nehirde kuzeye topografik kot artışına paralel olarak yükselmektedir. Sol sahil için yeraltısuyunun akarsuyu beslediği söylenebilir. Baraj yeri sağ sahilde ise, Nisan-Temmuz 89 aylarında nehir seviyesine göre yukarda olan yeraltısuyu seviyesi Temmuz(89)-Nisan(90) ayları arasında, SK-306 haricinde nehir seviyesinin altına düşmektedir (Bkz 5.2 b). Yeraltısuyu seviyesi güneyde dağlık kesimlerde (SK-306) artmakta ve nehir seviyesinin her zaman üstünde olmaktadır. Bu durum, baraj yeri sağ sahilinde nehirin, yeraltısuyunu beslediği şeklinde açıklanmıştır. Baraj yerinin yer aldığı Jkn bloğu öncesi ve sonrası yapılan boya seyreltme yöntemi ile akım ölçümlerinde, Ermenek çayının Jkn kireçtaşı bloğu boyunca 1.6 m³/s'lik bir kaybı olduğu belirlenmiştir(Bkz Bölüm 3). Bulunan bu 1.6 m³/s'lik kayıp, ölçüm hatası içerisinde de düşünülebileceği gibi, bu kesimde yeraltısuyu seviyesinin nehir seviyesinin altında olduğu da göz önüne alınırsa nehirin yeraltısuyunu beslediği şeklinde yorumlanabilir. Bu nedenle, baraj yeri akış aşağısında ve yukarısında akım

ölçümlerinin ve yeraltısuyu seviyesi gözlemlerinin sürekli olarak ölçülmesi gerekmektedir.

(a)



(b)



Şekil 5. 2. Baraj yeri Yeraltısuyu seviyesi Nehir seviyesi ilişkisi, (a) Sağ Sahil, (b) Sol Sahil

Baraj yerinde açılan sondaj kuyularında Mayıs ve Ağustos 1993 tarihlerinde alınan su örneklerinde su kimyası çalışmaları yapılmıştır (Bkz. Bölüm 4.4). Ermenek barajı bent yerinde açılan kuyularda SIPCO_2 değeri -1.2 ile -2.2 arasındadır. Bu verilere göre kuyulardaki kısmi karbondioksit basıncı görel olarak daha yüksektir.

Ayrıca sondaj kuyularındaki yeraltısularının bahar döneminde SIC bakımından doygun olmadığı, yaz döneminde (kurak dönem) ise doygun olduğu görülmektedir. Ermenek baraj bent yerinde Jkn mega bloğunda açılan bu kuyulardaki yeraltısuyunun yaygın dolaşıma sahip olduğu düşünülmektedir. Bu suların SIPCO2 değerinin görece olarak yüksek oluşu bu suların rezervuarının küçük ve akiferde kalış sürelerinin uzun olduğunu göstermektedir.

5.1.2 Baraj Yerinde Geçirimsizlik Durumu ve Karstlaşma

Baraj yerinde açılan sondajlarda yapılan Lugeon deneyleri EİE tarafından değerlendirilmiştir. Geçirimsizlik Lugeon biriminden dönüştürülerek elde edilmiştir. Lugeon birimi (LU), 10 atmosferlik gerçek basınç altında bir metrelik düşey zondan kaçan su miktarı (l/dak) olarak tanımlanmaktadır. Lugeon değerlerine göre bir kayacın geçirimsizliği aşağıdaki şekilde sınıflanmaktadır (Altuğ, 1971; Ekmekçi, 1992).

Lugeon Değeri (L/dak)	Geçirimsizlik
<1	Geçirimsiz
1-5	Az Geçirimli
5-25	Geçirimli
>25	Çok Geçirimli

1 Lugeon birimi 10^{-5} cm/s'ye karşılık gelmektedir.

1-c baraj yeri ve civarındaki sondaj kuyularına ait Lugeon deneylerinden elde edilen sonuçlar, Şekil 5.3'de verilen kesitte eş-geçirimsizlik konturları şeklinde gösterilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- (1) Topografik kot olarak 500m'nin üstünde Jkn birimi çok geçirimli ve karstiktir,
- (2) 500-400 m kotları arası geçirimli-az geçirimli kireçtaşları, yer yer erime boşluklarına sahiptir, (3) 400 m'nin altında kireçtaşları az geçirimli ve nadir erime boşlukludur, (4) SK-316 ve SK-314 no.lu kuyuların bulunduğu kesimde yer alan kireçtaşlarında geçirimli zon 350 kotuna kadar inmekte ve karstlaşma görülmektedir.

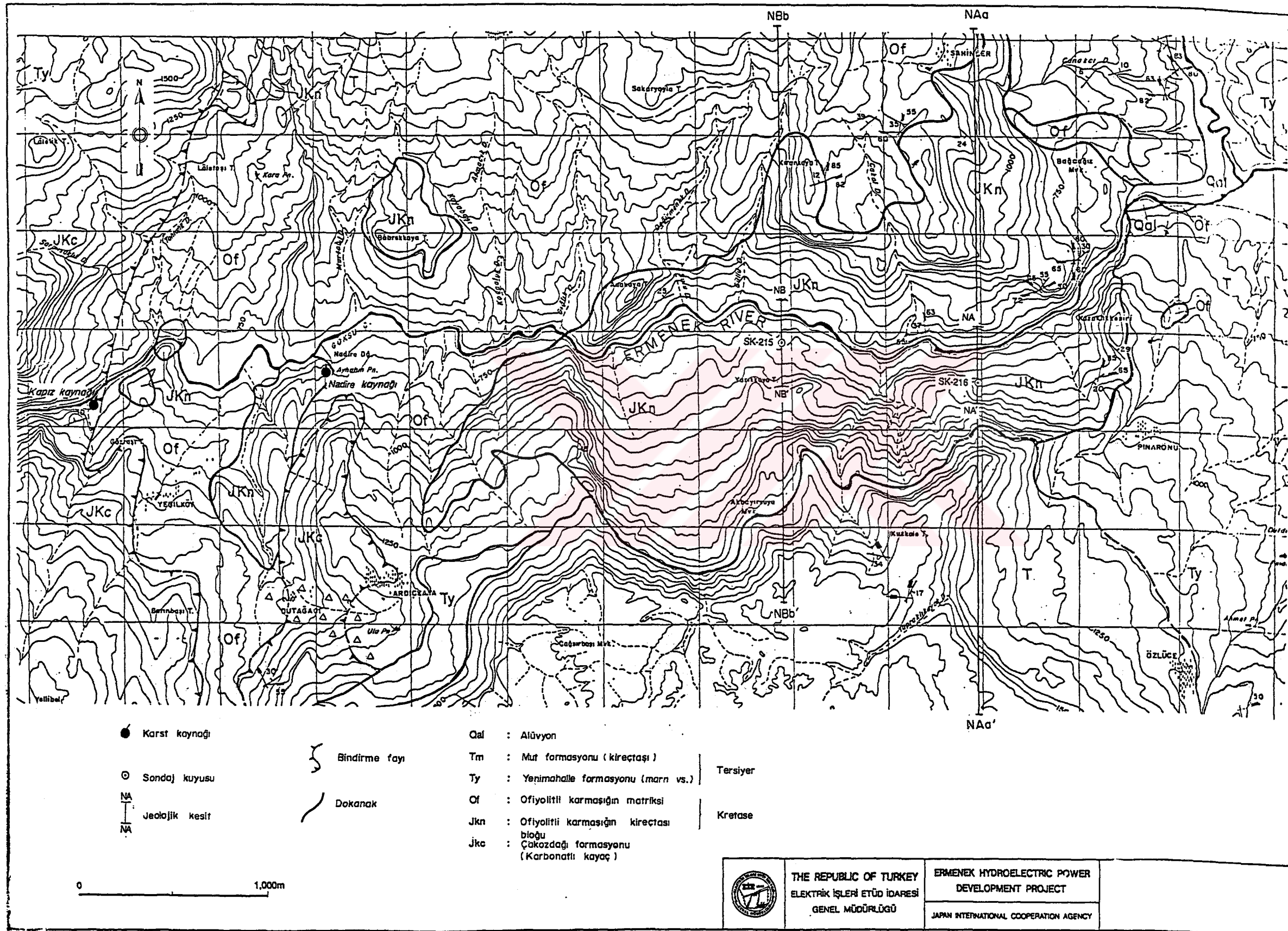
Lugeon değerleri genel olarak değerlendirildiğinde baraj yerinde karstlaşma tabanı 500 m olarak alınabilir. Ancak SK-316 ve 314 nolu sondaj kuyu çevresinde bu taban 350m'ye kadar inmektedir.

5.2 Baraj Rezervuar Alanı Çalışmaları

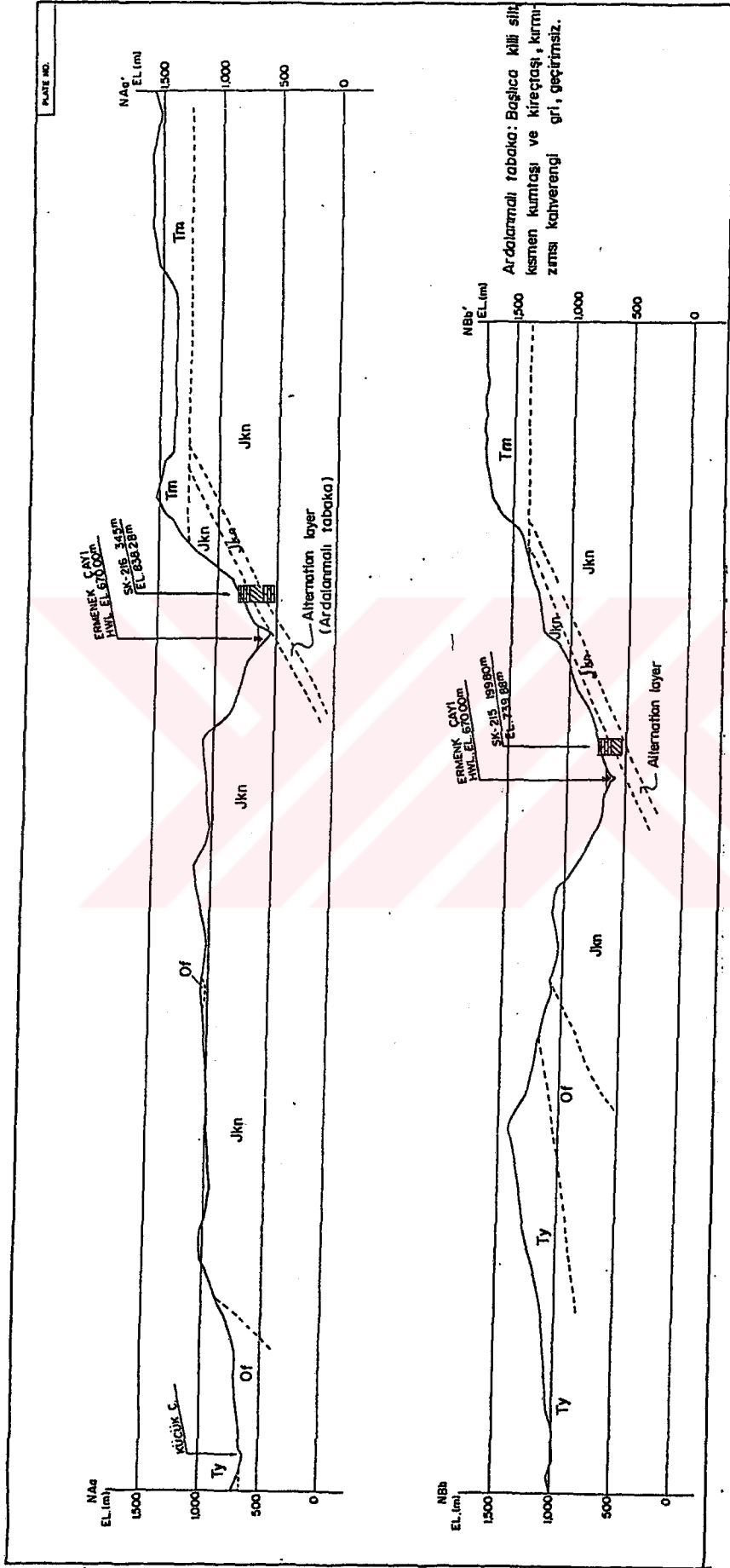
Ermenek barajının maksimum su seviyesi 675 m olarak düşünülmektedir. Bu durumda baraj rezervuarında toplanacak olan su, rezervuar akış yukarısındaki Aladağ birliğine ait KÜ birimiyle temas etmiyecektir. Ancak baraj rezervuar alanında Ermenek Ofiyolitli karmaşığın mega kireçtaşı bloğu (Jkn) bulunmaktadır (Şekil 5.4). Bu Jkn karbonatlı kayaç bloğunun tabanda KÜ birimle dokanak halinde olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanında Jkn biriminden boşalan Nadire karst kaynağı bunun bir kanıtını oluşturmaktadır (Bkz Bölüm 4).

Baraj rezervuar alanında, jeolojik yapıya ışık tutmak, kayaçların geçirimsizlik durumları ve yeraltısuyu seviye gözlemleri yapmak amacıyla, sağ sahilde toplam 1075.8 m sondaj çalışması yapılmıştır. Bu sondaj çalışmaları esnasında SK-215 ve 216 no.lu kuyularda kireçtaşından sonra 100 m kalınlığında ardalanmalı başlıca killi silt kısmen kumtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimsiz bir tabaka geçilmiş ve tekrar masif kireçtaşına girilmiştir. Sondaj kuyularında, ofiyolitli karmaşığın hamuru kesilmemiştir. Rezervuar alanında, EİE (1990) tarafından çizilen ve ilgili kuyulardan geçen kesitler Şekil 5.5' de verilmiştir. Şekil 5.4'de görüldüğü gibi EİE (1990)'ye göre, Aladağ birliği Ermenek Ofiyolitli Karmaşığın bindirdirmektedir. İnceleme alanında yürütülen çalışmalar ise, tersine Ofiyolitli karmaşığın (Bozkır birliği), Aladağ birliğine bindirdiğini ve Ofiyolitli karmaşığın altında Aladağ birliğinin uzandığını göstermektedir. Jkn mega karbonatlı kayaç bloğundan boşalmakta olan Nadire kaynağı, bu birimin, tabanda Aladağ birliğinin KÜ birimi ile temasta olduğunu göstermektedir (Bkz. Şekil 4.3). Ayrıca aynı bölgede yürütülen izleme deneylerinde, rezervuarda yer alan bu Jkn bloğundan, akarsuya $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik yeraltısuyu katkısı olduğu belirlenmiştir (Bkz. Bölüm 3.4). Bu bulgu da, Jkn bloğunun tabanda KÜ birimi ile temasta olduğunu göstermektedir.

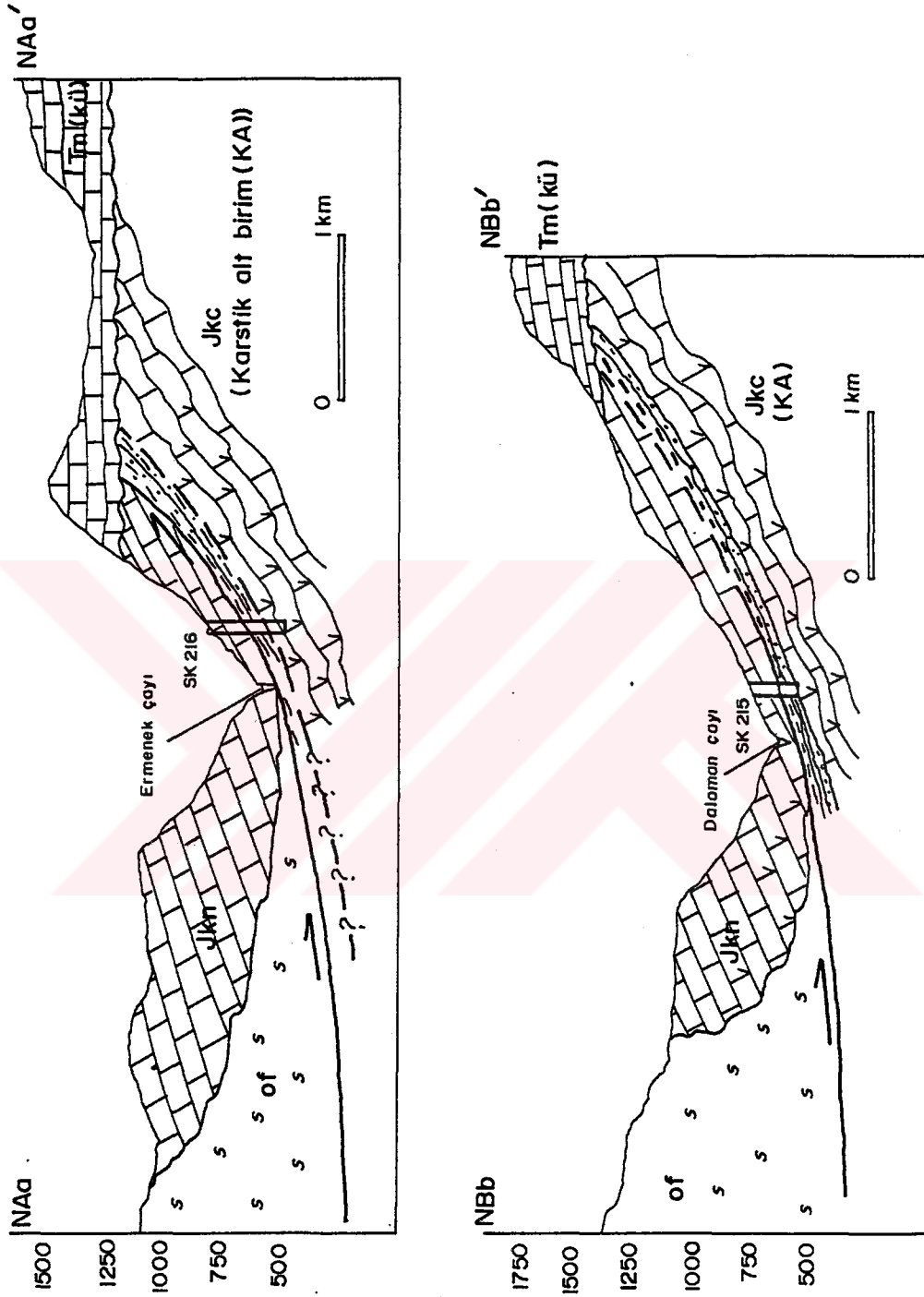
Hidrolojik ve hidrojeolojik bulguların dışında, Şekil 5.5 yeniden değerlendirilmiş ve yazar tarafından yeniden çizilmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5. 4. Baraj rezervuar alanı karbonatlı kayaçlarının dağılımı



Şekil 5.5. Rezervuar alanı jeolojik kesitleri (ELE'den, 1990)



Şekil 5. 6. Rezervuar alanında Jkn birimi ile Aladağ birliği arasındaki ilişkiyi açıklayan kesit

Şekil 5.5 ve 5.6'da bahsedilen ardalımalı tabakanın, Aladağ birliğine ait ve inceleme alanında yüzeysel olarak görülmeyen ve bölgesel olarak KÜ birimin üzerinde yer alan Üst Senoniyen yaşlı Dutagacı Flişi (Öztürk vd., 1991) olduğu düşünülmektedir. Sondaj kuyularında bu geçirimsiz birimden sonra KÜ birime girilmiştir. Şekil 5.6 da Ofiyolitli karmaşığın altında Aladağ birliğinin uzandığını göstermektedir.

Hidrolojik gözlemler bu kesimde Ermenek çayının, aşınma tabanı oluşturduğu ve bu kesimde yeraltısuyunun akarsuya büyük bir katkısı olduğunu göstermektedir. Baraj rezervuar alanında yer alan Jkn biriminin tabanda KÜ birimle temas halinde olması halinde de, barajın yapılabirliğini olumsuz olarak etkilemeyeceği düşünülmektedir.



6. SONUÇLAR

İnceleme alanında yürütülen karst hidrojeolojisi çalışmasında elde edilen sonuçlar, değerlendirmelerde kullanılan yöntemler tartışılarak aşağıda kısa ve öz olarak özetlenmiştir.

Toros orojenik dağ kuşağının Orto Toroslar kesiminde yer alan Ermenek çayı havzası, bugünkü yapısını, geç Alpin evresinde kazanmıştır. Toros dağ kuşağını oluşturan ve paleocoğrafik evrimleri birbirinden kısmen farklı yapısal birlikler, kuşak boyunca yüzlerce kilometre devamlılık gösterirler. İnceleme alanında bu yapısal birliklerden; Geyik Dağı, Antalya, Alanya, Aladağ ve Bozkır Birlikleri yayılım göstermektedir. Yatay ve yataya yakın yapısal hareketler sonucunda havzaya yerleşen bu yapısal birlikler daha sonra, Post Orojenik Litostratigrafi birimleri ile uyumsuz olarak örtülmüştür.

İnceleme alanı ve yakın dolaylarında, çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen jeotektonik amaçlı çalışmalarda elde edilen bulgular stratigrafik olarak deneştirilmiştir .

İnceleme alanı ve dolayının jeoloji haritası, bölgede yürütülen önceki çalışmalara, hava fotoğraflarına, uydu görüntülerine (LANDSAT 4-5 Band) ve arazi gözlemlerine dayanılarak deneştirilmiş ve bütünlenerek 1/100000 ölçekli olarak tamamlanmıştır .

İnceleme alanındaki hidrojeolojik yapıyı yakından ilgilendiren yapısal jeoloji; bindirmeler, faylar, kıvrımlar , uyumsuzluklar ve arazi kaymaları alt bölümleri altında incelenmiştir. LANDSAT uydu görüntülerinden de yararlanarak, Ermenek Çayı Havzası için, kırık izi ve çizgisellik haritası hazırlanmıştır.

Havzadaki YGİ'lerinin, bulundukları yükselti aralığı ve mevcut yoğunlukları açısından, havzayı temsil edecek alansal yağışın belirlenmesi açısından yeterince sık ve homojen değildir. Yaklaşık 2500 km² 'lik drenaj alanına sahip olan havzada 830 km²'ye bir yağış gözlem istasyonu düşmektedir. Bu değer, WMO(1974) tarafından dağlık alanlar için önerilen istasyon sıklığına (100-250 km²/istasyon) oranla oldukça yetersizdir. Ayrıca, havza içindeki istasyonların 1250m'nin altındaki

yükseltilerde bulunduğu görülecektir. Bir başka deyişle, havza içinde 1250 m yükseltisi üstünde yaklaşık 1700 km² alana (inceleme alanının %68'i) düşen yağış, bölgesel anlamda temsil edilmemektedir. Bu durum ise, alansal yağışın belirlenmesin ve buna bağlı hidrolojik amaçlı diğer hesaplamaların güvenilirliğini azaltmaktadır.

Mevcut verilere göre, şiddetli yağışlar genellikle kıyı şeridinde gözlenmektedir. Bu kesimde ölçülen yağış yüksekliği 1000-1600 mm/yıl arasındadır. İnceleme alanı, kıyı dağ silsilesinin yüksekliği ve diziliminden dolayı, güney ve kuzey batı rüzgarlarına karşı korunmaktadır. Yıllık yağış, havzanın batısından doğusuna doğru 1400mm den 600 mm ye kadar azalmaktadır. Alansal yağış eş yağış eğrileri yöntemiyle hesaplanmış olup, 980 mm/yıl dır. Ortalama sıcaklık değeri ise 11.8 °C dir.

İnceleme alanında yıllık yağışın %55'i kış, %24'ü bahar, %18'i güz ve %3'ü kış aylarında gerçekleşmektedir.

İnceleme alanında, havza çıkışında iki adet limnigraflı AGİ'ni bulunmaktadır. Bunlardan birisi 17-14 no.lu DSI akım gözlem istasyonu, diğeri ise bu istasyonun 1.5 km akış yukarısındaki EİE AGİ'nudur. AGİ'leri "çift eklenik eğri" analizi ile araştırılmış ve homojen bulunmuştur. Ancak, bu istasyonların anahtar eğrileri incelendiğinde, her iki istasyonda da özellikle taşkın akımlarının olduğundan daha fazla ölçüldüğü ve düşük akımların ise daha az ölçüldüğü görülmektedir. Bu iki istasyondan, 1723 no.lu istasyonda ölçülen taşkın akım değerleri, daha güvenilir bulunmuştur.

Havza genelinde yağış oranının Ocak ayında pik değer verdiği görülürken, akım oranının ise Nisan ayında pik değere ulaştığı görülmektedir. Bu farklılık iki nedenden kaynaklanmaktadır. İnceleme alanında gözlenen bu farklılığın birinci nedeni, havzadaki kar erimeleri, ikinci nedeni ise, havzada yer alan büyük karst kaynaklarından Ermenek çayına büyük oranda katkı olmasından ve bu kaynakların maksimum akımlarının Nisan ayında gözlenmesindendir.

Yıllık ortalama akımların 28 yıllık ortalama akımdan sapması özellikle 1975 yılına kadar büyüktür. Bu nedenle 5 yıllık hareketli ortalama akım verileri kullanılarak bu

sapmalar azaltılmıştır. Havza içi yıllık ortalama akımlarının, yağış verilerinde de olduğu gibi hemen hemen aynı artış ve azalış dönemlerine girdiği görülmektedir. Bu durum, akarsu akımlarının büyük oranda havza içinde ve yakın dolayındaki yağış rejiminin etkisi altında olduğunu göstermektedir.

Ermenek çayında, havza çıkışında, 10 m³/s den az ve 125 m³/s den fazla akımların olma olasılığı 0.1 dir.

İnceleme alanında Ermenek çayı ana kolu üzerindeki AGİ'larına ait drenaj alanı-özellik akım ilişkisi incelendiğinde, Ermenek çayında, özgül akım (q) değeri, iki noktada yüksek artış göstermektedir. Özgül akımın yüksek olduğu kesimler akarsuya karst kaynaklarının katkısını göstermektedir. Karstik kaynak katkılarının olduğu kesimler, (17/14)-(1726) AGİ'ları ile (1723) -(17-14) AGİ'ları arasındadır. Ermenek çayının akış yukarısında drenaj alanı 1000-1500 km² arasında kalan kesimde, Kapız ve Nadire karst kaynakları, akış aşağıda ise, 2300-2500 km² lik drenaj alanı arasında kalan kesimden Zeyve karst kaynağı, Ermenek çayına katılmaktadır.

Yukarı Ermenek çayı havzasında, çıkan akımı kontrol eden AGİ'nu 17-14 no.lu AGİ'nu dur. Bu nedenle, Ermenek çayı akımlarının bileşenleri, baz akım değerleri ve çekilme eğrisi analizleri, bu istasyona ait veriler kullanılarak yapılmıştır. İnceleme alanından çıkan, yıllık toplam akımın %52'sini baz akım oluşturmaktadır. Seçilen çekilme dönemine ait ortalama α (çekilme katsayısı), $2.25 \cdot 10^{-2}$ gün⁻¹ düzeyindedir. Bu değer, havzada baz akımı oluşturan karst yeraltısuyunun, genelde kırık çatlak sistemleri boyunca hareket ettiğini göstermektedir.

Boya seyreltme ve O-18 içeriği kullanılarak kurak dönemde yapılan akım ölçümleri sonucunda, baraj rezervuar alanında, karst yeraltısuyunun akarsuya, 5.3 m³/s'lik bir katkısı olduğu , baraj aks yerinde yapılan ölçümlerde ise, akarsudan yeraltısuyuna 1.6 m³/s'lik kayıp olduğu hesaplanmıştır. Ancak aks yerinde hesaplanan bu değer standart hata limitleri içerisinde kalmaktadır.

Su bütçesi hesaplamalarında ETg değeri olarak, klorür derişimi yaklaşımıyla bulunan alansal ETg kullanılmıştır. İnceleme alanı için ETg değeri 353 mm/yıl

olarak belirlenmiştir. Bu değer inceleme alanındaki yağışın %36'ına karşılık gelmektedir. Yukarı Ermenek çayı havzasında yıllık hidrolojik bütçe yaklaşık olarak dengededir. Havzanın, yan havzalarla önemli oranda yeraltısuyu etkileşimi yoktur.

İnceleme alanı ve dolayının hidrojeoloji haritası, bölgede yürütülen hidrojeolojik çalışmaları, jeolojik birimlerin yapısal konumları, birliklerdeki formasyonların litolojik özellikleri ve su taşıma-iletme özellikleri dikkate alınarak bütünlenmiş ve 1/100000 ölçekli olarak tamamlanmıştır .

Ermenek çayı havzasında Geyik dağı birliğine ait Kretase- Paleosen yaşlı karbonatlı kayalar, Alanya birliğine ait rekristalize kireçtaşları, Belbağ formasyonu, Aladağ birliğine ait Dumlugöze formasyonu, Çakozdağ formasyonu Post-orojenik birimlerden Mut formasyonu, ve alüvyon örtü, hidrojeolojik olarak geçirimli birimlerdir.

Aladağ birliğine ait Göktepe formasyonu, Göksu formasyonu ve Derebucak formasyonu yarı geçirimlidir. Bunun dışındaki, Atalya birliğinin Muzvadi karmaşığı, Alanya birliğinin Şistleri ve Post Orojenik Yenimahalle formasyonu hidrojeolojik olarak geçirimsiz birimlerdir.

İnceleme alanındaki Çakozdağ ve Mut formasyonlarının su taşıma potansiyelleri yüksek ve ileri derecede karstlaşmıştır. Sırasıyla karstik alt (KA) ve karstik üst (KÜ) birim olarak adlandırılan bu birimlerden KÜ birim, genelde havzanın yüksek kesimlerinde yer almaktadır ve KA sisteme su sağlamaktadır. Yüzey karst şekilleri, KÜ biriminde ileri derecede gelişmiştir.

İnceleme alanında Aladağ birliğinin KÜ biriminden boşalmakta olan Kapız kaynak grubu, Bozkır birliği ile Aladağ birliğinin bindirme fayından bir çok noktadan çıkmaktadır. Eylül 1989 tarihinde yürütülen boya seyreltme tekniği ve O-18 doğal izotopu verilerinden yararlanarak bulunan verdisi 3.8 m³/s dir. Saha gözlemlerine göre kaynak verdisi, Nisan ayında maksimum değere ulaşmaktadır. Kapız kaynağının, izotop ve hidrojeokimyası incelendiğinde, sığ dolaşıma sahip olduğu ve yıllık yağışlarla (özellikle kar erimesi ile) beslendiği görülmektedir. Ayrıca

kaynağın verdi değişiminin 3-10 m³/s gibi büyük aralıkta değişmesi, kaynağın yerel karst dolaşımına sahip olduğunu desteklemektedir. Kaynağın beslenme alanı güney batı kesimde yer almaktadır. Saha gözlemlerine göre, kaynağın GB kesimine yer alan kuru derede gelişen çeşitli düdenlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kaynak, karstik üst sistemden de beslenmektedir.

Nadire kaynağı, ofiyolitli karmaşığın karbonatlı kayaç bloğu(Jkn) ile serpantinler arasından bir fay aracılığı ile çıkmaktadır. Karst kaynağının boşalım kotu 700 m dir. 1 km²'lik bir yüzeysel yayılım alanına sahip Jkn bloğunun, bu büyük karst kaynağına hazne kaya olamayacağı açıktır. Bu nedenle, ofiyolitli karmaşığın içerisinde mega kireçtaşı blokları şeklinde yer alan geçirimli Jkn biriminin altında yer alan karstik alt birimle temas etmektedir. Minimum verdisi 1.4 m³/s olan bu kaynak, karstik alt birimden derin dolaşımla beslenmektedir. Ayrıca kaynağın hidrojeokimya ve doğal izotop değerleri derin dolaşımı desteklemektedir. Kaynak çekilme katsayısı $\alpha=4.9E-3$ gün⁻¹ dir. Bu değer Nadire kaynağının, akiferde kırık çatlak sistemleri ile hareket ettiğini göstermektedir. Kaynağın beslenme alanı, kaynağın GB'sında geniş yayılıma sahip KA ve KÜ birimleridir. Kaynağın trityum derişimi, kaynağın inceleme alanındaki en yaşlı su olduğunu göstermektedir. Kaynak çıkış zonundan akış aşağıda suyun SCO₂ kaybederek traverten çökelttiği belirlenmiştir.

İnceleme alanı dışında havza güneyinde Karstik alt birimden boşalmakta olan Sugözü kaynağı, aynı zamanda Anamur çayının doğduğu yerdir. Örneklem yapıldığı Ağustos 1993 tarihinde yaklaşık verdisi 200 l/s olan kaynak, Çakozdağ formasyonundan (Karstik alt birim) boşalmaktadır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri, kaynağın sığ dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Kaynağın çekilme katsayısı, $\alpha=6.1*10^{-3}$ gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Buna göre kaynak, kırık çatlak sistemleri aracılığı ile sığ dolaşıma sahiptir. Başka bir değişle, kaynak yağmur sularından çabuk etkilenmektedir. Kaynağın fiziksel ve kimyasal özellikleri de bunu desteklemektedir. Kaynak ayrıca Karstik üst birimden de beslenmektedir. Kaynağın beslenmesi, KB kesiminde yer alan ve ayrıca inceleme alanı içinde geniş yayılıma sahip KÜ ve KA birimlerden olmaktadır.

Zeyve kaynağının boşalım kotu 810m.'dir. Karstik üst birim ile geçirimsiz birim (Ty) arasından dokanak kaynağı şeklinde boşalmakta olan karst kaynağının minimum verdisi Ağustos ayında, maksimum verdisi ise Nisan ayında gözlenmektedir. Kaynağın, 1.3 - 10.5 m³/s gibi büyük bir aralıkta değişim göstermesi, beslenme alanındaki yıllık yağışların ve özellikle Mart-Nisan dönemindeki kar erimesinin boşalıma etkisi olduğunu göstermektedir. Çekilme katsayısı, $\alpha = 5.1 \cdot 10^{-3}$ gün⁻¹ değeri, kaynağın hızlı boşalan ve yaygın kırık çatlak sistemlerine sahip ve rezervuarı büyük bir akifer tarafından beslendiğini göstermektedir. Fiziksel, kimyasal ve izotop değerlendirmeleri, kaynağın uzun dolaşıma sahip olduğunu doğrulamaktadır. Kaynak suyu, çözücü sular sınıfına girmektedir. Kaynak çıkış zonundan akış aşağıda suyun SCO₂ kaybederek traverten çökelttiği belirlenmiştir.

İnceleme alanında Ermenek ilçesinin kuzeyinde yer alan Maraspoli mağarasından boşalan Maraspoli karst kaynağının boşalım kotu 1350m'dir. Maraspoli mağarası araştırmalarında yeraltı deresinin 1280m'lik kısmı haritalanmış ve haritalanamayan kesimde de düzgün bir platformda aktığı gözlenmiştir. Bu araştırma, kaynağın kanal akımına sahip olduğunu göstermektedir. Minimum verdisi 500 l/s olan, Maraspoli karst kaynağı ve yeraltı deresi, karstik üst birim ile geçirimsiz birim(Ty) arasından boşalmaktadır. Fiziksel , kimyasal ve izotop özellikleri, kaynağın uzun dolaşıma sahip olduğunu doğrulamaktadır. Yine aynı birimden boşalan Zeyve kaynağına göreli olarak daha genç sulardır. Kaynak çıkışında traverten çökelişi görülmemiştir. Kalsiyum karbonat bakımından doymun olmayan (SIC=-0.17) kaynak, çözücü sular sınıfına girmektedir.

Şekil 4.12'da verilen Piper diyagramı incelendiğinde, inceleme alanındaki suların çoğunluğu, karbonatlı kayalardan boşalan ve doğrudan doğruya yağıştan beslenen genç sular grubunda yer almaktadır. Başka bir deyişle, havza suları, "kalsiyum bikarbonat" tipi sular grubunda yer almaktadır. Bununla birlikte, 14, 15, 16,17, 32, 38 ve 42 no.lu sular dolomitik (kalsiyum magnezyum bikarbonat) su özelliğine sahiptir. Ayrıca karbonatlı kayalarda açılan kuyulara ait su örneklerine ait 23, 46 ve 41 no.lu sular da geçirimsiz ofiyolitli karmaşığın etkisi görülmektedir

İnceleme alanındaki suların SIC (kalsit doygunluğu)'na karşılık $\text{Log}(\text{Mg}/\text{Ca})$ ilişkisi incelendiğinde, 13, 14, 22, 24, 38 ve 47 no.lu sular, dolomitik sular olarak değerlendirilmiştir. Bunun dışında, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 46 ve 51 no.lu sularda Ofiyolitli karmaşığın etkisi gözlenmektedir. Diğer bütün sular kalsitik sular olarak değerlendirilmiştir. 24 ve 51 no.lu sular SK216 kuyusundan alınan sulardır. Yapılması planlanan Ermenek barajı rezervuar alanında yer alan ve Jkn mega kireçtaşı bloğunda açılan bu kuyudan Mayıs ayında alınan su örneğindeki Mg/Ca oranı, Austos ayında alınan örnekteki Mg/Ca oranına göreli olarak daha düşüktür. Bu ise yeraltısuyunun Mayıs ayında daha genç sularla beslendiğini, kurak dönemde ise yeraltısuyunun dolaşımı esnasında karşılaştığı Serpantinitlerden ilave olarak Mg aldığını göstermektedir.

Karstik kaynaklar, kalsit mineralince doymun değildir ve çözücü karakterdedirler. Ermenek çayından alınan su örneklerin ise kalsite doymundur.

Ermenek çayına ait su örneklerinde SIPCO_2 değeri -2.5 ile -3.2 arasında değişmektedir. Havza yüzey boşalımını temsil eden bu suların PCO_2 içerikleri atmosfere açık olduklarından dolayı atmosferik PCO_2 içeriğine yakın değerdedir. İnceleme alanındaki karst kaynaklarındaki bu değişim ise -2.0 ile -2.6 arasındadır. Ermenek barajı bent yerinde açılan kuyularda ise SIPCO_2 değeri -1.2 ile -2.2 arasındadır. Bu verilere göre kuyulardaki kısmi karbondioksit basıncı göreli olarak daha yüksektir. Ayrıca Sondaj kuyularındaki yeraltısularının bahar döneminde SIC bakımından doymun olmadığı, yaz dönemi(kurak dönem)'nde ise doymun olduğu görülmektedir. Ermenek baraj bent yerinde Jkn mega bloğunda açılan bu kuyulardaki yeraltısuyunun yaygın dolaşıma sahip olduğu düşünülmektedir. Bu suların SIPCO_2 değerinin göreli olarak yüksek oluşu bu suların rezervuarının küçük ve akiferde kalış sürelerinin uzun olduğunu göstermektedir.

Su örneklerinin, Elektriksel İletkenlik (EC)'ye karşılık Magnezyum-Kalsiyum $\{\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)\}$ grafiği incelendiğinde, çözünmüş mineraller bakımından üç tip su belirlenmiştir:

CaCO_3 'lu sular : $\text{Mg}-(\text{Ca}-\text{SO}_4)$ değeri -0.15 den küçük olan bölgede yer almaktadır. Başlıca kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından çıkmaktadır. Genellikle düşük SO_4 ve EC değerine sahiptirler.

Dolomitik sular : Mg-(Ca-SO₄) değeri sıfırdır. Örneklerin SO₄ ve EC değeri 1 no.lu sulara göreli olarak yüksektir. Bu sular kalsit bakımından doygunudur. 13, 14, 22, 24, 38, 47 ve 51 no.lu sular bu gruba girmektedir. Örnekteki Ca⁺⁺ miktarı arttığında CaCO₃ olarak çökelir. Bu durumda, Mg-(Ca-SO₄) değeri artar . Kaynak çıkışında kalsit çökelir ve kalın traverten çökelleri oluşur. 19, 21,24, 46 ve 51 no.lu sondaj kuyusu suları bu grup içerisinde yer almaktadır.

Serpantin etkisi olan sular : 2. Grup sulara göre daha düşük EC değerine sahiptir. Mg-(Ca-SO₄) değeri yüksektir. Bu gruba giren sular kalsit bakımından doygun olmazlar. İnceleme alanındaki 15, 16, 17 ve 23 no.lu sular bu gruba girmektedir.

İncelenen tüm suların, Doğu Akdeniz Doğrusu (DAD) ile Antalya Yağışları Doğrusu(AMD) arasında yer aldıkları görülmektedir. Genel bir yaklaşımla, inceleme alanında oksijen-18 içeriği, her 100m'lik yükseltide 0.13 ‰'lik (SMOW-Vienna) bir azalma göstermektedir. Karst sularının izotopik bileşiminde buharlaşma, hidrotermal etkileşim ve diğer kökenli sapmalar gözlenmez.

Karst sularının Trityum içerikleri incelenerek, kaynakların geçiş zamanları hakkında genel değerlendirmeler yapmak mümkündür. Örneğin, Nadire kaynağının trityum değerleri tüm diğer kaynaklara oranla daha düşüktür. Dolayısıyla, bu kaynağın inceleme alanında en uzun geçiş süresine sahip kaynak olduğu söylenebilir. Benzer bir durum Zeyve kaynağı için de söz konusu olup; bu kaynak Nadire kaynağından daha kısa bir geçiş süresine sahiptir. Maraspoli, Kapız , yukarı Çağlar ve aşağı Çağlar gibi kaynaklar Nadire ve Zeyve kaynaklarına göre daha kısa geçiş süresine sahiptirler. Bu kaynaklardan boşalan yeraltısuları, bir kaç yıllık geçiş sürelerine sahip ve/veya yıllık yağışlardan büyük oranda etkilenmektedirler.

İnceleme alanında yeraltısuyu dolaşım sistemlerinden serbest dolaşım (free flow) , basınçlı dolaşım (confined flow) ve yaygın dolaşım (diffuse flow) gözlenmektedir. Serbest dolaşıma örnek olarak, Maraspoli, Zeyve, Kapız ve Sugözü kaynakları; basınçlı dolaşıma örnek olarak Nadire karst kaynağı ve yaygın dolaşıma örnek olarak baraj yerinde yer alan Jkn bloğundaki yeraltısuyu verilebilir.

1-c baraj yeri ve civarındaki sondaj kuyularına ait Lugeon deneylerinden elde edilen sonuçlar, aşağıda özetlenmiştir:

- (1) Topografik kot olarak 500m'nin üstünde Jkn birimi çok geçirimli ve karstiktir.
- (2) 500-400 m kotları arası geçirimli-az geçirimli kireçtaşları, yer yer erime boşluklarına sahiptir.
- (3) 400 m'nin altında kireçtaşları az geçirimli ve nadir erime boşlukludur.
- (4) SK-316 ve SK-314 no.lu kuyuların bulunduğu kesimde yer alan kireçtaşlarında geçirimli zon 350 kotuna kadar inmekte ve karstlaşma görülmektedir.

Lugeon değerleri genel olarak değerlendirildiğinde baraj yerinde karstlaşma tabanı 500 m olarak alınabilir. Ancak SK-316 ve 314 nolu sondaj kuyu çevresinde bu taban 350m'ye kadar inmektedir.



7. ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda, gerek havza genelinde ve gerekse baraj yeri ve yakın dolayında hidrojeolojik yapının açıklanmasında karşılaşılan belirsizliklerin aydınlatılması amacıyla aşağıda belirtilen önerilerin dikkate alınması yararlı olacaktır.

İnceleme alanının havza genelinde kapsamlı bir jeolojik haritalama çalışması bulunmamaktadır. Yazar bu çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın dolaylarında yürütülen jeolojik çalışmalardan uydu görüntülerinden de yararlanarak bir sentez oluşturmaya çalışmıştır. Ancak özellikle havzanın GB kesiminde jeolojik haritalama çalışması bulunmamaktadır. Hidrojeolojik yapının oluşturulmasında, jeolojik haritalamanın önemi göz önüne alındığında, havza genelinde jeolojik haritalama çalışmasının yeniden eksik kesimler tamamlanarak gözden geçirilmelidir.

İnceleme alanında Ermenek barajı ve HES'nin yapılması planlanmaktadır. Bu gibi hidro-teknik yapıların planlanması aşamasında ve sonrasında, hidrolojik gözlemler büyük önem taşımaktadır. Bu gözlemlerin sağlıklı olabilmesi için ise havza genelinde WMO(1974) tarafından dağlık alanlar için önerilen istasyon ağı kurulmalıdır. WMO(1974) tarafından dağlık alanlar için önerilen YGİ sıklığı, 100-250 km²'ye bir istasyon şeklindedir. Yaklaşık 2500 km²'lik drenaj alanına sahip olan havzada 830 km²'ye bir istasyon düşmektedir. Buna göre, havza içinde en az 7 adet ilave YGİ'ni kurulmalıdır. Aynı şekilde hidrolojik bütçe elemanlarından akım verileri, su bütçesi hesaplamaları, yeraltısu akım ilişkisinin belirlenmesi vb., hidrolojik amaçlı çalışmalarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle AGİ'lerinin yerinin ve sıklığının belirlenmesi ayrı önem taşımaktadır. AGİ'nin yerinin ve sıklığının belirlenmesinde, havzanın jeolojisi, hidrojeolojisi, iklimi, fiziksel özellikleri ve nehir akış değişimleri vb., bilgiler büyük önem taşımaktadır. Bu tür bilgilerin yeterli olarak sağlanamadığı Akdeniz, tropikal ve ara iklim kuşaklarında yer alan karst havzalarında minimum Agİ sıklığı WMO(1974) tarafından 300-1000 km²'ye 1 istasyon olarak verilmiştir.

Bu veriler ışığı altında yukarı Ermenek havzasında ilave olarak, biri, 1726 nolu AGİ'nun akış aşağısında Jkn bloğunun çıkışında diğerleri 17/14 , 17/15 ve 17/16 nolu kurak dönem akım ölçüm yerlerine olmak üzere 4 yeni AGİ kurulmalıdır. Ayrıca, baraj yeri akış aşağısında Jkn bloğu bitiminde de bir AGİ kurulması bu kesimdeki yeraltısuyu akarsu ilişkisini araştırmak açısından önem taşımaktadır.

İnceleme alanında Zeyve ve Nadire kaynakları akış yolu boyunca traverten çökeltmektedir. Gerek Zeyve ve gerekse Nadire kaynaklarının traverten çökeltme mekanizmasının kapsamlı olarak araştırılmasında yarar görülmektedir.

Ermenek baraj yerinde özellikle sağ sahilde Ofiyolitli karmaşığın Jkn boğunda açılan sondaj kuyularında kireçtaşı bloğunun Ofiyolitli karmaşığın matriksi ile ilişkisi belirlenememiştir. Çalışmanın sonuçlarından birisi de bu karmaşığın altında Aladağ birliğine ait KA biriminin yer aldığıdır. Bu nedenle sağ sahilde açılacak birkaç derin sondaj kuyusu ile bu ilişkilerin belirlenmesi, barajın yapılabilirliğine önemli katkı sağlayacaktır.

8. DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ

Akarsu, İ., 1959, Geology of Mut Region, MTA Dergisi, No: 54, s. 38-43, 1960, Ankara

Akdere, S., 1975, Remote Sensing Verilerinden Yararlanılarak Hazırlanan Güney Anadolu Bölgesi Tektonik Haritası, MTA Dergisi, c.?, 21-25, Ankara.

Altuğ, S., 1971, Lugeon Basıncılı Su Deneyi- Teorik ve Pratik: EİE Yayın No: 31-71, Ankara, 27s.

APHA, AWWA and WPCF, 1981, Standart Methods For The Determination Of Water And Waste Water, 15th Ed.: APHA Publication, 1134 p.

Appelo, C.A.J. and Postma, D., 1992, Groundwater, Geochemistry and Pollution, Vrije Universiteit, Amsterdam, 510p.

Aranyossy J.F., 1987, Tritium in Hydrological Cycle and Its Uses As An Environmental Tracer, Proc. of International Seminar on Isotope and Nuclear Techniques In Hydrology, IAEA Publ., 34 p.

Arıkan, A., and Gürer, İ., 1977, An Approach to Determine the Areal Evaporation in the B. Menderes Basin, Technical Conference on Assessments of Areal Evaporation WMO 23-25, May 1977, Budapest, Hungary

Arıkan, A., 1994, PIPER: Kişisel Bilgisayarlarda Microsoft Windows altında çalışan Piper Diyagramları çizmek için geliştirilmiş Bilgisayar Programı, Hidrojeoloji Mühendisliği hazır program çalışmaları, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Back, W. and Zoetl, J., 1975, Application of Geochemical Principles, Isotopic Methodology and Artificial Tracers in Karst Hydrology: Hydrogeology of Karst Terrains, IAH publication., Paris, 105-121.

Back, W. and Hanshaw, B.B., 1979, Comparison of Chemical Hydrogeology of Carbonate Peninsulas of Florida and Yucatan, Journal of Hydrology, v.10, 330-368.

Bahre, L., 1932, Beitrag zum Themer Dolomitentstehung, Zent. Mineralogie, Vol.46, Stuttgart

Bayarı, C.S., 1991, Aşağı Zamantı Havzasının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi (Aladağlar): Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 164s. (Yayınlanmamış).

Benischke, R., 1987, Fluorescent Tracers In Hydrology, Principles, Instrumentation, Physico-chemical Properties, Analytics: Lecture notes for Post Graduate Training Course on Groundwater Tracing, Elisabethstrasse 16/I, A 8010 Graz, Austria, 49 p.

Blumental, M., 1944, Bozkır Güneyinde Toros Sıradağlarının Serisi Ve Yapısı: İst.Ün.Fen Fak.Mec., Seri B, 9/2, 95-125

Blumental, M., 1951, Batı Toroslarda Alanya Ard Ülkesinde Jeolojik Araştırmalar: M.T.A.E. Yayınları D, 5, 134 s.

Blumental, M., 1956, Karaman-Konya Havzası Güneybatısında Toros Kenar Silisleri Ve Pist-Radyolarit Formasyonu Stratigrafi Meselesi: M.T.A. Dergisi, Sayı:48

Bogli, A., 1980, Karst Hydrology and Physical Speleology (translated by C.Schimid), Springer-Verlag, Berlin, 284p.

Burdan, D.J. and Papkis, N., 1963, Handbook of Karst Hydrogeology, with special reference to the carbonate aquifers of the Mediterranean region: Athens, Greece, 276p

Cobb, E.D. and Bailey, J.Fp, 1965, Measurement of Discharge By Dye Dilution Methods: USGS Surface Water Techniques Series, Book 1 Chapter 14, 27p.

Curran, P.J., 1983, Principles of Remote Sensing : Longman Scientific and Technical Publ., London, 282 p.

Demirel, İ.H., 1989, Ermenek Yöresinde Yer Alan Tersiyer Yaşlı İstifin Jeolojisi, Sedimentolojisi ve Bölgedeki Kömür Damarlarının Ayrıntılı İncelenmesi: Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Ankara, 143s.

Demirtaşlı, E., 1975, Stratigraphic Correlation of the Lower Paleozoic rocks of Iran, Pakistan and Turkey: Congress of Earth Sciences, 50th year of the Turkish Republic, Alpan S.(editör), MTA, Ankara, pp 204-222

Demirtaşlı, E., 1976, Toros Kuşağının Petrol Potansiyeli: Türkiye 3. Petrol Kongresi, Ankara, Tebliğler, 55-62

Demirtaşlı, E., 1978, Toros Kuşağının Batı Ve Orta Kısımlarının Jeolojik Evriminde Yeni Veriler: T.J.K. 32. Bilimsel Ve Teknik Kurultayı

Demirtaşlı, E., 1983, Orta Toroslarda Silifke-Anamur Arasındaki Bölgenin Stratigrafisi Ve Tektoniği: Toros Jeolojisi Sempozyumu, İngilizce

Demirtaşlı, E. vd., 1986, Ermenek Batısında, Göktepe, Dumlugöze Ve Tepebaşı Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi, M.T.A. Enstitüsü Rapor No: 8753

DMİ, 1984, Ortalama, Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni: DMİ Basımevi, 678 s.

Drake, J.J. and Harmon, R.S.,1973, Hydrochemical Environments of Carbonate Terrains: Water Resources Research, v. 9 (4), 949-957.

DSİ, 1981, Hidrojeolojide Su Kimyası: Lütü Doğan, DSİ , Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 178p

DSİ, 1990, Türkiye Maksimum Yağışlar Frekans Atlası, Devlet Su İşleri Yayını, Ankara

EİE, 1975, Gülnar - Iısu (Erik deresi) Hidroelektrik Projesi Mühendislik Jeolojisi İncelemesi, EİEİ yayını, 1975, Ankara

EİE, 1990, Feasibility study on Ermenek Hydroelectric Power Development Project, Draft Final Report, Volume 5, Drawings: Japan International Cooperation Agency, September 1990

Ekmekçi, M., 1992, Ceyhan-Berke Barajı ve Yakın Dolayının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi, Doktora Tezi, 116s, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,(Yayınlanmamış)

Erikson, E., 1960, The yearly Circulation of Chloride and Sulfur in Nature; Meteorological, Geochemical and Pedological Implication, II. Tellus 12, 63-109.

Ertunç, A., 1979, Goksu- Ermenek Bent Yeri Olanakları Jeoloji n Raporu, EİEİ yayını, Ankara

Fetter, J.C.W.,1980, Applied Hydrogeology: Charles E. Merrill Publ. Co., Ohio, 488p.

Ford,D.C. and Williams,P., 1989, Karst Geomorphology and Hydrology, Unwin Hyman Publ., Boston, 601p.

Freeze, A.R. and Cherry J.A.,1979, Groundwater: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 604 p.

Gat, J.R.,1971, Stable Isotope Hydrology: Technical Reports Series No 210, IAEA Publication.

Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R., 1979, Mut Ermenek Yöresinin Jeolojisi Ve Petrol Olanakları; T.J.K. Bült., c.22, s.7-26,

Gedik, I., 1981, Fauna Bölgeselliğine Dayalı Olarak Toroslarda Tektonik Durumu, T.J.K. 35. Bilimsel Ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri,s.20

Gökdeniz,S.,1981,Batı Toroslarda; Karaman-Ermenek Arasında Jeolojik Ara tırmalar: Triyas Yaşlı " Yeşil Tüfitli " Serilerde Stratigrafik, Yapısal, Mineralojik Ve Jeokimyasal Çalışmalar: Doktora tezi, Fransızca, Yayınlanmamış

Günay, G. and Karanjac, J., 1979, Dumanlı Spring Discharge Measurement by Fluorometric Techniques: Proc. of Int. Seminar on Karst Hydrology Oymapınar, Turkey, DSI-UNDP Publ (ed: G. Günay), 269-293.

Günay, G, 1981, Türkiye Karstının Tekto-Genetik Sınıflaması ve Hidrojeoloji Özellikleri, 35. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 9-13 Mart 1981, Ankara

Günay, G.,1981, Manavgat Havzası ve Dolayının Karst Hidrojeolojisi incelemesi: Doçentlik tezi, H.Ü. Mühendislik Fakültesi, Beytepe, Ankara, 185 s. (yayınlanmamış).

Günay,G. And Bayarı,C.S., 1991, Isotope survey of the Lower Zamanti Basin: HU- IAEA Project, Progress Report no.2, Int.Res. and Applic.Center for Karst Water Resources, Hacettepe University, Ankara,31p.

Güvenç, T., 1977, Stratigraphy Of The Carboniferous Of Turkey: VI. Ege Bölgeleri Jeoljisi Kollokyumu, İzmir Bildiri Özetleri, 59.

Güvenç, T., 1979, Batı Toroslar Sedimanter Üst Paleozoyik- Mesozoyik Biyostratigrafisi ve Alanya Metamorfik Masifi ile İlişkileri, Ege Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi: TÜBİTAK Projesi TBAG-143, Ankara, 130s

Güvenç, T., 1980, Alanya - Gazipaşa Bölgesinin Jeolojisi ve Kıyışeridi Deniz Tabanıyla Yapısal İlişkileri, Ege Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, 139s

Güvenç, T., 1981, Tetisin Permiyen Ve Triyas Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası, Yerbilimleri, Hacettepe Üniversite Yayını, 7, 27- 42, Ankara

Hanshaw, B.B. and Back W., 1979, Major Geochemical Processes In the Evolution of Carbonate-Aquifer Systems: Journal of Hydrology, v. 43, 287-312.

Harum, T. and Fank, J., 1992, Hydrograph Seperation by means of Natural Tracers: Tracer Hydrology, Proceedings of the 6th International Symposium on Water Tracing, Karlsruhe, Germany, 21-26 September 1992, pp 143-146

Herak, M., 1977, Tecto-Genetic Approach to the Classification of Karst Terrains: Carsus Yugoslavia, v. 9-4, Zagrep, Yugoslavia, pp 227-238

İnan, A. ve Uğur, M., 1981, Konya-Hadım (Kızılyeri)-Bozkır (Küçükusu)- Ermenek (Göktepe) ve Antalya-Gazipaşa (Muzvadi-Berem Mah.) Yörelerindeki Çinko-Kurşun Cevherleşmelerine Ait Jeoloji Raporu. M.T.A Maden Etüd Arşiv No:1754

Koçyiğit, A., 1976, Karaman-Ermenek (Konya) Bölgesinde Ofiyolitli Melanj Ve Diğer Oluşuklar: T.J.K. Bült., 19/2

Koçyiğit, A., 1977, KARAMAN-Ermenek (Konya) Bölgesinin Tektoniği: TSK Bült.,20/1

Komatina, M., 1967, Specific Hydrogeology Of Yugoslavia And The Problems Of Groundwater Balance: Vesnik Zavoda Za Geoloska I Geofizicka Istrazivanja, Series B, no 7, 115-161.

Kuşçu, M., 1985, Göktepe (Ermenek-Konya) Batısında Kalan Bölgenin Jeolojisi; A.Ü. Müh. Fak. Dergisi, c.1, s.1, Ankara

Lerner, D.N., Issar, A.S., and Simmers, I., 1990, Groundwater Recharge, Int. Contrib. Hydrogeol. vol. 8, IAH

Lloyd, J.W and Heathcote, J.A.,1985, Natural Inorganic Hydrochemistry In Relation To Groundwater: Oxford University Press, 280 p.

Milanović, P., 1981, Karst Hydrogeology: Water Resources Publ., Virginia, 433 p.

Monod, O., 1977, Recherches Geologiques Dans Le Taurus Occidental Au Sud De Beyşehir (Turquie): These D'Etat Université Paris Sud. Orsay, s.450

Önc, S., 1987, Ermenek Baraj Yeri Jeoteknik Ara Raporu, EİEİ yayını, Eylül 1987, Ankara, 52s.

Özgül, N., 1971, Orta Torosların Kuzey Kesiminin Yapısal Gelişiminde Blok Hareketlerinin Önemi; T.J.K. Bült. 14, 1, 85-101

Özgül, N. ve Arpat, E., 1973, Structural Units Of The Taurus Orogenic Belt And Their Continuation In Neighbouring Regions: Bull. Of The Geol.Soc. Of Greece, No.10/1, 156-164p

Özgül, N. ve Gedik, İ., 1973, Orta Toroslar'da Alt Paleozoyik Yaşta Çaltepe Kireçtaşları ve Faunası Hakkında Yeni Bilgiler : T.J.K. Bült.,16/2, 39-52s.

Özgül, N., 1976, Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri: T.J.K., c.19, s.65-78

Özgül, N., 1983, Orta Torosların Stratigrafik ve Tektonik Evrimi Toros Jeoloji Sempozyumu, İngilizce, sayı: 77-90, 78s.

Öztürk, E.M., Öcal, H., Taşkiran, A., Bulduk, A., Çelik, B., Metin, T., Keskin, Ö., Kadir, S., Dağ, Z., Çatal, E., Keskin, A., Gökten, A., Hakyemez, A., ve Girgin, İ., 1991, Orta Torosların Jeolojisi: Alanya O28 c1-c2; O29 d3-d4; P29 a2-a3-b1 paftaları, MTA Jeoloji Etüdları Dairesi, 1991, Ankara, 138s

Payne, B. and Dinçer, T., 1965, Isotope Survey Of Karst Region Of Southern Turkey, Proc. of Sixth Int. Conference of Radiocarbon and Tritium Dating, IAEA Publ.

Pennman, H.L., 1948, Natural Evaporation From Open Water, Bare Soil And Grass: Proc. of Royal Society (London), Series A, v. 193, 120-145.

Plummer, N., Blair, F.J. and Trusdell, A.H., 1976, WATEQF-A Fortran IV Version Of Wateq, A Computer Program for Calculating Chemical Equilibrium of Natural Waters: USGS WRI, 76-13, Virginia 70p.

Rainwater, F.H. and Thatcher, L.L., 1960, Methods for Collection and Analysis of Water Samples: USGS Water Supply Paper no 1454, 301 p.

Ridder, T.B., 1978, On the Chemistry of Precipitation (in Dutch), Royal Met. Inst. Rep. 78-4, 45p.

Rizhikov, D.V., 1954, Nature of Karst and The Basic Principles of Karstification Development, Moscow.

Sayın, M.,1987, Tritium And Stable Isotopes In Precipitation: Proc. of International Seminar on Isotope and Nuclear Techniques In Hydrology, IAEA Publ., 177-197.

Schoeller, H., 1960, Salinity of Groundwater, Evaporation and Recharge of Aquifers(In french), IASH Publ. 52, 488-494

Schuster, E.T. and White, W.B.,1972, Source Areas and Climatic Effects in Carbonate Groundwaters Determined by Saturation Indices and Carbon Dioxide Pressures, Water Resources Research, 8, 1067p.

Sokolov, D.S.. 1962, Main Conditions of Karst Development, Moscow.

Stoner, J.D.,1968, Comparison of Results Using Three Sampling Techniques for a Fluorometric Dye Study in a Stream: Selected Techniques in Water Resources Investigations, USGS Water Supply Paper, 30-33.

Sweeting, M.M.,1973, Karst Landforms: Compton Printing Ltd., New York, 362p.

Ulu, Ü., 1986, Gazipaşa - Sugözü (Antalya) Alanının Jeolojisi, MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 130s

Ulu,Ü.,1989,Gazipaşa Bölgesinin Jeolojisi: Doktora tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enst. İstanbul

UNESCO, 1984, Guide to the Hydrology of Carbonate Rocks, Paris, France, 345p.

Vermeulen, H.R., 1991, Hydrology Course Notes; IHE, Delft, The Netherlands

Wilson, J.F.,1968, Fluorometric Procedures For Dye Tracing: USGS Techniques of Water Resources Research Investigations, 31 p.

White, B.W., 1969, Conceptual Models for Carbonate Aquifers, Groundwater 7, No. 3.

WMO,1974, Guide To Hydrological Practices: Publ. no 168., Geneva.

Yeşertener, C., 1986, Aşağı Dalaman (Fethiye KB) Havzasının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi : Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 277s.

Yeşertener, C., Bayarı, C. S., Denizman, C., 1990, Development of Maraspoli (Ermenek) Cave System and Underground River (S. Turkey), International Symposium and Field Seminar on "Hydrogeological Processes in Karst Terranes", Antalya, Turkey

Yıldırım, S., Bahçeci, A., İşbaşı, O., Katipoğlu, B., Erdem, E., 1988, Karaman-Bozkır- Hadim- Ermenek (Konya) arası Mangenez Prospeksiyonu Jeoloji Raporu, MTA Proje No. 87/12b, Ankara, 43s.

Yurtsever, Y.,1978, Tabii İzotopların Hidrolojide Kullanılması Esasları ve Antalya Civarı Karstik Bölgede Yerüstü-Yeraltısuyu İlişkilerinin Tabii İzotoplarla Araştırılması Sonuçları: EİE Bülteni, c. 76, 51-64.

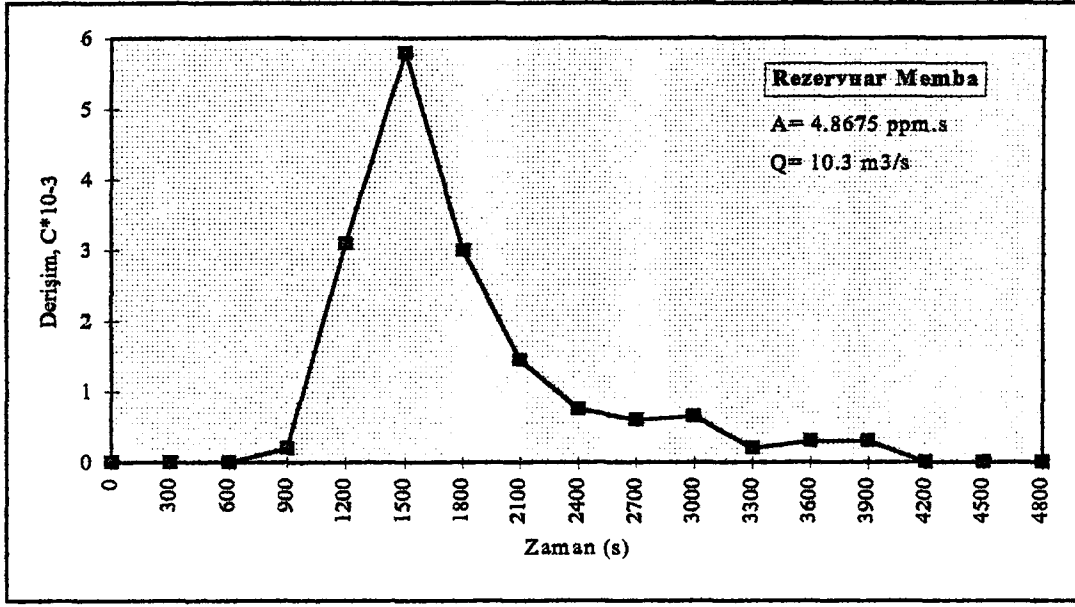
Yurtsever, Y.,1980, Environmental Isotopes As A Tool In Hydrogeological Investigations Of Southern Karst Regions Of Turkey: Proc. of Int. Seminar on Karst Hydrology, Oymapınar, Turkey, DSİ-UNDP Publ (ed: G. Günay), 269-293.

Yurtsever, Y. and Gat, J.R., 1981, Stable Isotope Hydrology, Technical Report Series no 210, IAEA Publication.

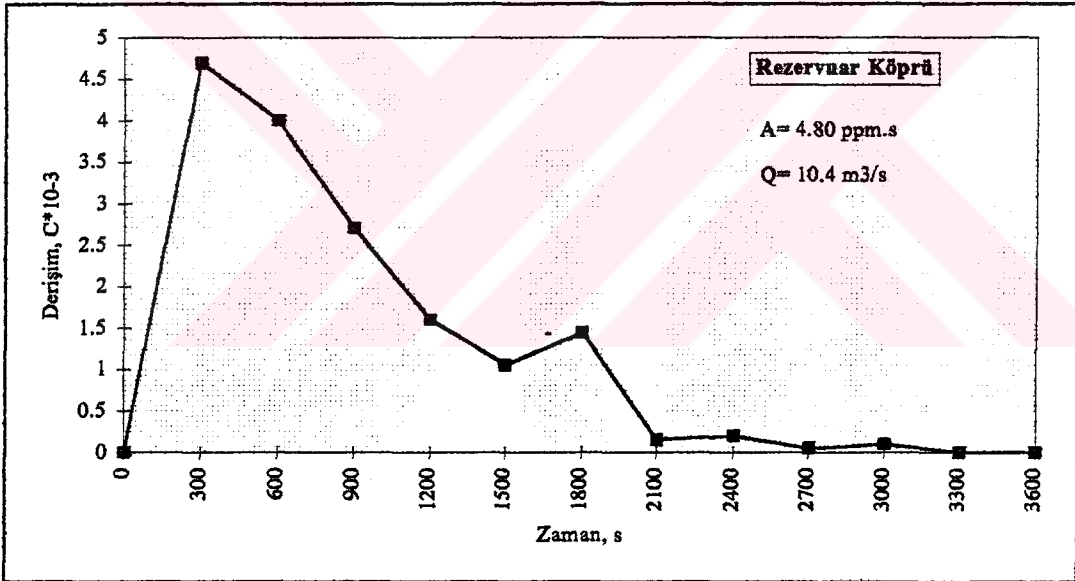


EK ŞEKİLLER (1-4)

(a)

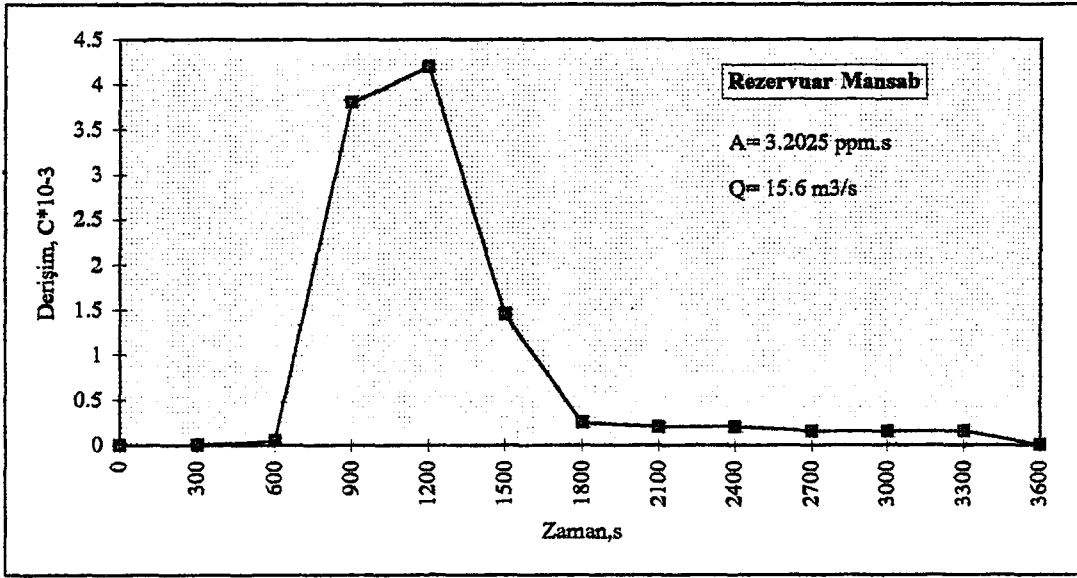


(b)

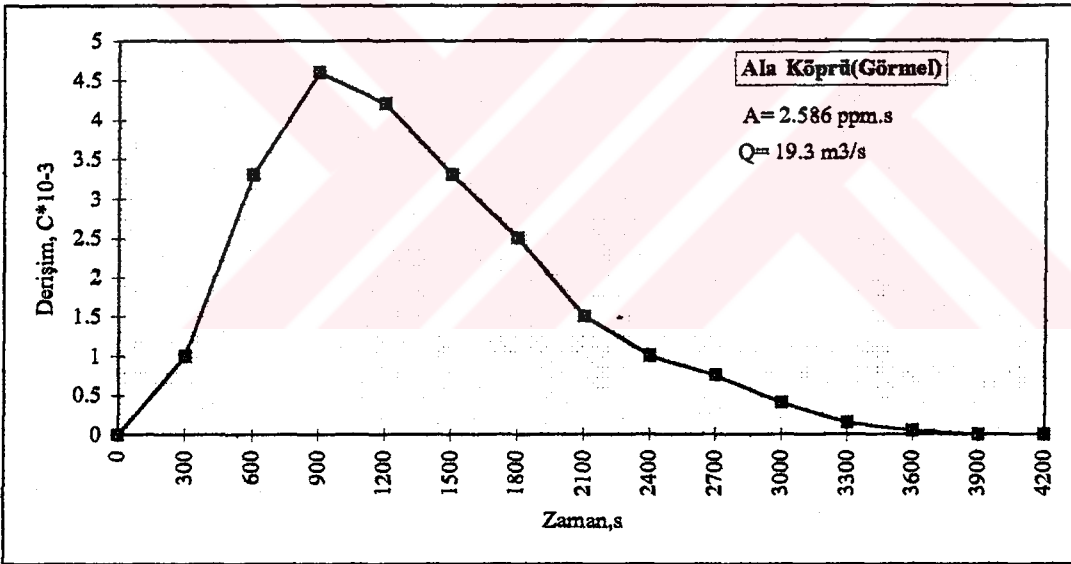


Ek Şekil 1. Derişim - zaman grafikleri, (a) rezervuar memba, (b) rezervuar köprü, (c)rezervuar mansap, (d) Görmel (Ala) köprü, (e) Galerî, (f) Çimene

(c)

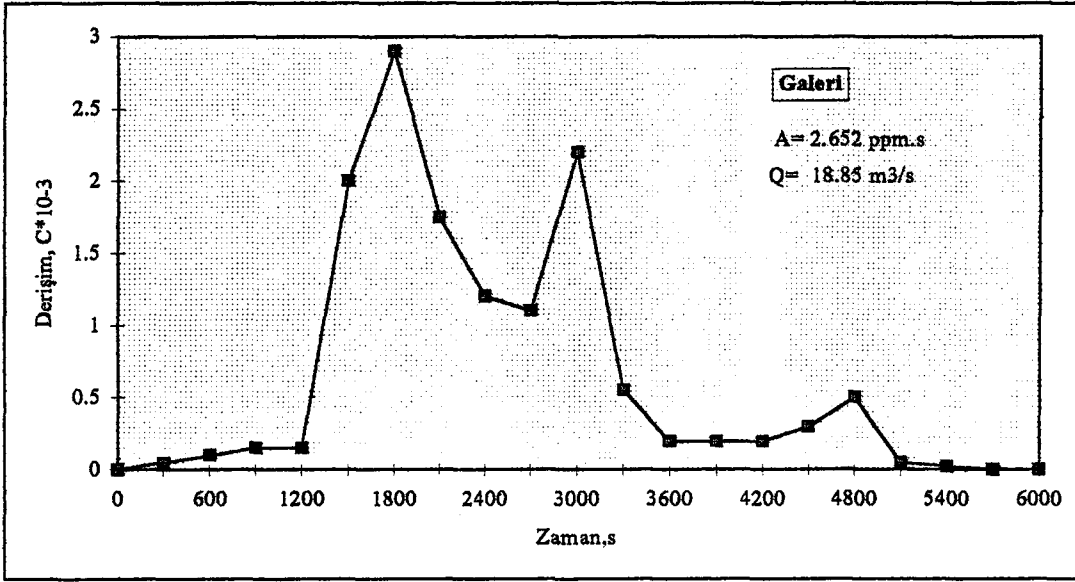


(d)

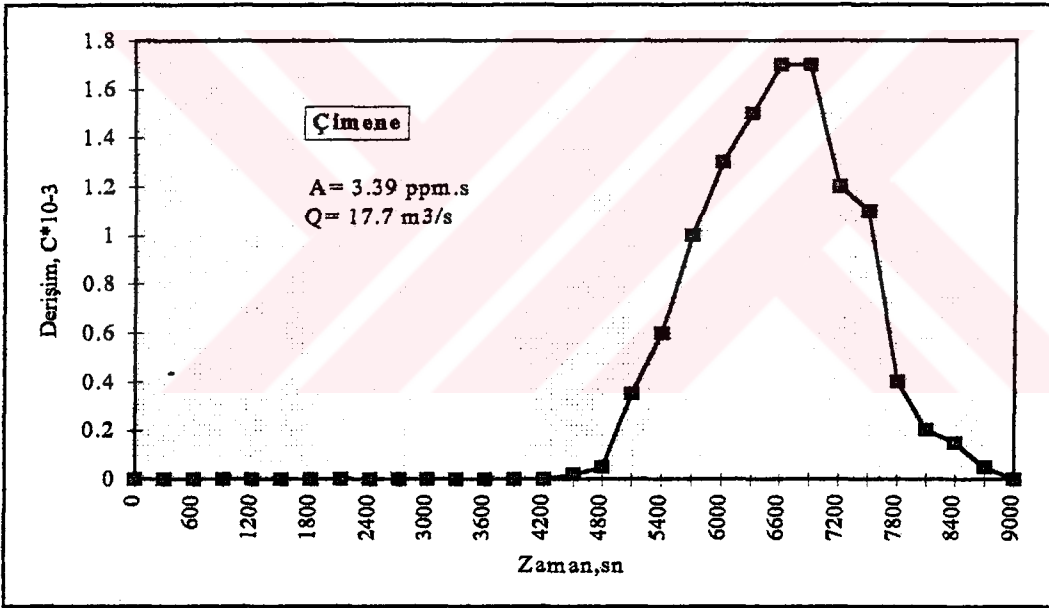


Ek Şekil 1. Derişim - zaman grafikleri(devam ediyor)

(e)

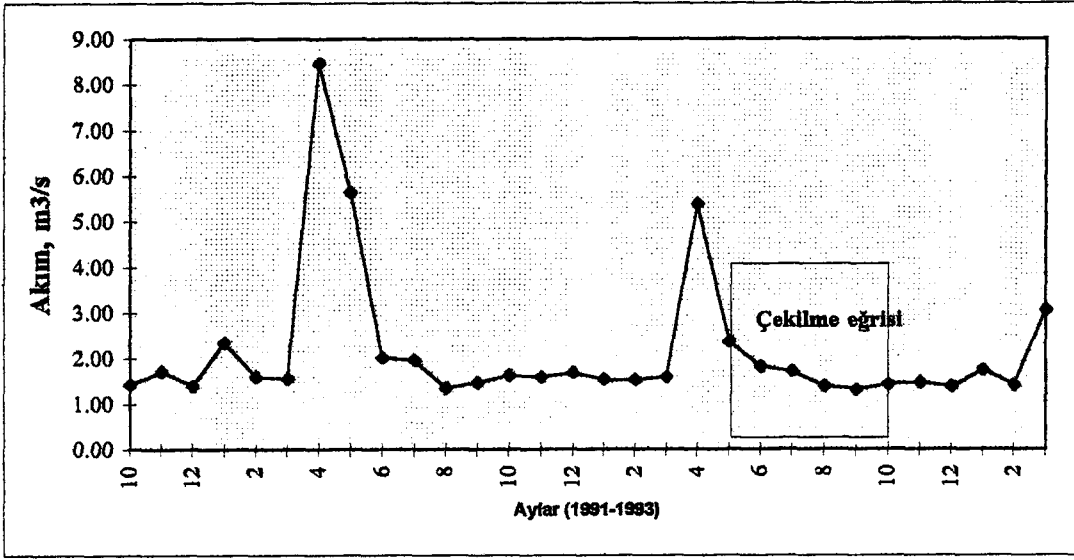


(f)

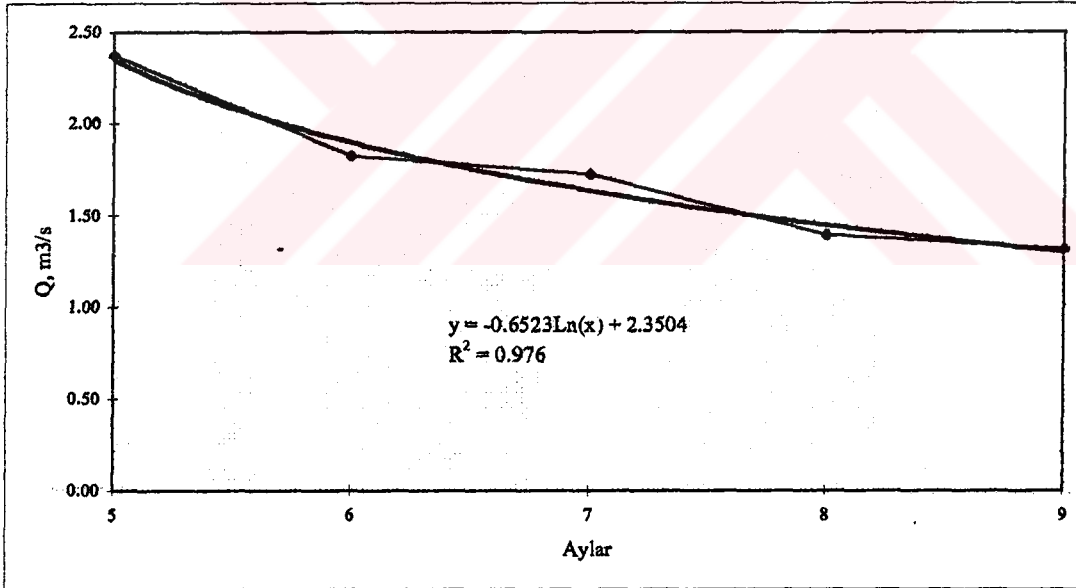


Ek Şekil 1. Derişim - zaman grafikleri(devam ediyor)

(a)

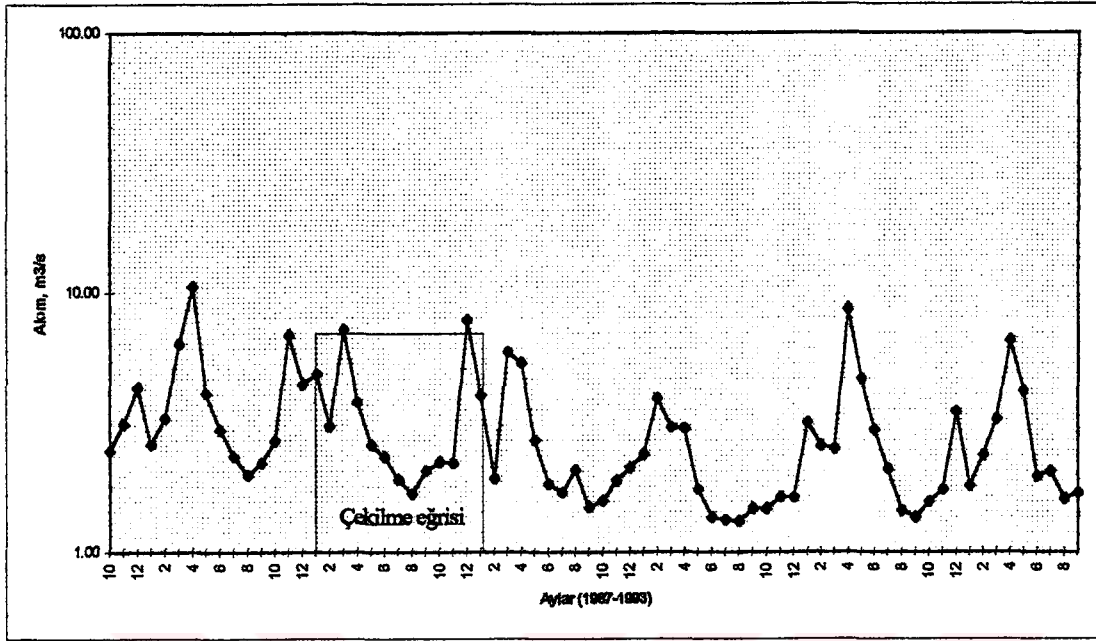


(b)

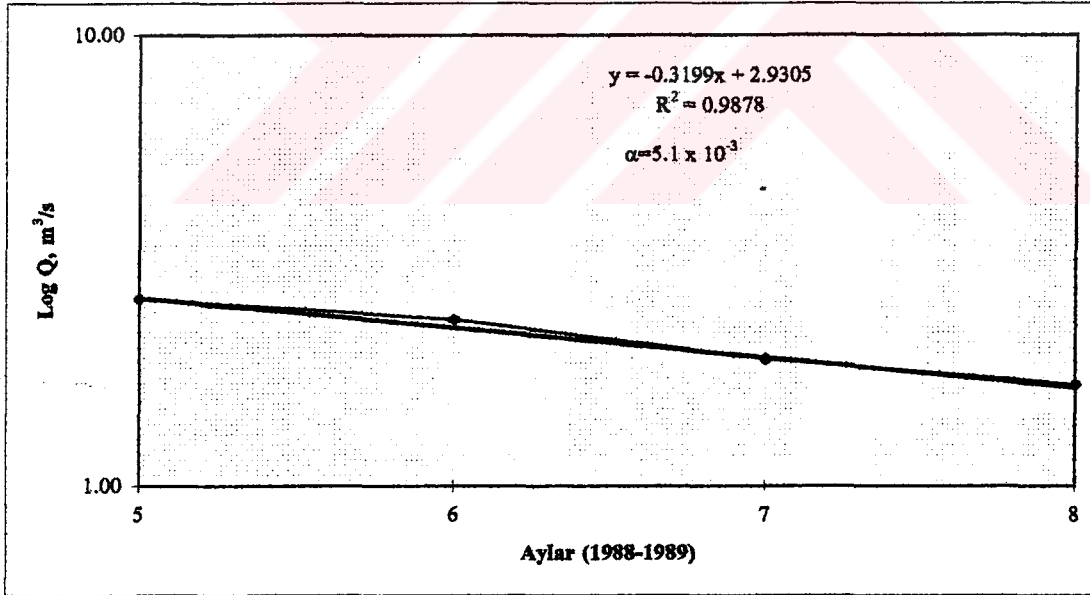


Ek Şekil 2. Nadire karst kaynağı (a) aylık akım grafiği, (b) çekilme eğrisi

(a)

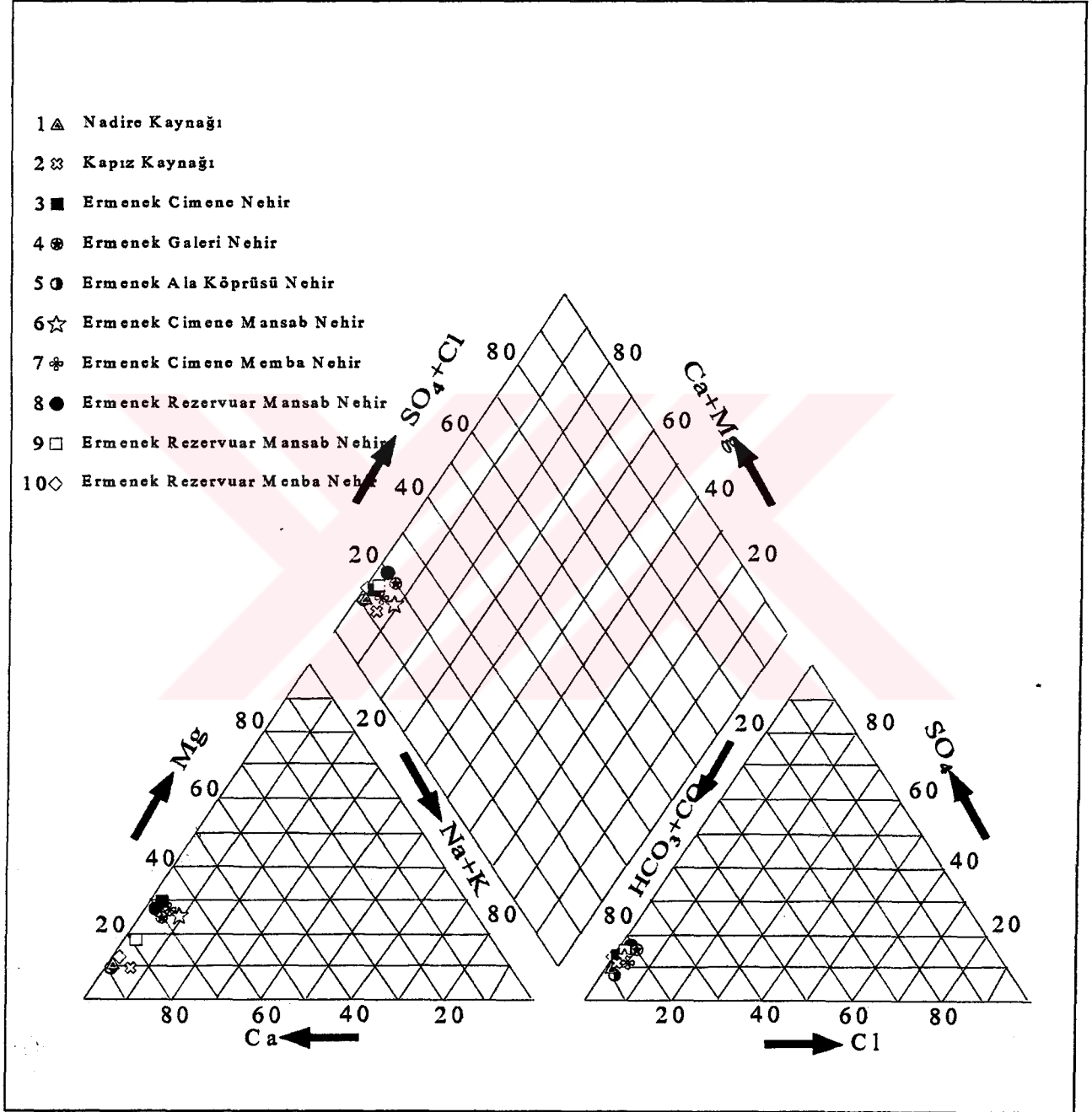


(b)



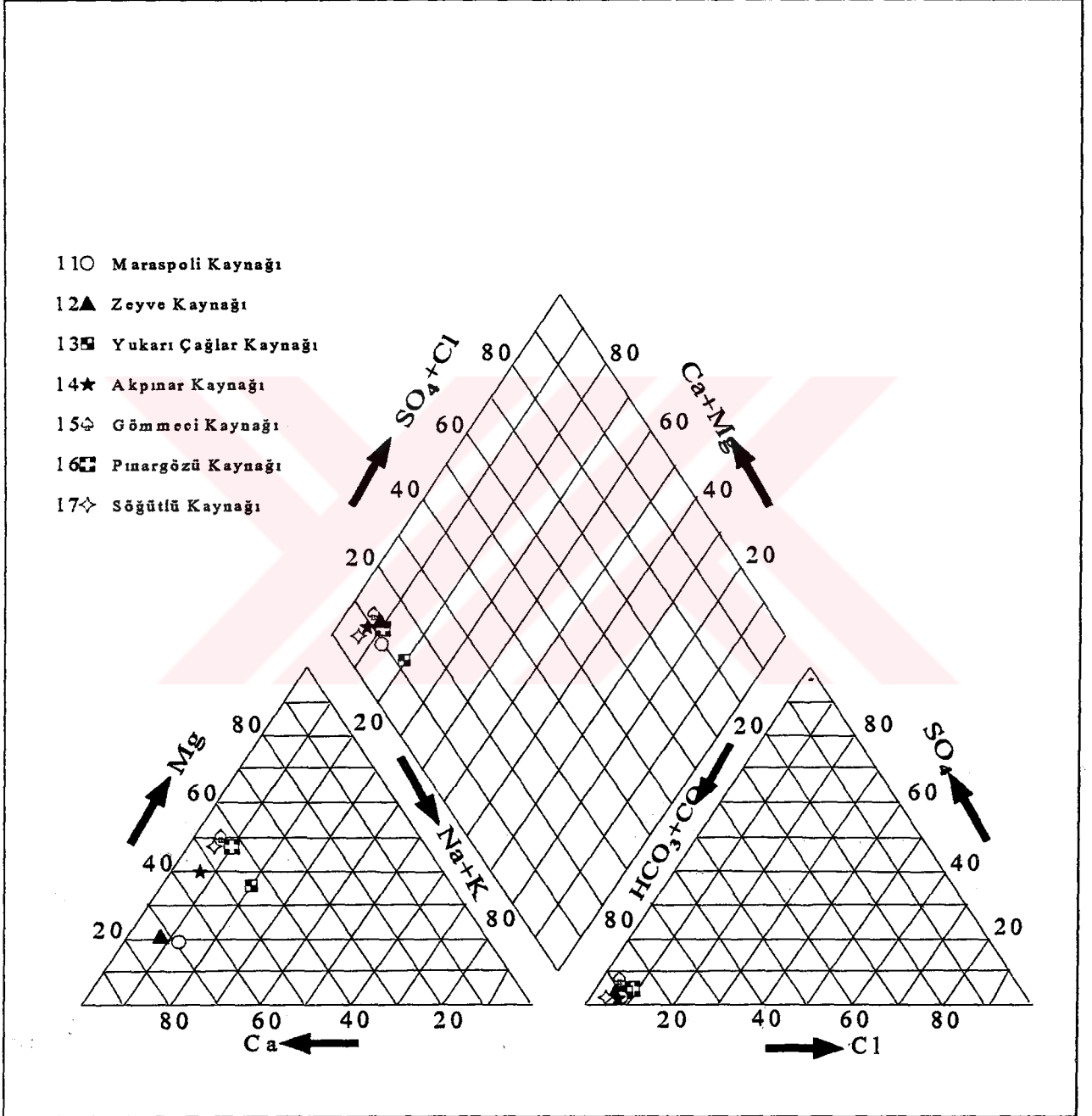
Ek Şekil 3. Zeyve karst kaynağı, (a) aylık akım grafiği, (b) çekilme eğrisi

(a)



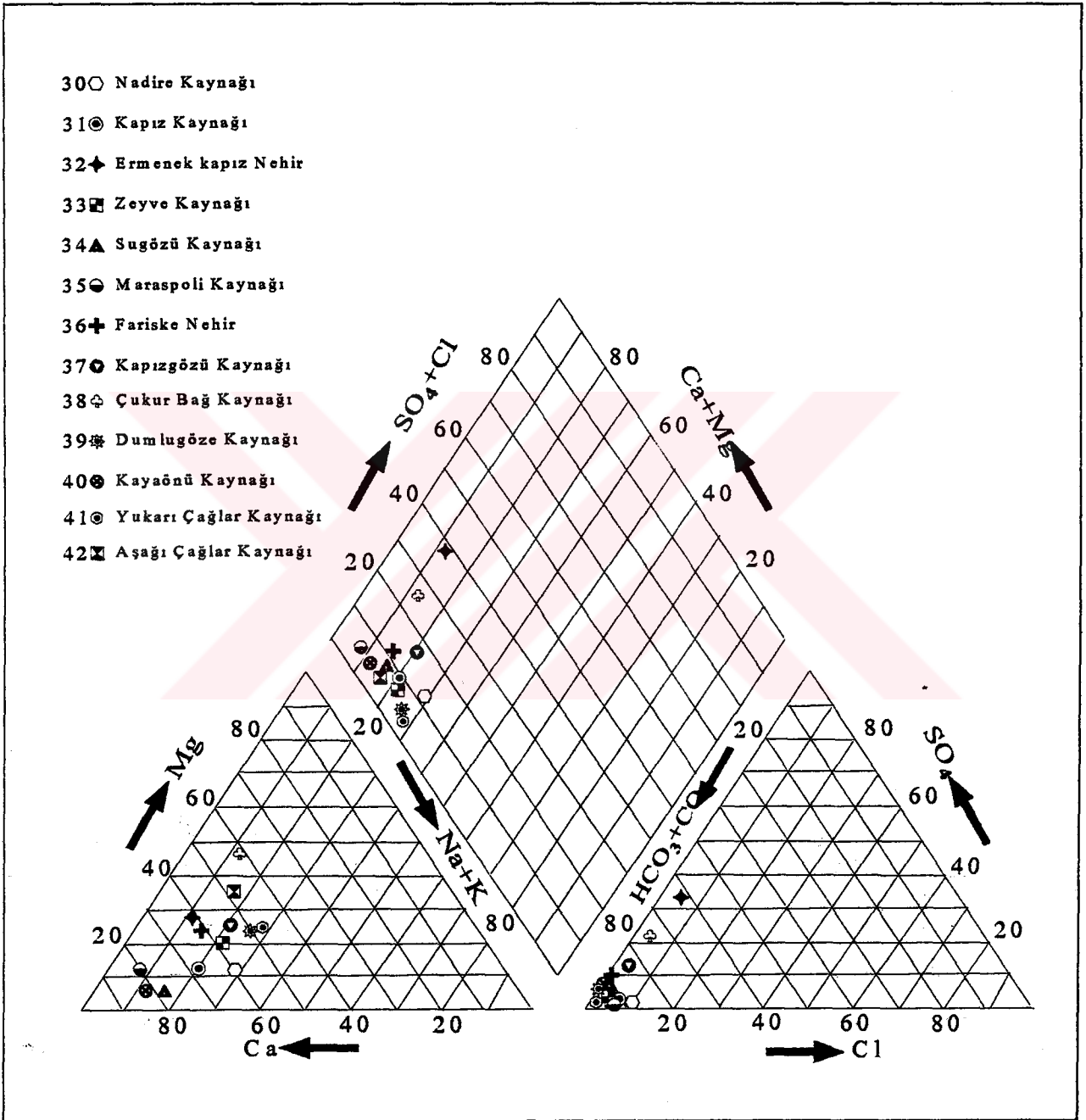
Ek Şekil 4. İnceleme alanı su örneklerinin Piper diyagramları, (a) 1989 yılı, (b) 1990 yılı, (c) 1993 yılı, (d) 1993 yılı sondaj kuyuları

(b)



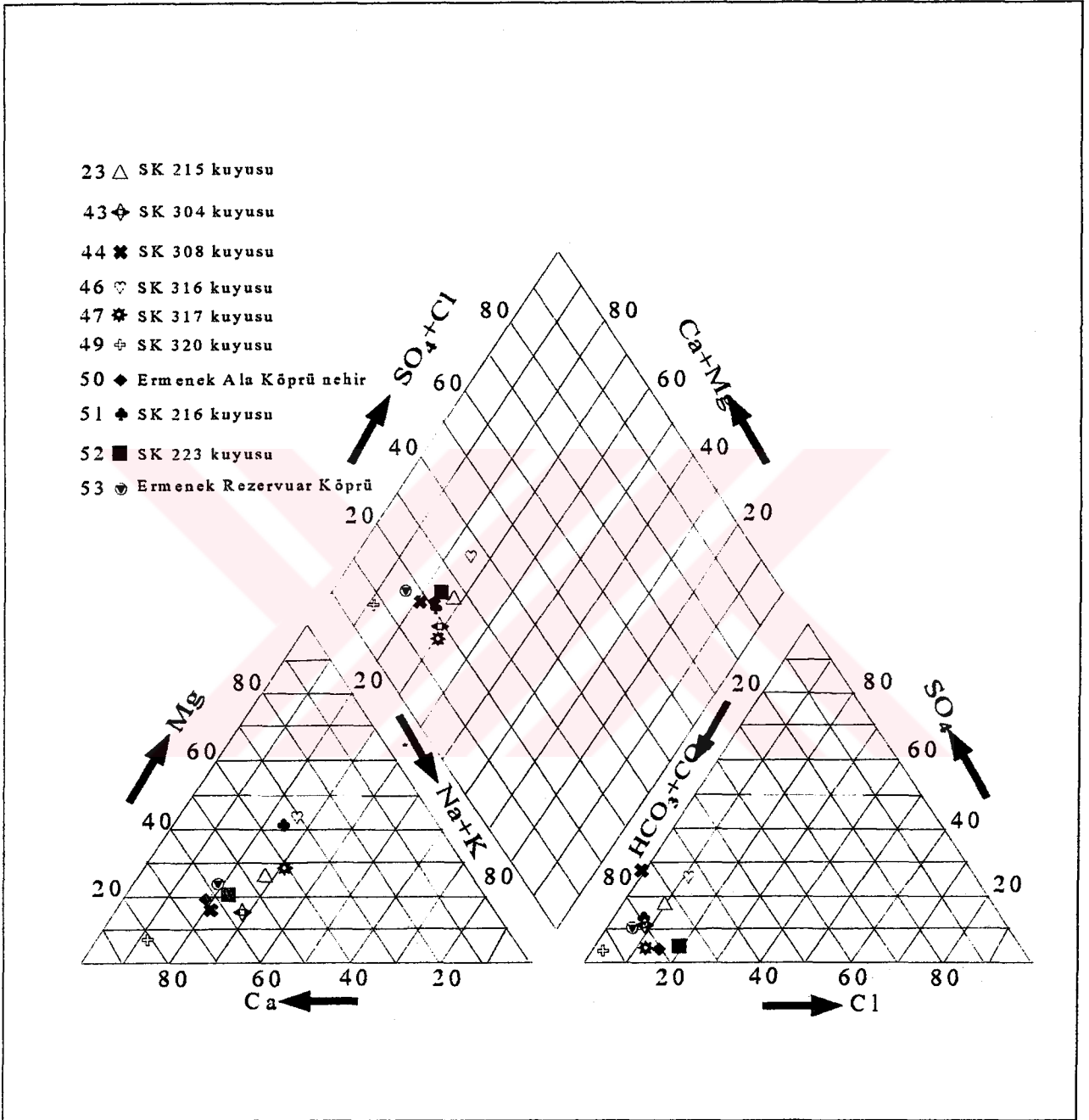
Ek Şekil 4. İnceleme alanı su örneklerinin Piper diyagramları (devam ediyor)

(c)



Ek Şekil 4. İnceleme alanı su örneklerinin Piper diyagramları (devam ediyor)

(d)



Ek Şekil 4. İnceleme alanı su örneklerinin Piper diyagramları (devam ediyor)



EK ÇİZELGELER (1-10)

Ek Çizelge 1. Ermenek barajının karakteristikleri(EİE'den, 1990)

1. Hidroloji ve Rezervuar

Su toplama havzası	: 2156 km ²
Erik deresi su toplama havzası	: 239 km ²
Ortalama yıllık girdi	: 1466 Mm ³

	Ermenek	Erik	Toplam
m ³ /s	43.0	3.5	46.5
Mm ³	1356	110	1466
Maksimum Su Seviyesi			: 675 m
Minimum Su Seviyesi			: 615 m
Düşüm			: 60 m
Maksimum Su seviyesinde Rezervuar Alanı			: 48.4 km ²
Ölü Depolama Kapasitesi			: 1190 Mm ³
Effektif Depolama Kapasitesi			: 2339 Mm ³
Toplam Depolama Kapasitesi			: 3529 Mm ³

2. Baraj

Baraj Yeri	: I-Cc eksenli
Baraj Tipi	: Parabolik kemer
Kret Kotu	: 680.0 m
Tasarlanan Taşkın Su Seviyesi	: 678.3 m
Temelden Olan Baraj Yüksekliği	: 190 m
Kret Uzunluğu	: 165 m
Baraj Gövde Hacmi	: 270 000 m ³
Tasarlanan Taşkın Debisi	
Kış Dönemi	: 5 400 m ³ /s
Yaz Dönemi	: 5 000 m ³ /s
Geçirimsizlik Perdesi Toplam Kuyu Derinliği	: 386 000 m
Toplam Tünel Uzunluğu	: 13 580 m

3. Santral İstasyonu

Tipi	:Yeraltı
Santral Binası	:27m(en)x98m(boy)x38.5m(yük.)
Santral Aygıtı	:160 MW x 2
Erik santrali	:6.7 MW

4. Türbinler

Tipi	:Düşey Eksenli, Francis
Adedi	:2
Eşik Kotu	:308 m
Senkron Devir Sayısı	:333 rpm

5. Jeneratörler

Tipi	:Düşey Eksenli, Çıkık Kutuplu, Senkron alternatör
Adedi	:2
Gücü	:180 MVA
Çıkış Gerilimi	:14.4 kV

Ek Çizelge 2. 1723-Ermenek çayı - Çavuşköy AĞI aylık akım verileri, (m³/s)

Yıllar	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık
1986	18.50	69.30	24.99	64.58	49.06	69.24	77.42	33.48	18.24	8.24	6.72	6.72	37.21
1987	7.06	8.33	22.94	74.25	52.34	55.14	134.50	152.00	68.60	19.73	9.92	9.20	51.17
1988	10.84	23.10	24.50	18.46	38.01	80.56	162.30	84.30	24.64	11.70	10.12	7.79	41.36
1989	9.33	56.00	40.72	24.55	30.37	79.93	55.47	18.85	10.21	7.65	7.68	8.57	29.11
1990	19.30	52.70	81.90	25.20	39.70	69.10	73.30	29.90	12.60	7.56	6.77	6.54	35.38
ort	13.01	41.89	39.01	41.41	41.90	70.79	100.60	63.71	26.86	10.98	8.24	7.76	38.85

Ek Çizelge 3.(17-14)-Ermenek çayı-Görmel köprüsü AĞI aylık akım verileri, (m³/s)

Yıllar	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1965	8.47	12.11	46.30		98.38	131.42	179.78	101.92	37.96	35.20	22.00	19.10
1966	9.33	17.96	54.32	154.00	71.68	118.80	160.00	35.02	34.30	14.47	9.50	8.86
1967	5.96	19.83	164.80	94.13	32.96	74.90	192.80	124.90	44.07	19.06	11.77	11.33
1968	12.65	43.32	63.85	123.50	66.97	151.30	233.50	133.20	38.27	17.58	12.05	11.52
1972	18.81	16.00	37.35	18.92	29.84	71.55	131.10	58.58	20.52	13.47	11.13	10.38
1973	24.84	19.23	14.37	12.39	34.71	60.00	78.93	38.69	12.97	9.08	7.77	7.41
1974	9.61	13.51	45.21	14.44	26.16	99.13	44.50	22.98	12.41	8.93	8.15	8.74
1975	10.60	16.95	79.16	66.65	55.04	117.20	216.00	106.60	35.53	16.29	11.74	10.25
1976	14.97	32.88	30.65	56.68	40.48	73.71	202.00	88.90	30.93	17.56	13.19	12.28
1977	31.89	27.30	96.42	38.42	75.61	82.87	131.30	74.87	25.62	15.02	11.27	11.27
1978	12.71	12.97	21.13	74.77	102.40	97.61	140.30	91.26	30.30	14.97	11.06	10.83
1979	48.11	22.28	62.77	127.90	82.89	75.87	72.17	45.35	29.47	16.42	13.27	12.98
1980	14.05	42.07	64.35	81.52	44.97	116.10	200.00	105.20	35.33	15.61	12.66	11.77
1981	6.35	11.41	39.79	63.21	54.25	134.90	177.20	102.40	43.83	20.81	7.56	6.31
1982	8.57	62.00	180.90	100.10	33.54	43.81	132.40	75.52	43.67	14.21	10.32	8.89
1983	15.48	12.30	26.35	22.90	31.50	71.31	164.20	82.74	20.22	7.02	4.74	4.22
1984	13.74	90.97	92.45	61.23	77.48	98.90	149.80	92.74	21.68	12.91	12.02	10.72
1985	10.68	32.98	21.58	63.68	53.50	82.32	116.30	43.00	17.48	10.91	8.93	8.90
1986	30.32	72.16	27.22	87.00	56.63	83.26	93.75	34.68	19.90	11.98	9.78	9.41
1987	9.55	13.73	30.56	92.65	58.25	57.94	156.50	188.90	76.13	19.97	13.15	11.63
1988	10.49	23.49	25.91	19.41	40.92	84.38	182.87	109.02	28.51	15.49	11.91	10.49
1990	17.52	74.12	97.55	27.13	46.02	72.45	73.40	33.36	15.62	10.22	8.90	9.40
1991	9.49	12.43	40.33	15.81	25.07	64.19	30.87	36.92	13.21	9.18	8.82	8.80
1992	9.27	12.80	27.11	20.39	21.29	62.52	196.83	84.87	23.63	12.31	9.42	8.90

Not 1969-71 ve 1989 yılları akım verileri eksiktir.

Ek Çizelge 4. 1719-Ermenek çayı-Kırkkavak AĞI aylık akım verileri, (m³/s)

Yıllar	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1966	16.74	28.61	88.32	193.60	84.93	128.90	178.70	98.40	43.17	22.28	17.09	16.68
1967	16.62	30.39	130.80	101.10	44.88	96.69	219.40	147.30	52.20	27.90	19.78	17.94
1968	20.01	44.77	77.89	123.30	73.72	177.20	232.00	143.60	55.10	25.26	19.58	18.46
1969	23.36	65.01	180.60	142.10	107.00	186.10	139.50	120.10	45.30	26.92	21.68	19.73
1970	23.10	25.70	97.90	85.10	111.00	142.00	149.00	78.00	39.20	22.80	17.40	17.10
1971	21.40	28.46	40.63	56.11	46.09	107.70	130.40	78.24	30.00	18.62	17.41	16.16
1972	20.54	21.06	50.49	26.32	41.99	89.68	146.50	77.13	31.87	20.90	18.19	17.30
1973	34.10	27.70	20.50	18.30	39.70	68.70	85.20	44.10	18.00	13.10	11.80	11.70
1974	13.36	17.02	45.15	19.03	32.60	104.80	51.55	30.03	14.69	12.12	11.71	11.44
1975	15.94	18.25	93.87	65.04	59.86	121.60	245.40	125.20	46.16	22.83	15.45	14.36
1976	20.05	37.33	34.81	69.12	52.39	92.00	232.90	110.20	35.93	21.02	16.65	15.76
1977	33.50	32.48	115.40	48.07	93.08	100.90	155.00	98.40	30.80	18.14	16.47	14.71
1978	16.07	17.87	25.31	82.42	130.70	124.80	173.40	115.50	38.59	20.81	17.58	17.08
1979	53.53	28.26	70.69	143.00	107.90	91.26	82.86	51.27	34.60	18.92	15.86	15.17
1980	18.25	44.34	81.52	95.56	57.44	148.70	228.10	123.00	43.96	19.43	17.03	16.40
1981	16.35	21.08	50.81	83.38	81.08	171.00	208.80	126.40	55.01	27.38	18.18	15.76
1982	17.34	61.50	189.50	110.00	52.48	73.35	153.70	83.73	45.59	23.65	16.29	14.07
1983	19.84	19.18	26.62	34.83	39.08	83.41	175.30	98.13	33.60	17.40	14.40	13.49
1984	14.91	72.97	111.20	68.03	63.30	103.40	149.80	100.60	33.35	17.65	14.98	14.00
1985	14.24	38.29	26.32	69.40	64.38	91.65	131.30	52.40	23.82	15.19	13.54	12.98
1986	34.26	98.47	43.94	99.00	70.87	91.57	97.42	43.20	26.23	16.73	14.52	13.98
1987	14.66	18.49	35.10	99.14	70.23	71.74	175.50	188.90	82.32	26.62	17.43	15.62
1988	16.55	33.77	33.13	26.45	50.32	101.80	188.50	105.30	34.70	18.66	15.15	13.62
1989	20.20	84.77	56.03	36.26	38.89	100.10	62.93	25.78	16.68	13.59	13.14	13.60
1990	24.20	66.40	106.00	46.30	63.20	92.50	85.90	41.70	19.00	13.30	11.80	11.90

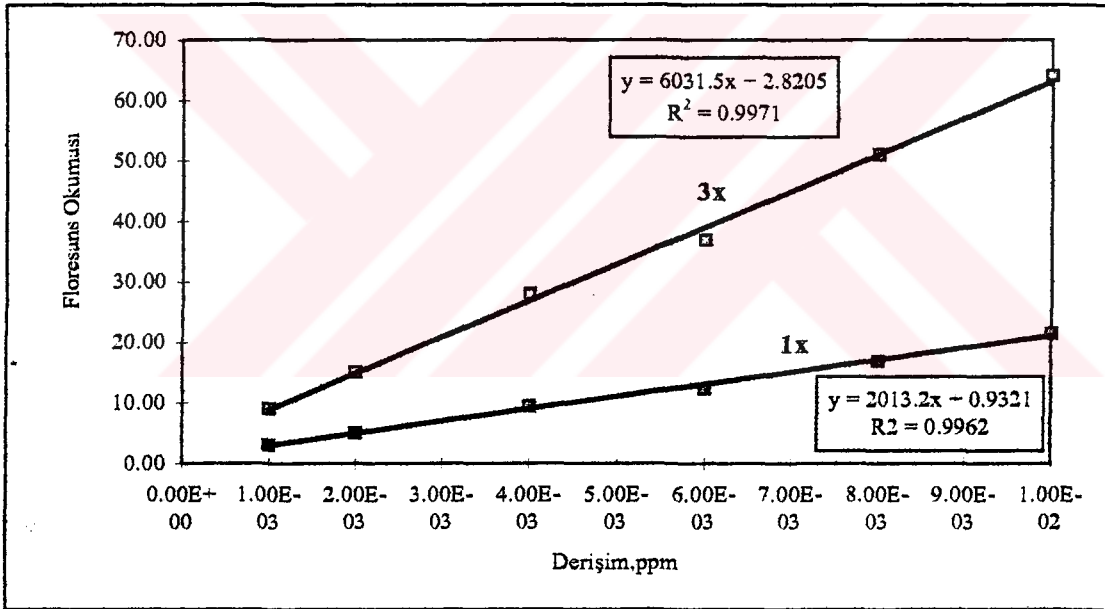
Ek Çizelge 5. Ermenek çayı ve kollarında muline ile yapılan akım ölçümleri, m³/s

(a)Nadire Pınarı			İst.No :1724			Kot: 650m			32°44'40"D		36°34'30"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989-90	1.45	1.68	2.30	1.78	1.52	2.30	*	*	*	1.54	1.99	1.60
1990-91	1.54	1.26	1.70	2.17	1.95	1.76	1.95	1.74	1.75	1.55	1.32	1.40
1991-92	1.44	1.72	1.41	2.36	1.61	1.56	8.47	5.64	2.03	1.96	1.35	1.47
1992-93	1.64	1.59	1.70	1.55	1.53	1.60	5.38	2.37	1.82	1.72	1.39	1.32
1993-94	1.42	1.48	1.39	1.75	1.42	3.06	*	*	*	*	*	*
(b)Ermenek Çayı(Çavuşköy)			İst. No:1723			Kot=523m			32°56'08"D		36°33'56"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1984-85	*	*	*	52.15	179.7	116.3	104.0	43.69	20.97	10.46	6.66	6.11
1985-86	139.7	948.1	20.09	301.5	48.87	95.96	109.6	44.03	22.78	8.38	8.57	6.37
1986-87	8.41	8.65	8.74	254.3	86.97	87.40	141.3	167.9	101.9	14.85	8.49	9.38
1987-88	10.79	21.75	26.85	18.51	29.25	99.48	108.6	54.03	18.65	10.27	10.28	7.47
1988-89	8.62	173.5	44.15	25.47	25.86	55.74	37.11	18.43	8.45	8.04	6.73	8.20
1989-90	10.94	210.1	103.1	44.55	18.00	49.15	83.91	38.40	10.62	7.42	7.14	6.31
1990-91	6.76	11.38	28.53	15.81	34.87	36.47	46.58	15.75	10.57	7.11	5.57	5.53
1991-92	5.69	7.51	8.92	20.63	35.75	20.76	160.61	82.78	36.32	10.61	7.95	6.97
(c)Göktepe Deresi(Günder)			İst.No:1725(17/13)			Kot=1035m			32°39'22"D		36°36'58"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989-90	0.67	3.32	14.26	4.71	1.57	5.99	12.26	1.70	0.79	0.38	0.38	0.33
1990-91	0.57	0.79	2.37	1.81	3.51	3.22	3.85	1.06	0.63	0.43	0.34	0.27
1991-92	0.44	0.61	0.61	1.47	3.81	1.89	23.85	10.39	1.72	0.80	0.54	0.39
1992-93	0.40	0.80	2.13	1.14	1.37	2.48	17.22	8.22	1.09	0.65	0.44	0.32
1993-94	0.43	3.90	1.66	4.08	3.00	15.15	5.67	2.46	*	*	*	*
(d)Ermenek çayı(Yeşilköy)			İst. No:1726			Kot=640m			32°44'44"D		36°34'30"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989-90	87.63	121.5	38.60	34.01	13.63	40.61	83.31	37.34	8.47	6.42	5.78	5.36
1990-91	6.96	8.57	52.37	16.39	35.82	25.40	45.38	30.01	9.76	6.48	5.95	5.59
1991-92	5.63	7.30	8.01	19.02	23.18	17.29	156.84	83.54	29.80	8.61	6.48	5.10
(e)Küçükçay			İst. No:17/11			Kot=540m			32°50'59"D		36°35'38"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989-90	1.18	1.46	4.00	3.38	2.09	4.99	7.72	1.39	0.88	0.83	0.66	0.48
1990-91	0.69	0.98	2.54	1.62	2.25	2.93	3.03	0.84	0.67	0.53	0.35	0.47
1991-92	0.56	0.76	0.59	1.34	1.75	1.04	15.12	6.40	2.07	1.02	0.68	0.59
1992-93	0.57	0.89	1.54	1.19	1.30	3.70	7.39	5.24	1.46	0.94	0.62	0.54
(f)Zeyve Çayı			İst. No:17/10			Kot=540m			32°56'29"D		36°33'26"K	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1984-85	*	*	*	6.92	7.85	4.82	6.76	3.59	2.34	2.18	2.71	2.14
1985-86	2.98	*	3.86	*	5.71	6.90	4.78	3.27	2.13	2.41	2.16	*
1986-87	1.96	1.56	2.44	7.37	5.05	4.85	9.03	8.26	4.41	3.05	2.12	2.03
1987-88	2.46	3.14	4.33	2.61	3.29	6.35	10.55	4.10	2.96	2.34	1.99	2.21
1988-89	2.69	6.89	4.44	4.87	3.06	7.23	3.79	2.60	2.33	1.91	1.68	2.07
1989-90	2.22	2.20	7.86	4.03	1.93	5.93	5.36	2.70	1.83	1.69	2.08	1.49
1990-91	1.58	1.90	2.12	2.39	3.91	3.04	3.00	1.75	1.36	1.33	1.31	1.47
1991-92	1.47	1.63	1.63	3.16	2.57	2.50	8.64	4.64	2.97	2.09	1.44	1.36
1992-93	1.57	1.75	3.47	1.80	2.36	3.25	6.55	4.18	1.96	2.05	1.60	1.70

Not: "*" işareti akım ölçümü yapılmayan ayları göstermektedir.

Ek Çizelge 6. Standart derişim-floresan okuma değerleri
ve kalibrasyon abağı

Derişim(C), ppm	Florometre Okuması,1x (Sensitive Door)	Florometre Okuması,3x (Sensitive Door)	Florometre Okuması,1x (Standart Door)
1.00E-03	3.00	9.00	*
2.00E-03	5.00	15.00	*
4.00E-03	9.4	28	*
6.00E-03	12.3	36.9	*
8.00E-03	16.8	51	*
1.00E-02	21.5	64	1.8
2.00E-02	27.6	*	2.2
4.00E-02	55	*	4.7
6.00E-02	79.7	*	6.9
8.00E-02	*	*	10.2
1.00E-01	*	*	13.2



Ek Çizelge 8. İnceleme alanı su örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
(a) 1989-90 yılları, (b) 1993 yılı Mayıs ayı örnekleri, (c) 1993 Ağustos ayı örnekleri

(a)

Örnek Adı	Türü	Tarih	ToC	pH(f)	EC	SCO ₂	Srt.Fr.	Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
Erm.Cimene	nehir	27.9.89	16.8	8.13	310	-	16.85	0.08	0.02	2.38	0.99	0.80	2.40	0.05	0.45
Erm.Galeri	nehir	25.9.89	15.5	8.10	272	-	15.80	0.14	0.01	2.22	0.94	0.40	2.60	0.10	0.62
Erm.Ala Kp.	nehir	25.9.89	18.0	8.00	287	-	17.90	0.13	0.01	2.55	1.03	0.00	3.20	0.10	0.44
Erm.C.Man.	nehir	26.9.89	17.2	8.00	275	-	18.35	0.28	0.12	2.54	1.13	0.00	3.10	0.10	0.46
Erm.C.Mem.	nehir	26.9.89	18.5	7.95	275	-	15.55	0.09	0.01	2.23	0.88	0.20	2.80	0.10	0.38
E.Rez.Man.	nehir	29.9.89	13.9	8.16	240	-	20.85	0.03	0.12	3.04	1.13	0.00	3.10	0.10	0.56
E.Rez.Köp.	nehir	29.9.89	14.6	8.24	240	-	19.10	0.11	0.01	3.14	0.68	0.60	2.40	0.10	0.44
E.Rez.Men.	nehir	29.9.89	14.0	-	240	-	24.85	0.05	0.01	4.33	0.64	0.10	3.50	0.05	0.48
Nadire	kyn	30.9.89	10.5	-	215	6.50	13.85	0.05	0.01	2.48	0.29	0.00	2.60	0.10	0.20
Kapız	kyn	30.9.89	11.0	-	270	5.00	12.55	0.14	0.01	2.27	0.24	0.00	2.55	0.05	0.15
Akpınar	kyn	15.6.90	11.2	-	315	2.50	12.50	0.10	0.06	1.45	1.05	0.00	2.56	0.20	0.03
Gömmeci	kyn	15.6.90	11.2	-	185	2.50	10.40	0.06	0.06	0.98	1.10	0.00	2.10	0.10	0.17
Pinargözü	kyn	15.6.90	13.0	-	200	2.50	11.45	0.18	0.06	1.10	1.19	0.00	2.20	0.20	0.09
Sogutlu	kyn	15.6.90	11.0	-	180	2.50	10.40	0.05	0.06	1.04	1.04	0.00	2.20	0.10	0.02
Y.Çağlar	kyn	15.6.90	10.0	-	185	2.50	11.30	0.35	0.20	1.26	1.00	0.00	2.30	0.20	0.09
Zeyve	kyn	16.6.90	11.0	-	260	6.25	11.60	0.10	0.07	1.82	0.50	0.00	2.30	0.20	0.09
M.poli	kyn	16.6.90	10	-	200	3	12.75	0.20	0.18	2.03	0.52	0.00	2.40	0.20	0.05

(b)

Örnek Adı	Türü	Tarih	ToC	pHlab	EC	Srt.Fr.	Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
SK 304	kuyu	12.5.93	24.0	7.27	415	16.65	0.960	0.900	2.340	0.990	0.000	3.800	1.200	0.130
SK 306	kuyu	12.5.93	17.5	7.14	1350	40.55	3.310	1.230	2.440	5.670	0.000	3.600	5.400	4.000
SK 308	kuyu	12.5.93	20.0	7.28	390	15.70	0.610	0.280	2.150	0.990	0.000	2.800	1.300	0.160
SK 316	kuyu	12.5.93	16.5	7.28	700	40.50	1.000	0.310	2.840	5.260	0.000	6.000	0.800	2.970
SK 317	kuyu	12.5.93	19.0	7.16	620	30.75	0.740	0.430	3.190	2.960	0.000	6.000	1.200	0.260
SK 215	kuyu	13.5.93	15.5	7.98	200	7.85	0.560	0.310	0.750	0.820	0.010	1.800	0.200	0.430
SK 216	kuyu	13.5.93	16.0	7.50	450	33.40	0.720	0.650	3.640	3.040	0.000	5.600	0.200	1.570
SK 223	kuyu	13.5.93	10.0	7.59	260	12.55	0.150	0.220	2.020	0.490	0.000	2.600	0.250	0.110
Nadire	kyn	13.5.93	12.0	7.71	210	11.20	0.190	0.130	1.750	0.490	0.000	2.200	0.200	0.170
Kamp	kyn	13.5.93	12.0	7.53	270	16.15	0.280	0.230	2.940	0.290	0.000	3.300	0.250	0.046
SK 320	kuyu	14.5.93	17.0	7.47	310	14.65	0.630	1.010	2.520	0.410	0.000	4.400	0.150	0.230
Erm. Ala Kp.	nehir	14.5.93	14.0	7.72	175	11.90	0.130	0.100	1.850	0.530	0.000	2.200	0.100	0.190

(c)

Örnek Adı	Türü	Tarih	ToC	pHlab	pH(f)	EC	SCO ₂	Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
Nadire	kyn	1.08.93	10.6	7.53	7.24	255	7.00	0.43	0.42	1.95	0.37	0.00	3.00	0.25	0.04
Kapız	kyn	1.08.93	10.0	7.56	7.19	225	4.00	0.26	0.39	2.17	0.39	0.00	2.90	0.15	0.06
Erm.kapız	nehir	1.08.93	25.6	7.80	8.14	370	-	0.26	0.20	2.67	1.15	0.10	3.10	0.15	1.14
Zeyve	kyn	2.08.93	11.1	7.55	7.25	282	7.50	0.37	0.21	1.87	0.53	0.00	2.80	0.15	0.09
Sugözü	kyn	2.08.93	8.7	7.81	7.50	205	2.00	0.30	0.15	2.29	0.16	0.00	2.20	0.10	0.06
Maraspoli	kyn	3.08.93	10.2	7.81	7.60	275	4.50	0.13	0.08	2.27	0.32	0.00	2.60	0.10	0.03
Fariske	nehir	4.08.93	-	8.30	8.10	-	-	0.38	0.22	2.92	1.11	0.10	3.70	0.15	0.40
Kapızgözü	kyn	4.08.93	10.2	7.58	7.10	315	10.00	0.54	0.27	2.14	0.99	0.00	3.40	0.15	0.49
Çukur bağ	kyn	4.08.93	13.5	7.64	6.90	385	8.75	0.28	0.17	2.55	1.69	0.00	4.20	0.20	1.17
Dumlugöze	kyn	4.08.93	10.2	7.63	6.90	335	12.50	0.34	0.41	3.17	1.60	0.00	4.30	0.13	0.06
Kayaönü	kyn	5.08.93	10.5	7.73	7.50	305	5.00	0.37	0.09	3.16	0.24	0.00	3.40	0.10	0.04
Y. Çağlar	kyn	5.08.93	9.5	7.93	7.80	265	5.00	0.52	0.41	1.59	0.52	0.00	2.70	0.15	0.03
A. Çağlar	kyn	5.08.93	10.0	7.62	7.50	270	4.00	0.11	0.35	1.54	1.03	0.00	3.00	0.15	0.07
SK 304	kuyu	6.08.93	24	7.46	-	600	-	1.41	0.58	3.89	1.03	0.00	6.00	1.10	0.27
SK 308	kuyu	6.08.93	20	7.33	-	450	-	0.85	0.33	3.77	1.03	0.00	4.40	0.80	0.11
SK 315	kuyu	6.08.93	-	7.45	-	1700	-	13.81	1.13	4.37	3.91	0.00	8.50	17.70	0.51
SK 316	kuyu	6.08.93	17.0	7.62	-	1100	-	2.61	0.54	3.52	5.35	0.00	7.50	1.20	3.05
SK 317	kuyu	6.08.93	19.2	7.40	-	450	-	2.15	0.72	3.84	2.71	0.00	7.20	1.00	0.36
SK 318	kuyu	7.08.93	-	7.53	-	1500	-	6.70	0.46	4.19	3.41	0.00	7.70	6.80	1.34
SK 320	kuyu	7.08.93	17.2	7.33	-	500	-	0.37	0.27	4.74	0.37	0.00	5.70	0.20	0.24
Alaköprü	nehir	7.08.93	18.0	7.94	-	310	-	0.65	0.28	2.62	0.95	0.00	3.40	0.20	0.41
SK 216	kuyu	7.08.93	16.1	7.20	-	400	-	0.67	0.45	1.55	1.85	0.00	3.80	0.35	0.64
SK 223	kuyu	7.08.93	10.0	7.43	-	345	-	0.57	0.28	2.15	0.70	0.00	3.10	0.75	0.16
Rez. köprü	nehir	7.08.93	14.5	7.65	-	285	-	0.52	0.12	2.69	0.66	0.00	3.20	0.20	0.41

Ek Çizelge 9. İnceleme alanı su örneklerine ait doygunluk indisleri ve diğer fiziksel parametreler

No	örnek Adı	Türü	Tarih	T°C	pH	EC25 μS/cm	SCO 2	DO ₂	ED %	SIC	SID	SI PCO ₂
1	Nadire	kyn	30.9.89	10.5	7.38	297	6.50	5.8	-1.60	-0.35	-1.71	-2.26
2	Kapız	kyn	30.9.89	11.0	8.11	369	5.00	8	-1.80	0.33	-0.38	-3.00
3	Erm.Cimene	nehir	27.9.89	16.8	8.14	368			-3.40	0.54	0.68	-2.92
4	Erm.Galeri	nehir	25.9.89	15.5	8.12	332			-6.00	0.44	0.49	-2.93
5	Erm.Ala Kp.	nehir	25.9.89	18.0	8.00	331			-0.30	0.41	0.40	-2.78
6	Erm.C.Man.	nehir	26.9.89	17.2	7.98	323			5.40	0.40	0.43	-2.77
7	Erm.C.Mem	nehir	26.9.89	18.5	7.95	314			-4.10	0.33	0.26	-2.74
8	E.Rez.Man.	nehir	29.9.89	13.9	8.16	305			7.10	0.59	0.72	-2.97
9	E.Rez.Köp.	nehir	29.9.89	14.6	8.24	299			5.60	0.69	0.68	-3.06
10	E.Rez.Mem.	nehir	29.9.89	14.0	8.08	304			9.70	0.72	0.58	-2.83
11	Maraspoli	kyn	16.6.90	10.0	7.44	280	3.00	11.4	4.90	-0.41	-1.49	-2.37
12	Zeyve	kyn	16.6.90	11.0	7.47	355	6.25	9.5	-2.20	-0.43	-1.49	-2.40
13	Y.Cağlar	kyn	15.6.90	10.0	7.51	259		9.0	3.90	-0.57	-1.32	-2.45
14	Akpınar	kyn	15.6.90	11.2	7.43	428	2.50		-2.60	-0.52	-1.26	-2.31
15	Gömmeci	kyn	15.6.90	11.2	7.56	251	2.50		-3.90	-0.64	-1.31	-2.52
16	Pınargözü	kyn	15.6.90	13.0	7.49	259	2.50		0.80	-0.61	-1.24	-2.43
17	Sogutlu	kyn	15.6.90	11.0	7.53	246	2.50		-2.90	-0.62	-1.31	-2.48
18	SK 304	kuyu	12.5.93	24.0	7.02	423			0.50	-0.41	-1.14	-1.67
19	SK 306	kuyu	12.5.93	17.5	7.03	1576			-1.10	-0.65	-0.94	-1.77
20	SK 308	kuyu	12.5.93	20.0	7.21	431			-2.90	-0.42	-1.17	-2.02
21	SK 316	kuyu	12.5.93	16.5	6.80	836			-2.10	-0.57	-0.89	-1.31
22	SK 317	kuyu	12.5.93	19.0	6.78	700			-1.00	-0.44	-0.90	-1.27
23	SK 215	kuyu	13.5.93	15.5	7.61	244			0.00	-0.71	-1.41	-2.62
24	SK 216	kuyu	13.5.93	16.0	6.84	543			4.60	-0.42	-0.94	-1.38
25	SK 223	kuyu	13.5.93	10.0	7.41	364			-1.60	-0.41	-1.52	-2.30
26	SK 320	kuyu	14.5.93	17.0	7.06	366			-2.40	-0.37	-1.54	-1.69
27	Erm. Ala.Kp	nehir	14.5.93	14.0	7.44	222			2.20	-0.42	-1.43	-2.38
28	Nadire	kyn	13.5.93	12.0	7.48	279			-0.40	-0.44	-1.49	-2.43
29	Kamp	çşme	13.5.93	12.0	7.22	359			1.80	-0.32	-1.72	-2.00
30	Nadire	kyn	1.08.93	10.6	7.24	352	7.00	5.60	-1.80	-0.53	-1.86	-2.06
31	Kapız	kyn	1.08.93	10.0	7.19	315	4.00	7.90	-0.90	-0.56	-2.15	-2.03
32	Erm.kapız	nehir	1.08.93	25.6	8.14	366			-2.60	0.68	1.07	-2.87
33	Zeyve	kyn	2.08.93	11.1	7.25	384	8.75	8.00	-1.10	-0.56	-1.74	-2.10
34	Sugözü	kyn	2.08.93	8.7	7.50	298	2.00	10.4	2.60	-0.32	-1.89	-2.43

Ek Çizelge 9. (devam ediyor)

No	örnek Adı	Türü	Tarih	T°C	pH	EC25 μS/cm	SCO 2	DO ₂	ED %	SIC	SID	SI PCO ₂
35	Maraspoli	kyn	3.08.93	10.2	7.60	383	4.50	7.50	1.40	-0.17	-1.27	-2.49
36	Fariske	nehir	4.08.93	-	8.10				3.30	0.76	1.16	-2.76
37	Kapızgözü	kyn	4.08.93	10.2	7.10	439	10.0	6.00	-1.30	-0.61	-1.64	-1.88
38	Çukur bağ	kyn	4.08.93	13.5	6.90	493	8.75	7.70	-5.10	-0.67	-1.56	-1.61
39	Dumlugöze	kyn	4.08.93	10.2	6.90	467	12.5	7.90	3.20	-0.49	-1.37	-1.51
40	Kayaönü	kyn	5.08.93	10.5	7.50	422	5.00	10.2	4.40	-0.03	-1.25	-2.27
41	Y. Çağlar	kyn	5.08.93	9.5	7.60	376	5.00	9.80	2.80	-0.32	-1.21	-2.47
42	A. Çağlar	kyn	5.08.93	10.0	7.50	378	4.00	9.80	-3.00	-0.39	-1.03	-2.33
43	SK 304	kuyu	6.08.93	24	7.46	612			-3.30	0.40	0.28	-1.93
44	SK 308	kuyu	6.08.93	20	7.33	498			6.10	0.09	-0.36	-1.95
45	SK 315	kuyu	6.08.93		7.45							
46	SK 316	kuyu	6.08.93	17.0	7.62	1298			1.20	0.42	1.02	-2.05
47	SK 317	kuyu	6.08.93	19.2	7.40	506			4.90	0.32	0.50	-1.82
48	SK 318	kuyu	7.08.93		7.53							
49	SK 320	kuyu	7.08.93	17.2	7.33	588			-3.40	0.26	-0.61	-1.85
50	Alaköprü	nehir	7.08.93	18.0	7.94	358			6.00	0.42	0.40	-2.68
51	SK 216	kuyu	7.08.93	16.1	7.20	482			3.20	-0.25	-0.94	-1.90
52	SK 223	kuyu	7.08.93	10.0	7.43	484			-4.10	-0.31	-1.19	-2.25
53	Rez. köprü	nehir	7.08.93	14.5	7.65	356			2.40	0.08	-0.50	-2.43

Ek Çizelge 10. Ermenek baraj yeri ve rezervuar alanında açılan sondaj kuyuları hakkında bilgiler, (a) 1-C baraj yeri, (b) rezervuar alanı, (c) 1-B baraj yeri ve heyelan sahası

(a)

Sondaj No	Kot(m)	Derinlik(m)	Konumu	Yeri
SK-301	668.85	178.00	Düsey	Sol sahil
SK-302	614.76	200.65	Düsey	Sol sahil
SK-303	651.83	143.75	Düsey	Sağ sahil
SK-304	676.73	499.35	Düsey	Sağ sahil
SK-305	750.07	426.50	Düsey	Sağ sahil
SK-306	708.54	425.00	Düsey	Sağ sahil
SK-307	663.85	220.25	Düsey	Sağ sahil
SK-308	578.42	247.20	Düsey	Sağ sahil
SK-309	674.07	190.80	Düsey	Sağ sahil
SK-310	520.00	169.75	70°(yataydan)	Sol sahil
SK-313	729.65	482.55	Düsey	Sağ sahil
SK-314	726.73	531.00	Düsey	Sağ sahil
SK-315	783.00	426.00	Düsey	Sağ sahil
SK-316	654.65	350.90	Düsey	Sağ sahil
SK-317	675.47	430.00	Düsey	Sağ sahil
SK-318	734.48	322.00	Düsey	Sağ sahil
SK-319	516.21	200.00	Düsey	Sağ sahil
SK-320	743.13	452.00	Düsey	Sol sahil
SKE-321	655.02	194.00	Düsey	Sağ sahil
SKE-322	643.25	290.00	Düsey	Sağ sahil
SK-323	638.02	286.70	Düsey	Sağ sahil

(b)

Sondaj No	Kot(m)	Derinlik(m)	Konumu	Yeri
SK-215	739.88	199.80	Düsey	Sağ sahil
SK-216	838.28	345.00	Düsey	Sağ sahil
SK-223	1135.73	531.00	Düsey	Sağ sahil

(c)

Sondaj No	Kot(m)	Derinlik(m)	Konumu	Yeri
SK-201	544.3	200	Düsey	Sol sahil
SK-202	613.5	150	Düsey	Sol sahil
SK-203	516.76	35	Düsey	Sol sahil
SK-204	514.21	33	Düsey	Sol sahil
SK-205	524.89	150	Düsey	Sol sahil
SK-206	538.55	100	Düsey	Sol sahil
SK-207	534.14	200	Düsey	Sağ sahil
SK-208	547.35	127	Düsey	Sağ sahil
SK-209	619.57	101	Düsey	Sol sahil
SK-210	608.36	101	Düsey	Sol sahil
SK-211	553.43	50	Düsey	Sol sahil
SK-212	602.31	125	Düsey	Sağ sahil
SK-213	602.56	100	45°(yataydan)	Sağ sahil
SK-214	715.51	160	Düsey	Sol sahil
SK-217	713.74	201.2	Düsey	Sol sahil
SK-218	762.49	85	Düsey	Sol sahil
SK-219	709.72	87.65	Düsey	Sol sahil
SK-220	748.78	150	Düsey	Sol sahil
SK-221	628.26	78	Düsey	Sol sahil

EK AÇIKLAMALAR - A

Boya Seyreltme Tekniği ile Akım Ölçümü

Boya seyreltme (dye dilution) tekniği ile akım ölçümü, inceleme alanında 8 farklı kesitte uygulanmıştır (Bkz Bölüm 3.4). Benzer bir çalışma 1979 yılında Manavgat çayına Dumanlı karst kaynağının katkısının belirlenmesi amacıyla yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Günay and Karanjac, 1979). Benzer diğer bir çalışma Zamanlı çayı üzerinde 5 ayrı kesitte uygulanmış ancak amaçlanan sonuçlar elde edilememiştir (Bayarı, 1991).

Boya seyreltme tekniğinde, boyanın akarsuya enjeksiyon biçimine bağlı olarak, ani enjeksiyon ve sabit verdili enjeksiyon olmak üzere iki ayrı yöntem uygulanmaktadır. Sabit verdili enjeksiyon yönteminde, boyayı akarsuya sabit verdi ile enjekte edebilmek için Marriot Vessel Tankı kullanılmaktadır (Cobb and Bailey, 1965). Ölçüm noktalarında topografik koşulların sert olmasından dolayı bu anılan düzenek kullanılamamış ve boya akarsuya ani enjeksiyon yöntemi ile enjekte edilmiştir. Ani enjeksiyon yöntemiyle verdi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$Q = \frac{V_1 C_1}{\int_0^t (C_2 - C_0) dt}$$

Burada,

V_1 = Enjekte edilen boyanın sulandırılan hacmi, m^3

C_1 = Enjekte edilen boyanın derişimi, ppm

C_0 = Akarsudaki deney öncesi boya derişimi, ppm

C_2 = arsuda izlenen boya derişimi, ppm

Q = Ölçülen verdi, m^3/s dir.

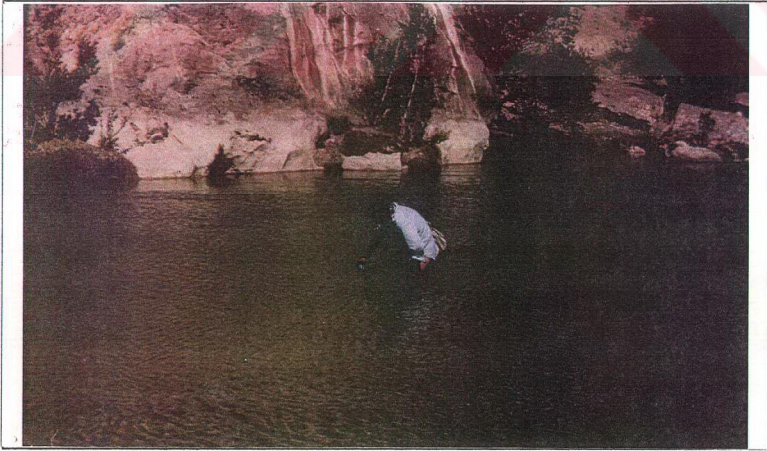
İnceleme alanında yürütülen boya seyreltme tekniği ile akım ölçümleri çalışmasında izleyici boya olarak özellikleri Çizelge A1'de verilen Na-Fluoresceine (Uranin AP) kullanılmıştır. Deney süresince örnekleme, fotobozunmayı önleyici koyu renkli ve çift kapaklı şişelerle yapılmıştır. Na-Fluoresceine boyası, Wilson(1968)'a göre düşük adsorblama eğilimi ucuz olma gibi olumlu özelliklerine karşın; yüksek fotobozunma (photodecomposition) hızından dolayı yüzey sularının izlenmesinde önemli bir olumsuzluğu da beraberinde taşımaktadır. Ancak bu olumsuz etkinin, bu çalışmada da olduğu gibi bir kaç saatlik kısa süreli deneylerde(Bkz. Çizelge A1) ihmal

edilecek kadar küçük olduğu ve deneylerde önemli bir sorun yaratmayacağı belirlenmiştir.

İzleme deneyi öncesi araştırılan diğer bir konu ise örnek alım tekniğidir. Yapılan literatür araştırması sonucunda örnekleri elle alınması yada dalgıç pompa kullanılarak alınması arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır (Stoner,1968). Çalışmada, uygulamadaki kolaylığı dikkate alınarak elle örnekleme yapılmıştır. Ancak karışım örneklerinin, akarsuyun kütlese olarak aktığı kesitlerden alınmasına özen gösterilmiştir(Şekil A1).

Çizelge A 1. Na-Fluoresceine'in karakteristik özellikleri (Benischke, 1987'den)

Renk İndeks Numarası	C.1. 45 350
Diğer Adları	C.1. Acid Yellow 73, Uranin AP, Fluoresceine-di-sodium-salt, Fluoresceine sodium
Moleküler formülü	$C_{20}H_{10}O_5Na_2$
Moleküler ağırlığı	376.28 gr/mol
Özümleme dalga boyu	491 ± 11 nm
İşma dalga boyu	513 ± 4 nm
Çözünürlük	500 gr/l (20 °C'de)
Saptanma sınırı	2 ppt (10 ppb, gözle)
Adsorbsiyon etkisi	Anyonik izleyici, Adsorblanmaz
Fotobozunma	% 0.055/saat (gün ışığında)
Oksitlenme	Klor ve Ozonla
Zehirlilik	Çok düşük, İnsanlarda tıbbi amaçla 0.5-1gr düzeyinde damar içi kullanılır
Sıcaklıkta duraylılık	Çok duraylı (yaklaşık % 1-3 °C)



Şekil A1. Ermenek çayından boyanın enjeksiyonu sonrası elle örnekleme

Boya seyreltme tekniği ile akım ölçümlerinde, boyanın enjeksiyonu sonrası boyanın akarsuya tamamen karışması gerekmektedir. Literatürde karışım uzunluğunun belirlenmesine yönelik, akım hızı, yatak pürüzlülüğü ve yatak genişliği gibi etkenlere dayalı çeşitli ampirik eşitlikler verilmektedir (Cobb and Bailey, 1965). Bununla birlikte söz konusu parametrelerin değerinin gerçekçi bir şekilde belirlenmesinin güçlüğü ve enjeksiyon noktası ile örnekleme noktası arasındaki karışım uzunluğunu daha geniş olmasından dolayı, bu çalışmada karışım uzunluğunun belirlenmesinde Hull eşitliği kullanılmıştır. Hull eşitliği;

$$L = a \times Q^{1/3}$$

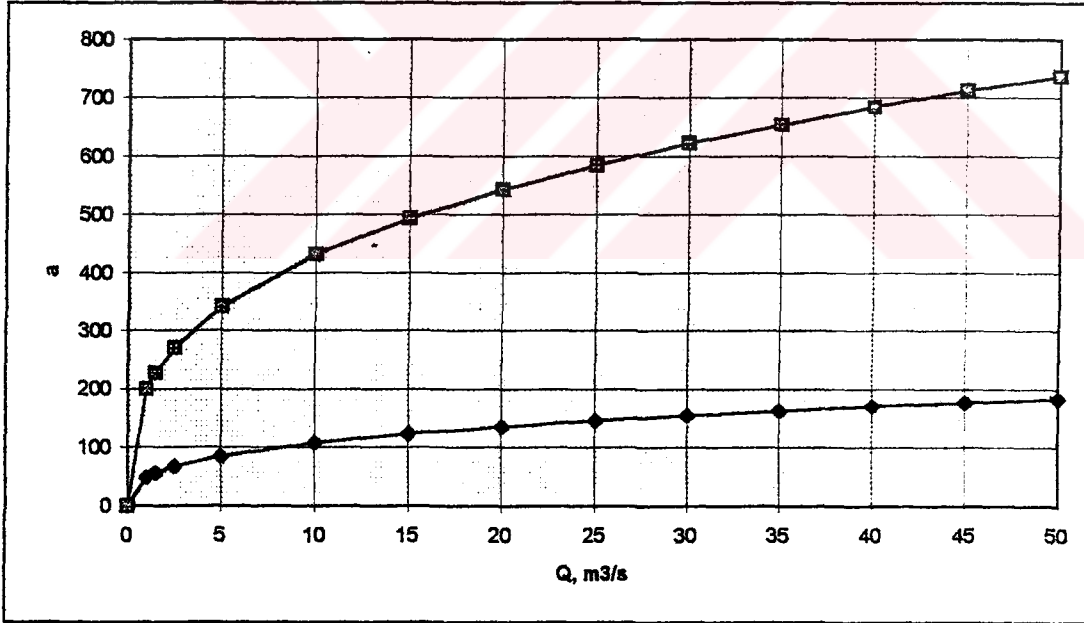
şeklinde dir. Burada,

L, karışım uzunluğu, m

Q, akarsuyun deney anındaki tahmini verdisi, m³/s

a, enjeksiyonun akarsuyun ortasından yapılması

durumunda değeri 50, kıyıda yapılması durumunda değeri 200 olan bir sabittir. Deney sırasında uygun karışım uzunluğunun belirlenmesinde kolaylık sağlamak için Hull eşitliğine dayanılarak hazırlanan abak kullanılmıştır (Şekil A2).



Şekil A2. Hull Abağı

İzleme deneylerinde örneklerin toplanmasına enjeksiyonla birlikte başlanmış ve 5 dakika'da bir örnek alınmıştır. Enjeksiyon anında alınan ilk örnek akarsuyun doğal fluoresans değerinin belirlenmesinde kullanılmış ve daha sonraki hesaplamalarda bu değer tüm örnek okumalarından düşülmüştür.

Örneklerin Floresans okumaları, UKAM Karst Su kaynakları laboratuvarında TURNER Model 111 Fluoremetre cihazı ile yapılmıştır. Fluoremetre cihazında üretici firma tarafından Na-Fluoresceine boyası için önerilen birincil filtreler (2A ve 47B) ve ikincil filtre (2A-12), ultraviyole lamba, standart ve duyarlı kapaklar kullanılmıştır. Floresans okumalarına ait kalibrasyon değerleri ve abağı Ek Çizelge 5'de verilmiştir. Deney örneklerinin kalibrasyon abağı kullanılarak hesaplanan derişim değerleri Ek Çizelge 6'da verilmiştir.

EK AÇIKLAMALAR - B

Wateqp Bilgisayar Programı

Truesdell and Jones(1974) tarafından geliştirilen WATEQ bilgisayar programının Appelo and Postma (1992) tarafından uyarlanan Paskal versiyonu olan WATEQP , sulardaki iyonların kimyasal denge sabitlerini ve suların çeşitli mineraller açısından doygunluk durumlarını hesaplayan bir bilgisayar programıdır. Program veri kütüğü olarak WATEQP.ELE(iyonlar), WATEQP.SPE(iyonların oluşturduğu bileşikler) ve WATEQP.MIN(minerallerin termodinamik verileri) kütüklerini kullanmaktadır. Program, aşağıda verilen opsiyonlara göre, yerinde ölçülmüş pH verisini kullanarak TIC ve Alkalinite değerlerini, CO₂/HCO₃/TIC/Alkalinite verilerini kullanarak pH hesaplamaktadır:

<i>Opsiyonlar</i>		<i>Veri Girdisi</i>	
pH veya pH yok	Alk/TIC/CO ₃ /CO ₂	pH	HCO ₃
pH	Alk (opt =1)	pH	Alk
pH	TIC (opt =1)	PH	TIC
pH yok	Alk (opt =1)	hesaplanamaz	
pH yok	TIC (opt =1)	TIC	Alk
pH yok	CO ₃ (opt =1)	CO ₃	HCO ₃ (titrasyon)
pH yok	CO ₂ (opt =1)	CO ₂	Alk

Hesaplama kriterleri

- Program sürekli iterasyon yapmakta ve örneğin toplam kütle dengesi (total mass balance) %0.05 den küçük olduğunda iterasyonu sona erdirmektedir.
 - Aktivite katsayıları Davies eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır.
 - Sıcaklığa bağlı denge sabiti, Van't Hoff eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır.
- Van't Hoff eşitliği:

$$\log K = a_1 + a_2 * T + a_3/T + a_4 * \log_{10}(T) + a_5/(T^2)$$

olarak verilmektedir.

- Suyun yoğunluğu 1 kg/dm³ olarak varsayılmıştır.
- Program Redox eşitliklerini hesaplamamaktadır. Aynı elementin farklı oksidasyon seviyeleri ayrı formlarda girilmelidir.

Nadire, 30/09/89 - - - - -
 Temp.= 10.5 pH = 7.378 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.046	0.046	1.058
K+	0.007	0.007	0.274
Mg++	0.145	0.290	3.523
Ca++	1.240	2.480	49.699
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.575	2.575	157.113
SO4--	0.102	0.204	9.798
TIC	2.895		34.769
Alk		2.610	159.273

Sum +ion = 2.77 Sum -ion = -2.86 Electrical Balance= -1.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	4.3E-0005	-4.368	0.933	K+	6.5E-0006	-5.185	0.933
Mg++	1.1E-0004	-3.972	0.759	Ca++	9.1E-0004	-3.039	0.759
Cl-	9.3E-0005	-4.030	0.933	HCO3-	2.4E-0003	-2.619	0.933
SO4--	6.8E-0005	-4.167	0.759				
CO3--	1.9E-0006	-5.725	0.759	H2CO3	2.9E-0004	-3.537	1.001
CaOH+	1.6E-0009	-8.806	0.933	CaCO3	2.4E-0006	-5.627	1.001
CaHCO	2.1E-0005	-4.686	0.933	CaSO4	1.1E-0005	-4.952	1.001
MgOH+	1.1E-0009	-8.962	0.933	MgCO3	1.6E-0007	-6.804	1.001
MgHCO	2.9E-0006	-5.541	0.933	MgSO4	1.1E-0006	-5.941	1.001
NaCO3	7.2E-0010	-9.141	0.933	NaHCO	5.8E-0008	-7.237	1.001
NaSO4	1.4E-0008	-7.857	0.933	KSO4-	2.6E-0009	-8.589	0.933
HSO4-	1.9E-0010	-9.730	0.933	OH	7.6E-0008	-7.121	0.933

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.72	2.07	-0.35	Dolomite	2.51	4.22	-1.71
Gypsum	-7.21	-4.62	-2.59	P-CO2	-10.00	-7.73	-2.26
Aragonite	1.72	2.23	-0.51				

Kapiz Kaynagi, 30/09/89 - - - - -
 Temp.= 11.0 pH = 8.107 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.141	0.141	3.242
K+	0.006	0.006	0.235
Mg++	0.120	0.240	2.916
Ca++	1.135	2.270	45.491
Cl-	0.050	0.050	1.773
HCO3-	2.478	2.478	151.181
SO4--	0.075	0.150	7.205
TIC	2.577		30.945
Alk		2.551	155.673

Sum +ion = 2.59 Sum -ion = -2.69 Electrical Balance= -1.8%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.3E-0004	-3.880	0.936	K+	5.6E-0006	-5.251	0.936
Mg++	8.9E-0005	-4.051	0.766	Ca++	8.4E-0004	-3.076	0.766
Cl-	4.7E-0005	-4.330	0.936	HCO3-	2.3E-0003	-2.635	0.936
SO4--	5.1E-0005	-4.293	0.766				
CO3--	9.9E-0006	-5.005	0.766	H2CO3	5.2E-0005	-4.287	1.001
CaOH+	8.0E-0009	-8.095	0.936	CaCO3	1.1E-0005	-4.943	1.001
CaHCO	1.9E-0005	-4.732	0.936	CaSO4	7.7E-0006	-5.113	1.001
MgOH+	5.1E-0009	-8.291	0.936	MgCO3	6.9E-0007	-6.161	1.001
MgHCO	2.3E-0006	-5.635	0.936	MgSO4	7.2E-0007	-6.144	1.001
NaCO3	1.2E-0008	-7.923	0.936	NaHCO	1.7E-0007	-6.765	1.001
NaSO4	3.2E-0008	-7.493	0.936	KSO4-	1.7E-0009	-8.778	0.936
HSO4-	2.6E-0011	-10.579	0.936	OH	4.2E-0007	-6.374	0.936

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.40	2.06	0.33	Dolomite	3.82	4.20	-0.38
Gypsum	-7.37	-4.62	-2.75	P-CO2	-10.74	-7.74	-3.00
Aragonite	2.40	2.22	0.18				

Erm.Cimene nehir, 27/09/89 - - - - -
Temp. = 16.8 pH = 8.140 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.077	0.077	1.770
K+	0.016	0.016	0.626
Mg++	0.495	0.990	12.028
Ca++	1.190	2.380	47.695
Cl-	0.050	0.050	1.773
HCO3-	3.071	3.071	187.417
SO4--	0.225	0.450	21.614
TIC	3.207		38.521
Alk		3.200	195.264

Sum +ion = 3.32 Sum -ion = -3.55 Electrical Balance = -3.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	7.1E-0005	-4.148	0.926	K+	1.5E-0005	-4.830	0.926
Mg++	3.5E-0004	-3.461	0.736	Ca++	8.3E-0004	-3.083	0.736
Cl-	4.6E-0005	-4.334	0.926	HCO3-	2.8E-0003	-2.546	0.926
SO4--	1.4E-0004	-3.845	0.736				
CO3--	1.5E-0005	-4.816	0.736	H2CO3	5.2E-0005	-4.280	1.001
CaOH+	1.4E-0008	-7.845	0.926	CaCO3	1.8E-0005	-4.735	1.001
CaHCO	2.6E-0005	-4.590	0.926	CaSO4	2.2E-0005	-4.649	1.001
MgOH+	3.7E-0008	-7.431	0.926	MgCO3	4.5E-0006	-5.347	1.001
MgHCO	1.1E-0005	-4.951	0.926	MgSO4	8.2E-0006	-5.084	1.001
NaCO3	1.3E-0008	-7.875	0.926	NaHCO	1.1E-0007	-6.944	1.001
NaSO4	5.1E-0008	-7.296	0.926	KSO4-	1.3E-0008	-7.874	0.926
HSO4-	8.0E-0011	-10.097	0.926	OH	7.3E-0007	-6.135	0.926

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.51	1.97	0.54	Dolomite	4.64	3.96	0.68
Gypsum	-6.93	-4.61	-2.32	P-CO2	-10.69	-7.77	-2.92
Aragonite	2.51	2.12	0.39				

Erm.Galeri nehir, 25/09/89 - - - - -
 Temp.= 15.5 pH = 8.120 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.140	0.140	3.219
K+	0.013	0.013	0.508
Mg++	0.470	0.940	11.421
Ca++	1.110	2.220	44.489
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.891	2.891	176.429
SO4--	0.310	0.620	29.779
TIC	3.015		36.213
Alk		3.000	183.060

Sum +ion = 3.16 Sum -ion = -3.57 Electrical Balance= -6.0%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.3E-0004	-3.888	0.927	K+	1.2E-0005	-4.920	0.927
Mg++	3.3E-0004	-3.483	0.739	Ca++	7.7E-0004	-3.113	0.739
Cl-	9.3E-0005	-4.033	0.927	HCO3-	2.7E-0003	-2.572	0.927
SO4--	2.0E-0004	-3.700	0.739				
CO3--	1.3E-0005	-4.876	0.739	H2CO3	5.3E-0005	-4.276	1.001
CaOH+	1.1E-0008	-7.945	0.927	CaCO3	1.5E-0005	-4.833	1.001
CaHCO	2.2E-0005	-4.658	0.927	CaSO4	2.9E-0005	-4.540	1.001
MgOH+	3.0E-0008	-7.526	0.927	MgCO3	3.6E-0006	-5.438	1.001
MgHCO	1.0E-0005	-5.001	0.927	MgSO4	1.1E-0005	-4.967	1.001
NaCO3	2.0E-0008	-7.704	0.927	NaHCO	2.0E-0007	-6.710	1.001
NaSO4	1.3E-0007	-6.895	0.927	KSO4-	1.5E-0008	-7.827	0.927
HSO4-	1.1E-0010	-9.947	0.927	OH	6.3E-0007	-6.200	0.927

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.43	1.99	0.44	Dolomite	4.50	4.01	0.49
Gypsum	-6.81	-4.61	-2.20	P-CO2	-10.69	-7.76	-2.93
Aragonite	2.43	2.14	0.29				

Erm.Ala kopru nehir, 25/09/89 - - - - -
 Temp.= 15.5 pH = 8.000 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.128	0.128	2.943
K+	0.012	0.012	0.469
Mg++	0.515	1.030	12.515
Ca++	1.275	2.550	51.102
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	3.094	3.094	188.787
SO4--	0.220	0.440	21.133
TIC	3.242		38.935
Alk		3.200	195.264

Sum +ion = 3.58 Sum -ion = -3.60 Electrical Balance= -0.3%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.2E-0004	-3.928	0.925	K+	1.1E-0005	-4.955	0.925
Mg++	3.6E-0004	-3.445	0.732	Ca++	8.8E-0004	-3.053	0.732
Cl-	9.2E-0005	-4.034	0.925	HCO3-	2.9E-0003	-2.543	0.925
SO4--	1.4E-0004	-3.860	0.732				
CO3--	1.1E-0005	-4.968	0.732	H2CO3	7.5E-0005	-4.127	1.001
CaOH+	9.9E-0009	-8.004	0.925	CaCO3	1.4E-0005	-4.864	1.001
CaHCO	2.7E-0005	-4.569	0.925	CaSO4	2.3E-0005	-4.639	1.001
MgOH+	2.5E-0008	-7.607	0.925	MgCO3	3.2E-0006	-5.490	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.934	0.925	MgSO4	8.2E-0006	-5.088	1.001
NaCO3	1.5E-0008	-7.835	0.925	NaHCO	1.9E-0007	-6.721	1.001
NaSO4	8.0E-0008	-7.094	0.925	KSO4-	9.5E-0009	-8.022	0.925
HSO4-	1.0E-0010	-9.987	0.925	OH	4.8E-0007	-6.320	0.925

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.40	1.99	0.41	Dolomite	4.42	4.01	0.40
Gypsum	-6.91	-4.61	-2.30	P-CO2	-10.54	-7.76	-2.78
Aragonite	2.40	2.14	0.26				

Erm.C. Mansab nehir, 26/09/89 - - - - -
 Temp.= 17.2 pH = 7.980 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.280	0.280	6.437
K+	0.115	0.115	4.497
Mg++	0.565	1.129	13.717
Ca++	1.270	2.540	50.902
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.994	2.994	182.704
SO4--	0.230	0.460	22.094
TIC	3.141		37.724
Alk		3.100	189.162

Sum +ion = 3.92 Sum -ion = -3.52 Electrical Balance= 5.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.6E-0004	-3.588	0.924	K+	1.1E-0004	-3.974	0.924
Mg++	3.9E-0004	-3.407	0.728	Ca++	8.8E-0004	-3.057	0.728
Cl-	9.2E-0005	-4.034	0.924	HCO3-	2.8E-0003	-2.558	0.924
SO4--	1.4E-0004	-3.845	0.728				
CO3--	1.0E-0005	-4.984	0.728	H2CO3	7.3E-0005	-4.135	1.001
CaOH+	1.1E-0008	-7.964	0.924	CaCO3	1.3E-0005	-4.875	1.001
CaHCO	2.7E-0005	-4.572	0.924	CaSO4	2.4E-0005	-4.622	1.001
MgOH+	3.0E-0008	-7.521	0.924	MgCO3	3.5E-0006	-5.459	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.909	0.924	MgSO4	9.4E-0006	-5.029	1.001
NaCO3	3.3E-0008	-7.475	0.924	NaHCO	4.0E-0007	-6.397	1.001
NaSO4	1.8E-0007	-6.735	0.924	KSO4-	9.6E-0008	-7.016	0.924
HSO4-	1.2E-0010	-9.932	0.924	OH	5.2E-0007	-6.281	0.924

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.36	1.97	0.40	Dolomite	4.38	3.95	0.43
Gypsum	-6.90	-4.61	-2.30	P-CO2	-10.54	-7.77	-2.77
Aragonite	2.36	2.12	0.25				

Erm.C. Memba nehir, 26/09/89

Temp.= 18.5 pH = 7.950 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.090	0.090	2.069
K+	0.013	0.013	0.508
Mg++	0.440	0.880	10.692
Ca++	1.115	2.230	44.689
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.908	2.908	177.457
SO4--	0.190	0.380	18.251

TIC	3.047	36.591
Alk	3.000	183.060

Sum +ion = 3.10 Sum -ion = -3.36 Electrical Balance= -4.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	8.3E-0005	-4.079	0.928	K+	1.2E-0005	-4.919	0.928
Mg++	3.1E-0004	-3.505	0.743	Ca++	7.9E-0004	-3.104	0.743
Cl-	9.3E-0005	-4.032	0.928	HCO3-	2.7E-0003	-2.569	0.928
SO4--	1.2E-0004	-3.912	0.743				
CO3--	9.8E-0006	-5.011	0.743	H2CO3	7.5E-0005	-4.125	1.001
CaOH+	1.0E-0008	-7.992	0.928	CaCO3	1.1E-0005	-4.941	1.001
CaHCO	2.4E-0005	-4.618	0.928	CaSO4	1.9E-0005	-4.731	1.001
MgOH+	2.5E-0008	-7.598	0.928	MgCO3	2.7E-0006	-5.576	1.001
MgHCO	9.6E-0006	-5.017	0.928	MgSO4	6.5E-0006	-5.190	1.001
NaCO3	1.1E-0008	-7.964	0.928	NaHCO	1.3E-0007	-6.898	1.001
NaSO4	5.1E-0008	-7.289	0.928	KSO4-	9.5E-0009	-8.020	0.928
HSO4-	1.1E-0010	-9.954	0.928	OH	5.4E-0007	-6.266	0.928

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.28	1.95	0.33	Dolomite	4.15	3.89	0.26
Gypsum	-7.02	-4.61	-2.41	P-CO2	-10.52	-7.78	-2.74
Aragonite	2.28	2.10	0.18				

Erm.Rez. Mansab nehir, 29/09/89

Temp.= 13.9 pH = 8.160 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.025	0.025	0.575
K+	0.115	0.115	4.497
Mg++	0.565	1.130	13.729
Ca++	1.520	3.040	60.922
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.964	2.964	180.864
SO4--	0.280	0.560	26.897
TIC	3.104		37.281
Alk		3.100	189.162

Sum +ion = 4.13 Sum -ion = -3.58 Electrical Balance= 7.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.3E-0005	-4.639	0.922	K+	1.1E-0004	-3.975	0.922
Mg++	3.9E-0004	-3.412	0.722	Ca++	1.0E-0003	-2.985	0.722
Cl--	9.2E-0005	-4.035	0.922	HCO3-	2.7E-0003	-2.564	0.922
SO4--	1.7E-0004	-3.768	0.722				
CO3--	1.4E-0005	-4.846	0.722	H2CO3	5.1E-0005	-4.294	1.001
CaOH+	1.5E-0008	-7.837	0.922	CaCO3	2.1E-0005	-4.682	1.001
CaHCO	2.9E-0005	-4.538	0.922	CaSO4	3.3E-0005	-4.485	1.001
MgOH+	3.3E-0008	-7.479	0.922	MgCO3	4.5E-0006	-5.346	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.923	0.922	MgSO4	1.1E-0005	-4.969	1.001
NaCO3	3.5E-0009	-8.459	0.922	NaHCO	3.5E-0008	-7.452	1.001
NaSO4	1.9E-0008	-7.718	0.922	KSO4-	1.1E-0007	-6.960	0.922
HSO4-	8.4E-0011	-10.074	0.922	OH	6.1E-0007	-6.217	0.922

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.61	2.02	0.59	Dolomite	4.80	4.08	0.72
Gypsum	-6.75	-4.61	-2.14	P-CO2	-10.72	-7.75	-2.97
Aragonite	2.61	2.17	0.44				

Erm.Rez. Kopru nehir, 29/09/89 - - - - -
 Temp.= 14.6 pH = 8.240 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.111	0.111	2.552
K+	0.010	0.010	0.391
Mg++	0.340	0.680	8.262
Ca++	1.570	3.140	62.926
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.854	2.854	174.129
SO4--	0.220	0.440	21.133
TIC	2.986		35.863
Alk		3.000	183.060

Sum +ion = 3.78 Sum -ion = -3.37 Electrical Balance= 5.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.0E-0004	-3.990	0.924	K+	9.2E-0006	-5.035	0.924
Mg++	2.4E-0004	-3.626	0.730	Ca++	1.1E-0003	-2.965	0.730
Cl-	9.2E-0005	-4.034	0.924	HCO3-	2.6E-0003	-2.579	0.924
SO4--	1.4E-0004	-3.864	0.730				
CO3--	1.7E-0005	-4.773	0.730	H2CO3	4.0E-0005	-4.395	1.001
CaOH+	1.9E-0008	-7.711	0.924	CaCO3	2.6E-0005	-4.586	1.001
CaHCO	3.0E-0005	-4.526	0.924	CaSO4	2.8E-0005	-4.560	1.001
MgOH+	2.6E-0008	-7.585	0.924	MgCO3	3.3E-0006	-5.483	1.001
MgHCO	7.0E-0006	-5.152	0.924	MgSO4	5.3E-0006	-5.278	1.001
NaCO3	1.9E-0008	-7.722	0.924	NaHCO	1.5E-0007	-6.819	1.001
NaSO4	6.9E-0008	-7.164	0.924	KSO4-	7.7E-0009	-8.112	0.924
HSO4-	5.7E-0011	-10.242	0.924	OH	7.7E-0007	-6.112	0.924

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.70	2.01	0.69	Dolomite	4.73	4.05	0.68
Gypsum	-6.83	-4.61	-2.22	P-CO2	-10.82	-7.76	-3.06
Aragonite	2.70	2.16	0.54				

Erm.Rez. Memba nehir, 29/09/89 - - - - -
 Temp.= 14.0 pH = 8.081 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.051	0.051	1.172
K+	0.010	0.010	0.391
Mg++	0.320	0.640	7.776
Ca++	2.165	4.330	86.773
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	3.440	3.440	209.932
SO4--	0.240	0.480	23.054
TIC	3.620		43.477
Alk		3.601	219.739

Sum +ion = 4.83 Sum -ion = -3.98 Electrical Balance= 9.7%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	4.7E-0005	-4.331	0.917	K+	9.2E-0006	-5.038	0.917
Mg++	2.2E-0004	-3.667	0.707	Ca++	1.4E-0003	-2.839	0.707
Cl-	9.2E-0005	-4.038	0.917	HCO3-	3.2E-0003	-2.501	0.917
SO4--	1.4E-0004	-3.855	0.707				
CO3--	1.4E-0005	-4.861	0.707	H2CO3	7.0E-0005	-4.154	1.002
CaOH+	1.7E-0008	-7.767	0.917	CaCO3	2.8E-0005	-4.551	1.002
CaHCO	4.7E-0005	-4.328	0.917	CaSO4	3.7E-0005	-4.426	1.002
MgOH+	1.6E-0008	-7.809	0.917	MgCO3	2.4E-0006	-5.615	1.002
MgHCO	7.7E-0006	-5.116	0.917	MgSO4	4.9E-0006	-5.311	1.002
NaCO3	6.8E-0009	-8.165	0.917	NaHCO	8.3E-0008	-7.082	1.002
NaSO4	3.2E-0008	-7.497	0.917	KSO4-	7.8E-0009	-8.109	0.917
HSO4-	8.3E-0011	-10.081	0.917	OH	5.1E-0007	-6.292	0.917

Printout of SI also in Spreadsheet file erm89.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.74	2.02	0.72	Dolomite	4.65	4.08	0.58
Gypsum	-6.69	-4.61	-2.08	P-CO2	-10.58	-7.75	-2.83
Aragonite	2.74	2.17	0.57				

Maraspoli, 16/06/90 - - - - -
 Temp.= 10.0 pH = 7.444 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.200	0.200	4.598
K+	0.180	0.180	7.038
Mg++	0.260	0.520	6.318
Ca++	1.015	2.030	40.681
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.378	2.378	145.098
SO4--	0.024	0.048	2.305

TIC	2.638	31.681
Alk	2.410	147.072

Sum +ion = 2.90 Sum -ion = -2.63 Electrical Balance= 4.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.9E-0004	-3.729	0.935	K+	1.7E-0004	-3.774	0.935
Mg++	1.9E-0004	-3.712	0.764	Ca++	7.6E-0004	-3.119	0.764
Cl-	1.9E-0004	-3.728	0.935	HCO3-	2.2E-0003	-2.653	0.935
SO4--	1.6E-0005	-4.789	0.764				
CO3--	2.0E-0006	-5.698	0.764	H2CO3	2.3E-0004	-3.632	1.001
CaOH+	1.4E-0009	-8.840	0.935	CaCO3	2.1E-0006	-5.683	1.001
CaHCO	1.6E-0005	-4.806	0.935	CaSO4	2.2E-0006	-5.657	1.001
MgOH+	2.2E-0009	-8.657	0.935	MgCO3	3.0E-0007	-6.521	1.001
MgHCO	4.8E-0006	-5.315	0.935	MgSO4	4.9E-0007	-6.305	1.001
NaCO3	3.3E-0009	-8.486	0.935	NaHCO	2.3E-0007	-6.632	1.001
NaSO4	1.4E-0008	-7.841	0.935	KSO4-	1.6E-0008	-7.804	0.935
HSO4-	3.8E-0011	-10.424	0.935	OH	8.5E-0008	-7.072	0.935

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.67	2.08	-0.41	Dolomite	2.75	4.24	-1.49
Gypsum	-7.91	-4.62	-3.29	P-CO2	-10.10	-7.73	-2.37
Aragonite	1.67	2.24	-0.56				

Zeyve, 16/06/90 - - - - -
 Temp.= 11.0 pH = 7.469 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.098	0.098	2.253
K+	0.074	0.074	2.893
Mg++	0.250	0.500	6.075
Ca++	0.910	1.820	36.473
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.280	2.280	139.136
SO4--	0.046	0.093	4.467

TIC	2.512	30.171
Alk	2.310	140.971

Sum +ion = 2.46 Sum -ion = -2.57 Electrical Balance= -2.2%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	9.2E-0005	-4.037	0.937	K+	6.9E-0005	-4.159	0.937
Mg++	1.9E-0004	-3.725	0.772	Ca++	6.9E-0004	-3.163	0.772
Cl-	1.9E-0004	-3.727	0.937	HCO3-	2.1E-0003	-2.670	0.937
SO4--	3.2E-0005	-4.494	0.772				
CO3--	2.1E-0006	-5.679	0.772	H2CO3	2.1E-0004	-3.683	1.001
CaOH+	1.5E-0009	-8.821	0.937	CaCO3	2.0E-0006	-5.704	1.001
CaHCO	1.4E-0005	-4.855	0.937	CaSO4	4.0E-0006	-5.401	1.001
MgOH+	2.5E-0009	-8.604	0.937	MgCO3	3.1E-0007	-6.509	1.001
MgHCO	4.5E-0006	-5.345	0.937	MgSO4	9.6E-0007	-6.019	1.001
NaCO3	1.8E-0009	-8.754	0.937	NaHCO	1.1E-0007	-6.958	1.001
NaSO4	1.4E-0008	-7.852	0.937	KSO4-	1.3E-0008	-7.887	0.937
HSO4-	7.2E-0011	-10.142	0.937	OH	9.7E-0008	-7.012	0.937

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.64	2.06	-0.43	Dolomite	2.71	4.20	-1.49
Gypsum	-7.66	-4.62	-3.04	P-CO2	-10.14	-7.74	-2.40
Aragonite	1.64	2.22	-0.58				

Yukari Caglar, 15/06/90
 Temp.= 10.0 pH = 7.509 (...calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.350	0.350	8.046
K+	0.200	0.200	7.820
Mg++	0.500	1.000	12.150
Ca++	0.630	1.260	25.250
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.280	2.280	139.126
SO4--	0.045	0.089	4.275

TIC	2.498	29.998
Alk	2.310	140.973

Sum +ion = 2.78 Sum -ion = -2.57 Electrical Balance= 3.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.3E-0004	-3.485	0.937	K+	1.9E-0004	-3.728	0.937
Mg++	3.8E-0004	-3.426	0.769	Ca++	4.7E-0004	-3.324	0.769
Cl-	1.9E-0004	-3.727	0.937	HCO3-	2.1E-0003	-2.671	0.937
SO4--	3.1E-0005	-4.512	0.769				
CO3--	2.2E-0006	-5.651	0.769	H2CO3	1.9E-0004	-3.715	1.001
CaOH+	1.0E-0009	-8.981	0.937	CaCO3	1.4E-0006	-5.840	1.001
CaHCO	9.4E-0006	-5.029	0.937	CaSO4	2.6E-0006	-5.584	1.001
MgOH+	4.9E-0009	-8.306	0.937	MgCO3	6.5E-0007	-6.188	1.001
MgHCO	9.0E-0006	-5.046	0.937	MgSO4	1.8E-0006	-5.742	1.001
NaCO3	6.4E-0009	-8.195	0.937	NaHCO	3.9E-0007	-6.406	1.001
NaSO4	4.8E-0008	-7.320	0.937	KSO4-	3.3E-0008	-7.480	0.937
HSO4-	6.1E-0011	-10.212	0.937	OH	9.8E-0008	-7.008	0.937

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.51	2.08	-0.57	Dolomite	2.93	4.24	-1.32
Gypsum	-7.84	-4.62	-3.22	P-CO2	-10.18	-7.73	-2.45
Aragonite	1.51	2.24	-0.72				

Akpınar 15/06/90 - - - - -
 Temp. = 11.2 pH = 7.425 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.097	0.097	2.230
K+	0.063	0.063	2.463
Mg++	0.525	1.050	12.757
Ca++	0.725	1.450	29.058
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.536	2.536	154.717
SO4--	0.014	0.029	1.393
TIC	2.818		33.843
Alk		2.570	156.834

Sum +ion = 2.63 Sum -ion = -2.77 Electrical Balance = -2.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	9.1E-0005	-4.043	0.936	K+	5.9E-0005	-4.230	0.936
Mg++	3.9E-0004	-3.406	0.766	Ca++	5.4E-0004	-3.265	0.766
Cl-	1.9E-0004	-3.728	0.936	HCO3-	2.4E-0003	-2.625	0.936
SO4--	9.9E-0006	-5.005	0.766				
CO3--	2.1E-0006	-5.674	0.766	H2CO3	2.5E-0004	-3.597	1.001
CaOH+	1.1E-0009	-8.958	0.936	CaCO3	1.6E-0006	-5.801	1.001
CaHCO	1.2E-0005	-4.909	0.936	CaSO4	9.7E-0007	-6.013	1.001
MgOH+	4.8E-0009	-8.320	0.936	MgCO3	6.5E-0007	-6.184	1.001
MgHCO	1.0E-0005	-4.980	0.936	MgSO4	6.2E-0007	-6.211	1.001
NaCO3	1.8E-0009	-8.750	0.936	NaHCO	1.2E-0007	-6.918	1.001
NaSO4	4.3E-0009	-8.367	0.936	KSO4-	3.4E-0009	-8.468	0.936
HSO4-	2.5E-0011	-10.607	0.936	OH	9.0E-0008	-7.048	0.936

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.54	2.06	-0.52	Dolomite	2.93	4.19	-1.26
Gypsum	-8.27	-4.62	-3.65	P-CO2	-10.05	-7.74	-2.31
Aragonite	1.54	2.21	-0.68				

Gommeci, 15/06/90 - - - - -
 Temp.= 11.2 pH = 7.555 (...calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.062	0.062	1.425
K+	0.064	0.064	2.502
Mg++	0.550	1.100	13.365
Ca++	0.490	0.980	19.639
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.083	2.083	127.088
SO4--	0.085	0.170	8.165
TIC	2.260		27.140
Alk		2.110	128.771

Sum +ion = 2.17 Sum -ion = -2.34 Electrical Balance= -3.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.8E-0005	-4.235	0.940	K+	6.0E-0005	-4.221	0.940
Mg++	4.2E-0004	-3.379	0.781	Ca++	3.7E-0004	-3.429	0.781
Cl-	9.4E-0005	-4.027	0.940	HCO3-	2.0E-0003	-2.708	0.940
SO4--	6.0E-0005	-4.221	0.781				
CO3--	2.4E-0006	-5.628	0.781	H2CO3	1.5E-0004	-3.810	1.001
CaOH+	1.0E-0009	-8.991	0.940	CaCO3	1.2E-0006	-5.918	1.001
CaHCO	7.0E-0006	-5.156	0.940	CaSO4	4.0E-0006	-5.393	1.001
MgOH+	6.9E-0009	-8.163	0.940	MgCO3	7.8E-0007	-6.110	1.001
MgHCO	9.2E-0006	-5.036	0.940	MgSO4	4.0E-0006	-5.400	1.001
NaCO3	1.3E-0009	-8.896	0.940	NaHCO	6.4E-0008	-7.193	1.001
NaSO4	1.7E-0008	-7.776	0.940	KSO4-	2.1E-0008	-7.675	0.940
HSO4-	1.1E-0010	-9.953	0.940	OH	1.2E-0007	-6.918	0.940

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.42	2.06	-0.64	Dolomite	2.89	4.19	-1.31
Gypsum	-7.65	-4.62	-3.03	P-CO2	-10.26	-7.74	-2.52
Aragonite	1.42	2.21	-0.80				

Pinargozu, 15/06/90 - - - - -
 Temp.= 13.0 pH = 7.492 (...calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.180	0.180	4.138
K+	0.064	0.064	2.502
Mg++	0.595	1.190	14.458
Ca++	0.550	1.100	22.044
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.180	2.180	133.006
SO4--	0.043	0.086	4.131
TIC	2.385		28.644
Alk		2.210	134.870

Sum +ion = 2.50 Sum -ion = -2.46 Electrical Balance= 0.8%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.7E-0004	-3.773	0.938	K+	6.0E-0005	-4.222	0.938
Mg++	4.5E-0004	-3.348	0.773	Ca++	4.2E-0004	-3.382	0.773
Cl-	1.9E-0004	-3.727	0.938	HCO3-	2.0E-0003	-2.690	0.938
SO4--	3.0E-0005	-4.526	0.773				
CO3--	2.2E-0006	-5.651	0.773	H2CO3	1.8E-0004	-3.744	1.001
CaOH+	1.2E-0009	-8.937	0.938	CaCO3	1.3E-0006	-5.887	1.001
CaHCO	8.5E-0006	-5.070	0.938	CaSO4	2.3E-0006	-5.644	1.001
MgOH+	7.6E-0009	-8.121	0.938	MgCO3	8.1E-0007	-6.092	1.001
MgHCO	1.0E-0005	-4.986	0.938	MgSO4	2.2E-0006	-5.667	1.001
NaCO3	3.8E-0009	-8.418	0.938	NaHCO	1.9E-0007	-6.713	1.001
NaSO4	2.4E-0008	-7.614	0.938	KSO4-	1.1E-0008	-7.970	0.938
HSO4-	6.7E-0011	-10.174	0.938	OH	1.2E-0007	-6.917	0.938

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.42	2.03	-0.61	Dolomite	2.87	4.12	-1.24
Gypsum	-7.91	-4.61	-3.29	P-CO2	-10.18	-7.75	-2.43
Aragonite	1.42	2.18	-0.76				

Sogutlu, 15/06/90
Temp.= 11.0 pH = 7.534 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.053	0.053	1.218
K+	0.064	0.064	2.502
Mg++	0.520	1.040	12.636
Ca++	0.520	1.040	20.842
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.182	2.182	133.139
SO4--	0.010	0.019	0.913

TIC	2.376	28.538
Alk	2.210	134.872

Sum +ion = 2.17 Sum -ion = -2.31 Electrical Balance= -2.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.0E-0005	-4.303	0.941	K+	6.0E-0005	-4.220	0.941
Mg++	4.0E-0004	-3.399	0.783	Ca++	4.0E-0004	-3.399	0.783
Cl-	9.4E-0005	-4.027	0.941	HCO3-	2.1E-0003	-2.688	0.941
SO4--	6.7E-0006	-5.172	0.783				
CO3--	2.3E-0006	-5.631	0.783	H2CO3	1.7E-0004	-3.766	1.001
CaOH+	1.0E-0009	-8.991	0.941	CaCO3	1.3E-0006	-5.892	1.001
CaHCO	7.8E-0006	-5.108	0.941	CaSO4	4.8E-0007	-6.315	1.001
MgOH+	6.1E-0009	-8.213	0.941	MgCO3	7.3E-0007	-6.136	1.001
MgHCO	9.2E-0006	-5.037	0.941	MgSO4	4.2E-0007	-6.372	1.001
NaCO3	1.1E-0009	-8.971	0.941	NaHCO	5.7E-0008	-7.240	1.001
NaSO4	1.6E-0009	-8.796	0.941	KSO4-	2.4E-0009	-8.627	0.941
HSO4-	1.3E-0011	-10.885	0.941	OH	1.1E-0007	-6.947	0.941

Printout of SI also in Spreadsheet file erm90.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.45	2.06	-0.62	Dolomite	2.89	4.20	-1.31
Gypsum	-8.57	-4.62	-3.95	P-CO2	-10.22	-7.74	-2.48
Aragonite	1.45	2.22	-0.77				

SK304, 12.05.93 - - - - -
 Temp.= 24.0 pH = 7.018 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.960	0.960	22.070
K+	0.900	0.900	35.190
Mg++	0.495	0.990	12.028
Ca++	1.170	2.340	46.894
Cl-	1.200	1.200	42.540
HCO3-	3.746	3.746	228.599
SO4--	0.065	0.130	6.244

TIC	4.557	54.725
Alk	3.810	232.486

Sum +ion = 5.11 Sum -ion = -5.06 Electrical Balance= 0.5%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	8.8E-0004	-3.056	0.917	K+	8.2E-0004	-3.084	0.917
Mg++	3.4E-0004	-3.472	0.707	Ca++	7.9E-0004	-3.100	0.707
Cl-	1.1E-0003	-2.959	0.917	HCO3-	3.4E-0003	-2.464	0.917
SO4--	3.9E-0005	-4.404	0.707				
CO3--	1.6E-0006	-5.786	0.707	H2CO3	7.5E-0004	-3.123	1.002
CaOH+	1.9E-0009	-8.718	0.917	CaCO3	2.1E-0006	-5.670	1.002
CaHCO	3.4E-0005	-4.466	0.917	CaSO4	6.3E-0006	-5.198	1.002
MgOH+	5.2E-0009	-8.283	0.917	MgCO3	5.2E-0007	-6.284	1.002
MgHCO	1.3E-0005	-4.870	0.917	MgSO4	2.3E-0006	-5.629	1.002
NaCO3	2.5E-0008	-7.596	0.917	NaHCO	1.7E-0006	-5.770	1.002
NaSO4	1.8E-0007	-6.743	0.917	KSO4-	2.3E-0007	-6.646	0.917
HSO4-	3.6E-0010	-9.448	0.917	OH	9.7E-0008	-7.013	0.917

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.45	1.87	-0.41	Dolomite	2.53	3.68	-1.14
Gypsum	-7.50	-4.60	-2.90	P-CO2	-9.48	-7.81	-1.67
Aragonite	1.45	2.01	-0.56				

SK306, 12.05.93 - - - - -
 Temp.= 17.5 pH = 7.026 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	3.310	3.310	76.097
K+	1.230	1.230	48.093
Mg++	2.835	5.670	68.890
Ca++	1.220	2.440	48.898
Cl-	5.400	5.400	191.430
HCO3-	3.422	3.422	208.795
SO4--	2.000	4.000	192.120

TIC	4.224	50.735
Alk	3.520	214.790

Sum +ion = 11.81 Sum -ion = -12.08 Electrical Balance= -1.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.9E-0003	-2.539	0.879	K+	1.1E-0003	-2.969	0.879
Mg++	1.5E-0003	-2.820	0.598	Ca++	6.4E-0004	-3.192	0.598
Cl-	4.7E-0003	-2.324	0.879	HCO3-	3.0E-0003	-2.522	0.879
SO4--	9.7E-0004	-3.015	0.598				
CO3--	1.3E-0006	-5.898	0.598	H2CO3	7.1E-0004	-3.147	1.004
CaOH+	9.1E-0010	-9.041	0.879	CaCO3	1.2E-0006	-5.921	1.004
CaHCO	2.2E-0005	-4.667	0.879	CaSO4	1.2E-0004	-3.926	1.004
MgOH+	1.3E-0008	-7.876	0.879	MgCO3	1.6E-0006	-5.784	1.004
MgHCO	5.2E-0005	-4.286	0.879	MgSO4	2.4E-0004	-3.612	1.004
NaCO3	4.6E-0008	-7.333	0.879	NaHCO	4.9E-0006	-5.310	1.004
NaSO4	1.4E-0005	-4.855	0.879	KSO4-	6.6E-0006	-5.180	0.879
HSO4-	7.1E-0009	-8.146	0.879	OH	6.0E-0008	-7.224	0.879

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.31	1.96	-0.65	Dolomite	3.00	3.93	-0.94
Gypsum	-6.21	-4.61	-1.60	P-CO2	-9.55	-7.77	-1.77
Aragonite	1.31	2.11	-0.80				

SK308 , 12.05.93

Temp.= 20.0 pH = 7.214 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.610	0.610	14.024
K+	0.280	0.280	10.948
Mg++	0.495	0.990	12.028
Ca++	1.075	2.150	43.086
Cl-	1.300	1.300	46.085
HCO3-	2.764	2.764	168.641
SO4--	0.080	0.160	7.685

TIC	3.181	38.203
Alk	2.810	171.471

Sum +ion = 3.97 Sum -ion = -4.21 Electrical Balance= -2.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.6E-0004	-3.250	0.923	K+	2.6E-0004	-3.588	0.923
Mg++	3.5E-0004	-3.457	0.727	Ca++	7.6E-0004	-3.121	0.727
Cl-	1.2E-0003	-2.921	0.923	HCO3-	2.6E-0003	-2.593	0.923
SO4--	5.0E-0005	-4.298	0.727				
CO3--	1.8E-0006	-5.756	0.727	H2CO3	3.8E-0004	-3.424	1.001
CaOH+	2.0E-0009	-8.689	0.923	CaCO3	2.0E-0006	-5.693	1.001
CaHCO	2.3E-0005	-4.647	0.923	CaSO4	7.4E-0006	-5.128	1.001
MgOH+	5.9E-0009	-8.226	0.923	MgCO3	5.4E-0007	-6.264	1.001
MgHCO	1.0E-0005	-4.991	0.923	MgSO4	3.0E-0006	-5.522	1.001
NaCO3	1.4E-0008	-7.848	0.923	NaHCO	8.1E-0007	-6.093	1.001
NaSO4	1.4E-0007	-6.842	0.923	KSO4-	8.6E-0008	-7.067	0.923
HSO4-	2.6E-0010	-9.587	0.923	OH	1.1E-0007	-6.951	0.923

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.50	1.92	-0.42	Dolomite	2.66	3.83	-1.17
Gypsum	-7.42	-4.60	-2.81	P-CO2	-9.81	-7.79	-2.02
Aragonite	1.50	2.07	-0.57				

SK316
Temp.= 16.5 pH = 6.795 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in mmol/l meq/l mg/l

Na+	1.000	1.000	22.990
K+	0.310	0.310	12.121
Mg++	2.630	5.260	63.909
Ca++	1.420	2.840	56.914
Cl-	0.800	0.800	28.360
HCO3-	5.849	5.849	356.931
SO4--	1.485	2.970	142.649

TIC	8.136		97.718
Alk		6.010	366.723

Sum +ion = 8.66 Sum -ion = -9.03 Electrical Balance= -2.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	8.8E-0004	-3.053	0.890	K+	2.7E-0004	-3.561	0.890
Mg++	1.5E-0003	-2.832	0.627	Ca++	7.9E-0004	-3.103	0.627
Cl-	7.1E-0004	-3.148	0.890	HCO3-	5.2E-0003	-2.284	0.890
SO4--	7.4E-0004	-3.128	0.627				
CO3--	1.3E-0006	-5.902	0.627	H2CO3	2.1E-0003	-2.670	1.003
CaOH+	6.0E-0010	-9.222	0.890	CaCO3	1.4E-0006	-5.843	1.003
CaHCO	4.5E-0005	-4.350	0.890	CaSO4	1.1E-0004	-3.954	1.003
MgOH+	6.9E-0009	-8.159	0.890	MgCO3	1.6E-0006	-5.806	1.003
MgHCO	8.7E-0005	-4.060	0.890	MgSO4	1.8E-0004	-3.740	1.003
NaCO3	1.3E-0008	-7.874	0.890	NaHCO	2.6E-0006	-5.587	1.003
NaSO4	3.3E-0006	-5.486	0.890	KSO4-	1.3E-0006	-5.891	0.890
HSO4-	9.2E-0009	-8.038	0.890	OH	3.2E-0008	-7.491	0.890

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.41	1.98	-0.57	Dolomite	3.09	3.97	-0.89
Gypsum	-6.23	-4.61	-1.62	P-CO2	-9.08	-7.77	-1.31
Aragonite	1.41	2.13	-0.72				

SK317 - - - - -
 Temp.= 19.0 pH = 6.778 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.740	0.740	17.013
K+	0.430	0.430	16.813
Mg++	1.480	2.960	35.964
Ca++	1.595	3.190	63.928
Cl-	1.200	1.200	42.540
HCO3-	5.868	5.868	358.092
SO4--	0.130	0.260	12.488

TIC	8.163	98.039
Alk	6.010	366.722

Sum +ion = 7.13 Sum -ion = -7.28 Electrical Balance= -1.0%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	6.7E-0004	-3.177	0.902	K+	3.9E-0004	-3.412	0.902
Mg++	9.3E-0004	-3.032	0.661	Ca++	1.0E-0003	-3.000	0.661
Cl-	1.1E-0003	-2.966	0.902	HCO3-	5.3E-0003	-2.276	0.902
SO4--	7.0E-0005	-4.158	0.661				
CO3--	1.3E-0006	-5.885	0.661	H2CO3	2.2E-0003	-2.665	1.002
CaOH+	9.1E-0010	-9.041	0.902	CaCO3	2.0E-0006	-5.708	1.002
CaHCO	6.1E-0005	-4.217	0.902	CaSO4	1.3E-0005	-4.871	1.002
MgOH+	5.3E-0009	-8.276	0.902	MgCO3	1.1E-0006	-5.974	1.002
MgHCO	5.6E-0005	-4.250	0.902	MgSO4	1.1E-0005	-4.961	1.002
NaCO3	1.2E-0008	-7.926	0.902	NaHCO	2.0E-0006	-5.703	1.002
NaSO4	2.3E-0007	-6.632	0.902	KSO4-	1.8E-0007	-6.756	0.902
HSO4-	9.5E-0010	-9.023	0.902	OH	3.8E-0008	-7.421	0.902

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.50	1.94	-0.44	Dolomite	2.97	3.87	-0.90
Gypsum	-7.16	-4.61	-2.55	P-CO2	-9.05	-7.78	-1.27
Aragonite	1.50	2.09	-0.59				

SK215 - - - - -
 Temp.= 15.5 pH = 7.608 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.560	0.560	12.874
K+	0.310	0.310	12.121
Mg++	0.410	0.820	9.963
Ca++	0.375	0.750	15.030
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	1.788	1.788	109.099
SO4--	0.215	0.430	20.653

TIC	1.913	22.974
Alk	1.810	110.468

Sum +ion = 2.39 Sum -ion = -2.39 Electrical Balance= -0.0%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.3E-0004	-3.280	0.940	K+	2.9E-0004	-3.536	0.940
Mg++	3.1E-0004	-3.511	0.780	Ca++	2.8E-0004	-3.551	0.780
Cl-	1.9E-0004	-3.726	0.940	HCO3-	1.7E-0003	-2.775	0.940
SO4--	1.5E-0004	-3.811	0.780				
CO3--	2.6E-0006	-5.591	0.780	H2CO3	1.1E-0004	-3.967	1.001
CaOH+	1.3E-0009	-8.894	0.940	CaCO3	1.0E-0006	-5.985	1.001
CaHCO	5.0E-0006	-5.299	0.940	CaSO4	8.2E-0006	-5.089	1.001
MgOH+	8.6E-0009	-8.066	0.940	MgCO3	6.6E-0007	-6.180	1.001
MgHCO	5.9E-0006	-5.232	0.940	MgSO4	7.8E-0006	-5.106	1.001
NaCO3	1.5E-0008	-7.810	0.940	NaHCO	5.0E-0007	-6.304	1.001
NaSO4	4.0E-0007	-6.397	0.940	KSO4-	2.8E-0007	-6.554	0.940
HSO4-	2.8E-0010	-9.546	0.940	OH	1.9E-0007	-6.712	0.940

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.28	1.99	-0.71	Dolomite	2.60	4.01	-1.41
Gypsum	-7.36	-4.61	-2.75	P-CO2	-10.38	-7.76	-2.62
Aragonite	1.28	2.14	-0.86				

SK216 - - - - -
Temp. = 16.0 pH = 6.837 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.720	0.720	16.553
K+	0.650	0.650	25.415
Mg++	1.520	3.040	36.936
Ca++	1.820	3.640	72.946
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	5.477	5.477	334.212
SO4--	0.785	1.570	75.407
TIC	7.452		89.500
Alk		5.610	342.316

Sum +ion = 7.62 Sum -ion = -6.95 Electrical Balance = 4.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	6.4E-0004	-3.191	0.899	K+	5.8E-0004	-3.234	0.899
Mg++	9.2E-0004	-3.039	0.654	Ca++	1.1E-0003	-2.962	0.654
Cl-	1.8E-0004	-3.745	0.899	HCO3-	4.9E-0003	-2.308	0.899
SO4--	4.1E-0004	-3.382	0.654				
CO3--	1.3E-0006	-5.890	0.654	H2CO3	1.9E-0003	-2.732	1.003
CaOH+	8.8E-0010	-9.057	0.899	CaCO3	2.0E-0006	-5.692	1.003
CaHCO	5.8E-0005	-4.238	0.899	CaSO4	8.5E-0005	-4.069	1.003
MgOH+	4.5E-0009	-8.344	0.899	MgCO3	9.9E-0007	-6.003	1.003
MgHCO	5.1E-0005	-4.292	0.899	MgSO4	6.3E-0005	-4.203	1.003
NaCO3	9.8E-0009	-8.009	0.899	NaHCO	1.8E-0006	-5.748	1.003
NaSO4	1.3E-0006	-5.879	0.899	KSO4-	1.5E-0006	-5.821	0.899
HSO4-	4.6E-0009	-8.341	0.899	OH	3.4E-0008	-7.466	0.899

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.57	1.99	-0.42	Dolomite	3.06	3.99	-0.94
Gypsum	-6.34	-4.61	-1.74	P-CO2	-9.14	-7.76	-1.38
Aragonite	1.57	2.14	-0.57				

SK223 , 14.05.93 - - - - -
 Temp.= 10.0 pH = 7.413 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.150	0.150	3.449
K+	0.220	0.220	8.602
Mg++	0.245	0.490	5.954
Ca++	1.010	2.020	40.481
Cl-	0.250	0.250	8.862
HCO3-	2.577	2.577	157.229
SO4--	0.055	0.110	5.283

TIC	2.876		34.540
Alk		2.610	159.274

Sum +ion = 2.84 Sum -ion = -2.93 Electrical Balance= -1.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.4E-0004	-3.854	0.934	K+	2.1E-0004	-3.687	0.934
Mg++	1.8E-0004	-3.741	0.761	Ca++	7.5E-0004	-3.125	0.761
Cl-	2.3E-0004	-3.632	0.934	HCO3-	2.4E-0003	-2.619	0.934
SO4--	3.7E-0005	-4.429	0.761				
CO3--	2.0E-0006	-5.695	0.761	H2CO3	2.7E-0004	-3.567	1.001
CaOH+	1.3E-0009	-8.877	0.934	CaCO3	2.1E-0006	-5.685	1.001
CaHCO	1.7E-0005	-4.777	0.934	CaSO4	5.0E-0006	-5.302	1.001
MgOH+	1.9E-0009	-8.718	0.934	MgCO3	2.8E-0007	-6.547	1.001
MgHCO	4.9E-0006	-5.310	0.934	MgSO4	1.1E-0006	-5.975	1.001
NaCO3	2.5E-0009	-8.608	0.934	NaHCO	1.9E-0007	-6.723	1.001
NaSO4	2.5E-0008	-7.607	0.934	KSO4-	4.4E-0008	-7.357	0.934
HSO4-	9.3E-0011	-10.033	0.934	OH	7.9E-0008	-7.104	0.934

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.67	2.08	-0.41	Dolomite	2.72	4.24	-1.52
Gypsum	-7.55	-4.62	-2.93	P-CO2	-10.03	-7.73	-2.30
Aragonite	1.67	2.24	-0.57				

SK320 , 14.05.93 - - - - -
 Temp.= 17.0 pH = 7.059 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.630	0.630	14.484
K+	1.010	1.010	39.491
Mg++	0.205	0.410	4.981
Ca++	1.260	2.520	50.501
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	4.350	4.350	265.449
SO4--	0.115	0.230	11.047
TIC	5.291		63.540
Alk		4.410	269.099

Sum +ion = 4.49 Sum -ion = -4.71 Electrical Balance= -2.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.8E-0004	-3.237	0.921	K+	9.3E-0004	-3.032	0.921
Mg++	1.4E-0004	-3.850	0.720	Ca++	8.7E-0004	-3.062	0.720
Cl-	1.4E-0004	-3.860	0.921	HCO3-	4.0E-0003	-2.397	0.921
SO4--	7.2E-0005	-4.140	0.720				
CO3--	1.8E-0006	-5.746	0.720	H2CO3	8.9E-0004	-3.052	1.001
CaOH+	1.3E-0009	-8.897	0.921	CaCO3	2.3E-0006	-5.642	1.001
CaHCO	3.8E-0005	-4.417	0.921	CaSO4	1.2E-0005	-4.922	1.001
MgOH+	1.3E-0009	-8.893	0.921	MgCO3	2.2E-0007	-6.665	1.001
MgHCO	6.4E-0006	-5.192	0.921	MgSO4	1.7E-0006	-5.768	1.001
NaCO3	1.3E-0008	-7.890	0.921	NaHCO	1.3E-0006	-5.884	1.001
NaSO4	2.1E-0007	-6.680	0.921	KSO4-	4.3E-0007	-6.370	0.921
HSO4-	4.9E-0010	-9.309	0.921	OH	6.2E-0008	-7.209	0.921

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.60	1.97	-0.37	Dolomite	2.41	3.95	-1.54
Gypsum	-7.20	-4.61	-2.59	P-CO2	-9.46	-7.77	-1.69
Aragonite	1.60	2.12	-0.52				

Alakopru nehir , 14.05.93 - - - - -
 Temp.= 14.0 pH = 7.443 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.130	0.130	2.989
K+	0.100	0.100	3.910
Mg++	0.265	0.530	6.439
Ca++	0.925	1.850	37.074
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.179	2.179	132.992
SO4--	0.095	0.190	9.126
TIC	2.402		28.849
Alk		2.210	134.868

Sum +ion = 2.56 Sum -ion = -2.45 Electrical Balance= 2.2%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.2E-0004	-3.915	0.937	K+	9.4E-0005	-4.029	0.937
Mg++	2.0E-0004	-3.703	0.770	Ca++	6.9E-0004	-3.160	0.770
Cl-	9.4E-0005	-4.028	0.937	HCO3-	2.0E-0003	-2.690	0.937
SO4--	6.5E-0005	-4.187	0.770				
CO3--	2.0E-0006	-5.688	0.770	H2CO3	2.0E-0004	-3.705	1.001
CaOH+	1.9E-0009	-8.725	0.937	CaCO3	2.0E-0006	-5.698	1.001
CaHCO	1.5E-0005	-4.838	0.937	CaSO4	8.3E-0006	-5.079	1.001
MgOH+	3.3E-0009	-8.483	0.937	MgCO3	3.3E-0007	-6.478	1.001
MgHCO	4.6E-0006	-5.340	0.937	MgSO4	2.1E-0006	-5.679	1.001
NaCO3	2.7E-0009	-8.576	0.937	NaHCO	1.4E-0007	-6.855	1.001
NaSO4	3.9E-0008	-7.413	0.937	KSO4-	3.7E-0008	-7.432	0.937
HSO4-	1.7E-0010	-9.775	0.937	OH	1.2E-0007	-6.930	0.937

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.59	2.02	-0.42	Dolomite	2.64	4.08	-1.43
Gypsum	-7.35	-4.61	-2.74	P-CO2	-10.13	-7.75	-2.38
Aragonite	1.59	2.17	-0.57				

Nadire Kaynagi 13/05/93 - - - - -
Temp. = 12.0 pH = 7.482 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.190	0.190	4.368
K+	0.130	0.130	5.083
Mg++	0.245	0.490	5.954
Ca++	0.875	1.750	35.070
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	2.181	2.181	133.101
SO4--	0.085	0.170	8.165

TIC	2.393	28.742
Alk	2.210	134.869

Sum +ion = 2.52 Sum -ion = -2.54 Electrical Balance = -0.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+ -	1.8E-0004	-3.750	0.937	K+	1.2E-0004	-3.914	0.937
Mg++	1.8E-0004	-3.735	0.772	Ca++	6.6E-0004	-3.182	0.772
Cl-	1.9E-0004	-3.727	0.937	HCO3-	2.0E-0003	-2.689	0.937
SO4--	5.9E-0005	-4.231	0.772				
CO3--	2.1E-0006	-5.673	0.772	H2CO3	1.9E-0004	-3.725	1.001
CaOH+	1.6E-0009	-8.787	0.937	CaCO3	1.9E-0006	-5.713	1.001
CaHCO	1.3E-0005	-4.882	0.937	CaSO4	7.0E-0006	-5.153	1.001
MgOH+	2.8E-0009	-8.560	0.937	MgCO3	3.1E-0007	-6.507	1.001
MgHCO	4.2E-0006	-5.374	0.937	MgSO4	1.7E-0006	-5.763	1.001
NaCO3	3.6E-0009	-8.439	0.937	NaHCO	2.0E-0007	-6.689	1.001
NaSO4	5.0E-0008	-7.298	0.937	KSO4-	4.2E-0008	-7.374	0.937
HSO4-	1.3E-0010	-9.880	0.937	OH	1.1E-0007	-6.963	0.937

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.61	2.05	-0.44	Dolomite	2.67	4.16	-1.49
Gypsum	-7.41	-4.62	-2.80	P-CO2	-10.17	-7.74	-2.43
Aragonite	1.61	2.20	-0.59				

Kamp (kayaonu) ,13.05.93 - - - - -
Temp.= 12.0 pH = 7.221 (..calculated from CO3/HCO3-titration)

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.280	0.280	6.437
K+	0.230	0.230	8.993
Mg++	0.145	0.290	3.523
Ca++	1.470	2.940	58.918
Cl-	0.250	0.250	8.862
HCO3-	3.262	3.262	199.052
SO4--	0.023	0.046	2.209

TIC	3.812		45.786
Alk		3.310	201.982

Sum +ion = 3.69 Sum -ion = -3.56 Electrical Balance= 1.8%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.6E-0004	-3.587	0.927	K+	2.1E-0004	-3.671	0.927
Mg++	1.0E-0004	-3.983	0.738	Ca++	1.1E-0003	-2.976	0.738
Cl-	2.3E-0004	-3.635	0.927	HCO3-	3.0E-0003	-2.519	0.927
SO4--	1.5E-0005	-4.833	0.738				
CO3--	1.7E-0006	-5.764	0.738	H2CO3	5.1E-0004	-3.294	1.001
CaOH+	1.4E-0009	-8.842	0.927	CaCO3	2.5E-0006	-5.598	1.001
CaHCO	3.1E-0005	-4.506	0.927	CaSO4	2.8E-0006	-5.549	1.001
MgOH+	8.5E-0010	-9.068	0.927	MgCO3	1.4E-0007	-6.846	1.001
MgHCO	3.5E-0006	-5.452	0.927	MgSO4	2.4E-0007	-6.613	1.001
NaCO3	4.3E-0009	-8.366	0.927	NaHCO	4.4E-0007	-6.356	1.001
NaSO4	1.8E-0008	-7.737	0.927	KSO4-	1.9E-0008	-7.733	0.927
HSO4-	6.0E-0011	-10.222	0.927	OH	6.0E-0008	-7.224	0.927

Printout of SI also in Spreadsheet file erm2.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.73	2.05	-0.32	Dolomite	2.44	4.16	-1.72
Gypsum	-7.81	-4.62	-3.19	P-CO2	-9.74	-7.74	-2.00
Aragonite	1.73	2.20	-0.48				

Nadire, 1/8/93 - - - - -
 Temp.= 10.6 pH = 7.240 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.480	0.480	11.035
K+	0.470	0.470	18.377
Mg++	0.185	0.370	4.495
Ca++	0.975	1.950	39.078
Cl-	0.350	0.350	12.408
HCO3-	2.967	2.967	181.044
SO4--	0.021	0.042	2.017

TIC	3.454		41.477
Alk		3.000	183.060

Sum +ion = 3.24 Sum -ion = -3.36 Electrical Balance= -1.8%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	4.5E-0004	-3.350	0.932	K+	4.4E-0004	-3.359	0.932
Mg++	1.4E-0004	-3.867	0.755	Ca++	7.2E-0004	-3.144	0.755
Cl-	3.3E-0004	-3.487	0.932	HCO3-	2.8E-0003	-2.558	0.932
SO4--	1.4E-0005	-4.848	0.755				
CO3--	1.6E-0006	-5.800	0.755	H2CO3	4.6E-0004	-3.339	1.001
CaOH+	9.0E-0010	-9.045	0.932	CaCO3	1.6E-0006	-5.807	1.001
CaHCO	1.9E-0005	-4.729	0.932	CaSO4	1.8E-0006	-5.738	1.001
MgOH+	1.0E-0009	-8.991	0.932	MgCO3	1.7E-0007	-6.775	1.001
MgHCO	4.2E-0006	-5.375	0.932	MgSO4	3.0E-0007	-6.517	1.001
NaCO3	6.4E-0009	-8.196	0.932	NaHCO	6.9E-0007	-6.158	1.001
NaSO4	3.0E-0008	-7.520	0.932	KSO4-	3.6E-0008	-7.444	0.932
HSO4-	5.3E-0011	-10.272	0.932	OH	5.6E-0008	-7.255	0.932

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.54	2.07	-0.53	Dolomite	2.35	4.22	-1.86
Gypsum	-7.99	-4.62	-3.37	P-CO2	-9.80	-7.74	-2.06
Aragonite	1.54	2.22	-0.69				

Kapiz Kaynagi, 1/08/93 - - - - -
 Temp.= 10.0 pH = 7.190 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.260	0.260	5.977
K+	0.390	0.390	15.249
Mg++	0.120	0.240	2.916
Ca++	1.085	2.170	43.487
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	2.869	2.869	175.047
SO4--	0.031	0.063	3.026

TIC	3.400		40.838
Alk		2.900	176.958

Sum +ion = 3.03 Sum -ion = -3.08 Electrical Balance= -0.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.4E-0004	-3.616	0.933	K+	3.6E-0004	-3.439	0.933
Mg++	8.9E-0005	-4.052	0.759	Ca++	8.0E-0004	-3.095	0.759
Cl-	1.4E-0004	-3.854	0.933	HCO3-	2.7E-0003	-2.572	0.933
SO4--	2.1E-0005	-4.671	0.759				
CO3--	1.3E-0006	-5.872	0.759	H2CO3	5.0E-0004	-3.297	1.001
CaOH+	8.5E-0010	-9.070	0.933	CaCO3	1.5E-0006	-5.832	1.001
CaHCO	2.0E-0005	-4.701	0.933	CaSO4	3.1E-0006	-5.514	1.001
MgOH+	5.6E-0010	-9.252	0.933	MgCO3	9.2E-0008	-7.035	1.001
MgHCO	2.7E-0006	-5.575	0.933	MgSO4	3.0E-0007	-6.528	1.001
NaCO3	2.8E-0009	-8.546	0.933	NaHCO	3.6E-0007	-6.438	1.001
NaSO4	2.5E-0008	-7.611	0.933	KSO4-	4.5E-0008	-7.351	0.933
HSO4-	8.9E-0011	-10.052	0.933	OH	4.7E-0008	-7.327	0.933

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.52	2.08	-0.56	Dolomite	2.09	4.24	-2.15
Gypsum	-7.77	-4.62	-3.15	P-CO2	-9.76	-7.73	-2.03
Aragonite	1.52	2.24	-0.71				

Erm.kapiz nehir, 1/08/93 - - - - -
Temp.= 25.6 pH = 8.140 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.260	0.260	5.977
K+	0.200	0.200	7.820
Mg++	0.575	1.150	13.972
Ca++	1.335	2.670	53.507
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	3.033	3.033	185.089
SO4--	0.572	1.144	54.946

TIC	3.185	38.248
Alk	3.200	195.264

Sum +ion = 4.00 Sum -ion = -4.21 Electrical Balance= -2.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.4E-0004	-3.623	0.919	K+	1.8E-0004	-3.737	0.919
Mg++	3.8E-0004	-3.422	0.712	Ca++	8.6E-0004	-3.063	0.712
Cl-	1.4E-0004	-3.861	0.919	HCO3-	2.8E-0003	-2.555	0.919
SO4--	3.5E-0004	-3.460	0.712				
CO3--	1.8E-0005	-4.740	0.712	H2CO3	4.5E-0005	-4.345	1.001
CaOH+	3.1E-0008	-7.502	0.919	CaCO3	2.7E-0005	-4.574	1.001
CaHCO	3.1E-0005	-4.509	0.919	CaSO4	6.1E-0005	-4.212	1.001
MgOH+	8.9E-0008	-7.049	0.919	MgCO3	6.6E-0006	-5.178	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.908	0.919	MgSO4	2.3E-0005	-4.630	1.001
NaCO3	8.3E-0008	-7.082	0.919	NaHCO	3.7E-0007	-6.428	1.001
NaSO4	4.3E-0007	-6.362	0.919	KSO4-	4.5E-0007	-6.347	0.919
HSO4-	2.5E-0010	-9.608	0.919	OH	1.5E-0006	-5.838	0.919

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.52	1.84	0.68	Dolomite	4.69	3.62	1.07
Gypsum	-6.52	-4.60	-1.92	P-CO2	-10.69	-7.82	-2.87
Aragonite	2.52	1.99	0.54				

Zeyve kaynagi, 2/08/93 - - - - -
 Temp.= 11.1 pH = 7.250 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.370	0.370	8.506
K+	0.210	0.210	8.211
Mg++	0.265	0.530	6.439
Ca++	0.935	1.870	37.475
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	2.768	2.768	168.876
SO4--	0.047	0.094	4.515

TIC	3.209		38.545
Alk		2.800	170.856

Sum +ion = 2.94 Sum -ion = -3.01 Electrical Balance= -1.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.4E-0004	-3.462	0.934	K+	2.0E-0004	-3.708	0.934
Mg++	2.0E-0004	-3.708	0.760	Ca++	6.9E-0004	-3.159	0.760
Cl-	1.4E-0004	-3.854	0.934	HCO3-	2.6E-0003	-2.588	0.934
SO4--	3.2E-0005	-4.496	0.760				
CO3--	1.5E-0006	-5.814	0.760	H2CO3	4.1E-0004	-3.383	1.001
CaOH+	9.3E-0010	-9.031	0.934	CaCO3	1.5E-0006	-5.835	1.001
CaHCO	1.7E-0005	-4.768	0.934	CaSO4	4.0E-0006	-5.400	1.001
MgOH+	1.6E-0009	-8.801	0.934	MgCO3	2.4E-0007	-6.626	1.001
MgHCO	5.7E-0006	-5.245	0.934	MgSO4	9.9E-0007	-6.005	1.001
NaCO3	4.9E-0009	-8.311	0.934	NaHCO	5.0E-0007	-6.300	1.001
NaSO4	5.3E-0008	-7.279	0.934	KSO4-	3.6E-0008	-7.438	0.934
HSO4-	1.2E-0010	-9.925	0.934	OH	5.9E-0008	-7.227	0.934

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.50	2.06	-0.56	Dolomite	2.46	4.20	-1.74
Gypsum	-7.66	-4.62	-3.04	P-CO2	-9.84	-7.74	-2.10
Aragonite	1.50	2.22	-0.71				

Sugoza kaynagi, 2/08/93 - - - - -
 Temp.= 8.7 pH = 7.500 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.150	0.150	3.449
K+	0.100	0.100	3.910
Mg++	0.080	0.160	1.944
Ca++	1.145	2.290	45.892
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.369	2.369	144.541
SO4--	0.031	0.063	3.026

TIC	2.605		31.284
Alk		2.400	146.448

Sum +ion = 2.67 Sum -ion = -2.53 Electrical Balance= 2.6%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.4E-0004	-3.853	0.937	K+	9.4E-0005	-4.029	0.937
Mg++	6.0E-0005	-4.221	0.769	Ca++	8.6E-0004	-3.064	0.769
Cl-	9.4E-0005	-4.028	0.937	HCO3-	2.2E-0003	-2.654	0.937
SO4--	2.2E-0005	-4.667	0.769				
CO3--	2.2E-0006	-5.660	0.769	H2CO3	2.1E-0004	-3.676	1.001
CaOH+	1.7E-0009	-8.781	0.937	CaCO3	2.6E-0006	-5.592	1.001
CaHCO	1.7E-0005	-4.768	0.937	CaSO4	3.3E-0006	-5.484	1.001
MgOH+	6.8E-0010	-9.166	0.937	MgCO3	1.0E-0007	-7.000	1.001
MgHCO	1.5E-0006	-5.826	0.937	MgSO4	2.0E-0007	-6.697	1.001
NaCO3	2.5E-0009	-8.600	0.937	NaHCO	1.8E-0007	-6.757	1.001
NaSO4	1.4E-0008	-7.847	0.937	KSO4-	1.1E-0008	-7.944	0.937
HSO4-	4.2E-0011	-10.372	0.937	OH	8.6E-0008	-7.064	0.937

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.78	2.10	-0.32	Dolomite	2.41	4.30	-1.89
Gypsum	-7.73	-4.62	-3.11	P-CO2	-10.15	-7.73	-2.43
Aragonite	1.78	2.26	-0.48				

Maraspoli kaynagi, 3/08/93 - - - - -
 Temp.= 10.2 pH = 7.600 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.130	0.130	2.989
K+	0.080	0.080	3.128
Mg++	0.160	0.320	3.888
Ca++	1.135	2.270	45.491
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	2.560	2.560	156.206
SO4--	0.013	0.026	1.249

TIC	2.766		33.221
Alk		2.600	158.652

Sum +ion = 2.77 Sum -ion = -2.69 Electrical Balance= 1.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.2E-0004	-3.916	0.935	K+	7.5E-0005	-4.126	0.935
Mg++	1.2E-0004	-3.923	0.765	Ca++	8.5E-0004	-3.071	0.765
Cl-	9.4E-0005	-4.029	0.935	HCO3-	2.4E-0003	-2.621	0.935
SO4--	8.8E-0006	-5.056	0.765				
CO3--	3.1E-0006	-5.508	0.765	H2CO3	1.7E-0004	-3.758	1.001
CaOH+	2.4E-0009	-8.629	0.935	CaCO3	3.6E-0006	-5.444	1.001
CaHCO	1.9E-0005	-4.723	0.935	CaSO4	1.3E-0006	-5.875	1.001
MgOH+	2.0E-0009	-8.704	0.935	MgCO3	2.9E-0007	-6.541	1.001
MgHCO	3.2E-0006	-5.494	0.935	MgSO4	1.6E-0007	-6.783	1.001
NaCO3	3.3E-0009	-8.478	0.935	NaHCO	1.6E-0007	-6.787	1.001
NaSO4	5.1E-0009	-8.295	0.935	KSO4-	3.8E-0009	-8.421	0.935
HSO4-	1.4E-0011	-10.845	0.935	OH	1.2E-0007	-6.910	0.935

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.91	2.08	-0.17	Dolomite	2.96	4.23	-1.27
Gypsum	-8.13	-4.62	-3.51	P-CO2	-10.22	-7.73	-2.49
Aragonite	1.91	2.23	-0.32				

Fariske cayi, 4/08/93

Temp.= 25.0 pH = 8.100 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.380	0.380	8.736
K+	0.220	0.220	8.602
Mg++	0.555	1.110	13.486
Ca++	1.460	2.920	58.517
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	3.606	3.606	220.020
SO4--	0.198	0.397	19.068

TIC	3.792	45.539
Alk	3.800	231.876

Sum +ion = 4.43 Sum -ion = -4.15 Electrical Balance= 3.3%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.5E-0004	-3.458	0.919	K+	2.0E-0004	-3.695	0.919
Mg++	3.7E-0004	-3.428	0.713	Ca++	9.7E-0004	-3.014	0.713
Cl-	1.4E-0004	-3.861	0.919	HCO3-	3.3E-0003	-2.480	0.919
SO4--	1.2E-0004	-3.925	0.713				
CO3--	2.0E-0005	-4.710	0.713	H2CO3	5.9E-0005	-4.227	1.001
CaOH+	3.1E-0008	-7.514	0.919	CaCO3	3.2E-0005	-4.499	1.001
CaHCO	4.1E-0005	-4.388	0.919	CaSO4	2.3E-0005	-4.630	1.001
MgOH+	7.6E-0008	-7.118	0.919	MgCO3	7.0E-0006	-5.157	1.001
MgHCO	1.4E-0005	-4.839	0.919	MgSO4	7.9E-0006	-5.103	1.001
NaCO3	1.3E-0007	-6.900	0.919	NaHCO	6.5E-0007	-6.188	1.001
NaSO4	2.2E-0007	-6.663	0.919	KSO4-	1.7E-0007	-6.773	0.919
HSO4-	9.1E-0011	-10.040	0.919	OH	1.3E-0006	-5.898	0.919

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.61	1.85	0.76	Dolomite	4.80	3.64	1.16
Gypsum	-6.94	-4.60	-2.34	P-CO2	-10.58	-7.82	-2.76
Aragonite	2.61	1.99	0.61				

Kapizgozu kaynagi, 4/08/93 - - - - -
 Temp.= 10.2 pH = 7.100 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.540	0.540	12.415
K+	0.270	0.270	10.557
Mg++	0.495	0.990	12.028
Ca++	1.070	2.140	42.886
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	3.356	3.356	204.775
SO4--	0.246	0.491	23.583
TIC	4.111		49.378
Alk		3.400	207.468

Sum +ion = 3.84 Sum -ion = -3.94 Electrical Balance= -1.3%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.0E-0004	-3.303	0.925	K+	2.5E-0004	-3.603	0.925
Mg++	3.5E-0004	-3.461	0.732	Ca++	7.5E-0004	-3.125	0.732
Cl-	1.4E-0004	-3.858	0.925	HCO3-	3.1E-0003	-2.508	0.925
SO4--	1.6E-0004	-3.803	0.732				
CO3--	1.3E-0006	-5.895	0.732	H2CO3	7.2E-0004	-3.145	1.001
CaOH+	6.6E-0010	-9.183	0.925	CaCO3	1.3E-0006	-5.885	1.001
CaHCO	2.2E-0005	-4.665	0.925	CaSO4	2.1E-0005	-4.676	1.001
MgOH+	1.8E-0009	-8.742	0.925	MgCO3	3.4E-0007	-6.466	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.919	0.925	MgSO4	8.6E-0006	-5.067	1.001
NaCO3	5.6E-0009	-8.252	0.925	NaHCO	8.7E-0007	-6.061	1.001
NaSO4	3.7E-0007	-6.428	0.925	KSO4-	2.3E-0007	-6.645	0.925
HSO4-	8.1E-0010	-9.091	0.925	OH	3.9E-0008	-7.410	0.925

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.47	2.08	-0.61	Dolomite	2.60	4.23	-1.64
Gypsum	-6.93	-4.62	-2.31	P-CO2	-9.61	-7.73	-1.88
Aragonite	1.47	2.23	-0.77				

Cukurbag kaynagi, 4/08/93 - - - - -
 Temp.= 13.5 pH = 6.900 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.280	0.280	6.437
K+	0.170	0.170	6.647
Mg++	0.845	1.690	20.533
Ca++	1.275	2.550	51.102
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	3.738	3.738	228.120
SO4--	0.583	1.165	55.955

TIC	4.963	59.601
Alk	3.800	231.876

Sum +ion = 4.46 Sum -ion = -4.94 Electrical Balance= -5.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.6E-0004	-3.592	0.916	K+	1.6E-0004	-3.809	0.916
Mg++	5.6E-0004	-3.255	0.704	Ca++	8.4E-0004	-3.078	0.704
Cl-	1.8E-0004	-3.737	0.916	HCO3-	3.4E-0003	-2.465	0.916
SO4--	3.5E-0004	-3.457	0.704				
CO3--	9.7E-0007	-6.013	0.704	H2CO3	1.2E-0003	-2.933	1.002
CaOH+	6.2E-0010	-9.206	0.916	CaCO3	1.1E-0006	-5.943	1.002
CaHCO	2.9E-0005	-4.536	0.916	CaSO4	5.4E-0005	-4.268	1.002
MgOH+	2.5E-0009	-8.599	0.916	MgCO3	4.4E-0007	-6.358	1.002
MgHCO	2.1E-0005	-4.668	0.916	MgSO4	3.1E-0005	-4.503	1.002
NaCO3	2.6E-0009	-8.588	0.916	NaHCO	4.9E-0007	-6.308	1.002
NaSO4	4.3E-0007	-6.362	0.916	KSO4-	3.3E-0007	-6.484	0.916
HSO4-	3.1E-0009	-8.507	0.916	OH	3.2E-0008	-7.491	0.916

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.36	2.02	-0.67	Dolomite	2.54	4.10	-1.56
Gypsum	-6.53	-4.61	-1.92	P-CO2	-9.37	-7.75	-1.61
Aragonite	1.36	2.18	-0.82				

Dumlugoze kaynagi, 4/08/93 - - - - -
 Temp.= 10.2 pH = 6.900 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.340	0.340	7.817
K+	0.410	0.410	16.031
Mg++	0.800	1.600	19.440
Ca++	1.585	3.170	63.527
Cl-	0.130	0.130	4.609
HCO3-	4.913	4.913	299.792
SO4--	0.029	0.057	2.738

TIC	6.635	79.692
Alk	5.000	305.100

Sum +ion = 5.43 Sum -ion = -5.09 Electrical Balance= 3.2%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.1E-0004	-3.508	0.914	K+	3.7E-0004	-3.426	0.914
Mg++	5.4E-0004	-3.270	0.699	Ca++	1.1E-0003	-2.970	0.699
Cl-	1.2E-0004	-3.925	0.914	HCO3-	4.5E-0003	-2.348	0.914
SO4--	1.7E-0005	-4.778	0.699				
CO3--	1.2E-0006	-5.935	0.699	H2CO3	1.6E-0003	-2.785	1.002
CaOH+	5.9E-0010	-9.228	0.914	CaCO3	1.7E-0006	-5.769	1.002
CaHCO	4.5E-0005	-4.349	0.914	CaSO4	3.2E-0006	-5.496	1.002
MgOH+	1.8E-0009	-8.751	0.914	MgCO3	4.9E-0007	-6.314	1.002
MgHCO	2.7E-0005	-4.567	0.914	MgSO4	1.4E-0006	-5.852	1.002
NaCO3	3.2E-0009	-8.498	0.914	NaHCO	7.8E-0007	-6.106	1.002
NaSO4	2.5E-0008	-7.610	0.914	KSO4-	3.6E-0008	-7.444	0.914
HSO4-	1.4E-0010	-9.867	0.914	OH	2.5E-0008	-7.610	0.914

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.58	2.08	-0.49	Dolomite	2.86	4.23	-1.37
Gypsum	-7.75	-4.62	-3.13	P-CO2	-9.25	-7.73	-1.51
Aragonite	1.58	2.23	-0.65				

Kayaonu kaynagi, 4/08/93

Temp. = 10.5 pH = 7.500 Alkalinity used for C-species

Conc. in mmol/l meq/l mg/l

Na+	0.370	0.370	8.506
K+	0.090	0.090	3.519
Mg++	0.120	0.240	2.916
Ca++	1.580	3.160	63.326
Cl-	0.100	0.100	3.545
HCO3-	3.341	3.341	203.883
SO4--	0.018	0.036	1.729

TIC	3.672	44.102
Alk	3.400	207.468

Sum +ion = 3.81 Sum -ion = -3.48 Electrical Balance = 4.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.4E-0004	-3.466	0.926	K+	8.3E-0005	-4.079	0.926
Mg++	8.6E-0005	-4.067	0.737	Ca++	1.1E-0003	-2.946	0.737
Cl-	9.3E-0005	-4.033	0.926	HCO3-	3.1E-0003	-2.509	0.926
SO4--	1.1E-0005	-4.942	0.737				
CO3--	3.2E-0006	-5.493	0.737	H2CO3	2.8E-0004	-3.549	1.001
CaOH+	2.6E-0009	-8.591	0.926	CaCO3	5.0E-0006	-5.302	1.001
CaHCO	3.3E-0005	-4.483	0.926	CaSO4	2.3E-0006	-5.634	1.001
MgOH+	1.2E-0009	-8.935	0.926	MgCO3	2.2E-0007	-6.667	1.001
MgHCO	3.0E-0006	-5.526	0.926	MgSO4	1.5E-0007	-6.811	1.001
NaCO3	9.9E-0009	-8.006	0.926	NaHCO	6.0E-0007	-6.225	1.001
NaSO4	1.9E-0008	-7.730	0.926	KSO4-	5.5E-0009	-8.259	0.926
HSO4-	2.4E-0011	-10.627	0.926	OH	1.0E-0007	-6.999	0.926

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.04	2.07	-0.03	Dolomite	2.97	4.22	-1.25
Gypsum	-7.89	-4.62	-3.27	P-CO2	-10.01	-7.73	-2.27
Aragonite	2.04	2.23	-0.18				

Y.Caglar kaynagi, 4/08/93 - - - - -
 Temp.= 9.5 pH = 7.600 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.520	0.520	11.955
K+	0.410	0.410	16.031
Mg++	0.260	0.520	6.318
Ca++	0.795	1.590	31.864
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	2.664	2.664	162.577
SO4--	0.013	0.026	1.249
TIC	2.877		34.552
Alk		2.700	164.754

Sum +ion = 3.01 Sum -ion = -2.85 Electrical Balance= 2.8%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	4.9E-0004	-3.314	0.935	K+	3.8E-0004	-3.416	0.935
Mg++	1.9E-0004	-3.712	0.766	Ca++	5.9E-0004	-3.226	0.766
Cl-	1.4E-0004	-3.853	0.935	HCO3-	2.5E-0003	-2.603	0.935
SO4--	9.0E-0006	-5.046	0.766				
CO3--	3.2E-0006	-5.499	0.766	H2CO3	1.8E-0004	-3.734	1.001
CaOH+	1.5E-0009	-8.811	0.935	CaCO3	2.6E-0006	-5.591	1.001
CaHCO	1.4E-0005	-4.869	0.935	CaSO4	9.5E-0007	-6.022	1.001
MgOH+	3.0E-0009	-8.523	0.935	MgCO3	4.7E-0007	-6.325	1.001
MgHCO	5.4E-0006	-5.266	0.935	MgSO4	2.7E-0007	-6.565	1.001
NaCO3	1.3E-0008	-7.883	0.935	NaHCO	6.8E-0007	-6.167	1.001
NaSO4	2.1E-0008	-7.685	0.935	KSO4-	2.0E-0008	-7.706	0.935
HSO4-	1.4E-0011	-10.843	0.935	OH	1.2E-0007	-6.935	0.935

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.77	2.09	-0.32	Dolomite	3.06	4.26	-1.21
Gypsum	-8.27	-4.62	-3.65	P-CO2	-10.20	-7.73	-2.47
Aragonite	1.77	2.24	-0.47				

A.Caglar kaynagi, 4/08/93 - - - - -

Temp.= 10.0 pH = 7.500 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.110	0.110	2.529
K+	0.350	0.350	13.685
Mg++	0.515	1.030	12.515
Ca++	0.770	1.540	30.862
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	2.958	2.958	180.495
SO4--	0.034	0.068	3.266
TIC	3.247		38.998
Alk		3.000	183.060

Sum +ion = 2.99 Sum -ion = -3.18 Electrical Balance= -3.0%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.0E-0004	-3.990	0.933	K+	3.3E-0004	-3.486	0.933
Mg++	3.8E-0004	-3.422	0.757	Ca++	5.7E-0004	-3.246	0.757
Cl-	1.4E-0004	-3.854	0.933	HCO3-	2.8E-0003	-2.559	0.933
SO4--	2.3E-0005	-4.640	0.757				
CO3--	2.8E-0006	-5.549	0.757	H2CO3	2.5E-0004	-3.594	1.001
CaOH+	1.2E-0009	-8.911	0.933	CaCO3	2.2E-0006	-5.660	1.001
CaHCO	1.4E-0005	-4.839	0.933	CaSO4	2.3E-0006	-5.634	1.001
MgOH+	4.9E-0009	-8.311	0.933	MgCO3	8.3E-0007	-6.082	1.001
MgHCO	1.2E-0005	-4.931	0.933	MgSO4	1.4E-0006	-5.867	1.001
NaCO3	2.5E-0009	-8.597	0.933	NaHCO	1.6E-0007	-6.799	1.001
NaSO4	1.1E-0008	-7.953	0.933	KSO4-	4.3E-0008	-7.367	0.933
HSO4-	4.7E-0011	-10.331	0.933	OH	9.6E-0008	-7.017	0.933

Printout of SI also in Spreadsheet file ermenek.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.69	2.08	-0.39	Dolomite	3.21	4.24	-1.03
Gypsum	-7.89	-4.62	-3.27	P-CO2	-10.06	-7.73	-2.33
Aragonite	1.69	2.24	-0.54				

SK304, 6/8/93 - - - - -
 Temp.= 24.0 pH = 7.460 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	1.410	1.410	32.416
K+	0.580	0.580	22.678
Mg++	0.515	1.030	12.515
Ca++	1.945	3.890	77.956
Cl-	1.100	1.100	38.995
HCO3-	5.831	5.831	355.832
SO4--	0.135	0.270	12.968
TIC	6.389		76.737
Alk		6.000	366.120

Sum +ion = 6.72 Sum -ion = -7.18 Electrical Balance= -3.3%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.3E-0003	-2.896	0.904	K+	5.2E-0004	-3.280	0.904
Mg++	3.3E-0004	-3.487	0.669	Ca++	1.2E-0003	-2.914	0.669
Cl-	9.9E-0004	-3.002	0.904	HCO3-	5.3E-0003	-2.278	0.904
SO4--	7.5E-0005	-4.127	0.669				
CO3--	7.0E-0006	-5.157	0.669	H2CO3	4.2E-0004	-3.380	1.002
CaOH+	8.1E-0009	-8.090	0.904	CaCO3	1.4E-0005	-4.855	1.002
CaHCO	8.1E-0005	-4.093	0.904	CaSO4	1.8E-0005	-4.735	1.002
MgOH+	1.4E-0008	-7.856	0.904	MgCO3	2.1E-0006	-5.670	1.002
MgHCO	2.0E-0005	-4.699	0.904	MgSO4	4.3E-0006	-5.368	1.002
NaCO3	1.6E-0007	-6.807	0.904	NaHCO	3.8E-0006	-5.424	1.002
NaSO4	4.9E-0007	-6.306	0.904	KSO4-	2.7E-0007	-6.566	0.904
HSO4-	2.4E-0010	-9.614	0.904	OH	2.7E-0007	-6.571	0.904

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.27	1.87	0.40	Dolomite	3.96	3.68	0.28
Gypsum	-7.04	-4.60	-2.44	P-CO2	-9.74	-7.81	-1.93
Aragonite	2.27	2.01	0.26				

SK308, 6/08/93 - - - - -
 Temp.= 20.0 pH = 7.330 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.850	0.850	19.541
K+	0.330	0.330	12.903
Mg++	0.515	1.030	12.515
Ca++	1.885	3.770	75.551
Cl-	0.800	0.800	28.360
HCO3-	4.293	4.293	261.948
SO4--	0.055	0.110	5.283
TIC	4.828		57.987
Alk		4.400	268.488

Sum +ion = 5.86 Sum -ion = -5.19 Electrical Balance= 6.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	7.7E-0004	-3.112	0.912	K+	3.0E-0004	-3.522	0.912
Mg++	3.4E-0004	-3.466	0.691	Ca++	1.2E-0003	-2.903	0.691
Cl-	7.3E-0004	-3.137	0.912	HCO3-	3.9E-0003	-2.407	0.912
SO4--	3.1E-0005	-4.504	0.691				
CO3--	3.5E-0006	-5.454	0.691	H2CO3	4.4E-0004	-3.354	1.002
CaOH+	4.4E-0009	-8.355	0.912	CaCO3	6.7E-0006	-5.173	1.002
CaHCO	5.7E-0005	-4.243	0.912	CaSO4	7.6E-0006	-5.117	1.002
MgOH+	7.6E-0009	-8.119	0.912	MgCO3	1.1E-0006	-5.971	1.002
MgHCO	1.5E-0005	-4.814	0.912	MgSO4	1.8E-0006	-5.737	1.002
NaCO3	3.9E-0008	-7.408	0.912	NaHCO	1.7E-0006	-5.769	1.002
NaSO4	1.2E-0007	-6.910	0.912	KSO4-	6.2E-0008	-7.207	0.912
HSO4-	1.2E-0010	-9.909	0.912	OH	1.5E-0007	-6.835	0.912

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.02	1.92	0.09	Dolomite	3.48	3.83	-0.36
Gypsum	-7.41	-4.60	-2.80	P-CO2	-9.74	-7.79	-1.95
Aragonite	2.02	2.07	-0.05				

SK316, 6/08/93

Temp. = 17.0 pH = 7.620 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	2.610	2.610	60.004
K+	0.540	0.540	21.114
Mg++	2.675	5.350	65.002
Ca++	1.760	3.520	70.541
Cl-	1.200	1.200	42.540
HCO3-	7.211	7.211	440.033
SO4--	1.525	3.050	146.492
TIC	7.841		94.172
Alk		7.500	457.650

Sum +ion = 11.15 Sum -ion = -10.88 Electrical Balance = 1.2%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	2.3E-0003	-2.641	0.882	K+	4.7E-0004	-3.324	0.882
Mg++	1.4E-0003	-2.843	0.606	Ca++	9.3E-0004	-3.030	0.606
Cl-	1.1E-0003	-2.975	0.882	HCO3-	6.4E-0003	-2.196	0.882
SO4--	7.3E-0004	-3.135	0.606				
CO3--	1.0E-0005	-4.984	0.606	H2CO3	3.9E-0004	-3.412	1.004
CaOH+	5.0E-0009	-8.304	0.882	CaCO3	1.4E-0005	-4.849	1.004
CaHCO	6.5E-0005	-4.185	0.882	CaSO4	1.3E-0004	-3.886	1.004
MgOH+	4.7E-0008	-7.325	0.882	MgCO3	1.3E-0005	-4.897	1.004
MgHCO	1.0E-0004	-3.984	0.882	MgSO4	1.8E-0004	-3.757	1.004
NaCO3	2.9E-0007	-6.532	0.882	NaHCO	8.2E-0006	-5.087	1.004
NaSO4	8.3E-0006	-5.079	0.882	KSO4-	2.2E-0006	-5.658	0.882
HSO4-	1.4E-0009	-8.865	0.882	OH	2.2E-0007	-6.648	0.882

 Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.39	1.97	0.42	Dolomite	4.97	3.95	1.02
Gypsum	-6.17	-4.61	-1.56	P-CO2	-9.82	-7.77	-2.05
Aragonite	2.39	2.12	0.27				

SK317, 6/08/93

Temp.= 19.2 pH = 7.400 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	2.150	2.150	49.429
K+	0.720	0.720	28.152
Mg++	1.355	2.710	32.927
Ca++	1.920	3.840	76.954
Cl-	1.000	1.000	35.450
HCO3-	6.983	6.983	426.093
SO4--	0.180	0.360	17.291
TIC	7.781		93.444
Alk		7.200	439.344

Sum +ion = 9.15 Sum -ion = -8.29 Electrical Balance= 4.9%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	1.9E-0003	-2.717	0.895	K+	6.4E-0004	-3.191	0.895
Mg++	8.2E-0004	-3.088	0.642	Ca++	1.2E-0003	-2.938	0.642
Cl-	9.0E-0004	-3.048	0.895	HCO3-	6.3E-0003	-2.204	0.895
SO4--	9.3E-0005	-4.031	0.642				
CO3--	6.5E-0006	-5.189	0.642	H2CO3	6.1E-0004	-3.216	1.003
CaOH+	4.5E-0009	-8.350	0.895	CaCO3	1.1E-0005	-4.948	1.003
CaHCO	8.3E-0005	-4.081	0.895	CaSO4	2.1E-0005	-4.682	1.003
MgOH+	2.0E-0008	-7.702	0.895	MgCO3	4.7E-0006	-5.332	1.003
MgHCO	5.8E-0005	-4.233	0.895	MgSO4	1.3E-0005	-4.889	1.003
NaCO3	1.7E-0007	-6.765	0.895	NaHCO	6.7E-0006	-5.171	1.003
NaSO4	9.0E-0007	-6.045	0.895	KSO4-	3.9E-0007	-6.408	0.895
HSO4-	3.1E-0010	-9.515	0.895	OH	1.6E-0007	-6.792	0.895

 Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.26	1.94	0.32	Dolomite	4.37	3.87	0.50
Gypsum	-6.97	-4.61	-2.36	P-CO2	-9.60	-7.78	-1.82
Aragonite	2.26	2.08	0.17				

SK320, 7/08/93 - - - - -
 Temp.= 17.2 pH = 7.330 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.370	0.370	8.506
K+	0.270	0.270	10.557
Mg++	0.185	0.370	4.495
Ca++	2.370	4.740	94.990
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	5.564	5.564	339.517
SO4--	0.120	0.240	11.527

TIC	6.281	75.438
Alk	5.700	347.814

Sum +ion = 5.58 Sum -ion = -5.97 Electrical Balance= -3.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.4E-0004	-3.474	0.910	K+	2.5E-0004	-3.610	0.910
Mg++	1.2E-0004	-3.919	0.686	Ca++	1.5E-0003	-2.812	0.686
Cl-	1.8E-0004	-3.740	0.910	HCO3-	5.1E-0003	-2.296	0.910
SO4--	6.8E-0005	-4.170	0.686				
CO3--	4.3E-0006	-5.371	0.686	H2CO3	6.0E-0004	-3.223	1.002
CaOH+	4.3E-0009	-8.369	0.910	CaCO3	9.6E-0006	-5.017	1.002
CaHCO	8.6E-0005	-4.064	0.910	CaSO4	2.0E-0005	-4.702	1.002
MgOH+	2.1E-0009	-8.683	0.910	MgCO3	4.4E-0007	-6.358	1.002
MgHCO	6.9E-0006	-5.159	0.910	MgSO4	1.4E-0006	-5.867	1.002
NaCO3	1.8E-0008	-7.748	0.910	NaHCO	9.6E-0007	-6.020	1.002
NaSO4	1.1E-0007	-6.946	0.910	KSO4-	1.1E-0007	-6.977	0.910
HSO4-	2.5E-0010	-9.607	0.910	OH	1.2E-0007	-6.931	0.910

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.22	1.97	0.26	Dolomite	3.34	3.95	-0.61
Gypsum	-6.98	-4.61	-2.38	P-CO2	-9.63	-7.77	-1.85
Aragonite	2.22	2.12	0.11				

Alakopru, nehir, 7/08/93 - - - - -
 Temp.= 18.0 pH = 7.940 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.650	0.650	14.943
K+	0.280	0.280	10.948
Mg++	0.475	0.950	11.542
Ca++	1.310	2.620	52.505
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	3.289	3.289	200.710
SO4--	0.205	0.410	19.692

TIC	3.454	41.483
Alk	3.400	207.468

Sum +ion = 4.36 Sum -ion = -3.87 Electrical Balance= 6.0%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	6.0E-0004	-3.224	0.922	K+	2.6E-0004	-3.589	0.922
Mg++	3.3E-0004	-3.486	0.722	Ca++	9.0E-0004	-3.048	0.722
Cl-	1.8E-0004	-3.734	0.922	HCO3-	3.0E-0003	-2.518	0.922
SO4--	1.3E-0004	-3.897	0.722				
CO3--	1.1E-0005	-4.976	0.722	H2CO3	8.7E-0005	-4.061	1.001
CaOH+	1.1E-0008	-7.964	0.922	CaCO3	1.4E-0005	-4.852	1.001
CaHCO	3.1E-0005	-4.516	0.922	CaSO4	2.2E-0005	-4.662	1.001
MgOH+	2.5E-0008	-7.608	0.922	MgCO3	3.0E-0006	-5.525	1.001
MgHCO	1.1E-0005	-4.947	0.922	MgSO4	7.0E-0006	-5.158	1.001
NaCO3	8.2E-0008	-7.085	0.922	NaHCO	1.0E-0006	-5.992	1.001
NaSO4	3.8E-0007	-6.420	0.922	KSO4-	2.1E-0007	-6.678	0.922
HSO4-	1.2E-0010	-9.935	0.922	OH	5.1E-0007	-6.293	0.922

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.37	1.95	0.42	Dolomite	4.31	3.91	0.40
Gypsum	-6.94	-4.61	-2.34	P-CO2	-10.46	-7.78	-2.68
Aragonite	2.37	2.10	0.27				

SK216, 7/08/93 - - - - -
Temp.= 16.1 pH = 7.200 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.380	0.380	8.736
K+	0.220	0.220	8.602
Mg++	0.555	1.110	13.486
Ca++	1.460	2.920	58.517
Cl-	0.150	0.150	5.318
HCO3-	3.730	3.730	227.603
SO4--	0.198	0.397	19.068
TIC	4.350		52.247
Alk		3.800	231.876

Sum +ion = 4.51 Sum -ion = -4.22 Electrical Balance= 3.2%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	3.5E-0004	-3.458	0.919	K+	2.0E-0004	-3.694	0.919
Mg++	3.8E-0004	-3.421	0.714	Ca++	1.0E-0003	-3.002	0.714
Cl-	1.4E-0004	-3.860	0.919	HCO3-	3.4E-0003	-2.465	0.919
SO4--	1.2E-0004	-3.921	0.714				
CO3--	2.1E-0006	-5.683	0.714	H2CO3	5.6E-0004	-3.254	1.001
CaOH+	1.9E-0009	-8.730	0.919	CaCO3	3.0E-0006	-5.524	1.001
CaHCO	3.7E-0005	-4.434	0.919	CaSO4	2.3E-0005	-4.646	1.001
MgOH+	4.4E-0009	-8.359	0.919	MgCO3	6.6E-0007	-6.178	1.001
MgHCO	1.5E-0005	-4.831	0.919	MgSO4	7.5E-0006	-5.123	1.001
NaCO3	8.6E-0009	-8.067	0.919	NaHCO	6.7E-0007	-6.173	1.001
NaSO4	2.1E-0007	-6.684	0.919	KSO4-	1.5E-0007	-6.819	0.919
HSO4-	5.7E-0010	-9.241	0.919	OH	8.0E-0008	-7.099	0.919

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.73	1.98	-0.25	Dolomite	3.05	3.99	-0.94
Gypsum	-6.92	-4.61	-2.31	P-CO2	-9.66	-7.77	-1.90
Aragonite	1.73	2.13	-0.40				

SK223, 7/08/93 - - - - -
 Temp.= 10.0 pH = 7.430 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.570	0.570	13.104
K+	0.280	0.280	10.948
Mg++	0.350	0.700	8.505
Ca++	1.075	2.150	43.086
Cl-	0.750	0.750	26.588
HCO3-	3.056	3.056	186.460
SO4--	0.080	0.160	7.685

TIC	3.400		40.833
Alk		3.100	189.162

Sum +ion = 3.64 Sum -ion = -3.95 Electrical Balance= -4.1%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	5.3E-0004	-3.278	0.927	K+	2.6E-0004	-3.586	0.927
Mg++	2.5E-0004	-3.602	0.738	Ca++	7.7E-0004	-3.113	0.738
Cl-	7.0E-0004	-3.158	0.927	HCO3-	2.8E-0003	-2.548	0.927
SO4--	5.2E-0005	-4.283	0.738				
CO3--	2.5E-0006	-5.608	0.738	H2CO3	3.1E-0004	-3.513	1.001
CaOH+	1.4E-0009	-8.849	0.927	CaCO3	2.6E-0006	-5.586	1.001
CaHCO	2.0E-0005	-4.695	0.927	CaSO4	7.2E-0006	-5.145	1.001
MgOH+	2.7E-0009	-8.561	0.927	MgCO3	4.8E-0007	-6.320	1.001
MgHCO	8.0E-0006	-5.100	0.927	MgSO4	2.0E-0006	-5.689	1.001
NaCO3	1.1E-0008	-7.944	0.927	NaHCO	8.4E-0007	-6.076	1.001
NaSO4	1.3E-0007	-6.885	0.927	KSO4-	7.8E-0008	-7.110	0.927
HSO4-	1.2E-0010	-9.904	0.927	OH	8.2E-0008	-7.087	0.927

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	1.77	2.08	-0.31	Dolomite	3.05	4.24	-1.19
Gypsum	-7.40	-4.62	-2.78	P-CO2	-9.98	-7.73	-2.25
Aragonite	1.77	2.24	-0.47				

Rez. Kopru, 7/08/93 - - - - -
 Temp.= 14.5 pH = 7.650 Alkalinity used for C-species

Conc. in	mmol/l	meq/l	mg/l
Na+	0.520	0.520	11.955
K+	0.120	0.120	4.692
Mg++	0.330	0.660	8.019
Ca++	1.345	2.690	53.908
Cl-	0.200	0.200	7.090
HCO3-	3.133	3.133	191.149
SO4--	0.205	0.410	19.692
TIC	3.358		40.327
Alk		3.200	195.264

Sum +ion = 3.88 Sum -ion = -3.70 Electrical Balance= 2.4%

Element	Activity	Log Act.	Act.coef	Element	Activity	Log Act.	Act.coef
Na+	4.8E-0004	-3.319	0.925	K+	1.1E-0004	-3.955	0.925
Mg++	2.3E-0004	-3.637	0.731	Ca++	9.4E-0004	-3.027	0.731
Cl-	1.8E-0004	-3.733	0.925	HCO3-	2.9E-0003	-2.538	0.925
SO4--	1.3E-0004	-3.888	0.731				
CO3--	4.7E-0006	-5.324	0.731	H2CO3	1.7E-0004	-3.764	1.001
CaOH+	4.3E-0009	-8.367	0.925	CaCO3	6.3E-0006	-5.199	1.001
CaHCO	2.8E-0005	-4.548	0.925	CaSO4	2.3E-0005	-4.646	1.001
MgOH+	6.5E-0009	-8.190	0.925	MgCO3	9.0E-0007	-6.045	1.001
MgHCO	7.6E-0006	-5.122	0.925	MgSO4	4.9E-0006	-5.312	1.001
NaCO3	2.5E-0008	-7.604	0.925	NaHCO	7.8E-0007	-6.107	1.001
NaSO4	3.0E-0007	-6.517	0.925	KSO4-	8.8E-0008	-7.057	0.925
HSO4-	2.1E-0010	-9.677	0.925	OH	2.0E-0007	-6.705	0.925

Printout of SI also in Spreadsheet file ermsk.s

Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT	Mineral	Log IAP	Log KT	L.IAP/KT
Calcite	2.08	2.01	0.08	Dolomite	3.56	4.06	-0.50
Gypsum	-6.92	-4.61	-2.30	P-CO2	-10.19	-7.76	-2.43
Aragonite	2.08	2.16	-0.08				

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cahit Yeşertener

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1960

Medeni Hali : Evli, 1 çocuklu

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TANTASYON MÜHÜRÜ

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1974-1976 Kurtuluş Lisesi, Ankara

Lisans : 1977-1978 Hacettepe Üniversitesi, İngilizce Hazırlık Okulu

1978-1982 Hacettepe Üniversitesi, Hidrojeoloji Mühendisliği
Bölümü

Yüksek Lisans : 1983-1986 Hacettepe Üniversitesi, Hidrojeoloji Mühendisliği
Bölümü

1991-1992 IHE (International Institute for Hydraulic and
Environmental Engineering), Delft, the Netherlands

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi : 1983-1995 Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Hidrojeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara