

66164

**ZONGULDAK
BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY
KÖMÜR SAHALARININ
KARST HİDROJEOLJİSİ İNCELEMESİ**

**KARST HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION
OF ZONGULDAK
BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY
COAL MINE AREAS**

BARBAROS ERDURAN

**Hacettepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği
Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

1997

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından **HİDROJEOLOJİ** Anabilim Dalında **YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Prof. Dr. Şakir ŞİMŞEK

Üye : _____

Prof. Dr. Gültekin GÜNAY

Üye : _____

Yrd.Doç. Dr. Levent TEZCAN

ONAY

Bu tez/...../19... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.13../2../1997

Prof.Dr. Gültekin GÜNAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, Zonguldak havzasının kömürlü birimlerinin üzerinde bulunan karstik kireçtaşlarının karstlaşma durumu, kömür üretimini ne şekilde etkileyebileceği ve hidrodinamik yapısı birlikte araştırılmıştır. Karbonifer'in Westfaliyen katında oluşmuş kömürlü seriler, Alpin Orojenezi ile gelişmiş tektonik hareketlerden ileri derecede etkilenmiş olan Kretase yaşlı karbonatlı kayaç topluluğu altında yer almaktadır.

Yapılan jeoloji, hidrojeoloji ve jeofizik incelemeler sonucunda, yeraltında bulunan galerilerdeki su gelirinin, kömürlü birimlerin hemen üzerinde diskordans olarak yeralan, orta derecede karstlaşmış, Barremiyen yaşlı kireçtaşları ile ileri derecede karstlaşmış olan Apsiyen yaşlı kireçtaşlarından olduğu, Viziyen yaşlı karbonatlı kayaçların bu olaya katkısının olabileceği sonucuna varılmıştır.

Doğal izotop analizleri sonucunda, galerilere boşalmanın olduğu noktalarda suların güncel kökenli olduğu, Ilıca kaynağı ve yeni Gelik kuyu dibindeki suların derin dolaşımdan gelen sular olduğu belirlenmiştir.

Renkli boya denemeleri ile Apsiyen yaşlı karstik kireçtaşları üzerine düşen yağışın bir bölümünün yine bu birim tarafından drene edildiği, Barremiyen kireçtaşlarında ise böyle bir drenajın olmadığı görülmüştür. Yeraltısuyu akım hızı 400 m/gün olarak hesaplanmıştır.

Uzaktan algılama çalışmaları ile Kilimli yerleşim biriminin kıyıdan 10 km kuzeyinde, deniz üzerindeki ısı yayılımında, ortalama deniz suyu sıcaklığına göre daha soğuk bir yayılıma sahip anomali sahası belirlenmiştir.

Yeraltısuyu dolaşım türü genelde yerel dolaşım akım koşullarına uymaktadır. Karbonatlı kayalar üzerinde gelişen faylar üzerinde yer alan karstik yapılar yerel beslenmeyi sağlamakta, basınçlı akım koşullarının etkisiyle iletimliliği artırmaktadır.

İnceleme alanında yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, 60 metrelik bariyer topuklar ve 10 mm/m gerilme indeksi koşullarına uyulması ve karbonatlı kayalar üzerinde akan derelerde yapılacak düzenleme çalışmaları ile karbonatlı kayalardan gelebilecek herhangi bir yeraltısuyu tehlikesinin olmayacağını göstermektedir.



ABSTRACT

The position and location of the karstic limestone, the alternative effects of this limestone to the coal production and the hydrodynamic structure of this limestone aquifer have been investigated in this study. The Westfalian coal series, which are obviously effected from the tectonic movements occurred during the Alpine Orogene are located below the Cretaceous carbonate rocks.

The geological, hydrogeological and geophysical explorations, indicated that, the source of the water in the galleries are the Barremian karstic limestone and the Apsian limestone units, disconformity overlaid above the coal series, and that the Visean carbonate rocks did not play any role in this event.

As a result of the isotope analysis, it has been found out that, the water discharging into the galleries, is of actual origin, and that the groundwater in the Ilıca Spring and the New Gelik Well have a deep circulation component.

As a result of the tracer applications, it has been observed that part of the precipitation falling over the Apsian karstic limestone, is drained by this unit, where as there exist no drainage through the Barremian limestone.

The remote sensing observations have demonstrated an area of colder water, with respect to the temperature of the sea water, 10 km to the north of the beach.

The groundwater flow type, generally obeys the conduit flow conditions. The karstic structures, formed on the faults of the carbonate rocks, provide the location recharge, and increase the transmissivity of the confined flow boundaries.

The results obtained at the end of the complete study show that, any risk or possible danger from the carbonate rocks have not been visual, with having in hand, of course, the barriers of 60 m, stress index circumstances of 10 mm/m and some reclamation works planned on the rivers downflowing over these carbonate rocks.



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın çeşitli aşamalarında destek ve katkıda bulunan kişilere yazar teşekkür borçludur.

Prof.Dr. Gültekin GÜNAY (tez danışmanı), çalışma konusunu önermiş, çalışma yöntemleri konusunda yol gösterici olmuştur. Çalışma konusu ile ilgili sorunları incelemiş ve çalışmanın sonuçlandırılması için gerekli desteği sağlamıştır.

Prof.Dr. Şakir ŞİMŞEK tezin çeşitli aşamalarında katkıda bulunmuştur.

Yrd.Doç.Dr. Mehmet EKMEKÇİ verilerin analizi ve değerlendirilmesi konusunda yardımını esirgememiştir.

Yrd. Doç. Dr. Levent TEZCAN çözüme yönelik genel yaklaşımları ile katkı sağlamıştır.

Dr. Lütfi Nazik (MTA), Jeoloji Yük. Müh. Gürkan Öktü (MTA), Jeoloji Müh. Necati Kır (MTA), Jeoloji (Hidrojeoloji) Yük. Müh. Koray Törk (MTA), Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Osman Gökmenoğlu (MTA), genel değerlendirmeler, laboratuvar analizleri, yazım ve çizimlere yardımcı olmuşlardır.

Çalışmalarım sırasında sürekli ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, anlayışı ile bana destek olan eşim Fatma'ya sonsuz teşekkür borçluyum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvi
 1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve kapsam.....	1
1.2 Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri.....	1
1.3 İnceleme Alanının Tanıtılması.....	4
1.3.1 Yer ve Topoğrafya.....	4
1.3.2 Hidrografi ve Drenaj.....	6
1.3.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	6
1.3.4. Nüfus ve Sosyoekonomik Yapı.....	7
1.3.5. Ulaşım ve Hizmet Olanakları.....	7
1.4. Önceki Çalışmalar.....	8
2. STRATİGRAFİK JEOLJİ.....	11
2.1. Paleozoyik.....	11
2.1.1. Hamzafakılı Formasyonu (sh).....	11
2.1.2. Kokaksu Formasyonu (Dkk).....	11
2.1.3. Alacağzı Formasyonu (Ka).....	13
2.1.4. Kozlu Formasyonu (Kk).....	14
2.1.5. Karadon Formasyonu (Kka).....	14
2.2. Mesozoyik.....	15
2.2.1. Zonguldak Formasyonu (Jkrz).....	16

İÇİNDEKİLER (Devam Ediyor)

2.2.2. İncüvez Formasyonu (Jkri)	17
2.2.3. Kapuz Formasyonu (Jkrk)	19
2.2.4. Kırımsa Formasyonu (Krk)	19
2.2.5. Velibey Formasyonu (Krv)	20
2.2.6. Himmetoğlu Formasyonu (Krh)	21
2.2.7. Sapça Formasyonu (Krs)	22
2.2.8. Tasmaca Formasyonu (Krt)	22
2.2.9. Cemaller Formasyonu (Krc)	23
2.2.10. Gökçetepe Formasyonu (Krg)	23
2.2.11. Başköy Formasyonu (Krb)	24
2.2.12. Dinlence Formasyonu (Krd)	24
2.2.13. İkse Formasyonu (Kri)	25
2.2.14. Kazpınar Formasyonu (Krkz)	25
2.2.15. Alaplı Formasyonu (Kra)	25
2.3. Senozoyik.	26
2.3.1. Yahyalar Formasyonu (Ty)	26
2.4. Kuvaterner.	26
2.4.1. Alüvyon (Qal)	26
3.YAPISAL JEOLJİ VE PALEOCOĞRAFİK EVRİM.	27
3.1. Yapısal Jeoloji.	27
3.1.1. Doğrultu ve Eğimler.	27
3.1.2. Kıvrımlar.	29
3.1.3. Faylar.	29
3.1.4. Uyumsuzluklar.	30
3.2. Paleocoğrafik Evrim.	30
4. HİDROLOJİ.	32
4.1. Giriş.	32
4.2. Su Noktaları.	32

İÇİNDEKİLER (Devam Ediyor)

4.2.1. Akarsular.	32
4.2.2. Kaynaklar.	34
4.2.3. Kuyular.	36
4.2.4. Göller ve Bataklıklar.	37
4.2.5. Galeriler.	37
4.3. Yağış.	39
4.4. Sıcaklık - Buharlaşma.	39
4.5. Akım.	39
4.5.1. Akım Ölçümleri.	39
4.5.2. Akım Litoloji İlişkisi.	41
4.5.3. Kaynak Azalma Analizleri.	43
4.6. Su Bilançosu Hesaplamaları.	45
4.7. Su Bilançosu Hesaplamalarının Genel Yorumu.	46
5.KARST HİDROJEOLJİSİ.	47
5.1. Hidrojeoloji Birimleri.	47
5.1.1. Geçirimsiz Birimler.	47
5.1.2. Geçirimli Birimler.	47
5.1.2.1. Viziyen Yaşlı Dolomitik Kireçtaşları (KTA)	48
5.1.2.2 Barremiyen Yaşlı Dolomitik Kireçtaşları (KAA)	48
5.1.2.3. Apsiyen Yaşlı Kireçtaşları (KÜA).	49
5.2. Jeomorfoloji ve Mağara Araştırmaları.	49
5.3. Jeofizik Çalışmaları.	53
5.4. Uzaktan Algılama Çalışmaları.	53
5.5. Su Kimyası Çalışmaları.	56
5.5.1. Karstik Taban Akiferi (KTA)	63
5.5.2. Karstik Alt Akifer (KAA)	63
5.5.3. Karstik Üst Akifer (KÜA)	64
5.6. Karst Yeraltısu İzlemeleri.	64

İÇİNDEKİLER (Devam Ediyor)

5.6.1. Çevresel İzotop Analizleri.	65
5.6.2. Boya Denemeleri.	70
5.7. Yeraltısuyu Dolaşımı ve Karstlaşma.	81
5.7.1. Yeraltısuyu Dolaşımı.	81
5.7.2. Karstlaşma.	81
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.	84
6.1. Sonuçlar.	84
6.2. Öneriler.	85
KAYNAKLAR.	88
EKLER DİZİNİ	
EK ŞEKİLLER	
EK ÇİZELGELER	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

l/s	: Litre/Saniye
m	: Metre
mm	: Milimetre
m³/s	: Metreküp/Saniye
m³/yıl	: Metreküp/Yıl
a	: Azalma Katsayısı,
α	: Akış Katsayısı (l/s/km ²)
°C	: Santigrat Derece
D	: Döteryum
DO	: Çözünmüş Oksijen
EC	: Elektriksel İletkenlik
meq/l	: Miliekivalan/Litre
mg/l	: Miligram/Litre
O¹⁸	: Oksijen - 18
pH	: Hidrojen İyonu Derişimi
T	: Tritiyum
TU	: Tritiyum Birimi
mS/cm	: Mikrosiemens/Santimetre
δ	: İzotop Derişiminin SMOW'dan Sapma Miktarı
Na	: Sodyum Katyonu
K	: Potasyum Katyonu
Ca	: Kalsiyum Katyonu
Mg	: Magnezyum Katyonu
CO₃	: Karbonat Anyonu
HCO₃	: Bikarbonat Anyonu
Cl	: Klor Anyonu
SO₄	: Sülfat Anyonu
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu

YĞİ	: Yağış Gözlem İstasyonu
DMD	: Dünya Meteorik Doğrusu
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
SMOW	: Standart Mean Ocean Water
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmesi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TTK	: Türkiye Taşkömür Kurumu
WMO	: World Meteorological Organization
DES	: Derin Elektrik Sondajı
HES	: Hidroelektrik Santrali

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemini Gösteren Şema	3
Şekil 1.2. İnceleme Alanının Topoğrafik Yapısı (Kapuz Dolaylarından Bir Görünüm)	4
Şekil 1.3. İnceleme Alanının Bulduru Haritası	5
Şekil 1.4. Zonguldak'a İçme Suyu Sağlayan Ulutan Barajı (Menba Tafaından Görünüm)	8
Şekil 2.1. İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti	12
Şekil 2.2. Kozlu Formasyonu (Zonguldak-Kozlu Yolu)	15
Şekil 2.3. Zonguldak Formasyonu Barremiyen Kireçtaşları (Ayıçi Bölgesi)	16
Şekil 2.4. İncüvez Formasyonun En İyi Görüldüğü Yer (İncivez Burnu)	18
Şekil 2.5. Kapuz Formasyonu Apsiyen Kireçtaşları, Bağlık Dolini (Bağlık).	20
Şekil 2.6. Kırımsa Formasyonu (Kilimli-Zonguldak Yolu)	21
Şekil 3.1. Zonguldak Ulus Sahalarında MTA ve TPAO Kuyularından Geçen Jeolojik Kesitler	28
Şekil 4.1. Cumayanı Karst Kaynağının Çıkışını Gösteren Şematik Kesit	35
Şekil 4.2. Cumayanı Karst Kaynağı (Kuzeyden Bakış)	36
Şekil 4.3. Çatalağzı Karadon Bölgesinde Meydana Gelen Su Sorununu Gösteren Şematik Kesit	38
Şekil 4.4. Zonguldak Meteoroloji İstasyonunda Ölçülen Yıllık Ortalama Yağış Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi	40
Şekil 4.5. İnceleme Alanında Geliksuyu Dere Üzerinde Kurulan Kademeli Eşel (Çatalağzı)	41
Şekil 4.6. Akım Ölçümü (Büyük Mağara Dere)	42
Şekil 4.7. Gelik'teki Su Gelirine Uygulanan Kaynak Azalma Eğrisi	44
Şekil 4.8. Çatalağzı Servis Kuyu Dibi Kaynak Azalma Analizi	44
Şekil 5.1. Landsat TM uydusu Tarafından 13.6.1995 Tarihinde Kaydedilen, İnceleme Sahasını da içine Alan Görüntü	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam Ediyor)

Şekil 5.2.	İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Piper Diyagramı	58
Şekil 5.3.	İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Wilcox Diyagramı . . .	60
Şekil 5.4.	İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı	61
Şekil 5.5.	İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Langelier Kalsiyum Denge Diyagramı	62
Şekil 5.6.	İnceleme Alanındaki Sularda Döteryum - Oksijen-18 İlişkisi .	67
Şekil 5.7.	İnceleme Alanında Döteryum - Tritiyum İlişkisi	69
Şekil 5.8.	Cumayanı Kaynağı Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi	72
Şekil 5.9.	Gelik -260 Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi	74
Şekil 5.10	Karadon -265 Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi	75
Şekil 5.11	Çatalağzı -360 Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi	76
Şekil 5.12	Boya Denemeleri Çalışmalarından Bir Görünüm (Ayıçi - Zonguldak)	77
Şekil 5.13	Karadon -265 Gözlem Noktasında Rhodamine-B Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi	77
Şekil 5.14	Enjeksiyon ve Gözlem Lokasyonları İle Boya Denemeleri Sonucu Saptanan Yeraltısuyu Hareket Yönleri	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1. İnceleme Alanında Yer Alan Alt Havzaların Ortalama Yüksekliği ve Yüzey Alanı	33
Çizelge 4.2. İnceleme Alanında Bulunan Akarsularda Ölçülen 1 Yıllık (1.11.1993-31.10.1994) Ortalama Akımlar	34
Çizelge 5.1. Zonguldak ve Yakın Çevresinde Bulunan Mağaraların ve Düdenlerin Toplam Uzunluk, Ortalama Yükseklik ve Ortalama Genişlikleri	52
Çizelge 5.2. 1994 Yılı Mart-Nisan Döneminde Laboratuvarda Yapılan Majör Anyon, Katyon ve Fiziksel Parametre Tayini	57
Çizelge 5.3. İnceleme Alanında Alınan Su Örneklerindeki İzotop Değerleri	66
Çizelge 5.4. Kurak ve Yağışlı Dönem Döteryum Fazlası Değerleri	68
Çizelge 5.5. Boya Deneylerinde Zaman Aralığına Karşılık Gelen Örnekleme Sıklığı	71
Çizelge 5.6. Spectrofluorofotometre’de Kullanılan Dört Farklı Boyanın Eksitasyon ve Emisyon Dalga Boyları	71
Çizelge 5.7. Boya Deneyleri ile İlgili Arazi Verileri	72

1. GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Karstlaşmalı ortamlarda gelişen hidrojeolojik olaylar, diğer ortamlara göre daha farklı olup ayrı bir öneme sahiptir. Bu tür ortamlarda bulunan akiferlerin suyu depolaması, iletmesi ve vermesi diğer akiferlere göre daha değişik özellikler göstermektedir.

Bu çalışmaya konu olan Zonguldak'ın doğusunda yer alan Bağlık, İnağzı, Göbü, Kazköy bölgelerinde yaklaşık 200 milyon ton rezerve sahip kömür yatakları yer almaktadır. Karbonifer'in Westfaliyen katında oluşmuş bu kömürlü seviyelerin üzerinde Kretase'nin Barremiyen ve Apsiyen katında oluşmuş karstik kireçtaşları bulunmaktadır. Bu karstik kireçtaşlarının içerdiği yeraltısularının, kömür işletmeleri sırasında açılacak galerilere gelme olasılıkları vardır. Dolayısıyla yeraltı işletmeciliğini bu şekilde tehdit eden hidrojeolojik olayların,

- Önceden bilinmesi,
- Yeraltısuyu içeren kırıkların ve karstik akiferlerin hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi,
- Galerilere gelebilecek potansiyel su miktarının hesaplanması,
- Bu soruna uygun çözüm yollarının bulunması ve kömür üretiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

1.2 Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

Çalışmanın amacına ulaşması öncelikle sorunun doğru olarak tanımlanmasıyla olanaklıdır. Amaca ulaşabilmek için; çözüm için gerekli olan verilerin sağlıklı ve düzgün bir şekilde toplanması sağlanmıştır.

İlk aşamayı bölgede daha önce konuyla ilgili olarak yapılmış çalışmaların ve harita, hava fotoğrafı v.b. dökümanların derlenmesi kapsamıştır. Büroda derlenen harita ve hava fotoğrafları üzerinde yapılan çalışmalarla; çalışmanın ikinci aşamasını oluşturan arazi çalışmaları için bir ön-program hazırlanmıştır. İkinci aşamayı oluşturan arazi çalışmaları, hidrojeolojik gözlemler, jeofizik verilerin değerlendirilmesi, mağara araştırmaları olmak üzere 3 bölümde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanlarında yüzeyleyen litolojik birimlerin hidrojeolojik açıdan sınıflandırılmalarından (geçirimli-yarı geçirimli-geçirimsiz) sonra bölgede her su noktasında fiziksel ölçümler yapılmış, tez süresince kullanılan bir örnekleme ağı oluşturulmuştur. Bölgede TTK tarafından daha önce yapılmış yüzey jeofizik ölçümler değerlendirilerek önemli anomaliler elde edilmiştir. Mağara araştırmaları kapsamında çalışma alanında yeralan bütün mağaralar incelenmiş beslenme ve boşalım alanları belirlenmiştir.

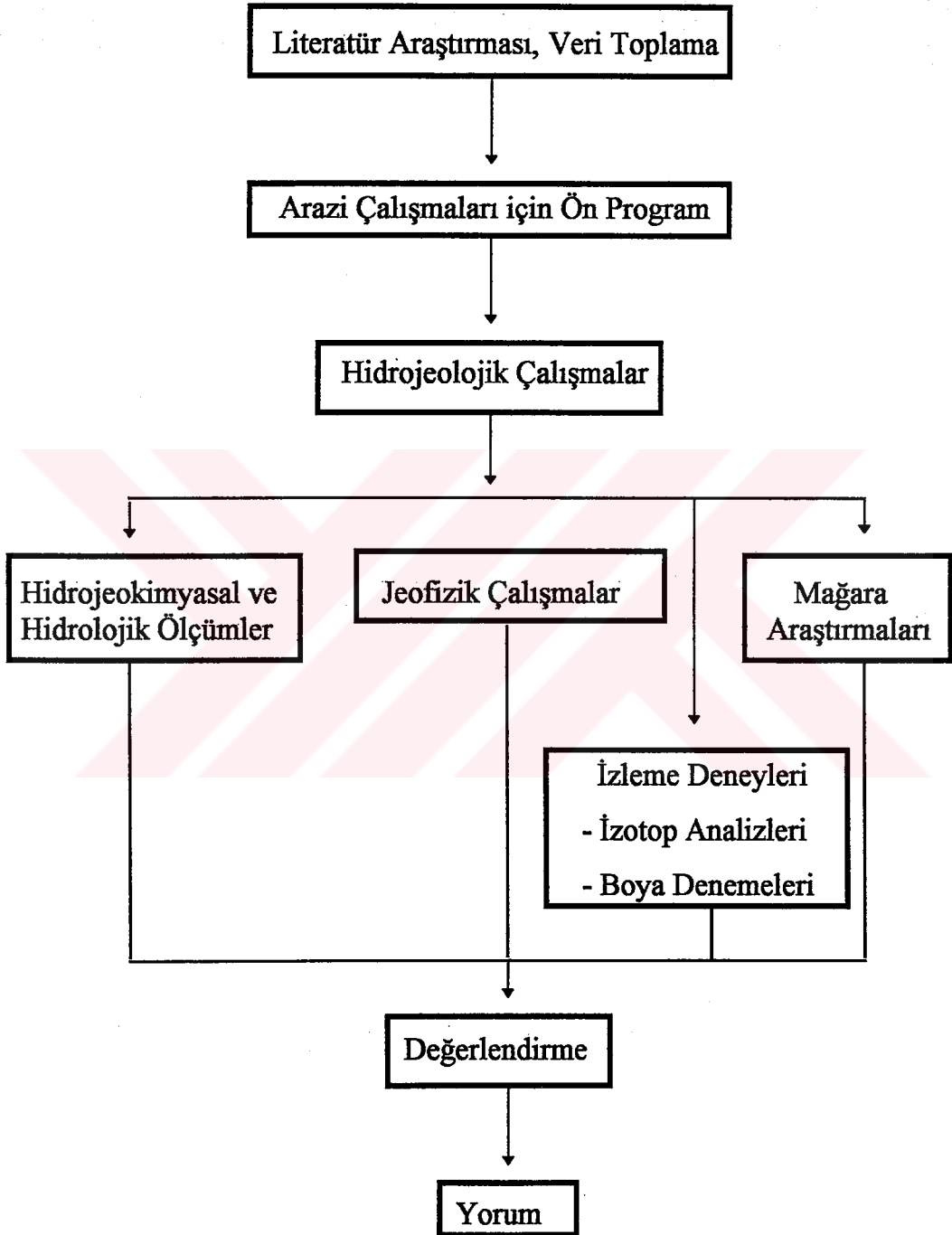
Akiferin su potansiyelleri hakkında bilgi edinebilmek amacıyla havzaya düşen yağış, farklı yükseltilerde bulunan meteoroloji istasyonları aracılığıyla ölçülmüştür. Öte yandan havzadan ve akiferden boşalan su miktarı dere yataklarına kurulan eşeller aracılığı ile ölçülmüştür.

Akiferin yeraltı drenajları ve beslenme alanlarının belirlenebilmesi ve suların doğal izotop içeriklerinin saptanması için izotop örnekleri alınmıştır.

Galerilerde su gelişi olan noktalar belirlenmiş uygun kesitlerde akım ölçümleri yapılmıştır.

Arazi çalışmaları, hidrojeolojik gözlemler ve veriler yardımıyla seçilen 9 noktada gerçekleştirilen boya denemeleri ile tamamlanmıştır.

Çalışmanın son aşamasını, veri değerlendirme, sonuçların biraraya getirilmesi ve yorumlanarak tezin yazılması oluşturmuştur. Şekil 1.1’de çalışma ve değerlendirme yöntemi bir şema şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Çalışma. ve Değerlendirme Yöntemini Gösteren Şema

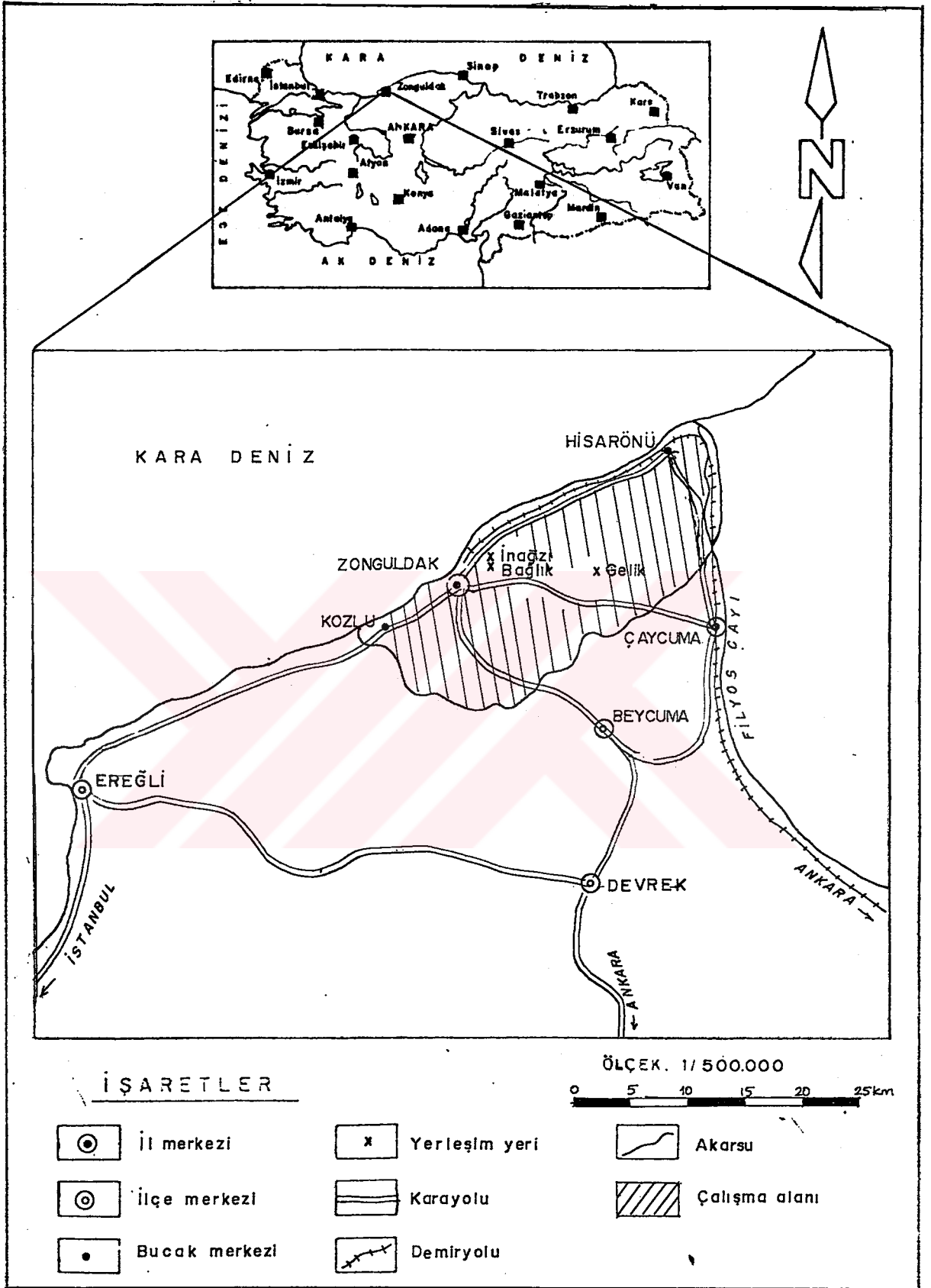
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.3.1. Yer ve Topoğrafya

İnceleme alanı coğrafik olarak Türkiye'nin kuzeyinde, Batı Karadeniz bölgesinde yer alır. Çalışmalar Zonguldak ve yakın doğusunu kapsayacak şekilde toplam 312 km²'lik bir alanda yürütülmüştür. Kuzeyde Karadeniz, doğuda Hisarönü, güneyde Sapça ve batıda Kozlu yerleşim birimleri ile sınırlanan tez sahasında, sahil şeridinde yeralan alüvyonlar ana düzlükleri oluşturur. Alüvyon düzlüğü sahil şeridinden yaklaşık 50 m içeride yerini, bölgeye sarp bir topoğrafya görünümü kazandıran ve aniden yükselen dağlara bırakır (Şekil 1.2). İnceleme alanını gösteren yer bulduru haritası Şekil 1.3'te verilmiştir.



Şekil 1.2 İnceleme Alanının Topografik Yapısı (Kapuz dolaylarından bir görünüm)



Şekil 1.3 İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası

Çalışma alanı içerisinde yeralan en önemli yükseltiler; Asarteppe (847 m), Kızılıkkıranı T. (845 m), Yayla T. (676 m), Kurtkapanı T. (704 m) ve Göldağ (771 m) dır. Bölgenin tektonik gelişimi ile yakından ilgili olan bu sarp topoğrafya çalışmaların güçlölkle yürütölmesine neden olmuştur.

1.3.2 Hidrografi ve Drenaj

İnceleme alanı hidrografik açıdan 23 adet alt havzaya ayrılmıştır (Ek 1). Bu alt bölölmlenme, karstlaşmalı birimlerin dikey ve yanal dağılımlarına bağılı olarak birden çok akifer içeren bölgesel yeraltısuyu sisteminin sağılıklı bir şekilde incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Karstlaşmalı karbonatlı kayalar üzerinde akan derelerin suları denize ulaşmadan yine bu birimler içerisinde kaybolmaktadır. Çalışma alanında karst kaynaklarından beslenen dereler dışında sürekli akıma sahip akarsu bulunmamaktadır. Yağışlı dönemlerde taşkınlar olmakta, drenaj sorunu ortaya çıkmaktadır.

1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanında Karadeniz'e özgü bol yağışlı iklim tipi hüküm sürmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 13.4 °C'dir. Aylık ortalamalar, soğıuk aylarda (Ocak ve Şubat) 6 °C, sıcak aylarda (Temmuz ve Ağustos) 21.6 °C dolayında bulunmaktadır. Zonguldak meteoroloji istasyonunda ölçölün yıllık ortalama yağış 1220 mm dolayındadır. Kış aylarında kar yağışı alt kotlarda kısa süreli olarak meydana gelmekte 500 m ve daha üst kotlarda uzun süreli olmaktadır. Rüzgar genellikle kuzey ve kuzeybatıdan eser, en yüksek hız 2.3 m/s dir. Deniz kıyısında bulunan çalışma alanının güneyden yüksek dağılarla çevrili olması nisbi nemin oldukça yüksek değerlere ulaşmasına neden olmaktadır. Çalışma sahasında nisbi nem %25 ile %80 arasında değışmektedir.

Genelde sık bir bitki örtüsüne sahip olan inceleme alanında meşe ve gürgen ağaçları yanında çam ormanları da önemli alanlar kaplar.

1.3.4. Nüfus ve Sosyoekonomik Yapı

Çalışma alanının en önemli yerleşim birimi Zonguldak ilidir. Zonguldak ilinin 1990 yılı sayımına göre nüfusu 122.000 kişi dolayındadır. Çalışma alanı içerisinde ve yakın dolayında gelişen diğer yerleşim birimleri Gelik, Kilimli, Karadon'dur. Bölgede yaşayan nüfusun önemli bir kısmı TTK'ya bağlı kömür işletmelerinin bulunduğu yerlerde yoğunlaşmıştır. Sarp topoğrafyaya sahip daha güney kesimlerde ise nüfus yoğunluğu oldukça düşüktür.

Ekonomik faaliyetler önem sırasına göre başlıca kömür üretimi olmak üzere, balıkçılık ve azda olsa tarımsal faaliyetlerden ibarettir.

1.3.5 Ulaşım ve Hizmet Olanakları

Diğer bölgelerle deniz ve demiryolu ağı ile bağlantılı olan Zonguldak şehrine karayolu ile Türkiye'nin her yerinden ulaşılabilir. Bölge tümüyle Ulaştırma Bakanlığı'nın haberleşme ağı (telefon, radyo, televizyon vb.) içinde yer almaktadır.

Yerleşim merkezleri içme ve kullanma sularını Ulutan barajından sağlamaktadır (Şekil 1.4). Ana yerleşim merkezlerinden önemli bir kısmı su dağıtım şebekesine sahiptir. Ancak şehrin kanalizasyon şebekesi bugün yetersiz durumdadır. Bölgenin elektrifiği Ereğli HES'den sağlanmaktadır.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanında, daha önceleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) başta olmak üzere, birçok kurum ve kişi tarafından yapılmış çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalardan bazıları önem ve tarih sırasına göre aşağıda verilmiştir.

Altınlı (1954) “Pelitovası Batı Kesiminin Jeolojisi” isimli eserinde kömürlü karbonifer seviyesini otokton ve allokton olarak ayırıp Antdere serisi içerisinde “Walchia” fosili içerip içermediğini tartışmalı olarak kabul etmiştir.



Şekil 1.4 Zonguldak’a İçme Suyu Sağlayan Ulutan Barajı
(Membra Tarafından Görünüm)

Tokay (1954) Alt Kretasedeki transgresyonla Barremiyen ve Alt Apsiyende gre, greli marn ve Ürgeniyen yaşlı kireçtaşları üzerine, Turoniyen'e kadar sığ ve derin deniz çökellerinin geldiğini, Lütésiyen'in fliş fasiyesi gösterdiğini belirtmiştir.

Özkoçak, vd., (1978) "Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış" isimli bildirilerinde bölgedeki birimleri I. Temel Formasyonlar, II. Kömürlü Formasyonlar (Üst Karbonifer yaşlı), III. Örtü Formasyonları olarak ayırtlanmıştır. Zonguldak havzasının doğu-batı yönünde uzanan ve ekseninde yükselme zonu bulunan bir senklinoryumdan oluştuğunu, Üst Karbonifer paralik serilerinin bir kısmının Kretase transgresyonuna kadar bu Paleozoyik yaşlı senklinoryum içinde kalıp, erozyondan kurtulduğunu belirtirler.

Saner (1980) "Batı Pontid'lerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuramıyla Açıklanması, Kuzey-Batı Türkiye" isimli bildirisinde Üst Jurasik öncesinde Avrasya kıtasının devamı halinde olan Batı Pontid'lerin Üst Jurasik'te deniz transgresyonuyla sığ bir şelf haline geldiğini, Alt Kretase sonlarında güneyde yer alan Tetis okyanusunun kuzey kolunun okyanusal kabuğunu Avrasya kıtası altına dalmaya başlamasıyla doğu-batı uzanımlı bir volkanik yay geliştiğini, sonunda Karadeniz'in oluştuğunu anlatmıştır.

Şengör, vd., (1981a) "Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım" isimli eserinde Tetis'in Geç Paleozoyik'te Pangea'nın bir araya gelmesiyle doğduğundan söz eder.

Şengör, vd., (1981b), "Kuzey Türkiye'de bir Geç Jura Öncesi Okyanusu Kalıntıları Permiyen-Triyas Paleotethys Parçaları mı?" adlı eserde Kuzey Türkiye'de Üst Kretase-Eosen Volkanik örtülerinin pencelerinde bir ofiyolitik

sütur zonu ve bununla ilgili Orta Jura yaşlı aktif kıtasal marjin serileri bulunduğunu belirtir.

Görür, vd., (1983), “Pontid’lerde Neo-Tetis’in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimentolojik Veriler” isimli makalalarında değişik Liyas istiflerinin sedimentolojik olarak incelenmesiyle tektonik gelişimlerini ortaya koymuşlardır. Pontid’lerin Liyas başında bir yükselim alanı olduğunu, Sinemuryen başında Pontid’lerin güneyinde blok faylanma ve riftleşmenin başladığını, bu olayın yörede Horst ve Grabenlere karşılık gelen deniz altı tepeleri ve deniz çukurları oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Ercan, vd., (1984) “Zonguldak Çevresindeki Üst Kretase Yaşlı Yay Volkanizmasının Özellikleri” isimli yayınlarında Üst Kretase-Eosen yaşlı çökellerle yüzlekler veren volkanik kayalarda yapılan petrolojik çalışmaları, kimyasal analiz sonuçlarıyla sunmuşlardır. Esas olarak kalk-alkalen, yer yer hafif toloyitik özellikler taşıyan volkanik kayaların bazaltik ve andezitik türde olup, Şili tipi ada yayı volkanikleri grubundan oldukları, Tetis Okyanus kabuğunun Pontid’ler altına dalmasıyla oluşan bir yitim zonundan türedikleri sonucuna varmışlardır.

Yergök, vd., (1989) “Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi II” adlı raporlarında 2100 km²’lik bir alanda 1/25000 jeoloji harita alma çalışması yaptıklarını belirtmişlerdir. Çalışma alanları içerisinde gözlenen birimlerin, çökeltme ortamlarını, yaşlarını detaylı belirlemişler, ayrıca bu alandaki yapısal özellikleri tanımlamışlar ve ekonomik oluşukları saptamışlardır.

Özler, vd., (1992) “Değirmenağzı ile Göbü Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı” adlı eserlerinde bölgenin 1/5000 ölçekli detay jeoloji haritasını yapmış ve adı geçen alanda 122.000.000 ton taşkömürü rezervi olduğunu belirtmişlerdir.

2. STRATİGRAFİK JEOLJİ

İnceleme alanında Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında değişik litoloji birimleri yer almaktadır. Bölüm 1.4.'deki araştırmacılara göre sahada saptanan birimler aşağıda sunulmuştur. Bununla ilgili olarak stratigrafik kesit Şekil 2.1'de, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası Ek 2'de ve kesitleri Ek 3'te verilmiştir.

2.1 Paleozoyik

2.1.1 Hamzafaklı Formasyonu (sh)

İnceleme alanının temelini oluşturmaktadır. Kuvarsit, mikrokonglomera, metakumtaşı, arkoz ve konglomeralardan meydana gelir. Rengi kırmızı, sarı, kahverengidir. Çalışma alanının güneydoğusunda Kokaksu Formasyonu tarafından üzerlenmiş şekilde görülmektedir. Eski araştırmacılar buldukları fosillerle bu birime Üst Silüriyen yaşını vermişlerdir (Özkoçak vd., 1978). Hamzafaklı Formasyonu sığ koşullarda çökelmiştir. Sığ plaj veya delta ortamının ürünüdür. Demirli birikintiler ve birim içinde demir derişiminin fazla olmasından karasal koşullarda oluştuğu anlaşılmaktadır.

2.1.2 Kokaksu Formasyonu (Dkk)

Havzada kalınlığı 1000 m'yi geçen çok iyi istiflenmiş düzgün tabakalı kalsilülit sparat, krinoidli dolomitize kireçtaşlarından oluşmuştur. Eğimleri 40°-70° arasında değişmekte olup, kuzeye doğrudur. Her yönde gelişmiş çatlakları sekonder kalsit dolguludur. Mercanlı, çört bantlı ve nodüllü, bol fosillidir. Açık griden koyu mavimsiye griye kadar değişen renk tonlarına sahiptir. Formasyonu batıdan doğuya kadar havzanın güney sınırı boyunca her yerde görme olanağı bulunmakla birlikte, Gökgöl ve Kokaksu'da tabandan

ZAMAN	DEVİR	KAT	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERİSİ KUVAYER TERN.		10-60	Qal		ALÜVYON
		PALEOSEN	50-180	Ty		YAHYALAR FM Killi kireçtaşı
MESOZOYİK	KRETASE	MEASRICHTİYEN	80-250	Kra		ALAPLI FM Marn, kiltası, silttaşı, killi kç.
		Turoniyen KAMPAİYEN	100-600	Krkz		KAZPINAR FM Andezit, tuf, marn
			50-200	Kri		İKSE FM Killi kireçtaşı, kumtaşı, marn, tufit
			100-200	Krd		DİNLENCE FM Aglomera, tuf, marn, kumtaşı
			350	Krb		BAŞKÖY FM Marn, killi kç., kumtaşı
			0-500	Krg		GÖKÇETEPE FM Eksfoliasyonlu kumtaşı, kiltası, mikrokonglomera
			250	Krc		CEMALLER FM Kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera
		SENOMANIYEN	0-400	Krt		TASMACA FM Marn, kumtaşı, kiltası
			500	Krs		SAPCA FM Glokonili kumtaşı, kiltası, marn
		ALBİYEN	70	Krh		HİMMETOĞLU FM Kumtaşı, kiltası
			250	Krv		VELİBEY FM Kumtaşı
		APSIYEN	700	Krk		KIRIMSA FM Kumtaşı, karbonatlı kumtaşı, kiltası, killi kç.
			250-375	JKrk		KAPUZ FM Kireçtaşı
			50-150	JKri		İNCÜVEZ FM Kumtaşı, konglomera, kiltası, kumlu kireçtaşı
		BARREMIYEN	350	JKrz		ZONGULDAK FM Kireçtaşı, kumtaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı
			350-550	Kka		KARADON FM Konglomera, kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür
	KARBONİFER	WESTFALLİYEN	350-900	Kk		KOZLU FM Konglomera, kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür
			300-700	Ka		ALACAAĞZI FM Kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür
		NAMURIYEN	1500	Dkk		KOKAKSU FM Dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı
		VİZİYEN		Sh		HAMZAFAKILI Kuvarsit, mikrokonglomera
PALEOZOYİK	SİLUR					

Ölçeği 1:2000

Şekil 2.1 : İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti

(Özler vd., 1992)

tavana en iyi mostralarını vermektedir. Velibey Formasyonu ile açılı diskondansla örtülmektedir. Buradaki karstik ceplerde boksit zuhurları gözlenmektedir (Arni, 1939). Kuzeydeki üst sınırı ise Namuriyen yaşlı Alacaağzı Formasyonu ile dokanak halinde olup, çalışma alanı içinde tamamen faylıdır. Yapılan paleontolojik çalışmalarla Dinansiyen yaşlı Kokaksu Formasyonu Turnesiyen ve Viziye katlarına ayrılmıştır. Faunanın detaylı olarak incelenmesi, formasyonun kalınlığı, ortamın zaman zaman az çok değişen ve küçük boyutta transgresyon ve regresyonları görüldüğü denizel bir ortam olduğunu ortaya koymaktadır.

2.1.3. Alacaağzı Formasyonu (Ka)

Kokaksu Formasyonu üzerine dereceli geçişli olarak gelen ve bir sığlaşma, karasallaşma sürecinin ilk belirtilerini gösteren kumtaşı, kiltası, silttaşı ardalanmasından oluşan istife Alacaağzı Formasyonu ismi verilmiştir (Özkoçak vd., 1978).

İnce taneliden orta taneliye kadar değişen boyutlarda kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanmasından meydana gelir. Kumtaşları tabanda daha ince tane boyutlarındayken orta ve üst kesimlerde orta kum boyutuna ulaşırlar.

Yaygın olarak bitkisel kalıntılar içeren birimin üst seviyelerinde ekonomik olmayan, merceksel, yanal yayılımları sınırlı, ince kömür damarları mevcuttur. Genel olarak tabakalanmasının düzgün olduğu, ince ve orta katmanlanmanın yaygınlığı gözlenmektedir.

Sedimanter yapılar olarak paralel tabakalanma ve laminasyon, dereceli katmanlanma akıntı izi, çapraz laminalanma teknesel ve uzunlamasına çapraz katmanlanma, konvolit katmanlanma, yük kalıbı, kaval yapısı, tırmanan ripil

gibi sedimanter yapılar yaygın olarak gözlenmektedir. Formasyon doğudan batıya kadar tüm havza güneyinde ve Bağlık-Gelik Antiklinallerinin çekirdeklerinde mostra vermektedir. Yanal uzanımında Apsiyen yaşlı Velibey Formasyonu tarafından diskordans olarak örtülmektedir.

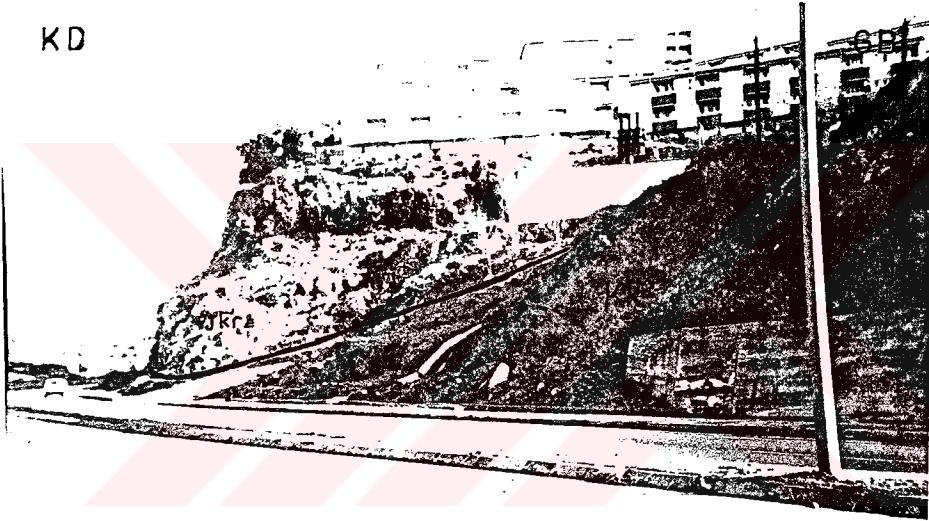
2.1.4. Kozlu Formasyonu (Kk)

Zonguldak taşkömür havzasının işletilebilir nitelikte 20 adet kömür damarı içeren en verimli serisidir. Kilitaşı, silttaşı, kumtaşı, konglomera, kömür ardalanmalarından oluşmuştur(Şekil 2.2). Zonguldak'ta işletilen kömür damarlarının hepsi Kozlu Formasyonu'na aittir. Çalışma alanının batısından doğusuna kadar her yerde mostra vermektedir. Formasyonu oluşturan konglomeralar, değişik boyutlarda hemen hemen tümüyle çok iyi yuvarlaklaşmış kuvarsit, kireçtaşı, mağmatik kayaç çakıllarından oluşmuştur. Çimentosu ise kumtaşıdır. Alacaagzı ile Kozlu Formasyonu geçiş zonunda kılavuz seviye olarak orta kuvarsit bulunmaktadır. Havzanın doğusunda kalınlığı 4 m'ye kadar ulaşmakta batıya doğru azalmaktadır (0.50 m). Kozlu Formasyonu litolojik özellikler ve içermiş olduğu sedimanter yapılar ile menderesli akarsu ortamının ürünü olduğunu göstermiştir (Yergök vd., 1987). Detaylı analizler sonucu Kozlu Formasyonu'nun yaşı Westfaliyen-A olarak saptanmıştır. Yüzey çalışmaları, galerilerden alınan veriler ve sondaj sonuçlarına göre kalınlığı 800-850 m arasında değişmektedir.

2.1.5. Karadon Formasyonu (Kka)

Kilitaşı, silttaşı, kumtaşı, konglomera, kömür damarlarından oluşmuş, fasiyes özellikleri bakımından Kozlu Formasyonu'nun devamı niteliğindeki istife, havzada Karadon formasyonu adı verilmektedir. Çalışma alanının doğu-batı doğrultusunda genellikle senklinal eksenleri boyunca mostra vermektedir. Kömür damarları adedi, kalınlıkları ve yayılımları Kozlu formasyonuna oranla

önemsiz sayılacak boyuttadır. Kretase transgresyonu ile gelen Barremiyen yaşlı Zonguldak formasyonu tarafından diskordans olarak örtülmüştür. Karadon formasyonu da Kozlu formasyonu gibi menderesli akarsu ortamında oluşmuştur. Yapılan palinoloji tayinleri ile formasyonun Westfaliyen-BC yaşında olduğu saptanmıştır (Yergök vd., 1987). Yüzey çalışmaları TTK galerilerinden alınan veriler ve sondajlardan elde edilen bulgular sonucunda bu formasyonun kalınlığının 600-700 m arasında değiştiği söylenebilir.



Şekil 2.2 Kozlu Formasyonu (Zonguldak - Kozlu yolu)

2.2 Mesozoyik

İnceleme alanındaki Mesozoyik, Alt-Üst Kretase ile temsil edilmiştir. Alt Kretase'deki kireçtaşı ve fliş çökelimini, Üst Kretase'deki volkanizmanın

ürünü kayalar üzerler. Mesozoyik döneminin kayaçları formasyon bazında aşağıda incelenecektir.

2.2.1. Zonguldak Formasyonu (Jkrz)

Genellikle inceleme alanının kuzeyinde Karboniferi diskordan olarak örten kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.3). Formasyon doğu-batı doğrultusunda kesintisiz uzanmaktadır. Havzanın doğu yöresinde en iyi mostraları görülmektedir. Zonguldak formasyonu, kalınlığı yer yer değişen, 15-50 m arasında farklılık gösteren bir taban konglomerasıyla başlamaktadır. Karbonat çimentolu olan bu konglomera seviyesi, Paleozoyik çakıllarından oluşmuştur.



Şekil 2.3 Zonguldak Formasyonu Barremiyen Kireçtaşları (Ayıçi Bölgesi)

Zonguldak Formasyonunda alttan üste doğru üç ayrı seviye ayırtılabilmektedir. (Yaklaşık olarak kalınlığı 150 m kadar olan koyu gri renkli, kompakt yapılı, az miktarda kumlu, dolomitli kireçtaşları, kalınlığı 50 m kadar olan pembe renkli, yer yer killi, breşik yapıdaki kireçtaşları ve bunları izleyen en üstteki bej renkli, çok iyi tabakalanma gösteren konkoidal kırınımlı mikritik kireçtaşları). Formasyon, karstik özellikler gösteren mağaralar, suyutan ve dolinler içermektedir. Formasyonun üzerine Alt Apsiyen-Üst Barremiyen yaşlı İncüvez formasyonu gelmektedir. Çalışma alanının doğu tarafında, Göbü dolaylarında ise diskordans olarak Velibey formasyonu tarafından örtülmektedir. Çeşitli araştırmacılar tarafından bulunan fosillerle, birimin yaşı Barremiyen olarak kabul edilmiştir (Yergök vd., 1987). Formasyon zaman zaman derinliği az çok değişen resif ve resif gerisi bir ortamda çökelmiştir. Zaman zaman karadan beslenmelerle oluşmuş kumtaşı, konglomera seviyeleri mevcuttur. Zonguldak formasyonu'nun kalınlığı, taban konglomerası ile birlikte 350 m kadardır.

2.2.2. İncüvez Formasyonu (Jkri)

Zonguldak formasyonu ile Kapuz formasyonu arasında yer alan, ortalama olarak 100 m kalınlıktaki kıltaşı, kumlu ve killi kireçtaşı, konglomeratik kumtaşı seviyelerinin ardalanması biçiminde devam eden birime, en iyi mostrasının görüldüğü İncüvez Burnu'ndan ötürü bu ad verilmiştir (Şekil 2.4).

Yapılan fosil incelemelerine göre yaşı Üst Barremiyen-Alt Apsiyen olarak saptanmıştır. Detritik materyalin bolluğunun yanı sıra, formasyonun kırmızı kahverenkli oluşu oksidasyona uygun, sık, hareketli kıyı boyunca çökelmiş olduğunu göstermektedir. Bu nedenle İncüvez formasyonu, Kretase denizinin

transgresyonunun yavaşladığı, hatta durakladığı bir dönemde, kıyı şeridi boyunca çökelmiştir. Çökelme ortamı şelf kontinental olarak söylenebilir.



Şekil 2.4 İncüvez formasyonu'nun En İyi Görüldüğü Yer (İncüvez Burnu)

2.2.3. Kapuz Formasyonu (Jkrk)

Değirmenağzı Dere'den Ayıçı'ne kadar kesintisiz olarak devam eden formasyon tümüyle kireçtaşlarından oluşmuştur. Yer yer masif görünümlü, yer yer de iyi tabakalıdır. Koyu gri renkli, az dolomitize, kristalize olup, az oranda kumludur. Saf dokuda oluşu nedeniyle karstlaşmaya çok elverişlidir. Yüzeyde jeomorfolojik olarak suyutanlara neden olan bu durum, sondaj sırasında çok büyük su kaçaklarına ve sirkülasyon kesintilerine neden olmaktadır. İçermiş olduğu fosillerle birimin yaşı Alt Apsiyen-Apsiyen olarak belirlenmiştir (Yergök vd., 1987).

Formasyonun çökelme ortamı, Zonguldak formasyonu'nun çökelme ortamına benzerlik göstermekte olup, derinliği yer yer değişebilen resif ve resif gerisi bir ortamdır. Kalınlığı yer yer değişiklik göstermekle birlikte ortalama olarak 375 m kadardır (Şekil 2.5).

2.2.4. Kırımsa Formasyonu (Krk)

Kapuz formasyonu'nun üzerine gelen kıltaşı, killi kireçtaşı, kabonatlı kıltaşı, kumtaşı ardalanmalarından oluşmuş fliş karakterindeki istif Kırımsa formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnağzı'ndan başlayıp Kurtköy Göbü'ye kadar yayılım gösteren formasyon, havzanın kuzey kesiminde gözlenmektedir. En iyi ve açık mostralar havzanın doğusunda, Kırımsa köyü dolayında görülmektedir (Şekil 2.6). Stratigrafik konumuna ve fosillere göre formasyona Apsiyen yaşı verilmiştir. Kırımsa formasyonu litolojisi ve sedimantolojik özellikleriyle denizel ortamın ürünüdür. Formasyonun kalınlığı yüzey çalışmalarına ve sondaj verilerine göre 700 m dolayındadır.

2.2.5. Velibey Formasyonu (Krv)

Velibey formasyonu silis çimentolu kumtaşı ve iyi yuvarlaklaşmış çakıllardan meydana gelmiştir. Çakıllar genellikle kuvars tanelerinden oluşmuş olup yine silis matrikslidir. Formasyon açık sarı renkli, yer yer turuncu renklidir. Genelde tabakalanma göstermez. İyi çimentolanmış seviyeler orta-kalın katmanlıdır. Tabaka yüzeylerinde akıntı yapılarını, akıntı izlerini görmek mümkündür. Velibey formasyonu havzanın güneyinde yer alan Paleozoyik birimleri üzerine açıl diskordans olarak gelir. Doğuda



Şekil 2.5. Kapuz Formasyonu (Apsiyen Kireçtaşları), Bağlık Dolini
(Bağlık)



Şekil 2.6. Kırımsa Formasyonu (Kilimli - Zonguldak yolu)

güneyinde yer alan Paleozoyik birimleri üzerine açısal diskordans olarak gelir. Doğuda ise Kırımsa formasyonu ile tedrici geçişlidir. Velibey formasyonuna stratigrafik konumu nedeni ile Apsiyen yaşı verilmiştir. Litolojik ve stratigrafik yapı özellikleri sığ denizel ortamda oluşan kıyı fasiyesi plaj kumu özelliğindedir.

2.2.6. Himmetoğlu Formasyonu (Krh)

Himmetoğlu formasyonu, taze yüzeyi bal rengi, detritik karbonatlar ile gri, yeşil renkli kumtaşı, kıltaşı, silttaşı ardalanmasından meydana gelen bir birimdir. Bu formasyon Sapça dolaylarında Göldağ ve Osmanlıdağ Paleozoyik yükselimleri etrafında, Paleozoyik birimleri açısal dikordans ile bir zarf gibi örten ilk birimdir. Örttüğü formasyonlar Hamzafakılı formasyonu ve Kokaksu

formasyonu, üst kısımlarda Sapça formasyonu ile tedrici geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 70 m kadardır. Himmetoğlu formasyonu'nun, daha ziyade algli olan seviyelerden yapılan fosil determinasyonu ile yaşının Albiyen olduğu saptanmıştır (Yergök vd., 1987).

Himmetoğlu formasyonu'nun çökmesi sırasında karbonat oluşumu ve bu karbonatlar içerisinde alglerin olması, çökme derinliğinin 0-50 m arasında değiştiğini göstermektedir.

2.2.7. Sapça Formasyonu (Krs)

Sapça formasyonu; kumtaşı, marn, silttaşı, kiltası aralanmasından oluşmuştur. İstif içinde kumlu kireçtaşı, kireçtaşı seviyeleri bulunur. Kumtaşı taneleri, kuvars, glakoni, metamorfik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kireçtaşı birimi bol miktarda alg içermektedir. Kumtaşı birimi çok iyi tabakalanma yapısı göstermektedir. Tabakalanma 10 cm'den azdır. Kumtaşı kısmen marnlıdır. Renk genellikle yeşilimsi gridir. Genellikle inceleme alanının güney kesimlerinde yüzeylenmektedir. En iyi mostraları Sapça köyü dolaylarında görülmektedir. Velibey formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Üst seviyeleri ise Tasmaca formasyonu ile açısal uyumsuzdur. Fosil bulguları ile formasyonun yaşı Albiyen olarak saptanmıştır. Sapça formasyonu litolojik, stratigrafik konum ve içerdiği fosillerle sığ denizel ortamın ürünüdür. İnceleme alanında birimin kalınlığı 500 m'dir.

2.2.8. Tasmaca Formasyonu (Krt)

Marn, kumtaşı, kiltası aralanması gösteren, mavi-gri renkleri ile karakteristik, ince-orta katmanlı bir formasyondur. Çok seyrek tuf katkılıdır. Taneleri iyi çimentolanmıştır, oldukça dağılgandır, hava ile temasta kolayca ayrışır ve dağılır. Tabaka kalınlığı 1-2 cm ile 20 cm arasında değişkendir. Çalışma

alanının güney-güneybatısında yayılım gösterirler. Birimin içersindeki fosillerle yaşı Senomaniyen olarak saptanmıştır. Kaya türü özellikleri ve yine kapsadığı fosillere göre Tasmaca formasyonu fazlaca sığ olmayan ve yavaş yavaş derinleşen bir denizi karakterize etmektedir. Kalınlığı 400 m dolayındadır.

2.2.9. Cemaller Formasyonu (Krc)

Formasyonu kumtaşı, kıltaşı, konglomera ve bloklardan meydana gelen fliš niteliğinde bir istiftir. Yeşil, sarı, krem renklerde görülür. Tabaka kalınlığı kıltaşı, silttaşı, çamurtaşı seviyelerinde lamina ile 10 cm arasında değişkendir. Kumtaşında 10 cm ile 60 cm arasında, konglomera da ise 40 cm ile 1 m arasında değişmektedir. Küçük ve büyük ölçekli çapraz katmanlanmalar mevcuttur. İnceleme alanın güney ve doğu kesimlerinde gözlenmektedir. Birimin içersinden derlenen fosil örnekleriyle Senomaniyen yaşı uygun görülmüştür. Türbiditik özellikler sunan bu formasyon, derin denizel ortamda çökelmiştir. Kalınlığı 250 m kadardır.

2.2.10. Gökçetepe Formasyonu (Krg)

Volkano-klastik olarak izlenen, kumtaşı, mikrokonglomera, kıltaşı, silttaşı ardalanmasından meydana gelir. Her yerde eksfoliasyon yapılarına rastlamak mümkündür. Volkanoklastik seviyeler arasında nadir olarak marnlı seviyeler de bulunmaktadır. Rengi; haki, kirli yeşildir. Tabakalanma; killi sevilerde 20 cm ile 40 cm arasında, kumtaşlarında ise 20 cm ile 1 m arasında değişmektedir. Gökçetepe formasyonu çalışma alanının kuzey kesimlerinde yüzeylenir. Altta Tasmaca formasyonunu uyumsuz olarak örter ve üstten de Başköy formasyonu tarafından üzerlenir. Ayrıca alttaki Cemaller formasyonu ve üstteki Başköy formasyonu ile tedrici geçişli olarak gözlenir. Formasyonun

killi, marnlı seviyelerinden derlenen fosil örnekleriyle birimin yaşı Turoniyen olarak kabul edilmiştir.

Bu formasyonun oluşumu sırasında volkanik faaliyetler yeni başlamış ve havzaya bol miktarda volkanoklast taşınmaya başlanmıştır. Yine deniz, oldukça derin pelajik karbonatlı seviyelerle birlikte türbiditik bir istif özelliği göstermektedir. Kalınlığı değişken olup 500 m dolayındadır.

2.2.11. Başköy Formasyonu (Krb)

Başköy formasyonu marn, killi kireçtaşı ardalanmasından meydana gelir. Ancak yer yer tüfit, kumtaşı ardalanmaları mevcuttur. Çok ender olarak da olistolit içermektedir. Taneler birbirine iyi çimentolanmamıştır, hava ile temasta dağılgan, kırılma yüzeyleri pürüklüdür. Rengi sarı, krem, açık yeşildir. Tabaka kalınlıkları 10-40 cm dolayındadır. Başköy formasyonu tabanda Gökçetepe formasyonu ile tedrici geçişlidir. Üstte de Dinlence formasyonu ile sınırlandırılmıştır. İnceleme alanının doğu kesimlerinde kuzey-güney doğrultulu olarak yüzeylenmektedir. Formasyondan derlenen örneklerle, içerdikleri fosiller gözönüne alınarak Turoniyen yaşı verilmiştir.

2.2.12. Dinlence Formasyonu (Krd)

Dinlence formasyonu aglomera, tuf ardalanmasından meydana gelen, oldukça kalın ve yaygın olan bir birimdir. Marn, kilitaşı, kumtaşı ara katkılıdır. Çalışma alanının doğu kesimlerinde yüzeylenmektedir. Tabanda Başköy formasyonu yer alır. Bölgede yapılan çalışmalarda birimin yaşı; Kampaniyen-Santoniyen olarak belirlenmiştir (Yergök vd., 1989). Dinlence formasyonu yay volkanizmasının ürünü olarak ortaya çıkmış volkano sedimanter dizilimin bir bölümünü oluşturmaktadır.

2.2.13. İkse Formasyonu (Kri)

Marn, killi kireçtaşı, tüfit, kumtaşı araldanmasından meydana gelen sarı, kırmızı renkli birime İkse formasyonu adı verilmiştir. Çalışma alanının doğu-kuzeydoğu kesimlerinde mostra vermekte olup altta Dinlence üstte Kozpınar formasyonu tarafından sınırlandırılmıştır. Birim içerisinde derlenen fosillerle formasyona Turoniyen - Kampaniyen yaş aralığı uygun görülmüştür (Yergök vd.,1987). İkse formasyonu volkanik aktivitenin ürünü olarak çökelmiştir. Kalınlığı 50-200 m arasında değişir.

2.2.14. Kazpınar Formasyonu (Krkz)

Lav akıntıları sonucu oluşan andezitten meydana gelmiştir. Çok az olarak tuf ve marn içermektedir. İnceleme alanının doğu-kuzeydoğu kesimlerinde gözlenmektedir.

2.2.15. Alaplı Formasyonu (Kra)

Alaplı formasyonu genellikle arazide marn şeklinde görülmektedir. Ancak ana katkı olarak kireçtaşı, kiltası, tuf, nadir olarak da silttaşı, kumtaşı ara seviyeleri bulunmaktadır. Rengi genelde beyaz, açık sarı, yeşil olmaktadır. Çalışma alanının doğu kesimlerinde Dereköy dolaylarında mostraları görülmektedir. Çeşitli araştırmacılar derledikleri fosil örnekleriyle bu formasyona Meastrihtiyen yaşını uygun görmüşlerdir (Özkoçak vd., 1978). Alaplı formasyonu düşük enerjili, yer yer sığ ancak bazen de derinleşen bir ortamda çökelmiştir.

2.3. Senozoyik

2.3.1. Yahyalar Formasyonu (Ty)

Alt kesimlerde kırmızımsı, vişne renkli, orta tabakalı, killi kireçtaşı üzerinde de beyaz, açık sarı renkli killi kireçtaşından oluşan birim yer alır. Çalışma alanının doğu kesimlerinde Alaplı formasyonu üzerinde görülür. İçermiş olduğu fosillerle yaşı Paleosen-Eosen olarak saptanmıştır. Bu formasyon düşük enerjili, gittikçe derinleşen denizel bir ortamın ürünüdür.

2.4. Kuvaterner

2.4.1. Alüvyon

Çalışma alanında akarsuların denize boşalmalarından hemen önce enerjilerinin azaldığı ve çökelme için uygun koşulların olduğu düzlüklerde silt boyundan çakıl boyutuna kadar malzemenin depolanmasıyla oluşurlar. Genellikle karadan denize doğru, yani akış yönünde, yelpaze görünümlüdür. Özellikle Göbü, Türkali, Kilimli, Hisarönü ve Filyos dolayında çok iyi gelişmiştir.

3. YAPISAL JEOLJİ VE PALEOCOĞRAFİK EVRİM

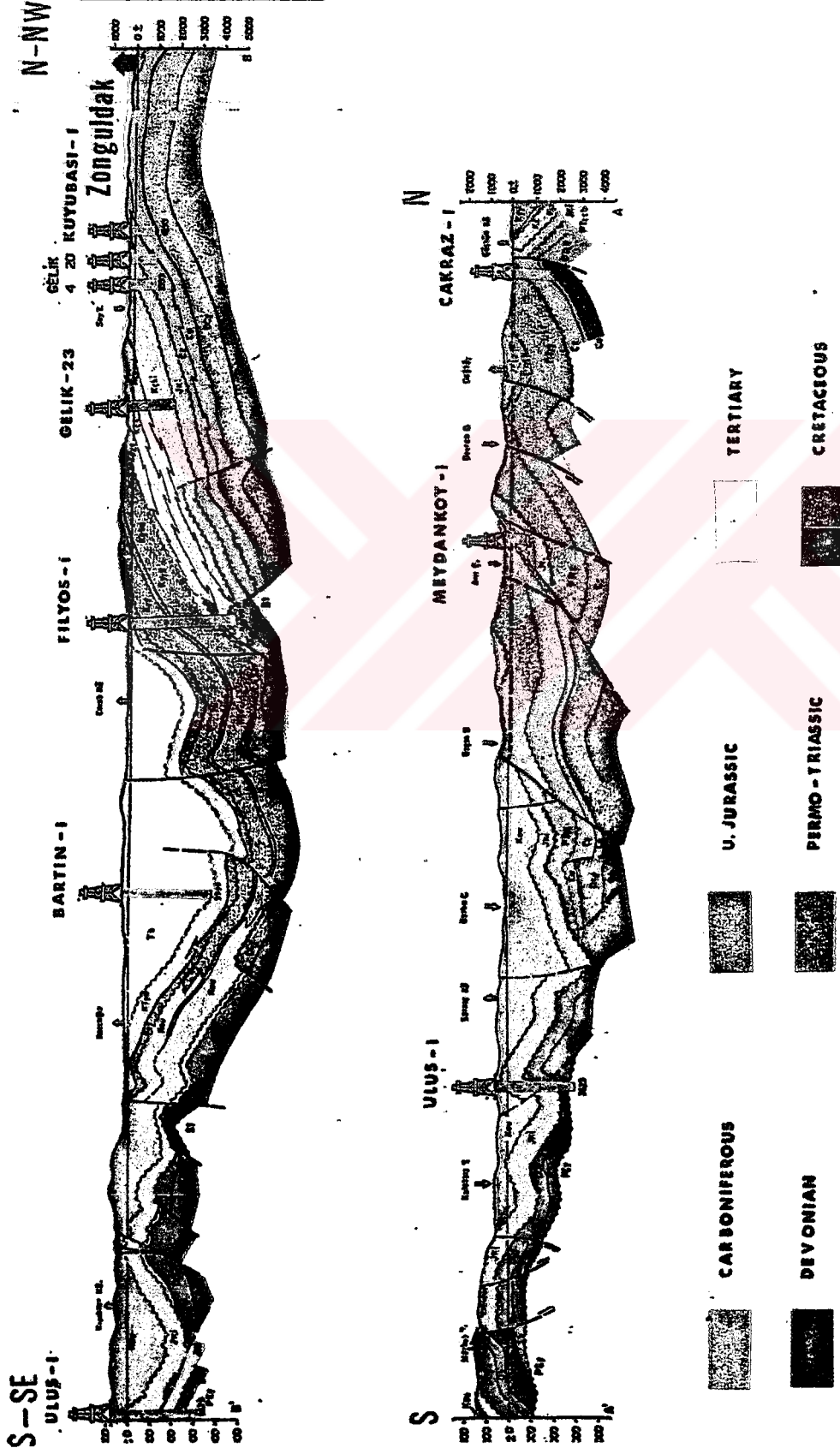
3.1. Yapısal Jeoloji

Batı Karadeniz bölgesinin önemli bir bölümünde yer alan inceleme alanı, jeolojik zaman içerisinde meydana gelen orojenik hareketlerin etkisi altında kalmıştır. Bu hareketler, kayaçların kıvrımlanmalarına ve kırılmalarına neden olmuşlardır. Bunun sonucu olarak değişik tipte kıvrımlar ve faylar meydana gelmiştir (Şekil 3.1) (Aydın, 1990). İnceleme alanında genellikle Karadeniz'in kıyı çizgisine paralel doğu-batı doğrultulu tektonik yapılar izlenmektedir.

Zonguldak Taşkömür havzası Paleozoyik'ten günümüze Hersiniyen ve Alpin olmak üzere başlıca iki büyük orojenezin etkisi altında kalmıştır. Paleozoyik yaşlı formasyonlarda birincil deformasyonu, Kretase öncesinin en büyük orojenik hareketi olan Hersiniyen orojenezi oluşturmuştur. Kretase oluşumlarının çökeliminden sonra ise Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı formasyonlar, Alpin orojenezinin etkisiyle ikinci bir deformasyona uğramışlar ve güncel görünümlerini kazanmışlardır.

3.1.1. Doğrultu ve Eğimler

Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı formasyonların tabaka doğrultuları her yönde görülmektedir. En yaygın olanları ise doğu-batı yönlü olanlardır. Paleozoyik yaşlı formasyonlarda tabaka eğimleri 30° - 80° arasında değişiklik göstermekle birlikte, yaygın olan eğim açısı 40° - 45° arasındadır. Paleozoyik yaşlı formasyonlar ile bunları örten Kretase örtüsünün tabaka doğrultuları genellikle aynıdır. Ancak Kretase tabakalarının eğimleri 15° - 20° daha azdır.



Şekil 3.1 Zonguldak Ulus Sahaları MTA ve TPAO Kuyularından Geçen Jeolojik Kesitler (Aydın, 1990)

3.1.2. Kıvrımlar

Zonguldak taşkömür havzası, ortada doğu-batı doğrultulu olarak uzanan ve çekirdeğinde Alacaagzı formasyonu'nun mostra verdiği Gelik antiklinalinin bulunduğu, kuzeyde ve güneyde ise Karadon formasyonu'nun korunduğu, eksenini boyunca yükselmiş büyük bir senklinoryum yapısındadır (Ek 2). Bu durum kuzey-güney yönünde gelişen bir sıkıştırma sonucunda ortaya çıkmış güçlü bir kıvrımlanma deformasyonu ile oluşmuştur. Kıvrımlanma etkisiyle, tabaka doğrultuları primer konumlarına göre fazlaca değişmemekle birlikte, eğimler kuzey ve güney yönlerine doğru artarak 180°'ye varan farklılıkları oluşturmuştur. Paleozoyik üzerinde diskordan olarak konumlanmış olan Kretase örtüsü de havzanın kuzeyinde kuzeye doğru, güneyinde ise güneye doğru değişen eğimleriyle büyük bir antiklinal görünümündedir.

3.1.3. Faylar

İnceleme alanında gözlemlenen faylar, dik ya da eğim atımlı normal gravite faylarıdır. Ortalama eğimleri 70° kadardır. Çeşitli yönlerde gelişmiş faylanmalar gözlenmekle birlikte birbirlerini kesme durumlarına bakarak, doğu-batı yönlü uzanım gösterenlere primer; kuzey-güney yönünde uzanım gösterenlere ise sekonder faylardır (Ek 2). Fayların en önemlilerini şu şekilde sıralanabilir; havzanın en büyük fayı olan güneydeki Midi fayı, batıda, güneybatı-kuzeydoğu yönünde başlamakta, doğuda ise doğu-batı konumuna dönmektedir. Kuzey bloku düşmüş normal bir gravite fayı niteliğindedir. Havzanın daha kuzeyinde yer alan doğu-batı uzanımlı, Kuzey fayı da bu yörede Karadon ve Kozlu formasyonlarının tektonik dokanağını oluşturmaktadır. Bu da kuzey bloku düşmüş normal gravite fayıdır. Her iki fay da Hersiniyen Orojenezinin etkisi ile oluşmuştur.

Kretase sonrası Alpin orojenezinin etkisiyle oluşmuş doğu-batı uzanımlı 1 Nolu Fay, batıdan doğuya doğru Kretase yaşlı formasyonlar içinde başlayıp Karbonifer yaşlı formasyonlar içinde devam eden ve doğuda yine Kretase formasyonları içinde sona eren güney atımlı normal bir gravite fayı olarak gözlenmektedir. Alpin orojenezinin etkisiyle oluşmuş bir diğer önemli ve etkin fay, batıda güney-batı yönünde başlayıp doğuya doğru, doğu-batı doğrultusunda uzanım gösteren Çatalağzı fayı'dır. Çatalağzı fayı eğim atımlı normal bir gravite fayı olmasına karşın, doğrultusunun doğu-batı konumunu kazandığı havzanın doğu kesiminde yer yer ters atımlı gibi gözlenebilmektedir. Hersiniyen ve Alpin orojenezlerinin etkisiyle oluşmuş genel olarak doğu-batı yönlü uzanımlar gösteren büyük ölçekli primer faylar, kuzey-güney yönlü olarak gelişen sekonder faylarla kesilerek tüm havzayı çeşitli parçalara ayırmış durumdadır.

3.1.4. Uyumsuzluklar

Genel olarak büyük bir zaman boşluğundan sonra Mesozoyik, Paleozoyik'i ince bir taban konglomerası ile diskordans olarak örtmektedir. İnceleme alanındaki en önemli uyumsuzluk, havzanın güneyindeki Dinansi-Viziyen yaşlı Kokaksu formasyonu ile Üst Kretase-Apsiyen yaşlı Velibey formasyonu arasındadır. Kokaksu formasyonu'nun kuzeye doğru eğimli tabakalarını Velibey formasyonu güneye doğru eğimli tabakaları ile açılı diskordansla örtmektedir.

3.2. Paleocoğrafik Evrim

Havzanın tabanını Silüriyen-Devoniyen yaşlı kuvarsit, mikrokonglomera, metakumtaşı oluşturur. Bunların üzerine Viziyen yaşlı resifal kireçtaşları gelir. Viziyen sonunda deniz çekilmeye başlamış, sığlaşma karasal ortama uygun hale gelmiştir. Namuriyen'de karasal çökelim sonucu bitkiler bollaşmış, kömür

damarları oluşmuştur. Delta ortamını karakterize eden akarsu sistemlerinin egemen olduğu ve bu akarsuların taşkın evrelerinde gelişen bataklıklarda bitki gelişimi sonucu yine kömür damarları meydana gelmiş, menderes akarsu ortamını karakterize eden Kozlu formasyonu ve örgülü akarsu ortamını gösteren Karadon formasyonu çökelmiştir. Westfaliyen sonlarına doğru havzanın batısı yükselerek kara haline gelmiş ve aşınma dönemi başlamıştır. Bölge Alt Kretase'den itibaren deniz istilasına uğramış, bu deniz bir kaç kez geri çekilip ilerlemesini sürdürmüştür. Bu geri çekilip ileri gitmeler sonucu yer yer kırmızı kumtaşı, çakıtaşı, çamurtaşları oluşmuştur. Malm-Barremiyen zaman aralığında bir kaç kez transgresyon olmuştur. Alt Kretase-Üst Kretase zaman aralığında kesiksiz bir çökelimin gelişimi yaygın olmakla birlikte, çökelimde yerel bazı kesikliklerle de izlenmiştir. Bölge, özellikle Alt Kretase başında olasılıkla önemli bir tektoniğin etkisinde kalmış, bu nedenle çökeltide kesiklikler olmuş, bunun yanı sıra bazı aşınma dönemleri gelişmiştir. Apsiyen'de denizin geri çekilip tekrar ilerlemesiyle plaj kumları çökelmiş, Albiyen'de ise havza daha derinleşerek glokonili kumtaşları çökelmiştir. Üst Kretase'de resifal karbonatlar ile kumtaşlarının çökelişi, yerini giderek fliş fasiyesine bırakmıştır. Kuzeyde kıtasal topluluğa karşın güneyde yer alan okyanusal ortam, Üst Kretase'de kuzeye doğru, kıtanın altına dalıp batarak birikmeye başlamıştır. Bu da kuzeyde kıta üzerinde bir ada yayı volkanizmasına yol açmıştır. Böylece Pontidlerde Üst Kretase başından itibaren bir yay volkanizması gelişmiştir (Şengör vd., 1981a). Üst Kretase üzerine gelen Paleosen yaşlı Yahyalar formasyonu, güney alanlarındaki Neotetis'in kapanması sırasında meydana gelen ara havzaların ürünüdür.

4.HİDROLOJİ

4.1.Giriş

Çalışma alanı topoğrafik olarak 23 adet alt havzaya ayrılarak incelenmiştir. Bu alt havzalar ve isimleri ile yüzey alanları ve havza ortalama kotları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çalışma alanını kuzeyde dik falezli genç bir görünüme sahip Karadeniz kıyısı sınırlamaktadır. Kıyı düzlüğü akarsuların denize ulaştığı kesimlerdeki bazı dar alanlar dışında oluşmamıştır. Kıyıdan hemen sonra güneye doğru 200-300 m yüksekliklere ulaşılmaktadır. Saha güney yönünde devamlı yükselerek güney sınırı oluşturan ana su bölümlerinden 700-800 m lere ulaşmaktadır. Arazi dik yamaçlı kertik vadilerle derin bir şekilde yarılmış, sırt ve yamaçlar jeomorfolojik görünümde ön plana çıkmıştır. Kireçtaşlarına rastlayan kesimlerde de uygun koşullar sonucu, karstik şekiller ve alanlar (dolin, düden, uvala) önemli ölçüde morfolojik görünümü oluşturmuştur.

4.2 Su Noktaları

4.2.1 Akarsular

Karstik kireçtaşlarını boşaltan kaynaklar çalışma alanındaki sürekli akıma sahip akarsuları oluşturmaktadır. Çalışma alanında yer alan önemli akarsulardan bazıları, Büyük Mağaradere (drenaj alanı: 77.3 km²), Çataldere (drenaj alanı 45.52 km²), Üzülmezdere (drenaj alanı: 48.15 km²)’dir. Akarsularda ölçülen günlük ortalama akım değerleri Çizelge 4.2.’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İnceleme Alanında Yer Alan Alt Havzaların Ortalama Yüksekliği ve Yüzey Alanı

<i>Alt Havza No</i>	<i>Alt Havza Adı</i>	<i>Yüzey Alanı (km²)</i>	<i>Ortalama Yükselti (m)</i>
1	Üzülmez	61.28	311
2	Kilimli	9.05	157
3	Yatakyeri	0.54	350
4	Gelik	38.38	153
5	Cumayanı	1.02	101
6	Kabaklık	2.02	150
7	Kokurdan	4.18	226
8	Eğridere	6.21	366
9	Ayiçi	4.61	278
10	Ercek	0.74	350
11	Kızılelma	11.17	335
12	Sofular	10.9	370
13	Kızılağaç	2.5	390
14	Cimsir Çukurları	10.56	489
15	Kışlaköy	47.13	225
16	Göbü	16.70	176
17	Türkali	13.89	219
18	Hisarönü	12.45	184
19	Kapuz	4.79	189
20	Bağlık	2.5	120
21	İncüvez	2.48	105
22	Kozlu	45.52	248
23	Öküşme	2.95	114

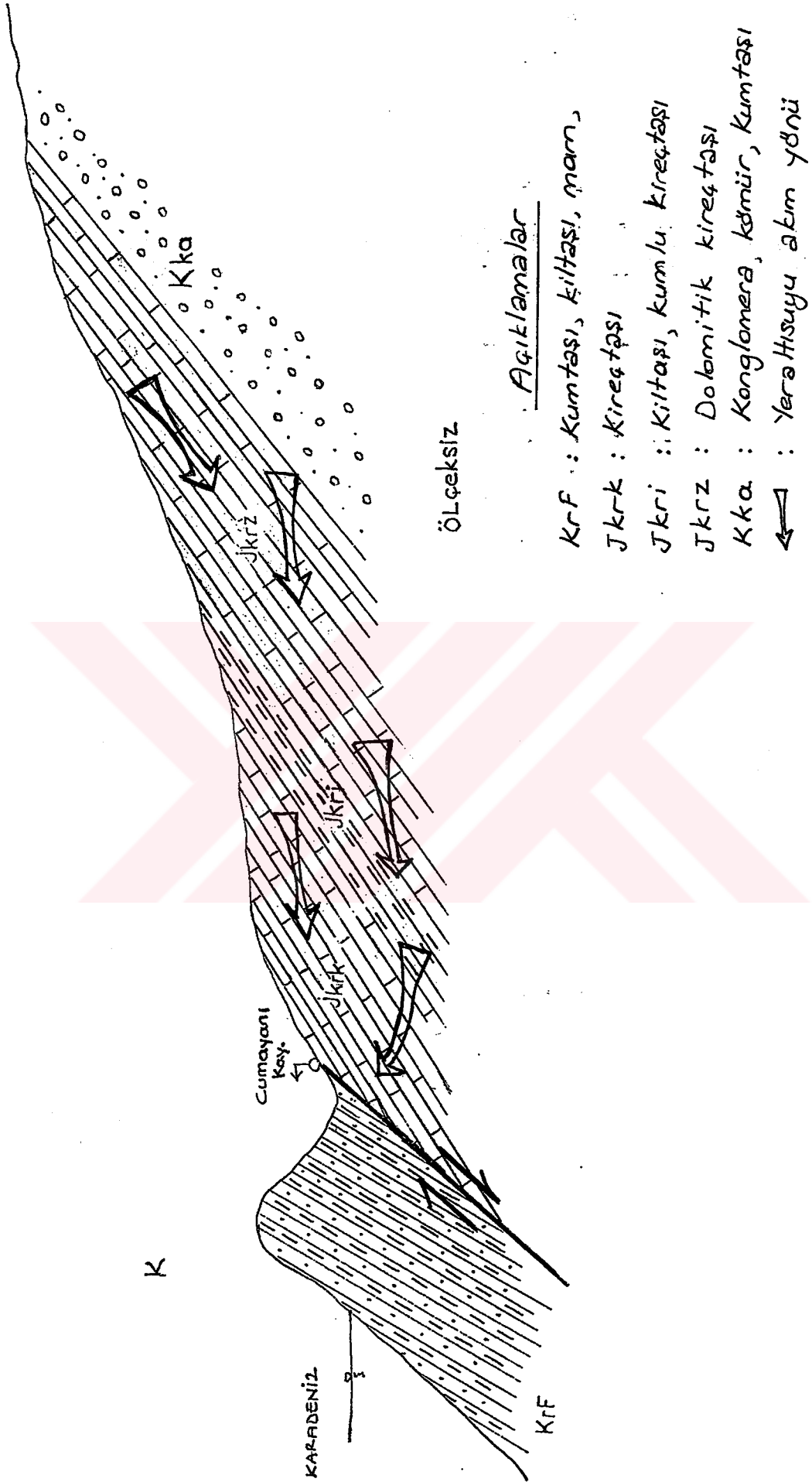
4.2.2 Kaynaklar

İnceleme alanı içerisinde yer alan kaynakların çoğu faylı dokanak kaynağıdır (Şekil 4.1.). Apsiyen yaşlı kireçtaşlarından çıkan Cumayanı karst kaynağı (Şekil 4.2), Viziyen yaşlı kireçtaşlarından çıkan Kokaksu ve Büyük Mağaradere karst kaynağı çalışma alanının en önemli kaynaklarıdır.

Bu kaynakların ortalama verdileri sırasıyla 60 l/s, 80 l/s ve 70 l/s'dir. Bunun yanısıra arazide verdileri 0.5-1 l/s arasında değişen çok sayıda mevsimsel kaynak gözlenmiştir. Karstik kaynakların minimum verdileri 20 l/s dolayındadır.

Çizelge 4.2. İnceleme Alanında Bulunan Akarsularda Ölçülen 1 Yıllık (1.11.1993-31.10.1994) Ortalama Akımlar

<i>Lokasyon No:</i>	<i>Akarsu Adı</i>	<i>Ortalama Akım (l/s)</i>
1	Çatal Dere	1573
2	Kokaksu Dere	570
3	Üzülmez Dere	924
4	Kilimli Dere	43
5	Geliksuyu Dere	1216
6	Cumayanı Dere	242
7	Eğri Dere	189
8	Göbü Dere	237
9	Batak Dere	16
10	Türkali Dere	144
11	Kozcağz Dere	26
12	Abacık Dere	156
13	Mağara Dere	983
	TOPLAM :	6319



Şekil 4.1. Cumayani Karst Kaynağının Çıkışını Gösteren Şematik Kesit

derin kuyu bulunmaktadır. Kuyularda statik su seviyesi 1.5-2 m dolayındadır. Kuyu verimleri ise 1-2 l/s arasında değişmektedir.

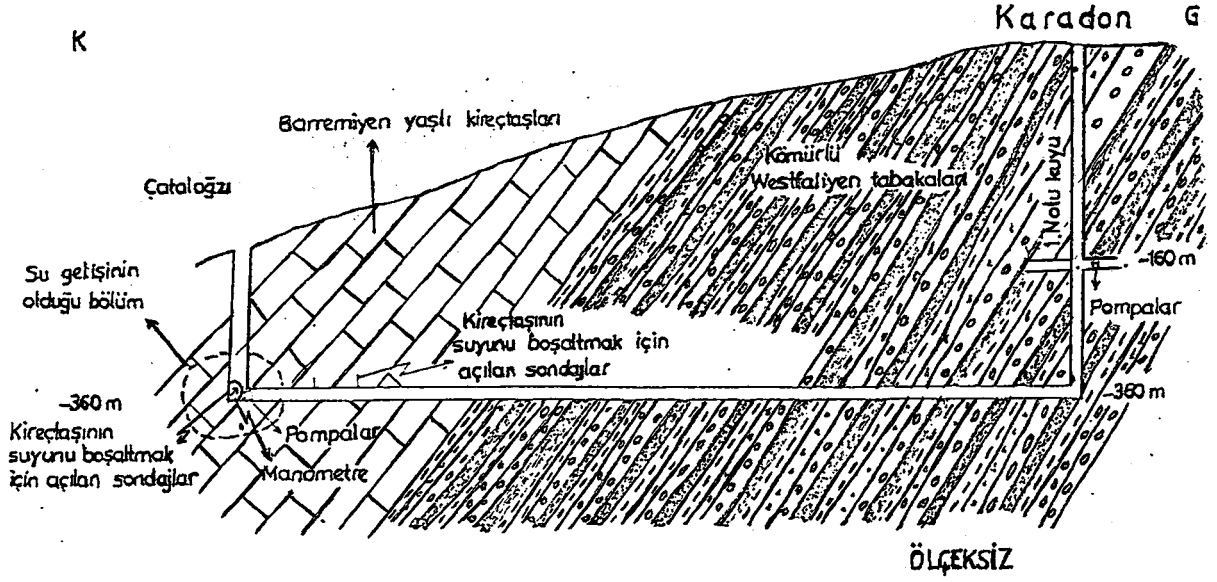
Ayrıca Kilimli, Göbü ve Türkali yöresinde bulunan alüvyonlarda açılan adi ve keson kuyularda yeraltısuyu seviyesi 3 ile 5 m dolayındadır.

4.2.4. Göller ve Bataklıklar

İnceleme alanı içerisinde doğal olarak oluşmuş göl bulunmamaktadır. Bölgede inşa edilen en büyük yüzeysuyu rezervuarları sırasıyla Ulutan Barajı ve Dereköy Göleti'dir. Ulutan Deresi üzerinde yeralan Ulutan Barajı içmesuyu amaçlı olarak yapılmış, 18.6 hm³/yıl kapasitelidir. TEK'e bağlı Çatalağzı Termik Santrali'ne kullanma suyu sağlamak için kurulan, Dereköy göletinin su toplama hacmi ise 1.5 hm³/yıl'dır.

4.2.5. Galeriler

İnceleme alanında kireçtaşlarından en fazla su gelirinin olduğu yer -360 kotundaki Çatalağzı 2 no'lu servis kuyu dibidir (Şekil 4.3). 1968 yılında 6.5 m çaplı açılmaya başlanan kuyu -360 metrede karstik kanalın patlatılması nedeni ile tamamen su dolmuş, kuyunun boşaltılıp faaliyete geçirilmesi ise 4 yıllık bir süre almıştır. Kuyu dibine 0 pas-20 pas hattında ve 2. kuzey arından gelen sular toplama havuzlarına alınarak yüzeye basılmaktadır. Burada akiferin basınç değişimi gözlenmekte, kurak dönemde 3-5 atmosfer arasında değişen basınç, yağışlı dönemlerde 30 atmosfere kadar yükselmektedir. Basıncın yükseldiği bu anlarda yüzeyde bulunan Tulumba Mağarasından su çıkışı gözlenmiştir. Kuyu dibine gelen bu sular 560 m³/saatlik 4 pompa ile boşaltılmaktadır. Pompaların yetersiz kaldığı durumlarda, Karadon -160 kotuna gönderilen sular, burada bulunan 7 adet 360 m³/saatlik pompa ile yüzeye basılmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çatalağzı, Karadon Bölgesinde Meydana Gelen Su Sorununu Gösteren Şematik Kesit.

Havzanın 2 nolu su gelirinin olduğu Gelik'te, 41309 no'lu galeride Milopera damarındaki 48 no'lu pano (-160 ile -260 m katı arasında) 1984 - 1986 yıllarında, 27 derece eğimli kömürün yaklaşık 1.75-3.5 metresini almak kaydıyla, ve su içeren tabaka olan Barremiyen kireçtaşlarına 24 metrelik bir örtü mesafesi bırakılarak çalışılmıştır. Bu pano, kışın, kireçtaşından gelen önemli su sorunu ile karşılaşmış ve sonuçta bu sorunlardan dolayı terk edilmiştir. Su geliri ortalama 30 l/s olmakla beraber kış aylarında maksimum 82 l/s olarak ölçülmüştür.

Yukarıda bahsedilen her iki noktaya ait verdi-zaman ilişkisi Ek 5'de verilmiştir. Bu noktaların kaynak azalma analizlerinden Bölüm 4.5.3.'de bahsedilmiştir.

4.3 Yağış

Sistemin ana girdisi olan yağış, hidrojeolojik çalışmalarda en önemli veriyi sunması açısından büyük önem taşımaktadır (WMO, 1974). Çalışma alanında yağış, DMİ Genel Müdürlüğü'ne bağlı, 136 m yükseklikteki Zonguldak Meteoroloji İstasyonu'nda günlük olarak ölçülmüştür. Özellikle yağışın yükseklikle değişimini belirlemek amacıyla bir meteoroloji istasyonu da MTA tarafından, havzanın en yüksek noktası olan Asardoruğu Tepesine (847 m) kurulmuştur. Burada bir yağışölçer ile toplam yağış ölçülmüştür. Yağışölçer okumaları altı aylık iki su yılı dönemini kapsayacak şekilde yapılmıştır. Çalışma alanında yağışın yükseklikle fazla değişmediği görülmüştür. Bütçe hesaplamalarında da uzun yıllar ortalaması olan 1220 mm yağış değeri kullanılmıştır (Şekil 4.4).

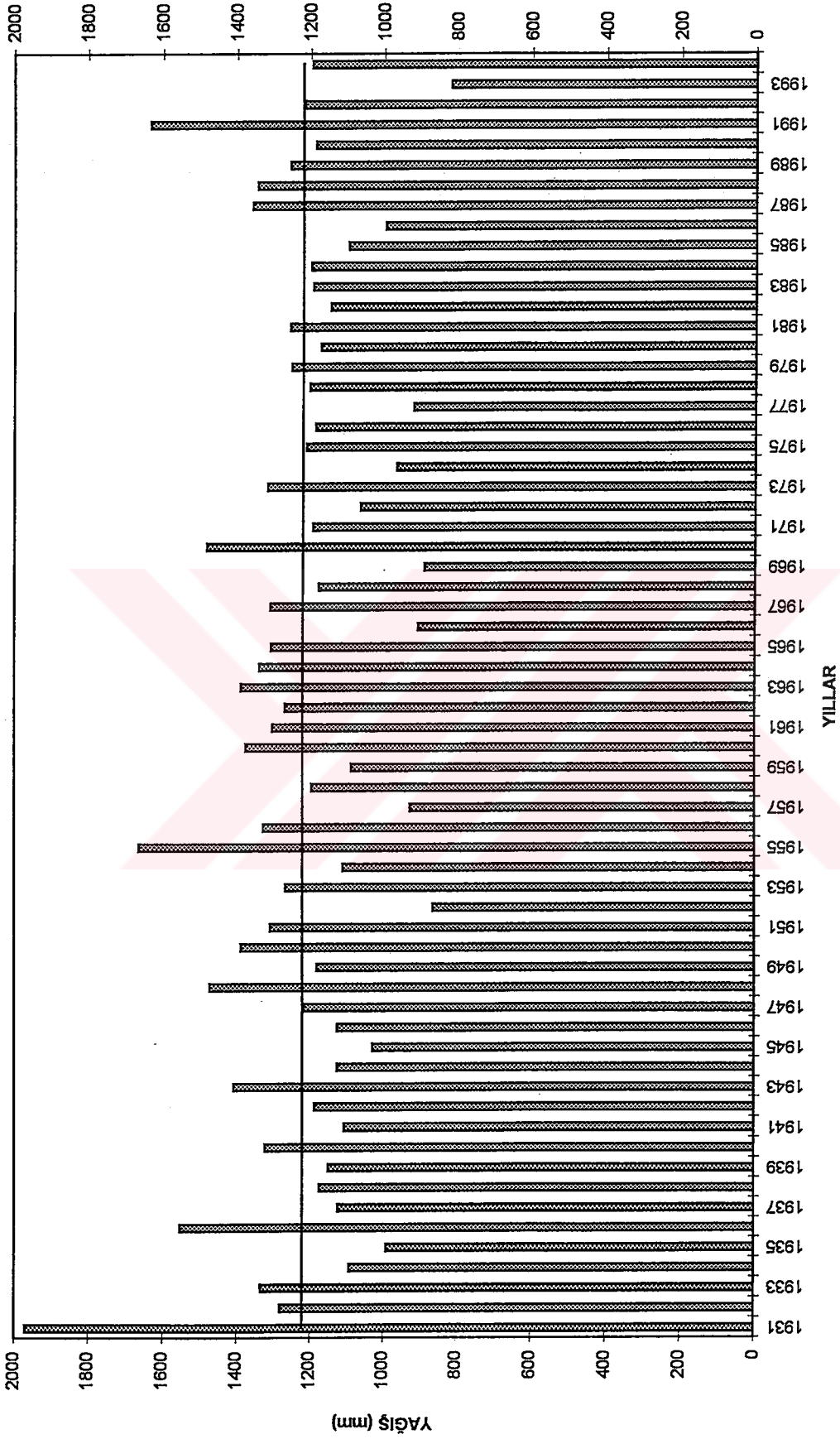
4.4 Sıcaklık-Buharlaşma

İnceleme alanında ortalama sıcaklık 13.4 °C dolayındadır. Aylık ortalamalar soğuk aylarda (Ocak ve Şubat) 6 °C, sıcak aylarda (Temmuz ve Ağustos) 21.6 °C'dir. Sıcaklık ve yağışın fonksiyonu olarak gerçek buharlaşma- terleme Turc yöntemiyle hesaplanmıştır. Turc yöntemiyle gerçek buharlaşma- terleme değeri 677.7 mm bulunmuştur.

4.5. Akım

4.5.1. Akım ölçümleri

Sistemin buharlaşmadan sonra önemli çıktılardan biri olan yüzeysel akış değerleri, akarsu yatağı üzerine kademeli eşel şeklinde EİEİ'ne kurdurulan 13 adet AGİ'ları yardımıyla gözlenmiştir (Şekil 4.5.). Eşel seviyesi-debi



Şekil 4.4. Zonguldak Meteoroloji İstasyonunda Ölçülen Ortalama Yağış Değerlerinin Yıllara Göre Dağılımı

ilişkilerini veren anahtar eğrilerinin belirlenmesi için 15 günlük periyotlarla akım ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4.6). Bu ölçümler sonucu oluşturulan anahtar eğrileri yardımı ile dere yataklarından geçen akım miktarları hesaplanmıştır. Akım ölçümleri Alman yapımı AOTT Kempton marka 12400 tipi muline ile gerçekleştirilmiştir. Dere yatakları üzerinde kurulan eşellere ait anahtar eğriler Ek Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 4.5. İnceleme Alanında Geliksuyu Dere Üzerinde Kurulan
Kademeli Eşel (Çatalağzı) yük. 9 m

4.5.2. Akım litoloji ilişkisi

AGİ’lerinin bulunduğu bölgeler arasında akımı etkileyebilecek en önemli etken akarsuyun üzerinde aktığı litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleridir. Bu ilişki, akımın, AGİ kesitinde ölçülen değerin yağış alanına bölünmesi ile elde

edilen akış katsayısı α kullanılarak açık bir şekilde ortaya konabilir. Akış katsayısı, birim alandan birim zaman içinde sağlanan akımın ifadesidir. Bu çalışmada $1/s/km^2$ olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Akım Ölçümü (Büyük Mağara Dere)

İnceleme alanında yüksek geçirimliliğe sahip karstik havzalarda yağıştan gelen suyun büyük bir bölümünün yeraltına süzülmesi nedeniyle α değeri oldukça düşük değerler vermektedir. İnceleme alanında geçirimsiz birimlerle örtülü alanlarda akış katsayısı $20-25 1/s/km^2$, geçirimli birimlerde örtülü alanlarda ise $0-8 1/s/km^2$ bulunmuştur.

4.5.3 Kaynak Azalma Analizleri

İnceleme alanında bulunan kaynakları besleyen akiferin aktif hacmi konusunda bilgi edinebilmek amacıyla, Maillet (1905) tarafından tanımlanan yöntemle göre, kaynak azalma analizleri yapılmıştır. Buna göre;

$Q_t = Q_0 \times e^{-at}$ ilişkisinden azalma katsayısı ve,

$V_s = Q_0 / a$ ilişkisinden de depolama kapasitesi hesaplanmıştır.

Burada:

Q_t : t anındaki verdi (m^3/s),

Q_0 : Çekilmenin başladığı andaki verdi (m^3/s),

a : Kaynak azalma katsayısı (1/gün)

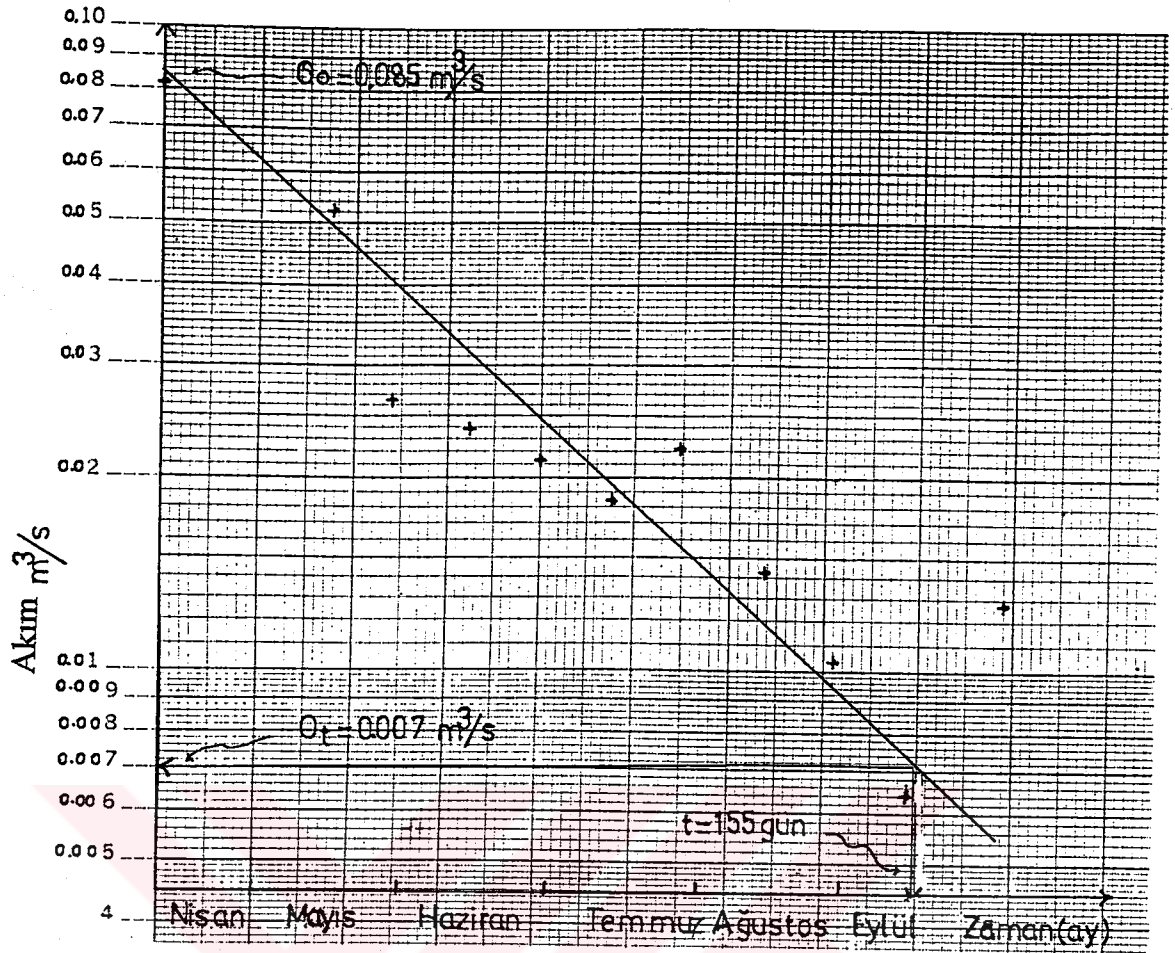
t : Çekilme süresi (gün)

V_s : Depolama kapasitesi (m^3)

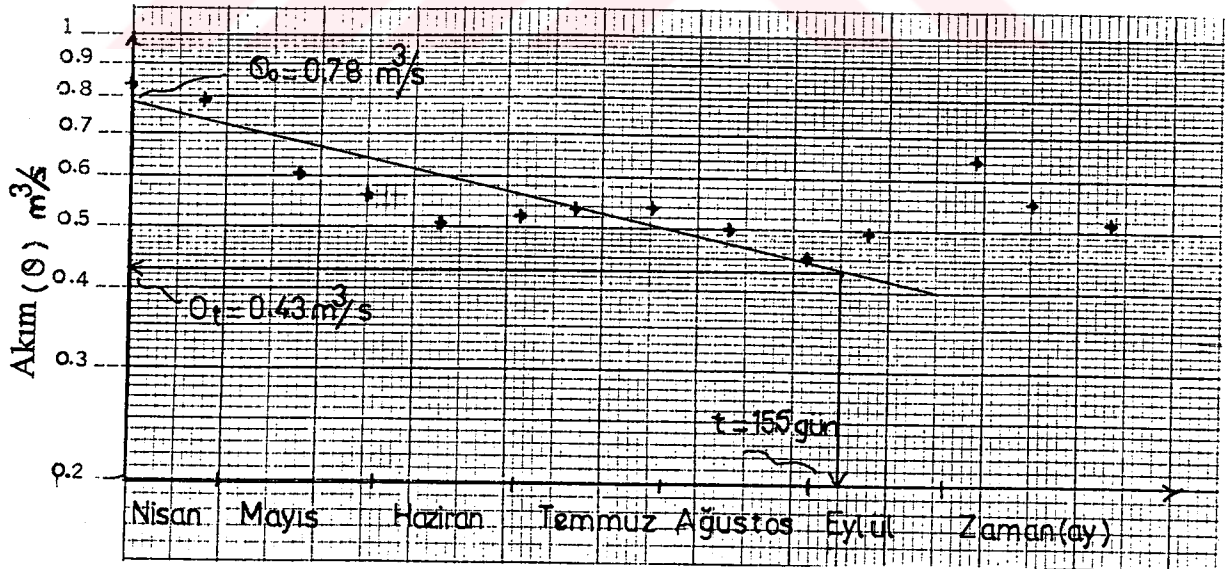
Gelik'te deniz seviyesinin 260 m altındaki lokasyon için yapılan azalma analizleri sonucunda azalma katsayısı $a=0.016$ 1/gün, depolama kapasitesi $V_s=459000 m^3$, 155 gün sonunda boşalan su miktarı $V_d=420.563 m^3$, bu süre sonunda rezervuarda kalan su miktarı $38436 m^3$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.7).

Yöntem havzada yeraltında en büyük su gelirinin olduğu Çatalağzı servis kuyusu dibinde Barremiyen yaşlı karstik kireçtaşlarındaki boşalımda uygulanmıştır (Şekil 4.8).

Çatalağzı servis kuyusu dibi için yapılan azalma analizleri sonucunda azalma katsayısı $a=0.0038$ 1/gün, depolama kapasitesi $17550000 m^3$ olarak hesaplanmıştır. 155 gün sonunda boşalan su miktarı $V_d=7872012 m^3$, bu süre sonunda rezervuarda kalan su miktarı $9.707.154 m^3$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.7. Gelik'teki Su Gelirine Uygulanan Kaynak Azalma Analizi



Şekil 4.8. Çatalağzı Servis Kuyu Dibi Kaynak Azalma Analizi

4.6. Su Bilançosu Hesaplamaları

İnceleme alanına giren, çıkan ve depolanan su miktarının belirlenebilmesi amacıyla yapılan arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından elde edilen verilere dayanılarak, su bilançosu hesaplamaları yapılmıştır.

Su bilançosu hesaplamalarında ;

$$Q_{\text{bes}} = Q_{\text{boş}} \pm \Delta Q$$

Eşitliğinden yararlanılmıştır.

Bu hesaplamalarda, maddenin korunumu ve süreklilik yasalarına dayanan temel ilişkiler kullanılmıştır. Bütçe hesaplamalarında hidrolojik sisteme giren (alansal ortalama yıllık yağış) bileşenlerin, sistemden çıkan (buharlaşma ve akım) bileşenlere dönüştürülmesinde sistemin fonksiyonu üzerinde durulmuştur.

İnceleme alanının doğusunda yeralan Göbü, Türkali ve Hisarönü havzaları ile batısında bulunan Üzülmüş, Erçek, Kozlu, İncüvez ve Öküşne havzaları Karadeniz'e drene olurlar. İnceleme alanının güneybatı bölümünde yeralan Çimşir çukurları, Sofular, Eğridere, Kızılağaç, Kışlaköy havzaları Büyük Mağara dere ile doğuda Filyos çayına drene olurlar. Galerilere potansiyel su verebilecek havzalar, kireçtaşları üzerinde gelişmiş, yüzeyde drenajı olmayan kapalı havza durumundadırlar.

Bilanço hesaplamalarında Kızılelma, Ayiçi, Kokurdan, Kabaklık, Cumayanı, Gelik, Yatakyeri, Kilimli, Bağlık ve Kapuz alt havzaları kayıp yüzdesi hidrojeolojik birimler, bitki örtüsü ve karst topoğrafyası dikkate alınarak incelenmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında kömür galerilerine potansiyel su verebilecek havzalar yukarıda belirtilen havzalar olduğu saptanmıştır.

Sistemin temel girdilerinden biri olan alansal yıllık ortalama yağış bölüm 4.3'te belirtildiği gibi 1220 mm dolayındadır. Yağış ve sıcaklığın fonksiyonu olarak Turc yöntemiyle hesaplanan gerçek buharlaşma- terleme 677.7 mm dir. Buharlaşmadan sonra sistemin temel çıktılarından biri olan akım bileşeninin hesaplanmasında kullanılan yöntemden bölüm 4.5.1'de bahsedilmiştir. Buna göre, inceleme alanında yüzeysel akışla boşalan su miktarı $18.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucu $23.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ değerinde suyun yeraltına süzülüşü görülmektedir.

4.7. Su Bilançosu Hesaplamalarının Genel Yorumu

İnceleme alanının genelinde yapılan su bilançosu hesaplamalarında yeraltına süzülen su miktarı $6.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer kömür galerilerine potansiyel su verebilecek havzalar alındığında $23.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak bulunmaktadır. Arada böyle bir farkın çıkması galerilere potansiyel su verebilecek yukarıda belirtilen havzalar dışında kalan alanların daha fazla geçirimsiz birimlerle örtülü olmasından kaynaklanmaktadır.

Bölüm 4.5.3'de yapılan kaynak azalma analizi sonuçlarına göre, depolama kapasitesi her iki lokasyon için $18.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur (Çatalağzı - 360 ve Gelik -260).

İnceleme alanında yer alan Apsiyen ve Barremiyen yaşlı karst akiferlerinin geometrisi eğik prizmaya yaklaştırılabilir. Eğik prizmanın tabanı karst akiferinin yüzeydeki yayılımı (11.43 km^2) yüksekliği ise yeraltı su seviyesi (yaklaşık 200m) olacaktır. Depolama katsayısı %5 olarak alındığında yapılan hesaplamalarda $114.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ lük bir su kütlesinin akiferde bulunabileceği görülmektedir.

Her ne kadar galerilere gelebilecek potansiyel su miktarı yukarıda bahsedildiği gibi $23.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ise de akifer geometrisi gözönüne alındığında $90.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ değerindeki miktarın, galeriler için sorun yaratabileceği düşünülmektedir.

5. KARST HİDROJEOLOJİSİ

5.1 Hidrojeoloji Birimleri

İnceleme alanında bulunan birimler su taşıma özelliklerine göre geçirimli ve geçirimsiz birimler olmak üzere iki ana grup altında incelenmiştir. Birimlerin geçirimsizlik özellikleri, arazide yapılan gözlemler, su boşalımları olup olmaması ve akış katsayısı α 'nın aldığı değerlere göre sınıflanmışlardır. Bununla birlikte inceleme alanındaki bu birimler aynı zamanda diğer hidrojeolojik özellikler de dikkate alınarak akifer olma özelliklerine göre haritalanarak, Ek 6'da Karst Hidrojeoloji Haritasında gösterilmiştir.

5.1.1. Geçirimsiz Birimler

İnceleme alanının orta bölümünde geniş bir alanda yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı killi, siltli, kömürlü birimler geçirimsizdir. Bu seri içinde bulunan kumtaşı ve konglomera seviyeleri, alttan ve üstten geçirimsiz birimlerle sınırlı olmaları nedeniyle, pratik açıdan geçirimli sayılamazlar. Barremiyen ve Apsiyen yaşlı kireçtaşları arasında yeralan Üst Barremiyen-Alt Apsiyen yaşlı İncüvez Formasyonu da geçirimsiz özelliktedir.

Üst Kretase yaşlı, fliş karakterinde kumtaşı, kilitaşı, marn, silttaşı şeklinde çökelen birimlerin de, yapılan saha gözlemlerinden geçirimsiz özellikte olduğu saptanmıştır.

5.1.2. Geçirimli Birimler

İnceleme alanında karstlaşmış üç birim bulunmaktadır. Bunlar;

1. Viziyen yaşlı dolomitik kireçtaşları,
2. Barremiyen yaşlı kireçtaşları (alt seviyeleri dolomitik),

3. Apsiyen yaşı kireçtaşlarıdır.

Yukarda bahsedilen her üç birimdeki kayaçların karstlaşmasına neden olan ana faktörlerin başında tektonizma ve litolojik yapı gelmektedir. Bu birimlerde görülen karstik yapılar genellikle fay ve kırıkların kesiştikleri ve litolojinin değiştiği noktalarda gelişmiştir.

5.1.2.1. Viziyen yaşı dolomitik kireçtaşları (KTA)

İnceleme alanının güneyinde doğu-batı yönünde uzanım gösteren sparitik ve dolomitik dokudaki kireçtaşları iyi derecede karstlaşmış durumdadır. Tektonik hatlara ve dokusal özelliklere bağlı olarak karstlaşmanın geliştiği Viziyen kireçtaşlarından, ortalama verdileri 50 l/s olan kaynak boşalımları belirlenmiştir. Bu birim yüzeyinde gelişen en önemli karst yapıları, Dedehasan Çukuru, Dazdağ düdeni, Çimşir dolinleri, Büyük Mağara karst kaynağıdır (Ek 4). Büyük Mağara Karst Kaynağı yukarda bahsedilen karstik yapılar ile beslenir ve Büyük Mağara Dere olarak Filyos çayına ulaşır. Havzanın orta-batı bölümünde yeralan Kokaksu karst kaynağı ise Kokaksu dere ile Karadeniz'e boşalır. Kokaksu formasyonunda Paleokarstlaşma oldukça belirgindir. Viziyen sonunda başlayan karasallaşma süreci ile oluşan paleokarstik çukurluklarda boksit oluşumlarının gözlenmesi bunun göstergesidir.

5.1.2.2. Barremiyen yaşı alt seviyelerin dolomitik kireçtaşları (KAA)

Dolomitik ve kumlu kireçtaşı şeklinde arazide gözlenen bu birim Karbonifer yaşı kömürlü birimlerle kontakt oluşturması nedeniyle oldukça önemlidir. Arazide orta derece karstlaşmış olarak gözlenen bu birimin yüzeyde boşalımı görülmemektedir. Galerilere gelen suyun büyük bir bölümü de bu birim

içerisinden gelmektedir. Ayıçi I ve II suyutanları ve Tulumba Mağarası gelişen önemli karstik yapılardandır. Jeofizik çalışmalar sonucu, bu birim içersinde büyük çatlak ve boşluk sistemi veren önemli anomaliler elde edilmiştir (Bölüm 5.3.). Tulumba mağarası da bu anomalilere karşılık gelmektedir. Kömür arama amacıyla açılan sondaj kuyularından alınan kuyu jeofizik logları da, özellikle Barremiyen kireçtaşlarından Karbonifer'e giriş zonlarında önemli boşluk ve çatlak anomalileri vermiştir.

5.1.2.3. Apsiyen yaşlı kireçtaşları (KÜA)

Yer yer masif görünümlü, yer yer de tabakalı olarak gözlenen birim, havzada bulunan kireçtaşları arasında en yoğun karstlaşmayı göstermektedir. Bu kireçtaşlarında karstlaşmanın iyi olabilmesinin önemli bir nedeni de kireçtaşlarının oldukça saf dokuya sahip olmasıdır ($\text{CaCO}_3 > \%90$). Kızılelma mağarası - Cumayanı karst kaynağı sistemi bu birimde gelişmiş en önemli karstik yapıdır. Apsiyen kireçtaşları bu sistemle drene olur. Ayrıca Kabaklık ve Kokurdan havzaları bu sistemi beslemektedir.

Yukarda bahsedilen her üç birim de, arazi gözlemleri de dikkate alınarak, geçirimli birimler olarak kabul edilmişlerdir. İnceleme alanında, bu çalışmanın amacı açısından bir öneme sahip olmayan, alüvyon da hidrojeolojik açıdan geçirimli sayılabilecek birimlerdenidir.

5.2. Jeomorfoloji ve Mağara Araştırmaları

Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan inceleme alanı, en azından Miyosen'den beri gelişimini sürdüregelen rölyef sistemlerinden meydana gelmiştir (Nazik vd., 1995). Farklı yüksekliklerde bulunan aşınım yüzeyleri, karstik şekiller ve paleovadilerden oluşan bu sistemler; kuzeyden (deniz düzeyi) güneye doğru yükselim gösteren alanlarda gelişmişlerdir. Pliyo-Kuvaterner veya Kuvaterner

hareketlerine bağılı olarak derine gömülen genç vadiler; bu şekilleri büyük ölçüde parçalamışlardır.

Çalışma alanında iki farklı döneme ait rölyef sistemi gelişmiştir. Bunlardan “Miyosen sistemi”, bölgenin çatısını veya Zonguldak ile Filyos akarsu havzaları arasındaki su bölümü çizgisini oluşturan yüksek kesimlerde yer alırlar. Geniş aşınım yüzeyleri (MAY), asılı kalmış paleovadiler ve paleokarstik birimlerden oluşan bu sistem, genel olarak 600-800 metreler arasında sırtlar şeklinde uzanırlar. Özellikle aşınım yüzeyleri, Karadeniz Bölgesi dağları üzerinde görülen Miyosen Penepleni’nin devamı şeklindedir. Göldağı (771 m), Sazlıkdağı (870 m), Kurtkapanı T. (704 m), Asar T. (847 m), Yayla T. (676 m) ve Kızanlıkkıranı T. (845 m) çevresinde gelişen Miyosen sistemi parçalarından bir basamak aşağıda “Pliyosen Rölyef sistemi” yer alır (Nazik vd., 1995). İnceleme alanında büyük yer kaplayan bu sistem, deniz kıyısından başlayarak, ortalama 500 metrelere kadar çıkar. Akarsularca derince yarılmış aşınım yüzeyleri (PAY, asılı kalmış paleovadiler veya bunların omuzları, polisiklik gelişim özelliği gösteren karstik şekiller bu dönemin en belirgin şekilleridir. Bölge jeomorfolojisini büyük ölçüde belirleyen Pliyosen dönemine ait aşınım yüzeyleri Üst Pliyosen sonrası ve Kuvaterner tektonik olaylarına (özellikle epirojenik) bağılı olarak derine gömülmüş akarsularla parçalandıkları gibi yer yer kuzeydoğu yönünde çarpılmışlardır. Aslında bunların gelişimleri kuzeye doğrudur. Başka bir deyişle, Pliyosen rölyef sistemini oluşturan etmenler (özellikle akarsular), bugünkü deniz seviyesinden çok daha içerilerde bulunan eski Karadeniz’in düzeyine bağılı olarak gelişim göstermişlerdir. Kıyıda deniz seviyesinden 30-40 metre yukarıda bulunan asılı kalmış paleovadiler, flüviyo-karstik uvalalar ve aşınım yüzeyleri ile Miyosen ve Pliyosen’e ait çökellerin bölgede görülmemesi bunun kanıtıdır. Askıda kalmış Pliyosen paleovadileri genel olarak kuzey-güney veya kuzeybatı-güneydoğu yönünde gelişmişlerdir.

İnceleme alanındaki akarsu sistemi büyük ölçüde Pliyosen'de kurulmaya başlamıştır. Kuvaterner başlarında ise bugünkü şeklini almıştır. Pliyosen aşınım yüzeylerinin bu dönem sonrasında parçalanmaları ile çok sayıda akarsu havzası belirmiştir. Özellikle karbonat kayaları üzerinde yüzeyden kapalı havzalar oluşmuştur. Cumayanı, Kabaklık, Dereçatı, Kızılelma, Kızılağaç, Sofular, Cimşir Çukurları, Erçek, Bağlık havzaları bunların en belirginleridir. Yüzeyden kapalı olan bu karstik havzaların suları düdenler aracılığıyla yeraltısuyu sistemine ulaşırlar. Büyük mağara sistemleri ise bunları drene ederler.

Kuvaterner'de deniz seviyesindeki oynamalar ve küçük ölçekli epirojenik hareketlere bağlı olarak akarsularda gençleşmeler meydana gelmiştir. Bunun sonucunda da bölgedeki akarsular ya hızla yataklarına gömülmüşler, ya da yeni yatak açmışlardır. Bu akarsuların en belirginleri Üzülmüş veya Erçek Deresi, Kozlu Deresi ve kolları (Ulutan, İhsaniye Dereleri), Kokaksu Deresi, Gelik Deresi, Sofular ve Büyük Mağara Dere'dir. Özellikle Üzülmüş, Kozlu ve Kokaksu derelerinde 250 metrelere ulaşan gömülmeler meydana gelmiştir. Bunun sonucunda derin boğaz veya kireçtaşlarında kanyon vadiler meydana gelmiştir. Ayrıca, özellikle inceleme alanının doğu ve güneydoğusundaki akarsuların enine profillerinde belirgin şekilde bir asimetri söz konusudur. Bu akarsular doğu veya kuzeydoğu yamaçlara doğru kayma gösterir. Buna göre batı veya güneybatı yamaçları daha az eğimlidir. Aynı şekilde aşınım yüzeylerinde de bu yönde bir çarpılma yada eğimlenmenin olması; çalışma alanının kuzeydoğu kesimlerinde alçalma, güneybatı kesimlerinde ise hafif bir yükselmenin olduğunu belirtir.

İnceleme alanında toplam 19 adet mağara bulunmaktadır Zonguldak ve yakın dolayında bulunan mağaralar Viziyen, Apsiyen ve Barremiyen kireçtaşlarında gelişmiştir. Bu mağaraların toplam uzunluk, ortalama yükseklik ve ortalama

genişlikleri çizelge 5.1’de verilmiştir. Mağaraların yatay uzanımları Ek 4’teki karst jeomorfolojisi haritasında verilmiştir.

Çizelge 5.1. Zonguldak ve Yakın Çevresinde Bulunan Mağaraların ve
Düdenlerin Toplam Uzunluk, Ortalama Yükseklik ve
Ortalama Genişlikleri

Düden/ Mağara Adı	Toplam Uzunluk (m)	Ortalama Yükseklik (m)	Ortalama Genişlik (m)
1. İhsaniye Mağarası	728	5	5
2. İhsaniye Mağarası	89	2.5	2.5
1. Kuyutarla Mağarası	43	3.75	3
2. Kuyutarla Mağarası	52	20	2
1. Ayiçi Mağarası	333	6	3
2. Ayiçi Mağarası	484	10	9
İnağzı Mağarası	793	2	5
Cemaltepe Düdeni	---	24	6
Kırımsa Düdeni	---	30	5
Esenli Düdenli	---	30	5
Kızılelma Mağarası	6630	7	10
Erçek Mağarası	890	10	2.5
Sofular Mağarası	490	25	10
Çakırköy Mağarası	1150	7	5
Tulumba Mağarası	270	5	5
Dozdağ Düdeni	210	5	15
Cumayanı Mağarası	1100	10	10
Gökgöl Mağarası	3350	10	5

5.3. Jeofizik Çalışmalar

Çalışma alanının orta kesimlerinde 1976-1989 yılları arasında TKİ ve TTK Genel Müdürlükleri tarafından oldukça kapsamlı jeofizik rezistivite etütleri yapılmıştır. Bu jeofizik çalışmalar sonucunda sahanın tektoniği ile yeraltı yapısı çıkartılmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanında toplam 88 noktada derin elektrik sondaj (DES) çalışması yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında toplam 44.5 km uzunluğunda 23 profil üzerinde sabit elektrot açılımı uygulanmıştır. Jeolojik çalışmalarla saptanmış olan faylar, jeofizik rezistivite çalışmaları ile de doğrulanmıştır. Ayrıca TTK ve TKİ elemanlarınca hazırlanan eşderinlik rezistivite haritalarında, iki alanda oldukça yüksek rezistiviteli kesim görülmektedir. Bu haritalar (-100 m), (-200 m), (-300 m) ve (-400 m) derinlikleri kapsamaktadır. Bu veriler, ek 4'teki karstjeomorfoloji haritasına aktarılmıştır. Doğudaki anomali sahasının Kızılelma-Cumayanı Mağaralarının boşluklarından kaynaklandığı, batı kesimde bulunan anomali alanında Tulumba Mağarasına karşılık geldiği saptanmıştır.

5.4. Uzaktan Algılama Çalışmaları

13.6.1995 tarihinde Landsat TM Uyduyu tarafından kaydedilen, bölgeye ait görüntüye UTM projeksiyonu uygulanarak jeoreferanslama işlemi gerçekleştirilmiş ve eldeki haritalara uyumlu hale getirilmiştir. Jeoreferanslanmış görüntünün değişik band kombinasyonları üzerinde uygulanan filtre teknikleri ile drenajlar, çizgisellikler ve karstik alanlar tespit edilmiş ve elde mevcut hidrojeoloji, jeoloji ve jeomorfoloji haritaları ile karşılaştırılmaları gerçekleştirilerek bazı harita bilgileri görüntü üzerine geçirilmiştir.

Kullanılan çeşitli kompozitlerde, inceleme yapılan kıyı boyunca, denize aşırı derecede sediman taşıyan akarsu olarak Filyos Çayı görülmektedir. Uydu fotoğrafında görüldüğü gibi Filyos çayının getirdiği askı maddeleri akıntı ile batıya yönelerek bir püskül görünümünde geniş bir alanı etkisi altına almaktadır (Şekil 5.1).

Bölgeye ait görüntünün 6. Termal bantı sayısal verileri üzerine çeşitli analiz programları uygulanarak “deniz üzerindeki ısı dağılımı” eş ısı eğrileri çizilerek soğuktan sığa doğru göreceli olarak ortaya çıkarılmıştır. Buradaki amaç, deniz suyuna göre daha düşük ısı değeri olduğu düşünülen karstik boşalımların tespit edilebilmesidir.

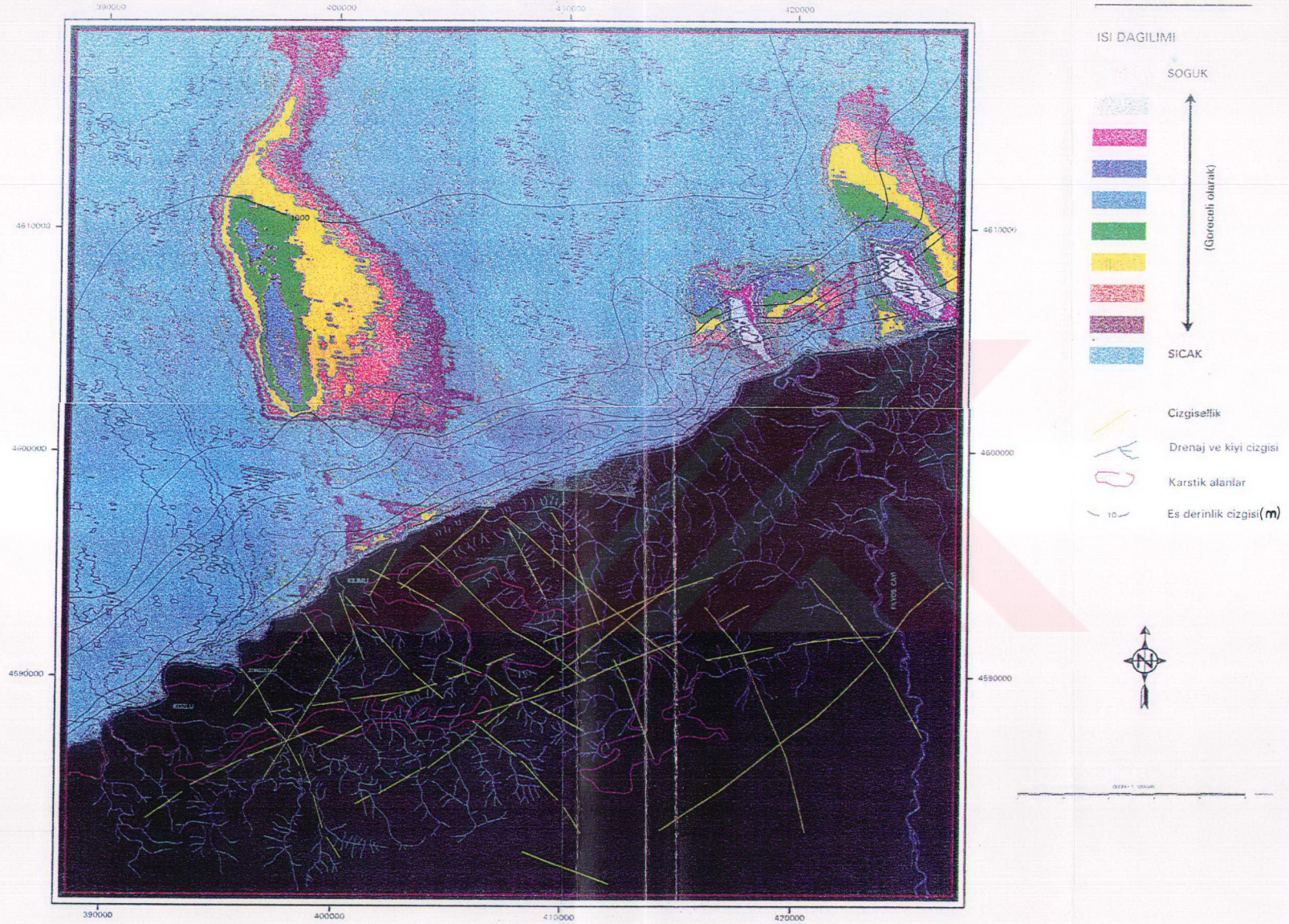
Termal bandın incelenmesi sonucunda, Kilimli-Kazköy arası kıyı boyunca ve ayrıca Kilimli’nin 10 km kuzeyinde deniz üzerindeki ısı yayılımından ortalama deniz suyu sıcaklığına göre daha soğuk bir alan görülmektedir. Özellikle kıyıdan 10 km uzaklıkta olan anomali sahası büyük bir yayılıma sahiptir.

Ayrıca Filyos Çayı ağzının 1.5 km batısında ve 6 km doğusunda iki ayrı alanda ısı farklılığı çok belirgindir ve kıyıdan kuzey-batıya doğru kuvvetli bir yayılım göstermektedir.

Filyos Çayı’nın boşalttığı suyun sıcaklığının ise deniz suyu sıcaklığına yakın olduğu görülmektedir.

Uzaktan algılama çalışmaları MTA Uzaktan Algılama Merkezi, Görüntü Analiz ve Coğrafik Bilgi Sistemleri Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir.

ZONGULDAK, KILIMLI VE FİLYOS CEVRESİNİN DRENAJ, KARST, ÇIZGISİELLİK, ISI DAĞILIMI VE ES DERİNLİK HARİTASI



MTA UZAKTAN ALGILAMA MERKEZİ
Görüntü Analiz ve Coğrafik Bilgi Sistemleri Lab.
Ankara, 1996

13.06.1995 tarihli Landsat TM görüntüsünden yararlanılmıştır.

Şekil 5.1. Landsat TM Uyduyu Tarafından 13.6.1995 Tarihinde Kaydedilen İnceleme Sahasını da İçine Alan Görüntü

5.5. Su Kimyası Çalışmaları

İnceleme alanında karstik akiferlerin hidrojeokimyasal karakterlerinin incelenmesi amacıyla su noktalarının tümünde yerinde ölçüm yapılmış, analiz için örnekler alınmış, suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Örneklerde laboratuvara ulaşıncaya kadar geçen süre içinde oluşabilecek kimyasal reaksiyonların durdurulması amacıyla Standart Methods'da (Apha-Awwa-Wpcf, 1981) belirtilen koruyucu maddeler (preservatives) kullanılmıştır.

Suların pH, elektriksel iletkenlik ($EC - \mu s/cm$), sıcaklık ($T - ^\circ C$), çözülmüş oksijen ($DO - mg/l$) gibi özellikleri genelde yerinde ölçülmüştür. İnceleme alanında 54 lokasyonda su örneği alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde yapılan majör iyon (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{--} , Cl^- , SO_4^{--}) analizleri TSE belgeli MTA labratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında toplanan su örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

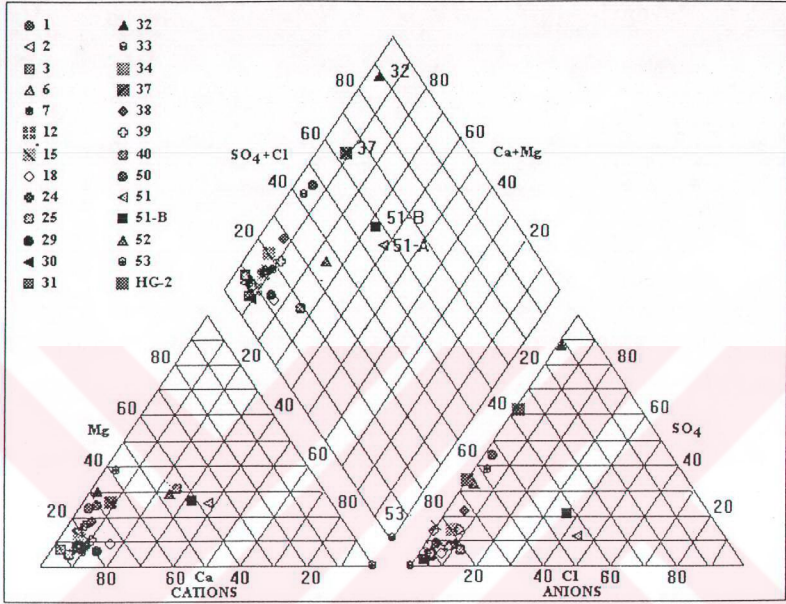
Suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinden yararlanılarak hidrojeokimyasal ortam ve bu ortamın evrimi konusunda değerlendirilmelere gidilmiştir. Bu amaçla üçgen (Piper) diyagramlardan yararlanılmıştır. Şekil 5.2'de suların majör iyon içerikleri kullanılarak oluşturulan üçgen diyagramlar görülmektedir.

Mevsimsel değişim, ortalama değerler alınarak değil, belli bir arrayla alınan örneklerin, özellikleri kullanılarak gösterilmiştir. Anyonlar için hazırlanan (CO_3^{--} , HCO_3^- , SO_4^{--} ve Cl^-) suların $HCO_3^- + CO_3^{--}$ anyonlarının, katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , N^+ , K^+) için hazırlanan diyagramlarda ise Ca^{++} , Mg^{++} katyonlarının hakim olduğu sular sınıfında oldukları görülmektedir.

İnceleme alanında suların $Ca^{++}-Mg^{++}/CO_3^{--}$, HCO_3^- 'li tipik karst suları oldukları görülür. Karstik kireçtaşlarından boşalan suların büyük

Çizelge 5.2. 1994 Yılı Mart - Nisan Döneminde, Laboratuvarıda Yapılan Majör Anyon, Katyon ve Fiziksel Parametre Tayini (Değerler mg/l cinsindendir).

Lokasyon Adı	No	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	pH	EC (µS/cm)
Büyük Mağara Dere Karst Kaynağı	2	65	8	3	0.5	195	<10	<10	8	7.5	212
Cumayam Mağara Dere Karst Kaynağı	6	80	5	6	0.8	214	<10	20	10	7.8	259
Cumayam Kaynağı	7	63	3	6	0.8	177	<10	14	15	7.8	219
Dazdağ Düdeni	8	110	6	13	3.6	207	<10	38	22	8.1	309
Kurtköy	15	85	5	8	0.6	244	<10	11	11	7.7	261
Büyük Mağara Dere	24	68	8	5	0.6	195	<10	<10	9	8.1	210
Gökgöl Karst Kaynağı	27	56	3	5	0.8	159	<10	<10	9	8.1	195
Ilıca Kaynağı	32	350	100	9	2	176	<10	1200	10	7.6	1315
Kokaksu Mağara Kaynağı	33	98	20	4	0.8	195	<10	125	9	7.8	376
Çatalağzı -360	51A	95	36	85	2.4	305	<10	50	166	7.7	907
Çatalağzı -360	51B	92	35	82	2.5	299	<10	114	147	7.8	703
Gelik -260	52	78	26	30	2.4	281	<10	120	10	7.9	434
Gelik -620	53	<2	<1	550	2.3	1318	30	<5	1.4	8.6	1371



2 Büyük Mağara Dere Karst Kaynağı
 6 Cumayanı Mağara Dere Karst Kaynağı
 7 Cumayanı Kaynağı
 8 Dazdağ Düdeni
 15 Kurtköy
 24 Büyük Mağara Dere
 27 Gököl Karst Kaynağı

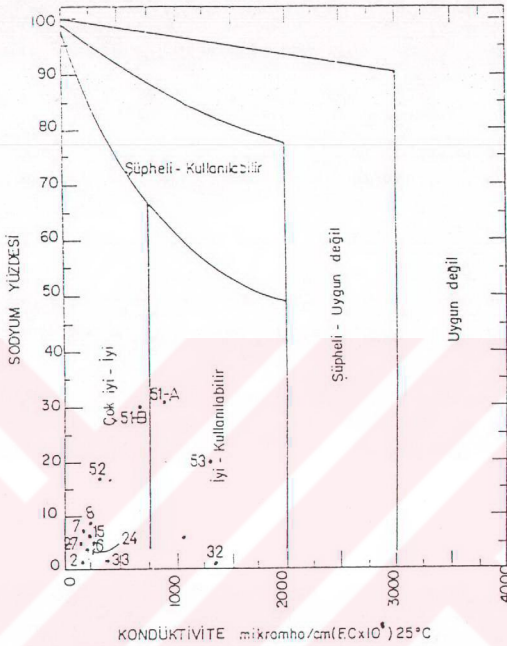
32 Ilıca Kaynağı
 33 Kokaksu Mağara Kaynağı
 51A Çatalağzı -360
 51B Çatalağzı -360
 52 Gelik -260
 53 Gelik -620

Şekil 5.2. İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Piper Diyagramı

çoğunluğunun kalsiyum-magnezyum karbonatlı olması doğaldır. Deniz seviyesinin altında Gelik -260 ve Çatalağzı -360 kotlarından alınan örneklerdeki magnezyum içeriğinin, farklı değerlerde (Çatalağzı -360 lokasyonunda daha yüksek Ca değeri) olması derinlik ile ilgilidir. Bölüm 5.5.1-2-3 'de değinildiği gibi Baremiyen kireçtaşlarının alt seviyeleri oldukça dolomitiktir. Viziyen yaşlı karstik dolomitik kireçtaşlarından çıkan suların magnezyum değeri oldukça yüksek değerler vermektedir. Bunun yanı sıra Apsiyen yaşlı kireçtaşlarından çıkan sularda oldukça düşük magnezyum değeri görülmektedir.

Wilcox diyagramında incelenen suların çok iyi-iyi, iyi kullanılabilir sular sınıfına girdikleri görülmüştür. Bu suların bakteriyolojik analizlerinin yapılması gerekmektedir. Hastalık yapan patojen bakteri ve virüs yeraltısuyuna kolayca karışmakta ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Şekil 5.3'de suların Wilcox diyagramına göre durumu görülmektedir.

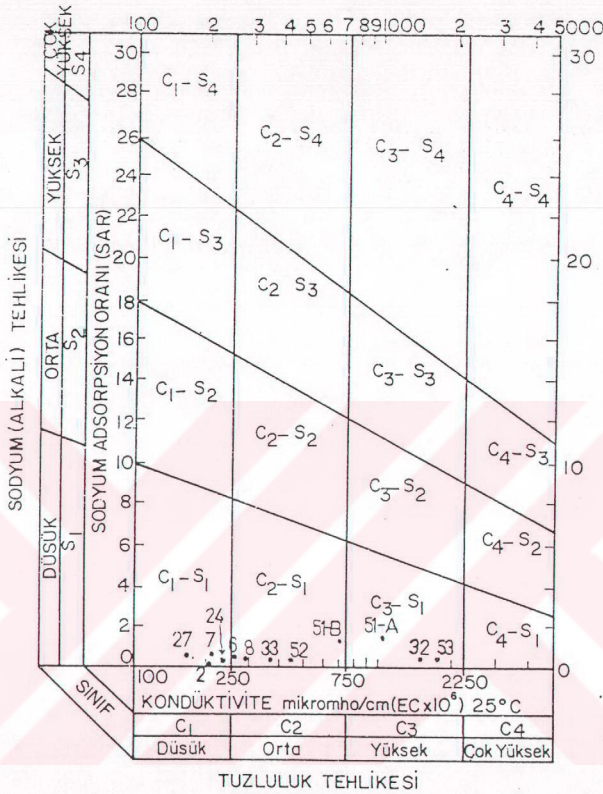
A.B.D Tuzluluk labratuvarları diyagramına göre incelenen suların büyük bir çoğunluğunun C_1-S_1 , C_2-S_1 sulama suyu sınıfına giren her türlü tarım için uygun, düşük orta tuzlu düşük sodyumlu sular sınıfına girdiği görülmüştür. 51-A, 32 ve 53 nolu su noktalarından alınan su örneklerinin ise C_3-S_1 sulama suyu sınıfına girdiği fazla oranda tuz içerdiği görülmektedir (Şekil 5.4.).



2 Büyük Mağara Dere Karst Kaynağı
 6 Cumayanı Mağara Dere Karst Kaynağı
 7 Cumayanı Kaynağı
 8 Dazdağ Düdeni
 15 Kurtköy
 24 Büyük Mağara Dere
 27 Gököl Karst Kaynağı

32 Ilıca Kaynağı
 33 Kokaksu Mağara Kaynağı
 51A Çatalağzı -360
 51B Çatalağzı -360
 52 Gelik -260
 53 Gelik -620

Şekil 5.3. İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Wilcox Diyagramı

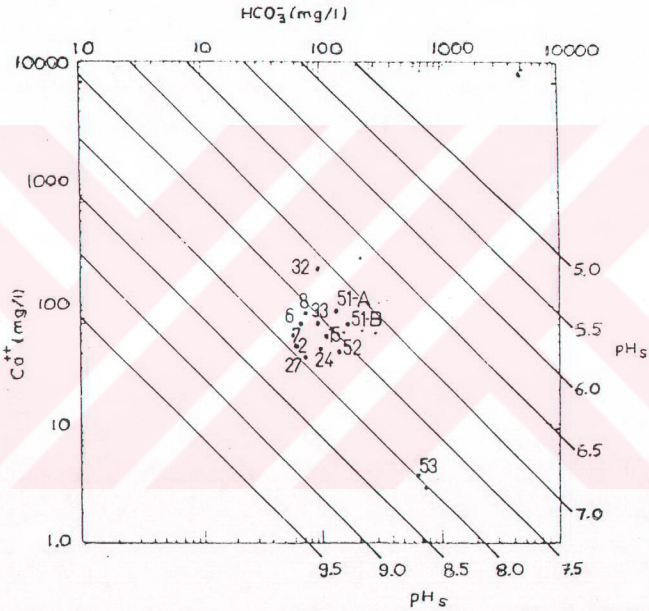


2 Büyük Mağara Dere Karst Kaynağı
 6 Cumayanı Mağara Dere Karst Kaynağı
 7 Cumayanı Kaynağı
 8 Dazdağ Düdeni
 15 Kurtköy
 24 Büyük Mağara Dere
 27 Gököl Karst Kaynağı

32 Ilıca Kaynağı
 33 Kokaksu Mağara Kaynağı
 51A Çatalağzı -360
 51B Çatalağzı -360
 52 Gelik -260
 53 Gelik -620

Şekil 5.4. İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı

İnceleme alanında karstik akiferlerden boşalan suların tamamını kabuk bağlayıcı özellikte olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan langelier kalsiyum denge diyagramındaki değerlendirmeler suyun ölçülen pH değeri ile toplam alkaliniteye bağlı olarak hesaplanmış pH değeri arasındaki farka göre yapılmaktadır. $I = pH - pH_s$ eşitliği kullanılarak $I > 0.1$ olduğundan tüm suların kabuk bağlayıcı özellik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 5.5).



$I > 0.1$ olduğundan bütün sular kabuk bağlayıcı özelliktedir.

Şekil 5.5. İnceleme Alanında Bulunan Sulara Ait Langelier Kalsiyum Denge Diyagramı

5.5.1. Karstik Taban Akiferi (KTA)

Viziyen yaşlı karstik karbonatlı kayaçların oluşturduğu KTA'yı boşaltan en tipik kaynak Büyük Mağara ve Kokaksu Karst kaynağıdır. Kaynak başında yapılan sıcaklık ölçümlerinde değerin 15.3 °C dolayında olduğu ve yıl içinde fazla bir değişim göstermediği saptanmıştır. Küçük hazneli akiferleri boşaltan kaynak sularının sıcaklık değerlerinin, yağışın hızla iletilmesinden dolayı, daha düzensiz bir değişim gösterdikleri bilinmektedir.

Çözülmüş madde miktarının bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik değeri ortalama 400 $\mu\text{s/cm}$ olarak ölçülmüştür. Yağışlı dönemlerde, yağışın katkısıyla, 370 $\mu\text{s/cm}$ 'ye kadar düşen EC değeri, kurak dönem sonlarında, en yüksek değeri 410 $\mu\text{s/cm}$ 'ye ulaşmaktadır. Bu durum kurak dönemlerde yağışın kesilmesi, öte yandan buharlaşmanın artması ile ilgilidir. Beslenme alanında sodyum ve potasyum kaynağı olabilecek litolojiler olmadığından sudaki sodyum ve potasyum içeriği (sırasıyla 0.17, 0.02 meq/l) düşüktür. Buna karşılık kalsiyum ve magnezyum içeriği (sırasıyla 4.89, 1.65 meq/l) oldukça yüksektir.

5.5.2. Karstik Alt Akifer (KKA)

Paleozoyik'in kömürlü birimlerinin hemen üzerinde yeralan ve galerilere gelebilecek potansiyel su miktarı açısından büyük önemi olan Barremiyen yaşlı karstik kireçtaşlarının yüzeyinde boşalım gözlenmemektedir. Deniz seviyesinin altında Gelik 260 ve Çatalağzı 360 lokasyonlarında yapılan ölçümlerde kurak ve yağışlı dönemlerde Gelik 260 için 14 °C, Çatalağzı 360 için 20 °C dolayında değişmeyen sıcaklık değerlerinin saptanması, aynı birim içersinde çıkan her iki boşalımın nisbeten büyük bir akiferi temsil ettiğinin göstergesidir. Yine her iki lokasyonda yapılan EC ölçümlerinde Gelik 260 için 830 $\mu\text{s/cm}$, Çatalağzı 360 için 1200 $\mu\text{s/cm}$ yağışlı ve kurak dönemlerde

değişmeyen değerler aldığı görülmüştür. Sudaki sodyum ve potasyum içeriğinin oldukça düşük olduğu Gelik 260 lokasyonunda (sırasıyla 1.33 meq/l, 0.06 meq/l), kalsiyum ve magnezyum değerleri nisbeten (sırasıyla 3.84 meq/l, 2.14 meq/l) yüksektir. Çatalağzı 360 kotunda sodyumun nisbeten yüksek değer almasına karşılık potasyum değeri (3.70 meq/l, 0.06 meq/l) düşüktür. Yine kalsiyumun ve magnezyum değerleri oldukça yüksek değerler (sırasıyla 4.74 meq/l, 2.96 meq/l) vermiştir.

5.5.3 Karstik Üst Akifer (KÜA)

Apsiyen yaşlı karstik kireçtaşlarını boşaltan tek yüzey boşalımı Cumayanı karst kaynağıdır. Cumayanı karst kaynağının çıkışında yapılan, kurak ve yağışlı dönemlerdeki sıcaklık değerinin 8 °C ile 14 °C arasında değişim göstermesi birimin nisbeten daha küçük hazneli akiferden beslendiğini doğrulamaktadır. Yine elektriksel iletkenlik 360-210 μ s/cm arasında değişmektedir. Kaynağın sodyum ve potasyum içeriği (sırasıyla 0.026 meq/l, 0.02 meq/l) oldukça düşüktür. Kalsiyum ve magnezyum içeriği (3.99 meq/l, 0.41 meq/l) yüksektir.

5.6. Karst Yeraltısuyu İzlemeleri

İnceleme alanında bulunan suların kökenleri ve birbirleri ile olan ilişkilerinin ortaya konmasında yararlı yöntemlerden bir diğeri ise izleme teknikleridir (Günay, 1981). Yapılan jeolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal çalışmalardan elde edilen sonuçlar yardımıyla hidrojeolojik ilişkiler ortaya konmuştur. Bu ilişkiler, çevresel izotop analizleri ve boya deneyleriyle somutlaştırılmıştır.

5.6.1. Çevresel izotop Analizleri

Hidrodinamik yapının aydınlatılması amacıyla yüzey ve yer altında belirlenen 15 lokasyonda izotop örneği alınmıştır. Yağışlı ve kurak dönemde alınan su örneklerinde Tritiyum (T), Oksijen -18 ve Döteryum analizleri yapılmıştır. Analizler D.S.İ.'nin Ankara Esenboğa'da bulunan izotop labratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasından alınan su örneklerindeki izotop değerleri çizelge 5.3'te verilmiştir.

Duraylı izotoplardan, Döteryum ve Oksijen-18'den suların olası beslenme yüksekliklerinin saptanmasında, Tritiyum'dan ise bağl yaş ve geçiş sürelerinin belirlenmesi amacıyla yararlanılmıştır (Günay,1986).

Yağışlardan alınan su örneklerinde duraylı izotoplardan Oksijen-18 ve Döteryum içerikleri arasında dünya yağışlarını temsil eden ilişkinin $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 10$ olduğu bilinmektedir (Yurtsever, 1978). Zonguldak ve dolayında gerçekleşen yağışların duraylı izotop içerikleri ile Dünya Meteorik Doğru (DMD) arasındaki ilişki şekil 5.6'de gösterilmiştir. Duraylı izotop içeriklerinin bağl konumları kurak dönemi için $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 5$ doğrusu üzerine düştüklerini göstermektedir. Yağışlı dönem izotop içeriklerinin bağl konumları ise DMD üzerinde yer almaktadır.

Duraylı izotoplardan Döteryum ve Oksijen-18 arasındaki ilişki belli yağış rejimleri için zaman içinde değişmez. Bu nedenle, örneklerdeki Döteryum fazlası kullanılarak farklı yağış rejimlerinin etkisi belirlenebilir. Buradan beslenme alanları konusunda bilgi edinilebilir. Döteryum fazlası,

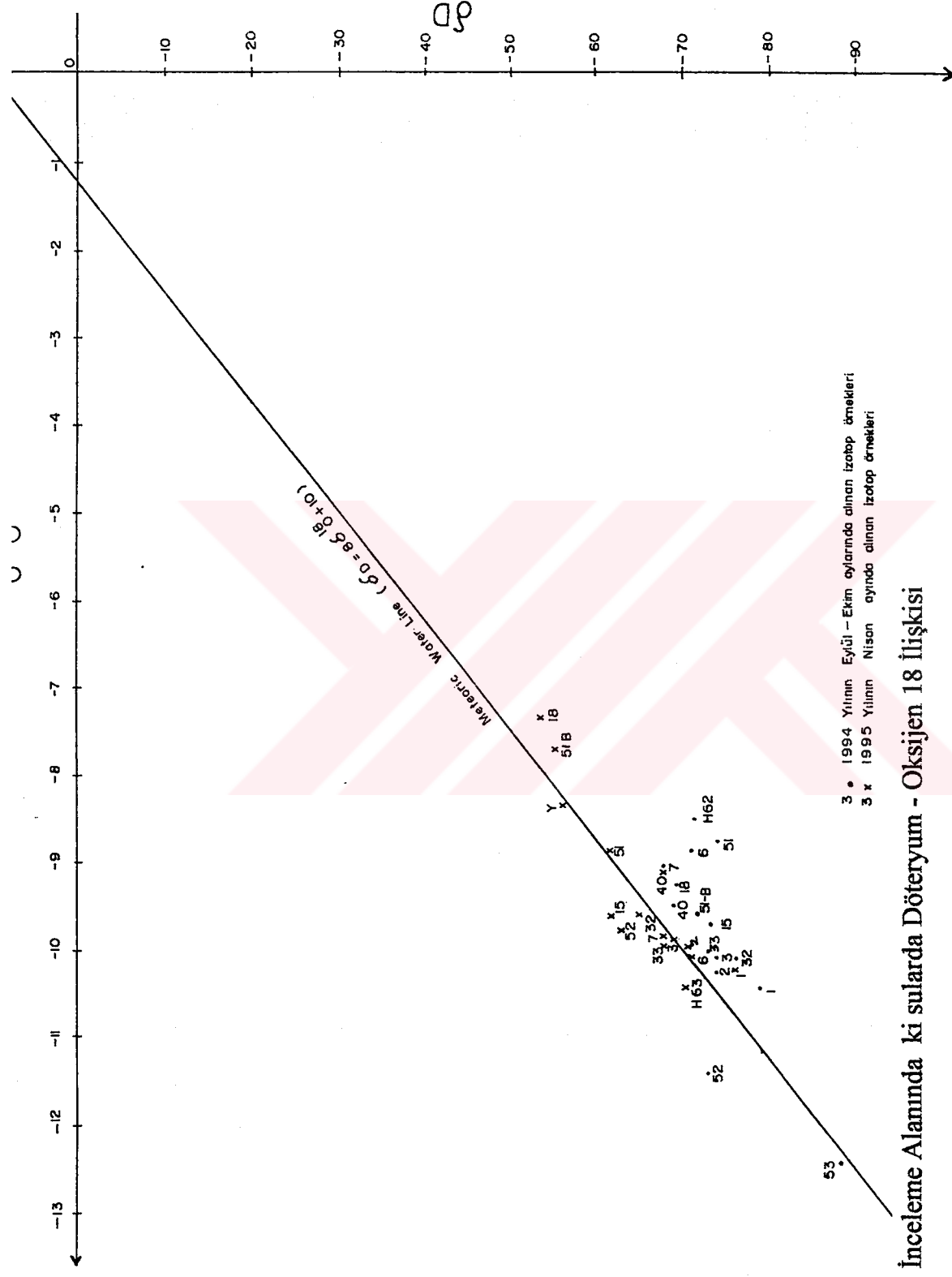
$$D_f = \delta D - 8 \times \delta O^{18}$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.4'de Eylül-Ekim 1994 ve Nisan 1995 dönemleri Döteryum fazlaları verilmiştir.

Çizelge 5.3. İnceleme Alanından Alınan Su Örneklerindeki İzotop Değerleri

Lokasyon No	LOKASYONUN ADI	$\delta^{18}O$ (% 0)		δD (% 0)		T (T.U.)	
		By-Ek/94	Nis/95	By-Ek/94	Nis/95	By-Ek/94	Nis/95
1	Alman Pınarı (660 m)	-10,48	-10,25	-79,20	-75,09	14,4±1,0	14,2±1,0
2	Büyük Mağara Pınarı(320m)	-10,26	-10,02	-74,18	-71,54	17,2±1,1	15,2±1,0
3	Aydindere 1 (248 m)	-10,15	-9,97	-74,72	-69,65	20,6±1,1	13,2±1,0
6	Cumayanı Mağara P (32 m)	-8,90	-10,15	-71,33	-71,71	17,1±1,1	11,4±1,0
7	Cumayanı Pınarı (20m)	-9,09	-9,84	-68,33	-68,21	17,6±1,1	14,0±1,0
15	Kurtköy (Kuyu ağzından)	-9,72	-9,63	-73,53	-62,01	16,9±1,1	18,8±1,0
18	Yukarıdere(İsyandere)(120m)	-9,29	-7,39	-69,89	-54,00	20,4±1,1	17,0±1,0
32	Kokaksu (ılica) (50 m)	-10,15	-9,62	-76,10	-65,64	2,4±1,0	1,7±0,9
33	Kokaksu (Mağara) (50 m)	-10,09	-10,00	-73,35	-68,19	12,4±1,0	9,7±1,0
40	Kılıçmahalle (110 m)	-9,52	-9,14	-69,12	-68,39	17,9±1,1	12,8±1,0
51	Çatalağzı (-360 m)	-8,76	-8,81	-74,26	-61,80	15,6±1,1	10,6±1,0
51-B	Çatalağzı Sıfır pas (-360 m)	-9,64	-7,72	-72,68	-55,83	15,5±1,1	11,0±1,0
52	Gelik (-260 m)	-11,45	-9,76	-73,51	-63,45	17,9±1,1	13,6±1,0
53	Yeni Gelik Kuyu (-620 m)	-12,44	-	-88,73	-	1,8±1,0	-
	HG-2 Kuyusu (kuyu ağzından)	-8,54	-	-71,51	-	15,0±1,1	-
HG-3	Kuyu (199,17 m)	-	-10,46	-	-70,81	-	10,1±1,0
	Yağış(Zonguldak) (136 m)	-	-8,36	-	-56,18	-	12,5±1,0

Not: Analizler DSI Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığına bağlı İzotop Laboratuvarında yapılmıştır.

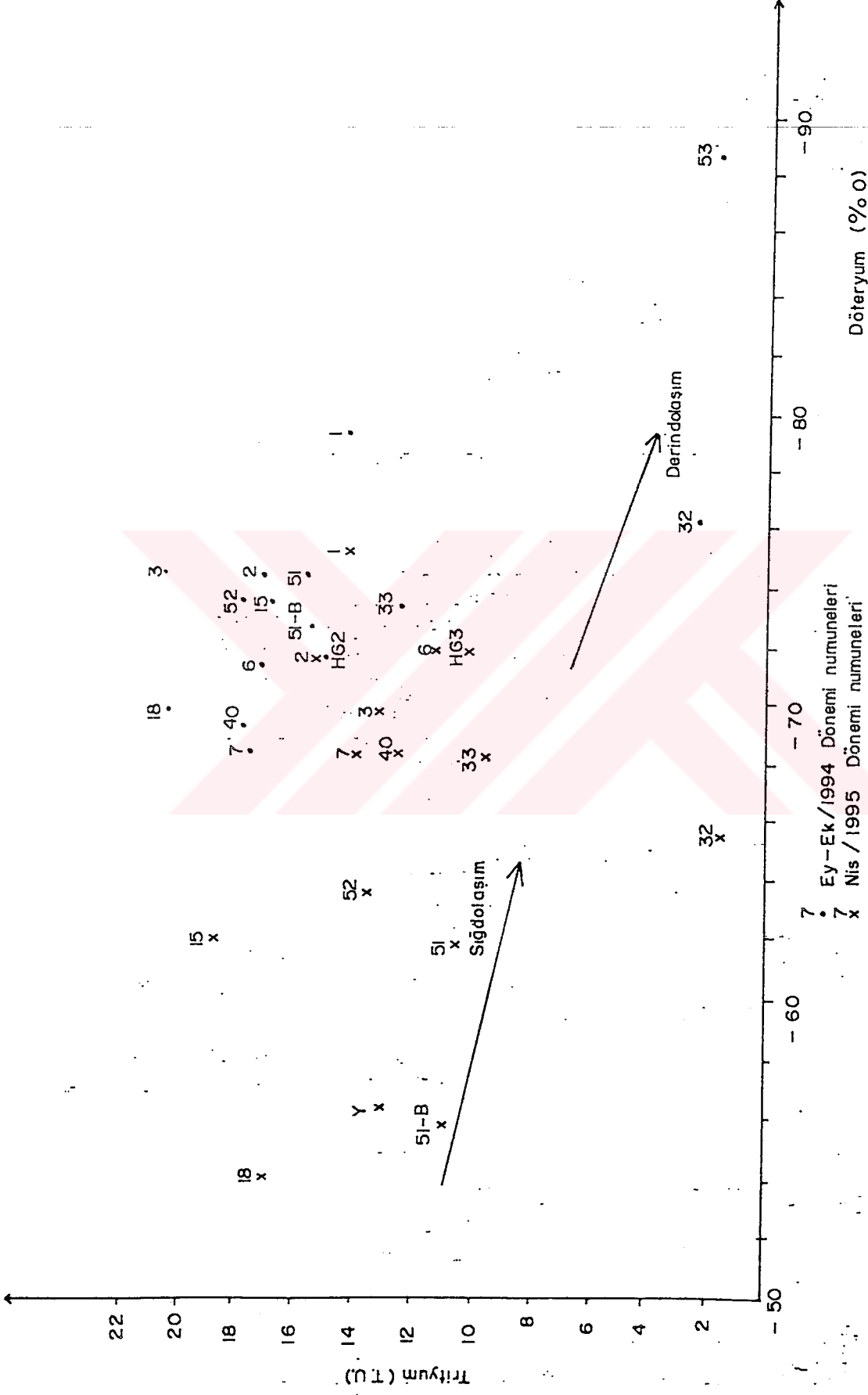


Şekil 5.6. İnceleme Alanında ki sularda Döteryum - Oksijen 18 ilişkisi

Çizelge 5.4. Kurak ve Yağışlı Dönem Döteryum Fazlası Değerleri

Eylül-Ekim 1994 Dönemi	D _r	Nisan 1995 Dönemi	D _r
1	4.6	1	6.91
2	7.9	2	8.62
3	6.48	3	10.11
6	-0.13	6	9.49
7	4.39	7	10.51
15	4.23	15	15.03
18	4.43	18	5.12
32	5.1	32	11.32
33	7.37	33	11.81
40	7.04	40	4.73
51	-4.81	51	8.68
51 B	-4.44	51 B	5.93
52	18.09	52	14.87
53	10.79	HG3	12.87
HG2	3.19	Yağış	10.7

Döteryum fazlasının yüksek değerler aldığı noktalar denizel kökenli yağışların görülmesine karşın, düşük değerler daha çok karasal kökenli yağışları temsil etmektedir (Kehinde, 1993). Ortalama değerler ise her iki kökenli yağışlardan beslenme ile ilgili olduğunu göstermektedir. Oksijen-18 ve Döteryum içerikleri alındığında inceleme alanında bulunan suların ortalama beslenme yükseklikleri 100-500 m arasında değişmektedir. Şekil 5.7.'de Döteryum-Trityum görülmektedir. Bölgesel yeraltısuyu sistemi gözönüne alındığında 32 ve 53 numaralı lokasyonlardan alınan örnekler dışında kalan diğer sular sığ dolaşımdan gelen sulardır. 32 ve 53 nolu örneklerdeki sular derin dolaşımından gelen sulardır.



Aydındere 1 (yüzey) ve Gelik yeraltı lokasyonlarının izotopik kompozisyonları benzerlik göstermektedir. Cumayanı Mağara kaynağı ile Cumayanı Kaynağı'nın izotopik kompozisyonları da aynı şekilde benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla bu noktaların hidrojeolojik olarak aynı sisteme dahil oldukları görülmektedir. Diğer noktaların izotopik kompozisyonları arasında belirgin bir benzerlik saptanamamıştır.

5.6.2. Boya Denemeleri

İnceleme alanında yer alan karstik kireçtaşı akiferlerindeki yeraltısuyu hareketinin akım yönü, akış hızı, akış süresi, boşalım miktarı gibi özelliklerin belirlenmesi amacıyla kantitatif boya izleme denemeleri yapılmıştır (Günay,1985). Denemeler aynı zamanda başladığından dört değişik fluoresan cinsi (Uranin, Rhodamine-B, Eosin, Brilliant Green) boya kullanılmıştır.

Enjeksiyon düzeneği olarak 200 litrelik bir varil, karışımın hazırlanmasında yeterli olmuştur. Düzenek, olası bir kirlenmenin önlenmesi amacıyla, işlemin tamamlanmasından hemen sonra deney sahası dışına çıkarılmış ve iyice yıkanıp temizlenmiştir.

Örnekleme işlemi enjeksiyonun başlaması ile birlikte aşağıdaki zamanlamaya göre yürütülmüştür.

Çizelge 5.5. Boya Deneylerinde Zaman Aralığına Karşılık Gelen Örnekleme Sıklığı

Zaman Aralığı (gün)	Örnekleme Sıklığı (saat)
0 -2 (ilk 48 saat)	2
2 - 4 (İkinci 48 saat)	4
4 - 6	6
6 - 8	8
8 - 10	10
10 - 15	12
15 - 30	18
30 - 153	24

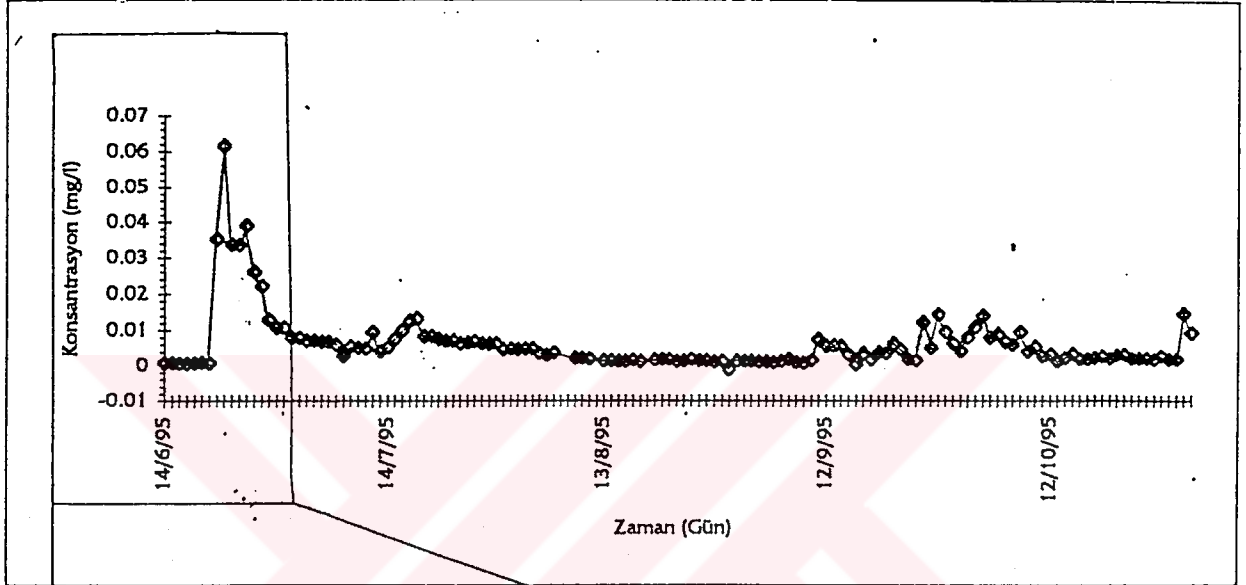
Örnekleme işlemi 50 ml'lik koyu renkli, plastik şişeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örnekleme noktalarında aktif kömür torbaları kullanılmış ve bu torbalar 3 günde bir değiştirilmiştir. Su noktalarından alınan örnekler laboratuvarlarda Rf 1501 Spectrofluorofotometre marka aletle bekletilmeden analiz edilmiştir. Spectrofluorofotometre'de kullanılan dört farklı boyanın Eksitasyon ve Emisyon (Ex ve Em) dalga boyları Çizelge 5.6'de verilmiştir.

Çizelge 5.6. Spectrofluorofotometre'de Kullanılan Dört Farklı Boyanın Eksitasyon ve Emisyon Dalga Boyları

Boya	Ex	Em
Uranin	490	525
Eosin	500	535
Rhodamine B	420	445
Brilliant Green	310	340

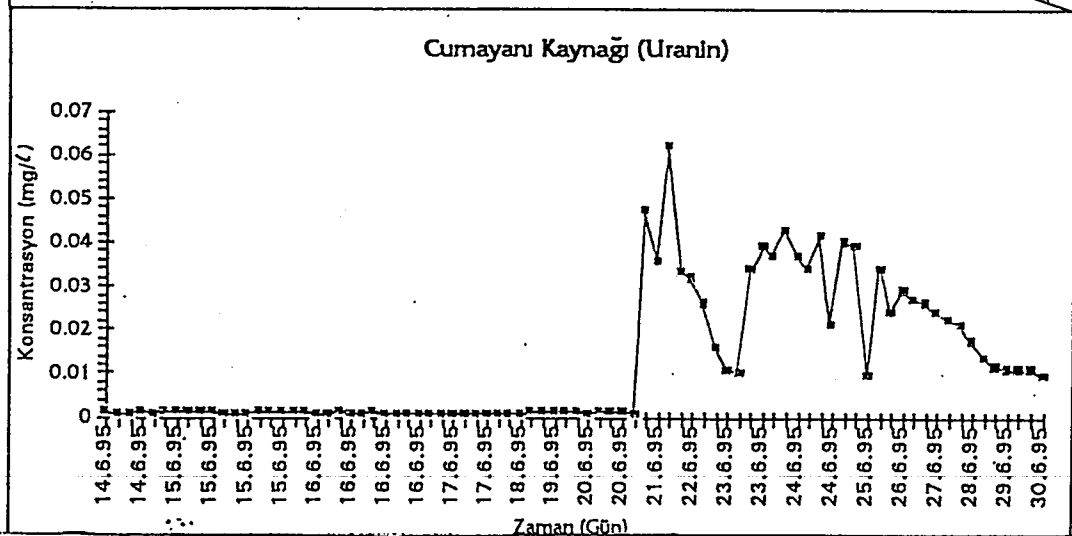
Çizelge 5.7'de boya deneyleri ile ilgili arazi verileri gösterilmiştir.

Kızılelma Mağarası'ndan 1.5 kg Uranin 14.6.1995 tarihinde yarım saat içinde enjekte edilmiştir. Gözlemler 31.10.1995 tarihine kadar sürdürülmüştür. İzleyici, 21.6.1995 tarihinde, enjeksiyondan 8 gün sonra, Cumayanı Mağarası'nın giriş ağzından çıkan Cumayanı karst kaynağında görülmüştür (Şekil 5.8.).



NOT: Konsantrasyonlarda negatif değerler alet (Spektrofluorofotometre) okumasıyla ilgilidir.

Yukarıdaki bölümün saatlik grafiği



Şekil 5.8. Cumayanı Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

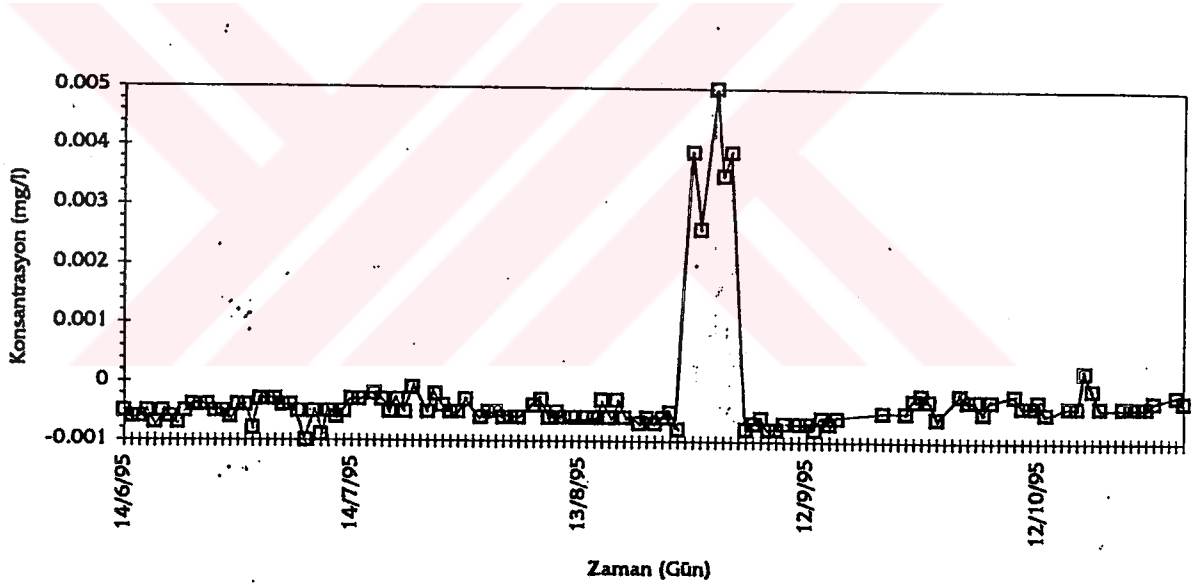
Çizelge 5.7. Boya Deneyleri ile İlgili Arazi Verileri

BOYA DENEYİNİN YAPILDIĞI BÖLGE	BOYA DENEYİNİN YAPILDIĞI FORMASYON	BOYA ATILAN LOKASYON	KULLANILAN BOYANIN CİNSİ	KULLANILAN BOYANIN MİKTARI	BOYA ATILAN TARİH	BOYA ATILAN SAAT	AÇIKLAMA
Gelik	Zonguldak Formasyonu	Cemal Tepe Güneyindeki bir düden	Brilliant Green	1 kg	22.6.1995	11 ⁰⁰	
Gelik	Zonguldak Formasyonu	Aydın Dere'nin batışı	Eosin	950 gr	14.6.1995	10 ⁰⁰	
Gelik	Zonguldak Formasyonu	Koca Osman Dere'nin batışı	Rodamin B	1 kg	15.6.1995	11 ²⁵	
Gelik	Kapuz Formasyonu	Kızılelma Mağarası	Sodyum Fluorosein (Uranin)	1.5 kg	14.6.1995	15 ³⁰	Bu boya Cumayanı Mağarasından 26.6.1995 tarihinde çıktı
Bağlık-İnağzı	Zonguldak Formasyonu	HG-5 kuyusu	Rodamin B	0.5 kg	1.6.1995	14 ³⁵	Deneyde kullanılan kuyuların kotları HG-5 : 43.60 m. HG-12 : 25.70 m. HG-8 : 28.65 m. Deneyin başladığı anda kuyuların kotları 3. terli HG-5 : 43.90 m. HG-12 : 47.60 m. HG-8 : 27.30 m.
Bağlık-İnağzı	Kapuz Formasyonu	HG-6 kuyusu	Sodyum Fluorosein (Uranin)	0.5 kg	8.6.1995	10 ²⁰	Deneyde kullanılan kuyuların kotları HG-4 : 16.60 m. HG-8 : 28.65 m. Deneyin başladığı anda kuyuların kotları 3. terli HG-6 : 3.89 m. HG-8 : 27.30 m.
Bağlık-İnağzı	Kapuz Formasyonu	Bağlık Düdeni	Brilliant Green	300 gr	8.6.1995	11 ²⁰	
Kozlu	Zonguldak Formasyonu	Hasan Altay'ın bahçesindeki bir düden	Sodyum Fluorosein (Uranin)	0.5 kg	7.6.1995	14 ⁴⁰	Bu boya 19.6.1995 tarihinde Kozlu Deresinden çıktı
Kozlu	Kapuz Formasyonu	Atilla İlkokulunun yanındaki bir bahçedeki düden	Rodamin B	0.5 kg	6.6.1995	14 ⁴⁰	

İzleme deneyi sonucundan elde edilen verilerden yeraltısuyu akım hızının 400 m/gün dolayında olduğu görülmüştür. 21.6.1995 - 30.6.1995 tarihleri arasında Cumayanı kaynağından 1.07 kg Uranin çıkışı hesaplanmıştır.

Aktif kömür konsantrasyonlarındaki ani iniş ve çıkışlar olması nedeniyle bu okumalar üzerinde hesaplama yapılma yoluna gidilmemiştir.

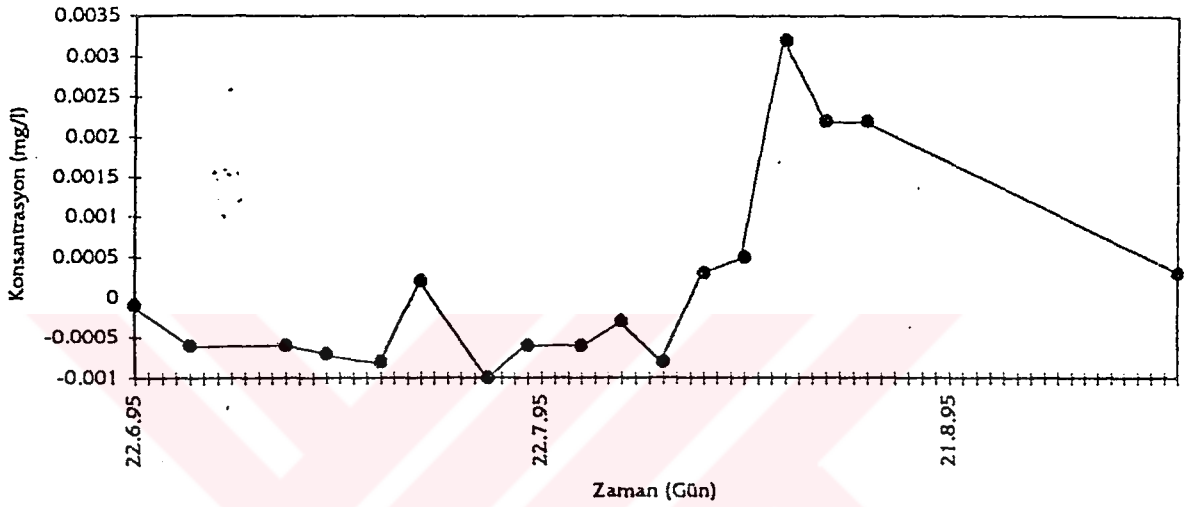
Gelik gözlem noktasından 27.8.1995 tarihinde çıkmıştır. Yapılan hesaplamalardan Uraninin 0.07 kg oranında bu noktadan geçtiği saptanmıştır (Şekil 5.9.).

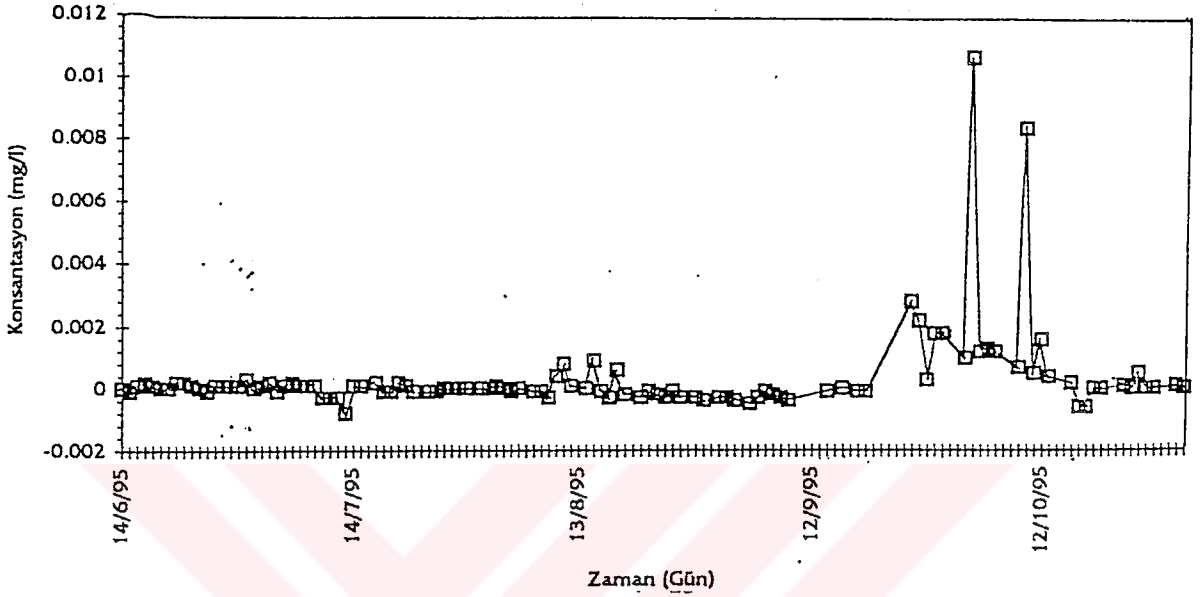


NOT: Konsantrasyonlarda negatif değerler alet (Spektrofluorofotometre) okumasıyla ilgilidir.

Şekil 5.9. Gelik Lokasyonunda Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

Karadon gözlem noktasında aktif kömürde yakalanan ikinci pik'te (Şekil 5.10.) Uraninin 3.8.1995 tarihinde geçtiği saptanmıştır. Geçen boya miktarı 0.038 kg olarak hesaplanmıştır.





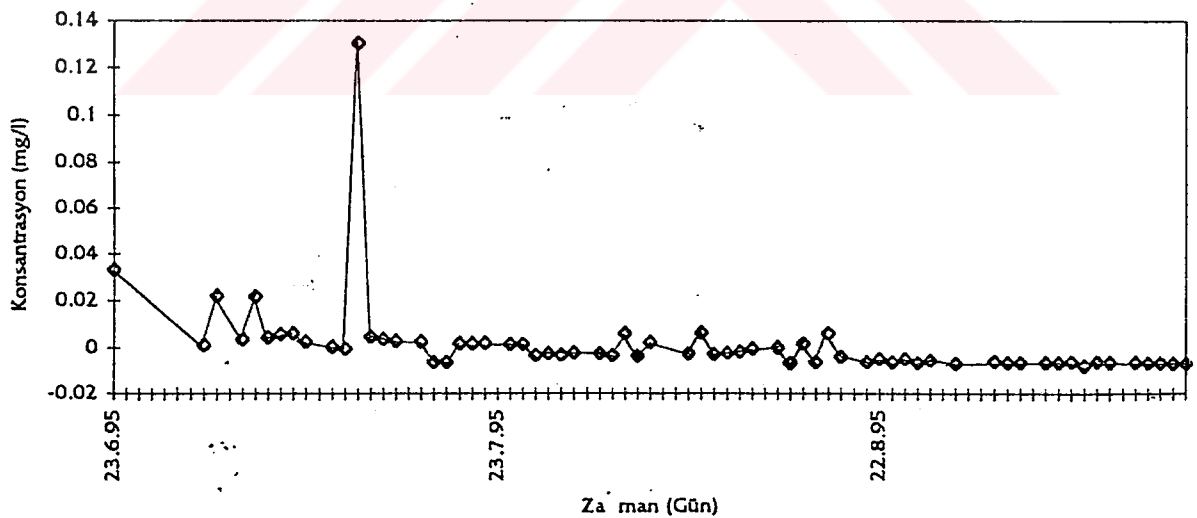
Şekil 5.11. Çatalağzı Gözlem Noktasında Uranin Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

14.6.1995 tarihinde 1 kg Eosin Y Aydındere üzerinde suyun battığı noktadan yarım saat içerisinde enjekte edilmiştir. Eosin hiçbir gözlem noktasında görülmemiştir.

15.6.1995 tarihinde 1 kg Rhodamine-B, Kocaosman Dere'nin battığı düdenden yarım saat içinde enjekte edilmiştir (Şekil 5.12.). Şekil 5.13'de Karadon'da Rhodamine-B okumaları görülmektedir.



**Şekil 5.12. Boya Deneyleri Çalışmalarından Bir Görünüm
(Kocaosman Dere - Zonguldak)**



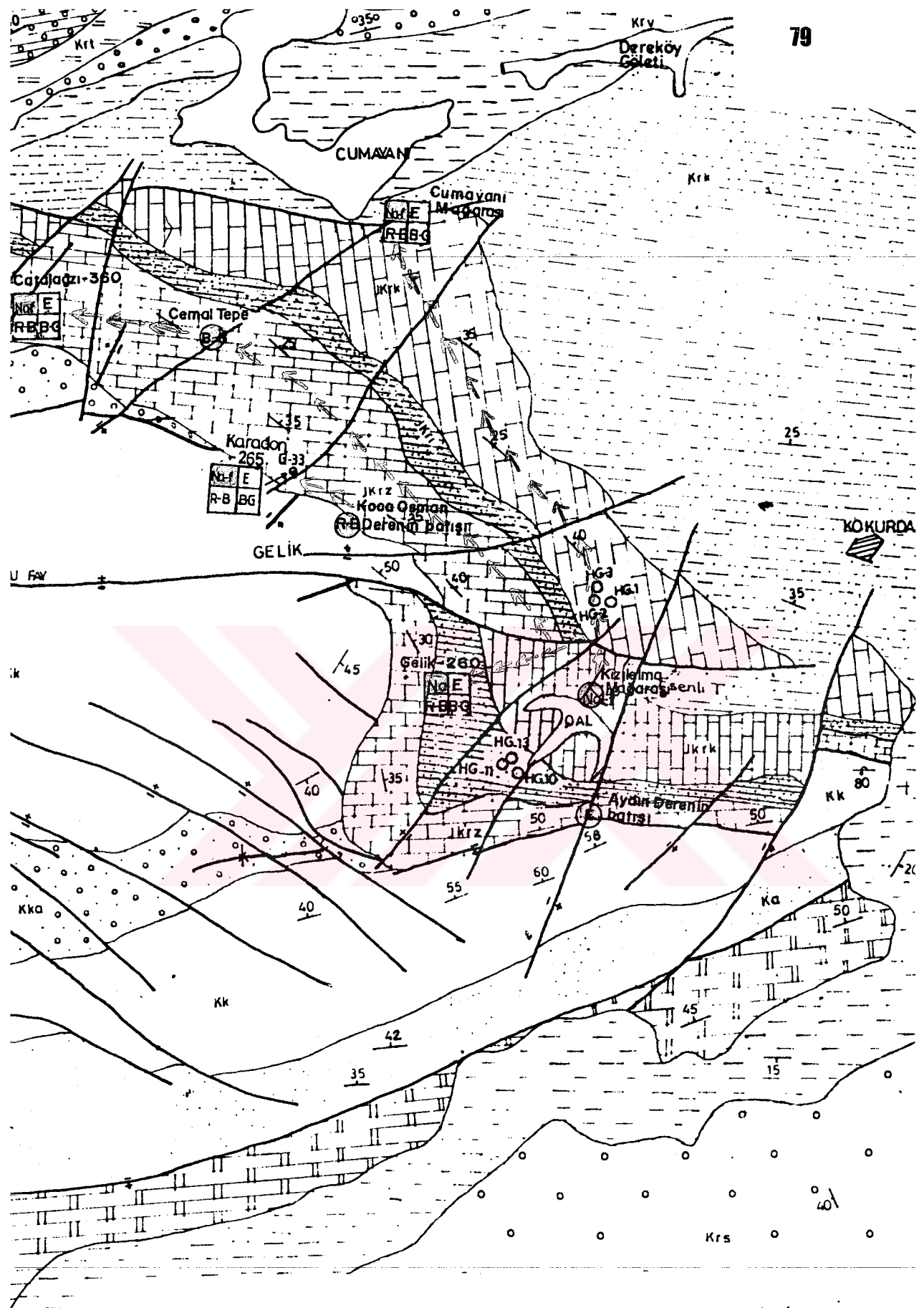
Şekil 5.13. Karadon -265 Gözlem Noktasında Rhodamine-B Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

Buna göre 23.6.1995’de görülen boya 21.8.1995’te tamamen kaybolmuştur. Gözlem noktasından 0.25 kg boya çıkmıştır.

Bu deney sonucunda yeraltısuyu akım hızının 350 m/gün dolayında olduğu hesaplanmıştır.

Diğer lokasyonlardan yapılan enjeksiyonlara ait sağlıklı pikler alınamadığından bu lokasyonlardaki değerlendirmeler yapılmamıştır.

Şekil 5.14’te enjeksiyon ve gözlem yapılan lokasyonlar ile boya denemeleri sonucu bulunan yeraltısuyu hareket yönü verilmiştir.



Şekil 5.14: Enjeksiyon ve Gözlem Lokasyonları ile Boya Denemeleri Sonucunda Bulunan Yeraltısıyu Hareket Yönü

5.7. Yeraltısuyu Dolaşımı ve Karstlaşma

5.7.1. Yeraltısuyu Dolaşımı

Yeraltısuyu karstik bir akiferde yerel ve yaygın olmak üzere (conduit and diffuse) iki farklı dolaşım sistemine uygun olarak bulunur. Yerel dolaşım sistemi karst erime yolları - mağaralar, sifonlar ve yeraltı derelerinin oluşturduğu sistemde görülür ve boru akımına (conduit flow) uygundur. Öte yandan yaygın dolaşım sistemi birbirleri ile bağlantılı kırık çatlaklardan oluşan ortamlarda görülür (diffuse flow) ve Darcy yasasına uyar (Günay, 1986).

İnceleme alanında yapılan arazi gözlemlerinde, yeraltısuyu dolaşım tipinin yerel dolaşım akiferlerinde gözlenen yerel dolaşıma (Conduit type) karşılık geldiği saptanmıştır.

Bölüm 5.1.2.1 ve 5.1.2.3 de bahsedilen Sofular-Dazdağ Düdeni-Büyük Mağara Karst sistemi ile Kızılelma Cumayanı Karst sistemi, çalışma sahasında yerel dolaşım tipi örneği için en iyi alanlardır.

Bunun yanısıra litolojinin dikey olarak, geçirimli ve geçirimsiz katmaların ardalanmasından oluşması, yerel asılı su tablaların görülmesine neden olmaktadır. İnceleme alanında yapılan çok sayıda kömür amaçlı sondaj kuyusunda bu durum gözlenmiştir.

5.7.2. Karstlaşma

İnceleme alanında karstlaşmaya ilişkin gözlemler yüzeyde ve galerilerde gerçekleştirilmiştir. Yüzeyde ve galerilerde yapılan gözlemler sonucu karbonatlı kayaların bol kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Çatlak açıklığı 1.5-2 cm. arasında değişmektedir. Bununla beraber arazide kireçtaşlarının yüzeyinde yaygın olarak görülen karst şekilleri (Mağara, Uvala, Dolin, Düden) kanal akımının bir (conduit flow) göstergesidir

(White, 1988). Karstlaşma genellikle zayıf zonlar boyunca, farklı litolojilerin dokanaklarında ve fay zonlarında, aynı litolojideki kırık çatlak ve katmanlanma düzlemleri arasında gelişen karstlaşmadan daha ileri derecelerde gözlenmiştir. Bu durum, spontane (self) potansiyelleri farklı olan litolojilerin dokanaklarında oluşan elektrokimyasal tepkimelerin katkısından ileri gelmektedir (Ekmekçi, 1991).

Zonguldak ve yakın çevresinde karstlaşma Miyosen sonrasında hızlı kıta yükselmelerine bağlı olarak gelişmeye başlamış olmalıdır. Viziyen yaşlı Kokaksu formasyonu, Barremiyen yaşlı Zonguldak formasyonu, Apsiyen yaşlı Kapuz formasyonu bölgenin karstik özelliklerine sahip birimleridir. İnceleme alanını batıdan-doğuya doğru kateden bu formasyonlarda karstlaşmaya en uygun olanı Viziyen ve Apsiyen kireçtaşlarıdır. Barremiyen kireçtaşlarında ise orta derecede karstlaşmaya ait şekiller meydana oluşmuştur.

Viziyen kireçtaşlarında gelişen karst'a ait en iyi örneklerin görüldüğü bölge Çimşir Çukurları, Sofular, Çayırköy dolaylarıdır. Burada güncel karsta ait düdenler ve karst kaynakları yer almaktadır. Vizeyen kireçtaşlarında yer alan paleokarstik çukurluklarda gözlenen boksit oluşumları paleokarstlaşmanın göstergesidir.

Barremiyen yaşlı kireçtaşları gerek Viziyen ve gerekse Apsiyen'e oranla daha dolomitik bir yapıya sahiptir. Erime için sınırlayıcı bir faktör olan dolomit nedeniyle Barremiyen kireçtaşları üzerinde boyutları ve derinlikleri daha az karstik yapılar gelişmiştir (Ayıçi I ve II subatanları).

Apsiyen kireçtaşlarında Cumayanı ve Kızılelma gibi büyük mağaralar gelişmiştir. Esenli düdeni ve Kuytarla I ve II mağaraları yine bu sistemde gelişmiş önemli karst yapılarıdır.

Zonguldak ve yakın dolayında Alpin Orojenezinin etkisi ile oluşmuş faylar, bölgenin güncel karst oluşumuna büyük ölçüde katkı sağlamışlardır. Büyük karstik şekiller ve bunlara bağlı sistemler bu faylar üzerinde yer almaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

İnceleme alanında karstlaşma durumu ile Zonguldak ve yakın dolayının hidrodinamik yapısının ortaya konması amacıyla jeoloji, hidroloji, jeofizik, jeomorfoloji ve hidrojeoloji çalışmaları yapılmıştır.

Çalışma alanında Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar değişen yaşlarda litolojik birimler mevcuttur. Bunlardan Paleozoyik yaşlı kömürlü birimler, Üst Barremiyen-Alt Apsiyen yaşlı incüvez formasyonu ve Üst Kretase yaşlı fliş geçirimsiz, Paleozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşları, Barremiyen yaşlı alt seviyeleri dolomitik kireçtaşları, Apsiyen yaşlı kireçtaşları ile Kuvaterner alüvyon geçirimli özelliktedir.

Viziyen yaşlı dolomitik kireçtaşları ve Apsiyen yaşlı kireçtaşları ileri derecede karstlaşmış, Barremiyen yaşlı alt seviyeleri dolomitik kireçtaşları ise orta derecede karstlaşmış durumdadır.

İnceleme alanında üç farklı karst akiferi ayırtlanmıştır. Bunlar; Viziyen yaşlı karstik taban akifer (KTA), Barremiyen yaşlı karstik alt akifer (KAA) ve Apsiyen yaşlı karstik üst akifer (KÜA) dir. Kuvaterner yaşlı akiferler bölgenin su taşıyan diğer birimleridir.

Çalışma alanında bulunan kaynakların büyük çoğunluğu bölgenin geçirmiş olduğu şiddetli tektonik hareketler nedeniyle faylı dokanak kaynağıdır. Karstlaşmayı sağlayan ve bölgesel yeraltısuyu dolaşımını denetleyen faktörlerin başında bu tektonik hareketler gelmektedir.

İzotop analizleri ile bölgede bulunan sular bölgesel yeraltısuyu sistemide gözönüne alınarak sığ ve derin dolaşım olarak ayırtlanmıştır. Sığ dolaşıma

giren sular güncel sulardır. Buna göre 32 ve 53 nolu örnekler dışında bütün sular sığ dolaşımdan gelen sulardır.

Boya deneyleri ile karst yeraltısuyu akım hızının Kızılelma-Cumayanı, Gelik ve Karadon bölgelerinde ortalama 400 m/gün olduğu hesaplanmıştır.

Uzaktan algılama çalışmaları ile Kilimli-Kazköy arası kıyı boyunca ve ayrıca Kilimli'nin 10 km kuzeyinde, deniz üzerindeki ısı yayılımında ortalama deniz suyu sıcaklığına göre daha soğuk bir alan, büyük bir yayılma sahip anomali sahası belirlenmiştir.

Galerilere gelebilecek potansiyel su miktarı $23.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ dolayındadır. Bu sular Kızılelma, Ayiçi, Kokurdan, Kabaklı, Cumayanı, Yatakyeri, Kapuz ve Bağlık havzalarında bulunan alanlardan beslenmektedir. Eğridere, Kışlaköy, Kızılağaç, Sofular havzalarından, galerilere su gelişi beklenmemelidir. Bununla beraber akifer geometrisi yaklaşımı ile yapılan hesaplamalarda bu değer $114.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olabileceği görülmektedir. Bu miktar, inceleme alanının geçirmiş olduğu şiddetli tektonizma nedeniyle, havza dışı kökenli olacaktır.

6.2. Öneriler

Ayiçi havzasındaki Kocaosman dere Gelik havzasında bulunan Geliksuyu dereye drene edilmelidir. Zira bu havzadan gelen sular Barremiyen kireçtaşları üzerindeki düdenlerden yeraltına süzülmemektedir (Ek 1).

Gelik havzasında Geliksuyu dere'nin aktığı dere yatağı beton kanala alınarak - özellikle Barremiyen karbonatlı kayaların bulunduğu bölümde- sızdırmazlık sağlanmalıdır. Bu aynı zamanda bölüm 4.2.5 te bahsedilen Gelik ve Çatalağzı

bölgesinde yeraltından drenajı yapılan suların sisteme tekrar geri dönmemesi açısından gereklidir.

Aynı şekilde Kızılelma Havzasında bulunan Aydındere Barremiyen karbonatlı kayaları üzerinden akarken önemli kayıplara uğramaktadır. Aydındere yatağının bu bölümünde de geçirimsizlik sağlanarak kayıplar en aza indirilmelidir.

Kızılelma, Kabaklık, Kokurdan havzasını ve Apsiyen kireçtaşlarına düşen yağışları drene eden Cumayanı karst kaynağı, şiddetli yağışlarla yüksek verdili boşalmılara ulaşmakta ve Cumayanı havzasını drene eden düdenin tıkanması sonucu, havza yaklaşık 30 m yüksekliğinde su ile dolmaktadır. Büyük basınç oluşturan bu su zayıf zonlar ve kırık hatları boyunca yeraltına süzûlebilmektedir. Dolayısıyla böyle bir basınç oluşumuna meydan vermemek için Cumayanı havzasını Gelik havsazına bağlayacak bir tünelle bu suyun drenajı yapılmalıdır.

Uzaktan algılama çalışmaları ile bulunan denizdeki boşalmanın çok küçük ısı farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bölgeye ait görüntülerle en az iki dönem olmak üzere daha fazla çalışmalar yapılmalıdır.

Bölgesel meteorik su hattının belirlenmesi amacıyla değişik peryotlarda izotop örnekleri alınmalıdır. Bu olay bölgede bundan sonra yapılacak izotop çalışmalarında daha sağlıklı yorum yapma açısından oldukça gereklidir.

Havzanın en büyük su gelirinin olduğu Çatalağzı II nolu servis kuyu dibindeki su basıncı 28 atmosferi geçirilmemeli, mevcut pompalarla sular tahliye edilmelidir. Su gelişini engellemek amacıyla yapılan barajda kullanılan tuğlalar 38 Atm'ye kadar dayanıklıdır (Bölüm 4.2.5.).

Gelik'te deniz seviyesinin 260 m altındaki lokasyonda kireçtaşına 24 m uzaklıkta ortalama verdisi (minimum verdisi 20 l/s, maksimum verdisi 80 l/s) yaklaşık 40 l/s'lik ikinci bir su geliri bulunmaktadır. Yeraltı işletmeciliği açısından kireçtaşına olan bu uzaklık oldukça büyük bir risk taşımaktadır. Dolayısıyla havza geneli için 60 m'lik topuk mesafesi, üretimin sağlıklı ve güvenli bir şekilde yapılmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Ancak bu durum yeraltı sondajları ile denetlenmeli ve kireçtaşına olan bu uzaklık mutlaka korunmalıdır. Fayın eğim alanı üzerinde olan panolarda topuk mesafesi 50 m bırakılması yeterli olacaktır. Eğim alanı altında bu rakam 60 m'den az olmamalıdır.



KAYNAKLAR

Aydın, M., 1990, Zonguldak Ulus Sahaları MTA ve TPAO Kuyularından Geçen Jeolojik Kesitler, TPAO, Ankara

Altınlı, İ.E., 1954, Pelit Ovası Batı Kesiminin Jeolojisi, MTA, Derleme No:2387, Ankara (Yayınlanmamış)

APHA-AWWA-WPCF, 1981, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (15th Ed.): American Public Health Association, Washington, USA, 1134 p.

Arıkan, A., 1984, Hidroloji Ders Notları: H.Ü. Müh. Fak. Hidrojeoloji Anabilim Dalı, Beytepe, Ankara (Yayınlanmamış)

Arni, P., 1939, Zonguldak Kokaksu Boksit Maden Yatağı, MTA Derleme No: 914

Ekmekçi, M., 1991, Ceyhan-Berke Barajı ve Yakın Dolayının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi: Doktora Tezi, H.Ü. Müh. Fak., Beytepe, Ankara, 131 s. (Yayınlanmamış)

Ercan, T., Yergök, A.F., 1984, Zonguldak Çevresindeki Üst Kretase Yaşlı Yay Volkanizmasının Özellikleri, Jeomorfoloji Dergisi, Sayı 12

Görür, N., Şengör, A.M.C., Akkük, R., Yılmaz, Y., (1983), Pontidlerde Neotetis'in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimentolojik Veriler, TTK Bülteni, Cilt 26, Sayı 1

Günay, G., 1981, Manavgat Havzası ve Yakın Dolayının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi: Doçentlik Tezi, H.Ü. Müh. Fak., Beytepe, Ankara, 185 s. (Yayınlanmamış)

Günay, G., 1985, Genel Hidrojeoloji Laboratuvarı Ders Notları, H.Ü. Müh. Fak. Hidrojeoloji Anabilim Dalı (Yayınlanmamış)

Günay, G., 1986, Karst Hidrojeoloji Ders Notları, H.Ü. Müh. Fak. Hidrojeoloji Anabilim Dalı (Yayınlanmamış)

Kehinde, M.O., 1993, Preliminary Isotopic Studies in the Bida Basin, Central Nigeria, Environmental Geology Volume 22, Washington, USA, 212-217 p.

Nazik, L., Mengi, H., Özel, E., Bircan A., Beydeş, S., 1995, Zonguldak ve Yakın Çevresinin Doğal Mağaraları, MTA, Ankara (Yayınlanmamış)

Öktü, G., Erduran, B., Kır, N., Alkılıç, Ç., Köklü, Z., Nazik, L., Bircan, A., Törk, K., Mengi, H., Özel, E., Tunçperçinel, S., Tuncay, İ., Erdoğan, R., 1996, Zonguldak-Bağlık-İnağzı-Göbü-Kazköy Kömür Sahalarının Hidrojeoloji Etüdü Final Raporu, MTA, Ankara (Yayınlanmamış)

Özkoçak, O., Konyalı, Y., Şentürk, İ., 1978, Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış, Maden Mühendisleri Odası, Türkiye I. Kömür Kongresi, TTK Kurumu Yayınları, s. 167-202

Özler, İ., Yaver, Y., Kır, N., Canca, N., Tongal, O., Bakan, Z., 1992, Değirmenağzı ile Göbü Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı, MTA, Derleme No:9599, Ankara (Yayınlanmamış)

Saner, S., 1980, Batı Pontid'lerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuramıyla Açıklanması, Kuzey-Batı Türkiye, MTA Dergisi, 93/94, Ankara

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, İ., 1981a, Türkiyede Tetis'in Evrimi Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım,

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, İ., 1981b, Remnants of a Pre-late Jurassic Ocean in Northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Thetys?, Geological Society of American Bulletin, Part I, Volume 99, 599-609 p.

Şimşek, Ş., 1992, Sıcak ve Mineralli Sular Ders Notları, H.Ü. Müh. Fak. Hidrojeoloji Anabilim Dalı, Beytepe, Ankara

Tokay, M., 1954, Filyos Çayı-Amasra-Bartın-Kozcağz-Çaycuma Bölgesi Jeolojisi, MTA, Rapor No: 2099, Ankara

TKİ-TTK, 1976-1989, Zonguldak ve Yakın Dolayının Jeofizik Rezistivite Haritaları, TTK Arşivi, Zonguldak

WMO, 1974, Guide to Hydrological Practices: Publ. No:168, Geneva

Yergök, A. F., Akman, Ü., İplikçi, E., Karabalık, N., Keskin, İ., Mengi, H., Umut, M., Armağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, H., Çetinkaya, A., 1987, Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I, MTA, Derleme No: 8273, Ankara (Yayınlanmamış)

Yergök, A. F., Akman, Ü., Tekin, F., Karabalık, N, Arbaş, A., Akat U., Armağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, H., 1989, Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi Cilt II, MTA, Derleme No: 8848, Ankara (Yayınlanmamış)

White, WB., 1988, Geomorphology and Hydrology of Karst Terranes Newyork, Oxford University Press, 464 pp

Yurtsever, Y., 1978, Envi ronmental Isotopes As A Tool In Hydrogeological Investigations Of Southern Karst Regions Of Turkey, Proceedings Of A International Seminar On Karst Hydrogeology, Antalya, Turkey

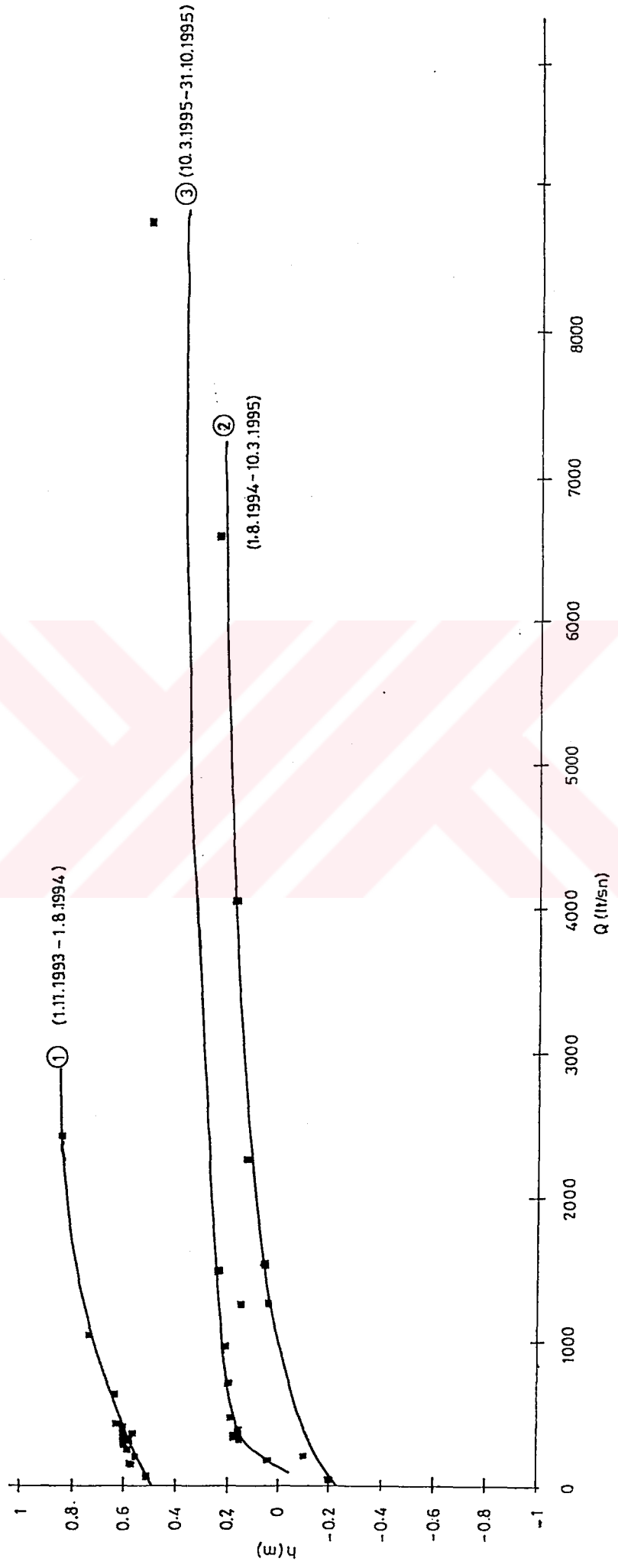


EKLER DİZİNİ

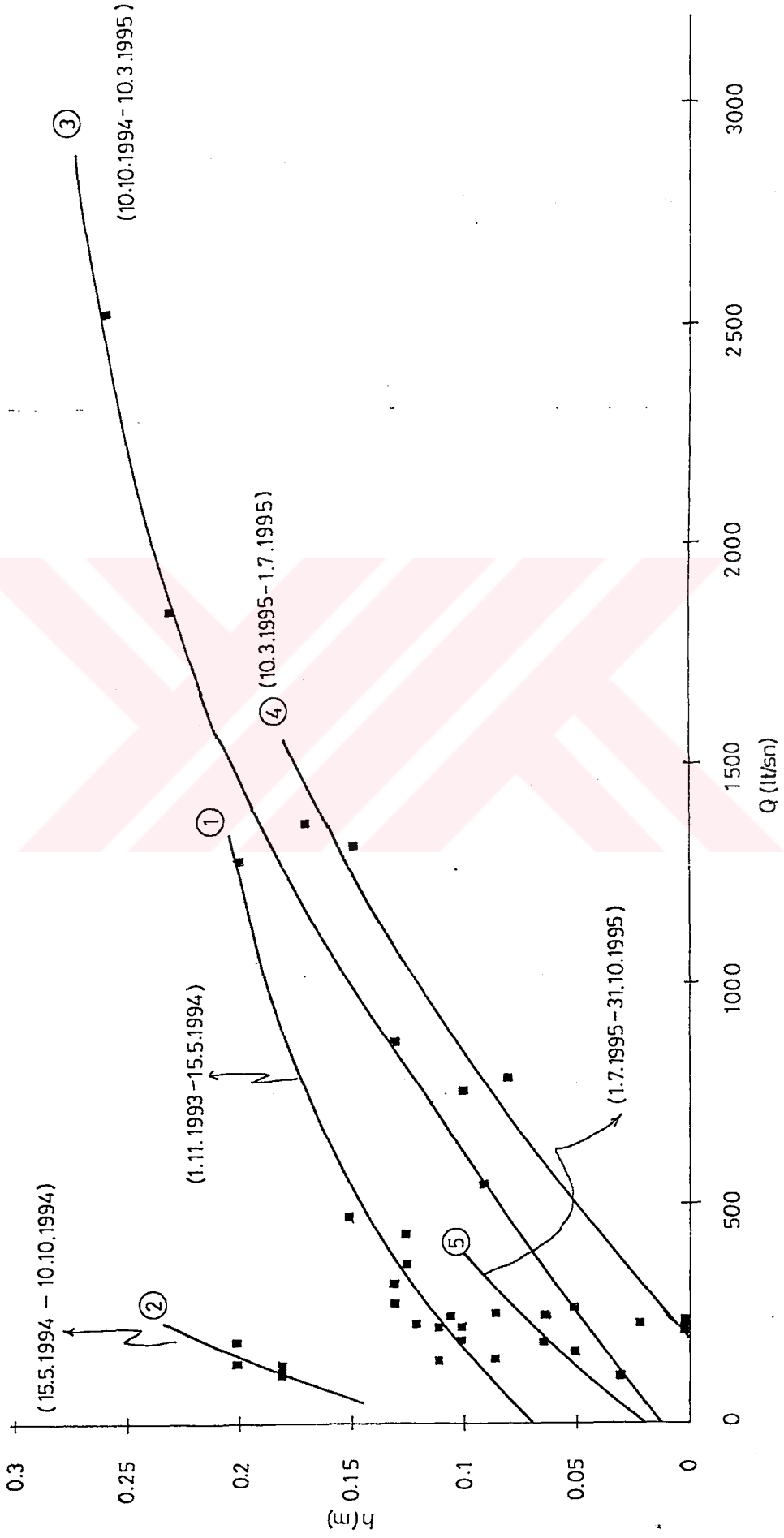
- EK 1** ZONGULDAK - BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY SAHALARININ HİDROLOJİ VE HİDROJEOKİMYASAL ÖRNEKLEME HARİTASI
- EK 2** ZONGULDAK - BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY KÖMÜR SAHALARININ JEOLojİ HARİTASI
- EK 3** ZONGULDAK - BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY KÖMÜR SAHALARININ JEOLojİ ENİNE KESİTİ
- EK 4** ZONGULDAK VE YAKIN ÇEVRESİNİN KARST JEOMORFOLOJİ HARİTASI
- EK 5** ÇATALAĞZI -360 VE GELİK -260 KOTUNDAKİ GALERİLERE GELEN YERALYISUYUNUN - ZAMANLA DEĞİŞİMİ
- EK 6** ZONGULDAK - BAĞLIK, İNAĞZI, GÖBÜ, KAZKÖY SAHALARININ KARST HİDROJEOLojİSİ HARİTASI

**EK ŞEKİL 1 : İNCELEME ALANINDA BULUNAN
AKARSULARA AİT ANAHTAR EĞRİLERİ**

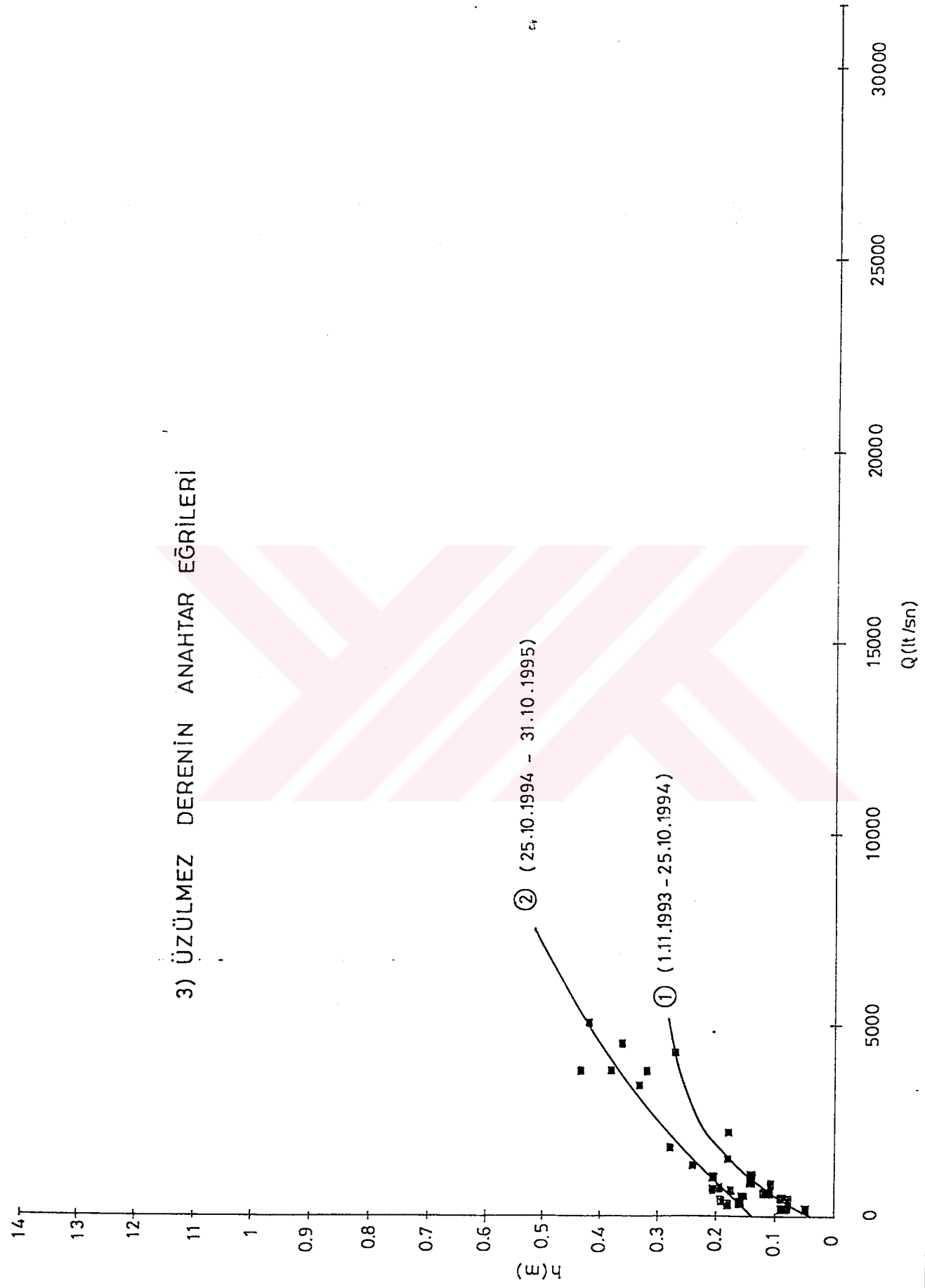
1) ÇATAL DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



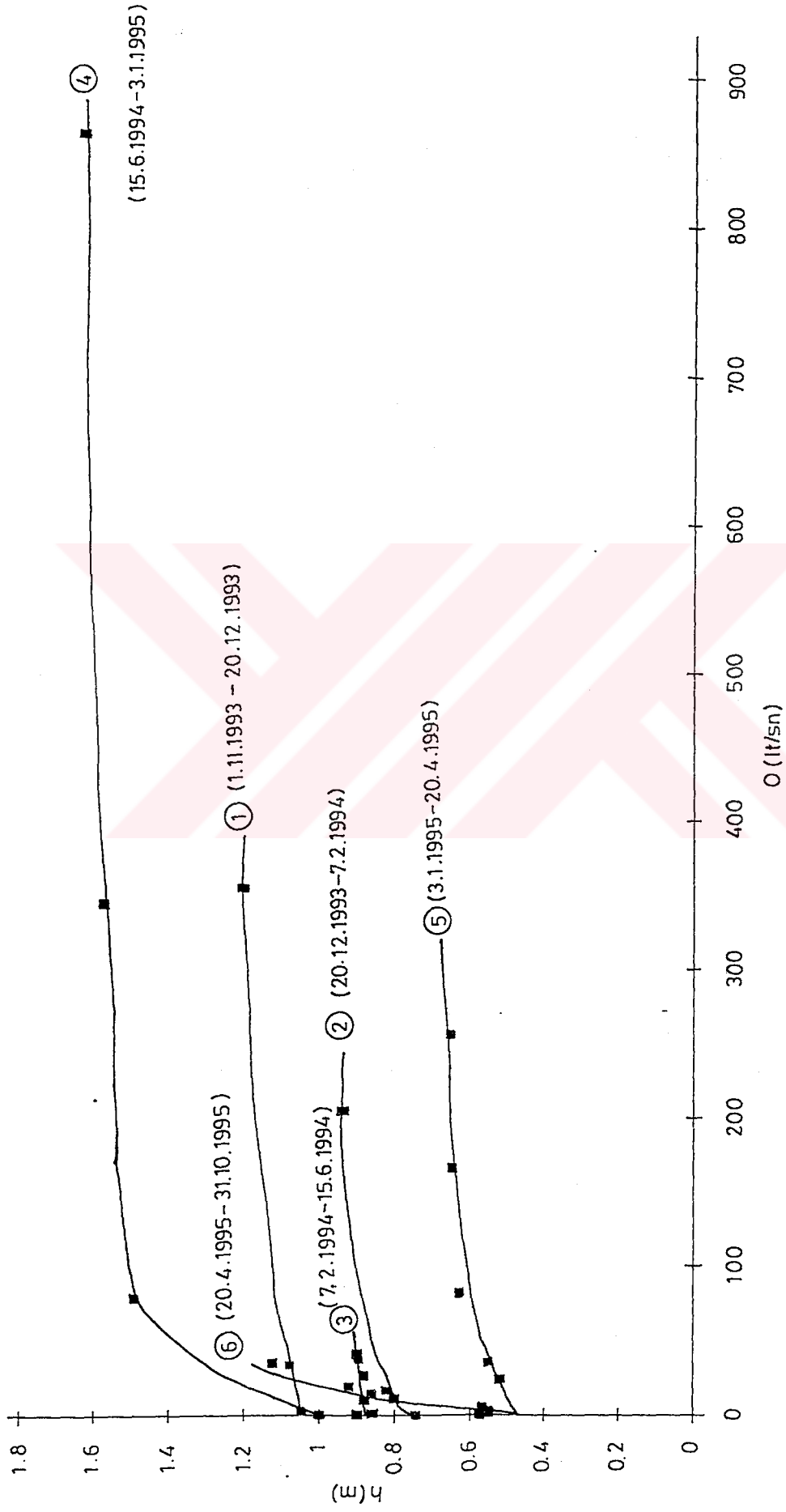
2) KOKAKSU DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



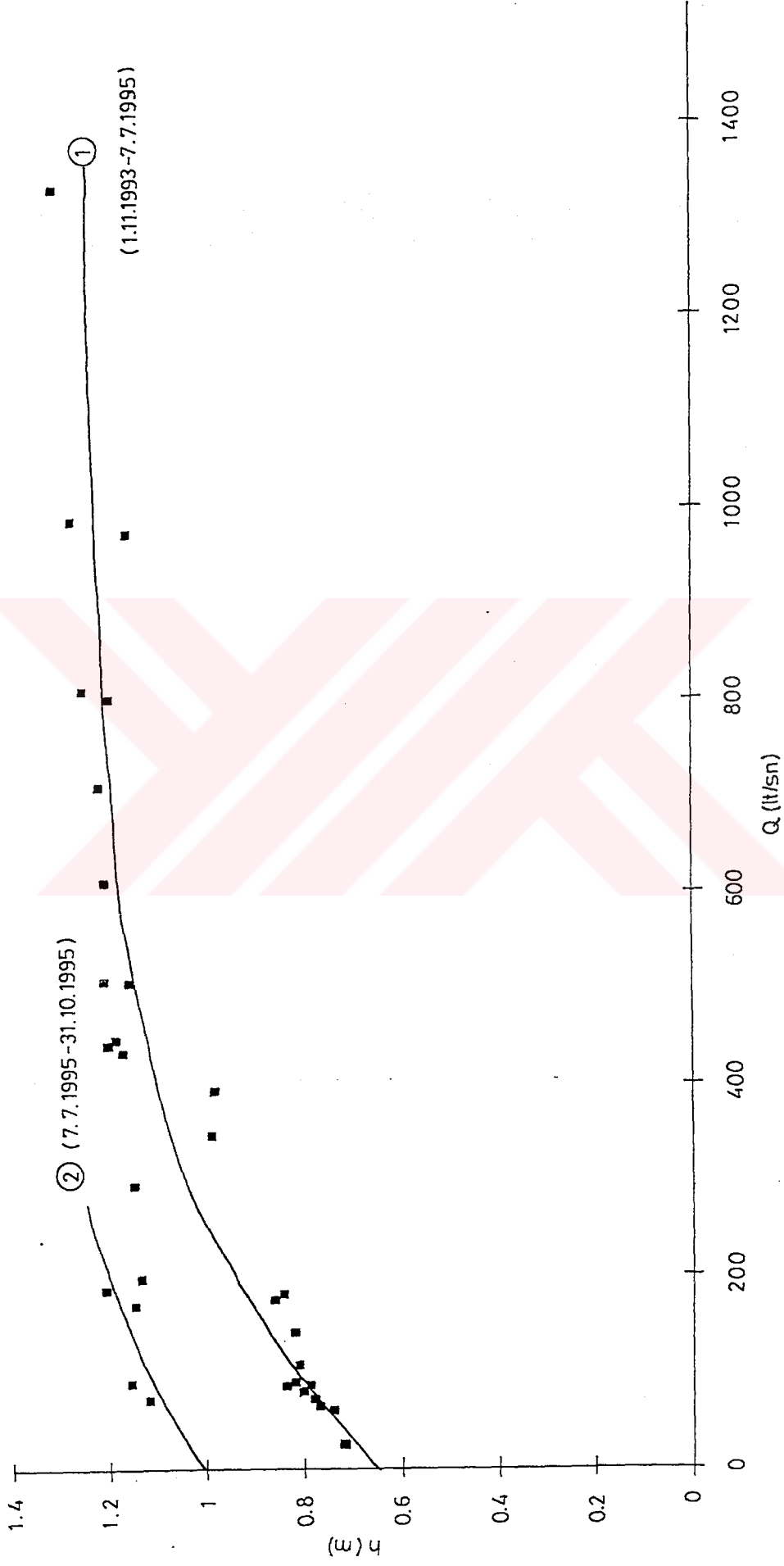
3) ÜZÜLMEZ DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



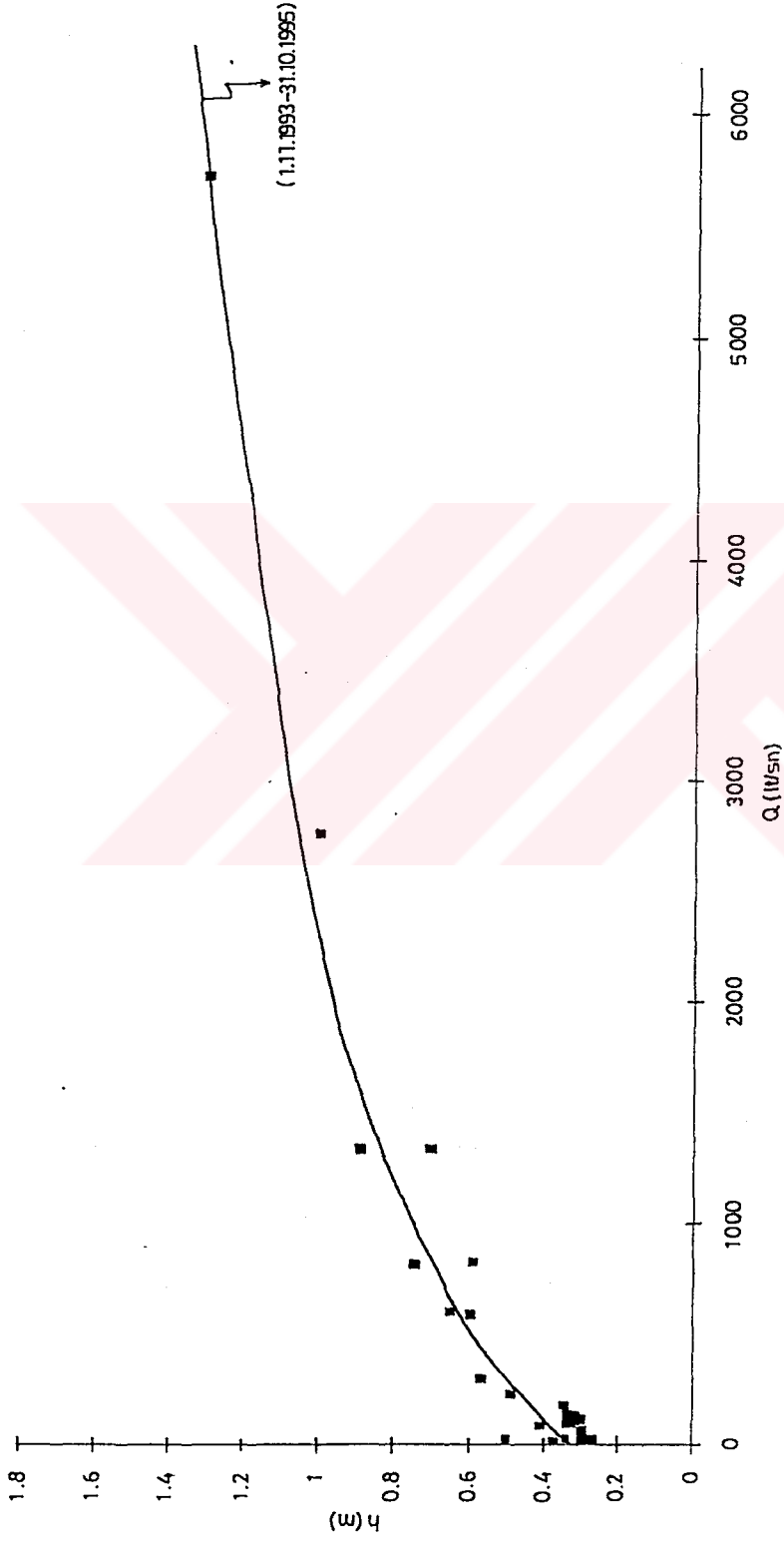
4) KİLİMLİ DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



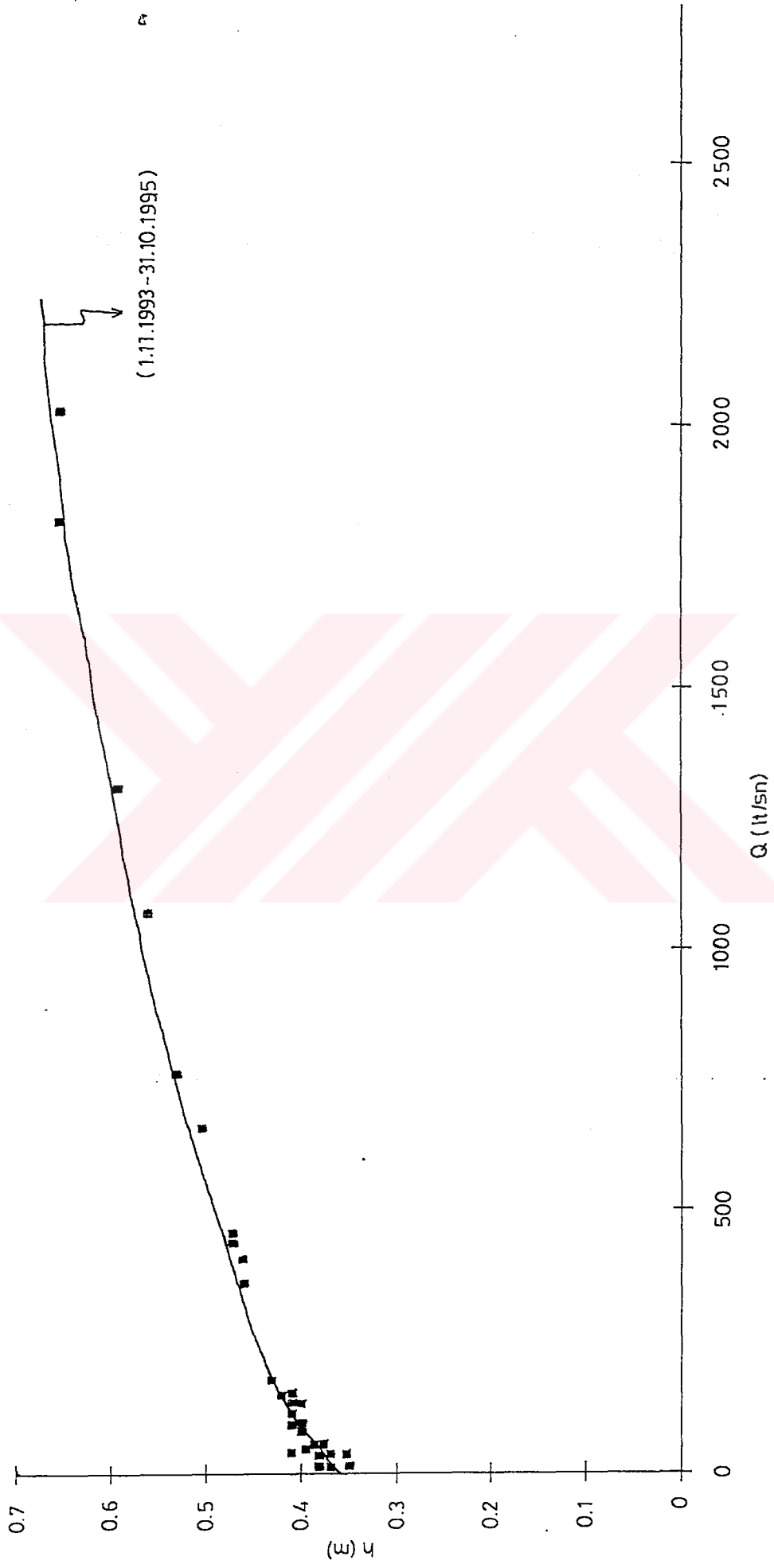
5) GELİK DERENİN ANAHTAR EĞRİSİ



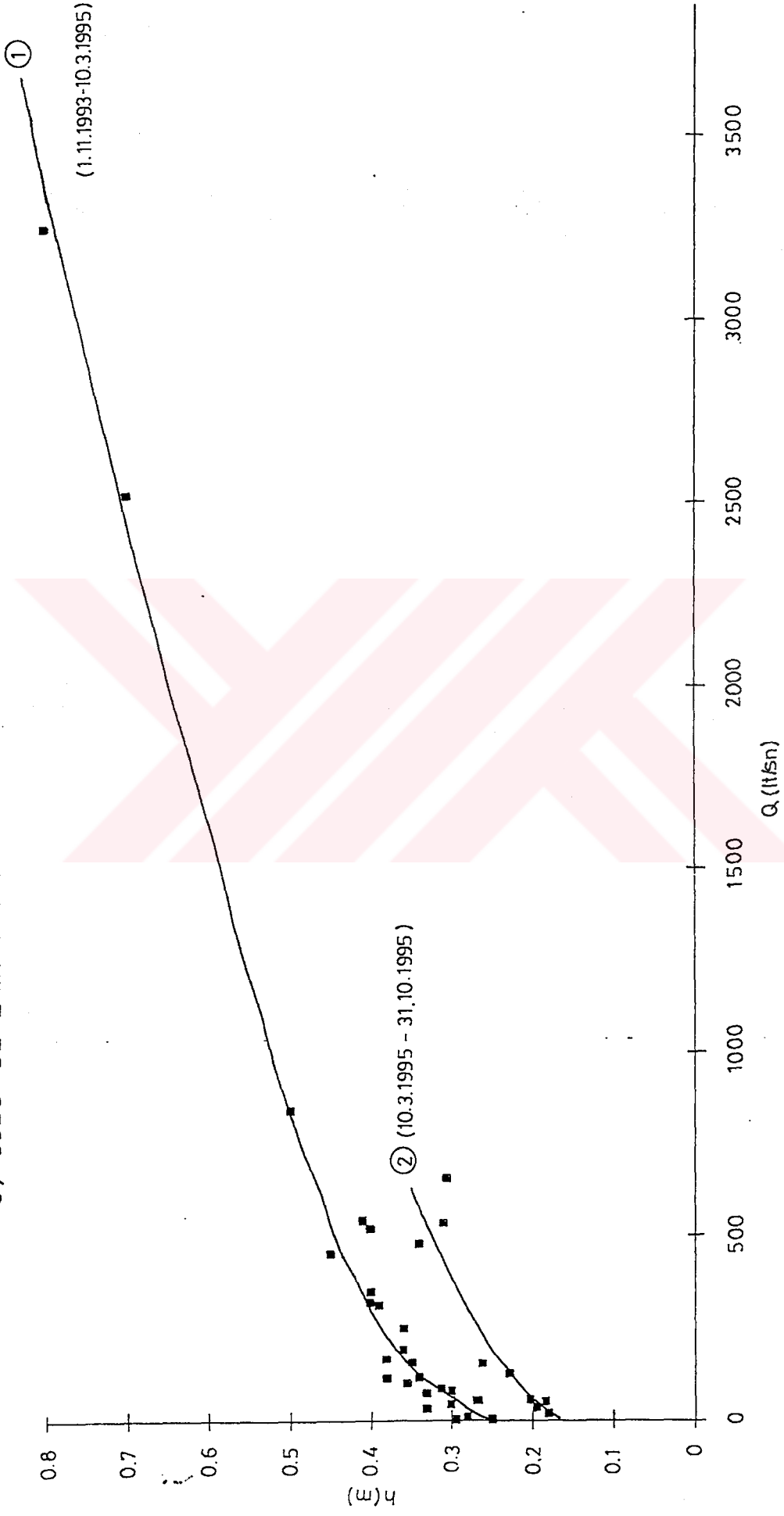
6) CUMAYANI DERENİN ANAHTAR EĞRİSİ



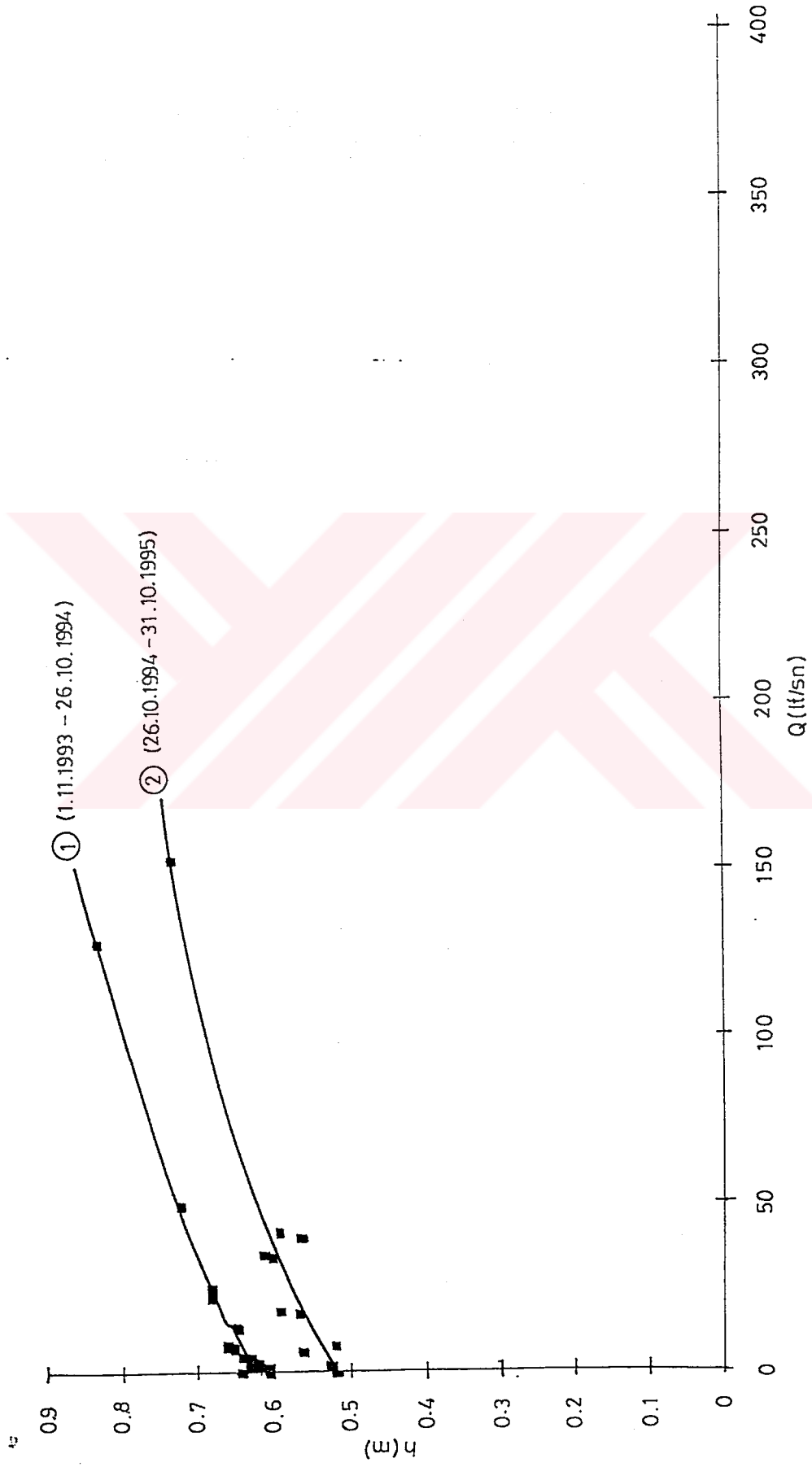
7) EĞRİ DERENİN ANAHTAR EĞRİSİ



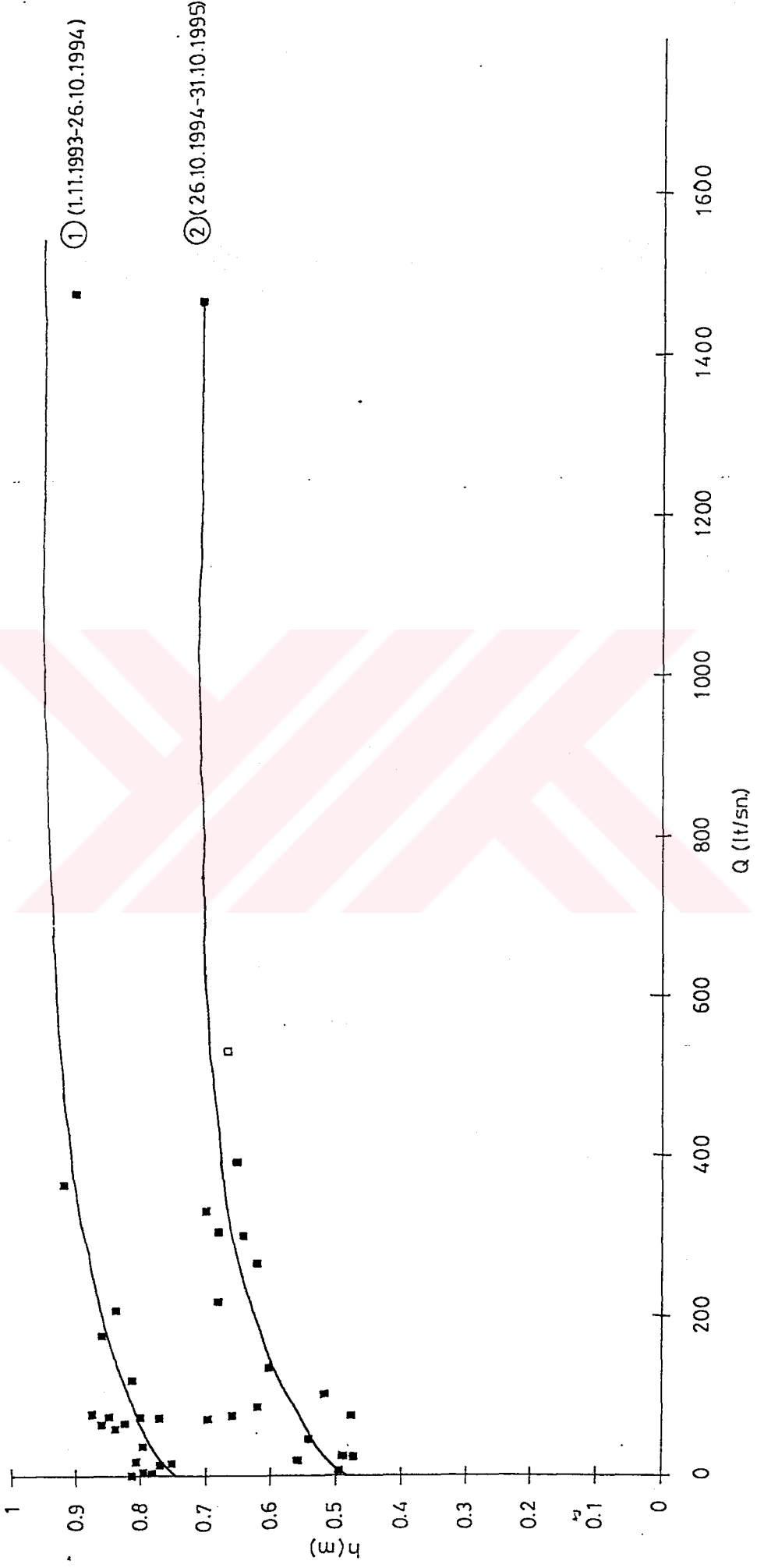
8) GÖBÜ DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



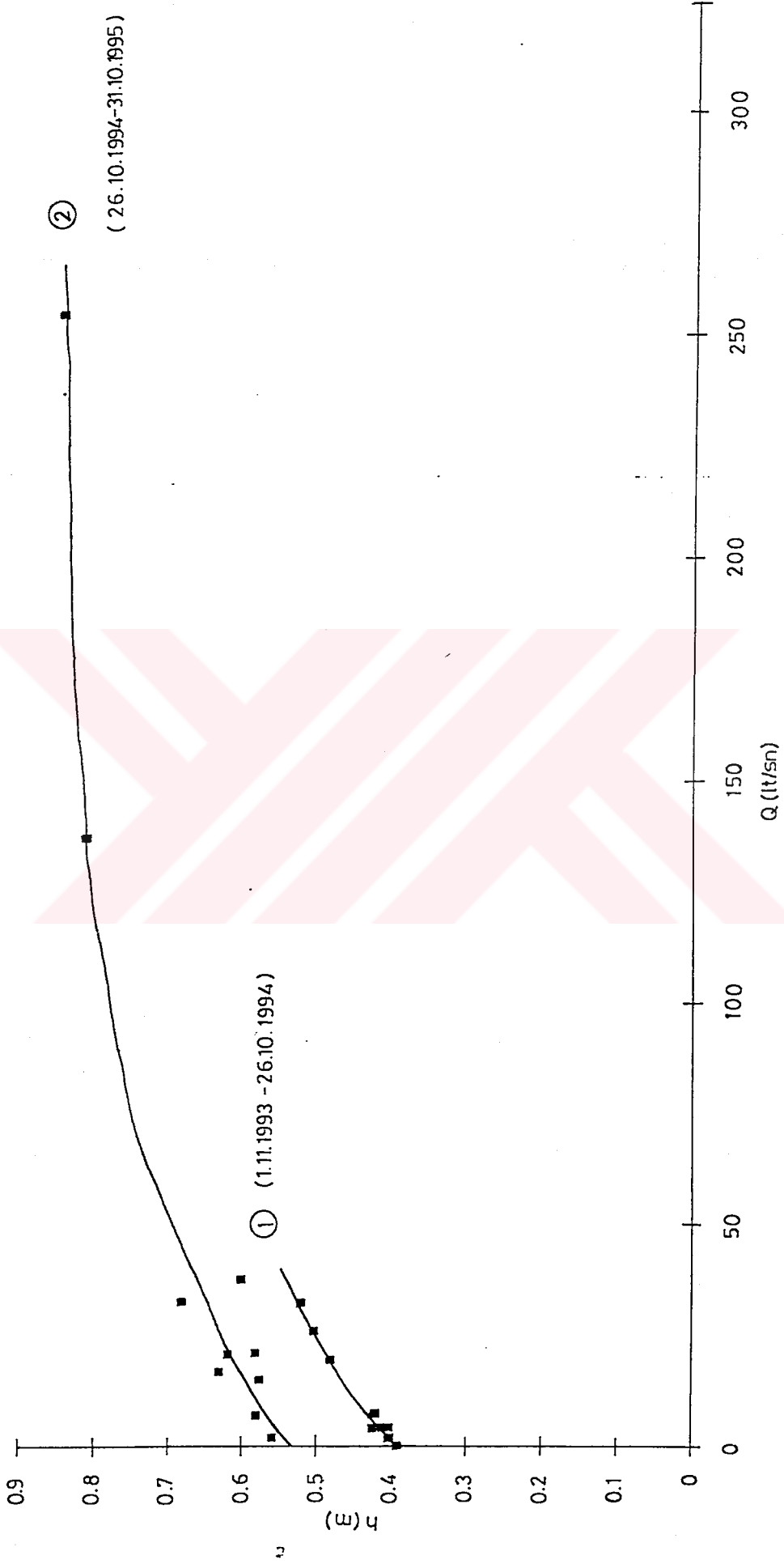
9) BATAK DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



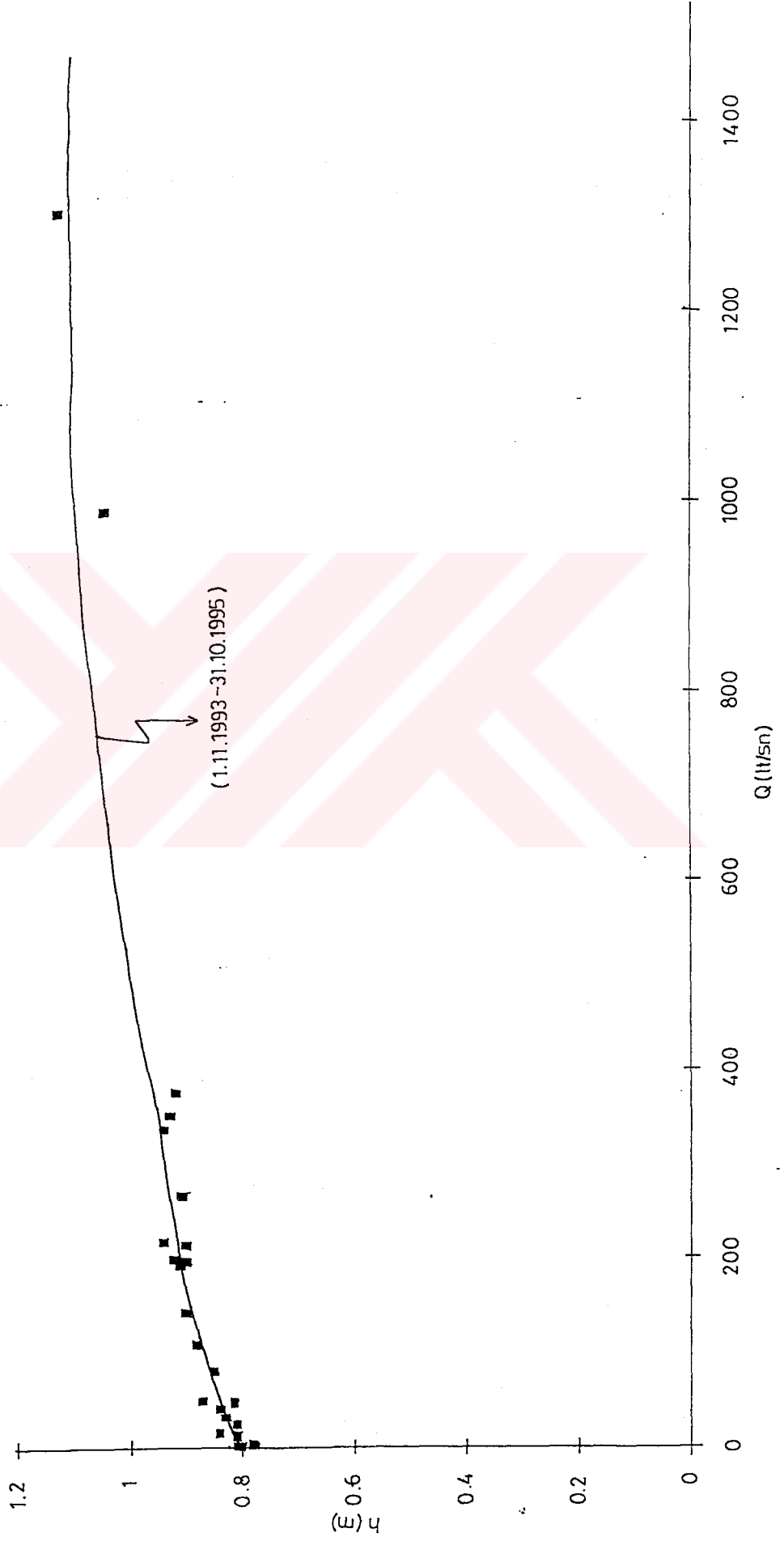
10) TÜRKALİ DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



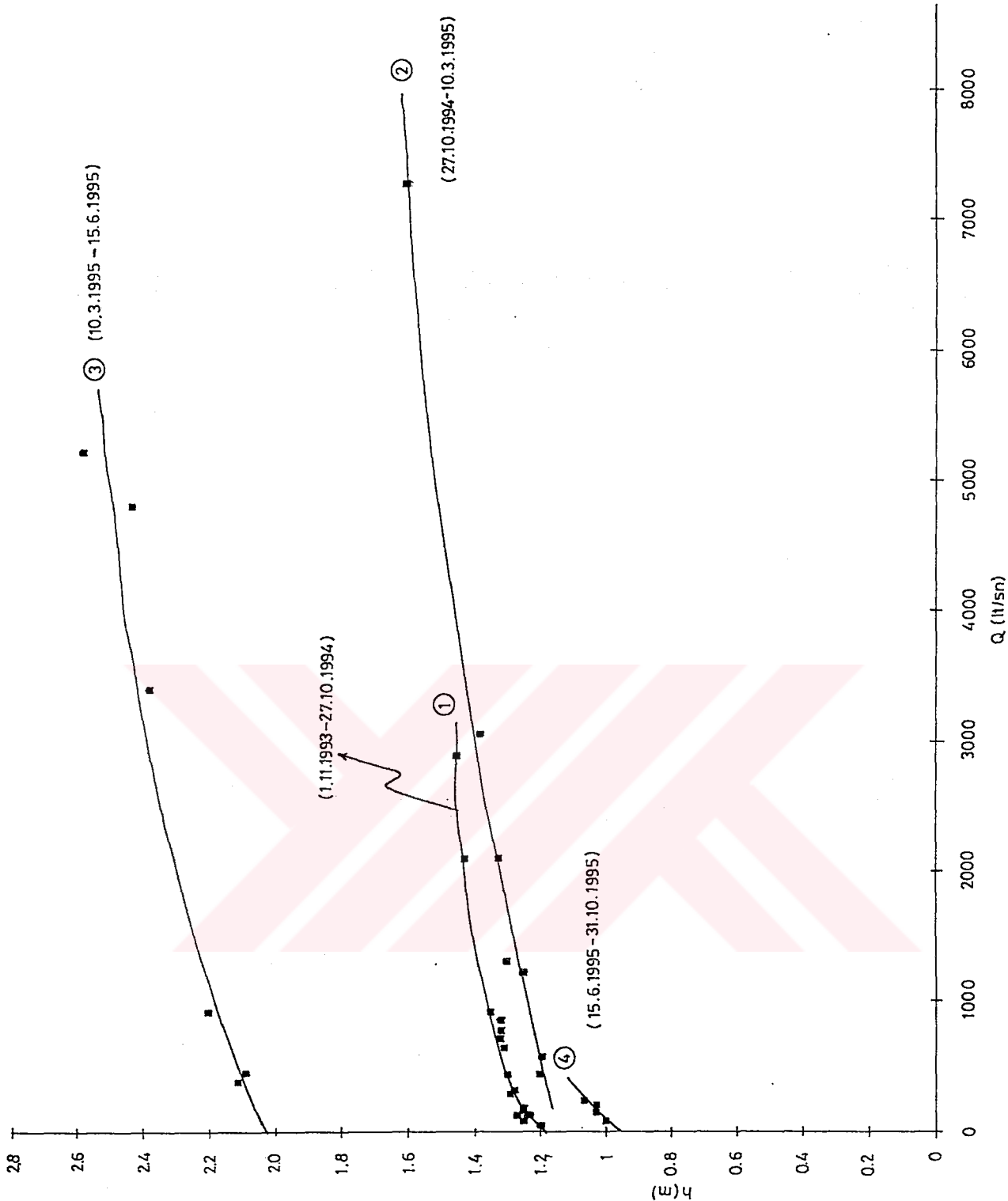
11) KOZCAĞIZ DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



12) ABACIK DERENİN ANAHTAR EĞRİSİ



13) MAĞARA DERENİN ANAHTAR EĞRİLERİ



**EK ÇİZELGE 1 : İNCELEME ALANINDA
BULUNAN AGİ'LERDE ÖLÇÜLEN GÜNLÜK
EŞEL DEĞERLERİ İLE BUNLARA KARŞILIK
GELEN DEBİ DEĞERLERİ**

ESEL NUMARLARI

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
GÜN	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0,62	516,6	0,165	666	0,185	1388	4,115	64	0,805	87	0,44	200	0,46	318	0,41	347	0,205	34	0,86	193	0,52	30	0,94	303	1,44	2407
2	0,645	590	0,173	375	0,16	1041	4,11	64	0,84	113	0,42	161	0,455	480	0,43	427	0,78	92	0,91	393	0,72	333	0,98	419	1,43	2037
3	0,675	706	0,14	444	0,14	902	4,09	44	0,80	87	0,36	39	0,44	216	0,40	298	0,72	46	0,85	170	0,56	39	0,90	187	1,40	1444
4	0,59	460	0,14	444	0,14	902	4,09	44	0,82	97	0,40	111	0,45	261	0,43	427	0,72	46	0,885	311	0,60	142	0,93	237	1,40	1444
5	0,61	508	0,12	299	0,145	930	4,07	28	0,79	84	0,345	14	0,41	119	0,38	226	0,68	24	0,82	93	0,50	24	0,89	142	1,37	1055
6	0,56	283	0,10	174	0,10	527	4,05	7	0,81	87	0,31	0	0,395	80	0,34	121	0,65	11	81	79	0,45	11	0,855	74	1,345	870
7	0,625	538	0,13	375	0,12	694	4,12	80	0,82	97	0,34	14	0,42	142	0,35	145	0,68	24	80	67	0,755	12	0,855	74	1,33	714
8	0,63	560	0,12	299	0,10	527	4,07	28	0,805	87	0,315	0	0,40	91	0,34	121	0,65	11	78	36	0,45	11	0,845	58	1,325	685
9	0,64	580	0,17	722	0,17	1180	4,09	44	0,84	113	0,315	330	0,45	261	0,38	226	0,71	40	81	79	0,72	30	0,91	194	1,43	2037
10	0,59	460	0,13	375	0,12	694	4,07	28	0,82	97	0,36	39	0,415	130	0,365	177	0,68	24	78	36	0,485	19	0,89	142	1,36	981
11	0,575	326	0,12	299	0,10	527	4,06	8	0,825	97	0,34	14	0,40	91	0,34	121	0,68	24	77	25	0,455	12	0,86	77	1,345	870
12	0,575	326	0,10	174	0,10	527	4,06	8	0,77	64	0,32	0	0,40	91	0,325	100	0,65	11	77	25	0,45	11	0,84	52	1,335	800
13	0,83	1933	0,22	1597	0,30	5625	4,20	541,6	1,00	248	1,11	3333	0,64	1693	0,86	3957	0,85	141	1,06	2030	0,92	632	1,10	1019	1,71	7518
14	0,665	667	0,145	472	0,17	1180	0,95	0	0,85	116	0,48	263	0,47	398	0,45	540	0,71	40	83	111	0,585	111	0,92	239	1,49	3852
15	0,62	517	0,135	389	0,135	805	0,74	0	0,83	103	0,38	61	0,425	160	0,39	258	0,85	24	77	25	0,485	19	0,885	135	1,43	2037
16	0,605	500	0,185	902	0,175	1208	0,77	0	0,81	87	0,36	39	0,42	142	0,35	145	0,67	15	81	79	0,44	9	0,87	103	1,41	1592
17	0,595	460	0,155	555	0,145	930	0,81	0	0,825	97	0,36	39	0,41	119	0,34	121	0,67	15	81	79	0,43	7	0,855	74	1,40	1444
18	0,67	706	0,17	722	0,20	1805	0,83	0	0,85	116	0,46	222	0,44	216	0,39	258	0,70	34	86	103	0,49	20	0,915	219	1,50	4259
19	0,64	580	0,13	375	0,16	1041	0,83	0	0,84	113	0,40	111	0,40	91	0,36	169	0,68	24	82	93	0,455	12	0,86	77	1,41	1592
20	0,60	500	0,13	375	0,12	694	0,83	24	0,82	97	0,355	28	0,405	102	0,345	130	0,67	12	80	67	0,43	7	0,855	74	1,395	1407
21	0,59	460	0,125	305	0,11	624	0,82	20	0,82	97	0,31	0	0,40	91	0,32	97	0,66	10	805	70	0,42	5	0,84	52	1,36	981
22	0,59	460	0,12	299	0,10	527	0,81	14	0,82	97	0,30	0	0,39	68	0,30	60	0,66	10	79	50	0,41	3	0,82	9,6	1,345	870
23	0,595	460	0,13	375	0,10	527	0,82	20	0,83	103	0,30	0	0,40	91	0,32	97	0,66	10	78	36	0,415	4	0,82	9,6	1,34	811
24	0,58	416	0,12	299	0,08	319	0,82	20	0,82	103	0,30	0	0,395	80	0,32	97	0,66	10	785	37	0,415	4	0,82	9,6	1,33	714
25	0,595	460	0,125	305	0,09	416	0,82	20	0,82	97	0,305	0	0,39	68	0,31	81	0,66	10	78	36	0,42	5	0,825	9,6	1,34	811
26	0,56	283	0,13	375	0,10	527	0,82	20	0,83	103	0,30	0	0,385	60	0,315	89	0,66	10	775	27	0,415	4	0,825	9,6	1,33	714
27	0,565	317	0,115	263	0,09	416	0,81	14	0,81	87	0,28	0	0,385	60	0,31	81	0,65	7	75	3	0,40	1	0,82	9,6	1,34	811
28	0,59	460	0,14	444	0,13	790	0,83	24	0,82	97	0,32	0	0,41	119	0,335	105	0,66	10	78	36	0,415	4	0,85	71	1,36	981
29	0,60	500	0,125	305	0,10	527	0,815	14	0,82	97	0,31	0	0,395	80	0,315	89	0,66	10	77	25	0,425	7	0,855	74	1,34	811
30	0,57	326	0,10	174	0,10	527	0,82	20	0,81	87	0,30	0	0,39	68	0,315	89	0,65	7	77	25	0,41	3	0,84	52	1,335	800
31	0,58	416	0,11	236	0,09	416	0,82	20	0,86	122	0,30	0	0,39	68	0,305	68	0,65	7	775	27	0,41	3	0,84	52	1,33	714

EŞEL NUMARALARI

GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0.53	167	0.11	236	0.095	430	0.82	20	0.80	87	0.29	0	0.39	68	0.305	68	0.65	7	0.775	23	0.405	2	0.84	52	1.33	714
2	0.635	573	0.14	444	0.14	902	0.83	24	0.825	97	0.32	0	0.42	142	0.365	177	0.68	24	0.84	148	0.43	7	0.835	116	1.36	581
3	0.60	500	0.12	299	0.11	624	0.83	24	0.83	103	0.32	0	0.405	102	0.34	121	0.67	15	0.825	103	0.45	11	0.88	123	1.36	581
4	0.78	1500	0.22	1597	0.23	2638	0.90	100	0.885	139	0.63	597	0.525	700	0.55	1200	0.765	73	1.00	1807	0.72	333	1.03	619	1.55	4363
5	0.665	667	0.16	624	0.165	1083	0.865	50	0.845	113	0.46	222	0.46	318	0.43	427	0.705	37	0.81	78	0.54	35	0.935	290	1.45	2963
6	0.655	633	0.11	236	0.15	995	0.855	42	0.83	103	0.41	122	0.425	160	0.39	258	0.69	29	0.865	204	0.53	32	0.895	168	1.44	2407
7	0.645	590	0.10	174	0.12	694	0.84	36	0.825	97	0.355	28	0.41	119	0.365	177	0.66	10	0.85	170	0.445	9	0.835	74	1.37	1055
8	0.605	500	0.095	138	0.11	624	0.81	14	0.82	97	0.33	0	0.40	91	0.335	105	0.66	10	0.835	126	0.42	5	0.845	58	1.355	526
9	0.61	508	0.10	173	0.10	527	0.81	14	0.82	97	0.31	0	0.40	91	0.32	97	0.66	10	0.83	111	0.42	5	0.84	52	1.35	589
10	0.60	500	0.10	173	0.10	527	0.81	14	0.82	97	0.30	0	0.40	91	0.315	89	0.66	10	0.83	111	0.42	5	0.83	19	1.35	589
11	0.60	500	0.10	173	0.095	430	0.81	14	0.82	97	0.29	0	0.39	68	0.305	68	0.65	7	0.82	92	0.47	16	0.825	15	1.34	811
12	0.60	500	0.105	194	0.10	527	0.81	14	0.825	97	0.285	0	0.39	68	0.305	68	0.65	7	0.82	92	0.41	3	0.83	19	1.32	642
13	0.55	233	0.10	173	0.09	416	0.805	12	0.82	97	0.285	0	0.40	91	0.30	60	0.65	7	0.865	204	0.405	2	0.83	19	1.30	464
14	0.60	500	0.10	173	0.085	347	0.80	12	0.81	87	0.29	0	0.39	68	0.30	60	0.645	6	0.89	296	0.405	2	0.83	19	1.29	426
15	0.62	517	0.10	173	0.09	416	0.80	12	0.82	97	0.28	0	0.39	68	0.30	60	0.645	6	0.89	296	0.405	2	0.83	19	1.30	464
16	0.67	706	0.10	173	0.08	319	0.80	12	0.90	155	0.29	0	0.40	91	0.30	60	0.645	6	0.88	252	0.41	3	0.83	19	1.295	444
17	0.60	500	0.09	111	0.085	347	0.80	12	0.82	97	0.28	0	0.39	68	0.295	56	0.645	6	0.88	252	0.40	1	0.835	24	1.30	464
18	0.605	500	0.10	173	0.085	347	0.80	12	0.82	97	0.28	0	0.39	68	0.30	60	0.645	6	0.88	252	0.40	1	0.82	96	1.29	426
19	0.67	706	0.13	374	0.11	624	0.80	12	0.82	97	0.28	0	0.38	45	0.295	56	0.645	6	0.895	237	0.40	1	0.83	19	1.30	464
20	0.66	667	0.11	236	0.10	527	0.82	20	0.82	97	0.38	69	0.42	142	0.34	121	0.695	30	0.99	481	0.68	260	0.90	187	1.34	811
21	0.56	283	0.12	299	0.10	527	0.80	12	0.82	97	0.33	0	0.40	91	0.32	97	0.68	24	0.90	341	0.445	9	0.97	387	1.35	882
22	0.72	567	0.17	722	0.20	1805	0.90	100	0.905	155	0.48	263	0.46	318	0.425	400	0.76	73	0.96	781	0.46	13	0.92	239	1.39	1370
23	0.69	833	0.135	388	0.14	902	0.87	60	0.84	113	0.445	205	0.46	261	0.40	298	0.74	60	0.95	889	0.50	24	0.92	239	1.40	1444
24	0.61	508	0.12	299	0.13	790	0.85	42	0.83	103	0.375	45	0.43	182	0.37	193	0.67	15	0.915	430	0.45	11	0.88	123	1.36	581
25	0.645	590	0.12	299	0.11	624	0.84	36	0.83	103	0.34	14	0.41	119	0.35	145	0.65	7	0.90	341	0.44	9	0.86	77	1.33	714
26	0.64	580	0.115	263	0.11	624	0.82	20	0.82	97	0.32	0	0.40	91	0.34	121	0.65	7	0.88	252	0.42	5	0.84	52	1.32	542
27	0.63	560	0.11	236	0.10	527	0.82	20	0.83	103	0.30	0	0.40	91	0.32	97	0.645	6	0.87	222	0.415	4	0.83	19	1.30	464
28	0.61	508	0.10	173	0.09	416	0.81	14	0.82	97	0.30	0	0.40	91	0.31	81	0.645	6	0.865	204	0.41	3	0.825	15	1.32	642
29	0.67	706	0.175	791	0.185	1388	0.89	80	0.88	139	0.49	269	0.48	443	0.43	427	0.735	56	0.945	741	0.495	22	0.93	277	1.35	882
30	1.14	8226	0.40	4097	0.58	12361	0.99	650	1.05	303	1.30	5806	0.95	2840	0.95	5242	0.89	193	1.14	2444	0.95	667	1.13	1800	1.95	8145
31	0.805	1733	0.21	1458	0.235	4722	0.95	350	0.95	194	0.77	1090	0.55	852	0.62	1820	0.745	63	1.00	1807	0.69	272	1.01	548	1.56	5037

EŞEL NUMARALARI

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
GÜN	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0.625	538	0.115	263	0.14	902	0.90	34	0.81	87	0.36	39	0.41	119	0.37	193	0.63	2.5	0.86	193	0.415	4	0.90	187	1.32	642
2	0.62	519	0.11	236	0.13	799	0.89	20	0.805	87	0.35	28	0.40	91	0.355	160	0.63	2.5	0.855	178	0.41	3	0.86	77	1.33	714
3	0.61	508	0.11	236	0.12	694	0.89	20	0.80	87	0.33	0	0.40	91	0.35	145	0.63	2.5	0.85	170	0.41	3	0.85	71	1.325	685
4	0.63	560	0.11	236	0.12	694	0.89	20	0.81	87	0.33	0	0.40	91	0.35	145	0.63	2.5	0.86	193	0.41	3	0.85	71	1.32	642
5	0.60	500	0.115	263	0.12	694	0.89	20	0.81	87	0.32	0	0.395	80	0.345	130	0.63	2.5	0.86	193	0.41	3	0.84	52	1.315	611
6	0.62	519	0.14	444	0.15	999	0.89	20	0.81	87	0.32	0	0.395	80	0.345	130	0.63	2.5	0.86	193	0.41	3	0.84	52	1.32	642
7	0.62	519	0.12	269	0.13	799	0.88	0	0.82	97	0.36	39	0.40	91	0.35	145	0.63	2.5	0.88	252	0.405	2	0.85	71	1.33	714
8	0.62	519	0.115	263	0.125	749	0.88	0	0.81	87	0.36	39	0.40	91	0.35	145	0.63	2.5	0.835	237	0.405	2	0.845	58	1.32	642
9	0.60	500	0.13	374	0.13	799	0.87	0	0.80	87	0.37	44	0.40	91	0.34	121	0.63	2.5	0.835	237	0.405	2	0.855	74	1.34	811
10	0.65	600	0.15	527	0.155	1013	0.87	0	0.84	113	0.35	28	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.33	714
11	0.62	519	0.135	388	0.125	749	0.87	0	0.84	113	0.35	28	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.32	642
12	0.59	460	0.11	236	0.11	624	0.87	0	0.83	103	0.35	28	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.33	714
13	0.58	416	0.10	173	0.11	624	0.87	0	0.82	97	0.35	28	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.31	553
14	0.58	416	0.10	173	0.11	624	0.88	0	0.81	87	0.35	28	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.32	642
15	0.58	416	0.11	236	0.12	694	0.88	0	0.80	87	0.34	14	0.39	68	0.34	121	0.63	2.5	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.30	464
16	0.60	500	0.13	374	0.135	805	0.88	0	0.80	87	0.34	14	0.39	68	0.34	121	0.625	2	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.30	464
17	0.61	508	0.12	299	0.12	694	0.88	0	0.91	168	0.33	0	0.39	68	0.33	105	0.625	2	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.30	464
18	0.56	283	0.12	299	0.11	624	0.88	0	0.84	113	0.325	0	0.39	68	0.33	105	0.625	2	0.87	222	0.40	1	0.85	71	1.30	464
19	0.61	508	0.12	299	0.11	624	0.87	0	0.82	97	0.325	0	0.39	68	0.33	105	0.625	2	0.86	193	0.40	1	0.83	19	1.31	553
20	0.55	233	0.12	299	0.11	624	0.87	0	0.90	155	0.32	0	0.39	68	0.33	105	0.62	1.5	0.86	193	0.40	1	0.83	19	1.31	553
21	0.54	200	0.12	299	0.11	624	0.87	0	0.82	97	0.315	0	0.39	68	0.33	105	0.62	1.5	0.86	193	0.40	1	0.83	19	1.31	553
22	0.55	233	0.10	173	0.10	527	0.87	0	0.82	97	0.315	0	0.39	68	0.33	105	0.62	1.5	0.86	193	0.40	1	0.82	64	1.30	464
23	0.59	460	0.11	236	0.11	624	0.87	0	0.82	97	0.31	0	0.39	68	0.33	105	0.62	1.5	0.86	193	0.40	1	0.82	64	1.30	464
24	0.55	233	0.105	194	0.10	527	0.87	0	0.82	97	0.31	0	0.38	45	0.40	298	0.615	1	0.855	178	0.40	1	0.815	8	1.295	444
25	0.60	500	0.10	173	0.08	319	0.87	0	0.82	97	0.31	0	0.38	45	0.40	298	0.615	1	0.86	193	0.40	1	0.81	64	1.29	426
26	0.60	500	0.10	173	0.08	319	0.835	0	0.81	87	0.31	0	0.38	45	0.40	298	0.615	1	0.86	193	0.40	1	0.81	64	1.295	444
27	0.60	500	0.10	173	0.08	319	0.87	0	0.81	87	0.31	0	0.38	45	0.40	298	0.615	1	0.86	193	0.40	1	0.81	64	1.29	426
28	0.52	460	0.10	173	0.10	527	0.87	0	0.81	87	0.31	0	0.38	45	0.40	298	0.615	1	0.86	193	0.40	1	0.81	64	1.28	352
29	0.70	867	0.21	1000	0.20	1805	0.95	79	0.99	235	0.62	569	0.495	530	0.58	1467	0.645	5.5	0.93	585	0.40	1	0.89	142	1.33	714
30	0.65	600	0.17	722	0.16	1041	0.90	34	0.82	97	0.42	161	0.445	242	0.40	298	0.63	2.5	0.86	193	0.41	3	0.87	103	1.32	642
31	0.60	500	0.10	173	0.12	694	0.88	0	0.80	87	0.36	39	0.42	142	0.38	226	0.62	1	0.85	170	0.41	3	0.84	52	1.30	464

ESEL NUMARALARI

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
GÜN	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0.565	433	0.11	236	0.10	523	0.88	0	0.80	87	0.29	0	0.41	119	0.33	105	0.625	2	0.195	52	0.41	3	0.825	32	1.29	426
2	0.59	460	0.13	374	0.125	749	0.90	34	0.81	87	0.34	14	0.44	216	0.44	500	0.695	31	0.86	193	0.46	13	0.89	142	1.30	464
3	0.595	460	0.09	104	0.08	319	0.885	20	0.80	87	0.30	0	0.42	142	0.38	226	0.66	10	0.815	85	0.42	5	0.845	58	1.295	444
4	0.54	200	0.08	69	0.08	319	0.885	20	0.80	87	0.30	0	0.41	119	0.365	177	0.655	8	0.80	67	0.41	3	0.83	19	1.29	426
5	0.57	324	0.09	104	0.09	416	0.88	0	0.79	84	0.295	0	0.405	102	0.35	145	0.65	7	0.79	50	0.40	1	0.82	9.6	1.285	363
6	0.53	167	0.09	104	0.08	319	0.88	0	0.77	64	0.295	0	0.40	91	0.33	105	0.63	3	0.78	36	0.40	1	0.81	6.4	1.285	363
7	0.58	416	0.09	104	0.08	319	0.88	0	0.77	64	0.28	0	0.40	91	0.315	89	0.63	3	0.775	24	0.40	1	0.81	6.4	1.28	352
8	0.565	317	0.11	236	0.10	523	0.88	0	0.77	64	0.285	0	0.40	91	0.33	105	0.64	4	0.78	36	0.40	1	0.81	6.4	1.29	426
9	0.61	508	0.09	104	0.09	416	0.90	34	0.82	97	0.36	28	0.45	261	0.37	193	0.665	11	0.80	67	0.41	3	0.83	19	1.295	444
10	0.58	416	0.09	104	0.09	416	0.885	20	0.80	87	0.30	0	0.41	119	0.33	105	0.65	7	0.795	52	0.41	3	0.82	9.6	1.29	426
11	0.61	508	0.35	3403	0.085	347	0.85	0	0.79	84	0.30	0	0.40	91	0.305	68	0.64	4	0.79	50	0.41	3	0.85	71	1.30	464
12	0.86	3400	0.62	2222	0.38	7291	1.01	154	1.10	387	1.58	9445	0.75	2840	0.82	3613	0.83	126	1.03	1867	0.61	150	1.08	9030	1.45	2963
13	0.665	667	0.48	5298	0.18	1347	0.97	113	0.83	103	0.47	236	0.49	182	0.48	726	0.70	34	0.88	252	0.48	18	0.925	256	1.38	1185
14	0.60	500	0.34	3278	0.14	902	0.96	104	0.81	87	0.38	61	0.44	216	0.40	298	0.67	15	0.83	111	0.41	3	0.865	90	1.32	642
15	0.60	500	0.20	153	0.11	624	0.93	75	0.78	71	0.34	14	0.41	119	0.37	193	0.65	7	0.80	67	0.40	1	0.82	9.6	1.30	464
16	0.58	416	0.09	0	0.095	430	0.91	48	0.78	71	0.32	0	0.405	102	0.45	540	0.645	6	0.80	67	0.40	1	0.82	9.6	1.295	444
17	0.58	416	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.81	87	0.32	0	0.40	91	0.44	500	0.64	4	0.79	50	0.40	1	0.81	6.4	1.29	426
18	0.47	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.81	87	0.31	0	0.40	91	0.33	105	0.63	3	0.78	36	0.40	1	0.80	0	1.29	426
19	0.43	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.81	87	0.31	0	0.40	91	0.33	105	0.63	3	0.78	36	0.40	1	0.80	0	1.285	363
20	0.41	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.82	97	0.30	0	0.40	91	0.32	97	0.63	3	0.78	36	0.40	1	0.80	0	1.28	352
21	0.40	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.83	103	0.30	0	0.40	91	0.32	97	0.63	3	0.77	25	0.40	1	0.80	0	1.28	352
22	0.40	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.84	113	0.30	0	0.39	68	0.32	97	0.63	3	0.77	25	0.40	1	0.80	0	1.275	315
23	0.43	0	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.86	123	0.29	0	0.39	68	0.32	97	0.63	3	0.77	25	0.40	1	0.80	0	1.28	352
24	0.50	73	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.88	139	0.29	0	0.39	68	0.32	97	0.63	3	0.77	25	0.40	1	0.79	0	1.275	315
25	0.55	233	0.09	0	0.09	416	0.91	48	0.89	148	0.29	0	0.39	68	0.32	97	0.625	2	0.77	25	0.40	1	0.79	0	1.275	315
26	0.50	73	0.09	0	0.08	319	0.90	34	0.79	84	0.285	0	0.39	68	0.32	97	0.625	2	0.78	36	0.40	1	0.79	0	1.27	304
27	0.49	0	0.09	0	0.07	208	0.90	34	0.78	71	0.27	0	0.38	45	0.32	97	0.62	1	0.78	36	0.40	1	0.78	0	1.27	304
28	0.57	326	0.10	0	0.08	319	0.90	34	0.79	84	0.27	0	0.38	45	0.32	97	0.62	1	0.78	36	0.39	0	0.78	0	1.265	252
29	0.60	500	0.10	0	0.08	319	0.90	34	0.79	84	0.27	0	0.38	45	0.32	97	0.62	1	0.78	36	0.39	0	0.80	0	1.26	244
30	0.50	73	0.10	0	0.07	208	0.90	34	0.78	71	0.27	0	0.38	45	0.30	60	0.615	1	0.77	25	0.39	0	0.80	0	1.265	252
31	0.51	81	0.11	0	0.07	208	0.90	34	0.78	71	0.27	0	0.38	45	0.30	60	0.615	1	0.77	25	0.39	0	0.80	0	1.26	244

ESSEL NUMARARI

ESEL NUMARLARI																											
GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		
	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	
1	0.59	460	0.11	0	0.09	416	0.90	34	0.38	71	0.27	0	0.39	68	0.30	60	0.61	0.4	0.38	36	0.39	0	0.80	0	0.26	244	
2	0.58	416	0.15	56	0.07	208	0.90	34	0.38	71	0.265	0	0.38	45	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
3	0.60	500	0.185	111	0.07	208	0.89	20	0.39	84	0.265	0	0.395	35	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
4	0.59	460	0.20	153	0.08	319	0.89	20	0.39	84	0.27	0	0.395	35	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
5	0.59	460	0.19	139	0.08	319	0.89	20	0.39	84	0.27	0	0.395	35	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
6	0.59	460	0.19	139	0.08	319	0.89	20	0.38	71	0.27	0	0.395	35	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
7	0.59	460	0.20	153	0.08	319	0.89	20	0.81	87	0.265	0	0.395	35	0.28	32	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.27	304	
8	0.61	508	0.20	153	0.07	208	0.90	34	0.38	71	0.27	0	0.38	45	0.285	40	0.61	0.4	0.38	25	0.38	0	0.80	0	0.26	244	
9	0.60	500	0.21	167	0.095	430	0.90	34	0.39	84	0.29	0	0.42	142	0.35	145	0.625	2	0.815	85	0.405	2	0.82	9.6	0.27	304	
10	0.59	460	0.20	153	0.09	416	0.90	34	0.37	65	0.27	0	0.38	45	0.295	56	0.615	1	0.79	50	0.38	0	0.78	0	0.27	304	
11	0.60	500	0.20	153	0.08	319	0.89	20	0.37	65	0.27	0	0.38	45	0.295	56	0.615	1	0.79	50	0.38	0	0.78	0	0.27	304	
12	0.61	508	0.20	153	0.08	319	0.89	20	0.37	65	0.27	0	0.39	68	0.29	48	0.615	1	0.795	52	0.38	0	0.78	0	0.27	304	
13	0.57	326	0.20	153	0.08	319	0.89	20	0.37	65	0.28	0	0.385	60	0.28	32	0.61	0.4	0.80	67	0.38	0	0.77	0	0.26	244	
14	0.59	460	0.19	139	0.08	319	0.89	20	0.37	84	0.27	0	0.385	60	0.27	19	0.61	0.4	0.80	67	0.38	0	0.77	0	0.26	244	
15	0.59	460	0.20	153	0.085	347	0.89	0	0.80	87	0.275	0	0.385	60	0.27	19	0.61	0.4	0.81	79	0.38	0	0.77	0	0.26	244	
16	0.64	580	0.22	194	0.19	1402	0.91	0	0.95	200	0.11	0	0.52	665	0.43	427	0.65	7	0.85	170	0.40	1	0.95	335	0.17	1815	
17	0.61	508	0.20	153	0.10	527	0.96	0	0.80	87	0.31	0	0.39	68	0.30	60	0.62	1	0.78	36	0.38	0	0.79	0	0.30	464	
18	0.59	460	0.19	139	0.09	416	0.95	0	0.77	65	0.28	0	0.385	60	0.29	48	0.61	0.4	0.78	36	0.38	0	0.78	0	0.27	304	
19	0.59	460	0.19	139	0.09	416	0.95	0	0.77	65	0.28	0	0.385	60	0.29	48	0.61	0.4	0.78	36	0.38	0	0.78	0	0.27	304	
20	0.60	500	0.19	139	0.07	208	0.94	0	0.77	65	0.27	0	0.38	45	0.29	48	0.61	0.4	0.78	36	0.37	0	0.77	0	0.26	244	
21	0.60	500	0.19	139	0.09	416	0.93	0	0.78	71	0.27	0	0.38	45	0.29	48	0.60	0	0.78	36	0.37	0	0.77	0	0.26	244	
22	0.60	500	0.18	125	0.08	319	0.93	0	0.77	65	0.27	0	0.38	45	0.29	48	0.60	0	0.78	36	0.37	0	0.77	0	0.26	244	
23	0.60	500	0.17	97	0.08	319	0.93	0	0.78	71	0.27	0	0.38	45	0.29	48	0.60	0	0.78	36	0.37	0	0.77	0	0.26	244	
24	0.60	500	0.17	97	0.07	208	0.93	0	0.83	103	0.265	0	0.38	45	0.29	48	0.595	0	0.78	36	0.37	0	0.77	0	0.26	244	
25	0.58	416	0.17	97	0.07	208	0.92	0	0.805	87	0.265	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.26	244	
26	0.58	416	0.17	97	0.07	208	0.92	0	0.80	87	0.26	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.265	249	
27	0.59	460	0.15	56	0.08	319	↓	0	0.80	87	0.26	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.26	244	
28	0.55	233	0.14	42	0.08	319	↘	0	0.80	87	0.26	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.255	222	
29	0.52	100	0.14	42	0.08	319	↘	0	0.78	71	0.26	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.25	204	
30	0.57	326	0.14	42	0.08	319	↘	0	0.79	84	0.26	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.25	204	
31							↑																				

EŞEL NUMARALARI

GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)
1	0.60	500	0.13	28	0.08	319	↑	0	0.18	71	0.265	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.245	167
2	0.58	416	0.13	28	0.08	319		0	0.16	61	0.27	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.24	148
3	0.59	460	0.13	28	0.08	319		0	0.17	65	0.27	0	0.37	23	0.28	32	0.59	0	0.77	25	0.365	0	0.77	0	0.245	167
4	0.55	233	0.13	28	0.08	319		0	0.17	65	0.27	0	0.38	45	0.275	25	0.585	0	0.76	15	0.36	0	↑	0	0.25	204
5	0.61	508	0.13	28	0.08	319		0	0.18	71	0.27	0	0.38	45	0.28	32	0.585	0	0.76	15	0.36	0		0	0.25	204
6	0.61	508	0.13	28	0.08	319		0	0.18	71	0.27	0	0.38	45	0.28	32	0.585	0	0.76	15	0.36	0		0	0.25	204
7	0.57	326	0.13	28	0.09	416		0	0.16	61	0.265	0	0.37	23	0.27	19	0.59	0	0.75	3	↑	0		0	0.25	204
8	0.57	326	0.13	28	0.09	416		0	0.17	65	0.265	0	0.37	23	0.27	19	0.59	0	0.75	3		0		0	0.25	204
9	0.58	416	0.13	28	0.09	416		0	0.17	65	0.265	0	0.37	23	0.27	19	0.59	0	0.75	3		0		0	0.25	204
10	0.58	416	0.13	28	0.09	416		0	0.17	65	0.265	0	0.37	23	0.27	19	0.59	0	0.75	3		0		0	0.24	148
11	0.61	508	0.13	28	0.09	416	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.37	23	0.27	19	0.59	0	0.75	3		0		0	0.24	148
12	0.635	573	0.13	28	0.085	347	0	0	0.18	71	0.275	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3		0		0	0.245	167
13	0.63	560	0.13	28	0.085	347	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3		0		0	0.24	148
14	0.55	233	0.13	28	0.085	347		0	0.18	71	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
15	0.58	416	0.13	139	0.085	347		0	0.16	61	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
16	0.60	500	0.18	111	0.085	347	↓	0	0.17	65	0.275	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
17	0.61	508	0.18	111	0.085	347		0	0.16	61	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.245	167
18	0.60	500	0.18	111	0.075	264	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
19	0.56	283	0.19	139	0.075	264	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.25	204
20	0.57	326	0.19	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.245	167
21	0.58	416	0.19	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.375	35	0.27	19	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
22	0.57	326	0.19	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.27	0	0.37	23	0.25	0	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.25	204
23	0.57	326	0.19	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.37	23	0.25	0	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
24	0.57	326	0.19	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.37	23	0.25	0	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
25	0.57	326	0.195	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.37	23	0.25	0	0.60	0	0.75	3	↓	0		0	0.24	148
26	0.57	326	0.195	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.36	6	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.245	167
27	0.58	416	0.195	139	0.08	319	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.36	6	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.24	148
28	0.58	416	0.195	139	0.095	430	↓	0	0.17	65	0.285	0	0.36	6	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.245	167
29	0.57	326	0.195	139	0.095	430	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.365	12	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.24	148
30	0.57	326	0.195	139	0.095	430	↓	0	0.17	65	0.28	0	0.365	12	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.24	148
31	0.57	326	0.19	139	0.09	416	↓	0	0.18	87	0.28	0	0.365	12	0.25	0	0.60	0	0.745	0	↓	0		0	0.24	148

ESEL NUMARALARI

GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0.50	8000	0.20	153	0.08	319	0.73	42	0.30	0	0.33	23	0.24	0	0.60	0	0.60	0	0.74	0	0	0	0	1.25	204	
2	0.59	8322	0.21	167	0.08	319	0.74	48	0.30	0	0.33	23	0.30	60	1.30	759	1.30	759	1.05	1938	0	0	0	0	1.24	148
3	0.57	8251	0.17	97	0.07	208	0.73	42	0.28	0	0.33	23	0.33	97	0.70	34	0.70	34	0.70	0	0	0	0	0	1.24	148
4	0.58	8322	0.17	97	0.07	208	0.68	15	0.28	0	0.37	23	0.32	81	0.68	24	0.68	24	0.70	0	0	0	0	0	1.24	148
5	0.54	8129	0.17	97	0.07	208	0.71	32	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.70	0	0	0	0	0	1.24	148
6	0.54	8129	0.17	97	0.07	208	0.70	26	0.28	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.70	0	0	0	0	0	1.23	122
7	0.54	8129	0.17	97	0.08	319	0.73	42	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.70	0	0	0	0	0	1.23	122
8	0.53	8064	0.18	111	0.08	319	0.73	42	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.70	0	0	0	0	0	1.23	122
9	0.55	8161	0.18	111	0.08	319	0.75	55	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.66	0	0	0	0	0	1.23	122
10	0.60	8484	0.19	139	0.08	319	0.75	55	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.66	0	0	0	0	0	1.23	122
11	0.60	8484	0.18	111	0.08	319	0.75	55	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.66	0	0	0	0	0	1.23	122
12	0.58	8322	0.18	111	0.08	319	0.75	55	0.29	0	0.36	6	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.66	0	0	0	0	0	1.23	122
13	0.58	8322	0.18	111	0.07	208	0.70	26	0.30	0	0.36	6	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
14	0.58	8322	0.18	111	0.07	208	0.70	26	0.30	0	0.36	6	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
15	0.57	8251	0.17	97	0.07	208	0.73	42	0.32	0	0.37	23	0.29	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
16	0.57	8251	0.17	97	0.07	208	0.85	116	0.34	14	0.33	23	0.30	60	0.66	10	0.66	10	0.67	0	0	0	0	0	1.22	93
17	0.58	8322	0.19	139	0.07	208	0.80	87	0.32	0	0.33	23	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
18	0.60	8484	0.19	139	0.07	208	0.80	0	0.32	0	0.37	23	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
19	0.60	8484	0.18	111	0.07	208	0.75	55	0.33	0	0.36	6	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
20	0.60	8484	0.18	111	0.07	208	0.72	35	0.33	0	0.33	23	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.23	122
21	0.60	8484	0.18	111	0.07	208	0.72	35	0.33	0	0.33	23	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
22	0.54	8129	0.18	111	0.07	208	0.72	35	0.32	0	0.36	6	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
23	0.54	8129	0.18	111	0.07	208	0.72	35	0.33	0	0.36	6	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
24	0.54	8129	0.19	139	0.07	208	0.70	26	0.33	0	0.36	6	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
25	0.66	8516	0.19	139	0.08	319	0.69	15	0.33	0	0.36	6	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
26	0.10	2000	0.17	97	0.07	208	0.69	15	0.33	0	0.36	6	0.28	32	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
27	0.10	2000	0.17	97	0.07	208	0.71	32	0.33	0	0.36	6	0.29	48	0.65	7	0.65	7	0.66	0	0	0	0	0	1.22	93
28	0.11	2225	0.17	97	0.08	319	0.73	42	0.34	14	0.37	23	0.31	81	0.66	10	0.66	10	0.67	0	0	0	0	0	1.22	93
29	0.18	4128	0.20	153	0.10	529	0.78	71	0.40	11	0.44	216	0.38	226	0.66	10	0.66	10	0.80	67	0.39	0	0	0	1.22	93
30	0.13	2580	0.20	153	0.08	319	0.75	55	0.37	44	0.41	120	0.34	120	0.65	7	0.65	7	0.76	15	0.38	0	0	0	1.22	93
31	0.13	2580	0.20	153	0.08	319	0.70	26	0.28	0	0.36	6	0.30	60	0.64	4	0.64	4	0.67	0	0.36	0	0.77	0	1.24	148

EŞEL NUMARALARI

GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13			
	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)	h (m)	Q (l/s)		
1	0.22	6450	0.19	139	0.06	152	↑	0	0.72	35	0.29	0	0.32	23	0.30	60	0.64	4	0.67	0	0.36	0	0.37	0	0.37	0	1.25	204
2	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.72	35	0.29	0	0.32	23	0.30	60	0.64	4	0.67	0	0.36	0	0.37	0	0.37	0	1.25	204
3	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.72	35	0.29	0	0.32	23	0.30	60	0.64	4	0.67	0	0.36	0	0.37	0	0.37	0	1.25	204
4	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.72	35	0.295	0	0.32	23	0.30	60	0.64	4	0.66	0	0.34	0	0.37	0	0.37	0	1.25	204
5	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.72	35	0.29	0	0.32	23	0.295	56	0.64	4	0.66	0	0.34	0	0.37	0	0.37	0	1.25	204
6	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.70	26	0.29	0	0.365	12	0.295	56	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.245	167
7	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.75	45	0.295	0	0.32	23	0.30	60	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.245	167
8	0.22	6450	0.19	139	0.06	152		0	0.745	48	0.29	0	0.365	12	0.295	56	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.245	167
9	0.22	6450	0.19	139	0.07	208		0	0.745	48	0.30	0	0.365	12	0.30	60	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.24	148
10	0.22	6450	0.19	139	0.07	208		0	0.72	35	0.31	0	0.365	12	0.30	60	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.24	148
11	0.22	6450	0.19	139	0.07	208		0	0.73	42	0.31	0	0.37	23	0.30	60	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.24	148
12	0.10	2000	0.17	97	0.07	264		0	0.69	15	0.31	0	0.37	23	0.29	48	0.645	5.5	0.65	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.22	93
13	0.10	2000	0.17	97	0.07	208		0	0.76	61	0.31	0	0.365	12	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.21	74
14	0.20	5160	0.18	111	0.07	208	↓	0	0.76	61	0.31	0	0.365	12	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.21	74
15	0.20	5160	0.18	111	0.07	208	0	0	0.70	26	0.31	0	0.365	12	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.20	44
16	0.10	2000	0.17	97	0.07	208		0	0.70	26	0.31	0	0.365	12	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.20	44
17	0.10	2000	0.17	97	0.07	208	3	0	0.71	32	0.315	0	0.37	23	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.195	37
18	0.10	2000	0.17	97	0.07	208	4	0	0.70	26	0.31	0	0.365	12	0.30	60	0.645	5.5	0.665	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.195	37
19	0.10	2000	0.17	97	0.08	319	4	0	0.70	26	0.315	0	0.365	12	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.195	37
20	0.10	2000	0.17	97	0.07	208	4	0	0.70	26	0.32	0	0.365	12	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
21	0.20	5160	0.18	111	0.07	208		0	0.70	26	0.32	0	0.365	12	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
22	0.10	2000	0.17	97	0.085	347		0	0.71	32	0.32	0	0.37	23	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
23	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.70	26	0.32	0	0.37	23	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
24	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.72	35	0.32	0	0.375	35	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.195	37
25	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.72	35	0.32	0	0.375	35	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.185	15
26	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.70	26	0.32	0	0.375	35	0.29	48	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
27	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.71	32	0.325	0	0.375	35	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.18	7
28	0.10	2000	0.17	97	0.085	347		0	0.71	32	0.325	0	0.375	35	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
29	0.10	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.70	26	0.32	0	0.375	35	0.295	56	0.645	5.5	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
30	0.10	2000	0.17	97	0.08	319	↓	0	0.72	35	0.32	0	0.375	35	0.29	48	0.64	4	0.66	0	0.33	0	0.37	0	0.37	0	1.19	26
31																												

ESE L NUMARALARI

GÜN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)	h (m)	Q (1/s)
1	0.1	2000	0.17	97	0.08	319	↑	0	0.70	26	0.325	0	0.365	12	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↑	0	↑	0	1.19	26
2	0.1	2000	0.17	97	0.08	319		0	0.71	32	0.325	0	0.365	12	0.29	48	0.64	4	0.66	0		0		0	1.19	26
3	0.2	5160	0.18	111	0.085	347		0	0.71	32	0.32	0	0.365	12	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0		0	1.20	44
4	0.1	2000	0.17	97	0.085	347	↓	0	0.73	42	0.32	0	0.365	12	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↑	0	↓	0	1.20	44
5	0.1	2000	0.175	104	0.09	416	↓	0	0.72	35	0.335	0	0.37	23	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.20	44
6	0.1	2000	0.17	97	0.085	347	↓	0	0.69	15	0.325	0	0.37	23	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.20	44
7	0.2	5160	0.18	111	0.085	347	↓	0	0.70	26	0.335	0	0.37	23	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.19	26
8	0.2	5160	0.18	111	0.085	347	↓	0	0.735	55	0.34	14	0.37	23	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.19	26
9	0.2	5160	0.18	111	0.085	347	↓	0	0.80	87	0.345	14	0.37	23	0.29	48	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.20	44
10	0.2	5160	0.185	132	0.085	347		0	0.72	35	0.355	28	0.375	35	0.295	56	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.21	74
11	0.2	5160	0.185	132	0.09	416	↓	0	0.69	15	0.365	39	0.375	35	0.295	56	0.64	4	0.66	0	↓	0	↓	0	1.21	74
12	0.41	7806	1.20	3806	1.40	31805	2.0	466	0.80	87	0.38	61	0.43	182	0.35	145	0.71	40	0.70	0	0.39	0	0.82	2.6	1.22	93
13	0.38	7774	1.10	3431	1.55	35138	1.54	172	1.45	3548	2.25	25557	1.15	5428	1.85	15806	1.00	348	1.60	4593	1.20	1062	1.60	6129	3.80	41185
14	0.32	7516	0.40	7822	0.55	11805	1.52	120	1.05	323	0.83	1306	1.10	5106	0.45	560	0.31	40	0.76	15	0.68	260	0.90	187	1.55	4963
15	0.26	7322	0.09	535	0.20	1805	1.50	92	0.91	161	0.41	122	1.02	4577	0.39	258	0.66	10	0.70	0	0.64	199	0.85	71	1.45	2963
16	0.20	5160	0.07	396	0.19	1402	1.60	476	0.98	226	0.37	44	0.94	4082	0.34	121	0.66	10	0.67	0	0.635	186	0.83	19	1.45	2963
17	0.15	3161	0.06	333	0.17	1180	1.48	76	0.93	177	0.35	28	0.86	3611	0.33	97	0.66	10	0.66	0	0.635	175	0.82	9.6	1.32	642
18	0.09	1774	0.45	9714	0.60	12500	1.55	236	1.10	387	0.53	361	0.77	2967	0.55	1180	1.08	450	0.95	741	0.84	5055	1.18	2129	1.34	811
19	0.05	1322	0.24	1979	0.45	9166	1.50	92	1.20	710	1.82	16445	0.68	2500	0.93	5113	0.94	259	1.03	1867	0.92	632	1.30	3354	1.45	2963
20	0.04	1193	0.12	757	0.25	3125	1.43	60	1.13	465	0.56	430	0.58	1150	0.44	500	0.70	34	0.70	0	0.70	301	0.94	303	1.32	642
21	0.03	1097	0.085	493	0.22	2291	1.43	60	1.14	484	0.44	200	0.50	551	0.365	177	0.66	10	0.70	0	0.66	225	0.88	123	1.32	642
22	0.02	1000	0.08	465	0.20	1805	1.40	52	1.10	387	0.40	111	0.40	91	0.35	145	0.645	7	0.70	0	0.64	199	0.82	9.6	1.36	781
23	0.01	948	0.035	436	0.185	1388	1.39	50	1.17	587	0.38	61	0.38	45	0.30	60	0.64	4	0.70	0	0.63	178	0.80	0	1.35	789
24	0	903	0.06	333	0.18	1374	1.39	50	1.16	548	0.37	44	0.36	6	0.30	60	0.635	3	0.68	0	0.63	178	0.82	9.6	1.40	1444
25	0.01	806	0.05	264	0.18	486	1.39	50	1.15	523	0.35	28	0.35	0	0.295	56	0.63	3	0.68	0	0.635	186	0.82	9.6	1.45	2963
26	0.03	645	0.27	2694	0.38	3819	1.42	54	1.30	2219	0.81	1236	0.42	142	0.58	1467	1.00	422	0.865	1814	0.92	632	1.16	2077	1.42	1815
27	0.04	613	0.09	535	0.21	972	1.40	52	1.21	781	0.525	350	0.40	91	0.41	347	0.70	120	0.70	555	0.71	77	0.95	729	1.38	2833
28	0.05	548	0.08	465	0.185	528	1.39	50	1.19	677	0.48	263	0.37	23	0.35	145	0.655	67	0.68	370	0.68	58	0.885	13.5	1.36	2519
29	0.06	500	0.075	439	0.18	486	1.33	36	1.26	1806	0.39	92	0.35	0	0.33	97	0.64	59	0.68	370	0.65	47	0.85	71	1.35	2407
30	0.07	467	0.06	333	0.19	625	1.33	36	1.19	677	0.37	44	0.35	0	0.31	81	0.635	58	0.68	370	0.64	43	0.835	24	1.32	1819
31	0.08	452	0.05	264	0.18	486	1.33	36	1.20	710	0.365	39	0.35	0	0.30	60	0.635	58	0.68	370	0.64	43	0.83	19	1.29	1556

EK ÇİZELGE 2 : SU KİMYASI ANALİZ SONUÇLARI

1994 MART-NİSAN (YAĞIŞLI) DÖNEMİ KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

(Değerler mg/l cinsindendir)

Örnek No	Na ⁺⁺	K ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
1	3	0.3	47	7	10	165	6	10
3	3	0.4	40	1	10	116	7	10
4	3	0.4	70	2	10	201	8	10
5	9	0.9	90	7	10	238	14	37
10	9	0.6	42	4	10	140	13	10
12	6	0.7	50	3	12	159	12	11
13	9	1.2	89	5	10	165	13	27
14	9	0.4	16	3	10	67	11	10
17	7	0.4	50	3	10	159	10	10
19	7	0.5	72	4	10	201	10	10
20	22	0.2	27	6	10	134	13	11
21	16	0.6	27	6	10	134	12	10
22	23	0.8	52	7	10	189	14	10
23	12	0.6	72	7	10	214	10	10
25	5	0.7	67	4	10	159	10	10
28	4	0.3	57	3	10	177	6	10
29	5	0.3	47	2	10	140	6	10
30	5	0.2	41	3	10	140	6	10
31	7	0.2	14	2	10	61	6	10
34	4	0.5	77	7	10	214	10	25

1994 MART-NİSAN (YAĞIŞLI) DÖNEMİ KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

(Değerler mg/l cinsindendir)

Örnek No	Na ⁺⁺	K ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
35	4	0.6	43	2	10	127	8	10
36	10	1	86	13	10	171	18	100
37	4	0.6	125	22	10	244	10	160
38	5	0.7	78	9	10	224	10	36
39	5	0.9	72	4	10	183	9	25
40	11	1.7	18	9	21	98	15	10
41	24	4	21	11	10	83	54	23
42	15	3.2	72	22	10	201	20	60
43	144	4.8	67	23	10	384	37	105
45	8	0.7	72	5	10	220	10	10
46	7	1.1	88	7	10	244	12	28
47	8	1.8	19	5	10	73	15	15
48	6	0.7	89	4	10	171	9	18
49	5	0.5	34	1	10	109	7	10
50	5	0.8	72	7	10	189	9	40
54	290	1.2	3	1	15	683	55	11

1994 EYLÜL-EKİM (KURAK) DÖNEMİ KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

(Değerler mg/l cinsindendir)

Örnek No	Na ⁺⁺	K ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
1	3.2	0.15	68	13	10	226	6	8
2	3.2	0.5	65	7	10	226	4	7
3	3.2	0.4	90	4	10	214	5	8
6	7.2	1.3	83	5	10	256	13	19
7	9.2	1	72	3	10	219	14	18
12	6.8	1	62	4	10	214	5	9
15	9.2	0.6	83	5	10	214	8	16
24	4.6	0.6	64	8	10	232	6	9
25	4.6	0.55	61	2	10	201	6	6
29	12	0.75	62	3	10	214	5	17
30	7.2	0.2	58	4	10	207	4	4
31	5.6	0.7	58	3	10	201	3	4.5
32	1.2	3.5	380	100	10	214	11	1250
33	5.6	0.7	76	30	10	214	8	110
34	4.8	0.4	70	7	10	201	8	28
37	24	-	170	40	10	268	5	350
38	6.4	1	70	10	-	214	9	50
39	8	1.6	60	5	10	177	10	25
40	18	1.8	28	12	10	153	13	9.5
50	6	1	81	17	10	177	5	114
51-A	115	3	100	40	10	354	204	72
51-B	82	2.5	92	35	10	299	147	114
52	55	2	95	35	10	409	10	160
53	550	2.8	2	1	30	1318	1.4	5

ANALİZ GÖRÜŞÜ

DOYGUNLUK DEĞERLENDİRMELERİ

Yağış sularının yeryüzüne düşmesinden itibaren litoloji birimleriyle temas ederek başlayan kimyasal tepkimeler, yeraltısuyu dolaşım sistemi konusunda önemli bilgiler sağlar. Suların fiziko-kimyasal özelliklerinden yola çıkarak (T,pH,CO₂,EC,DO), suyun atmosferden başlayarak kaynaktan çıkışına kadar geçen sürede, hangi yollardan ve aşamadan geçtiğinin belirlenmesi amacı ile doygunluk değerlendirmeleri yapılmıştır. Doygunluk indeksleri UKAM tarafından geliştirilen WATEQB Bilgisayar programı ile hesaplanmıştır.

İnceleme alanında karbonatlı birimlerin yoğun olduğu dikkate alınırca suların kalsit ve dolomit gibi minerallere doygun olmaları gerektiği görülür. Özellikle Çatalağzı -360 ile Gelik -260 kotlarında yeralan lokasyonlarda Kalsit dolomitin yüksek doygunluk değerleri vermesi tamamen litolojii ve derinlikle ilgilidir. Kalsit ve dolomitçe zengin litolojik birimlerle temasa geçen doğal sular bu mireraller açısından daha doygun hale gelmektedir.

Doygunluk değerlendirmeleri sonucu bölgede genel olarak iki hidrojeokimyasal ortamın varlığı görülür. Bunlar Dolomitli ve derin dolaşımli,kireçtaşı ve sığ dolaşımli ortamlardır. Bunun yanında yerel litolojik değişimlere ve karışımlara bağlı olarak farklı hidrojeokimyasal ortamların varlığında sözedilebilir.

Saturation Index

Saturation Index Results	Anhydrite	Aragonite	Brucite	Calcite	Monite (d)	Monite (c)	Epsomite	Gypsum	Halite	Huntite
Büyük Ma'ara der Kars	-2.792	0.062	-5.477	0.206	-0.698	-0.148	-5.703	-2.572	-9.184	-5.198
Cumayanı Ma'aradere K	-2.424	0.466	-5.095	0.610	-0.183	0.367	-5.629	-2.204	-8.791	-4.461
Cumayanı Kayna'ı	-2.639	0.310	-5.301	0.454	-0.613	-0.063	-5.962	-2.419	-8.608	-5.441
Dazda'ı Dudenı	-2.067	0.849	-4.440	0.993	0.524	1.074	-5.329	-1.847	-8.122	-3.105
Kurtköy	-2.666	0.444	-5.296	0.587	-0.254	0.296	-5.896	-2.446	-8.626	-4.629
Büyük Ma'ara Dere	-2.783	0.661	-4.282	0.805	0.483	1.033	-5.711	-2.563	-8.912	-2.852
Gökğöl Karst Kayna'ı	-2.822	0.520	-4.693	0.663	-0.142	0.408	-6.092	-2.602	-8.905	-4.445
Ilıca Kayna'ı	-0.518	0.496	-4.495	0.840	0.518	1.068	-3.083	-0.299	-8.701	-2.419
Kokaksu Ma'ara Kayna'ı	-1.639	0.455	-4.551	0.599	0.303	0.853	-4.335	-1.419	-9.028	-2.980
Çatala'ı-360	-2.109	0.499	-4.503	0.643	0.666	1.216	-4.530	-1.889	-6.451	-1.979
Çatala'ı-360	-1.683	0.549	-4.346	0.693	0.765	1.315	-4.107	-1.464	-6.522	-1.785
Gelik-260	-1.765	0.589	-4.246	0.733	0.787	1.337	-4.246	-1.545	-8.110	-1.798
Gelik-620	-4.951	0.127	-4.436	0.271	0.065	0.615	-7.231	-4.732	-7.742	-3.039

Saturation Index

Büyük MaYara der Kars			
Phase	t KaynaY IAP/KT	Log IAP	2 x5 Log KT
Anhydrite	-2.792	-7.153	-4.361
Aragonite	0.062	-8.274	-8.336
Brucite	-5.477	11.363	16.84
Calcite	0.206	-8.274	-8.48
Dolomite (d)	-0.698	-17.238	-16.54
Dolomite (c)	-0.148	-17.238	-17.09
Epsomite	-5.703	-7.843	-2.14
Gypsum	-2.572	-7.153	-4.581
Halite	-9.184	-7.602	1.582
Huntite	-5.198	-35.166	-29.968
Cumayan› MaYaradere K			
Phase	arst Kay IAP/KT	naY› Log IAP	6 x5 Log KT
Anhydrite	-2.424	-6.785	-4.361
Aragonite	0.466	-7.87	-8.336
Brucite	-5.095	11.745	16.84
Calcite	0.61	-7.87	-8.48
Dolomite (d)	-0.183	-16.723	-16.54
Dolomite (c)	0.367	-16.723	-17.09
Epsomite	-5.629	-7.769	-2.14
Gypsum	-2.204	-6.785	-4.581
Halite	-8.791	-7.209	1.582
Huntite	-4.461	-34.429	-29.968
Cumayan› KaynaY›			
Phase	IAP/KT	Log IAP	7 x5 Log KT
Anhydrite	-2.639	-7	-4.361
Aragonite	0.31	-8.026	-8.336
Brucite	-5.301	11.539	16.84
Calcite	0.454	-8.026	-8.48
Dolomite (d)	-0.613	-17.153	-16.54
Dolomite (c)	-0.063	-17.153	-17.09
Epsomite	-5.962	-8.102	-2.14
Gypsum	-2.419	-7	-4.581
Halite	-8.608	-7.026	1.582
Huntite	-5.441	-35.409	-29.968
DazdaY Düdeni			
Phase	IAP/KT	Log IAP	8 x5 Log KT
Anhydrite	-2.067	-6.428	-4.361
Aragonite	0.849	-7.487	-8.336
Brucite	-4.44	12.4	16.84
Calcite	0.993	-7.487	-8.48
Dolomite (d)	0.524	-16.016	-16.54
Dolomite (c)	1.074	-16.016	-17.09
Epsomite	-5.329	-7.469	-2.14
Gypsum	-1.847	-6.428	-4.581
Halite	-8.122	-6.54	1.582
Huntite	-3.105	-33.073	-29.968

Saturation Index

Kurtköy			
Phase	IAP/KT	Log IAP	15 x5 Log KT
Anhydrite	-2.666	-7.027	-4.361
Aragonite	0.444	-7.893	-8.336
Brucite	-5.296	11.544	16.84
Calcite	0.587	-7.893	-8.48
Dolomite (d)	-0.254	-16.794	-16.54
Dolomite (c)	0.296	-16.794	-17.09
Epsomite	-5.896	-8.036	-2.14
Gypsum	-2.446	-7.027	-4.581
Halite	-8.626	-7.044	1.582
Huntite	-4.629	-34.597	-29.968
Büyük MaYara Dere			
Phase	IAP/KT	Log IAP	24 x5 Log KT
Anhydrite	-2.783	-7.144	-4.361
Aragonite	0.661	-7.675	-8.336
Brucite	-4.282	12.558	16.84
Calcite	0.805	-7.675	-8.48
Dolomite (d)	0.483	-16.057	-16.54
Dolomite (c)	1.033	-16.057	-17.09
Epsomite	-5.711	-7.851	-2.14
Gypsum	-2.563	-7.144	-4.581
Halite	-8.912	-7.33	1.582
Huntite	-2.852	-32.82	-29.968
Gökgöl Karst KaynaYı			
Phase	IAP/KT	Log IAP	27 x5 Log KT
Anhydrite	-2.822	-7.183	-4.361
Aragonite	0.52	-7.817	-8.336
Brucite	-4.693	12.147	16.84
Calcite	0.663	-7.817	-8.48
Dolomite (d)	-0.142	-16.682	-16.54
Dolomite (c)	0.408	-16.682	-17.09
Epsomite	-8.092	-8.232	-2.14
Gypsum	-2.602	-7.183	-4.581
Halite	-8.905	-7.323	1.582
Huntite	-4.445	-34.413	-29.968
Ilıca KaynaYı			
Phase	IAP/KT	Log IAP	32 x5 Log KT
Anhydrite	-0.518	-4.879	-4.361
Aragonite	0.496	-7.84	-8.336
Brucite	-4.495	12.345	16.84
Calcite	0.64	-7.84	-8.48
Dolomite (d)	0.518	-16.022	-16.54
Dolomite (c)	1.068	-16.022	-17.09
Epsomite	-3.083	-5.223	-2.14
Gypsum	-0.299	-4.88	-4.581
Halite	-8.701	-7.119	1.582

Saturation Index

Huntite	-2.419	-32.387	-29.968
Kokaksu MaYara KaynaY			33 x5
Phase	IAP/KT	Log IAP	Log KT
Anhydrite	-1.639	-6	-4.361
Aragonite	0.455	-7.881	-8.336
Brucite	-4.551	12.289	16.84
Calcite	0.599	-7.881	-8.48
Dolomite (d)	0.303	-16.237	-16.54
Dolomite (c)	0.853	-16.237	-17.09
Epsomite	-4.335	-6.475	-2.14
Gypsum	-1.419	-6	-4.581
Halite	-9.028	-7.446	1.582
Huntite	-2.98	-32.948	-29.968
ÇatalaYz-360			51A x5
Phase	IAP/KT	Log IAP	Log KT
Anhydrite	-2.109	-6.47	-4.361
Aragonite	0.499	-7.837	-8.336
Brucite	-4.503	12.337	16.84
Calcite	0.643	-7.837	-8.48
Dolomite (d)	0.666	-15.874	-16.54
Dolomite (c)	1.216	-15.874	-17.09
Epsomite	-4.53	-6.67	-2.14
Gypsum	-1.889	-6.47	-4.581
Halite	-6.451	-4.869	1.582
Huntite	-1.979	-31.947	-29.968
ÇatalaYz-360			51B x5
Phase	IAP/KT	Log IAP	Log KT
Anhydrite	-1.683	-6.044	-4.361
Aragonite	0.549	-7.787	-8.336
Brucite	-4.346	12.494	16.84
Calcite	0.693	-7.787	-8.48
Dolomite (d)	0.765	-15.775	-16.54
Dolomite (c)	1.315	-15.775	-17.09
Epsomite	-4.107	-6.247	-2.14
Gypsum	-1.464	-6.044	-4.581
Halite	-6.522	-4.94	1.582
Huntite	-1.785	-31.753	-29.968
Gelik-260			52 x5
Phase	IAP/KT	Log IAP	Log KT
Anhydrite	-1.765	-6.126	-4.361
Aragonite	0.589	-7.747	-8.336
Brucite	-4.246	12.594	16.84
Calcite	0.733	-7.747	-8.48
Dolomite (d)	0.787	-15.753	-16.54
Dolomite (c)	1.337	-15.753	-17.09
Epsomite	-4.246	-6.386	-2.14
Gypsum	-1.545	-6.126	-4.581

Saturation Index

Halite	-8.11	-6.528	1.582
Huntite	-1.798	-31.766	-29.968
Gelik-620			53 x5
Phase	IAP/KT	Log IAP	Log KT
Anhydrite	-4.951	-9.312	-4.361
Aragonite	0.127	-8.209	-8.336
Brucite	-4.436	12.404	16.84
Calcite	0.271	-8.209	-8.48
Dolomite (d)	0.065	-16.475	-16.54
Dolomite (c)	0.615	-16.475	-17.09
Epsomite	-7.231	-9.371	-2.14
Gypsum	-4.732	-9.312	-4.581
Halite	-7.742	-6.16	1.582
Huntite	-3.039	-33.007	-29.968



Weight & Molality Ratios

	Ca/Cl	Ca/SO ₄	Mg/Cl	Mg/SO ₄	Na/Cl	Na/SO ₄	K/Cl	K/SO ₄	Ca/HCO ₃	Mg/HCO ₃	Na/HCO ₃	K/HCO ₃	Ca/Mg	Na/K	Na/Ca
2	8.125	6.566	1.000	0.808	0.375	0.303	0.063	0.051	6.566	0.808	0.303	0.051	8.125	8.000	0.046
6	8.000	4.000	0.500	0.250	0.600	0.300	0.080	0.040	8.081	0.505	0.606	0.081	16.000	7.500	0.075
7	4.200	4.500	0.200	0.214	0.400	0.429	0.053	0.057	6.364	0.303	0.606	0.081	21.000	7.500	0.095
8	5.000	2.895	0.273	0.158	0.591	0.342	0.164	0.095	11.111	0.606	1.313	0.364	18.333	3.611	0.118
15	7.727	7.727	0.455	0.455	0.727	0.727	0.055	0.055	8.586	0.505	0.808	0.061	17.000	13.333	0.094
24	7.556	6.869	0.889	0.808	0.556	0.505	0.067	0.061	6.869	0.808	0.505	0.061	8.500	8.333	0.074
27	6.222	5.657	0.333	0.303	0.556	0.505	0.089	0.081	5.657	0.303	0.505	0.081	18.667	8.250	0.089
32	35.000	0.292	10.000	0.083	0.900	0.008	0.200	0.002	35.354	10.101	0.909	0.202	3.500	4.500	0.026
33	10.889	0.784	2.222	0.160	0.444	0.032	0.089	0.006	9.899	2.020	0.404	0.081	4.900	5.000	0.041
51A	0.572	1.900	0.217	0.720	0.512	1.700	0.014	0.048	9.596	3.636	8.586	0.242	2.639	35.417	0.895
51B	0.626	0.639	0.238	0.243	0.558	0.569	0.017	0.017	9.293	3.535	8.283	0.253	2.629	32.800	0.891
52	7.800	0.650	2.600	0.217	3.000	0.250	0.240	0.020	7.879	2.626	3.030	0.242	3.000	12.500	0.385
53	1.357	0.388	0.643	0.184	392.860	112.240	1.643	0.469	0.063	0.030	18.333	0.077	2.111	239.130	289.470

Molality

Ca/Cl	Ca/SO ₄	Mg/Cl	Mg/SO ₄	Na/Cl	Na/SO ₄	K/Cl	K/SO ₄	Ca/HCO ₃	Mg/HCO ₃	Na/HCO ₃	K/HCO ₃	Ca/Mg	Na/K	Na/Ca
7.187	15.736	1.458	3.193	0.578	1.266	0.057	0.124	0.460	0.093	0.037	0.004	4.929	10.205	0.080
7.076	8.587	0.729	0.988	0.925	1.254	0.073	0.098	0.520	0.054	0.068	0.005	9.705	12.756	0.131
3.715	10.785	0.292	0.847	0.617	1.791	0.048	0.140	0.487	0.038	0.081	0.006	12.738	12.756	0.166
4.423	6.938	0.398	0.624	0.911	1.430	0.148	0.233	0.737	0.066	0.152	0.025	11.121	6.142	0.206
6.835	18.520	0.663	1.796	1.122	3.039	0.049	0.134	0.490	0.048	0.080	0.004	10.312	22.678	0.164
6.683	16.463	1.296	3.193	0.857	2.110	0.060	0.149	0.481	0.093	0.062	0.004	5.156	14.174	0.128
5.504	13.567	0.486	1.197	0.857	2.110	0.061	0.199	0.476	0.042	0.074	0.007	11.323	10.630	0.156
30.959	0.699	14.583	0.329	1.388	0.031	0.181	0.004	2.717	1.280	0.122	0.016	2.123	7.654	0.045
9.632	1.879	3.241	0.632	0.685	0.134	0.081	0.016	0.694	0.233	0.049	0.006	2.972	8.504	0.071
0.506	4.554	0.316	2.845	0.790	7.103	0.013	0.118	0.445	0.278	0.694	0.012	1.601	60.238	1.560
0.554	1.531	0.347	0.960	0.860	2.379	0.015	0.043	0.439	0.275	0.682	0.012	1.595	55.788	1.554
6.900	1.558	3.792	0.856	4.626	1.045	0.218	0.049	0.394	0.217	0.264	0.012	1.820	21.261	0.671
1.201	0.929	0.937	0.726	805.830	469.010	1.490	1.153	0.002	0.002	1.059	0.003	1.281	#####	504.660

PCO2 Results

Sample	T	pH	TDS ppm	PO2 Atm	ppm O2 Atm	PCO2 Atm	ppm CO2 Atm	log PCO2	CO2 Tot
Büyük Ma'ara de	25.0	7.50	299.3	0.00	0.00	0.00860	291.00	-2.18000	0.00374
Cumayan Ma'ara	25.0	7.80	345.7	0.00	0.00	0.00354	156.00	-2.45100	0.00392
Cumayan Kayna'ı	25.0	7.80	286.7	0.00	0.00	0.00302	133.00	-2.52000	0.00331
Dazda'ı Düdeni	25.0	8.10	409.5	0.00	0.00	0.00165	72.70	-2.78200	0.00369
Kurtköy	25.0	7.70	374.5	0.00	0.00	0.00503	221.00	-2.29800	0.00447
Büyük Ma'ara De	25.0	8.10	305.4	0.00	0.00	0.00161	70.90	-2.79300	0.00352
Gököl Karst Ka	25.0	8.10	252.6	0.00	0.00	0.00136	59.90	-2.86600	0.00293
Ilıca Kayna'ı,	25.0	7.60	1856.9	0.00	0.00	0.00419	184.00	-2.37800	0.00332
Kokaksu Ma'ara	25.0	7.80	461.7	0.00	0.00	0.00316	140.00	-2.49700	0.00360
Çatala'ı2-360	25.0	7.70	749.3	0.00	0.00	0.00594	262.00	-2.22600	0.00548
Çatala'ı2-360	25.0	7.80	811.4	0.00	0.00	0.00462	203.00	-2.33500	0.00533
Gelik-260	25.0	7.90	557.3	0.00	0.00	0.00352	155.00	-2.45300	0.00499
Gelik-620	25.0	8.60	1909.4	0.00	0.00	0.00301	132.00	-2.52200	0.002200

Tüm havzadaki su noktalarının Ağustos-Eylül 1993 ayına ait Sıcaklık, PH, Elektriksel kordüktivite ve çözülmüş oksijen değerleri.

Örnek No	Lokasyon	EC(μ mho/cm)	DO(mg/L)	PH	T ($^{\circ}$ C)
1.	Alman Pınarı	426	6.7	7.0	10
2.	Büyük Mağara P.	437	9.1	7.0	12.7
3.	Aydındere (1)	171	9.9	6.9	17
4.	Aydındere (2)	476	10.9	7.5	14.4
6.	Cumayanı Mağara P.	360	10.2	6.98	12.2
7.	Cumayanı P.	441	9.0	6.94	13.1
8.	Sofular Dere P.	456	8.4	7.12	14.6
9.	Kasköy	346	9.6	7.03	23.9
11.	Eğridere	544	6.5	7.2	18.8
12.	Emirköy	305	10.2	7.1	18.5
13.	Oruçlar	468	8.9	7.1	16.5
14.	Acıkiraz D.	213	8.5	7.0	15.7
15.	Kurtköy	507	2.3	7.2	15
16.	Mandıra D.	318	9.5	7.1	17
17.	Yukarıdere (Türk.)	438	9.9	7.5	19.2
18.	Yukarıdere(İsyandere)	248	9.2	7.1	15.2
19.	Yukarıdere (Türkali)	428	9.8	7.3	15.2
20.	Kocaalılıköy	296	8.5	7.1	18.1
21.	Abaklı Dere	237	8.8	7.0	13.8
22.	Kayaaltı Dere	437	6.1	7.4	18.6
23.	Ezber Dere	326	8.7	7.1	18.5
24.	Büyük Mağara D.	437	9.1	7.3	12.7
25.	Küçük Mağara D.	326	8.7	7.1	18.5
27.	Üzülmöz D.	424	12.5	7.0	16.5
28.	Elvan D.	421	11	7.1	17.8
29.	Pazarcık D.	347	8.8	7.35	17.2
30.	Yayla Çeşme D.	330	9.7	7.1	14.2
31.	Kaymak Dere P.	266	8.8	7.0	12.8
32.	Kokaksu (Ilıca)	1969	1.1	7.1	26.6
33.	Kokaksu(Mağara)	650	6.5	7.38	14.9
34.	Kokaksu (Çeşme)	456	8.4	7.12	14.2
35.	Karagöl dere	213	12.9	7.25	14.4
36.	Ulutan Dere	426	9.0	7.6	15

<u>Örnek No.</u>	<u>Lokasyon</u>	<u>EC (μ mho/cm)</u>	<u>DO (mg/L)</u>	<u>PH</u>	<u>T (°C)</u>
37.	Ulutan Kaynak	1117	9.7	7.1	15.2
38.	İhsaniye Kaynak	623	4.3	7.2	14.6
39.	İhsaniye Dere	389	11	7.9	14.8
40.	Kılıç Mahalle	280	13.4	7.1	14.9
44.	Karadon	1235	8.9	8.42	20
45.	Peğendik	395	10.5	7.3	16.7
46.	Dereçatı	396	7.9	7.04	18.8
48.	Üzülmez (Kontakt)	378	7.0	7.1	14.8
49.	Kaymak dere	377	9.9	7.15	15.7



TÜM HAVZADAKİ SU NOKTALARININ 1994 YILININ YAĞIŞLI DÖNEMİNE AİT
ÖLÇÜLEBİLEN SICAKLIK, p^H VE ÇÖZÜLMÜŞ OKSİJEN DEĞERLERİ

Ör.No	Lokasyon	T($^{\circ}$ C)	p^H	DO(Mg/lt)
1	Alman Pınarı	9.8	6.5	7.2
2	Büyük Mağara Pınarı	10.8	6.5	10
3	Aydındere (1)	11.8	6.5	11.8
4	Aydındere (2)	10.4	6.8	9.8
5	Kabaklı	12.55	7.3	10.5
6	Cumayanı Mağara Pınarı	9.9	7	10.8
7	Cumayanı Pınarı	11.8	6.8	5.1
8	Sofular Dere	11	6.8	9.9
10	Muslu	12	6.7	11.9
11	Eğridere	13.4	6.8	11.1
12	Emirköy	11.5	6.7	10.1
13	Oruçlar	10.3	7	9.2
14	Acıkiraz Dere	13	6.3	9.5
15	Kurtköy	15	7	3.5
17	Yukarı D. (Türkali)	12	6.7	10.5
18	Yukarı D. (İsyandere)	10.6	6.2	10.7
19	Yukarı D. (Türkali)	12.7	7	11
20	Kocaali Köy	14.6	6.5	9.8
21	Abaklı D.	14.6	6.5	9.8
22	Kayaaltı D.	16.2	7.3	15
23	Ezber D.	13.5	7.3	10.8
24	Büyük Mağara D.	13.8	7	11
25	Küçük Mağara D.	13.1	7	10.8
27	Üzülmüz D.	10.2	6.7	10.7
28	Elvan D.	13	7	10.1
29	Pazarcık D.	14.1	7	10.6
30	Yayla Çeşme D.	13.2	6.7	8.3
31	Kaymak Dere P.	10	6.3	9.9
32	Kokaksu (Ilıca)	26	7.3	0.6
33	Kokaksu (Mağara)	14.7	7	7.6
34	Kokaksu (Çeşme)	13.8	6.7	9.8

<u>Ör.No:</u>	<u>Lokasyon</u>	<u>T(°C)</u>	<u>pH</u>	<u>DO(Mg/lit)</u>
35	Karagöl D	13.8	7	11.7
36	Ulutan D.	16.6	7.1	11.6
37	Ulutan Kaynak	13.7	6.7	8.4
38	İhsaniye Kaynak	12.5	7	7.2
39	İhsaniye Dere	15.6	7	11.7
40	Kılıçmahalle	10.5	6.7	10.6
41	Bağlık	13	6.7	8.6
42	İnağzı	13.7	6.7	10.1
43	Karadon (I)	18.3	7.8	9
45	Peğendik D.	14.4	6.7	10.2
46	Dereçatı	10.1	6.8	10.3
47	Kilimli	10	6.5	10.8
48	Üzülmez (Kontakt)	12	7	11.4
49	Kaymak Dere	13.7	6.5	7.8
50	İhsaniye P.	10.5	7.2	9.9
51	Çatalağzı -360 Kuzey Alın	20.3	7.3	1.2
52	Gelik -260	13.9	7	2

TÜM HAVZADAKİ SU NOKTALARININ 1994 YILININ KURAK DÖNEMİNE AİT ÖLÇÜLEBİLEN
SICAKLIK, PH, ELEKTRİKSEL KONDÜKTİVİTE ve ÇÖZÜLMÜŞ OKSİJEN DEĞERLERİ

Ör.No	Lokasyon	:	EC(Mmho/cm)	T(°C)	pH	DO(mg/lt)
1	Alman Pınarı	-	410	14,3	-	9.1
2	Büyük Mağara Pınarı	-	364	12	-	11
3	Aydındere (1)	-	455	12,4	-	-
6	Cumayanı Mağara P.	-	449	11,7	-	-
7	Cumayanı P.	-	405	12,0	-	-
12	Emirköy Kaynağı	-	341	18.8	6	8.9
15	Kurtköy	-	492	15.5	6	2.5
18	Yukarı Dere (İsyandere)	-	244	15.7	6.5	7.2
24	Büyük Mağara D.	-	360	17.4	-	9.6
25	Küçük Mağara D.	-	308	16.8	-	9.8
29	Pazarcık D.	-	356	19.3	-	8.8
30	Yayla Çeşme D.	-	312	16.4	-	12.5
31	Kaymak Dere P.	-	310	18.6	-	18.9
32	Kokaksu (Ilıca)	-	2030	26.7	-	-
33	Kokaksu (Mağara)	-	563	15.2	-	-
34	Kokaksu (Çeşme)	-	397	14.7	-	-
37	Ulutan Kaynak	-	998	17.6	-	-
38	İhsaniye Kaynak	-	405	16	-	-
39	İhsaniye Dere	-	329	23.3	-	-
40	Kılıç Mahalle	-	284	17.4	-	9.6
50	İhsaniye Pınar	-	512	19.3	-	-
51	Çatalağzı-360 Kuzey Alın	-	1283	21.8	4.5	0.4
51-B	Çatalağzı-360 Sıfır Pas	-	1026	22.9	4.5	0.4
52	Gelik-260	-	830	14.6	6.8	0.6
53	Gelik Yeni Kuyu -620	-	1861	28.1	7.5	6.7

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Barbaros ERDURAN

Doğum Yeri : Alaçam

Doğum Yılı : 23.06.1965

Medeni Hali : Evli

EĞİTİM VE AKADEMİK DURUM

Lise : 1981 - 1982 Samsun Devrim Lisesi

Lisans : 1982 - 1987 Hacettepe Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Jeoloji (hidrojeoloji) Mühendisliği

Yabancı Dil : İngilizce

İŞ TECRÜBESİ

1989-1992 Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su
Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi

1992-1996 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü