

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇATALCA(İSTANBUL)-MURATBEY KÖYÜ
KARSTİK KAYNAKLARININ HİDROJEOLÖJİK
İNCELEMESİ**

142633

142633

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Hakan DUMAN

Enstitü No: 505011153

Tezin Enstitüye Veriliş Tarihi: 22.12.2003

Tezin Savunma Tarihi: 13.12.2003

Tez Danışmanı: Y.Doç.Dr Tolga Yalçın (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr Erdoğan Yüzer (İTÜ)

Doç.Dr Atiye Tuğrul (İST.ÜNİV.)

ARALIK 2003

**Y.B. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

İ.T.Ü Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı tarafından verilen bu yüksek lisans çalışmasında İstanbul-Çatalca- Muratbey Köyü civarında yeralan karstik kaynakların hidrojeolojik incelemesi yapılmıştır. Bölgede daha önceki yıllarda gerçekleştirilmiş araştırmaların ve mevcut bilgilerin değerlendirilmesinden sonra, jeolojik ve hidrojeolojik arazi çalışmaları tamamlanmış ve elde edilen tüm bilgiler göz önüne alınarak, sonuçları bir rapor haline getirilmiştir.

Her geçen gün daha fazla gelişen sanayi ve yerleşime koşut olarak suya olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Su ihtiyacının karşılanmasında yeraltısuyunun önemi oldukça fazladır. Bu çalışmada; gerek daha önceki çalışmalardan toplanan veriler ve gerekse inceleme alanında yapılan arazi gözlemlerine dayanarak elde edilen veriler denetlenmiş, bölgenin hidrojeolojik özellikleri ortaya konmuştur. İnceleme alanında yeralan Çatalca ilçe merkezi ile bu ilçeye bağlı Muratbey Köyü arasında yeralan Eosen yaşlı resifal kireçtaşlarından boşalan ve debileri yağışla artış gösteren iki adet karstik kaynağın bir hidrolojik yıl içerisindeki özelliklerinin hidrojeolojik açıdan incelenmesi bu çalışmanın esasını oluşturmaktadır. Ayrıca bu iki karstik kaynağa ait su örneklerinin su kalitesi incelenmiş ve suların içme suyu açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tez çalışmalarımın her safhasında bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan ve bunları etkin bir biçimde kullanmamı sağlayan, çalışmalarımın her aşamasında desteğini ve iyi niyetini benden hiç esirgemeyen Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli hocam Y.Doç.Dr Tolga YALÇIN'a en içten dileklerimle çok teşekkür ederim.

Jeolojik ince kesit incelemelerinde önemli ölçüde yardımcı olan Doç. Dr. Can Genç ve tez çalışmasına ait arazi verilerinin bilgisayara aktarılması aşamasında emeğini benden esirgemeyen değerli arkadaşım, Araştırma Görevlisi Mustafa YILMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm eğitim yaşamım boyunca olduğu gibi, Yüksek Lisans eğitimim sırasında şahsımdan maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, başta babam Cemal DUMAN olmak üzere tüm aileme en derin duygularıyla teşekkür ederim.

08.12.2003

Müh. Hakan Duman

İÇİNDEKİLER

ÇİZELGE LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği	1
1.2. Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Araçlar	2
2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI	3
2.1. Coğrafi Konum, Ulaşım ve Yerleşim	3
2.2. Morfoloji ve Bitki Örtüsü	3
2.3. İklim ve Meteoroloji	4
3. BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ	8
3.1. Stratigrafi ve Litoloji	8
3.1.1. Gnays	10
3.1.2. Istranca Grubu	11
3.1.2.1. Taştepe Fillat Kalk Şist Üyesi	12
3.1.2.2. Mahya Şisti	13
3.1.2.3. Şermat Kuvarsiti	14
3.1.3. Şeytandere Metagraniti	16
3.1.4. Kırklareli Kireçtaşı	18
3.1.5. Pınarhisar Formasyonu	21
3.1.6. Süloğlu Formasyonu	22
3.1.7. Danişment Formasyonu	23
3.1.8. Alüvyon ve Yamaç Molozu	24
3.2. Yapısal Jeoloji	24
3.2.1. Tabakalar ve Kıvrımlar	24
3.2.2. Çatlaklar ve Faylar	25
3.3. Jeolojik Evrim	26

4. HİDROJEOLOJİ	27
4.1. Meteoroloji Verileri ve Penman Bilançosu	27
4.2. Su Noktaları	27
4.2.1. Akarsular	27
4.2.2. Kaynaklar	29
4.2.3. Karstik Kaynakların Baz Akım Analizi	29
4.2.4. Kuyular	33
4.3. Yeraltı Su Düzeyi ve Hidrolik Eğim	33
4.4. Akiferler	33
4.4.1. Çok Zayıf Akifer	33
4.4.2. Zayıf Akifer	34
4.4.3. Yerel Çatlaklı (Karbonatlı) Akifer	34
4.4.4. Yerel Taneli Akifer	34
4.5. Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı	34
4.6. Karstik Hidrojeolojisi ve Karstlaşma	35
4.6.1. Bölgesel Karstlaşma	37
4.6.2. Türkiyede Yeralan Karst Bölgeleri	38
5. SU KİMYASI	40
5.1. Suların İçilebilirlik Özellikleri	40
5.2. Suların Sulama Suyu Açısından Özellikleri	54
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
6.1 Jeolojik ve Jeomorfolojik verilerin değerlendirilmesi	56
6.2 Hidrojeolojik verilerin değerlendirilmesi	57
6.3 Su kimyası verilerinin değerlendirilmesi	58
KAYNAKLAR	60
EKLER	
EK-1 MURATBEY VE ÇEVRESİNİN JEOLOJİ HARİTASI	
EK-2 MURATBEY VE ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİ HARİTASI	
EK-3 ÖLÇÜM YAPILAN DÖNEME AİT YAĞIŞ(P), VE KAYNAKLARA AİT KLOOR(CI), DEBİ(Q), BİKARBONAT(HCO3) DEĞERLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMLERİ .	
ÖZGEÇMİŞ	62

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Florya Meteoroloji İstasyonu Verileri (1937-1990).	7
Çizelge 4.1. İnceleme alanının Penman yöntemi ile hazırlanan su bilançosu	28
Çizelge 4.2. İnceleme alanında yer alan karstik ve diğer bazı kaynaklara ait veriler.	30
Çizelge 4.3. Karstik kaynaklarda ölçülen debi değerleri.	30
Çizelge 4.4. İnceleme alanında yer alan kuyular.	33
Çizelge 5.1. İçilebilir suların fiziksel ve kimyasal özellikleri.	41
Çizelge 5.2. Arazide Muratbey kaynağında ölçülen bazı kimyasal değerler.	45
Çizelge 5.3. Arazide Akçeşme Pınarı kaynağında ölçülen bazı kimyasal değerler.	46
Çizelge 5.4. Muratbey kaynağının anyon değişimi.	47
Çizelge 5.5. Akçeşme Pınarı kaynağının anyon değişimi.	48
Çizelge 5.6. Karstik kaynaklardan alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.	48
Çizelge 5.7. İnceleme alanında yeralan kuyuların kimyasal analiz sonuçları.	50
Çizelge 5.8. İstanbul Büyükçekmece Gölü kenarındaki iki yağmur suyu örnekleme istasyonunda toplam 79 yağmursuyu örneğinde ölçülen değerler.	52

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 :İnceleme alanına ait yer bulduru haritası.	5
Şekil 2.2 :30.03.2001-30.05.2002 tarihleri arasındaki inceleme alanı ve yakın çevresindeki yağış miktarları.	6
Şekil 3.1 :İnceleme alanı ve çevresinin stratigrafik kesiti.	9
Şekil 3.2 :Elbasan köyü kuzey doğusundan gözlenen Gnayslar.	10
Şekil 3.3 :Gnayslara ait ince kesit fotoğrafları.	11
(a)-(b)	
Şekil 3.4 :Taştepe fillatlı kalk şist üyesine ait ince kesit fotoğrafları	13
(a)-(b)	
Şekil 3.5 :İnceleme alanı içinde, altta Taştepe fillatlı kalk şist üyesi sol üstte Mahya şistinden oluşan birim.	14
Şekil 3.6 :İnceleme alanında Sazlı Tepe'yi oluşturan kuvarsitler.	15
Şekil 3.7 :Üst kuvarsit serisine ait ince kesit fotoğrafları.	16
(a)-(b)	
Şekil 3.8 :İnceleme alanında metamorfik kayaları kesen granit (Kartal tepe'nin batısı).	17
Şekil 3.9 :Granite ait ince kesit fotoğrafları.	18
(a)-(b)	
Şekil 3.10 :Metapelitik fillat-şist ile Kırklareli kireçtaşı arasındaki uyumsuzluk.	19
Şekil 3.11 :Kırklareli kireçtaşı içerisinde bulunan açık işletme (Akçeşme bahçesi kuzeyi).	19
Şekil 3.12 :Kırklareli kireçtaşına ait ince kesit fotoğrafları.	20
(a)-(b)	
Şekil 3.13 :Pınarhisar formasyonu (Maya tepenin kuzeyi).	22
Şekil 3.14 :Kırklareli kireçtaşı içerisinde yeralan çatlaklı yapı(Pamuk Tepe).	25
Şekil 4.1 :Muratbey Karstik Kaynağı (KK2) Baz Akım Grafiği	32
Şekil 4.2 :Akçeşme Pınarı Karstik Kaynağı (KK1) Baz Akım Grafiği	32
Şekil 4.3 :Kaynakların hidrojeolojik modellemesi	35
Şekil 4.4 :Kırklareli kireçtaşında yüzeyde gözlenen erime boşlukları.	37
(a)-(b)	
Şekil 4.5 :Türkiye'nin Karbonat kayaları mostralarını gösteren harita.	38
Şekil 5.1 :Arazi çalışmaları süresince kullanılan ölçüm aletleri.	43
Şekil 5.2 :Sülfat analizlerinde kullanılan spektrofotometre.	44
Şekil 5.3 :Klor analizlerinde kullanılan titrasyon aleti	44
Şekil 5.4 :İnceleme alanındaki kaynak ve kuyulara ait PİPER diyagramı.	51
Şekil 5.5 :Yağmursuyu ile karstik kaynaklarda ölçülen değerler arasındaki ilişki.	52

Şekil 5.6	Karstik kaynaklardaki Debi-EC değişim grafikleri.	53
Şekil 5.7	Karstik kaynaklardaki Debi-pH değişim grafikleri.	54



ÖZET

İstanbul-Çatalca ilçe merkezi ile bu ilçeye bağlı Muratbey Köyü arasında yeralan Eosen yaşlı resifal kireçtaşlarından boşalan iki adet karstik kaynağın bir hidrolojik yıl içerisindeki özelliklerinin incelenmesi bu çalışmanın esasını oluşturmuştur.

Muratbey Köyü yakınlarında yeralan (K 41°05'.384 D 28° 30'.043), KK-2 olarak adlandırılan 7,6 l/s en yüksek debili kaynaklardan biri köyün içme ve kullanma suyunu oluşturmaktadır. Diğer kaynak Muratbey Köyünün kuzeyinde yeralan (K 41° 07'.089 D 28° 28'. 780) KK-1 isimli 5 l/s en yüksek debi değerine sahip Akçeşme Pınarı olarak bilinen kaynaktır. Bu kaynak zaman zaman sulama için kullanılmaktadır. Bu iki kaynak çıkış noktalarından Koğuk Dere'ye katılarak Büyük Çekmece Gölüne boşalmaktadır.

Karstik sistemler kireçtaşlarının asidik özellikteki yağış suları tarafından eritilmesiyle oluşurlar. Bu yüzden yeraltı suları, bu sistemin oluşturduğu mağara, kanal ve çatlaklarda hareket ederler. Suyun hareket ettiği ortamın niteliğine göre, su akımı laminar veya türbülanslı olabilir. Bu durum suyun hızına bağlı olup, su ile kayacın temas süresini etkilemekte ve suyun kimyasal bileşiminde değişikliklere neden olmaktadır. Suyun akış hızını etkileyen en önemli etken beslenme olup, beslenme ise yağış ve dolayısıyla mevsimsel değişikliklere bağlıdır. Yeraltı suyunun boşaldığı karstik kaynakların bir yıl boyunca incelenmesi ile, karstik sistemin davranışı hakkında bazı önemli bilgiler elde edildi.

İki kaynak arazide alkalinite, asidite, sıcaklık, elektrik iletkenliği, pH, debi değişimlerinin ölçümü vasıtasıyla bir yıl süresince incelendi ve su örnekleri aylık olarak analiz edildi. Ayrıca, kaynakların diğer su kaynakları ile ilişkisi ve jeolojik, hidrojeolojik, litolojik özelliklerinin elde edilmesi için 1/25.000 ölçekli haritalama yapıldı.

Boşalım miktarı ve kimyasal değişimler bir yıllık zaman periyodu içerisinde incelendi. Arazi ve laboratuvar gözlemlerine dayanarak, sülfat, klor, bikarbonat, pH, elektrik iletkenliği, asidite, alkalinite değişimleri yağmurlu ve kuru periyotlarda ölçüldü ve sonuçlar bu çalışma içerisinde sunuldu. Boşalım katsayısı değerlerinin $0,87-5,44 \cdot 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$ arasında değişmesi, her iki kaynağın bulunduğu alanlardaki yeraltı su akışının çatlaklar boyunca olduğunu göstermektedir. Karbonat akiferin dinamik hacmi (depolama kapasitesi, V_s) yaklaşık olarak $0,2-2,6 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ ve akiferden çıkan yeraltı suyu kimyasal olarak kalsiyum bikarbonat tipindedir.

SUMMARY

The principal aim of this study is to perform the hydrogeologic investigation of two karstic springs emerging from Eocene reefal limestone (The Kırklareli limestone) located between Çatalca and Muratbey village, Istanbul in a hydrogeological yearlong.

One of the spring named as KK-2 (N 41° 05'.384 E 28° 30'.043) with 7,6 l/s max. discharge is located near the Muratbey village which is the main water supply of the village. The other spring at north of Muratbey called KK-1 (N 41° 07'.089 E 28° 28'.780) is known as Akçeşme Pınarı having 5 l/s max. discharge value. This spring is occasionally used for irrigation. These two springs discharge to the Koğuk Creek and then to the Büyük Çekmece Lake.

Karstic systems generally occur due to dissolution of limestones by acidic rain waters. Therefore, groundwater moves through dissolution cavities, canals and fractures. The flow of groundwater can be laminar or turbulent depending on type of passage, which affects the contact time of water&rock, therefore chemical properties of groundwater. The recharge is the main function of the flow of groundwater. The recharge is dependent on the rainfall and hence the seasonal variations. With a yearlong investigation of both springs at the discharge point, important informations about the nature of the karstic system were obtained.

The two springs have been examined a year long by measuring variations of discharge rate, pH, electrical conductivity (or specific conductance), temperature, acidity and alkalinity in the field, and the sampled waters have been analyzed monthly. Furthermore, 1/25,000 scaled mapping was carried out to obtain geologic, lithologic and hydrogeologic properties and the connection of karstic springs with other water resources.

Discharge amount and chemical variations were investigated in a year long period. Based on field and laboratory measurements, variations of sulphate, chloride, bicarbonate, pH, electrical conductance, acidity and alkalinity were measured in rainy and dry periods and the results are presented in this study. The recession (discharge) coefficient (α) values ranging between $0.87-5.44 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ indicate that the flow of groundwater in the vicinity of both springs is primarily through joints. Dynamic volume (storage capacity, Vs) of the carbonate aquifer is around $0.2-2.6 \times 10^5 \text{ m}^3$, and the groundwater issuing from this aquifer is chemically calcium bicarbonate type.

1. GİRİŞ

Bu bölümde çalışmanın amacı, içeriği ve buna uygun olarak uygulanan çalışma yöntemleri ile kullanılan gereçler hakkında bilgi verilmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Bu çalışmanın amacı İstanbul ili Çatalca ilçesi Muratbey Köyü ve yakın çevresinin jeolojik, hidrojeolojik birimlerinin belirlenmesi ve inceleme alanı içerisinde yer alan iki adet kaynağın bir yıl boyunca gözlenerek hidrojeolojik özelliklerinin tesbiti ve bu kaynaklardan alınmış su örnekleri üzerinde yapılan arazi ve laboratuvar kimyasal deneyleri baz alınarak bu bölgedeki akiferlerin türleri, yayılımları, ve suların içindeki sülfat, klor, bikarbonat, pH, elektrik iletkenliği, asidite, alkalinite değişimlerinin belirlenmesidir. Ayrıca inceleme alanındaki her iki karstik kaynağın sıcaklık, pH, EC (elektrik iletkenlik), asidite, alkalinite, klor, sülfat ve bikarbonat değerleri incelenerek, bu niceliklerin inceleme alanı içerisinde nasıl değişiklikler gösterdikleri değerlendirilmiştir.

Arazi çalışmalarından önce bölgenin jeolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili önceki yıllarda yapılmış çalışmalar derlenmiştir. Bu çalışmalardan değişik amaç ve doğrultuda yer yer yararlanılmış ve çalışmanın kapsamına bağlı olarak bazı kısımlara yeni ekler getirilmiş veya değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Tüm jeolojik çalışmalar sonucunda inceleme alanı içerisindeki kayaçların litolojik ve yapısal özellikleri belirlenmiş ve 1/50.000 ölçekli jeoloji haritası çıkarılmıştır. Tüm bu yapılanlara ek olarak, bölgedeki kayaç türlerinin hidrojeolojik özellikleri incelenerek çalışma alanının 1/50.000 ölçekli hidrojeoloji haritası çıkarılıp, akifer türleri belirlenmiştir. Ayrıca inceleme alanının su noktaları, eş yeraltı suyu düzeyi eğrileri ve yeraltı suyu akım yönü gösterilmiştir.

1.2 Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Araçlar

Arazi çalışması sırasında inceleme alanının 1/25.000 ölçekli Kırklareli-F20-c2 ve c3 no'lu topoğrafik haritalarından yararlanılmış ve Brunton tipi jeolog pusulası, çekiç, Garmin marka GPS aleti ve lup kullanılmıştır. Bölgedeki litolojik birimler birbirinden ayrılmış ve dokanak sınırları mostraların işaretlenmesi yada formasyon sınırlarının izlenmesi yöntemleri ile haritaya geçirilmiş ve çatlaklardan, tabakalı yapılardan çok sayıda ölçüler alınmıştır. İnceleme alanı içerisinde yer alan karstik kaynaklardan, bir yıl boyunca düzenli olarak aylık su örnekleri alınmış, alınan su örnekleri üzerinde, çalışmanın amacına uygun olarak arazide Elektrik İletkenliği (EC), pH ve Sıcaklık (T) ölçmek için portatif aletler, asidite ve alkalinite ölçmek için MERCK titrasyon kiti kullanılmıştır.

Bölgede 01.04.2001-06.07.2002 tarihleri arasında yürütülen hidrojeolojik etüd, jeolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin saptanması için arazi çalışması, su noktalarının arazi ölçümleri ve su kimyasının belirlenebilmesi için su örneklerinin alınması şeklinde yürütülmüştür. Su noktalarında seviye, debi, pH, elektrik iletkenlik, sıcaklık, asidite ve alkalinite ölçümleri arazide yapılmış, alınan su örneklerine ait kimyasal analizler İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji laboratuvarlarında yapılmıştır.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

İnceleme alanının coğrafi konumu ve ulaşım koşulları ile morfolojik özellikleri bu bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

2.1 Coğrafi Konum, Ulaşım ve Yerleşim

İnceleme alanı Marmara Bölgesinin Trakya kesiminde İstanbul ili sınırları içerisinde bulunan Çatalca ilçesinin güneybatısında yer almaktadır. İnceleme alanı kuzeyden Çatalca ilçesi Elbasan köyü, güneyden yine aynı ilçeye bağlı Ovayenice köyü, güneydoğudan Muratbey köyü ve kuzeybatıdan Çatalca ilçe merkezi ile çevrili yaklaşık olarak 50 km² lik bir alanı oluşturmaktadır.

İnceleme alanına ulaşım İstanbul – Tekirdağ E5 Karayolu üzerinden, İstanbul şehir merkezine yaklaşık 50 km uzaklıkta bulunan Çatalca sapağından sonra İstanbul Trakya Serbest Bölgesi karşısından güneybatıya ayrılan ve Büyükçekmece Gölü'ne paralel olarak devam eden yol ile, sapağa yaklaşık 10 km uzaklıktaki inceleme alanına ulaşılmaktadır (Şekil 2.1).

İnceleme alanı sınırları içerisinde irili ufaklı bir çok çiftlik yer almaktadır. Bundan dolayı bölgede yaz ve kış ayları arasında nüfus farkı vardır. Bölgede nüfus daha çok Çatalca ilçe merkezi etrafında yoğunlaşmakla birlikte, bu sayı 5000 civarındadır.

2.2. Morfoloji ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanındaki yükseltiler esas olarak jeolojik yapının ve litolojinin denetiminde, genel olarak D-B doğrultusunda gelişmişlerdir. Kuzeybatıdan ilçe merkezine doğru Istranca Dağları'nın uzantısı olan tepecikler uzanır. İnceleme alanında en yüksek tepe Sazlı Tepe (324 m) ve Şehitlik Tepe (324 m) olmakla birlikte, daha sonra sırası ile Domuz Tepe (240 m), Yeldeğirmeni Tepesi (234 m), Sarıkaya Tepe (238 m), Çakıl Tepe (235 m), Maya Tepe (220m), Pamuk Tepesi (218 m), Manastır Tepesi (201 m), gibi yükseltiler yer almaktadır.

İnceleme alanındaki akarsu drenaj ağını Koğuk deresi ve kolları oluşturmaktadır. Bu dere yeraltı ve yerüstü suları açısından çalışma alanının en önemli akarsuyudur. Ayrıca Domuz dere, Hükümet dere, Ayazma dere inceleme alanında yeralan diğer dereler arasında bulunmaktadır.

İnceleme alanının güney kesiminde Marmara denizi sahil şeridinde turizm sektörü gelişmiş durumdadır. Çatalca ilçe merkezi civarında yoğun bir şekilde yazlıklar ve çiftlik evleri bulunmaktadır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde ikamet eden yöre halkının ekonomisi çoğunlukla tarıma dayanmaktadır. Tarım alanları çoğunlukla inceleme alanının Batısında yer almakta olup buğday, ayçiçeği, arpa, hayvan yemleri (yonca, fiy, burçak) ve çeşitli mevsim sebze ve meyveleri ilk sırayı alan ürünlerdir. Hayvancılık sadece süt ve besi için, evsel ihtiyaçları karşılamak amacıyla yapılmaktadır.

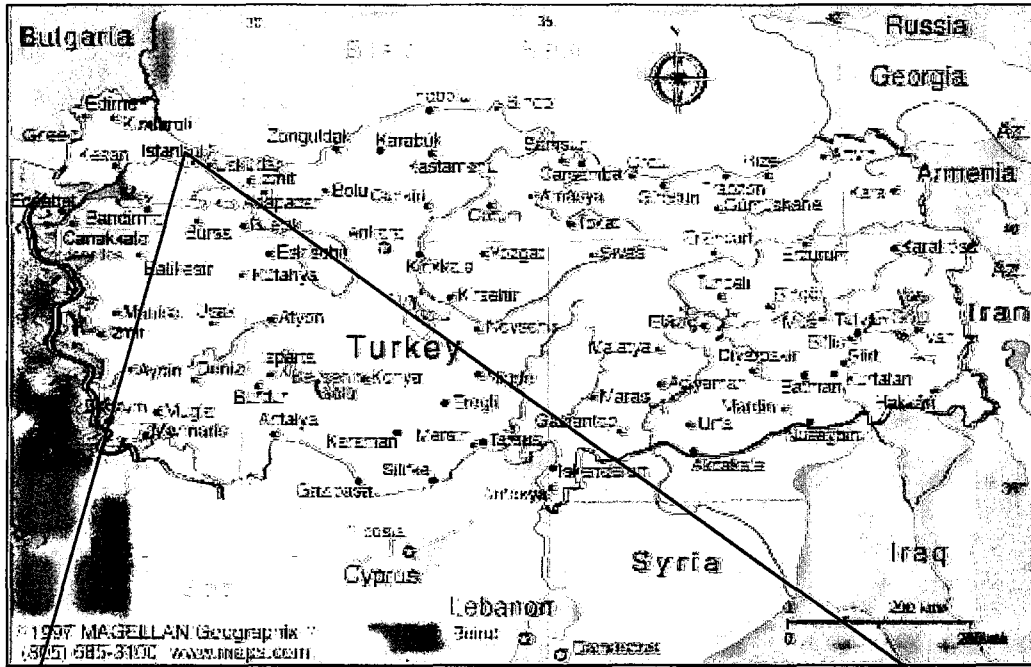
2.3. İklim ve Meteoroloji

İnceleme alanında Balkanlar ve Akdeniz ikliminin etkisi görülmektedir. Bu yüzden bölgede belirli bir iklim türüne göre bir değerlendirme yapmak oldukça güçtür. Çatalca ilçesi ve dolaylı olarak genellikle İstanbul çevresi ile bağlantılı olarak, orta kuşak deniz iklimi karakteri taşır. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup zaman zaman kar yağışı şeklinde görülmektedir. Çalışma alanına en yakın Florya DMI'den alınan kayıtlar incelenerek dikkate alınmıştır.

İnceleme alanı yılın 7-8 ayında Balkanlar üzerinden gelen sert rüzgarlar etkisindedir. Rüzgarlar, kış aylarında hızları saatte 50-60km'yi bulan fırtınalara dönüşebilmektedir. Yaz aylarında ise rüzgar etkisi sıcaklık artışı ile birleşince şiddetli buharlaşmalar ortaya çıkmaktadır.

1937-1990 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen sıcaklık ortalaması 13.9°C'dir. En sıcak aylar 23.2°C ile Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Ocak (5.3°C), Şubat (5.5°C) ve Mart (6.9°C) aylarıdır (Çizelge 2.2).

Florya meteoroloji istasyonunda 1937-1990 yılları arasında yapılan gözlemler incelendiğinde, bölgedeki en yüksek yağışın Kasım, Aralık ve Ocak aylarında, en

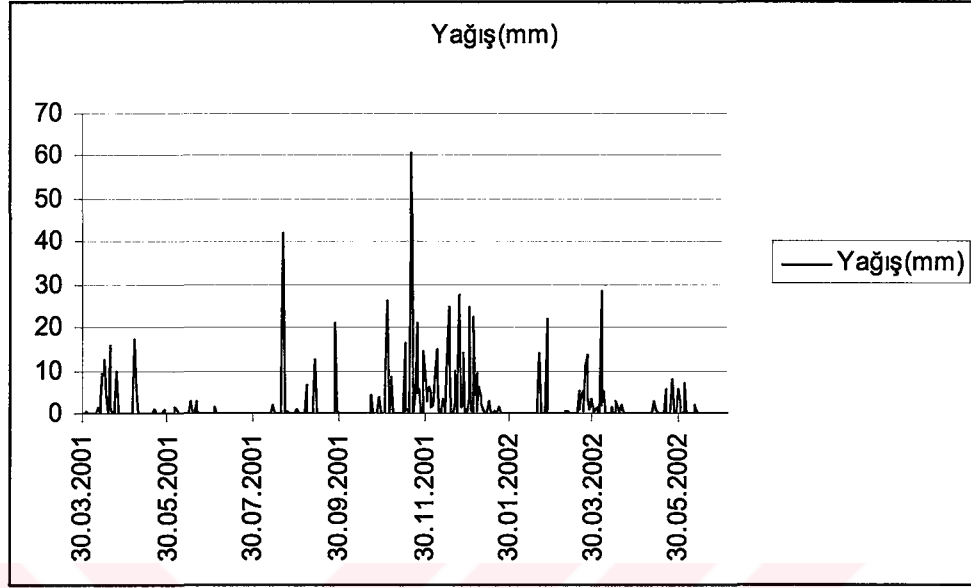


Şekil 2.1 İnceleme alanı yerbulduru haritası.

düşük yağışın ise Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleştiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Toplam yıllık yağış miktarı Florya DMİ’de 30.03.2001-30.05.2002 tarihleri arasında yapılan gözlemler dikkate alındığında 759.6 mm’dir. Yağışın %40’ı kış aylarında,

%21'i ilkbahar aylarında, %11'i yaz aylarında ve %28'i sonbahar aylarında oluşmaktadır. Buna karşılık buharlaşmanın %14'ü kış aylarında, %41'i ilkbahar aylarında, %25'i yaz aylarında ve %20'si sonbahar aylarında görülmektedir.



Şekil 2.2 30.03.2001-30.05.2002 tarihleri arasındaki İnceleme alanı ve yakın çevresindeki yağış miktarlarını gösteren grafik.

Tekirdağ ilinde yıllık toplam yağış değeri 2000 yılında 385 mm olarak belirlenirken, bu değer 2001 yılında 410,4 mm'ye ulaşmıştır. Ölçümün başladığı 2000 yılının Kasım ayından sonra maksimum aylık toplam yağış miktarı 2001 yılı içinde Şubat ayında 121,2 mm olarak ölçülmüştür. Kırilareli ili, 2000 yılında 315,4 mm yağış miktarı vermiş, 2001 yılında ise toplam yağış miktarı 81 adet yağışlı gün neticesinde ulaşılmış olan 380 mm'dir. 1.1 2002 ile 31.10.2002 tarihleri arasında ise bölgede 74 yağışlı gün kaydedilmiş ve toplam yağış miktarı 397,4 mm olarak ölçülmüştür. Florya'da 2000 yılında kaydedilen toplam yağış 622.7 mm, 2001 yılında ise 714.4 mm olarak belirtilmiştir. Bu veriler ve Florya meteoroloji istasyonunda 1937-1990 tarihleri arasında yapılan gözlemlerden elde edilen yıllık yağış miktarı ortalamaları dikkate alındığında, inceleme alanı ve yakın çevresindeki yağış miktarı 2000 yılında en düşük seviyesine ulaşmış olup, bölgedeki kuraklık artış göstermiştir (Şaylan ve diğ., 2003).

Florya meteoroloji istasyonunda 30.03.2001-30.05.2002 arasında yapılmış gözlemler dikkate alındığında, inceleme alanında en fazla yağışın görüldüğü ay toplam 198 mm yağışla Aralık, en az yağışın görüldüğü ay ise 1,2 mm toplam yağışla

Temmuz ayıdır (Şekil 2.2). Yağış miktarı ortalamasının en düşük seviyeye ulaştığı 2000 yılından sonra, yukarıda belirtilen tarihler arasındaki toplam yıllık yağış miktarı yaklaşık 760 mm'dir.

Çizelge 2.1 Florya DMİ Verileri (1937-1990).

Aylar	Sıcaklık, t(°C)	Yağış, P(mm)	Rüzgar hızı, u(m/sn)	Bağıl nem, R _H (%)	Güneşlenme,süresi n(saat/dak)
1	5.30	90.60	3.90	78	2.47
2	5.50	65.40	3.70	77	3.30
3	6.90	60.30	3.50	76	4.34
4	11.10	44.80	2.90	74	6.26
5	15.90	29.50	2.60	75	8.39
6	20.60	25.80	2.70	71	10.36
7	23.20	20.80	3.30	68	11.30
8	23.10	22.40	3.20	69	10.44
9	19.70	34.40	3.00	72	8.22
10	19.40	60.00	2.90	75	5.58
11	11.55	86.40	3.10	77	4.00
12	8.00	102.0	3.70	78	2.48
Yıllık	13.90	642.4	3.20	74	6.40

3. BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ

İnceleme alanı içerisinde yer alan formasyonların özellikleri bu bölümde verilmiştir. Arazi çalışmalarında litostratigrafi ve kronostratigrafi birimleri kullanılarak havzanın 1/50 000 ölçekli jeoloji haritası ve kesitleri (Ek1) hazırlanmış ve sunulmuştur.

3.1 Stratigrafi ve Litoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinin genel jeolojisini gözden geçirecek olursak, bölgenin temelinde Elbasan köyü ve kuzeydoğusunda yüzeyleyen ve yer yer granitlerle içiçe bulunan Gnays yer almaktadır. Gnaysları kronostratigrafik olarak sırasıyla, Istranca Grubu içerisinde değerlendirilmiş olan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Mahya şisti, bunun üzerinde Taştepe fillatlı kalkışist üyesi ve onun da üzerinde Şermat kuvarsiti yer almaktadır. Daha sonra tüm bu Metamorfik yapıdaki kayalar inceleme alanı içerisinde Geç-Kratase'de Şeytandere Metagraniti tarafından bir sokulum biçiminde kesilmektedir. Metamorfik yapıdaki kayalar üzerine normal bir fayla Orta Eosen – Oligosen yaşlı Kırklareli Kireçtaşı, ve onun üzerinde uyumlu olarak inceleme alanı içerisinde yüzeylendiği gözlenememiş fakat batıda inceleme alanının dışında Coşkun (2000)'e göre karbonat çimentolu kumtaşı, killi-kumlu kireçtaşı-marn ve yer yer tuf ara seviyelerinden oluşan Ceylan formasyonu, Nasuf ve diğ (2001)'de ise aynı özellikteki birim İhsaniye Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak Oligosen-Miyosen yaşlı Pınarhisar Formasyonu gelmektedir, bu birimin üzerinde uyumlu olarak Süloğlu Formasyonu, onun üzerinde uyumlu olarak Danişment Formasyonu yer almaktadır. Tüm bu jeolojik birimleri sırası ile uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç molozu örtmektedir. Haritalanan alandaki birimleri gösteren bir genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit (Şekil 3.1) hazırlanmıştır.

[illegible]

Şekil 3.1. İnceleme Alanı ve Çevresinin Stratigrafik Kesiti (Nasuf ve diğ., (2001)'den geliştirilerek hazırlanmıştır).

Buna göre inceleme alanında yer alan birimler ve bunların jeolojik nitelikleri aşağıda zamansal olarak en alttan üste doğru ayrıntılı bir biçimde sunulmuştur.

3.1.1 Gnays (Gn)

İnceleme alanı içerisinde özellikle Elbasan'ın Kuzeydoğu kısmında yüzeylenmekte olan birim, yüzeyi ağaçlarla kapalı olmasından dolayı ancak bazı dere tabanlarında gözlenebilmektedir. Gnayslar inceleme alanı içerisinde temelde yer almaktadır.

Birim pembemsi beyaz renkli, seyrek iri mikroklin kristalli, kaba foliasyonlu, az veya çok biyotitli, genellikle şistosite kazanmış, pembemsi gri aşınma renkli, pembe K-feldspat ve plajiyokslı, biyotitli, ince pegmatit damarları ile kesilmiş granitik gnayslar şeklinde gözlemlenmektedir.

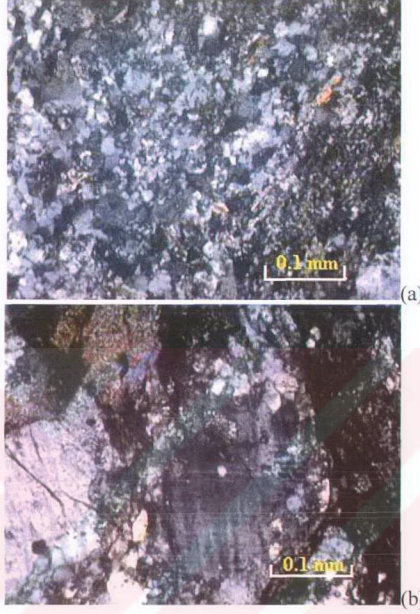
Birim içerisinde veya gnayslarla kuvarsitler arasında interstratifiye olarak bulunan, genellikle koyu yeşil renkli, az miktarda feldspat kristalleri içeren kuvarsit, mermer, ve şistler bulunmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Elbasan Köyü kuzey doğusundan gözlenen Gnayslar.

Birinden Elbasan'ın kuzeyinde, granit-gnays sınırından alınan örnek üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde kuvars oranının genellikle %30 dan fazla olduğu görülmüştür. Kuvarslarda dalgalı sönüm ve kırıklanma izlenmektedir. İyi derecede şistoziteli alkali feldispatlar, ortoz ve mikroklin bileşimli olup, toplam feldispatın çoğunluğunu oluştururlar. Ayrıca, iri mercekler şeklinde yer alan kuvars ve feldispatlı

seviyeler, alkalifeldispat, plajioloklas, biyotit, muskovit, limonit, manyetit tarafından çevrenmektedir (Şekil 3.3 (a)-(b)).



Şekil 3.3 (a)-(b) Gnayslara ait ince kesit fotoğrafları.

Akartuna (1953)'nın Gnays serisi, Çağlayan ve Yurtsever (1998)'in Kızılağaç Metagranitinin karşılığıdır. Gnaysların yaşı Silüriyen olarak kabul edilmiştir (Akartuna, 1953). Gnayslar inceleme alanı içerisinde Istranca grubu içerisinde değerlendirilmiş olan Paleozoyik-Mesozoyik yaştaki metamorfik birimler tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

3.1.2 Istranca Grubu

Istranca Grubu adı bu çalışmada Istranca masifinde yaygın mostralara veren, gnays dışındaki diğer metamorfik kayalar ifade etmesi, böylelikle anlatım ve bütünlüğün sağlanması açısından kullanılmıştır. Istranca masifi (Yıldız Dağları), güney güneybatısı Tersiyer yaşı çökellerle örtülmüş, KB-GD uzanımı ile Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde yeralan bir masiftir. Masif, ekay dilimleriyle birbiri üzerine ve

kuzey-kuzeydoğuya doğru itilmiş granitik-metamorfik bir çekirdek ile metamorfik örtü birimlerinden oluşur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

İnceleme alanı içerisinde gnaysları uyumlu olarak örtmekte olan ve Istranca masifi içerisinde değerlendirilen birimler Paleozoyik ile Erken Mesozoyik yaşlı, değişik derecelerde metamorfizmaya uğramış, farklı türlerde kayalar içerir. İnceleme alanında Çatalca yükseliminin eksenini boyunca, batıda Çatalca ilçe merkezi ile kuzeyde İnceğiz Köyü, güneyde Çakıl Köyü ve çevresi, batıda Elbasan Köyü arasında kalan inceleme alanında oldukça büyük bir alanı kaplayan bölgede mostra vermektedir. Istranca gurubu bu çalışma sırasında başlıca 3 kaya-stratigrafi birimine ayrılmıştır.

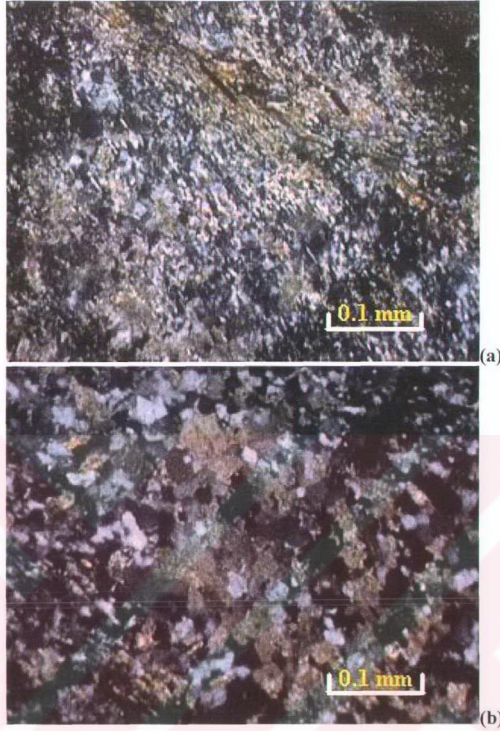
Istranca grubu içerisinde değerlendirilmiş olan Paleozoyik- Erken Mesozoyik yaştaki bu farklı türlerde metamorfik kayalar Aydın(1982)'ye göre Jura-Triyas arasında metamorfizmaya uğramış ve Geç-Kretase'de granit tarafından kesilmiştir. Birimlerin inceleme alanı içerisindeki kalınlıklarının 2000 m'den fazla olduğu tahmin edilmektedir.

3.1.2.1 Taştepe Fillatlı Kalkışist Üyesi (Pf)

Taştepe Fillatlı Kalkışist Üyesi inceleme alanı içerisinde başlıca Koğuk dere vadisinin Çatalca yükselimini en derin kazdığı kesimde yüzeylenmektedir. Birim inceleme alanında gnaysın üzerini uyumlu olarak örtmektedir.

Birim esas olarak Metapelitik fillat, şist, kloritten oluşmaktadır. Birimi oluşturan fillatlar altere yüzeyde genellikle kahverengi, grimsi, ve yeşilimsi, taze yüzeyde ise daha çok yeşilimsi bir renge sahiptir. Birim içerisinde yeralan şistler çoğunlukla yeşilimsi gri renkli, fillatlara nazaran daha iri kristalli ve yer yer bol kuvars kristallidir. Fillitler, karbonlu malzemenin zenginleştiği kesimlerde grafitli olup siyah renklidir.

Çakıl Tepenin güneyinde Koğuk dere yamacından alınan örnek üzerinde yapılan ince kesit üzerinde mikroskopta yapılan gözlemlerde kalsit, kuvars, biotit, opak mineral, yer yer feldispat, plajiyoklas, serizit görülmüştür. Kuvarslar çok ince taneli olup, tane boyutlarının 0.1-0.25 mm arasında olduğu gözlenebilmektedir (Şekil 3.4 (a)-(b)).



Şekil 3.4 (a)-(b) Taştepe Fillatlı Kalkşist Üyesine ait ince kesit fotoğrafları.

Bu birim ve birimin üzerinde konkardan geçişli yer alan Istranca gurubunun üyeleri olan diğer serilerin yaşlarının tayini, serilerin fosil içermeyişlerinden dolayı oldukça zordur. Birimin yaşı Paleozoyik-Mesozoyik olarak kabul edilmiştir (Nasuf ve diğ., 2001).

3.1.2.2 Mahya Şisti (Pm)

Birim Paleozoyik ile Erken Mesozoyik yaşlı, değişik derecelerde metamorfizmaya uğramış, oldukça farklı türlerde kayalar içeren bir yapıdadır.

Birim genellikle, koyu gri-yeşil renkli ve çoğunlukla kuvars damarları ile kesilen kloritli şist, kalk-şist, grafitimsi şist, fillit ve mermerlerden ibaret olup, inceleme alanında Çakıl Köyü ile bu köyün kuzeyindeki Şehitlik Tepe arasında ve Kartal

Tepesi, Manastır Tepesi, Yeldeğirmeni Tepesi mevkilerinde KB-GD doğrultusunda uzanıp yaygın mostralara vermektedir (Şekil 3.5).

İnce kesit olarak incelendiğinde, mikro kıvrımlı doku ve kink bantlarının oluştuğu görülmüştür. İçerisinde bol mika, kuvars, muskovit-serisit, feldispat, opak mineral, biotit ve klorit (+, - epidot) mineralleri bulunmaktadır.



Şekil 3.5 İnceleme alanı içinde, altta Taştepe Fillatlı Kalkışt Üyesi sol üstte Mahya şistinden oluşan birim.

Birimi oluşturan kayalarda çok iyi ve sık metamorfik foliasyon, kink bant, kalın ikincil kalsit damarları kolaylıkla gözlenmektedir. Şistlerin arasında hemen her yerde belirli kalınlıklarda kuvarsit bantları izlenmekle birlikte, fillitler arasında yer yer gnays bantları ve bol miktarda mermer- kalkıştler gözlenmektedir.

Istranca grubu içerisinde değerlendirilmiş olan Paleozoyik-Mezozoyik yaşta bu metamorfik birim Çağlayan ve Yurtsever (1998)'in Mahya şistinin karşılığı olup, inceleme alanı içerisinde Kırklareli kireçtaşı tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

3.1.2.3 Şermat Kuvarsiti (Pk)

İnceleme alanı içerisinde Elbasan'ın kuzeydoğusunda yeralan Sazlı Tepe ve Çakıl Tepenin kuzeydoğusunda yeralan Devetaşı Tepe'yi oluşturan kuvarsitleri alt ve üst

olmak üzere iki farklı seviyide ele almak mümkündür. Kuvarsitler inceleme alanında metapelit–metabazit topluluğunu, yer yer gnaysları uyumlu olarak örtmektedir.

İnceleme alanında Elbasan'ın kuzeydoğusunda bulunan Sazlı Tepe'de Gnayslar üzerinde uyumlu olarak yeralan alt kuvarsit seviyesi, çoğunlukla beyaz, yer yer sarımtırak beyaz renkli, sert, keskin kırınımlı, mikro çatlaklı, muskovit içerikli, yer yer şisti yapıda olup KD doğrultulu GD eğimli tabakalı bir yapıda olup, bazende yeşil-gri renkli kuvars damarları ile katedilmiş durumdadırlar (Şekil 3.6).



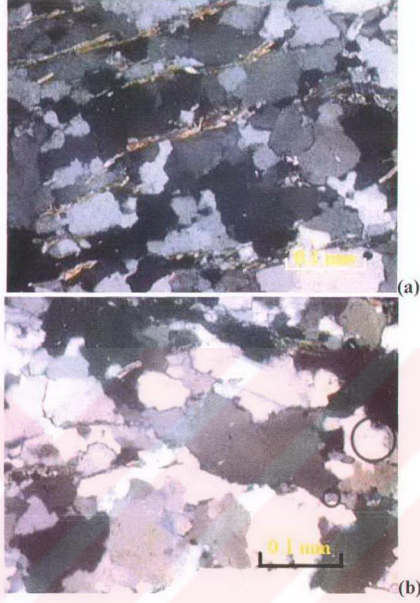
Şekil 3.6 İnceleme alanında Sazlı Tepe'yi oluşturan kuvarsitler.

Sazlı Tepenin batısındaki gnays-kuvarsit dokanaklarında, iki birimin tedrici geçişli ve uyumlu olduğu, gnayslardan kuvarsitlere doğru feldispatların yavaş yavaş azaldığı gözlenmiştir.

Yine çalışma sahasında Çakıl Tepenin kuzeydoğusunda Devetaşı Tepeyi oluşturan üst kuvarsit seviyeleri, metapelit–metabazit topluluğunu uyumlu olarak örtmekte olup, bu birimle tedrici geçişler göstermektedir. Kuvarsitler, çoğunlukla sarımsı beyaz renkli yer yer gri renkli, sert ve süt kuvars damarları tarafından kesilmiş KD doğrultulu GD eğimli sürekli tabakalı yapılar göstermektedir.

Sazlı Tepe'den alınan kuvarsit örneğinden yapılan ince kesit üzerinde (Şekil3.7 (a)-(b)) yapılan gözlemden kuvarsların özşekilsiz taneli olduğu, kırıklanmanın ve tane boyu küçülümünün gelişmiş olduğu görülmüştür. Kuvarsların tane boyunun 0.1-2 mm arasında olup, ayırışmsız, tane aralarında yer yer mika, muskovit, ve biyotit

olduğu, kısmen de opak minerallerin varlığı izlenmekle birlikte, kuvars tanelerinde deformasyona bağlı yönelimlerin başladığı ayrıca gözlenmiştir.



Şekil 3.7 (a)-(b) Üst kuvarsit serisine ait ince kesit fotoğrafları.

Kuvarsitlerin bazı düzeyleri beyaz renkli, taneleri kolayca ayrılarak kuvars kumu oluşturan, iyi boylanmış şist dokulu kuvarsit; diğer düzeyler ise açık yeşil, mavimsi yeşil renkli plaketimsi feldspatlı kuvarsitten oluşur (Çağlayan ve Yurtsever 1998).

Paleozoyik – Mesozoyik yaştaki kuvarsitler, Çağlayan ve Yurtsever (1998)'in Şermat kuvarsitinin karşılığıdır.

3.1.3 Şeytandere Metagraniti (Gr)

İnceleme alanı içerisinde çoğunlukla Elbasan Köyü kuzeyinde ve Çatalca ilçe merkezi batı kısmında yüzeylenmekte olan birim yer yer özellikle gnays-granit sınırında gnayslarla içiçe bulunmakta olup, inceleme alanı içerisinde yeralan metamorfik kayaçları Coşkun(2000)'e göre Geç-Kretase'de kesmektedir (Şekil 3.8).

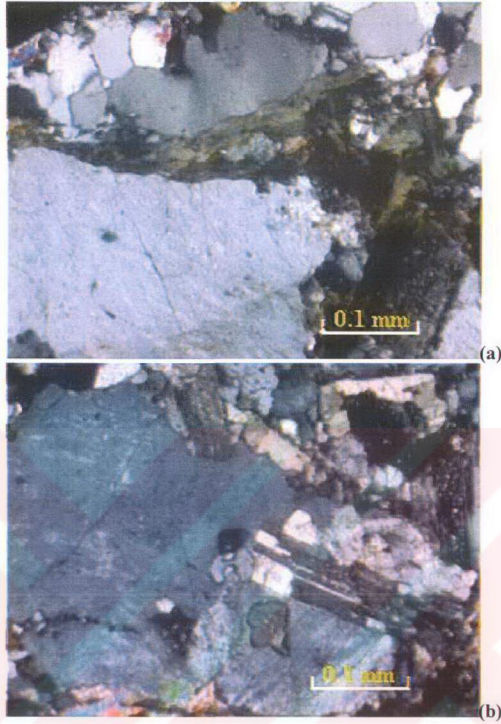
İnceleme alanında yeralan granitler pembemsi gri, beyaz seyrek iri mikroklin kristalli, kaba foliasyonlu, kataklazmaya uğramış kesimleri şisti yapıdaki yer yer gnayslaşmış granitlerdir. Granitlerin kuvarsitlerle olan sınırlarında veya kuvarsitlerin granitlere yakın bulunduğu yerlerde (Çatalca batısındaki Granit-Kuvarsit sınırında), Kuvarsitlerin bazen pek fazla metamorfize, yeşil renkli, ince daneli oldukları bazen de granitler tarafından özümlediği (Çatalca güneyindeki granit-kuvarsit dokanağı) görülür (Akartuna, 1953).



Şekil 3.8 İnceleme alanında metamorfik kayaları kesen granit (Kartal Tepe'nin batısı).

Elbasan Köyü kuzeyinden alınan granit örneğinin ince kesitinde; pembemsi-beyaz tonlarda, ince-orta tane dağılımlı kuvars, amfibol, ve kristalleri özşekilli alkali feldispat, yer yer serizitleşmiş plajioklaslar gözlenmektedir. Kuvarslarda kırıklanma, tane boyu küçülümü ve dalgalı sönümle birlikte yerel yerel yönelimler izlenmektedir (Şekil 3.9 (a)-(b)). Plajioklaslar ve içerisinde zirkon kapanımları izlenen alkali feldispatlar üzerinde serizitleşme gelişmiş, aynı zamanda amfiboller ve mika minerallerinde kloritleşmenin gelişmiş olduğu gözlemlenmektedir. Plajioklaslar üzerinde yer yer deformasyon lamelleri izlenmektedir.

İnceleme alanı içerisinde yeralan granitler, çoğunlukla Elbasan kuzeydoğusunda yüzeylenmiş gnayslar tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Granitlerin yaşı kesin olarak bilinmemekle birlikte Hersiniyen veya Hersiniyen öncesi olarak kabul edilmiştir (Akartuna, 1953).



Şekil 3.9 (a)-(b) Granite ait ince kesit fotoğrafları.

3.1.4 Kırklareli Kireçtaşı (Tk)

İnceleme alanı içerisinde genellikle Muratbey civarında yüzeylenen ve bu köyün yakın çevresindeki Pamuk Tepe, Lahana Tepe, Sarıkaya Tepe gibi yükseltileri oluşturan Kırklareli kireçtaşı Istranca grubu metamorfik kayaları üzerini uyumsuz olarak örtmektedir (Şekil 3.10).

Kumtaşı ara seviyeli, bol makro ve mikro fosilli kireçtaşlarından oluşan birim, ilk kez Keskin (1966) tarafından kullanılan Kırklareli kireçtaşı adı altında ayırtlanmış ve tanımlanmıştır. Birim beyaz, grimsi beyaz, sarımsı beyaz, krem renkli, açık gri, ortalama kalın katmanlı, genelde hafif eğimli yada yatay tabakalı, sert, fosilli ve kavkılı olduğu kesimleri erime boşluklu, alt kesimlerinde killi, kumlu, bol nümmülit

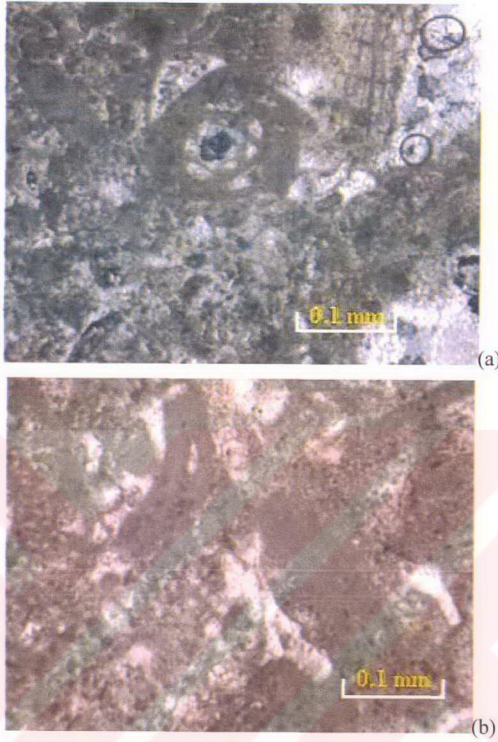
ve mikro fosilli, yer yer yama resif özelliğindeki resifal kireçtaşlarından oluşur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).



Şekil 3.10 Metapelitik fillat-şist ile Kırklareli kireçtaşı arasındaki uyumsuzluk.



Şekil 3.11 Kırklareli kireçtaşı içerisinde bulunan açık işletme (Akçeşme bahçesi kuzeyi).



Şekil 3.12 (a)-(b) Kırklareli kireçtaşına ait ince kesit fotoğrafları.

Kırklareli kireçtaşı inceleme alanında Lahana Tepesi, Muratbey Köyü ve Pamuk Tepesi boyunca mostra veren resifal nitelikli, kireçtaşlarıyla temsil edilir. Bölgede yer alan taş ocakları da esas itibarıyla bu birim içinde yer almaktadır (Şekil 3.11).

Birim çoğunlukla beyaz- bej renkte olup, orta sertliktedir. Konkoidal ve pürüzlü kırılma gösterir. İstifin alt seviyeleri genellikle kumlu-çakıllı kireçtaşı ve bazen de karbonat matriksli kumtaşı ve çakıltaşları ile temsil edilmektedir. İstifin üst seviyelerine doğru kaya giderek saf kireçtaşı haline gelir. Birimin geliştiği ortam koşullarına bağlı olarak yer yer oldukça bol ve çeşitli türde fosil yığışmaları bulunur.

Çatalca-Muratbey Köyü arasındaki alanda bu birim resifal kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim altta kumlu kireçtaşı; beyazımsı sarı renkli, gevşek dokulu, mikro fosilli, alglı kireçtaşları şeklindedir. Üst seviyelerde ise sert, sıkı dokulu,

resifal özelliktedir. Kırklareli kireçtaşı içindeki resifler çoğunlukla yama resifleri şeklinde, yer yer de set resifi şeklindedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Kırklareli kireçtaşı, Coşkun (2000)'de Soğucak formasyonun tam karşılığıdır. Coşkun (2000)'e göre bu formasyon yer yer dolomitleşmiş, kalınlığı 50-100 m arasında değişen, % 10-15 poroziteye sahip, mercan, bryozoa, alg ve foraminiferli resifal kireçtaşları olarak tanımlanmıştır.

Formasyonun yaşı Orta-Üst Eosen olarak kabul edilmekle birlikte formasyonu oluşturan birimin kalınlığı 40-150 m arasında değişim göstermektedir (Nasuf ve diğ., 2001).

Kırklareli kireçtaşı, inceleme alanı içerisinde yüzeylendiği gözlenememiş fakat batıda inceleme alanının dışında yeralan Coşkun (2000)'e göre karbonat çimentolu kumtaşı, killi-kumlu kireçtaşı-marn ve yer yer tuf ara seviyelerinden oluşan Ceylan formasyonu, Nasuf ve diğ. (2001)'de İhsaniye formasyonu olarak adlandırılmış birim tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

3.1.5 Pınarhisar Formasyonu (Tp)

İnceleme alanı içerisinde Maya Tepe'nin batısında yüzeylenmekte olan formasyonu oluşturan birim Kırklareli kireçtaşı üzerine, dar bir şerit halinde uyumsuz olarak gelmekte olup, kumtaşı, çakıltası, oolit çakıllı yer yer marn araseviyeli kireçtaşı ve killi kireçtaşı ardalanmasından ibarettir (Şekil 3.13).

Gri, boz renkli, ince-orta tabakalı, bol kuvars içerikli ve kireçtaşı çakıllı konglomera; üzerinde beyaz renkli oolitli kireçtaşı; onun da üzerinde orta tabakalı kireçtaşlarıyla devam eden formasyonun üst kısımlarında köşeli çakıltıları, kumtaşı ve oolitik kireçtaşı yeralır. Kireçtaşları gastropod ve lemellibrans kavkılı yapıdadırlar.

Pınarhisar formasyonunun, inceleme alanı içerisinde Kırklareli kireçtaşının gözüktüğü yerlerde, balık dişleri içeren konjeriyalı çakıltası-kireçtaşı veya manganlı kumtaşlarıyla izlenmesi mümkündür. Formasyon Coşkun (2000)'de Mezardere formasyonunun tam karşılığıdır. Süloğlu formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülen, kalınlığı 80 m olan Pınarhisar formasyonun yaşı Alt-Orta Oligosen olarak kabul edilmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).



Şekil 3.13 Pınarhisar formasyonu (Maya tepenin kuzeyi).

3.1.6 Süloğlu Formasyonu (Ts)

Birim inceleme alanı içerisinde Muratbey Köyü batısından Çatalca ilçe merkezine doğru KB doğrultusunda yüzeylenmektedir. Birim inceleme alanında Kırklareli kireçtaşı üzerinde normal bir fayla uyumsuz olarak bulunmaktadır.

Kiltaşı-siltaşı ardalı, kumtaşı ve killerden oluşan kırıntılılar, ilk kez De Boer (1954) tarafından kullanılan Süloğlu formasyonu adı altında ayırtlanmış ve haritalanmıştır. Formasyonu yüzeyel olarak altta gri, kirli sarı, açık kahverengi, bej renkli şeyl, miltaşı ardalı ile üstte sarımsı gri kumtaşı, yeşilimsi gri kiltaşı ardalı olarak tanımlamak mümkündür.

Süloğlu formasyonu inceleme alanında Muratbey'in doğusunda kuzeybatı güneydoğu boyunca uzanan başlıca kiltaşı, siltaşı ardalı, kumtaşı ve killerden oluşmaktadır. Birim altta gri, kirli sarı, açık kahverengi, bej renkli şeyl ile üstte sarımsı gri kumtaşı-yeşilimsi gri kiltaşı ardalı olarak oluşur. Şeyller ince katmanlı, az karbonatlı kesimleri balık fosillidir. Alt kesimlerdeki şeyl, kiltaşı ardalı, üst seviyelere doğru kumtaşı-kiltaşı ardalına geçiş göstermektedir. Kumtaşları yer yer sıkı tutturulmuş, ince-orta katmanlı, orta-kaba taneli, kilttaşları ise yeşilimsi renkli ve masif görünümlüdür.

Süloğlu formasyonu, Çatalca TEM yolu için yapılan sondajlarda, 130 m’de kesilmiş ve tabanı görülememiştir (Nasuf ve diğ., 2001). Umut ve diğ. (1984) havza içinde 400 m kalınlık belirlendiğini söylemişlerdir. Bölgede yapılan çeşitli sondajlarda ise 50-350 m arasında bir kalınlık olduğu saptanmıştır.

Süloğlu formasyonu, göl veya acısulu bir ortamda çökelmiştir. Miltaşı ve kumtaşlarının varlığı ortama dönemli olarak kırıntılı malzemenin geldiğini işaret eder. Ayrıca birimin içindeki linyit oluşumları çökelme ortamının yer yer bataklık koşullarına dönüştüğünü göstermektedir. Bu özellikleriyle Süloğlu formasyonu oluşum ortamının, kıyı gerisi bataklığı, lagün veya delta düzlüğü-bataklığı ortamı olarak yorumlanabilir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Formasyon Coşkun(2000)’de ince-orta taneli, kalsit matriksli, %12-15 poroziteli, 100-150m kalınlıktaki, şeyl ve ince linyit tabakaları içeren, delta önü bir ortamda çökelmiş kumtaşından ibaret olan Osmancık formasyonunun tam karşılığıdır.

Süloğlu formasyonunun yaşı önceden yapılan araştırma sonuçlarına göre Orta-Üst Oligosen olarak kabul edilmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.1.7 Danişment Formasyonu (Td)

İnceleme alanında büyük bir havzada yüzeyleyen, Şehitler Tepe, İhlamur Tepe, Ayazma Tepe, Yenice Tepe gibi yükselteri oluşturan formasyon, başlıca kıltaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşur. Danişment formasyonu inceleme alanı içerisinde Istranca masifinin metamorfik kayaları ile normal bir fay ile ayrılmakta olup, inceleme alanını dışında Kadıköy kuzeyinde Süloğlu formasyonu üzerini uyumlu olarak örtmektedir.

Birim adını Keşan’ın Danişment Köyünden alır. Danişment formasyonu adı, ilk kez De Boer (1954) tarafından verilmiştir. Danişment formasyonu çalışma sahasında sarımsı gri, gri, kahverimsi gri, renkli mikalı kumtaşı ve onlarla ardalanmalı gri renkli marn, kıltaşı, miltaşı ender çakıltaşı ve linyit damarlarından oluşur. Çakıltaşı düzeylerinin çoğu kanal dolgusudur. Mercek şeklindeki, çakıltaşı ve kumtaşı düzeyleri yanal yönde incelenerek miltaşı ve kıltaşı içinde kamalanmaktadır. Kumtaşları belirgin, orta tabakalı, kaba kum boyutunda, bitki - yaprak izli olup, kıltaşları laminalıdır.

Formasyon Coşkun (2000)'de yeşil-gri renkli gösel şeyler, kilaşları ve silttaşlarından ibaret olup, kalınlığı 200 m olarak belirtilen Danişment formasyonunun tam karşılığıdır.

Danişment formasyonunun ender olarak gastropod, balık ve bitki fosili içermekte olup, Orta-Üst Oligosen yaşıdır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.1.8 Alüvyon (Qal) ve Yamaç Molozu (Qy)

Harita alanı içinde görülen kayda değer tek alüvyon mostrası Koğuk dere üzerinde gelişmekte olup, tutturulmamış kum, kil, silt, çakıl boyutunda kırıntılardan oluşmaktadır. Koğuk Derenin özellikle metamorfik kayalar üzerinden aktığı kesimde aralarındaki dayanım farkı nedeniyle bu alüvyonlar kolaylıkla ayırılarak haritalanabilmektedir. Koğuk derenin Suloğlu ve Danişment formasyonları üzerinde aktığı kesimlerde geliştirmiş olduğu alüvyon örtüyü, altındaki kayalardan ayırdeebilmek oldukça güçtür.

İnceleme alanı içerisinde Çakıl Köyü'nün batı ve güneybatısında yüzeyleyen yamaç molozları Kırklareli kireçtaşı ve gnaystan türeyen kaba bloklar ile metamorfik kayalara ait kaba çakıllarının kum matriks içinde düzensiz yığılması şeklindedir.

Alüvyon ve yamaç molozunun yaşı Kuvaternerdir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.2 Yapısal Jeoloji

3.2.1. Tabakalar ve Kıvrımlar

İnceleme alanında yeralan granit ve Danişment formasyonu dışındaki diğer tüm birimler çoğunlukla tabakalı bir yapı sergilerler. İstiranca grubu içinde değerlendirilen Mahya şisti tabakalı bir yapıya sahip olmakla birlikte, belirgin bir deformasyon altında kaldığı gözlenmektedir. Metamorfik yapıdaki kayaların tabakalarının doğrultuları genellikle kuzeydoğu-kuzeybatı yönlü ve eğimleri genel olarak 20-60° değerleri arasında değişmekle birlikte güneydoğu yönüne eğimlidir. Kırklareli kireçtaşı tabakalı bir yapıda olup tabaka kalınlıkları 30 cm-2 m değerleri arasında değişim göstermektedir. Kırklareli kireçtaşı tabakalarının doğrultuları kuzeybatı-kuzeydoğu yönlü ve eğimleri 10-55° değerleri arasındadır. Ayrıca

Kırklareli kireçtaşının Pamuk Tepe mevkiinde antiklinal bir kıvrım sergilediği, arazi gözlemleri ve tabaka doğrultularının ölçümü ile gözlemlenmiştir. İnceleme alanı içerisinde yer alan diğer bir jeolojik birim olan Süloğlu formasyonu tabakalı bir yapıdadır. Formasyonun tabakalarının doğrultusu kuzeybatı yönlü ve eğimi $10-20^0$ arasında değişmekte olup, kuzeydoğu yönelimlidir.

3.2.2 Çatlaklar ve Faylar

İnceleme alanındaki Kırklareli kireçtaşı formasyonu oldukça bol çatlaklı ve erime boşluklu bir yapıya sahiptir. Gerilmeler ve sıkışmalar sonucu oluşmuş çatlaklar, tabakaları dik ve verrev şekillerde kesmektedir. Çatlaklar yer yer kalsit dolgulu olup çatlak açıklığı 0.5-20 cm arasında ve çatlak sıklığı ise yaklaşık olarak 1m içerisinde 2-10 adet arasında değişim göstermektedir.



Şekil 3.14 Kırklareli kireçtaşı içerisinde yer alan çatlaklı yapı (Pamuk Tepe).

İnceleme alanı içerisinde yapılan jeolojik çalışmalar sırasında Mahya şisti ile Taştepe fillatlı kalkıştı üyesi arasında, eğimi güneybatı yönlü olan normal bir fay gözlemlenmiştir. Danişment formasyonu ile çalışma sahasının tüm metamorfik

kayaları arasında normal bir fay, ve yine aynı yönlü, Kırklerleli kireçtaşı ile Süloğlu formasyonu arasında diğer normal bir fay yeralmaktadır.

3.3 Jeolojik Evrim

Bölgenin jeolojik tarihi, inceleme alanının kuzey kesimlerinde yüzeylenen gnayslarla temsil edilen Paleozoyik çökelleriyle başlar. Paleozoyik yaştaki Istranca masifi kapsamında değerlendirilmiş şistler ve kuvarsitler Hersiniyen Orojenez fazlarıyla metamorfizma sonucu yapısal bir yükselim geçirmiş ve karaları oluşturmuştur. Gnaysler üzerine transgresif bir deniz kolu gelmiş, Triyas boyunca devam eden deniz etkisi ile şistler, kuvarsitler, metakumtaşları ve mermerlerin ilksel kayaçları çökelmiştir. Bu kayaçlar Alp döneminde de metamorfizma geçirmişlerdir.

Geç-Kretase'de granit bazı yerlerde birimleri intrusiv olarak kesmiştir. Bölge Eosen ortalarına kadar kara halinde kalmış ve erozyon devam etmiştir. Eosen denizi genellikle sıcak, sıg ve resif yapıcı organizmaların gelişmesine elverişli bir ortam hazırlamıştır. Resif ilerisi ve gerisinde ise yer yer kumlu killi kireçtaşları çökelmiştir. Transgresyon sırasında ya denizin nisbi çekilmesi yada karadan gelen malzemenin hakim olması nedeniyle marnlar ve kumtaşları çökelmiştir.

Eosen sonlarına yaklaştıkça başlayan deniz çekilmesi resif yapıcı organizmaların ortam şartlarını kısmen değiştirmesi hareketli bir kıyı çizgisi oluşmasına imkan vermiştir. Bundan dolayı, sıg çalkantılı bir ortamda yuvarlak çakıtaşı ve oolitli kireçtaşları çökelim göstermiştir. Deniz çekilmesi ve de değişen kıyı çizgisi nedeniyle yer yer lagünler, hatta göller oluşarak linyit oluşumuna imkan veren ortamlar şekillenmiştir.

Oligosen'in havzanın denize açılan kısmında olması nedeniyle, delta tipi çökeller ile başlayan birimler, menderes yapan nehirlerin bıraktığı kumlar ve kuru ırmak yataklarında çökelen killi ile beraber Miyosen sonlarına kadar devam etmişlerdir. Pliyose-Pleyistosen'de karasal şartlar egemen olmuş, yüksek oksidasyon nedeniyle kırmızımsı renk hakim olmuştur.

4. HİDROJEOLOJİ

Çalışmanın bu bölümünde inceleme alanı içerisinde yeralan jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yeraltı su seviyeleri incelenmiştir. Ayrıca inceleme alanında yeralan Kıkırelili kireçtaşına ait karstik yapılanma ve genel olarak karstlaşma hakkında bilgiler ayrı bir bölümde sunulmuştur. İnceleme alanının hidrojeoloji haritası (Ek2) hazırlanmış, yapılan hidrojeolojik çalışmalar değerlendirilmiştir.

4.1 Meteoroloji Verileri ve Penman Su Bilançosu

Bölgenin meteorolojik su bilançosunun hazırlanmasında Florya DMİ verilerinden yararlanılmıştır. Penman yöntemi kullanılarak hazırlanmış meteorolojik su bilançosu Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Florya DMİ’de 30.03.2001-30.05.2002 arasında yapılmış gözlemler dikkate alındığında, bölgenin toplam yıllık yağış miktarı 759.6 mm’dir. Yağışın %40’ı kış aylarında, %21’i ilkbahar aylarında, %11’i yaz aylarında ve %28’i sonbahar aylarında oluşmaktadır. Buna karşılık buharlaşmanın %14’ü kış aylarında, %41’i ilkbahar aylarında, %25’i yaz aylarında ve %20’si sonbahar aylarında görülmektedir.

Yıllık yağışın %66,7’si buharlaşarak geri kalanı olan 253 mm yıl⁻¹ akışa geçmekte ve bunun bir kısmı süzülerek yeraltı sularını oluşturmaktadır. Bu süzülmenin büyük bir kısmı, yağışın buharlaşmadan büyük olduğu Ekim-Mart ayları aralığında oluşmaktadır.

4.2 Su Noktaları

4.2.1 Akarsular

İnceleme alanının büyük bir bölümü taşocaklarının bulunduğu bölgede Büyük Çekmece Gölü ile irtibatlı olan Koçuk Deresi ve kolları tarafından drene

Çizelge 4.1. İnceleme Alanının Penman Yöntemi İle Hazırlanmış Su Bilançosu (Florya DMİ, 1937-1990).

Veriler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağu.	Eylül	Ekim	Kasım	Ara.	Yıllık
T, °C	5,3	5,5	6,9	11,1	15,9	20,6	23,2	23,3	19,7	15,4	11,5	8,0	13,9
E _P , mm	16,6	25,1	37,4	56,1	12,2	113,8	136,4	117,8	72,3	35,6	16,5	17,7	729,3
Y, mm	90,6	65,4	60,3	44,8	29,5	25,8	20,8	22,4	34,4	60,0	86,4	102	642,4
Y-E _P	72,0	40,3	22,9	-11,3	-52,7	-88,0	-115,6	-95,4	-37,9	24,4	69,9	84,3	-86,9
Rezerv su, mm	100	100	100	88,7	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	94,4	100	-
E _R , mm	18,6	25,1	37,4	56,1	82,2	61,9	20,8	22,4	34,4	35,6	16,5	17,7	428,5
Eksik su, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	115,6	95,4	37,9	0,0	0,0	0,0	300,8
Fazla su, mm	72,0	40,3	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	213,9
Akış, mm	55,7	48,0	35,4	17,7	8,9	4,4	2,2	1,1	0,7	0,3	0,1	39,4	213,9

T-sıcaklık,
 E_P- Potansiyel buharlaşma,
 Y-Yağış,
 E_R- Gerçek buharlaşma.

edilmektedir. Bu derenin taşocakları arkasında kalan drenaj alanı yaklaşık 60 km² olup, yeraltı ve yerüstü suları açısından çalışma alanının en önemli akarsuyudur. Penman bilançosundan hesaplanan fazla su miktarına göre Koğuk derenin ovaya taşıdığı yıllık su miktarı tahminen 12,8 milyon m³ 'dür (Nasuf ve diğ., 2001).

4.2.2 Kaynaklar

İnceleme alanında yeralan ve çalışmanın temel konusunu oluşturan karstik kaynaklar, Süloğlu formasyonu içerisinde K 41°05'.384 D 28°30'.043 enlem ve boylamlarında bulunan Muratbey karstik kaynağı ve yine aynı formasyon içerisinde K 41°07'.089 D 28°28'.780 enlem ve boylamlarında bulunan Akçeşme karstik kaynağıdır. Bir yıllık süre zarfı içerisinde her iki kaynaktan aylık düzenli ölçümler alınarak kaynaklardaki debi değişimleri gözlenmiş ve elde edilen ölçüm değerleri sunulmuştur (Çizelge 4.2). Sonuçlardaki değişimlerden baz akım analizi ve suların sınıflaması yapılmıştır. Ayrıca inceleme alanında metapelit-metabazit ardalannması topluluğu içerisinde, karstik kaynakların debi miktarlarının değerlendirilmesi açısından önemli sayılabilecek K 41°06'.664 D 28°28'.780 lokasyonlu ve 160 m kaynak kotlu bir kaynak ile K 41°05'.600 D 28°29'.171 (K3) lokasyonlu 140 m kotlu iki adet şist kaynağı yeralmaktadır.

Karstik kaynaklardan KK-1'e ait minimum debi değeri 1,25 lt/sn olarak Ağustos ve Eylül aylarında olup, debideki maksimum değer 5lt/sn ile Nisan ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.3). KK-2 Kaynağına ait minimum debi değeri 2,7 lt/sn olarak Eylül ayında, maksimum debi değeride 7,6 lt/sn olarak Nisan ve Mayıs aylarında ölçülmüştür. Böylelikle heriki kaynaktan boşalan minumum debi değeri Eylül ayında 3,95 lt/sn, maksimum debi değeri de Mayıs ayında 12,8 lt/sn olarak gerçekleşmiştir. KK-2 Karstik Kaynağının Yıllık ortalama debisi 1,53 10⁶ m³/yıl, KK-1 Karstik Kaynağının ise 100 10³ m³/yıl olarak hesaplanmıştır.

4.2.3. Karstik Kaynakların Baz Akım Analizi

Kaynaklarda yapılan debi ölçümlerinden baz akım analizi yapılarak, karstik kaynakların düşümleri, boşalım katsayıları (α) ve depolama kapasiteleri (v) tespit edilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Bu değerlerin hesaplanmasında Maillet, 1905 formülü kullanılmıştır.

Çizelge 4.2 İnceleme alanında yer alan karstik (KK-1 Akçeşme Pınarı, KK-2 Murat Bey karstik Kaynakları) ve diğer bazı kaynaklara ait veriler.

Kaynak No	Lokasyon	Kaynak Kotu (m)	Kaynak Debisi (lt/s)	Ölçüm Tarihi
KK-1	K 41°07'.089 D 28°28'.780	50	1,25-5,2	30/03/2001- 22/06/2002
KK-2	K 41°05'.384 D 28°30'.043	45	2,7-7,6	30/03/2001- 22/06/2002
K1	K 41°06'.639 D 28°28'.973	130	<0,01	25/05/2001
K2	K 41°05'.942 D 28°29'.106	105	<0,01	25/05/2001
K3	K 41°05'.600 D 28°29'.171	140	0,02	25/05/2001
K4	K 41°06'.448 D 28°28'.051	190	<0,01	25/05/2001

Çizelge 4.3 Karstik kaynaklarda ölçülen debi değerleri.

TARİH	KK-1 Q (lt/dak)	KK-2 Q (lt/dak)
30.03.2001	180	-
25.05.2001	-	420
20.07.2001	102	-
28.07.2001	102	192
04.08.2001	85.2	168
14.08.2001	85.2	168
18.08.2001	85.2	168
24.08.2001	75	168
06.09.2001	75	162
14.09.2001	75	162
25.09.2001	75	180
13.10.2001	99.6	210
10.11.2001	109.2	210
20.12.2001	210	300
20.01.2002	270	372
24.02.2002	270	348
31.03.2002	246	348
22.04.2002	300	456
21.05.2002	312	456
22.06.2002	240	300

$$\log Q_0 - \log Q = 0.43 \alpha (t_2 - t_1)$$

$$V_0 = Q_0 / \alpha \quad V_{\text{son}} = Q / \alpha$$

Burada, Q_0 = İlk debi değeri

Q = Son debi değeri

V_{son} ve V_0 = Depolama kapasitesi

α = Boşalım Katsayısı

Bu hesaplamalara göre:

Muratbey Karstik Kaynağı (KK-2)

$$Q_0 = 2.8 \text{ l/s} = 241.92 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q = 2.7 \text{ l/s} = 233.28 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$t_2 - t_1 = 42 \text{ gün}$$

$$\log(241.92) - \log(233.28) = 0.43 \alpha \times 42 \quad \alpha = 8.745 \times 10^{-4} \text{ gün}^{-1}$$

$$V_0 = 241.92 / 8.745 \times 10^{-4} = 276638 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{son}} = 233.28 / 8.745 \times 10^{-4} = 266758 \text{ m}^3$$

Akçeşme Pınarı Karstik Kaynağı (KK-1)

$$Q_0 = 1.71 \text{ l/s} = 146.88 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q = 1.25 \text{ l/s} = 108 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$t_2 - t_1 = 57 \text{ gün}$$

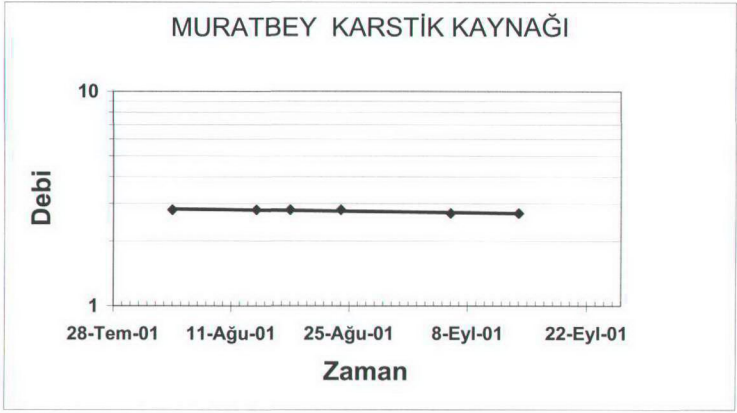
$$\log(146.88) - \log(108) = 0.43 \alpha \times 57$$

$$\alpha = 5.448 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$$

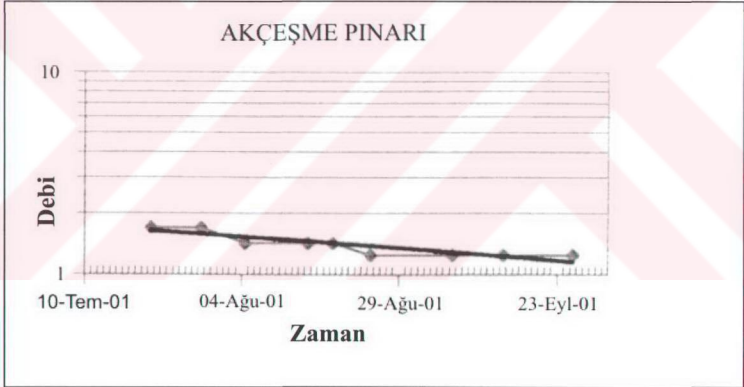
$$V_0 = 146.88 / 5.448 \times 10^{-3} = 26960 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{son}} = 108 / 5.448 \times 10^{-3} = 19823 \text{ m}^3$$

Bu hesaplamalardaki boşalım katsayısı, inceleme alanında bulunan akiferin hidrojeolojik karakteristiğine (özellikle boşlukluk ve iletimlilik) bağlı olup, ayrıca akiferin su verebilme kabiliyetini temsil etmektedir. Eğer bu değer (α) küçükse bu onun geniş depolama kapasiteli yavaş drenajlı genelde sürekli olan bir karstik akifer olduğunu göstermektedir. Öteyandan bu değer (α) büyükse bu onun dar depolama kapasiteli hızlı drenajlı bir konduit olduğunu göstermektedir (Karanjac, 1977, Milanovic, 1981, Ford and Williams, 1989).



Şekil 4.1 Muratbey Karstik Kaynağı (KK2) Baz Akım Grafiği



Şekil 4.2 Akçeşme Pınarı Karstik Kaynağı Baz Akım Grafiği

Bu açıklamalar ışığında Akçeşme Pınarı karstik kaynağı ile Muratbey karstik kaynağı'nın küçük boşalım katsayılarına sahip olmaları nedeni ile geniş depolama kapasitesine sahip düşük drenajlı karst akiferdirler. Ayrıca düşüm katsayısının Muratbey karst kaynağı için 10^{-4} gün^{-1} , Akçeşme Pınarı karst kaynağı için de 10^{-3} gün^{-1} gibi bir değere sahip olduğu göz önünde bulundurulursa heriki kaynağın bulunduğu alanlardaki akışların eklem ve çatlaklar boyunca olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.2.4 Kuyular

İnceleme alanınınnda 4 adet geniş çaplı sığ kuyuda (W1, W3, W4 ve W5) ve bir adet dar çaplı derin sondaj kuyusunda (W2) yapılan ölçümler aşağıda sunulmuştur (Ek 2 ve Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 İnceleme alanında yer alan kuyular.

Kuyu No	Lokasyon	Kuyu Kotu (m)	Statik Seviye (m)	Ölçüm Tarihi
W1	K 41°06'.380 D 28°29'.498	45	5,52	25/05/2001
W2	K 41°06'.001 D 28°29'.447	100	>30	25/05/2001
W3	K 41°06'.416 D 28°27'.738	141	16,60	25/05/2001
W4	K 41°06'.523 D 28°27'.631	135	10,75	25/05/2001
W5	K 41°06'.348 D 28°27'.664	121	3.10	25/05/2001

4.3 Yeraltı Su Düzeyi ve Hidrolik Eğim

Çalışma alanı içerisinde su düzeyi ölçümleri sonucu eş yeraltısı seviyesi 40 ile 140 kotu arasında değişmektedir.Yeraltısuyu akım yönü Pamuk Tepe ve Muratbey civarında kuzedoğuya yani diğer bir ifadeyle Koğuk dere'ye doğrudur ve buralarda hidrolik eğim, yani suyun giriş ve çıkış noktaları arasındaki yükseklik farkı ortalama olarak 1/10 ile 1/15 arasında değişmektedir (Ek-2).

4.4. Akiferler

Bölgede yer alan jeolojik birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri gözönüne alınarak dört tür akifer (su taşır) ayrılmıştır (Ek-2 Hidrojeoloji haritası).

4.4.1 Çok Zayıf Akifer (Çza)

Granit ve gnayslardan oluşan bu akifer türü oldukça az çatlak içermektedir. Genellikle geçirimsiz bir yapıda olup, nadiren yüzeyde çok az miktarda olmak üzere su taşımaktadır.

4.4.2 Zayıf Akifer (Za)

Mahya şisti, Taştepe fillatlı kalkışist üyesi ve Şermat kuvarsitinden oluşan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik birimler (Istranca grubu) çatlaklı olduğu yerlerde yerel çatlaklı akifer niteliğini kısmen taşımaktadır. Çoğu yerde geçirimsiz olup, nadiren geçirimli olduğu yerlerde az miktarda su taşımaktadır.

4.4.3 Yerel Çatlaklı (Karbonatlı) Akifer (Yçka)

Bölgede kumlu, mikro ve makro fosilli, algli ve resifal kireçtaşıdan oluşan Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşları çatlaklı, geçirimli, karbonatlı yapıdadır. Bu akifer türü içerisindeki yeraltısuyu, karstik yapının oluşturduğu boşluklarda bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisinde yaralan Karstik kaynaklar bu akifer türü içerisinde bulunmaktadır.

4.4.4 Yerel Taneli Akifer (Yta):

Şeyl, kumtaşı, kiltaşından oluşan Süloğlu formasyonu, kiltası-miltaşı ve kumtaşından oluşan Danişment formasyonu, yerel taneli akifer niteliğindedir. Kum-kumtaşı birimleri akifer niteliğinde olup, killi kısımları pratik olarak geçirimsiz birimleri oluştururlar.

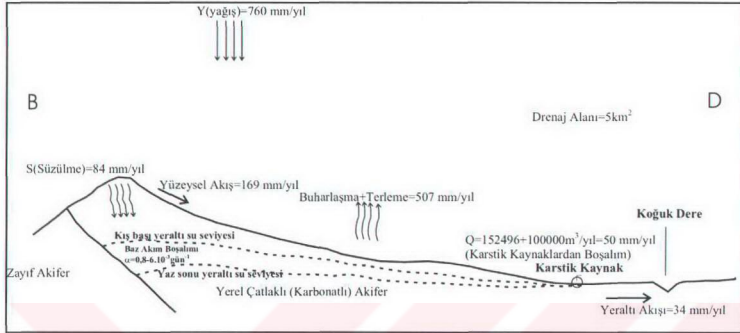
4.5 Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı

Çalışma alanı içerisinde yeraltısuyu beslenimi yağıştan, yüzeysel akıştan ve komşu akiferlerden olmaktadır. Bu bölgeden suni boşalım ise genellikle kuyulardan ve kaynaklardan gerçekleşmektedir. Kaynakların bulunduğu alandaki kireçtaşı beslenim alanı yaklaşık olarak 5 km² lik bir yer kaplamaktadır, yıllık toplam yağış miktarı Şaylan ve diğ. (2003)'de Florya'da 2001 yılında 759,6 mm olarak belirtilmiş ve kaynaklardan en yüksek boşalım miktarının yapılan ölçümlerden 768 lt/dak olduğu bilinmektedir, tüm bunlar göz önüne alındığında;

$$Q(\text{kaynaklardan yıllık boşalım})=P(\text{yağış})\cdot A(\text{drenaj alanı})\cdot I(\text{süzülme})$$

Süzülme denkleminden, $I=Q(\text{mm}^3/\text{yıl})/P(\text{mm}/\text{yıl})\cdot A(\text{mm}^2)$ çıkarımıyla süzülme miktarı toplam yağış miktarının %11.1 olarak hesaplanmıştır. Yıllık yağışın %66,7'si buharlaştığı daha önce Penman su bilancosundan bilindiğinden, akışa geçen su

miktari da toplam yağışın %33.3'ü olarak hesaplanır. Süzülme miktarı %11.1 olduğundan dolayı akışa geçen kısmın 3/2'si yüzeysel, 3/1'i ise yeraltı akışı olduğu sonucu çıkmaktadır (Şekil 4.3).

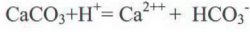
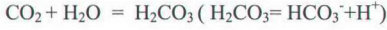
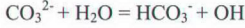
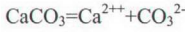


Şekil 4.3 Kaynakların Hidrojeolojik modellemesi (Kesit ölçeksizdir).

4.6 Karst hidrojeolojisi ve karstlaşma

Günümüzdeki anlamıyla karst, kireçtaşı gibi karbonatlı ve jips gibi sülfatlı olan eriyebilir kayaç ve minarellerde, kimyasal ve fiziko-mekanik olaylar nedeniyle zamana bağlı olarak gelişen, tüm özel yerüstü ve yeraltı drenaj düzenini ve biçimini belirten jeomorfolojik, jeolojik ve hidrojeolojik bir olgudur. Karstlaşma bir olayı, karst ise bu olaya bağlı olarak oluşan bir durumu belirtir. Bu nedenle Karstlaşma olayı incelenirken etkenlerin zaman içindeki karşılıklı ilişkileri ve oluşum mekanizması, karst incelenirken de oluşum mekanizmasına bağlı olarak ortaya çıkan tüm biçimsel özellikler araştırılır (Öztaş, 1989).

CO_2 gazı su içerisinde çözüldüğünde seyreltik karbonik aside (H_2CO_3) dönüşür; Atmosferden yere düşen yağmur suyu havada, akış durumundaki yağmur suyu sızıntıya geçtikçe özellikle bitkilerin aksiyonlarından ötürü CO_2 bakımından zenginleşmiş toprağın yapısındaki CO_2 ile reaksiyona girer (Ford and Williams, 1989). Karbonik asit kireçtaşının ve dolomitin yapısındaki Ca^{++} ve Mg^{++} katyonlarını alarak, kayaçların yapısına zarar verir. Daha sonra çözücü olan bikarbonat (HCO_3^-) yapısına katar.



Özet olarak;



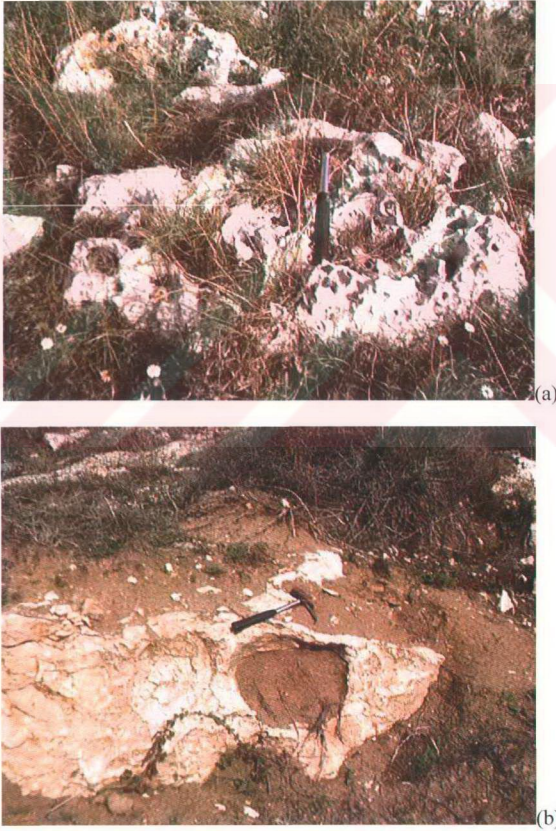
CO_2 içeriğindeki değişim Kireçtaşının çözünme derecesini azaltır veya artırır. Eğer yeralıtı suyu akış durumunda iken, kar suyu gibi diğer daha düşük CO_2 içerikli bir akış ile karışırsa çözünme kapasitesi elde eder ve bu noktada kireçtaşı içerisinde delikler açabilir. Kireçtaşının uzunca bir zaman dilimi süresince su tarafından çözünmesi, mağaralar, pasajlar gibi iri çaplı delikler içeren kaya kütlelerinin oluşması ile sonuçlanır. Böylelikle ufak çaplı akıntıların yerini zamanla çok geniş çaplı akıntılar yer alır. Karst kelimesi kireçtaşındaki bu tür yapı bozukluklarını tarif etmek amacıyla kullanılır. Karst kelimesi ilk olarak Slovenyada yeralan Kras bölgesindeki bu tip bir yapılanmayı tanımlamak için kullanılmıştır (White, W.B., 1989).

Karst çoğunlukla kireçtaşları, dolomit, ve bazen de jips gibi kayaçlarda oluşmakla birlikte, ayrıca nadir olarakta diğer litolojilerde rastlanmaktadır. Kireçtaşı karstları çok geniş boyutlarda gelişmiş olup, yüksek yeraltı su drenajına, geniş bölgesel yaygınlığa ve mağara sistemlerine sahip olabilmektedir. Karst topoğrafyasının yapılanması genç, olgun ve yaşlı olmak üzere üç farklı aşamada ele alınabilir. Genç karstik aşamada, karstik topoğrafyada büyük çaplı değişimlere rastlanmaz, fakat bu evrede yeraltında kaybolan ve daha sonra yüzeye tekrar kaynak olarak çıkan bazı akıntılar yer almaktadır. Olgun karstik evrede, başlangıçta düşey açıklıklar su tarafından genişletilmiş ve böylelikle düşey dar ve ufak çaplı mağaralar oluşmuştur, daha sonra ise alt kısımları farklı yüksekliklerde olan obrukların aralarında çok sayıda ufak bölmelerle karstik yapının yüzeyi düzensiz bir duruma gelmiştir. Yaşlı karstik evrede ise, karstik oluşum kireçtaşının azaldığı veya tamamıyla yokolmaya başladığı bir sürece girmiştir. Karstik yapının yerine, kalsit ve dolamitin çözülmesinden sonra arta kalan kalıntıyı içeren kalın bir kil yatağı yer almaktadır. İklimsel çeşitlilikten ötürü aynı formasyonlarda ve farklı kaya formasyonu dokanalarında bu evreler farklılık göstermektedir. Tüm bu karstik evreler

kireçtaşlarının yapısına göre hızlı veya yavaş ilerlemekle birlikte, zamansal farklılıklar göstermektedir.

4.6.1. Bölgesel Karstlaşma

Karstlaşma olayının başlaması ve gelişimi için zorunlu olan birincil etmenlerden jeolojik (eriyebilir kayaçların varlığı, süreksizler arası ilişki, vb.) ve hidrojeolojik (geçirimsizlik, boşlukluluk, yerüstü-yeraltı drenaj niteliği, vb.) özelliklere, inceleme alanında rastlanmaktadır. İnceleme alanındaki boşluklu ve geçirimsizli resifal Kırklareli kireçtaşları içerisinde erime boşlukları yer almaktadır Şekil 4.3 (a)-(b).



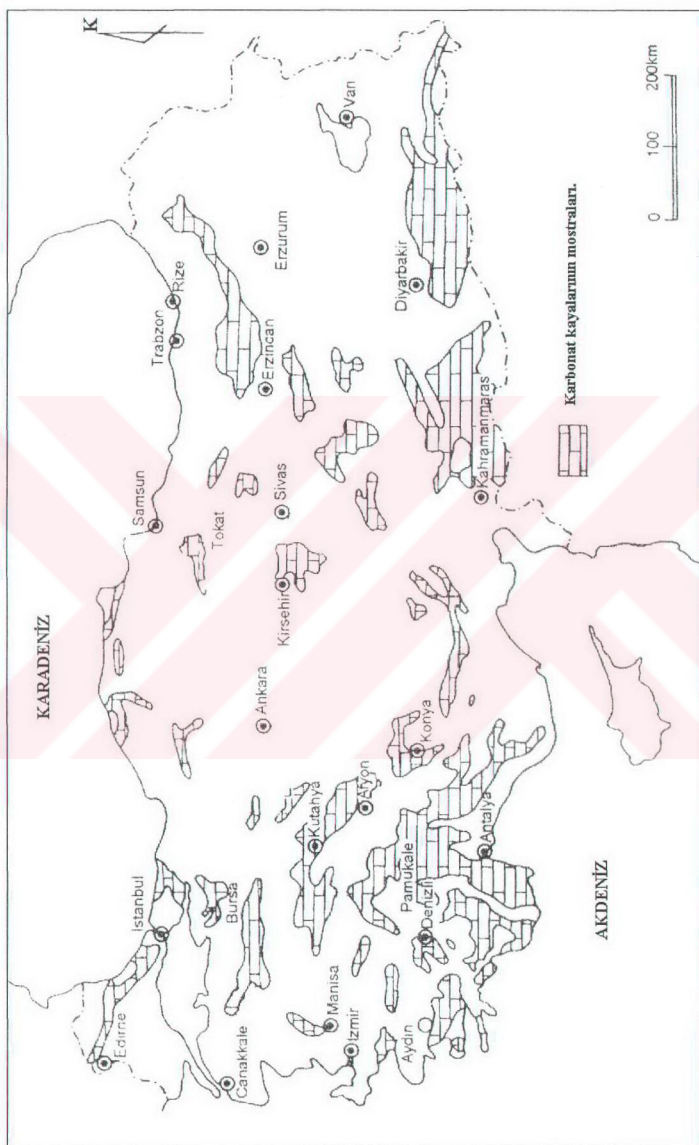
Şekil 4.4 (a)-(b) Kırklareli kireçtaşında yüzeyde gözlenen erime boşlukları.

İnceleme alanındaki kireçtaşlarında erime boşlukları dışında, diğer büyük çaplı karstik arazi şekilleri gözlemlenmemektedir, zaten bu birim içerisinden boşalan kaynakların debilerinin az olması, orta debili karstik kaynaklar sınıfında yer alması ve baz akım grafiklerinden de görüldüğü üzere akışların dar çatlaklar boyunca gerçekleşmesi bunu doğrular niteliktedir.

4.6.2 Türkiye'de Yeralan Karst Bölgeleri

Türkiye'de çeşitli karst alanları yer almaktadır. Bunlardan en önemlisi ve en geniş olanı Toros dağ kuşağında yer alanıdır (Şekil 4.5). Bu bölge Ege kıyılarından başlayarak, Akdenizin kuzeydoğusu boyunca İrana ve Doğu Anadoluya uzanmaktadır. Bu bölgede, Akdeniz kıyıları ve Orta Anadolu arasında, Toros dağları boyunca karbonat kireçtaşları genişliği 200 km'dir. Bu bölgedeki karstik kaynakların debileri 1-60 m³/s arasında değişmekle birlikte, Antalya ilinde Kırkgöz, Olukköprü ve Manavgat çayı vadi kaynaklarının debileri sırasıyla 20 m³/s, 25 m³/s, 60 m³/s'dir. Güneydoğu Anadolu karst bölgesi, Diyarbakır ilinin kuzeyinde yüzeylenen Miyosen yaşlı Silvan kireçtaşları, Eosen yaşlı Midyat kireçtaşları, Gaziantep ve Urfa civarlarında yüzeylenen Eosen yaşlı kireçtaşlarını içine alan diğer bir bölge olup, bu bölgede yeralan karstik kaynakların debileri 0,5-6,5 m³/s aralığında değişmektedir. Toros kuşağının kuzeyinde yeralan Orta Anadolu karst bölgesinde, metamorfik kayaların üzerinde yeralan Permian yaşlı Bozdağ kireçtaşları geniş bir alana sahiptir. Kuzeybatı ve Trakya karst bölgesinde ise, Trakya kısmında Istranca masifinin güney kısmına ait ve masife neredeyse paralel kalınlığı yaklaşık 100-150 m olan Eosen yaşlı kireçtaşları, bu karst bölgesinde önemli bir yere sahiptir. Geniş karstik kaynaklar genellikle Paleozoyik yaşlı kireçtaşları, Eosen yaşlı, ve Neojen yaşlı kireçtaşlarından çıkmaktadır. Karstik bölgenin, Trakya kısmında yeralan karstik kaynakların toplamının ortalama boşalımı 1,6 m³/s olup, bu rakam Toros karst bölgesinde yeralan kaynakların debileriyle kıyaslandığında çok ufak bir değere sahiptir (Günay ve Eroskay, 1979).

İnceleme alanındaki karstik kaynakların debilerinin KK-1 için 1,25-5,2 l/s ve KK-1 için 2,7-7,6 l/s değerleri arasında değişim gösterdikleri dikkate alındığında, bu kaynakların debileri, Türkiye'nin diğer karstik kaynaklarının debileriyle kıyaslandığında oldukça düşük seviyelerdedir.



Şekil 4.5 Türkiye'nin Karbonat kayaları mostraları (Şakir, 1993'den düzenlenmiştir).

5. SU KİMYASI

Çatalca ilçesine bağlı Muratbey Beldesi sınırları içinde yer alan Muratbey karstik kaynağı ve Akçeşme Pınarı karstik kaynağı civarında yapılan arazi gözlem ve incelemeleri sonucu, çalışma alanındaki yeraltı ve yüzey sularının hidrojeokimyasal özelliklerini tanımlamak, kaynak sularının iyon değişimlerini (iyon artış ve/veya azalışı) belirlemek amacıyla su noktalarından örnekler alınmıştır. Örnek alım noktaları, su noktaları ve eş yeraltısuyu düzeyi hidrojeoloji haritasına işlenmiştir (Ek-2).

Su örneklerinin sertlik, EC (elektrik iletkenliği), pH, sıcaklık, asidite, alkalinite, nitrat ve nitrit değerleri arazide yerinde ölçülmüştür. Örneklerin ana anyon ($\text{SO}_4^{=}$, Cl^-) ve kation (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) değerleri ile iz element (Fe, Pb, Zn, Cu, Ni) içerikleri ise İTÜ Maden Fakültesi laboratuvarlarında, Titrasyon, Spektro Fotometre, Alev Fotometre ve Atomik Absorbsiyon cihazları kullanılarak saptanmıştır. HCO_3^- değerleri, arazide ölçülen alkalinite değerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

5.1 Suların içilebilirlik özellikleri

İnceleme alanı içerisinde yeralan Muratbey karstik kaynağı, ile Akçeşme Pınarı karstik kaynaklarından, birer litrelik şişeler içine su örnekleri alınarak İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Türk Standartlar Enstitüsü'nün benimsediği içilebilir su özellikleri kısaca şöyle ifade edilebilir. İçme sularının içinde hastalık yapan hiçbir bakteri bulunmaması gerekir. Suların rengi, platin-kobalt klorür ölçeğine göre 25 mg/l't'yi geçmemelidir. İyi bir su algılanabilir derecede kokmamalıdır. Suların kokusunu anlamak için 65 °C'ye kadar ısıtıp koklamak gerekir. Asılı maddeler, içme sularında 100 mg/l't'yi; bulanıklık (SiO_2 ölçeğine göre) 15mg/l't'yi; PH 9'u; Elektriksel iletkenlik 2200 mikromho/cm'yi (25 °C); toplam sertlik (Fransız) 45°I ve kalıcı sertlik 15°I , buharlaşma kalıntısı 1500mg/l't'yi geçmemeli, özellikle insan sağlığına zararlı klorür 750 mg/l't'yi, nitrat 30 mg/l't'yi, Pb 0.01 mg/l't'yi, Se ve As 0.05 mg/l't'yi, Cr^{+6} ise 0.02 mg/l't'yi aşmamalı ve amonyok bulunmamalıdır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 İçilebilir suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (TS 266, Haziran1984)

Maddenin Adı	Tavsiye Edilen Miktar	Müsaade Edilebilecek Maksimum Miktar
Ca (mg/l)	75	200
Mg (mg/l)	50	150
Na (mg/l)*	20	150
K (mg/l)*	10	12
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	-	-
Cl ⁻ (mg/l)	200	600
SO ₄ ⁻ (mg/l)	200	400
Fe (mg/l)	0.3	1.0
Pb (mg/l)	-	0.05
Zn (mg/l)	5.0	15
Cu (mg/l)	1.0	1.5
Ni (mg/l)*	-	0.05
Nitrat (mg/l NO ₃)	-	45
Nitrit (mg/l NO ₂)	Bulunmamalı	-
pH	7.0-8.5	6.5-9.2
Sıcaklık (°C)*	12	25
EC (µS/cm)	750** (400*)	2200**

*: Avrupa Topluluğu Standartlarına (EC) göre

** : TS 1966' ya göre

İncelenen su örneklerinin tümü çalışma alanındaki litolojiyle uyumlu olarak sert sular sınıfında yer almıştır. Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te verilen değerler, Çizelge 5.1'de verilen Türk İçme Suyu Standartları (TS 266, 1984) ve Avrupa Topluluğu (EC) Standartlarıyla karşılaştırıldığında, Karstik kaynaklara ait örneklerin tümünün Elektrik İletkenliği (EC), pH, nitrat, nitrit, ve sıcaklık değerleriyle, standartlarda belirtilen sınır değerler içinde kaldığı görülmektedir. TS 1966, EC için 750(µS/cm) (tavsiye edilen miktar) ve 2200(µS/cm) (müsaade edilebilecek maksimum miktar) sınır değerini verirken, TS 266 (1984) EC için herhangi bir sınır değeri belirtmemiştir; Avrupa Topluluğu ise EC için sadece tavsiye edilen miktar olarak 400(µS/cm) değerini vermiştir. Buna göre, incelenen örneklerin EC değerlerinin tümü standartlarla uyumlu değerlerdedir.

Elektriksel İletkenlik (EC)

Suyun elektrik akımını iletme kapasitesidir. EC değeri suyun içerisindeki erimiş madde miktarı artışı ile artar, ayrıca suyun sıcaklığı da EC değerini etkileyen diğer bir faktördür. Rapor edilen EC değerleri +25°C'deki 1 cm³ suyun iletkenliği değeri

olarak kabul edilmiştir. İyon konsantrasyonu ile doğru orantılı olup, bir dereceye kadar artış göstermektedir.

Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır. +25 °C'de pH=7 olan sular nötr sular olarak bilinir. Bunlarda H^+ ve OH^- iyonları dengede olmakla birlikte, bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. OH^- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH, 7 den büyük değerler alır ve su bazik karakter kazanır. Genel olarak yeraltısuları, pH'ı 7 den küçük olan ve asit özelliği fazla bulunan sulardır. Asit ve bazik suların esas sınır değerleri 4.5 ve 8.2 kabul edilmektedir. Buna göre pH< 4.5 olan sular asit su, pH>8.2 olan sular bazik su olarak nitelenmektedirler.

Alkalinite ve Asidite

Bir suyun alkalitesi, asitleri nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Yeraltısularındaki alkalinite genellikle karbonat ve bikarbonat iyonlarına bağlı olarak elde edilir. Bir suyun asiditesi, alkalitenin karşısı olarak bazları nötrleştirme özelliği olarak bilinir.

Klorür (Cl^-)

Yeraltı sularındaki klorür; deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar suyundan gelebilir. Çalışma alanındaki karstik kaynak sularında Cl^- miktarı KK-1 için 18.03mg/l ile 32.08mg/l arasında, KK-2 için 25.76 mg/l ile 40.29 mg/l değerleri arasında değişim göstermektedir. İçme sularında, klorür konsantrasyonları için üst limit 250 mg/l olarak kabul edilmiştir.

Sülfat (SO_4^{--})

Yeraltısularındaki sülfatın büyük bir kısmı jips ve anhidritten ileri gelmektedir. Bunların dışında az miktarda piritin oksidasyonu ile oluşan demirsülfattan, magnezyum ve sodyum sülfattan da gelebilmektedir. Çalışma alanı içerisinde yeralan karstik kaynaklar için sülfat miktarı KK-1 için 2mg/l ile 19mg/l arasında, KK-2 için ise 18mg/l ile 46mg/l değerleri arasında değişim göstermektedir.

Nitrat (NO_3^-)

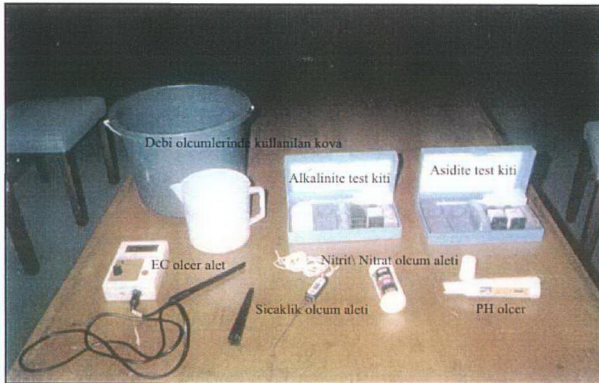
Yeraltısularındaki nitrat, genellikle canlıların atıkları ve suni gübrelere bağlı olarak ortaya çıkar. Sularda 5-10 mg/lit'nin üzerinde nitratın bulunması, bu suyun dışarıdan kirlendiğini gösterir.

Sodyum İyonu Yüzdesi (%Na)

Sodyum iyonu yüzdesi sulama suları için önemli sayılan bir özelliktir. Sodyum yüzdesi aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmaktadır; $\%Na = (\text{Na}^+ * 100) / (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+ + \text{Na}^+)$. Buradaki iyon konsantrasyonları, milyonda ekivalan (epm) cinsinden verilmektedir. Sulama sularında sodyum yüzdesinin artışı topraktaki kalsiyum ve magnezyumla baz değişimini doğuracağından istenmez. Bu bakımdan sodyum iyonu, sular için bir sınıflandırma kriteri olarak alınmıştır. Hesaplanan %Na miktarı KK-1 için 6, KK-2: için 9,38'dir.

Sertlik

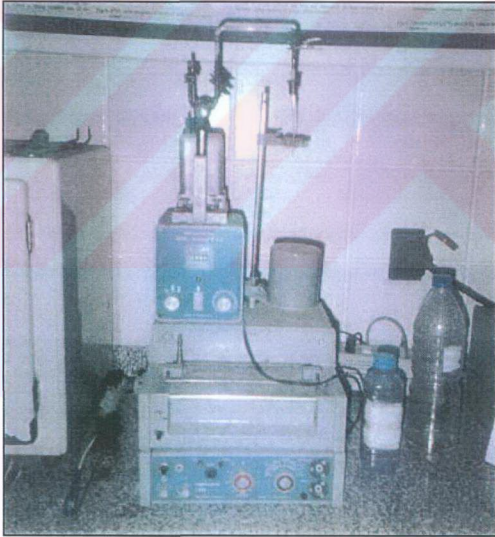
Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum sülfat, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ile az miktarda demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir. Yeraltısularındaki bikarbonat iyonları çözünmüş karbondioksit etkisi ile oluşur. Suların sertlikleri kimyasal analiz sonuçlarından, özel kimyasal maddelerle yapılan kolorimetrik titrasyonla yapılmaktadır.



Şekil 5.1 Arazi çalışmaları süresince kullanılan ölçüm aletleri.



Şekil 5.2 Sülfat analizlerinde kullanılan spektrofotometre.



Şekil 5.3 Klor analizlerinde kullanılan titrasyon aleti.

İncelenen heriki kaynakta pH değeri tavsiye edilen sınır değer içinde kalmıştır. Örneklerin hiç birinde nitrit saptanmazken, örneklerde ölçülen nitrat değerleri 0-5 mg/l arasında kalarak, TS 266'nın verdiği müsaade edilebilecek maksimum değer

(45 mg/l) çok altında yer almıştır. Yapılan arazi gözlem ve incelemelerinden, ölçülen nitrat değerlerinin, litolojik özelliklerden çok evsel atıklardan ve tarımsal faaliyetlerden ileri gelebileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.2 Arazide Muratbey kaynağında ölçülen bazı kimyasal değerler.

MURATBEY KARSTİK KAYNAĞI (KK-2)							
TARİH	EC (μS/cm)	pH	Sıcaklık (°C)	Asidite (mmol/l)	Alkalinite (mmol/l)	Nitrat (mg/l)	Nitrit (mg/l)
25.05.2001	585	7.8	16.4	0.2	5.0	5	0
20.07.2001	606	7.08	18.2	0.3	4.6	4	0
28.07.2001	593	7.04	18.8	0.4	4.8	0.5	0
04.08.2001	574	6.90	18.1	0.6	4.9	0.5	0
14.08.2001	573	6.96	17.7	0.6	4.8	0.5	0
18.08.2001	572	7.41	17.7	0.6	4.8	0.5	0
24.08.2001	571	6.90	17.9	0.6	5.1	0.5	0
06.09.2001	571	6.95	17.6	0.8	4.9	-	-
14.09.2001	772	6.94	17.7	0.8	4.9	-	-
25.09.2001	568	7.01	17.0	0.8	4.8	-	-
13.10.2001	598	7.9	16.5	0.8	4.9	-	-
10.11.2001	593	7.9	16.6	0.5	4.95	-	-
20.12.2001	648	6.9	14.6	0.4	4.5	-	-
20.01.2002	672	6.8	15.3	0.35	4.4	-	-
24.02.2002	663	-	15.1	0.4	4.2	-	-
31.03.2002	686	-	15.2	0.3	5.1	5	0.1
22.04.2002	621	-	16.1	0.2	4.9	3	0
21.05.2002	618	-	16.2	0.3	4.7	3	0
22.06.2002	602	-	16.8	0.3	4.8	-	-

İncelenen heriki kaynakta pH değeri tavsiye edilen sınır değer içinde kalmıştır. Örneklerin hiç birinde nitrit saptanmazken, örneklerde ölçülen nitrat değerleri 0-5 mg/l arasında kalarak, TS 266'nın verdiği müsaade edilebilecek maksimum değer (45 mg/l) çok altında yer almıştır. Yapılan arazi gözlem ve incelemelerinden,

ölçülen nitrat değerlerinin, litolojik özelliklerden çok evsel atıklardan ve tarımsal faaliyetlerden ileri gelebileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.3 Arazide Akçeşme pınarı kaynağında ölçülen bazı kimyasal değerler.

AKÇEŞME PINARI KAYNAĞI (KK1)							
TARİH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	pH	Sıcaklık (°C)	Asidite (mmol/l)	Alkalinite (mmol/l)	Nitrat (mg/l)	Nitrit (mg/l)
30.03.2001	568	8.1	14.2	0.2	4.5	10	0
20.07.2001	558	7.13	16.2	0.6	4.8	4	0
28.07.2001	553	6.77	16.4	0.2	4.5	3	0
04.08.2001	550	6.9	15.3	0.6	4.6	0.5	0
14.08.2001	547	6.87	15.4	0.7	4.8	0.5	0
18.08.2001	547	7	15.3	1	4.9	0	0
24.08.2001	548	7	15.4	0.8	4.8	0.5	0
06.09.2001	550	6.93	15.3	0.7	4.9	-	-
14.09.2001	550	7	15.1	0.8	4.9	-	-
25.09.2001	552	6.89	15.3	0.9	5	-	-
13.10.2001	555	7.7	15	0.2	4.1	-	-
10.11.2001	538	7.8	15	0.2	4.8	-	-
20.12.2001	450	6.9	11.6	0.15	2.9		
20.01.2002	541	6.7	12.3	0.37	3.2	-	-
24.02.2002	538	-	13.1	0.4	3.1	-	-
31.03.2002	625	-	12.2	0.3	4.9	2	0
22.04.2002	529	-	14.6	0.2	4.8	2	0
21.05.2002	548	-	14.9	0.3	4.3	2	0
22.06.2002	550	-	15.3	0.35	4.2	2	0

Normal koşullarda yeraltı suları yağış sularıyla beslenir. Ancak yağmur suları akifere ulaşmadan önce, içinden geçip-gittikleri (süzüldükleri) ortamlarla (magmatik, metamorfik veya sedimanter kayalarla), ortamın pH ve Eh'ına, sıcaklığına, basıncına, dokanak yüzeyi ile olan reaksiyon süresine ve alanına, su hacmine, içerdiği gazlara ve diğer maddelerin çözünme oranına bağlı olarak reaksiyona girerler. Bu süreçte, içine süzüldükleri kayalarla iyon alış verişinde bulunurlar ve kısmen veya tamamen kimyasal bileşimlerini ve fiziksel özelliklerini kazanırlar.

Dolayısıyla su-kaya dokanak süresi uzun ise, yer altı sularının kimyasal bileşimi bulundukları kayanın kimyasal özelliğini yansıtır.

Çalışma sahasından alınan ve İTÜ Maden Fakültesi Laboratuvarlarında incelenen Karstik kaynaklara ait su örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 5.2, Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.6'da verilmiştir. Analiz sonuçlarından, su-kayaç ilişkisini ortaya koymak için ana anyon ve katyon değerleri mek/l cinsinden hesaplanıp incelendiğinde, Ca^{++} 'un baskın katyon ve HCO_3^- 'ünde baskın anyon olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.4 Muratbey kaynağının anyon değişimi.

MURATBEY KARSTİK KAYNAĞI (KK-2)			
TARİH	Cl^- (mg/l)	SO_4^{--} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)
25.05.2001	32.0	21	305.0
20.07.2001	32.53	21	280.6
28.07.2001	34.32	20	292.8
04.08.2001	31.04	18	298.9
14.08.2001	34.62	21	292.8
18.08.2001	34.62	23	292.8
24.08.2001	35.82	22	311.1
06.09.2001	36.41	18	298.9
14.09.2001	40.29	46	298.9
25.09.2001	38.50	31	292.8
13.10.2001	25.76	21	
10.11.2001	27.69	21	
20.12.2001	27.70	30	
20.01.2002	26.4	30	
24.02.2002	33.11	31	
31.03.2002	33.77	24	
22.04.2002	34.44	28	
21.05.2002	33.44	34	
22.06.2002	32.45	26	

Ayrıca katyonlar ve anyonlar kendi aralarında mek/l çinsinden büyüklük sırasına göre dizildiklerinde; Katyonlar için $\text{rCa}^{++} > \text{rMg}^{++} > \text{rNa}^+$ gibi bir dizilim sergilerken, Anyonlar için $\text{rHCO}_3^- > \text{rCl}^- > \text{rSO}_4^{--}$ gibi bir dizilim göstermişlerdir.

Çizelge 5.5 Akçeşme Pınarı kaynağının anyon değişimi.

AKÇEŞME PINARI KAYNAĞI (KK-1)			
TARİH	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁼ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)
30.03.2001	22	15	274.5
20.07.2001	20.14	28	292.8
28.07.2001	25.07	2	274.5
04.08.2001	24.47	4	280.6
14.08.2001	24.17	2	292.8
18.08.2001	28.35	4	298.9
24.08.2001	29.70	7	292.8
06.09.2001	30.44	4	298.9
14.09.2001	31.64	7	298.9
25.09.2001	32.08	8	305
13.10.2001	19	6	
10.11.2001	18.35	8	
20.12.2001	18.03	14	
20.01.2002	18.67	14	
24.02.2002	25.83	19	
31.03.2002	22.51	6	
22.04.2002	24.17	12	
21.05.2002	25.16	9	
22.06.2002	21.19	13	

Çizelge 5.6 Kaynaklardan alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları (KK-2 Muratbey karstik kaynağı, KK-1 Akçeşme Pınarı karstik kaynağı).

Örnek (mg/l)	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	HCO ₃	Fe	Pb	Zn	Cu	Ni
KK-2	94.54	5.73	10.4	0.18	32.0	21	305.0	0.01	<0.01	0.011	0.133	0.004
KK-1	128	2.3	8.5	0.7	22	15	274.5	0.20	<0.01	0.086	0.30	0.002

Ca ve HCO₃⁻ ün baskın olması bize suların tümünün kalsiyum ve karbonat oranı yüksek sular sınıfında yer aldığını gösterir (Şekil 5.4). Yukarıda belirtilmiş olduğu gibi bu tür sular kireçtaşı gibi karbonat oranı yüksek kayalarla temas halindedir. Ayrıca suların katyon dizilimi de bu sonucu doğrulamaktadır. Yukarıda verilen anyon dizilimleri incelendiğinde örneklerin bir kısmının sodyum içeriklerinin

yüksek olmasına paralel olarak $rCl > rSO_4^{=}$ şeklinde bir dizilim sergilemiştir. Sulara Cl^- yükselmesinin Na^+ iyonunun yükselmesine neden olduğu literatürden bilinmektedir. Bu durumda, örneklerin katyon dizilimlerinde olduğu gibi anyon dizilimlerinden hareketle de akifer kayaların lokal olarak killi, marnlı, heterojen bir mineralojik ve petrografik yapı sergilediği sonucuna gidebiliriz (Nasuf ve diğ., 2001).

Kireçtaşı ve beraberinde bulunan minerallerin çözünmesi, kayanın yapısal ve tektonik durumuna bağlıdır. Masif kireçtaşlarında yeraltı suları yalnızca kırık ve çatlaklardan akar. Bu durumda su, kayanın içlerine yeteri kadar etkiyemediğinden, dolayısıyla suyun dokunma yüzeyi de küçüleceğinden, çözünme hızı yavaşlar. Geçirgenliği yüksek ve boşluklar arası bağlantılı kireçtaşlarında suyun çözündürme hızı çok yüksektir ve bu tür bir ortamdan gelen suların daha fazla Ca ve HCO_3^- iyon içerdiği bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında incelenen örneklerin Ca ve HCO_3^- içerikleri Çizelge 5.6'dan da görüleceği gibi literatürdeki pek çok benzer litolojik ortam sularına göre yüksektir. Bu sonuçta bize bölgedeki akifer kayaların geçirgenliğinin yüksek olduğunu işaret edebilir.

Suların ana anyon ve katyonlarının yanı sıra Fe , Pb , Zn , Cu ve Ni içerikleri de incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 5.6'da verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi elde edilen değerlerde önemli bir yükselme yoktur. Fe değerleri örneklerinin tümünde içilebilir sular için tavsiye edilen 0.3 mg/l değerinin altında kalmıştır. Bu sonuç ortamın karbonatlı kayaçlardan ileri gelen bazik ortam koşullarıyla da uyumludur. TS 266 içilebilir sulara Pb bulunmasını tavsiye etmezken, $0,05 \text{ mg/l'ye}$ müsaade edilebileceğini belirtmektedir. Bu çalışmada incelenen örneklerin tümünde ölçülen Pb değerleri $0,05 \text{ mg/l}$ 'nin altında kalmıştır. Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5'de görülebileceği gibi Zn ve Cu değerleri de TS 266'nın önerdiği alt sınır değerlerin çok altında kalmıştır. TS 266'da Ni için bir sınır değer yoktur; Avrupa topluluğu'da kurşunda olduğu gibi Nikelin bulunmamasını tavsiye etmekte, ancak $0,05 \text{ mg/l'ye}$ kadar müsaade etmektedir. Örneklerde ölçülen Ni değerlerinin tümü müsaade edilen 0.05 mg/l değerinin çok altında çıkmıştır. Bütün bu sonuçlar, bölgenin litolojisine bağlı olarak bazik bir ortam özelliği yansıtmaması, bunun da Cu , Pb , Zn ve diğer bazı elementlerin çözünmesini zorlaştırması ve ayrıca çevrede bu elementlerin sulara yükselmesine neden olacak etkenlerin yeterince bulunmadığı şeklinde açıklanabilir.

Anyon ve katyon değeriindeki çok az artış veya azalış da tamamen ana akifer kaya olan kireçtaşlarının heterojen olan mineralojik yapısıyla alakalıdır. Ağır metal içeriklerindeki değişim de yukarıda da belirtilmiş olduğu gibi evsel atıklar, tarımsal faaliyetler (gübreleme gibi), trafik ve sanayi artıklarından kaynaklanabilmektedir.

Bir yıl süresi boyunca aylık alınan su örneklerinin tamamının üçgen diyagram (piper) üzerine yerleştirilmesi sonucunda (Şekil 5.4), Muratbey karstik kaynağı ve Akçeşme Pınarı karstik kaynağının sularının Ca^{++} , HCO_3^- ’lu sular alanında dağılırarak, aynı özellikleri gösterdikleri ortaya çıkmıştır.

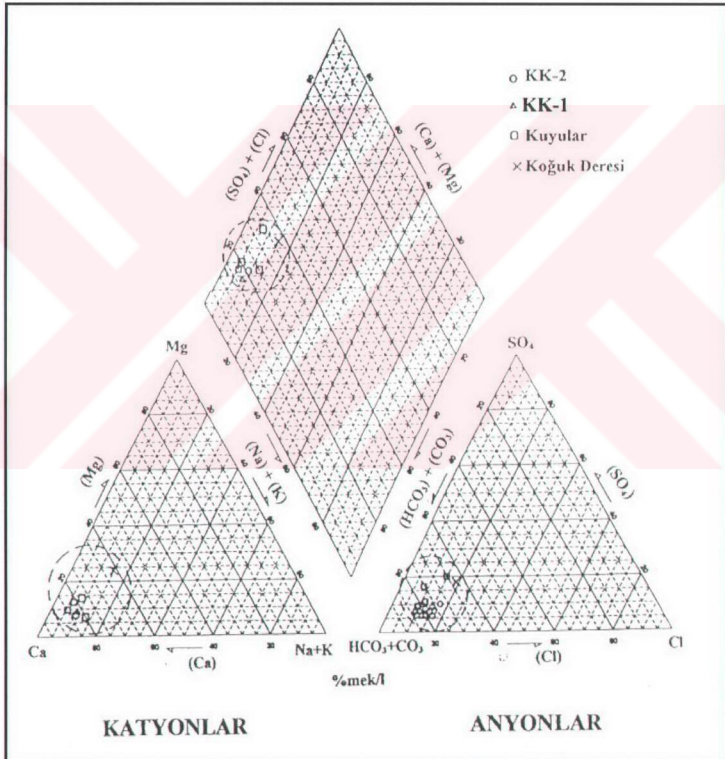
Başak ve Alagha (2003)’nın İstanbul Büyükçekmece Gölü kenarındaki 79 yağmur suyu örneği üzerinde yaptığı deneylerde Mg miktarı 2.42 mg/l, K miktarı 2.24 mg/l ve Na miktarı 1.73 mg/l olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.8). Bu iyonlar genellikle deniz kaynaklıdır. KK-2 Karstik kaynağında ölçülen Mg değeri yağmur suyundakinden daha fazla olduğuna göre muhtemelen buradaki Mg deniz kaynaklı olduğu sonucuna varılabilir (Şekil5.5).

Çizelge 5.7 İnceleme alanında yeralan kuyuların kimyasal analiz sonuçları.

Örnek (mg/l)	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	HCO ₃	Fe	Pb	Zn	Cu	Ni
W1	101,31	6,54	8,0	0,02	26,5	25	359,9	0,001	0,024	0,022	0,184	0,005
W2	83,20	6,64	7,5	0,38	23,3	24	280,6	0,04	<0,01	0,032	0,178	0,002
W3	117,35	11,57	12,0	3,3	27	52	213,5	0,03	<0,01	0,57	0,45	0,005
W5	131,71	13,65	21,0	2,5	26	65	390,4	0,06	<0,01	0,009	0,41	0,005

Başak ve Alagha (2003)’de Yağmursuyundaki K, Mg, Na elementlerinin daha çok denizden kaynaklandığı kabul edilse de toprağında bu elementlerin önemli kaynaklarından biri olduğu bilinmekte olup, Cl kaynağı tamamıyla denizdir. Öte yandan yağmursuyundaki Fe, Zn, SO₄ ve Cu elementlerinin toprak kökenli olduğu ve diğer elementlerle birlikte hafif bir antropojenik katkıyı da içerdiği sonucuna varılmış ve bu durumun antropojenik kirleticiler tarafından zenginleştirilmiş toprağın uzun mesafe taşınımları ile çalışma bölgesine taşınmış olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Pb, Ni ağırlıklı olarak endüstriyel faaliyetler

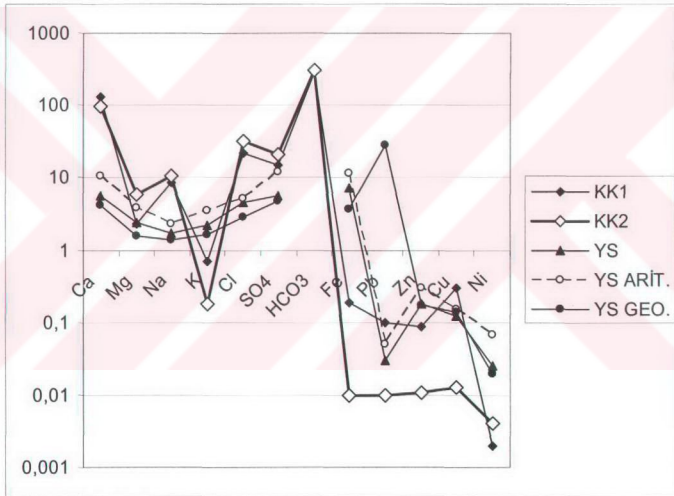
sonucu atmosfere verilen kirleticiler olup, Ca genellikle topraktan kaynaklandığı için yağmursuyundaki Ca konsantrasyonu, toprağın Ca içeriğine, rüzgar hızına ve toprağın nemliliğine bağlı olup Türkiye ve Avrupa’da yapılan çalışmalarda, kalsiyumun yerel kaynaklı olduğu kadar uzun mesafe taşınımları ile Akdeniz Bölgesi ve çevresine ulaşan sahra tozları ndan da kaynaklandığı ayrıca belirtilmiştir (Gülsoy ve diğ., 1999). SO_4 ’ın kaynağı antropojenik kökenli olduğu sonucu açıktır (Başak ve Alagha, 2003).



Şekil 5.4 İnceleme alanındaki kaynak ve kuyulara ait PİPER diyagramı.

Çizelge 5.8 İstanbul Büyükçekmece Gölü kenarındaki iki yağmur suyu örnekleme istasyonunda toplam 79 yağmursuyu örneğinde ölçülen değerler (Başak ve Alagha, 2003).

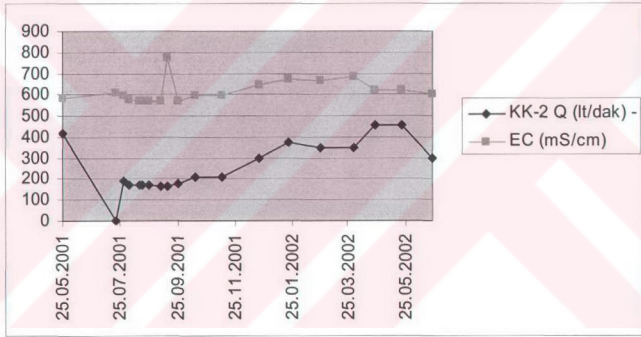
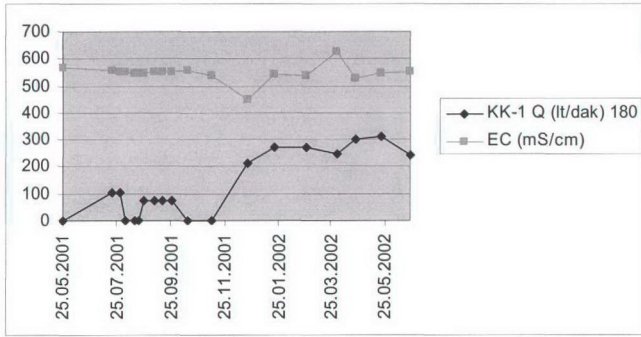
Yağmur suyu Örnekleri	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Fe (mg/l)	Pb (µg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Ni (µg/l)
Ağırlıklı Ortalama	5.70	2.42	1.73	2.24	4.43	5.53	7.14	30.83	0.18	0.12	25.68
Aritmetik Ortalama	10.58	3.81	2.25	3.54	5.08	12.03	11.74	52.52	0.30	0.15	66.34
Geometrik Ortalama	4.08	1.55	1.37	1.62	2.88	4.70	3.62	28.05	0.17	0.14	20.12
Standart Sapma	11.78	4.75	2.57	4.96	6.47	14.75	16.31	47.39	0.31	0.07	139.09



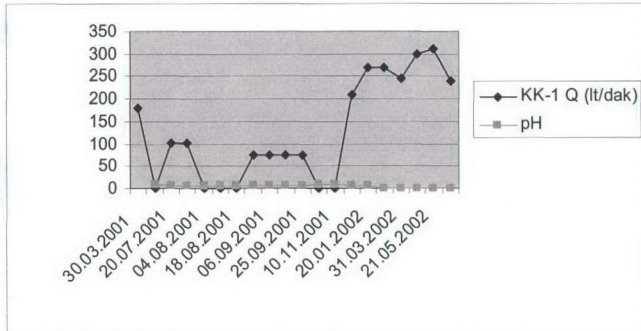
Şekil 5.5 Yağmursuyu ile Karstik kaynaklarda ölçülen değerler arasındaki ilişki (YS: Yağmur Suyu ağırlıklı Ortalama, YS ARİT.: Yağmur suyu Aritmetik Ortalama, YS GEO: Yağmur suyu Geometrik Ortalama).

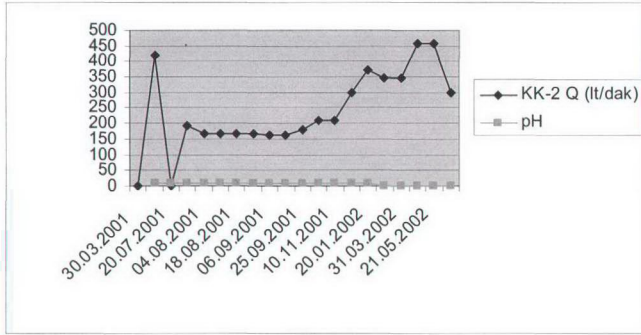
İnceleme alanı içerisinde yeralan karstik kaynaklara ait Debi-EC ve Debi-pH grafiklerini (Şekil 5.6, Şekil 5.7) incelediğimizde, kaynaklardaki yağışla birlikte debi artışları, genelde sabit bir grafik seyreden EC değerlerinde çok az miktarda artış yönünde değişime neden olmuştur. Öte yandan Karstik kaynakların debilerindeki

artışlar, pH değerlerini hiç etkilememekle birlikte, bu değerler ölçüm yapılan süre içerisinde hep sabit değerler almıştır.



Şekil 5.6 Karstik kaynaklardaki Debi-EC değişim grafikleri.





Şekil 5.7 Karstik kaynaklardaki Debi-pH değişim grafikleri.

5.2 Suların Sulama Suyu Açısından Özellikleri

Sulamada kullanılan suların içindeki çözünmüş fazla miktarda iyon, bitkileri ve tarım toprağını fiziksel ve kimyasal yollardan etkileyerek verimi düşürür. Bu türden iyonların fiziksel etkisi, bitki yapısındaki hücrelerde ozmatik basıncı azaltarak suyun dal ve yapraklara erişmesini engelleyerek, kimyasal yönden de bitki metabolizmasına zarar verir. Tuzlu sulardaki Na^{++} 'in, zemindeki Ca^{++} iyonları ile yer değiştirmesi sonucu toprağın geçirgenliği ve havalanması azalır. Böylece dolaylı olarak bitkilerin gelişmesi yavaşlar.

Bitki gelişmesi ile su kalitesi arasındaki yakın ilişkinin yanında, toprağın drenajı da önemli bir yer tutar. Geçirgenliği fazla, drenajı iyi olan tarım topraklarında, su tuzlu da olsa bitkilerin gelişmesini engellemez. Öte yandan, geçirgenliği ve drenajı kötü zeminlerde, su az tuzlu olsa bile, bitki köklerinde tuz birikimleri meydana getirerek bitkinin gelişmesini olumsuz yönde etkiler.

Toplam tuz derişiminden çok, suda bulunan sodyum ve bor gibi bazı iyonların miktarı bitkilerin gelişmesini etkiler. Böylece, bitkilerin gelişmesini etkileyen faktörler; su kalitesi, toprağın cinsi, geçirgenliği, drenajı, iklim koşulları kullanılan su miktarı, bitki türü, sulama şekilleri ve uygulanan yetiştirme yöntemleri olarak sıralanmaktadır.

Bu amaçla Karstik kaynak suları için Wilcox diyagramı hazırlanmıştır. Bu diyagramda düşey eksen $\%Na$ miktarı ($\%Na = (Na^+ * 100) / (Ca^{++} + Mg^{++} + K^+ + Na^+)$ formülünden hesaplanarak), yatay eksen de elektriksel iletkenlik gösterilmiştir (Erguvanlı, K ve Yüzer, E., 1973). $\%Na$ değeri hesaplanarak, düşey eksen üzerine işaretlenir ve yatay eksen EC değeri ile paralel çizilerek kesiştirilir. Wilcox diyagramına göre değerlendirilen karstik kaynak suları için $\%Na$ değerleri KK-1 için 6, KK-2 için 9.38 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında kaynak suları çok iyi sular niteliğinde yer almaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Jeolojik ve Jeomorfolojik verilerin değerlendirilmesi;

- İnceleme alanı içerisinde yer alan Jeolojik birimler sırası ile; Permiyen yaşlı Gnays, Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Taştepe fillatlı kalk şist üyesi, Mahya şisti ve Şermat Kuvarsiti, Permiyen yaşlı Şeytandere Metagraniti, Orta-Üst Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşı, Alt-Orta Oligosen yaşlı Pınarhisar, Orta-Üst Oligosen yaşlı Süloğlu ve Danişment formasyonlarıdır. Tüm bu birimler Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç molozu tarafından örtülmektedir.
- Pamuk tepe ve dolayında işletilen kayalar Kırklareli kireçtaşlarıdır ve bu kireçtaşları bölgenin metamorfik temeli üzerinde yer alan ilk ve en önemli akiferidir. Bu birimden Çatalca düzlüğüne doğru yeraltı suyu olarak drene edilen sular a) Çatalca yükselimini KD'dan sınırlayan ana fay boyunca pınar ve su kaynakları olarak yüzeye ulaşmakta veya b) Çatalca düzlüğündeki bir diğer önemli akifer olan Süloğlu formasyonuna transfer olmaktadır.
- İşletilmekte olan Kırklareli kireçtaşlarının altında Istranca grubuna ait metamorfik kayalar yer almaktadır. Bu kayalar genellikle fillat, şist gibi geçirimsiz birimlerden oluşmakla beraber içerdikleri çatlak ve kırıklar nedeniyle yer yer akifer niteliği arz etmekte ve bu kayalardan doğan kaynaklar daima fay ve eklem gibi yapısal süreksizlikleri kullanmaktadırlar.
- Pamuk ve bunun devamında Çatalca düzlüğüne bakan sırtlarda yapılan taş ocağı işletmeciliğinde, işletilen kireçtaşlarının tamamı veya önemli bir kesiminin ortadan kaldırılması bu alandaki yeraltı sularının bir kısmının yapısal süreksizlikleri kullanarak yeraltı suyu olarak, kalan kısmının ise yüzey sellemesi ile Çatalca düzlüğündeki Süloğlu formasyonu akiferine katılmasıyla sonuçlanacaktır.

- Pamuk Tepe, Muratbey ve Lahana Tepesi boyunca uzanan İnceleme alanı içerisindeki Karstik kaynakların içerisinde yer aldığı Kırklareli kireçtaşı, resifal nitelikli olup, açık renkli, konkoidal ve pürüzlü kırılma gösterip, kilaşı ve kumtaşı ara seviyeli, bol mikro ve makro fosillidir

6.2 Hidrojeolojik verilerin değerlendirilmesi;

- Bölgenin toplam yıllık yağış miktarı 760 mm'dir.
- Yıllık yağışın % 66,7'si buharlaşarak, geriye kalanı (253 mm/yıl) akışa geçmekte ve bunun bir kısmı süzülerek yeraltı sularını oluşturmaktadır.
- Yıllık yağışın %66,7'si buharlaştığı daha önce Penman su bilancosundan bilindiğinden, akışa geçen su miktarı da toplam yağışın %33,3 olarak hesaplanmıştır. Süzülme miktarı %11,1 olduğundan dolayı Akışa geçen kısmın 3/2'si yüzeysel, 3/1'i ise yeraltı akışı olduğu sonucu aşıkardır.
- İnceleme alanı içerisinde ayrıtlanan Akifer türleri, Çok Zayıf Akifer (çza); Granit ve gnayslardan oluşan bu akifer türü oldukça az çatlak içermektedir. Genellikle geçirimsiz bir yapıda olup, nadiren yüzeyde az miktarda olmak üzere su taşımaktadır. Zayıf Akifer (za); Taştepe fillatlı kalk şist üyesi, Mahya şisti ve kuvarsitten oluşan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik birimler (Istranca grubu) çatlaklı olduğu yerlerde yerel çatlaklı akifer niteliğindedir. Çoğu yerde geçirimsiz olup, nadiren geçirimli olduğu yerlerde su taşımaktadır. Yerel Çatlaklı (Karbonatlı) Akifer (yçka); Bölgede kumlu, mikro ve makro fosilli, algli ve resifal kireçtaşından oluşan Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşlarının oluşturduğu bu akifer türü boşluklu, geçirimli (karstik) yapıdadır. Bu akifer içerisindeki yeraltısuyu karstik yapının oluşturduğu boşluklarda bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisinde yaralan Karstik kaynaklar bu akifer türü içerisinde bulunmaktadır. Yerel Taneli Akifer (yta); Şeyl, kumtaşı, kilaşından oluşan Süloğlu formasyonu, kilaşı-miltaşı ve kumtaşından oluşan Danişment formasyonu, yerel taneli akifer niteliğindedir.

- Akçeşme Pınarı karstik kaynağı ile Muratbey karstik kaynağı'nın küçük düşüm katsayılarına sahip olmaları nedeni ile geniş depolama kapasitesine sahip düşük drenajlı bir karst akifer oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca düşüm katsayısının Muratbey karst kaynağı için 10^{-4} gün⁻¹, Akçeşme Pınarı karst kaynağı için de 10^{-3} gün⁻¹ gibi bir değere sahip olduğu göz önünde bulundurulursa heriki kaynağın bulunduğu alanlardaki akışların eklem ve çatlaklar boyunca olduğu ortaya çıkmaktadır.
- Karstik kaynaklardan KK-1'e ait minimum debi değeri 1,25 lt/sn olarak Ağustos ve Eylül aylarında olup, debideki maksimum değer 5lt/sn ile Nisan ve 5,2 lt/sn ile de Mayıs ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.3). KK-2 Kaynağına ait minimum debi değeri 2,7 lt/sn olarak Eylül ayında, maksimum debi değeride 7,6 lt/sn olarak Nisan ve Mayıs aylarında ölçülmüştür. Böylelikle heriki kaynaktan boşalan minimum debi değeri Eylül ayında 3,95 lt/sn, maksimum debi değeri de Mayıs ayında 12,8 lt/sn olarak gerçekleşmiştir.
- Baz akım analizlerinde;

Muratbey Karstik Kaynağı (KK-2) için

$$\alpha = 8.745 \times 10^{-4} \text{ gün}^{-1}$$

$$V_0 = 241.92 / 8.745 \times 10^{-4} = 276638 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{son}} = 233.28 / 8.745 \times 10^{-4} = 266758 \text{ m}^3$$

Açeşme Pınarı Karstik Kaynağı (KK-1) için

$$\alpha = 5.448 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$$

$$V_0 = 146.88 / 5.448 \times 10^{-3} = 26960 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{son}} = 108 / 5.448 \times 10^{-3} = 19823 \text{ m}^3 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

6.3 Su kimyası verilerinin değerlendirilmesi;

- Muratbey karstik kaynağı ve Akçeşme Pınarı karstik kaynağı sularının Cl⁻, SO₄⁻² HCO₃⁻ (anyonların) ve Na⁺+K⁺, Mg⁺² ve Ca⁺² (kasyonların)'ye göre sınıflandırılması yapıldığı zaman, suların aynı kimyasal özellikleri gösterdiği ve Ca ve HCO₃⁴ün baskın olması bize suların tümünün kalsiyum ve karbonat oranı yüksek sular sınıfında yer aldığını göstermektedir.

- İncelenen suların hepsi litolojiyle uyumlu olarak sert sular sınıfında yer almıştır.
- Türk İçme Suyu Standartları (TS 226, 1984) ve Avrupa Topluluğu (EC) Standartlarıyla kaynaklardan alınan örnekler karşılaştırıldığında, örneklerin tümünün Elektrik İletkenliği (EC), pH, nitrat, nitrit ve sıcaklık değerlerinin standartlarda belirtilen sınır değerler içinde kaldığı görülmektedir. Örneklerde yüksek oranda bulunan HCO_3 için TS 266 da herhangi bir sınır değeri verilmemiştir. Ancak literatürde kireçtaşlarından gelen sular için verilen değerlerle uyumludur. Ölçülen Ca değerlerinin tümü TS 266 da belirtilen tavsiye edilen değerin (75 mg/l Ca) üstünde, ancak müsaade edilen maksimum miktarın (200 mg/l Ca) altında kalarak standartlara uygun çıkmıştır. Kalsiyumdaki bu yüksekliğin nedeni ise suların, bölgedeki nispeten geçirgenliği yüksek kireçtaşlarından geliyor olmalarındandır. Örneklerin çoğunda ölçülen ve TS 266 sınır değerleri arasında kalan nitrat, evsel ve tarımsal faaliyetlerden ileri gelmektedir. Ölçülen Fe, Zn, Cu, Ni değerleri de TS 266 sınır değerleri içinde kalmıştır.
- Elde edilen tüm hidrojeokimyasal sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, inceleme sahasındaki taş ocaklarının, ayrıca yeraltı ve yüzey sularının inorganik kimyasal bileşimleri üzerinde her hangi bir olumsuz etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akartuna, M.**, 1953 Çatalca-Karacaköy bölgesinin jeolojisi. İstanbul üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri, 13, 88s.
- Aydın, Y.**, 1982, Yıldız Dağları (Istranca) Masifinin Jeolojisi. İTÜ Mühendislik Fakültesi, Doçentlik Tezi, 107 s, (yayımlanmamış).
- Başak, B., Alagha, O.**, 2003 Yağmur suyunun kimyasal analizi ve istatistiksel metodlar yardımı ile Hava kalitesinin ve kirleticilerin kaynaklarının belirlenmesi. 3. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu bildiri kitabı, 19-21 Mart 2003, İstanbul. s. 51-61.
- Boer, N.P. de**, 1952 Report on a geological Reconnaissance in Turkish Thrace: Septembre, Decembre G.A. Report No. 25373
- Coşkun, B.**, 2000 Influence of the Istranca-Rhodope Massifs and Strands Of the North Anotolian Fault on oil potential of Thrace Basin, NW TURKEY. Journal of Petroleum science and Engineering 27-25.
- Çağlayan, M. A. ve Yurtsever, A.**, 1998. "1/100.00 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No : 20, 21, 22, 23 Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4; Kırklareli-B5 ve B6; Kırklareli-C6 Paftaları" Ankara, s.59-67.
- Erguvanlı, K., Yüzer, E.**, 1973, Yeraltıları jeolojisi, s. 301-321 Özarkadaş Matbaası, İstanbul.
- Ford, D.C., Williams, P.W. (1989)** Karst Geomorphology and Hydrology, London Unwin Hyman, 601p.
- Gülsoy, G., Tayanç, M., and Ertürk, F.**, 1999, Chemical Analyses of the Major Ions in the precipitation of Istanbul, Turkey. Environmental Pollution, Vol. 105, pp. 273-280.

- Günay, G., Eroskay, O.,** 1979. Tecto-Genetic Classification and Hydrogeological properties of The karst regions in Turkey *in Proc. International seminar on Karst Hydrogeology*(Ed.Günay, G.) Oymapınar, Antalya, Turkey, Oct.1979, 1-28.
- Karanjac, J. (1977)** Recession hydrograph analysis in karst In: DSI-UNDP Seminar on Karst Hydrology Proceedings, Oymapınar, Antalya, Turkey, 17-28 Oct.1977, 65-85.
- Keskin, C.,** 1971, Pınarhisar alanının jeolojisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 14/1, 31-84.
- Maillet, E. (1905)** Essais d'Hydraulique souterraine et fluviale. Hermann, Paris, 218 p.
- Milanovic, P.T. (1981)** Karst Hydrogeology, Littleton-Colorado, Water Res. Publ., 434p.
- Nasuf, E., Yiğitbaş, E., Kuzu, C., Örgün, Y., Yalçın, T.,** (2001) May Yapı Limited Şirketi İstanbul ili Çatalca ilçesinde bulunan IR 577 ruhsat no'lu Muratbey kalker madeni ocağında yapılan üretim faaliyetleri sonucu Büyük Çekmece Göl havzasının kirletilip kirletilmediğinin etüdü, İTÜ Maden Fakültesi Vakfı Projesi, 35 s.
- Şakir, Ş.,** 1993. Karst hot waters aquifers in Turkey. IAHS Publ. no.207, pp.173-184
- Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., Toros, H., Şen O., Kadioğlu M., Koçak, K., Avşar, F., Gürbüz, M., Yazgan, M., Alp, K.,** 2003 Trakya Bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi. 3. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu bildiri kitabı, 19-21 Mart 2003, İstanbul. s. 97-106
- Öztaş, T.,** 1989 Mersin-Taşucu-Boğsak kaynağı ve dolayının Karst Hidrojeolojisi. İTÜ Maden Fakültesi, Doktora tezi, s. 40-80 (yayımlanmamış).
- White, W.B.,** 1989. Introduction to the Karst Hydrology of The Mammoth Cave Area, *in Karst Hydrology Concepts From the Mammoth Cave Area*, pp1-5, Eds. White, W.B. & White, E.L., VNR, New York.

ÖZGEÇMİŞ

17.04.1977 yılında doğan yazar, İlk öğrenimini 1988 yılında Yedikule İlkokulunda, Orta ve Lise öğrenimini ise 1994 yılında Yedikule Lisesinde tamamladı. 1995 yılında İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne başlayan yazar 2000 tarihinde aynı bölümden mezun oldu.

2001 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans öğrenimine başladı. İngilizce, Fransızca, ve Almanca dillerini bilmekte olan yazar halen bu üniversitede öğrenimine devam etmektedir.

AÇIKLAMALAR

I-I' JEOLÖJİK KESİT DOĞRULTUSU

EŞ YÜKSELTİ EĞRİSİ

AKARSU VE KURU DERE

OTOYOL VE TOPRAKYOL

TEPE

TABAKA DOĞRULTU VE EĞİMİ

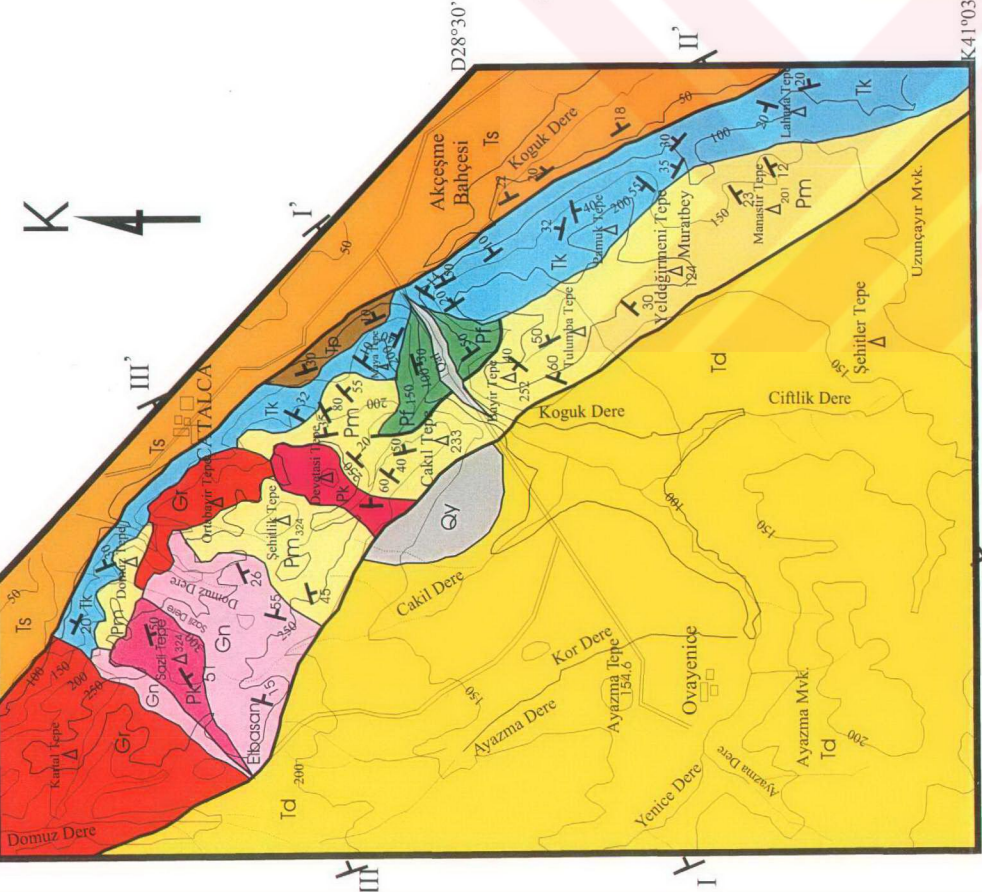
FORMASYON SINIRI

FAY

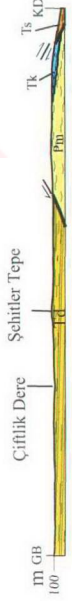
Alüvyon ve Yamaç Molozu Kum, kil, silt Kötü boylanmış, köşeli çakıl ve blok	Danışment Formasyonu Kömür seviyeleri içeren kilitaşı, kumtaşı	Süloğlu Formasyonu Şeyl, kumtaşı, kilitaşı, miltaşı	Pınarhisar Formasyonu Kumtaşı, çakıllı kumtaşı, kilitaşı	Kırklareli Kireçtaşı Kireçtaşı ve kumlu, mikro ve makrofosilli, resifal kireçtaşı	Şeytandere Metagraniti	Şernat Kuvarsiti	Mahya Şisti	Taştepe Fillath Kalkıştı Üyesi	Gnays
Alüvyon ve Yamaç Molozu Kum, kil, silt Kötü boylanmış, köşeli çakıl ve blok	Danışment Formasyonu Kömür seviyeleri içeren kilitaşı, kumtaşı	Süloğlu Formasyonu Şeyl, kumtaşı, kilitaşı, miltaşı	Pınarhisar Formasyonu Kumtaşı, çakıllı kumtaşı, kilitaşı	Kırklareli Kireçtaşı Kireçtaşı ve kumlu, mikro ve makrofosilli, resifal kireçtaşı	Şeytandere Metagraniti	Şernat Kuvarsiti	Mahya Şisti	Taştepe Fillath Kalkıştı Üyesi	Gnays

0 500 1000 1500 2000m

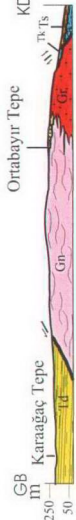
İTÜ MADEN FAKÜLTESİ		
UYGULAMALI JEOLÖJİ ANABİLİM DALI		
YAPAN	HAKAN DUMAN	
ÖLÇEK	1/50 000	
TARİH	ARALIK 2003	
Ek1		
İSTANBUL ÇATALCA İLÇESİ		
MURATBEY KÖYÜ VE ÇEVRESİNİN		
JEOLÖJİ HARİTASI		



I-I' JEOLÖJİ ENİNE KESİDİ



II-II' JEOLÖJİ ENİNE KESİDİ



III-III' JEOLÖJİ ENİNE KESİDİ

AÇIKLAMALAR

I-I' HİDROJEOLÖJİK KESİT DOĞRULTUSU

EŞ YÜKSELİTİ EĞRİSİ

EŞ YERALTISUYU DÜZEYİ VE AKIM YÖNÜ

OTOYOL VE TOPRAKYOL

TEPE

TABAKA DOĞRULTU VE EĞİMİ

FAY

AKİFER SINIRI

KUYU

KAYNAK

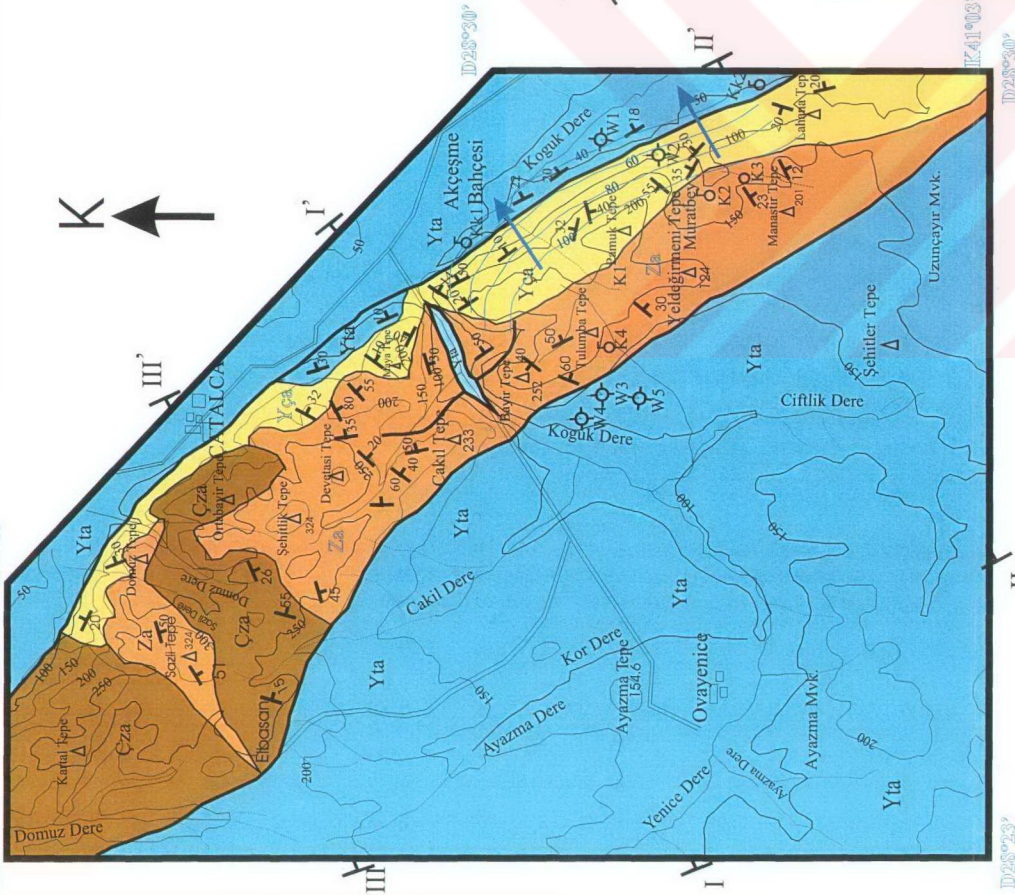
AKARSU VE KURU DERE

Yta Yerel Taneli Akifer

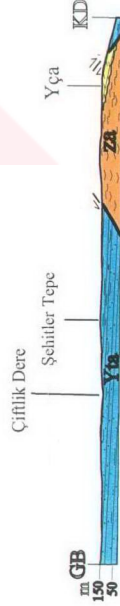
Yça Yerel Çatlaklı (Karbonatlı) Akifer

Za Zayıf Akifer

Çza Çok Zayıf Akifer



I-I' HİDROJEOLÖJİ ENİNE KESİDİ



II-II' HİDROJEOLÖJİ ENİNE KESİDİ



III-III' HİDROJEOLÖJİ ENİNE KESİDİ

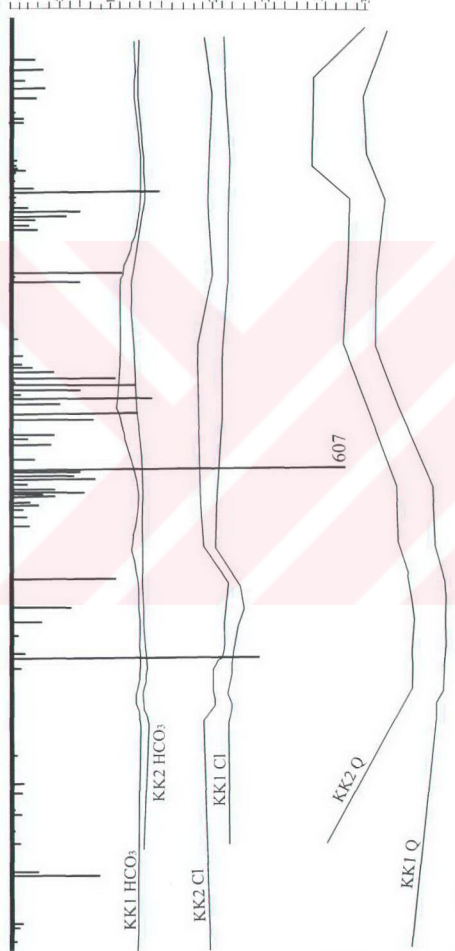
İTÜ MADEN FAKÜLTESİ UYGULAMALI JEOLÖJİ ANABİLİM DALI	
YAPAN	HAKAN DUMAN
ÖLÇEK	1/50 000
TARİH	ARALIK 2003
EK2	
İSTANBUL ÇATALCA İLÇESİ MURATBEY KÖYÜ VE ÇEVRESİNİN HİDROJEOLÖJİ HARİTASI	

P(mm)/10

Cl(mg/l)

HCO₃⁻(mg/l)

Q(l/sn)



2002

2001

TÜRKİYE FAALİYESİ

UĞLAMALIÇIĞI ANAİTİDİ

Ek3

YAPAN HAKAN DUMAN

TARİH ARALIK 2003

ÖLÇÜ YAPILAN DİNEME ALT YAGIŞI, ÇÖZÜLME GÜÇÜ, ÇÖZÜLME GÜÇÜ, BİKARONATİHCO3 DEĞERLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMLERİ.