

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANİSA VE ÇEVRESİNİN HİDROKİMYASAL VE İZOTOPIK
İNCELEMESİ

Danışman: Yrd.Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Erkan HAFIZOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
KONYA,2007

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANİSA VE ÇEVRESİNİN HİDROKİMYASAL VE İZOTOPİK
İNCELEMESİ

Danışman:Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Erkan HAFIZOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez/...../ 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

.....
Yrd.Doç.Dr.Güler GÖÇMEZ Yrd.Doç.Dr.M.Tahir Nalbantçılar Yrd. Doç. Dr.Müjdat ÖZKAN
(Danışman) (Üye) (Üye)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MANİSA VE ÇEVRESİNİN HİDROKİMYASAL VE İZOTOPIK İNCELEMESİ

Erkan HAFIZOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Güler GÖÇMEZ

2007, 105 sayfa

Jüri:

Yrd.Doç.Dr. Güler GÖÇMEZ

Yrd.Doç.Dr. M. Tahir NALBANTÇILAR

Yrd.Doç.Dr. A. Müjdat ÖZKAN

İnceleme alanı içinde temeli, İzmir- Ankara zonunda çökelmiş, metakumtaşı, fillit ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli metakireçtaşları ile beyaz renkli metatüfler ve olistostromlardan meydana gelen Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı oluşturmaktadır. İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Bornova Karmaşığını üzerine açılı uyumsuz olarak gelen kırmızı renkli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşından oluşan Alt Miyosen yaşlı Yeniköy formasyonu gelmektedir. Yeniköy formasyonu üzerine ise çakıltaşı, kumtaşı ile başlayıp kıltaşı, marn, şeyl, killi kireçtaşı, tuf, tüfit ardalanmasından oluşan ve yer yer kömür ara seviyeleri içeren Alt-Orta Miyosen yaşlı Zeytinadağ formasyonu uyumlu olarak gelmektedir.

Üzerine andezit, yer yer dasitik çakıl blokları ve aglomeralardan oluşan Orta-Üst Miyosen yaşlı Yamanlar volkanitleri uyumlu olarak gelmektedir. Yamanlar volkanitlerinin üzerine yer yer tüf arakatlı, kıltaşı-silttaşı ara düzeyli, beyaz, sarı renkli gölsel kireçtaşlarından oluşan Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı Aliğa formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Tüm bu birimleri az tutturulmuş, çakıltaşı, kumtaşı ve bloklardan oluşan Kuvaterner yaşlı Yamaç molozu, Gürle traverten ve Alüvyonlar açılı uyumsuzlukla örtmektedir

İnceleme alanı, Anadolu'nun paleotektonik dönem coğrafyasının önemli tektonik yapılardan olan İzmir-Ankara kenet kuşağı içerisinde yer almaktadır.

Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitlerinden ölçülen 25 adet (S_0) tabakalanma ölçümüne ait kontur diyagramı, Kıvrım eksenine göre $B: K 60^\circ D, 25^\circ KD$ şeklindedir.

Suların fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre çizilen yarı logaritmik Schoeller diyagramında iyonları birleştiren doğrular birbirine yaklaşık paralel geçmektedir. Sularda en çok bulunan iyon Ca, Mg ve HCO_3 'tür. Sondaj kuyularında statik seviye 0,26- 93,5 metre, dinamik seviye 1,22-94 metredir. Debi ise 15-95 lt/sn arasında değişmektedir.

İnceleme alanındaki kuyuların fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre birbirine yakın değerler veren sondaj suları aynı akiferden gelmektedir. Bu bölgeleri temsil eden kuyulardaki suların izotop analiz sonuçları ^{18}O değerleri (-6,46)-(-7,84) arasında; deuteriyum değerleri (-34,95)-(-45,41) arasında; trityum değerleri ise 0,90-3,55 arasındadır. $^3H - Cl$ diyagramına göre sular düşük Cl, yüksek 3H içeriğine sahip sığ dolaşımıdır.

Anahtar Kelimeler: Manisa, sondaj kuyusu, debi, statik seviye, izotop.

ABSTRACT

MASTER THESIS

HİDROGEOCHEMICAL AND İSOTOPIC İNVEŞGATION OF THE AREA
MANİSA

Erkan HAFİZOĞLU

Selcuk University

Gradute School of Natural and Applied Science

Department of Geological Engineering

Supervisor: Asistant Prof. Dr.Güler GÖÇMEZ

2007, 105 page

Jury:

Asistant Prof. Dr. Güler GÖÇMEZ

Asistant Prof. Dr. M. Tahir NALBANTÇILAR

Asistant Prof. Dr. A. Müjdat ÖZKAN

İnvestigated area, İnclude Manisa country, Saruhanlı district on notrtheast of Manisa, Karaoğlanlı district on southeasth Muradiye on norhth and Akgedik on west. Study area contains aproximately 350 km² area with 1/25 000 scaled on K18-c1,b4,b1 section.

The basement of the investigation area is made up Upper Cretase-Paleocene aged Bornova melanj, which contains metasandstone, metamudstone and this units lateral and vertical transition gray colored micritic limestones, white coloured tuff. This basement is overlaid unconformably by lower Miocene aged Yeniköy formation including red coloured gravelstone gravelly sandstone and sandstone. This formation is overlaid conformably by Lower-Middle Miocene aged Zeytindağ formation, which contains gravelstone, sandstone, claystone, marl, shale, limestone of clay, tuff. Zeytindağ formation is overlaid unconformably by Upper Miocene aged Yamanlar volcanites that is made up andezite, dacite gravel blocks and aglomeras.

Yamanlar volcanites is overlaid unconformably by Upper Miocene – Pliocene aged Aliğa formation which consist of sometimes tuff alloyed, claystone, siltstone, white - yellow coloured lacustrine limestones. All these formations are unconformably overlaid by Quaternary aged the Alluvium and slope deposits.

Investigation area, to be found in the very important structure İzmir Ankara clamp zone, paleotectonic era geography of the Anatolia. Cretase aged, bedding planes of the Manisa Dağı olistolit are measured 25 number (So) B:N60°E, 25°NE.

According to the Schoeller diagram of waters of wells in study area lines combining the anions and cations are approximately parallel. Most ions in waters Ca, Mg and HCO₃. Static level in the drill wells is 0,26-93,5 meters. Dynamic level is 1,22-94 meters and debit is in between 15-95 lt/sn.

According to physicochemical analysis of the wells in investigation area drillings which have close value run from the same area. According to isotope analysis results of the waters in this drilling. ¹⁸O values are (-6,46)-(-7,84), ²H values are (-34,95)-(-45,41) and ³H values are 0,90-3,55.

Key words: Manisa, drill well, debit, static level, isotope

ÖNSÖZ

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof.Dr. Ahmet Güzel'e, öğrencilik yıllarımdan beri yardımlarını gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr.Güler GÖÇMEZ'e , büro çalışmalarım sırasında ve tezimin şekillenmesinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör.Ayla BOZDAĞ ve Arş.Gör. Ali BOZDAĞ'a, tezimin analizleri yaptırılırken maddi ve manevi desteklerinden ötürü Manisa Belediye Başkanı Sayın Av. Bülent KAR'a, Su işleri Md.İnş.Müh. Sayın Erdal NOHUTÇU' ya, Mak. Müh. Sayın Fatih UGEY'e sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak ta, her şey için sevgili eşim Arzu HAFIZOĞLU ile canım oğlum Yusuf Ali'ye sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL,TABLO VE EKLERİN LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç, Materyal ve Metod.....	1
1.2. İnceleme Alanı.....	2
1.3. Morfoloji.....	2
1.4. Yağış,Buharlaştırma-Terleme.....	2
1.5. İklim ve Bitki örtüsü.....	8
1.6. Ekonomik Durum.....	9
1.7. Önceki Çalışmalar.....	9
2. GENEL JEOLojİ	13
2.1. Giriş.....	14
2.2. Bornova Karmaşığı KTb).....	15
2.2.1. Turgutalp Volkaniti (KTt).....	17
2.2.2. Manastır Dağı Olistoliti (Trm).....	17
2.2.3. Ilıca Dağı Olistoliti (J1).....	18
2.2.4. Manisa Dağı Olistoliti (Km).....	19
2.3. Yeniköy Formasyonu (Ty).....	21
2.4. Zeytindağ Formasyonu (Tz).....	22
2.5. Yamanlar Volkanitleri (Tyv).....	24
2.6. Aliağa Formasyonu (Ta).....	26
2.7. Gürle Travertenİ (Qqt).....	26

2.8. Yamaç Molozu (Qym).....	27
2.9. Alüvyon (Qal).....	27
3. YAPISAL JEOLOJİ.....	29
3.1. Kıvrımlar.....	30
3.2. Uyumsuzluklar.....	32
3.3. Faylar.....	32
4. JEOLOJİ EVRİMİ.....	34
5. EKONOMİK JEOLOJİ.....	36
6. HİDROJEOLOJİ.....	37
6.1 Su Noktaları.....	37
6.1.1 Su Kaynakları.....	37
6.1.1.1 Ilıca Kaynağı.....	37
6.1.1.2 Üçoluk Kaynağı.....	37
6.1.1.3 Gürle Kaynağı.....	40
6.1.2 Sondajlar.....	43
6.1.2.1 Ilıca Sondajları.....	43
6.1.2.2 Yarıkkaya Sondajları.....	43
6.1.2.3 Akpınar Sondajları.....	45
6.1.2.4 Kayapınar Sondajları.....	45
6.1.2.5 Çapaçarık Sondajları.....	47
6.1.2.6 Gürle Sondajları.....	47
6.1.2.7 Gediz Sondajları.....	47
6.2 Kayaçların Hidrojeoloji Özellikleri.....	49
6.2.1 Hidrojeoloji Birimleri.....	49
6.2.1.1 Az geçirimli birim (AG-1).....	49
6.2.1.2 Geçirimli birim (G-1).....	49
6.2.1.3 Geçirimli birim (G-2).....	49
6.2.1.4 Geçirimli birim (G-3).....	50
6.2.1.5 Az geçirimli birim (AG-2).....	50
6.2.1.6 Geçirimli birim (G-4).....	50
6.2.1.7 Geçirimli birim (G-5).....	50

6.2.1.8 Az geçirimli birim (AG-3)	51
6.2.1.9 Geçirimli birim (G-6)	51
6.2.1.10 Geçirimli birim (G-7)	51
6.2.1.11 Geçirimli birim (G-8)	51
6.2.1.12 Geçirimli birim (G-9)	51
6.2.2 Akiferin Hidrojeoloji Özellikleri	52
6.2.2.1 Elek Analizi	52
6.2.2.2 Porozite	62
6.2.2.3 Permeabilite	62
6.3 Suların Hidrojeokimyasal Özellikleri	63
6.3.1 Suların Fasiyes Tipleri ve Sınıflaması	64
6.3.1.1 Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı	64
6.3.1.2 Piper Diyagramı	69
6.3.2 Suların Sertliği	73
6.3.3 Suların pH Değerleri	74
6.3.4 Suların EC Değerleri	75
6.3.5 Suların İçilebilme Özellikleri	75
6.3.6 Suların Sulama Suyu Özellikleri	75
6.3.7 Suların Endüstride Kullanımı	80
6.4 İzotop Hidrojeolojisi	82
6.4.1 $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ ilişkisi	83
6.4.2 $\delta^2\text{H}$ - ^3H ilişkisi	85
6.4.3 ^3H -Cl ilişkisi	86
6.4.4 ^3H -EC ilişkisi	86
6.5 Yeraltı sularında kirlilik	88
7. SONUÇLAR	100
8. KAYNAKLAR	102

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1:Çalışma alanını gösteren uydu fotoğrafı.....	3
Şekil 2: İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	4
Şekil 3: Manisa ili aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$).....	5
Şekil 4 :Manisa ili aylık toplam yağış miktarları (mm).....	5
Şekil 5: İnceleme alanına ait yağış, buharlaşma – terlemenin değişim grafiği.....	8
Şekil 6: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Ölçeksiz)	14
Şekil 7:Bornova Karmaşığı içerisindeki fillit(f), çört(ç) seviyeleri(Keçiliköy mevki KB'ya doğru bakış).....	16
Şekil 8: Bornova Karmaşığı içerisindeki metekumtaşları (m) ve fillitli(f) seviyeler (Keçiliköy mevki)	16
Şekil 9 :.Turgutalp volkanitlerinden bir görünüm Spil Milli Parkı yolu üzeri 11. km (Turgutalp yaylası sapağına gelmeden GD'ya bakış).....	17
Şekil 10:Manastır Dağı olistolitlerinden bir görünüm ve ayrıca yamaç molozları ile olan dokanağında gelişmiş olan eğim atımlı normal fay Gürle yolu üzeri GB'ya doğru bakış	18
Şekil 11:Ilıca Dağı olistolitinden bir görünüm Ilıca mevki GB'ya doğru bakış	19
Şekil 12:Manisa Dağı olistolitinden (Km) bir görünüm ve Manisa Dağı olistolitinin Turgutalp volkanitleri (KTt) ile olan dokanak ilişkisi Spil Milli Park yolu üzeri KD'ya doğru bakış	20
Şekil 13: Yeniköy formasyonunun(Ty) kumtaşı seviyelerinden bir görünüm, alt dokanağında ise Bornova Karmaşığına (KTb) ait metakumtaşı seviyeleri Spil Milli Park yolu üzeri GD'ya bakış	22
Şekil 14: Yeniköy formasyonunun kömürlü seviyeleri ile kumtaşlarından bir görünüm Gürle Köyü civarı B'ya doğru bakış	23
Şekil 15: Yamanlar volkanitleri içerisindeki aglomeralardan bir görünüm Menemen yol yarması 15.km G'ye doğru bakış	25
Şekil 16:Yamaç molozlarından bir görünüm mezbaha tesisleri civarı GB'ya bakış.....	28
Şekil 17 :Batı Anadolu'nun paleotektonik dönem birlikleri (Yılmaz, 1997).....	30
Şekil 18 : Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitlerinden ölçülmüş 20 adet (S_0) tabaka ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; B_0 ; $K 60^{\circ} D, 2^{\circ} KD$	31

Şekil 19 : Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitlerinden ölçülen 25 adet (S_0) tabakalanma ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; B_0 : $K 40^0 B$, $8^0 KB$..31	
Şekil 20 : Manisa Fayının Ilıca bölgesinde GD yönündeki görünümü.....33	
Şekil 21:Ilıca Kaynak çıkışının görünümü (Nisan 2006)38	
Şekil 22 :Ilıca Kaynak çıkışının görünümü (Kasım 2006)38	
Şekil 23:Ilıca Kaynağının görünümü (Nisan 2006)39	
Şekil 24:Ilıca Kaynağının görünümü (Kasım 2006)39	
Şekil 25:Gürle Kaynağının boşaldığı eğim atımlı normal fay(Gürle köyü KB'sı) ...41	
Şekil 26:Gürle Kaynağındaki suyun toplandığı kaptaj alanının görünümü41	
Şekil 27:Gürle kaynağının uydu fotoğrafı42	
Şekil 28:Ilıca bölgesinde İller Bankası tarafından açılan yeni sondaj kuyusu.....44	
Şekil 29:Yarıkkaya sondajlarından sondaj-3'ün ve kireçtaşı olistolitinin görünümü.....44	
Şekil 30 :Akpınar su tesisleri Manisa-Turgutlu karayolu üzeri45	
Şekil 31: Akpınar su tesisleri içerisindeki mesire yeri ve sondajlar.....46	
Şekil 32 :Kayapınar sondajlarının uydu görüntüsü ve Kayapınar köyü.....46	
Şekil 33:Kayapınar sondajlarından bir görünüm Kayapınar köyü güneyi.....47	
Şekil 34 : Çapaçarık sondajlarının bulunduğu bölgeyi gösteren uydu fotoğrafı48	
Şekil 35:Gürle sondajları uydu fotoğrafı48	
Şekil 36:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri53	
Şekil 37:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....54	
Şekil 38:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....55	
Şekil 39:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....56	
Şekil 40:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....57	
Şekil 41:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....58	
Şekil 42:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....59	
Şekil 43:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....60	
Şekil 44:Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri.....61	
Şekil 45:İnceleme alanındaki kaynak sularına ait Schoeller diyagramı.....66	
Şekil 46: İnceleme alanındaki Ilıca sondajlarına ait Schoeller diyagramı.....66	
Şekil 47: İnceleme alanındaki Yarıkkaya sondajlarına ait Schoeller diyagramı.....67	
Şekil 48: İnceleme alanındaki Akpınar sondajlarına ait Schoeller diyagramı.....67	

Şekil 49: İnceleme alanındaki Kayapınar sondajlarına ait Schoeller diyagramı.....	68
Şekil 50: İnceleme alanındaki Çapaçarık sondajlarına ait Scholler diyagramı.....	68
Şekil 51: İnceleme alanındaki Gediz sondajlarına ait Scholler diyagramı.....	69
Şekil 52: İnceleme alanındaki kaynak sularına ait Piper diyagramı.....	70
Şekil 53: İnceleme alanındaki Ilıca sondajlarına ait Piper diyagramı.....	70
Şekil 54: İnceleme alanındaki Yarikkaya sondajlarına ait Piper diyagramı.....	71
Şekil 55: İnceleme alanındaki Akpınar sondajlarına ait Piper diyagramı	71
Şekil 56: İnceleme alanındaki Kayapınar sondajlarına ait Piper diyagramı.....	72
Şekil 57: İnceleme alanındaki Çapaçarık sondajlarına ait Piper diyagramı	72
Şekil 58: İnceleme alanındaki Gediz sondajlarına ait Piper diyagramı	73
Şekil 59:İnceleme alanındaki suların içilebilirlik diyagramı	77
Şekil 60:İnceleme alanındaki suların Wilcox diyagramı.....	78
Şekil 61:İnceleme alanındaki suların ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı.....	79
Şekil 62:İnceleme alanındaki suların Langelier kalsiyum denge diyagramı	81
Şekil 63: Suların yeryüzündeki döngüsü.....	83
Şekil 64:İncelenen suların $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ diyagramı	84
Şekil 65: İncelenen suların $\delta^2\text{H}$ - ^3H grafiği	85
Şekil 66:İncelenen suların ^3H -Cl diyagramı	86
Şekil 67: İncelenen suların ^3H -EC ilişkisi	87
Şekil 68:İlca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt)...	90
Şekil 69:İlca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt)...	90
Şekil 70:İlca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt)...	91
Şekil 71: Yarikkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt)	92
Şekil 72: Yarikkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt).....	92
Şekil 73: Yarikkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt).....	93
Şekil 74: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt).....	94
Şekil 75: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/Lt).....	94

Şekil 76: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	95
Şekil 77: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	96
Şekil 78: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	96
Şekil 79: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	97
Şekil 80: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	98
Şekil 81: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	98
Şekil 82: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt).....	99

TABLoların LİSTESİ

Tablo 1 : Manisa İli Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C).....	6
Tablo 2: Manisa İli Aylık Toplam Yağış Miktarları (mm)	6
Tablo3 : İnceleme alanın 1995-2005 yılları arası denestirmeli nem bilançosu (Thorntwaite göre)	7
Tablo 4: Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç molozlarına ait elek analiz sonuçları.....	62
Tablo 5: İnceleme alanındaki suların kodlaması ve fizikokimyasal analiz sonuçları.....	64
Tablo 6 : İnceleme alanındaki suların iyon dizilişleri.....	65
Tablo 7: İnceleme alanındaki suların sertlik dereceleri (°Fs)	74
Tablo 8: İnceleme alanındaki suların pH değerleri	74
Tablo 9: İnceleme alanındaki suların EC değerleri	75
Tablo 10: İnceleme alanındaki bazı suların EC , % Na değerleri	76
Tablo 11: İnceleme alanındaki suların ABD ye göre sınıfları EC ve SAR değerleri	76
Tablo 12 : İnceleme alanındaki suların Langelier’e göre özellikleri	80
Tablo 13: İnceleme alanındaki suları temsil eden suların izotop analiz sonuçları	84
Tablo 14: Ilıca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları (mg/l)	89
Tablo 15: Yarıkkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)	91
Tablo 16: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)	93
Tablo 17: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l).....	95
Tablo 18: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)	97

EKLERİN LİSTESİ

EK 1: İnceleme alanının jeoloji haritası (1 / 25000)

EK 2:İnceleme alanına ait jeolojik kesitler (1 / 25000)

Ek 3 : İnceleme alanındaki bazı sondaj kuyularına ait değerler

Ek 4 : İnceleme alanındaki kaynak sularının fizikokimyasal analiz sonuçları

EK 5-14 : İnceleme alanındaki sondaj sularına ait fizikokimyasal analiz sonuçları

1. GİRİŞ

1.1. Amaç, Materyal ve Metod

Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Manisa ve çevresinde yaklaşık 325 km² lik bir alanda jeoloji, hidrojeoloji ve izotop çalışmaları yapılmıştır.

Çalışmalar literatür, arazi ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Literatür çalışmalarında, inceleme alanı ile ilgili raporlar, yayınlar, makaleler ve tez çalışmaları derlenerek bunlardan yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarına, su noktaları (sondaj, kaynak, keson kuyu) çevresinde jeolojik ve hidrojeolojik verilerin toplanması ile başlanmıştır. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadan yararlanılarak jeoloji haritası yapılmış ve bölgenin stratigrafik dikme kesiti hazırlanmıştır. Hidrojeoloji çalışmalarında su noktalarından kimyasal analizler için 1,5 litrelik plastik şişelere, izotop analizleri için ise koyu renkli cam şişelere örnekler alınarak DSİ TAKK Dairesi izotop laboratuvarına gönderilmiştir. Su kimyası ve izotop analizleri için örnekleme çalışmaları yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir.

Sondaj kuyularda statik ve dinamik su seviyeleri tespit edilmiş kuyuların koordinatları Magellan marka GPS ile belirlenerek harita üzerine işlenmiş, elektrikli seviye ölçüm aleti kullanılarak su seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler birlikte değerlendirilerek eş su seviyesi haritaları hazırlanmıştır. Ayrıca arazideki su noktalarında pH, sıcaklık, iletkenlik (EC) değerleri yerinde ölçülmüştür. Ölçümlerde maksimum termometre, pH metre ve kondüktimetre kullanılmıştır. Su noktalarından, izotop ve su kimyası için alınan örnekler içerisine gerekli koruyucu kimyasal maddeler katılmıştır. Ağır metal analizleri ile suların fizikokimyasal analizleri Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Manisa İl Tarım Müdürlüğünde, izotop analizleri ise D.S.İ Genel Müdürlüğü TAKK daire başkanlığı izotop laboratuvarında yaptırılmıştır.

Büro çalışmalarında, araziden ve laboratuardan elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Su numunelerinin TS 266'ya göre, kimyasal analizlerinin yanı sıra kullanım amacına göre içerisindeki ağır metaller incelenmiş ve standartlara uygunluğu yorumlanmıştır. Çalışma alanından derlenen su numunelerinin analiz

sonuçlarına göre inceleme alanı doğudan batıya yedi ana bölümde ele alınmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre çeşitli diyagramlar ve grafikler kullanılarak sular yorumlanmıştır.

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Manisa il merkezi ile Manisa'nın Kuzey Doğusunda Çavuşoğlu Köyü, Güney Doğusunda Aşağıçobanisa Köyü, Kuzeyinde Muradiye ile Batısında Akgedik yerleşim merkezlerini içine almakta olup, 1/25000 lik K18-c₁, b₄, b₁ İzmir paftalarında yaklaşık 320 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil1, Şekil 2).

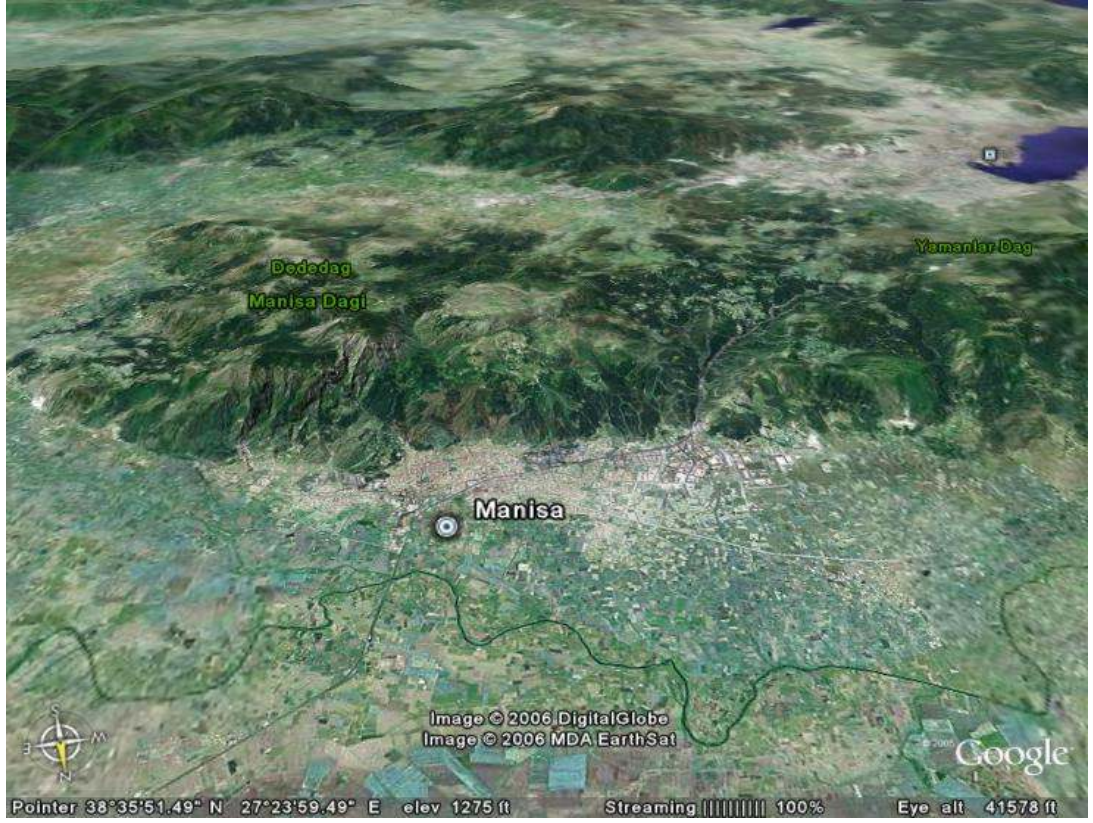
1.3. Morfoloji

İnceleme alanının güneyindeki filiş topluluğu ve içerisindeki mega blok özellikteki birimler ile volkanik birimler arazinin engebeli yüksek kesimlerini oluştururlar. Arazinin kuzeyinde ve batısında güneye nazaran daha az yükseltiler bulunmakta olup, inceleme alanının kuzey kesimleri ise geniş düzlüklerden oluşmaktadır. Başlıca yükseltiler; Orman Gözetleme Kulesi Tepe (1513 m), Karadağ Tepe (1513 m.), Karadal Tepe (1388 m), Menekşelik Tepe (852 m), Baloğlu Tepe (752m), Akyokuş Tepe (752 m), Mezargedigi Tepe (562 m) ve Harita Tepe (353m) 'dir (Ek 1).

İnceleme alanının içerisinde bulunan Doğu-Batı yönlü Gediz Nehri, Gürle Deresi ve Nif Çayı yaz ve kış aylarında devamlı akmakta olup diğer dereler sadece yağış olduğu zamanlarda akış gösteren kuru derelerdir.

1.4. Yağış, Buharlaşma-Terleme

Manisa meteoroloji istasyonu verilerine göre 1995-2005 yılları arası 10 yıllık aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama yağış değerleri kullanılarak aylara göre sıcaklık ve yağış miktarlarının değişimi grafikler ile gösterilmiştir (Tablo 1, Tablo 2. Şekil 3, 4).

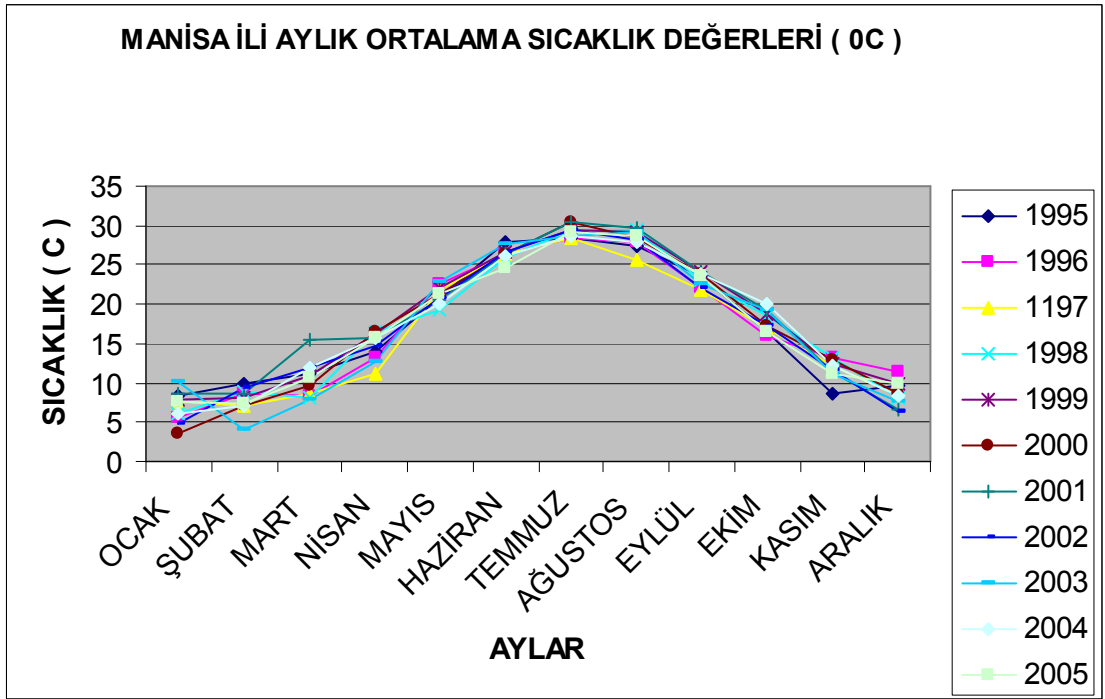


Şekil 1: Çalışma alanını gösteren uydu fotoğrafı

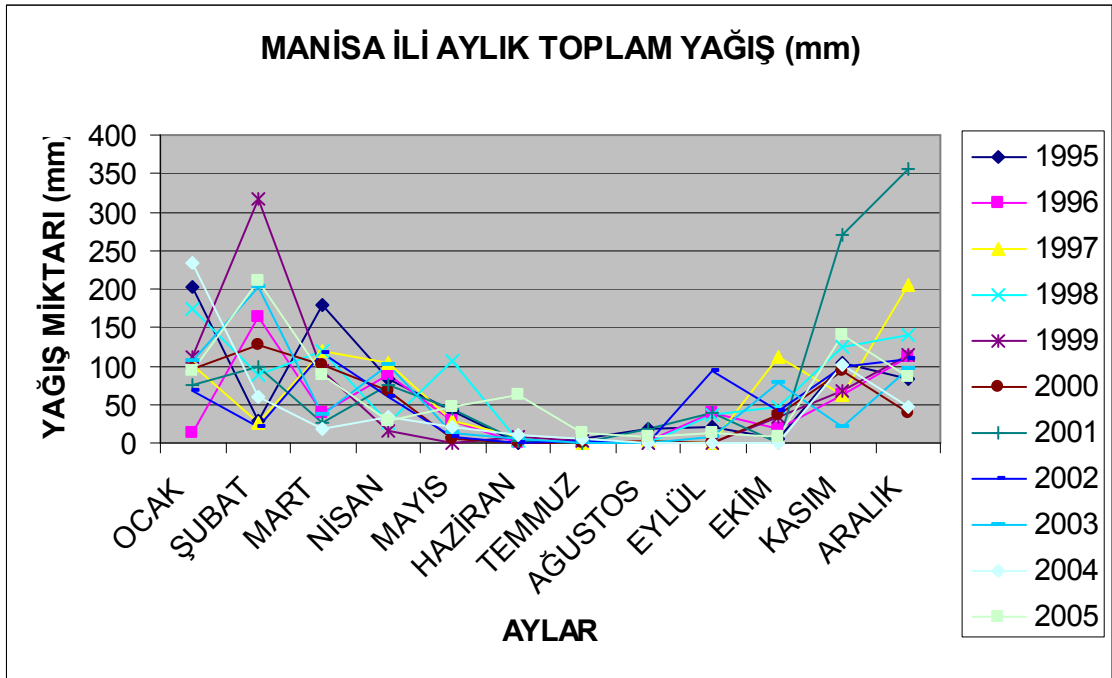
Manisa meteoroloji istasyonunun (1995-2005) yılı verilerine göre yağış-buharlaşma-terlemenin deneştirmeli nem bilançosu ve yağış; buharlaşma-terlemenin değişim grafiği çizilmiştir.(Tablo 3, Şekil 5).Yağış; buharlaşma-terlemenin değişim grafiğine göre Ocak ayı sonundan Mart ayı sonuna kadar yağış, buharlaşma-terlemeden fazla olmakta ve su fazlası gözlenmektedir. Nisan ayından Mayıs ayı sonuna kadar yağış buharlaşma-terlemeden az olmakta, toprağın su ihtiyacı faydalı su yedeğinden tamamlanmaktadır. Haziran ayından ekim ayına kadar yağış buharlaşma-terlemeden az olmakta toprağın su yedeği de sıfır olduğundan gerçek buharlaşma-terleme yağışa eşit olmaktadır. Kasım ayında yağış buharlaşma-terlemeden fazla olmakta ve faydalı su yedeği tamamlanmaktadır.



Şekil 2: İnceleme alanının yer bulduru haritası.



Şekil 3: Manisa ili aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)



Şekil 4 : Manisa ili aylık toplam yağış miktarları (mm)

Tablo1 : Manisa İli Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)

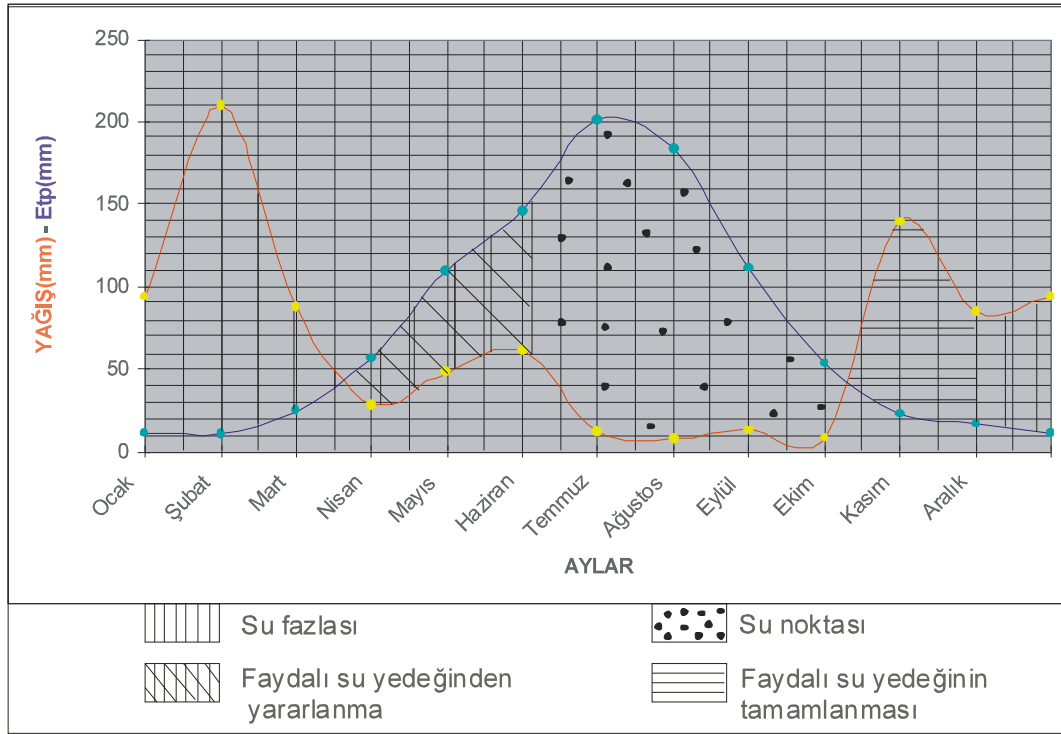
YIL	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1995	8,3	9,9	11,1	14	20,8	27,8	28,3	27,4	23,7	16,6	8,5	9,6
1996	5,5	8,7	8,4	13,3	22,5	26,3	28,5	27,8	22	16	13,1	11,5
1997	7,5	7	8,5	11,1	21,9	26,4	28,4	25,7	21,7	16,9	12,1	8,3
1998	6	8,8	8,2	16,6	19,4	25,9	29,3	29,5	23,2	18,5	13,3	8,2
1999	7,9	8	10,9	16,2	22,1	26,6	29,5	29,1	24,2	18,8	12,5	9,9
2000	3,6	7,1	9,7	16,6	21,2	26,4	30,4	28,5	23,8	17,3	13	8,5
2001	8,6	8,7	15,5	15,7	20,6	26,4	30,4	29,6	24	19,2	11,4	6,6
2002	4,8	9,4	11,9	14,7	20,9	26,7	29,4	28,1	22	17,2	11,7	6,3
2003	10,1	4	7,8	12,6	22,7	27,7	28,7	29,1	22,6	19,4	11,2	7,6
2004	6,2	7,2	11,8	15,6	20,1	26	28,7	27,8	23,9	20	12,1	8,3
2005	7,7	7,3	10,6	15,7	21,2	24,7	29,2	28,7	23,5	16,5	11,2	9,8

Tablo 2: Manisa İli Aylık Toplam Yağış Miktarları (mm)

YIL	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
1995	203,4	29,8	180,1	84,1	40,6	0,3	5,2	19,3	19,9	5,7	104,8	82,9
1996	12,6	163,7	39,7	89	27,7	0,4	0	3,8	39,4	18,3	63,6	110,5
1997	100,7	26,5	118,4	103,7	28,5	7,8	0,7	1,6	0	112,4	63	204,4
1998	174,4	88,2	119,8	25	105,9	2,5	1,8	0	37,4	46,6	125,9	139,8
1999	111,4	317,1	92,3	15,7	0,8	7,6	3,1	0,2	0,2	35	67,4	114,3
2000	96,4	127,8	102,4	68	4,6	0	0	2,6	0	36,8	94	37,7
2001	74,6	99,9	24,9	74,1	43,6	2,5	0,1	19,2	37,9	0	270,6	354,8
2002	67,6	21,8	117,7	60,5	7,5	0	2,1	0	94,8	41,6	99	110,3
2003	106,7	203,3	37,4	100,5	11,7	5,2	0,7	0	6,6	78,7	21,6	95,8
2004	232,5	59,7	17,4	33,7	19,8	11,5	5,3	0	0	1	100,2	46
2005	93,8	209,6	87,4	28,9	47,8	61,1	12,3	7,4	13,7	8,4	139,1	84,9

Tablo 3: İnceleme alanının 1995-2005 yılları arası denestirmeli nem bilançosu (Thorntwaite göre)

AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
Aylık sıcaklık ortalaması(°C)	7,7	7,3	10,6	15,7	21,2	24,7	29,2	28,7	23,5	16,5	11,2	9,8	
Sıcaklık indisi	2	1,77	3,12	5,65	8,91	11,23	14,47	14,09	10,41	6,10	3,39	2,77	83,83
Potansiyel Buh-Ter(Etp-mm)	14	12,39	24,69	51,03	88,90	117,91	160,66	155,62	107,54	55,94	27,33	21,35	
Enlem düzeltme katsayısı(38,5)	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,25	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	
Düzeltilmiş Etp-mm	12	10,41	25,43	56,64	109,35	146,21	200,83	183,63	111,84	53,70	22,96	17,51	950
Yağış-mm	93,8	209,6	87,4	28,9	47,8	61,1	12,3	7,4	13,7	8,4	139,1	84,9	794,4
Faydalı su yedeği-mm	100	100	100	72,262	10,716	0	0	0	0	0	100,00	100	
Gerçek Buh-Ter (Etr-mm)	12	10,41	25,43	56,64	109,35	71,82	12,30	7,40	13,70	8,40	22,96	17,51	368
Su fazlası-mm	82,18	199,19	61,97	0,00	0	0	0	0	0	0	16	67,39	426,88
Su noksanı-mm	0	0	0	0	0	74,396	188,53	176,23	98,145	45,298	0	0	582,60



Şekil 5: İnceleme alanına ait yağış; buharlaşma – terlemenin değişim grafiği

1.5. İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanı ve çevresinde tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. En yüksek sıcaklık Temmuz ve Ağustos aylarında, en düşük sıcaklık ise Aralık ve Ocak aylarındadır.

Çalışma alanının güneyinde Manisa Spil Dağı Milli parkı bulunmakta olup genellikle çam ağaçları ile beraber çok çeşitli ağaç ve bitkiler, kuzeyinde kısmen çam ağaçları ile volkanik kesimlerde çalı formunda bitkiler mevcuttur. Araziye esas teşkil eden Manisa ve batıya doğru uzanan Gediz Havzası genellikle düz olup, tarla olarak ziraatte kullanılmakta, ayrıca ağaç formunda meyve ve üzüm bağları bulunmaktadır. İnceleme alanında zaman zaman sel baskınlarına neden olan Gediz Nehri ve çevresi bitki örtüsü oldukça zengindir. Bu sel baskınlarını önleyebilmek için D.S.İ nehir tabanında biriken malzemeleri kaldırarak taşkınları önlemeye çalışmaktadır. Ayrıca Gediz nehrinden geniş yer alan tarım alanlarının sulaması amacı ile yararlanılmaktadır.

1.6. Ekonomik Durum

Çalışma alanın, ekonomik yapısı çeşitlilik sunmaktadır. Yöre halkının bir bölümü çalışma alanında bulunan Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nde istihdam edilirken, bir bölümü de Gediz Ovasında tarla çiftçiliğinin yanı sıra meyvecilik, Yenimahmudiye civarında bağcılık, ve Aşağıçobanisa Köyü civarında kirazcılık, arazinin kuzeyindeki bölgede küçük ve büyükbaş hayvancılık arazinin batısında seracılık, güneyde ise ormancılık ve arıcılık, yapılmakta olup, ayrıca bölge morfolojisinden yamaç paraşütü , turizm gibi spor müsabakalarından ekonomik olarak gelir sağlanmaktadır.

1.7. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanında, değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan bazıları şöyledir.

Düzbastılar (1976), Yamanlar bölgesinin batısında araştırma yapmış, en eski kaya birimi olarak filişin görüldüğünü; dasitik ve andezitik Miyosen yaşlı volkanitler tarafından örtüldüğünü belirtmiştir.

Akyürek ve Soysal (1978), yaptıkları çalışmada, bölgede Üst Permien yaşlı Çamoba formasyonunu, birbirleri ile geçişli beş üyeye ayırmışlar ve tüm olarak bir blok olma olasılığını ortaya koymuşlardır. Çalışmada, Alt Triyas yaşlı olduğu kesin olarak saptanan Halılağa grubu ayırtılarak haritalanmış, yine Alt Triyas yaşlı Kınık formasyonunun altında onunla geçişli olan metamorfitlerin varlığı saptanmıştır (Çavdartepe formasyonu).Araştırmacılar bu metamorfitlerin üzerine transgresif olarak Orta-Üst Triyas'ın geldiği belirtilmiştir (Kapıkaya formasyonu-Kırkağaç formasyonu). Çalışma alanında fosilli Liyasda saptayan araştırmacılar, Alt ve Üst Kretase yaşlı detritiklerin de çalışma alanında mevcut olduğunu fosillerle saptamışlardır. Ayrıca bölgedeki Tersiyer volkanit ve sedimanter kayaçların yayılım ve stratigrafisini de ortaya koymuşlardır.

Kaya (1978), Ege kıyı kuşağında çalışan araştırmacı, kaya birimlerinin dağılımının kuzey ve kuzeydoğu arasında değişen topoğrafik gidişlere uyduğunu belirtmiştir. Neojen kayaçlarının sık ardalanma gösteren gölsel tortular ve volkanitlerden oluştuğunu belirten yazar, volkanitlerin kimyasal bileşim ve petrografik açıdan bazalttan-riyolite kadar değişen bir karakterde olduğunu

vurgulamaktadır. Yeniköy çakıltası, Zeytindağı formasyonu, Foça tüfü, Çamlı çakıltası, Urla kireçtaşı, stratigrafik ilişkiler ve yanal süreklilikleri açısından anahtar birimler olarak belirtilmiştir. Volkanik birimler arasında riyolit ve türevlerinden oluşan Bağarası formasyonu, bölgesel yayılımı ile ayırtaç bir düzey olarak ele alınmıştır. Neojen kayaçlarının bir diğer topluluğu ise andezitik karmaşıklar olarak tanımlanmıştır.

Kaya ve Savaşçın (1981), Menemen yöresinde yaptıkları çalışmada Menemen volkanitlerini 6 ayrı kaya birimine ayırarak bunlarda petrografik ve kimyasal incelemeler yapmışlardır.

Kozan ve diğ. (1982), Burhaniye-Menemen arasında kalan kıyı bölgesinin Anadolu'nun karasallaşmaya başladığı Oligosen'den günümüze değin geçirdiği aşınma-çökelme olaylarını, Kuvaterner'deki deniz-kara ilişkilerini ve tektonik hareketlerin morfolojiye yansımaları ile ekonomik açıdan maden hammadde gibi olanaklarının jeomorfolojik yöntemlerle ortaya çıkarmışlardır.

Ercan ve diğ. (1983), Batı Anadolu'da 6 değişik bölgede çalışmalar yaparak buraları ayrı ayrı incelemişlerdir. Bu bölgeler 1- Demirci-Selendi Bölgesi 2- Gördes Bölgesi 3- Simav-Gediz-Emet Bölgesi 4- Kula Bölgesi 5- Denizli Bölgesi 6- Datça Bölgesi'dir. Bu bölgelerde jeolojik petrografik ve petrokimyaya yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Ercan ve diğ. (1984a), Bigadiç çevresinde Senozoyik yaşlı kaya birimlerinde stratigrafik, petrografik ve petrokimyasal çalışmalar yaparak plaka tektoniği açısından kökensel yorumlar yapmışlardır. Burada, Tersiyer mağmatizması; olasılıkla Oligosen yaşlı olan Alaçam graniti ile başlatılmakta, daha sonra Üst Oligosen yaşlı Hallaçlar volkaniti, Alt Miyosen yaşlı Dede tepe ve Orta Miyosen yaşlı Yuntdağ volkanitleri ile devam ettirilmektedir. Mağmatik ürünlerin esas olarak kabuk, kısmen de üst manto kökenli olduğunu, çoğunluğunun yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen de şoşonitik özellikler taşıyan bir magma olduğu, böylece, başlangıçta tamamen kıtasal kabuk kökenli olan asid ve nötr kalkalkalen volkanizmanın, zamanla giderek belirli aşamalarla ilksel manto kökenli alkali bazik volkanizmaya dönüştüğünü belirtilmektedir.

Ercan ve diğ., (1984b), Dikili, Edremit, Ayvalık yörelerinde yaptıkları çalışmada, temel kaya birimleri üzerinde yer alan, olasılı Paleosen-Eosen yaşlı Bağburun formasyonu volkanitleri ile başlayan Tersiyer'in Eybek ve Kozak plütonları ile süre gelmekte olduğunu, daha sonra Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar formasyonu volkanitleri, Alt Miyosen yaşlı Dedetepe formasyonu volkanitleri, Orta-Üst Miyosen yaşlı Yuntdağ volkanitlerinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Pliyosen yaşlı Rahmanlar aglomasına karasal ortam ürünü çökellerin eşlik ettiğini belirtmişlerdir. Çalışmada bu kaya birimleri incelenmiş-haritalanmış ve volkanik kayaların petrokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir.

Akdeniz ve diğ. (1986), İzmir Körfezi doğusu, Manisa, Mahmut Dağı (Kemalpaşa) ve Çaldağ (Turgutlu) alanında çalışmalar yapmışlardır. Çalışma bölgesi KD-GB doğrultulu bindirmeler sonucunda gelişen farklı istiflerin gözlemlendiği üç dilime ayırmışlardır. Birinci dilimin; GD'da yer alan Menderes Masifine bağlı, Paleozoyik yaşlı temel birimler olarak belirtilmiş ve bunların Mahmutdağı-Çaldağ diliminde gözlemlendiğini, İkinci dilimin; Mesozoyik-Alt Tersiyer yaşlı Nif Dağı-Spildağı dilimi olduğunu, Üçüncü dilimin; temelinde Nif Dağı-Spildağı dilimi kayalarının bulunduğu Yamanlar Dağı dilimi olarak belirtilmişlerdir.

Ejima ve diğ.(1987), Dikili-Bergama yöresinde jeotermal amaçlı yaptıkları çalışmada, çalışma alanında yer alan Yuntdağ volkaniklerinin yaşlarını belirlemek amacıyla radyometrik yaş tayinleri yapmışlar ve volkanitlerin 16.7 ile 14.6 milyon yıl önce oluştuklarını belirtmişlerdir.

Kissel ve diğ.(1987), Ege ve Batı Anadolu'da paleomanyetizma amaçlı yaptıkları çalışma sırasında Foça yöresinden alınan bir bazalt örneğinde 7 milyon yıl yaş saptamışlardır.

Eşder ve diğ.(1991), yörede yaptıkları çalışmada, İzmir filişi üzerinde açısız diskordansla yer alan Miyosen kayaları alt, orta ve üst olarak incelenmiştir. Alt Miyosen çökelleri Soma formasyonu adı altında iki farklı litoloji topluluğu olarak ele alınmıştır. Alt Miyosen çökellerinin, üzerine açısız diskordanslı olarak gelen orta Miyosen yaşlı piroksen, andezit ve lav ara katkılı Aliağa piroklastikleri tarafından örtüldüğü ve bunların dereceli olarak üst kesimlerde Çamdağ kireçtaşlarına geçtiği belirtilmiştir. Orta Miyosenin önce volkanik daha sonra sedimanter olarak bir gelişme gösterdiği belirtilerek, üst Miyosen ve Pliyosenin bütünüyle volkanik

fasiyesi oluşturduğu ileri sürölmüştür. Araştırmada birbirleri üzerinde yer alan, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip volkanitler alttan üste doğru Hatundere dasitleri, Sarıkaya riyliti, Bozdivlit bazaltik andeziti, aglomeralar, Dumanlıdağ andezitleri olarak ele alınmıştır. Yöredeki Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkanitlerin çoğunlukla kalkalkalen, az bir kısmının da alkalen olduğu, volkanizmanın kalkalkalen başlayıp Pliyosen’de alkalen volkanizmaya dönüştüğu belirtilmiştir.

Türk-İtalyan ortak projesi.(1991), kapsamında, Yamanlarda yüzeyleyen volkanitlerde radyometrik ve jeokimyasal araştırmalar yapmışlar ve yörede yer alan volkanitlerin genel olarak Miyosen, dasitik ve andezitik ürünlerin orta Miyosen yaşta olabileceklerini belirtmişlerdir.

Ercan ve diğ. (1997), Batı Anadolu’daki volkanik kayalarda çeşitli yaş tayinleri yapmışlar; inceleme alanında yer alan Hatundere volkanitlerinin 17 milyon yıl, Ilıpınar volkanitlerinin ise 14.3 milyon yıl önce oluştuklarını belirtmişlerdir.

2. GENEL JEOLojİ

2.1. GİRİŞ

Çalışma alanı içerisindeki birimleri Menderes Masifi üzerine bindirme ile gelen İzmir-Ankara zonuna ait kayaçlar ve bunların örtü kayaçları oluşturur.

İnceleme alanında litodem ve litostratigrafik birim ayırtlama ilkesine uygun olarak birimler ayırtlanmıştır (Ek-1;Şekil 6).

Yörede temeli, filiş çökeliminin egemen olduğu bir ortamda çökelmiş metakumtaşları, fillitler ve bunlarla yanall düşey geçişli, meta kireçtaşları ile beyaz renkli tuffler ve olistolitlerden meydana gelen Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı oluşturmaktadır. İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Bornova Karmaşığının üzerine, açılı uyumsuz olarak kırmızı renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı ve kumtaşından oluşan Alt Miyosen yaşlı Yeniköy formasyonu gelir. Yeniköy formasyonu üzerine ise killi kireçtaşı, marn, şeyl ile başlayıp çakıltası, kumtaşı, kiltası, marn, şeyl, killi kireçtaşı, tuff, tüfit aralanmasından oluşan ve yer yer kömür ara seviyeleri içeren Alt-Orta Miyosen yaşlı Zeytindağ formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu formasyon üzerine andezit, yer yer dasitik çakıl ve blokları ile aglomeralardan oluşan Orta-Üst Miyosen yaşlı Yamanlar volkanitleri uyumlu olarak gelmektedir. Yamanlar volkanitlerinin üstüne ise yer yer tuff arakatkılı, kiltası-silttaşı ara düzeyli, beyaz, sarı renkli gölssel kireçtaşlarından oluşan Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı Aliağa Formasyonu uyumsuz olarak gelir. Tüm bu birimler, Gürle travertenini ve az tutturulmuş, çakıltası, kumtaşı ve bloklardan oluşan Kuvaterner yaşlı yamaç molozu tarafından açılı uyumsuzluk ile örtülmüştür. İnceleme alanının en genç birimini oluşturan alüvyonlar ise tüm bu birimleri açılı uyumsuzlukla örtmektedir.

M E S O Z O Y İ K												S E N O Z O Y İ K												ÜST SİSTEM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
T E R S İ Y E R												S İ S T E M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
												N E O J E N												K U V A T E R N E R				S E R İ		F O R M A S Y O N		S İ M G E L E R		K A L I N L I K (m)		L İ T O L O J İ		A Ç I K L A M A L A R																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ÜST KRETASE- PALEOSEN												ALT MİYOSEN				ALT-ORTA MİYOSEN				ORTA MİYOSEN		ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN		YAMANLAR VOLKANİTİ		YAMAÇ MOLOZU		ALÜVYON																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
BORNova KARMAŞIĞI												YENİKÖY				ZEYTİNDAGI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
KTb												Ty				Tz				Tyv		Ta		Qt		Qym		Qal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Manastır Dağı Olistoliti												Turgut Alp Volkaniti				İlica Dağı Olistoliti				Manisa Dağı Olistoliti																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1000												100				100				75		100		25		50		100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Şekil 6: İnceleme alanının stratigrafik dikme kesiti(Ölçeksiz) .

2.2 Bornova Karmaşığı (KTb)

İnceleme alanının en yaşlı kayaçlarını metakumtaşı, fillit ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli, metakireçtaşları ile beyaz renkli tüfler ve kireçtaşı olistolitlerinden meydana gelen bir birim oluşturmaktadır. Erdoğan (1990) yaptığı çalışmada birime “Bornova Karmaşığı” adını vermiştir. Bu çalışmada da söz konusu birimin “Bornova Karmaşığı” adı altında incelenmesi benimsenmiştir. Bornova Karmaşığı, inceleme alanının güneyinde Gökçeler Köyü, Mezar gediğı Tepe, Sivri Tepe, Harita Tepe ve Sırtlangöçüğü Tepe, civarında yüzeylemektedir (Ek-1).

Birim, inceleme alanında metakumtaşları, fillitler ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli, metakireçtaşları ile beyaz renkli tüfler ve kireçtaşı olistolitleri ile temsil edilir. Gri, boz, yeşil renklere sahip metakumtaşlarında taneler; etkin miktarda kuvars, bunlara oranla daha az çört ve kuvarsit, plajiyoklas ve serisitleşmiş metamorfik parçalar, metakireçtaşı parçaları ile metamorfizmaya uğramış volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır (Şekil 7). Birim, çoğu zaman belirgin bir yönlenme ve şistozite kazanmışlardır. Tanelerin arasında, genellikle bu tanelerin ezilmesiyle oluşmuş bir matriks ve serisit bağlayıcı olarak gözlenmektedir. Numunelerde serisit bağlayıcının yer aldığı kesimlerde yer yer demir oksit hidroksitleriyle boyanma da izlemektedir. Numunelerin çoğunda kuvarslarda gözlenen dalgalı sönme ve plajiyoklaslarda gözlenen kırılmalar bir basınçla karşılaştıklarına işaret etmektedir. fillitler çoğunlukla ezilmiş, içerisine metakumtaşlarını almış şekilde gözlenmektedir. fillitli düzeyler yeşil gri, kahve renkli, metakumtaşı seviyeleri ise daha çok gri, grimsi yeşil renktedir. Yapraklanmalı, kırılmış, kıvrılmış bir görüntü sunmaktadır (Şekil 8). Çalışma alanında karmaşık içerisinde spilitik lavlara da rastlanmıştır. Manisa civarında bu lavlar oldukça geniş alanlar kaplamaktadır. Bu lavlar matrikse geçişli olarak düşünülmüş ve Turgutalp volkanitleri olarak adlandırılmıştır (Erdoğan 1990).

İnceleme alanında karmaşığı oluşturan diğer bir bileşen de karmaşık içerisinde megablok boyutundan, blok boyutuna kadar değişen büyüklüklerde kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşları mevcut olup, bunlardan haritalanabilir boyutta olanlar yörede karışık içerisinde yüzlek verdikleri yerlerin isimleri de dikkate alınarak adlandırılmıştır ve bu bloklara Manastır Dağı olistoliti, Ilıca Dağı olistoliti ve Manisa Dağı olistoliti adı ilk defa bu çalışmada verilmiştir.



Şekil 7: Bornova Karmaşığı içerisindeki fillit(f), çört(ç) seviyeleri(Keçiliköy mevkii, KB'ya bakış).



Şekil 8: Bornova Karmaşığı içerisindeki metekumtaşları (m) ve fillitli(f) seviyeler (Keçiliköy mevkii).

2.2.1. Turgutalp Volkaniti (KTt)

Filiş içerisinde ara seviyeler şeklindedir. Spilitik lavlardan meydana gelen birim Erdoğan (1990) tarafından Turgutalp volkanitleri olarak adlandırılmışlardır. Bu çalışmada da aynı isim benimsenmiştir.

Birim, inceleme alanında Turgutalp Yaylası civarında ve Mevlevihane mesire yerinde yüzlekler vermektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Turgutalp volkanitlerinden bir görünüm. (Spil Milli Parkı yolu üzeri 11. km Turgutalp yaylası sapağına gelmeden; GD’ya bakış).

Birimi oluşturan volkanitler, haki yeşil renktedir. Bu birim filiş ile yanal düşey geçişlidir.

2.2.2. Manastır Dağı Olistoliti (Trm)

İnceleme alanında kireçtaşlarından oluşan bir birim bulunmaktadır (Şekil 10). Bu birim önceki çalışmalarda yaşı ve litolojisi birlikte söylenerek anılırken bu çalışmada en iyi yüzlekler Manastır Dağı ve civarında gözlemlendiğinden birime Manastır Dağı olistoliti adı verilmiştir. Birim, dolomitik kireçtaşlarından yapılı olup, tabakalanma çok iyi gözlenememektedir. Önceki çalışmacılar tarafından kütlenin filiş çökeliminin egemen olduğu ortam, Karaburun yarımadasındaki Karaburun

karbonat platformundan koparak geldiği belirtilmiştir. Karmaşık ile birlikte deformasyona uğradığından bol çatlaklı kırıklı bir yapı sunmaktadır. Birim gri, boz, yer yer yeşil renklidir. Literatürde birimin kalınlığına ilişkin bir veriye rastlanmamış olup, birimin kalınlığının yörenin topoğrafyası ve dokanak ilişkilerine dayanılarak yaklaşık 500-600 metre civarında olduğu söylenebilir (Ek-2).

Birimin yaşı önceki çalışmalarda Triyas olarak tespit edilmiştir (Erdoğan ve diğ., 1990). Bu çalışmada da bu yaş verilmiştir.



Şekil 10: Manastır Dağı olistolitlerinden bir görünüm ve ayrıca yamaç molozları ile olan dokanağında gelişmiş olan eğim atımlı normal fay (Gürle yolu üzeri, GB'ya bakış).

2.2.3. Ilıca Dağı Olistoliti (J1)

İnceleme alanında dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı blok ve megabloklarından oluşan bir birim bulunmaktadır (Şekil 11). Bu birim önceki çalışmalarda yaşı ve litolojisi birlikte söylenerek anılırken bu çalışmada en iyi yüzlekler Ilıca Dağı ve civarında gözlemlendiğinden birime Ilıca Dağı Olistoliti adı verilmiştir. Birim bol çatlaklı, kırıklı bir yapıya sahiptir. Birimin kalınlığının dokanak ilişkileri ve yörenin topoğrafik özellikleride dikkate alınarak 400-500 metre civarında olduğu söylenebilir (Ek-2).

Birimin yaşı önceki çalışmalarda Jura olarak tespit edilmiştir (Erdoğan ve diğ., 1990). Bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

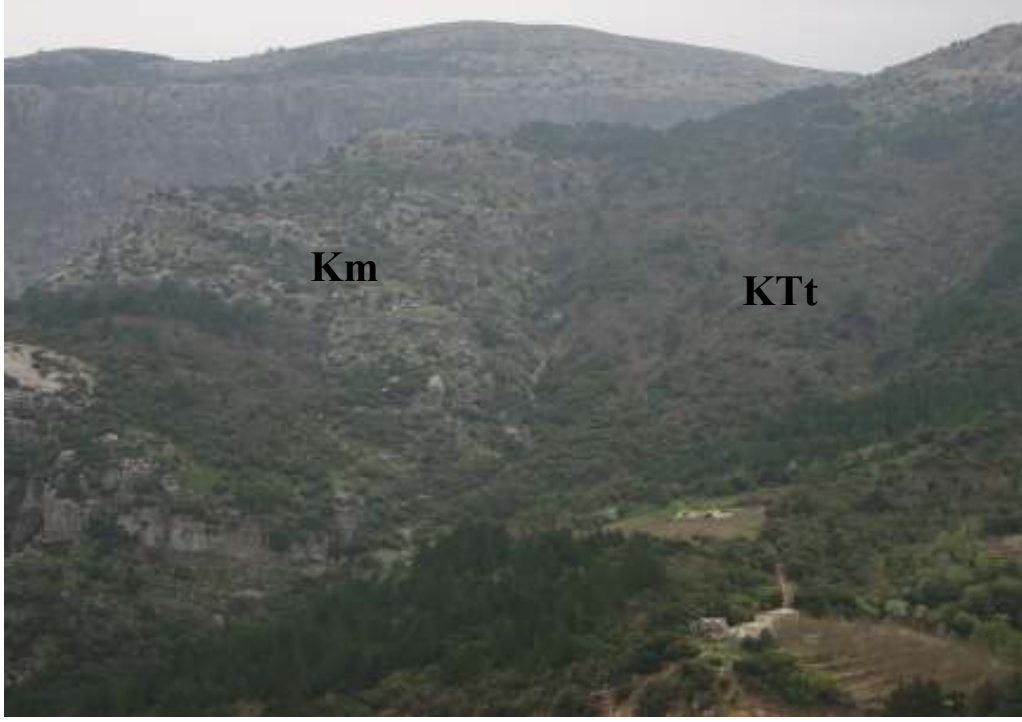


Şekil 11: Ilica Dağı Olistolitinden bir görünüm (Ilica mevkii, GB’ya bakış).

2.2.4. Manisa Dağı Olistoliti (Km)

İnceleme alanında kireçtaşlarından oluşan bir birim bulunmaktadır (Şekil 12). Bu birim önceki çalışmalarda yaşı ve litolojisi birlikte söylenerek anılırken bu çalışmada en iyi yüzlekler Manisa Dağı ve civarında gözlemlendiğinden birime Manisa Dağı olistoliti adı verilmiştir. Kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından yapıları olan olistolit bol çatlaklı ve kırıklı bir yapı sunmaktadır. Yörede koyu gri, boz, yeşil renkli olarak gözlenmektedir.

Birimin yaşı önceki çalışmalarda Kretase olarak tespit edilmiştir (Erdoğan ve diğ., 1990). Bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.



Şekil 12 : Manisa Dağı olistolitinden (Km) bir görünüm ve Manisa Dağı olistolitinin Turgutalp volkanitleri (KTt) ile olan dokanak ilişkisi (Spil Milli Park yolu üzeri KD'ya bakış).

İnceleme alanının en yaşlı birimini oluşturan Bornova Karmaşığı'nın alt sınırı çalışma alanında gözlenememekle birlikte, üstte Alt Miyosen yaşlı Yeniköy formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülüdür. Birimin tabanı gözlenemediği için stratigrafik kalınlığı belirlenememiştir. Birimin kalınlığının önceki çalışmalarda yaklaşık 1000 m. dolayında olduğu belirtilmektedirler (Eşder 1988).

Bornova Karmaşığının İzmir-Ankara Zonu'nun, Batı Anadolu'da açılımı sonucu (Bornova-Seferihisar arası bölgede), Meastrihtiyen-Daniyen aralığında oluştuğunu ve içerdiği kireçtaşı bloklarının Karaburun kuşağına ait olduğunu belirtmektedir. Bunların havzaya önce bloklar şeklinde yerleştiğini ve en sonunda naplar şeklinde yürüdüğünü söylenmektedir. Ayrıca karmaşık matriksi içerisinde gözlenen volkanik ürünlerden de havzada zaman zaman deniz altı volkanizmasının etkin olduğu anlaşılmaktadır. Bornova Karmaşığı daha sonra içerisindeki bloklarla birlikte Menderes masifi üzerine itilmiştir (Orta Eosen; Erdoğan, 1990). Bazı araştırmacılar

da menderes masifinin metamorfizmasının bu esnada geliştiğini düşünmektedirler (Erdoğan 1990).

Özer ve İrtem, (1982) matriks içerisindeki karbonatlı ara seviyelerden alınan örneklerden *Globotruncanita cf. subspinoso* (DESSAGNO), *Rosita* sp. *Globotruncanita stuartiformis* (DALBİEZ) gibi Üst Kampaniyen-Meastrihtiyen yaşı veren fosilleri tesbit etmiştir. Akdeniz ve diğ. (1986) filişin mikritik kireçtaşı seviyelerinden aldıkları örneklerdeki fosillere dayanarak birimin yaşını Üst Kretase-Paleosen olarak vermişlerdir. Bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

2.3 Yeniköy Formasyonu(Ty)

İnceleme alanında, kırmızı renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı ve kumtaşından oluşan bir birim bulunur. Kaya (1978) tarafından bu birim ‘Yeniköy formasyonu’ olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

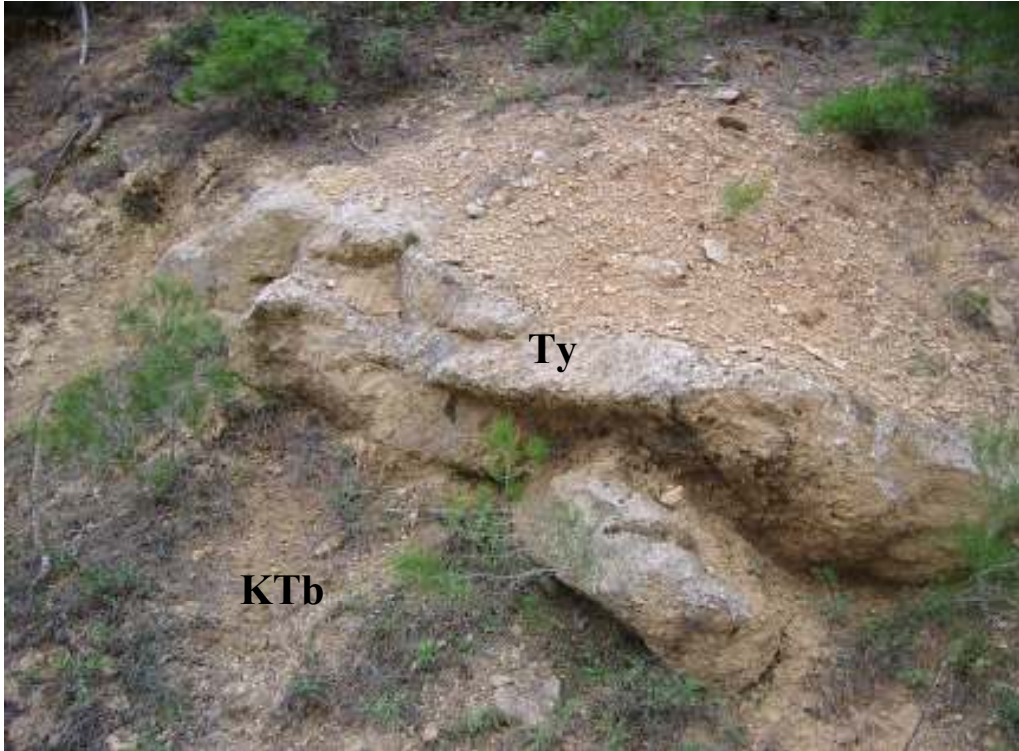
Birim, çalışma alanında, Kolontası Tepe , Karadal Tepe civarında yüzlek verir (Ek 1).

Birim, kırmızı, koyu gri, haki yeşil renkli, zayıf tutturulmuş, kötü boylanmalı, çakıltası, kumtaşı, killi kumtaşı, az tutturulmuş kiltasından yapılıdır. Çakıltalarının tamamı üzerinde çökeldiği, Bornova Karmaşığında ait metakumtaşı, fillit ve kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır. Yer yer ise kanal dolgusu şeklinde çapraz tabakalanmalı kumtaşlarına rastlanılmaktadır. Yelpaze dışı çökelimlerin asıl bileşenini ise iyi pekişmiş, sarı-gri renkli düzgün tabakalanmalı kumtaşı ve konglomeralar oluşturmaktadır. Konglomeratik düzeylerin başlıca çakılları, kuvarsit, metamorfizmaya uğramış kayaç parçaları ve kristalize kireçtaşlarıdır. Kumtaşlarında yapılan petrografik incelemelerde; tane büyüklüklerinin 0,04 mm. ile 2,56 mm. arasında genelde ise 0,52 mm. civarında bulundukları gözlemlenmiştir. Taneler; kuvars, çört, granit, volkanik kayaç parçaları, feldispat parçaları ile metamorfik kayaç parçacıklarından oluşmaktadır.

Kumtaşlarında bağlayıcı genelde karbonattır. Taneler kötü boylanmış olup, köşelidirler (Dönmez ve diğ., 1998).

Yeniköy formasyonunun alt dokanağında çoğu yerde Bornova Karmaşığı gözlenmektedir (Şekil 13). Birim Bornova Karmaşığını açısız

diskordansla üzerler ve onun kaya türlerini içerir. Yeniköy formasyonu üzerinde ise onunla yanal-düşey geçişli olarak Zeytindağ formasyonu yer alır. Yanal olarak Zeytindağ formasyonu ile geçişli olan birimin (yelpaze çökellerinin) kalınlığı 60-74 m. olarak belirtilmektedir (Kaya, 1978). Formasyon karasal ortamda çökelmiş, alüvyal yelpaze çökelleri olup, kanal dolguları şeklinde gözlenmektedir. Yer yer gölsel kıyı çökellerini temsil eden kumtaşlarına da rastlanılmaktadır. Yeniköy formasyonunu üzerine uyumlu olarak gelen Zeytindağ formasyonunun alt seviyelerinden Alt Burdigaliyen yaşı veren fosillere rastlanılmıştır (Ünay, 1992). Dolayısı ile Yeniköy formasyonuna ait seviyelerinde bu dönemde çökelmiş olması gerekir. Bundan dolayı birimin yaşı Alt Miyosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 13: Yeniköy formasyonunun (Ty) kumtaşı seviyelerinden bir görünüm, alt dokanağında ise Bornova Karmaşığına (KTb) ait metakumtaşı seviyeleri (Spil Milli Park yolu üzeri).

2.4. Zeytindağı Formasyonu(Tz)

İnceleme alanında tabanda kırmızı renkli çakıltaşı ile başlayıp, kumtaşı, kilaşı, marn, şeyl, killi kireçtaşı, kireçtaşı, tüf, tüfit ardalı ve kömür-turba ara

seviyeleri ile devam eden bir birim bulunur. Kaya (1978) tarafından bu birim Zeytindağı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da formasyonun adı Zeytindağı formasyonu olarak alınmıştır. İnceleme alanında birim, Karaçukur Tepe civarında ve Keçili Köyü doğusunda yüzeylemektedir (Ek 1).

Birim, tabanda kırmızı-kahve renkli bir çakıltaşı düzeyi ile başlar. Çakıllar Bornova Karmaşığının içerisinde yer alan metakumtaşı , fillitler , volkanitler ile olistolitlere ait kireçtaşlarından oluşur. Bu seviyeler çoğu yerde iyi tutturulamamış, gevşek konumdadırlar. Formasyonun diğer kayaç grupları ise kumtaşı, kilitaşı, marn, şeyl, killi kireçtaşı, kireçtaşı-tüf-tüfit ve kömür-turba ara seviyeleridir (Şekil 14). Kireçtaşları genellikle sarı-beyaz-krem renklidirler. Sarı-krem renkli oldukça kırılğan marnlar ve killi kireçtaşları arasında, bantlar halinde kömürlü seviyeler Zeytindağı formasyonunun karakteristik görünümünü oluştururlar. Oldukça düzgün tabakalanmalar mevcuttur. Tabaka kalınlıkları 1-40 cm. arasında değişir. Kömürlü düzeyler molluskludur. Zaman zaman tam kömürleşmemiş turbamsı görünümündedir ve bunların kalınlıkları genellikle 5-10 cm'lik bantlar şeklindedir. Formasyonun bazı kesimlerinde tüf-tüfit oranı artmakta ve hatta tamamen çökelime hakim olmaktadır.



Şekil14: Yeniköy formasyonunun kömürlü seviyeleri ile kumtaşlarından bir görünüm (Gürle Köyü civarı).

Zeytindağı formasyonu, Yeniköy formasyonu ile yanal düşey geçişli olup, üzerine ise Yamanlar volkanitleri uyumlu olarak gelmektedir. Birimin kalınlığının dokanak ilişkileri ve topoğrafik özellikler de dikkate alınarak yaklaşık olarak 100 metre civarında olduğu söylenebilir (Ek 2).

İnceleme alanının yakın civarında Ünay (1992) tarafından yapılan çalışmada *Eumyarion* sp., *Megacricetodon* sp., *Cricetodon* sp., *Tamias* sp., *Sayimys* sp., *galerix* sp., *glirulus* sp., *Lagomorpha* *Eumyarion* sp., *Cricetodon* sp., *Spanocricetodon* sp., *Glirudinus* sp., *Castoridae* ?, *Enginia* ?, fosillerine rastlamış ve birime Alt-Orta Miyosen yaşını vermiştir. Bu çalışmada da birimin yaşı Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Birim, gerek fosil içeriği, gerekse litolojisi bakımından gölsel çökelimin karakteristik özelliklerini taşımaktadır. Ayrıca formasyon içerisindeki yoğun volkanik ürünler, ortamın zaman zaman volkano-sedimanter karaktere dönüştüğüne işaret etmektedir. Yine birim arasında gözlenen plaketsel marnlardan ortamın yer yer derinleştiği anlaşılmaktadır (Erdoğan ve diğ., 1990).

2.5. Yamanlar Volkanitleri (Tyv)

Yörede, bazalt, bazaltik andezit ve içerisinde andezit çakıl ve bloklarının gözlendiği aglomeralar, tüf ve tüfit ardalanmasından oluşan birim ilk olarak Kaya (1978) tarafından Yamanlar volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu adın kullanılması benimsenmiştir.

İnceleme alanında Gürle Köyü civarında ve batısında, yine çalışma alanının içerisinde geçen Menemen yolu çevresinde iyi mostralar vermektedir (Ek 1; Şekil15).

Birimdeki aglomeralarda bağlayıcı olarak gözlenen volkanik hamurun yanı sıra, içerisindeki parçalardan yapılan petrografik tayinlerde büyük çoğunluğunun, andezit, piroksen andezit, bazaltik andezit oldukları görülmüştür.

Andezitlerin belirgin özelliklerinden biri iri fenokristalli (feldispat) oluşudur. Ayrıca çoğu örneklerde amfibol ve piroksenleri gözle veya lupla ayırt etmek mümkündür.

Genel olarak kayaçların petrografik özellikleri şöyledir. Porfirik dokulu kayaçların başlıca mineralleri plajiyoklas, biyotit amfibol ve piroksenler, Plajiyoklaslar (andezin) megafenokristallerden, mikrofenokristale değin değışen çeşitli boyutlarda, zaman zaman zonlu yapıda genelde hipidiomorf kristaller olarak gözlenir (Erdoğan ve diğ., 1990).

Birim, Zeytindağı formasyonunu uyumlu olarak örter. Volkaniklerin yayılım gösterdiği bütün alanlarda bu ilişkiyi görmek mümkündür. Üstte ise Aliğa formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtölür. Birimin kalınlığının yörenin topoğrafik özellikleri de dikkate alınarak 200-250 metre olduğu söylenebilir (Ek 2).



Şekil 15: Yamanlar Volkanitleri içerisindeki aglomeralardan bir görünüm (Menemen yol yarması 15. km Güneye bakış).

Birim yoğun olarak Neojen volkanizması ile oluşmuş olup, birim gerek Akyürek ve Soysal (1978) gerekse Ercan ve diğ. (1984) tarafından Pliyosen olarak yaşlandırılmasına karşın, Erdoğan ve diğ. (1990) inceleme alanında bu birimin stratigrafik konumu gereği Orta Miyosen yaşta olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise birimin yaşı Orta Miyosen olarak benimsenmiştir.

2.6. Aliğa Formasyonu (Ta)

İnceleme alanında çakıltası-kumtaşı, kıltaşı, tuf, tufit ve gölssel kireçtaşı, bu kireçtaşları içerisinde ara seviyeli bazaltik lavlar ile kıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan bir birim bulunur. Birim ilk olarak Kaya (1978) tarafından Aliğa formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada da Aliğa formasyonu ismi aynen kullanılmıştır. Birim, özellikle Yamanlar volkanit yükseltisinin Doğu ve Batı kesiminde kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı koridorlar oluşturacak şekilde çökelmiştir (Erdoğan ve diğ.,1990).

Formasyon çalışma alanında Gökçeler Yaylası, Güvercin Kayası Mevkii, Kirazalan Tepe civarında yüzlekler vermektedir (Ek 1).

Birimin egemen kaya türü olan kumtaşları genellikle yeşil ya da gri renklidir. Açık renkli mikaların bolluğu, zayıf pekleşme ve tane destekli paketlenme birimin yaygın ve ayırıcı özelliklerindendir. Birim içerisinde çoğu yerde çapraz tabakalanmalara da rastlanmaktadır. Çakıltaşlarının egemen bileşenlerini oluşturan parçalar ultramafik kayalar, andezit, bazalt, dolomit ve kireçtaşı çakıllarıdır.

Kanal dolgusu şeklindeki çakıltası-kumtaşı topluluğu dönemli istiflerinin tabanında bulunur. Dönemli istiflerin üst kesimini oluşturan taşkın düzlüğü kökenli ince kumtaşı-silttaşı-kıltaşı-killi kireçtaşı topluluğu, yeşilimsi-mavimsi gri ya da açık sarı renklidir.

Birim alt dokanağında, Yamanlar volkanitlerini uyumsuz olarak örterken, üst dokanağında yamaç molozları ve Gürle travertenini tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür. Birimin kalınlığına ait herhangi bir veriye rastlanılmamıştır.

Birimin yaşı Erdoğan ve diğ.(1990) tarafından Üst Miyosen- Pliyosen olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada da bu yaş aynen benimsenmiştir.

2.7 Gürle Travertenleri (Qgt)

İnceleme alanında, Gürle Köyünün kuzeydoğusunda koyu yeşil, krem, beyaz renkli travertenlerden oluşan bir birim bulunmaktadır. Birimin en tipik olarak yüzeylediği, yakınındaki Gürle Köyüne izafeten ilk kez bu çalışmada Gürle

traverteni olarak adlandırılmıştır. Gürle traverteni, Gürle Köyü batısında bulunan kaynağa bağlı olarak gelişmiştir ve günümüzde kaynak sularının yüzeye çıktığı yerlerde çökelim devam etmektedir. Birim alt dokanağında Aliğa formasyonunu uyumsuz olarak örterken, üstten yamaç molozları tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Birimin yaşı stratigrafik olarak Kuvaterner olarak saptanmıştır.

2.8 Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç molozları, kireçtaşı parçaları ve çakıllarından oluşmaktadır. Birim içerisinde breşlerde yer alır. Bunlar, yamaç molozlarının kalsit ve aragonit çimentoyla bağlanması sonucu gevşek şekilde tutturulmuştur. Litostratigrafik olarak adlamaya gidilmeden ‘yamaç molozu’ adı altında incelenen birim genellikle yükseltilerin yamaçlarında yer alır (Ek 1).

İnceleme alanında yamaç molozlarının, Manastır Dağı olistoliti, Manisa Dağı olistolitleri ile sınır ilişkileri gözlenmektedir. Birim Gürle traverteni üzerine uyumlu olarak gelmekte iken, üstten çalışma alanının en genç birimini oluşturan alüvyonlar tarafından açılı uyumsuzluk ile örtülmüştür. Birimin kalınlığı yaklaşık 5-50 metre olarak düşünülmektedir (Şekil 16; Ek 2).

Yamaç molozunun yaşı, stratigrafik konumundan dolayı Kuvaterner olarak verilebilir.

2.8 Alüvyon(Qal)

İnceleme alanının en genç birimlerini oluşturlar, oluşumları günümüzde de devam eden, çakıl, kum, silt, kil boyutunda çökel birimleri bulunur. Bu birimler kendisinden yaşlı bütün birimlerden içerisine malzeme alımına, günümüzde de devam eder. Bu da güncel morfolojinin denetimi altındadır. İnceleme alanında birim, tipik olarak Gediz Nehri boyunca izlenmektedir.

Gri renkte gözlenen alüvyonlar, gevşek ve tutturulmamış malzemeden oluşmaktadır. Birim içerisindeki malzemeler kum, kil ve çakıl boyutundadır. Kendinden yaşlı tüm kaya birimlerinden içerisine parçalar alır. Alüvyon kendinden yaşlı bütün birimleri açılı uyumsuzlukla örtmektedir.

Alüvyonlar, Kuvaterner (Güncel) yaşlıdır.



Şekil 16:Yamaç molozlarından bir görünüm(Mezbaha tesisleri civarı).

3. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı, Anadolu'nun paleotektonik dönem coğrafyasının önemli tektonik yapılardan olan İzmir-Ankara kenet kuşağı içerisinde yer almaktadır (Okay ve Siyako, 1991). Bu zon kuzeydeki Sakarya kıtası ile Menderes masifi arasında tektonik bir birliktir (Okay ve diğ., 1996; Yılmaz, 1997).

Filiş fasiyesindeki kırıntılı kayalar ile bunlar içerisinde irili ufaklı bloklar oluşturan serpantin, çört, diyabaz ve kireçtaşlarından bu tektonik birliğin litolojileridir. Birimin bazı kesimleri metamorfizmaya uğramıştır (Erdoğan, 1990). Doğuda Nif ve Spil Dağı yükselimlerinde filişli kayalar içerisindeki serpanit ve kireçtaşı blokları dağ boyutuna ulaşan kütleli yükselimler oluşturlar. Karaburun yarımadasında yüzeyleyen paleotektonik dönem kaya topluluklarının bölgesel tektonik içerisindeki konumu tartışmalıdır. Bu bölgedeki kaya toplulukları bölgesel deneştirmelerde İzmir - Ankara kenet kuşağı içerisinde değerlendirilir (Şengör ve diğ.,1984; Okay ve Siyako, 1991; Yılmaz, 1997; Şekil 17). Alt Karbonifer-Alt Kretase yaş aralığındaki birimlerden oluşan bu kaya topluluğu Karaburun kuşağı olarak ayrı bir tektonik birlik olarak tanımlanmış ve İzmir-Ankara zonu içerisindeki blokların kaynağı olarak gösterilmiştir (Erdoğan, 1990). Bu çalışmada Karaburun kuşağının Bornova Karmaşığı ile olan dokanağının tektonik olduğu belirtmiştir.

Manisa ve çevresinde, Neojen ve Kuvaterner birimleri, Menderes masifinin metamorfik birimleri ile İzmir-Ankara Kenet kuşağına ait temel birimler üzerindeki örtü kayalarını oluşturmaktadır. Neojen yaşlı birimler genelde akarsu ve göl fasiyesinde gelişmiş çökel kayalar ile çeşitli türdeki volkanik kayalardan oluşur. Bölgedeki Neojen birimleri biri birine geçişli sedimanter kayalar ile volkanitlerden oluşan Alt Miyosen-Erken Pliyosen yaş aralığındaki kayalarla temsil edilmektedir (Akyürek ve Soysal,1983; Kaya, 1979, 1981; Akdeniz ve diğ., 1986; Yılmaz, 1997; Yılmaz ve diğ., 2000; Koçyiğit ve diğ., 1999; Genç ve diğ., 2001).

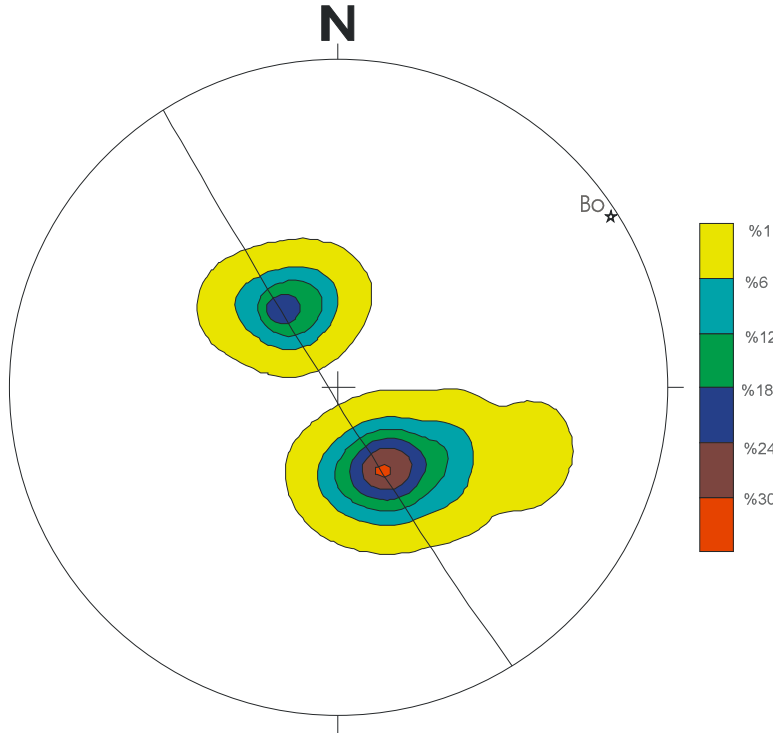


Şekil 17: Batı Anadolu'nun paleotektonik dönem birlikleri (Yılmaz, 1997).

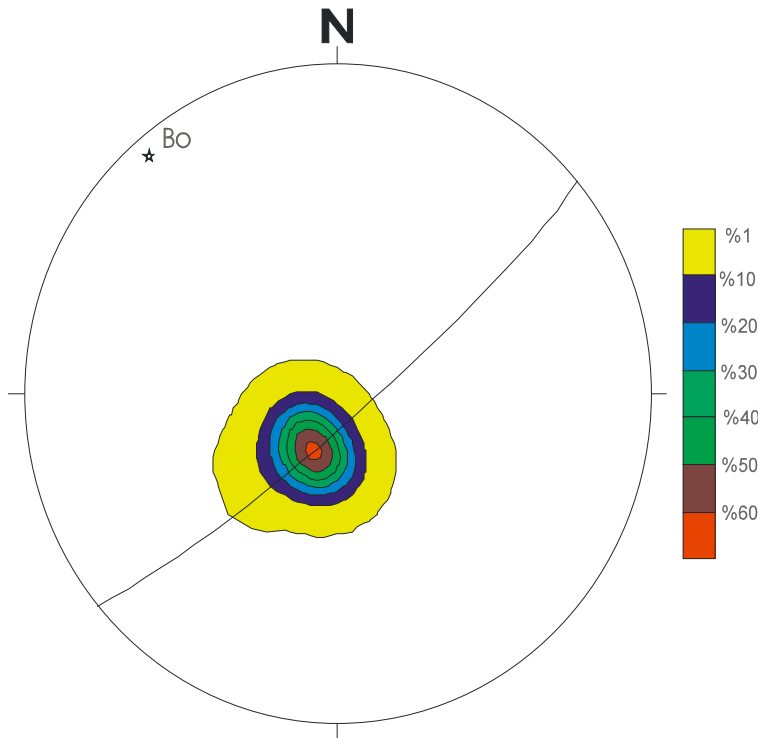
3.1. Kıvrımlar

İnceleme alanında Üst Kretase- Paleosen yaşlı birimler maruz kaldıkları tektonik hareketlere bağlı olarak çok evreli kıvrım geometrileri sunarlar. İnceleme alanındaki su nokatalarına akifer özelliği teşkil eden Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitlerinden alınan tabaka (S_0) ölçümlerinden elde edilen kıvrım eksen konumları belirlenmiştir (Şekil 18).

İnceleme alanındaki su nokatalarına akifer özelliği teşkil eden Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitlerinden alınan tabaka (S_0) ölçümlerinden elde edilen kıvrım eksen konumları belirlenmiştir (Şekil 19).



Şekil 18: Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitlerinden ölçülmüş 20 adet (S_0) tabaka ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; B_0 : K 60° D, 2° KD



Şekil 19: Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitlerinden ölçülen 25 adet (S_0) tabakalanma ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; B_0 : K 40° B, 8° KB

3.2 Uyumsuzluklar

İnceleme alanında Üst Kretase- Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı ile Alt Miyosen yaşlı Yeniköy formasyonu arasında açılı uyumsuzluk görülmektedir. Ayrıca Orta-Üst Miyosen yaşlı Yamanlar volkanitleri ile Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Aliğa formasyonu arasında da uyumsuzluk bulunmaktadır. İnceleme alanında Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, Triyas yaşlı Manastır Dağı ve Jura yaşlı Ilıca Dağı olistolitlerini açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Oluşumu günümüzde de devam eden Kuvaterner yaşlı alüvyon ve travertenler ise kendinden yaşlı bütün birimleri açısız uyumsuzlukla örtmektedir.

3.3. Faylar

İnceleme alanındaki birimlerin jeolojik tarihçesi boyunca geçirdikleri tektonik deformasyonlara bağlı olarak kıvrılmış ve faylanmışdır. Bu birimler içerisinde en önemli fay Manisa Fayı olarak bilinmektedir (Şekil 20). Manisa Fayı Gediz grabeninin kuzeybatı kolunda yer alan eğim atımlı normal faydır. Turgutlu ile Manisa batısındaki Muradiye arasında yaklaşık 40 km uzunluğundadır. Manisa Fayının doğrultusu inceleme alanında genel olarak doğrultusu ortalama K55⁰B'dır.

Doğrultu atımlı faylar genelde kireçtaşı olistolitleri içerisinde değişik yönlerde gelişmişlerdir. İnceleme alanındaki ters faylar ise Bornova Karmaşığı üzerine gelen Manisa Dağı olistoliti ve Ilıca Dağı olistolitlerinin de oldukça belirgindir.



Şekil 20: Ilıca bölgesindeki Manisa Fayının GD yönündeki görünümü.

4. JEOLJİK EVRİM

İnceleme alanında yapılan çalışmalar ve önceki çalışmalardan yararlanılarak bölgenin jeolojik evrimini şu şekilde aydınlatabiliriz. İnceleme alanı İzmir-Ankara zonu adıyla anılan tektonik kuşak içerisinde yer almaktadır. Bu kuşak inceleme alanının doğusunda ofiyolitik bir karmaşıklıkla temsil edilirken, inceleme alanı ve çevresinde filişin baskın olduğu birimlerden yapıldır. İzmir Ankara zonunun batısında ise Karaburun Karbonat Platformu bulunmaktadır. Geç Kretase sırasında açılmış olan İzmir-Ankara zonunda Bornova Karmaşığı oluşmuştur. Bu karmaşık birim filişlerden meydana gelmiş bir matriks ve içerisinde Kireçtaşı blokları ve denizaltı volkanizması ürünlerinden yapıldır. Filişin yaşı Kampaniyen- Daniyen dir. Bu yaş aralığında İzmir- Ankara zonunun açılım aralığını karşılamaktadır. Filiş çökeliği sırasında Karaburun Karbonat Platformu parçalanarak çökeltme alanına ilerlemiş ve yer yer boyutları 20 km boyda erişen kireçtaşı blokları filiş içerisinde yerini almıştır.

Blokların yerleşimi ardından filiş çökeliği bir süre daha devam etmiştir. İnceleme alanında yer yer kireçtaşı bloklarının üzerinde filiş çökellerinin gözlenmesi bu durumu izah etmektedir. Ayrıca filiş çökeliği sırasında iyice duraysızlaşan bölgede denizaltı volkanizmasına bağlı olarak oluşan volkanitler filiş içerisinde yerini almıştır. Daha sonra Bornova Karmaşığı deformasyon geçirmiş ve ayrılmalara uğramıştır. Bu ayrılmalar sonucu tektonik kalınlaşmaya uğrayan Bornova Karmaşığı yanal tektonik sıkışmanın en son aşamasında rejyonal metamorfizmasını tamamlamış olan Menderes Masifi üzerine itilmişlerdir. Geç Eosende meydana geldiği düşünülen bu itilme Karaburun Karbonat Platformuna ait kireçtaşı bloklarının da filiş ile birlikte Menderes Masifi üzerine taşınmasına neden olmuştur.

Bornova Karmaşığı ile Menderes Masifi arasındaki tektonik sınır ilişkisi inceleme alanında neojen çökelleri tarafından örtülmüş olup, inceleme alanı dışındaki birkaç bölgede lokal olarak gözlenmektedir (Erdoğan, 1990).

Daha sonra bölge erken Neojende yükselerek kapalı bir havza konumuna gelerek gölsel ortam oluşmuştur. İçerisinde Bornova karmaşığına ait birimlerden oluşan, Neojen yaşlı Yeniköy ve Zetindağı formasyonu çökelmiştir. Zeytindağı formasyonu içerisinde gözlenen kömür seviyeleri göldeki su seviyesinin turba

oluşumuna imkan verecek şekilde azaldığını göstermektedir. Neojen volkanizmasına bağlı olarak oluşan ürünler, bölgedeki birimler içerisinde yer alır.

Volkanizma sonrasında ortam karasallaşmış daha sonra tekrar gölsel ortam hakim olmuş bu safhada ise Aliğa formasyonuna ait birimler çökelmişlerdir. Daha sonra ortam karasallaşmış ve günümüze kadar hala devam eden Pliyokuvaterner-Güncel yaşlı birimler çökelmiş ve günümüzde çökelmeye devam etmektedir.

5. EKONOMİK JEOLojİ

İnceleme alanında ekonomik değeri olabilecek, kum ocağı, mucur ocağı ve su şişeleme tesisi ve gürle kaynağı bölgesinde alabalık çiftliği bulunmaktadır.

İnceleme alanında bulunan mucur ocağı Üst Kretase- Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı içerisinde bulunan, Triyas yaşlı Manastır Dağı Olistolitlerinden mucur ocağı işletilmektedir. Gediz Nehri boyunca bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan ise kum ocağı işletilmektedir. Orta Miyosen yaşlı Yamanlar Volkanitlerinin andezitli seviyelerinden sondajlarla alınan sular şişelenerek satılmaktadır. Ayrıca, Gürle Kaynağından boşalan sularla köyde bir alabalık çiftliği işletilmektedir.

6.HİDROJEOLOJİ

Hidrojeoloji bölümünde inceleme alanında yer alan birimlerin hidrojeolojik özellikleri belirlenecektir. Ayrıca sıkılaşmamış birimlerden alınan örneklerin porozite permeabilite, elek analizi deneyleri yapılarak elde edilen değerler yorumlanmıştır. Ayrıca içme amaçlı kullanılan kuyulardan alınan örneklerde kirletici parametrelerden ağır metal kirliliği değerleri analizlerle tespit edilerek değerlendirilmiştir.

6.1.Su Noktaları

İnceleme alanında üç adet kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklardan sadece birisi debisi ölçülebilecek düzeydedir. Diğer kaynaklar sızıntı şeklinde veya mevsimlik yağışlardan sonra aktif hale geçmekte olan kaynaklardır. Bunların dışındaki su noktalarını çeşitli amaçlar için kurum ve kişiler tarafından açılmış olan sondaj kuyuları oluşturmaktadır.

6.1.1. Su Kaynakları

İnceleme alanında bulunan kaynaklar;

- 1) Ilıca Kaynağı
- 2) Üçoluk Kaynağı
- 3) Gürle Kaynağı'dır.

6.1.1.1. Ilıca Kaynağı

Ilıca Kaynağı, Ilıca Dağı olistolitinin kuzey yamacındaki Manisa Fayının dokanağında gözlenen bir fay kaynağıdır. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yağışlı dönemlerde Nisan, Mayıs Haziran aylarında aktiftir. Diğer aylarda ise Manisa şehrinin içme suyunu temin eden sondaj kuyularından devamlı su çekilmesinden dolayı yer altı suyu seviyesinin düşmesi sonucu kaynak kurumaktadır (Şekil 21-24). Kaynak suyunun sıcaklığı 25 °C, debisi 5 lt/sn pH'sı 7,57, Fransız sertliği 24,75 dir. Kaynak suyunun toplam mineralizasyonu 342,57 mg/ltr dir. Kaynaktan alınan su örneğinin fizikokimyasal analiz sonuçları verilmiştir (Ek 4).

6.1.1.2. Üçoluk Kaynağı

Üçoluk kaynağı, Manastır Dağı olistolitleri ile kuzey yamacında bulunan yamaç molozlarının dokanağında bulunmaktadır. Su çıkışı genellikle sızıntı şeklindedir. Kaynak çıkışında debisi ölçülemeyecek kadar küçük olan kaynak suyu bir kaptajda toplanarak yol kenarında üç oluklu bir çeşmeden akmaktadır.



Şekil 21 : Ilica Kaynak çıkışının görünümü (Nisan 2006 / Boşalım dönemi)



Şekil 22 : Ilica Kaynak çıkışının görünümü (Kasım 2006 / Kurak dönem)



Şekil 23: Ilıca Kaynağının görünümü (Nisan 2006 / Boşalım dönemi)



Şekil 24 : Ilıca Kaynağının görünümü (Kasım 2006 / Kurak dönem)

Kaynağın debisi 1 lt/sn sıcaklığı 16 °C, pH'sı 7,18, sertliği 28,30 °F, toplam mineralizasyonu 408,56 mg/lt dir. Kaynağın debisi yaz aylarında azalmakta, yağışlı dönemlerde ise yağışlara bağlı olarak artmaktadır. Kaynaktan alınan su örneğinin fizikokimyasal analiz sonuçları verilmiştir (Ek 4).

6.1.1.3 Gürle Kaynağı

Gürle kaynağı, Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı içerisinde bulunan Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitlerinden boşalmaktadır. Kaynak, Gürle köyünün 300 mt. KB'sında yer alan kireçtaşı bloğunda gözlenen eğim atımlı normal faya bağlı olarak yeryüzüne çıkmaktadır (Şekil 25-27). Fayın bulunduğu kireçtaşı bloğunun temelinde ve çevresinde bulunan filiş oluşukları suyun yüzeye çıkmasında geçirimsiz sınır görevi yapmaktadır. 170 m. kotundaki Gürle kaynak alanında havuz şeklindeki bir kaptaj yapılmıştır. Kaptajda su derinliği 0,5-1,5 metre arasında değişmektedir.

Gürle kaynağının akiferini; kırıklı, çatlaklı ve erime boşluklu Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitleri oluşturur. Kaynağın boşaldığı fayın bulunduğu kireçtaşının yüzeysel beslenme alanı oldukça azdır. Bu küçük alan üzerine düşen yağmur sularının tamamı süzülse dahi kaynaktan boşalan suyu karşılaması olanaksızdır. Bu nedenle kaynağın hidrolojik-jeolojik sınırlara dayalı yer altı beslenme alanının daha geniş olabileceği düşünülmektedir. Gürle kaynağını oluşturan fayın dışında, kaynak çevresinde izlenen ve bloklar arasında hidrolik oluk görevi yapan değişik boyuttaki diğer fayların kaynağın beslenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca filiş üzerine düşen ve filişin geçirimli kumtaşı birimlerinden süzülerek, faylarla irtibatlanan sularında kaynağın beslenmesinde etkili olduğu söylenebilir. Kaynak suyunun sıcaklığı 16°C, pH sı 7,68, sertliği 26,85 °F, toplam mineralizasyonu 298,84 mg/lt dir. Kaynağın debisi 1 lt/sn sıcaklığı 16 °C, pH'sı 7,18, sertliği 28,30 °F, toplam mineralizasyonu 408,56 mg/lt dir. Kaynağın debisi yaz aylarında azalmakta, yağışlı dönemlerde ise yağışlara bağlı olarak artmaktadır. Kaynak suyu, Manisa OSB nin kullanma suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Kaynaktan alınan su örneğinin fizikokimyasal analiz sonuçları verilmiştir (Ek 4).

Kaynağın toplam debisi kaptaj alanındaki çıkış kanalına yerleştirilmiş bulunan eşelden DSİ 16. Bölge elemanlarınca değişik zamanlarda ölçülmüştür.



Şekil 25: Gürle Kaynağının boşaldığı eğim atımlı normal fay (Gürle köyü KB'sı)



Şekil 26: Gürle Kaynağındaki suyun toplandığı kaptaj alanının görünümü



Şekil 27: Gürle kaynağının uydu fotoğrafı

Kaynağın debi ölçümlerinin yapıldığı yıllar içerisinde en az debiler; Aralık 1978’ de $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$, Ekim 1979 ‘da $0,039 \text{ m}^3/\text{s}$, Kasım 1980 ‘de $0,072 \text{ m}^3/\text{s}$, Ekim 1981 ‘de $0,033 \text{ m}^3/\text{s}$, Kasım 1982’ de $0,048 \text{ m}^3/\text{s}$, Kasım 1983’ de $0,021 \text{ m}^3/\text{s}$, Aralık 1984’ de $0,025 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçülmüştür. Gürle kaynağının en yüksek debi değerleri ise; Nisan 1978 ‘de $0,693 \text{ m}^3/\text{s}$, Şubat 1979’da $0,559 \text{ m}^3/\text{s}$, Mart 1980’de $0,579 \text{ m}^3/\text{s}$, Şubat 1981’de $0,679 \text{ m}^3/\text{s}$, Ocak 1982’de $0,705 \text{ m}^3/\text{s}$, Şubat 1983’de $0,403 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Şubat 1984 ‘de $0,691 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçülmüştür. Buna göre kaynağın minimum debisi Kasım 1983’ de $0,021 \text{ m}^3/\text{s}$, maksimum debisi ise Ocak 1982’de $0,705 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçülmüştür. Buna göre Gürle kaynağındaki debi değişim yüzdesi 1978 için %88, 1979 için %92, 1980 için %85, 1981 için %91, 1982 için %86, 1983 için %92 ve 1984 için %93 tür. Bu değerlerle kaynak, debi değişim yüzdelere göre sınıflandırılırsa; debi değişimi fazla ve çok fazla kaynaklar sınıfına girmektedir (Şahinci 1991).

6.1.2.Sondajlar

İnceleme alanında çeşitli amaçlar için açılmış bir çok sondaj kuyusu bulunmaktadır. Ayrıca Manisa Belediyesi tarafından İller Bankasına ve özel sektöre açtırılmış olan ve Manisa ilinin içme suyunu temininde kullanılan kırk adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bunların derinlikleri 50-220 m. arasında, debileri ise 4-95 lt/sn, statik seviyeleri 0,6-93,5m., dinamik seviyeleri 1,22-93,5 m. arasında değişmektedir (Ek 3).

Ayrıca bu kuyuların dışında yerleşim biriminde ve tarımsal faaliyetlerin olduğu kesimde şahıslara ait birçok kuyu bulunmaktadır. İnceleme alanındaki sondajları, yörede bilinen adlarına göre tanıttak olursak inceleme alanındaki sondajları yedi bölgeye ayrılmıştır. Bunlar;

- 1) Ilıca sondajları
- 2) Yarıkkaya sondajları
- 3) Akpınar sondajları
- 4) Kayapınar sondajları
- 5) Çapaçarık sondajları
- 6) Gürle sondajları
- 7) Gediz sondajları 'dır.

6.1.2.1.İlıca sondajları

İlıca sondajları inceleme alanının doğusunda Manisa Belediyesi tarafından İller Bankasına açtırılmış olup, çalışma sırasında dört adet daha kuyununda açılması sürmekte idi. İlıca sondajları Jura yaşlı İlıca Dağı olistolitinin kuzey yamacında gözlenen Manisa Fayının alüvyonlarla örtüldüğü yerde şu anda aktif olan onüç adet ve yapımı henüz tamamlanmış olan fakat çalışma esnasında faaliyette olmayan dört adet olmak üzere toplam onyediy kuyudan oluşmaktadır (Şekil 28).

6.1.2.2. Yarıkkaya sondajları

Yarıkkaya sondajları Manisa Belediyesi tarafından Manisa ilinin içme suyunu temin amaçlı açtırılmış olup, sondajlar Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitinin kuzey yamacında yer almaktadır.Sondajlar bulundukları yerdeki olistolit kırılarak ayrılması sonucu oluşan görüntü itibari ile inceleme alanında Yarıkkaya sondajları olarak bilinirler. Burada dört adet sondaj kuyusu bulunmaktadır (Şekil 29).



Şekil 28: Ilıca bölgesinde İller Bankası tarafından açılan yeni sondaj kuyusu



Şekil 29:Yarıkkaya sondajlarından sondaj-3'ün ve kireçtaşı olistolitinin görünümü

6.1.2.3. Akpınar sondajları

Akpınar sondajları Manisa Belediyesi tarafından Manisa ilinin içme suyunu temin amaçlı açtırılmış olup, sondajlar Kretase yaşlı Manisa Dağı olistolitinin kuzey yamacında yer almaktadır. Sondajlar bulundukları yerde bulunan ve mitolojide “*Kybela*” olarak bilinen inanışın kabartmalarını bulundurur. Burada çeşitli zamanlarda açılmış ondan fazla kuyu bulunmaktadır ve Manisa ilinin içme suyu temininde kullanılan en eski bölgedir, fakat şu anda bölgede faaliyette olan altı adet kuyu bulunmaktadır. Akpınar sondajlarının bulunduğu yer mitolojik olarak ikonlar içerdiğinden çeşitli zamanlarda mesire yeri olarak kullanılmış ve son yapılan düzenlemelerle daha da aktif hale getirilmiştir (Şekil 30,31).

6.1.2.4. Kayapınar sondajları

Kayapınar sondajları inceleme alanının batısında bulunan Kayapınar köyünün güneyinde yer alırlar (Şekil 32). Manisa Belediyesi tarafından içme suyu temin amaçlı yedi adet kuyu bulunmaktadır, fakat kuyulardan bir tanesi kuyudadan istenilen verim alınamaması sebebi ile kullanılmamaktadır. Kayapınar sondajları Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitini kuzey yamacında bulunmaktadır (Şekil 33).



Şekil 30: Akpınar su tesisleri Manisa-Turgutlu karayolu üzeri



Şekil 31: Akpınar su tesisleri içerisindeki mesire yeri ve sondajlar



Şekil 32: Kayapınar sondajlarının uydu görüntüsü ve Kayapınar Köyü



Şekil 33: Kayapınar sondajlarından bir görünüm Kayapınar köyü güneyi

6.1.2.5.Çapaçarık sondajları

Çapaçarık sondajları çalışma alanının batısında yer alan Çapaçarık Türbesi civarında bulunduğundan inceleme alanında Çapaçarık sondajları olarak bilinirler (Şekil 34). Burada Manisa Belediyesi tarafından yaptırılmış içme suyu temin amaçlı altı adet kuyu bulunmaktadır. Çapaçarık sondajları Triyas yaşlı Manastır Dağı olistolitinin kuzey yamacında bulunan yamaç molozları üzerinde açılmışlardır.

6.1.2.6.Gürle sondajları

Gürle sondajları Manisa'nın batısında yer alan Gürle köyü civarında açılmıştır (Şekil 35). Burada beş adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Fakat içme suyu temin amaçlı açılan bu kuyular sadece içme suyu sıkıntısı çekilen zamanlarda devreye sokulmakta olup, inceleme esnasında devre dışı durumda bulunmaktadırlar.

6.1.2.7.Gediz sondajları

Gediz sondajları, çeşitli amaçlarla açılmış çok sayıda kuyudan meydana gelmektedir. Bu çalışmada, bölgeyi temsil edebilecek yirmibeş kuyudan örnekleme yapılmış olup, veri amaçlı kullanılan kuyu bilgileri D.S.İ Bölge Müdürlüğü YAS Şubesi arşivlerinden temin edilmiştir.



Şekil 34: Çapaçarık sondajları uydu fotoğrafı



Şekil 35: Gürle sondajları uydu fotoğrafı

6.2.Kayaçların Hidrojeoloji Özellikleri

Bu özellikler, hidrojeoloji birimlerinin özellikleri, alüvyon akiferin hidrojeoloji özellikleri, ve akiferin su tablası haritaları olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

6.2.1. Hidrojeoloji Birimleri

İnceleme alanındaki birimler litoloji ve stratigrafi özelliklerine göre farklı hidrojeoloji özelliklerine sahiptir. Bu özelliklerine göre çalışma alanındaki birimler geçirimli ve az geçirimli olarak sınıflandırılmışlardır.

6.2.1.1.Az geçirimli birim(AG-1)

İnceleme alanının en yaşlı kayaçlarını metakumtaşı, fillit ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli, metakireçtaşları ile beyaz renkli tüfler ve kireçtaşı olistolitlerinden meydana gelen bir birim oluşturmaktadır.

Erdoğan (1990), yaptığı çalışmada birime “Bornova Karmaşığı” adını vermiştir. Birim, inceleme alanında metakumtaşları, fillitler ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli, metakireçtaşları ile beyaz renkli tüfler ve kireçtaşı olistolitleri ile ile temsil edilir. Gri, boz, yeşil renklere sahip metakumtaşlarında taneler; etkin miktarda kuvars, bunlara oranla daha az çört ve kuvarsit, plajiyoklas ve serisitleşmiş metamorfik parçalar, metakireçtaşı parçaları ile metamorfizmaya uğramış volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Bornova Karmaşığı’nın fillitli seviyeleri az geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.2.Geçirimli birim(G-1)

Bornova Karmaşığı içerisindeki metakumtaşları, metakireçtaşları ve volkanikler kıvrımlı kırıklı çatlaklı bir yapıya sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı birim içerisindeki bu seviyeler akifer olma özelliğini olumlu yönde etkilediğinden geçirimli birim olarak sınıflandırılmışlardır.

6.2.1.3.Geçirimli birim(G-2)

Bornova Karmaşığı içerisinde litoloji ve yaşlarına bakılarak farklı farklı adlandırılmış olan megabloklar bölgede bol çatlaklı erime boşluklu olduklarından birim içerisindeki bu kireçtaşı olistolitleri geçirimli birim olarak

sınıflandırılmışlardır. Kireçtaşı dokanaklarında açılmış olan sondaj kuyuların akiferini oluşturmaktadırlar.

6.2.1.4.Geçirimli birim(G-3)

İnceleme alanında, kırmızı renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı ve kumtaşından oluşan birim çakıltalarının tamamı, üzerinde çökeldiği, Bornova Karmaşığına ait metakumtaşı, fillit ve kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır. Konglomeratik düzeylerin başlıca çakılları, kuvarsit, metamorfizmaya uğramış kayaç parçaları ve kristalize kireçtaşlarıdır.Birim içerisinde yer yer az geçirimli sayılabilecek killi seviyeler olmasına karşın birimin büyük bir çoğunluğu geçirimli birimlerden yapıllı olması sebebiyle Yeniköy formasyonu geçirimli birim olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.5.Az geçirimli birim(AG-2)

İnceleme alanında tabanda kırmızı renkli çakıltası ile başlayıp, kumtaşı, kiltası, marn, şeyl, killi kireçtaşı, kireçtaşı, tuf, tüfit ardalanması ve kömür-turba ara seviyeleri ile devam eden birim çalışmada Zeytindağ formasyonu olarak adlandırılmış olup Zeytindağ formasyonu içerisindeki kiltaları ve kömür merceklerinin altında ve üstünde bulunan taban ve tavan killeri geçirimsiz olduklarından birimi olumsuz yönde etkilemekte olup bu nedenle az geçirimli olarak sınıflandırılmışlardır.

6.2.1.6.Geçirimli birim(G-4)

Zeytindağ formasyonu, tabanda kırmızı-kahve renkli bir çakıltası düzeyi ile başlar,çakıllar Bornova Karmaşığının içerisinde yer alan metakumtaşı , fillitler , volkanitler ile olistolitlere ait kireçtaşlarından oluşmaktadır. Oldukça düzgün tabakalanmalar mevcuttur. Tabaka kalınlıkları 1-40 cm. arasında değişir.Bu özelliklerinden dolayı birim geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.7.Geçirimli birim(G-5)

Yamanlar volkanitleri, bazalt, bazaltik andezit ve içerisinde andezit çakıl ve bloklarının gözlendiği aglomeralar, tuf ve tüfit ardalanmasından oluşur. Tüflü seviyeler az geçirimli olması nedeniyle geçirimliliği olumsuz yönde etkilemektedir.

Birim bol çatlaklı ve kırıklıdır,buda geçirimliliği arttırmaktadır. Bu yüzden birim geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.8.Az geçirimli birim(AG-3)

Aliağa formasyonu litolojik olarak geçirimli birimler ile az geçirimli birimlerin aradalanmasından oluşmuştur, formasyonun içindeki killi seviyeler, tuf, tüfitli seviyelerden dolayı az geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.9.Geçirimli birim(G-6)

Aliağa formasyonu, çakıltası-kumtaşı, kıltaşı, tuf, tüfit ve gölsel kireçtaşı, bu kireçtaşları içerisinde ara seviyeli bazaltik lavlar ile kıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşur. Birim içindeki, killi seviyeler, tüfler geçirimliliği düşürmektedir. Kireçtaşı,çakıltası ve kumtaşlarının geçirimli litolojilerinden dolayı birim geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.10.Geçirimli birim(G-7)

Gürle traverteni, koyu yeşil, krem, beyaz renkli travertenlerden oluşmaktadır. Erime boşluklu özelliğinden dolayı bu birim geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.11.Geçirimli birim(G-8)

Yamaç molozları, kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşmaktadır. Birim içerisinde yamaç breşleride yer alır. Bunlar yamaç molozları kalsit ve aragonit çimentoyla bağlanarak gevşek şekilde tutturulmuştur. Bu özelliklerinden dolayı birim geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.1.12.Geçirimli birim(G-9)

Alüvyonlar, inceleme alanının en genç birimlerini oluştururlar, oluşumları günümüzde de devam eden, çakıl, kum, kil, silt boyutunda çökel birimleri bulunur. Gri renkte gözlenen alüvyonlar, gevşek ve tutturulmamış malzemeden oluşur. Birim içerisindeki malzemeler kum, kil ve çakıl boyutundadır. Bu nedenle geçirimliliği artan birim bu çalışmada geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. Gediz sondajlarına ait akiferi oluşturur.

6.2.2.Akiferin Hidrojeoloji Özellikleri

İnceleme alanında Gediz sondajlarına akifer teşkil eden alüvyonlarda porozite, permeabilite ve elek analizi deneyleri yaptırılmış olup, sedimanın tane dağılımı, boylanma sabiti,düzen katsayısı, porozite ve permeabilite gibi özellikleri saptanmıştır.

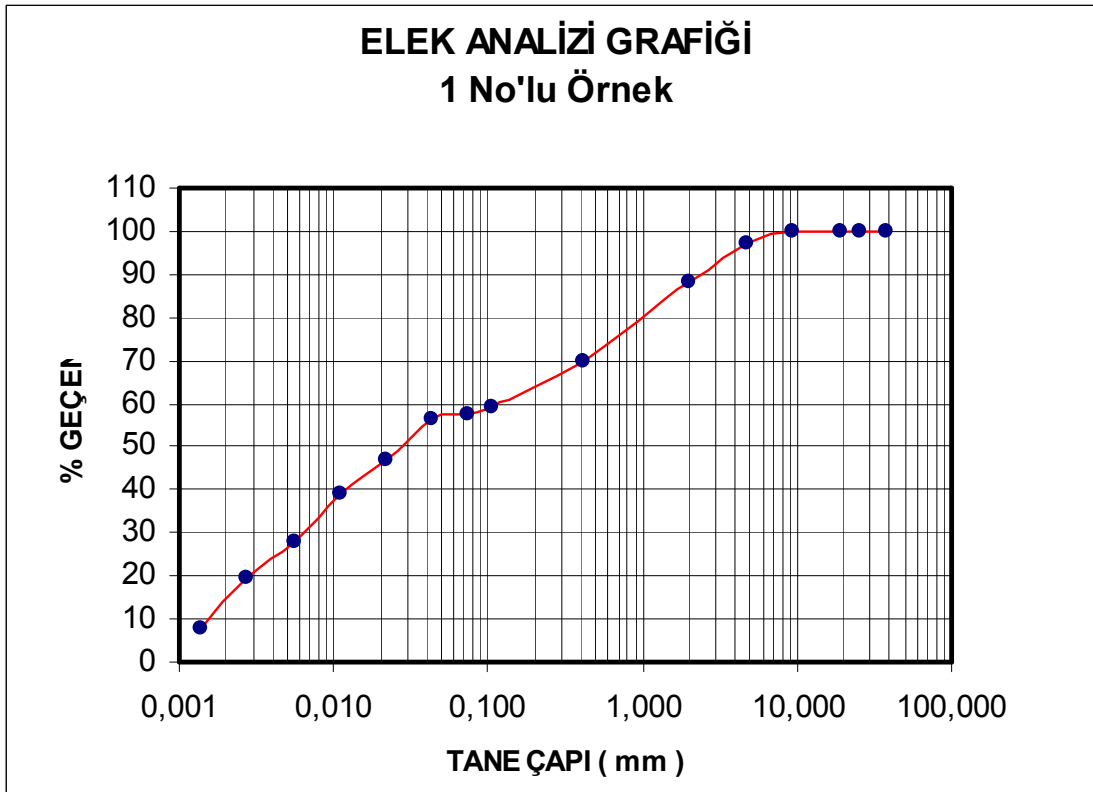
6.2.2.1.Elek analizi

Gediz sondajlarının akiferini oluşturan sıkılaşmamış sedimanların dağılımı ortalama tane çapı iriliği(d_{50}), boylanma sabiti (S_0), düzen katsayısı (C_U) ve filtre açıklığı hesaplanmıştır (Şekil 36-44). Elde edilen değerler yardımı ile eklenik eğrileri çizilmiştir.

Numunelerin, çizilen eklenik eğrileri genelde düzensiz ve değişik eğimlerde dir.Bu durum tane çapı dağılımlarının düzensiz ve taneler arasındaki çap farklılıklarının fazla olduğunu göstermektedir.

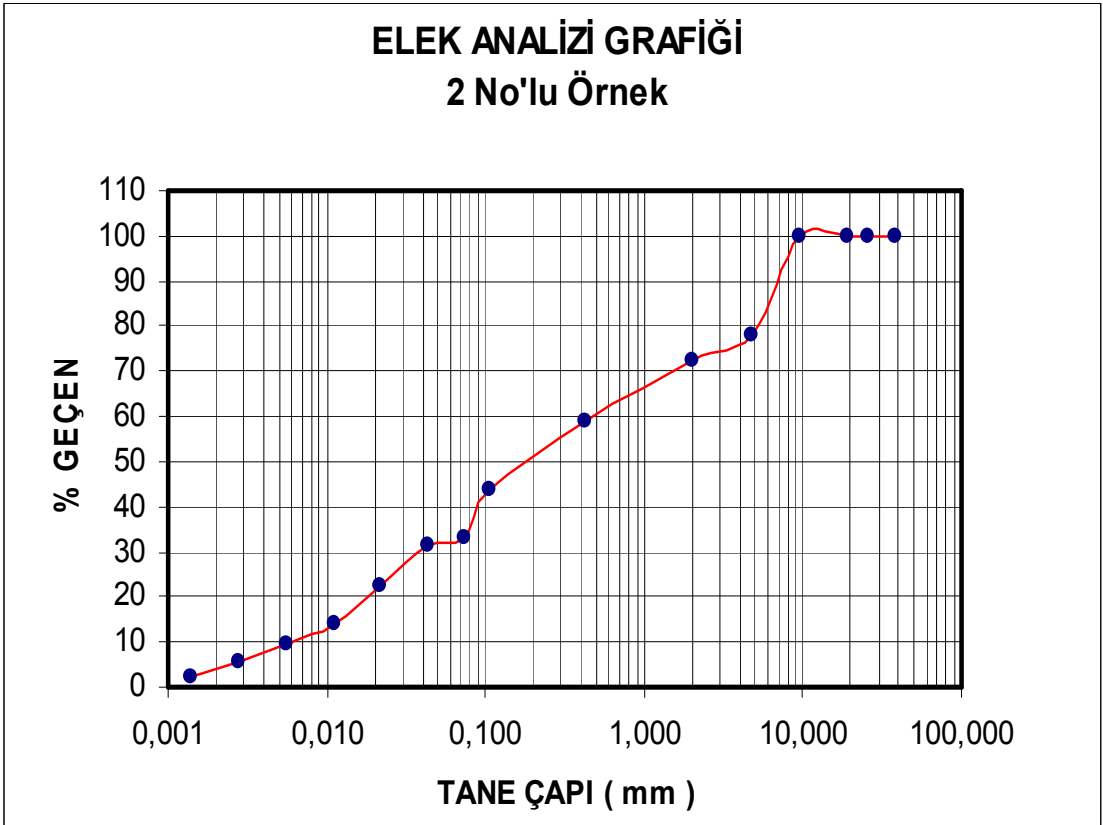
Elek analizi sonuçlarına göre alüvyon ve yamaç molozlarında ortalama tane çapı (d_{50}), 0,0287-2,2331 mm , etkili çap (d_{10}), 0,0020-0,0621 mm, boylanma sabiti (S_0) 4,97-15,30 arasında,düzen katsayısı (C_u), 2,67-247,82 arasında değişmektedir (Tablo 4). Bu değerlere göre alüvyon ve yamaç molozlarının boylanması çok fena olup, tane çapı dağılımı değişkendir.

1 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	67,16	100,00	60	0,292	97,33	56	0,0430
1"	25,400	0,00	67,16	100,00	240	0,245	81,67	47	0,0215
3/4"	19,050	0,00	67,16	100,00	900	0,202	67,33	39	0,0111
3/8"	9,530	0,00	67,16	100,00	3600	0,145	48,33	28	0,0056
4	4,760	2,00	65,16	97,02	14400	0,101	33,67	19	0,0028
10	2,000	6,00	59,16	88,09	57600	0,040	13,33	8	0,0014
40	0,420	12,15	47,01	70,00					
140	0,105	7,33	39,68	59,08					
200	0,074	0,88	38,80	57,77					
TAVA		38,80							



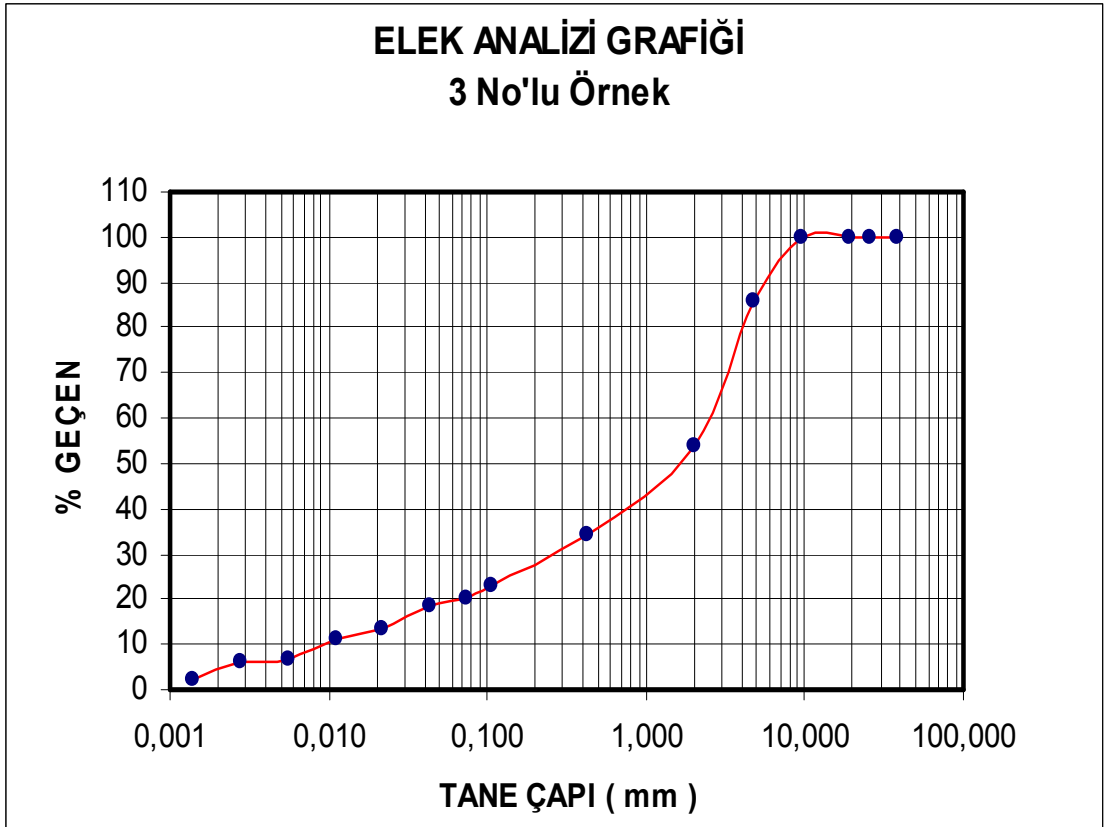
Şekil 36: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

2 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	73,16	100,00	60	0,288	96,00	32	0,0430
1"	25,400	0,00	73,16	100,00	240	0,203	67,67	22	0,0215
3/4"	19,050	0,00	73,16	100,00	900	0,125	41,67	14	0,0111
3/8"	9,530	0,00	73,16	100,00	3600	0,088	29,33	10	0,0056
4	4,760	16,00	57,16	78,13	14400	0,052	17,33	6	0,0028
10	2,000	4,14	53,02	72,47	57600	0,020	6,67	2	0,0014
40	0,420	9,86	43,16	58,99					
140	0,105	11,00	32,16	43,96					
200	0,074	8,00	24,16	33,02					
TAVA		24,16							



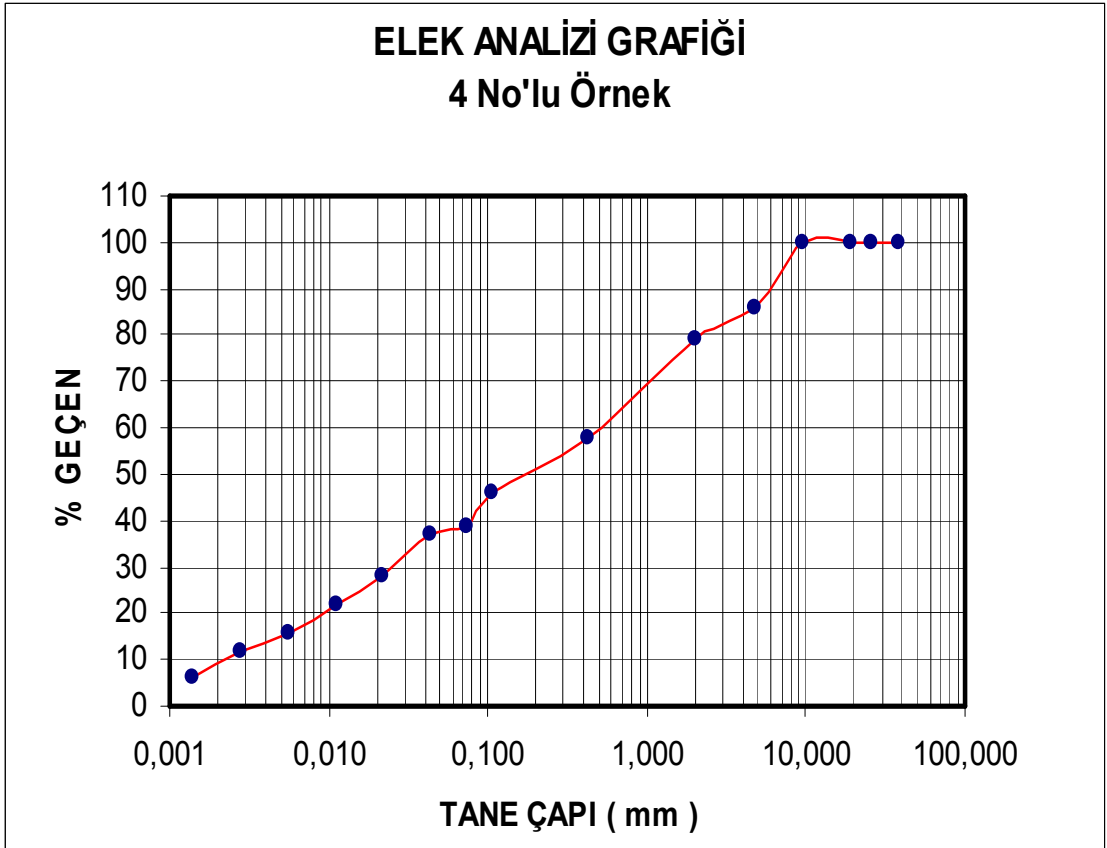
Şekil 37: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

3 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	125,00	100,00	60	0,275	91,67	18	0,0430
1"	25,400	0,00	125,00	100,00	240	0,203	67,67	14	0,0215
3/4"	19,050	0,00	125,00	100,00	900	0,167	55,67	11	0,0111
3/8"	9,530	0,00	125,00	100,00	3600	0,101	33,67	7	0,0056
4	4,760	18,00	107,00	85,60	14400	0,089	29,67	6	0,0028
10	2,000	40,00	67,00	53,60	57600	0,033	11,00	2	0,0014
40	0,420	24,00	43,00	34,40					
140	0,105	14,00	29,00	23,20					
200	0,074	4,00	25,00	20,00					
TAVA		25,00							



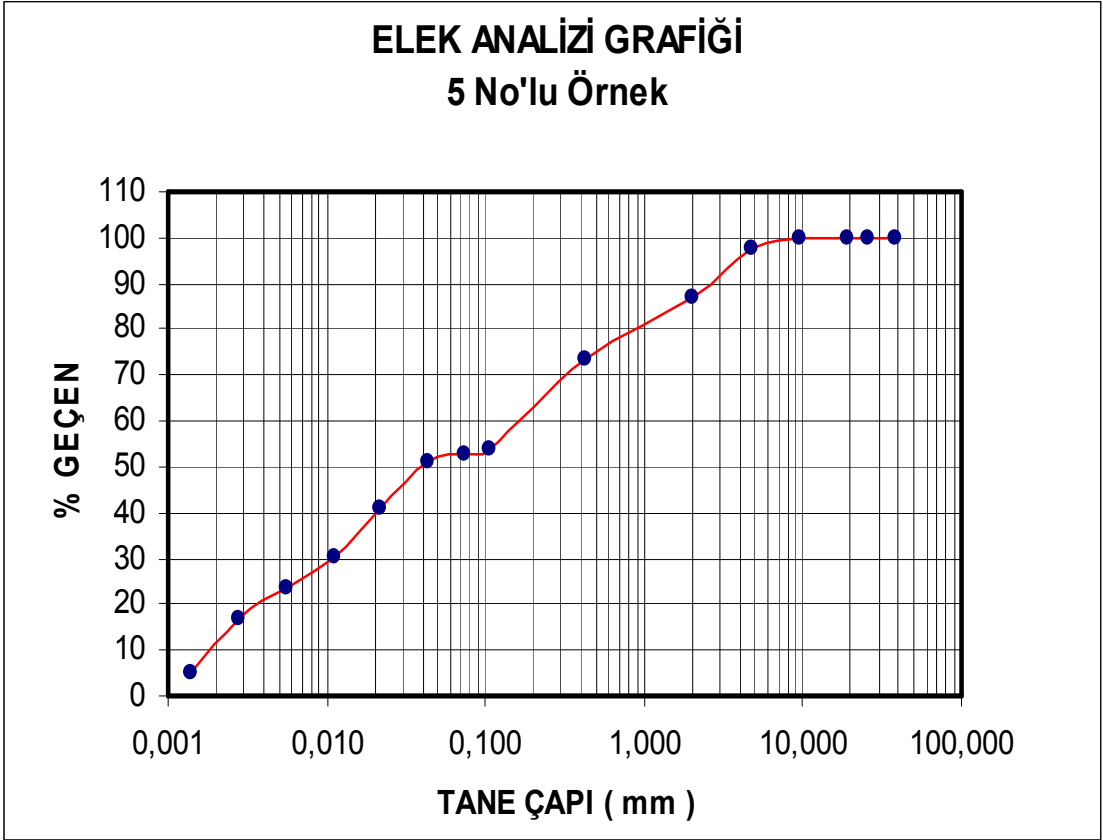
Şekil 38: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

4 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	57,16	100,00	60	0,287	95,67	37	0,0430
1"	25,400	0,00	57,16	100,00	240	0,216	72,00	28	0,0215
3/4"	19,050	0,00	57,16	100,00	900	0,169	56,33	22	0,0111
3/8"	9,530	0,00	57,16	100,00	3600	0,121	40,33	16	0,0056
4	4,760	8,00	49,16	86,00	14400	0,093	31,00	12	0,0028
10	2,000	4,00	45,16	79,01	57600	0,047	15,67	6	0,0014
40	0,420	12,00	33,16	58,01					
140	0,105	7,00	26,16	45,77					
200	0,074	4,00	22,16	38,77					
TAVA		22,16							



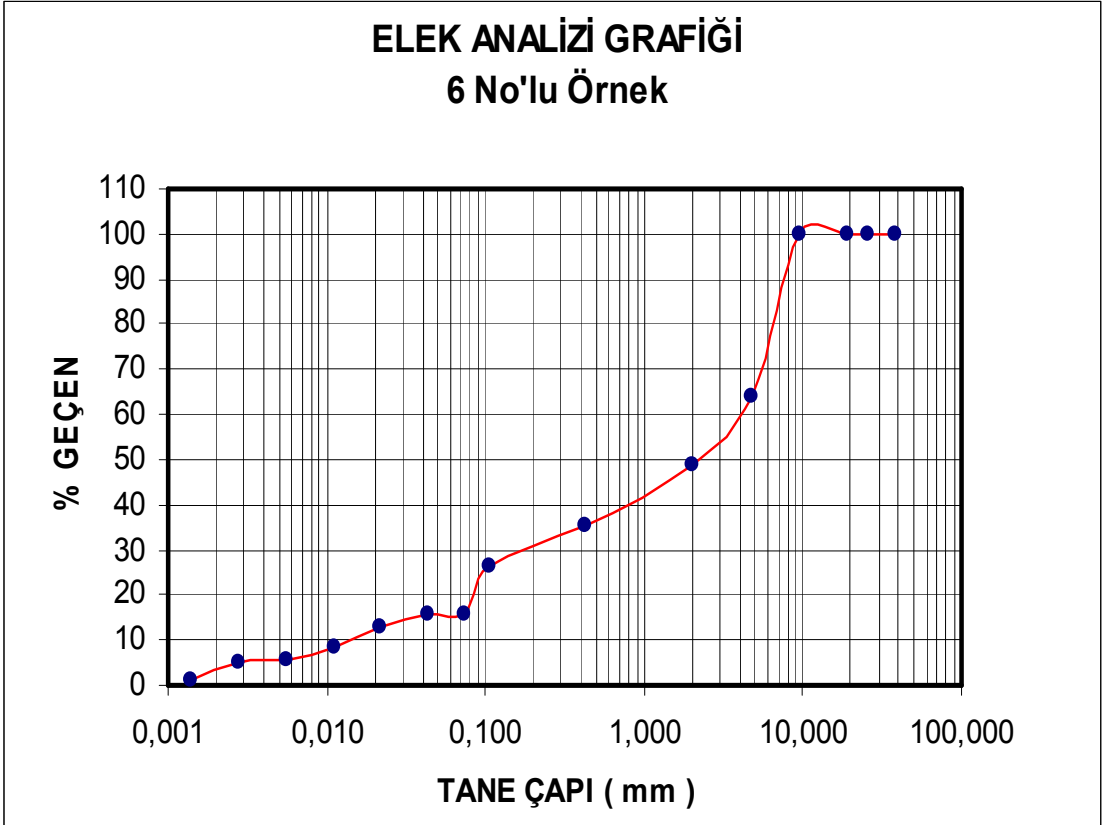
Şekil 39: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

5 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	76,36	100,00	60	0,291	97,00	51	0,0430
1"	25,400	0,00	76,36	100,00	240	0,232	77,33	41	0,0215
3/4"	19,050	0,00	76,36	100,00	900	0,171	57,00	30	0,0111
3/8"	9,530	0,00	76,36	100,00	3600	0,133	44,33	23	0,0056
4	4,760	2,00	74,36	97,38	14400	0,094	31,33	17	0,0028
10	2,000	8,00	66,36	86,90	57600	0,028	9,33	5	0,0014
40	0,420	10,15	56,21	73,61					
140	0,105	15,01	41,20	53,95					
200	0,074	0,84	40,36	52,85					
TAVA		40,36							



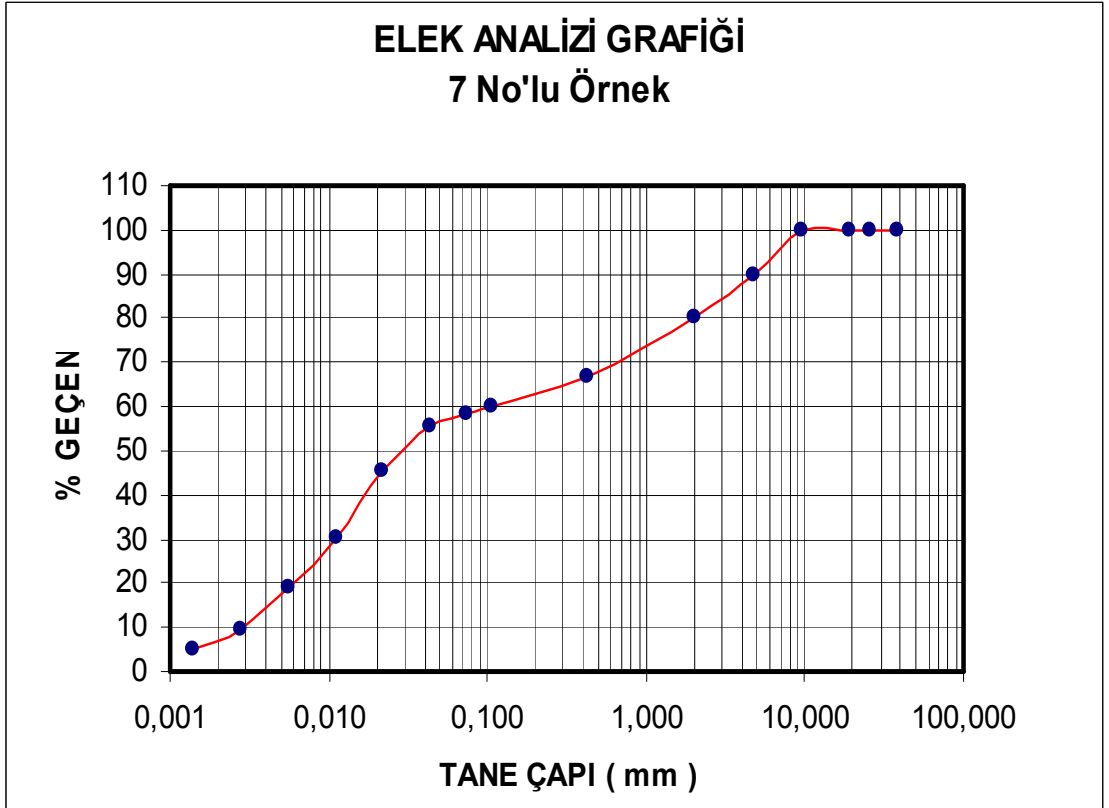
Şekil 40: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

6 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	97,46	100,00	60	0,297	99,00	16	0,0430
1"	25,400	0,00	97,46	100,00	240	0,241	80,33	13	0,0215
3/4"	19,050	0,00	97,46	100,00	900	0,163	54,33	9	0,0111
3/8"	9,530	0,00	97,46	100,00	3600	0,101	33,67	5	0,0056
4	4,760	35,00	62,46	64,09	14400	0,095	31,67	5	0,0028
10	2,000	15,00	47,46	48,70	57600	0,017	5,67	1	0,0014
40	0,420	13,00	34,46	35,36					
140	0,105	9,00	25,46	26,12					
200	0,074	10,00	15,46	15,86					
TAVA		15,46							



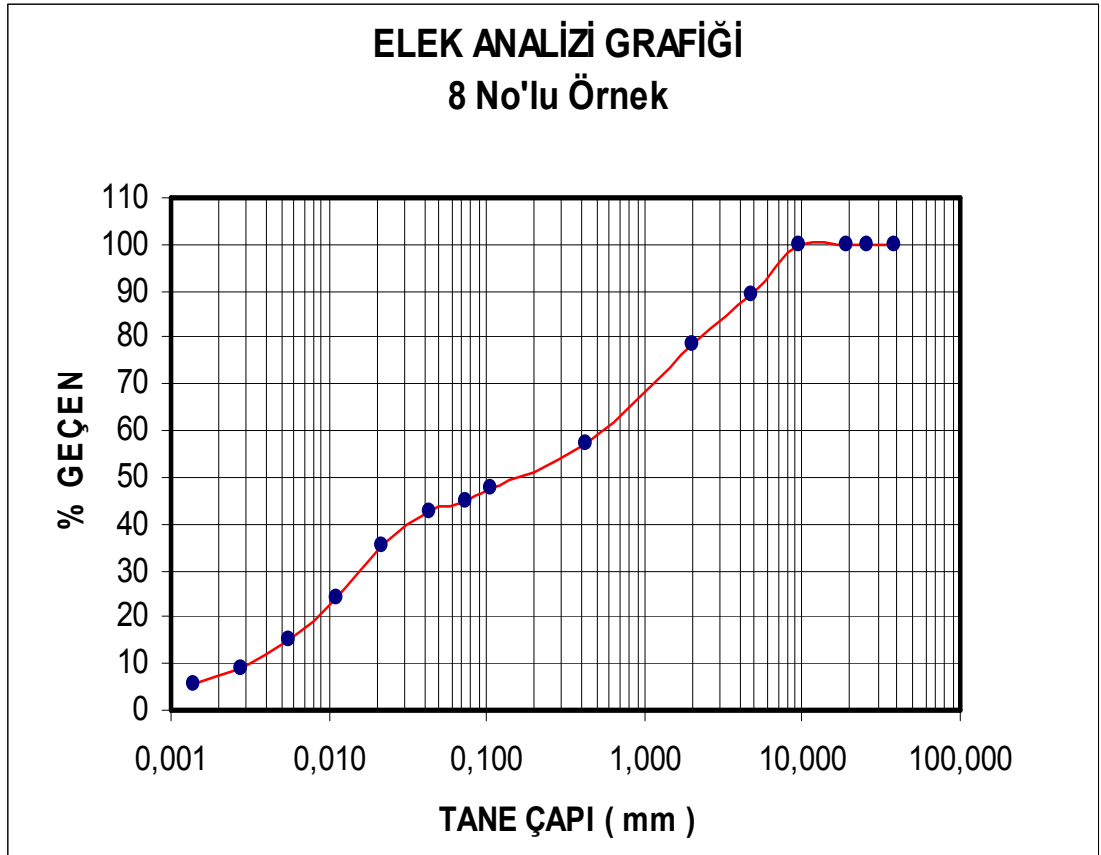
Şekil 41: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

7 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	120,00	100,00	60	0,285	95,00	55	0,0430
1"	25,400	0,00	120,00	100,00	240	0,234	78,00	46	0,0215
3/4"	19,050	0,00	120,00	100,00	900	0,156	52,00	30	0,0111
3/8"	9,530	0,00	120,00	100,00	3600	0,098	32,67	19	0,0056
4	4,760	12,00	108,00	90,00	14400	0,049	16,33	10	0,0028
10	2,000	12,00	96,00	80,00	57600	0,026	8,67	5	0,0014
40	0,420	16,00	80,00	66,67					
140	0,105	8,00	72,00	60,00					
200	0,074	2,00	70,00	58,33					
TAVA		70,00							



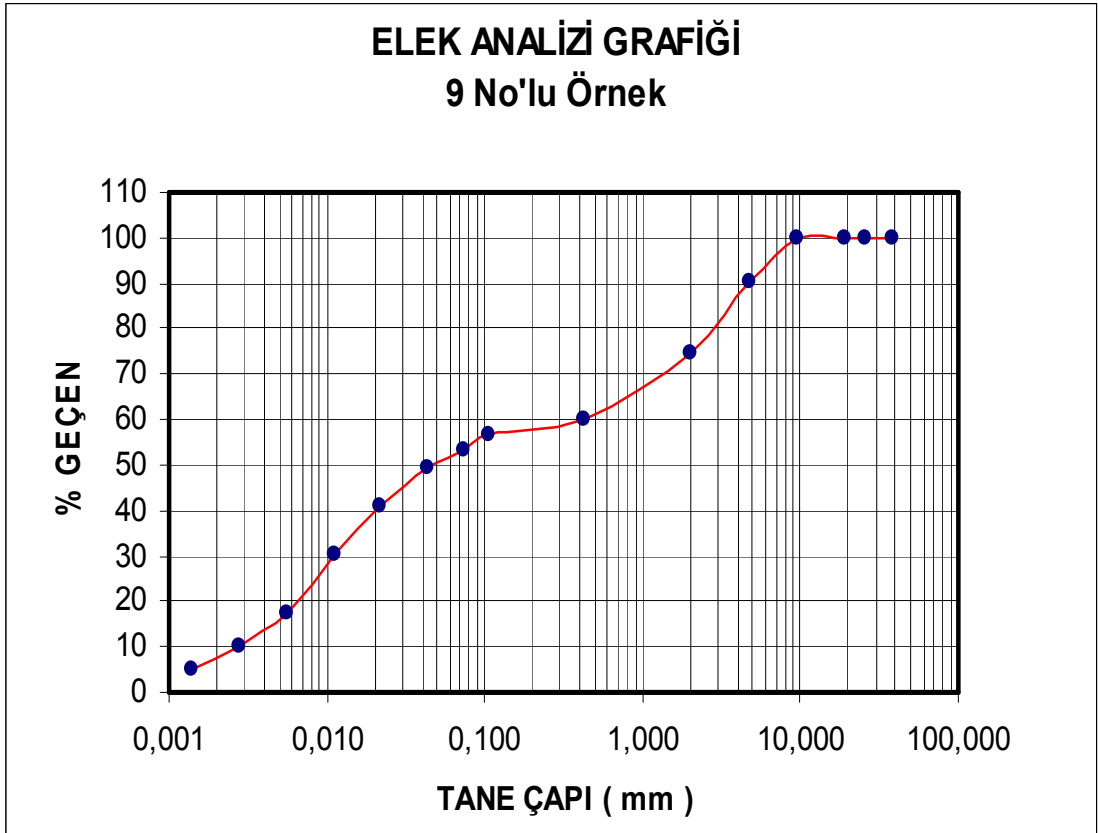
Şekil 42: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

8 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	94,16	100,00	60	0,285	95,00	43	0,0430
1"	25,400	0,00	94,16	100,00	240	0,238	79,33	36	0,0215
3/4"	19,050	0,00	94,16	100,00	900	0,161	53,67	24	0,0111
3/8"	9,530	0,00	94,16	100,00	3600	0,103	34,33	15	0,0056
4	4,760	10,00	84,16	89,38	14400	0,061	20,33	9	0,0028
10	2,000	10,00	74,16	78,76	57600	0,037	12,33	6	0,0014
40	0,420	20,00	54,16	57,52					
140	0,105	9,00	45,16	47,96					
200	0,074	3,00	42,16	44,77					
TAVA		42,16							



Şekil 43: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

9 no'lu Numunenin Elek Analizi Tablosu									
Elek No	Elek Çapı (mm)	Elek Üstü Gr	Elekten Geçen Gr	Geçen Yüzdesi (%)	Geçen Süre (Sn)	10 cm ³ teki Wk (gr)	% P'	%P	D (mm)
1.5"	38,100	0,00	73,19	100,00	60	0,277	92,33	49	0,0430
1"	25,400	0,00	73,19	100,00	240	0,231	77,00	41	0,0215
3/4"	19,050	0,00	73,19	100,00	900	0,171	57,00	30	0,0111
3/8"	9,530	0,00	73,19	100,00	3600	0,099	33,00	18	0,0056
4	4,760	7,00	66,19	90,44	14400	0,057	19,00	10	0,0028
10	2,000	11,55	54,64	74,66	57600	0,028	9,33	5	0,0014
40	0,420	10,78	43,86	59,93					
140	0,105	2,25	41,61	56,85					
200	0,074	2,58	39,03	53,33					
TAVA		39,03							



Şekil 44: Alüvyona ait örneklerin elek analizi tablosu ve eklenik eğrileri

Tablo 4: Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç molozlarına ait elek analiz sonuçları

Örnek no	d ₁₀	d ₂₅	d ₅₀	d ₆₀	d ₇₅	S ₀	Cu
1	0,0165	0,0046	0,0287	0,1315	0,8567	13,64	7,97
2	0,0056	0,028	0,232	0,538	3,234	10,75	96,07
3	0,0097	0,156	1,704	2,552	3,846	4,97	263,09
4	0,0023	0,0163	0,124	0,57	1,698	10,21	247,82
5	0,002	0,0072	0,0409	0,2019	0,5852	9,02	100,95
6	0,0621	0,1016	2,2331	4,0265	6,2092	7,82	64,83
7	0,0028	0,0086	0,0311	0,105	1,4073	12,79	37,5
8	0,0033	0,012	0,1722	0,6045	1,7203	11,97	183,18
9	0,0028	0,0088	0,0502	0,0075	2,0595	15,3	2,67

6.2.2.2 Porozite

İnceleme alanındaki formasyonların birçoğunda birincil gözeneklilikten başka birim içi küçük faylar ve çatlaklar ile kimyasal ve fiziksel etkiler bağlı olarak ikincil gözeneklilik gelişmiştir.

Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozlarının toplam porozitesi sıkılama yöntemi ile hesaplanmıştır.

$$n = (V_v / V_t) * 100 \quad (\text{Castany, 1963}) \quad \text{formülde;}$$

n = Toplam porozite (%)

V_v = Kayacın içerisindeki boşlukların toplam hacmi,

V_t = Kayacın tüm hacmi

Derlenen tüm numuneler yüzeyden 1-6 m derinlikten alınmıştır.

Buna göre hesaplanan toplam porozite değeri ;

Alüvyon oluşuklarda : 29-33 (%)

Yamaç molozlarında : 24–36 (%) şeklindedir.

6.2.2.3 Permeabilite

Kuvaterner yaşlı sıkılaşmamış birimlerin sabit basınçlı permeametre ve delikli kutu yöntemi ile permeabiliteleri hesaplanmıştır. Hesaplamada aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$K = (Q * L) / (S * h)$$

Formülde;

K = Numunenin permeabilite katsayısı (m/s)

Q = Numuneden süzülen suyun debisi (m³/s)

S = Numunenin kesit alanı (m²)

L = Numunenin kalınlığı (m)

h = Suyun numuneye giriş ve çıkışındaki seviye farkı (m)

Delikli kutu yöntemiyle permeabilitenin hesaplanmasında Schoeller(1962) formülü kullanılmıştır.

$$K = (L / t) * \ln (1 + (h / L)) \quad (\text{Schoeller, 1962})$$

Bu formülde ;

K = Numunenin permeabilite katsayısı (m/s)

L = Numunenin kalınlığı (m)

h = Numunenin üzerindeki suyun yüksekliği (m)

t = Suyun numunenin üzerinde kaybolması için geçen zaman (s)

Sabit basınçlı permeametre ile hesaplanan değerler şöyledir;

Formasyon	Permeabilite (m/s)
Alüvyon	$1,8*10^{-4}$ - $5,4*10^{-6}$
Yamaç molozu	$1,1*10^{-3}$ - $3,9*10^{-4}$

Delikli kutu yöntemi ile hesaplanan permeabilite değerleri ise şöyledir;

Formasyon	Pemeabilite (m/s)
Alüvyon	$1,4*10^{-4}$ – $6,9*10^{-6}$
Yamaç molozu	$2,1*10^{-3}$ – $6,4*10^{-4}$

Hesaplanan sonuçlar birbirine yakındır. Permeabilite değerleri alüvyon yamaç molozlarında yüksek olup bu birimler geçirimlidir.

6.3. Suların Hidrojeokimyasal Özellikleri

İnceleme alanında bulunan kaynak ve sondajlardan alınan örneklerin fizikokimyasal analizleri yaptırılmıştır (Ek 4-14).

Sularda bulunan iyonların, anyon ve katyonların kökenleri belirlenerek su kayaç ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. İnceleme alanında örneklenen suların analiz sonuçlarına göre suların alındıkları bölgeleri suların karakteristiklerini temsil eden örnekler belirlenerek suların fasiyes tiplerinin belirlenmesi ve sınıflandırılmasında bu örneklerden yararlanılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: İnceleme alanındaki suları temsil eden numunelerin kodlaması ve fizikokimyasal analiz sonuçları

Kuyu Adı	Kuyu Kodu	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l
Ilıca 4	I-1	69,00	24,12	14,26	2,73	23,08	95,52	182,39
Ilıca 9	I-2	56,20	31,68	14,49	2,73	14,20	132,96	145,18
Ilıca 11	I-3	54,60	32,52	16,10	2,73	28,05	88,32	193,37
Yarıkkaya 1	Y-1	52,60	29,40	4,14	0,78	28,05	83,04	145,18
Yarıkkaya 2	Y-2	52,80	29,88	4,14	0,78	17,04	94,08	150,06
Yarıkkaya 3	Y-3	55,40	28,80	4,14	0,78	17,04	101,76	140,30
Akpınar 3	A-1	54,80	31,92	10,35	1,17	20,95	129,60	156,16
Akpınar 4	A-2	55,00	34,80	14,72	1,17	23,79	136,32	132,98
Akpınar 5	A-3	52,60	28,56	4,37	0,78	28,05	80,64	145,18
Kayapınar 1	K-1	58,80	32,16	7,13	0,78	16,33	79,68	196,42
Kayapınar 2	K-2	60,60	33,60	7,13	0,78	23,08	96,48	131,76
Kayapınar 6	K-3	58,00	31,68	6,44	0,78	12,78	60,00	78,86
Çapaçarık 1	Ç-1	51,20	35,64	7,13	1,17	28,05	74,88	193,37
Çapaçarık 5	Ç-2	52,00	35,28	6,90	1,17	28,05	74,88	193,37
Çapaçarık 6	Ç-3	70,00	48,24	42,32	2,34	36,57	117,60	304,39
Gediz 1	G-1	126,20	19,80	14,03	0,78	36,57	165,12	220,21
Gediz 7	G-2	179,20	74,52	293,02	15,21	120,70	543,36	725,29
Gediz 20	G-3	117,60	20,64	26,22	2,34	37,63	180,00	225,70
Ilıca Kaynağı		65,80	19,92	9,89	0,78	28,05	95,52	122,61
Üçoluk Kaynağı		54,00	35,52	8,28	3,90	28,05	85,44	193,37
Gürle Kaynağı		59,60	28,68	4,37	0,78	23,08	106,08	76,25

6.3.1 Suların fasiyes tipleri ve sınıflaması

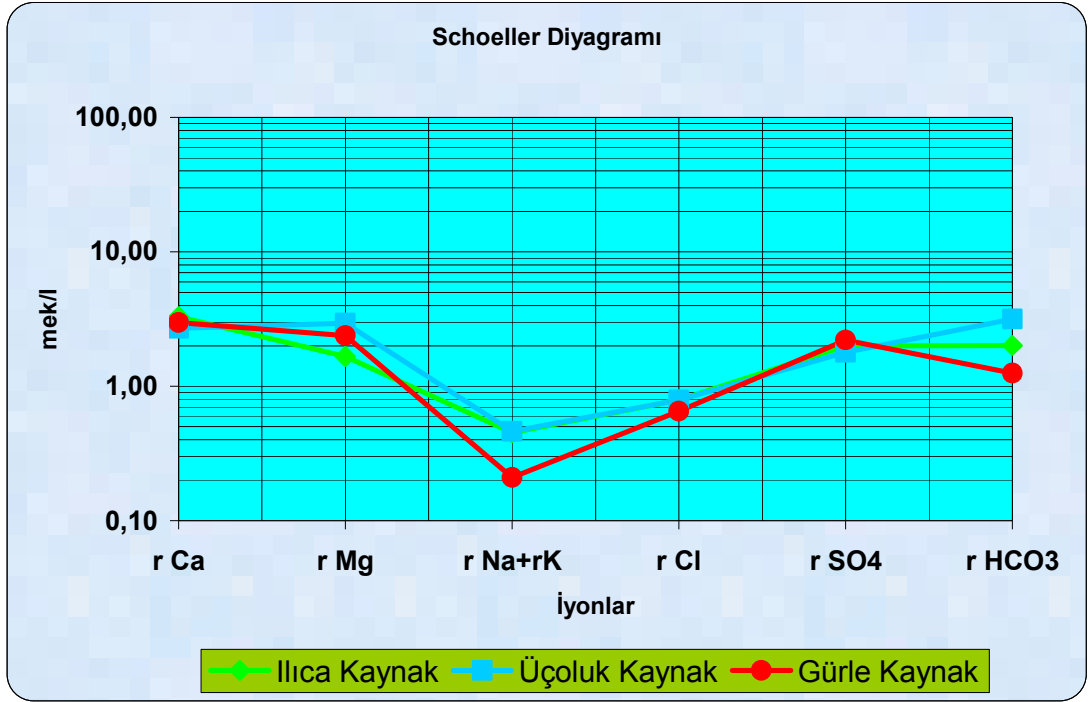
İnceleme alanındaki suların fasiyes tipleri ve sınıflaması yarı logaritmik Schoeller diyagramı ve Piper diyagramı yardımı ile belirlenerek aşağıda açıklanmıştır.

6.3.1.1 Yarı logaritmik Schoeller diyagramı

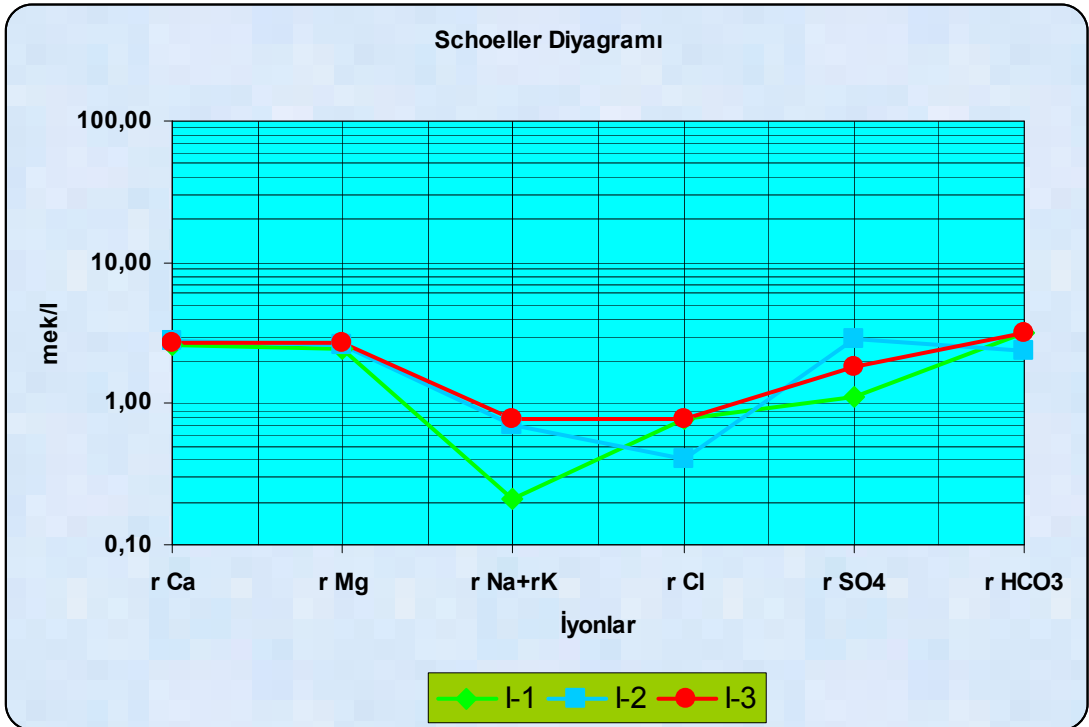
İnceleme alanında yer alan suların yarı logaritmik Schoeller diyagramları çizilmiştir. Diyagrama göre sulardaki iyon sıralanışı şöyledir. Gediz sondajları hariç inceleme alanındaki bütün sularda iyonları birleştiren doğrular yaklaşık birbirine paralel olup iyonların sıralanışı aynıdır. Bu durum suların aynı kökenli olduğunu göstermektedir. Gediz sondajlarında katyonlarda Mg ve Na+K yer değiştirmiştir, Gediz sondajları alüvyon içinde açıldıklarından Na+K yüksek değerdedir (Tablo 6; Şekil45-51).

Tablo 6 : İnceleme alanındaki suların iyon dizilişleri

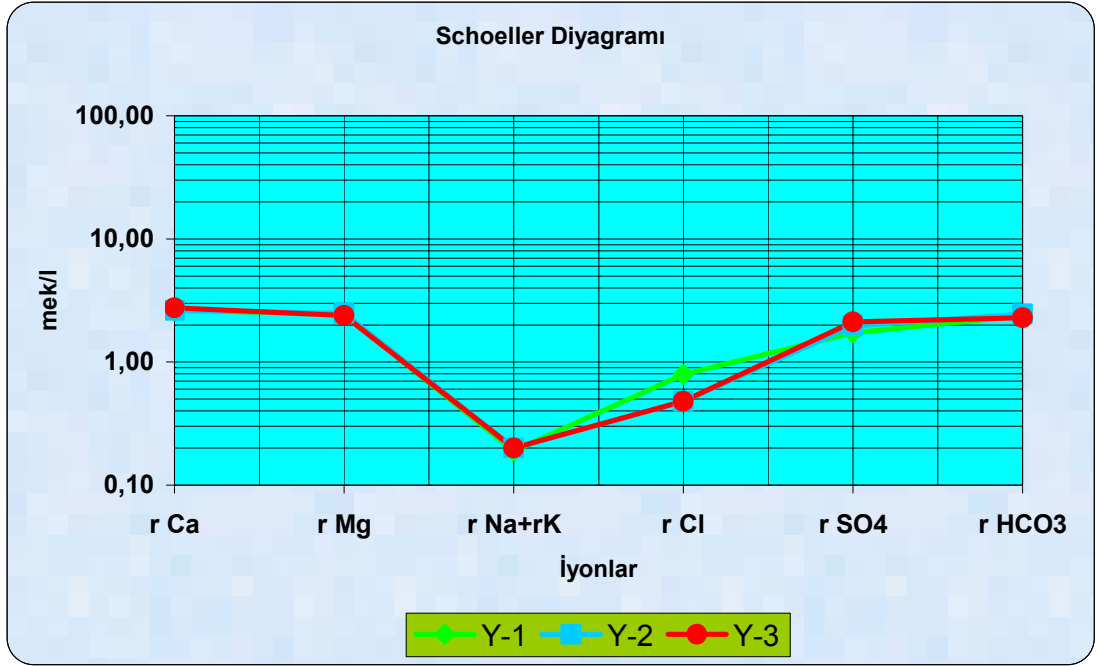
İlica 4 (I-1)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
İlica 9 (I-2)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
İlica 11 (I-3)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Yarıkkaya 1 (Y-1)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Yarıkkaya 2 (Y-2)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Yarıkkaya 3 (Y-3)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Akpınar3 (A-1)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Akpınar 4 (A-2)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Akpınar 5 (A-3)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Kayapınar 1 (K-1)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Kayapınar 2 (K-2)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Kayapınar 6 (K-3)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Çapaçarık 1 (Ç-1)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Çapaçarık 5 (Ç-2)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Çapaçarık 6 (Ç-3)	$rCa > rMg > r(Na+K), rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Gediz 1 (G-1)	$rCa > r(Na+K) > rMg, rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Gediz 7 (G-2)	$rCa > r(Na+K) > rMg, rSO_4 > rHCO_3 > rCl$
Gediz 20 (G-3)	$rCa > r(Na+K) > rMg, rSO_4 > rHCO_3 > rCl$



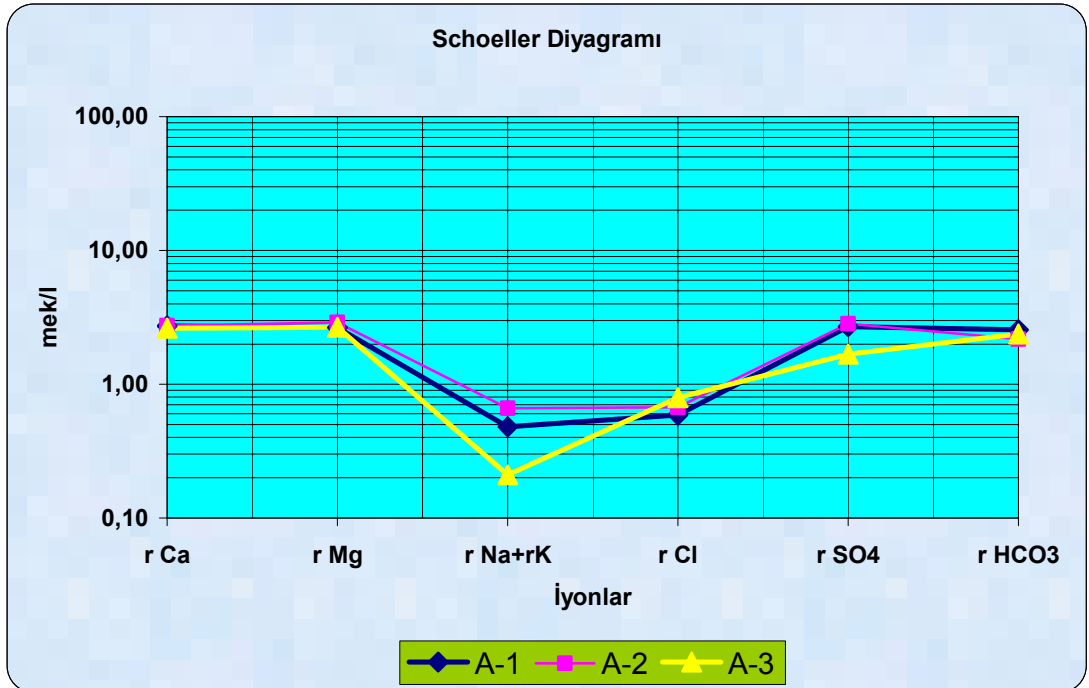
Şekil 45: İnceleme alanındaki kaynak sularına ait Schoeller diyagramı



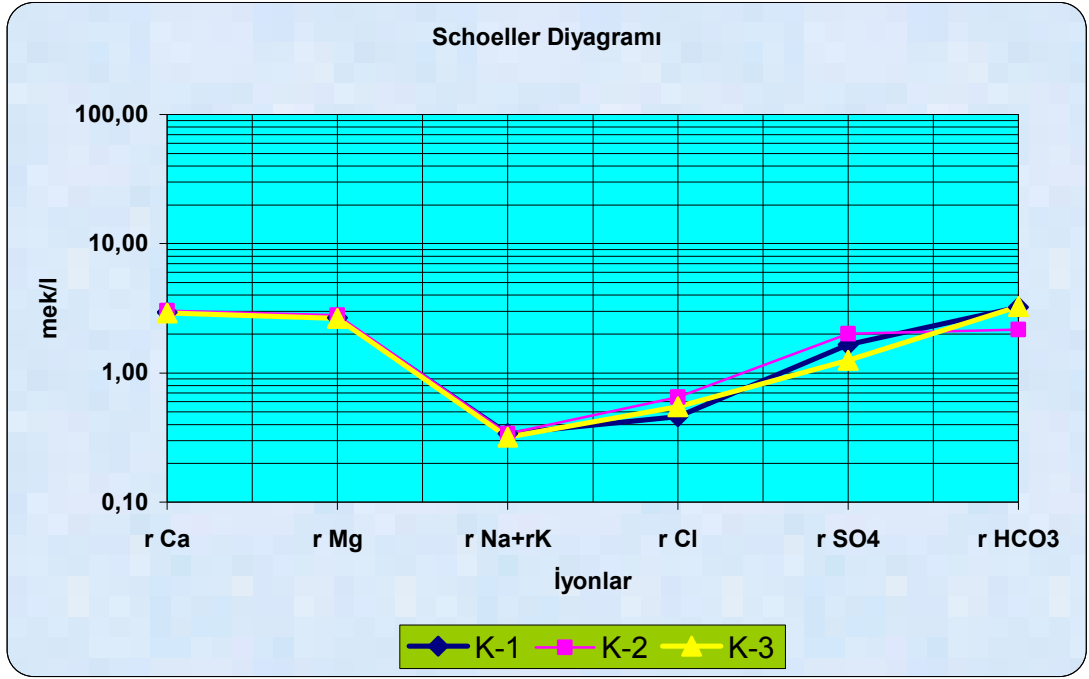
Şekil 46: İnceleme alanındaki Ilıca sondajlarına ait Schoeller diyagramı



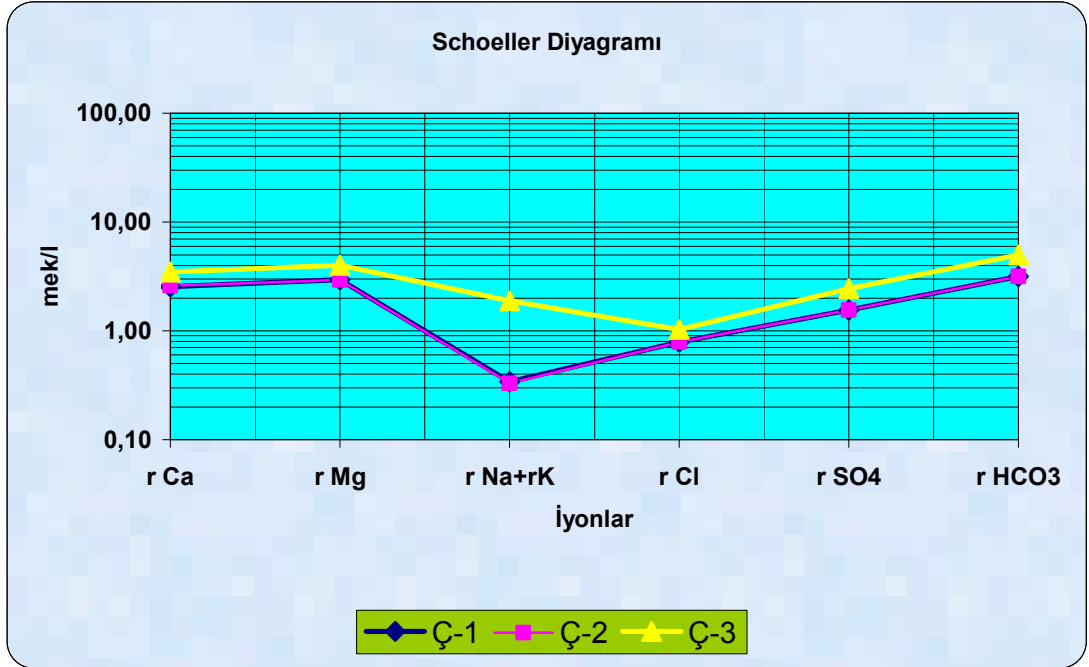
Şekil 47: İnceleme alanındaki Yarıkkaya sondajlarına ait Schoeller diyagramı



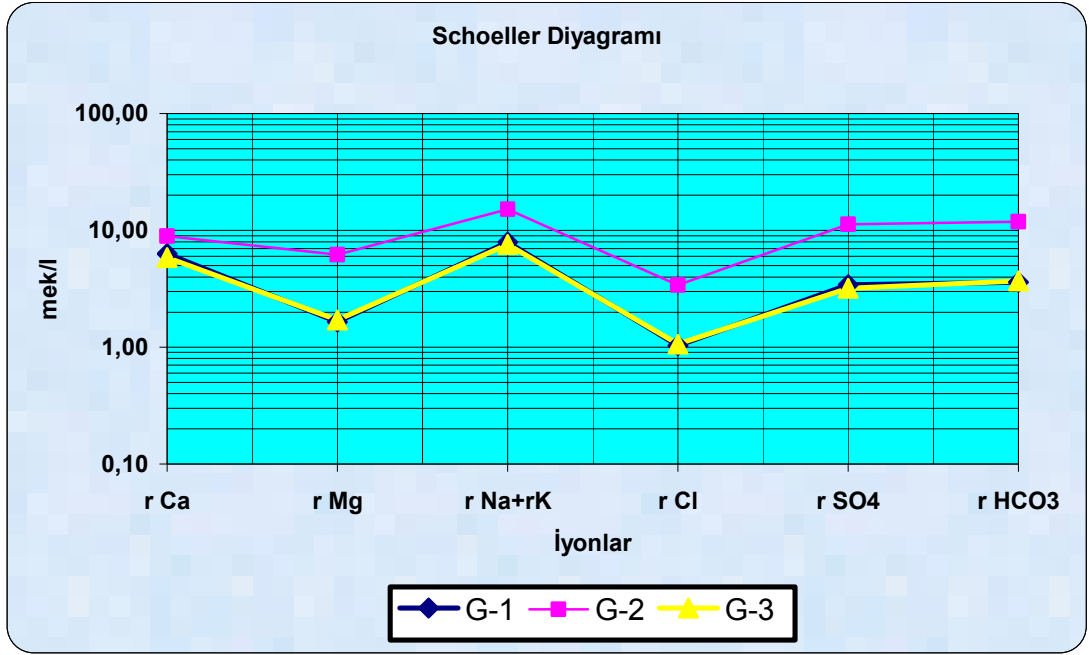
Şekil 48: İnceleme alanındaki Akpınar sondajlarına ait Schoeller diyagramı



Şekil 49: İnceleme alanındaki Kayapınar sondajlarına ait Schoeller diyagramı



Şekil 50: İnceleme alanındaki Çapaçarık sondajlarına ait Schoeller diyagramı



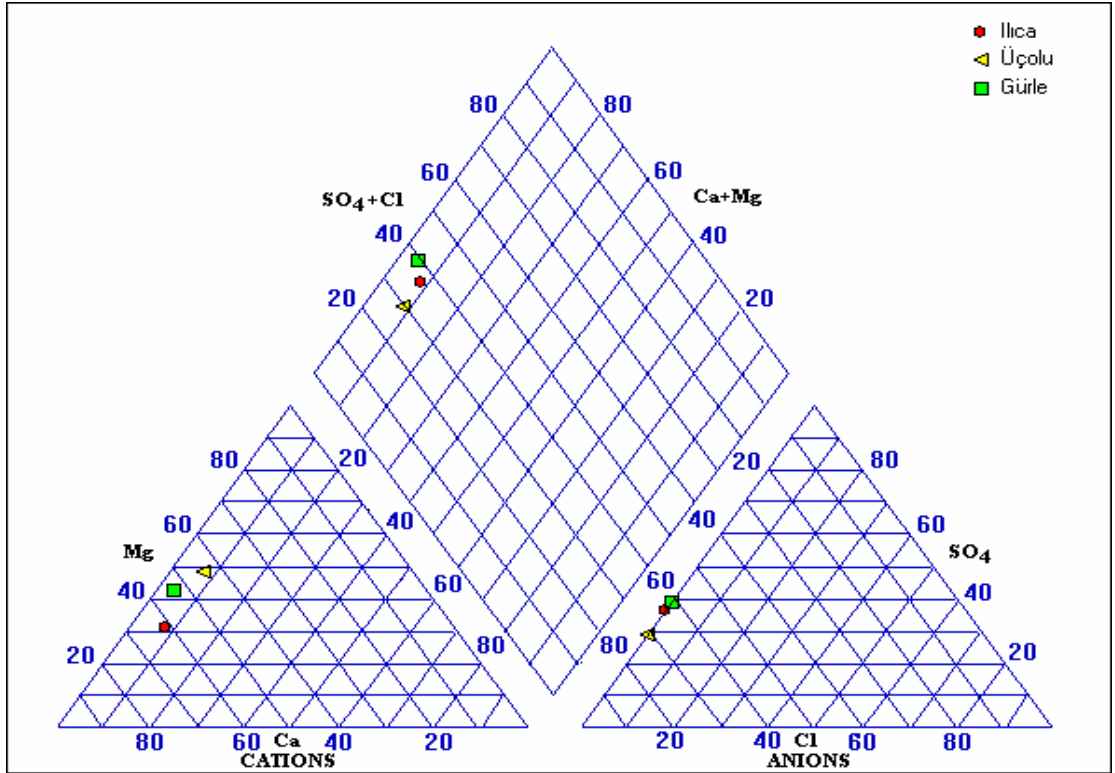
Şekil 51: İnceleme alanındaki Gediz sondajlarına ait Schoeller diyagramı

6.3.1.2 Piper diyagramı

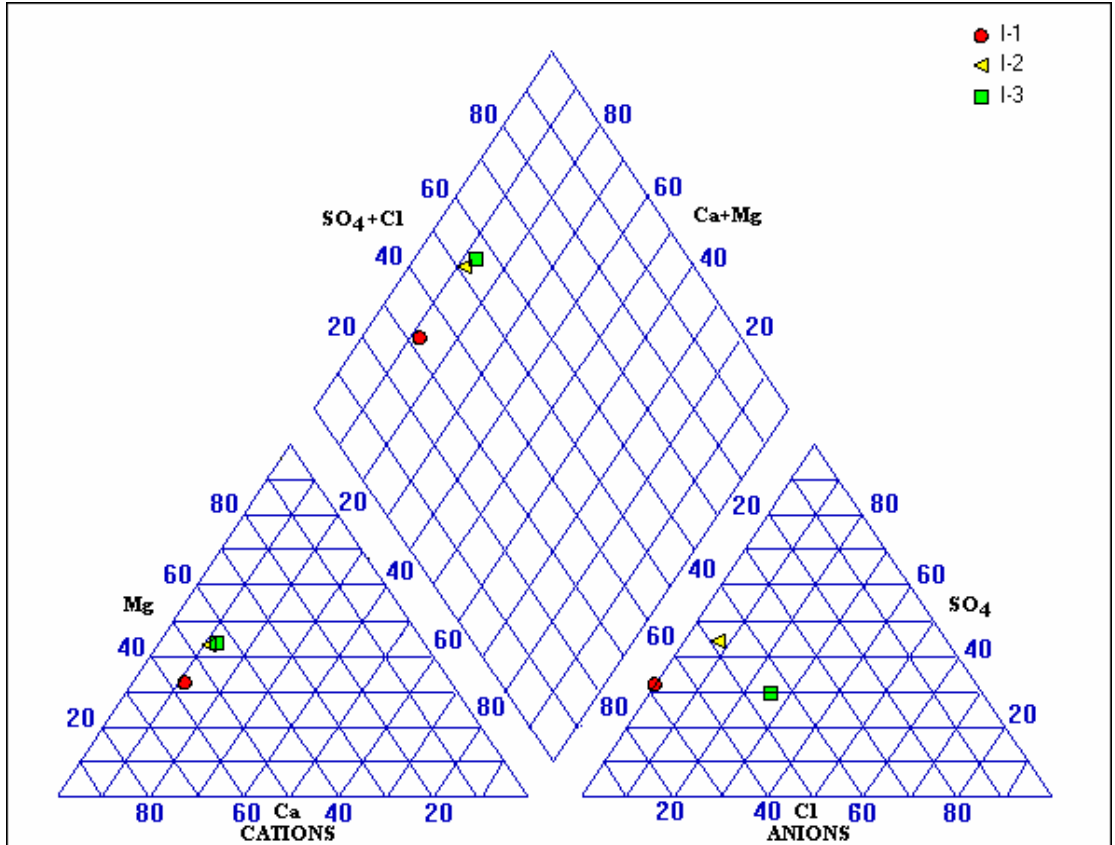
İnceleme alanındaki farklı bölgelerdeki suların 2006 yılı Haziran ayına ait analiz sonuçlarına göre Piper diyagramları çizilmiştir. Suların katyon ve anyon değerleri katyon ve anyon üçgenine ayrı ayrı işaretlenerek bulunan noktalar eşkenar dörtgene taşınmıştır (Şekil 52-58).

İnceleme alanında Gediz sondajlarından alınan sular haricindeki tüm sular, 1. bölgede gruplanmış olup $\text{Ca}+\text{Mg} > \text{Na}+\text{K}$ 'lı karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfındadır.

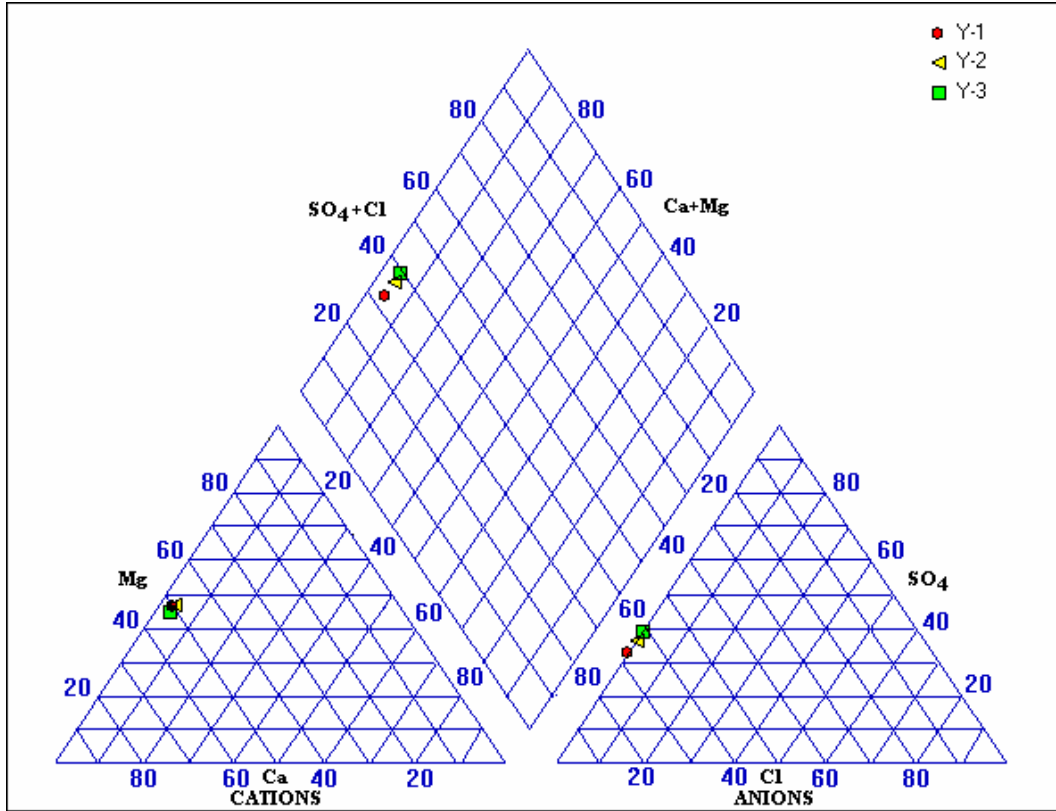
Gediz sondajlarından alınan su örnekleri 4.bölgede toplanmışlardır, bu bölgedeki sular $\text{Cl}+\text{SO}_4 > \text{HCO}_3+\text{CO}_3$ 'lı sular sınıfındadır.



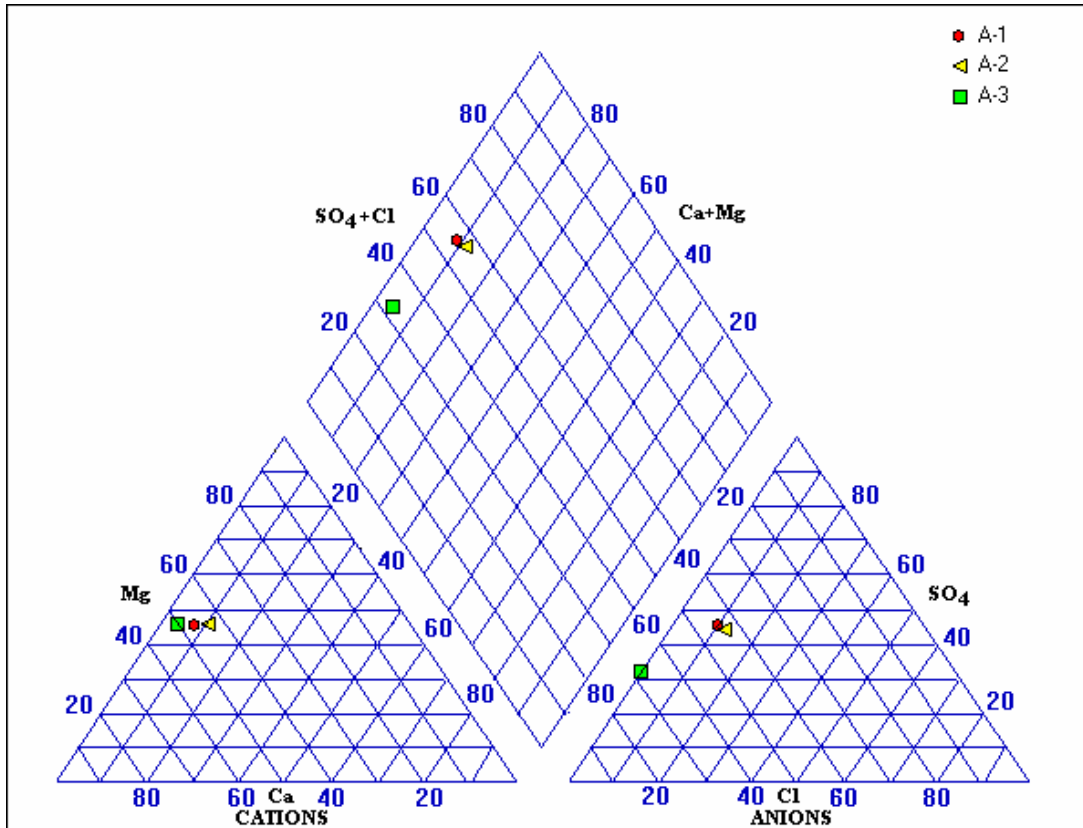
Şekil 52: İnceleme alanındaki kaynak sularına ait Piper diyagramı



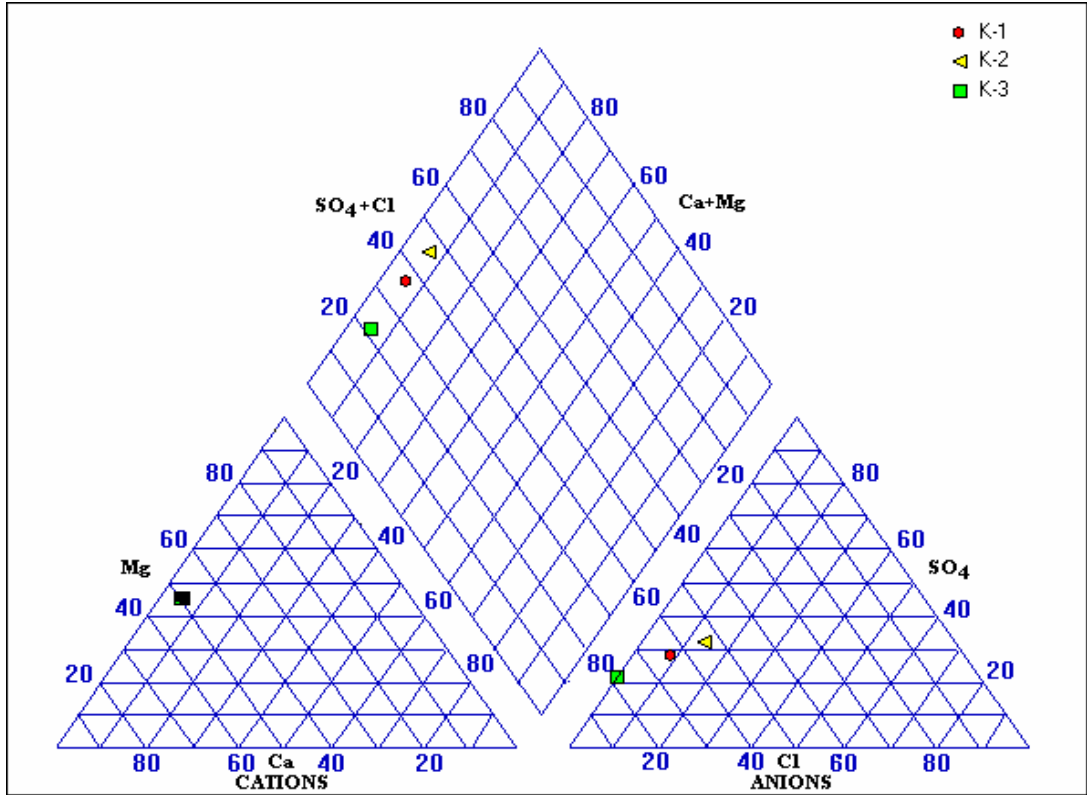
Şekil 53 : İnceleme alanındaki Ilıca sondajlarına ait Piper diyagramı



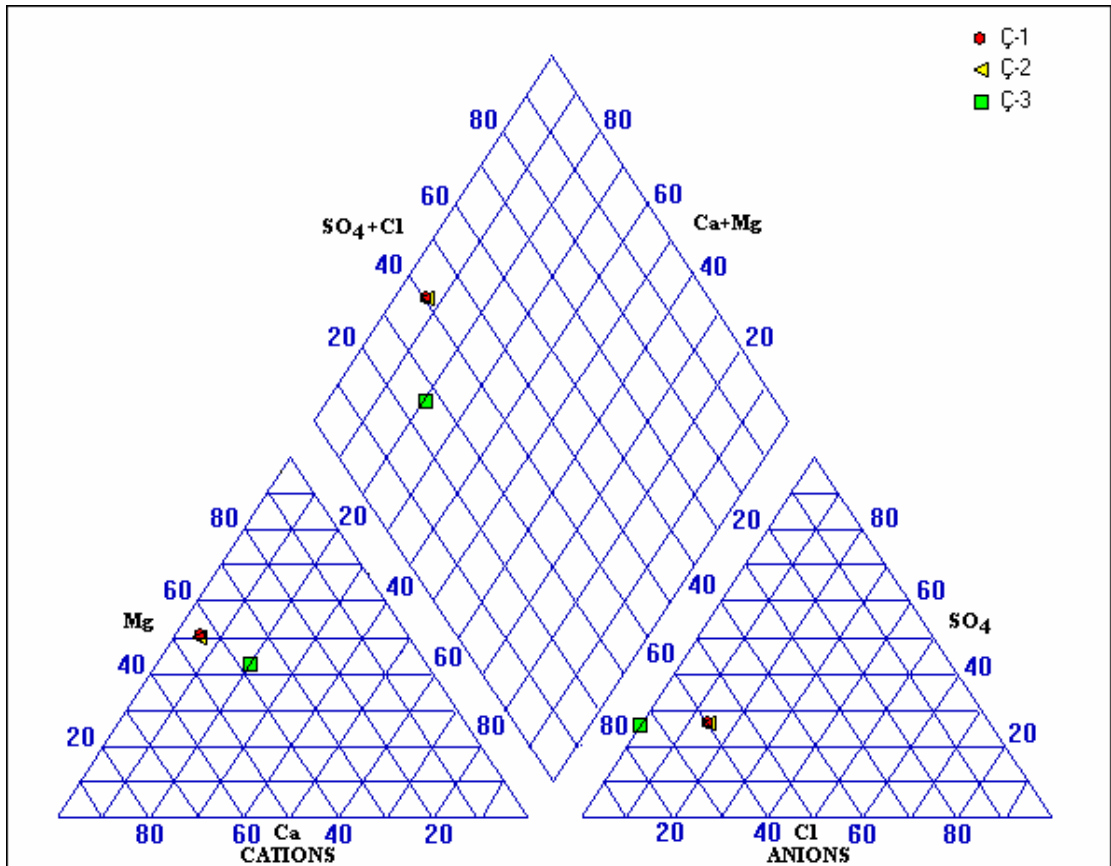
Şekil 54 : İnceleme alanındaki Yarıkkaya sondajlarına ait Piper diyagramı



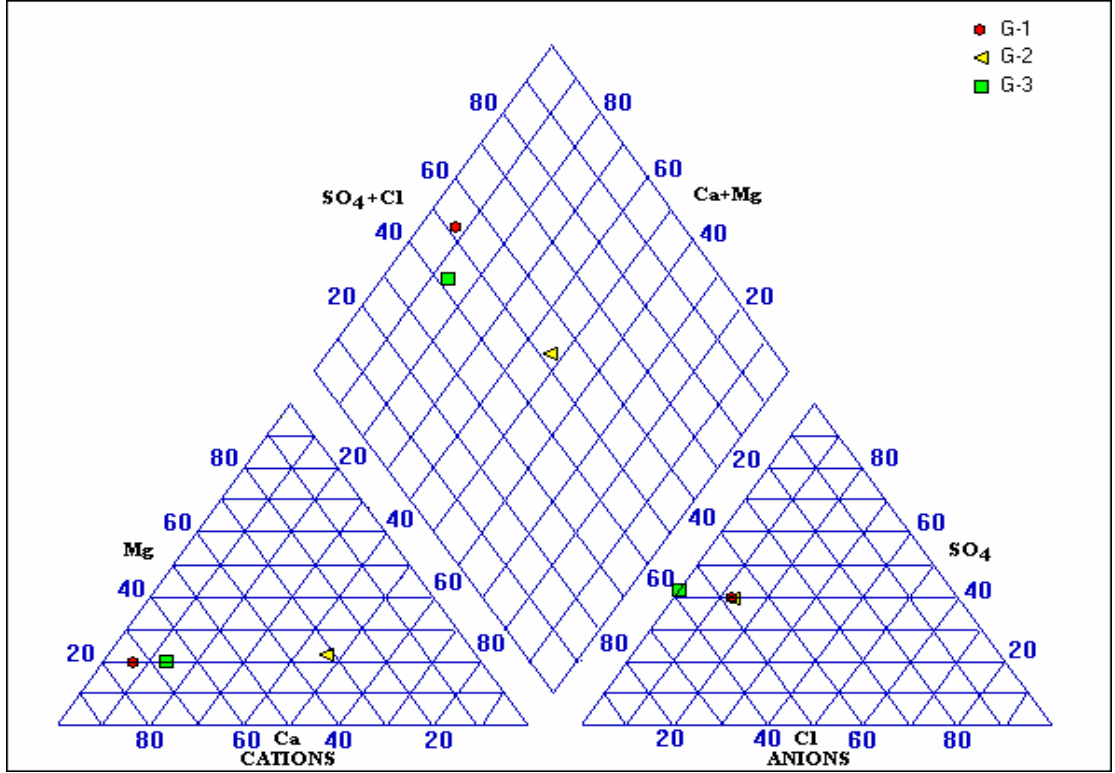
Şekil 55: İnceleme alanındaki Akpınar sondajlarına ait Piper diyagramı



Şekil 56: İnceleme alanındaki Kayapınar sondajlarına ait Piper diyagramı



Şekil 57: İnceleme alanındaki Çapaçarık sondajlarına ait Piper diyagramı



Şekil 58: İnceleme alanındaki Gediz sondajlarına ait Piper diyagramı

6.3.2 Suların sertliği

İnceleme alanındaki suların sertlik dereceleri, Fransız sertlik derecesi formülü ile hesaplanmıştır. İnceleme alanındaki suları temsil edecek şekilde seçilen 18 sondaj kuyusuna ait suların sertlikleri 25⁰Fs-77⁰Fs arasındadır. Bu değerlere göre sular, sert ve çok sert sular olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7 :İnceleme alanındaki suların sertlik dereceleri (⁰Fs)

KUYU KODU	SERTLİK(⁰ Fs)	SU SINIFI
I-1	27,3	Sert su
I-2	27,25	Sert su
I-3	27,2	Sert su
Y-1	25,4	Sert su
Y- 2	25,65	Sert su
Y- 3	25,85	Sert su
A-1	27	Sert su
A-2	28,25	Sert su
A-3	25,05	Sert su
K-1	28,1	Sert su
K-2	29,15	Sert su
K-3	27,7	Sert su
Ç-1	27,65	Sert su
Ç-2	27,7	Sert su
Ç-3	37,6	Çok sert su
G-1	39,8	Çok sert su
G-2	75,85	Çok sert su
G-3	38	Çok sert su

6.3.3 Suların pH değerleri

Yer altı sularındaki pH değeri çözülmüş CO₂ ve diğer CO₃ ve HCO₃ bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. Asidik ve bazik suların sınır değerleri 4,5 ve 8,2 arasındadır (Yüzer,1984). İnceleme alanındaki suların pH değerleri şöyledir (Tablo 8). Buna göre inceleme alanındaki sular asidik özelliktedir.

Tablo 8 : İnceleme alanındaki suların pH değerleri

KUYU KODU	PH	KUYU KODU	PH
I-1	6,8	K-1	7,68
I-2	7,09	K-2	7,62
I-3	7,31	K-3	7,7
Y-1	7,41	Ç-1	7,47
Y-2	7,38	Ç-2	7,54
Y-3	7,35	Ç-3	6,88
A-1	7,28	G-1	7,3
A-2	7,21	G-2	7,36
A-3	7,28	G-3	7,9

6.3.4 Suların EC değerleri

İnceleme alanındaki sulara ait EC değerleri aşağıdaki gibidir (Tablo 9). Bu değerlere göre inceleme alanındaki suların elektriksel iletkenlikleri Gediz sularındaki birkaç örnek haricinde 30-2000 $\mu\text{mho/cm}$ arasında olduğu için sular içilebilecek sular sınıfındadır.

Tablo 9 : İnceleme alanındaki suların EC değerleri

KUYU KODU	EC($\mu\text{mho/cm}$)	KUYU KODU	EC($\mu\text{mho/cm}$)
I-1	632	K-1	590
I-2	619	K-2	603
I-3	618	K-3	544
Y-1	456	Ç-1	465
Y-2	458	Ç-2	465
Y-3	460	Ç-3	876
A-1	566	G-1	681
A-2	675	G-2	2580
A-3	434	G-3	442

6.3.5 Suların içilebilme özellikleri

İnceleme alanındaki suların içilebilme özellikleri Schoeller'in içilebilirlik diyagramına göre belirlenmiştir (Şekil 59). İnceleme alanındaki tüm sular devamlı içilebilen iyi kalitede sular grubundadır. Gediz sondajlarından alınan sular ise devamlı içilebilen orta kalitede sular sınıfına girmektedir.

6.3.6 Suların sulama suyu özellikleri

İnceleme alanındaki suların, sulama suyu için uygun olup olmadıkları Wilcox ve ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramları ile tespit edilmiştir. Diyagramların hazırlanmasında suların elektriksel iletkenlik EC($\mu\text{mho/cm}$), sodyum yüzdesi (%Na) ve sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerlerinden yararlanılmıştır (Tablo 10).

Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) şu formülle hesaplanmıştır.

$$\text{SAR} = (\text{rNa}) / ((\text{rCa} + \text{rMg})/2)^{1/2} \text{ formülünden hesaplanmıştır.}$$

Sodyum yüzdesi ise şu formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{Na} = ((\text{rNa}) / ((\text{rCa} + \text{rMg} + \text{r(Na} + \text{K}))) * 100$$

Wilcox diyagramı sulama sularını EC ve %Na değerlerine göre ayıran bir sistemdir. Bu sistemde sular aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

- 1)Çok iyi – İyi
- 2)İyi –Kullanılabilir
- 3)Şüpheli –Kullanılabilir
- 4)Şüpheli – Kullanılmaz
- 5) Uygun değil – Kullanılmaz

Tablo 10 :İnceleme alanındaki bazı suların EC , % Na değerleri

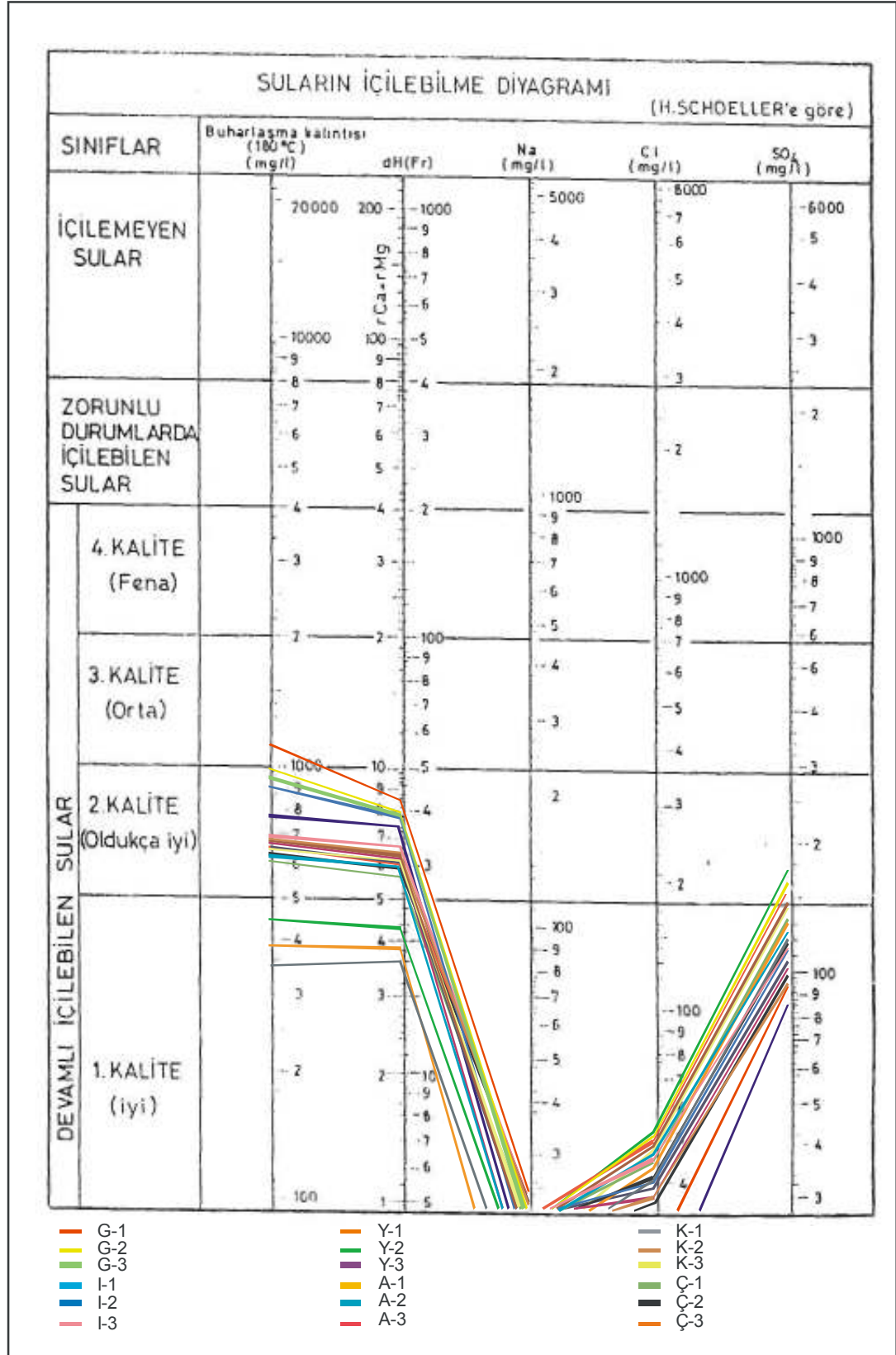
Numune Adı	EC($\mu\text{mho/cm}$)	% Na	Numune Adı	EC($\mu\text{mho/cm}$)	% Na
I-1	632	11,22	K-1	590	5,55
I-2	619	11,38	K-2	603	5,36
I-3	618	12,4	K-3	544	5,14
Y-1	456	3,79	Ç-1	465	5,79
Y-2	458	3,75	Ç-2	465	5,62
Y-3	460	3,72	Ç-3	876	20,17
A-1	566	8,16	G-1	681	7,33
A-2	675	10,6	G-2	2580	46,4
A-3	434	4,02	G-3	442	13,64

İnceleme alanındaki suların analiz sonuçlarına göre hazırlanan Wilcox diyagramında sular ‘çok iyi – iyi’ ve ‘şüpheli – kullanılabilir’ sular sınıfındadır (Şekil 60).

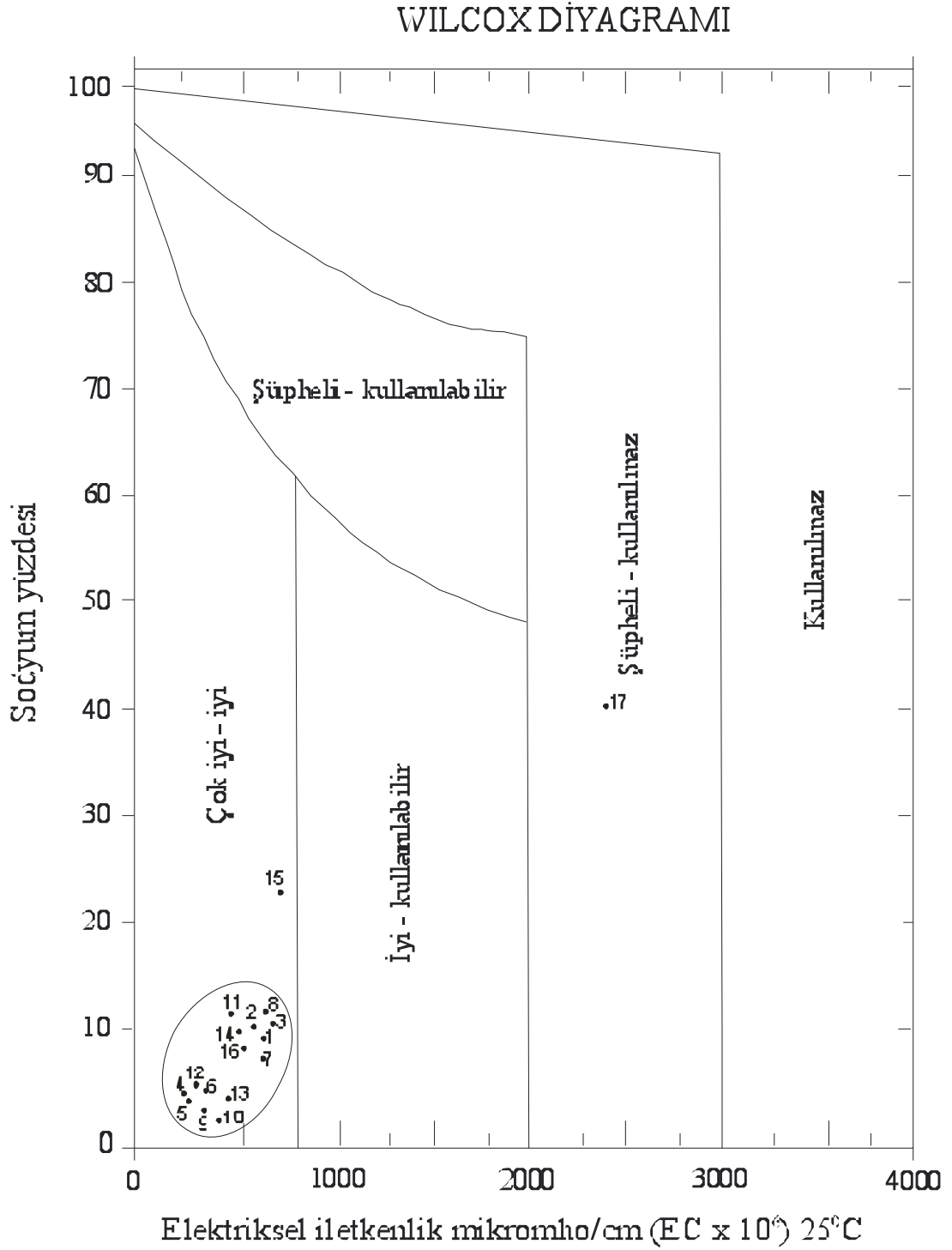
ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramında sular EC ve SAR değerlerine göre 16 sınıfa ayrılmıştır. Diyagram suların sulamaya uygun olup olmadığı hakkında kesin bilgi vermektedir. Bu diyagrama göre suların büyük bir çoğunluğu C₂-S₁ sınıfında olup ayrıca C₃-S₁ ve C₄-S₁ sınıfında da sular mevcuttur (Tablo 11, Şekil 61).

Tablo 11 :İnceleme alanındaki suların ABD ye göre sınıfları EC ve SAR değerleri

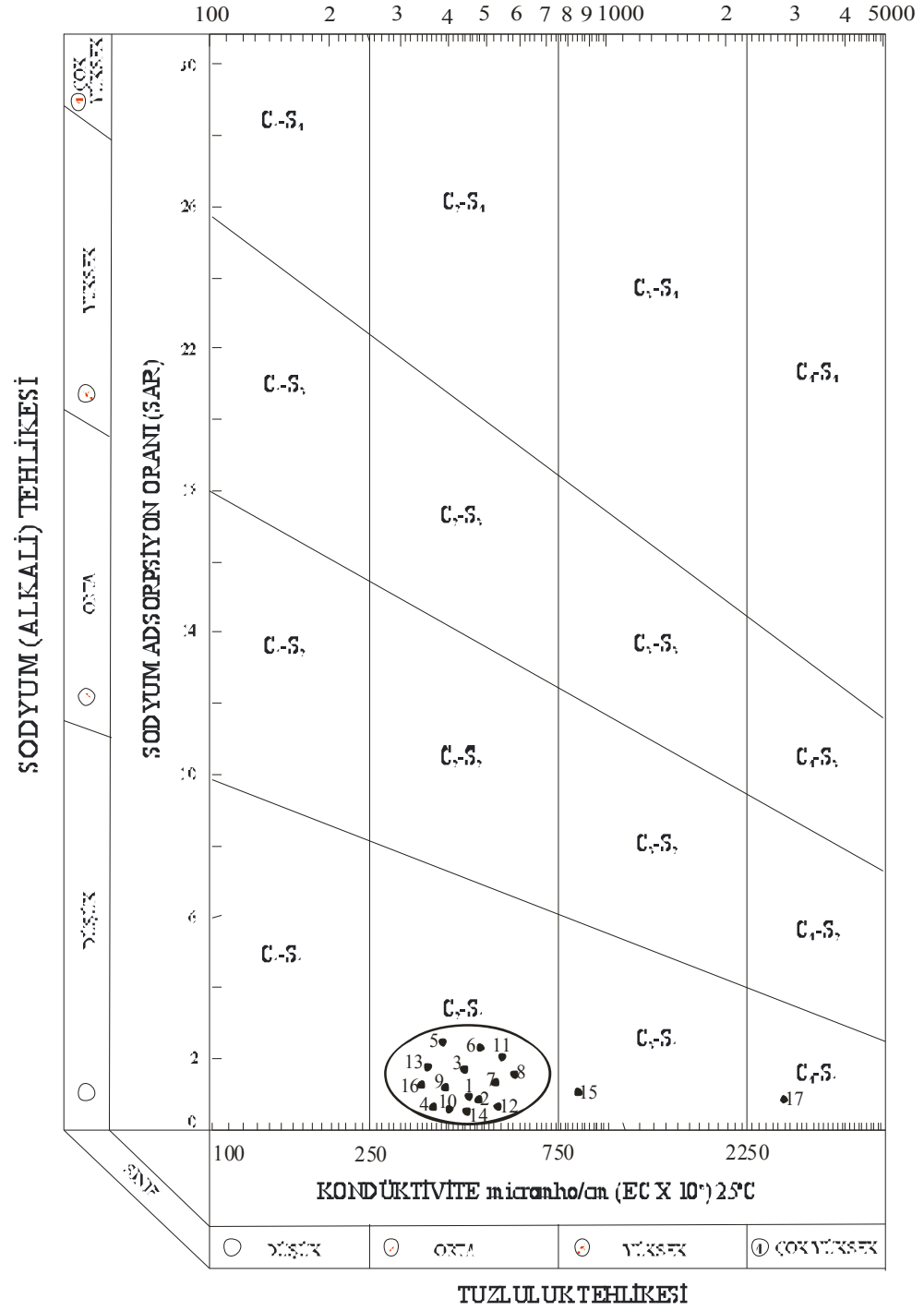
Numune Adı	EC($\mu\text{mho/cm}$)	SAR	SINIFI	Numune Adı	EC($\mu\text{mho/cm}$)	SAR	SINIFI
I-1	632	0,38	C ₂ -S ₁	K-1	590	0,18	C ₂ -S ₁
I-2	619	0,38	C ₂ -S ₁	K-2	603	0,18	C ₂ -S ₁
I-3	618	0,42	C ₂ -S ₁	K-3	544	0,17	C ₂ -S ₁
Y-1	456	0,11	C ₂ -S ₁	Ç-1	465	0,19	C ₂ -S ₁
Y-2	458	0,11	C ₂ -S ₁	Ç-2	465	0,18	C ₂ -S ₁
Y-3	460	0,11	C ₂ -S ₁	Ç-3	876	0,95	C ₃ -S ₁
A-1	566	0,27	C ₂ -S ₁	G-1	681	0,31	C ₂ -S ₁
A-2	675	0,38	C ₂ -S ₁	G-2	2580	4,63	C ₄ -S ₁
A-3	434	0,12	C ₂ -S ₁	G-3	442	0,58	C ₂ -S ₁



Şekil 59: İnceleme alanındaki suların içilebilirlik diyagramı



Şekil 60:İnceleme alanındaki suların Wilcox diyagramı



Şekil 61: İnceleme alanındaki suların ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

6.3.7. Suların endüstride kullanılma özellikleri

Suların endüstride kullanım özelliklerini belirlemek amacıyla bazı sınıflamalardan yararlanılmıştır, Langelier Kalsiyum Denge Diyagramına göre suların çürütme özellikleri ve karbonata doygunlukları belirlenmiştir (Şekil 62). Bu yöntemde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$I = pH - pH_s$$

Bu formülde;

I = Denge indeksi

pH = Laboratuarda ölçülen değer

pH_s = Grafikten okunan değer

Elde edilen değerleri yorumlarken;

$0,1 > I > -0,1$ ise su karbonatça doygunudur (nötr)

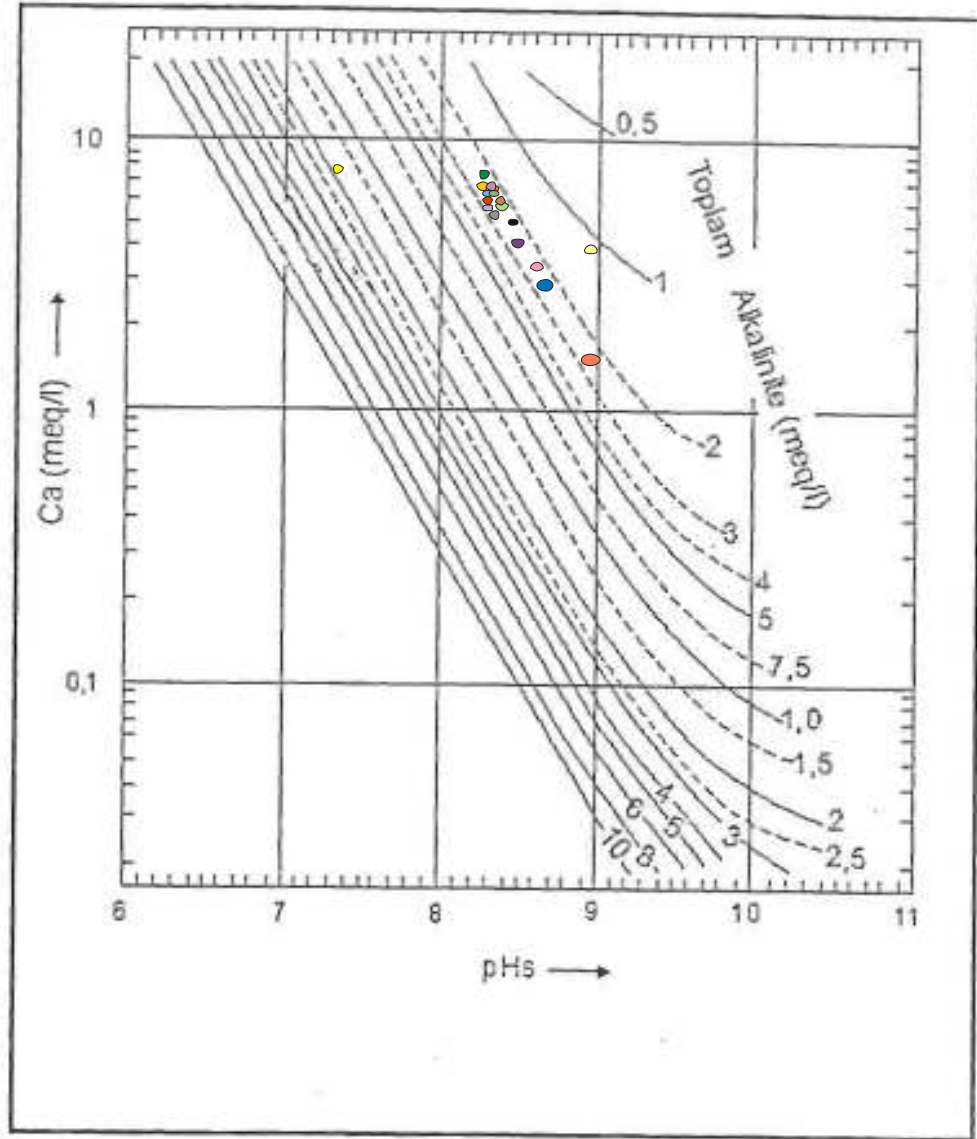
$I > +0,1$ ise suda karbonat çökmesi izlenir (kireçlendirici)

$I < -0,1$ ise su karbonat çözündürebilir (korozyon ya da çözücü)

Bu değerlere göre inceleme alanındaki tüm sular korozyon özelliktedir (Tablo 12).

Tablo 12: İnceleme alanındaki suların Langelier'e göre özellikleri

ÖRNEK ADI	pH	pH _s	I	Özellik
I-1	6,8	8,3	-1,5	Korozyon
I-2	7,09	8,72	-1,63	Korozyon
I-3	7,31	8,6	-1,29	Korozyon
Y-1	7,41	8,7	-1,29	Korozyon
Y-2	7,38	8,65	-1,27	Korozyon
Y-3	7,35	8,7	-1,35	Korozyon
A-1	7,28	8,8	-1,52	Korozyon
A-2	7,21	8,9	-1,69	Korozyon
A-3	7,28	8,8	-1,52	Korozyon
K-1	7,68	8,8	-1,12	Korozyon
K-2	7,62	8,4	-0,78	Korozyon
K-3	7,7	8,9	-1,2	Korozyon
Ç-1	7,47	8,5	-1,03	Korozyon
Ç-2	7,54	8,7	-1,16	Korozyon
Ç-3	6,88	8,8	-1,92	Korozyon
G-1	7,3	8,2	-0,9	Korozyon
G-2	7,36	7,4	-0,04	Korozyon
G-3	7,9	8,1	-0,2	Korozyon



● G-1
 ● G-2
 ● G-3
 ● I-1
 ● I-2
 ● I-3

● Y-1
 ● Y-2
 ● Y-3
 ● A-1
 ● A-2
 ● A-3

● K-1
 ● K-2
 ● K-3
 ● Ç-1
 ● Ç-2
 ● Ç-3

Şekil 62:İnceleme alanındaki suların Langelier kalsiyum denge diyagramı

6.4.İzotop hidrolojisi

Hidroloji alanında yer altı suyu kökeninin belirlenmesi çalışmalarında izotop tekniklerinin kullanılması büyük yararlar sağlamaktadır. 1960-1990 yılları arasında birçok araştırma ile izotoplar yer altı suyunun akım hızının ve geçiş süresinin hesaplanması, baraj ve rezervuarlardan sızmanın belirlenmesi, akifer parametrelerinin belirlenmesinde, yüzey suları ile yer altı suları arasındaki ilişkinin araştırılması ve bunun gibi birçok konuda kullanılmıştır.

Hidrolojide kullanılan en önemli çevresel izotoplar ^{16}O , ^{18}O , ^2H (döteryum), ^{12}C , ^{13}C , ^3H (trityum) ve ^{14}C dur. Bunların son ikisi radyoaktif diğerleri kararlı çevresel izotoplardır. Yeraltı suyu kökeninin belirlenmesi çalışmalarında çevresel izotoplar çok yararlı bilgiler vermektedir. Yeraltı ve yerüstü sularının asıl beslenmesi yağışlarla olmaktadır (Şekil 63). Bu nedenle yağışların izotopik içeriklerinin değişimi ve bu değişimlere etki eden etmenlerin bulunması yer altı suyu beslenme sisteminin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Suyu oluşturan H ve O karalı izotopları ^1H , ^2H , ^{16}O , ^{17}O ve ^{18}O dir. Su örneğinde kararlı izotoplar oranının değişimi kütle spektrometresi ile ölçülür, ve $\delta(\text{‰})$ ile ifade edilir.

$$\delta^{18}\text{O} = [((^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{örnek}} - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{smow}}) / ((^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{smow}})] * 1000$$

$$\delta\text{D} = [((\text{D}/\text{H})_{\text{örnek}} - (\text{D}/\text{H})_{\text{smow}}) / ((\text{D}/\text{H})_{\text{smow}})] * 1000$$

Denklemlerindeki smow (standart ortalama okyanus suyu)' nun ortalama izotopik kompozisyonu temsil eder. Standart olarak okyanus suyunun seçilmesinin nedeni okyanusların hidrolojik çevriminin başlangıç ve bitiş noktalarını temsil etmesi ve izotopik kompozisyon olarak oldukça homojen olmasıdır.

Yağışların ve yüzey sularının ^{18}O ve ^2H içeriklerinin değişimi paralellik gösterir. Yağışlara ait ^{18}O ve ^2H grafiği ilk defa Friedman (1953) tarafından çizilmiş ve Craig(1961) tatlı suların ^{18}O ve ^2H içeriği ile ilgili olarak aşağıdaki eşitliği önermiştir.

$$\delta^2\text{H}\text{‰} = a. \delta^{18}\text{O}\text{‰} + d$$

Denkleimde eğer su hiç buharlaşmamış ise a değeri 8 ve ortalama yağışa ait d değeri ise 10 dur. Bu denklemin belirttiği doğru küresel meteorik su doğrusu olarak adlandırılmıştır.



Şekil 63: Suların yeryüzündeki döngüsü

Hidrojen atomunun üç izotoptan birisi olan ^3H , 12,43 yıllık yarı ömürlü radyoaktif bir izotopdur. ^3H , 1950 yılında gerçekleştirilen termonükleer denemeler sonucu, atmosferde değişimin çok yüksek değerlere ulaştığının fark edilmesiyle çok önemli bir hidrolojik araç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sularda bulunan ^3H miktarı TU (Tritium Birimi) ile ifade edilir. Radyoaktif bir izotop olan ^3H sürekli olarak bozunmaya uğradığından ,belirli bir alanda yeraltı suyunun ve yer altı suyunu besleyen ^3H içeriklerinin bilinmesi durumunda yer altı suyunun,yağışın yeraltına sızmasından ne kadar uzun bir süre akifer içinde kaldığı belirlenebilir.

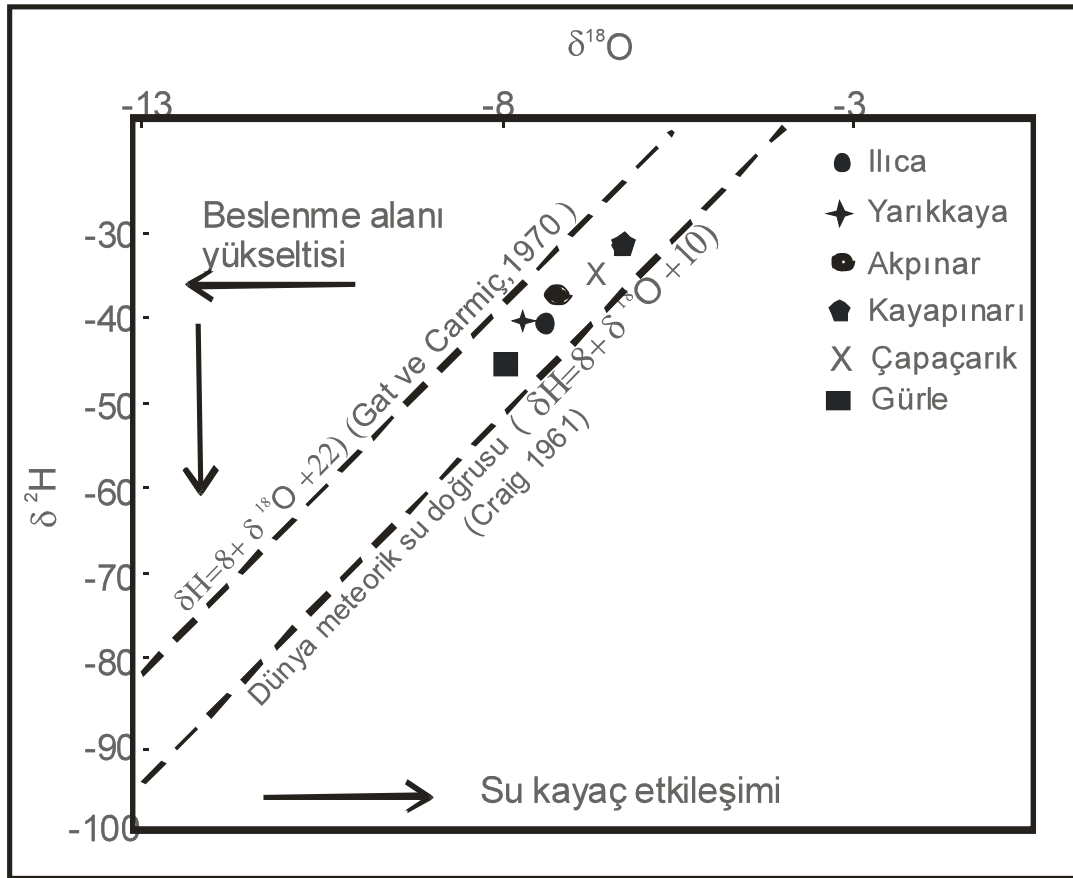
6.4.1. $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ ilişkisi

İnceleme alanını temsil eden sondaj kuyularından alınan su numunelerinin 04.06.2006 (yağışlı sezon) tarihinde DSİ TAKK Dairesinde $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve ^3H analizleri yaptırılmıştır (Tablo 13). İnceleme alanında yer alan sular gerek kimyasal gerekse izotopik bakımdan farklı bileşime sahiptir (Şekil 64). Yükselti arttıkça izotopik seyrelme nedeniyle daha negatif değerler açığa çıkar. Elde edilen doteryum

ve oksijen18 sonuçları standart (‰ SMOW) grafiği üzerine aktarıldığı zaman örneklenen suların birbirine yakın ve meteorik su hattı yakınında toplandığı görölmüştür.

Tablo 13 :İnceleme alanındaki suları temsil eden suların izotop analiz sonuçları

NO	NUMUNE ADI	ÖRNEKLEME TARİHİ	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	$\delta^2\text{D}(\text{‰})$	Trityum(TU)	Belirsizlik(TU)
1	İLİCA	04.06.2006	-7,38	-43,66	3,55	1,90
2	YARIKKAYA	04.06.2006	-7,48	-40,41	1,45	1,90
3	AKPINAR	04.06.2006	-7,84	-45,41	2,30	1,80
4	KAYAPINAR	04.06.2006	-6,46	-34,95	1,25	1,85
5	ÇAPAÇARIK	04.06.2006	-6,77	-38,53	0,90	1,75
6	GÜRLE	04.06.2006	-7,09	-41,43	2,50	1,85

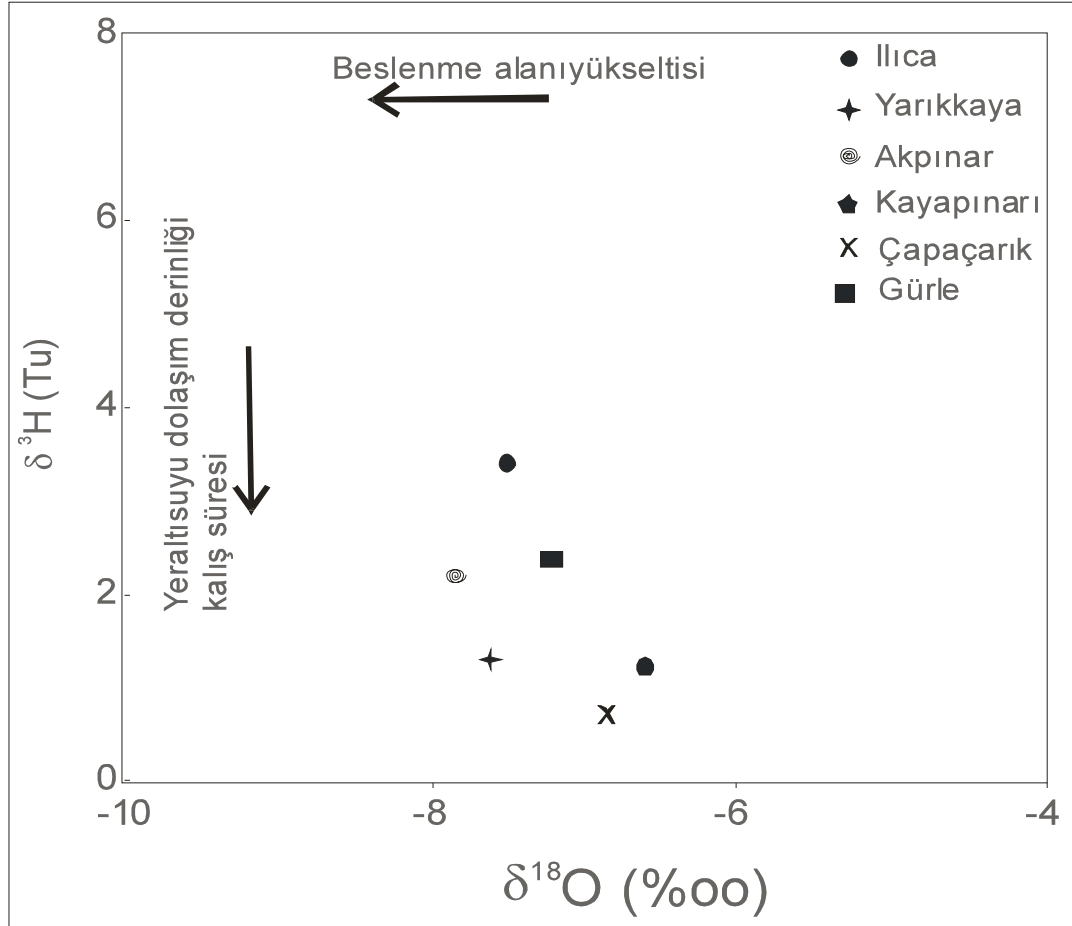


Şekil 64: İncelenen suların $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ diyagramı

6.4.2. $\delta^2\text{H} - ^3\text{H}$ ilişkisi

Trityum izotopu radyoaktif olduğu için yer altı suyunun akiferde kalış süresine bağlı olarak radyoaktif bozunmaya uğramaktadır. Yeraltı sularının bağlı yaşının belirlenmesinde önemli bir parametredir.

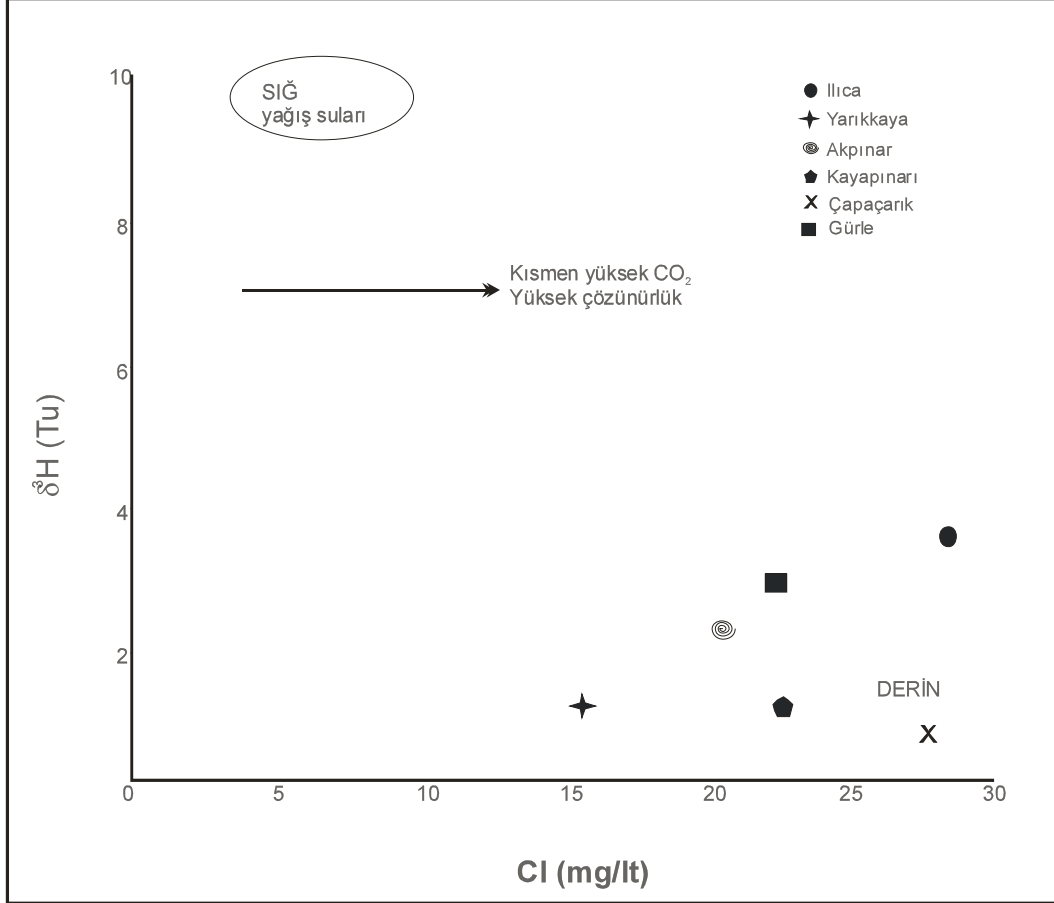
$\delta^2\text{H} - ^3\text{H}$ grafiği, suların beslenme yükselteleri ile akifer içinde kalış süreleri arasındaki ilişkiyi yansıtır, grafiğin yatay eksenini ^2H boyunca başlangıca yaklaştıkça beslenme alanı yükseltisi, dikey eksenini ^3H boyunca başlangıca yaklaştıkça akiferde kalış süresi artmaktadır (Şekil 65). Buna göre beslenme alanı en yüksek olan Akpınar sondajlarından alınan su numunesidir.



Şekil 65: İncelenen suların $\delta^2\text{H} - ^3\text{H}$ grafiği

6.4.3. ^3H -Cl ilişkisi

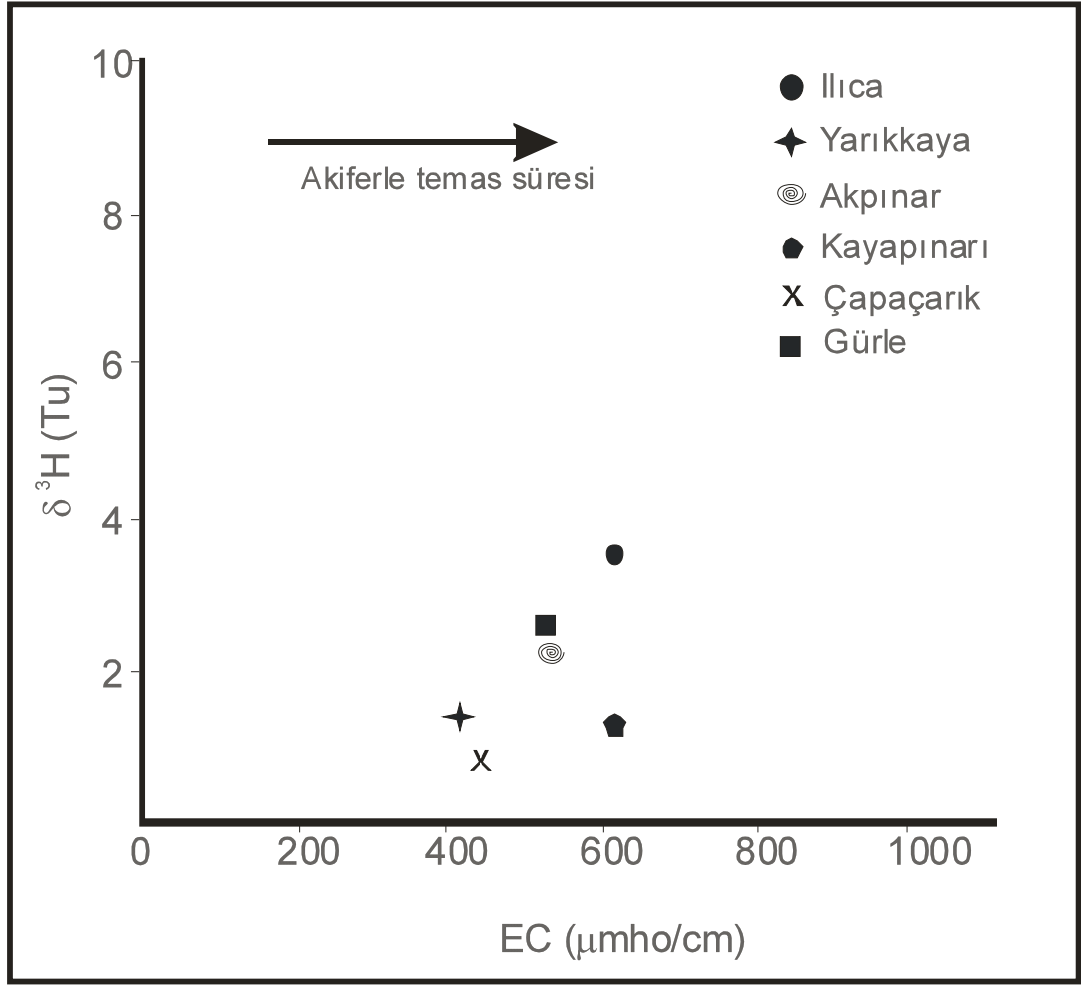
^3H -Cl diyagramında genel olarak sular düşük Cl, yüksek ^3H içeriğine sahip olduklarından sığ dolaşım sistemine sahiptirler (Şekil 66).



Şekil 66:İncelenen suların ^3H -Cl diyagramı

6.4.4. ^3H -EC ilişkisi

Yüksek elektriksel iletkenliğe sahip yer altı suları akifer ile daha uzun süre temas halinde kalarak yeraltında daha uzun süre kalmış olabilirler. Yüksek ^3H , düşük EC değerleri geçiş süresinin kısa, düşük ^3H , yüksek EC değerleri ise geçiş süresinin uzun olmasını işaret eder (Şekil 67). Çünkü akifer ile temas süresi arttıkça kayaç, su arasındaki etkileşim sonucu iyon değişimi açığa çıkabilir. Örneklerden anlaşılacağı üzere inceleme alanındaki sular sığ dolaşımli sulardır.



Şekil 67: İncelenen suların ^3H -EC ilişkisi

6.3.9 Yer altı sularında kirlilik

Yer altı suları zamanla ilk kimyasal bileşimlerini kaybetmekte çeşitli nedenlerle kirlenmektedir. Yeraltı suyu kalitesindeki değişimin, kirlenmenin önlenmesi oldukça zordur, yeraltı sistemlerine özgü heterojenliklerden dolayı kalitesi bozulmuş yer altı suyu kuşaklarının tespit edilebilmesi çok zordur. U.S. Enviromental protection agency (1977)'nin raporunda bilinen akifer kirlenmesi olaylarının hemen hepsinin üretim kuyularının kirlenmesinden bir süre tespit edildiği belirtilmiştir. Yeraltı suyu kirlenmesi tam anlamıyla tespit edildiğinde önleyici tedbirlerin uygulanması için genellikle çok geç kalınmış olunmaktadır. İnceleme alanındaki kaynak ve sondaj kuyularından alınan örneklerde ağır metal konsantrasyonları belirlenerek ağır metaller tarafından oluşabilecek kirlilik araştırılmıştır (Şekil 68-82 ; Tablo 14-18).

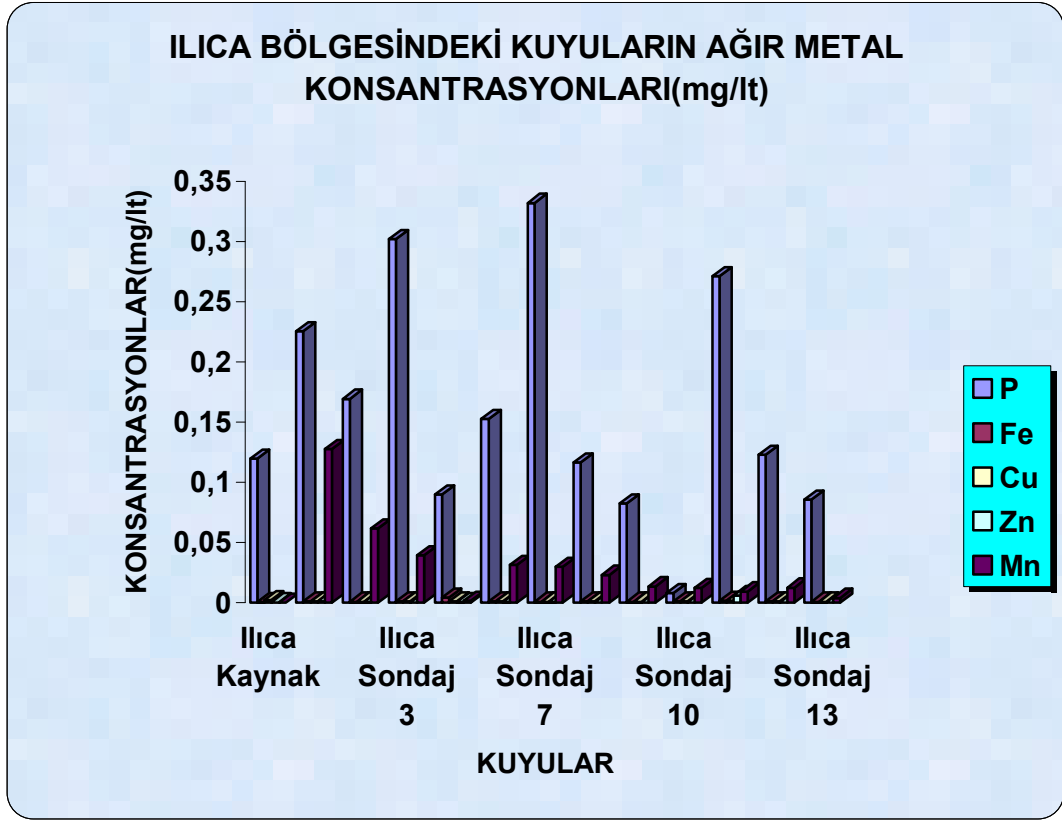
Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun standartlarına göre içme sularında izin verilen sınır değerler şöyledir (mg/lt).

Fe:0,3 , Mn:0,05 , Cu:1 , Zn :5 , As: 0,05 , Ba : 1 ,Cd :0,01 ,Cr:0,05 Se:0,01,Sb:0,01 ,Pb:0,05 ,Hg:0,002 dir.Buna göre;

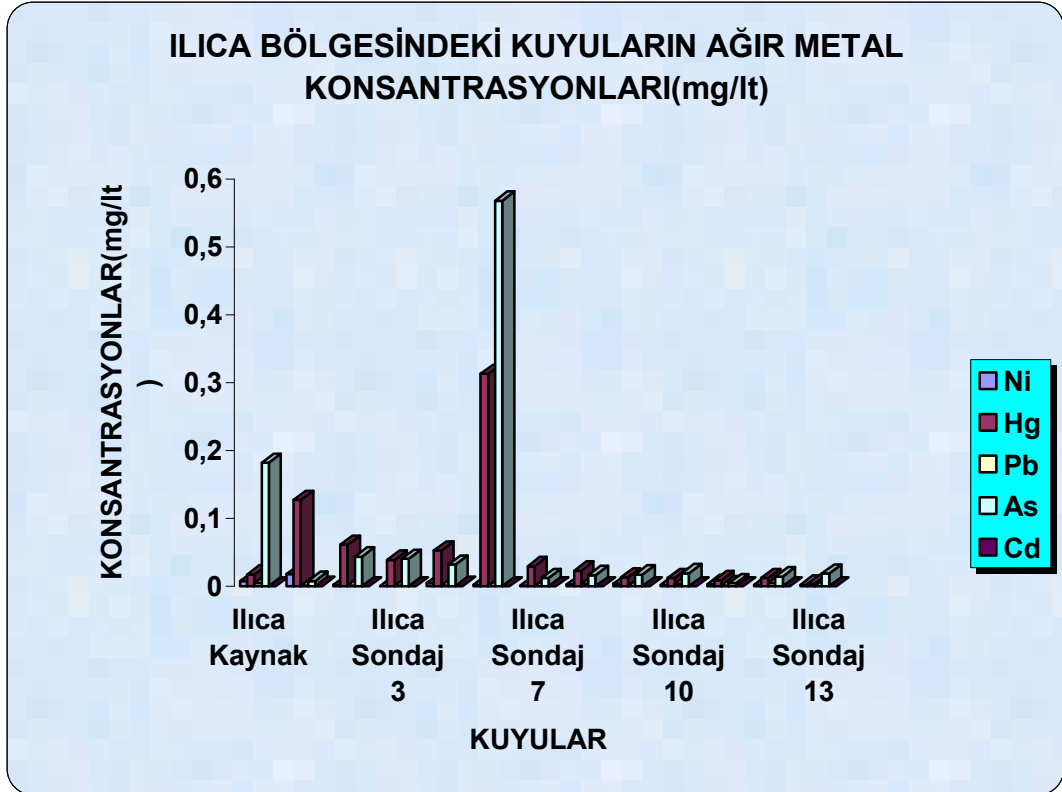
İnceleme alanındaki sulardan Yarıkkaya 3 sondajında **Hg**, Akpınar 1-2-3 sondajlarında **Hg**, Kayapınar 1-2-3-4 sondajlarında **Hg**, Kayapınar 1-2-6-7 sondajlarında **As**, Çapaçarık 1-2-5-6 sondajlarında **Hg**, Çapaçarık 1 sondajında **As** konsantrasyonları izin verilen sınır değer üzerindedir.

Tablo 14: Ilıca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

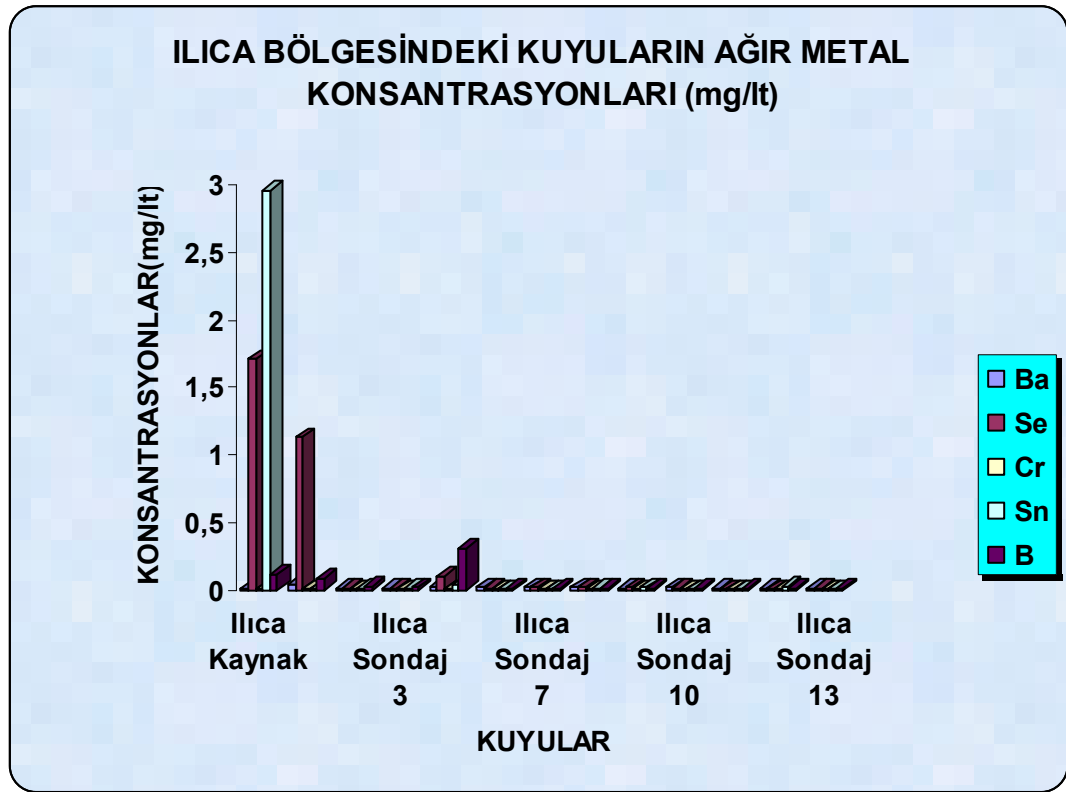
	BİRİMİ	ILIS 1	ILIS 2	ILIS 3	ILIS 4	ILIS6	ILIS7	ILIS8	ILIS9	ILIS10	ILIS11	ILIS12	ILIS13
P	mg/l	0,2254	0,1694	0,3023	0,0897	0,1528	0,3322	0,1164	0,0824	0,0078	0,2712	0,1229	0,0856
Fe	mg/l	0,0011	0,0006	0,0008	0,004	0,001	0,0007	0,0009	0,0007	0,0008	0,0015	0,0009	0,0006
Cu	mg/l	0,0011	0,0006	0,0008	0,0011	0,001	0,0007	0,0009	0,0007	0,0008	0,0015	0,0009	0,0006
Zn	mg/l	0,0012	0,00052	0,00004	0,0005	0,00003	0,00029	0,00007	0,00001	0,00011	0,00604	0,00025	0,0002
Mn	mg/l	0,1276	0,0616	0,0394	0,0016	0,0313	0,0297	0,0231	0,0135	0,0123	0,0092	0,0124	0,0039
Ni	mg/l	0,0182	0,0019	0,0009	0,0049	0,0028	0,0015	0,0031	0,0041	0,0028	0,0036	0,0027	0,0028
Hg	mg/l	0,1276	0,0616	0,0394	0,0531	0,0313	0,0297	0,0231	0,0135	0,0123	0,0092	0,0124	0,0039
Pb	mg/l	0,0012	0,0018	0,0011	0,0016	0,0009	0,0004	0,0038	0,0008	0,0047	0,0014	0,005	0,0005
As	mg/l	0,0082	0,0439	0,0407	0,0321	0,0568	0,0125	0,0167	0,0177	0,0198	0,005	0,015	0,019
Cd	mg/l	0,0008	0,0002	0,0002	0,0008	0	0,0001	0,0001	0,0004	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002
Ba	mg/l	0,0441	0,0134	0,0136	0,0261	0,0153	0,0154	0,0159	0,014	0,015	0,0142	0,0143	0,0139
Se	mg/l	1,1293	0,0144	0,0087	0,1019	0,0108	0,0164	0,0169	0,0173	0,0075	0,0034	0,0002	0,0104
Cr	mg/l	0,0015	0,0004	0,0006	0,0001	0,0004	0,0003	0,0002	0,0001	0,0003	0,0005	0,0001	0,0004
Sn	mg/l	0,0013	0,011	0,0053	0,0302	0,0003	0,0018	0,0075	0,0168	0,0038	0,004	0,0204	0,0001
B	mg/l	0,0817	0,0252	0,0165	0,3039	0,014	0,0112	0,0111	0,011	0,0075	0,0062	0,0092	0,0079



Şekil 68: Ilica sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



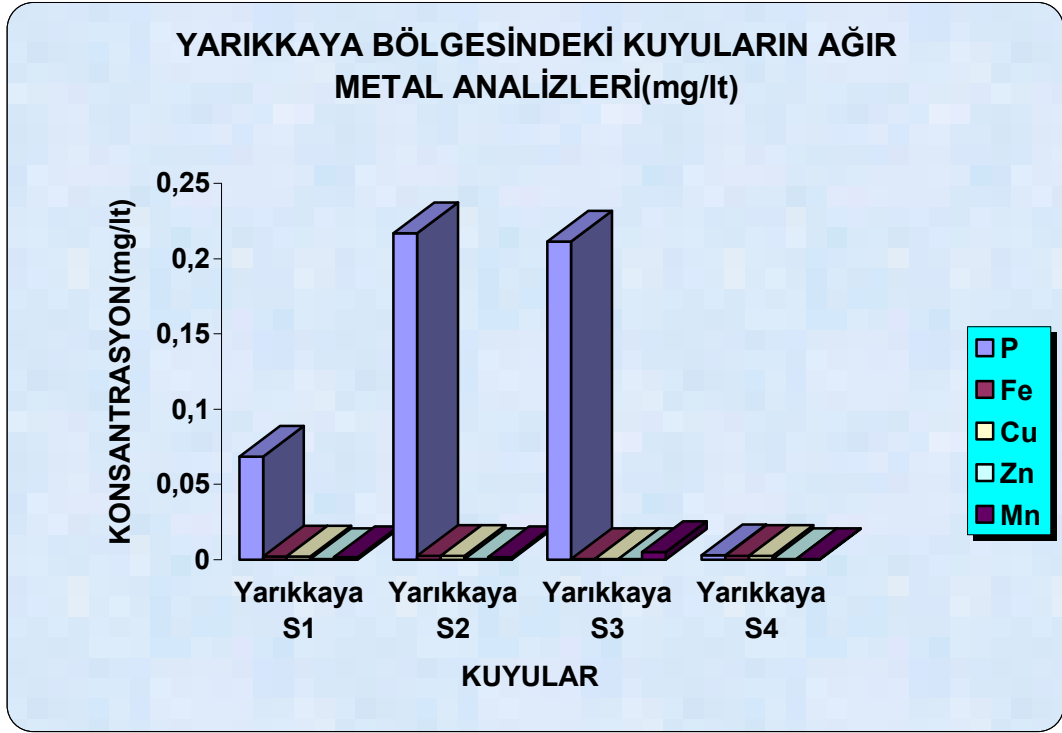
Şekil 69: Ilica sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



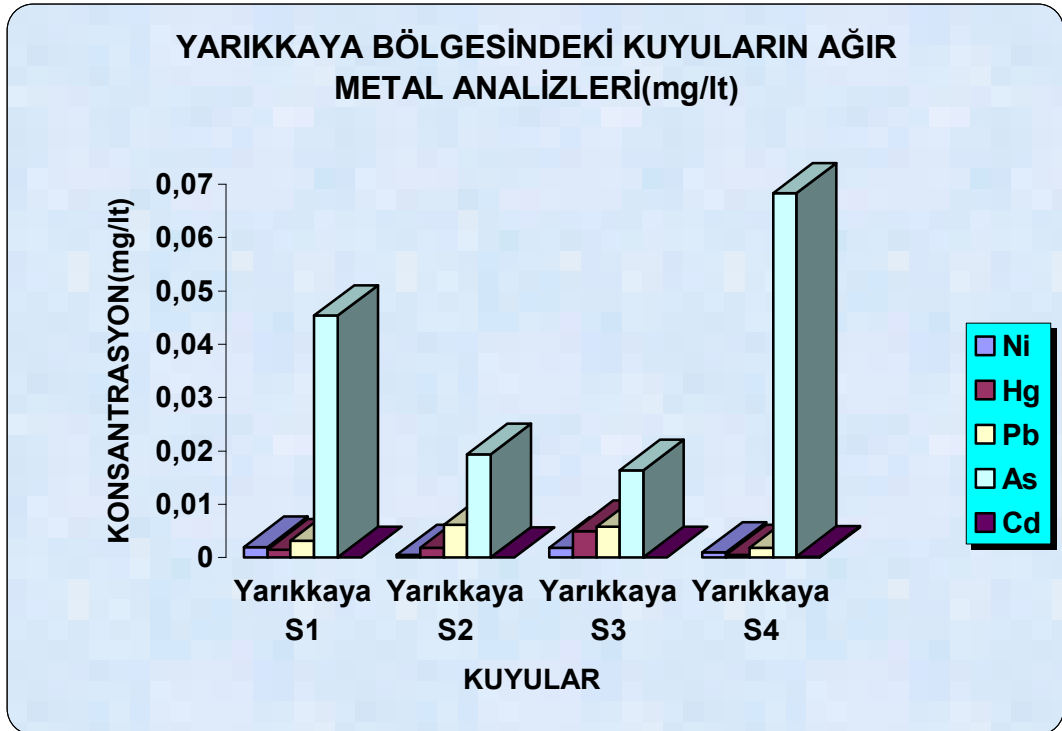
Şekil 70: Ilıca sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

Tablo15:Yarıkkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

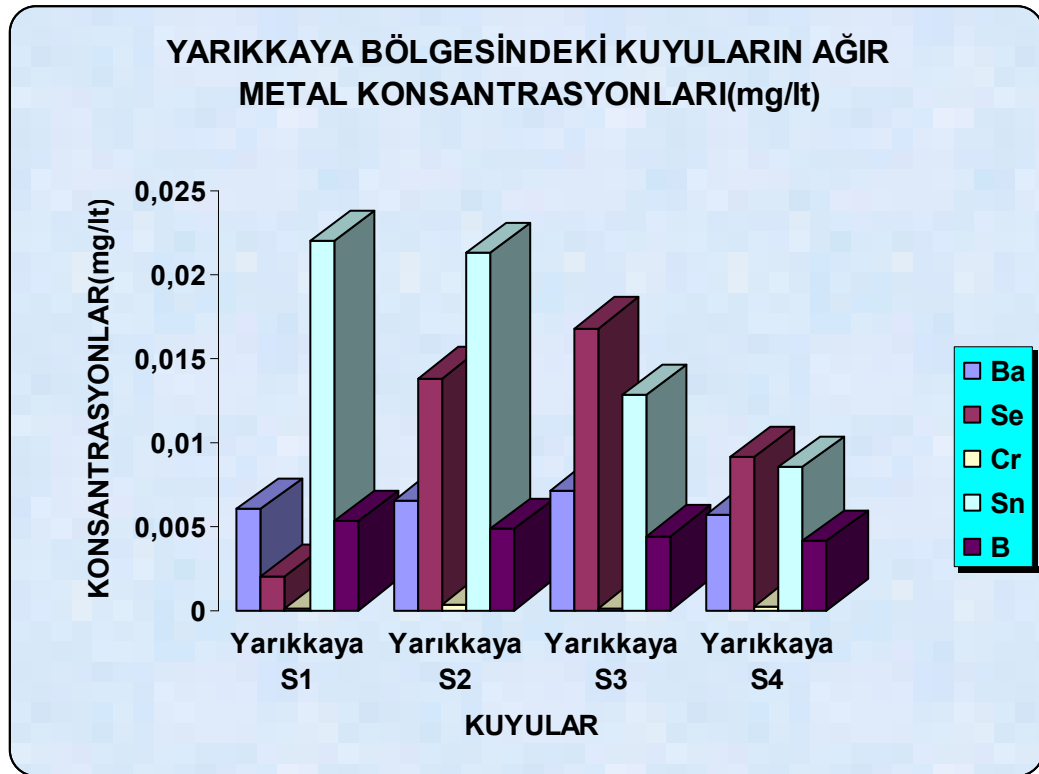
	BİRİMİ	YKS1	YKS2	YKS3	YKS4
P	mg/l	0,0684	0,2168	0,2113	0,0029
Fe	mg/l	0,0022	0,0025	0,0006	0,0025
Cu	mg/l	0,0022	0,0025	0,0006	0,0025
Zn	mg/l	0,00041	0,00054	0,00037	0,00024
Mn	mg/l	0,0015	0,0019	0,0050	0,0005
Ni	mg/l	0,0020	0,0005	0,0019	0,0010
Hg	mg/l	0,0015	0,0019	0,0050	0,0005
Pb	mg/l	0,0032	0,0062	0,0058	0,0019
As	mg/l	0,0454	0,0194	0,0164	0,0683
Cd	mg/l	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002
Ba	mg/l	0,0060	0,0065	0,0071	0,0057
Se	mg/l	0,0020	0,0138	0,0168	0,0091
Cr	mg/l	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002
Sn	mg/l	0,0220	0,0213	0,0123	0,0085
B	mg/l	0,0053	0,0048	0,0044	0,0041



Şekil 71: Yarıkkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



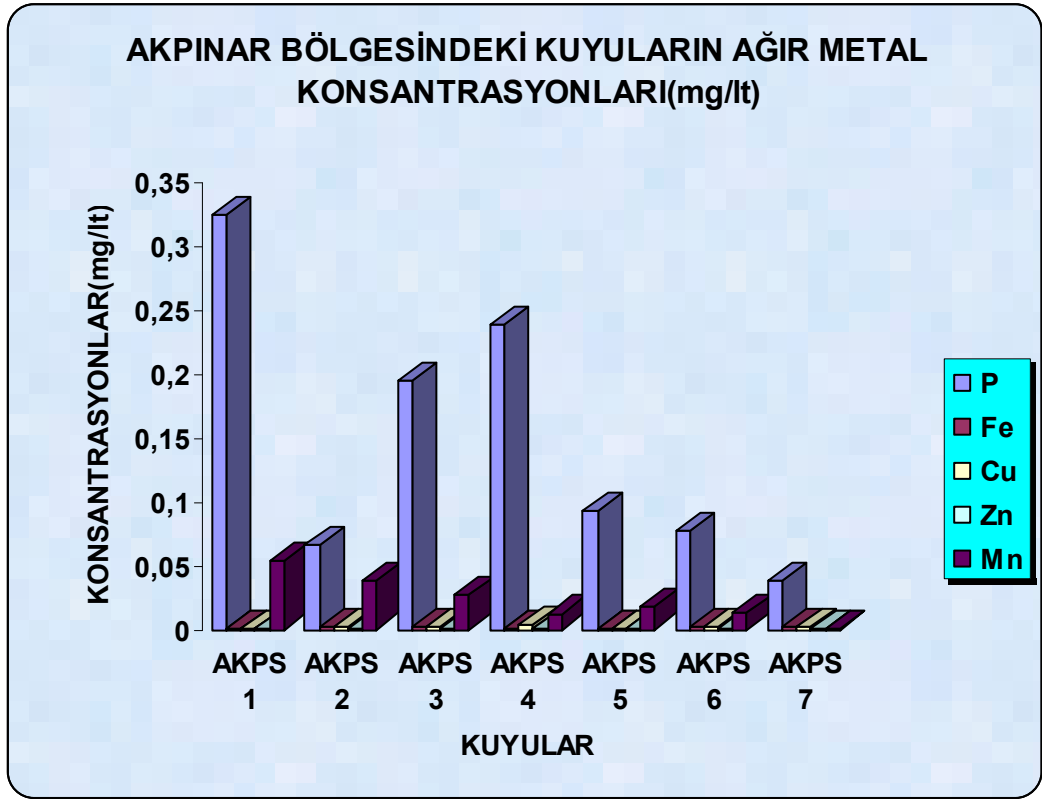
Şekil 72: Yarıkkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



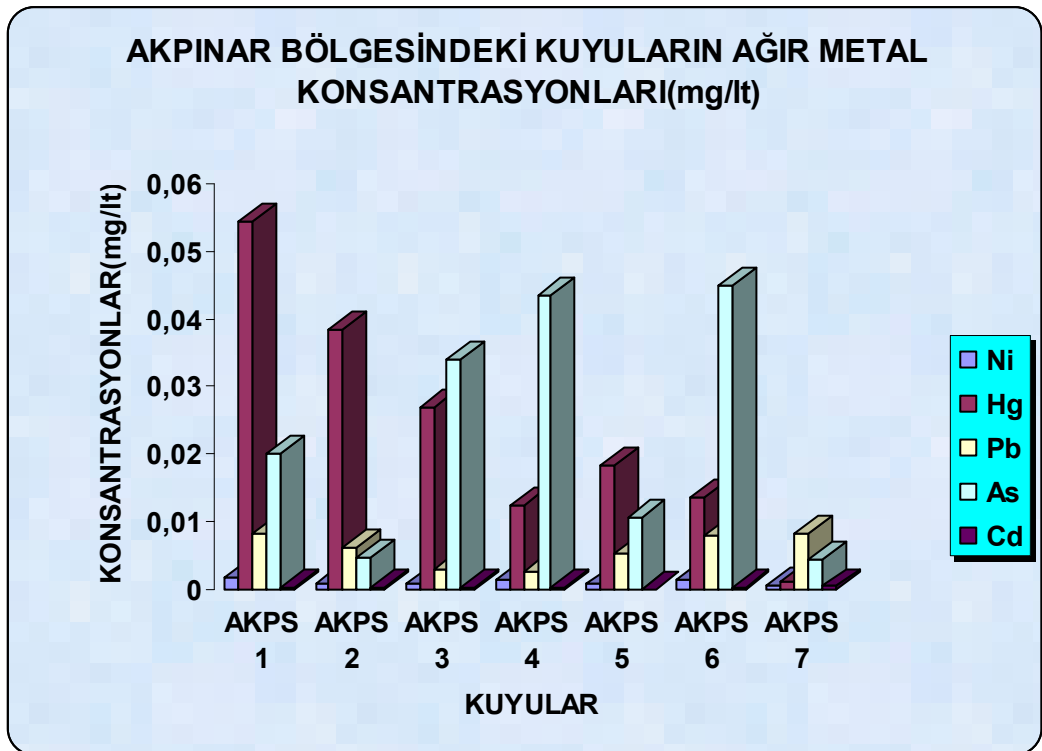
Şekil 73:Yarıkkaya sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

Tablo16: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

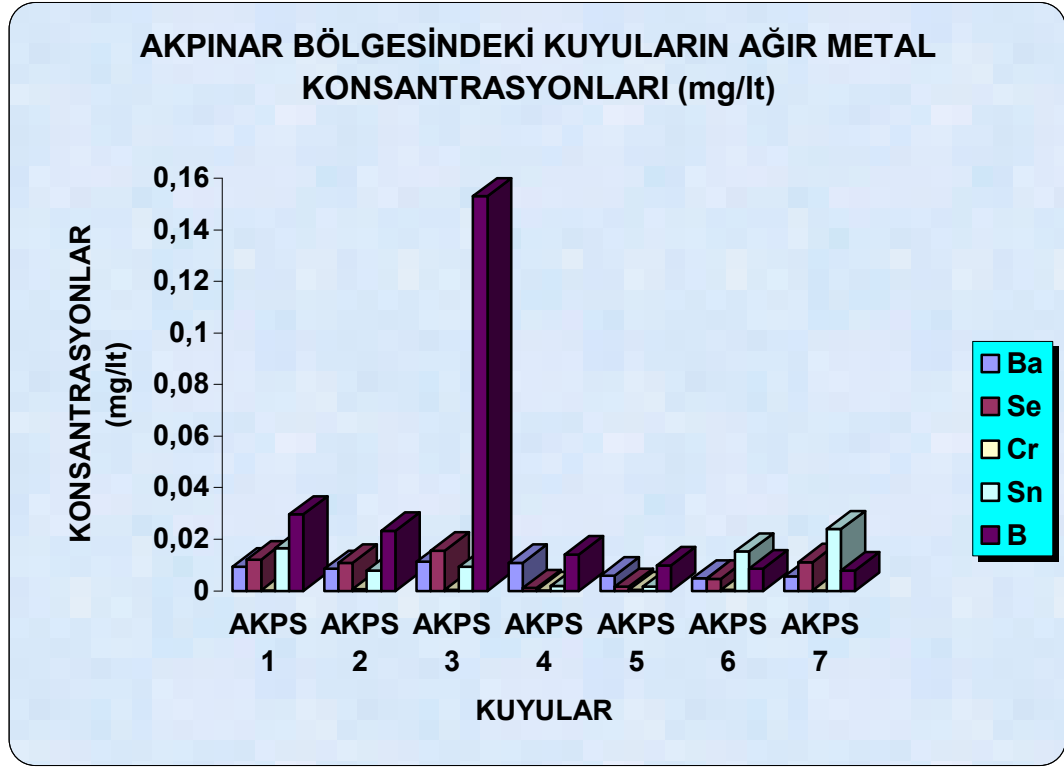
	BİRİMİ	AKP1	AKP2	AKP3	AKP4	AKP5	AKP6	AKP7
P	mg/l	0,3244	0,0660	0,1949	0,2383	0,0935	0,0775	0,0387
Fe	mg/l	0,0004	0,0023	0,0024	0,0004	0,0008	0,0024	0,0024
Cu	mg/l	0,0004	0,0023	0,0024	0,0004	0,0008	0,0024	0,0024
Zn	mg/l	0,00036	0,00039	0,00042	0,00051	0,00037	0,00021	0,00030
Mn	mg/l	0,0544	0,0384	0,0268	0,0123	0,0182	0,0136	0,0009
Ni	mg/l	0,0016	0,0007	0,0006	0,0012	0,0006	0,0014	0,0004
Hg	mg/l	0,0544	0,0384	0,0268	0,0123	0,0182	0,0136	0,0009
Pb	mg/l	0,0080	0,0061	0,0028	0,0024	0,0052	0,0079	0,0082
As	mg/l	0,0199	0,0047	0,0340	0,0436	0,0105	0,0449	0,0042
Cd	mg/l	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0003
Ba	mg/l	0,0094	0,0085	0,0112	0,0109	0,0059	0,0048	0,0055
Se	mg/l	0,0121	0,0108	0,0155	0,0010	0,0015	0,0047	0,0111
Cr	mg/l	0,0001	0,0007	0,0004	0,0001	0,0003	0,0003	0,0001
Sn	mg/l	0,0166	0,0079	0,0092	0,0018	0,0051	0,0152	0,0239
B	mg/l	0,0296	0,0232	0,0153	0,0141	0,0099	0,0086	0,0078



Şekil 74: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



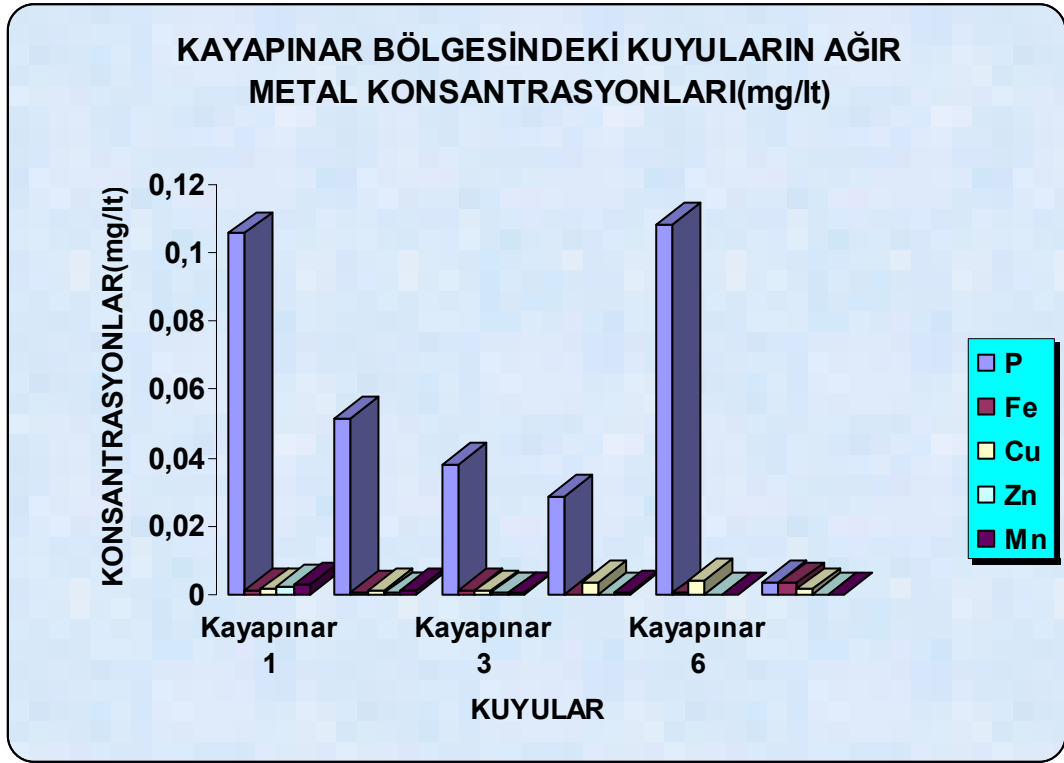
Şekil 75: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



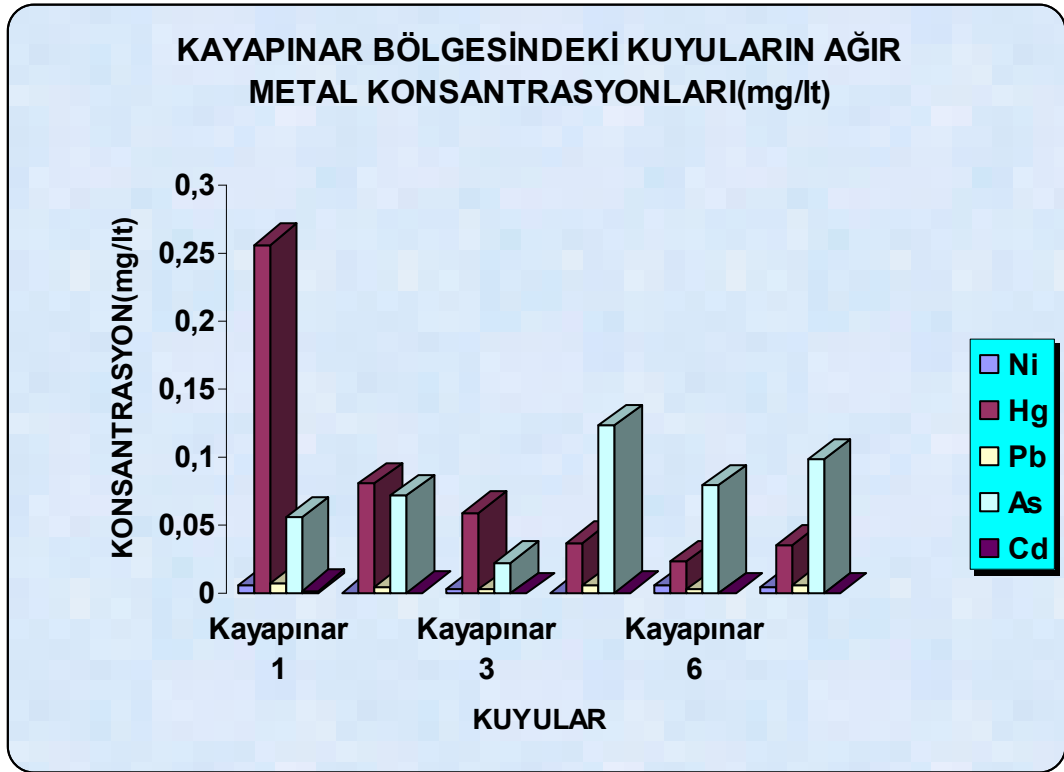
Şekil 76: Akpınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

Tablo17: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

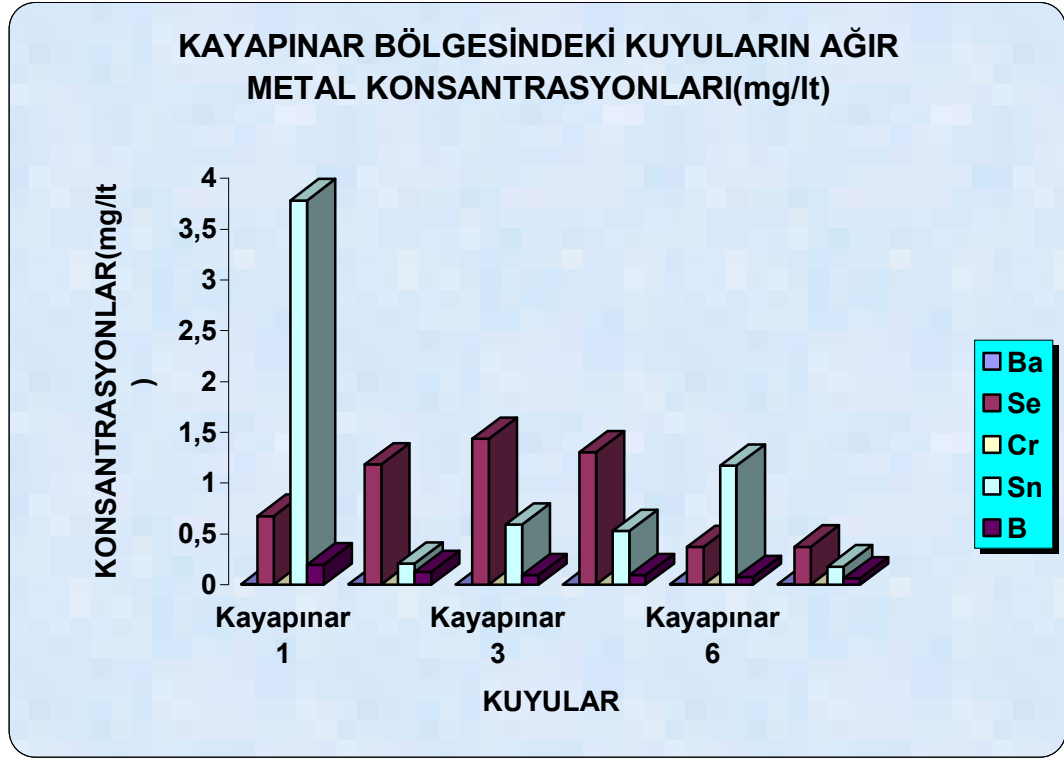
	BİRİMİ	KYP 1	KYP 2	KYP 3	KYP 4	KYP 6	KYP 7
P	mg/l	0,1055	0,0516	0,0381	0,0287	0,1081	0,0035
Fe	mg/l	0,0013	0,0005	0,0012	0,0001	0,0003	0,0034
Cu	mg/l	0,0016	0,0014	0,0010	0,0037	0,0041	0,0015
Zn	mg/l	0,00247	0,00030	0,00044	0,00004	0,00024	0,00001
Mn	mg/l	0,0032	0,0012	0,0004	0,0005	0,0002	0,0002
Ni	mg/l	0,0057	0,0006	0,0032	0,0005	0,0054	0,0044
Hg	mg/l	0,2571	0,0810	0,0594	0,0374	0,0229	0,0350
Pb	mg/l	0,0073	0,0051	0,0025	0,0054	0,0024	0,0056
As	mg/l	0,0560	0,0715	0,0225	0,1238	0,0789	0,0980
Cd	mg/l	0,0019	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001
Ba	mg/l	0,0092	0,0044	0,0022	0,0015	0,0049	0,0061
Se	mg/l	0,6760	1,1822	1,4346	1,3046	0,3708	0,3744
Cr	mg/l	0,0021	0,0011	0,0006	0,0015	0,0005	0,0011
Sn	mg/l	3,7827	0,2066	0,5914	0,5299	1,1707	0,1774
B	mg/l	0,1973	0,1239	0,0947	0,0928	0,0747	0,0618



Şekil 77: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



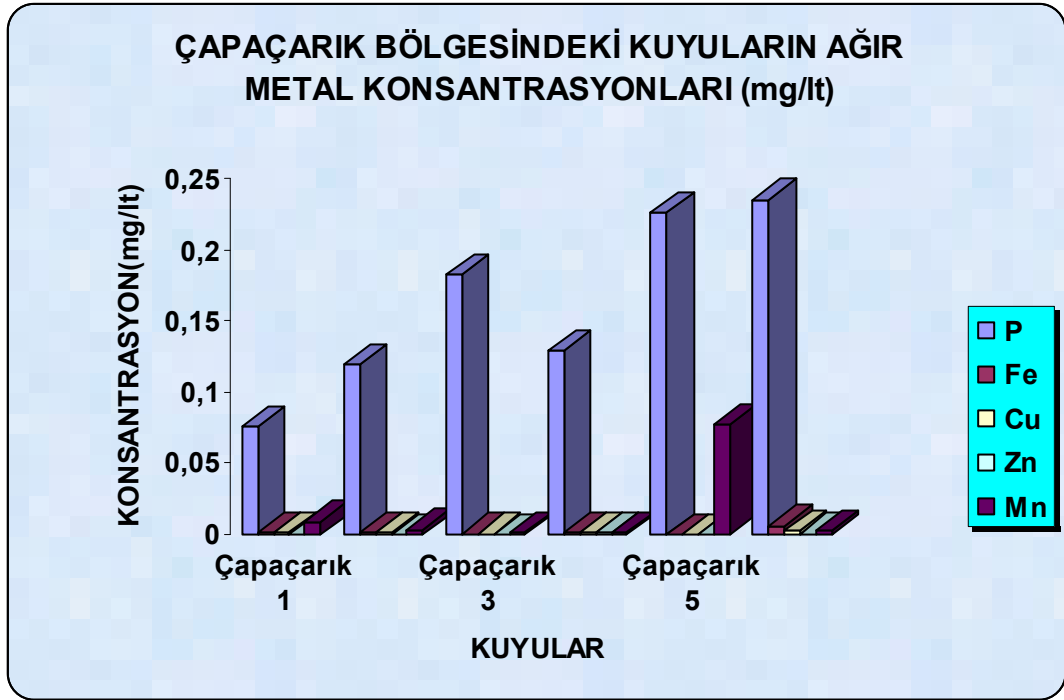
Şekil 78: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



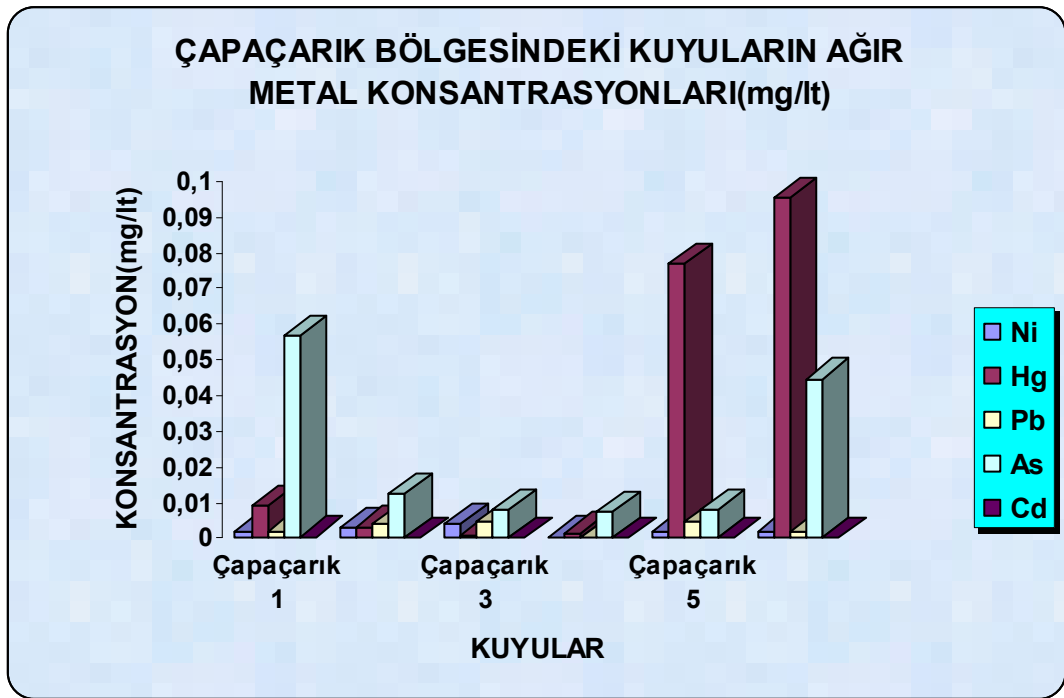
Şekil 79: Kayapınar sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

Tablo18: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/l)

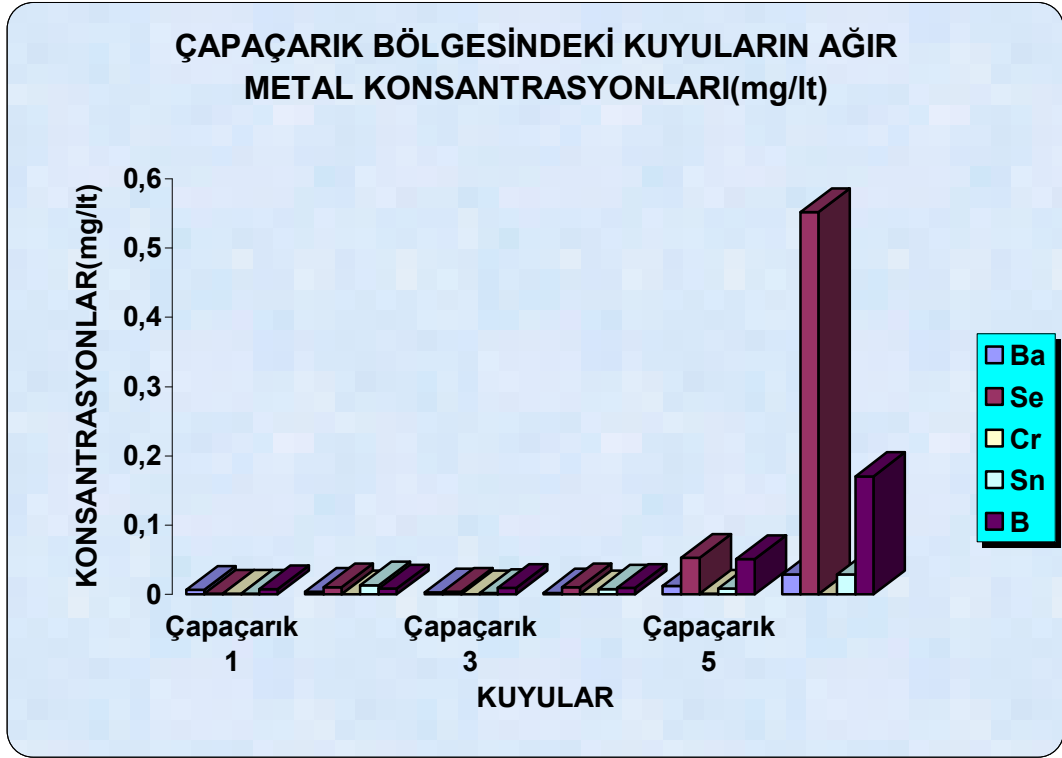
	BİRİMİ	ÇPÇ 1	ÇPÇ 2	ÇPÇ 3	ÇPÇ 4	ÇPÇ 5	ÇPÇ 6
P	mg/l	0,0706	0,1192	0,1825	0,1289	0,2266	0,2353
Fe	mg/l	0,0008	0,0009	0,0007	0,0010	0,0004	0,0062
Cu	mg/l	0,0008	0,0009	0,0007	0,0010	0,0004	0,0023
Zn	mg/l	0,00003	0,00023	0,00018	0,00009	0,00006	0,00060
Mn	mg/l	0,0091	0,0033	0,0010	0,0016	0,0769	0,0025
Ni	mg/l	0,0021	0,0030	0,0040	0,0004	0,0022	0,0021
Hg	mg/l	0,0091	0,0033	0,0010	0,0016	0,0769	0,0954
Pb	mg/l	0,0022	0,0041	0,0045	0,0001	0,0046	0,0019
As	mg/l	0,0567	0,0124	0,0081	0,0074	0,0080	0,0446
Cd	mg/l	0,0004	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001
Ba	mg/l	0,0064	0,0037	0,0026	0,0023	0,0118	0,0289
Se	mg/l	0,0012	0,0098	0,0039	0,0102	0,0530	0,5517
Cr	mg/l	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0005	0,0002
Sn	mg/l	0,0008	0,0127	0,0020	0,0078	0,0085	0,0290
B	mg/l	0,0072	0,0085	0,0090	0,0089	0,0505	0,1705



Şekil 80: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



Şekil 81: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)



Şekil 82: Çapaçarık sondajlarından alınan suların ağır metal konsantrasyonları(mg/lt)

7. SONUÇLAR

Manisa ve çevresinde yapılan bu çalışmadaki verilerden ve önceki çalışmalar göz önüne alınarak şu sonuçlar elde edilmiştir.

1. İnceleme alanı içinde temeli, filiş ortamında çökelmiş meta kumtaşı, çamurtaşı ve bunlarla yanal düşey geçişli gri renkli, mikritik kireçtaşları ile beyaz renkli tüfler, olistolitlerden meydana gelen Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı oluşturmaktadır.
2. Triyas yaşlı Manastır Dağı Olistolitlerinden ölçülmüş 20 adet (S_0) tabaka ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; Bo: K 60^0 D, 2^0 KD dur.
3. Kretase yaşlı Manisa Dağı Olistolitlerinden ölçülen 20 adet (S_0) tabakalanma ölçümüne ait kontur diyagramı. Kıvrım eksen; Bo: K 40^0 B, 8^0 KB dır.
- 4.İnceleme alanındaki kaynaklar Manisa fayına bağlı olarak boşalmaktadır.
5. Sıkışmamış birim olan Alüvyonda porozite %29-33,Yamaç molozunda ise,%24-36 arasındadır.
- 6.Alüvyonda, permeabilite $1,8*10^{-4}$ - $5,4*10^{-4}$ arasında Yamaç molozunda ise $1,1*10^{-3}$ - $3,9*10^{-4}$ arasındadır.
7. Sondaj kuyularında statik seviye 0,26- 93,5 metre, dinamik seviye 1,22-94 metredir. Debi ise 15-95 lt/sn arasında değişmektedir.
- 8.İnceleme alanındaki suların sertlikleri 25-75 0 Fs arasında olup inceleme alanındaki sular sert,çok sert sular sınıfındadır.
9. İnceleme alanındaki suların pH değerleri 6-8 arasında olup sular nötr özelliktedir. İnceleme alanındaki suların EC değerleri 400-2500 μ mho/cm arasındadır.
- 10.İnceleme alanındaki sular Wilcox diyagramına göre çok iyi-iyi,şüpheli kullanılabilir sular sınıfındadır.
- 11.İnceleme alanındaki sular ABD Tuzluluk diyagramına göre C_2-S_1 , C_3-S_1 , C_4-S_1 sınıfındadır.

12.Scholler diyagramına göre suların iyon dizilişi; bölgeyi temsil eden sulara: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rSO_4 > rHCO_3 > rCl$ şeklindedir. Gediz bölgesi sularında ise, $rCa > r(Na+K) > rMg$, $rSO_4 > rHCO_3 > rCl$ dur.

13. Gediz sondajları hariç inceleme alanındaki bütün sulara iyonları birleştiren doğrular yaklaşık birbirine paralel olup iyonların sıralanışı aynıdır. Bu durum suların aynı kökenli olduğunu göstermektedir. Gediz sondajlarında katyonlarda Mg ve Na+K yer değiştirmiştir, Gediz sondajları alüvyon içinde açıldıklarından Na+K yüksek değerdedir.

14.Piper diyagramına göre sular, Gediz sondajlarından alınan sular haricindeki tüm sular, 1. bölgede gruplanmış olup $Ca+Mg > Na+K$ 'lu karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfındadır. Gediz sondajlarından alınan su örnekleri 4. bölgede toplanmışlardır, bu bölgedeki sular $Cl+SO_4 > HCO_3+CO_3$ 'lu sular sınıfındadır.

15.İnceleme alanındaki tüm sular Langelier'e göre korozyon ya da çözüldürücüdürler.

16.İnceleme alanındaki suların $\delta^{18}O(‰)$ değerleri -6,46,-7,87; $\delta^2D(‰)$ değerleri -45,41,-34,9; $^3H(TU)$ değerleri ise 0,90-3,55 arasında olup sık dolaşımli sulardır.

17.İnceleme alanındaki tüm suların ağır metal konsantrasyonları sınır değerler altında olup, Yarıkkaya 3 sondajında Hg, Akpınar 1-2-3 sondajlarında Hg, Kayapınar 1-2-3-4 sondajlarında Hg, Kayapınar 1-2-6-7 sondajlarında As, Çapaçarık 1-2-5-6 sondajlarında Hg, Çapaçarık 1 sondajında As konsantrasyonları izin verilen sınır değer üzerindedir.

18.Akpınar bölgesindeki suların elde edildiği sondajlar bölgenin aynı zamanda rekreasyon alanı olmasından dolayı koruma alanlarının dikkatle uygulanması ve alandan işletilen sulara pestisit ile deterjana bağlı kirliliğin oluşmaması için gereken tedbirler alınmalıdır.

8. KAYNAKLAR

- Akdeniz, N., Konak, N., Öztürk, Z., ve Çakır, M.H., 1986, İzmir-Manisa dolaylarının jeolojisi. MTA Raporu Derleme No: 7929, 164 s., Ankara.
- Akyürek, B., Soysal, Y., 1978, Kırkağaç-Soma (Manisa)-Savaştepe, Korucu, Ayvalık (Balıkesir) – Bergama (İzmir) civarının jeolojisi: M.T.A. Rap. No. 6432 (Yayınlanmamış).
- Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1983, Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. MTA Dergisi, 95/96, 1-2.
- Borsi, S., Ferrara, C., Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972; Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea: Bull. Volc., 36, 473-496
- Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Geological Society Special Publication 173, Geological Society, London, pp. 353–384.
- Canik, B., 1979, Bolu-Gökpınar karstik kaynağının boşalımı, Altınlı simp., Ankara, 57-63
- Canik, B., 1998, Hidrojeoloji, Yeraltı sularının aranması işletilmesi, kimyası. A.Ü. Fen Fakültesi, P. 291, ISBN 975-94414-0-3 Ankara
- Craig, H., 1961, Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, 1702-1703.
- Düzbastılar, M.K., 1976, Yamanlar bölgesi batı kısmının jeolojisi hakkında: Ege Üniv. Fen. Fak. İlmi raporlar serisi. No: 186
- Ejima, Y., Fujina, T., Takagi, H., Shimada, K., Iwanaga, T., Yoneda, Y. ve Murakomi, Y., 1987, The pre-feasibility study on the Dikili-Bergama geothermal development project in the Republic of Turkey-Progress Report II (yayınlanmamış).
- Ercan, T., 1983, Batı Anadolu'daki Senozoyik yaşlı volkanik kayalar ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumları : M.T.A. Gen. Müd. Derleme rap. No :7294(yayınlanmamış).
- Ercan, T., Türkecan, A., Akyürek, B., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., Can, B., Erkan, M., 1984 , Dikili , Çandarlı, Bergama (İzmir) ve Ayvalık , Edremit , korucu (Balıkesir) yörelerinin jeolojisi ve magmatik kayaların petrolojisi: M.T.A. Gen. Müd. Der. rap. no :7600(yayınlanmamış).

- Ercan, T., Türkecan , A., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş,M., Can, B., Erkan, M., 1984, Biga çevresinin (Balıkesir) jeolojisi mağmatik kayaçların petrografisi ve kökensel yorumu : M.T.A. Gen. Müd. Der. rap. no: 7601(yayınlanmamış).
- Ercan, T., Satır, M., Sevin, D. ve Türkecan, A., 1997, Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu. MTA Derg. No. 119 s.103-112
- Erdoğan, B., 1990 , İzmir–Ankara Zonu ile Karaburun Kuşağının tektonik ilişkisi : M.T.A. Derg. s. 110, s. 1-7
- Erdoğan, B. ve Güngör T.,1992 , Menderes Masifinin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi TPJD Bülteni.C. 4, s.1,9-34
- Eşder, T., 1988, Gümüldür-Cumaovası (İzmir) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniv. Fen Bil. Enst. Jeoloji Müh. Böl. Anabilim Dalı, 401 s. (Yayınlanmamış).
- Eşder, T., Yakabağı, A., Sarıkaya H. ve Çiçekli, K., 1991, Aliğa (İzmir) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. MTA Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No: 9467, Ankara.
- Gat, J. R., Carmi, I., 1970, Evolution of the isotopic composition of atmospheric waters in the Mediterranean sea area, Journal of Geophysical Research, 75, 3039-3048.
- Genç,Ş.C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., Yılmaz, Y., 2001, The Çubukludağ graben, south of İzmir: tectonic significance in the Neogene geological evolution of the Western Anatolia. Geodinamica Acta, 14, 1–12.
- Kaya, O., 1978 , Ege kıyı kuşağı (Dikili-Zeytindağı-Menemen-Yenifoça) Neojen stratigrafisi : Ege Üniv. Fen Fak. monografiler serisi , no : 17
- Kaya, O., 1979, Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. TJK Bülteni, 22, 35-58.
- Kaya, O., 1981, Miocene reference section for the coastal parts of west Anatolia, Newsletter Startigr., 10, 164-191.
- Kaya,O. ve Savaşın,Y.,1981, Petrologic significance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia: Aegean Earth Sciences, 1, 45-58.

- Kissel, C., Loj, C., Şengör, A.M.C., and Poisson, A., 1987, Paleomagnetic evidence for rotation in opposite senses of adjacent blocks in northeastern Aegean and western Anatolia. *Geophys. Res. Lett.* V.14, p. 907-910
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. ve Bozkurt, E., 1999, Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey. *J. Geol. Soc., London*, 156, 605–616.
- Kozan, T., Ödüm, F., Bozbay, E., Bircan, A., Keçer, M., Tüfekçi, K., 1982, Burhaniye (Balıkesir)–Menemen (İzmir) arası kıyı bölgesinin jeomorfolojisi : M.T.A. Gen. Müd. Der. rap. no:7287
- Maillet, E., 1905, *Essais d'Hydraulique souterraine et fluviale*. Hermann, Paris, 218p.
- Okay A.İ. ve Siyako M., 1991, The new position of the İzmir–Ankara Neo-Tethyan suture between İzmir and Balıkesir. In: Turgut S. (Ed.), *Tectonics and Hydrocarbon Potential of Anatolia and surrounding regions*, Ozan Sungurlu Symposium Proceedings, pp. 333– 355.
- Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996, Paleo- and Neo- Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints: In: Yin, A. ve Harrison, M. (eds) *Tectonics of Asia*. Cambridge University Press, 420-441.
- Özer, S. ve İrtəm, O., 1982, Işıklar-Altındağ (Bornova-İzmir) alanı Üst Kretase kireçtaşlarının jeolojik konumu, stratigrafisi ve fasiyes özellikler: *Türkiye Jeol.Kur.Bült.*, 25,41-47.
- Schoeller, H., 1962. *Les eaux souterraines* Masson et Cie, Paris.
- Şahinci, A., 1991a, *Doğal Suların Jeokimyası*. Reform Matbaası, Beyler-İZMİR.
- Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics* 3:693–707
- Türk –İtalyan Ortak Projesi., 1991, Geological and mining studies in western Turkey with particular reference to production of precious and rare metals using hydrometallurgical processes. Final Report, 428p.
- USGS: <http://earthquake.usgs.gov>
- USGS: <http://googleearth.com>

- Yılmaz, Y., 1997, Geology of Western Anatolia. In: Schindler, C ve Pfister, M. (Eds.) Active tectonics of Northwestern Anatolia–The MARMARA Poly Project; A multidisciplinary approach by Space Geodesy, Geology, Hydrogeology, Geothermics and Seismology. Vdf. Hochschulverlag, an der ETH Zurich, pp. 31–53.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak Ş. ve Elmas, A., 2000, When did the western Anatolian grabens begin to develop?

Ek 3 : İnceleme alanındaki bazı sondaj kuyularına ait değerler

Mevkii	Kuyu No	Kuyu Kodu	Derinlik(m)	Statik Seviye (m)	Dinamik Seviye(m)	Debi lt/sn
YARIKKAYA	1	Y-1	152	-	-	30
	2	Y- 2	148	27,65	31,77	51
	3	Y- 3	148	23,47	31,25	23
	4	Y- 4	152	-	-	30
AKPINAR	1	A- 1	120	26	28,85	45
	2	A- 2	72	23,6	32,5	23
	3	A- 3	76	23,6	29	50
	4	A- 4	64	0,26	2,1	89,76
	5	A- 5	86	0,68	3,48	88
	6	A-6	66	0,57	2,04	84
	7	A- 7	64	1,7	21,8	48,13
	8	A- 8	60	23,6	29,45	7
ILICA	1	I- 1	54	1,35	1,97	92,31
	2	I- 2	52	1,01	1,8	86,93
	3	I- 3	52	0,95	1,98	95,14
	4	I- 4	56	0,6	1,22	95
	5	I- 5	70	2,35	-	4
	6	I- 6	94	1	7	45
	7	I- 7	100	12	12,2	50
	8	I- 8	120	12,4	13	50
GÜRLE	1	G- 1	102	18	30	20
	2	G- 2	102	23	50	20
	3	G- 3	140	21,5	42,3	15
	4	G- 4	130	30	58	26
	5	G- 5	162	60	61,4	15
ÇAPAÇARIK	1	Ç- 1	220	93,5	93,5	30
	2	Ç- 2	200	93,5	94	30
	3	Ç- 3	200	91	91,5	30
	4	Ç- 4	200	93	93	30
	5	Ç- 5	200	90	91	30

Ek 4:İnceleme alanındaki kaynak sularının fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune Adı			İlıca K.	Üçoluk K.	Gürle K.
KATYON	Na	Mg/lit	9,89	8,28	4,37
		meq/lit	0,43	0,36	0,19
		%meq/lit	7,96	5,88	3,41
	K	Mg/lit	0,78	3,90	0,78
		meq/lit	0,02	0,10	0,02
		%meq/lit	0,37	1,63	0,36
	Ca	Mg/lit	65,80	54,00	59,60
		meq/lit	3,29	2,70	2,98
		%meq/lit	60,93	44,12	53,41
	Mg	Mg/lit	19,92	35,52	28,68
		meq/lit	1,66	2,96	2,39
		%meq/lit	30,74	48,37	42,83
TOPLAM		Mg/lit	96,39	101,70	93,43
		meq/lit	5,40	6,12	5,58
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lit	122,61	193,37	76,25
		meq/lit	2,01	3,17	1,25
		%meq/lit	41,96	55,23	30,41
	CO ₃	Mg/lit	0,00	0,00	0,00
		meq/lit	0,00	0,00	0,00
		%meq/lit	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lit	28,05	28,05	23,08
		meq/lit	0,79	0,79	0,65
		%meq/lit	16,49	13,76	15,82
	SO ₄	Mg/lit	95,52	85,44	106,08
		meq/lit	1,99	1,78	2,21
		%meq/lit	41,54	31,01	53,77
TOPLAM		Mg/lit	246,18	306,86	205,41
		meq/lit	4,79	5,74	4,11
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00
PH			7,57	7,18	7,68
EC 25 C			729,00	642,00	524,00
Toplam sertlik FS			24,75	28,30	26,85
% Na			8,33	7,52	3,76
SAR			0,27	0,21	0,12

Ek 5: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			İllica 1	İllica 2	İllica 3	İllica 4	İllica 6	İllica 7
KATYON	Na	Mg/lt	14,49	14,95	14,26	14,26	15,18	14,95
		meq/lt	0,63	0,65	0,62	0,62	0,66	0,65
		%meq/lt	10,52	10,96	10,58	10,08	11,13	11,02
	K	Mg/lt	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
		meq/lt	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
		%meq/lt	1,17	1,18	1,19	1,14	1,18	1,19
	Ca	Mg/lt	54,40	52,80	54,20	69,00	54,40	53,40
		meq/lt	2,72	2,64	2,71	3,45	2,72	2,67
		%meq/lt	45,41	44,52	46,25	56,10	45,87	45,25
	Mg	Mg/lt	30,84	30,84	29,52	24,12	29,76	30,12
		meq/lt	2,57	2,57	2,46	2,01	2,48	2,51
		%meq/lt	42,90	43,34	41,98	32,68	41,82	42,54
TOPLAM		Mg/lt	102,46	101,32	100,71	110,11	102,07	101,20
		meq/lt	5,99	5,93	5,86	6,15	5,93	5,90
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	193,37	170,19	145,18	182,39	193,37	96,38
		meq/lt	3,17	2,79	2,38	2,99	3,17	1,58
		%meq/lt	56,30	48,27	44,24	53,11	56,91	30,09
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	28,05	14,20	28,05	23,08	28,05	28,05
		meq/lt	0,79	0,40	0,79	0,65	0,79	0,79
		%meq/lt	14,03	6,92	14,69	11,55	14,19	15,05
	SO ₄	Mg/lt	80,16	124,32	106,08	95,52	77,28	138,24
		meq/lt	1,67	2,59	2,21	1,99	1,61	2,88
		%meq/lt	29,66	44,81	41,08	35,35	28,90	54,86
TOPLAM		Mg/lt	301,58	308,71	279,31	300,99	298,70	262,67
		meq/lt	5,63	5,78	5,38	5,63	5,57	5,25
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,13	7,12	7,16	6,80	7,18	7,10
EC 25 C			838,00	636,00	622,00	632,00	632,00	630,00
Toplam sertlik FS			26,45	26,05	25,85	27,30	26,00	25,90
% Na			11,69	12,14	11,77	11,22	12,31	12,20
SAR			0,39	0,40	0,39	0,38	0,41	0,40

Ek 6: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			İllica 8	İllica 9	İllica 10	İllica 11	İllica 12	İllica 13
KATYON	Na	Mg/lt	14,95	14,49	16,56	16,1	14,26	14,03
		meq/lt	0,65	0,63	0,72	0,70	0,62	0,61
		%meq/lt	11,05	10,24	11,43	11,27	10,60	10,03
	K	Mg/lt	2,73	2,73	3,12	2,73	2,73	2,73
		meq/lt	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
		%meq/lt	1,19	1,14	1,27	1,13	1,20	1,15
	Ca	Mg/lt	55,00	56,20	54,60	54,60	53,80	54,60
		meq/lt	2,75	2,81	2,73	2,73	2,69	2,73
		%meq/lt	46,77	45,69	43,33	43,96	45,98	44,90
	Mg	Mg/lt	28,92	31,68	33,24	32,520	29,640	32,040
		meq/lt	2,41	2,64	2,77	2,71	2,47	2,67
		%meq/lt	40,99	42,93	43,97	43,64	42,22	43,91
TOPLAM		Mg/lt	101,60	105,10	107,52	105,95	100,43	103,40
		meq/lt	5,88	6,15	6,30	6,21	5,85	6,08
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	193,37	145,18	145,18	193,370	145,180	132,980
		meq/lt	3,17	2,38	2,38	3,17	2,38	2,18
		%meq/lt	57,85	42,88	41,90	54,65	44,40	39,49
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	14,20	14,20	14,20	28,05	28,05	28,05
		meq/lt	0,40	0,40	0,40	0,79	0,79	0,79
		%meq/lt	7,30	7,21	7,04	13,62	14,74	14,31
	SO ₄	Mg/lt	91,68	132,96	139,20	88,32	105,12	122,4
		meq/lt	1,91	2,77	2,90	1,84	2,19	2,55
		%meq/lt	34,85	49,91	51,06	31,72	40,86	46,19
TOPLAM		Mg/lt	299,25	292,34	298,58	309,74	278,35	283,43
		meq/lt	5,48	5,55	5,68	5,80	5,36	5,52
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,16	7,09	7,10	7,31	7,13	7,15
EC 25 C			628,00	619,00	684,00	618,00	611,00	609,00
Toplam sertlik FS			25,80	27,25	27,50	27,20	25,80	27,00
% Na			12,24	11,38	12,70	12,40	11,79	11,18
SAR			0,40	0,38	0,43	0,42	0,39	0,37

Ek 7: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Akpınar1	Akpınar2	Akpınar3	Akpınar4	Akpınar5	Akpınar6
KATYON	Na	Mg/lt	10,35	11,27	10,35	14,72	4,37	4,60
		meq/lt	0,45	0,49	0,45	0,64	0,19	0,20
		%meq/lt	7,82	8,52	7,65	10,13	3,64	3,81
	K	Mg/lt	1,17	1,56	1,17	1,17	0,78	0,78
		meq/lt	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
		%meq/lt	0,52	0,70	0,51	0,47	0,38	0,38
	Ca	Mg/lt	53,08	52,40	54,80	55,00	52,60	54,00
		meq/lt	2,65	2,62	2,74	2,75	2,63	2,70
		%meq/lt	46,12	45,57	46,60	43,51	50,38	51,43
	Mg	Mg/lt	31,44	31,20	31,92	34,80	28,56	27,96
		meq/lt	2,62	2,60	2,66	2,90	2,38	2,33
		%meq/lt	45,53	45,22	45,24	45,89	45,59	44,38
TOPLAM		Mg/lt	96,04	96,43	98,24	105,69	86,31	87,34
		meq/lt	5,75	5,75	5,88	6,32	5,22	5,25
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	145,18	193,37	156,16	132,98	145,18	145,18
		meq/lt	2,38	3,17	2,56	2,18	2,38	2,38
		%meq/lt	45,33	59,25	43,76	38,31	49,07	49,38
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	14,20	14,20	20,95	23,79	28,05	14,20
		meq/lt	0,40	0,40	0,59	0,67	0,79	0,40
		%meq/lt	7,62	7,48	10,09	11,78	16,29	8,30
	SO ₄	Mg/lt	118,56	85,44	129,60	136,32	80,64	97,92
		meq/lt	2,47	1,78	2,70	2,84	1,68	2,04
		%meq/lt	47,05	33,27	46,15	49,91	34,64	42,32
TOPLAM		Mg/lt	277,94	293,01	306,71	293,09	253,87	257,30
		meq/lt	5,25	5,35	5,85	5,69	4,85	4,82
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,46	7,29	7,28	7,21	7,47	7,61
EC 25 C			553,00	577,00	5666,00	675,00	434,00	437,00
Toplam sertlik FS			26,37	26,10	27,00	28,25	25,05	25,15
% Na			8,34	9,22	8,16	10,60	4,02	4,19
SAR			0,28	0,30	0,27	0,38	0,12	0,13

Ek 8: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Ykaya1	Ykaya2	Ykaya3	Ykaya4
KATYON	Na	Mg/lit	4,14	4,14	4,14	4,37
		meq/lit	0,18	0,18	0,18	0,19
		%meq/lit	3,41	3,38	3,35	3,58
	K	Mg/lit	0,78	0,78	0,78	0,78
		meq/lit	0,02	0,02	0,02	0,02
		%meq/lit	0,38	0,38	0,37	0,38
	Ca	Mg/lit	52,60	52,80	55,40	52,80
		meq/lit	2,63	2,64	2,77	2,64
		%meq/lit	49,81	49,53	51,58	49,72
	Mg	Mg/lit	29,40	29,88	28,80	29,52
		meq/lit	2,45	2,49	2,40	2,46
		%meq/lit	46,40	46,72	44,69	46,33
TOPLAM		Mg/lit	86,92	87,60	89,12	87,47
		meq/lit	5,28	5,33	5,37	5,31
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lit	145,18	150,06	140,30	193,37
		meq/lit	2,38	2,46	2,30	3,17
		%meq/lit	48,57	50,20	46,94	62,65
	CO ₃	Mg/lit	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lit	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lit	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lit	28,05	17,04	17,04	28,05
		meq/lit	0,79	0,48	0,48	0,79
		%meq/lit	16,12	9,80	9,80	15,61
	SO ₄	Mg/lit	83,04	94,08	101,76	52,8
		meq/lit	1,73	1,96	2,12	1,10
		%meq/lit	35,31	40,00	43,27	21,74
TOPLAM		Mg/lit	256,27	261,18	259,10	274,22
		meq/lit	4,90	4,90	4,90	5,06
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,41	7,38	7,35	7,4
EC 25 C			456,00	458,00	460,00	462,00
Toplam sertlik FS			25,40	25,65	25,85	25,50
% Na			3,79	3,75	3,72	3,95
SAR			0,11	0,11	0,11	0,12

Ek 9: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			ÇPÇS1	ÇPÇS2	ÇPÇS3	ÇPÇS4	ÇPÇS5	ÇPÇS6
KATYON	Na		7,13	7,13	7,13	7,13	6,90	42,32
		meq/lt	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	1,84
		%meq/lt	5,28	5,38	5,10	5,23	5,11	19,53
	K	Mg/lt	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	2,34
		meq/lt	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
		%meq/lt	0,51	0,52	0,49	0,51	0,51	0,64
	Ca	Mg/lt	51,20	51,60	52,40	50,40	52,00	70,00
		meq/lt	2,56	2,58	2,62	2,52	2,60	3,50
		%meq/lt	43,61	44,79	43,09	42,50	44,29	37,15
	Mg	Mg/lt	35,64	34,08	37,44	36,84	35,28	48,24
		meq/lt	2,97	2,84	3,12	3,07	2,94	4,02
		%meq/lt	50,60	49,31	51,32	51,77	50,09	42,68
TOPLAM		Mg/lt	95,14	93,98	98,14	95,54	95,35	162,90
		meq/lt	5,87	5,76	6,08	5,93	5,87	9,42
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	193,37	95,77	206,18	193,37	193,37	304,39
		meq/lt	3,17	1,57	3,38	3,17	3,17	4,99
		%meq/lt	57,43	30,54	52,08	57,64	57,43	58,91
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	28,05	28,05	14,20	14,20	28,05	36,57
		meq/lt	0,79	0,79	0,40	0,40	0,79	1,03
		%meq/lt	14,31	15,37	6,16	7,27	14,31	12,16
	SO ₄	Mg/lt	74,88	133,44	130,08	92,64	74,88	117,60
		meq/lt	1,56	2,78	2,71	1,93	1,56	2,45
		%meq/lt	28,26	54,08	41,76	35,09	28,26	28,93
TOPLAM		Mg/lt	296,30	257,26	350,46	300,21	296,30	458,56
		meq/lt	5,52	5,14	6,49	5,50	5,52	8,47
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,47	7,46	7,40	7,46	7,54	6,88
EC 25 C			465,00	462,00	464,00	465,00	465,00	876,00
Toplam sertlik FS			27,65	27,10	28,70	27,95	27,70	37,60
% Na			5,79	5,90	5,59	5,73	5,62	20,17
SAR			0,19	0,19	0,18	0,19	0,18	0,95

Ek 10: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			KYPS1	KYPS2	KYPS3	KYPS4	KYPS5	KYPS6
KATYON	Na		7,13	7,13	4,60	6,9	6,67	6,44
		meq/lt	0,31	0,31	0,20	0,30	0,29	0,28
		%meq/lt	5,21	5,03	3,57	5,03	4,95	4,79
	K	Mg/lt	0,78	0,78	0,78	1,17	0,78	0,78
		meq/lt	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
		%meq/lt	0,34	0,32	0,36	0,50	0,34	0,34
	Ca	Mg/lt	58,80	60,60	59,60	58,20	58,20	58,00
		meq/lt	2,94	3,03	2,98	2,91	2,91	2,90
		%meq/lt	49,41	49,19	53,21	48,83	49,66	49,66
	Mg	Mg/lt	32,16	33,60	28,80	32,64	31,68	31,68
		meq/lt	2,68	2,80	2,40	2,72	2,64	2,64
		%meq/lt	45,04	45,45	42,86	45,64	45,05	45,21
TOPLAM		Mg/lt	98,87	102,11	93,78	98,91	97,33	96,90
		meq/lt	5,95	6,16	5,60	5,96	5,86	5,84
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	196,42	131,76	97,60	137,25	198,86	78,86
		meq/lt	3,22	2,16	1,60	2,25	3,26	1,29
		%meq/lt	60,30	44,81	41,67	55,15	64,43	44,54
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	16,33	23,08	23,08	20,59	19,53	12,78
		meq/lt	0,46	0,65	0,65	0,58	0,55	0,36
		%meq/lt	8,61	13,49	16,93	14,22	10,87	12,40
	SO ₄	Mg/lt	79,68	96,48	76,32	60	60	60
		meq/lt	1,66	2,01	1,59	1,25	1,25	1,25
		%meq/lt	31,09	41,70	41,40	30,64	24,70	43,06
TOPLAM		Mg/lt	292,43	251,32	197,00	217,84	278,39	151,64
		meq/lt	5,34	4,82	3,84	4,08	5,06	2,90
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,68	7,62	7,73	7,6	7,7	7,61
EC 25 C			590,00	603,00	527,00	551,00	544,00	546,00
Toplam sertlik FS			28,10	29,15	26,90	28,15	27,75	27,70
% Na			5,55	5,36	3,93	5,54	5,29	5,14
SAR			0,18	0,18	0,12	0,18	0,17	0,17

Ek 11: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Gediz 1	Gediz 2	Gediz 3	Gediz 4	Gediz 5	Gediz 6
KATYON	Na		14,03	17,02	8,05	14,72	20,01	25,53
		meq/lt	0,61	0,74	0,35	0,64	0,87	1,11
		%meq/lt	7,10	7,36	3,55	7,13	8,41	12,98
	K	Mg/lt	0,78	1,17	0,39	0,78	1,17	1,95
		meq/lt	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05
		%meq/lt	0,23	0,30	0,10	0,22	0,29	0,58
	Ca	Mg/lt	126,20	147,60	132,40	132,00	148,00	104,80
		meq/lt	6,31	7,38	6,62	6,60	7,40	5,24
		%meq/lt	73,46	73,36	67,14	73,50	71,57	61,29
	Mg	Mg/lt	19,80	22,92	34,56	20,64	24,48	25,80
		meq/lt	1,65	1,91	2,88	1,72	2,04	2,15
		%meq/lt	19,21	18,99	29,21	19,15	19,73	25,15
TOPLAM		Mg/lt	160,81	188,71	175,40	168,14	193,66	158,08
		meq/lt	8,59	10,06	9,86	8,98	10,34	8,55
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	220,21	258,03	252,54	229,97	264,74	218,99
		meq/lt	3,61	4,23	4,14	3,77	4,34	3,59
		%meq/lt	44,68	44,58	44,71	44,59	44,65	44,65
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	36,57	43,96	41,89	38,84	44,02	36,57
		meq/lt	1,03	1,24	1,18	1,09	1,24	1,03
		%meq/lt	12,75	13,05	12,74	12,94	12,76	12,81
	SO ₄	Mg/lt	165,12	192,96	189,12	172,32	198,72	164,16
		meq/lt	3,44	4,02	3,94	3,59	4,14	3,42
		%meq/lt	42,57	42,37	42,55	42,46	42,59	42,54
TOPLAM		Mg/lt	421,90	494,95	483,55	441,13	507,48	419,72
		meq/lt	8,08	9,49	9,26	8,45	9,72	8,04
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,24	7,04	7,30	7,33	7,30	7,80
EC 25 C			572,00	745,00	681,00	609,00	769,00	535,00
Toplam sertlik FS			39,80	46,45	47,50	41,60	47,20	36,95
% Na			7,33	7,65	3,65	7,35	8,70	13,57
SAR			0,31	0,34	0,16	0,31	0,40	0,58

Ek 12: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Gediz 7	Gediz 8	Gediz 9	Gediz 10	Gediz 11	Gediz 12	Gediz 13
KATYON	Na		293,02	13,80	406,18	17,71	33,81	46,69	113,85
		meq/lt	12,74	0,60	17,66	0,77	1,47	2,03	4,95
		%meq/lt	45,02	7,28	84,74	9,03	12,24	16,53	25,79
	K	Mg/lt	15,21	1,95	1,17	2,34	3,12	3,51	10,92
		meq/lt	0,39	0,05	0,03	0,06	0,08	0,09	0,28
		%meq/lt	1,38	0,61	0,14	0,70	0,67	0,73	1,46
	Ca	Mg/lt	179,20	120,00	53,60	114,20	142,80	140,80	169,40
		meq/lt	8,96	6,00	2,68	5,71	7,14	7,04	8,47
		%meq/lt	31,66	72,82	12,86	66,94	59,45	57,33	44,14
	Mg	Mg/lt	74,52	19,08	5,64	23,88	39,84	37,44	65,88
		meq/lt	6,21	1,59	0,47	1,99	3,32	3,12	5,49
		%meq/lt	21,94	19,30	2,26	23,33	27,64	25,41	28,61
TOPLAM		Mg/lt	561,95	154,83	466,59	158,13	219,57	228,44	360,05
		meq/lt	28,30	8,24	20,84	8,53	12,01	12,28	19,19
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	725,29	211,06	533,75	218,38	307,44	314,76	491,66
		meq/lt	11,89	3,46	8,75	3,58	5,04	5,16	8,06
		%meq/lt	44,68	44,64	44,57	44,69	44,25	36,06	46,00
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	120,70	35,16	88,75	36,21	51,12	52,19	81,65
		meq/lt	3,40	0,99	2,50	1,02	1,44	1,47	2,30
		%meq/lt	12,78	12,78	12,74	12,73	12,64	10,27	13,13
	SO ₄	Mg/lt	543,36	158,40	402,24	163,68	235,68	368,64	343,68
		meq/lt	11,32	3,30	8,38	3,41	4,91	7,68	7,16
		%meq/lt	42,54	42,58	42,69	42,57	43,11	53,67	40,87
TOPLAM		Mg/lt	1389,35	404,62	1024,74	418,27	594,24	735,59	916,99
		meq/lt	26,61	7,75	19,63	8,01	11,39	14,31	17,52
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,36	7,76	7,70	7,7	7,23	7,87	7,69
EC 25 C			2580,00	478,00	1890,00	551,00	961,00	471,00	866
Toplam sertlik FS			75,85	37,95	15,75	38,50	52,30	50,80	69,80
% Na			46,40	7,89	84,88	9,73	12,91	17,26	27,25
SAR			4,63	0,31	14,07	0,39	0,64	0,90	1,87

Ek 13: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Gediz14	Gediz15	Gediz16	Gediz17	Gediz18	Gediz19
KATYON	Na		6,44	50,83	34,27	22,31	26,22	26,22
		meq/lt	0,28	2,21	1,49	0,97	1,14	1,14
		%meq/lt	1,74	17,27	18,08	12,47	15,36	13,51
	K	Mg/lt	8,19	2,73	1,95	1,56	1,17	2,34
		meq/lt	0,21	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06
		%meq/lt	1,31	0,55	0,61	0,51	0,40	0,71
	Ca	Mg/lt	173,60	134,00	86,00	103,00	93,00	104,80
		meq/lt	8,68	6,70	4,30	5,15	4,65	5,24
		%meq/lt	54,05	52,34	52,18	66,20	62,67	62,09
	Mg	Mg/lt	82,68	45,84	28,80	19,44	19,20	24,00
		meq/lt	6,89	3,82	2,40	1,62	1,60	2,00
		%meq/lt	42,90	29,84	29,13	20,82	21,56	23,70
TOPLAM		Mg/lt	270,91	233,40	151,02	146,31	139,59	157,36
		meq/lt	16,06	12,80	8,24	7,78	7,42	8,44
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lt	458,11	328,18	211,06	199,47	190,32	215,94
		meq/lt	7,51	5,38	3,46	3,27	3,12	3,54
		%meq/lt	50,81	52,64	45,77	45,61	42,22	45,68
	CO ₃	Mg/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lt	76,33	54,67	35,15	33,02	31,60	35,86
		meq/lt	2,15	1,54	0,99	0,93	0,89	1,01
		%meq/lt	14,55	15,07	13,10	12,97	12,04	13,03
	SO ₄	Mg/lt	245,76	158,40	149,28	142,56	162,24	153,60
		meq/lt	5,12	3,30	3,11	2,97	3,38	3,20
		%meq/lt	34,64	32,29	41,14	41,42	45,74	41,29
TOPLAM		Mg/lt	780,20	541,25	395,49	375,05	384,16	405,40
		meq/lt	14,78	10,22	7,56	7,17	7,39	7,75
		%meq/lt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,71	7,38	7,34	7,69	7,78	7,72
EC 25 C			872,00	1581,00	1696,00	955,00	514,00	464,00
Toplam sertlik FS			77,85	52,60	33,50	33,85	31,25	36,20
% Na			3,05	17,81	18,69	12,98	15,77	14,22
SAR			0,10	0,96	0,81	0,53	0,64	0,60

Ek 14: İnceleme alanındaki suların fizikokimyasal analiz sonuçları

Numune No			Gediz20	Gediz21	Gediz22	Gediz23	Gediz24	Gediz25
KATYON	Na	Mg/lit	26,22	20,93	36,11	22,31	45,31	37,26
		meq/lit	1,14	0,91	1,57	0,97	1,97	1,62
		%meq/lit	12,95	9,70	13,57	11,41	16,74	21,15
	K	Mg/lit	2,34	2,73	25,74	2,73	2,34	1,56
		meq/lit	0,06	0,07	0,66	0,07	0,06	0,04
		%meq/lit	0,68	0,75	5,70	0,82	0,51	0,52
	Ca	Mg/lit	117,60	125,00	153,20	111,60	174,00	72,60
		meq/lit	5,88	6,25	7,66	5,58	8,70	3,63
		%meq/lit	66,82	66,63	66,21	65,65	73,92	47,39
	Mg	Mg/lit	20,64	25,80	20,16	22,56	12,48	28,44
		meq/lit	1,72	2,15	1,68	1,88	1,04	2,37
		%meq/lit	19,55	22,92	14,52	22,12	8,84	30,94
TOPLAM		Mg/lit	166,80	174,46	235,21	159,20	234,13	139,86
		meq/lit	8,80	9,38	11,57	8,50	11,77	7,66
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ANYON	HCO ₃	Mg/lit	225,70	240,34	296,46	217,77	301,34	196,42
		meq/lit	3,70	3,94	4,86	3,57	4,94	3,22
		%meq/lit	43,48	40,62	50,36	38,39	42,98	42,71
	CO ₃	Mg/lit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		meq/lit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		%meq/lit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cl	Mg/lit	37,63	40,12	49,35	36,21	50,06	32,66
		meq/lit	1,06	1,13	1,39	1,02	1,41	0,92
		%meq/lit	12,46	11,65	14,41	10,97	12,27	12,20
	SO ₄	Mg/lit	180,00	222,24	163,20	226,08	246,88	163,2
		meq/lit	3,75	4,63	3,40	4,71	5,14	3,40
		%meq/lit	44,07	47,73	35,23	50,65	44,75	45,09
TOPLAM		Mg/lit	443,33	502,70	509,01	480,06	598,28	392,28
		meq/lit	8,51	9,70	9,65	9,30	11,49	7,54
		%meq/lit	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PH			7,90	7,76	7,72	7,73	7,29	7,79
EC 25 C			442,00	515,00	519,00	601,00	850,00	500,00
Toplam sertlik FS			38,00	42,00	46,70	37,30	48,70	30,00
% Na			13,64	10,45	19,27	12,24	17,25	21,67
SAR			0,58	0,44	0,73	0,50	0,89	0,94

