

77265

TORBALI ÇEVRESİNİN HİDROJEOLojİSİ

Dokuz Eylül Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

77265

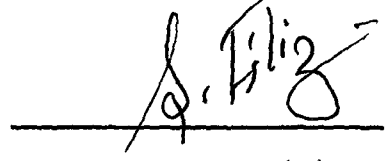
Celalettin ŞİMŞEK

Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı
Dokuz Eylül Üniversitesi

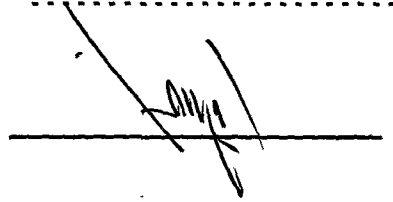
İZMİR
TEMMUZ-1998

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



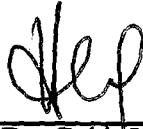
Prof. Dr. Şevki FİLİZ



(Jüri Üyesi)



(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŐEKKÖR

Bu projede bilgi ve görüşlerinden faydalandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Şevki FİLİZ'e, bir çok olanaklarından yararlandığım Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu Müdürü Prof. Dr. Faruk ÇALAPKULU'na, Torbalı Meslek Yüksekokulu Akademik Personeline ve proje yazımında yardımcı olan eşim Arzu ŞİMŞEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Celalettin ŞİMŞEK

İÇERİKLER

	Sayfa
İçindekiler	v
Şekiller Listesi	xi
Tablolar Listesi.....	xiv
Ekler Listesi	xv
Özet.....	xvi
Abstract.....	xvii

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	
1.1. Amac	1
1.2. Çalışma Alanın Yeri	1
1.3. Yöntemler	1
1.4. Cografya	2
1.4. 1. İklim	2
1.4. 2. Bitki örtüsü	4
1.4. 3. Ekomomi	4
1.4. 4. Jeomorfoloji	4
1.5. Önceki Çalışmalar	5

İKİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

2.1. GİRİŞ	12
2.2. KAYA BİRİMLERİ	12

2.2.1. Özbey Birimi	12
2.2.1.1. Tanım	12
2.2.1.2. Litoloji	13
2.2.1.3. Dokanak	13
2.2.1.4. Yaş	13
2.2.1.5. Yorum	14
2.2.2. Arapkave Birimi	14
2.2.2.1. Tanım	14
2.2.2.2. Litoloji	16
2.2.2.3. Dokanak	16
2.2.2.4. Yaş	18
2.2.2.5. Yorum	18
2.2.3. İntepe Birimi	18
2.2.3.1. Tanım	18
2.2.3.2. Litoloji	18
2.2.3.3. Dokanak	19
2.2.3.4. Yaş	20
2.2.3.5. Yorum	21
2.2.4. Gurgur Birimi	22
2.2.4.1. Kireçtaşı Birimi	22
2.2.4.1.1. Tanım	22
2.2.4.1.2. Litoloji	22
2.2.4.1.3. Yaş	22
2.2.4.1.4. Dokanak	23
2.2.4.1.5. Yorum	23
2.2.4.2. Kıltaşı-Çakıltaşı Birimi	24
2.2.4.2.1. Tanım	24
2.2.4.2.2. Litoloji	24
2.2.4.2.3. Yaş	24
2.2.4.2.4. Dokanak	24
2.2.4.2.5. Yorum	25

2.2.5. Alüvyon	25
2.3. YAPISAL JEOLoji	27
2.4. TARİHSEL JEOLoji VE PALEOCOĞRAFYA	29
2.5. EKONOMİK JEOLoji	31
2.6. MÜHENDİSLİK JEOLojisi	33

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLojisi

3.1. GİRİŞ	38
3.1.1. Yağışlar	38
3.1.2. Akarsular	42
3.1.3. Kuyular	45
3.1.3.1. Sığ Kuyular	45
3.1.3.2. Derin Kuyular	45
3.1.3.3. Kaynaklar	47
3.2. KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLojİK YÖNDEN İRDELENMESİ	49
3.2.1. Mesozoyik Yaşlı Birimler	49
3.2.2.1. Mermer ve Şist Birimi	49
3.2.2.2. Kireçtaşı Birimi	50
3.2.2.3. Kumtaşı-Şeyl Birimi	51
3.2.2. Senezoyik Yaşlı Birimler	51
3.2.2.1. Neojen Kireçtaşı Birimi	51
3.2.2.2. Neojen Kilitaşı Birimi	52
3.2.3. Kuvaterner Yaşlı Birimler	53
3.2.3.1. Alüvyon Birimi	53
3.3. HİDROLOJİK DOLAŞIM VE YERALTISULARININ BESLENMESİ	54
3.3.1. Hidrojeolojik Dolaşım	54
3.3.2. Yeraltısuları Beslenme Durumu	56
3.3.3. Havzadaki Yeraltısuyu Boşalımı	56
3.3.3.1. Havzadaki Çekim ve Beslenme Fark	57
3.4. YERALTISUYU SEVİYESİ DEĞİŞİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	60

3.4.1. Yağışın Etkisi	60
3.4.2. Yüzeysel Akışın Etkisi	61
3.4.3. Buharlaşma-Terleme Etkisi	62
3.4.4. Atmosfer Basıncının Etkisi	62
3.4.5. Depremın Etkisi	64
3.4.6. Yeraltısuyu Seviyesinde İnsan Eli İle Yapılan Değişiklikler	64
3.5. YERALTISUYU KALİTESİ VE KULLANMA KRİTERLERİ	65
3.5.1. Suların Fiziksel Özellikleri	67
3.5.1.1. Sıcaklık	67
3.5.1.2. Renk	68
3.5.1.3. Bulanıklılık	68
3.5.1.4. Tat ve Koku	68
3.5.1.5. Asılı Maddeler	69
3.6. YERALTISULARININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	69
3.6.1. Yeraltısularının Kimyasal Bileşimi İle Kayaç Litolojisi Arasındaki İlişki	70
3.6.1.1. Tortul kayaçlar	70
3.6.1.2. Karbonatlı Kayaçlar	70
3.6.1.3. Metamorfik Kayaçlar	71
3.6.2. Yeraltısularında Bulunan Önemli İyonlar	71
3.6.3. Yeraltısularının Kalitesini Etkileyen İyon Özellikleri	75
3.6.3.1. Sertlik	76
3.6.3.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)	77
3.6.3.3. Alkalinite	78
3.6.3.4. Asidite	78
3.6.3.5. Elektiriksel İletkenlik (EC)	78
3.6.4. Suların Kullanma Özellikleri	79
3.6.4.1. Suların İçme Özellikleri	79
3.6.4.2. Suların Sulama Özellikleri	80
3.6.4.2.1. Sodyum Tehlikesi (SAR)	80
3.6.4.3. Suların Endüstride Kullanılma Özellikleri	82
3.6.5. Suların Kimyasal Sınıflaması	83

3.6.5.1. Çözünmüş Toplam Maddelere Göre Sınıflaması	83
3.6.5.2. Schoeller Sınıflaması	83
3.6.5.3. Sülfat Değişimi	85
3.7. YERALTISULARININ KİRLENMESİ	85
3.7.1. Yeraltısularının Kirlenmesine Sebebi Olan Faktörler	87
3.7.1.1. Sıvı Atıklar	87
3.7.1.2. Katı atıklar	90
3.7.2. Katı ve Sıvı Atıkların Depolanması	90

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

4.1. GİRİŞ	97
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	100
KAYNAKÇA	102
EKLER	105

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1: Çalışma alanının son yıllardaki yağış ortalaması	2
Şekil 1.2: Çalışma alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 1.3: Bölgenin morfolojik şekillenmesi	5
Şekil 2.1: Özbey birim(Mşt) içerisindeki merceksele kuvarsit(Q) damarı	14
Şekil 2.2: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti	15
Şekil 2.3: Mermer Birimi içerisindeki eklem takımları	16
Şekil 2.4: Arapkave Birimi(Mmr) ile Özbey Biriminin(Mşt) uyumlu dokanağı	17
Şekil 2.5: İntepe Birimi(Kkms) içerisindeki Kretase kireçtaşı (Kkçt) olistolitlerinin Metamorfiklerle dokanağı(Mmr)	17
Şekil 2.6: İntepe Biriminin(Mkms) Arapkave Birimi (Mmr) ile faylı dokanağı	20
Şekil 2.7: Bindirme fayı boyunca yer alan fay biresi	21
Şekil 2.8: Gurgur Birimler içerisinde gözlenen mağara yapıları	23
Şekil 2.9: Torbalı havzasındaki Alüvyonların genel görünüşü	26
Şekil 2.10: Arapkave Birimi içerisindeki eklem sistemlerinin genel görünüşü	28
Şekil 2.11: Mermer Birimi içerisindeki mıcır ocakları	31
Şekil 2.12: Çalışma alanının 1/200.000 ölçekli jeoloji haritası	34
Şekil 2.13: Çalışma alanının 1/50.000 ölçekli jeoloji haritası	35
Şekil 2.14: Çalışma alanına ait jeolojik kesitler	36
Şekil 2.15: Torbalı ve çevresinin blok diyaqramı	37
Şekil 3.1: Torbalı Havzası ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiğı	39
Şekil 3.2: Çalışma alanının yıllık sıcaklık değişimleri	39
Şekil 3.3: Türkiye genelinde su havzaları alt bölümleri	40
Şekil 3.4: Torbalı ve çevresindeki havzaların sınırları ve yüzölçümleri	41
Şekil 3.5: Torbalı havzası aylık yağış ve yağışlı gün sayısı	42
Şekil 3.6: Fetrek çayı aylık akım eğrisi	44
Şekil 3.7: Fetrek çayı yıllara göre ortalama akım eğrisi	44
Şekil 3.8: Havzadaki 1993 yılı kuyuların statik ve dinamik seviyeleri	48
Şekil 3.9: Bölgedeki kayaçların Transmisibilite değerleri	48

Şekil 3.10: Havzadaki son 12 yıllık su seviye değişimleri	49
Şekil 3.11: DSI'nin açmış olduğu 10063 nolu kuyunun 10 yıllık seviye değişimi	49
Şekil 3.12: Neojen birimlerdeki kaynakların oluşum sistemleri	52
Şekil 3.13: Akifer malzemesi ile Özgül verim arasındaki ilişki	53
Şekil 3.14: Bir havzadaki akifer beslenme döngüsü	54
Şekil 3.15: Torbalı ve çevresindeki havzaların yeraltısuyu akım yönleri	55
Şekil 3.16: a: Yeraltısuyunun nehri beslemesi, b: nehrin yeraltısuyunu beslemesi c: karışık beslenme	61
Şekil 3.17: Bölgenin yağış(p) ve potansiyel buharlaşma-terleme (ETP) eğrisi	63
Şekil 3.18: Derinlik ile Buharlaşma-Terleme arasındaki ilişki	64
Şekil 3.19: Arapkave Deresi içerisine açılan sondajla Yeraltısuyunun yapay beslenmesi	65
Şekil 3.20: İnceleme alanındaki suların kimyasal özelliklerinin dağılımı	75
Şekil 3.21: Torbalı çevresindeki yeraltısularının sertlik dağılımı	77
Şekil 3.22: Torbalı çevresindeki yeraltısularının SAR grafiği	81
Şekil 3.23: Çalışma alanındaki suların toplam iyon miktarına göre sınıflandırılması	84
Şekil 3.24: Torbalı havzasındaki yeraltısularının Piper diyaqramında gösterilişi	86
Şekil 3.25: Bir bölgede bulunması gerekli arıtma ve atık depolama sistemi	90
Şekil 3.26: Atık depolama havuzu ve şemetik şekli	92
Şekil 3.27: Bergama Altın arıtma havuzu modeli	92
Şekil 3.28: Torbalı ve çevresinin 1/100.000 ölçekli beslenme alanları	93
Şekil 3.29: Torbalı havzasındaki sondaj lokasyonları	94
Şekil 3.30: Çalışma alanındaki su -kayaç ilişkisini gösterir harita	95
Şekil 3.31: Torbalı havzasındaki yeraltısı seviyesinin haritalanması	96
Şekil 4.1: Alüvyon biriminin dağılım şekli	99

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1: Torbalı İlçesi Aylık Ortalama Yağış Değerleri Ve Yağışlı Günler Sayısı	42
Tablo 3.2: Fetrek Çayı Debi Ölçümler	43
Tablo 3.3: DSİ 10063 Nolu Kuyunun Aylık Statik Seviye Ölçümleri	46
Tablo 3.4: 1980 Yılında DSİ Tarafından İşletmeye Açılan I. Kısım Kuyuların Özellikleri	47
Tablo 3.5: 1982 Yılında DSİ Tarafından Açılan II. Kısım Kuyuların Özellikleri	47
Tablo 3.6: DSİ Tarafından 29864 Nolu Kuyuların Seviye değişimleri	59
Tablo 3.7: DSİ Tarafından 27415 Nolu Kuyularda Gözlenen Değişimler	59
Tablo 3.8: Yıllara Göre Ortalama Yağış ve Yükselim-Düşüm İlişkisi	60
Tablo 3.9: Buharlaşma ve Terlemenin Throntwait Yöntemi ile Bulunması	63
Tablo 3.10: İçme Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	66
Tablo 3.11: Suların Sıcaklıklarına Göre Kullanma Kriterleri	68
Tablo 3.12: Sudaki Mikroorganizmaların Sınıflandırılması	69
Tablo 3.13: İnceleme Alanında Daha Önceden Yapılmış Su Analiz Sonuçları	72
Tablo 3.14: Sodyum Miktarına Göre Suların Sınıflaması	74
Tablo 3.15: Fransız Sertlik Derecesine Göre Suların Sınıflaması	76
Tablo 3.16: Suların Elektriksel İletkenliklerine Göre Sınıflandırılması	79
Tablo 3.17: Suların SAR Oranına göre sınıflandırılması	81
Tablo 3.18: Suların Sülfat Miktarına Göre Betonlara Etkime Dereceleri	82
Tablo 3.19: Sularda Çözünmüş Toplam İyon Miktarına Göre Sınıflandırılması	83
Tablo 3.20: Suların Klorür Derişim Miktarına Göre Sınıflandırılması	84
Tablo 3.21: Suların Sülfat Derişimine Göre Sınıflandırılması	85
Tablo 3.22: Yeraltısularını Kirletici Parametreler	86
Tablo 3.23: Yeraltısuların Kirlenmesine Sebebi Olan Faktörler	88
Tablo 3.24: Torbalı İlçesinde Bilinen Yeraltısularını Kirleticileri	89

EKLER

	Sayfa
Ek 3.1: Yeşilköy deresi kimyasal analiz sonucu	106
Ek 3.2: Oğlananası Beldesi kaynaklarının kimyasal analiz sonucu	107
Ek 3.3: Ayrancılar kaynaklarının kimyasal analiz sonucu	108
Ek 3.4: Ayrancılar2 kaynaklarının kimyasal analiz sonucu	109
Ek 3.5: Aslanlar köyü artezyen suyu kimyasal analiz sonucu	110
Ek 3.6: Taşkesik köyü kaynakları kimyasal analiz sonucu	111
Ek 3.7: Çaybaşı köyü artezyen kimyasal analiz sonucu	112
Ek 3.8: Torbalı artezyen kuyusu kimyasal analiz sonucu	113
Ek 3.9: Özbey köyü artezyen suyu kimyasal analiz sonucu	114
Ek 3.10: Özbey köyü artezyen2 kimyasal analiz sonucu	115
Ek 3.11: Torbalı Arapkave Deresi kimyasal analiz sonucu	116
Ek 3.12: Torbalı havzası artezyeni kimyasal analiz sonucu	117
Ek 3.13: Torbalı havzası artezyen kimyasal analiz sonucu	118
Ek 3.14: Torbalı merkez petrol ofisi artezyen suyu kimyasal analiz sonucu	119
Ek 3.15: Çapak köyü kaynaklar kimyasal analiz sonucu	120
Ek 3.16: Çapak köyü artezyeni kimyasal analiz sonucu	121
Ek 3.17: Çapak köyü kaynakları2 kimyasal analiz sonucu	122
Ek 3.18: Hüseyin Duman Çiftliği kimyasal analiz sonucu	123

ÖZET

Bu çalışma, Torbalı ilçesi ve yakın çevresinin yaklaşık 200 m² 'lik bir alanın Jeolojik ve Hidrojeolojik çalışmalarını kapsamaktadır. Çalışma alanında yapılan jeolojik çalışmalarda, bölgede en yaşlı kaya birimini Mesozoyik yaşlı Şist ve Mermer birimi oluşturmaktadır. Birimler orta sıcaklık ve düşük basınç metamorfizması sonucu oluşmuş ve genleşme tektoniği sonucu yükselmişlerdir. Mesozoyik yaşlı birimler üzerine bindirme fayı ile İzmir-Filiş Birimi gelmektedir. Birim bölgenin batısında varlığı tesbit edilemeyen derin denizel ortamda oluşmuş ve oluşum sırasında nap hareketleri ile Triyas yaşlı kireçtaşlarının gelmesiyle birim karmaşık bir hal almıştır. Kretase sonunda bölgede yoğun bir grabenleşme oluşmuş ve birimler yükselmişlerdir. Bütün bu birimler üzerine gölsel ortamda oluşan Neojen seriler uyumsuzlukla örtmektedir. Neojen seriler ise, kilitaşları, kumtaşları ve üst seviyelerde killi kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Bölgedeki kayalar Alpin ve Hersiniyen orojenezinden etkilenerek kıvrılmış ve kırılmışlardır. Bölgede oluşan graben çöküntü ortamına ayrışma ve taşınma ile Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimi çökelmiş ve bütün birimleri uyumsuzlukla örtmüştür.

Çalışma alanında yapılan Hidrojeolojik çalışmalarda, havzanın yeraltısu potansiyeli yönünden çok önemli olduğu anlaşılmıştır. Bölgede akifer olabilecek kaya birimleri olarak, Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimi, Kretase yaşlı kireçtaşları, Palezoyik yaşlı mermerler ve Neojen serilerdir. Havzada yeraltı su seviyesi ortalama olarak 30m civarındadır. Bu seviyenin yaz aylarında yağışın azlığı ve çekimden dolayı 2-5m arasında düştüğü tesbit edilmiştir. Havzada yapılan araştırmalar sonucunda son on yılda havzadaki yeraltısu seviyesinin yaklaşık olarak 10m düştüğünü göstermektedir. Her yıl ortalama 1m düşüme tekabil etmektedir. Bunun sebebi ise bölgede hüküm süren kurak dönemden kaynaklanmaktadır. Yapılan istatistiklerde her 10 yıllık dönemlerde bölgede kurak dönemin hakim olduğu anlaşılmıştır.

Bölgede yöre halkı kullanma ve sulama sularını havzada açılmış olan 200'e yakın su sondaj kuyularından temin etmektedirler. İnceleme alanının Kuzeyinde Ayrancılar ve

Oğlananası yörelerinde Neojen akıltası ile Kıltaşı dokanağı boyunca 450-500lt/sn debili kaynaklar tesbit edilmiştir. Fakat inceleme alanında bu tür su kaynaklarına rastlanmamıştır. Torbalı havzasında Akferler serbest akfer niteliğinde olup her yönden beslenmektedir. Ancak bu özelliği nedeniyle kirlenebilme olasılığı yüksektir. İnceleme alanının ortalarından Güneye doğru akan Derice deresi çok kirli aktığı gözlenmiş olup kirliliğin sebebini ise sanayi artıkları oluşturmaktadır.

Bölgede gelişmekte olan sanayileşme havzanın beslenme yüzeyini daraltmakta ve ayrıca kirlenmesine neden olmaktadır. Havzadaki hayati önemi yüksek olan yeraltısuyu kullanma ve beslenme dengesini çok iyi kurmak gerekmektedir.

Sanayileşmenin ve konutlaşmanın daha dağlık kesimlere kaydırılması bölgedeki yeraltı suyunu daha uzun süreli kullanma sürelerini arttıracaktır. Yeraltısuyunu kirletici özellikteki atıkların seçilecek bölgelerde depolanması ve arıtılması insan ve evre sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

ABSTRACT

This study, consist of hydrogeological and geologycal study of Torbalı around in İzmir. The Cretaseus İzmir Flysch units consist of strangly deformed internal fabric, is composed of a matrix of flysch and Campanien age and blocks of neritic Limestone up to in İzmir Flysch units. The Neogene units consist of Sandstone, Claystone and Limestone, which discordans top of the İzmir Flysch units. The bedrock of study areas are Marble and Sists Units. Units have medium temperature and low pressure metamorphism and higher of tectonizm . The İzmir Flysch Units on the Mesozoic Units by the fault.

Because of Alpine and Hersiniyene orogenez have had twist and fracture in all of rocks. The quaternary age of Allüvyone Units have discordans on the Neogene Units.

The study areas have important for groundwater . The aquifer rocks are, Quaternary Allüvyone, Creatures Limestone, Mesozoic Marble and Neogene Units. The groundwater table is 30 m. The groundwater table was low by the pumping and drought for 2-3 m in depth. The groundwater table have obtained very long time. Because of the drought the groundwater table has low 1 m in 1 year. The study area have drought periods of 10 years.

The common people have use drink and irrigation of 200 drilling in study area. The north of study area have obtained 450-500 lt/s springs on the Neogene Claystone and Limestone boundary. But didn't obtained springs in the study area. The Torbalı basin have free aquifer. But because of free aquifer the basin have pollution's on the surface. The Derice River have pollution's by the industry in the midle of Torbalı basin.

The developing industry have pollution's and the narrow Torbalı basin. The groundwater is very important in future. Therefore the groundwater is necessary to protect for using.

The industry and house should have contraction on the high section. The pollution's of industry should have deposits of section area. This section is very important for human healthy .



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. AMAÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü'nde gerçekleştirilen bu Yüksek Lisans çalışmasında inceleme alanında jeolojik özelliklerin belirlenmesi ve yapısal özelliklerinin tesbitiyle, alanın jeolojik haritasının yapımı ve hidrojeolojik özelliklerinin saptanması, bölgedeki su kuyularının tesbiti ve bu kuyulardan alınan örneklerin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, yeraltısuyu beslenme alanlarının ve yönlerinin tesbiti amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma alanının yeri ve ulaşım

Çalışma alanı İzmir ilinin 50 km güneyinde İzmir L18-C1 paftasında yaklaşık olarak 200 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma alanı Torbalı ilçesinin tamamını, Çapak köyünün güneyi, Aslanlar köyünün batısı ve Özbey köyü çalışma alanında yer almaktadır. (Şekil.1.2). Çalışma alanına İzmir-Aydın Otoyolu ile İzmir -Aydın Devlet Karayolu ile ulaşım sağlanmaktadır. Sahanın her yerine karayolu ile ulaşım her mevsim mümkündür.

1.3. YÖNTEMLER

Bu çalışmanın sonuçlandırılmasında, araştırmalar ve incelemeler iki bölümde ele alınmıştır.

a) Arazi çalışmaları; Kaya birimlerini topoğrafik harita üzerine, dokanak izleme ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada okuma yöntemi ile aktarılmıştır. Kaya birimleri yöntemsiz olarak ayırtlanmış, Önceki çalışmalara dayanarak isimlendirilmiş ve yaşlandırılmıştır. Çalışma alanının çeşitli bölgelerinden mevcut sondaj kuyulardan yaklaşık

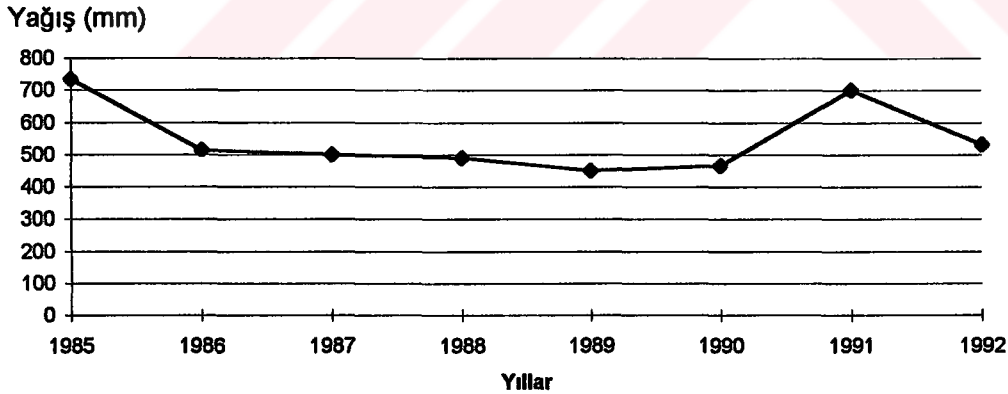
20 adet su örneği alınmıştır. Alınan su örnekleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Laboratuvarında analiz edilmiştir. Mevcut kuyulardan su seviyesi ölçümleri yapılarak eş su seviye haritası çıkarılmıştır.

b) Arazide ve Laboratuvarlarda elde edilen sonuçlar bilgisayar ortamına aktarılmış ve havzanın jeolojik modeli ve haritası yapılmıştır. Elde edilen değerler ve yapılan analizler sonucu yeraltı suyu genel beslenme yönleri ve suların kimyasal özelliklerine göre kullanma ve sulama sınıflamaları yapılmıştır.

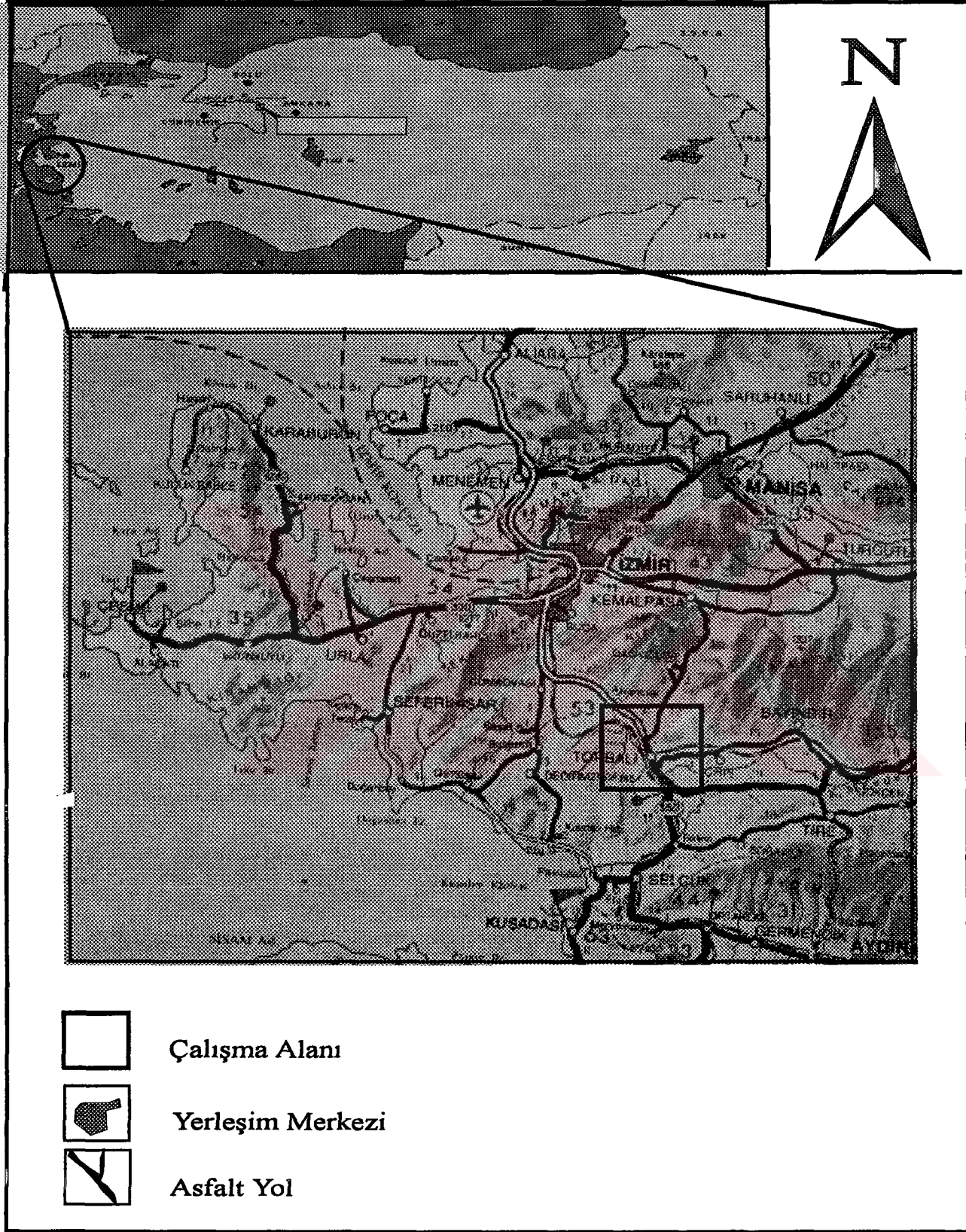
1.4. COĞRAFYA

1.4.1. İklim

İnceleme alanı ve çevresinde tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Torbalı Meteoroloji gözlem istasyonu verilerine göre; 1969-1981 yılları arasında 13 yıllık yağış ortalaması 756.6 mm'dir. 1985-1991 yılları arasında ise 548.5 mm'dir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Çalışma alanının son yıllardaki yağış eğrisi



Şekil .1.2: Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.4.2. Bitki Örtüsü

Çalışma alanında , mermerlerden yapılı yüksek kesimler seyrek çam ağaçları ve sık maki ile , yamaçlar ise zeytin ağaçları ve çeşitli meyva ağaçlarıyla kaplıdır. Genelde düz alanlarda yaygın olarak tarla ve bahceler yer almaktadır.

1.4.3. Ekonomi

Bölge halkı, geçimini genellikle düz ovalardan ekip diktikleri , pamuk, zeytin, mandalina ve diğer ürünlerden temin etmektedirler. Bu ürünlerin su ihtiyacını ise , alüvyonlarda açılan su sondajlarından temin etmektedirler. Dağlık kesimlerde yeralan köylerde ise halk hayvancılıkla uğraşmaktadır. Son yıllarda Torbalı ilçesinde sanayileşmenin artması bölge halkı için iş imkanı sağlamış ve ekonomiyi olumlu yönde etkilemesine karşılık tarımsal faaliyetleri azaltmıştır.

1.4.4. Jeomorfoloji

Çalışma alanında yükseltiler ve alçalımlar NW-SE doğrultusu boyunca uzanmaktadır. Bölgede yüksek kesimleri Paleozoyik yaşlı Mermer ve Neojen kireçtaşları oluşturmaktadır. Şişit birimleri ve kayaları ayrışarak depoladığı alüvyon birimi en alçak kesimleri oluşturmaktadır. Mermer birimi ve kireçtaşı biriminin kalınlıkları güney kesimlere doğru artmak , buna paralel olarak topoğrafya dereceli olarak yükselmektedir (Şekil 1.3).

Kaya birimlerinin zayıflık yüzeyleri boyunca birçok akaçlama ağı gelişmiş olup, derin vadiler ve bunlara birleşen küçük dereler oluşmuştur. Derelerin akış yönleri değişkendir.

Düz kesimlerde aşınma ve taşınma ile gelen alüvyon birimi oluşturmakta ve NW-SE çöküntü havzası boyunca boyunca uzanmaktadır.



Şekil 1.3 : Bölgenin morfolojik şekillenmesi

1.5. Önceki Çalışmalar

Akartuna, M. (1962), İzmir - Torbalı - Seferihisar - Urla'da yaptığı bölgesel çalışmada, ilkekez bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır.

Araştırmacı, bölgenin en eski formasyonu olarak kabul ettiği Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaları, Gnays, mikaşışt, klorirşışt ve şişti kuvarsitler ve mermerleri olarak alt litolojik birimlere ayırmıştır. Kratese yaşlı formasyonların eski kristalin temel üzerine uyumsuz olarak geldiğini belirtir ve fosil ihtiva birimi "İzmir Filiş Formasyonu " olarak adlandırır. Bu formasyon üzerine kireçtaşlarının geldiğini belirtir.

Araştırmacı, ince katmanlı, killi kireçtaşlarında aşağıdaki fosilleri saptamıştır;

Globotruncana lapporenti , Globotruncana lapporenti tricornata, Globotruncana sp, Gümbelina plobusa, fosillerine göre birimin yaşını Orta Turoniyen-Alt Kampaniyen yaşını vermiştir.

Araştırmacı, yukarıda belirtilen birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Miyosen yaşlı olarak tanımladığı birimleri iki seri halinde incelemiştir.

- 1-“ Alt seri; konglomera, gre, marn, kil ve volkanik tüflerle kalker seviyelerini ihtiva eder.
- 2- “Üst seri; kalkerlerden başka, marn, kil ve volkanik tüflerin yereldiğini” belirtir.

Yazar, inceleme alanındaki kaya birimlerinin Hersiniyen ve Alpin orojenezinin etkisi altında kaldığını saptamıştır. Paleozoyik yaşlı birimlerin Hersiniyen orojenezinden, Kretase ve Neojen formasyonlarında Alpin orojenezinden etkilenecek kıvrımlandığını belirtmiştir.

Başarır, E. & Konuk, Y.T (1981), Çalışma alanının batısında yaptıkları incelemede Barroviyen tipi, yeşil şist fasiyesindeki;

Kuvars- albit - muskovit - klorit

Kuvars - albit - epidot - biyotit

Alt fasiyesine ait kayaçlardan oluştuğunu vurgulayarak bu kayaçları genelde, granat - biyotit, klorit ve kloritoit, fillitler olduğunu belirtirler.

Araştırmacılara göre, bu birimlerde Menderes Masifinin iç ve dış kenar zonlarında gözlenen ve mikro olarak ölçülen iki ana kıvrım eksenini bulunmaktadır. Kırılmalın temel üzerine ise Triyas -Liyas yaşlı tortulların bindirme ile geldiğini belirterek, bu bindirmenin batı Ege'deki diğer birimlerle büyük benzerlik gösterdiğini belirtir . Bindirmenin yaşını ise Eosen sonu - Oligosen olduğunu öngörüp, Paleojen yaşını verdikleri filişin konumunun tam olarak açıklanamadığını değinirler.

Camcı, M. (1991), Kaplancık köyü ve çevresinde yaptığı çalışmalarda, temelde Paleozoyik yaşlı şist ve mermer birimlerini ayırtlamıştır. Bölgesel metamorfizma sonucu oluşan kristalin temelde yaygın olarak, mikasit, fillit, metakuvarsit ve üst seviyelerde

mermerlerin oluştuğunu belirtir. Kristalin temeli oluşturan şist ve mermer birimlerinin şiddetli deformasyon izleri taşıdığını, mermer birimlerinde gözlenen kıvrımlanmanın, kıvrım eksenlerinin, NNE - SSW doğrultuda olduğunu saptamıştır.

Araştırmacı, temel üzerine yapısal dokanakla Geç Kratese yaşlı Köldere biriminin yer aldığını, baskın fliş fasiyesindeki birimin, Kumtaşı-şeyl ardalanmasından yapıldığını ve bu birimleri aşıs uyumsuzlukla güncel tortulların örttüğünü belirtir.

Çalapkulu, F & Kun, N & Aksoy, N & Demirkıran, Z & Kedek, S, (1992), Torbalı ilçesinin kuzeydoğusunda Philsa sahasında yeraltısularının olanaklarını araştırmak için jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalarda, kuvaterner yaşlı alüvyon birimi, Neojen yaşlı killi kireçtaşı, marn, kumtaşı, konglomeralar , Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşları ve Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler ayırt edilmiştir. Yapılan jeofizik çalışmalarda ise, 0-50 m kalınlığa kadar kumlu-çakıllı alüvyon birimini ve 50 metreden sonrasını ise killi kireçtaşı-marni kumtaşı-konglomeralar ve killerin oluşturduğu Alt Miyosen yaşlı Neojen birimlerini saptamışlardır. Alüvyon biriminin kalınlığının 60m olduğunu ve yapılacak sondajların ise 70-80m arasında olması gerektiği belirtilmektedir.

Çalapkulu, F & Kun, N & Aksoy, N & Demirkıran, Z & Kedek, S, (1995), Torbalı ilçesinin kuzey doğusunda Alpaslan Beşikcioğlu arazisinde, jeolojik ve jeofizik çalışmalarda bölgenin yeraltısuyu hakkında araştırmalar yapmışlardır. Yapılan çalışmalarda bölgedeki en yaşlı kaya birimlerinin paleozoyik yaşlı şist ve mermer birimlerin olduğunu ve bu birimler üzerine uyumsuzlukla Mesozoyik yaşlı fliş biriminin geldiğini belirtirler. Jeolojik olayları tam olarak çözmek için arazide jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan jeofizik çalışmalarda 0-30m kalınlıkta siltli-kumlu ve killi birimler, 30-100m arasının killi- siltli birimler ve 100 m'den sonrasının killi kireçtaşının olduğunu saptamışlardır.

DSİ. (1967), Küçük Menderes Havzası hidrojeolojik çalışmalarda, havza drenaj alanı tesbit edilmiştir. Havzanın 3037 km² olduğunu ve bunun 990km²'lik kısmını ovaların oluşturduğunu belirtilmiştir. Bölgedeki jeolojik çalışmalarda, Paleozoyiki Mesozoyik, Tersiyer ve Neojen birimlerle güncel Kuvaterner alüvyonlar ayrılmıştır. Havzanın batı kısmı hariç diğer kısımlarda graben halinde çöken vadide Menderes nehrini meydana getirmiştir. Her yön derenin ovaya açılan kısımlarda geniş yığıntı konileri teşekkül ettiği saptanmıştır.

Alüvyon malzemesinin içinde çakıl, kum, az killi kum seviyeleri serbest ve mahsup yeraltısuyu taşıdığını belirtilmiştir. Havzanın batı kesiminde Tahtalı Çayı havzasında Neojen yaşındaki kalker ve konglomera seviyeleri bol su taşıyan formasyonlar olduğu belirtilmiştir. Bölgedeki akifer derinliklerinin 0-80m arasında olduğu, mahsup su taşıyan seviyelerin ise 30-200 m arasında olduğu vurgulanmıştır.

DSİ tarafından bölgede 44 adet kuyu açılmış ve hepsini sulu olduğu belirtilmiştir. Kuyu verimleri 2-25 lt/sn, özgül verimlerinin 0.4-8 lt/sn/m, emniyetli rezervin 11*10⁶ m³/yıl olarak bulunmuştur. Bölgedeki suların C2S1-C3S1 sulamada kullanılan sular sınıfında olduğu belirtilmektedir.

DSİ. (1995), İzmir-Torbalı Toprak sulama kooperatifi yeraltısuyu durumu hakkında yapılan çalışmalarda, kooperatif alanına açılmış olan muhtelif sondaj kuyularından ölçümler yapılarak havzanın yeraltısuyu durumu hakkında bilgiler alınmıştır. Kuyuların statik ve dinamik seviyeleri ölçülmüş ve kuyuların verimleri çıkartılmıştır. Raporda, akifer olabilecek kaya birimleri olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi, Neojen yaşlı konglomeralar ve Paleozoyik yaşlı mermer olarak ayırmışlardır. Kuyularda yapılan ölçümler sonucunda transmisibilite değerini 876-31600 m³/gün/m olarak hesaplamışlardır. Yeraltısuyu akım yönünün 0.007 hidrolik eğimle güneybatıya doğru olduğu belirtilmiştir.

Erdoğan, B. (1990), Karaburun dolaylarında yaptığı bölgesel çalışmalarda, İzmir-Ankara zonu ile Karaburun kuşağının Tektonik ilişkileri hakkında yaptığı çalışmalarda; Batı Anadolu,da İzmir çevresinde üç tektonik kuşağın yer aldığını belirtir. Bu tektonik kuşaklar doğudan batıya doğru Menderes masifi , İzmir- Ankara zonu ve Karaburun kuşağının olduğunu belirtir. Menderes Masifi, en üst düzeyleri Alt Eosene kadar çıkan metamorfik kayalardan oluşmuş olduğunu belirtir. Manisadan Seferihisar'a kadar uzanan geniş bir bölgede Kampaniyen-Daniyen yaşında olan filiş fasiyesinde tortul kayaçlar ve mafik ara katkılardan yapılu bir matriks ve matriks içerisinde boyları 20 km'yi aşan kireçtaşı bloklarından oluşmuş bir birim ile temsil edildiğini belirtmektedir. Yazarın Bornova Karmaşığı adını verdiği bu birimin, matriksinin çökelişi sırasında kireçtaşı blok ve mega blokları tortullaşma ortamına taşınmış ve bunun sonucu blokların çevresinde yumuşak tortulların deformasyonlarının gözlemlendiğini belirtmektedir. Tüm verilerin ışığında Karaburun karbonat istifinin İzmir-Ankara zonunun platformu olduğunu ve bu platformun filiş çökelişi sırasında naplaşmaya uğradığını ve ilerleyen naptan kopan kütlelerin Bornova karmaşığı içindeki megablokları oluştuğunu söylemektedir.

Ferhatoglu, A.İ (1988), Yeniköy, Değirmendere (Menderes-İzmir), çevresinde yaptığı çalışmalarda temelde Menderes Masifi Metamorfikleri ile bu temel üzerine uyumsuz olarak gelen, Mesozoyik ve Senozoyik birimleri ayırmıştır.

Araştırmacı, temel üzerine yapısal dokanakla, Üst Kratese yaşlı Yeniköy biriminin geldiğini, baskın filiş fasiyesindeki bu birimin; Kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluştuğunu belirtir. Birimin içinde değişik boyutlu kireçtaşı, mafik volkanik, serpantin blok ve mega blokları tesbit etmiştir.

Araştırmacıya göre, Yeniköy biriminin üzerine yapısal dokanakla, Liyas yaşlı Dosyclodoceae ailesine ait alg fosilleri ile Textuloridae ve Miliolidae art fosilleri içeren Karacadağ Birimlerinin geldiğini belirtir. Mesozoyik yaşlı birimler üzerine, Neojen yaşlı

gölsel ve karasal oluşukların aşusal uyumsuzlukla geldiğini ve güncel yaşlı alüvyonların tüm birimleri uyumsuz olarak örttüğünü belirtmiştir.

Gümüş, H & Candan, O ve Kun, N. (1991), Gümüldür, Özdere (İzmir) yöresinde, Menderes Masifi - İzmir/Ankara zonu ilişkisi hakkında yaptıkları çalışmada, yörede, Menderes Masifine ait metamorfizmaları , İzmir/Ankara zonuna ait kayalar, gölsel birimler ve volkanitler olmak üzere üç ana grupta toplamışlardır.

Çalışma alanlarında, temeli oluşturan şistleri, Menderes Masifinin yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış örtü birimlerine ait olduğunu belirtmektedirler. Bu örtü serisi, kloritoid fillit, kloritşist, kalkışist, mermer ve arakatkılarından oluşan bir istif sunduğunu, serinin üst düzeylerinde zımpara içerikli mermerlerin yereldiğini belirtirler. İzmir/Ankara zonuna ait kaya birimleri ise; filiş, kireçtaşı, dolomit, radyolarit, diyabaz ve serpantinlerden yapıldığını, temeldeki metamorfizmaları veya İzmir/Ankara zonu kayalarını uyumsuzlukla üstleyen Neojen yaşlı birimleri; çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşlarından oluştuğunu saptamışlardır. Pliyosen yaşlı riyolit ve andezit bileşimli volkanitlerin tüm birimleri örttüğünü belirtirler.

Araştırmacılar, Paleontolojik verilere göre, Üst Kratese yaşlı olduğu saptanan filiş içerisinde, Triyas yaşlı kireçtaşı bloklarının yaygın olarak yer aldığını, İzmir/Ankara zonu kayalarının, Menderes Masifi metamorfizmasının üzerine bindirme ile geldiğini saptamışlardır. Dokanak boyunca serpantin ve diyabazların yüzelediğini ve ezilme zonuunun varlığını belirtirler. Bindirmenin yaşının Menderes Masifi son metamorfizmasına göre yaklaşık Eosen - Oligosen olduğunu öngörürler.

İnci, U. (1991), Torbalı kuzeyi ve Kemalpaşa güneyinde yapmış olduğu çalışmada , çalışma alanının batı ve doğu kenarlarının KD-GB gidişli ve birbirine koşut faylarla sınırlı graben gibi çöküntü alanı niteliğinde olduğunu ve İzmir çevresindeki filişin Menderes

Masifi üzerine olası bindirme kuşağı üzerinde, Geç Miyosen' de açınmaya başlamış graben tipi birikim alanının ürünü olduğunu belirtir.

Özer, S. (1993), Menderes Masifi, İzmir/Ankara Zonunun güneyinde ve Bozdağ Platformunun kuzeyinde yer almaktadır. Masifin Prekambriyen-Kambriyen gnays, şist, metagranit ve Paleozoyik mikaşist ve mermerlerden oluştuğunu belirtir. Milas çevresindeki çalışmalarda çok önemli paleontolojik veriler elde etmiştir. Menderes Masifi içerisinde Alt Kratese yaşlı rudist fosilleri bulmuştur. Bu fosillere dayanarak mermer ve şist birimlerin yaşını Santoniyen-Kampaniyen, pelajik mermerlerin yaşını ise Kampaniyen-Measrihtiyen yaşında olduğunu belirtmiştir.

Şimşek, C. (1994), Kaplancık köyü ve çevresinde yaptığı jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalar sonucunda, bölgede şist ve mermer kaya birimlerini ayırtlamış ve bu birimler üzerine bindirme ile İzmir-Filiş formasyonunun geldiğini açıklamıştır. Bölgede hidrojeolojik yönden olumlu bir yapıya sahip olduğunu ve yeraltısuyunun kullanılabilir sular sınıfına girdiğini açıklamıştır.

BÖLÜM II

ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

2.1. GİRİŞ

Çalışma alanı Menderes Masifi ile üzerine bindirme ile gelen İzmir-Ankara zonu birimleri sınırında yer alır. İnceleme alanındaki kaya birimleri; yöntemsiz olarak ayırt edilmiştir. Kaya birimleri, litostratigrafik konumlarına göre yaşlandırılmış olup, önceki çalışmalara dayandırılarak stratigrafik yaşlar ve isimler verilmiştir (Şimşek ,1994).

2.2. KAYA BİRİMLERİ

İnceleme alanında başlıca, Özbey birimi, Arapkave birimi, İntepe birimi, Gurgur birimi ve Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi olmak üzere beş ayrı birim ayırtlanmıştır.

2.2.1. Özbey Birimi

2.2.1.1. Tanım

Birim, çalışma alanının temelini oluşturur. Genellikle şişlerden oluşmakta olup üst seviyelere doğru mermer arakatıkları içermektedir.

Çalışma alanında, genelde düşük topoğrafya sunan yamaçlarda ve derelerin aşındırdığı uç kısımlarında, kahverengi, gri, beyaz, ve şiştözite yapısı ile kolayca tanımlanabilmektedir.

2.2.1.2. Litoloji

Özbey birimi içerisinde bulunan minerallerin cins ve miktarlarına bağlı olarak değişik renkler sunmaktadırlar. Birim genelde, açık-koyu kahverengi ve gri'nin değişik tonları egemendir. Az-orta dayanımlı ve belirgin şistoziteye sahiptir. Birim homojen olmayıp egemen, mikaşist, kloritşist, metakuvarsit, fillit ve mermerlerden oluşmaktadır. Bantlar şeklinde gözlenen metakuvarsit kalınlıkları yer yer 10-30 cm arasında değişmekte ve orta-iyi dayanımlıdır. Metakuvarsitler şistoziteye uyumlu olup devamı yoktur (Şekil 2.1). Kloritşist orta-iyi dayanımlıdır ve kalınlıkları yer yer 10 cm ' ye kadar ulaşmaktadır.

Çalışma alanında yaygın gözlenen mikaşist az dayanımlı olup değişik yönlerde küçük büyüklü kıvrımlanmalara sahiptir.

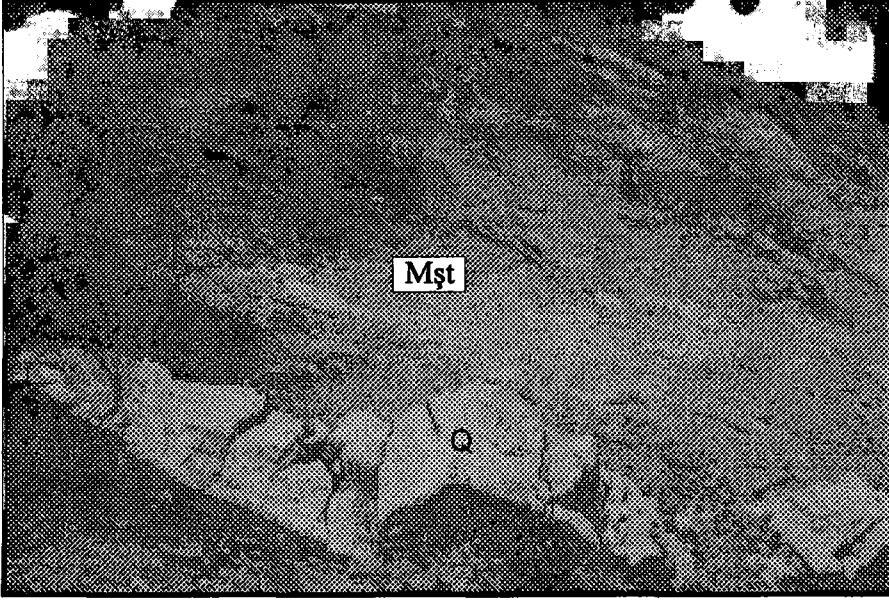
2.2.1.3. Dokanak

Özbey biriminin alt dokanağı çalışma alanında gözlenememektedir. Üst dokanağı ise, mermer birimi ile geçişli ve uyumludur (Şekil 2.4).

Çalışma alanının kuzeybatısında bu birimin, İzmir Filiş birimi ile dokanağı faylıdır.

2.2.1.4. Yaş

Özbey birimi içerisinde fosil izine rastlanılmamıştır. Menderes Masifi metamorfik birimleri üzerinde yapılan çalışmalarda bu birimin yaşının Paleosene kadar ulaştığını ortaya konmuştur (Özer, 1998). Bu bilgiler ışığında birimin yaşını Mezozoyik olarak alınmıştır.



Şekil 2.1 : Özbey Birimi (Mışt) içerisindeki mercekli kuvarsit (Q) damarları

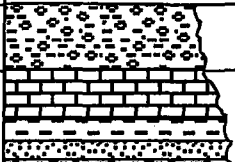
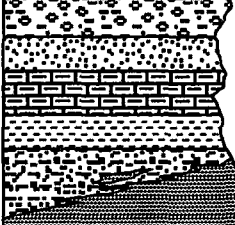
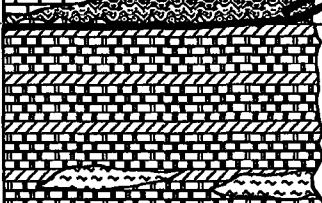
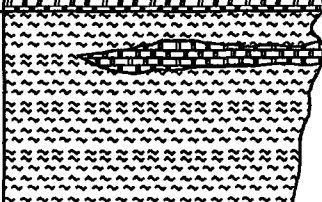
2.2.1.5. Yorum

Jeosenkinalde çökelen kumtaşı, çamurtaşı, kilitaşı birimlerinin, sonradan gelişen bölgesel metamorfizmanın etkisinde kalarak değişime uğramasıyla metamorfik kayalar oluşturmuşlardır. Daha sonra gelişen bölgesel genişleme tektoniği etkisi altında yükselmişlerdir.

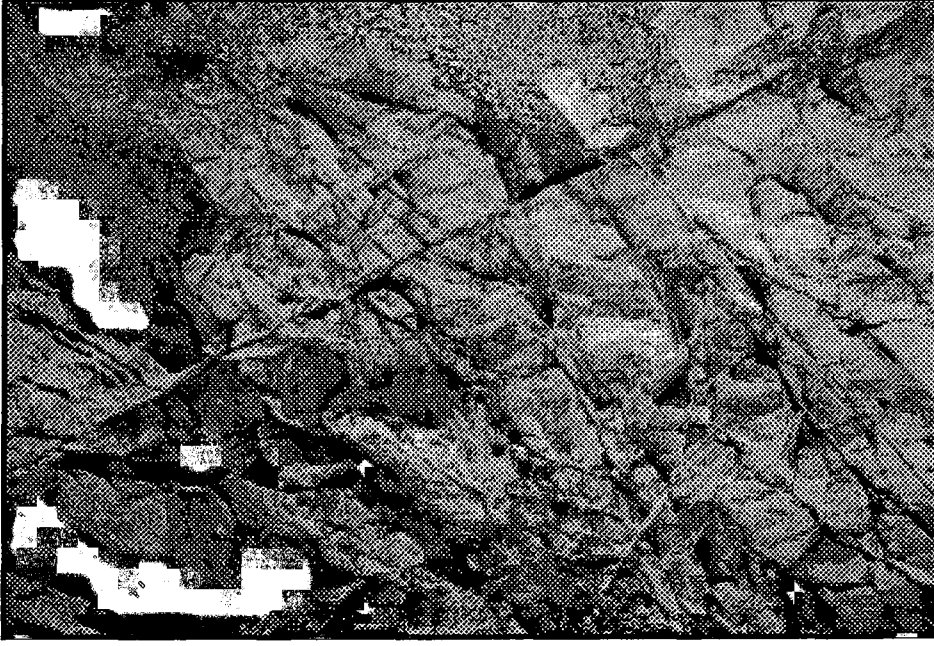
2.2.2. Arapkave Birimi

2.2.2.1. Tanım

Çalışma alanında yüksek kesimlerde yaygın olarak gözlenen birim, alt seviyelerde Özbey birimi ile geçişli, mermer bant ve merceklerinden, üst seviyelerde tamamen mermerlerden oluşmaktadır. Birim, gri-siyah, ve gri-beyaz renklerde olup, beyaz ve toz şekeri görünümü ile tanınır.

ZAMAN		DEVİR-ALT DEVİR	SERİ	FORMASYON	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA		
KUVATERNER					80 m		Çakıllı, kumlu, killi ve siltli malzemelerden oluşan Alüvyon birimi		
MEZOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	SENZOYİK	TERSİYER	NEOJEN	GURGUR BİRİMİ	~ 350m		Kahverenkli, sarımsı beyaz renkli, kireçtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve çakıltası ardalanmasından oluşan Karakuyu Birimi.
			Açısal Uyumsuzluk						
			Kuyu gri yeşilimsi kahve renkli, ince taneli şeyllerle, kahverengimsi yeşilimsi sarı, kötü tabakalanmalı kumtaşlarından oluşur. İçerisinde tektaş konumunda, gri-beyaz renkli bol karstik yapıda Triyas ve Liyas yaşlı kireçtaşları içermektedir.						
			Bindirme fayı						
			ARAPKAYE BİRİMİ	?		Gri, beyaz rekli, masif yapıda çatlaklı, karstik boşluklu, şişt arakatlı mermer birimi.			
			ÖZBEY BİRİMİ	?		Yeşil, sarı, kahverengli renkli ince laminalı, metakuvarsit, kloritşişt, mikaşişt.			

Şekil 2.2: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti(Ölçeksiz).



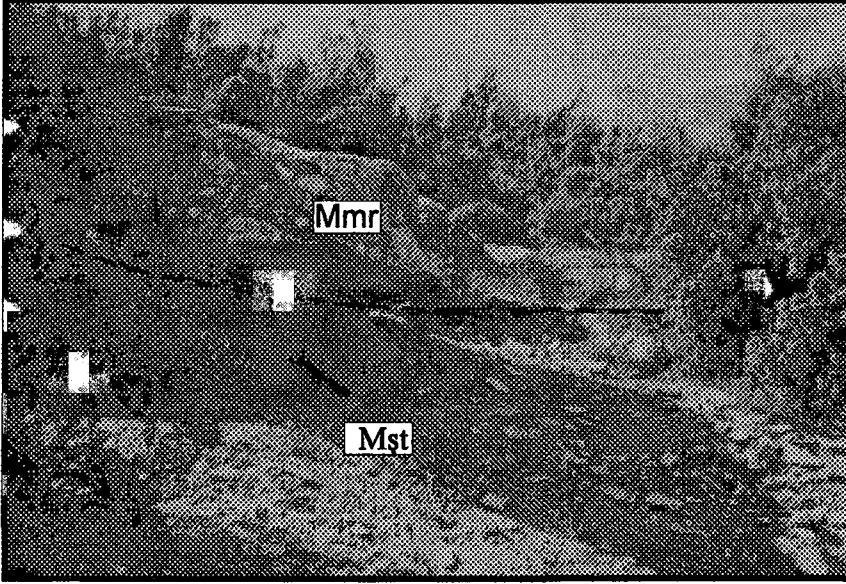
Şekil 2.3 : Mermer Birimi içerisindeki eklem takımları

2.2.2.2. Litoloji

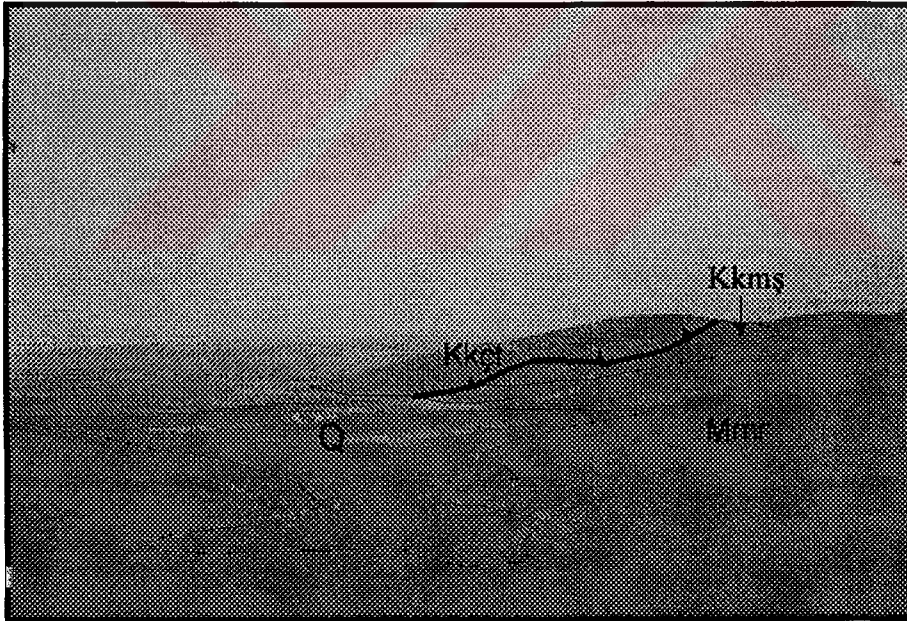
Özbey birimi ile geçişli ve uyumlu olan Arapkave birimi, alt seviyelerde gri-beyaz ve orta-kalın katmanlı, iri kristalli bir yapıya sahiptir. Birim, gri-beyaz renklerde olup iyi dayanımlı, üst seviyelere doğru magnezyum zenginleşmesi sonucu dolomitik bir yapı kazanarak rengi beyazlaşmaktadır. Birim üzerinde, bol kırık ve çatlak sistemleri mevcuttur (Şekil 2.3). Bu kırık sistemlerinde bağlı olarak karstik yapılar gelişmiştir.

2.2.2.3. Dokanak

Birimin alt dokanağı, Özbey birimi ile geçişli ve uyumludur (Şekil 2.4). Üst dokanağı ise İntepe Birimi ile bindirme faylıdır (Şekil 2.5). Bindirme fayı boyunca birim üzerinde kıvrımlanmalar ve yer yer ezilme zonları gözlenmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.4 : Arapkave Birimi (Mmr) ile Özbey Biriminin (Mst) uyumlu dokanağı



Şekil 2.5 : İtepe Birimi (Kkms) içerisindeki Kretase kireçtaşı(Kkçt) olistolitlerinin Metamorfiklerle dokanağı. (Mmr) Arapkave Birimi

2.2.2.4. Yaş

Arapkave birimi içerisinde yaş verici her hangi bir fosil izine rastlanmamıştır. Menderes Masifi metamorfik birimleri üzerinde yapılan çalışmalarda bu birimin yaşının Paleosene kadar ulaştığını ortaya konmuştur (Özer, 1998). Birim, Özbey birimi ile geçişli ve uyumlu olduğu için aynı yaşta olduğunu söyleyebiliriz.

2.2.2.5. Yorum

Özbey ve Arapkave biriminin, yer yer mercek ve arakatkıları şeklinde ar dalanmalı ve üst düzeylerde ise tamamen mermerlerden oluşması, bu kaya grubunun ilksel çökelim ortamının, kumtaşı, kilitaşı ve karbonatlar'la beslendiğini göstermektedir. Daha sonra gelişen bölgesel metamorfizma sonucu ilksel konumlarını kayıp ederek, başkalaştığını söyleyebiliriz.

2.2.3 İntepe Birimi

2.2.3.1. Tanım

Çalışma alanının batı kesimlerinde yüzeylemiş olup, baskın filiş fasiyesindeki, kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşmaktadır. Sarı, yeşilimsi sarı ve gri rengi ile, dayanımsız ve bol kıvrımlı yapısı ile kolayca tanınabilmektedir. Birim, gri renkli bol karstik yapıya sahip, masif meğa blok kireçtaşları içermektedir (Şekil 2.5).

2.2.3.2. Litoloji

Birim, genelde kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşmakta ve gri kahverengi, sarı, sarımsı beyaz renkler sunmaktadır.

İntepe birimi, geçirdiği çok şiddetli deformasyon nedeni ile matriksin ilksel tabakalanma izleri hemen hemen kaybolmuştur. İleri derecede kıvrımlanan birim içerisinde çok sayıda küçük ölçekli devrik kıvrımlanmalar gelişmiştir. Bu kıvrımlanmalar tektonik taşıma yönünü belirtecek bir devamlılık göstermektedir. Birim içerisindeki kumtaşları daha dayanımlı, kumtaşı çatlak sistemleri ikincil kalsit dolguları içerir. Şeyller kumtaşlarına göre daha dayanımsız, lamılanmalı ve ayrılmış CaCO_3 'lu seviyeler içerir. CaCO_3 'lu seviyeler birim içerisinde beyaz renklerle tanınmaktadır.

Birim içerisinde, meğa boyutlu Triyas yaşlı kireçtaşı olistolitleri yer almaktadır. Kireçtaşları belirsiz katmanlı masif yapıya sahip olup bol karstik yapılara sahiptir. Kireçtaşı bloğunun kırık ve çatlaklarına şeyl enjeksiyon ve sıvamaları ile dolmuştur.

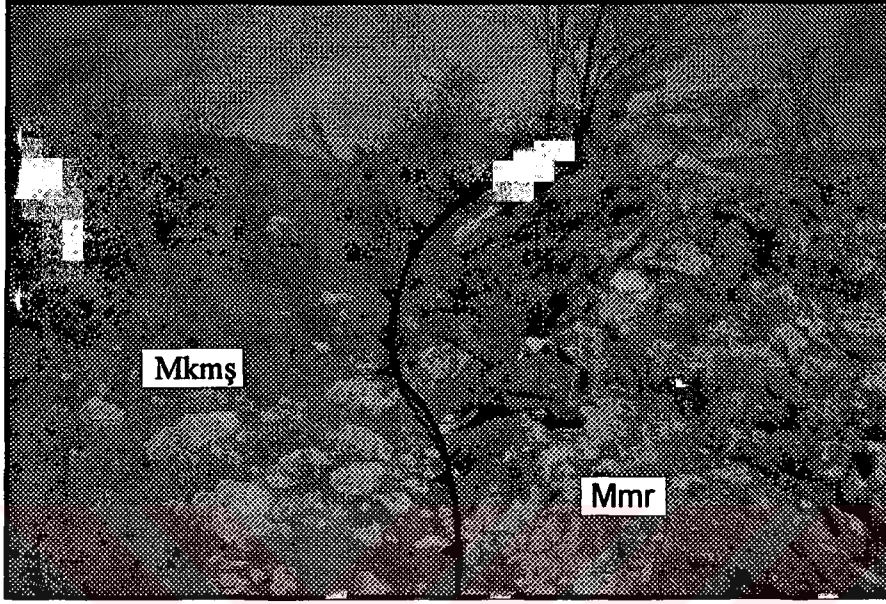
2.2.3.3. Dokanak

İntepe biriminin alt dokanağı, Paleozoyik yaşlı birimler ile bindirme faylıdır. Yapılan gözlemlerde bindirme fay verileri olarak;

- Kumtaşı-şeyl birimi ile metamorfik kayaların doğrultu-eğim derecelerinin farklılığı,
- Kumtaşı-şeyl birimi ile metamorfik kayaların litoloji farklılığı,
- Birimlerin deformasyon tipinde farklılık,
- Bindirme fayı boyunca ezilmeler, fay breşi ve hematitleşme-limonitleşmelerin gözlenmesi (Şekil 2.6-2.7),
- Fay eğiminin 10° - 20° arasında değişmesi,
- İzmir Filiş biriminin yaşının, üst Kratese olarak saptanması, Metamorfik birimlerin yaşının, Paleozoyik olarak kabul ettiğimiz takdirde, aradaki kat eksikliğini gösterecek verilerin olmaması,
- İzmir Filiş biriminin, Metamorfik birimlerle değişik yönlerde dokanak yapması,

- Megablok kireçtaşlarının tektaş olduğunu gösteren yapılar;
- Kireçtaşı,kırık ve çatlaklarına şeyl enjeksiyon ve sıvamaların gözlenmesi,

- Kireçtaşı, doğrultu eğimi ile kumtaşı-şeyl biriminin doğrultu eğim farklılığı,
- Kumtaşı-şeyl biriminin içerisindeki şiddetli kıvrımlanmalar bize bloğun tektaş konumunda olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.6 : İntepe biriminin (Mkms), Arapkave birimi (Mmr) ile faylı dokanağı.

2.2.3.5. Yaş

Birim içerisinde, herhangi yaş verici bulgulara rastlanılmamıştır. Önceki araştırmacılar, Akartuna (1962), Ferhatoğlu (1988), yakın çevredeki kumtaşı-şeyl birim içerisindeki kalker seviyeleri içerisinde, Globotruncana Lapporenti, Globotruncana sp., fosilleri bulmuşlar ve birimin yaşını orta Turaniyen-Alt Kampaniyen yaşını öngörmüşlerdir. Bu bulguların ışığında birimin yaşını Orta Turaniyen-Alt Kampaniyen olarak kabul edebiliriz.



Şekil 2.7 : Bindirme fayı boyunca gözlenen fay breşi

Kireçtaşı bloklarının yaşını, Ferhatoğlu (1988), yaptığı araştırmalarda; Dosycladaceae ailesine ait; Teutloperalla elangata, Teutloperalla tabulata, Teutloperella porvesicultera, alg fosilleri ile Textuloridae ve Miliolidae ailesine ait fosilleri belirlemiştir. Bu veriler ışığında araştırmacılar kireçtaşı tektaşlarına, Erken jura (Liyas) yaşını vermişlerdir.

Bu bulgulara değinerek, kireçtaşı bloğunun yaşının Erken Jura olduğunu söyleyebiliriz.

2.2.3.6. Yorum

Çalışma arazisinin doğusunda varolduğu düşünülen bir denizde oluşan kireçtaşı sıkıştırma tektonizmasına uğrayarak batı kısımdaki kıtasal kabuk ile çarpışması sonucu bloklar halinde filiş birimi içerisine düşmüştür.

Jeosenklinal'de kumtaşı-şeyl birimi hareketli denizel ortamda ardalanmalı olarak çökelmiştir. Çökelme esnasında tektonizma ile gelen kireçtaşı tektaşları birim içerisine yerleşmiştir. Kireçtaşı yerleşimi ile kıvrımlanma derecesi ileri safaya ulaşmıştır.

2.2.4. Gurgur Birimi

Çalışma alanının kuzeyinde ve Gurgur dağı çevresinde gözlenen birim killi kireçtaşı ve kilitaşları, çakıltaşlarından meydana gelmektedir. Bu birime daha önceki araştırmacılar Neojen birimler olarak nitelendirilmiştir. Bu proje kapsamında Gurgur birimi olarak adlandırılmıştır. Birimlerin yanal ve düşey uzanımları Şekil 2.13-2.14-2.15 ve 2.12'deki jeolojik haritalarda verilmiştir.

2.2.4.1. Kireçtaşı Birimi

2.2.4.1.1. Tanım

Çalışma alanının kuzey kesimlerinde oldukça yaygın olan birim genelde sarımsı-beyaz, beyaz renklerde yumuşak bir topoğrafya sunmasından dolayı kolaylıkla tanınır.

2.2.4.1.2. Litoloji

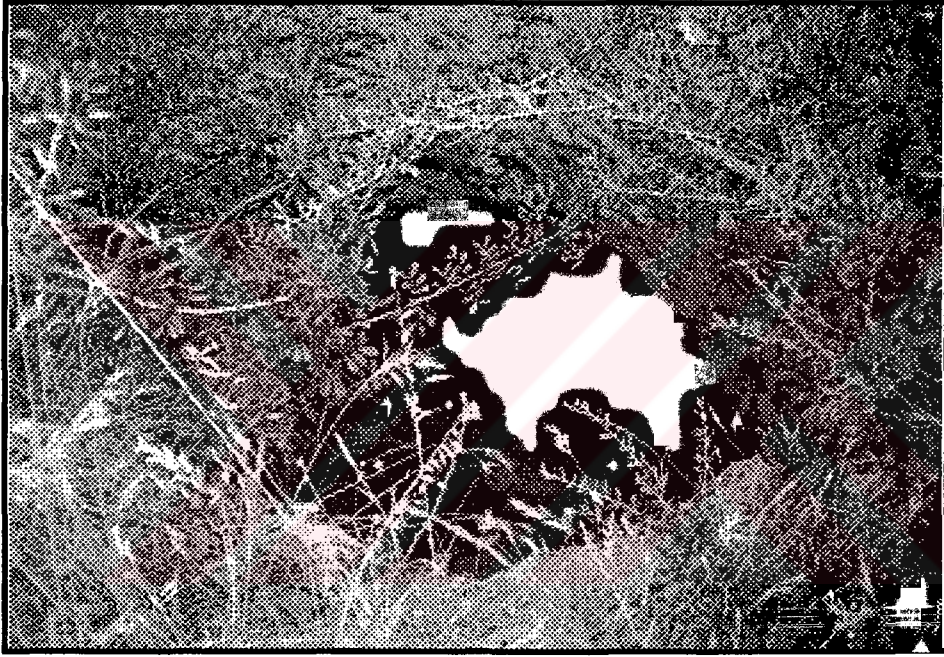
Kireçtaşı birimi genelde üst seviyelerde gözlenmekte ve killi kireçtaşına geçiş sunmaktadır. Marn birimi sarı ve beyaz renklerde gözlenmektedir. Dayanımlı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. İnceleme alanının üst seviyelerinde bulunan killi kireçtaşı bölgede yaygın olarak gözlenmektedir. Birim dayanımlı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Bu yapısından dolayı karstik boşluklar oluşmuştur (Şekil 2.8)

2.2.4.1.3. Yaş

Önceki araştırmacılar Gastrapot ve saz fosillerine dayanarak birimin yaşını Neojen olarak belirlemişlerdir. Çalışma alanında yaş verecek fosillere rastlanmadığı için birimin yaşı Neojen olarak alınmıştır.

2.2.4.1.4. Dokanak

Neojen kireçtaşları, Mezozoyik birimler üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Birim içerisindeki deformasyon farklılığı ve doğrultu eğim farklılığı birimin uyumsuzlukla çökeldiğini göstermektedir. Birimin üst dokanağı ise Aluvyon birimi ile yine uyumsuz olarak gelmektedir.



Şekil 2.8 :Gurgur Birimi içerisinde gözlenen magara yapıları

2.2.4.1.5. Yorum

Neojen birimler gölsel bir ortamda çökelmiş ve Neojen sonrası tektonizmaya bağlı olarak yükselmiş ve taşlaşmıştır. Neojen sonrası tektonizma sonucu kırılan ve faylanarak deformasyona uğramıştır.

2.2.4.2. Kilitaşı-Çakilitaşı Birimi

2.2.4.2.1. Tanım

Birimler genelde kahverengi, yeşil renklerde yumuşak topoğrafik yapısı ile kolayca tanımlanmaktadır.

2.2.4.2.2. Litoloji

Kilitaşları kahverengi, yeşil renklerde ince laminali bir yapı sunmaktadır. Bu özelliği nedeniyle geçirimsizliği düşüktür. Kilitaşları çalışma alanında genelde yüksek rakımlı tepelerde ve alüvyon biriminin tabanında gözlenmektedir. Bölgede geçirimsiz akifer tabanında geçirimsiz birim niteliğindedir. Birim içerisinde ardalımalı ve yer yer mercek konumunda çakilitaşları yer alır. Çakilitaşları metamorfik ve kretase birimlerinin parçalarını içermektedir. Çakilitaşları kendi içerisinde ikincil karstik boşluklar içermektedir.

2.2.4.2.3. Yaş

Kilitaşları ve çakilitaşları görsel ortamda oluştuklarında içerisindeki saz fosillere dayanarak önceki araştırmacılar Neojen yaşını vermişlerdir. Bu nedenle birimlerin yaşı Neojen olarak ele alınmıştır.

2.2.4.2.4. Dokanak

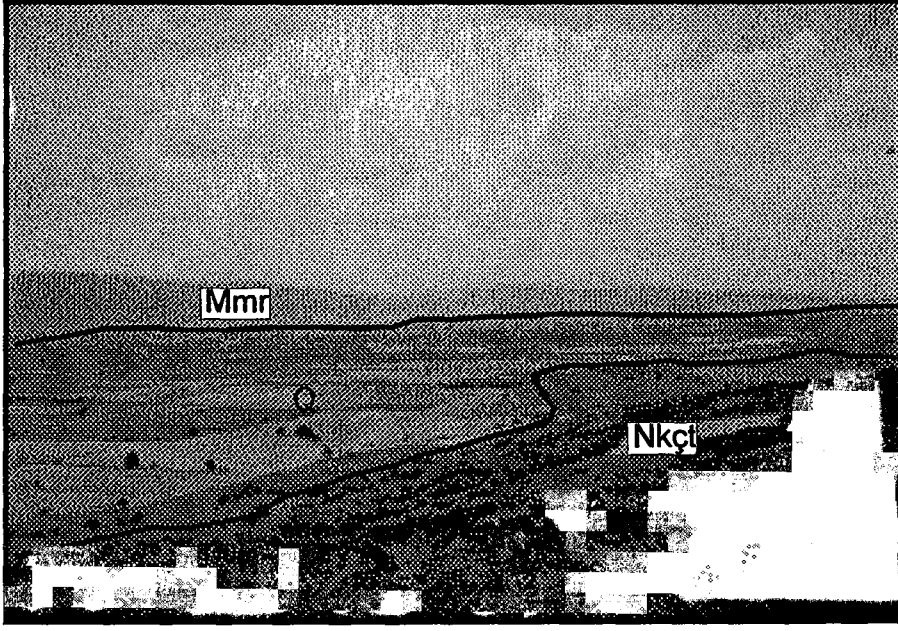
Birimler kireçtaşı, kumtaşı, kilitaşı ve çakilitaşı ardalımalı olarak oluşmaktadır. Bu nedenle birimler kendi aralarında uyumludur. Ancak birimler metamorfik birimler üzerine aşılal uyumsuzlukla gelmektedir. Alüvyon birimi Gurgur birimini aşılal uyumsuzlukla üstlemektedir.

2.2.4.2.5. Yorum

Birimler kratese sonunda bölgede oluşan göllenme sonucu aşınan ve taşınan kaya parçalarının bu göl ortamında oluşmasına neden olmuştur. Birimler tabanda itibaren, çakıllaşları, kumtaşları, kilaşları ve üst seviyelere doğru killi kireçtaşı olarak gölssel ortamda çökelmişlerdir. Gölssel ortamda yaşayan sazlar ise birimlerin çökelme sırasında fösilleşmiştir. Neojen sonrası meydana gelen grabenleşme tektoniği sonucu birimler yükselmiş ve taşlaşmışlardır.

2.2.5. Alüvyon

Çalışma alanında yaygın olarak gözlenen birim genelde bölgedeki kayaç parçalarından., mermer, kireçtaşı, şist, çört parçaları ve killi,kumlu seviyelerden oluşmaktadır. Birimin kalınlığı yer yer 80 m'ye kadar ulaşan kısımlar mevcuttur (Şekil 4.1). Dayanımlılığı az ve dağılgan bir yapıya sahiptir. Birim bölgedeki bütün kaya birimlerini üstlemektedir. Alüvyon birimi çöküntü havzasına aşınma ve taşınma ile gelmektedir (Şekil 2.9). Dayanımlılığının fazla olmaması nedeniyle bölgede yeraltısuyu yönünden büyük bir öneme sahiptir. Bölgede yapılan gözlemlerde, 15-20m'lik keson kuyularda ve yapılan sondajlarda birimin 10-30 metreler arasında yoğunlukla çakıllı seviyelerin bulunduğunu göstermektedir. Bu çakılların bölgedeki akış rejimine bağlı olarak taşınan çakıl ve blok boyutundaki kısımlarını oluşturmaktadır. Bölgede yapılan jeofizik çalışmalarda birimin 0-60m arasında çakıllı , kumlu ve killi seviyelerle ardalanmalı olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.9 : Torbalı havzasındaki Alüvyon biriminin genel görünüşü.

2.3. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı yapısal yönden önemli bir yapıya sahiptir. Bölge Alpin ve Hersiniyen Orojenezinden etkilenerek kırılmış ve kıvrılmıştır. Bölgedeki yapısal unsurları dört başlık altında toplamak gerekir.

Şistozite; Paleozoyik yaşlı şist birimi içerisinde yaygın olarak gözlenmektedir. Şistozite eğim yönleri NW-SE ve ortalama 20-25° eğimlidir. Birim kendi içerisinde şiddetli deformasyon izlerini taşımaktadır. Tektonizmaya bağlı olarak kıvrılmış ve şistozite boyunca kaymalar ve hareketler mikro ve makro düzeyde mevcuttur.

Katmanlanma ; Çalışma alanında ilksel kayaçları oluşturan mermer biriminin katmanlanma özelliği şiddetli deformasyon sonucu kaybolmuş ve masifleşmiştir. Ancak Neojen birimler içerisinde katmanlanmalar çok belirgin ve eğim yönleri NW yönlü ve 15-20° eğimlidir. Killi kireçtaşı birimlerinde katmanlanmaya paralel olarak kırıklar ve çatlaklar gelişmiştir.

Faylar ;

a). Bindirme fayları : Bölgedeki tektonizmaya bağlı olarak bir dizi faylar gelişmiştir. Bunların en önemlisi çalışma alanının NE gözlenen bindirme fayıdır(Şekil 2.5). Filiş birimi üzerine bindirme ile gelen Mesozoyik kireçtaşı birimi içerisinde gözlenmektedir. Bindirme fayı üzerinde fay bireşi ve sıkıştırmaya bağlı olarak şiddetli deformasyon ve kıvrılmalar mevcuttur (Şekil 2.6). Fay boyunca limonitleşme ve hematitleşmeler gelişmiştir. Fayın eğimi 14° SE yönlüdür. Bölgede mermer ve kireçtaşları içerisinde irili ufaklı bir çok fay gelişmiştir. NW-SE yönlü olan bu faylar sıkıştırma tektoniğine bağlı olan normal faylardır.

b) Genleşme tektoniğine bağlı grabenleşme fayları: Bölgede farklı litolojideki kaya gruplarının yer alması ve sınırlar boyunca graben yapılarının gözlenmesi bölgede bir

genleşme tektoniğine bağlı olarak gelişen büyük fayların olduğuna işaret etmektedir . Alt Pliyosenden itibaren duraksamalı olarak devam eden grabenleşme faylarının ege bölgesinde KD-GB yölü etkili olduğu belirtilmektedir (Eşder & Şimşek,1975). Çalışma alanında çöküntü alanlarının K-G, KD-GB yönlü olması bölgede grabenleşmenin etkili olduğunu göstermektedir(Şekil 2.13-2.15). Bu fayların üzerine güncel tortullarla örtülmesinden dolayı gözlenememektedir.

Çatlaklar ; İnceleme alanında tamamen mermer ve kireçtaşlarında yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 2.10). Değişik yönlerde gelişen ve bu çatlak sistemleri boyunca oluşan karstik yapılar mevcuttur.



Şekil 2.10 : Arapkave birimi içerisindeki eklem sistemlerinin görünüşü.

2.4. TARİHSEL JEOLJİ VE PALEOCOĞRAFYA

Inceleme alanında, Menderes masifine ait şişt ve mermer birimleri en yaşlı kaya birimlerini oluşturmaktadır. Birimler hareketli denizel ortamda; kumtaşı, kıltaşı, şeyl ve üst seviyelerde karbonatlaşarak kireçtaşı şeklinde büyük bir kıta içerisinde çökelmişlerdir. Daha sonra Kaledoniyen ve Hersiniyen Orojenezleri ile yükselmişler ve Genç Paleozoyik-Triyas zaman aralığında NW'deki eski Okyanusa ait kabuk Menderes Masifinin üzerine bindirerek birimlerin, düşük sıcaklık- orta basınç koşulları altında başkalaşıma uğrayarak metamorfik kayalar oluşturmasına neden olmuşlardır.

Eşder, (1975); Üst Kratesede olası olarak Menderes masifinin NW'da yer alan bir havzada oluşan filiş fasiyesindeki kırıntılı kayalar depolandığı üzerinde durmaktadır. Bu kırıntılı kayaların oluşumu sırasında NW'de nap hareketleri ile filişin çökeltim ortamına yerleşmiştir. Farklı litolojideki bu mega blok kireçtaşlarının çökeltim ortamına yerleşmesi, üst Kretasede bölgesel kompresyon tektoniğine ve nap hareketlerinin yoğunluğuna bağlanmıştır. (Erdoğan, 1990). Kumtaşı-şeyl biriminin karmaşık iç yapısı, çökeltim sırasında başlamış ve nap hareketleri ile gelen kireçtaşlarının yerleşimi ile artmıştır. Daha sonra Menderes masifinin üzerine bindirmesi ile karmaşıklığı ileri safhaya ulaşmıştır(Şekil 2.5).

Neojen öncesi alçak olan bölgeler Neojen tortullarının çökeltmesine neden olmuştur. Neojen çökelleri gölsel ortamda, çakıltası-kumtaşı-kıltaşı ve killi kireçtaşı ardalanmalı olarak çökelmişlerdir. Neojen birimlerin tabanında çakıltaları yer alır. Kıltaşı ve kumtaşları ardalanmalı olarak çökelmişlerdir. Killi kireçtaşları serinin en üst kesimlerinde görülmektedir. Neojen serilerinin ortalama kalınlığı 400 m'dir. Bunun 100 m'sini killi kireçtaşları, diğer kalınlığı kıltaşı ve kumtaşları oluşturmaktadır. Birim içerisinde gölsel ortamı simgeleyen saz fosilleri birimlerle beraber taşlaşmış ve fosilleşmiştir. Neojen esnasında, çeşitli tektonik olaylardan etkilenen bölge, basınç ve gerilim kuvvetlerinin etkisinde kalarak faylanmış ve NE-SW ve NW-SE doğrultulu genç, aktif faylar oluşmuştur. Genleşme tektoniği sonucu oluşan horst-graban yapıları çalışma alanında

etkisini göstermektedir. Teotektonik olayların sona ermesinden sonra bölgede karasal çökelmeler başlamış ve graben yapıları bu çökeller ile dolmuştur.

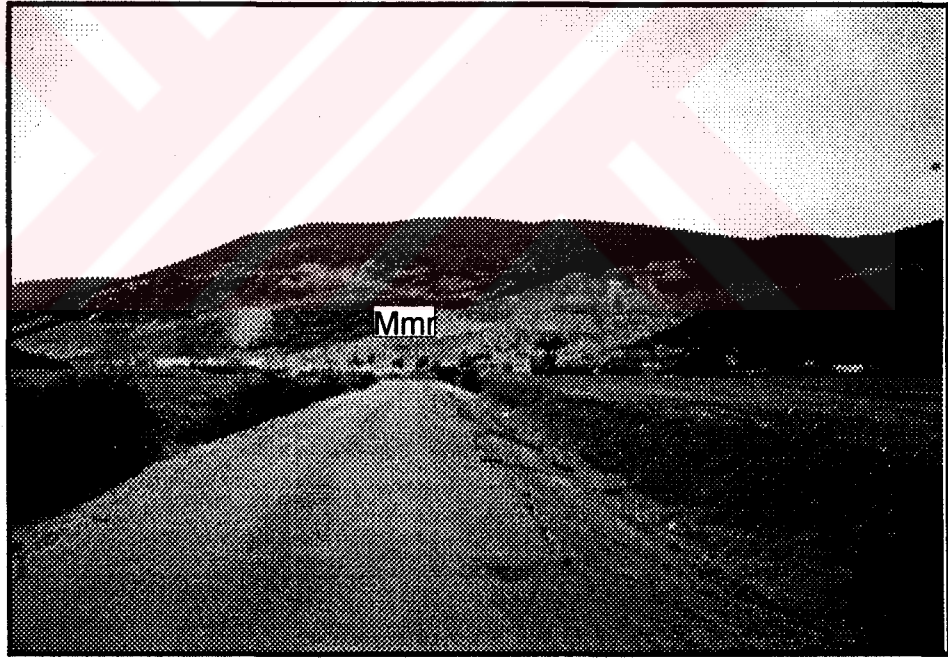
Günümüzde halen kayaçlar ayrışması ve taşınması sonucu güncel oluşuklar çökelmeye devam etmektedir.



2.5. EKONOMİK JEOLojİ

Çalışma alanında ekonomik değer taşıyacak kaya birimi olarak mermerler yer almaktadır. Yaygın olarak yer alan mermer birimi masif ve çatlaksız olduğunda işleme uygun değer taşımaktadır (Şekil 2.11). Ancak bölgedeki mermerler çatlaklı olduğundan blok alımına uygun olmadığı için mıcır alımına uygundur. Bu nedenle birçok mıcır ocağı açılmıştır.

Çalışma alanında , terk edilmiş büyüklü ve küçüklü birçok ocak saptanmıştır. Mermer biriminin alt seviyelerinde blok çıkartılarak işletilebilir. Şişter içerisindeki mercer ve arakatki şeklindeki metakuvarsitler devamlı olmadığı için düşük rezervli ve yeterli saflıkta değildir.



Şekil 2.11 : Mermer Birimi içerisindeki mıcır ocakları

Fetrek çayı içerisinde suların taşıyarak getirdiği kum malzemesi mevcut olup, dere içerisinde birçok kum ocakları açılmıştır. İzmir Adnan Menderes hava limanının taban

dolgu malzemesinde fetrek ayı Alüvyon malzemesi kullanılmıştır. Bu miktar milyonlarca m³'tür.(alapkulu, F. ile sözlü görüşme).

Çalışma alanında yaygın olarak gözlenen mermer ve kireçtaşı birimleri günümüzde yaygınlaşan, deniz dolgu malzemesi olarak kullanılmaya çok elverişlidir. Bu özelliğı nedeniyle bir çok ocaktan çıkarılan mıcır lar yapımı devam etmekte olan Alsancak deniz dolgu çalışmalarında kullanılmaktadır.



2.6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

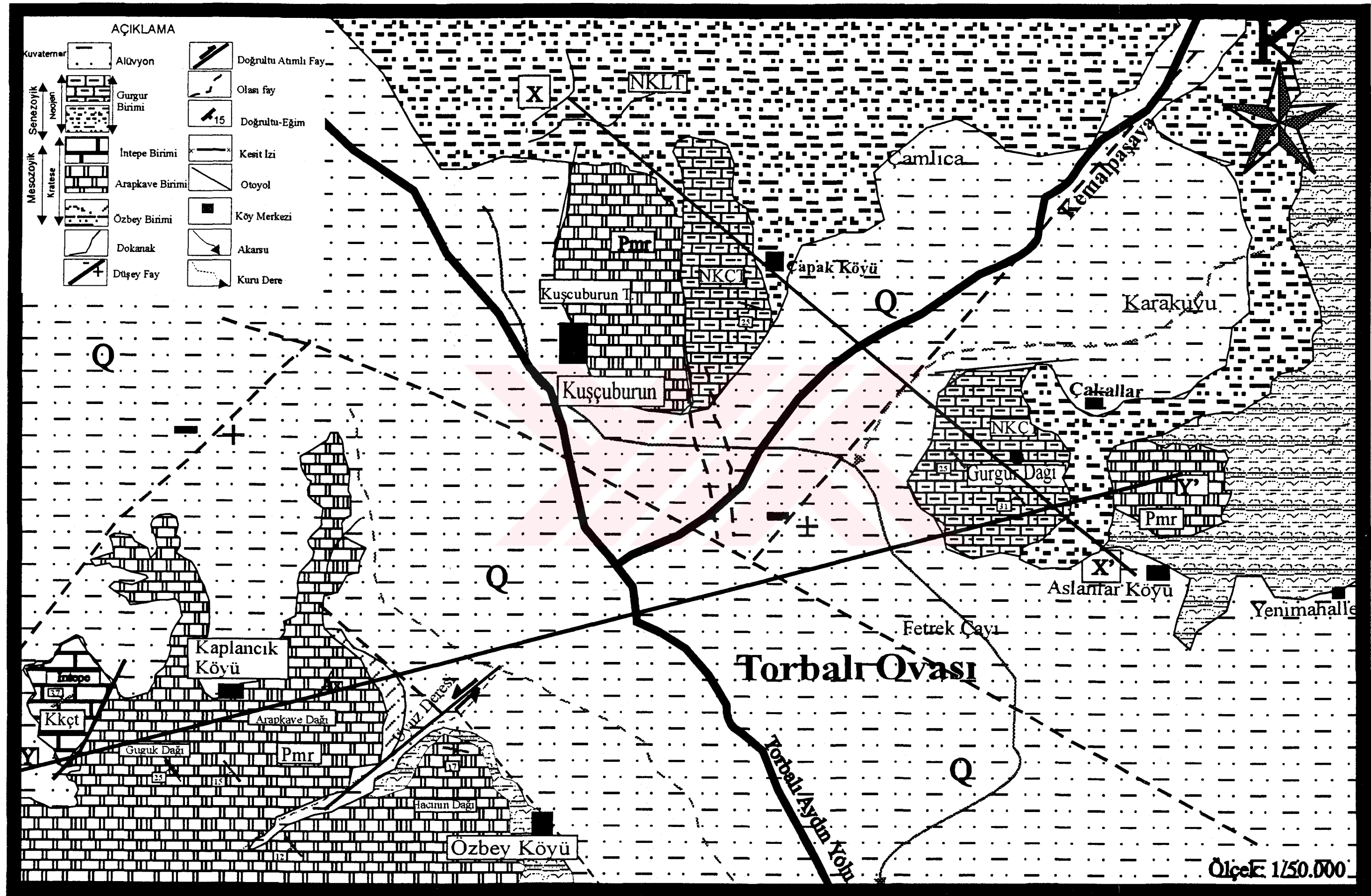
Çalışma alanında mühendislik değer taşıyan Aydın-İzmir otoyolu yer almaktadır. Yol güzergahı boyunca jeolojik etüdler ve mühendislik çalışmaları yapılmıştır.

Otoyol boyunca mermer birimi kesilmiş ve şev eğimi yaklaşık olarak 70 °C olarak verilmiştir. Birim içerisinde tabakalanma gözlenmediği için herhangi bir hareket söz konusu olmamaktadır. Birim içerisinde değişik yönlerde süreksizlik düzlemleri gözlenmiş ve bu süreksizlikler blok alımı şeklinde etkisiz hale getirilmiştir.

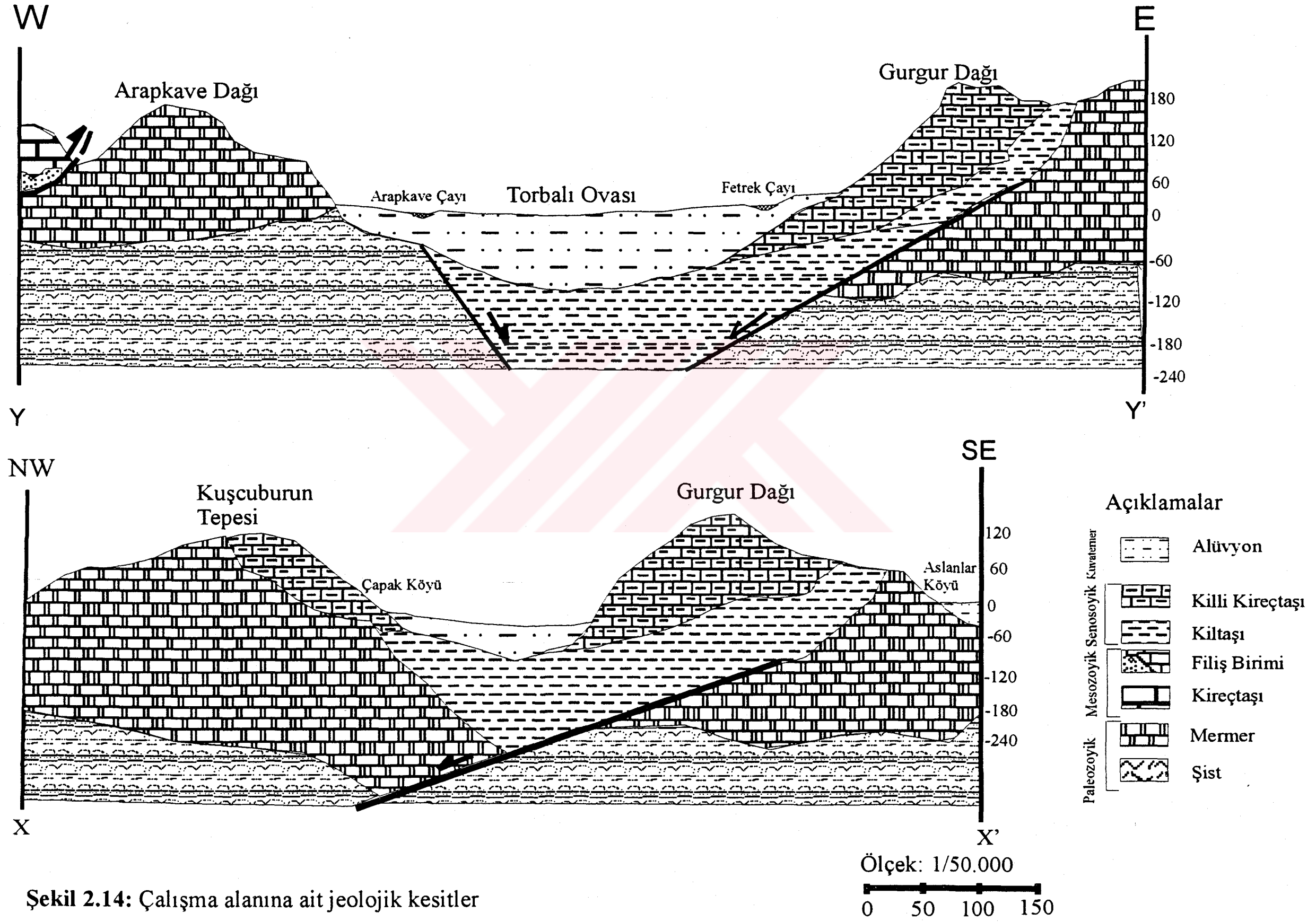
Mermer biriminin altında bulunan şişt birimi mühendislik açısından büyük önem taşımaktadır. Şişt biriminin kalınlığının fazla olduğu bölgelerde şev stabil çalışmaları yapılmış ve şev eğimi 30-40 °C olarak alınmıştır. Şişt biriminin eğiminin otoyol yönüne olduğu bölgelerde yatay kazık çakılarak stabil işlemleri yapılmış ve yüzeyleri aşınmaya karşı betonlanmıştır.

Çalışma alanında, geniş yayılım sunan alüvyon birimi üzerinde sanayileşmenin artması ve çok katlı yapılara gidilmesi nedeni ile yapılacak yapılarda zemin etüdünün yapılması ilerde doğabilecek tehlikeleri azaltabilecektir.

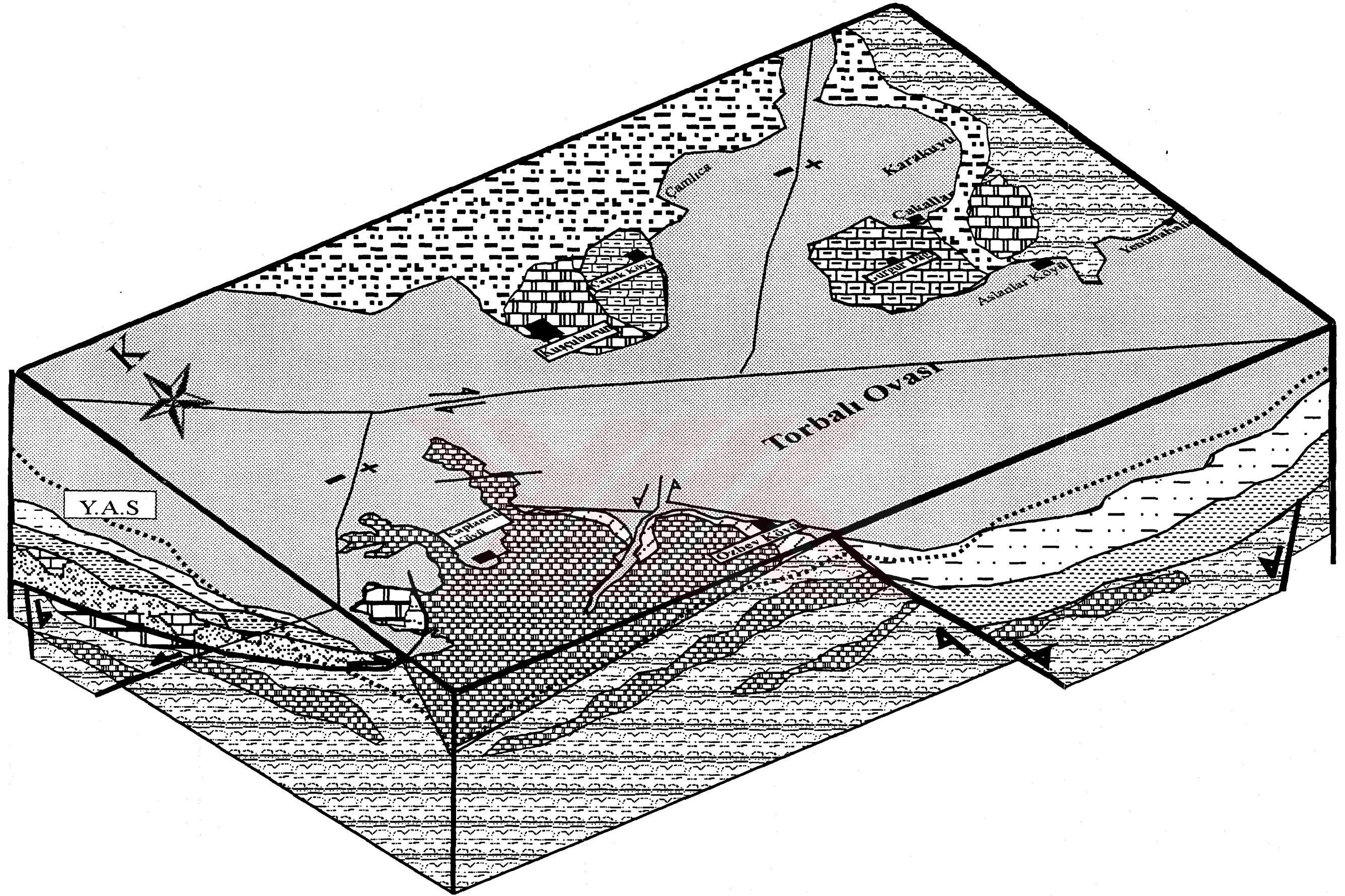
İzmir ve çevresinin birinci derece deprem bölgesinde olması ve alüvyon kalınlığının 50-100m arasında değişmesi bölgede zemin etüdün yapılmasını zorunlu kılmaktadır.



Şekil 2.13: Çalışma alanının 1/50.000 ölçekli jeolojik haritası(Şimşek,1998)



Şekil 2.14: Çalışma alanına ait jeolojik kesitler



Şekil 2.15 : Torbalı ve Çevresinin Blok Diyagramı

BÖLÜM III

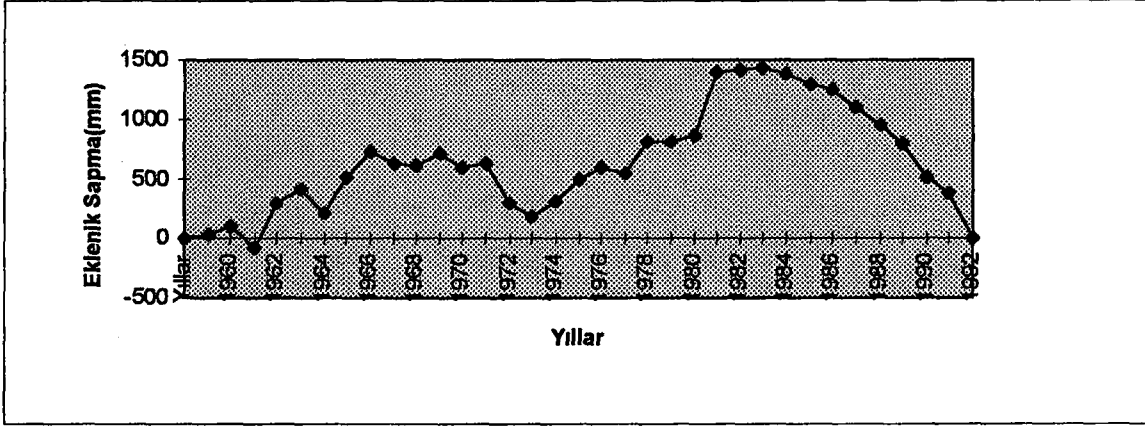
ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLOJİSİ

3.1. GİRİŞ

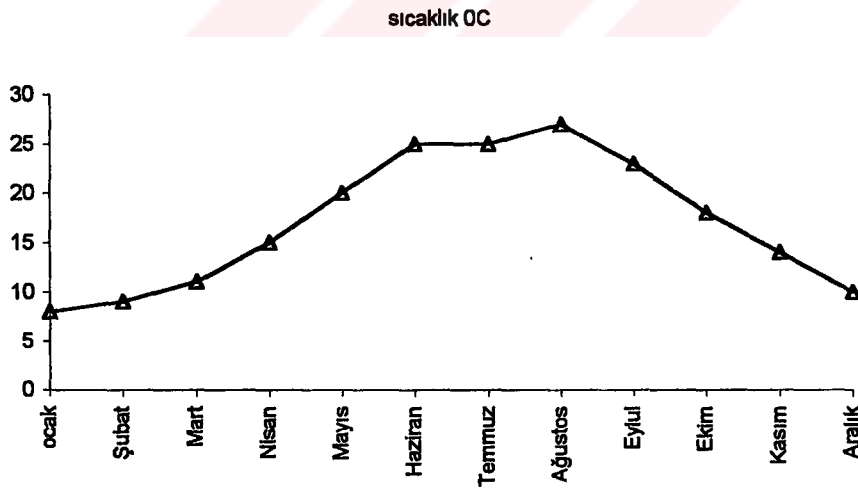
Bu bölümde, Türkiye'nin batı kesiminde bulunan Menderes Havzasının küçük bir kolu olan Torbalı havzasının hidrojeolojik çalışmalarını kapsamaktadır(Şekil 3.4). Çalışma alanındaki kaya birimlerinin hidrojeolojik parametrelerinin saptanması, kuyulardan alınan su örneklerinin analiz yapılarak havzadaki yeraltısuyu sınıflaması yapılmış, yağış ve çekim ilişkileri incelenerek havzanın su potansiyelinin daha verimli ve kirletilmeden kullanılması üzerine yorumlar getirilmiştir.

3.1.1. Yağışlar

Torbalı bölgesi tipik Akdeniz iklimi altındadır. Bölge, yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve ılıman geçmektedir. Yörede yağışlar nisan, mayıs, eylül ve ekim aylarında yüksektir. Diğer zamanlar hemen hemen kurak geçmektedir. 1969-1981 yılları arasında yıllık yağış ortalaması 756.6 mm'dir (Şekil 1.1). Bölgede yıllık ortalama sıcaklık ise 17 °C'dir (Şekil 3.2). Sıcaklık temmuz ve ağustos aylarında ortalama 30 °C arasındadır. Yağışların yeraltısı seviyesini büyük ölçüde etkilemektedir. Su seviyesi yağışlara paralel olarak yükselim sunmaktadır.

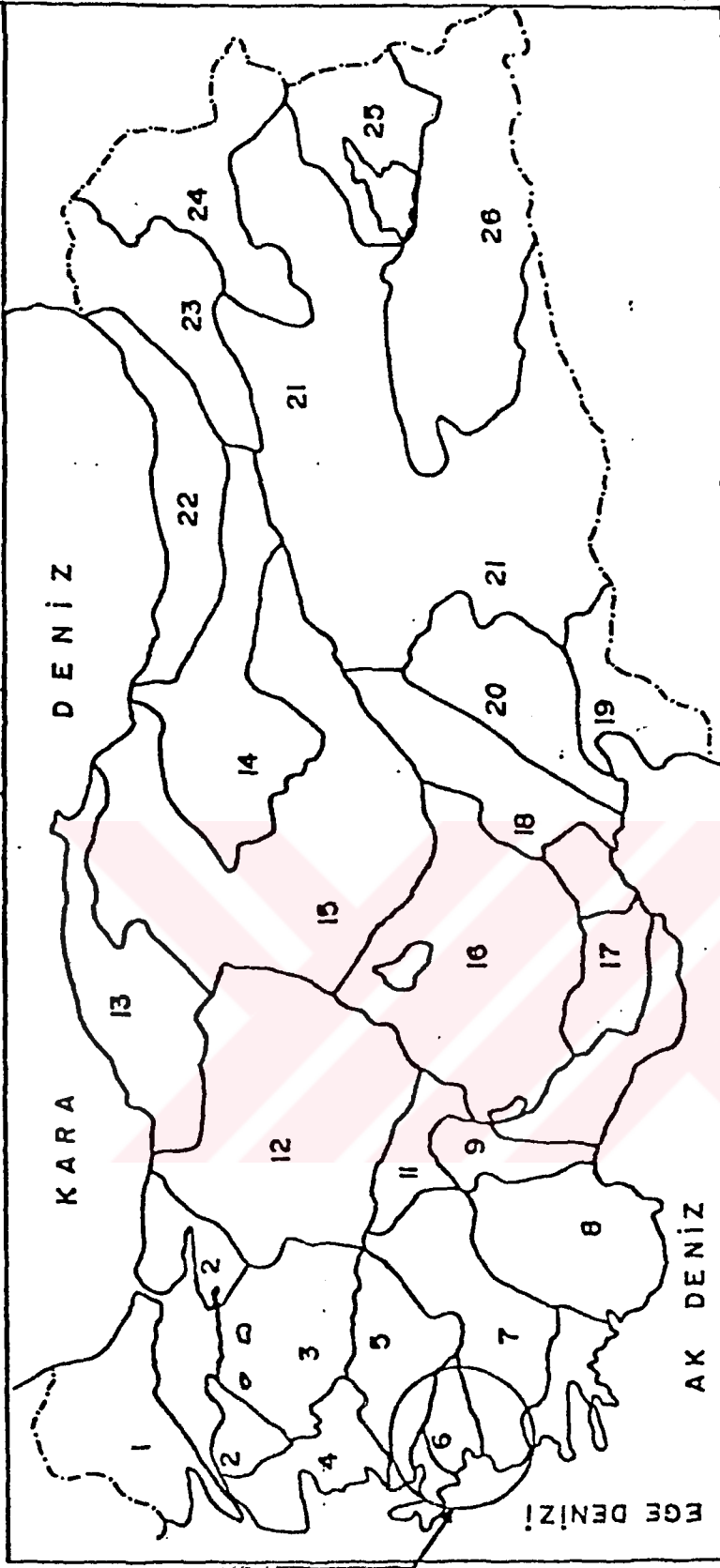


Şekil 3.1 : Torbalı Havzası ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği

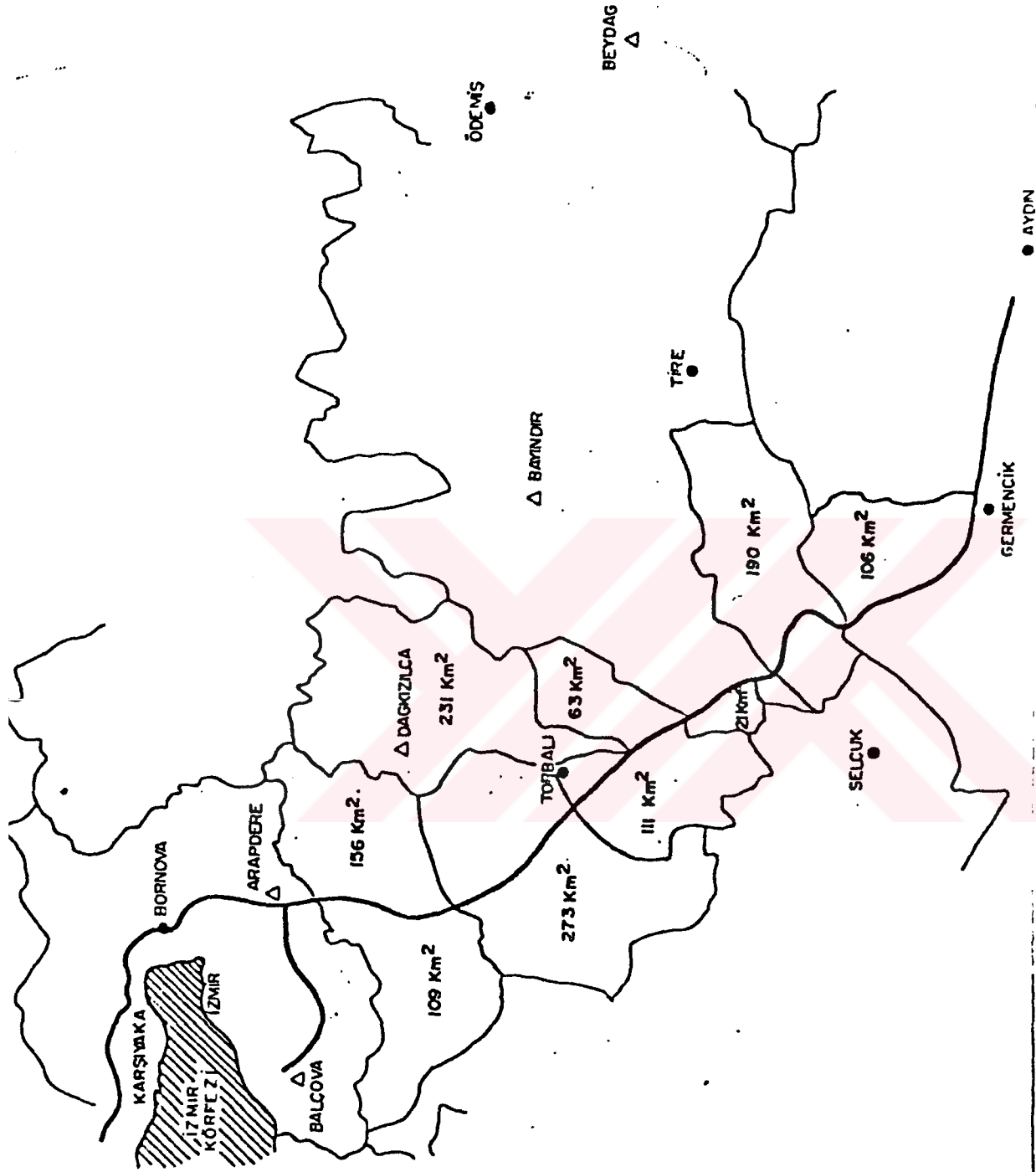


Şekil 3.2 : Çalışma alanının yıllık sıcaklık değişimleri

TÜRKİYE GENELİNDE SU HAVZALARI ALT BÖLÜMLERİ



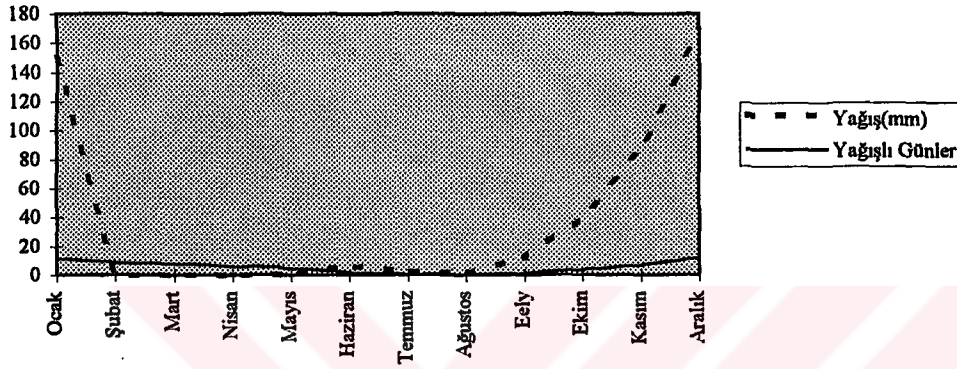
Şekil 3.3: Türkiye genelinde su havzaları alt bölümleri(Kutlutaş,1992)



Şekil 3.4: Torbalı ve çevresindeki havzaların sınırları ve yüzölçümleri (Kutlutaş, 1992)

Tablo 3.1: Torbalı İlçesi Aylık Ortalama Yağış Değerleri ve Yağışlı Günler Sayısı.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Yağış(mm)	150.0	86.1	66.0	54.1	39.3	6.7	2.7	0.9	12.5	40.3	86.4	169.	714.2
Yağışlı Günler	11.6	8.7	8.0	6.0	4.8	1.6	0.2	0.2	1.3	3.7	7.1	12.1	65.5

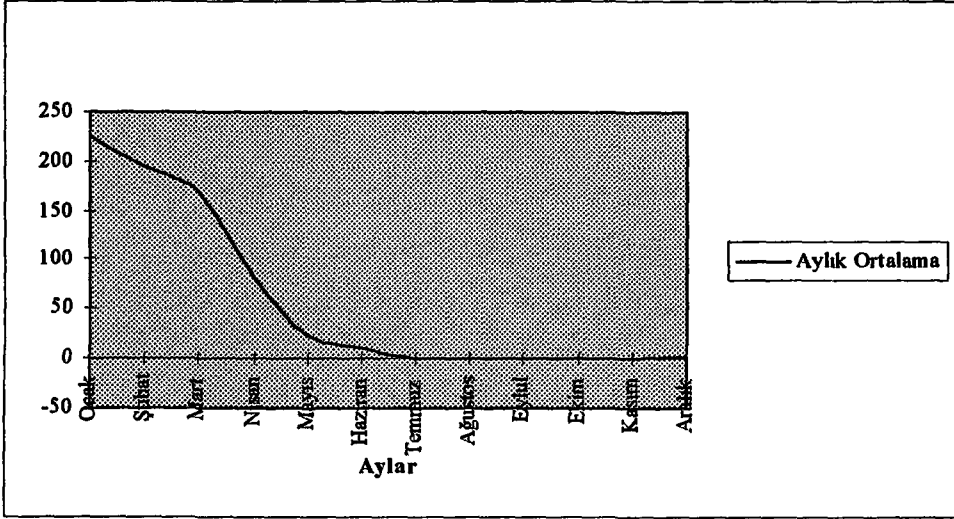
**Şekil 3.5: Torbalı havzası aylık yağış ve yağışlı gün eğrisi**

3.1.2. Akarsular

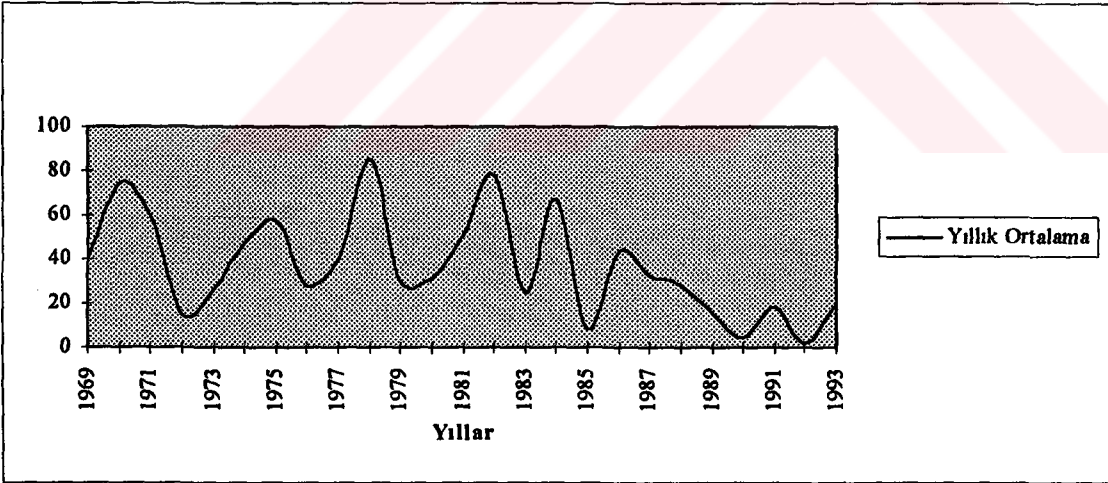
Bölgede akarsu niteliğinde Fetrek Çayı , Arapkave Çayı ve Derice Dereleri mevcuttur(Şekil 3.28-3.29). Yörede mevsimsel akışlı birçok kuru dereler vardır. Torbalı havzasının ortasından geçmekte olan Derice deresi fabrika atıklarıyla tamamen kirlenmiş ve kullanılmaz duruma gelmiştir. Bölgede akarsu niteliğindeki Fetrek çayı kış aylarında yüksek debilerle akmaktadır(Şekil 3.6-3.7). Yaz aylarında kısmen kuru dere niteliğindedir. Fetrek Çayı'nı yıllara ve aylara göre akım ölçümleri Tablo 3.2'de ve akım eğrileri Şekil 3.6-3.7'de verilmiştir. Akım eğrileri eklenik sapma(Şekil 3.1) ile karşılaştırıldığında 1975-1987 yılları arasında yağışlı mevsim olduğu bu nedenle Fetrek Çayının bu yıllar arasında yüksek debili akımlar göstermektedir. Arazinin batısında yer alan Arapkave dersi ise mevsimsel akışlı bir deredir.

Tablo 3.2: Fetrek Çayı Debi Ölçümleri($\times 10^6 \text{ m}^3$) (DSİ,1994).

Yıllar	Aylar											
	Ock.	Şbt.	Mrt.	Nis.	Mys.	Hrz.	Tmz.	Ağs.	Eyl.	Ekm.	Ksm.	Arl.
1969	13.7	12.5	3.81	4.8	1.61	0.59	0.08	0.00	0.00	0.0	0.79	2.79
1970	9.44	16.3	19.7	5.7	1.77	0.95	0.28	0.00	0.00	0.0	0.00	20.6
1971	4.07	12.6	26.6	7.03	1.56	0.64	0.18	0.00	0.00	0.0	2.38	5.24
1972	0.59	5.8	1.46	0.95	1.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.0	0.85	3.15
1973	1.61	12.9	3.3	3.20	1.46	0.03	0.00	0.00	0.00	1.0	2.38	1.00
1974	1.56	14.4	16.5	3.66	2.07	1.97	0.00	0.28	0.00	0.0	0.00	7.49
1975	18.7	9.2	4.1	2.79	2.53	1.00	0.18	0.18	0.00	0.0	4.78	13.8
1976	2.6	4.9	2.3	6.37	2.89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0	1.00	7.39
1977	8.11	6.1	5.3	1.51	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	4.4	8.87	5.40
1978	22.9	31.7	8.4	11.9	1.77	0.08	0.00	0.00	0.74	0.6	0.97	6.32
1979	14.4	9.4	2.3	0.64	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.13	2.17
1980	12.2	3.6	5.5	2.99	3.09	0.44	0.00	0.00	0.00	0.0	0.08	3.40
1981	30.3	5.9	8.1	2.02	0.9	0.08	0.00	0.00	0.00	0.0	4.42	3.61
1982	6.78	4.1	6.4	7.44	3.81	0.79	0.00	0.00	0.00	0.3	0.23	44.3
1983	6.11	9.4	2.0	1.25	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	3.35	4.48
1984	20.	13.9	12.8	8.54	1.82	0.44	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	6.62
1985	2.6	1.3	2.4	0.85	0.33	0.23	0.00	0.00	0.00	0.0	6.57	0.00
1986	20.2	11.8	4.1	0.28	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.69
1987	22.1	3.1	3.7	2.38	0.54	0.03	0.00	0.00	0.00	0.0	0.18	1.00
1988	2.23	0.8	14.6	1.92	0.64	0.23	0.00	0.00	0.00	0.0	0.44	7.54
1989	0.23	0.1	9.1	0.28	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.18	4.68
1990	0.44	0.5	0.6	0.23	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	2.79
1991	1.45	2.5	1.11	0.77	0.94	0.35	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	10.8
1992	0.12	0.00	0.25	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.38
1993	2.75	3.51	4.4	2.81	3.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	3.06
Toplam	224.9	196.3	170.4	81.2	33.79	9.8	0.72	0.28	0.74	6.53	37.4	168.9
Ort.	9.00	7.85	6.8	3.25	1.35	0.36	0.03	0.01	0.003	0.26	1.50	6.76



Şekil 3.6: Fetrek çayı aylık akım eğrisi ($\times 10^6 \text{ m}^3$)



Şekil 3.7: Fetrek çayı yıllara göre ortalama akım eğrisi ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

3.1.3. Kuyular

3.1.3.1. Sığ Kuyular

Yörede sığ kuyular genelde keson kuyu olarak açılmıştır. Derinlikleri ortalama 15-20m arasında değişen ve yüzey sularıyla beslenen sığ kuyulardır. Çaplar 1-2m arasında değişmekte ve iç kısımlarına suların geçebilmesi için taş duvar örülmektedir. Bu kuyular yağışın az olduğu zamanlarda genellikle kullanılmamaktadırlar. Çalışma alanında keson kuyu niteliğindeki kuyuların tamamı terk edilmiştir. Yörede yeraltı su seviyesinin düşmesi sonucu daha derin kuyulara baş vurulmaktadır.

3.1.3.2. Derin Kuyular

Yörede, gerek sulama gerekse kullanma amaçlı birçok sondaj kuyuları mevcuttur. Ortalama derinlikleri 80-130m arasında değişen ve debileri 5-50lt/sn olan derin kuyulardır. Bu kuyular çoğunlukla sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bazı fabrikaların ve Torbalı belediyesinin açmış olduğu bazı kuyular içme amaçlı kullanılmaktadır. Kuyularda yapılan ölçümlerde statik seviyenin 20-30m arasında değiştiği ve dinamik seviyenin ise 24-32m arasında olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.8). Bu değerler yağışların durumuna göre değişimler göstermektedir. Yaz aylarında bu kuyuların tamamına yakınından çekim yapılmaktadır. Dolayısı ile yeraltı sularında büyük düşüşler görülmektedir. Bölgedeki yerleşim merkezinin hemen hemen tamamı havzada açılan sondaj kuyuları ile içme ve kullanma su ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bölgede DSİ ve özel şahıslar tarafından açılmış 200'e yakın su sondaj kuyusu tesbit edilmiştir (Şekil 3.29). Çalışma alanının batısında DSİ tarafından I ve II nolu kooperatif alanları etüd edilmiştir. Bu alanlarda sulama amaçlı sondajlar açılmıştır (Tablo 3.3-3.4). Bu sondajlarda yapılan çalışmalarda kayaçların transmisibilite değerleri tesbit edilmiştir (Şekil 3.9).

Bu bölümde DSİ tarafından yapılan ölçümler istatistikler haline getirilmiştir. Kuyuların yıllık statik ve dinamik su seviye ilişkileri grafiksel olarak çıkartılmıştır. Kuyularda

yağışlardan dolayı, mart aylarında yeraltısularında yükselmeler görülmektedir. Yaz aylarında ve ekim sonuna kadar kuraklık ve çekimden dolayı düşüşler görülmektedir (Şekil 3.8). Yapılan ölçümlerde, son 12 yılda yeraltısı seviyesinin her yıl bir metreye yakın düşümler gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.10-11).

Tablo 3.3: DSİ 10063 Nolu Kuyunun Aylık Statik Seviye Ölçümleri

Aylar	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Ocak	25.2	26.2	---	29.1	30.5	28.6	30.1	29.8	29.8	29.6	29.7
Şubat	25.3	25.1	---	---	28.5	29.6	30.0	30.6	29.8	29.8	29.4
Mart	22.4	23.3	27.3	29.6	28.0	---	29.1	29.5	29.7	29.1	29.1
Nisan	21.0	25.2	27.5	29.9	30.4	29.8	30.1	30.2	28.4	30.7	---
Mayıs	19.8	25.0	25.0	30.6	29.7	29.8	30.1	29.8	---	28.7	---
Haziran	21.6	24.2	25.8	29.5	29.6	29.7	30.0	29.4	---	29.1	---
Temmuz	23.4	24.3	26.9	30.6	27.7	29.8	30.7	30.8	---	29.7	---
Ağustos	23.9	26.8	27.3	30.4	30.8	30.1	31.5	30.9	---	29.8	---
Eylül	25.7	28.5	28.3	30.1	34.1	30.1	31.0	30.1	---	30.6	---
Ekim	26.1	29.2	---	30.6	34.2	30.5	31.5	29.0	30.8	29.7	---
Kasım	26.2	29.8	28.9	30.7	31.5	31.2	32.1	32.2	---	32.5	---
Aralık	26.1	30.1	---	30.9	28.6	30.1	31.5	30.2	---	30.6	---

Tablo 3.4 : 1980 yılında D.S.İ Tarafından İşletmeye Açılan I.Kısım Kuyuların Özellikleri

Kuyu No	Derinlik (m)	St.Sev.(m)	Dn.Sev.(m)	Debi (lt/sn).	T(m ³ /gün/m)
27414	120	13.24	23.36	50.46	996
27415	100	14.53	16.54	50.46	3986
27416	100	14.93	17.50	50.46	3189
27417	102	12.29	16.57	50.46	2278
27418	105	10.32	13.94	50.46	3623
27419	100	11.38	15.21	50.46	2749
27420	110	10.19	34.58	50.46	173
27421	95	16.16	20.96	30.27	1366
27422	68	17.48	35.09	11.17	42

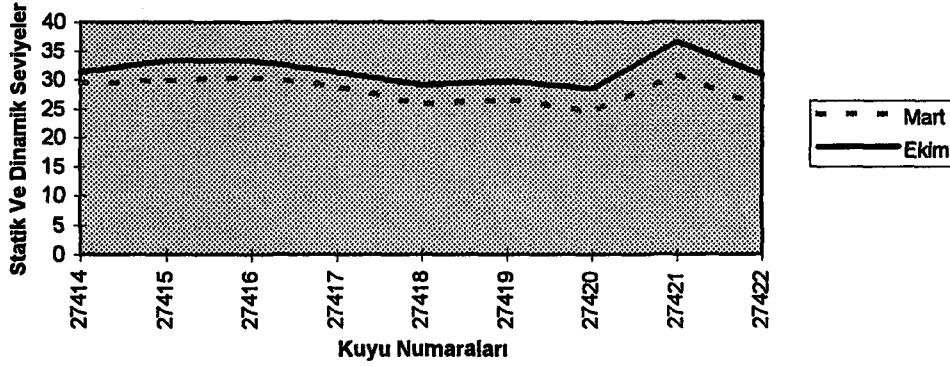
Tablo 3.5 : 1982 Yılında D.S.İ Tarafından Açılan II. Kısım Kuyuların Özellikleri

Kuyu No	Derinlik (m)	St.Sev.(m)	Dn.Sev.(m)	Debi (lt/sn).	T(m ³ /gün/m)
26777	54.30	8.21	9.79	60	31600
29863	41.00	+0.20	2.85	60.62	3420
29864	70.20	1.11	11.49	60.62	876
29865	64.50	4.72	15.75	50.46	1594
29866	60.00	6.72	13.26	60.24	1903

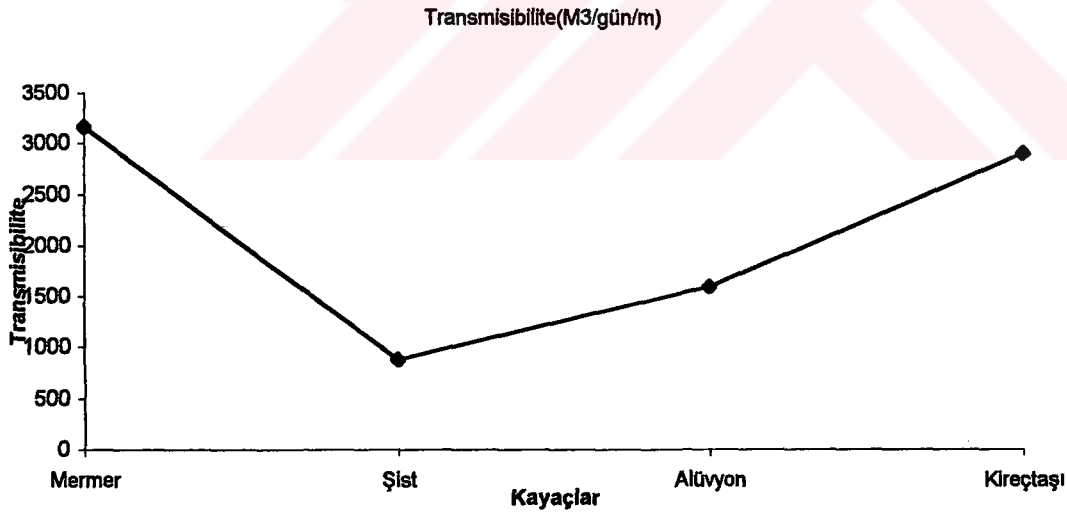
3.1.3.3. Kaynaklar

İnceleme alanında su kaynakları , Taşkesik köyünde Mermerlerden 0.5 lt/sn debili üç adet kaynak tesbit edilmiştir (Şekil 3.28). Ayrıca inceleme alanının Kuzeyinde Oğlananası, Ayrancılar tarafında Neojen Çakıltası ile Kıltaşı dokanağından ortalama 500 lt/sn debili

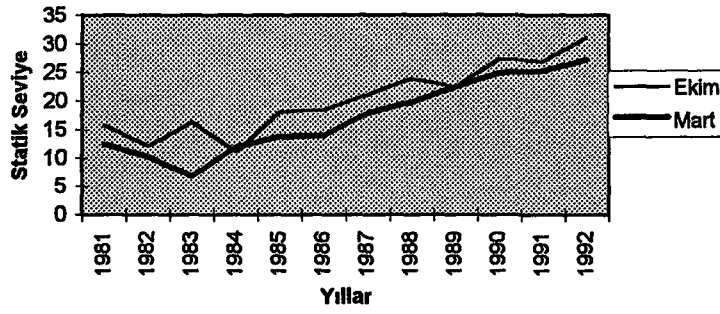
büyük kaynaklar tesbit edilmiştir. Bu kaynaklar Tahtalı barajı koruma alanı içerisinde Barajı beslemektedirler. Torbalı İlçesinin Kuzeyinde bulunan Çapak köyünde , Neojen Kilitaşları ile Killi Kireçtaşları dokanağında iki adet 0.5 lt/sn debili kaynakların çıktığı tesbit edilmiştir. Yöre halkı bu kaynakları içme ve sulamada kullanmaktadırlar.



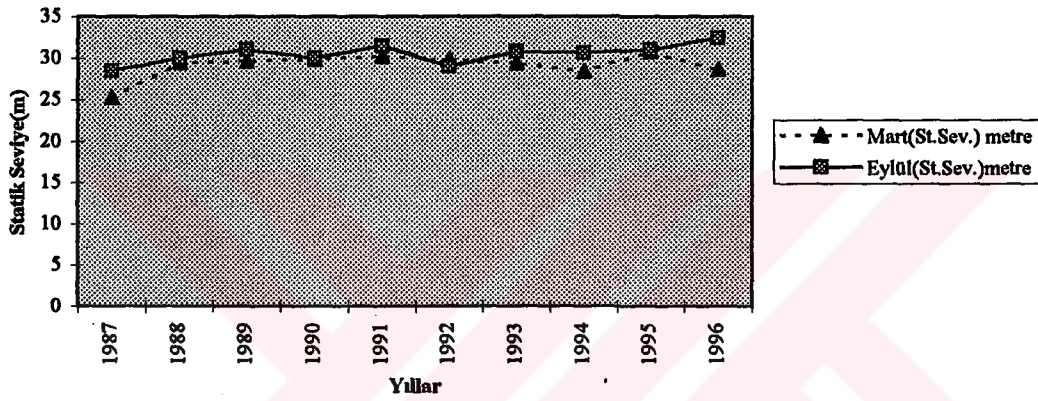
Şekil 3.8 : Havzadaki 1993 yılı kuyuların statik ve dinamik seviyeleri (DSİ,1992)



Şekil 3.9: Bölgedeki kayaçların transmisibilite değerleri (DSİ,1995)



Şekil 3.10 : Havzada son 12 yıllık su seviye değişimleri



Şekil 3.11 : DSI'nin açmış olduğu 10063 nolu kuyunun 10 yıllık statik seviye değişimi

3. 2. KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLÖJİK YÖNDEN İRDELENMESİ

3.2.1. Mesozoyik yaşlı birimler

3.2.1.1 Mermer ve Şist Birimleri

İnceleme alanının temelini oluşturan Şist ve Mermer birimleri hidrojeolojik yönden büyük önem taşımaktadır. Temeli oluşturan Şist birimi, genellikle ince yapraklanmalı, bol kıvrımlı ve yersel ayrışma gösteren az geçirimli-geçirimsiz özelliklere sahiptir. Şist

biriminin bu özelliklerinden dolayı yeraltısuyunu daha derinlere süzülmesini önleyerek geçirimsiz birimi oluşturmaktadır. Şist biriminin üst seviyelerinde bulunan Mermer ve Metakuvarsit bantları yersel yeraltısuyu içermektedir.

Şist biriminin üzerinde bulunan ve kalınlığı oldukça fazla olan mermer birimi inceleme alanında en iyi akifer olabilecek kaya grubunu oluşturmaktadır. Mermerler düzgün, orta-kalın katmanlı , iri kırstalli, bol çatlaklı ve bol karstik yapılara sahip olma özelliği ile geçirimli ve bünyesinde bol su bulundurmaktadır. İnceleme alanında yüksek kesimlerde bulunan Mermerler kırık ve çatlak sistemleri boyunca yüzey sularını süzerek daha alçak kesimlerde birikmesini sağlamaktadırlar. Mermerlerden gelen suların kalsiyumlu ve kullanılabilir nitelikte olduğu gözlenmektedir. İnceleme alanının batısında Alüvyon birimini geçerek Mermer biriminin çatlaklarına sondajlarla derelerden gelen suları vermek suretiyle yapay beslenme yapılmaktadır. Bu sistem DSİ tarafından yapılmış olup aynı projeyi Gurgur dağı eteklerindeki Fetrek Çayına yaparak Arslanlar köyüne bir tünel vasıtası ile taşımayı amaçlanmaktadır.

3.2.1.2. Kireçtaşı Birimi

Kireçtaşı, grimsi siyah renkli ve değişik yönlerde bol kırık, çatlak sistemleri içeren geçirimsizliği yüksek kaya grubundandır. Önceki araştırmacılar Triyas yaşını vermişler ve kumtaşı-şeyl biriminin içerisinde uyumsuz olarak gözlendiğini belirtirler. Kireçtaşları, tektonik hareketler nedeniyle meydana gelen kırık ve çatlaklar yağış sularının etkisiyle çözünerek bünyesinde kanal akımları, mağaralar, dolinler, uvala, polye ve karstik yapılar kazanmıştır. İnceleme alanındaki Mesozoyik kireçtaşları Yeraltısuyu açısından büyük önem taşımaktadırlar. Bölgede Arslanlar köyü kuzeyindeki Triyas kireçtaşlarından oluşan bir çok eski kaynak gözlenmiştir. DSİ bu kaynaklar üzerine 10 adet sondaj açmıştır. Bu sondajlarla köye sulama ve kullanma suyu sağlanmaktadır.

3.2.1.3. Kumtaşı-Şeyl Birimi

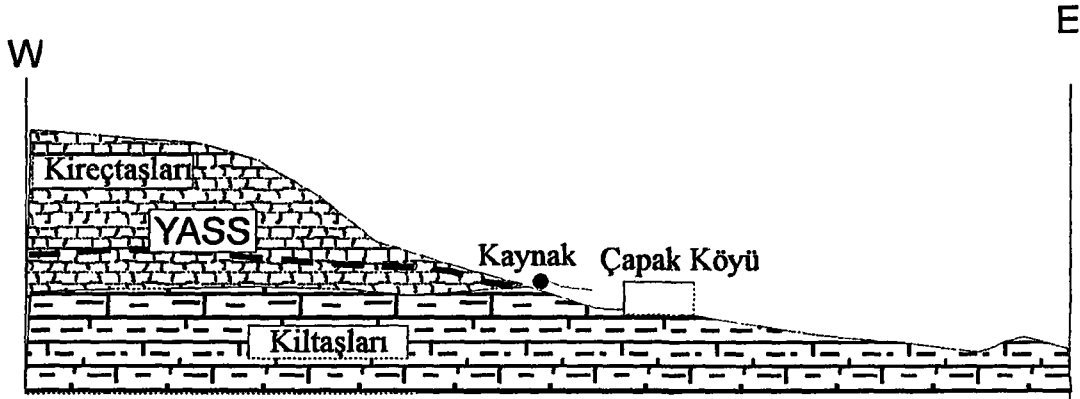
Birim, baskın fliš fasiyesinde olup, eğemen olarak ince taneli şeyllerden yapıdır. Genellikle ince taneli kayaların gözenekliliği yüksek fakat geçirgenlikleri çok düşüktür. Kumtaşı--şeyl birimi şiddetli deformasyon izleri taşımaktadır. Birim içerisinde kıvrımlanmalar ve kumtaşları içerisinde çatlaklar mevcuttur. Birimin bünyesindeki kil nedeniyle geçirimliliğinin düşük olması nedeniyle çok az su alınabilmektedir. Çalışma alanında birim üzerine açılmış sondaj ve keson kuyulara rastlanmamıştır. Bu nedenle bölgede birimin yeraltısuyu yönünden olumsuz bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

3.2.2. Senozoyik Yaşlı Birimler

3.2.2.1. Neojen Kireçtaşı Birimi

Senozoyik birimler arazinin Kuzey kesimlerinde gözlenen Neojen yaşlı birimler; çakıtaşları, kumtaşları, kıltaşları ve üst seviyelerde killi kireçtaşları ile temsil edilir. Bu birimlerin kumlu, çakıllı ve karbonatlı seviyelerden su alınabilmektedir. Killi birimlerin içerisindeki Kumtaşı bantları ve mercekleri çatlaklı olduklarında yeraltı suyu yönünden büyük önem taşımaktadır. İnceleme alanındaki kuyuların çoğunluğu Neojen yaşlı Konglomeralar ve Çakıllı, Kumlu seviyelerden su alınabilmektedir. Bu nedenle Neojen birimler bölgede yeraltısuyu yönünden büyük önem taşımaktadır. Ayrancılar ve Oğlananası Neojen yaşlı Çakıtaşı ve Kıltaşları dokanağı boyunca Ayrancılarda 500lt/sn, Oğlananası 350lt/sn debili büyük kaynakların çıktığı gözlenmektedir. Bu özelliği nedeniyle Neojen birimlerin yeraltı suyunu beslemesi yönünden çok büyük bir önemi vardır. Ayrıca Çapak köyünde Neojen Kıltaşları ile Kireçtaşları dokanağından akan 0.5lt/sn debili iki adet kaynak tesbit edilmiştir. Bu iki kaynak köylüler tarafından içmede kullanılmaktadır. Sertliği düşük ve yumuşak su niteliğindedir. Bu kaynakların Kireçtaşlarından süzülen suların

geçirimsiz Kilitaşları yzeyi boyunca akmakta ve dokanak seviyelerinden kaynak olarak çıkmaktadır (şekil 3.12).



şekil 3.12: Neojen birimlerinde oluşan kaynak oluşum sistemi

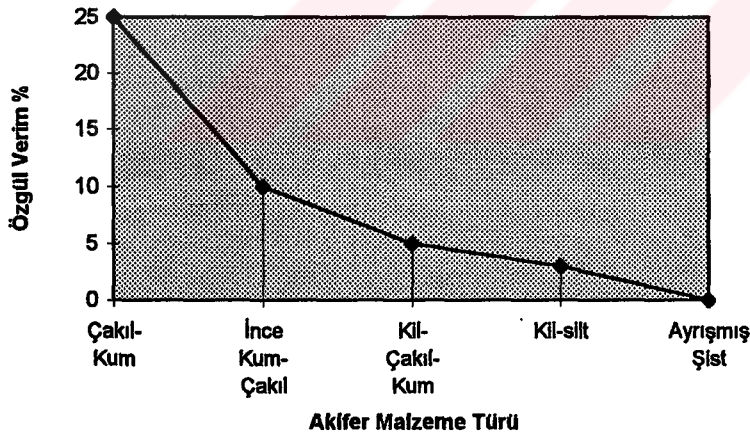
3.2.2.2. Neojen Kilitaşı Birimi

Kilitaşları laminalanmalı yapısı ile geçirimsizliği dzyzyktzyr. Bu nedenle su potansiyeli açısından zayıftır. Bzylgede kilitaşları geçirimsiz birim niteliğinde olup birim zzerinde su içeren akiferler bulunmaktadır. Torbalı havzasında yapılan su sondajlarında 60 metreden sonra kilitaşları yeralmaktadır. Kilitaşları yzysek plasiteli ve yer yer çakılı ve kumlu seviyeler içermektedir. Bu seviyelerin kalınlıkları 10-30 cm arasında değişmektedir. Birimin kalınlığı 200 m'nin zzerindedir. Su sondaj çalışmalarında ve bzylgede yapılan jeofizik etzydlerde birimin kalınlığının 150m kadar olan kısmı saptanmıştır. Birim içerisinden 0.5-2 lt/sn arasında su alınmaktadır. Ancak akılı ve kumlu seviyelerinden 20 lt/sn'ye kadar su alınmaktadır. Birim geçirimsizliği nedeniyle yeraltısuyunu yeraltı derinliklerine sızdırmamaktadır.

3.2.3. Kuvaterner Yaşı Birimler

3.2.3.1 Alüvyon Birimi

Kuvaterner yaşı birimler inceleme alanın büyük bir bölümünde kuzey-güney yönlü bir uzanım sunmaktadır. Birim; pekleşmemiş, metamorfik kökenli blok, çakıl, kum ve Siltlerden oluşmaktadır. Birimin kalınlığı kuzeye doğru artmaktadır. Alüvyon birimi bölgede düz kesimleri oluşturmaktadır. Bu özelliği nedeniyle yüksek kesimlerden süzülerek gelen yüzey sularını bünyesinde toplayarak depolar. Bölgedeki bütün kuyular Alüvyon birimi içerisinde su alabilmektedir. Birimin kalınlığı yer yer 80m'ye kadar çıkmaktadır. Bölgede akifer olabilecek en önemli kaya grubunu oluşturmaktadır. Birimin transmisibilite değeri ortalama olarak $1300 \text{ m}^3/\text{gün/m}$ olarak bulunmuştur (DSİ,1992). Alüvyon birimi içerisinde açılan su kuyuları genelde birimin üst seviyelerindeki Çakıllı Kumlu seviyelerden su alınabilmektedir (Şekil 3.13). Alüvyon birimini kış aylarında akan Fetrek Çayı ve Arapkave Dereleri beslemektedirler.

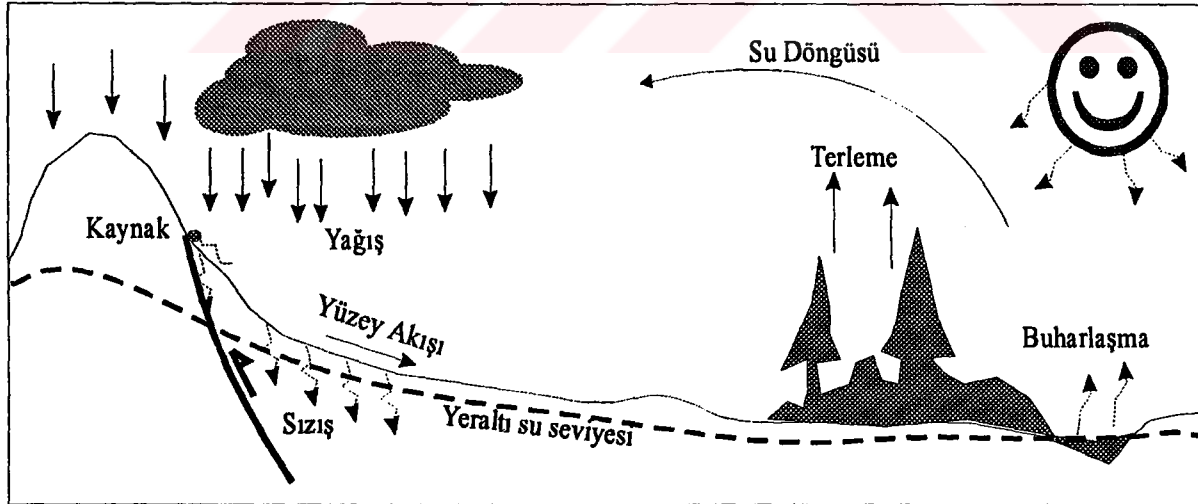


Şekil 3.13 : Akifer malzemesi ile Özgül Verim arasındaki ilişki
(Erguvanlı,K&Yüzer,E,1973)

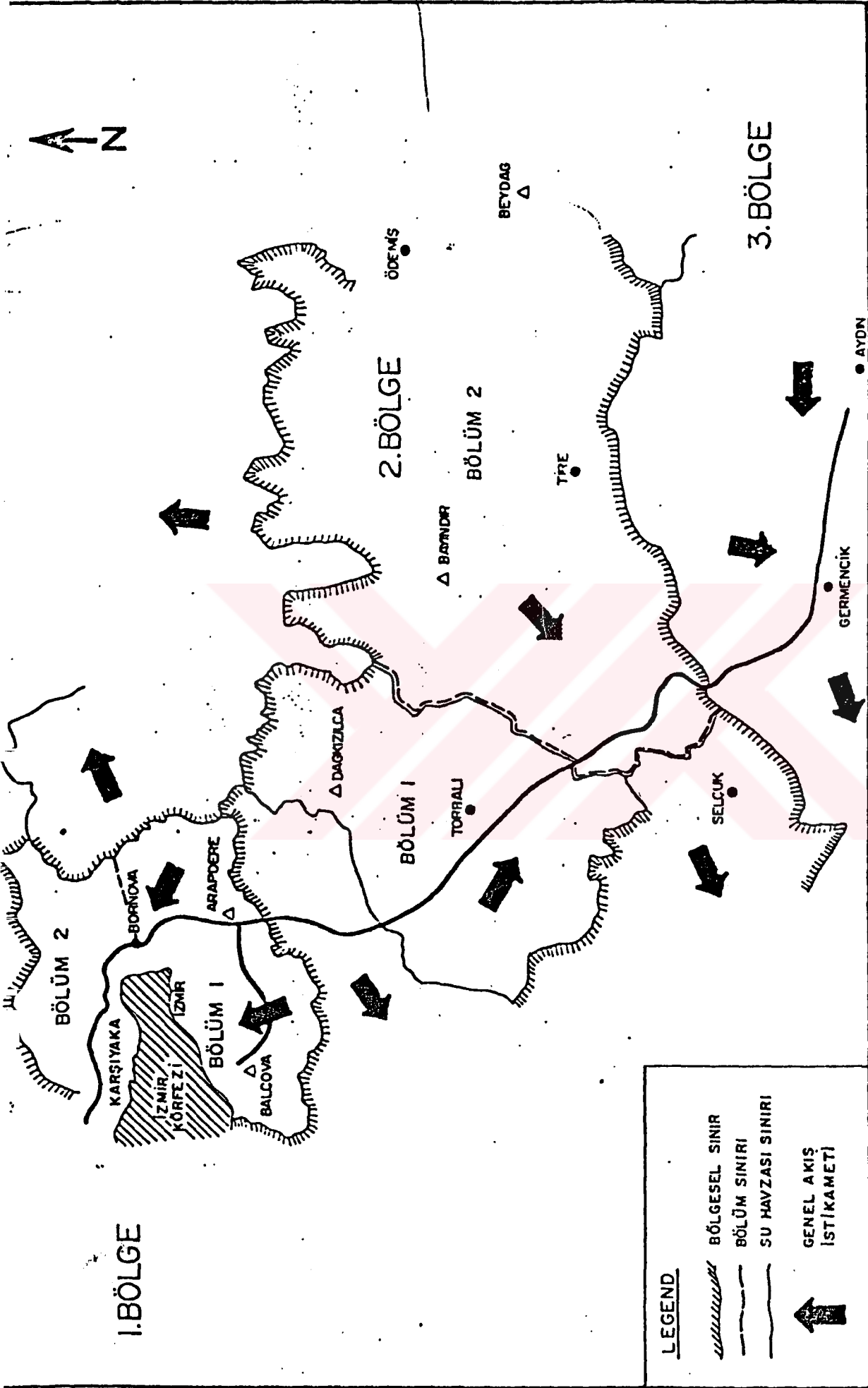
3.3. HIDROJEOLOJİK DOLAŞIM VE YERALTISULARIN BESLENMESİ

3.3.1. Hidrojeolojik Dolaşım

Bölgeye düşen yağmur, dolu, kırağ v.b yoluyla oluşan sular , ya arazi üzerinden akarken buharlaşır, yada bitkiler tarafından alınır ve daha sonra bitkilerin yeşil kısımlarından terleme ile tekrar dışarı atılmaktadır. Bu olaya suyun kısa döngüsü adı verilir. Aynı şekilde oluşan suların bir kısmı ise yüzeyde akar ve çeşitli akarsuları oluşturur. Diğer bir kısımda yeraltına sızmaktadır. Yeraltında gözenekli kayalarda biriken sular ise yeraltısularını oluşturmaktadır. Yeraltında çatlaklı, gözenekli ve çakıllı kısımlar dolar ve bazı kesimlerden tabana sızarak derinlere kadar iner. Bu olaya suyun Büyük dolaşımı oluşturmaktadır. Bölgede bizi ilgilendiren suyun büyük dolaşımı denmektedir. Bölgedeki dolaşımı sağlayan kayaçlar genelde gözenekli ve suyun dolaşımını hızlandıran özelliktedir. Hidrojeolojik döngüyü yağış, buharlaşma, ve sızış özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Torbalı havzası yağış suları ile beslenmektedir (Şekil 3.28). Ancak kış aylarında akarsu niteliğindeki Fetrek çayı ve Arapkave çayından beslenmesi artmaktadır. Yaz aylarında ise sondaj kuyuları ile yeraltı suları çekilmektedir. Bölgede hidrojeolojik dolaşım modeli bu sistem içerisinde gerçekleşmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Bir havzada akiferlerin beslenme döngüsü



Şekil 3.15: Torbalı ve çevresindeki havzaların yeraltısuyu akım yönleri (Kutlutaş, 1992)

3.3.2. Yeraltı sularının Beslenme Durumu

Çalışma alanında Akifer olabilecek kaya birimleri olarak Alüvyon ve Mermer yer almaktadır. Bölgedeki Akiferler serbest akifer niteliği taşımakta bu nedenle akiferler değişik yönlerden beslenmektedirler. Genellikle yüzeyden yağış suları ve yüksek kesimlerden sızmalarla beslenmektedirler. Bölgede DSI'nin bir kooperatif sahasında yapmış olduğu deneylerde;

$$T_{ort} = 2500 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$$

$I = 0.007$ değerleri bulunmuştur. Bu değerleri arazinin geneline uygularsak;

$$\text{Alüvyon Beslenme Alanı} = 100 \text{ km}^2$$

Bir Yıl = 365 Gün alırsak,

- Alüvyondaki yıllık beslenme miktarı yaklaşık olarak;

$$Q = 2500 * 0.007 * 100.000 * 365 = 6.4 * 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunmektedir.}$$

- Kireçtaşı ve Mermerler için aynı yöntemi kullanırsak;

$$T_{ort} = 2500 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$$

$$I = 0.007$$

$$\text{Mermer Biriminin Beslenme alanı} = 50 \text{ km}^2$$

- Mermerlerdeki yıllık beslenme miktarı ;

$$Q = 2500 * 0.007 * 50.000 * 365 = 3.2 * 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunmektedir.}$$

Havzadaki yıllık beslenme miktarı = $6.4 * 10^7 + 3.2 * 10^7 = 9.6 * 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak bulunmektedir.

3.3.3. Havzadaki Yeraltısuyu Boşalımı

Torbalının nüfusu 20.000 olarak alırsak ve bir günde 5000 m³/gün su tüketirlerse;

$$= 20.000 * 5.000 * 365 = 365 * 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunmektedir.}$$

Havzada faaliyet durumunda 200 sondaj kuyusu ve bu kuyulardan ortalama 5 lt/sn debi ile yazın 4 ay süre ile su çekildiği varsayılırsa;

$$= 200 \times 5 \times 60 \times 60 \times 24 \times 4 \times 30 = 1 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{yıl olarak çekim yapılmaktadır.}$$

3.3.3.1. Havzadaki çekim ve beslenme arasındaki fark

$$= 1.1 \times 10^9 - 9.6 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl} = 140.000.000 \text{ m}^3/\text{yıl fazla çekim yapılmaktadır.}$$

Havzadaki bu çekim farkından dolayı ve yıllık beslenme eksikliğinden yeraltısuyu seviyesi devamlı bir düşme görülmektedir.

DSİ'nin bölgede yapmış olduğu gözlemlerde, 1985 yılına kadar bölgede yeraltısuyunda önemli bir düşme görülmemektedir. 1985 yılından itibaren hızlı bir düşüş görülmektedir. Bu da bölgede hüküm süren kurak devre ile ilgili olduğu vurgulanmaktadır. 1986 yılında ortalama 20.25 m olan su seviyesi 1993 yılında 33.30 m'ye düşmüştür. Bu dönemde su seviyesinde (-12.80) m'lik bir düşme gözlenmektedir.

Yine DSİ Genel Müdürlüğü jeoteknik Hizmetler ve yeraltısuları daire başkanlığında bölgede yapılan çalışmalarda;

a) 1968-1974 yılları arası yağış-Yeraltısuyu seviyesi ilişkisi;

Tahmini;

$$1970 \text{ yılında su seviyesi} = 32.14\text{m}$$

$$1974 \text{ yılında} = 25.28\text{m olması gerekirken}$$

$$\text{Kurak devrenin etkisi} = 32.14 - 25.28 = 6.86\text{m'lik bir düşümü gerektiriyor.}$$

Gerçekleşen;

$$\text{Aynı devrede gerçekleşen düşüm ise} = 33.92 - 26.90 = 7.02\text{m'dir.}$$

$$\text{Çekim nedeniyle } 7.02 - 6.86 = 0.16 \text{ m'lik bir etkisiz düşüm olmuştur.}$$

b) 1974-1984 Yılları arasındaki yağış-yeraltısuyu seviyesi ilişkisi;

Tahmini;

1984 yılında su seviyesi = 33.78m

1974 yılında = 25.28m

yağışlı devrenin etkisi; $33.78 - 25.28 = 8.50\text{m}$ 'lik bir yükselim söz konusudur.

Gerçekleşen;

Aynı devrede gerçekleşen yükselim ise; $33.90 - 26.90 = 7.00\text{m}$ 'dir.

Buna göre çekim nedeniyle $= 8.50 - 7.00 = 1.50\text{m}$ 'lik bir eksik yükselim söz konusudur.

1984 yılından sonra havzada şiddetli bir kurak devre hüküm sürmeye başlamıştır.

Bu devrede;

1984 yılında su seviyesi = 33.78m

1992 yılında = 21.80m olmalıdır.

Kurak devrenin etkisi,

$33.78 - 21.80\text{m} = 11.98\text{m}$ 'dir.

$33.90 - 21.00\text{m} = 12.90\text{m}$ olarak bir düşüm gerçekleşmiştir.

$12.90 - 11.98\text{m} = 0.92\text{m}$ 'lik bir çekimden kaynaklanan bir düşüm olmuştur.

Yukarıdaki çalışmalardan anlaşılacağı gibi sahada yeraltısuyu seviyesindeki düşüşün birinci nedeni kuraklık olup, çekim nedeniyle gerçekleşen düşüm az olmuştur.

Tablo 3.6: D.S.İ tarafından 29864 nolu kuyuda gözlenen değişimler

Yıllar	Yağış(mm)	Yıllık Y.S.A Yükselim (m)	Yıllık Y.A.S Düşüm (m)	Fark	Artık fark
1981-82	975.2	---	----	----	---
-83	720.6	--	---	---	---
-84	818.8	+6.80	-4.68	+2.12	+2.12
-85	497.5	+1.16	-6.28	-5.12	-3.00
-86	724.2	+8.35	-8.85	-0.50	-3.50
-87	491.4	+5.00	-8.70	-3.70	-7.20
-88	515.3	+6.30	-8.61	-2.31	-9.51
-89	449.1	+3.51	-7.55	-4.04	-13.55
-90	448.5	+1.60	-7.55	-5.95	-19.50
-91	660.0	+8.10	-6.06	+2.04	-17.46
-92	328	+1.21	-5.10	-3.89	-21.35
-93	644.7	+9.65	-7.70	+1.95	-19.40

Tablo 3.7: D.S.İ Tarafından 27415 Nolu Kuyuda Gözlenen Değişimler

Yıllar	Yağış(mm)	Yıllık Y.S.A Yükselim (m)	Yıllık Y.A.S Düşüm (m)	Fark	Artık fark
1981-82	975.2	---	----	----	---
-83	720.6	--	---	---	---
-84	818.8	---	---	---	---
-85	497.5	---	---	---	---
-86	724.2	+2.65	-3.20	-0.55	-0.55
-87	491.4	+0.70	-3.45	-2.75	-3.30
-88	515.3	+1.80	-5.60	-3.80	-7.10
-89	449.1	+1.60	-2.65	-1.05	-8.15

-90	448.5	+0.65	-2.60	-1.95	-10.10
-91	660.0	+2.00	-1.45	+0.65	-9.45
-92	328	+0.60	-3.50	-2.90	-12.35
-93	644.7	+2.95	-3.40	+0.45	-12.80

Tablo 3.8 : Yıllara Göre Ortalama Yağış ve Yükselim-Düşüm İlişkisi

Yıllar	Yağış(mm)	Yıllık Y.S.A Yükselim (m)	Yıllık Y.A.S Düşüm (m)	Fark
1985-1986	912.2	+5.20	-5.95	-0.75
1986-1987	491.4	+2.20	-4.85	-2.65
1987-1988	503.3	+4.80	-5.70	-0.90
1988-1989	455.7	+3.08	-5.68	+2.60
1989-1990	464.4	+3.20	-4.10	-0.90
1990-1991	657.2	+3.70	-3.70	0.0

3.4. YERALTISUYU SEVİYESİ DEĞİŞİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Yeraltısı seviyeleri belirli aralıklarla ölçülerek değişimler yorumlanarak yeraltısı seviyesine etki eden faktörler bulunmaya çalışılmıştır. Bölgedeki yeraltısuyu değişimleri genellikle yağış, aşırı çekim, buharlaşma-terleme ve çokta az olsa deprem ve atmosfer basınçları rol oynamaktadır.

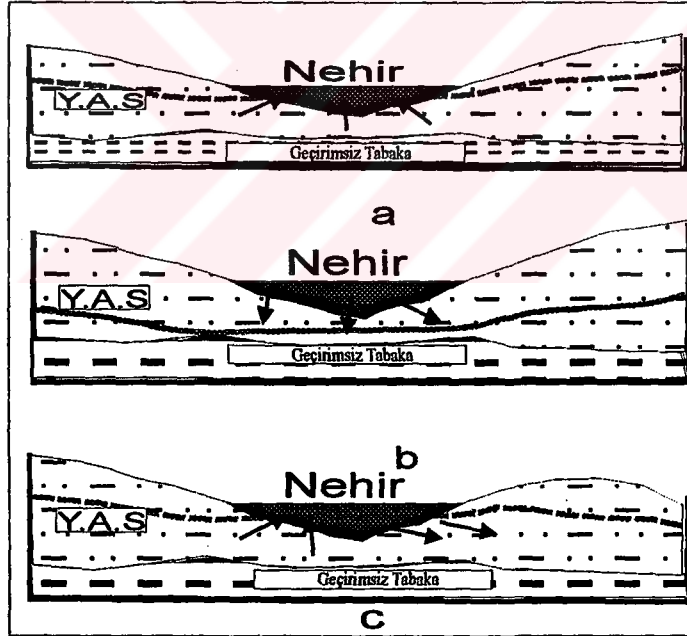
3.4.1. Yağışın Etkisi

Yapılan araştırmalarda gerek bölgede, gerekse diğer incelemelerde yağışla, yeraltısuyu seviyesinin değişimi arasındaki uzun süreden beri bilinmektedir. Yağışların

miktarına göre, yeraltına süzülecek kadar yeterli ise belirli bir gecikme ile yeraltı su seviyesinde yükselmeler görülür. Bu gecikme yağışın türüne, zeminin cinsine, porozitesine ve permeabilitesine bağlı olarak değişmektedir. Torbalı havzasında genellikle yaz aylarında yeraltı su seviyesi düşmekte, ancak kışları yağış miktarına bağlı olarak yükselmeler olmaktadır. Son yıllarda yağışlarda meydana gelen düşümler nedeniyle yeraltı su seviyesinde beklenen yükselmeler olmamaktadır.

3.4.2. Yüzeysel Akışın Etkisi

Alüvyonların üzerinden akarsuyun geçmesi halinde, akarsu ile yeraltı su seviyesi arasında bir ilişki gözlenir (Şekil 3.16). Akarsu su yüzeyinin yükselmesi veya azalması yeraltı su seviyesindeki değişimleri göstermektedir. Torbalı havzasındaki akarsu niteliğindeki Fetrek Çayı mevsimsel olarak akmaktadır.



Şekil 3.16: a: yeraltı suyunun nehrin beslemesi, b: nehrin yeraltı suyunu beslemesi, c: karışık beslenme

3.4.3. Buharlaşma-Terlemenin Etkisi

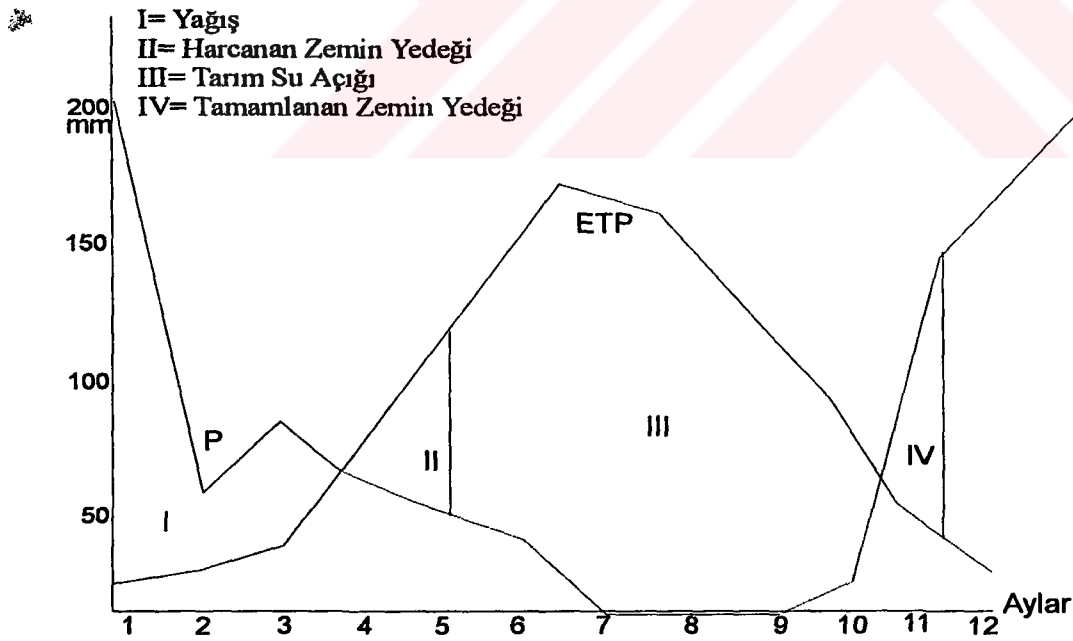
Özellikle yazları kurak ve sıcak geçen bölgelerde serbest akiferler buharlaşma ve terlemenin etkisi altındadır. Bu etki ise yeraltısu seviyesinin derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Bölge yazları sıcak ve kurak iklim özelliğinde olduğu için azda olsa buharlaşma ve terlemenin etkisi altındadır (Şekil 3.17). İzmir ve Torbalı meteoroloji istasyonlarının verilerine göre Buharlaşma ve terleme Throntwait yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Yağış ve zeminin ETP'ye verebileceği su miktarı hakiki buharlaşma-terleme kullanılarak yapılmıştır (Tablo 3.9). Nisan ayına kadar yağış, potansiyel buharlaşma terlemede (ETP) farklı olduğu için Etp'den artı kalan yağışın bir kısmı geçen yılın zemin nem rezervini tamamlar. Diğer bir kısmı ise yeraltısuyuna süzülerek yeraltısularını, bir bölümünde yüzeyden akarak akarsuları oluşturur. Nisan ayından haziran ayı sonuna kadar Etp, yağıştan büyük olduğu için Nisan ve Mayıs aylarında zemin nem yedeği olan 100mm su harcanmıştır. Haziran ayından Ekim ayı sonuna kadar tarım su açığı belirir (Şekil 3.17). Buna göre kurak devrede Etp 827mm, yağış 107mm'dir. Yağış ve zemin nem yedeği tümüyle harcanmıştır. Böylece tarım su açığı 620mm olarak bulunmuştur (DSİ, 1994).

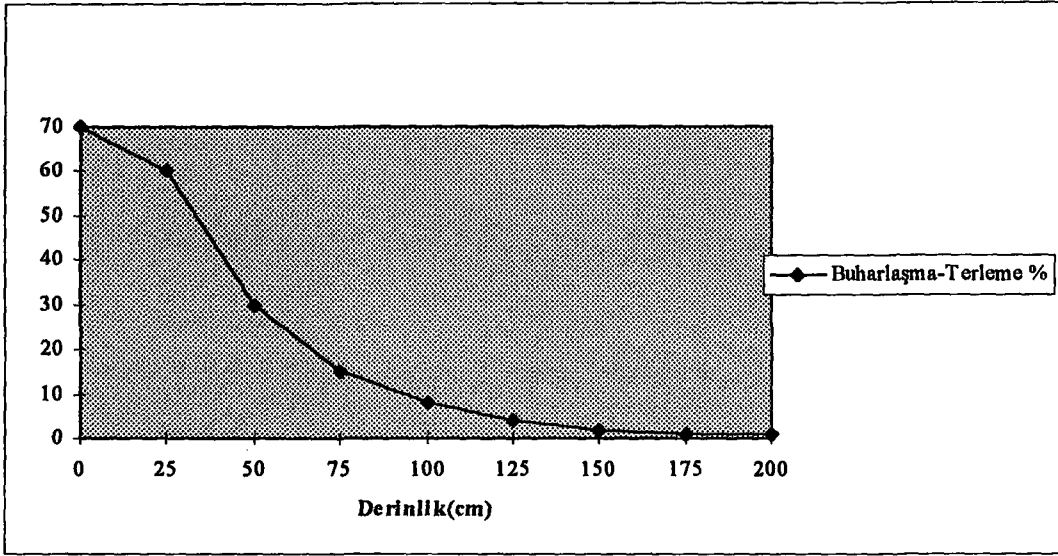
3.4.4. Atmosfer Basıncının Etkisi

Atmosfer basıncının etkisi serbest akiferler üzerine etkisi çok azdır. Ancak basınçlı akiferlerde önemli ölçüde etkisi vardır. Ancak Torbalı havzasında basınçlı akifer olmaması nedeniyle yeraltısu seviye değişimlerine etki etmemektedir.

Tablo3.9: Buharlaşma ve Terlemenin Throntwait Yöntemi İle Bulunması(DSİ,1994)

Aylar	Aylık Endeks	ETP (mm)	Yağış (mm)	ETR	Tarım su Açığı	Aylık Nem	Aylık Endeks
Ocak	1.81	11.5	206.2	11.5	195.5	17.7	7.4
şubat	2.15	12.6	41.5	12.6	28.9	28.9	8.4
Mart	3.16	23.17	77.8	23.17	54.63	54.63	10.7
Nisan	5.12	58.3	51.7	58.3	-6.6	-0.11	14.7
Mayıs	8.03	97.17	33	126.4	-64.7	-0.66	19.8
Haziran	11.16	146.32	13.16	13.16	-132.16	-0.9	24.6
Temmuz	13.28	187.5	----	----	-167.31	-1	27.6
Ağıustos	12.85	167.31	----	-----	-93.6	-1	27
Eylöl	9.55	93.6	---	---	-68.6	-1	22.5
Ekim	8.47	76.5	8.8	68.1	111.76	-0.88	20.5
Kasım	5.6	38.6	150.4	8.7	179.74	2.9	15.6
Aralık	3.08	18.26	198	3.08	100.3	9.84	10.5

**Şekil 3.17: Bölgenin yağış(p) ve potansiyel buharlaşma-terleme (Etp) eğrisi**



şekil 3.18 : Derinlik ile buharlaşma-terleme arasındaki ters orantı
(Erguvanlı&Yüzer, 1973).

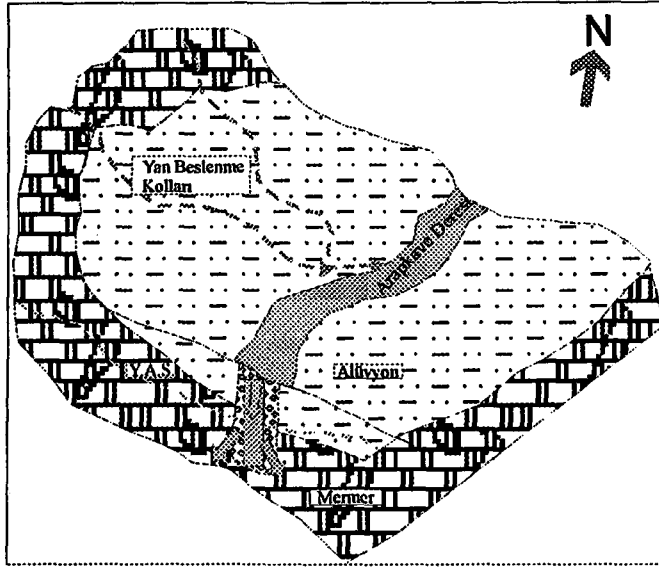
3.4.5. Depremın Etkisi

Depremın teraltısı seviyesindeki değişimlerde büyük rol oynamaktadır. Kuyulardaki su seviyelerinin düşmesine veya yükselmesine ve hatta kuyunun kullanılmamasına neden olmaktadır. Çalışma alanında böyle bir etki görölmemiştir.

3.4.6. Yeraltısı Seviyesinde İnsan Eli İle Oluşturulan Değişimler

Aküferlerin aşırı kullanılmasıyla yada dışarıdan beslenmesi ile yeraltısı seviyesinde önemli değişimler görölmektedir. Torbalı havzasında yeraltısı havzasından pompajla alınan su miktarının, aküferlerin beslenmesinden az olması nedeniyle yeraltısı seviyesinde her yıl ortalama 1m'ye yakın düşüşler gözlenmektedir. Torbalı havzasının kuzeyinde yapılmakta olan tahtalı baraj sınırı içerisinde olduğu için çok az sayıda sondaj kuyusu açılmış ve yüzey sularında beslemesi nedeniyle baraj koruma sınırı içerisindeki yeraltısı seviyesinde yükselmeler gözlenmektedir. Torbalı havzasının kuzeyinde Arapkave deresi içine açılan

kuyularla dere sularının Mermer çatlak sistemlerine verilmesi suretiyle yapay beslenme yapılmaktadır(Şekil 3.19).



Şekil 3.19: Arapkave Deresi içerisine açılan sondajla Yeraltısuyunun yapay beslenmesi (Şematik)

3.5. YERALTISULARININ KALİTESİ VE KULLANMA KRİTERLERİ

Yeryüzünde bulunan sular hiçbir zaman saf bir halde bulunmazlar. Bünyelerinde az yada çok erimiş yada asılı maddeleri içermektedir. Bu maddelerin türü ve miktarına göre yeraltısuyu kalitesini temsil etmektedir. Yeraltındaki ve yerüstündeki sular çeşitli amaçlar için kullanılmakta ve insanoğlunun sulamada, içmede ve endüstride v.s durumlarında kullanılmaktadır. Bu özellikteki suların kalitesi ve kullanma kriterleri farklıdır. Yeraltısuları üç değişik şekilde incelenerek kalitelendirilmektedir. Tablo 3.6'da suların kullanma kriterleri verilmektedir.

Tablo 3.10 : İçme Sularının Fiziksel - Kimyasal Özellikleri(Türk standartları TS. 266'dan).

Madde İsmi	Kabul Edilemeyen Değer(mg/l)	Max Değer(mg/l)
1. Zehirli Maddeler	-----	0.05
1.1. Kurşun	-----	0.01
1.2.Selenyum	-----	0.05
1.3. Arsenik	-----	0.05
1.4. Krom	-----	0.2
1.5. Siyanür	-----	0.01
2. Sağlığa Etki Eden Maddeler		
2.1. Florür	1.0	1.5
2.2. Nitrat	---	45
3. İçilebilme Özelliğine Etki Eden Maddele		
3.1. Renk	5 birim	-----
3.2. Bulanıklık	5 Birim	-----
3.3. Koku ve tat	kokusuz	kokusuz normal
3.4. Buharlaştırma Kalıntısı	500	1500
3.5. Demir	0.3	1.0
3.6. Mangan	0.1	0.5
3.7. Bakır	1.0	1.5
3.8.Çinko	5.0	15
3.9. Kalsiyum	75	200
3.10.Mağnezyum	50	150
3.11.Sülfat	200	400
3.12.Klörür	200	600

3.13. pH	7.0-8.5	6.5-9.2
3.14. Bakiye Klor	0.6	0.5
3.15. Fenolik Maddeler	--	0.002
3.16. Alkin benzin sülfanat	0.5	1.0
3.17. Mg+Na ² SO ₄	500	1000
4. Kirlenmeyi belirten Maddeler		
4.1. Toplam organik madde	3.5*	----
4.2. Nitrik	----	----
4.3. Amonyak	----	----

3.5.1. Suların Fiziksel Özellikleri

Suların kalitesinde ve kullanılmasında etki yapan en önemli fiziksel özellikler;

1. Sıcaklık
2. Renk
3. Bulanıklık-Berraklık
4. Koku ve tat
5. Asılı maddeler

3.5.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık, yüzey ve yeraltısularının şekil ve yer değiştirmesine, çeşitli yerlere göç edip birikmesine ve kullanılmasına etki yapan en önemli özelliklerden biridir (Tablo 3.11).

Tablo 3.11 : Suların sıcaklıklarına göre kullanma kriterleri(Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Sıcaklık (C°)	Kullanıldığı Yerler
5-15	İçme suları olarak
7-10	Şehir Suları olarak
<10	Endüstride
50>	Isıtmacılıkta

3.5.1.2. Renk

Suların rengi, içinde erimiş halde bulunan maddelerden oluşan “Hakiki Renk” veya su içindeki çökelebilen yada kolloidal, asılı halde bulunan maddelerden ileri gelen “Görünür Renk” olabilmektedir. Hakiki renk Fe ve Mn’dan yada bitkisel kısımların yaprak, sap v.b kısımlarının çürümesi sonucu oluşur. Renk, içme kullanmaya her zaman engel olmasada yinede istenen bir olay değildir. Genelde atıklardan oluşan renklemelerin sağlığa ve çevreye büyük zarar vermesi olağandır.

3.5.1.3. Bulanıklık

Suların içinde bulunan kil, Silt ve çok ufak parçalar halindeki organik maddeler, planktonlar ve diğer mikroskobik organizmalar suyun bulanık olmasına sebep olurlar. Bunların çeşitli yollarla yok edilmesi ve berrak hale getirilmesi gerekmektedir.

3.5.1.4. Tat ve Koku

Suların içerisinde erimiş halde bulunan maddeler (NaCl_2 , Mg Cl_2) ve organizmalar (Diyatome, Klorofise, Siyanofise, Protozoa, Alg) sularda belli miktarda fazla bulunurlarsa,

sulara özel tat ve koku vermektedirler. Acı, tatlı, ekşi, küfümsü, balıksı gibi kokular sularda bulunabilmektedir. Genelde suların içinde bulunan bu kokular 0.3-3 mg/lt dozunda (CuSO_4) klor katılarak yok edilmektedir (Tablo 3.12).

Tablo 3.12 : Sudaki Mikroorganizmaları Sınıflayan Kriter(Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Tat ve Koku oluşturan organizma miktarı	Farkedilme Dereceleri
500-1000 mikro organizma	Çok Az
1000-2000 mikro organizma	Az
2000> mikro organizma	Çok Farkedilir.

3.5.1.5. Asılı Maddeler

Suların içinde asılı halde Kil, Silt ve Organizmalar bulunabilir. Bu maddeler sulara görünür bir renk verir. Asılı maddelerin çökmesi bilhassa kil ve siltlerde, Kil türüne bağlı olarak değişir. Bentonitik killerden ileri gelen bulanıklık ve renk uzun süre kalır. Ancak kimyasal yöntemlerle çökeltme işlemleri yapılır. Torbalı havzasında Alüvyon birimlerinde açılan sondajlarda suların öncelikle çok Killi ve Siltli olduğu görülmüştür. Bu durum uzun süre su tecrübesi ile giderilmektedir.

3.6. YERALTISULARININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Yeraltının çeşitli derinliklerinde bulunan sular, buralardaki değişik bileşimli kütlelerle temas halindedir. Bu kütlelerin suda eriyebilme derecelerine göre az, yada çok oranda erimiş madde yeraltısularına karışır. Diğer taraftan atmosferden aşağı inerken içerisine erimiş halde kimyasal maddeleri alan yağmur suları, yeraltına süzülme sırasında bunların önemli kısmını, beraberlerinde yeraltısularına taşırlar. Bu yüzden yeraltı sularındaki erimiş madde miktarı genellikle yüzey sularındakinden fazladır. Bu suların kimyasal özellikleri

pH, Sertlik ve Elektrik geirgenligi gibi özellikleri incelenerek yeraltısuları kimyasal yönden sınıflandırılmaktadır.

3.6.1. Yeraltısularının Kimyasal Bileşimi İle Kayaçların Litolojisi Arasındaki İlişki

Yeryüzünde bulunan kayaçlar, yeraltısularının kimyasal özelliklerini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Yeraltısuları kayaçların kimyasal bileşimleri ile yakın ilişkilerdedir. Kaya gruplarına göre suların kimyasal özellikleride değişmektedir (Şekil 3.30).

3.6.1.1. Tortul Kayaçlar

Çalışma alanında hakim olan killi, ve killi kireçtaşlarının geçirgenliğinin az olması, su ile kayacın uzun süre beraber olması anlamına gelir. Ayrıca killerin kollaidal yapısı ile Cl^- , SO_4 iyonlarını soğurması, bu gibi kayaçlardaki suların tuz iyonlarınca zenginleşeceğini göstermektedir. Na^+ lı killer, suyun Ca^{++} ve Mg^{++} ile iyon değişimi yaparak suların Na^+ ca zenginleşmesini sağlar. Çalışma alanındaki suların kimyasal bileşimlerine bakıldığında Alüvyondaki killerde SO_4 oranının yüksek olduğunu göstermektedir. İnceleme alanında alınan su örneklerinde alanın kuzeydoğusunda bulunan alüvyon içerisine açılmış kuyularda Gurgur şmesi, Aslanlar Köyü artezyeni ve alanın batısında bulunan zbey Köyü ile Tavuk iftliği artezyenlerinde Na^+ oranı diğer alanlardaki sulara oranla yüksektir. Bu ise suların killerle temasta olduğunu göstermektedir..

3.6.1.2. Karbonatlı Kayaçlar

Karbonatlı kayaçlardaki $CaCO_3$ 'ın cznmesi, su içinde bulunan CO_2 gazı kısmı basıncına bağlıdır. Yeraltı sularında cznmüş CO_2 gazı miktarı genellikle 20-50 mg/lt arasındadır. Kayacın yapısal ve tektonik durumuna bağlı olarak $CaCO_3$ cznmeside değişmektedir. Masif ve çatlaksız yapıdaki karbonatlı kayaçlarda suları geçmesi zor ve

çözünme oranında azdır. Çatlaklı ve gözenekliliği yüksek olan kayaçlarda, çözünme hızı yüksek ve kolaydır. Genellikle kireçtaşlarda çok az NaCl ve CaSO₄ tuzları içerir. Bu nedenle kireçtaşlarından gelen sular karbonatça zengin ve Cl, SO₄ iyonlarınca fakirdir. Çalışma alanında karbonatlı kayaçlardaki Ca oranı yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle alanın kuzeyinde ve kuzeydoğusunda kireçtaşları ve mermerlerden beslenen suların Ca oranı yüksektir(Şekil 3.30).

3.6.1.3. Metamorfik Kayaçlar

Metamorfik kayaçlar genellikle, şist, grovak ve gnayslardır. Mermerler karbonatlı olduklarından kireçtaşları ile aynı özellik göstermektedirler. Şistlerin genellikle geçirimsizliğinin düşük olması, kristal boyutlarının küçük olması, yeraltı suları ile dokanak yüzeyi ve süresinin artmasına neden olmaktadır. Böylece, bu kayaçlardan gelen sulara kayaçtaki tüm iyonlardan bulunur. Piritli şistlerden gelen sular SO₄ iyonları fazladır ve pH asiddir. Mika şistlerden gelen sular, alkali ve demir iyonlarınca zengindir. Çalışma alanında şistlerden gelen suların SO₄ oranının fazladır. Alanın batısında Özbey Köyü artezyenleri şistlerden gelen sularla beslenmektedirler. Bu nedenle SO₄ oranı alanın batısında fazladır (Şekil 3.30).

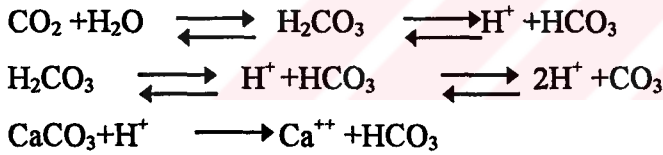
3.6.2. Yeraltı sularında bulunan önemli iyonlar

Herhangi bir yörede ve alanda yeraltı sularının kullanılabilmesi için kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılıp bu sınıflamaya göre kullanılması gerekmektedir. Sertlik, pH, Elektriksel İletkenlik gibi özelliklerin yanında sudaki anyonların ve katyonların bilinmesi gerekmektedir. Yeraltı sularında bulunan önemli anyon ve katyonlar şunlardır.

Tablo3.13 : İnceleme alanında daha önceden yapılmış su analizleri (Şimşek,1994)

Kuyu No	pH	EC mikro/mho	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
1	6.97	697	0.33	0.051	2.51	1.81	--	5.0	0.67	0.86
2	7.01	1046	2.01	0.047	3.12	2.4	--	8.0	0.67	0.87
3	7.04	891	0.47	0.27	4.5	1.90	---	5.04	0.92	1.96
4	7.2	625	0.81	0.02	3.15	2.27	--	5.38	0.46	0.54
5	7.4	600	0.88	0.04	3.00	2.60	--	5.00	0.80	0.72
6	7.5	984	3.14	0.09	3.80	3.20	--	8.5	1.10	0.63
7	7.0	622	0.27	0.01	4.38	1.62	--	4.88	0.60	0.80
8	8.0	580	0.86	0.03	2.40	3.10	--	3.80	0.80	1.79

Kalsiyum(Ca⁺⁺) : Kalsiyum yeraltısularında, Kalsit, Aragonit, Dolomit, Jips, Anhidrit, Fluorit gibi silikatlı olmayan minerallerin ve Albit, Anortit, Proksen gibi silikat minerallerindeki Kalsiyumun erimesi ile oluşmaktadır. Suda bulunan H⁺ iyonunun bulunması kalsiyumun eritilmesini kolaylaştırır.



Şeklinde tepkimeyle Ca⁺⁺ oluşmaktadır. Genel olarak yeraltısularında Ca⁺⁺ miktarı 10-100 mg/lt arasında değişmektedir. Bazen bu miktar 500-1000 mg/lt'ye ulaştığı görülmektedir. Ca⁺⁺ miktarının artması insan sağlığı açısından fazla zararı yoktur. Ancak kemik ve diş sağlığı açısından vücudun gerekli Ca⁺⁺ verilmektedir. Torbalı havzasındaki yeraltısularının Ca⁺⁺ oranları 2-5 mg/lt arasında değişmektedir. Bu oran yeraltısuyunun kalitesi yönünden idealdir.

Magnezyum(Mg^{++}) : Yeraltısularında Kalsiyumdan sonra en fazla rastlanan katyondur. Bu, yeraltısularına çoğunlukla Magnezyumlu Kalker, Dolomit ve Serpantinitlelerden yeraltısularına geçmektedir.



bu olay Magnezyumun erimesini hızlandırmaktadır.

Magnezyum deniz sularında normal sulara oranla 5 kat daha fazla bulunmaktadır. Yeraltısularında ise çoğunlukla 10-100 mg/lt arasında değişmektedir. Ender olarak Bazalt, Dolomit, Serpantinitlelerden Magnezyum 2-3 kat daha fazla olabilmektedir. Yeraltısularında 125 mg/lt'den fazla Mg^{++} bulunması halinde sular acılaşmaktadır. Mg^{++} havzanın güneyine doğru gidildikçe attığı görülmektedir. Bu ise havzayı besleyen suların kalkerli ve dolomitli seviyelerde ileri gelmektedir. Alanın güneyini besleyen Menderes Havzasının bu özellikte olduğu anlaşılmaktadır(Ek 3.4-3.1).

Sodyum (Na^+) : Sodyum en fazla deniz suyunda bulunmaktadır. Yeraltısularına en çok plajiyoklasların ayrışması ve Kil minerallerinin baz değişimi sonucu değişir. Magmatik ve Metamorfik kayalar içinde 1-20 mg/lt arısında Sodyum bulunmaktadır. Sodyumun fazla olması insan sağlığı açısından zararlıdır. Yeraltısuları sulama amaçlı kullanıldıklarında özellikle Killi topraklar için Sodyum miktarı çok önemlidir (Tablo 3.14). Killi topraklar, Sodyumca zengin yeraltısuları ile sulandıklarında, baz değişimi sonucu, toprakta gittikçe Sodyum miktarı artar. Böylelikle sıkı ve düşük permeabiliteli “ Alkali Toprak” ‘lar oluşmaktadır.Torbalı havzasında ise Özbey köyleri ve Aslanlar köyü artezyenlerinde Na oranı diğerlerine göre yüksek değer taşımaktadır. Ancak kullanma kriteri içerisinde kalmaktadır.(Ek 3.7-3.10)

Tablo 3.14: Sodyum Miktarına Göre Suların Sınıflaması (Erguvanlı,&Yüzer, 1973).

%Na	Suyun Niteliği
<20	Çok İyi
20-40	İyi
40-60	Kullanılabilir
60-70	Şüpheli
80>	Kullanılamaz

sulardaki %Na miktarı:

$$\%Na = \frac{Na^+ * 100}{Na^{++} + Ca^{++} + Mg^{++} + K^+}$$

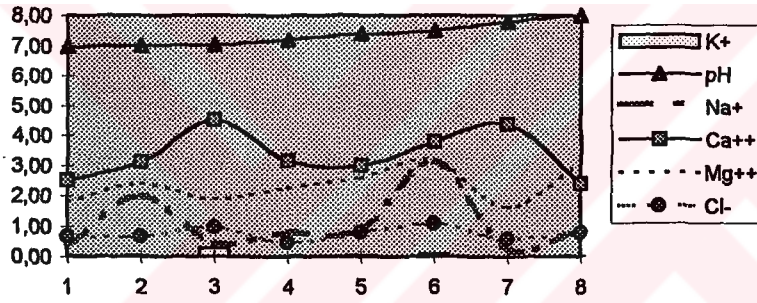
Yukarıdaki formülle Sodyum miktarı bulunmaktadır. Çalışma alanındaki sulama sularının Sodyum miktarı yüzde olarak 25 ppm olarak bulunmaktadır. Bu özellikteki sulama sularının sınıfı ise “iyi” sulama suları sınıfına girmektedir.

Karbonat ve Bikarbonatlar (CO₃, HCO₃) : Yeraltısularındaki Karbonat ve Bikarbonat iyonlarının çoğu atmosfer ve topraktaki CO₂’den ve Karbonatlı kütlelerin erimesinden oluşmaktadır. Dolayısıyla Karbonat ve Bikarbonat miktarı genellikle pH’a bağlı kalmaktadır. Yeraltısuların bünyesinde 300-500 mg/lit arasında olan sular içilebilmektedir. Fazla miktarda bulunması halinde toprakta kireç miktarı artmaktadır. Çalışma alanındaki Karbonat ve Bikarbonat miktarlarının oldukça düşük olması yeraltısularının oldukça kaliteli olduğunu göstermektedir. Kimyasal analizi yapılan Tavuk çiftliği artezyeninde karbonat ve bikarbonat değeri yüksektir, ancak kullanma kriteri içerisinde kalmaktadır.(Ek 3.14).

Klorür(Cl) : Yeraltısularındaki Klorür, deniz suyundan , Evaporitlerden , yağmur ve kar sularından gelmektedir. Yağmur suyunda 1 mg/lit iken, deniz suyunda 20.000 mg/lit’ye

kadar yükselebilir. Genel olarak yeraltısularındaki Klorür miktarı yağışlı bölgelerde az, kurak bölgelerde çoktur. Genelde içerisinde 200-600 mg/lt klörür bulunan sular içilebilmektedir. Torbalı havzasındaki yeraltısularında klorür miktarı ortalama olarak 5-10 mg/lt olarak görülmektedir. Bu nedenle havzadaki yeraltısuyu Klorür yönünden oldukça azdır.

Sülfat (SO_4): Yeraltındaki sülfatın büyük bir kısmı Jips ve Anhidritten ileri gelmektedir. Bunların dışında az miktarda Piritin Oksidasyonu ile oluşan Demir Sülfattan, Magnezyum ve Sodyum Sülfattan gelebilmektedir. Genelde içme sularındaki Sülfat miktarı 200-400 mg/lt arasındadır. Tarımda ise bu değer 500mg/lt 'ye kadar ulaşabilmektedir. Çalışma alanında genelde 50-100 mg/lt arsında olması bu suların içmede ve sulamada kullanılması için çok iyidir.



Şekil 3.20 : İnceleme alanındaki suları kimyasal özelliklerinin dağılımları

3.6.3. Yeraltısularının Kalitesini Belirleyen İyon Özellikleri

Yeraltısuyunun kalitesi, bunların içinde bulunan iyonların miktarına göre değişmektedir. Yeraltısularının kalitesini belirleyen özellikler; Sertlik, Hidrojen İyon Konsantrasyonu, Alkanilite, Asidite, Sodyum iyon konsantrasyonu Sodyum Adsorbsiyon oranı ve Özgül Elektriksel özelliklerdir.

3.6.3.1. Sertlik

Yeraltısuların en önemli özelliği “ sertliktir”. Suların sertliği başta Magneztum ve Karbaonat, Kalsiyum ve Magnezyum Klorür, Kalsiyum ve Magnezyum Nitrat ve az miktarda Demir, Alüminyum ve Stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir. Halk arasında köpürme olarak bilinen sertlik geçişi ve kalıcı sertlik olarak ikiye ayrılmaktadır. Geçici sertlik Magnezyum ve Kalsiyum iyonlarından meydana gelmektedir. ısıtılarak bu sertlik giderilebilmektedir. Ancak kalıcı sertlik böyle bir işlemle giderilemez. Sertlik çok fazla olmamak üzere ,içme, kullanma ve endüstri suları için zararlı değildir. Sertlik sınıflaması Tablo 3.15’de verilmiştir.

Suların sertlikleri çeşitli ülkelere göre ayrı ayrı tanımlanır. Türkiyede en fazla “ Fransız Sertlik Derecesi” kullanılmaktadır. Fransız sertlik derecesi ise, 1lt suda, 10 mg Kalsiyum ve Magnezyum Bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde , o suyun sertliği 1 Fransız Derecesi ($1Fr^0$) olarak tanımlanmaktadır. Diğer ülkelerdeki tanımlar ise;

$1Fr^0 = 1.42$ Alman sertlik derecesi

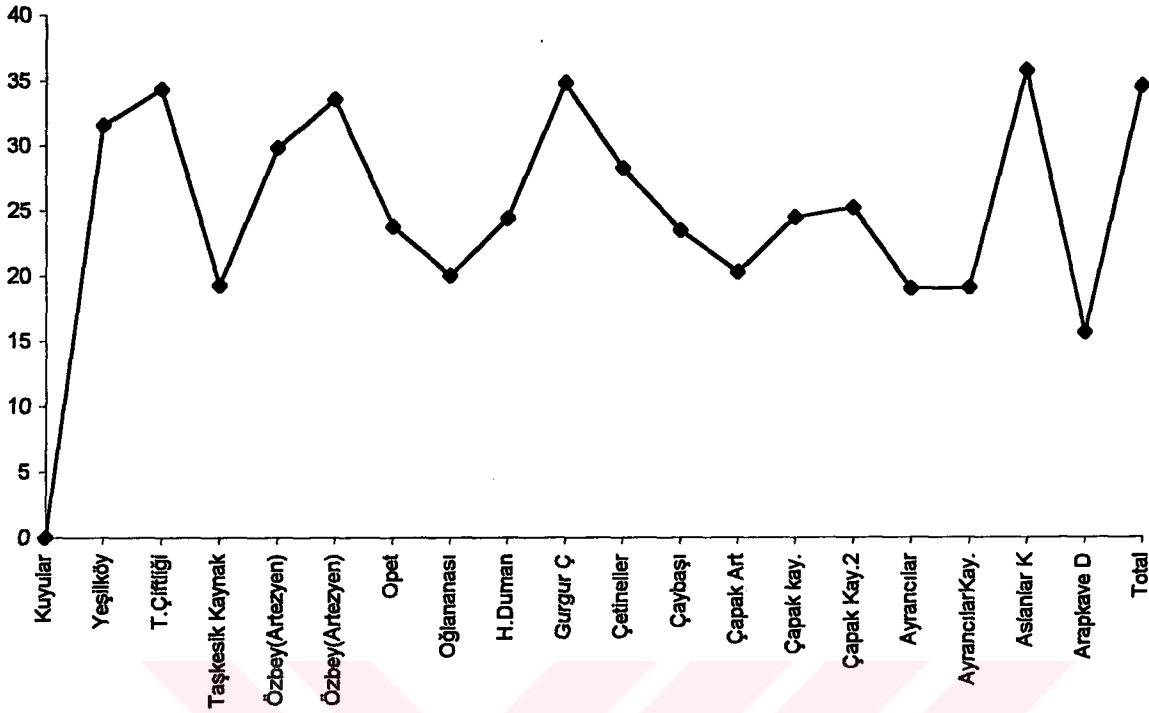
$1Fr^0 = 1.79$ İngiliz sertlik derecesi

$1Fr^0 = 1.72$ Amerikan sertlik derecesi

$1Fr^0 = 0.25$ Rus sertlik derecesi olarak dünya çapında kullanılmaktadır.,

Tablo 3.15 : Fransız Sertlik Sınıflaması(Erguvanlı,K&Yüzer,E, 1973).

Sertlik Derecesi	Su Sınıfı
0-10	Menba suyu
11-22	Tatlı Su
23-32	Sert Su
33-54	Çok Sert su
>55	Çok Fazla Sert su



Şekil 3.21 : Torbalı çevresindeki yeraltısularının sertlik dağılımı

Çalışma alanındaki suların ortalama sertliğinin 20-22 Fransız sertliğinde olması , suların “Tatlı su” sınıfına girdiğini göstermektedir. Şekil 3.21’de suların sertlik dağılımı görülmektedir. Aslanlar kaynağı, Gurgur çeşmesi gibi kaynak özelliğindeki sular ve Tavuk Çiftliği, Özbey Köyü ve Total artezyenlerinden alınan örneklerin sertliğinin diğer sulara nazaran yüksek olduğu görülmektedir. Bu sertliğin nedeni ise sularda bulunan Kalsiyum, Magnezyum ve bikarbonat türevlerinden ileri gelmektedir.

3.6.3.2. Hidrojen iyon Konsantrasyonu (pH)

Su içerisindeki hidrojen iyon konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması “pH” olarak tanımlanmaktadır. $pH = 7$ olan sular “Nötr sular” olarak bilinir ve H^+ , OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H^+ iyonlarının

konsantrasyonlarının artması ile pH, 7 den küçük değer alır, su asit karakter kazanır. OH⁻ iyon konsantrasyonunun artması ile pH, 7 den büyük değerler alır ve su bazik karakter kazanır. pH değerleri 0-14 arasında değer alır. Genelde yeraltısuları pH<7 olan, asit özelliği fazla sulardır. Yerüstü suları ise, pH>8 olan bazik özellikteki sulardır. Buna göre pH<4.5 olan sular “asit sular”, pH >8.2 olan sular “bazik sular” olarak nitelendirilmektedir. Torbalı havzasındaki suların pH değerleri 7-8 arasında değişmektedir. Bu özelliği ile yeraltısuları “Nötr sular” sınıfına girmektedir.

3.6.3.3. Alkanilite

Bir suyun alkanilitesi, asitleri nötrleşme özelliği olarak bilinir. Yeraltısularındaki alkanilite çoğun Karbonat ve Bikarbonat iyonlarına bağlı olarak kazanmaktadır. Alkanilite ölçümlerinde fenol fetteyi ve metil oranj kullanılmaktadır.

3.6.3.4. Asidite

Bir suyun asiditesi, alkalinite karştı olarak bazları nötrleşme özelliği olarak bilinmektedir. Özellikle Turp, Linyit ve Maden kömürlerinin bulunduğu alanlardan çıkan yeraltısuları asit karakterlidir. Bazende Pirit ve diğer Sülfütlü minerallerin kimyasal değişime uğramasıyla pH <4.5 olmaktadır ve asidik suların metalleri aşındırıcı özelliği fazladır. Çalışma alanındaki yeraltısularının pH değerinin 7-8 olması, suların nötr karakterde olduğunu göstermektedir.

3.6.3.5. Elektriksel İletkenlik (EC)

Genel olarak bütün sular elektrikiği iletmektedir. İyon konsantrasyonunu ile bu iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak mikromho/cm. kullanılmaktadır. Bu özellik, 25C’de 1 cm³ suyun iletkenliğidir. İletkenlik bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Torbalı havzasındaki suların EC değerleri 250-750

mikromho/cm arasında olması, bölgedeki suların “Çok iyi”, “iyi” sular sınıfına girdiğini göstermektedir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16 : Suların Elektriksel İletkenliğine Göre Sınıflanması(Erguvanlı&Yüzer, 1973).

EC (25C de Mikromho/cm)	Suların Sınıfı
250>	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
30000 den fazla	Kullanılamaz

3.6.4. Suların Kullanma Özellikleri

Doğal suların çok değişik kullanma özellikleri vardır. Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre , içme suyu olarak tarımda ve bazı endüstri dallarında kullanılabilirliği değişmektedir. Bu özelliklere göre sular kullanım amaçlarına uygun özelliklerde sınıflandırılarak doğal sulardan yararlanma yollarına gidilmiştir.

3.6.4.1. Suların İçme Özellikleri

Suların içme özelliklerinin saptanması iklim koşullarına , su potansiyeline ve jeolojik formasyonlara bağlı olarak ülkeden ülkeye değişmektedir. Genel olarak içme suları sıcaklığı 7-18 °C arasında bulunmaktadır. İnceleme alanında soğuk suların ortalama sıcaklığı 15 °C ‘dir.

İçme suları renksiz, kokusuz ve berrak olmalıdır. Elektriksel iletkenliği 2200 mikromho/cm, toplam sertlik 45’i geçmemesi gerekmektedir. İçme ve kullanma sularının

pH'ı 7-8.5 arasında olması çürütücü ve kabuk yapıcı özellikte olmaması gerekmektedir. (Şahinci,1991).

Bölgedeki yeraltı sularının ortalama sertliği 15 Fransız sertliğinde olması, Elektriksel İletkenliğinin 800 mikromho/cm olması, bölgedeki yeraltı sularının kaliteli içilebilir sular olduğunu göstermektedir.

3.6.4.2. Suların Sulama Özellikleri

Suda çözülmüş iyon miktarı fazla ise bitkilere ve tarımsal toprağa fiziksel ve kimyasal yollarla etkileyerek verimi düşürmektedir. Bu iyonların fiziksel etkisi, bitki yapraklarındaki hücrelerde osmatik basıncı azaltarak suların dal ve yapraklara erişmesini engeller. Kimyasal yolla ise bitki metabolizmasını bozarlar. Tuzlu sulardaki Na^+ ve zemindeki Ca^{++} iyonları yer değiştirerek toprağın geçirgenliğini ve havalanmasını engeller.

İnceleme alanında bu özellikler dikkate alındığında bölgede en çok tarıma uygun yerler Aluvyon biriminin olduğu alanlardır. Gözenekli ve geçirimli olması nedeniyle tarıma uygun alanları temsil etmektedir.

3.6.4.2.1. Sodyum Tehlikesi (SAR)

Sulama sularında sodyum iyonu fazla olması toprağın yapısını bozarak geçirgenliğini azaltır. Sulamadan sonra zeminin üst düzeylerinde bir kabuğun oluşmasına neden olur.

Sudaki sodyum %olarak şöyle bulunur:

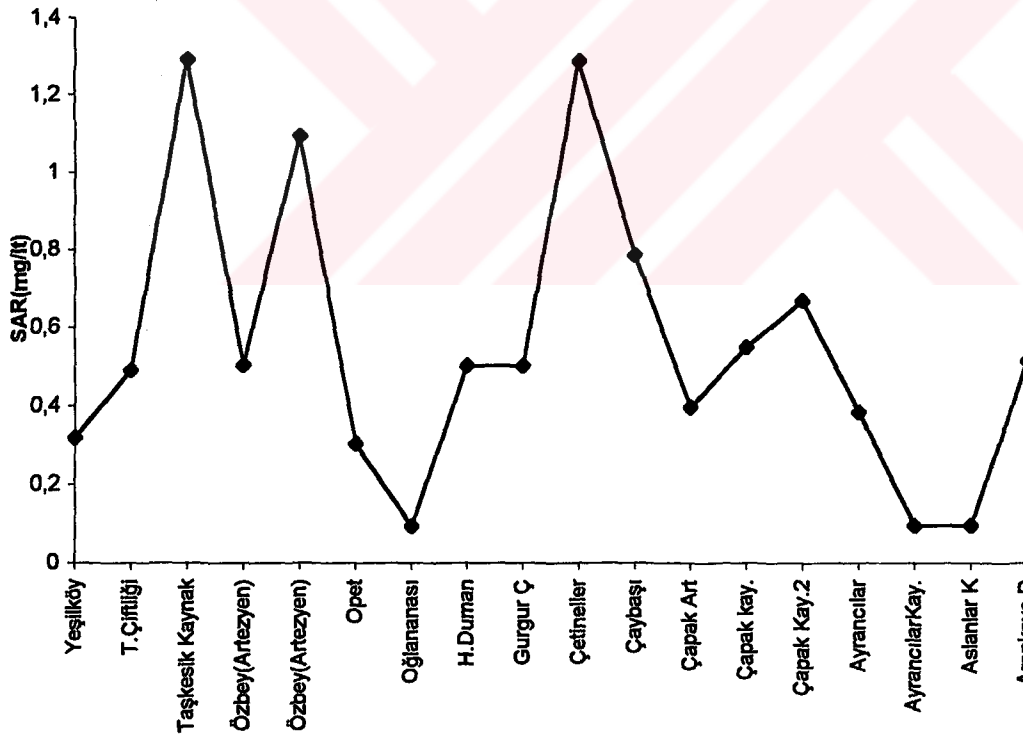
$$\%Na = 100(Na+K)/(Ca+Mg+K+Na)$$

Yukarıdaki bağıntılarda iyonlar mek/lt olarak alınır. SAR'a göre sular Tablo 3.13'deki şekilde sınıflanır.

İnceleme alanındaki su kuyuları SAR'a göre sınıflanırsa bölgedeki suların SAR oranının gayet düşük olduğu gözlenmektedir.(Bkz Ekler Kısmı) Yeraltısularının bitkilere ve tarım ürünlerine zarar verecek özellikte değildir. Havzada genelde Şişt birimlerine yakın olan suların SAR oranının diğer kesimlere göre yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu oran bile tarıma zarar verecek boyutta değildir (Tablo 3.17, Şekil 3.22).

Tablo 3.17: Suların SAR 'a Göre Sınıflaması(Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Suyun Niteliği	SAR(%)
Çok iyi özellikte sulama suları	<10
İyi özellikte sulama suları	10-18
Orta özellikte sulama suları	18-26
Çok kötü özellikte sulama suları	26>



Şekil 3.22 : Torbalı çevresindeki suların SAR grafiği

3.6.4.3. Suların Endüstride Kullanılma Özellikleri

Endüstride kullanılan suların özellikleri, kullanma amacına göre değişir. Buhar kazanlarında kullanılan sularda köpürme çok önemlidir. Suların köpürmesi kaynama sırasında su yüzeyinde biriken köpüklerden ileri gelmektedir. Suların kaynarken köpürmesinin nedeni, su yüzeyinde sodyum ve potasyum tuzlarınca zengin bir zon tabakasının oluşmasıdır. Suyun kaynarken gösterdiği özellik (F) aşağıdaki bagıntıya göre sınıflanır. (Şahinci, 1986).

$$F = 62r_{Na^+} + 78r_{K^+}$$

Bu bagıntıya göre suların köpürmesi şöyledir.

$F > 60$ Kaynarken köpürmeyen sular

$60 < F < 200$ Kaynarken köpüren sular

$F > 200$ Kaynarken çok köpüren sular

İnceleme alanındaki sıcak sular “kaynarken köpürmeyen sular” sınıfına girmektedir(Tablo 3.18). Beton yapımında kullanılan sularda genellikle Süfat 150 mg/lt ve serbest CO_2 20mg/lt, üst sınır olarak kabul edilir. Suda Sülfatın derişimi beton parçalanmasında önemlidir.

Tablo 3.18: Suların Sülfat Miktarına Göre Betonlara Etkime Dereceleri (Şahinci,1986)

Etkime Derecesi	Sudaki SO_4^{--} miktarı (mg/lt)
Pratik olarak yok	0-150
Etkime var	150-2000
Önemli	1000-2000
Çok önemli	2000>

Bu sınıflamaya göre Tablo 3.18 'de anlaşılaçağı gibi inceleme alanındaki suların Sülfat miktarının çok düşük olması sanayii makinalarına ve betonlar üzerinde hiç bir etkide bulunmayacağı görölmektedir (Bkz Ekler).

3.6.5. Suların Kimyasal Sınıflaması

Bu bölümde yeraltısularının kökeni, egemen ve toplam çözünmüş iyon miktarı, değişik oluşuklardan gelen suların karşılaştırılması, içme, kullanma, Endüstri ve Tarımda kullanılması, sıcak suların oluşum ortamları ve özellikleri irdelenmeye çalışılmıştır.

3.6.5.1. Çözünmüş Toplam Maddelere Göre Sınıflama

Su içindeki çözünmüş iyonların toplam miktarına göre, yeraltısuları aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır. Çalışma alanındaki suların içerisinde bulunan toplam iyon miktarının çok düşük olması, bölgedeki suların "Tatlı sular" sınıfına girdiğini göstermektedir (Tablo 3.19).

Tablo3.19: Suların Çözünmüş Toplam İyon Miktarına Göre Sınıflaması(Şahinci,1986)

Suyun Niteliği	Suda Çözünmüş Toplam İyon (mg/lt)
Tatlı sular	0-1000
Hafif Tatlı Sular	1000-10000
Tuzlu sular	10000-100000
Çok Tuzlu Sular	100000>

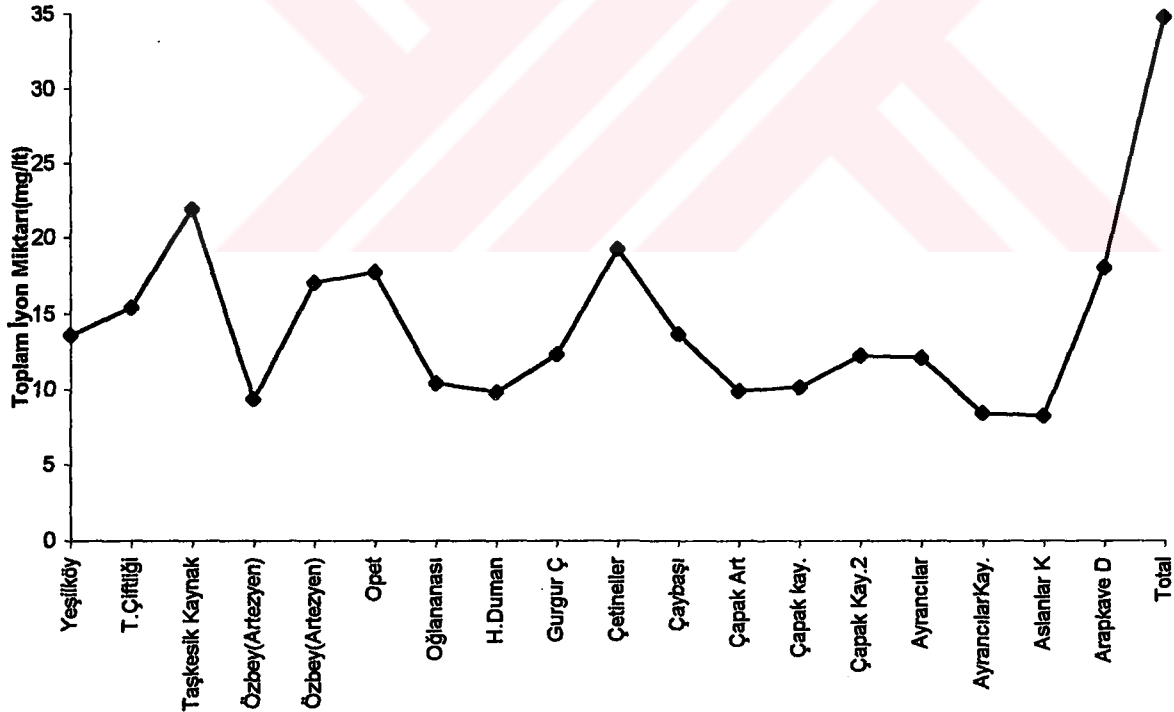
3.6.5.2. Schoeller Sınıflaması

Bu sınıflama suların, Klorür, Sülfat ve Karbonat-Bikarbonat derişimine göre yapılmaktadır.

Tablo3.20: Suların Klorür Miktarına Göre Sınıflandırılması(Şahinci,1986)

Suyun Niteliği	Klorür Miktarı (Mek/lt)
Çok fazla Klorürlü	700>
Çok Klorürlü	420-700
Klorürce Zengin	140-420
Orta Klorürlü	40-140
Az Klorürlü	15-40
Olağan Klorürlü	<15

İnceleme alanındaki yeraltı sularında bulunan Cl^- miktarının ortalama olarak 0,8 mg/lt olması , bölgedeki suların “Az Klorlu Sular” sınıfına girdiğini göstermektedir (Tablo 3.20).

**Şekil 3.23: Çalışma alanındaki suların Toplam İyon Miktarına göre sınıflandırılması.**

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi, suların içerisindeki toplam iyon miktarının çok düşük olması nedeniyle yeraltısularının “ Tatlı Sular ” sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo.3.19).

3.6.5.3. Sülfat Derişimi

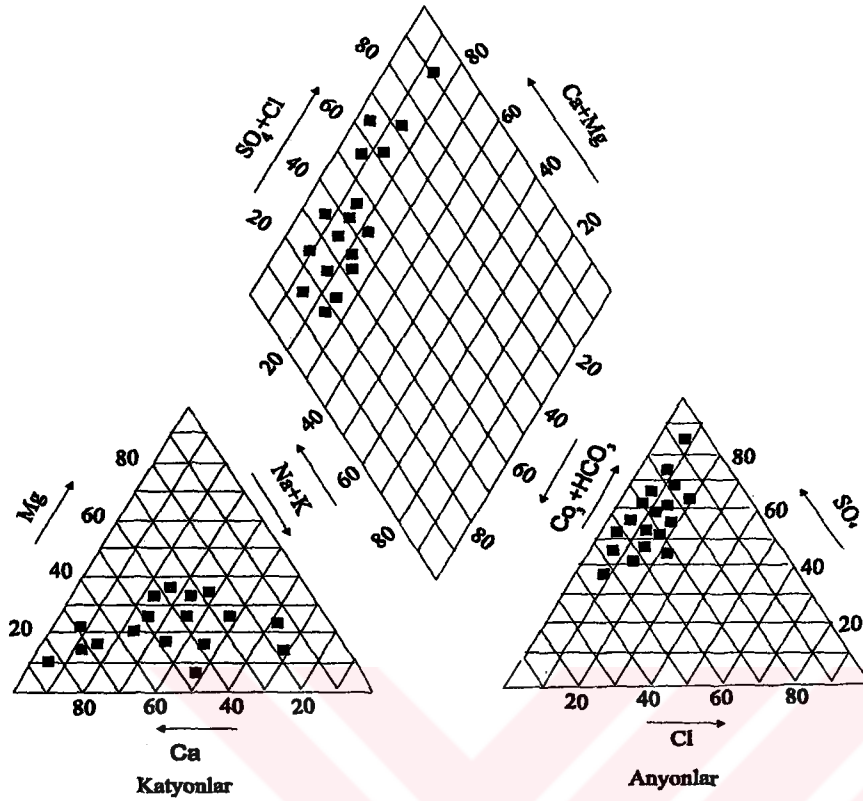
Çalışma alanındaki yeraltı sularının Sülfat derişiminin çok düşük olduğu görülmektedir. Ortalama olarak 1.2 mek/lt olması , suların “ Çok Az Sülfatlı Sular” sınıfına girdiğini göstermektedir.

Tablo 3.21 : Suların Sülfat Derişimine Göre Sınıflandırılması(Şahinci,A.1986)

Suyun Niteliği	Sülfat Miktarı (Mek/Lt)
Çok Fazla Sülfatlı	58>
Sülfatlı Sular	24-58
Az sülfatlı Sular	6-24
Çok az Sülfatlı Sular	<6

3.7. YERALTI SULARININ KİRLLENMESİ

Yeraltısularının kirlenmesi; doğal yeraltısularını, endüstri atıkları, kimyasal atıklar, foseptik atıklar ve canlı mikroorganizmaların ölümü ile gerçekleşen kirleticilerin yeraltısularına karışarak kalitesini ve doğallığını bozmak anlamına gelmektedir (Tablo 3.22). Canlıların hayatında vazgeçilmez hayat kaynağı olan suyun kirlenmesi insan ve canlı sağlığını olumsuz yönde etkileyerek toplu ölümlere neden olmaktadır. Bunun önlenmesi ancak bu kirleticilerin kontrol altına alınması ve kirleticileri en aza indirme projelerinin geliştirilmesi ile mümkündür.



Şekil 3.24: Torbalı havzasındaki yeraltısularının piper diyagramında gösterilişi

Tablo 3.22 : Yeraltısularını Kirlетici Parametreler (Grounwater hydrogeology)

Kimyasal -Organik	Kimyasal- İnorganik	Radyolojik
Biyokimyasal Oksijen	Nikel	Baryum
Karbon koloform	Nitrat	Kerium
Kimyasal Oksijen	Nitrit	Kesium
Organik Karbon	Nitrojen	Alfa
Organofosfor	Petrol ve Gress	Beta
	Oksijen	İodine
	Fosfat	Neptenyum
	Potasyum	Radyum

	Selenyum	Toryum
	Gümüş	Trityum
	Sodyum	Uranyum
	Stransiyum	
	Sülfat	
	Sülfid	
	Titanyum	
	Vanadyum	
	Çinko	
	Bakır	
	Alimünyum	
	Arsenik	
	Baryum	
	Bor	
	Kadmiyum	
	Kalsiyum	
	Klorit	
	Karbonat	
	Kobalt	

3.7.1. Yeraltısularına Sebeb Olan Kirleticilerin Etkileri

3.7.1.1. Sıvı Atıklar

Sıvı atıklar, genelde yiyecek, içecek, lağım, Fabrika atıkları ve diğer muhtelif akışkanlardan oluşmaktadır. Sıvı atıkların sıvı akışkan hareketine bağlı olarak zemine nüfuz etmesi yağış suları ve kendiliğinden yeraltı sularına karışması çok hızlı ve etkili olmaktadır. Bölgedeki fabrikaların atıklarının genelde kimyasal olması; boya, deterjan asit kirlenmenin insan sağlığı açısından tehlikeli olmaktadır. Torbalı'da nüfusun fazlalığından kaynaklanan foseptik ve çöplerden ayrıca sigara ve diğer fabrikaların atıkları ile kirlenmesi

foseptik ve çöplerden ayrıca siğara ve diğ er fabrikaların atıkları ile kirletilmesi mümkündür. Torbalı havzasında bulunan Derice deresi fabrika atıklarıyla kirletilmiş ve kullanılmaz duruma gelmiştir. Havzada çöp depolama tesislerinin olmaması, çöplerden meydana gelecek sıvı akışkanlar ve ağır mineraller yeraltı sularının kirlenmesinde çok etkili olmaktadır (Tablo 3.22). Bu nedenle böyle fazla nüfuslu bölgelerde çöp depolama tesislerinin yapılması ve sıvı akışkanların filtre edilmesi gerekmektedir. Fetrek Çayının kuzeyinde mermer fabrikalarının atıkları ve mermer atıklarının Fetrek Çayına boşaltılması sonucu suyun rengi kireç beyazına dönüşmekte ve daha alt kısımlarda kaybolmaktadır.

Tablo 3.23 : Yeraltısularının Kirlenmesine Sebeb Olan Faktörler

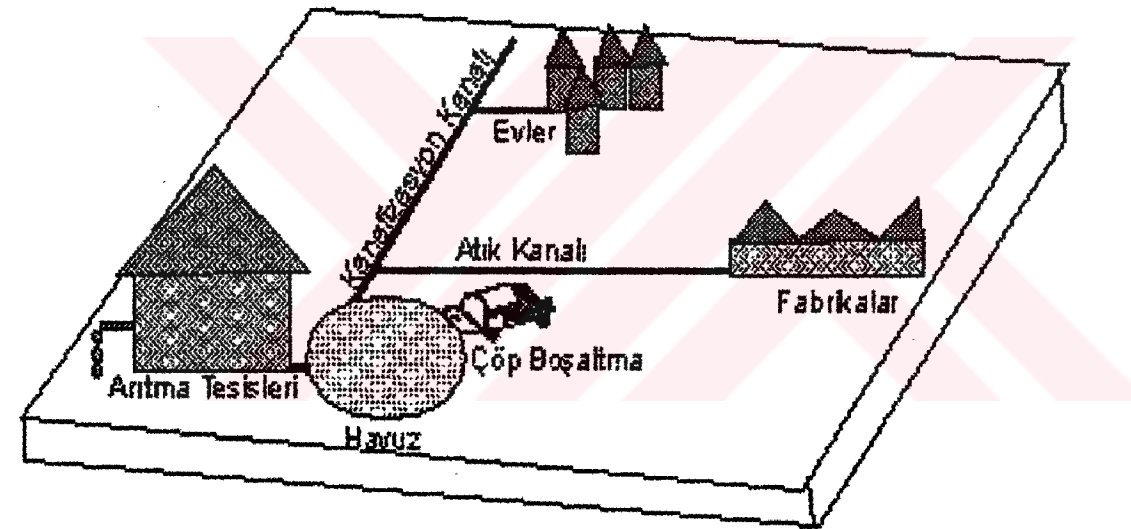
Şehırsel	Endüstriyel	Tarımsal	Genel (Muhtelif)
Lağım Sızıntısı	Kimyasal Sıvı Atıklar	Hayvan Atıkları	Foseptik Çukurlar
Katı Atıklar	Atık Bacaları ve Gölleri	Çürümüş Bitkiler	Otoyol Yüzey Suları
Sıvı Atıklar	Maden İşletmeleri ve Atıkları	Gübreler	Yüzey Suları
Çöpler	Petrol Atıkları		Yüzey Bağlantılı Kuyular
Mezarlar			Atık Piller

Tablo 3.24 : Torbalı İlçesinde Bulunan Yeraltısuyu Kirleticileri

Şehirsel	Endüstriyel	Tarımsal	Genel (Muhtelif)
25.000 Nüfusun Sahip Olduğu Lağım Sızıntısı	Fabrikalar, • Sigara Fabrikaları • Tavuk Çiftliği • Tekstil Fabrikaları	Hayvan Atıkları; • Hayvan Ölüler • Gübreleri	Foseptik Çukurlar
Katı Atıklar; • Yiyecek • Plastikler • Naylonlar	Maden Fabrikaları; • Mermer Ocak ve İşletmeleri	Çürümüş Bitkiler; • Pamuk • Pancar • Kereviz • Patates	Otoyol Yüzey Suları
Sıvı Atıklar; • Deterjan • Yiyecek • İçecek	Petrol Atıkları; • Muhtelif Yerlerde Bulunan Petrol Ofisleri ve Tanklarının Neden Olduğu Sızıntılar.	Gübreler; • Hayvansal • Kimyasalsal • Bitkisel	Şehir Yüzey Suları
Çöpler; • Sıvı Çöpler • Katı Çöpler • Hastane Atıkları			Yüzey Bağlantılı Kuyular
Mezarlar			Atık Piller

3.7.1.2. Katı Atıklar

Katı atıklar genellikle, yiyecek, naylonlar, plastikler, ölü hayvanlar, bitki ve hayvan gübreleri ile diğer muhtelif atıklardan meydana gelmektedir. Katı atıklar özellikle yağmur suları ile erime ve çürüme nedeniyle yüzey suları ile birlikte yeraltına sızmaktadır (Şekil 3.24). Yazları güneş etkisiyle çürümesi ve içerdikleri sıvıların çıkması sonucu çevreye etkisini göstermektedir. Torbalı ilçesinde yapılan gözlemlerde katı atıklar, çöpler, kimyasal ve hayvansal gübreler, çimento türevleri ve boya türevlerinden oluşmaktadır. Bu atıkların depolanması gelişigüzel ve bilinçsizce yapılmaktadır.



Şekil 3.25 : Bir bölgede bulunması gerekli arıtma ve atık depolama sistemi

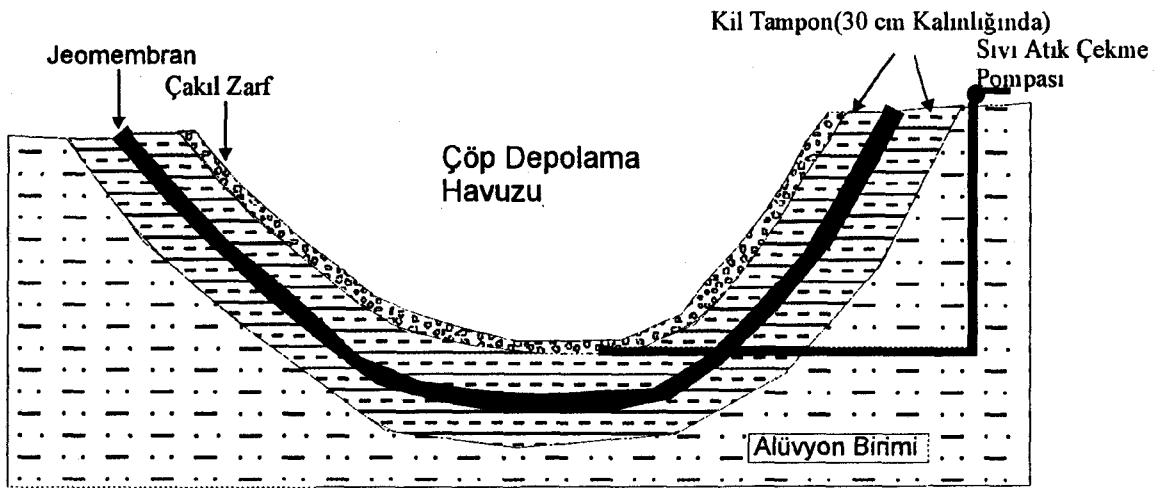
3.7.2. Katı ve Sıvı Atıkların Depolanması

Atıkların depolanması için Şehirlerden ve ilçelerden uzak bir yer seçilmelidir (Şekil 3.25). Seçilen yerin Jeolojik ve Hidrojeolojik etüdü yapılarak geçirimli ve geçirimsiz birimler

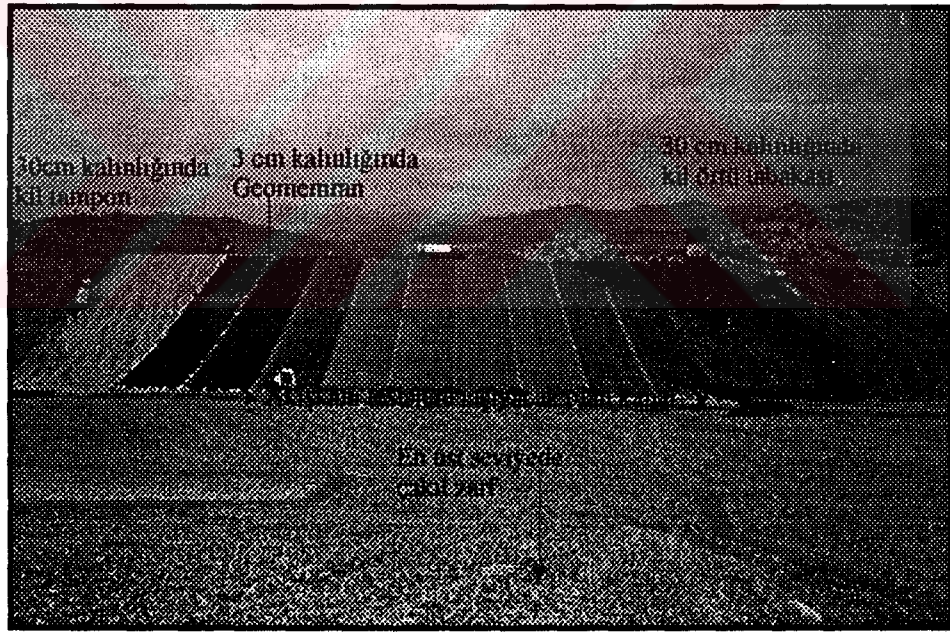
tesbit edilmelidir. Bölgenin depremselliği ve yapısal unsurları tesbit edilerek sızıntı yapacak zonların enjeksiyon yapılarak geçirimsiz kılınması gerekmektedir. Bu çalışmalardan sonra izlenecek yollar;

- Alan bir çanak şeklinde kazılmalıdır.
- Kazılan yüzeyin pürüzsüz olmaması sağlanmalıdır.
- Yüzeye 3mm kalınlığında plastik levhalar serilmelidir.
- Plastik levhaların ek yerleri sızıntı yapmayacak şekilde sıkıca yapıştırılmalıdır.
- Plastik levhalar üzerine 30 cm kalınlığında geçirimsiz kil tabakası örtülmelidir.
- Kil tabakası silindirlerle konsolide edilmelidir.
- Kil tampon üzerinde depolanacak akışkanların arıtma sistemine gitmesi için kanallar yapılmalıdır.
- Kil tampon üzerine yuvarlaklaşmış çakıllarla örtülmelidir.
- Sızan akışkanların kil tamponu zedelememesi için çakılların iyi yuvarlak olması gerekmektedir.
- Bu sistem yanına akışkanları bünyesine alan arıtma sistemi kurulmalıdır.
- Arıtma sisteminden çıkan suların kimyasal özelliklerine göre kullanım alanları tesbit edilmelidir.

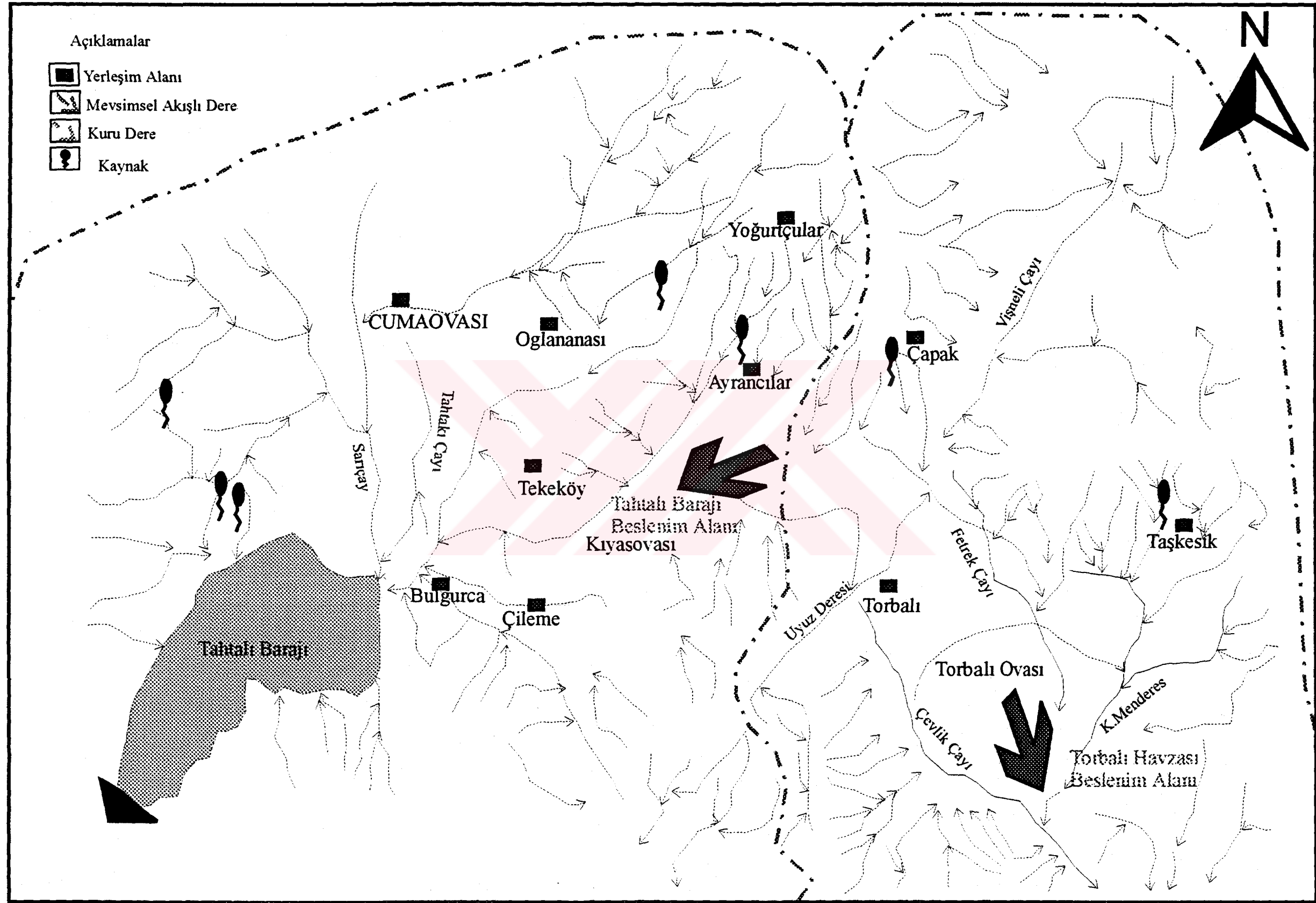
Bu sistem sayesinde atıkların çevreyi ve yeraltı sularını kirletmesi önlenmiş, ayrıca atık sularını tekrar kullanım alanları yaratarak yeraltı sularını daha uzun ve kaliteli kullanma olanağı sağlanacaktır (Şekil 3.26). Bu sistem Kanada Altın arıtma havuzlarında, Bergama Altın işletmelerinde kullanılmaktadır. Siyanürlü altın arıtma tesislerinde kullanılan bu model çöp depolama sistemlerinde kullanılabilir (Şekil 3.27).



Şekil 3.26 : Atık depolama havuzu ve yapılış şekli

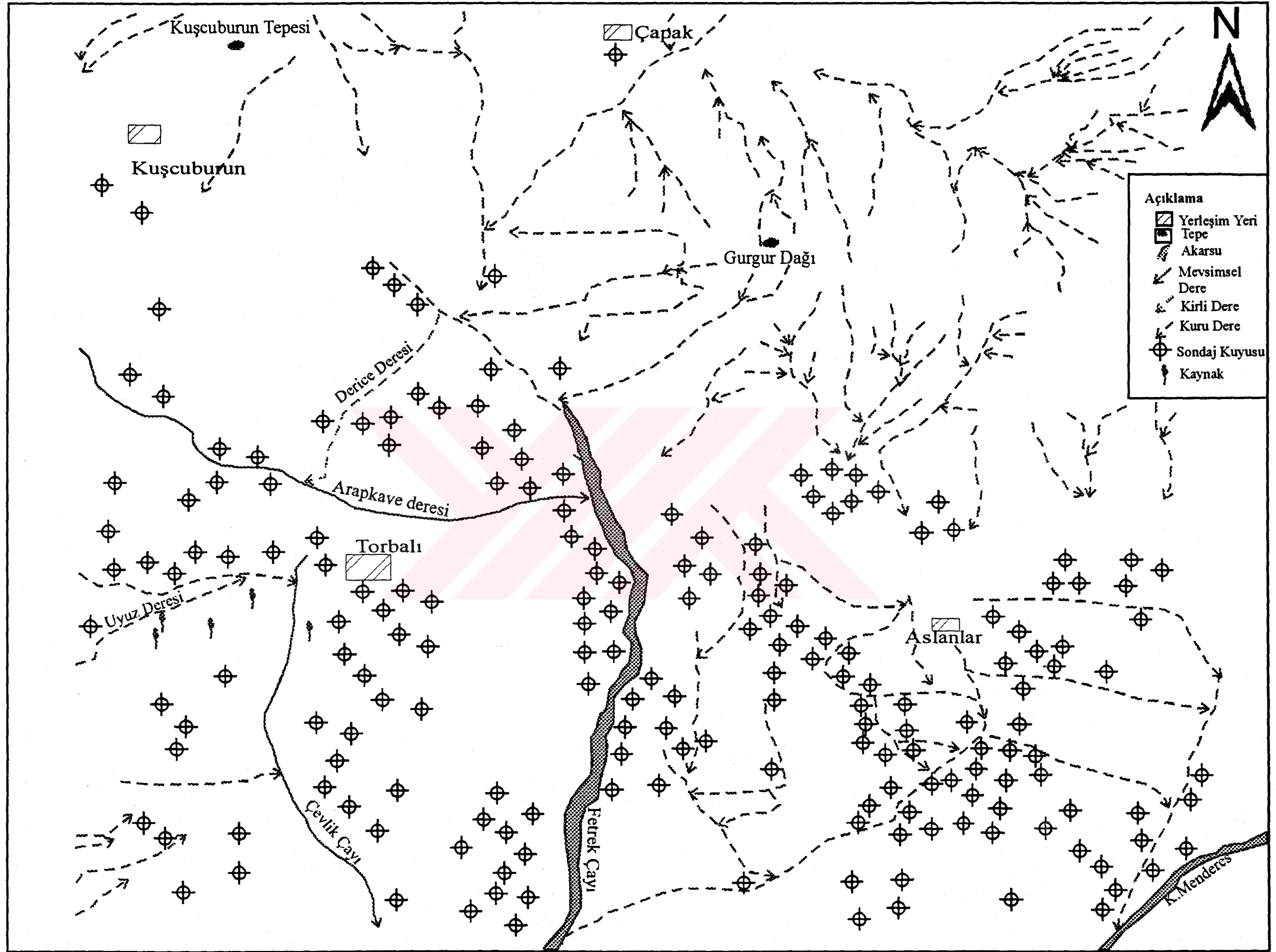


Şekil 3.27 : Bergama Ovacık Altın arıtma havuzu modeli



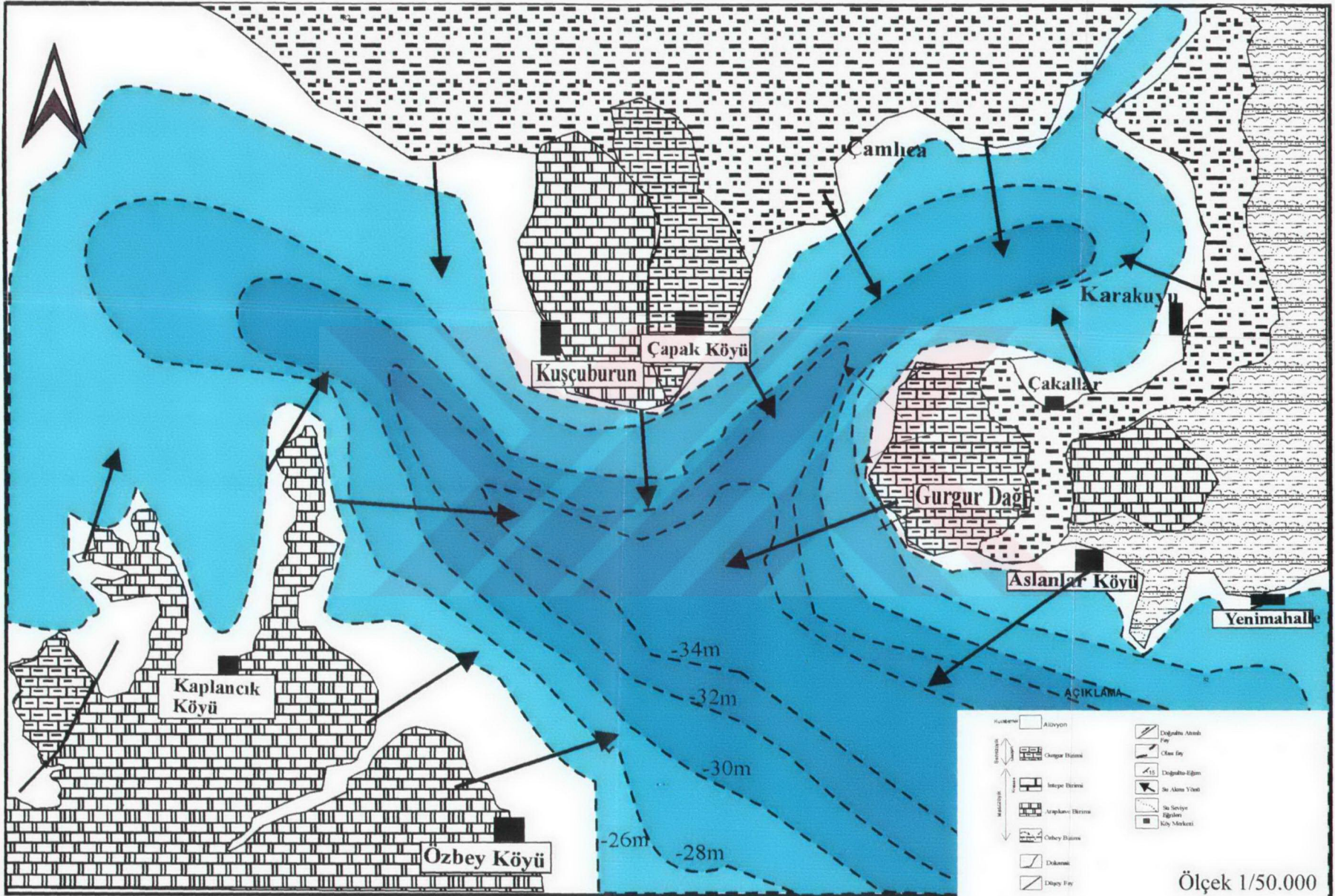
Şekil 3.28 : Torbalı ve çevresinin 1/100.000 ölçekli beslenme alanları

Ölçek 1/100.000



Şekil 3.29: Torbalı havzasındaki sondaj lokasyonları (Şimşek, 1998)

Ölçek: 1/50.000



Şekil 3.31: Torbalı havzasındaki yeraltı su seviyesini haritalanması(Şimşek, 1998).

BÖLÜM IV

JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

4.1. GİRİŞ

Akifer niteliğindeki hazne kaya ve onu çevreleyen ortam jeofizik yöntemlerle kolayca algılayıp haritalayabilecek fiziki özelliklere sahiptir. Bu özelliklerden yararlanarak jeofizik çalışmalar genellikle bir sonraki jeolojik yapıyı ortaya çıkartacak, hidrojeolojik koşulları ve örtü kalınlığını saptamak için yöresel yada bölgesel su içeren rezervuar sisteminin yerini ve boyutlarını belirterek ortaya çıkarır.

Torbalı ilçesi Ortaköy sınırları içinde Beşikcioğluna ait arazide ihtiyaç duyulan suyun karşılanması amacıyla jeofizik çalışmalar yapılmıştır.(Alpaslan Beşikcioğlu Yeraltısuyu Etüd Raporu, TMY-1995).

DES-1 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	226	2
2. Tabaka	17	8
3. Tabaka	98	17
4. Tabaka	10	42
5. Tabaka	221	150

DES-2 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	103	8
2. Tabaka	11	138
3. Tabaka	24	80

DES-3 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	979	8
2. Tabaka	255	30
3. Tabaka	16	150

DES-3 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	330	32
2. Tabaka	23	150

Yukarıda değeri verilen tabakalardan, birinci ve ikinci tabaka killi, kumlu çakılları, üçüncü tabakanın killi kireçtaşı, dördüncü be beşinci tabakaların killi siltli birimlerin olduğu açıklanmıştır. (Alpaslan Beşikcioğlu Yeraltısıyu Etüd Raporu, TMY-1995).

Torbalı ilçesinin kuzeydoğusunda Kemalpaşa yolunun doğusunda bulunan Philsa arazisinde yapılan jeofizik çalışmalarda, jeolojik birimlerin dağılımları ve akifer olabilecek kayaçların yayılımları tesbit edilmeye çalışılmıştır. (Philsa Proje Alanı ve Çevresinin Yeraltısıyu Etüd Raporu, TMY-1992).

DES-1 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	960	3
2. Tabaka	287	56
3. Tabaka	14	100

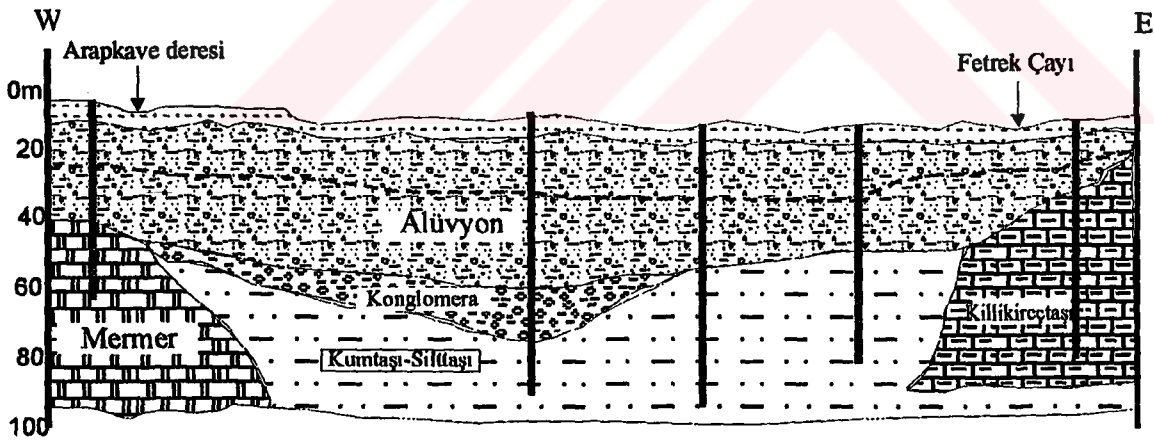
DES-2 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	465	3
2. Tabaka	233	59
3. Tabaka	16	100

DES-3 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	434	4
2. Tabaka	236	51
3. Tabaka	19	100

DES-4 Kuyusu	Elektirik Direnci(Ohmm)	Tabaka Taban Derinliği(m)
1. Tabaka	2014	5
2. Tabaka	300	60
3. Tabaka	18	100

Philsa sahasında yapılan jeofizik çalışmalarda, birinci ve ikinci tabakaların kumlu çakıl, üçüncü ytabakaların ise Neojen serilerinin olduğu ortaya çıkartılmıştır. (Philsa Proje Alanı ve Çevresinin Yeraltısıyu Etüd Raporu, TMY-1992).

Yukarıdaki kuyuların ve havzada daha önce açılmış sondaj kuyu kütüklerinden (DSİ-26777, DSİ-27417, TMY-RJR, TMY-Okul-2, TMY-H.Duman) faydalanılarak alüvyon biriminin dağılımı çıkartılmıştır. (şekil 4.1)



şekil 4.1: Alüvyon biriminin dağılım şekli.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanındaki kaya birimleri belirlenmiştir , dokanak ilişkileri bilgisayar ortamına aktarılmış ve alanın Jeolojik haritası çıkartılmıştır. Bölgede Mezozoyik yaşlı metamorfik kayalar olarak şist ve mermer birimi, Üst Kratese yaşlı Kumtaşı-şeyl birimi, Senezoyik yaşlı kilitaşları ve kireçtaşları ile güncel Alüvyon birimleri saptanmıştır.
2. Çalışma alanındaki Kumtaşı-şeyl'lerden oluşan İntepe Birimi bindirme fay ile Metamorfik kayalar olan Arapkave ve Özbey Birimleri üzerine gelmektedir. Killi ve Kireçtaşlarından oluşan Gurgur birimi ise açısız uyumsuzlukla birimleri üstlemektedir. Bütün bu birimleri güncel Alüvyon birimi örtmüştür.
3. Bölgedeki kayaların Hersiniyen ve Alpin Orojenezlerinden etkilenerek kıvrılmış ve kırılmışlardır.
4. Bölge bir horst- graben yapısında olup, Metamorfik birimler horst yapılarını, diğer güncel oluşuklar ise graben yapılarını oluşturmaktadır.
5. Kayaların hidrojeolojik çalışmalarında su verebilecek kayalar olarak, mermerler, kireçtaşları ve Alüvyonlar olduğu tesbit edilmiştir.
6. Torbalı havzasında DSİ ve özel şahıslar tarafından 200'e yakın sondaj kuyusu açılmıştır. Çalışma alanındaki kuyuların tamamının Alüvyon birimi üzerinde açılmıştır. Kuyu derinliği ortalama olarak 80-100 m arasındadır. Kuyuların tamamı içme ve sulama amaçlı açılmıştır.
7. Kuyularda yapılan ölçümlerde havzadaki yeraltısı seviyesi ortalama 30 m derinliktedir. Kuyuların ortalama statik seviyesi 24m, ortalama dinamik seviye 30m'dir.
8. Yapılan çalışmalarda kuyulardaki seviyenin, yaz aylarında düşük olduğu , kış aylarında yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise bölgenin yazları kurak, kışları yağışlı geçmesinden kaynaklanmaktadır.
9. DSİ'den alınan verilere göre havzadaki yeraltısuyunun seviye grafiği yapılmıştır. Yeraltısuyunun son 12 yılda her yıl ortalama olarak 1 metre düştüğü görülmüştür.

Bunun sebebi ise son yıllardaki yağışların azlığındandır. Çekimden dolayı bir düşüm olmamaktadır.

10. Çalışma alanının batısında dereler içine DSİ tarafından Arapkave Deresi içerisine sondajlar açılmış ve dere suyunun yeraltısuyunu yapay beslenmesi sağlanmıştır. Bu sistemin arazinin doğusundaki kireçtaşlarına uygulama projesi gündemdedir.
11. Kuyulardan alınan suların kimyasal incelemesi yapılmıştır. Suların Fransız sertlik sınıflamasında “ Tatlı su” niteliğindedir. Suların; EC, SAR değerlerinin çok düşük olması havzadaki suların kaliteli, içilebilir ve tarımda, sanayide kullanılabilir sular sınıfındadır.
12. Bölgedeki suların, su-kayaç ilişkisine bağlı olduğu görülmektedir. Karbonatlı kayalardan gelen suların Ca, Metamorfik kayalardan gelen suların SO₄ oranları yüksektir.
13. Torbalı havzasında akiferlerin “Serbest Akifer” niteliğindedir. Bu nedenle her yönden beslenme ve boşalma özelliğine sahiptir. Havzadaki akiferlerin üzerlerine sanayileşme, konutlaşma ve diğer nedenlerle kapatılmaktadır. Akiferlerin serbest akifer niteliğinde olması nedeniyle kirlenme olasılığı oldukça yüksektir.
14. Şehirleşmenin getirdiği, atık sular, çöpler, katı atıklar, kimyasal atıkların akiferler üzerine ve akan derelere boşaltılmaktadır. Bu kirleticiler akiferler için büyük tehlikeler oluşturmaktadır. Yeraltısularına karışması nedeniyle insan sağlığını etkilemektedir.
15. Torbalıdan uzak bir yere yapılacak olan geçirimsiz ve yalıtılmış bir havuz, bu havuzdaki atıkları ve çöpleri işleyecek arıtma tesisleri yapılmak süreti ile kirlenmenin azaltılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

AKARTUNA, M. (1962), İzmir- Torbalı- Seferihisar-Urta Bölgesinin Jeolojisi Hakkında, M.T.A Derg, 62.1-17

BAŞARIR, E & KONUK, Y.T.(1981) , Gümüldür Yöresinin Kristalin Temeli ve Allohton Birimler, Türkiye Jeoloji Kur. Bült. 24, 1-6

CAMCI, M. (1991) , Kaplancık Köyü ve Çevresinin Jeolojisi Hakkında, Bitirme Projesi, D.E.Ü Müh. Fak. Jeol. Müh. Böl. Bornova

CANDAN, O & GÜMÜŞ, H ve KUN, N. (1991), Ç.Ü. Müh. Fak. Ahmet Acar Sempozyumu, (Yayınlanmamış).

ÇALAPKULU, F.& KUN, N.& AKSOY, N.& KEDEK, S. (1992), Philsa Proje Alanı ve Yakın Çevresinin Yeraltısuyu Etüd Raporu, Torbalı.(Yayınlanmamış).

ÇALAPKULU, F.& KUN, N.& AKSOY, N.& KEDEK, S. (1995), Alpaslan Beşikcioğlu (Ortaköy) Yeraltısuyu Etüd Raporu, Torbalı.(Yayınlanmamış).

D.S.İ, (1967), Eutime Eight Congress, p. 1-3, İstanbul,

D.S.İ, (1992), Torbalı-Kemalpaşa Ovalarının Hidrojeolojik Etüd Raporu, İzmir .(Yayınlanmamış).

D.S.İ, (1995), Torbalı I. ve II. Kısım Kooperatiflerin Hidrojeolojik Etüd Raporu, İzmir. (Yayınlanmamış).

ERDOĞAN, B. (1990) , İzmir- Ankara Zonu ile Karaburun Kuşağının Tektonik İlişkisi, M.T.A Derg. 119, 1-15.

ERGUVANLI, K & YÜZER, E. (1973), Yeraltıları Jeolojisi, Özarkadaşlar Matbası, 350.

EŞDER, T. & ŞİMŞEK, Ş.,(1975) . Geology of İzmir-seferihisar Geothermal area, Western Anatolia of Turkey, Determination of Reservoirs by Means of Gradient Drilling. Proc. 2. U.N. Symp. On the development and use of geothermal resorces. San.Frans., p. 349-360.

FERHATOĞLU , A. İ.(1988) , Yeniköy-Değirmendere (İzmir) Yöresinin Jeolojisi, Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh.Fak.Jeol. Müh. Böl. Bornova

İNCİ, U. (1991), Torbalı- Kemalpaşa Dolaylarının jeolojisi Hakkında, Doktora Tezi, D.E.Ü. Müh. Fak. Jeol. Müh. Böl. Bornova

ÖZER, S.(1993), Upper Cretaceous Rudists From The Menderes Masifi, Büll.Geol.Soc.Greece Vol. XXVIII/3, pag. 55-73, Athens.

ŞAHİNCİ, A. (1986), Yeraltıları Jeokimyası, MM/Jeo-86

ŞEN, Z. (1995), Applied Hydrogeology For Scientist and Engineers, by CRC Press inc, Florida.

ŞİMŞEK, C. (1994), Kaplancık Köyü ve Çevresinin Jeolojisi ve Hidrojeolojisi Hakkında, Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. Fak. Jeol. Müh. Böl. Bornova.

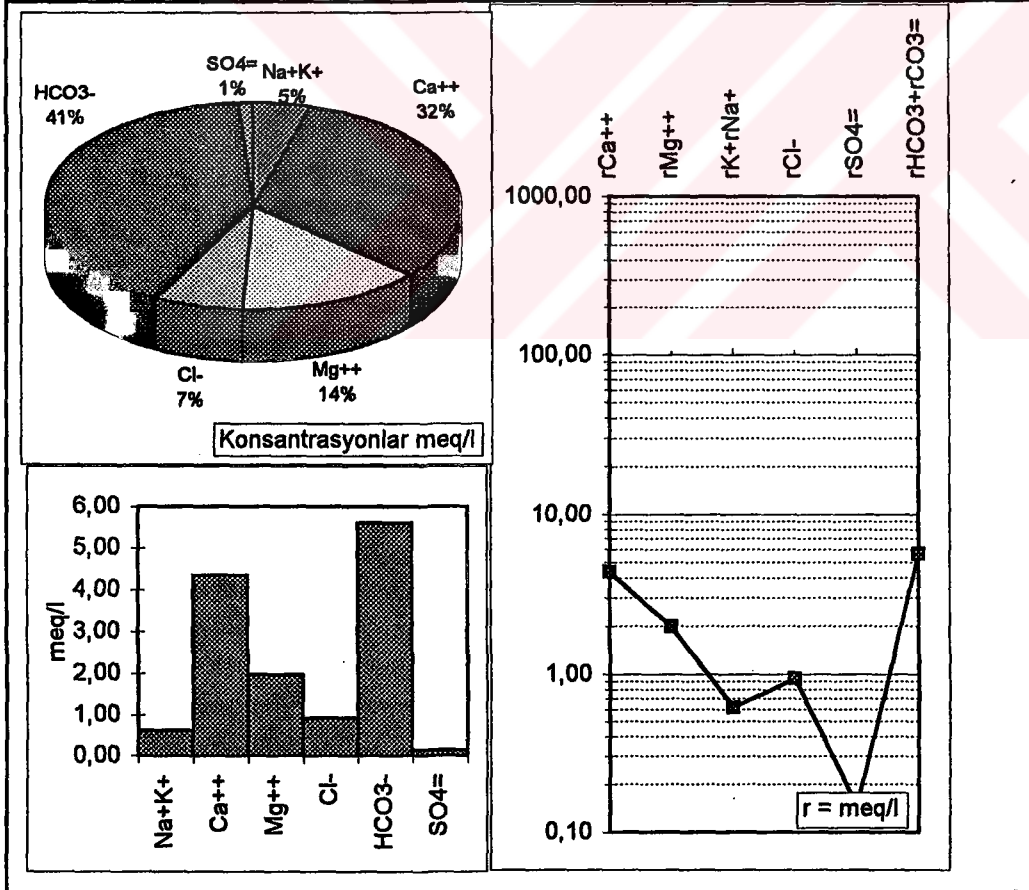
TODD, D. K. (1980), Graundwater Hydrogeology, Secend Edition, Kalifornia



EKLER

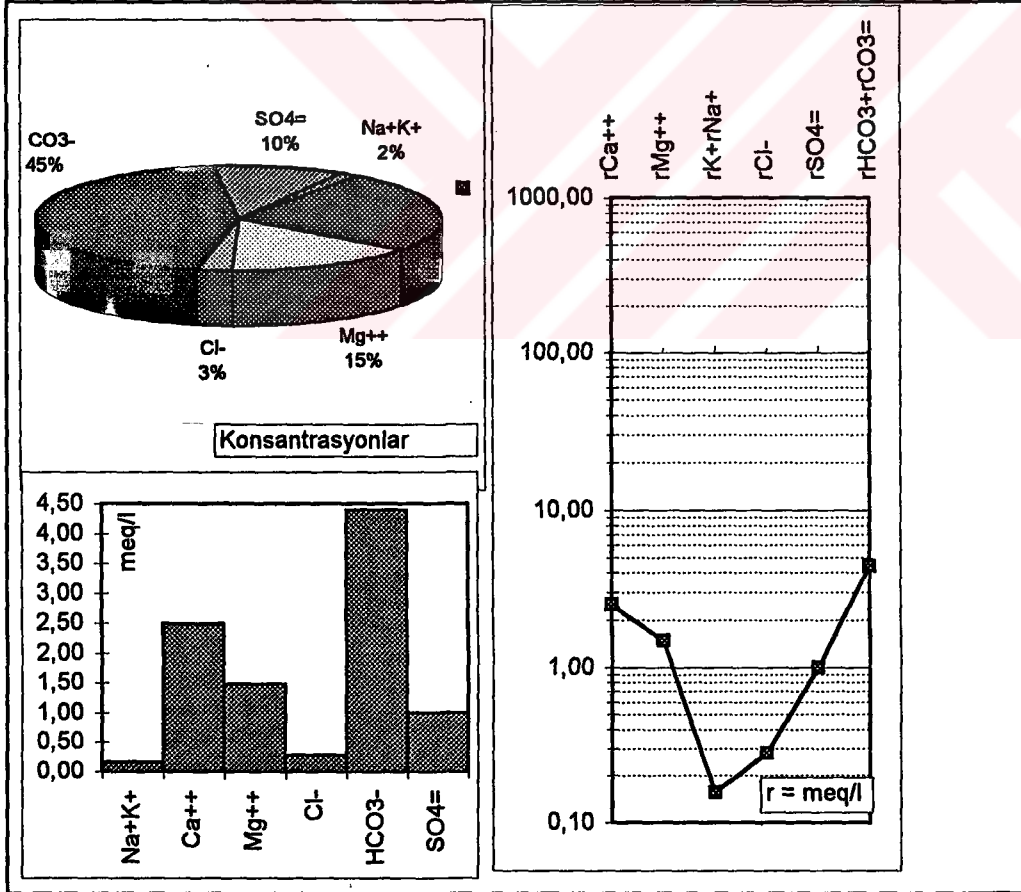
SULARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Örnek Adı: Yeşilköy Deresi				Laboratuvar no =1				
Örnekleme Tarihi:16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	13	0,57	8,16	0,00057	0,00057	0,0003	0,90	0,0005
K+	2	0,05	0,74	0,00005	0,00005	0,0000	0,90	0,0000
Ca++	87	4,34	62,63	0,00217	0,00868	0,0043	0,66	0,0014
Mg++	24	1,97	28,47	0,00099	0,00395	0,0020	0,66	0,0006
Cl-	33	0,93	13,92	0,00093	0,00093	0,0005	0,90	0,0008
HCO3-	342	5,61	83,90	0,00561	0,00561	0,0028	0,90	0,0050
SO4=	7	0,15	2,18	0,00007	0,00029	0,0001	0,66	0,0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6,932	PH (-log H)			= 35741,00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6,683	EC (µmho/cm)			= 785
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13,614	Si (mg / l)			= 8,00
İyonlaşma Gücü				0,010	Sr (mg / l)			=
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,318	Sertlik (Fr)			= 31,58
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,162	rCa/rMg Oranı			= 2,20
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				35733,95819	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,56
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				35733,8870	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-35735,44
Fo (Köptürme Katsayısı)				39,05872118	%e (Hata Yüzdesi)			= 1,83



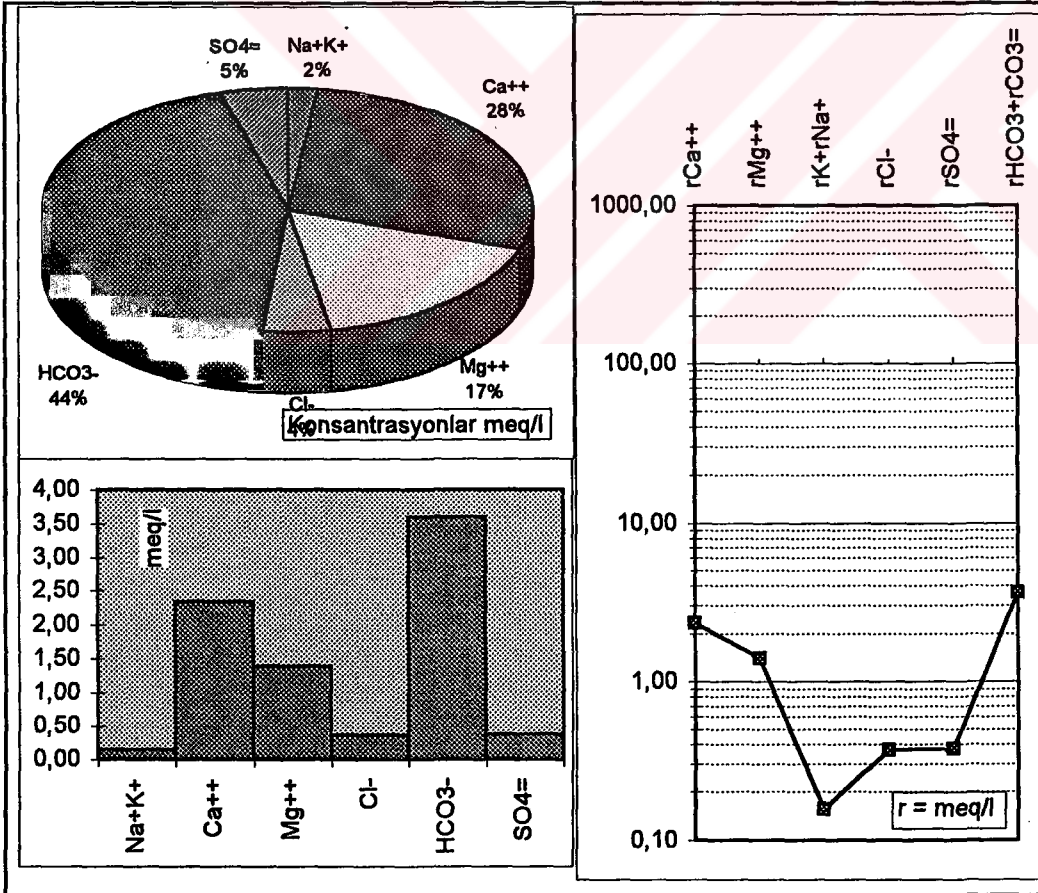
Ek 3.1: Yeşilköy deresi kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Oğlananası					Laboratuvar no =2			
Örnekleme Tarihi: 16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	3	0,13	3,16	0,00013	0,00013	0,0001	0,91	0,0001
K+	1	0,03	0,62	0,00003	0,00003	0,0000	0,91	0,0000
Ca++	50	2,50	60,39	0,00125	0,00499	0,0025	0,69	0,0009
Mg++	18	1,48	35,83	0,00074	0,00296	0,0015	0,69	0,0005
Cl-	10	0,28	4,97	0,00028	0,00028	0,0001	0,91	0,0003
HCO3-	268	4,39	77,41	0,00439	0,00439	0,0022	0,91	0,0040
SO4=	48	1,00	17,62	0,00050	0,00200	0,0010	0,69	0,0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				4,131	PH (-log H)			= 35527,00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5,675	EC (µmho/cm)			= 917
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				9,807	Si (mg / l)			= 2,00
İyonlaşma Gücü				0,007	Sr (mg / l)			=
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,093	Sertlik (Fr)			= 19,88
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,052	rCa/rMg Oranı			= 1,69
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				35519,64075	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,92
Sld (Dolomit Doyma İndeksi)				35519,6274	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-35521,54
Fo (Köptürme Katsayısı)				10,09047412	%e (Hata Yüzdesi)			= -15,74



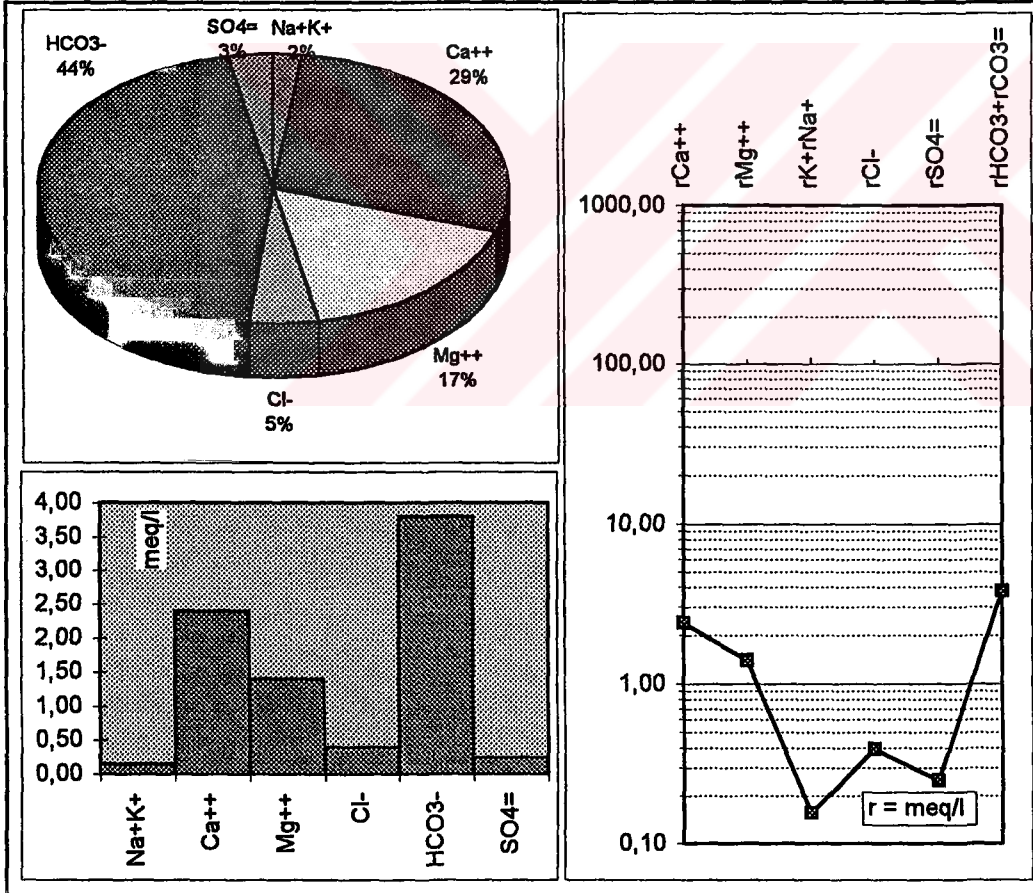
Ek 3.2 : Oğlananası Beldesi Kaynaklarının Kimyasal Analiz Sonucu

Örnek Adı: Ayrancılar Kaynak				Laboratuvar no =3				
Örnekleme Tarihi:16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	3	0,13	3,35	0,00013	0,00013	0,0001	0,92	0,0001
K+	1	0,03	0,66	0,00003	0,00003	0,0000	0,92	0,0000
Ca++	47	2,35	60,14	0,00117	0,00469	0,0023	0,71	0,0008
Mg++	17	1,40	35,85	0,00070	0,00280	0,0014	0,71	0,0005
Cl-	13	0,37	8,43	0,00037	0,00037	0,0002	0,92	0,0003
HCO3-	220	3,61	82,95	0,00361	0,00361	0,0018	0,92	0,0033
SO4=	18	0,38	8,62	0,00019	0,00075	0,0004	0,71	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				3,899	PH (-log H)		=	7,00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4,348	EC (µmho/cm)		=	1013
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				8,247	Si (mg / l)		=	2,00
İyonlaşma Gücü				0,006	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,095	Sertlik (Fr)		=	18,72
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,092	rCa/rMg Oranı		=	1,68
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				#VALUE!	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,35
Sld (Dolomit Doyma İndeksi)				#VALUE!	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			#VALUE!
Fo (Köptürme Katsayısı)				10,09047412	%e (Hata Yüzdesi)		=	-5,44



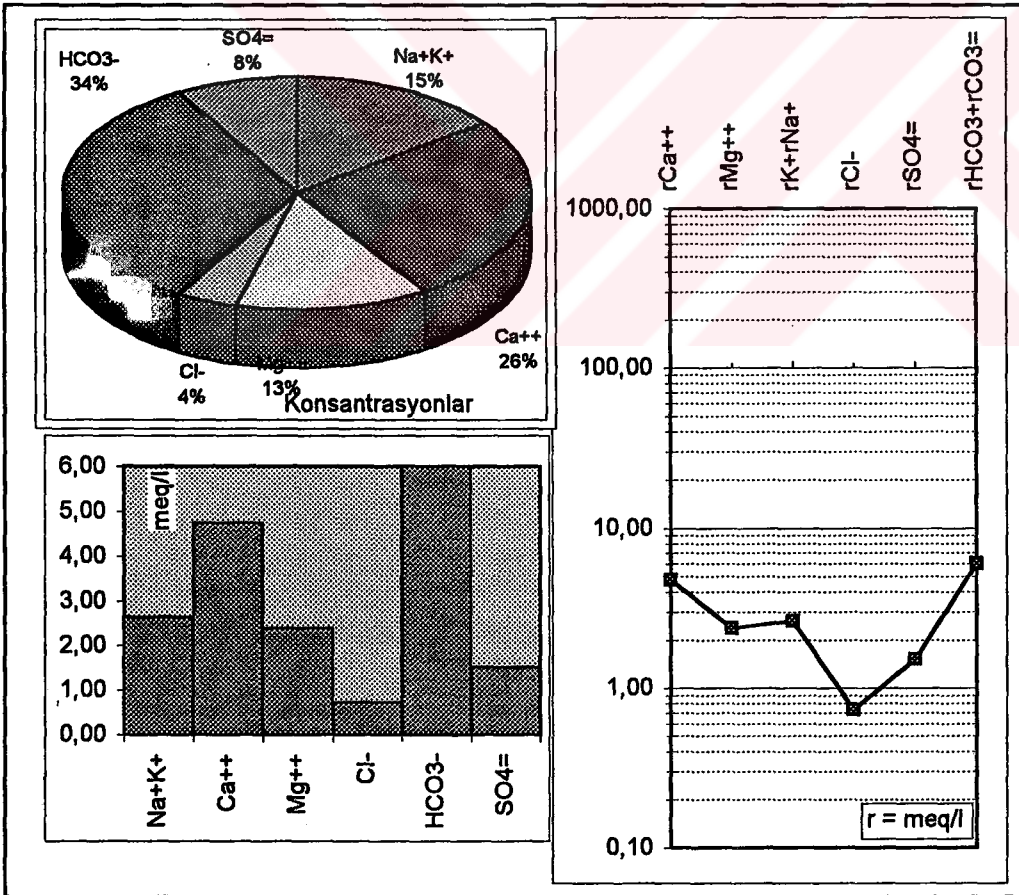
Ek 3.3: Ayrancılar kaynaklarının kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Ayrancılar Kaynak2					Laboratuvar no =4			
Örnekleme Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	3	0,13	3,30	0,00013	0,00013	0,0001	0,92	0,0001
K+	1	0,03	0,65	0,00003	0,00003	0,0000	0,92	0,0000
Ca++	48	2,40	60,65	0,00120	0,00479	0,0024	0,71	0,0009
Mg++	17	1,40	35,40	0,00070	0,00280	0,0014	0,71	0,0005
Cl-	14	0,39	8,87	0,00039	0,00039	0,0002	0,92	0,0004
HCO3-	232	3,80	85,51	0,00380	0,00380	0,0019	0,92	0,0035
SO4=	12	0,25	5,62	0,00013	0,00050	0,0003	0,71	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				3,949	PH (-log H)			= 34851,00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4,448	EC (µmho/cm)			= 817
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				8,397	Si (mg / l)			= 2,00
İyonlaşma Gücü				0,006	Sr (mg / l)			=
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,095	Sertlik (Fr)			= 18,97
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,097	rCa/rMg Oranı			= 1,71
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				34843,57523	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,52
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				34843,5583	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-34845,60
Fo (Köpürme Katsayısı)				10,09047412	%e (Hata Yüzdesi)			= -5,94



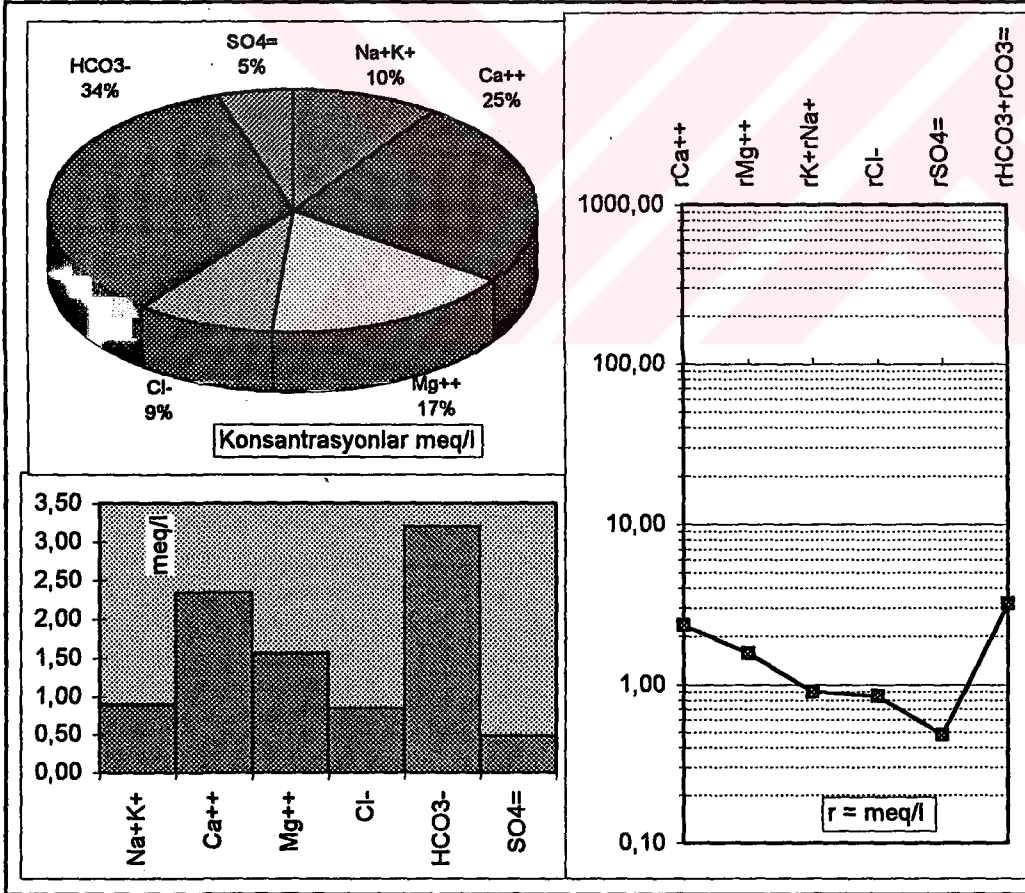
Ek 3.4: Ayrancılar 2 kaynaklarının kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Aslanlar Köyü(Art.)				Laboratuvar no =5				
Örneklem Tarihi:16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	57	2,48	25,41	0,00248	0,00248	0,0012	0,89	0,0022
K+	6	0,15	1,58	0,00015	0,00015	0,0001	0,89	0,0001
Ca++	95	4,74	48,58	0,00237	0,00948	0,0047	0,62	0,0015
Mg++	29	2,38	24,44	0,00119	0,00477	0,0024	0,62	0,0007
Cl-	26	0,73	8,88	0,00073	0,00073	0,0004	0,89	0,0007
HCO3-	366	6,00	72,70	0,00600	0,00600	0,0030	0,89	0,0053
SO4=	73	1,52	18,43	0,00076	0,00304	0,0015	0,62	0,0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,759	PH (-log H)			7,20
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8,254	EC (µmho/cm)			1200
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				18,012	Si (mg / l)			9,00
İyonlaşma Gücü				0,013	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,314	Sertlik (Fr)			35,63
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,097	rCa/rMg Oranı			1,99
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,19581	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,56
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				0,1466	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1,61
Fo (Köptürme Katsayısı)				165,7190083	%e (Hata Yüzdesi)			8,35



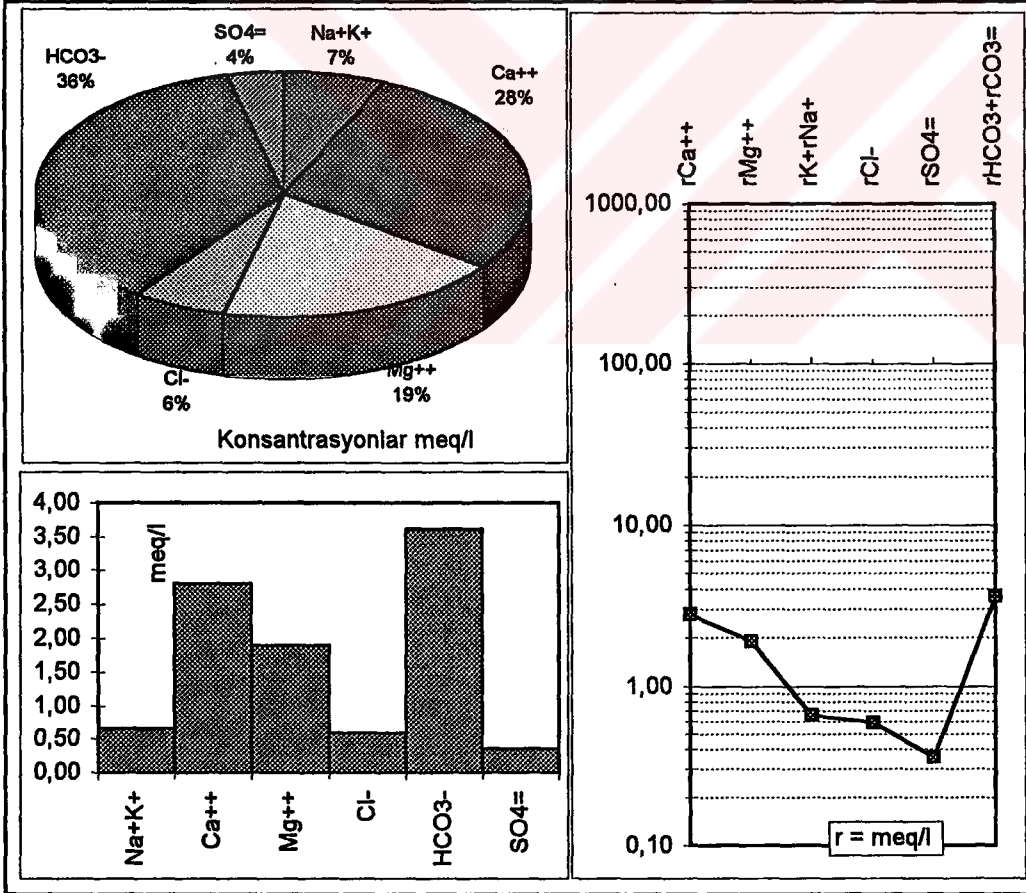
Ek 3.5: Aslanlar köyü artezyen suyu kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Taşkesik Kaynaklar				Laboratuvar no = 6				
Örnekleme Tarihi: 16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	20	0,87	18,11	0,00087	0,00087	0,0004	0,92	0,0008
K+	1	0,03	0,53	0,00003	0,00003	0,0000	0,92	0,0000
Ca++	47	2,35	48,83	0,00117	0,00469	0,0023	0,70	0,0008
Mg++	19	1,56	32,53	0,00078	0,00313	0,0016	0,70	0,0005
Cl-	30	0,85	18,70	0,00085	0,00085	0,0004	0,92	0,0008
HCO3-	195	3,20	70,70	0,00320	0,00320	0,0016	0,92	0,0029
SO4=	23	0,48	10,60	0,00024	0,00096	0,0005	0,70	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				4,803	PH (-log H)		=	7,55
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4,521	EC (µmho/cm)		=	950
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				9,325	Si (mg / l)		=	14,00
İyonlaşma Gücü				0,007	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,622	Sertlik (Fr)		=	19,54
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,230	rCa/rMg Oranı		=	1,50
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,03238	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,26
SlD (Dolomit Doyma İndeksi)				0,0442	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2,22
Fo (Köpürme Katsayısı)				55,93649413	%e (Hata Yüzdesi)		=	3,02



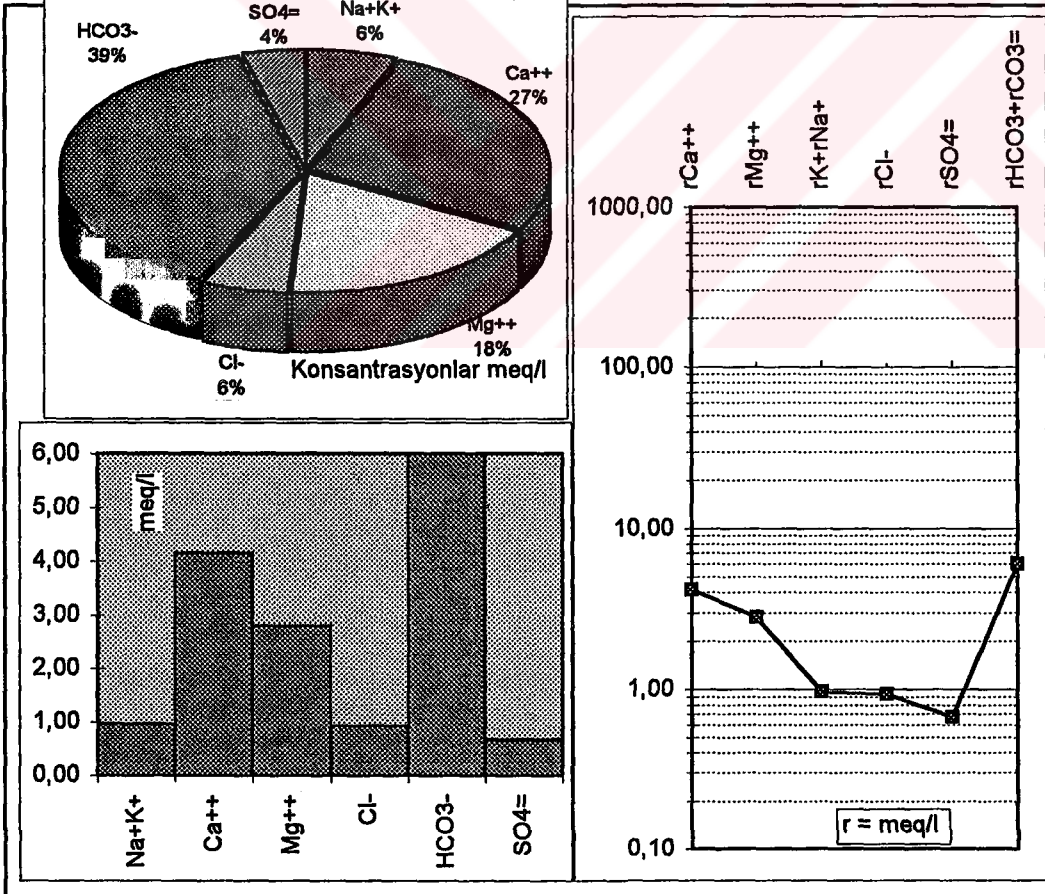
Ek 3.6: Taşkesik köyü kaynakları kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Çaybaşı(artezyen)				Laboratuvar no =8				
Örnekleme Tarihi:16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.SCZ2	F	AC
Na+	14	0,61	11,39	0,00061	0,00061	0,0003	0,91	0,0006
K+	2	0,05	0,96	0,00005	0,00005	0,0000	0,91	0,0000
Ca++	56	2,79	52,27	0,00140	0,00559	0,0028	0,69	0,0010
Mg++	23	1,89	35,38	0,00095	0,00378	0,0019	0,69	0,0007
Cl-	21	0,59	13,00	0,00059	0,00059	0,0003	0,91	0,0005
HCO3-	220	3,61	79,22	0,00361	0,00361	0,0018	0,91	0,0033
SO4=	17	0,35	7,78	0,00018	0,00071	0,0004	0,69	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,346	PH (-log H)			7,20
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4,553	EC (µmho/cm)			925
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				9,899	Si (mg / l)			6,00
İyonlaşma Gücü				0,007	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,398	Sertlik (Fr)			23,43
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,149	rCa/rMg Oranı			1,48
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,19669	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,33
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,1814	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,82
Fo (Köptürme Katsayısı)				41,75554589	%e (Hata Yüzdesi)			8,02



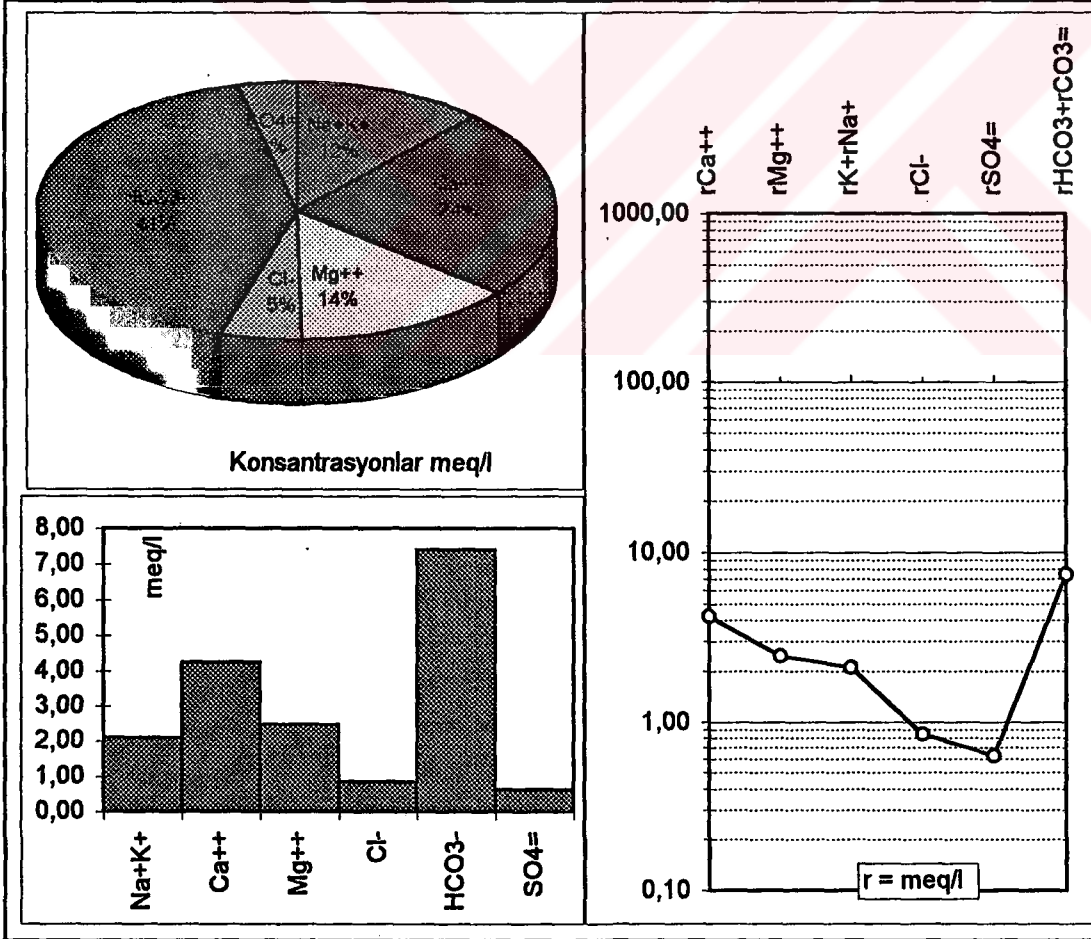
Ek 3.7: Çaybaşı köyü artezyen kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Total (Artezien).				Laboratuvar no =9				
Örnekleme Tarihi: 16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	21	0,91	11,56	0,00091	0,00091	0,0005	0,89	0,0008
K+	2	0,05	0,65	0,00005	0,00005	0,0000	0,89	0,0000
Ca++	83	4,14	52,41	0,00207	0,00828	0,0041	0,64	0,0013
Mg++	34	2,80	35,38	0,00140	0,00559	0,0028	0,64	0,0009
Cl-	33	0,93	12,24	0,00093	0,00093	0,0005	0,89	0,0008
HCO3-	366	6,00	78,98	0,00600	0,00600	0,0030	0,89	0,0054
SO4=	32	0,67	8,78	0,00033	0,00133	0,0007	0,64	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7,902	PH (-log H)			7,80
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7,597	EC (µmho/cm)			1020
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				15,499	Si (mg / l)			7,00
İyonlaşma Gücü				0,012	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,490	Sertlik (Fr)			34,69
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,140	rCa/rMg Oranı			1,48
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,75272	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,95
SlD (Dolomit Doyma İndeksi)				0,7674	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2,21
Fo (Köptürme Katsayısı)				60,63331883	%e (Hata Yüzdesi)			1,97



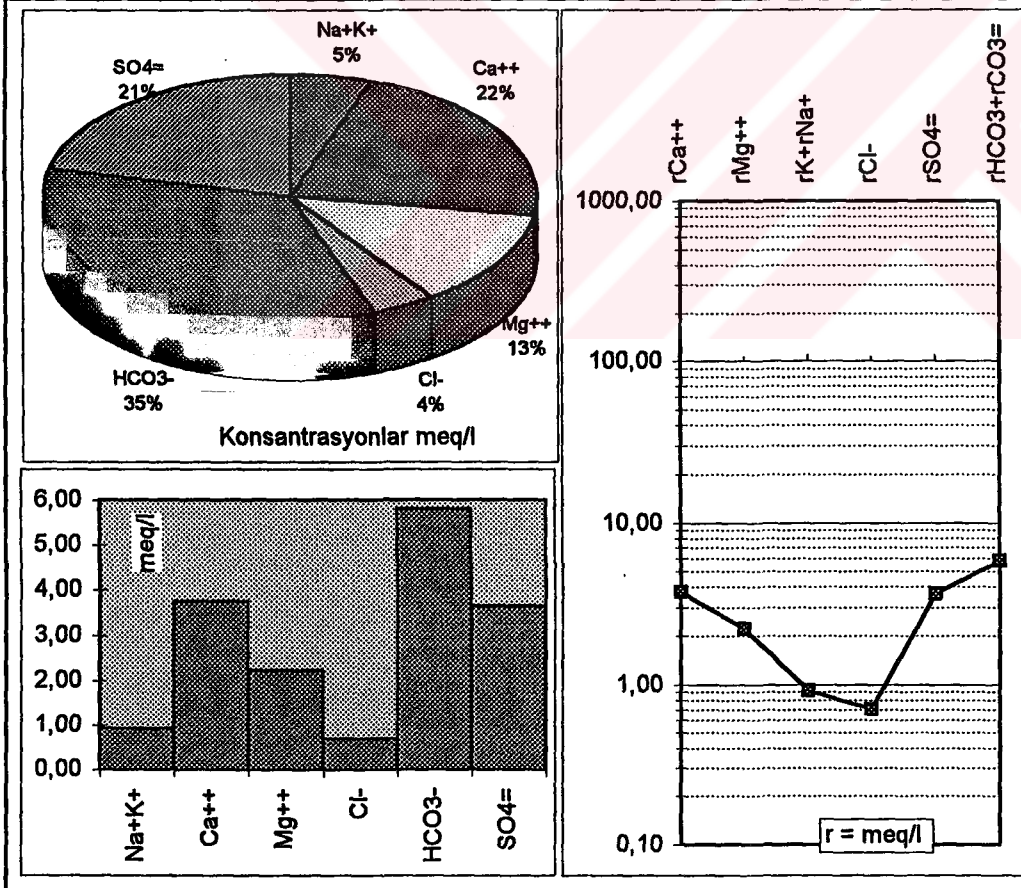
Ek 3.8: Torbalı artezyen kuyusu kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Özbey Köyü (Artezeyeni).					Laboratuvar no =10			
Örnekleme Tarihi: 16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	46	2,00	22,71	0,00200	0,00200	0,0010	0,89	0,0018
K+	4	0,10	1,16	0,00010	0,00010	0,0001	0,89	0,0001
Ca++	85	4,24	48,13	0,00212	0,00848	0,0042	0,63	0,0013
Mg++	30	2,47	28,00	0,00123	0,00493	0,0025	0,63	0,0008
Cl-	30	0,85	9,52	0,00085	0,00085	0,0004	0,89	0,0008
HCO3-	452	7,41	83,44	0,00741	0,00741	0,0037	0,89	0,0066
SO4=	30	0,63	7,04	0,00031	0,00125	0,0006	0,63	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				8,812	PH (-log H)		=	7,10
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8,880	EC (µmho/cm)		=	970
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				17,692	Si (mg / l)		=	7,00
İyonlaşma Gücü				0,013	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,092	Sertlik (Fr)		=	33,54
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,105	rCa/rMg Oranı		=	1,72
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,14613	SIs (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,98
SId (Dolomit Doyma İndeksi)				0,1285	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,42
Fo (Köpürme Katsayısı)				132,0539365	%e (Hata Yüzdesi)		=	-0,39



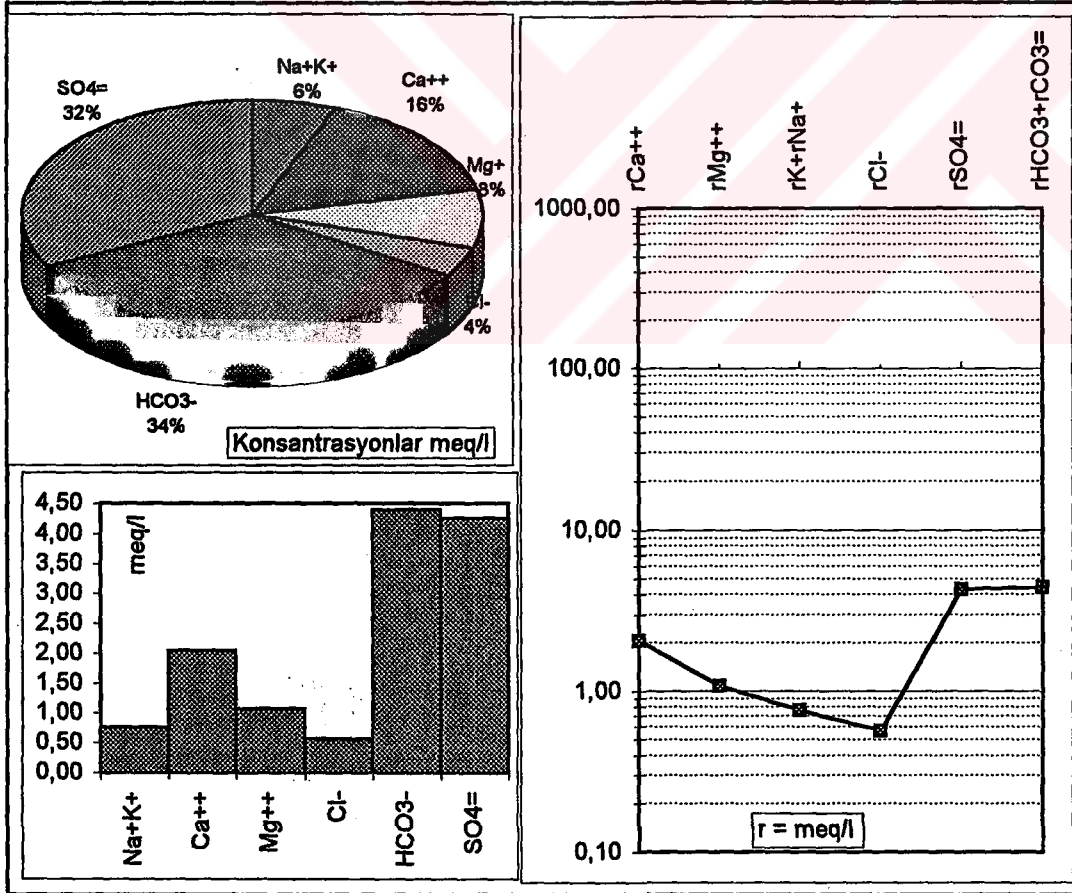
Ek 3.9: Özbey Köyü Artezyen Suyu Kimyasal Analiz Sonucu

Örnek Adı:Özbey Köyü (Artezyeni).2				Laboratuvar no =11				
Örnekleme Tarihi:16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	20	0,87	12,64	0,00087	0,00087	0,0004	0,89	0,0008
K+	2	0,05	0,74	0,00005	0,00005	0,0000	0,89	0,0000
Ca++	75	3,74	54,36	0,00187	0,00749	0,0037	0,62	0,0012
Mg++	27	2,22	32,25	0,00111	0,00444	0,0022	0,62	0,0007
Cl-	25	0,70	6,94	0,00070	0,00070	0,0004	0,89	0,0006
HCO3-	354	5,80	57,15	0,00580	0,00580	0,0029	0,89	0,0052
SO4=	175	3,65	35,91	0,00182	0,00729	0,0036	0,62	0,0011
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6,884	PH (-log H)			7,40
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10,154	EC (µmho/cm)			970
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				17,038	Si (mg / l)			5,00
İyonlaşma Gücü				0,013	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,504	Sertlik (Fr)			29,81
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,075	rCa/rMg Oranı			1,69
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,27872	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,28
SlD (Dolomit Doyma İndeksi)				0,2654	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,83
Fo (Köptürme Katsayısı)				57,93649413	%e (Hata Yüzdesi)			-19,19



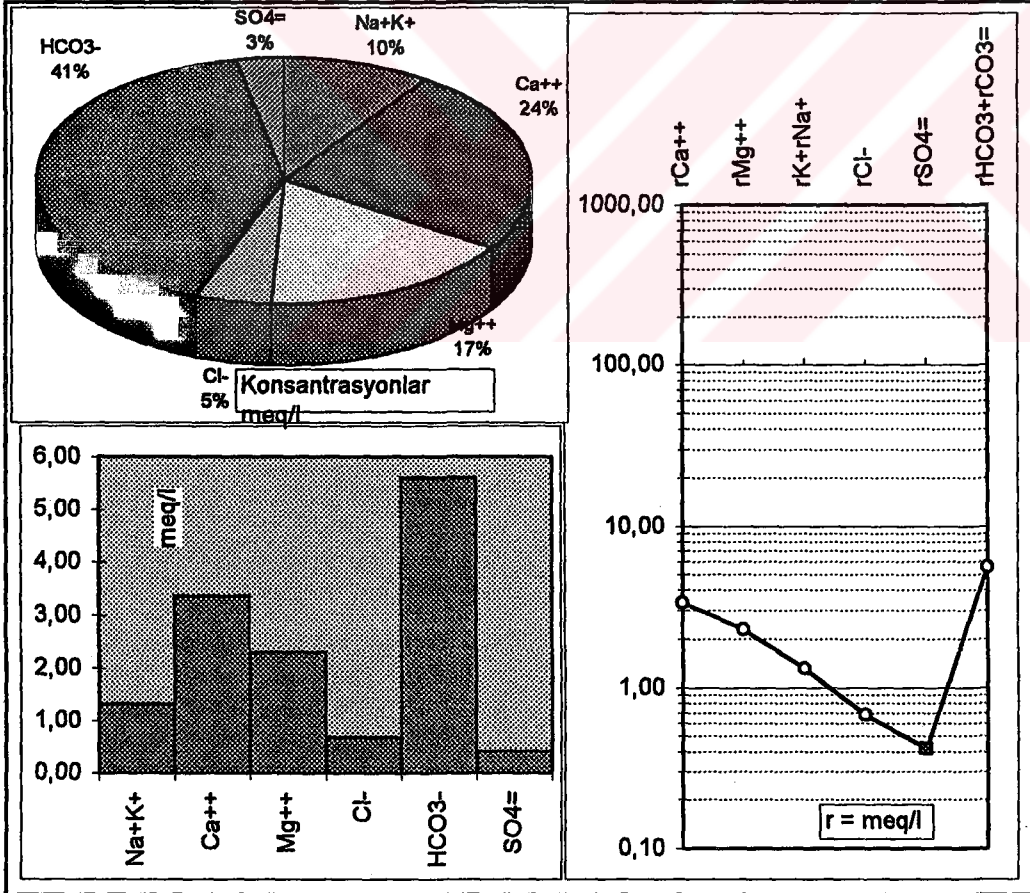
Ek 3.10 : Özbey Köyü Artezyen2 Kimyasal Analiz Sonucu

Örnek Adı: Arapkave Deresi				Laboratuvar no =12				
Örnekleme Tarihi: 16.12.1997				Sıcaklık (°C) = 18				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	15	0,65	16,86	0,00065	0,00065	0,0003	0,90	0,0006
K+	4	0,10	2,65	0,00010	0,00010	0,0001	0,90	0,0001
Ca++	41	2,05	52,87	0,00102	0,00409	0,0020	0,66	0,0007
Mg++	13	1,07	27,62	0,00053	0,00214	0,0011	0,66	0,0004
Cl-	20	0,56	6,12	0,00056	0,00056	0,0003	0,90	0,0005
HCO3-	268	4,39	47,72	0,00439	0,00439	0,0022	0,90	0,0040
SO4=	204	4,25	46,16	0,00213	0,00850	0,0043	0,66	0,0014
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				3,870	PH (-log H)			7,07
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				9,207	EC (µmho/cm)			1050
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13,077	Si (mg / l)			6,00
İyonlaşma Gücü				0,010	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,523	Sertlik (Fr)			15,57
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,065	rCa/rMg Oranı			1,91
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,40626	SlS (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,43
Sld (Dolomit Doyma İndeksi)				-0,4472	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,61
Fo (Köpürme Katsayısı)				48,4523706	%e (Hata Yüzdesi)			-40,81



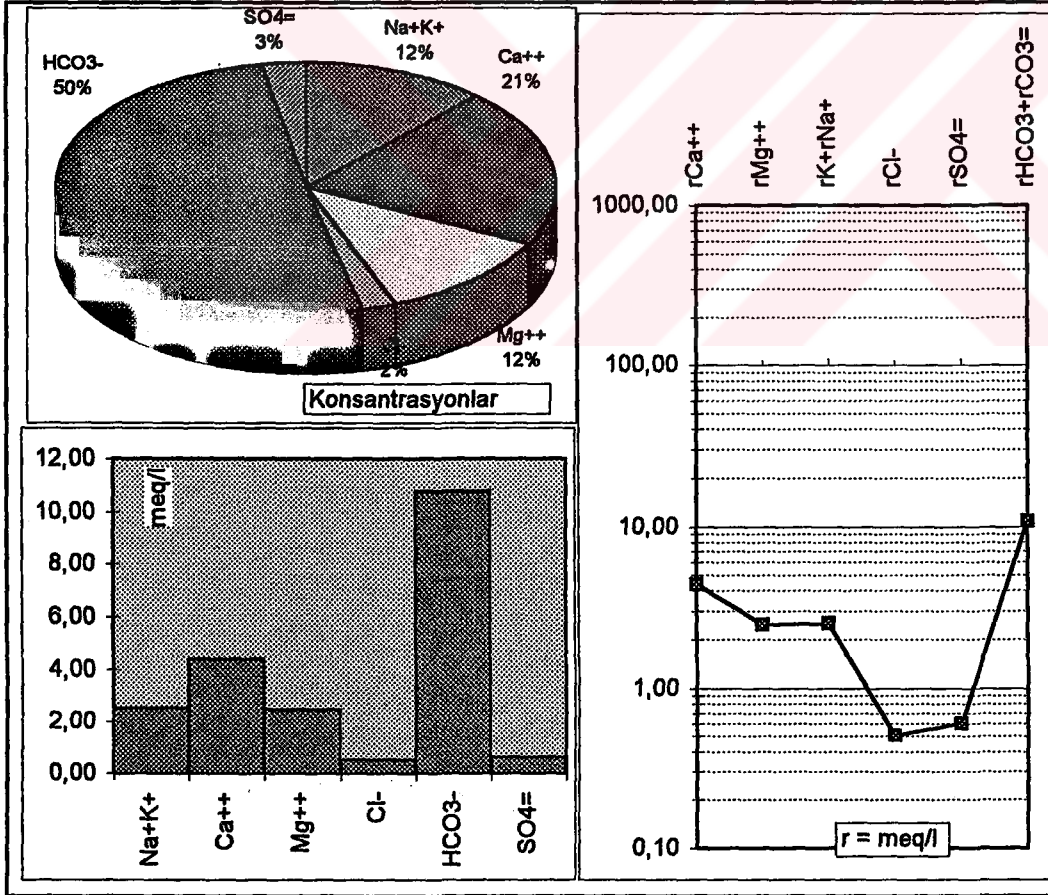
Ek 3.11: Torbalı Arapkave deresi kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Çetineller Çiftlik (Art.)					Laboratuvar no =13			
Örnekleme Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	29	1,26	18,13	0,00126	0,00126	0,0006	0,90	0,0011
K+	2	0,05	0,74	0,00005	0,00005	0,0000	0,90	0,0000
Ca++	67	3,34	48,05	0,00167	0,00669	0,0033	0,66	0,0011
Mg++	28	2,30	33,09	0,00115	0,00461	0,0023	0,66	0,0008
Cl-	24	0,68	10,10	0,00068	0,00068	0,0003	0,90	0,0006
HCO3-	342	5,61	83,68	0,00561	0,00561	0,0028	0,90	0,0051
SO4=	20	0,42	6,22	0,00021	0,00083	0,0004	0,66	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6,959	PH (-log H)		=	6,90
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6,700	EC (µmho/cm)		=	720
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13,658	Si (mg / l)		=	7,00
İyonlaşma Gücü				0,010	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,751	Sertlik (Fr)		=	28,23
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,112	rCa/rMg Oranı		=	1,45
Sic (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,25347	Sis(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,22
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,2344	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,34
Fo (Köptürme Katsayısı)				82,20791649	%e (Hata Yüzdesi)		=	1,90



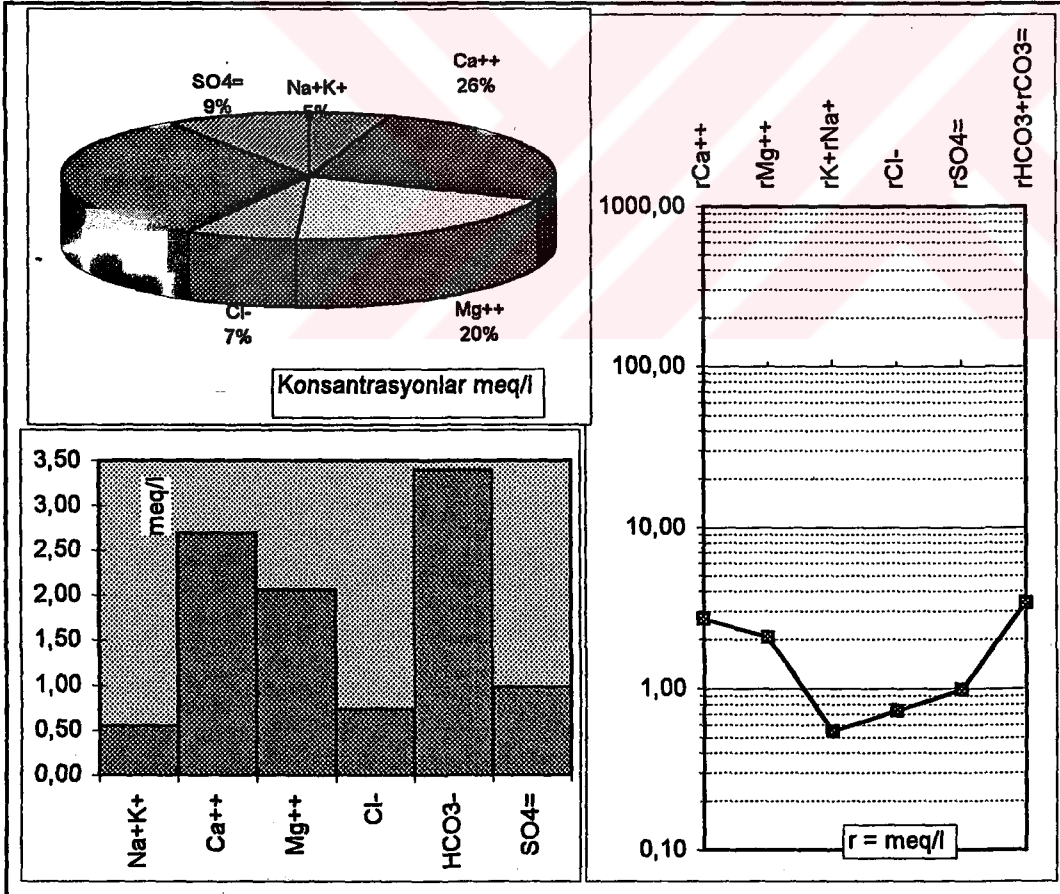
Ek 3.12: Torbalı havzası artezyen kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Tavuk Çiftliği						Laboratuvar no =14			
Örneklenme Tarihi:16.12.1997						Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC	
Na+	55	2,39	25,51	0,00239	0,00239	0,0012	0,88	0,0021	
K+	5	0,13	1,37	0,00013	0,00013	0,0001	0,88	0,0001	
Ca++	88	4,39	46,82	0,00220	0,00878	0,0044	0,61	0,0013	
Mg++	30	2,47	26,30	0,00123	0,00493	0,0025	0,61	0,0008	
Cl-	18	0,51	4,26	0,00051	0,00051	0,0003	0,88	0,0004	
HCO3-	659	10,80	90,67	0,01080	0,01080	0,0054	0,88	0,0096	
SO4=	29	0,60	5,07	0,00030	0,00121	0,0006	0,61	0,0002	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,379	PH (-log H)		=	7,15	
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				11,915	EC (µmho/cm)		=	810	
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				21,294	Si (mg / l)		=	8,00	
İyonlaşma Gücü				0,014	Sr (mg / l)		=		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,292	Sertlik (Fr)		=	34,29	
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,044	rCa/rMg Oranı		=	1,78	
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,35941	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2,00	
Sİd(Dolomit Doyma İndeksi)				0,3342	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,31	
Fo (Köptürme Katsayısı)				158,3253589	%e (Hata Yüzdesi)		=	-11,91	



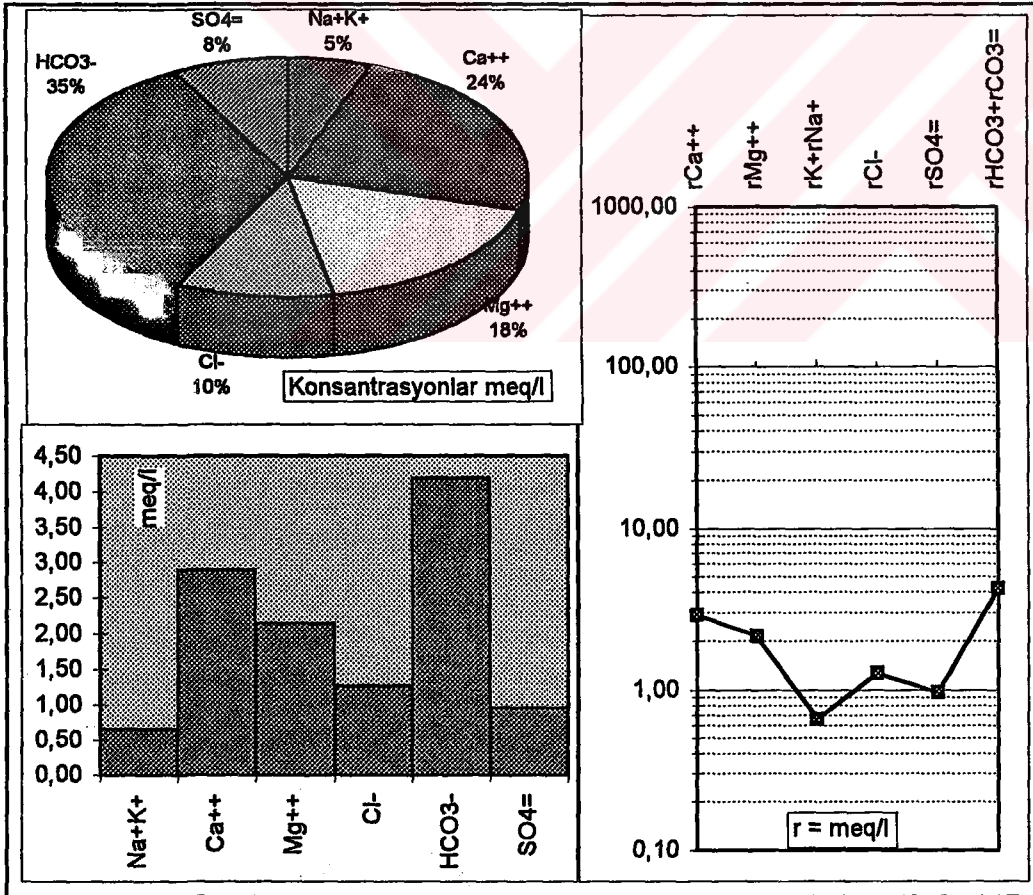
Ek 3.13: Torbalı havzası artezyen kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Opet Petrol							Laboratuvar no =15	
Örnekleme Tarihi:16.12.1997							Sıcaklık (°C) = 18	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	12	0,52	9,85	0,00052	0,00052	0,0003	0,91	0,0005
K+	1	0,03	0,48	0,00003	0,00003	0,0000	0,91	0,0000
Ca++	54	2,69	50,86	0,00135	0,00539	0,0027	0,68	0,0009
Mg++	25	2,06	38,80	0,00103	0,00411	0,0021	0,68	0,0007
Cl-	26	0,73	14,35	0,00073	0,00073	0,0004	0,91	0,0007
HCO3-	207	3,39	66,47	0,00339	0,00339	0,0017	0,91	0,0031
SO4=	47	0,98	19,18	0,00049	0,00196	0,0010	0,68	0,0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,298	PH (-log H)		=	7,15
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5,105	EC (µmho/cm)		=	890
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				10,404	Si (mg / l)		=	6,00
İyonlaşma Gücü				0,008	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,339	Sertlik (Fr)		=	23,75
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,168	rCa/rMg Oranı		=	1,31
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,29593	SlS(Sulfat Doyma İndeksi)=			-1,91
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,2547	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,80
Fo (Köpürme Katsayısı)				34,36189648	%e (Hata Yüzdesi)		=	1,85



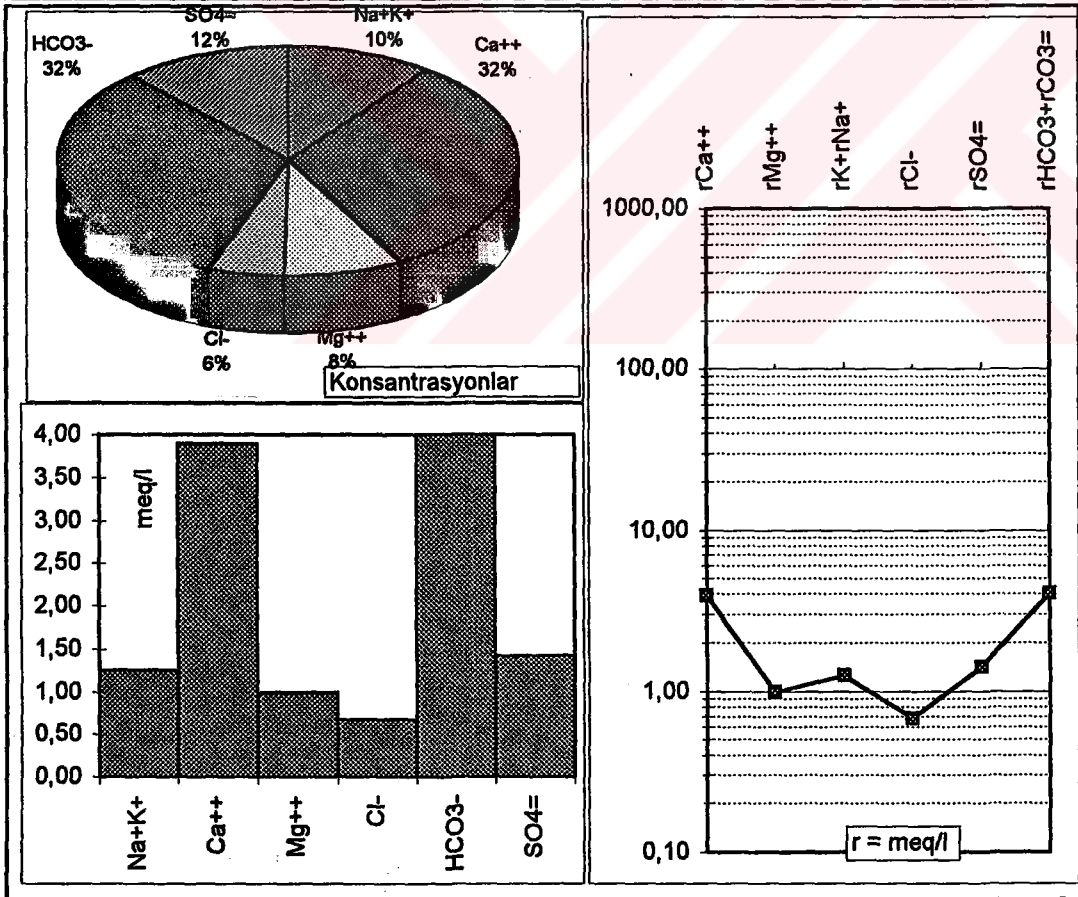
Ek 3.14 : Torbalı Merkez Petrol ofisi Kimyasal Analiz Sonucu

Örnek Adı:Çapak Köyü Kaynaklar					Laboratuvar no =17			
Örneklem Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	14	0,61	10,70	0,00061	0,00061	0,0003	0,90	0,0006
K+	2	0,05	0,90	0,00005	0,00005	0,0000	0,90	0,0000
Ca++	58	2,89	50,84	0,00145	0,00579	0,0029	0,67	0,0010
Mg++	26	2,14	37,56	0,00107	0,00428	0,0021	0,67	0,0007
Cl-	45	1,27	19,75	0,00127	0,00127	0,0006	0,90	0,0011
HCO3-	256	4,20	65,33	0,00420	0,00420	0,0021	0,90	0,0038
SO4=	46	0,96	14,92	0,00048	0,00192	0,0010	0,67	0,0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,693	PH (-log H)			7,10
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6,423	EC (µmho/cm)			770
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				12,116	Si (mg / l)			5,00
İyonlaşma Gücü				0,009	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,384	Sertlik (Fr)			25,16
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,246	rCa/rMg Oranı			1,35
Sic (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,23352	Sis(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,91
Sid(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,1993	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1,66
Fo (Köptürme Katsayısı)				41,7554589	%e (Hata Yüzdesi)			-6,03



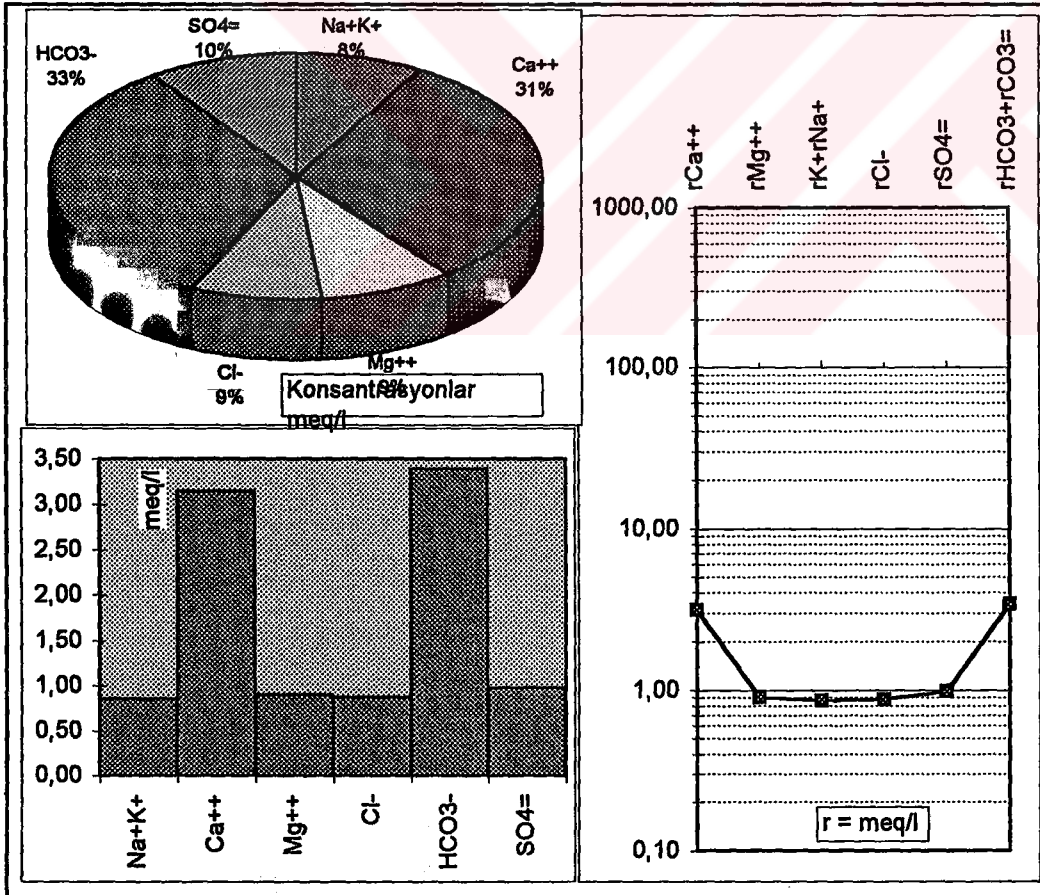
Ek 3.15: Çapak köyü kaynaklar2 kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Çapak Köyü Kaynaklar2					Laboratuvar no =18			
Örneklem Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	24	1,04	17,04	0,00104	0,00104	0,0005	0,90	0,0009
K+	8	0,21	3,35	0,00021	0,00021	0,0001	0,90	0,0002
Ca++	78	3,89	63,51	0,00195	0,00778	0,0039	0,67	0,0013
Mg++	12	0,99	16,10	0,00049	0,00197	0,0010	0,67	0,0003
Cl-	24	0,68	11,10	0,00068	0,00068	0,0003	0,90	0,0006
HCO3-	244	4,00	65,65	0,00400	0,00400	0,0020	0,90	0,0036
SO4=	68	1,42	23,25	0,00071	0,00283	0,0014	0,67	0,0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6,128	PH (-log H)			7,00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6,093	EC (µmho/cm)			800
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				12,221	Si (mg / l)			6,00
İyonlaşma Gücü				0,009	Sr (mg / l)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,668	Sertlik (Fr)			24,40
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,125	rCa/rMg Oranı			3,94
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,22788	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1,61
SlD(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,4259	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1,58
Fo (Köptürme Katsayısı)				80,72379295	%e (Hata Yüzdesi)			0,29



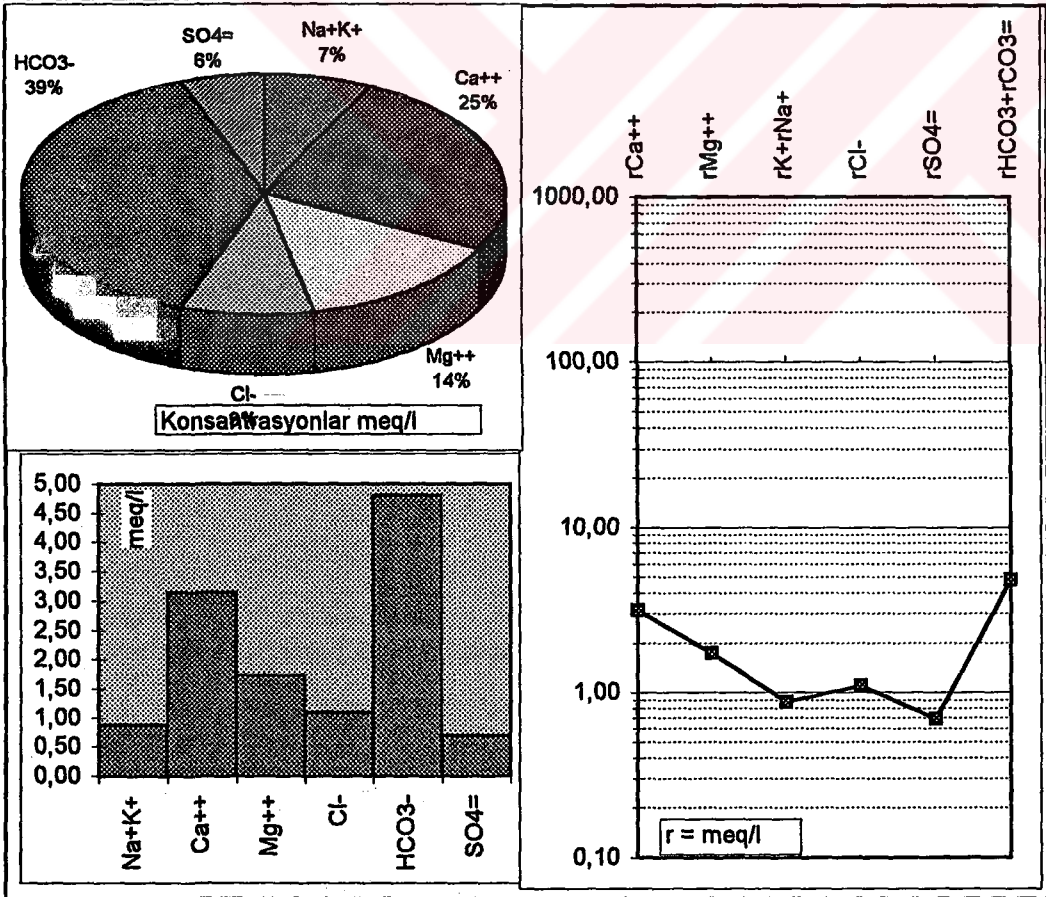
Ek 3.16: Çapak köyü artezyen kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Çapak Köyü Kaynaklar					Laboratuvar no =16			
Örnekleme Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	18	0,78	15,95	0,00078	0,00078	0,0004	0,91	0,0007
K+	3	0,08	1,57	0,00008	0,00008	0,0000	0,91	0,0001
Ca++	63	3,14	64,05	0,00157	0,00629	0,0031	0,69	0,0011
Mg++	11	0,90	18,43	0,00045	0,00181	0,0009	0,69	0,0003
Cl-	31	0,87	16,65	0,00087	0,00087	0,0004	0,91	0,0008
HCO3-	207	3,39	64,68	0,00339	0,00339	0,0017	0,91	0,0031
SO4=	47	0,98	18,66	0,00049	0,00196	0,0010	0,69	0,0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				4,908	PH (-log H)		=	7,90
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5,246	EC (µmho/cm)		=	930
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				10,155	Si (mg / l)		=	6,00
İyonlaşma Gücü				0,008	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,550	Sertlik (Fr)		=	20,24
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,200	rCa/rMg Oranı		=	3,48
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0,52656	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=		=	-1,83
SlD(Dolomit Doyma İndeksi)				0,3561	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=		=	-2,55
Fo (Köptürme Katsayısı)				54,54284472	%e (Hata Yüzdesi)		=	-3,33



Ek 3.17: Çapak köyü kaynakları kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı:Huseyin Duman					Laboratuvar no =19			
Örnekleme Tarihi:16.12.1997					Sıcaklık (°C) = 18			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	19	0,83	14,38	0,00083	0,00083	0,0004	0,91	0,0007
K+	2	0,05	0,89	0,00005	0,00005	0,0000	0,91	0,0000
Ca++	63	3,14	54,69	0,00157	0,00629	0,0031	0,67	0,0011
Mg++	21	1,73	30,04	0,00086	0,00345	0,0017	0,67	0,0006
Cl-	39	1,10	16,68	0,00110	0,00110	0,0005	0,91	0,0010
HCO3-	293	4,80	72,89	0,00480	0,00480	0,0024	0,91	0,0043
SO4=	33	0,69	10,43	0,00034	0,00138	0,0007	0,67	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,748	PH (-log H)		=	7,20
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6,590	EC (µmho/cm)		=	750
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				12,338	Si (mg / l)		=	6,00
İyonlaşma Gücü				0,009	Sr (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,530	Sertlik (Fr)		=	24,35
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0,200	rCa/rMg Oranı		=	1,82
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0,03786	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=		=	-2,01
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				-0,0679	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı		=	-1,70
Fo (Köpürme Katsayısı)				55,239669	%e (Hata Yüzdesi)		=	-6,82



Ek 3.18: Hüseyin Duman çiftliği kimyasal analiz sonucu