

**OĞULBEY (GÖLBAŞI) AKİFERLERİNİN
YERALTI SUYU KALİTESİNİN
İNCELENMESİ**

Turgay GÜNGÖR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2010
ANKARA**

Turgay GÜNGÖR tarafından OĞULBEY (GÖLBAŞI) AKİFERLERİNİN YERALTI SUYU KALİTESİNİN İNCELENMESİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Atilla MURATHAN

Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN

Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 18/02/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**OĞULBEY (GÖLBAŞI) AKİFERLERİNİN
YERALTI SUYU KALİTESİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Turgay GÜNGÖR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mart 2010

ÖZET

Bu çalışma, Oğulbey Gölbaşı'nda seçilen inceleme alanındaki akiferden alınan numunelerin kimyasal özellikleri ve bazı kirlilik parametrelerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Kuyulardan alınan yeraltı suyu örneklerinin sıcaklık, elektriksel iletkenlik parametreleri numune alımı sırasında ölçülmüş, laboratuvarda ise pH, katyon ve anyon analizleri yapılmıştır. Sonuçlar grafiksel yöntemlerle, standartlar ve yönetmeliklerle karşılaştırılmıştır.

Standart parametrelerin dışında, su örneklerinde florür analizleri de yapılmış ve yine içme suyu ve sulama suyu standartlarıyla karşılaştırılmıştır. İnceleme alanına ait su kimyası verilerinin değerlendirilmesi sonucu; yeraltı sularındaki baskın hidrokimyasal fasiyesin magnezyum ve bikarbonat olduğu tespit edilmiştir. Hidrojeolojik incelemeler kapsamında, bölgedeki hidrojeolojik oluşumlar tanımlanmıştır.

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde söz konusu bölgeye ait yer altı sularının önemli bir kısmının magnezyum, sodyum ve potasyum değerleri itibari ile ancak sulama suyu olarak kullanılabileceği, bölgede tarımı yapılacak bitkilerin

mineral hassasiyeti dikkate alınarak ve toprağın drenajının sağlanması koşulu ile kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Bilim Kodu : 903.1.126
Anahtar Kelimeler : Akifer, yeraltı suyu, oğulbey, kalite
Sayfa Adedi : 53
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Nail ÜNSAL

**UNDERGROUND WATER QUALITY
INVESTIGATION OF OĞULBEY (GÖLBAŞI) AQUIFERS
(M.Sc. Thesis)**

Turgay GÜNGÖR

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
March 2010**

ABSTRACT

This study comprises underground waters chemical characteristics and pollution parameters for oğulbey (gölbaşı) aquifers. The parameters for the temperature and electrical conductivity of the samples of underground water collected from wells were calculated on site, and their cation and anion analyses and pH value have been carried out in the laboratory. Using graphics methods the cross tabulation of the results against the standards and guidelines were generated. The assessment of water chemistry data in the study area led to the conclusion that the dominant hydrochemical facies in the underground waters are sodium bicarbonate type, sodium sulphate water type was found only in one sample. In addition to the standard parameters, quantity analyses for fluoride have also been carried out and a cross comparison between the findings and the standards for drinking and irrigation water was computed. To the in question region which it was evaluated all this conclude your underground waters important magnesium and sodium and potassium values conventional you do not sprinkle her water has reached your result it will be used while becoming however. Agriculture in the region will be performed taking into account the

sensitivity of plants and mineral to ensure drainage of the soil condition and it was concluded that the use would be appropriate.

Science Code : 903.1.126

Key Words : Aquifers, underground water, oğulbey, quality

Page Number: 53

Adviser : Prof. Nail ÜNSAL

TEŞEKKÜR

Tez konusu ve kapsamının belirlenmesinde, problemlerin çözülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesindeki yardım ve katkılarıyla hocam Sayın Prof. Dr. Nail ÜNSAL'a, Anabilim Dalı Başkanım Sayın Beril SALMAN AKIN'a, değerlendirme ve yorumlamalardaki katkılarından dolayı Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Akademisyenlerine, laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Ziraat Mühendisi Sayın Osman Aykut'a ve Hıfıssıhha çalışanlarına, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Laboratuvarlarının tüm çalışanlarına, ayrıca bana her zaman her konuda sonsuz bir sabırla destek olan çok sevgili eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
HARİTALARIN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. İNCELEME ALANI	4
2.1.Özel Çevre Koruma Bölgesi	4
2.2.İnceleme Alanına Ulaşım	5
2.3.İnceleme Alanının Nüfus ve Sosyo-Ekonomik Durumu	8
2.4.İnceleme Alanının Coğrafi Özellikleri, İklim, Bitki Örtüsü ve Yeryüzü Şekilleri	9
2.4.1. İklim	9
2.4.2. Bitki örtüsü	10
2.4.3. Yeryüzü şekilleri	10
3. JEOLOJİ	11
3.1.Genel Jeoloji	11
4. HİDROJEOLOJİ	15
4.1.Yüzeysel Su Kaynakları	15
4.1.1. Akarsular	15
4.1.2. Göller ve bataklıklar	18
4.2.Formasyonların Hidrojeolojik Özellikleri	19
4.3.Geçirimli Birimlerin Özellikleri	19
4.4.Su Kimyası ve Su Kaynaklarının Kirlilik Durumu	22
4.5.Yeraltı Sularının Kimyasal Özellikleri ve Kalitesi	22
5. DEPREMSELLİK	24
6. MATERYAL VE METOD	26
6.1.Numune Alma ve Analiz Metotları	26
6.2.Su Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları	27

6.3.Su Analiz Sonuçlarının Diyagramlarla Yorumlanması	29
6.3.1. Yarı logaritmik Schoeller diyagramı.....	30
6.3.2. Piper diyagramı	32
6.4.Yeraltı Sularının Sulama Suyuna Uygunluğunun İncelenmesi	35
6.4.1. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı.....	37
6.4.2. Wilcox diyagramı.....	39
6.5.Yeraltı Sularının İçme suyu Olarak İncelenmesi.....	42
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
8. KAYNAKLAR	48
9. EKLER.....	50
EK 1. Uydu fotoğrafları üzerinde kuyu lokasyonları.....	51
EK 2. 1/100 000 Ölçekli açınısama nitelikli jeoloji haritası	52
10. ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Numune alınan kuyu özellikleri.....	7
Çizelge 4.1. Eymir- Mogan havzasında formasyonların hidrojeolojik özellikleri.	16
Çizelge 6.1. Analiz yöntemleri	16
Çizelge 6.2. Numunelerin kimyasal analiz sonuçları ve EN% değerleri	27
Çizelge 6.3. Yarı logaritmik schoeller diyagramına göre iyon sıralaması.....	30
Çizelge 6.4. Su numunelerinin EC, sodyum yüzdeleri ve SAR değerleri.....	35
Çizelge 6.5. Suların tuzluluk ve sodyum miktarına göre sınıflandırılması.....	36
Çizelge 6.6. ABD tuzluluk diyagramına göre sınıflandırılması.....	38
Çizelge 6.7. Wilcox diyagramına göre sınıflandırılması	39
Çizelge 6.8. TS-266'ya göre su örneklerinin değerlendirilmesi	41
Çizelge 6.9. İçme suyu standartları	42
Çizelge 6.10. Fizikokimyasal özellikler (Kirletici).....	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 6.1. Alınan numunelere ait Schoeller diyagramı	29
Şekil 6.2. Su numunelerine ait Piper diyagramı.....	32
Şekil 6.3. Su numunelerine ait ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı	36
Şekil 6.4. Su numunelerine ait Wilcox diyagramı	39

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Gölbaşı özel koruma bölgesi sınırları haritası.....	5
Harita 2.2. Yer bulduru haritası	6
Harita 2.3. Gölbaşı köyleri haritası	8
Harita 2.4. Eymir ve Mogan havzası kabartmalı haritası.....	10
Harita 3.1. İnceleme alanının 1/50000 ölçekli jeoloji haritası	14
Harita 5.1. Deprem bölgeleri haritası.....	24

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
mek/l	miliekivalen/litre

Kısaltmalar	Açıklama
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	European Community
EPA	Environmental Protection Agency
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
RSC	Artıksal sodyum karbonat
SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
SKKY	Su kirliliği kontrolü yönetmeliği
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	World Health Organization
EN	Elektronötralite
TK	Toplam katyon (mek/l)
TA	Toplam anyon (mek/l)

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusu, kişi başına düşen içme ve kullanma amaçlı su tüketimini fazlaştırmaktadır. Bunun sonucu olarak; tatlı su elde edebilmek için yüzey sularının kullanımının yetersiz kaldığı durumlarda, yeraltı sularından da faydalanmak gerekir. Ancak diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de yeraltı sularının kirlenmesi önemli bir çevre sorunudur.

Yeraltı sularının aranması ve korunması konusunda, Ülkemizde 1961 yılında "167 sayılı Yeraltı suları Hakkında Kanun" kabul edilmiştir. Buna göre; yeraltı suları, devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Yeraltı suları Hakkında Kanun gereğince hazırlanmış olan tüzük ve yönetmeliklere göre yeraltı suları ile ilgili her türlü işlemi devlet adına Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yapar. Bu kanun kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı özel ve tüzel kişilerin yeraltı suyu kullanım isteklerini ""Yeraltı Suları Tüzüğü" ve "Yeraltı Suları Yönetmeliği" çerçevesinde inceleyerek "Yeraltı Suyu Arama ve Kullanma Belgeleri"ni hazırlar ve bunların kontrol ve denetimini yapar [1].

Yeraltı suyu kirlenmesinin nedenlerinden biri de endüstrilerdir. Endüstri kuruluşları, ulaşım imkânlarının iyi ve su kaynaklarının bol bulunduğu ovalar tercih etmekte, bazı durumlarda su kaynağının üzerine yerleşmektedirler. Yeterli arıtma tesisinin bulunmaması ve kontrolünün yapılmaması neticesinde endüstriyel kirliliğe yol açmaktadır [2].

DSİ Genel Müdürlüğü'nün 1991 yılı envanter çalışmalarına göre, Türkiye'de yeraltı suyunun işletilebilecek miktarı 11.6 km^3 olup, bunun 3.6 km^3 'ü sulamaya ve 3 km^3 'ü de içme, kullanma ve sanayiye ayrılmıştır [3].

Yeraltı suyunun kullanım amacına uygun olup olmadığı, yapılacak olan fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik incelemeler sonucu belirlenir. Yeraltı suyunun içme suyu ve sulama suyu olarak kullanılabilmesi için standartlarla belirlenen nitelikte olması,

içerisinde bulunan maddelerin belirli limitler arasında kalmasını gerektirir [20].

Yeraltı sularının fiziksel özellikleri; sıcaklık, renk, askıda katı madde, koku ve tatdır. Kimyasal özellikleri ise; pH, elektriksel iletkenlik (EC), sodyum (Na^+), potasyum (K^+), kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), karbonat (CO_3^{-2}), bikarbonat (HCO_3^-), sülfat (SO_4^{-2}) ve klorür (Cl^-) iyonlarıdır [4].

Bu tez çalışması kapsamında; Ankara'nın 31 km güneyinde yer alan Eymir ve Mogan Gölü Havzası yeraltı suyuna talebin giderek arttığı Oğulbey Köyü bölgesi yeraltı suyunun kalitesinin belirlenmesi ve korunmasına ışık tutabilmesi açısından Bölgeden alınan 14 adet kuyu suyu numunesi için, ağırlıklı olarak hidrokimyasal analizler yapılmıştır. Ayrıca su örnekleri mineral doygunlukları açısından incelenmiştir.

Tez çalışması, arazi öncesi literatür araştırması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve arazi sonrası çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda bölgede yapılan çalışmalar ve konuyla ilgili yayınlar derlenerek, bölgenin jeolojisi, hidrojeolojik durumu, sosyoekonomik yapısı vb. bilgiler toplanmıştır.

1, 2, 3, 8, 12, 13, 14 nolu kuyular derin kuyu olup diğer kuyular yüzeye yakın kuyulardır. Derin kuyu sondajlarından elde edilen sulardaki analiz sonuçlarında, zamana bağlı olarak, çok farklı değişimler gözlenmez. Yüzeye yakın kuyularda yağışa bağlı değişimler gözlemlenebilir. Su numuneleri 2009 yılının Aralık ayında alınmıştır. Bu mevsim yağışın yoğun olduğu mevsimdir. Yüzeye yakın kuyulardan alınan veriler değerlendirilirken dikkate alma gereği vardır. Yerinde yapılabilen anlık ölçümler ile sıcaklık ve EC değerleri tespit edilmiş numuneler, standartlara uygun bir şekilde, analizin yapılacağı laboratuarlara ulaştırılmıştır.

Yapılan analizlerin sonuçları; Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları ile TS-266 [22]'ye göre, sulama ve içme suyu yönünden değerlendirilmiş; Piper ve

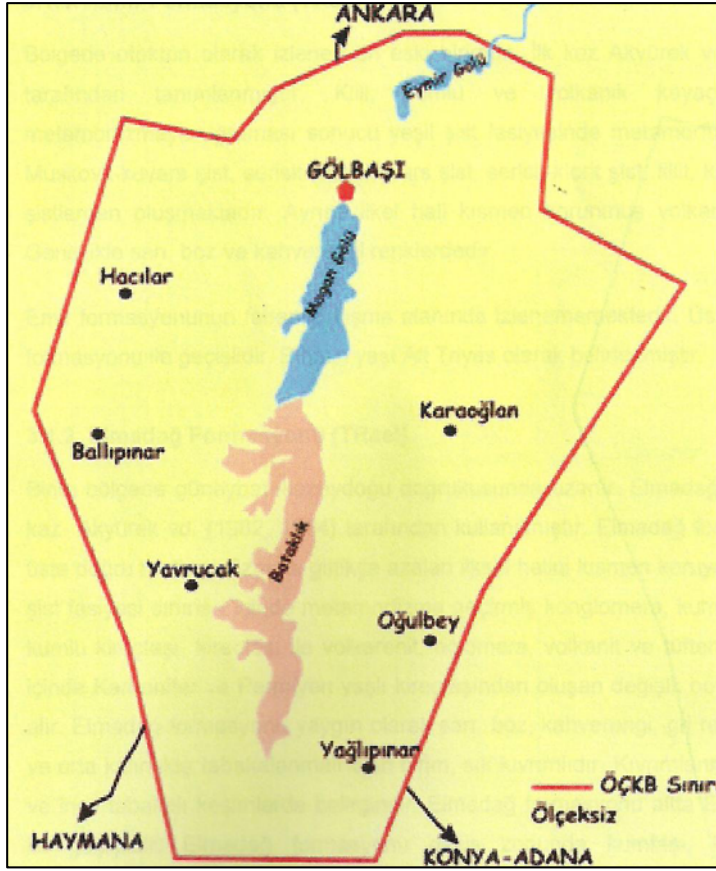
Schoeller diyagramlarına göre ise yeraltı sularının fasiyesi ve kökensei yorumları yapılmıştır. Yeraltı sularında oluşan kimyasal tepkimeler, hidrokimyasal ortam hakkında yorum yapabilme olanağı sağlamaktadır.

2. İNCELEME ALANI

İnceleme alanı; Ankara İli, Gölbaşı İlçesi Mogan Gölü güneyinde yer alan Oğulbey Köyü civarındır. Mogan gölü ve çevresi (yaklaşık 273 km²'lik bir alan) su kaynakları, altyapı, tarımsal kirlilik, erozyon, biyoçeşitlilik vb. konularda araştırma planlama ve uygulama projeleri ile bölgenin doğal değerlerini korumaya yönelik Yönetim Planının oluşturulması amacıyla Özel Çevre Koruma Bölgesi (Harita 2.2) olarak ilan edilmesi ve Ramsara teklif edilmesi açısından önemli bir havzadır. Aynı zamanda Ankara'nın en önemli rekreasyon alanı olan Eymir ve Mogan göllerinin sahip oldukları doğal değerler, bölgenin Ankara metropolüne yakın olması nedeniyle kentsel ve endüstriyel tehdit altındadır. Bölgede 52'si endemik olmak üzere toplam 488 bitki türü (Örneğin bölgenin simgesi haline gelmiş Peygamber Çiçeği (*Centaurea tchihatcheffii*) endemik türlerden biridir) ve 22'si yırtıcı olmak üzere 200 civarında kuş türü tespit edilmiştir. Yaban hayatının son yıllarda olumsuz etkilenmesi dikkatlerin bu bölgeye çekilmesine neden olmuştur [6]. Ankara'ya olan uzaklığı, 31 km olup, Ankara-Konya Karayolu üzerinde bulunmaktadır. İlçe, Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kentin güney koridorunda yer almaktadır. Ayrıca inceleme alanının yer bulduru haritası, Harita 2.2'de sunulmaktadır.

2.1. Özel Çevre Koruma Bölgesi

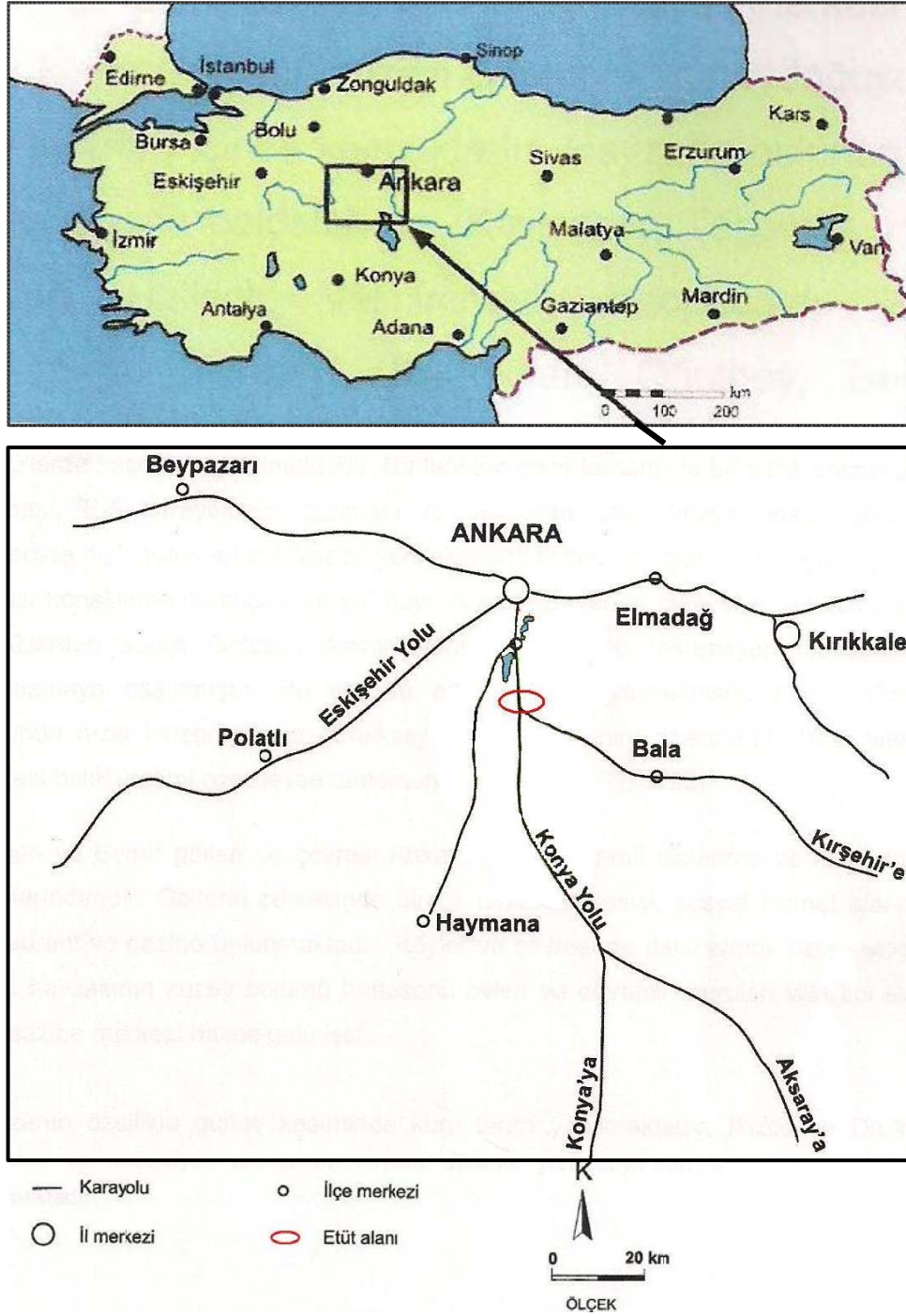
Özel Çevre Koruma bölgesi; Gölbaşı ilçesine bağlı 1 belde ve 10 köyden oluşmaktadır. Ankara metropolünün ortalama 20 km. güneyinde, Gölbaşı İlçesi ve yakın bitişiğinde yer alan, bu nedenle yoğun bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında bulunan Mogan-Eymir Gölleri ile yakın çevresinde bulunan sulak-bataklık alanlar, ekolojik ve rekreasyonel önemleri nedeniyle, Çevre Kanununun 9. maddesine dayanılarak 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile “Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi” (Şekil 2.1) olarak tespit ve ilan edilmiştir[5].



Harita 2.1. Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırı haritası [5]

2.2. İnceleme Alanına Ulaşım

Ankara'nın 31 km güneyinde Ankara Konya yolunun Ankara- Bala- Kırşehir yol ayrımı kesiminde Oğulbey Köyü bölgesi Köyün bulunduğu bölgede en yüksek kot 1099 m, batı kısmında bataklık bölgesi civarında 985 m en düşük kotudur. Batısında Yavrucak doğusunda Bala ile komşudur. Ankara'nın güney bağlantısını sağlayan önemli ana arteli üzerinde bulunduğundan her mevsim ulaşım mümkündür [6].



Harita 2.2.Yer bulduru haritası [6].

İnceleme alanında numune alınan yeraltı suları lokasyonları, kuyuların derinliği ve rakım değerleri ise Çizelge 2.1’de verilmiştir. Ayrıca EK-1’de kuyu lokasyonları uydu fotoğrafı üzerine işlenmiştir.

Çizelge 2.1. Numune alınan kuyu özellikleri

<i>Kuyu No</i>	<i>Koordinat (y-x)</i>	<i>Rakım (m)</i>	<i>Kuyu Derinliği (m)</i>
1	39°41.206 N 32°48.988 E	1034	4
2	39°40.920 N 32°46.994 E	985	18
3	39°41.422 N 32°49.542 E	1071	7
4	39°41.265 N 32°49.707 E	1099	162
5	39°41.307 N 32°49.528 E	1083	110
6	39°41.446 N 32°49.528 E	1052	165
7	39°41.307 N 32°49.737 E	1090	168
8	39°41.161 N 32°48.337 E	1007	27
9	39°40.977 N 32°48.812 E	1012	80
10	39°41.009 N 32°48.411 E	1012	80
11	39°41.063 N 32°47.873 E	1015	15
12	39°41.001 N 32°48.504 E	1016	30
13	39°40.825 N 32°49.542 E	1049	20
14	39°40.894 N 32°48.861 E	1036	25

Mogan gölü ve çevresinin sosyo-ekonomik yapısı incelendiğinde bölgeye ilk göçlerin 1950'lerde başlamış, bu tarihten önce tamamıyla bir çiftlik arazisi olan Gölbaşı; E-5 karayolunun açılması ile hızla göç almaya başlamıştır. İlk olarak konaklama, balıkçılık ve yol boyu ticarete dayanan faaliyetler yürütülmüştür. 1980'den sonra Gölbaşı, Ankara'nın hafta sonu ihtiyaçlarını karşılamaya başlamıştır. Bu sayede arazi fiyatları yükselmiş, ancak Eymir ve Mogan göllerinin hızla kirlenmesi ve ötrofikasyon, balık üretimini azalmıştır. 1986 yılında göldeki balık üretimi neredeyse tamamen bitmiştir [11].

Mogan ve Eymir gölleri ve çevresi Ankara'nın en önemli dinlenme ve rekreasyon alanlarından. Göllerin çevresinde birçok dinlenme tesisi, sosyal hizmet alanları, restoran ve gazino bulunmaktadır. Köyler ve çevresinde dahil olmak üzere Mogan gölü havzasının kuzey bölümüm hafta sonu evleri ve devamlı oturulan villa tipi evler için cazibe merkezi haline gelmiştir.

İnceleme alanının bulunduğu güney kısımda kuru tarım yapılmaktadır. İkizce ve Dikilitaş göletlerinden sınırlı bir alanda sulu tarım yapılmaktadır. Bunların dışında, özellikle hafta sonu evleri ve sürekli oturmak amacıyla inşa edilen yeni yerleşimlerin meyve bahçeleri ve rekreasyon alanlarında kuyular açılarak yeraltı suyundan sulama yapılmaktadır [5].

2.4. İnceleme Alanının Coğrafi Özellikleri, İklim, Bitki Örtüsü ve Yeryüzü Şekilleri

2.4.1. İklim

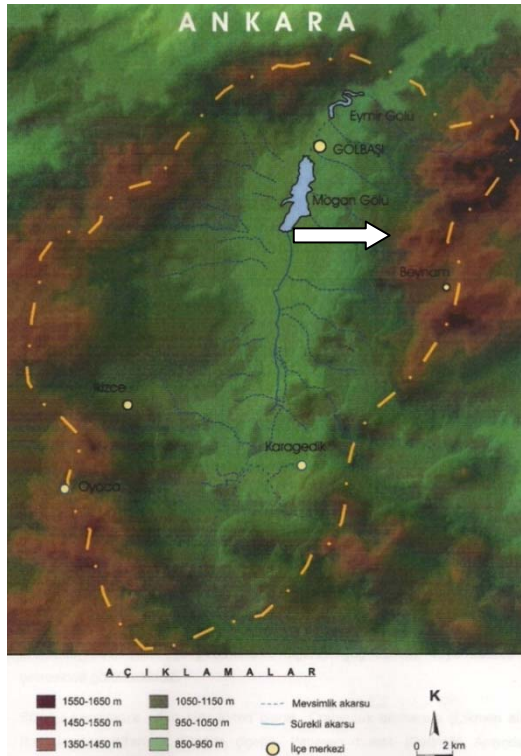
Eymir ve Mogan havzası İç Anadolu Bölgesinin orta bölümünde yer almakta olup karasal iklim egemendir. Yazlar sıcak ve kurak, kış ve bahar ayları yağışlı geçmektedir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1100 m olan bölgede, ortalama yıllık yağış 400 mm civarındadır. Yıllık ortalama en düşük sıcaklık -5 °C olarak, en yüksek 25°C olarak ölçülmektedir [7].

2.4.2. Bitki örtüsü

Bitki örtüsü olarak oldukça fakir olan havzada genel olarak ağaçsız bozkırlar, hububat ekili alanlar ve genellikle bahçelerinde meyve park bahçe ağaçları bulunan villa tipi veya hafta sonu evleri yer almaktadır [8].

2.4.3. Yeryüzü şekilleri

Gölbaşı ilçesi, doğudan batıya doğru eğimi azalan ve sonra eğimi artan çanak şeklinde bir oluk vadi görünümündedir. Vadinin tabanına oturmuş Ankara Çayına dik tepe aralarından uzanan yan vadilerle bütünleşen Ankara Ovası yer alır. İlçenin ortalama yüksekliği ise 1000 metredir (Harita 2.4.) [9].



Harita 2.4. Eymir ve Mogan havzası kabartmalı haritası [21]

3. JEOLOJİ

3.1. Genel Jeoloji

Harita 3.1. İnceleme Alanının 1/50.000 ölçekli açınısma nitelikli jeoloji haritası incelendiğinde; Gölbaşı ve çevresinin yerleştiği jeolojik yapının, beş farklı birimden oluştuğu görülür. Bu birimler; Oğulbey Dasiti (To), Hançili Formasyonu (Th), Akbayır Formasyonu (Ja), Bozdağ Bazaltı (Tb), Gölbaşı Formasyonu (Tg) ve Alüvyon (Qa)'dur.

Oğulbey Dasiti (To):

Birim ilk kez Kalkan vd. (1992) tarafından tanımlanmıştır. Oğulbey köyü ve güneyinde, Beynam-Bala yolu üzerinde kaya türü özelliğine bağlı olarak ayırtlanmıştır. Miyosen yaşlı volkanizmanın ikinci evresindeki daha asidik olan kesimlerden oluşmaktadır. Kirli beyaz, sarımsı renkli, sert altıgen ve dörtgen soğuma eklemlidir. Oğulbey dasiti, tuf ve aglomeraları (Mamak formasyonu), çamurtaşı, tuf (Hançili formasyonu)'nu kesmiş olarak izlenir. Tekke volkanitlerinin daha üst düzeylerini oluşturur ve onlardan daha gençtir. Oğulbey dasiti, Tekke volkanitlerini oluşturan volkanizmadan sonra bölgede gelişen doğrultu ve/veya eğim atımlı faylar boyunca gelişmiştir [10].

Hançili Formasyonu (Th):

Bu formasyon ilk kez Akyürek ve diğ., (1980) tarafından adlandırılmıştır. Birim killi kireçtaşı, marn, silttaşı, kumtaşı, konglomera ve tüfit araldanmasından oluşmaktadır ve yer yer jips ve bitümlüleşeyl içerir. Bu araldanmada yerel olarak bazı kaya türleri egemen duruma geçmektedir. Ayrıca birim içinde andezit silleri gözlenmiştir. Killi kireçtaşı ve marnlar beyaz, sarımsı beyaz renklerde, ortaç tutturulmuş ince ve orta tabakalı olup silttaşı-kumtaşları ile araldanmalıdır. Silttaşları gri renkli, az tutturulmuş, ince tabakalı ve laminalıdır. Konglomera ve kumtaşları sarımsı, boz renkli, az tutturulmuş ve tabakalanması belirsizdir. Hançili Formasyonu içinde

Candona (*Candona*) *steinheimensis* Sierap Candona (*Candona*) *convexa* Livental, Candona sp. Fosilleri ile Serravaliyen-Tortoniyen yaşı saptanmıştır [10].

Akbavır Formasyonu (Ja):

Genel olarak, ince-orta tabakalı, çörtlü, hemipelajik biyomitritik kireçtaşları ile temsil edilen birim, ilk kez Akbayır Formasyonu adı altında incelenmiştir. Akbayır Formasyonu beyaz, krem, bej ve yer yer kırmızı renkli midye kabuğu kırılmalı, ince-orta tabakalanmalı, yaygın olarak çört yumru ve bantları içeren killi kireçtaşı ve/veya biyomitritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabaka kalınlıkları 5-40 cm arasında değişen bu kireçtaşları içerisinde gri-kahverengi çört mercek ve bantlarının bulunması formasyonun tipik bir özelliğidir. Formasyon içerisinde Radiolaria, Spongia, Echinodermata ve Calpionellid fosil ve kırıntıları yaygın olarak görülmektedir [10].

Bozdağ Bazaltı (Tb):

Birim ilk kez Akyürek ve diğ.,(1982-1984) tarafından adlandırılmıştır [13]. Bozdağ bazaltı; koyu siyah. sert. masif ve sarımsı ayrılma renklidir. Bol gaz boşluklu ve boşlukları kalsit ile doludur. Bazaltlarda yer yer akma yapılan ve altıgen soğuma eklemleri ile çok az da olsa andezit, bazaltik tüf, aglomera gözlenir. Bozdağ bazaltı, çoğunlukla Miyosen yaşlı volkanitler, tortullar ve volkanotortul kayalar üzerinde izlenir. Üst Miyosen yaşlı çökellerin de üzerinde olması nedeniyle birimin yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir[10].

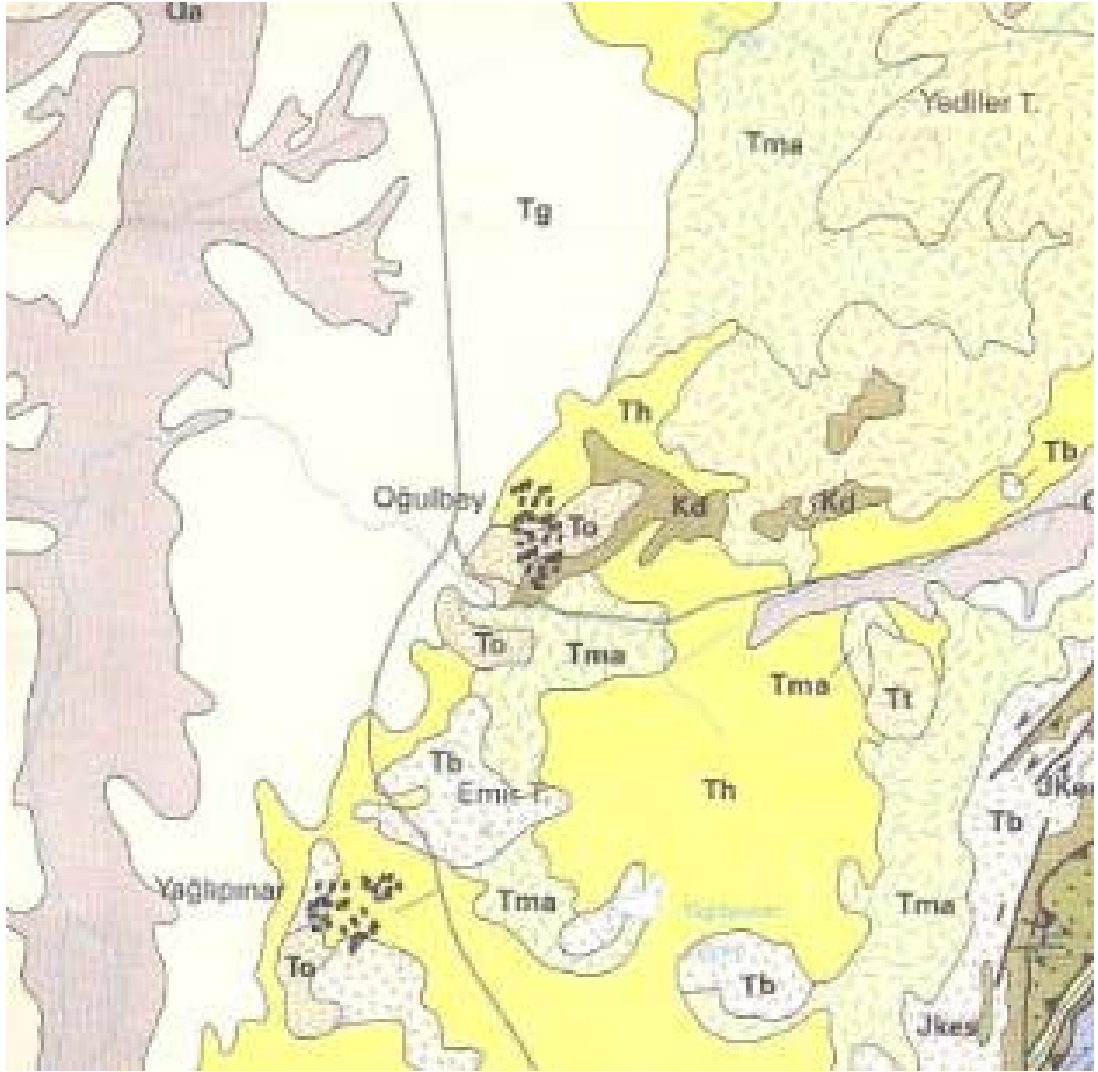
Gölbaşı Formasyonu (Tg):

İlk kez Akyürek ve diğ.(1982-1984) tarafından adlandırılan birim, gri, boz, kırmızı renkli, tutturulmamış ve az tutturulmuş değişik boyda, farklı kökenli konglomera, kumtaşı, çamurtaşından oluşur [13,14]. Çoğunlukla tabakalanmasız olup bazı yerlerde yatay tabakalıdır. Kumtaşları ve çamurtaşları arasında moloz akması süreçleriyle oluşmuş konglomeralar yaygındır. Kumtaşı ve konglomeraların tane ve

çakıllarını kuvarsit, bazalt, çeşitli kireçtaşları, diyabaz, metamorfik kayaç parçaları, radyolarit, serpantinit, gabro oluşturur. Çimento, kalsit ve kilden oluşmaktadır. Gölbaşı formasyonu çoğunlukla ayrıışmış olarak izlenir. Gölbaşı formasyonu Bozdağ bazaltı ve daha eski birimler üzerine uyumsuz olarak gelir. Birimin üst sınırı ise izlenemez. Yanal devamlılığında Gölbaşı formasyonunu oluşturan kaya türlerinde değişimler izlenir. Gölbaşı Formasyonunda çalışmalar sırasında fosile rastlanmamıştır. Aynı birim içinde Pliyosen yaşlı mastodon fosilleri bulmuştur [16]. Birimin yaşı, stratigrafideki yeri ve eski çalışmalar göz önüne alındığında Pliyosen olarak kabul edilebilir. Gölbaşı formasyonu alüvyon yelpazesi ve akarsu çökellerinden oluşmuştur. Önünde geliştiği kaynak alanın kaya türüne bağlı olan çakıl içeriği gelişmiştir. İnceleme alanının 1/100.000 ölçekli haritası Harita 3.1’de verilmiştir [10].

Alüvyon (Qa):

Birim, karmaşık bir yapı gösterir ve çakıl, kum, kil ve silt bir arada bulunur. Alüvyonu meydana getiren malzemelerin kökenleri farklı olabilir. Bu oluşuklar, yağışlarla kendi yüzeylerinden beslendikleri gibi, ayrıca akarsu ve diğer akiferlerin sularını alüvyonlara boşaltabilir. Böylece, alüvyon suları değişik noktalarda kimyasal farklılıklar gösterebilir [10].



Harita 3.1. İnceleme alanının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası [14].

4. HİDROJEOLOJİ

4.1. Yüzeysel Su Kaynakları

Havzada Mogan ve Eymir olmak üzere iki doğal göl ile İkizce ve Dikilitaş göletleri olmak üzere dört adet sulak alan bulunmaktadır. Bu havzadaki formasyonların hidrojeolojik özellikleri Şekil 4.1’de verilmektedir. Mogan gölünün güneyinde ise büyük bir bataklık alan bulunmaktadır.

Yarı kurak bir iklime sahip olan Eymir-Mogan havzasında ana akarsu konumundaki Çölova Deresi devamlı akmamakta; havzanın ortalarında batmakta ve Mogan Gölünün güneyindeki bataklıkta tekrar yüzeye çıkmaktadır. Hemen her mevsim akışı olan akarsular Sukesen, Başpınar ve Yavrucak dereleri ile Çölova Deresidir. Bu akarsuların tamamı Mogan Gölüne akmaktadır [11].

4.1.1. Akarsular

Havzada Mogan Gölüne çoğunlukla mevsimlik olarak akan küçük debili birçok akarsu bulunmaktadır. Bu akarsulardan Çölova, Sukesen, Başpınar ve Yavrucak dereleri çoğunlukla akışı olan, ancak kurak yıllarda zaman zaman kuruyan akarsulardır. Diğer küçük akarsular ise aşırı yağışlı aylarda ve zaman zaman da kar erimeleri sonrasında kısa süreli akışa geçen derelerdir. Sukesen Deresi dışında akarsuların su yolu eğimleri oldukça düşüktür. Erozyon ve sedimantasyona neden olan yüksek eğimler sadece Sukesen Deresi ile Çölova Deresinin menba kesimlerinde görülmektedir [11]. Havzadaki akarsularda eski yıllarda DSİ tarafından akım ölçümleri yapılmıştır. Ancak açılan istasyonlar EİE’ye devredilmiştir. EİE yıllıklarında bu istasyonlardaki ölçümler işlenmemiş olup, istasyonların çalıştırılıp çalıştırılmadığı bilinmemektedir.

Mogan ve mansabındaki Eymir gölü hidrolik olarak bağlantılı olup, Mogan Gölü Eymir Gölünü beslemektedir. Her iki gölün boşalımı ise İmrahor deresine; oradan da Sakarya Nehrinin kolu olan Ankara Çayına ulaşmaktadır.

Çizelge 4.1. Eymir-Mogan havzasında formasyonların hidrojeolojik özellikleri [11]

M E S O Z O Y İ K										S E N O Z O Y İ K										U S T S İ S T E M									
T R İ Y A S										J U R A										S İ S T E M									
D O Ğ E R / M A L E										D O Ğ E R / M A L E										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ M A D A Ğ										S İ S T E M									
E L İ M A D A Ğ										E L İ																			

Havzadaki kaynakların debileri sızıntı ile 20 l/s arasında değişmektedir. Debisi itibariyle önemli sayılabilecek kaynaklar Permien yaşlı kireçtaşı akiferinden boşalan Velihimmetli köyü güneybatısındaki Kalfalıözü kaynağı, Çayırlı köyü kuzeydoğusundaki Çayırlı kaynağı, güneydoğusundaki Göllü pınar, Halaçlı köyü güneyindeki Kuzu pınarıdır. Havzadaki diğer kaynakların debileri sızıntı ile 2 l/s arasında değişmektedir. Bu önemli kaynaklar Planlama Kademesi Hidrojeolojik Etütler kapsamında etüdü yapılan ve 1975 yılında raporu yazılan Ankara Güneyi bölgesi içinde kalmaktadır. Bu kaynakların boşaldığı yaygın ve zengin yeraltı suyu taşıyan kireçtaşları daha önce yeraltı suyu işletme sahası ilan edilerek Bakanlar Kurulu Kararı ile işletmeye kapatılmıştır. Bu nedenle, daha önce işletme sahası ilan edilerek işletmeye kapatılmış olan bölgelerde bir revizyon ihtiyacı olmadığından ve bu çalışmanın asıl hedefinin önceden ilan edilmiş sahaların haricindeki bölgelerdeki yeraltı suyu durumunun aydınlatılması olduğundan, bu bölgeler üzerinde fazla durulmamıştır. Havzanın diğer bölgelerinde bulunan kaynakların debilerinin çok düşük olması ve zayıf akifer özelliğindeki formasyonların boşalımında önemli bir yer tutmaması nedeniyle de yeniden bir debi ölçümüne gerek duyulmamıştır. Güney'den doğu-batı yönünde devam eden Ankara Çayı ayrı tutulursa, bölgede devamlı akan bir akarsu yoktur. Kuzey ve güney yamaçlarda sızıntılarla beslenen Ankara Çayı batıda andezit eşiğinde Ova Çayı ile birleşir. Ova Çayı ile Ankara Çayının birleşmesinden meydana gelen Ankara suyu, büyük Ankara çukurluğunun ve Mürted Ovasının sularını toplayarak ileride Sakarya Nehri ile birleşir [11].

4.1.2. Göller ve bataklıklar

Havzada Mogan ve Eymir olmak üzere iki doğal göl ile İkizce ve Dikilitaş göletleri bulunmaktadır. Mogan ve Eymir gölleri alüvyonel sed gölü durumundadır. Göllerin alanları mevsime göre değişmektedir. En büyük göl olan Mogan Gölü 600 hektar bir alan kaplamaktadır. Daha küçük olan Eymir Gölü 122 hektardır. İki göl arasında yaklaşık 3 m kot farkı bulunmaktadır [11].

Mogan Gölünün uzunluğu 6 km; genişliği ise 0,9–1 km, çevresinin uzunluğu 14 km civarındadır. Eymir Gölü ise 4 km uzunluğunda ve 300 m genişliğindedir. Eymir

Gölü Mogan Gölünden beslenmektedir. Eymir Gölünün boşalımı ise İmrahor Deresinedir.

Eymir Gölünde Türeli vd. tarafından yapılan çalışmada göl tabanının düze yakın bir topografyaya sahip olduğu belirtilmiş ve en derin yeri olan orta bölümünde 5,5. m derinlik tespit edilmiştir. Ancak, göllerin derinlikleri akarsulardan gelen sediman ve çeşitli insan etkileriyle göl tabanında oluşan tabakalanma nedeniyle devamlı değişmekte ve tahminlere göre sürekli azalmaktadır [11].

Havzadaki yapay göller Dikilitaş ve İkizce göletleridir Köy Hizmetleri tarafından inşa edilen göletlerin kapasiteleri sırasıyla 9 ve 3 milyon metreküptür [11].

4.2. Formasyonların Hidrojeolojik Özellikleri

Havzada yaygın ve zengin akifer Permiyen (Pkb) ve Permo-Karbonifer yaşlı (Pckb) kireçtaşlarının yaygın olduğu bölgelerdir. Bu iki formasyonun havza içinde küçük bloklar halinde bulunduğu alanlar ile göllerin çevresinde ve vadilerde bulunan alüvyonlar "lokal veya zayıf akifer" olarak tanımlanmıştır. Gölbaşı formasyonu (Tg), Hançili formasyonu (Th), Mamak formasyonu (Tma) ve Tekke volkanitleri (Tt) ile Bozdağ bazaltı "çok az geçirimli veya yeraltı suyu potansiyeli sınırlı birim" olarak tanımlanmıştır Bunların haricindeki formasyonla ise geçirimsiz olarak tanımlanmıştır [10]. Eymir ve Mogan havzası formasyonların hidrojeolojik özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

4.3. Geçirimli Birimlerin Özellikleri

Eymir-Mogan havzasında "yaygın ve zengin yeraltı suyu taşıyan birim" Permo-Karbonifer ve Permiyen yaşlı kireçtaşlarıdır. Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşları Kızılcaşar kuzeyinde, Permiyen kireçtaşları ise Velihimmetli batısında yaygındır.

Permiyen kireçtaşları Eymir-Mogan havzasının diğer bölgelerinde birkaç metreden 4-5 km² arasında bloklar halinde, çoğunlukla birbiriyle irtibatsız bloklar halinde

bulunmaktadır. Sınırlı olarak yeraltı suyu taşıyan bu bloklar rapor ekindeki hidrojeoloji haritasında "lokal veya zayıf akifer" olarak tanımlanmıştır. Bu alanlara açılan şahıs kuyularından 1-2 l/s verimler elde edilmektedir.

Havzada geniş bir yayılıma sahip olan Gölbaşı formasyonu, onun altında bulunan Hançili formasyonu, volkano-tortul Mamak ve Tekke formasyonu, Oğulbey dasiti ile Bozdağ bazaltı "çok az geçirimli ve yeraltı suyu potansiyeli sınırlı birim" olarak tanımlanmıştır [11].

Alüvyon, Mogan-Eymir gölü arası, Mogan Gölü çevresi, gölün güneyindeki ana vadi ve yan vadilerde yayılım göstermektedir. Gerek arazi incelemeleri ve gerekse ODTÜ tarafından yapılan proje kapsamında DSİ tarafından açılan gözlem kuyularından elde edilen kırıntı örneklerine göre alüvyon, genellikle ince taneli olup, yer yer kum ve çakıl içermektedir. Kalınlığı 1-25 m arasında değişen alüvyon genel olarak Göllerin çevresinde ince taneli, vadilerin menba taraflarında kaba tanelidir. Ancak membaya doğru gidildikçe yayılım ve kalınlığı azalmaktadır. Alüvyonda şahıslar tarafından açılan kuyulardan genel olarak 1-5 l/s arasında verim elde edilmiş olup, "lokal veya zayıf akifer" sınıfına dahil edilmiştir [11].

Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu bordo-kahverengi ile karakteristiktir. Kıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşmuştur. Taneler çoğunlukla çimentolanmamış olup, çimentolandığı yerlerde bağlayıcı malzeme kil veya karbonat olabilmektedir. Genellikle kii-silt boyutundaki malzemeden oluşan birim, özellikle havzanın kenar-yüksek kesimlerinde kum-çakıl bant ve mercekleri içermektedir. Ancak genel olarak bu formasyonda açılan kuyulardan çok az miktarda (0,5–3 l/s) verimler elde edilmektedir. Baz kuyuların yoğun kilde açılması nedeniyle borulanmadan terkedildiği bilinmektedir. Formasyonun kalınlığı açılan şahıs kuyularından elde edilen bilgilere göre 50–150 m arasında olup, MTA 'ya göre 250 m'ye ulaşmaktadır. Formasyon, bütün bu özelliklerine göre "çok az geçirimli ve yeraltı suyu potansiyeli sınırlı birim" olarak tanımlanmıştır [13].

Havza ortalarında Gölbaşı formasyonunun aşınması ile yüzeye çıkan ve havzanın doğu ve güneyinde geniş yayılıma sahip olan Miyosen yaşlı Hançili formasyonu kumtaşı, silttaşı, marn, killi kireçtaşı, tuf, jips ar dalanmasından oluşmuştur. Jipsler çok belirgin olmayıp üst seviyelerinde gözlenir. Formasyon hemen her yerde kırıklı-çatlaklı ve kıvrımlıdır. Yapılan arazi gözlemleri ve açılan çok sayıda kuyudan elde edilen bilgilere göre killi-kumlu kireçtaşları ve kumtaşları az da olsa geçirimli olup, bunların aygın olduğu yerlerde yeraltı suyu taşımaktadır. Birimin kalınlığı açılan kuyulara göre 50–150 m civarındadır. Bu birimde açılan kuyuların bazılarında bor, RSC ve tuzluluk değerleri sulama suyu kriterlerine göre yüksek değerlerde çıkmıştır. Açılan kuyulardan 0,5–3 l/s arasında verimler elde edilmiştir. Bazen marnlar ve şeyllerin yoğun olduğu yerlerde açılan kuyulardan verim alınamadığı gözlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Gölbaşı formasyonu ve Hançili formasyonunun birlikte kateden kuyularda artezyen olayı görülmediğinden, bu iki birimin hidrolik bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, çok az da olsa, Hançili biriminde açılan bazı kuyuların artezyen yaptığı gözlenmektedir. Artezyen yapan sahaların bölgesel yeraltı suyu sistemiyle irtibatsız, münferit küçük sistemler olduğu anlaşılmaktadır. Artezyen olayı, formasyon içinde geçirimli kumtaşı, killi kireçtaşı tabakalarının marn veya şeyllerce örtülmesi halinde doğaldır. Formasyon, bütün bu özelliklerine göre "çok az geçirimli ve yeraltı suyu potansiyeli sınırlı birim" olarak tanımlanmıştır[10].

Çoğunlukla havzanın doğusunda yayılım gösteren Miyosen yaşlı Tekke volkanitleri ve Mamak formasyonu aglomera, tuf ve andezitlerden oluşmuştur. Özellikle andezitlerin yaygın olduğu bölgelerde kırık ve çatlaklı zonları ile aglomeralar geçirimli olabilmektedir. Andezitlerin masif olduğu yerler ve tüfler ise geçirimsiz olarak değerlendirilebilir. Tekke ve Mamak volkanitlerinde Hançili ve Gölbaşı formasyonuna göre daha az kuyu açılmıştır; ancak açılan kuyulardan çoğunlukla 0,5-2 l/s arasında verimler elde edilmiştir. Ancak bazı kuyulardan 4-5 l/s verim elde edildiği gözlenmiştir. Havzanın doğusunda küçük bloklar halinde yüzeylenen Bozdağ bazaltıda kırıklı-çatlaklı olduğu yerlerde az miktarda yeraltı suyu taşımaktadır. Hidrojeolojik özellikleri yönünden birbirine benzeyen bu üç birim de

“çok az geçirimli ve yeraltı suyu potansiyeli sınırlı birim” olarak tanımlanmıştır [11].

4.4. Su Kimyası ve Su Kaynaklarının Kirlilik Durumu

Mogan Gölü çevresinde birçok sanayi tesisi bulunmaktadır. Özellikle Ankara-Konya karayolu güzergahında birçok sanayi kolu birbirine yakın olarak sıralanmaktadır. Bunların yanı sıra depolama alanları ve tarım işletmeleri de yol boyunca sıralanmaktadır. Ayrıca, Mogan Gölü çevresinde bulunan jeolojik yapının sonucu olarak, erozyon ve drenaj suları ile gelen maddeler gölü yüksek sodyumlu ve tuzlu bir karaktere dönüştürmüştür. Gölde ayrıca 1986 ve 1988 yıllarında yapılan analizlere göre göl dibinde azot, fosfor ve organik madde miktarları oldukça yüksek çıkmıştır. Göldeki sediman ve besin maddelerinin artışı ile bataklıklaşma ve ötrofikasyon belirtileri gözlenmiştir [11].

Havzada yeraltı sularının endüstriyel kirliliği konusunda bir araştırma yapılmamış olup, bölgede açılan kuyulara ait yeraltı suyu kullanma belgeleri ekinde DSI' ye gelen analiz sonuçlarına göre henüz büyük bir sorun bulunmamaktadır. Ancak, özellikle havzanın Mogan Gölüne yakın orta kısımlarında yeraltı sularında bor, RSC, SO_4 ve EC değerleri oldukça yüksektir. Yeraltı sularında kaliteyi bozan bu parametrelerin asıl kaynağı ise Miyosen yaşlı Hançili formasyonudur. Havzada söz konusu olan doğal kirlenmenin yanında hızlı sanayileşme ve kentleşme, yakın gelecekte yeraltı suları için bir kirlilik tehdidi oluşturmaktadır.

4.5. Yeraltı Sularının Kimyasal Özellikleri ve Kalitesi

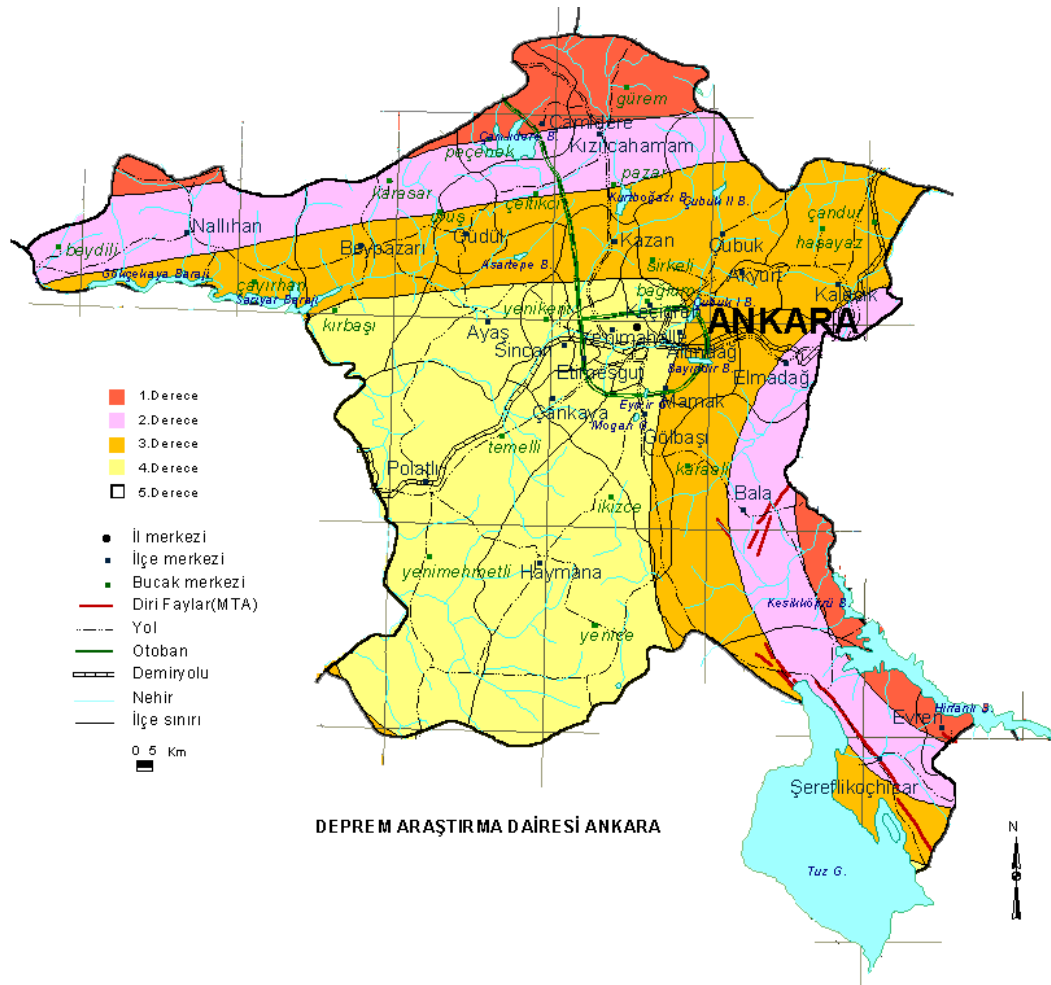
Havzanın batısında ve kuzeyinde bulunan Permiyen ve Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşları ile volkano-tortullardan ibaret olan Mamak ve Tekke volkanitleri ile Bozdağ bazaltlarındaki yeraltı suları kimyasal yönden havzadaki en kaliteli sulardır.

Eymir ve Mogan havzasında bulunan ve akiferleri alan ve derinlik olarak temsil eden özel ve tüzel kişilere ait kuyulardan güncel olanlar belirlenerek özellikle sulamada önemli olan kimyasal parametrelerin dağılımı incelenmeye çalışılmıştır. DSI V. Bölge

Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere 73 adet kuyuya ait analiz sonuçlarına göre havzanın ortalarında yayılım gösteren Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonunun yüksek kotlardaki bölgelerinde yeraltı suyu kalitesi iyi olduğu, havzanın ortasına, düşük kota sahip ova bölümüne doğru gidildiğinde genel olarak kalite bozulduğu, drenajın yavaşlaması ve yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu düşük kota sahip yerlerde buharlaşma nedeniyle sularda tuz konsantrasyonu artış göstermektedir. Miyosen yaşlı Hançili formasyonunda da benzer durum gözlenmektedir. Formasyonun havzanın doğusunda volkaniklere yakın bölgelerinde yeraltı suyu kalitesi genel olarak iyi olup, havza ortasına doğru yaklaşıldıkça kalite bozulmaktadır. Bu birimde yeraltı suyu kalitesi ayrıca derine doğru da bozulmaktadır. Kalitedeki bozulma bor, RSC, EC ve kısmen de jipslerden kaynaklanan sülfatın artışı şeklindedir [11].

5. DEPREMSELLİK

Harita 5.1. 'de gösterildiği gibi bölge 4. derece deprem bölgesi olup Kuzey Anadolu Fayı (KAF) güneyinde Anatolit tektonik kuşağı içerisinde yer alır. Tektonik yapısını ise Alpin Orojenik evresi ile kazanmıştır. Bölgede Paleotetis okyanusunun izlerine Ankara Grubunu oluşturan kaya türlerinde, Neotetis okyanusunun izlerine ise bölgede yaygın olarak gözlenen Eldivan ofiyolit topluluğunu oluşturan kayatürlerinde rastlanır. Bölgede üst Kampaniyen-Mestrihtiyen yaşlı filiş ile Paleosen karasal çökeller arasındaki açıl uyumsuzluk ancak belirli bölgelerde görülebilir. Pliyosen yaşlıserilerle daha önceki formasyonlar arasında yer alır. Daha önceki yaşlara ait kıvrımlanmış birimler, yatay veya arazinin güney kısmında hafifçe güneye eğimli Pliyosen tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür. Kuvaterner yaşlı alüvyonların da önceki birimleri açılı uyumsuzlukla örttüğü belirtilebilir. Geç Kretase-Miyosen serilerinin topluca deformasyona uğramaları sonucu gelişenve ana tektonik çizgileri meydana getiren kıvrım eksenleri sahanın batısında yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur. Bölgede kuzeydoğu-güneybatı yönünde yaygın olarak izlenen bindirmeler kuzeyde Eldivan dağında, güneyde Beynam köyü güneyinde Eldivan ofiyolit topluluğunu oluşturan birimlerin arasında, Eldivan ofiyolit topluluğu ile Hisarköy formasyonu arasında, güneybatıda Oyaca doğusunda Jura yaşlı Hasanoğlan ve Akbayır formasyonları ile Dereköy ofiyolitli melanji arasında, Deveciköyü-Dereköykuzeyinde Ankara grubu birimleri ile Dereköy ofiyolitli melanji arasında, Dereköygüneyinde Dereköy ofiyolitli melanji ile, Karadağ formasyonu, Haymana formasyonu ve Eskipolatlı formasyonu arasında gözlenir [14].



Harita 5.1. Deprem bölgeleri haritası [14]

6. MATERYAL VE METOD

6.1. Numune Alma ve Analiz Metotları

İnceleme alanındaki 14 adet farklı kuyudan 2009 yılı Aralık ayında yeraltı suyu numuneleri alınmış, analiz ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bölgedeki kuyuların tümü özel şahsa ait olup sulama amaçlı kullanılmaktadır.

Numuneler 2 ayrı şişede, birer litre olacak şekilde alınmıştır. Numune alma işlemi için su ile kimyasal tepkimeye girmeyen ve çift tapalı örnek şişeleri kullanılmıştır. Numuneleri örnek şişelerine koymadan önce, şişeler alınacak numune suyu ile birkaç defa çalkalanarak durulanmıştır. Şişeler tamamen su ile doldurularak hiç hava kabarcığı bırakılmamıştır.

Yeraltı suyunun örnekleme yönteminde numune alma ve numuneyi saklama işleminde. Çevre ve Orman Bakanlığının yayınlamış olduğu "Numune Alma Kılavuzu"nda belirtilen hususlara uyulmuştur [15]. Numuneler yeraltı suyu numunesi olduğu için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Madde 10'da belirtilen "Yeraltı Suları Numune Alma Esasları ve "Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği"ne uyulmuştur [16].

Numunelerin pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık gibi parametreleri, Sension 156 cihazı ile anlık olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Diğer parametreler ise Hıfısıha Enstitüsü Su Laboratuvarı, Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Laboratuvarları ve Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Kimya Laboratuvarlarında yapılan kimyasal analizler sonucunda elde edilmiştir. Analiz yöntemleri Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Analiz yöntemleri

<i>Parametre</i>	<i>Yöntem</i>
Kalsiyum(Ca^{+2})	EDTA-Titrasyon
Magnezyum(Mg^{+2})	EDTA-Titrasyon
Sülfat(SO_4^{-2})	Palintest Photometre İşlemi
Nitrat(NO_3^-)	Palintest Photometre işlemi
Nitrit(NO_2^-)	Palintest Photometre İşlemi
Klorür(Cl^-)	AgNCh - Titrasyon
Sodyum (Na^+)	Alev Fotometresi
Potasyum(K^+)	Alev Fotometresi
Karbonat(CO_3^{-2})	Asit-Titrasyon
Bikarbonat(HCO_3^-)	Asit-Titrasyon
Florür(F^-)	Palintest Photometre İşlemi

6.2. Su Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Yeraltı sularının kimyasal analiz sonuçları ile kimyasal özelliklerini araştırmak amacıyla 14 ayrı sondaj kuyusundan su örnekleri alınmıştır. Analiz sonuçları değerlendirilmelerinden önce her bir numunenin aşağıdaki formüle göre iyon dengesizliği kontrol edilmiştir [21].

$$(\text{EN}\%) = [(\text{TK} - \text{TA}) / (\text{TK} + \text{TA})] * 100 \quad (6.1)$$

Eş.6.1.'de su numunelerinin kimyasal analiz sonuçlarına uygulandığında, bir iyon dengesizliği olmadığı görülmüştür. 14 adet numunenin anlık ölçümleri, Kimyasal analiz sonuçları ile EN(%) değerleri Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. İnceleme alanında alınan numunelerin anlık ve kimyasal analiz sonuçları ve EN% değerleri

Parametre	Kuyu 1	Kuyu 2	Kuyu 3	Kuyu 4	Kuyu 5	Kuyu 6	Kuyu 7
pH	7,792	7,848	7,717	8,188	8,011	8,005	7,945
Sıcaklık (°C)	7,7	9,9	12	10,9	8,2	8,2	14,4
EC (µs/cm)	626	1312	892	451	1321	1321	793
Kalsiyum (mg/l)	27,900	47,25	37,450	11,420	21,340	44,380	18,100
Magnezyum (mg/l)	46,220	152,00	80,280	44,550	61,570	102,800	77,250
Sodyum (mg/l)	36,050	224,100	31,290	17,730	37,020	59,750	22,010
Potasyum (mg/l)	2,689	4,843	2,207	1,506	2,199	3,185	1,637
Sülfat (mg/l)	24,929	2,000	28,838	9,747	25,380	44,988	14,234
Klorür (mg/l)	18,561	181,585	43,775	5,561	28,256	90,350	41,188
Bikarbonat (mg/l)	15,330	7,020	69,529	11,840	100,906	214,290	0,072
Florür (mg/l)	286,70	524,60	305,00	225,70	244,00	366,00	176,90
Kalsiyum (mek/l)	1,392	2,358	1,869	0,570	1,065	2,215	0,903
Magnezyum(mek/l)	3,803	12,508	6,606	3,666	5,067	8,459	6,357
Sodyum (mek/l)	1,568	9,748	1,361	0,771	1,610	2,599	0,957
Potasyum (mek/l)	0,069	0,124	0,056	0,039	0,056	0,081	0,042
Sülfat (mek/l)	0,516	0,000	0,600	0,203	0,528	0,937	0,296
Klorür (mek/l)	0,524	5,123	1,235	0,157	0,797	2,549	1,162
BikarbonatKarbonat	4,700	8,600	5,000	3,700	4,000	6,000	2,900
Florür	0,010	0,005	0,009	0,009	0,009	0,007	0,010
EN %	0,087	0,286	0,183	0,108	0,188	0,169	0,309
Parametre	Kuyu 8	Kuyu 9	Kuyu10	Kuyu11	Kuyu12	Kuyu13	Kuyu14
pH	8,102	7,816	8,060	8,040	8,100	8,040	7,950
Sıcaklık (°C)	11,9	12,4	9,7	9,7	9,6	15,4	13,8
EC (µs/cm)	1392	1314	1328	1976	1326	723	1388
Kalsiyum (mg/l)	62,780	74,340	90,210	24,250	35,375	43,850	34,500
Magnezyum (mg/l)	105,400	89,410	140,400	207,460	191,683	53,045	155,550
Sodyum (mg/l)	92,720	111,600	164,300	72,190	70,703	67,628	15,330
Potasyum (mg/l)	8,646	9,472	12,820	6,425	9,290	8,063	2,270
Sülfat (mg/l)	119,009	116,307	235,776	105,009	124,929	114,929	28,838
Klorür (mg/l)	62,207	60,108	222,372	60,108	58,561	30,561	43,775
Nitrat (mg/l)	15,130	25,407	15,451	12,130	15,330	35,330	69,529
Bikarbonat(mg/l)	524,60	610,00	549,00	536,80	500,20	256,20	500,20
Kalsiyum (mek/l)	3,133	3,710	4,501	1,210	1,765	2,188	0,172
Magnezyum(mek/l)	8,673	7,358	11,554	17,072	15,774	4,365	12,800
Sodyum (mek/l)	4,033	4,855	7,147	3,140	3,076	2,942	0,667
Potasyum (mek/l)	0,221	0,242	0,328	0,164	0,238	0,206	0,058
Sülfat (mek/l)	2,478	2,422	4,909	2,188	2,603	2,394	0,601
Klorür (mek/l)	1,755	1,696	6,273	1,693	0,523	0,861	1,233
BikarbonatKarbonat	8,600	10,000	9,000	8,800	8,200	4,200	8,200
Florür	0,004	0,008	0,000	0,008	0,009	0,006	0,010
EN %	0,112	0,068	0,077	0,260	0,296	0,417	-0,312

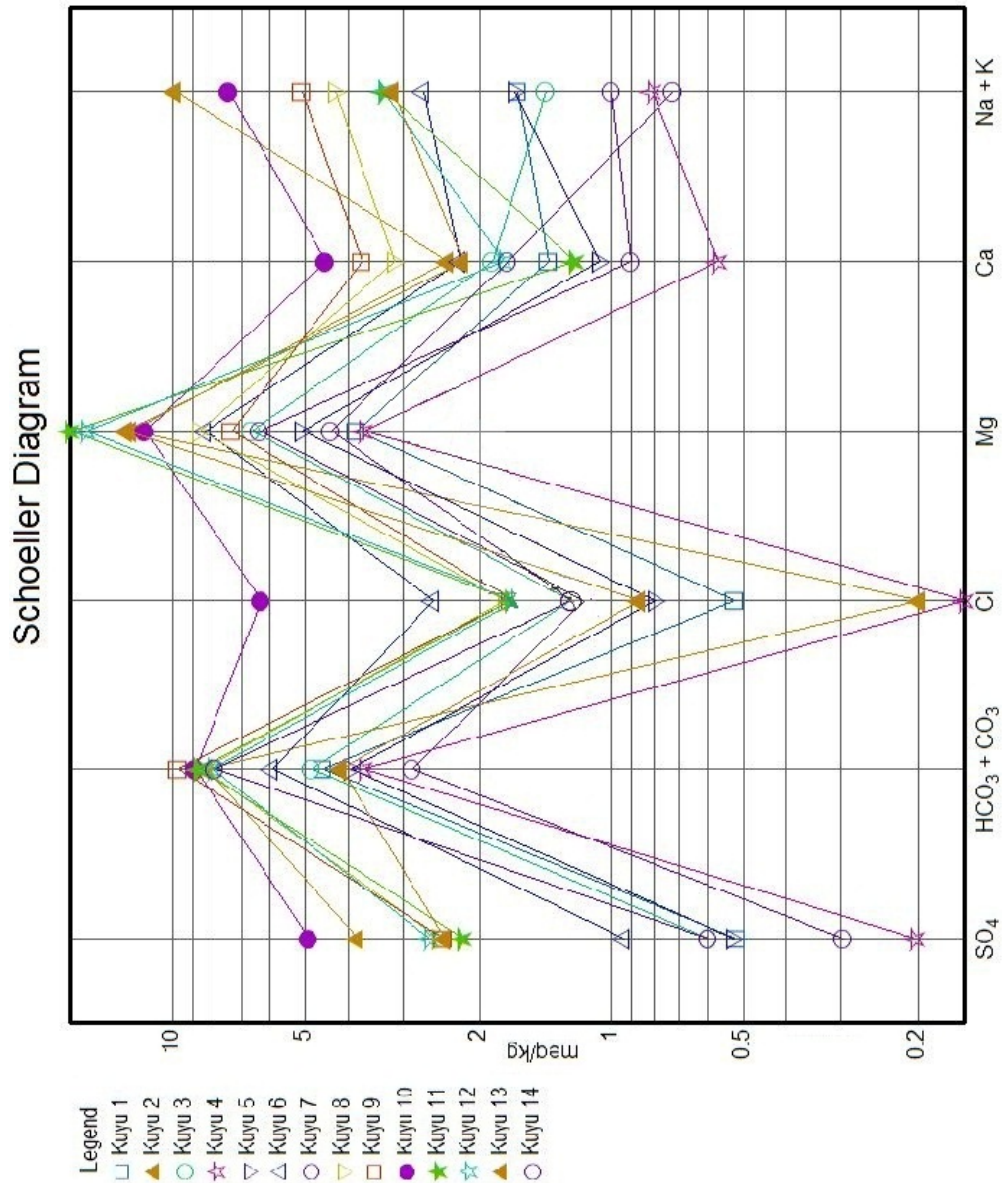
6.3. Su Analiz Sonuçlarının Diyagramlarla Yorumlanması

Yeraltı suyu incelemelerinde, sıkça kullanılan yöntem kimyasal verilerin derlenmesi ve uygun bir şekilde görsel olarak sunulmasıdır. Bu amaç için geliştirilmiş birçok grafiksel gösterim yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler içerisinde birden çok analizin aynı diyagramda grafik olarak sunulmasını sağlayanlar Piper ve Schoelie diyagramlarıdır. Bu diyagramların ikisi de pek çok örneğe katyon ve anyon bileşimlerini bir grafik üzerinde temsil etme imkânı verir [21].

Kimyasal analiz sonuçları diyagramlarda değerlendirilerek, analiz sonuçlarının bölge litolojisi ile ilişkisi ve yeraltı sularının kalitesi ve kullanılabilirliği belirlenecektir.

6.3.1. Yarı logaritmik Schoeller diyagramı

Su numunelerine ait kimyasal analiz sonuçlarının Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı AQqa 1.1.5.1 versiyonu kullanılarak çizilmiştir (Şekil 6.1). Schoeller Diyagramına göre iyon sıralaması Çizelge 6.3.'de verilmiştir.



Şekil 6.1. Alınan numunelere ait Scholler diyagramı

Çizelge 6.3. Yarı logaritmik Schoeller diyagramına göre iyon sıralaması

<i>No</i>	<i>Hidrokimyasal Fasiyes</i>	<i>Katyonlar</i>	<i>Anyonlar</i>
1	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
2	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
3	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Ca^{+2})>r(Na^++K^+)$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
4	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
5	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
6	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
7	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Ca^{+2})>r(Na^++K^+)$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
8	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
9	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
10	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$
11	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
12	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
13	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(SO_4^{-2})>r(Cl^-)$
14	$Mg^{+2}+HCO_3^-$	$r(Mg^{+2})>r(Na^++K^+)>r(Ca^{+2})$	$r(HCO_3^-+CO_3^{-2})>r(Cl^-)>r(SO_4^{-2})$

Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı'nda birbirine paralel oluşturan su örneklerinin köken bakımından benzer olduğu kabul edilmektedir. Bu kabul göz önünde bulundurulduğunda şu şekilde bir sonuca ulaşılmaktadır.

(1,5,6,7,8,10,14) nolu örnekler ile (2,4,9,11,12,13) örneklerin kendi aralarında birbirine paralel doğrular oluşturduğu, (3,7) nolu örnekler Ca^{+2} miktarı açısından aykırılık göstermektedir. Çizelge 6.3'deki iyon sıralamaları ve fasiyes incelendiğinde; Su örneklerinde baskın iyonlar Mg^{+2} ve HCO_3^- 'dir. (3,7) nolu örnek, diyagramda başka bir su örneği ile bir paralellik oluşturmamaktadır.

6.3.2. Piper diyagramı

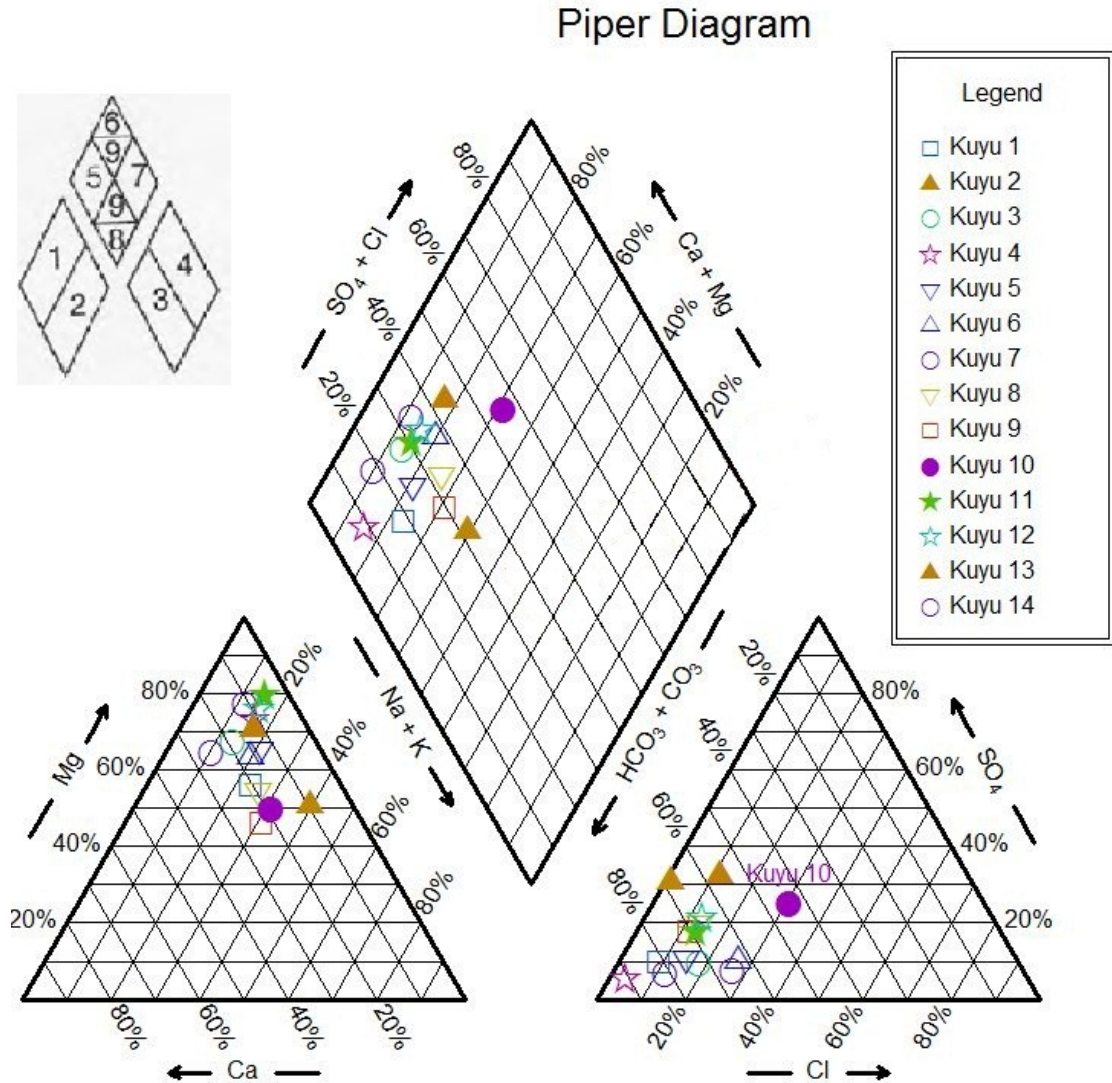
Su numunelerine ait kimyasal analiz sonuçlarının Piper diyagramı çizilmiştir (Şekil 6.2). Çizilen diyagramın yorumlanacak bölümleri yine aynı diyagram üzerinde gösterilmiştir.

Piper diyagramı, biri anyonları diğeri ise katyonları içeren iki üçgen ve bir merkezi eşkenar dörtgen şeklindeki şekilden oluşur (Şekil 6.2).

Katyonlar Ca^+ - Mg^+ - $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ üçgeninde yüzde olarak çizilir, anyonlar ise HCO_3^- - SO_4^{-2} - Cl^- üçgeninde yüzde olarak çizilir. Yüzdesi hesaplanan konsantrasyonlar, mek/l cinsindendir. Anyon ve katyon diyagramlarındaki noktalar yukarıdaki eşkenar dörtgende kesişene kadar uzatılır ve birleştirilir [21].

Piper diyagramının avantajları;

- i) Birden fazla su analizinin aynı diyagramda çizilebilmesi
- ii) Suları sınıflandırmak için kullanılabilir olması
- iii) Suların karışımını belirlemek için kullanılabilmesidir [21].



Şekil 6.2. Su numunelerine ait Piper diyagramı

Piper üçgen diyagramında anyon ve katyonların yüzde miktarları kullanılmıştır. Buna göre yüzde olarak hesaplanmış anyon ve katyonlar üçgenler üzerine yerleştirilir ve paralel kenarlı diyagram üzerine taşınır [18]. Piper Diyagramı AQqa 1.1.5.1 versiyonu kullanılarak çizilmiştir (Şekil 6.2).

Piper diyagramı üzerindeki bölgelerin özellikleri şu şekilde açıklanmaktadır [23].

1. Bölge sularının özellikleri: Bu bölgeye düşen sularda toprak alkaliler, alkalilerden fazla olup, bunlar karbonatlı ve sülfatlı sulardır. $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$

2. Bölge sularının özellikleri: Bu bölge sularında alkaliler toprak alkalilerden fazla olup, bu sular tuzlu ve sodalı sulardır. $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} < \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$

3. Bölge sularının özellikleri: Bu bölgede zayıf asitler, kuvvetli asitlerden fazla olup, $\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{-2} > \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{-2}$ 'dir.

4. Bölge sularının özellikleri: Kuvvetli asitler zayıf asitlerden fazla olup, $\text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{-2} > \text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{-2}$ 'tır.

5. Bölge sularının özellikleri: Karbonat sertliği % 50'den fazladır. Yani karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten büyüktür. Bunlar CaCO_3 ve MgCO_3 'lı sulardır.

6. Bölge sularının özellikleri: Karbonat sertliği %50'den fazladır. Karbonat sertliğinden büyüktür. Bunlar CaSO_4 ve Mg SO_4 'lı sulardır.

7. Bölge sularının özellikleri: Bu bölgede karbonatlı olmayan alkaliler % 5'den fazladır. Yani karbonatlı alkalilerden büyüktür. Bunlar NaCl , NaSO_4 ve KCl 'lü sulardır.

8. Bölge sularının özellikleri: Karbonatlı alkaliler %50'den fazladır yani karbonat olmayan alkalilerden büyüktür. Bunlar Na_2CO_3 ve K_2CO_3 'lı sulardır.1. bölgede; $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) > (\text{Na}^{+} - \text{K}^{+})$ olup bu kısma giren sular, karbonatlı ve sülfatlı sulardır.

9. Bölge sularının özellikleri: Hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen sular bulunur.

İnceleme alanından alınan 14 adet su numunesinin kimyasal analiz sonuçları Piper Diyagramına göre değerlendirilmiştir.

(13) nolu numuneler diyagrama göre Bu bölge sularında alkaliler toprak alkalilerden fazla olup, bu sular tuzlu ve sodalı sulardır. $Ca^{+2} + Mg^{+2} < Na^{+} + K^{+}$ Ayrıca $HCO_3^{-} + CO_3^{-2} > Cl^{-} + SO_4^{-2}$ olup, Karbonat sertliği % 50'den fazladır. Bunlar $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ 'lı sulardır.

(10) nolu numuneler diyagrama göre $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$ olup karbonatlı ve sülfatlı sulardır. düşen sularda toprak alkaliler, alkalilerden fazladır. Ayrıca $HCO_3^{-} + CO_3^{-2} > Cl^{-} + SO_4^{-2}$ olup, Hiçbir iyonu % 50'yi geçmez.

Diğer numuneler ise diyagrama göre $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$ olup karbonatlı ve sülfatlı sulardır. Sularda toprak alkaliler, alkalilerden fazladır. Ayrıca $HCO_3^{-} + CO_3^{-2} > Cl^{-} + SO_4^{-2}$ olup, Karbonat sertliği % 50'den fazladır. Bunlar $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ 'lı sulardır.

6.4. Yeraltı Sularının Sulama Suyuna Uygunluğunun İncelenmesi

Sodyum yüzdesi (%Na); sulama sularında sodyum miktarı olarak önemli bir yer tutmaktadır. Sodyum toprağın yapısını bozarak geçirgenliğini azaltarak sulamadan sonra zeminin üst seviyelerinde soğrulmakta, toprak yüzeyinde kaymak şeklinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olmakla ve bitki köklerinin havalanmasını engellemektedir [20].

Sudaki sodyum yüzdesi ise şu şekilde hesaplanır.

$$\%r \text{ Na} = [(rNa + rK) * 100] / [rCa + rMg + rNa + rK] \quad (6.2)$$

Sulama sularının sınıflandırılmasında en çok ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılır. Bu diyagram için Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) kullanılır. Bu değer, direkt olarak sodyumun toprak tarafından adsorbe edilmesi ile ilgilidir [20].

SAR; sodyum iyonunun değişim reaksiyonlarındaki aktifliğinin ifadesi olup, sodiklik tehlikesi yüzünden sulama sularının sınıflandırılmasında en fazla kullanılan bir ölçüdür ve şu şekilde ifade edilir [20]:

$$SAR = Na / \sqrt{[(Ca + Mg)/2]} \quad (6.3)$$

SAR'na göre sulama suyunun sınıflandırılması aşağıda gösterildiği şekildedir:

- SAR < 10 :Çok iyi özellikte sulama suları
 10 < SAR < 18 :İyi özellikte sulama suları
 18 < SAR < 26 :Orta özellikte sulama suları
 26 < SAR :Kötü özellikte sulama suları [20].

İnceleme alanındaki yeraltı sularının sulama suyu olarak uygunluğu incelenirken su örneklerine ait sodyum yüzdesi ve sodyum adsorpsiyon oranı ve elektriksel iletkenlikle birlikte Çizelge 6.4’de verilmiştir.

Çizelge 6.4. Su numunelerinin EC, sodyum yüzdeleri ve SAR değerleri

<i>Numune No</i>	<i>EC (μS/cm)</i>	<i>%rNa</i>	<i>SAR</i>
1	626	23,961	0,973
2	1312	39,906	3,575
3	892	14,325	0,661
4	451	16,052	0,530
5	1321	21,364	0,919
6	1321	20,069	1,125
7	793	12,096	0,502
8	1392	26,488	1,660
9	1314	31,531	2,064
10	1328	31,768	2,523
11	1976	15,309	1,039
12	1326	15,889	1,039
13	723	17,358	1,075
14	1388	13,776	0,443

Çizelge 6.4'deki veriler değerlendirildiğinde SAR'a göre tüm numuneler sulama suyuna uygun olduğu görülmekte ışığında sulama suyu sınıflandırılmasında ABD tuzluluk diyagramı ve Wilcox diyagramı hazırlanmıştır.

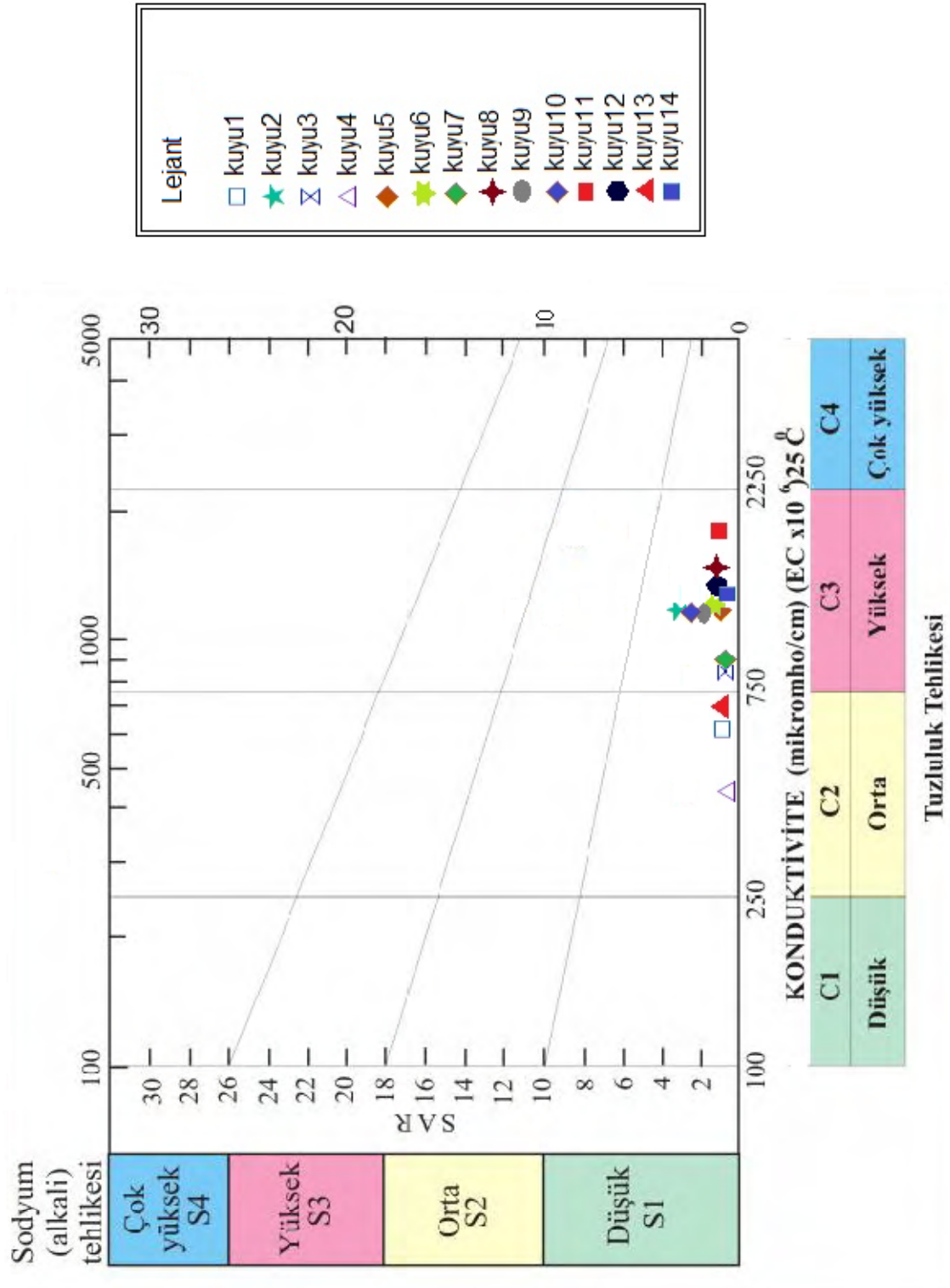
6.4.1. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

Bu diyagramda sular 16 ayrı kategoriye ayrılmaktadır. Yatay ekseninde suyun EC değeri, dikey ekseninde SAR değeri bulunmaktadır. ABD Laboratuvarı Diyagramında bulunan EC (tuzluluk) ve sodyum sınıflarının anlamı aşağıda açıklanmaktadır. Çizelge 4.5'de: C1, C2, C3 ve C4 tuzluluğa göre alt sınıfları, S1, S2, S3 ve S4 sodyum miktarına göre alt sınıfları oluşturur.

Çizelge 6.5. Suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması [20]

C1	Az tuzlu su. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir.
C2	Orta tuzlulukta su. Orta derecede suya ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.
C3	Yüksek tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir.
C4	Çok yüksek tuzlu su. Sulama suyu için uygun değil. Ancak çok iyi drenaj yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetişebilir.
S1	Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında her türlü tarım için uygun
S2	Orta derecede sodyumlu su. Permeabilitesi iyi olan jipsli arazi için uygun.
S3	Yüksek sodyumlu su. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir.
S4	Çok yüksek sodyumlu su. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında sulama suyu olarak kullanılmaz

Su numunelerine ait verilerin Çizelge 6.5' deki sınıflandırma esaslarına göre, hangi sınıfa ait olduğunun belirlenmesi amacıyla, numunelere ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı (Şekil 6.3) oluşturulmuştur.



Şekil 6.3. Su numunelerine ait ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

Çizelge 6.5'deki sınıflandırma esasları dikkate alınarak Şekil 6.3'ün değerlendirilmesi yapılacak olursa şu şekilde bir sonuç ile karşılaşılacaktır (Çizelge 6.6).

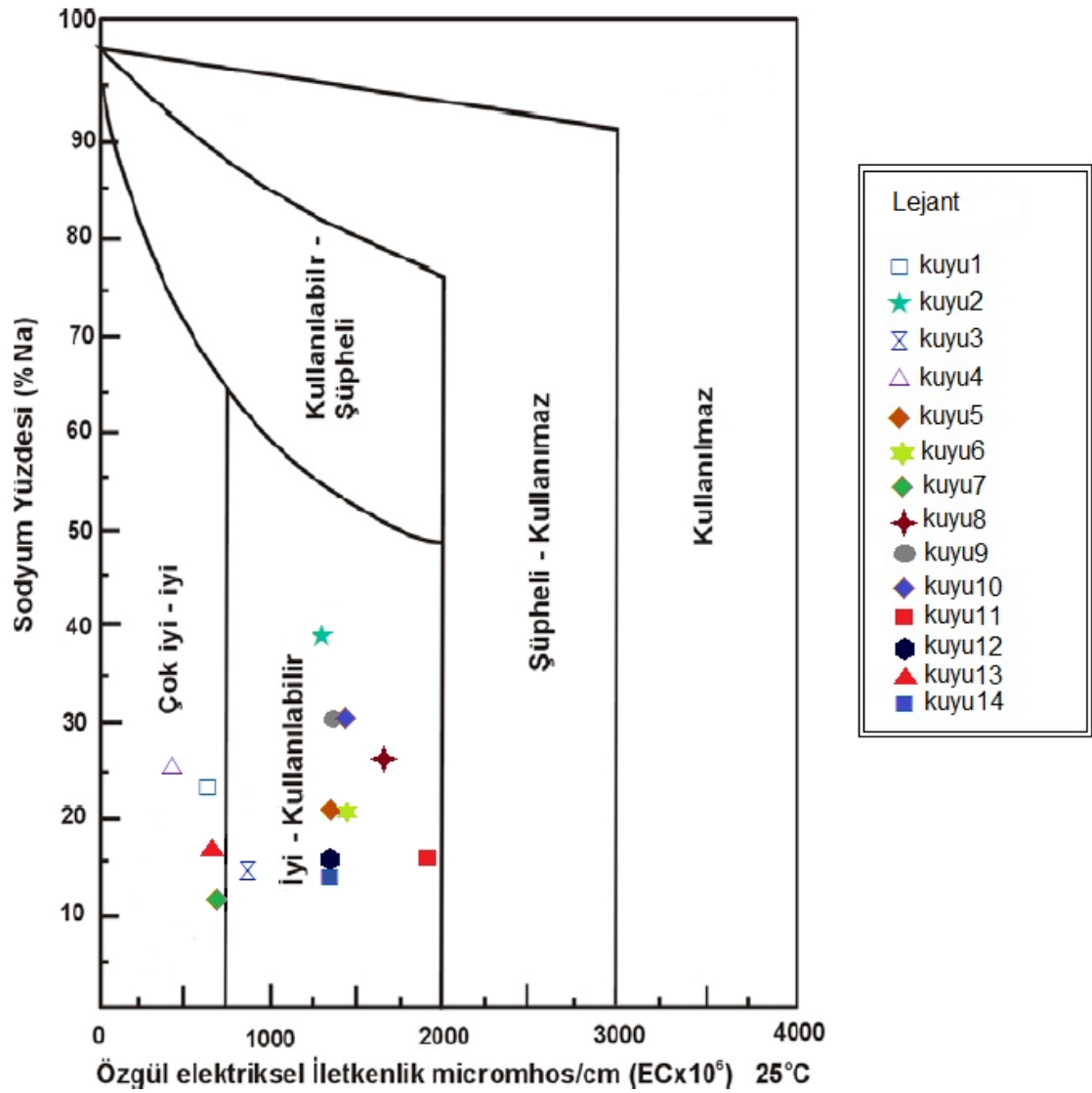
Çizelge 6.6. ABD Tuzluluk Diyagramına göre su numunelerinin sınıflandırılması

<i>Numune No</i>	<i>Sınıfı</i>	<i>Açıklama</i>
2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14	C3-S1	Yüksek tuzlu, az sodyumlu su
1, 4, 13	C2-S1	Orta tuzlulukta, az sodyumlu su

6.4.2. Wilcox diyagramı

Wilcox Diyagramı, suların sodyum yüzdesi ve elektriksel iletkenliğine bakarak sulama sularının sınıflandırılmasını sağlayan diyagramdır [18].

Bu diyagramda; yatay eksen EC değeri, düşey eksen üzerinde sodyum yüzdesi değeri işaretlenir. Wilcox Diyagramında sulama suları, çok iyi-iyi, iyi-kullanılabilir, şüpheli-kullanılabilir, şüpheli-kullanılamaz, sulamaya uygun değil şeklinde sınıflandırılabilir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Su numunelerine ait Wilcox Diyagramı

Wilcox Diyagramına işaretlenen değerler sonucunda, su örnekleri hakkında şu sonuçlara varılabilir (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7. Wilcox Diyagramına göre su numunelerinin sınıflandırılması

Numune No	Sınıfı
1, 4, 7, 13	Çok iyi-iyi
2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12	İyi-kullanılabilir

Su ürünlerine zarar veren maddelerin kabul edilebilir değerlerini içeren ilk yasa, 22.03.1971 yılında yürürlüğe giren 1380 sayılı "Su Ürünleri Kanunu" ve 1973 yılında çıkarılan tüzüktür. Çevre Kanunu'nun 11.08.1988'de yürürlüğe giren "Su Kirliliği Yönetmeliği"nin amacı da ülkemizin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunmasını sağlamak, su kirliliği kontrolü esaslarını belirlemektir. Bu yönetmeliğe göre kıta içi yüzeysel sular sınıflandırılmaya tabi tutulmuş ve sınıflandırma için gerekli su kalite parametreleri belirtilmiştir. Yönetmeliğin 12. Maddesinde yeraltı suları kalite parametreleri 3 sınıfa ayrılmaktadır [3].

Sınıf YAS I- Yüksek Kaliteli Yeraltı suları: Bu sınıf sular içme suyu temini ve gıda sanayi dahil diğer her türlü kullanım amacına uygun sulardır. Yalnız içme suyu temininde uygun bir dezenfeksiyon gerekir. Sınıf I yüzeysel sulara ait kalite parametreleri ve sınıf değerler, I.Sınıf yeraltı suları içinde kullanılır.

Sınıf YAS II- Orta Kaliteli Yeraltı suları: Bu sınıf sular uygun bir arıtma işleminden sonra içme suyu olarak kullanılabilir. Sınıf II yüzeysel sulara ait kalite parametreleri II. Sınıf yeraltı suları içinde kullanılabilir. Fakat demir, amonyum, mangan ve çözünmüş oksijen için konulmuş sınıflar, bu sınıf sular için gerekli değildir.

Sınıf YAS III- Düşük Kaliteli Yeraltı suları: I ve II yeraltı sularına nazaran daha kötü özellik taşır. Bu suların kullanım yeri ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenebilir.

6.5. Yeraltı Sularının İçme suyu Olarak İncelenmesi

İnceleme alanına ait örneklerin içilebilme özellikleri, su analiz sonuçlarındaki bazı kimyasal özellikler ve temel iyonlara bağlı olarak Türk Standartları Enstitüsünün benimsediği suların içilebilme esasları (TS-266 1997) dikkate alınarak incelenmiştir.

Çizelge 6.8. TS-266'ya göre su örneklerinin değerlendirilmesi [24].

<i>Parametre</i>	<i>Birim</i>	<i>Tavsiye edilen değer</i>	<i>Maksimum değer</i>	<i>TS-266'ya göre uymayan örnek</i>
EC	µS/cm	400	2000	Tamamı uygun
Kalsiyum	mg/l	100	200	Tamamı uygun
Magnezyum	mg/l	30	50	2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,14
Sodyum	mg/l	20	175	2
pH		6,5 – 8,5	6,5 – 9,2	Tamamı uygun
Potasyum	mg/l	10	12	10
Klorür	mg/l	25	600	Tamamı uygun
Sülfat	mg/l	25	250	Tamamı uygun

Tez çalışmasının amacı inceleme bölgesindeki yeraltı suların sulama suyu olarak kullanılabilirliğini araştırmak olduğu için yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerde bu amaca uygun şekilde çalışılmıştır. Ancak analizi yapılan parametreler, içme suyu kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerle aynılık gösterdiği için, bu başlık altında numunelerin içme suyu olarak kullanılabilirliği de araştırılmıştır.

Çizelge 6.10 incelendiğinde, örneklerin genelinde içme suyu olarak kullanılmaya yönelik uygunluk 1, 4 ve 13 nolu kuyulardan alınan örneklerde görülmektedir. Bölge halkınca da içme suyu olarak kullanılmaktadır. Ancak; diğer standartlara göre de karşılaştırma yapılmalıdır. Suların içme suyu olarak kullanılabilirliğine yönelik bu TSE (Türk Standartları Enstitüsü), WHO (Dünya Sağlık Örgütü), EPA (Amerika Çevre Koruma Ajansı) ve Avrupa Birliği limitleri Çizelge 6.11'de sunulmuştur.

Çizelge 6.9. İçme suyu standartları [24]

<i>Parametreler mg/l</i>	<i>Türk TSE</i>	<i>Avrupa Birliği</i>	<i>WHO Dünya Sağlık Örgütü</i>	<i>EPA USA</i>	<i>Almanya DIN</i>
Kalsiyum	100-200	100	--	--	--
Magnezyum	30-50	50	30-50	--	--
Sodyum	20-175	20-150	200	--	--
Potasyum	12	12	--	--	--
Alüminyum	0,2	0,2	0,2	--	--
Demir	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Manganez	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05
Bakır	1	--	1	1	1,3
Çinko	5	--	5	5	5
Baryum	0,3	0,1	0,7	2	--
Bor	0,1-0,3	1	0,3	--	--
Klor	30	--	250	--	--
Sülfad	20	250	400	--	--
Florid	1	1,5	1,5	4	0,2-1,5
Nitrat	25	50	10	10	2-50 (Toplam)
Fosfat	0,4-5	0,4-5	--	--	--
Amonyak	0,05-0,5	0,05-0,5	0,2	--	--
Nitrit	0,05	0,1	--	1	0,02-0,1
Organik Madde	2	5	--	--	--

Çizelge 6.10. Fizikokimyasal özellikler (kirletici) [24]

<i>Parametreler mg/l</i>	<i>Türk TSE</i>	<i>Avrupa Birliği</i>	<i>WHO Dünya Sağlık Örgütü</i>	<i>EPA USA</i>	<i>Almanya DIN</i>
Sıcaklık	C 12-25	C 12-25	--	--	--
Ph	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	--
Renk (Pt-Co)	1-20 R	1-20 R	15 R	15 R	--
Bulanıklık	5-25	0,4-4	5	--	--
İletkenlik ms/xm	400-200	400	--	--	--
Klorürler	25-600	25	250	250	--
Serbest klor	0,1-0,5	--	--	--	--
Sülfatlar	25-250	250	--	250	--
Kalsiyum	100-200	100	--	--	--
Magnezyum	30-50	30-50	--	--	--
Sodyum	20-175	20-150	200	--	--
Potasyum	10-12	10-12	--	--	--
Alüminyum	0,05-0,2	00,2	--	0,05-0,2	--
Buharlaştırma kalıntısı	1500	--	--	500 (TDS)	--

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnceleme alanındaki Ek 1.'de belirtilen noktalardan alınan numunelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve bu fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçları kullanılarak hidrojeokimyasal açıdan değerlendirmeler yapılmıştır. Bu kapsamda elde edilen analiz sonuçlarına göre grafiksel yorumlamalar yapılmış, sonuçlar sulama suyu kriterleri açısından incelenmiş tez kapsamında yapılan analizler ışığında içme suyu kriterlerinin bir bölümü ilgili yönetmelik ve standartlarla karşılaştırılmıştır.

Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı değerlendirildiğinde, Oğulbey köyü merkezinden alınan 3 ve 7 nolu numunelerde Ca^{+2} iyonu açısından farklılıklar görülmekte paralelliği bozmaktadır. Ancak Çizelge 6.3'deki iyon sıralamaları ve fasiyes incelendiğinde; bölge genelinde baskın iyon Mg^{+2} ve SO_4^{-2} olduğu görülmektedir.

Piper Diyagramına göre; (13) nolu numune Oğulbey'in güneyinde dere yatağı üzerinde yüzey suyuna yakın akifer olduğundan bölge genelinden farklı olarak $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} < \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ olduğundan alkaliler toprak alkalilerden fazla ve tuzlu ve sodalı su kapsamındadır. Diyagram verilerine göre; $\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{-2} > \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{-2}$ olup, Karbonat sertliği % 50'den fazladır. CaCO_3 ve MgCO_3 'lü sudur.

Bölgeden alınan numunelerin tamamında ise diyagrama göre $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ olup karbonatlı ve sülfatlı sulardır. Sularda toprak alkaliler, alkalilerden fazladır. Ayrıca $\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{-2} > \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{-2}$ olup, Karbonat sertliği % 50'den fazladır. Bunlar CaCO_3 ve MgCO_3 'lü sulardır. Sadece 10 nolu numune hiçbir iyonun %50'yi geçmediği tespit edilmiştir. Farklılığın yine yüzey sularından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak bölgedeki yer altı sularının $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ olduğu, buna göre karbonatlı ve sülfatlı olduğu, toprak alkaliler, alkalilerden fazla ve $\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{-2} > \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{-2}$ olduğu söylenebilir. Bölge yer altı suları CaCO_3 ve MgCO_3 'lü sulardır.

ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı'nı esas alarak sulama suyu olarak kullanma bakımından değerlendirildiğinde; bölgenin yüzey sularına yakın kesimlerinden alınan 1, 4 ve 13 nolu numuneler Orta tuzlukta sular olarak değerlendirilmiş aynı zamanda az sodyumlu olduğundan orta derecede tuza ihtiyaç duyan ve sodyuma duyarlı olmayan bitkiler için uygun olduğu görülmüştür. Bunların dışında alınan numunelerin tamamında yüksek tuzlu olduğu, sodyuma duyarlı olmayan bitkiler olaması kaydıyla drenaj yapılarak sulama suyu olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Wilcox Diyagramına göre inceleme alanından alınan su numunelerinin sulamaya uygun olup olmadığı araştırılırken, bu sulara ait sodyum yüzdesi (%Na) ve sodyum adsorpsiyon değerleri (SAR) hesaplanmıştır. Bölgede içme suyu olarak kullanılan (1, 4, 7, 13) nolu numuneler çok iyi-iyi, diğer numune ise iyi-kullanılabilir sınıfta olduğu görülmektedir.

Bu iki diyagram sonuçları dikkate alındığında halen içme suyu olarak kullanılan birkaç akifer dikkate alınmadığında bölgenin yer altı suyu karakteristiğinin yüksek tuzlu olduğundan kontrollü olarak yarım yapmaya elverişli olduğu söylenebilir.

İnceleme alanından alınan su numunelerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılmasındaki temel amaç, bu bölgedeki suların sulama amaçlı kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Ancak elde edilen verilerin bir kısmı içme suyu olarak kullanılabilirliği hakkında fikir vermektedir. Elde edilen veriler standartlarla karşılaştırıldığında; TSE'ye göre; 2 nolu numune sodyum, (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14) nolu numunelerde ise magnezyum miktarı ve 10 nolu numunede ise potasyum miktarı standart üzerindedir. WHO'ya göre (2) nolu numunede sodyum miktarı standart değerlerin üzerindedir. Standart parametrelerin dışında su örneklerinde yapılan diğer kimyasal analizler sudaki Florür için içme sularında kabul edilebilir en yüksek değer 1 mg/l, müsaade edilebilen en yüksek değer ise 1,5 mg/l'dir. Florür miktarına göre tamamı içme suyu açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu III. sınıf sular içinde yer aldığı Düşük kaliteli su" olarak görülse bile verilerin tamamı göz önüne alındığında bölge yeraltı suları içme suyu kriterlerine uymamaktadır. Kullanım yeri ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından

sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenebilir

Mogan Gölüne yakın orta kısımlarında yeraltı sularında bor, RSC, SO_4 ve EC değerleri oldukça yüksektir. Yeraltı sularında kaliteyi bozan bu parametrelerin asıl kaynağı ise Miyosen yaşlı Hançili formasyonudur.

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde; su örneklerine ait fasiyes ve mineral doygunlukları sonuçlarının uyum içinde olduğu görülmüştür. Su örneklerinin tamamında hakim olan fasiyes ($\text{Mg}^{+2} + \text{HCO}_3^{-2}$)'dir. İnceleme alanının jeolojisinde Hançili formasyonundan kaynaklanan killerin gözenekliliği fazla geçirgenliği az daneleri ufak olması nedeniyle suyla uzun süre beraber olacaklarından farklı kimyasal içeriğine sahip alüvyon zemin bu örneği fasiyesi (Mg^{+2} ve HCO_3^{-2}) olacak şekilde etkilemiştir. Bölgenin yeraltı su kalitesi gereken tedbirlerin alınması kaydıyla sulama amaçlı kullanıma uygun olduğu değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Etüt ve Değerlendirme Şube Müdürlüğü. “Yeraltı suyu arama faaliyetleri”, **DSİ Genel Müdürlüğü**, Ankara, 23(1999).
2. İnternet: Gazi Üniversitesi “Yeraltısuyu Kirliliği” (<http://www.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre6.htm>) (2009).
3. İnternet: Devlet Su İşleri “Toprak ve Su Kaynakları” (<http://www.dsi.gov.tr/topraksu.html>) (2009).
4. Canik, B., “Hidrojeoloji yeraltı sularının aranması, işletilmesi, kimyası”. **A.Ü.Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü**, Ankara. 5 (1998).
5. İnternet: Özel Çevre Koruma Kurulu “Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi” (<http://www.ockkb.gov.tr/TR/Icerik.ASP?ID=132>) (2009)
6. İnternet: Gölbaşı Kaymakamlığı “Faaliyetlerimiz” (<http://www.golbas1.gov.tr/faalivetlerimiz.html>) (2009).
7. Gölbaşı Meteoroloji İstasyonu, “İklim değerleri bülteni”. **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, Ankara, 28 (1994).
8. Vural, S., “Ankara ve çevresinin zirai peyzaj özellikleri”, **A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları**, Ankara, 476 (1972).
9. Akyürek, B. ve diğ., “Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri” **A.Ü. Jeoloji Mühendisliği**, Ankara, 20, 31-46(1984).
10. "Akyürek, B.ve diğ.. “Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklar projesi” **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, Ankara (1994)
11. DSİ V. Bölge Müdürlüğü, “Mogan ve Eymir Gölü havzası hidrojeolojik etüt raporu”, **DSİ**, Ankara, 27, 40 (2007).
13. Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı “1:100 000 Ölçekli Açınısama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları”, **MTA Genel Müdürlüğü**, Ankara, 55 (2000).
- 14.Sarıaslan, M., MTA Jeoloji Etütleri Dairesi “Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynakları”, **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, Ankara, 55(1999).
15. İnternet: Afet İşleri Genel Müdürlüğü "'Deprem Bölgeleri Haritası" (<http://www.deprem.gov.tr/linkhart.htm>), (2009).

16. Çevre Referans Laboratuvarı "Numune alma kılavuzu", **Çevre ve Orman Bakanlığı**, Ankara (2001).
17. Çevre Bakanlığı. "Su kirliliği kontrolü yönetmeliği". **4 Eylül 1988 Tarihli ve 19919 Sayılı Resmi Gazete**, Ankara (1988).
18. Çevre Bakanlığı, "Su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma ve analiz metodları tebliği". **7 Ocak 1991 Tarihli ve 20748 Sayılı Resmi Gazete**, Ankara (1991).
19. Clark, I., Fritz, P., "Environmental isotopes in hydrogeology". **Lewis Publishers**, New York, 328 (1997).
20. Ünal, M., "Bağlıca (Etimesgut) yeraltı sularının hidrojeokimyasal özelliklerinin ve bazı kirlilik parametrelerinin irdelenmesi", Yüksek Lisans Tezi. **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 34 (2004).
21. Çuhadar, G. ve Tamgaç, M. "Hidrojeolojik etütlerde su kimyası verilerini toplama ve değerlendirme yöntemleri", **Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü** Ankara, 1-22 (1994).
22. Şahinci, A., "Doğal suların jeokimyası", **Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi**, Isparta, 228-280 (1991)
23. TSE TS 266 "İçme ve kullanma suları", **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, (1997).
24. İnternet: Amerika Çevre Koruma Ajansı, "İçme Suyu Standartları"
(<http://www.epa.gov/safewater/consumer/mcl.pdf>)
(<http://www.epa.gov/safewater/consumer/2ndstandards.html>)
25. İnternet: Dünya Sağlık Örgütü, "İçme Suyu Standardı"
(http://who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/)
(http://who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_8.pdf)
(http://who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_10.pdf)
26. İnternet: "Avrupa Birliği İçme Suyu Standardı"
(<http://eur-lex.europa.eu>.)

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜNGÖR, Turgay
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 08.06.1977 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 219 61 56 – 0 (533) 239 57 00
Faks : -
e-mail : turgaygungor@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ İnş. Müh. Bölümü	2000
Lise	Ankara Mimar Sinan Lisesi	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2000-2003	M. Şapıcı Mühendislik Ltd. Şti	Statiker
2003-2005	Tarpam A.Ş.	Değerleme Uzm.
2005-2006	Garanti Bankası A.Ş	Değerleme Uzm.
2006- --	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Basketbol