



GAZİANTEP İLİ YERALTISULARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİ

Şehnaz ŞENER^{1*}, Erhan ŞENER², Arzu ER¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Hidrojeokimya,
Su kalitesi,
Yeraltısuyu,
Gaziantep.*

Öz

Gaziantep ili içme suyu ihtiyacı genel olarak yeraltısuyu kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu çalışmada, Gaziantep alt havzasının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri ayrıntılı olarak incelenerek yeraltısuyu kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri ile kirlilik değerlendirmeleri yapılmıştır. Jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre gözenekli geçirimli birim, karstik geçirimli birim, yarı geçirimli birim ve az geçirimli birim olarak sınıflandırılmıştır. Alüvyon ve kireçtaşı akiferlerinden maksimum 10 l/sn verim ile yeraltısuyu alınmaktadır. Bölgede sürekli akıma sahip olan Kırkgöz, Aynafar, Karpuzatan ve Akpınar kaynakları içme suyu olarak kullanılan önemli su kaynaklarıdır. Çalışma alanındaki kaynaklardan ve sondaj kuyularından Mayıs (2017) döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde yeraltısularının Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃'lü sular fasiyesinde olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki su örneklerinin pH değerleri 7.13 - 8.20 arasındadır. EC değerleri ise 405-1154 µS/cm arasında değişmektedir. Ayrıca, G11 ve G18 nolu su örnekleri Fe bakımından, G4, G12 ve G15 nolu su örnekleri ise NO₃ bakımından içme suyu limit değerlerinin üzerinde olup içme suyu olarak kullanıma uygun değildir. Yeraltısuları sulama suyu kullanımı bakımından orta-yüksek tuzlu sular sınıfında yer almaktadır. Bölgedeki yeraltısuyu kimyası genel olarak kaya-su etkileşimi ile gelişmekte olup, tarımsal faaliyetlerin sularda nitrat artışına sebep olduğu belirlenmiştir.

HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES AND WATER QUALITY OF GAZİANTEP PROVINCE GROUNDWATERS

Keywords

*Hydrogeochemistry,
Water quality,
Groundwater,
Gaziantep.*

Abstract

The drinking water of Gaziantep is generally supplied from groundwater resources. In this study, the geological and hydrogeological characteristics of the Gaziantep sub-basin were examined in detail and the hydrogeochemical properties of groundwater resources and pollution assessments were made. Geological units are classified as porous permeable unit, karstic permeable unit, semi-permeable unit and low permeable unit according to their hydrogeological properties. Groundwater is taken from alluvium and limestone aquifers with a maximum yield of 10 l/ sec. Kırkgöz, Aynafar, Karpuzatan and Akpınar springs, which have a continuous flow in the region, are important water resources used as drinking water. When the chemical analysis results of the water samples taken from the springs and boreholes in May (2017) were evaluated, it was determined that the groundwaters are Ca-HCO₃ and Ca-Mg-HCO₃ water type. The samples had pH of 7.13 to 8.20. The electrical conductivity (EC) fluctuated between 405 and 1154 µS/cm. In addition, water samples numbered G11 and G18 are above the drinking water limit values in terms of Fe, water samples G4, G12 and G15 in terms of NO₃ and are not suitable for drinking water use. The groundwater is in the middle-high salty water class in terms of irrigation water use. The groundwater chemistry generally develops with rock-water interaction, and it has been determined that agricultural activities cause nitrate increase in waters.

* İlgili yazar / Corresponding author: sehnazsener@sdu.edu.tr, +90-246-211-1332

Alıntı / Cite

Şener, Ş., Şener, E., Er, A., (2021). Gaziantep İli Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su Kalitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(4), 1253-1266.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Ş. Şener, 0000-0003-3191-2291
E. Şener, 0000-0001-6263-8366
A. Er, 0000-0002-4749-7603

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	25.04.2021
Revizyon Tarihi / Revision Date	02.08.2021
Kabul Tarihi / Accepted Date	05.08.2021
Yayın Tarihi / Published Date	20.12.2021

1. Giriş (Introduction)

Günümüzde, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de küresel iklim değişikliğinin etkisiyle yüzey suyu kaynakları miktar olarak azalmaktadır. Bununla birlikte, kirleticilerden daha kolay etkilenen yüzey sularının kullanımı giderek sınırlanmaktadır. Bu durumda her türlü sektörde su ihtiyacının karşılanmasında yeraltısuları daha yoğun kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde nüfus artışıyla orantılı olarak suya olan talebin artması kaçınılmazdır. Bununla birlikte kentleşmenin, tarımsal faaliyetlerin ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerde su kirliliği en önemli problemlerden birisidir. Mevcut durumda özellikle içmesuyu ve tarımsal sulama ihtiyacının karşılanmasında yüzey sularının yanında yeraltısuları da kontrolsüz bir şekilde kullanılmaktadır (Jayaprakash vd., 2008; Srinivas vd., 2013). Ancak, herhangi bir doğal kaynak gibi yeraltısuları da sınırsız olmayıp hem nicelik hem de nitelik açısından akılcı bir su yönetimine ve planlamalarına ihtiyaç vardır. Yeraltısuyu kalitesi jeojenik ve antropojenik faktörlere bağlıdır (Vasanthavigar vd., 2010). Kaya-su etkileşimi gibi jeojenik faktörler ile evsel, tarımsal ve endüstriyel kirleticiler gibi antropojenik faktörler yeraltısuyu kalitesini olumsuz etkilemektedir (Şimşek ve Gündüz 2007; Şener vd., 2009; Şener ve Davraz 2012; Bozdağ ve Göçmez, 2013; Bozdağ, 2016; Bozdağ, 2017). Özellikle yoğun gübre ve pestisit kullanımının gerçekleştiği tarımsal faaliyetlerin yaygın olduğu alanlarda yeraltısuları kirlenmeye maruz kalmaktadır (Fırat Ersoy ve Gültekin, 2013). Suyun farklı amaçlı kullanımlara uygunluğunun bilinmesi açısından suyun kimyasal özelliklerinin ve su kalitesinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Bu çalışmada, Gaziantep ilinde içme ve sulama suyu olarak kullanılan yeraltısularının hidrojeolojik özellikleri incelenerek hidrojeokimyasal özellikleri, kalitesi ve kullanılabilirlik durumu araştırılmıştır. Çalışma alanında yeraltısuyu kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerini ve su kalitesini belirlemeye yönelik bilimsel bir çalışma bulunmaması bu çalışmayı bilimsel açıdan özgün kılmaktadır.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Çiftçi (2019) tarafından yapılan tez çalışmasında Gaziantep ili deprem master planının uygulanabilirliği incelenmiştir. Yapılan çalışmada, Gaziantep ili yerleşim alanlarının önemli ölçüde deprem üretebilecek aktif fay sistemlerine yakın olduğu ve bu nedenle de deprem riski taşıyan bölgede önlemlerin alınması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca hazırlanan master planların güncellenerek özellikle altyapı, imar planlamaları ve enerji sektörleri için geliştirilecek önlemlere uyulması gerektiği vurgulanmaktadır. Kafadar ve Saygıdeğer (2010) Gaziantep ilinde sulama suyu olarak kullanılan atık suların kurşun içeriklerini incelemişlerdir. Ayrıca, bu sularla sulanan bitkilerdeki ve temiz su ile sulanan bitkilerdeki kirlilik düzeylerini karşılaştırarak olası kurşun birikimlerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, atık sular ile sulanan bitkilerde önemli miktarlarda kurşun birikimi saptanmıştır. Alan (2017) tarafından yapılan tez çalışmasında ise Gaziantep ili Şehitkamil ilçesi için içme suyu şebekesi tasarımı geliştirilmiştir. Çalışmada, mevcut durumda Gaziantep ili içme suyu şebekesinden sağlanan suyun bölgedeki nüfus artışı dikkate alındığından yetersiz kalacağı ve bu nedenle bölgedeki kaynak sularının içme suyu olarak kullanımının gerekli olacağı belirtilmektedir.

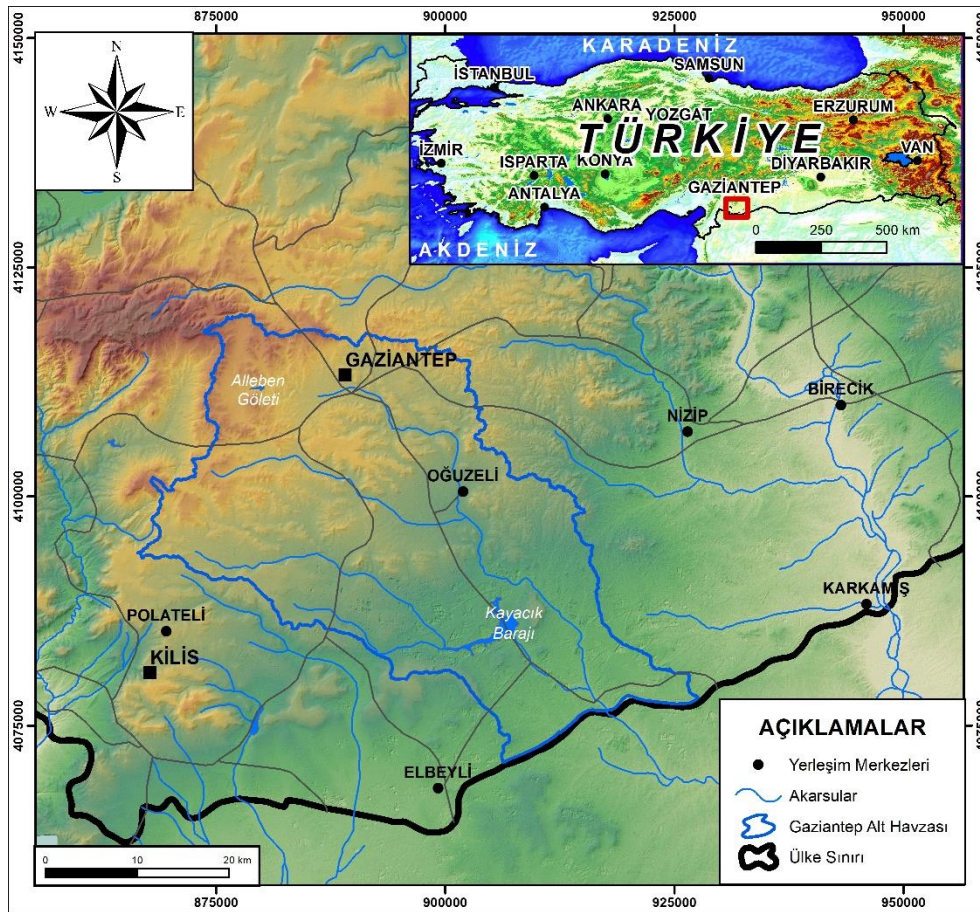
Yapılan literatür araştırmalarında Gaziantep ili genelinde içme suyu ve sulama suyu olarak kullanılan yeraltısularının kimyasal özellikleri, su kalitesi ve kullanılabilirliğine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, Gaziantep ili yeraltısularının kullanım ve koruma planlamalarına önemli katkılar sağlayacak olan bu çalışma bölge için önem taşımaktadır.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)**3.1. Çalışma Alanı (The Study Area)**

Çalışma alanı olarak belirlenen Gaziantep alt havzası; 1/100 000 ölçekli Gaziantep-N38 ve Şanlıurfa-N39 paftalar ve bu paftaların 1:25 000 ölçekli N38-c4, N38-c3, O38-a2, O38-b1, O38-b2, O38-a1, O38-b4, O39-a4, O39-a3, O39-d1 topoğrafik haritalarını kapsar. Çalışma alanına ait yerbulduru haritası Şekil 1'de verilmiştir. Gaziantep alt

havzası 480-1300 m kotları arasında yer alır. Alt havzanın; kuzey batıda Taşkın tepe (1100 m), batıda Tepecibayır tepe (1028 m), Kara tepe (999 m), güneyde Kırac tepe (848 m), Keşifçi tepe (817 m), Almalı tepe (881 m), doğuda Ziyaret tepe (988 m), Yürükdağ tepe (863 m), Yoğunhüyük tepe (782 m), güneydoğuda Barak dağı (663 m) başlıca yükseltilerini oluşturur. İnceleme alanında yerleşim birimleri Gaziantep İl Merkezi, Şahinbey, Şehitkamil, Oğuzeli ilçeleri ve çok sayıda mahalle, su noktaları Tüzelsuyu deresi, Sacirsuyu çayı ile akımları sürekli Kırkgöz, Aynafar, Karpuzatan, Akpınar (Cağdın) ve akımları yağışların az olduğu yıllarda sürekli olmayan Enebacı ve Çapalı kaynaklarıdır. Gaziantep alt havzasının doğu-güney-güneybatısında alt havzanın % 74,20'sini temsil eden düz alanlar ova alanını oluşturur (DSİ, 2018).

Gaziantep alt havzası sınırları içerisinde 17261 nolu Gaziantep (Kot 855 m) Devlet Meteoroloji İstasyonunun 1939-2013 yılları arasında yağış verilerine göre, ortalama yıllık yağış 553,04 mm, en düşük aylık ortalama yağış 2,03 mm ile Temmuz ayında, en yüksek aylık ortalama yağış 101,57 mm ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. 1962-2010 yılları arasında ölçülen buharlaşma verilerine göre ortalama yıllık toplam buharlaşma 1425 mm, en yüksek aylık toplam buharlaşma 305,3 mm ile Temmuz ayında, en düşük aylık toplam buharlaşma 17,9 mm ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. 1940-2010 yılları arasında ölçülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14,8°C, en düşük aylık ortalama sıcaklık 2,8°C ile Ocak ayında, en yüksek aylık ortalama sıcaklık 27,5°C ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. 18285 nolu Oğuzeli DMİ 1962-1983 yılları arasındaki yağış verilerinin aritmetik ortalamasına göre ortalama yıllık yağış 456,14 mm, en düşük aylık ortalama yağış 5,02 mm ile Eylül ayında, en yüksek aylık ortalama yağış 92,88 mm ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. 1965-1992 yılları arasında ölçülen sıcaklık değerlerine göre ortalama sıcaklık 15°C, en düşük aylık ortalama sıcaklık 2,9°C ile Ocak ayında, en yüksek aylık ortalama sıcaklık 26,5°C ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir (DSİ, 2018).



Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Location map of the study area)

3.2. Çalışma Yöntemleri (Methods)

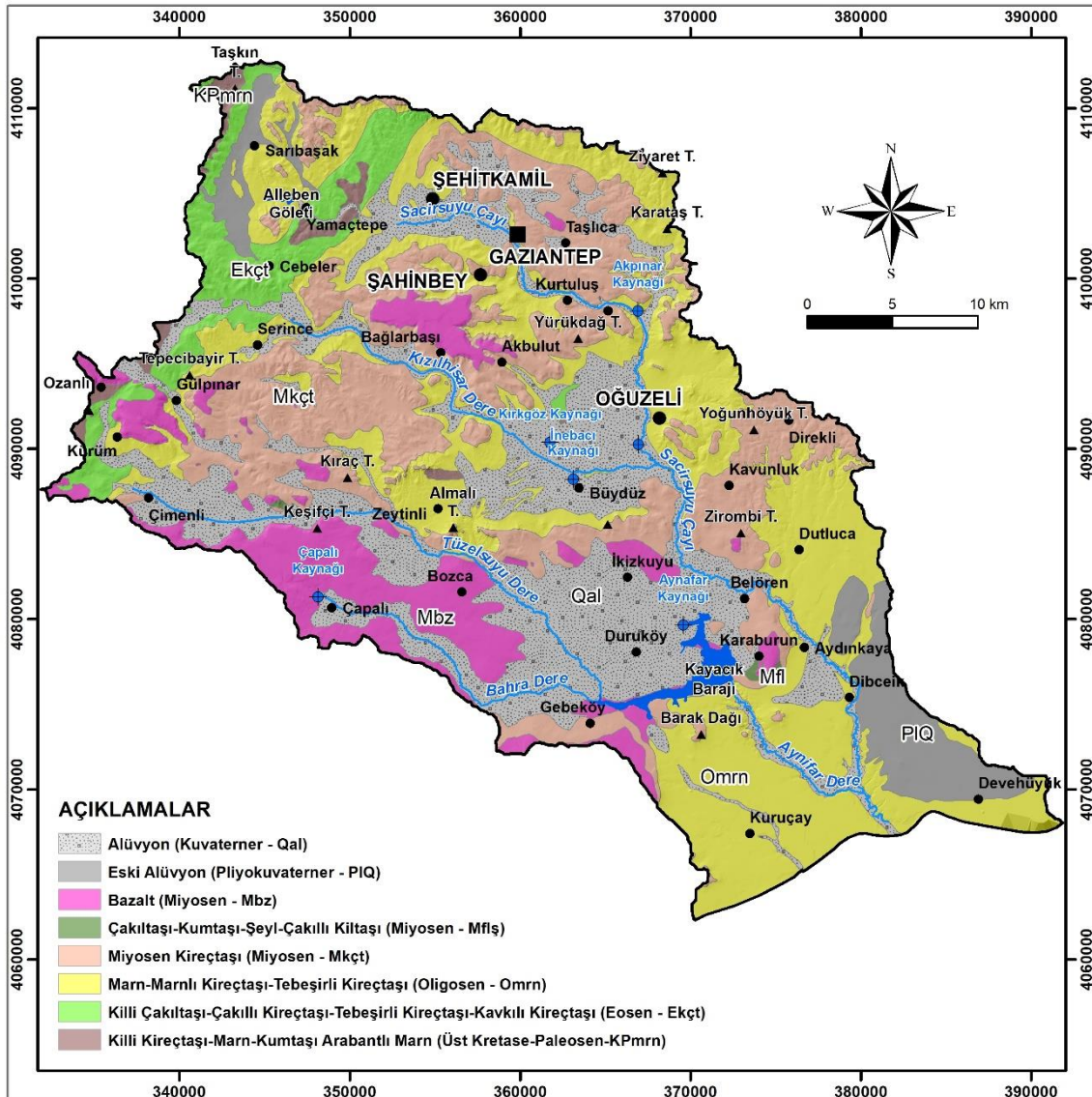
Gaziantep ili içmesuyu kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerini ve su kalitesini ortaya koyabilmek için öncelikle çalışma alanında yüzeyleyen formasyonlar ve bunların litolojik özellikleri incelenmiş ve jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bölgede bulunan kaynaklar ve bu kaynaklara ait hidrolojik bilgiler literatür çalışması ile elde edilmiştir. Litolojik birimlerin akifer olabilme potansiyelleri değerlendirilerek çalışma alanının hidrojeolojik haritası oluşturulmuştur. Çalışma alanındaki yeraltısularının kimyasal yapısını, kullanım özellikleri ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla çalışma alanı içerisindeki içmesuyu olarak kullanılan kaynak ve yeraltısularından Mayıs-

2017 döneminde toplam 21 farklı lokasyondan su örnekleri alınmıştır. Su örneklerin kimyasal analizleri Bureau Veritas Mineral (Kanada) laboratuvarı ve Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında yaptırılmıştır. Ayrıca arazide numune alımı sırasında suların, sıcaklık (T), elektriksel iletkenlik (EC) ve hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH) değerleri YSI Professional Plus marka çok parametrelili portatif su kalitesi ölçüm cihazı kullanılarak yerinde ölçümler ile belirlenmiştir. Su örneklerinin hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde anyon ve katyon analiz sonuçları Piper (1944) ve Gibbs diyagramları üzerine yerleştirilerek yorumlanmıştır. Suların içme suyu ve sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi için ulusal ve uluslararası standartlar ile belirlenen limit değerler ile karşılaştırmanın yanı sıra Özgül Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri ve ABD tuzluluk diyagramı kullanılmıştır.

4. Araştırma Bulguları (Research Findings)

4.1. Jeolojik Özellikler (Geological Properties)

Çalışma alanı ve yakın çevresi farklı araştırmacılar tarafından jeolojik ve stratigrafik özellikleri açısından incelenmiştir. Yapılan tüm bu çalışmalar incelenerek, elde edilen bilgiler arazi çalışmaları ile desteklenmiş ve bölgenin 1/50 000 ölçek hassasiyetinde hazırlanmış jeoloji haritası Şekil 2'de sunulmuştur. Çalışma alanında Üst Kretase, Paleojen, Neojen, Kuvaterner yaşlı sedimanterler ve magmatik kaya birimleri yüzeylenmektedir. Sedimanter kaya birimleri yaşlıdan gence doğru Üst Kretase-Paleosen yaşlı marn, Eosen yaşlı killi çakıltı-çakıllı kireçtaşı-tebeşirli kireçtaşı-kavkılı kireçtaşı, Oligosen yaşlı marn-marnlı kireçtaşı-tebeşirli kireçtaşı, Miyosen yaşlı kireçtaşı, Üst Miyosen yaşlı çakıltı-kumtaşı-şeyl-çakıllı kiltası, Pliyokuvaterner yaşlı eski alüvyon, Kuvaterner yaşlı alüvyon, magmatik kaya birimleri ise Miyosen yaşlı bazaltlarla temsil olunur (MTA 1996, 1997).



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Geological map of the study area) (MTA 1996, 1997)

Çalışma alanında tabanda bulunan killi kireçtaşı-marn-kumtaşı arabantlı marn (KPmm), çalışma alanında batı-kuzeybatı ve orta kesimlerde toplam 16,16 km² alanda yüzeylenmektedir. Birimin taban seviyeleri krem bej renkli, sert-yumuşak, milli, kalın tabakalı, serpantin-kireçtaşı ve çakıltası arabantlı kumlu tebeşirler gözlenmektedir. Orta seviyeleri açık gri renkli, yumuşak, milli, mikalı ince şeyl ve kumlu kireçtaşı ara tabakalı, ince-orta-kalın tabakalı marn, üst seviyeleri ise pembe, gri renkli, tebeşir ara tabakalı, yer yer açık yeşil-gri renkli ince tabakalı, çört yumrulu marn ara tabakalı killi kireçtaşı kaya türlerinden oluşur. Yaklaşık 150-500 m arasında değişen kalınlıktaki birimin tavan dokanağı Eosen yaşlı birimlerle uyumludur (MTA 1996, 1997). Killi çakıltası-çakıllı kireçtaşı-tebeşirli kireçtaşı-kavkılı kireçtaşı (Ekçt) birimleri, bölgenin batı-kuzeybatı ve orta kesimlerde toplam 77,69 km² alanda yüzeylenmektedir. Birim tabandan itibaren açık gri, kahve renkli çakıltası, yumuşak-dağılgan, milli, killi çörtlü, taban seviyeleri çört-marn ardalanmalı killi kireçtaşı orta seviyeleri tebeşirli kireçtaşı, üst seviyeleri açık kahve, sarı, gri, bej renkli kalın-çok kalın tabakalı yer yer masif, gözenekli, erime boşluklu, kavkılı, kırık ve çatlaklı kireçtaşı kaya türlerinden oluşur. 100-500 m arasında değişen kalınlıktaki birimin taban dokanağı Üst Kretase-Paleosen, tavan dokanağı Oligosen yaşlı birimlerle uyumludur (MTA 1996, 1997). Marn-marnlı kireçtaşı-tebeşirli kireçtaşı (Omrn) toplam 426,85 km² alanda yüzeylenmektedir. Birim tabandan itibaren açık gri renkli, yumuşak, milli-killi, marn-çört ardalanmalı marn-marnlı kireçtaşı, üst seviyeleri killi-tebeşirli kireçtaşı kaya türlerinde oluşur. Hakim kaya türü marnlardır. Havza kenarı veya derin şelf kenarı mikrofasiyes ortamında çökelmıştır. 100-250 m arasında değişen kalınlıktaki birim, Eosen yaşlı birimler üzerine uyumlu bir dokanakla yer alır. Miyosen Kireçtaşı (Mkçt) birimi 312,42 km²lik alana sahip olup birim alttan üste doğru krem, beyazımsı-kirli sarı renkli orta-kalın tabakalı, çört yumrulu, masif kireçtaşı, kirli sarı renkli orta-kalın tabakalı çört yumrulu, fosil kavkılı kireçtaşı, üst seviyeleri beyazımsı krem-kirli sarı renkli, kalın-çok kalın tabakalı, az çört yumrulu, bol Ekinit fosilli kireçtaşlarından oluşur. Çalkantılı sığ su mikrofasiyes ortamında çökelen birimin kalınlığı 0-150 m arasında değişir. Oligosen yaşlı birimler üzerinde uyumlu bir dokanakla yer alır (MTA 1996, 1997).

Çakıltası-Kumtaşı-Şeyl-Çakıllı Kiltası (Mflş) birimlerinden oluşan Miyosen filişleri çalışma alanının güneyinde Karadibek ve Mağaracık çevresinde 2,70 km² alanda yüzeylenmektedir. Çakıltası, kumtaşı, şeyl ardalanmalı akarsu ile kumtaşı, marn gibi göl çökellerinin ardalanmasından oluşur. Yanal ve dikey geçişli olan birimin kalınlığının 0-150 m arasında değişir. Miyosen yaşlı birimler üzerinde uyumlu bir dokanakla yer alır (MTA 1996, 1997). Filiş birimlerin üzerinde bulunan bazaltlar (Mbz) yaklaşık 134,51 km² alanda yüzeylenmektedir. Kırmızımsı, koyu kahve, koyu gri ve siyahımsı renkte, tabakasız, yer yer tabakalı, gözenekli, lav akıntıları, yer yer aglomera ve tüf ara bantlı yüzeylenmelerinden oluşur. Kalınlığı 0-150 m arasında değişir. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olan bazaltlar daha yaşlı birimler üzerinde açılal uyumsuzlukla yer alır (MTA 1996, 1997). Kuvaterner örtü birimlerinden Eski Alüvyon (PIQ) ovanın güney doğusu ve kuzey batısında toplam 69,96 km²lik alanda yüzeylenmektedir. Akarsuların eski yataklarında ve düzlüklerde gevşek tutturulmuş çakıltası-kumtaşı-çamurtaşlarından oluşan birimin kalınlığı 0-80 m arasında değişir. Alüvyon (Qal) ise Tüzelsuyu dere, Sacirsuyu çayı ile yan kollarının vadi ve yataklarında tutturulmamış güncel çakıl, kum, çamur depozitlerinden oluşur. Çalışma alanında 362,09 km² alanda yüzeylenen birimin kalınlığı 0-10 m arasında değişmektedir (MTA 1996, 1997).

4.2. Hidrojeolojik Özellikler (Hydrogeological Properties)

4.2.1. Su Noktaları (Water Points)

Çalışma alanı içerisindeki en önemli su noktaları Tüzelsuyu dere, Sacirsuyu çayı, akımları sürekli olan Kırkgöz, Aynafar, Karpuzatan, Akpınar (Cağdın) kaynakları ve yağışların az olduğu dönemlerde sürekli akımları olmayan Enebacı ve Çapalı kaynaklarıdır.

4.2.2. Akarsular

Tüzelsuyu dere, çalışma alanının güney batısından Çimenli, Şahinbey, Yeşil mahalleleri çevrelerinde küçük debili kaynak akımlarından oluşur. Güneydoğu yönünde Bahre dere akımlarıyla birleşip Kayacık barajı rezervuarına akar. Kayacık barajı inşa edilmeden önce Aynafar kaynağı akımlarının katılımıyla güney yönünde akarak Akçakoyunlu mahallesi yakınlarında Sacirsuyu çayına katılır. Tüzelsuyu deresi en yüksek yıllık ortalama akımı 2,235 m³/s ile 1968 yılında, en düşük yıllık ortalama akımı 0,036 m³/s ile 1983 yılında gerçekleşmiştir. Tüzelsuyu deresi 1979-1984 yılları arasında Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında kurudur (DSİ, 2018).

Gaziantep il merkezi batısında Pancarlı ve İbrahimli mahalleleri çevrelerinden doğan Sacirsuyu çayı, doğu ve güneydoğu istikametinde akarak Gaziantep il merkezi, Oğuzeli ilçe merkezi ve yakın çevrelerindeki mahallelerin atık sularının katılımından sonra güney yönünde ilerleyip Akçakoyunlu mahallesi güneyinden Suriye topraklarına girer. Drenaj alanı 999 km²'dir. Sacirsuyu çayının en yüksek ortalama yıllık akımı 9,925 m³/s ile 1969 yılında, en düşük akım değeri ise 2,451 m³/s ile 1966 yılında gerçekleşmiştir. Sacirsuyu çayı Aralık-Mayıs döneminde en yüksek akım değerlerine ulaşmaktadır (DSİ, 2018).

4.2.3. Kaynaklar

Kırkgöz Kaynağı; Oğuzeli ilçesi Sazgın mahallesinin takriben 2 km kuzeybatısında Eosen yaşlı çakıllaşları ile Paleosen yaşlı marınların kontağından 698,33 m kotunda birden fazla noktadan boşalmaktadır. Kaynaktan kaptaj yapılarak içme-kullanma suyu olarak kullanılmakta, bir kısmı ise Sazgın civarındaki arazilerde tarımsal sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Aynafar Kaynağı; Oğuzeli ilçesinin Yukarıgüneyse mahallesinin 2 km kuzeyinde Pliyo-Kuvaterner birimlerden 598,10 m kotunda birden fazla gözden boşalmaktadır. Kaynak yağışların fazla olduğu kış aylarında Kayacık barajını da beslemektedir. İçme-kullanma ve sulama suyu ihtiyacının karşılanmasında kullanılan Aynafar kaynağı, Kayacık barajındaki su seviyesi maksimum değerlere ulaştığında büyük oranda su altında kalmaktadır. Kaynağın maksimum ortalama akımı 472,83 l/s ile 1996 yılında, minimum ortalama akımı 304,50 l/s 1990 yılında gerçekleşmiştir. Aynafar kaynağı rezervuarında yüzeylenen jeolojik birimlerde karstlaşma az-orta derecede gelişmiştir (DSİ, 2018).

Karpuzatan Kaynağı; Oğuzeli ilçesinin 1 km güneybatısında Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerden 656,41 m kotunda birden fazla gözden kaynarak boşalmaktadır. Kaynak akımları ile yaklaşık 200 hektar tarım alanı sulanmaktadır. Tarımsal sulama mevsimi dışında kaynak suları Sacirsuyu çayına karışır. Kaynak akımları Aralık-Haziran ayları arasındaki dönemde en yüksek, diğer aylarda ise birbirlerine yakın değerlerdedir. Kaynağın maksimum ortalama akımı 413,50 l/s ile 1995 yılında, minimum ortalama akımı 146,40 l/s 1991 yılında gerçekleşmiştir. Orta değişken kaynak özelliğindeki Karpuzatan kaynağı rezervuarında yüzeylenen jeolojik birimlerde karstlaşma az-orta derecede gelişmiştir. Yeraltısuyu hareketinin eklem ve çatlaklar boyunca olduğu, yüzey drenaj alanından daha geniş bir alandan beslendiği söylenebilir. Yağışlar kısa sürede ve kaynak akımlarını etkilemekle beraber 1-2 ay gecikmeli olarak ta etkiler. Yağışların az veya olmadığı aylarda kaynak akımları büyük boyutta azalır (DSİ, 2018).

Akpınar (Cağdın) Kaynağı; Oğuzeli ilçesinin 7 km kuzeyinde Akpınar mahallesinde Oligosen yaşlı tebeşirli-killi kireçtaşlarından 724 m kotunda birden fazla noktadan boşalmakta ve akış göstermektedir. Kaynak sularının yaklaşık 100 l/s'isi Oğuzeli ilçe merkezleri ve Barak grubu mahallelerinin içme-kullanma suyu olarak kullanılmakta, geri kalan kısmı ise tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Akpınar (Cağdın) kaynağının maksimum yıllık ortalama akımı 396,10 l/s ile 2002 yılında, minimum akımı ise 123,40 l/s ile 2009 yılında gerçekleşmiştir. Enebacı Kaynağı; Oğuzeli-Sazgın mahallesinin 1,5 km güneyinde Oligosen yaşlı tebeşirli kireçtaşı çatlaklarından yarımaya şeklindeki bir zondan belirgin 4 noktadan boşalmaktadır. Yağışın az olduğu yıllarda debisi azalan veya kuruyan kaynağın ortalama debisi 43 l/s'dir. Kaynak tarım alanlarının sulanmasında kullanılmakta, sulama mevsimi dışında ise kaynak suları Kızılhisar deresine karışmaktadır. Çapalı Kaynağı; Gaziantep alt havzasının güneybatısında Çapalı mahallesinin 1 km kuzeybatısında 710 m kotunda birden fazla gözden bazalt biriminin kırık ve çatlaklarından boşalmaktadır. Çapalı kaynağı yakın çevresinde tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Sulama mevsimi dışında ise Bahra deresine karışmaktadır (DSİ, 2018).

4.2.4. Kuyular (Wells)

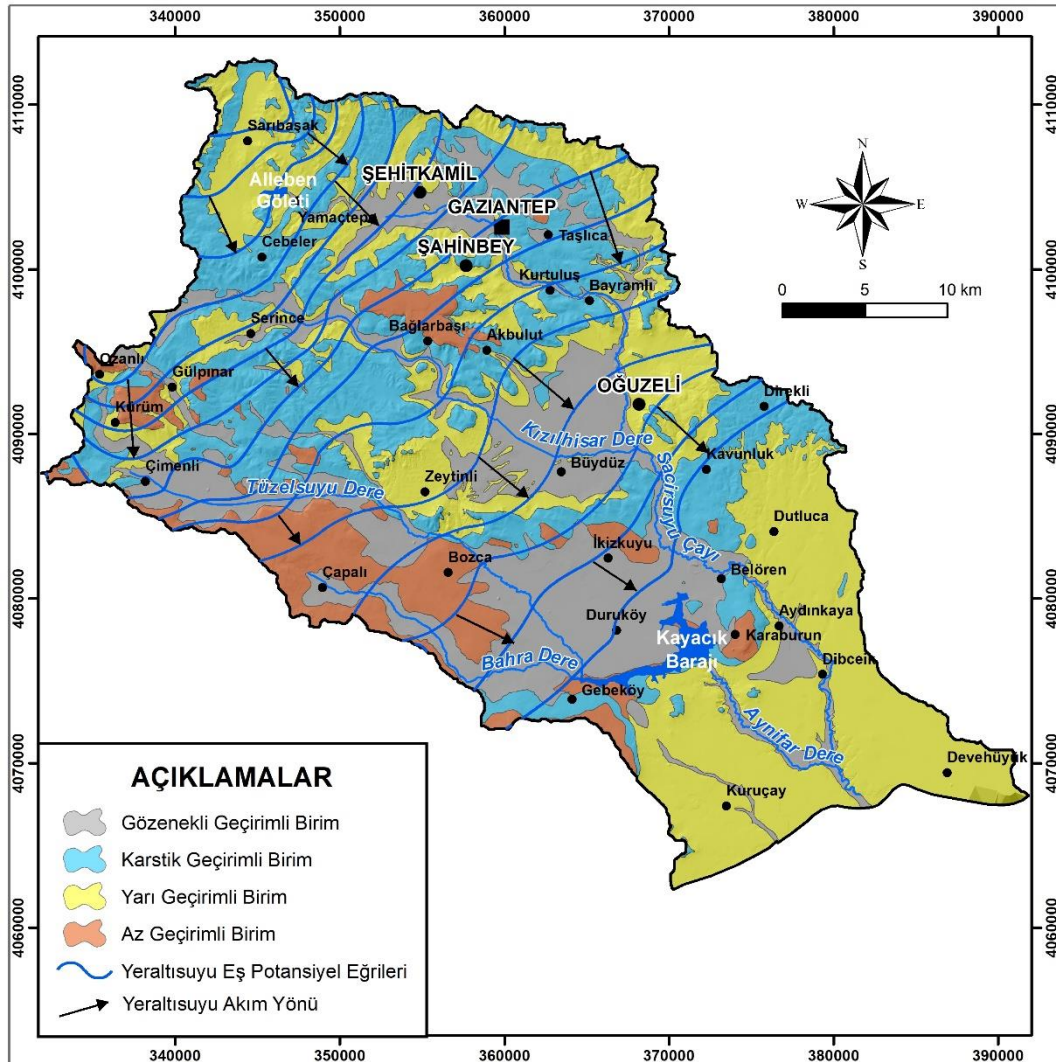
Çalışma alanında özellikle şehir merkezinde bulunmak üzere toplam 94 adet olan sığ kuyuların derinlikleri 10 m ve daha azdır. Ayrıca, Devlet Su İşleri (DSİ), İl Özel İdaresi, GASKİ ve Özel şahıslar tarafından 24-275 m arasında değişen derinliklerde açılmış olan çok sayıda sondaj kuyusu mevcuttur. Bunlardan, 75 adedi araştırma amaçlı, 2362 adedi içme-kullanma amaçlı, 32 adedi sanayi suyu temini amacıyla ve 6228 adedi tarımsal sulama amaçlı açılmıştır (DSİ, 2018).

4.3. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri (Hydrogeological Properties of Lithological Units)

Çalışma alanında bulunan litolojik birimler, hidrojeolojik özelliklerine göre tekrar değerlendirilerek sınıflandırılmış ve bölgenin hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 3). Araştırma konusunu oluşturan alanda yer alan jeolojik birimler fiziksel ve hidrojeolojik özellikleri ile akifer olabilme potansiyelleri bakımından gözenekli geçirimli birim, karstik geçirimli birim, Yarı geçirimli birim ve Az geçirimli birim olmak üzere dört ayrı grupta incelenmiştir. Çalışma alanında yüzeylenen her bir jeolojik birimin litolojik özellikleri ve hidrojeolojik yapıları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Gözenekli Geçirimli Birim: Çalışma alanında alüvyonlar Sacir, Tüzelsuları ile eski ve yeni yatakları ile yan kolları çevresinde yüzeylenirler. Sığ kalınlıkta olmakla beraber içerdiği çakıl, kum, çakıllaş, kumtaşı gibi gözenekli geçirimli birimler nedeniyle akifer özelliğindedir. Kalınlığının fazla olmaması nedeniyle yağışlardan ve akarsulardan bünyesine aldığı yeraltısuyunu boşluklarda bulundurması ile birlikte alttaki birimlere ileten beslenme kayacı niteliğindedir. Çalışma alanında Sacirsuyu çayı ve Tüzelsuyu derelerin vadileri ve yan kolları vadilerinde toplam 362,09 km² alanda alüvyon birim yüzeylenmektedir ve birim içinde açılmış olan çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır.

Karstik Geçirimli Birim: Çalışma alanında yüzeyleyen Miyosen yaşlı kireçtaşı ve Eosen yaşlı tebeşirli kireçtaşı-kavkılı kireçtaşı birimleri karstik yapıları sebebiyle "Karstik Geçirimli Birim" olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanının kuzeybatı ve batısında yüzeyleyen Eosen Yaşlı Tebeşirli Kireçtaşı-Kavkılı Kireçtaşı biriminin, bölgede meydana gelen tektonik hareketler sonucu karstik yapı kazanan, genellikle yükseltileri oluşturan, kavkılı kireçtaşlarından oluşan üst seviyeleri, litolojik yapısı nedeniyle akifer kayacı özelliğindedir. Düşük topografyada yüzeyleyen kavkılı kireçtaşlarının yeterli kalınlıktaki taban seviyeleri ile tebeşirli kireçtaşları seviyeleri akifer özelliği gösterirler. Akiferin geçirimsiz taban kayacı, açık gri, kahve renkli çakıltası, milli, killi, çört-marn ardalanmasından oluşur. Düşük topografyada tarımsal sulama ve içme-kullanma suyu temini için Sarıbaşak, Cebeler, Yamaçtepe, Kürüm ve Ozanlı mahalleleri çevrelerinde kavkılı kireçtaşı ve kırıntılı kireçtaşı ara bantlı tebeşirli kireçtaşları geçilen 100-200 m arasında açılan sondaj kuyularından 2-10 l/s arasında değişen debilerde yeraltısuyu üretimi yapılmaktadır. Sondaj kuyuları verimleri, geçilen kırık ve çatlak sistemlerinin oranlarına göre değişiklik gösterirler. İçme-kullanma suyunun temini için açılan Cebeler Mahallesi kuyusunda 60 m düşümle 2 l/s, Sarıbaşak mahallesi kuyusunda 50 m düşümle 3 l/s, Kürüm mahallesi kuyusunda 20 m düşümle 10 l/s verim alınmıştır. Eosen yaşlı birimlerin toplam alanı 77,69 km²'dir (DSİ, 2018).



Şekil 3. Çalışma alanının hidrojeoloji haritası (Hydrogeological map of the study area)

Çalışma alanında oldukça geniş alanda yüzeyleyen litolojik yapısı nedeniyle akifer kayacı olan Miyosen kireçtaşları, en kalın olarak alt havzanın kuzey doğusunda Küçük Göllüce damları ile güney doğuda Karadibek, Sütluçe, Yeniköy, Kaşyolu, Yakacık, Gündoğan, Karataş mahalleleri çevrelerinde akifer özelliği taşır. Düşük topografyada yeterli kalınlıkta geçilen kırık ve çatlakların oranlarına göre 100-150 m arasında değişen derinliklerde araştırma, içme suyu ve tarımsal sulama amaçlı açılan sondaj kuyularında yeraltısuyu üretimi yapılmaktadır. Alt havzanın batısında Burçkarakuyu, Geneyik, Muhaciroşman mahalleleri çevrelerinde yüzeyleyen kireçtaşları topoğrafik olarak üst kotlarda yer alması ve yeterli kalınlıkta olmaması nedenleriyle daha çok beslenme kayacı özelliği taşır. Alt havzada genelinde, Miyosen yaşlı kireçtaşlarından yukarıda bahsedilen alanlar haricinde topoğrafik konumu, kalınlığı, kat edilen kırık-çatlak oranlarına göre tarımsal sulama ve kullanma amaçlı

açılan şahıs kuyularından 0,5-2 l/s arasında değişen debilerde yeraltısını üretimi yapılmaktadır. Miyosen yaşlı kireçtaşlarının toplam yayılım alanı 312,42 km²'dir (DSİ, 2018).

Yarı Geçirimli Birim: Çalışma alanında yüzeyleyen Oligosen yaşlı marn-killi kireçtaşları-tebeşirli kireçtaşları, Pliyo-Kuvaterner yaşlı çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı birimleri ve Paleosen yaşlı killi kireçtaşı-marn-kumtaşı arabantlı marn birimleri yer yer geçirimsiz seviyeler içerdiğinden "Yarı Geçirimli Birim" olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanında marnlı birimlerin üst seviyelerini oluşturan kumtaşı arabantlı tebeşirli-killi kireçtaşları kısmen akifer özelliği gösterirler. Akiferin geçirimsiz taban kayacı birimin marnlı seviyelerinden oluşur. Kumtaşı arabantlı tebeşirli kireçtaşlarının yeterli kalınlık gösterdiği çalışma alanın Alleben dere ve Sacirsuyu çayının vadisinde uygun topografyada 22-220 m arasında açılan sondaj kuyularından yeraltısını üretimi yapılmaktadır. Alt havzanın kuzeybatısında tebeşirli killi kireçtaşlarının yüzeyleydiği Yamaçtepe mahallesi batısında ve Sarısalkım mahallesi güneyinde Pancarlı mevkiinde araştırma amaçlı açılan ve Alleben Göleti rezervuarında kalan tebeşirli-killi kireçtaşlarının kırık ve çatlaklı seviyeleri geçilen sondaj kuyusunda 10,4 m düşümle 45 l/s yeraltısını üretilmiş, kırık ve çatlak seviyeleri geçilmeyen sondaj kuyularından yeraltısı alınmamıştır (DSİ, 2018).

Çalışma alanının orta, doğu ve güney bölgelerine doğru Oligosen yaşlı birimlerin orta ve tabana yakın genelde marnlı seviyelerinin yüzeylemesi nedeniyle yeterli kalınlıkta ve kırık-çatlaklı seviyelerin geçilme oranlarına göre 1-5 l/s arasında değişen debilerde yeraltısını alınmaktadır. Oligosen yaşlı birimlerin yayılım alanı 426,85 km²'dir. Çalışma alanının güneydoğusunda Ekinveren, Dikmetaş, Kabağağaç, Çatalçam, Hatunlu mahalleleri ve çevrelerinde Pliyokuvaterner birimleri yüzeyleyebilir. Çakıltaşı, kumtaşı gibi geçirimsiz seviyeler içermekle beraber killi seviyelerde içerdiğinden homojen akifer özelliği göstermez. Geçirimli seviyelerin yeterli kalınlıkta olduğu alanlarda açılan sondaj kuyuları vasıtasıyla çok az miktarda da olsa yeraltısını alınmaktadır. Tarımsal sulama amaçlı şahıslar tarafından açılan 80-100 m derinlikteki kuyular vasıtasıyla kuyularda kat edilen geçirimsiz- yarı geçirimsiz birimlerin kalınlıkları ile orantılı olarak 0,5-1,5 l/s yeraltısını üretimi yapılmaktadır. Birimin yayılım alanı 69,96 km²'dir (DSİ, 2018).

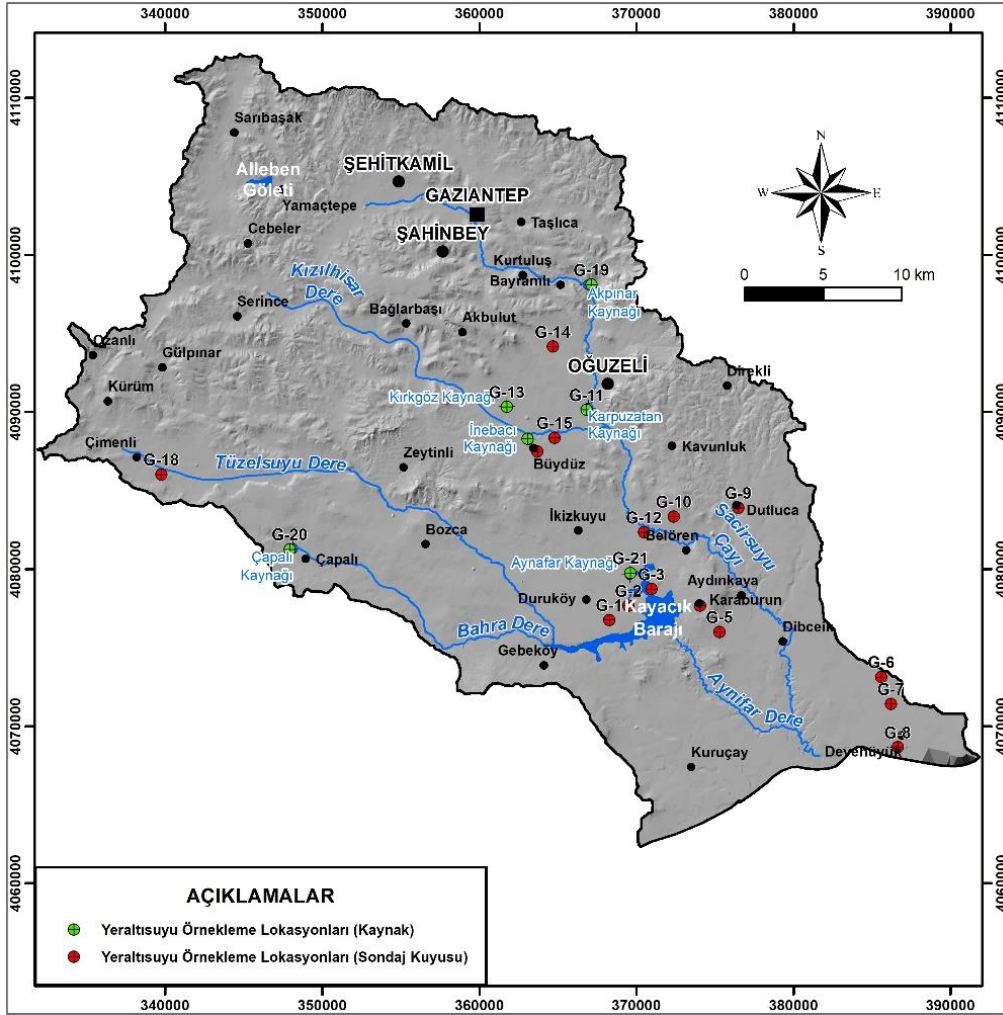
Az geçirimsiz birim: Çalışma alanında yüzeyleyen Miyosen-Pliyosen yaşlı bazalt ve çakıltaşı, kumtaşı, şeyl birimlerinden oluşan filiş birimleri "Az Geçirimli Birim" olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanının Akbulut, Bağlarbaşı mahalleleri, Küçük Karataş, Kara Taşlık çevreleri ile alt havzanın güney-güneybatısında Killik, Çatalsu, Törel, Çapalı mahalleleri ve Tüzel suyu ve Bahre dere vadisinde bazalt birimleri yüzeyleyebilir. Bazaltlar; oluşum esnasında kazandıkları gözenekli ve tektonik hareketler sonucunda oluşan kırıklı ve çatlaklı yapıları nedeniyle bilhassa, Tüzel suyu vadisinde kısmen akifer özelliği taşırlar. Yeterli kalınlıkta olduğu düşük topografyada 80-100 m arasında değişen derinliklerde açılan şahıs kuyularından tarımsal sulama amaçlı yeraltısını üretimi yapılır. DSİ tarafından alt havzada 1-132 m kalınlıkta Pliyokuvaterner birimlerinden sonra girilen 132-250 m'ler arasında 118 m bazaltta ilerlenen, bazaltlar içerisinde sonlandırılan sondaj kuyusunda 57,18 m düşümle 0,9 l/s yeraltısını alınmıştır. Çoğunlukla Tüzel suyu vadisinde 80-110 m arasında değişen derinliklerde şahıslar tarafından tarımsal sulama amaçlı açılan kuyular vasıtasıyla da geçilen bazaltların kalınlığı ve kırık-çatlak seviyelerinin oranlarına göre 0,5-2,5 l/s yeraltısını üretimi yapılmaktadır. Birimin yayılım alanı 134,51 km²'dir (DSİ, 2018).

Çalışma alanındaki sondaj kuyularında ölçülmüş yeraltısı seviyesi değerleri DSİ (2018)'den temin edilmiştir. Bölgede yeraltısı derinlikleri 1.05- 39 m arasında değişmekte olup yeraltısı statik seviyeleri ise 545 m ile 679 m arasında değişmektedir. Çalışma alanında yeraltısı eş potansiyel eğrilerine göre yeraltısı akımı genellikle kuzeybatıdan güney doğuya, Kayacık Baraj gölüne doğrudur (Şekil 3). DSİ (2018) tarafından yapılan çalışmada, Gaziantep alt havzasında yüzeyleyen jeolojik birimlerin yağışlardan beslenimi 180,74 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Kaynaklardan gerçekleşen yeraltısı boşalımı 31,43 hm³/yıl; içme-kullanma-sanayi kullanımı için alınan yeraltısı miktarı 23,15 hm³/yıl; tarımsal sulama amaçlı sondaj kuyularından gerçekleşen yeraltısı boşalımı ise 106,29 hm³/yıl olarak belirlenmiştir. Beslenme ve boşalım farklı olarak belirlenen 19,87 hm³/yıl yeraltısının ise içe akış ile Suriye'ye boşaldığı belirtilmektedir.

4.4. Hidrojeokimyasal Özellikler (Hydrogeochemical Properties)

Çalışma alanında yer alan yeraltısının kalitesi, kullanım koşulları, kökeni ve hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Mayıs-2017 döneminde, 15 adet sondaj kuyusu ve 6 adet kaynaktan (Karpuzatan-G11, Kırkgöz-G13, Enebacı-G17, Akpınar-G19, Çapalı-G20, Aynafar-G21) su örnekleri alınarak analizler yaptırılmıştır (Şekil 4). Su örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarının istatistiksel özeti Tablo 1'de verilmiştir. Örneklem sırasında Elmetron CX-401 ve YSI Professional Plus marka çok parametrelili taşınabilir su kalitesi ölçüm cihazları kullanılarak yerinde ölçümler yapılmıştır. Yeraltısı örneklerinin % iyon dağılım grafikleri Şekil 5'de verilmiştir. Yeraltısının hidrojeokimyasal özelliklerinin tanımlanmasında, genel kimyasal özellikler değerlendirilmiş ve Schoeller (1955), Piper (1944), Chadha (1999) ve Gibbs (1970) diyagramları kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Su örneklerinin kimyasal analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için hesaplanan yük denge hatası <% 5 olup kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Çalışma alanında yer alan yeraltısının kullanım amaçlarının

değerlendirilmesinde ise ulusal ve uluslararası standartların yanı sıra ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı kullanılmıştır.

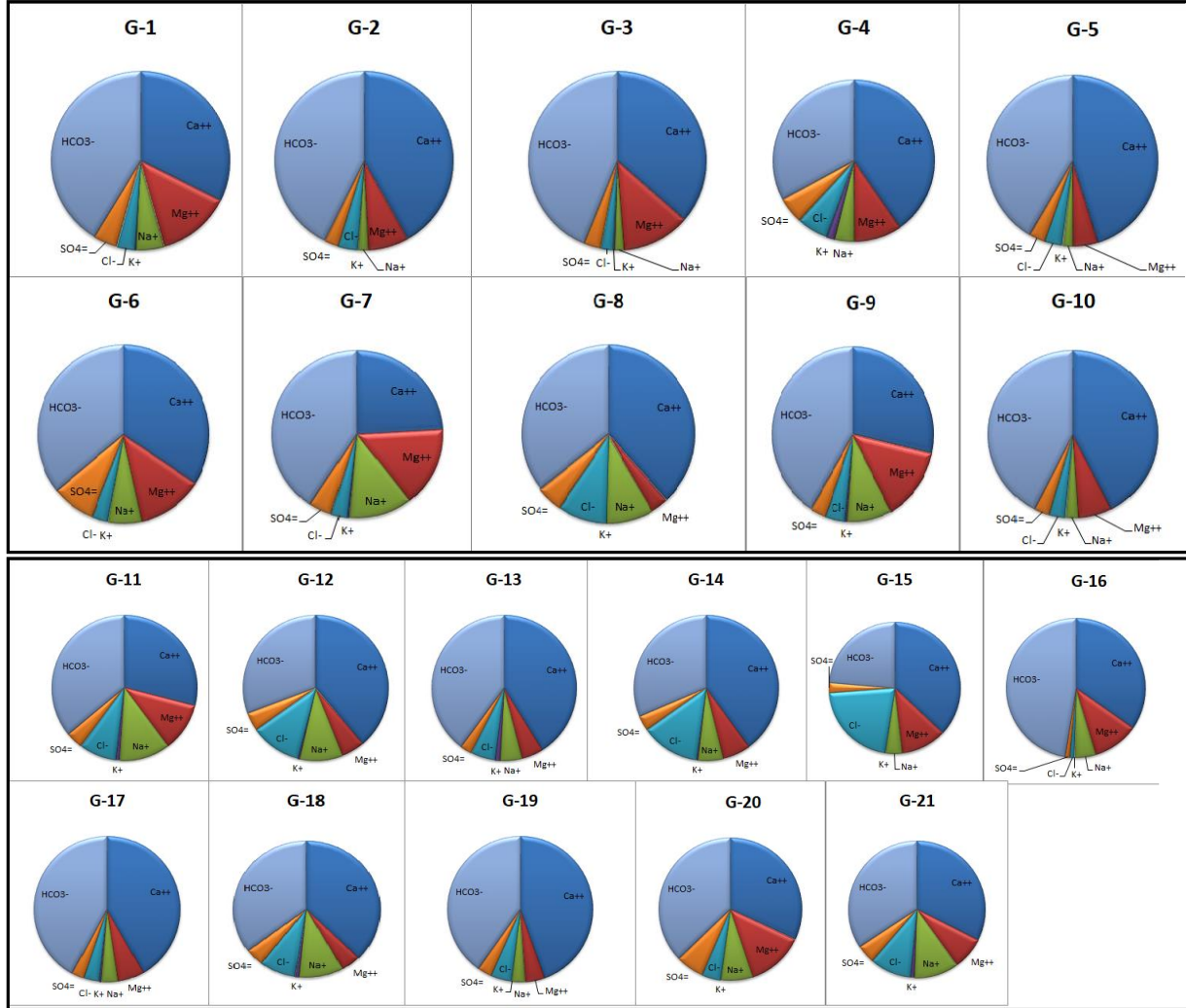


Şekil 4. Su örnekleri lokasyon haritası (Location map of the water samples)

Tablo 1. Su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (Chemical analysis results of water samples)

Parametre	Birim	Örnek sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	TS266 (2005) mg/l	WHO (2008) mg/l
pH		21	7.13	8.20	7.57	0.32	6.5-9.5	6.5-8.5
EC	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	21	405.00	1154.00	661.00	185.82		
TDS	(mg/L)	21	234.33	692.40	393.45	111.18		1000.00
Na	(mek/l)	21	0.14	1.72	0.80	0.51	200.00	200.00
K	(mek/l)	21	0.02	0.15	0.80	0.48		
Ca	(mek/l)	21	2.19	8.13	4.65	1.39		200.00
Mg	(mek/l)	21	0.37	2.46	1.09	0.54		
HCO ₃	(mek/l)	21	3.25	7.35	4.70	0.96		
Cl	(mek/l)	21	0.15	4.71	0.92	1.05	250.00	250.00
SO ₄	(mek/l)	21	0.18	1.02	0.48	0.21	250.00	250.00
NO ₂	(mg/L)	21	0.23	1.99	1.65	0.71	0.50	3.00
NO ₃	(mg/L)	21	8.42	87.40	32.11	21.94	50.00	50.00
Al	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	5.32	93.22	31.52	37.17	0.20	0.20
Mn	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	6.34	35.31	20.93	13.19	0.05	0.4
Cu	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	28.72	49.99	40.40	8.28	2.00	2.00
Zn	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	20.72	38.14	28.32	6.85	-	-
Pb	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	1.32	4.53	2.95	1.32	0.01	0.01
As	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	0.81	1.30	1.16	0.24	0.01	0.01
Fe	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	94.97	919.40	314.60	341.91	0.20	-
Cr	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	1.09	3.76	2.41	1.27	0.05	0.05
Ni	($\mu\text{g}/\text{l}$)	21	11.14	17.60	12.82	2.77	0.02	0.07

Çalışma alanındaki su örneklerinin pH değerleri 7.13 – 8.20 arasında olup genel olarak “Bazik karakterli” sular sınıfında yer almaktadır. Kaynak sularının pH değerleri ise 7.13 – 7.67 arasındadır ve bazik karakterli sulardır. Bu durum sularda bikarbonat iyonunun baskın olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma alanından alınan su örneklerinin özgül elektriksel iletkenlik değerleri yerinde ölçümler ile belirlenmiş olup 405–1154 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Kaynak suları ise 452 – 844 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında EC değerine sahiptir. G12, G14, G15 ve G21 nolu su örneklerinde iyon bolluğuna bağlı olarak diğer örneklerden daha yüksek miktarlarda EC değeri ölçülmüştür. EC değerinin yüksek ölçüldüğü örneklerde kalsiyum, magnezyum ve nitrat miktarlarının diğer örneklere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre kaya-su etkileşimi ile birlikte tarımsal kirliliğin de EC değerlerinin yüksek olmasında etkili olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 5. Yeraltısu örneklerinin % iyon dağılım grafikleri (Ion distribution graphs of groundwater samples)

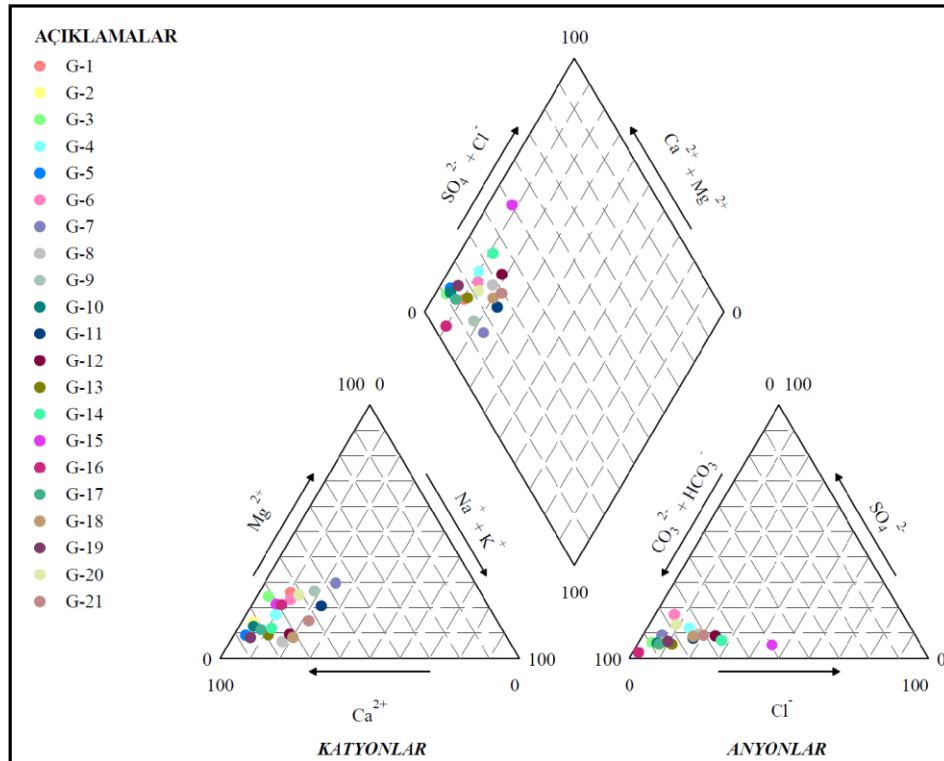
4.5. Suların Hidrojeokimyasal Sınıflaması (Hydrogeochemical Classification of Waters)

Schoeller (1955) yapmış olduğu sınıflandırmada suları klorür, sülfat ve karbonat miktarlarına göre sınıflandırmıştır (Tablo 2). Schoeller (1955)'in yapmış olduğu sınıflamaya göre alınan su örneklerinin hepsi Klorür derişimi bakımından “olağan klorürlü sular” sınıfına, sülfat derişimi bakımından “olağan sülfatlı sular” sınıfında yer almaktadır. Karbonat-Bikarbonat derişimi bakımından ise G-16 nolu örnek “Hiperkarbonatlı Sular” sınıfında, diğer tüm örnekler ise “olağan karbonatlı sular” sınıfında yer almaktadır.

Tablo 2. Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonat-bikarbonat sınıflaması (Schoeller (1955) classification of chloride, sulfate, carbonate-bicarbonate)

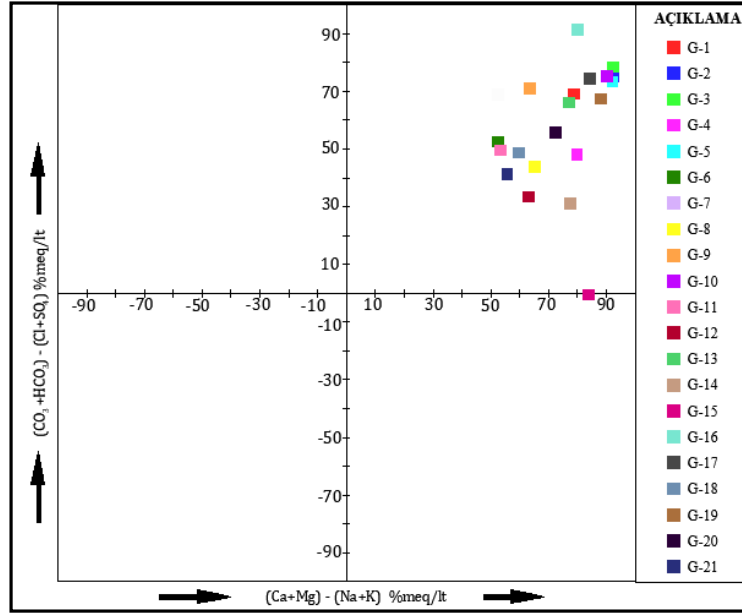
Klorür Sınıflaması	Su sınıfı	Klorür Miktarı (mek/l)
	Hiperklorürlü Sular	> 700
	Klorotalasik Sular	420-700
	Klorürce Zengin Sular	140-420
	Orta Klorürlü Sular	40-140
	Oligoklorürlü Sular	15-40
Sülfat Sınıflaması	Su sınıfı	Sülfat Miktarı (mek/l)
	Hipsülfatlı Sular	> 58
	Sülfatlı Sular	24-58
	Oligosülfatlı Sular	6-24
Karbonat-Bikarbonat Sınıflaması	Su sınıfı	Karbonat+Bikarbonat Miktarı (mek/l)
	Hiperkarbonatlı Sular	> 7
	Olağan Karbonatlı Sular	2-7
	Hipokarbonatlı Sular	< 2

Çalışma alanındaki yeraltısuyu örneklerine ait analiz sonuçları Piper diyagramı üzerinde gösterilerek su örneklerinin hidrojeokimyasal fasiyesleri belirlenmiştir (Şekil 6). Piper (1944) diyagramı suların genel anyon-kasyon içeriğini dikkate alarak su fasiyeslerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yeraltısuyu örneklerinin genel olarak Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃'lü sular fasiyesinde olduğu görülmektedir. Çalışma alanındaki su kaynakları genel olarak kireçtaşı ve dolomit gibi karbonatlı kayalar ile etkileşim halindedir ve baskın su tiplerinin söz konusu kayaç-su etkileşimi sonucunda geliştiği görülmektedir.

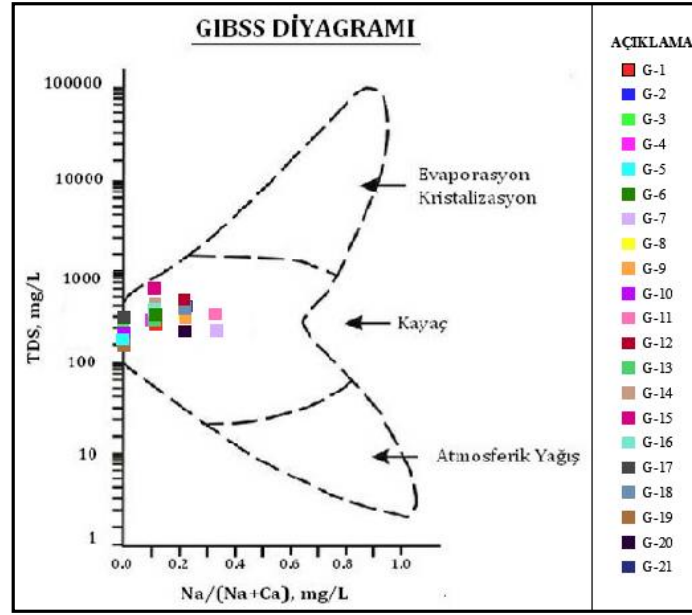
**Şekil 6.** Piper diyagramı (Piper diagram)

Ayrıca, su örneklerinin anyon ve kasyon değerleri Chadha Diyagramı (1999) üzerine yerleştirilerek suların hidrojeokimyasal özellikleri yorumlanmıştır (Şekil 7). Bu diyagram, Piper Diyagramının (1944) değiştirilmiş halidir. Farkı ise, iki eşkenar üçgenin çıkarılmış olmasıdır. Hazırlanan Chadha diyagramına göre, alınan tüm su örnekleri Ca-Mg-HCO₃ su tipindedir. Su tipleri tamamen kaya-su etkileşiminin bir sonucu olup Ca-Mg-HCO₃ su tipini havza içerisindeki kalkerli kayaların varlığı ile açıklamak mümkündür. Çalışma alanında belirlenen su tipinin hangi işlev ve/veya mekanizma sonucu değiştiğini belirleyebilmek için ise su örneklerinin iyonik oranları Gibss Diyagramı üzerine yerleştirilmiştir. Gibss Diyagramında, su örneklerinin tamamı "Kayaç Baskın" bölgesine

düşmektedir (Şekil 8). Bu da, su kimyasını kontrol eden ana mekanizmanın, kayaç yapıcı minerallerin kimyasal ayrışması olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Chadha diyagramı (Chadha diagram)



Şekil 8. Gibbs diyagramı (Gibbs diagram)

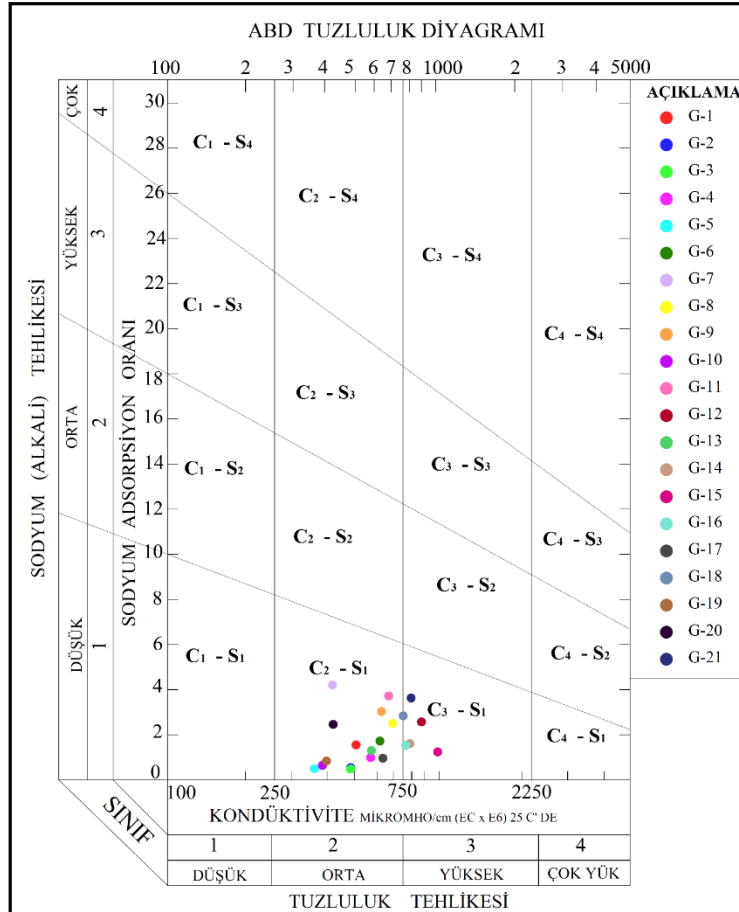
4.6. Suların Kullanım ve Kalite Özellikleri (Usage and Quality Characteristics of Waters)

Çalışma alanından alınan su örneklerinin kullanım özelliklerinin değerlendirilmesinde öncelikle analiz sonuçları TSE-266 (2005) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2008) tarafından belirtilen içme suyu limit değerleri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Buna göre, G11 ve G18 nolu su örnekleri Fe bakımından, G4, G12 ve G15 nolu su örnekleri ise NO_3 bakımından içme suyu limit değerlerin üzerinde olup içme suyu olarak kullanıma uygun değildir. Yüksek Fe değerinin ölçüldüğü su örnekleri alüvyon ve karstik akiferden beslenen Karpuzatan Kaynağı (G11) ve G18 nolu sondaj kuyusundan alınmış olup buldukları lokasyonlarda yüksek Fe içeriğine sebep olabilecek antropojen kökenli kirleticiler bulunmamaktadır. Bu durum, örneklerin kayaç-su etkileşimi sonucunda yüksek Fe konsantrasyonuna sahip olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir. Su örneklerinde belirlenen nitrat artışlarının ise daha çok tarımsal faaliyetler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışma alanındaki sularının sulamada kullanılabilirliğini belirlemek için sular Sodyum Adsorbsiyon Oranlarına (SAR) ve Özgül Elektriksel İletkenlik (EC) değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı kullanılarak suların sulamada kullanılabilirliği tartışılmıştır. Çalışma alanındaki yeraltısularının analiz

sonuçları kullanılarak hesaplanan SAR değerleri genel olarak 0.14 ile 1.34 arasında değişmekte olup 'çok iyi özellikte sulama suları' sınıfına girmektedir. Sular toplam tuz içeriğine göre ise 405-1154 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında ölçülmüş olan EC değerlerine göre 'orta-yüksek tuzlu sular' sınıfında yer almaktadır.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı'na göre yapılan sınıflamada su örneklerine ait SAR ve özgül elektriksel iletkenlik değerleri kullanılmıştır (Şekil 9). Buna göre, çalışma alanındaki su örneklerinin tümü 'C2S1 ve C3S1' sınıfındadır. Kaynak sularından ise sadece Aynafar kaynağı C3S1 sınıfında yer almaktadır. Bu sonuç çalışma alanı ve yakın çevresindeki suların genel anlamda orta-fazla tuzlu olup sodyuma karşı duyarlı bitkiler dışında kullanılabilir özellikte sular olduğunu göstermektedir.



Şekil 9. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı (U.S. Salinity Laboratory Diagram)

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Gaziantep ili içme suyu ihtiyacının karşılandığı yeraltısuları bölgedeki gözenekli ve karstik akifer birimler sağlanmaktadır. Ayrıca, kaynak suları da içme ve sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada çalışma alanındaki yeraltısuyu ve kaynak sularının iyon özellikleri ve kalitesi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, su örneklerinde belirlenen hakim iyonlar Ca, Mg ve HCO_3 'tür. Buna bağlı olarak baskın su tipinin Ca- HCO_3 ve Ca-Mg- HCO_3 olduğu belirlenmiştir. Gibbs Diyagramına göre, su örneklerinin tamamı "Kayaç Baskın" bölgesinde yer almaktadır ve kayaç-su etkileşiminin su kimyasının gelişiminde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Analiz sonuçları TSE-266 (2005) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2008) tarafından belirtilen içme suyu limit değerleri ile karşılaştırıldığında örneklerin Fe ve NO_3 parametreleri bakımından içme suyu olarak kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir. Sulara nitrat artışı ise daha çok tarımsal kirleticiler ile ilişkilidir. Sular sulama suyu kullanımı bakımından incelendiğinde ise genel olarak orta-yüksek tuzluluğa sahip sular sınıfında olduğu ve tarımsal sulamada kullanımında kısıtların olduğu görülmektedir. Genel olarak çalışma alanında su kaynaklarının kalitesini etkileyen ve kullanımlarını kısıtlayan tarımsal kirleticilerin kontrol altına alınması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 4895 YL1-17 kodlu (ID:4451) münferit araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar, çalışmayı finansal olarak destekleyen SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Alan, E. 2017. Gaziantep İli Şehitkamil İlçesi Yeditepe Mahallesi İçme Suyu Şebeke Tasarımı (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü), 83 s.
- Bozdağ, A., Göçmez, G. 2013. Evaluation of groundwater quality in the Cihanbeyli basin, Konya, Central Anatolia, Turkey, *Environmental Earth Sciences*, 69(3), 921-937.
- Bozdağ, A. 2017. Çumra (Konya) Ovasındaki Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Sulama Suyu Kalitesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 559-571.
- Bozdağ, A. 2016. Assessment of the hydrogeochemical characteristics of groundwater in two aquifer systems in Çumra Plain, Central Anatolia, *Environmental Earth Sciences*, 75(8), 674.
- Chadha, D.K., 1999. A Proposed New Diagram For Geochemical Classification of Natural Water sand Interpretation of Chemical Data. *Hydrogeology Journal*, 7, 431-439.
- Çiftçi, H. 2011. Investigation of feasibility for Gaziantep earthquake master plan. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, 57 s.
- DSİ 2018. Gaziantep-Kilis Ovaları Hidrojeoloji Etüt Raporu Yapılması ve Yapıtılması İşi, DSİ 20. Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş.
- Fırat Ersoy, A., Gültekin, F. 2013. DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin (Amasya, Turkey). *Earth sciences research journal*, 17(1), 33-40.
- Gibbs, R., 1970. Mechanism Controlling World River Water Chemistry. *Science* 170,1088-1090.
- Jayaprakash, M., Giridharan, L., Venugopal, S., Krishna Kumar, S.P., Periyakali, P. 2008. Characterization and evaluation of the factors affecting the geochemistry of groundwater in Neyveli, Tamil Nadu, India. *Environmental Geology*, 54(4), 855-867.
- Kafadar, F. N., Saygıdeğer, S. 2010. Gaziantep ilinde organize sanayi bölgesi atık suları ile sulanan bazı tarım bitkilerinde kurşun (Pb) miktarlarının belirlenmesi. *Ekoloji*, 19(75), 41-48.
- MTA, 1996, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Urfa-N39 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- MTA, 1997, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Gaziantep-N38 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Piper, A.M. 1944. A Graphic Procedure in Geochemical Interpretation of Water Analyses, *American Geophysical Union Transactions* 25: 914-923.
- Schoeller, H., 1955. *GechemieDesEauxSouterranes*. ReviewInstitutieFranc. Petrole, Paris, 3-4.
- Srinivas, Y., Hudson Oliver, D., Stanley Raj, A., Chandrasekar, N. 2013. Evaluation of groundwater quality in and around Nagercoil town, Tamil Nadu, India: an integrated geochemical and GIS approach. *Applied Water Science*, 3, 631-651.
- Şener E, Şener Ş, Davraz A. 2009. Assessment of aquifer vulnerability based on GIS and DRASTIC methods: a case study of Senirkent-Uluborlu basin (Isparta,Turkey). *Hydrogeology Journal* 17: 2023-2035
- Şener, E., Davraz A. 2012. Assessment of groundwater vulnerability based on a modified DRASTIC model, GIS and an analytic hierarchy process (AHP) method: the case of Egirdir Lake basin (Isparta, Turkey), *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-012-0947-y
- Şimşek, C., Gündüz, O. 2007. IWQ Index: A GIS-Integrated Technique to Assess Irrigation Water Quality, *Environmental Monitoring Assessment*, 128:277-300.
- TS-266, 2005. Sular - İnsani tüketim amaçlı sular, TS-266, Türk Standartları Enstitüsü, 25 s, Ankara.
- Vasanthavigar, M., Srinivasamoorthy, K., Vijayaragavan, K., Rajiv Ganthi R., Chidambaram S., Anandhan, P., Manivannan, R., Vasudevan, S., 2010. Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India, *Environmental Monitoring Assessment*, 171:595-609.
- WHO 2008. World Health Organisation Guidelines for Drinking-water Quality, Third Edition Incorporating the First and Second Addenda, WHO Publication, Geneva, 668 p. 2008.