

**GAZİPAŞA (ANTALYA) KIYI OVASININ HİDROJEOLÖJİK
İNCELEMESİ**

**HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF GAZİPAŞA (ANTALYA)
COASTAL PLAIN**

ÇAĞLAR BOZAN

C. SERDAR BAYARI
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

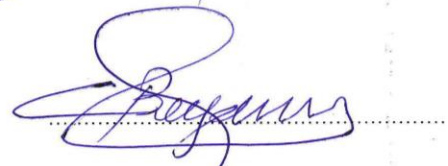
2018

ÇAĞLAR BOZAN'nın hazırladığı “**Gazipaşa (Antalya) Kıyı Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hatim ELHATİP
Başkan



Prof. Dr. C. Serdar BAYARI
Danışman



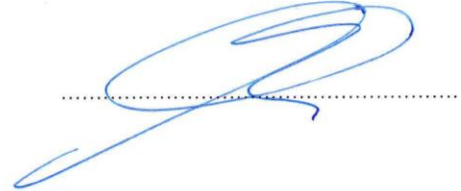
Prof. Dr. Mehmet ÇELİK
Üye



Prof. Dr. N. Nur ÖZYURT
Üye



Doç. Dr. Hüseyin KARAKUŞ
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ☒ **Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

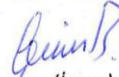
- ☐ **Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ☐ **Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- ☐ **Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

14 / 02 / 2018


(İmza)

Öğrencinin Adı Soyadı

Gağlar BOZAN

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarında uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/01/2018

ÇAĞLAR BOZAN

ÖZET

GAZİPAŞA (ANTALYA) KIYI OVASININ HİDROJEOLJİK İNCELEMESİ

ÇAĞLAR BOZAN

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. C. Serdar BAYARI

OCAK 2018, 111 sayfa

Gazipaşa Kıyı Ovası, Doğu Akdeniz havzasında, Antalya ili Gazipaşa ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Bölgenin temel geçim kaynağı tarım olup, sulama suyu ihtiyacı yüzey ve yeraltısuyundan sağlanmaktadır. Gazipaşa Ovası'nda bitki türüne bağlı yıllık toplam sulama suyu ihtiyacı 15.78 Mm³ olup, bunun 10.86 Mm³'ünün yeraltısuyundan karşılandığı tahmin edilmektedir. Yüzeysuyu kaynaklarının ardışık yıllar boyu gerçekleşen kuraklıktan olumsuz etkilenmesi nedeniyle ovadaki yeraltısuyu rezervi sürdürülebilir tarımsal üretim açısından önemli bir su güvenliği unsuru oluşturmaktadır. Bununla birlikte, mevcut yeraltısuyu rezervine ilişkin bilgiler oldukça eski olup, bunların güncel araştırma yaklaşımları ile yenilenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, bu çalışmada Gazipaşa Kıyı Ovası akiferine ait kavramsal hidrojeolojik modelin güncel jeolojik, hidrolojik, hidrojeokimyasal ve çevresel izotopik veriler ile oluşturulması hedeflenmiştir.

Ova alanı yaklaşık 38 km² olup, akifer özelliği gösteren birimler güncel jeolojik veriler temelinde Kuvaterner alüvyon, Neojen konglomeraları ve Paleozoyik kireçtaşlarından ve Kambriyen mermerlerinden oluşmaktadır. Hidrojeolojik yapının anlaşılması amacıyla anılan akifer birimlerine ait temsil edici toplam 28 yerde kurak ve yağışlı dönemlerde hidrokimyasal ve çevresel izotopik veri üretilmesi amaçlı yerinde ölçüm ve örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Su örneklerine ait sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve özgül elektriksel iletkenlik değerleri yerinde ölçülmüş, majör anyon-katyon, iz element, duraylı izotop ve trityum içeriklerinin belirlenmesi amacıyla örnekler alınmıştır.

Su örneklerinin majör iyon içerikleri çalışma alanında 2 farklı su grubu bulunduğunu göstermektedir. Bunlardan 1'inci grup NaCl fasiyesindeki deniz suyunu, 2'nci grup ise CaCO₃ / CaHCO₃⁻ fasiyesindeki tatlı suları temsil etmektedir. Çevresel izotop verilerine göre su örneklerinin büyük bir kısmı döteryum fazlası değeri +18 olan Yerel Meteorik Su Doğrusu üzerinde yer almaktadır. Duraylı izotop verileri kıyı akiferi yeraltısuyunun deniz suyu ile karışmadığını göstermektedir. Yerel Meteorik Su Doğrusundan pozitif yönde saçılan örneklerin sığ yeraltısuyunun buharlaşmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Gazipaşa Ovası kıyı akiferine ait yeraltısuyu bütçesine göre yıllık beslenim 71.1*10⁶ m³ olup bunun 32.0*10⁶ m³ü yağıştan, 39.1*10⁶ m³ü ise alüvyon akiferi çevreleyen kireçtaşı ve mermer gibi birimlerden sağlanmaktadır. Yeraltısuyu boşalım bileşenleri ise Buharlaşma-terleme kaybı (25.3*10⁶ m³), Yüzeysel akış (10.6*10⁶ m³), Sulama suyu ihtiyacı (10.9*10⁶ m³), Evsel su ihtiyacı (2.4*10⁶ m³), Yeraltısuyundan (0-2 m) buharlaşma (1*10⁶ m³), Denize boşalım (20.9*10⁶ m³) şeklindedir.

Anahtar Kelimeler: yeraltısuyu yönetimi, su ve gıda güvenliği, çevresel izotoplar, su kimyası.

ABSTRACT

HYGROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF GAZİPAŞA (ANTALYA) COASTAL PLAIN

ÇAĞLAR BOZAN

Master of Science, Geological Engineering Department

Supervisor: Prof. Dr. C. Serdar BAYARI

January 2018, 111 pages

The Gazipaşa coastal plain is located in the Eastern Mediterranean basin, within the borders of Gazipaşa district of Antalya province. The mainstay of the region is agriculture and the irrigation water demand is provided from surface water and groundwater. The total annual irrigation water demand of the plant species in Gazipaşa plain is 15.78 Million cubic meter (Mcm) and it is estimated that 10.86 Mcm of this demand is provided by groundwater. The surface waters are affected negatively by the droughts that occur for consecutive years. Hence, the groundwater reservoir is an important water security element in view of the sustainable agricultural production. However, information on existing groundwater reserves is rather old and needs to be updated with contemporary research approaches. For this purpose, it is aimed to construct a conceptual hydrogeological model of Gazipaşa coastal plain aquifer based on current geological, hydrological, hydrogeochemical and environmental isotopic data.

The plain area is about 38 km² and the units possessing aquifer character are composed of Quaternary alluvium, Neogene conglomerate and Paleozoic limestone and Cambrian marble. In situ measurement and sampling studies have been carried out to produce hydrochemical and environmental isotopic data in 28 representative sites of the aquifer units during arid and wet periods to characterize the hydrogeological structure. Temperature, pH, dissolved oxygen and specific electrical conductivity values of the water samples were measured in situ and samples were taken in order to determine the major anion-cation, trace element, stable isotope and tritium contents.

The major ion contents of the water samples indicate that there are 2 different water types in the study area. The first group represents seawater in the NaCl facies and the second group represents fresh water in the CaCO₃ / CaHCO₃⁻ facies. According to environmental isotope data, most of the water samples are located on the Local Meteoric Water Line which has a deuterium excess value of +18. Stable isotope data show that the groundwater in coastal aquifer does not mix with the sea water. Some groundwater samples deviate from the local meteoric water line in positive direction because of the evaporation of groundwater at shallow depths.

According to groundwater budget of Gazipaşa coastal plain, total annual recharge of 71.1*10⁶ m³ is supplied by precipitation (32.0*10⁶ m³) and by recharge from limestone and marble units (39.1*10⁶ m³) surrounding the alluvium. Groundwater's discharge components include Evapo-transpiration loss (25.3*10⁶ m³), surface flow (10.6*10⁶ m³), irrigation water use (10.9*10⁶ m³), domestic use (2.4*10⁶ m³), evaporation from groundwater (0-2 m) (1*10⁶ m³), discharge to sea (20.9*10⁶ m³).

Keywords: groundwater management, water and food security, environmental isotopes, water chemistry.

TEŞEKKÜR

Yazar tez çalışmasının gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Tez danışmanı Prof.Dr. C. Serdar BAYARI (HÜ) ve Prof.Dr. N. Nur ÖZYURT (HÜ) çalışmanın tüm aşamalarında bilgi ve deneyimleri ile yol gösterici ve destek olmuşlardır.

Prof.Dr. Hatim ELHATİP (Aksaray Ü.), Prof.Dr. Mehmet ÇELİK (Ankara Ü.) ve Doç.Dr. Hüseyin KARAKUŞ (Dumlupınar Ü.) tez metninin son halini almasında katkıda bulunmuşlardır.

Çalışma Kapsamında gerçekleştirilen arazi ve laboratuvar çalışmaları için maddi destek Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje no: FHD-2015-9161) tarafından sağlanmıştır.

DSİ Genel Müdürlüğü Yeraltısuları ve Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı ve DSİ Antalya XIII. Bölge Müdürlüğü Yeraltısuları ve Jeoteknik Hizmetler Şube Müdürlüğü ile başta Tanju İşeri olmak üzere anılan birimlerde çalışan personel çalışmaya destek vermişlerdir.

Prof.Dr. N. Nur ÖZYURT (HÜ), Kimya Müh. Füsün MUSLU (HÜ) ve Kimyager Esin ORHAN (HÜ) majör iyon, iz element ve trityum analizlerini gerçekleştirmişlerdir.

Dr. Pınar AVCI, Dr. Gizem ERKAN (HÜ) ve Harita-Kadastro Teknikeri Bülent TOPUZ (HÜ) arazi ve ofis çalışmalarında yardımcı olmuşlardır.

Dr. Koray TÖRK (MTA) ve Korhan ÇAKIR (MTA) yorum ve önerileriyle yardımcı olmuşlardır.

Gazipaşa Sulama Birliği yetkilisi Anıl Salman ve pompa işletim görevlileri arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde yardımcı olmuşlardır.

Son olarak sonsuz sabır, sevgi ve destekleriyle her an yanımda olan annem Naciye BOZAN, babam Bilal BOZAN ve ablam Radiye ORAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER	ix
ŞEKİLLER	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1.GİRİŞ	1
1.1. Gerekçe	1
1.2. Amaç ve Kapsam	1
1.3. Tez Metninin Ana Hatları	2
1.4. Önceki Çalışmalar	3
2. ÇALIŞMA ALANI	6
2.1. Coğrafi Konum	6
2.2. Çalışma Alanında Arazi Kullanımı	8
2.3. Jeoloji	10
2.3.1. Stratigrafi	10
2.3.1.1. Antalya Birliği	11
2.3.1.1.1. Zabuk Formasyonu (Ez)	11
2.3.1.1.2. Çaltepe Formasyonu (Eç)	11
2.3.1.1.3. Seydişehir Formasyonu (EOs)	11
2.3.1.1.4. Güneyyaka Formasyonu (Dg)	11
2.3.1.1.5. Dinek Formasyonu (Pd)	11
2.3.1.1.6. Kasımlar Formasyonu (TRk)	11
2.3.1.2. Alanya Birliği	12
2.3.1.2.1. Kurtbeleni Formasyonu (Eku)	12
2.3.1.2.2. Karagedik Formasyonu (Eka)	12
2.3.1.2.3. Payallar Formasyonu (Eop)	12
2.3.1.2.4. Cebireis Formasyonu (Pce)	12
2.3.1.3. Alüvyon	12
2.3.2. Tektonik	15

2.4. Hidrojeoloji.....	20
2.4.1. Hidrostratigrafik Birimler	20
2.4.2. Su Noktaları.....	24
2.4.2.1. Akarsular	24
2.4.2.2. Sondaj Kuyuları	26
2.4.2.3. Şahıs Kuyuları	26
2.4.2.4. Kaynaklar	27
3. VERİLER VE VERİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ	29
3.1. Derlenmiş Veriler	29
3.2. Üretilen Veriler.....	29
3.2.1. Yeraltısuyu Kotunun Belirlenmesi.....	29
3.2.2. Hidrojeokimya ve Çevresel İzotop Verileri	33
4. HİDROJEOLOJİK KAVRAMSAL MODELİN OLUŞTURULMASI	35
4.1. Giriş.....	35
4.2. Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri	35
4.2.1. Süreksiz Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri	35
4.2.2. Sürekli Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri	42
4.3. Hidrojeokimya Gözlemleri.....	51
4.3.1. Majör İyon İçeriği	54
4.3.2. İz Element İçeriği.....	60
4.4. Çevresel İzotop Çalışmaları	66
4.4.1. Oksijen-18 ve Döteryum	66
4.4.2. Duraylı İzotop Verilerinin Karşılaştırılması	73
4.4.3. Tritiyum (³ H)	75
4.4.4. Tritiyum Verilerinin Karşılaştırılması	79
4.5. Hidrolojik Bütçe Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	86
4.5.1. Yağış	86
4.5.2. Buharlaşma-Terleme	87
4.5.3. Yüzeysel Akış	90
4.5.4. Sulama Suyu İhtiyacı.....	92
4.5.5. Evsel Su İhtiyacı.....	98
4.5.6. Yeraltısuyundan Buharlaşma (0-2 m).....	98
4.5.7. Denize Boşalım	100
4.5.8. Depolamadaki Değişim.....	101

4.5.9. Kireçtaşı/Mermer Beslenimi.....	101
4.6. Hidrojeolojik Kavramsal Model	102
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	106
KAYNAKLAR.....	108
ÖZGEÇMİŞ	110



ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge-3.1. Örnekleme yapılan su noktalarının koordinatları (UTM zon: 36 N)...	31
Çizelge-4.1. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında YAS kotu değişimi. (Değerler ortalama deniz seviyesine göredir).....	36
Çizelge-4.2. Yeraltısuyu işletme kuyularına ait YAS kotu değerleri (m).....	40
Çizelge-4.3. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.....	52
Çizelge-4.4. 2016 Mayıs ve Eylül aylarında yüzey ve yeraltısularında ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.....	53
Çizelge-4.5. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleri majör iyon içeriği.....	55
Çizelge-4.6. 2016 yılı Eylül ayı örnekleri majör iyon içeriği.....	58
Çizelge-4.7. 2016 yılı Mayıs ayı iz elementlerin standart değerleri ve istatistikleri.	62
Çizelge-4.8. 2016 yılı Eylül ayı iz elementlerin standart değerleri ve istatistikleri.	64
Çizelge-4.9. 2016 yılı Mayıs ayı örneklerinin çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler.....	66
Çizelge-4.10. 2016 yılı Eylül ayı örneklerinin çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler.....	66
Çizelge-4.11. 2016 yılı Mayıs dönemine ait örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ analiz sonuçları.....	68
Çizelge-4.12. 2016 yılı Eylül dönemine ait örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ analiz sonuçları.....	72
Çizelge-4.13. 2016 yılı Mayıs ayı örneklerine ait trityum analiz sonuçları.	76
Çizelge-4.14. 2016 yılı Eylül ayı örneklerine ait trityum analiz sonuçları.	78
Çizelge-4.15. 2016 yılı Mayıs-Eylül aylarının karşılaştırılmalı %Na değerleri.	83
Çizelge-4.16 Gazipaşa Kıyı Ovası için yıllık gerçek buharlaşma-terleme miktarı.	89
Çizelge-4.17. İnceğiz ve Gökçeler AGİ ortalama yıllık akım değerleri.	90
Çizelge-4.18. 1970-2015 yılları için İnceğiz ve Gökçeler AGİ toplam akım değerleri.	91
Çizelge-4.19. Yüzeysel akışın hesaplanması.....	92
Çizelge-4.20. Bitki türlerine göre sulama suyu ihtiyacı.	94
Çizelge-4.21. Yıllık toplam sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi.....	95

Çizelge-4.22. Sulama kanallarının bulunmadığı bölgelerde sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi.	96
Çizelge-4.23. Yıllık toplam sulama suyu ihtiyacının kaynaklara göre dağılımı.	97
Çizelge-4.24. Yeraltısuyundan buharlaşmanın belirlenmesi.....	98
Çizelge-4.25. Gazipaşa Kıyı Akiferine ait yeraltısuyu hidrolojik bütçe bileşenleri.	102



ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 2.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.	7
Şekil 2.2. Çalışma alanı ve çevresine ait sayısal yükseklik modeli.	8
Şekil 2.3. Çalışma alanı arazi kullanım haritası.	9
Şekil 2.4. Gazipaşa Kıyı Ovası'nın genel görünümü (bakış kuzeybatıya).	13
Şekil 2.5. Çalışma alanı ve çevresine ait jeoloji haritası ([11]'den değiştirilerek). ..	14
Şekil 2.6. Çalışma alanı ve çevresine ait tektono-stratigrafik istif.	16
Şekil 2.7. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait A-A' jeolojik enine kesit.	17
Şekil 2.8. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait B-B' jeolojik enine kesit.	18
Şekil 2.9. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait C-C' jeolojik enine kesit.	19
Şekil 2.10. Çalışma alanı ve çevresine ait hidrojeoloji haritası.	22
Şekil 2.11. Çalışma alanı ve çevresine ait hidrostratigrafi.	23
Şekil 2.12. Delice ve Bıçkıcı derelerinin genel görünümü (bakış kuzeye).	24
Şekil 2.13. Sulama kanallarının dağılımı.	25
Şekil 2.14. Yeraltısuyu işletme kuyuları.	26
Şekil 2.15. Şahıs kuyuları.	27
Şekil 2.16. Mağara kaynağı.	28
Şekil 3.1. Ölçüm ve örnekleme yapılacak su noktası koordinatlarının belirlenmesi.	30
Şekil 3.2. Yeraltısuyu seviyesi ölçüm çalışmaları.	32
Şekil 3.3. Gözlem yapılan kuyularda yeraltısuyu seviyesi, sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik gözlemi için kullanılan veri toplar cihazı (CTD Diver).	33
Şekil 3.4. Örnekleme ve yerinde ölçüm çalışması.	34
Şekil 4.1. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında YAS kotu gözlemleri.	37
Şekil 4.2. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarına ait yeraltısuyu yük dağılım haritası. ..	39
Şekil 4.3. 1999-2013 yılları arasında YAS kotu ölçülen işletme kuyularına ait lokasyon haritası.	41
Şekil 4.4. Yeraltısuyu işletme kuyularında yağış-YAS kotu grafiği.	42
Şekil 4.5a. 62589 No.lı gözlem kuyusunda yağış-YAS kotu ilişkisi.	44
Şekil 4.5b. 62589 No. Gözlem kuyusundan YAS kotu-OGYES ilişkisi.	44
Şekil 4.6a. 62589 No.lı gözlem kuyusunda yağış-ÖEİ ilişkisi.	45
Şekil 4.6b. 62589 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-OGYES ilişkisi.	45

Şekil 4.7a. 62598 No.lı gözlem kuyusunda yağış-sıcaklık ilişkisi.....	46
Şekil 4.7b. 62589 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-OGYES ilişkisi.	47
Şekil 4.8a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda yağış-YAS kotu ilişkisi.....	48
Şekil 4.8b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda YAS kotu-OGYES ilişkisi.	48
Şekil 4.9a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-yağış değişimi.....	49
Şekil 4.9b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-OGYES ilişkisi.	50
Şekil 4.10a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-yağış değişimi.....	51
Şekil 4.10b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-OGYES değişimi.....	51
Şekil 4.11. 2016 yılı Mayıs ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Schoeller diyagramı.....	56
Şekil 4.12. 2016 yılı Mayıs ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Piper diyagramı.....	57
Şekil 4.13. 2016 yılı Eylül ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Schoeller diyagramı.....	59
Şekil 4.14. 2016 yılı Eylül ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Piper diyagramı.....	60
Şekil 4.15. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleme noktalarında Ga ve Pb derişimleri.	63
Şekil 4.16. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleme noktalarında Li ve Zn derişimleri.	63
Şekil 4.17. 2016 yılı Eylül ayı örnekleme noktalarında Li ve Mn derişimleri.	65
Şekil 4.18. 2016 yılı Mayıs dönemine ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.	67
Şekil 4.19. İnceleme alanı büyütölmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	69
Şekil 4.20. İnceleme alanı büyütölmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	70
Şekil 4.21. 2016 yılı Eylül dönemine ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.	71
Şekil 4.22. İnceleme alanı büyütölmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	73
Şekil 4.23. 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayına ait örneklerin Oksijen-18 ve Döteryum içeriklerinin karşılaştırılması.	74
Şekil 4.24. 2016 yılı Mayıs ayı analiz sonuçlarına göre oluşturulan ÖEİ - ^3H grafiği.	77
Şekil 4.25. 2016 yılı Eylül ayı analiz sonuçlarına göre oluşturulan ÖEİ - ^3H grafiği.	79
Şekil 4.26. 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayı örneklerinin ^3H içeriklerinin karşılaştırılması.	81
Şekil 4.27. 2016 yılı Mayıs ve Eylül dönemlerine ait örneklerin %Na İçeriklerinin Karşılaştırılması.....	84

Şekil 4.28. Gazipaşa Ovası deniz kıyısı boyunca gözlenen yalıtışları.	85
Şekil 4.29. Çalışma alanında 1970-2015 yılları arasında toplam yağışın değişimi.	87
Şekil 4.30. 2016 yılı Mayıs ayına ait su seviyesi haritası.	99
Şekil 4.31. Gazipaşa Kıyı Ovası'nın hidrojeolojik kavramsal modelini gösterir şematik kesit.....	105



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ : mikro

δ : del

Kısaltmalar

AGİ: Akım Gözlem İstasyonu

BAP: Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

ÇO: Çözünmüş Oksijen

da: Dekar

DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Eİ: Elektriksel İletkenlik

EN: Elektriksel Nötralite

GB: Güneybatı

KD: Kuzeydoğu

MGİ: Meteoroloji Gözlem İstasyonu

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Mm³: Milyon Metreküp

OGYES: Ortalama Günlük Yağıştan Eklenik Sapma

OMGİ: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu

ÖEİ: Özgül Elektriksel İletkenlik

pH: Hidrojen iyon aktivitesinin eksi logaritması

TÇK: Toplam çözünmüş katı

VSMOW: Vienna Standart Mean Ocean Water

1.GİRİŞ

1.1. Gerekçe

Türkiye'nin güney kıyı bölgelerinde yapılan yoğun tarımsal üretimde gereksinilen su ihtiyacı yeraltısuyundan sağlanmakta olup, akiferlerin su potansiyeli sınırlıdır. Bu nedenle, kıyı ovalarında sürdürülebilir yeraltısuyu yönetim planlarının oluşturulması gelecekteki su ve gıda güvenliğinin sağlanması açısından öncelik ve önem kazanmıştır.

Gazipaşa Kıyı Ovası, Antalya ilinin en doğusunda yer alan aynı adlı ilçe içerisinde bulunan bir kıyı ovasıdır. Gazipaşa ilçesinde ekonomi açık alan ve seralarda gerçekleştirilen muz tarımına dayalıdır. Yıl boyu sürdürülen tarım için gerekli olan sulama suyu yüzey ve yeraltısuyundan sağlanmaktadır. Yeraltısuyu kaynağı olarak ovadaki Kuvaterner yaşlı alüvyon ve Neojen konglomeraları verimli birer akifer olarak işletilmektedir. Bölgede 1970'li yılların başında yapılmış hidrojeolojik etüt çalışmasından sonra değişen yeraltısuyu kullanımını ve gereksinimini dikkate alan ayrıntılı bir hidrojeoloji çalışması yapılmamıştır. Buna karşın ovadaki sulama suyu ihtiyacı sürekli olarak artmaktadır. Yeraltısuyunun sulama suyu ihtiyacını karşılamak için kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için Gazipaşa Kıyı Ovası'ndaki mevcut hidrojeolojik koşulların güncel bir çalışma ile yeniden belirlenmesi gereklidir. Bu çalışma kapsamında, Gazipaşa Kıyı Ovası'nda hidrojeokimya, çevresel izotopik izleyiciler ve mevsimlik yeraltısuyu seviye gözlemlerine dayalı bir hidrojeolojik değerlendirme çalışması yürütülmüştür. Elde edilecek sonuçlar ile kıyı ovası için güncel beslenme boşalım ilişkisinin tanımlandığı hidrojeolojik kavramsal modelin oluşturulması hedeflenmiştir.

1.2. Amaç ve Kapsam

Çalışmanın amacı 1970'li yıllardan sonra hidrojeolojik açıdan ayrıntılı incelenmemiş Gazipaşa Kıyı Ovasında güncel hidrojeolojik koşulların yeniden değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda mevcut veriler derlenerek ve güncel hidrojeokimya, çevresel izotop ve yeraltısuyu yük dağılımı gözlemleri yapılmıştır. Sonuçlar ağırlıklı olarak sulama suyu temini için kullanılan yeraltısuyunun beslenme-boşalım ilişkisinin ve yeraltısuyu çekimine akiferlerin verdiği tepkinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Tez kapsamındaki başlıca iş paketleri aşağıdaki gibidir:

- Literatür İncelemesi: Tez için belirlenen alan ve dolayında daha önce yapılmış çalışmalar araştırılarak, ilgili kurum ve kuruluşların arşivlerindeki basılmamış veriler temin edilmiştir.
- Havza su bütçesinin belirlenmesi: Çalışma alanı ve çevresinde AGİ ve meteoroloji istasyonları ya da münferit gözlemler ile üretilmiş meteoroloji ve hidrometri verileri derlenmiştir.
- Sahada örnekleme/ölçüm çalışmalarının yapılması: Çalışma alanının tümünü temsil edecek su noktalarından kurak ve yağışlı dönemlerde kimyasal ve izotopik veri üretimi amaçlı yerinde ölçüm ve örnekleme çalışmaları yapılmış, yeraltısuyu yük dağılımının belirlenmesi için kuyularda topografik kot belirleme ve seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kıyı akiferinde açılmış iki gözlem kuyusunda zamanla sürekli özgül elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve yeraltısuyu kotu değişimi belirlenmiştir.
- Örneklerin analizlerinin yaptırılması: Sahadan toplanan su örneklerinin majör anyon-kasyon, iz element, trityum, döteryum ve Oksijen-18 analizleri yapılmış/yaptırılmıştır.
- CBS veri tabanı oluşturulması: Çalışmada ihtiyaç duyulan, üretilen ve derlenen bütün bilgiler CBS veri tabanına aktarılmıştır.
- Kavramsal modelin oluşturulması: Arazi ve ofis çalışmalarında üretilen verilerin değerlendirilmesi sonucu kavramsal hidrojeolojik model oluşturulmuştur.

1.3. Tez Metninin Ana Hatları

Bu bölümde kısaca tez metninin anahatları açıklanmıştır. Tezin amaç ve kapsamı “Giriş” bölümünde vurgulanmıştır. Birinci bölümde Gazipaşa Kıyı Ovası ve çevresinde geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

İkinci bölümde Gazipaşa Kıyı Ovası’nın konumu, iklimi, sosyo-ekonomik özellikleri, arazi kullanımı gibi coğrafi özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Gazipaşa Kıyı Ovası ve çevresinde yüzeyleyen birimlerin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri de bu bölümde açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde tez kapsamında veri üretimi amacıyla arazide kullanılan ekipman ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde Gazipaşa alüvyon akiferinin hidrojeolojik kavramsal modelinin oluşturulması için yapılan çalışmalar alt başlıklar altında açıklanmıştır. Bu çalışmalar; akiferde hidrolik yük dağılımının belirlenmesi için yapılan sürekli ve süreksiz YAS kotu gözlemlerini, yüzey ve yeraltısuyu kimyasının belirlenmesi için yapılan majör iyon, iz elementler analizlerini ve oksijen-18 ve döteryum, trityum çevresel izotoplarının gözlemlerini kapsamaktadır. Bu bölümde Gazipaşa alüvyon akiferinin su bütçesi bileşenleri hesaplanmıştır.

Beşinci bölümde tez çalışması ile ulaşılan sonuçlar özetlenmiş, gelecekte Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yeraltısuyunun sürdürülebilir kullanımına ve su kalitesinin korunmasına ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Tez metninin altıncı bölümünde yararlanılan kaynaklara yer verilmiştir.

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında yapılmış ilk hidrojeolojik etüt çalışması 1973 yılında DSİ [1] tarafından yapılmıştır. Etüt çalışmasında; oadaki akiferler ve temel özellikleri belirlenerek, ovanın hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Yeraltısuyu durumunu ortaya koymak için açılan 16 sondaj kuyusunun derinlikleri 10-175 m arasında değişmektedir. Raporda, akifer olarak tanımlanan birimler alüvyonun çakıl ve kumları ile Neojen konglomeralarıdır. Yaklaşık 22 km² alüvyon akiferi bulunmaktadır. Alüvyon akiferin iletimlilik katsayısı (T) 608-1777 m³/gün/m ile 3200-4164 m³/gün/m arasında değişmektedir. Konglomeranın iletimlilik katsayısı (T) ise 41-1580 m³/gün/m arasında değişmektedir. Yeraltısuyu seviye haritalarına göre Bıçkıcı Deresi'nin güneyinde Kışlabucağı ile Beşobası mevkileri arasında uzanan yeraltısuyu bölüm hattı bulunduğu belirlenmiştir. Su bölüm hattının kuzeyi 1. Bölüm, güneyi ise 2. Bölüm olarak tanımlanmıştır. Gazipaşa Ovası için oluşturulan yeraltısuyu bütçesine göre beslenimle; yağıştan 5 Mm³/yıl süzülmekte, yüzeysel akıştan ise 17 Mm³/yıl yeraltısuyu süzülmemektedir. Boşalımda ise; sığ kuyulardan 2.5 Mm³/yıl çekim gerçekleşmekte, buharlaşma-terleme ise 3 yıllık 3 Mm³ ve Akdeniz'e boşalım ise 16.5 Mm³/yıldır.

Özgül (1976) [2] çalışmasında, Toroslar'ın bazı kesimlerinde, özellikle Orta ve Doğu Toroslar'da, Toros kuşağının bazı temel jeoloji özelliklerini ortaya koymuştur. Çalışmada Toros kuşağında yer alan birliklerin önemli stratigrafik özellikleri ile günümüzdeki konumlarına değinilmiştir. Alanya Birliği Permien ve Triyas yaşlı

mermer ve yeşil şistleri kapsamaktadır. Antalya Birliği ise şelf türü kaya bloklarının yanında derin deniz çökellerini, bazik denizaltı volkanitlerini ve ofiyolitleri kapsamaktadır. Alanya Birliği Antalya Birliği üzerinde allohton olarak görülmektedir.

Ulu (1983) [3] çalışmasında Antalya, Alanya Aladağ Birlikleri ile örtü kayaların stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya koymuştur.

Keleş (1996) [4], çalışmasında Gazipaşa Ovası'nın yeraltısuyu durumunu ortaya koymak için ovada bulunan kuyu bilgilerini derlemiştir. Çalışmada alandaki formasyonlar, akifer olma özelliklerine göre alüvyon, çatlaklı gözenekli kaya akifer, karstik-çatlaklı kaya akifer, zayıf yersel akifer ve geçirimsiz kayalar olarak ayırtlamış ve hazırlanan kesitler ile jeolojik ve hidrojeolojik yapıyı ortaya koymuştur. Ovanın beslenimi genel olarak yağıştan ($8.18 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$), yüzeysel akıştan süzülme ($23.58 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$) ve çevre formasyonlardan içe akış ($2.8 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$) şeklinde gerçekleştiğini belirtmiştir. Boşalımın ise kuyulardan çekim ($20.54 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$), buharlaşma-terleme ($2.61 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$) ve denize boşalım ($11.41 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$) yoluyla gerçekleştiğini vurgulamıştır. Çalışmada, yıllık emniyetli verim $20.74 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ olarak verilmiştir. Suların özgül elektriksel iletkenlikleri (ÖEİ) 325-1100 $\mu\text{mho/cm}$, pH değerleri 7-7.6 arasında değişmektedir.

Akış (1997) [5], çalışmasında Gazipaşa İlçesi'nin iklim elemanlarıyla ilgili bilgiler sunmuştur. İlçede, 1972-1994 yılları arasındaki verilere göre ortalama sıcaklık 17.8°C , En düşük ortalama sıcaklığa sahip olan ay 2.4°C ile Şubat; en yüksek ortalama sıcaklık ise 26.7°C ile Temmuz ayında ölçülmüştür. 1956-1994 yılları arasındaki verilere göre Gazipaşa'da ortalama yağış 819.7 mm 'dir. En yüksek yağış 164.2 mm ile Ocak ayında; en düşük yağış ise 0.6 mm ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir.

Erbay (1998) [6], çalışmasında Kambriyen'den Kuvaterner'e kadar yüzeylenen magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçları Alanya Birliği, Antalya Birliği, Aladağ Birliği, Bolkar Dağı Birliği ile Paleo-otokton ve Neo-otokton örtü kayaları altında incelenmiştir. Çalışmada, Gazipaşa Ovası'nın da içinde bulunduğu Antalya ve Alanya Birlikleri'nin birbiriyle olan ilişkileri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Lütesiyen sonrası, Oligosen'de Alp Orojenezi'nin kuzey-güney yönlü sıkışması sonucu Alanya Birliği'nin Antalya Birliği ile kuzeye doğru hareket ederek Geyik

Dağı Birliğine bindirdiklerini belirtmiştir. Böylelikle bu dönemde Alanya ve Antalya Birliklerinde KB-GD yönlü ters faylar ve doğrultu atımlı faylar geliştiğini vurgulamıştır.

Güngör (2010) [7], çalışmasında Gazipaşa İlçesi'nin coğrafi özelliklerini açıklamıştır. Delice, Bıçkıcı ve Hacımusa derelerinin Akdeniz ikliminin etkisiyle sadece yağışlı dönemlerle akış gözlemlendiğini belirtilmiştir. İlçede temel ekonomik faaliyetlerin tarım, hayvancılık ve ormancılık olduğunu vurgulanmıştır. İlçede, verimli tarım alanlarının yoğun olduğu bölgelerde ekonomik değeri yüksek sera ürünleri üretimi, dağlık ve engebeli sahada ise tahıllarla, soğuk hava koşullarına daha dayanıklı meyve ve sebze üretiminin yaygın olduğunu gözlemlenmiştir. Gazipaşa'da sebze ve meyve üretiminin yapıldığı vurgulanmıştır. İlçede tarım faaliyetlerin gerçekleştirildiği ekili-dikili arazilerin alanı 165,2 km²'dir. Bu arazilerin % 3,3'ünü (30,5 km²) sulu tarım; % 9,6'sını (88,5 km²) kuru tarım (nadaslı); % 4,1'ini (38,4 km²) kuru tarım (nadassız) alanları ve % 0,9'unu (7,8 km²) da muz bahçeleri oluşturmaktadır.

2013 yılı Antalya İl Çevre Durum Raporu'nda [8], Antalya ilinin çevre dengelerinin mevcut durumunun ortaya konulması amacıyla "Çevre Envanteri" 'hazırlanmıştır. Envanterde, Bıçkıcı Deresi'nin uzunluğu 27 km ve debisi ortalama 4.99 m³/s olarak verilmiştir. Toplam 930.000 da yüzölçümüne sahip Gazipaşa'da 165.150 da tarım alanı, 196.026 da çayır ve mera, 568.824 da orman ve tarım dışı arazi bulunmaktadır. Toplam 165.150 da tarım alanının kullanım amaçlarına göre dağılımı ise; 60.242 da ekilen tarla alanı, 10.665 da nadasa bırakılan tarla alanıdır. 16338 da tarıma elverişli olup kullanılmayan arazi, 9.600 da, sebze ekilen açık tarla alanı, 26.100 da örtü altı ekilen meyve sebze alanı ve 42.205 da meyvelik alanlar oluşturmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI

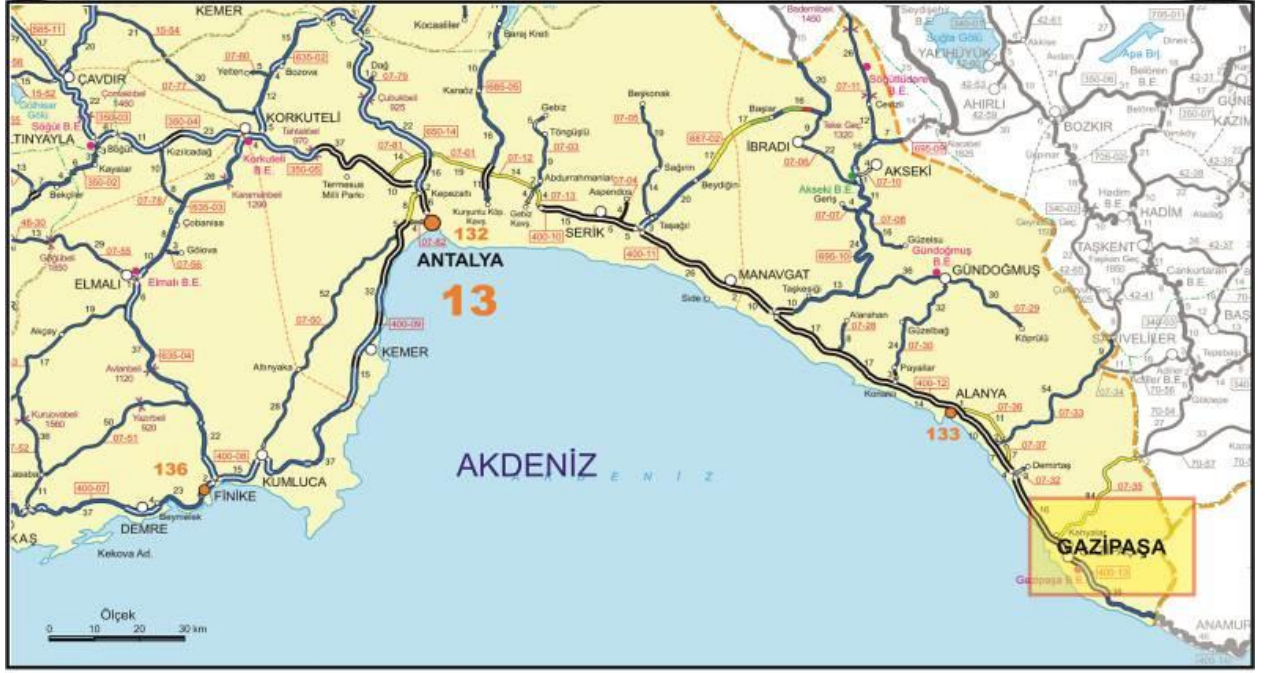
2.1. Coğrafi Konum

Gazipaşa Kıyı Ovası Doğu Akdeniz havzasında, Antalya ili Gazipaşa ilçesi sınırları içinde olup $36^{\circ} 13'-36^{\circ} 34'$ kuzey enlemleri ile $32^{\circ} 15'-32^{\circ} 38'$ doğu boylamları arasındadır. Çalışma alanının doğusunda Anamur, batısında Alanya ilçeleri bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Orta Toroslarda bulunan çalışma alanının güncel jeomorfolojik görünümünde Pleistosen'deki tektonizma etkili olmuştur. Tektonizmanın sonucu olarak dağlık alanlar, alçak ve yüksek platolar, ovalar ve kıyı bölümü oluşmuştur. Gazipaşa Ovasının oluşum ve gelişiminde, tektonik ve flüviyal etkiler görülmektedir [7]. Kuzeybatı-güneydoğu yönlü faylarla çöken saha, daha sonra Hacımusa, Bıçkıcı ve Delice derelerinin getirdiği alüvyonlarla doldurularak ova şeklini almıştır. Bu derelerde Akdeniz ikliminin etkisiyle sadece yağışlı dönemlerle akış gözlemlenmektedir. Ovanın özellikle kıyı kesimlerinin Kuvaterner Buzullaşması sonrasında deniz seviyesinin ani yükselimi ile depolanmaya başlayan alüvyonla doldurulduğu anlaşılmaktadır. Ovanın beslenme alanı yaklaşık 719 km^2 'dir (Şekil 2.2).

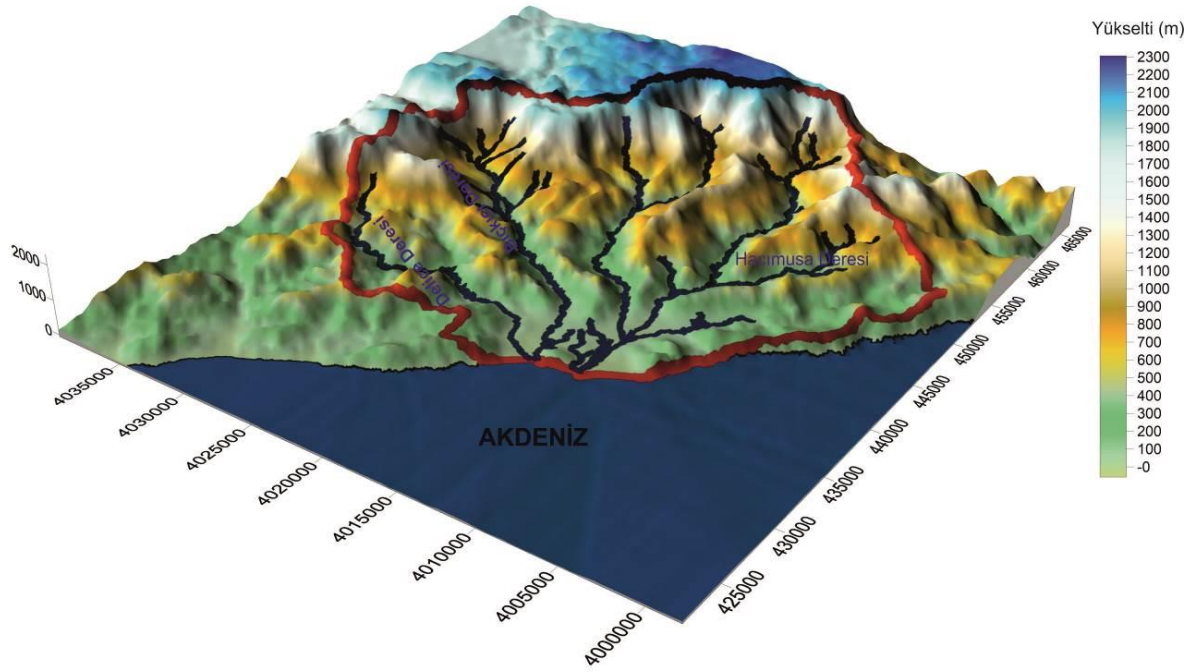
Gazipaşa Kıyı Ovası'nda Akdeniz ikliminin genel özellikleri görülmektedir. Gazipaşa OMGİ verilerine dayanarak 1970-2015 yılları arası ortalama sıcaklık 18.4°C , yıllık ortalama yağış 836.6 mm ve Turc Yöntemi [9] ile hesaplanan yıllık gerçek buharlaşma miktarı 665.8 mm 'dir.

Turizmin gelişmediği ilçede halk geçimini seracılıktan sağlamaktadır. Sebze ve meyve üretiminde muz birinci sırayı oluşturmaktadır. Gazipaşa'da ayrıca salatalık, domates, biber, kabak, fasulye, patlıcan ve çilek yetiştirilmektedir.



- | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Bölünmüş yollar | Asfalt yollar | İlçe merkezi | Çalışma Alanı |
| Devlet yolu | İl merkezi | Bucak merkezi | |

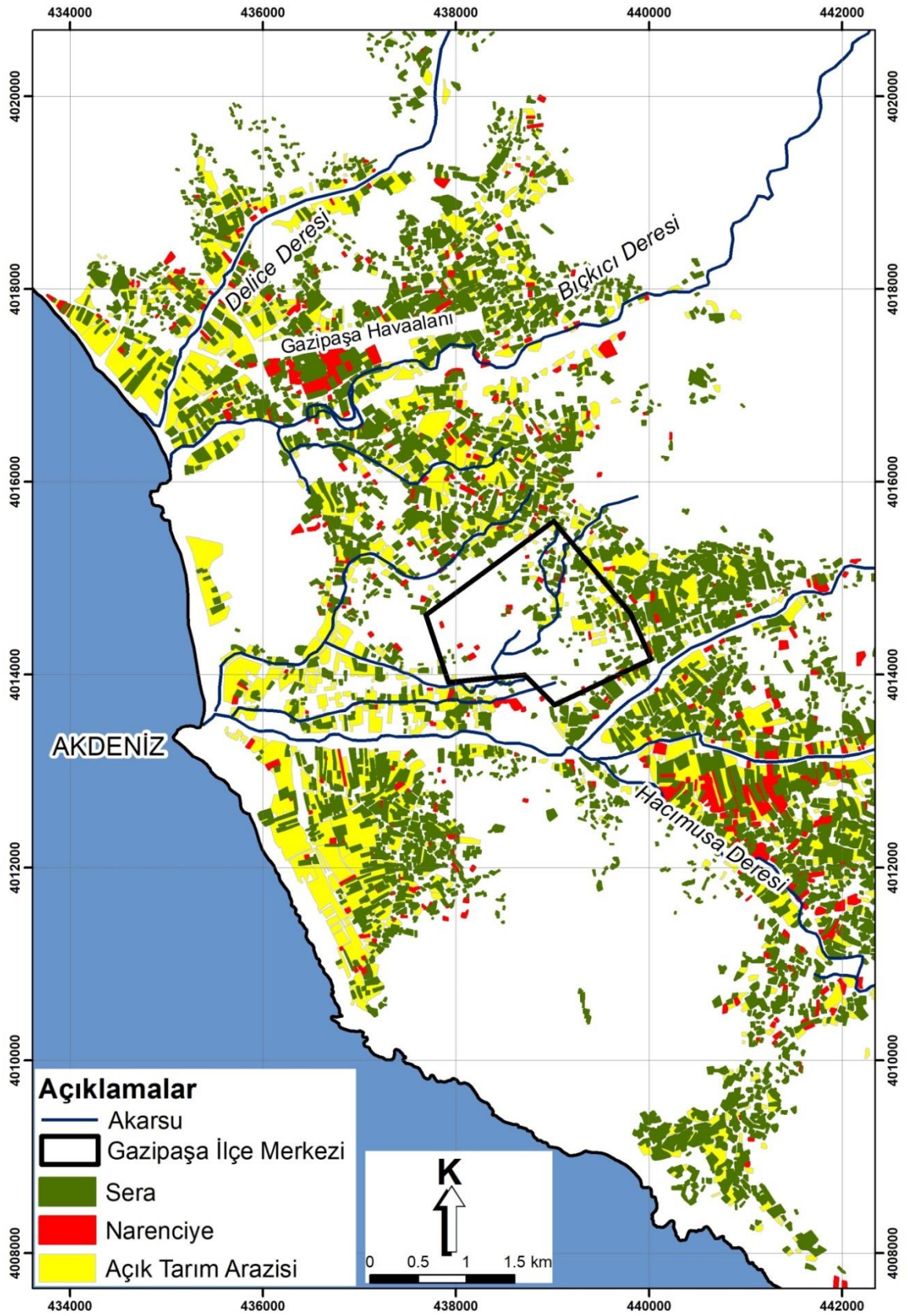
Şekil 2.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.



Şekil 2.2. Çalışma alanı ve çevresine ait sayısal yükseklik modeli.

2.2. Çalışma Alanında Arazi Kullanımı

Gazipaşa ilçesinin nüfusu 2016 yılı verilerine göre 49.207 olup, alçak kesimden yükseğe çıkıldıkça nüfus yoğunluğu ve yerleşim sıklığı azalmaktadır [10]. İlçenin güneyinde tarım ön plandayken kuzeyde, yüksek kesimlerdeki halk geçimini tarım ve hayvancılıktan sağlamaktadır. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda arazi kullanım alanları sera, narenciye ve açık tarım arazisi olarak üçe ayrılmaktadır. Bu alanlar Gazipaşa Kıyı Ovası'nın Google Earth Pro görüntüsünün Arcmap programına aktarılarak sayısallaştırılması sonucu oluşturulmuştur. Ova alanı tarıma elverişli olup 11.85 km²'lik alanda seracılık yapılmakta, sera sebzeleri ve muz yetiştirilmektedir. İlçe muz üretiminde Türkiye ihtiyacının % 35'ini karşılamaktadır [5]. Ayrıca ova içinde 1.45 km²'lik alanda narenciye yetiştirilmektedir. Yaklaşık 9 km²'lik alan ise açık tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Ova içindeki engebeli sahalarda tarım yapılmamaktadır. Şekil 2.3'te çalışma alanında sera, narenciye ve açık tarım arazisi alanlarının dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.3. Çalışma alanı arazi kullanım haritası.

2.3. Jeoloji

Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla [2], [3], [6], [11] tarafından çalışmalar yapılmıştır. Antalya ve Alanya birlik olarak tanımlanarak stratigrafi ve metamorfizma özellikleri, kapsadıkları kaya birimleri ve günümüzdeki yapısal konumlarıyla birbirlerinden ayrılmaktadırlar [2]. Alanya Birliği Antalya Birliği üzerine olası sıkışma tektoniği sonucu Üst Kretase sonunda güneyden kuzeye, bölgenin ikinci kez sıkışması ile de Hadim Nap'ı birimleri Eosen-Miyosen yaş aralığında kuzeyden güneye ilerleyerek bugünkü konumlarını almışlardır [3].

Gazipaşa Kıyı Ovası ve çevresinde Akdeniz'den kuzeye doğru birçok jeolojik birim göze çarpmaktadır. Bunları genel olarak Kuvaterner alüvyon, Triyas'ın kırıntılıları, Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen şist ve mermerler şeklinde gruplanabilir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nın genel görünümü Şekil 2.4.'te sunulmuştur.

Şistlerin üzerinde bulunan kireçtaşları kıvrımlı ve tabakalıdır. Şistler ve kireçtaşları arasında taban konglomerası gözlemlenmemiştir. Orta kalınlıkta tabakalanma gösteren bu formasyonun kalınlığının 400 m olduğu tahmin edilmektedir. Gri-siyah renkli, sık dokulu, kırılğan ve karstik yapıdadır [6].

Kuvaterner yaşlı alüvyonlar akarsu vadi tabanlarında ve bu akarsuların getirdiği malzemelerden oluşan ovada gözlenmektedir. Çalışma alanı ve çevresine ait jeoloji haritası Şekil 2.5'de verilmiştir.

2.3.1. Stratigrafi

Gazipaşa Kıyı Ovası ve yakın çevresindeki jeolojik birimlerin başlıca stratigrafik özellikleri [11]'den derlenerek aşağıda belirtilmiştir. Bölge Antalya ve Alanya Birliği olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Antalya Birliği kendi içinde Çataltepe Napı (Gazipaşa Birimi), Alakırçay Napı (Alakırçay Birimi) ve Tahtalıdağ Napı (Gündoğmuş-Katrandığı Birimleri) olmak üzere üçe ayrılmıştır. Alanya Birliği ise Mahmutlar, Sugözü ve Yumrudağ Birimi olmak üzere üçe ayrılmıştır. Ova ve çevresine ait jeolojik birimler Çataltepe Napı (Gazipaşa Birimi) ve Yumrudağ Birimi içinde bulunmaktadır.

2.3.1.1. Antalya Birliği

2.3.1.1.1. Zabuk Formasyonu (Ez)

Otokton kayaların temelinde bulunan kuvarsit kumtaşlarında oluşan birim Alt Kambriyen yaşlıdır. Orta kalınlıkta olan formasyon sarı, gri ve kahverengi renklerde görülmektedir. Kıyı ortamında çökelim gösteren formasyon yaklaşık 100 m kalınlık göstermektedir.

2.3.1.1.2. Çaltepe Formasyonu (E )

Formasyon Orta Kambriyen yaşlı olup orta-kalın tabakalı olup kirli beyaz, gri açık kahverengi ve kirli sarı renklerde dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 150 m olup karbonat şelf ortamında çökelmiştir.

2.3.1.1.3. Seydişehir Formasyonu (EOs)

Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı olan formasyon ince-orta kalın tabakalı gri, yeşilimsi gri ve kahve renkte yer yer kumtaşı seviyeli, mikalı şeyllerden oluşmaktadır. Alt seviyelerinde killi ve yumrulu kireçtaşı mercekleri bulunmaktadır. Türbiditik akıntılarının etkili olduğu duraysız ortamlarda çökelen formasyonun kalınlığı yaklaşık 500 m' dir.

2.3.1.1.4. Güneyyaka Formasyonu (Dg)

Silttaşı ve kilttaşı ara seviyeli ve kumtaşı ile başlayan birim, üste doğru kırıntılı kireçtaşı ara seviyeli silttaşı ve kilttaşlarına geçmektedir. Daha üste doğru dolomit, kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı ve kumtaşı ile devam etmektedir. Yaklaşık 350 m kalınlığa sahip birim Alt-Orta Devoniyen yaşlı olup şelf ortamında çökelmiştir.

2.3.1.1.5. Dinek Formasyonu (Pd)

Alt seviyelerinde kumlu kireçtaşı bulunan birim de yer yer kireçtaşı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve killi kireçtaşı seviyeleri bulunmaktadır. Formasyon  st Permiyen yaşlı olup, 300 m kalınlıkta ve sığ karbonat şelf ortamında çökelmiştir.

2.3.1.1.6. Kasımlar Formasyonu (TRk)

İnce-orta-kalın tabakalı olan formasyon gri, kahve, yeşilimsi ve siyahımsı renklerde olan kumtaşı ve şeyllerden oluşmaktadır. Tipik özelliği olan resifal kireçtaşı blokları

bulunur. Üst Triyas yaşı olan formasyon yaklaşık 700 m kalınlığa sahiptir. Formasyon türbidit akıntıların etkili olduğu şelf ortamında çökelmiştir.

2.3.1.2. Alanya Birliği

2.3.1.2.1. Kurtbeleni Formasyonu (Eku)

Genel olarak kuvarsitlerden oluşan formasyon beyaz ve kahve renklerde olup orta-kalın tabakalıdır. Yer yer görülen birim Alt Kambriyen yaşı olup 150-300 m arası kalınlık göstermektedir.

2.3.1.2.2. Karagedik Formasyonu (Eka)

Orta Kambriyen yaşı formasyon gri, sarı, kahve renklerde masif görümlü dolomitlerden oluşmaktadır. Dolomitler üzerine gri, kahve, kırmızı renkli mermer bantlı dolomitler ve en üstte yumrulu kireçtaşlarını andıran mermerler bulunur. Formasyon yaklaşık 250 m kalınlık gösterir.

2.3.1.2.3. Payallar Formasyonu (Eop)

Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşı kabul edilen formasyon yaklaşık 1000 m kalınlığa sahip olup, genel olarak şistlerden ve yer yer kireçtaşı, mermer ve dolomitlerden oluşmaktadır.

2.3.1.2.4. Cebireis Formasyonu (Pce)

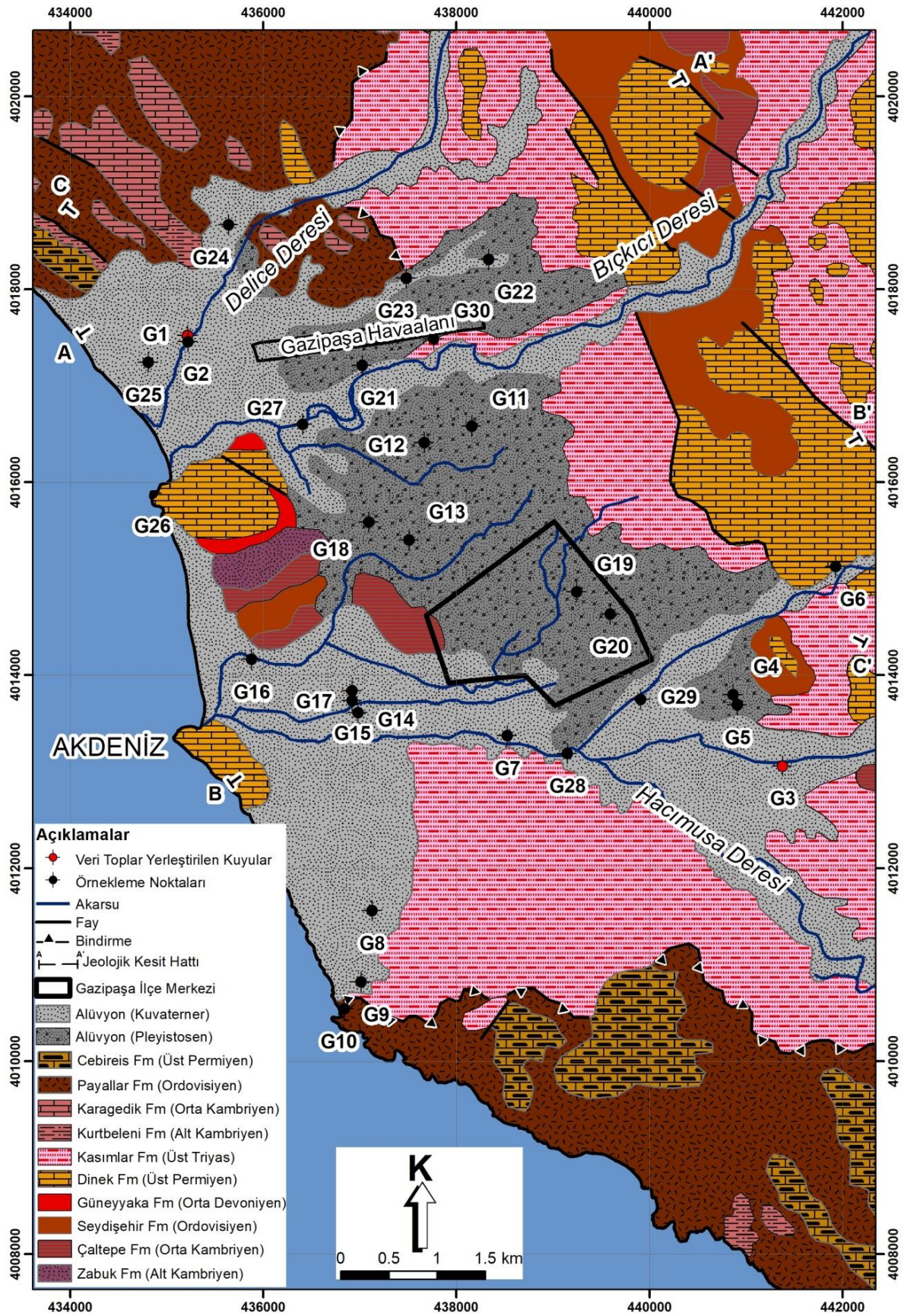
Düşük derecede metamorfizma geçiren formasyon altta kuvarsit ve şistlerle başlar ve üste doğru masif ve kıvrımlı yapıda mermer, dolomit ve kireçtaşı görülmektedir. Yaklaşık 550 m kalınlık gösteren birim Üst Permiyen yaşıdır.

2.3.1.3. Alüvyon

Kuvaterner yaşı alüvyonlar Gazipaşa Kıyı Ovası'nı kuzeydoğu-güneybatı yönünde akış gösteren Bıkkıcı, Delice ve Hacımusla derelerinin yataklarında gözlemlenmektedir. Bu alüvyonlar şistler ve kireçtaşlarının aşınmasıyla meydana gelen çakıl, kum ve siltin birikmesiyle oluşmuştur. Birim içinde yer yer killi seviyeler de gözlemlenmektedir. Sondaj kuyularından elde edilen bilgiye göre alüvyon kalınlığı 10-60 m arasında değişmektedir [1].



Şekil 2.4. Gazipaşa Kıyı Ovası'nın genel görünümü (bakış kuzeybatıya).

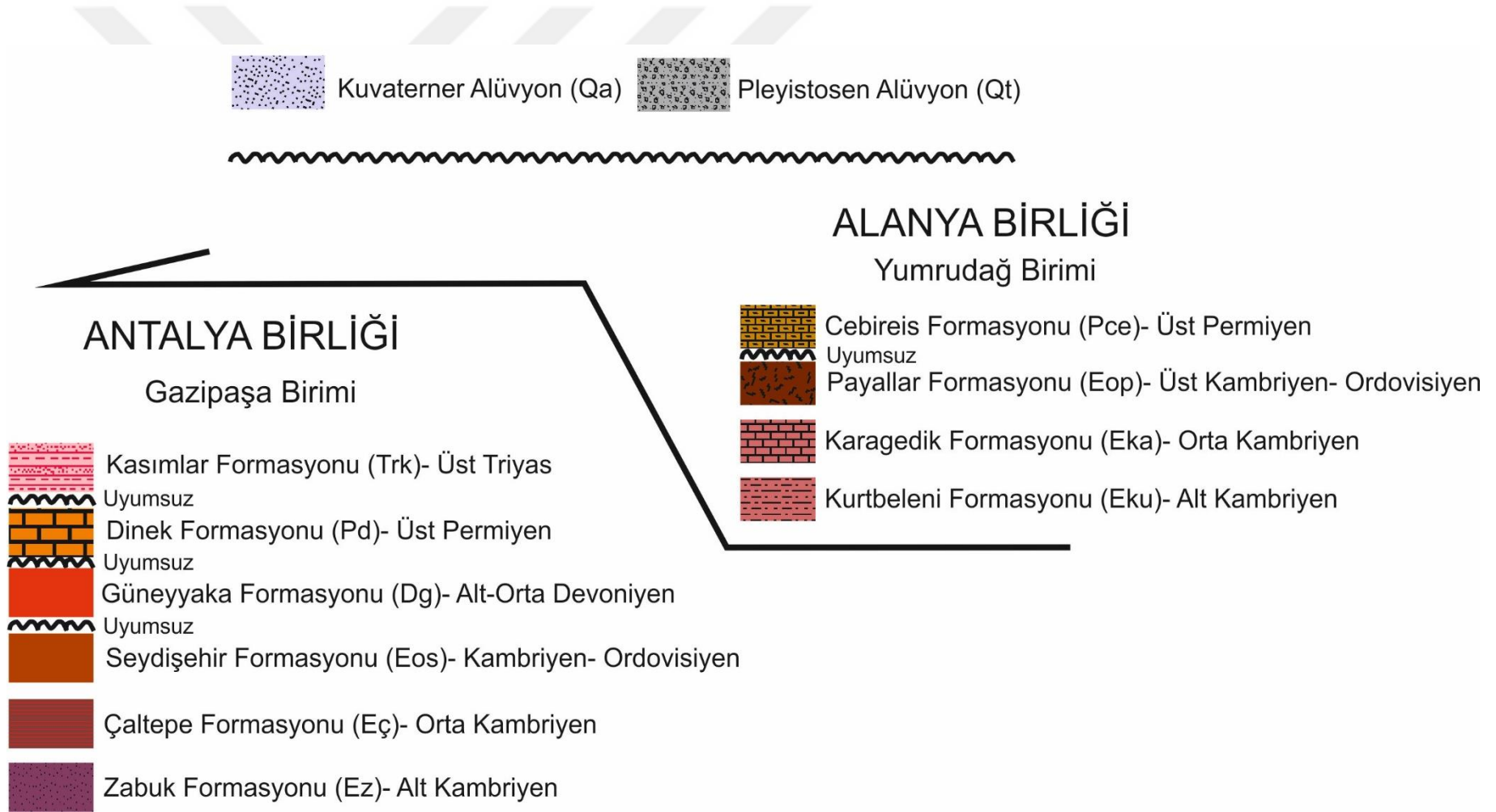


2.3.2. Tektonik

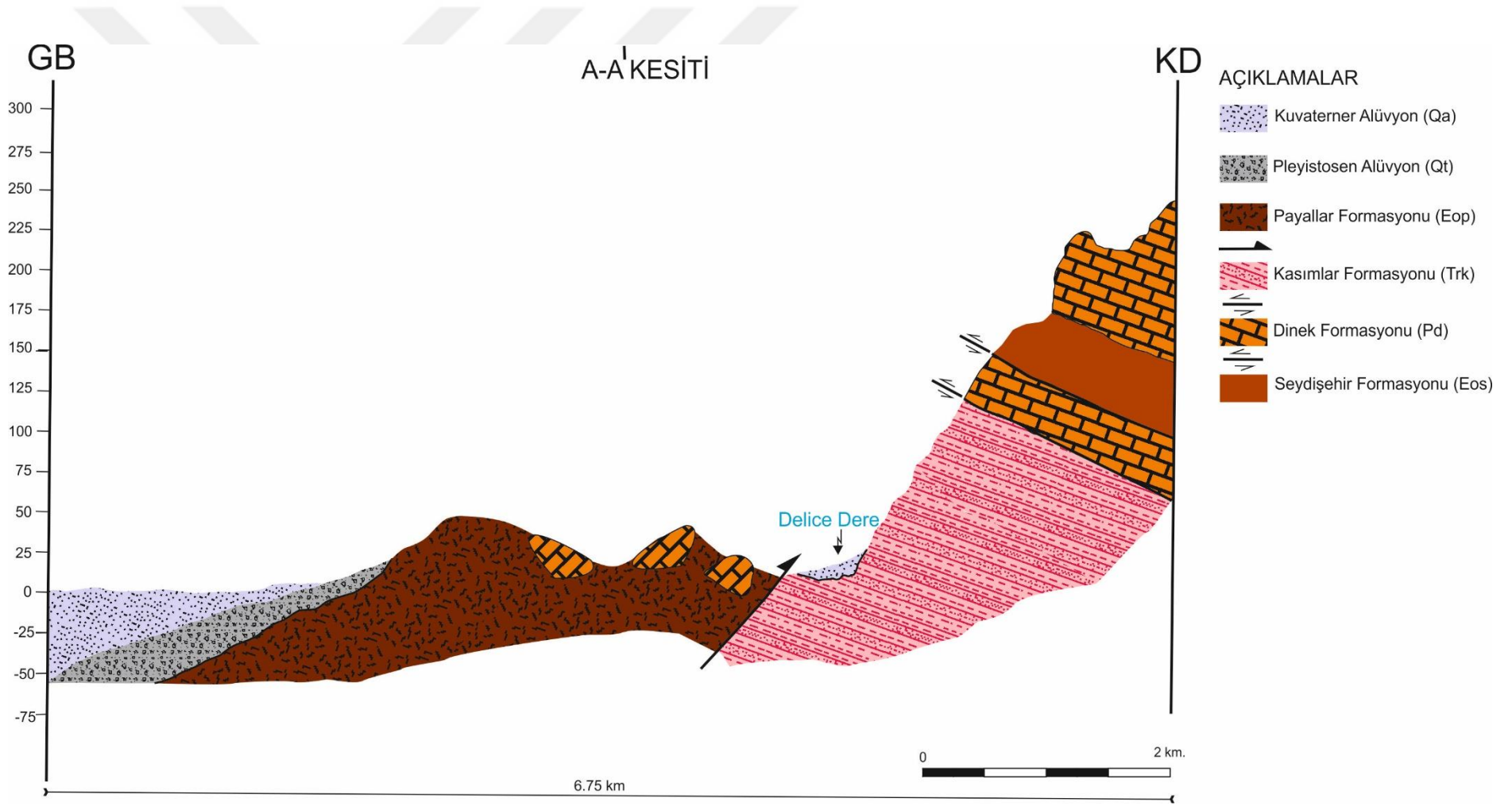
İnceleme alanı Alpin dönemi orojenez fazlarının etkisi altında kalmıştır. Orojenez fazlarının etkileri sonrası çok kırık ve makaslanma içeren yapı kazanmıştır. Belirgin olan ters faylar ve naplar genellikle KB-GD doğrultusunda uzanırlar [4].

Antalya Birliği, Üst Kampaniyen-Maestrihtiyen'de okyanusal kabuğun kıtasal kabuğun üzerine bindirmesine bağlı olarak gelişmiş allokton kütlelerdir. Antalya Birliği'nin metamorfik karşılığı olan Alanya Birliği aynı dönemde metamorfizmaya uğramıştır. Alanya Birliği, olası Maestrihtiyen'de Antalya Birliği'ni tektonik olarak üzerlemiştir [11].

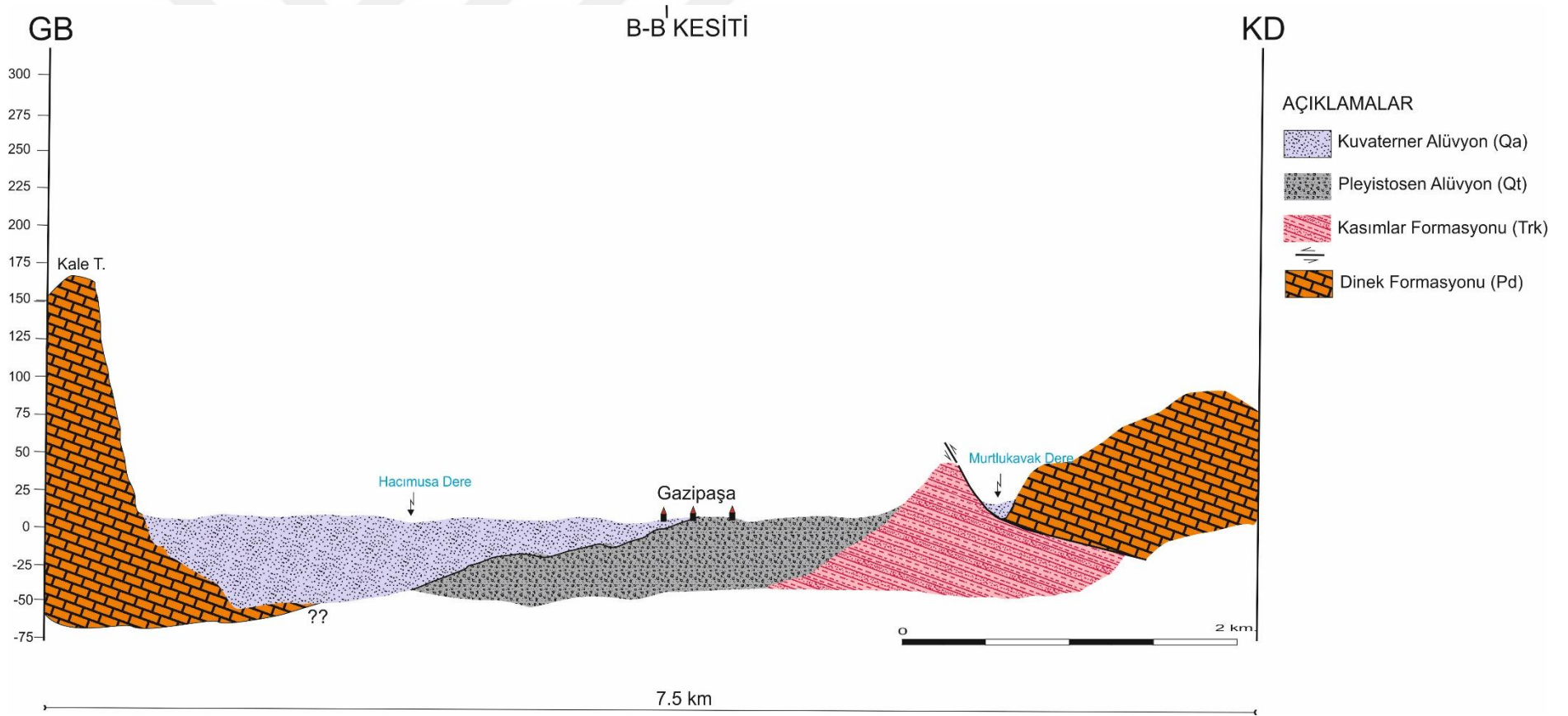
Çalışma alanında tektonik olaylar Üst Kretase'deki bindirmeler ile başlamış, daha sonra Alpin Orojenezi'nin çeşitli fazlarında gelişen değişik yönlü kuvvetler farklı özellikteki faylanmalara neden olmuştur [6]. Çalışma alanı ve çevresinin tektonostratigrafisi Şekil 2.6'da verilmiştir. Çalışma alanına ait jeolojik enine kesitler Şekil 2.7, Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da sunulmuştur.



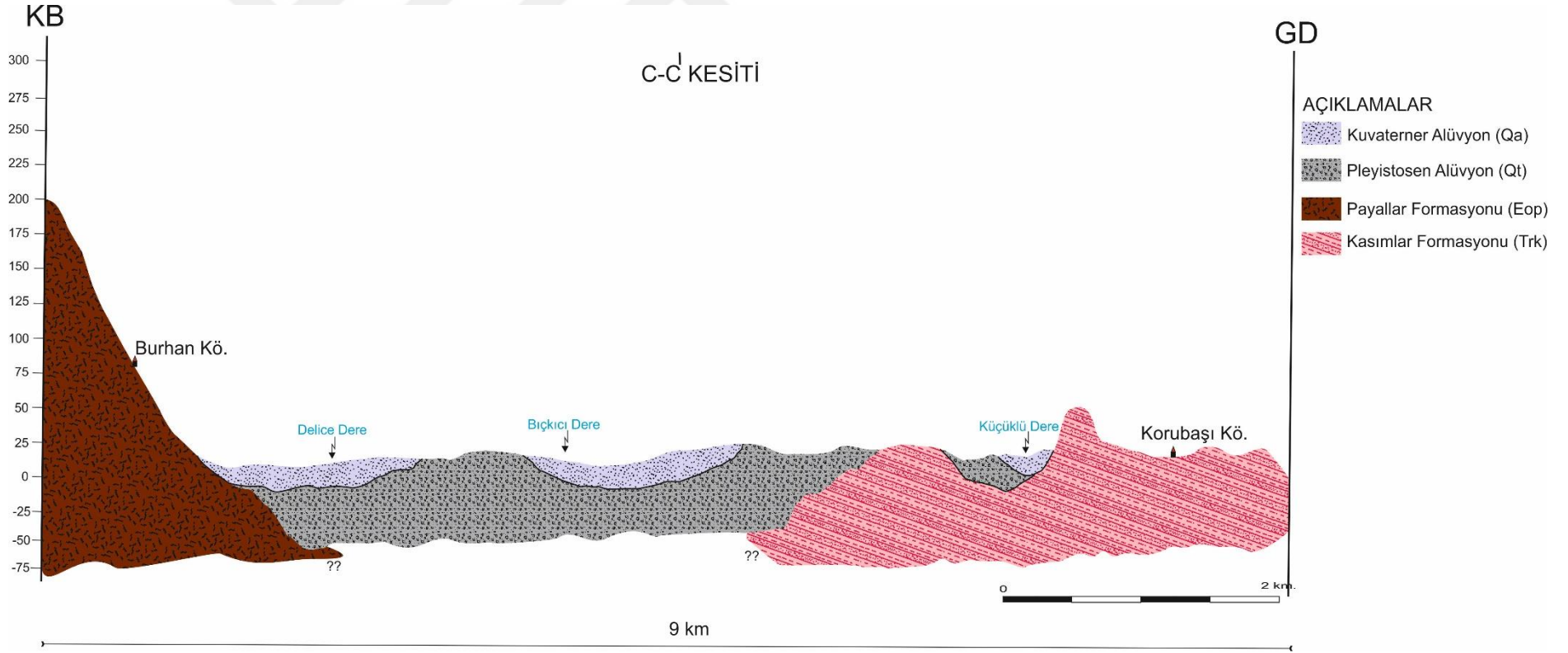
şekil 2.6. Çalışma alanı ve çevresine ait tektono-stratigrafik istif.



Şekil 2.7. Gazipaşa Kıyısı Ovası'na ait A-A' jeolojik enine kesit.



Şekil 2.8. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait B-B' jeolojik enine kesit.



Şekil 2.9. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait C-C' jeolojik enine kesit.

2.4. Hidrojeoloji

Çalışma alanında yüzeyleyen Kuvaterner alüvyon, Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerler olarak gruplandırılan birimler farklı hidrojeolojik özellikler göstermektedir. Bu birimlerin yeraltısuyu taşıma ve iletme özellikleri ise birbirinden oldukça farklıdır. Alüvyonunun çakıl ve kum tane boylarında malzeme içermesi nedeniyle birincil gözenekliliği, Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerlerin ise kırıklı çatlaklı yapısından dolayı ikincil gözenekliliği yüksektir. Bu değerlendirmeler sonucunda çalışma alanına ait hidrojeoloji haritasında (Şekil 2.10) Kuvaterner alüvyon birinci dereceden yüksek verimli taneli akifer olarak, Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerler ise ikinci dereceden verimli akifer olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanı ve çevresinin hidrostratigrafik birimler (Şekil 2.11)'de verilmiştir.

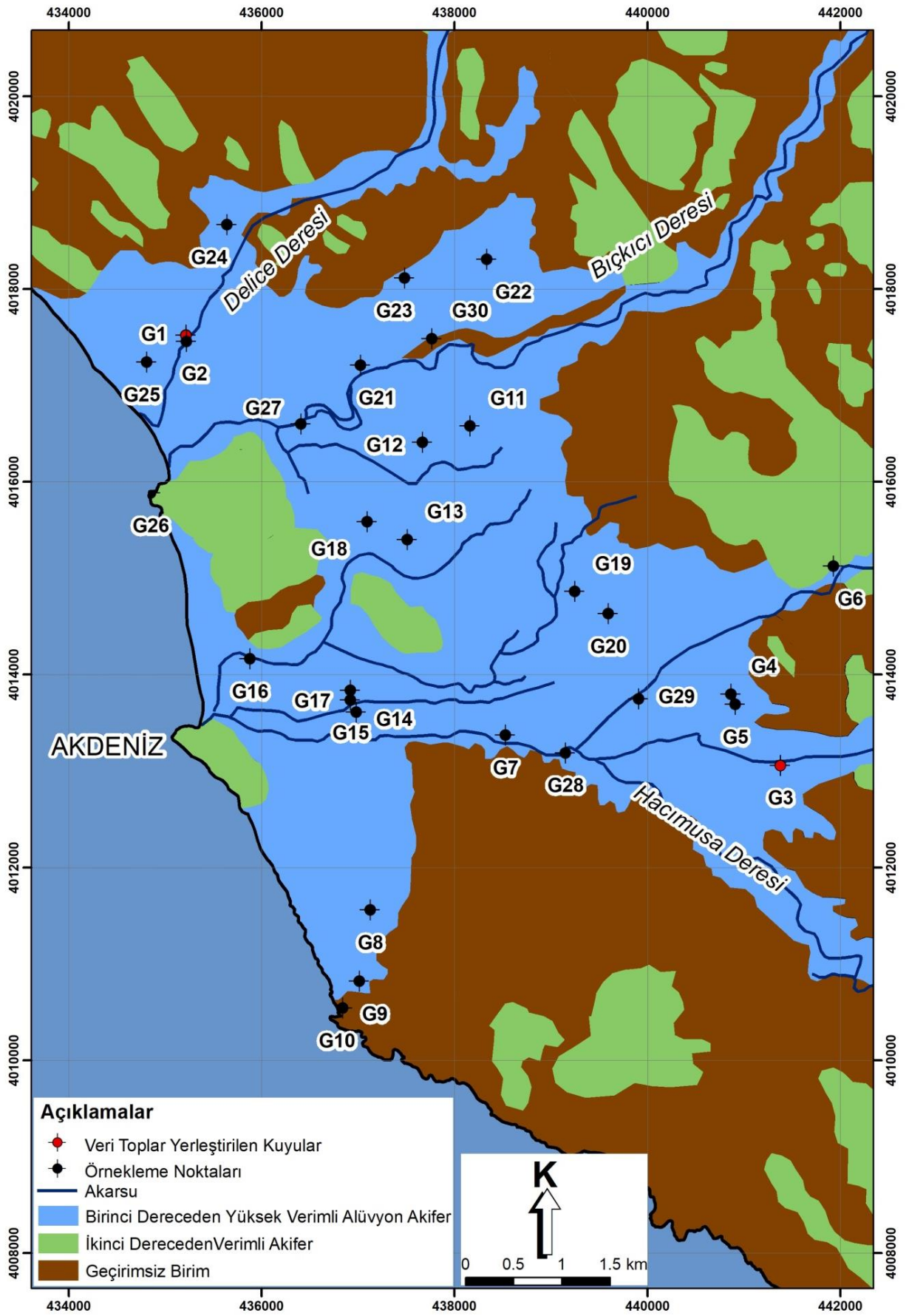
2.4.1. Hidrostratigrafik Birimler

Birinci dereceden yüksek verimli alüvyon akifer: Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yeraltısuyu taşıyan ve ileten birimler alüvyon, kireçtaşı ve mermerlerdir. Alüvyon akarsu yataklarında bulunmakta olup birinci dereceden yüksek gözeneklilik ve geçirimsizliğe sahiptir. Delice, Bıçkıcı ve Hacımusa dereleri yaklaşık 38 km² alanda alüvyon biriktirmiştir. Ovada açılan kuyu verilerinden elde edilen bilgilere göre alüvyon kalınlığı en fazla 60 m'dir. Alüvyonda açılan kuyularda yer yer verimsiz seviyeler geçilmektedir. Kil, kum ve çakıl malzemesinden oluşan birim kum ve çakıl seviyelerinde yeraltısuyu taşımaktadır. Şekil 4.3.'te verilmiş olan hidrojeoloji haritasında, ovada DSİ tarafından açılmış olan sondaj kuyularının tamamı alüvyon akiferdedir. Tane boyu büyüklüğüne göre alüvyon akiferinin iletimsizlik katsayısı farklılık göstermektedir. Bıçkıcı Deresi yatağında 608-1.777 m²/gün iken, Hacımusa Deresi yatağındaki kuyularda iletimsizlik katsayısı 3.200-4.164 m²/gün olarak belirlenmiştir. Alüvyon akifer içinde açılmış kuyuların özgül debileri 9.3-32.5 l/s/m arasında değişmektedir [1]. Alüvyon akiferinin beslenimi yağıştan ve kireçtaşı ve mermerlerde yanaltı olarak sağlanmaktadır. Alüvyon akiferinden boşalım ise kuyulardan çekim, buharlaşma-terleme ve Akdeniz'e boşalımla olmaktadır.

İkinci dereceden verimli akifer: Kalınlığı bölgeden bölgeye farklılık gösteren Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerler kırıklı çatlaklı yapısı ile ikinci dereceden verimli akifer olarak tanımlanmıştır. Ova içerisinde ve K-KD yönündeki

yükseltilerini oluşturmaktadır. Geçirimsiz birim ile karşılaştığı bölgelerde kaynak şeklinde sularını boşaltmaktadır [7].

Geçirimsiz Birim: Tez alanında Alanya Birliği Yumrudağ Biriminde bulunan Payallar ve Kurtbeleni formasyonları ile Antalya Birliği Çataltepe Napı Gazipaşa Biriminde bulunan Kasımlar ve Seydişehir formasyonları geçirimsiz birim olarak tanımlanmaktadır. Payallar formasyonu ovanın kuzey ve güney bölgelerinde görülmekte ve genellikle şistlerden oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 1000 m'dir. Kuvarsit ve kuvars şist içeren Kurtbeleni formasyonunun kalınlığı 150-300 m arasında değişmektedir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda doğu ve güney yamçılarında bulunan Kasımlar formasyonu kumtaşı ve şeyl içermektedir. Seydişehir formasyonu ise kumtaşı ara seviyeli şeyllerden oluşmaktadır.



Şekil 2.10. Çalışma alanı ve çevresine ait hidrojeoloji haritası.

HİDROSTRATİGRAFİK BİRİMLER

BİRİNCİ DERECEDEN YÜKSEK VERİMLİ ALÜVYON AKİFER



Kuvaterner Alüvyon (Qa)



Pleyistosen Alüvyon (Qt)

İKİNCİ DERECEDEN VERİMLİ AKİFER



Cebireis Formasyonu (Pce)- Kireçtaşı, mermer



Karagedik Formasyonu (Eka)- Dolomit, mermer



Dinek Formasyonu (Pd)- Dolomitik kireçtaşı



Güneyyaka Formasyonu (Dg)- Dolomitik kireçtaşı



Çaltepe Formasyonu (Eç)- Dolomitik kireçtaşı



Zabuk Formasyonu (Ez)- Kuvars kumtaşı, kuvarsit

GEÇİRİMSİZ BİRİM



Payallar Formasyonu (Eop)- Şist, fillati kuvars şist



Kurtbeleni Formasyonu (Eku)- Kuvarsit, kuvars şist



Kasımlar Formasyonu (Trk)- Kumtaşı, şeyl



Seydişehir Formasyonu (Eos)- Kumtaşı, şeyl

Şekil 2.11. Çalışma alanı ve çevresine ait hidrostratigrafi.

2.4.2. Su Noktaları

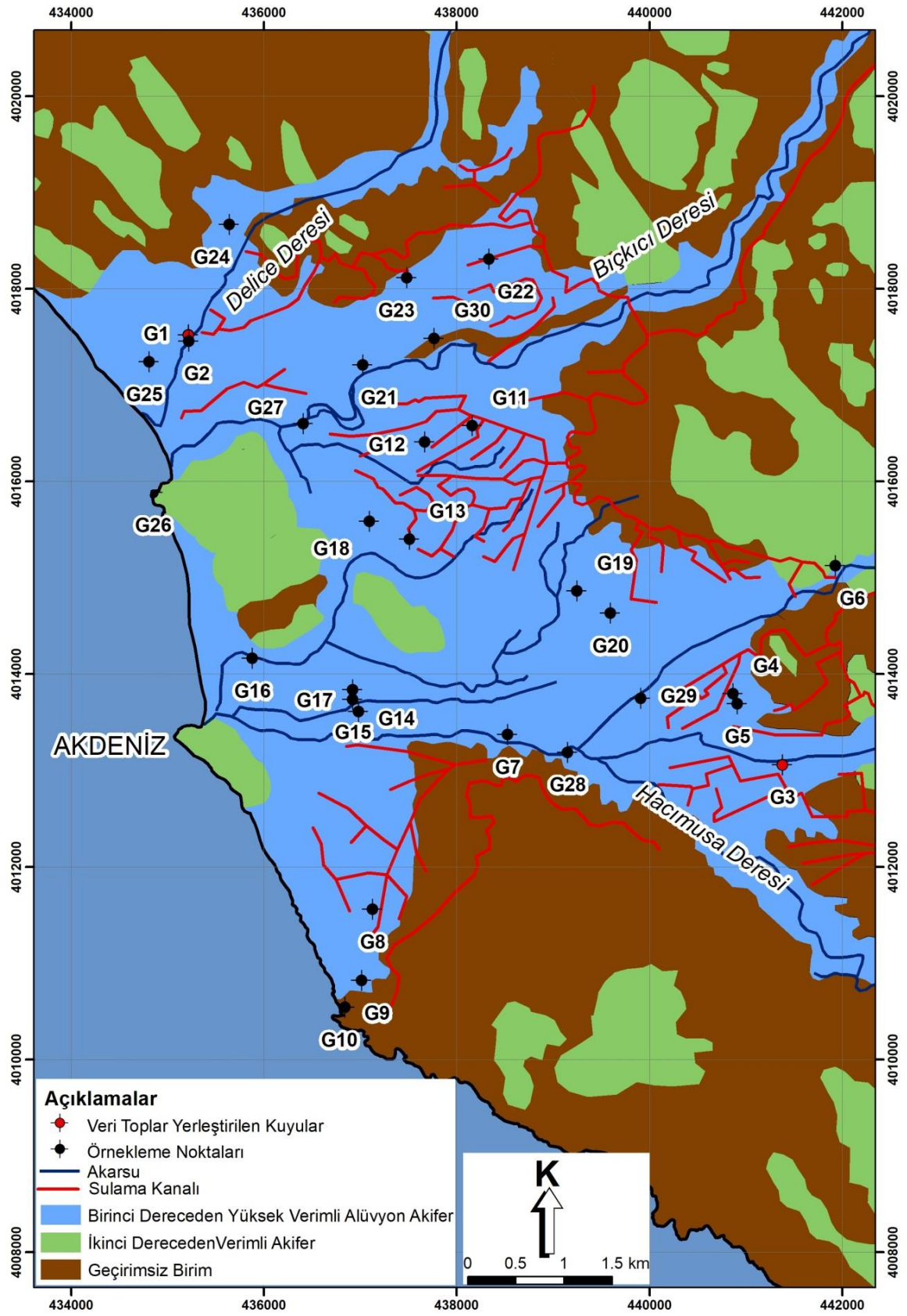
Gazipaşa Kıyı Ovası'nda bulunan su noktaları akarsular, sondaj kuyuları, şahıs kuyuları ve kaynaklar olarak dört grupta incelenmiştir.

2.4.2.1. Akarsular

Gazipaşa Ovası'nın kuzey/kuzeydoğu bölgesinden doğup Akdeniz'e boşalan Delice, Bıkkıcı ve Hacımusa dereleri bulunmaktadır (Şekil 2.12). Delice Deresi'nin drenaj alanı 135 km², Bıkkıcı Deresi'nin drenaj alanı 158 km² ve Hacımusa Deresi'nin drenaj alanı 426 km²'dir. Gazipaşa Hidrojeolojik Etüd Raporu'na göre Hacımusa Deresi'nin membasında ve mansabında yaz aylarında su bulunmaktadır [1]. Arazi çalışmalarında yapılan gözlemler sonucunda derelerin akış gösterdiği dönemlerde sular sulama kanalına aktarılmaktadır. Alüvyon akiferinde ve özellikle derelere yakın bölgelerde yoğun olarak bulunan sulama kanalları genellikle sulama için kullanılmaktadır. Derelerde su bulunmayan dönemlerde ise DSİ tarafından açılan işletme kuyularından çekim yapılarak sulama kanalına aktarılmaktadır. Sulama kanallarının dağılımı Şekil 2.13'de gösterilmektedir. Delice ve Bıkkıcı derelerinde 1970 yılından itibaren İnceğiz ve Gökçeler AĞI kurulmuştur. İnceğiz ve Gökçeler AĞI yıllık akımların ortalaması sırasıyla 4.09 m³/s ve 2.26 m³/s olarak ölçülmüştür (rasatlar.dsi.gov.tr) [Şubat 2017].



Şekil 2.12. Delice ve Bıkkıcı derelerinin genel görünümü (bakış kuzeye).



Şekil 2.13. Sulama kanallarının dağılımı.

2.4.2.2.Sondaj Kuyuları

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yapılan yoğun ve sürekli artan tarımsal faaliyetin doğal sonucu olarak artan su ihtiyacını karşılamak üzere 25 adet işletme kuyusu (Şekil 2.14) DSİ Genel Müdürlüğü'nce açılıp Gazipaşa Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Kuyuların çoğunluğu alüvyon akiferinde açılmış olup, kuyuların derinliği 10-60 m, debileri ise 13-90 l/s arasında değişmektedir. Yapılan arazi çalışmalarında 2 gözlem kuyusu ve 3 işletme kuyusunda örnekleme yapılabilmektedir. Yaz aylarında derelerde su bulunmadığından, işletme kuyuları çalıştırılarak tarımsal sulama ihtiyacı giderilmektedir.



Şekil 2.14. Yeraltısuyu işletme kuyuları.

2.4.2.3. Şahıs Kuyuları

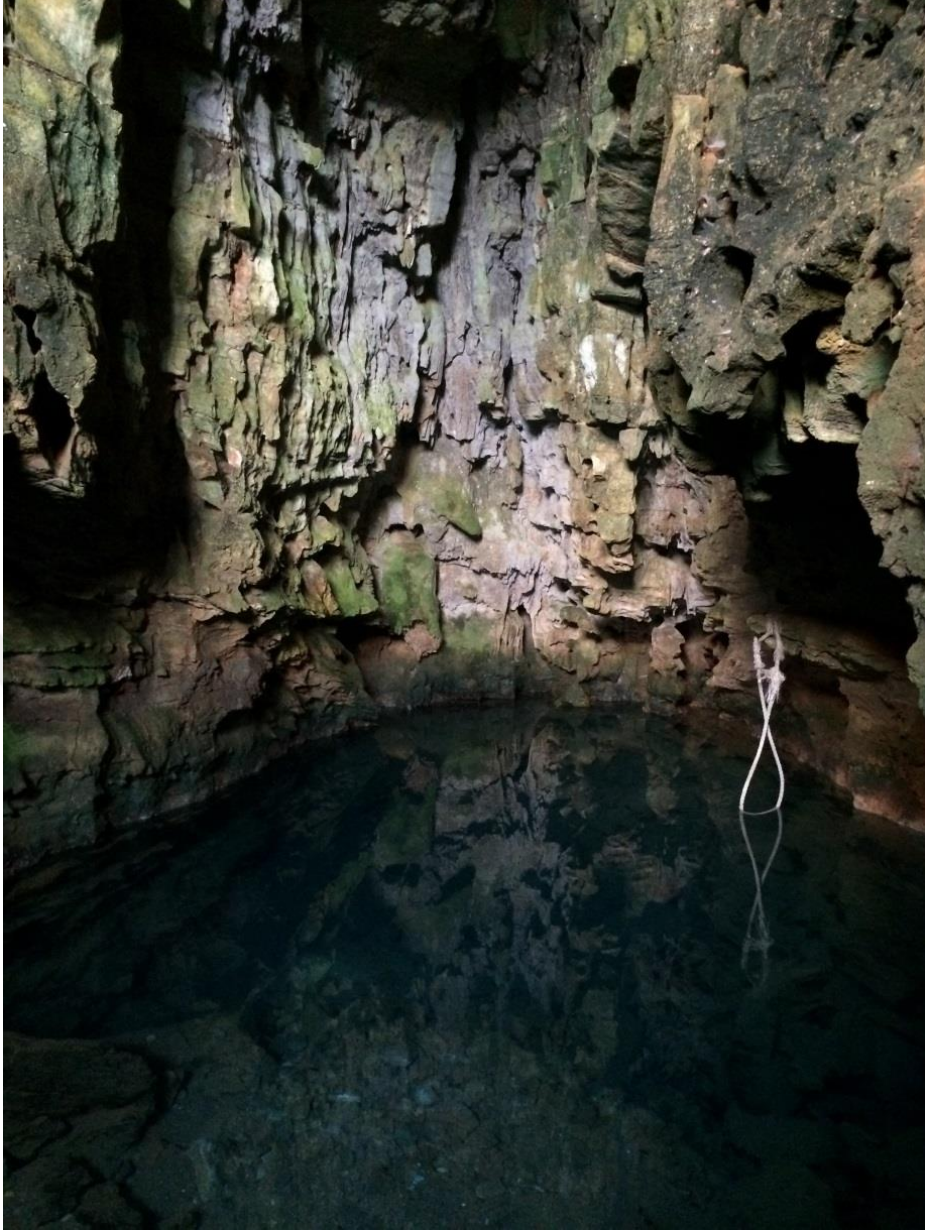
Gazipaşa Kıyı Ovası'nda sulama birliğince işletilen kuyulara ek olarak çok sayıda şahıs kuyusu da bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında arazi çalışmalarında 20 farklı şahıs kuyusunda örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.15). Arazi çalışmaları sırasında ovayı temsil edici ve sulama kanallarının bulunmadığı bölgelerde kuyu dağılımına dikkat edilmiştir.



Şekil 2.15. Şahıs kuyuları.

2.4.2.4. Kaynaklar

Ovada iki önemli kaynak bulunmaktadır. Bunlardan ilki Bıçkıcı Deresi'nin Akdeniz'e döküldüğü noktada Mağara kaynağı olarak adlandırılan kaynak karstik olarak gelişmiş mağaradan boşalmaktadır (Şekil 2.16). Debisi yaklaşık 16 l/s'dir. İkinci kaynak ise ilçe merkezinin 6 km güneydoğusunda kaynak grubu şeklinde bulunmakta olup, kireçtaşı-şist dokanağından çıkmaktadır. Bu kaynak grubu Yalandünya Kaynağı olarak anılmakta olup, debisi 68 l/s'dir. Bu bölgede Gazipaşa Belediyesi'nin içme suyu tesisi bulunmaktadır [1].



Şekil 2.16. Mağara kaynağı.

3. VERİLER VE VERİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ

3.1. Derlenmiş Veriler

Bu tez çalışmasının başlangıç aşamasında ihtiyaç duyulan geçmiş jeohidrolojik, hidrometrik ve hidrojeokimyasal çalışmalar kapsamında üretilmiş veriler DSİ Genel Müdürlüğü ve DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü kaynaklarından temin edilmiştir.

Çalışma alanında bulunan sondaj kuyularına ait litoloji logları, yayımlanmamış yeraltısuyu kotu ölçümleri DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Şubesi arşivinden temin edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında ihtiyaç duyulan meteorolojik veriler MGM Gazipaşa-Alanya OMGİ ölçümlerinden sağlanmıştır. Yağış, buharlaşma, ortalama sıcaklık verileri 1970-2015 yılları için aylık olarak temin edilmiştir.

3.2. Üretilen Veriler

Gazipaşa Kıyı Ovası'nın hidrojeoloji etüdü kapsamında sahada üretilen veriler yüzey ve yeraltısularına ait hidrojeokimyasal ve çevresel izotopik özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra alansal hidrolik yük dağılımına yönelik gözlemleri de kapsamaktadır.

3.2.1. Yeraltısuyu Kotunun Belirlenmesi

Çalışma alanında bulunan yüzey ve yeraltısuyu noktalarının özellikle su seviye gözlemi yapılan kuyuların su kotlarının hassasiyetle belirlenmesi topografik eğimin az olduğu yerlerde büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle arazi çalışmalarında kuyu başı kotlarının belirlenebilmesi için Spektra Precision Marka Epoch 50 GNSS (Global Navigation Satellite System) cihazıyla (diferansiyel GPS) çoklu uydu (15 uydu) bağlantısıyla statik ölçümde TUSAGA-Aktif sistemi kullanılarak yatayda +/- 3 mm, düşeyde +/- 5 mm, yükseklikte +/- 10 mm hata payı ile koordinatlandırma çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3.1). Arazi çalışmaları sırasında örnekleme yapılan su noktalarının koordinatları Çizelge-3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Ölçüm ve örnekleme yapılacak su noktası koordinatlarının belirlenmesi.

Çizelge-3.1. Örnekleme yapılan su noktalarının koordinatları (UTM zon: 36 N).

Örnekleme Noktası	Açıklama	Koordinat		
		X	Y	Z(m)
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	435217.6	4017524.3	7.70
G2	Delice Deresi	435224.7	4017461.5	3.12
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	441381.7	4013062.8	27.61
G4	Şahıs Kuyusu	440868.3	4013802.1	33.31
G5	Şahıs Kuyusu	440914.0	4013695.6	27.82
G6	Şahıs Kuyusu	441929.7	4015129.3	56.06
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	438531.7	4013376.7	13.32
G8	Şahıs Kuyusu	437128.2	4011563.4	4.34
G9	Şahıs Kuyusu	437017.3	4010823.9	4.09
G10	Akdeniz (Deniz suyu Örneği)	436840.4	4010546.1	0.06
G11	Şahıs Kuyusu	438164.7	4016582.7	40.38
G12	Şahıs Kuyusu	437669.7	4016412.9	22.95
G13	Şahıs Kuyusu	437512.2	4015404.9	21.79
G14	Şahıs Kuyusu	436981.8	4013614.3	6.38
G15	Şahıs Kuyusu	436924.7	4013739.0	7.75
G16	Şahıs Kuyusu	435881.6	4014168.1	2.90
G17	Şahıs Kuyusu	436923.3	4013840.6	7.36
G18	Şahıs Kuyusu	437094.6	4015590.2	24.39
G19	Şahıs Kuyusu	439248.9	4014867.0	22.33
G20	Şahıs Kuyusu	439595.6	4014637.6	21.11
G21	Şahıs Kuyusu	437026.7	4017213.7	24.21
G22	Şahıs Kuyusu	438337.5	4018313.4	41.72
G23	Şahıs Kuyusu	437484.8	4018116.9	26.19
G24	Şahıs Kuyusu	435644.5	4018672.8	12.06
G25	Şahıs Kuyusu	434810.7	4017244.7	4.18
G26	Mağara Kaynağı	434847.6	4015885.3	5.00
G27	Bıçkıcı Deresi	436411.8	4016602.3	5.52
G28	Hacımusa Deresi	439151.5	4013191.6	12.03

*G26 Mağara Kaynağının kot (z (m)) bilgisi Google Earth'den alınmıştır.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda gerçekleştirilen tarım faaliyetlerinde kullanılan sulama suyunun önemli bir kısmı alüvyon akiferden sağlanmaktadır. Bu akiferin su potansiyelinin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada akiferdeki su kotunun ve kotta meydana gelen değişimin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yapılan arazi çalışmalarının tamamında ölçüm yapılabilmesi mümkün olan mevcut işletme kuyularında, şahıs kuyularında ve keson kuyularda YAS kotları elektrikli metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.2). Elektrikli metre ile kuyu başından itibaren suyun ne kadar derinde olduğu belirlendikten sonra GPS ile belirlenen kuyu başı

kotlarından su derinliği çıkarılarak su noktalarındaki YAS kotu yani YAS seviyesinin deniz seviyesinden yüksekliği belirlenmiştir.



şekil 3.2. Yeraltısıyu seviyesi ölçüm alışmaları.

Gazipaşa Kıyısı Ovasında açılmış 2 farklı gözlem kuyusunda (G1-G3) Schlumberger marka CTD (Conductivity-Temperature-Depth) veri toplar (data logger) cihazı kullanılarak Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde 30 dakika aralıklarla yeraltısı seviyesi, iletkenliği ve sıcaklığı belirlenmiştir (şekil 3.3). Veri toplar cihazlardan alınan veri değerlendirilirken; ölçülen su basıncı (cm H₂O) su seviyesine, Eİ değer ise EI'e dönüştürülmüştür. Su basıncını su seviyesine dönüştürebilmek için okunan değerden hava basıncı değerı çıkarılıp su yüküne (metre) evrilmiştir. Daha sonra bu değerden veri toplar cihazın indirildiği derinlik çıkarılarak su seviyesi bulunmuştur.



Şekil 3.3. Gözlem yapılan kuyularda yeraltısuyu seviyesi, sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik gözlemi için kullanılan veri toplar cihazı (CTD Diver).

3.2.2. Hidrojeokimya ve Çevresel İzotop Verileri

Çalışma kapsamında tez alanını temsil edecek şekilde seçilmiş örnekleme noktalarından su kimyası ve çevresel izotop çalışmaları için 2016 Mayıs ve 2016 Eylül aylarında 28 noktada örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.4). Major anyon, katyon ve iz element içeriğinin belirlenebilmesi için 500 ml'lik, trityum içeriğinin belirlenebilmesi için 500 ml'lik, duraylı izotop içeriğinin belirlenebilmesi için 30 ml'lik polietilen şişelere hava içermeyecek şekilde örnek alınmıştır. Bu örneklerde sıcaklık, özgül elektriksel iletkenlik, pH ve çözünmüş oksijen değerleri YSI MPS556 model çok parametrelili su kalitesi ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür. Cihazın arazi çalışmaları öncesi kalibrasyonunda pH 7 ve 10 tamponlar ve 1.413 mikroS/cm'lik iletkenlik çözeltisi kullanılmış, ÇO kalibrasyonu ise her örnekleme noktasında ölçülen barometrik basınca bağlı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.4. Örnekleme ve yerinde ölçüm çalışması.

Standartlara uygun olarak hava içermeyecek şekilde alınan örneklerinin majör anyon-kasyon (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , NH_4^+ , Li^+ , Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} , F^- , Br^- , PO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^-), trityum ve iz element içerikleri Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası, İz element ve Çevresel Trityum Laboratuvarlarında belirlenmiştir. Majör iyon içerikleri iyon kromatografi tekniği, alkalinite titrasyon yöntemiyle, iz element içerikleri Thermo Electron X7 model ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir. Trityum analizleri ön damıtma, alkali-elektrolitik zenginleştirme ve art damıtma sonrasında Sıvı Parıldama Sayım tekniği ile belirlenmiştir. Duraylı izotop ölçümleri Utah Üniversitesi Sirfer Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır.

4. HİDROJEOLÖJİK KAVRAMSAL MODELİN OLUŞTURULMASI

4.1. Giriş

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda hidrojeolojik kavramsal modelinin oluşturulabilmesi için alüvyon akiferine YAS kotu değişiminin belirlenmesi, su noktalarında hidrojeokimyasal ve çevresel izotop içeriğinin kurak ve yağışlı dönemde değişiminin izlenmesine ve yeraltısuyu bütçesinin hesaplanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

4.2. Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yeraltısuyu kotu gözlemleri süreksiz ve sürekli gözlemler olarak iki başlıkta incelenmiştir. Süreksiz gözlemler tez çalışması kapsamındaki arazi çalışmaları ve DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü'nce yapılan arazi çalışmaları sırasında elektrikli metre ile ölçülen yeraltısuyu seviye değerlerinin yeraltısuyu kotu (YAS kotu) verisine dönüştürülmesi ile oluşturulmuştur. Sürekli gözlemler ise DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü'nce Gazipaşa Kıyı Ovası'nın farklı bölümlerinde açılmış iki adet gözlem kuyusunda veri toplar ile 2016 yılı Mayıs ayından 2017 yılı Mayıs ayına kadar 30 dakikalık frekansla gerçekleştirilen ölçümlerden oluşmaktadır.

4.2.1. Süreksiz Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda alüvyon akiferinin yeraltısuyu potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada akiferdeki yeraltısuyu kotunun ve kotta meydana gelen değişimin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yapılan arazi çalışmalarının tamamında ölçüm yapılabilmesi mümkün olan mevcut işletme kuyularında ve keson kuyularda YAS kotları elektrikli metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.2). Kuyu ağızları açılmayacak durumda olan kuyularda ise elektrikle metre ile seviye ölçümleri gerçekleştirilememiştir. Elektrikli metre ile kuyu başından itibaren suyun ne kadar derinde olduğu belirlendikten sonra GPS ile belirlenen kuyu başı kotlarından su derinliği çıkarılarak su noktalarındaki YAS kotunun deniz seviyesinden yüksekliği belirlenmiştir. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında yapılan arazi çalışmaları belirlenen YAS kotu değerleri Çizelge-4.1'de, bu değerlerle oluşturulan YAS kotu değişimi ise Şekil 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge-4.1. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında YAS kotu değişimi. (Değerler ortalama deniz seviyesine göredir)

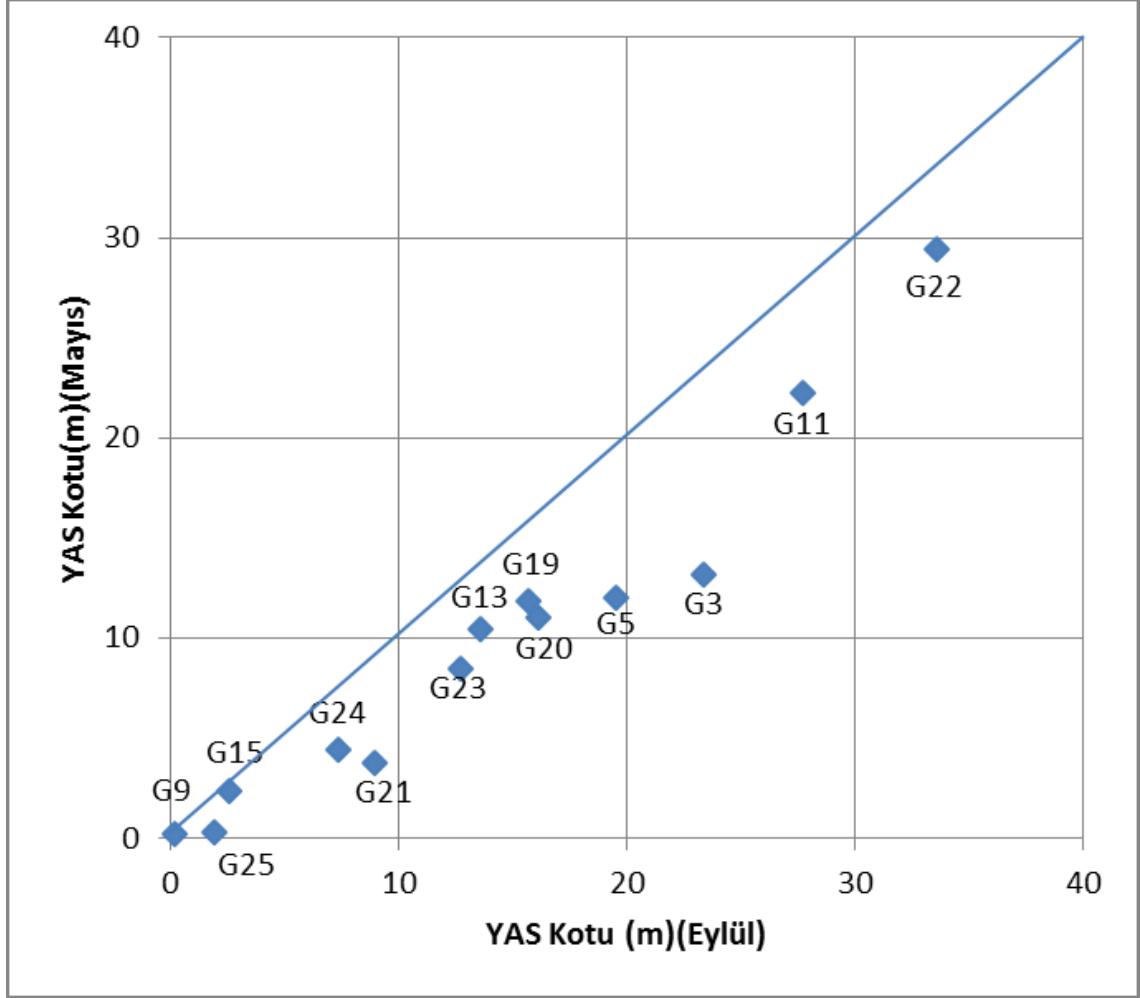
Örnekleme Noktası	Açıklama	YAS Kotu (m)	
		Mayıs 2016	Eylül 216
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	2.38	1.37
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	23.37	13.18
G4	Şahıs Kuyusu	*	*
G5	Şahıs Kuyusu	19.57	12.04
G6	Şahıs Kuyusu	34.82	*
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	8.04	*
G8	Şahıs Kuyusu	*	*
G9	Şahıs Kuyusu	0.22	0.24
G11	Şahıs Kuyusu	27.76	22.21
G12	Şahıs Kuyusu	18.95	*
G13	Şahıs Kuyusu	13.59	10.45
G14	Şahıs Kuyusu	*	*
G15	Şahıs Kuyusu	2.60	2.34
G16	Şahıs Kuyusu	*	*
G17	Şahıs Kuyusu	*	*
G18	Şahıs Kuyusu	*	2.15
G19	Şahıs Kuyusu	15.68	11.87
G20	Şahıs Kuyusu	16.11	10.98
G21	Şahıs Kuyusu	8.96	3.78
G22	Şahıs Kuyusu	33.57	29.39
G23	Şahıs Kuyusu	12.69	8.47
G24	Şahıs Kuyusu	7.36	4.44
G25	Şahıs Kuyusu	1.93	0.25
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	*	9.58
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	*	*

(*) Bu noktalarda YAS kotu ölçülememiştir.

Yapılan iki arazi çalışmasında ölçüm yapılabilmesi mümkün olan kuyularda YAS kotu belirlenmiştir. YAS kotu değerlerinin zamanla değişimi incelendiğinde; yaz aylarında yağışın gerçekleşmemesi ve yeraltısuyu çekiminin artması sonucu Eylül 2016 dönemi YAS kotu değerleri, Mayıs 2016 dönemine göre daha düşüktür. 2016 yılı Eylül ve Mayıs aylarında YAS kotu hesaplaması yapılan kuyular için hazırlanan grafikte (Şekil 4.1) G9 ve G15 kuyularında değişim gözlenmezken, bunlarında dışında kalan kuyularda YAS kotu düşüş göstermektedir. Bunun sebebi ise G9 ve G15 kuyuları diğer kuyulara göre denize daha yakın konumdadır. Denizden

uzaklaştıkça YAS kotları düşüş göstermektedir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda üst kotlarda bulunan G3 kuyusu yaklaşık 10 m'lik YAS kotu değişimi görülmektedir.

Şekil 4.1'de verilen grafikte Mayıs- Eylül ayı YAS kotlarının birebir doğrusundan sapması incelenmiş olup, değerlerde Eylül ayını gösteren eksene doğru sapma gerçekleşmiştir. Bu durum neredeyse bütün ölçüm noktalarında YAS kotunun düştüğünü göstermektedir.

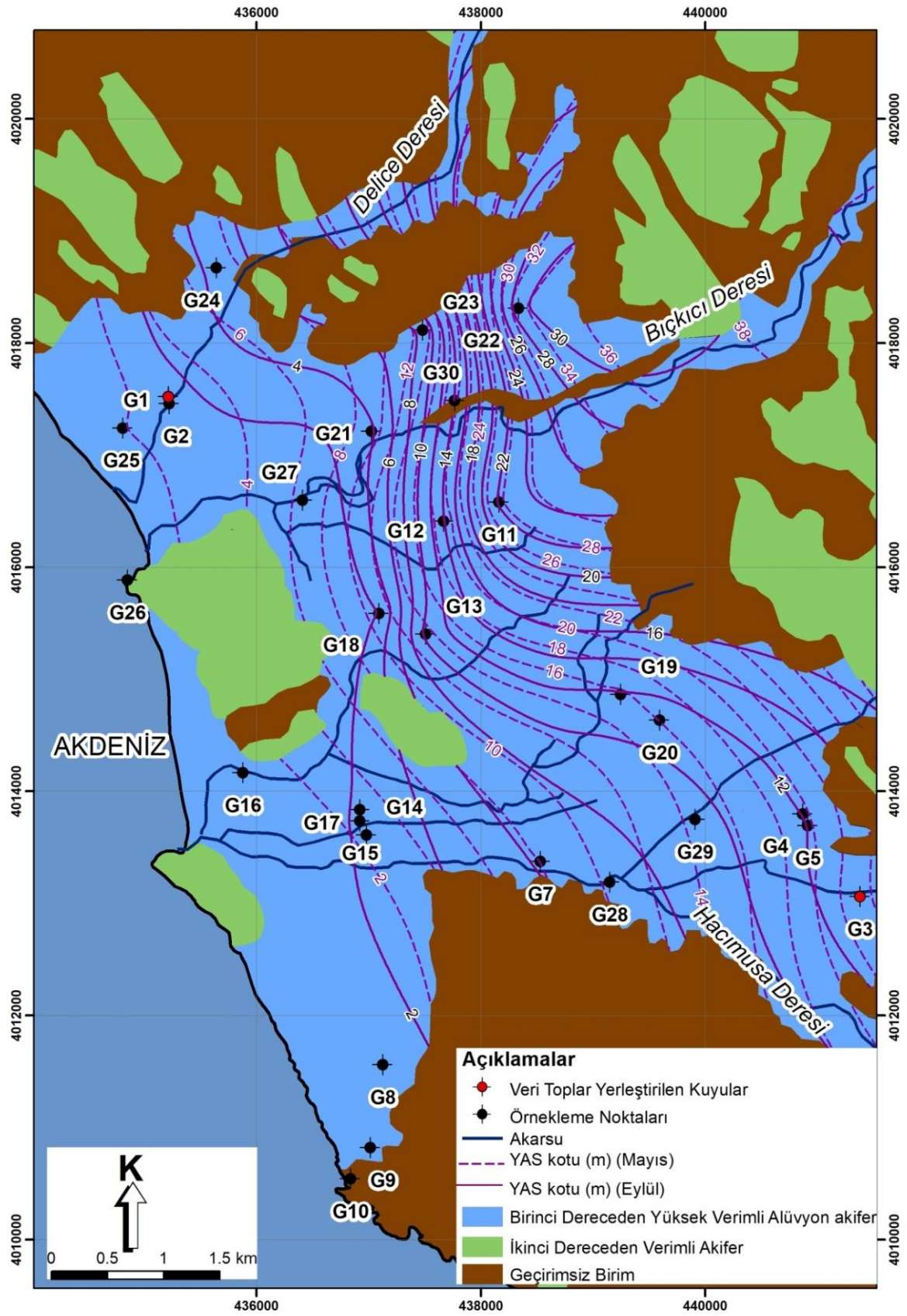


Şekil 4.1. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında YAS kotu gözlemleri.

YAS kotu ölçümü yapılan kuyulardan itibaren Mayıs ve Eylül ayları için YAS yük dağılım haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.2). Çalışma alanında YAS akım yönü denize doğrudur. Şekil 4.2'de Mayıs ve Eylül dönemi YAS kotları sunulmuş olup Hacımusca Deresi çevresinde akım yönü her iki dönemde de aynı iken, ovanın orta kesimlerde noktasal çekimlere bağlı dönem içinde yük değişimi gerçekleşmiştir. Eylül döneminde YAS kotu değerlerinin düşük olması kıyı bölgelerinde tuzlu su girişimi riskini arttırmaktadır. Dolayısıyla kıyıda olası risklere karşı sürekli gözlem

yapılmalıdır. Bıçkıcı Deresi'nin ortalama 1192 m²/gün [1] iletimliliğe sahip olması ve alansal yeraltısuyu çekiminin fazla olması YAS kotunun düşmesine ve kireçtaşı/mermer akiferi ile hidrolik yük farkının artmasına neden olmuştur. Hacımusa Deresi'nin ortalama 3682 m²/gün [1] olan iletimliliği Bıçkıcı Deresi'ne kıyasla yüksek olması nedeniyle hidrolik eğim daha düşüktür. Ayrıca G18 kuyusunda aşırı yeraltısuyu çekiminden dolayı noktasal bir değişim görülmektedir.

Çalışma kapsamında uzun dönemde kıyı akiferinde YAS kotu değişimi belirlemek için DSİ XIII. Bölge Yeraltısuları Şube Müdürlüğü'nün gözlemlerinden yararlanılmıştır. Ovada açılan kuyularda (Şekil 4.3) kuyu kotlarından statik seviyeler çıkarılarak YAS kotu değerleri hesaplanmıştır. Akiferden yapılan çekim göz önünde bulundurularak ovada düzenli seviye ölçümü yapılan 28620 ve 28627 No.lı kuyuların ve 2009 yılından itibaren ölçümü yapılan 60337, 60375 ve 60376 No.lı kuyuların 1999-2013 yılları arasındaki yeraltısuyu kotu (YAS kotu) hesaplanmıştır (Çizelge-4.2).

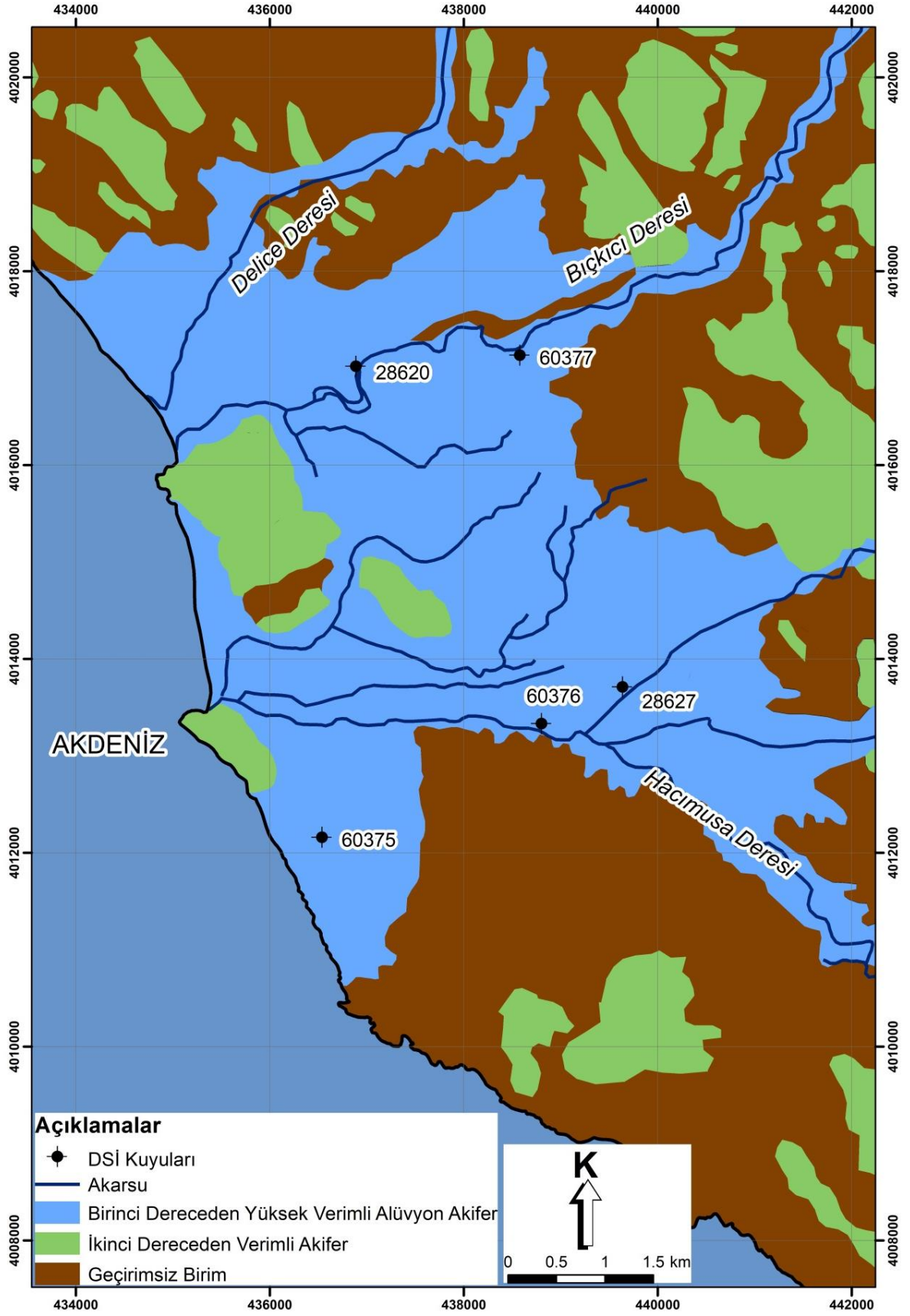


Şekil 4.2. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarına ait yeraltısuyu yük dağılım haritası.

Çizelge-4.2. Yeraltısuyu işletme kuyularına ait YAS kotu değerleri (m).

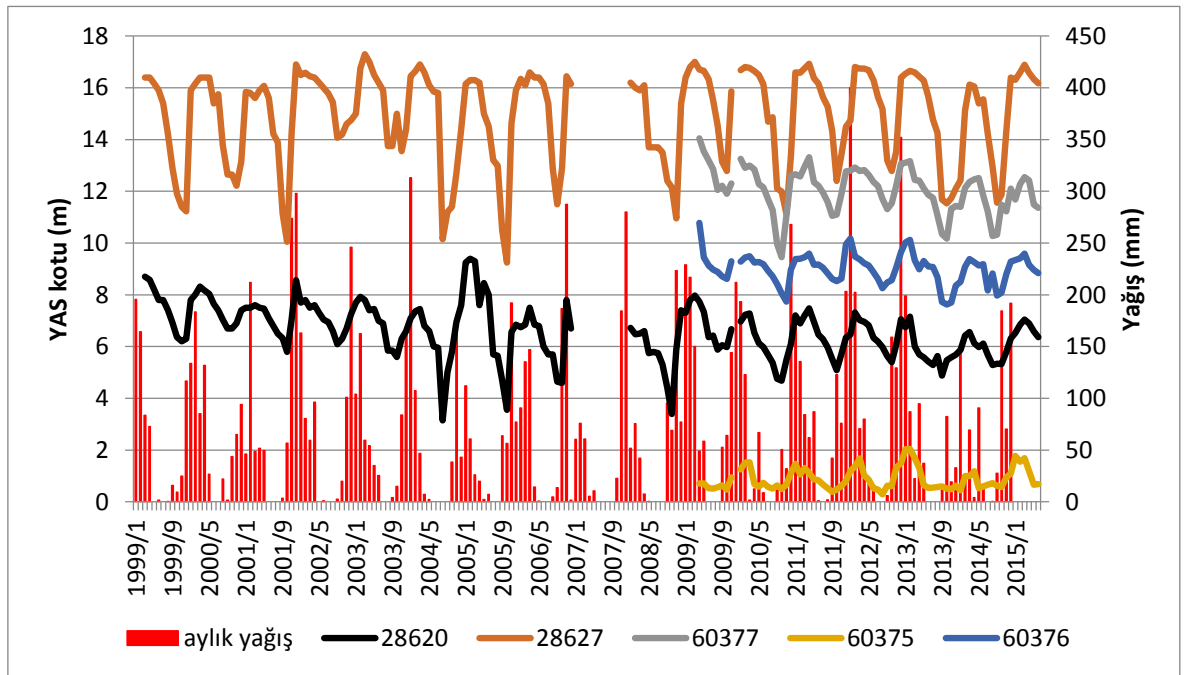
Tarih	28620	28627	60337	60375	60376
1.1.1999	8.5	16.2	*	*	*
1.7.1999	7.8	15.4	*	*	*
1.1.2000	7.8	15.9	*	*	*
1.7.2000	7.4	15.8	*	*	*
1.1.2001	7.5	15.8	*	*	*
1.7.2001	6.8	14.2	*	*	*
1.1.2002	7.7	16.5	*	*	*
1.7.2002	6.9	15.8	*	*	*
1.1.2003	7.7	15.0	*	*	*
1.7.2003	6.9	15.9	*	*	*
1.1.2004	7.1	16.5	*	*	*
1.7.2004	6.0	15.8	*	*	*
1.1.2005	9.3	16.2	*	*	*
1.7.2005	5.7	13.2	*	*	*
1.1.2006	6.8	16.4	*	*	*
1.7.2006	5.7	15.4	*	*	*
1.1.2007	*	*	*	*	*
1.7.2007	*	*	*	*	*
1.1.2008	6.7	16.2	*	*	*
1.7.2008	5.8	13.7	*	*	*
1.1.2009	7.3	16.4	*	*	*
1.7.2009	6.4	15.5	12.9	0.5	9.0
1.1.2010	7.0	16.7	13.3	1.3	9.3
1.7.2010	5.7	14.7	11.7	0.6	8.9
1.1.2011	7.2	16.6	12.7	1.5	9.4
1.7.2011	6.3	15.6	12.0	0.7	9.1
1.1.2012	6.5	14.7	12.8	1.2	10.2
1.7.2012	6.2	15.6	12.2	0.5	8.6
1.1.2013	6.8	16.5	13.1	2.0	10.0
1.7.2013	5.3	14.8	11.8	0.6	9.1
1.1.2014	5.9	12.4	11.4	0.5	8.5
1.7.2014	5.7	14.2	11.2	0.7	8.2
1.1.2015	6.5	16.3	11.7	1.8	9.3

(*) ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 4.3.1999-2013 yılları arasında YAS kotu ölçülen işletme kuyularına ait lokasyon haritası.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda DSİ tarafından açılan 28620 No.lu kuyu hariç diğer kuyularda YAS kotu salınım trendinin benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Yıl içinde ortalama +/- 3 m düzeyinde değişen YAS kotu salınımı uzun dönemde korunmaktadır. Korunan YAS kotu salınımı akiferin dinamik ve yağışlarla değişen koşullara hızlı tepki verdiğini göstermektedir. 28620 No.lu işletme kuyusunda YAS kotu 1999-2004 yılları arasında yaklaşık 4 m düşmüştür. Bunun sebebi ise 28620 No.lu kuyunun 1999-2004 yılları arasında yoğun olarak kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. YAS işletmesine karşın YAS kotlarının korunması alüvyon akiferinin, kireçtaşı/mermer akiferinden beslendiğini göstermektedir.



Şekil 4.4. Yeraltısuyu işletme kuyularında yağış-YAS kotu grafiği.

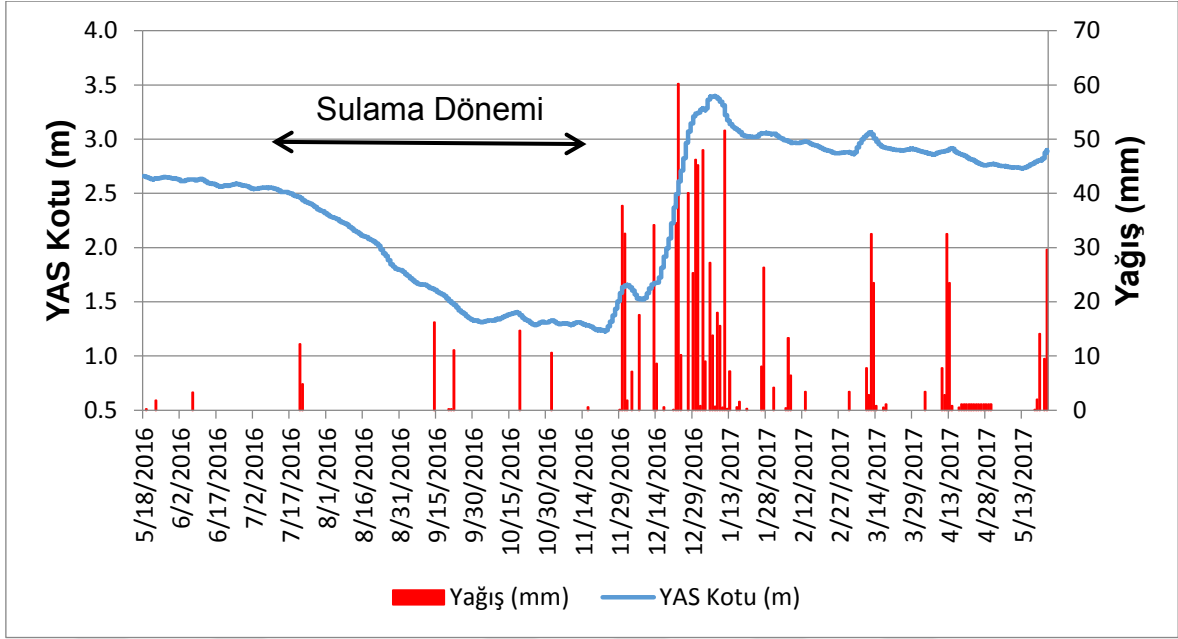
4.2.2. Sürekli Yeraltısuyu Kotu Gözlemleri

Yağış ile YAS kotu, ÖEİ ve sıcaklık arasındaki ilişkinin belirlenmesi için ovanın farklı bölümlerinden seçilen 62589 (G1) ve 62590 (G3) No.lu gözlem kuyularında Schlumberger marka CTD (Conductivity, Temperature, Depth) Diver model veri toplar cihazları ile sürekli ölçümler gerçekleştirilmiştir. Eİ(ölçülen)-ÖEİ(hesaplanan) dönüşümünde, $T(^{\circ}\text{C})$ sıcaklığı ifade etmek üzere aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [12].

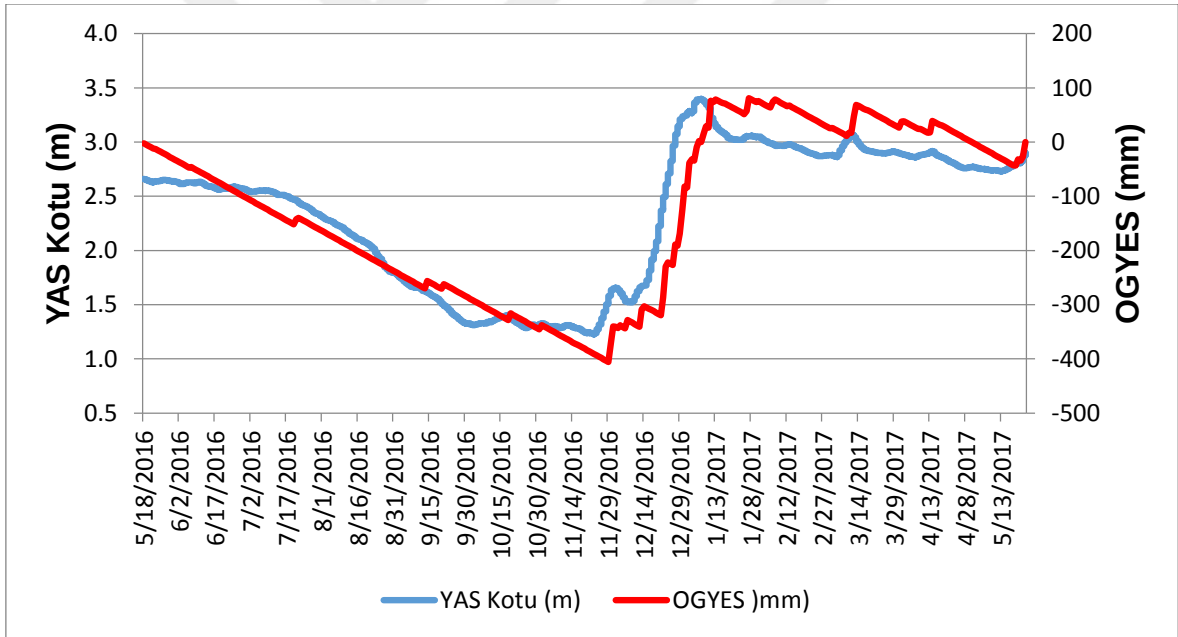
$$\text{ÖEİ} = \text{Eİ} / (1 + 0.0191 (T - 25))$$

Mayıs 2016 tarihinde 62589 ve 62590 No.lı kuyulara yerleştirilen veri toplar cihazlar 30 dakika aralıkla ölçüm yapmak üzere programlanmış olup, Eylül 2016 tarihine kadar verileri toplamıştır. Eylül ayında yapılan arazi çalışmasında veri toplar cihazlardan ölçümler alınarak, Mayıs 2017 tarihine kadar tekrar ölçüm yapmak üzere programlanıp kuyulara yerleştirilmiştir. Ayrıca Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 tarihleri arasında yaklaşık bir yıllık dönemde Gazipaşa Kıyı Ovası'nda gerçekleşen ortalama günlük yağış 2.46 mm olup her gün için ortalamadan sapma ($P_{\text{günlük}} - P_{\text{günlük ort}}$) ve ortalama günlük yağıştan eklenik sapma (OGYES) hesaplanmıştır. Buna göre yağışa ve OGYES'e karşılık oluşturulan YAS kotu, ÖEİ ve sıcaklık grafikleri aşağıda değerlendirilmiştir.

62589 No.lı gözlem kuyusuna (G1) yerleştirilen veritoplar kuyu başından ($z=7.70$ m) itibaren 7.83 m derinliğe indirilmiştir. G1 gözlem kuyusuna ait YAS kotu-Yağış (Şekil 4.5a) YAS kotu-OGYES grafikleri incelendiğinde (Şekil 4.5b) YAS kotunun 2016 yılı Mayıs ayından Kasım ayı sonuna kadar yaklaşık 2.6 m'den 1 m'ye kadar düştüğü gözlenmiştir. 2016 yılı Kasım ayı sonundan 2017 yılı Ocak ayı ortalarına kadar ise gelen yağışlarla YAS kotunun 3.5 m'ye kadar yükseldiği görülmektedir. OGYES- YAS kotu grafiği incelendiğinde (Şekil 4.5b) YAS kotunun eklenik yağış ile birebir uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durum G1 gözlem kuyusunun YAS kotunun doğrudan yağış ile beslendiğini göstermektedir. Yağışın olmadığı dönemlerde YAS çekimine bağlı olarak YAS kotu düşerken, ardışık yağışlarla birlikte YAS kotu yükselmektedir. 2016 yılı Mayıs ayından 2017 Mayıs ayına kadar devam eden ölçümlerde YAS kotunun aynı seviyeye yükseldiği gözlemlenmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerde yeraltısuyu ani artış ve düşüşler gösterirken, yaklaşık bir yıllık ölçüm döneminde YAS kotu kireçtaşı/mermer beslenimi ile 2.5-3 m arasında statik bir değer göstermektedir. Ardışık yağışlarla gelen YAS kotunun artışı yüzeyden beslenimin göstergesidir.



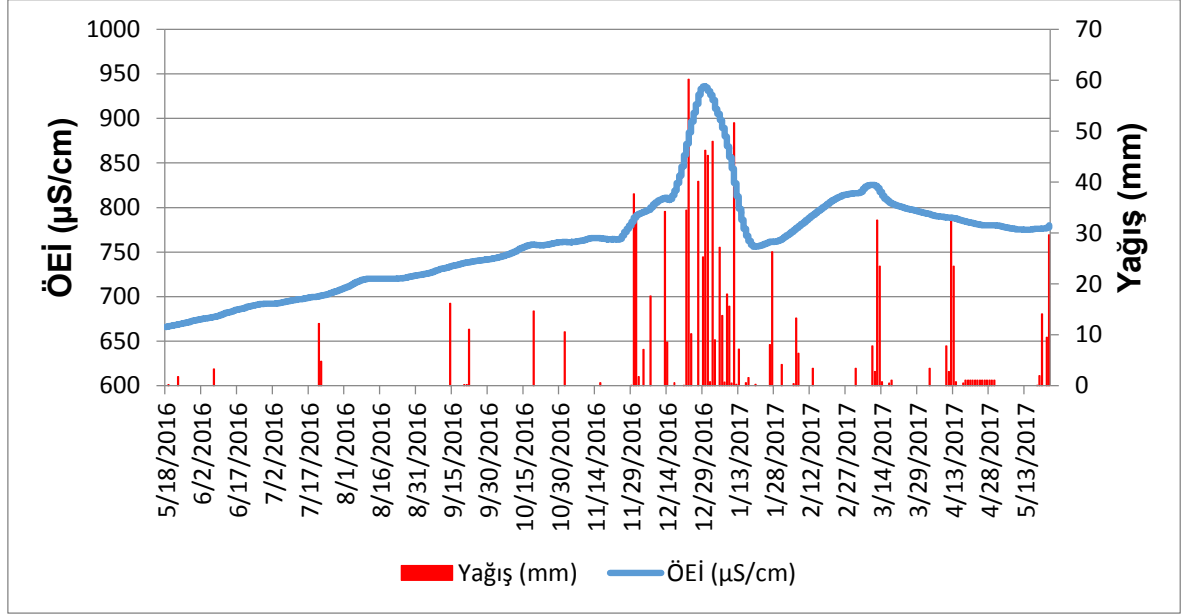
Şekil 4.5a. 62589 No.lı gözlem kuyusunda yağış-YAS kotu ilişkisi.



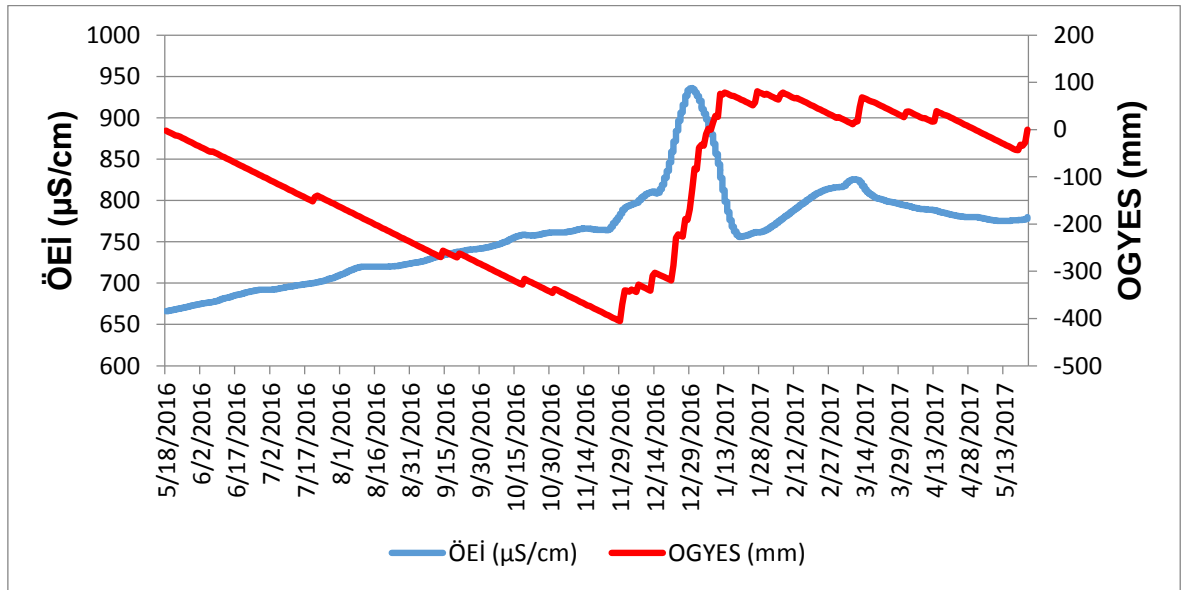
Şekil 4.5b. 62589 No. Gözlem kuyusundan YAS kotu-OGYES ilişkisi.

G1 gözlem kuyusuna ait ÖEİ-yağış grafiği incelendiğinde (Şekil 4.6a) 2016 yılı Mayıs ayından 2016 yılı Aralık ayına kadar ÖEİ değerleri 650-750 mikroS/cm iken, daha sonra ÖEİ değeri ardışık yağışlarla 2016 yılı Aralık ayı içinde 950 mikroS/cm'e ulaşmıştır. Ardışık yağışların görece azaldığı 2017 yılı Şubat ayından sonra ÖEİ değeri 800 mikroS/cm dolayındadır. Bu durum YAS'ın ÖEİ değerinin ardışık yağış önce ve sonrası arasında dengeye ulaştığını göstermektedir. ÖEİ-OGYES grafiği incelendiğinde (Şekil 4.6b) 2016 yılı Mayıs-Aralık döneminde

eklenik yağış ve YAS kotu değeri azalırken, ÖEİ değeri artmaktadır. Bu durumun nedeninin alüvyon akiferde YAS kotunun düşmesi kireçtaşı/mermer akiferi ile arasındaki hidrolik yükün artması ve sonuçta kireçtaşı/mermer akiferinden gerçekleşen beslenimin artması olduğu düşünülmüştür. Kireçtaşı/mermer akiferinden daha uzun dolaşıma dolayısıyla daha yüksek ÖEİ değerine sahip yeraltısuyunun alüvyon akifere gelmesi ile ÖEİ değeri artmış, daha sonra gerçekleşen ardışık yağışlar ile de 950 mikroS/cm'e ulaşmıştır.

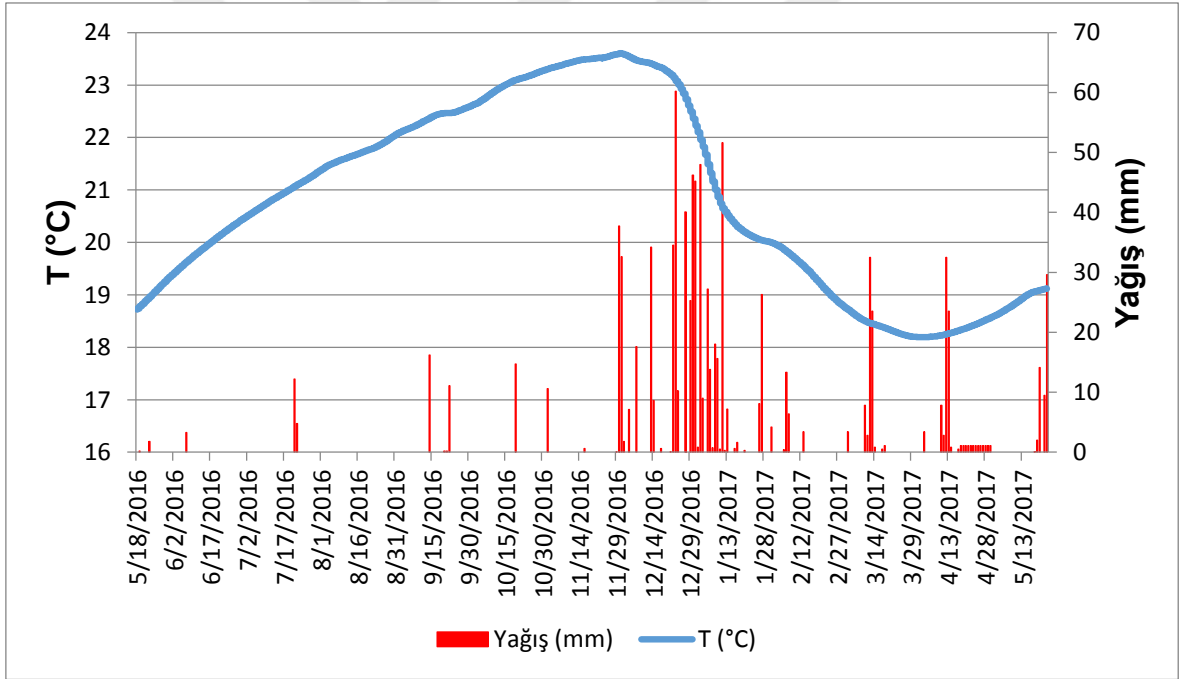


Şekil 4.6a. 62589 No.lı gözlem kuyusunda yağış-ÖEİ ilişkisi.

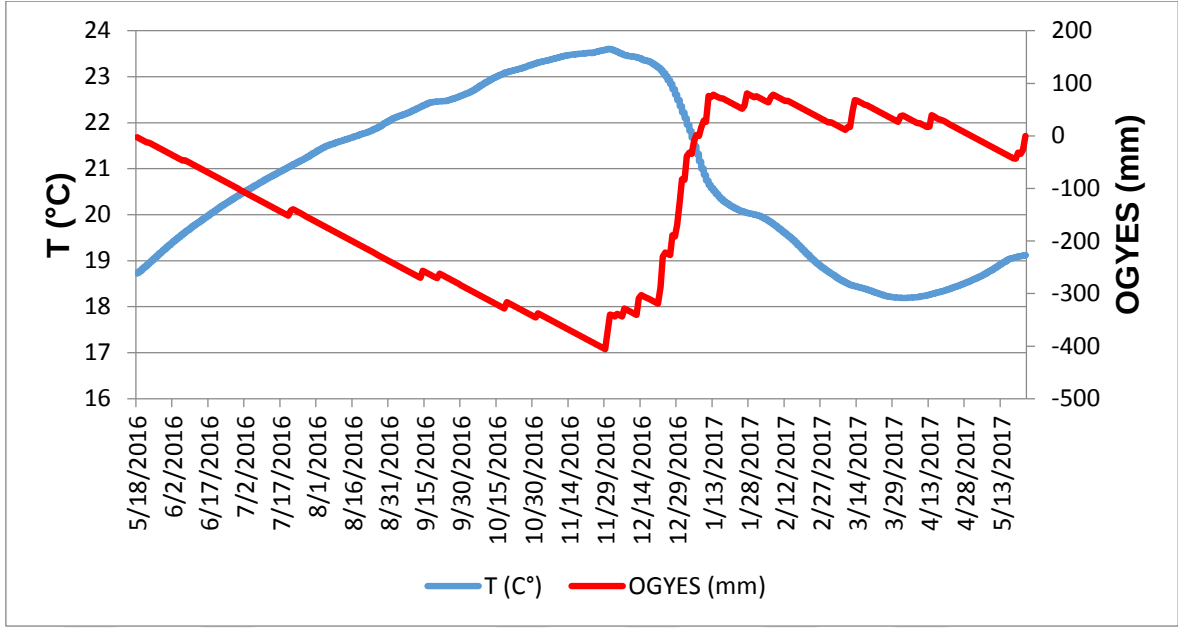


Şekil 4.6b. 62589 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-OGYES ilişkisi.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yaz döneminde sıcaklığın yüksek olması buna bağlı olarak toprak sıcaklığının artması ile Delice Deresi'ne çok yakın konumdaki G1 gözlem kuyusunun ölçüm sonuçlarının dereyi temsil ettiği düşünülmektedir. G1 gözlem kuyusuna ait Sıcaklık-yağış grafiği incelendiğinde (Şekil 4.7a) 2016 yılı Mayıs ayından 2016 yılı Kasım ayına kadar YAS sıcaklığının hava sıcaklığını takip ederek 19°C'den 23.5°C'ye yükseldiği gözlemlenmiştir. 2016 yılı Aralık ayından sonraki dönemde gelen güncel hava sıcaklığını temsil eden yağışların YAS kotuna direkt etki ettiği bilinmekte olup, YAS sıcaklığını 18 °C'ye kadar düşürmektedir. Sıcaklık-OGYES grafiğinde ise (Şekil 4.7b) 2016 yılı Aralık ayına kadar yağış gerçekleşmediğinden YAS sıcaklığı hava sıcaklığını takip etmiş, Aralık ayında eklenik yağış değerleri artarken YAS sıcaklığı düşüş göstermektedir. Bu durum güncel hava sıcaklığına sahip yağışların gelmesiyle YAS sıcaklığının düştüğünü göstermektedir.



Şekil 4.7a. 62598 No.lı gözlem kuyusunda yağış-sıcaklık ilişkisi.

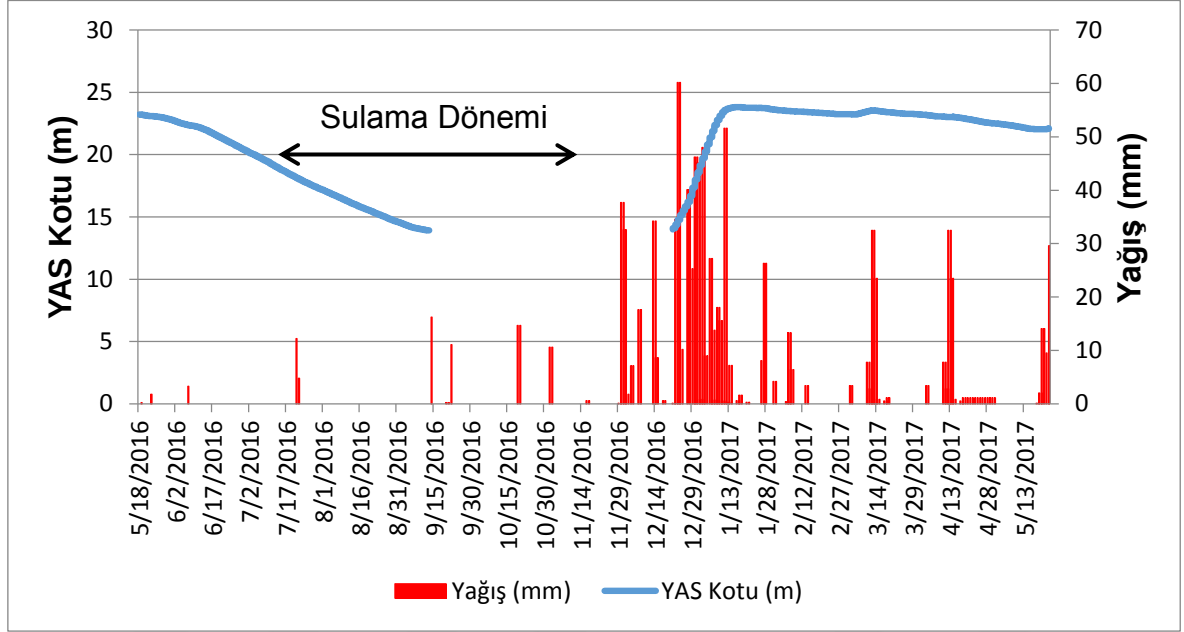


Şekil 4.7b. 62589 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-OGYES ilişkisi.

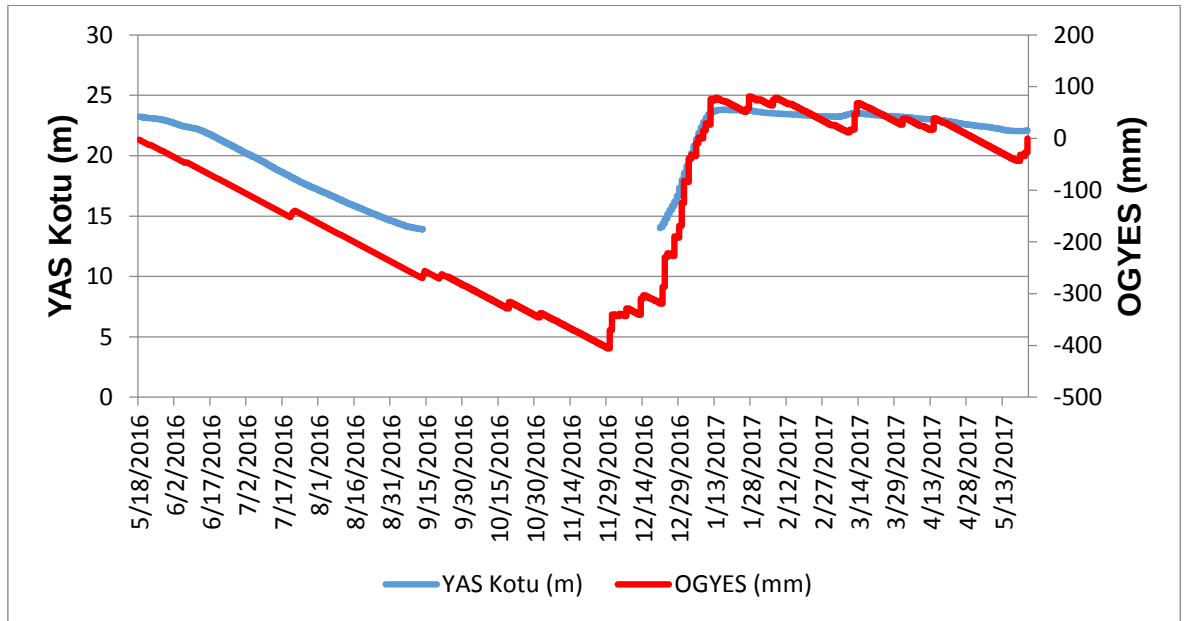
2016 yılı Mayıs ayında yapılan arazi çalışmasında 50 m su yükünde ölçüm yapma kapasitesine sahip veri toplar 62590 No.lı gözlem kuyusuna (G3) kuyu başından (z=27.61 m) itibaren 13.77 m derinliğe indirilmiştir. 2016 Eylül ayından Aralık ayı ortalarına kadar veri toplar askıda kaldığından (YAS kotu 13.84 m'nin altına düştüğünden) veri okunamamıştır. G3 gözlem kuyusuna ait YAS kotu-Yağış (Şekil 4.8a), YAS kotu-OGYES grafikleri incelendiğinde (Şekil 4.8b) YAS kotunun 2016 yılı Mayıs ayından Ağustos ayı sonuna kadar yaklaşık 24 m'den 14 m'ye kadar düştüğü gözlenmiştir. 2016 yılı Aralık ayında gerçekleşen yağışlarla beraber YAS kotu 24 m seviyelerine kadar yükselmektedir. YAS kotu-OGYES grafiği incelendiğinde (Şekil 4.8b) YAS kotunun eklenik yağış ile birebir uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durum G3 gözlem kuyusunun YAS kotunun doğrudan yağış ile beslendiğini göstermektedir. 2017 yılı Ocak-Mayıs dönemde ardışık yağış olmasa da yağış girdisinin devam etmesiyle YAS kotu korunmuştur.

G1 gözlem kuyusu için 2016 yılı Mayıs-Aralık, G3 gözlem kuyusu için 2016 yılı Mayıs- Eylül döneminde YAS kotunda düşüm gerçekleşmiştir. G1 gözlem noktasında bu düşüm 1.5 m düzeyinde iken, G3 gözlem noktasında düşüm yaklaşık 10 m'dir. Bu durum hem kuyuların konumlarından (denize uzaklık) hem de alüvyon akiferinin her iki noktada iletimliliğinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Delice Deresi'ni temsil eden G1 gözlem noktasında iletimlilik katsayısı, Hacımusa Deresi'ni temsil eden G3 noktasına göre düşüktür. Bu durum

G3 noktasında yağışın olmadığı ve YAS çekiminin yoğun olduğu yaz aylarında YAS kotunun hızlıca düşmesine neden olmaktadır. YAS kotu-yağış (Şekil 4.8a) ve YAS kotu-OGYES grafikleri (Şekil 4.8b) G3 gözlem noktasının yağışın olmadığı dönemde kireçtaşı/mermer akiferinden beslenimin çekimle gerçekleşen düşümü karşılamadığını, ancak çekimin olmadığı ve yağışın gerçekleştiği dönemde (Kasım 2016-Şubat 2017) akiferde YAS kotunun hızlıca yükseldiğini göstermiştir.



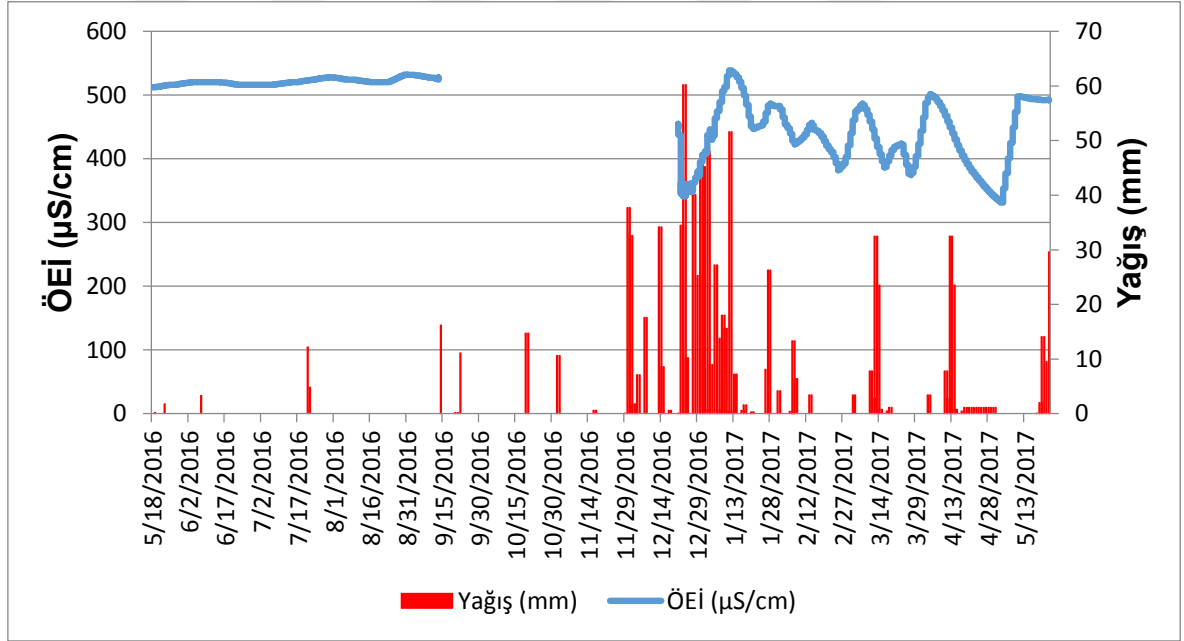
Şekil 4.8a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda yağış-YAS kotu ilişkisi.



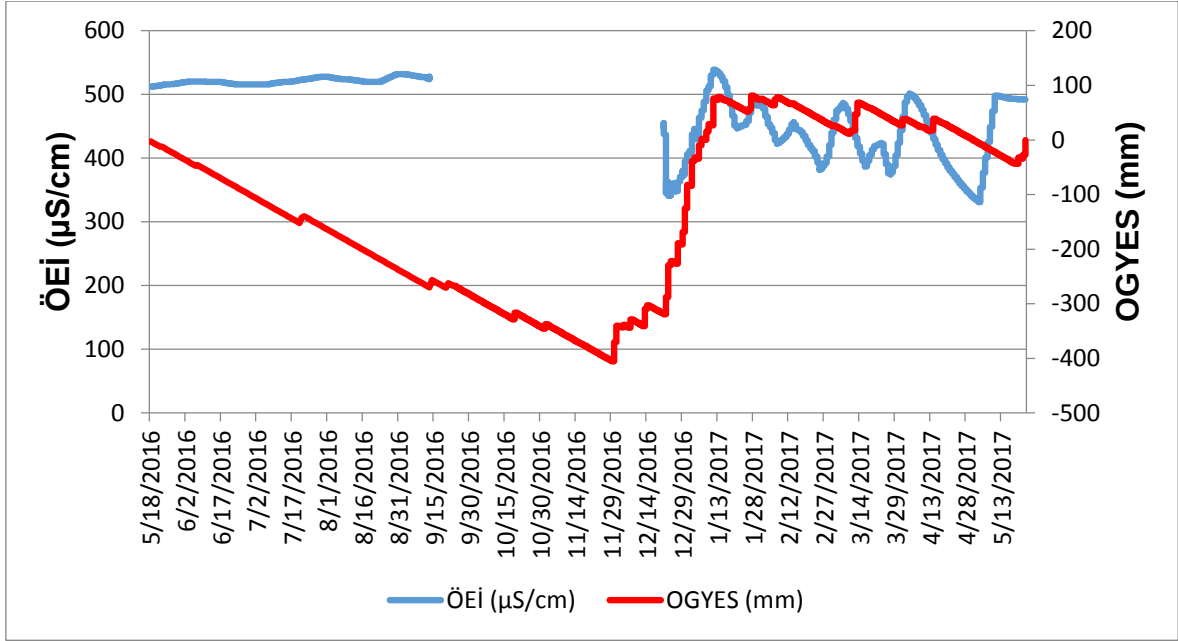
Şekil 4.8b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda YAS kotu-OGYES ilişkisi.

G3 gözlem kuyusuna ait ÖEİ-yağış grafiği (Şekil 4.9a) incelendiğinde 2016 yılı Mayıs-Eylül döneminde YAS kotu düşmesine rağmen ÖEİ değerleri 500 mikroS/cm düzeyindedir. Bu durum alüvyon akiferi ile temasta olan kireçtaşı/mermer akiferinin ÖEİ değeri açısından dengeye ulaştığını göstermektedir.

2016 yılı Aralık- 2017 yılı Mayıs döneminde devam eden ölçümlerde 300-500 mikroS/cm değerleri arasında dalgalanma göstermektedir. Bunun nedeninin farklı akım yolları boyunca (alüvyondan beslenme ve kireçtaşı/mermer akiferinden beslenme) akifere ulaşan yeraltısuyu olduğu düşünülmektedir. ÖEİ-OGYES grafiği incelendiğinde (Şekil 4.9b) 2016 yılı Mayıs-Eylül döneminde OGYES ve YAS kotu değeri azalırken, ÖEİ değeri sabit kalmıştır. Ardışık yağışlarla YAS kotu artmış ve ÖEİ değerinde yağışa bağlı olarak salınım gerçekleşmiştir.

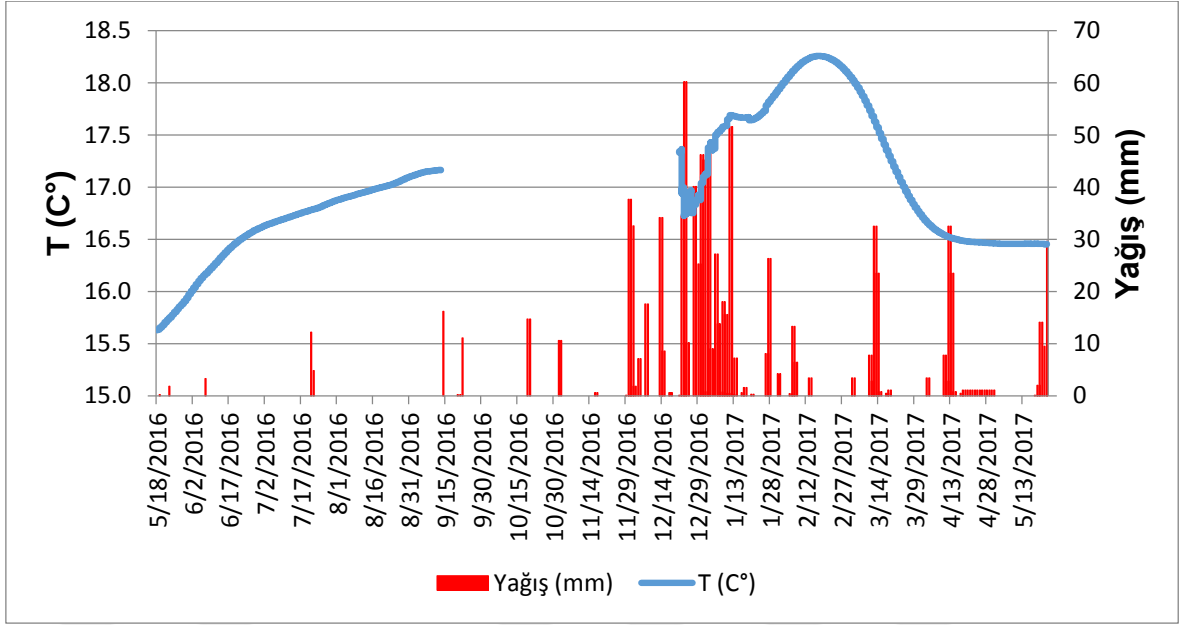


Şekil 4.9a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-yağış değişimi.

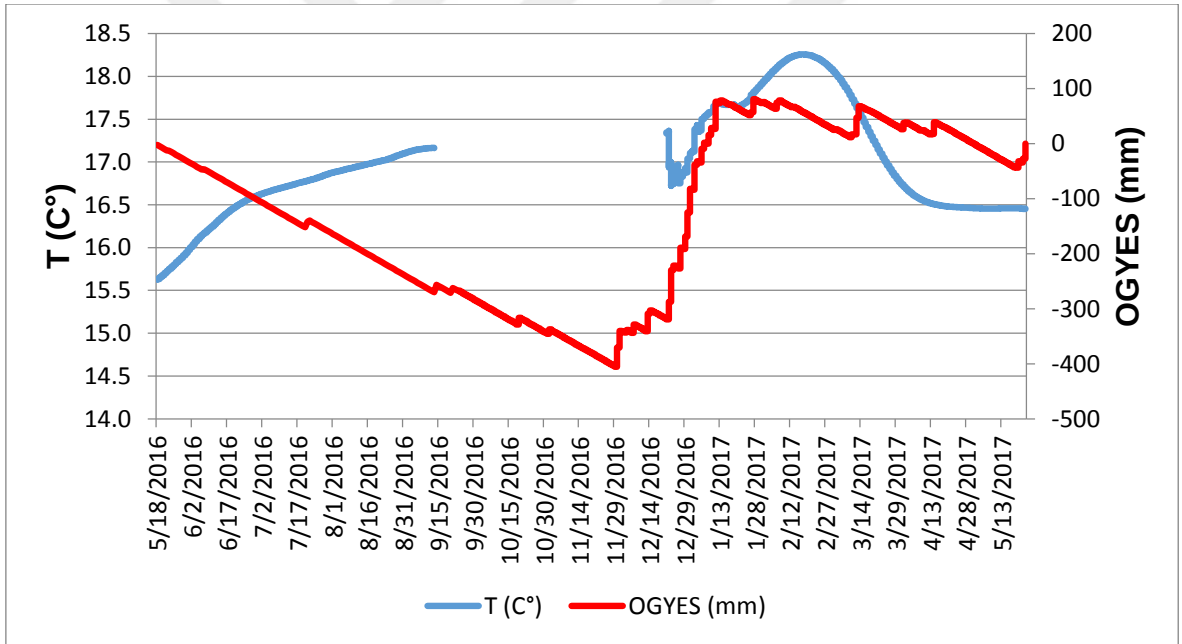


Şekil 4.9b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda ÖEİ-OGYES ilişkisi.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yaz döneminde sıcaklığın yüksek olması buna bağlı olarak toprak sıcaklığının arttığı bilinmektedir. Bu nedenle, Hacımusa Deresi'ne yakın konumdaki G3 gözlem kuyusunun ölçüm sonuçlarının dereyi temsil ettiği düşünülmektedir. G3 gözlem kuyusuna ait Sıcaklık-yağış grafiği incelendiğinde (Şekil 4.10a) 2016 yılı Mayıs-Eylül döneminde YAS sıcaklığının hava sıcaklığını takip ederek 15.5 °C'den 17 °C'ye yükseldiği gözlemlenmiştir. 2016 yılı Aralık ayından sonraki dönemde gelen yağışların YAS kotuna direkt etki ettiği bilinmekte olup, bu dönemde YAS sıcaklığını 18°C'ye kadar yükselmektedir. 2017 yılı Şubat ayından Mart ayına kadar sıcaklık 16.5°C düşmüş ve 2017 Mayıs ayına kadar korunmuştur. Sıcaklık-OGYES grafiğinde ise (Şekil 4.10b) 2016 yılı Eylül ayına kadar yağış gerçekleşmediğinden YAS sıcaklığı hava sıcaklığını takip etmiş, Aralık ayında OGYES değerleri artarken YAS sıcaklığı da artış göstermektedir. Bu durum akış sırasında zamanla ısınan yüzeysuyunun akifere ulaşmasının zaman almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha sonraki dönemde ise alüvyon akifere kireçtaşı/mermer akiferinden farklı akım yolları boyunca ulaşan beslenim kotu yüksek, düşük sıcaklıklı yağışlarla sıcaklığın düştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10a. 62590 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-yağış değişimi.



Şekil 4.10b. 62590 No.lı gözlem kuyusunda sıcaklık-OGYES değişimi.

4.3. Hidrojeokimya Gözlemleri

Çalışmanın amacı doğrultusunda 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında yapılan arazi çalışmalarında kurak dönem başlangıcı ve sonunda yüzey ve yeraltısuyu kimyasını belirleyebilmek için major anyon-katyon, iz element, trityum ve duraylı izotop analizi yapabilmek için örnekleme yapılmıştır.

2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında yapılan arazi çalışmasında su noktalarında yerinde ölçülen sıcaklık, ÖEİ, pH ve ÇO ölçümleri ile en düşük, en yüksek, ortalama değerleri Çizelge-4.3'te verilmiştir. Mayıs 2016 gözlemlerinde en düşük sıcaklık 17.13°C ile 62590 No.lı gözlem kuyusunda ölçülürken, en yüksek sıcaklık 28.49°C ile Delice Deresi'ndedir. Mayıs 2016 gözlemlerinde ortalama sıcaklık 20.46°C ölçülmüştür. En yüksek ÖEİ değeri deniz suyunda ölçülürken, en düşük ÖEİ Bıçkıcı Deresi'nde ölçülmüştür. pH değerleri 6.07-8.12 arasında ölçülürken ortalama değer 7.23'dür. Çalışma alanında ÇO içeriği 3.50-8.49 mg/l arasında değişmektedir.

Çizelge-4.3. 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.

	2016 yılı Mayıs ayı Örnekleme				2016 yılı Eylül ayı Örnekleme			
	T (°C)	ÖEİ (µS/cm)	pH	ÇO(mg/l)	T (°C)	ÖEİ (µS/cm)	pH	ÇO (mg/l)
En Düşük	17.13	361	6.07	3.50	14.64	375	6.31	0.96
En Yüksek	28.49	58530	8.12	9.49	28.16	61036	7.54	8.78
Ortalama	20.46	2995	7.23	8.29	20.05	3207	6.83	5.31

2016 yılı Eylül ayında yapılan arazi çalışmasında; örneklemede devamlılık sağlanması için Mayıs ayında örneklenen su noktaları tercih edilmiştir. Ancak Delice ve Hacımusa derelerinde akış olmadığından örnekleme yapılamamıştır. Yüzeysuyu örneği yerine bu dönemde sulama suyu için kullanılan 27020 ve 28623 No.lı işletme kuyularından yeraltısuyu örneği alınmıştır. Eylül 2016'da en düşük sıcaklık Bıçkıcı Deresi'nde 14.64°C iken en yüksek sıcaklık 28.16°C ile deniz suyunda ölçülmüştür. Örnekleme noktalarında Eylül ayı ortalama sıcaklığı 20.05°C'dir. En yüksek ÖEİ deniz suyunda ölçülürken, en düşük ÖEİ Bıçkıcı Deresi'nde ölçülmüştür. Su noktalarında Eylül ayında pH 6.31-7.54 arasında iken, ÇO değeri 0.96-8.78 mg/l arasında değişmektedir. Örnekleme noktalarında ölçülen parametreler Çizelge-4.4'te verilmiştir.

Çizelge-4.4. 2016 Mayıs ve Eylül aylarında yüzey ve yeraltısularında ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.

Örneklem Noktası	Açıklama	2016 yılı Mayıs Ayı				2016 yılı Eylül Ayı			
		Örneklemesi				Örneklemesi			
		T (°C)	ÖEİ (µS/cm)	pH	ÇO (mg/l)	T (°C)	ÖEİ (µS/cm)	pH	ÇO (mg/l)
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	19.55	603	6.89	7.23	22.38	701	6.40	4.10
G2	Delice Deresi	28.49	587	7.95	7.06	örneklemedi			
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	17.13	510	7.45	9.48	17.79	542	6.73	6.75
G4	Şahıs Kuyusu	18.35	550	7.11	9.26	18.30	523	6.89	8.78
G5	Şahıs Kuyusu	18.58	564	7.26	9.31	18.85	576	6.51	6.98
G6	Şahıs Kuyusu	17.57	378	6.87	9.49	16.51	448	6.76	6.74
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	18.27	472	6.89	6.62	18.34	473	7.14	6.87
G8	Şahıs Kuyusu	21.03	999	6.07	3.50	21.27	993	6.78	5.74
G9	Şahıs Kuyusu	21.52	919	7.10	5.12	23.42	2793	6.79	4.71
G10	Akdeniz (Deniz Suyu Örneği)	23.12	58530	7.56	7.70	28.16	61036	7.44	4.66
G11	Şahıs Kuyusu	21.93	901	6.73	6.86	21.40	740	6.67	4.94
G12	Şahıs Kuyusu	19.88	709	6.71	8.62	21.56	756	6.71	0.96
G13	Şahıs Kuyusu	21.69	900	6.88	6.81	21.69	892	6.93	2.49
G14	Şahıs Kuyusu	18.76	552	7.57	9.31	19.92	563	7.10	5.71
G15	Şahıs Kuyusu	18.75	612	7.61	9.30	18.73	600	7.29	6.10
G16	Şahıs Kuyusu	21.16	2864	6.76	8.87	21.50	3098	6.31	3.09
G17	Şahıs Kuyusu	19.86	832	7.03	9.08	20.19	753	6.91	3.71
G18	Şahıs Kuyusu	22.35	1211	6.99	8.65	22.37	1170	6.61	2.31
G19	Şahıs Kuyusu	21.36	847	7.03	8.82	21.21	880	6.81	5.08
G20	Şahıs Kuyusu	20.47	738	6.84	8.98	20.26	738	6.88	5.71
G21	Şahıs Kuyusu	18.73	594	7.60	9.28	18.30	551	6.90	5.77
G22	Şahıs Kuyusu	20.72	672	6.87	8.90	20.84	676	6.40	4.51
G23	Şahıs Kuyusu	20.48	709	7.44	8.97	20.60	665	6.57	4.49
G24	Şahıs Kuyusu	19.65	593	7.87	9.10	19.34	609	6.78	6.86
G25	Şahıs Kuyusu	19.28	771	7.61	9.21	19.78	772	6.88	6.67
G26	Mağara Kaynağı	18.28	5457	7.56	9.40	18.29	6841	6.69	4.12
G27	Bıçkıcı Deresi	21.76	361	8.12	8.77	14.64	375	7.54	8.21
G28	Hacımusa Deresi	24.15	450	8.12	8.39	örneklemedi			
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	örneklemedi				17.15	461	7	6.66
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	örneklemedi				18.67	575	6.84	5.95

4.3.1.Majör İyon İçeriği

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yüzey ve yeraltısularının majör iyon bileşiminin belirlenebilmesi için; sodyum (Na^+), potasyum (K^+), magnezyum (Mg^{+2}), Kalsiyum (Ca^{+2}), amonyum (NH_4^+), lityum (Li^+), klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{-2}), bikarbonat (HCO_3), karbonat (CO_3^{-2}), florür (F^-), bromür (Br^-), fosfat (PO_4^{-2}), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) iyonlarının analizi 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayı örneklerinde yapılmıştır.

Mayıs ayı majör iyon içeriğinin değerlendirilmesi:

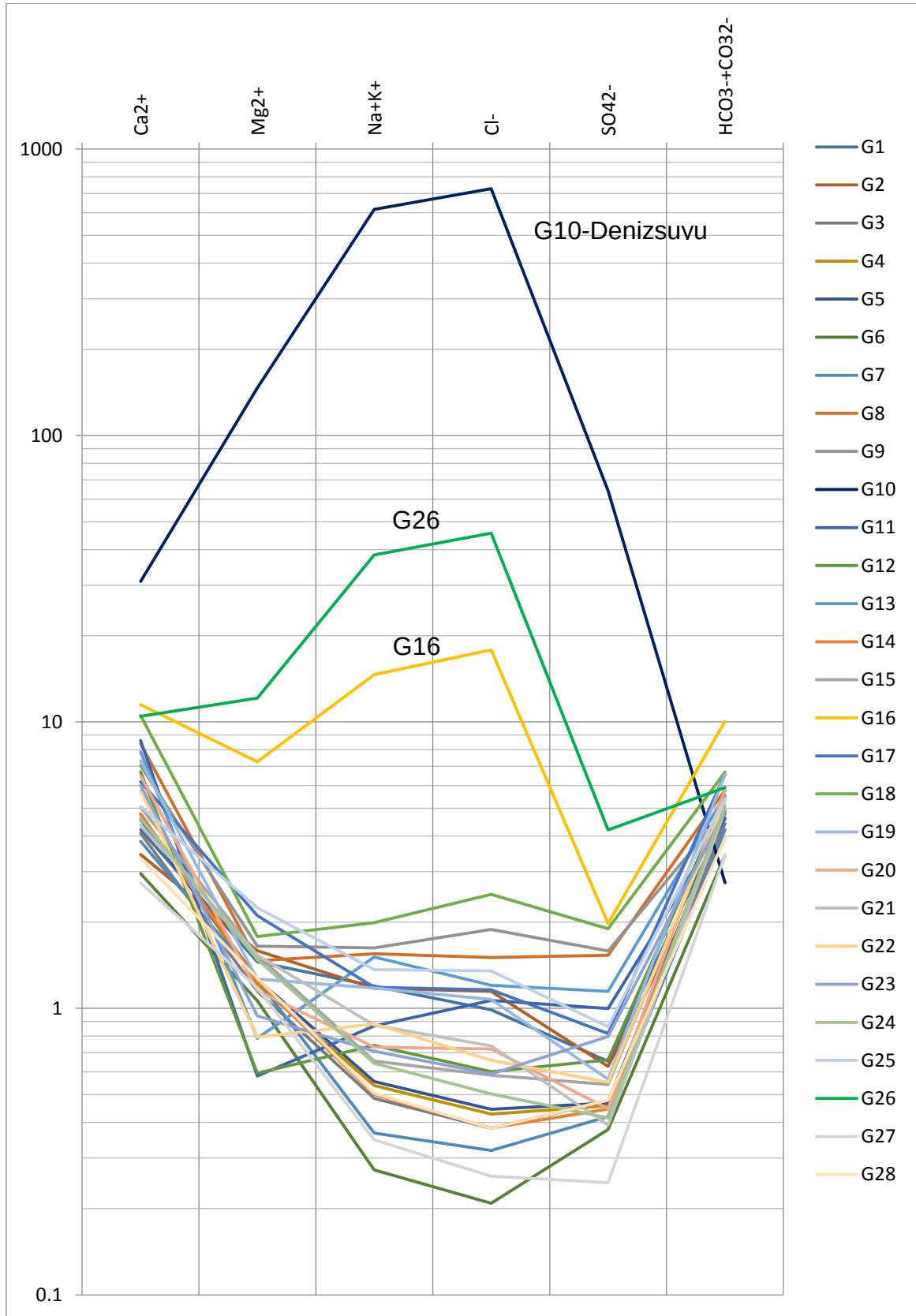
Mayıs ayı örneklerine ait majör iyon içeriği Çizelge-4.5'te verilmiştir. Bütün örneklerin analiz sonuçları kabul edilebilir hata payına (% EN) sahiptir. Çok sayıda örneğe ait majör iyon değişiminin değerlendirilebilmesi için yaygın olarak kullanılan yöntem Schoeller ve Piper diyagramlarının çizilmesidir. Bu çalışmada da her iki dönem örneklerinin majör iyon analiz sonuçları Schoeller ve Piper Diyagramında değerlendirilmiştir.

Mayıs ayı analiz sonuçlarına göre çizilen Schoeller Diyagramı'nda (Şekil 4.11) Akdeniz' den alınan deniz suyu örneği (G10), Mağara kaynağından alınan örnek (G26) ve 2894 mikroS/cm ÖEİ değerine sahip G16 örneği NaCl fasiyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Toplam çözünmüş madde miktarının bir göstergesi olan ÖEİ değerlerinin deniz suyu ile teması sonucu yükseldiği düşünülmektedir. Deniz suyu örneği çalışma alanında uç bileşeni temsil etmektedir. Bunların dışında kalan diğer yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin tamamı $\text{CaCO}_3/\text{Ca-HCO}_3^-$ fasiyesindedir. En düşük derişim G27 Bıçkıcı Deresi örneğinde gözlemlenmiş olup, 361 mikroS/cm ÖEİ değerine sahiptir.

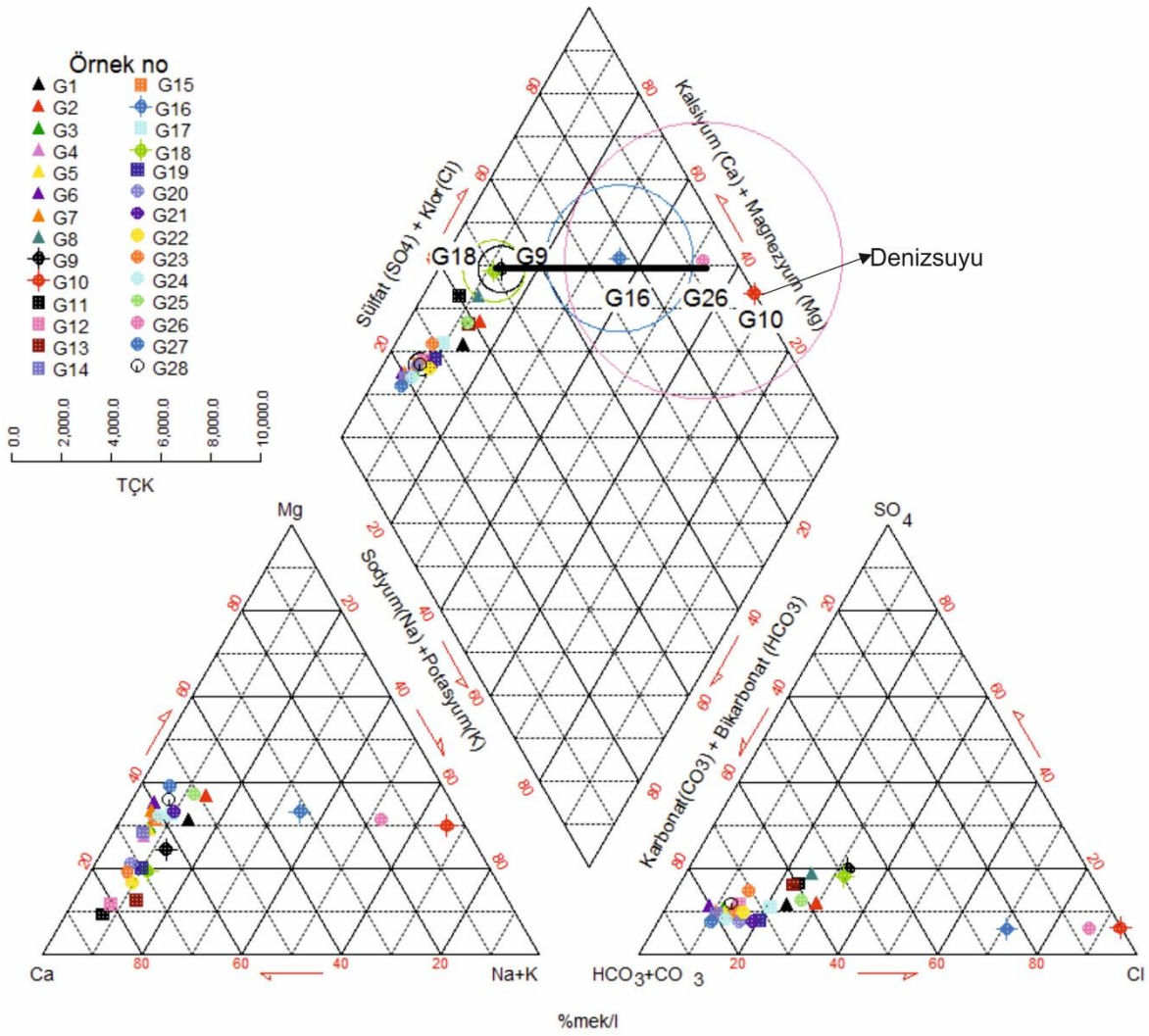
Mayıs ayı örneklerinin analiz sonuçları Piper Diyagramında (Şekil 4.12) değerlendirildiğinde karşımı belirlemek mümkün olmaktadır. ÖEİ 2894 mikroS/cm olan G16 örneği; G26 ve G18-G9 örneklerinin karışımından oluşmuş olabilir. Piper Diyagramında değerlendirildiğinde G16 örneği bu örneklerin karışım doğrusu üzerinde yer almaktadır. Ancak ÖEİ değerleri TÇK değerlerinin bir göstergesi olduğu için hazırlanan TÇK dairelerinin çakışmadığı için karışımından bahsetmek söz konusu değildir. Deniz suyunun ÖEİ değeri çok yüksek olduğu için TÇK dairelerinde hesaba katılmamıştır. Ayrıca G16 örneğinin karışıma uğrayıp uğramadığı duraylı izotop verilerinin değerlendirilmesi başlığında (bkz 4.4.1) da incelenmiştir.

Çizelge-4.5. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleri majör iyon içeriği.

Örnek No	Açıklama	F ⁻ mek/l	Cl ⁻ mek/l	NO ₂ ⁻ mek/l	Br ⁻ mek/l	NO ₃ ⁻ mek/l	PO ₄ ⁻³ mek/l	SO ₄ ⁻² mek/l	CO ₃ ⁻² mek/l	HCO ₃ ⁻ mek/l	Li ⁺ mek/l	Na ⁺ mek/l	NH ₄ ⁺ mek/l	K ⁺ mek/l	Mg ⁺² mek/l	Ca ⁺² mek/l	EN %
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	0	0.99	0	0	0.15	0	0.65	0	4.61	0	1.15	0.03	0.05	1.45	4.2	3.67
G2	Delice Deresi	0	1.15	0	0	0.09	0	0.63	0	3.92	0	1.12	0.02	0.05	1.59	3.45	3.70
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	0.01	0.38	0	0	0.05	0	0.48	0	4.41	0	0.46	0.04	0.03	1.15	4.09	3.87
G4	Şahıs Kuyusu	0	0.43	0	0	0.2	0	0.46	0	4.9	0	0.51	0.01	0.02	1.21	4.76	4.17
G5	Şahıs Kuyusu	0.01	0.44	0	0	0.21	0	0.47	0	4.8	0	0.53	0.01	0.03	1.26	4.58	3.78
G6	Şahıs Kuyusu	0	0.21	0	0	0.02	0	0.38	0	3.43	0	0.25	0.02	0.02	1.06	2.96	3.22
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	0	0.32	0	0	0.14	0	0.42	0	4.22	0	0.35	0.01	0.02	1.26	3.83	3.53
G8	Şahıs Kuyusu	0.01	1.51	0	0	1.94	0	1.53	0	5.78	0	1.52	0.06	0.03	1.47	8.38	3.07
G9	Şahıs Kuyusu	0.01	1.89	0	0	1.23	0	1.59	0	4.9	0	1.42	0.04	0.21	1.65	7.04	3.70
G10	Akdeniz (Deniz Suyu Örneği)	0.15	727.21	0	0.85	0.03	0	64.21	0.98	1.76	0	604.6	0	11.63	146.6	30.97	0.09
G11	Şahıs Kuyusu	0	1.07	0	0	2.56	0	1	0	4.61	0	0.86	0.01	0.01	0.58	8.61	4.32
G12	Şahıs Kuyusu	0.01	0.6	0	0	0.75	0	0.66	0	5.39	0	0.72	0.01	0.02	0.59	6.69	4.01
G13	Şahıs Kuyusu	0.01	1.2	0	0	1.47	0	1.15	0	5.54	0	1.5	0.04	0.01	0.79	7.86	4.24
G14	Şahıs Kuyusu	0	0.38	0	0	0.25	0	0.45	0	4.9	0	0.46	0.01	0.04	1.25	4.78	4.34
G15	Şahıs Kuyusu	0	0.58	0	0	0.23	0	0.54	0	5.29	0	0.62	0.03	0.03	1.54	5.04	4.38
G16	Şahıs Kuyusu	0	17.86	0	0.02	0.64	0	1.98	0	10.04	0	14.39	0	0.23	7.26	11.49	4.40
G17	Şahıs Kuyusu	0	1.16	0	0	0.28	0	0.82	0	6.57	0	1.16	0	0.03	2.11	6.19	3.57
G18	Şahıs Kuyusu	0.01	2.5	0	0.01	2.08	0	1.9	0	6.69	0	1.96	0.04	0.03	1.78	10.52	4.16
G19	Şahıs Kuyusu	0.01	1.08	0	0	0.95	0	0.57	0	6.58	0	1.15	0.03	0.03	1.27	7.32	3.28
G20	Şahıs Kuyusu	0.01	0.72	0	0	0.84	0	0.45	0	5.78	0	0.71	0.01	0.02	1.15	6.46	3.47
G21	Şahıs Kuyusu	0	0.74	0	0	0.19	0	0.39	0	4.9	0	0.84	0.01	0.04	1.54	4.37	4.28
G22	Şahıs Kuyusu	0.01	0.66	0	0	0.4	0	0.55	0	5.29	0	0.86	0.01	0.02	0.79	5.77	3.81
G23	Şahıs Kuyusu	0.01	0.59	0	0	0.8	0	0.8	0	4.9	0	0.69	0.01	0.02	0.94	6.01	3.84
G24	Şahıs Kuyusu	0	0.5	0	0	0.22	0	0.41	0	5.1	0	0.62	0.01	0.03	1.48	4.6	3.79
G25	Şahıs Kuyusu	0.01	1.35	0	0	0.42	0	0.86	0	5.39	0	1.31	0.02	0.05	2.25	5.07	4.05
G26	Mağara Kaynağı	0.01	45.6	0.02	0.05	0.18	0	4.2	0	5.9	0	37.35	0	0.95	12.11	10.46	4.21
G27	Bıçkıcı Deresi	0	0.26	0	0	0.02	0	0.25	0	3.43	0	0.33	0	0.02	1.18	2.74	3.69
G28	Hacimusa Deresi	0	0.38	0	0	0.1	0	0.48	0.59	3.33	0	0.48	0	0.02	1.28	3.33	2.26
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu								örneklenmedi								
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu								örneklenmedi								



Şekil 4.11. 2016 yılı Mayıs ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Schoeller diyagramı.



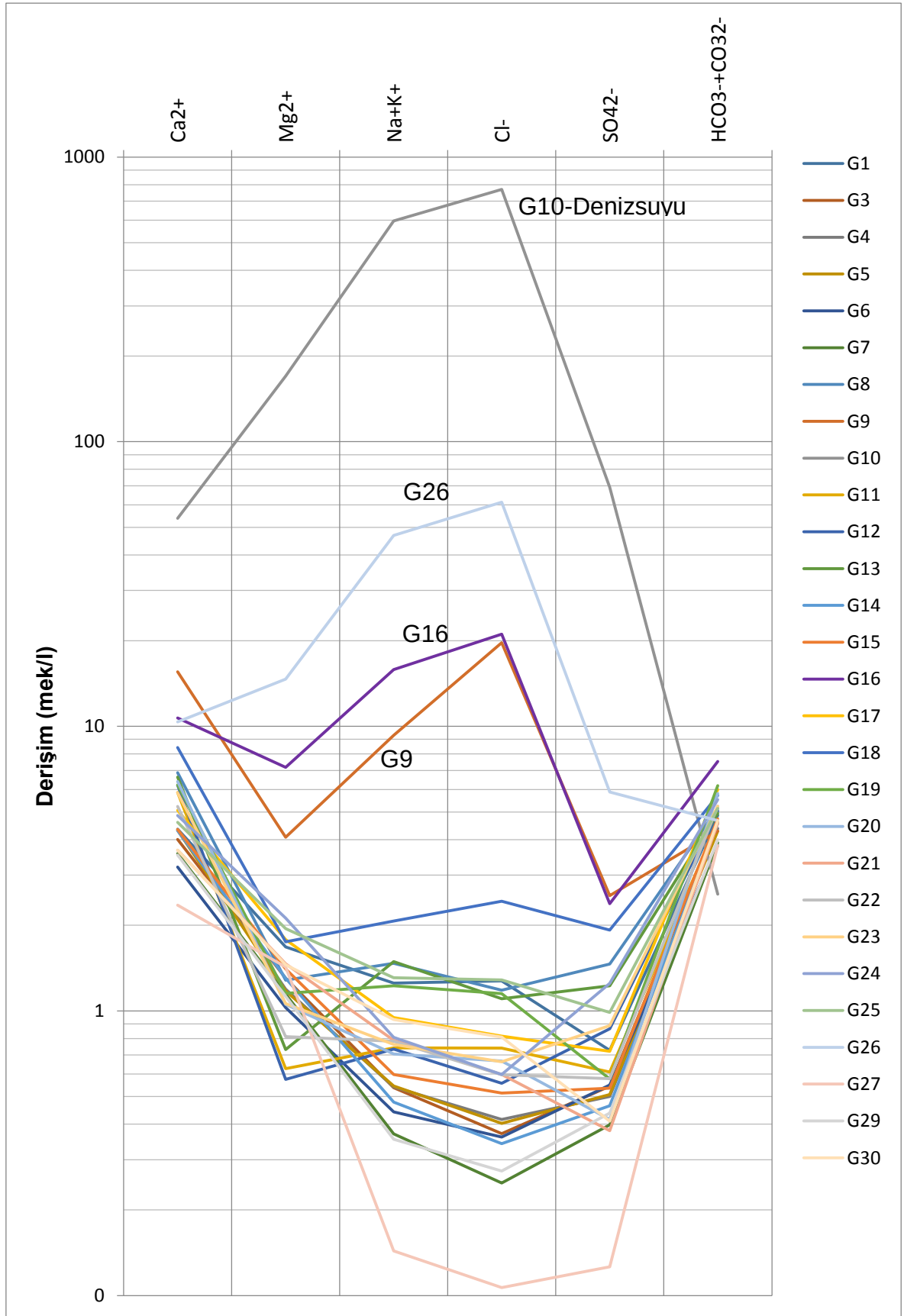
Şekil 4.12. 2016 yılı Mayıs ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Piper diyagramı.

Eylül ayı majör iyon içeriğinin değerlendirilmesi:

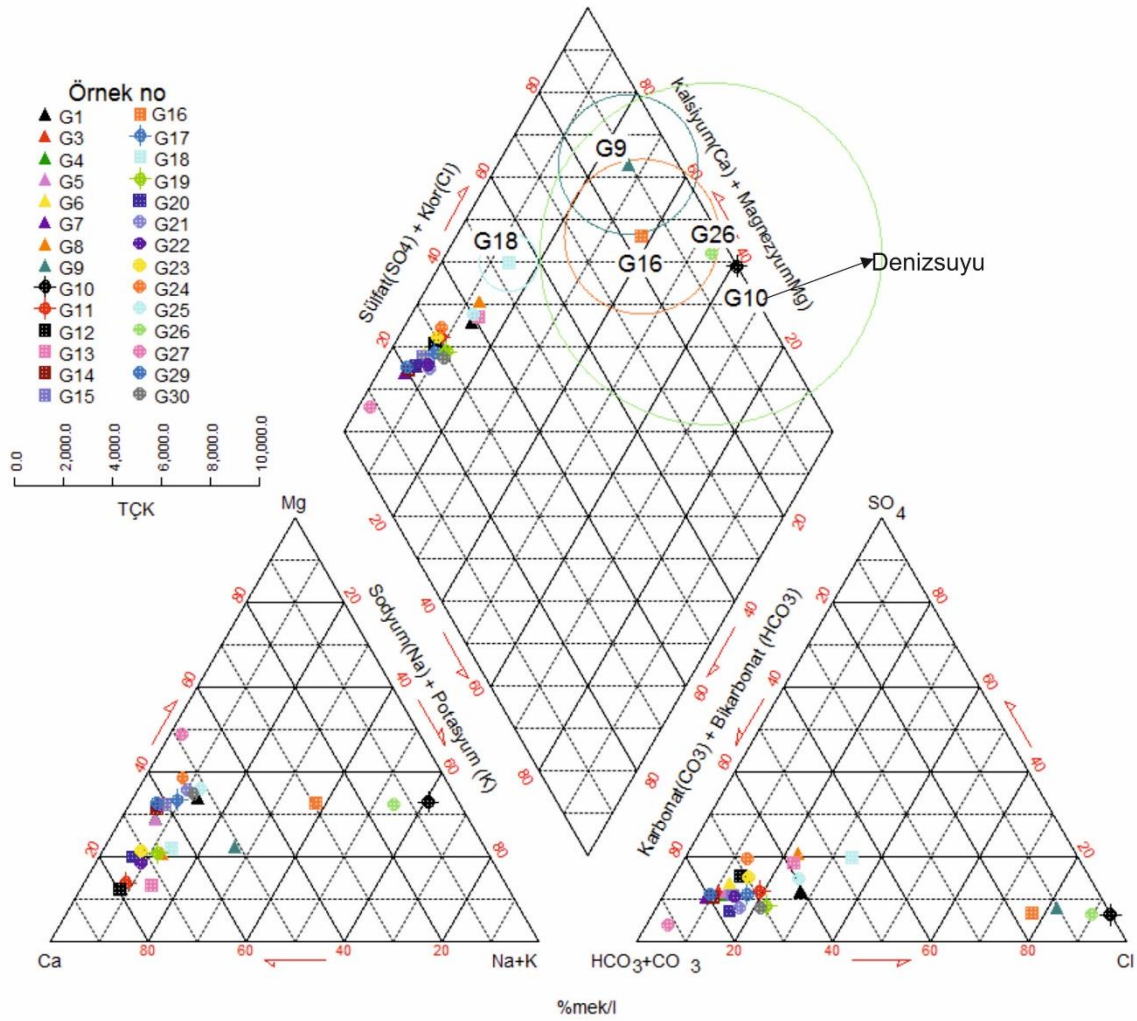
Eylül ayı örneklerine ait majör iyon içeriği Çizelge-4.6'da verilmiştir. Eylül ayı örneklerinin majör iyon analiz sonuçları Mayıs ayında olduğu gibi Schoeller (Şekil 4.13) ve Piper (Şekil 4.14) Diyagramlarında değerlendirilmiştir. Schoeller diyagramında Mayıs ayında olduğu gibi Eylül ayı yüzey ve yeraltısuyu örneklerinden G10, G26, G16 örnekleri NaCl fasiyesinde bulunmaktadır. Bunların yanı sıra şahıs kuyularından örneklenen G9 örneği de NaCl fasiyesinde olup Piper diyagramında NaCl fasiyesindeki diğer örneklerle karşılaştırılmamıştır. Eylül ayı örnekleri içinde en düşük derişim (375 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Bıçkıcı Deresi'nden (G27) alınan yüzeysuyu örneğinde ölçülmüştür.

Çizelge-4.6. 2016 yılı Eylül ayı örnekleri majör iyon içeriği.

Örnek No	Açıklama	F ⁻ mek/l	Cl ⁻ mek/l	NO ₂ ⁻ mek/l	Br ⁻ mek/l	NO ₃ ⁻ mek/l	PO ₄ ⁻³ mek/l	SO ₄ ⁻² mek/l	CO ₃ ⁻² mek/l	HCO ₃ ⁻ mek/l	Li ⁺ mek/l	Na ⁺ mek/l	NH ₄ ⁺ mek/l	K ⁺ mek/l	Mg ⁺² mek/l	Ca ⁺² mek/l	EN %
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	0.01	1.28	0	0	0.13	0	0.73	0	4.87	0.01	1.19	0	0.06	1.68	4.35	1.90
G2	Delice Deresi	örneklenmedi															
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	0	0.37	0	0	0.06	0	0.54	0	4.59	0	0.5	0	0.03	1.3	4.01	2.46
G4	Şahıs Kuyusu	0	0.42	0	0	0.22	0	0.5	0	4.38	0	0.51	0	0.03	1.19	4.32	4.59
G5	Şahıs Kuyusu	0	0.4	0	0	0.3	0	0.51	0	4.29	0	0.52	0	0.02	1.18	4.32	4.64
G6	Şahıs Kuyusu	0	0.36	0	0	0.03	0	0.55	0	3.81	0	0.42	0	0.02	1.03	3.2	0.89
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	0	0.25	0	0	0.11	0	0.4	0	3.9	0	0.35	0.01	0.02	1.15	3.57	4.41
G8	Şahıs Kuyusu	0.01	1.18	0	0	1.8	0	1.46	0	5.14	0	1.45	0.02	0.02	1.28	6.87	0.23
G9	Şahıs Kuyusu	0.01	19.67	0	0.02	0.94	0	2.54	0	4.29	0	8.96	0.07	0.33	4.08	15.56	2.70
G10	Akdeniz (Deniz Suyu Örneği)	0.23	770.3	0	0.77	0	0	69.08	1.33	1.24	0	583.5	0	12.94	169.97	53.83	1.37
G11	Şahıs Kuyusu	0.01	0.74	0	0	1.25	0	0.61	0	4.58	0	0.73	0.02	0.02	0.63	5.85	0.31
G12	Şahıs Kuyusu	0.01	0.56	0	0	0.83	0	0.86	0	5.05	0	0.72	0	0.01	0.57	6.22	1.48
G13	Şahıs Kuyusu	0.01	1.1	0	0	1.34	0	1.23	0	4.95	0	1.47	0.01	0.02	0.73	6.63	1.23
G14	Şahıs Kuyusu	0	0.34	0	0	0.24	0	0.46	0	4.57	0	0.45	0.01	0.03	1.3	4.3	4.02
G15	Şahıs Kuyusu	0.02	0.51	0	0	0.23	0	0.54	0	4.72	0	0.57	0.03	0.03	1.4	4.35	2.84
G16	Şahıs Kuyusu	0.01	21.08	0	0.02	0.68	0	2.38	0	7.52	0	15.59	0	0.23	7.17	10.69	3.05
G17	Şahıs Kuyusu	0	0.82	0	0	0.21	0	0.72	0	6	0	0.93	0.01	0.02	1.78	5.06	0.29
G18	Şahıs Kuyusu	0.01	2.43	0	0	1.49	0	1.92	0	5.71	0	2.03	0.02	0.04	1.75	8.42	2.92
G19	Şahıs Kuyusu	0.01	1.15	0	0	0.94	0	0.58	0	6.19	0	1.2	0.01	0.02	1.15	6.23	-1.45
G20	Şahıs Kuyusu	0	0.67	0	0	0.74	0	0.42	0	5.81	0	0.68	0.01	0.03	1.05	6.4	3.40
G21	Şahıs Kuyusu	0	0.6	0	0	0.13	0	0.38	0	4.57	0	0.76	0.01	0.03	1.46	3.67	2.14
G22	Şahıs Kuyusu	0.01	0.6	0	0	0.42	0	0.58	0	5.24	0	0.76	0.01	0.02	0.81	5.23	0.01
G23	Şahıs Kuyusu	0.01	0.66	0	0	0.89	0	0.89	0	5.24	0	0.74	0.02	0.02	1.06	5.84	0.02
G24	Şahıs Kuyusu	0	0.6	0	0	0.34	0	1.25	0	5.52	0	0.77	0.03	0.03	2.12	4.86	0.63
G25	Şahıs Kuyusu	0	1.29	0	0	0.45	0	0.99	0	5.14	0	1.25	0.02	0.06	1.95	4.6	0.00
G26	Mağara Kaynağı	0	61.25	0	0.06	0.17	0	5.87	0	4.67	0	45.94	0	0.87	14.66	10.37	0.12
G27	Bıçkıcı Deresi	0	0.11	0	0	0.02	0	0.13	0	3.81	0	0.13	0.01	0.01	1.43	2.35	1.62
G28	Hacımusa Deresi	örneklenmedi															
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	0	0.27	0	0	0.11	0	0.44	0	4	0	0.34	0.01	0.02	1.13	3.53	2.04
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	0	0.81	0	0	0.12	0	0.41	0	4.67	0	0.91	0.01	0.02	1.45	3.67	0.55



Şekil 4.13. 2016 yılı Eylül ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Schoeller diyagramı.



Şekil 4.14. 2016 yılı Eylül ayında örneklenen yüzey ve yeraltısularına ait Piper diyagramı.

4.3.2. İz Element İçeriği

Çalışma kapsamında iz element analizleri yapılmış olup, deniz suyu ile teması olan sularda yüksek iz element değerleri beklenirken dereler ve yüksek kotlardan beslenen yeraltısularında düşük iz element değerleri beklenir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda örneklenen su noktalarında farklı derişimlerde görülen iz elementlerin yoğun tarım faaliyetleri sırasında kullanılan bitki besinleri ve böcek öldürücülerden kaynaklandığı düşünülmektedir. 2016 yılı Mayıs iz element analizleri yapılmış olup, iz elementlerin en düşük, en yüksek ve ortalama derişimleri toplu olarak verilmiştir (Çizelge-4.7).

Kökenleri farklı olmakla birlikte, çalışmanın bu aşamasında değerlendirmesi yapılan iz elementlerin en yüksek iz derişimleri genellikle deniz suyu örneklerinde ya da NaCl formasyonu içinden alınan örneklerde belirlenmiştir. En düşük derişim ise Bıçkıcı Deresi'nde görölmüştür.

İz element sonuçları majör iyon içeriğinde olduğu gibi ÖEl değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Galyum (Ga) ve Kurşun (Pb) Şekil 4.15'te, Lityum ve Çinko (Zn) Şekil 4.16'da birlikte değerlendirilmiştir. Kurşun (Pb), antropojenik etkilerin yanı sıra böcek öldürücü olarak kullanılması sonucunda da yeraltısuyuna geçebilmektedir. Çinko (Zn) gelen olarak metalürjide korozyonu engellemek amacıyla kullanılmasının yanı sıra boyada beyaz pigment olarak da kullanılmaktadır [13]. Bu uygulamalar ile kolay bir şekilde yeraltısuyuna karışabilmektedir.

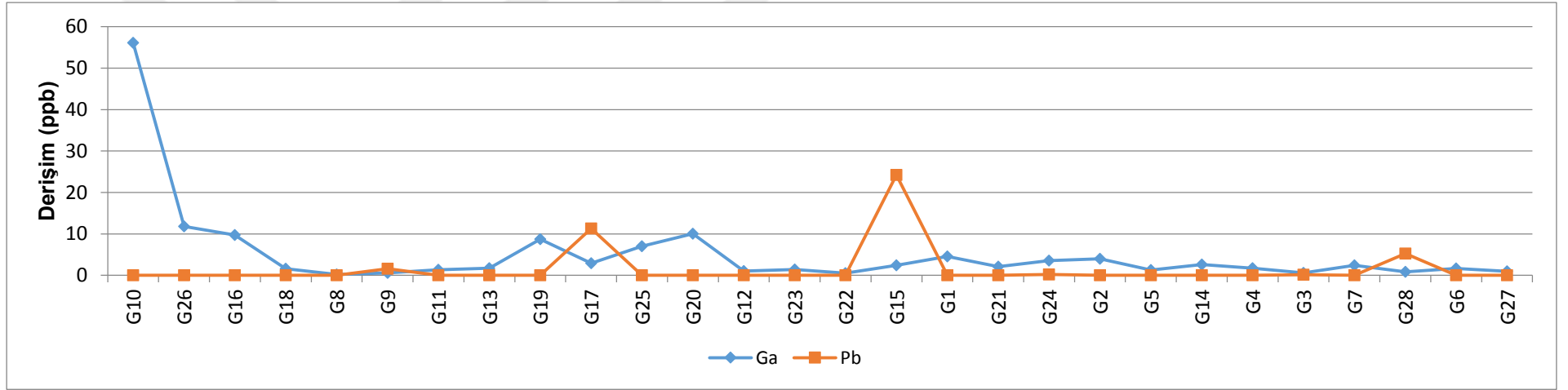
2016 yılı Eylül iz elementlerinin en düşük, en yüksek ve ortalama derişimleri toplu olarak verilmiştir (Çizelge-4.8). Şekil 4.17'de görölen magnezyumun sedimanter formları, manyezit ve hidromagnezit gibi karbonatları ve magnezyum ile kalsiyum karbonat karışımlarını içerir. Magnezyum dolomitik kireçtaşlarının çözünmesi ile yeraltısularına geçebilmektedir [13].

Mayıs ve Eylül örnekleri için iz element derişim grafikleri (Şekil 4.15, 4.16 ve 4.17) incelendiğinde G17 ve G15 örnekleme noktalarında Pb, G19 ve G20 örnekleme noktalarında Ga, G13 ve G6 örnekleme noktalarında Zn ve G1 ve G25 örnekleme noktalarında Li derişimleri yüksek olduğu görölmüştür. Bu noktalardaki derişim fazlalığının noktasal olarak kullanılan/enjekte edilen bitki besinleri ve böcek öldürücülerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

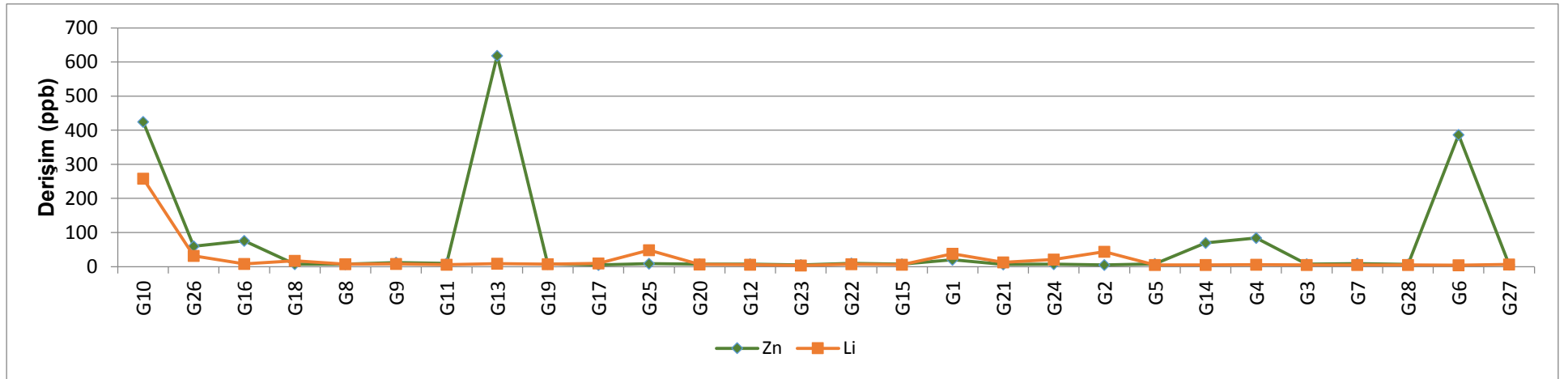
Çizelge-4.7. 2016 yılı Mayıs ayı iz elementlerin standart değerleri ve istatistikleri.

Element	İçme Suyu Standart ppb	Sulama Suyu Standart ppb	En Düşük ppb	EnYüksek ppb	Ortalama ppb
⁶ Li		2500	3.1	258.3	21.2
⁹ Be			0	0.7	0
¹¹ B			16.6	9750	464.8
²⁷ Al		5000	14.1	2763	143.1
⁴⁷ Ti			13.5	582.6	41.1
⁵¹ V		100	0.1	186.9	7.9
⁵² Cr	50	100	0.9	5.8	1.8
⁵⁵ Mn	100	200	0	9.5	0.4
⁵⁷ Fe		5000	122.4	1380.5	313.7
⁵⁹ Co		50	0.2	1	0.5
⁶⁰ Ni		200	0	8.4	2.1
⁶⁶ Zn	1000	2000	4.6	618.3	67.3
⁶⁹ Ga			0.2	56.1	5.1
⁷⁵ As	10	100	0	153.2	6.9
⁸² Se		20	0	348.8	13.9
⁸⁵ Rb			0.2	124.5	5.3
⁸⁸ Sr			202.4	9175	678.7
⁸⁹ Y			0	0.7	0.1
⁹⁰ Zr			0.1	24	1.5
¹⁰³ Rh			0	20.2	0.8
¹⁰⁴ Ru			0.3	13.2	1
¹⁰⁵ Pd		5000	0.6	30.5	2.1
¹¹¹ Cd	10	10	0.1	3.6	0.4
¹²¹ Sb			0	39.9	1.9
¹²⁵ Te			0	1.5	0.1
¹³⁷ Ba			18.6	2415	206.9
¹⁵³ Eu			0	1.2	0.1
¹⁸¹ Ta			5.1	227.1	16.5
²⁰² Hg			0	1.6	0.1
²⁰⁸ Pb	50		0	24.2	1.5
²³⁸ U			0.4	3	0.8

Not: Element simgeleri önündeki sayılar ölçüm sonuçlarının rapor edildiği kütle numaralarıdır. Derişimi <0.001 ppb olan örnekler tabloda 0 olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.15. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleme noktalarında Ga ve Pb derişimleri.

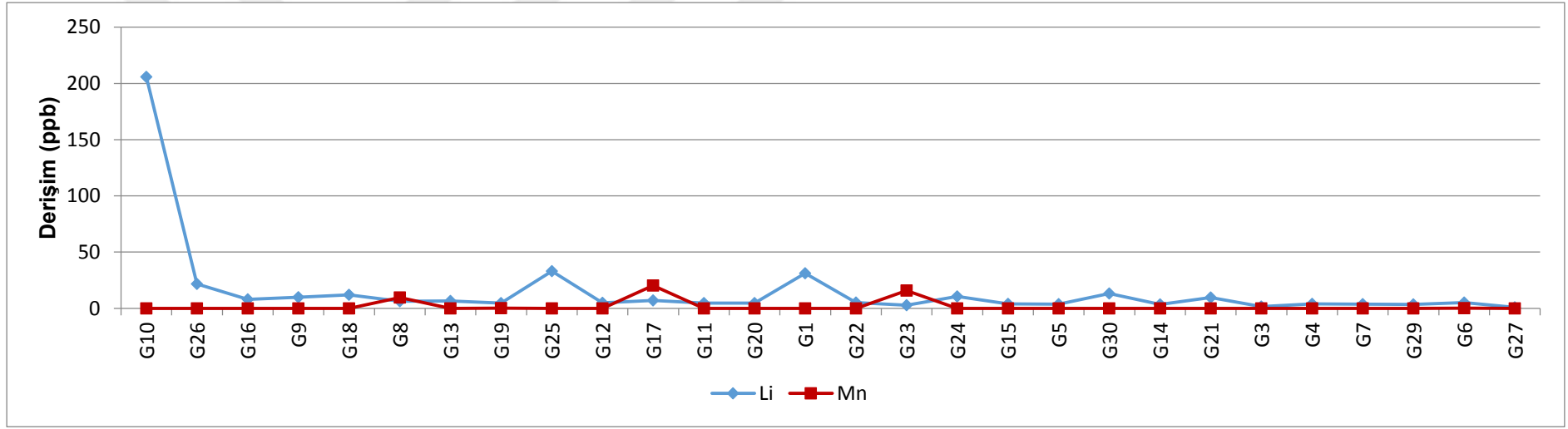


Şekil 4.16. 2016 yılı Mayıs ayı örnekleme noktalarında Li ve Zn derişimleri.

Çizelge-4.8. 2016 yılı Eylül ayı iz elementlerin standart değerleri ve istatistikleri.

Element	İçme Suyu Standart ppb	Sulama Suyu Standart ppb	En düşük ppb	En yüksek ppb	Ortalama ppb
⁶ Li		2500	0.9	205.9	15.4
¹¹ B			9	12910	660.7
²⁷ Al		5000	21.2	5687	325.6
²⁹ Si			0	1179	88.9
⁵¹ V		100	0.2	177.2	7.8
⁵⁵ Mn	100	200	0	20.4	1.6
⁵⁶ Fe		5000	27.4	874.3	73.9
⁵⁹ Co		50	0	0.7	0.1
⁶⁰ Ni		200	0	14.1	1.4
⁶⁶ Zn	1000	2000	4.3	917.7	45.3
⁶⁹ Ga			0	149.8	9.5
⁷⁵ As	10	100	0	310.2	15.4
⁸² Se		20	0	328.2	12.6
⁸⁵ Rb			0.2	133.2	5.7
⁸⁸ Sr			93.5	9830	655.2
⁸⁹ Y			0	1.5	0.1
⁹⁰ Zr			0.1	49	2.7
⁹⁵ Mo			0	45.8	1.8
¹⁰³ Rh			0	1.5	0.1
¹⁰⁵ Pd		5000	0.4	45.7	2.9
¹²¹ Sb			0	107.4	5.6
¹²⁵ Te			0	1.8	0.1
¹³³ Cs			0	0.8	0
¹³⁷ Ba			10.1	5232	332
¹³⁹ La			0	2.6	0.1
¹⁴⁶ Nd			0	1.5	0.1
¹⁵³ Eu			0	3.3	0.2
¹⁷⁸ Hf			0	1.4	0.1
¹⁸¹ Ta			2.2	257.8	20.1
¹⁹⁷ Au			0	8.8	0.5
²³⁸ U			0	1.8	0.6

Not: Element simgeleri önündeki sayılar ölçüm sonuçlarının rapor edildiği kütle numaralarıdır. Derişimi <0.001 ppb olan örnekler tabloda 0 olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.17. 2016 yılı Eylül ayı örnekleme noktalarında Li ve Mn derişimleri.

4.4. Çevresel İzotop Çalışmaları

Çalışma kapsamında örneklenen yüzey ve yeraltısularının etkilendiği fiziksel ve kimyasal süreçlerin belirlenebilmesi için çevresel izotoplardan (^{18}O , ^2H , ^3H) yararlanılmıştır. 2016 yılı Mayıs ayı örneklerinin Duraylı izotop (^{18}O , ^2H) analizleri Utah Üniversitesi Sirfer Laboratuvarında, ^3H analizleri de Hacettepe Üniversitesi Çevresel Trityum Laboratuvarında yaptırılmıştır. Çizelge-4.9'da 2016 yılı Mayıs ayı ve Çizelge-4.10'da Eylül ayı örneklerinin çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler verilmiştir.

Çizelge-4.9. 2016 yılı Mayıs ayı örneklerinin çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler.

	En yüksek	En düşük	Ortalama
^3H (TU)	3.08	0.33	1.95
$\delta^{18}\text{O}$ (‰VSMOW)	1.4	-6.8	-5.7
$\delta^2\text{H}$ (‰VSMOW)	9.2	-35.9	-29.3

Çizelge-4.10. 2016 yılı Eylül ayı örneklerinin çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler.

	En yüksek	En düşük	Ortalama
^3H (TU)	2.62	0.78	1.72
$\delta^{18}\text{O}$ (‰VSMOW)	1.5	-7.9	-5.8
$\delta^2\text{H}$ (‰VSMOW)	10.3	-43.1	-29.8

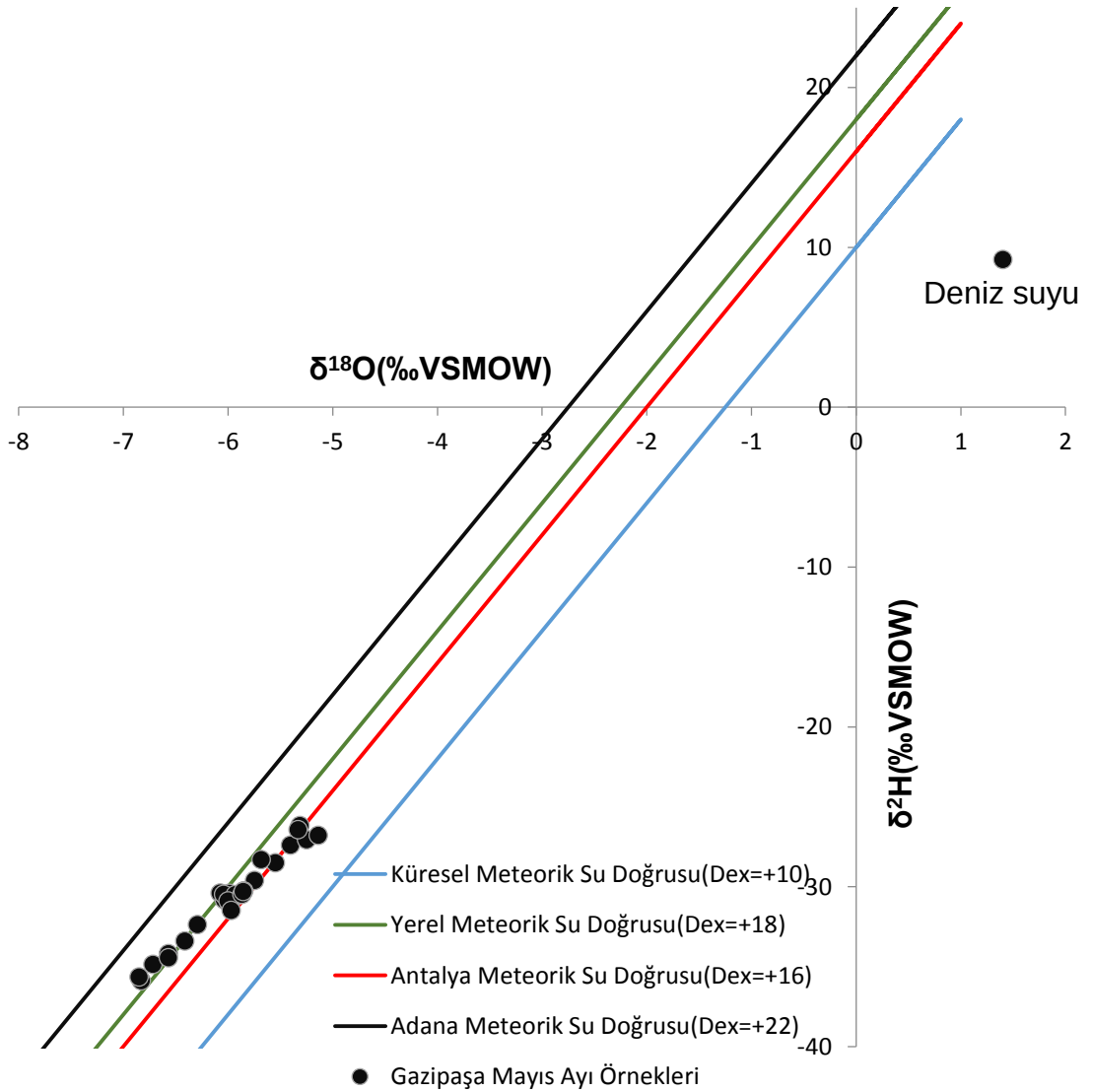
4.4.1. Oksijen-18 ve Döteryum

Analiz sonuçları binde (‰) olarak VSMOW (Viyana Standart Okyanus Suyu) standarttan sapma (δ) olarak ifade edilmiştir. Analitik hata $\delta^{18}\text{O}$ için 0.1‰ VSMOW, $\delta^2\text{H}$ için 1‰ VSMOW düzeyindedir. Çalışma kapsamında 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayında örneklenen yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ (‰VSMOW) ve $\delta^2\text{H}$ (‰VSMOW) içeriklerine ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

2016 yılı Mayıs ayı duraylı izotop verilerinin değerlendirilmesi:

Alınan 28 örnekten en yüksek $\delta^{18}\text{O}$ 1.4 ‰ ile deniz suyunda, en düşük $\delta^{18}\text{O}$ ise -6.8 ‰ ile Bıçkıcı Deresi'ne aittir. En yüksek $\delta^2\text{H}$ değeri 9 ‰ ile deniz suyunda, en düşük $\delta^2\text{H}$ değeri ise -35.9 ‰ ile G24 kuyusuna aittir. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait

örneklerin ortalama $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ içerikleri sırasıyla -5.7 ‰ ve -29.3 ‰ olarak belirlenmiştir. Örnekleme noktalarının $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ içerikleri Çizelge-4.11’de sunulmuştur. Çalışma alanına ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği Şekil 4.18’de verilmiştir. Örneklerin tamamı Küresel Meteorik Su Doğrusu’nun (Dex= +10) [14] üzerindedir. Kıyı ovasına ait yeraltısuyu örnekleri döteryum fazlası değeri +16 olan Antalya Meteorik Su Doğrusu (Dex=+16) ile Yerel Meteorik Su Doğrusu (Dex=+18) arasında bulunmaktadır [15]. Bu durum yeraltısularının Akdeniz kökenli nemin oluşturduğu yağışlardan beslendiğini göstermektedir. Grafikte eksenlerin pozitif kısmında bulunan örnek deniz suyu örneğidir.



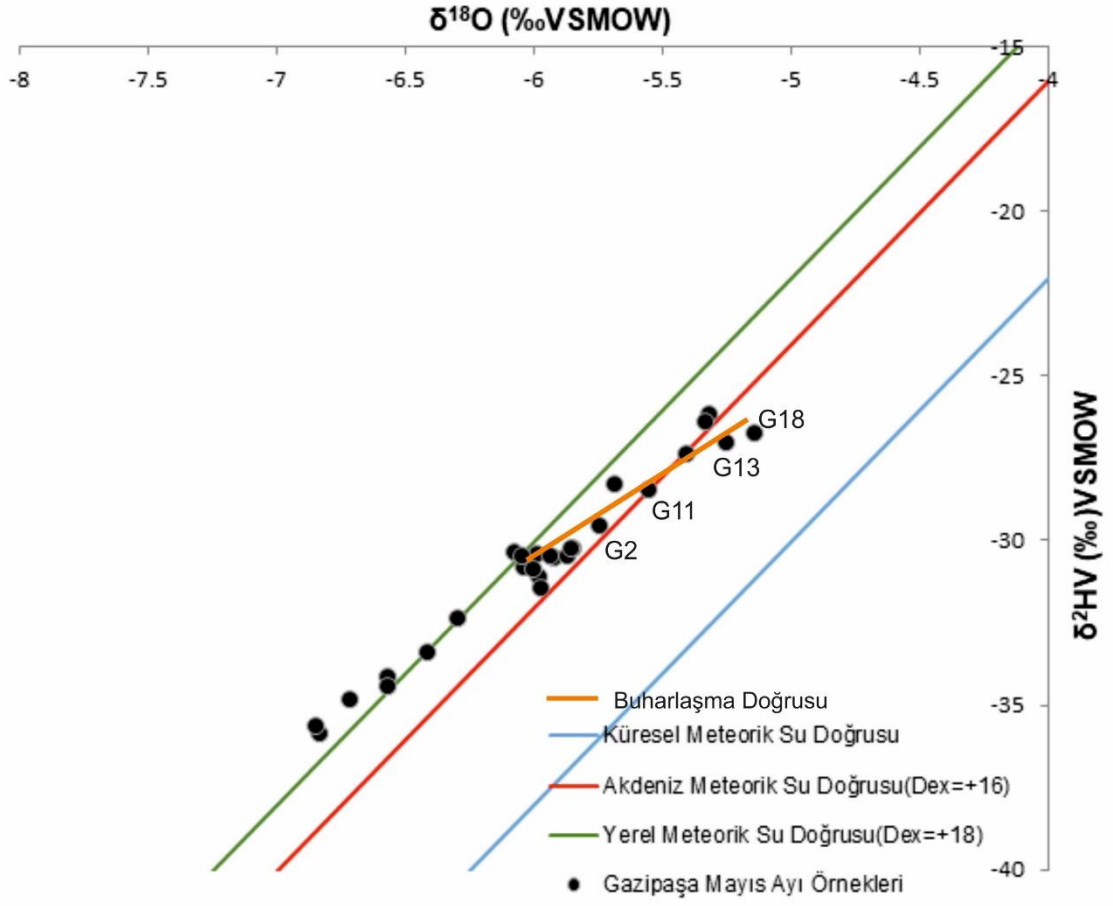
Şekil 4.18. 2016 yılı Mayıs dönemine ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.

Çizelge-4.11. 2016 yılı Mayıs dönemine ait örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ analiz sonuçları.

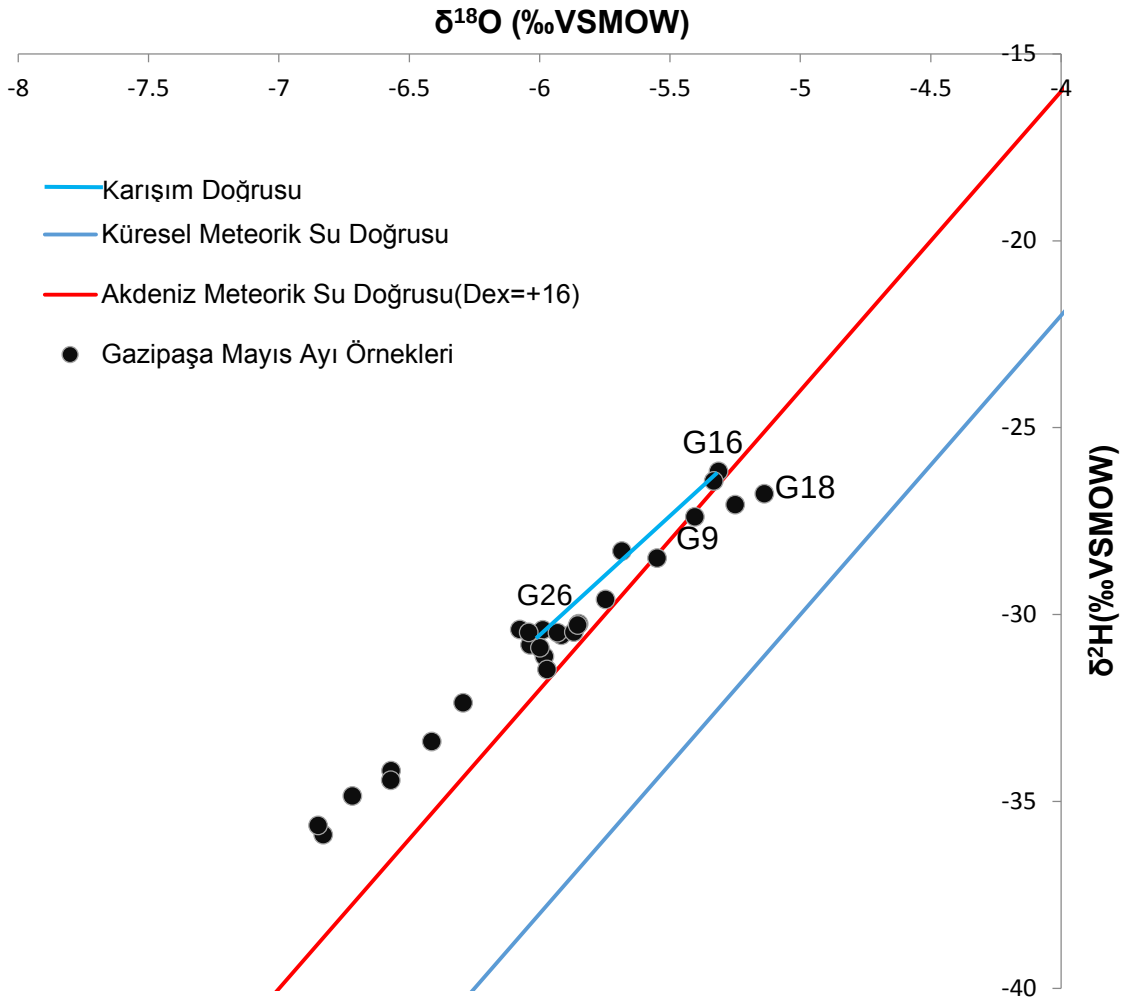
Örnek No	Açıklama	$\delta^{18}\text{O}$ VSMOW (‰)	$\delta^2\text{H}$ VSMOW (‰)
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	-6.0	-30.4
G2	Delice Deresi	-5.7	-29.6
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	-6.1	-30.4
G4	Şahıs Kuyusu	-6.0	-30.8
G5	Şahıs Kuyusu	-6.0	-30.5
G6	Şahıs Kuyusu	-6.7	-34.9
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	-6.6	-34.2
G8	Şahıs Kuyusu	-5.3	-26.2
G9	Şahıs Kuyusu	-5.4	-27.4
G10	Akdeniz (Denizsuyu Örneği)	1.4	9.2
G11	Şahıs Kuyusu	-5.5	-28.5
G12	Şahıs Kuyusu	-6.0	-31.1
G13	Şahıs Kuyusu	-5.3	-27.1
G14	Şahıs Kuyusu	-6.4	-33.4
G15	Şahıs Kuyusu	-6.3	-32.4
G16	Şahıs Kuyusu	-5.3	-26.4
G17	Şahıs Kuyusu	-5.8	-30.2
G18	Şahıs Kuyusu	-5.1	-26.8
G19	Şahıs Kuyusu	-5.9	-30.6
G20	Şahıs Kuyusu	-5.9	-30.5
G21	Şahıs Kuyusu	-6.6	-34.4
G22	Şahıs Kuyusu	-6.0	-30.9
G23	Şahıs Kuyusu	-5.9	-30.5
G24	Şahıs Kuyusu	-6.8	-35.9
G25	Şahıs Kuyusu	-5.7	-28.3
G26	Mağara Kaynağı	-6.0	-31.5
G27	Bıçkıcı Deresi	-6.8	-35.6
G28	Hacımusa Deresi	-5.9	-30.3
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	örneklenmedi	
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	örneklenmedi	

G2, G11, G13 ve G18 örneklerinin Yerel Meteorik Su Doğrusundan (Dex=+18) pozitif yönde saptığı (zenginleştiği) görülmektedir (Şekil 4.19). G2 örneği Delice Dere'sinden alınmış olup örnekleme noktasının beslenme noktasına göre çok düşük kotta bulunmasından dolayı örnekleme anına kadar örneğin buharlaşmış olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan, majör iyon içeriğine göre G9 ve G26 örneğinin karşımından oluştuğu düşünülen G16 örneğinin, duraylı izotop

değerlendirmesinde karışım doğrusu üzerinde bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. İnceleme alanı büyütülmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.



Şekil 4.20. İnceleme alanı büyütülmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.

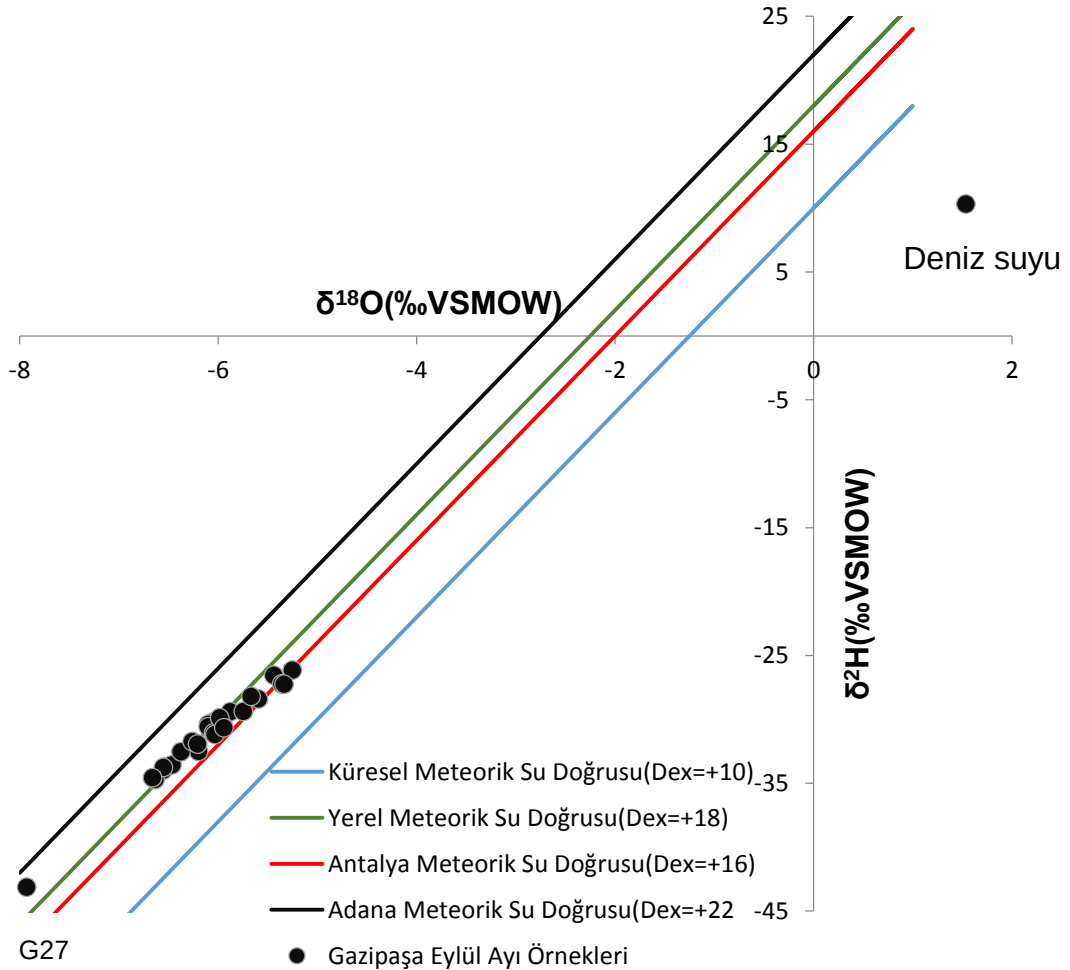
2016 yılı Eylül ayı duraylı izotop verilerinin değerlendirilmesi:

Çalışma alanından 2016 yılı Eylül ayında alınan 30 örnekten en yüksek $\delta^{18}\text{O}$ 1.5‰ ile deniz suyuna, en düşük $\delta^{18}\text{O}$ ise -7.9 ‰ ile Bıçkıcı Deresi'ne aittir. Benzer biçimde en yüksek $\delta^2\text{H}$ değeri 10.3 ‰ ile deniz suyunda, en düşük $\delta^2\text{H}$ değeri ise -43.1 ‰ ile Bıçkıcı Deresi'nde gözlenmiştir. Gazipaşa Kıyı Ovası'na ait örneklerin ortalama $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ içerikleri sırasıyla -5.8‰ ve -29.8‰ olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge-4.12'de verilmiştir.

Çalışma alanına ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği Şekil 4.21'de verilmiştir. Kıyı akiferine ait yeraltısuyu örnekleri Mayıs ayı örneklerinde olduğu gibi döteryum fazlası değeri +16 olan Antalya Meteorik Su Doğrusu ve döteryum fazlası +18 olan

Yerel Meteorik Su Doğrusu üzerinde ya da yakınında bulunmaktadır. Grafikte eksenlerin pozitif kısmında bulunan örnek deniz suyu örneğidir.

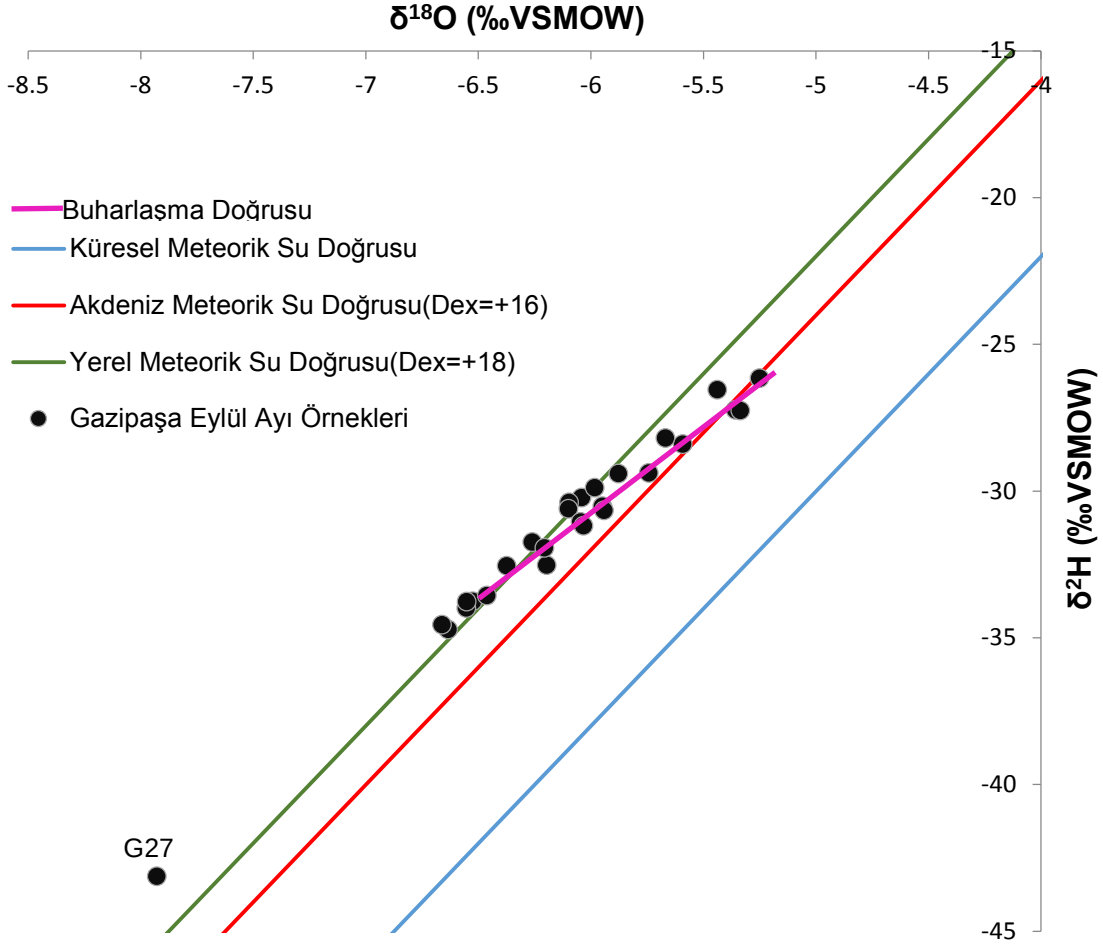
Alınan örneklerden daha negatif izotop içeriğine sahip olanlar, beslenme yükseltilerinin daha yüksek kotlar olduğunu göstermektedir. Bu örneklerde üst kotlardan kaynaklanan ve alüvyon akiferi yanal/alttan olarak besleyen yeraltısuyu katkısı, örneklerin izotopik bileşimine de yansımaktadır. Eylül 2016 dönemine ait grafik üzerinde (Şekil 4.22) çok sayıda örneğin Yerel Meteorik Su Doğrusu'ndan pozitif yönde saptığı, izotopik açıdan zenginleştiği gözlenmektedir. Bu durum, kıyıya yakın noktalarda deniz suyu katkısından ve örneklerin Mayıs-Eylül arası dönemdeki yüksek sıcaklık sonucu buharlaşmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.21. 2016 yılı Eylül dönemine ait örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.

Çizelge-4.12. 2016 yılı Eylül dönemine ait örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ analiz sonuçları.

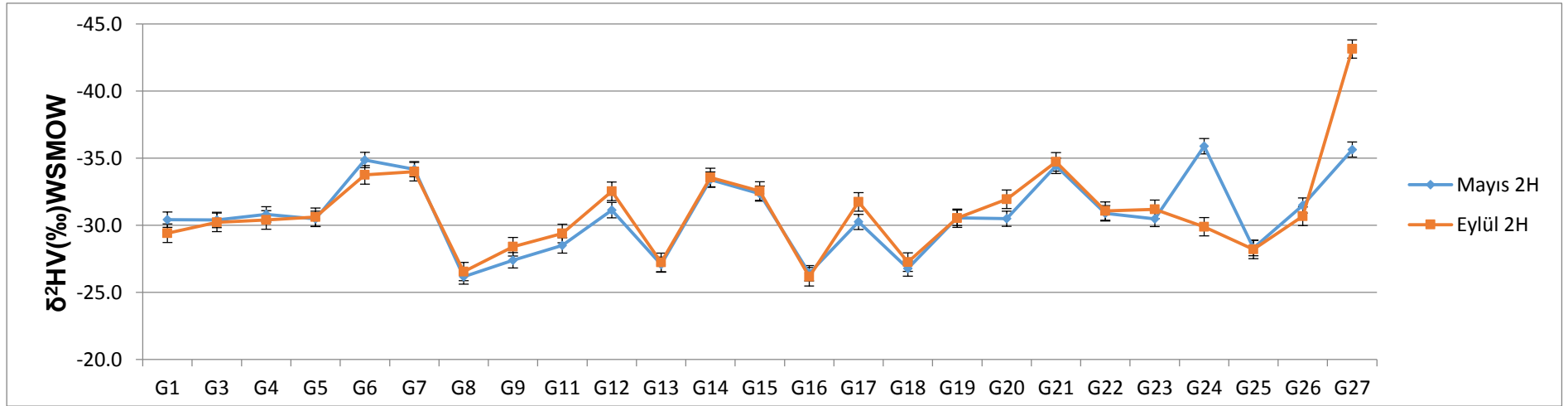
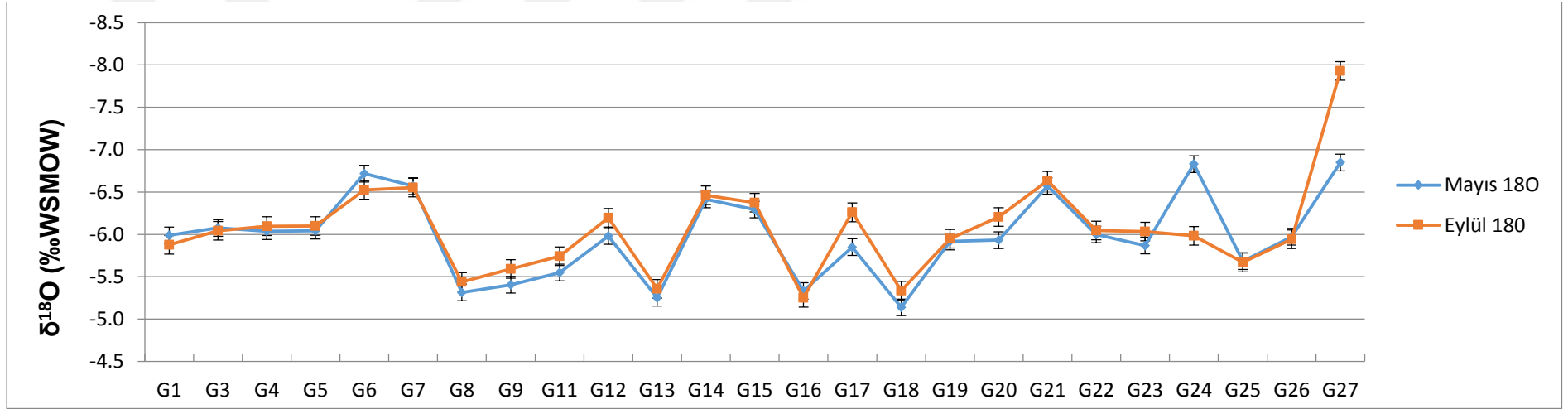
Örnek No	Açıklama	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}} (\text{‰})$	$\delta^2\text{H}_{\text{VSMOW}} (\text{‰})$
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	-5.9	-29.4
G2	Delice Deresi	Örnekleneemedi (kuru)	
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	-6.0	-30.2
G4	Şahıs Kuyusu	-6.1	-30.4
G5	Şahıs Kuyusu	-6.1	-30.6
G6	Şahıs Kuyusu	-6.5	-33.8
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	-6.6	-34.0
G8	Şahıs Kuyusu	-5.4	-26.5
G9	Şahıs Kuyusu	-5.6	-28.4
G10	Akdeniz (Denizsuyu Örneği)	1.5	10.3
G11	Şahıs Kuyusu	-5.7	-29.4
G12	Şahıs Kuyusu	-6.2	-32.5
G13	Şahıs Kuyusu	-5.4	-27.2
G14	Şahıs Kuyusu	-6.5	-33.6
G15	Şahıs Kuyusu	-6.4	-32.5
G16	Şahıs Kuyusu	-5.3	-26.2
G17	Şahıs Kuyusu	-6.3	-31.7
G18	Şahıs Kuyusu	-5.3	-27.3
G19	Şahıs Kuyusu	-5.9	-30.5
G20	Şahıs Kuyusu	-6.2	-31.9
G21	Şahıs Kuyusu	-6.6	-34.7
G22	Şahıs Kuyusu	-6.0	-31.1
G23	Şahıs Kuyusu	-6.0	-31.2
G24	Şahıs Kuyusu	-6.0	-29.9
G25	Şahıs Kuyusu	-5.7	-28.2
G26	Mağara Kaynağı	-5.9	-30.7
G27	Bıçkıcı Deresi	-7.9	-43.1
G28	Hacımusa Deresi	Örnekleneemedi (kuru)	
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	-6.6	-33.8
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	-6.7	-34.6



Şekil 4.22. İnceleme alanı büyütülmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.

4.4.2. Duraylı İzotop Verilerinin Karşılaştırılması

2016 yılı Mayıs ve Eylül ayına ait örneklerin duraylı izotop içerikleri karşılaştırıldığında G27 ve G24 örnekleri dışında izotop içeriklerinin benzer olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.23). G27 Bıçkıcı Deresi örneğinin 2016 yılı Mayıs ayı örnek alınan noktası kuru olduğundan Sulama Birliği yetkililerin yönlendirilmesiyle, buharlaşmanın daha az ve beslenmenin kısmen daha fazla olduğu üst kotlardan örnek alımı yapılmıştır. Beslenim sıcaklığının daha düşük ve beslenim yükseltisinin fazla olması izotop değerlerinin daha negatif olmasını sağlamıştır (Şekil 4.22). G24 örneği ise sera içinde bulunan keson kuyu olduğu için, seralarda kullanılan sulama suyunun fazlasının yine sera ortamı içinde buharlaştıktan sonra tekrar yeraltına süzülmesiyle izotop içeriğinin arttığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.23. 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayına ait örneklerin Oksijen-18 ve Döteryum içeriklerinin karşılaştırılması.

4.4.3. Trityum (^3H)

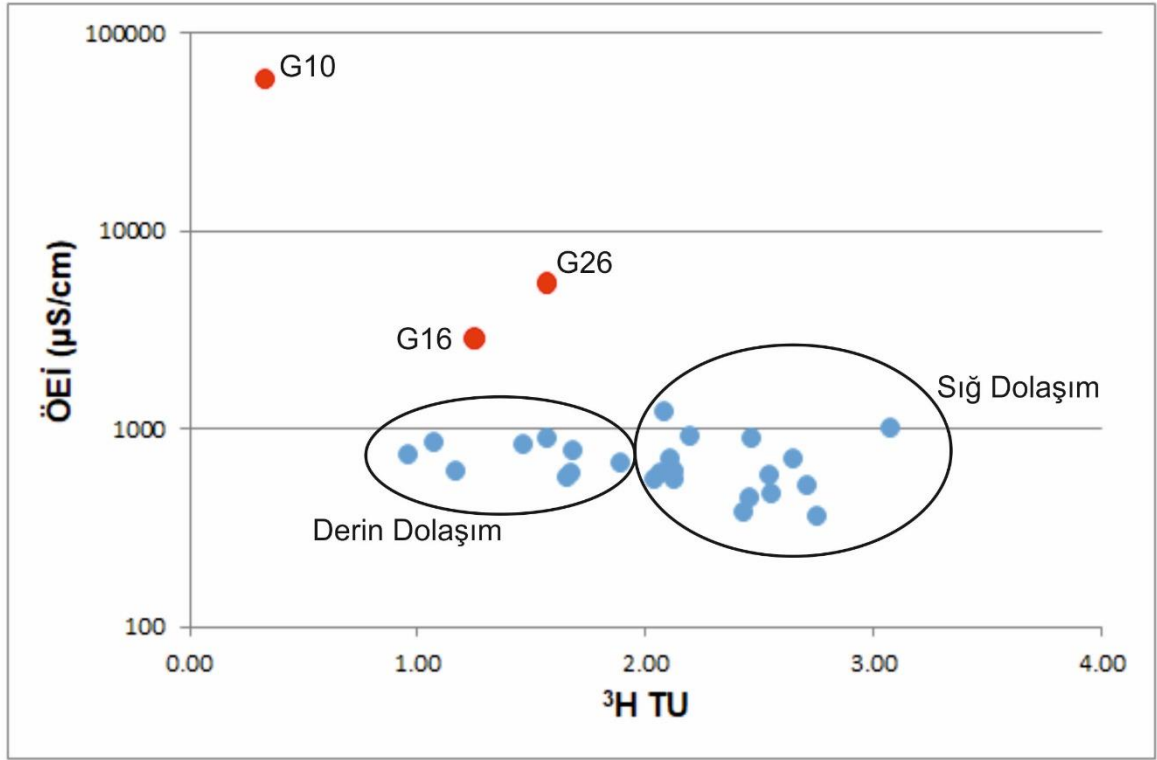
Trityum (^3H) analizi, elektrolitik zenginleştirmenin ardından sıvı parıldama sayım cihazında yapılan sayım ile gerçekleştirilmiştir. Gazipaşa Kıyı Ovası'ndaki çalışma kapsamında 2016 yılı Mayıs ve Eylül aylarında örneklenen yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin ^3H içeriğini belirlemeye yönelik analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

2016 yılı Mayıs ayı trityum verilerinin değerlendirilmesi:

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda 2016 yılı Mayıs ayında 28 örnekleme noktasından alınan yüzey ve yeraltısuyu örneğinde belirlenen en yüksek trityum içeriği 3.08 TU ile G8 kuyusunda, en düşük trityum içeriği ise 0.33 TU ile deniz suyu örneğinde ölçülmüştür. Ortalama ^3H değeri 1.95 TU'dur (Çizelge-4.9). Tüm örnekleme noktalarına ait trityum analiz sonuçları Çizelge-4.13 'de verilmiştir. ÖEİ- ^3H grafiğine (Şekil 4.24) göre majör iyon değerlendirmesinde ÖEİ değeri yüksek olup, NaCl fasiyesinde bulunan deniz suyu (G10), mağara kaynağına (G26) ve G16 örnekleri kırmızı renkte işaretlenmiştir. Bu örnekler dışında kalan Ca-HCO₃⁻ fasiyesindeki yüzey ve yeraltısuyu örnekleri mavi renkte gösterilmiş olup trityum içerikleri 1-3 TU arasında değişmektedir. Düşük ^3H ve yüksek ÖEİ içeriğine sahip örnekler alüvyon akiferdeki yeraltısuyuna göre daha uzun dolaşım ve daha derin akım yolları boyunca kuyulara ulaşan yeraltısuları olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek ^3H ve düşük ÖEİ içerikleri ise alüvyon akiferdeki daha sık dolaşım ve genç sular olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge-4.13. 2016 yılı Mayıs ayı örneklerine ait trityum analiz sonuçları.

Örnekleme noktası	Açıklama	ÖEİ (µS/cm)	³ H (TU)	³ H hata (TU)
G10	Akdeniz (Denizsuyu Örneği)	58530	0.33	0.22
G26	Mağara Kaynağı	5457	1.57	0.27
G16	Şahıs Kuyusu	2864	1.25	0.23
G18	Şahıs Kuyusu	1211	2.08	0.24
G8	Şahıs Kuyusu	999	3.08	0.26
G9	Şahıs Kuyusu	919	2.20	0.24
G11	Şahıs Kuyusu	901	1.57	0.23
G13	Şahıs Kuyusu	900	2.47	0.27
G19	Şahıs Kuyusu	847	1.07	0.22
G17	Şahıs Kuyusu	832	1.47	0.23
G25	Şahıs Kuyusu	771	1.68	0.27
G20	Şahıs Kuyusu	738	0.96	0.23
G12	Şahıs Kuyusu	709	2.11	0.26
G23	Şahıs Kuyusu	709	2.65	0.31
G22	Şahıs Kuyusu	672	1.89	0.29
G15	Şahıs Kuyusu	612	1.18	0.23
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	603	2.13	0.24
G21	Şahıs Kuyusu	594	1.68	0.26
G24	Şahıs Kuyusu	593	2.06	0.28
G2	Delice Deresi	587	2.55	0.27
G5	Şahıs Kuyusu	564	1.66	0.24
G14	Şahıs Kuyusu	552	2.04	0.24
G4	Şahıs Kuyusu	550	2.13	0.25
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	510	2.71	0.28
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	472	2.56	0.25
G28	Hacımusca Deresi	450	2.46	0.28
G6	Şahıs Kuyusu	378	2.43	0.25
G27	Bıkkıcı Deresi	361	2.75	0.29



Şekil 4.24. 2016 yılı Mayıs ayı analiz sonuçlarına göre oluşturulan ÖEİ - ^3H grafiği.

2016 Eylül ayı trityum verilerinin değerlendirilmesi:

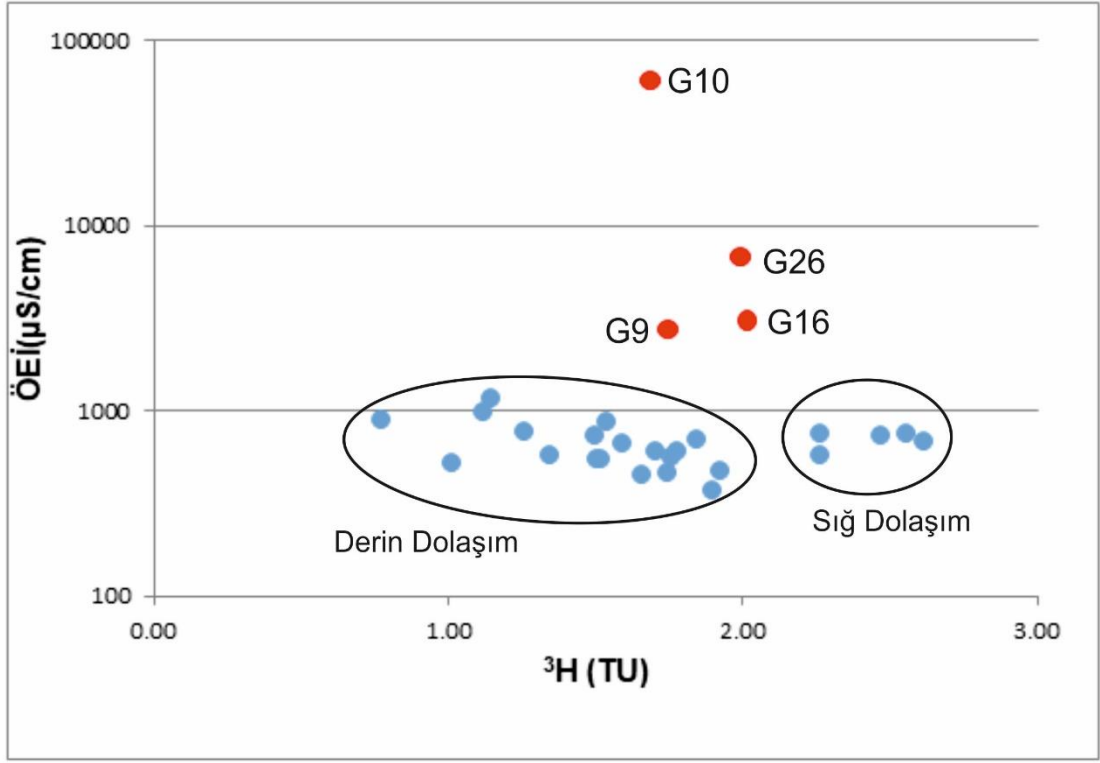
Gazipaşa Kıyı Ovası'nda 2016 yılı Eylül ayında 28 örnekleme noktasından alınan yüzey ve yeraltısuyu örneğinde yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek trityum içeriği 2.62 TU ile G22 No.lı şahıs kuyusuna, en düşük trityum içeriği ise 0.78 TU ile G13 No.lı şahıs kuyusuna aittir. Ortalama ^3H değeri 1.72 TU'dur (Çizelge-4.10). Delice (G2) ve Hacımusa (G28) dereleri kuruduğu için bu dönemde örnekleme yapılamamıştır. Tüm örnekleme noktalarına ait trityum analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge-4.14. 2016 yılı Eylül ayı örneklerine ait trityum analiz sonuçları.

Örnekleme noktası	Açıklama	ÖEİ (µS/cm)	³ H (TU)	³ H hata (TU)
G10	Akdeniz (Denizsuyu Örneği)	61036	1.68	0.26
G26	Mağara Kaynağı	6841	1.99	0.26
G16	Şahıs Kuyusu	3098	2.02	0.27
G9	Şahıs Kuyusu	2793	1.74	0.28
G18	Şahıs Kuyusu	1170	1.15	0.25
G8	Şahıs Kuyusu	993	1.12	0.25
G13	Şahıs Kuyusu	892	0.78	0.25
G19	Şahıs Kuyusu	880	1.54	0.27
G25	Şahıs Kuyusu	772	1.26	0.25
G12	Şahıs Kuyusu	756	2.27	0.30
G17	Şahıs Kuyusu	753	2.56	0.28
G11	Şahıs Kuyusu	740	1.50	0.28
G20	Şahıs Kuyusu	738	2.47	0.27
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	701	1.85	0.29
G22	Şahıs Kuyusu	676	2.62	0.30
G23	Şahıs Kuyusu	665	1.59	0.26
G24	Şahıs Kuyusu	609	1.70	0.26
G15	Şahıs Kuyusu	600	1.78	0.27
G5	Şahıs Kuyusu	576	2.26	0.28
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	575	1.35	0.26
G14	Şahıs Kuyusu	563	1.76	0.27
G21	Şahıs Kuyusu	551	1.52	0.27
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	542	1.51	0.27
G4	Şahıs Kuyusu	523	1.01	0.26
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	473	1.92	0.27
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	461	1.74	0.25
G6	Şahıs Kuyusu	448	1.66	0.26
G27	Bıçkıcı Deresi	375	1.90	0.26
G2	Delice Deresi	*	*	*
G28	Hacımusca Deresi	*	*	*

(*) Bu noktalarda örnekleme yapılamamıştır.

Şekil 4.25'te sunulan ÖEİ - ^3H grafiğine göre majör iyon değerlendirmesinde kırmızı renkle gösterilen örneklerin ($\text{ÖEİ} > 2500 \mu\text{S/cm}$) ^3H içeriğinin 1.6 TU ile 2.1 TU arasında, mavi renk ile gösterilen örneklerin ($375 < \text{ÖEİ} < 1170 \mu\text{S/cm}$) ^3H içeriğinin 0.7 TU ile 2.7 TU olduğu belirlenmiştir. Ölçülen ^3H içeriklerine göre kırmızı renkle gösterilen G9, G10, G16, G26 örneklerinin tatlı-tuzlu su karışım bölgesinden ve sığ dolaşimli akım yolları boyunca ulaşan yeraltısuları olduğu anlaşılmaktadır. Derin dolaşıma sahip Mayıs ve Eylül ayı örnekleri karşılaştırıldığında Eylül ayında akiferde YAS kotunun düşmesine bağlı olarak kireçtaşı/mermer akiferinden beslenme artmış bu durumda ^3H analiz sonuçlarına yansımıştır.



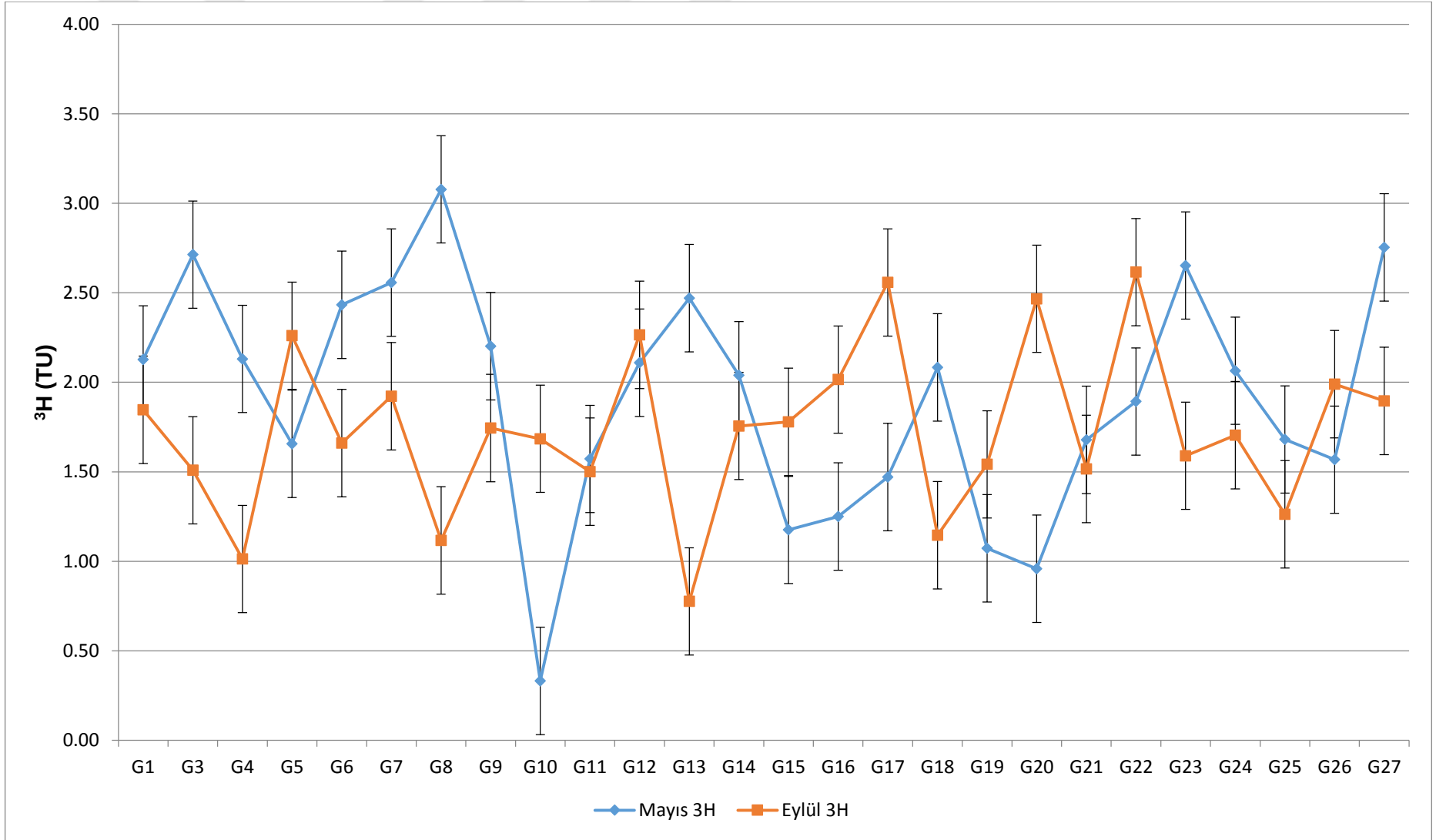
Şekil 4.25. 2016 yılı Eylül ayı analiz sonuçlarına göre oluşturulan ÖEİ - ^3H grafiği.

4.4.4. Trityum Verilerinin Karşılaştırılması

Gazipaşa Kıyı Ovası'ndan 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayında alınan örneklerin trityum içerikleri karşılaştırıldığında, 16 örnekte ise Mayıs ayı değerlerinin Eylül ayı değerlerinden daha yüksek oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.26). Kuzey yarıkürede stratosferden troposfere trityum enjeksiyonu ilkbahar aylarında gerçekleşmekte olup bu süreç ilkbahar yağışlarında trityum içeriğinde artış sağlamaktadır. Dolayısıyla, bazı su noktalarında gözlenen Mayıs ve Eylül aylarına ait trityum

içeriklerindeki farklılığın gözlem dönemindeki yağışların trityum içeriğindeki salınımlarından ve bu salınımların su noktalarına farklı biçimde yansımından kaynaklanması da olasıdır.





Şekil 4.26. 2016 yılı Mayıs ve Eylül ayı örneklerinin ^3H içeriklerinin karşılaştırılması.

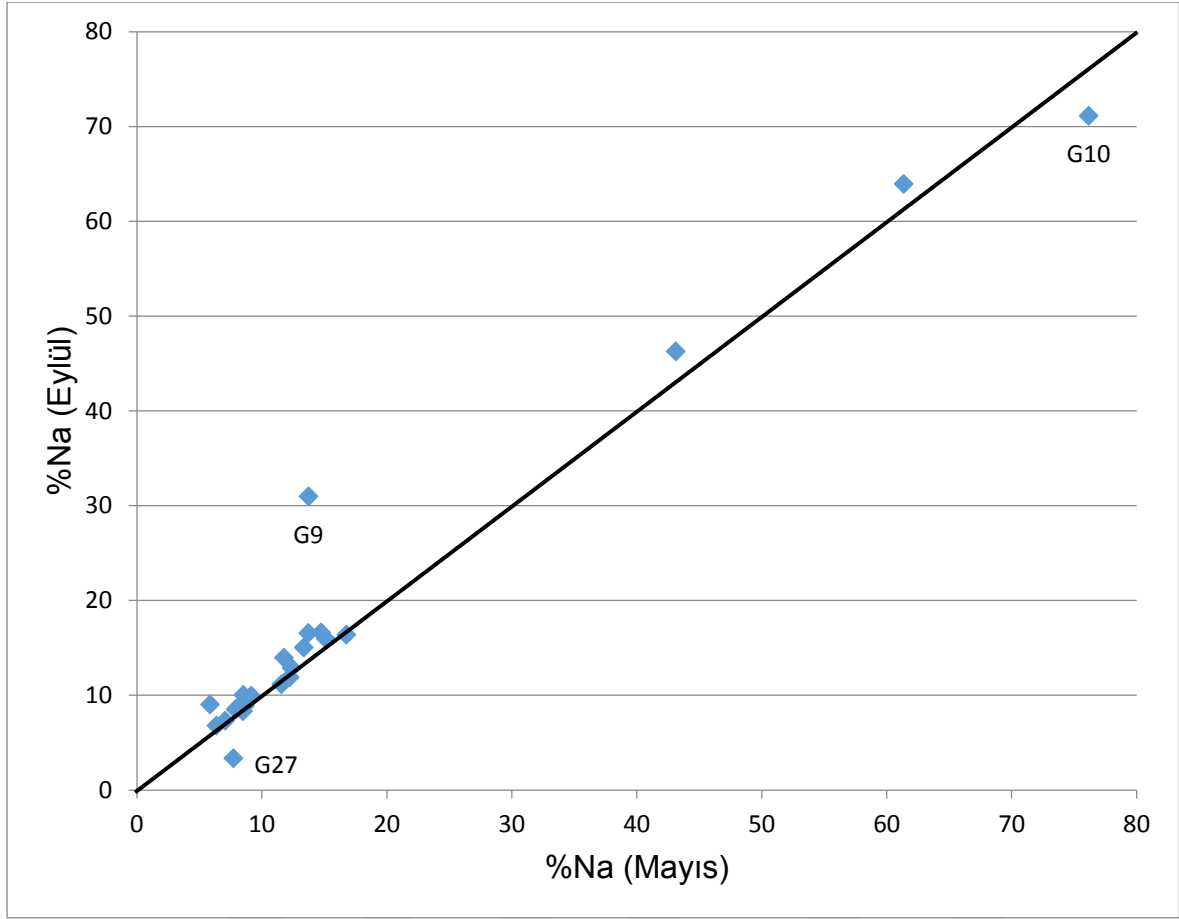
2016 yılı Mayıs ve Eylül örneklemelerinde deniz suyu (G10) farklı trityum içeriğine sahiptir. Bu farklılığın sebebinin ortaya konması için yüzdece sodyum (%Na) değerlerinden yararlanılmıştır (Çizelge-4.15). Verilen %Na karşılaştırılmalı grafiğinde (Şekil 4.27) G27 ve G10 örneklerinin doğrudan Mayıs ekseninde, G9 örneğinin Eylül eksenine saptığı gözlemlenmektedir. G9 örneğindeki %Na artışının sebebi keson kuyu olmasından dolayı; tuzlu su girişi sonucu olmadığı, sığ yeraltısularının buharlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sebeple %Na değerini Mayıs ayı örneğine göre daha az olması olası bir sonuçtur. Bıçkıcı Deresi (G27) örneği Eylül ayında daha yüksek kotlardan alınmış olup Mayıs ayına göre daha düşük derişime sahiptir. Bu nedenle %Na değeri Mayıs ayı eksenine sapma göstermiştir.



Çizelge-4.15. 2016 yılı Mayıs-Eylül aylarının karşılaştırılmalı %Na değerleri.

Örnek Noktası	Açıklama	%Na (Mayıs)	%Na (Eylül)
G1	62589 No.lı Gözlem Kuyusu	16.76	16.40
G2	Delice Deresi	18.09	*
G3	62590 No.lı Gözlem Kuyusu	7.97	8.62
G4	Şahıs Kuyusu	7.90	8.48
G5	Şahıs Kuyusu	8.24	8.68
G6	Şahıs Kuyusu	5.84	9.05
G7	52921 No.lı İşletme Kuyusu	6.36	6.81
G8	Şahıs Kuyusu	13.34	15.04
G9	Şahıs Kuyusu	13.74	31.00
G10	Akdeniz (Denizsuyu Örneği)	76.16	71.14
G11	Şahıs Kuyusu	8.51	10.05
G12	Şahıs Kuyusu	9.00	9.61
G13	Şahıs Kuyusu	14.74	16.64
G14	Şahıs Kuyusu	7.04	7.33
G15	Şahıs Kuyusu	8.63	8.91
G16	Şahıs Kuyusu	43.13	46.27
G17	Şahıs Kuyusu	12.21	11.90
G18	Şahıs Kuyusu	13.72	16.56
G19	Şahıs Kuyusu	11.75	13.97
G20	Şahıs Kuyusu	8.47	8.32
G21	Şahıs Kuyusu	12.37	12.87
G22	Şahıs Kuyusu	11.55	11.18
G23	Şahıs Kuyusu	8.95	9.69
G24	Şahıs Kuyusu	9.15	9.94
G25	Şahıs Kuyusu	15.12	15.96
G26	Mağara Kaynağı	61.35	63.95
G27	Bıçkıcı Deresi	7.72	3.36
G28	Hacımusa Deresi	9.40	*
G29	27020 No.lı İşletme Kuyusu	*	6.69
G30	28623 No.lı İşletme Kuyusu	*	15.03

(*) Dereler kuru olduğundan örnekleme yapılamamıştır.



Şekil 4.27. 2016 yılı Mayıs ve Eylül dönemlerine ait örneklerin %Na İçeriklerinin Karşılaştırılması.

G10 denizsuyu örneğinin minimum olmaması, sadece denizsuyu örnekleme bölgesinde görülen yalıtışlarının oluşum süreci ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.28).

Yalıtışlarının hangi koşullarda oluştuğunu açıklamak için farklı teoriler geliştirilmiştir.

- Plajda bulunan malzemenin taneleri arasındaki gözenekliliğin fazla olması ve buna bağlı olarak suyun dolaşımı ile gelişen çimentolanması [16],
- Deniz suyu ve yeraltısularının karışması sonucu oluşan çimentolanma [17],
- Deniz suyunun buharlaşması ile çökelen CaCO_3 çimentolanması [18] [19],

Deniz suyu (G10) örneğinde %Na değerlerinin 2016 yılı Eylül örnekleme döneminde azalmış olması ve trityum değerinin minimum olmaması bölgeye bir yeraltısuyu akımı olduğunu göstermekte ve denizsuyu-yeraltısuyu karışım bölgesinden örnekleme yapıldığı düşünülmektedir.



Şekil 4.28. Gazipaşa Ovası deniz kıyısı boyunca gözlenen yalıtışları.

4.5. Hidrolojik Bütçe Bileşenlerinin Belirlenmesi

Çalışma alanında YAS beslenim-boşalım ilişkisi ve su bütçesinin belirlenebilmesi için alanda MGM tarafından işletilen Gazipaşa OMGİ verileri (yağış, sıcaklık) temin edilmiştir. Çalışma alanının yakın çevresinde bulunan (Gazipaşa Kıyı Ovası'na göre yüksek kotlarda) diğer meteoroloji istasyonlarına ait veriler alüvyon akiferi için temsil edici olmayacağından kullanılmamıştır.

Çalışmada; alanda bulunan Delice, Bıçkıcı ve Hacımusa dereleri, kuyular ve kaynaklar gibi su noktaları belirlenmiş ve su bütçesi bileşenlerine ait veriler değerlendirilmiştir. Çalışma alanı için hidrolojik su bütçesinin belirlenmesi ile akifer için sürdürülebilir su kullanım senaryolarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Gazipaşa Kıyı Ovası alüvyon akiferi için su bütçesi hesabı yapılırken aşağıdaki bütçe eşitliği kullanılmıştır.

$$\Delta S \text{ (Yeraltısuyu depolamasındaki değişim)} = \text{BESLENİM} - \text{BOŞALIM}$$

Gazipaşa kıyı akiferi için bütçe eşitliğinde beslenim bileşenlerini akifer alanına düşen yağış ve akiferi çevreleyen kireçtaşı/mermerlerden gerçekleşen yanal ve alttan beslenim oluşturmaktadır. Akarsu yatağından YAS beslenimi ovada bulunan akarsuların devamlı akış göstermemesinden dolayı hesaba katılmamıştır. Boşalım bileşenlerini ise; alandan gerçekleşen buharlaşma-terleme, evsel su ihtiyacı, bitki sulama suyu ihtiyacı (kuyulardan çekilen su miktarı), yeraltısuyundan buharlaşma akiferden denize boşalım ve yüzeysel akış oluşturmaktadır. Beslenim ve boşalım arasındaki fark alüvyon akifer için depolamadaki değişimi verecektir.

Bu bilgiler doğrultusunda Gazipaşa Ovası kıyı akiferi için su bütçesi eşitliği aşağıdaki gibi olacaktır.

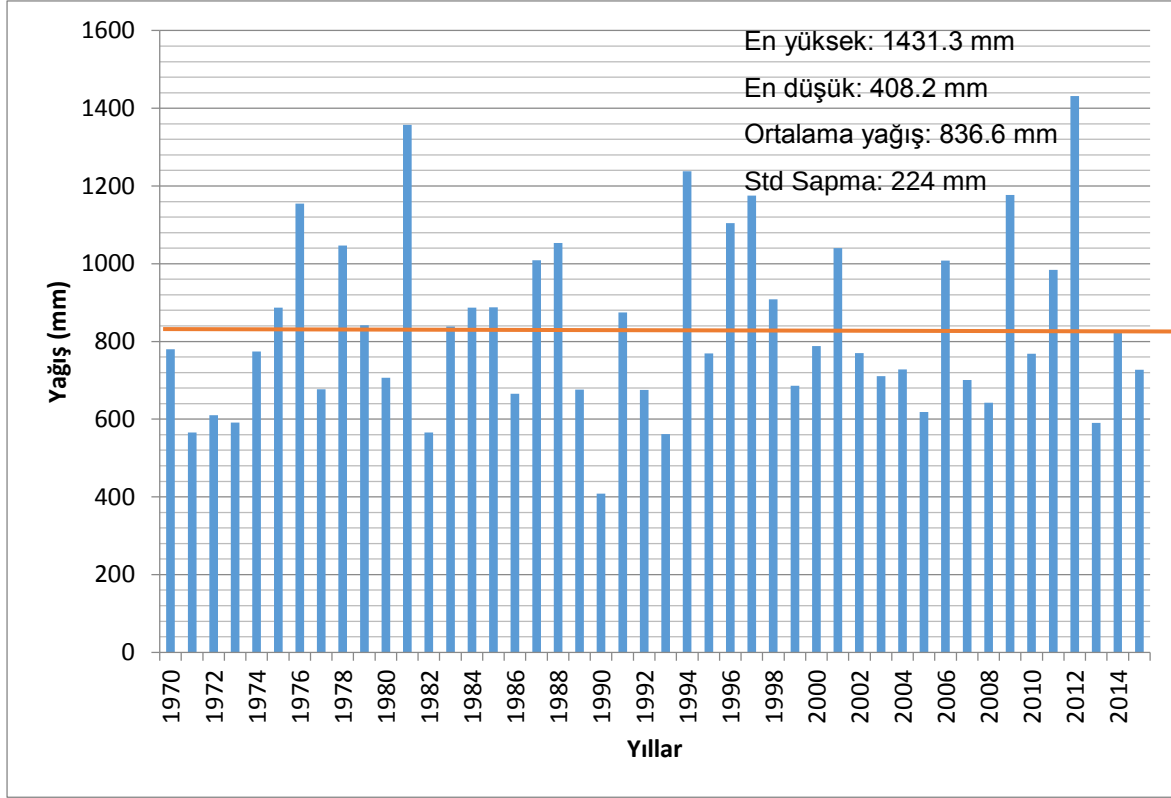
$$\Delta S = (\text{Yağış}) + (\text{Kireçtaşı/Mermer Beslenimi}) - (\text{Buharlaşma Terleme} + \text{Yüzeysel Akış} + \text{Evsel Su İhtiyacı} + \text{Sulama Suyu İhtiyacı} + \text{Yeraltısuyundan Buharlaşma} + \text{Denize Boşalım})$$

$$\Delta S = (Y + B_{kçt}) - (B_T + Y_A + Ç_{evsel} + Ç_{sulama\ su} + B_{yeraltısuyu} + B_{deniz})$$

4.5.1. Yağış

Alansal ortalama yağışın belirlenmesi için Gazipaşa OMGİ' nin 1970-2014 yılları için yıllık toplam yağış değerleri kullanılarak yıllık ortalama yağış 836.6 mm (En düşük: 408.2 mm, En yüksek: 1431.3 mm Standart Sapma: 224.0 mm) olarak

hesaplanmıştır (Şekil 4.29). Gazipaşa Ovası'nın toplam alanı 38 km² ile ovaya düşen ortalama yağış (836.6 mm) çarpılarak hesaplama yapılmıştır. Buna göre Gazipaşa Ovası'nda yağıştan beslenme 32*10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.29. Çalışma alanında 1970-2015 yılları arasında toplam yağışın değişimi.

4.5.2. Buharlaşma-Terleme

Çalışma alanında alansal buharlaşma-terleme (ETG) belirlenmesi için mevcut meteorolojik gözlemler göz önüne alınarak Turc yaklaşımı tercih edilmiştir. Yıllık gerçek buharlaşma terleme (Turc yöntemi) eşitliği aşağıdaki gibidir [9].

$$ETG = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

ETG: Gerçek buharlaşma-terleme (mm)

P: Yıllık ortalama yağış (mm)

L: Sıcaklığa bağlı katsayı (300+25T+0.005T³)

Turc yaklaşımı ile alansal buharlaşma-terleme (ETG) belirlenebilmesi için DMI Gazipaşa istasyonunun 1970-2015 yıllarına ait ortalama yıllık sıcaklık ve yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Eşitlikte ortalama yıllık yağış ve ortalama sıcaklık için 1970-2015 yıllarına ait değerler kullanılarak ortalama ETG değeri 665.8 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge-4.16). Buna göre Gazipaşa Ovası'ndan toplam buharlaşma-terleme kaybı $25.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak belirlenmiştir.



Çizelge-4.16 Gazipaşa Kıyı Ovası için yıllık gerçek buharlaşma-terleme miktarı.

Yıl	Ort T (°C)	P (mm)	L	Etg (mm)
1970	18.6	780.0	1086.7	655.7
1971	18.2	565.9	1057.7	519.6
1972	17.9	610.1	1032.4	545.9
1973	18.4	591.6	1074.0	539.3
1974	18.3	773.8	1065.2	647.6
1975	18.1	886.8	1049.0	697.9
1976	17.7	1154.8	1020.4	782.0
1977	18.4	677.2	1073.4	594.4
1978	18.7	1046.8	1094.5	777.1
1979	18.5	841.5	1077.2	684.7
1980	17.9	706.5	1031.2	603.7
1981	18.3	1357.1	1067.1	855.3
1982	17.9	565.9	1031.8	516.4
1983	17.7	838.4	1021.6	668.4
1984	17.8	886.9	1029.4	692.1
1985	18.2	887.4	1053.9	699.6
1986	18.3	665.1	1066.4	585.8
1987	17.6	1009.3	1014.4	734.2
1988	18.1	1053.4	1050.8	763.2
1989	18.1	675.8	1051.5	589.8
1990	18.2	408.2	1056.4	398.5
1991	18.2	875.0	1053.3	693.9
1992	17.1	675.5	974.1	574.8
1993	17.7	561.8	1021.6	512.3
1994	18.8	1238.0	1099.6	840.9
1995	18.3	769.5	1062.0	644.6
1996	18.2	1104.6	1057.7	782.9
1997	17.8	1175.7	1024.6	789.7
1998	18.8	908.0	1100.9	722.3
1999	18.9	685.6	1108.8	605.4
2000	18.4	788.0	1067.7	655.6
2001	18.9	1040.3	1110.7	780.3
2002	18.5	769.6	1079.1	648.4
2003	18.8	711.0	1099.0	619.2
2004	18.2	727.6	1055.1	620.4
2005	18.4	618.1	1070.2	556.5
2006	18.5	1008.3	1075.3	755.9
2007	19.2	700.8	1129.9	618.3
2008	18.9	642.5	1106.8	577.7
2009	18.1	1176.8	1051.5	802.1
2010	19.3	768.4	1139.9	660.3
2011	18.7	984.3	1092.5	752.3
2012	20.7	1431.3	1262.8	968.3
2013	19.7	590.3	1174.0	549.8
2014	20.0	821.5	1203.1	702.8
2015	19.5	727.4	1161.3	639.9

4.5.3. Yüzeysel Akış

Gazipaşa Ovası'nda gerçekleşen yüzeysel akışın belirlenebilmesi için DSİ Genel Müdürlüğü'nün akım verileri kullanılmıştır. Delice ve Bıçkıcı dereleri üzerinde bulunan İnceğiz ve Gökçeler AGİ'ye ait yıllık ortalama akım değerleri kullanılarak ortalama yağıştan itibaren yıllık toplam akımlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$(P_i/P_{ort}) \cdot Q_{ort} = Q_i$$

P_i: Yıllara göre toplam yağış (mm)

P_{ort}: Yıllık ortalama yağış (mm)

Q_{ort}: Yıllık toplam akımların ortalaması (m³/s)

Q_i: Yıllara göre toplam akım (m³/s)

Eşitliğe göre hesaplama yapılırken İnceğiz AGİ ve Gökçeler AGİ yıllık ortalama akım değerleri sırasıyla 4.09 ve 2.26 m³/s'dir (Çizelge-4.17). Ortalama yıllık yağış 836.6 mm/yıl olarak kullanılmıştır. Bu değerlere göre 1970 yılından 2015 yılına kadar gerçekleşen yıllık toplam yağış verisi kullanılarak İnceğiz ve Gökçeler AGİ için toplam yıllık akımlar hesaplanmıştır (Çizelge-4.18). Hesaplamalara göre İnceğiz AGİ ve Gökçeler AGİ'den 1970-2015 yılları arasında geçen ortalama akım 6.35 m³/s'dir.

Çizelge-4.17. İnceğiz ve Gökçeler AGİ ortalama yıllık akım değerleri.

Aylar	İnceğiz AGİ(m ³ /s)	Gökçeler AGİ(m ³ /s)
Ocak	8.09	5.62
Şubat	8.12	6.44
Mart	8.94	5.52
Nisan	8.54	0.49
Mayıs	3.82	2.65
Haziran	0.78	0.48
Temmuz	0.18	0.13
Ağustos	0.05	0.01
Eylül	0.01	0.03
Ekim	0.73	0.40
Kasım	3.28	0.20
Aralık	6.48	5.14
Ortalama	4.09	2.26

Çizelge-4.18. 1970-2015 yılları için İnceğiz ve Gökçeler AGİ toplam akım değerleri.

Yıl	Qinceğiz(m ³ /s)	Qgökçeler(m ³ /s)	Qinceğiz+Qgökçeler(m ³ /s)
1970	3.81	2.11	5.92
1971	2.76	1.53	4.29
1972	2.98	1.65	4.63
1973	2.89	1.60	4.49
1974	3.78	2.09	5.87
1975	4.33	2.40	6.73
1976	5.64	3.12	8.76
1977	3.31	1.83	5.14
1978	5.11	2.83	7.94
1979	4.11	2.27	6.38
1980	3.45	1.91	5.36
1981	6.63	3.67	10.29
1982	2.76	1.53	4.29
1983	4.09	2.26	6.36
1984	4.33	2.40	6.73
1985	4.33	2.40	6.73
1986	3.25	1.80	5.04
1987	4.93	2.73	7.66
1988	5.14	2.85	7.99
1989	3.30	1.83	5.13
1990	1.99	1.10	3.10
1991	4.27	2.36	6.64
1992	3.30	1.82	5.12
1993	2.74	1.52	4.26
1994	6.05	3.34	9.39
1995	3.76	2.08	5.84
1996	5.39	2.98	8.38
1997	5.74	3.18	8.92
1998	4.43	2.45	6.89
1999	3.35	1.85	5.20
2000	3.85	2.13	5.98
2001	5.08	2.81	7.89
2002	3.76	2.08	5.84
2003	3.47	1.92	5.39
2004	3.55	1.97	5.52
2005	3.02	1.67	4.69
2006	4.92	2.72	7.65
2007	3.42	1.89	5.32
2008	3.14	1.74	4.87
2009	5.75	3.18	8.93
2010	3.75	2.08	5.83
2011	4.81	2.66	7.47
2012	6.99	3.87	10.86
2013	2.88	1.59	4.48
2014	4.01	2.22	6.23
2015	3.55	1.97	5.52
Ortalama	4.09	2.26	6.35

İnceğiz ve Gökçeler AGİ'den 1970-2015 yıllarında geçen ortalama akım drenaj alanında oluşan yüzeysel akışı göstermektedir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda oluşan akım ise drenaj alanında oluşan akımla oranlanması sonucu yüzeysel akış 10.58 Mm³/yıl hesaplanabilmektedir (Çizelge-4.19).

Çizelge-4.19. Yüzeysel akışın hesaplanması.

	Alan	Qinceğiz+Qgökçeler(m ³ /s)	Yüzeysel Akış(Mm ³ /yıl)
Drenaj	719 km ²	6.35	200.25
Gazipaşa Ovası	38 km ²	0.34	10.58

4.5.4. Sulama Suyu İhtiyacı

Gazipaşa Ovası'nda sulama suyu ihtiyacı yağışlı dönemde Bıçkıcı, Delice ve Hacımusa derelerinden sulama kanalına aktarılan yüzeysuyu ile, kurak geçen yaz aylarında ise yeraltısuyundan karşılanmaktadır. Bu nedenle sulama suyu ihtiyacı belirlenirken ovada tarımı yapılan bitki türlerinin sulama suyu ihtiyacı dikkate alınmıştır. Gazipaşa Ovası'nda genellikle seralarda muz, açık tarım arazilerinde domates, biber salatalık ve narenciye yetiştirilmektedir Bu doğrultuda Blaney-Criddle eşitliği [20] kullanılarak ovada yetişen muz, narenciye ve domates, biber ve salatalık için sulama suyu ihtiyacı hesaplanmıştır.

Blaney-Criddle eşitliği aşağıdaki gibidir

$$U = 45 \text{ kp} (t+18)$$

Eşitlikte;

U: Aylık buharlaşma-terleme (mm)

k: Bitki cinsine bağlı katsayı (narenciye için 0.45, domates için 0.36, biber için 0.7, muz için 0.9, salatalık için 0.55 alınmıştır) (criddle).

p: Aydaki gündüz saatlerinin bütün yıldaki gündüz saatlerine oranı (çalışma alanının bulunduğu 360 enlemi için hesaplanmıştır).

t: Aylık ortalama sıcaklığı (°C) ifade etmektedir.

Blaney-Criddle yönteminde; hesaplanan buharlaşma-terleme değerleri (U) o ay içinde gerçekleşen yağıştan (P) küçükse yağış buharlaşmayı karşılar, dolayısıyla sulama suyu ihtiyacı bulunmamaktadır, eğer o ay için buharlaşma-terleme değeri

yağıştan büyükse aradaki fark o ay için bitki sulama suyu ihtiyacını vermektedir. Gazipaşa Kıyısı Ovası'nda Blaney-Criddle yöntemi kullanılarak ekilen bitki türlerinin ortalama yıllık sulama suyu ihtiyacı hesaplanmıştır. Buna göre narenciye için 395.0 mm/yıl, muz için 922.9 mm/yıl, domates için 302.5 mm/yıl, biber için 617.9 mm/yıl ve salatalık için de 503.6 mm/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge-4.20).



Çizelge-4.20. Bitki türlerine göre sulama suyu ihtiyacı.

Yıllar	Narenciye		Muz		Domates		Biber		Salatalık	
	U	P-U	U	P-U	U	P-U	U	P-U	U	P-U
1970	729.3	392.7	1458.5	895.4	583.4	296.7	1053.4	616.1	891.3	504.4
1971	722.3	417.4	1444.6	1024.0	577.9	329.3	1043.3	670.7	882.8	531.0
1972	715.6	348.5	1431.3	922.8	572.5	268.2	1033.7	597.5	874.7	467.4
1973	726.6	414.3	1453.1	963.5	581.3	319.1	1049.5	638.9	888.0	526.6
1974	723.2	409.2	1446.4	953.2	578.6	314.4	1044.6	626.2	883.9	517.7
1975	719.9	380.1	1439.8	875.0	575.9	292.3	1039.9	576.6	879.9	477.7
1976	711.4	270.1	1422.7	737.1	569.1	209.1	1027.5	464.3	869.4	356.7
1977	726.1	427.7	1452.3	996.0	580.9	329.4	1048.9	661.0	887.5	540.0
1978	731.1	432.6	1462.2	935.9	584.9	333.0	1056.0	653.9	893.6	543.3
1979	725.7	347.2	1451.3	858.2	580.5	269.5	1048.2	561.3	886.9	450.4
1980	713.6	413.4	1427.3	933.8	570.9	314.7	1030.8	633.1	872.2	523.1
1981	723.9	401.7	1447.7	911.1	579.1	312.3	1045.6	615.1	884.7	503.7
1982	715.0	397.5	1430.0	927.2	572.0	300.5	1032.8	615.8	873.9	506.6
1983	712.5	400.8	1424.9	881.0	570.0	311.9	1029.1	606.0	870.8	499.5
1984	713.6	433.9	1427.3	871.3	570.9	347.0	1030.8	627.0	872.2	530.4
1985	721.2	437.0	1442.3	942.1	576.9	346.9	1041.7	640.7	881.4	537.1
1986	724.2	472.6	1448.5	1034.1	579.4	361.3	1046.1	719.9	885.2	596.2
1987	708.8	341.3	1417.5	803.9	567.0	268.9	1023.8	518.4	866.3	421.9
1988	721.1	312.0	1442.1	765.2	576.9	228.1	1041.5	513.5	881.3	412.7
1989	721.3	487.9	1442.5	1031.4	577.0	379.2	1041.8	729.5	881.5	608.7
1990	721.0	534.0	1442.0	1172.2	576.8	406.4	1041.4	817.7	881.2	675.9
1991	720.4	398.7	1440.8	910.2	576.3	299.4	1040.6	621.0	880.5	509.8
1992	699.1	382.5	1398.1	906.1	559.2	297.3	1009.8	611.7	854.4	493.9
1993	711.6	411.2	1423.2	956.8	569.3	311.7	1027.9	644.5	869.7	524.5
1994	732.5	404.7	1464.9	912.2	586.0	304.3	1058.0	630.3	895.2	517.5
1995	723.3	422.3	1446.7	960.0	578.7	331.6	1044.8	654.5	884.1	534.0
1996	721.7	361.3	1443.5	847.0	577.4	271.6	1042.5	560.5	882.1	460.9
1997	712.9	332.4	1425.8	839.6	570.3	245.4	1029.8	543.1	871.3	435.9
1998	732.8	382.9	1465.6	910.7	586.2	286.0	1058.5	605.0	895.6	493.4
1999	735.3	445.6	1470.7	1011.7	588.3	346.0	1062.1	681.5	898.7	557.4
2000	725.6	354.2	1451.3	846.1	580.5	266.0	1048.1	556.9	886.9	453.9
2001	735.4	357.3	1470.9	957.2	588.4	261.1	1062.3	620.1	898.9	485.2
2002	728.4	423.6	1456.8	945.2	582.7	334.2	1052.1	640.2	890.3	529.0
2003	733.3	378.2	1466.6	942.1	586.6	281.4	1059.2	619.4	896.2	494.3
2004	731.1	466.9	1462.1	1067.0	584.8	359.2	1056.0	732.3	893.5	598.4
2005	726.2	388.3	1452.4	968.1	580.9	296.6	1048.9	632.2	887.6	507.9
2006	727.9	407.6	1455.7	837.0	582.3	321.7	1051.4	598.4	889.6	503.0
2007	740.9	479.0	1481.9	1065.3	592.8	375.4	1070.3	724.3	905.6	597.6
2008	737.1	402.5	1474.3	960.7	589.7	312.0	1064.8	616.7	900.9	503.1
2009	719.8	286.9	1439.7	778.5	575.9	198.8	1039.8	499.9	879.8	388.5
2010	741.5	429.8	1482.9	1043.7	593.2	321.3	1071.0	702.6	906.2	566.2
2011	731.3	275.0	1462.6	753.2	585.0	211.0	1056.3	465.3	893.8	363.9
2012	742.0	363.4	1483.9	841.8	593.6	283.1	1071.7	555.6	906.8	452.6
2013	737.7	414.8	1475.4	1007.8	590.2	306.7	1065.6	655.6	901.6	535.2
2014	742.3	352.5	1484.6	900.6	593.8	267.8	1072.2	569.0	907.2	449.3
2015	736.8	378.2	1473.6	852.3	589.5	286.7	1064.3	581.5	900.6	479.9
Ortalama	725.1	395.0	1450.2	922.9	580.1	302.5	1047.4	617.9	886.2	503.6

Bitki türleri için hesaplanan sulama suyu ihtiyacı bitkinin türlerinin alanları ile çarpılarak Gazipaşa Kıyı Ovası'nda gerçekleşen tarım faaliyetleri için gerekli sulama suyu ihtiyacı belirlenmiştir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda toplam 22.3 km²'lik alanda tarım yapılmaktadır. Açık tarım arazisi için hesaplanan 9 km²'lik alanda yetiştirilen domates, biber ve salatalık alanları eşit kabul edilmiştir. Buna göre Gazipaşa Kıyı Ovası'nda yıllık sulama suyu ihtiyacı 15.78 Mm³'tür (Çizelge- 4.21).

Çizelge-4.21. Yıllık toplam sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi.

	Bitki Türü				
	Narenciye	Muz	Domates	Biber	Salatalık
Tarım alan(km ²)	1.45	11.85	3.00	3.00	3.00
Sulama suyu ihtiyacı(mm/yıl)	395.0	922.9	302.5	617.9	503.6
Sulama suyu ihtiyacı(Mm ³)	0.57	10.93	0.9	1.85	1.51
Toplam sulama suyu ihtiyacı(Mm ³)	15.78				

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda gerçekleşen tarım faaliyetlerinde ihtiyaç duyulan sulama suyu sulama kanalının olduğu bölgede (10.64 km²) yağışlı dönemde derelerden, kurak dönemde ise yeraltısuyundan sağlanırken, sulama kanalı olmayan kesimde yıl boyunca yeraltısuyundan sağlanmaktadır. Sulama kanallarının bulunmadığı bölgelerdeki tarım alanları (11.66 km²) ve sulama suyu ihtiyacı Çizelge-4.22'de gösterilmiştir. 1970-2015 yıllarında sulama kanallarının bulunduğu bölgelerde sulama suyu ihtiyacı 9 ay boyunca derelere gelen suların sulama kanallarına aktararak, 3 ay boyunca ise yeraltısuyundan çekim ile sağlanmaktadır (Çizelge-4.23). Buna göre uzun yıllar ortalamasına bakıldığında 15.78 Mm³ sulama suyu ihtiyacının 10.86 Mm³'ü yeraltısuyundan, 4.93 Mm³'ü ise yüzey suyundan karşılanmaktadır.

Çizelge-4.22. Sulama kanallarının bulunmadığı bölgelerde sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi.

	Bitki Türü				
	Narenciye	Muz	Domates	Biber	Salatalık
Tarım alanı (km ²)	0.46	5.95	1.75	1.75	1.75
Sulama suyu ihtiyacı (mm/yıl)	395.0	922.9	302.5	617.9	503.6
Sulama suyu ihtiyacı (Mm ³)	0.18	5.49	0.53	1.08	0.88
Toplam sulama suyu ihtiyacı (Mm ³)	8.17				

Çizelge-4.23. Yıllık toplam sulama suyu ihtiyacının kaynaklara göre dağılımı.

Yıllar	Toplam Sulama Suyu İhtiyacı (Mm ³)	YAS Sulaması (11.66 km ²)	Yüzey Suyu Sulaması (10.64 km ²)	
		YAS çekim (Mm ³) (12 ay)	Yüzey Suyu Sulaması(Mm ³) (9 ay)	YAS Çekim(Mm ³) (3 ay)
1970	15.43	7.99	4.53	2.91
1971	17.33	8.96	5.24	3.13
1972	15.44	7.98	4.54	2.92
1973	16.47	8.52	4.88	3.07
1974	16.26	8.41	5.05	2.80
1975	14.96	7.74	4.46	2.76
1976	12.22	6.31	3.86	2.05
1977	17.01	8.80	5.18	3.03
1978	16.31	8.45	5.34	2.52
1979	14.52	7.51	4.21	2.80
1980	16.08	8.32	4.81	2.95
1981	15.67	8.11	5.41	2.15
1982	15.83	8.19	4.57	3.07
1983	15.27	7.91	4.61	2.76
1984	15.47	8.02	4.76	2.69
1985	16.37	8.47	5.12	2.78
1986	17.97	9.31	5.91	2.76
1987	13.65	7.06	4.02	2.57
1988	12.98	6.72	3.94	2.33
1989	18.08	9.37	5.69	3.02
1990	20.36	10.55	6.48	3.34
1991	15.65	8.10	4.79	2.76
1992	15.50	8.02	4.51	2.97
1993	16.38	8.47	4.73	3.17
1994	15.75	8.15	5.30	2.29
1995	16.55	8.57	5.04	2.94
1996	14.44	7.47	4.93	2.05
1997	14.10	7.29	4.86	1.95
1998	15.50	8.02	4.67	2.82
1999	17.39	9.00	5.46	2.93
2000	14.37	7.43	4.22	2.71
2001	15.96	8.25	5.12	2.59
2002	16.33	8.45	4.92	2.96
2003	15.90	8.22	4.66	3.02
2004	18.39	9.52	5.82	3.05
2005	16.34	8.45	5.37	2.52
2006	14.78	7.66	5.65	1.47
2007	18.41	9.53	5.73	3.15
2008	16.26	8.41	5.55	2.30
2009	12.90	6.67	4.41	1.82
2010	17.76	9.19	5.63	2.94
2011	12.44	6.43	3.74	2.28
2012	14.38	7.44	4.76	2.18
2013	17.04	8.81	5.17	3.06
2014	15.04	7.77	4.60	2.67
2015	14.69	7.60	4.50	2.59
Ortalama	15.78	8.17	4.93	2.69

4.5.5. Evsel Su İhtiyacı

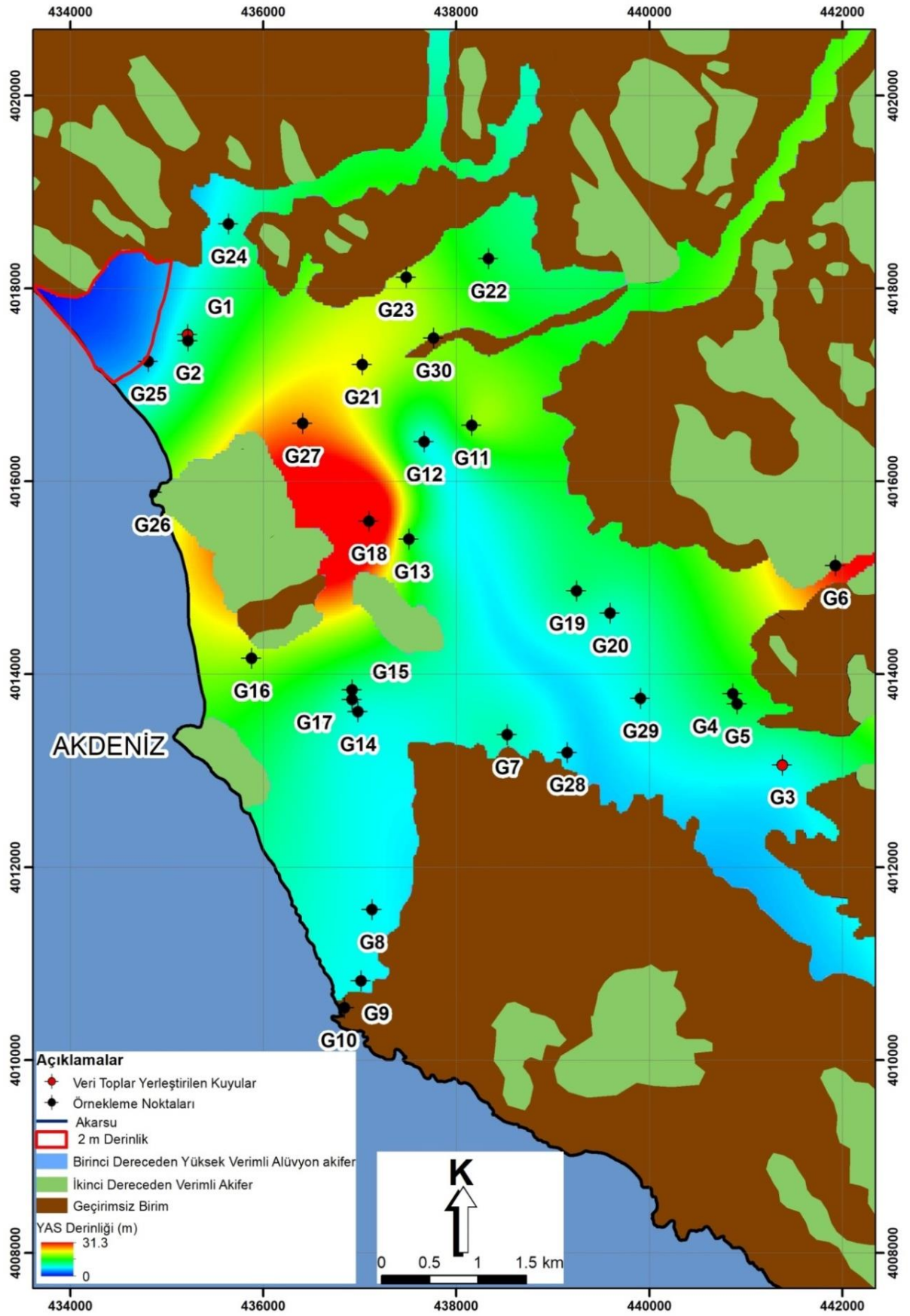
Gazipaşa'da yaşayan nüfusun evsel su ihtiyacının belirlenebilmesi için 2016 yılı nüfus sayımı dikkate alınmıştır [10]. 49.207 nüfuslu Gazipaşa için kişi başı su ihtiyacı (137 l/gün) [21] dikkate alındığında evsel su ihtiyacı $2.4 \cdot 10^6$ m³/yıl olarak belirlenmiştir.

4.5.6. Yeraltısuyundan Buharlaşma (0-2 m)

Yeraltısuyundan buharlaşma, 2016 yılı Mayıs-Eylül dönemlerinde ölçülen su seviyelerinden itibaren hazırlanan haritadan (Şekil 4.30) deniz seviyesinden itibaren su seviyesinin 2 m'ye kadar (0-2 m) yükseldiği alanın ve MGM'den alınan 1979-2015 yılları arasında gerçekleşen yıllık ortalama buharlaşma değerlerinin çarpılması sonucu hesaplanmıştır. (düzeltme katsayısı:0.78) [22] 2016 yılı Mayıs ayında YAS kotu Eylül ayına göre daha yüksek olduğu için Mayıs ayına ait 0-2 m'lik alan kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda yeraltısuyundan buharlaşma 1 Mm³/yıl olarak bulunmuştur (Çizelge-4.24).

Çizelge-4.24. Yeraltısuyundan buharlaşmanın belirlenmesi.

Alan (km ²)	Buharlaşma (mm/yıl)	Yeraltısuyundan Buharlaşma (Mm ³ /yıl)	Düzeltme Katsayısı (0.78)
0.9	1430.2	1.29	1



Şekil 4.30. 2016 yılı Mayıs ayına ait su seviyesi haritası.

4.5.7. Denize Boşalım

Gazipaşa Ovası kıyı akiferinde denize boşalımın belirlenebilmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$Q = T \cdot i \cdot G$$

Burada;

Q: Denize olan boşalım miktarı (m³/yıl)

T: Akiferin iletimlilik katsayısı (m²/gün)

i: Hidrolik gradyan

G: Akiferin birim genişliği (m)

Gazipaşa Ovası kıyı akiferinde yeraltısuyu akım yönü bölgesel olarak kuzeydoğudan güneybatıya doğrudur. Bu nedenle alanda hidrolik gradyan hesabı yapabilmek için Bıçkıcı ve Hacımusa dereleri üzerinde açılmış şahıs kuyularının 2016 yılı Eylül ayında ölçülmüş YAS kotu verilerinden yararlanılarak, iki dere kesiti üzerinden denize boşalım miktarı hesaplanmıştır.

Bıçkıcı Deresi üzerinde bulunan G23 ve G25 No.lı şahıs kuyularında (Şekil 4.30) YAS kotu sırasıyla 8.47 ve 0.25 m'dir. Bıçkıcı Deresi'nin iletimlilik katsayısı 1192 m²/gün [1] olup, iki kuyu arası uzaklık 2812 m'dir. Akiferin kuzeydoğusunda genişlik ise 2500 m'dir. Buna göre Bıçkıcı Deresi kesitinden denize boşalım;

$$Q = 1192 \text{ m}^2/\text{gün} \cdot 365 \text{ gün/yıl} \cdot [(8.47 - 0.25)/2812] \cdot 2500 \text{ m}$$

$$Q = 3.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

Hacımusa Deresi üzerinde bulunan G15 ve G20 No.lı işletme kuyularında (Şekil 4.30) YAS kotu sırasıyla 2.34 ve 10.98 m'dir. Bıçkıcı Deresi'nin iletimlilik katsayısı 3682 m²/gün [1] olup iki kuyu arası uzaklık 2790 m' dir. Akiferin kuzeydoğusunda genişlik ise 4250 m'dir. Buna göre Hacımusa Deresi'nin kesitinden denize boşalım;

$$Q = 3682 \text{ m}^2/\text{gün} \cdot 365 \text{ gün/yıl} \cdot (10.98 - 2.34)/2790 \cdot 4250 \text{ m}$$

$$Q = 17.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

Gazipaşa Kıyı Ovası'ndan toplam denize boşalım miktarı ise $20.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

4.5.8. Depolamadaki Değişim

YAS kotu değerlendirmelerinde ardışık kurak ve yağışlı dönem sonundaki değişimin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle çalışma alanında DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü'nün uzun süreli YAS kotu gözlemlerinden yararlanılmıştır. Ovada açılan 5 farklı işletme kuyusunda 1999-2015 yılları arasında yapılan YAS kotu ölçümlerine göre yıl içinde +/- 3 m bulan yeraltısuyu seviye salınımlarına rağmen ovada uzun dönemde YAS kotu korunmaktadır. Bu sebeple alüvyon akiferinde YAS depolanmasının değişmediği Gazipaşa Kıyı Ovası'nda beslenimin boşalima eşit olduğu kabul edilmiştir.

4.5.9. Kireçtaşı/Mermer Beslenimi

Gazipaşa Kıyı Ovası yeraltısuyu bütçesindeki doğrudan ölçümü mümkün olmayan dolayısıyla belirsizliği en büyük bileşen kireçtaşı/mermerden alüvyon akifere beslenimdir. Ovada açılan işletme kuyularında yapılan ölçümlerde uzun dönem YAS kotunun değişmemesi ve veri toplar cihazlardan alınan ölçümler sonucunda hazırlanan grafiklerde yıl sonu YAS kotu değerlerinin YAS sulamasına rağmen artması güçlü bir yanal/alttan beslenimin göstergesidir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nda bütçe girdi ve çıktıların tanımlanmasıyla kireçtaşı/mermerden beslenimin hesaplanması mümkün olmuştur.

$$\Delta S = (\text{Yağış} + \text{Kireçtaşı/Mermer Beslenimi}) - (\text{Buharlaşıma Terleme} + \text{Yüzeysel Akış} + \text{Evsel Su İhtiyacı} + \text{Sulama Suyu İhtiyacı} + \text{Yeraltısuyundan Buharlaşıma} + \text{Denize Boşalım})$$

$$\Delta S = (Y + Bkçt/mr) - (BT + YA + Çevsel + Çsulama su + Byeraltısuyu + Bdeniz)$$
$$0 = (32.0 + Bkçt/mr) \times 10^6 - ((25.3 + 10.6 + 2.4 + 10.9 + 1 + 20.9) \times 10^6)$$

$$Bkçt/mr = 39.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Gazipaşa Ovası kıyı akiferine ait yeraltısuyu hidrolojik bütçe bileşenleri Çizelge-4.25'te özetlenmiştir. Buna göre, yıllık beslenim $71.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ olup bunun $32.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ü yağıştan, $39.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ ü ise alüvyon akiferi çevreleyen kireçtaşı ve mermer gibi

birimlerden sağlanmaktadır. Yeraltısuyu boşalım bileşenleri ise Buharlaştırma-terleme kaybı ($25.3 \cdot 10^6$ m³/yıl), Yüzeysel akış ($10.6 \cdot 10^6$ m³/yıl), Sulama suyu ihtiyacı ($10.9 \cdot 10^6$ m³/yıl), Evsel su ihtiyacı ($2.4 \cdot 10^6$ m³/yıl), Yeraltısuyundan (0-2 m) buharlaşma ($1 \cdot 10^6$ m³/yıl), Denize boşalım ($20.9 \cdot 10^6$ m³/yıl) şeklindedir.

Çizelge-4.25. Gazipaşa Kıyı Akiferine ait yeraltısuyu hidrolojik bütçe bileşenleri.

	Beslenim(m ³ /yıl)	Boşalım(m ³ /yıl)
Yağıştan Beslenim	$32 \cdot 10^6$	
Buharlaştırma-Terleme Kaybı		$25.3 \cdot 10^6$
Yüzeysel Akış		$10.6 \cdot 10^6$
Sulama Suyu İhtiyacı (YAS Kullanımı)		$10.9 \cdot 10^6$
Evsel Su İhtiyacı		$2.4 \cdot 10^6$
Yeraltısuyundan Buharlaştırma (0-2 m)		$1 \cdot 10^6$
Denize Boşalım		$20.9 \cdot 10^6$
Kireçtaşı/Mermer Beslenimi	$39.1 \cdot 10^6$	
Toplam	$71.1 \cdot 10^6$	$71.1 \cdot 10^6$

4.6. Hidrojeolojik Kavramsal Model

Çalışma kapsamında hidrojeolojik kavramsal model jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotopik verilerin değerlendirilmesiyle oluşturulmuştur.

Çalışma alanının jeolojik yapısı alüvyon akiferin beslenim koşullarını doğrudan etkilemektedir. Gazipaşa Kıyı Ovası'nı oluşturan Kuvaterner/Pleyistosen alüvyon Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerle gözeneklilik ve geçirimsizlik özellikleri ile akifer oluşturmaktadır. Yağışlı dönemlerde Bıçkıcı, Delice ve Hacımusa Dere yataklarından çok büyük miktarda su ($10.6 \cdot 10^6$ m³) yüzeysel akışla denize boşalmaktadır. Alanda gerçekleştirilen uzun süreli gözlemlere dayanarak YAS kotu beslenim-boşalım koşullarında oluşan yıl içindeki salınımlar uzun dönemde değişmemektedir. Diğer bir deyişle, Gazipaşa alüvyon akiferinde YAS kotu kireçtaşı/mermer akiferinden gelen beslenimle uzun dönemde kararlı bir seyir izlemektedir.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda sürdürülen tarımsal faaliyet için ihtiyaç duyulan sulama suyunun bir kısmı yağışlı dönemde dere yatağından sulama kanalına alınarak,

kurak dönemde ise yeraltısuyundan sağlanmaktadır. Sulama kanalının bulunmadığı kesimde ise sulama suyu ihtiyacı yıl boyunca yeraltısuyundan sağlanmaktadır.

Gazipaşa Kıyı Ovası için oluşturulan yeraltısuyu bütçesine göre; ovada yetişen bitki türlerine göre yıllık sulama suyu ihtiyacı 15.8 Mm^3 'tür. Sulama suyu ihtiyacının yaklaşık 4.93 Mm^3 'lük kısmı yağışlı dönemde yüzeysel akıştan karşılanırken, akiferden yıllık YAS çekimi 10.86 Mm^3 'tür.

Çalışma alanında gerçekleştirilen sürekli YAS kotu gözlemleri, Delice Deresi'ne yakın konumda bulunan G1 gözlem kuyusunda YAS çekiminin yoğun olduğu Mayıs-Ekim döneminde YAS kotunun yaklaşık 1.5 m, daha yüksek kotta açılan Hacımusa Deresi'ne yakın konumda bulunan G3 gözlem kuyusunda ise yaklaşık 10 m düştüğünü göstermiştir. Gerçekleşen ardışık yağışlarla gözlem kuyularında YAS kotları hızlı artışlar gözlemlenmiştir.

Gazipaşa kıyı akiferinde örneklenen yüzey ve yeraltısularının majör iyon içerikleri çalışma alanında 2 farklı su grubu olduğunu göstermiştir. Deniz suyu ve mağara kaynağından alınan örnekler NaCl fasiyesinde iken, diğer yüzey ve yeraltısuyu örnekleri $\text{CaCO}_3/\text{Ca-HCO}_3^-$ fasiyesindedir.

Sığ yeraltısuyun alınan örneklerde gözlenen bağıl olarak yüksek ÖEI değerinin tuzlu su girişi sonucu oluşmadığı, sığ yeraltısuyunun ardışık yıkanma-buharlaştırma süreci ile çözünmüş madde açısından zenginleşmesi sonucu meydana geldiği duraylı izotop verilerinin değerlendirilmesi ile ortaya çıkmıştır.

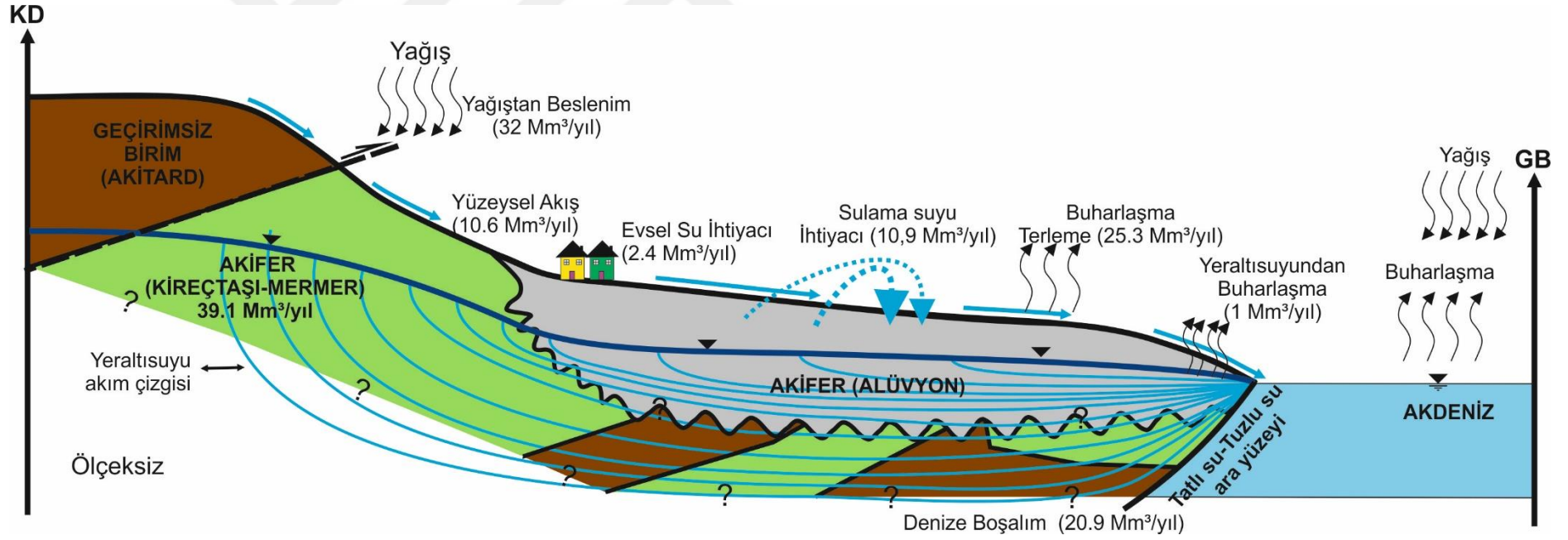
Çevresel izotop verilerinin değerlendirilmesi ile kıyı akiferinden alınan örneklerin büyük bir kısmının döteryum fazlası değeri +18 olan Yerel Meteorik Su Doğrusu üzerinde yer aldığı belirlenmiştir.

Duraylı izotop analizlerinin değerlendirilmesi ile yeraltısuyu örneklerinin deniz suyu ile karışmadığı belirlenmiştir. Deniz suyu karışımı içeren örnekler G26 mağara örneği ve G16 kuyusu gibi deniz suyu ile temas eden derin dolaşımdaki yeraltısuyu örnekleridir.

Yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin trityum içerikleri incelendiğinde derin ve sığ dolaşımlı yeraltısuları tespit edilmiştir. Eylül döneminde G10 örneğinin tatlı-tuzlu suyun karışım bölgesinden alındığı tespit edilmiştir.

Bu değerlendirmelerin sonunda hazırlanan hidrojeolojik kavramsal model Şekil 4.31’de gösterilmiştir.





Şekil 4.31. Gazipaşa Kıyı Ovası'nın hidrojeolojik kavramsal modelini gösterir şematik kesit.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gazipaşa Kıyı Ovası'nın hidrojeolojik açıdan ovanın büyük bir kesimini oluşturan Kuvarterner alüvyon ve ovayı çevreleyen Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerlerden oluşmaktadır. Gözeneklilik ve iletimliliklerine göre Kuvaterner alüvyon birinci dereceden yüksek verimli akifer, Paleozoik kireçtaşları ve Kambriyen mermerler ikinci dereceden akifer olarak tanımlanmıştır. Ovadaki yeraltısuyu beslenimi ovaya düşen yağıştan ve yanıl/alttan olarak besleyen kireçtaşı/mermer akiferden sağlanmaktadır. Ovada yeraltısuyu akımı denize doğrudur.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nda toplam 22.3 km²'lik alan seracılık, narenciye yetiştiriciliği ve açık tarım arazisi için kullanılmaktadır. Tarımsal sulama için gerekli olan su yüzey suyu ve yeraltısuyundan sağlanmaktadır. Delice, Bıçkıcı ve Hacımusca Derelerindeki sular sulama kanallarına aktarılarak sulama yapılmaktadır. Derelerde akım olmayan Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında kuyulardan YAS çekimi yapılmaktadır. Tarımsal sulama yeraltısuyundan sağlandığı için bitki türlerine bağılı olarak kullanılan su miktarı değişim göstermektedir.

Alüvyon akiferi üzerine düşen yıllık ortalama yağış 836.6 mm, akiferden oluşan - Turc yöntemi ile hesaplanan gerçek buharlaşma-terleme kaybı ise $25.3 \cdot 10^6$ Mm³/yıl'dır. Yapılan tarıma bağılı olarak sulama suyu ihtiyacı yaklaşık 15.78 Mm³tür. Bunun 10.86 Mm³ü yeraltısuyundan, 4.93 Mm³ü ise derelerden sulama kanallarına aktarılan yüzeysuyundan sağlanmaktadır. Alüvyon akifere yanıl/alttan sağlanan yanıl beslenim ise $39.1 \cdot 10^6$ Mm³ olarak hesaplanmıştır.

Gazipaşa alüvyon akiferinde YAS kotunun yıl içindeki salınımı +/- 3m değişmekte olup uzun dönemde korunmaktadır. Yıl içindeki YAS kotu salınımlarına karşı kireçtaşı/mermer akiferinden gelen yanıl/alltan beslenim ile büyük oranda korunmaktadır. Ardışık gelen yağışlar ile YAS kotunda ani değişimler görülmektedir.

Çalışma alanında örneklenen yüzey ve yeraltısularının majör iyon içerikleri Ca-HCO₃ ve NaCl fasiyeslerinde bulunan yeraltısuyunu temsil etmektedir. Sahil kesimindeki keson kuyularda gözlenen yüksek ÖEİ değerinin deniz suyunun girişimi sonucu oluşmadığı, sık yeraltısuyundan buharlaşma ile oluştuğu anlaşılmaktadır.

Çevresel izotop verilerine göre su örnekleri döteryum fazlası değeri +16 olan Akdeniz Meteorik Su Doğrusu ve +18 olan Yerel Meteorik Su Doğrusu arasında yer almaktadırlar.

Örneklerin trityum içeriği yeraltısuyunun derin ve sığ dolaşımını olduğunu, 2016 yılı Eylül ayında denizsuyunun trityum içeriği, örneğin denizsuyu-tatlı su karışım bölgesinden alındığını göstermiştir.

Gazipaşa Kıyı Ovası için hazırlanan hidrojeolojik kavramsal modelde kireçtaşı/mermer akiferinden alüvyon akiferine sürekli yeraltısuyu akışı gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Hidrojeolojik bütçe hesaplamalarına göre kıyı akiferinin yıllık beslenme $71.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ olup bunun $32.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ü yağıştan, $39.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ ü ise alüvyon akiferi çevreleyen kireçtaşı ve mermer gibi birimlerden sağlanmaktadır. Yeraltısuyu boşalma bileşenleri ise Buharlaşma-terleme kaybı ($25.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$), Yüzeysel akış ($10.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$), Sulama suyu ihtiyacı ($10.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$), Evsel su ihtiyacı ($2.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$), Yeraltısuyundan (0-2 m) buharlaşma ($1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$), Denize boşalma ($20.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) şeklindedir.

Bu çalışmada bir tuzlu su girişi tespit edilmemiştir. Bununla birlikte Gazipaşa Kıyı Ovası yeraltısuyu yük dağılım haritası özellikle kıyı kesimde tuzlu su girişi riskinin mevcut olduğunu göstermiştir. Kıyı bölgelerinde belirlenecek gözlem noktalarında sürekli YAS kotu ve ÖEİ ölçümleri yapılarak tuzlu su girişi riski takip edilmelidir.

Gazipaşa Kıyı Ovası'nın kuzey kesiminde yapımı devam edilen Gökçeler Barajı tarımsal sulama için gerekli suyu sağlayacak olup, tarımsal faaliyetler sonucu su kalitesinde oluşabilecek sıkıntılar için su kimyası çalışmalarına önem verilmeli ve halk bilinçlendirilmelidir.

Gelecekte uzun süreli olası kuraklık durumlarının özellikle tarım faaliyetlerini etkileyeceği düşünülürse seralar ve açık tarım arazilerinde ekili bitki türlerinin daha düşük sulama suyu ihtiyacı olan bitkilerle değiştirilmesi söz konusu olabilir.

Alüvyon akiferinin sürdürülebilir kullanımı açısından akiferden YAS çekim miktarının $15 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ düzeyinde kalması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] DSİ, *Gazipaşa Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu*, Ankara, **1973**.
- [2] Özgül, N., Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19 (1), 65–78, **1976**.
- [3] Ulu, Ü., Sugözü-Gazipaşa(Antalya) Alanının Jeoloji İncelemesi, *Tmmob Jeoloji Mühendisliği Yayın Organı*, Ankara, **1983**.
- [4] Keleş, A., *Gazipaşa(Antalya) Ovası Hidrojeoloji İncelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, **1996**.
- [5] Akış, A., *Gazipaşa'nın İklimi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, **1997**.
- [6] Erbay, G., *Demirtaş-Gazipaşa Civarının Jeolojik, Mineralojik ve Petrografik Özellikleri*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, **1998**.
- [7] Güngör, Ş., *Gazipaşa İlçesi'nin(Antalya) Coğrafi Etüdü*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, **2010**.
- [8] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Antalya Çevre Durum Raporu*, Antalya, **2013**.
- [9] Turc, L., Le bilan d'eau des sols; relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement, *La Houille Blanche L'union Hydrotechnique de France*, Paris, France, **1954**.
- [10] Gazipaşa 2016 Nüfus Sayımı:
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (Aralık, **2016**).
- [11] MTA, *1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi No:223 Alanya-P28 Paftası*, **2016**.
- [12] Carlson, G., *Specific Conductance as an output unit for conductivity readings*, In Situ Inc Technical Report 009, **2010**.
- [13] Hem, J.D., *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*, USGS Water Supply Paper 2254,264, **1985**.

- [14] Craig, H., Isotopic variations in meteoric waters, *Science*, Volume:133, 1702-1703, **1961**.
- [15] Gat, J.R. and Carmi, I., Effect of climate changes on the precipitation patterns and isotopic composition of water in a climate transition zone: Case of the Eastern Mediterranean Sea area, *The Influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources* (Proceedings of the Vancouver Symposium, August 1987). IAHS Publ. no. 168, **1987**.
- [16] Moore, C. H., Carbonate Genesis and Porosity, *Elsevier*, **1989**.
- [17] Schmalz, R. F., Formation of beachrock at Eniwetok Atoll, *Carbonate Cements*, 17-24, **1971**.
- [18] Stoddart, D. R., John R. C., Nature and Origin of Beachrock, *Journal of Sedimentary Petrology* 35, 243-247, **1965**.
- [19] Scoffin, T. P., A Conglomeratic Beachrock in Bimini, Bahamas, *Journal Of Sedimentary Petrology* 40, 756-758, **1970**.
- [20] Bayazıt, M., *Hidroloji*, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İstanbul, 52-54, 58-60, **1999**.
- [21] Antalya Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, İl Çevre Durum Raporu, Antalya, **2010**.
- [22] Dumlu, O., Yalçın, H., T., Bozkurtoğlu, E., *Yeraltısuyu Jeolojisi ve Hidroliği*, 1. Baskı, Literatür Yayıncılık, **2006**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Çağlar Bozan

Doğum Yeri: Muğla

Medeni Hali: Bekâr

E-posta: bozancaglar@gmail.com

Adresi: Yukarı Bahçelievler Mah., 67. Sok., Eylülödenizi Apt. (4/3)
Çankaya/ANKARA

Eğitim:

Lise : (2005-2009) Ortaca Lisesi

Lisans: (2009-2013) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi:

İngilizce (iyi)

İş Deneyimi:

2017-: Sözleşmeli Mühendis, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)

Deneyim Alanları:

Hidrojeoloji, Çevresel İzotoplar, Hidrojeokimya

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi:

Gazipaşa (Antalya) Kıyı Ovasının Hidrojeolojik İncelenmesi, Bayarı, C. Serdar, (Prof.Dr.) (Proje Yürütücüsü)Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, N. Nur Özyurt, Gizem Erkan, Pınar Avcı (Yardımcı Araştırmacı),Proje No: FHD-2015-9161 (15/12/2015-29/12/2016) (Proje Bütçesi: 20700 TL)

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Bozan, Ç., Avcı P., Özyurt N.N., Erkan, G., Bayarı, C.S., Gazipaşa (Antalya) Kıyı Ovası Akiferinin İzotop Ve Hidrokimyasal Hidrojeolojik Modeli, 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 10-14 Nisan, Ankara, Türkiye **2017**,

