

**ANAMUR (MERSİN) KIYI AKİFERİNİN
HİDROJEOKİMYASI**

ZEKİ YAREN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
ARALIK – 2013**

**ANAMUR (MERSİN) KIYI AKİFERİNİN
HİDROJEOKİMYASI**

ZEKİ YAREN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI**

**MERSİN
ARALIK – 2013**

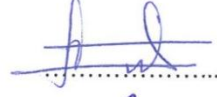
Zeki YAREN tarafından Yrd.Doç.Dr. Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI danışmanlığında hazırlanan “Anamur (Mersin) Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN

Yrd.Doç.Dr. Zeynep ÖZDEMİR

Yrd.Doç.Dr. Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27.../12./2013.tarih ve 2013.26...../829..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Doç.Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN
Enstitü Müdürü



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ANAMUR (MERSİN) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASI

Zeki YAREN

ÖZ

Bu çalışma ile Anamur Kıyı Akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anamur kenti Kuvaterner yaşlı alüvyon üzerinde yer almakta olup bu birim Anamur Kıyı Akiferini oluşturmaktadır. Anamur' un kuzey kesimlerinde metamorfik kayalar yaygın olup Prekambriyen yaşlı şist, Alt Kambriyen yaşlı kuvarsit, Orta Kambriyen yaşlı mermer, Üst Kambriyen yaşlı şist, Permo-Karbonifer yaşlı şist ve kuvarsit, Üst Permiyen yaşlı mermer ve kireçtaşı, Alt Triyas yaşlı killi kireçtaşı, Alt Triyas yaşlı şist-kalkşist, Orta-Üst Triyas yaşlı metakırıntılı kaya ve Jura-Kretase yaşlı mermer bulunmaktadır. Kıyı akiferinde Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012 ve Haziran 2012' de olmak üzere dört dönemde 20 noktada yapılan yeraltı su seviyesi ölçümleri ile hazırlanan su seviye haritaları yeraltı suyu akım yönünün güneydoğu yönünde olduğunu göstermektedir. Ayrıca bazı ölçüm noktalarında su seviyesinin deniz seviyesinin altına düştüğü belirlenmiş olup bu alanlarda tuzlanma riski bulunmaktadır. Aynı su noktalarında yapılan yeraltı suyu fiziksel parametre ölçümlerine göre sıcaklık değerleri 10,8 ile 26,4 °C arasında, pH değerleri 7,04 ile 7,83 arasında, elektriksel iletkenlik değerleri 275 ile 924 mikroS/cm arasında değişmektedir. Piper diyagramı yeraltı suyu örneklerinin Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃ içerikli olduğunu göstermektedir. Bazı yeraltı suyu örneklerinde nitrat, amonyum, potasyum, florür, demir ve alüminyum içerikleri TS-266 standardında verilen sınır değerlerinin üzerindedir. Yeraltı suyu örnekleri elektriksel iletkenlik değerlerine göre “iyi-kullanılabilir” ve “çok iyi-iyi” sular sınıfında yer almaktadır. Yeraltı suyu örnekleri Sodyum Adsorbsiyon Oranı değerlerine göre “çok iyi özellikteki sulama suları” olarak sınıflandırılmıştır. Oksijen-18, döteryum ve trityum izotop analizleri yeraltı sularının yerel yağışlardan beslendiğini ve kısa yeraltı suyu geçiş süresine sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Anamur, hidrojeoloji, hidrojeokimya, yeraltı suyu, çevresel izotoplar

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

HYDROGEOCHEMISTRY OF ANAMUR (MERSIN) COASTAL AQUIFER

Zeki YAREN

ABSTRACT

This study aims to determine the hydrogeochemical characteristics of Anamur coastal aquifer. Anamur city is located Quaternary age alluvium which constitutes Anamur coastal aquifer. In the northern part of the Anamur, metamorphic rocks are common. Precambrian schist, Lower Cambrian quartzite, Middle Cambrian aged marble, Upper Cambrian schist, Permo-Carboniferous schist and quartzite, Upper Permian marble and limestone, Lower Triassic clayey limestone, Lower Triassic schists-calcschists, Middle-Upper Triassic metaclastics, and Jurassic-Cretaceous age marble are located in this area. Groundwater level measurements were made in the coastal aquifer in July 2011, October 2011, February 2012 and June 2012 at 20 points. Groundwater level maps showed that groundwater flow direction is south-easterly direction. Also water level in some of the measurement points are below sea level that shows that there is a risk for salinization. Groundwater temperature range of 10,8 to 26,4 °C, the pH range of 7.83 to 7.04, the electrical conductivity range of 275 to 924 mikroS/cm. Groundwater samples are belongs to Ca-HCO₃ and Ca-Mg-HCO₃ facies. Based on Turkish Drinking Water Standard (TSE-266), nitrate, ammonium, potassium, fluoride, iron and aluminium contents of some of the groundwater samples are found to exceed the permissible limits. Groundwater samples fall into “good-permissible, good-very good” classes of electrical conductivity classification criteria. According to USA Salinity Lab. Irrigation classification, groundwater samples fall into “very good” class. Oxygen-18, deuterium and tritium isotope analysis of groundwater demonstrate the predominance of local recharge and short residence time of groundwater.

Key Words: Anamur, Hydrogeology, Hydrogeochemistry, Groundwater, Environmental Isotopes

Advisor: Assist. Prof. Dr. Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI, Geological Engineering Department, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Hazırlamış olduğum bu yüksek lisans tezinin tüm aşamalarında yardımını esirgemeyen değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Zübeyde Hatipoğlu Bağcı' ya,

Bu çalışmayı BAP-FBE JM (ZY) 2011-2 YL nolu proje kapsamında destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine,

Arazi çalışmaları sırasında özverili yardımlarından dolayı yöre esnafı Veli Yıldırım'a, Anamur'da görevli öğretmen arkadaşım Abdurrahim Öz' e, değerli iş arkadaşım Umut Öke' ye,

Son olarak tüm aileme ve biricik kardeşim Zafer Yaren' e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI ve KAPSAMI	1
1.2. ÇALIŞMA ALANI	1
1.3. İKLİM	3
1.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
1.4.1 Jeolojik Çalışmalar.....	3
1.4.2. Hidrojeolojik Çalışmalar	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. JEOLojİ.....	6
2.1.1. Mahmutlar Birimi	6
2.1.1.1.Tenzile Formasyonu (pēt)	7
2.1.1.2. Kurtbeleni Formasyonu (εku)	8
2.1.1.3. Karagedik Formasyonu (εka)	10
2.1.1.4. Payallar Formasyonu (εop)	11
2.1.1.5. Cebireis Formasyonu (Pce)	12
2.1.1.6. Asmaca Formasyonu (TRas).....	13
2.1.2. Yalçitepe İstifi.....	14
2.1.2.1. Üççam Formasyonu (Pkbü).....	14
2.1.2.2. Yalçitepe Formasyonu (Pyt)	16
2.1.2.3. Koçudere Formasyonu (TRko)	16
2.1.2.4. Yalçı Formasyonu (Jky).....	17
2.1.3. Hadim Napı	18
2.1.3.1. Beykonağı Formasyonu (Trb).....	18
2.1.4. Kuvaterner Birimleri	19
2.1.4.1. Alüvyon (Qal)	19
2.1.4.2. Yamaç Molozu (Qym)	19

3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. SAHA ÇALIŞMALARI.....	21
3.2. LABORATUAR ÇALIŞMALARI	22
4. HİDROJEOLOJİ.....	23
5. HİDROJEOKİMYA	26
5.1. SULARIN SERTLİĞİ.....	37
5.2. FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELER	39
5.2.1. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH).....	39
5.2.2. Özgül Elektriksel İletkenlik (Eİ).....	41
5.2.3. Sıcaklık.....	46
5.2.4. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)	48
5.2.5. Sodyum Yüzdesi(%Na).....	49
5.2.6. Na ⁺ İyonu	50
5.2.7. K ⁺ İyonu	52
5.2.8. Ca ⁺² İyonu	52
5.2.9. Mg ⁺² İyonu	52
5.2.10. NH ₄ ⁺	53
5.2.11. CO ₃ ⁻² ve HCO ₃ ⁻² İyonları.....	53
5.2.12. SO ₄ ⁻² İyonu.....	54
5.2.13. Cl ⁻ İyonu.....	54
5.2.14. F İyonu	55
5.2.15. NO ₂ İyonu	55
5.2.16. NO ₃ İyonu	55
5.2.17. Ağır Metaller	56
5.2.17.1. Zn (Çinko).....	56
5.2.17.2. Cu (Bakır)	57
5.2.17.3. Fe (Demir)	57
5.2.17.4. Ni (Nikel)	58
5.2.17.5. Al (Alüminyum).....	58
5.4. SULARIN PİPER DİYAGRAMINA GÖRE YORUMLANMASI	59
6. ÇEVRESEL İZOTOPLAR	61
6.1. OKSİJEN-18 ve TRİTYUM İLİŞKİSİ	63
6.2. OKSİJEN-18 ve DÖTERYUM İLİŞKİSİ.....	65
7. SONUÇLAR	66

KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ.....	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Yeraltısı seviye ölçümleri	23
Çizelge 5.1. TSE, EPA, WHO'ya göre içme suyu standartları.....	27
Çizelge 5.2. Temmuz 2011 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler	28
Çizelge 5.3. Ekim 2011 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler.....	29
Çizelge 5.4. Şubat 2012 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler	30
Çizelge 5.5. Haziran 2012 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler.....	31
Çizelge 5.6. Temmuz 2011 dönemine ait ağır metal içerikleri	32
Çizelge 5.7. Ekim 2011 dönemine ait major iyon içerikleri	33
Çizelge 5.8. Ekim 2011 dönemine ait kirlilik içerikleri.....	34
Çizelge 5.9. Şubat 2012 dönemine major iyon içerikleri.....	35
Çizelge 5.10. Şubat 2012 dönemine ait kirlilik içerikleri	36
Çizelge 5.11. Fransız sertliğine göre su sınıflaması	38
Çizelge 5.12. Çalışma alanı ait suların sertlik değerleri ve suların sertliklerine göre sınıflandırılması	39
Çizelge 5.13. Suların ph'ya göre sınıflandırılması	40
Çizelge 5.14. İnceleme alanındaki sulara ait pH değerleri.....	41
Çizelge 5.15. Eİ değerleri ve tuzluluk sınıfları	43
Çizelge 5.16. İnceleme alanındaki suların Eİ değerlerine göre tuzluluk sınıflaması	44
Çizelge 5.17. Suların Eİ'ye göre sınıflaması	45
Çizelge 5.18. Çalışma alanındaki suların elektriksel iletkenlik değerlerine göre sınıflandırılması	45
Çizelge 5.19. Çalışma alanındaki sulara ait sıcaklık değerleri.....	47
Çizelge 5.20. Suların SAR sınıflaması	48
Çizelge 5.21. Çalışma alanındaki suların SAR değerlerine göre sınıflaması	51
Çizelge 5.22. %Na sınıflaması	50
Çizelge 5.23 İnceleme alanındaki suların %Na değerlerine göre sınıflaması.....	51
Çizelge 6.1. Hidrojeokimyasal çalışmalarda yaygın olarak kullanılan doğadaki (göreceli) derişim düzeyleri	62
Çizelge 6.2. Ekim 2011 dönemine ait izotop ölçümleri.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 2.1. Anamur ve çevresinin jeoloji haritası	7
Şekil 2.2. Mahmutlar birimine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit.	9
Şekil 2.3. Yalçıtepe istifine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit.	15
Şekil 2.4. Beykonağı formasyonuna ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit	20
Şekil 3.1. Arazi çalışmaları kapsamında fiziksel parametrelerin ölçümü	21
Şekil 3.2. Laboratuvar çalışmaları kapsamındaki bikarbonat tayin deneyi	22
Şekil 4.1. Yeraltısuyu seviye ölçüm ve örnek noktaları	24
Şekil 4.2. Ekim 2011 dönemine ait yeraltısu seviye haritası	25
Şekil 5.1. pH değerlerinin mevsimsel değişimi.	42
Şekil 5.2. Elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi	43
Şekil 5.3. Sıcaklık değerlerinin mevsimsel değişimi.	47
Şekil 5.4. Ekim 2011 dönemine ait Piper diyagramı.	59
Şekil 5.5. Şubat 2012 dönemine ait Piper diyagramı.	60
Şekil 6.1. Ekim 2011 dönemine ait oksijen-18 ve trityum grafiği	63
Şekil 6.2. Ekim 2011 dönemine ait oksijen-18 ve döteryum grafiği.	65

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Eİ	: Elektriksel iletkenlik
EPA	: Environmental Protection Agency
IAEA	: International Atomic Energy Agency
SMOW	: Standard Mean Ocean Water
SAR	: Sodium Adsorption Ratio
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TU	: Trityum Unit
WHO	: World Health Organization
δ	: Değ

1.GİRİŞ

1.1.ÇALIŞMANIN AMACI ve KAPSAMI

Bu çalışmada hidrojeolojik açıdan bugüne kadar ayrıntılı herhangi bir çalışma yapılmayan Anamur bölgesinin hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Jeoloji, hidrojeoloji, su kimyası ve izotop çalışmaları ile bölgeye ait temel verilerin sağlanması, yeraltısularının kalitesi ve kirlilik düzeyinin, beslenme alanları ile geçiş süresinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla belirlenen 20 kuyuda yeraltısı seviyeleri Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012 ve Haziran 2012’ de olmak üzere dört dönemde ölçülmüş ve bu veriler ile yeraltısı seviye haritaları oluşturulmuştur. Belirtilen tüm bu dönemlerde yeraltısularında fiziksel parametreler ölçülmüş ancak sadece kurak ve yağışlı dönemi temsil etmek üzere Ekim 2011 ve Şubat 2012’ de alınan yeraltısuyu örneklerinin majör iyon analizleri yaptırılmıştır. Bu analizler ile yeraltısuyu fasiyesleri ve kirlilik düzeyi belirlenmiştir. Yeraltısularının iz element içerikleri Temmuz 2011’ de alınan örneklerde belirlenmiştir. Oksijen-18, döteryum ve trityum analizleri ise Ekim 2011’ de alınan örneklerde yaptırılmıştır. Bu analizler ise yeraltısuyu geçiş süresi ve beslenme yüksekliğinin belirlenmesi için kullanılmıştır.

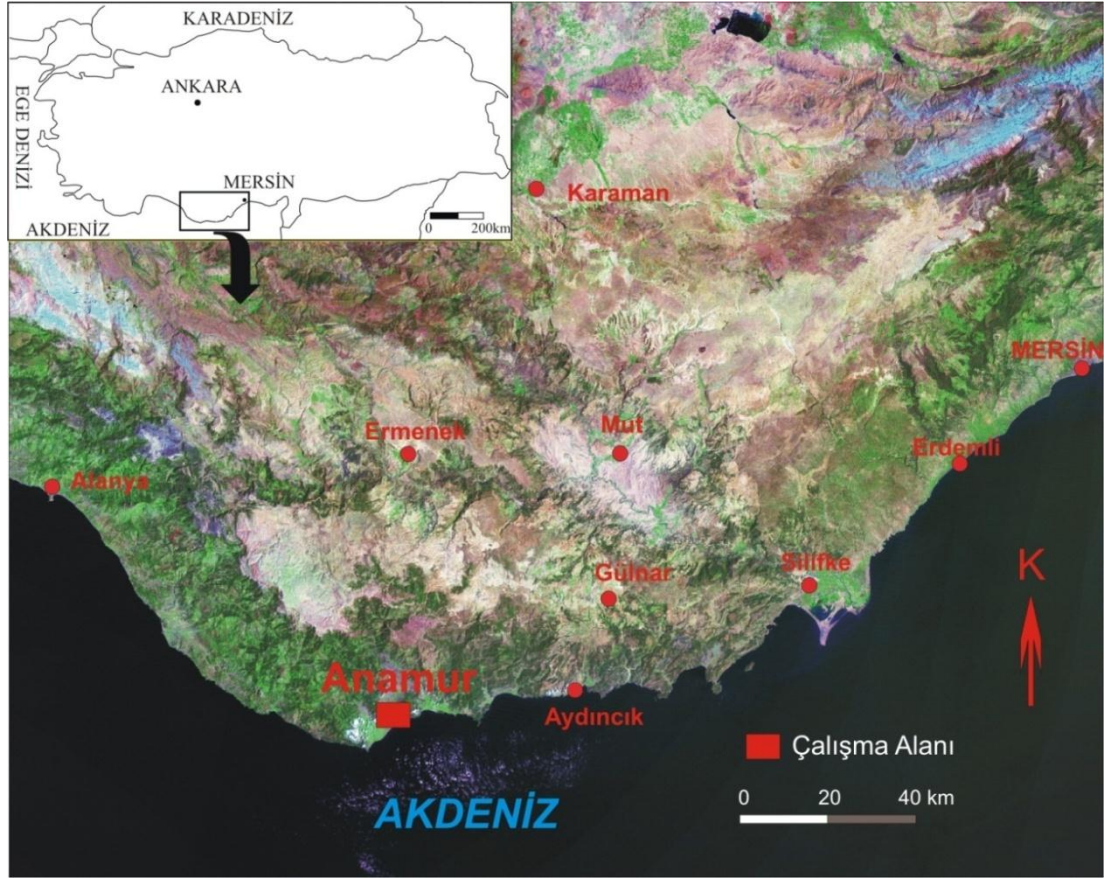
1.2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Mersin ilinin güneybatı kesiminde bulunan Anamur ve çevresini kapsamaktadır. Anamur’ un doğusunda Bozyazı, batısında Alanya, kuzeyinde Ermenek, güneyinde ise Akdeniz bulunmaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Alanya P29-c4 paftasında yer almaktadır.

Çalışma alanı Mersin-Antalya transit yolu üzerinde bulunduğundan herhangi bir ulaşım problemi yaşanmamaktadır. Bölgedeki yükseltiler genel olarak kuzeybatı-güneydoğu uzanımlıdır. Kıyıya yakın kesimlerde yumuşak bir topografya gözlenmesine karşın, iç kısımlara doğru gidildikçe ani yükselmeler gözlenmektedir.

Bölgenin en önemli akarsuları Anamur (Dragon) Çayı ve Sultançayı' dır. Anamur Çayı üzerinde yapılacak olan Alaköprü barajı hem Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin su ihtiyacını, hem de Anamur'un sulama suyu ve elektrik ihtiyacını karşılayacaktır.

Meyve, sebze, tahılcılık ve büyükbaş hayvancılığı yörenin en önemli geçim kaynağıdır. Bölgede seracılık yaygınlaşmış, özellikle turfanda muz üretimi başlıca geçim kaynağı olmuştur. Deniz kıyısında bulunması ve uygun iklim koşulları nedeniyle son yıllarda turizm de oldukça gelişmiştir. Buna bağlı olarak turizm alanına hizmet eden bazı sektörler de ortaya çıkmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

1.2. İKLİM

Bölgenin iklimi karakteristik Akdeniz iklimidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 75 gündür. Yağış getiren su buharı yüklü rüzgârlara açık olan Anamur' a yağışlar genelde yağmur şeklinde düşer.

En fazla yağış Şubat ayında düşer. Şubat ayı ortalama aylık yağış miktarı 271 mm' dir. Temmuz ve Ağustos ayları en kurak aylardır. En sıcak ay olan Temmuz ayında ortalama sıcaklık 27 °C' dir. En soğuk ay ise Ocak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 9 °C' dir.

Anamur, güneybatıdan esen lodos rüzgârının, yazın geceleri karadan denize doğru esen, gündüzleri ise Akdeniz'den karaya doğru esen deniz meltemlerinin etkisindedir.

Denizden dolayı her mevsim yüksek bir nem oranı mevcuttur. Bu nemden dolayı hissedilen sıcaklık değerleri kışın daha düşük, yazın daha yüksektir.

1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Geçmişte yürütülen çalışmalar jeolojik çalışmalar ve hidrojeolojik çalışmalar olmak üzere iki ayrı başlık altında toplanmıştır.

1.4.1. Jeolojik Çalışmalar

Bölgenin jeolojisine yönelik yapılan çalışmalar Altuncu [1999], Şengün [1986], Özgül [1976] ve Demirtaşlı vd., [1986] tarafından gerçekleştirilmiştir. Altuncu [1999], Anamur'un kuzeydoğusunda yer alan sahanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış, stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya koymuş ve bölgenin jeolojik evrimini aydınlatmıştır. Şengün [1986], inceleme alanındaki metamorfik birimleri de kapsayan Alanya masifinin, Gondwana levhasının Pan-

Afrikan temelinin karşılığı olduğu düşünülen Pre-Kambriyen yaşlı bir temel ile Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metasedimanter örtüden oluştuğunu belirtmiştir. Özgül [1976], Toroslar bölgesinin Kambriyen-Tersiyer yaş aralığında çökelmiş kaya birimlerini kapsadığını ve bunların birbirinden farklı havza koşullarını yansıtan “birlikler” içerisinde yer aldığını ortaya koymuştur. Demirtaşlı vd., [1986], Ermenek batısında, Göktepe, Dumlugöze ve Tepebaşı arasında kalan bölgenin jeolojisini inceleyerek, çalışma alanı güneyinde bulunan kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı Hadim Napı'nın kuzeyde Aladağ Birliği' ni güneydeki Alanya Birliği' nden ayırdığını belirtmişlerdir.

1.4.2. Hidrojeolojik Çalışmalar

Bölgede daha önce hidrojeolojik amaçlı olarak yapılmış ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak farklı bölgelerde yapılan hidrojeolojik çalışmalar irdelenecektir.

Yeraltısuyu akım sisteminin anlaşılması su kaynaklarının doğru kullanımı ve potansiyel yeraltısuyu kirliliğinin belirlenmesi açısından önem taşır. Hidrojeolojik çalışmalarda yaygın olarak yeraltısularının fiziksel ve kimyasal özellikleri izotop içerikleri ile birlikte değerlendirilerek yeraltısuyu akım sistemleri açıklanmakta ve yeraltısuyu beslenme alanları belirlenmektedir. Yeraltısularının fiziksel ve kimyasal içeriği yeraltısularının hareket ettiği ortamın özellikleri, akım yolu ve yeraltısuyu sistemini etkileyen antropojenik etkiler hakkında önemli bilgiler verir. Yeraltısularının izotop içerikleri de suların beslenme süreçleri ve geldiği ortamların fiziksel ve kimyasal koşullarına bağlı olarak değiştiğinden hidrojeolojik yapının belirlenmesinde kullanılır. Ortamın hidrojeolojik yapısının belirlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan doğal izotoplar, duraylı izotoplar olan oksijen-18 (^{18}O) ve döteryum (^2H) izotopları ile radyoaktif trityum (^3H) izotopudur. Oksijen-18 ve döteryum genel olarak yeraltısularının kökeni ve beslenme alanını belirlemede kullanılırken, trityum ise yeraltısuyu geçiş süresinin belirlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Bouchaou vd. [2009] Tadla (Morocco) Havzasında yaptıkları çalışmada hidrokimyasal ve izotopik izleyicileri birlikte kullanarak akiferin beslenme

kaynaklarını, akifer sistemini ve akiferde yeraltısuyu geçiş süresini belirlemişlerdir. Tsujimura vd., [2007] yaptıkları çalışmada Kherlen (Mongolia) Bölgesindeki yeraltısuyu akım sistemi ve beslenme süreçlerini yeraltısuyu ve Kherlen Nehrinden alınan örneklerin kimyasal ve oksijen-18 ile döteryum duraylı izotop içeriklerini değerlendirerek tanımlamışlardır. Hatipoğlu [2004], Mersin ile Tarsus arasındaki alanda yer alan kıyı ve yamaç akiferlerine ait hidrojeolojik amaçlı bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmuş, bölgenin hidrolojisi, hidrojeokimyası ve çevresel izotop verilerini değerlendirmiş ve bölgeye ait kavramsal bir model oluşturmuştur. Karaman [2010], Gebze ve Dilovası bölgesine ait hidrometeorolojik ve hidrojeolojik verileri değerlendirilerek, bölgedeki su kaynaklarının nasıl kullanılabileceği ile kimyasal analizler sonucu kullanıma uygun olup olmadığını belirlemiştir. Zafnaki [2010], Karaağaç (Buca-İzmir) bölgesindeki yeraltı sularının kimyasal özelliklerini, kullanılabilirliklerini ve akifer potansiyelini saptamaya çalışmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. JEOLJİ

Toroslar, Alp orojenik kuşağının Anadolu'nun güney ve doğu kesimlerinden geçen büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Günümüze kadar yapılan çok sayıdaki araştırma, Toroslar'ın karmaşık bir jeolojik yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

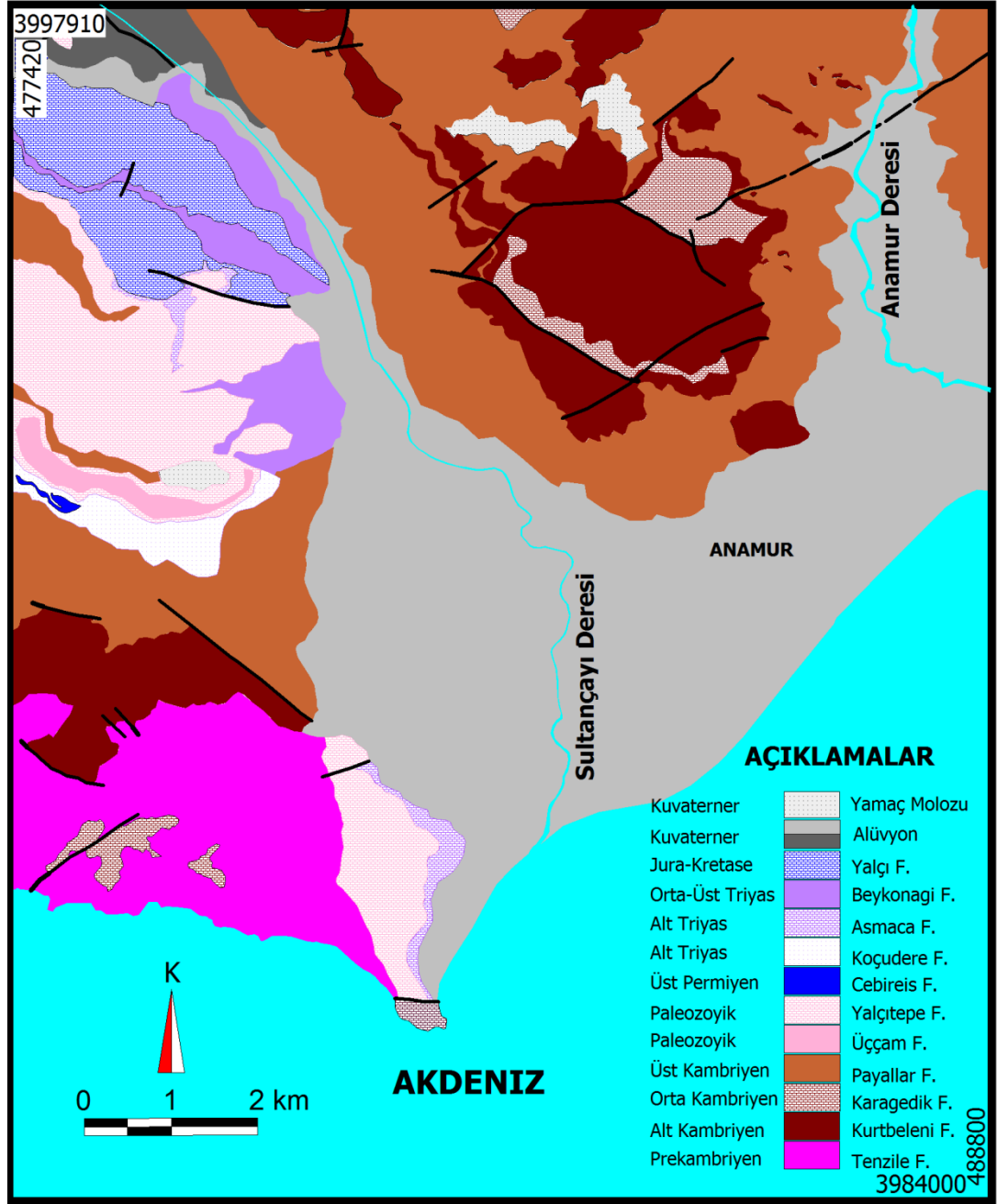
P29-c4 paftasında yer alan çalışma alanında Alanya napına ait Mahmutlar birimi (Tenzile formasyonu, Kurtbeleni formasyonu, Karagedik formasyonu, Payallar formasyonu, Cebireis formasyonu, Asmaca formasyonu), Yalçitepe istifi (Üççam formasyonu, Yalçitepe formasyonu, Koçudere formasyonu, Yalçı formasyonu) ve Hadim napına (Beykonağı formasyonu) ait formasyonlar yer almaktadır (Şekil 2.1). Bu formasyonlara ait jeolojik bilgiler Usta [2001]' den derlenmiştir. Hadim napına ait Mediova formasyonu çalışma alanı sınırları içerisinde yer almamaktadır.

2.1.1. Mahmutlar Birimi

Mahmutlar birimine ait kaya birimleri; Prekambriyen yaşlı kuvarsit ve mermer, mercekli metasilttaşlarından oluşan Tenzile formasyonu, Alt Kambriyen yaşlı kuvarsitler Kurtbeleni formasyonu, Orta Kambriyen yaşlı yumrulu kireçtaşı-fillat ve şistlerden oluşan Payallar formasyonu, Üst Permiyen yaşlı dolomit ve kristalize kireçtaşlarından oluşan Cebireis formasyonu, Alt Triyas yaşlı kalkşist ve klorit şistlerden oluşan Asmaca formasyonu olarak ayırtlanmış ve tanımlanmıştır (Şekil 2.2), [Usta, 2001].

2.1.1.1. Tenzile Formasyonu (p_{et})

Metasilttaşı ve metabazitlerden oluşan birim Anamur-Gazipaşa karayolu arasındaki Tenzile mahallesinde tip yüzeylemeleri olmasından dolayı bu isimle adlandırılmıştır.



Şekil 2.1. Anamur ve çevresinin jeoloji haritası [Selim, 1970 ve Usta, 2001'den değiştirilerek alınmıştır]

Birimin Ortaköy, Nasrettin ve Karneği köyleri (Anamur) ile yakın civarlarında yüzeylemleri görülebilir. Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Payallar formasyonuna benzerliğinden dolayı bölgede kesin sınırları çizilemeyen Tenzile formasyonunun yüzeylemleri sahanın güneybatısında gözlenir. Formasyon seyrek dolomit ve mermer mercekli kuvarsit, metakumtaşı ve metasilttaşlarından oluşur. Birimin görünür tabanı gri, sarı, sarımsı gri, yeşilimsi ve mavimsi gri, sarımsı kahve, kurşuni yeşil renkli, kuvarsit ara bantlı talklaşmış metasilttaşı ve şeylerle başlar. Bu seviyede yer yer kızılımsı, sarımsı, kahve renkli, kuvarsit ve ince çamurtaşı seviyeleri gözlenir. Üst seviyelerde kayacın renginde gözle görülebilen bir koyulaşma vardır. Koyu yeşil, kızılımsı kahve, zaman zaman yeşilimsi gri renkli, kıvrımlı-kırıklı metasilttaşları, bazen dayk ve siller tarafından kesilir.

Birimin ölçülen kalınlığı 425 m' dir. Formasyon içerisinde fosil bulunamamıştır. Alt-Üst ilişkisine benzer litolojiye sahip kaya birimleri ile korele edilerek birime Prekambriyen yaşı uygulanmıştır [Usta, 2001].

2.1.1.2. Kurtbeleni Formasyonu (εku)

İnceleme alanında genellikle açık renkli kuvarsit ve kuvars şistlerden oluşan Alt Kambriyen yaşlı stratigrafî seviyesine, Orta Toroslar'da ilk kez Öztürk vd., [1995] tarafından değinilmiştir. Ancak isimlendirilmemiştir. Homa-Akdağ ve Sultandağları'nda Özgül vd., [1991] aynı litolojiye sahip kayalar Hüdai kuvarsiti ,Karacahisar kubbesinde yüzeyleyen kaya birimleri Şenel vd., [1992, 1996] tarafından Kocaosman formasyonu olarak adlandırılmıştır. Alanya ilçesinin kuzeyindeki Kurtbeleni köyünde tip yüzeylemeler verdiğiinden, birime Kurtbeleni formasyonu adı uygulanmıştır. Birim bölgede kopuk parçalar halinde değişik yerlerde görülür.

Kurtbeleni formasyonunun tabanında yer alan kuvarsitler beyaz, kızıl kahverengi, pembe, eflatun, sarımsı yeşil, boz renkli, orta-kalın tabakalanmalıdır. Gayet düzenli kuvarsit tabakaları yer yer ince kuvars şist ara bantları kapsar. İyi boylanmış ve yuvarlanmış kuvars tanelerinin boyutları 0,4-0,5 mm civarındadır.

Birimden alınan örnekler granoblastik dokuludur. İnce taneli kuvars ile az miktarda serisitten oluşan kayaç içerisinde hafif bir yönlenme gözlenirken yer yer az oranda kil mineralleşmesi ile saçılmış ve bazı yerlerde yoğun olarak demirhidroksit bileşenleri izlenmiştir. Keskin köşeli kırıklı, eklemli, çatlakları kalsitle doldurulmuş kuvarsitler 250-700 m yüksekliklerdeki sert topografyayı oluştururlar.

ÜST SİSTEM		SİSTEM		SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	KAYA TÜRÜ	KAYA TÜRÜ ÖZELLİKLERİ
KUVATERNER									
MESOZO	TRİYAS	ALT	SKİTTİYEN	ASMACA	125			Alüvyon Kalkşist Kloritşist	
PERMİYEN	ÜST	CEBİREİS	250				Dolomit, kristalize kireçtaşı Kuvarsit		
P A L E O Z O Y İ K		ORDOVİSİYEN		ALT	1000	P A Y A L L A R		Kuvars-kloritşist Yumru kireçtaşı merceği Bazikşist Pelitikşist Yumru kireçtaşı	
K A M B R İ Y E N		ORTA	ÜST	KARAGEDİK	175			Dolomit Yumru kireçtaşı	
ALT		KURTBELENİ	375					Kuvarsit	
PREKAMBRIYEN	TENZİLE	<125						Silttaşı, şeyl Kuvars silttaşı Meta silttaşı Bazik şist Dolomit merceği	

Şekil 2.2. Mahmutlar birimine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit [Usta, 2001].

Tip kesitinde, yaklaşık olarak 150-300 m kalınlık sunan Kurtbeleni formasyonunu doğu-batı uzanımlı düşey faylarla kesildiğinden yanal fasiyes değişimleri izlenememiştir [Usta, 2001].

Formasyonun yaşını saptayacak organik bir kalıntı bulunamamıştır. Kurtbeleni formasyonuna stratigrafik konumu yanında Doğu Toroslar'ın batı kesiminde yüzeylenen subarkoz, metakumtaşı, kuvarsit seviyesine [Metin vd., 1986] ve Batı Toroslar'da tanımlanan Kocaosman formasyonu [Şenel vd., 1992, 1996] ile olan benzerliğine dayanılarak Alt Kambriyen yaşı öngörülmüştür.

2.1.1.3. Karagedik Formasyonu (eka)

Alanya dolaylarında, dolomit ve bandlı mermerlerden oluşan birim ilk kez Öztürk vd., [1995] tarafından Orta Kambriyen yaşlı kaya birimleri olarak tanımlanmıştır. Seydişehir bölgesinde Blumenthal [1947] tarafından incelenen ve Devoniyen yaşı uygulanan stratigrafi seviyesi daha sonra, Isparta (Şarkikaraağaç)'da Öztürk vd., [1981], Homa-Akdağ ve Sultandağları'nda ve Özgül vd., [1991], Karacahisar kubbesinde Şenel vd., [1992,1996] tarafından Çaltepe formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Alanya ilçesi kuzeydoğusunda yer alan Karagedik mahallesi civarında tip yüzlekler vermesinden dolayı Karagedik formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında Bozdoğan ve Köprübaşı köyü yakınlarında yüzlekler verir.

Birim gri, sarı, kahverengi, pembe, dolomit ve bandlı mermerlerden oluşur. Tabanda kahverengi, sarı, sarımsı kahverengi, gri renkli ikincil çört ve barit yumrulu, çatlaklı, kalsit dolgulu, baklava dilinimli, keskin köşeli kırıklı, düzenli orta-kalın tabakalanmalı dolomitler yer alır. Üstte ise gri, sarı, sarımsı pembe, kızılımsı kahverengi renkli, çatlaklı, kalsit dolgulu, orta-kalın tabakalanmalı, bandlı mermerler bulunur. Bu seviyelerde yer yer yumrulu kireçtaşlarıyla benzerlik sunan sarı, pembe, kahverengi renkli, kil ara katkılı kalkşistler de gözlenirken, mikroskopta ise belli bir yönlenme göstermektedir. Dış basınçların etkisiyle parçalanmış kayacın dış kenarlarında ikincil karbonat kristalleri gözlenmiştir. İnce çatlaklarda saçılmış halde

demir hidroksit birikimleri gözlenmekle birlikte az miktarda da epiklastik malzeme (kuvarsit, plajiyoklaz) izlenmiştir.

Çalışma alanında dar bir alanda yüzeyleyen birim en fazla 400 m kalınlık sunar ve Payallar formasyonu ile geçişlidir [Usta, 2001].

Orta kambriyen yaşlı Karagedik formasyonunda herhangi bir paleontolojik bulguya rastlanmamıştır. Ancak yakın çalışma sahalarında dolomitler içerisinde küçük trilobit kavkı parçalarına rastlanmıştır. Dean ve Özgül [1979] Hadim (Konya) civarında yaptıkları çalışmalarda Karagedik formasyonu ile benzer özellik gösteren Çaltepe formasyonunda *Agraulos sp.*, *Asturiaspis sp.*, *Conocoryphe sp.*, *Ctenacephalus sp.*, *Paradoxides sp.* fosilleri saptanmıştır.

2.1.1.4. Payallar Formasyonu (εOp)

Düşük dereceli şistlerle temsil edilen Payallar formasyonu, Özgül [1984] tarafından Alanya dolaylarında yapılan çalışmalarda Permiyen yaşlı Yumrudağ Grubu'nun tabanındaki klorit-serisit-kuvarsşist, kristalleşmiş kireçtaşlarından oluşan kesimine karşılık gelir. Öztürk vd., [1995] Alanya'da yaptıkları incelemelerde benzer litolojideki kaya birimlerini Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı olarak tanımlamışlardır. Birim adını, Alanya dolaylarında bulunan Payallar kasabasından alırken birim Anamur-Bozyazı dolaylarında geniş alanlarda yüzlekler vermektedir.

Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Payallar formasyonu, sarı, yeşil, kahverengi, sarımsı-yeşilimsi kahverengi, yeşilimsi gri renkli, mika pullu, ince-orta, zaman zaman kaba yapraklanmalı kuvars-serisit-klorit şist, muskovit-klorit şist, serisit-kuvars şist ve pelitik şistlerden oluşur. Birim düşük dereceli (yeşil şist fasiyesi) şistlerle temsil edilir. Şistler içerisinde sarı, pembe, gri renkli ince bandlar halinde yumrulu kireçtaşları görmek mümkündür. Payallar formasyonu içerisinde yer yer yapraklanmaya paralel ve/veya yapraklanmayı keser vaziyette ikincil kuvars damarları gözlenir. Yapraklanmaya paralel olarak gelişmiş olan kuvars damarlarında deformasyon etkisiyle değişik kıvrım ve kıvrımcık stilleri oluşmuştur. Ermenek yolu

üzerinde Dişlen köyünün kuzeyinde Kadılar mahallesinde şistlerden oluşan birim diyabaz ve dayk tarafından kesilmektedir.

Payallar formasyonu oldukça kıvrımlıdır. Bu nedenle birimin gerçek kalınlığı saptanamamaktadır. Ancak kalınlığının 750-1000 m olduğu söylenebilir. Payallar formasyonu, Orta Kambriyen yaşlı Karagedik formasyonu ile geçişlidir.

Düşük dereceli metamorfik şistlerden oluşan birimden metamorfizma nedeniyle paleontolojik veri elde edilmemiştir. Orta Toroslar'ın kuzeybatı kesiminde Konya ve Hadim ilçesi (Konya) dolaylarında Özgül ve Gedik [1973] tarafından yapılan paleontolojik çalışmalarda, Payallar formasyonu ile yakın benzerlik gösteren Seydişehir formasyonundan saptanan bazı faunalar; *Oneotodus tenuis*, *Oneotodus galatini*, *Oistodus minutus*. Belirlenen faunaya göre birimin yaşı Üst Kambriyen-Ordovisiyen olmalıdır [Usta, 2001].

2.1.1.5.Cebireis Formasyonu (Pce)

Demirli kuvarsit, dolomit, dolomitik kireçtaşı, kristalize kireçtaşları ile temsil edilen birim Özgül [1983, 1984] tarafından Alanya birliğinin Yumruadağ grubu (üst nap) içerisinde incelenmiş ve Cebireis formasyonu olarak adlandırılmıştır. Aynı bölgede Ulu [1983, 1986, 1989] aynı kaya türünden oluşan birimi Pınarlık formasyonu olarak tanımlamıştır. Daha önce Alanya bölgesinde Blumenthal [1951] tarafından bu kaya birimleri örtü kireçtaşları olarak incelenmiştir. Birim adını Alanya ilçesinin kuzeydoğusundaki Cebireis dağından alırken, inceleme sahasında Anamur ve Bozyazı dolaylarında gözlenir ve arazide çoğunlukla yüksek topografyalar sunar.

Cebireis formasyonu, tabanda sarı, kahve, sarımsı yeşil renkli, demirli kuvarsitlerle başlar. Bu kuvarsitler üye mertebesinde ayırtlanmış ve tanımlanmıştır. Kuvarsitlerin üzerine gri, koyu gri renkli, çatlaklı kalsit dolgulu, ince-orta tabakalı, eklemlili kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşları gelir. Cebireis formasyonunun orta seviyeleri gri, açık/koyu gri, sarı, sarımsı pembe, bej renkli, orta-kalın tabakalı, mizzialı dolomitlerden oluşur. Üst seviyeleri ise siyah, koyu gri renkli, çatlaklı, kalsit

dolgulu, eklemli, yer yer ikincil çört yumrulu, bitümlü, organizma kalıntılı, orta-kalın tabakalı kristalize kireçtaşı ve kumlu dolomitlerden oluşmaktadır.

Birim içerisinde mizzia, fusulin kavkısı, gastropod, krinoid sapı gibi fosil kalıntılara rastlanmıştır. Buna göre birimin yaşının Üst Permiyen olduğu düşünülmektedir.

Cebireis formasyonu geniş alanlarda gözlenmesine rağmen birim oldukça kıvrımlı olması nedeniyle kalınlık ölçümünü zorlaştırmıştır. Sahada yapılan gözlemler sonucunda birimin 550 m civarında kalınlık sunduğu saptanmıştır [Usta, 2001].

2.1.1.6. Asmaca Formasyonu(TRas)

Çalışma bölgesi ve yakın civarlarında Blumenthal [1951] ve Peyronnet [1971] Triyas yaşlı kayaların varlığından bahseder. Klorit-serisit kalkışit ile kloritoidli şist ve mermerlerden oluşan birimin başlıca yüzeylemeleri Alanya'nın kuzeyinde, Asmaca köyünün batısında gözleniğinden, Özgül [1983, 1984] tarafından Asmaca formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Eski Anamur harabelerinin bulunduğu bölgede çok dar bir alanda yüzeylenmektedir.

Birim kızılımsı kahverengi, sarımsı kahverengi, sarı, yeşil renkli şist, klorit, serisit kalkışit ve kloritli şistlerle temsil edilir. Tabanda yer alan kızılımsı renkli seviye üzerine sarı, sarımsı-kahverengimsi yeşil, eflatun, bej, pembe renkli, ince-orta yapraklanmalı, oldukça kıvrımlı klorit, serisitik kalkışitler gelir. Burada yapraklanmalara paralel olarak gelişmiş kuvars damarları gözlenir. Üstte sarı, yeşil, eflatun, pembe renkli, ince-orta yapraklanmalı klorit şist, serisit, kalkışit ve kloritoidli şistler bulunur. Birimin bu seviyelerinde ince mermer-dolomit mercikleri yer alırken en üstte ise sarı, boz, yeşil, ince tabakalı yer orta tabakalanmalı aktinolit-klorit kalkışitler yer alır. Asmaca formasyonunun ölçülebilen kalınlığı 50-150 m arasında değişir.

Alanya tektonik penceresinde [Özgül, 1984] tarafından yapılan çalışmada Uncites fassenis (Alt Triyas) kavkı biçimine benzeyen lamallibrans kavkuları bulunmuştur. Ayrıca Asmaca formasyonunun Üst Permian yaşlı Cebireis formasyonu üzerine gelmesi de göz önüne alındığında birimin yaşının Alt Triyas olduğu söylenebilir [Usta, 2001].

2.1.2. Yalçitepe İstifi

Orta Toroslar' da Anamur dolaylarında yüzeylenen metamorfik kökenli kayalardan oluşan Yalçitepe istifi stratigrafik ve yapısal olarak Usta [2001] tarafından tanımlanmış ve haritalanmıştır. Allokon konumlu kaya birimlerinden oluşan Yalçitepe istifi Karbonifer-Kretase zaman aralığında çökelmiştir (Şekil 2.3).

2.1.2.1. Üççam Formasyonu (PKbü)

Başlıca metasilttaşı, kuvarsit, şeyl, kristalize kireçtaşı ve kalksitlelerden oluşan birim, adını Anamur'un batısında bulunan Yalçı tepedeki Üççam sırtından alır. Üççam formasyonu Kızılaliler, Karadere, Ovabaşı ile Duraliler mahallesinde yüzeylenir.

Formasyonu görünür tabanı sarı, yeşil, kahverengi, sarımsı, kirli sarı gri, yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı metasilttaşları ile başlar. Üzerine sarı, sarımsı gri, kıvılcımsı kahve, pembe, yeşilimsi gri renkli ince tabakalı metasilttaşı ve kumlu kireçtaşı gelir. Bunların üzerine gri, açık/koyu gri renkli, keskin köşeli kırıklı, orta-iri kristalli, eklemli, orta-kalın tabakalı, bantlı kristaliz kireçtaşları gelir. Bu kireçtaşlarının arasında ince tabakalı metasilttaşları görülür.

Üççam formasyonu tip kesit yerinde 475 m kalınlık sunar. Yanal yönde fasiyes değişimi gözlenmez.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	KAYA TÜRÜ	KAYA TÜRÜ ÖZELLİKLERİ
KUVATERNER							Alüvyon
MESOZOYİK		JURA	KRETASE	YALÇI	425		Kristalize Kireçtaşı Dolomitik kireçtaşı
TRİYAS	ALT	SKİTİYEN	KOÇUDERE	125			Silttaşı Mermer
P A L L E O Z O Y İ K		P E R M İ Y E N		YALÇITEPE	750		Kristalize kireçtaşı Şist Dolomitik kireçtaşı
KARBONİFER			ÜÇÇAM	475			Dolomitik kireçtaşı Çörtlü mermer Kristalize kireçtaşı
							Meta silttaşı Kuvars kloritşist İnce bantlı silttaşı

Şekil 2.3. Yalçitepe istifine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit [Usta, 2001].

Üççam formasyonu içerisindeki kırıntılı kayalarda makro-mikro fosil tespit edilememiştir. Ancak metasilttaşları ile geçişli olan karbonatlarda Mizzia, gastropod gibi fosiller bulunur. Mizzialı kireçtaşlarının Permiyen yaşlı olması kırıntılıların bunlarla geçişli olması, birimin üzerine permiyen yaşlı kaya birimlerinin gelmesi dikkate alındığında yaşının Permo-Karbonifer olabileceği düşünülebilir [Usta, 2001].

2.1.2.2. Yalçitepe Formasyonu (Pyt)

Kristalize kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan birim, Anamur' un batısında bulunan Yalçı tepede tip yüzeylemeleri bulunmasından dolayı bu isimle anılmıştır.

Formasyon, gri, açık/koyu gri, kirli beyaz renkli, çatlaklı, kalkşist dolgulu, çörttlü, keskin köşeli kırıklı, orta kristalli, orta kalın tabakalı kristalize kireçtaşları ile başlar. Bunların üzerine gri, açık/koyu gri, boz renkli iri kristalli, yer yer sakkaroid dokulu, kırılğan, tabakalanmalı mercanlı dolomit ve dolomitik kireçtaşları gelir. Dolomitlerin üzerine gri, açık/koyu gri, kirli beyaz renkli, kalsit dolgulu, çörtlü, erime boşluklu, kıvrımlı kristalize kireçtaşları gelir. Bu kristalize kireçtaşları arasında sarı, yeşil, kahve, kızılımsı kahve, sarımsı yeşil renkli kıvrımlı, kırıklı 5-10 m kalınlık sunan kuvars klorit şist bantları bulunmaktadır. Birimin Yalçı tepede ölçülmüş stratigrafik kesitinde 750 m kalınlık sunduğu saptanmıştır.

Yalçitepe formasyonu mikrofosil açısından oldukça fakirdir. Birimin metamorfizma geçirmiş olması paleontolojik verileri ya tanınmaz hale getirmiş ya da tümüyle yok etmiştir. Buna rağmen birim içerisinde mizzia, mercan, lamelli kavkıları, gastropod gibi fosiller dikkat çekmektedir. Birim içerisindeki mizzia Üst Permiyen yaşını veren somut veri olarak değerlendirilebilir [Usta, 2001].

2.1.2.3. Koçudere Formasyonu (TRko)

Başlıca metasilttaşı, kalkşist, killi kireçtaşlarından oluşan birim adını Anamur' un kuzeybatısında Emirşah köyü dolaylarında bulunan Koçudere' den almıştır. Birimin yayılımı bölgede çok azdır.

Birim tabanda sarı, kahve, kızılımsı kahve renkli, killi, budinleşmiş kireçtaşları ile başlar. Bu seviyede yer yer boksit döküntüleri ve kızıl renkli kilttaşları dikkati çeker. Bu seviyenin üzerine gri, sarı, bej renkli, çatlaklı, kıvrımcıklı, metasilttaşları gelir. Dere boyunca gidildiğinde metamorfizma belirtileri gözlenir ve litoloji, sarı, yeşil, pembemsi yeşil renkli, şist, ve aktinolit-klorit kalkıştılara dönüşür. Bu seviyeler, Alanya napının Asmaca formasyonu ile benzerlikler sunar. Oldukça kıvrımlı ve kırıklı olan birim içerisinde kristalize kireçtaşı bantları görmek mümkündür.

Birim içerisinde 125 m kalınlık sunan Koçudere formasyonu fosil içeriği açısından oldukça fakirdir. Tabanda yer alan budinleşmiş killi kireçtaşlarında bir takım bilinmedik fosil kavkuları gözlenir. Ancak steril olduğundan yaş alınabilecek formlar elde edilememiştir. Formasyonun tabanında Üst Permiyen yaşlı kayaların bulunması, üzerine ise Jura-Kretase yaşlı karbonatların gelmesi birimin yaşının Alt Triyas olabileceğini göstermektedir [Usta, 2001].

2.1.2.4. Yalçı Formasyonu (JKy)

Başlıca kristalize kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan birim adını, Anamur'un kuzeybatısında bulunan Yalçı sırtından almaktadır. Ancak inceleme alanında yayılımı fazla değildir.

Birim, tabanda gri, sarı, şarabi renkli kumtaşı ve çamurtaşı ile başlar. Üzerine gri, açık gri, bej renkli, iri kristalli, bitümlü, kalsit dolgulu, çörtlü, belirsiz tabakalanmalı dolomitler gelir. Bunların üzerine gri, açık gri, kirli beyaz, krem renkli çatlaklı, kalsit dolgulu, keskin köşeli kırıklı, çörtlü, yoğun karstik boşluklu, ince-orta kristalli, düzenli orta-kalın tabakalı, algli, gastropodlu kristalize kireçtaşları gelir. Birimin en üstünde gri, kirli beyaz renkli orta-kalın tabakalı çörtlü kireçtaşları yer almaktadır.

Birimin kalınlığı tip kesit yerinde 425 m' dir. Birim fosil bakımından oldukça fakirdir. İri gastropod, lamelli kavkısı ve alg bulunur. Metamorfizma

paleontolojik verileri ya tamamen yok etmiş ya da tanımlanamayacak hale gelmiştir. Dolayısıyla alt-üst ilişkileri ve adı geçen fosiller göz önüne alınarak birime Jura-Kretase yaşı verilmiştir [Usta, 2001].

2.1.3. Hadim Napı

Alanya napını ve Paleosen-Eosen kayalarını tektonik olarak üzerleyen allokton konumlu Hadim napı inceleme alanında Devoniyen-Kretase aralığında çökelmiş genelde şelf türü karbonat ve kırıntılı kaya birimlerini kapsar. Doğu Toroslar'da yapılan çalışmalarda Özgül [1976] tarafından Aladağ birliği olarak tanımlanmıştır. Bu napın Beyşehir-Bozkır-Alanya dolayındaki yüzeylemeleri Blumenthal [1944] tarafından Hadim napı olarak adlandırılmıştır. Orta Toroslar'da Bozkır-Hadim-Taşkent dolaylarındaki yüzeylemeleri ise Özgül [1997] tarafından Aladağ birliği olarak incelenmiş ve tanımlanmıştır.

İnceleme alanında Hadim napına ait Beykonağı formasyonu yüzeylemektedir.

2.1.3.1. Beykonağı formasyonu (Trb)

Başlıca kireçtaşı, killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşlarından oluşan birim Anamur'un Kaş yaylasının güneydoğusunda bulunan Beykonağı alanı mevkiinde tip yüzeylemesi görüldüğünden birim Beykonağı formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Formasyon başlıca kireçtaşı, killi kireçtaşı, ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Birim tabanda gri, sarımsı gri, bej renkli, kumlu kireçtaşı-çamurtaşı killi kireçtaşları ile başlar. Bunların üzerine gri, açık gri, sarımsı/siyahımsı gri, bej renkli, çatlaklı, kalsit dolgulu, eklemli, karstik boşluklu, yer yer petrol kokulu, ince-orta-kalın tabakalı, bilinmedik fosil kavkılı, dolomit ve dolomitik kireçtaşları gelir. Birimin en üst seviyelerinde gri, sarımsı gri, bej, kül renkli, çatlaklı, kalsit dolgulu, düzenli orta-kalın tabakalı, bol fosilli killi kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşları yer alır.

Birimin kalınlığı yersel olarak değişim arz eder. Kalınlığı yaklaşık olarak 300 m' dir. Birim içersindeki kireçtaşlarında bol miktarda gastropod, lamelli kavkılar ve bilinmedik fosil bulunur. Birim içersinde *Gastropoda*, *Echinoidea* ve *Alg* gibi bazı fosiller bulunur [Usta, 2001], (Şekil 2.4).

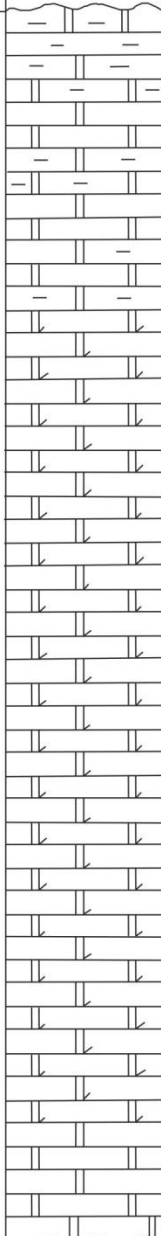
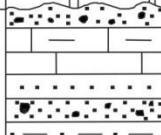
2.1.4. Kuvaterner Birimleri

2.1.4.1. Alüvyon (Qal)

Alüvyon çökelleri günümüz akarsu yataklarında boyutları kil-kum-çakıldan blok büyüklüğüne varan kaya parçalarının taşınıp biriktirilmesi sonucunda çökelmiş ve tutturulmamış malzemelerden oluşur. Bu alüvyon çökeller Paleozoyik-Mesozoyik-Senozoyik yaşlı kayalardan türemiştir [Usta, 2001].

2.1.4.2. Yamaç Molozu (Qym)

Çok küçük eğimli yamaçları örten ve çoğunlukla yakınlardaki ana kayalardan koparak aşağı doğru yuvarlanan köşeli parçalar yamaç molozlarını oluşturur. Pekişmemiş bu moloz yığınları bölgede ince örtüler oluşturur ve oluşumu devam eder [Usta, 2001].

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	KAYA TÜRÜ	KAYA TÜRÜ ÖZELLİKLERİ	FOSİLLER
M E S O Z O Y İ K	T R İ Y A S	O R T A - Ü S T	K A R N İ Y E N - L A D İ N İ Y E N	B E Y K O N A Ğ I	300		Killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı: Gri, sarımsı gri, bej kül renkli, kalsit dolgulu, düzenli orta-kalın tabakalı, bol fosilli	Ammidiscus parapricus Turrglamina sp. Earlandia sp. Glomospira sp. Glomospirella sp. Gastropoda Echinoidea Alg Pelasipoda (pelajik) Lamellibrans Ophiurididac
							Çakıltaşı çamurtaşı kumlu-killi kireçtaşı	

Şekil 2.4. Beykonağı formasyonuna ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit [Usta, 2001].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Anamur kıyı akiferinin hidrojekimyasını konu alan bu araştırma saha ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. SAHA ÇALIŞMALARI

Anamur kıyı akiferi ile ilgili saha çalışmaları Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012, Haziran 2012 dönemlerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Bu çalışmalar sırasında belirlenen 20 kuyuda dört dönemde yeraltı seviyeleri ölçülmüştür. Kuyu lokasyonları hidrojeolojik amaçlı oluşturulan Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılmış ve bu veriler ile yeraltı seviye haritaları oluşturulmuştur. Yeraltılarına ait fiziksel parametrelerin (Eİ, pH, T) ölçümleri arazide örnek alımı sırasında yapılmıştır.



Şekil 3.1. Arazi çalışmaları kapsamında fiziksel parametrelerin ölçümü.

3.2. LABORATUAR ÇALIŞMALARI

Alınan yeraltısuyu örneklerinin majör anyon (SO_4 , HCO_3 , CO_3 , Cl , F , NO_2 , NO_3 , Br , PO_4), kation (Ca , Na , Mg , K , Li ve NH_4) analizleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, ağır metal (Cr , Mn , Fe , Ni , Cu ve Zn) analizleri Mersin Üniversitesi Merkez Laboratuvarları'nda yapılmıştır (Şekil 3.2). Beslenme alanı ve yeraltı suyu geçiş sürelerinin belirlenmesi için trityum (^3H) analizleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda ve duraylı izotoplar oksijen ve döteryum analizleri (D ve ^{18}O) Utah Üniversitesi Biyoloji Bölümü Duraylı İzotop Laboratuvarı'nda yapılmıştır.



Şekil 3.2. Laboratuar çalışmaları kapsamındaki bikarbonat tayin deneyi.

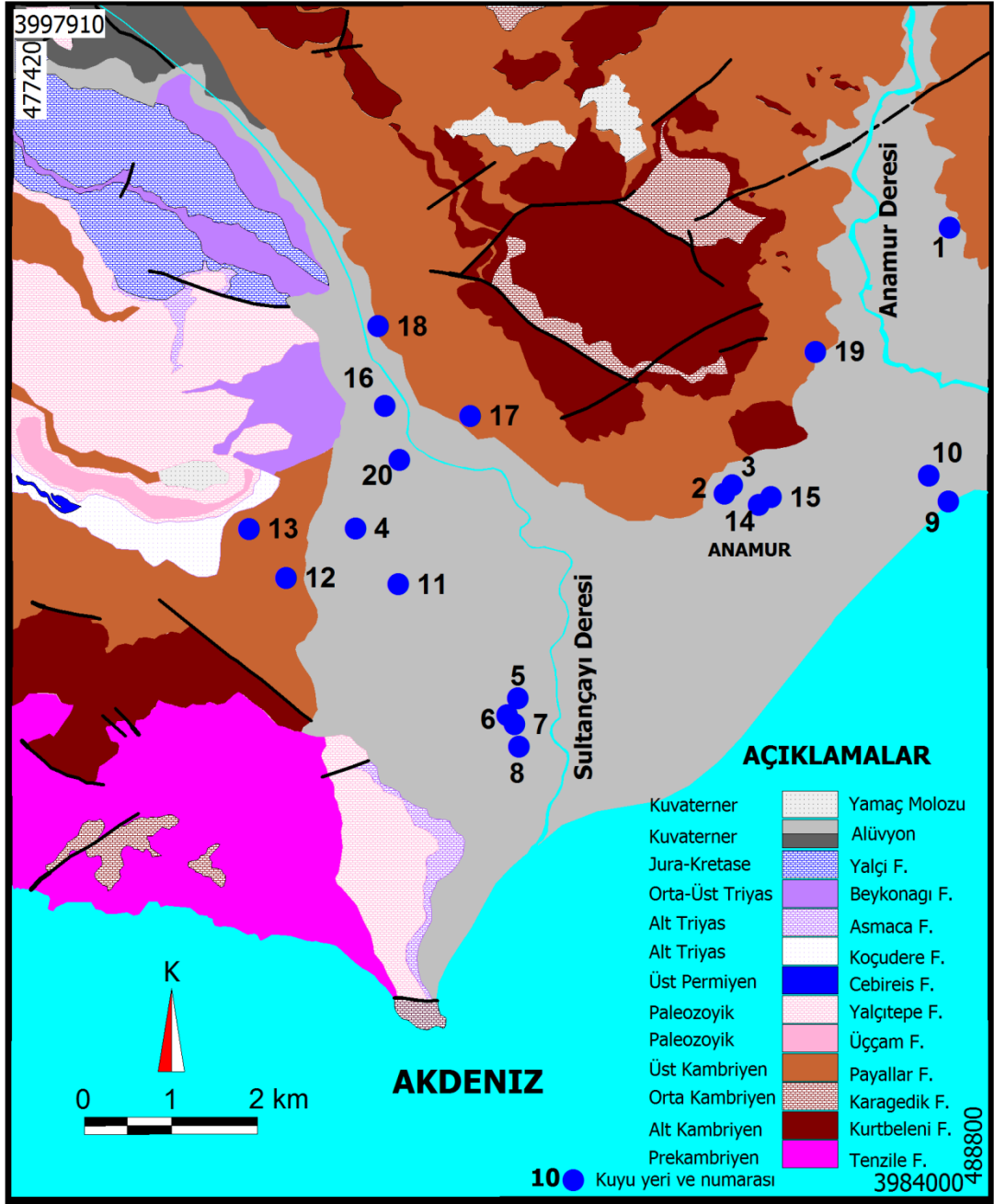
4. HİDROJEOLOJİ

Anamur kenti Kuvaterner yaşlı alüvyon üzerinde bulunmaktadır. Bu birim serbest bir Kıyı Akiferini oluşturur. Bölgede yapılan arazi çalışmalarında Kıyı akiferinde Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012 ve Haziran 2012' de olmak üzere dört dönemde yaklaşık 20 noktada yeraltı su seviyesi ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Bu veriler ile hazırlanan su seviye haritalarına göre yeraltı suyu akım yönünün güneydoğu yönünde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).

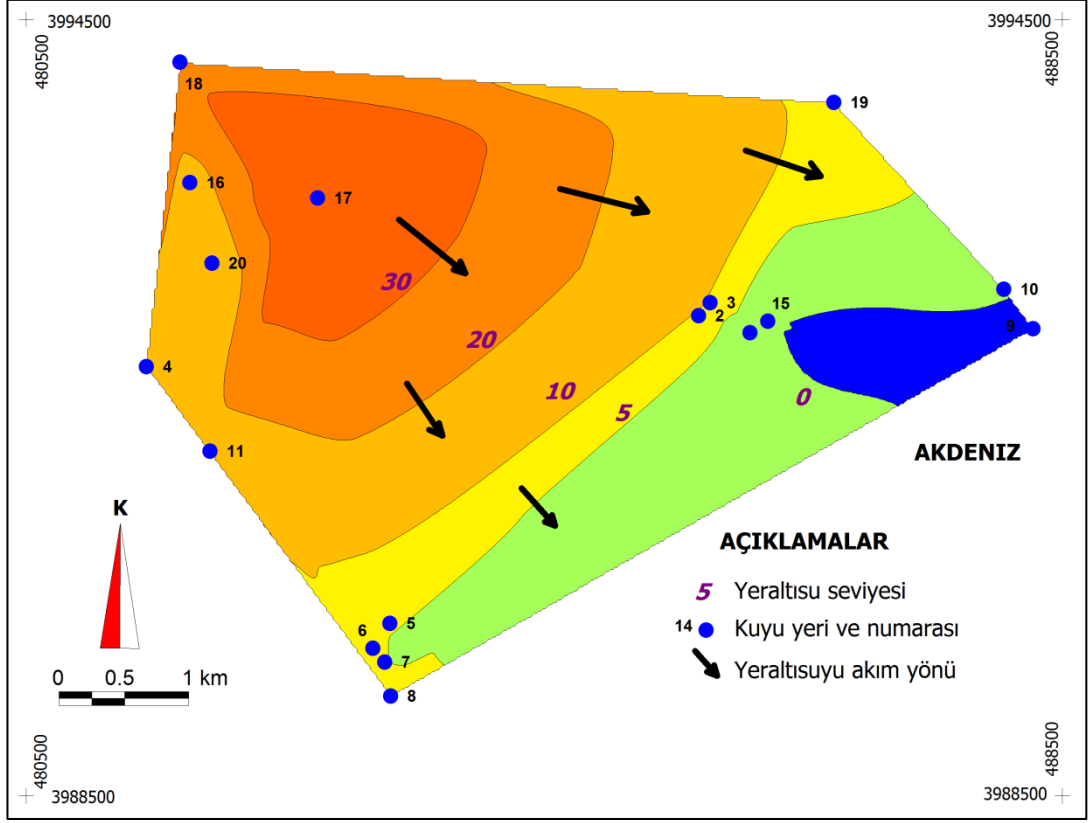
Çizelge 4.1. Yeraltı su seviye ölçümleri

Kuyu no	Yer Adı	Temmuz 2011	Ekim 2011	Şubat 2012	Haziran 2012
		Derinlik (m)	Derinlik (m)	Derinlik (m)	Derinlik (m)
1	Çarıklar				
2	Yeşilyurt-1	1,07	0,99	0,75	1
3	Yeşilyurt-2	1,45	1,47	1,36	1,6
4	Ortaalan	2	6	1,05	1,45
5	Yarma-1	3,11	2,9	2,44	2,9
6	Yarma-2	1,35	2	0,72	1,3
7	Yarma-3	1,6	2,54	0,56	1,7
8	Yarma-4	1,63	2,06	0,41	1,9
9	İskele-1	1,83	1,68	1,55	2,3
10	İskele-2	1,87	1,58	1,12	1,7
11	Tozan	3,51	3,25	2,87	3,3
12	Alataş-1	6	0	2,27	4,35
13	Alataş-2	17 (+)	17(+)	1,95	4,88
14	Akdeniz-1	2,27	1,83	1,44	3,43
15	Akdeniz-2	0,71	1,36	1,12	0,5
16	Emirşah	5	6	4,32	6,72
17	Kalınören	0,8	0,48	0,39	0,2
18	Güleç	6,24	2,6	5,15	7
19	Çeltikçi	1,65	1,58	1,31	1,52
20	Alan		4,9	2,49	4,75
Maksimum		17(+)	17(+)	5,15	7
Minimum		0,71	0	0,39	0,2

(+): -den daha fazla



Şekil 4.1. Yeraltısuyu seviye ölçüm ve örnek noktaları.



Şekil 4.2. Ekim 2011 dönemine ait yeraltı su seviye haritası

5. HİDROJEOKİMYA

Yeraltı suları genellikle meteorik kökenlidir. Yağış sularının bir kısmı yeraltına süzülür, bir kısmı ise yüzeysel akış yapar. Yeraltına süzülen sular kayaçları çözer ve kayaçların kimyasal özelliklerini yapısına kazandırır. Yeraltı sularının kimyasal bileşimi, suyun etkileştiği kayaların kimyasal bileşimine, kaya ile ne kadar süre etkileştiğine, debisine, sıcaklığına, ortamın basıncına, iyonların etkileşimine göre değişir. Yeraltı sularının kimyasal içerikleri bu suların kullanım tiplerini ve kullanma özelliklerini belirlemede önemlidir. Suyun hareketi, yoğunlaşma, buharlaşma, yüzeysel akış gibi parametreler su döngüsü sırasında, suyun kimyasını oldukça değiştirir. Yeryüzünde bulunan en iyi çözücülerden birisi sudur ve su iyonlaşabilen birçok tuzlu bileşiği de çözmektedir. Etkileştiği kayaç türlerinin farklı olması sebebiyle doğal sular farklı kimyasal özelliklere sahiptirler. Bu durumda suların kimyasını belirleyen en önemli etken yeraltı sularının bulunduğu ortamdaki kayaçlardır. Suyun kimyasını etkileyen fiziksel etmenler ise mevsimler, yağış, sıcaklık ve basınçtır. Yeraltı sularında mevsimlere göre suyun kimyasında farklılıklar gözlenebilmekte ve ortamdaki çözünmüş gazlar, pH yeraltı sularının kimyasında önemli değişikliklere yol açabilmektedir.

Anamur kıyı akiferi ile ilgili saha çalışmaları Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012, Haziran 2012 dönemlerinde gerçekleştirilmiştir. Yeraltı sularına ait fiziksel parametrelerden sıcaklık (T), pH, elektriksel iletkenlik (Eİ) içerikleri arazide örnek alımı sırasında ölçülmüştür.

Çalışma alanında 20 noktadan alınan örneklerin majör anyon (SO_4 , HCO_3 , CO_3 , Cl , F , NO_2 , NO_3 , Br ve PO_4) analizleri, katyon (Ca , Na , Mg , K , Li ve NH_4) analizleri ve kirlilik içerikleri (NO_2 , NO_3 ve PO_4) ile beslenme alanı ve yeraltı suyu geçiş sürelerinin belirlenmesi için trityum (^3H) analizleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, duraylı izotoplar oksijen ve döteryum analizleri (D ve ^{18}O) Utah Üniversitesi Biyoloji Bölümü Duraylı İzotop Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Ağır metal içerikleri (Fe , Cu , Zn , Mn , Cr , Cd ve Ni) sadece Temmuz 2011 dönemine ait örneklerde belirlenmiştir. Analiz sonuçları için

hata analizi yapılmış olup % 5' ten hata payı olan örnekler için tekrar analiz yapılmıştır. İçme suyu standartlarına ait değerler Çizelge 5.1.' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. TSE, EPA, WHO' ya göre içme suyu standartları

	<u>Türk Standartları</u>	<u>Dünya Sağlık Örgütü</u>	<u>ABD Çevre Koruma</u>
	TSE 266	WHO	Ajansı EPA
İNORGANİK KİMYASAL MADDELER			
(mg/lit.)			
Alüminyum,Al	0,2	0,2	1
Arsenik, As	0,05	0,05	0,05
Baryum,Ba	0,3		1
Kadmiyum,Cd	0,01	0,01	0,01
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05
Florür,F	1,5	1,5	0,7-2,4
Kurşun,Pb	0,05	0,05	0,05
Civa,Hg	0	0	0
Nitrat,NO ₃	50	50	45
Nitrit, NO ₂	0.05		
ESTETİK PARAMETRELER (mg/lit)			
Klorür,Cl	600	250	250
Renk (Birim)	20	15	15
Bakır,Cu	3		1
Deterjanlar	0,2		0,5
Demir,Fe	0,2		0,3
Mangan,Mn	0,05	0,5	0,05
Koku Eşik Değeri (Birim)			3
pH	6,5-9,2	6,5-8,8	6,5-8,5
Sülfat,SO ₄	250	250	250
TDS	1500	1000	500
Çinko,Zn	5		5
İLAVE PARAMETRELER (mg/lit.)			
Kalsiyum,Ca	200		
Sertlik,CaCO ₃		500	
Magnezyum,Mg	50		
Potasyum,K	12		
Sodyum,Na	175	200	
Bakiye Klor	0,1-0,5	5	
Amonyum,NH ₄	0,05-0,5	1,5	

Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012, Haziran 2012 döneminde ölçülen fiziksel parametreler sırasıyla Çizelge 5.2, Çizelge 5.3, Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5’ te verilmiştir. Temmuz 2011 döneminde ölçülen ağır metal içerikleri Çizelge 5.6.’ da, Ekim 2011 dönemine ait majör iyon içerikleri Çizelge 5.7’ de, kirlilik içerikleri Çizelge 5.8’ de, Şubat 2012 dönemine ait majör iyon içerikleri Çizelge 5.9’ da kirlilik içerikleri Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Yeraltısularının sıcaklık değerleri 10,8 ile 26,4 arasında, pH değerleri 7,04-7,83 arasında, Elektriksel İletkenlik (Eİ) değerleri ise 275- ile 924 mikroS/cm arasında değişmektedir.

Çizelge 5.2. Temmuz 2011 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	pH	Eİ	T(°C)
1	Çarıklar	14.07.2011	488291	3995294	7,49	598	25,2
2	Yeşilyurt-1	14.07.2011	485692	3992207	7,52	258	24,9
3	Yeşilyurt-2	14.07.2011	485779	3992308	7,39	637	24,8
4	Ortaalan	14.07.2011	481428	3991816	7,44	551	22
5	Yarma-1	14.07.2011	483307	3989830	7,09	761	23,2
6	Yarma-2	14.07.2011	483178	3989639	7,32	553	23,7
7	Yarma-3	15.07.2011	483268	3989532	7,47	456	25,5
8	Yarma-4	15.07.2011	483315	3989268	7,48	685	24
9	İskele-1	15.07.2011	488274	3992107	7,35	718	25,3
10	İskele-2	15.07.2011	488049	3992412	7,67	498	26,4
11	Tozan	15.07.2011	481921	3991163	7,28	588	21
12	Alataş-1	16.07.2011	480624	3991240	7,09	638	21,5
13	Alataş-2	16.07.2011	480197	3991811	7,49	453	20,8
14	Akdeniz-1	16.07.2011	486088	3992078	7,31	777	23,6
15	Akdeniz-2	17.07.2011	486226	3992166	7,83	395	na
16	Emirşah	17.07.2011	481764	3993237	7,26	498	21,9
17	Kalınören	17.07.2011	482750	3993119	7,49	419	23,6
18	Güleç	17.07.2011	481688	3994166	7,69	265	22,9
19	Çeltikçi	17.07.2011	486736	3993855	7,19	769	23,8
20	Alan		481936	3992613			

na: belirlenemedi

Temmuz 2011 dönemine ait fiziksel parametrelerden pH değerleri 7.09-7.83 arasında değişmekte, ortalama pH değeri 7.41’ dir. Eİ değerleri 258-777mS/cm

arasında olup, ortalama Eİ değeri 553,5' tir. Sıcaklık değerleri 20,8-26,4°C arasındadır ve ortalama sıcaklık değeri 23,8 °C' dir.

Çizelge 5.3. Ekim 2011 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	pH	Eİ	T(°C)
1	Çarıklar	12.10.2011	488291	3995294	7,11	587	22,2
2	Yeşilyurt-1	10.10.2011	485692	3992207	7,04	526	23,4
3	Yeşilyurt-2	10.10.2011	485779	3992308	7,39	605	23,3
4	Ortaalan	11.10.2011	481428	3991816	7,28	564	23
5	Yarma-1	10.10.2011	483307	3989830	7,1	658	22,2
6	Yarma-2	10.10.2011	483178	3989639	7,49	460	24,1
7	Yarma-3	10.10.2011	483268	3989532	7,14	506	24,1
8	Yarma-4	10.10.2011	483315	3989268	7,41	675	20,8
9	İskele-1	11.10.2011	488274	3992107	7,45	521	22,3
10	İskele-2	10.10.2011	488049	3992412	7,66	511	22,2
11	Tozan	11.10.2011	481921	3991163	7,41	540	25
12	Alataş-1	11.10.2011	480624	3991240			
13	Alataş-2	11.10.2011	480197	3991811	7,56	472	20,8
14	Akdeniz-1	12.10.2011	486088	3992078	7,2	777	21,9
15	Akdeniz-2	11.01.2011	486226	3992166	7,18	491	22,5
16	Emirşah	11.10.2011	481764	3993237	7,3	457	22,9
17	Kalınören	12.10.2011	482750	3993119	7,35	443	22,7
18	Güleç	12.10.2011	481688	3994166	7,83	275	18,8
19	Çeltikçi	12.10.2011	486736	3993855	7,25	782	23
20	Alan	11.10.2011	481936	3992613	7,63	508	25

Ekim 2011 dönemine ait fiziksel parametrelerden pH değerleri 7,04-7,83 arasında değişmekte olup ortalama pH değeri 7,35' tir. Eİ değerleri 275-782 mS/cm arasında olup, ortalama Eİ değeri 545,1 mS/cm' dir. Sıcaklık değerleri 18,8-25,0°C arasındadır ve ortalama sıcaklık değeri 22,6 °C' dir.

Çizelge 5.4. Şubat 2012 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	pH	Eİ	T(°C)
1	Çarıklar	13.02.2012	488291	3995294	7,51	645	16,9
2	Yeşilyurt-1	13.02.2012	485692	3992207	7,57	642	16,9
3	Yeşilyurt-2	13.02.2012	485779	3992308	7,33	660	13,8
4	Ortaalan	13.02.2012	481428	3991816	7,15	625	16,7
5	Yarma-1	13.02.2012	483307	3989830	7,33	789	16,2
6	Yarma-2	13.02.2012	483178	3989639	7,44	592	14,6
7	Yarma-3	13.02.2012	483268	3989532	7,46	386	16,8
8	Yarma-4	13.02.2012	483315	3989268	7,59	305	15,4
9	İskele-1	13.02.2012	488274	3992107	7,37	775	16
10	İskele-2	13.02.2012	488049	3992412	7,57	492	10,8
11	Tozan	13.02.2012	481921	3991163	7,41	553	16,6
12	Alataş-1	13.02.2012	480624	3991240	7,41	584	18,5
13	Alataş-2	13.02.2012	480197	3991811	7,47	540	18
14	Akdeniz-1	13.02.2012	486088	3992078	7,26	924	15,7
15	Akdeniz-2	13.02.2012	486226	3992166	7,42	541	17,3
66	Emirşah	13.02.2012	481764	3993237	7,55	238	18,6
17	Kalınören	13.02.2012	482750	3993119	7,38	421	16,2
18	Güleç	13.02.2012	481688	3994166	7,46	295	14,8
19	Çeltikçi	13.02.2012	486736	3993855	7,27	748	15,8
20	Alan	13.02.2012	481936	3992613	7,25	269	17,5

Şubat 2012 dönemine ait fiziksel parametrelerden pH değerleri 7,15–7,59 arasında değişmekte, ortalama pH değeri 7,41’ dir. Eİ değerleri 269–924 mS/cm arasında olup, ortalama Eİ değeri 551,2 mS/cm’dir. Sıcaklık değerleri 13,8–18,5°C arasındadır ve ortalama sıcaklık değeri 16,1°C’ dir.

Çizelge 5.5. Haziran 2012 dönemi örneklerine ait fiziksel parametreler

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	pH	Eİ
1	Çarıklar	17.06.2012	488291	3995294	7,51	604
2	Yeşilyurt-1	17.06.2012	485692	3992207	7,68	532
3	Yeşilyurt-2	17.06.2012	485779	3992308	7,47	628
4	Ortaalan	17.06.2012	481428	3991816	7,23	667
5	Yarma-1	17.06.2012	483307	3989830	7,19	841
6	Yarma-2	17.06.2012	483178	3989639	7,3	642
7	Yarma-3	17.06.2012	483268	3989532	7,44	507
8	Yarma-4	17.06.2012	483315	3989268	7,56	691
9	İskele-1	17.06.2012	488274	3992107	7,49	652
10	İskele-2	17.06.2012	488049	3992412	7,58	562
11	Tozan	17.06.2012	481921	3991163	7,28	569
12	Alataş-1	17.06.2012	480624	3991240	7,24	699
13	Alataş-2	17.06.2012	480197	3991811	7,46	508
14	Akdeniz-1	17.06.2012	486088	3992078	7,62	865
15	Akdeniz-2	17.06.2012	486226	3992166	7,38	484
16	Emirşah	17.06.2012	481764	3993237	7,1	514
17	Kalınören	17.06.2012	482750	3993119	7,45	483
18	Güleç	17.06.2012	481688	3994166	7,48	236
19	Çeltikçi	17.06.2012	486736	3993855	7,24	850
20	Alan	17.06.2012	481936	3992613	7,31	575

Haziran 2012 dönemine ait fiziksel parametrelerden pH değerleri 7,1–7,68 arasında değişmektedir, ortalama pH değeri 7,4' tür. Eİ değerleri 236–841 mS/cm arasında olup, ortalama Eİ değeri 605,4 mS/cm' dir.

Çizelge 5.6. Temmuz 2011 dönemine ait ağır metal içerikleri

Kuyu No	Koordinatlar		Derişim (ppb)						
	Yer Adı	Tarih	X	Y	Fe	Ni	Cu	Zn	Al
1	Çarıklar	14.07.2011	488291	3995294	3,94	1,84	0	5,45	0
2	Yeşilyurt-1	14.07.2011	485692	3992207	0	1,17	0	2,73	0,07
3	Yeşilyurt-2	14.07.2011	485779	3992308	1,74	1,65	1,76	7,07	0
4	Ortaalan	14.07.2011	481428	3991816	342,1	1,95	0,14	1,57	397,18
5	Yarma-1	14.07.2011	483307	3989830	10,27	2,31	0	0,55	3,54
6	Yarma-2	14.07.2011	483178	3989639	6,45	1,35	0	8,7	0,24
7	Yarma-3	15.07.2011	483268	3989532	4,67	1,06	0	1,65	0,9
8	Yarma-4	15.07.2011	483315	3989268	13,51	2,12	0	1,65	0
9	İskele-1	15.07.2011	488274	3992107	5,31	1,49	0,64	2,69	0,11
10	İskele-2	15.07.2011	488049	3992412	22,79	1,84	0,95	52,51	0
11	Tozan	15.07.2011	481921	3991163	23,34	2,65	26,21	81,4	8,83
12	Alataş-1	16.07.2011	480624	3991240	33,6	2,88	0	0,69	0
13	Alataş-2	16.07.2011	480197	3991811	10,3	1,74	0	0,28	5,79
14	Akdeniz-1	16.07.2011	486088	3992078	14,58	8,13	0,53	7,4	5,91
15	Akdeniz-2	17.07.2011	486226	3992166	5,44	0,98	0,22	5,52	3,15
16	Emirşah	17.07.2011	481764	3993237	7,36	1,86	0	0,43	0
17	Kalınören	17.07.2011	482750	3993119	15,99	1,38	0,37	75,36	0
18	Güleç	17.07.2011	481688	3994166	9,43	0,69	0	0,56	6,26
19	Çeltikçi	17.07.2011	486736	3993855	11,41	2,88	2,71	199,04	0
20	Alan		481936	3992613					

Çizelge 5.7. Ekim 2011 dönemine ait majör iyon içerikleri

Örnek No	Li ppm	Na ppm	NH ₄ ppm	K ppm	Mg ppm	Ca ppm	F ppm	Cl ppm	NO ₂ ppm	Br ppm	NO ₃ ppm	PO ₄ ppm	SO ₄ ppm	CO ₃ ppm	HCO ₃ ppm
1	0	11,31	1,04	1,77	23,48	81,87	0,29	9,11	0	0	19,88	0	33,45	0	297,56
2	0	14,05	0,57	1,14	26,79	67,66	0,11	9,65	0	0	4,35	0	23,65	0	321,37
3	0	13,31	0,87	1,39	29,47	76,68	0,23	8,02	0	0	11,21	0	28,58	0	327,32
4	0	10,45	1,07	1,25	14,13	84,03	0,14	10,43	0	0	23,79	0	40,87	0	238,05
5	0	15,06	0,96	1,86	19,55	96,42	0,81	16,36	0	0	32,53	0	53,27	0	279,71
6	0	8,81	0,83	1,25	13,17	73,54	0,15	6,65	0	0	8,21	0	21,7	0	244
7	0	10,86	0,49	0,62	12,37	71,96	0,18	8,46	0	0	3,91	0	22,17	0	238,05
8	0	13,67	0,68	0,83	21,88	90,43	0,21	16,05	0	0	25,92	0	68,71	0	252,93
9	0	46,93	1,04	6,59	22,05	101,54	0,13	99,13	0	0	0	0	37,11	0	309,46
10	0	11,32	0,53	4,3	15,47	95,41	0,14	16,24	0	0	3,48	0	29,01	0	306,49
11	0	11,33	0,75	1,28	13,77	86,73	0,12	10,49	0	0	15,81	0	40,98	0	253,67
12															
13	0	8,34	0,31	0,66	12,34	65,75	0	11,52	0	0	2,13	0	12,45	0	232,54
14	0	42,17	0,68	12,24	36,92	67,97	0,36	23,67	0	0	20,43	0	61,95	0	357,07
15															
16	0,01	14	0,54	1,69	10,27	70,58	0,14	14,12	0	0	4,89	0	22,37	0	238,79
17	0,01	12,01	0,73	1,34	9,96	78,56	2,1	9,83	0	0	1,69	0	24,63	0	285,66
18	0	3,39	0,19	0,56	7,05	57,2	0	4,21	0	0	0,69	0	15,02	0	178,54
19	0	25,71	0,58	4,36	29,75	74,59	0,16	17,69	0	0	34,87	0	61,31	0	339,22
20	0,01	14,3	0,64	1,39	12,07	81,12	0,23	15,5	0	0	13,18	0	26,94	0	261,85

Çizelge 5.8. Ekim 2011 dönemine ait kirlilik içerikleri

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	Derişim (ppm)		
					NO ₂	NO ₃	PO ₄
1	Çarıklar	12.10.2011	488291	3995294	0	19,88	0
2	Yeşilyurt-1	10.10.2011	485692	3992207	0	4,35	0
3	Yeşilyurt-2	10.10.2011	485779	3992308	0	11,21	0
4	Ortaalan	11.10.2011	481428	3991816	0	23,79	0
5	Yarma-1	10.10.2011	483307	3989830	0	32,53	0
6	Yarma-2	10.10.2011	483178	3989639	0	8,21	0
7	Yarma-3	10.10.2011	483268	3989532	0	3,91	0
8	Yarma-4	10.10.2011	483315	3989268	0	25,92	0
9	İskele-1	11.10.2011	488274	3992107	0	0	0
10	İskele-2	10.10.2011	488049	3992412	0	3,48	0
11	Tozan	11.10.2011	481921	3991163	0	15,81	0
12	Alataş-1	11.10.2011	480624	3991240			
13	Alataş-2	11.10.2011	480197	3991811	0	2,13	0
14	Akdeniz-1	12.10.2011	486088	3992078	0	20,43	0
15	Akdeniz-2	11.01.2011	486226	3992166			
16	Emirşah	11.10.2011	481764	3993237	0	4,89	0
17	Kalınören	12.10.2011	482750	3993119	0	1,69	0
18	Güleç	12.10.2011	481688	3994166	0	0,69	0
19	Çeltikçi	12.10.2011	486736	3993855	0	34,87	0
20	Alan	11.10.2011	481936	3992613	0	13,18	0

Çizelge 5.9. Şubat 2012 dönemine ait majör iyon içerikleri

Örnek No	Li ppm	Na ppm	NH ₄ ppm	K ppm	Mg ppm	Ca ppm	F ppm	Cl ppm	NO ₂ ppm	Br ppm	NO ₃ ppm	PO ₄ ppm	SO ₄ ppm	CO ₃ ppm	HCO ₃ ppm
1	0,00	10,74	0,69	1,48	27,5	107,89	0,15	12,22	0,00	0,00	36,01	0,00	40,82	0,00	357,07
2	0,00	15,07	0,86	1,36	32,79	102,71	0,21	11,84	0,00	0,00	18,16	0,00	108,03	0,00	297,56
3	0,00	18,49	0,93	2,3	30,55	90,04	0,29	15,69	0,00	0,00	14,64	0,00	37,44	0,00	348,44
4	0,00	12,79	0,69	1,83	12,55	123,09	0,54	12,31	0,00	0,00	58,8	0,00	86,28	0,00	244
5	0,00	18,1	0,67	2,06	23,81	111,61	0,07	18,78	0,00	0,00	55,89	0,00	79,44	0,00	282,68
6	0,00	24,2	0,83	2,12	16,77	32,11	0,06	18,52	0,00	0,00	13,63	0,00	39,44	0,00	137,32
7	0,00	22,71	0,28	1,71	22,08	52,34	0,06	25,34	0,00	0,00	27,67	0,00	70,65	0,00	142,53
8	0,00	15,61	0,7	1,69	20,17	101,35	0,39	18,85	0,00	0,00	23,82	0,00	60,25	0,00	285,66
9	0,00	42,61	1,05	9,96	26,23	115,03	0,78	63,48	0,00	0,00	11,69	0,00	51,42	0,00	368,98
10	0,00	11,94	0,76	4,06	15,2	87,22	0,32	16,51	0,00	0,00	9,32	0,00	26,83	0,00	279,71
11	0,00	11,24	0,82	1,09	12,88	90,27	0,32	11,58	0,00	0,00	25,26	0,00	66,34	0,00	211,27
12	0,00	6,37	0,76	1,81	9,01	40,04	0,17	6,86	0,00	0,00	9,79	0,00	19,15	0,00	128,4
13	0,00	11,79	0,45	0,68	16,3	78,98	0,35	16,09	0,00	0,00	11,23	0,00	24,38	0,00	267,8
14	0,00	42,02	0,72	48,4	36,47	61,99	0,22	28,21	0,00	0,00	50,48	0,00	86,8	0,00	366
15	0,00	16,37	0,84	2	16,74	80,88	0,12	20,44	0,00	0,00	21,15	0,00	26,55	0,00	261,85
16	0,01	11,94	0,78	1,64	8,13	90,24	0,23	11,95	0,00	0,00	22,43	0,00	26,44	0,00	256,35
17	0,00	14,7	0,16	1,11	14,85	73,87	0,5	9,19	0,00	0,00	1,94	0,00	28,82	0,00	261,85
18	0,00	5,6	0,72	1,16	8,14	66,29	0,12	9,11	0,00	0,00	7,33	0,00	11,8	0,00	248,46
19	0,00	24,67	0,95	3,54	30,87	70,43	0,31	18,02	0,00	0,00	19,68	0,00	60,03	0,00	281,49
20	0,01	13,92	0,95	1,31	12,53	83,28	0,17	15,29	0,00	0,00	26,69	0,00	40,1	0,00	279,26

Çizelge 5.10. Şubat 2012 dönemine ait kirlilik içerikleri

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	X	Y	Derişim (ppm)		
					NO ₂	NO ₃	PO ₄
1	Çarıklar	13.02.2012	488291	3995294	0	36,01	0
2	Yeşilyurt-1	13.02.2012	485692	3992207	0	18,16	0
3	Yeşilyurt-2	13.02.2012	485779	3992308	0	14,64	0
4	Ortaalan	13.02.2012	481428	3991816	0	58,8	0
5	Yarma-1	13.02.2012	483307	3989830	0	55,89	0
6	Yarma-2	13.02.2012	483178	3989639	0	13,63	0
7	Yarma-3	13.02.2012	483268	3989532	0	27,67	0
8	Yarma-4	13.02.2012	483315	3989268	0	23,82	0
9	İskele-1	13.02.2012	488274	3992107	0	11,69	0
10	İskele-2	13.02.2012	488049	3992412	0	9,32	0
11	Tozan	13.02.2012	481921	3991163	0	25,26	0
12	Alataş-1	13.02.2012	480624	3991240	0	9,79	0
13	Alataş-2	13.02.2012	480197	3991811	0	11,23	0
14	Akdeniz-1	13.02.2012	486088	3992078	0	50,48	0
15	Akdeniz-2	13.02.2012	486226	3992166	0	21,15	0
16	Emirşah	13.02.2012	481764	3993237	0	22,43	0
17	Kalınören	13.02.2012	482750	3993119	0	1,94	0
18	Güleç	13.02.2012	481688	3994166	0	7,33	0
19	Çeltikçi	13.02.2012	486736	3993855	0	19,68	0
20	Alan	13.02.2012	481936	3992613	0	26,69	0

5.1. SULARIN SERTLİĞİ

Sertlik sulardaki önemli parametrelerden biridir. Suların sertliğini içerdikleri başta Ca, Mg ve HCO₃ iyonları olmak üzere kalsiyum ve magnezyum sülfat, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve bileşik ve iyonları belirlemektedir. Suların sertliği ya da yumuşaklığı halk arasında sabunla köpürme özelliği olarak bilinir. Suların sertliği karbonat ve karbonat olmayan sertlik olmak üzere ikiye ayrılır. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları Ca(HCO₃)₂ ve Mg(HCO₃)₂ "geçici sertliği" veya "karbonat setliğini", kalsiyum ve magnezyumun klor, sülfat, nitrat, fosfat ve silikat tuzları ise "kalıcı sertliği" meydana getirirler. Kalıcı ve geçici sertlik birlikte "toplam sertliği" veya "genel sertliği" oluştururlar.

Genel olarak "karbonatlar geçici sertliği, sülfatlar kalıcı sertliği" gösterir. Suların sertlik derecesinin ölçülebilmesi için kullanılan pratik yöntem, sabun solüsyonu yöntemidir. Bu yöntemde sertliği veren Ca ve Mg elementleri, sabundaki Na ve K'nın yerine geçerek suda erimeyen bileşikler yapar. Sert suların, zor köpürmesinin nedeni bundan dolayıdır. Sabun solüsyonu kullanarak, suda devamlı bir köpük elde edilmeye çalışılır. Sert veya çok sert özellikteki sularda bulunan toprak alkali iyonları sabunu meydana getiren yağ asitleri ile birleşerek, suda çözünmeyen tortular meydana getirir ve köpürmeyi geciktirir. Bu işlemde harcanan sabun solüsyonu miktarı genel sertlik hakkında bilgi verir. Su kaynatıldıktan sonra, aynı yöntemle kalıcı sertlik ölçülebilir.

Sudaki sertlik, suyun ısıtılması ile kalsiyum karbonatın tortu halinde metal yüzeylerde birikmesine ve kireçlenmeye neden olur. Sert sular endüstride kullanım açısından zararlıdır. Kireçlenme, ısı iletkenliğini düşürerek daha fazla enerji kullanımına, önemli arızalara ve bir süre sonra cihazların tamamen çalışamaz duruma gelmesine neden olur [Küçükyalı, 2000]. Böyle bir durumda, endüstriyel amaçla kullanılacak olan yeraltısularının yumuşatılarak kullanılması gerekmektedir [Samsunlu, 1999].

Suların sertliğini hesaplamak için;

$$\text{Toplam sertlik} = 5 \times (\text{rCa} + \text{rMg}) \quad (\text{r: mek/l}) \quad (5.1)$$

formülü kullanılabilir. Bu değer Fransız sertliği derecesini vermektedir [Şahinci, 1991].

Türkiye’ de Fransız Sertlik Derecesi kullanılmaktadır. 1 lt suda, 10 mg Ca ve Mg – bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde suyun sertliği, 1 Fransız Derecesi (FS°) olarak tanımlanır (Çizelge 5.11). Suyun sertliğini ölçmek için değişik yöntemler vardır. Örneğin; 1 Fransız sertliği, 100 ml suda bulunan 1 mg CaCO₃ miktarı ile tanımlanır.

Çizelge 5.11. Fransız Sertliği’ ne göre su sınıflaması [Şahinci,1991].

Fransız Sertliği	Suyun Sınıfı
0 – 7,2	Çok Yumuşak Su
7,2 – 14,5	Yumuşak Su
14,5 – 21,5	Az Sert Su
21,5 – 32,5	Oldukça Sert Su
32,5 – 54	Sert Su
>54	Çok Sert Su

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait Fransız sertlik değerleri 13,6-39,4 (FS°) arasında değişmektedir. Suların Fransız sertliğine göre sınıflaması Yumuşak, Az Sert, Az sert-Oldukça Sert, Oldukça Sert- Sert şeklinde değişmektedir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.12. Çalışma alanına ait suların sertlik değerleri ve suların sertliklerine göre sınıflandırılması.

Kuyu Adı	Koordinatlar		Dönemler (FS°)		Sertlik Fr0
	X	Y	Ekim 2011	Şubat 2012	
Çarıklar	488291	3995294	30	38,2	Sert
Yeşilyurt-1	485692	3992207	27,8	39,1	Oldukça Sert-Sert
Yeşilyurt-2	485779	3992308	31,2	35	Oldukça Sert-Sert
Ortaalan	481428	3991816	26,7	35,8	Oldukça Sert-Sert
Yarma-1	483307	3989830	32	37,6	Oldukça Sert-Sert
Yarma-2	483178	3989639	23,7	14,9	Az Sert-Oldukça Sert
Yarma-3	483268	3989532	23	22,1	Az Sert-Oldukça Sert
Yarma-4	483315	3989268	31,5	33,5	Oldukça Sert-Sert
İskele-1	488274	3992107	34,3	39,4	Sert
İskele-2	488049	3992412	30,1	28	Oldukça Sert
Tozan	481921	3991163	27,3	27,8	Oldukça Sert
Alataş-1	480624	3991240		13,6	Yumuşak
Alataş-2	480197	3991811	21,4	26,4	Az Sert-Oldukça Sert
Akdeniz-1	486088	3992078	32,1	30,4	Oldukça Sert
Akdeniz-2	486226	3992166		27	Oldukça Sert
Emirşah	481764	3993237	21,8	25,8	Oldukça Sert
Kalınören	482750	3993119	23,6	24,5	Oldukça Sert
Güleç	481688	3994166	17,1	19,8	Az Sert
Çeltikçi	486736	3993855	30,8	30,2	Oldukça Sert
Alan	481936	3992613	25,1	25,9	Oldukça Sert

5.2. FİZİKSEL ve KİMYASAL PARAMETRELER

5.2.1. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)

pH sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun ölçüsüdür ve sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi gösterir. Suların pH' ı hidrojen iyonu üreten veya oluşturan birbirleri ile ilişkili kimyasal reaksiyonlar tarafından kontrol edilir. Doğal yeraltısularının pH' ı 6,0-8,5 arasında değişir, fakat termal sularda düşük pH değerleri de görülebilir. Kirlenmemiş suların pH' ı 6,5-8,5 arasındadır [Hem, 1985]. Sudaki karbonat, hidroksit ve bikarbonat iyonları suyun bazikliğini arttırırken, serbest mineral asitleri ve karbonik asitler suyun asitliğini arttırır. Asidik sular bazik

sulara göre daha az yaygındır. Asidik maden işletmeleri sularının drenajı ve nötrleştirilmemiş endüstriyel atık sular, suların pH'ını düşürür [Mcneely, 1979]. Çoğu doğal suyun pH' ı karbondioksit-bikarbonat-karbonat denge sistemi tarafından kontrol edilir [WHO, 1984].

Suların içerdikleri gazlar, koloidal maddeler, çeşitli elektrolit ve elektrolit olmayan maddeler, pH, sistemdeki korozyonun yayılımını ve suyun aşındırıcı (agresiflik) özelliğini belirler [Clarke, 1966, WHO, 1984, Kelly, 1983]. Kalsiyum karbonat çökelişi korozyonu kontrol edebilir. Bu süreci kontrol eden faktörler sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katılar, sertlik, karbondioksit ve alkalitedir [WHO, 1984]. Demir bakterilerinin üremesi pH' a bağlıdır. Bu bakteriler için optimum pH 6,5 civarındadır ve bu bakteriler pH 5,5-8,2 arasında ürerler [WHO, 1984]. Yüksek pH içme sularında hafif koku oluşturur. Suların renk yoğunluğu pH'ın yükselmesi ile artar.

Suların pH' a göre sınıflaması Çizelge 5.13'te gösterilmiştir. İnceleme alanına ait pH değerleri Çizelge 5.14.' te gösterilmiştir.

İnceleme alanındaki su örneklerinde ölçülen pH değerleri 7.04-7,83 arasında olup bazik karakterlidir. pH değerleri yeraltısularında genel olarak Ekim 2011 döneminde yüksek olmasına karşın en yüksek pH değeri Temmuz 2011 döneminde Akdeniz-2 (Örnek 15)' de belirlenmiştir. pH değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 5.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.13. Suların pH'ya göre sınıflandırılması [Küçükalyalı, 2000].

pH	Sınıfı
>8	bazik
8,5-7	bazik karakterli
7	nötr
7-4,5	asidik karakterli
<4,5	asidik

5.2.2. Elektriksel İletkenlik (Eİ)

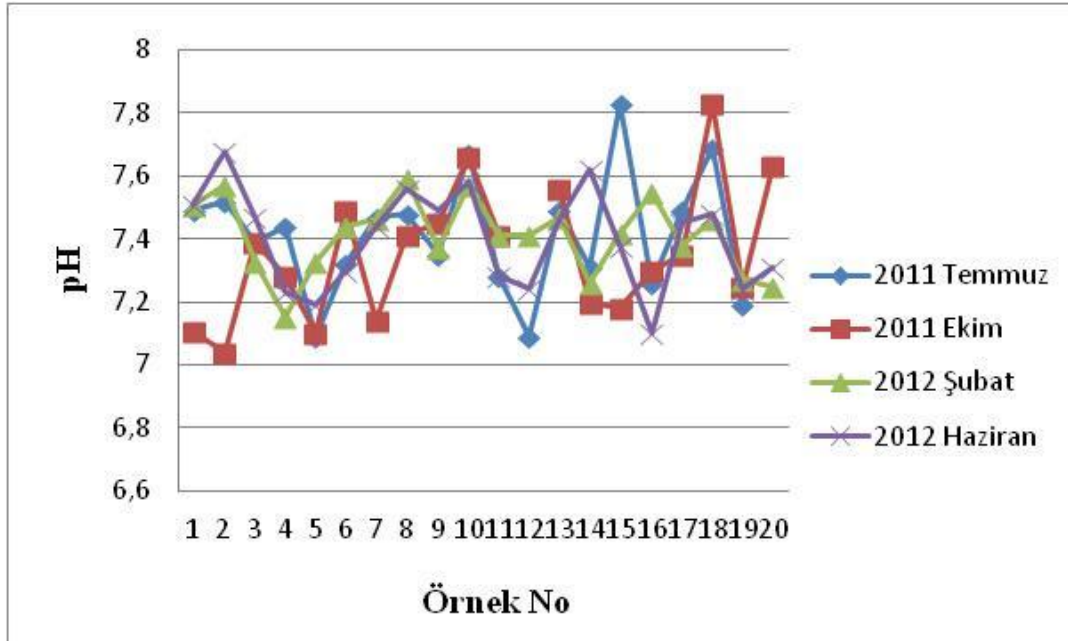
Elektriksel iletkenlik (kondüktivite), suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. Su analiz sonuçları verilirken mikrosiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$, mhos/cm) cinsinden 25 °C sıcaklıktaki değeri hesaplanarak belirtilir. Suların elektriksel iletkenliği, iyonların suda varlığına, toplam derişimine, hareketliliklerine (mobilite), değeliklerine, görelideğişimlerine ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık artışı ile suların elektriksel iletkenlikleri de artar [Hem, 1985]. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir gösterge oluşturur [Day and Nightingale, 1984; Hem, 1985]. Doğal haldeki yüzey sularının elektriksel iletkenliği 50 - 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişir [McNeely vd., 1979]. Yeraltı sularının elektriksel iletkenliği yüzey sularına oranla daha geniş aralıkta değişir.

Çizelge 5.14. İnceleme alanındaki sulara ait pH değerleri

Yer Adı	pH			
	Temmuz 2011	Ekim 2011	Şubat 2012	Haziran 2012
Çarıklar	7,49	7,11	7,51	7,51
Yeşilyurt-1	7,52	7,04	7,57	7,68
Yeşilyurt-2	7,39	7,39	7,33	7,47
Ortaalan	7,44	7,28	7,15	7,23
Yarma-1	7,09	7,1	7,33	7,19
Yarma-2	7,32	7,49	7,44	7,3
Yarma-3	7,47	7,14	7,46	7,44
Yarma-4	7,48	7,41	7,59	7,56
İskale-1	7,35	7,45	7,37	7,49
İskele-2	7,67	7,66	7,57	7,58
Tozan	7,28	7,41	7,41	7,28
Alataş-1	7,09		7,41	7,24
Alataş-2	7,49	7,56	7,47	7,46
Akdeniz-1	7,31	7,2	7,26	7,62
Akdeniz-2	7,83	7,18	7,42	7,38
Emirşah	7,26	7,3	7,55	7,1
Kalınören	7,49	7,35	7,38	7,45
Güleç	7,69	7,83	7,46	7,48
Çeltikçi	7,19	7,25	7,27	7,24
Alan		7,63	7,25	7,31

Yeraltı sularının içerdikleri iyonların toplam derişimi ve dolayısıyla elektriksel iletkenliği suların yeryüzüne çıkıncaya kadar izledikleri yola, kayaçların cinsine ve çözünlüklerine, iklime, bölgedeki yağış şartlarına bağlıdır. Yeraltı sularının iletkenliği bazı bölgelerde deniz suyunun yaklaşık iletkenliği olan 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'ye ulaşabilmektedir.

Atık suların iletkenliği, atık suları üreten kaynağın özelliklerine bağlıdır. Bazı endüstriyel atık sularda 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ üzerinde iletkenlik değerleri gözlenmektedir [APHA, 1985]. Elektrik iletkenliği değerleri ve bu değerlere karşılık gelen tuzluluk sınıfları Çizelge 5.15'te belirtilmiştir [TS 8001, 1990]. Çalışma alanına ait elektriksel iletkenlik değerlerine göre tuzluluk sınıflaması Çizelge 5.16' de verilmiştir.



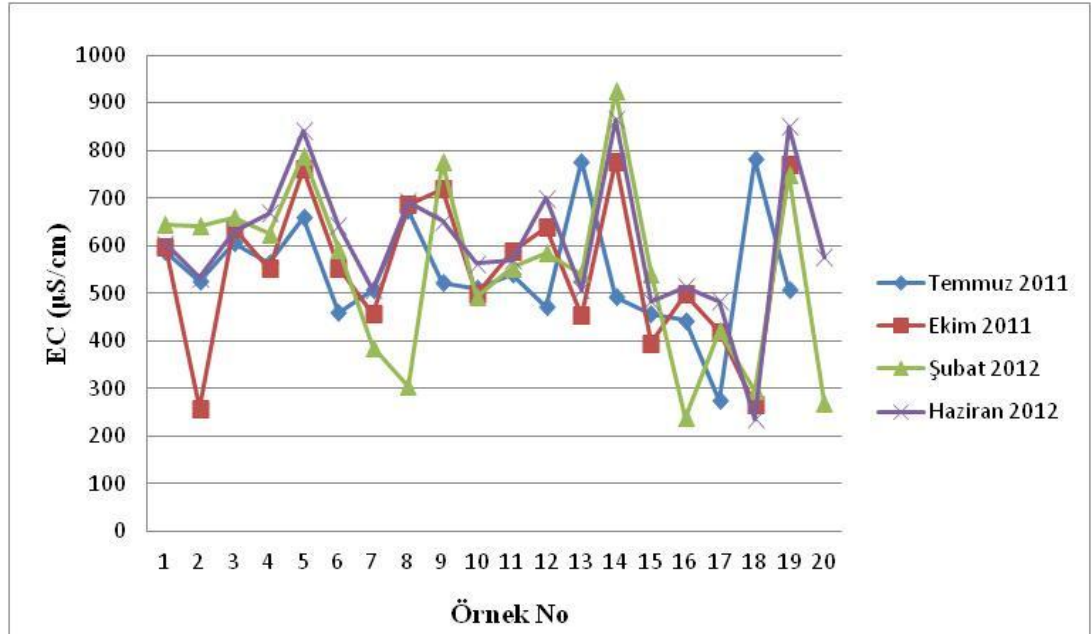
Şekil 5.1. pH değerlerinin mevsimsel değişimi.

Suların elektriksel iletkenliğine göre sınıflaması Çizelge 5.17' da [Erguvanlı ve Yüzer, 1973], inceleme alandaki örneklere ait sınıflandırma Çizelge 5.18' de verilmiştir.

Anamur Kıyı Akiferi' nde yapılan ölçümlerde Eİ değerleri 275–924 mikroS/cm arasındadır. 2250 mikroS/cm' den büyük değere rastlanmadığından içme suyuna uygun olmayan yeraltısuyu örneğine rastlanmamıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri yeraltısuyu örneklerinin pek çoğunda Haziran 2012 döneminde yüksek olmakla birlikte en yüksek Eİ değeri Şubat 2012 döneminde Çeltikçi (Örnek 19)' de belirlenmiştir. Eİ değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Elektriksel iletkenlik değerleri ve tuzluluk sınıfları [TS 8001, 1990].

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Tuzluluk Sınıfı
0-100	Tuzsuz
100-250	Az Tuzlu
250-750	Orta Tuzlu
2250' den büyük	Çok Yüksek Tuzlu



Şekil 5.2. Elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi.

Çizelge 5.16. İnceleme alanındaki suların EI değerlerine göre tuzluluk sınıflaması

Eİ (µS/cm)					
Yer Adı	Temmuz 2011	Ekim 2011	Şubat 2012	Haziran 2012	Tuzluluk Sınıfı
Çarıklar	598	587	645	604	Orta Tuzlu
Yeşilyurt-1	258	526	642	532	Orta Tuzlu
Yeşilyurt-2	637	605	660	628	Orta Tuzlu
Ortaalan	551	564	625	667	Orta Tuzlu
Yarma-1	761	658	789	841	Yüksek Tuzlu
Yarma-2	553	460	592	642	Orta Tuzlu
Yarma-3	456	506	386	507	Orta Tuzlu
Yarma-4	685	675	305	691	Orta Tuzlu
İskale-1	718	521	775	652	Orta -Yüksek OrtaTuzlu
İskele-2	498	511	492	562	Orta Tuzlu
Tozan	588	540	553	569	Orta Tuzlu
Alataş-1	638		584	699	Orta Tuzlu
Alataş-2	453	472	540	508	Orta Tuzlu
Akdeniz-1	777	777	924	865	Yüksek Tuzlu
Akdeniz-2	395	491	541	484	Orta Tuzlu
Emirşah	498	457	238	514	Az Tuzlu-Orta Tuzlu
Kalınören	419	443	421	483	Orta Tuzlu
Güleç	265	275	295	236	Az Tuzlu-Orta Tuzlu
Çeltikçi	769	782	748	850	Orta -Yüksek Tuzlu
Alan		508	269	575	Orta Tuzlu

Çizelge 5.17. Suların Eİ' ye göre sınıflaması [Erguvanlı ve Yüzer, 1973].

Eİ(25 0C' de (µS/cm))	Suyun Sınıfı
<250	Çok İyi
250 – 750	İyi
750 – 2000	Kullanılabilir
2000 – 3000	Şüpheli
> 3000	Kullanılamaz

Çizelge 5.18. Çalışma alanındaki suların elektriksel iletkenlik değerlerine göre sınıflandırılması.

Yer Adı	Temmuz 2011	Ekim 2011	Şubat 2012	Haziran 2012	Suyun Sınıfı
Çarıklar	598	587	645	604	İyi
Yeşilyurt-1	258	526	642	532	İyi
Yeşilyurt-2	637	605	660	628	İyi
Ortaalan	551	564	625	667	İyi-
Yarma-1	761	658	789	841	Kullanılabilir
Yarma-2	553	460	592	642	İyi
Yarma-3	456	506	386	507	İyi
Yarma-4	685	675	305	691	İyi-
İskele-1	718	521	775	652	Kullanılabilir
İskele-2	498	511	492	562	İyi
Tozan	588	540	553	569	İyi
Alataş-1	638		584	699	İyi
Alataş-2	453	472	540	508	İyi
Akdeniz-1	777	777	924	865	Kullanılabilir
Akdeniz-2	395	491	541	484	İyi
Emirşah	498	457	238	514	Çok İyi-İyi
Kalınören	419	443	421	483	İyi
Güleç	265	275	295	236	Çok İyi-İyi
Çeltikçi	769	782	748	850	İyi-
Alan		508	269	575	Kullanılabilir
					İyi

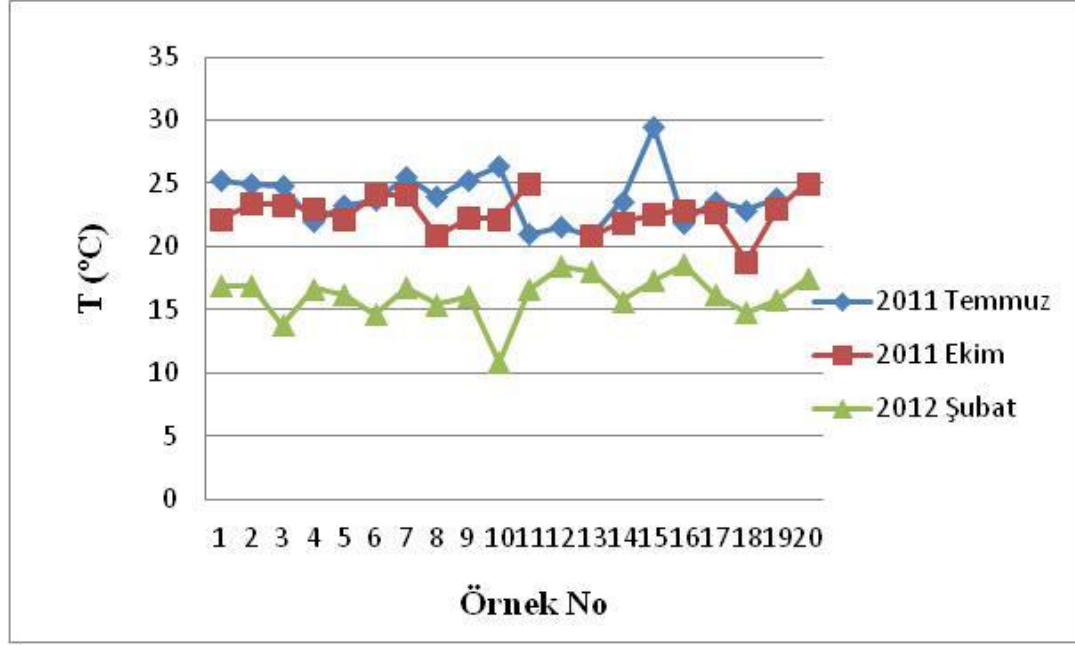
5.2.3. Sıcaklık

Sıcaklık organizmaların sulardaki dağılımını etkilemektedir. Çünkü sıcaklık sucul organizmaların tüm yaşamsal aktivitelerini etkileyerek fizyolojilerinin değişmesine sebep olur. Diğer taraftan sıcaklığın organizmaların solunum, besin tüketimi, sindirim, özümleme ve davranışları üzerine önemli etkileri vardır.

Yüzey sularının sıcaklığı, coğrafi konum, yükselti mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirletici kaynaklardan karışan atık özelliklerine bağlı olarak değişir. Yeraltı sularının sıcaklıkları genellikle yüzey sularına göre daha düşüktür ve daha homojen dağılım gösterirler. Su ortamındaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreçler sıcaklığın etkisi altındadır.

Yüksek sıcaklık birçok kimyasal bileşiğin çözünürlüğünü artırarak kirleticilerin sudaki canlı yaşamı üzerindeki etkilerini çoğaltır [Stevens, 1975; Mcneely 1979]. Suların mikrobiyolojik karakteristikleri, sıcaklığın mikroorganizmaların büyüme ve yasama süreleri üzerindeki kontrolü nedeni ile sıcaklığa bağımlıdır. Sıcaklık artışı ile sulara uygulanan dezenfeksiyonun etkenliği artar [Stevens, 1975, WHO, 1984]. Sıcaklık artışı ile birlikte suyun korozif etkisi de artar [WHO, 1984]. Sıcaklık suyun endüstriyel kullanımını da etkiler.

Çalışma alanında örnekleme sırasında ölçülen sıcaklık değerleri ortalama 22 °C'dir. Çalışma alanındaki sulara ait sıcaklık değerleri Çizelge 5.19'de verilmiştir. Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu dönem Temmuz 2011 dönemi olup, ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 26,4' tür. Sıcaklık değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 5.3' te verilmiştir.



Şekil 5.3. Sıcaklık değerlerinin mevsimsel değişimi.

Çizelge 5.19. Çalışma alanındaki sulara ait sıcaklık değerleri

Yer Adı	T (°C)		
	Temmuz 2011	Ekim 2011	Şubat 2012
Çarıklar	25,2	22,2	16,9
Yeşilyurt-1	24,9	23,4	16,9
Yeşilyurt-2	24,8	23,3	13,8
Ortaalan	22	23	16,7
Yarma-1	23,2	22,2	16,2
Yarma-2	23,7	24,1	14,6
Yarma-3	25,5	24,1	16,8
Yarma-4	24	20,8	15,4
İskele-1	25,3	22,3	16
İskele-2	26,4	22,2	10,8
Tozan	21	25	16,6
Alataş-1	21,5		18,5
Alataş-2	20,8	20,8	18
Akdeniz-1	23,6	21,9	15,7
Akdeniz-2	n.a	22,5	17,3
Emirşah	21,9	22,9	18,6
Kalınören	23,6	22,7	16,2
Güleç	22,9	18,8	14,8
Çeltikçi	23,8	23	15,8
Alan		25	17,5

n.a: belirlenemedi

5.2.4. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)

Sodyum oranı sulama suyunun kalitesinin belirlenmesinde çok önemli bir faktördür. Sodyum miktarı toprağın geçirgenliğini azaltır ve toprak üzerinde sert bir tabaka oluşturur. Bundan dolayı bitki kökleri hava alamaz ve bitkiler için zehirli bir ortam meydana gelir. Bu nedenle SAR değeri suların sulamada kullanılmasında su kalitesini belirleyen önemli bir parametredir. Suların SAR sınıflaması Çizelge 5.20’de verilmiştir [U.S.Salinity Lab. Staff, 1954].

SAR değeri aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$SAR = Na / [(Ca+Mg) / 2] \quad (5.2)$$

Çalışma Alanındaki Suların SAR Değerlerine Göre Sınıflaması Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Suların SAR sınıflaması [U.S.Salinity Lab. Staff, 1954].

SAR	<10	Çok İyi Özellikteki Sulama Suları
	10-18	İyi Özellikteki Sulama Suları
	18-26	Orta Özellikteki Sulama Suları
	>26	Kötü Özellikteki Sulama Suları

Çizelge 5.21. Çalışma alanındaki suların SAR değerlerine göre sınıflaması.

Yer Adı	SAR		Suyun Sınıfı
	Ekim 2011	Şubat 2012	
Çarıklar	1,5	1,3	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yeşilyurt-1	2	1,8	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yeşilyurt-2	1,8	2,3	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Ortaalan	1,4	1,5	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yarma-1	1,9	2,2	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yarma-2	1,3	4,84	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yarma-3	1,6	3,7	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Yarma-4	1,8	2	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
İskele-1	5,9	5	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
İskele-2	1,5	1,6	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Tozan	1,5	1,5	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Alataş-1		1,2	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Alataş-2	1,3	1,7	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Akdeniz-1	5,8	5,9	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Akdeniz-2		2,3	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Emirşah	2,28	1,7	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Kalmören	1,8	2,2	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Güleç	0,5	0,94	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Çeltikçi	35	3,4	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu
Alan		2	Çok İyi Özellikteki Sulama Suyu

Çalışma alanındaki sulara ait yukarıda ölçülen SAR değerlerinin tümü <10 olduğundan, bu sular çok iyi özellikteki sulama suyu sınıfına girer.

5.2.5. Sodyum Yüzdesi (% Na)

Sodyum miktarı sulama sularında önemli bir yer tutmaktadır. Sodyum toprağın yapısını bozarak geçirgenliğini azaltır ve sulamadan sonra zeminin üst seviyelerinde soğrulmaktadır. Toprak yüzeyinde kaymak şeklinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olup bitki köklerinin havalanmasını engellemekte ve bitkinin büyümesini yavaşlatıcı etki yapar [Foster, 1950, Feth vd., 1964, Back, 1966, Garrels, 1967, Akgiray, 2003, Soyaslan, 2004].

Sodyum yüzdesi bir oran olup sulama sularının sınıflamasında kullanılan önemli bir parametredir. Sodyum yüzdesinin hesaplanması için

$$\%Na = Na / (Na + K + Ca + Mg) * 100 \quad (5.3)$$

formülü kullanılır [Scofield, 1935]. %Na sınıflaması Çizelge 5.22' de, inceleme alanındaki suların %Na değerlerine göre sınıflaması ise Çizelge 5.23'te verilmiştir.

Çizelge 5.22. % Na Sınıflaması [Scofield, 1935].

Sodyum Yüzdesi(%Na)	Suyun sınıfı
<20	Çok iyi
20-40	İyi
40-60	Kullanılabilir
60-80	İhtiyatlı kullanılmalı
>80	Zararlı kullanılamaz

5.2.6. Na⁺ İyonu

Doğal sulara ve alkali metaller arasında en fazla bulunan element sodyum elementidir. Sodyumun doğal sulara karışması, sodyum içeren minerallerin (halit, feldspat, plajiyoklaz vb.) yağış suları ile çözünmeleri sonucunda olur. Na içeren bileşikler suda kolay çözüldüğünden bütün yer altı sularında sodyum elementi bulunur. Sulardaki yüksek sodyum miktarı toprağın yüzeyinde sert bir kabuk oluşmasına neden olarak bitki köklerinin hava almasını engelleyerek ve bitkinin büyümesini yavaşlatıcı etki yapar. Yüzey sularındaki miktarı 1-300 ppm arasında değişebilir. Deniz sularındaki değeri ise 10000 ppm civarındadır. Sodyum sulara tuzlu bir tat verdiği için içme sularındaki miktarının az olması gerekir (<200 ppm) [TS 266, 2005].

Çizelge 5.23. İnceleme alanındaki suların %Na değerlerine göre sınıflaması

Yer Adı	%Na		Suyun Sınıfı
	Ekim 2011	Şubat 2012	
Çarıklar	9,5	7,2	Çok İyi
Yeşilyurt-1	12,8	9,95	Çok İyi
Yeşilyurt-2	11	13	Çok İyi
Ortaalan	9,51	8,5	Çok İyi
Yarma-1	11,3	11,6	Çok İyi
Yarma-2	9,1	32,1	Çok İyi-İyi
Yarma-3	11,3	22,9	Çok İyi-İyi
Yarma-4	10,7	11,2	Çok İyi
İskele-1	26,4	21,9	İyi
İskele-2	8,9	10	Çok İyi
Tozan	10	9,7	Çok İyi
Alataş-1		11,1	Çok İyi
Alataş-2	9,5	10,9	Çok İyi
Akdeniz-1	26,4	22,2	İyi
Akdeniz-2		14,1	Çok İyi
Emirşah	14,5	10,6	Çok İyi
Kalmören	11,7	14	Çok İyi
Güleç	4,97	6,8	Çok İyi
Çeltikçi	19,1	19	Çok İyi
Alan	13,1	12,5	Çok İyi

Sodyum bitkilere ve toprağa zarar verdiğinden sulama sularındaki miktarının az olması istenir. Sodyumun yoğun bir kullanım alanı vardır. Sodyum buzlanmayı engellemek için yollara atılan tuzlarda, tarımsal gübrelerde, kanalizasyon sularında ve fabrika atık sularında, suları dezenfekte edici kimyasal maddelerde, suyun sertliğini düşürmek için ve bazı tortuları önlemek için kullanılan sodyum bileşiklerinde (NaF, Na₂SiF₆, NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃) yoğun olarak bulunur. Bu maddelerin yağış sularıyla toprağa geçmesiyle topraktaki tuzlanma artar. [Foster, 1950, Feth vd., 1964, Back, 1966, Garrels, 1967, Akgiray, 2003, Soyaslan, 2004].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre Na⁺ miktarı 3,39–46,93 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.7. K⁺ İyonu

K⁺ yer kabuğunda Na⁺ ile yaklaşık aynı oranda bulunmasına karşın doğal sularda ikinci sırada yer alır. Bunun nedeni K⁺ içeren minerallerin Na⁺ içeren minerallere göre daha zor çözünmesidir. K⁺ kaynağı biotit, muskovit, nefelin, feldispat gibi minerallerdir. Çözünen bileşiklerden ayrılan potasyumun büyük bir kısmı kil mineralleri ve bitkiler tarafından emilir [Erguvanlı ve Yüzer, 1973].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait analiz sonuçlarına göre potasyum değerleri 0,56-48,40 ppm arasında değişmektedir. Akdeniz-1, (örnek 14)' de potasyum içeriğinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.8. Ca⁺² İyonu

Kalsiyumun yer altı sularına karışması kalsit, aragonit, dolomit, jips, anhidrit, flüorit gibi silikatlı olmayan minerallerin ve albit, anortit, piroksen ve amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyumun çözünmesi ile olur. Toprak alkali bir metal olan Ca yer kabuğunda ve tatlı sularda yoğun olarak bulunur. Suyun pH değeri kalsiyumun çökelimini doğrudan etkiler. Kalsiyum sulama sularındaki sodyum yüzdesini düşürür [Hounslow, 1995].

İnceleme alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre Ca⁺² miktarı 32.11–123,09 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.9. Mg⁺² İyonu

Magnezyum, kalsiyumdan sonra yeraltısularında en fazla bulunan katyondur. Mg yeraltısularına dolomit, evaporitik mineraller, magmatik kaya mineralleri (olivin, biotit, hornblend) ve metamorfik kaya minerallerinden (serpantin,

talk, diyopsit) geçer. Yeraltısularında magnezyum değeri 7,05–36,92 ppm arasında değişmektedir [Hounslow, 1995].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre Mg^{+2} miktarı 7.05–36.92 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.10. NH_4^+ İyonu

Amonyum iyonu genellikle bir geçiş formudur [Mcneely vd., 1979; Demer, 2008]. Amonyum hem doğal hem de antropojenik kökenli olarak oluşabilir. Amonyumun doğal kaynakları organik (metabolik prosesler) ve inorganik (kayaç ayrışması, hidrotermal aktivite gibi), antropojenik kaynağı ise gübreler ve endüstriyel faaliyetlerdir [Aiuppa vd., 2003; Demer, 2008]. Amonyak arıtılmış evsel atıksuların yaygın bileşenlerinden birisidir. Kil minerallerine bağlanmış amonyak iyonları toprağın erozyonu sonucu sulara geçer. Sentetik gübreler amonyak ve amonyum tuzları içerirler [McNeely vd., 1979; Demer, 2008].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait analiz sonuçlarına göre amonyum değerleri 0,16-1,07 ppm arasında değişmektedir. Yarma-3, (örnek 7), Alataş-2, (örnek 13), Kalınören, (örnek 17) ve Güleç, (örnek 18) örnekleri dışındaki tüm örneklerde amonyum içeriklerinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.11. CO_3^{-2} ve HCO_3^{-2} İyonları

Yeraltısularındaki karbonat ve bikarbonatların kaynağı atmosfer ve topraktaki karbondioksit ve karbonatlı kayaçlardır. Sularda alkaliniteyi belirleyen en önemli iki iyon CO_3^{-2} ve HCO_3^{-2} 'tür. Doğal sulardaki bikarbonat miktarı suyun CO_2 ve pH değerine bağlıdır. pH 8,2'yi aştığında bikarbonat iyonları hidrojen ve karbon iyonlarına ayrışır. Endüstriyel işletmelerde kullanılan sularda pH değerinin düşme

ihtimaline karşı alkalinite değerinin (900 ppm) olması gereken değeri aşmaması gerekir [Kahraman, 2002].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre CO_3^{-2} iyonuna rastlanmamıştır. Ölçülen bikarbonat iyonu değerleri ise 128,4–368,9 ppm arasındadır (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.12. SO_4^{-2} İyonu

Sülfat, yarıçapı çok büyük bir iyondur. Suda kolay çözülebilen bileşikleri olduğu gibi hiç çözünmeyen bileşikleri de vardır. İçme sularındaki sülfat miktarı 25–250 mg/L arasındadır [TS 266, 2005]. Doğal sulardaki SO_4^{-2} iyonunun kaynağını volkanlar, jips ve anhidritler, bozunmuş organik maddeler ve fabrika atıkları oluşturur. Yerleşim bölgelerinde evsel atıksuların yüzeysel sulara boşaltılması veya çeşitli yollarla yeraltı suyuna sızması, bu sulardaki sülfat derişimini yükseltir [Hounslow, 1995].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre sülfat iyonu değerleri 11,08–108,03 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.13. Cl İyonu

Klorür doğada yaygın olarak bulunan bir elementtir. Yeraltısularındaki klorür deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar suyundan yada atmosferden gelebilir ve tüm yeraltısularında bulunabilmekle birlikte en fazla deniz suyunda bulunur. Bundan dolayı kıydan uzaklaştıkça klor miktarı azalır. Deniz sularında klorür miktarı 20000 mg/l' ye kadar ulaşır, yağmur suyunda ise bu değer 1-25 mg/l arasında değişir. Klorür, suyun katı madde miktarını yükseltir ve korozif karakterini de arttırır [Barkut, 2001]. Genellikle endüstri işletmelerinde kullanılan suların Cl derişiminin 200 ppm'i aşmaması istenmektedir [Şimşek, 2001].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre Cl^- iyonu değeri 4,21–99,13 ppm arasındadır (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.14. F^- İyonu

TS-266 standartlarına göre yeraltısularındaki florür iyonunun 1,5 ppm' i geçmemesi gerekmektedir.

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait analiz sonuçlarına göre florür değerleri 0,00-2,10 ppm arasında değişmektedir. Kalınören, (örnek 17) örneğinde florür içeriğinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.15. NO_2^- İyonu

Nitrit mikrobiyolojik faaliyetler sonucu suya karışır. İçme sularının nitrit içermesi istenmez. Bozunan bitkisel ve hayvansal atıklar, evsel atıksular, tarımda kullanılan gübreler, endüstriyel atıksular, katı atıkların yakılması, atmosferdeki azotun yıkanması yüzey ve yeraltısularına nitrit sağlayan başlıca kaynaklardır [Ergüvanlı ve Yüzer, 1987]. Nitrit kuyu ve kaynak sularında TS–266 standartlarına göre 0,05 ppm'in altında olmalıdır.

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre analizler sonucunda örneklerde nitrit saptanmamıştır. Dolayısıyla sulara nitrit açısından bir risk bulunmamaktadır (Çizelge 5.7; Çizelge 5.9).

5.2.16. NO_3^- İyonu

Nitrat yeraltısularına gübre ve katı atıklar yoluyla karışmaktadır. İçme sularında bulunması gereken maksimum nitrat miktarı 50 ppm olmalıdır [TAF

Bulletin, 2008]. Nitrat azotu suda kolay çözüldüğünden dolayı su için bir tehlike göstergesidir. Bebekler ve çocuklar için hayati tehlikeye neden olabilir. Bazı bakterilerin nitratı nitrite çevirmesinden dolayı ortaya çıkan fazla nitrit bir dizi aşama sonrasında oksijenin dokulara taşınmamasından dolayı ölümlere sebep olmaktadır. Nitratın içme sularında 45 ppm'den fazla bulunması durumunda çocuklarda methemoglobinemia (karbondioksit zehirlenmesi-mavi bebek) hastalığına sebep olduğu belirtilmektedir [McNeely vd., 1979, Freeze ve Cherry, 1979, Hem, 1985, Uslu ve Türkman, 1987, Bouchard vd., 1992, Aiuppa vd., 2003].

Çalışma alanında Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait analiz sonuçlarına göre nitrat değerleri 0,6-58,8 ppm arasında değişmektedir. Ortaalan, (örnek 4), Yarma-1 (örnek 5) ve Akdeniz-1 (örnek 14) örneklerinde nitrat içeriklerinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.9).

5.2.17. Ağır Metaller

5.2.17.1. Zn (Çinko)

Çinko yaygın olarak çevrede, havada ve su sistemlerinde jeotermal sularda ve canlıların tümünde bulunur. En fazla bulunan minerali sfalerittir (ZnS). Sfalerit en fazla Pb, Cu, Cd ve demir sülfürle birlikte bulunur. Çinko sülfür, oksitli, karbonatlı ve klorürlü suda kolayca çözünür. Çinkonun, çinko hidroksit ve çinko karbonat şeklinde bileşikleri de vardır. [Kahvecioğlu ve Kartal, 2003].

Temmuz 2011 döneminde alınan örneklerde yapılan analizler sonucu Zn içeriklerinin 0,2–81,3 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5.6). Değerler TS-266 standardında verilen maksimum sınır değerinin altında olduğundan kullanım açısından herhangi bir risk bulunmamaktadır.

5.2.17.2. Cu (Bakır)

Yeraltısularında ve yüzey sularında bakır bulunabilir. Sudaki bakır miktarı suyun pH' ına, karbonat derişimine ve diğer anyonlara bağlıdır. Bakır tuzları sudaki bakteri büyümelerini azalttığından musluk suyundaki bakır miktarı saf su ve arıtılmış sudaki bakır miktarından fazla olabilir. Sudaki bakır zararlı olmamakla birlikte alüminyum ve çinko gibi borularda aşındırıcı bir etki yapabilmektedir. Bakır miktarının 5 ppm' i aşması halinde suya kötü tat verir. Ayrıca bakır bitkilerin büyümesini engellemekte ve sudaki planktonların çoğalmasına da baskılayıcı bir etkisi yapmaktadır [Kahvecioğlu ve Kartal, 2003].

Temmuz 2011 döneminde alınan örneklerde yapılan analizler sonucu 9 örnekte Cu' ya rastlanmış olup Cu değerleri 0,00-26,21 arasında değişmektedir (Çizelge 5.6). Elde edilen değerler TS-266 standardına uygun olduğundan sularda Cu açısından bir sakınca bulunmamaktadır.

5.2.17.3. Fe (Demir)

Fe, doğada yaygın olmasına rağmen, doğal sularda az bulunur. Bunun sebebi demirin sudan tortu oluşturarak ayrılmasıdır. Demir suda Fe^{+2} ve Fe^{+3} olmak üzere iki formda bulunur. Bazı yeraltısularında ve asidik yüzey sularında demir miktarı yoğun olabilir. Demirin 0,3 ppm' den fazla olması suya kötü tat verir. Bazı bakteri ve planktonların oluşumuna neden olmaları ve bunların çoğalıp boruları tıkamalarından dolayı gündelik yaşamda ve endüstride kullanımı zararlı olabilir. Sanayi işletmelerinde 0,1 ppm' den fazla sular kullanılamaz. Demir içeriği 0,05 ppm' e kadar olan suların kullanılması uygundur [Kahvecioğlu vd., 2003]. Özellikle tekstil endüstrisi işlem suyunda, demir içeriğinin fazla olması, ürünlerde renk bozukluğuna ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır [Eroğlu, 1984].

Temmuz 2011 döneminde alınan örneklerde yapılan analizler sonucu sadece Çarıklar (örnek 1) örneğinde demir içeriğine rastlanmamıştır. Diğer örneklerdeki demir değerleri 1,7–342,1 ppb arasında değişmekte olup Ortaalan, (örnek 4)

örneğinde demir içeriğinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.6).

5.2.17.4. Ni (Nikel)

Nikel yeryüzünde yaygın olarak bulunan bir elementtir. Nikelin suya karışması içme suyuyla temas halinde olan borulardan ve içme suyu tesisatından metallerin ortama girmesi ile gerçekleşir. Bazı yeraltısularına ise nikel içeren kayalardan ya da maden ocaklarından karışabilmektedir. pH' a ve alınan örneğin alındığı derinliğe bağlı olarak sudaki nikel miktarı değişir (Kahvecioğlu ve Kartal, 2003).

Temmuz 2011 dönemine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre nikel değerleri 0,6–8,1 ppb arasında olup TS-266 standardına göre içme suyu kullanımı açısından bir sakınca bulunmamaktadır (Çizelge 5.6).

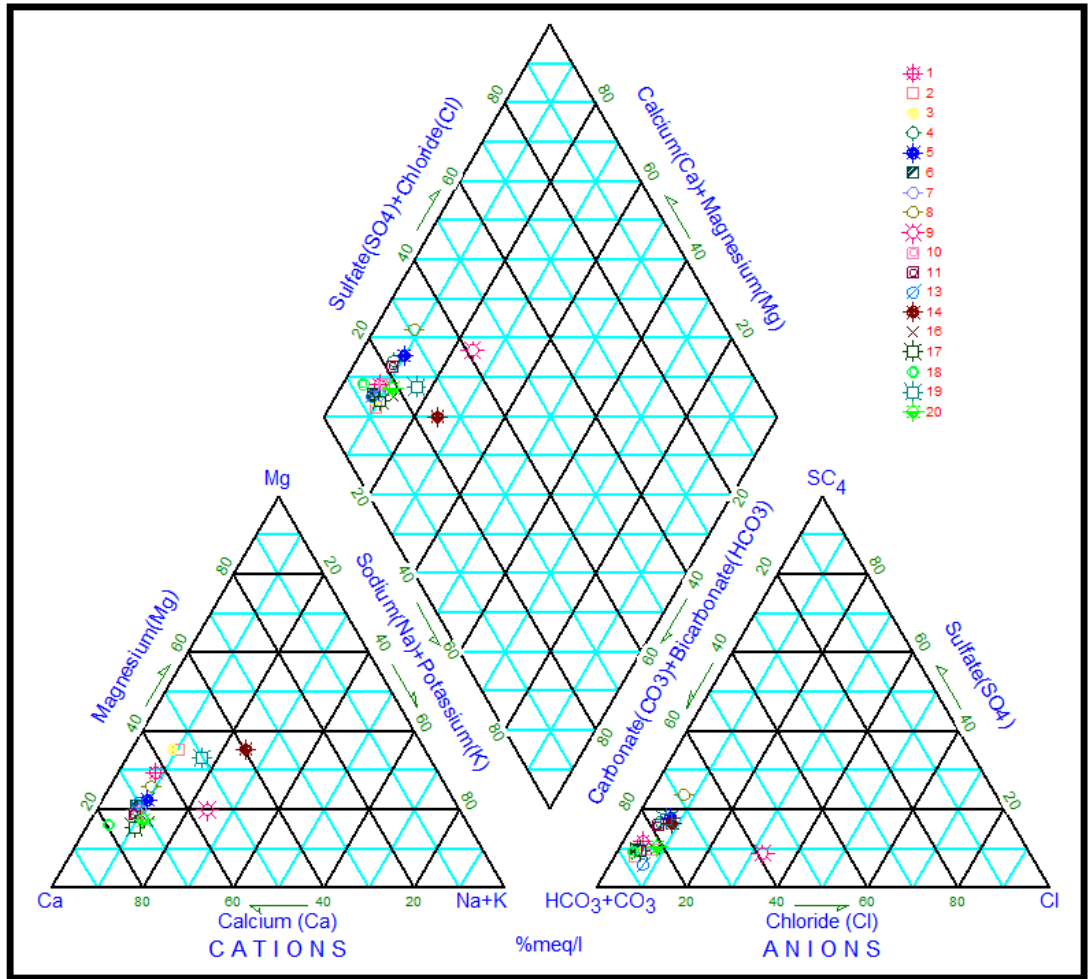
5.2.17.5. Al (Alüminyum)

Alüminyum, doğal sulara toprak ve kayalardan çözünme ile karışır. Suda çözülmüş tuz, veya suda çözünemeyen bileşikler halinde bulunur. Alüminyum hem kation, hem anyon halinde bulunur. Sülfat ve florür ile kuvvetli kompleks bileşikler oluşturan alüminyum iyonu, bu yüzden bazı suların derişiminde daha yüksek miktarda rastlanır [Trapp, G. A, Cannon, J. B.,1981; Greger, J. L., Baier, M. L.,1983].

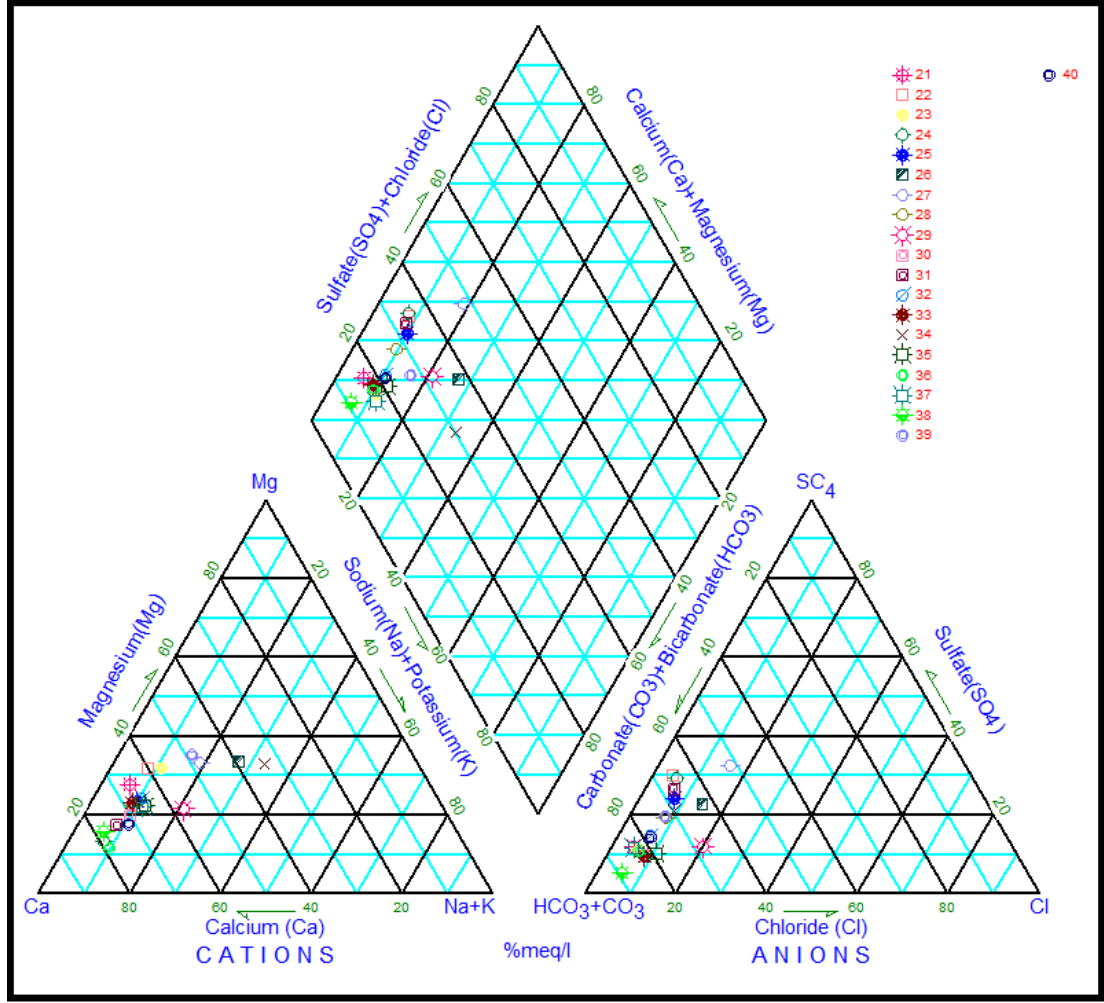
Temmuz 2011 dönemine ait örneklerin analiz sonuçlarına göre 8 örnekte alüminyuma rastlanmamıştır. Diğer örneklerdeki Al değerleri 0,07–397,18 ppb arasında olup Ortaalan, (örnek 4) örneğinde Alüminyum içeriğinin TS-266 standardında verilen sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Çizelge 5.6).

5.4. SULARIN PİPER DİYAGRAMINA GÖRE YORUMLANMASI

Çalışma alanındaki suların hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Ekim 2011 ve Şubat 2012 dönemlerine ait alınan yeraltısuyu örnekleri için Piper diyagramı hazırlanmıştır. Piper diyagramına göre yeraltısuyu örneklerinin Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃ içerikli olduğu belirlenmiştir. Az sayıda örnekte sodyum ve klorür içeriği diğer örneklere göre daha yüksektir (Şekil 5.1, Şekil 5.2).



Şekil 5.4. Ekim 2011 dönemi örneklerine ait Piper diyagramı.



Şekil 5.5. Şubat 2012 dönemi örneklerine ait Piper diyagramı.

6. ÇEVRESEL İZOTOPLAR

Bir elementin her atomunda proton sayısı aynı olmasına karşın, nötron sayıları değişebilmektedir. Proton sayıları aynı nötron sayıları farklı olan elementlere izotop adı verilir. İzotoplar genel olarak iki gruba ayrılırlar: Duraylı (kararlı) izotoplar, duraysız (radyoaktif) izotoplar.

Duraylı (kararlı) izotoplar buharlaşma ve yoğunlaşma gibi fiziko-kimyasal süreçlerle konsantrasyonlarının değişmesine rağmen zamanla herhangi bir doğal bozunma göstermeyen izotoplardır.

Duraylı izotop bileşimleri, belli bir standardın bileşiminden olan sapmalar şeklinde, δ (delta) parametresi ile ifade edilir.

$$\delta = \frac{R_{\text{ÖRNEK}} - R_{\text{STANDART}}}{R_{\text{ÖRNEK}}} \times 10^3 \quad (6.1)$$

Hidrojeolojide yaygın olarak kullanılan duraylı izotoplar hidrojen (^1H , ^2H (döteryum)) ve oksijen (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) izotoplarıdır Çizelge (6.1.). Bu izotoplar yeraltısularının kökeninin belirlenmesi açısından önemlidir [Clark ve Fritz, 1997; Demer, 2008].

Oksijen ve hidrojenin kararlı izotopları hidrolojik çalışmalarda genellikle izleyici olarak kullanılmaktadır. Genel olarak duraylı izotoplar, verilen elementin iki en bol izotopunun oranı olarak ölçülür.

Oksijen ve hidrojenin izotopik bileşimleri, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ve $\text{D}/^1\text{H}$ oranlarının farklılıkları açısından belirtilmektedir. Deniz suyunun izotopik bileşimi referans olarak kullanılan SMOW olarak bilinir.

SMOW (Standard Mean Ocean Water) ilk defa Craig [1961] tanımlanmıştır. SMOW, okyanus sularının ortalama izotop bileşimini yansıtmakta ve $\delta D=0\%$ ve $\delta^{18}O=0\%$ değerleriyle tanımlanmaktadır.

Standarda göre suyu karakterize eden negatif değerler izotopik olarak tükenmeyi (ağır izotop açısından fakir olduğunu), pozitif değerler ise su örneğine göre izotopik zenginleşmeyi (ağır izotop açısından zengin olduğunu) göstermektedir [IAEA, 1998; Demer, 2008].

Duraysız izotoplar ise yeraltısularının akiferde geçiş süresinin belirlenmesi ve yeraltısularının bağlı yaşının belirlenmesinde kullanılır. Hidrojeolojide en yaygın olarak kullanılan duraysız (radyoaktif) izotop trityum (3H) izotopudur. Trityumun sulardaki konsantrasyonu Trityum Birimi (Tritium Unit, TU) cinsinden ifade edilmektedir. $1 TU = 1 \text{ atom } ^3H / 10^8 \text{ atom H}$ 'dir [Dansgaard, 1964].

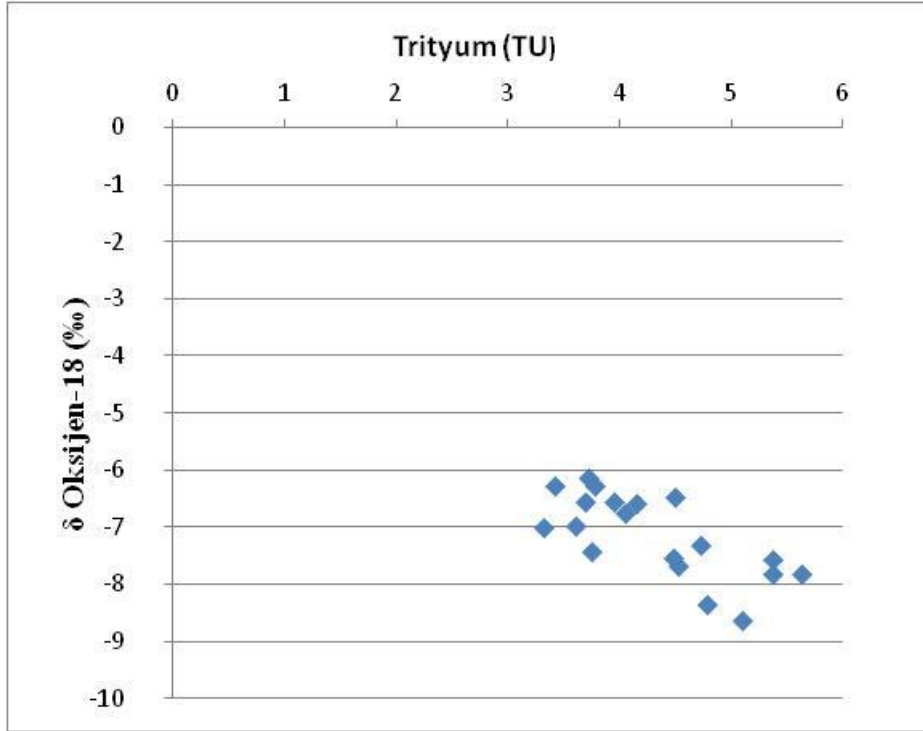
Çizelge 6.1. Hidrojeokimyasal çalışmalarında yaygın olarak kullanılan izotopların doğadaki (göreceli) derişim düzeyleri [Faure, 1986; Gerardo-Abaya vd., 2000].

İZOTOP	DERİŞİM (% toplam element derişimi)
1H	99.9852
$^2H = D$	0.0148
3H	10^{-15} - 10^{-12}
^{16}O	99.76
^{17}O	0.04
^{18}O	0.20

Bu çalışma kapsamında yeraltısuyunun etkilendiği fiziksel süreçlerin, beslenme alanı yükseltisinin ve bağlı geçiş süresinin belirlenmesi için çevresel izotoplardan (^{18}O , 2H , 3H) yararlanılmıştır. İzotop ölçümleri için örnekler sadece Ekim 2011 döneminde alınarak, trityum (3H) analizleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, oksijen ve döteryum analizleri (D ve ^{18}O) Utah Üniversitesi Biyoloji Bölümü Duraylı İzotop Laboratuvarı'nda yapılmıştır (Çizelge 6.2).

6.1. OKSİJEN-18 ve TRİTYUM İLİŞKİSİ

Trityum yarılanma ömrü 12,43 yıl olan bir hidrojen izotopudur. Hem doğal hem de yapay olarak üretilen trityum hidrolik sisteme yağış ile girer. İnceleme alanına ait yeraltısularının oksijen-18 ve trityum grafiği Şekil 6.1’ de verilmiştir. Bu grafiğe göre inceleme alanındaki sular kısa yeraltısuyu geçiş süresini ve yerel yağışlardan beslenimi temsil etmektedir.



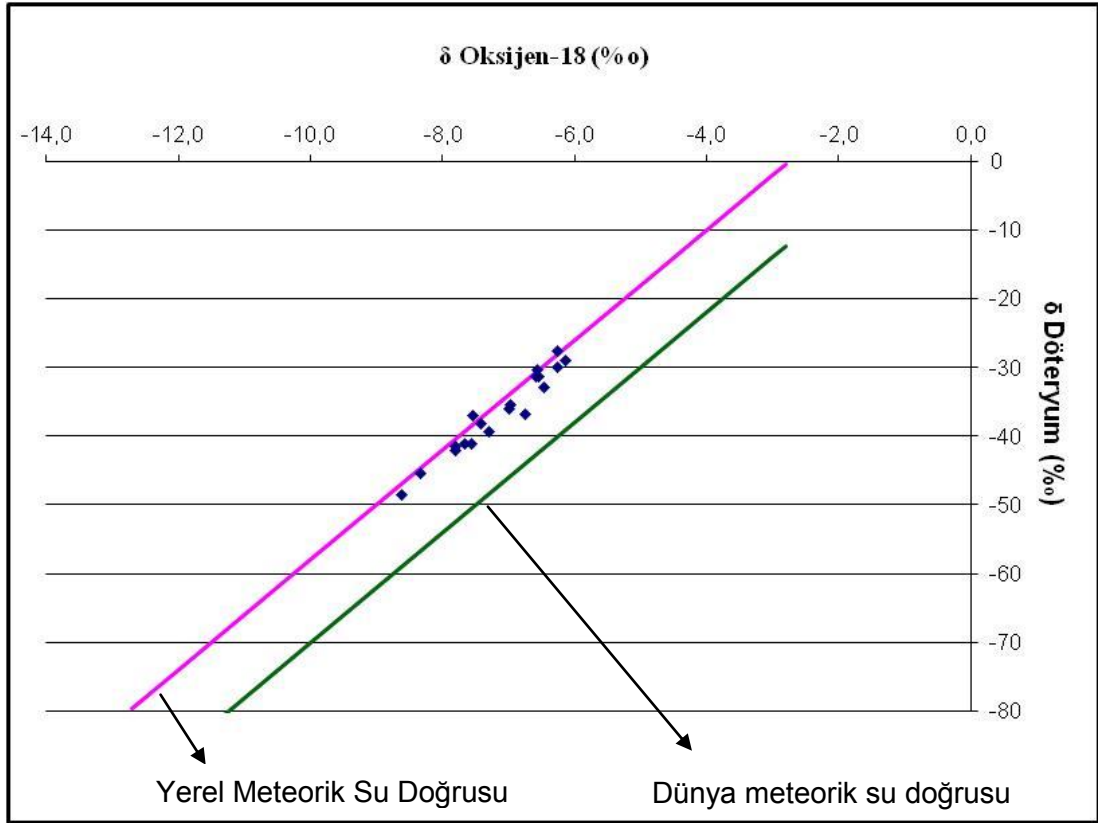
Şekil 6.1. Oksijen-18 ve trityum grafiği

Çizelge 6.2. Ekim 2011 dönemine ait örneklerin izotop ölçümleri

Kuyu No	Yer Adı	Tarih	pH	Eİ (mS/cm)	T (°C)	D	¹⁸ O	³ H (TU)	³ H Hata
1	Çarıklar	12.10.2011	7.11	587	22.2	-41	-7.6	5.37	0.43
2	Yeşilyurt-1	10.10.2011	7.04	526	23.4	-36	-7.0	3.33	0.4
3	Yeşilyurt-2	10.10.2011	7.39	605	23.3	-38	-7.4	3.76	0.38
4	Ortaalan	11.10.2011	7.28	564	23	-33	-6.5	4.5	0.43
5	Yarma-1	10.10.2011	7.1	658	22.2	-30	-6.6	3.69	0.42
6	Yarma-2	10.10.2011	7.49	460	24.1	-42	-7.8	5.63	0.44
7	Yarma-3	10.10.2011	7.14	506	24.1	-41	-7.8	5.37	0.44
8	Yarma-4	10.10.2011	7.41	675	20.8	-30	-6.3	3.78	0.41
9	İskele-1	11.10.2011	7.45	521	22.3	-39	-7.3	4.73	0.43
10	İskele-2	10.10.2011	7.66	511	22.2	-41	-7.7	4.53	0.43
11	Tozan	11.10.2011	7.41	540	25	-37	-7.5	4.49	0.43
12	Alataş-1	11.10.2011							
13	Alataş-2	11.10.2011	7.56	472	20.8	-28	-6.3	3.42	0.39
14	Akdeniz-1	12.10.2011	7.2	777	21.9	-37	-6.8	4.05	0.4
15	Akdeniz-2	11.01.2011	7.18	491	22.5	-35	-7.0	3.61	0.41
16	Emirşah	11.10.2011	7.3	457	22.9	-31	-6.6	4.16	0.41
17	Kalınören	12.10.2011	7.35	443	22.7	-45	-8.3	4.79	0.42
18	Güleç	12.10.2011	7.83	275	18.8	-48	-8.6	5.11	0.41
19	Çeltikçi	12.10.2011	7.25	782	23	-31	-6.6	3.95	0.42
20	Alan	11.10.2011	7.63	508	25	-29	-6.1	3.73	0.41

6.2. OKSİJEN-18 ve DÖTERYUM İLİŞKİSİ.

İnceleme alanı için yerel meteorik su doğrusu ($\delta D = 8 \delta^{18}O + 22$ [Payne ve Dinçer, 1965]) baz alınmıştır. Çalışma alanına ait örnekler yerel meteorik su doğrusu üzerinde veya çevresinde yoğunlaşmıştır. Bu durum inceleme alanındaki yeraltısularının meteorik kökenli yerel yağışlardan beslendiğini göstermektedir.



Şekil 6.2. Ekim 2011 dönemine ait oksijen-18 ve döteryum grafiği.

7. SONUÇLAR

Anamur kenti Kuvaterner yaşlı alüvyon üzerinde yer almakta olup bu birim Anamur Kıyı Akiferini oluşturmaktadır. Anamur' un kuzey kesimlerinde ise metamorfik kayalar yaygındır. Bu bölgede Prekambriyen yaşlı şist, Alt Kambriyen yaşlı kuvarsit, Orta Kambriyen yaşlı mermer, Üst Kambriyen yaşlı şist, Permo-Karbonifer yaşlı şist ve kuvarsit, Üst Permian yaşlı mermer ve kireçtaşı, Alt Triyas yaşlı killi kireçtaşı, Alt Triyas yaşlı şist-kalkşist, Orta-Üst Triyas yaşlı metakırıntılı kaya ve Jura-Kretase yaşlı mermer birimleri bulunmaktadır.

Kıyı akiferinde Temmuz 2011, Ekim 2011, Şubat 2012 ve Haziran 2012' de olmak üzere dört dönemde 20 noktada yapılan yeraltı su seviyesi ölçümleri ile hazırlanan su seviye haritaları yeraltı su akım yönünün güneydoğu yönünde olduğunu göstermektedir. Ayrıca bazı ölçüm noktalarında su seviyesinin deniz seviyesinin altına düştüğü belirlenmiş olup bu alanlarda tuzlanma riski bulunmaktadır. Çalışma alanındaki yeraltı sularında sıcaklık değerleri 10,8 ile 26,4 arasında, pH değerleri 7,04 ile 7,83 arasında, elektriksel iletkenlik değerleri 275 ile 924 mikroS/cm arasında değişmektedir. Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu dönem Temmuz 2011 dönemi olup, ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 26,4' tür. pH değerleri yeraltı sularında genel olarak Ekim 2011 döneminde yüksek olmasına karşın en yüksek pH değeri Temmuz 2011 döneminde Akdeniz-2 (Örnek 15)' de belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri yeraltı su örneklerinin pek çoğunda Haziran 2012 döneminde yüksek olmakla birlikte en yüksek EI değeri Şubat 2012 döneminde Çeltikçi (Örnek 19)' de belirlenmiştir. Piper diyagramı yeraltı su örneklerinin Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃ içerikli olduğunu göstermektedir. Bazı yeraltı su örneklerinde nitrat, amonyum, potasyum, florür, demir ve alüminyum içerikleri TS-266 standardında verilen sınır değerlerinin üzerindedir. Yeraltı su örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerine göre "iyi-kullanılabilir" ve "çok iyi-iyi" sular sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Yeraltı su örnekleri SAR (Sodyum Adsorbsiyon Oranı) değerlerine göre "çok iyi özellikteki sulama suları" olarak sınıflandırılmıştır.

Oksijen-18, döteryum ve trityum izotop analizleri yeraltısularının yerel yağışlardan beslendiğini ve kısa yeraltısuyu geçiş süresine sahip olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aiuppa, A., “Natural and anthropogenic factors affecting groundwater quality of an active volcano (Mt. Etna, Italy)”, *Applied Geochemistry*, 18, 863-882, (2003).
- Akgiray, Ö., “İçme suyu ve su arıtımı. Suyumuzun Geleceği ve Türkiye Su Politikaları”, 22 Mart Dünya Su Günü paneli, Zekai Şen, Sevinç Sırdaş (Editör), *Bildiriler*, İstanbul, s. 62-75, (2003).
- Altuncu, A., “Anamur (İçel) Kuzeyinin Jeolojisi”, Yüksek Lisans Tezi, ME.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, (1999).
- APHA, “Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater”, American Public Health Association, Washington, (1985).
- Back, W., “Hydrochemical facies and ground-water flow patterns in northern part of Atlantic coastal plain”, *U.S. Geol. Surv. Profess. Papers* 488-A, 1-42, (1966).
- Barkut, E., “Kızgın Sulu, Kızgın Yağlı ve Buharlı Isıtma Sistemleri”, *Makine Mühendisleri Odası Yayınları*, MMO/2001/282: 131-137, (2001).
- Blumenthal, M., “Bozkır Güneyinde Toros Sıradağlarının Serisi ve Yapısı”, *İÜFF. Mec.*, Seri B. 9, 95-125, (1944).
- Blumenthal, M., “Geologie der Taurusketten In Hinterland von Seydişehir Und Beyşehir”, *MTA yayınları seri D5*, Ankara, 134s, (1947).
- Blumenthal, M.M., “Batı Toroslarda Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar” *Maden Tetkik Arama Enst.*, Ankara, No:5, 194 s, (1951).

- Bouchaou, L., “Origin and residence time of groundwater in the Tadla basin (Morocco) using multiple isotopic and geochemical tools”, *Journal of Hydrology* 379, 323-338 (2009).
- Bouchard, D. C., Williams, M.K., ve Surampalli, R. Y., “Nitrate contamination of groundwater: sources and potential health effects”, *J. Am. Water Work Assoc.* 84, 85-90, (1992).
- Clark, I., Fritz, P., “Environmental Isotopes in Hydrogeology”, Lewis Publ., Boca Raton, 328p., (1997).
- Clarke, F.E., “Significance of chemistry in water well development: Cento Symposium on Hydrology and Water Resources Development”, *Proceedings*, 367- 390, (1966).
- Craig, H., “Isotopic Variations in Meteoric Waters”, *Science* 133, 1702-1703, (1961).
- Dansgaard, W., “Stable isotopes in precipitation”. *Tellus* 16, 436- 469, (1964).
- Day, B. A., Nightingale, H. I., “Relationships between ground- water silica, total dissolved solids, and specific electrical conductivity: Ground Water”, 22, 1, 80- 85, (1984).
- Dean, W.T., Özgül, N., “Orta Toroslar’da Çaltepe Formasyonunun Bağbaşı (Hadim-Konya) Yöresindeki Yüzeylemesinde Bulunan Orta Kambriyen Trilobitleri”, *MTA Der. Sayı: 92*, Ankara, 1-6s, (1979).
- Demir, S., “Isparta Ve Yakın Çevresi Yeraltısularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal Ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi ve İçme Suyu Kalitesinin İzlenmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta*, (2008).

Demirtaşlı, E., Gedik, İ., ve İmİK M., “Ermenek Batısında, Göktepe, Dumlugöze ve Tepebaşı Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi”, M.T.A. Raporu, No.8753, Ankara, 45 s., (1986)

Erguvanlı, K., Yüzer E., “Yeraltı suları Jeolojisi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları: 967, İstanbul., 293-324, (1973).

Erguvanlı, K. ve Yüzer, E., “Yeraltı suları Jeolojisi”, İTÜ yayın no: 23, İstanbul, 339s, (1987).

Eroğlu, V., “Su Tasfiyesi”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ders Notları. 6-10, (1984).

Faure, G., “Principles of Isotope Geology”. (2nd edition), John Wiley and Sons, New York, 589p, (1986).

Feth, J. H., Roberson, E. ve Polzer, W. L., “Sources of mineral constituents in water from granitic rocks Sierra Nevada, California and Nevada. U. S. Geol. S. Survey Water Supply Paper”, 1535-I, 1-70. p, (1964).

Foster, M. D., “The origin of high sodium bicarbonate waters in the Atlantic and Gulf Coastal Plains”, Geochim, Cosmochim, Acta 1, 33 -48, (1950).

Freeze, R.A., Cherry, J.A., “Groundwater”, Prentice Hall, Inc., 07632, 604, (1979).

Garrels, R. M., “Genesis of ground waters from igneous rocks”, Researches in geochemistry, vol. II (P. H. Abelson, ed.), New York, (1967).

Gerardo, J., “Assessment Of The Chemical Analysis of Coldwater in Some Laboratories Participating In Technical Cooperation Projects on Isotope Hydrology”. Isotope Hydrology International Atomic Energy Agency Vienna, Austria, (2000).

Greger, J. L., Baier, M. L., “Excretion and Retention of Low or Moderate Levels of Aluminium By Human Subjects”, *Food Chemistry and Toxicology*, p. 21, 473-77, (1983).

Hatipoğlu, Z. “Mersin–Tarsus kıyı akiferinin hidrojeokimyası”, *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 142s, (2004).*

Hem, J.D., “Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water”, *U.S. Geological Survey Water- Supply Paper 2254, U.S. Geological Survey, Alexandria, VA 22304, USA, 263 p, (1985).*

Hounslow, A.W., “Water Quality Data, Analysis and Interpretation”, *Lewis Publishers, (1995).*

IAEA, “Analytical quality in the IAEA isotope hydrology laboratory: Some recent improvements”. *Water and environment news, IAEA, No.3, pp 5-7, (1998).*

Kahraman, S., “Endüstride Buhar Kullanımı ve Enerji Geri Kazanımı”, *Enerji Kazanımı Sempozyumu, Intervalf Yayınları, Bursa, s:56-62, (2002).*

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri II”, *Metalürji Dergisi.*, 136: 46-53, (2003).

Karaman, Nuriye. “Gebze ve Dilovası’nın (Kocaeli) Hidrojeolojik İncelemesi”, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2010).*

Kelly, G. J., “Assesment and control of corrosion in groundwater”, *Papers of the International Conference on Grounwater and Man- Vol.2: Water Resources Council Conf, Series No. 8, 185- 195, (1983).*

Küçükyalı, R., “Buhar Tesisatı, Isısan Çalışmaları”, 252: 60-141, (2000).

- Mcneely, R.N., Neimanis, V.P., Dwyer, L., “Water Quality Sourcebook- A Guide To Water Quality Parameters”, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p, (1979).
- Metin, S., Ayhan, A., Papak, İ., “Doğu Toroslar’ın Batı Kesiminin Jeolojisi”, MTA Der., sayı 107., sayfa 1-12, (1986).
- Özgül, N., Gedik, İ., “Orta Toroslar’da Alt paleozoyik Yaştaki Çaltepe Kireçtaşı ve Seydişehir Formasyonunun Stratigrafisi ve Konodont Faunası Hakkında Yeni Bilgiler”, TJK Bült., Cilt: 14, Sayı: 2, Ankara, (1973).
- Özgül, N. “Toroslar’ın Temel Jeolojik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 19, 65-78, (1976).
- Özgül, N., “Alanya bölgesinin Jeolojisi”, İstanbul Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, (1983).
- Özgül, N., “Alanya Tektonik Penceresi ve Batı Kesiminin Jeolojisi”, TJK Ketin Sempozyumu, Ankara, 97-120s, (1984).
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Öztaş, Y., “Sultandağları-Sandıklı-Homa-Akdağ Yöresinin Jeolojisi”, TPAO Rapor no: 3028, Ankara, (1991).
- Özgül, N., “Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar’ın Kuzey Kesimi) Dolayında Yer Alan Tektono-Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi”, M.T.A. dergisi 119, Ankara, s.113-174, (1997).
- Öztürk, E.M., Öztürk, Z., Acar, Ş., Ayaroğlu, A., “Şakırağaç (Isparta) ve Dolayının Jeolojisi”, Mta rapor No: 7045, Ankara, (1981).

- Öztürk, E.M., Akdeniz, N., Bedi, Y., Sönmez, İ., Usta, D., Kuru, K., Erbay, G.,
“Alanya Napının Stratigrafisine Farklı Bir Yaklaşım”, TJK Bült. 10,
Ankara, 2-10, (1995).
- Payne, B., ve Dinçer, T., “Isotope Survey of Karst Region of Southern Turkey”,
Proc. Of Sixth International Conference of Radicarbon and Tritium Dating
IAEA, IAEA Publ., (1965).
- Peyronnet, P., “Alanya bölgesinin (Güney Toroslar) jeolojisi: metamorfik boksitin
kökeni” MTA Bull., 76, Ankara, 98-123, (1971).
- Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası”, SAM Çevre Teknolojileri Merkezi
Yayınları, 4: 288-297, (1999).
- Scofield, S., “The Salinity of irrigation water”, Smitsonian Institute Annual Report,
USA, (1935).
- Soyaslan, İ. İ., “Eğirdir Gölü Doğusunun Hidrojeoloji İncelemesi ve Yeraltısuyu
Modellemesi”, SDÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 260 s,
(2004).
- Stevens, H.H., Ficke, J.F., Smoot, G.F., “Water Temperature- İnfluentia Factors,
Field Measurement And Data Presentation: Techniques Of Water”,
Resources Investigations Of The United States Geological Survey, Chapter
D1, Book 1, 65p. (1975).
- Şahinci, A., “Doğal Suların Jeokimyası. Reform Matbaası”, İzmir, 548 s, (1991).
- Şengün, M., “Alanya Masifinin Jeolojisi” M.T.A. Rap., no: 9000, Ankara, (1986).
(yayımlanmamış)

Şenel, M., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölübaşı, A.s., Mtin, S., Esentürk, K., Bilgin, A.Z., Uğuz, F.J., Korucu, M., Özgül, N., “Eğridir-Yenibaşardemirli-Gebiz ve Geriş-Köprülü (Isparta-Antalya) Arasında Kalan Alanın Jeolojisi”, MTA rapor No: 9390, TPAO Rap. No: 3132, Ankara, 559 s, (1992).

Şenel, M., “Anamas-Akseki Otoktonu Güney Kenarını Temsil Eden Pirnon Bloğu'nun Stratigrafik Özellikleri ve Paleontolojik Yorumu”, T.J. Bült. 39/2, Ankara, (1996).

Şimşek, C., Filiz Ş., “Torbalı Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi”, Yeraltı suları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı, İzmir, 275-283, (2001).

TAF Preventive Medicine Bulletin, “Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi”, s:351-356, (2008).

Trapp, G. A, Cannon, J. B., “Aluminium Pots as A Source of Dietary Aluminium”, New England Journal of Medicine, 304, 172, (1981).

TS 266, “Sular-İnsani tüketim amaçlı sular”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2005).

Tsujimura, M., “Stable isotopic and geochemical characteristic of groundwater in Kherlen River basin, a semi-arid region in eastern Mongolia”, Journal of Hydrology 333: 47– 57, (2007).

Ulu, Ü., “Sugözü-Gazipaşa (Antalya) Alanının Jeolojisi”, Jeo. Müh. 16, 3-8, (1983).

Ulu, Ü., “Gazipaşa-Sugözü (Antalya) Alanının Jeolojisi”, MTA rapor no: 7965, Ankara, (1986).

Ulu, Ü., “Gazipaşa (Antalya) Bölgesinin Jeolojisi”, İstanbul Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 209s, (1989).

Uslu, O., Türkman, A., “Su Kirliliği ve Kontrolü”, Çevre Genel Md. Yay. Eğitim Dizisi, 1, 364 s, (1987).

U. S. Salinity Lab. Staff, “Salt Problems in Irrigation Soils”, USDA Agr.Inf. Bull. 190, (1954).

Usta, D., “Anamur-Bozyazı Dolayının (Alanya P29-c2, c3, c4, paftalarının) Jeolojisi”, M.T.A. Jeoloji Etütler Dairesi, Ankara, Rapor No: 10485, (2001).

World Health Organization (WHO), “Guidelines for drinking water quality”, Volume 1, Recommendations: WHO Publ., Geneva, 130 p, (1984).

World Health Organization (WHO), “Guidelines for drinking water quality, Volume 2, Health criteria and other supporting information”, WHO Publ., Geneva, Switzerland, 335 p, (1989).

Zafnaki, H., “Karaağaç(Buca-İzmir) ve Çevresinin Hidrojeolojisi ve Yeraltısuyu Potansiyelinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2010).

ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Zeki YAREN

Doğum Tarihi: 24/06/1985

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2004-2008
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2009-2013

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1.