

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KUMLUCA (ANTALYA) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN MEKANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ**

Fatma ÖZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKİM 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KUMLUCA (ANTALYA) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN MEKANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ**

Fatma ÖZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

EKİM 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KUMLUCA (ANTALYA) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN MEKANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Fatma ÖZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

EKİM 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUMLUCA (ANTALYA) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN MEKANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ**

Fatma ÖZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 22/10/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Yasemin LEVENTELİ (Danışman)
Prof.Dr. M. Gürhan YALÇIN
Prof.Dr. Ayşen DAVRAZ

ÖZET

KUMLUCA (ANTALYA) KIYI AKİFERİNİN HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN MEKANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Fatma ÖZ

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ

Ekim 2024; 108 sayfa

Son dönemde yaşanan kuraklık sorunu, tarımın yaz kış yapılması, nüfusun artmasına paralel yapılaşmanın ve sanayileşme faaliyetlerinin artması gibi nedenlerle temiz suya erişim eskisi kadar kolay olmamaktadır. Bu durum, Antalya'nın Kumluca İlçesinde yer alan Kumluca Ovası gibi önemli tarım alanlarında daha büyük sorunlara yol açmaktadır. Bölge halkının genel olarak geçim kaynağı olan tarım için sulama suyu ihtiyacı, bölgenin yüzey ve yeraltısularından karşılanmaktadır. Bu durum suların nitel özelliklerinin yanı sıra, nicel özelliklerinin de değişmesine yol açmaktadır. Bu nedenle bölgede yapılan hidrojeokimyasal çalışmaların güncellenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle, öncelikle çalışma alanında bulunan 7 adet rasat kuyularının 2020 yılı Ekim ayı, 2021 yılı Nisan – Ekim ayları, 2022 yılı Nisan aylarına ait kimyasal analiz sonuçları ve 2019 yılı Ocak ayından itibaren her ay düzenli ölçülen 9 adet sondaj noktasının su seviyelerine ait veriler, DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü'nden derlenmiştir. Sonrasında 2024 Mart ayında 8 noktada Combo Water Quality Meter 86031 model su kalitesi ölçüm cihazı ile yerinde ölçümler yapılmış, su örnekleri alınarak XRF cihazı ile ağır metal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda suların hepsinin bazik karakterli, yumuşak ve çok sert, magnezyum bikarbonat tipli sular sınıfında, genellikle olağan klorürlü, olağan sülfatlı ve olağan karbonatlı ve tarımda kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; kaya-su etkileşiminin yoğun olduğu bu kıyı akiferinde, hidrojeokimyasal verilerdeki bazı anomaliler tarım faaliyetlerinin yoğunluğuna ve kıyı kesimde tuzlu su girişimine işaret etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya, Hidrojeoloji, Hidrojeokimya, Kumluca, Su kimyası

JÜRİ: Doç.Dr. Yasemin LEVENTELİ (Danışman)

Prof.Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof.Dr. Ayşen DAVRAZ

ABSTRACT

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION OF HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF KUMLUCA (ANTALYA) COASTAL AQUIFER

Fatma OZ

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ

October 2024; 108 pages

Access to clean water is not as easy as before due to reasons such as the recent drought problem, agriculture being carried out in summer and winter, and the increase in construction and industrialization activities parallel to the increase in population. This situation causes even greater problems in important agricultural areas such as the Kumluca Plain in the Kumluca District of Antalya. The need for irrigation water for agriculture, which is the main source of income for the people of the region, is met from the surface and groundwater of the region. This situation causes changes in both the qualitative and quantitative properties of water. For this reason, the need to update the hydrogeochemical studies conducted in the region has arisen. First of all, the chemical analysis results of 7 observation wells in the study area for October 2020, April - October 2021, April 2022 and the water level data of 9 drilling points measured regularly every month since January 2019 were compiled from the DSI XIIIth Regional Directorate. Afterwards, in March 2024, on-site measurements were made at 8 points with the Combo Water Quality Meter 86031 model water quality measuring device, water samples were taken and heavy metal analyzes were performed with the XRF device. As a result of the studies, it was determined that all of the waters were basic in character, soft and very hard, magnesium bicarbonate type waters, generally with ordinary chloride, ordinary sulphate and ordinary carbonate, and could be used in agriculture. However; in this coastal aquifer where rock-water interaction is intense, some anomalies in hydrogeochemical data indicate intensive agricultural activities and salt water intrusion in the coastal area.

KEYWORDS: Antalya, Hydrogeology, Hydrogeochemistry, Kumluca, Water chemistry

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ (Supervisor)

Prof.Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof.Dr. Ayşen DAVRAZ

ÖNSÖZ

Bu çalışmada; Kumluca kıyı akiferinin yüzey ve yeraltı sularının hidrojeokimyasal özelliklerinin mekana ve zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmalarında lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana bilgi ve tecrübeleriyle her süreçte yardımcı olan ve yol gösteren çok değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları-Jeokimya laboratuvarında XRF cihazı ile ağır metal analizlerinin tamamını gerçekleştiren; bilgi ve tecrübeleriyle yardımcı olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN'a çok teşekkür ederim.

Tezimi yazma aşamasında tecrübeleriyle beni yönlendiren Sayın Arş. Gör. Dr. Alper GÜNEŞ'e, Sayın Arş. Gör. Dr. Fatih UÇAR'a ve laboratuvar çalışmalarında bilgi ve tecrübeleriyle yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Özge ÖZER ATAĞÖZÜ'ne teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca ve analiz sonuçlarını yorumlamamda bana yardımcı olan değerli arkadaşım Hidroloji Mühendisi Sayın Elif ÜSTEBAY'a çok teşekkür ederim.

Çalışma alanındaki verilere ulaşmamda bana yardımcı olan DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü Yeraltısuları Şube Müdürü Sayın Atilla TURABİK ve Sayın Bilsay Korcan ABAT'a ve Yeraltısuları Şube Müdürlüğü'nde çalışmakta olan değerli Hidrojeoloji Mühendisi Sayın Semih KIRCA, Jeoloji Mühendisi Sayın Özge ULAŞTI ve Jeofizik Mühendisi Sayın Dr. Buket EKİNCİ'ye şükranlarımı sunarım.

Arazi çalışmalarında benimle birlikte çalışan ve yorulan Mehmet Yiğit YALÇIN'a ve Özkan KARAKAYA'ya ve Kumluca-Finike vatandaşlarının yardımseverlikleri için teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca hiçbir maddi manevi desteğini esirgemeyen, sık sık motive eden ve her süreçte yanımda olan başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Önemi.....	1
1.3. İnceleme Alanı	1
1.4. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	3
1.4.1. Beydağları otoktonu	3
1.4.2. Antalya Napları	5
1.4.3. Örtü Kayalar	7
2. KAYNAK TARAMASI	8
2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Çalışmalar.....	8
2.2. Jeokimya, Hidrojeoloji ve su kimyasına yönelik çalışmalar.....	9
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mineralojik Çalışmalar	12
3. MATERYAL ve METOT.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Arazi Çalışmaları	13
3.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	15
3.4. Büro Çalışmaları	16
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	17
4.1. Fizyografi ve İklim.....	17
4.2. Hidrolojik Çalışmalar.....	17
4.2.1. Sıcaklık.....	18
4.2.2. Yağış	19
4.2.3. Evapotranspirasyon	20
4.3. Hidrojeolojik Çalışmalar.....	21

4.3.1. Su Noktaları	21
4.3.2. Akiferler	25
4.4. Hidrojeokimya.....	25
4.4.1. Suların Fiziksel ve İyon Özellikleri	26
4.3. Su Analiz Sonuçlarının Diyagramlarla Yorumlanması.....	75
4.3.1. Schoeller’e göre suların sınıflaması.....	76
4.3.2. Piper diyagramı.....	79
4.3.3. Sodyum absorpsiyon oranı (SAR).....	83
4.3.4. Wilcox diyagramı	85
4.3.5. ABD Tuzluluk diyagramı	88
5. SONUÇLAR.....	93
6. KAYNAKÇA	95
7. EKLER	99
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Kumluca (Antalya) Akiferinin Hidrojeokimyasal Özelliklerinin Mekansal ve Zamansal Değişimi" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

22/10/2024

Fatma ÖZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al : Alüminyum

AgNO₃: Gümüş Nitrat

Br : Bromür

Ca : Kalsiyum

CaCO₃: Kalsiyum Karbonat

Cd : Kadmiyum

Cl : Kirlilik İndeksi

CO₂ : Karbondioksit

Co :Kobalt

Cr : Krom

Cu : Bakır

Fe : Demir

H₃BO₃: Borik Asit

HCO₃: Bikarbonat

Hg : Cıva

H₂SO₄: Sülfürik Asit

K : Potasyum

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan

MgCO₃: Magnezyum Karbonat

Ni : Nikel

NO₃ : Nitrat

Pb : Kurşun

Ra : Radyum
S : Kükürt
Si : Silisyum
Sn : Kalay
SO₄ : Sülfat
Sr : Stronsiyum
Te : Tellür
Th : Toryum
U : Uranyum
Zn : Çinko

Kısaltmalar

A : Alan
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
cm : Santimetre DSI
 : Devlet Su İşleri
E : Evapotranspirasyon
EC : Elektriksel İletkenlik
EPOT : Potansiyel Evapotranspirasyon
Fr : Fransız Sertlik Derecesi
G : Aylık güneşlenme faktörüdür
GB : Güneybatı
ICP-OES: Atomik Emisyon Spektrometresi
IDW : Ters Mesafe Ağırlık Enterpolasyon
J : O yıla ait sıcaklık indisi

Lt : litre

Mg : Miligram

OECD : İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı

P : Yağış

pH : Hidrojen İyon Konsantrasyon

SAR : Sodyum Absorbsiyon Oranı

SKKY : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

T : Sıcaklık

TDS : Toplam Çözünmüş Katı Madde

T_i : Aylık ortalama sıcaklık (°C)

TSE : Türkiye Standartları Enstitüsü

TU : Tritiyum Birimi

U : Aylık evapotranspirasyon (mm)

Vd. : ve diğerleri

XRF : X – Işını Floresans Spektrometresi

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma sahasının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2. Beydağları formasyonu (Kb) kireçtaşları	4
Şekil 1.3. Tesbihli formasyonu (TRat)	5
Şekil 3.1. Kumluca havza sınırları	13
Şekil 3.2. Arazideki kuyulardan numune alınacak kapların hazırlanması	14
Şekil 3.3. Numune alınan rasat kuyuları ve şahıs kuyuların lokasyonları	14
Şekil 3.4. Şahıs kuyularından numune alımı	15
Şekil 3.5. Combo Water Quality Meter cihazı ve ölçüm çalışması	15
Şekil 4.1. Antalya Kumluca Meteoroloji İstasyonları	18
Şekil 4.2. Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonunun sıcaklık değerleri	18
Şekil 4.3. Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonunun yağış değerleri	19
Şekil 4.4. İnceleme alanın yıllık ortalama toplam yağışı.....	19
Şekil 4.5. İnceleme alanın yıllık ortalama gerçek buharlaşması.....	20
Şekil 4.6. İnceleme alanının aylık su fazlası – su açığı değişimleri	21
Şekil 4.7. Rasat kuyuların su seviyeleri (DSİ, 2022)	23
Şekil 4.8. Kumluca Ovasının yeraltısı seviyesini gösteren su tablası	24
Şekil 4.9. Çalışma alanın pH dağılımı haritası.....	32
Şekil 4.10. Çalışma alanın 2020 Yılı Ekim Ayına ait EC dağılımı haritası.....	33
Şekil 4.11. Çalışma alanın 2021 Yılı Nisan Ayına ait EC dağılım haritası	34
Şekil 4.12 Çalışma alanın 2021 Yılı Ekim Ayına ait EC dağılım haritası.....	35
Şekil 4.13. Çalışma alanın 2022 Yılı Nisan Ayına ait EC dağılım haritası	36
Şekil 4.14. Şahıs kuyuların çözünmüş oksijen haritası.....	38
Şekil 4.15. Çalışma haritası TDS dağılım haritası	40
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki yeraltısularının Mg^{+2} dağılımını gösteren harita.....	43
Şekil 4.17. Çalışma alanındaki yeraltısularının Ca^{+2} dağılımını gösteren harita	43
Şekil 4.18. Çalışma alanındaki yeraltısularının K dağılımını gösteren harita	44
Şekil 4.19. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cl dağılımını gösteren harita.....	45
Şekil 4.20. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cr dağılımını gösteren harita	46
Şekil 4.21. Çalışma alanındaki yeraltısularının S dağılımını gösteren harita	46
Şekil 4.22. Çalışma alanındaki yeraltısularının Si dağılımını gösteren harita	47
Şekil 4.23. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cu dağılımını gösteren harita.....	48
Şekil 4.24. Çalışma alanındaki yeraltısularının Pb dağılımını gösteren harita	48
Şekil 4.25. Çalışma alanın 2020 Yılı Ekim Ayına ait Potasyum dağılım haritası	50
Şekil 4.26. Çalışma alanın 2021 Yılı Nisan Ayına ait Potasyum dağılım haritası	51
Şekil 4.27. Çalışma alanın 2021 Yılı Ekim Ayına ait Potasyum dağılım haritası	52
Şekil 4.28. Çalışma alanın 2022 Yılı Nisan Ayına ait Potasyum dağılım haritası.....	53
Şekil 4.29. Çalışma alanın 2020 Yılı Ekim Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası	55
Şekil 4.30. Çalışma alanın 2021 Yılı Nisan Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası.....	56
Şekil 4.31. Çalışma alanın 2021 Yılı Ekim Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası	57
Şekil 4.32. Çalışma alanın 2022 Yılı Nisan Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası.....	58

Şekil 4.33.	Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Magnezyum dağılım haritası	60
Şekil 4.34.	Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Magnezyum dağılımı haritası	61
Şekil 4.35.	Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Magnezyum dağılımı haritası	62
Şekil 4.36.	Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Magnezyum dağılımı haritası	63
Şekil 4.37.	Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Klorür dağılımı haritası	65
Şekil 4.38.	Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Klorür dağılımı haritası.....	66
Şekil 4.39.	Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Klorür dağılımı haritası	67
Şekil 4.40.	Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Klorür dağılımı haritası.....	68
Şekil 4.41.	Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Sülfat dağılımı haritası	70
Şekil 4.42.	Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Sülfat dağılımı haritası.....	71
Şekil 4.43.	Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Sülfat dağılımı haritası	72
Şekil 4.44.	Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Sülfat dağılımı haritası.....	73
Şekil 4.45.	2020 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme	77
Şekil 4.46.	2021 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme	78
Şekil 4.47.	2021 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme	78
Şekil 4.48.	2022 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme	79
Şekil 4.49.	Piper Açıklaması (Piper, 1944).....	80
Şekil 4.50.	2020 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme	81
Şekil 4.51.	2021 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme	81
Şekil 4.52.	2021 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme	82
Şekil 4.53.	2022 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme	83
Şekil 4.54.	2020 Yılı Ekim Ayının SAR analizi.....	84
Şekil 4.55.	2021 Yılı Nisan Ayının SAR analizi	84
Şekil 4.56.	2021 Yılı Ekim Ayının SAR analizi.....	85
Şekil 4.57.	2022 Yılı Nisan Ayının SAR analizi	85
Şekil 4.58.	2020 Yılı Ekim Ayının Wilcox diyagramı	86
Şekil 4.59.	2021 Yılı Nisan ayının Wilcox diyagramı.....	87
Şekil 4.60.	2021 Yılı Ekim Ayının Wilcox diyagramı	87
Şekil 4.61.	2022 Yılı Nisan ayının Wilcox diyagramı.....	88
Şekil 4.62.	2020 Yılı Ekim Ayının ABD Tuzluluk diyagramı	89
Şekil 4.63.	2021 Yılı Nisan Ayının ABD Tuzluluk diyagramı.....	90
Şekil 4.64.	2021 Yılı Ekim Ayının ABD Tuzluluk diyagramı	90
Şekil 4.65.	2022 Yılı Nisan Ayının ABD Tuzluluk diyagramı.....	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Combo Water Quality Meter 86031 cihazı ile yerinde ölçüm değerleri.....	26
Çizelge 4.2. 2020-Ekim Ayı sondaj kuyularının analiz sonuçları	27
Çizelge 4.3. 2021-Nisan Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları	27
Çizelge 4.4. 2021-Ekim Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları.....	28
Çizelge 4.5. 2022-Nisan Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları	28
Çizelge 4.6. Suların sertliklerine göre sınıflandırılması.....	29
Çizelge 4.7. Suların pH' a göre sınıflandırılması	30
Çizelge 4.8. Rasat kuyuların pH değerleri	31
Çizelge 4.9. EC değerleri	31
Çizelge 4.10. Çözülmüş oksijen değerleri.....	37
Çizelge 4.11. Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvar analiz sonuçları .	42
Çizelge 4.12. Kalsiyum değerleri.....	54
Çizelge 4.13. Magnezyum değerleri	59
Çizelge 4.14. Klorür değerleri.....	64
Çizelge 4.15. Sülfat değerleri.....	69
Çizelge 4.16. Sodyum değerleri.....	74
Tablo 4.17. Bikarbonat değerleri.....	75
Çizelge 4.18. Suların sınıflandırılmasında kullanılan metodlar.....	76
Çizelge 4.19. Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonat-bikarbonat sınıflandırılması	76
Çizelge 4.20. Çalışma alanından alınan su numunelerinin fasiyesleri.....	83
Çizelge 4.21. ABD Tuzluluk Diyagramlarının yorumlanması	89

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği, mevcut suların yanlış kullanılması ve/veya korunamaması gibi nedenlerle temiz suya olan gereksinim artmıştır. Yüzey sularının ihtiyaçları karşılamadığından yeraltı suları daha çok tercih edilmiş ve yeraltı sularında aşırı kullanıma neden olmuştur. Akiferlerin çok fazla kullanılması ve kirletilmesinden ötürü tüm dünya da güvenilir içme suyu temini tehlike altına girmektedir. 2050 yılına gelindiğinde insanın temiz suya erişiminin olmayacağı tahmin edilmektedir (OECD 2015). Bu nedenle mevcut suların korunması, su temini ve kullanımında daha dikkatli olunması gerekmektedir.

Antalya ilinin batısında yer alan Kumluca İlçesi önemli tarım alanlarımızdandır ve su gereksinimi günden güne artmaktadır. Bölgenin en önemli geçim kaynağının tarım olması nedeniyle suyun önemi oldukça fazladır. Gerek yüzey gerek yeraltısularının araştırılıp bulunması, geliştirilmesi ve işletilmesi sırasında temel yaklaşımın “mevcut suyun korunması” yani doğal dengesini bozmadan, sürdürülebilir projelerin ortaya konması, “iyileştirme” yerine “koruma” yaklaşımı ile sürdürülebilir bir su temini gerekmektedir. Tarımın yaz kış yapılması, sulu tarım uygulamaları akiferdeki suyun kapasitesinden fazla çekilmesi, nüfusun artmasına paralel yapılaşmanın artması ve sanayileşme faaliyetleri yüzey ve yeraltısularını önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir. Kumluca ovasının imara açılıyor olması, deprem riski açısından başlı başına sorun olmasının yanı sıra, tarım ile yüzey ve/veya yeraltısularını hem nitelik hem de nicelik açısından olumsuz etkileyecektir. Bölgeye dair daha önce yapılmış benzer bilimsel çalışmalar mevcuttur. Ancak suların nicel ve nitelik özelliklerinin mekana ve zamana bağlı olarak değişimi tam anlamıyla yansıtılmamıştır. Bu nedenle, çalışmanın amacı; Kumluca kıyı akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerinin mekansal ve zamansal değişimlerinin belirlenmesidir.

1.2. Çalışmanın Önemi

Kumluca Ovası, Antalya batısında yer alan kıyı ovasıdır. Kumluca ilçesinde hayvancılık, portakal üretimi ve sera faaliyetleri önemli yer tutmaktadır. Bölgede yoğun bir şekilde tarım ve hayvancılık yapıldığından yıl boyunca yüzey ve yeraltısuyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı nüfus artışı da her geçen gün daha fazla su kullanımını gerektirmekte ve gelecekte su sıkıntılarının yaşanması beklenmektedir. Tarımsal faaliyetler ve hızlı nüfus artışından kaynaklı meydana gelebilecek olumsuzluklara karşı mevcut su kaynaklarının ve yeraltısularının korunması ve kirlenmeye karşı gerekli tedbirlerin alınması şarttır. Bunun için öncelikli olarak suların hidrojeokimyasal özelliklerinin mekana ve zamana bağlı olarak gelişen değişimlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

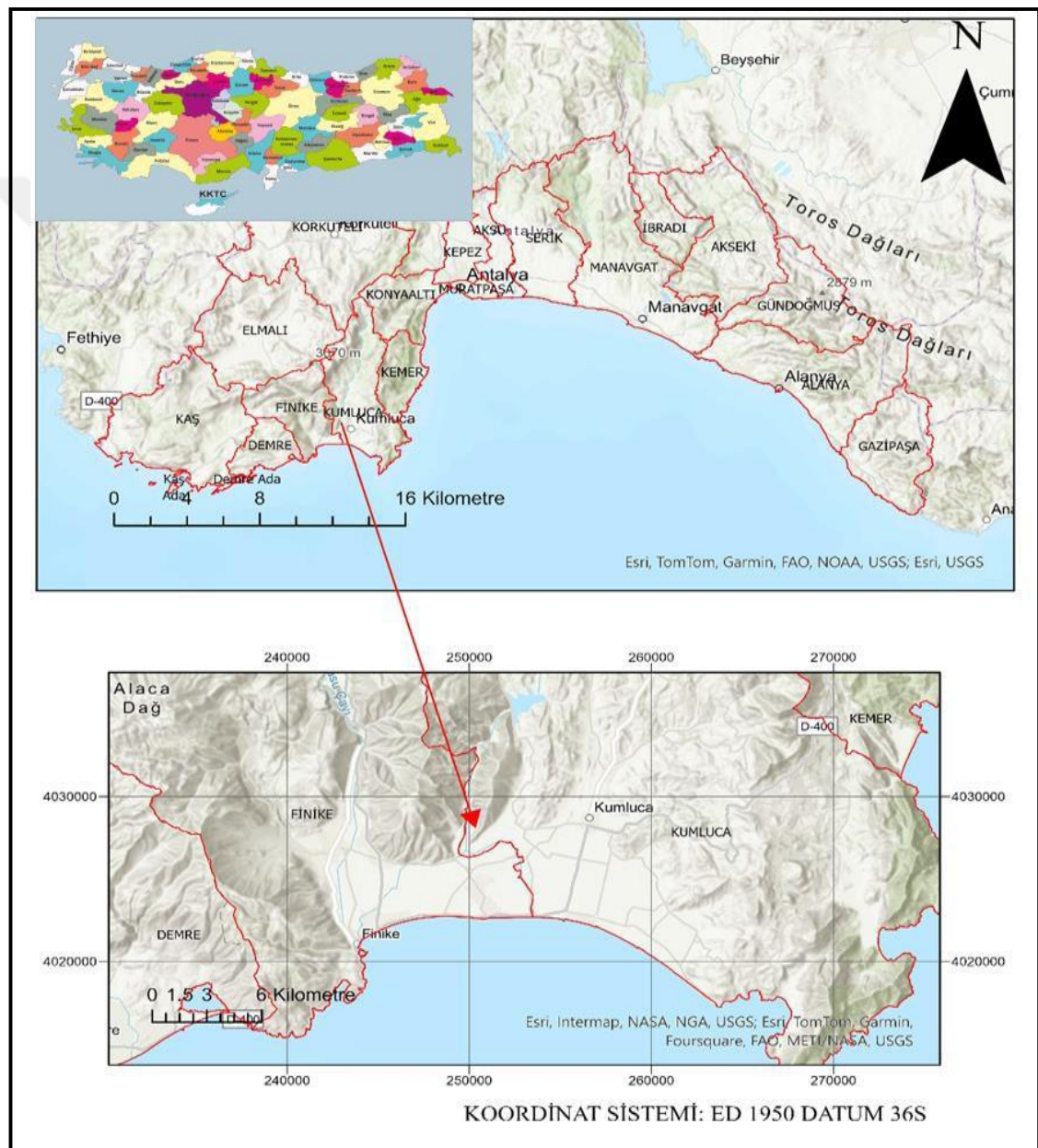
1.3. İnceleme Alanı

Kumluca Ovası Antalya Körfezi’nin batısında yer almaktadır (Şekil 1.1). Ovadaki ekonomik faaliyetler tarım ağırlıklı olup genellikle portakal yetiştirilmektedir. Kıyı şeridinde her mevsim çalışma imkânı olmasına karşın iç kesimlerde ve özellikle yüksek kesimlerinde yağışlı kış aylarında çalışmak oldukça kısıtlıdır. Yerleşim yerlerine ulaşım

iyi kalitede asfalt yollarla sağlanır. Ormanlık alanlarda ise toprak orman yolları bulunmaktadır.

Bölgede Akdeniz iklimi hakimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir.

Çalışma sahasında yer alan en önemli akarsu Alakır çayıdır. Denize akışı olan diğer üç akarsu batıdan doğuya doğru, Gavur deresi, Akmaz dere ve Yapraklı dereleridir. Alakır çayı dışındaki dereler Akdeniz iklimine has mevsimlik akarsulardır. Yağışsız dönemlerde denize yakın yerleri dışında düzenli su akışları yoktur.



Şekil 1.1. Çalışma sahasının yer bulduru haritası

1.4. İnceleme Alanının Jeolojisi

Çalışma alanın ve yakın çevresi; Beydağları otoktonu, Antalya napları, Neooton kayalar ve örtü birimlerinden oluşur. Beydağları otoktonu kuzeydoğu-güneybatı uzanımlıdır. Beydağları otoklarına güneydoğudan Antalya napları bindirmiştir. Beydağları otoktonu Miyosen'den Kretase kadar değişik kireçtaşlarından oluşur. Antalya Napları ise Kretase'den Triyas'a kadar farklı kayalardan oluşur. Neookton birimler Beydağları otoktonu, Antalya napları uyumsuz olarak örterler. Örtü birimler ise Kuvarter yaşlı traverten, alüvyon ve yamaç molozlardan oluşur.

Kumluca Ovasının ve yakın çevresinin jeolojik birimleri alttan üste doğru Beydağları Otoktonu, Antalya Napları ve örtü birimleridir. Beydağları Otoktonu; Beydağları Formasyonu (Kb), Susuzdağ Formasyonu (Tes), Karabayır Formasyonundan (Tmk) oluşmaktadır. Antalya Napları ise alttan üste doğru; Alakırçay Grubu (TRa), Tesbihli Formasyonu (TRat), Karadere Formasyonu, Çandır Formasyonu (TRac), Gökdere Formasyonu (TRag) ve Kırkdirek Formasyonundan (Kkm) oluşmaktadır. Örtü birimleri ise yamaç molozu, birikinti konisi (Qym) ve alüvyondan (Qal) oluşmaktadır (Antalya-Kumluca-Altınyaka Hidrojeolojik Etüt Raporu 2017). Çalışma alanının jeolojik haritası EK 1, litolojik birimlerin stratigrafik dizilimi ise EK 2'de sunulmuştur.

1.4.1. Beydağları otoktonu

Beydağları formasyonu (Kb)

Liyas-Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan birim, Günay vd. (1982) tarafından adlandırılmıştır. Çalışma alanında Beydağları formasyonunun Üst Kretase yaşlı karbonatları yüzeylenir. Formasyon kısmen Eşekini kireçtaşlarına karşılık gelir. Orta-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri, açık gri, kırılma yüzeyi bej, krem, açık gri, açık kahve renkli, yer yer rudist yama resifleri içeren kireçtaşlarından oluşur. Yer yer dolomit ve dolomitik kireçtaşları içeren bu karbonatlar sert ve sık çatlaklı, çatlaklar ise duru kalsit dolguludur. Bazı geniş çatlaklarda aragonit oluşumu söz konusudur (Şenel 1981). Beydağları formasyonunda erime boşluklu olup karstlaşma yaygın olarak görülmektedir. Çok fazla üzerinde dolin ve düden gelişmiştir (Şekil 1.2). Beydağları formasyonu mikro fauna bakımından zengin sayılıdır. Çalışma alanının doğusunda Beydağları formasyonunun üst kesiminde Üst Senoniyen yaşlı globotruncalinalı mikritler bulunur.

Çalışma alanında Tekkeköy üyesi ile Beydağları formasyonunun neritik kireçtaşları arasında uyumsuzluk olup, stratigrafik olarak çoğun Türoniye, bazen de Türoniye-Alt Kampaniye boşlukları vardır (Poisson 1977).



Şekil 1.2. Beydağları formasyonu (Kb) kireçtaşları

Susuzdağ formasyonu (Tes)

Susuzdağ formasyonu, orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem, açık kahve kirli beyaz renkli, kireçtaşlarından oluşur. Birimde alg, mercan, lamelli ve gastropod izlerine sıkça rastlanır. Yer yer dolomit, dolomitik kireçtaşı birim erime boşlukludur. Büyük çapta karstlaşmaya sahip olan formasyon üzerinde dolin, düden ve küçük çapta polyeler oluşmuştur (Önalın 1979).

Kasaba formasyonu (Tmka)

Formasyon konglomera, kumtaşı, kiltası ve silttaşı ardalanmasından oluşur. Konglomeralar, kalın tabakalı, bazen belirsiz tabakalı, yuvarlak çakıllıdır. Polijenik karakterde olup, genelde bu alanda Antalya naplarına ait çakıllar içerir. Kumtaşı, kiltası ve silttaşları, ince-orta-kalın orta-kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri renkli, yersel olarak kavkı yığışımlı ve bitki kırıntılıdır. Antalya naplarının bindirmeleri altında seyrek de olsa Antalya naplarına ait bloklar, batıda ise otoktona ait seyrek kireçtaşları blokları içerir. Çalışma alanında birim doğuya oranla daha kalındır. Alt ilişkisi açısal uyumsuz olarak gözlenen Kasaba formasyonu doğuda Antalya napları tarafından tektonik olarak örtülür. En fazla 750 metre kalınlık gösterir. Batı ve Kuzeybatıda sığ ortamlarında çökelmiş olan Kasaba formasyonu, çalışma alanında yoğun yelpaze girdilerinin söz konusu olduğu duyarsız şelf-yamaç ortamında çökelmiştir. Birim Üst Burdigaliyen-Langiyen yaşlı kabul edilmiştir (İğdır, Gözler ve Ergül 1972).

1.4.2. Antalya Napları

Alakırçay grubu (TRa)

Birim içindeki bazik volkanitler, Karadere formasyonu; tabakalı çörtler, Tesbihli formasyonu; halobialı kireçtaşları, Gökdere formasyonu; bitkili kumtaşı ve şeyller, Çandır formasyonu olarak ayrılanmaya çalışılmıştır. Bu formasyonlar aşırı derecede deformasyon geçirmiştir. Bölgede bu özellikleri dikkate alınarak formasyonlar, egemen kaya türüne göre haritalanmıştır (Şenel 1997).

Tesbihli formasyonu (TRat)

Alakırçay napında bulunan Tesbihli formasyonu, Tahtalı napında da görülmektedir. Tesbihli formasyonu çoğunlukla Alakırçay grubunun tabanını oluşturur. Tesbihli formasyonunu tipik formasyonu Jura-Kretase yaşlı Ballık formasyonu ve Koçular istifindeki Barak radyolaritindendir. Birim ince-orta tabakalı, çoğun kızıl, kızıl kahve, yer yer yeşil, gri, kirli sarı, mavi, siyah renkli radyolarit, çört ve şeyllerden oluşur (Şekil 1.3.). Tesbihli formasyonu tabanında Üst Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları içeren kırıntılı kayalar (olistostrom) izlenir. Birimin tabanında çörtlü kireçtaşı veya kalsitüriditler görülebilir. Bazı alanlarda sinsedimenter kıvrımlıdır. Kalınlığı 20-70 metre arasında değişir (Kalafatçıoğlu 1973).



Şekil 1.3. Tesbihli formasyonu (TRat)

Karadere formasyonu (TRak)

Formasyon koyu kahve, kızıl, yeşilimsi siyah, yeşilimsi gri renkli, yastık yapılı bazalt, spilit ve spilitleşmiş bazaltlardan oluşur. Formasyonda egemen kaya türünü oluşturan bazaltlar, plajioklas/andezin, ojit ve olivin hakimdir. Tabakalı çört, mikrit ve şeyl ara düzeylidir. Volkanitlerin üzerinde Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşları çökeldiği

tespit edilmiştir. Tahtalı napının ana kütlesi olan neritik karbonatlardan ayırmak oldukça zordur (Juteau, Marcoux 1973).

Yanal ve düşey yönde Gökdere, Tesbihli ve Çandır formasyonları ile giriktir ve Ladiniyen-Noriyen yaşlıdır. 0-700 metre arasında değişen kalınlık gösterir. Alakırçay grubunun Karadere formasyonunu oluşturan volkanitlerin üzerinde (Seamount) yer yer Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşları çökelmiştir. Platform tipi karbonatlar Tahtalıdağ napının ana kütlesini oluşturan Jura-Kretase yaşlı platform tipi karbonatlarla aynı özelliktedir ve bu karbonatların birbirinden ayırdı zordur (Şenel 1997).

Çandır formasyonu (TRac)

Formasyon ince-orta-kalın tabakalı, gri, açık gri, yeşil, sarımsı kahve renklerde kumtaşı, silttaşı ve kilaşlarından oluşur. Konglomera, kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı bant ve mercekli, yer yer bazik volkanit ara düzeyleri içerir. Kumtaşları bazen bitki yığışımı olup, kuvars, kuvarsit, karbonat ve volkanit elemanlıdır. Kilaşı ve silttaşları bazen yapraklanmış ve şeyl görünümü almıştır. Kireçtaşı düzeylerinde Halobia, kumtaşlarında silisifiye tüpler (Torlessia) sıkça görülür. Birim içinde yer yer konglomera düzeyleri yer alır. Türbiditik nitelikte kırıntılı kayalardan oluşan Çandır formasyonu, Alakırçay grubunun diğer formasyonlarından daha geniş alanlar kapsar. Türbiditik nitelikte olan formasyon, volkanizmanın hakim olduğu havza ortamında çökelmiştir. Yanal ve düşey yönde Gökdere ve Tesbihli formasyonları ile geçişli, Karadere formasyonu ile giriklik gösterir. 150-450 metre arasında değişen kalınlık gösterir. Alakırçay grubunun diğer formasyonları ile olan girikliği nedeniyle Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı kabul edilmiştir (Kalafatçıoğlu 1973).

Gökdere formasyonu (TRag)

Gökdere formasyonu Alakırçay grubunda, genelde Tesbihli formasyonu üzerinde bazen diğer seviyelerde de görülebilir. Alakırçay napının her iki istifinde de (Alakırçay ve Kumluca birimleri) bulunur. Tahtalıdağ napında, Üst Aniziyen-Noriyen kayaları, genelde Gökdere formasyonu ile temsil edilir. Formasyon ince-orta tabakalı, bej, krem, gri, açık gri renkli plaket görünümlü, bol radyolaryalı, mikritik dokulu, kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Seyrek ince kalkarenit, şeyl, tabakalı çört, tüfit, yastık lav ara seviyeleri kapsar. Gökdere formasyonu içinde yer yer kırmızı renkli kireçtaşı seviyeleri içerir. Formasyon seyrek olarak diyabaz daykları ile kesilir. Birim yanal ve düşey yönde Tesbihli, Çandır formasyonları ile geçişli, Karadere formasyonları ile ilksel ilişkilidir. Formasyon, Kumluca biriminde üstte Ballık formasyonu ile, Tahtalıdağ napında Tekedağı formasyonu ile geçiş gösterir. Kalınlığı 10-350 metre arasında değişir. Birim Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı kabul edilmiştir (Kalafatçıoğlu 1973).

Kırkdirek formasyonu (Kkm)

Serpantinit hamur içinde, değişik boyutta halobialı kireçtaşı, bitkili kumtaşı, şeyl, tabakalı çört, radyolarit, bazik volkanit, Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşı, gabro, diyabaz, amfibolit vb. bloklar kapsar. Ancak çalışma alanında büyük bir kısmı serpantinlerle temsil edilir. İçindeki bazı gabro (g) blokları ayırtlanmıştır. Ayrıca naplarının diğer yapısal birimlerine ait bloklar düzensiz ve/veya bindirme zonları boyunca dizilmiş olarak bulunur (Şenel 1981).

Antalya napları içinde tektonik dilimler olarak bulunan Kırkdirek formasyonu, 0-600 metre arasında değişen kalınlıklar gösterir. Birim ofiyolit napının Üst Senoniyen’de kıtasal kabuk üzerine yerleşimine bağlı olarak gelişmiştir (Şenel 1981).

1.4.3. Örtü Kayalar

Yamaç molozu (Qym)

Dağ yamaçların etek kısımlarında hakimdir. Çoğunlukla gevşektir.

Plaj oluşukları (Qp)

Birim deniz kıyısına paralel olarak uzanır. Yayılımı değişmekle birlikte 0,5-2 km eninde bir şerit halinde uzanır. Birim tamamen rüzgar etkisi ile taşınmış deniz kumlarından oluşur. Kuzeye doğru alta yer alan kumlu siltli alüvyonlarla yer yer yanal geçişlidir. Genellikle alüvyonunun üzerine gelir.

Alüvyon (Qal)

Birim kıyı ovalarında ve akarsu yataklarında değişik boyutta kırıntılı malzemeden oluşur. Karstik düzlüklerde ise kırıntılı malzeme dışında ağırlıklı olarak kil malzemeden oluşur. Ana kaya birimlerini uyumsuz olarak örter. Deniz kıyısında Plaj Oluşukları(Qp) ile, dağ eteklerinde ise Yamaç Molozu ile yanal geçişlidir.

2. KAYNAK TARAMASI

Çalışma sahasının ve çalışmanın konusu hakkında literatür taraması gerçekleştirilmiştir. İlgili araştırmalar aşağıda kronolojik sırasıyla verilmiştir.

2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Çalışmalar

Colin (1962) tarafından yapılan Güneybatı bölgesi Fethiye-Kaş-Finike-Antalya bölgesindeki jeolojik etüdler 1953 ve 1954 yıllarındaki bölgedeki jeolojik araştırmalara dayanmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda bu bölgede genç Paleozik, Mesozoik ve Senozoik yapıları sahre cinslerinin yayılmış olduğu neticesini vermektedir. Dik ve yatık tektonik kitleleri birbirinden ayıran büyük çapta kaymalar tespit edilmiştir.

Kalafatçıoğlu (1973), Antalya Körfezi batı kısmının jeolojisi; kaya-stratigrafisi dahilinde değişik yaşta formasyonlar incelenmiş. Kapsadığı fosillerle bölgenin detay kronostratigrafisi yapılmıştır. Bölgenin en yaşlı kayacının Permien yaşlı kalker ve dolomit olduğu tespit edilmiştir. Kretase, Alt Kretase ve Üst Kretase olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Alt Kretase resifal beyaz renkli kalkerler, Üst Kretase kristalize kalın tabakalı kalker ve dolomitlerle temsil olunur. Tüm bu formasyonlar denizeldir. İnceleme alanındaki magmatik kayalar Trias yaşlı, ofiyolitik seriye dahil peridotit, gabro, verlit, serpantinleşmiş harzburgit ve serpantinlerdendir. İnceleme alanının tektonik yapısı çok sayıda faylar, bindirme, ekay ve şariyajlar ile karakterizedir.

Dumont (1976), Antalya napıları ve Isparta Kıvrımı arasındaki ilişkiyi incelemiş; bunlar arasındaki bağlantıyı ve geçirdikleri tektonik evreleri kronolojisiyle birlikte açıklamıştır. Torosların Üst Kretase tektoniğiyle oluşmuş yapısal düzenin ikiye ayrıldığını varsaymıştır.

Şenel (1992), Antalya Napılarını Alakırçay Napı, Tahtalıdağ Napı, Çataltepe Napı ve Tekirova Ofiyolit Napı olarak bölümlere ayırmıştır. Araştırmacılara göre; bunlardan Çataltepe Napı platform yamaç havza Noriye Üst Maastrihtiyen, Tahtalıdağ Napı platform Kambriyen Üst Kretase Alakırçay Napı platform havza Üst permien Üst Kretase yaşında tipi çökeller, Tekirova Ofiyolit Napı ise ultramafik ve gabrolardan oluşan ofiyolit ve ofiyolitli melanjdır.

Şenel vd. (1996) tarafından Antalya Napıları yeniden 4 bölgeye ayrılmıştır. Bunlar Çataltepe Napı, Alakırçay Napı, Tahtalıdağ Napı ve Tekirova Ofiyolit Napı olarak bölümlendirmiştir. Araştırmacılara göre; Çataltepe Napı Noriye-Üst Maastrihtiyen yaşlı platform yamaç havza, Alakırçay Napı Üst Permien – Üst Kretase yaşlı platform havza Tahtalıdağ Napı platform Kambriyen-Üst Kretase yaşlı tipi çökeller; Tekirova Ofiyolit Napı ise ultramafik ve gabrolardan oluşan ofiyolit ve ofiyolitli melanj ile temsil edilmektedir.

Şenel (1997) tarafından Antalya paftasının Antalya L10-L11 ve 1/250.000'lik paftalarının 1/100.000'lik jeoloji haritalarını yapmıştır. Antalya Napıları Kambriyen-Üst Kretase yaşlı platform, yamaç ve havza ortamlarında çökeltilecek sedimanter birimler ile Kretase döneminde okyanusal kabuk kökenli yapısal ve/veya tektonostratigrafik birimlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Kurt (2000) tarafından Batı Toros Polyeleri (Jeomorfolojik Etüdü)'nde yapılan çalışmada, inceleme alanının yapısal ve jeomorfolojik özellikleri ortaya konulmak istenmiştir. Çalışmanın ana konusu teşkil eden polyeler, Batı Toros Dağları arasındaki karstik depresyonlarda yer almaktadır.

Yalçın ve Ünal (2018), Antalya İli Kemer ve Kumluca İlçelerindeki ofiyolitlerde doğal radyoaktivite seviyelerini ve ilişkili radyasyon risklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, anomali değerlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre radyoaktivite değerlerini ^{232}Th için 1-104 Bq/kg, ^{40}K için 29-986 Bq/kg, ^{238}U (Ra) için 0-212 Bq/kg aralığında tespit edilmiştir. Yüksek radyasyon seviyelerinin belirlendiği bu bölgelerdeki insanların sağlık taramaları yaptırılması önerilmiştir.

2.2. Jeokimya, Hidrojeoloji ve su kimyasına yönelik çalışmalar

DSİ (1978)'de, Kumluca Ovası'nın hidrojeolojik özellikleri sondaj tekniği ve jeofizik yöntemlerle araştırılmıştır. Yeraltı suyu taşıyan formasyonların iletkenlik katsayısının ortalama 1000 m³/gün/m olduğu tespit edilmiştir. Ovası Alakırçayının doğusu Kumluca, batısı ise Finike ovası olmak üzere ikiye ayırmışlar. Finike ovasının emniyetli verimini 33,5*10⁶ m³/yıl, Kumluca ovasının yıllık emniyetli verimini 5,5*10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Yeraltı suyunun C₂S₁ sınıfında iyi ve kaliteli olduğu belirlenmiştir.

Akay (1995)'de Kumluca ve Finike Ovasındaki damlama ve sulama yapılan seralardan toplam 144 su ve 288 adet toprak örneği alınarak kaliteleri incelenmiştir. Tuzluluğunun değişimini incelemek amacıyla yapılmıştır. Su örneklerinin kaliteleri genellikle C₂S₁ ve C₃S₁ olarak tespit edilmiştir. Toprak örneklerinde ise eriyebilir toplam tuz, pH, CaCO₃, bünye, organik madde, N, P ve K analizleri yapılmıştır. Topraklar genellikle hafif alkali ve alkali reaksiyonlu; çok yüksek ve aşın kireçli; büyük ölçüde hafif ve orta bünyeli; organik maddece fakir bulunmuştur. Toprakların azot yönünden çok değişken, fosfor ve potasyum yönünden ise büyük ölçüde yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Kaplan vd. (1997)'de, sera toprakları ve sulama sularında sodyumun durumunu incelemek ve Kumluca – Finike bölgelerinde tuz oranı yüksek topraklarda ıslah yöntemleri geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, iki bölgedeki 36 seradan 0-20 ve 20-40 cm derinliklerde olmak üzere toplam 72 toprak numunesi ve 36 sulama suyu numunesi almışlardır. Toprak numunelerinde p H, CaCO₃, doku, organik madde, EC, kation değişim kapasitesi ve değiştirilebilir Na analizleri yapılmış ve %Na hesaplanmıştır. Hem seralarda kullanılan sulama sularının çoğunun Na içeriği, hem de çoğu toprağın değiştirilebilir Na içeriği bitki büyümesine zarar vermeyecek düşük seviyelerde bulunmuştur. Denize yakın seralarda ve Na içeriği yüksek kuyulardan sulama suyu elde edilenlerde topraklara yüksek oranda değiştirilebilir Na problemi gözlenmiştir. Bu bölgelerin seralarında en sık karşılaşılan sorun toprak tuzluluğudur ve bu sorunun çözümü bir sonraki ekim mevsiminden önce toprak sızmasıdır.

Kaplan vd. (1999), Kumluca Ovasında 20 kuyudan aldıkları su numunelerinin nitrat konsantrasyonu ve EC sonuçlarını değerlendirmişler, yöredeki kuyu sularında NO_3 kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığını; 45 mg/l olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde NO_3 içeren örnek oranının %50 seviyesinde olduğunu saptamışlardır. Özellikle bu kuyulardan suların içilmesini önleyecek tedbirlerin alınması, zorunlu durumlarda ise EC ve NO_3 konsantrasyonu arasındaki pozitif korelasyon nedeniyle EC'si düşük suların içme suyu olarak kullanılması önerilmiştir.

Muhammetoğlu ve Uslu (2007)'da, pestisitlerin çevresel etkilerini belirlemek için çevresel etki katsayı modeli Kumluca bölgesinde uygulanmıştır. Bu çalışma, sebze ve meyve üretiminde kullanılan pestisit aktif bileşenlerinin çevresel etkilerini ölçmek için geliştirilen Çevresel Etki Katsayısı (EIQ) adı verilen bir pestisit risk göstergesi modelinin Kumluca Bölgesinde uygulamasıdır. Model uygulamasında Kumluca'da yaygın olarak kullanılan 35 pestisit için EIQ değerleri hesaplanmış, EIQ değerleri daha sonra aktif bileşen yüzdesi ve uygulama oranına dayalı EIQ alan kullanım derecelendirme sonuçlarına dönüştürülmüştür. Ayrıca, EIQ modeli sonuçları karşılaştırılarak en az zararlı pestisit seçilmesi için bazı pestisit yönetimi senaryoları değerlendirilmiştir.

Davraz vd. (2009), Türkiye'nin güneybatısında yer alan Eğirdir Gölü ve çevresindeki havzaların yeraltı suyu akışı ile su kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Otokton Beydağları kireçtaşının bölgedeki başlıca karstik akifer olduğu, havzalardaki alüvyon akiferlerinin yeraltı su seviyesi haritasına göre, karbonat akiferine doğru boşaldığı belirtilmiştir. Yeraltı ve yüzey suyu havzaları arasındaki hidrojeolojik bağlantının, alüvyon tabanının altında bulunan karstik akifer vasıtasıyla gerçekleştiği saptanmıştır. Eğirdir Gölü'nde suyun, gölün batı sınırındaki karstik boşluklarla karstik akifere deşarj edildiği gösterilmiştir. Araştırma alanında, genel yeraltı suyu boşalımının, otokton karbonat sistemi ile hidrojeolojik araştırmalar, çizgisel ve hidrolik iletkenliğe dayanarak Akdeniz'e doğru olduğu ifade edilmiştir. Bu sonuç, kıyılarda kireçtaşından boşalan kaynaklarla desteklenmiştir. Ayrıca, kirleticilerin karstik akifer yoluyla büyük mesafelere yayılması açıkça gösterilmiştir.

Orman vd. (2010), Kumluca bölgesindeki 20 kuyudan 1996 ve 2008 yılında aldıkları sulama suyu numunelerindeki nitrat konsantrasyonunu ve EC değerlerini ölçmüşler ve birbirleriyle kıyaslama yapmışlardır. Elde edilen sonuçlarda 2008 yılındaki nitrat konsantrasyonu ve EC değerlerinin, 1996 yılında yapılan deney sonuçlarından daha az çıktığı görülmüştür. Bunun nedenini son yıllarda yapılan tarımsal uygulama ve yöntemlerin ekolojik dengeye daha uygun olduğu ve nitrojen gübresinin daha kontrollü yapıldığı şeklinde yorumlamışlardır.

Leventeli (2011)'ye göre hızlı nüfus artışı mühendislik projeleri için uygun olmayan su projeleri ve saha seçimi, yanlış su kullanımı su kaynaklarında yaşanan sıkıntıların başında yer almakta olup çevre içinde önemli sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlara “iyileştirmeden önce önlem almak daha mühendisçe bir yaklaşımdır” olacaktır.

Davraz vd. (2014)'de, Çeltikçi (Burdur/Türkiye) ovasında yeraltı suyu kimyasını kontrol eden hidrojeokimyasal süreçler ve yeraltı suyunun jeokimyasal değerlendirmesi araştırılmıştır. Bu çalışmada, iki mevsime ait yeraltı suyu örnekleri analiz edilmiş ve yeraltı suyu jeokimyasını anlamak için yeraltı suyunun majör iyon kimyası araştırılmıştır. Bölgede iki majör hidrokimyasal fasiyes (Ca-HCO_3 ve Ca-Mg-HCO_3) belirlenmiştir. Farklı jeokimyasal süreçlerin oluşumunu belirlemek için çeşitli grafik çizimler ve çok değişkenli istatistiksel analiz kullanılmıştır. Çalışma alanında, aşınma yeraltı suyundaki çözülmüş madde konsantrasyonunu kontrol eden temel jeokimyasal süreçlerden biridir. Sodyum adsorpsiyon oranı, %Na, artık sodyum karbonat, magnezyum tehlikesi ve geçirgenlik indeksi gibi kimyasal indeksler hesaplanmış ve sonuçlar, geçirgenlik indeksi değerleri dışında yeraltı suyunun sulama amacıyla kullanılmaya uygun olduğunu göstermektedir. Mn, NO_3 ve toplam sertlik konsantrasyonları Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği limitleri aşmakta olup, yeraltı suyunun içme ve evsel amaçlı kullanımının en önemli sınırlayıcı parametreleridir.

Bozan (2018), Gazipaşa (Antalya) kıyı ovasını hidrojeolojik olarak incelemiştir. Bu çalışmaya göre Gazipaşa Ovası'nda 15.78 mm^3 sulama suyu ihtiyacının belli bir kısmını yeraltı suyundan karşılamaktadır. Kuraklıktan etkilenen yüzey suyu kaynaklarından azalmalardan dolayı yeraltısularından fazla su çekimleri söz konusu olmaktadır. Araştırmacı ovada hidrolojik yapının anlaşılması için 28 noktada kurak ve yağışlı dönemlerde numuneler alarak majör anyon-kasyon, iz element, duraylı izotop ve trityum içerikleri belirlenmiştir. Majör iyon içeriklerine göre suları NaCl ve $\text{CaCO}_3 / \text{CaHCO}_3$ - fasiyeslerine dahil etmiştir. Duraylı izotop verilerine göre, kıyı akiferi yeraltı suyunun deniz suyu ile karışmadığını belirtmiştir. Gazipaşa Ovası kıyı akiferine ait yeraltısuyu bütçesini, beslenme ve boşalım durumlarının birbirine eşit olduğunu hesaplamıştır.

Leventeli ve Yalçın (2019)'da, artan nüfusunun ve tarımın etkilerini anlayabilmek için, Antalya'nın Kumluca ilçesinin yüzey sularının ağır metal anomalileri araştırılmıştır. 2018 yılının Mayıs ayında Alakır Barajı ve Alakır köprüsü arasındaki lokasyondan 48 numune alınmıştır. Kimyasal analiz sonuçları HPI istatistiksel analiz yardımıyla yorumlanmıştır. HPI analiz değerleri iki bölgede yoğunlaşmış, üst bölgede barajın alt bölgede ise tarımsal faaliyetlerin etkili olduğu yorumlanmıştır.

Leventeli vd. (2019)'e göre, hızlı büyüyen şehirlerinin temel sorunlarının başında su kirliliği gelmektedir. Bu nedenle Düden ve Göksu Çayı'nın ağır metal kirliliğini ölçmek için; 2018 Yılı Haziran ayında Göksu Deresi'nden 18, Düden Çayı'ndan da 24 su numunesi alınmıştır. HPI analiz sonuçları Göksu Dersinde $\text{Se} < \text{Cr} < \text{Pb} < \text{Mn} < \text{Cu} < \text{As} < \text{Ni} < \text{Al} < \text{Fe} < \text{Sr}$ şeklinde tespit edilmiştir; Düden Çayı'nda ise sonuçlar $\text{Se} < \text{Cr} < \text{Pb} < \text{Cu} < \text{Ni} < \text{As} < \text{Mn} < \text{Al} < \text{Fe} < \text{Sr}$ şeklindedir. Su numuneleri genel olarak “iyi” ve “zayıf” olarak belirlenmiş olup kirliliğin nedeni ise antropojenik faktörler ve kentleşme olabilir.

Leventeli ve Yalçın (2021), Akçay Nehri yüzey sularının kimyasal içeriğini ve ağır metallerin kökenini araştırmışlardır. Akçay Nehrinin kimyasal analiz sonucu $Sr > Fe > Ba > Cr > Mn > V > Ni > As > Zn > Cu > Ti > Co > Pb$ şeklindedir. Yüksek pozitif korelasyona sahip Fe ile Mn tespit edilmiştir. Önemli negatif korelasyon belirlenmemiştir.

Yalçın (2021), Kumluca-Finike Ovalarının (Antalya) hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek için 34 noktadan numune almıştır. Numunelerin hidrojeokimyasal özellikleri ICP-OES ve X Işını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazlarıyla yapılmıştır. 11, 21 ve 28 numaralı kuyularda farklı kökene sahip jeolojik birimlerinden ve/veya bölgedeki maden ocaklarının metal girişimlerinden ve/veya gübreleme faaliyetlerinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yalçın vd. (2023), magmatik kayaçların yer aldığı çalışma alanında kırmızı toprağın nasıl oluştuğunu ve magmatik akışkanlarla ilişkisini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Antalya'nın Kaş İlçesine bağlı Sütleğen Köyü'nde 49 kırmızı toprak örneği alınmıştır. Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre kırmızı toprakta Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 ve SO_3 . $Al_2O_3-SiO_2-Fe_2O_3$ bulunmuştur. Üçgen diyagramında orta derecede laterizasyona uğradığı belirlenmiştir. Al_2O_3 , SiO_2 ve Fe_2 ana element oksitlerin diğer bileşenlerden farklı davrandığını ve kırmızı toprak oluşumlarının magmatik sıvılarla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bölgenin ekonomik boksit kaynakları açısından potansiyel olduğu vurgulanmıştır.

2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mineralojik Çalışmalar

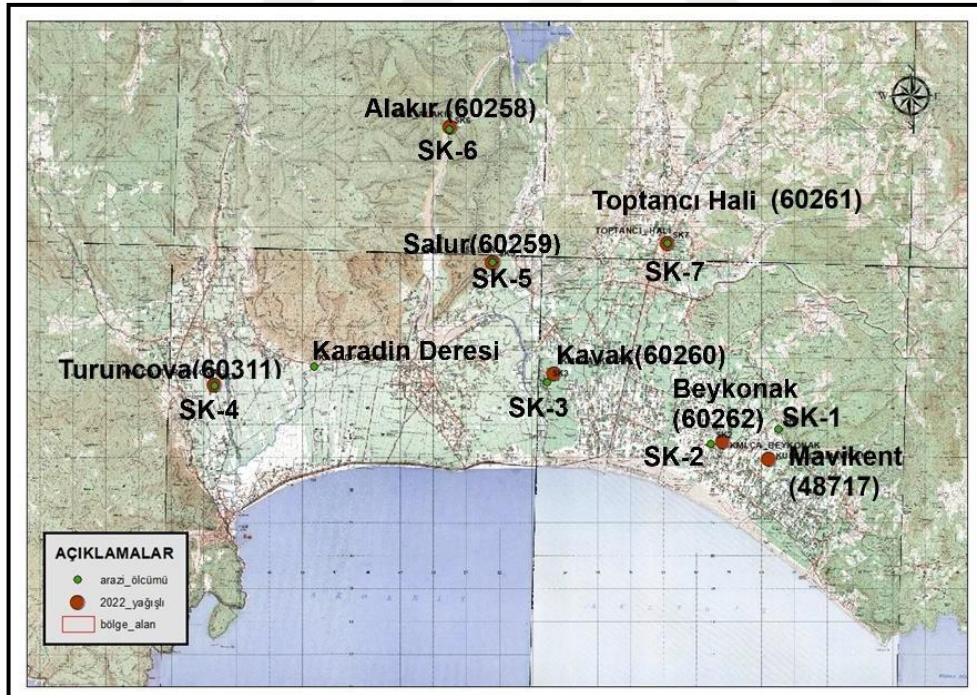
Boztaş (2018), Kumluca çevresindeki mangan cevherleşmesi ve kökenini araştırmıştır. Cevherleşmelerin allohton birimli Alakırçay melanjındaki çört ve radyolaritler içerisinde olduğunu, yapılan analiz sonuçlarına göre de hidrotermal kökenli olduğunu belirtmiştir.

Çelik ve D. Koç San (2019)'da, Antalya İli Kumluca İlçesinde renkli ve kızılötesi ortofoto (RGB-NIR), topografik harita ve Sayısal Yüzey Modeli (DSM) yaklaşımları kullanılarak sera alanları tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Arazideki kuyulardan numune alınacak kapların hazırlanması

2024 Mart ayında toplam 8 noktadan su numunesi alınmıştır. Su numunesi alınan kuyuların 4'ü rasat kuyusu, diğer 3 kuyuda uzaktan izleme cihazı takılı olmasından dolayı bu rasat kuyularına yakın şahıs kuyuları ve Karadın deresidir. Bu kuyulardan: SK-1 numaralı kuyu 48717 (Kumluca Mavikent) numaralı rasat kuyuya, SK-2 numaralı kuyu 60262 (Beykonak) numaralı rasat kuyuya ve SK-3 numaralı kuyusu 60260 (KumlucaKavak) numaralı rasat kuyuya yakın vatandaş kuyuları seçilmiş olup, SK-4 numaralı kuyu 60311 (Turuçova), SK-5 numaralı kuyu 60259 (Salur), SK-6 numaralı kuyu 60258 (Alakır), SK-7 numaralı kuyu 60261(Toptancı-Hali) rasat kuyularıdır. Su numunesi alınan kuyuların ve rasat kuyularının lokasyonları Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Numune alınan rasat kuyuları ve şahıs kuyuların lokasyonları

Şekil 3.4'de ise şahıs kuyularından su numunesi alımı sunulmuştur. Su numunesi alınmadan önce kuyuların birkaç dakika fazladan çalıştırılmasına ve numune kabının ise 3 defa yıkanmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Şahıs kuyularından numune alımı

Rasat kuyularında, Combo Water Quality Meter 86031 model su kalitesi ölçüm cihazı ile sıcaklık, pH, özgül elektriksel iletkenlik, tuzluluk, TDS ve çözülmüş oksijen değerleri Şekil 3.5’de gösterildiği gibi yerinde ölçülmüştür. Su numunesi alınan her lokasyonda cihazın çözülmüş oksijen kalibrasyonu yeniden yapılmıştır.



Şekil 3.5. Combo Water Quality Meter cihazı ve ölçüm çalışması

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

2020 – 2022 yılları arasındaki kurak ve yağışlı periyotlardaki kimyasal analizler Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvarı tarafından yapılmış ve veriler buradan temin edilmiştir. Mart, 2024 tarihinde alınan su numunelerinin ağır metal analizleri ise Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nün jeokimya laboratuvarında bulunan X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazıyla yapılmıştır.

3.4. Büro Çalışmaları

Önceki çalışmaların ve mevcut verilerin derlenmesi; sonrasında arazi ve laboratuvar çalışmaları ile yeni verilerin elde edilmesi; verilerin analizi ve değerlendirilmesi sonucunda tez çalışması tamamlanmış ve tez yazımı bu aşamada gerçekleştirilmiştir. Haritalar Google Earth tabanlı olup, ArcGis program yardımıyla üretilmiştir. Kimyasal veriler de GW_Chart programı kullanılarak analiz edilmiştir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Fizyografi ve İklim

Kumluca Ovası Antalya Körfezi'nin batısında yer almaktadır. Antalya merkeze yaklaşık 100 km uzaklıktadır. Doğusunda Kemer, kuzeyinde Korkuteli ve batısında Elmalı ilçeleri bulunmaktadır. Kumluca ilçesinin güney kesimleri ovalık, kuzey kesimleri ise dağlık alanlardan oluşmaktadır. Kıyı şeridinde her mevsim çalışma imkanı olmasına karşın, iç kesimlerde ve yüksek alanlarda arazinin zorluğu ve iklim şartlarından dolayı kış aylarında çalışmak oldukça zordur. Kumluca Ovasının verimli arazilerine sahip olmasından ötürü ilçenin ekonomik faaliyetleri tarıma dayanmaktadır. Ülkemizin örtüaltı sebze ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamakta olup, turuncgiller ve seracılık faaliyeti çok gelişmiştir.

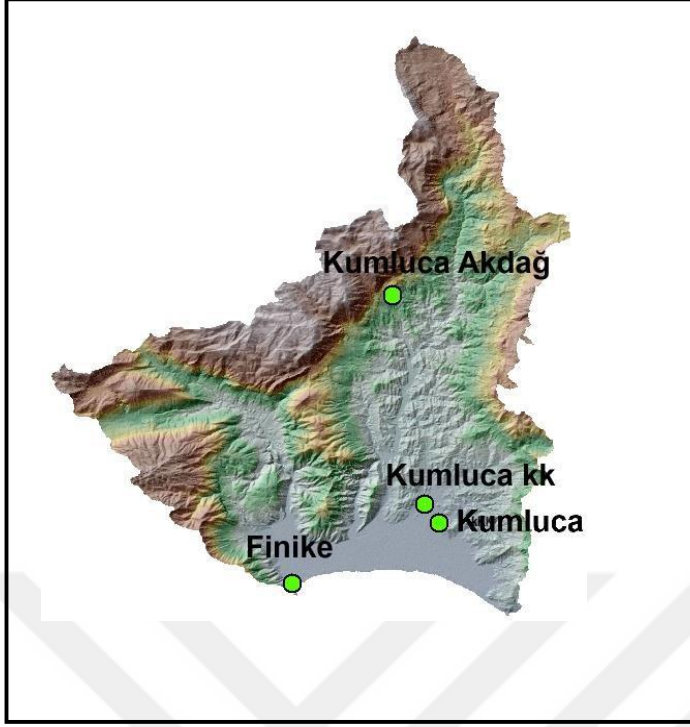
Kumluca İlçesinde tipik bir Akdeniz iklimi görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Cephesel yağışlar, kış ve sonbahar aylarında etkili olmaktadır. Bölgenin yüzey şekilleri yağış getiren hava hareketlerinin, iç kısımlara kadar girmesine müsaade etmediğinden dört mevsim seracılık yapmak mümkün olmaktadır. Bitki örtüsü maki ve ormandır. İlçedeki birçok akarsu Akdeniz iklimine has mevsimlik akarsulardır. Kış dönemlerinde su seviyesi yükselirken yaz dönemlerinde denize yakın yerler dışında düzenli su akışları yoktur. İlçede yer alan en önemli akarsu Alakır çayıdır. Karstik kaynaklardan beslendiği için yaz aylarında tamamen kurumamaktadır. Alakırçayı üzerinde Alakır Barajı bulunmakta olup yapımı 1971 yılında tamamlanmıştır. Taşkından korunma, sulama ve enerji üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Kumluca Ovası verimli alüvyon topraklarından oluşurken, dağlık kesimlerde kırmızı renkli Akdeniz toprakları bulunmaktadır.

Kumluca İlçesi ve çevresi 1. derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. 1926 yılındaki Rodos ve Meis adalarındaki depremler, ilçede hasar meydana getirmiştir. Kumluca'nın kuzey ve kuzeydoğusu ise 2. derecede deprem bölgesine bulunmaktadır.

Olympos ve Adrasan sahilleri turizmde önemli bir yere sahiptir.

4.2. Hidrolojik Çalışmalar

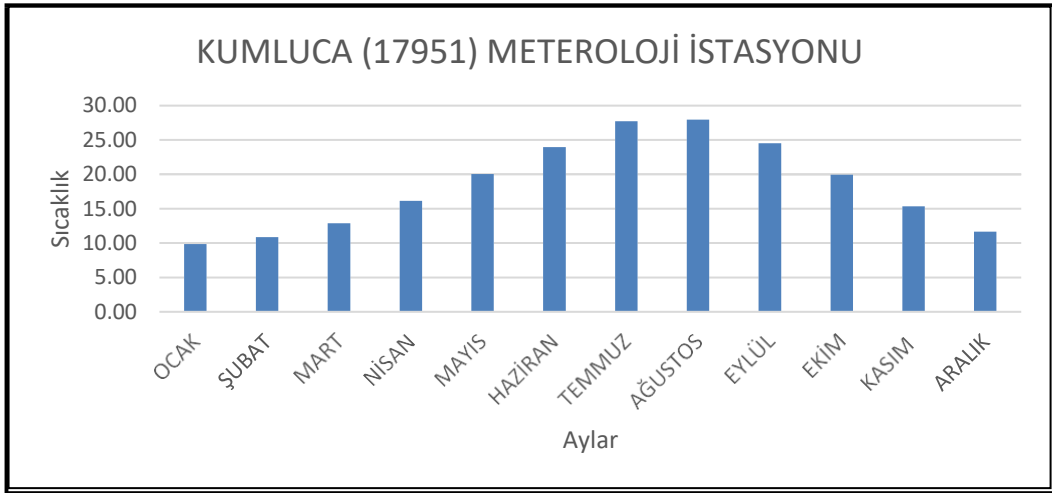
Hidroloji çalışmalarında ihtiyaç duyulan meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bunun için Kumluca, Finike, Kumluca KK, Kumluca Akdağ Meteoroloji İstasyonları'ndan yararlanılmıştır ve 1960 – 2024 yıllarına ait aylık yağış, buharlaşma ve ortalama sıcaklık değerleri temin edilmiştir. Meteorolojik veriler EK 3' de, meteoroloji istasyonlarının lokasyonları Şekil 4.1.' de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Antalya Kumluca Meteroloji İstasyonları

4.2.1. Sıcaklık

Meteroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre Antalya Kumluca İlçesinin 2004 – 2024 tarihleri arasındaki ortalama sıcaklık değeri 18,4 °C'dir. Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonu verilerine ait en sıcak aylar Temmuz-Ağustos, en soğuk aylar ise Ocak-Şubat aylarıdır. Bununla birlikte, 2021 yılında yapılan çalışmada yıl boyunca ortalama sıcaklığın 16°C olduğu bildirilmiştir (Yalçın 2021). Buna göre, bölgede ortalama sıcaklığın 2 °C arttığı görülmektedir.

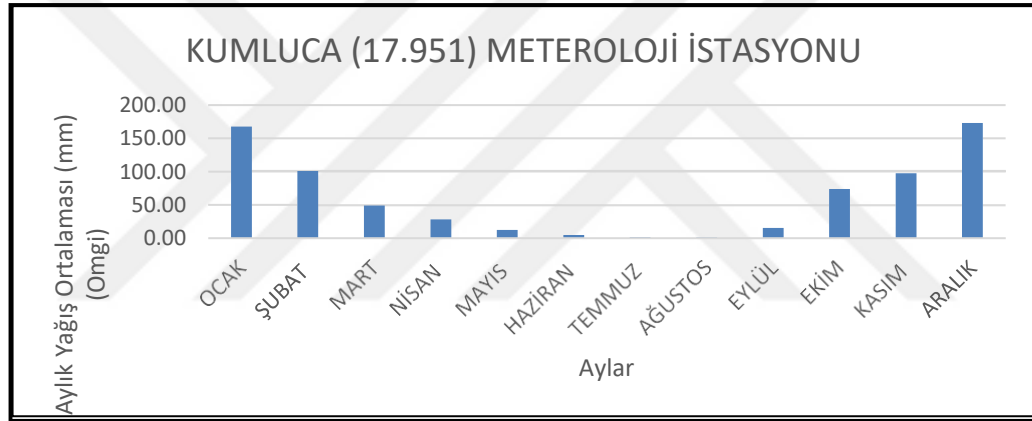


Şekil 4.2. Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonunun sıcaklık değerleri

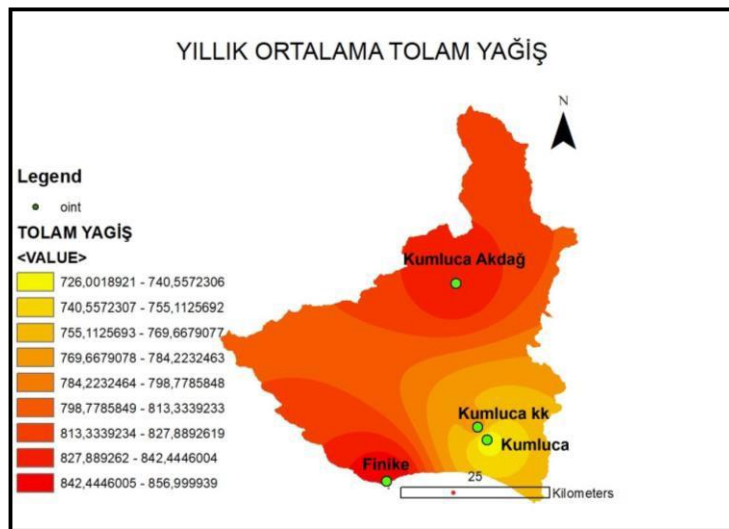
4.2.2. Yağış

Kumluca 2005 – 2024 tarihleri arasındaki Aylık Yağış Ortalaması (Omgı) ve Kumluca KK 1970 – 1991 tarihleri arasındaki Aylık Yağış Ortalaması (Manuel) değerleri incelenmiştir. Kumluca ve Kumluca KK meteoroloji istasyonlarından alınan veriler ışığında yıllık toplam yağış 726.0 mm ve 840.4 mm olarak ölçülmüştür. Theissen Poligon (Çokgen) yöntemine göre drenaj havzasına düşen yıllık ortalama yağış 823.13 mm'dir. Şekil 4.3' de Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonların yağış değerleri ve Şekil. 4.4'de ise inceleme alanının yıllık ortalama toplam yağışları sunulmuştur. Yalçın (2021)'e göre toplam yağış ortalama miktarları Kumluca ve Kumluca kk istasyonlarında sırasıyla 716 ve 780 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca Theissen Poligon yöntemine göre drenaj havzasına düşen yıllık toplam ortalama yağış 820 mm'dir. Bu durumda her 3 değer de azaldığı görülebilmektedir.

Su bütçesi hesabı için yıllık, aylık ya da günlük yağış, buharlaşma, terleme gibi faktörlerin bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada C.W. Thorntwaite (1948) yöntemi kullanılarak su bütçesi hesabı yapılmıştır.



Şekil 4.3. Kumluca (17951) Meteoroloji İstasyonunun yağış değerleri



Şekil 4.4. İnceleme alanının yıllık ortalama toplam yağışı

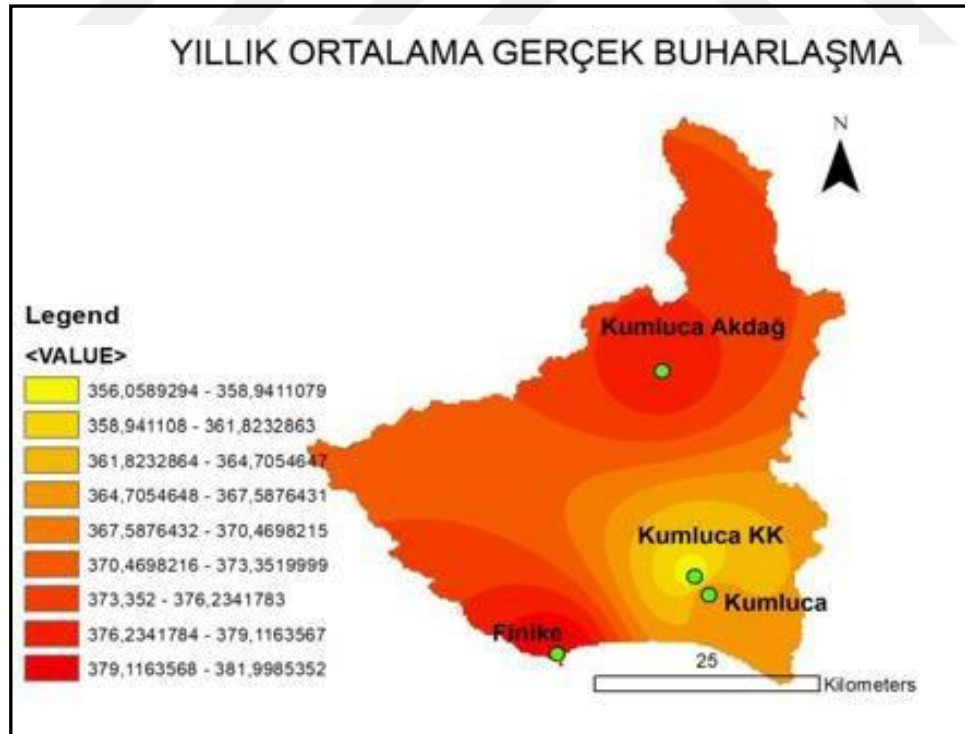
4.2.3. Evapotranspirasyon

Suyun su buharı halinde atmosfere karışması süreci ile bitkilerin kökleri ile aldıkları suyun terleme ile atmosfere bırakması sürecindeki toplam su kaybına evapotranspirasyon denir. Evapotranspirasyon potansiyel ve gerçek olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir.

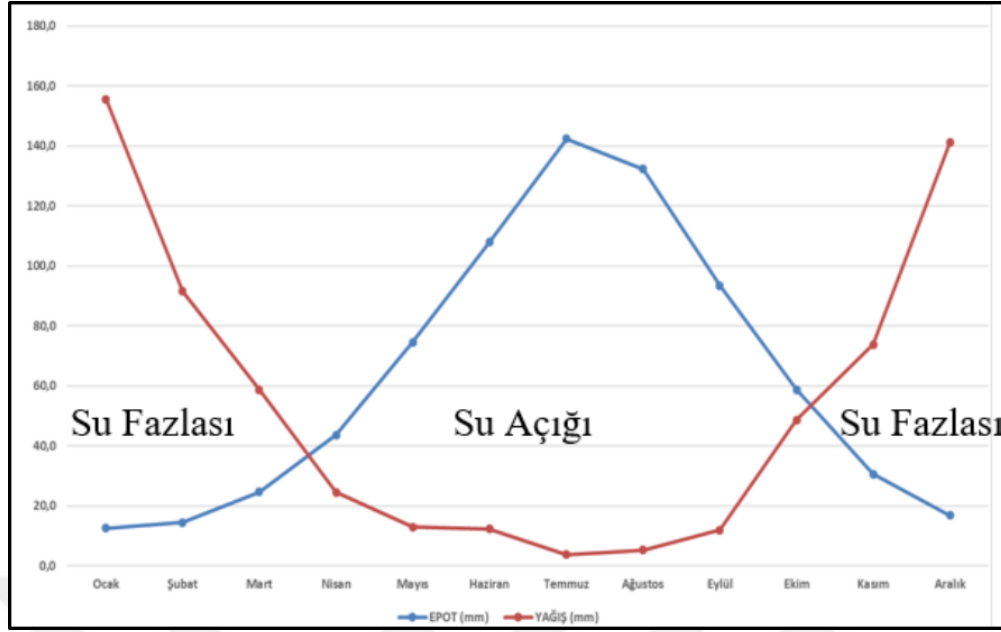
Potansiyel buharlaşma-terleme (Etp): Buharlaşmayı etkileyecek faktörler/koşullar altında gerçekleşebilecek en büyük buharlaşma miktarını tanımlar.

Gerçek buharlaşma-terleme (Eta): Herhangi bir ortamda potansiyel buharlaşma kadar su kaybının gerçekleşmesi Etp karşılığı su bulunmasına bağlıdır. Bu durumda yeteri kadar su bulunmadığında Eta kadar buharlaşma olur.

Meteroloji istasyonlarının verilerine dayanarak, yıllık ortalama gerçek evapotranspirasyon değerleri, IDW İnterpolation yöntemi ile çalışma havzasına uygulanmış ve sonuçlar Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Potansiyel buharlaşmanın çok olduğu yaz dönemimde yüksek miktarda su açığı meydana gelmektedir. Kumluca, Finike, Kumluca/Akdağ Kovucak Mevkii ve Kumluca KK istasyonları sırasıyla yıllık ortalama 595, 628, 399 ve 654 mm kadar su açığı vermektedir (Şekil 4.6). Yalçın (2021)’de elde edilen yıllık ortalama su açığı Kumluca, Finike ve Kumluca KK istasyonları için sırasıyla 596, 602, 654’dir. Bu verilere göre de bölgede ortalama yağış miktarının düşmesine karşın, buharlaşmanın ve bitkilerden terlemenin bir miktar arttığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5. İnceleme alanının yıllık ortalama gerçek buharlaşması



Şekil 4.6. İnceleme alanının aylık su fazlası – su açığı değişimleri

4.3. Hidrojeolojik Çalışmalar

4.3.1. Su Noktaları

Çalışma sahasında mevcut su noktaları; akarsular, sondaj kuyuları ve kaynaklar olmak üzere 3 grupta toplanmıştır.

Akarsular

İlçede yer alan en önemli akarsu Alakır çayıdır. Denize akışı olan diğer üç akarsu batıdan doğuya doğru Gavur deresi, Akmaz dere ve Yapraklı dereleridir. Alakır çayı dışındaki dereler Akdeniz iklimine has mevsimlik akarsulardır. Yağışsız dönemlerde denize yakın yerleri dışında düzenli su akışları yoktur.

Alakırçayı, Kumluca'nın kuzeybatısında, yaklaşık kuzey-güney doğrultusunda uzanır. Akarsuyun havza uzunluğu yaklaşık 60 km kadardır. Akarsu vadisi, Beydağlarının doğusunda yaklaşık, Antalya napları ile Beydağları otokton kayaları sınırında yer alır. Alakırçayı üzerinde Alakır Barajı bulunmaktadır. Alakır Barajı 1971 yılında tamamlanmıştır. Baraj başlangıçta taşkın koruma amacıyla yapılmış, daha sonra sulama ve en son yapılan eklemelerle enerji üretimi için de kullanılmaktadır. Barajın göl hacmi 39,960 hm³ tür.

Gavur Deresi, düzenli akarsuyu olmayan, kış aylarında yağışın sürekli olduğu günler dışında kuru olan mevsimlik akarsudur. Kumluca merkezden geçerek denize ulaşır. Gavur deresinin beslenme havzasında, sulama suyu sağlamak amacıyla yapılmış olan Toptaş Göleti yer alır.

Akmaz Dere, Derenin memba kısımlarında kış aylarının sürekli yağış olduğu günler dışında düzenli su akışı yoktur. Sadece denize yakın olan bölümlerde su bulunur.

Yapraklı Deresi, Mavikent Mahallesi'nin kuzey yamaçlarının yüzey sularını toplayan küçük derelerin kıyıya yakın birleşmesinden oluşur. Derenin memba kısımlarında kış aylarının sürekli yağış olduğu günler dışında düzenli su akışı yoktur. Sadece denize yakın olan bölümlerde su bulunur.

Kaynaklar

Çalışma sahasında yer alan kaynakların tamamına yakını karstik kaynaktır. Karstik özellikte olmayan kaynaklar ise küçük debili, bazıları sızıntı halinde olan kaynaklardır. Kumluca ovasında bulunan kaynaklar EK 4'de sunulmuştur.

Karaağaç Kaynağı Alakır kaynağını besleyen ana kaynaktır. Kaynak koordinatları X (doğu): 259227, Y(kuzey): 4066400 olarak belirlenmiştir. Kaynak boşalım kotu 790 m'dir. Kaynağın beslenme alanı, Beydağları formasyonu (Kb) kireçtaşlarından oluşur. Beslenme alanının topografyası tipik karstik saha topografyasıdır.

Gödene-Çatalpınar Kaynağı Alakır kaynağını besleyen ana kaynaktır. Altınyaka (Gödene) köyünde, Antalya napları içerisinde yer alan Alakırçay grubu (TRa) içerisinde boşalır. Kaynak boşalım kotu 1005 m.'dir. Kaynak koordinatları X(doğu): 262912 Y(kuzey): 4049792 olarak belirlenmiştir.

Gödene-Pınargözü Kaynağı Alakır çayını besleyen kaynaklardan biridir. Altınyaka (Gödene) köyünde, Alakırçay Grubu(TRa) içerisinde boşalır. Kaynak boşalım kotu 1000 m.'dir. Kaynak koordinatları X(doğu): 262954, Y(kuzey): 409509 olarak belirlenmiştir.

Kumluca-Balıklar Kaynağı Alakır çayını besleyen kaynaklardan biridir. Karacaören köyünde, Alakırçay grubu üyesi olan Çandır formasyonu(TRa) içerisinde boşalır. Kaynak rezervuarı muhtemelen Beydağları formasyonu (Kb) kireçtaşlarıdır. Kaynak boşalım koto 465 m'dir. Kaynak koordinatları X(doğu): 254441 Y(kuzey): 4049163 olarak belirlenmiştir.

Kumluca-Salur Kaynağı Kumluca ovasını oluşturan Alüvyon (Qal) ile Beydağları formasyonu sınırından Kumluca-Salur köyünden boşalır. Kaynak boşalım kotu 15 m'dir. Kaynak koordinatları X(doğu): 251537 Y(kuzey): 4028445 olarak belirlenmiştir.

Kuyular

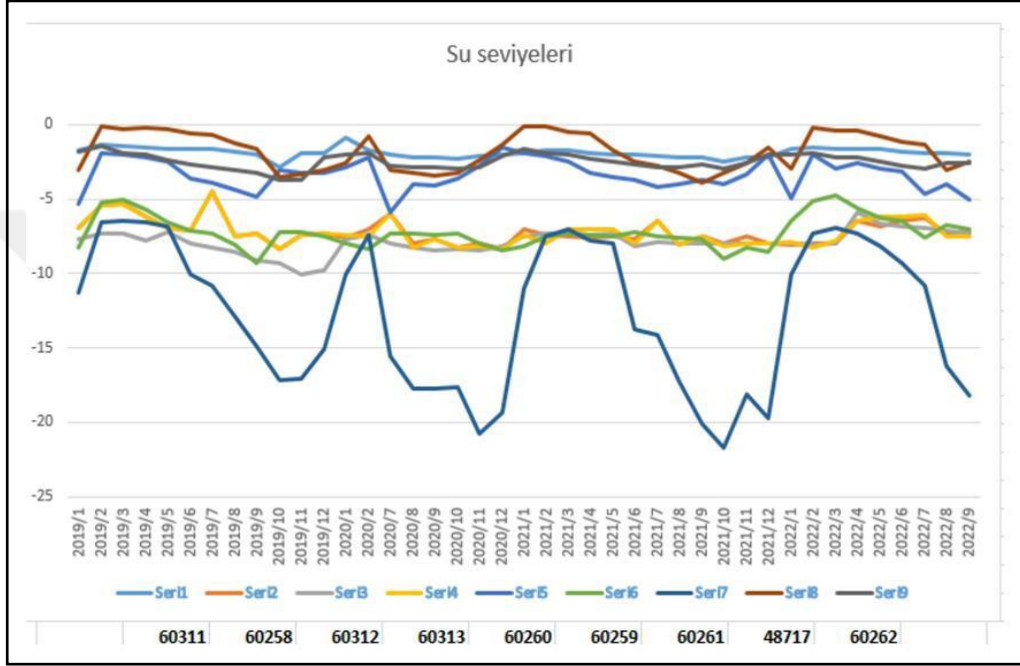
Çalışma alanında bulunan kuyular sığ (keson) ve derin kuyulardır.

Sığ Kuyular: derinlikleri 5-10 m. arasında değişmektedir. Genellikle sığ kuyuların tamamına yakını dar çaplı elle kazılmış kuyulardır.

Derin Kuyular (Sondaj Kuyuları): kuyu çapları genel olarak 5 cm ile 30 cm arasındadır. Sondaj makineleri ile açılmıştır. Kuyu derinlikleri genel olarak 10 m ile 100 m. arasında değişmektedir. Çalışma alanında derin kuyular, şahıslara ya da kamu kurumlarına ait kuyulardır.

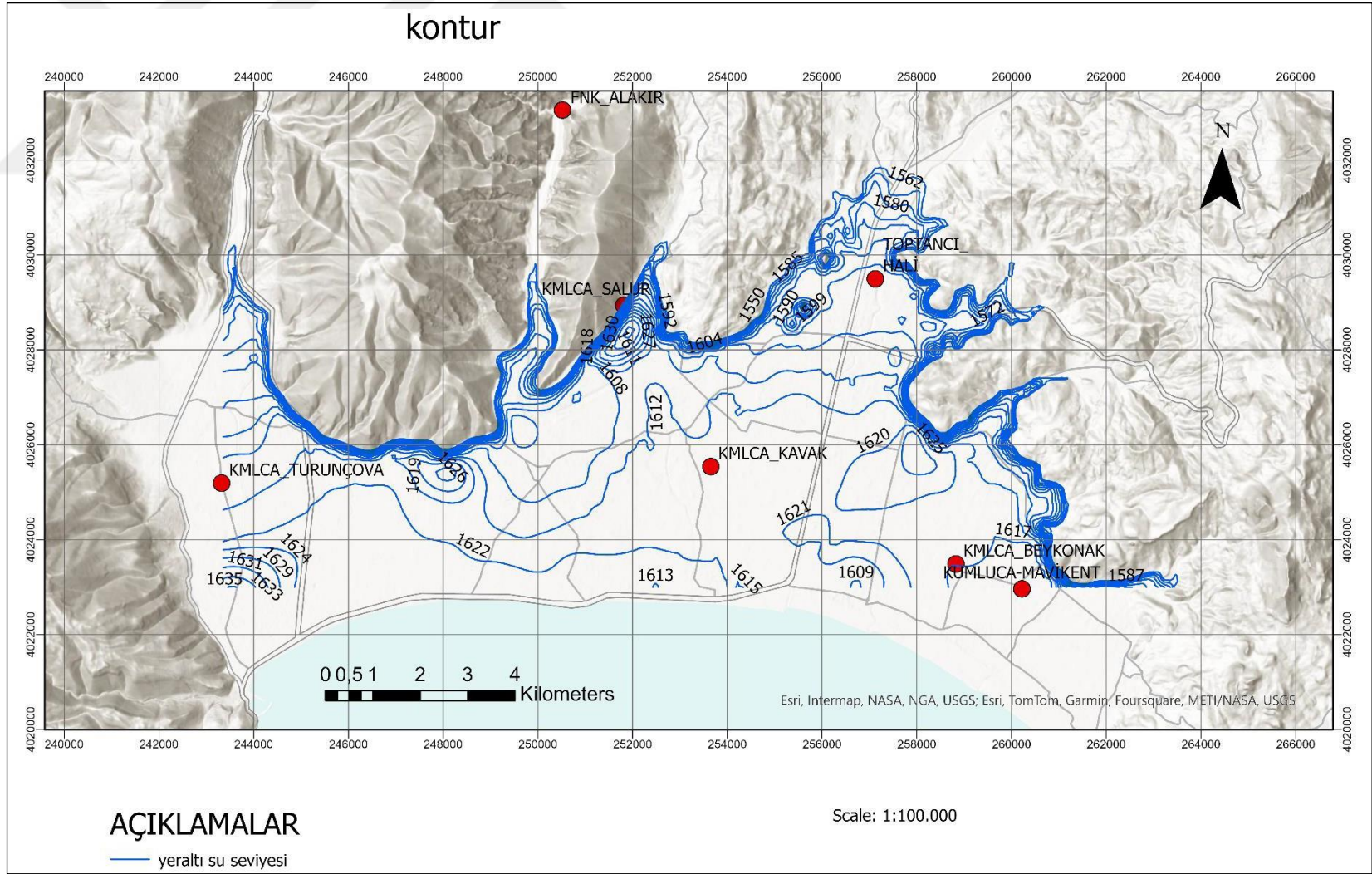
Çalışma alanındaki yeraltısu seviyesi değişimlerini incelemek amacıyla 2019 yılından itibaren her ay düzenli olarak ölçülen 9 ayrı rasat kuyularına ait su seviyeleri

Devlet Su İşleri XIII. Bölge Müdürlüğü’nden temin edilmiştir ve bu çalışma için 2019 – 2022 yılları arasındaki yeraltı suyu kotu ölçümleri kullanılmıştır. Aylık ölçülen rasat kuyularının su seviyeleri Ek 5’te sunulmuştur. Kuyuların su seviyeleri Şekil 4.7.’de gösterilmiştir. Ayrıca 7 adet rasat kuyuların 2020 yılı Ekim, 2021 yılı Nisan ve Ekim, 2022 yılı Nisan ayında yapılmış olan kimyasal analiz verileri DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü Yeraltı Suları Şubesi’nden temin edilmiştir. Kuyu numaraları 60311, 60259, 60258, 60261, 60260, 60262 ve 48717 şeklindedir. Bazı kuyuların su seviyelerinin mevsimsel değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle 60261 numaralı (Toptancı Hali) kuyu yağmur sularından beslenmektedir.



Şekil 4.7. Rasat kuyuların su seviyeleri (DSİ, 2022)

2019 yılı Ocak ayından itibaren her ay düzenli ölçülen rasat kuyularının su seviyelerinden Kumluca Ovasının yeraltı su seviye haritası üretilmiştir. Kumluca Ovası’nın yeraltı su seviyeleri Şekil 4.8.’de gösterilmiştir. Yeraltı statik su seviyesi ovada deniz seviyesinde iken kuzeye doğru gidildikçe statik seviye artmaktadır. Su akış yönü kuzeyden güneye doğrudur. Göreceli olarak; yamaçlarda hidrolik eğimin yüksek, permeabilitenin düşük ve ovalarda ise tam tersi şeklinde, hidrolik eğimin düşük permeabilitenin yüksek olduğu görülebilmektedir.



Şekil 4.8. Kumluca Ovasının yeraltı su seviyesini gösteren su tablası

4.3.2. Akiferler

Her birim hem tektonik örselenme durumu, hem de litolojik ve yaş olarak farklı özelliktedir. Bu nedenle her birim farklı hidrojeolojik özellikler göstermektedir. Bu birimlerin yeraltısuyu taşıma ve iletme özellikleri ise birbirinden oldukça farklıdır. Çalışma sahasında tanımlanan akifer grupları, karstik akiferler, çatlaklı akiferler, çatlaklı ve gözenekli veya çatlaklı zayıf akiferler ve alüvyon akiferden oluşmaktadır.

Karstik akiferler: kireçtaşı dolomit ve benzeri karbonat kayalardan oluşmaktadır. Kalınlıkları değişkendir. Çok iyi gelişmiş karst sistemleri içerirler. Büyük debili kaynakların tamamı karstik akiferlerin boşalımlarıdır.

Çatlaklı akiferler: magmatik kayalar, metamorfik kayalar ve sıkı çimentolu kumtaşı ve çakıltası birimlerinden oluşurlar. Tektonik örselenme nedeniyle yatay ve düşey yönde oldukça değişken bir yapı sunan birimlerden oluşmaktadır. Çatlak sistemine bağlı olarak hareket ederler.

Çatlaklı ve gözenekli veya çatlaklı zayıf akiferler: kiltası kumtaşı ardalanmalı birimlerden ve tektonik olarak çok fazla örselenmemiş, kiltası-kumtaşı-killi kireçtaşı ardalanmalarından oluşur.

Alüvyon akiferler: kırıntılı, ayırık, Kuvaterner yaşlı, genç birimlerin tamamı alüvyon akifer olarak tanımlanmıştır. En belirgin özelliği topografik olarak düz olmalarıdır. Akarsu yakındalarında genel olarak kum çakıl oranları daha yüksektir ve daha gözenekli ve geçirgendir. Bazı bölümlerde ise kil oranı daha fazladır.

4.4. Hidrojeokimya

Su kalitesinin önemi tüm canlı hayatını yakından ilgilendirmektedir ve kimyasal özelliklerine göre doğru yerde kullanılması bitki, toprak ve insan hayatını doğrudan etkilemektedir. Yüzey ve yeraltı sularının iyon özelliklerine göre sınıflandırılması, kalitesinin incelenmesi ve kullanım amacına uygun olması oldukça önemlidir.

Yüzey ve yeraltı sularının hidrojeokimyasal özelliklerini ve kalitesini belirleyebilmek için yeraltı sularından 7 adet ve Karadın Dere'sinden 1 adet olmak üzere 8 adet (SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-6, SK-7) su numunesi alınmıştır. Ayrıca çalışma alanında bulunan 7 adet rasat kuyusunun (60311, 60259, 60258, 60261, 60260, 60262, 48717) 2020 yılı Ekim ayı, 2021 yılı Nisan – Ekim ayları, 2022 yılı Nisan aylarına ait kimyasal analiz sonuçları DSİ XIII. Bölge Müdürlüğü Yeraltısuları Şubesi'nden temin edilmiştir (Bkz. Şekil 3.2). Kumluca Ovası'ndaki yüzey ve yeraltısularının iyon özelliklerini belirlemek amacıyla suların sertlik, özgül elektriksel iletkenlik (EC), sodyum absorpsiyon oranı (SAR), hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH) ve sodyum iyon yüzdesi (%Na) özellikleri araştırılmıştır. Suların kullanım amaçlarının belirlenmesinde ise Schoeller içilebilirlik diyagramı, Piper diyagramı, ABD tuzluluk diyagramı ve Willcox diyagramı kullanılarak yorumlanmıştır.

4.4.1. Suların Fiziksel ve İyon Özellikleri

Su numunesi alınan her noktada Combo Water Quality Meter 86031 cihazı ile yerinde ölçüm yapılarak sıcaklık, pH, EC, Tuzluluk, TDS, Oksijen değerleri ölçülmüştür. Ölçülen değerler Çizelge 4.1.' de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Combo Water Quality Meter 86031 cihazı ile yerinde ölçüm değerleri

ARAZİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ									
KUYULAR	KOORDİNAT		SICAKLIK	PH	EC (Ms)	TUZLULUK (ppt)	TDS (ppm)	OKSİJEN mg/L	OKSİJEN (%)
SK1 (Şahıs K)	260505	4023858	21,3	7,76	507	0.25	254	5,9	67
SK2 (Şahıs K)	258455	4023413	21,5	8,18	456	0.23	221	5,7	65,5
SK3 (Şahıs K)	253450	4025287	19,9	8,22	1233	0.66	615	2,1	25,5
K. Deresi	246362	4025766	15,3	8,00	508	0.25	263	5,00	50,8
SK4 (60311)	243321	4025185	18,4	7,89	410	0.18	122	3,9	46,5
SK5 (60259)	251809	4028940	20,3	7,6	628	0.32	315	7,2	68,8
SK6 (60258)	250495	4032981	21,3	8,00	359	0.18	180	7,00	68,7
SK7 (60261)	257125	4029499	21,2	8,3	613	0.38	380	8,3	71,5

Yeraltı sularının kimyasal özelliklerini araştırmak amacıyla DSI'den temin edilen 7 ayrı sondaj kuyusunun 2020 - 2022 Yılları arasındaki kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2., Çizelge 4.3., Çizelge 4.4. ve Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Tüm analiz sonuçları EK 6.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.2. 2020-Ekim Ayı sondaj kuyularının analiz sonuçları (DSİ, 2022)

KUYU NUMARALARI							
19.10.2020	60258	60259	60260	60261	60262	60311	48717
Renk	1	1	6	1	16	1	7
Bulanıklık	0,51	0,64	0,46	0,38	0,64	0,35	0,58
sıcaklık	25,90	22,70	22,50	22,70	22,40	17,20	22,50
pH	8,32	8,31	8,44	8,07	8,81	8,6	8,35
İletkenlik (EC)	396	548	1158	555	1018	379	2080
Na	11,86	20,05	70,61	24,07	154,79	37,030	187,36
Ca	38,77	69,59	43,66	55,31	18,6	19,010	34,29
Mg	21,47	16,34	64,76	24,78	38,8	17,01	108,2
K	1,27	3,04	1,79	1,8	7,66	0,00	5,97
Cl	3,42	15,73	6,95	23,15	6,54	3,34	610,96
Sülfat	13,57	40,13	35,19	38,13	10,1	3,73	15,16
Nitrat	2,64	7,19	4,51	11,22	<0.03	2,04	8,67
Nitrit	<0.01	0,02	0,19	0,03	<0.01	<0.01	1,22
Florür	0,12	0,15	0,38	0,11	0,52	0,03	0,04
F_Alkalinitesi	0	0	0,00	0,00	48,00	55,20	58,20
M_Alkalinitesi	443,62	383,82	472,29	161,7	439,34	72	53,09
T_Alkalinite	363,5	314,5	387,00	132,50	440,00	151,00	140,50

Çizelge 4.3. 2021-Nisan Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları (DSİ, 2022)

KUYU NUMARALARI							
21.04.2021	60258	60259	60260	60261	60262	60311	48717
Renk	6	7	47	4	20	9	10
Bulanıklık	12,2	30,1	24,2	6,75	5,27	19,7	3,91
sıcaklık	24,20	23,20	22,30	23,00	24,00	24,10	21,30
pH	8,27	7,53	8,02	7,71	8,31	8,11	7,23
İletkenlik (EC)	331	597	1273	761	930	334	1786
Na	14,00	35,76	104,32	27,37	110,86	25,270	154,84
Ca	41,49	116,03	59,38	85,68	26,98	24,060	27,85
Mg	22,01	27,83	94,45	32,91	52,06	14,15	99,47
K	1,30	4,12	1,34	2,73	6,85	1,38	4,9
Cl	11,65	23,30	75,44	45,83	56,7	36,72	527,02
Sülfat	15,14	53,80	37,61	153,76	34,65	4,41	11,81
Nitrat	3,38	17,85	4,32	26,42	4,12	2,74	6,19
Nitrit	0,01	0,02	0,22	0,11	0,29	0,03	1
Florür	0,10	0,10	0,34	0,2	0,37	0,04	0,03
F_Alkalinitesi	0,00	0,00	13,20	0,00	76,80	10,80	0,00
M_Alkalinitesi	192,82	385,65	608,37	139,13	295,34	144,01	333,17
T_Alkalinite	158,00	316,00	520,50	114,00	370,00	136,00	273,00

Çizelge 4.4. 2021-Ekim Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları (DSİ, 2022)

KUYU NUMARALARI							
4.10.2021	60258	60259	60260	60261	60262	60311	48717
Renk	7	7	13	0	16	0	2
Bulanıklık	1,08	1	0,68	1,93	1,26	0,62	0,61
sıcaklık	22,60	22,70	22,50	22,70	22,40	17,20	22,50
pH	8,61	8,41	8,42	8,76	8,76	7,72	8,49
İletkenlik (EC)	419	529	1281	609	943	395	1924
Na	15,42	22,36	110,44	25,81	129,16	22,720	162,08
Ca	50,74	72,99	62,21	70,93	25,43	42,970	35,40
Mg	20,34	17,77	97,79	27,58	51,07	13,23	116,59
K	1,86	2,96	1,39	2,08	7,31	1,21	17,82
Cl	9,42	14,49	76,87	23,08	50,81	40,17	486,92
Sülfat	20,17	42,54	40,11	36,19	22,26	3,23	13,86
Nitrat	3,48	7,02	4,51	2,81	<0,001	2,25	<0,001
Nitrit	0,01	0	<0,001	<0,001	0,02	0,05	0,1
Florür	0,05	0,01	0,47	0,11	0,27	0,06	0,23
F_Alkalinitesi	6,6	10,8	30,00	6,00	41,40	0,00	9,00
M_Alkalinitesi	232,49	211,74	554,67	242,86	400,9	221,5	234,93
T_Alkalinite	201,5	191,5	504,50	209,00	397,50	181,50	207,50

Çizelge 4.5. 2022-Nisan Ayı sondaj kuyularının kimyasal analizler sonuçları (DSİ, 2022)

KUYU NUMARALARI							
8.04.2022	60258	60259	60260	60261	60262	60311	48717
Renk	0	>1000	9	>1000	10	2	7
Bulanıklık	1,36	1,21	2,5	0,5	1,94	1,57	0,84
sıcaklık	22,50	22,50	22,60	22,40	22,50	22,80	22,50
pH	8,39	7,89	7,98	8,03	8,4	8,32	8,23
İletkenlik (EC)	389	542	1253	716	928	415	1623
Na	11,42	26,31	128,31	33,07	115	29,180	192,93
Ca	79,06	38,93	7,92	33,59	8,96	30,460	33,80
Mg	20,74	20,83	107,95	37,72	69,44	16,12	103,96
K	0,85	2,97	1,48	2,72	7,69	1,55	7,7
Cl	8,12	20,47	8,58	29,84	48,75	43,84	451,69
Sülfat	13,76	40,9	19,07	47,33	57,38	5,93	9,31
Nitrat	3,15	11,69	2,38	29,58	4,69	2,44	15,32
Nitrit	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Florür	0,02	0,06	0,1	0,07	0,2	0,09	0,12
F_Alkalinitesi	0	0	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00
M_Alkalinitesi	288,62	182,45	705,39	355,75	499,75	203,2	231,88
T_Alkalinite	236,5	149,5	578,00	291,50	409,50	181,50	190,00

4.4.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık, suyun diğer fiziksel özelliklerini ve kimyasal içeriğini etkilemektedir. Örnek kabına alınan ve laboratuvar ortamında ölçülen numunenin sıcaklığı gerçek sıcaklığı verememektedir. Bu nedenle su sıcaklığının yerinde ölçülmesi daha doğrudur. İnceleme alanında Combo Water Quality Meter 86031 model cihaz ile yerinde yapılan ölçümde en düşük sıcaklık değerleri Karadin Deresi'nde 15.30C ve en yüksek sıcaklık değerleri ise SK-2 noktasında 21.50C olarak ölçülmüştür. Yalçın (2021)'de elde edilen aralık 16°C-23°C arasındadır.

4.4.1.2. Renk

Renk, suda alg gibi organik maddelerin belirtisi olabilir. İnce tabakalar halindeyken sular renksizdir. Mavi, lacivert renkli sular kalın tabaka halindedir. Suyun rengi, içindeki etkenlere bağlı olarak değişir. İçinde bulunan metalik iyonlar (demir, manganez gibi) organik maddeler (su bitkileri, bitki çürümesi) ve endüstriyel kirlenmeler suda renklerin oluşmasına neden olur. Hafif esmer sular granit kayalardan gelen sulardır; kireçtaşı, suyu turkuaz rengine döüştürür; kırmızı renkli suları bazı alglerden oluşturur; kırmızımsı turuncu sular silt ve demir çökeltisinin olduğunu gösterir; yeşil renkli sular suyun içinde yosun olduğunun belirtisi; sarı renkli sular ise toprak, bataklık veya bitki çürümesiyle oluşmuş organik madde bulundurabilir. İçmesuyu renksiz olmalıdır.

4.4.1.3. Bulanıklık

Suyun bulanıklığına neden olan kum, kil, silis, kalsiyum karbonat, demir, mangan, sülfür gibi maddeler, çok ince organik maddeler ve gözle görünecek büyük tortullara kadar herşey olabilir. Bulanıklık sularda istenen bir durum değildir.

Nehirlere karışan evsel ve endüstriyel atıklar ve yağmurla taşına topraklar nehir sularında bulanıklığa sebep olur. Suyu karışan inorganik maddeler suda bakteri oluşumuna neden olurlar. Bakteri oluşumu da suda bulanıklığı artırır.

4.4.1.4. Sertlik

Sertlik, suların en önemli iyon özelliklerindendir. Bikarbonat, sülfat, klorür ve nitrat su içerisinde çözülmüş Ca ve Mg bileşiklerinden meydana gelmektedir. Fransız Sertlik derecesi suların sertliğinin belirlenmesinde kullanılır. Suların sertlik sınıflandırılması Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Suların sertliklerine göre sınıflandırılması (Erguvanlı ve Yüzer, 1987)

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

Su örneklerinin toplam sertlik değerleri 11,75 – 56,85 arasında değişmektedir. Fransız Sertlik Derecesi'ne göre çalışma alanındaki sular, Yalçın (2021)'de de görüldüğü gibi, geniş bir yelpazede değişmekte ve “yumuşak ile çok sert sular” arasında yer almaktadırlar.

4.4.1.5. Hidrojen iyon konsantrasyon (pH)

Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritmasıdır. pH=7 olan sular ‘nötr sular’ olarak bilinir. Bunlarda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H^+ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7’den küçük değerler alır ve su asit karakter kazanır. OH^- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7’den büyük değerler alır ve su bazik özellik kazanır. pH değerleri 0-14 arasında değişir. Genel olarak yeraltısuları pH<7 olan asit özelliği fazla sulardır. Yerüstü suları pH>8 olan bazik özellikte sulardır. Genel olarak pH< 4.5 olan sular asit su, pH>8.2 olan sular bazik su olarak tanımlanır (Erguvanlı ve Yüzer, 1987), (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Suların pH' a göre sınıflandırılması (Erguvanlı ve Yüzer, 1987)

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

Devlet Su İşleri’nden alınan rasat kuyularının analiz sonuçlarına göre;

- 2020 yılı Ekim ayı en düşük pH değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda (pH= 8,06) en yüksek pH değeri ise 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda (pH= 8,81) ölçülmüştür.
- 2021 yılı Ekim ayında da benzer şekilde en düşük değer yine 60311(Turunçova) numaralı kuyuda (pH= 7,72) en yüksek değer ise 60262 (Beykonak) numaralı kuyu (pH= 8,76) belirlenmiştir.
- 2021 yılı Nisan ayında ise en düşük pH değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyu (pH= 7,23) en yüksek ise 60262 (Beykonak) numaralı kuyudan (pH= 8.31) elde edilmişken,
- 2022 yılı Nisan ayında ise en düşük değer 60259 (Salur) numaralı kuyudan (pH= 7.89) en yüksek değer de 60262 (Beykonak) numaralı kuyudan (pH= 8,40) alınmıştır.

Bu durumda suların hepsi bazik karakterlidir. pH değerleri Çizelge 4.8.’de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Rasat kuyularının pH değerleri (DSİ,2022)

pH DEĞERLERİ		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	EN YÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	8,06/60311	8,81/60262
2021 YILI NİSAN	7,23/48717	8,31/60262
2021 YILI EKİM	7,72/60311	8,76/60262
2022 YILI NİSAN	7,89/60259	8,40/60262

Arazi çalışmalarında Combo Water Quality Meter 86031 model cihaz ile yerinde yapılan ölçümde en düşük pH değeri 60259 - Salur (SK-5) numaralı rasat kuyusundan 7.6 ve en yüksek değer ise 60261-Toptancı Hali (SK-7) numaralı rasat kuyusundan 8.30 olarak ölçülmüştür. Şekil 4.9.' deki haritadan da anlaşılabileceği üzere; ovanın batı kesiminin pH değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Suların hepsi bazik karakterlidir. 60258 (Alakır), 60259 (Salur) ve 60311 (Turunçova) kuyularının pH değerleri göreceli olarak düşüktür. Önceki çalışmalarla kıyaslandığında önemli bir değişim olmadığı görülebilmektedir.

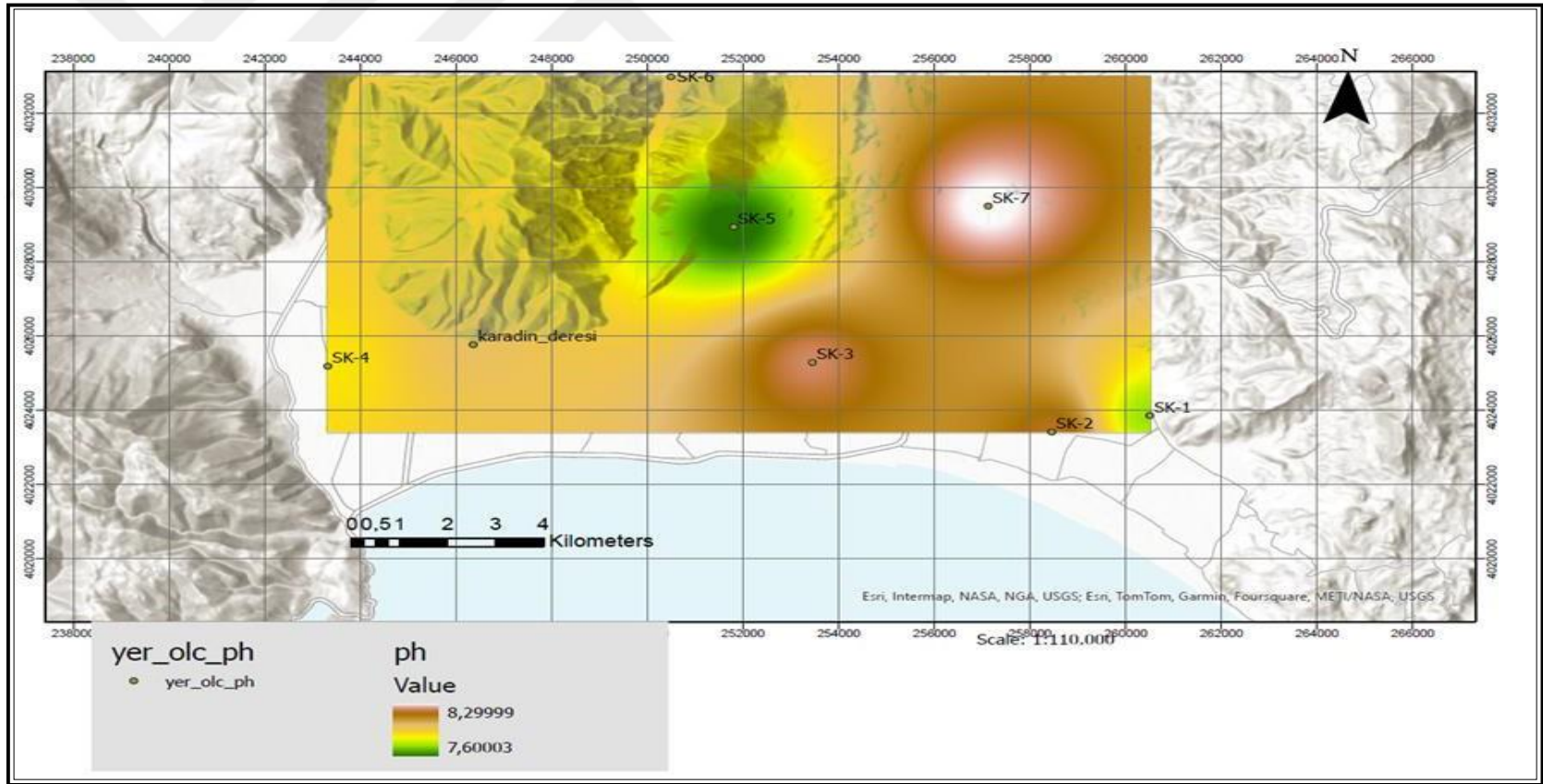
Şekil 4.9.' deki haritada ovanın batı kesimini pH değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Suların hepsi bazik karakterlidir. 60258 (Alakır), 60259 (Salur) ve 60311 (Turunçova) pH değerleri düşüktür.

4.4.1.6. Elektriksel iletkenlik (EC)

Suyun elektriği geçirme özelliği olup çözülmüş madde miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Suların iyon cinsine, derişimine ve sıcaklığına bağlıdır. Saf su iyi bir yalıtkan özelliği taşımaktadır. Devlet Su İşleri'nden alınan 2020 – 2022 yılları arasındaki verilere göre suların özgül elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 331 $\mu\text{s/cm}$ ile 2080 $\mu\text{s/cm}$ arasında tespit edilmiştir. EC değerleri Çizelge 4.9.'da sunulmuştur. Ayrıca dağılım haritaları da Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. EC Değerleri (DSİ, 2022)

EC DEĞERLERİ ($\mu\text{s/cm}$)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	EN YÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	379/60311	2080/48717
2021 YILI NİSAN	331/60258	1786/48717
2021 YILI EKİM	395/60311	1924/48717
2022 YILI NİSAN	389/60258	1623/48717



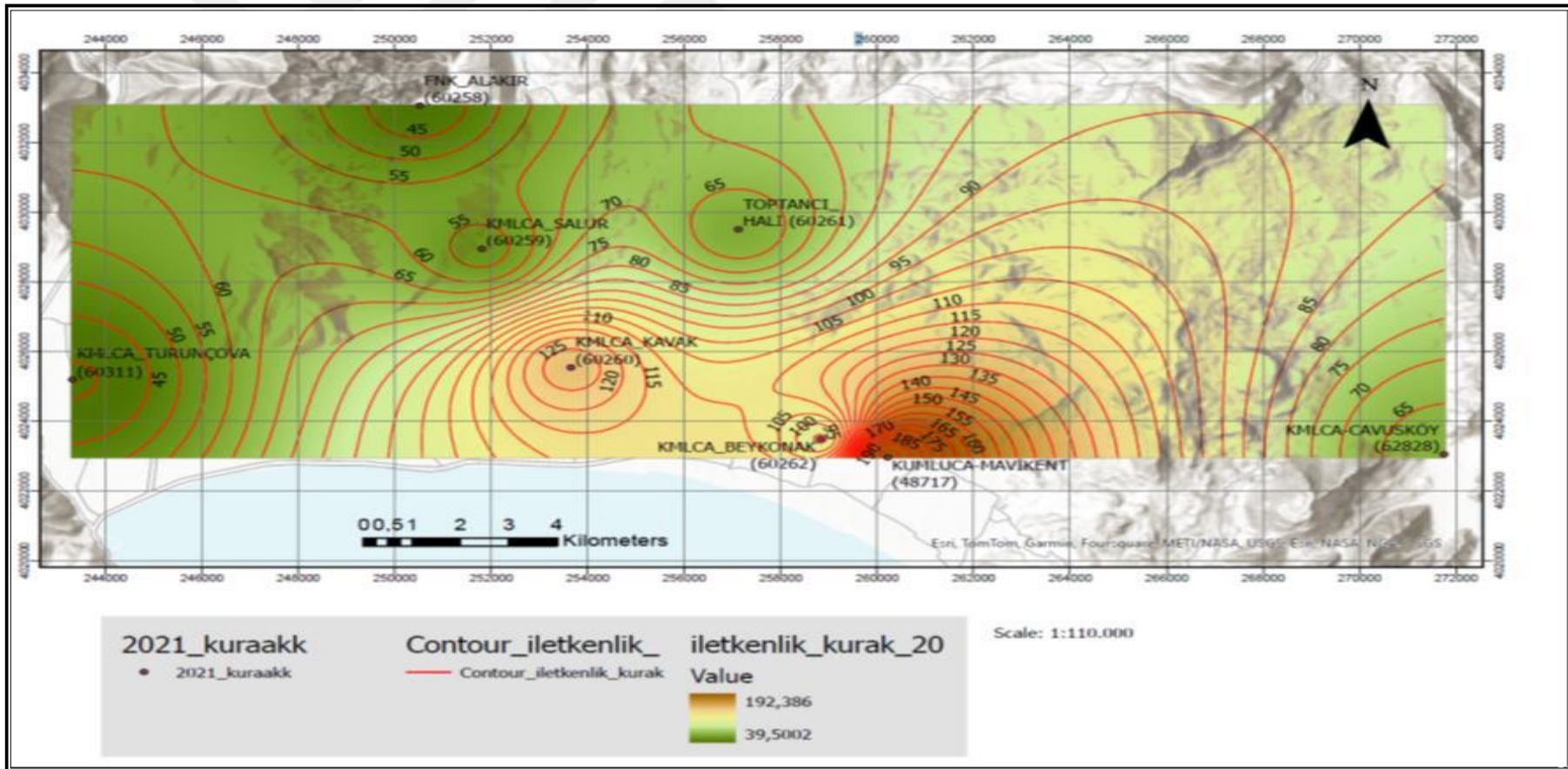
Şekil 4.9. Çalışma alanın pH dağılımı haritası



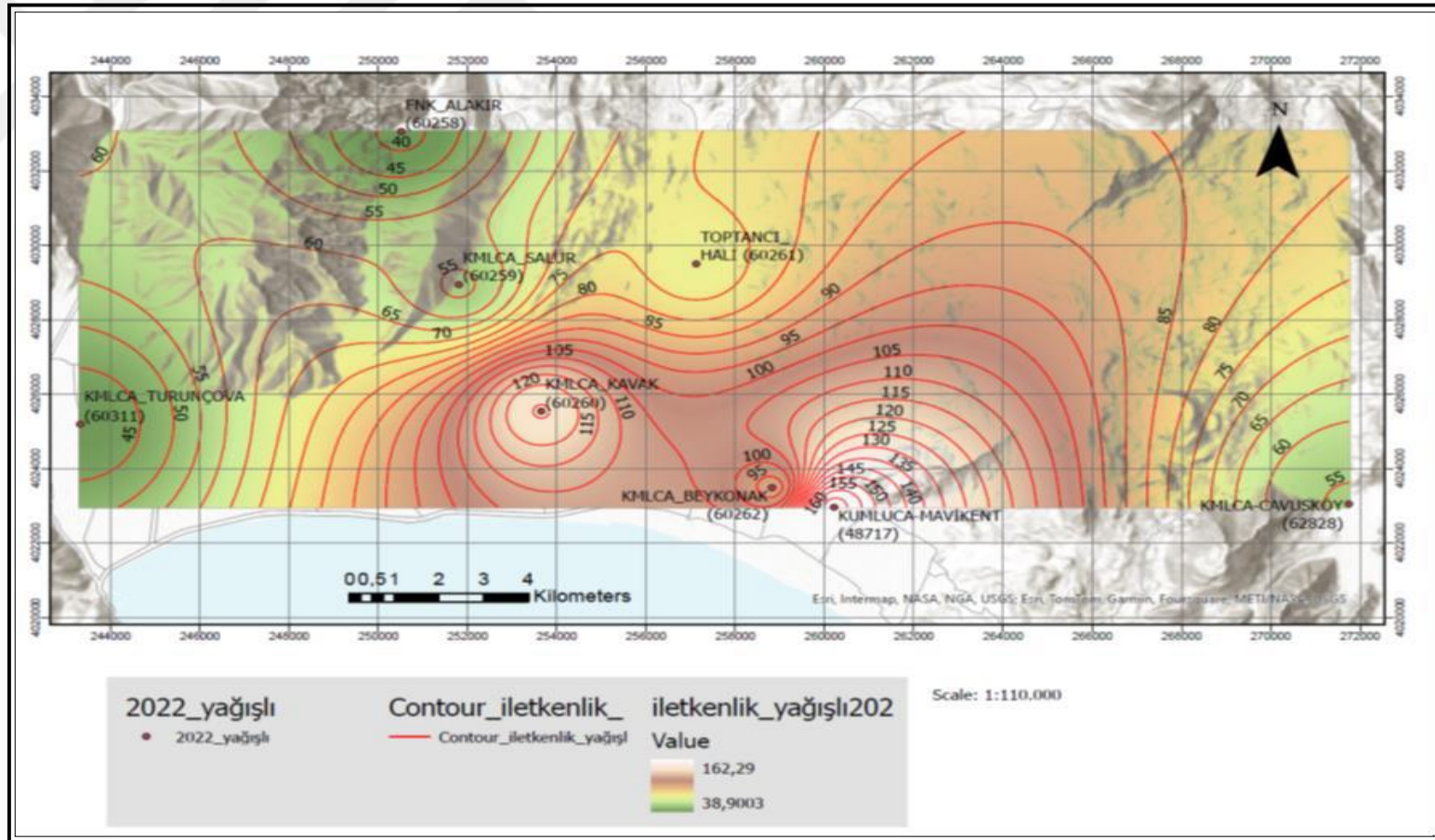
Şekil 4.10. Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait EC dağılımı haritası



Şekil 4.11. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait EC dağılım haritası



Şekil 4.12 Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait EC dağılım haritası



Şekil 4.13. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait EC dağılım haritası

Bu verilere göre;

- 2020 yılı Ekim ayında elde edilen en düşük EC değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 379 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken, en yüksek değer ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 2080 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir (Şekil 4.10).

- 2021 yılı Nisan ayında elde edilen en düşük EC değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 331 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken, en yüksek değer 48717 (Mavikent) numaralı kuyu 1786 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir (Şekil 4.11).

- 2021 yılı Ekim ayında elde edilen en düşük EC değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 395 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek değer ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 1924 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir (Şekil 4.12).

- 2022 yılı Nisan ayında ölçülen en düşük değer 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 389 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve en yüksek değer 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 1623 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13).

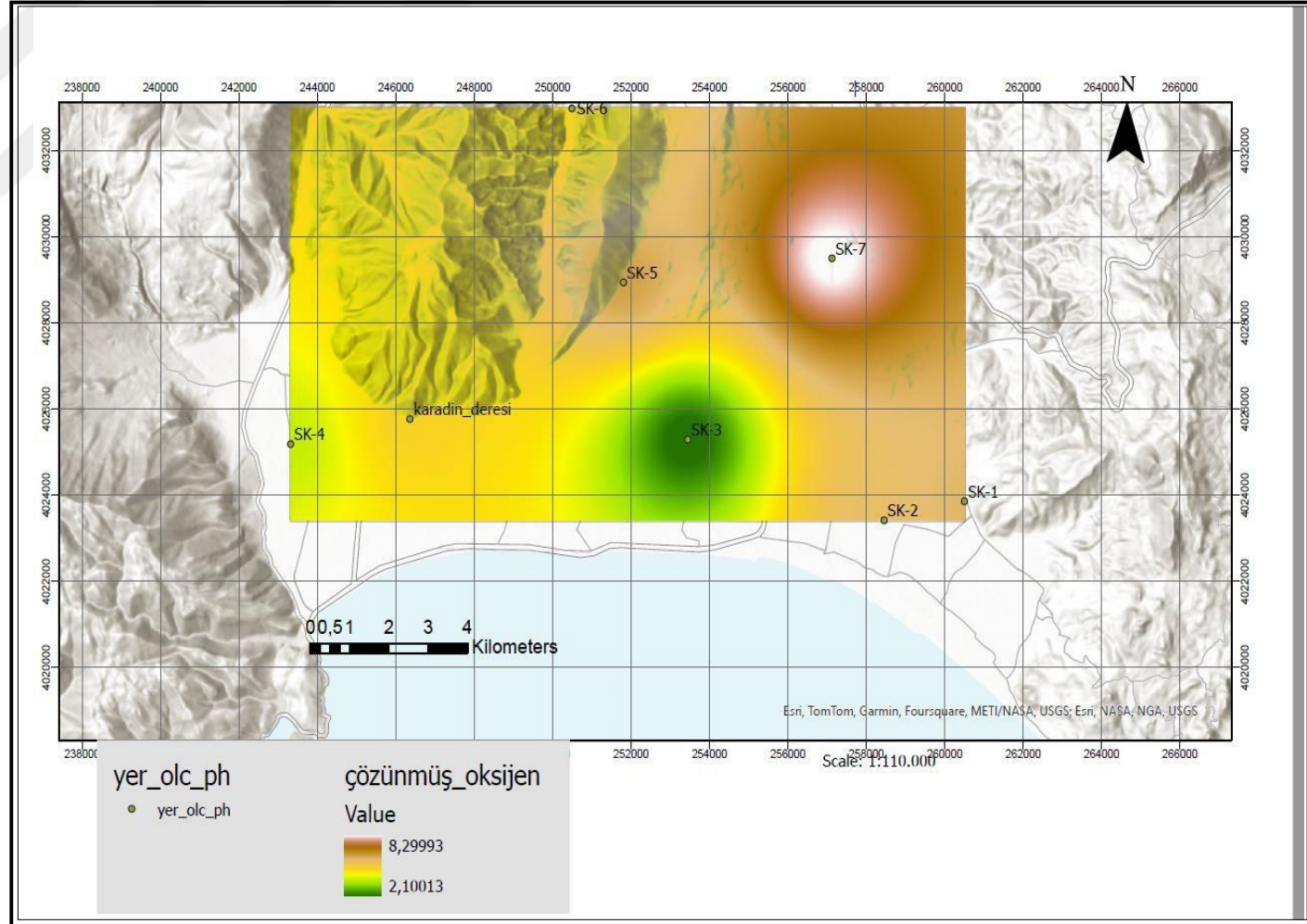
Ovadan kuzey kesimlere doğru gidildikçe EC değerini düştüğünü görüyoruz. Kıyı kesimler de EC değeri yüksektir. Arazi çalışmalarında Combo Water Quality Meter 86031 model cihaz ile yerinde yapılan ölçümde su örneklerinin elektiriksel iletkenliği en düşük 60258 – Alakır (SK-6) numaralı rasat kuyusunda 359 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek 60260 –Kavak (SK-3) numaralı kuyuda 1233 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Önceki çalışmalarda olduğu gibi, havzanın doğu kesimlerinde elektiriksel iletkenlik değerlerinin artmakta olduğu gözlenmiştir. Burada örtü altı tarımının etkili olduğu düşünülmektedir.

4.4.1.7. Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen, suda çözünmüş olarak ölçülen oksijen miktarıdır. Sudaki bitkisel ve organik maddeler çözünmüş oksijenle ilgilidir. Yüzeysel su ve atık suyun çevresel olarak değerlendirilmesinde çözünmüş oksijen miktarı oldukça önemlidir. Su kirliliğinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Çözünmüş oksijen miktarını düşüren faktörler suda mineraller, derinlik, durgunluk, sıcaklık ve kirleticilerdir. Ayrıca derin sularda oksijenin bulunmaması suların kirli olduğu anlamına gelmemektedir. Çalışma alanındaki kuyularda ölçülmüş çözünmüş oksijen değerleri Çizelge 4.10.'da ve şahıs kuyularının çözünmüş oksijen haritası da Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çözünmüş oksijen değerleri

KUYU NUM	OKSİJEN (mg/l)	OKSİJEN (%)
SK-1 (ŞAHIS K)	5,9	67
SK-2 (ŞAHIS K)	5,7	65,5
SK-3 (ŞAHIS K)	2,1	25,5
KARADİN D.	5,00	50,8
SK-4 (60311)	3,9	46,5
SK-5 (60259)	7,2	68,8
SK-6 (60258)	7,00	68,7
SK-7 (60261)	8,3	71,5



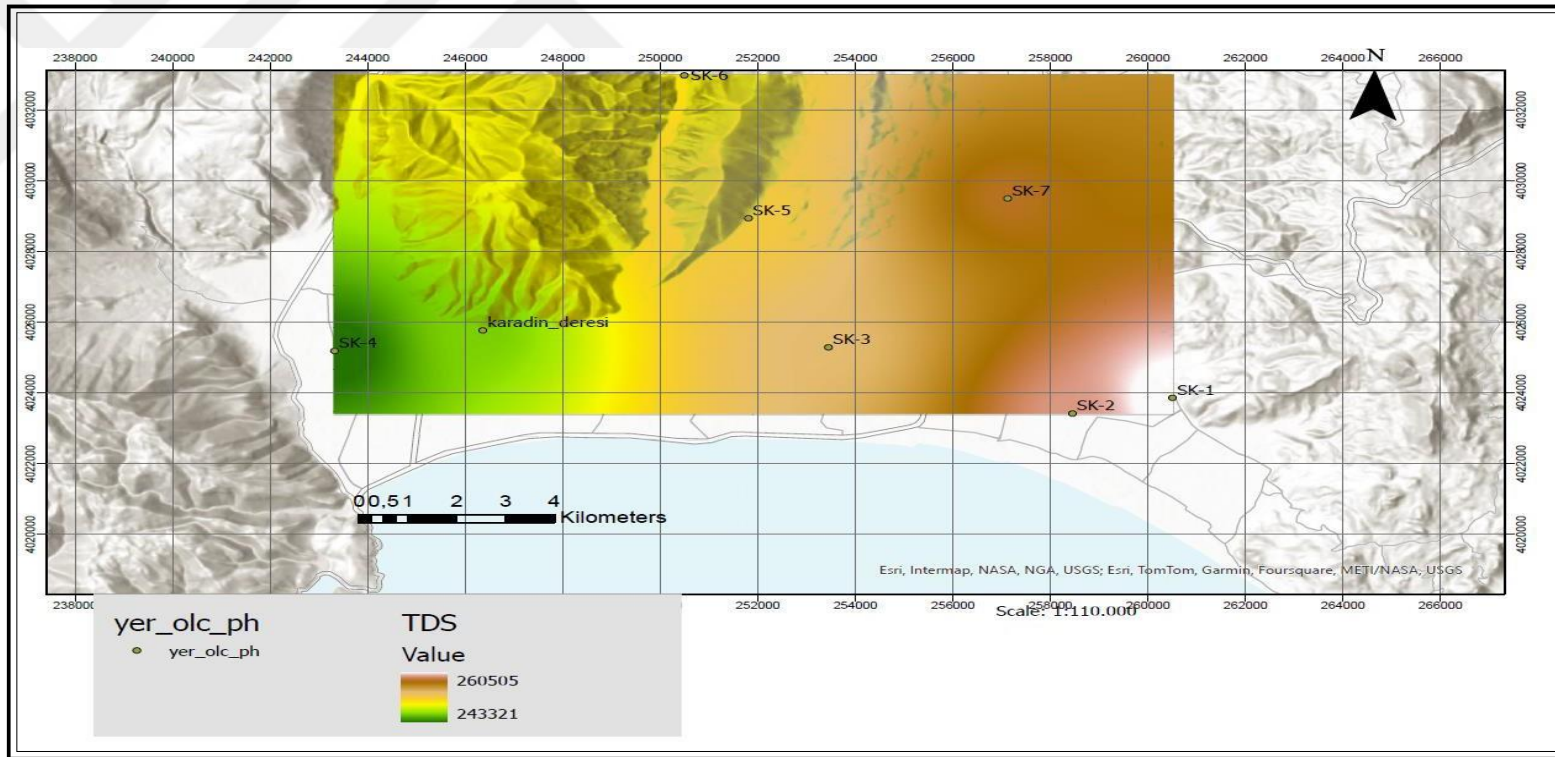
Şekil 4.14. Şahıs kuyuların çözülmüş oksijen haritası

Arazi çalışmalarında Combo Water Quality Meter 86031 model cihaz ile yerinde yapılan ölçümde, en düşük çözünmüş oksijen değeri %25.5 ile 60260-Kavak (SK-3) numaralı kuyuda, en yüksek değer ise %71,5 ile 60261-Toptancı_Hali (SK-7) numaralı kuyuda tespit edilmiştir. Yalçın (2021) ile kıyaslandığında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

4.4.1.6.Çözünmüş katı madde (TDS)

Toplam Çözünmüş Madde (TDS) su içinde çözünmüş olan tüm organik ve inorganik maddelerin toplam konsantrasyonunu ifade etmektedir. Bu maddeler arasında mineraller, tuzlar, metaller, iyonlar ve organik bileşikler bulunabilir. TDS, ppm (parça başına milyon) veya mg/L (miligram/litre) gibi birimlerle ölçülür. Su içerisindeki çözünmenin veya bölgesel çökmeyi ifade etmektedir. Yabancı madde ne kadar çok var ise su içerisinde çözünmüş katı madde miktarı o kadar yüksektir. Doğadaki suların TDS derişimleri; tatlı sularda en fazla 1 000 mg/lt, acı sularda 1 000 – 5000 mg/lt arasında, çok acı su ve tuzlu sularda ise 5 000 – 15 000 mg/lt arasındadır. Çalışma alanında ölçülen TDS değerlerinin dağılımı Şekil 4.15’de sunulmuştur. Ovanın batı kesiminin TDS değeri doğu kesimine göre daha yüksektir. Analiz sonuçlarına göre sular “tatlı su” olarak tanımlanır.

Arazi çalışmalarında Combo Water Quality Meter 86031 model cihaz ile yerinde yapılan ölçümde su örneklerinin en düşük TDS değeri 60311-Turunçova (SK-4) numaralı rasat kuyusunda 122 mg/Lt olarak ölçülmüştür, en yüksek değer ise 60260- Kavak (SK3) numaralı kuyuda ölçülen 615 mg/Lt değeridir. Önceki çalışmalara uyumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.15. Çalışma alanı TDS dağılım haritası

4.4.2. Suların Kimyasal Özellikleri

Yeraltısuları farklı bileşimli kayalarla temas halindedir. Yeraltısularına, kayaların eriyebilme derecelerine göre farklı oranlarda erimiş madde karışır. Erimiş madde miktarı yeraltısularının kayalarla değme süresine, suyun hızına, sıcaklığına, kayacın cinsine ve ortamın basıncına bağlı olarak değişir. Ayrıca, atmosferde yapısına erimiş halde kimyasal madde alan yağmur suları yeraltına süzülme sırasında bunların önemli kısmını beraberinde yeraltısularına taşırlar.

Yeraltı su kimyası çalışması 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kuyulardan alınan su numuneleri Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları-Jeokimya laboratuvarında X-Işını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazı ile kimyasal analizler tamamlanmıştır. İkinci aşamada ise Devlet Su İşleri'nin 2020 - 2022 yıllarında yağışlı ve kuraklı periyotlar da rasat kuyularında yaptığı kimyasal analiz sonuçları derlenmiştir.

4.4.2.1. XRF yöntemi ile buharlaşma sonrasında kalan tortuda yapılan kimyasal analiz sonuçları

2024 Mart ayında toplam 8 noktadan alınan su numuneleri (Bkz. Şekil 3.3.), Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları-Jeokimya Laboratuvarında 6 ay buharlaşma işlemine tabii tutulmuş; sonrasında kalan tortunun X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazı kullanılarak kimyasal analiz ölçümü yapılmıştır. Akdeniz Üniversitesi Maden Yatakları-Jeokimya Laboratuvar'ında yapılan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Magnezyum (Mg^{+2})

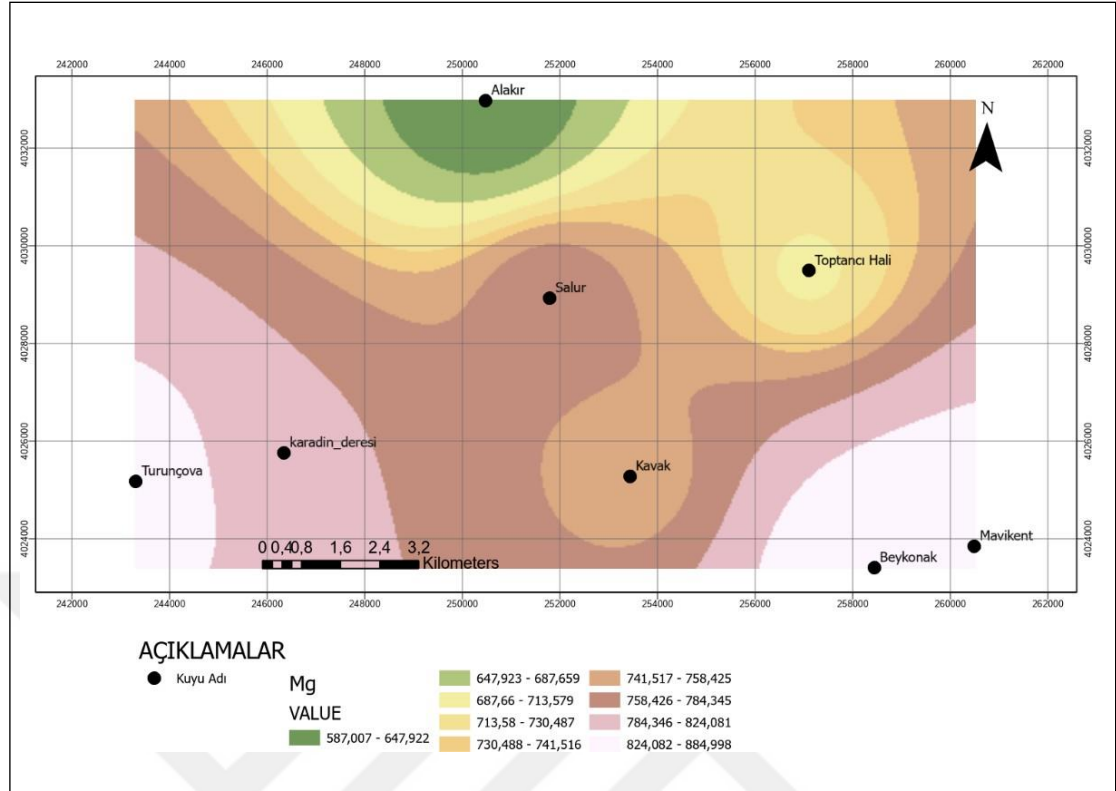
Yerkabuğunda bol miktarda bulunan bir elementtir; yerkabuğu ve tatlı sularda en fazla bulunan elementler sıralamasında sekizinci sıradadır. Mg iyonlarının çapı, Na ve Ca iyonlarının çapından küçük olmasına karşın, özgül elektriksel yükünün yüksekliği nedeniyle, su molekülleri tarafından hidratlaşma güçlüdür (Şahinci, 1991). Doğal sularda magnezyum kaynakları; dolomit, evaporit, magmatik kaya mineralleri (olivin, biotit, hornblend, ojit) ve metamorfik kayalarda bulunan (serpantin, talk, diyopsit, tremolit) mineralleridir. Yeraltı sularında genellikle 10-100 mg/l konsantrasyonunda bulunur. Konsantrasyon oranı 125 mg/l'yi geçtiği takdirde suyu acılaştırmakta ve içimini zorlaştırmaktadır (Erguvanlı & Yüzer, 1987). Çalışma alanındaki yeraltısularının Mg^{+2} dağılımını gösteren harita Şekil 4.16'da sunulmuştur. Gerek tablodan gerek haritadan görülebileceği gibi, magnezyum değerleri 587 ppm ile 885 ppm arasında değişmektedir.

Çizelge 4.11. Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvar analiz sonuçları

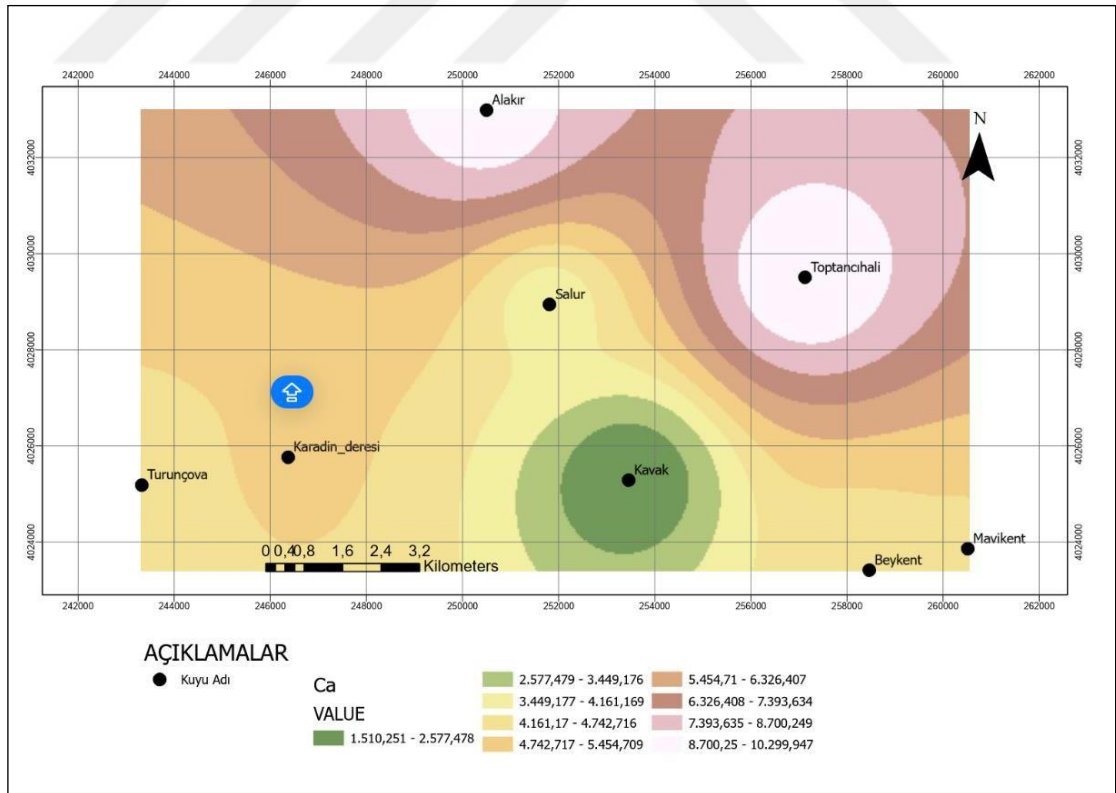
Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvar Sonuçları (ppm)								
Kuyu	Mavikent	Beykonak	Kavak	Karadin Drs	Turunçova	Salur	Fnk Alakır	Toptancı Hali
Mg	877	885	745	788	869	776	587	709
Al	661	-	73,8	143	101	99,8	122	205
Si	17900	1400	961	577	406	120	353	1150
Pb	-	5,46	7,35	14,1	9,54	6,8	16	13,9
S	22,1	258	510	575	682	29,2	1780	507
Cl	106	441	1230	4290	1850	2610	2240	794
K	16600	142	225	385	361	787	612	563
Ca	4670	4320	1510	4820	4410	3810	9860	10300
V	-	1,08	0,712	-	-	125	-	-
Fe	7760	7,97	7,65	12,1	8,47	21	319	420
Cr	49,4	1,11	-	0,661	1,16	1,19	1,05	1,51
Mn	93,5	-	1,97	6,83	-	7,91	5,41	9,65
Co	-	-	0,626	-	-	-	-	-
Ni	7,46	-	0,649	-	-	-	-	1,35
Cu	-	1,08	0,653	0,641	1,55	1,25	1	1,75
Zn	6000	2,09	2,24	2,56	3,02	3	3,09	4,18
Br	3210	0,305	0,63	2	1,16	1,82	1,39	0,578
Rb	47	-	-	0,203	-	0,169	-	-
Sr	2880	0,657	0,637	1,87	1,77	3,51	2,14	2,49
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	7200	-	-	-	-	-	-	-
Ba	10600	-	-	-	-	-	-	-
Sb	1790	-	-	-	-	-	-	-
I	70	-	-	-	-	-	-	-
Hf	42,5	-	1,56	2,32	-	-	-	-
Ta	29,9	-	1,05	1,58	-	-	1,18	-
W	-	1,79	1,18	1,34	1,15	-	2,17	1,66
Ir	7,12	-	-	-	-	-	-	-
Au	19,5	-	-	-	-	-	-	-
Hg	-	0,512	-	0,501	-	-	-	-
Na	-	-	-	9240	-	6110	6750	-

Kalsiyum (Ca⁺²)

Kalsiyum ağırlık yüzdesine göre yer kabuğunda O, Si, Al ve Fe'den sonra beşinci, tatlı sularda ise üçüncü sırayı alır ve suya sertlik veren en önemli iyondur. (Şahinci, 1991). Daha çok karbonat, sülfat, silikat ve fosfat bileşikleri halinde bulunur. Yeraltı sularındaki kalsiyumun kökeni, kalsit, aragonit, dolomit, florit gibi silikatlı olmayan mineraller; albit, anortit, amfibol ve piroksen gibi silikat grubu minerallerdir. (Erguvanlı ve Yüzer 1987). Yapılan XRF analizinde, alınan su örneklerindeki kalsiyum değerinin 1510 ppm ile 10300 ppm arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.17).



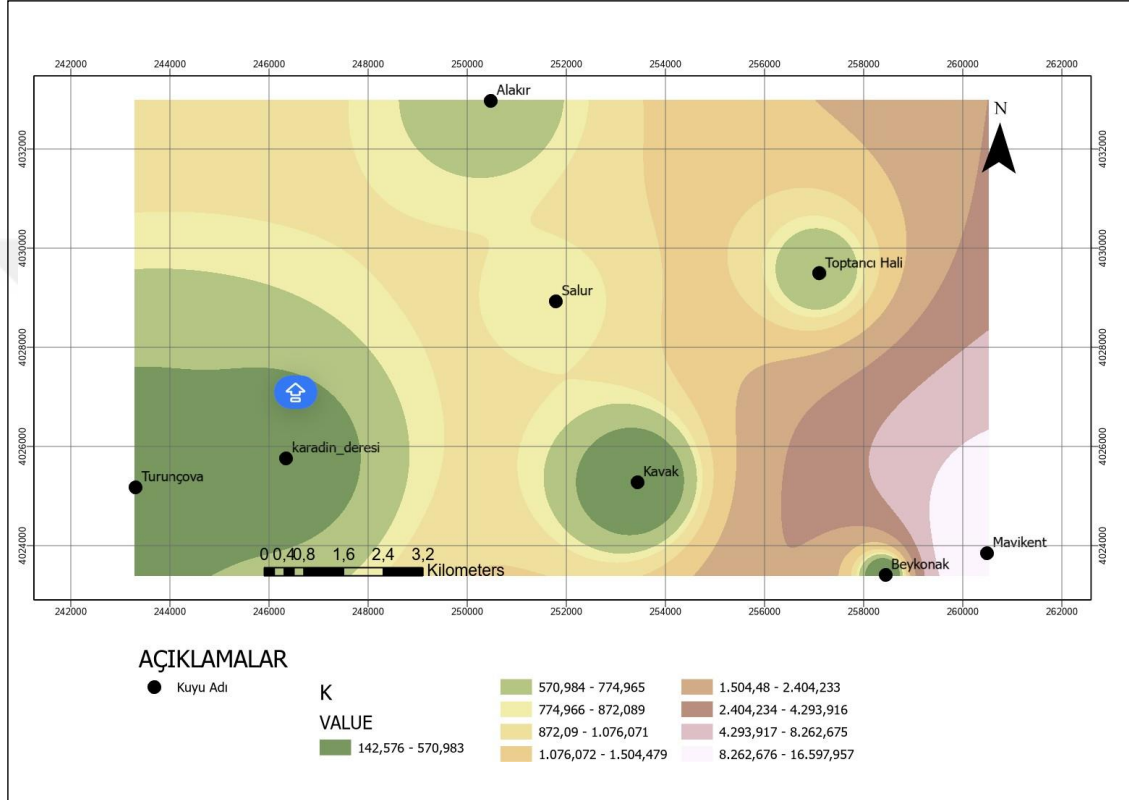
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki yeraltısularının Mg^{+2} dağılımını gösteren harita



Şekil 4.17. Çalışma alanındaki yeraltısularının Ca^{+2} dağılımını gösteren harita

Potasyum (K^+)

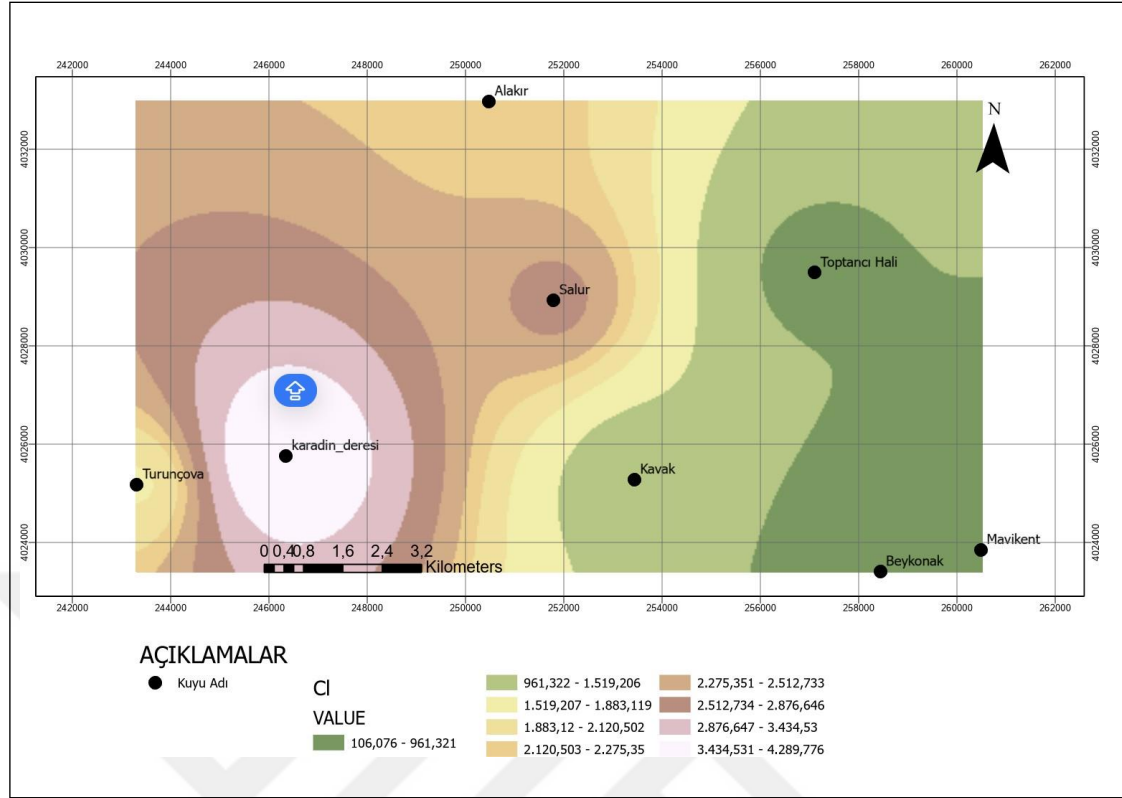
Potasyum, yerkabuğunda sodyum kadar bol ve genellikle beraber bulunmaktadır. Potasyumun asıl kaynağı feldispatlar, feldispatoyidler, mikalar ve kil mineralleridir. Yenellikle sıcak sular dışındaki doğal sularda 20 mg/l'yi aşmamaktadır. Doğal sulardaki K^+ derişimi suyun kullanımını olumsuz yönde etkilememektedir. Ayrıca hayvanlar ve bitkiler için temel besinlerden biridir (Şahinci 1991). Çalışma alanındaki yeraltısularının K^+ dağılımını gösteren harita Şekil 4.18'de sunulmuştur.



Şekil 4.18. Çalışma alanındaki yeraltısularının K^+ dağılımını gösteren harita

Klorür (Cl^-)

Genel olarak kayalardan doğal sulara taşınan Cl^- önemsizdir. Cl^- toprakta birikme eğiliminde olmalarına karşın sulamanın yoğun olduğu yerlerde çözünerek sulara karışırlar. Yeraltı suyuna deniz suyu girişiminin tespit edilmesinde kullanılabilecek en kolay yöntem suyun Cl miktarının ölçülmesidir (Şahinci 1991). Sulardaki klorür iyonu (Cl^-) genel olarak deniz suyundan ve/veya evaporitlerden kaynaklanmaktadır. Yeraltı suyuna genelde denizel beslemelerin karışmasından kaynaklı klor yükselir. Tatlı su karışımların da klorür konsantrasyonunda düşüş yaratacağından ani klorür değişimleri ortamda denizel ya da tatlı su beslemelerini belirtir. Yağmur suyunda 1 mg/l olan klorür deniz suyunda 20,000 mg/l olmaktadır (Erguvanlı & Yüzer). Çalışma alanındaki yeraltısularının klorür iyonu (Cl^-) değerleri 106 ppm ile 4290 ppm arasında değişmektedir ve dağılımını Şekil 4.19'da görmek mümkündür.



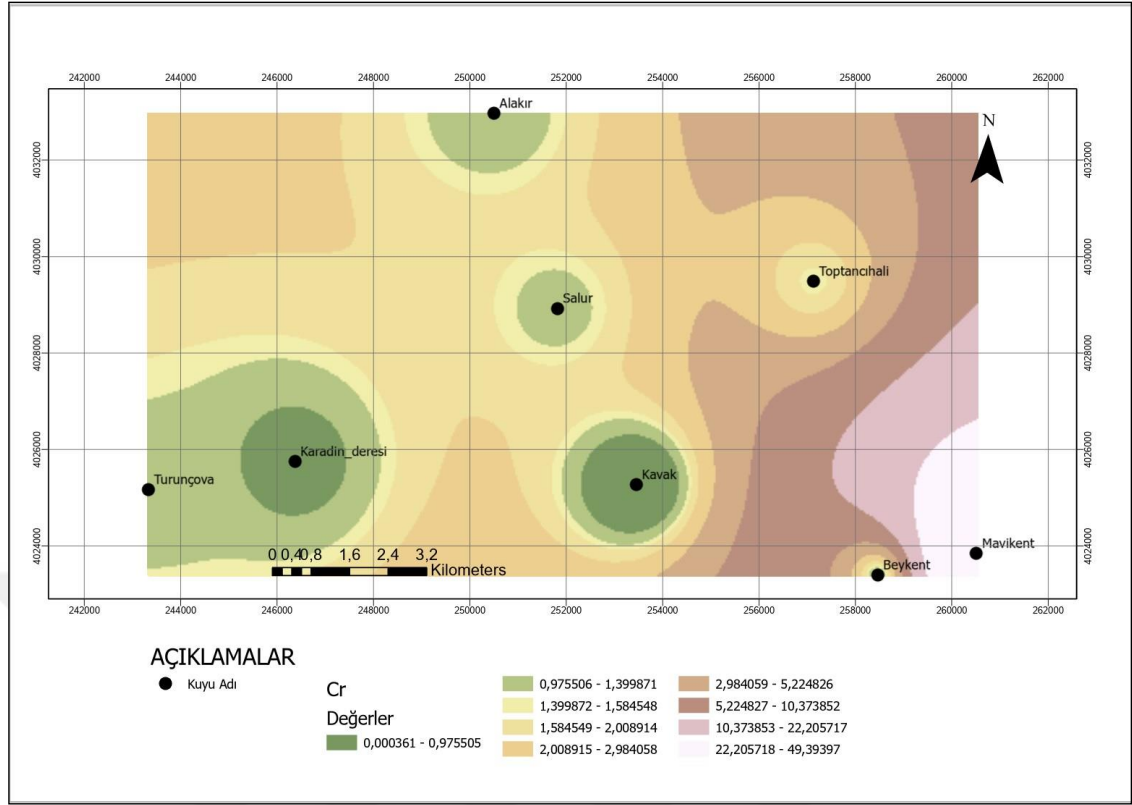
Şekil 4.19. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cl⁻ dağılımını gösteren harita.

Krom (Cr)

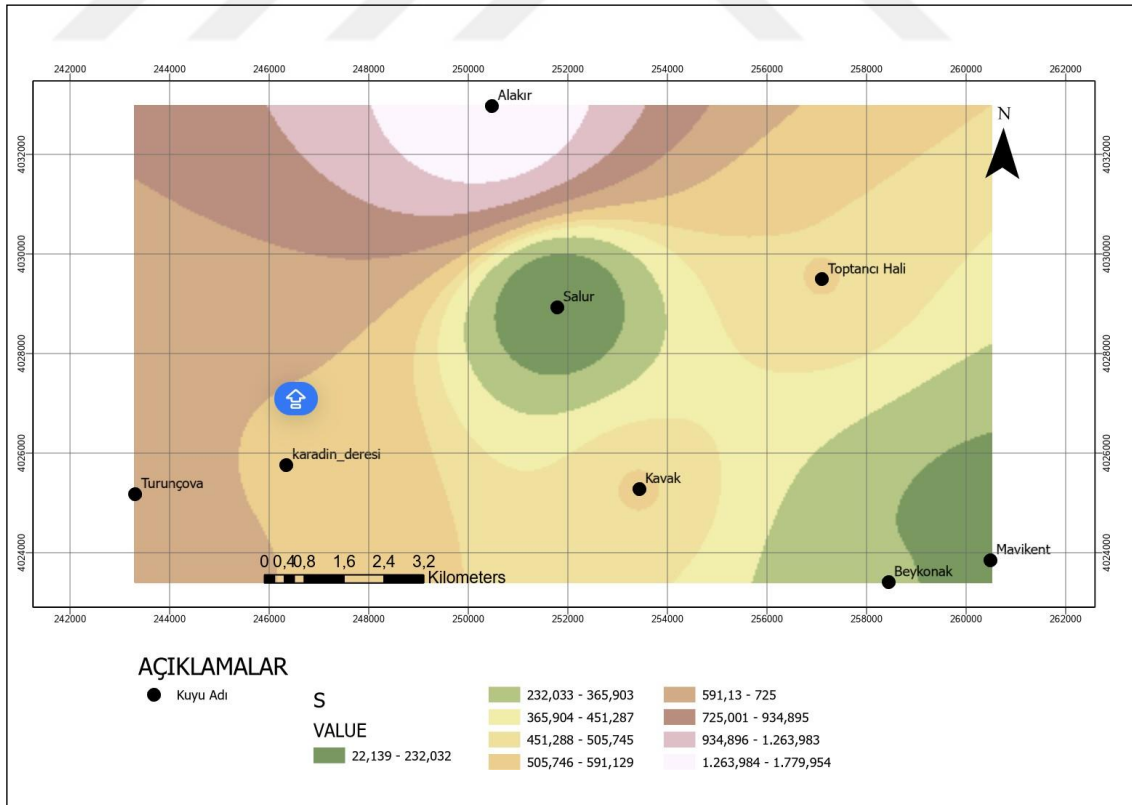
Krom doğada karbonatlarda 10 mg, kumtaşlarında 35 mg, şeyllerde ve magmatik kayalarda 100 mg, mafik kayalarda 200 mg ortalama seviyelerde bulunan bir elementtir. Yeraltı sularının krom içeriğinin fazla olmasının nedeni doğal olabilirken antropojenik kaynaklı da olabilir (Şahinci 1991). İnceleme alanındaki yeraltısularının krom (Cr) içeriğini gösteren harita Şekil 4.20’de verilmiştir. Çalışma alanındaki kuyularda yapılan ölçümler sonucunda kromun Kavak istasyonunda tespit edilmediği, en yüksek değerin ise 49,4 ppm ile Mavikent istasyonunda olduğu belirlenmiştir.

Kükürt (S)

Su ile temas eden sülfürlü mineraller oksitlenerek sülfat iyonları oluşur ve suya geçerler. Kükürdün göçü çoğunlukla sülfat (SO_4^{2-}) şeklindedir. Kimyasal ilaçlar, yapay gübre, evsel ve endüstriyel atıklar gibi çeşitli kirletici kaynaklardan da toprağa ve suya kükürt karışabilir (Şahinci 1991). Çalışma alanındaki kuyulardan alınan numunelerin XRF analizi sonucunda elde edilen kükürt (S) değerleri Şekil 4.31’deki haritada görülebilmektedir. Gerek şekilde gerek Çizelge 4.11’de sunulduğu gibi, 22,1 ppm değeri ile en düşük değer Mavikent kuyusunda, en yüksek değer ise 1780 ppm ile Fnk Alakır kuyusunda belirlenmiştir.



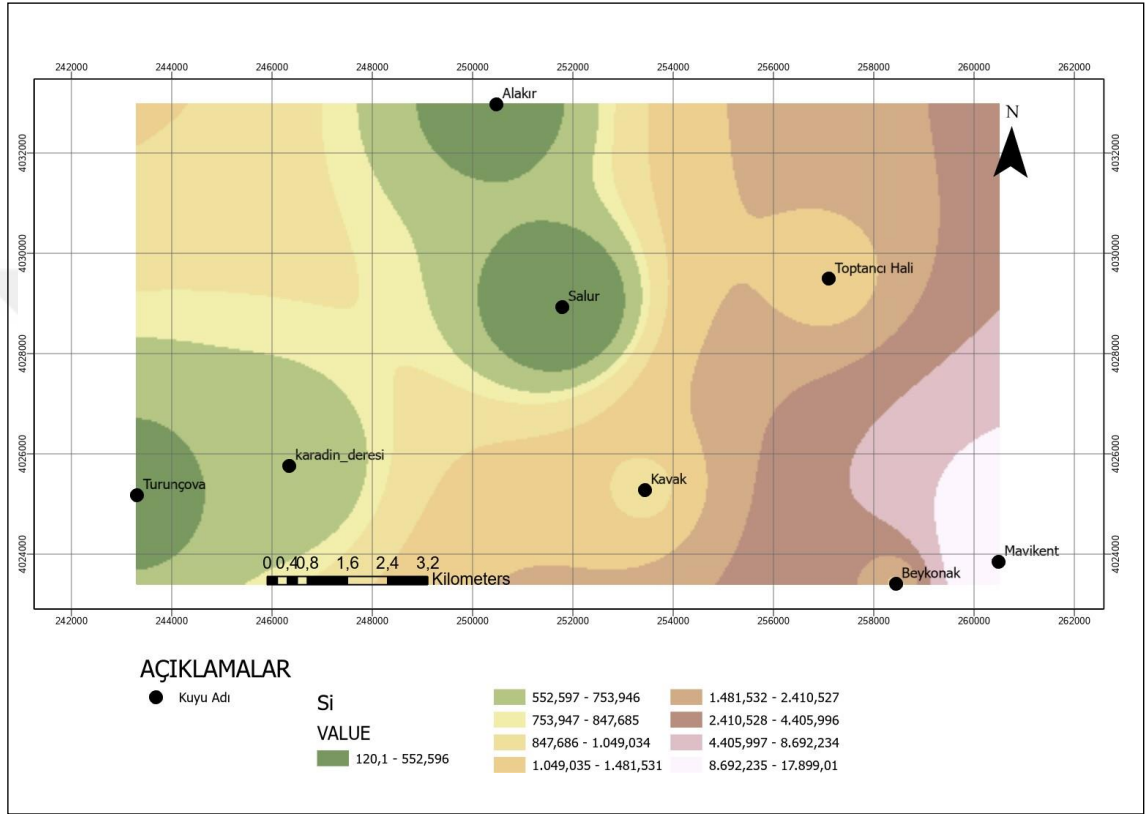
Şekil 4.20. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cr dağılımını gösteren harita



Şekil 4.21. Çalışma alanındaki yeraltısularının S dağılımını gösteren harita

Silis (Si)

Silis içeren kayaların aşınması sonucu doğal sularda silise (SiO_2) rastlanır. Suda bulunan çözünmüş silisin kaynağı silikatların atmosferik veya metamorfik olaylarla kimyasal parçalanmalarıdır. Silis değerleri doğal sularda 10 mg/l'ten fazladır (Güler ve Çobanoğlu 1997). Çalışma alanındaki kuyulardan alınan sularda belirlenen silisyum (Si) değerlerinin dağılımını gösterir harita Şekil 4.22'de verilmiştir ve bu değerler 120 ppm ile Salur kuyusunda, 17900 ppm ile Mavikent kuyusunda izlenmiştir.



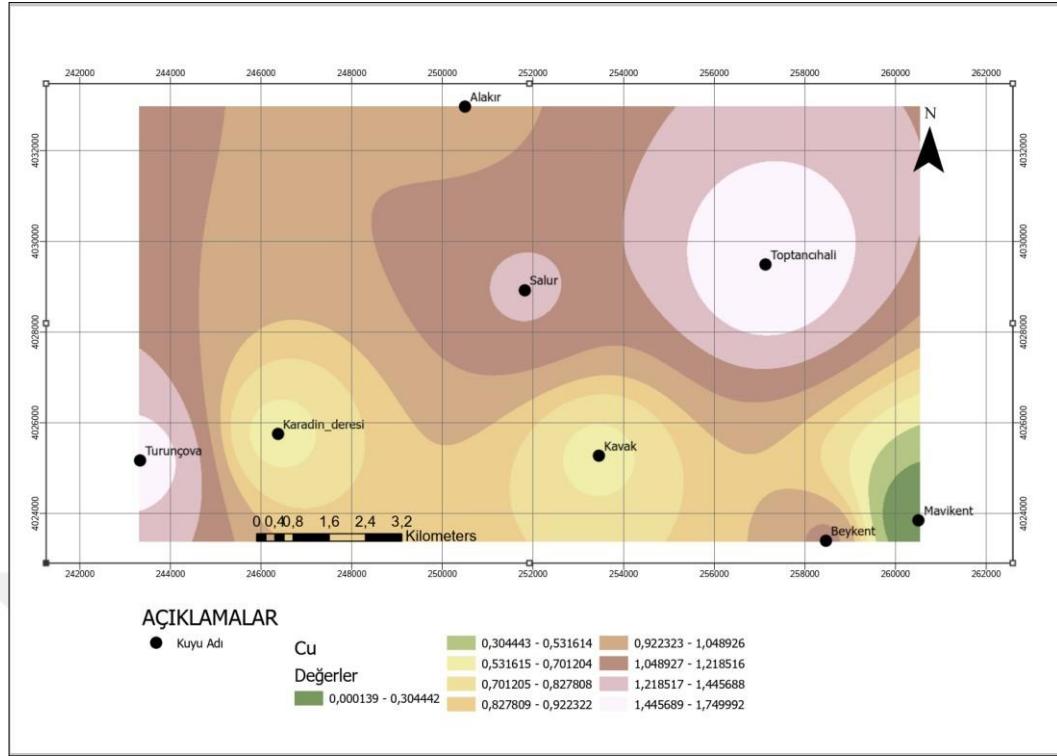
Şekil 4.22. Çalışma alanındaki yeraltısularının Si dağılımını gösteren harita

Bakır (Cu)

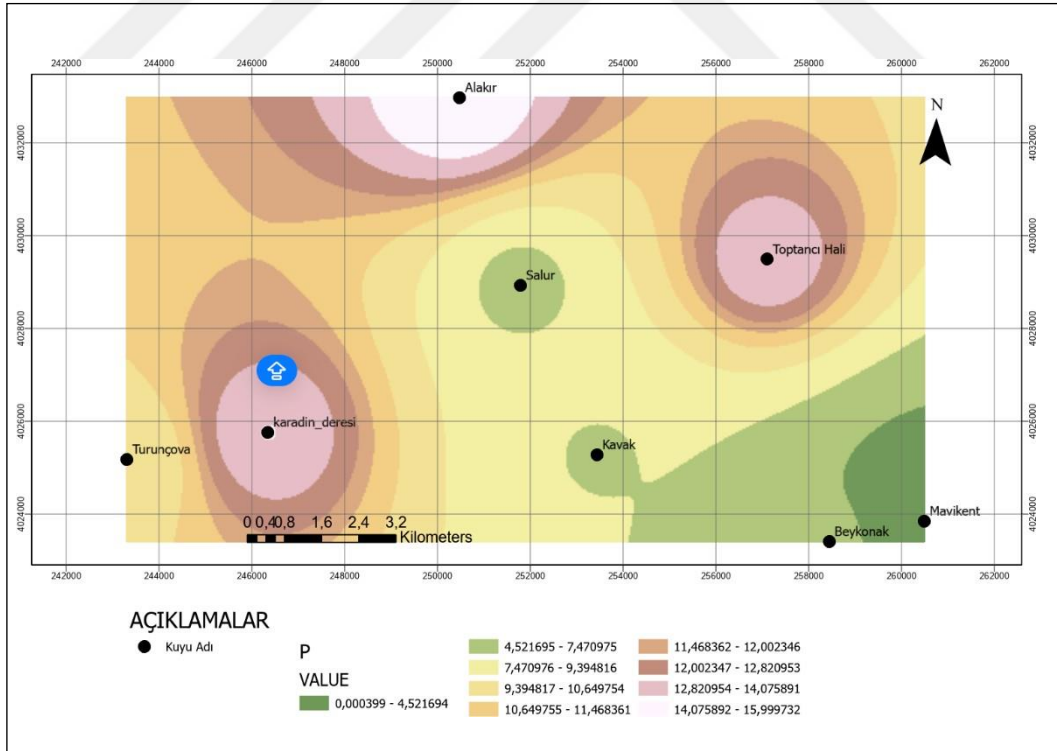
Yerkabuğunda 0,01% oranında bulunur. Bakırın sudaki çözünürlüğü çok düşük olduğundan sulardaki bakırın çok az kısmı doğal kökenlidir. Yeraltı suyunda bakırın kaynağı kalkopirit, malakit, azurit gibi minerallerdir. Ayrıca sanayi atıkları, tarımsal ilaçlar, alg ile mücadele için rezervuara atılan bakır sülfat bakırın yeraltı sularında artmasına sebep olmaktadır. Yeraltısularından alınan numunelerin XRF analizi sonucunda elde edilen bakır (Cu) değerlerinin dağılımı Şekil 4.23'de sunulmuştur. Bakır tespit edilemeyen tek kuyu Mavikent kuyusudur. 1,75 ppm değeri ile Toptancı Hali kuyusunda ölçülmüştür.

Kurşun (Pb)

Kurşun, Kadmiyum ve Arsenik ile beraber başta gelen kanserojen elementlerdendir. Başlıca çevre kirleticilerdendir. İçerisinde kurşun tespit edilemeyen tek kuyu Mavikent kuyusudur. Diğer kuyulardaki değerleri ise 5.46 ppm ile 13.9 ppm arasındadır (Şekil 24).



Şekil 4.23. Çalışma alanındaki yeraltısularının Cu dağılımını gösteren harita



Şekil 4.24. Çalışma alanındaki yeraltısularının Pb dağılımını gösteren harita

4.4.2.2. Devlet Su İşleri Laboratuvar Sonuçları

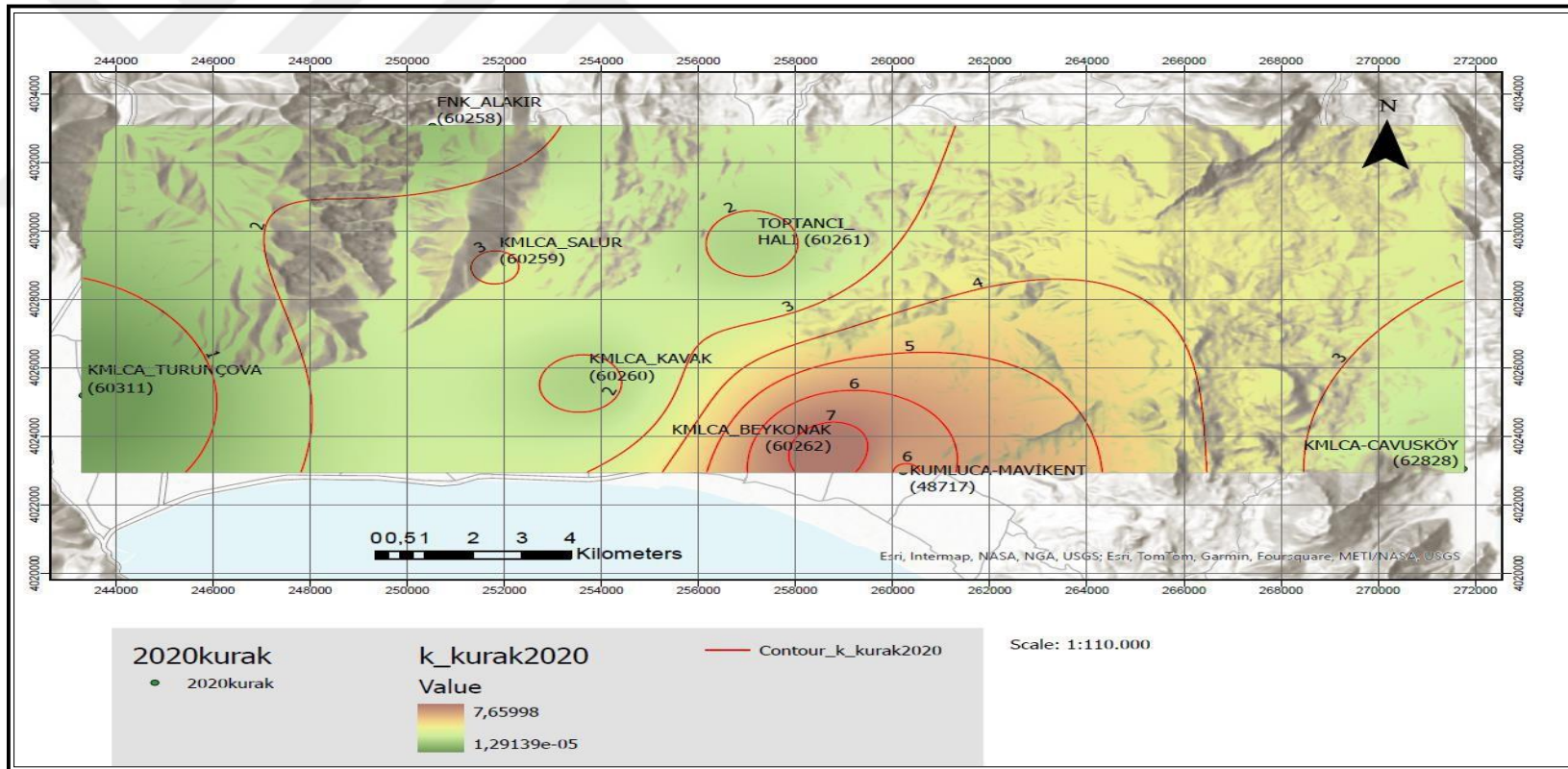
Potasyum (K^+) iyonu

Potasyum yerkabuğunda bol miktarda bulunmaktadır. Feldispatlar, feldispatoyidler, mikalar ve killer potasyumun kaynağıdır. Sıcak sular dışında doğal sularda potasyum miktarı 20 mg/l'yi aşmamaktadır. Doğal sulardaki K^+ derişimi suyun kullanımını olumlu yönde etkilemektedir. Hayvanlar ve bitkiler için faydalıdır (Şahinci 1991).

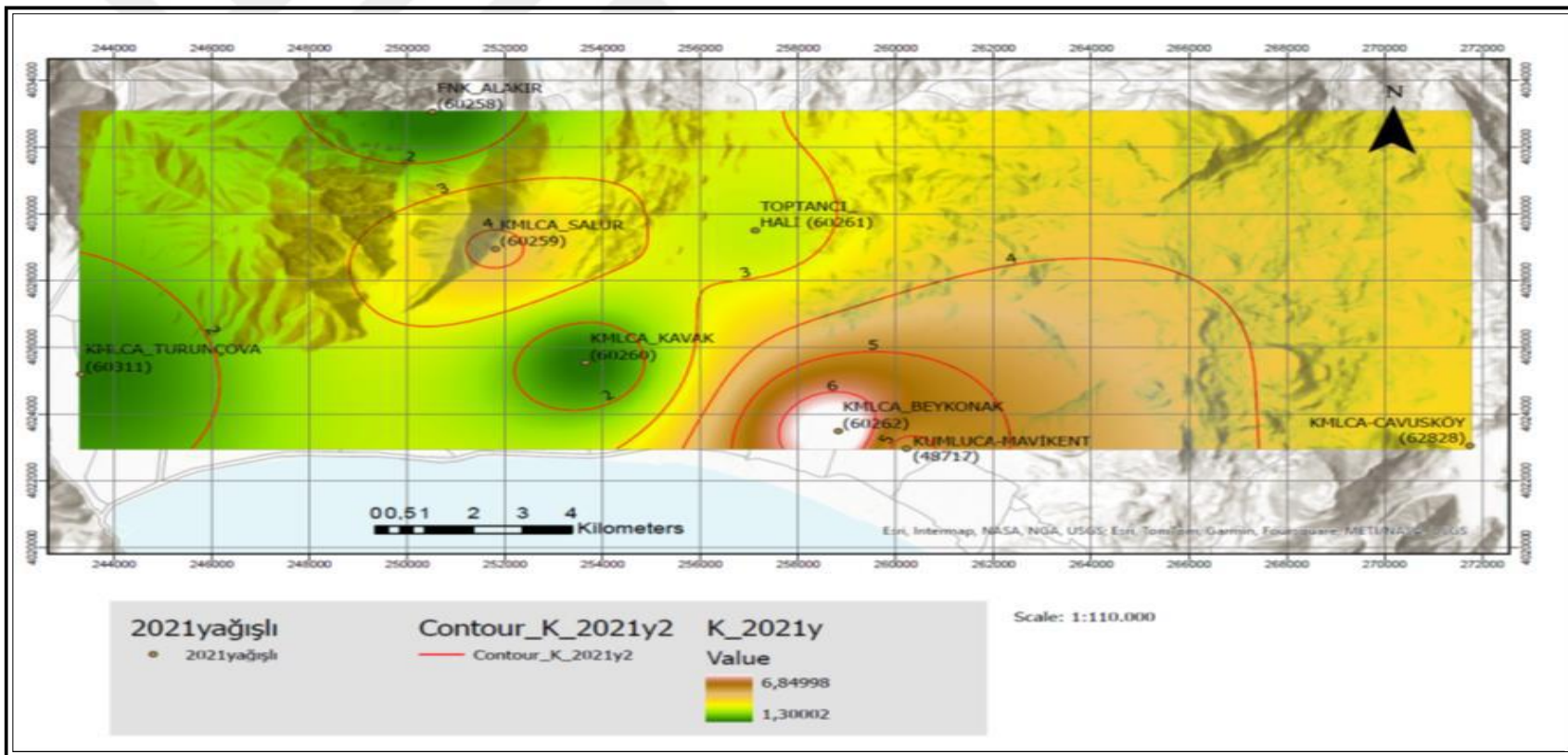
Devlet Su İşleri'nden derlenen verilerde; 2020-2022 yılları arasında alınan su örneklerinde yapılan analizlerde, K^+ değerlerinin 0.00 – 17.82 mg/l arasında değiştiği görülmüştür.

- 2020 yılı Ekim ayında elde edilen en düşük K^+ değeri 60311(Turunçova) numaralı kuyuda 0,00 mg/l ve en yüksek değer ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 5,97 mg/l olmuştur (Şekil 4.16).
- 2021 yılı Nisan ayında okunan en düşük K^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 1,30 mg/l iken, en yüksek değer 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda 6,85 mg/l olarak okunmuştur (Şekil 4.17).
- 2021 yılı Ekim ayında elde edilen en düşük K^+ değeri 60260 (Kavak) numaralı kuyuda 1,39 mg/l ve en yüksek değer ise 48717(Mavikent) numaralı kuyuda 17,82 mg/l'dir (Şekil 4.18).
- 2022 yılı ise Nisan ayındaki en düşük K^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 0,85 mg/l ve en yüksek değer ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 7,70 mg/l'dir (Şekil 4.19).

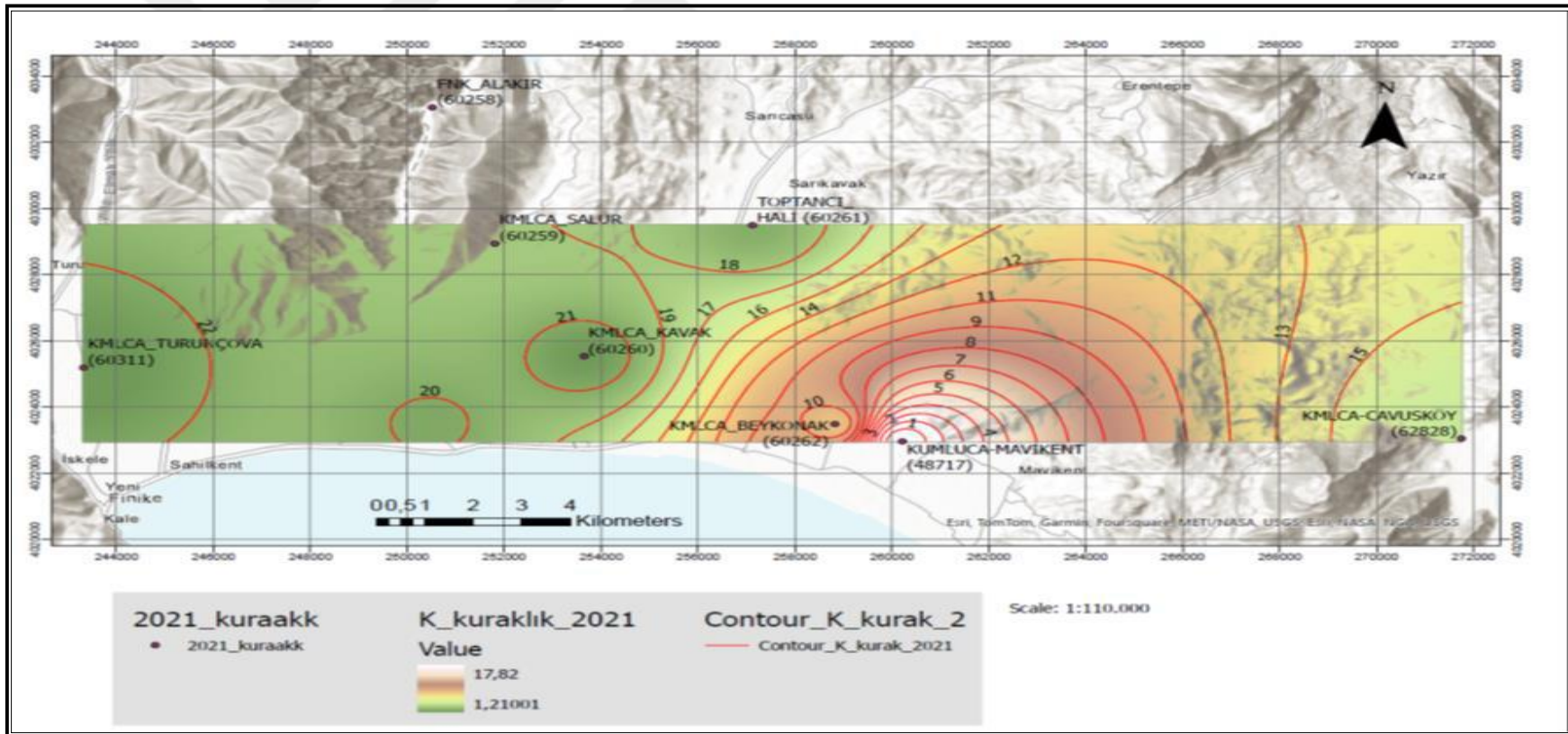
Bu verilere göre K^+ değerinin ovanın iç ve güney kesimlerinde, ayrıca Nisan ayına oranla Ekim aylarında daha yüksek olduğu söylenebilir. Buradan kaya su etkileşiminden ziyade tarım faaliyetlerinin etkili olduğu düşünülmektedir.



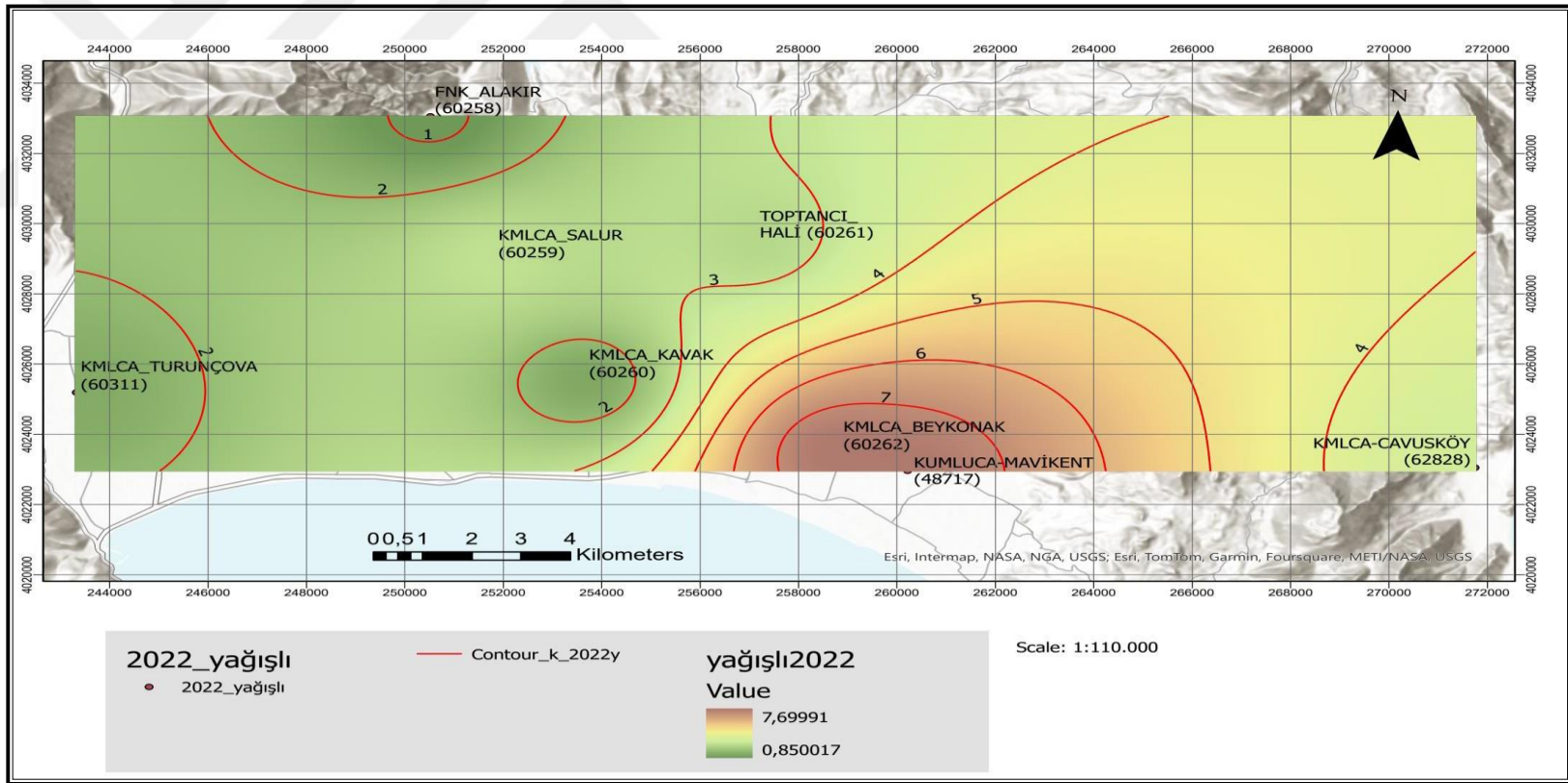
Şekil 4.25. Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Potasyum dağılım haritası



Şekil 4.26. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Potasyum dağılımı haritası



Şekil 4.27. Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Potasyum dağılım haritası



Şekil 4.28. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Potasyum dağılım haritası

Kalsiyum (Ca^{+2}) iyonu

Yerkabuğunda ve yeraltısularında en bol bulunan elementlerden biridir. Sular genellikle Ca^{+2} değerliklidir. Ca^{+2} , Na iyonunun yerini alabildiğinden sulama sularında topraktaki tuz oranını düşürmekte, toprağın yapısını ve geçirgenliğini olumlu yönde etkilemektedir (Güler Çobanoğlu 1997; Erguvanlı ve Yüzer 1987).

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde su örneklerindeki Ca^{+2} değerlerinin 7.92 – 116.03 mg/l arasında değiştiği görülmüştür. Çizelge 4.12.' de Ca^{+2} değer aralıkları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kalsiyum değerleri (DSİ,2022)

KALSİYUM DEĞERLERİ (mg/l)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	EN YÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	19,00/60311	69,59/60259
2021 YILI NİSAN	24,06/60311	116,03/60259
2021 YILI EKİM	25,43/60262	72,99/60259
2022 YILI NİSAN	7,92/60260	79,36/60258

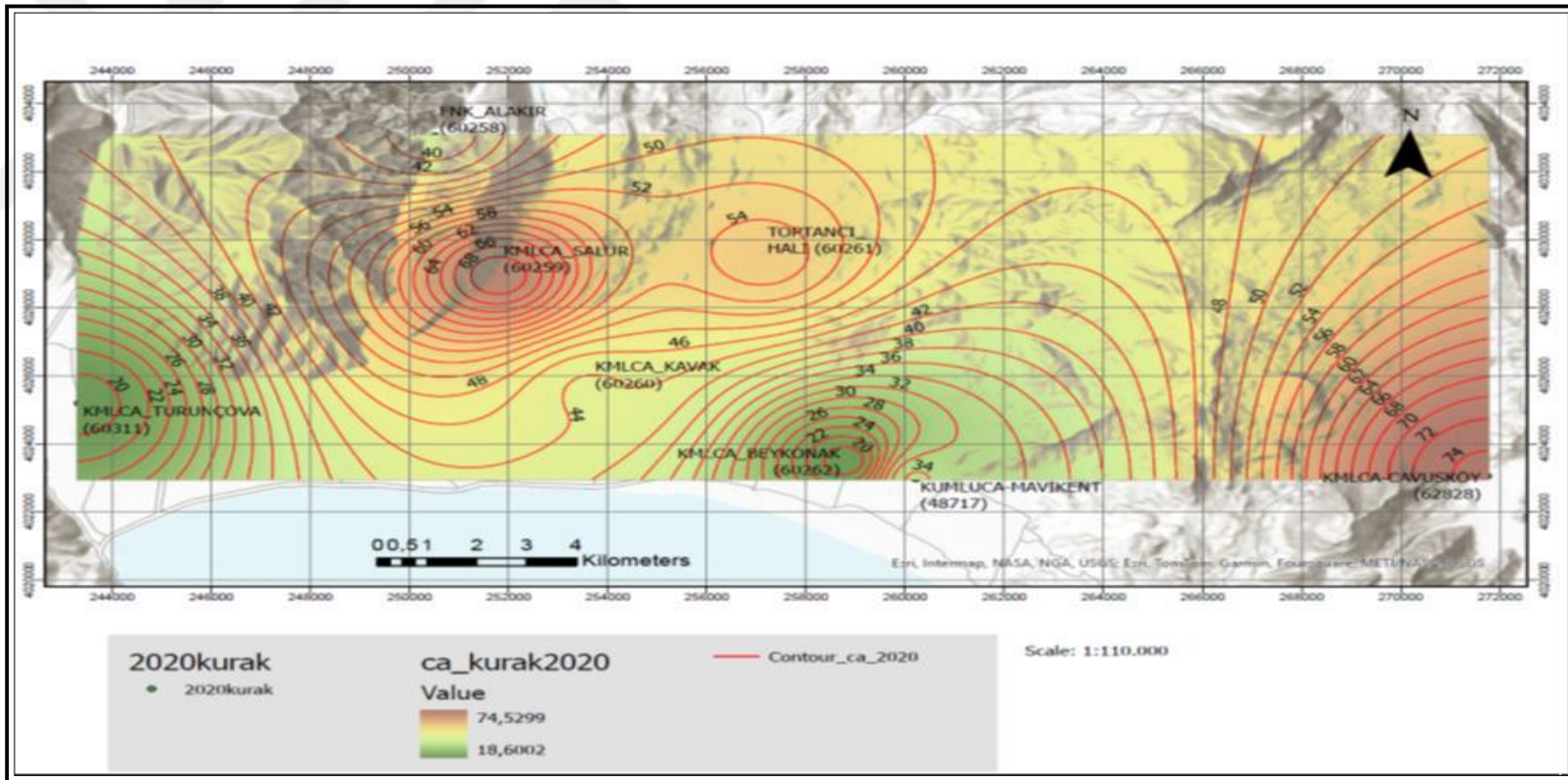
- 2020 yılı Ekim ayındaki en düşük Ca^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 19,01 mg/l, en yüksek Ca^{+2} değeri ise 60259 (Salur) numaralı kuyuda 69,59 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.20).

- 2021 yılı Nisan ayındaki en düşük Ca^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyudan 24,06 mg/l, en yüksek Ca^{+2} değeri 60259 (Salur) numaralı kuyudan 116,03 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21).

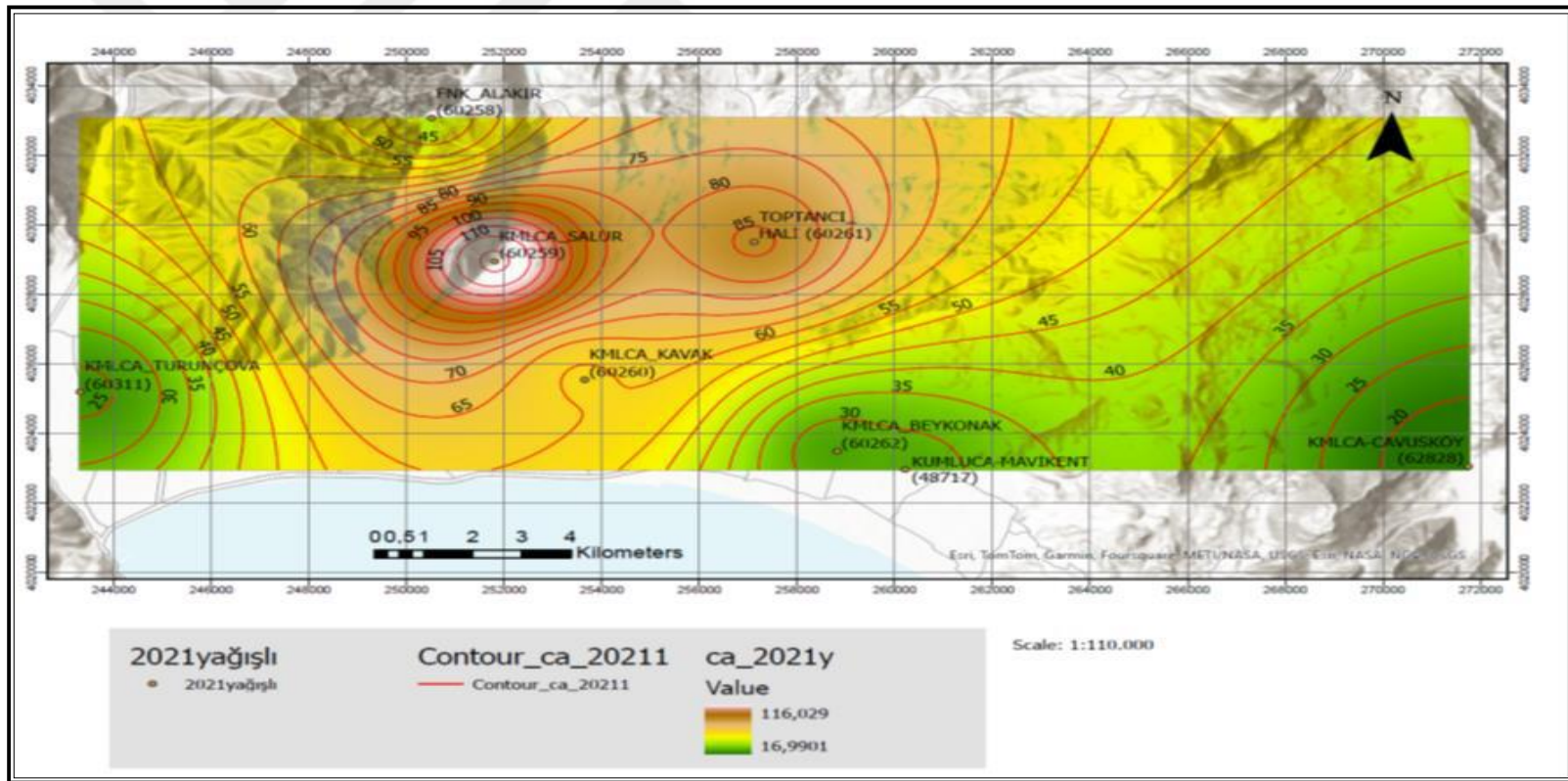
- 2021 yılı Ekim ayındaki en düşük Ca^{+2} değeri 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda 25,43 mg/l ve en yüksek Ca^{+2} değeri 620259 (Salur) numaralı kuyudan 72,99 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.22).

- 2022 yılı Nisan ayındaki en düşük Ca^{+2} değeri 60260 (Kavak) numaralı kuyudan 7,92 mg/l ve en yüksek Ca^{+2} değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyudan 79,36 mg/l olarak alınmıştır (Şekil 4.23).

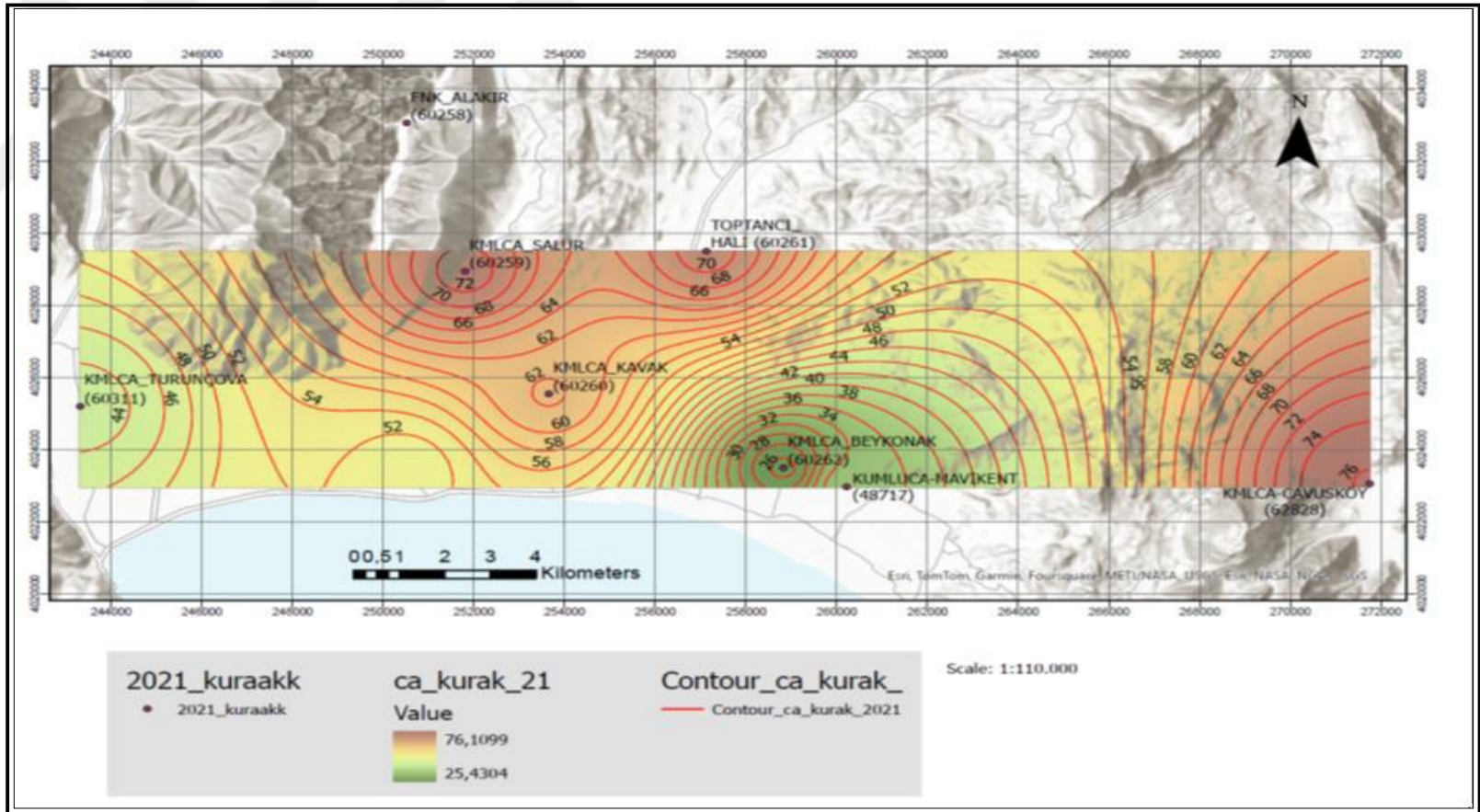
Kumluca Ovasının kuzeyine gidildikçe Ca^{+2} değerinde artış görülmektedir. Bu da doğal olarak, yeraltısularının etkileşim halinde olduğu kayalarla doğrudan ilişkili bir durumdur.



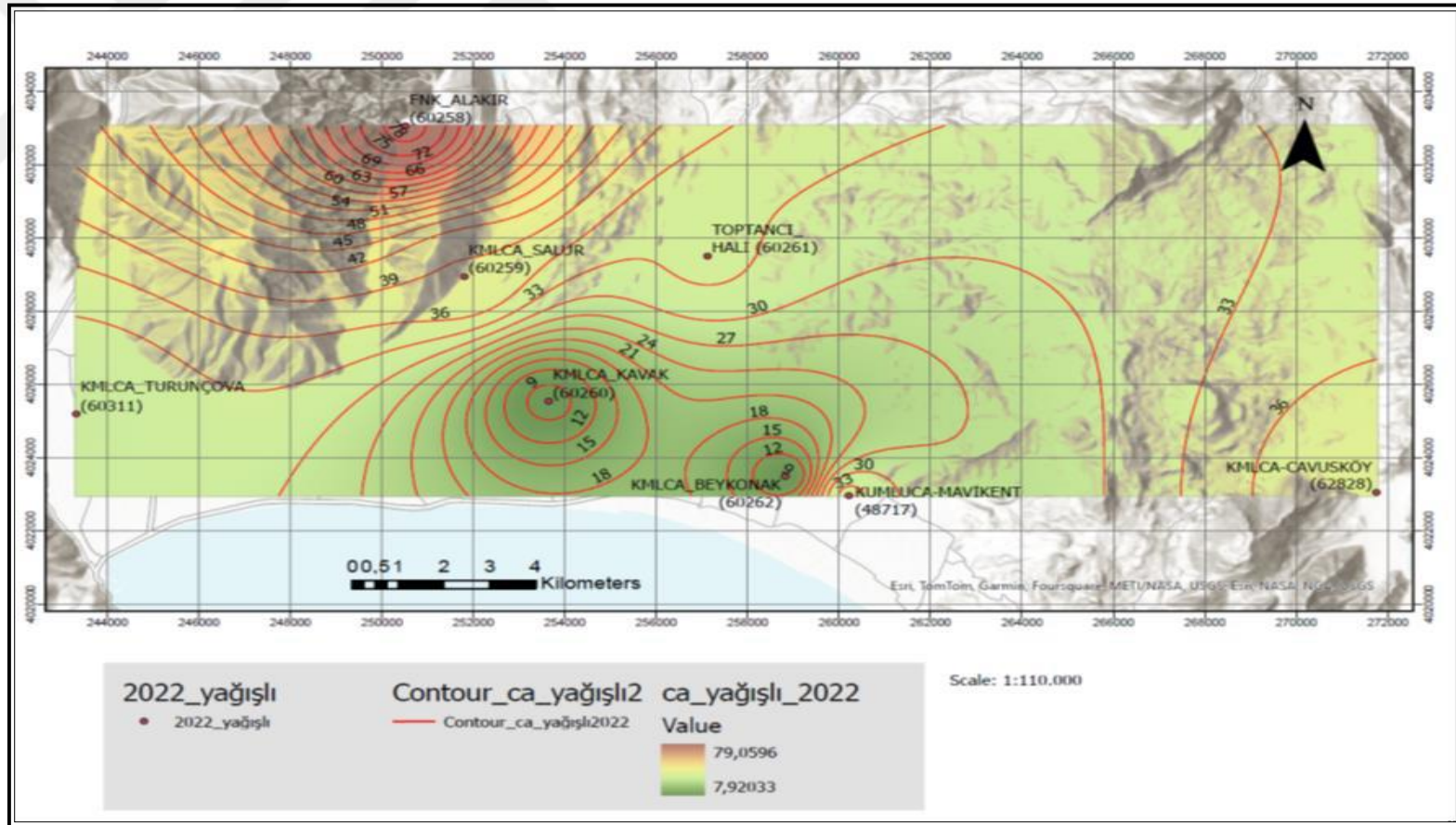
Şekil 4.16. Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası



Şekil 4.30. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası



Şekil 4.31. Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Klasiyum dağılım haritası



Şekil 4.32. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Kalsiyum dağılım haritası

Magnezyum (Mg^{+2}) iyonu

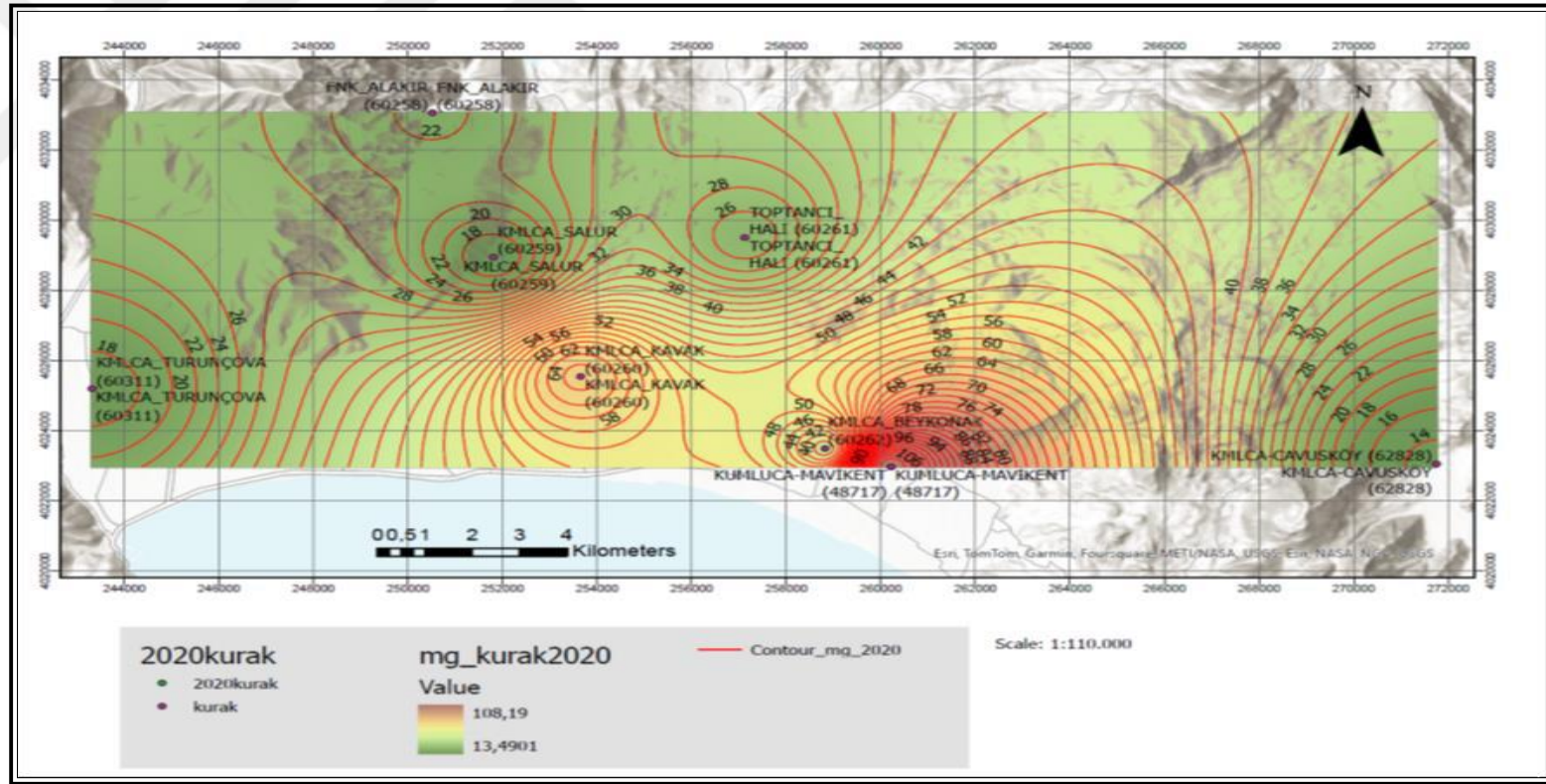
Tatlı sularda en fazla bulunan elementler sırasında sekizinci sıradadır. Dolomit, evaporit, magmatik kaya mineralleri (olivin, biotit, hornblend, ojit) ve metamorfik kayalarda bulunan (serpantin, talk, diyopsit, tremolit) mineralleri, sularda bulunan Mg^{+2} kaynaklarıdır.

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde su örneklerindeki magnezyum değerleri 13.23 – 116.59 mg/l arasında olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.13.' de Mg^{+2} değer aralıkları verilmiştir.

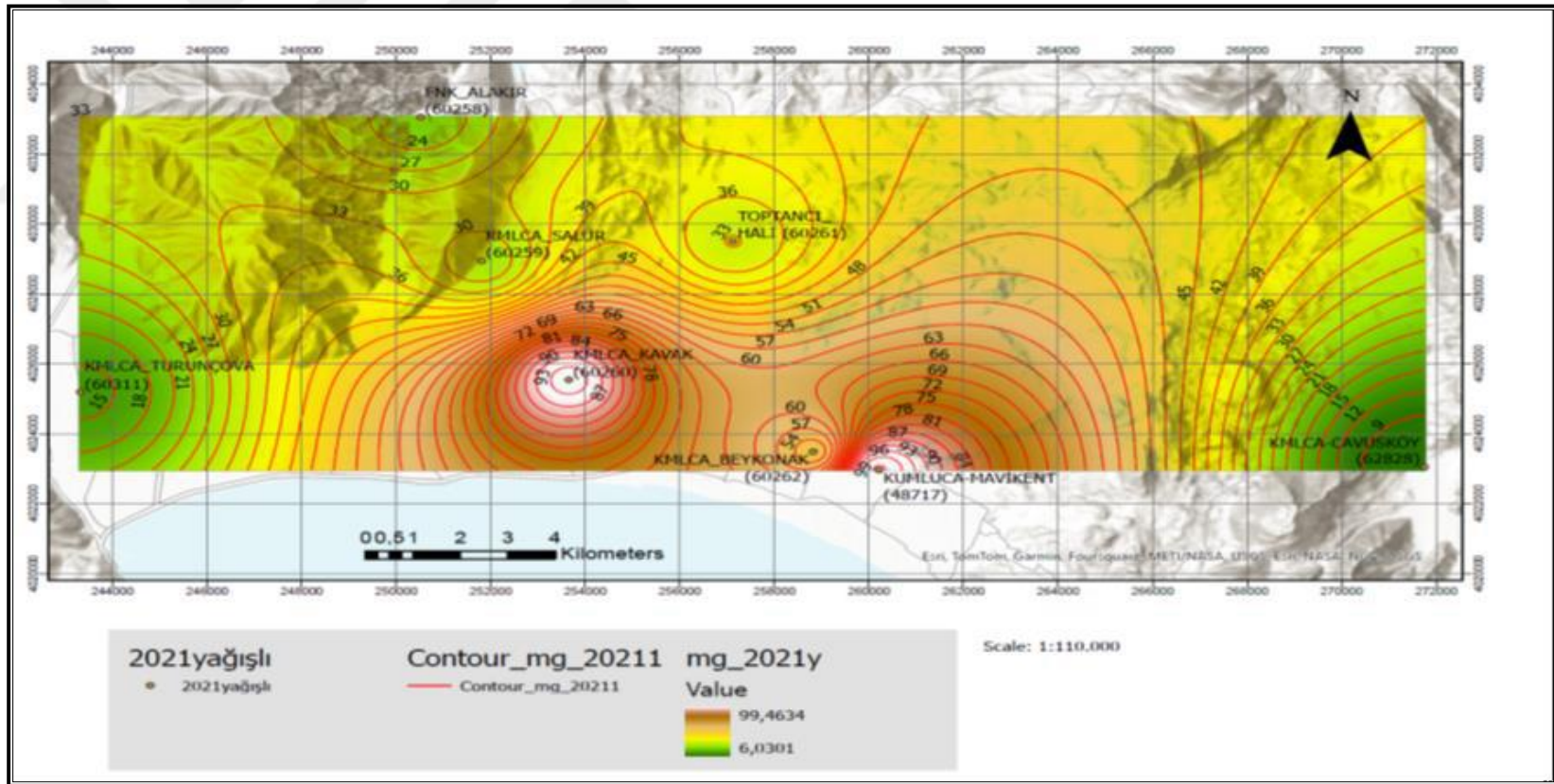
- 2020 yılı Ekim ayındaki en düşük Mg^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 17,01 mg/l, en yüksek Mg^{+2} değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 108,2 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.24).
- 2021 yılı Nisan ayındaki en düşük Mg^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyudan 14,15 mg/l, en yüksek Mg^{+2} değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyudan 99,47 mg/l olarak alınmıştır (Şekil 4.25).
- 2021 yılı Ekim ayındaki en düşük Mg^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 13,23 mg/l, en yüksek Mg^{+2} değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 116,59 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.26).
- 2022 yılı ise Nisan ayındaki en düşük Mg^{+2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 16,12 mg/l ve en yüksek Mg^{+2} değeri 60260 (Kavak) numaralı kuyuda 107,95 mg/l'dir (Şekil 4.27).

Çizelge 4.13. Magnezyum değerleri (DSİ, 2022)

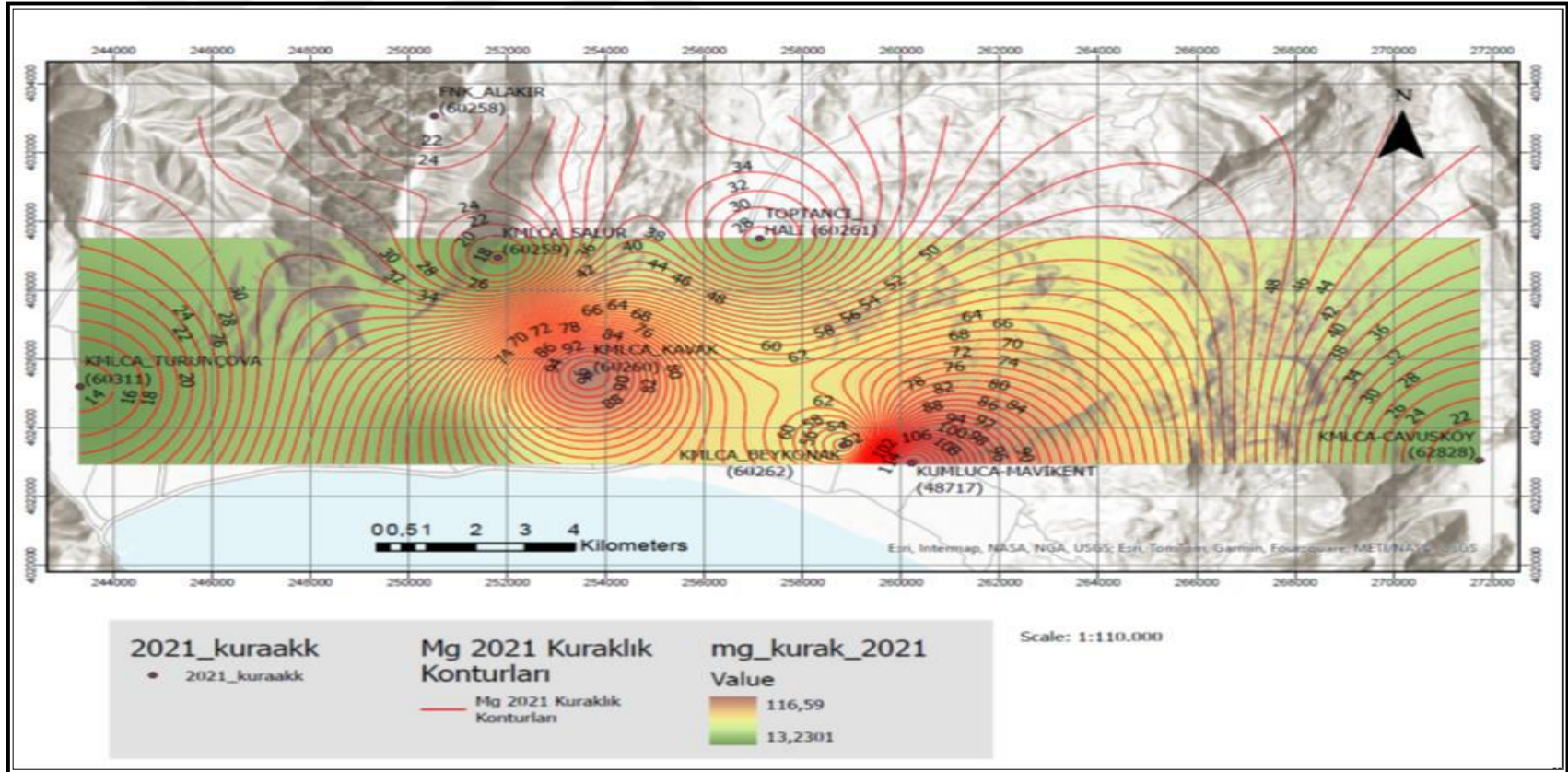
MAGNEZYUM DEĞERLERİ (mg/l)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	ENYÜKSEK/KUYUNUM.
2020 YILI EKİM	17,01/60311	108,2/48717
2021 YILI NİSAN	14,15/60311	99,47/48717
2021 YILI EKİM	13,23/60311	116,59/48717
2022 YILI NİSAN	16,12/60311	107,95/60260



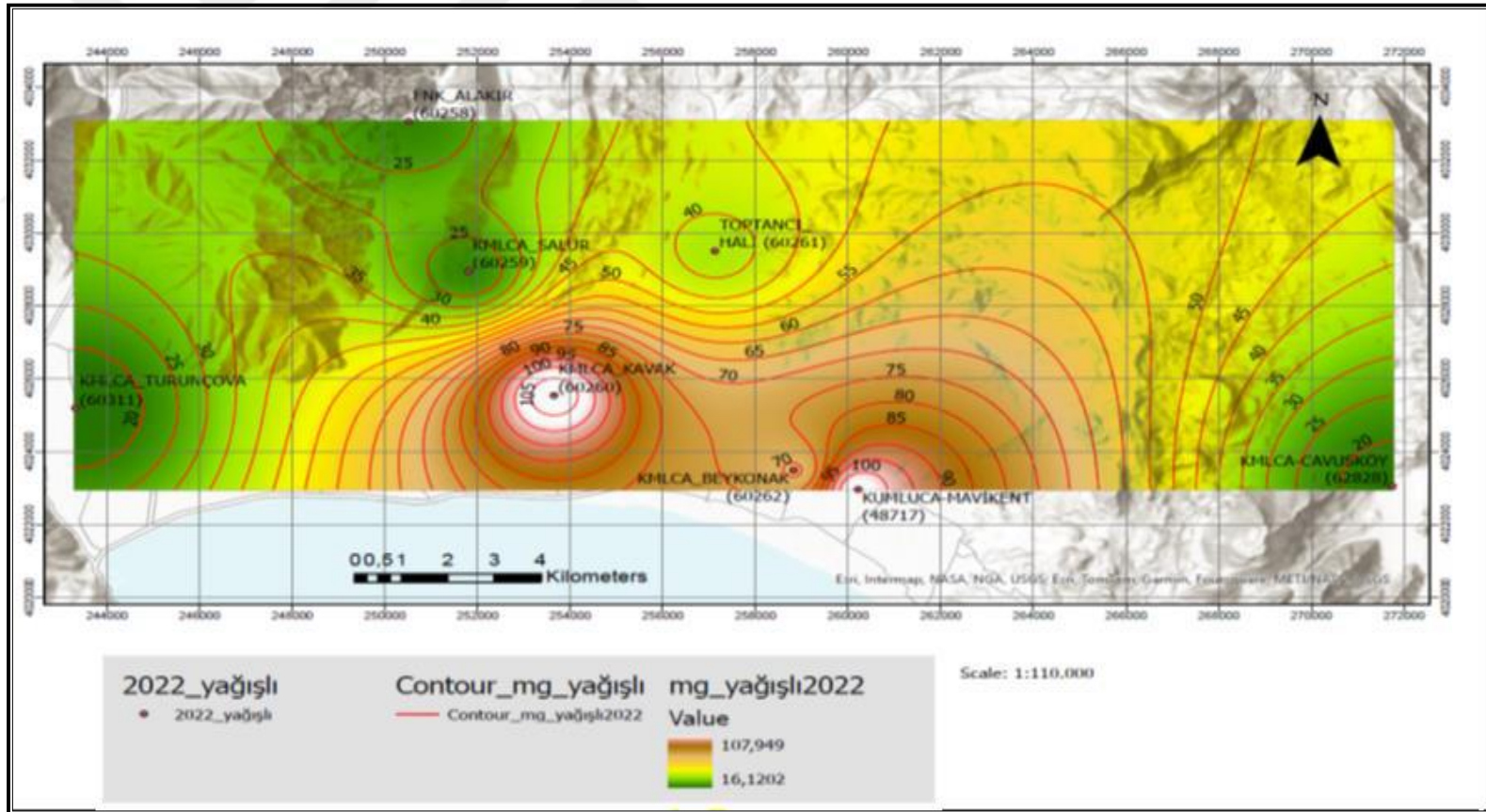
Şekil 4.33.Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Magnezyum dağılım haritası



Şekil 4.34. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Magnezyum dağılımı haritası



Şekil 4.35. Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Magnezyum dağılım haritası



Şekil 4.36. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Magnezyum dağılım haritası

Klorür (Cl⁻) iyonu

Klorür (Cl⁻) iyonunun kaynağı evaporit kayaçlardır. Tüm sularda bulunmakta olup, denizlerde ise daha fazla bulunmaktadır. Klorürün tüm tuzları kolayca suda çözünürler. Kirlenmemiş doğal sularda klorür içeriği genellikle 10 – 20 ppm'dir. Bu değer yağış suların klorür içeriği ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Şahinci 1991).

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde su örneklerindeki yapılan analizlerde, Cl⁻ değer aralığı 3.34 – 610.96 ppm'dir. Cl⁻ değer aralıkları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Klorür değerleri (DSİ,2022)

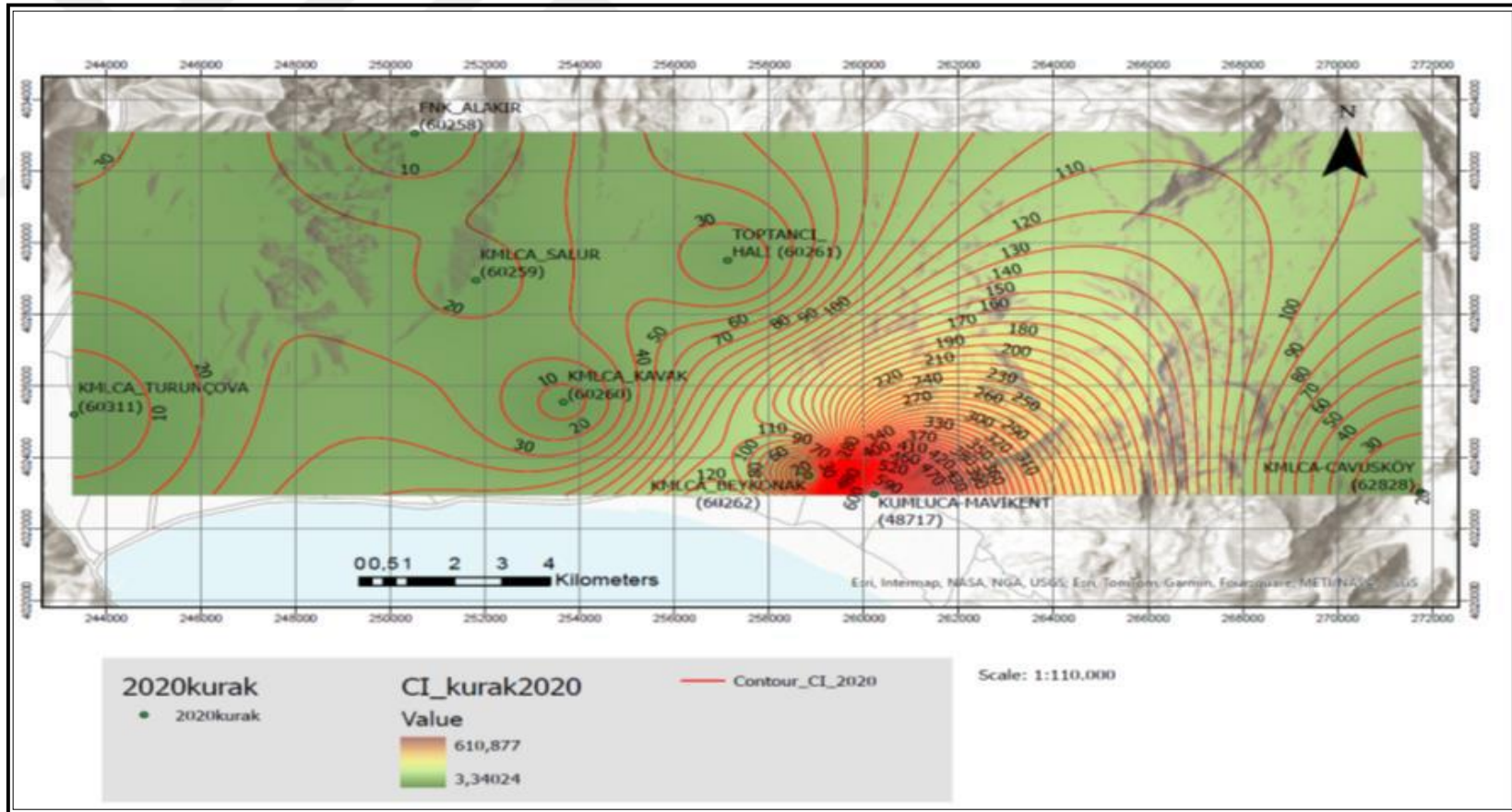
KLORÜR DEĞERLERİ (ppm)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	EN YÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	3,34/60311	610,96/48717
2021 YILI NİSAN	11,65/60258	527,02/48717
2021 YILI EKİM	9,42/60258	486,92/48717
2022 YILI NİSAN	8,12/60258	451,634/48717

- 2020 yılı Ekim ayındaki en düşük Cl⁻ değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 3,34 ppm, en yüksek Cl⁻ değeri ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyu 610,96 ppm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.28).

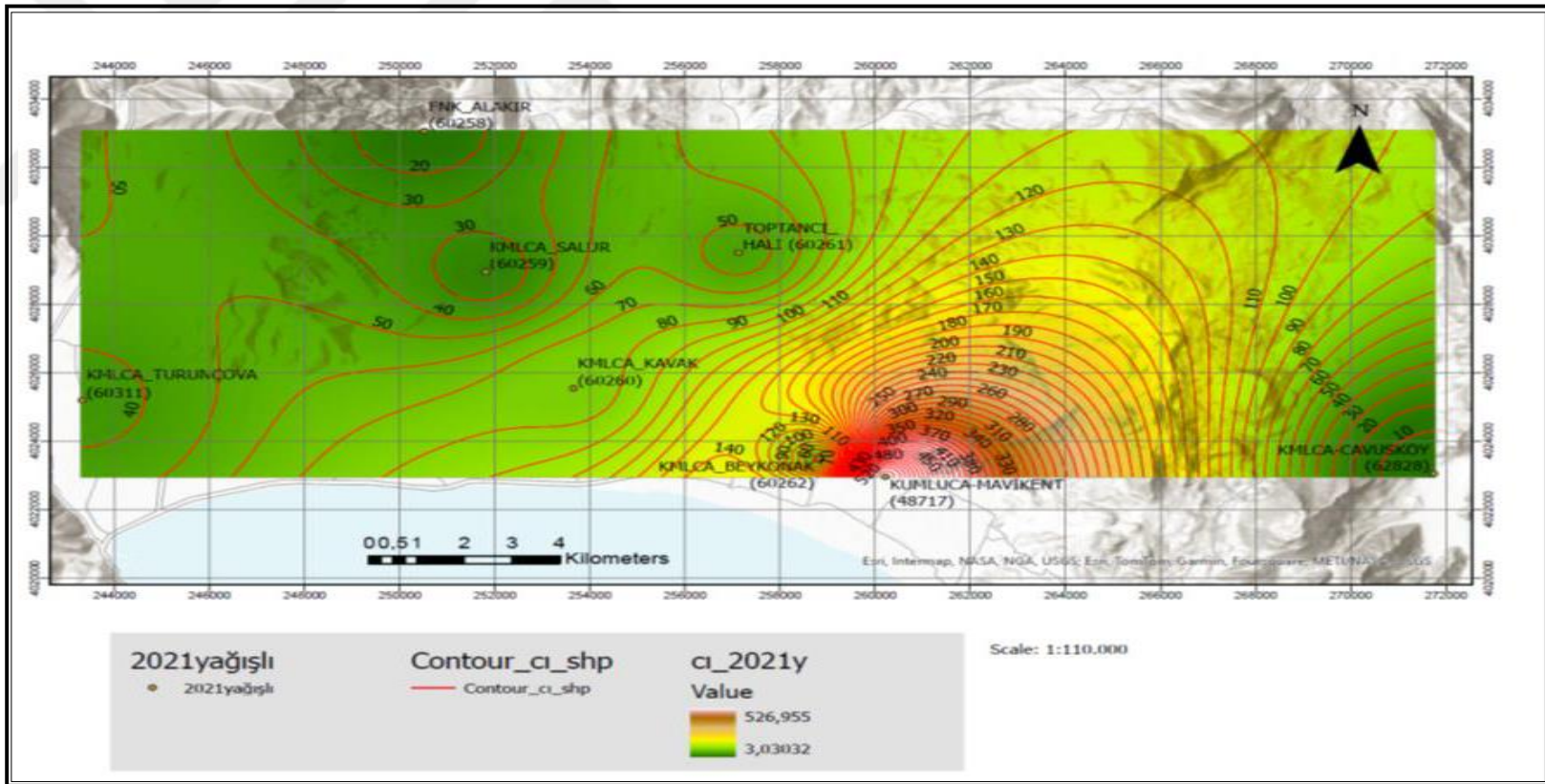
- 2021 yılı Nisan ayındaki en düşük Cl⁻ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 11,65 ppm, en yüksek Cl⁻ değeri ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 527,02 ppm ile belirlenmiştir (Şekil 4.29).

- 2021 yılı Ekim ayındaki en düşük Cl⁻ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyudan 9,42 ppm, en yüksek Cl⁻ değeri ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyudan 486,92 ppm şeklinde alınmıştır (Şekil 4.30).

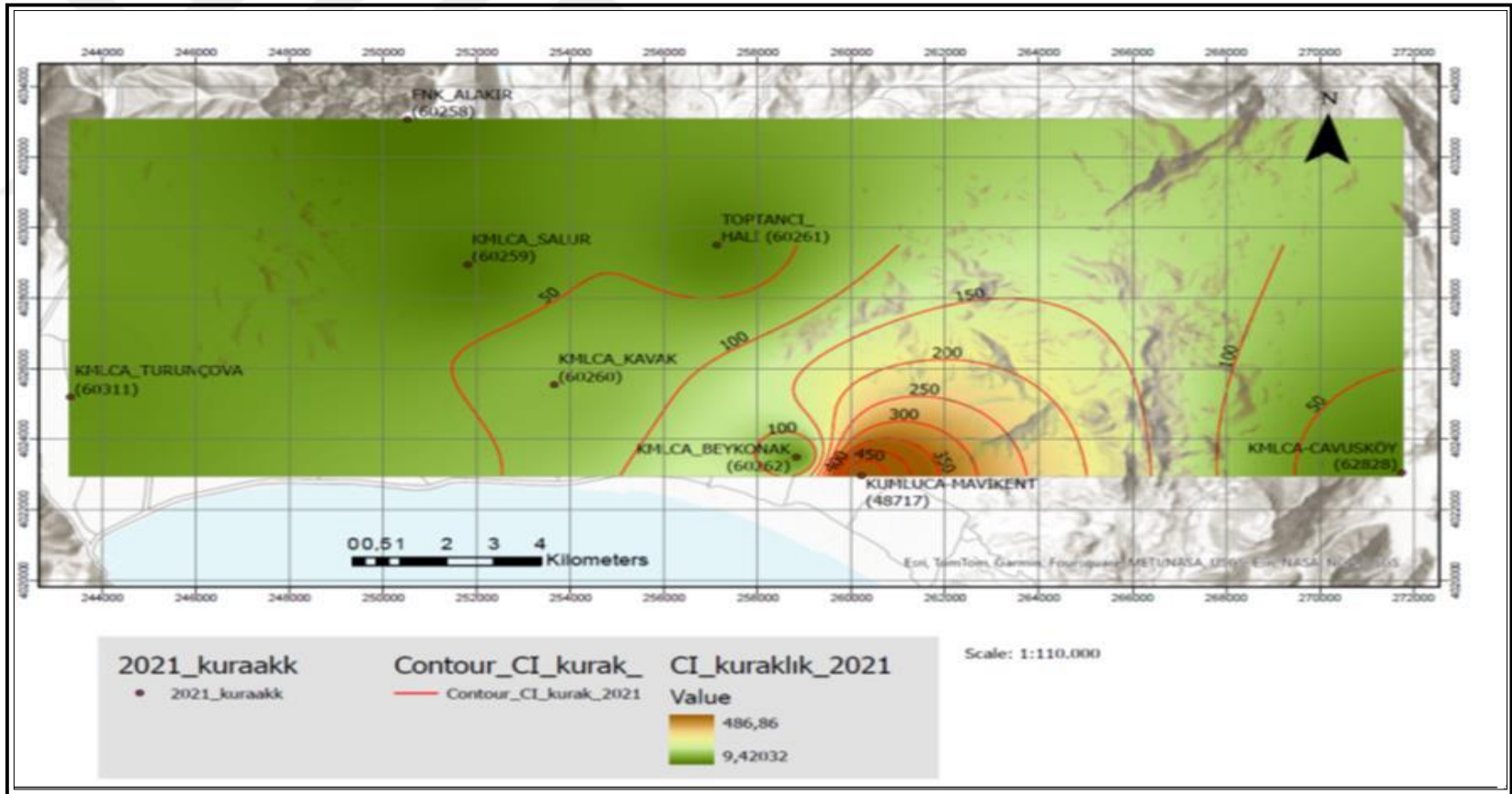
- 2022 yılı ise Nisan ayındaki en düşük Cl⁻ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 8,12 ppm, en yüksek Cl⁻ değeri ise 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 451,634 ppm olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.31).



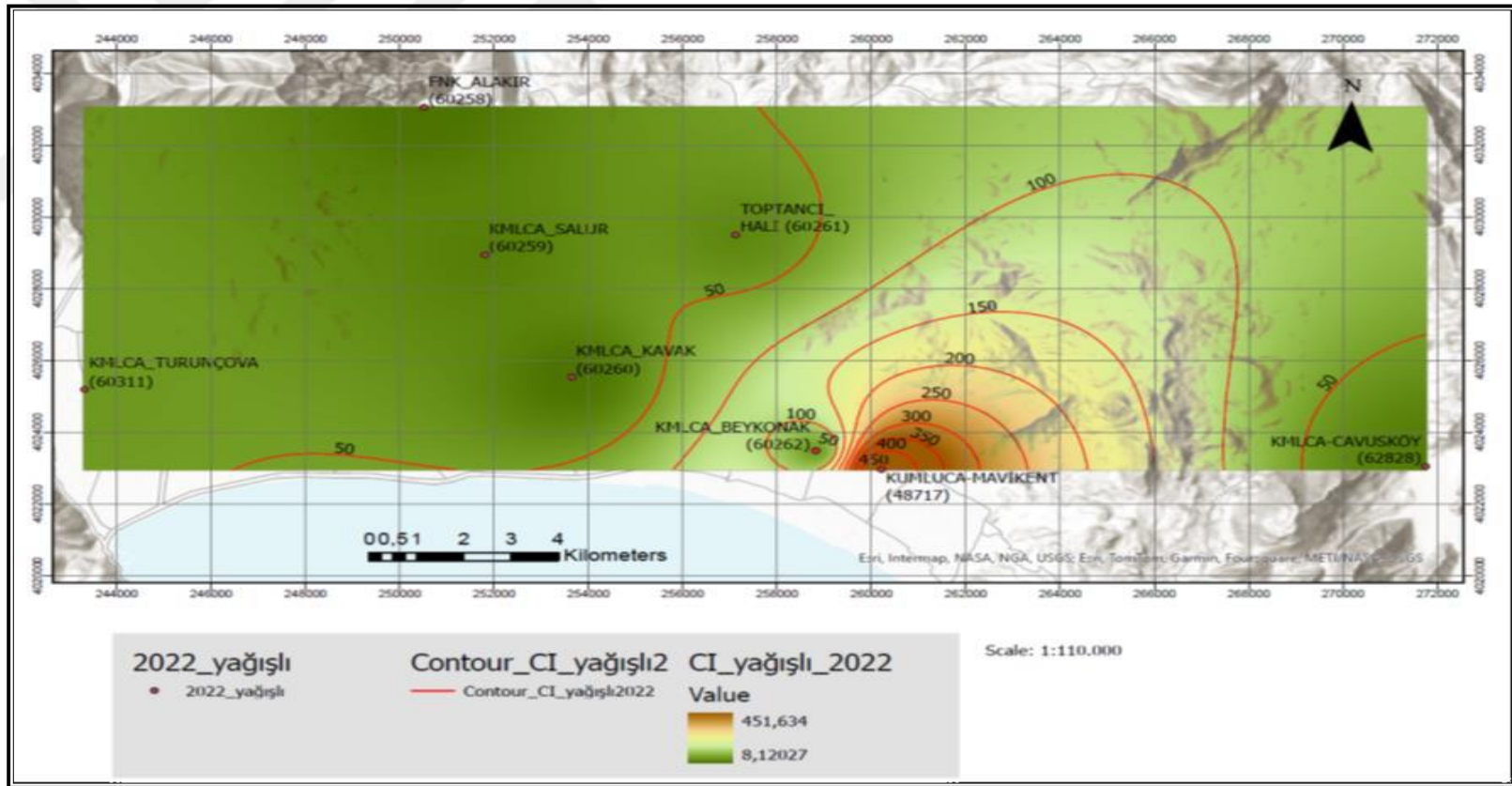
Şekil 4.37. Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Klorür dağılım haritası



Şekil 4.38. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Klorür dağılım haritası



Şekil 4.17. Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Klorür dağılım haritası



Şekil 4.40. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Klorür dağılım haritası

Sülfat (SO_4^{-2}) iyonu

Sülfat iyonları kükürt elementinin indirgenmesi ve suyla temas etmesi sonucu oluşurlar. Tarımda kullanılan gübreler, anhidritler organik maddenin bozumu, oksitlenmiş piritler, volkanlar, jipsler, fabrika ve konutlarda yakılan petrol ve kömürler SO_4^{-2} iyonun kaynaklarıdır.

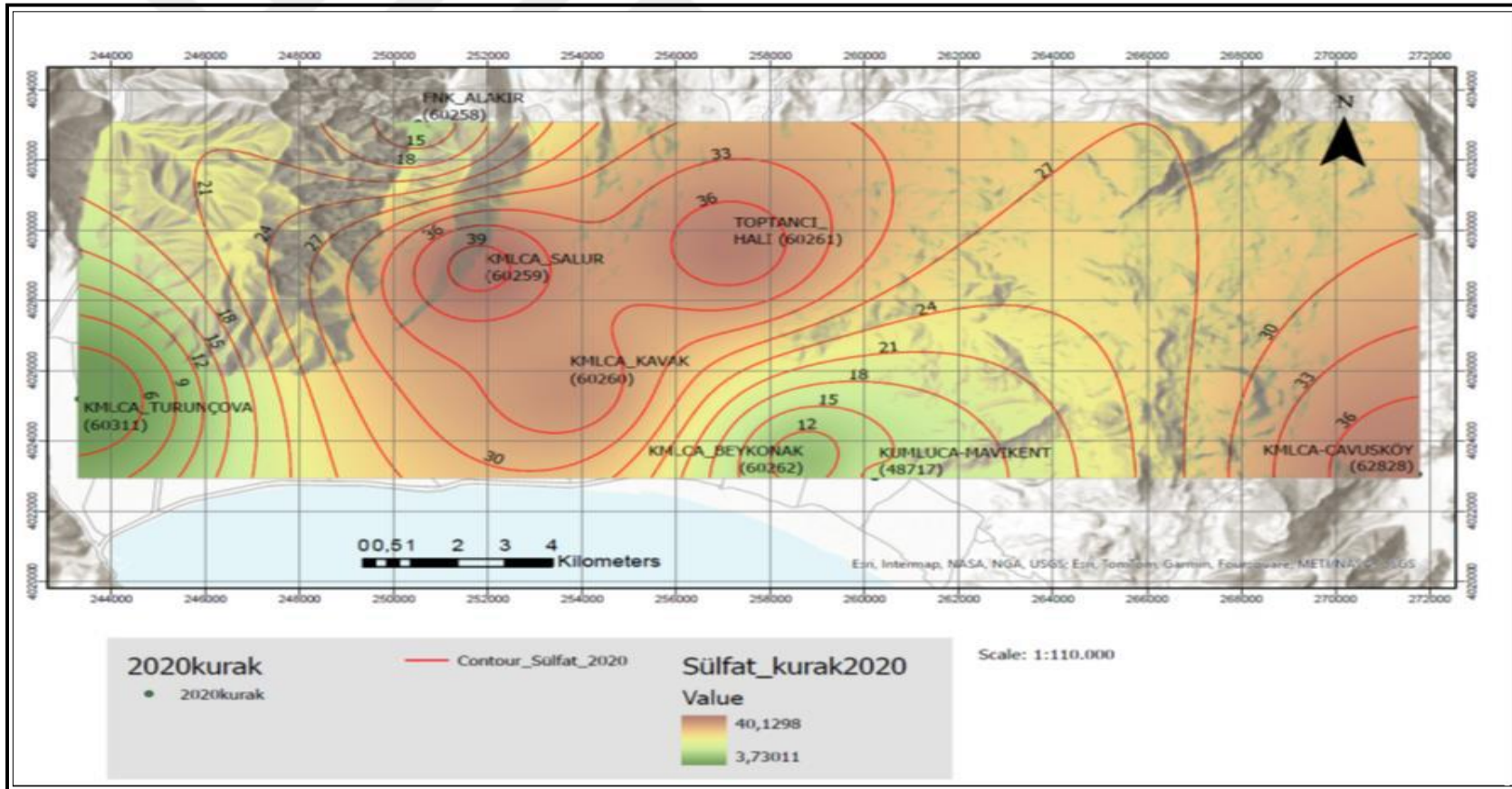
Sülfat elementi için sınır WHO 2006 ve TSE266 2005'e göre 250 mg/l olarak belirlenmiştir. 250 mg/l'ye kadar olan değer bitki beslenmesi için faydalıdır (Erguvalı ve Yüzer 1987). 250 mg/l'yı geçen içme suları insan sağlığında hastalıklara sebep olabilir (Atabey 2005).

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde sülfat değerleri 3.23 – 113.76 mg/l arasından olduğu tespit edilmiştir. Kıyı kesimlerde sülfat değerinin azaldığı görülmüştür. Çizelge 4.15.' de SO_4^{-2} değer aralıkları verilmiştir.

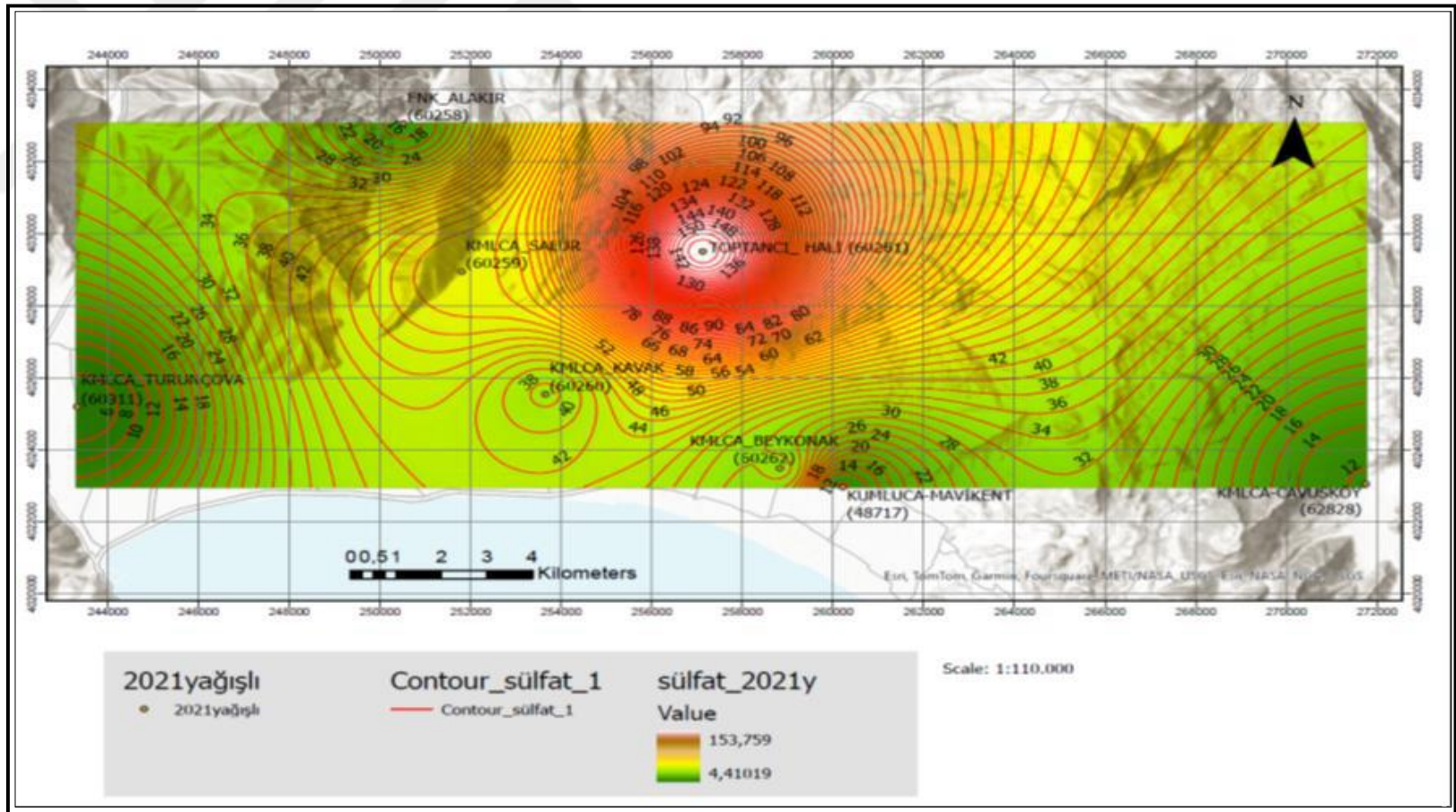
- 2020 yılı Ekim ayındaki en düşük SO_4^{-2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 3,73 mg/l iken, en yüksek SO_4^{-2} değeri 60259 (Salur) numaralı kuyuda 40,13 mg/l olmuştur (Şekil 4.32).
- 2021 yılı Nisan ayındaki en düşük SO_4^{-2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 4,41mg/l, en yüksek SO_4^{-2} değeri 60261 (Toptancı_hali) numaralı kuyuda 153,76 mg/l şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.33).
- 2021 yılı Ekim ayındaki en düşük SO_4^{-2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 3,23 mg/l ve en yüksek SO_4^{-2} değeri 60259 (Salur) numaralı kuyuda 42,54 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.34).
- 2022 yılı Nisan ayındaki en düşük SO_4^{-2} değeri 60311(Turunçova) numaralı kuyudan 5,93 mg/l, en yüksek SO_4^{-2} değeri 60262 (Beykonak) numaralı kuyudan 57,38 mg/l olarak alınmıştır (Şekil 4.35).

Çizelge 4.15. Sülfat değerleri (DSİ, 2022)

SÜLFAT İYONU DEĞERLERİ (mg/l)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	ENYÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	3,73/60311	40,13/60259
2021 YILI NİSAN	4,41/60311	113,76/60261
2021 YILI EKİM	3,23/60311	42,54/60259
2022 YILI NİSAN	5,93/60311	57,38/60262



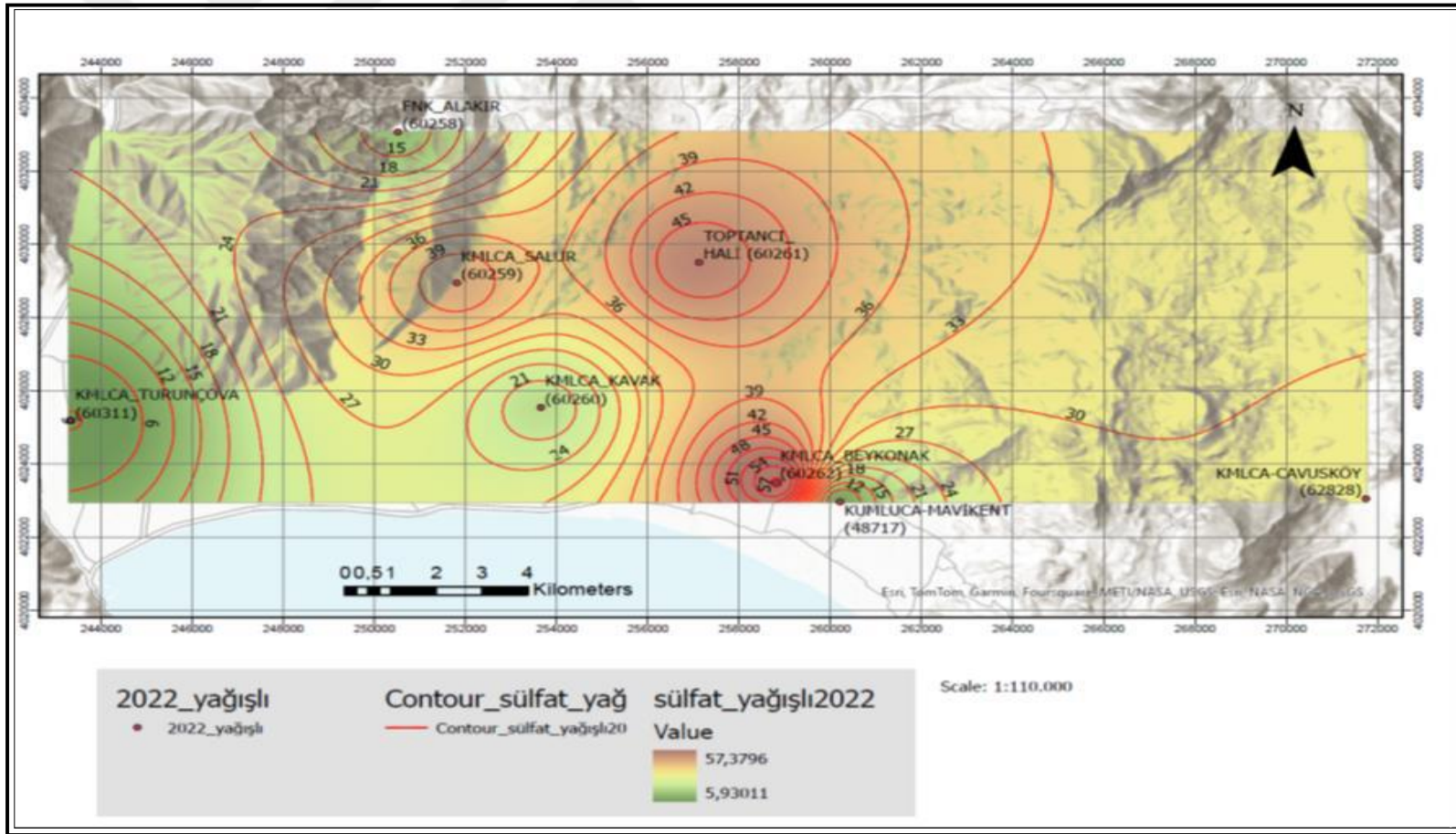
Şekil 4.18. Çalışma alanının 2020 Yılı Ekim Ayına ait Sülfat dağılım haritası



Şekil 4.19. Çalışma alanının 2021 Yılı Nisan Ayına ait Sülfat dağılım haritası



Şekil 4.43. Çalışma alanının 2021 Yılı Ekim Ayına ait Sülfat dağılım haritası



Şekil 4.44. Çalışma alanının 2022 Yılı Nisan Ayına ait Sülfat dağılım haritası

Sodyum (Na^+) İyonu

Sodyum (Na^+) iyonu kolaylıkla suda çözünmesinden dolayı bütün yeraltı sularında bulunmaktadır. Sodyum (Na^+) değerinin içme sularında 200 mg/l'den daha az değerlerde olması istenir.

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde sodyum değeri 11.42 – 192.93 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.16.' de Na^+ değer aralıkları verilmiştir.

- 2020 yılı Ekim ayındaki en düşük Na^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyudan 11,86 mg/l ve en yüksek Na^+ değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyudan 187,36 mg/l şeklinde elde edilmiştir.
- 2021 yılı Nisan ayındaki en düşük Na^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyudan 14,00 mg/l iken en yüksek Na^+ değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyudan 157,84 mg/l olarak belirlenmiştir.
- 2021 yılı Ekim ayındaki en düşük Na^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 15,42 mg/l ve en yüksek Na^+ değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 162,08 mg/l'dir.
- 2022 yılı ise Nisan ayındaki en düşük Na^+ değeri 60258 (Alakır) numaralı kuyuda 11,42 mg/l en yüksek Na^+ değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 192,93 mg/l olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.16. Sodyum değerleri (DSİ,2022)

SODYUM DEĞERLERİ (mg/l)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	ENYÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	11,86/60258	187,36/48717
2021 YILI NİSAN	14,00/60258	157,84/48717
2021 YILI EKİM	15,42/60258	162,08/48717
2022 YILI NİSAN	11,42/60258	192,93/48717

Karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^{2-}) iyonları

Doğal sulardaki alkalinitenin başlıca iki kaynağı bikarbonat ve karbonat iyonlarıdır. Sularda alkalinite ise suyun asitleri nötröle edebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Sudaki bu iyonlar ile suyun kullanıma uygunluğu belirlenir. Yüksek alkali sular tatsızdır ve toplam karbonat ve bikarbonat içeriği 500 mg/l'yi aşmamalıdır. Bu iyonların fazlalığı sulama sularında sodyum tehlikesinin azaltıcı etki göstermektedir (Şahinci 1991).

Devlet Su İşleri'nden alınan verilere göre; 2020-2022 yılları arasında yapılan analizlerde;

- 2020 Yılı Ekim ayındaki en düşük HCO_3^{-2} değerleri 48717 (Mavikent) numaralı kuyuda 53.09 mg/l, en yüksek HCO_3^{-2} değerleri 60260 (Kavak) numaralı kuyuda 472.29 mg/l olarak belirlenmiştir.

- 2021 Yılı Ekim ayındaki en düşük HCO_3^{-2} değerleri 60259 (Salur) numaralı kuyun 211.74 mg/l, en yüksek HCO_3^{-2} değerleri 60260 (Kavak) numaralı kuyudan 554.67 mg/l olarak alınmıştır.

- 2021 Yılı Nisan ayındaki en düşük HCO_3^{-2} değerleri 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyuda 139,13 mg/l iken en yüksek HCO_3^{-2} değerleri 60260 (Beykonak) numaralı kuyuda 608.37 mg/l şeklinde tespit edilmiştir.

- 2022 Yılı Nisan ayındaki en düşük HCO_3^{-2} değerleri 60259 (Salur) numaralı kuyuda 182.45 mg/l ve en yüksek HCO_3^{-2} değerleri 60260 (Beykonak) numaralı kuyuda 705.30 mg/l şeklindedir.

Tablo 4.17. Bikarbonat değerleri (DSİ,2022)

BİKARBONAT DEĞERLERİ (mg/l)		
TARİH	EN DÜŞÜK/KUYU NUM.	ENYÜKSEK/KUYU NUM.
2020 YILI EKİM	53,09/48717	472,29/60260
2021 YILI NİSAN	211,74/60259	554,67/60260
2021 YILI EKİM	139,13/60261	608,87/60260
2022 YILI NİSAN	182,45/60259	705,30/60260

- 2020 Yılı Ekim ayındaki en yüksek CO_3^{-2} değeri 48717 (Mavikent) numaralı kuyu 58.20 mg/l olmuştur.

- 2021 Yılı Ekim ayındaki en yüksek CO_3^{-2} değeri 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda 41.40 mg/l olarak ölçülmüştür.

- 2021 Yılı Nisan ayındaki en yüksek CO_3^{-2} değeri 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda 76.80 mg/l olarak belirlenmiştir.

- 2022 Yılı Nisan ayındaki en yüksek CO_3^{-2} değeri 60311 (Turunçova) numaralı kuyuda 9.00 mg/l'dir.

4.3. Su Analiz Sonuçlarının Diyagramlarla Yorumlanması

Yeraltı ve/veya yüzey suları amaca yönelik, farklı standartlar çerçevesinde sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmalar Çizelge 4.18'de sunulmuştur. Analiz sonuçları diyagramlarla yorumlanarak yeraltı sularının kalitesi, amaca göre kullanılabilirliği ve bölge litolojisi ile ilişkisi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Suların sınıflandırılmasında kullanılan metodlar

Metod	Kullanılan Katyonlar	Kullanılan Anyonlar	Diğer Parametreler
Schoeller diyagramı	Na, +K, Ca, Mg	Cl, SO ₄ , HCO ₃ , +CO ₃	
Piper diyagramı	Na, +K, Ca, Mg	Cl, SO ₄ , HCO ₃ , +CO ₄	
SAR	Na, Ca, Mg		
Wilcox diyagramı	Na, +K, Ca, Mg		EC
A.B.D.			EC, SAR

4.3.1. Schoeller'e göre suların sınıflaması

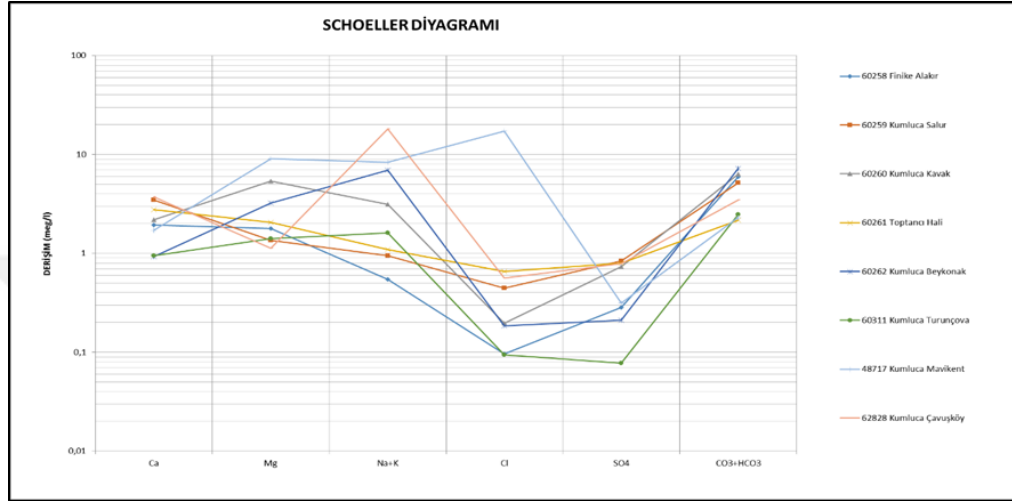
Suların içilebilir olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Schoeller (1955)' e göre sular klorür miktarına göre 6, sülfat miktarına göre 4, karbonat miktarına göre 3 ayrı sınıfta incelenir (Çizelge 4.19). Bu diyagramda, her su örneği için farklı iyonların derişim değerleri kırık çizgilerle birleştirerek suyun kimyasal özellikleri schoeller grafiği üzerinde elde edilir. Elde edilen bu profil, su örneklerinin farklılıklarının kolaylıkla görülmesini sağlamaktadır. İyonların topluca tek bir diyagramda görülmesi, incelenen suların benzer veya farklı kökenli olup olmadığı ve muhtemelen ne tip formasyonlarla temasta olduğu bilgi vermektedir.

Çizelge 4.19. Schoeller (1955) klorür, sülfat, karbonat-bikarbonat sınıflandırılması

	Su Sınıfı	Klorür Miktarı (mek/lt)
Klorür Sınıflaması	Hiperklorür Sular	>700
	Klorotalastik Sular	420-700
	Klorürce Zengin Sular	140-420
	Orta Klorürlü Sular	40-140
	Oligoklorürlü Sular	15-40
	Olağan Klorürlü Sular	<15
Sülfat Sınıflaması	Su Sınıfı	Sülfat Miktarı (mek/lt)
	Hiposülfatlı Sular	>58
	Sülfatlı Sular	24-58
	Oligosülfatlı Sular	6-24
	Olağan Sülfatlı Sular	<6
Karbonat-Bikarbonat Sınıflaması	Su Sınıfı	Karbonat-Bikarbonat Miktarı (mek/lt)
	Hiperkarbonatlı Sular	>7
	Olağan Karbonatlı Sular	2-7
	Hipokarbonatlı Sular	<2

Çalışma alanının 2020 yılı Ekim ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Schoeller diyagramı Şekil 4.36'da sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

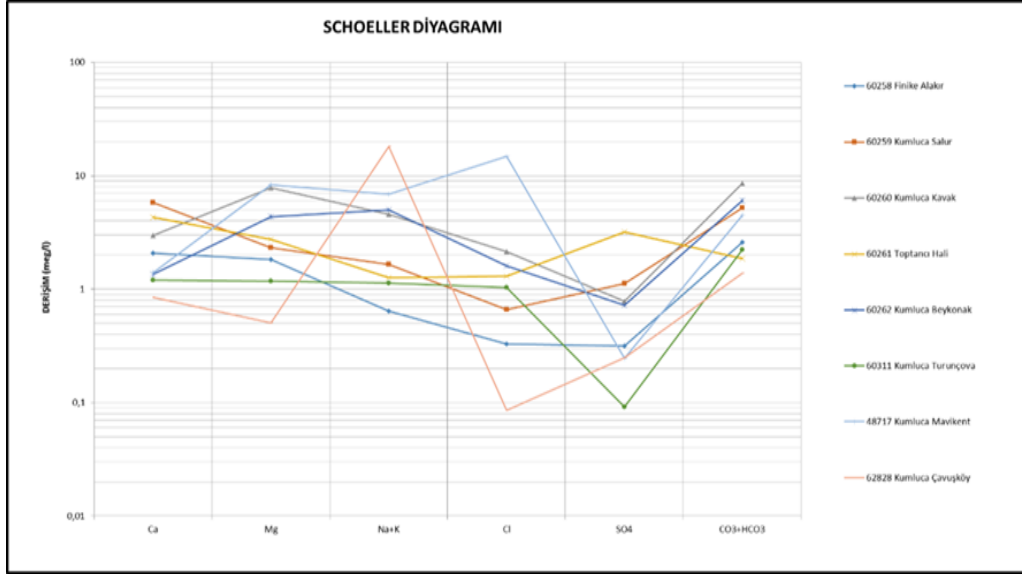
- 48717 (Mavikent) numaralı kuyu dışındakiler olağan klorürlü, 48717 (Mavikent) numaralı kuyu oligoklorürlü,
- Bütün kuyular olağan sülfatlı,
- 60262 (Beykonak) numaralı kuyu dışındakiler olağan karbonatlı,
- 60262 (Beykonak) numaralı kuyu hiperkarbonatlı sular olarak sınıflanmıştır.



Şekil 4.45. 2020 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme

2021 yılı Nisan ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Schoeller diyagramı Şekil 4.37'de görülebilmektedir. Buna göre;

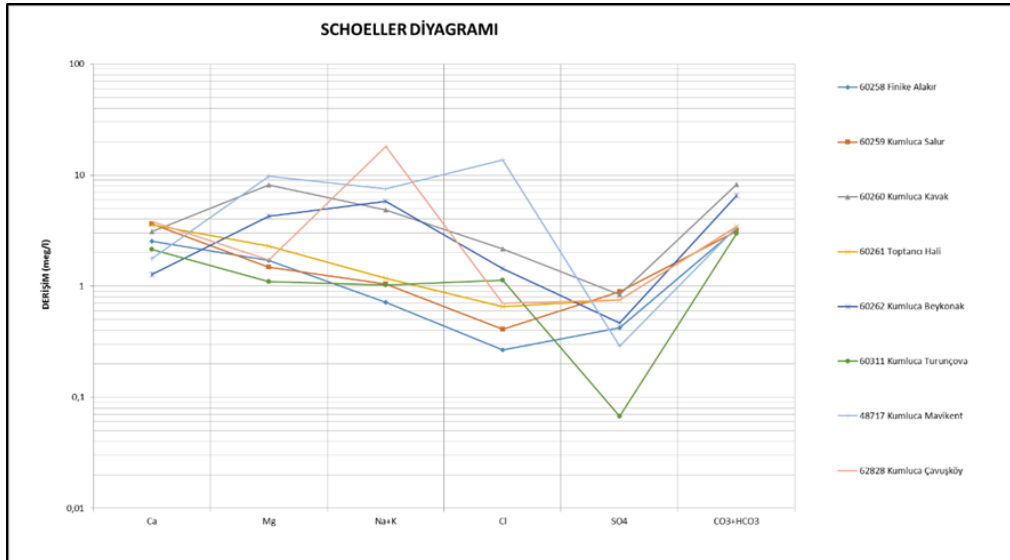
- Bütün kuyular olağan klorürlü,
- Bütün kuyular olağan sülfatlı,
- 60262 (Beykonak) numaralı kuyu dışındakiler olağan karbonatlı,
- 6026 (Beykonak) numaralı kuyu hiperkarbonatlı sular sınıfında görülmektedir.



Şekil 4.46. 2021 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme

2021 yılı Ekim ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Schoeller diyagramı Şekil 4.38’de verilmiştir. Bu diyagrama göre;

- Bütün kuyular olağan klorürlü,
- Hepsi olağan sülfatlı,
- 60262 nolu kuyu dışındakiler olağan karbonatlı,
- 60262 nolu kuyu hiperkarbonatlı sular sınıfındadır.

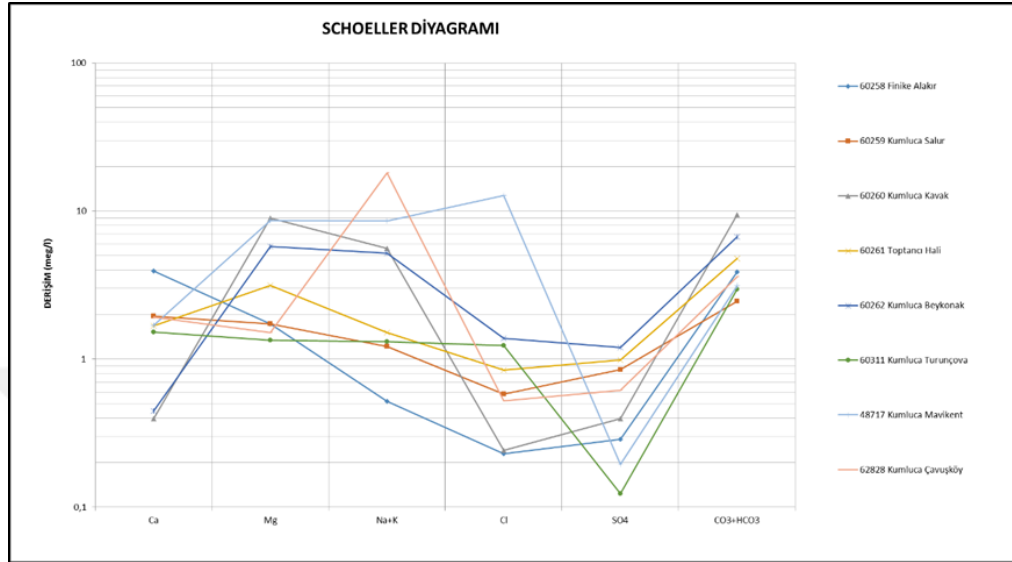


Şekil 4.20. 2021 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme

2022 yılı Nisan ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Schoeller diyagramı Şekil 4.39’da sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

Bütün kuyular olağan klorürlü,

- Bütün kuyular olağan sülfatlı,
- 60262 (Beykonak) numaralı kuyu dışındakiler olağan karbonatlı,
- 60260 (Beykonak) numaralı kuyu hiperkarbonatlı sular sınıfındadır.

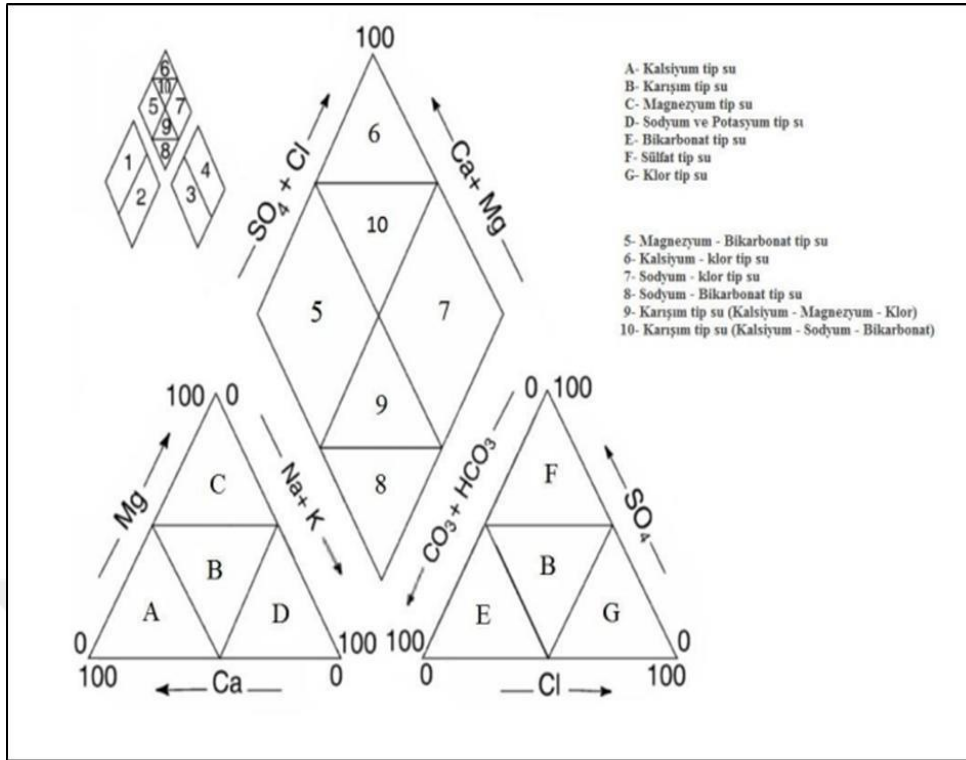


Şekil 4.48. 2022 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme

4.3.2. Piper diyagramı

Piper (1944) diyagramı su kaynaklarının hidrojeokimyasal evrim süreçlerinin anlaşılmasında kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir.

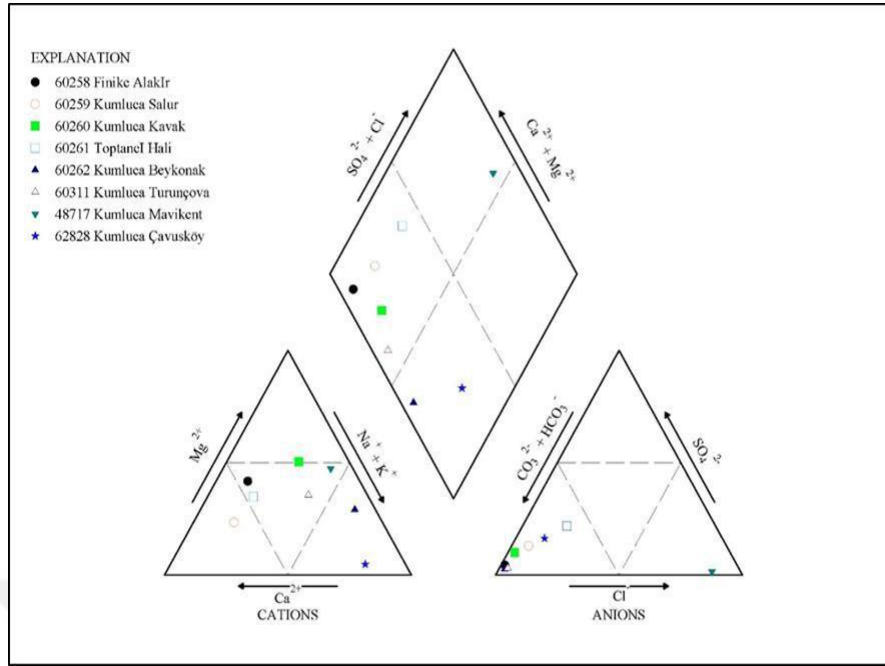
Suların anyon-katyon içeriği kullanılarak su fasiyesleri belirlenir. Yapılan analizlerde, çalışma sahasından alınan su örneklerindeki analiz sonuçları kullanılarak 2020-2022 yılları arasındaki kurak ve yağışlı dönemler için ayrı ayrı Piper diyagramlarına (Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43, Şekil 4.44) göre hidrojeokimyasal fasiyesleri belirlenmiştir (Çizelge 4.20).



Şekil 4.49. Piper Açıklaması (Piper, 1944)

2020 yılı Ekim ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Piper diyagramı Şekil 4.41’de sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

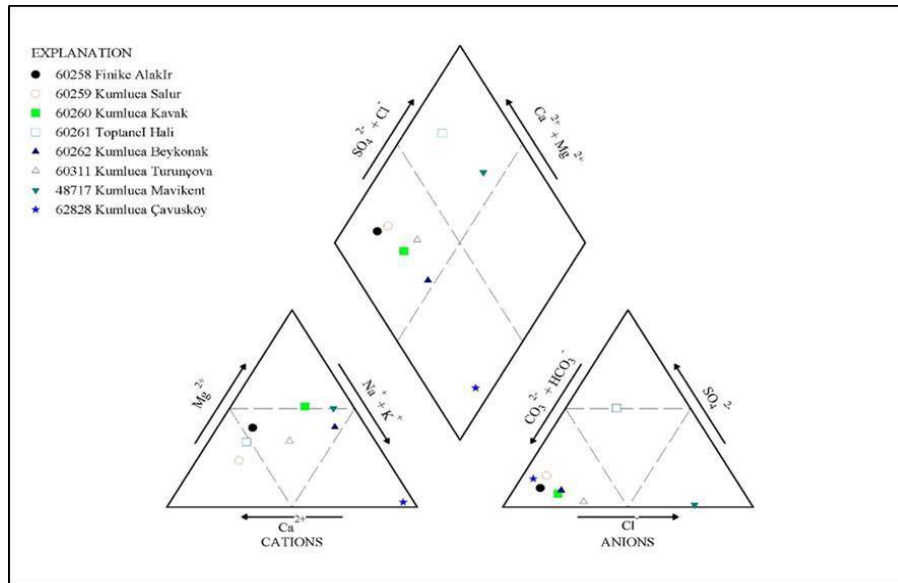
- ✓ Magnezyum – Bikarbonat tipli çıkan sular; 60261 (Toptancı Hali), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60260 (Kavak), 60311 (Turunçova) numaralı kuyulardır.
- ✓ Karışım (Kalsiyum – Sodyum – Bikarbonat) tipli çıkan sular; 48717 (Mavikent) numaralı kuyudur.
- ✓ Sodyum – Bikarbonat tipli çıkan sular; 60262 (Beykonak) numaralı kuyudur.



Şekil 4.50. 2020 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme

2021 yılı Nisan ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Piper diyagramı Şekil 4.42’de sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

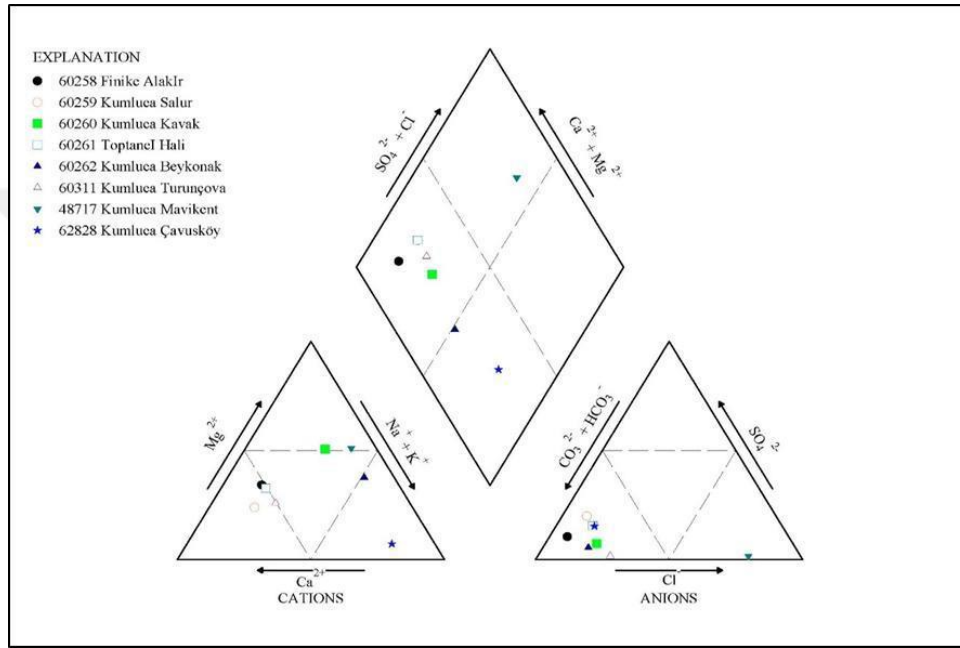
- ✓ Magnezyum – Bikarbonat tipli çıkan sular; 60261 (Toptancı Hali), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60260 (Kavak), 60311 (Turunçova) numaralı kuyulardır.
- ✓ Karışım (Kalsiyum – Sodyum – Bikarbonat) tipli çıkan sular; 48717 (Mavikent), 60262 (Beykonak) numaralı kuyulardır.



Şekil 4.51. 2021 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme

2021 yılı Ekim ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Piper diyagramı Şekil 4.43'te sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

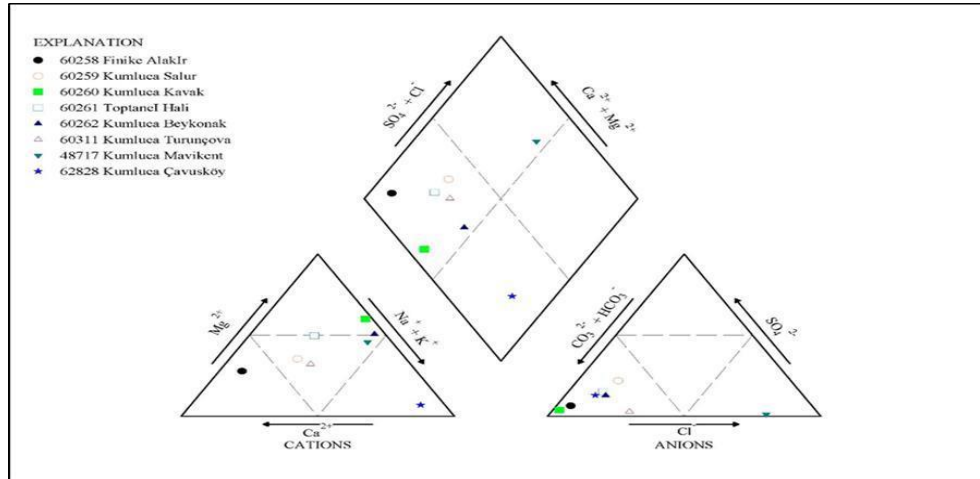
- ✓ Magnezyum – Bikarbonat tipli çıkan sular; 60261 (Toptancı Hali), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60260 (Kavak), 60311 (Turunçova) numaralı kuyulardır.
- ✓ Karışım (Kalsiyum – Sodyum – Bikarbonat) tipli çıkan su; 48717 (Mavikent), numaralı kuyudur.
- ✓ Karışım (Kalsiyum – Magnezyum – Klor) tipli çıkan su; 60262 (Beykonak) numaralı kuyudur.



Şekil 4.52. 2021 Yılı Ekim Ayında alınan örnekleme

2022 yılı Nisan ayında alınan su numuneleri analiz sonuçlarını yansıtan Piper diyagramı Şekil 4.44'te sunulmuştur. Bu diyagrama göre;

- ✓ Magnezyum – Bikarbonat tipli çıkan sular; 60261 (Toptancı Hali), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60260 (Kavak), 60311 (Turunçova), 60262 (Beykonak) numaralı kuyulardır.
- ✓ Karışım (Kalsiyum – Sodyum – Bikarbonat) tipli çıkan su; 48717 (Mavikent), numaralı kuyudur.



Şekil 4.53. 2022 Yılı Nisan Ayında alınan örnekleme

Çalışma alanında alınan numunelerinin su fasiyesleri Tablo 4.16.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.20. Çalışma alanından alınan su numunelerinin fasiyesleri

Kuyu Adı	SU TİPLERİ			
	Nisan, 2022	Ekim, 2021	Nisan, 2021	Ekim, 2020
Turunçova (60311)	Ca-Mg-Na+K-Cl-CO ₃ +HCO ₃	Ca-Cl-CO ₃ +HCO ₃	Ca-Mg-Na+K-Cl-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃
Beykonak (60262)	Mg-Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃
Çavuşköy (62828)	Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Na+K-CO ₃ +HCO ₃
Mavikent (48717)	Mg-Na+K-CO ₃ +HCO ₃	Mg-Cl	Mg-Cl	Mg-Na+K-Cl
Alakır (60258)	Ca-CO ₃ +HCO ₃	Ca-CO ₃ +HCO ₃	Ca-Mg-CO ₃ +HCO ₃	Ca-Mg-CO ₃ +HCO ₃
Salur (60259)	Ca-Mg-CO ₃ +HCO ₃	Ca-CO ₃ +HCO ₃	Ca-CO ₃ +HCO ₃	Ca-CO ₃ +HCO ₃
Kavak (60260)	Mg-CO ₃ +HCO ₃	Mg-CO ₃ +HCO ₃	Mg-CO ₃ +HCO ₃	Mg-CO ₃ +HCO ₃
Toptancı Hali (60261)	Mg-CO ₃ +HCO ₃	Ca-CO ₃ +HCO ₃	Ca-SO ₄	Ca-CO ₃ +HCO ₃

Kumluca Ovasındaki su kaynaklarının kireçtaşı ve dolomit gibi karbonatlı kayalar ile temas halinde olduğu tespit edilmiştir.

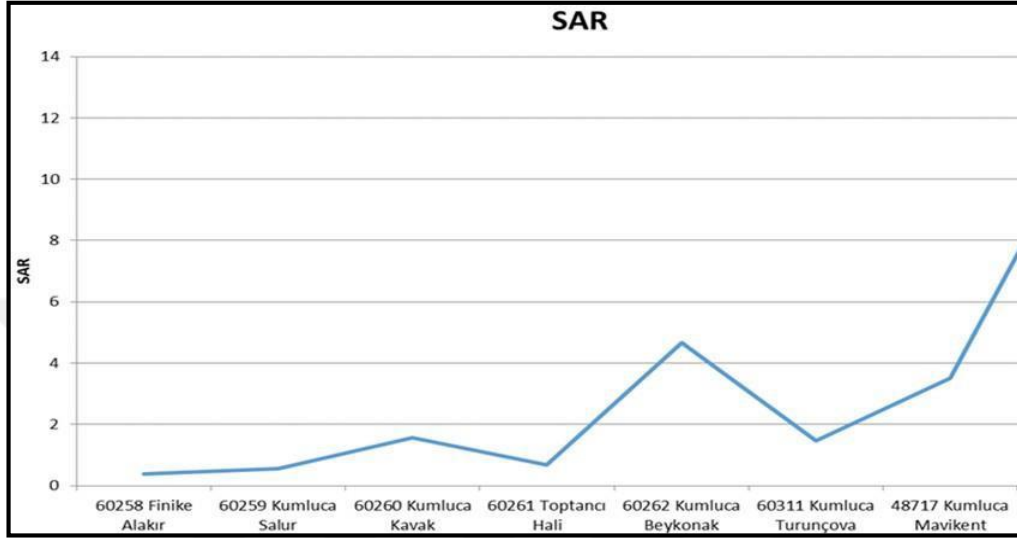
4.3.3. Sodyum absorpsiyon oranı (SAR)

Sodyum miktarı sulamadan sonra toprağın üzerinde sert bir kabuk oluşturarak toprağın geçirgenliğini azaltır. Bitki kökleri hava alamayarak sağlıklı bir ortam oluşur. Bu nedenle sulama suyunun kalitesinin belirlenmesinden Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR) oldukça önemlidir. SAR'a göre sulama suları sınıflandırılmasında 10'a kadar değer "çok iyi özellikteki sulama suları", 10-18 arasındaki değer "iyi özellikteki sulama suları", 18-26 arasındaki değer ise "orta özellikteki sulama suları" ve 26'dan çok olan değerler ise "fena özellikteki sulama" sularıdır.

SAR değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

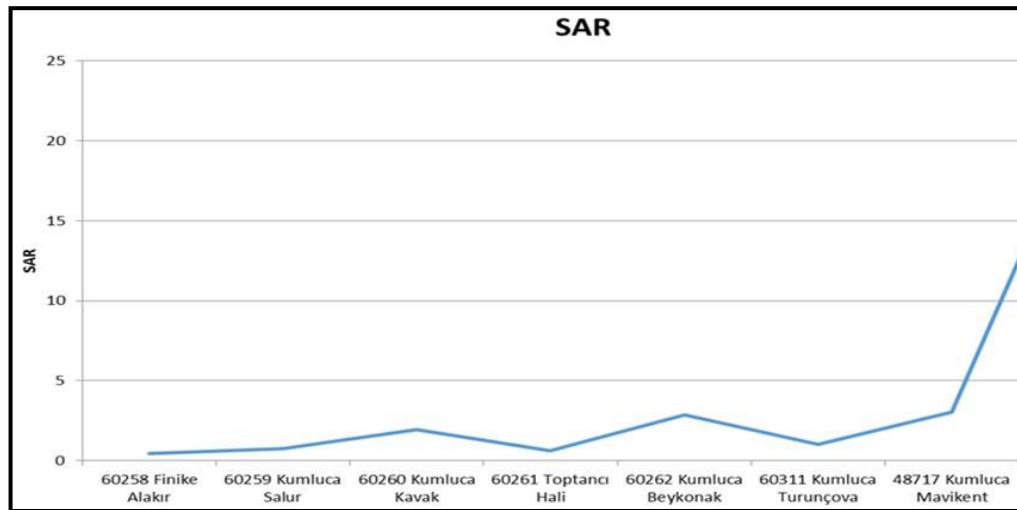
$$\text{SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı)} = \text{Na} / [(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2]^{1/2}$$

2020 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen SAR diyagramına göre; kuyuların tamamı 0-5 değer aralığındadır ve “çok iyi özellikte sulama suları” sınıfına girmektedirler (Şekil 4.45).



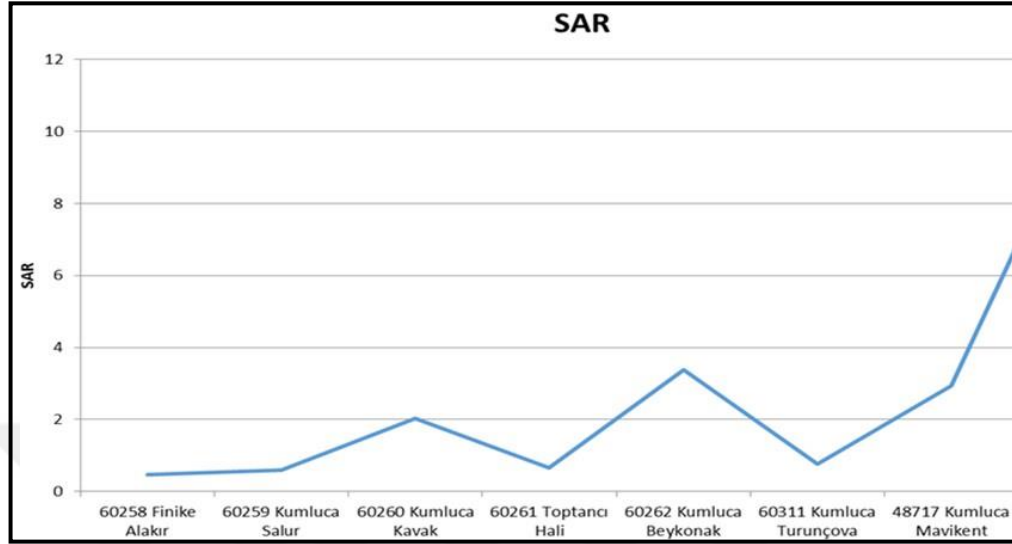
Şekil 4.54. 2020 Yılı Ekim Ayının SAR analizi

2021 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen SAR diyagramına göre; kuyuların tamamı 0-5 değer aralığındadır ve “çok iyi özellikte sulama suları” sınıfına girmektedirler (Şekil 4.46).



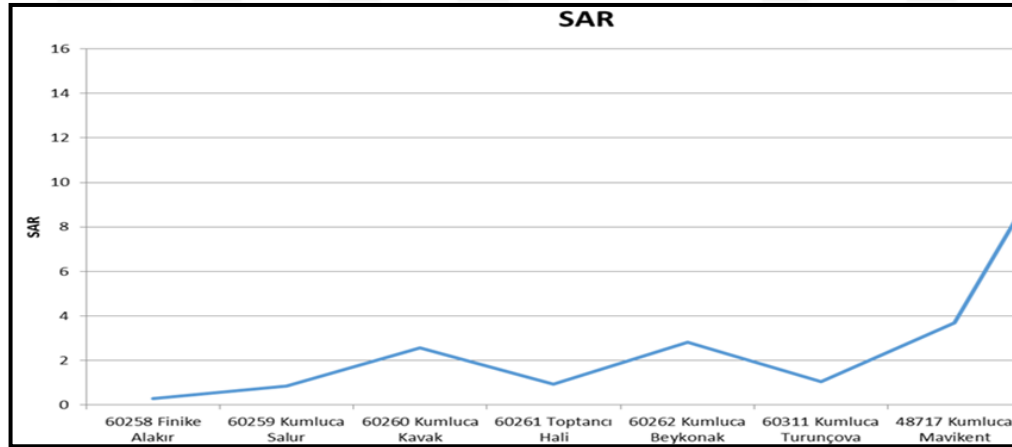
Şekil 4.55. 2021 Yılı Nisan Ayının SAR analizi

2021 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen SAR diyagramına göre; kuyuların tamamı 0-4 değer aralığındadır ve “çok iyi özellikte sulama suları” sınıfına girmektedirler (Şekil 4.47).



Şekil 4.56. 2021 Yılı Ekim Ayının SAR analizi

2022 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen SAR diyagramına göre; kuyuların tamamı 0-4 değer aralığındadır ve “çok iyi özellikte sulama suları” sınıfına girmektedirler (Şekil 4.48).



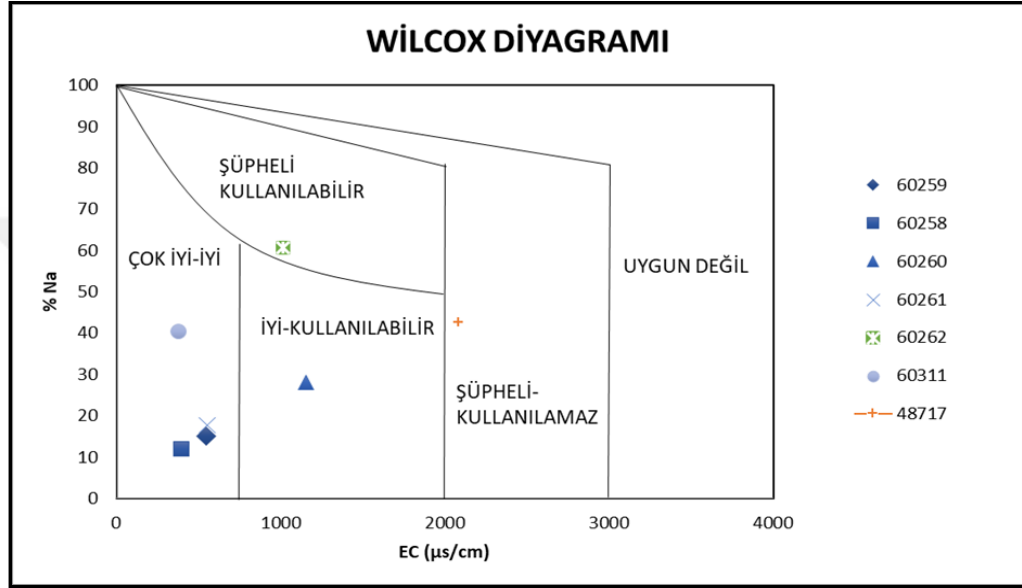
Şekil 4.57. 2022 Yılı Nisan Ayının SAR analizi

4.3.4. Wilcox diyagramı

Wilcox diyagramı, suyun tarımsal sulamada kullanılabilirliğinin değerlendirmesinde önemli bir sınıflandırmadır ve yüzde sodyum ile kondüktivite parametrelerinin kesişimleri sonucunda belirlenir.

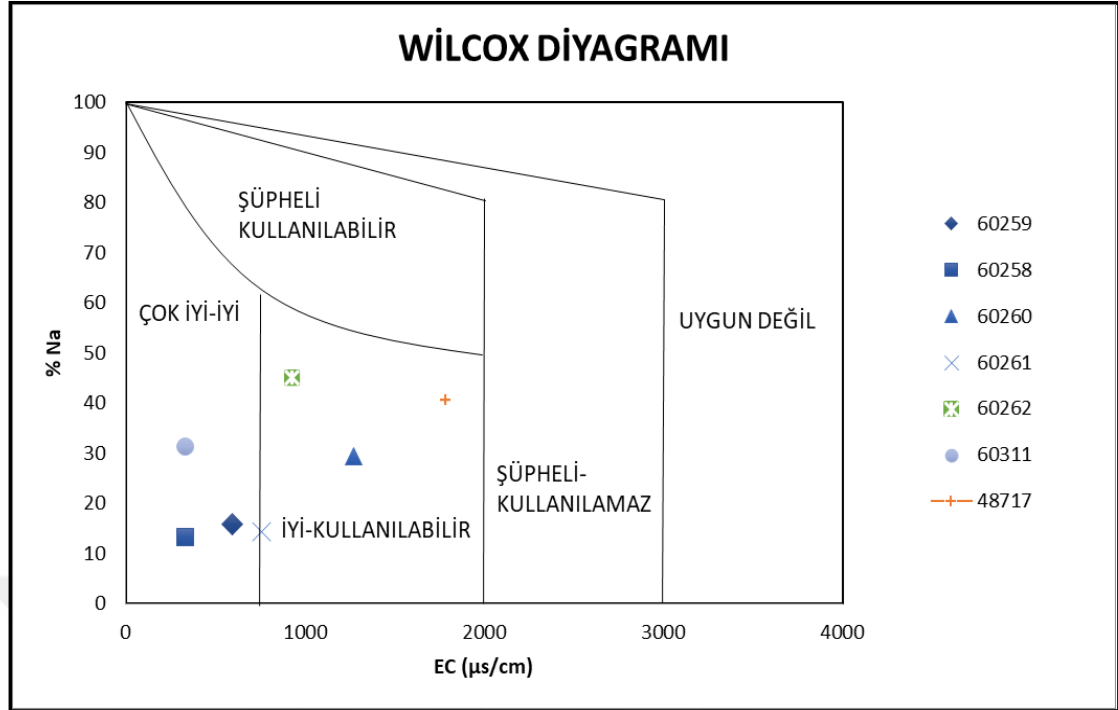
Çalışma alanında bulunan tüm sular genel olarak “çok iyi-iyi kullanılabilir suları” sınıfında yer almaktadır. Aşağıda farklı dönemlerde alınan su analiz sonuçları sunulmuştur.

2020 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen Wilcox diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60261 (Toptancı Hali), 60258 (Alakır) ve 60259 (Salur) numaralı kuyular “çok iyi sular”, 60260 (Kavak) numaralı kuyu “iyi kullanılabilir sular”, 60262 (Beykonak) numaralı kuyu “şüpheli kullanılabilir sular”, 48717 (Mavikkent) numaralı kuyu ise “şüpheli kullanılamaz sular” sınıfında görülmektedir.



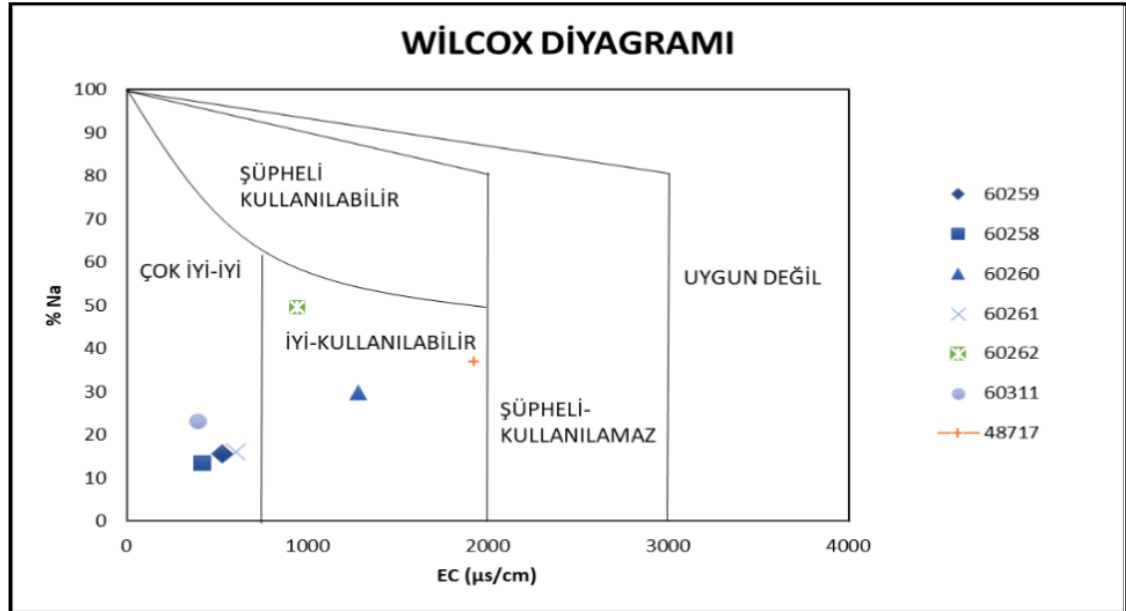
Şekil 4.58. 2020 Yılı Ekim Ayının Wilcox diyagramı

2021 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen Wilcox diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60258 (Alakır) ve 60259 (Salur) numaralı kuyular “çok iyi sular”, 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyu “çok iyi-iyi kullanılabilir kaliteli sular”, 60260 (Kavak), 60262 (Beykonak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise “iyi kullanılabilir sular” sınıfında yer almaktadır.



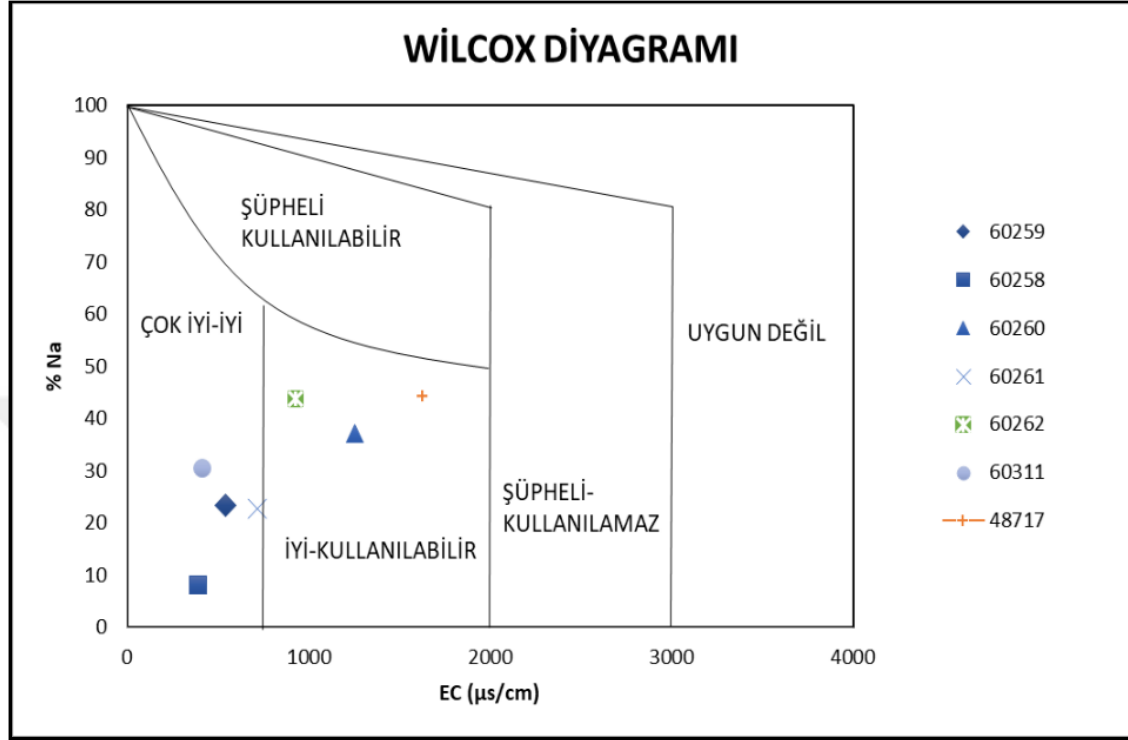
Şekil 4.59. 2021 Yılı Nisan ayının Wilcox diyagramı

2021 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen Wilcox diyagramına göre; 60311(Turunçova), 60261(Toptancı Hali), 60258 (Alakır) ve 60259 (Salur) numaralı kuyular “çok iyi sular”, 60260 (Kavak), 60262 (Beykonak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise “iyi-kullanılabilir sular” sınıfında görülmektedir.



Şekil 4.60. 2021 Yılı Ekim Ayının Wilcox diyagramı

2022 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen Wilcox diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyular “çok iyi sular”, 60260 (Kavak), 60262 (Beykonak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise “iyi kullanılabilir sular” sınıfındadır.



Şekil 4.61. 2022 Yılı Nisan ayının Wilcox diyagramı (Microsoft Excel’de revize edilmiştir)

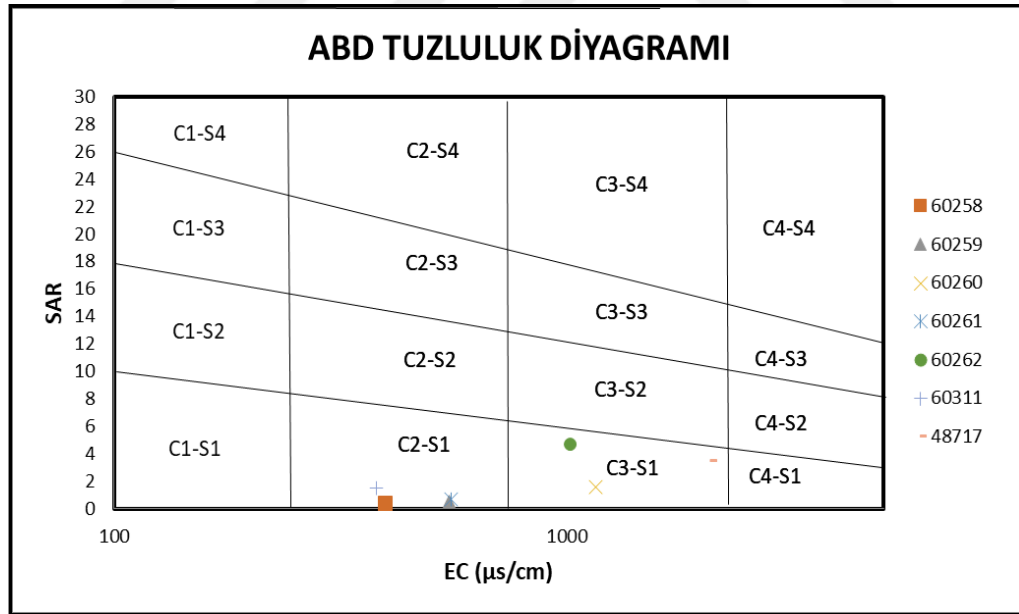
4.3.5. ABD Tuzluluk diyagramı

Bu analiz yöntemi Amerika Birleşik Devletleri Tuzluluk laboratuvarı tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde sulama suları EC ve SAR değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmektedir. Her iki parametre de 4 sınıf altında toplanmıştır ve tuzluluk zararı C1-C4 arasında, sodyumluluk zararı ise S1-S4 arasında sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.21).

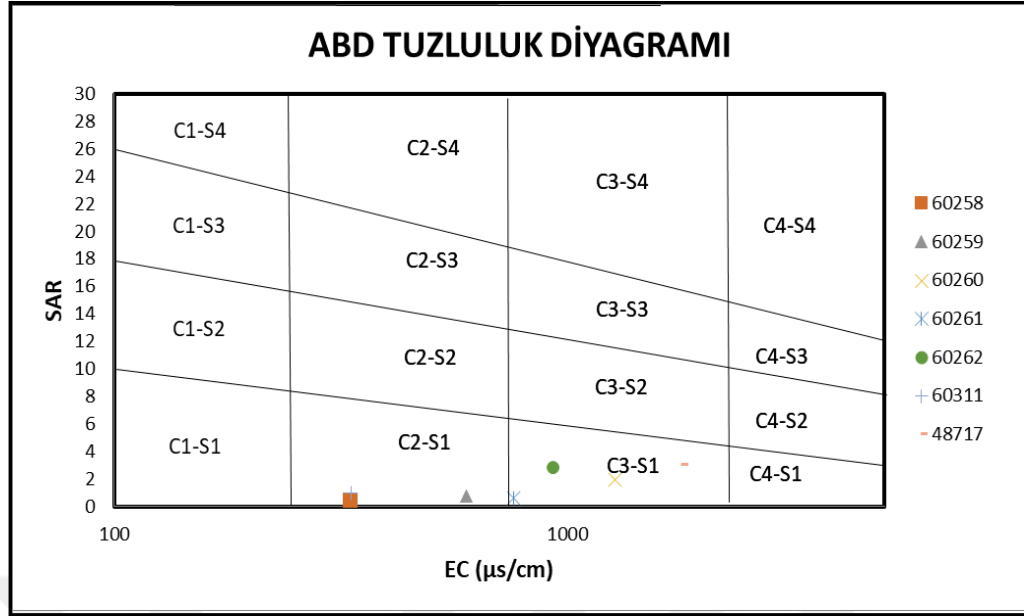
Çizelge 4.21. ABD Tuzluluk Diyagramlarının yorumlanması

Tuzluluğa Göre Alt Sınırlar	C ₁	Az tuzlu su. Bitkilerin çoğu için sulamam suyu olarak kullanılabilir.
	C ₂	Orta tuzlulukta su. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.
	C ₃	Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir.
	C ₄	Çok fazla tuzlu su. Sulama suyu için uygun değil. Ancak çok iyi drenajı yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetiştirilebilir.
Sodyum Miktarına Göre Alt Sınırlar	S ₁	Az sodyumlu su. Sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun.
	S ₂	Orta derecede sodyumlu su. Permeabilitesi iyi olan Jipsli arazi için uygun
	S ₃	Fazla sodyumlu su. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir.
	S ₄	Çok fazla sodyumlu su. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında sulama suyu olarak kullanılamaz.

2020 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen ABD Tuzluluk diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60258 (Alakır) , 60259 (Salur) ve 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyular C₂S₁ sınıfındayken, 60262 (Beykonak), 60260 (Kavak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise C₃S₁ sınıfında yer almaktadır (Şekil 4.53).

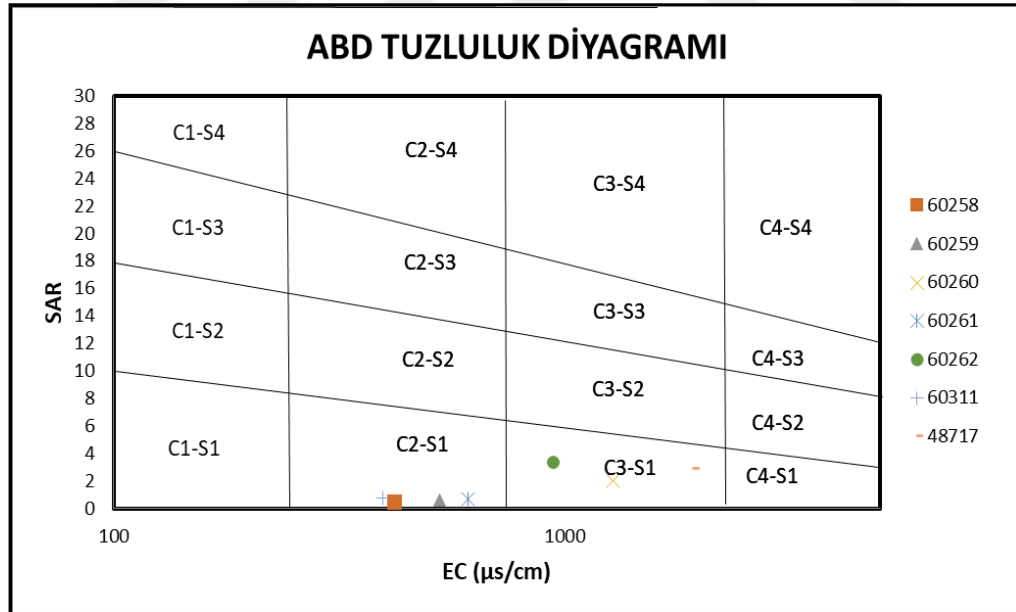
**Şekil 4.62.** 2020 Yılı Ekim Ayının ABD Tuzluluk diyagramı

2021 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen ABD Tuzluluk diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60258 (Alakır) ve 60259 (Salur) numaralı kuyular C₂S₁ sınıfındadır; 60261 (Toptancı Hali), 60262 (Beykonak), 60260 (Kavak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise C₃S₁ sınıfında yer almaktadırlar (Şekil 4.54).



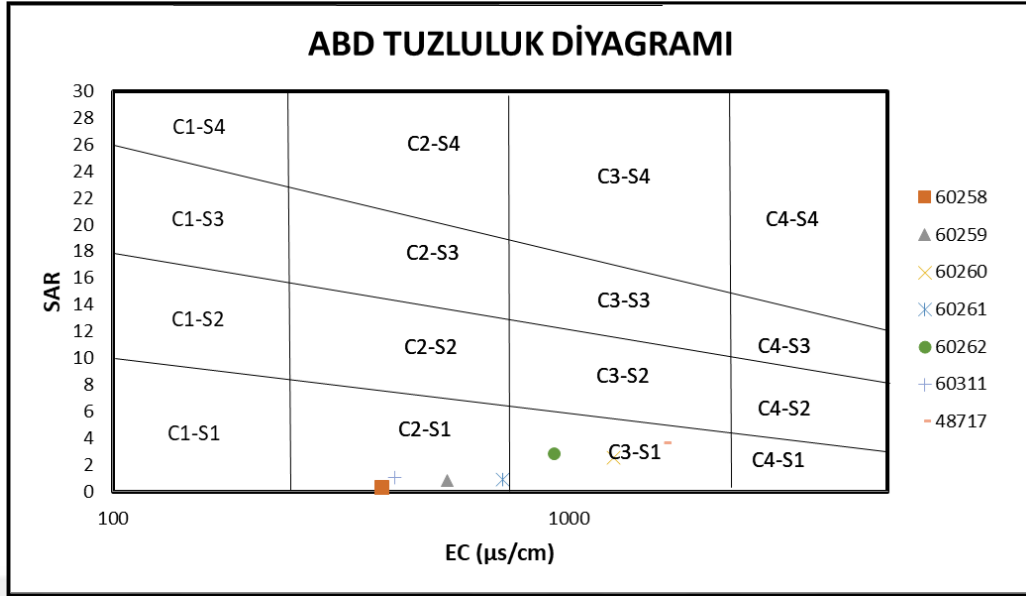
Şekil 4.63. 2021 Yılı Nisan Ayının ABD Tuzluluk diyagramı

2021 yılı Ekim ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen ABD Tuzluluk diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60258 (Alakır), 60259 (Salur) ve 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyular C2S1 sınıfında yer alırken, 60262 (Beykonak), 60260 (Kavak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular C3S1 sınıfındadır (Şekil 4.55).



Şekil 4.64. 2021 Yılı Ekim Ayının ABD Tuzluluk diyagramı

2020 yılı Nisan ayının su numuneleri analiz sonuçlarından elde edilen ABD Tuzluluk diyagramına göre; 60311 (Turunçova), 60258 (Alakır), 60259 (Salur) ve 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyular C2S1 sınıfındadır. 60262 (Beykonak), 60260 (Kavak) ve 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise C3S1 sınıfında bulunmaktadır (Şekil 4.56).



Şekil 4.65. 2022 Yılı Nisan Ayının ABD Tuzluluk diyagramı

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, Kumluca kıyı akiferinin güncel hidrojeolojik koşulları yeniden değerlendirilerek yeraltı su kalitesi parametrelerinin zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanında jeoloji, hidroloji, hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal incelemeler yapılarak, inceleme alanı içerisinde bulunan su kaynaklarının mevcut durumu ve sürdürülebilir kullanımına yönelik gerekli incelemeler yapılmıştır.

✓ Kumluca Kıyı Ovasının jeolojik birimleri alttan üste doğru Beydağları Otoktonu, Antalya Napları ve örtü birimlerdir. Beydağları Otoktonu; Beydağları Formasyonu (Kb), Susuzdağ Formasyonu (Tes), Karabayır Formasyonundan (Tmk) oluşmaktadır. Antalya Napları ise alttan üste doğru; Alakırçay Grubu (TRa), Tesbihli Formasyonu (TRat), Karadere Formasyonu, Çandır Formasyonu (TRac), Gökdere Formasyonu (TRag) ve Kırkdirek Formasyonundan (Kkm) oluşmaktadır. Örtü birimleri ise Yamaç Molozu ve Birikinti Konisi (Qym) , Alüvyondan (Qal) oluşmaktadır.

✓ Çalışma sahasında Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Cephesel yağışlar, kış ve sonbahar aylarında etkili olmaktadır. Bölgenin yüzey şekilleri yağış getiren hava hareketlerinin, iç kısımlara kadar girmesine müsaade etmemektedir.

✓ En önemli akarsu Alakır çayıdır. Denize akışı olan diğer üç akarsu batıdan doğuya doğru Gavur deresi, Akmaz dere ve Yapraklı dereleridir. Alakır çayı dışındaki dereler Akdeniz iklimine has mevsimlik akarsulardır. Yağışsız dönemlerde denize yakın yerleri dışında düzenli su akışları yoktur.

✓ Çalışma alanındaki jeolojik birimler yeraltısuyu kapasitesine göre karstik akiferler, çatlaklı akiferler, çatlaklı ve gözenekli veya çatlaklı zayıf akiferler ve alüvyon akiferdendir. Karstik akiferler, karbonat kayalardan oluşmaktadır. Çatlaklı akifer, magmatik kayalar, metamorfik kayalar ve sıkı çimentolu kumtaşı ve çakıltaşı birimlerinden oluşurlar. Çatlaklı gözenekli veya çatlaklı zayıf akiferler, kiltası-kumtaşı-killi kireçtaşı aralanmalarından oluşur. Alüvyon akiferler, kırıntılı, ayrık, genç birimlerin tamamı alüvyon akifer olarak tanımlanmıştır.

✓ Çalışma alanının hidrolojik özelliklerini belirlemek amacıyla Kumluca, Finike, Kumluca KK, Kumluca Akdağ Meteoroloji İstasyonların meteorolojik verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden 1960 – 2024 yılları için aylık yağış, buharlaşma, ortalama sıcaklık verileri temin edilmiştir. Meteoroloji istasyonların 1960-2024 tarihleri arasındaki ortalama sıcaklık değeri 17.7 °C'dir. Theissen Poligon yöntemine göre drenaj havzasına düşen yıllık ortalama yağış miktarı 823.13 mm, potansiyel buharlaşma miktarı 940,52 mm, gerçek buharlaşma miktarı ise 371,37 mm'dir.

✓ Çalışma alanındaki suların pH değeri ise genelde en yüksek 60262 (Beykonak) numaralı kuyuda, en düşük değerler ise 60311 (Turuçova), 60259 (Salur) ve 60258 (Alakır) kuyularında ölçülmüştür. Suların hepsi bazik karakterlidir.

✓ Su örneklerinin toplam sertlik değerleri 11,75 – 56,85 arasında değişmektedir. Fransız Sertlik Derecesi'ne göre havzanın batısındaki 60311 (Finike-Turuçova) numaralı

kuyu “yumuşak” sınıfında, 48717 (Kumluca-Mavikent) ve 60260 (Kumluca- Kavak) numaralı kuyular “sert sular ” diğer kuyulardaki sular ise “az sert ” ve “oldukça sert ” sular sınıfındadır almaktadır. Kıyı kesimlerine doğru gidildikçe suların sertliği artmaktadır.

✓ Özgül elektriksel iletkenlik (EC) değeri 331 ile 2080 $\mu\text{s}/\text{cm}$ arasında tespit edilmiştir. En yüksek EC değeri denize yakın olan 48717 (Kumluca-Mavikent) numaralı kuyuda gözlenmiştir. 60260 (Kavak) ve 60262 (Beykonak) numaralı kuyuların da EC değeri yüksek olmasıkıyı kesimde tuzlu su girişiminin olduğunu göstermektedir.

✓ Arazi çalışmalarında kuyuların çözünmüş oksijen değerleri yerinde ölçüm cihazı olan Combo Water Quality Meter 86031 model çok parametli su kalitesi cihazı ile ölçülmüştür. Havzada güneye doğru gidildikçe çözünmüş oksijen oranı düşmektedir. En yüksek çözünmüş oksijen değerleri 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyu %71.5 , 60259 (Kumluca Salur) numaralı kuyu %68.8, 60258 (Finike-Alakır) numaralı kuyu %68.7’dir.

✓ Arazi çalışmalarında ölçülen TDS verilerine göre; havzadaki suların tümünün TDS derişimi ‘Tatlı Su ‘ sınıfındadır. Yerinde ölçüm cihazı ile TDS değeri; en yüksek 60260-Kavak (SK-3) numaralı kuyu ve 60261- Toptancı Hali (SK-7) numaralı kuyu çıkmıştır.

✓ Kimyasal analiz sonucunda Ca^+ değeri 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyularda ölçülmüştür.

✓ İç kesimlerdeki 60258 (Alakır), 60259 (Salur), 60260 (Kavak) ve 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyuların Sülfat değerleri kıyı kesimlere göre daha yüksek, 60311 (Finike-Turunçova) numaralı kuyuda ise en düşük değerdedir. Tarımda kullanılan yapay gübrenin bu bölgedeki SO_4 derişimin arttırdığını düşünülmektedir. WHO 2006 ve TSE266 2005 göre sülfat elementi değerleri sınır değeri ile uyumlu olup değeri aşmamaktadır. Suların tümü sulama suyu için de uygundur.

✓ Çalışma alanından alınan su numuneleri, Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları-Jeokimya Laboratuvarında XRF cihazı ile yapılan kimyasal analizde; Na, Ca, Mg,Cl değerleri Devlet Su İşlerinden alınan kimyasal analize göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi de kimyasal analizin kalan tortuda yapılmasıdır.

✓ Potasyum (K^+) değeri 48717 (Kumluca-Mavikent) numaralı ve 60262 (Beykonak) numaralı kuyularda daha yüksektir.

✓ Havzadaki yeraltı sularının en yüksek Mg^{+2} değeri, 48717 (Mavikent), 60262 (Beykonak) , 60260 (Kavak) numaralı kuyularda belirlenmiştir.

✓ En yüksek Cl^- değeri 48717 (Kumluca-Mavikent), 60262 (Beykonak) ve 60260 (Kavak) numaralı kuyularda belirlenmiştir. Kıyı kesimlerde tuzluluk girişimi olduğu tespit edilmiştir.

✓ Çalışma alanındaki Na^+ değerinin 48717 (Kumluca-Mavikent), 60262 (Beykonak), 60260 (Kavak) numaralı kuyularda yüksek olduğu belirlenmiştir.

- ✓ Kumluca Ovası ve çevresinde, kireçtaşları yeraltısularının ana rezervuar kayacıdır. Ca ve Mg oranı yüksek sular sınıfında, kireçtaşı-dolomit gibi karbonatlı akiferlerden gelen suları temsil etmektedir ve akiferlerin litolojik özellikleri ile örtüşmektedir.
- ✓ İnceleme alanında Schoeller diyagramına göre 2020 yılı Ekim ayı 48717 (Mavikent) numaralı oligoklorürlü ve 60262 (Beykonak) numaralı kuyunun hiperkarbonatlı çıkması dışında diğer tüm kuyular olağan klorürlü, olağan sülfatlı ve olağan karbonatlı olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Piper diyagramı ile suların hidrojeokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Piper diyagramına göre 48717 (Mavikent) numaralı kuyu karışım tipli su (kalsiyum-sodyum-bikarbonat), Ekim aylarında ise 60262 (Beykonak) numaralı kuyu sodyum bikarbonat tipli sular sınıfında belirlenmiştir. 60261 (Toptancı Hali), 60259 (Salur), 60258 (Alakır), 60260 (Kavak), 60311(Turunçova) ve 60262 (Beykonak) – Nisan aylarında magnezyum bikarbonat tipli sudur. Piper Diyagramına göre su örneklerinin kaya-su etkileşimi sonucunda geliştiğini göstermektedir. İyon içeriğine bakıldığında Beydağları Otoktonuna ait karbonatlı dolomitik kayaların ovanın litolojik yapısında hakim olduğu görülmektedir.
- ✓ Kumluca Ovasındaki suların sulamada kullanılabilirliğinin analizi için Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Kuyuların hepsi “Çok iyi özellikte sulama suları” sınıfındadır.
- ✓ Suların sulamada kullanılabilirliği Wilcox diyagramına göre; 2020 yılı Ekim ayında 60311 (Turunçova) , 60258 (Alakır), 60259 (Salur) ve 60261(Toptancı Hali) numaralı kuyular “çok iyi kaliteli”, 60260 (Kavak) “iyi kullanılabilir”, 60262 (Beykonak) “şüpheli kullanılabilir”, 48717 (Mavikent) “şüpheli kullanılamaz” sular olarak belirlenmiştir. Diğer yıllarda 60311 (Turunçova) , 60258 (Alakır), 60259 (Salur) numaralı kuyular “çok iyi kaliteli”, 60261 (Toptancı Hali), 60260 (Kavak), 60262 (Beykonak), 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise “iyi kullanılabilir” sular sınıfındadır.
- ✓ ABD tuzluluk diyagramına göre; 60311(Turunçova), 60258 (Alakır), 60259 (Salur), 60261 (Toptancı Hali) numaralı kuyular ‘C2S1’ sınıfındadır. Tuzluluk derecesi orta su, orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılır. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) düşük, sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur. 60260 (Kavak) 60262 (Beykonak), 48717 (Mavikent) numaralı kuyular ise C3S1 sınıfında olup, tuzluluk derecesi yüksektir. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Az sodyumlu su, sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur.
- ✓ Su kalitesinde meydana gelecek sorunlar için su kimyası çalışmaları yapılmalı ve yöredeki halk su kullanımı hakkında bilinçlendirilmelidir.
- ✓ Tarımsal faaliyetlerde akiferden YAS çekim miktarının fazla olmamasına, akiferin sürdürülebilir kullanımına özen gösterilmelidir.
- ✓ Tarımda, ekili tarım ürünleri olarak düşük sulama ihtiyacı olan ürünler daha çok tercih edilmelidir.

6. KAYNAKÇA

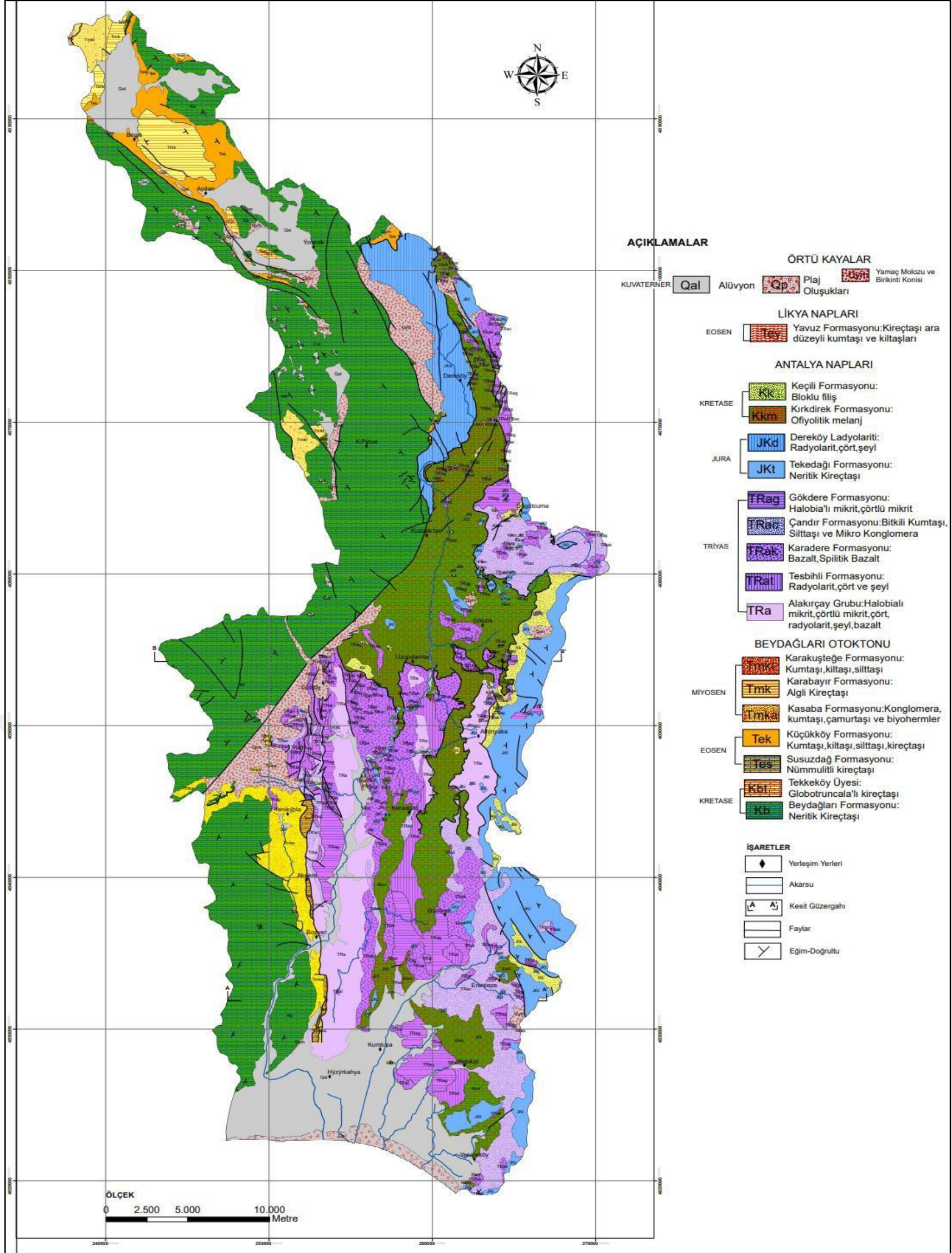
- Akay, S.,1995. Kumluca ve Finike Yörelerindeki seraların su ve toprak tuzluluğu değişimlerinin araştırılması. (Master's thesis, Akdeniz Üniversitesi).
- Akay, E., Uysal Ş., 1985. Orta Toros Dağlarının Batısındaki (Antalya) Neojen Çökellerinin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Yapısal Jeolojisi. MTA Rap. No.7799, Ankara.
- Atabey, E.,2005. Tıbbi Jeoloji. Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, Ankara, 134 s.
- Bozan, Ç., 2018. Gazipaşa Kıyı Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozan, Ç., Avcı, P., Özyurt, N. N., ve Bayarı, C. S., (2019). Gazipaşa (Antalya) kıyı akiferinin hidrojeolojik kavramsal modeli. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(3), 352-363.
- Boztaş, S., 2018. Kumluca (Antalya) çevresinin mangan cevherleşmesi ve kökeni. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya,72 s.
- Colin, H.J., 1962. Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Anadolu) Bölgesinde yapılan Jeolojik Etüdler. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 59(59), 19-59.
- Çelik, S. ve Koc-San., D., 2019. Greenhouse Detection from Color Infrared Aerial Image and Digital Surface Model. In Proceedings (Vol.42, No:1, p.29). MDPI.
- Davraz, A., Karagüzel, R., Soyaslan, İ., Şener, E., Seyman, F. ve Şener, Ş. 2009. Hydrogeology of karst aquifer systems in SW Turkey and a assessment of water quality and contamination problems. Environmental Geology, 58.973-988.
- Davraz, A. ve Özdemir, A., 2014. Groundwater quality assessment and its suitability in Çeltikçi plain (Burdur/Turkey). Environmental Earth Sciences 72, 1167-1190.
- Devlet Su İşleri, 1978. Finike - Kumluca ovası hidrojeolojik etüd raporu, (yayınlanmamış) Ankara. 37 s.
- Devlet Su İşleri, 2017. 8-20 Antalya- Kumluca-Altınyaka Yeraltısuyu Alt Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Ankara.
- DSİ, 2022, Devlet Su İşleri, 2020-2022 Yıllarına ait Rasat Kuyularında Su Aanaliz Sonuçları, 28 s.,Antalya.
- Dumont, J. F., 1976. Isparta kıvrımı ve Antalya naplarının orjini, torosların üst kretase tektonojenezi ile oluşmuş yapısal düzenin büyük bir dekroşman, transtorik arıza ile ikiye ayrılması varsayımı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 57-67.
- Ergüvanlı, K. ve Yüzer, E., 1987. *Yeraltı suları Jeolojisi. İTÜ Maden Fakültesi, Yayın no:23, İstanbul,339 s.*
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z.,1997. *Su Kalitesi*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43, TC Sağlık Bakanlığı, 92 s.
- İğdır, I., M., Z. Gözler, ve Ergül E., 1972. *Fethiye P23-a3 ve P23-c1 paftalarının jeolojisi*. Ankara: MTA Rap. 6526 (yayınlanmamış).

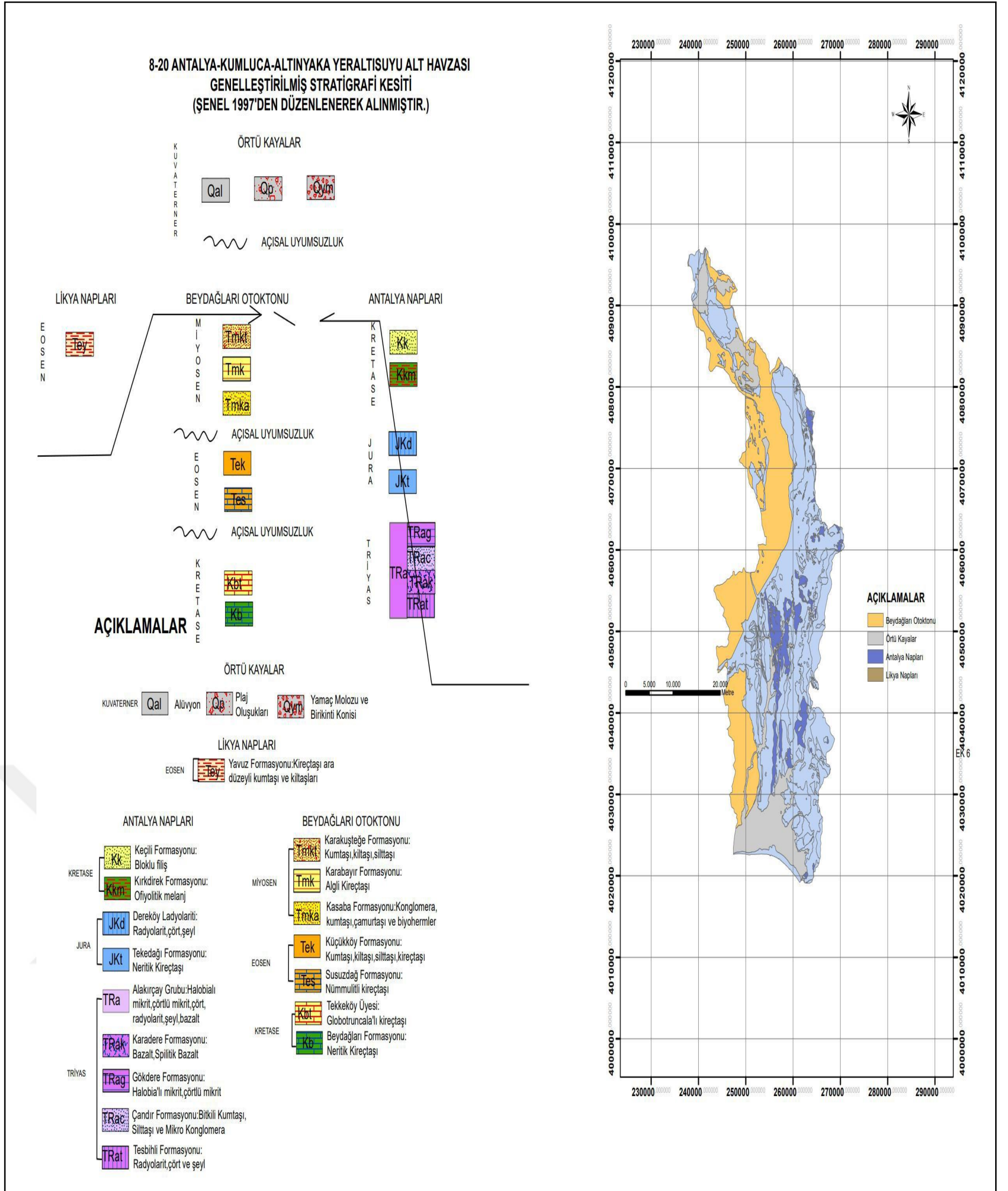
- Juteau, T. ve Marcoux, J., 1973. Un exemple de volcanisme sous-marin au Trias superieurle strato-volcano du Kara Dere, Çalbalı dağ (Opholites des nappes d'Antalya-Taurides occidentales-Turquie):. *Int. Sym. über die str. der Alpin-Medit. Trias, Wien*, 238-239.
- Kalafatçıoğlu, A. 1973. Antalya Körfezi batı kısmının jeolojisi. 81.82-131.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Cayci, G. ve Baran, A., 1997. The evaluation of saline soil reclamation processes used in greenhouses of the Kumluca-Finike regions. In *International Symposium Greenhouse Management for Better Yield&Quality in Mild Winter Climates*. 491 (pp. 283-288). Kaplan, M., Sönmez, S., ve Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 309-313.
- Kurt, H. 2000. Batı Toros Polyeleri (Jeomorfolojik Etüd). (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Leventeli, Y. 2011. Potential Human Impact on Coastal Area, Antalya-Turkey. *Journal of Coastal Research*, (61), 403-407.
- Leventeli, Y., Yalcın, F., ve Kılıc, M., 2019. An investigation about heavy metal pollution of Duden and Goksu Streams (Antalya, Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2423-2436.
- Leventeli, Y. ve Yalcın, F., 2019. Heavy metal pollution in DEX (HPI) in surface water between Alakır dam and Alakır bridge, Antalya-Turkey. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Science* 22, 125-131.
- Leventeli, Y. ve Yalcın, F., 2021. Data analysis of heavy metal content in riverwater: multivariate statistical analysis and inequality expressions. *Journal of Inequalities and Applications*, 2021 (1), 1-22.
- Leventeli, Y., Atakoglu, Ö., Yalcın, M.G. ve San, B.T., 2023. Geochemistry of Red Soils in the Kas District of Antalya (Türkiye) Using Multivariate Statistical Approaches and GIS 2023.
- Muhammetoglu, A., Uslu, B., 2007. Application of environmental impact quotient model to Kumluca region, Turkey to determine environmental impacts of pesticides. *Water science and technology*, 59 (1), 139-145.
- OECD, 2015 The governance of water regulators, OECD studies on water. OECD publishing; http://dx.doi.org/10.1787/9789264231092_en.
- Orman, Ş., Sönmez, S., Sönmez, İ., Çıtak, S., Kaplan, M., 2010. Monitoring Of Nitrate Content Of Well Waters In Kumluca District Of Antalya In Turkey. *International Soil Science Congress on Managment of Natural Resources to Sustain Soil Healt and Quality, Türkiye* pp.1118-1123.
- Önalın, M. 1979. Elmalı-Kaş(Antalya) arasındaki alanın jeolosı: I.Ü Fen Fak. Monografileri, Doktora tezi.139.
- Piper, A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 25(6), 914-928
- Poisson, A. 1977. *Recherches Geologiques dans lens Taurides Occidentales (Turquie)*. Paris: M.Sc. Thesis, Universite de Paris-Sud.

- Şahinci, A. 1991. Doğal Suların Jeokimyası.3. Bölüm, Dokuz Eylül Üniv. Müh.Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl., Reforn Matbaası, İzmir ,46-57.
- Şenel, M. 1992. Eğirdir - Yenişarbademli - Gebiz ve Geriş - Köprülü (Isparta - Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. TPAO rap. 312, MTA rap. 9330 (yayınlanmamış), Ankara, 559 s.
- Şenel, M. 1997.1 : 100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya L11 Paftası, No:7.
- Şenel, M. 1997. 1 : 100. 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya L11 Paftası, No: 8.
- Şenel, M. 1997. 1 : 250 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları L11 Paftası, No:3.
- Şenel, M. 1981.Teke Toroslarının güneydoğusunun jeolojisi.*MTA derg.*, : 95-96, 13-43.
- Şenel, M. 1997.1 : 250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya Paftası, No: 3.*MTA Yayını, Ankara.*
- TSE266, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular, Türk İçme Suyu Standartları TS 266 sayılı standart. Türk Standartları Enstitüsü.Ankara.
- WHO, 2006.Guidelines for drinking water quality, third edition, Geneva, Page: 221-459.
- Wilcox, L. 1995. Classification and use of irrigation waters (No. 969). US Department of Agriculture, 19 p.
- Yağmurlu, F. ve Toker, E., 2014. The Geological Setting and Origin of the Natural Gas Seeps in the Kemer-Cirali Area (yayınlanmamış), Antalya, Southwest-Turkey.
- Yalcın, G. M. ve Ünal, S., 2018. Natural radioactivity levels and associated radiation hazardsin ophiolites around Tekirova, Kemer and Kumluca touristic regionsin Antalya, Turkey. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 316: 321-330.
- Yalçın, M.Y. «Kumluca-Finike ovalarının (Antalya) hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal incelenmesi.» 2021.

7. EKLER

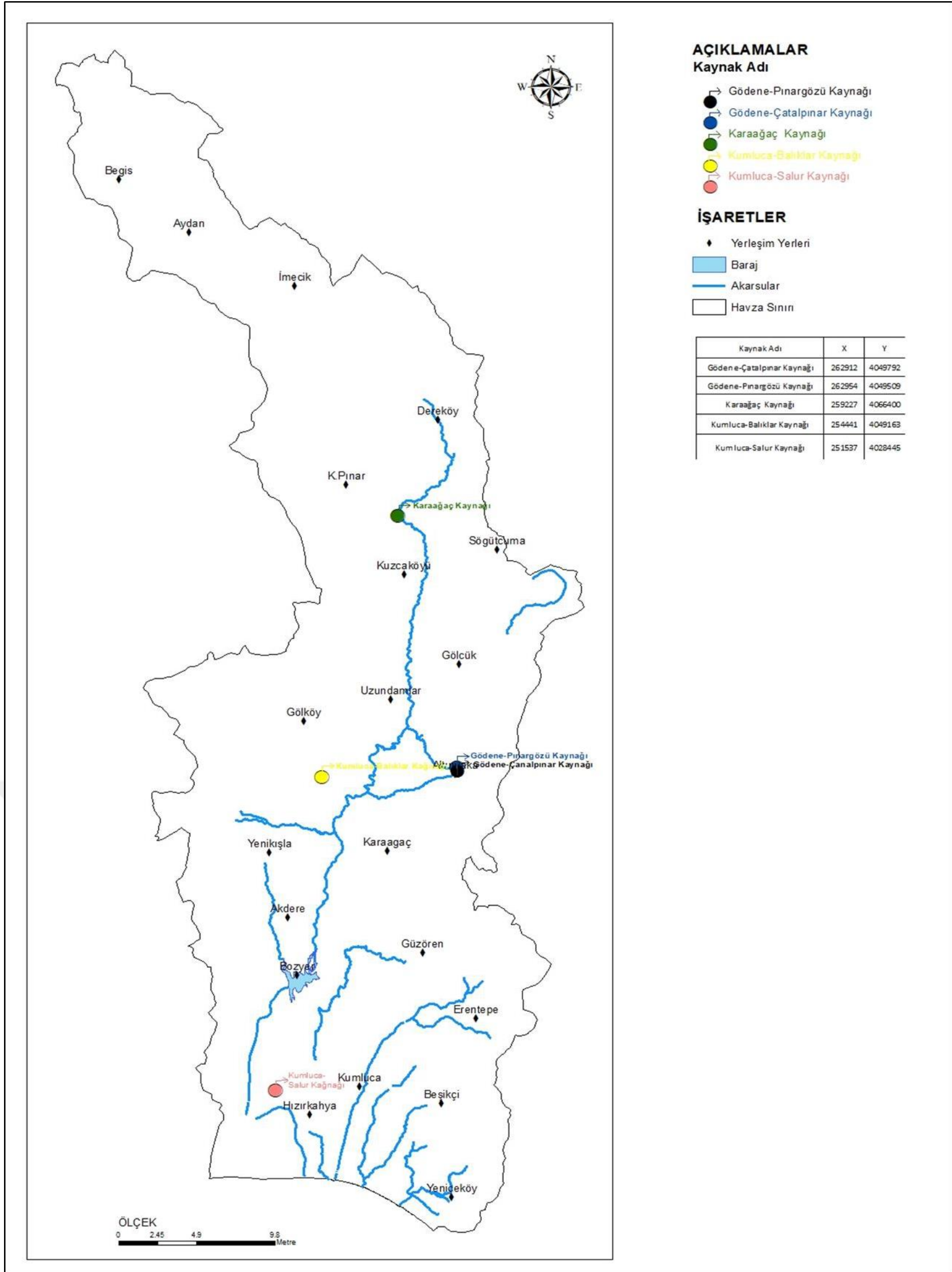
EK 1. Kumluca Ovasının Jeolojik Haritası (Antalya-Kumluca-Altinyaka Hidrojeolojik Etüt Raporu 2017)



EK 2. Kumluca Ovasının stratigrafi kesiti (Antalya-Kumluca-Altinyaka Hidrojeolojik Etüt Raporu 2017)

EK 3. Meteorolojik Veriler

THORNTHWAITE YÖNTEMİYLE SU BÜTÇESİ HESABI														
KUMLUCA (İST. NO:17.951)	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	9.81	10.83	12.83	16.10	20.03	23.94	27.71	27.95	24.49	19.95	15.32	11.66	18.4
	ENLEM[36]	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	
	I _h	2.8	3.2	4.2	5.9	8.2	10.7	13.4	13.5	11.1	8.1	5.4	3.6	
	J	90.082337												
	a	1.974439												
	EPOT[mm]	16.5	19.6	33.1	55.4	93.8	134.4	182.4	173.6	118.7	74.6	39.2	22.4	963.7
Aylık Yağış Ortalaması (Omgi)		168.17	101	48.92	28.48	12.45	4.537	1.221	0.989	15.49	74.11	97.52	173.1	726.0
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ					26.9	73.1					0.5	58.3	42.2	0.0
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV		100.0	100.0	100.0	73.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	57.8	100.0	
Ger.Buh.Ter.(Ug)		16.5	19.6	33.1	55.4	85.5	4.5	1.2	1.0	15.5	74.6	39.2	22.4	368.6
SU AÇIĞI		0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	129.9	181.2	172.6	103.2	0.0	0.0	0.0	-595.1
SU FAZLASI		151.7	81.5	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.5		357.4
AKIŞ		100.7	91.1	53.4	26.7	13.4	6.7	3.3	1.7	0.8	0.4	0.2	54.4	352.8
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)		80.4	78.9	74.5	71.8	70.4	63.5	59.8	60.3	63.7	68.4	75.3	80.6	70.6
FİNİKE (İST. NO:17.375)	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	11.28	11.73	13.65	16.77	20.72	25.00	28.08	28.10	25.06	20.83	16.28	12.85	19.2
	ENLEM[36]	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	
	I _h	3.4	3.6	4.6	6.2	8.6	11.4	13.6	13.6	11.5	8.7	6.0	4.2	
	J	95.5081059												
	a	2.088668442												
	EPOT[mm]	19.7	20.9	34.7	57.0	97.6	145.6	188.7	176.8	123.6	79.1	41.9	25.0	1010.7
Aylık Yağış Ortalaması		205.46	127.62	68.95	34.59	14.87	6.92	0.89	1.25	20.71	70.84	108.72	195.68	856.5
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ					22.4	82.8	5.2					66.8	33.2	0.0
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV		100.0	100.0	100.0	77.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.8	100.0	
Ger.Buh.Ter.(Ug)		19.7	20.9	34.7	57.0	82.8	6.9	0.9	1.2	20.7	70.8	41.9	25.0	382.7
SU AÇIĞI		0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	138.7	187.8	175.5	102.9	8.2	0.0	0.0	-628.0
SU FAZLASI		185.7	106.7	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	137.5	464.2
AKIŞ		135.8	121.2	77.7	38.9	19.4	9.7	4.9	2.4	1.2	0.6	0.3	68.9	481.1
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)		69.3	69.2	69.3	68.8	68.5	63.2	61.3	62.5	63.7	66.2	67.5	69.0	66.5
THORNTHWAITE YÖNTEMİYLE SU BÜTÇESİ HESABI														
KUMLUCA/ ARDAĞ KOVUÇAK MEVKİ (İST. NO:18.612)	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	4.84	6.27	7.96	12.51	16.78	20.07	24.73	24.26	21.22	16.41	11.47	7.13	14.5
	ENLEM[36]	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	
	I _h	1.0	1.4	2.0	4.0	6.3	8.2	11.3	10.9	8.9	6.0	3.5	1.7	
	J	65.21117528												
	a	1.520291201												
	EPOT[mm]	8.9	12.8	22.3	47.4	81.4	107.8	150.6	136.7	99.1	63.1	32.5	15.4	778.0
Aylık Yağış Ortalaması (Omgi)		229	94.34	95.18	26.44	23.34	43.4	10.93	23.14	19.82	39.66	62.07	173.1	840.4
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ					20.9	58.1	21.0					29.8	70.4	0.0
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV		100.0	100.0	100.0	79.1	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.8	100.0	
Ger.Buh.Ter.(Ug)		8.9	12.8	22.3	47.4	81.4	64.4	10.9	23.1	19.8	39.7	32.5	15.4	378.6
SU AÇIĞI		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.4	139.6	113.6	79.3	23.5	0.0	0.0	-399.4
SU FAZLASI		220.1	81.5	72.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.3	461.8
AKIŞ		119.3	100.4	86.6	43.3	21.7	10.8	5.4	2.7	1.4	0.7	0.3	43.8	436.4
														0.0

EK 4. Kumluca Ovasında bulunan kaynaklar (Antalya-Kumluca-Altinyaka Hidrojeolojik Etüt Raporu 2017)

EK 5. Rasat kuyularının aylık su seviyeleri

RASAT KUYULARIN AYLIK SU SEVİYE ÖLÇÜMLERİ										
SIRA	K.NO	N.ADI	X	Y	1.Oca.19	1.Şub.19	1.Mar.19	1.Nis.19	1.May.19	
1	60311	KMLC_TURUNCOVA	243322	4025192	-1.74	-1.35	-1.44	-1.		
3	60258	FNK_ALAKİR	250518	4033056	-6.94	-5.38	-5.			
4	60312	FNK_SAHİLKENT	249324	4024286	-7.74	-7				
5	60313	FNK_SAHİLKENT	247388	4025957	-6					
6	60260	KMLC_KAVAK	253653	4025						
7	60259	KMLC_SALUR	251							
8	60261	TOPTANCI_HA								
9	48717	KM								
10	602									
1										

SIRA	K.NO	N.ADI	X	Y	1.Oca.21	1.Şub.21	1.Mar.21	1.Nis.21	1.May.21	1.Haz.21	1.Tem.21	1.Ağu.21
1	60311	KMLC_TURUNCOVA	243322	4025192	-1.88	-1.77	-1.74	-1.95	-2.02	-2.02	-2.13	-2.19
3	60258	FNK_ALAKİR	250518	4033056	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme
4	60312	FNK_SAHİLKENT	249324	4024286	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme
5	60313	FNK_SAHİLKENT	247388	4025957	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme	ölçüleme
6	60260	KMLC_KAVAK	253653	4025540	-1.88	-2.14	-2.49	-3.25	-3.51	-3.68	-4.16	-4.01
7	60259	KMLC_SALUR	251809	4028940	-8.14	-7.49	-7.34	-7.44	-7.48	-7.21	-7.53	-7.61
8	60261	TOPTANCI_HALİ	257140	4029545	-10.99	-7.48	-7.04	-7.82	-7.94	-13.8	-14.11	-17.28
9	48717	KMLC_MAVİKENT	260217	4022961	-0.14	-0.15	-0.48	-0.63	-1.71	-2.48	-2.78	-3.21
10	60262	KMLC_BEYKONAK	258824	4023487	-1.68	-1.92	-2.04	-2.26	-2.48	-2.64	-2.91	-2.88
11	62828	KMLC_CAVUSKÖY	271750	4023050	-3.49	-3.33	-3.71	-4.07	-6.62	-8.11	8.98	-10.21



[illegible]

2020 YILI KURAK DÖNEK KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI												
Kuyu No	NoktaAdı	X	Y	Numune	Kımyasal	Magnezyum	Potasyum	Klorür	Sülfat	Nitrit	Florür	Toplam Sertlik
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
60258	FİNİKE-AL	341307	4078241	44123	09.10.04.1	21.47	1.27	3.42	13.57	<0.01	0.12	185.24
60259	KUMLUCA	251809	4028940	44123	09.10.04.1	16.34	3.04	15.73	40.13	0.02	0.15	241.07
60260	KUMLUCA	253653	4025540	44123	09.10.04.1	64.76	1.79	6.95	35.19	0.19	0.38	375.71
60261	KUMLUCA	257125	4029499	44123	09.10.04.1	24.78	1.8	23.15	38.13	0.03	0.11	240.15
60262	KUMLUCA	325817	4023476	44123	09.10.04.1	38.8	7.66	6.54	10.1	<0.01	0.52	206.21
60311	KUMLUCA	243322	4025192	44123	09.10.04.1	17.01	0	3.34	3.73	<0.01	0.03	117.5
48717	KUMLUCA	260217	4022961	44123	09.10.04.1	108.2	5.97	610.96	15.16	1.22	0.04	531.19
62828	KUMLUCA	271750	4023050	44123	09.10.04.1	13.49	2.22	19.85	37.8	<0.01	0.13	241.63

2020 YILI KURAK DÖNEK KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI											
Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	F.S.(Fransız Sertliği)	Fenolftaleyn Alkalinitesi	Metiloranj Alkalinitesi	Toplam Alkalinite	Orta Fosfat	Çözünmüş oksijen
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
60258	FİNİKE-AL	341307	4078241	44123	09.10.04.1	18.52	0	443.62	363.5	<0.1	2.47
60259	KUMLUCA	251809	4028940	44123	09.10.04.1	24.11	0	383.82	314.5	<0.1	2.46
60260	KUMLUCA	253653	4025540	44123	09.10.04.1	37.57	0	472.29	387	<0.1	2.44
60261	KUMLUCA	257125	4029499	44123	09.10.04.1	24.02	0	161.7	132.5	<0.1	2.48
60262	KUMLUCA	325817	4023476	44123	09.10.04.1	20.62	48	439.34	440	<0.1	2.42
60311	KUMLUCA	243322	4025192	44123	09.10.04.1	11.75	55.2	72	151	<0.1	2.46
48717	KUMLUCA	260217	4022961	44123	09.10.04.1	53.12	58.2	53.09	140.5	<0.1	2.44
62828	KUMLUCA	271750	4023050	44123	09.10.04.1	24.16	0	257.5	211	<0.1	2.47

2020 YILI KURAK DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI										
Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	Çöz oksijen dolgunlu k oranı	Permanganat İndeksi	Renk	Bulanıklık	Sıcaklık
		36 ZON	36 ZON							
60258	FINİKE-ALAKIR	341307	4078241	44123	09.10.04.11	30.6	1.7	1	0.51	25.9
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44123	09.10.04.11	30.3	2	1	0.64	25.8
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44123	09.10.04.11	30.1	2	6	0.46	26.1
60261	KUMLUCA-TOPTANCI HA	257125	4029499	44123	09.10.04.11	30.5	1.8	1	0.38	26.2
60262	KUMLUCA-BEYKONAK	325817	4023476	44123	09.10.04.11	29.8	1.8	16	0.64	26.2
60311	KUMLUCA-TURUNÇÖV	243322	4025192	44123	09.10.04.11	30.3	1.4	1	0.35	26.2
48717	KUMLUCA-MAVİKENT	260217	4022961	44123	09.10.04.11	30.1	1.6	7	0.58	26.1
62828	KUMLUCA-CAVUSKÖY	271750	4023050	44123	09.10.04.11	30.4	2	1	0.4	26.2

2021 YILI KURAK DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alı	Kimyasal An	Oksijen içi	pH	İletkenlik	N
		36 ZON	36 ZON			mg/L	Birimsiz	µS/c	
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	44480	04.10.22.10.2021				
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44480	04.10.22.10.2021				
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44480	04.1				
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499						
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817							
60311	KUMLUCA-TURUNÇO								
62828	KUMLUC								
48									

2021 YILI KURAK DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alı	Kimyasal Ar	Magnezyu	Potasyum	Klorür	Sülfat	Nitrit	Florür	Toplam Sertlik
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	44480	04.10.22.10.	20.34	1.86	9.42	20.17	0.01	0.05	201.5
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44480	04.10.22.10.	17.77	2.96	14.49	42.54	0	0.01	255.42
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44480	04.10.22.10.	97.79	1.39	76.87	40.11	<0,001	0.47	
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44480	04.10.22.10.	27.58	2.08	23.08	36.19	<0,001	0.11	290.7
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	44480	04.10.22.10.	51.07	7.31	50.81	22.26	0.02	0.27	273.78
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44476	04.10.22.10.	13.23	1.21	40.17	3.23	0.05	0.06	161.76
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44480	04.10.22.10.	20.58	4.03	24.88	36.13	0.01	0.19	274.78
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44480	04.10.22.10.	116.59	17.82	486.92	13.86	0.1	0.23	568.51

2021 YILI KURAK DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Kimyasal Analiz Tarihi	F.S.(Fransız Sertliği)	Fenolftaleyn Alkalinitesi	Metiloranj
		36 ZON	36 ZON		mg/L	mg/	
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	04.10.22.10.2021			
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	04.10.22.10.2021			
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	04.10.22.			
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499				
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817					
60311	KUMLUCA-TURUN						
62828	KUML						
4							

2021 YILI KURAK DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Kimyasal Analiz Tarihi	Çöz oksijen dolgunluk	Permanganat İndeksi	Renk	Bulanıklık	Sıcaklık
		36 ZON	36 ZON						
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	04.10.22.10.2021	68.7	2.8	7	1.08	22.6
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	04.10.22.10.2021	68.8	3.1	7	1	22.7
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	04.10.22.10.2021	65.3	4.6	13	0.68	22.5
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	04.10.22.10.2021	71.7	3.5	0	1.93	22.7
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	04.10.22.10.2021	54.9	3.1	16	1.26	22.4
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	04.10.22.10.2021	69.9	2.8	0	0.62	17.2
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	04.10.22.10.2021	65.2	3.3	0	0.96	22.4
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	04.10.22.10.2021	42.8	4.4	2	0.61	22.5

2021 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	Oksijen içeriği	pH	İletkenlik	Nitrat	Kalsiyum
		36 ZON	36 ZON			mg/L	Birimsiz	µS/cm	mg/L	mg/L
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	44307	16.04.03.06.2021		8.27	33.1	3.38	41.49
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44307	16.04.03.06.2021		7.53	59.7	17.85	116.03
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44307	16.04.03.06.2021		8.02	127.3	4.32	59.38
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44307	16.04.03.06.2021		7.71	76.1	26.42	85.68
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	44307	16.04.03.06.2021		8.31	93	4.12	26.98
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44305	16.04.03.06.2021		8.24	22.1	2.05	16.99
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44307	16.04.03.06.2021		8.11	33.4	2.74	24.06
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44307	16.04.03.06.2021		7.23	178.6	6.19	27.85

2021 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	Magnezyum	Potasyum	Klorür	Sülfat	Nitrit	Florür	Toplam Sertlik
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	44307	16.04.03.06.2021	22.01	1.3	11.65	15.14	0.01	0.1	194.22
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44307	16.04.03.06.2021	27.83	4.12	23.3	53.8	0.02	0.1	404.33
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44307	16.04.03.06.2021	94.45	1.34	75.44	37.61	0.22	0.34	537.22
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44307	16.04.03.06.2021	32.91	2.73	45.83	153.76	0.11	0.2	349.48
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	44307	16.04.03.06.2021	52.06	6.85	56.7	34.65	0.29	0.37	281.74
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44305	16.04.03.06.2021	6.03	3.58	3.03	11.86	0.04	0.03	67.24
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44307	16.04.03.06.2021	14.15	1.38	36.72	4.41	0.03	0.04	118.37
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44307	16.04.03.06.2021	99.47	4.9	527.02	11.81	1	0.03	479.13

2021 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Kimyasal Analiz Tarihi	Çöz oksijen dolgunluk oranı	Permanganat İndeksi	Renk	Bulanıklık	Sıcaklık
		36 ZON	36 ZON						
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	16.04.03.06.2021	40.8	1.7	6	12.2	24.2
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	16.04.03.06.2021	38	2.5	7	30.1	23.2
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	16.04.03.06.2021	41.8	1.8	47	24.2	22.3
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	16.04.03.06.2021	39.1	2.8	4	6.75	23
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	16.04.03.06.2021	38.7	2.4	20	5.27	24
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	16.04.03.06.2021	35.8	1.7	21	3.2	24.1
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	16.04.03.06.2021	40.1	2.1	9	19.7	24.1
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	16.04.03.06.2021	35.5	1.8	10	3.91	21.3



2022 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz	Oksijen içeriği	pH	İletkenlik	Nitrat	Amonyum	Sodyum	Kalsiyum
		36 ZON	36 ZON			mg/L	Birimsiz	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
60258	FİNİKE-ALAKIR	341307	4078241	44659	30.03.27.27.04.2022		8.39	38.9	3.15	<0,01	11.42	79.06
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44659	30.03.27.27.04.2022		7.89	54.2	11.69	<0,01	26.31	38.93
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44659	30.03.27.27.04.2022		7.98	125.3	2.38	<0,01	128.31	7.92
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44659	30.03.27.27.04.2022		8.03	71.6	29.58	<0,01	33.07	33.59
60262	KUMLUCA-BEYKONAK	325817	4023476	44658	30.03.27.27.04.2022		8.4	92.8	4.69	<0,01	115	8.96
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44659	30.03.27.27.04.2022		8.32	41.5	2.44	0	29.18	30.46
60312	FİNİKE-SAHİLKENT	249324	4024286	44659	30.03.27.27.04.2022		8.06	68.7	37.76	<0,01	24.59	75.91
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44658	30.03.27.27.04.2022		8.23	162.3	15.32	<0,01	192.93	33.8
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44658	30.03.27.27.04.2022		7.9	54.6	18.12	<0,01	22.76	38.32

2022 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	Magnezyum	Potasyum	Klorür	Sülfat	Nitrit	Florür	Toplam Sertlik
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
60258	FINİKE-ALAKIR	341307	4078241	44659	30.03.27.27.04.	20.74	0.85	8.12	13.76	<0,01	0.02	282.84
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44659	30.03.27.27.04.	20.83	2.97	20.47	40.9	<0,01	0.06	182.99
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44659	30.03.27.27.04.	107.95	1.48	8.58	19.07	<0,01	0.1	464.31
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44659	30.03.27.27.04.	37.72	2.72	29.84	47.33	<0,01	0.07	239.21
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	44658	30.03.27.27.04.	69.44	7.69	48.75	57.38	<0,01	0.2	308.33
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44659	30.03.27.27.04.	16.12	1.55	43.84	5.93	<0,01	0.09	142.44
60312	FINİKE-SAHİLKENT	249324	4024286	44659	30.03.27.27.04.	19.29	2.75	19.69	34.25	<0,01	0.04	268.99
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44658	30.03.27.27.04.	103.96	7.7	451.69	9.31	<0,01	0.12	512.51
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44658	30.03.27.27.04.	18.1	3.46	18.47	29.63	<0,01	0.07	170.22

2022 YILI YAĞIŞLI DÖNEM KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Kuyu No	Nokta Adı	X	Y	Numune Alım Tarihi	Kimyasal Analiz Tarihi	F.S.(Fransız Sertliği)	Fenolftaleyn Alkalinitesi	Metiloranj Alkalinitesi	Toplam Alkalinite	Orta Fosfat	Çözünmüş oksijen
		36 ZON	36 ZON			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
60258	FINİKE-ALAKIR	341307	4078241	44659	30.03.27.27.04.	28.28	0	288.62	236.5	<0,01	5.94
60259	KUMLUCA-SALUR	251809	4028940	44659	30.03.27.27.04.	18.3	0	182.45	149.5	<0,01	5.87
60260	KUMLUCA-KAVAK	253653	4025540	44659	30.03.27.27.04.	46.43	0	705.39	578	<0,01	5.09
60261	KUMLUCA-TOPTANCI	257125	4029499	44659	30.03.27.27.04.	23.92	0	355.75	291.5	<0,01	6.12
60262	KUMLUCA BEYKONAK	325817	4023476	44658	30.03.27.27.04.	30.83	0	499.75	409.5	<0,01	6.15
60311	KUMLUCA-TURUNÇO	243322	4025192	44659	30.03.27.27.04.	14.24	9	203.2	181.5	<0,01	5.1
60312	FINİKE-SAHİLKENT	249324	4024286	44659	30.03.27.27.04.	26.9	0	251.4	206	<0,01	6.1
48717	KUMLUCA-MAVİKEN	260217	4022961	44658	30.03.27.27.04.	51.25	0	231.88	190	<0,01	5.1
62828	KUMLUCA-ÇAVUŞKÖ	271750	4023050	44658	30.03.27.27.04.	17.02	0	268.49	220	<0,01	5.43

ÖZGEÇMİŞ

Fatma ÖZ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2013-2017	Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Harita Teknikeri	DSİ XIII. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
2013-2019	Kepez/ANTALYA
Jeoloji Mühendisi	DSİ XIII. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
2019- Devam Ediyor	Kepez/ANTALYA