

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KUMLUCA-FİNİKE OVALARININ (ANTALYA) HİDROJEOLOJİ VE
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ**

Mehmet Yiğit YALÇIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KUMLUCA-FİNİKE OVALARININ (ANTALYA) HİDROJEOLJİ VE
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ**

Mehmet Yiğit YALÇIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUMLUCA-FİNİKE OVALARININ (ANTALYA) HİDROJEOLJİ VE
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ**

**Mehmet Yiğit YALÇIN
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez T.C Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2019-4870 nolu proje ile desteklenmiştir.**

MART 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUMLUCA-FİNİKE OVALARININ (ANTALYA) HİDROJEOLOJİ VE
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ**

Mehmet Yiğit YALÇIN
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 11/03/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ (Danışman)

ÖZET

KUMLUCA-FİNİKE OVALARININ (ANTALYA) HİDROJEOLJİ VE HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ

Mehmet Yiğit YALÇIN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

Mart 2021; 91 sayfa

Antalya'nın, yoğun göç alan Kumluca ve Finike ovaları önemli tarım ve turizm merkezlerindedir. Tarım ve turizm faaliyetleri, başta yeraltı suları olmak üzere doğal, kültürel ve tarihi değerlere olumsuz etki edebilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada söz konusu ovaların yeraltı sularının hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2019 Temmuz ayının son haftasında 34 sondaj ve keson kuyudan numune derlenmiş, suların hidrojeokimyasal özellikleri ICP-OES ve X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazıyla kimyasal ölçümler yapılmış ve AquaChem 2014.2 yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Çalışma sırasında dikkat çeken anomali değerleri 11, 21 ve 28 nolu kuyulardan elde edilmiştir. Söz konusu değişimlerin

- a) farklı kökene sahip jeolojik birimlerden ve/veya
- b) bölgedeki maden ocaklarının metal girişimlerinden ve/veya
- c) gübreleme faaliyetlerinden olabileceği

sonucunda varılmıştır.

Bununla birlikte; yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bir kıyı akiferi olan çalışma alanında, yerleşim alanlarının ovalarda daha fazla yayılması engellenmeli ve yeraltı suyunun doğal dengesini bozmayan, sürdürülebilir tarım politikaları geliştirilmelidir. Unutulmamalıdır ki; “önlem, iyileştirmeden daha profesyonel ve mühendisçe bir yaklaşımdır”.

ANAHTAR KELİMELER: IDW, Hidrojeoloji, Hidrojeokimya, Kumluca, Finike

JURİ: Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ (Danışman)

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ

ABSTRACT

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL INVESTIGATION OF KUMLUCA-FINIKE PLAINS (ANTALYA)

Mehmet Yigit YALCIN

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELI

March 2021; 91 pages

Kumluca and Finike plains of Antalya, which have intense immigration, are among the important agriculture and tourism centers. Agricultural and tourism activities negatively affect sometimes natural, cultural and historical values, especially like groundwater. Therefore, in this study, the hydrogeological and hydrogeochemical properties of the groundwater of the plains were tried to be determined.

In the last week of July 2019, samples were collected from 34 boreholes and wells, hydrogeochemical properties of the water were measured with ICP-OES and X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF) device and than evaluated with AquaChem 2014.2 software program. During the study, remarkable anomaly values were obtained from wells 11, 21 and 28. The reason of the anomalies could be come from

- a) geological units of different origin and / or
- b) metal enterprises of the mines in the region and / or
- c) fertilization activities

However; further spread of settlements in the plains should be prevented and sustainable agricultural policies should be developed that do not disturb the natural balance of the groundwater in the study area, which is a coastal aquifer where intensive agricultural activities are carried out. The phrase of “precaution is much more professional and engineering approach than reclamation” should not be forgotten.

KEYWORDS: IDW, Hydrogeology, Hydrogeochemistry, Kumluca, Finike

COMMITTEE: Assist. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ (Danışman)

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Kumluca Finike ovalarından yeraltı suyu numuneleri derlenerek, yeraltı suyunun fiziksel ve kimyasal içeriği incelenmiş, haritalanmış, suların içme ve kullanma özellikleri tartışılmıştır. Ova çevresindeki meteoroloji istasyonlarında yapılan ölçüm sonuçlarıyla drenaj havzasının su bütçesi yapılmıştır. Yeraltı suyunun özellikleri ve su bütçesi irdelenerek havzanın ve ovanın durumu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Yüksek lisansa kabulümden son haline kadar bana deneyimleriyle, bilgi birikimiyle her konuda yardımlarını esirgemeyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ'ye şükranlarımı sunarım. Tez çalışmalarını için üniversitemizin bilimsel araştırmalar koordinasyon müdürlüğüne verdiği maddi destekten dolayı teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sürecinde benimle kan ter içinde kalacak şekilde çalışan mesai arkadaşım Bilal GÜZEL'e ve misafirperver Kumluca-Finike sakinlerine teşekkürü borç bilirim.

Beni her zaman destekleyen ve destek olacaklarını bildiğim aileme, özellikle yükseköğrenimim süresince kendi yaşadığı zor zamanlarda dahi bana yardımcı olan, bu tezi bitirebilmede en çok katkıyı sağlayan saygıdeğer eşim Şahsine Kayalıdağ YALÇIN'a ve yine bu süreçte doğan, çalışmalarımın ivme kazanmasını sağlayan oğlum Erkin YALÇIN'a minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1.GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Amacı	1
1.2.İnceleme Alanı	2
1.3.Çalışmanın Önemi	3
1.4.İnceleme Alanının Jeolojisi	4
1.4.1.Beydağları Formasyonu.....	4
1.4.2.Garipçe Formasyonu.....	4
1.4.3.Karabayır Formasyonu	4
1.4.4.Karakuştepe Formasyonu	5
1.4.5.Antalya Napları.....	6
1.4.5.1.Alakırçay Melanjı	6
1.4.5.2.Tekirova Ofiyoliti	6
1.4.5.3.Tahtalıdağ Napı.....	7
1.4.6.Alüvyon	7
2.KAYNAK TARAMASI.....	9
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1.Materyal.....	18

3.2. Metot	18
3.2.1.Önceki Çalışmalar	18
3.2.2.Arazi çalışması.....	18
3.2.3.Laboratuvar çalışması.....	22
3.2.3.1.X-Işını Floresans Spektrometresi (XRF)	22
3.2.3.2.ICP-OES	23
3.2.3.3.Titrasyon	23
3.2.4.Büro çalışması	24
3.2.4.1. Sonuçların Değerlendirilmesi	24
3.2.4.2. Thorntwaite Yöntemi	24
3.2.4.3. Theissen Poligon Yöntemi.....	25
3.2.4.4. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (IDW)	25
4.BULGULAR	26
4.1.Hidroloji	26
4.1.1.Sıcaklık	26
4.1.2.Nemlilik	26
4.1.3.Yağış	27
4.1.4.Evapotranspirasyon.....	28
4.1.5.Akış.....	30
4.2.Hidrojeoloji	31
4.2.1.Su Noktaları	33
4.2.1.1.Akarsular	33
4.2.1.2.Kaynaklar	33
4.2.1.3.Kuyular	34
4.2.2.Akiferler ve Özellikler	34

4.3.Hidrojeokimya.....	35
4.3.1.Sularının Fiziksel Parametreleri	35
4.3.1.1.Sıcaklık	35
4.3.1.2.Elektriksel İletkenlik (EC).....	36
4.3.1.3.Hidrojen İyon Konsantrasyon (pH)	37
4.3.1.4.Sertlik.....	38
4.3.1.5.Çözünmüş Oksijen.....	40
4.3.1.6.Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS).....	41
4.3.1.7.Oksidasyon İndirgenme Potansiyeli (ORP).....	41
4.3.1.8.Tuzluluk	42
4.3.2.Sularının Kimyasal Özellikleri	43
4.3.2.1.Anyonlar	44
4.3.2.1.1.Alkalinite-Karbonat Bikarbonat (HCO_3^- ve CO_3^{2-})	44
4.3.2.1.2.Klorür (Cl^-).....	45
4.3.2.1.3.Sülfat (SO_4^{2-}).....	46
4.3.2.2.Katyonlar.....	47
4.3.2.2.1.Kalsiyum (Ca^{+2})	47
4.3.2.2.2.Magnezyum (Mg^{+2}).....	48
4.3.2.2.3.Potasyum (K^+).....	49
4.3.2.2.4.Sodyum (Na^+).....	50
4.3.3.İnorganik Kirlenme Parametreleri	51
4.3.3.1.Çinko (Zn).....	51
4.3.3.2.Krom (Cr).....	52
4.3.3.3.Demir (Fe).....	53
4.3.3.4.Bakır (Cu)	54

4.3.3.5.Alüminyum (Al).....	55
4.3.3.6.Bor.....	56
4.3.3.7.Kalay (Sn)	57
4.3.3.8.Kükürt (S)	58
4.3.3.9.Bromür	58
4.3.3.10.Tellür.....	59
4.3.3.11.Silisyum (Si)	60
4.3.4.Suların İçme ve Sulamada Kullanım Özellikleri.....	60
4.3.4.1.Sodyum Yüzdesi (%Na)	60
4.3.4.2.Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)	62
4.3.4.3.Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)	63
4.3.4.4.Piper Diyagramı Değerlendirilmesi	64
4.3.4.5.Schoeller Diyagramı Değerlendirilmesi	67
4.3.4.6.Durov Diyagramı değerlendirilmesi	68
4.3.4.7.ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı Değerlendirilmesi	69
4.3.4.8.Wilcox Diyagramı Değerlendirmesi	69
4.3.4.9. Schoeller İçilebilirlik Diyagramı	70
5.TARTIŞMA	72
6.SONUÇLAR	76
7.KAYNAKLAR	77
8.EKLER.....	85
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kumluca-Finike Ovalarının (Antalya) Hidrojeoloji ve Hidrojeokimyasal İncelemesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

11/03/2021

Mehmet Yiğit YALÇIN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

I_{geo} : Jeolojik Toplanma İndeksi

Al : Alüminyum

Mn : Mangan

V : Vanadyum

Ni : Nikel

Cu : Bakır

As : Arsenik

Co : Kobalt

NO₃ : Nitrat

Pb : Kurşun

Fe : Demir

Cd : Kadmiyum

Zn : Çinko

Cr : Krom

Cu : Bakır

Hg : Cıva

CI : Kirlilik İndeksi

K : Potasyum

U : Uranyum

Ra : Radyum

Th : Toryum

HCO₃ : Bikarbonat

AgNO₃ : Gümüş Nitrat
H₂SO₄ : Sülfürik Asit
SO₄ : Sülfat
Sr : Stronsiyum
Sn : Kalay
H₂S : Hidrojen Sülfür
S : Kükürt
Br : Bromür
Te : Tellür
Si : Silisyum
CO₂ : Karbondioksit
CaCO₃ : Kalsiyum Karbonat
MgCO₃ : Magnezyum Karbonat
H₃BO₃ : Borik Asit

Harita başlıklarında kullanılan BATEM ve Uni kısaltmaları, numune analizinin BATEM ve Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapıldığını belirtmektedir.

Tezde kullanılan ondalık ayırıcı virgüle(,) gösterilmektedir.

Kısaltmalar

OECD : İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
DSİ : Devlet Su İşleri
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
vd. : ve diğerleri
UNİ : Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarı
SAR : Sodyum Absorbsiyon Oranı

RSC	: Kalıcı Sodyum Karbonat
BOD	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
GB	: Güneybatı
WQI	: Su Kalite İndeksi
CFC	: Kloroflorokarbon
EC	: Elektriksel İletkenlik
m	: Metre
TU	: Tritiyum Birimi
V-SMOW	: Standart Ortalama Okyanus Suyu
HPI	: Ağır Metal Kirlilik İndeksi
TOPSİS	: Çok Amaçlı Karar Verme Metodu
CA	: Küme Analizi
EF	: Zenginleşme Faktörü
PLI	: Kirlilik Yükleme İndeksi
PERI	: Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi
TDS	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
ORP	: Oksidasyon İndirgenme Potansiyeli
ph	: Hidrojen İyon Konsantrasyon
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
XRF	: X-Işını Floresans Spektrometresi
ICP-OES	: Atomik Emisyon Spektrometresi
IDW	: Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon
lt	: litre
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
EPOT	: Potansiyel Evapotranspirasyon

T	: Sıcaklık
U	: Aylık evapotranspirasyon (mm),
T _i	: Aylık ortalama sıcaklık (°C),
I _i	: İlgili yıla ait i. ayın sıcaklık indisi,
J	: O yıla ait sıcaklık indisi
G	: Aylık güneşlenme faktörüdür ve enlem derecesine göre değişir
P	: Yağış
A	: Alan
E	: Evapotranspirasyon
mg	: Miligram
cm	: Santimetre
Fr	: Fransız Sertlik Derecesi
SKKY	: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevresel Koruma Ajansı)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
TSE	: Türkiye Standartları Enstitüsü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının 1985'te çekilmiş uydu fotoğrafı.....	3
Şekil 1.3. Çalışma alanının 2019'da çekilmiş uydu fotoğrafı.....	3
Şekil 1.4. İnceleme alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası	8
Şekil 1.5. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	8
Şekil 3.1. Numune alınacak kapların hazırlanması.....	19
Şekil 3.2. Numune derlenen noktaların yerleri	20
Şekil 3.3. 32 nolu artezyen su kuyusu ve 2 nolu sondaj kuyusu görünümü	20
Şekil 3.4. Artezyen ve sondaj su kuyularından numune alımı.....	21
Şekil 3.5. Sondaj borusundaki suyun boşaltımı ve numune alınması.....	21
Şekil 3.6. Kuyulardan alınan numunelerin yerinde ölçümü ve kayıtların tutulması	22
Şekil 3.7. XRF cihazıyla numunelerin analiz edilmesi.....	23
Şekil 4.1. Kumluca-Finike havzasının yıllık ortalama sıcaklık haritası	27
Şekil 4.2. Kumluca-Finike havzasının yıllık ortalama yağış haritası	28
Şekil 4.3. Kumluca-Finike havzasının gerçek buharlaşma tematik haritası	29
Şekil 4.4. İnceleme alanının aylık su fazlası-su açığı değişimleri	30
Şekil 4.5. Kumluca-Finike havzası drenaj haritası	31
Şekil 4.6. Finike ve Kumluca ovaları hidrojeoloji haritası	32
Şekil 4.7. Kumluca havzasında bazı kuyuların statik su seviyesi değişimleri.....	35
Şekil 4.8. Kumluca- Finike ovası yeraltı suyu sıcaklık haritası.....	36
Şekil 4.9. Çalışma alanının elektrik iletkenliğini gösterir tematik haritası.....	37
Şekil 4.10. Kumluca-Finike ovası yeraltı suları pH değeri haritası.....	38
Şekil 4.11. İnceleme alanının sertlik derecesini gösterir tematik haritası.....	39
Şekil 4.12. Çalışma alanının çözünmüş oksijen miktarını gösterir tematik haritası	40

Şekil 4.13. İnceleme alanının TDS'yi gösterir tematik haritası.....	41
Şekil 4.14. İnceleme alanının Orp'yi gösterir tematik haritası	42
Şekil 4.15. Kumluca-Finike ovası yeraltı suyu tuzluluk dağılımı tematik haritası.....	43
Şekil 4.16. Havzanın hidrojeokimya haritası.....	44
Şekil 4.17. İnceleme alanının HCO ₃ ⁻ dağılımını gösterir tematik haritası.....	45
Şekil 4.18. İnceleme alanının Cl ⁻ dağılımını gösterir tematik haritası.....	46
Şekil 4.19. İnceleme alanının SO ₄ ⁻ dağılımını gösterir tematik haritası	47
Şekil 4.20. İnceleme alanının Ca ²⁺ dağılımını gösterir tematik haritası	48
Şekil 4.21. İnceleme alanının Mg ²⁺ dağılımını gösterir tematik haritası.....	49
Şekil 4.22. İnceleme alanının K ⁺ dağılımını gösterir tematik haritası.....	50
Şekil 4.23. İnceleme alanının Na ⁺ dağılımını gösterir tematik haritası	51
Şekil 4.24. İnceleme alanının Çinko değerlerini gösterir tematik haritası.....	52
Şekil 4.25. İnceleme alanının Cr içeriğini gösterir tematik haritası	53
Şekil 4.26. İnceleme alanının Fe dağılımını gösterir tematik haritası	54
Şekil 4.27. İnceleme alanının Cu dağılımını gösterir tematik haritası.....	55
Şekil 4.28. İnceleme alanının Al dağılımını gösterir tematik haritası	56
Şekil 4.29. İnceleme alanının B dağılımını gösterir tematik haritası.....	57
Şekil 4.30. İnceleme alanının Sn dağılımını gösterir tematik haritası	57
Şekil 4.31. İnceleme alanının kükürt dağılımı gösterir tematik haritası	58
Şekil 4.32. İnceleme alanının Br dağılımını gösterir tematik haritası	59
Şekil 4.33. İnceleme alanının Te dağılımını gösterir tematik haritası	59
Şekil 4.34. İnceleme alanının Si dağılımını gösterir tematik haritası	60
Şekil 4.35. İnceleme alanının %Na değerini gösterir tematik haritası.....	61
Şekil 4.36. İnceleme alanının SAR gösterir tematik haritası.....	62
Şekil 4.37. Çalışma alanının RSC değerlerini gösterir tematik haritası	64

Şekil 4.38. Piper diyagramı.....	65
Şekil 4.39. Scholler diyagramı.....	67
Şekil 4.40. Durov diyagramı.....	68
Şekil 4.41. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı	69
Şekil 4.42. Wilcox diyagramı	70
Şekil 4.43. Schoeller suyun içilebilirlik diyagramı.....	71



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Suların sertlik değerlerine göre sınıflandırılması	38
Çizelge 4.2. Wilcox, 1955' e göre %Na oranına bağlı sınıflama	61
Çizelge 4.3. SAR değerlerine göre sulama sularının sınıflandırılması.....	62
Çizelge 4.4. RSC değerine göre sulama sularının sınıflandırılması	63
Çizelge 4.5. Çalışma alanından alınan su numunelerinin fasiyesleri.....	66



1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Dörtte üçü sularla kaplı yeryüzünün, kullanılabilir ve içilebilir su oranı günden güne azalmaktadır. Gezegenimizdeki suyun %2,5’u tatlı sudan oluşur; bu suyun da %70’i buzullar ve kar kütleleri içinde saklıdır. Sürdürülebilir gelişme ve kalkınma için su kaynaklarının planlı kullanılması, gelecekte oluşabilecek su sorunlarını en aza indirebilir. Nüfusun ve sanayi ile tarımda suyun kullanımının artması, tarımsal ilaçlar ve gübrelerle kirletilmesi, madencilik, enerji-altyapı gibi birçok ekonomik faaliyette suyun kullanılması ve küresel iklim değişiklikleri yüksek kalitedeki sulara erişim olanağını azaltmaktadır. Erişilebilir ve yüksek kalitedeki tatlı sular, sınırlı ve değişken kaynaklardır. Günümüzde dünya nüfusunun %40’ı kişi başına yıllık içme suyunun 1700 metreküpten az olduğu nehir havzalarında yaşamaktadır ve 2050 yılına gelindiğinde suya olan talep %55 oranında artacaktır (OECD 2012). Tüm dünyada akiferlerin kapasitelerinin üzerinde kullanılması ve kirletilmesi nedeniyle gıda güvenliği, ekosistemlerin sağlığı ve güvenilir içme suyu temini tehlike altına girmektedir. 2050 yılına gelindiğinde hâlâ 240 milyon insanın temiz suya, 1,4 milyar insanın ise temel hıfzıssıhha olanaklarına erişimi olmayacağı tahmin edilmektedir (OECD 2015).

Türkiye, sanılanın tersine, su zengini bir ülke değildir. Hâlen, kişi başına düşen 1,519 m³’lük su miktarı ile “su sıkıntısı çeken” bir ülke kabul edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), Türkiye nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağını öngörmektedir. Bu durumda, kişi başına düşen su miktarının 1120 m³/yıl olması beklenmektedir. Diğer bir ifade ile artan nüfusu, gelişen ekonomisi ve büyüyen kentleriyle Türkiye, “su fakiri” olma yolunda ilerlemektedir (DSİ 2012).

Akdeniz bölgesi ve Antalya, su potansiyeli bakımından Türkiye ortalamasının üzerindedir. Antalya ili yıllık yağış ortalaması 784,9 mm’dir. İl merkezi ise, yıllık ortalama 1075,4 mm yağış ile Türkiye’nin en çok yağışlı illeri arasında yer alır. Antalya havzası 0,74 akış/yağış oranı ile tüm havzalar arasında 1. sıradadır. Antalya ve yöresi çok yağışlı, şiddetli yağışlı bir bölge olmasına rağmen Akdeniz havzasına düşen yağış miktarı son 25 yıl içinde %20 oranında azalmıştır (Öktem ve Aksoy 2014). Bölge ılıman iklim özelliği göstermesi ve doğal güzelliklerinin çok olması sebebiyle her yıl milyonlarca turist çekmektedir. Tarımın yaz kış yapılması ve genel itibarıyla sulu tarım uygulamaları akiferlerdeki suyun kapasitesinden fazla çekilmesine yol açmaktadır. Tarımda ilaçların ve gübrelerin kontrolsüz kullanımı ve boşaltımı, nüfusun hızlı artışı, turistik faaliyetler, endüstriyel kullanım sebebiyle; içilebilir ve kullanılabilir suyun kalitesini düşürmektedir. Yeraltı ve yüzey sularının bol olduğu Antalya bölgesinde, yakın gelecekte Antalya’ya su temini için başka kaynak arayışları başlamıştır.

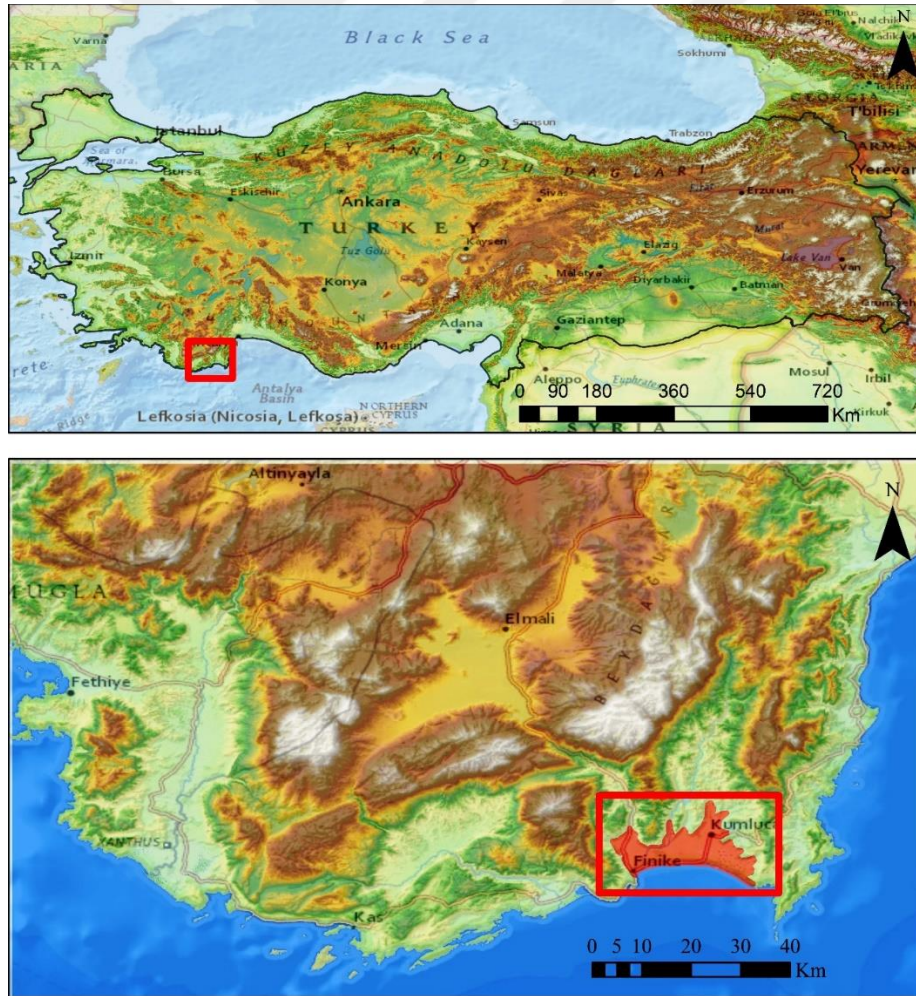
Antalya’nın ovaya yerleşmiş olan Kumluca ve Finike ilçeleri önemli tarım alanlarındandır (Şekil 1.1). Nüfus ile tarımsal faaliyetlerin artması ve farklı boyutlarda göletlerin inşası ile su kaynaklarının önemi artmıştır. Bu nedenle bu çalışmada Kumluca-Finike Ovalarının hidrojeolojik özellikleri incelenerek, yüzey ve yeraltı sularının su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; çalışma alanı ve çevresinde jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal araştırmalar yapılarak; yeraltı suyunun hidrojeokimyasal özellikleri ve kirlilik durumları incelenmiştir. Elde edilen veriler ile havzanın durumu gözden geçirilerek önlem ve iyileştirme önerileri sunulmuştur.

1.2. İnceleme Alanı

Anadolu'nun güneybatısında Finike ve Antalya körfezleri arasında kalan Teke Yarımadasının güney ucunda Finike ve Kumluca ilçelerinin üzerine kurulduğu ova çalışmanın teşkil ettiği alandır. Antalya'nın yaklaşık 110 km güneybatısında dört mevsim ulaşımının sağlanabildiği çalışma sahası, Batı Toroslara ait doğusunda Tahtalı dağı 1200 m, kuzeyinde Toçak dağı 1216 m, batısında Alacadağ 2336 m ile sınırlanarak güney kesimiyle akdenize açılır.

Kumluca ve Finike ovalarının alanı yaklaşık 155 km² olup bunu besleyen drenaj havzası 1530 km² dir. Ova çöküntü havzası şeklindeki alanın yamaç molozları ve alüvyonlarla tekrar dolmasıyla oluşmuştur. Havzayı etrafını saran karstik yapıdaki dağlardan gelen yeraltı ve yüzey suları yıl boyunca beslemektedir.

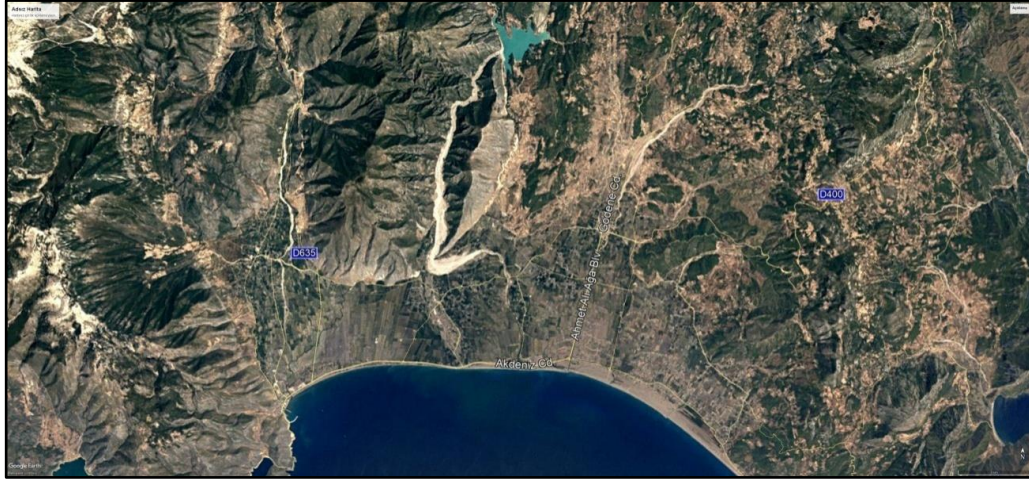
Tipik Akdeniz ikliminin egemen olduğu çalışma sahasında yazlar kurak ve sıcak, kışlar bol yağışlı ve ılıktır. Kış aylarında ortalama sıcaklığı 10°C, yaz aylarında ortalama 24°C ve yıl boyunca ortalama 16°C derecedir. Yaz aylarında boğucu sıcaklık ve nemden dolayı yaylalara göçen ve genellikle örtü altı tarımıyla uğraşan yöre sakinlerinin her biri oldukça cana yakın ve misafirperver insanlardır.



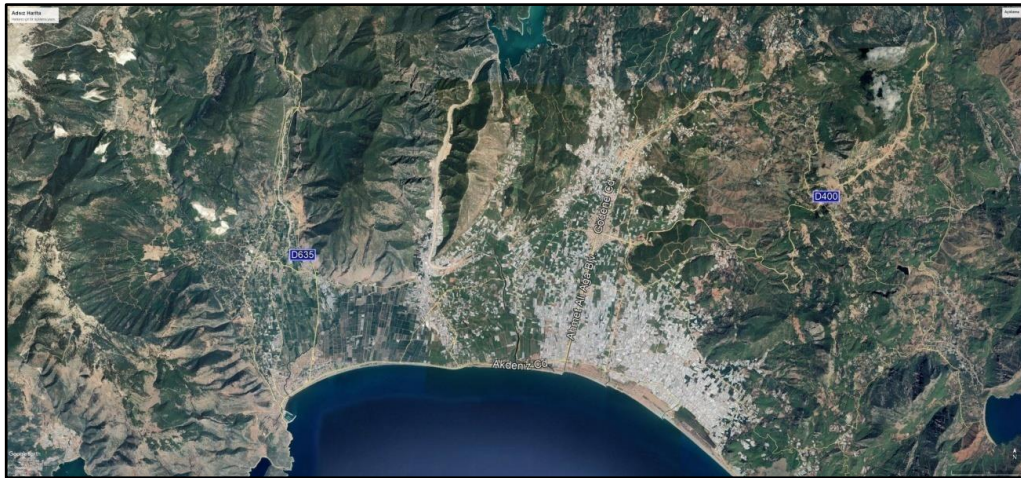
Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası

1.3. Çalışmanın Önemi

Çalışma alanı son yıllarda örtü altı tarımının yüksek oranda artmasıyla yöre halkına önemli ekonomik katkı sağlamıştır. Çalışılan ovadaki portakal bahçeleri ve 4 mevsim uygulanan tarımsal faaliyetler, yeraltı suyuna duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Akdeniz ve Ege bölgesinde her gün daha da gelişen turizm sektörü, çalışma sahasında da gelişme göstermeye başlamıştır. Ovanın kuzeyindeki dağlık bölgelerde yapılan madencilik faaliyetleri havzaya giren suyun kalitesini etkilemektedir. Şekil 1.2 ve 1.3 de görülen 1985 ve 2019 yılına ait uydu fotoğrafları arasındaki fark, bölgedeki değişimi göstermektedir. Bu faaliyetlerin yeraltı ve yüzey sularıyla direkt ve dolaylı bağlantıları vardır. Suyun ve ekonomik gelişmenin sürdürülebilir olması için yeraltı suyuyla bağlantılı olan litolojilerin özelliklerinin, su ve arazi kullanımının ve meteorolojik olayların kapsamlı olarak araştırılması gerekmektedir. Özellikle tarımda kullanılan pestisitler, gübreler ve yeraltı suyunun aşırı miktarda çekilmesi yeraltı suyunun kimyasını kısa sürede bozabilirken iyileştirme uzun bir süreçtir. Doğayı, yeraltı ve yüzey sularını tahrip etmeden gelişebilmek için bölgenin hidrojeolojik değerlendirilmesi oldukça önemlidir.



Şekil 1.2. Çalışma alanının 1985'te çekilmiş uydu fotoğrafı



Şekil 1.3. Çalışma alanının 2019'da çekilmiş uydu fotoğrafı

1.4. İnceleme Alanının Jeolojisi

Çalışma bölgesi içerisinde Otokton ve Allohton birimler yer almaktadır. Otokton birimler alttan üste doğru (Şekil 1.5); Beydağı formasyonu, Garipçe formasyonu, Karabayır formasyonu ve Karakuştepe formasyonundan oluşmaktadır (Yağmurlu ve Toker 2014). Allohton birimler önceki araştırmacılar tarafından (Yılmaz 1981, 1984; Şenel vd. 1992), Antalya napları olarak tanımlanmış alttan üste doğru (Şekil 1.5); Alakırçay karmaşığı, Tekirova peridotitleri ve Tahtalı Dağ birimleri şeklinde ayırt edilmiştir (Yağmurlu ve Toker 2014). Birimlerin gösterildiği bölgesel jeoloji haritası Şekil 1.4 te gösterilmiştir.

1.4.1. Beydağları Formasyonu

Isparta açısının batı bölümünde ve Antalya'nın Beydağları yöresinde geniş yayılımı olan Jura-kretase arasında çökelen neritik ve pelajik kireçtaşlarından oluşan Beydağları formasyonunun kalınlığı 1000 metreyi geçmektedir. İstif alttan üste doğru egemen olarak kalın katmanlı Rudistli kireçtaşları ile bunların üzerine gelen Globotruncana'lı pelajik kireçtaşları ve bunlara eşlik eden şeyl ve çamurtaşı arakatmanlarından oluşmaktadır. (Poisson 1984; Şenel 1984). Beydağları birimine ait neritik kireçtaşları Kumluca batısında bulunan Salurdağ yöresinde Akitaniyen resifal kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak üstelenir (Yağmurlu ve Toker 2014).

1.4.2. Garipçe Formasyonu

Finike, Kaş-Kasaba havzasının kuzeyinde geniş alanlara yayılan, Poisson (1984) and Şenel (1984) tarafından adlandırılan Garipçe formasyonu Kreatese yaşlı karbonat kaya birimlerini uyumsuz olarak üstler. Poisson (2003) tarafından Yavuz Napı olarak adlandırılan Ispartaçay bölgesi ve Sav kasabasının güneyinde gözlenen erken miyosen yaşlı sedimentler üzerine bindirmeli dokanakla Eosen türbiditik sedimentleri gelir. Benzer stratigrafik pozisyon ve çoğunlukla türbiditik sedimanlardan oluşan formasyon Karaman (1990) ve Yağmurlu (1991) tarafından "Kayıköy Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Karbonat seviyelerindeki Alveolina sp., Assilina sp., Discocyline sp. gibi bentik foraminiferalardan yaşı Lütésiyen (orta Eosen) olarak düşünülmüştür. Kalınlığı bazı bölümlerde 500 metreyi bulan Birim çoğunlukla ofiyolitik kaya parçaları ve şeyl arakatıklarından türeyen yeşilimsi gri kumtaşlarından oluşur. Garipçe formasyonun ana bileşeni şeyller olup, kumtaşlarıyla ara katkılı ve grimsi açık yeşil renktedir. Bu şeyl biriminde kömürleşmiş bitki kalıntıları ve organik maddece zengin çamurtaşı bulunur. (Yağmurlu vd. 2019).

1.4.3. Karabayır Formasyonu

Poisson (1984) ve Şenel (1984) tarafından Karabayır Formasyonu olarak tanımlanan Akitaniyen yaşlı resifal kireçtaşlarından oluşan birim Finike'nin kuzeyinde ve Kaş-Kasaba çevrelerinde yayılım gösterir. Karaman (1990) ve Yağmurlu (1994) tarafından Isparta güneyinde ve Kışla Köyü çevresinde benzer özellikteki kesif bitümlü resifal kireçtaşları "Yazır Kireçtaşı" olarak adlandırılmıştır. Orta ile koyu grimsi, kalın katmanlı, bitümlü ve yersel mercan yığışimli kireçtaşlarından oluşan birim, Beydağları formasyonunu ve Garipçe Formasyonunu uyumsuz olarak üstler. Daha çok bağlamtaşı ve istiftaşından oluşan resifal kireçtaşları Karabayır Formasyonunun ana bileşenini

oluşturur. Mikrospar kalsitten oluşan bir matriks içinde çoğunlukla mercan, bivalvia, alg ve gastropodlardan oluşan fosilleşmiş organik kalıntılar yer almaktadır. (Yağmurlu ve Toker 2014).

Karabayır formasyonunu resifal kireçtaşları, Beydağları Formasyonu ile Antalya naplarına ait Triyas yaşlı pelajik tortulları transgressif olarak üstler. Isparta ve Ağlasun çevresinde en çok 50 metre kalınlık gösteren Karabayır formasyonuna ait resifal kireçtaşlarının güneye doğru kalınlığının giderek artması ve Finike çevresinde 500 metreye ulaşması Akitanıyen döneminde Tetis okyanusunun kuzey bölümünde, güneye doğru tedrici olarak derinleşen, onlarca kilometre genişlikte bir shelf ortamının varlığını göstermektedir (Yağmurlu ve Toker 2014).

1.4.4. Karakuştepe Formasyonu

Poisson (1984) ile Şenel (1984) tarafından, Kaş-Kasaba havzasında yer alan türbiditik tortullar için kullanılan formasyon adı Yağmurlu ve Toker (2014) tarafından egemen olarak şeyl, kumtaşı ve kalkerli şeyl bileşenlerinden oluşan türbiditik özellikteki tortul istifi tanımlar. Karaman (1990), benzer stratigrafi ve litoloji özelliklerinin Isparta güneyindeki tortullarda tanımlamış, içeriğindeki mikrofaunaya Burdigaliyen (Erken Miyosen) olarak yaşılandırmıştır.

Birim, Kaş-Kasaba havzasının orta bölümleri, Finike havzasının orta ve kuzey bölümleri ve Çıralı güneyinde tipik olarak görülür. Karakuştepe formasyonu Karabayır Formasyonunu uyumlu ve dereceli bir dokanakla üstler. Karakuştepe Formasyonu Likya ve Antalya naplarının ofiyolitik oluşukları tarafından bindirmeli ve tektonik dokanaklarla üstelenir. Bindirmeli dokanaklar Çıralı güneyinde ve Elmalı çevresinde açık olarak gözlenir (Yağmurlu ve Toker 2014).

Karakuştepe formasyonu alttan üste doğru; şeyl filiş ve kumlu filiş litofasiyeslerinden yapıldır ve tipik lokasyonlarda birbirinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Yağmurlu ve Toker 2014). Kalkerli şeyl, kalkerli çamurtaşı ve ince taneli kumtaşı arakatmanlarından oluşan şeyl filiş içerisindeki ana bileşen şeyl çoğunlukla orta ile koyu grimsi, yersel siyahımsı, ince-düzgün yarılmı ve yersel kömürleşmiş bitki kalıntılıdır. Yazır kireçtaşını uyumlu ve dereceli bir dokanakla üstleyen şeyl-filiş fasiyesine ait tortulların toplam kalınlığı 200 metreye kadar ulaşır. Dokanak aralığında koyu grimsi renkte kesif bitüm kokulu kalkerli şeyl ve kalkerli çamurtaşından oluşan tortullar mevcuttur. (Yağmurlu ve Toker 2014).

Karakuştepe formasyonu içindeki kumlu filiş fasiyesi egemen olarak kumtaşı, şeyl ve yersel türbiditik kireçtaşı bileşenlerinden meydana gelir. Açık-orta grimsi, ince ve kaba taneli, 10 – 100 cm arasında değişen kalınlıkta ince ile kalın düzenli katmanlı ve çok kötü boylanmalı olan kumtaşları ofiyolit ve karbonatlı kayalardan türemiş kırıntılar içerir. Kumtaşlarının tabanında akıntı ve gereçlerin neden olduğu tortul yapılar ve yük kalıpları yaygın olarak gözlenir (Yağmurlu ve Toker 2014).

1.4.5. Antalya Napları

Başlıca ofiyolitik kayalardan ve pelajik tortullardan oluşan Antalya Körfezi'nin kuzeyinde ve batısında geniş yayılım gösteren allokton kaya topluluğu Poisson (1977) tarafından Antalya Napları olarak adlandırılmıştır. Çalışılan alanın yer aldığı bölgede bulunan Antalya Napları, Kambriyen-Üst Kretase yaşlı platform, yamaç ve havza ortamlarında çökeltile sedimanter birimler ile Kretase döneminde okyanusal kabuk kökenli yapısal ve/veya tektonostratigrafik birimlerden oluşmaktadır (Şenel 1997). Şenel vd. (1992, 1996, 1998) Alakırçay Napı platform havza (Üst Permiyen-Üst Kretase) ve Tahtalıdağ Napı platform (Kambriyen-Üst Kretase) tipi çökeller, Tekirova Ofiyolit Napı ise ultramafit ve gabrolardan oluşan ofiyolit ve ofiyolitli melanj ile temsil edildiğini belirtmişlerdir. Antalya körfezi batısında Beydağları otoktonu üzerine ve doğusunda Alanya masifi üzerine bindirmeli dokanakla oturan Antalya napları Yılmaz (1984) tarafından başlıca üç grup içinde toplanmıştır. Çıralı-Finike arasında ki bölgede geniş yayılım gösteren Antalya naplarına ait birimler batıdan doğuya doğru; (1) Alakırçay melanjı, (2) Tahtalıdağ napı ve (3) Tekirova peridotitlerinden oluşmaktadır (Yağmurlu ve Toker 2014).

1.4.5.1. Alakırçay Melanjı

Denizel oluşumlu sedimanter kayalardan, serpantinize ofiyolitik kayalardan ve içerisinde çok az oranda amfibolitik birimlerden oluşan Alakırçay melanjının matrisi; serpantinitler, denizaltı lavlarından kaynaklı yastık yapılı bazaltik birimler ve pelajik marn döküntüleridir (Çelik, 2009). Alakırçay melanjı, daha çok karmaşık içyapı özelliğine sahip tabakalı çört, radyolarit, kırmızımsı çamurtaşı, diyabaz, serpantinleşmiş peridotit, gabro ve ince katmanlı Halobia'lı pelajik kireçtaşlarından yapıldır (Yağmurlu ve Toker, 2014). Bu melanja ait volkanik kayalar ise yastık yapılı lavlar ile volkanik breşlerdir. Bu kayalar arasında radyolarit ve pelajik kireçtaşları ara katkılıdır ve içerisindeki ofiyolitik kayaları mafik ve serpantinize ultramafik kayalar temsil eder (Robertson ve Woodcock 1981; Woodcock ve Robertson 1982).

Alakırçay melanjının Antalya naplarına ilk yerleşmesi Geç Kretase-Geç Paleosen zaman aralığında son bindirmesi Beydağları neritik kireçtaşlarına Geç Miyosen'de gerçekleşmiştir (Poisson 1977; Robertson 1993). Alakırçay melanjı içerisinde doğuya eğimli, kuzey-güney yönlü faylar tespit edilmiştir (Woodcock ve Robertson 1982; Dilek ve Rowland 1993). Alakırçay melanjı içindeki yastık lav şeklindeki volkanik yapılarında küçük boyutlarda ve tektonik dilimler şeklinde olduğu görülmektedir (Çelik 2009).

1.4.5.2. Tekirova Ofiyoliti

Juteau (1975) ve Reuber (1982) tarafından ayrıntılı olarak incelenen Tekirova Ofiyoliti; ilksel magmatik kayaların yanı sıra, serpantinit hamur içinde değişik boyutta halobialı kireçtaşı, bitkili kumtaşı, şeyl, tabakalı çört, radyolarit, bazik volkanit, Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşı, gabro, diyabaz, amfibolit blokları ve/veya dilimleri içermektedir.

Reuber (1982) ofiyolitleri egemen kaya türlerine göre beş gruba ayırarak (serpantinit, harzburjit, dünit, verlit ve gabro) haritalamıştır. Bunlardan serpantinleşmiş harzburjit ve serpantinleşmiş dunitlerden oluşan serpantiniti genelde tektonik zonlarda

gözlemlemiştir ve içerisinde az oranda harzburjit, dünit, gabro, diyabaz kaya türleri bulundurulur. Harzburjit; genelde lertzolitik harzburjit, masif harzburjit ve bantlı harzburjitlerden oluşur. İçerisinde az oranda serpantininit, serpantinleşmiş, harzburjit, dunit, diyabaz ve gabro da vardır. Dünit; daha çok harzburjit-dünit bantları ve serpantinleşmiş dünitler olarak görülür ve içlerinde izole diyabaz daykları ve az oranda harzburjit, piroksenit ve verlit de bulunur. Verlit; dunit ve piroksenitlerde ardalanma gösteren verlit, sınırlı yüzeylenmelere sahiptir. Gabro; kümülat dokulu tabakalı gabro ve izotropik gabrolar ile temsil edilir.

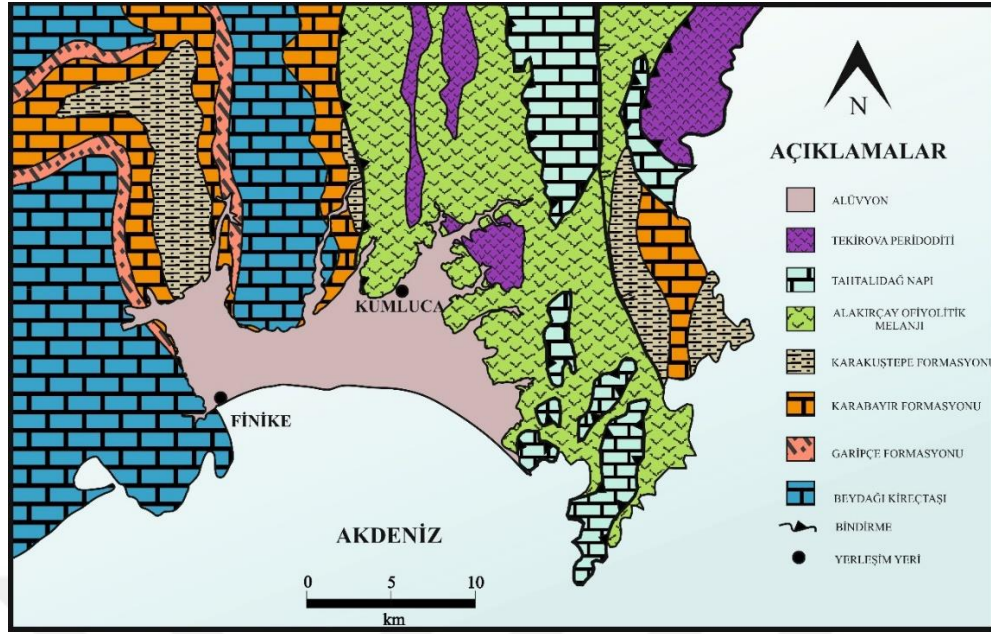
Yapısal olarak Tahtalıdağ Napı'nın üzerinde, bazen de altında, değişik boyutta tektonik dilimler halinde bulunan Tekirova Ofiyolit Napı, okyanusal kabuk kayaçlarından oluşur (Juteau 1975; Reuber 1982) ve Kırkdirek formasyonu olarak geçen ofiyolitli melanj ile temsil olunur (Şenel vd. 1981). Ofiyolit napı; Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen'de kıtasal kabuğa bindirerek yerleşmiştir. 6000 m ye kadar çıkan üst manto kökenli olan Tekirova ofiyolitinin, Neotetisin güney koluna ait ve Üst Kretase oluşum yaşlı olduğu kabul edilir (Yılmaz 1981).

1.4.5.3. Tahtalıdağ Napı

Bozkaya ve Yalçın (2007)'a göre stratigrafik olarak Alakırçay napı üzerinde, Tekirova ofiyolitlerinin altında bulunan Tahtalıdağ napı, genelde Jura- Kretase yaşlı platform tipi karbonatları içerir. Bu Jura-Kretase yaşlı platform tipi karbonatlar Alakırçay melanjı üzerinde yer yer ilksel ilişkili olarak bulunan Jura-Kretase yaşlı platform tipi karbonatlar ile benzer özelliktedir. Yalçın ve Toker (2014) Tahtalıdağ napının Triyas-Jura yaşlı, büyük bölümünün çok kalın katmanlı ve masif yapıları kireçtaşlarından oluştuğunu belirtmiştir.

1.4.6. Alüvyon

Kuzeyden gelen akarsuların getirdiği alüvyonlar, Beydağları ve Tahtalı dağlarının güney eteklerinin üzerinde yer alan vaktiyle körfez olan alanı doldurmasıyla oluşan kıyı ovası, bir delta ovası karakterindedir (Öner 1996). Ovanın dağlarla birleştiği yerlerde birikinti konileri ve yamaç molozu şeklindeki malzemeler bulunurken ovanın iç kesimlerinde çakıl, kum gibi akarsu çökelleri bulunmaktadır. Elemanlarının çoğunlukla kireçtaşı çakıl ve blokları ile radyolarit ve peridotit çakıllarından oluşan yeni alüvyonlar daha çok akarsu yataklarındadır. Kalınlığı yaklaşık 150 metreyi bulan ovanın doğu tarafında flišimsi serilerden dolayı killi ve ince taneli; ovanın batı tarafında ise iri elemanlı ve karbonatlı çakıllardan oluşan eski alüvyonlar akarsu yatağı dışında kalan alanlara yayılmıştır (DSİ 1978).



Şekil 1.4. İnceleme alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Yağmurlu vd. (2019)'dan değiştirilerek alınmıştır)

YAŞ	LİTOLOJİ	FORMASYON
KUATER NER		ALÜVYON
KRETASE		— Uyumsuzluk —
		TEKİROVA PERİDODİTİ
		ALAKIRÇAY OFİYOLİTİK MELANJİ
MÜDİRCALİ YENİ		TAHTALIDAĞ NAPI
		KARAKUŞTEPE FORMASYONU (Türbiditik sedimentler)
AKİTANİYEN		KARABAYIR FORMASYONU (Resifal Kireçtaşı)
EOSEN		— Uyumsuzluk —
ERKEN-GEÇ KARBONİFER		GARİPÇE FORMASYONU (Türbiditik Sedimentler)
		— Uyumsuzluk —
		BEYDAĞI KİREÇTAŞI (Kalın Tabakalı Kireçtaşı)

Şekil 1.5. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yağmurlu vd. (2019)'dan değiştirilerek alınmıştır)

2. KAYNAK TARAMASI

Kumluca-Finike ovaları birçok araştırmacı tarafından jeolojik olarak incelenmiş; bölgede yersel anlamda su kirliliği çalışılmış ve DSİ tarafından 1978 yılında Kumluca Finike Ovasının Hidrojeolojik Etüdü adlı bir rapor hazırlanmıştır. Ayrıca geçen 40 yıllık süre zarfında herhangi bir detaylı bilimsel çalışma yapılmamıştır. Gerek bölge gerek konu ile ilgili olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve bunlar aşağıda sunulmuştur.

Kalafatçıoğlu (1972), inceleme alanında daha önce yapılmış Permiyen-Mesozoik yaşlı kalker serisini yaptığı etütlerde değişik fasiyeslerin varlığını görmüş; bu fasiyesleri kaya stratigrafisi birimleri kapsamında inceleyerek, kapsadığı fosillerle daha detaylı bir krono-stratigrafisini yapmıştır. Stratigrafik istiflenmede yaşlarıyla birlikte fasiyesleri değerlendirmiştir. Bölgenin tektonik yapısının faylar, bindirme, ekay, şaryajlarla karakterize olduğunu belirtmiş, yaptığı tabaka doğrultu ve eğim ölçümlerini Schmidt diyagramlarında göstermiştir. Bölgede Erken Kimmeriyen (Üst Jura-Kretase), Austriyen (Kretase-Paleosen), Laramiyen (Paleosen) ve Valakiyen (Pleistosen) orojenik fazlarını tespit etmiştir.

Dumont (1976), Antalya napları 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.

Özgül (1976), Torosların bazı temel jeolojik özellikleri hakkında bilgi vermiş, Torosların Kambriyen-Tersiyer aralığında çökelmiş kaya birimlerinden oluştuğunu belirtmiştir. Bozkır ve Antalya birliklerinin daha çok derin deniz çökellerini, ofiyolitleri ve bazik denizaltı volkaniklerini kapsadığını değerlendirmiştir.

DSİ (1978), Finike Kumluca Ovası Hidrojeolojik Etüdü adlı çalışma yapılmıştır. DSİ tarafından açılan sondajlar ve Jeofizik etütlere göre yeraltı suyu ve birimlerin özellikleri araştırılmıştır. Yeraltı suyu taşıyan formasyonların alüvyon kum çakıllarıyla, neojen konglomeraları olduğu bunların birlikte çalıştıkları ve iletkenlik katsayısının ortalama $1000 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$ olduğu belirtilmiştir. Ovayı Alakırçayının doğusu ve batısı şeklinde Kumluca ve Finike ovaları olarak ikiye ayırmışlar; Finike ovasının yıllık emniyetli verimini $33,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$, Kumluca ovasının yıllık emniyetli verimini $5,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplamışlardır. Her iki ovada akifer karakterlerinin aynı olduğunu, yeraltı suyu işletmesi olmadığında tuzlu su kamasının ovaya uzantısını 187,5 metre emniyetli verimin tamamı kullanıldığında 625 m olacağı belirtilmiştir. Yeraltı suyunun iyi olduğu ve kalitesinin C2S1 sulama suyu sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Şenel vd. (1981), Teke yarımadası güneydoğusunun; Ordovisiyen şeyllerle, Silüriyen kırıntılılarla, Devoniyen karasal kırıntılılarla, Karbonifer-Alt Permiyen şelf türü kırıntılılarla, Üst Permiyen resifal karbonatlarla, Alt Triyas jipsli marnlarla, Ladiniyen-Noriyen bazik volkanikler ve pelajik sedimentlerle, Resiyen-Senomaniyen tekdüze neritik karbonatlarla, Üst Kampaniyen-Mestrihtiyen-Paleosen bloklu filişle, Orta Eosen karbonatlarla, Miyosen filişle temsil edildiğini belirtmişlerdir. Üst Senoniyen'e kadar görülen uyumsuzluklar, açısız ya da düşük açılı olduğu, Ordovisiyen-Üst Senoniyen zaman aralığında oluşan kaya birimlerinin tek bir fazı yansıtan, birbirlerine benzer şekilde kıvrımlanmış ve faylanmış olduğunu belirtilmiştir. Bu özellikleriyle bölgenin

Ordovisiyen'den Senomaniyen sonuna dek düşey salınım hareketlerinin etkisi altında kaldığı ve bölgede bu süreçte orojenik hareketlerin etkin olmadığı düşünülmüştür. Üst Kampaniyen-Mestrihtiyen'de bölgenin ofiyolit yerleşimine ve dağ oluşumuna sahne olduğu, Miyosen sonlarına doğru bölgede oldukça etkin ekaylanmaların olduğu değerlendirilmiştir.

Robertson ve Woodcock (1984), Antalya karmaşığının GB bölümünün Mezozoik karbonat kayaçları, kıta kabuğu ve ofiyolitik kayaç topluluklarının oluşumuna ve tektonik yerleşimine bakılarak küçük bir okyanus havzasında oluştuğunu belirtmişlerdir. Dumont vd. (1972), Ricou vd. (1975), Robertson ve Woodcock (1977)'un yaptıkları çalışmalarda ortaya koydukları modelleri artıları ve eksileriyle yorumlamışlardır. Okyanus kabuğu oluşumu, volkanizmanın zamanlaması, alloktan birimlerde sıg su kireçtaşı kütlelerinin kökeni ve Antalya karmaşığındaki napların tektoniği gibi önemli ve karmaşık konular hakkında tartışmışlardır. Buradan daha önceki Palaeocoğrafik modelleri, Erken Mezozoik (Trias-Jura) yaşlı Antalya karmaşığının Kretase rift genişlemesinde oluşan formasyonların okyanusun hem açılış hem kapanış sürecinde doğrultu atımlı faylardan güçlü bir şekilde etkilendiği şeklinde güncellemişlerdir.

Şenel vd. (1992, 1996, 1998), Antalya Naplarını Çataltepe Napı, Alakırçay Napı, Tahtalıdağ Napı ve Tekirova Ofiyolit Napı olarak yeniden bölümlendirmiştir. Araştırmacılara göre; bunlardan Çataltepe Napı platform-yamaç-havza (Noriyen-Üst Maastrichtiyen), Alakırçay Napı platform havza (Üst Permiyen-Üst Kretase) ve Tahtalıdağ Napı platform (Kambriyen-Üst Kretase) tipi çökeller, Tekirova Ofiyolit Napı ise ultramafik ve gabrolardan oluşan ofiyolit ve ofiyolitli melanj ile temsil edilmektedir.

Sönmez ve Kaplan. (1996), Kumluca ve Finike yöresindeki 36 seradan Eylül 1993 ve Ocak 1994 yıllarında 2 dönem 36 kuyudan 72 numune derleyerek su kuyularındaki sulama suyu kalitesini belirleme çalışması yapmışlardır. Derlenen numunelerin EC, pH, Ca, Mg, Na, HCO₃, Cl, SO₄, B analizleri yapılmış, SAR ve % Na hesaplanmıştır. Bu değerler kalite sınıfları ile değerlendirilmiştir. Sulama suyu örneklerinin genel olarak orta ve fazla tuzlu olduğu, Sodyum, Klor, Bor ve sülfat içeriklerine göre 1. ve 2. sınıf kalitede olduğu değerlendirilmiştir. Sulama sularının genel olarak tuzluluk hariç önemli bir sorun teşkil etmediği, denize yakın yerlerde tuzluluğun sorun yarattığını belirtmişlerdir.

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

Kaplan vd. (1997)'de Sera toprakları ve sulama sularında sodyumun durumunu incelemek ve Kumluca ve 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 örneklerinde pH, CaCO₃, doku, organik madde, EC, katyon değişim kapasitesi ve değiştirilebilir Na analizleri yapılmış ve değiştirilebilir %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 topraklarda 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 konsantrasyon EC sonuçlarını değerlendirmişler, yöredeki kuyu sularında NO₃ kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığını; 45 mg/l olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde NO₃ içeren örnek oranının %50 seviyesinde olduğunu saptamışlardır. Özellikle bu kuyulardan suların içilmesini önleyecek tedbirler alınması, zorunlu durumlarda ise EC ve NO₃ konsantrasyonu arasındaki pozitif korelasyon nedeniyle EC'si düşük suların içme suyu olarak kullanılmasını önermişlerdir.

Kumluca, seracılığın yoğun olduğu tarımsal faaliyetleriyle önemli bir ovadır. Kimyasal gübre uygulamaları yeraltı sularında azot, fosfor ve tuzluluğun aşırı yükselmesine neden olmaktadır. Yeraltı suyunun yaygın tarımsal kaynaklardan kaynaklanan kirliliğe karşı savunmasızlığının temel olarak kullanılan gübre miktarı, sulama suyunun kalitesi, tarım türü ve yaşı, yeraltı suyu tablası derinliği, hidroloji ve toprak özellikleriyle ilişkili olması gerektiği düşünülmektedir. Uzun yıllardır tarımsal uygulamaların yapıldığı ve yeraltı suyu derinliklerinin düşük olduğu yerlerde yüksek tuzluluk düzeylerinin eşlik ettiği yüksek nitrat konsantrasyonları gözlenmiştir (Muhammetoglu vd. 2002).

İslamoğlu (2002, 2003, 2004), batı Toroslarda Kasaba ve Uçarsu formasyonlarındaki, Miyosen havzalarının mollusk ve gastropoda faunalarını tanımlayarak, Miyosen stratigrafisini ortaya koymuştur.

Bacanlı ve Saf (2005), farklı yöntemler kullanarak Antalya ilinde kuraklık belirleme çalışması yapmışlardır. Palmer Kuraklık Şiddeti İndisine göre "Orta Kurak" ve "Normale Yakın Nemli, Prof. Dr. Sırrı Erinç İndisine göre 'tam kurak' De Martonne Yöntemine göre zaman zaman aşırı kurak (%40,82), zaman zaman ise aşırı sulak (%35,88) olduğu; Thornthwaite Yöntemine göre ise Kurak-Yarı Nemli ve dördüncü dereceden Mezotermal, yazın çok kuvvetli su noksanı olan, karasal şartlara yakın iklim tipinde olduğu değerlendirmişlerdir.

Bağcı ve Parlak (2006), Antalya Karmaşığının Güneybatısında yer alan Kretase yaşlı Tekirova ofiyolitinin, Neotetisin güney kolundan türediğini belirtmiştir. Çıralı-Tekirova'dan güneye Doyran'dan kuzeye doğru bu topluluğun yerleştiğini, içerisinde harzburjitlerin, ultramafiklerin, mafiklerin, izotropik gabroların, tabakalı daykların volkaniklerin ve sedimanter kayaçların olduğunu belirtmişlerdir. Bu kayaçlar içerisindeki minerallerin kristalleşme sırasını temel alarak kayaçların oluştuğu ortam ve koşulları değerlendirmişlerdir.

Muhammetoglu ve Yardımcı (2006)'ya göre Kumluca'da yeraltı suyunun kalitesi, tarım kimyasallarının aşırı kullanımı, esas olarak azot ve fosfor nedeniyle oldukça bozulmuştur. Su kalitesi parametreleri seviyeleri, yeraltı suyunda geniş mekansal ve zamansal farklılıklar göstermektedir.

Tarım teknolojisindeki yeni gelişmelerin yanı sıra, yoğun pestisit kullanımı büyük bir çevresel tehlike oluşturmaktadır. Pestisitlerin düşünmeden kullanılması hava, su ve toprağın kirlenmesine yol açmaktadır (Muhammetoglu ve Uslu 2007).

Bağcı ve Parlak (2009), Antalya karmaşığının Tekirova ve Gödene ofiyolitleri üzerinde çalışmışlar; Tekirova (Antalya) ofiyoliti üzerinde okyanusal kabuk kayalarını oluşturan üç ana tip ana magmanın bulunduğunu Tekirova Ofiyolitinin ise ön ark ada yayı tektonik ortamında oluştuğunu belirlemişlerdir.

Çelik (2009), Mesozoik – Senozoik yaşlı Bey Dağları platform karbonatları üzerine bindiren Alakırçay melanjı üzerindeki volkanik kayalar üzerinde çalışmıştır. Bu kayaların petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin, okyanusal litosferin Toros karbonat platformuna bindirme süreçleri öncesindeki tektono-magmatik olaylar hakkında önemli bilgiler verdiğini belirtmiştir. Bu kayaların jeokimyasal okyanus adası bazaltları ya da plaka içi alkali bazaltları özelliklerinde oldukları değerlendirilmiştir. Alakırçay melanjı içerisinde yüzeyleyen volkanik kayaları, okyanus içi yitim süreçlerinde oluşan ofiyolitlerle ilgili metamorfik kayaların bir bölümü ile kıyaslamış ve benzer jeokimyasal özellikler gösterdikleri saptamıştır.

Davraz vd. (2009), Türkiye'nin güneybatısındaki Eğirdir Gölü ve çevresinde yeraltı ve yerüstü su havzalarının yeraltı suyu akışı ile su kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Ayrıca yeraltı suyu akışı ve kalitesi dikkate alınarak yeraltı suyu hassasiyeti değerlendirilmiştir. Otokton Beydağları kireçtaşının bölgedeki başlıca karstik akifer olduğu, havzalardaki alüvyon akiferlerinin yeraltı su seviyesi haritasına göre, karbonat akiferine doğru, doğrudan ve dolaylı olarak 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.

Bozkaya ve Yalçın (2009), Toros Kuşağı'nın güneybatı kesiminde yüzeyleyen Antalya Birliği üzerinde yaptıkları bu çalışmada; Alakırçay Napındaki Triyas yaşlı Karadere Formasyonun çoğunlukla spilitik bazalt, kısmen aglomera ve tüflerden oluştuğunu belirlemişlerdir. Sil ve/veya mercekler biçiminde yerleşen yastık yapılı volkanik kayalar açılmalı basendeki riftleşmeyle ilişkili denizaltı volkanizmasını temsil ettiklerini, volkanik kayaların matriks ve boşluklarında fillosilikat (hidroksiapofillit, smektit, illit, klorit, karışık tabakalı C-S, C-V, I-C ve I-S), zeolit (analsim, natrolit ve tetranatrolit), Fe mineralleri (hematit, götit), spinel, kuvars, feldispat ve kalsitlerin geliştiğini belirtmişler. Bu minerallerin kökeninin başlıca volkanik cam ve deniz suyu arasındaki etkileşim, oluşumu neoformasyon ve/veya transformasyon, evrimi ise diyajenez/çok düşük dereceli metamorfizma ile ilişkili olduğu görüşüne varmışlardır. Dokusal ilişkiler, mineral birliktelikleri ve Na içeren minerallerin baskınlığı, sıcak volkanojenik malzeme-soğuk deniz suyu arasındaki etkileşim; denizaltı volkanizmasının petrografik-mineralojik kayıtları olarak değerlendirilmiştir.

Muhammetoglu vd. (2010)'da Kumluca yöresinde yaygın olarak kullanılan pestisit gruplarına göre methidathion, abamectin, tau-fluvalinate, azinfos metil ve imidacloprid'in insanlara ve çevreye en büyük çevresel riskleri getirdiği görülmektedir.

Bozkaya ve Yalçın (2010), Toros Kuşağının allokton birimlerinden biri olan Antalya Birliğinin Triyas döneminde Gondvana'nın kuzey kesiminin ayrılmasıyla riftleşme kalıntılarının varlığıyla alakasının olmasının, bölgesel tektonik için önemini kritik olduğuna değinmişlerdir. Analizler ve diyagramlarla fillosilikat grubundaki minerallerin oluşum koşullarını ve dönemlerini belirlemişlerdir. Majör element, iz element, duraylı izotop ve nadir toprak elementi analizleriyle rift öncesi ve rift sedimentlerinin net olarak ayırmış ve belirlemişlerdir.

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) tatlı su kaynaklarında yaşanan temel sorunların ana nedenlerinin başında nüfus artışı ve ayrıca uygun olmayan su projeleri olduğunu; büyük mühendislik projeleri için uygun olmayan saha seçimi ve/veya yanlış su kullanımı çevre için ciddi sorunlara neden olduğu ifade edilmektedir. Ne yazık ki bu konuda pek çok örnek bulunmaktadır. Oysa ki, "önlem iyileştirmeden daha mühendisçe bir yaklaşımdır" ve her tür faaliyetlerde göz önünde tutulmalıdır.

Luqueno vd. (2013), dünya genelindeki su kaynaklarının son yıllarda insan aktivitelerinden dolayı temelden etkilendiğini bu yüzden dünyanın kritik su tedariki ve içme suyu kalitesi problemleriyle yüzleştiğini belirtmişlerdir. Dünyanın birçok bölgesinde içme sularındaki ağır metal konsantrasyonlarının bazı uluslararası kılavuz değerlerinden daha yüksek olduğunu bunun da insan sağlığı için küresel ölçekte risk oluşturduğunu vurgulamışlardır. Milyonlarca insanın kronik ağır metal zehirlenmesine maruz kaldığını, 1,6 milyon çocuğun her yıl kirliliği içme sularından kaynaklanan hastalıklardan öldüğünü hatta bu sularındaki ağır metal kirliliğinin besin zincirini de kirlittiği ve bu şekilde de insan sağlığına etki ettiğinin kanıtları olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle düşük gelirli ülkelerde içme suyu probleminin daha fazla artacağı bu sebeple gelecekte daha fazla problemle karşı karşıya gelecekleri değerlendirilmiştir.

Atılğan vd. (2014)'nin Alanya, Aksu, Serik, Kumluca ve Manavgat dolaylarında yaptıkları çalışmada; seralarda üretimden ve atık maddelerden kaynaklanabilecek çeşitli atık maddelerin çevre kirliliğine neden olabildiğini ileri sürmektedirler. Seralarda bulunan tarımsal üretim atıklarının, üretim sonrası ortaya çıkan plastik örtü malzemelerinin, ilaç ve gübre uygulamaları ile atık maddelerin ve bitki atıklarının çevreye kirletici olabildiği sonucuna varmışlardır.

Uslu (2014), Yüksek Lisans Tezi olarak yaptığı çalışmada Kumluca (Antalya)'nın kuzeyinde yer alan ofiyolit birimlerinin araştırılması amaçlamıştır. Otokton ve allokton birimlerin özelliklerini belirtmiş; otokton birimlerden Karabayır formasyonu ve allokton

birimlerden Alakırçay karmaşığında aldığı 96 el numunesinin 14 tanesinde ince-kesit yaparak petrografik özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırmaların ışığında bölgede ekonomik olarak mangan ve krom cevherleşmeleri tespit edilmiştir. Alakırçay karmaşığı içerisinde bulunan tabakalı çörtler içerisinde yersel olarak mangan ve hematitli mangan oluşuklarının bulunduğu, Alakırçay karmaşığı içerisinde gözlenen Tekirova peridotit kütleleri içerisinde yer yer kromit zuhurları olduğu belirtilmiştir. Kromitlerin daha çok dünit bileşimli peridotitler içinde düzensiz damarcıklar ve dissemine halde saçılmış tanecikler şeklinde olduğunu gözlemiştir.

Çakır vd. (2015), Teke Toroslarının doğu bölümünde yer alan Beydağları karstik akiferinin hidrodinamik yapısı, akiferin başlıca boşalım noktalarına ait fiziksel, kimyasal ve izotopik veriler ile CFC-12 yaşları kullanılarak değerlendirilmiştir. Yeraltı suyu örneklerinin, sıcaklıkları 7,9-17,2°C, pH değerleri 6,99-8,00, EC değerleri 162-800 mikroS/cm, çözünmüş oksijen içerikleri 0,9-9,9 mg/l, oksijen-18 ve döteryum içerikleri sırasıyla 7,3/-8,6 ve -42,1/-51,0 ‰ V-SM0W, trityum içerikleri 0,7-12,2 TU, CFC-11 ve CFC-12 içerikleri ise sırasıyla 0,150/3,190 ve 0,127/2,703 pikomol/kg arasında değiştiği belirtilmiştir. İncelenen tüm parametreler açısından yeraltı suyu örneklerinin ilkinin Arifler, Çatallar, Değirmen ve Mezar kaynaklarını, ikincisinin ise Tekke, Salur, Kırkgöz ve Düden kaynakları ile Finike ovasında yer alan DSİ ve Eşrefbahar artezyen kuyularını içeren iki ayrı grupta toplandıklarını saptamışlardır. DSİ ve Eşrefbahar kuyularının CFC-12 yaşları sırasıyla 40 ve 31 yıl, trityum içerikleri ise 0,7 ve 3,0 TU olduğu belirlenmiştir. Çatallar ve Dumluca kaynakları 1 ve 10 yıllık CFC-12 yaşları ile en genç sular olup, diğer kaynakların CFC-12 yaşları 19-26 yıl arasında değiştiği sonucuna varmışlardır.

Yalçın vd. (2015), Güneybatı Anadolu'da Antalya Birliğinin bir parçası olan Tekirova Ofiyolit Napını incelemiş ofiyolitik napın içeriğindeki mineralleri göz önünde bulundurarak geçirdiği süreçleri belirtmiştir. Değişik boyutta tektonik dilimler halinde okyanusal kabuk bileşenlerini içeren Tekirova ofiyolitik napının; okyanusal kabuk oluşumu, yerleşmesi ve sonrasında birbirini izleyen üç süreçten oluştuğunu belirtmiştir. İlk aşama olan pirometamorfizmada skapolit, diyopsit, granat, epidot ve tremolit gibi metamorfik minerallerinin oluştuğunu; ikinci aşamada hidrotermal metamorfizma (alterasyon) ile ultramafik kayaların serpantinleştiğini belirtmiştir. Üçüncü aşamanın listvenit oluşumu olduğu, neoformasyon ve/veya alterasyon ürünleri olan karbonat (kalsit, dolomit, aragonit, manyezit, hidromanyezit, hidrotalsit), oksit ve hidroksitler (brusit, götit, hematit), fillosilikatlar (smektit, illit, klorit, talk, C-V, C-S, I-S) ve kuvars minerallerini içerdiğini belirtmiştir. Serpantin mineralleri ayırtlanmış bazı iz ve toprak elementlerine bakılarak bu elementlerin benzer yönelimlerinin olduğunu ve ofiyolitik kökenli olduğunu sonucuna varmışlardır.

Parlak (2016), Toroslarda kuşak üzerindeki ofiyolitik ve metamorfik kayaların oluşum şartlarını, süreçlerini mineral içerikleri, petrolojik ve kronolojik özelliklerini çalışmıştır. Okyanusal kabuk, kıtasal kabuk ve dalma batma zonlarını ve bunların aralarındaki ilişkiyi geniş kapsamlı değerlendirerek Torosların geçirdiği evrimi açıklamıştır.

Strabac vd. (2017), Sırbistan'daki Tisza nehrinin sedimentlerinde farklı temel seviyeler seçildiğinde insan kaynaklı ağır metal kirlenmesi nasıl etkilendiğini değerlendirmişlerdir. Ayrıca sedimentlerdeki kalite kriterlerini belirlerken kullanılan kimyasal temel seviyelerin ne kadar önemli olduğunu belirtmişlerdir. Zenginleşme

faktörü (EF), jeolojik toplanma indeksi (I_{geo}), kirlilik yüklemeye indeksi (PLI) ve potansiyel ekolojik risk indeksi (PERI) farklı temel seviyeler kullanılarak hesaplanmıştır. Temel seviyeler hesaplanırken üç jeokimyasal (kıtasal kabuk içindeki ortalama metal konsantrasyonu, şeyller içindeki ortalama metal konsantrasyonu ve kirlenmemiş sediment numunelerindeki ortalama metal konsantrasyonu) ve iki istatistiki (delineation metot ve temel bileşen analizi) parametre kullanmışlardır. Kirlilik durumunun seçilen indekslerden daha çok seçilen temel seviyelere bağlı olduğunu değerlendirmişlerdir. Kimyasal temel seviyelerin seçimini su, sediment veya toprak kirlilik değerlendirmesi yapmak için dikkate almışlar ve yerel litolojinin karmaşıklığından dolayı temel jeokimyasal seviyeyi seçmenin öneminden bahsetmişlerdir.

Ayandiran vd. (2018), Güneybatı Nijerya'da Oluwa nehrinin iki bölgesinden alınan numunelerle su kalitesi veritabanı oluşturmak için bu çalışmayı yapmışlardır. Fiziko-kimyasal, biyolojik değerler ve metaller bir yıl izlemeyle standart metotlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Bütün fiziksel parametreler numune alınan iki bölgede içme suları için izin verilen ulusal standart seviyeleri aşmadığını göstermiştir. Bunun yanında bütün ağır metal konsantrasyonlarının hem ulusal hem de dünya sağlık örgütünün içme su standartlarını aştığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde araştırılan biyokimyasal oksijen ihtiyacı hariç bütün kimyasal parametreler arasında kuru dönemde, yağışlı döneme göre belirgin bir fark vardır ve Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Streptococcus, Proteus ve Staphylococcus mikroorganizmalarının varlığı bulunmuştur. Çıkan sonuçlara göre nehirden su tüketmenin halk sağlığı açısından etkileri tartışılmıştır.

Boztaş (2018), yüksek lisans tezi olarak yaptığı çalışmada; Kumluca çevresindeki mangan cevherleşmesi ve kökenini araştırmıştır. Cevherleşmelerin alloktan birimli Alakırçay melanjındaki çört ve radyolaritler içerisinde olduğunu, yapılan analiz sonuçlarına göre de hidrotermal kökenli olduğunu belirtmiştir.

Bytyçi vd. (2018), şehirlerde ve kırsal alanlarda aquatik ekosistemlerin sosyo-ekonomik gelişme için önemine ve insan kaynaklı kirlilikten dolayı son yıllarda küresel ölçekte aquatik ekosistemlerin kötüye gittiğine değinmişlerdir. Aquatik ortamlarda organizmaların çeşitliliğini etkilediği için ağır metal kirliliğini ekolojik denge için endişe verici olarak belirtmiştir. Kosova'nın Lepenci Nehir havzasında yaptıkları çalışmada ağır metal konsantrasyonunu ve yüzey suyu kalite indeksiyle suyun kalitesini sınıflandırmaya çalışmışlardır. 8 noktadan aldıkları numunelerin ağır metal konsantrasyonlarını analiz etmişler, ortalama konsantrasyonların $Mn > Fe > Pb > Ni > Cd > Zn > Cr > Cu$ olduğunu belirlemişlerdir. Yüzey suyunu su kalite indeksine (WQI) göre değerlendirdiklerinde ortalama su kalitesi oranının 65,125 olduğuna bu oranında havza için uygun olduğunu değerlendirmişlerdir. Sonuçlara göre Lepenci nehrinin araştırma döneminde ağır metal yönünden düşük kirlilik seviyesinde olduğu sonucunu çıkarmışlardır.

Gafur vd. (2018), Endonezya'nın Gorontalo bölgesinin doğusunda yapılan küçük ölçekli altın madenciliğinin Bone Nehrindeki sulara ağır metal kirliliğine etkisini araştırmışlardır. Bu nehrin suyu nehir boyunca yaşayanlar tarafından başka bir su kaynağı olmadığı için kullanılmaktadır. Yaptıkları çalışmayla Bone Nehri kıyısındaki madencilik sahasındaki As konsantrasyonunu araştırmak ve As kirliliğini ortaya koymak istemişlerdir. Su ve sediment örnekleri altın madenciliği yapılan nehir boyunca deltaya kadar toplanmıştır. Sonuçlarda çıkan As, Pb, Hg konsantrasyonlarının dünya sağlık

örgütü sınır değerlerini 1000 ve 10000 kat kadar aştığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak Bone nehrinin ne içme ne de yemek pişirme amaçlı kullanılamayacağını belirtmişlerdir.

Javed vd. (2018), Pakistan'daki Namal nehrinde yüzey sedimentlerindeki ağır metal konsantrasyonlarını değerlendirmişlerdir. Sedimentlerdeki metal içeriğinin sırasıyla Al>Fe>Mn>V>Zn>Cr>Ni>Cu>As>Co>Pb>Cd olduğunu, Al hariç metallerin ortalama konsantrasyonlarının üst kıtasal kabuğun ortalama değerinden yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Anlamlı pozitif korelasyonla ağır metallerin aynı kaynaktan türediklerini belirtmişlerdir. Kirlilik indeksleriyle sedimentlerin As, Cd ve Ni yönünden aşırı kirlendiğini, bütün numune noktalarında uygun etki seviyesini aştığını gözlemlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarla kirlenmenin insan ve doğal kaynaklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Putri vd. (2018), Tayvan'da nehir kirlilik seviyesini ve muhtemel kirlilik kaynaklarını bazı istatistiksel analizler ile sınıflandırmıştır. Tayvan'ın 4 bölgesinde, 14 ana nehirdeki Tayvan Çevre Koruma Yönetiminin su kalitesi ve ağır metal izleme verilerini gözlemleyerek Erren nehrini ülkedeki en kirli nehir olarak tanımlamışlardır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) (6,1±2,38), ammonyak (3,48±3,23), ve toplam fosfat (0,65±0,38) mg/L konsantrasyonları bu nehirde en yüksek seviyededir. Diğer nehirlerde ağır metal konsantrasyonlarını ülke standart değerlerinin üzerinde bulmuştur. Erren nehrindeki kirlenmenin 72% endüstriyel kaynaklı olduğu 16% sının yerel sudan, 12% doğal kaynaklardan ve nehrin diğer kollarından birleşen suların olduğunu değerlendirmiştir. Karar vericilerin ve su kirliliği yönetiminin, kullanılan istatistik ve diğer analiz yöntemleriyle uzun süreli su kalitesinin sağlanması için gelecek planlarını yapması sağlanabilir.

Singh vd. (2018), yüzey suyu kalitesi araştırmasında su kalite indeksi (WQI), ağır metal kirlilik indeksi (HPI), kirlilik indeksi (CI) gibi kalite indekslerini kullanarak bunların hepsini kapsadığı çok amaçlı karar verme metoduyla (TOPSIS) yöneticilere karmaşık olan süreci basitleştirerek anlatmayı hedeflemişlerdir. Konu olan çalışma Hindistan'daki Assam Şehrinde bulunan Manas nehri üzerinde yapılmıştır. Su kalitesini su kalite indeksine göre değerlendirdiğinde çok kötü ve kötü sınıfına ayırmış, ağır metal indeksine göre kritik 100 değerinin altında olduğunu ve kirlilik indeksine göre orta derecede kirli olduğunu belirlemişlerdir. Küme analizi (CA) görece olarak daha kirli ve az kirli olarak değerlendirilmiştir. Bu yöntemlerin hepsini çok amaçlı karar verme metoduna (TOPSIS) entegre ederek bu karmaşayı gidermek istemişlerdir.

Yalçın ve Ünal (2018), Tekirova, Kemer ve Kumluca dolaylarındaki ofiyolitlerde doğal radyoaktivite seviyelerini ve ilişkili radyasyon riskini araştırmışlar anomali değerlerini ve insan sağlığına etkisini belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre radyoaktivite değerlerini ⁴⁰K için 29-986 Bq/kg, ²³⁸U (Ra) için 0-212 Bq/kg, ²³²Th için 1-104 Bq/kg aralığında bulmuşlardır. Yüksek radyasyon seviyelerinin belirlendiği bu lokasyonlarda yaşayan insanların sağlık kontrolü yaptırılmaları önerilmiştir.

Kükreler ve Mutlu (2019), Sinop ili sınırları içinde yer alan Saraydüzü baraj gölünde altı istasyonda aylık ölçülen 28 değişken kullanılarak çoklu istatistik analizi ve su kalite indeksi yöntemleri uygulanarak su kalitesini belirlemek istemişlerdir. Dünya sağlık örgütü ve Orman ve Su İşleri Bakanlığının içme suyu standartları kılavuz olarak almışlardır. Sulama suyu kalitesi için Sodyum absorpsiyon oranı (SAR), %Na ve kalıcı sodyum karbonat oranını (RSC) hesaplamışlardır. Göldeki su kalite indeksi değerleri

7,62 ve 29,88 arasındadır. Su kalite parametreleri hem aylık olarak hem de seçilen istasyonlar olarak tavsiye edilen değerleri aşmamaktadır. Bu değerlere göre Saraydüzü barajının hem içme hem de sulama suyunu, kalitesi yönünden çok iyi sınıfına almışlardır. Elde edilen sonuçlar nitrojen ve fosfat girdisinin olmaması ve aşırı oksijen tüketiminden kaynaklanan yetersiz ortam oksijen koşullarının oluşmaması baraj gölündeki ekosisteme zarar verebilecek bir durum olmadığını göstermiştir. Cu, Zn ve Fe hariç tüm su kalite parametreleri limit değerlerden düşüktür. Sulama suyunun, bazı aylar sulamaya uygun olmasa da yıl boyunca iyi kalitede olduğunu belirtmişlerdir.

Nüfus artışına bağlı olarak şehirler de hızla büyümektedir. Bu gelişme birçok çevre sorununa neden olmaktadır. Su kirliliği bu sorunların başında gelmektedir. Su kirliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için geliştirilmiş bazı istatistiksel yöntemler vardır; ağır metal kirliliği indeksi (HPI) bunlardan biridir. Türkiye'nin büyük şehirlerinden biri olan Antalya da hızla büyümekte ve bu şehirdeki nüfus ve yerleşim hızla artmaktadır. Bu nedenle, ağır metal kirliliğini ölçmek için Düden ve Göksu olmak üzere iki akarsu seçilmiştir. Haziran 2018'de, Düden Çayı'ndan 24 ve Göksu Çayı'ndan 18 su numunesi sistematik olarak alınmış ve HPI kullanılarak analiz edilmiştir. En yüksek değerden en düşük olana doğru ağır metaller Düden Çayı'nda Sr> Fe> Al> Mn> As> Ni> Cu> Pb> Cr> Se; Göksu Deresinde Sr> Fe> Al> Ni> As> Cu> Mn> Pb> Cr> Se olarak belirlenmiştir. Sr ve Al değerleri her iki akışta da standart izin verilen değerleri aşmıştır. Kalite açısından su numuneleri genel olarak "iyi" ve "zayıf" olarak sınıflandırılmıştır. Kirliliğin nedeni antropojenik faktörler ve kentleşme olabilir (Leventeli vd. 2019).

Erdogan ve Cetin (2020) Kumluca bölgesinde çok sayıda sera bulunduğunu ve tarım üretimi sırasında binlerce ton pestisit kullanıldığını tespit etmişlerdir.

Leventeli ve Yalçın (2021)'de Finike'de yer alan Akçay Nehri yüzey suyunun kimyasal ve ağır metal içerikleri, çok değişkenli istatistiksel analizler ve kirlilik indeksleri yardımıyla araştırılmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Sr> Fe> Ba> Cr> Mn> V> Ni> As> Zn> Cu> Ti> Co> Pb'dir. En yüksek anomaliyi gösteren Sr, V ve Zn ile yüksek pozitif korelasyona, Fe ile ise Mn ile yüksek pozitif korelasyona sahip bulunmuştur. Önemli bir negatif korelasyon tespit edilmemiştir. Pozitif korelasyon gösteren ağır metaller benzer kökenlere sahiptir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Türkiye'nin güneybatısında yer alan Antalya'nın Kumluca ve Finike ilçelerinin üzerine kurulduğu ovaya hem iklimi hem konumu itibarıyla önemli yatırımlar yapılmaktadır. Tarımsal olarak halihazırda oldukça gelişen bölgede 4 mevsim ürün alınabilmektedir. Bölgenin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için iklim, ulaşım, insan kaynağı ve benzeri faktörlerin arasında suyun da önemi hayatidir. Ovanın kuzeyindeki yüksek dağlar kışın kar alarak yıl boyunca yüzey ve yeraltı suyu olarak havzayı beslemektedir. Çalışmaya materyal olarak Kumluca ve Finike Ovaları ile bu ovalardaki yeraltı suları seçilmiştir.

3.2. Metot

Bu tez çalışması önceki çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Önceki Çalışmalar

Gerek bölge gerek konu ile ilgili mevcut her tür çalışmanın araştırılması bu aşamada yapılmıştır. Öncelikle hidrojeolojik etüt çalışmaları konusunda kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış; sonrasında da Kumluca ve Finike dolaylarında yapılan çalışmalar derlenmiştir. Bölgeye dair meteorolojik veriler gibi, ilgili kurum ve kuruluşlardaki raporlar derlenmiştir. Bu veriler ışığında arazi ve laboratuvar çalışmaları planlanmıştır.

3.2.2. Arazi çalışması

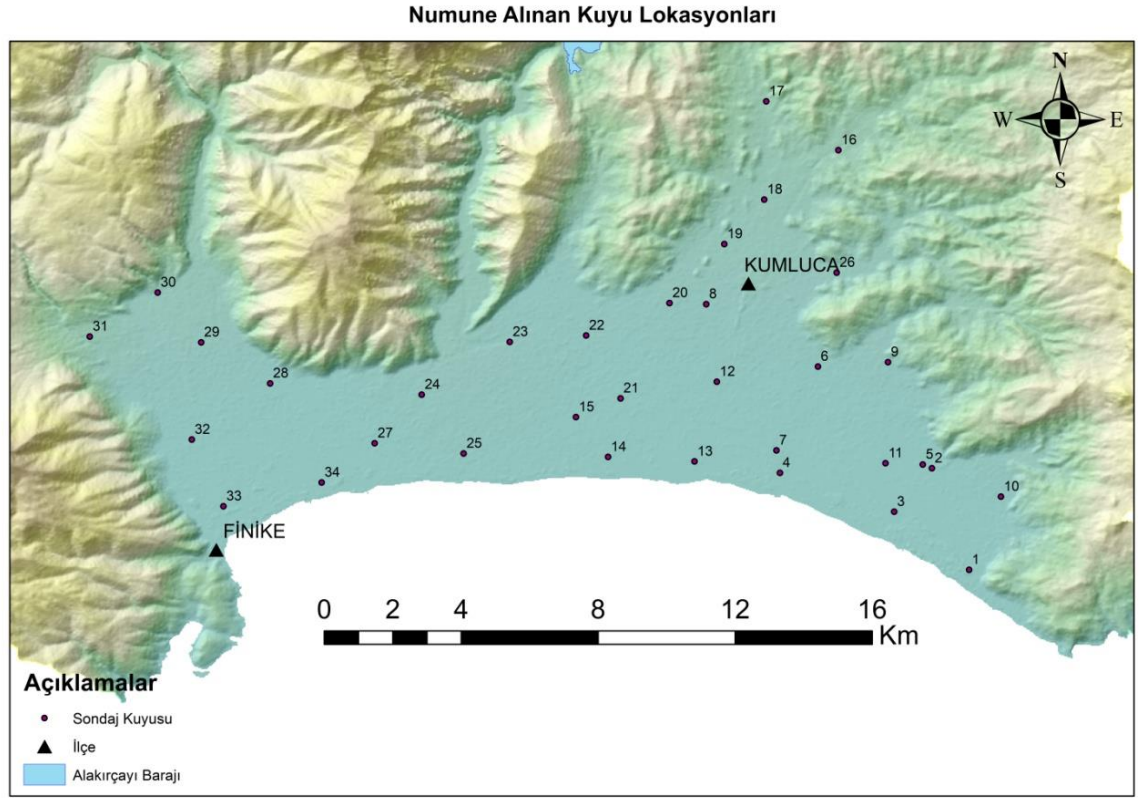
Arazi çalışmaları öncesinde numune kapları laboratuvarda yıkanmıştır (Şekil 3.1). Ağır metal analizi için 1000 ml'lik polipropilen numune kapları %65 derişimli nitrik asitin 1000'de 5 oranında saf suyla seyreltilmiş çözeltisinde bir gün, saf su içerisinde de bir gün bırakılarak var olabilecek kirliliklerden arındırılmıştır. Majör anyon-katyon analizleri için 1500 ml'lik pet şişeler kullanılmış bunlarda öncesinde saf suyla yıkanıp kurutulmuştur.

Araziye çıkmadan önce numune alınacak noktalar yerleşim birimlerine, tarım arazilerine, kuyular arasındaki uzaklığa göre belirlenmiştir. Ancak numunelerin alındığı tarihte yıllık yetiştirilen bitkilerin artık sulanmaması, ovadaki yerleşiklerin yaz dolayısı ile yaylalara çıkmış olmaları, bazı kişilerin sondajlarından numune vermek istememeleri ve benzeri gibi nedenlerle tam istenilen yerlerden numune alınamamıştır. Numune derlenen lokasyonlar Şekil 3.2 gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Numune alınacak kapların hazırlanması

Arazi çalışmaları 2019 Temmuz ayının son haftası yapılmış 34 sondaj ve keson kuyudan numune derlenmiştir. Su örneği alınmadan önce kuyuların birkaç dakika çalıştırılmasına ve her numune kabının en az üç defa çalkalanmasına özen gösterilmiştir (Şekil 3.3; 3.4 ve 3.5). Alınan numunelerin numune alım aşamasında Paintest Macro 900 Water Quality System cihazıyla yerinde çözülmüş oksijen, TDS, iletkenlik, pH, Orp, sıcaklık ve tuzluluk değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.2. Numune derlenen noktaların yerleri



Şekil 3.3. 32 nolu artezyen su kuyusu ve 2 nolu sondaj kuyusu görünümü



Şekil 3.4. Artezyen ve sondaj su kuyularından numune alımı



Şekil 3.5. Sondaj borusundaki suyun boşaltımı ve numune alınması



Şekil 3.6. Kuyulardan alınan numunelerin yerinde ölçümü ve kayıtların tutulması

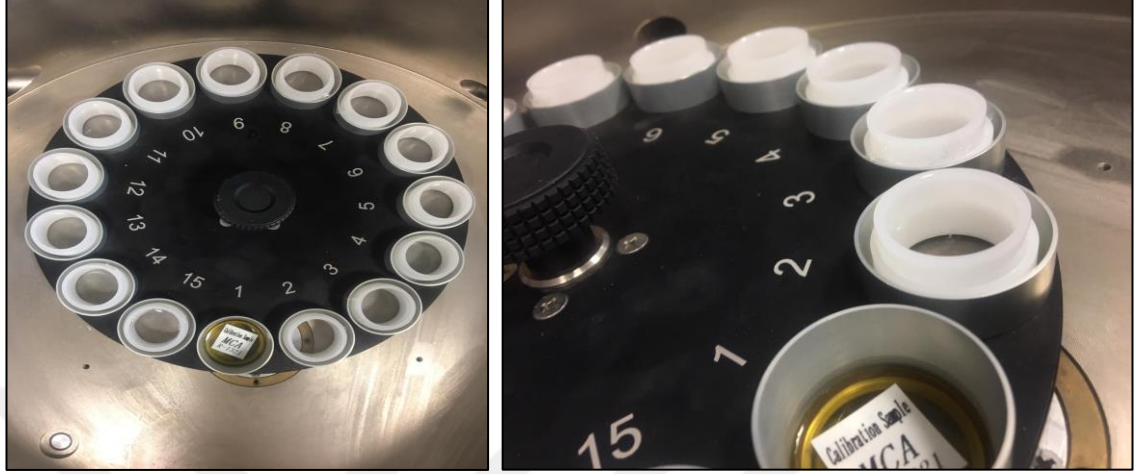
3.2.3. Laboratuvar çalışması

Çalışma alanından alınan su numuneleri iki ayrı laboratuvarında çalışılmıştır. Majör anyon-kasyon analizleri Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM)'nün; ağır metal analizleri ise Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün laboratuvarlarında yapılmıştır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne 25 su numunesi verilmiş ve değerlerin bir kısmı ICP-OES cihazıyla diğer bir kısmı da titrasyon yöntemiyle ölçülmüştür. Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF) cihazıyla derlenen 34 numunedeki tüm elementlerin ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.1. X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF)

X-ışınları Floresans (XRF) spektroskopisi maddelerin element bileşimini belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Bu teknikte katı ve sıvı numune içerisindeki birçok element aynı anda belirlenebilmektedir. XRF çalışma prensibi gereği eğer atomlar X ışınları gibi yüksek enerjili bir radyasyonla uyarılırsa, bu yüksek enerji girişi yakın yörüngelerdeki elektronları daha yüksek enerji düzeyine çıkarır. Uyarılan elektronlar ilk enerji düzeylerine döndüklerinde kazanmış oldukları fazla enerjiyi dalga boyu 0,1-50 Å olan X ışınları şeklinde geri verirler. Bu ikincil X ışınları yayımına floresans ışınları adı verilir. Elementlerin verdiği bu ışınların dalga boyu her element için farklı ve ayırtmandır. Diğer bir ifadeyle bu ışınlar o elementin parmak izi gibidir. Işımanın dalga boyunun saptanmasıyla elementin cinsi (nitel), saptanan bu ışının yoğunluğunun ölçülmesiyle element konsantrasyonu (nicel) belirlenmektedir (Anonim 1).

Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRF laboratuvarında bulunan Rigaku marka NEXCG Model, kartezyen geometri polarize enerji dağılımlı, Pd anotlu, X-ışını tüplü, X-ışını floresans spektrometresi kullanılmıştır (Şekil 3.7) ve sonuçlar ppm cinsinden elde edilmiştir.



Şekil 3.7. XRF cihazıyla numunelerin analiz edilmesi

3.2.3.2. ICP-OES

ICP-OES cihazı atomik emisyon spektrometresi katyon ve elektronları içeren ve elektrik akımını ileten, çoğunlukla inert bir gaz olan argondan oluşan yüksek sıcaklıktaki plazmayla desteklenmiştir. Yüksek sıcaklıktaki plazmaya (10000 K) genellikle sıvı fazda püskürtülen aerosol tanecikler sırasıyla kurur, parçalanır, atomlaşır, iyonlaşır ve uyarılır. Bunun sonucunda elementlerin derişimleriyle orantılı olarak ve kendilerine özgü yaydığı ışınlar bir emisyon spektrometresiyle ölçülürler (Daşdemir 2008; Atakuru 2009).

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Müdürlüğü Laboratuvarında bulunan Varian 720 ES marka ICP-OES cihazıyla 25 numune içerisindeki Mg, K, Ca, Na ve B katyonları analiz edilmiş sonuçlar ppm cinsinden ölçüldükten sonra meq/l ye çevrilmiştir.

3.2.3.3. Titrasyon

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Müdürlüğü Laboratuvarında su numuneleri kontrollü olarak nötrleştirilmiş, kullanılan indikatörün miktarına göre pH, Cl, HCO₃, CO₃ tayini yapılmıştır. Cl, derişimi 0,05 normal gümüş nitrat (AgNO₃) ile HCO₃ ve CO₃, derişimi 0,01 normal H₂SO₄ ile titre edilerek tayinleri yapılmıştır.

ICP-OES cihazıyla ölçülmüş katyonlar (B hariç) ve titrasyon yöntemiyle ölçülmüş anyonlarla anyon katyon dengesi kurularak SO₄²⁻ anyonu hesaplanmıştır. Ayrıca sodyum absorpsiyon oranı $SAR = Na / \sqrt{(Mg + Ca)/2}$ formülü ile hesaplanmıştır.

3.2.4. Büro çalışması

Çalışmaların sistemli ve planlı yapılabilmesi için arazide ve laboratuvarında var olabilecek zorlukların, hataların önüne geçilmesi için hemen her aşamadan önce büro çalışması yapılmıştır. Numunelerin alınacağı yerlerin belirlenmesi, laboratuvara teslimi gibi organize çalışmaların birlikte yürütülmesi ve numune sonuçlarının değerlendirildiği, tez yazımı gibi içerisinde birden çok etmenin olduğu çalışmalar büroda gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilmiş sayısal yükseklik modeli (DEM) verisi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından temin edilen veriler ve araziden alınan numune sonuçları, bazı bilgisayar programları veya hesaplamalar kullanılarak işlenmiş, analiz edilmiştir. ArcGIS 10.6 coğrafi bilgi sistemleri tabanlı program kullanılarak bölgenin drenaj haritası, yoğunluk haritaları çıkarılmış ve birçok hesaplama yapılmıştır. Suyun kalite değerlendirmesi aşamasında kullanılan Piper, Durov, Schoeller gibi diyagramlar AquaChem 2014.2 yazılımı ile üretilmiştir.

Temin edilen meteoroloji verilerinin istatistiksel olarak hangilerinin kullanılabilceği belirlendikten sonra, 1948 yılında C.W. Thorntwaite tarafından geliştirilen Ampirik yöntem kullanılarak su bütçesi hesaplanmıştır. Buradan çıkan sonuçlar Theissen poligon yöntemi, Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighting- IDW) kullanılarak ArcGIS 10.6 programı yardımıyla işlenmiştir.

3.2.4.2. Thorntwaite Yöntemi

$$I_i = (T_i/5)^{1.514}, \quad J = \sum_{i=1}^{12} I_i$$

$$a = 0,49239 + (1,792 \cdot 10^{-2})J - (7,71 \cdot 10^{-5})J^2 + (6,75 \cdot 10^{-7})J^3$$

$$U = 16 G (10T_i/J)^a$$

Burada;

U: Aylık evapotranspirasyon (mm),

T_i: Aylık ortalama sıcaklık (°C),

I_i: İlgili yıla ait i. ayın sıcaklık indisi,

J: O yıla ait sıcaklık indisi

G: Aylık güneşlenme faktörüdür ve enlem derecesine göre değişir. Çalışma alanı 36° enlemindedir.

3.2.4.3. Theissen Poligon Yöntemi

Meteorolojik verilerin kaynağı olan istasyonlar bir alanı değil bir noktayı temsil etmektedir. Alansal yağış ya da evapotranspirasyon hesaplarını yapabilmek için noktalardan etki alanı oluşturulması gerekir. Her noktadan kendisine yakın noktalara çizilen üçgenlerin dikme kesişim yerlerinin birleştirilmesiyle oluşan poligonun içerisindeki herhangi bir noktanın istasyon ile aynı özellikleri taşıdığı varsayılır. İstasyona düşen yağış ve ya evapotranspirasyon, istasyonun içerisinde kaldığı alanla çarpılarak istenilen hesaplamalar yapılır.

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^N A_i P_i \quad \bar{E} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^N A_i E_i$$

P: Yağış (mm), A: Alan (m²), E: Evapotranspirasyon(mm)

3.2.4.4. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (IDW)

Değerleri bilinen örnek noktaların uzaklıkla ters orantılı olarak örneklenmeyen noktaların tahmin edilmesini sağlayan bir ilişkilendirme tekniğidir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar gözetilerek (değerlendirilmeye alınarak) ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesap edilir. Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemde verilerin genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmemektedir. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır. Deterministik bir yöntemdir (Korkmaz Başel vd. 2008).

Ağırlıklı hareketli ortalama, enterpolasyon için yaygın kullanılan bir yaklaşımdır. Farklı ağırlıklı fonksiyonların çeşitleri kullanılmış fakat IDW, CBS sistemlerindeki en ortak form olmuştur. IDW tam bir aradeğer üreticisidir (enterpolatördür) öyle ki verilerin değerlerini pekiştirir. IDW tahmincisi aşağıdaki gibidir ((Lloyd, 2007; Demircan vd., 2011);

$$z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n z(X_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}}$$

Tahminlerin yapıldığı X₀ lokasyonu, komşu ölçümleri n'nin bir fonksiyonudur z(X_i) ve i=1,2,...,n); r gözlemlerin her birinin atanmış ağırlığını belirleyen üstür ve d gözlem lokasyonu X_i ile tahmin lokasyonu X₀'ı ayıran mesafedir.

Çalışmada hem meteorolojik hem de yeraltı suyu analiz verilerinin sonuçları ArcGIS 10.6 programında IDW yöntemine göre işlenmiştir. Çalışmada, literatürde yer alan benzer çalışmalarda güç değeri olarak kullanılan 2 referans alınarak kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Hidroloji

Çalışma alanında Akdeniz iklim tipi egemendir. Yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlıdır. Ovaya, kış aylarında düşen yağış, yıl boyunca düşen yağışın %60'ını oluşturur. Yüksek kesimlere, kış aylarında düşen yağış yıl boyunca düşen yağışın %50'sini oluşturmaktadır. Ovaya, yaz mevsiminde düşen yağış, yıl boyunca düşen yağışın %2'sini, yüksek kesimlere yaz mevsiminde düşen yağış yıl boyunca düşen yağışın %10'unu oluşturmaktadır.

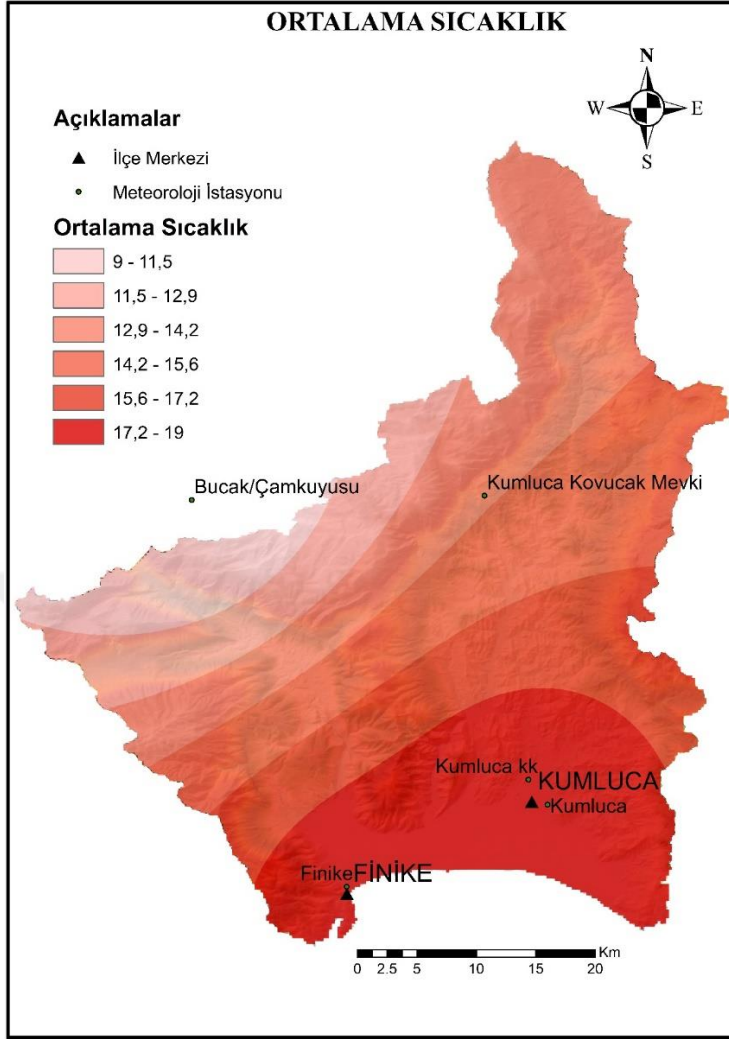
Drenaj alanı içerisinde bulunan 6, drenaj alanı yakın çevresinde bulunan 3 meteoroloji istasyonundan bazı istasyonların yeni açılmış olması sebebiyle toplamda 5'i değerlendirmeye alınmıştır. İstasyonlardan Bucak/Camkuyusu'nun 1969-2003, Kumluca/Akdağ/Kovucak Mevkii'nin 2015-2019, Kumluca'nın 2005-2019, Finike'nin 1970-2019, Kumluca/kk'nın 1970-1992 yılları arası verileri değerlendirilmiştir. Havzanın kuzeyinde yer alan Alakırçay barajı yağışlı dönemlerde taşkınlardan korumak ve kurak dönemlerde su ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılmıştır. Havzanın kuzeyinde yer alan Avlan göletinin de drenaj alanı yeraltı suyuna katkı yaptığı düşünülmektedir.

4.1.1. Sıcaklık

Türkiye'nin en yüksek ortalama sıcaklık değerlerine sahip olan Akdeniz bölgesinde çalışma alanının kış aylarında ortalama sıcaklığı 10 °C, yaz aylarında ortalama 24 °C ve yıl boyunca ortalama 16°C'dir (Şekil 4.1). Havzanın dışında yer alan Bucak Camkuyu meteoroloji istasyonunda ocak ayında -27 °C'ye kadar ölçülebilen sıcaklık değerleri, ovada ve çevresinde minimum -3 °C'ye kadar düşmüştür. Yaz aylarında yüksek sıcaklıktan ve nemden dolayı bölge halkından imkânı olanlar yüksek kesimlere çıkarak sıcaktan korunmaya çalışmaktadırlar. Havzada 2017 yılında Kumluca meteoroloji istasyonunda ölçülen 44 °C en yüksek sıcaklık değeridir.

4.1.2. Nemlilik

Havada her sıcaklıkta belirli miktarda su buharı bulunmaktadır. Sıcaklık arttıkça havada bulunabilecek su kütlesi artmaktadır. Havada bulunan su kütesinin, aynı sıcaklıkta havada bulunabilecek maksimum su kütesine oranına nisbi nem denir. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda ölçülen yıllık nisbi nem ortalaması %64'tür. Uzun yıllar en yüksek nisbi nem oranı ortalaması %71 ile Kumluca istasyonunda ölçülmüştür. Finike meteoroloji istasyonunda 1982 yılında %90 oranında ölçülen nisbi nem bu zamana kadarki en yüksek değerdir. Yaz aylarında havzanın güneyinden kuzeyine gidildikçe nisbi nem oranı azalmakta ortalama %30 seviyelerine kadar düşmektedir.



Şekil 4.1. Kumluca - Finike havzasının yıllık ortalama sıcaklık haritası

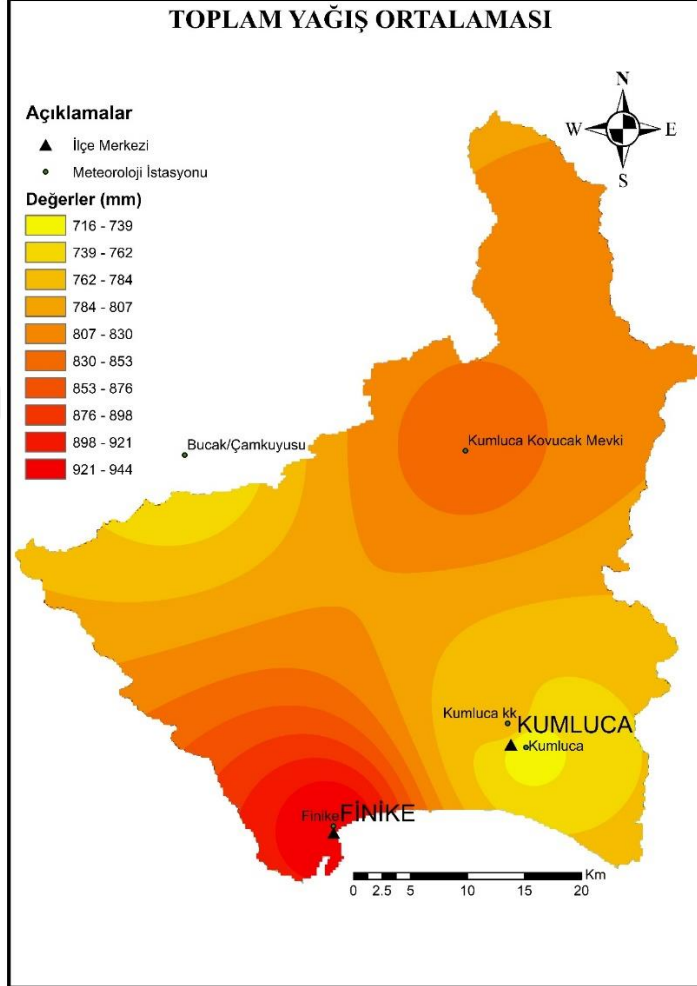
4.1.3. Yağış

Çalışma alanına düşen yıllık toplam yağış ortalama miktarı, Türkiye yıllık toplam yağış ortalamasından fazladır. Toplam yağış ortalaması miktarları Finike, Kumluca, Kumluca kk, Kumluca/Akdağ kovucak mevki, Bucak/Çamkuyusu istasyonlarında sırasıyla 944, 716, 780, 843, 741 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.2). Theissen Poligon yöntemine göre drenaj havzasına düşen yıllık toplam ortalama yağış 820 mm'dir. Drenaj havzasına yılda ortalama $1,25 \cdot 10^9$ m³ yağış düşmektedir. Bu yağışın bir miktarı buharlaşmakta, bir miktarı süzülerek yeraltı suyuna karışmakta, bir miktarı da yüzeysel akış şeklinde havzadan ayrılmaktadır.

Su bütçesi hesabı yapabilmek için yıllık, aylık ya da günlük yağış, buharlaşma, terleme gibi faktörlerin bilinmesi gereklidir. Ölçme durumunun olmadığı yerlerde birçok parametreden dolayı buharlaşmanın ve zemin nemi ile ilişkili olan gerçek terleme miktarının doğrudan belirlenmesi zordur.

Evapotranspirasyonun pratik olarak hesaplanması için bazı değerler göz önüne alınarak deneysel formüller geliştirilmiştir. Bu çalışmada C. W. Thorntwaite (1948)

tarafından geliştirilen ortalama sıcaklık, yağış ve enlem derecesi faktörleri göz önünde tutularak hazırlanan deneysel formül kullanılarak su bütçesi hesabı yapılmıştır.



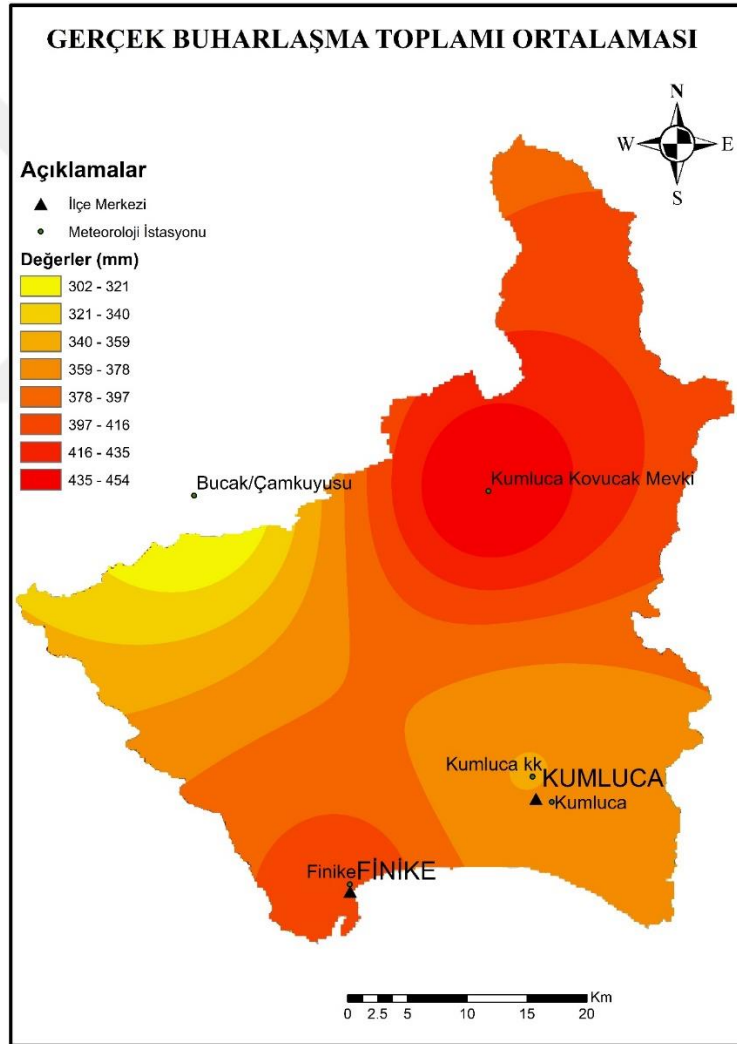
Şekil 4.2. Kumluca-Finike havzasının yıllık ortalama yağış haritası

4.1.4. Evapotranspirasyon

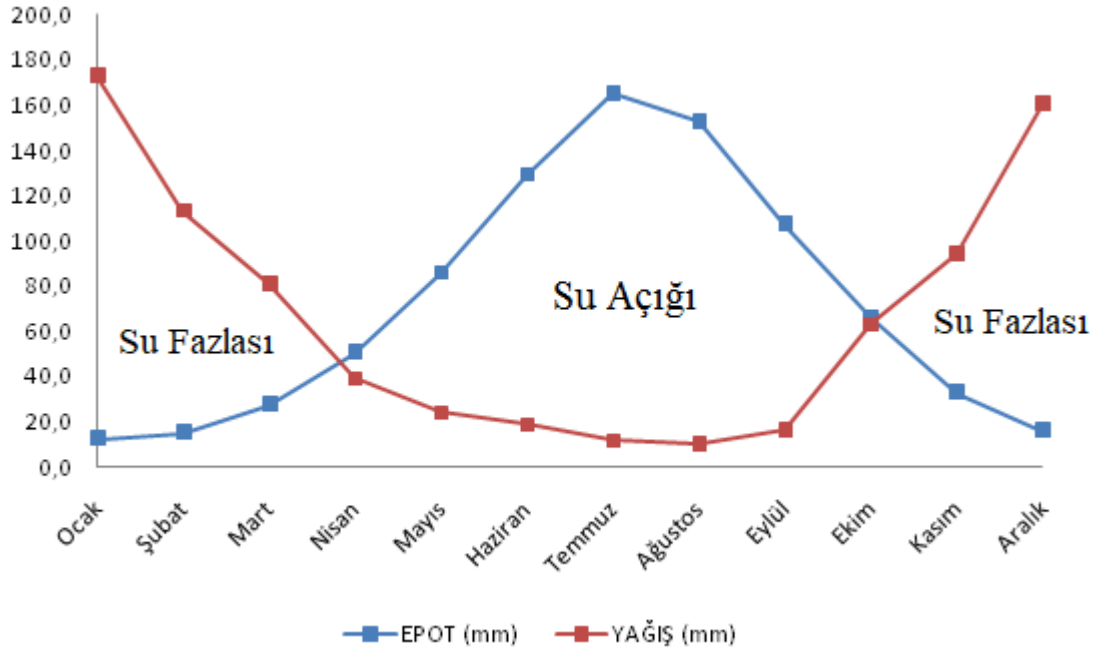
Zeminden buharlaşma ve terleme birbirini etkileyen iki süreçtir. Ancak hidrolojide sadece terlemeyi değil bitkilerle kaplı topraktan toplam buharlaşma ve terleme kayıplarını belirlemek daha faydalı olur (Bayazıt 2003).

Bitki ve ağaçlardan terleme ile zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma ile kaybolan toplam su miktarına evapotranspirasyon denir. Evapotranspirasyon potansiyel ve gerçek olmak üzere iki şekilde değerlendirilmelidir. Her zaman yeterli zemin nemi bulunduğu takdirde meydana gelecek kayba potansiyel evapotranspirasyon (EPOT) adı verilir. Gerçek evapotranspirasyon ise mevcut zemin nemi ile sınırlı olduğu için EPOT'a kıyasla az olabilir (Bayazıt 2003).

Meteoroloji istasyonlarının verilerine dayanarak, yıllık ortalama gerçek evapotranspirasyon değerleri, IDW yöntemiyle çalışma havzasına uygulanmış ve sonuçlar Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Çalışılan bölgenin drenaj alanından, Theissen poligon ve Thorntwaite yöntemine göre gerçek evapotranspirasyon hesaplandığında, $6,04 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ su tekrar atmosfere karışmıştır. Ayrıca Alakırçay barajı, havzada bulunan küçük çaplı göller ve kaynaklardan çıkan sular özellikle yaz aylarında gerçek buharlaşmayı arttırmaktadır. Potansiyel buharlaşmanın oldukça yüksek olduğu yaz dönemlerinde yağış ve zemin nemi olmadığı için yüksek miktarda su açığı meydana gelmektedir. Öyle ki Finike, Kumluca kk ve Kumluca istasyonları sırasıyla yıllık ortalama 602, 654, 596 mm kadar su açığı vermektedir (Şekil 4.4). Ovada yetiştirilen sebze ve meyve bahçeleriyle seraların sulanmasından dolayı zeminden buharlaşmanın ve bitkilerden terlemenin arttığı düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Kumluca-Finike havzasının gerçek buharlaşma tematik haritası



Şekil 4.4. İnceleme alanının aylık su fazlası-su açığı değişimleri

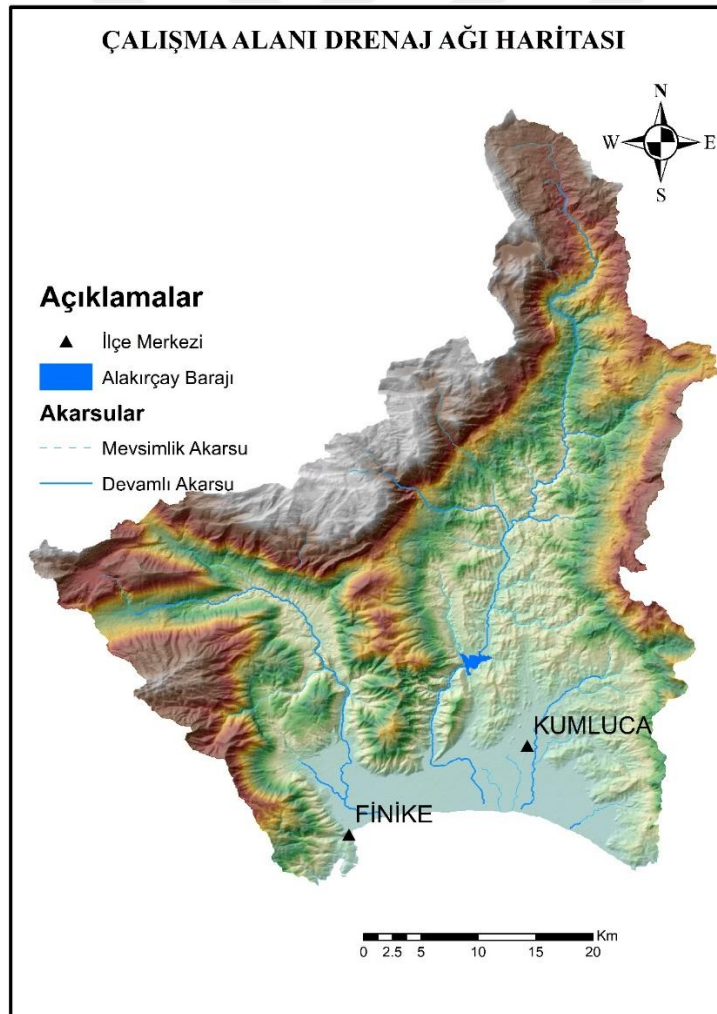
4.1.5. Akış

Thorntwaite ampirik yöntemiyle yapılan hesaplamada zemin suya doyduğunda ve gerçek evapotranspirasyon ile bir miktarı tekrar atmosfere karıştıktan sonra artı kalan su fazlasının yarısı o ay akış şeklinde hesaplanır; diğer yarısı bir sonraki ayın akış miktarına eklenir.

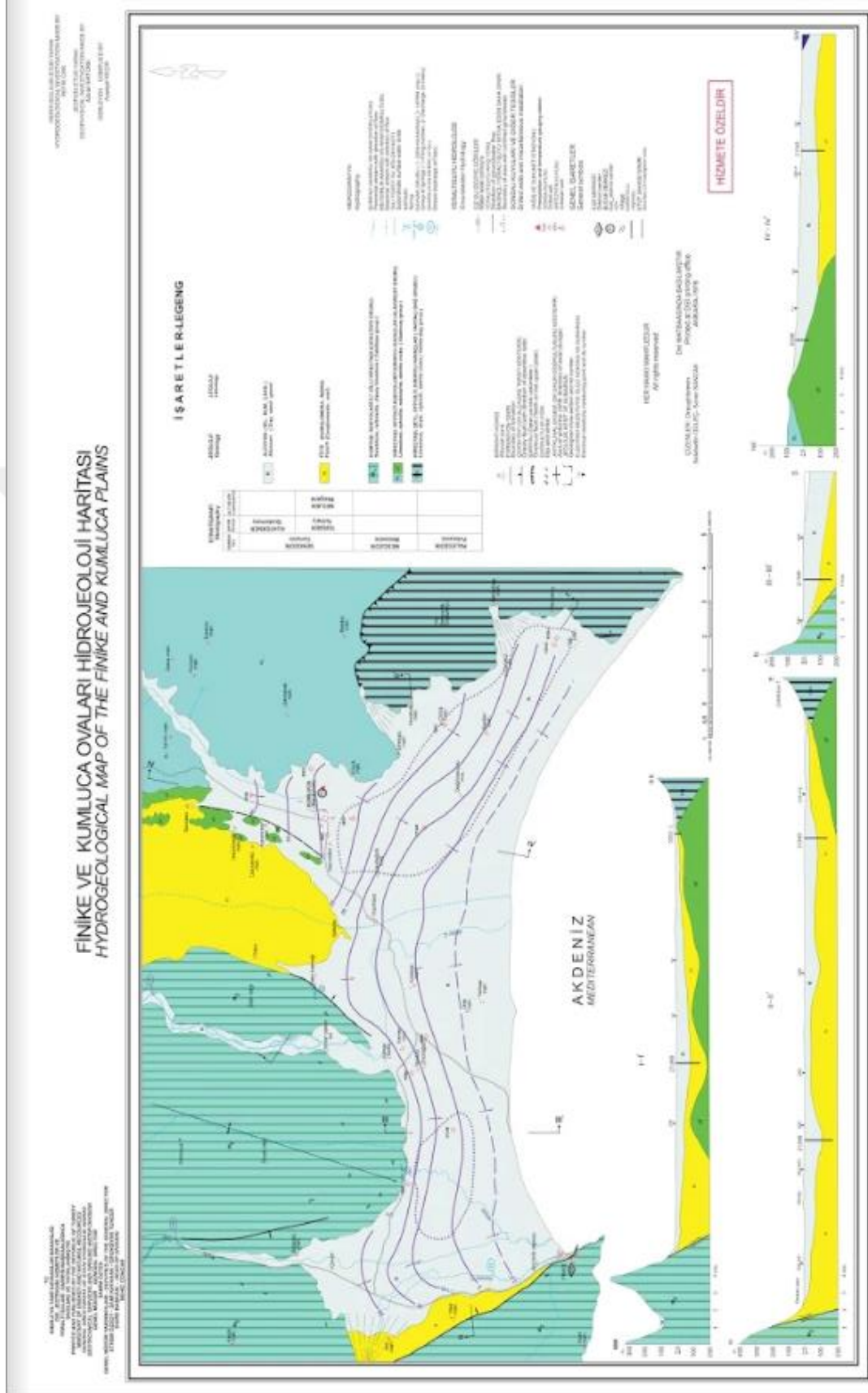
ArcGIS 10.6 da Projected Koordinat Sistemi wgs1986 36 N ta hesaplanan Theissen poligon alanıyla meteoroloji istasyonlarında Thorntwaite metoduna göre hesaplanan akış miktarı çarpılarak $((\text{mm} \cdot \text{m}^2) / 1000)$ akışın debisi litre cinsinden hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre yıl boyunca toplam $6,48 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ su gerek yüzeysel gerek yeraltı akışı şeklinde havzadan ayrılmıştır. Bu miktar saniyede ortalama $20,5 \text{ m}^3$ suyun havzadan ayrılmasıdır. Debinin en yüksek olduğu ocak ayında saniyede ortalama 64 m^3 su akış şeklinde havzayı terk eder. Yağışla birlikte yükseklerdeki karın da erimesiyle zaman zaman Alakır çayı yatağına sığamamaktadır ve taşarak tarım arazilerine zarar verebilmektedir.

4.2. Hidrojeoloji

İnceleme alanının drenaj ağı 1530 km² dir ve kuzey sınırlarını Beydağları oluşturur (Şekil 4.5). Su akış yönleri genel olarak kuzeyden güneye doğru olup açık havza özelliği taşımaktadır. Havzanın su potansiyeli hidroelektrik santraller, barajlar, göletler, balık çiftlikleri gibi ekonomik faaliyetlerle değerlendirilmektedir. Çalışılan alanın kuzeyindeki karstik kaynaklar vadiler boyunca nehirleri, çayları ve dereleri beslemektedir. Karstik oluşumların ovaya açılan bölümünde yüksek debili pınarlar bulunmaktadır. Çöküntü havzasının molozlar, alüvyonlar ile tekrar dolmasıyla oluşan ova yeraltı suları yönünden zengindir. Ovanın tamamında serbest akifer olduğu ve yeraltında suyun hareketinin kısıtlı olmadığı DSİ tarafından yapılan deney sonuçlarına dayanılarak söylenebilir. Finike yöresinde yapılan 80-100 metre derinliklerindeki sondaj kuyuları basınçlı akiferlerden su temin etmektedir. Buradaki kuyuların suyu pompaj yapılmadan kullanılabilir. Kumluca yöresinde basınçlı akiferlerden suyu temin etmek için özellikle yağışlı dönemde pompaja gerek duyulmazken kurak dönemde pompaj ihtiyacı duyulur. DSİ tarafından 1978 yılında hazırlanan Finike ve Kumluca Ovalarının hidrojeolojik etüd raporu hazırlanmıştır. Bu raporla yeraltı statik su seviyeleri, akış yönü ve akiferlerin özellikleri belirlenmiş, ovanın enine kesitleri çıkarılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Kumluca-Finike havzası drenaj haritası



Şekil 4.6. Finike ve Kumluca ovaları hidrojeoloji haritası (DSİ 1978).

4.2.1. Su Noktaları

4.2.1.1. Akarsular

Çalışma alanında bulunan Karasu çayı, Akçay, Başgöz deresi ve Alakır çayı devamlı akan önemli akarsulardır.

Karasu çayı: Yan birimlerden gelen kaynak ve yüzey suları ile beslenerek güneydoğuya doğru akan bu çay, Yeşilyurt mevkiinde güneye doğru yönelerek Finike'den denize dökülür. Debisi saniyede ortalama $5,52 \text{ m}^3$, drenaj alanı ise 186 km^2 dir.

Akçay: Havzanın kuzey kesimlerinden doğan bu çay yüksek kotlarında Başgöz çayı olarak adlandırılır. Kaynak ve yağış suları ile beslenerek güneye doğru akar ve Turunçova mevkiinde, Tekke Pınarının suyunu da bünyesine katarak Finike'den denize dökülür. Kuzeyden, içerisine katarak getirdiği, daha ziyadesiyle kum ve çakıldan oluşan malzemeyi ovanın geniş bir alanlarına taşımıştır (DSİ 1978).

Başgöz deresinin debisi saniyede 6 m^3 , drenaj alanı 305 km^2 olup Tekke pınarlarıyla Turunçova mevkiinde birleşmektedir.

Alakır çayı: Bazı kaynaklarda Alakır Nehri olarak geçen çay havzanın en önemli akarsuyudur. Dereköy sınırları içerisindeki Beydağ yaylasının kaynak sularından doğan çay, geniş bir drenaj havasına sahip olup; üzerine 5 hidroelektrik santral ve sel sularını önlemek, yazın sulama yapmak amacıyla 1971 yılında Alakır barajı kurulmuştur. Daha önceleri Hasyurt'un batısından denize dökülen çay, üzerine Romalılar tarafından yapılan Kırkgöz köprüsünün alüvyonlar tarafından dolmasıyla set vazifesi görmüş, daha sonra doğuya yönelerek Göksu deresinin yatağından denize ulaşmaktadır. (Anonim 2). Çalışma havzasının ortasından geçen çay, kuzeyden güneye doğru akmaktadır. Çayın Beydağ yaylasından henüz doğduğu andaki debisi $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Anonim 2) olup yıl boyunca ortalama saniyede 8 m^3 debiye sahiptir ve drenaj alanı 765 km^2 dir.

Çalışılan bölgede bu üç akarsudan başka yazın kuruyan irili ufaklı birçok dere mevcut olup, bu derelerin getirdiği kum ve çakıllar alüvyon konileri oluşturmuştur ve yeraltı suyu beslenimlerinde önemli rol oynamaktadırlar.

4.2.1.2. Kaynaklar

Dere yataklarında ve yüksek kesimlerde çok sayıda kaynak mevcut olup ova içerisinde gruplar halinde bulunan Tekke ve Salur pınarları bunların en önemli iki tanesidir.

Tekke Pınarları: Kuzeyinde geniş bir drenaj alanına sahip olan Tekke pınarları Ova alanının kuzeyinde yer alan ve Trias Jura-Kretase yaşındaki kalkerlerin karstik boşluklarından çıkar (DSİ 1978). Bu pınarların yıl boyunca ortalama debisi 6 m^3 tür.

Salur Kaynakları: İsmi mahallesinden alan Salur kaynakları Tekke pınarları gibi aynı kireçtaşlarının karstik boşluklarından çıkmaktadır. Yeraltı suyu karstik boşluklardan faylanmadan dolayı burada yüzeye çıkmıştır(DSİ 1978) ve Alakır çayına karışarak denize dökülmektedir. Bu kaynakların yıl boyunca aylık ortalama debisi $2,3 \text{ m}^3$ dolaylarındadır.

4.2.1.3. Kuyular

İnceleme alanında derin ve/veya sığ, birçok sondaj kuyusuyla birlikte pek çok adi kuyu da mevcuttur. Özellikle seracılığın artmasıyla neredeyse her sera için ve her tarla için sondaj kuyusu açılmış olup; sulama yüzey suyu ve kanallar yerine, su kimyasının daha az değiştiği öngörülerek ve kullanımının daha kolay olması sebebiyle bu kuyulardan yapılmaktadır. Bölge halkı içme suyu olarak kuzeyden getirilen kaynak suyunu bu kuyulara oranla çok daha fazla tercih etmektedirler. Finike ve kuzeyinde açılmış 70-80 metre üzerindeki kuyular artezyen yapmıştır. Kumluca ilçesi civarında açılmış derin kuyularda bazı mevsimlerde artezyen yapmaktadır. Dere yataklarının yakınlarına açılan kuyularda daha çok kum ve çakıl malzeme görülmüş olup, ovanın kuzeyinde alüvyondan sonra ofiyolitik birimler yer almaktadır (DSİ 1978).

4.2.2. Akiferler ve Özellikleri

Yeraltı suyu taşıyan birimler alüvyon, kum ve çakılları ile muhtemel Neojen konglomeraları olarak tanımlanmıştır. Dere yataklarına yakın yerlerdeki sondajlarda bu birimler 100 metreden daha fazla geçilmiştir. Özellikle Alakır çayı yatağı dolaylarında alüvyon kalınlığı diğer yerlere göre daha fazladır. Ovadaki alüvyon dağılımı 102 km² olup dere yataklarından uzaklaştıkça kalınlıkları azalmaktadır. Ayrıca alüvyonun altında görülen konglomeralar bazı yerlerde 50-60 metreden daha fazla kalınlık göstermektedir. Ancak alüvyon alt sınırı konglomera elemanlarıyla benzerlik göstermesinden ve bazı yerlerde geçişli olmasından dolayı, net olarak ayırt edilememiştir. Bu birimlerin yeraltı suyu akifer özellikleri benzer olduğundan bu ayrımı yapmaya gerek duyulmamıştır (DSİ 1978).

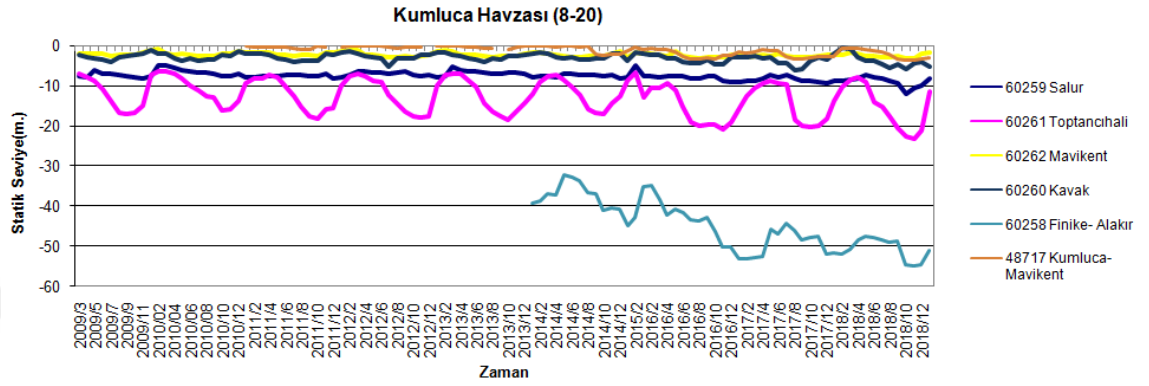
Ovanın doğu, batı ve kuzey kesimlerinde dolgu malzemesinin kalınlığı 15-25 m arasında olup güneye doğru artmaktadır. Yeraltı suyu taşıyan birimlerin alüvyon kum çakıllarıyla, Neojen konglomeraları olduğu bunların birlikte çalışmaları ve iletkenlik katsayısının ortalama 1000 m³/gün/m olduğu belirtilmiştir. Ova, Alakır çayının doğusu ve batısı şeklinde ikiye ayrıldığında Finike ovasının yıllık emniyetli verimini 33,5*10⁶ m³/yıl, Kumluca ovasının yıllık emniyetli verimini 5,5*10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır (DSİ 1978). Her iki ovada akifer karakterlerinin aynı olduğunu, yeraltı suyu işletmesi olmadığında tuzlu su kamasının ovaya uzantısını 187,5 metre emniyetli verimin tamamı kullanıldığında 625 m olacağı yeraltı suyunun iyi olduğu ve kalitesinin C2S1 sulama suyu sınıfında olduğu belirlenmiştir (DSİ 1978).

DSİ tarafından açılan sondaj kuyularında, kuyuların açıldığı yıl pompa deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde kısmen kum, çakıl ve konglomeraların iletkenlik katsayıları hakkında bilgi edinilmiştir. Bu pompa deneylerine göre yeraltı suyu bulunan birimlerin iletkenlik katsayıları, akiferlerin kalın olduğu ve kil miktarının az olduğu yerlerde yüksek, ova kenarları ve kil miktarının çok olduğu yerlerde nispeten daha düşüktür. Ekim 2002 tarihinde DSİ 13. Bölge Müdürlüğü tarafından Kumluca 57459 nolu kuyuda yapılan pompa deneyinde Jacob yöntemi yükselim grafiğine göre iletkenliği T=1900 m³/gün/m bulunmuştur.

DSİ tarafından sahada yapılan pompaj deneylerinde akiferin iletkenlik katsayılarının 100-3000 m³/gün/m arasında değiştiği belirlenmiş, bazı kuyularda artezyen verimlerinin 29-79 lt/sn arasında olmasından dolayı deney yapılamasa da iletkenlik

katsayılarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (DSİ 1978).

Çalışma alanındaki numune alınan kuyuların hepsinde pompa olmasından dolayı yeraltı su seviyesi ölçümü yapılamamıştır. Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü tarafından ölçülen bazı kuyu verileri Şekil 4.7’de verilmiştir. Grafığe göre bazı kuyuların yıllar içerisindeki statik su seviyesi daha da düşmektedir. Bazı kuyuların su seviyeleri de mevsimsel ve sulama kaynaklı değişikliğe uğramaktadır.



Şekil 4.7. Kumluca havzasında bazı kuyuların statik su seviyesi değişimleri (DSİ 1978).

4.3. Hidrojeokimya

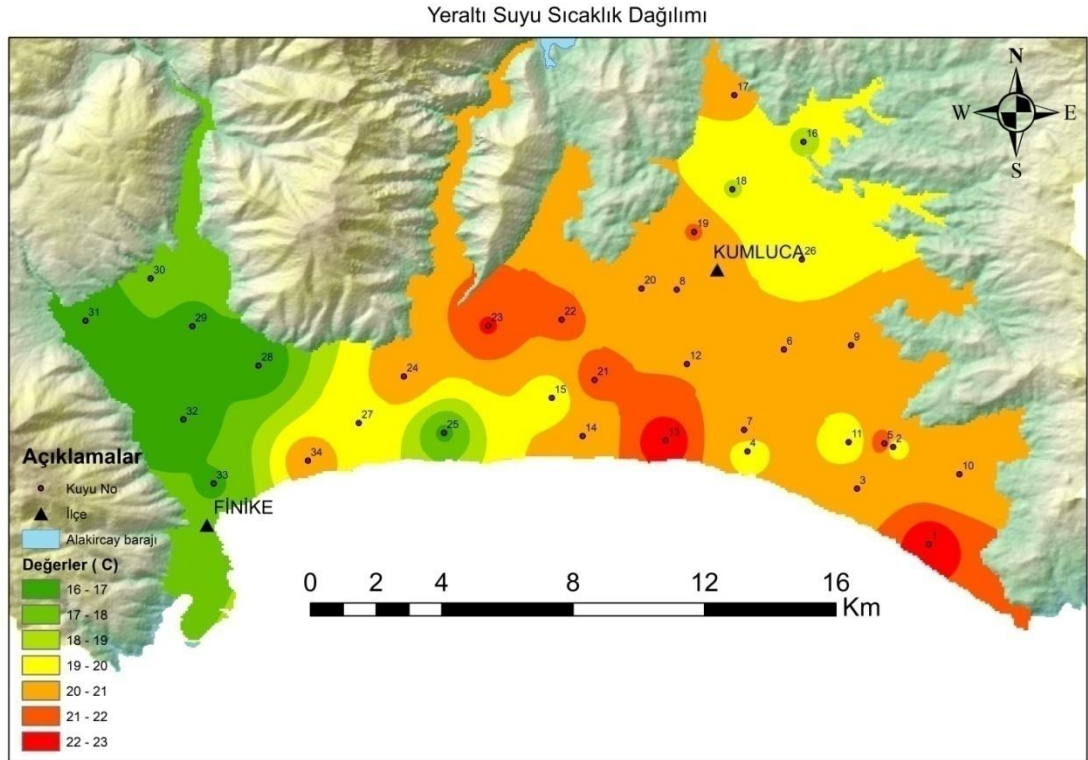
Kumluca ve Finike ovalarından alınan su numuneleri analiz edildikten sonra, elde edilen sonuçlar ArcGIS 10.6 programı yardımıyla tek tek haritalanmıştır. Ayrıca suların sınıflandırılması sırasında Aquachem 2014.2 yazılımı yardımıyla grafikler oluşturulmuş, içilebilirliği ve kullanılabilirliği değerlendirmiştir.

4.3.1. Suların Fiziksel Parametreleri

4.3.1.1. Sıcaklık

Suların fiziksel özelliklerinden birisi olan sıcaklık, suyun diğer fiziksel özelliklerini ve kimyasal içeriğini etkilemektedir. Gazların çözünümü sıcaklıkla ters, katı maddeler ile doğru orantılıdır. Sıcaklık bu şekilde dolaylı da olsa basıncı da etkilemektedir. Diğer taraftan katı maddelerin erimeleri sıcaklıkla doğru orantılı olduğu için salinite derecesinin de (tuzluluk) sıcaklıkla ilgili olduğu dikkate alınmalıdır (Kadak ve Aras 2017). Gazlar soğuk sularda daha fazla, sıcak sularda daha az çözünmektedir. Deniz seviyesinde 0°C deki O₂ miktarı 14,6 mg/l iken 22 °C’de 8,9 mg/l dir (Kadak ve Aras 2017). Sulardaki çözülmüş CO₂, pH derecesiyle ters orantılıdır. Sıcak sularda CO₂ az çözüldüğü için pH yüksek, soğuk sularda CO₂ yoğun olduğu için pH düşüktür (Kadak ve Aras 2017). Sıcaklığın suyun biyolojik etkilerine oranı; fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerinden çok daha fazladır (Kadak ve Aras 2017). Sıcaklığa bağlı olarak su içerisindeki kimyasal, biyolojik ve fiziksel reaksiyonlar değişir. Suyun kullanım alanlarına göre belli sıcaklık aralıklarında olması istenir.

Ovanın yeraltı suyu sıcaklık dağılımı Şekil 4.8’deki tematik haritada da görüldüğü üzere 16°C-23°C derece arasında değişmektedir.

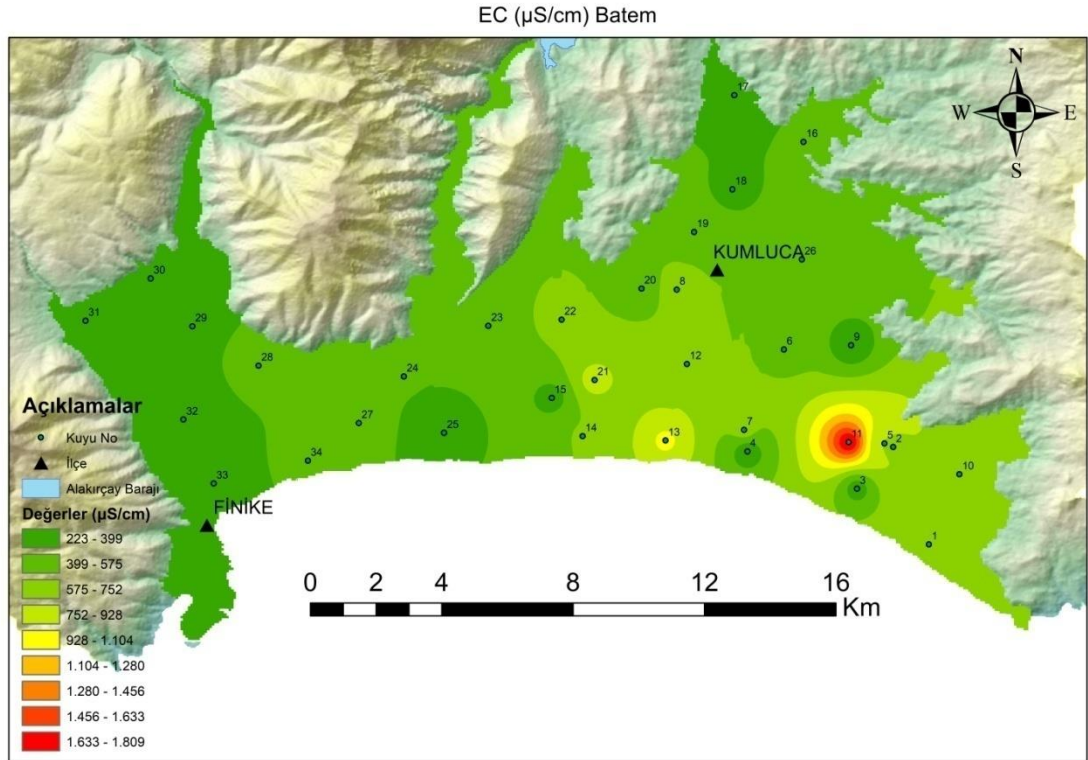


Şekil 4.8. Kumluca-Finike ovasının yeraltı suyu sıcaklık haritası

4.3.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Suyun elektrik akımını iletebilmesi özelliğine suyun elektriksel iletkenliği (EC) denir. Su içerisindeki madde miktarı, tuz miktarı ve iyon yoğunluğu elektriksel iletkenlik değerini değiştirmektedir. Sıcaklığın artmasıyla çözünen madde miktarı ve iyonlar arttığı için elektriksel iletkenlikte artmaktadır. 25 °C’ deki 1 cm³ suyun elektriksel iletkenliğinin ölçüsü microohm/cm cinsinden ifade edilir. Saf su çok düşük olsa da elektriği iletebilmektedir. Elektriksel iletkenlik tatlı sularda 10 ile 1000 µohm/cm arasında; deniz suyu girişinin olduğu, kirli sularda ve topraktan çok fazla mineralin çözüldüğü sularda 1000 µohm/cm değerinden fazla ölçülebilir (Tofan 2008).

Şekil 4.9’da örtü altı tarımının çok yoğun yapıldığı, havzanın doğu kesimlerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin artmakta olduğu gözlenmektedir.

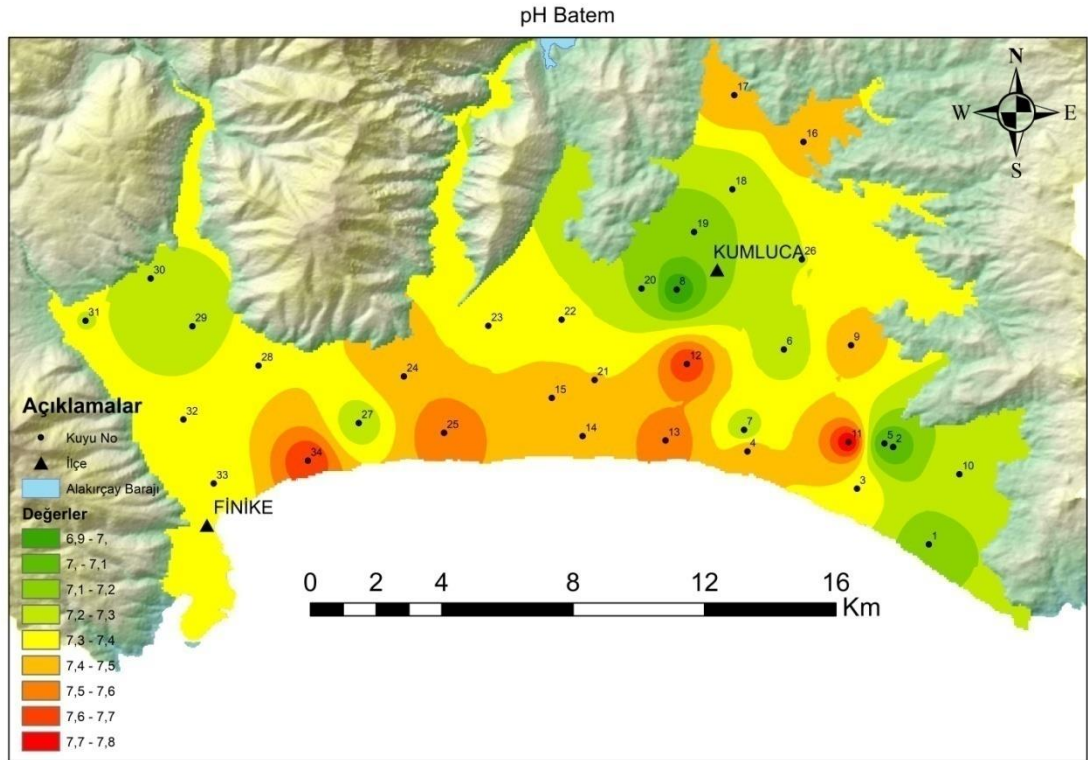


Şekil 4.9. Havzadaki yeraltısularının elektriksel iletkenliğini gösterir tematik haritası

4.3.1.3. Hidrojen İyon Konsantrasyon (pH)

Sularda hidrojen iyonu derişiminin ölçüsü olan pH; bir bileşikteki hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması olarak tanımlanır ve matematiksel olarak $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ şeklinde ifade edilir. pH değerleri 0-14 arasında değişir ve 7 nötrdür. Hidrojen iyon konsantrasyonunun artmasıyla pH düşerek asidik, hidroksil iyon konsantrasyonunun artmasıyla pH artarak alkali özellik kazanır. Suyun pH'sı suda erimiş olarak bulunan serbest karbondioksit, bikarbonat ve karbonat iyonlarının derişimine bağlıdır. Suda fazla karbondioksit varsa asidik reaksiyon, kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali reaksiyon gösterir. İçme suyunun pH'sının 6,5-9,5 değerlerinde olması istenir (TS266 2005).

Şekil 4.10'daki tematik haritada numune derlenen sondaj kuyularına göre ovada kuzeyden güneye doğru pH derecesinde kısmen bir artış gözlenmektedir.



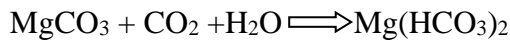
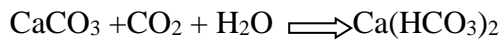
Şekil 4.10. Kumluca-Finike ovası yeraltı suları pH değeri dağılım haritası

4.3.1.4. Sertlik

Sertlik suların içerisinde çözünen iyonlara bağlıdır. Suda çözünen minerallerin daha çok Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları olmasından dolayı kalsiyum ve magnezyum iyonlarının toplam derişimi suyun sertliği olarak ifade edilir. Ancak yüksek miktarda var olan başka iyonlarda sertlik derecesini etkileyeceğinden sertlik hesaplamalarında kullanılır.

Suyun sertliği sabunu çökeltme kapasitesinin ölçüsüdür. Sabun suda Ca ve Mg iyonları ile çökeltilir. Sudaki Al, Fe, Mn, Sr, Zn gibi iyonlarda sabunu çökeltse de kompleks yapıda olduğu için sertliğe fazla etkileri yoktur (Tofan 2008)

Jeolojik yapı, topraktaki minerallerin erimesi ve endüstriyel atıklar suyun sertlik derecesini belirler. Karbondioksit derişimi suların sertliğini büyük oranda etkiler. Etkileşime geçtiği kayalardan $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ ü çözerek $Ca(HCO_3)_2$ ve $Mg(HCO_3)_2$ bileşiklerini oluşturur (Gölhan 1967).



Suların sertliği geçici sertlik, kalıcı sertlik ve toplam sertlik olarak değerlendirilir. Sulardaki CO_3 ve HCO_3 iyonlarından meydana gelen sertlik geçici sertliktir. Sular kaynatıldığında $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ çökertilerek geçici sertlik giderilir.

Kalıcı sertlik suların kaynatılmasıyla giderilemeyen SO_4 ve Cl gibi tuzlardan oluşan sertliktir. Toplam sertlik geçici ve kalıcı sertliğin toplamıdır.

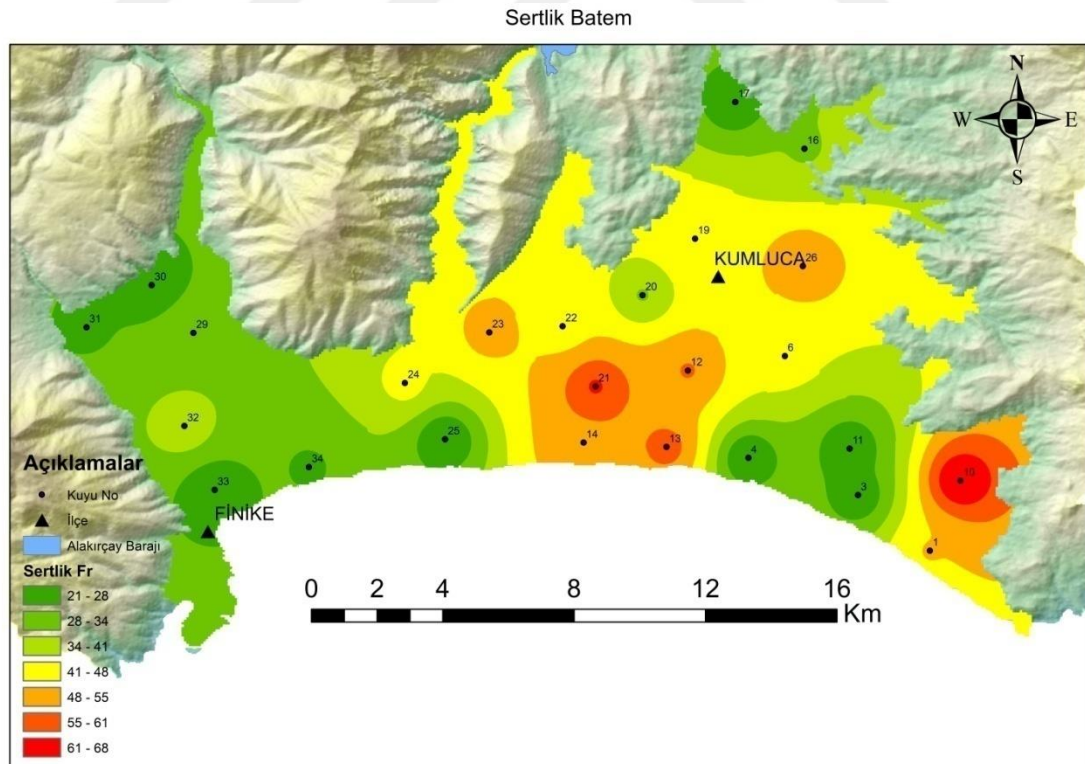
Ülkemizde kullanılan sertlik derecesi Fransız sertlik derecesidir. Bir litre suda bulunan 10 mg Ca ve Mg bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonlar, 1 Fr° sertlik derecesine karşılık gelir (Erguvanlı ve Yüzer 1987).

Toplam sertlik = $5(rCa + rMg)$ (Erguvanlı ve Yüzer 1987) olarak hesaplanır (meq/l cinsinden) (Çizelge 4.1).

Çalışma alanındaki yeraltı sularının sertlik derecesini gösteren tematik harita Şekil 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Suların sertlik değerlerine göre sınıflandırılması (Erguvanlı ve Yüzer, 1987).

Toplam Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	Sınıflandırma
0-7,2	Çok yumuşak su
7,2-14,5	Yumuşak su
14,5-21,5	Az sert su
21,5-32,5	Oldukça sert su
32,5-54	Sert su
>54	Çok sert su



Şekil 4.11. İnceleme alanındaki yeraltısularının sertlik derecesinin dağılımını gösterir tematik harita

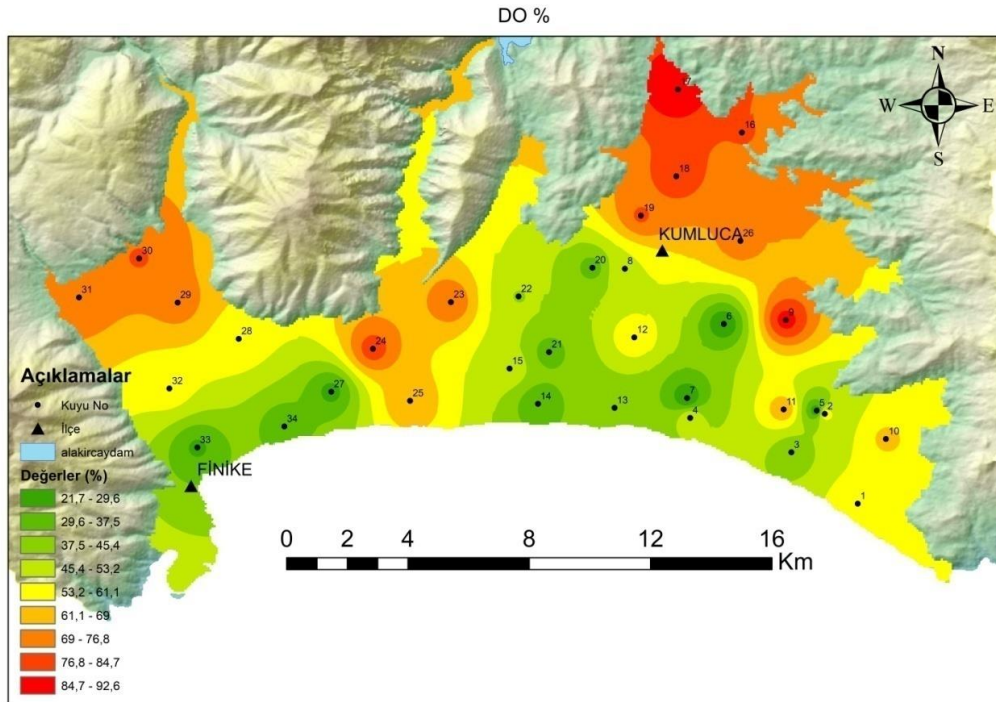
4.3.1.5. Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen ve sıcaklık doğal sulara biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir ve birbirleriyle ters orantılıdır (Geldiay ve Balık 1995). Doğal sulara oksijen varlığı atmosferden suya geçişler ve fotosentez sonucu üretilen oksijenin direk suya geçişleri ile olmaktadır. Sular içerisinde oksijenin miktarı sıcaklık, atmosferik basınç, tuzluluk, türbülans, bitki ve alglerin fotosentez aktiviteleri ve minerallerin derişimine de bağlıdır. Sulardaki oksijen biyokimyasal tepkimeler ve redoks tepkimeleri gerçekleştirerek suların kendisini yenilemesini sağlar.

Doğal ya da antropojenik sebeplerle sulara oksijen derişiminin aşırı düştüğü durumlarda çöken maddelerin çürümesi sonucu anaerobik koşullar meydana gelebilir. (Chapman and Kimstach 1996). Sulardaki oksijen derişimi, bitki ve hayvanların solunumu, oksidasyon olaylarını içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olaylar, oksijence atmosferden daha zengin olan sulardan atmosfere oksijen geçişi gibi nedenlerle düşebilir. Yüzeysel sularında genellikle yaz aylarında sıcaklık artışıyla oksijen miktarı azalmaktadır. (SKKY 2008).

0-50°C sıcaklıklar arasında doğal tatlı sularda çözünmüş oksijen 15-6 mgL⁻¹ düzeyleri arasında değişir. Ayrıca derinliğin ve tuzluluğun artmasıyla doğal sulardaki oksijen miktarını azalmaktadır (Boyd and Tucker 1998). Özellikle derin sularda oksijenin bulunmaması suların kirli olduğu anlamına gelmez. İçme sularında çok olması sulara agresif özellik kazandırdığından ve lezzetini bozduğundan fazla olması istenmez.

Şekil 4.12’de, çalışma havzasındaki yeraltısularının çözünmüş oksijen miktarını gösteren tematik harita görülebilmektedir.

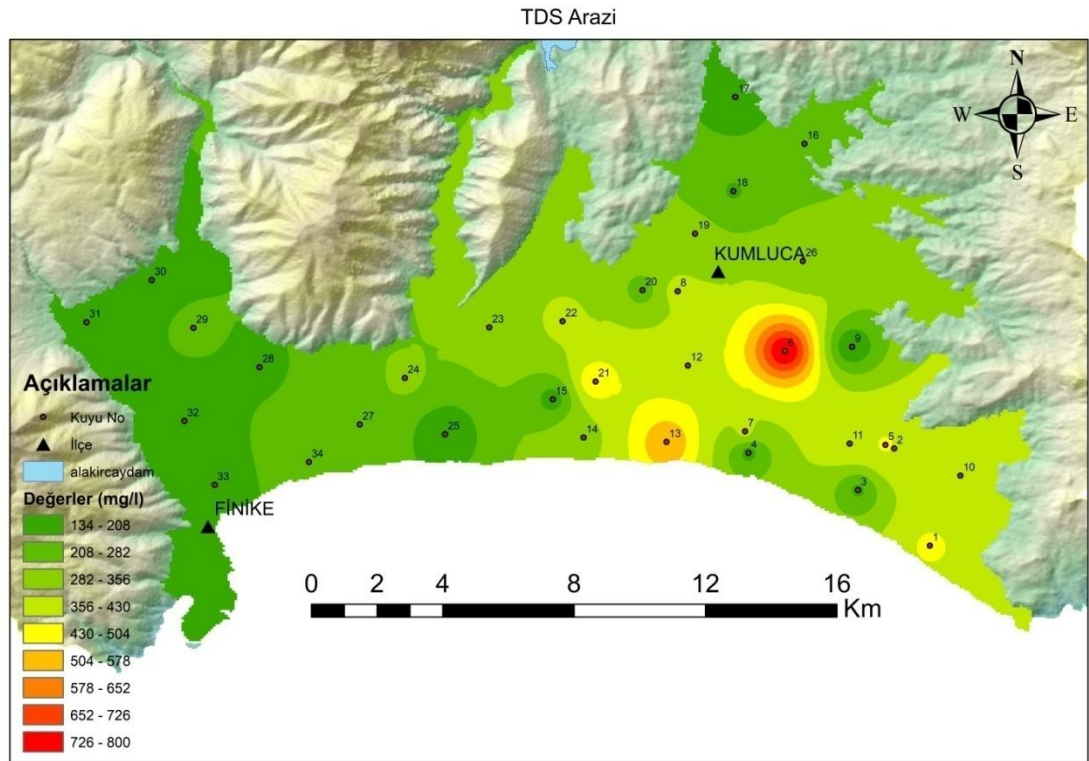


Şekil 4.12. Yeraltısuyunun çözünmüş oksijen miktarını gösterir tematik haritası

4.3.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS)

Suların mineral ve iyon zenginliğini gösteren önemli parametrelerden biri olan Toplam Çözünmüş Madde (TDS) derişimidir. Genel olarak üst limit için 1500 mg TDS/l derişime sahip sular Tatlı Su, 5000 mg TDS/l derişime kadar olan sular Acı Su, daha fazla TDS içeren sular "Tuzlu Su" olarak tanımlanır. Sularda çok yüksek oranda ve çok düşük oranda TDS bulunması istenmez. 2000 mg TDS/l üzerindeki sular borular içinde tabakalaşmaya da sebep olabilir, içme suyundaki yüksek konsantrasyonları ishal etkisi gösterebilir. Bu özellikteki bir su endüstriyel veya sosyal su temininde kısıtlı amaçlar haricinde kullanılamayacağı gibi, sulama suyu amaçlı olarak da kullanılamaz. Toplam çözünmüş maddesi çok düşük olan sular agresif ve koroziftirler. Bu nedenle özel kullanımlarda tedbir alınmalıdır (Erguvanlı ve Yüzer 1973).

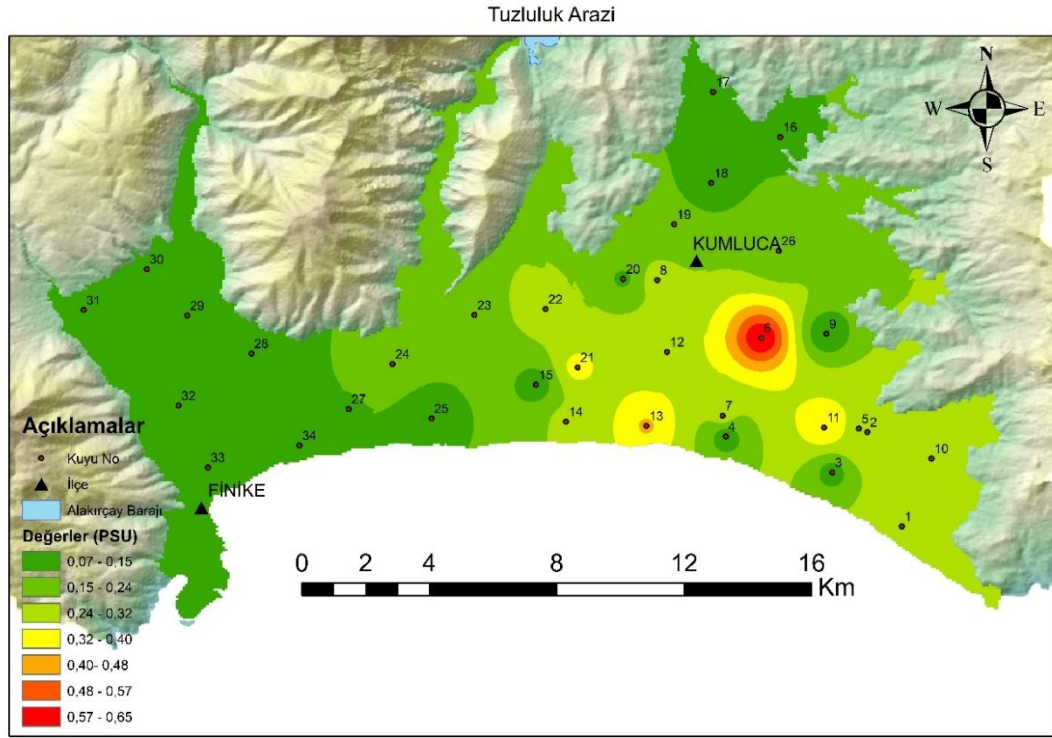
İnceleme alanındaki yeraltısularının Toplam Çözünmüş Madde (TDS) derişimini gösteren tematik harita Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. İnceleme alanının TDS’yi gösterir tematik haritası

4.3.1.7. Oksidasyon İndirgenme Potansiyeli (ORP)

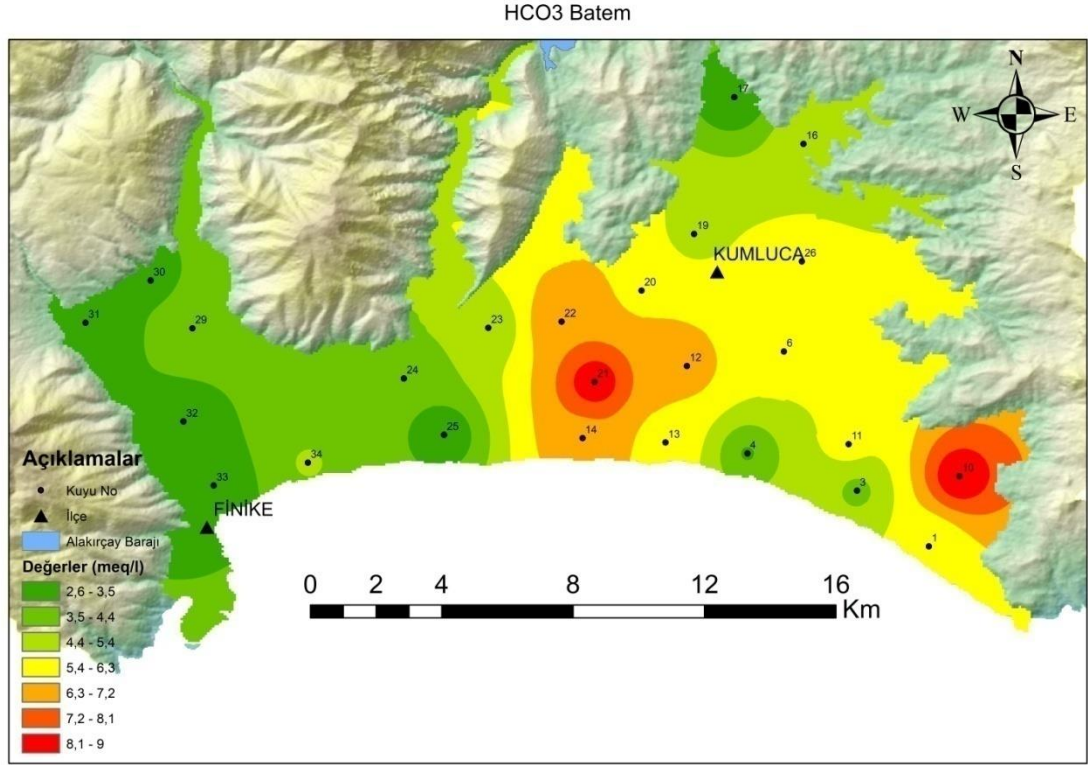
ORP bir çözeltinin oksitlendirme veya indirgeme eğilimini milivolt değeri olarak belirleyen önemli bir parametredir. Bazı kimyasal tepkimelerde elektron alış-verişi sonucu iyonların veya elementlerin değerlikleri değişir. İyon veya atom elektron veriyorsa yükseltgenmiş (oksidasyon), elektron alıyorsa indirgenmiş (redüksiyon) olur. Sistemdeki bir bileşik veya atom indirgendiğinde başka bir bileşik yükseltgenmektedir (Jacob, 1970).



Şekil 4.15. Kumluca- Finike ovası yeraltı suyu tuzluluk dağılımı tematik haritası

4.3.2. Suların Kimyasal Özellikleri

Yeraltı suyunun içilebilirliğini ve sulamada kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için havzayı temsil edecek 34 su numunesi derlenmiştir. Her kuyudan iki numune alınmış bunların 25 tanesi Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Müdürlüğünde (Batem), 34 tanesinde Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarında analiz edilmiştir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Müdürlüğü Laboratuvarı analiz sonuçlarına göre havzanın hidrojeokimyasal değerlendirmesi ve haritası yapılmıştır (Şekil 4.16).



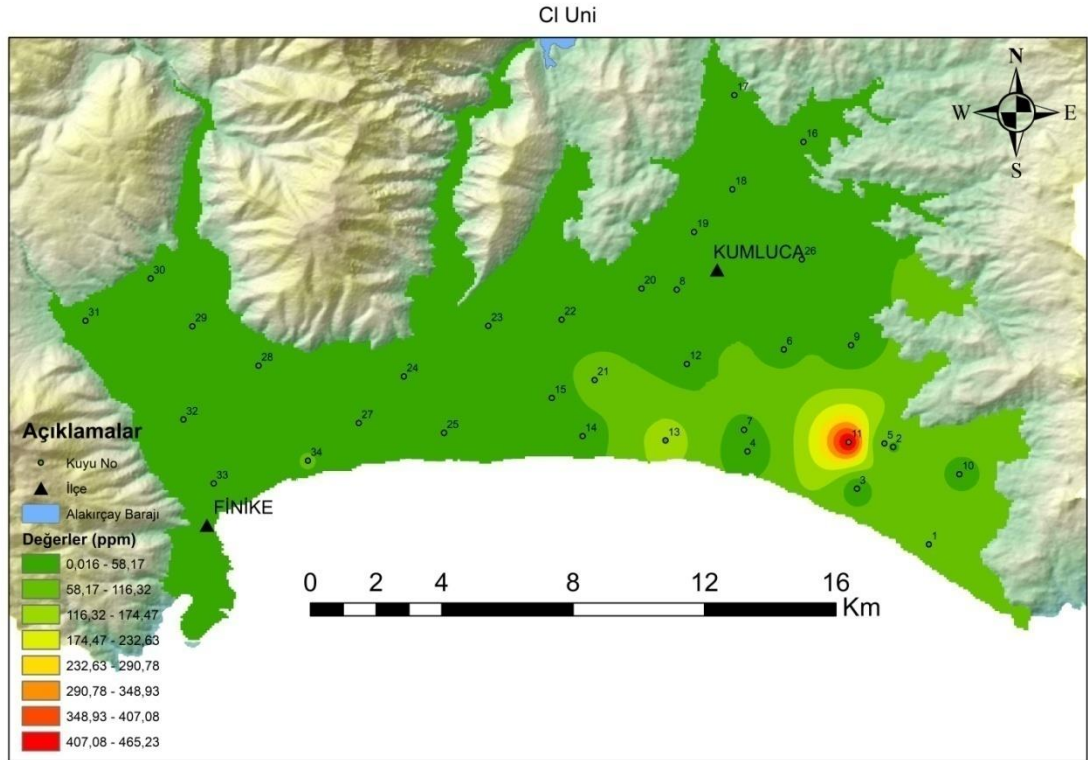
Şekil 4.17. İnceleme alanının HCO₃⁻ dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.2.1.2. Klorür (Cl⁻)

Sulardaki klorür iyonu (Cl⁻) genel olarak deniz suyundan ve/veya evaporitlerden kaynaklanmaktadır. Klorür doğal sularda sadece Cl⁻ formunda bulunmaktadır. Eksi yüklü oluşu, klorürün kolloidler tarafından tutulmasını engellemektedir. Ayrıca iyon yarıçapının büyük olmasından dolayı oluşturduğu tuzlar suda kolayca çözünür. Kirlenmemiş doğal sularda klorür içeriği genellikle 10-20 ppm aralığındadır. Bu değer yağış sularının klorür içeriği ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Demiroğlu 2008). Yeraltı sularında klorür iyonunun fazlalığı genel olarak suyun litolojik kaynaklar veya antropojenik etmenler tarafından kirlendiğini göstermektedir. Yeraltı suyuna en fazla Cl⁻ veren kaynak deniz suyudur. Bu bakımdan kıyılardan uzaklaştıkça yeraltı sularındaki Cl⁻ miktarı önemli oranda azalır (Şahinci 1991).

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 kullanılacak en kolay yöntem suyun Cl miktarının ölçülmesidir (Şahinci 1991). Sulardaki hidrolojik çevrimde Cl⁻ iyonu iyi korunabildiğinden dolayı iyi bir izleyici parametresidir (Demir 2013).

Çalışma alanındaki klorür iyonu (Cl⁻) dağılımını Şekil 4.18'de görmek mümkündür.



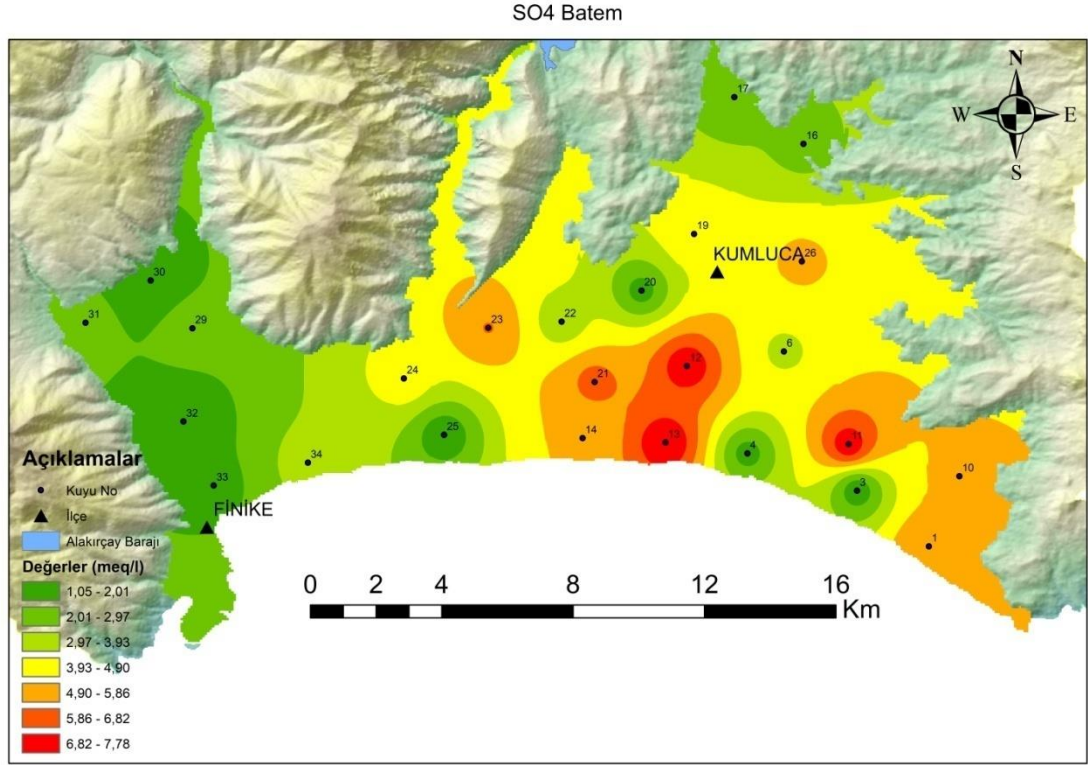
Şekil 4.18. İnceleme alanının Cl dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.2.1.3 Sülfat (SO_4^{2-})

Sülfat iyonları kükürt elementinin indirgenmesi ve suyla temas etmesi sonucu oluşurlar. İyon yarıçapının büyük olması sebebiyle Cd, Cu, Ca, Fe gibi elementlerle oluşturduğu bileşikler suda kolay çözünür. Yeraltı sularında sülfatın büyük kısmı anhidrit ve jipslerden gelmektedir. Bunların dışında az miktarda piritin oksidasyonu ile oluşan $FeSO_4$ 'ten, $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 'ten de gelebilir. Tarımda kullanılan gübreler, endüstriyel ve evsel atıklar, organik maddelerin bozunması da SO_4 kaynağıdır (Erguvanlı ve Yüzer 1987).

Dünya Sağlık Örgütü İçme suyu standartları (WHO 2006) ve Türk İçme Suyu standartlarına (TSE266 2005) göre sülfat elementi için sınır değer 250 mg/l olarak belirlenmiştir. Sulama sularında toprağın tuzunu arttırmaktan başka zararı olmayıp, 250 mg/l'ye kadar olan miktarlar ise bitki beslenmesi için yararlı olarak görülmektedir (Erguvanlı ve Yüzer 1987), Ayrıca bu değeri aşan içme suları insan sağlığı üzerinde ishal gibi rahatsızlıklar oluşturabilir (Atabey 2005).

Çalışma alanındaki sülfat (SO_4^{2-}) dağılımı Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19. İnceleme alanının SO₄⁻ dağılımını gösterir tematik haritası

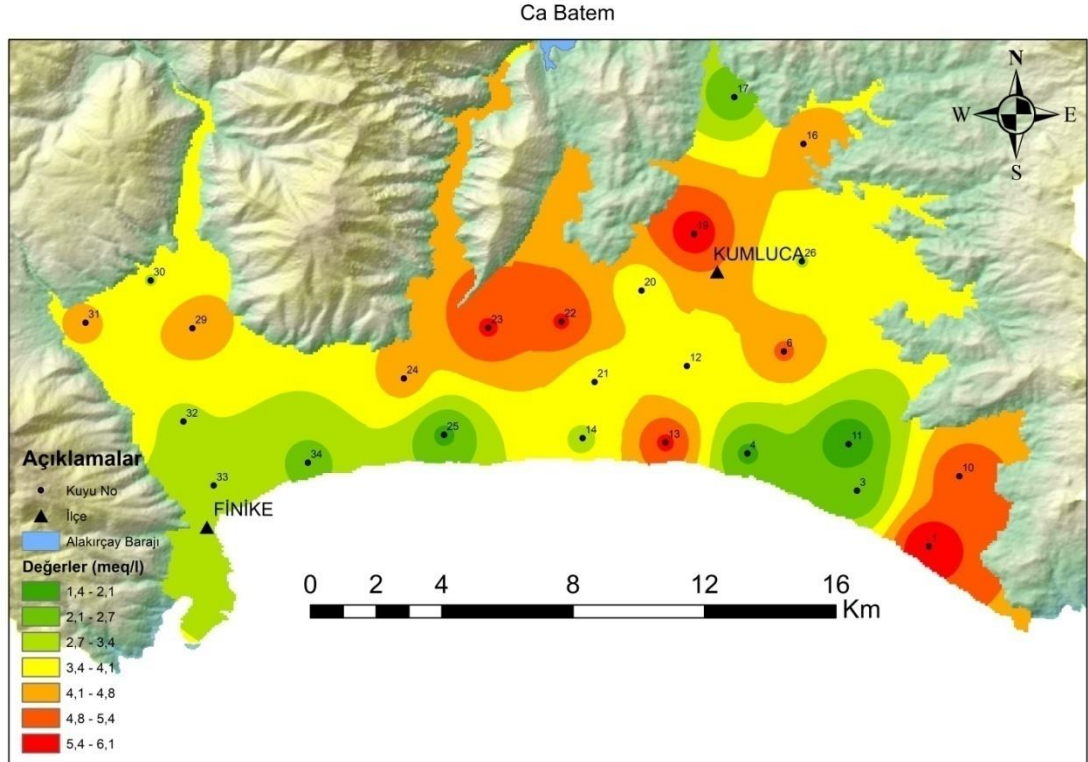
4.3.2.2. Katyonlar

4.3.2.2.1. Kalsiyum (Ca⁺²)

Kalsiyum yerkabuğunda ve yeraltı sularında en bol bulunan elementlerden biridir. 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).

Sularda genellikle Ca⁺² değerlidir ve suya sertlik veren en önemli iyondur. Ca⁺², sodyum iyonunun yerini alabildiğinden sulama sularında topraktaki tuz oranını düşürmekte, toprağın yapısını ve geçirgenliğini olumlu yönde etkilemektedir (Güler ve Çobanoğlu 1997; Erguvanlı ve Yüzer 1987).

İnceleme alanın Ca⁺² dağılımını gösterir tematik haritası Şekil 4.20’de verilmiştir.

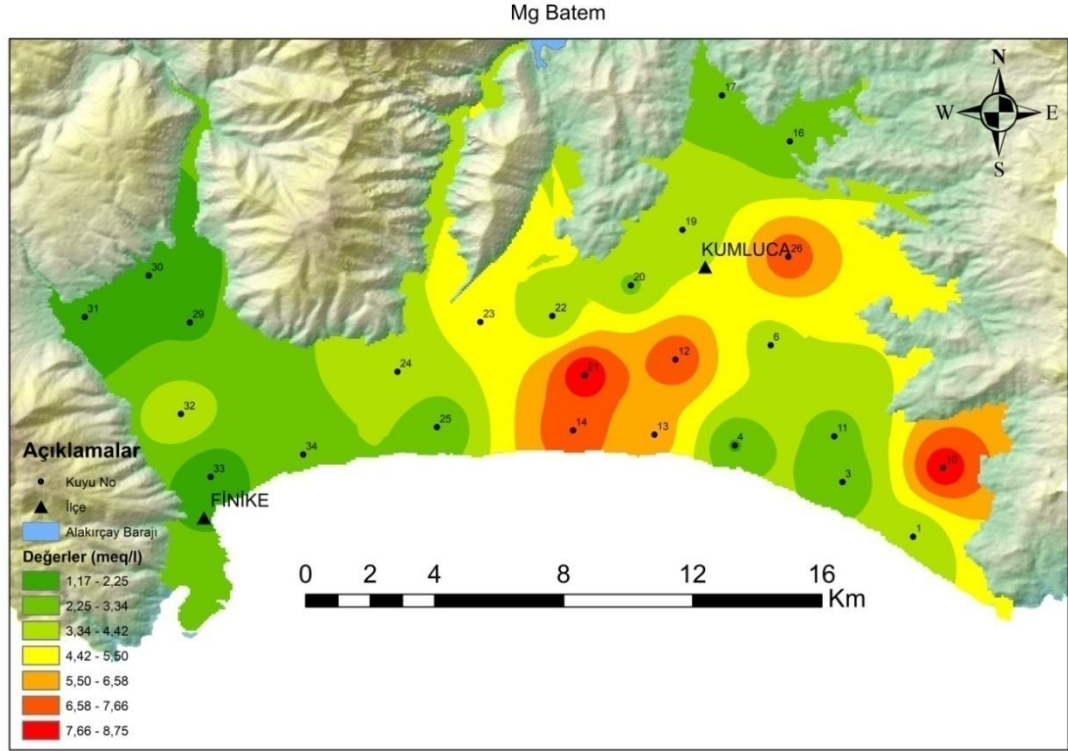


Şekil 4.20. İnceleme alanının Ca^{2+} dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.2.2.2. Magnezyum (Mg^{+2})

Magnezyum da kalsiyum gibi yer kabuğunda ve yeraltı sularında bolca bulunan bir elementtir. Sular içerisinde bulunan magnezyum çoğunlukla magnezyumlu kalkerler, dolomitler ve onların serpantizasyonu ile oluşmaktadır (Erguvanlı ve Yüzer, 1987). Kalsiyum ve magnezyum sertliği önemli derecede etkilemektedir ve fazla konsantrasyonlarda bulunan Mg^{+2} suya acı tadı verir. Magnezyumun, Kalsiyum ve sodyuma göre iyon yarıçapı küçük olmasına rağmen elektriksel yükünün fazla olmasından dolayı hidratlaşması güçtür (Şahinci 1991).

İnceleme alanındaki yeraltısularının Mg^{+2} dağılımını gösteren tematik harita Şekil 4.21’de verilmiştir.

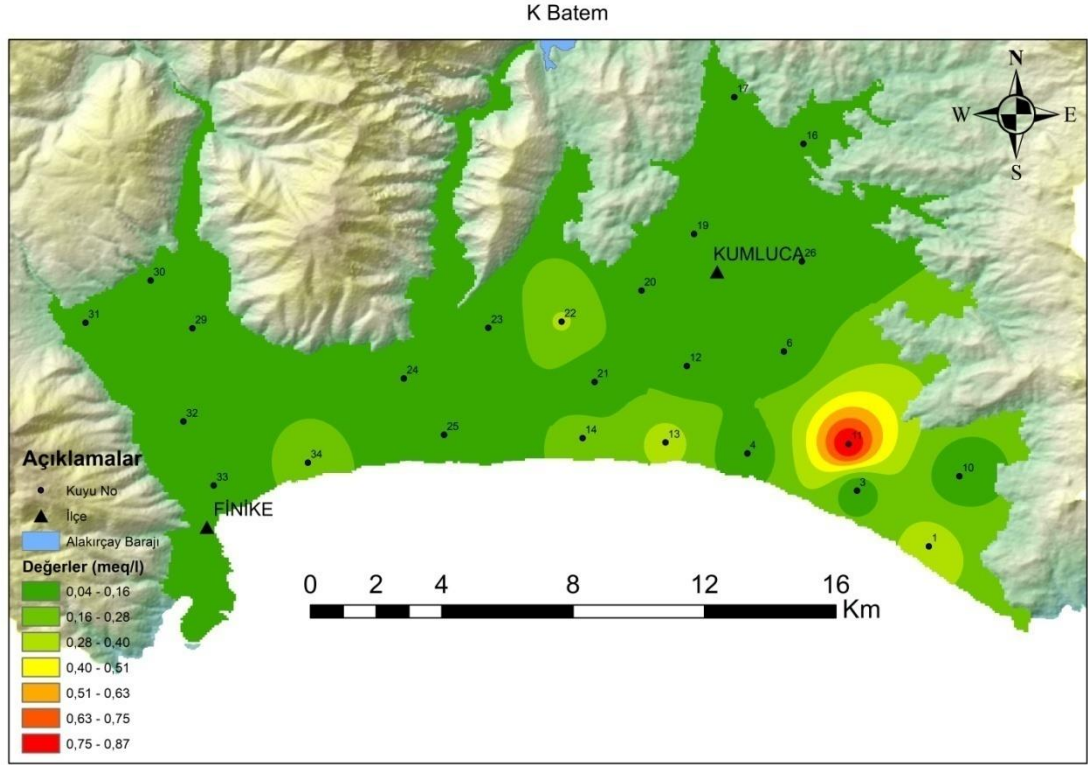


Şekil 4.21. İnceleme alanının Mg^{2+} dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.2.2.3. Potasyum (K^+)

Potasyum, yerkabuğunda sodyum kadar bol ve genellikle beraber bulunmaktadır. Potasyumun asıl kaynağı feldispatlar, feldispatoyidler, mikalar ve kil mineralleridir. Kurak ve nemli iklimlerde asidik yıkanma ile üst kısımlara göç eden potasyum zeminde kil mineralleri ve bitkiler tarafından soğurulur. Bitkiler ve killer tarafından soğurulması ve K^+ içeren silikat minerallerinin su içerisinde daha az çözünmesinden dolayı sodyum iyonundan çok düşüktür ve genellikle 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).

İnceleme alanındaki yeraltısularının K^+ dağılımını gösteren tematik harita Şekil 4.22'de verilmiştir.

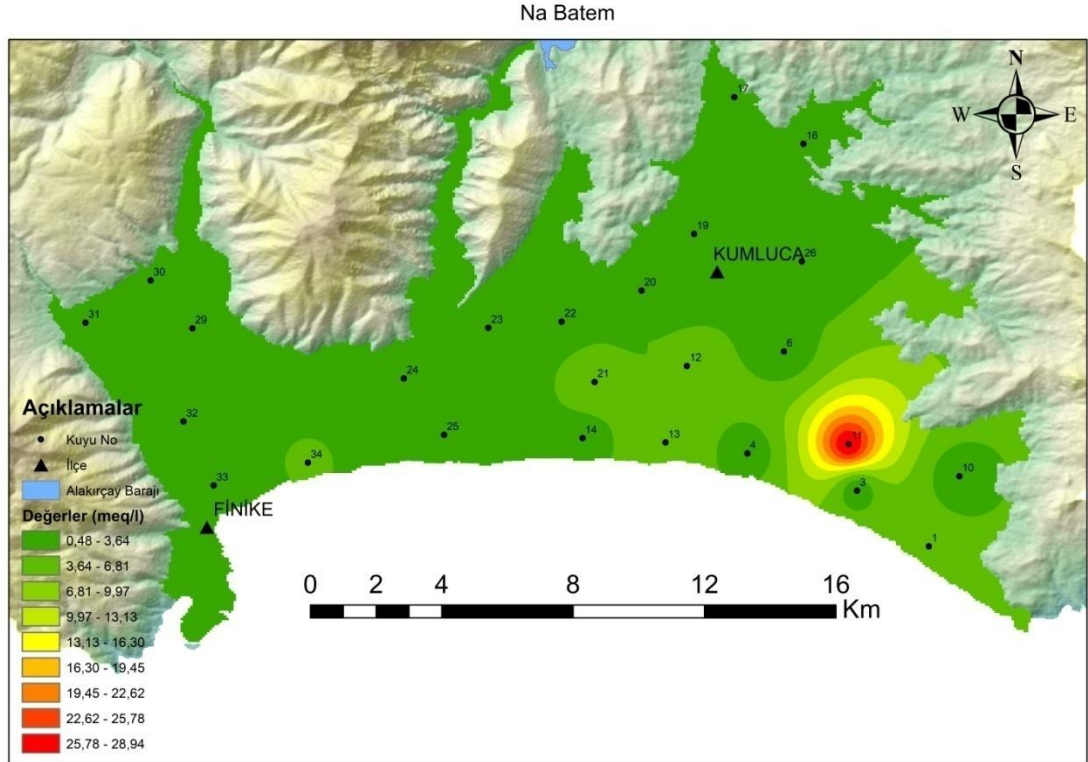


Şekil 4.22. İnceleme alanının K⁺ dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.2.2.4. Sodyum (Na⁺)

Alkali metaller arasında yer kabuğunda en bol bulunan Na elementinin, yeraltı sularındaki başlıca kaynakları arasında kil mineralleri, feldspatlar, feldispatoyidler, magmatik kayalar, evaporitler (NaCl) gibi mineral ve kayalarla beraber evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal ilaçlar, deniz suyu sayılabilir (Yetiş 2013). Doğal sulara sodyum, çözünürlüğünün çok olması dolayısıyla her oranda bulunabilir. Özellikle evaporitlerle temasta olan sulara 10000 ppm seviyelerine kadar çıkmaktadır (Şen 2014). Kıyı kesimlerinde genellikle aşırı su çekimlerinden dolayı deniz suyu girişi ile yeraltı suları Na bakımından zenginleşir. Sodyum yüksek seviyelerde olduğu zaman toprakta tuzluluğu arttıracığından bitkiler için zararlı olabilir, özellikle killi topraklarda geçirgenliği azalttığından istenilmeyen bir durum oluşturur (Çullu 2011; Şen 2014). İçme suyu standartları aşıldığı zaman dolaşım sistemi, böbrek, kalp rahatsızlıkları oluşabilir (Şahinci 1991).

Çalışma alanındaki yeraltısularının Na⁺ dağılımını gösteren tematik harita Şekil 4.23'de verilmiştir.



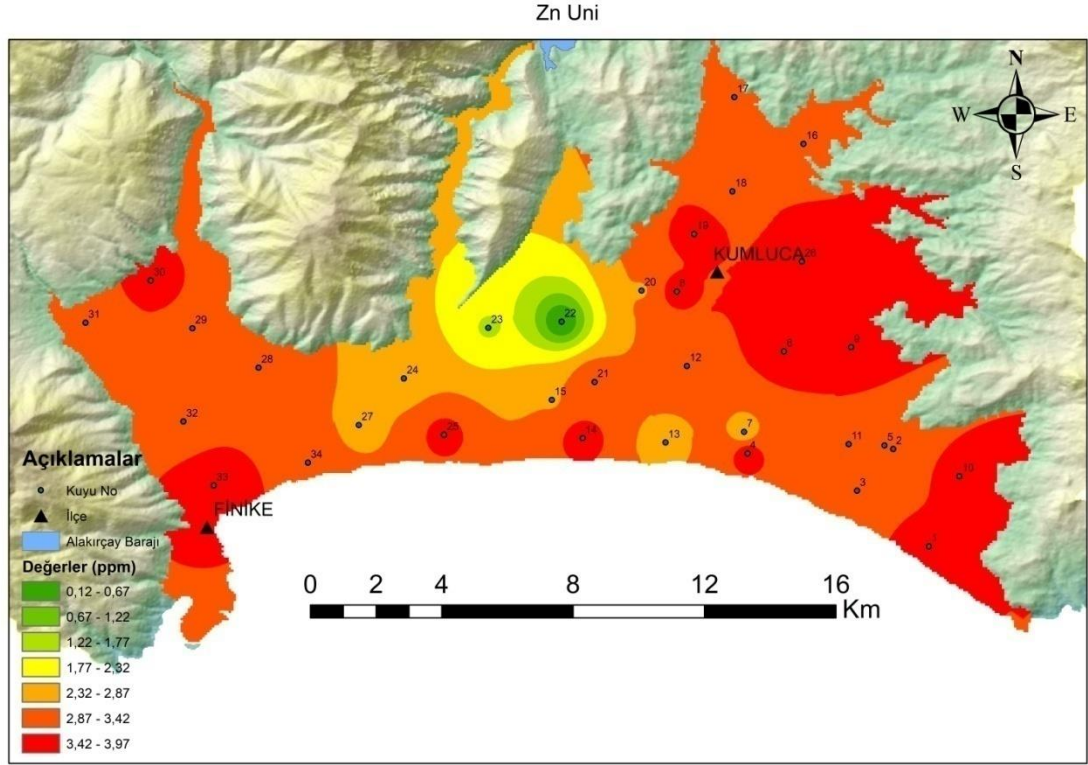
Şekil 4.23. İnceleme alanının Na⁺ dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3. İnorganik Kirlenme Parametreleri

4.3.3.1. Çinko (Zn)

Çinko magmatik kayalarda ortalama 70 mg/l oranında bulunur. Ultrabazik ve bazik kayalarda bu oran (mafik kayalarda: 100 mg/l, ara kayalarda: 60 mg/l) daha yüksektir. Özellikle bazalt ve gabro kayalarında magnetitlerde, granitik kayalarda ise biyotitlerde bulunur. Çinko, kimyasal bozunum özelliği ve çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı doğal sularda çok az bulunur (Şahinci 1991) İçme sularına 5 mg/l'yi geçtiğinde suya buruk acı bir tat verir (Kartal vd. 2004). Doğal sularda çinko kirlenmesinin bazı sebepleri vardır. Bunlar arasında sülfidlerin yıkanmasıyla ortaya çıkan asit maden suları, demir çelik sanayi ve diğer endüstriyel atıklar, kömür ve kül tozları gibi atıklar başlıca sayılabilir. Ayrıca sülfatların bakteriler tarafından indirgenmesi sonucu doğal sularda çinko artışı gözlemlenebilir (Şahinci 1991).

Yeraltısularının çinko (Zn) değerlerini gösteren tematik harita Şekil 4.24'de verilmiştir.



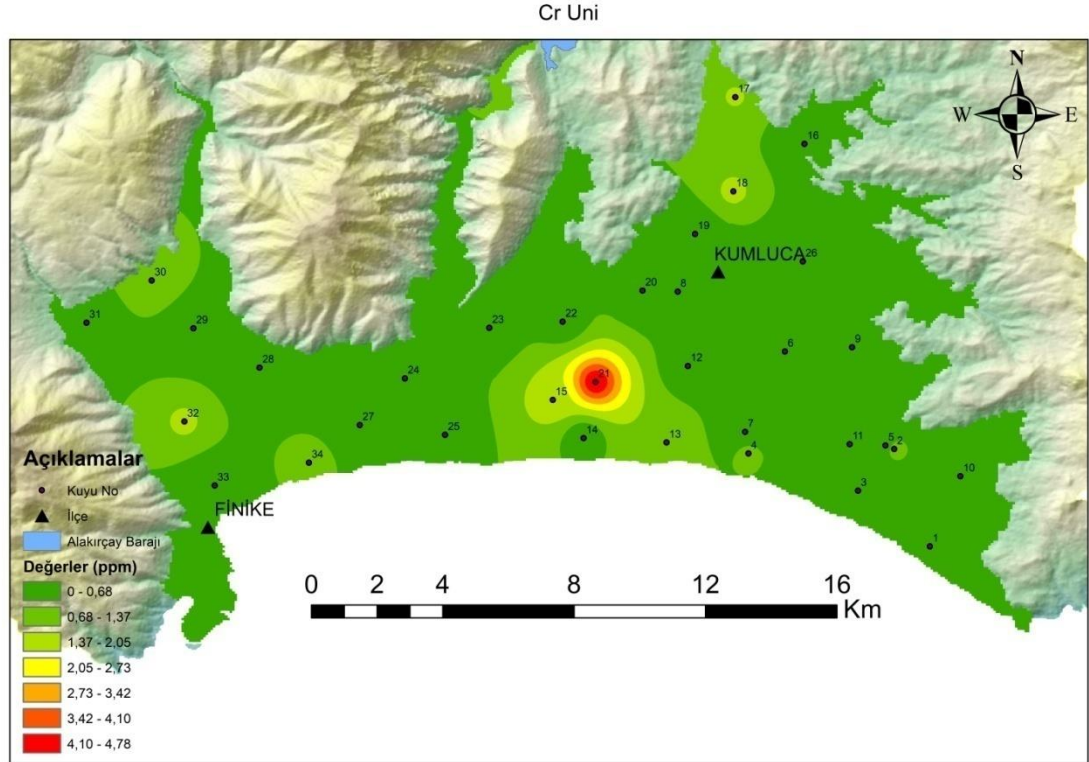
Şekil 4.24. İnceleme alanının çinko değerlerini gösterir tematik haritası

4.3.3.2. 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. Doğada oksitlenmiş ortamlarda +6 ve +3 değerliklerinde bulunur ve doğal sulara çok az çözünür (Şahinci 1991).

Yeraltı sularının krom içeriğinin fazla olmasının nedeni doğal olabilirken antropojenik kaynaklı da olabilir. Özellikle metalik kaplamalarda, boyalarda, boya fabrikalarında, patlayıcı madde, seramik ve kâğıt imalatında kullanılan krom tuzları ve atıkları kirlenmenin en önemli kaynağını oluşturur. Kromat bileşiklerinin sulara olmasının tek sebebi endüstriyel atıklardır (Güler ve Çobanoğlu 1997). Sınır değerleri aşan krom kanserojen etki oluşturmaktadır ve içme sularında kirlenmenin olması kesinlikle istenmez. İnsanın günlük su ve beslenme yoluyla alabileceği krom miktarı 50–200 µg arasındadır (Selinus vd. 2005).

İnceleme alanındaki yeraltısularının krom (Cr) içeriğini gösteren tematik harita Şekil 4.25’de verilmiştir.



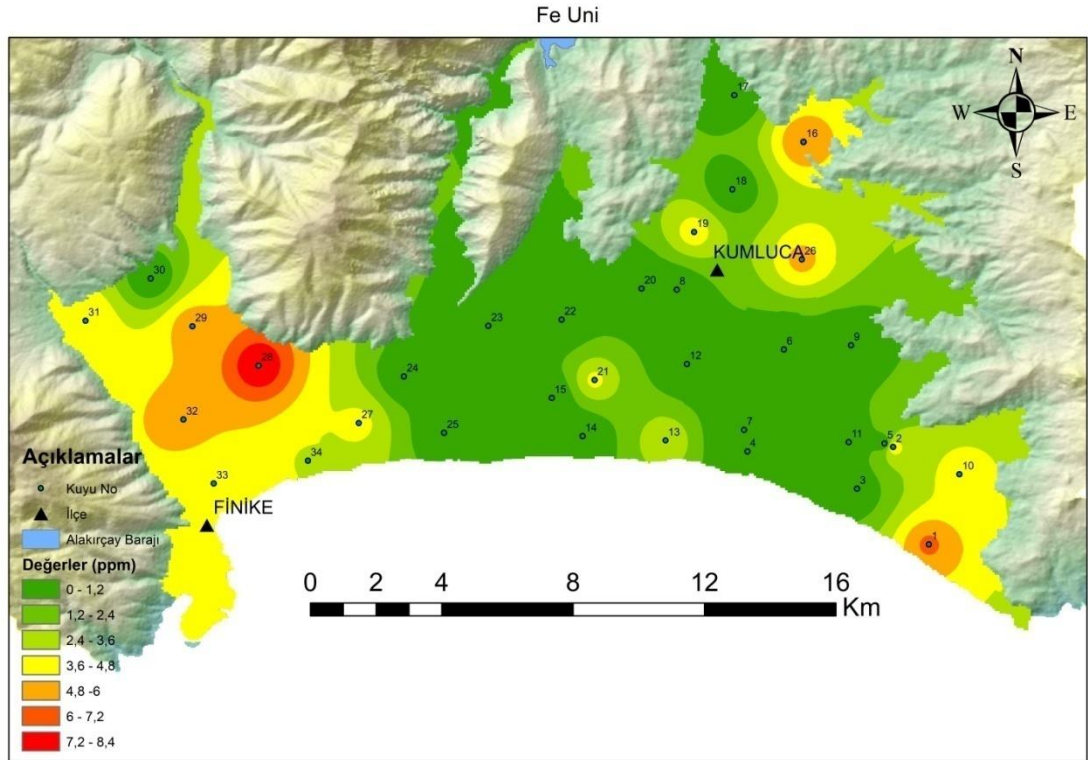
Şekil 4.25. İnceleme alanının Cr içeriğini gösterir tematik haritası

4.3.3.3. Demir (Fe)

Uzayda en çok bulunan elementlerden biri olan demir yerkabuğunda en çok bulunan metaldir. Yerkabuğunda %5,06 oranındaki demir elementi daha çok pirit, götit, hematit, siderit, limonit, magnetit filizleri (cevherleri) halinde bulunur. Jeokimyasal özellik bakımından oksijen, kükürt ve karbonla sıkı bir bağ kurar. Demirin kayalarda bulunuş miktarını tortullaşma, diyajenez, redoks tepkimelerinin farklılığı, fiziksel ve kimyasal ayrışmalar etkiler. Genellikle karbonlu kayalardan (kömür, linyit, turba gibi) gelen asidik sularla fazla miktarda demir iyonları izlenebilmektedir. Karbonatlı kayalardan gelen suların, CO₂ gazını kalsiyum iyonlarıyla dengelendiği için genellikle pH 7'den büyüktür. Bu yüzden bu sular çok az demir iyonu içerirler. Soğuk yeraltı sularında demir, Fe⁺² ve Fe⁺³ şeklinde bulunur ve 0,01-500 mg/l arasında çözünür (Şahinci 1991).

İnsan için en gerekli temel elementlerden biri olan demirin çok fazla vücuda alınması istenmez. Fazlalığında sağlık üzerine çok fazla etkileri olmayan demir için TSE-266 (2005) içme suyu standardında belirlenen sınır değeri 0,2 mg/l'dir. Demir bileşiklerinin su içerisindeki fazlalığı suyun rengini ve tadını bozmaktadır. Fazla demir içerikli sular hava ile temas ettiklerinde kırmızımsı kahverengiye dönüşür. Bu sularla yıkanan eşyalar üzerinde lekeler oluşur. Borular içerisinde oluşturdukları tabakalanmalar ile boruların tıkanmasına yol açabilirler (Sargın 2010).

Laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen demir (Fe) dağılımı Şekil 4.26'da verilmiştir.



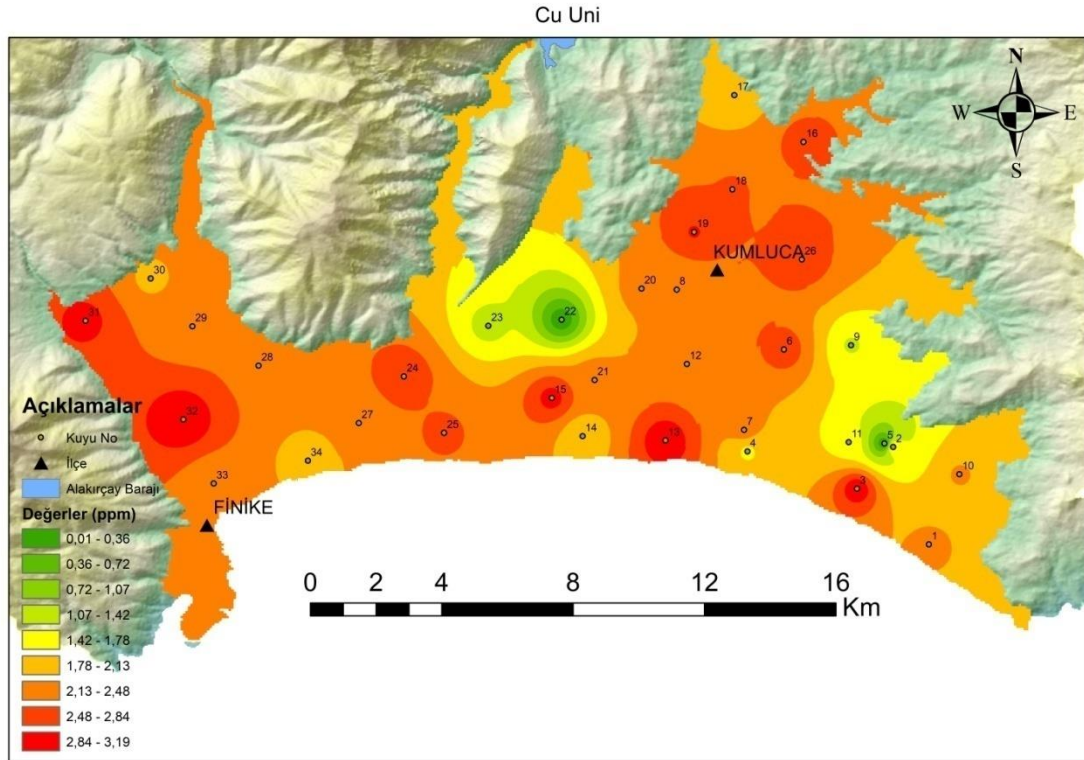
Şekil 4.26. İnceleme alanının Fe dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.4. Bakır (Cu)

Yerkabuğundaki kayalarda az miktarda nabit, genel olarak da sülfürlü, oksitli ve kompleks halde bulunan bir elementtir (Ünal vd. 2016). Yerkabuğunda 0,01% oranında bulunan bakırın sudaki çözünürlüğü çok düşük olduğundan sulardaki bakırın çok az kısmı doğal kökenlidir (Hem 1985). 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.

Musluk sularındaki bakır miktarı rezervuardakinden fazla çıkabilir çünkü dağıtım sistemlerinde bakteri kontrolünün sağlanması için manganezin yükseltgenmesinde katalizör olarak kullanılmaktadır. Suyla alınan bakırın insan sağlığı için zararı yoktur. Bakır, içilen suyla, yenilen yiyeceklerle, solunan havayla ya da bakır içeren bileşiklerin deriye teması yoluyla organizmaya alınabilir. Bakır vücut işlevleri açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, deri esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortalama 50-120 mg bulunan bakır, yağ asitleri, aminoasitler ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki tepkimelerin vazgeçilmez öğesidir. Bakır elementinin hücrelerdeki derişimi kritik seviyenin üzerine çıktığında karaciğer ve böbrekler başa olmak üzere pek çok dokuda hasara yol açabilir (Özbolet ve Tuli 2016).

Yeraltısularından alınan numunelerin analizi sonucunda elde edilen bakır (Cu) dağılımını Şekil 4.27’de sunulmuştur.



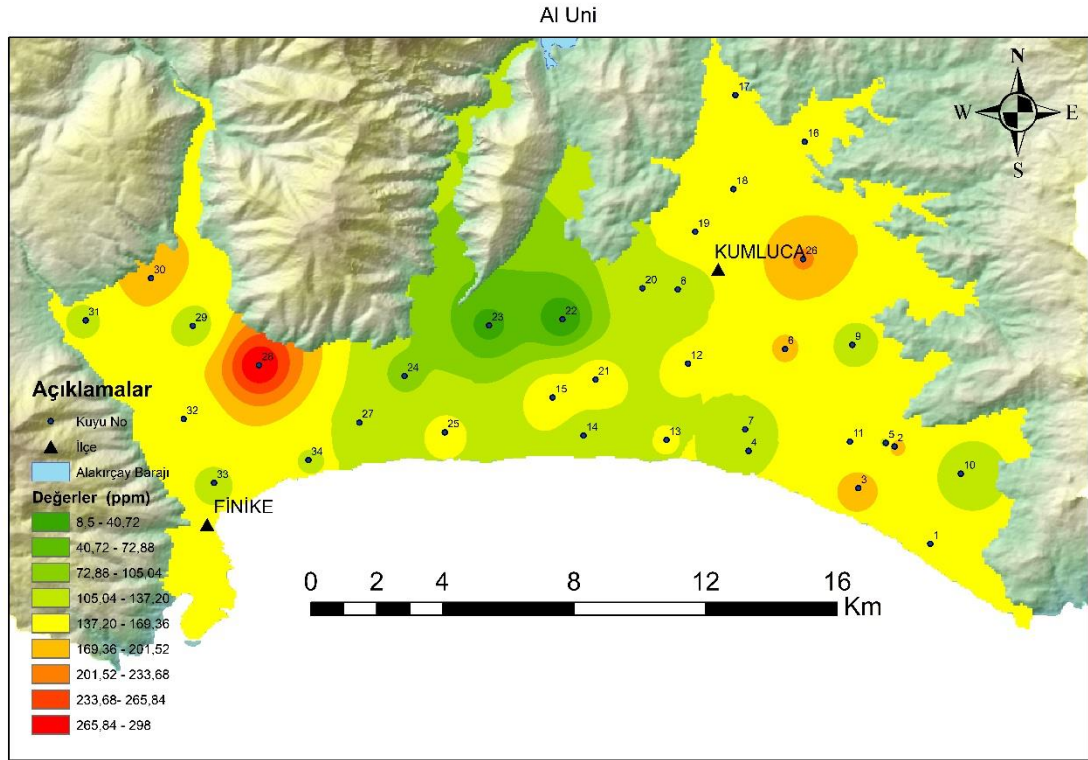
Şekil 4.27. İnceleme alanının Cu dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.5. Alüminyum (Al)

Yerkabuğunda ortalama %8,6 seviyelerinde bulunan Alüminyum, çözünürlüğünün düşük olması ve doğal süzülme sebebiyle yeraltı sularında genellikle 0,005-0,3 mg/l seviyelerinde bulunmaktadır. Asiditesi düşük sulara Al içeren minerallerin çözünürlüğünün yüksek olmasından dolayı Al seviyesi 100 mg/l'ye kadar çıkabilmektedir. pH derecesinin 5-9 arasında olduğu değerlerde, doğal sulardaki Al içeriği en düşük seviyelerde gözlenir. Yeraltı sularındaki alüminyum varlığı suyun kökeni ve maden yatakları hakkında önemli bilgiler vermektedir (Şahinci 1991). Yeraltı sularının daha çok volkanik kökenli kaolin, mika, feldspat mineralleri ile etkileşimi sonucu Al içeriği artmaktadır (Eriksson 1981).

Su arıtma işlemlerinde kullanılan alüminyum sülfat tuzları gibi bileşikler, su içerisindeki Al seviyelerini artırır. Ayrıca Al içerikli ilaçlar, malzemeler ve atıklar insan vücuduna daha fazla Al girmesini sağlamaktadır. Al içeriği bakımından içme suyu standartlarını aşan suların içilmesi beyin başta olmak üzere birçok organın içerisindeki hücrelerin aktivitesini bozmaktadır (Aksoy 2000).

Yeraltısularından alınan numunelerin analizi sonucunda elde edilen alüminyum (Al) dağılımı Şekil 4.28'de verilmiştir.



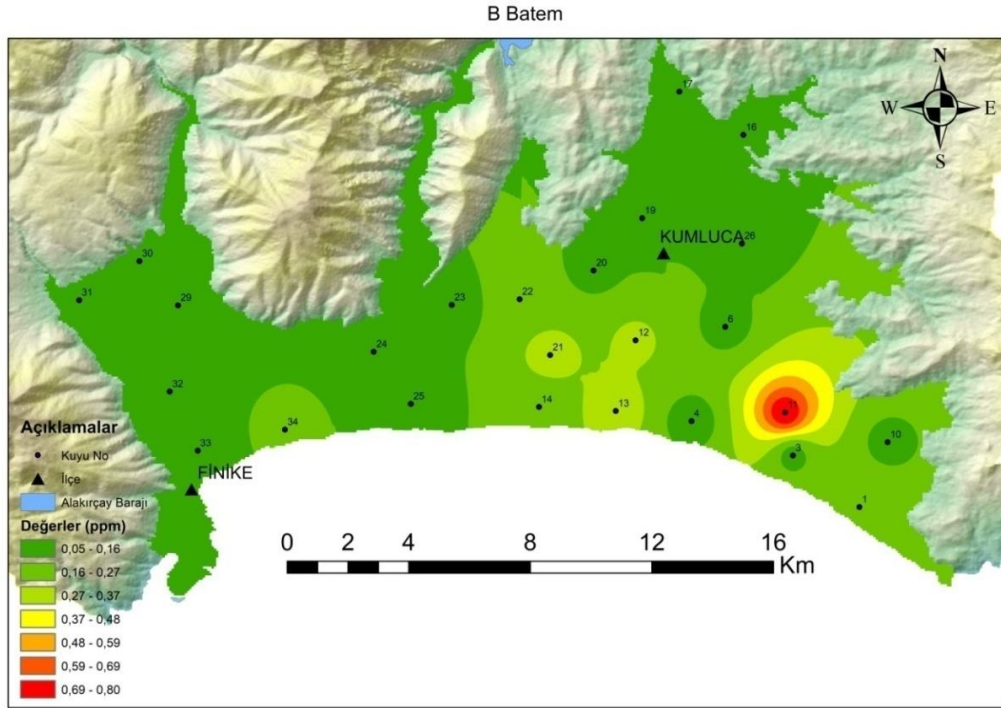
Şekil 4.28. İnceleme alanının Al dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.6. Bor

Uzay, havacılık, sağlık, enerji, tıp sektörlerinde kullanılan bor son yıllarda deterjan, sıvı dezenfektan ürünleriyle günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Dünyadaki toplam bor rezervinin % 63'ü Türkiye'de bulunmaktadır (Önocak 1990). Bor yer kabuğunda ortalama 10 mg/kg'dan daha az bulunan bir elementtir. Kayaçlardaki bor miktarı oldukça değişkendir. Magmatik ve metamorfik kayalarda iz element veya bor silikatları şeklinde bulunan borun en önemli kaynakları boraks, kernit, üleksit, kolemanit ve hidroborasittir. Kireçtaşlarında içerdiği kil mineralleriyle orantılı olarak bulunur ve dolomitlerde kireçtaşlarına oranla daha fazladır. Borat ve borosilikat içeren tortul kayaçlar, topraklar, kömür yatakları yeraltı sularındaki doğal borun kaynağını oluştururlar.

Bor sularında borik asit (H_3BO_3) şeklinde bulunur ve çözünürlüğü sıcaklıkla doğru orantılıdır. Bor bileşikleri doğal olarak minerallerin ayrışmasıyla yeraltı sularına karışabildiği gibi, evsel atıklar endüstriyel atıklar, kimyevi gübrelerle de karışabilir. (Şahinci 1991; Başkan ve Atalay 2014). Bor sulama sularının en önemli kirleticilerinden biridir. Düşük derişimlerde bitkiler için gerekli yüksek derişimlerde toksik etki yapmaktadır. Bu yüzden, özellikle toprakta ve sularındaki bor düzeyleri ile reaksiyonlarının bilinmesi gerekir. İnsanların gıdalar yoluyla aldıkları bor zararlı etki oluşturamaz ancak sınır değerleri aştığında ciddi sağlık sorunları teşkil eder (Uygan ve Çetin 2004). İnsan sağlığı yönünden içme sularındaki sınır 0,3 mg/l olarak belirlenmiştir.

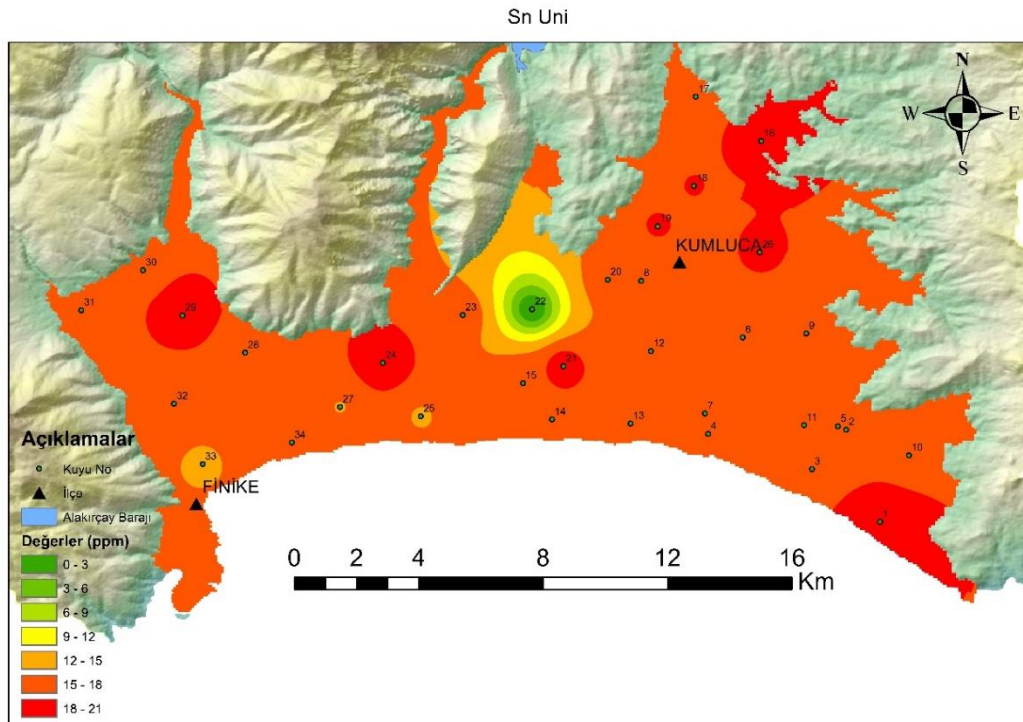
Çalışma alanındaki yeraltısularından alınan numunelerin analizi sonucunda elde edilen bor değerleri Şekil 4.29'daki haritada görülebilmektedir.



Şekil 4.29. İnceleme alanının B dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.7. Kalay (Sn)

Çalışma alanındaki yeraltısularının kalay (Sn) değerleri Şekil 4.30'daki haritada verilmiştir.

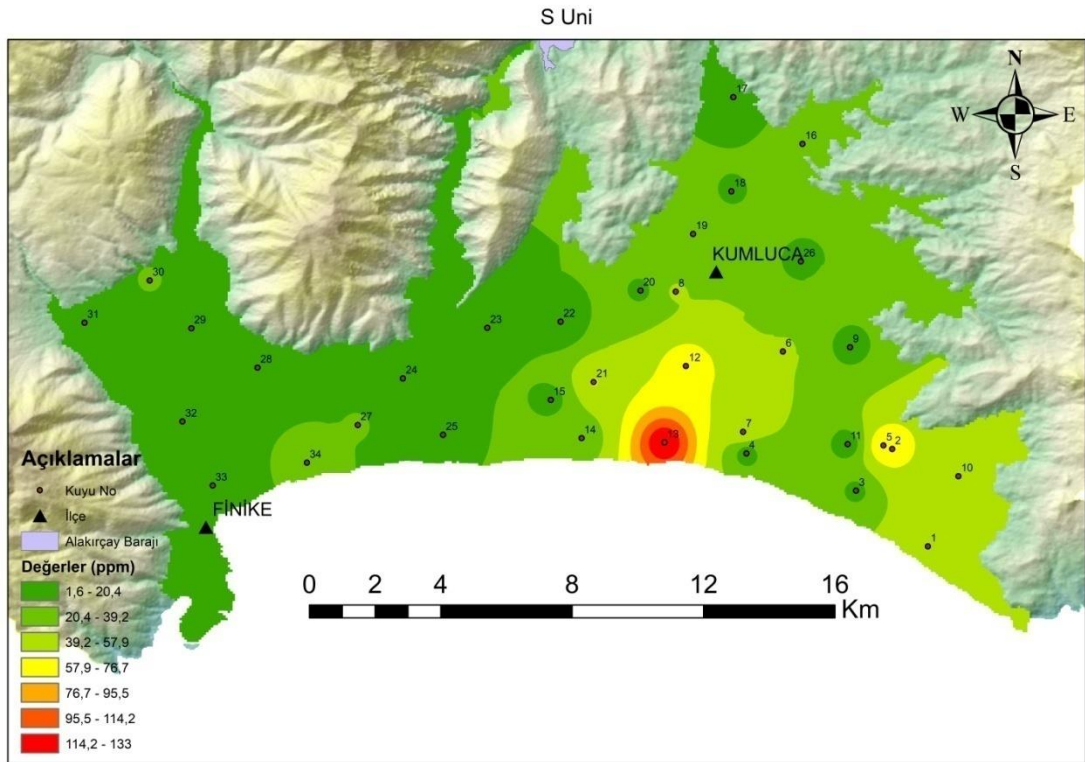


Şekil 4.30. İnceleme alanının Sn dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.8. Kükürt (S)

Su ile temas eden sülfürlü mineraller oksitlenerek sülfat iyonları oluşur ve suya geçerler. Kükürdün göçü çoğunlukla sülfat (SO_4^{2-}) şeklindedir. Oldukça büyük iyon yarıçapına sahip olan SO_4^{2-} çok hareketlidir. Sulara sülfat iyonu volkanlar, pirit minerallerinin oksitlenmesi, jips ve anhidritlerin çözünmesi, atmosferdeki H_2S gazlarının fotokimyasal olarak oksitlenmesi, deniz sularının buharlaşması ve rüzgâr etkisiyle atmosfere taşınması ile doğal kaynaklardan karışır. Kimyasal ilaçlar, yapay gübre, evsel ve endüstriyel atıklar gibi çeşitli kirletici kaynaklardan da toprağa ve suya kükürt karışabilir (Şahinci 1991).

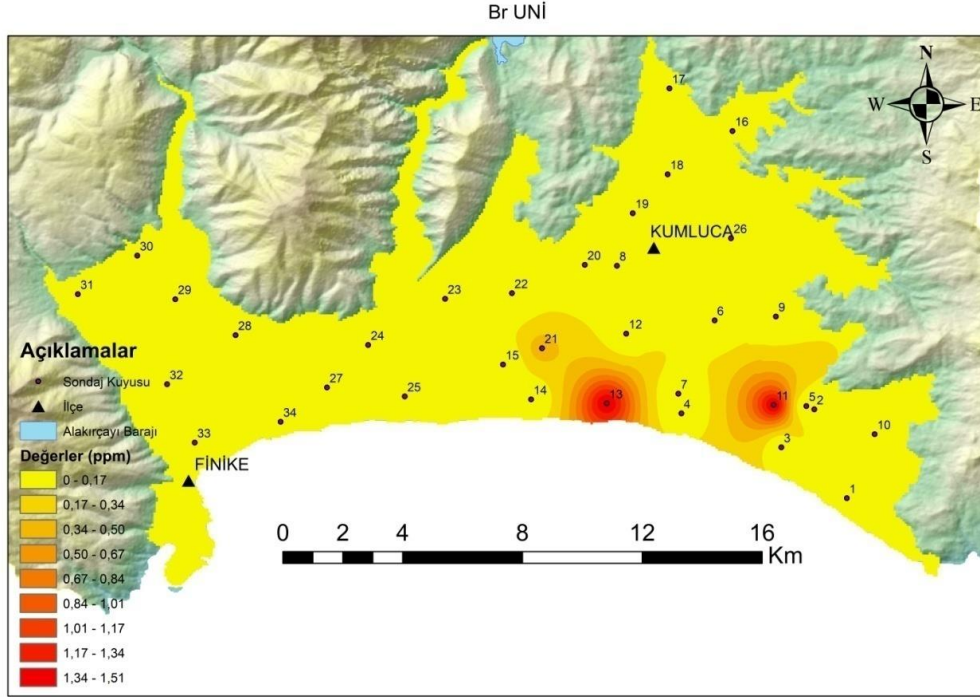
Çalışma bölgesinin yeraltısularından alınan numunelerin analizi sonucunda elde edilen kükürt (S) değerleri Şekil 4.31'deki haritada görülebilmektedir.



Şekil 4.31. İnceleme alanının kükürt dağılımı tematik haritası

4.3.3.9. Bromür

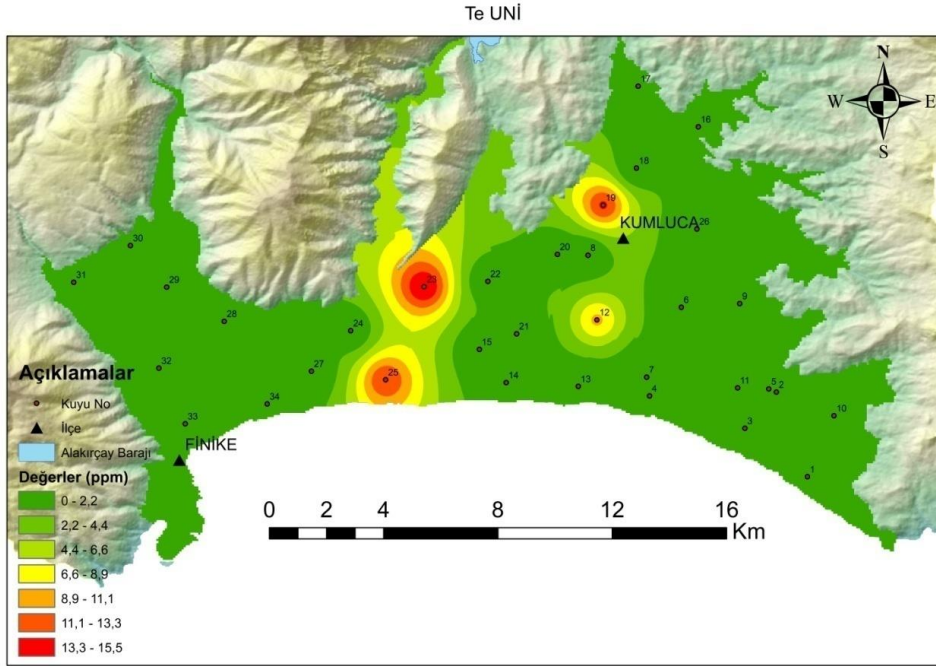
Brom daha çok tuzlu sularda (deniz sularında yaklaşık olarak %0,01 kadar) ve bazı endüstri atıklarının karıştığı sularda klorür iyonu ile birlikte bromür iyonu halinde bulunur. Doğal sularda ancak izlenebilecek miktarda bulunabilir. Kıyı kesimlerindeki kuyularda, deniz suyunun kuyu suyuna karışması ile çeşitli miktarda bromüre rastlanır. Normal koşullarda içme sularında bulunan bromür miktarı ender olarak 1 mg/lit değerini aşar (WHO 1984a,1984b; ICAIR 1987). Daha çok jeotermal sistemlerde deniz suyu girişim oranlarını belirlemede yararlanılır (Nicholson 1993). İnceleme alanın bromür (Br) dağılımını gösterir tematik haritası Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32. İnceleme alanının Br dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.10. Tellür

İnceleme alanın tellür dağılımını gösterir tematik haritası Şekil 4.33’de sunulmuştur.

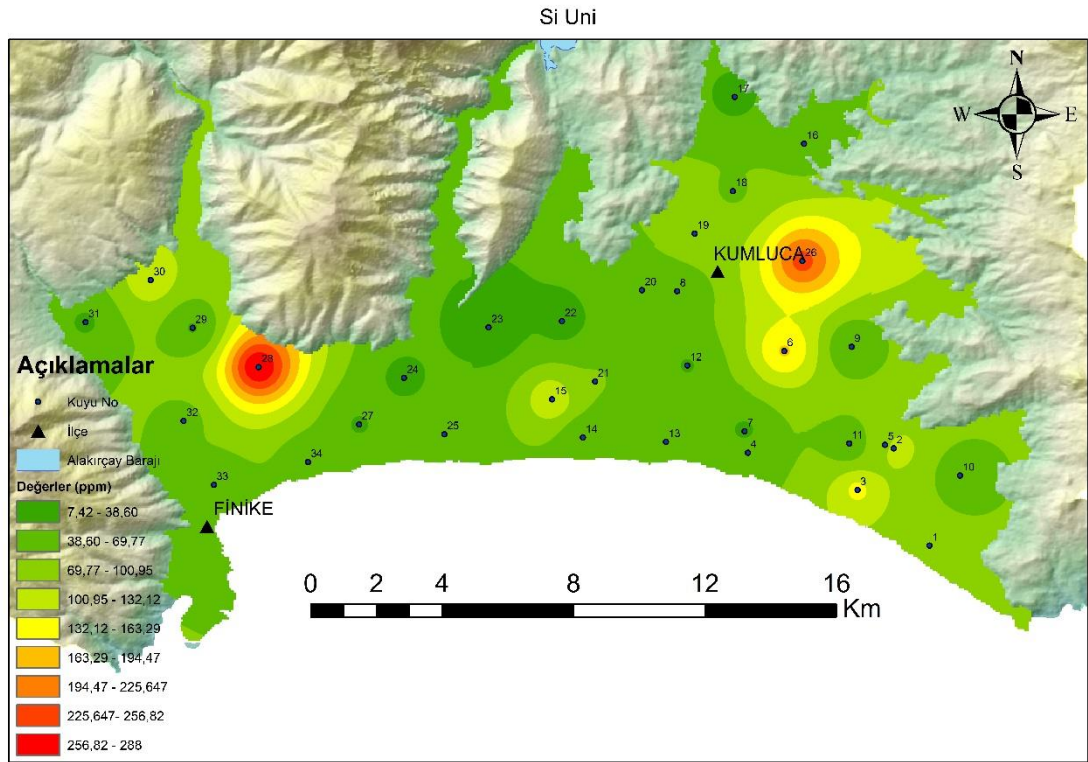


Şekil 4.33. İnceleme alanının Te dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.3.11. Silisyum (Si)

Silisyum, oksijenden sonra yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. Kum ve kuvars SiO_2 halinde bulunur. Silikat minerali ve volkanik kayalarda metallerle silikatlar halinde bulunur. Silis içeren kayaların aşınması sonucu doğal sularda silise (SiO_2) rastlanır. Sulardaki bu silis askıdaki partiküller, koloidal, silisik asit veya silikat iyonları halindedir (Baltacı, 2000). Suda bulunan çözülmüş silisin kaynağı silikatların atmosferik veya metamorfik olaylarla kimyasal parçalanmalarıdır. Doğal sularda 10 mg/lt den az olmamakla birlikte, bazı sularda ve özellikle volkanik sularda 60 mg/lt ve hatta 100 mg/lt kadar silikat bulunmaktadır. Bu durumda pH 9 a çıkar (Güler ve Çobanoğlu 1997).

İnceleme alanında belirlenen silisyum (Si) değerlerinin dağılımını gösterir tematik harita Şekil 4.34'de verilmiştir.



Şekil 4.34. İnceleme alanının Si dağılımını gösterir tematik haritası

4.3.4. Suların İçme ve Sulamada Kullanım Özellikleri

4.3.4.1. Sodyum Yüzdesi (%Na)

Tarımsal sulamada kullanılan suların içeriğindeki sodyum iyonunun Ca, Mg, K Na iyonlarına göre %si suyun kullanıma uygun olup olmadığının önemli bir göstergesidir. Özellikle tuzlu sular içerisindeki sodyum iyonu, kalsiyum ve magnezyum iyonlarıyla yer değiştirebilir. Sulamadan sonra soğrulan sodyum, toprağın üstünde kaymaksı bir tabaka oluşturarak toprağın hava almasını engellemektedir. Ayrıca tuzlar köklerdeki osmotik basıncı düşürerek bitkinin su emmesini zorlaştırır. Bu sebeplerden dolayı Sodyum iyon yüzdesinin sınır değerleri aşması durumunda tarım toprağı verimsizleşmesi gibi

istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir (Erguvanlı ve Yüzer 1987). Sodyum iyon yüzdesi aşağıdaki bağlantıyla hesaplanarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma Çizelge 4.2 ile gösterilmiştir.

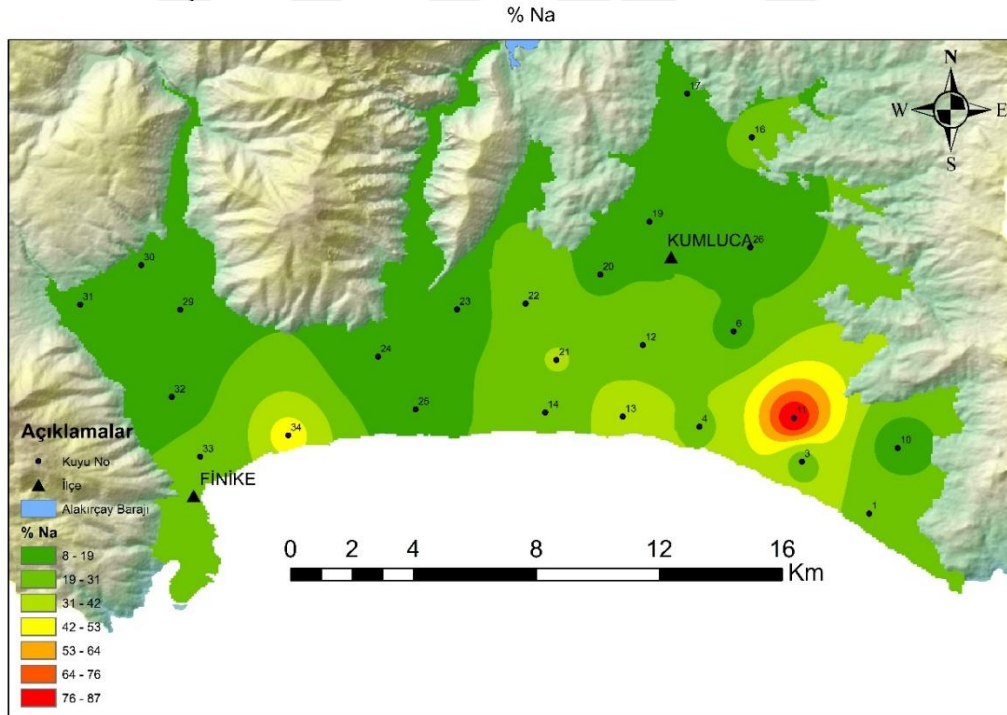
$$\%Na = (rNa + rK) * 100 / (rNa + rK + rCa + rMg)$$

%Na değeri yukarıdaki formülle hesaplanır ve r= meq/l'dir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Wilcox, 1955' e göre %Na oranına bağlı sınıflama

%Na	Sınıflandırma
<20	Mükemmel
20-40	İyi
40-60	İzin verilebilir
60-80	Şüpheli
>80	Uygun değil

İnceleme alanı yeraltısularının %Na değerlerini gösterir tematik haritası Şekil 4.35'de verilmiştir.



Şekil 4.35. İnceleme alanının %Na değerini gösterir tematik haritası

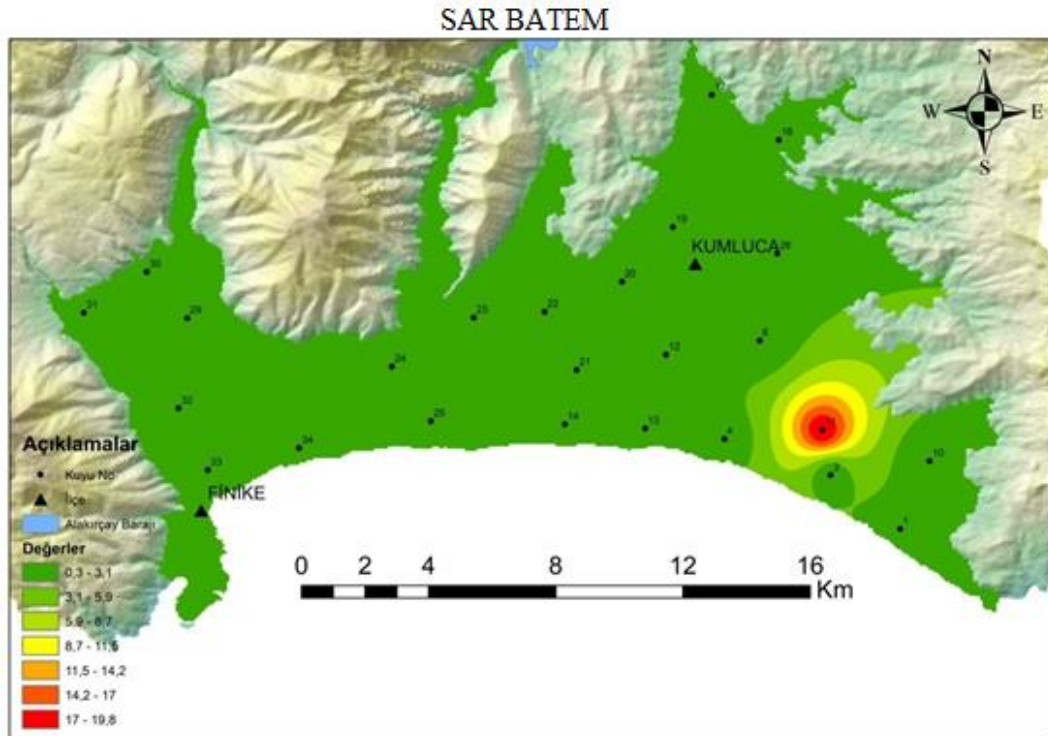
4.3.4.2. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)

Tarımın yoğun olarak yapıldığı bölgelerdeki sulama amaçlı kullanılan suyun özellikleri oldukça önemlidir. Fazlalığında bitkilerin ve toprağın yapısını bozabilen sodyum iyonu verimsizliğe neden olacağından sulama suyu sınıflandırmalarında en temel unsurlardan biridir. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) Sodyum iyonunun toprak tarafından ne kadar emilebileceğini ve değişim reaksiyonlarında ne kadar aktif olduğunu ifade etmektedir (Şahinci 1991). SAR, sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde en çok kullanılan ölçütlerden biridir ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır. Çıkan sonuçlar Çizelge 4.3'teki tabloya göre yorumlanmaktadır. İnceleme alanının SAR dağılımını gösterir tematik haritası Şekil 4.36'da verilmiştir.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Çizelge 4.3. SAR değerlerine göre sulama sularının sınıflandırılması

SAR	Meq/l
Çok iyi özellikteki sulama suları	<10
İyi özellikteki sulama suları	10-18
Orta özellikte sulama suları	18-26
Kötü özellikte sulama suları	>26



Şekil 4.36. İnceleme alanının SAR gösterir tematik haritası

4.3.4.3. Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)

Artıksal sodyum karbonat olarak geçen kalıcı sodyum karbonat (RSC), sulama suyu kalite değerlendirmesinde kullanılan önemli parametrelerden biridir. Sulama sularındaki bikarbonat ve karbonat iyonları Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarıyla reaksiyona girerler. Tarımsal sulamada kullanılan sularda eğer karbonat, bikarbonat iyonları toplamı Kalsiyum, Magnezyum iyonları toplamından fazlaysa bikarbonat ve karbonatlar Na^+ ($NaHCO_3$) ile bileşik oluştururlar. Sodyumbikarbonat toprağın geçirimsizlik özelliğini kaybetmesine ve toprağın verimsizleşmesine yol açacağından sulama sularında bikarbonat ve karbonatın fazla olması istenmez. Sulama sularında fazla olan bikarbonat ve karbonatın olası zararlarını belirlemek için aşağıdaki formül ile RSC değeri hesaplanır ve Çizelge 4.4 yardımıyla sular sınıflandırılır (Eaton 1950).

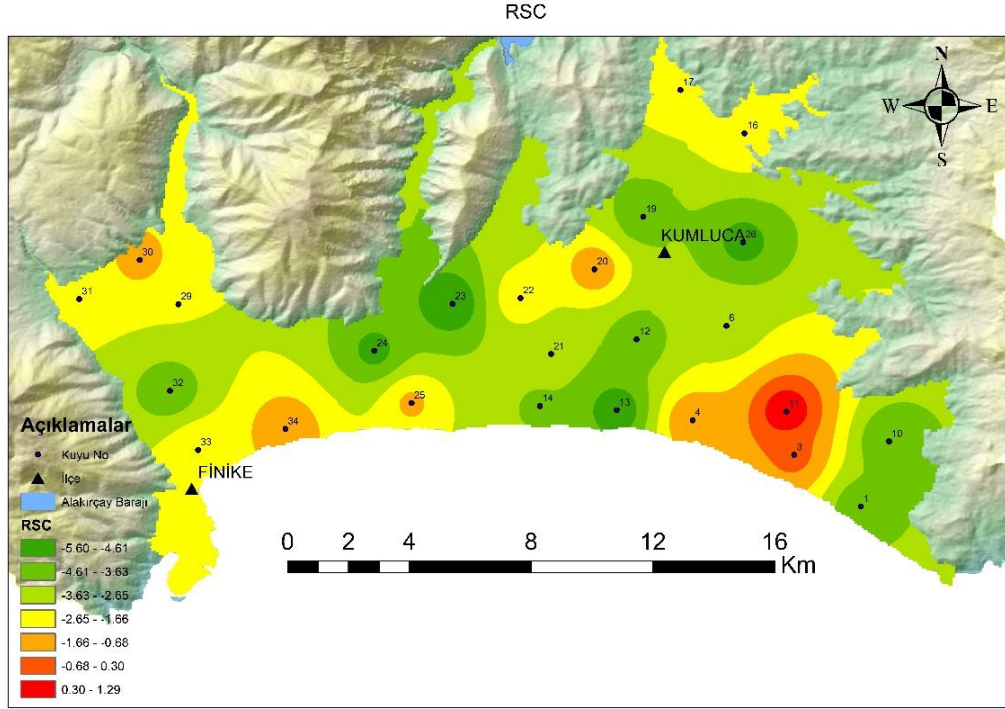
$$RSC = (rCO_3^{-2} + rHCO_3^{-}) - (rCa^{+2} + rMg^{+2})$$

Pozitif çıkan RSC değeri, $CO_3^{-2} + HCO_3^{-}$ iyonlarının ortamda bulunan $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ile bileşik yaptıktan sonrada bir miktar var olduğunu göstermektedir. Bu durumda potansiyel sodyum zararı oluşur. Eşitliğin negatif (-) çıkması durumunda ise, ortamda sodyum zararının oluşabilmesi olasılığı yok demektir (Richards 1954).

Çizelge 4.4. RSC değerine göre sulama sularının sınıflandırılması

RSC (meq/l)	Suyun Sınıfı
<1,25	1. Sınıf (İYİ)
1,25-2,50	2. Sınıf (ORTA)
>2,50	3. Sınıf (UYGUN DEĞİL)

İnceleme alanındaki kuyularda RSC değerleri Şekil 4.37'de sunulmuştur.

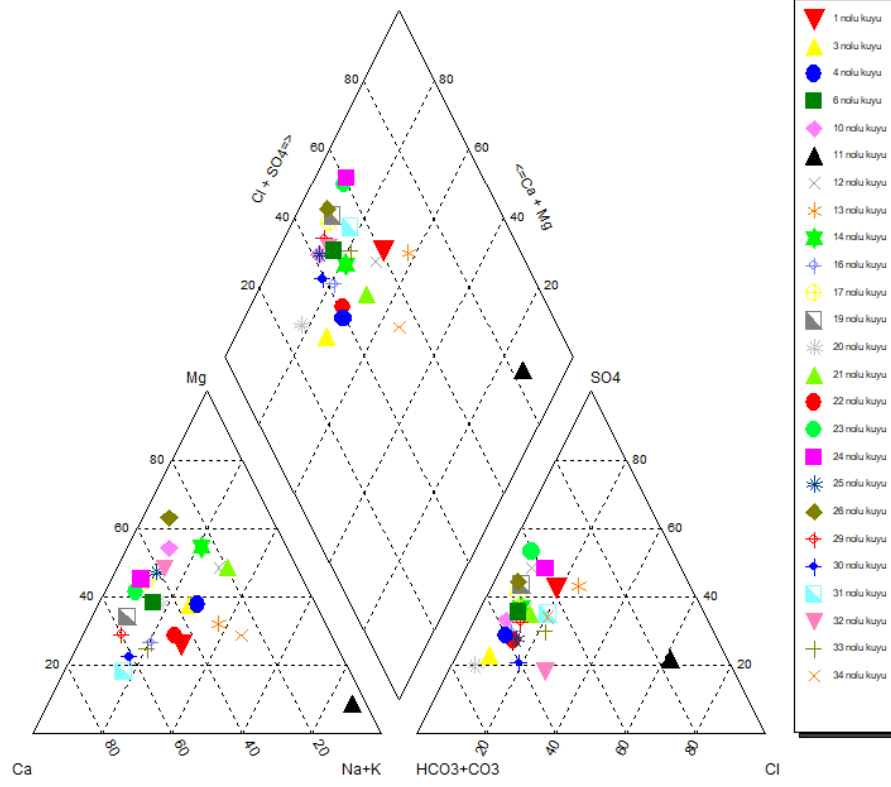


Şekil 4.37. Çalışma alanının RSC değerlerini gösterir tematik haritası

4.3.4.4. Piper Diyagramı Değerlendirilmesi

Yeraltı sularının litolojiyle ve akiferdeki dolaşım sistemleriyle ilişkisi suyun kimyasal karakteristiklerini belirlemektedir. Bir akiferde kimyasal bileşimi farklı olan yeraltı su kütlelerini tanımlamak için su kimyası fasiyesi belirlenir. Suyun iyon derişimi yüzdeleri üçgen diyagramlar üzerinde işaretlenerek su kimyası fasiyesi tespit edilir.

Havzadaki su kaynaklarının litoloji ile ilişkileri ve dolaşım sistemleri boyunca meydana gelen hidrojeokimyasal evrim süreçlerinin açıklanmasında Piper diyagramından (Piper, 1944) yararlanılmıştır ve sonuçlar Şekil 4.38’de verilmiştir. Hakim su tipleri Çizelge 4.5’de sunulmuştur.



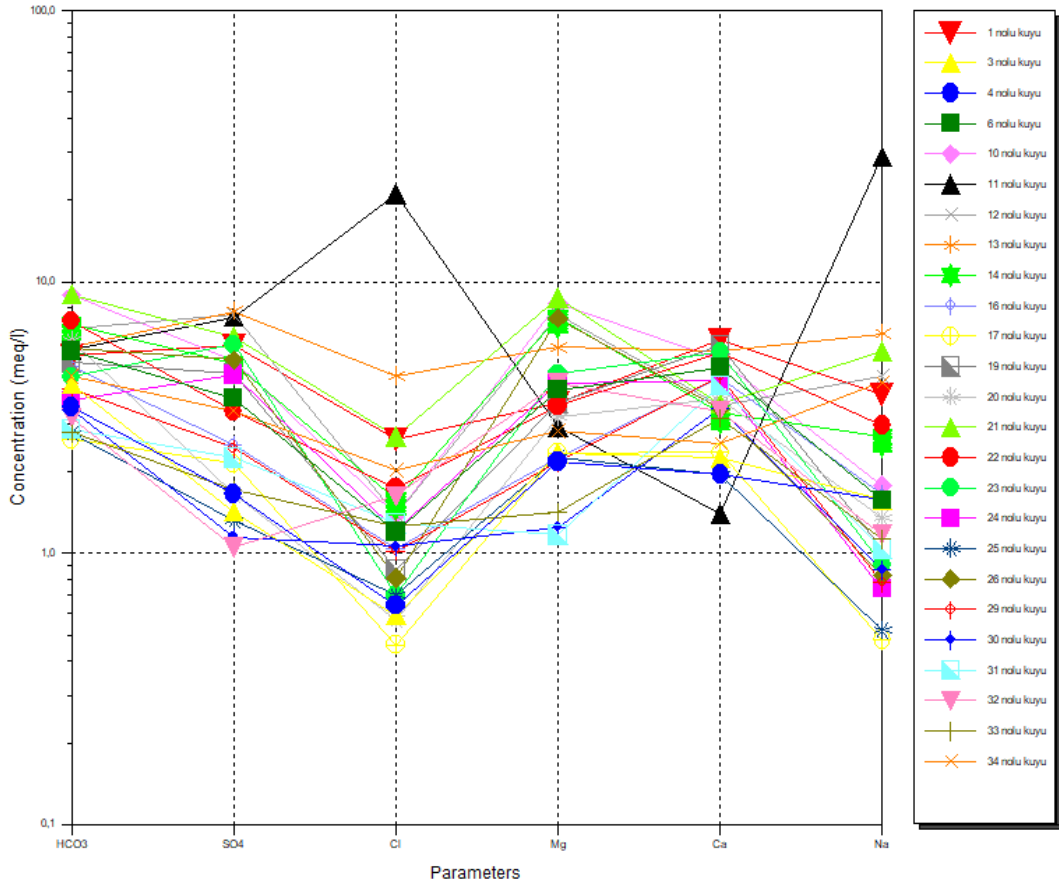
Şekil 4.38. Piper diyagramı

Çizelge 4.5. Çalışma alanından alınan su numunelerinin fasiyesleri

Kuyu No	SU TİPİ
1	Ca-Na-Mg-SO4-HCO3
10	Mg-Ca-HCO3-SO4
11	Na-Cl-SO4
12	Mg-Na-Ca-SO4-HCO3
13	Na-Mg-Ca-SO4-HCO3-Cl
14	Mg-Ca-HCO3-SO4
16	Ca-Mg-HCO3-SO4
17	Ca-Mg-HCO3-SO4
19	Ca-Mg-HCO3-SO4
20	Ca-Mg-HCO3
21	Mg-Na-HCO3-SO4
22	Ca-Mg-Na-HCO3-SO4
23	Ca-Mg-SO4-HCO3
24	Ca-Mg-SO4-HCO3
25	Mg-Ca-HCO3-SO4
26	Mg-Ca-HCO3-SO4
29	Ca-Mg-HCO3-SO4
3	Mg-Ca-Na-HCO3-SO4
30	Ca-Mg-HCO3-SO4
31	Ca-HCO3-SO4-Cl
32	Mg-Ca-HCO3-Cl
33	Ca-Mg-HCO3-SO4-Cl
34	Na-Mg-Ca-HCO3-SO4-Cl
4	Mg-Ca-Na-HCO3-SO4
6	Ca-Mg-HCO3-SO4

4.3.4.5. Schoeller Diyagramı Değerlendirilmesi

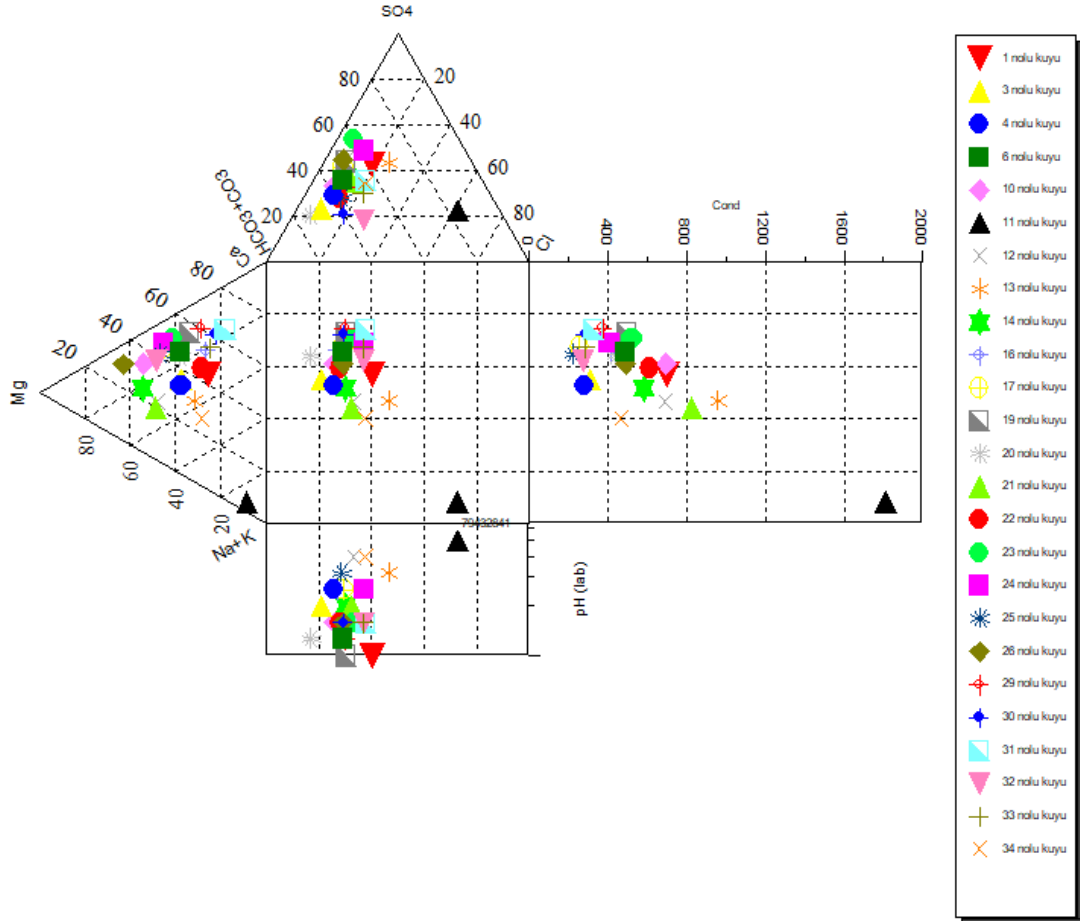
İyonların logaritmik düşey eksene meq/l cinsinden işaretlenerek oluşturulan diyagram yardımıyla suların içerisinde geçtiği kayaçların tahmini yapılmaya çalışılmaktadır. Elde edilen Schoeller diyagramı Şekil 4.39'da görülebilmektedir.



Şekil 4.39. Scholler diyagramı

4.3.4.6. Durov Diyagramı Değerlendirilmesi

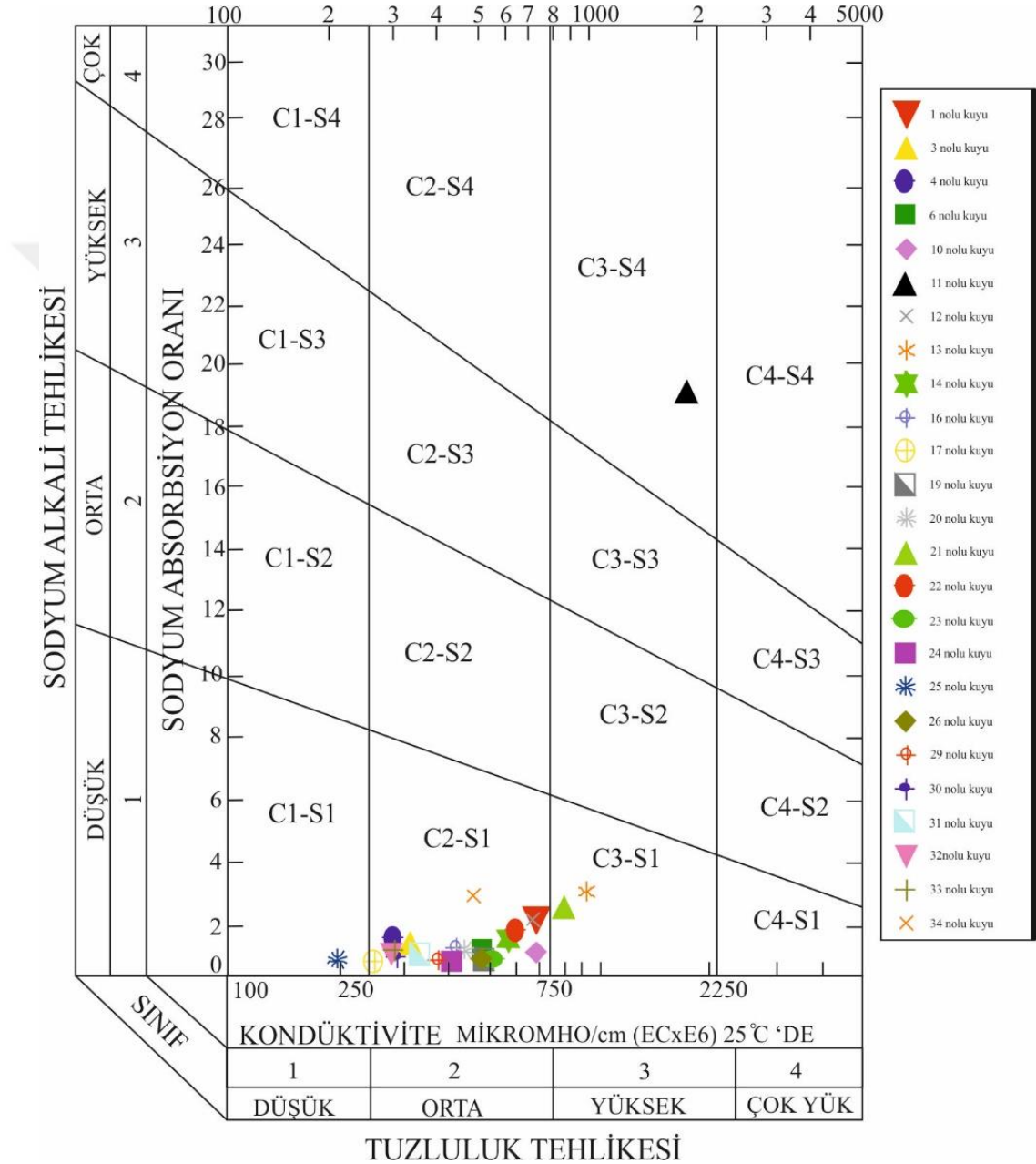
Yapılan analiz sonucunda elde edilen Durov diyagramı Şekil 4.40'da görülebilmektedir.



Şekil 4.40. Durov diyagramı

4.3.4.7. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı Değerlendirilmesi

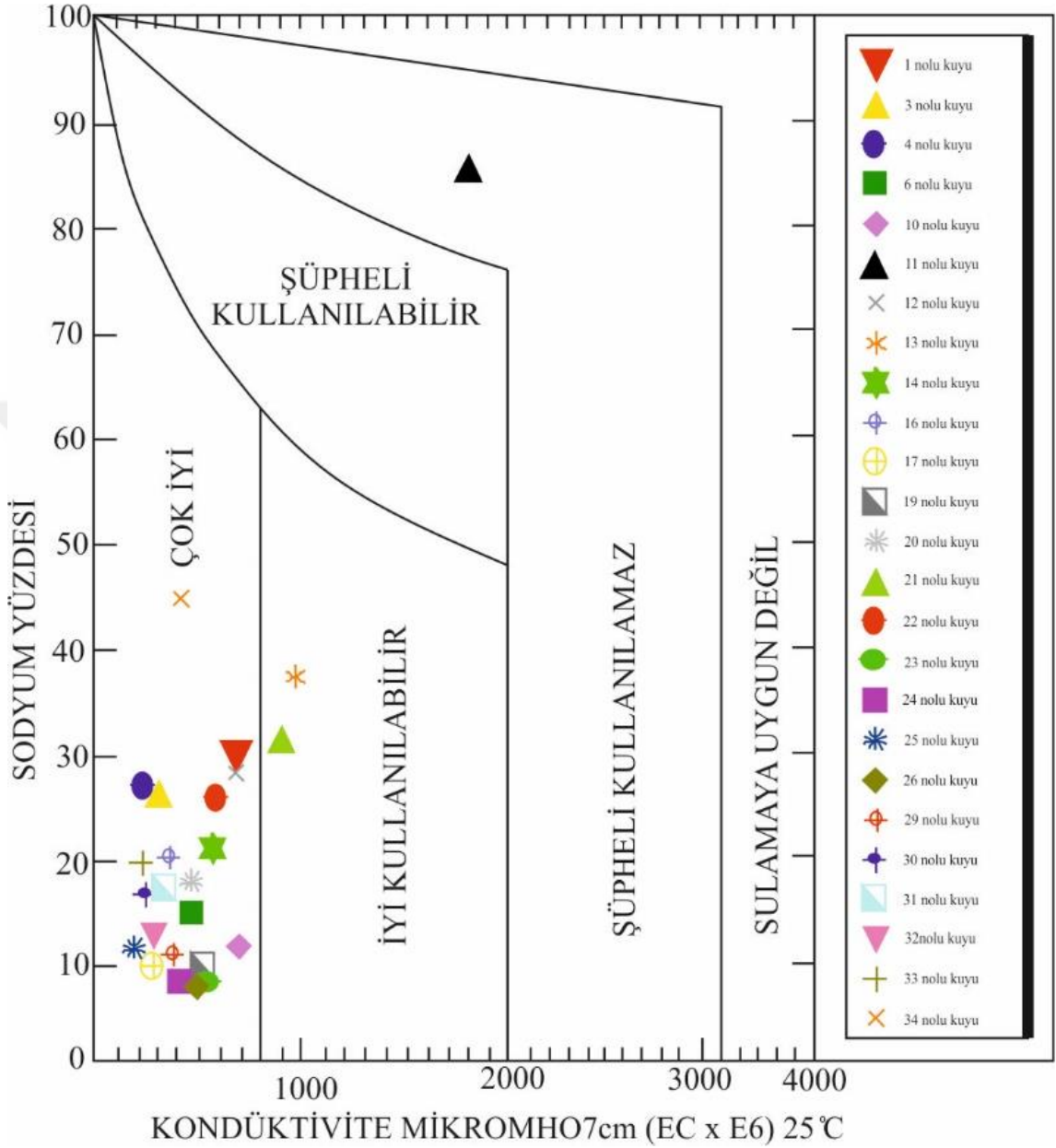
ABD Tuzluluk diyagramı suların tarımda kullanılabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

4.3.4.8. Wilcox Diyagramı Değerlendirmesi

Suyun tarımsal sulamada kullanılabilirliğinin değerlendirmesinde kullanılan diğer bir diyagramda Wilcox diyagramıdır. Yüzde sodyum ve kondüktivite parametrelerinin kesişimleri ile belirlenir (Şekil 4. 42).

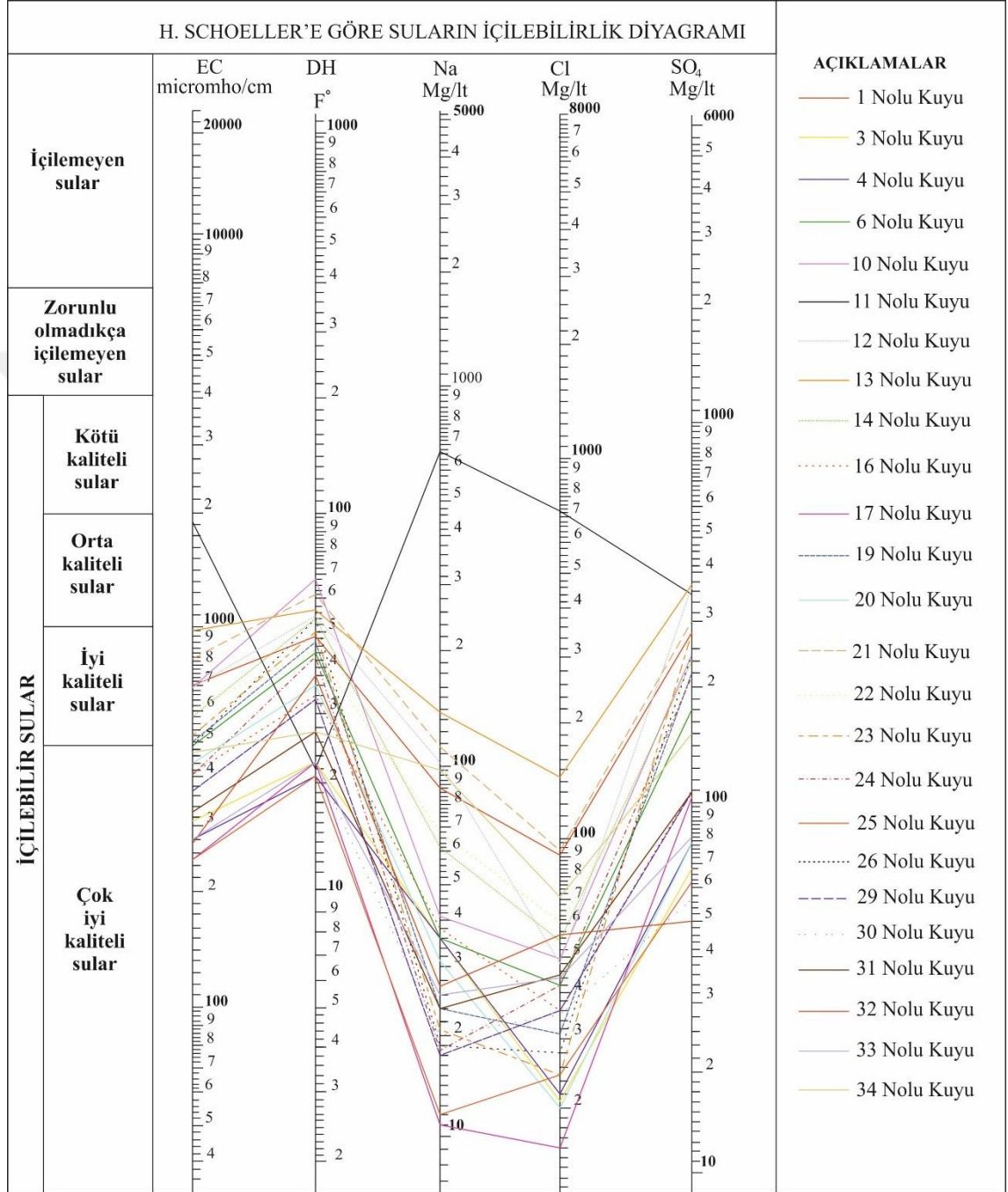


Şekil 4.42. Wilcox diyagramı

4.3.4.9. Schoeller İçilebilirlik Diyagramı

Çalışma alanındaki kuyulardan derlenen numune sonuçları Schoeller suyun içilebilirlik diyagramına göre değerlendirilmiştir (Şekil 4.43). Schoeller diyagramında havzadaki sular elektriksel iletkenlik değerine göre çok iyi ve iyi kalitededir ancak 11 nolu kuyu kötü kalitede içilebilir sular sınıfına yakındır. Çalışma alanındaki sular Sertlik derecesine göre iyi, orta ve çok iyi kaliteli sular sınıfında görülmektedirler. Sodyum ve Klorür miktarına göre 11 nolu kuyu kötü kaliteli sular sınıfında, 13 nolu kuyu iyi kaliteli

sular sınıfında olup diğer tüm sular çok iyi kalitededir. Sülfat iyon derişimine göre çalışma alanındaki yeraltı suları çok iyi, iyi ve orta kalitededir.



Şekil 4.43. Schoeller suyun içilebilirlik diyagramı

5. TARTIŞMA

Antalya'nın önemli tarım ve turizm merkezlerinden olan Kumluca ve Finike ovaları dolaylarında yapılan bu çalışmada, bölgenin drenaj alanı içerisinde kalan yeraltı sularının hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri ile elde edilen bulgular burada değerlendirilmiştir.

- ✓ İnceleme alanında otokton ve allokton birimler yüzeylemektedir. Otokton birimler Beydağı, Garipçe, Karabayır ve Karakuştepe birimlerinden oluşmaktadır. Allokton birimler ise Antalya napları olarak ayırtlanmakta ve Alakırçay karmaşığı, Tekirova ofiyolitleri ile Tahtalıdağ birimlerini içermektedir. Ayrıca çalışma alanı akarsuların getirdiği alüvyonlar sayesinde delta ovası niteliği taşımaktadır.
- ✓ Çalışma alanı ve dolaylarında bulunan meteoroloji gözlem istasyonlarından Bucak/Çamkuyusu'nun 1969-2003, Kumluca/Akdağ/Kovucak Mevkii'nin 2015-2019, Kumluca'nın 2005-2019, Finike'nin 1970-2019, Kumluca/kk'nın 1970-1992 yılları arası verileri kullanılarak, havzanın yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve buharlaşma değerleri belirlenmiştir. Bu değerler sırasıyla 16 °C, $1,25 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ve $6,04 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ dir.
- ✓ Bölgede Karasu, Akçay ve Alakır çayı önemli yüzey sularını oluştururken, birçok su çıkışı olmakla birlikte Tekke ve Salur pınarları en önemli kaynakları oluşturmaktadırlar.
- ✓ Havzanın batı kesiminde, daha çok artezyen kaynaklarının olduğu bölgede, portatif ölçüm cihazıyla ölçülen su sıcaklıklarının göreceli olarak daha düşük olduğu söylenebilir. Havzanın orta kesimlerinde Alakırçay'ın geçtiği yatak çevresinde kısmen daha yüksek ölçülmüştür.
- ✓ Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri bazı kuyularda içme ve tarımsal kullanma standart değerlerini aşmaktadır. 11 nolu kuyuda ölçülen 1809 $\mu\text{ohm/cm}$ değeri, bölgedeki en yüksek değer olarak kaydedilmiştir.
- ✓ Ovada kuzeyden güneye doğru hidrojen iyon konsantrasyon (pH) derecesinde kısmen bir artış gözlenmektedir.
- ✓ Çalışma alanının ortasında ve doğusunda “çok sert” değerinde bulunan sular havzanın batısında ve doğusundaki bazı kuyularda “oldukça sert” sınıfta yer almaktadır. Havza genelinde “çok yumuşak ve yumuşak” karakterde su bulunmamaktadır. Bunun sebebinin havzayı oluşturan elemanların ve çevrede bulunan kayaçların magnezyum, kalsiyumdan oluşan kireçtaşlarından kaynaklı jeolojik etki olduğu düşünülmektedir.
- ✓ Havzanın kuzeyden güneye doğru gidildiğinde çözülmüş oksijen miktarının azaldığı gözlenmektedir. 9,16,17,18,19 nolu keson kuyularda çözülmüş oksijen miktarı sırasıyla %88,77,93,82,78 değerlerine ulaşmıştır.

- ✓ Numune sonuçlarından elde edilen TDS verilerine göre havzadaki suların tümü “Tatlı Su Sınıfına” girmektedir. Havzanın doğusuna gidildikçe yeraltı sularındaki TDS içeriğinin arttığı gözlenmektedir. Tarımsal sulamada, endüstriyel kullanımda herhangi işlem uygulanmadan kullanılabilir. Havzadaki TDS değerleri Türk İçme Suyu Standartlarına göre maksimum değerlerin altındadır ancak ABD’de kullanılan EPA (Environmental Protection Agency) standartlarına göre 6 ve 13 nolu kuyu suları tavsiye edilen (500 mg TDS/l) değerlerin üzerindedir.
- ✓ Yeraltısuları oksidasyon indirgenme potansiyeli (ORP) açısından değerlendirildiğinde; havzanın orta kesimlerindeki kuyulardan alınan numunelerde (13,15,21,34) elde edilen verilere göre suların indirgeyici özelliklere sahip olduğu sonucuna varılabilir. Havzanın doğu ve batı kesimlerindeki suların değerlerinin pozitif değerde, oksitleyici özelliğe sahip olduğu söylenebilir.
- ✓ Tuzlu su kirlenmesinin özellikle 6 nolu kuyuda 0,65 PSU değerinde çıktığı gözlenmiştir.
- ✓ Yeraltı sularındaki karbonat ve bikarbonat iyonlarının kaynağının havzada ve çevresindeki kireçtaşları olduğu düşünülmektedir. Numune alınan 10 ve 21 nolu kuyularda bikarbonat değerlerinin yüksek (sırasıyla 8,9 ve 9 meq/l), diğer kuyularda orta seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Havzanın batısında genel olarak artezyen sularından alınan numunelerde daha düşük bikarbonat iyon derişimi gözlenmiştir.
- ✓ İnceleme alanında gözlenen Cl⁻ dağılımı 11 nolu kuyu dışında büyük anomali sergilememektedir.
- ✓ Analiz verilerine göre; havzanın doğu kesimlerinin batısına göre daha fazla sülfat içerdiği görülmektedir. Özellikle 11, 12, 13 nolu kuyulardaki sülfat içerikleri diğer kuyulara nazaran daha yüksek çıkmıştır. Örtü altı tarımının daha çok havzanın doğu bölgesinde yapıldığı için tarımda kullanılan yapay gübrelerin bu bölgede SO₄ derişimini arttırdığı düşünülmektedir.
- ✓ Ca içeriği ise değişkenlik göstermekte yer yer düşük yer yer yüksek seviyelerdedir. Ovanın kuzey kesimlerinde olduğu gibi kıyı kesimlerde de yüksek değerli ölçümler yapılmıştır.
- ✓ Mg⁺² iyonu yoğunluk dağılımı haritasıyla SO₄⁻ iyon dağılımı birçok noktada benzerlik göstermektedir. Bu benzerliğin tarımda gübre olarak kullanılan MgSO₄ kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. İnceleme alanındaki su kaynaklarına ait Mg⁺² iyon konsantrasyonları TSE266 içme suyu standartları tarafından belirlenen ve izin verilen maksimum değer olan 50 mg/l’yi bazı kuyularda aştığı görülmektedir. 10 numaralı kuyuda bu değerin iki katı ölçülmüştür. Çalışılan bölgedeki kuyuların magnezyum içeriği sulama suyu için düşük, yeterli ve yüksek seviyelerde ölçülmüştür. Havzadaki yeraltı sularının Mg²⁺ içeriği doğu bölümünde (Kumluca yöresi), batı bölümüne (Finike yöresi) göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

- ✓ Potasyum (K^+) değeri genel olarak düşüktür. 11 nolu kuyudaki potasyum değeri görece olarak diğerlerinden fazladır.
- ✓ Yeraltı sularındaki sodyum içeriği çalışılan ovanın doğu kesimlerinde batı kesimlere görece olarak daha fazla ölçülmüştür. 11 nolu kuyunun TSE-266 (2005) ve WHO (2006) içme ve kullanma suyu standardı olan 200 mg/l değerini 666 mg/l değeri ile aştığı görülmektedir.
- ✓ Dünya Sağlık Örgütü tarafından (WHO 2006) çinko için 5 mg/l maksimum izin verilebilir konsantrasyon olarak belirlenmiştir. Çalışılan bölgede çinko değerlerinin bu standardı aşmadığı, özellikle havzanın ortasında bu değerlerin azaldığı, 22 nolu kuyuda 0,12 ppm seviyelerine kadar düştüğü görülmektedir.
- ✓ Sağlık bakanlığı, WHO ve TS-266 krom (Cr) için üst sınır 0,05 ppm olarak belirlemiştir. İnceleme alanında Cr ölçümü yapılan bazı kuyularda üst sınır çok aşılmıştır. 2, 4, 13, 15, 17, 18, 30, 32, 34 nolu kuyularda Cr içeriği sırasıyla 1,06, 0,882, 1,32, 1,78, 1,4, 1,54, 1,37, 1,51, 1,06'dır. 21 nolu kuyuda ölçülen krom içeriği 4,79 ppm ile en yüksek seviyededir.
- ✓ Çalışma alanında bulunan bazı kuyulardaki numune sonuçlarının içme suyu standart değerini aştığı görülmektedir. Artezyen kuyularındaki demir miktarları diğer kuyulara kıyasla daha fazladır. 28 nolu kuyuda 8,4 ppm seviyesinde çıkan sonuç en yüksek seviyedir. Numune alınan kuyulardaki sondaj borularının veya kurnalarının demir içerikli olmasının da etkili olabileceği göz önünde tutulmuştur.
- ✓ Yeraltı sularındaki bakır içeriği TSE-266 standardı olan 2 mg/l değerinin üzerindedir. 32 nolu kuyu 3,19 mg/l değeri ile en yüksek bakır içeriğine sahiptir. Alüminyum değerleri ise havzanın orta kısmında doğu ve batı yakalarına göre düşüktür. 28 nolu artezyen kuyusunda 296 ppm ile en yüksek seviyelerdedir.
- ✓ İnceleme alanındaki kuyuların bor değerleri sınırların çok altındadır. En yüksek seviye 0,8 ppm ile 11 nolu kuyu olup, TSE 266 standart değerinin (1 mg/l) altındadır. Havzanın doğu kesiminin bor derişimi daha yüksektir ancak TS-266 standartlarına göre izin verilen maksimum 2 mg/l değerini aşmamaktadırlar. WHO standartları 0,5 mg/l limit seviyesini sadece 11 nolu kuyunun aştığı gözlenmektedir.
- ✓ Yeraltı sularının kalay içeriği genel olarak 15-18 ppm aralığında olduğu görülmektedir. 22 nolu kuyuda kalay değeri ölçülemedi. 25, 27 ve 33 nolu kuyularda 12-15 ppm aralığında olduğu bazı kuyularda 18-21 ppm aralığında olduğu gözlenmiştir.
- ✓ Çalışma alanındaki kuyulardaki kükürt içeriği havzanın doğu kesimlerinde (13 nolu kuyu) 133 ppm seviyelerine ulaşmaktadır.
- ✓ Çalışma alanında sadece 11,13 ve 21 nolu kuyularda bromür iyonuna rastlanmıştır.
- ✓ İnceleme alanında "sodyum iyon yüzdesi" hesaplandığında 11 nolu kuyunun sulamaya uygun olmadığı, 34 nolu kuyunun izin verilebilir sınırlar içerisinde kaldığı, diğer kuyuların sulamada iyi niteliklerde olduğu söylenebilir.

- ✓ “Sodyum Absorbsiyon” oranına göre genel olarak havzadaki sulama sularının çok iyi kalitede olduğu sadece 11 nolu kuyunun 19,8 oran ile orta özellikteki sulama sınıfında olduğu değerlendirilmiştir.
- ✓ Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) değeri genel itibariyle düşük, 1. Sınıf (iyi) sulama suyu sınıfındadır. Sadece 11 nolu kuyunun 1,29 meq/l değerinde artık bikarbonat derişimine sahip olduğu ve 2. Sınıf (orta) kalitede sulama suyu sınıfına girdiği görölmektedir.
- ✓ Piper diyagramı ile değeriendirilen su numunelerinin genel olarak toprak alkali elementlerin (Ca+Mg), alkali elementlere (Na+K) göre fazla olduğu ve zayıf asit kökleriyle (CO_3+HCO_3), güçlü asit köklerinin (SO_4+Cl) birbirlerine baskın geldiği düşünölmektedir. Schoeller Diyagramına göre havzadaki suların daha çok kalsit, dolomit gibi karstik yapıdaki elemanlarla temasta olduğu görölmektedir.
- ✓ ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre ise; 25 nolu kuyunun C1-S1 sınıfında, 21 ve 13 nolu kuyuların C3-S1 sınıfında, 11 nolu kuyunun C3-S4 sınıfında diğer kuyuların C2-S1 sınıfında yer aldığı anlaşılmıştır. Ayrıca Wilcox diyagramına göre sulama için genel olarak “çok iyi”; 21 ile 13 nolu kuyuların “iyi-kullanılabilir”, 11 nolu kuyunun ise “şüpheli kullanılamaz” olduğu görölmüştür.

6. SONUÇLAR

Kumluca ve Finike ovaları, ülkemizin önemli tarım alanlarından; ayrıca bölge turizm açısından da dikkat çekicidir. Bu nedenle tarihsel süreçte nüfusa paralel olarak tarım faaliyetleri de artmıştır. Ağırlıklı olarak örtü altı tarım yapılmaktadır. Bu çalışmada bölgenin hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal açıdan incelenmesi hedeflenmiştir. Bunun için ArcGIS 10.6 coğrafi bilgi sistemleri tabanlı program kullanılarak bölgenin drenaj ve yoğunluk haritaları çıkarılmış; suların hidrojeokimyasal özellikleri AquaChem 2014.2 yazılım programı yardımıyla belirlenmeğe çalışılmıştır.

Çalışma alanındaki kuyulardan alınan su numunelerinde hakim iyon tipi Ca-Mg-HCO₃-SO₄ tür. Bazı kuyulardan alınan numuneler farklı hakim iyon tipleriyle ayrılmaktadır. 11 nolu kuyu Na-Cl-SO₄, 13 ve 34 nolu kuyular, sırasıyla Na-Mg-Ca-SO₄-HCO₃-Cl, Na-Mg-Ca-HCO₃-SO₄-Cl iyon tipleriyle diğer kuyulardan farklıdır. Bu kuyulardaki su tiplerinin farklı olması, mevcut farklı litolojilerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. İyon içeriğine bakıldığında Beydağları Otoktonuna ait karbonatlı dolomitik kayaçların ovanın litolojik yapısında da baskın olduğu söylenebilir.

Özellikle seracılığın daha yoğun olduğu Mavikent bölgesinde yer alan 11 nolu kuyuda dikkat çekici anomaliler belirlenmiştir. Bu kuyuda 1809 µohm/cm elektriksel iletkenlik ve 21,09 meq/l klorür, 0,87 meq/l potasyum 28,94 meq/l sodyum, 0,80 meq/l bor değerleri elde edilmiştir. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) 19,8 meq/lt iken, kalıcı sodyum karbonat (RSC) bu kuyuda 1,29 meq/l ile “2. Sınıf sulama suyu” olarak değerlendirilmiştir. Wilcox diyagramına göre “şüpheli kullanılamaz” sınıfındadır. 21 ve 28 nolu kuyularda da dikkat çeken anomaliler görülmüştür. Kuyu loglarına ulaşamadığı için düşey yöndeki litolojik ve yapısal değişim belirlenmemiştir. Bu nedenle söz konusu anomalilerin temel 3 nedeni olabileceği sonucuna varılmıştır. İlki bölgesel ölçekte bakıldığında, ofiyolitik melanjların varlığı dolayısıyla çok farklı kökene sahip jeolojik birimlerin etkili olabileceği düşünülmüştür. Bir diğer neden olarak, bölgenin üst kotlarında yer alan maden ocaklarının bulunması ve buna bağlı olarak metal girişimlerinin olabileceği öngörülmüştür. Son olasılık ise antropojenik diye tanımlayabileceğimiz ve azot, fosfor, tuzluluk ve benzeri parametrelerin aşırı yükselmesine neden olan gübreleme faaliyetleridir. Son düşünceyi destekleyen bir çok literatüre ulaşılmış ve bu literatürler tez içerisinde verilmiştir.

Havzanın doğu kesiminde sülfat iyon konsantrasyonu batı kesimine oranla daha yüksek olup, özellikle 11,12,13 ve 21 nolu kuyularda sırasıyla 7,44 meq/l, 7,58 meq/l, 7,78 meq/l, 6,27 meq/l değerleri gözlenmiştir. Havzanın doğu kesiminde bromür ve kükürt iyonları da görece olarak yüksek çıkmaktadır. Sodyum adsorbsiyon oranı ve artık sodyum karbonat hesaplandığında bazı kuyulardaki “suların kötü – kullanılabılır” özellikte olduğu değerlendirilmiştir. Bazı kuyulardaki ağır metal içerikleri TSE266 ve WHO değerlerinin sınır değerlerini aşmaktadır. Krom elementi için TSE266 ve WHO maksimum değeri 0,05 ppm dir. Çalışma alanındaki 2, 4, 13, 15, 17, 18, 30, 32, 34 nolu kuyularda Cr içeriği sırasıyla 1,06, 0,882, 1,32, 1,78, 1,4, 1,54, 1,37, 1,51, 1,06 ppm seviyelerinde ölçülmüştür. 21 nolu kuyuda ölçülen krom içeriği 4.79 ppm ile en yüksek seviyededir. 28 nolu kuyuda demir iyonu 8,4 ppm, 32 nolu kuyudaki bakır konsantrasyonu 3,19 ppm seviyelerine çıkmaktadır. Alüminyum ve silisyum içeriği havzadaki bütün kuyularda çok yüksek seviyelere ulaşmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Aksoy, M. 2000. *Beslenme biyokimyası*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 554-561.
- Anonim 1: <https://merlab.metu.edu.tr/tr/x-isini-floresans-spektometresi>[Son erişim tarihi: 03.06.2020].
- Anonim 2: <http://www.kumluca-bld.gov.tr/19/COGRAFYA.html>, [Son erişim tarihi 03.06.2020].
- Atabey, E. 2005. Tıbbi Jeoloji. Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, Ankara, 134 s.
- Atakuru, İ. 2009. Emet ve Hisarcık bölgesi sularında arsenik ve bor tayini. Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kimya Bölümü, Kütahya, 59 s.
- Atılğan, A., Oz, H., Yılmaz, H. I., and Uzer, H. 2014. Determination of current status in the resulting of waste materials from production of greenhouse and its environmental interaction. In 13th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, Vol. 13, pp. 120-125.
- Ayandiran, T.A., Fawole, O.O. and Dahunsi, S.O. 2018. *Water quality assessment of bitumen polluted Oluwa river, South-Western Nigeria*. Water Resources and Industry, 19, 13-24.
- Bacanlı, Ü.G. ve Saf, B. 2005. Kuraklık belirleme yöntemlerinin Antalya ili örneğinde incelenmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Sempozyumu, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11138.pdf>, [Son Erişim Tarihi: 03.06.2020]
- Baltacı, F. 2000. *Su ve Analiz Metodları*. DSİ, Ankara, 3-38.
- Bağcı, U., Parlak, O. ve Höck, V. 2006. *Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulate rocks from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey)*. Geological Journal, 41, 193-219.
- Bağcı, U. ve Parlak, O. 2009. *Petrology of the Tekirova (Antalya) ophiolite (Southern Turkey): evidence for diverse magma generations and their tectonic implications during Neotethyan-subduction*. International Journal of Earth Sciences, 98, 387-405.
- Başkan, M.B. ve Atalay, N. 2014. *İçme ve sulama sularında bor kirliliği ve bor giderme yöntemleri*. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 20(3).
- Bayazıt, M. (2003). Hidroloji, üçüncü basım, Birsen Yayınevi, İstanbul, 210 s.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. 2007. *Antalya Birliği Paleozoyik - Alt Mesozoyik kayaçlarının mineralojisi, Kemer-Kumluca, Batı Toroslar, Güneybatı Türkiye*. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, ss. 282-285, 16-22 Nisan, Ankara.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 2009. *Antalya Birliği-Alakırçayır Napı Triyas yaşlı volkanik kayaçlarının alterasyon mineralojisi*. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, 26: 23-42.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 2010. *Geochemistry of mixed-layer illitesmectites from an extensional basin, Antalya Unit, Southwestern Turkey*. Clays and Clay Minerals, 58, 644-666.

- Boztaş, S. 2018. Kumluca (Antalya) çevresinin mangan cevherleşmesi ve kökeni. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, 72 s.
- Boyd, C.E. and Tucker, C. S. 1998. *Ecology of aquaculture ponds. In Pond aquaculture water quality management*, Springer, Boston, MA, 8-86.
- Bytyçi, P., Fetoshi, O., Durmishi, B., Zhushi, F., Çadraku, H., Ismaili, M. and Shala-Abazi, A. 2018. *Status assessment of heavy metals in water of the Lepenci river basin, Kosova*. Journal of Ecological Engineering. Volume 19: 19-32.
- Çakır, B., Bayarı, C., Tezcan, L. ve Özyurt, N., 2015. *Klorofluorokarbonlar ile yeraltı suyu yaşının belirlenmesi: 3-Beydağları (Finike) karstik akiferi kaynaklarında uygulama*. Yerbilimleri Dergisi 20: 91-104.
- Çelik F.Ö. 2009. *Alakırçay melanjı içinde yüzeyleyen volkanik kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri (gb türkiye)*. Uygulamalı Yerbilimleri Sayı:1, 49-60.
- Chapman, D. and Kimstach, V. 1996. *Selection of water quality variables*. Water Quality Assessments-a Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring, 59-126.
- Çullu, M.A. 2011. Toprak tuzlulaşması. T.C. Kalkınma Bakanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Şanlıurfa, 96 s.
- Daşdemir, F. 2008. Şimşir bitkisinin hava kirliliğine sebep olan eser element takibinde bioizleyici olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Kimya Bölümü, Ankara, 82 s.
- Davraz, A., Karagüzel, R., Soyaslan, İ., Şener, E., Seyman, F. ve Şener, Ş. 2009. *Hydrogeology of karst aquifer systems in SW Turkey and an assessment of water quality and contamination problems*. Environmental Geology, 58. 973-988.
- Demir Yetiş, A. 2013. Ceylanpınar ovası yeraltı suyu kalitesinin ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 154 s.
- Demircan, M., Alan, İ. ve Şensoy, S. 2011. *Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22, Ankara.
- Demiroğlu, M. 2008. Eskişehir-Sivrihisar-Günyüzü havzası hidrojeolojisi ve hidrojeokimyası. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 181 s.
- Devlet Su İşleri, 1978. Finike-Kumluca ovası hidrojeolojik etüd raporu, (yayınlanmamış) Ankara. 37 s.
- Devlet Su İşleri, 2012. Faaliyet Raporu, Ankara, 320 s.
- Dilek, Y. and Rowland, J. 1993. *Evolution of conjugate passive magrin pairs in mesozoic southern turkey*. Tectonics, 12, 954-970.
- Dinçer, S. 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Giresun, 85 s.

- Dumont, J.F., Gutnic, M., Marcoux, J., Monod, O. and Poisson, A. 1972. *Le Trias des Taurides occidentales (Turquie) definition du bassin pamphylien: Un nouveau domaine à ophiolithes à la marge externe de la chaîne taurique*. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 385-409.
- Dumont, J.F. 1976. *Isparta kıvrımı ve Antalya naplarının orijini, torosların üst kretase tektonojenezi ile oluşmuş yapısal düzenin büyük bir dekreşman, transtorik arıza ile ikiye ayrılması varsayımı*. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 86, 57-67.
- Eaton, F.M. 1950. *Significance of carbonates in irrigation waters*. Soil. Sci, 69: 123-133.
- Erdogan, G. and Cetin, H. 2020. *Survey of deltamethrin resistance in house flies (musca domestica l.) collected from Kumluca, the most important greenhouse production area of Turkey*. Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 29, No. 11, pp. 10252-10256
- Erguvanlı İ. ve Yüzer E. *Yeraltı suları Jeolojisi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları. 967: 293-324, 1973.
- Erguvanlı, K. ve Yüzer, E. 1987. *Yeraltı suları Jeolojisi*. İTÜ Maden Fakültesi, Yayın no:23, İstanbul, 339 s.
- Eriksson, E. 1981. *Aluminium in groundwater possible solution equilibria*. Hydrology Research, 12(1), 43-50.
- Gafur, N., Sakakibara, M., Sano, S. and Sera, K. 2018. *A case study of heavy metal pollution in water of bone river by artisanal small-scale gold mine activities in eastern part of gorontalo, Indonesia*. Water. 10. 1-10.
- Geldiay, R. ve Balık, S. 1999. *Türkiye Tatlısu Balıkları*. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, 532 s.
- Gölhan, M. 1967. *Suyun sertliği*, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 146, 26-29 s.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 1997. *Su Kalitesi*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, TC Sağlık Bakanlığı, 92 s.
- Hem, J. D. (1985). *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water* (Vol. 2254). Department of the Interior, US Geological Survey, 263 p.
- ICAIR Life Systems, Inc. 1987. *Drinking water criteria document on nitrate/nitrite*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water.
- İslamoğlu, Y. 2002. *Antalya Miyosen havzasının mollusk faunası ile stratigrafisi (Batı-Orta Toroslar, GB Türkiye)*. MTA Dergisi Vol. 123-124, pp. 27-58
- İslamoğlu, Y. 2003. *Antalya ve kasaba miyosen havzalarının mollusk faunasının paleocoğrafik ve paleoekolojik özelliği*. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 126, 11-42.
- İslamoğlu, Y. 2004. *Kasaba miyosen havzasının gastropoda faunası (batı toroslar, gb türkiye)*. Bulletin of Mineral Research and. Exploration. 128. 137-170.
- Jacob, H.E. 1970. *Chapter IV redox potential: Methods in microbiology*. Academic Press, Vol. 2, 91-123.

- Javed, T., Ahmad, N. and Mashiatullah, A. 2018. *Heavy metals contamination and ecological risk assessment in surface sediments of Namal lake, Pakistan*. Polish Journal of Environmental Studies. Vol 27, 675-688.
- Juteau, T. 1975. Les ophiolites des nappes d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie): pétrologie d'un fragment de l'ancienne croûte océanique téthysienne. Fondation Scientifique de la Géologie et de Ses Applications no:32, 692 p .
- Kadak, A.E., ve Aras, M.S. 2017. *Su sıcaklığının diğer su özelliklerine olan etkileri*. Menba, Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 3(1-2) Çift sayı), 30-35.
- Kalafatçioğlu, A. 1972. Antalya körfezi batı kesiminin jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Enstitüsü, İstanbul, 128 s.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Cayci, G., and 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.
- Karaman, M.E. 1990. *Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 57-67.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S. 2004. *Metallerin çevresel etkileri-II*. İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Dergisi, 137, 46-51.
- Korkmaz Başel, E. D., Çakın, K. ve Satman, A. 2008. *Türkiye'nin yeraltı sıcaklık haritası ve tahmini ısı içeriği*. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.
- Koşun, E., Poisson, A., Ciner, A., Wernli, R. and Monod, O. 2009. *Syn-tectonic sedimentary evolution of the Miocene Çatallar Basin, southwestern Turkey*. Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 34, 466-479.
- Kükreler, S. ve Mutlu, E. 2019. *Assessment of surface water quality using water quality index and multivariate statistical analyses in Saraydüzü Dam Lake, Turkey*. Environmental Monitoring and Assessment. 191(2): 71.
- Leventeli, Y. 2011. *Potential Human Impact on Coastal Area, Antalya—Turkey*. Journal of Coastal Research, (61), 403-407.
- Leventeli, Y., Yalcin, F., and Kilic, 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., and Yalcin, 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.
- Lloyd C.D. 2007. *Local models for spatial analysis*, CRC Press, 21-22 p.
- Luqueño, F.F., et.al. 2013. *Heavy metal pollution in drinking water-a global risk for human health: A review*. African Journal of Environmental Science and Technology, 7(7), 567-584.

- Muhammetoğlu, H., Muhammetoğlu, A., and Soyupak, S. 2002. *Vulnerability of groundwater to pollution from agricultural diffuse sources: a case study*. Water science and technology, 45 (9), 1-7.
- Muhammetoglu, A., and Yardimci, A. 2006. *A fuzzy logic approach to assess groundwater pollution levels below agricultural fields*. Environmental Monitoring and Assessment, 118 (1), 337-354.
- Muhammetoglu, A., and Uslu, B. 2007. *Application of environmental impact quotient model to Kumluca region, Turkey to determine environmental impacts of pesticides*. Water science and technology, 56 (1), 139-145.
- Muhammetoglu, A., Durmaz, S., and Uslu, B. 2010. *Evaluation of the environmental impact of pesticides by application of three risk indicators*. Environmental Forensics, 11(1-2), 179-186.
- Nicholson, K. 1993. *Geothermal fluids chemistry and exploration techniques*. Springer-Verlag, Chapter 2, 45-50.
- OECD, 2012. *OECD Environmental Outlook to 2050*. OECD Publishing; <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>.
- OECD, 2015. *The governance of water regulators, OECD studies on water*. OECD Publishing; <http://dx.doi.org/10.1787/9789264231092-en>.
- Onacak, T. 1990. *Borlu Atıksuların Kırka (Eskişehir) Yöresi Yüzey Sularına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi* 64 s.
- 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 Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality, Türkiye pp.1118-1123.
- Öktem, A.U. ve Aksoy, A. 2014. *Türkiye'nin su riskleri raporu*, WWF-Türkiye, Ofset Yapımevi. ISBN: 978-605-86596-7-4
- Öner, E. 1996. *Finike ovasının alüvyal jeomorfolojisi ve antik Limyra kenti*. Ege Coğrafya Dergisi, 9, 131-158.
- Özbolat, G. ve Tuli, A. 2016. *Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri*. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25(4), 502-521.
- Özçelik, O., Altunsoy, M., and Acar, F. 2009. *Organic geochemical characteristics of the Miocene Lycian Basin, western Taurides, Turkey*. International Geological Review, Vol.51/1, pp.77-93
- Özgül, N. 1976. *Torosların bazı temel jeolojik özellikleri*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-67.
- Parlak, O. 2016. *The tauride ophiolites of anatolia (turkey): a review*. Journal of Earth Science, Vol. 27, No. 6, p. 901-934.
- Poisson, A. 1977. *Recherches Geologiques dans lens Taurides Occidentales (Turquie)*. M.Sc. Thesis, Universite de Paris-Sud, Paris, 795 p.

- Poisson, A. 1984. *The extension of the Ionian trough into southwestern Turkey*. Geological Society, London, Special Publications, 17(1), 241-249.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M. and Şentürk, M. 2003. *New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey)*. Geological Journal, 38(3-4), 257-282.
- Putri, M.S.A., Lou, C.H., Syai'in, M., Ou, S.H., and Wang, Y.C. 2018. *Long-term river water quality trends and pollution source apportionment in Taiwan*. Water, 10(10), 1394.
- Reuber, I. 1982. Generations successives de filons grenus dans le complexe ophiolitique d'antalya (Turquie), origine evolution et mecanismes d'injection des kiquides. L'Unite de Formaton et de Recherche Sciences de la Terre, 245 p.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 60 p.
- Ricou, L.E., Argyriadis, I., and Marcoux, J.E.A.N. 1975. *L'axe calcaire du Taurus, un alignement de fenêtrés arabo-africaines sous des nappes radiolaritiques, ophiolitiques et métamorphiques*. Bulletin de la Société Géologique de France, 7(6), 1024-1044.
- Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1977. *Imbricate thrust belt tectonics and sedimentation as a guide to emplacement of part of the Antalya Complex, SW Turkey*. Abs. 6th Coll. Aegean Geol., Izmir 1977, 98.
- Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1981. *Alakırçay group, Antalya Complex, southwest turkey, a deformed mesozoic carbonate margin*. Sedimentary Geology, 30, 95-131.
- Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1982. *Wrench and thrust tectonics along a Mesozoic–Cenozoic continental margin: Antalya Complex, SW Turkey*. Journal Of The Geological Society, 139(2), 147-163.
- Robertson, A.H.F., Woodcock, N.H. 1984. *The SW segment of the Antalya Complex, Turkey as a Mesozoic-Tertiary Tethyan continental margin*. Geological Society, London, Special Publications, 17, 251-271.
- Robertson, A.H.F. 1993. *Mesozoic–tertiary sedimentary and tectonic evolution of neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins in the Antalya Complex, Southwest Turkey*. Geological Society London Special Publications, 20, 415–465.
- Sargin, A. H., 2010. Yeraltı Suları. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 200 s.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U. And Smedley, P.(Editors) 2005. Essentials of medical geology, Impacts of Natural Environment on Public Health, Elsevier Academic Pres, 519 p.
- Singh, K., Dutta, R., Kalamdhad, A. and Kumar, B. 2018. *Risk characterization and surface water quality assessment of Manas River, Assam (India) with an emphasis on the TOPSIS method of multi-objective decision making*. Environmental Earth Sciences, 77(23), 780.

- SKYY 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, sayı: 25687.
- Sönmez, S., Kaplan, M. 1996. *Kumluca ve Finike Yöreleri Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1), 288-303.
- Strbac, S., Kasanin-Grubin, M. and Vasic, N. 2017. *Importance of background values in assessing the impact of heavy metals in river ecosystems: case study of Tisza River, Serbia*. Environmental Geochemistry and Health, 40(4), 1247-1263.
- Şen, Z. 2014. *Practical and Applied Hydrogeology*, 1st Edition. Elsevier, Chapter 5, 279-339.
- Şahinci, A. 1991. *Doğal Suların Jeokimyası*, 3. Bölüm, Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl., Reform Matbaası, İzmir, 46-57.
- Şenel, M., Serdaroğlu, M., Kengil, R., Ünverdi, M. ve Gözler M.Z. 1981. *Teke Toroslarının güneydoğusunun jeolojisi*. MTA Derg. 95-96, 13-43.
- Şenel, M. 1984. Discussion on the Antalya Nappes. Geology of Taurus Belt. International Symposium, Ankara, 41-51 s.
- Şenel, M., vd. 1992. *Eğirdir-Yenişarbademli-Gebiz ve Geriş-Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi*. TPAO rap. 3132, MTA rap. 9330(yayınlanmamış), Ankara, 559 s.
- Şenel, M., Gedik, İ., Dalkılıç, H., Serdaroğlu, M., Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Bölükbaşı, A.S., Korucu, M. ve Özgül, N. 1996. *Isparta Büklümü doğusunda, otokton ve allokton birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar)*. MTA Dergisi, 118, 111-160.
- Şenel M. 1997. *1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya L10 Paftası, No: 7*, MTA Yayını, Ankara.
- Şenel M. 1997. *1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya L11 Paftası, No: 8*, MTA Yayını, Ankara.
- Şenel, M. 1997. *1:250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya Paftası, No: 3*, MTA Yayını, Ankara.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Metin, S., Esentürk, K., Bölükbaşı, A.S. ve Özgül, N. 1998. *Orta Toroslar'da Güzelsu koridoru ve kuzeyinin stratigrafisi, Türkiye*. MTA Dergisi, 120 171-198.
- Tofan, S. 2008. Konya Bölgesindeki İçme Sularında Metal Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Konya, 87s.
- Thorntwaite, C.W. 1948. *An approach toward a rational classification of climate*, The Geographical Review, Volume: 38, Page: 55-94.
- TSE266, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular, Türk İçme Suyu Standartları TS 266 sayılı standart. Türk Standartları Enstitüsü –Ankara
- U.S.Salinity Lab. Staff, 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook, Washington. D.C, No: 60, Page: 160.
- Uslu, M. 2014. Kumluca (Antalya) kuzeyinde yer alan ofiyolit topluluğunun jeolojik konumu ve ekonomik potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 68 s.
- Ünal, İ.H., Tuncel, S., Yücel, M.B., Yoleri, B., Aslan, M. 2016. Türkiye’de ve Dünya’da Bakır. MTA, 30 s.
- Uygan, D. ve Çetin, Ö. 2004, *Borun tarımsal ve çevresel etkileri: Seydisuyu toplama havzası*. II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül, Eskişehir, Türkiye 527-540 s..
- WHO. 1984a. Guidelines for drinking-water quality vol. 1. (recommendations). Geneva.
- WHO. 1984b. Guidelines for drinking-water quality vol 2. (health criteria and other supporting information). Geneva.
- World Health Organization, 2006, Guidelines for drinking water quality, third edition, Geneva, Page: 221-459
- WHO, 2011. *Guidelines for drinking-water quality*. 4th edition. WHO chronicle, 38(4), 541 p.
- Wilcox, L. (1955). *Classification and use of irrigation waters* (No. 969). US Department of Agriculture, 19 p.
- Yağmurlu, F. 1991. *Yalvaç-Yarıkkaya neojen havzasının tektonosedimanter özellikleri ve yapısal evrimi*. MTA Dergisi, 112, 1-13.
- Yağmurlu, F. 1994. *Isparta güneyinde yer alan Tersiyer yaşlı türbiditik birimlerin fasiyes özellikleri*. Geosound 24: 17-28.
- 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.
- Yağmurlu, F., Tagliasacchi, E. and Şentürk, M. 2019. *The significant hydrocarbon seepages in the eastern mediterranean region: çirali (chimera) natural gas potential, Kemer-Antalya, SW-Turkey*. Engineering Research Papers 406: 45-64.
- Yalçın, 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, H., Bozkaya, Ö. ve Yılmaz, C. 2015. *Tekirova (Antalya) ofiyolit napı kayaçlarının alterasyon mineralojisi ve jeokimyası*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 58: 63-89.
- Yılmaz, P.O., 1981. Geology of the Antalya Complex, Southwest Turkey, Dissertation, University Microfilms International Michigan, 268 p.
- Yılmaz, P.O. 1984. *Fossils and K-Ar Data Forthe Antalya Complex, Southwest Turkey*. Geological Society London Special Publications, 17: 119-127.
- Yüksel, A. 2007. Üçtepe yöresinin (İmamoğlu – Adana) hidrojeolojik incelemesi Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 51 s.

8. EKLER

THORNTWAITE YÖNTEMLİLE SU BÜTÇESİ HESABI														
KUMLUCA AKDAĞ KOVUÇAK MEVKİ (İST. NO:18.612) 5 gözlem	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	4,1	6,8	8,6	12,2	15,3	20,0	24,5	23,8	21,2	15,9	10,9	6,4	14,1
	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 _i	0,7	1,6	2,3	3,8	5,4	8,2	11,1	10,6	8,9	5,8	3,3	1,4	
	J	63,0754768654947												
a	1,48534805525646													
EPOT(mm)	7,3	15,2	26,1	46,7	71,9	108,6	149,2	133,0	99,8	61,2	31,0	13,6	763,5	
Aylık Yağış Ortalaması (Omgli)	217,0	68,0	116,0	35,0	33,0	46,0	32,2	31,3	34,1	49,3	56,3	124,7	842,9	
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ	-	-	-	-11,7	-38,9	-49,4	-	-	-	-	25,3	74,7	0,0	
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV	100,0	100,0	100,0	88,3	49,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	100,0		
Ger.Buh.Ter.(Ug)	7,3	15,2	26,1	46,7	71,9	95,4	32,2	31,3	34,1	49,3	31,0	13,6	454,0	
SU AÇIĞI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-13,2	-117,0	-101,7	-65,7	-11,9	0,0	0,0	-309,5	
SU FAZLASI	209,7	52,8	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5	388,9	
AKIŞ	114,1	83,4	86,7	43,3	21,7	10,8	5,4	2,7	1,4	0,7	0,3	18,4	388,9	
THORNTWAITE YÖNTEMLİLE SU BÜTÇESİ HESABI														
KUMLUCA KK (İST. NO:8.880) 23 gözlem	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	10,6	11,1	13,2	16,9	20,9	25,5	28,2	28,0	25,3	20,5	15,7	12,0	19,0
	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 _i	3,1	3,3	4,4	6,3	8,7	11,8	13,7	13,5	11,6	8,5	5,6	3,8	
	J	94,436042858102												
a	2,06557579381967													
EPOT(mm)	17,6	19,0	33,1	58,5	100,1	152,0	190,4	174,7	125,7	77,3	39,1	22,0	1009,4	
Aylık Yağış Ortalaması (Omgli)	175,0	135,0	80,8	33,1	14,2	6,8	5,9	1,5	4,2	58,6	101,2	163,9	780,2	
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ	-	-	-	-25,4	-74,6	-	-	-	-	-	62,1	37,9	0,0	
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV	100,0	100,0	100,0	74,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,1	100,0		
Ger.Buh.Ter.(Ug)	17,6	19,0	33,1	58,5	88,8	6,8	5,9	1,5	4,2	58,6	39,1	22,0	355,1	
SU AÇIĞI	0,0	0,0	0,0	0,0	-11,3	-145,2	-184,5	-173,2	-121,5	-18,7	0,0	0,0	-654,3	
SU FAZLASI	157,4	116,0	47,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	104,0	425,1	
AKIŞ	104,8	110,4	79,1	39,5	19,8	9,9	4,9	2,5	1,2	0,6	0,3	52,1	425,1	
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)	65,4	67,2	64,7	60,9	59,1	53,3	51,5	51,2	51,6	56,2	63,0	66,1	59,2	
THORNTWAITE YÖNTEMLİLE SU BÜTÇESİ HESABI														
KUMLUCA (İST. NO:17.951) 14 gözlem	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	9,9	11,0	13,1	16,0	19,9	24,5	27,6	28,2	24,6	19,8	15,2	11,5	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 _i	2,8	3,3	4,3	5,8	8,1	11,1	13,3	13,7	11,1	8,1	5,4	3,5	
	J	90,415483												
a	1,981268													
EPOT(mm)	16,8	20,1	34,1	54,8	91,9	140,2	181,2	176,2	119,3	73,6	38,3	21,5	968,1	
Aylık Yağış Ortalaması (Omgli)	156,0	113,0	47,0	25,0	15,1	3,7	1,6	1,7	20,3	87,8	90,7	154,0	716,0	
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ	-	-	-	-29,8	-70,2	-	-	-	-	14,3	52,4	33,4	0,0	
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV	100,0	100,0	100,0	70,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	66,6	100,0		
Ger.Buh.Ter.(Ug)	16,8	20,1	34,1	54,8	85,3	3,7	1,6	1,7	20,3	73,6	38,3	21,5	371,8	
SU AÇIĞI	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,6	-136,5	-179,6	-174,5	-99,0	0,0	0,0	0,0	-596,3	
SU FAZLASI	139,2	92,9	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,1	344,2	
AKIŞ	94,5	93,7	53,3	26,7	13,3	6,7	3,3	1,7	0,8	0,4	0,2	49,7	344,2	
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	
THORNTWAITE YÖNTEMLİLE SU BÜTÇESİ HESABI														
FİNİKE (İST. NO:17.375) 49 gözlem	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	11,3	11,7	13,7	16,7	20,7	25,1	28,1	28,1	25,1	20,7	16,0	12,6	19,1
	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 _i	3,4	3,6	4,6	6,2	8,6	11,5	13,6	13,7	11,5	8,6	5,8	4,1	
	J	95,1829816694981												
a	2,08163712622117													
EPOT(mm)	19,7	20,8	35,0	57,0	97,1	147,2	188,5	177,0	123,8	78,2	40,7	24,1	1009,1	
Aylık Yağış Ortalaması (Omgli)	204,7	152,6	84,1	45,6	20,0	10,5	4,3	3,5	14,8	67,6	125,8	210,4	943,9	
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ	-	-	-	-11,4	-77,1	-11,5	-	-	-	-	85,1	14,9	0,0	
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV	100,0	100,0	100,0	88,6	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,1	100,0		
Ger.Buh.Ter.(Ug)	19,7	20,8	35,0	57,0	97,1	22,0	4,3	3,5	14,8	67,6	40,7	24,1	406,7	
SU AÇIĞI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-125,1	-184,2	-173,5	-109,0	-10,6	0,0	0,0	-602,4	
SU FAZLASI	185,0	131,8	49,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	171,4	537,2	
AKIŞ	135,4	133,6	91,3	45,7	22,8	11,4	5,7	2,9	1,4	0,7	0,4	85,9	537,2	
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	

THORNTWAİTE YÖNTEMİYLE SU BÜTÇESİ HESABI														
BUCAK ÇAMKUYUSU (İST. NO:7539) 32 gözlem	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
	SICAKLIK	-1,95	-1,13	1,78	6,60	11,09	15,93	18,83	17,86	13,23	8,47	3,51	-0,31	7,8
	ENLEM(36)	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	0,9	0,8		
	I ₁	0,0	0,0	0,2	1,5	3,3	5,8	7,4	6,9	4,4	2,2	0,6	0,0	
	J	32,3392142285212												
	a	1,01410490594143												
EPOT(mm)	0,0	0,0	9,0	36,3	67,6	98,3	118,4	105,0	68,8	41,2	14,95	0,0	559,5	
Aylık Yağış Ortalaması (Orngil)	115,13	98,82	76,48	56,06	36,95	25,57	13,24	11,14	8,25	51,41	97,78	150,6	741,4	
TOPLAM SU REZERV DEĞİŞİMİ	-	-	-	-	-30,6	-69,4	-	-	-	10,2	82,8	7,0	0,0	
TOPLAM FAYDALANILAN SU REZERV	100,0	100,0	100,0	100,0	69,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	93,0	100,0		
Ger.Buh.Ter.(Ug)	0,00	0,00	8,99	36,28	67,60	94,97	13,24	11,14	8,25	41,20	14,95	0,00	296,6	
SU AÇIĞI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,4	-105,2	-93,9	-60,5	0,0	0,0	0,0	-262,9	
SU FAZLASI	115,1	98,8	67,5	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	143,6	444,8	
AKIŞ	92,6	95,7	81,6	50,7	25,3	12,7	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	72,0	442,8	
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)	69,4	68,5	66,4	58,3	52,8	48,0	46,7	49,7	54,6	58,3	62,9	66,7	58,5	

GENEL BİLGİLER				ARAZİ ÖLÇÜM SONUÇLARI						
Kuyu no	X	Y	Z	temp	orp	DO (%)	DO (mg/l)	EC	TDS	SAL
1	36S 0261467	4019602	9	22,9	196,9	59,6	5,1	675	438	0,31
2	36S 0260667	4022576	14	19	180	59,9	5,1	659	428	0,31
3	36S 0259744	4021337	84	20,7	174	39,1	3,58	303	196	0,11
4	36S 0257079	4022543	86	19,5	159	52,1	4,65	286	185	0,1
5	36S 0260456	4022690	8	22,3	124,4	55,1	4,89	674	438	0,31
6	36S 0258062	4025777	75	21	145	23,5	2,08	1232	800	0,65
7	36S 0257015	4023197	8	20,5	144,1	21,5	1,93	572	371	0,27
8	36S 0255480	4027490	8	20,1	179,4	52,3	4,65	577	375	0,27
9	36S 0259717	4025687	8	20,7	147,4	88	7,75	228	148	0,08
10	36S 0262273	4021707	25	20	60	62,6	5,51	613	398	0,28
11	36S 0259577	4022753	85	19	103,1	68,2	5,96	639	415	0,4
12	36S 0255666	4025230	?	21	45	61,1	5,49	617	401	0,29
13	36S 0255073	4022929	?	23	-69,3	42	3,47	880	572	0,41
14	36S 0253038	4023121	31	20,3	5,5	30,5	2,7	532	345	0,25
15	36S 0252314	4024299	65	19,2	-60	51,1	4,61	274	178	0,1
16	36S 0258718	4031878	17	18,9	130,3	77,1	7,05	377	245	0,13
17	36S 0257059	4033344	10	20,2	132	92,6	8,22	214	139	0,08
18	36S 0256931	4030490	28	18,9	153,1	82,1	7,35	315	203	0,11
19	36S 0255954	4029226	25	21,1	143,4	78	6,75	449	291	0,16
20	36S 0254615	4027548	35	20,3	148,4	34	3,02	395	256	0,14
21	36S 0253383	4024811	76	21,5	-95,4	34	2,95	757	492	0,35
22	36S 0252623	4026661	?	21,2	10,9	45,1	4,01	571	371	0,27
23	36S 0250816	4026526	50	22,1	100,3	75,6	6,44	477	310	0,22
24	36S 0248697	4025054	70	21	123,1	81	7	454	295	0,22
25	36S 0249635	4023317	60	16,8	112,8	68	6,6	207	134	0,07
26	36S 0258578	4028320	20	19	138,7	73	6,7	450	292	0,16
27	36S 0247546	4023674	16	19,9	62	27	2,5	428	278	0,15
28	36S 0245132	4025484	87	16	156	57,7	5,62	300	195	0,11
29	36S 0243541	4026725	65	16,9	163,5	73	7	340	221	0,12
30	36S 0242559	4028203	80	17,1	143,3	77,5	7,37	256	166	0,09
31	36S 0240919	4026971	65	16,5	164,4	75	7,2	289	187	0,1
32	36S 0243238	4023907	70	16,2	147,2	56,7	5,53	266	172	0,09
33	36S 0243924	4021949	80	16,9	102,4	28,4	2,73	251	163	0,09
34	36S 0246261	4022571	10	20,8	-78,5	32,1	2,85	421	273	0,15

Kuyu no	BATEM LABORATUVAR SONUÇLARI										
	pH	EC	K meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	HCO ₃ meq/l	Cl meq/l	SO ₄ meq/l	B ppm	SAR
1	7,1	700	0,32	6,1	3,58	3,83	5,35	2,62	5,86	0,23	1,74
2	7	711									
3	7,4	311	0,06	2,25	2,33	1,57	4,2	0,59	1,42	0,11	1,04
4	7,5	279	0,07	1,95	2,17	1,57	3,46	0,64	1,65	0,08	1,1
5	7	747									
6	7,2	491	0,07	4,85	4	1,57	5,57	1,2	3,72	0,11	0,75
7	7,2	646									
8	6,9	692									
9	7,5	267									
10	7,3	695	0,08	5,2	8,33	1,78	8,9	1,39	5,1	0,12	0,68
11	7,8	1811	0,87	1,4	2,92	28,96	5,61	21,1	7,44	0,8	19,83
12	7,7	689	0,09	3,5	7,58	4,48	6,69	1,38	7,58	0,29	1,77
13	7,6	958	0,33	5,55	5,75	6,43	5,79	4,49	7,78	0,33	2,7
14	7,4	582	0,18	3,3	7,42	2,7	7	1,58	5,01	0,18	1,17
15	7,5	323									
16	7,5	418	0,1	4,45	2,25	1,65	4,89	1,04	2,52	0,13	0,9
17	7,5	256	0,06	2,35	2,33	0,48	2,62	0,46	2,14	0,08	0,31
18	7,2	352									
19	7,1	498	0,04	5,85	3,58	1,04	5,06	0,87	4,59	0,1	0,48
20	7,2	441	0,09	3,7	3,17	1,35	6,08	0,57	1,65	0,12	0,73
21	7,4	828	0,1	3,55	8,75	5,57	9	2,69	6,27	0,33	2,24
22	7,3	611	0,29	5,5	3,5	2,96	7,18	1,74	3,33	0,21	1,4
23	7,3	524	0,07	5,5	4,58	0,91	4,48	0,7	5,89	0,1	0,4
24	7,5	407	0,08	4,35	4,25	0,74	3,66	1,21	4,55	0,08	0,36
25	7,6	223	0,06	1,95	2,25	0,52	2,76	0,7	1,32	0,07	0,36
26	7,3	489	0,07	3,4	7,33	0,83	5,67	0,81	5,15	0,09	0,36
27	7,2	479									
28	7,4	471									
29	7,2	373	0,06	4,5	2,17	0,78	4,05	1,02	2,44	0,05	0,43
30	7,3	286	0,06	3,4	1,25	0,87	3,37	1,06	1,15	0,06	0,57
31	7,3	328	0,05	4,15	1,17	1,04	2,87	1,29	2,25	0,05	0,64
32	7,3	273	0,05	3,35	4,25	1,17	3,15	1,63	1,05	0,05	0,77
33	7,3	283	0,05	3,15	1,42	1,13	2,78	1,26	1,71	0,05	0,75
34	7,7	466	0,23	2,55	2,83	4,26	4,5	2,02	3,35	0,24	2,6

BATEM LABORATUVAR SONUÇLARI					
Kuyu No	Katyon-Anyon Dengesi	Sertlik mg/l	% hata	%Na	RSC
1	0	48,4	0	30,0072	-4,33
3	0	22,9	0	26,248	-0,38
4	0,01	20,6	0,00043	28,4722	-0,66
6	0	44,25	0	15,6339	-3,28
10	0	67,65	0	12,0858	-4,63
11	0	21,6	0	87,3499	1,29
12	0	55,4	0	29,2013	-4,39
13	0	56,5	0	37,4308	-5,51
14	0,01	53,6	0,00018	21,1765	-3,72
16	0	33,5	0	20,7101	-1,81
17	0	23,4	0	10,3448	-2,06
19	-0,01	47,15	-0,0002	10,2759	-4,37
20	0,01	34,35	0,0003	17,3285	-0,79
21	0,01	61,5	0,00014	31,5526	-3,3
22	0	45	0	26,5306	-1,82
23	-0,01	50,4	-0,0002	8,86076	-5,6
24	0	43	0	8,70488	-4,94
25	0	21	0	12,1339	-1,44
26	0	53,65	0	7,73861	-5,06
29	0	33,35	0	11,1851	-2,62
30	0	23,25	0	16,6667	-1,28
31	0	26,6	0	17,0047	-2,45
32	2,99	38	0,10205	13,8322	-4,45
33	0	22,85	0	20,5217	-1,79
34	0	26,9	0	45,4914	-0,88

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVAR SONUÇLARI (ppm)										
Kuyu no	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Cu
1	180	139	75,1	5,48	57,3	94,4	30,5	168	6,24	2,18
2	181	184	130	6,63	65,6	52,5		169	4,7	1,87
3	136	183	140	4,95	16,1	26,6	14,1	74,1		3,13
4	141	136	61	4,81	11,4	24,2		59,2		1,71
5	182	130	68	5,94	73,4	59,6		152		
6	133	174	166	4,94	40,9	48,1		125		2,7
7	171	120	33,2	6,45	57,5	54		103		2,31
8	199	122	40,1	5,3	40,3	35,1		153		2,15
9		127	37,7	6,15	14,5	17,5		82		1,39
10	234	123	47,9	6,83	43,7	49,2		138	4,42	2,16
11		149	40,9	5,67	8,17	466		40,1		1,62
12	241	143	37,3	5,89	68,4	48,4		86,6		2,21
13	204	138	39,4	7,52	133	151		126	3,65	3,18
14	137	124	46,4	4,37	29,3	46,2		73,2		1,78
15	175	166	132	5,22	14,2	12,7	28,8	73,4		2,99
16		138	49	5,23	25,5	33,8		122	6,04	2,57
17		154	30,8	4,73	11,3			66,4		1,82
18		144	66,4	5,19	19,2	18,5		82,8		2,5
19	158	159	101	7,12	29,6	27,3		165	4,27	2,86
20	148	126	47,8	4,38	16,9	16,4		117		2,26
21	221	157	71,5	6,32	58,7	94,6		121	3,92	2,36
22		8,51	25,5	0,74	1,63	2,14				0,142
23		29,6	7,35		7,3	7,19		55		1,3
24		98	31,9	3,91	10,9	30,1		80,5		2,77
25		144	54,1	4,69	9,31	25,1		57,9		2,56
26	182	206	237	5,35	17,6	31,2	30,4	139	5,27	2,69
27	134	129	36,8	4,34	21,2	27,7		138	3,92	2,26
28	238	298	288	6,14	8,36	41,5		104	8,4	2,36
29		121	37	4,8	13,4	29,7		250	5,43	2,23
30	162	192	117	5,91	21,2	53,1	24,8	126		2,07
31		134	36,3	4,83	9,02	39,9		99,9	4,58	2,92
32	127	140	61,4	4,89	7,17	44,7		91,7	5,29	3,19
33	153	134	46,5	5,35	7,92	39,1		93,8	4,11	2,21
34	136	136	52	4,44	30,4	59,4		71,3	3,55	1,9

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVAR SONUÇLARI (ppm)						
Kuyu no	Zn	Sn	Cr	Ln	Br	Te
1	3,62	19,9				
2	3,06	16,6	1,06			
3	3,35	17,4				
4	3,7	16,2	0,882			
5	2,89	16,1				
6	3,72	16,8				
7	2,52	15,7				
8	3,63	14,9				
9	3,97	17,3		3,41		
10	3,65	17				
11	3,29	17,5			1,51	
12	3,25	17				9,25
13	2,57	16,7	1,32		1,47	
14	3,73	17,7				
15	2,85	17,4	1,78			
16	3,23	18,8				
17	3,23	17,1	1,4			
18	3,23	17,8	1,54			
19	3,62	18				13,6
20	2,84	16,3				
21	3,37	19,5	4,79		0,411	
22	0,12					
23	1,72	16,4				15,5
24	2,62	20,7				
25	3,62	14,6				13,2
26	3,7	18				
27	2,69	14,7				
28	3,03	16,4				
29	3,39	19,7				
30	3,58	17	1,37			
31	3,13	15,3				
32	3,05	15,8	1,51			
33	3,92	14,3				
34	3,34	17,5	1,06			

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Yiğit YALÇIN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017-2021	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh. Bölümü, Antalya
Lisans 2007-2011	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

İnfaz ve Koruma Memuru 2017-Devam Ediyor	Antalya L Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu Döşemealtı/Antalya
Saha Mühendisi 2013-2015	Rasen Stroy Moskova/Rusya