

**AŞAĞI SEYHAN OVASI (ADANA)
YERALTI VE YÜZEY SUYU KAYNAKLARININ
HİDROJEOLJİSİ VE HİDROJEOKİMYASI**

CAN AKBULUT

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Cüneyt GÜLER**

**MERSİN
HAZİRAN – 2016**

**AŞAĞI SEYHAN OVASI (ADANA)
YERALTI VE YÜZEY SUYU KAYNAKLARININ
HİDROJEOLJİSİ VE HİDROJEOKİMYASI**

CAN AKBULUT

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Cüneyt GÜLER**

**MERSİN
HAZİRAN – 2016**

Can AKBULUT tarafından Prof. Dr. Cüneyt GÜLER danışmanlığında hazırlanan “Aşağı Seyhan Ovası (Adana) Yeraltı ve Yüzeysel Suyu Kaynaklarının Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyası” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Cüneyt GÜLER

Prof. Dr. Muhsin EREN

Prof. Dr. Fevzi ÖNER

Prof. Dr. Şaziye BOZDAĞ

Doç. Dr. Tolga ÇAN

.....
.....
.....
.....
.....

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
29.10.2016 tarih ve 2016.825/...28 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

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

AŞAĞI SEYHAN OVASI (ADANA) YERALTI VE YÜZEY SUYU KAYNAKLARININ HİDROJEOLOJİSİ VE HİDROJEOKİMYASI

CAN AKBULUT

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyısında yer alan Çukurova Deltası'nın büyük bir kısmını kapsayan Aşağı Seyhan Ovası'nın, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Haziran-Temmuz 2014'de bölgedeki kuyulardan ve yüzey sularından alınan toplam 173 adet su numunesinde çeşitli fiziksel ve kimyasal parametrelere ait ölçümler yapılmıştır. Fiziksel parametrelere (sıcaklık, pH, Eh, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik) ait değerler, majör iyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{-3} ve F^-) ve 17 iz elementin (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr ve Zn) konsantrasyonları çeşitli analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC) tarafından kabul edilen ve Türkiye'de de uygulamaya başlanan 98/83/EC nolu konsey yönergesiyle ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyu standardı ile karşılaştırılmıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda da değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca su numuneleri, hidrojeokimyasal fasiyes kavramı ve Stuyfzand sınıflama sisteminin yanı sıra çeşitli grafiksel yöntemlerle (Piper, Durov, Yarı Logaritmik Schoeller, ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox) değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kuyulardan alınan birkaç numunenin pH değerleri ve Cd konsantrasyonları WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmıştır. Bunun yanı sıra, EC değerleri ile Ni ve Sb konsantrasyonları ise EEC standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmıştır. Ayrıca birkaç numunenin Na, Cl^- , SO_4^{-2} , NO_2^- , NH_4^+ , As, B, Fe, Mn, Pb ve F^- konsantrasyonları EEC ve WHO standartlarında belirtilen sınır değerlerin üzerindedir. Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzey suyu numunelerinin genelini sulama suyu olarak kullanılabileceği, birkaç numunenin F^- , Mn, Mo ve Zn konsantrasyonlarının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Çalışma alanındaki su kaynakları için en önemli kirleticiler evsel ve endüstriyel atıklar ile tarımsal faaliyetlerdir. Ayrıca bu kirleticiler, sulamadan dönen drenaj kanalları aracılığıyla yerleşim yerleri ve sanayi kuruluşları bulunmayan yerleri de etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Su kaynakları, Su kalitesi, İçme suyu, Sulama suyu, Aşağı Seyhan Ovası.

Danışman: Prof. Dr. Cüneyt GÜLER, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

HYDROGEOLOGY AND HYDROGEOCHEMISTRY OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER RESOURCES OF THE LOWER SEYHAN PLAIN (ADANA)

CAN AKBULUT

ABSTRACT

In this study, hydrogeological and hydrogeochemical properties of the Lower Seyhan Plain, covering a large portion of the Çukurova delta located in the eastern Mediterranean coast of Turkey, were evaluated in detail. Measurements were made for various physical and chemical parameters in a total of 173 water samples collected between June-July 2014 from wells and surface waters in the region. Measurements of physical parameters (temperature, pH, Eh, dissolved oxygen and electrical conductivity), concentrations of major ions (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{-3} and F^-) and concentrations of 17 trace elements (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr and Zn) were determined by using different analysis techniques. The results obtained were compared with the council directive numbered 98/83/EC accepted by European Economic Community (EEC) and introduced in Turkey and the drinking water standard of World Health Organisation (WHO). The evaluations were also made according to the criteria of irrigation water quality stated in the Technical Methods Bulletin of the Water Pollution Control Directive. Furthermore, the water samples were evaluated by the hydrogeochemical facies concept and Stuyfzand classification system, as well as by various the graphical methods (Piper, Durov, Semi Logarithmical Schoeller, US Salinity Laboratory and Wilcox). According to results obtained, pH values and Cd concentrations in several water samples collected from wells are exceeded the standards designated by WHO. Whereas, EC values, together with Ni and Sb concentrations are exceeded the standards designated by EEC. In addition, in several water samples, concentrations of Na, Cl^- , SO_4^{-2} , NO_2^- , NH_4^+ , As, B, Fe, Mn, Pb and F^- are exceeded the standards designated by both EEC and WHO. Majority of groundwater and surface water samples collected from the study area can be utilized as irrigation water and F^- , Mn, Mo and Zn concentrations in several samples are exceeded the standards designated by the Technical Methods Bulletin of the Water Pollution Control Directive. The most important pollution sources for the water resources of the study area are domestic and industrial wastes, as well as agricultural activities. Moreover, these pollutants are affecting other areas through drainage canals, which carry waters returning from the irrigation, even in places where residential and industrial land uses are absent.

Key Words: Water resources, Water quality, Drinking water, Irrigation water, Lower Seyhan Plain.

Advisor: Professor Dr. Cüneyt GÜLER, Geological Engineering Department, Mersin University

TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, değerli öneri ve eleştirileriyle beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Cüneyt GÜLER'e, çalışmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Muhsin EREN ve Doç. Dr. Tolga ÇAN'a, çalışma alanı ile ilgili dokümanların temin edilmesinde yardımcı olan DSİ 6. Bölge Müdürlüğü Tanıtma ve Sosyal İşler Şube Müdürü Ali İhsan ÇOPUROĞLU'na ve Aşağı Seyhan Ovası Sulaması İşletme ve Bakım Şube Müdürü Celal ŞİŞMAN'a, Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde (MEİTAM) katyon ve ağır metal analizlerini yapan Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali KURT'a, Çukurova Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü Jeokimya Laboratuvarında katyon analizlerini yapan laboratuvar sorumluları Ertuğrul ÇANAKCI ve Mustafa DEMİRAY'a, Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü Mühendislik laboratuvarında yapılan analizlerde yardımcı olan teknisyen Samet SALAR'a, arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında yardımcı olan Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü lisans öğrencilerine ve tez çalışması sırasında yardımlarını esirgemeyen Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü'nün değerli Öğretim Üyeleri ve Araştırma Görevlilerine, çalışmalarım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme, son olarak, BAP-FBE JM(CA) 2010-5DR nolu doktora tez projesi kapsamında tezime maddi olarak destek sağlayan Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
EKLER DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
2.1. ÇALIŞMA ALANI VE ÇEVRESİNİN GENEL JEOLJİSİ	4
2.1.1. Tersiyer Birimleri.....	7
2.1.1.1. Karsanti formasyonu (Tk).....	7
2.1.1.2. Gildirli formasyonu (Tgi).....	7
2.1.1.3. Kaplankaya formasyonu (Tkp)	8
2.1.1.4. Karaisalı formasyonu (Tka)	8
2.1.1.5. Cingöz formasyonu (Tc)	9
2.1.1.6. Güvenç formasyonu (Tgü)	10
2.1.1.7. Kuzgun formasyonu (Tku).....	10
2.1.1.8. Handere formasyonu (Tha)	11
2.1.2. Kuvaterner Birimleri	12
2.1.2.1. Kuranşa formasyonu (Qk).....	12
2.2. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİZMA	13
2.3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ.....	14
2.3.1. Konum ve Ulaşım	15
2.3.2. Morfoloji	16
2.3.3. Nüfus ve Yerleşim.....	16
2.3.4. İklim ve Bitki Örtüsü	17
2.4. ÇALIŞMA ALANININ HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	17
2.4.1. Yağış	17
2.4.2. Buharlaşma ve Terleme (Evapotranspirasyon)	19
2.4.3. Akış	23
2.4.4. Su Bütçesi	24
2.5. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLERİ.....	24

2.5.1. Akarsular	24
2.5.2. Kanallar ve Su Yapıları	25
2.5.3. Kuyular.....	27
2.5.4. Lagünler	28
2.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	29
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	36
3.1. BÜRO ÇALIŞMALARI	36
3.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)	36
3.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemi Veri Tabanının Oluşturulması.....	37
3.1.2.1. Vektör tabanlı CBS verileri.....	37
3.1.2.2. Raster tabanlı CBS verileri.....	38
3.1.3. Hidrojeokimyasal Sınıflandırmalar	38
3.1.3.1. Hidrojeokimyasal fasiyes kavramına göre sınıflandırma.....	39
3.1.3.2. Stuyfzand sınıflama sistemine göre sınıflandırma	39
3.1.3.3. Piper diyagramına göre sınıflandırma.....	42
3.1.3.4. Durov diyagramına göre sınıflandırma	43
3.1.3.5. Yarı Logaritmik Schoeller diyagramına göre sınıflandırma	43
3.1.3.6. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırma.....	44
3.1.3.7. Wilcox diyagramına göre sınıflandırma.....	45
3.2. ARAZİ ÇALIŞMALARI	46
3.2.1. Yeraltı/Yüzey Suyu Örneklemeleleri.....	46
3.2.2. Yeraltı/Yüzey Suyu Fiziksel Parametrelerinin Ölçümü.....	47
3.2.3. Doymun Hidrolik İletkenlik Ölçümü	48
3.3. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	49
3.3.1. Su Kimyası	49
3.3.1.1. Anyon analizleri	49
3.3.1.2. Katyon analizleri	50
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	51
4.1. ÇALIŞMA ALANINDAKİ YERALTI VE YÜZEY SULARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	51
4.1.1. Suların Fiziksel Parametreleri	51
4.1.1.1. Sıcaklık.....	52
4.1.1.2. Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH).....	54
4.1.1.3. Redoks potansiyeli (Eh)	57
4.1.1.4. Çözünmüş oksijen (ÇO).....	58
4.1.1.5. Elektriksel iletkenlik (EC).....	60
4.1.2. Suların Katyon İçerikleri.....	63

4.1.2.1. Kalsiyum (Ca^{+2})	63
4.1.2.2. Magnezyum (Mg^{+2}).....	65
4.1.2.3. Sodyum (Na^{+}).....	67
4.1.2.4. Potasyum (K^{+}).....	69
4.1.3. Suların Anyon İçerikleri.....	71
4.1.3.1. Karbonat (CO_3^{-2}) ve Bikarbonat (HCO_3^{-}).....	71
4.1.3.2. Klorür (Cl^{-}).....	76
4.1.3.3. Sülfat (SO_4^{-2}).....	79
4.1.3.4. Nitrat (NO_3^{-})-Nitrit (NO_2^{-})-Amonyum (NH_4^{+})	81
4.1.3.5. Fosfat (PO_4^{-3})	89
4.1.3.6. Florür (F^{-}).....	91
4.1.4. Suların İz Element İçerikleri	93
4.1.4.1. Alüminyum (Al).....	93
4.1.4.2. Arsenik (As).....	95
4.1.4.3. Bor (B)	97
4.1.4.4. Baryum (Ba).....	100
4.1.4.5. Kadmiyum (Cd)	102
4.1.4.6. Kobalt (Co)	105
4.1.4.7. Krom (Cr).....	106
4.1.4.8. Bakır (Cu)	108
4.1.4.9. Demir (Fe).....	110
4.1.4.10. Lityum (Li).....	112
4.1.4.11. Mangan (Mn)	114
4.1.4.12. Molibden (Mo).....	116
4.1.4.13. Nikel (Ni)	118
4.1.4.14. Kurşun (Pb).....	120
4.1.4.15. Antimon (Sb).....	122
4.1.4.16. Stronsiyum (Sr).....	124
4.1.4.17. Çinko (Zn).....	126
4.2. DOYGUN HİDROLİK İLETKENLİK ÖLÇÜMLERİ	128
4.3. YERALTI SU SEVİYESİ.....	133
4.4. HİDROJEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	134
4.4.1. Suların Hidrojeokimyasal Fasiyes Kavramına Göre Sınıflandırılması	134
4.4.2. Suların Stuyfzand Sınıflama Sistemine Göre Sınıflandırılması.....	138
4.4.3. Suların Grafıksel Yöntemlerle Sınıflandırılması	141
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	158
KAYNAKLAR	164
EKLER.....	179
ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ.....	192

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Adana meteoroloji istasyonu için Thornthwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu	21
Çizelge 2.2. Karataş meteoroloji istasyonu için Thornthwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu	22
Çizelge 3.1. Stuyfzand sınıflama sisteminin 4 bölümden oluşan genel tablosu	40
Çizelge 3.2. Cl ⁻ içeriğine göre su tipinin belirlenmesi	40
Çizelge 3.3. Toplam sertlik değerine göre su tipinin belirlenmesi	41
Çizelge 3.4. Katyon değişim koduna göre su tipinin belirlenmesi	41
Çizelge 3.5. Su analizlerinde kullanılan yöntemler ve cihazlar	50
Çizelge 4.1. Suların sıcaklığa bağlı olarak sınıflandırılması.	52
Çizelge 4.2. Suların pH'a göre sınıflandırılması.....	55
Çizelge 4.3. Doymun hidrolik iletkenlik (K _{fs}) ölçümü yapılan noktaların koordinatları ve doymun hidrolik iletkenlik değerleri	129
Çizelge 4.4. Çalışma alanından alınan su numunelerinin IAH (1979)'ne göre su tipi sınıflaması	134
Çizelge 4.5. Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan Stuyfzand Sınıflama Sistemi çizelgesi.....	139

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2.1. Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti	5
Şekil 2.2. Çalışma alanı ve çevresinin sayısal jeoloji haritası	6
Şekil 2.3. Çalışma alanında yer alan kumullardan bir görünüm	12
Şekil 2.4. Çalışma alanının genel konumu.....	15
Şekil 2.5. Adana ilinin yıllara göre (1975–2010 yılları arası) ortalama yağış miktarları ve ortalama hava sıcaklıkları.....	18
Şekil 2.6. Karataş ilçesinin yıllara göre (1975–2010 yılları arası) ortalama yağış miktarları ve ortalama hava sıcaklıkları.....	18
Şekil 2.7. Adana meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağışın ve eklenik sapmanın zamana göre değişim grafiği.....	19
Şekil 2.8. Karataş meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağışın ve eklenik sapmanın zamana göre değişim grafiği.....	19
Şekil 2.9. Adana meteoroloji istasyonuna ait yağış ve E_t 'nin aylık değişim grafiği	20
Şekil 2.10. Karataş meteoroloji istasyonuna ait yağış ve E_t 'nin aylık değişim grafiği	23
Şekil 2.11. Çalışma alanında bulunan ana sulama ve drenaj kanalları	27
Şekil 3.1. Veri tabanı oluşturma aşamaları	37
Şekil 3.2. (a) Vektör ve (b) Raster veritabanı modelleri	38
Şekil 3.3. Su numunesindeki hakim anyon-katyon çiftinin belirlenmesi.....	41
Şekil 3.4. Piper üçgen diyagramı ve sınıflaması	42
Şekil 3.5. Durov diyagramı	43
Şekil 3.6. Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı.	44
Şekil 3.7. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.....	45
Şekil 3.8. Wilcox Diyagramı.....	46
Şekil 3.9. Yeraltı/Yüzeysel Suyu örnekleme noktaları.....	47
Şekil 3.10. Ölçüm kuyusuna yerleştirilmiş Guelph permeametre ve kuyu açmada kullanılan ekipmanlardan (burgu, silindir ve fırça) bir görünüm	48
Şekil 4.1. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin sıcaklık dağılım haritası	53
Şekil 4.2. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin sıcaklık dağılım haritası	54
Şekil 4.3. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin pH dağılım haritası.....	55
Şekil 4.4. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin pH dağılım haritası.....	56
Şekil 4.5. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Eh dağılım haritası.....	57
Şekil 4.6. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Eh dağılım haritası	58
Şekil 4.7. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin CO dağılım haritası.....	59
Şekil 4.8. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin CO dağılım haritası	60
Şekil 4.9. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin EC dağılım haritası.....	61

Şekil 4.10. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin EC dağılım haritası.....	62
Şekil 4.11. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	64
Şekil 4.12. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	65
Şekil 4.13. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	66
Şekil 4.14. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	67
Şekil 4.15. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Na^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	68
Şekil 4.16. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Na^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	69
Şekil 4.17. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin K^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	70
Şekil 4.18. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin K^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	71
Şekil 4.19. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin CO_3^{-2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	73
Şekil 4.20. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin HCO_3^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	74
Şekil 4.21. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin CO_3^{-2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	75
Şekil 4.22. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin HCO_3^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	76
Şekil 4.23. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cl^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	77
Şekil 4.24. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Cl^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	78
Şekil 4.25. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	80
Şekil 4.26. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	81
Şekil 4.27. Sanayi öncesi azot döngüsü ile doğal döngüyü gölgeleyen şimdiki azot döngüsünün karşılaştırılması (Işık, 2015)	82
Şekil 4.28. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO_3^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	83
Şekil 4.29. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO_2^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	84
Şekil 4.30. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NH_4^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı	85
Şekil 4.31. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin NO_3^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	86
Şekil 4.32. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin NO_2^{-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	87
Şekil 4.33. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin NH_4^{+} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	88
Şekil 4.34. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin	

PO ₄ ⁻³ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	90
Şekil 4.35. Yüzey sularından alınan su numunelerinin PO ₄ ⁻³ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	91
Şekil 4.36. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin F ⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	92
Şekil 4.37. Yüzey sularından alınan su numunelerinin F konsantrasyonlarının alansal dağılımı	93
Şekil 4.38. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Al konsantrasyonlarının alansal dağılımı	94
Şekil 4.39. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Al konsantrasyonlarının alansal dağılımı	95
Şekil 4.40. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin As konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	96
Şekil 4.41. Yüzey sularından alınan su numunelerinin As konsantrasyonlarının alansal dağılımı	97
Şekil 4.42. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin B konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	98
Şekil 4.43. Yüzey sularından alınan su numunelerinin B konsantrasyonlarının alansal dağılımı	99
Şekil 4.44. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ba konsantrasyonlarının alansal dağılımı	101
Şekil 4.45. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Ba konsantrasyonlarının alansal dağılımı	102
Şekil 4.46. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cd konsantrasyonlarının alansal dağılımı	103
Şekil 4.47. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonlarının alansal dağılımı	104
Şekil 4.48. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Co konsantrasyonlarının alansal dağılımı	105
Şekil 4.49. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Co konsantrasyonlarının alansal dağılımı	106
Şekil 4.50. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cr konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	107
Şekil 4.51. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Cr konsantrasyonlarının alansal dağılımı	108
Şekil 4.52. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cu konsantrasyonlarının alansal dağılımı	109
Şekil 4.53. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Cu konsantrasyonlarının alansal dağılımı	110
Şekil 4.54. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Fe konsantrasyonlarının alansal dağılımı.....	111
Şekil 4.55. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Fe konsantrasyonlarının alansal dağılımı	112
Şekil 4.56. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Li konsantrasyonlarının alansal dağılımı	113
Şekil 4.57. Yüzey sularından alınan su numunelerinin Li konsantrasyonlarının alansal dağılımı	114
Şekil 4.58. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin	

Mn konsantrasyonlarının alansal dağılımı	115
Şekil 4.59. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Mn konsantrasyonlarının alansal dağılımı	116
Şekil 4.60. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mo konsantrasyonlarının alansal dağılımı	117
Şekil 4.61. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Mo konsantrasyonlarının alansal dağılımı	118
Şekil 4.62. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ni konsantrasyonlarının alansal dağılımı	119
Şekil 4.63. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Ni konsantrasyonlarının alansal dağılımı	120
Şekil 4.64. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Pb konsantrasyonlarının alansal dağılımı	121
Şekil 4.65. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Pb konsantrasyonlarının alansal dağılımı	122
Şekil 4.66. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sb konsantrasyonlarının alansal dağılımı	123
Şekil 4.67. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Sb konsantrasyonlarının alansal dağılımı	124
Şekil 4.68. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sr konsantrasyonlarının alansal dağılımı	125
Şekil 4.69. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Sr konsantrasyonlarının alansal dağılımı	126
Şekil 4.70. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Zn konsantrasyonlarının alansal dağılımı	127
Şekil 4.71. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Zn konsantrasyonlarının alansal dağılımı	128
Şekil 4.72. Doymuş hidrolik iletkenlik (K_{fs}) ölçümü yapılan noktaların konumları ve dağılımları	132
Şekil 4.73. Çalışma alanına ait yeraltı suyu seviye haritası	133
Şekil 4.74. Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerinin Stuyfzand Sınıflama Sistemine göre alansal dağılımı	141
Şekil 4.75. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	142
Şekil 4.76. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	143
Şekil 4.77. Denizden alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	144
Şekil 4.78. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	144
Şekil 4.79. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	145
Şekil 4.80. Kanallardan alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı	146
Şekil 4.81. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı	147
Şekil 4.82. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı	147
Şekil 4.83. Denizden alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki	

dağılımı	148
Şekil 4.84. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı	148
Şekil 4.85. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı	149
Şekil 4.86. Kanallardan alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı	150
Şekil 4.87. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	151
Şekil 4.88. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	151
Şekil 4.89. Denizden alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	152
Şekil 4.90. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	153
Şekil 4.91. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	153
Şekil 4.92. Kanallardan alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı	154
Şekil 4.93. Çalışma alanından alınan su numunelerinin ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramındaki dağılımı	155
Şekil 4.94. Çalışma alanından alınan su numunelerinin Wilcox diyagramındaki dağılımı	157

EKLER DİZİNİ

Sayfa

EK 1. Çalışma alanından alınan suların fiziksel parametreleri ve majör iyon içerikleri.....	179
EK 2. Çalışma alanından alınan suların iz element içerikleri	184
EK 3. İçme suyu ve sulama suyu sınıflandırmalarında izin verilen maksimum konsantrasyonlar.....	191



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
Al	Alüminyum
As	Arsenik
ASO	Aşağı Seyhan Ovası
B	Bor
Ba	Baryum
Ca ⁺²	Kalsiyum
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
Cd	Kadmiyum
Cl ⁻	Klorür
cm/s	Santimetre/Saniye
Co	Kobalt
CO ₃ ⁻²	Karbonat
Cr	Krom
Cu	Bakır
CŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
ED 50	European Datum 50
EEC	Avrupa Ekonomik Topluluğu
Eh	İndirgenme-Yükseltgenme Potansiyeli
ESRI	Environmental Systems Research Institute
Et _p	Potansiyel Buharlaşma
Et _r	Gerçek Buharlaşma
F ⁻	Florür
Fe	Demir
GB	Güneybatı
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
IAH	Uluslararası Hidrojeologlar Birliği

K ⁺	Potasyum
KD	Kuzeydoğu
K _{fs}	Doygun Hidrolik İletkenlik
L/s	Litre/Saniye
Li	Lityum
meq/L	Miliekivalen/Litre
Mg ⁺²	Magnezyum
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na ⁺	Sodyum
NH ₄ ⁺	Amonyum
Ni	Nikel
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	Nitrat
P	Yağış
Pb	Kurşun
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
PO ₄ ⁻³	Fosfat
SAR	Sodyum Absorbsiyon Oranı
Sb	Antimon
SO ₄ ⁻²	Sülfat
Sr	Stronsiyum
TA	Toplam Anyon
Tc	Cingöz Formasyonu
TDS	Toplam Çözünmüş Madde
Tgi	Gildirli Formasyonu
Tgü	Güvenç Formasyonu
Tha	Handere Formasyonu
Tk	Karsantı Formasyonu
TK	Toplam Katyon
Tka	Karaisalı Formasyonu

Tkp	Kaplankaya Formasyonu
Tku	Kuzgun Formasyonu
UTM	Universal Transverse Mercator
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
YSE	Yol, Su ve Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü
Zn	Çinko



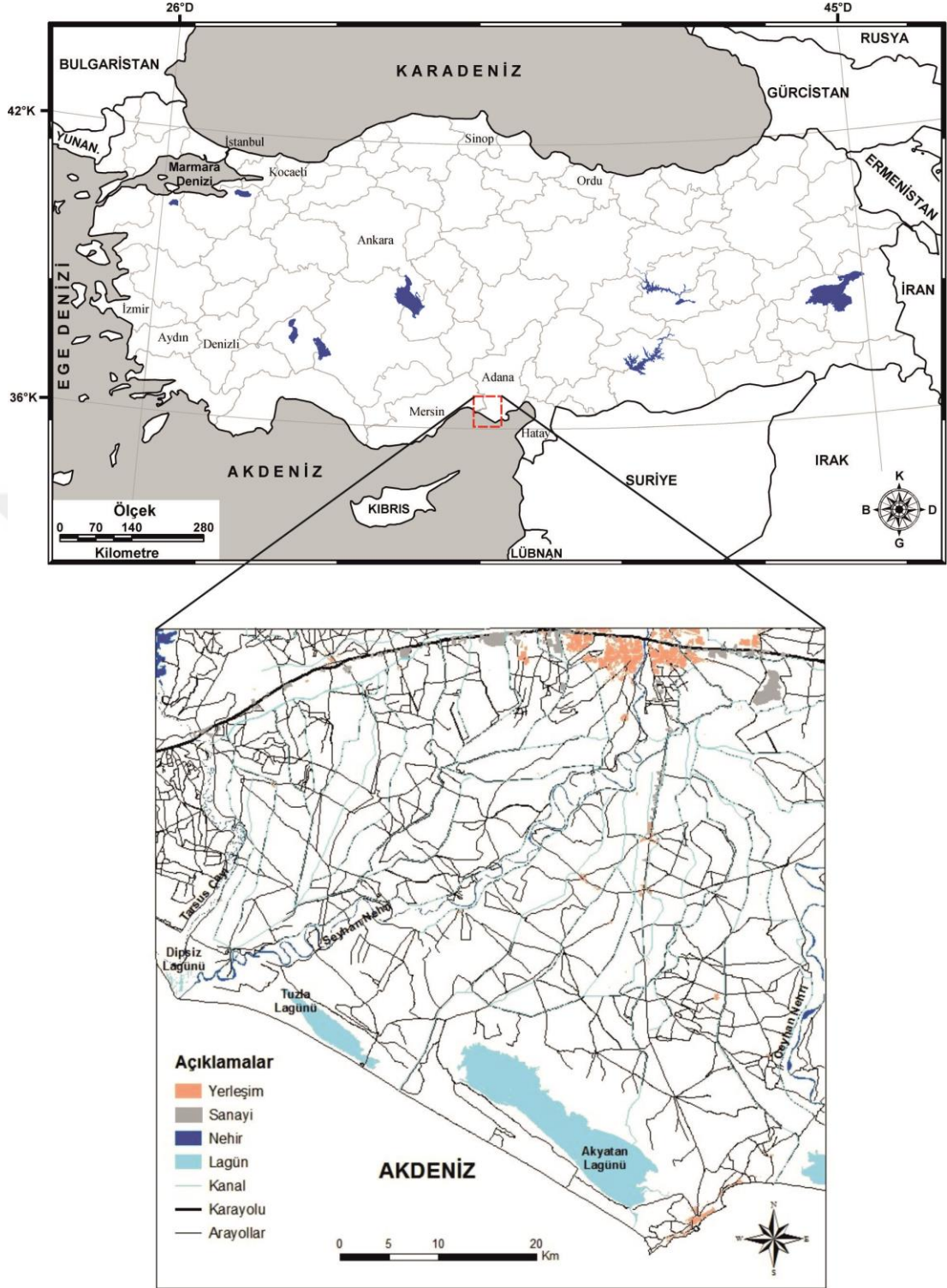
1. GİRİŞ

Hayatın varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir unsur olan su, toplumun ekonomik gelişme modelini de etkileyen doğal ve sınırlı bir kaynaktır. Yapılan çalışmalara göre; 2025 yılında 3 milyar insanın su kıtlığı çekeceği öngörülmektedir [UNEP, 2002]. Dünya üzerindeki suların sadece %0,01'inin ($2 \times 10^5 \text{ km}^3$) içilebilir nitelikteki sular olduğu da gözönüne alınacak olursa mevcut su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımının gerekliliği ön plana çıkmaktadır [Gleick, 1993; UNEP, 2002].

Günümüzde artan nüfusa bağlı olarak gelişen endüstriyel ve tarımsal faaliyetler, su kaynakları üzerinde hem miktar hem de kalite açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. İçme-kullanma ve sulama suyuna olan talebin her geçen gün arttığı da göz önüne alındığında, gelecek nesillere yeterli miktar ve kalitede su bırakılabilmesi için kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik hidrojeolojik çalışmaların yapılması kritik önem taşımaktadır.

Artan su ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yüzey sularının yanı sıra yeraltı sularının da kullanımı günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır. Buna bağlı olarak gelişen su kullanım potansiyelindeki artış, su kirliliği problemini de beraberinde getirmiştir [Yüceer ve Ardıçlıoğlu, 1993]. Çalışma alanı olarak belirlenen bölge, su kaynakları potansiyeli açısından zengin olan, yerleşimin, sanayi ve tarım alanlarının içiçe gözlendiği Aşağı Seyhan Ovası'dır.

Çalışma alanı, 1/100.000 ölçekli Mersin O33 ve O34 paftaları içerisinde yer almaktadır. Bu alan, doğuda Ceyhan Nehri, batıda Tarsus Çayı (Berdan Nehri), kuzeyde Mersin-Adana devlet yolu (D400), güneyde ise Akdeniz arasında kalan yaklaşık 2125 km^2 'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Çukurova deltasının büyük bir kısmını kapsayan çalışma alanı yaklaşık 70 km uzunluktaki kumsalları, kumulları, kumul ardı ambarları ve lagünleri ile çok önemli bir kıyı şeridinde sahiptir. Alan, batıdan doğuya doğru Dipsiz Lagünü, Seyhan Nehri, Tuzla Lagünü, Karataş ve Akyatan Lagün sistemleri arasında konumlanmıştır [Dinçer, 2007].



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin sürekli yatak değiştirmesi ile oluşan eski nehir yatakları, yüzeysel suları, bataklık ve çayırliklar, Çukurova Deltası'nın su kuşları için vazgeçilmez bir alan olmasını sağlamıştır. Ayrıca delta, ülkemizde çok az

yayıllığı olan Halep Çamı'nın (*Pinus halepensis*) oluşturduğu bir kumul ormanına sahip olup, nesli tehlike altında olan iki deniz kaplumbağası türünün (*Caretta caretta* ve *Chelonia mydas*) Akdeniz'deki en önemli yuvalama alanlarından biridir [Dinçer, 2007].

Seyhan Nehri, Aşağı Seyhan Ovası'nı ikiye böler. Seyhan Nehri ile Tarsus Çayı (Berdan Nehri) arasında kalan kısım Seyhan Sağ Sahil veya Tarsus Ovası, Seyhan Nehri ile Seyhan Nehri arasında kalan kısım ise Seyhan Sol Sahil veya Yüreğir Ovası olarak isimlendirilir [Yüceer ve İnkayalı, 2004; Seyran, 2009; Soyak, 2009]. Bu ovaların sulama ihtiyacının karşılanması için sulama kanalları ve ayrıca sulamadan dönen tarımsal suların toplanması için yapılmış drenaj kanalları bulunmaktadır. Ayrıca zamanla artan nüfus ve gelişen sanayi ovada Seyhan Nehri'nin yerleşim merkezi sınırları içerisinde kalmasına neden olmuştur. Seyhan Nehri'ne ve drenaj kanallarına Adana ili ve civarındaki pek çok yerden evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları yapılmaktadır. Bu nedenle nehir ve yeraltı suyu kalitesi tarımsal faaliyetlerin yanında evsel ve endüstriyel faaliyetlerden de olumsuz olarak etkilenmektedir [Aslan vd., 1999; Onur vd., 1999; Yüceer ve İnkayalı, 2004]. Bu bağlamda su kaynaklarının kalitesinin ve kirliliğinin boyutunun belirlenerek gerekli önlemlerin alınabilmesi için jeolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özelliklerin ayrıntılı olarak ele alınıp, ovada en uygun su kullanım koşullarının tespiti ve karşılaşılan sorunlarla ilgili çözüm önerilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında; akiferin hidrojeolojik özellikleri (yeraltı su seviyesi, hidrolik iletkenliği, akış yönü ve hidrolik eğim) saptanmış, yeraltı ve yüzey suyu kimyası belirlenmiş ve fiziksel parametrelerin (sıcaklık, pH, yükseltgenme-indirgenme potansiyeli, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veritabanına girilerek yeraltı sularında ölçülen parametrelere ait dağılım haritaları oluşturulmuş, kimyasal analiz sonuçları sınıflandırılarak değerlendirilmeler yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. ÇALIŞMA ALANI VE ÇEVRESİNİN GENEL JEOLojİSİ

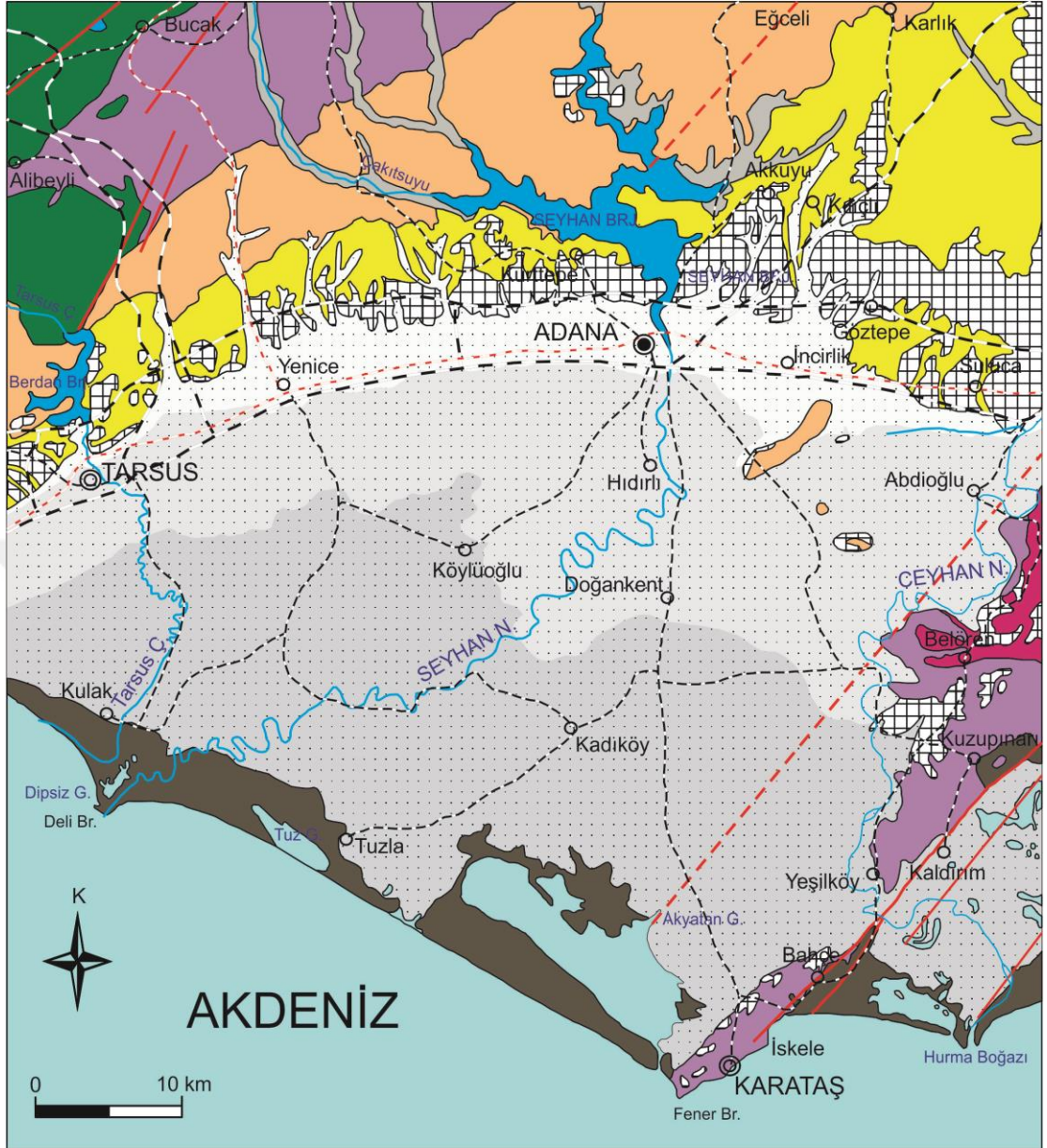
Birbirinden farklı ve çok sayıda litolojik birimin yer aldığı bölgenin jeolojisi, Tersiyer Birimleri ve Kuvaterner Birimleri başlığı altında incelenmiştir. Bölgede Schmidt [1961], Görür [1979], Görür [1980], Yetiş ve Demirkol [1986], Demirkol [1989], Ünlügenç vd. [1990], Nazik ve Gürbüz [1992], Gürbüz [1993], Ünlügenç vd. [1993], Özçelik ve Yetiş [1994], Öğrünç vd. [2000], Gürbüz [2003], Büyükutku ve Bağcı [2005], Derman ve Gürbüz [2007], Darbaş vd. [2008], Kaplan vd. [2013] ve Taraf vd. [2013] tarafından çeşitli amaçlarla çalışmalar yapılmıştır. Bölgenin jeolojik yapısı ile ilgili yapılan tanımlamalarda bu çalışmalardan elde edilen bilgilere bağlı kalınmıştır.

Toros orojenik kuşağını oluşturan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı temel kayaların oluşturduğu engebeli bir topoğrafya üzerine, Oligosen-Pliyosen zaman aralığında çökelen sedimanter kayalarla temsil edilen Tersiyer birimleri uyumsuz olarak gelmektedir [Öğrünç, 2000; Taraf vd., 2013]. Miyosen'deki sedimantasyonu etkileyen topoğrafya nedeni ile havza kenarındaki vadi ve çukurluklara Oligosen-Alt Miyosen evresinde göl ortamını karakterize eden kiltası, killi kireçtaşı ve killi kumtaşı arakatmanlı kireçtaşından oluşan Karsantı formasyonu ile çakiltası, çakıllı kumtaşı, siltaşı ve çamurtaşından oluşan akarsu çökellerinden ibaret olan Gildirli formasyonu çökelmiştir [Schmidt, 1961; Ünlügenç vd., 1993; Özçelik ve Yetiş, 1994; Taraf vd., 2013]. Gildirli formasyonu üzerinde bulunan Kaplankaya formasyonu (Alt-Orta Miyosen) çakıllı kumtaşı, kumtaşı, çakıllı-kumlu kireçtaşı ve siltaşıdan oluşmaktadır. Resifal kireçtaşı nitelikli Karaisalı formasyonu ile geçişli olduğu kesimlerde ise karbonatlı seviyeleri artmaktadır [Yetiş ve Demirkol, 1986]. Bölgenin paleotopoğrafik düzensizliklerine, deniz seviyesindeki ve havzaya taşınan çökel oranındaki değişimlere bağlı olarak Karaisalı formasyonu ile altta Kaplankaya, üstte Güvenç ve Cingöz formasyonları arasında yanal ve düşey fasiyes değişimleri gözlenmektedir [Schmidt, 1961; Görür, 1979; Yetiş ve Demirkol, 1986]. Güvenç formasyonu (Langiyen-Serravaliyen), Adana havzasının türbiditik çökellerini temsil

eden Cingöz formasyonu (Geç Langiyen-Serrevaliyen) ile yanal geçişlidir [Nazik ve Gürbüz, 1992; Gürbüz, 1993]. Karasal, sıg denizel ve deltayik tortul ardışımından oluşan Kuzgun formasyonu ile aşınmalı bir dokanakla ayrılır [Schmidt, 1961; Yetiş vd., 1995; Öğrünç vd., 2000]. Kuzgun formasyonu üzerine Handere formasyonuna ait akarsu sedimanları ve evaporitik çökeller gelmektedir [Öğrünç vd., 2000]. Bütün bu sedimanları da Pliyo-Kuvaternere ait birimleri içeren Kuraşa formasyonu üzerlemektedir. Çalışma alanı ve civarına ait genelleştirilmiş stratigrafik istif Şekil 2.1’de, jeoloji haritası ise Şekil 2.2’de verilmiştir.

Zaman	Devir	Devre	Yaş	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR			
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLIYOSEN	Ast. Pla.	KURANŞA		Karasal			
			Zan. Tab.	HANDERE		Sığ Deniz-Lagün			
	TERSİYER	NEOJEN	MIYOSEN	Mes.	KUZGUN		Sığ Deniz-Delta		
				Tor.			Sığ Denizel		
			ORTA	Ser.	GÜVENÇ	Akarsu			
				Lan.	CİNGÖZ	Sığ Denizel			
			ALT	BURSA	Bur.	KARAIŞALI		Derin Deniz-Kıyı Ötesi	
					Aki.	KAPLANKAYA		Türbidit (Denizaltı Yelpazeleri)	
			OLİGOSEN	ALT	GİLDİRLİ	KARSANTI		Resifal Karbonatlar	
								Şelf - Kıta yokuşu	
			PALEOZOYİK - MESOZOYİK YAŞLI TEMEL KAYAÇLAR						Ölçeksiz

Şekil 2.1. Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti (Gürbüz, 1993’den değiştirilerek).



AÇIKLAMALAR

- | | |
|--|-------------------|
| | Delta çökelleri 1 |
| | Delta çökelleri 2 |
| | Delta çökelleri 3 |
| | Kumul |
| | Kaliş |

Kuraşsa
Formasyonu

- | | |
|--|-----------------------|
| | Burgurkaya Formasyonu |
| | Handere Formasyonu |
| | Kuzgun Formasyonu |
| | Güvenç Formasyonu |
| | Karaisalı Formasyonu |

SİMGELER

- | | |
|--|--------------|
| | Asfalt Yol |
| | Akarsu |
| | Demiryolu |
| | İl merkezi |
| | İlçe merkezi |
| | Fay |
| | Olası Fay |

Şekil 2.2. Çalışma alanı ve çevresinin sayısal jeoloji haritası (MTA, 2002'den değiştirilerek).

2.1.1. Tersiyer Birimleri

Tersiyer birimleri birbirleriyle yanal ve dikey geçişli olup, Oligosen-Üst Miyosen yaşlı Karsantı formasyonu ve Gildirli formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu, Karaisalı formasyonu, Cingöz formasyonu ve Güvenç formasyonu, Orta-Üst Miyosen yaşlı Kuzgun formasyonu ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Handere formasyonu olarak ayırtlanmıştır [Bilgin vd., 1981; Şenol vd., 1998].

2.1.1.1. Karsantı formasyonu (Tk)

Schmidt [1961] tarafından adlandırılan birim, başlıca açık gri renkli, ince-orta ve kalın tabakalı marn, çamurtaşı ile killi kumtaşı arakatmanlı kireçtaşından oluşmaktadır [Schmidt, 1961; Ünlügenç vd., 1993; Özçelik ve Yetiş, 1994; Kaplan, 2011; Taraf vd., 2013]. Birim, Ünlügenç vd., [1993] tarafından Adana havzası kapsamında alüvyal yelpaze, lagün çökelleri, gölsel çökeller ve akarsu çökelleri olmak üzere dört alt fasiyeste değerlendirilerek Oligosen yaşında olduğu belirlenmiştir [Kaplan, 2011].

2.1.1.2. Gildirli formasyonu (Tgi)

Schmidt [1961] tarafından adlandırılan formasyonun tip kesit yerini, çalışma alanı dışında bulunan N34-a1 paftası içerisindeki Gildirli mahallesi oluşturmaktadır. Formasyon, başlıca konglomera-kumtaşı, silttaşı-kiltaşı ve killi kireçtaşı-marn gibi belirgin üç kaya biriminden oluşmuştur [Şenol vd., 1998]. Bunlar birbirleri ile girik ve ardalanmalı olmakla beraber, formasyonun alt kısımlarında konglomera-kumtaşı birimi, orta kısımlarda silttaşı-kiltaşı birimi, üst kısımlarda ise killi kireçtaşı-marn birimi gözlenmektedir [Şenol vd., 1998]. Birimlerin fasiyes özellikleri gözönüne alındığında konglomera-kumtaşı birimlerinin akarsu, silttaşı-kiltaşı, killi kireçtaşı ve marn birimlerinin taşkın ovası, göl, sığ deniz, lagün gibi ortamlarda çökeldiklerini söylemek mümkündür. Bu birimlerin ardalanmalı ve geçişli olması ortamın duraysız (küçük boyutlarda alçalan ve yükselen) olduğunu, altlarda kaba kırıntılarının, üst

bölgelerde killi kireçtaşı-marn birimlerinin egemen olması ise duraysızlığın yanı sıra transgresyonun da hüküm sürdüğünü göstermektedir [Şenol vd., 1998].

2.1.1.3. Kaplankaya formasyonu (Tkp)

İsmi Adana havzasının kuzey kesiminde yer alan Kaplankaya tepesinden alan, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, çakıllı-kumlu kireçtaşı, silttaşından oluşan birim Yetiş ve Demirkol [1986] tarafından Kaplankaya formasyonu olarak adlandırılmıştır. Genellikle boz renkli çakıllı kumtaşı, kumtaşı, kumlu-siltli kireçtaşından oluşan birimin, ortam şartlarına bağlı olarak istifin taban kesimindeki paleotopoğrafik çukurluklarda gelişen Gildirli formasyonunun kalın olduğu yerlerde çakıl oranı artmakta, resifal kireçtaşı niteliğindeki Karaisalı formasyonu ile geçişli olduğu kesimlerinde ise karbonatlı seviyeler artmaktadır [Yetiş ve Demirkol, 1986].

Miyosen denizi transgresyonuna bağlı olarak gelişmiş, sığ deniz ve plaj ortamında çökelmiş olan Kaplankaya formasyonu, Gildirli formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirken, Karaisalı formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir [Yetiş ve Demirkol, 1986; Kaplan, 2011].

2.1.1.4. Karaisalı formasyonu (Tka)

Schmidt [1961] tarafından Karaisalı kalker olarak adlandırılan formasyon İlker [1975] ve Görür [1979] tarafından Karaisalı kireçtaşı, Yalçın ve Görür [1984] ile Yetiş ve Demirkol [1986] tarafından ise Karaisalı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu ad, formasyon özelliklerinin en iyi görüldüğü yer olan Adana'nın Karaisalı ilçesinden alınmıştır. Formasyon genellikle beyaz, açık gri, bej renklerde, yer yer bol algli, mercanlı, gastropod ve lamelli kavkılı, killi, yumrulu, erime boşluklu, yer yer iyi katmanlı resifal kireçtaşlarından oluşmuştur.

Formasyon, bölgenin paleotopoğrafik düzensizlikleri ile deniz seviyesindeki alçalıp yükselmeler ve havzaya taşınan çökel oranındaki değişimlere bağlı olarak

altta Kaplankaya formasyonu ile üstte ise Güvenç ve Cingöz formasyonları ile yanall ve düşey fasiyes değışimleri sunmaktadır.

Bölgede ayrıntılı incelemeler yapan Görür [1979], Alt-Orta Miyosen zamanı boyunca bölgede hüküm süren geçiş ortamında (karbonatlı kıyı/resif) çökelen Karaisalı formasyonu içinde altı birim ayırtlamıştır. Bunlar:

1. Mercanlı-algli istiflaş ve bağlamtaş birimi,
2. Küçük bentik foraminiferli-algli istiflaş birimi,
3. Mercanlı-algli vaketaşı ve istiflaş birimi,
4. Büyük bentik foraminiferli-algli istiflaş birimi,
5. Globigerinli-algli istiflaş birimi,
6. Globigerinli-killi vaketaşı birimi'dir.

Bu birimlerden ilk dört tanesi arazide birlikte topoğrafik yükseltileri oluştururken, son iki tanesi bunlar arasında ya da yakın çevresinde yer alan çukur ve düzlüklerde yüzeyler. Birimler, ayrı ayrı haritaya geçirilmeyip hepsi bir formasyon adı altında haritalanmıştır [Şenol vd., 1998].

2.1.1.5. Cingöz formasyonu (Tc)

İlk kez Schmidt [1961] tarafından adlandırılan birim, birbiri ile yanall ve düşey geçişli Köpekli, Ayva ve Topallı üyelerine ayrılmıştır. Ünlüenç vd., [1990] yaptıkları çalışmada Köpekli şeyl üyesini Kaplankaya formasyonuna dahil etmişlerdir. Büyük kanal çökelleri ile başlayan türbiditik karakterli birim, sığ deniz (kıta yamacı) ortamından derin deniz ortamına geçmektedir [Kaplan, 2011]. Çökellerin oluşturdukları geometrik şekillere bağli olarak, Yetiş ve Demirkol [1986], bu birimin derin deniz şeyl ve marnlarından oluşan Güvenç formasyonu içerisinde ve onunla eş zamanlı olarak iki büyük lob şeklinde çökeldiğini belirtmişlerdir [Kaplan, 2011]. Nazik ve Gürbüz [1992] ise yaptıkları çalışmada doğuda küçük ve batıda büyük olmak üzere, iki denizaltı yelpazesi şeklinde, altta Karaisalı ve Kaplankaya formasyonu ile aynı yaşta, üstte ise incelen kırıntı boyu ile birlikte derinleşen bir ortam içerisinde Güvenç formasyonu ile uyumlu bir şekilde üzerlediğini belirtmişlerdir [Kaplan, 2011].

2.1.1.6. Güvenç formasyonu (Tgü)

İlk kez Schmidt [1961] tarafından adlandırılan ve yeşilimsi gri, gri, beyazımsı sarı renklerde olan formasyon Alt-Orta Miyosen zamanında bölgede oluşan resif önü sığ-derin deniz ortamlarında çökelmiştir [Şenol vd., 1998]. Güvenç formasyonu içinde ayırtılan killi kireçtaşı-marn birimi, stratigrafik olarak formasyonun alt bölümlerinde (Gildirli formasyonu ve Karaisalı formasyonu ile geçişli), kilitaşı-silttaşı birimi orta ve üst bölümlerde (Kuzgun formasyonu ile geçişli olarak) egemendir. Paleotopoğrafyanın değişken olması, transgresyon ve regresyona bağlı olarak birimlerin çökelediği ortam koşullarının önemli ölçülerde değişmesi nedeniyle, bazı bölgelerde bu sıralamada değişiklikler görülmektedir [Şenol vd., 1998].

2.1.1.7. Kuzgun formasyonu (Tku)

Schmidt [1961] tarafından adlandırılan formasyon, Yetiş vd., [1986] tarafından Kuzgun, Salbaş tüfü ve Memişli üyelerine ayrılmıştır. Tip kesiti Adana-Karaisalı yolu üzerindeki Kuzgun mahallesi olan formasyon, tabanda deltayik bir istifte başlamakta ve ortamın giderek sığlaşmasına paralel olarak kumtaşı, silttaşı, kilitaşı ve çamurtaşı aralanması şeklinde devam etmektedir [Yetiş ve Demirkol, 1986]. Menderesli nehir sistemlerinin etkisi altında kalan formasyon, bu özelliği taşıdığı yerlerde, teknesi çapraz tabakalar ve ince laminalar içermektedir.

Kuzgun formasyonu, Güvenç formasyonunun sığlaşan üst kesimlerinden itibaren uyumlu bir şekilde Kuzgun üyesi olarak adlandırılan başlıca kırmızı soluk yeşil renkli sığ denizel sedimentler ve karasal kırmızımsı renkli konglomeratik kırıntılılarla başlamaktadır. Sığ denizel kesimlerde kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ile ostrea katmanları yer almaktadır [Yetiş ve Demirkol, 1986; Kaplan, 2011]. Formasyonun Salbaş tüfit üyesi ise tabanda Serravaliyen-Tortoniyen yaşlı Kuzgun üyesi ile tavanda Tortoniyen-Messiniyen yaşlı Memişli üyesi ile uyumludur [Yetiş ve Demirkol, 1986; Kaplan, 2011]. Üyenin esasını oluşturan ana tüfit kütlesi; açık gri-kirli beyaz renkli, kil ve mil içeren, yer yer biyotit ve mafik mineralli tüfit veya

volkanoklastik miltaşından oluşmaktadır. Genel olarak karasal alüvyonlar, gölsel ve sıg denizel sedimanlardan oluşan Memişli üyesi alacalı renkli, çapraz katmanlı çakıllı kumtaşı ve kaba kumtaşı ile alacalı renkli siltaşı-çamurtaşından oluşmaktadır [Özçelik ve Yetiş, 1994].

2.1.1.8. Handere formasyonu (Tha)

Adana havzasının güney kesiminde, havza ölçeğinde oldukça yaygın bir uzanımına sahip olan formasyon ilk kez Schmidt [1961] tarafından adlandırılmıştır. Üst Miyosen'de (Messiniyen) bölgede uzunca bir zaman hüküm süren kurak ve sıcak iklim (Messiniyen krizi) nedeni ile denizel çökellerin yanı sıra jips (anhidrit) ve tuz birimleri çökelmiştir. Daha sonra Pliyosen sonuna doğru östatik deniz seviyesindeki oynamalara (transgresyon ve regresyonlar) bağlı olarak büyük çapta kıyı kesimleri ve kıta sahanlıkları su yüzüne çıkmış, eğimin artmasına bağlı olarak genç akarsu sistemleri gelişmiştir [Kaplan, 2011]. Böylece akarsu çökelleri niteliğindeki kaba malzemedен oluşan yaygın taraça birimi gelişmiştir. Ardından akarsular, vadilerini kazarak hızla denize doğru ilerlemiş, taraça birimi ile birlikte Handere formasyonunu keserek Adana ovasını oluşturmuştur. Bölgenin jeomorfolojik konumu ile iklim şartlarına bağlı olarak taraça birimi içinde yaygın şekilde kalış gelişmiştir [Yetiş ve Demirkol, 1986; Kaplan, 2011].

Handere formasyonu, çalışma alanı içerisinde yer yer merceksel geometrili evaporitik çökeller ile temsil edilmektedir. Bu çökeller, ilk kez Yetiş [1988] tarafından Gökkuşu jips üyesi olarak adlandırılmıştır. Birimin altında ve üstünde Handere formasyonunun kırıntıları yer almakta olup, yanal ve düşey geçişlidir [Kaplan, 2011].

2.1.2. Kuvaterner Birimleri

2.1.2.1. Kuraşa formasyonu (Qk)

Çoğunlukla karasal bir fasiyeste çökelen, gevşek tutturulmuş veya tutturulmamış, kaba akarsu konglomeraları, kumtaşları, kil ve siltlerden oluşan birim adını Kuraşa-1 kuyusundan almıştır [Schmidt, 1961; Yalçın, 1987; Taşkaya, 2005].

Siciliyen sonlarında Adana bölgesinde meydana gelen çöküntü alanlarının, daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiştir. Bölgede Seyhan deltası olarak gelişen çökeller Şenol vd., [1993] tarafından stratigrafik olarak alttan üste ve karadan denize doğru Delta çökelleri 1, Delta çökelleri 2, Delta çökelleri 3 olarak üçe ayrılmıştır.

Yakın tarihte ve günümüzde, kıyıda esen şiddetli rüzgarların etkisi ile kıyıdaki kumların onlarca metre içerilere kadar taşınması sonucu bölgede kıyı kumulları oluşmuştur. Bunlar kıyı boyunca yayılım gösteren 1-10 m yükseklikteki tepecikler veya şeritler halinde gözlenirler (Şekil 2.3). Bitki örtüsünden yoksun olanlar rüzgârın etkisi ile hareket ederler ve sık sık yer değiştirirler. Kumulların kaynak kayasının Miyosen öncesi metamorfikler, magmatikler, ofiyolitler, Neojen ve daha genç birimler olduğu söylenebilir. Genellikle ofiyolitlerden türeyen mineraller egemendir [Şenol vd., 1993].



Şekil 2.3. Çalışma alanında yer alan kumullardan bir görünüm.

Adana havzasında Kuvaterner yaşlı kalışın jeomorfolojisi ve toprak içinde gelişimini inceleyen Kapur vd. [1990], bu bölgede kalış oluşumunun Pliyosen killerin çökmesi, killi seviyelerde çatlakların bunlara bağlı olarak kübik yapının gelişmesi, Pleyistosen boyunca düşey yapılar boyunca sızma ve kalsitin çökmesi, düşey kalsit sütunlarının gelişimi, kalsitin çözünme ve çökmesine bağlı olarak kalsit sütunlarının şeklinin değişmesi ile masif kalışın oluşması ve masif kalış üzerinde jeomorfolojik yüzeylerin korunarak sert bir kabuk oluşması gibi topoğrafyaya bağlı olarak altı aşamada gerçekleştiğini belirtmişlerdir [Kaplan vd., 2013]. Kapur vd. [1993], Kızıldere'de (Ceyhan) yaptıkları çalışmada ise bölgede bozunmamış Tersiyer kil çökellerinden (Handere formasyonu) masif kalışlara dereceli bir geçiş olduğunu, bu geçişin Tersiyer killeri, paleosolik kalış, kolluviyal materyal, masif kalış ve merceksi kalış şeklinde olduğunu belirtmişlerdir [Kaplan, 2011].

2.2. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİZMA

Doğu Akdeniz'de yer alan Adana Havzası, batısından sol atımlı KD-GB yönlü Ecemiş Fayı, kuzeyinden Toros Dağları ve doğusundan Misis yükselimi ile sınırlanmış, güneyde ise Akdeniz altından Kıbrıs'a kadar devam eden bir Neojen havzasıdır [Büyükutku ve Bağcı, 2005; Taşkaya, 2005; Aksu vd., 2014]. Havza, doğusunda İskenderun, batısında Antalya, kuzeybatısında ise Mut havzaları ile bağlantılıdır [Kennedy vd., 2014]. Çalışma alanı ise Adana Havzasının aşağı kesiminde yer alan, doğuda Ceyhan Nehri, batıda Tarsus Çayı, kuzeyde Mersin-Adana devlet yolu (D400), güneyde ise Akdeniz arasında kalan yaklaşık 2125 km²'lik bir alanı kapsamaktadır.

Şengör vd. [1980]'nin yapmış oldukları çalışmada, karmaşık bir tektonik evrim geçiren, Miyosen başlarında oluşmaya başlayan havzanın Türkiye'nin neotektonizmasından etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca havzanın açılmaya başlamasında Doğu Anadolu ve Ölü Deniz transform faylarının etkili olduğu saptanmıştır. Havzanın daha sonraki gelişimi ise, Miyosen-Pliyosen yaşlı Misis Sürüklenimi ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı normal faylarla denetlenmiştir [Yalçın, 1987].

Havzanın bulunduğu bölge Ecemiş, Kozan ve Misis-Andırın fay zonlarının etkisi altındadır. Orta Anadolu'nun en önemli neo-tektonik unsurlarından biri olan Ecemiş Fay Zonu, kuzeyde Erciyes Dağı ile güneyde Mersin ili arasında KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır [Aksu vd, 2005; Erdağ vd., 2009]. Bölgede, Geç Kretase döneminde sıkışma tektoniğinin etkisi altında oluşmuş olan ters faylar, neo-tektonik dönemde doğrultu atımlı sistem içerisinde yeniden aktifleşerek sentetik kırıkları oluşturmuşlardır [Zorlu vd., 2010]. Kozan Fay Zonu, Kozan ve İmamoğlu'nun kuzeybatısından geçerek güneybatıya doğru Mersin ili civarında sahil sınırını takip eden, normal atımlı fay karakterine sahip olan, muhtemel sol yanal atım bileşenlidir. Fayın başlangıç yaşı Alt Miyosen ve öncesi olup, Orta Miyosen (Langiyen)'de aktiftir [Kozlu, 1987; Taşkaya, 2005]. Misis-Andırın Fay Zonu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'ya ait tektonik birliklerle, Toros otoktonunu sınırlayacak şekilde gelişmiştir. Orta Eosen sonrasında harekete geçen transform fay niteliğine sahip olan bu tektonik hattın oluşumu Miyosen (Akitaniyen)'de sona ermiştir [Robertson vd., 2004; Büyükotku ve Bağcı, 2005; Gül vd., 2005; Taşkaya, 2005].

2.3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

Seyhan Havzası, Türkiye'nin güneyinde, Doğu Akdeniz bölgesinde yer almaktadır. Havza, kuzeyde Kızılırmak, doğuda Ceyhan, batıda Konya, kuzeydoğuda Fırat, güneybatıda Doğu Akdeniz Havzası ile komşudur (Şekil 2.4). Çukurova'dan kuzeye doğru kama biçiminde uzanan havzanın genel konumu itibariyle, yukarı bölümü İç Anadolu, orta ve aşağı bölümü Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Ayrıca Seyhan Nehri ile Göksu ve Zamantı kollarının su toplama alanlarını içine almaktadır [Turhan, 2012]. Havzanın orta bölümünü kaplayan yüksek, sarp eğimli dağlar yukarı bölüme de uzanmaktadır. Havzanın aşağı kesimini oluşturan ve Aşağı Seyhan Ovası olarak isimlendirilen çalışma alanı ise delta çökellerinin yoğun olarak gözlendiği verimli düzlüklerdir.



Şekil 2.4. Çalışma alanının genel konumu.

2.3.1. Konum ve Ulaşım

Çalışma alanı, 1/100.000 ölçekli Mersin O33 ve O34 paftaları içerisinde yer almaktadır. Bu alan, doğuda Ceyhan Nehri, batıda Tarsus Çayı, kuzeyde Mersin-Adana devlet yolu (D400), güneyde ise Akdeniz arasında kalan yaklaşık 2125 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alan, Adana iline bağlı Seyhan, Yüreğir ve Karataş ilçeleri ile Mersin ilinin Tarsus ilçesine bağlı Yenice beldesini ve çok sayıda mahalleyi kapsamaktadır. Çalışma alanına ulaşım D400 devlet karayolu yada TEM otoyolu (O-50) vasıtasıyla mümkündür. Ayrıca çalışma alanına ulaşım için demiryolu, havayolu veya deniz yolu da kullanılabilir. Ovada bulunan belde ve mahallelere ulaşım D400 devlet karayolundan ayrılan sathi kaplama, stabilize ve toprak yollarla sağlanmaktadır.

2.3.2. Morfoloji

Toroslar'ın kuzeydoğu yönlü ve 2-3 sıra halindeki uzantılarının büyük bir kısmı Seyhan Havzası'nın içinde yer almaktadır. Göksu ve Zamantı kollarının arasındaki ana sırtların doğu ve batısındaki ikincil sırtlar havzayı diğer havzalardan ayırmaktadır. Doğuda Uzunyayla'dan güneye doğru sıralanan Tahtalı (2366 m) ve Binboğa (2907 m) dağları ile, Toklu (2382 m) ve Tekeç (1622 m) tepeleri havzanın Ceyhan Havzası ile olan sınırını oluşturmaktadır. Batıdaki Sarıçiçek yaylası (1850 m), Hınzır (2500 m), Koramaz (1920 m), Turasan, Pozantı (3114 m) ve Bolkar (3524 m) dağları ise havzayı Kızılırmak, Konya ve Doğu Akdeniz havzalarından ayırmaktadır [Dinçer, 2007; Turhan, 2012]. Havzanın orta bölümündeki dik eğimli tepeler birkaç kilometre sonra yerini sarp, dağlık araziye bırakmaktadır. Havzanın alt bölümünü kapsayan çalışma alanı ise engebesiz ve oldukça düşük bir eğime (%0,1-1) sahip olup, yükseklikler 0 m (deniz seviyesi) ile 61 m arasında değişmektedir.

2.3.3. Nüfus ve Yerleşim

Çalışma alanı, tarihte çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapmış yerleşim yerlerini içeren, yaklaşık olarak 70 km uzunluktaki, kumsalları, kumulları, kumul ardı ambarları, lagünleri ve sulak alanları ile çok önemli bir kıyı şeridinde sahip olan bir alandır. Konumu, ulaşım imkanları, geniş ve verimli tarım alanlarına sahip olması sebebi ile bölgenin nüfus yoğunluğu fazladır. 2014 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (ADNKS) veri tabanından alınan verilere göre bölgede yaşayan kişi sayısı yaklaşık olarak 1.229.604'tür. Yaz aylarında tarım alanlarında çalışmak için çevre bölgelerden gelen mevsimlik işçilerden dolayı ve sahil kesiminde inşaa edilen tatil konutlarından dolayı nüfus artmaktadır. İklim ve sulama imkanları elverişli olduğundan bölgenin ekonomisinde tarım önemli bir yer tutmaktadır. Bölgenin ekonomisine, balıkçılık ve son yıllarda süt besiciliği şeklinde yapılan büyükbaş hayvan yetiştiriciliği de katkıda bulunmaktadır. Ayrıca bölgede tekstil, ham pamuk işleme, bitkisel yağ ve sabun üreten sanayi kuruluşları da mevcuttur.

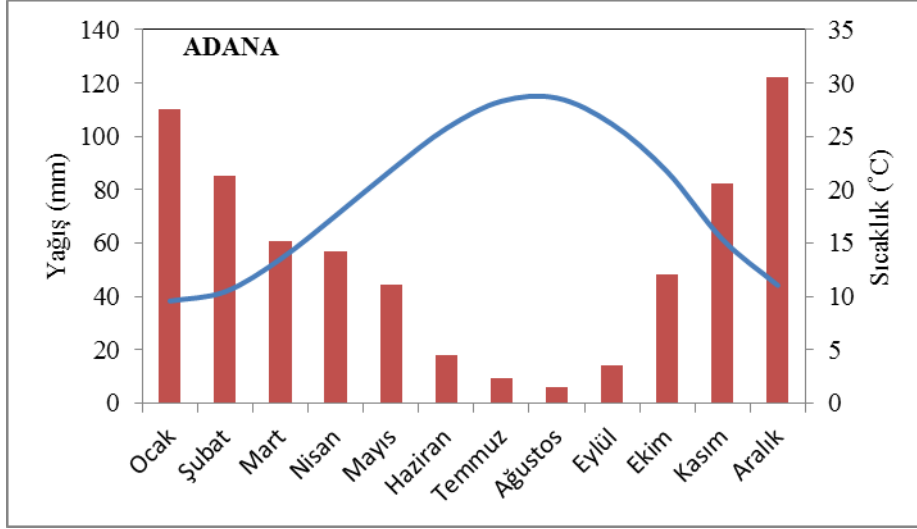
2.3.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Akdeniz ikliminin hakim olduğu çalışma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Seracılık ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgede, çoğunlukla buğday, mısır, soya, narenciye, pamuk, bostan, çeşitli sebze ve meyve bahçeleri gözlenmektedir. 1955 yılında kumul stabilizasyonu amacıyla ağaçlandırma çalışmaları başlatılmış, okaliptüs, kıbrıs akasyası, yalancı akasya, fıstık çamı, kızılçam ve selvi gibi ağaç türleri kullanılmıştır [Demir, 2008].

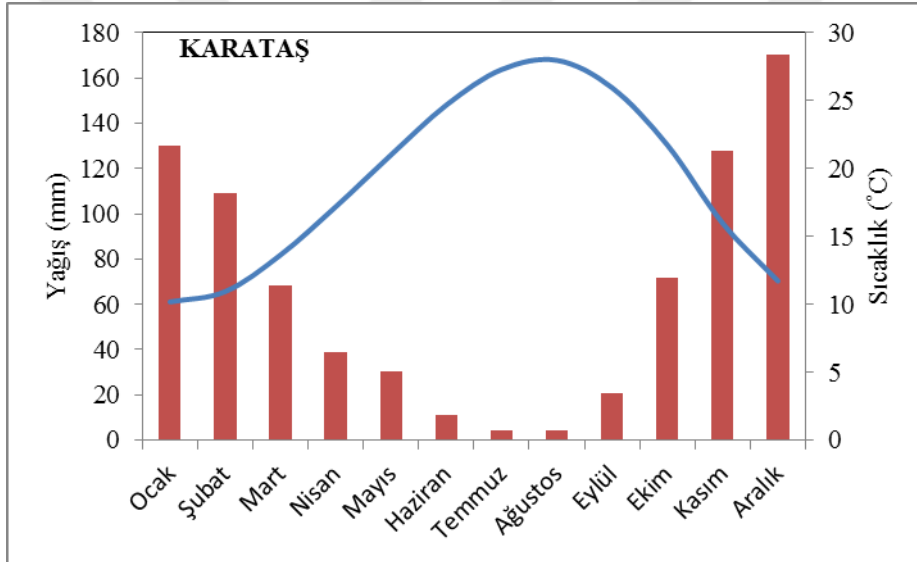
2.4. ÇALIŞMA ALANININ HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ

2.4.1. Yağış

Aşağı Seyhan Ovası'na düşen ortalama yağış miktarının belirlenmesi için, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen Adana ve Karataş meteoroloji istasyonlarından elde edilmiş olan günlük toplam yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan Tuzla meteoroloji istasyonundan elde edilen verilerle yapılan eklenik sapma analizi sağlıklı sonuç vermediğinden çalışmaya dahil edilmemiştir. Bölgede uzun yıllara ait (1975-2010) yıllık toplam ortalama yağış miktarları Adana ili için yaklaşık 658 mm ve Karataş ilçesi için 786 mm'dir. Ortalama sıcaklık değerleri ise Adana ili için yaklaşık 19,16 °C ve Karataş ilçesi için 19,02 °C'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık değerleri Haziran-Eylül ayları arasında, ortalama en düşük sıcaklık değerleri ise Aralık-Mart ayları arasında gözlenmektedir. Yağışlar ise genellikle yağmur şeklinde ve buharlaşmanın en az olduğu kış aylarında görülmektedir (Şekil 2.5, Şekil 2.6).



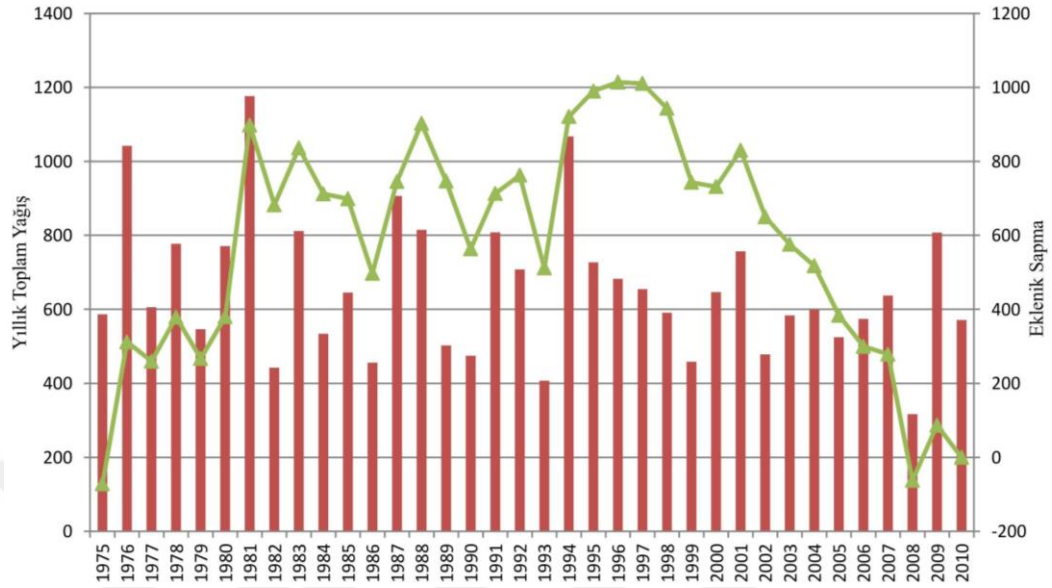
Şekil 2.5. Adana ilinin yıllara göre (1975–2010 yılları arası) ortalama yağış miktarları ve ortalama hava sıcaklıkları (MGM, 2014).



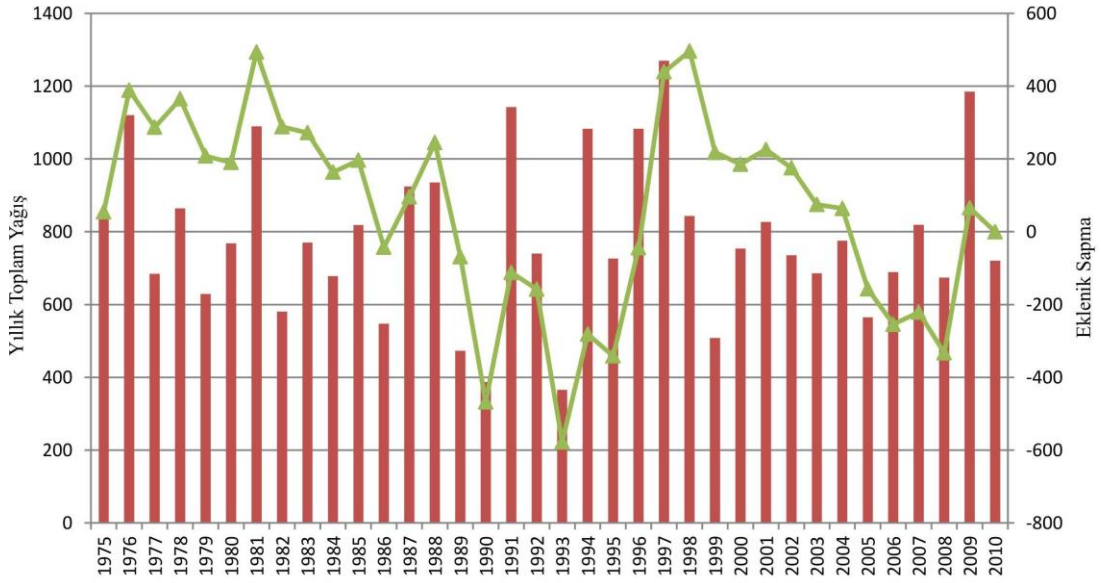
Şekil 2.6. Karataş ilçesinin yıllara göre (1975–2010 yılları arası) ortalama yağış miktarları ve ortalama hava sıcaklıkları (MGM, 2014).

Çalışmada kullanılan, meteoroloji istasyonlarında ölçülen yıllık yağışların zamansal değişimlerinin belirlenmesi amacıyla ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma analizleri gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmelerde Adana ve Karataş meteoroloji istasyonlarından alınan 36 yıllık veriler irdelenmiştir. Adana istasyonu için yapılan eklenik sapma grafiğinde genel olarak 1981 yılına kadar yağışlı dönem hakimdir. Bu tarihten sonra birbirini takip eden kurak ve yağışlı dönemler (kararlı dönem) gözlenirken genel olarak 1996 yılından itibaren kurak dönem hakimiyeti söz konusudur (Şekil 2.7). Karataş istasyonu için yapılan eklenik sapma grafiğinde ise

birbirini takip eden kurak ve yağışlı dönemlerin 1998 yılından sonra yerini kurak dönemlere bıraktığı gözlenmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.7. Adana meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağışın ve eklenik sapmanın zamana göre değişim grafiği.



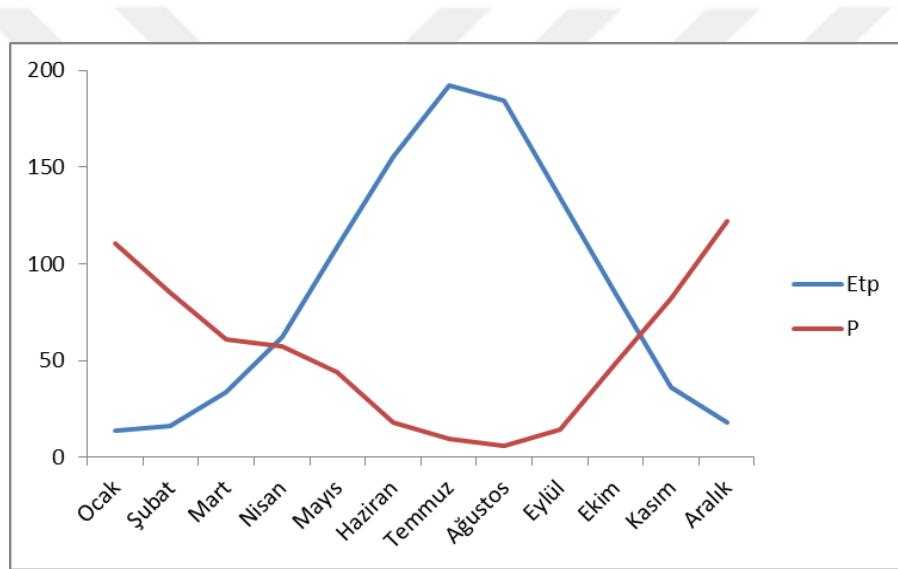
Şekil 2.8. Karataş meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağışın ve eklenik sapmanın zamana göre değişim grafiği.

2.4.2. Buharlaşma ve Terleme (Evapotranspirasyon)

Doğrudan ölçümü oldukça güç olan ve yeraltı suyu potansiyeli hesaplamalarında önemli bir boşalım elemanı olan buharlaşma-terleme miktarının hesaplanması için çeşitli ampirik formüller üretilmiştir. Bunlardan yaygın olarak

kullanılan Thornthwaite eşitliği (1948) yardımıyla, Adana ili ve Karataş ilçesi meteoroloji istasyonlarında 1975-2010 yılları arasında ölçülen aylık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak her istasyon için ayrı ayrı potansiyel (E_{tp}) ve gerçek (E_{tr}) buharlaşma değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 2.1, Çizelge 2.2).

Adana ili meteoroloji istasyonuna ait su bilançosunda toplam ortalama yıllık yağış miktarı 658,21 mm, potansiyel buharlaşma (E_{tp}) değeri 1039,96 mm ve gerçek buharlaşma (E_{tr}) değeri ise 414,47 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 2.1). Ayrıca, bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Adana meteoroloji istasyonuna ait yağış ve E_{tp} 'nin aylık değişim grafiği.

Şekil 2.9'da Ocak ayından Nisan ayına kadar ve Kasım ile Aralık aylarında yağışın (P) potansiyel buharlaşmadan (E_{tp}) fazla olduğu görülmektedir. Bu dönemlerde E_{tp} , E_{tr} 'ye eşittir ve bu dönem için su fazlası 243,73 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen faydalı rezerv, Nisan ayından Kasım ayına kadar harcanmıştır. Haziran ayından Kasım ayına kadar gerçekleşen su noksanı ise 625,48 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 658,21 mm olan yıllık yağışın 414,47 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Adana meteoroloji istasyonu için su fazlası yaklaşık olarak tüm yağışın % 37'si kadardır.

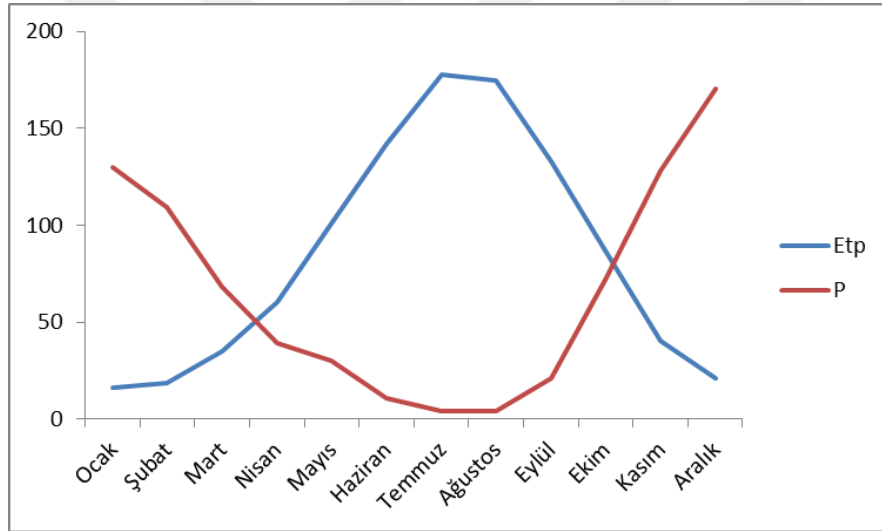
Çizelge 2.1. Adana meteoroloji istasyonu için Thornthwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Adana (1975-2010)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Sıcaklık (°C)	9,58	10,46	13,52	17,59	21,83	25,76	28,31	28,61	26,16	21,68	15,34	11,04	
İndeks (İ)	2,68	3,06	4,51	6,72	9,31	11,96	13,80	14,02	12,25	9,22	5,46	3,32	96,30
Etp (mm)	15,84	19,02	32,61	56,69	89,19	126,31	154	157,42	130,46	87,98	42,56	21,30	933,37
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
Düzeltilmiş Etp	13,62	15,97	33,59	62,36	108,81	155,36	192,50	184,18	134,38	85,34	36,18	17,68	1039,96
P (mm)	110,33	85,39	60,69	56,98	44,24	18,09	9,58	5,88	14,39	48,26	82,38	121,98	658,21
Etr (mm)	13,62	15,97	33,59	62,36	108,81	48,15	9,58	5,88	14,39	48,26	36,18	17,68	414,47
Faydalı Rezerv	100	100	100	94,62	30,05	0	0	0	0	0	46,20	100	
Su Fazlası (mm)	96,71	69,41	27,10	0	0	0	0	0	0	0	0	50,50	243,73
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	107,21	182,92	178,30	119,98	37,07	0	0	625,48

Çizelge 2.2. Karataş meteoroloji istasyonu için Thornthwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Karataş (1975-2010)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Sıcaklık (°C)	10,18	10,94	13,64	17,20	21,01	24,68	27,29	27,98	25,95	21,73	15,97	11,72	
Sıcaklık İndeksi	2,94	3,27	4,57	6,49	8,79	11,22	13,06	13,56	12,10	9,25	5,80	3,63	94,68
Etp (mm)	18,60	21,59	34,08	55,04	83,34	116,29	143,20	150,72	129,01	89,31	47,20	24,87	913,24
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84	
Düzeltilmiş Etp (mm)	16,19	18,35	35,10	60,54	100,84	141,87	177,57	174,83	132,88	86,63	40,59	20,89	1006,28
P (mm)	129,81	109,16	68,13	39	30,26	10,96	4,09	3,99	20,74	71,66	127,84	170,58	786,23
Etr (mm)	16,19	18,35	35,10	60,54	100,84	18,83	4,09	3,99	20,74	71,66	40,59	20,89	411,81
Faydalı Rezerv	100	100	100	78,46	7,87	0	0	0	0	0	87,25	100	
Su Fazlası (mm)	113,62	90,82	33,03	0	0	0	0	0	0	0	0	136,95	374,42
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	123,04	173,47	170,85	112,14	14,96	0	0	594,46

Karataş meteoroloji istasyonuna ait su bilançosunda ise toplam ortalama yıllık yağış miktarı 786,23 mm, potansiyel buharlaşma (E_{tp}) değeri 1006,28 mm ve gerçek buharlaşma (E_r) değeri ise 411,81 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2.2). Yağış ve potansiyel buharlaşma grafiğinde ise Ocak ayından Nisan ayına kadar ve Kasım ile Aralık aylarında yağış (P), potansiyel buharlaşmadan (E_{tp}) fazladır (Şekil 2.10). Bu dönemlerde E_{tp} , E_r 'ye eşittir ve su fazlası 374,42 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen faydalı rezerv, Nisan ayından itibaren harcanmaya başlamıştır. Haziran ayından Kasım ayına kadar gerçekleşen su noksanı ise 594,46 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 786,23 mm olan yıllık yağışın 411,81 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Karataş meteoroloji istasyonu için su fazlası yaklaşık olarak tüm yağışın % 52'si kadardır.



Şekil 2.10. Karataş meteoroloji istasyonuna ait yağış ve E_{tp} 'nin aylık değişim grafiği.

2.4.3. Akış

İç Anadolu'nun doğu kesiminde, Uzunyayla yöresinden doğan Zamantı Irmağı ile bunun doğusunda Doğu Anadolu sınırları üzerinden doğan Göksu'nun birleşmesiyle meydana gelen Seyhan Nehri toplam 20731 km²'lik yağış alanı ile ovanın en önemli akarsuyudur. Yaklaşık olarak 33 km'si çalışma alanı içerisinde olan Seyhan Nehri'nin yıllık ortalama su potansiyeli 6,6 milyar m³ olup, ortalama akımı 190 m³/s'dir [CSB, 2014a]. Çalışma alanının doğu sınırını oluşturan Ceyhan Nehri'nin (toplam yağış alanı 21,222 km²) ise yıllık ortalama su potansiyeli 6,51

milyar m³ olup, ortalama akımı 195 m³/s'dir [CSB, 2014a]. Çalışma alanının batı sınırını oluşturan Tarsus Çayı'nın ise yıllık ortalama su potansiyeli yaklaşık olarak 1,2 milyar m³ olup, ortalama akışı 39 m³/s'dir [CSB, 2014b].

2.4.4. Su Bütçesi

2011 yılında Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş. tarafından hazırlanan Seyhan Havzası Master Plan ara raporuna göre ovanın en önemli beslenme kaynağı olan yağış $204,76 \times 10^6$ m³/yıl'dır. Havzanın diğer önemli beslenme kaynakları ise sırasıyla salma sulama ($127,76 \times 10^6$ m³/yıl), Seyhan Nehri ($82,95 \times 10^6$ m³/yıl), kanallar ($69,25 \times 10^6$ m³/yıl) ve Berdan Nehri ($8,03 \times 10^6$ m³/yıl)'dir. Havzadan yapay boşalım 300×10^6 m³/yıl iken buharlaşma-terleme ile olan boşalım $145,18 \times 10^6$ m³/yıl'dır. Akarsulardan ve yüzeysel akış vasıtasıyla ova dışına olan boşalım ise $102,40 \times 10^6$ m³/yıl'dır. Genel olarak değerlendirildiğinde ovada hesaplanan toplam beslenme ($492,75 \times 10^6$ m³/yıl) ile toplam boşalım ($547,58 \times 10^6$ m³/yıl) miktarları arasında $-54,83 \times 10^6$ m³/yıl'lık fark bulunmaktadır.

2.5. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

2.5.1. Akarsular

Çalışma alanının şekillenmesinde etkili olan nehirlerin başında Seyhan Nehri gelmektedir. Nehir, İç Anadolu Bölgesi'nde Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinin kuzeyinde Uzunyayla yöresinde Zamantı Irmağı (uzunluğu 317 km) olarak doğar. Orta Toroslar'ın uzanış doğrultusunda akan nehir, Çukurova'ya inmeden önce Adana'nın 80 km kuzeyinde Aladağ ilçesinin Akinek Dağı yamaçlarında, kuzeydoğuda Sarız'dan doğarak gelen Göksu Irmağı (uzunluğu 198 km) ile birleşir. Seyhan Nehri'nin diğer önemli kolları ise Ulukışla'dan doğan Çakıt Çayı, Karaisalı'nın kuzeyinden doğarak gelen Körkün ve Eğlence çaylarıdır. Nehir, Adana ili içerisinde geçerek Aşağı Seyhan ovasında Seyhan ve Yüreğir ilçelerinin sınırlarını çizer ve ovanın batı kesiminle, Mersin-Adana sınırındaki Deliburun'da Akdeniz'e dökülür [Dinçer, 2007; Selek vd., 2008]. Toplam uzunluğu 560 km olan Seyhan Nehri'nin en düşük debisi 31 m³/s'dir [Dinçer, 2007].

Çalışma alanının doğu sınırını oluşturan Ceyhan Nehri, Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinin doğusunda Nurhak Dağı'ndan Söğütlü Deresi olarak doğar. Hurman ve Göksun çaylarının birleşmesinden sonra Ceyhan adını almaktadır. Nehrin önemli bir diğer kolu da Aksu Çayı'dır. Nehir, Engizek ve Ahır Dağları'ndaki boğazlardan geçerek Çukurova'nın kuzeydoğu bölümüne girmekte, Misis Dağlarını çevirdikten sonra, güneye dönerek Hurma Boğazı'ndan geçip İskenderun Körfezi'ne dökülmektedir. Toplam uzunluğu 509 km olan nehrin ortalama debisi $180 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir [Dinçer, 2007].

Ovanın şekillenmesinde daha az katkısı olan, çalışma alanının batı sınırını oluşturan Tarsus Çayı (Berdan Nehri) Bolkar Dağları'nın eteklerinden doğar. Gülek ve Kadıncık derelerinin birleşmesi ile oluşan kol, Kale Dere ve Cehennem Dere'nin birleşmesiyle oluşan kolla Muhat (Çevreli) köyü yakınlarında birleşerek Tarsus Çayı'nı oluştururlar. Tarsus'un doğusundan kavis yaparak, Seyhan Nehri'nin denize döküldüğü Deli Burnu'nun kuzeybatısında Karabucak Bataklığı'ndan denize dökülür [Sirel, 1995; Hatipoğlu, 2004; Dinçer, 2007; Kurt, 2010]. Toplam uzunluğu 124 km olan nehrin ortalama debisi $39,5 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir [Özbay vd., 2011].

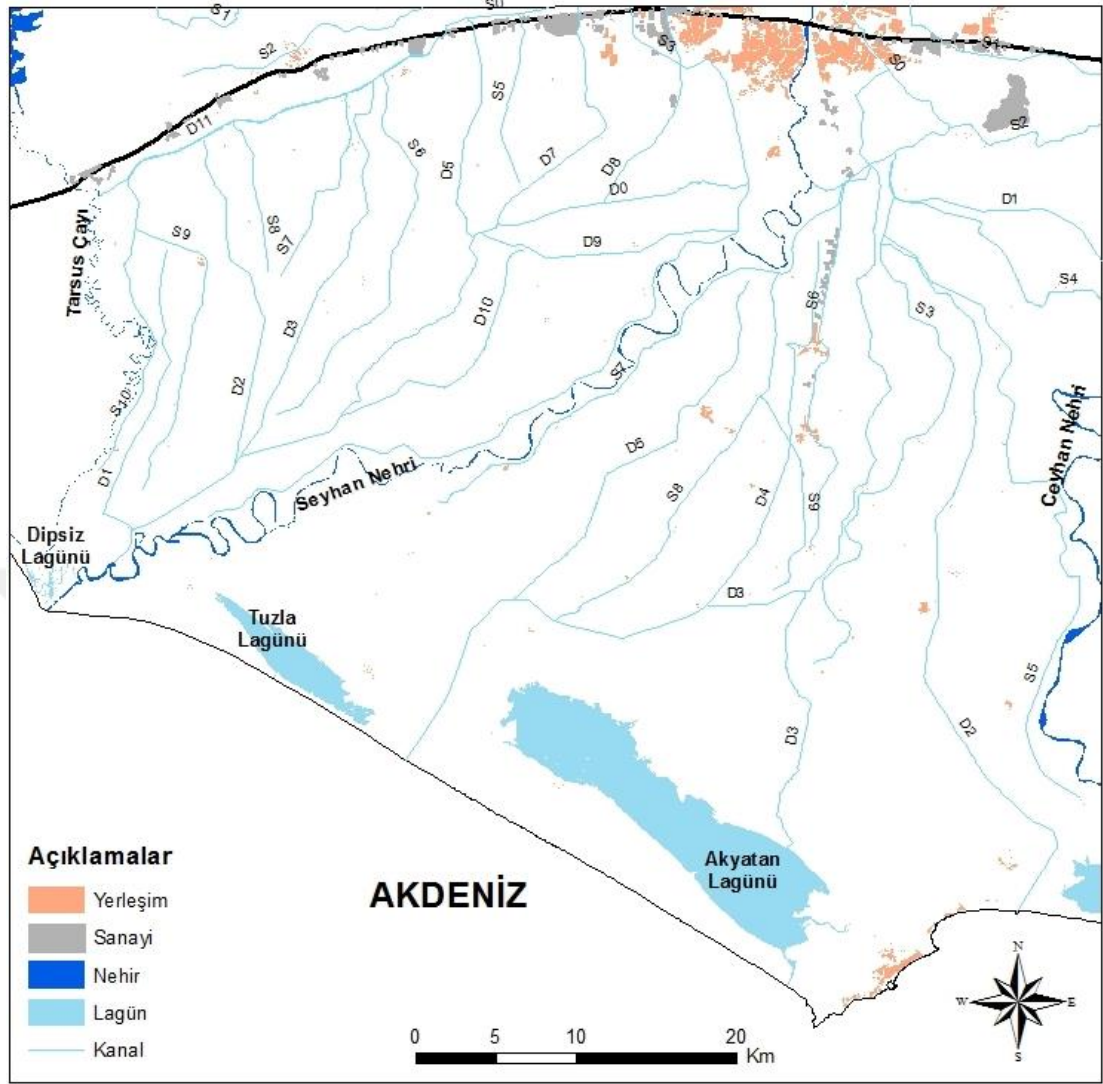
2.5.2. Kanallar ve Su Yapıları

Seyhan Nehri'nin ana kolu üzerinde, Adana ilinin kuzeyinde 1956 yılında işletmeye açılmış olan Seyhan Barajı ve Hidroelektrik Santrali bulunmaktadır. Barajın kuzeyinde ise Adana'nın içme ve kullanma suyunu sağlayan ve 1996 yılında işletmeye açılan Çatalan Barajı yer almaktadır. Seyhan Barajı'nın hemen güneyinde bulunan Seyhan Regülatöründen, Tarsus (Seyhan sağ sahil) ve Yüreğir (Seyhan sol sahil) ovalarına ana kanallarla ortalama $130 \text{ m}^3/\text{s}$ sulama suyu iletilmektedir. Ayrıca, sulama kanalları ve drenaj kanalları Aşağı Seyhan Ovası'nı bir ağ şeklinde kaplamaktadır [Selek vd., 2008; Temelsu, 2011].

Aşağı Seyhan Ovası'nda toplam 20 adet ana sulama kanalı bulunmaktadır (Şekil 2.11). Bunlardan 10'u sağ sahilde, 10'u sol sahilindedir. Bu kanalların ikisi Seyhan Barajı'ndan çıkar, diğerleri ise Seyhan Regülatörü'nden çıkan isale

kanallarının kolları şeklindedir. Kanallar fonksiyonlarına göre iletim kanalı, ana (primer) kanal, yedek (sekonder) kanal, tersiyer kanal ve tarla içi su iletim kanalı olarak isimlendirilirler. İletim kanalı, sulama suyunu depolama veya çevirme yapısından alarak ana kanala ileten kanaldır. Bu kanaldan sulama yapılmaz, sadece sulama suyunun iletilmesinde yararlanır. Ana kanal, sulama suyunu sulama alanı içinde taşıyan ve yedek kanallara ileten kanaldır. Yedek kanal, suyu ana kanaldan alıp tersiyer kanallara ulaştırır. Tersiyer kanal ise yedek kanaldan aldığı suyu sulama sahasına taşır [Aküzüm ve Öztürk, 1996; Tetik, 2010]. Ana sulama kanalları arasında kalan bir veya birkaç bölgeden bir sulama birliği sorumlu tutulmuştur. Sol sahilde 10, sağ sahilde 8 olmak üzere toplam 18 adet sulama birliğinin bulunduğu bölge toplam 1270,83 km²'lik bir alanı kapsamaktadır [Tetik, 2010].

Bölgedeki derinlikleri 1,5 m ile 6 m arasında değişen drenaj kanallarına sulama kanallarından, Seyhan sağ sahilde 1 adet isale kanalı, 8 adet ana kanal, 39 adet yedek kanal, 588 adet tersiyer kanal; Seyhan sol sahilde 1 adet isale kanalı, 9 adet ana kanal, 61 adet yedek kanal, 606 adet tersiyer kanal uç noktadan bağlantılı bulunmaktadır. Ayrıca ovada bulunan sanayi kuruluşlarından ortalama 30-40 L/s miktarındaki su drenaj kanallarına boşalmaktadır [Temelsu, 2011].



Şekil 2.11. Çalışma alanında bulunan ana sulama ve drenaj kanalları.

2.5.3. Kuyular

Çalışma alanı, Adana iline bağlı Seyhan, Yüreğir ve Karataş ilçeleri ile Mersin ilinin Tarsus ilçesine bağlı Yenice beldesini ve çok sayıda mahalleyi kapsamaktadır. Bölgenin içme - kullanma ve sulama suyu ihtiyacını karşılamak üzere DSİ (Devlet Su İşleri) ve YSE (Yol, Su ve Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü) tarafından açılan çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bölgede açılmış olan kuyuların sayıları hakkında yeterli resmi bilgi bulunmamaktadır. Ancak bölgede yapılan çalışmalara bağlı olarak şahıslar tarafından açılan kuyular da dahil olmak üzere yaklaşık olarak 500 adet sondaj kuyusunun bulunduğu, bunların çoğuna tulum monte edildiği söylenebilir. Sulama suyu ihtiyacını gidermek üzere açılan

kuyuların çoğu yüzeysel suyu sulamalarının artmasından dolayı kullanılmamaktadır. Ayrıca Çatalan Barajı'nın işletmeye açılmasından sonra sanayi kuruluşları ve belediyeler içme ve kullanma suyu gereksinimlerini barajdan karşılamaya başlamışlardır [Temelsu, 2011].

2.5.4. Lagünler

Çalışma alanı sınırları içerisinde batıdan doğuya doğru Dipsiz, Tuzla, Akyatan ve Ağyatan Lagün sistemleri gözlenmektedir. Bunlar, deltanın şekillenmesinde etkili olan Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin taşımış olduğu çökellerin rüzgâr ve dalgalarla kıyıya paralel olarak taşınması ve oluşturdukları kum tepeleri ile kara arasındaki çukurluklara deniz sularının dolması ile oluşmuşlardır [Yaşar vd.,1999; Dinçer, 2007]. Bunlardan Akyatan Lagünü Türkiye'deki RAMSAR (Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması) alanlarından biri olmasının yanı sıra, Tuzla Lagünü ile birlikte Av ve Yaban Hayatı Koruma Sahası ve Doğal Sit Alanı olarak kabul edilmektedir. Ağyatan Lagünü ise Doğal Sit Alanı olarak korunmaktadır [Çakan vd., 2005; Dinçer, 2007; Demir, 2008]. Ancak bölge halkının büyük bir kısmının geçimini tarımdan sağlaması, artan nüfus ve göç nedeni ile yasalarla koruma altına alınan bu alanlarda tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Bu nedenle bu koruma statülerinden beklenen etkin korumanın gerçekleşmesinde sorun yaşanmaktadır [Dinçer, 2007].

Tarsus ilçesi sınırları içerisinde bulunan Dipsiz Lagünü'nün toplam alanı 1 km² olup birbirine bağlantısı olan kanal ve göletleri içermektedir. Seyhan Nehri ile olan bağlantı kanallarından lagüne tatlı su girişi olmaktadır [Dinçer, 2007].

Tuzla ile Tabaklar mahallesi arasında, Akdeniz'e paralel uzanan Tuzla Lagünü'nün yüzeysel alanı 11,1 km²'dir [Yalçınkaya, 2005]. Denizle tek bir bağlantı noktası ve Seyhan Nehri'nden de tatlı su girişi vardır. Denizden dar ve alçak bir kumul şeridi ile ayrılmaktadır [Dinçer, 2007].

Aşağı Seyhan Ovası'nın en büyük, Türkiye'nin de ikinci büyük lagünü olan Akyatan Lagünü, Karataş ilçesinin kuzeybatısında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 4 m, uzunluğu 16 km, toplam alanı 49 km² olan lagünün derinliği ortalama 1 m'dir. Göl kıyısının kuzeybatısı tümüyle sazlık-kamışlıklarla kaplı olup diğer kenarlarında da yer yer sazlık alanlar bulunmaktadır. Lagün ile deniz arasında 2-4 km genişliğinde bir kumul şeridi gözlenirken, diğer taraflar tarım alanları ile çevrilidir [Ortaçesme, 1996; Dinçer, 2007].

Karataş ilçesinin doğusunda yer alan Agyatan Lagünü'nün denizden yüksekliği 0-2 m, uzunluğu 6,5 km, toplam alanı ise 12 km²'dir. Lagünün denizle doğrudan bağlantısı bulunmakta olup Ceyhan Nehri'nden gelen iki önemli tatlı su girişi vardır [Dinçer, 2007].

2.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gürbüz [1999] incelemiş olduğu jeomorfolojik ve sedimantolojik veriler aracılığı ile eski Seyhan nehir yatağının Tuzla bölgesinde olduğunu ve yatağın yaklaşık olarak 10 km batıya doğru yer değiştirdiğini saptamıştır.

Öğrünç vd. [2000] Adana baseninde Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığındaki Messiniyen Tuzluluk Krizi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.

Özcan vd. [2002] Doğu Akdeniz bölgesinde arazi kullanım türlerini belirlemek, arazinin uygunluk derecesini tespit etmek amacıyla ArcInfo ve ArcView yazılımlarını kullanmışlar, türlerin zamansal ve mekansal değişimlerini göz önüne alarak bölgeyi üç büyük toprak serisi altında değerlendirmişlerdir.

Gürbüz [2003] Seyhan ve Berdan nehirlerinin yatak değişimlerinin ve kıyı hareketlerinin Tarsus ve civarının topoğrafyasındaki değişikliğe olan etkilerini incelemek amacıyla hipotetik bir model oluşturmuştur.

Yüceer ve İnkayalı [2004] Seyhan Nehri'ne deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıkların nehirde meydana getirdiği kirliliği incelemek amacıyla tek boyutlu su kalite modeli olan QUAL2E'yi kullanmışlar, elde edilen sonuçları ise Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 1988) göre değerlendirmişlerdir.

Alphan [2005] 1972 ile 2002 yılları arasında Çukurova'nın sahil şeridinde meydana gelen değişiklikleri uydu görüntüleri aracılığıyla incelemiştir. Özellikle nehir ağızlarının etrafındaki değişiklikleri tematik haritalarla ve sayısal değerlerle sunmuşlardır.

Alphan ve Yılmaz [2005] 1984 ile 2000 yılları arasında Çukurova'da arazi kullanımında meydana gelen değişiklikleri uzaktan algılama teknolojisi ile gözlemlemişler, en belirgin değişikliklerin tarımsal ve kentsel alanlarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Şimşek ve Filiz [2005] sanayi, yerleşim alanları ve atık depolama alanlarının yeraltı sularını kirletme derecelerini tespit etmek üzere Torbalı ovasında yapmış oldukları çalışmada, daha önceden açılmış olan sondaj verileri aracılığıyla, akifer tipi, yeraltı su derinliği ve yeraltı suyu potansiyeline bağlı olarak oluşturulan GOD yöntemi ile yeraltı suyunun kirlenebilirliğini araştırmışlardır.

Çetin vd. [2008a] tarafından Aşağı Seyhan ovasında yaklaşık 71 km² lik bir alanda yapılan çalışmada, sulamadan dönen düşük kaliteli drenaj sularının tekrar sulamada kullanılmasının neden olabileceği olası taban suyu ve tuzluluk sorunu Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında oluşturulan çeşitli haritalar ile irdelenmiştir.

Çetin vd. [2008b] tarafından Aşağı Seyhan ovasında yaklaşık 95 km² lik bir alanda yapılan çalışmada, taban suyu gözlem kuyularından su numuneleri, drenaj gözlem kuyularına yakın yerlerdeki toprak profillerinden de toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerdeki tuz içerikleri ve nitrat konsantrasyonlarının dağılımı CBS ortamında haritalanmış, elde edilen sonuçlar su kaynaklarının etkin kullanımı yönünde değerlendirilmiştir.

Efe vd. [2008] tarafından Aşağı Seyhan ovasında yaklaşık 95 km²'lik bir alanda yapılan çalışmada sulama yönetiminin değerlendirilmesi için, sulama sahasına giren ve çıkan suların ölçülmesi amacıyla sulama kanalları ve drenaj kanalları üzerine limnigraflar yerleştirilmiştir. Ayrıca, taban suyu düzeyi ve kalitesinin saptanması amacıyla sulama sezonu başında, sulamaların en yoğun olduğu dönemlerde ve sulama sezonu sonunda bölgedeki mevcut taban suyu gözlem kuyuları gözden geçirilmiştir.

Efe ve Tagil [2008] 1972 ve 2000 yıllarında Seyhan Nehir ağzında, Tuz Gölü'nde ve bunlara bağlı olarak kıyı kesiminde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyebilmek için 1972, 1987 ve 2000 yıllarına ait LANDSAT multispectral scanners (MSS), Thematic Mapper (TM) ve enhanced Thematic Mapper (ETM+) uydu görüntülerini kullanmışlardır. Çalışmada, yoğunlaşan tarımsal faaliyetler nedeni ile arazi kullanımında değişikliklerin olduğu gözlemlenmiştir.

Donma vd. [2008] Aşağı Seyhan Ovası'nda uygulanan geniş ölçekli sulama sistemlerinin su bütçelerindeki değişiklikleri ortaya çıkarmak, arazi kullanımı ve toprak özelliklerinin taban suyu seviyesi üzerine olan etkisini araştırmak için 1985, 1993 ve 2003 yıllarına ait verileri değerlendirmişlerdir.

İbrikçi vd. [2008] tarafından Aşağı Seyhan Ovası'nda yaklaşık 95 km²'lik bir alanda yapılan çalışmada, beş farklı dönemde 3-5 m derinliklerde açılan gözlem kuyularından su numunesi alınmış, suların nitrat konsantrasyonlarının zamansal ve mekansal dağılımı CBS yazılımı ile oluşturulan haritalar aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Akbulut vd. (2009) tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) arasında kalan bölgedeki yeraltı sularının tarımsal sulama suyu olarak kullanılabilirliğini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçları, çeşitli diyagramlar eşliğinde ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda değerlendirmişlerdir.

Irawan vd. [2009] Batı Java'da (Endonezya) volkanik akifer sisteminin hidrojeokimyasını, alınan yeraltı suyu numunelerinin kimyasal içeriklerine bağlı olarak inceleyip, suların sınıflandırılmasında daha nicel bir yöntem olan çok değişkenli istatistiksel yöntem kullanarak çalışmışlardır. Ölçülen 14 parametreye bağlı olarak yapmış oldukları kümeleme analizinde, alınan numuneler spesifik özelliklerine bağlı olarak üç sınıf altında gruplandırılmıştır.

Ivkovic [2009] Avustralya'da Namoi Nehir havzasındaki yeraltı suyu-nehir etkileşimini belirleyebilmek için, aralarındaki hidrolik ilişki, nehir-yeraltı suyu akış yönü, karşılaştırmalı nehir ve yeraltı suyu hidrograflarından yararlanmıştır. Elde ettiği verileri Coğrafi Bilgi Sistemi veritabanına aktararak oluşturduğu harita vasıtasıyla yorumlamalar yapmıştır.

Kuleli [2010] Çukurova Deltası'nın kıyı şeridindeki değişikliği gözlemleyebilmek için 1972, 1987 ve 2002 yıllarına ait uydu görüntülerini kullanmıştır. Ayrıca çalışmada kıyı şeridi değişim oranını belirleyebilmek için Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yazılımı ile End Point Rate (EPR) ve Linear Regression Rate of Change (WLR) adlı istatistik teknikleri kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; en önemli değişiklikler Seyhan Nehri ağzı, Tuzla ve Akyatan lagünlerinde gözlenmiştir.

Musgrove vd. [2010] Teksas'ta, jeolojik ve jeomorfolojik olarak birbirine benzeyen iki farklı havzada yaptıkları çalışmada kaynak suyunun jeokimyasal gelişim sürecini incelemişlerdir.

Yurtseven vd. [2010] yaptıkları çalışmada, su tasarrufu ve artan su ihtiyacını karşılamada etkin bir yöntem haline gelen atık su arıtımı ve yeniden kullanımı ile ilgili yöntemleri incelemişler, Türkiye'de arıtılmış atık suların sulamada tekrar kullanılmasında karşılaşılabilecek sorunlar ve çözüm önerileri üzerinde durmuşlardır.

Akbulut vd. [2011] Kazanlı-Tarsus (Mersin) kıyı akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek üzere çeşitli fiziko-kimyasal parametrelere

ait analizler yapmışlar, elde edilen sonuçları Stuyfzand sınıflama sistemine göre değerlendirerek suların kimyasal özelliklerini ve kalitelerini belirlemişlerdir.

Arauzo vd. [2011] Oja-Tirón ve Zamaca havzalarında (İspanya'nın kuzey kesimi), azotun kimyasal formunu, zamansal ve mekansal yayılımını araştırmak için hidrojeokimyasal veriler ile hidrojeolojik ve çevresel parametrelerden yararlanmışlardır.

Davutluoğlu vd. [2011] Seyhan Nehri çökellerinde Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metallerin etkilerini, modifiye edilmiş üç adımlı ekstraksiyon prosedürü uygulayarak tespit etmişlerdir. Çalışma kapsamında yağışlı ve kurak dönem olmak üzere Ekim 2009 ve Haziran 2010'da altı farklı lokasyondan örnekler alınmış, element mobilitelerine göre sıralamalar yapılmıştır. Ayrıca Risk Değerlendirme Koduna (RAC) ve Sediman Kalite Klavuzuna (SQG) göre, Seyhan Nehri toplam metal konsantrasyonu açısından değerlendirilmiştir.

Kaplan vd. [2011] Karaduvar (Mersin) bölgesinde yaptıkları çalışmada, yeraltı sularında görülen ağır metal kirliliğinin miktarında meydana gelen mevsimsel değişimleri incelemişlerdir. Kirliliğin yıllara bağlı olarak değişimleri ise çalışma alanındaki önceki çalışmalara ait veriler ile güncel analiz sonuçlarının karşılaştırılması ile yapılmıştır.

Kuleli vd. [2011] Yumurtalık, Göksu, Kızılırmak, Yeşilirmak ve Gediz RAMSAR sulak alanlarında yaptıkları çalışmada otomatik görüntü analizi teknikleri ve Digital Shoreline Analysis System (DSAS) aracılığıyla kıyı şeridindeki değişimleri ortaya koymaya çalışmışlardır.

Kurt vd. (2011) tarafından Mersin ile Tarsus arasında yapılan çalışmada yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesi için çeşitli ölçümler ve analizler yapılmış, elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre değerlendirilmiş ve sınıflandırmalar yapılmıştır.

Saleh vd. [2011] Fransa'nın kuzey kesimindeki Oise Nehir havzasında, nehir su seviyesini simüle edebilmek için Saint-Venant yaklaşımına dayanan bir hidrolik model (HEC River Analysis System) oluşturmuşlardır. Elde edilen verilere bağlı olarak oluşturulan eğriler ve senaryolar aracılığıyla akifer-nehir etkileşimi ile ilgili yorumlamalar yapılmıştır.

Schmidt vd. [2011] Brezilya'nın güney kesiminde yaptıkları çalışmada geçirgen bariyer aracılığı ile okyanustan lagünü ayırmak ve yeraltı suyunun kaynağını tanımlayabilmek için, lagün, deniz ve yeraltı suyunun izotopik bileşimlerini incelemişlerdir. Bariyerin merkezinde ve güney kesiminde yeraltı suyu ile lagün etkileşimi gözlenmezken, kuzey kesiminde lagün suyu girişimini gözlemişler, bunun da yüzey altı hidrolojik proseslere etki eden, bariyerin üzerindeki farklı bitki türlerinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Güler vd. (2012) Tarsus Ovası'nda yapmış oldukları çalışmada, yeraltı suyunun fiziko-kimyasal özelliklerini karakterize etmek, antropojenik aktivitelerin yeraltı suyu kimyası üzerindeki etkisi incelemek ve hidrojeokimyasal prosesleri tanımlayabilmek için alınan numuneleri bulanık c-ortalama kümeleme yöntemi (fuzzy c-means clustering method) ile dört grupta incelemişlerdir.

Teloglou ve Bansal [2012] su seviyesinin sürekli değiştiği nehirlerden ve yarı-geçirgen yatak özelliğine sahip akiferden gelen sızıntı sularından dolayı serbest akiferlerdeki yeraltı suyu akış mekanizmasının analizi için yeni analitik çözümler geliştirmişlerdir.

Ghoubachi [2013] tarafından yapılan çalışma, Sina yarımadasında (Mısır) son birkaç on yıl içerisinde turizm, sanayi ve tarımda yeraltı suyu kullanımındaki artıştan dolayı, yeraltı suyunun sürdürülebilir kullanımının sağlanması için gerekli olan kimyasal analizler yapılmış, içme ve kullanım suyu olarak uygunlukları çizilen diyagramlar eşliğinde incelenmiştir.

Pierotti vd. [2013] tarafından 111 noktada (kanal ve kuyu) yapılan ayrıntılı jeokimyasal çalışma, Magra vadisi (İtalya) sismik bölgesi için geliştirilen entegre

hidrojeokimyasal modeli tanımlamak için katkıda bulunmuştur. Akiferin litolojik, yapısal, hidrodinamik özelliklerine ve yeraltı suyunun kimyasal bileşimine bağlı olarak bölge üç farklı grup altında incelenmiştir.

Li vd. [2015] Yuncheng havzasında (Çin) yapmış oldukları çalışmada hidrojeokimyasal ve çevresel izotop yöntemlerini entegre ederek yeraltı suyundaki florür zenginleşmesi ve mekansal dağılımını tanımlamaya çalışmışlardır.

Özler [2015] Kaklık akiferinin (Denizli) hidrojeolojik özelliklerini ve yeraltı suyu potansiyelini belirleyebilmek için yapmış olduğu çalışmada, bölgedeki her bir kuyu için pompaj testleri yapmış, kuyuları suların akış hızlarına göre dört grupta sınıflandırmıştır. Ayrıca hidrolik parametreleri (T, S, K_{fs}) Aqtesolv (version 4.5) programı ile belirlemiş ve oluşturduğu tematik haritalarla yorumlamalar yapmıştır.

Voutsis vd. [2015] ofiyolitik birimlerin gözlendiği, tarımsal aktivitelerin yoğun olduğu Eğriboz adasının (Yunanistan) orta ve kuzey kesimlerinden aldıkları yeraltı suyu numunelerinde majör iyon ve iz elementlerin analizlerini yapmışlardır. Hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ve temel bileşenler analizi (PCA) gibi çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile hidrojeokimyasal yöntemleri entegre ederek yeraltı suyunun jeokimyasal evrimi hakkında bilgi sahibi olmaya ve suyun kimyasındaki etkin olan prosesi belirlemeye çalışmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. BÜRO ÇALIŞMALARI

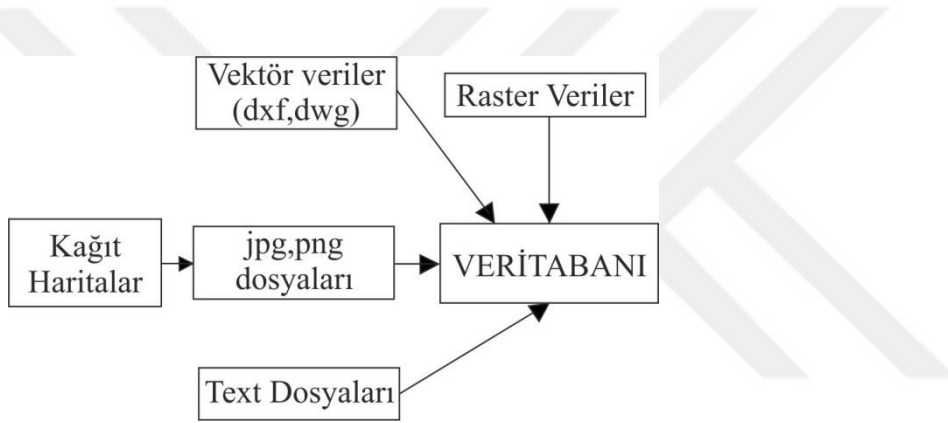
Bu aşamada arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veriler derlenmiştir. Hidrojeokimyasal değerlendirmeler için kullanılan diyagramların hazırlanmasında AquaChem 2014.2. yazılımından (Waterloo Hydrogeologic, 2014), bu verilere ait tematik haritaların hazırlanmasında ise ArcGIS 10.1 (Environmental Systems Research Institute, 2013) yazılımından yararlanılmıştır. En son aşamada ise elde edilen tüm veriler değerlendirilerek yorumlanmış ve tez yazım işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

Mekansal verilere bağlı olarak sözel bilgileri entegre olarak depolayan bir yapıya sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan, mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir [Töreay vd., 2011]. CBS'nin temel fonksiyonlarından olan veri toplama ve üretim teknikleri ile farklı ölçekteki haritalar, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel ölçüm ile elde edilen koordinat bilgileri gibi veri kaynaklarından elde edilen veriler farklı yöntemlerle sisteme aktarılabilir. Sistemde, yeryüzüne ait bilgiler vektör ve raster formatlarında birbirlerinden soyutlanmış, farklı tabakalar şeklinde depolanırlar. Grafik verilerden (konumsal veri) grafik olmayan (sözel) verilere veya grafik olmayan verilerden grafik verilere hızlı bir erişimin sağlandığı, verilerin birbirleri ile bütünleşik olarak sorgulanmasına olanak tanıyan CBS'de depolanan veriler, veritabanı bilgilerine göre sınıflandırılarak farklı özelliklerde görüntülenebilirler. Konumsal analiz işlemlerinde ise, mevcut girdilerden yararlanılarak yeni bilgi kümeleri üretilebilir [Töreay vd., 2011].

3.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemi Veri Tabanının Oluşturulması

Yapılacak olan çalışmalarda karmaşık bir veri/bilgi yapısını ortadan kaldırmak, aynı ortamda farklı özellik gösteren veri gruplarını uygun ortamda organize edip saklayabilmek ve gerektiğinde bu bilgilere hızlı bir şekilde erişebilmek için bir veri tabanı diğer bir deyişle bilgi bankası oluşturulması gerekmektedir [Çukur, 2002] (Şekil 3.1). CBS yazılımları vasıtasıyla veri tabanında bulunan bilgiler, istenilen parametrelerin çeşitli özelliklerine göre sorgulanabilmektedir. Ayrıca bu verilere bağlı olarak tematik haritalar oluşturulabilir ve haritaya dayalı gerekli sorgulama ve analizler yapılabilmektedir.



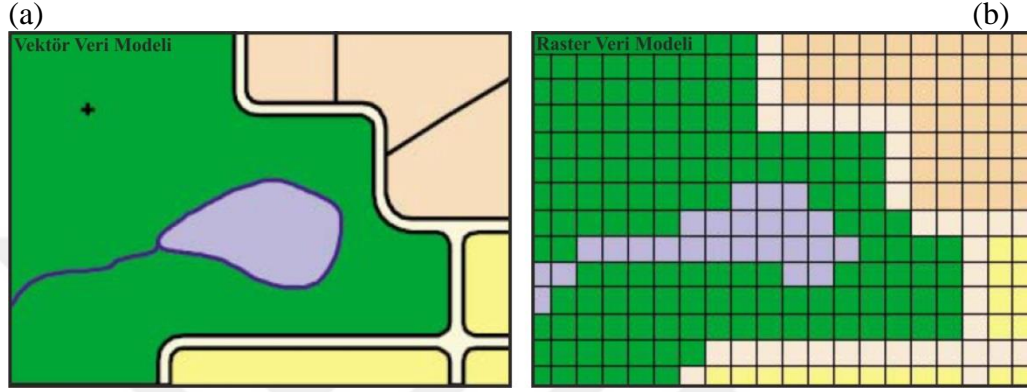
Şekil 3.1. Veri tabanı oluşturma aşamaları (Güvel, 2007).

3.1.2.1. Vektör tabanlı CBS verileri

Vektör tabanlı CBS verileri, nokta, çizgi ve poligon özelliğindeki nesnelerin x-y koordinat çifti ile temsil edildiği veri türüdür. Nokta veriler, tek bir x-y koordinatı ile tanımlanırken (akım gözlem istasyonları, kuyular, vb.), çizgi veriler bir başlangıç ve bir bitiş noktası olan x-y koordinatlar dizisi ile temsil edilirler (nehirler, yollar, kanallar vb.). Poligon veriler ise, başlangıç ve bitiş noktası aynı olan x-y koordinatlar dizisi ile temsil edilirler (binalar, göller vb.) [Çukur, 2002; Töreayen vd., 2011] (Şekil 3.2).

3.1.2.2. Raster tabanlı CBS verileri

Raster tabanlı CBS verileri hücelere bağlı olarak temsil edilirler (örn. uydu fotoğrafları). Verinin hassasiyeti piksel boyutuna göre değişen çözünürlük özelliği ile tanımlanır. Her piksel bir değere sahiptir. Bu değer bazen coğrafi bir özelliğe ait kod değeri olarak tanımlanabilir [Çukur, 2002; Töreyaen vd., 2011] (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. (a) Vektör ve (b) Raster veritabanı modelleri (Töreyaen vd., 2011).

Yapılan bu çalışma kapsamında; kağıt ortamında bulunan 1/25,000 ölçekli haritalar, tarayıcıda tarandıktan sonra ArcGIS 10.1 yazılımı aracılığıyla rektifikasyon işlemi yapılmıştır. Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyon sisteminde ve European Datum 50 (ED 50)'de sayısallaştırılmış olan haritalar aracılığıyla arazinin konuma dayalı bilgileri (yerleşim yerleri, arazi yapısı, su kaynakları, tarım ve orman alanları, yollar vb.) içeren veritabanı oluşturulmuştur.

3.1.3. Hidrojeokimyasal Sınıflandırmalar

Hidrojeokimyasal sınıflama sistemleri, yeraltı sularının kimyasal özelliklerinin ve kalitesinin belirlenmesi, kökenlerinin araştırılması, yüzeysel suları ile olan ilişkilerinin incelenmesi ve yeraltı sularının kirlenmesi ile oluşacak olan problemlerin çözülmesinde uygulanan hidrojeolojik çalışmaların bir parçasıdır [Tarcan vd., 1999; Güler vd., 2002]. Öncelikli olarak sınıflandırmalarda kullanılacak olan analiz sonuçlarının doğruluğunun denetlenmesi için anyon-kasyon dengesinin belirlenmesi gerekmektedir [Freeze ve Cherry, 1979] (Eşitlik 3.1).

$$\% \text{ Yük dengesi hatası} = \frac{\text{TK} - \text{TA}}{\text{TK} + \text{TA}} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada; TK: Toplam katyon (meq/L), TA: Toplam anyon (meq/L) miktarlarıdır.

Hesaplamalarda hata yüzdesinin genellikle %5'den düşük olması istenir. Pozitif değer katyon fazlalığını, negatif değer ise anyon fazlalığını ifade etmektedir [Ford ve Williams, 1989].

3.1.3.1. Hidrojeokimyasal fasiyes kavramına göre sınıflandırma

İlk olarak Back (1966) tarafından geliştirilmiş olan hidrojeokimyasal fasiyes kavramına göre suda çözülmüş iyonlar (anyon ve katyonlar) ayrı ayrı meq/L cinsinden hesaplanır [Güler vd., 2002]. %50'den fazla olanlar fasiyes tipini belirtirken, iyonların hiçbiri miktar olarak %50'yi geçmiyorsa karışık su tipi olarak sınıflandırılırlar [Özen, 2009]. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (International Association of Hydrogeologists, IAH) Sıcak ve Mineralli Sular Komisyonu'nun çalışma raporunda belirtilen sınıflamada ise meq/L cinsinden hesaplanan, suda %20'den fazla çözülmüş halde bulunan iyonların su tipini belirlediği söylenmiştir [IAH, 1979; Başkan ve Canik, 1983; Tarcan, 2003; Özen, 2009]. Sınıflandırma, önce katyonlar sonra anyonlar yazılarak yapılır.

3.1.3.2. Stuyfzand sınıflama sistemine göre sınıflandırma

Stuyfzand tarafından ilk kez 1985 yılında kıyı akiferlerindeki tatlı su-tuzlu su girişimi nedeniyle katyon değişiminin meydana geldiği akifer sistemleri için geliştirilen sınıflama sistemi, mevcut sınıflama sistemlerinin özelliklerini birleştirerek tüm akifer sistemlerine uygulanan bir hidrojeokimyasal sınıflama sistemi olarak geliştirilmiştir [Stuyfzand, 1989].

Stuyfzand sınıflama sistemine göre akiferin su tipinin belirlenmesi için alınan su numunelerinin ana tür, tür, alt tür ve sınıf bileşenlerinin belirlenmesi gerekmektedir [Stuyfzand, 1989; Ersoy, 2008]. Sınıflama sisteminde 6 ana tür, 11

tür, 16 alt tür ve 3 sınıf bulunmaktadır. Çizelge 3.1’de bir su numunesinin ana tür, tür, alt tür ve sınıf bileşenleri açısından gruplandırılması verilmektedir.

Çizelge 3.1. Stuyfzand sınıflama sisteminin 4 bölümden oluşan genel tablosu (Stuyfzand, 1989).

İsmlendirme	Alt Bölüm	Kriter	Kod
Ana Tür	6	Cl ⁻	F, F _b , B, B _s , S, H
Tür	11	Toplam Sertlik	x, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Alt Tür	16	Hakim anyon-katyon	NaCl, NaSO ₄ , NaHCO ₃ , NaMix, KNO ₃ , NH ₄ SO ₄ , CaCl, CaSO ₄ , CaNO ₃ , CaMix, MgCl, MgHCO ₃ , MgMix, AlSO ₄ , FeSO ₄
Sınıf	3	(Na+K+Mg) düzeltilmiş	-, φ, +

Stuyfzand sınıflama sisteminde su numunesinin ana türü belirlenirken Cl⁻ içeriği dikkate alınmaktadır. Cl⁻ (mg/L) içeriğine göre sular F ile H arasında değişen farklı kodlarla tanımlanmakta ve tatlı tipteki sulardan çok tuzlu sulara kadar isimlendirilmektedir (Çizelge 3.2). Sınıflama sisteminde su numunesinin türü belirlenirken toplam sertlik değeri kullanılmaktadır. Su numunesinin sertlik değeri 5 ile 2560 (°F) arasında değişmekte ve suyun kodu x ile 9 arasında numaralandırılmaktadır. Buna göre sular çok yumuşak su ile çok fazla sert su arasında tanımlanmaktadır (Çizelge 3.3).

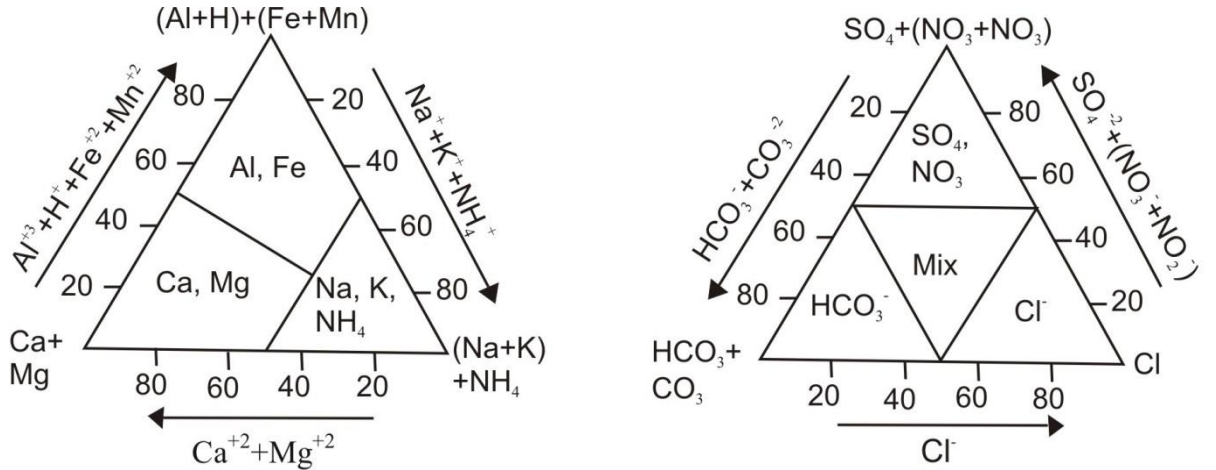
Çizelge 3.2. Cl⁻ içeriğine göre su tipinin belirlenmesi (Stuyfzand, 1989).

Ana Tür	Kod	Cl ⁻ (mg/l)
Tatlı	F	<150
Tatlı-Az tuzlu	F _b	150-300
Az tuzlu	B	300-1000
Az tuzlu-Tuzlu	B _s	1000-10.000
Tuzlu	S	10.000-20.000
Çok tuzlu	H	>20.000

Çizelge 3.3. Toplam sertlik değerine göre su tipinin belirlenmesi (Stuyfzand, 1989).

İsmlendirme	Kod	Toplam Sertlik (F)
Çok Yumuşak	x	<5
Yumuşak	0	5-10
Kısmen Sert	1	10-20
Sert	2	20-40
Çok Sert	3	40-80
Çok Fazla Sert	4	80-160
Çok Fazla Sert	5	160-320
Çok Fazla Sert	6	320-640
Çok Fazla Sert	7	640-1280
Çok Fazla Sert	8	1280-2560
Çok Fazla Sert	9	>2560

Stuyfzand sisteminde suyun alt türü belirlenirken suda hakim olan anyon-kasyon çifti dikkate alınmaktadır. Şekil 3.3'deki üçgen diyagramlar kullanılarak sudaki hakim anyon-kasyon çifti belirlenmektedir. Sınıflama sisteminde suyun sınıfı ise kasyon değişim kodu ile belirlenmektedir. Kasyon değişim kodu hesaplanırken su numunesindeki (Na+K+Mg) için düzeltme yapılarak kodu belirlenir ve su numunesi (Na+K+Mg)_{fazla}, (Na+K+Mg)_{eksik} ve (Na+K+Mg)_{dengede} olarak isimlendirilmektedir (Çizelge 3.4).



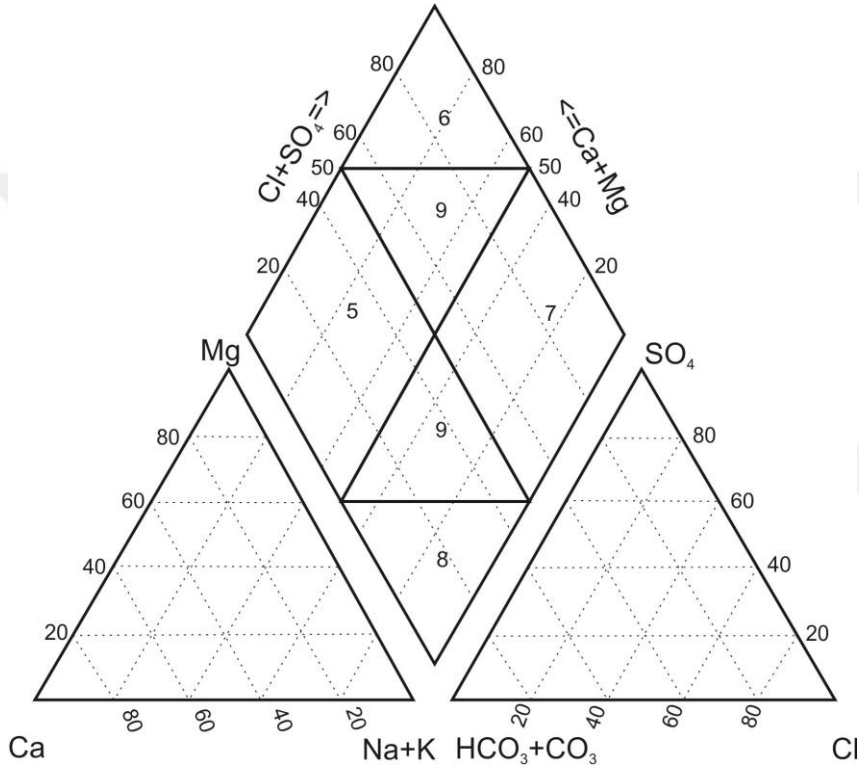
Şekil 3.3. Su numunesindeki hakim anyon-kasyon çiftinin belirlenmesi (Stuyfzand, 1989).

Çizelge 3.4. Kasyon değişim koduna göre su tipinin belirlenmesi (Stuyfzand, 1989).

İsmlendirme	Kod	Açıklama
(Na+K+Mg)-eksik	-	$(Na+K+Mg)_{düzeltilmiş} < -(1/2Cl)^{1/2}$
(Na+K+Mg)-dengede	ϕ	$-(1/2Cl)^{1/2} \leq (Na+K+Mg)_{düzeltilmiş} \leq (1/2Cl)^{1/2}$
(Na+K+Mg)-fazla	+	$(Na+K+Mg)_{düzeltilmiş} > (1/2Cl)^{1/2}$

3.1.3.3. Piper diyagramına göre sınıflandırma

Piper diyagramı anyon ve katyonların (meq/L cinsinden) ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların birlikte gösterildiği bir eşkenar dörtgenden oluşan, hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardan biridir [Piper, 1979]. Üçgen diyagramlar suların fasiyes tiplerinin görülmesinde, dörtgen ise suların sınıflandırılmasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır (Şekil 3.4).

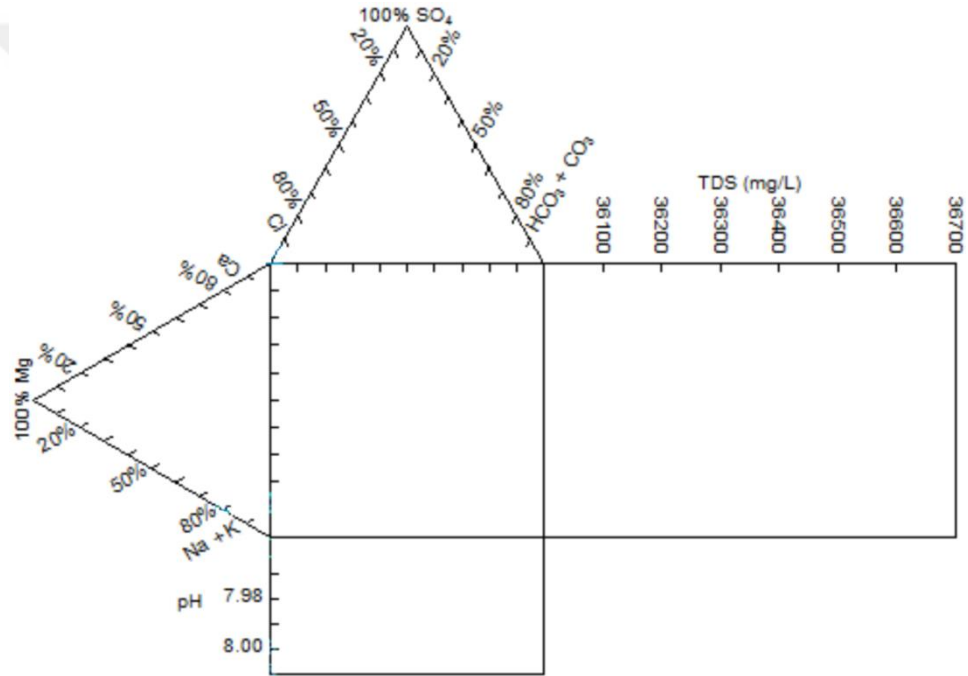


Şekil 3.4. Piper üçgen diyagramı ve sınıflaması (Piper, 1979).

Üçgenler üzerindeki örnek noktalarından eşkenar dörtgene doğru uzatılan çizgilerin kesişim noktası, majör iyon bileşimini yüzde cinsinden ifade eden noktayı verir [Güler vd., 2002]. Dörtgen ise beş ayrı sınıfta incelenir [Piper, 1979; Celep, 2009; Özen, 2009]. 5. bölgede bulunan suların karbonat ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) sertliği %50'den fazlayken, 6. bölgede bulunan suların karbonat olmayan sertliği %50'den fazladır (CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 vs.). 7. bölgede karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazla olan sular (NaCl , KCl , Na_2SO_4) gözlenirken 8. bölgede karbonat alkalitesi %50'den fazla olan sular (Na_2CO_3 , K_2CO_3 gibi) gözlenmektedir. 9. bölgede ise hiçbir iyonu %50'yi geçmeyen sular hakimdir.

3.1.3.4. Durov diyagramına göre sınıflandırma

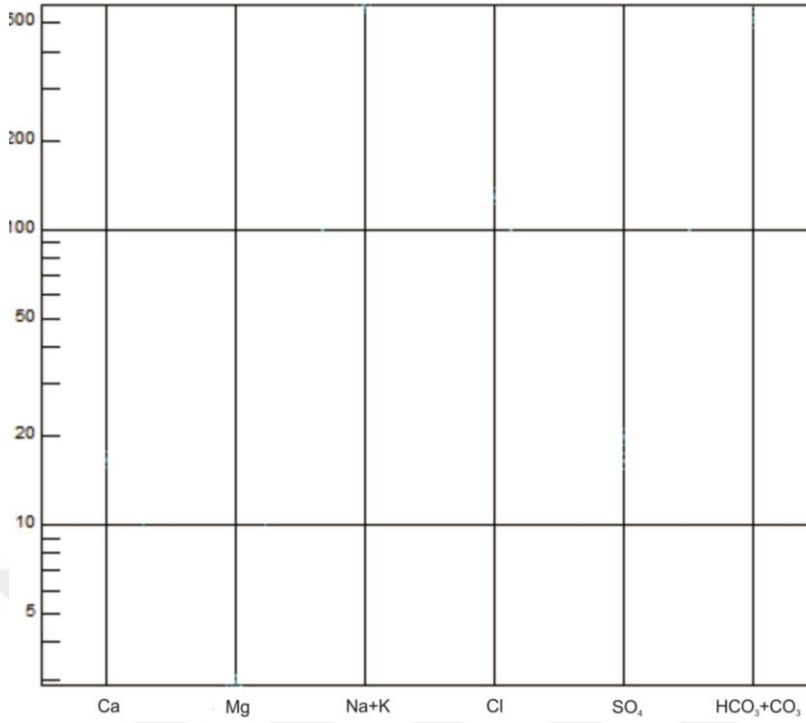
Piper diyagramı gibi anyon ve katyonların meq/L cinsinden değerlerinin kullanılarak iki ayrı üçgende gösterildiği ve bu üçgenlerin birbirine dik olarak ilişitirildiği bir kareden oluşan Durov diyagramında, anyon ve katyonlarla beraber pH ve toplam çözülmüş madde (TDS) miktarları da göz önünde bulundurulmaktadır (Şekil 3.5). Alınan su numunelerinin katyon ve anyon miktarları önce üçgenlere yerleştirilir, daha sonra kare diyagrama izdüşürülür. Bu şekilde suların sınıflandırılması ve karşılaştırılması mümkündür [Durov, 1948].



Şekil 3.5. Durov diyagramı (Durov, 1948).

3.1.3.5. Yarı Logaritmik Schoeller diyagramına göre sınıflandırma

Schoeller (1955)'in karbonat-bikarbonat miktarına göre yapmış olduğu sınıflamadan farklı olarak geliştirdiği yarı logaritmik diyagram ile farklı kimyasal özelliğe sahip olan suların daha kolay ayırt edilmesi sağlanmıştır [Varol, 2011]. Bu diyagramda aritmetik yatay eksene yerleştirilen Ca^+ , Mg^+ , Na^+K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} ve HCO_3^- iyonları, logaritmik düşey eksene yerleştirilen meq/L cinsinden iyonların değerleri ile karşılaştırılır.



Şekil 3.6. Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı (Schoeller, 1962).

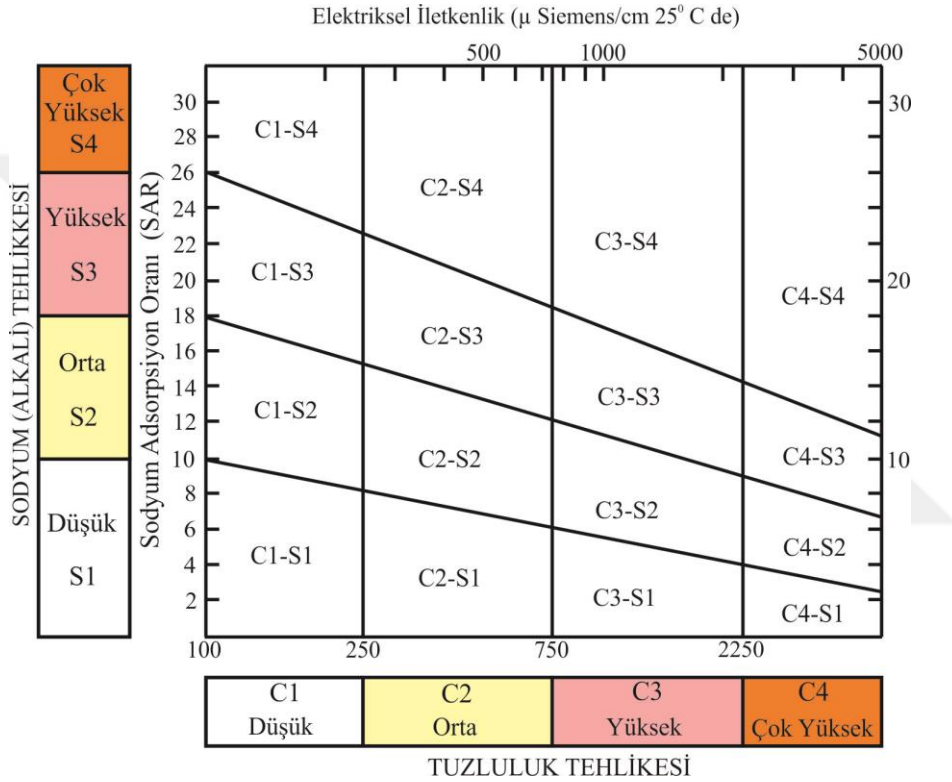
3.1.3.6. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre sınıflandırma

Suların sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi için oluşturulan ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında (United States Salinity Laboratory Staff, 1954), sodyum ve alkali tehlikesinin saptanmasında kullanılan Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri kullanılmaktadır (Şekil 3.7). SAR değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Eşitlik 3.2). Burada iyon konsantrasyonları meq/L cinsinden alınmaktadır.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (3.2)$$

Suların sodyum ve tuzluluk miktarlarına göre diyagramda kullanılan kısaltmalardan C1, az tuzlu suları ifade etmektedir. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir. C2, orta tuzlulukta suları ifade etmektedir. Orta derecede tuza ihtiyaç duyan bitkiler için kullanılabilir. C3, fazla tuzlu suları ifade etmektedir. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. C4, çok fazla tuzlu suları ifade

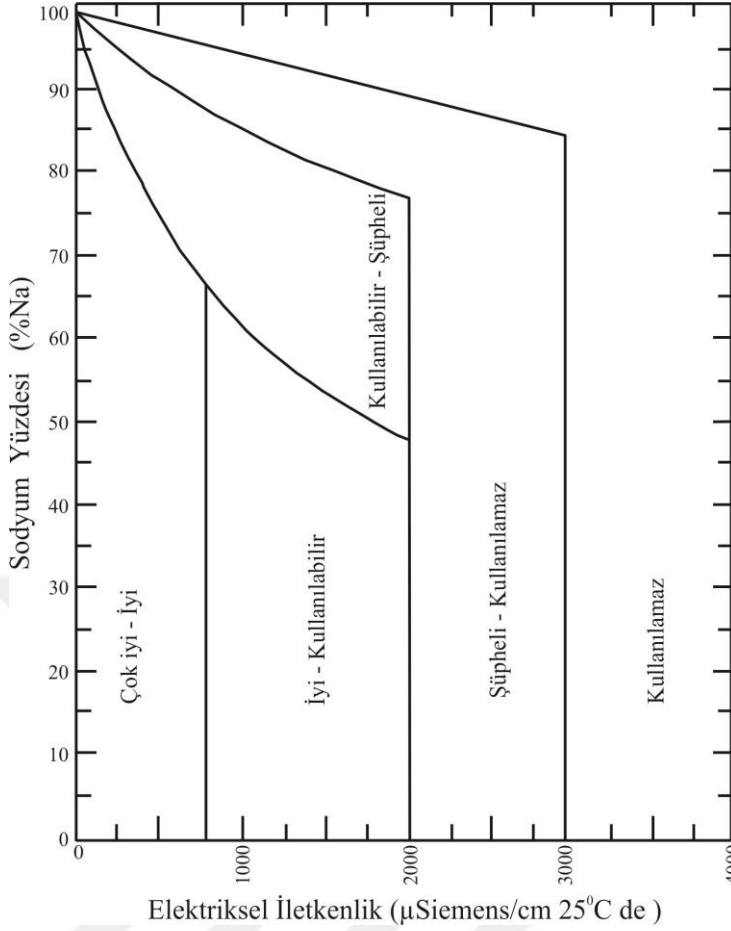
etmektedir. Sulama suyu için uygun değildir, ancak çok iyi drenajı yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetişebilir. S1, az sodyumlu suları ifade etmektedir. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında her türlü tarım için uygundur. S2, orta derecede sodyumlu suları ifade etmektedir. Permeabilitesi iyi olan jipsli araziler için uygundur. S3, fazla sodyumlu suları ifade etmektedir. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir. S4 ise çok fazla sodyumlu suları ifade etmektedir. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında sulama suyu olarak kullanılamaz.



Şekil 3.7. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı (United States Salinity Laboratory Staff, 1954).

3.1.3.7. Wilcox diyagramına göre sınıflandırma

Suların sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir diyagram ise Wilcox diyagramıdır. Diyagramdaki sınıfların belirlenmesinde kullanılan parametreler, suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ile %Na değerleridir (Şekil 3.8) [Wilcox, 1948].



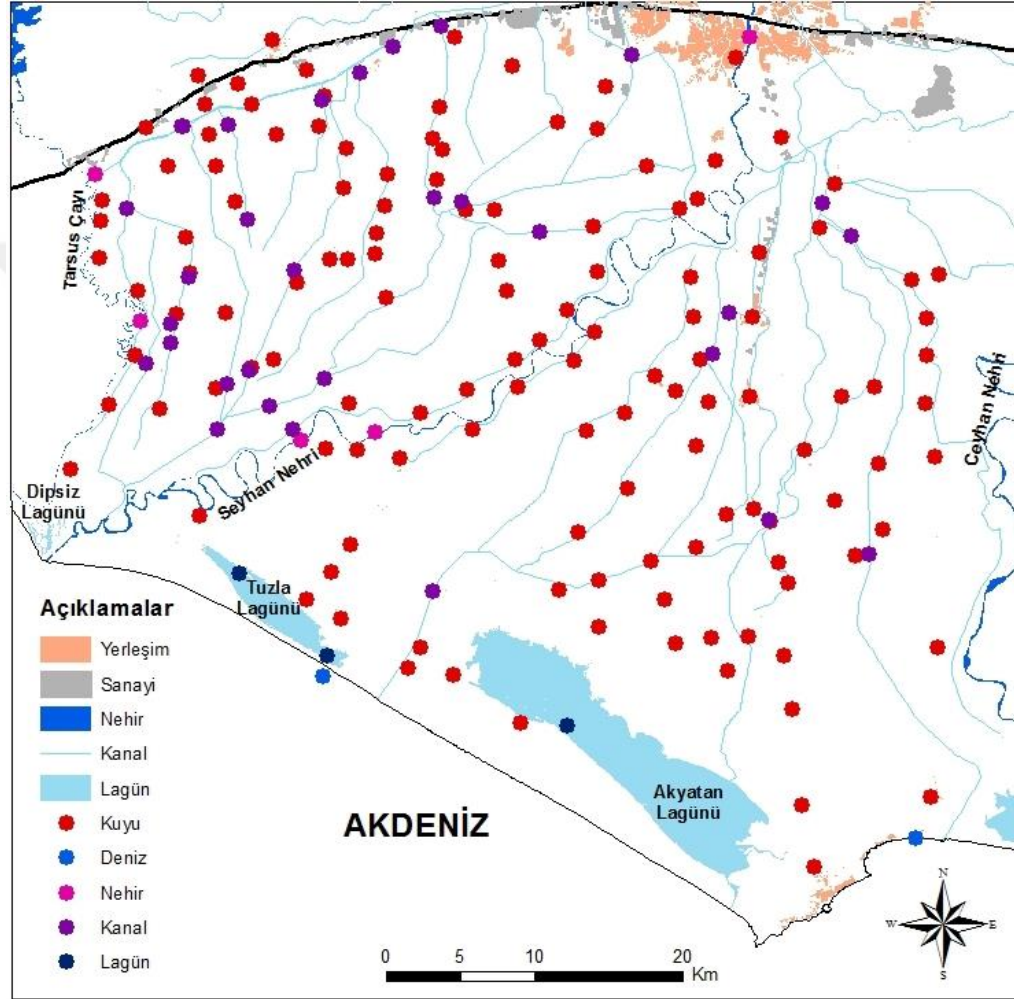
Şekil 3.8. Wilcox Diyagramı (Wilcox, 1948).

3.2. ARAZİ ÇALIŞMALARI

3.2.1. Yeraltı/YüzeY Suyu Örneklemeleri

Haziran-Temmuz 2014'de arazideki dağılımları GPS ile saptanmış olan sığ kuyulardan ve yüzeY sularından toplam 173 adet su numunesi alınmıştır. Bunlardan 132'si kuyulardan, 5'i nehirlerden (Seyhan ve Berdan), 31'i sulama ve drenaj kanallarından, 2'si Akdeniz'den, 3'ü ise Tuzla ve Akyatan lagünlerinden alınmıştır (Şekil 3.9). Alınan numunelerde yerinde (in situ) çeşitli fiziksel parametrelere (sıcaklık, pH, Eh, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen) ait ölçümler yapılmıştır. Her örnekleme noktasında 250 ml kapasiteli ikişer adet yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) plastik şişeler kullanılmıştır. Bu şişelerden birine, katyonların şişeye absorbe olmasını veya çökmesini önlemek için pH<2 olacak şekilde nitrik asit (HNO₃) ilave edilmiştir. Alınan su numuneleri, buharlaşma etkilerini azaltmak açısından

laboratuvara bir buzlukta taşınmış ve analizler yapılncaya kadar bir soğutucuda +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Kuyulardan alınan su numunelerinin arazi şartlarını karakterize etmesi açısından, örneklemeler kuyu hacminin üç katı kadar miktarda su pompalandıktan sonra yapılmıştır. YüzeY sularının örneklemeleri ise sahilten veya kıyıdan en fazla 50 cm mesafeden ve su yüzeyinden 30 cm derinliğe örnek şişelerinin daldırılması yoluyla yapılmıştır.



Şekil 3.9. Yeraltı/YüzeY Suyu örnekleme noktaları.

3.2.2. Yeraltı Suyu/YüzeY Suyu Fiziksel Parametrelerinin Ölçümü

Örnekleme noktalarından alınan su numunelerinde pH, indirgenme-yükseltgenme potansiyeli (Eh), sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu ve elektriksel iletkenlik (EC) ölçümleri, WTW Multi 340i/SET (Wissenschaftlich–Technische Werkstätten, Almanya) marka portatif multi parametre cihazı

kullanılarak arazide ölçülmüştür. Kullanılan portatif elektrotlara ait özellikler ise şöyledir:

- TetraCon 325 grafit elektrik iletkenlik elektrodu (hassasiyet $1 \mu\text{S cm}^{-1}$),
- Sentix 41-3 cam pH elektrodu (hassasiyet 0,01) ve Platin Eh elektrodu (hassasiyet 1 mV),
- CellOx 325 çözünmüş oksijen (O_2) elektrodu (hassasiyet $0,1 \text{ mg L}^{-1}$).

3.2.3. Doygun Hidrolik İletkenlik Ölçümü

Çalışma alanındaki delta çökellerine ait hidrolik özellikler 2800KI model Guelph permeametre (Soilmoisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA) yardımıyla yerinde (in situ) saptanmıştır. Sabit seviyeli bir permeametre olan bu alet, yerde açılan küçük çaplı silindirik bir çukur (kuyu) içine yerleştirilen ve iç içe geçmiş iki saydam tüpten oluşan bir Mariotte şişesidir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Ölçüm kuyusuna yerleştirilmiş Guelph permeametre ve kuyu açmada kullanılan ekipmanlardan (burgu, silindir ve fırça) bir görünüm.

Permeametre, toprak yüzeyinden 15 ile 75 cm arasında değişen derinliklerde arazide doygun hidrolik iletkenliğin (K_{fs}) hızlı (15 dakika–2 saat arasında) ve basit bir şekilde saptanmasında kullanılmaktadır. Bu çalışmada; K_{fs} değerlerini hesaplamak için, Reynolds ve Elrick [1985] tarafından önerilen teorik yaklaşım kullanılmıştır. Bu yöntem, yarıçapı a (cm) olan düşey ve silindirik bir kuyuda önceden belirlenen iki farklı sabit su yüksekliğinde (H_1 ve H_2) yarı dengeli akışın tahmini esasına dayanmaktadır. Burada, kuyu dibinden sırasıyla H_1 ve H_2 cm su yüksekliklerinde yapılan iki ölçüm sonucunda iki farklı dengeli akış hızı (Q_s) elde edilir ve K_{fs} değerlerini hesaplamak için kullanılır.

Bu çalışmada, K_{fs} ölçümlerinin yapıldığı kuyuların derinlikleri ~20 cm ve yarıçapları 6 cm olarak seçilmiştir. Kuyuları istenilen ölçülerde açmak için, özel olarak tasarlanmış el burgusu (hand auger) kullanılmıştır. H_1 ve H_2 su yükseklikleri ise kuyu dibinden itibaren sırasıyla 5 cm ve 10 cm olacak şekilde belirlenmiştir. Ölçümlere başlamadan önce, kuyu açımı sırasında kuyu çeperinde oluşan sıvanma tabakası, kuyu çeperinden suyun toprağa geçişini engelleyerek ölçümlerin yanlış sonuçlar vermesine neden olabileceği için özel bir fırça ile giderilmiştir.

3.3. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

3.3.1. Su Kimyası

Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzey suyu numunelerinde yapılan analizlere ait değerlendirmeler ilgili bölümlerde tanımlanmıştır.

3.3.1.1. Anyon analizleri

Araziden alınan su numunelerinde, Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ve PO_4^{3-} gibi anyonların konsantrasyonu Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunan Hach Lange DR2800 marka Spektrofotometre ile ölçülmüştür. Numunelerin karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) konsantrasyonları ise, EPA 310.1'e göre titrasyon ile saptanmıştır.

3.3.1.2. Katyon Analizleri

Araziden alınan su numunelerindeki 4 majör (Ca, Mg, Na ve K) ve 17 iz elementin (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr ve Zn) konsantrasyonları Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde (MEİTAM) bulunan Agilent 7500ce marka ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) cihazı ile ölçülmüştür. Ayrıca kontrol amaçlı olarak, 4 majör (Ca, Mg, Na ve K) iyonun analizleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde bulunan Perkin Elmer 700 model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazı ile de yapılmıştır. Tüm su analizlerinde kullanılan yöntemler ve cihazların markaları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Su analizlerinde kullanılan yöntemler ve cihazlar.

Parametre	Birim	Analitik Yöntem	Kullanılan Cihaz
Karbonat (CO_3^{2-})	mg L^{-1}	Titrasyon	Dijital Büret
Bikarbonat (HCO_3^-)	mg L^{-1}	Titrasyon	Dijital Büret
Klorür (Cl)	mg L^{-1}	Mercuric Thiocyanate metodu	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Florür (F)	mg L^{-1}	SPADNS metodu	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Sülfat (SO_4^{2-})	mg L^{-1}	Baryum sülfat bulanıklığı	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Nitrat (NO_3^-)	mg L^{-1}	Kadmiyum indirgeme metodu	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Nitrit (NO_2^-)	mg L^{-1}	Diazotizasyon metodu	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Ortofosfat (PO_4^{3-})	mg L^{-1}	Fosformolibden Mavisi	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Amonyum (NH_4^+)	mg L^{-1}	İndofenol Mavisi	Hach Lange DR2800 Spektrofotometre
Majör iyonlar (Ca, Mg, Na ve K)	mg L^{-1}	Kütle Spektrofotometresi	ICP-MS (Agilent 7500ce) AAS (Perkin Elmer 700)
İz elementler (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr ve Zn)	$\mu\text{g L}^{-1}$	Kütle Spektrofotometresi	ICP-MS (Agilent 7500ce)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. ÇALIŞMA ALANINDAKİ YERALTI VE YÜZEY SULARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Çeşitli şekillerde yeryüzüne düşen atmosferik sular yeraltına süzülerek derinlerde temas halinde oldukları kayalar ve mineralleri çözmeye başlar ve bu işlem su içerisinde denge konsantrasyonuna erişilinceye veya mineraller tamamen tükeninceye kadar devam eder. Yeraltı sularının kimyasal bileşimi, içinden geçtikleri akiferlerin mineralojik ve kimyasal özelliklerine, suyun akış hızına ve akiferdeki kalış süresine bağlı olarak değişir [Andreo ve Carrasco, 1999; Varol, 2011]. Bu farklı kimyasal özelliklere sahip olan suların kullanım amaçlarına göre sınıflandırılabilmesi için öncelikli olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir [Varol, 2011]. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde, çalışma alanındaki yeraltı ve yüzeysel sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, kirlilik parametreleri, su kalitesi gibi konulara açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzeysel suyu numunelerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC) tarafından kabul edilen ve Türkiye’de de uygulamaya başlanan 98/83/EC (1998) nolu konsey yönergesiyle ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (2006) içme suyu standardı ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca veriler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği’nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda da değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler ilgili bölümlerde tanımlanmıştır.

4.1.1. Suların Fiziksel Parametreleri

Suların kalitesini değerlendirmek amacıyla tanımlanan parametreler, suların kullanım amaçlarına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak hidrojeokimyasal amaçlı yapılan çalışmalarda, sıcaklık, hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), redoks potansiyeli (Eh), çözülmüş oksijen (ÇO) miktarı ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi

arazide (in situ) yapılan ölçümler ile belirlenen fiziksel parametreler yaygın olarak kullanılmaktadır.

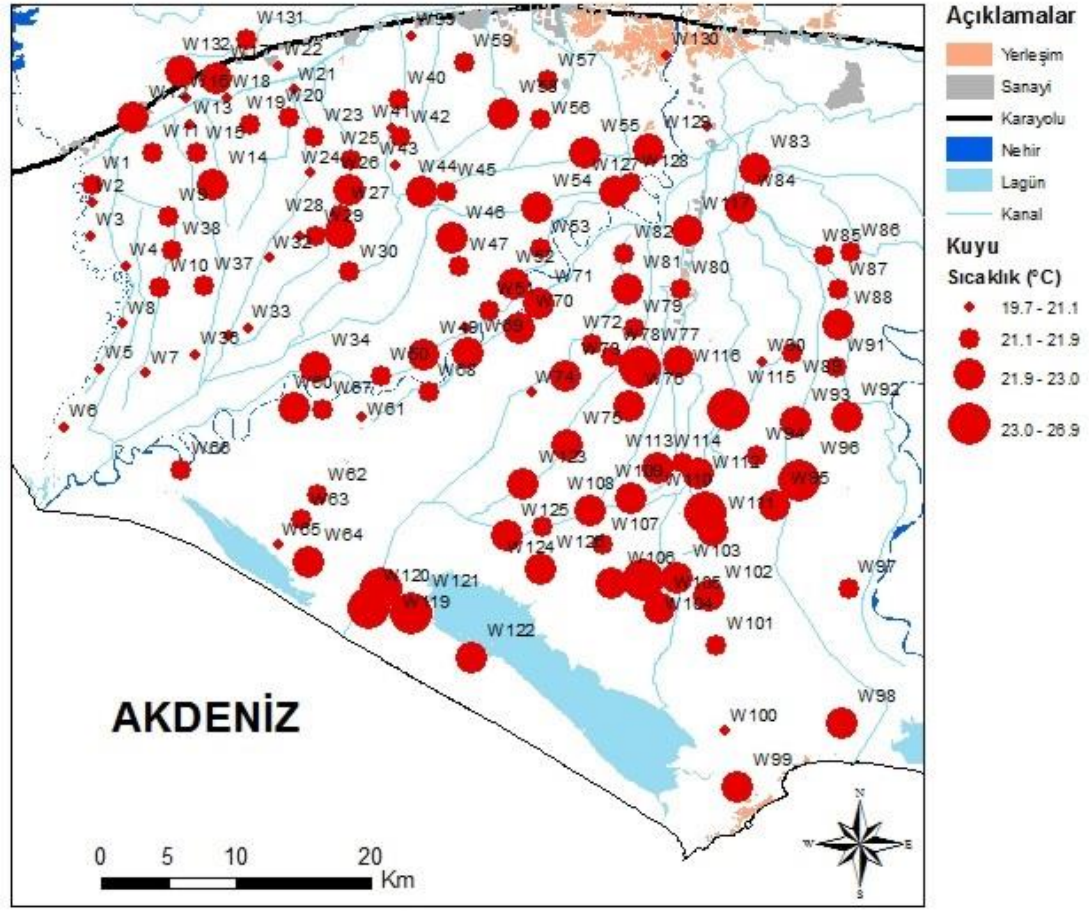
4.1.1.1. Sıcaklık

Suların sıcaklığı coğrafi konuma, su tablasının derinliğine, bölgeden bölgeye değişen coğrafik ve çevresel faktörlere bağlıdır. Yeraltı sularının sıcaklığı yüzey sularına göre genellikle daha düşüktür. Ortamdaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler suyun sıcaklığına bağlı olarak gelişir. Suyun sıcaklığının yükselmesi oksijenin suda çözünürlüğünü azaltır, birçok kimyasal bileşiğin çözünürlüğünü ise artırır. Böylece suda yaşayan canlıların oksijen ihtiyaçları ve kirleticilerin bu canlılar üzerindeki etkisi artar. Ayrıca sıcaklığın artışı ile suyun korozyon etkisi de artar [Stevens vd., 1975; McNeely vd., 1979; Demer, 2008, Aksever, 2011]. Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzey sularının sıcaklığa bağlı olarak sınıflandırılması Çizelge 4.1'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Suların sıcaklığa bağlı olarak sınıflandırılması (Şahinci, 1991).

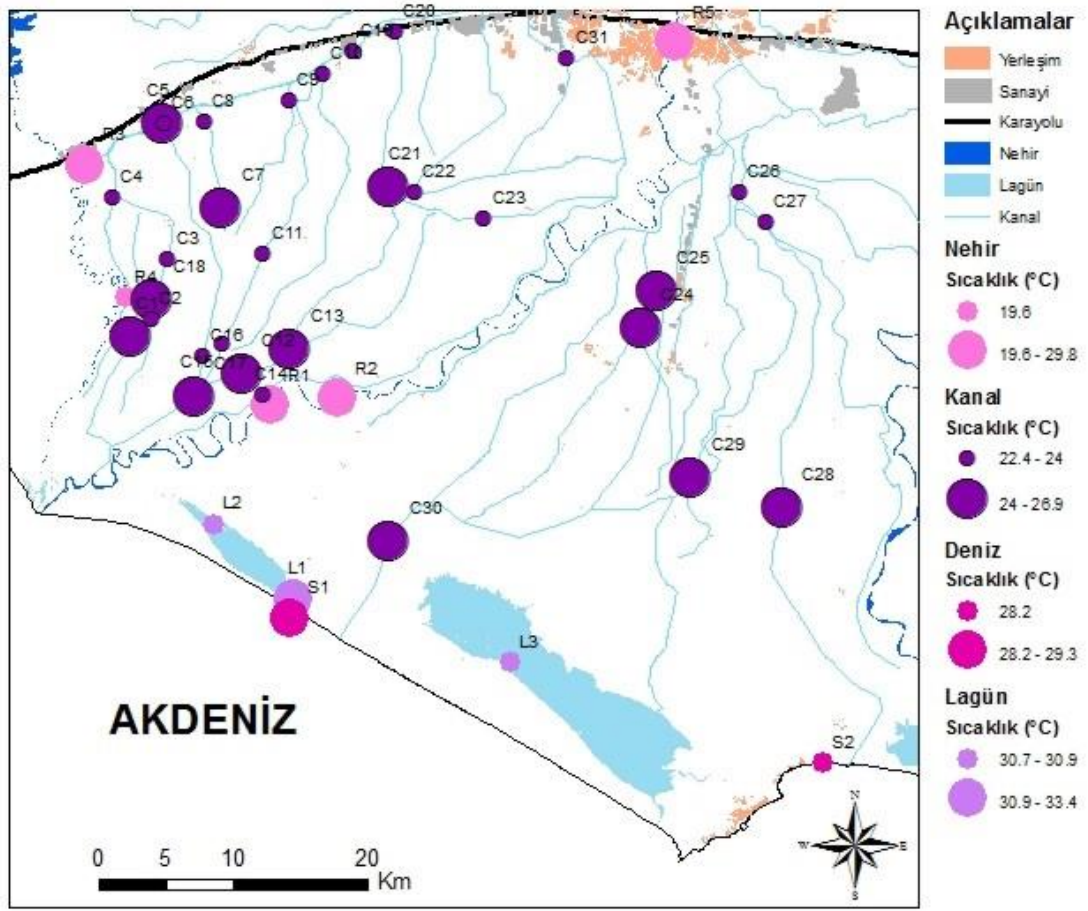
Su Sınıfı	Sıcaklık Derecesi
Çok Soğuk Sular	+5 °C'ye kadar
Soğuk Sular	+10 °C'ye kadar
Çok Az Ilık Sular	+18 °C'ye kadar
Az Ilık Sular	+25 °C'ye kadar
Ilık Sular	+37 °C'ye kadar
Sıcak Sular	+40 °C'den fazla olanlar

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinde ölçülen sıcaklıklar 19,7-22,8 °C arasında, Yüreğir ovasından alınan numunelerde ölçülen sıcaklıklar ise 20,2-26,9 °C arasında değişmektedir (Şekil 4.1, EK 1). Genel olarak yeraltı suyu akiferinin az ılık sular sınıfında olduğu gözlenmiştir. W110, W115 ve W121 nolu numunelerde ölçülen yüksek değerlerin (>25 °C) ise tulumbadan suyun fazla akıtılmadan alınmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin sıcaklık dağılım haritası.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinde ölçülen sıcaklıkların 28,2-33,4 °C arasında değiştiği ve ılık sular sınıfında olduğu, nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinde ölçülen sıcaklıkların ise 19,6-29,8 °C arasında değiştiği ve az ılık sular ve ılık sular sınıfına girdiği gözlenmiştir (Şekil 4.2, Çizelge 4.1, EK 1). Ayrıca bölgedeki sulama ve drenaj kanallarından alınan numunelerde ölçülen sıcaklıkların 22,4-26,9 °C arasında değiştiği ve az ılık sular ve ılık sular sınıfına girdiği gözlenmiştir (Şekil 4.2, Çizelge 4.1, EK 1).



Şekil 4.2. Yüzey sularından alınan su numunelerinin sıcaklık dağılım haritası.

Avrupa Ekonomik Topluluğu konsey yönergesinde (EEC, 1998) ve Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarında (WHO, 2006) sıcaklık değeri için sınır değeri verilmemiştir. Ayrıca Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde de herhangi bir standart belirtilmemiştir (EK 3).

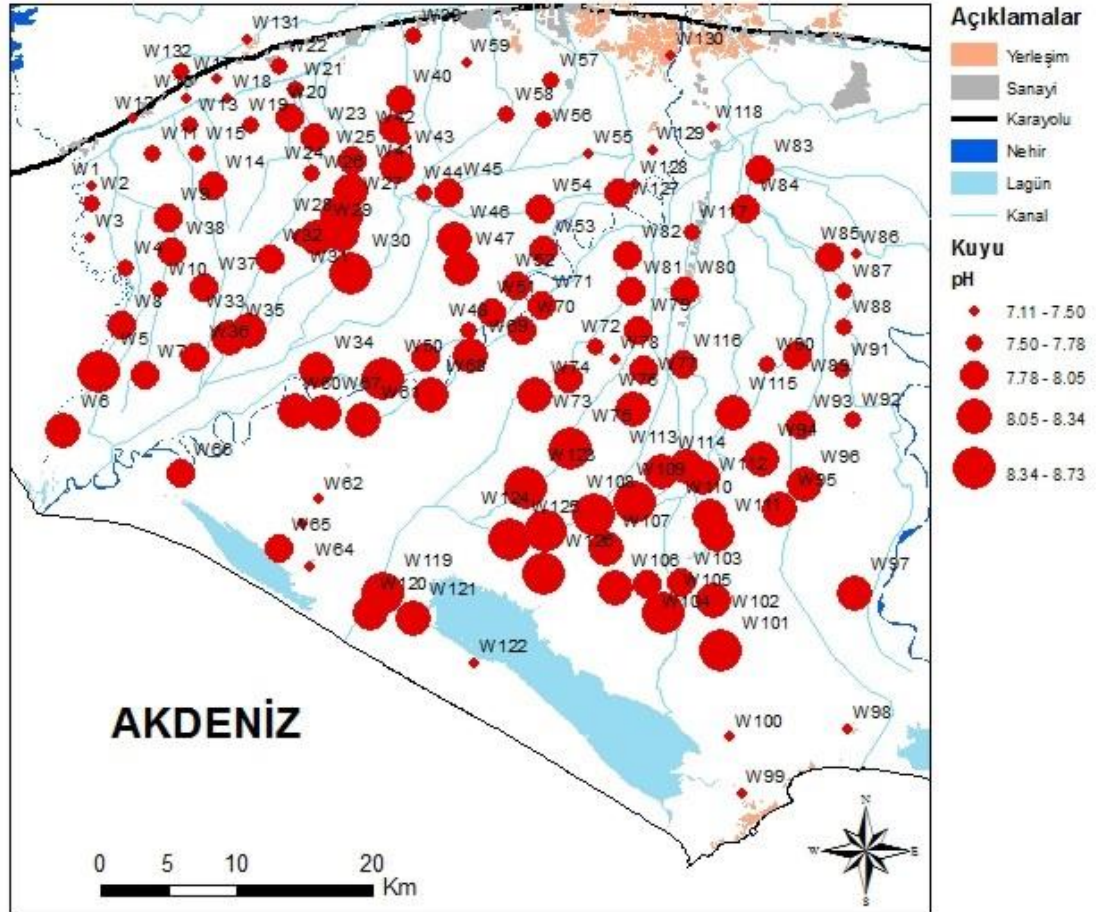
4.1.1.2. Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH)

pH, suyun asidik veya bazik olma özelliğinin şiddetini gösteren bir terim olup suda bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunu ifade etmektedir [Samsunlu, 2005]. Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzey sularının pH'a bağlı olarak sınıflandırılması Çizelge 4.2'ye göre yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Suların pH'a göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).

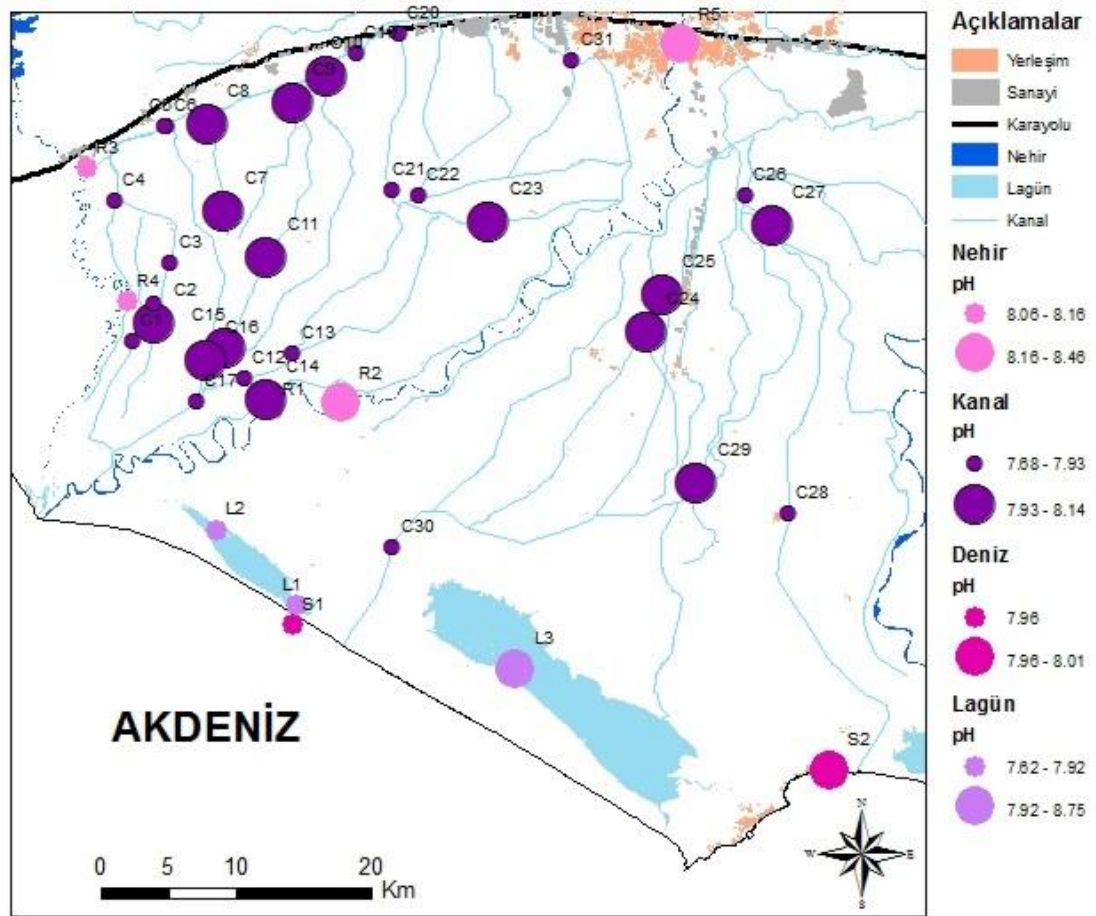
pH	Özellik
> 8,5	Bazik
8,5-7	Bazik Karakterli
7	Nötr
7-4,5	Asit Karakterli
< 4,5	Asidik

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin pH değerleri 7,19-8,64 arasında, Yüreğir ovasından alınan numunelerinin pH değerleri ise 7,11-8,73 arasında değişmektedir (Şekil 4.3, EK 1). Genel olarak yeraltı suyu numunelerinin bazik karakterli sular sınıfına dahil olduğu, birkaç numunenin (W30, W101, W105, W108, W109, W123 ve W125) ise bazik sular sınıfında olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.3. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin pH dağılım haritası.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin pH değerlerinin 7,62-8,75 arasında değiştiği ve L3 nolu numune hariç (bazik) diğer numunelerin bazik karakterli olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4, Çizelge 4.2, EK 1). Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin pH değerlerinin ise 8,06-8,46 arasında değiştiği ve bazik karakterli olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4, Çizelge 4.2, EK 1). Ayrıca sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin pH değerlerinin 7,68-8,14 arasında değiştiği ve bazik karakterli sular sınıfına girdiği gözlenmiştir (Şekil 4.4, Çizelge 4.2, EK 1).



Şekil 4.4. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin pH dağılım haritası.

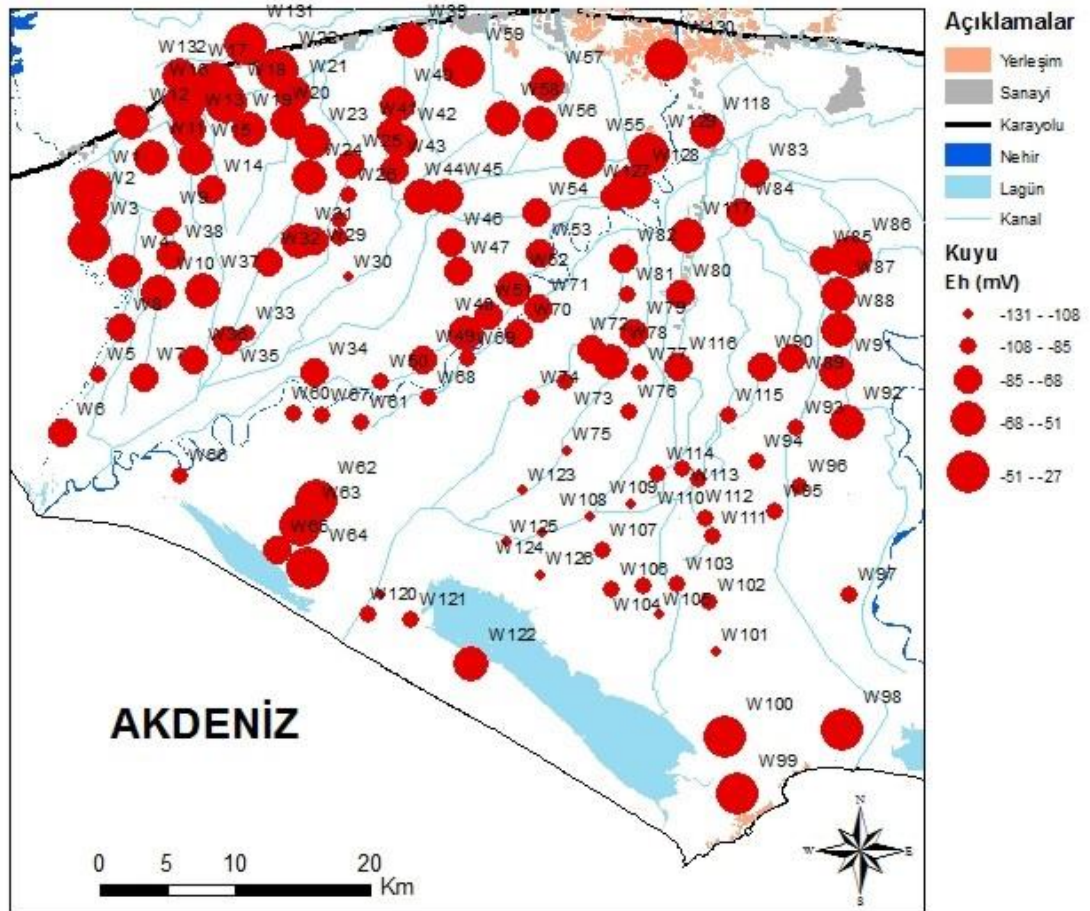
Çalışma alanından alınan bütün yeraltı suyu numunelerinin pH değerleri EEC (1998) yönergesinde belirtilen değer aralığının ($\geq 6.5 - \leq 9.5$) içindeyken, Tarsus ovasından alınan W30 nolu numune ile Yüreğir ovasından alınan W101, W105, W108, W109, W123 ve W125 nolu numunelerin pH değerleri WHO (2006) içme

suyu standartlarında belirtilen değer aralığını ($\geq 6.5 - \leq 8.5$) aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) pH değeri için herhangi bir standart belirtilmemiştir (EK 3).

4.1.1.3. Redoks potansiyeli (Eh)

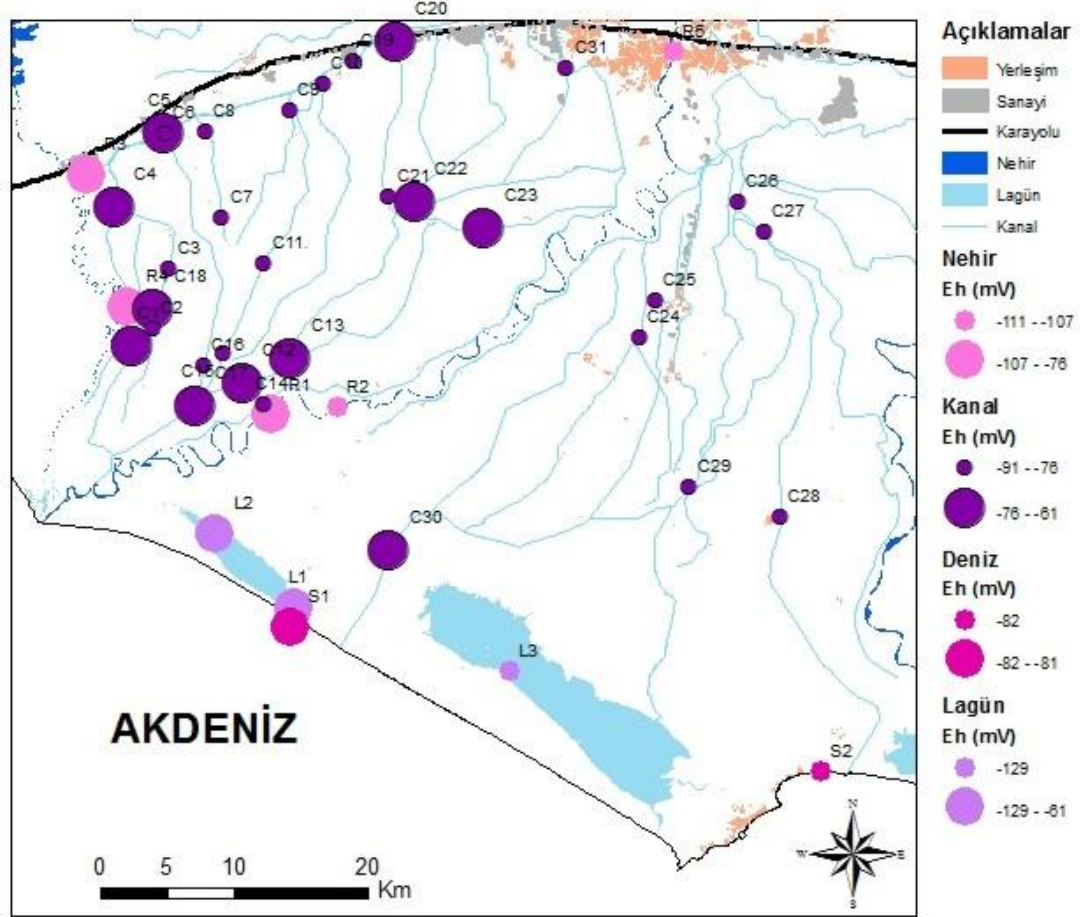
Suyun, içerdiği kimyasal bileşen türleri açısından yükseltgeyici ya da indirgeyici eğilimde olup olmadığının bir göstergesi olan redoks potansiyeli, zeminin yapısına, gözenekliliğine, geçirgenliğine, organik madde miktarına, yağışların sıklığına, akiferin zemin yüzeyine olan derinliğine ve sıcaklığa bağlıdır [Demir, 2008].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Eh değerleri -108 – -27 mV arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Eh değerleri ise -131 – -29 mV arasında değişmektedir (Şekil 4.5, EK 1).



Şekil 4.5. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Eh dağılım haritası.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Eh değerleri -129 – -61 mV arasında değişirken nehirlerden alınan su numunelerinin Eh değerleri -111 – -76 mV arasında değişmektedir (Şekil 4.6, EK 1). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin Eh değerleri ise -91 – -61 mV arasında değişmektedir (Şekil 4.6, EK 1).



Şekil 4.6. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Eh dağılım haritası.

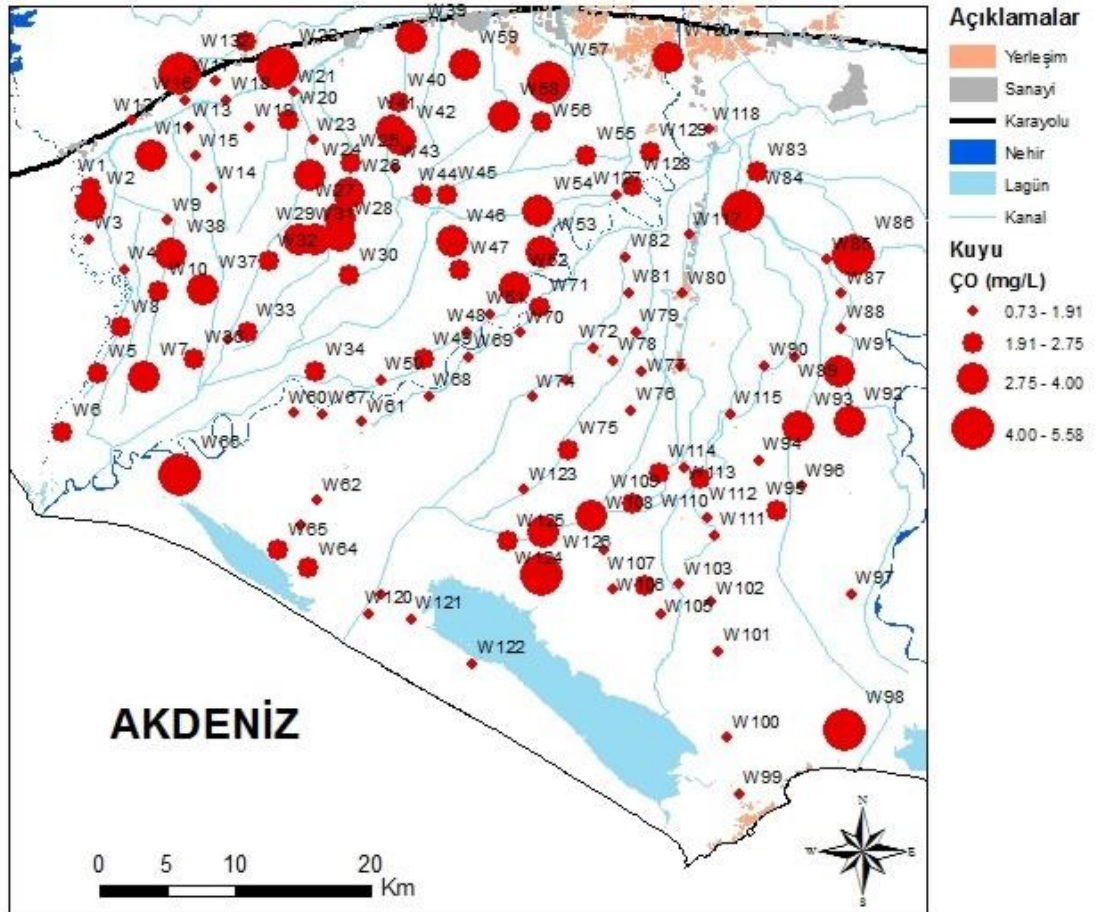
EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) Eh değeri için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

4.1.1.4. Çözünmüş oksijen (ÇO)

Canlı organizmalar yaşamlarını sürdürebilmek için, mikroorganizmalar ise yaşama ve üreme için gerekli olan enerjiyi oksijenden yararlanarak üretirler. Bu nedenle de uygun oksijen formlarına gerek duyarlar [Samsunlu, 2005]. Atmosferdeki tüm gazlar suda belirli bir derecede çözünürler. Ancak oksijen suda çok az

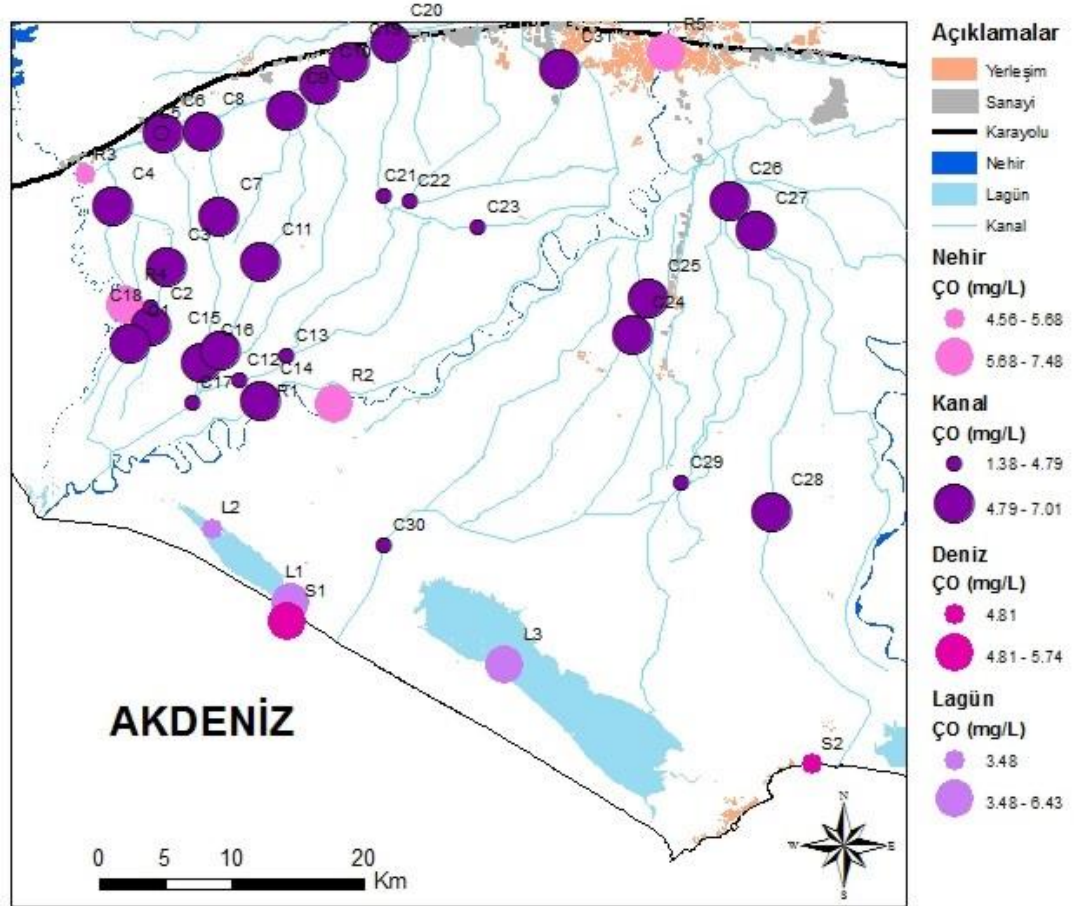
çözündüğü ve su ile kimyasal reaksiyona giremediğinden dolayı çözünürlükleri doğrudan kısmi basınçla ve sıcaklıkla ilgilidir. Biyolojik oksidasyon hızları sıcaklığın artması ile arttığından buna bağlı olarak kirli suların oksijen gereksinimi artar. Ayrıca tuzluluk arttıkça da oksijen miktarı azalır [Samsunlu, 2005; Demiroğlu, 2008; Demer, 2008]. Kritik sıcaklık koşullarında sulardaki çözünmüş oksijen miktarı maksimum 8 mg/L olarak kabul edilir. Bunun yanı sıra nehir ve göllerde, çözünmüş oksijen miktarının orada yaşayan canlıların türüne bağlı olarak en az 4 mg/L olması istenir [Samsunlu, 2005].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin ÇO miktarları 0,73-5,1 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin ÇO miktarları 0,94-5,58 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.7, EK 1).



Şekil 4.7. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin ÇO dağılım haritası.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin ÇO miktarları 3,48-6,43 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin ÇO miktarları 4,56-7,48 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.8, EK 1). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin ÇO miktarları ise 1,38-7,01 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.8, EK 1).



Şekil 4.8. YüzeY sularından alınan su numunelerinin ÇO dağılım haritası.

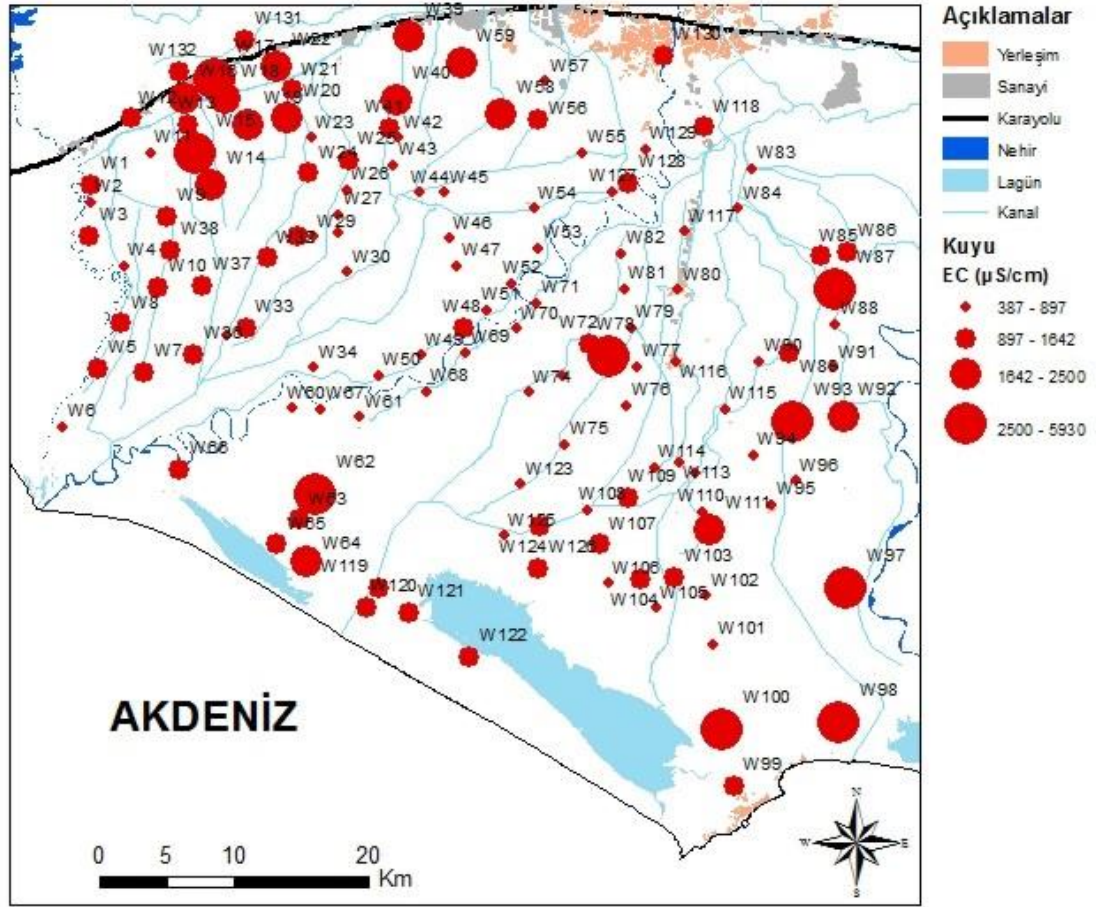
EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) ÇO miktarı için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

4.1.1.5. Elektriksel iletkenlik (EC)

Suyun elektriği iletme kabiliyeti olarak tanımlanan elektriksel iletkenlik (EC) sudaki iyon varlığına, toplam derişimlerine ve sıcaklığa bağlıdır [Demir, 2008; Varol, 2011]. Sudaki iyon derişimi ve sıcaklık ile doğru orantılı olan elektriksel

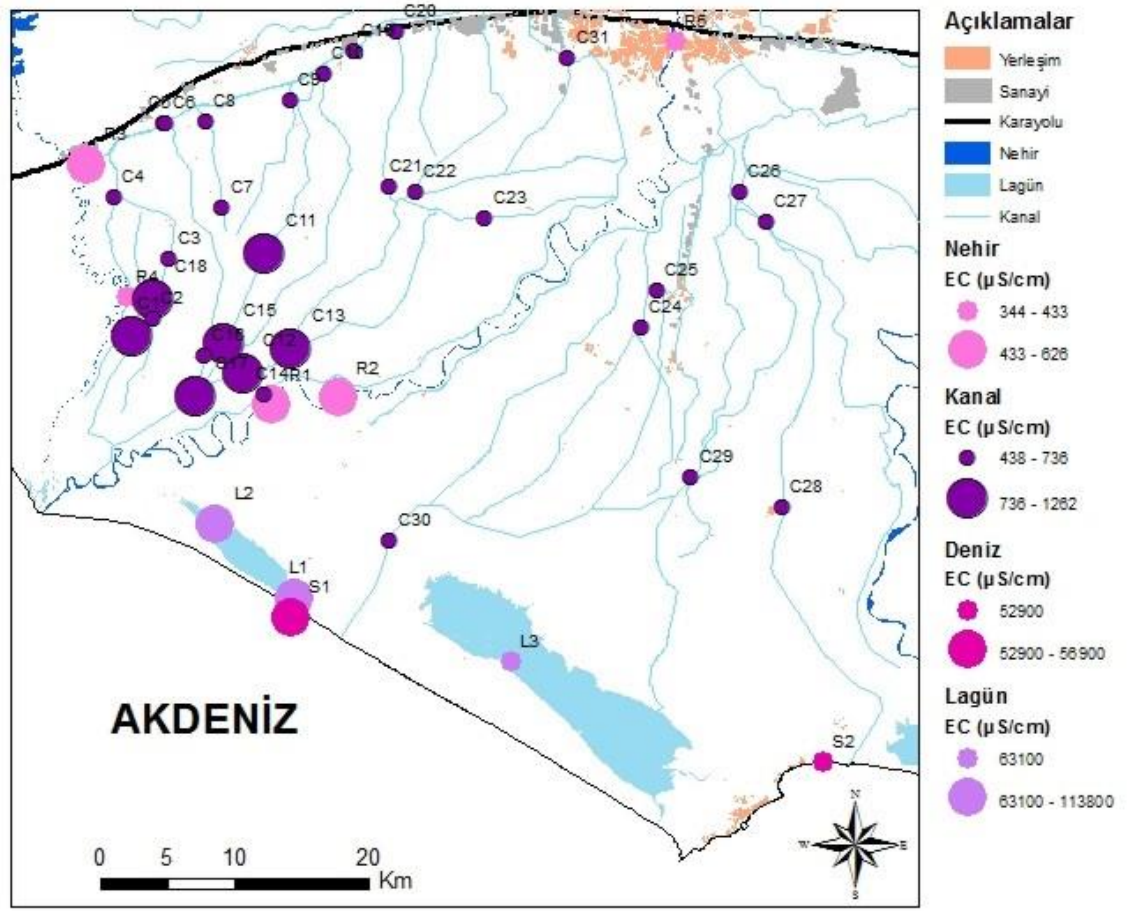
iletkenlik sudaki toplam iyon konsantrasyonu hakkında iyi bir göstergedir [Day ve Nightingale, 1984; Hem, 1985; Şahinci, 1991; Demer, 2008; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin EC değerleri 389-5930 $\mu\text{S/cm}$ arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin EC değerleri ise 387-4010 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.9, EK 1).



Şekil 4.9. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin EC dağılım haritası.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin EC değerleri 52900-113800 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin EC değerleri 344-626 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.10, EK 1). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin EC değerleri ise 438-1262 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.10, EK 1).



Şekil 4.10. YüzeY sularından alınan su numunelerinin EC dağılım haritası.

Tarsus ovasından alınan W15 ve W17 nolu numuneler ile Yüreğir ovasından alınan W62, W78, W87, W93, W97, W98 ve W100 nolu numunelerin EC değerleri EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri ($2500 \mu\text{S}/\text{cm}$) aşmıştır (EK 3). Bu numunelerde yüksek iyon içeriklerine bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerlerinin arttığı gözlenmiştir (EK 1). WHO (2006) içme suyu standartlarında EC değeri için bir sınır değeri verilmemiştir. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının %31'i II. sınıf (iyi), %58'i III. sınıf (kullanılabilir), %9'u IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) ve %2'si V. sınıf (zararlı/uygun değil) sular iken Yüreğir ovasından alınan numunelerin %43'ü II. sınıf (iyi), %46'sı III. sınıf (kullanılabilir), %5'i IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) ve %6'si V. sınıf (zararlı/uygun değil) sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanındaki su kanallarından alınan numunelerin ise %77'si II. sınıf (iyi), %23'ü ise III. sınıf (kullanılabilir) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

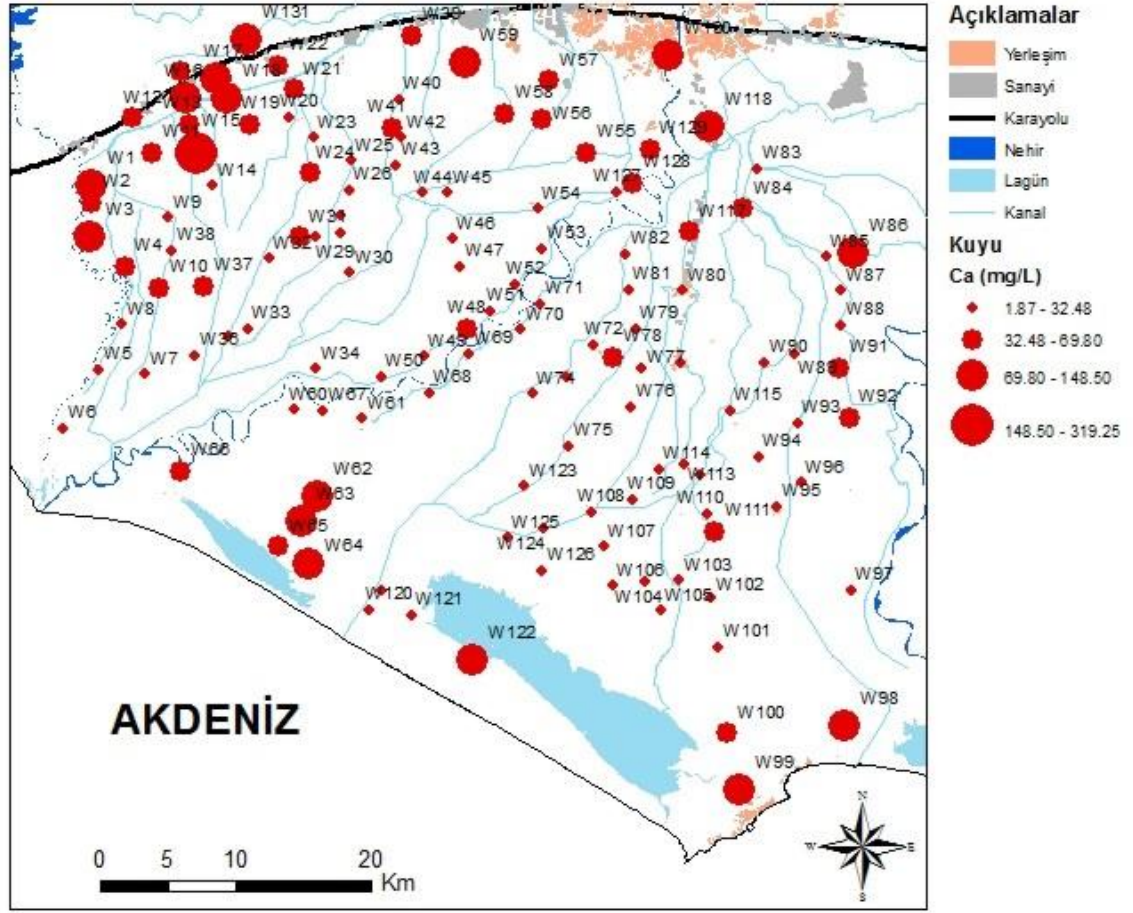
4.1.2. Suların Katyon İçerikleri

4.1.2.1. Kalsiyum (Ca^{+2})

Ağırlık yüzdesi bakımından yer kabuğunda oksijen, silisyum, alüminyum ve demirden sonra beşinci sırayı kalsiyum almaktadır. Sularda genellikle Ca^{+2} iyonu şeklinde bulunur [Demiroğlu, 2008; Aksever, 2011; Varol, 2011]. Yeraltı sularındaki kalsiyumun kökeni, kalsit (CaCO_3), aragonit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), anhidrit (CaSO_4) ve jipstir ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Bunların yanı sıra magmatik ve metamorfik kayaların ana kaya yapıcı minerallerinin ana elementleri arasında yer alan kalsiyum, bu minerallerin bozunumu ile yeraltı sularına geçer [Şahinci, 1991; Hounslow, 1995; Demiroğlu, 2008; Demer, 2008; Özen, 2009; Aksever, 2011; Varol, 2011]. Yeraltı suları, çoğunlukla kalsiyum bikarbonatlı, daha az oranda da jips yataklarından gelen sularda kalsiyum sülfatlı sular şeklinde gözlenmektedir [Şahinci, 1991; Aksever, 2011].

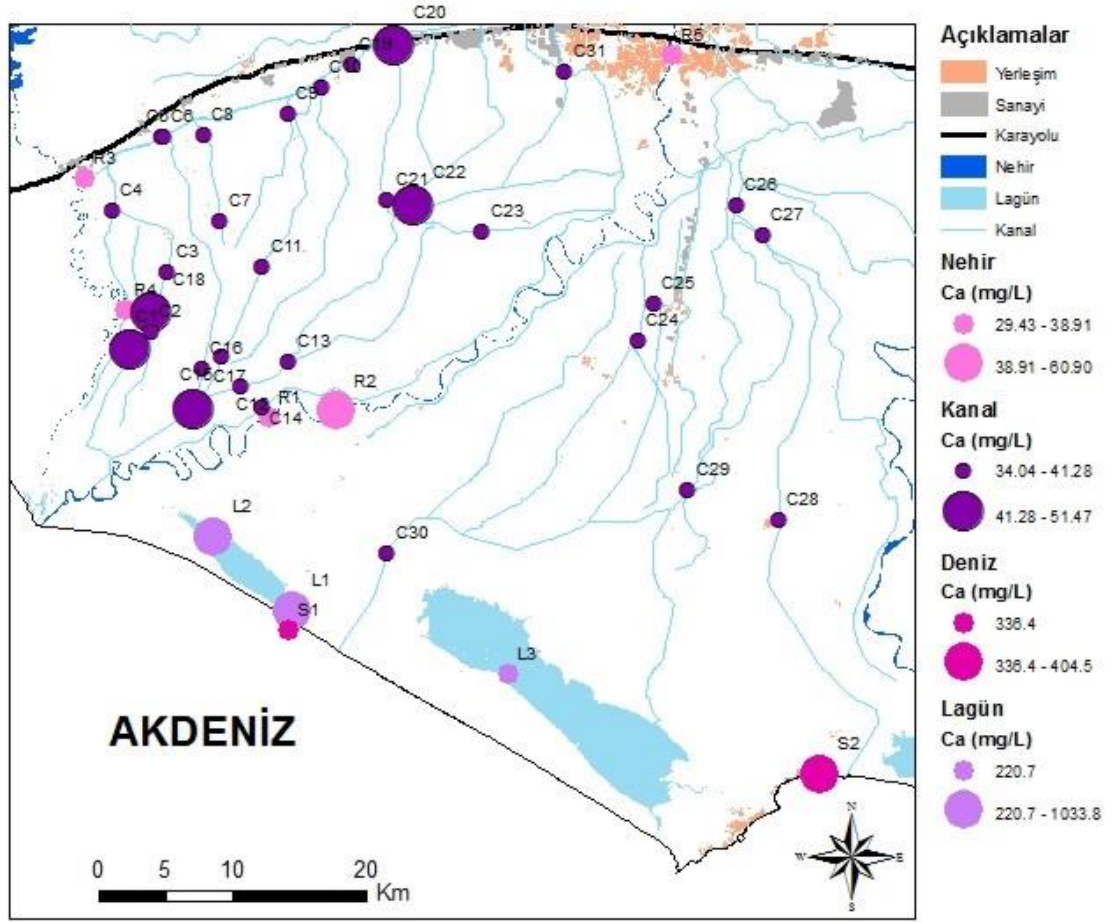
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonu 4,04-319,25 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonu ise 1,87-148,5 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.11, EK 1).

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonu 220,70-1033,75 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonu 29,43-60,90 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.12, EK 1). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonu ise 34,04-51,47 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.12, EK 1).



Şekil 4.11. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) Ca^{+2} konsantrasyonu için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

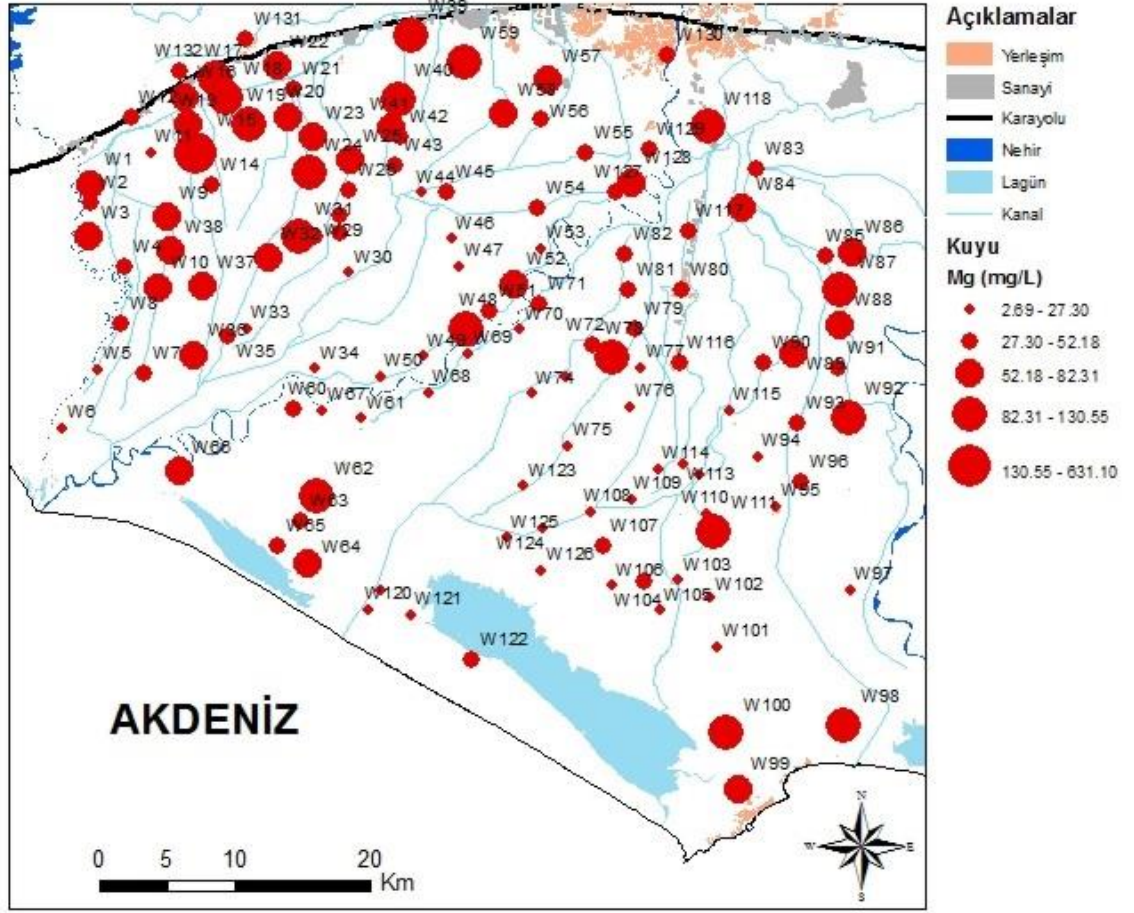


Şekil 4.12. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Ca^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.2.2. Magnezyum (Mg^{+2})

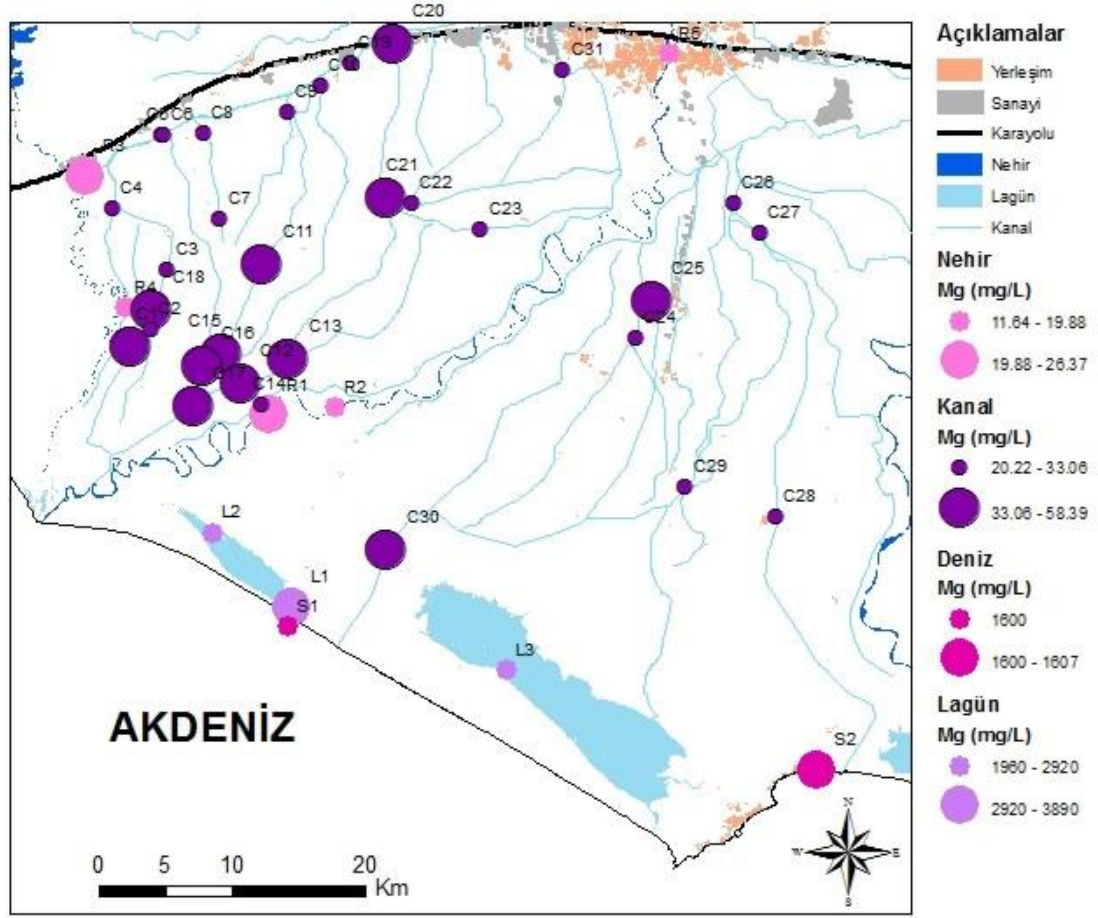
Yeraltı sularında kalsiyumdan sonra en fazla bulunan katyon magnezyumdur ve çoğunlukla Mg^{+2} iyonu şeklinde gözlenir [Demir, 2008; Demiroğlu, 2008; Varol, 2011]. Doğal sularda Mg^{+2} 'un en büyük kaynağı dolomittir. Bunun yanı sıra, magmatik ve metamorfik kayalardaki olivin, ojit, biyotit, hornblend, serpantin, talk, diopsid ve tremolit gibi mineraller de sulardaki magnezyumun kaynağıdır [Demir, 2008; Aksever, 2011; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonu 4,15-631,10 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonu ise 2,69-130,55 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.13, EK 1).



Şekil 4.13. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonu 1600-3890 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonu 11,64-26,37 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.14, EK 1). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonu ise 20,22-58,39 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.14, EK 1).



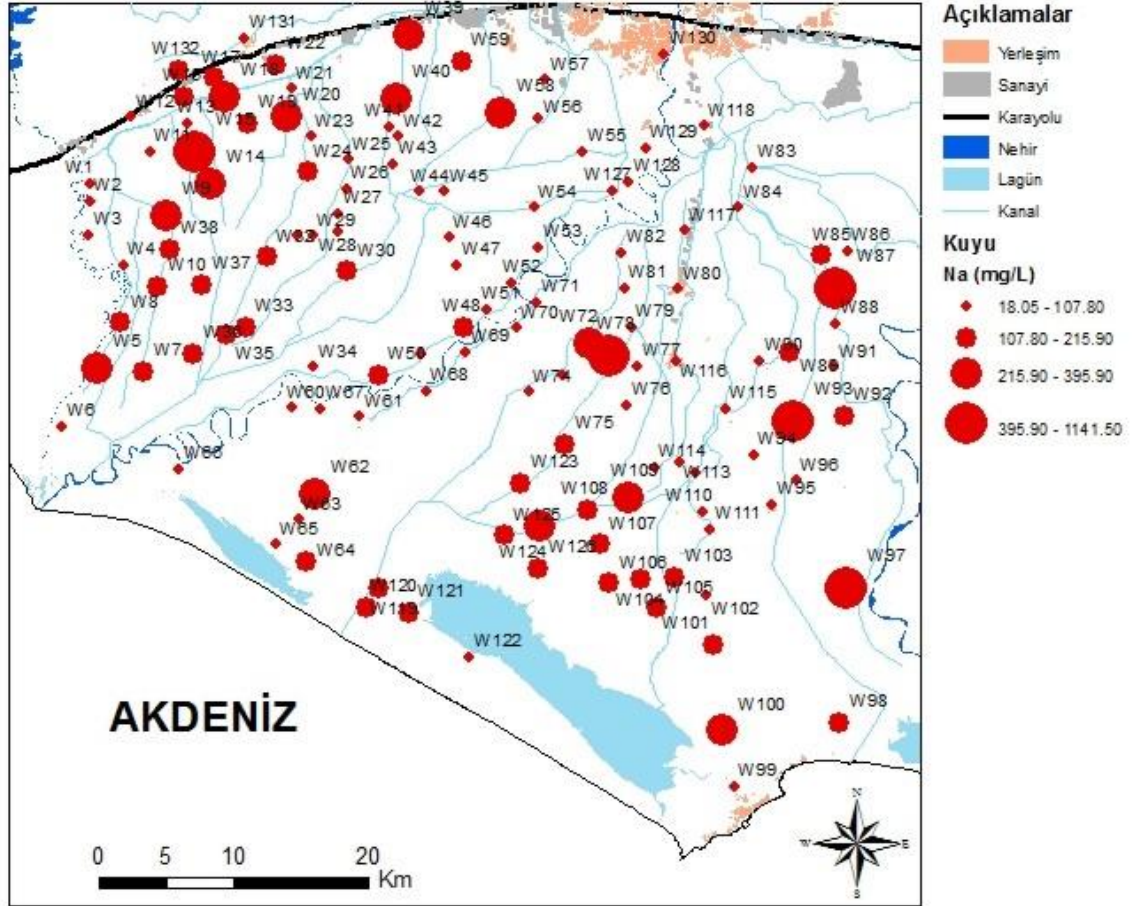
Şekil 4.14. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Mg^{+2} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) Mg^{+2} konsantrasyonu için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

4.1.2.3. Sodyum (Na^{+})

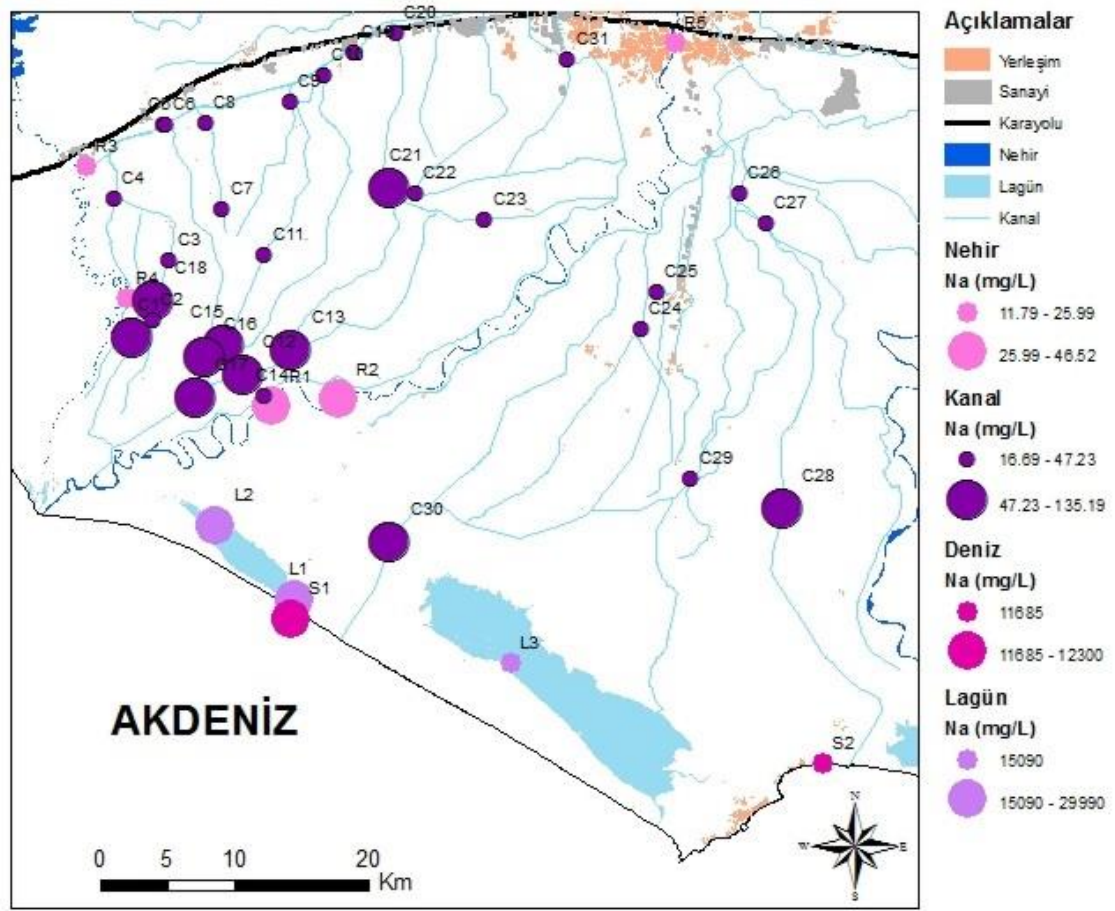
Alkali metaller (Li, Na, K, Rb, Cs) arasında yerkabuğunda en fazla bulunan element olan sodyumun yeraltı suyundaki başlıca kaynakları magmatik kayalar, kil mineralleri, feldispatlar, feldispatoidler ve evaporitlerdir. Yeraltı sularındaki sodyum miktarı, mineral cinsine ve miktarına, pH'a, bozunum süresine, yeraltı suyu akım hızına, ortamdaki kalsiyum iyon derişimine, yapay ve doğal kirlenme gibi etkenlere bağı olarak değışmektedir [Şahinci, 1991; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Na^+ konsantrasyonu 23,77-1141,5 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Na^+ konsantrasyonu ise 18,05-771,6 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.15, EK 1).



Şekil 4.15. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Na^+ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Na^+ iyon konsantrasyonu 11685-29990 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Na^+ iyon konsantrasyonu 11,79-46,52 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.16, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin Na^+ konsantrasyonu ise 16,69-135,19 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.16, EK 1).



Şekil 4.16. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Na⁺ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

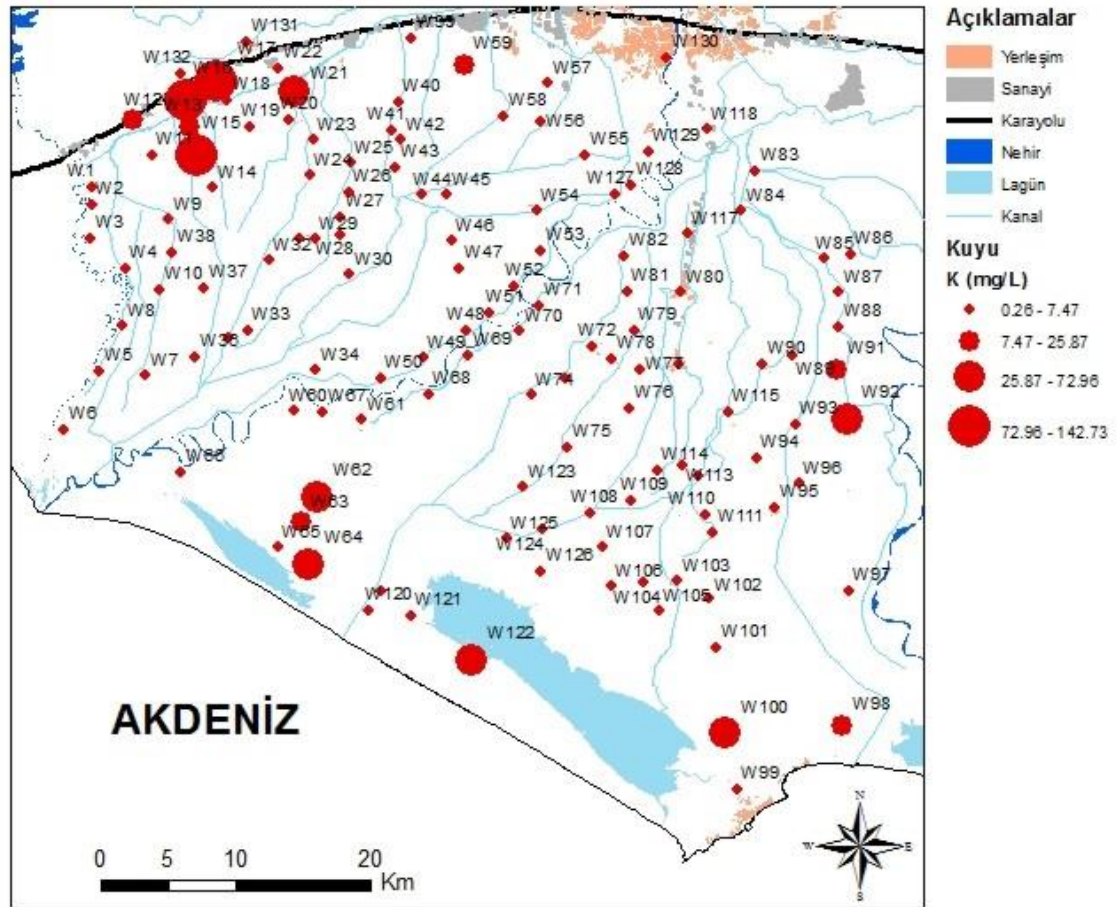
Tarsus ovasından alınan numunelerin %17'si ile Yüreğir ovasından alınan numunelerin %18'si EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (200 mg/L) aşmıştır (EK 3). Yüksek konsantrasyonda Na⁺ içeren suların alansal dağılımı ile EC dağılımı benzerdir (Şekil 4.9). Bu nedenle yüksek tuzluluğa sahip olan bölgelerde elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu gözönünde bulundurulacak olursa, yüksek Na⁺ içeriğinin tuzluluktan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) ise Na⁺ konsantrasyonu için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

4.1.2.4. Potasyum (K⁺)

Potasyum ve sodyum yerkabuğunda yaklaşık olarak eşit miktarlarda bulunan alkali metaller olmalarına rağmen, magmatik kayalarda sodyum, tortul

kayaçlarda ise potasyum egemendir [Aksever, 2011]. Ayrıca magmatik ve metamorfik kayaçlardaki minerallerden mika, lösit, feldispat ve nefelin de bol miktarda potasyum içermektedir. Yeraltı sularındaki potasyum miktarı, potasyum içeren minerallerin (K-feldispatlar gibi) bozunumuna, duraylı potasyum minerallerinin oluşumuna (illit), iyon değişimine ve gözenek sularının yeraltı sularını beslemesine bağlı olarak değişmektedir [Aksever, 2011].

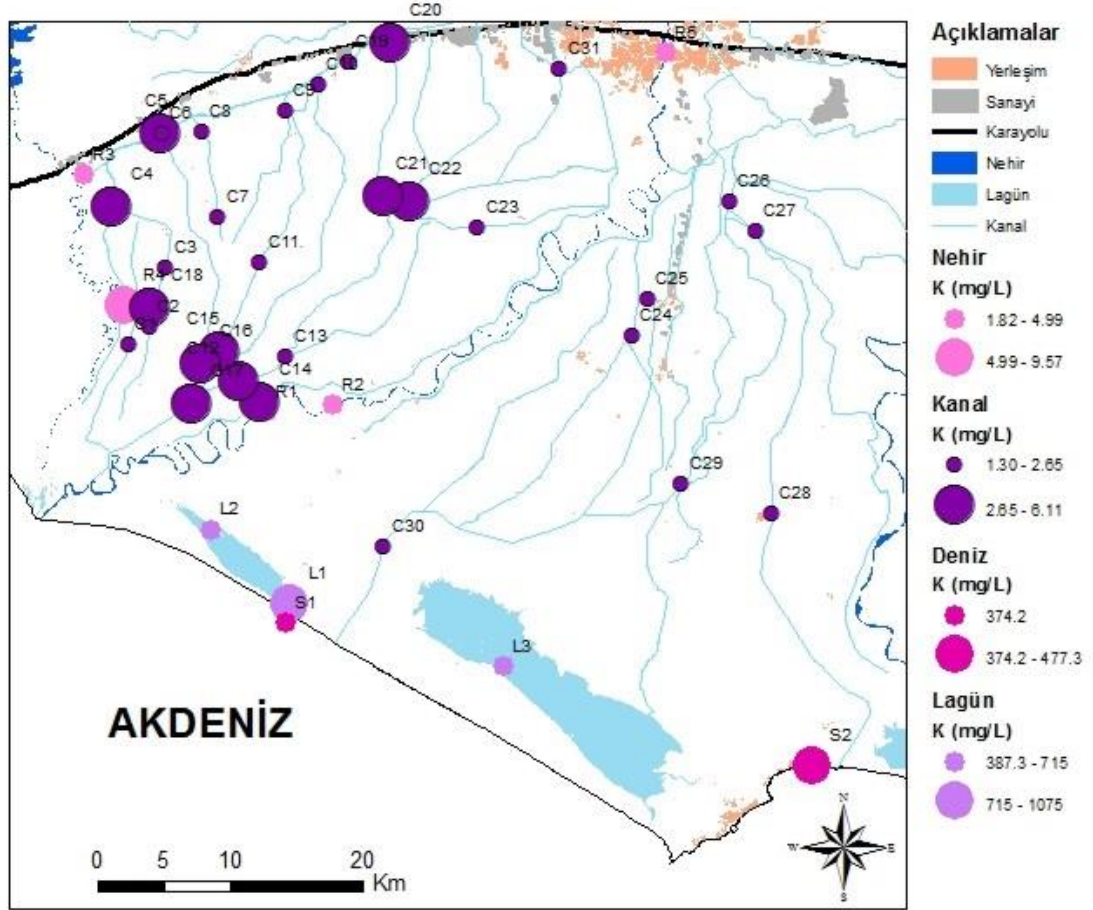
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin K^+ konsantrasyonu 0,42-142,73 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin K^+ konsantrasyonu ise 0,26-72,96 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.17, EK 1).



Şekil 4.17. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin K^+ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin K^+ konsantrasyonu 374,2-1075 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su

numunelerinin K^+ konsantrasyonu 1,82-9,57 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.18, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin K^+ konsantrasyonu ise 1,3-6,11 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.18, EK 1).



Şekil 4.18. YüzeY sularından alınan su numunelerinin K^+ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) K^+ konsantrasyonu için herhangi bir sınır değer verilmemiştir (EK 3).

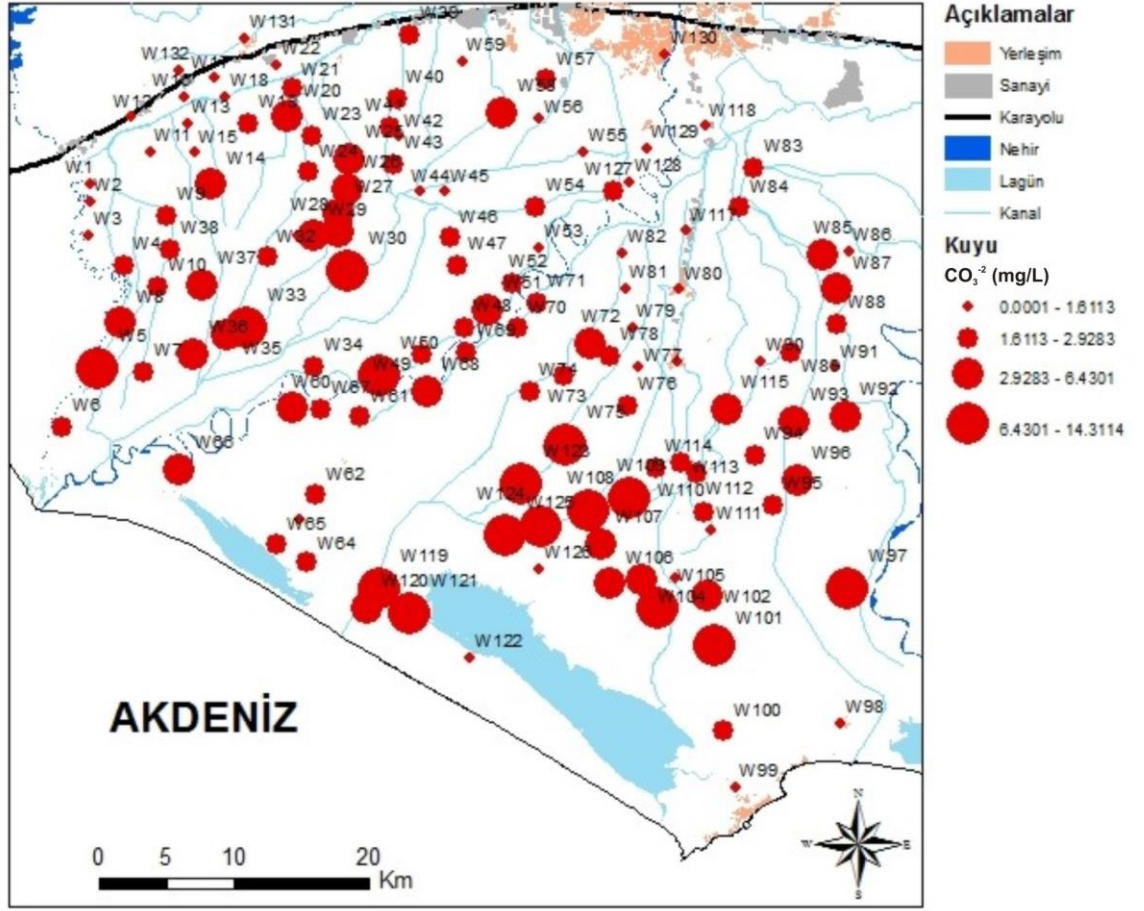
4.1.3. Suların Anyon İçerikleri

4.1.3.1. Karbonat (CO_3^{2-}) ve Bikarbonat (HCO_3^-)

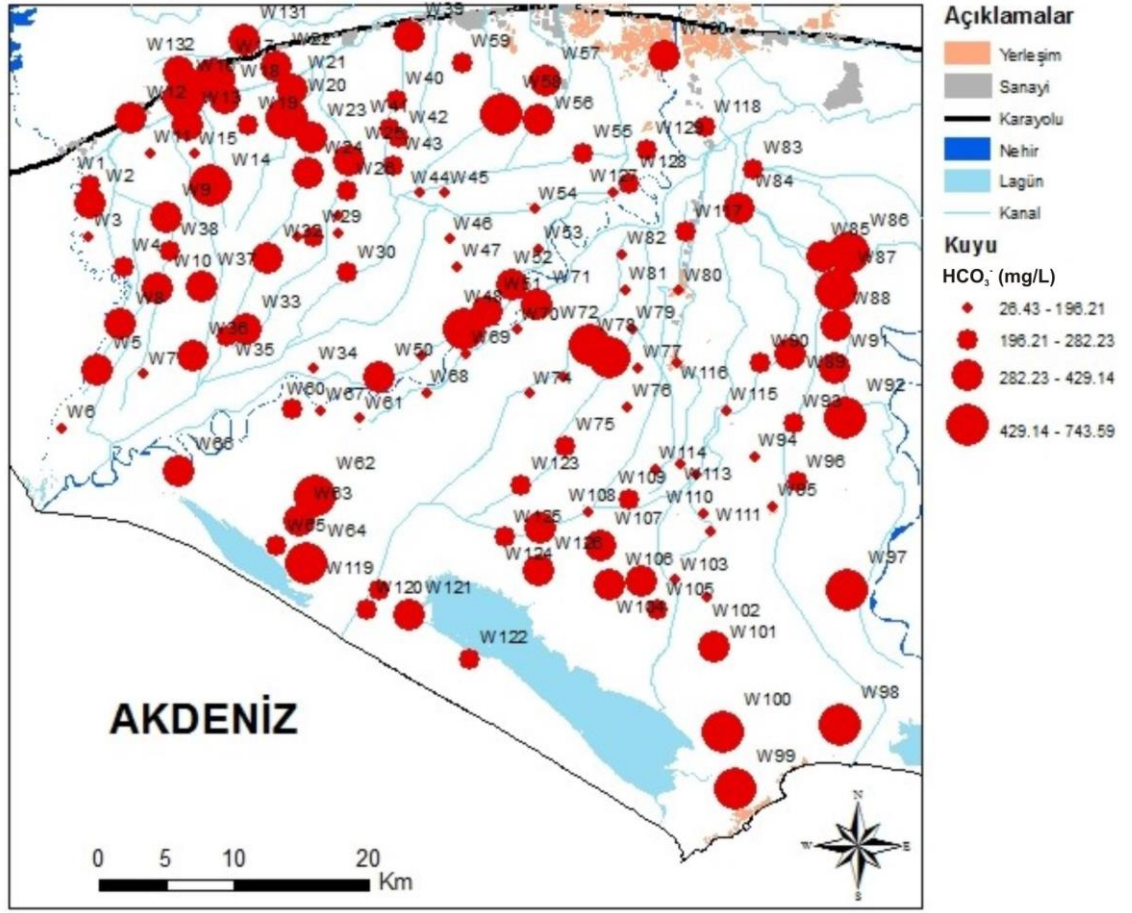
Doğal sulardaki karbonat ve bikarbonat miktarı, karbondioksit ve pH ile ilişkilidir. Sistemin herhangi bir elemanın konsantrasyonundaki değişim dengeyi

bozacak, diğere iyonların konsantrasyonunu değiştirecek ve pH'ın değişmesine neden olacaktır [Samsunlu, 2005]. Suyun pH değeri 8,3'ün üzerine çıktığında bikarbonat iyonları karbonat ve hidrojen iyonlarına ayrılmaktadır. Bu koşullarda suyun pH değeri 8,3'ün üzerinde ise CO_3^{-2} iyonları artmakta, bu değerin altında ise HCO_3^{-} iyonu artarak egemen iyon haline gelmektedir [şahinci, 1991; Yüksel, 2007; Varol, 2011]. Yeraltı sularındaki karbonat ve bikarbonat iyonlarının çoğu atmosfer ve topraktaki karbondioksitten ve karbonatlı kayaçların erimesinden kaynaklanmaktadır [Varol, 2011]. Sulama sularında bu iyonların egemen oluşu sodyum tehlikesini azaltıcı yönde etki ederken, fazlası toprakta kireç birikimine neden olmaktadır [Erguvanlı, 1987; şahinci, 1991].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin CO_3^{-2} iyon konsantrasyonu 0,22-12,85 mg/L arasında HCO_3^{-} iyon konsantrasyonu ise 26,43-636,51 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin CO_3^{-2} iyon konsantrasyonu 0-14,31 mg/L arasında HCO_3^{-} iyon konsantrasyonu ise 99,83-743,59 mg/L arasında değişmektedir (şekil 4.19, şekil 4.20, EK 1).

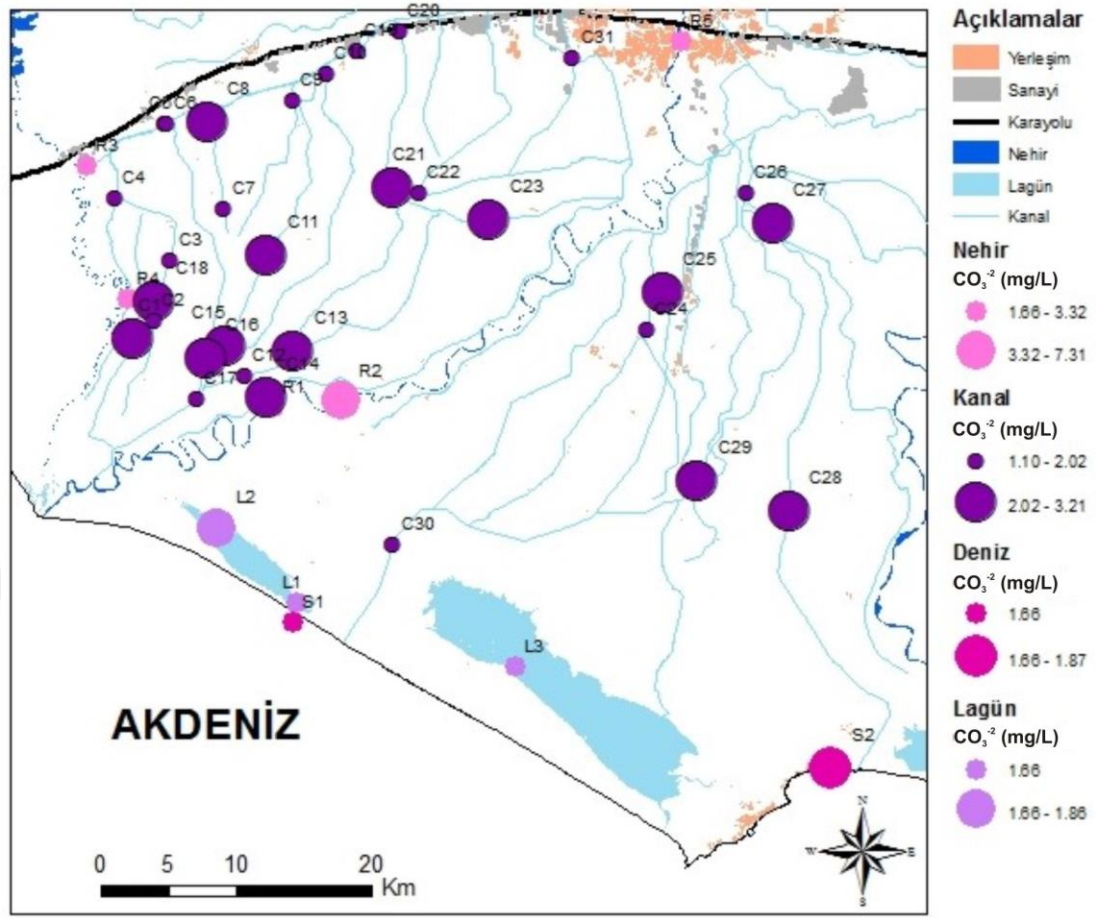


Şekil 4.19. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin CO₃²⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.20. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin HCO₃⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

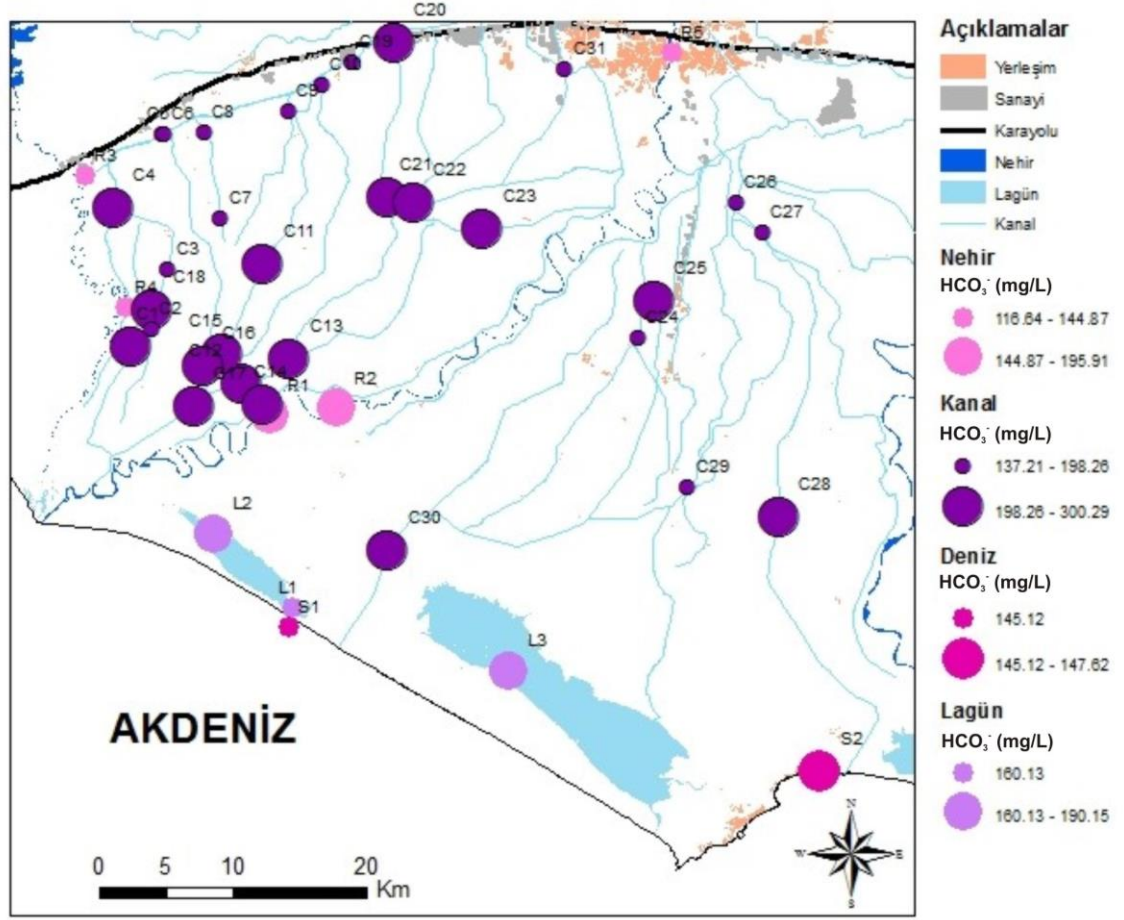
Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin CO₃⁻² iyon konsantrasyonu 1,66-1,87 mg/L arasında HCO₃⁻ iyon konsantrasyonu ise 145,12-190,15 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin CO₃⁻² iyon konsantrasyonu 1,66-7,31 mg/L arasında HCO₃⁻ iyon konsantrasyonu ise 116,64-195,91 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.21, Şekil 4.22, EK 1).



Şekil 4.21. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin CO₃²⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Kanallardan alınan su numunelerinin CO₃²⁻ konsantrasyonu 1,10-3,21 mg/L arasında HCO₃⁻ konsantrasyonu ise 137,21-300,29 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.21, Şekil 4.22, EK 1).

EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) HCO₃⁻ ve CO₃²⁻ konsantrasyonu için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

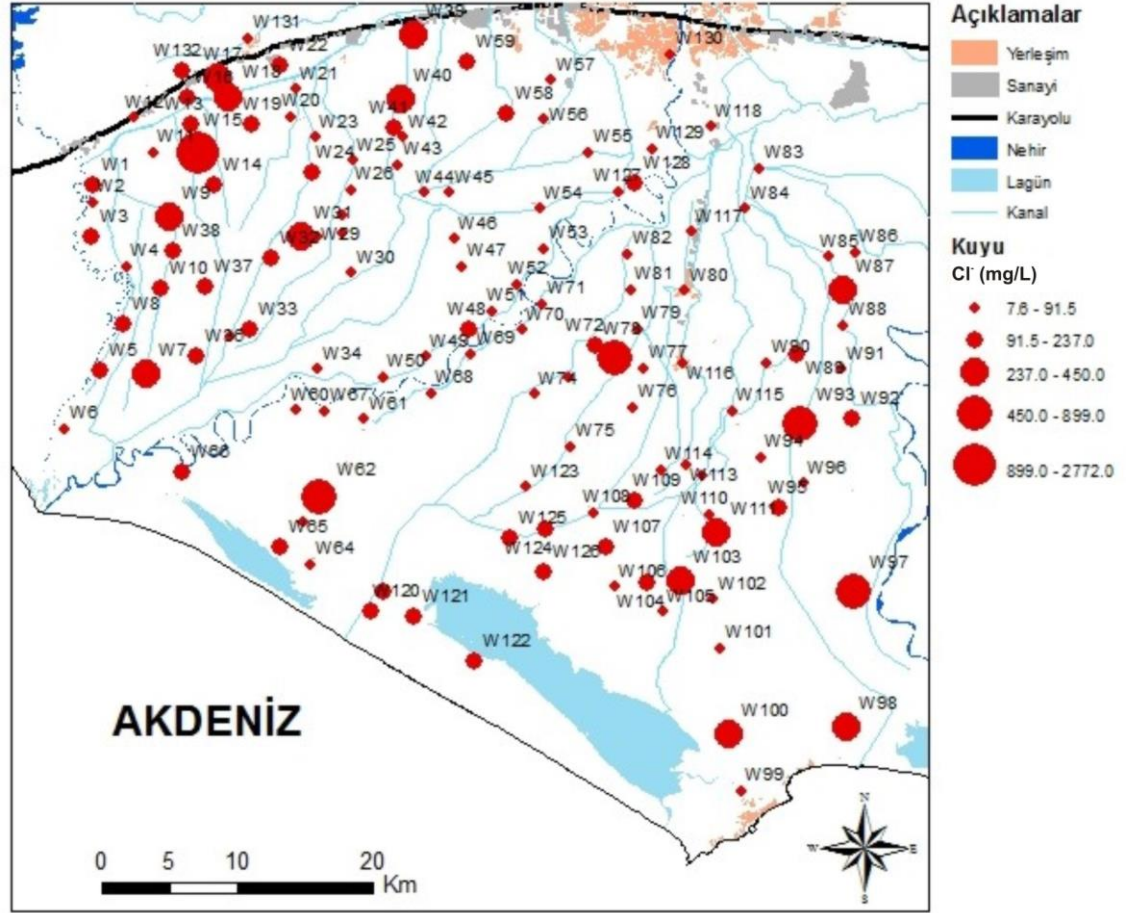


Şekil 4.22. YüzeY sularından alınan su numunelerinin HCO_3^- konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.3.2. Klorür (Cl^-)

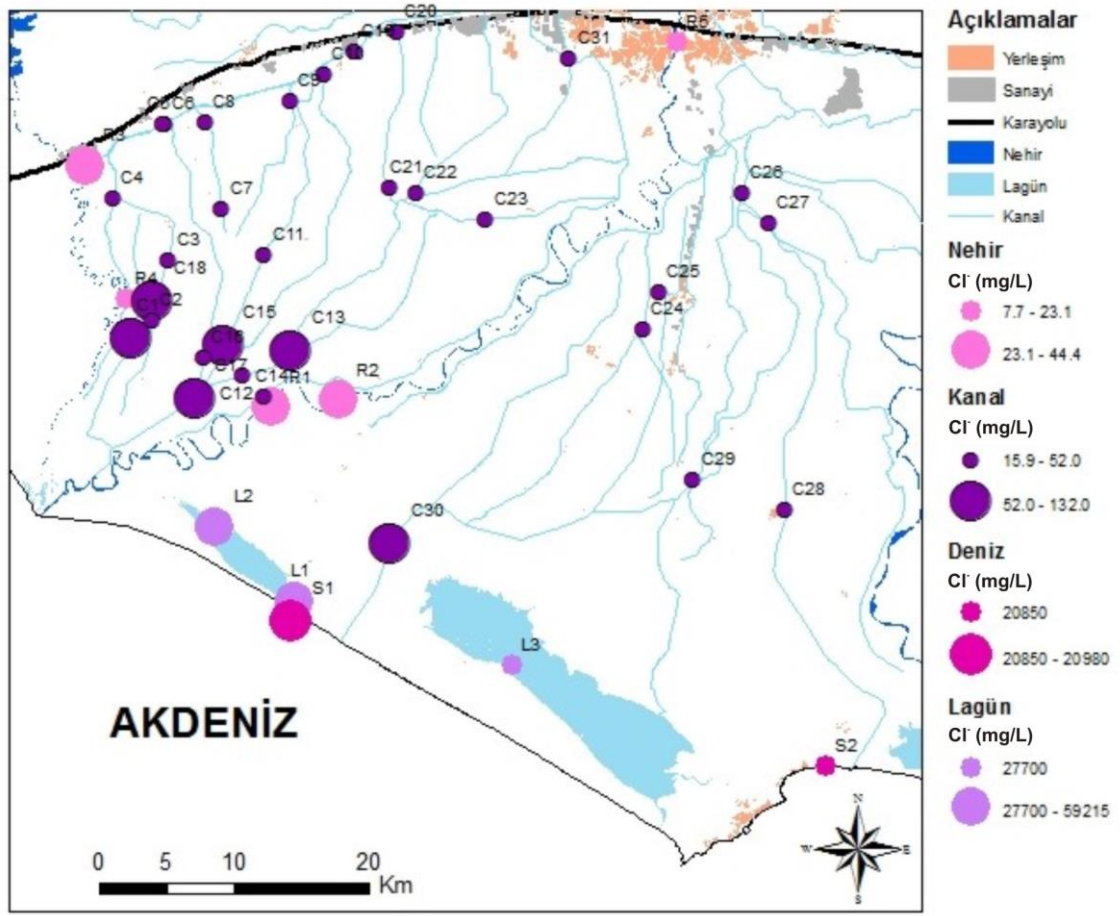
Sulardaki klorürün asıl kaynağını tortul kayaçlar, özellikle de evaporitler oluşturmaktadır [Demiroğlu, 2008; Demer, 2008; Varol, 2011]. Klorürün (-) yüklü oluşu, kolloidler tarafından tutulmasını engellemekte, iyon yarıçapının büyük olması ($1,81\text{Å}$) nedeniyle de Ca, Mg, Na, K, Sr, Ba ve diğer elementlerle yaptığı tuzların suda kolayca çözünmesini sağlamaktadır [Varol, 2011]. Yağmur suyunda klorür miktarı 1-10 mg/L arasında iken deniz suyunda 20000 mg/L düzeyine ulaşmaktadır. Bu değer yeraltı sularında 250 mg/L'yi geçmez [Hounslow, 1995; Demer, 2008]. Yeraltı sularında gözlenen klorür fazlalığı litolojik etkileşimin olmadığı alanlarda evsel veya endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilik olarak tanımlanmaktadır [Samsunlu, 2005; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cl^- iyon konsantrasyonu 15,2-2772 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cl^- iyon konsantrasyonu 7,6-899 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.23, EK 1).



Şekil 4.23. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cl^- konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Cl^- konsantrasyonu 20850-59215 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Cl^- konsantrasyonu 7,7-44,4 arasında değişmektedir (Şekil 4.24, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin Cl^- konsantrasyonu ise 15,9-132 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.24, EK 1).



Şekil 4.24. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Cl⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

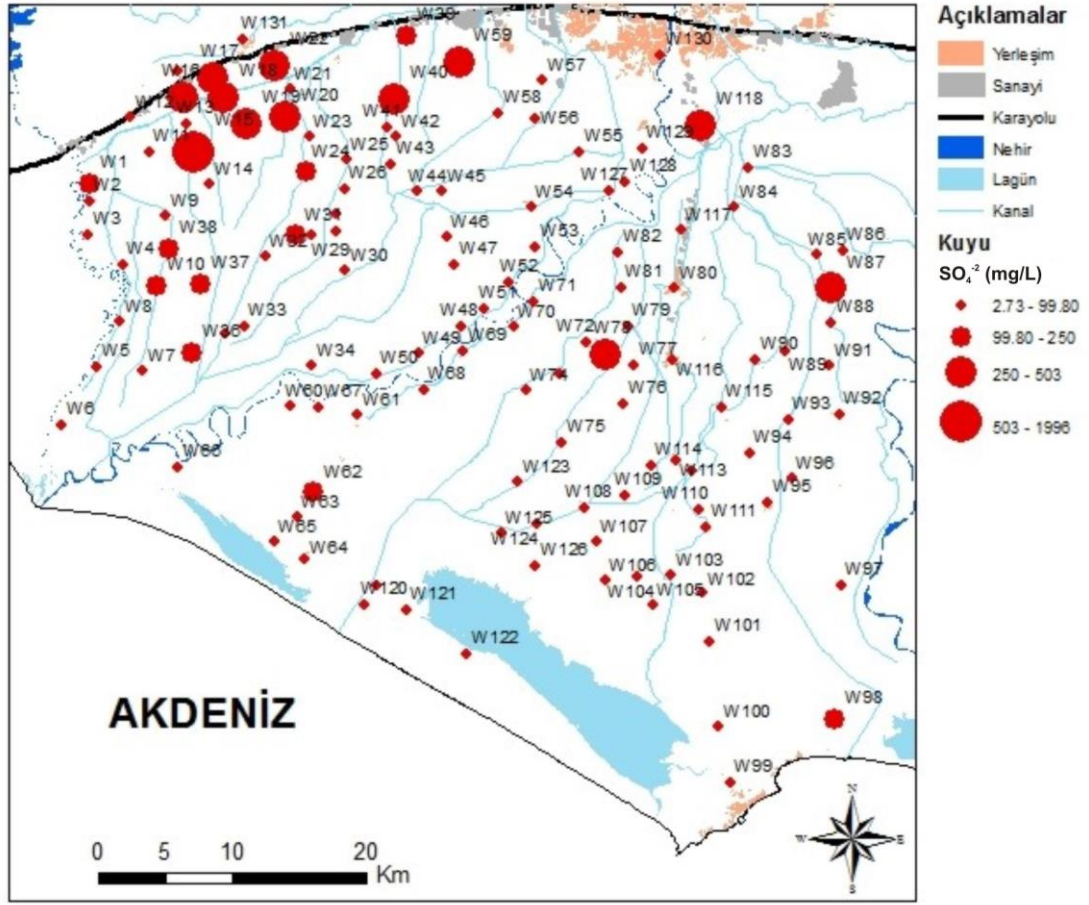
Tarsus ovasından alınan numunelerin %11'i ile Yüreğir ovasından alınan numunelerin %12'si EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (250 mg/L) aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının %65'i I. sınıf (çok iyi), %23'ü II. sınıf (iyi), %11'i III. sınıf (kullanılabilir) ve %1'i V. sınıf (zararlı/uygun değil) sular iken Yüreğir ovasından alınan numunelerin %81'i I. sınıf (çok iyi), %6'sı II. sınıf (iyi), %6'sı III. sınıf (kullanılabilir), %3'ü IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) ve %4'ü V. sınıf (zararlı/uygun değil) sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanındaki su kanallarından alınan numunelerin tamamı I. sınıf (çok iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

4.1.3.3. Sülfat (SO_4^{-2})

Sülfürlü mineraller su ile temas ederek bozdukları zaman oksitlenerek sülfat iyonları oluşmakta ve bu iyonlar suya geçebilmektedir [Hem, 1985; Aksever, 2011; Demer, 2008; Varol, 2011]. Sulardaki sülfatın başlıca kaynakları volkanlar, pirit mineralinin oksitlenmesi, jips ve anhidritlerin çözünmesi, organik maddelerin bozunumu ile atmosfere taşınan H_2S gazının fotokimyasal yolla oksitlenmesi, deniz sularının buharlaşması ve rüzgârın etkisiyle atmosfere taşınmasıdır. Ayrıca asit yağmuru, endüstri ve evsel atıkların yüzev sularına boşaltılması veya çeşitli yollarla yeraltı suyuna sızması, kükürt içeren maden sahalarının drenaj suları da yeraltı ve yüzev sularındaki sülfat miktarını arttıran diğer kaynaklardır [Demer, 2008; Varol, 2011; Aksever, 2011].

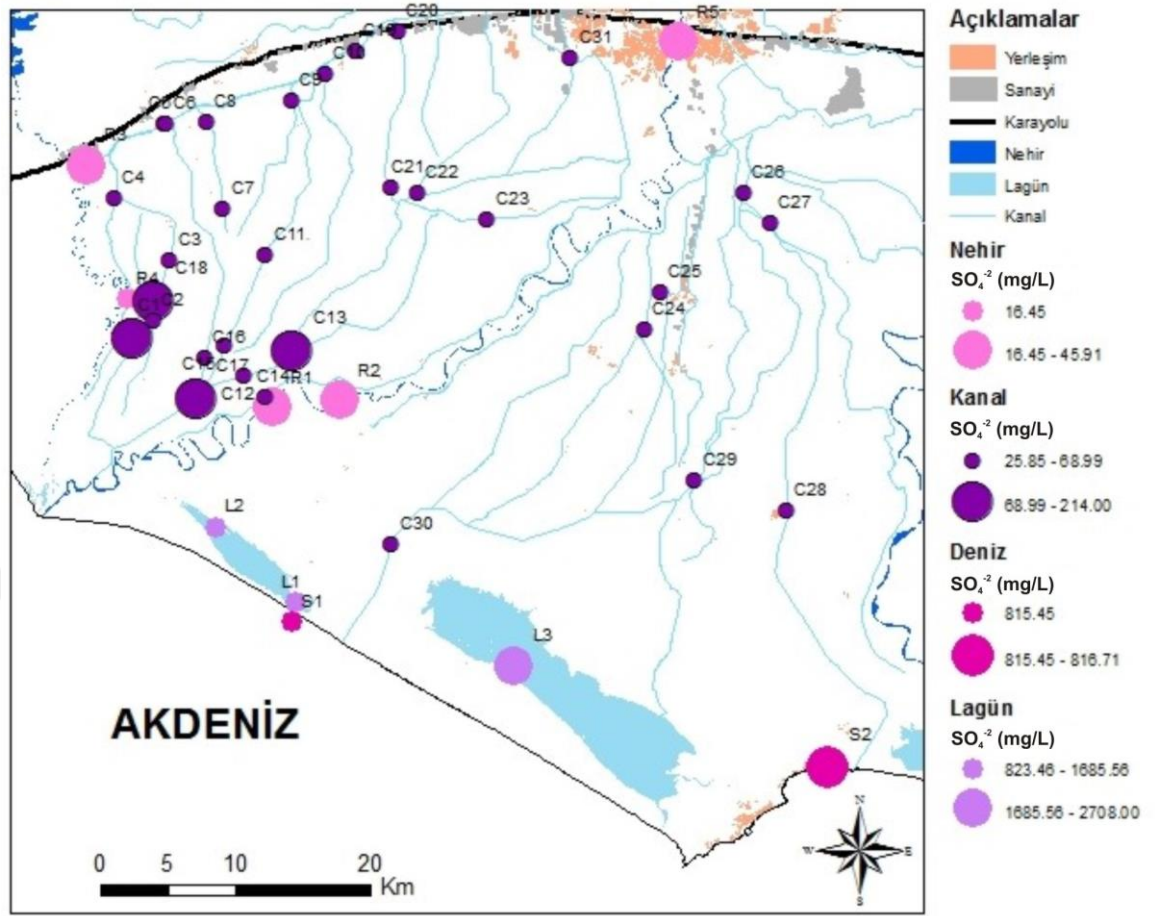
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonu 4,52-1996 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonu 2,73-503 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.25, EK 1).

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonu 815,45-2708 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonu 16,45-45,91 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.26, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin SO_4^{-2} konsantrasyonu ise 25,85-214 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.26, EK 1).



Şekil 4.25. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin SO₄²⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Tarsus ovasından alınan numunelerin %14'ü ile Yüreğir ovasından alınan numunelerin %4'ü EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (250 mg/L) aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının %82'si I. sınıf (çok iyi), %12'si II. sınıf (iyi), %5'i III. sınıf (kullanılabilir) ve %1'i V. sınıf (zararlı/uygun değil) sular iken Yüreğir ovasından alınan numunelerin %94'ü I. sınıf (çok iyi), %1'i II. sınıf (iyi), %5'i III. sınıf (kullanılabilir) sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanındaki su kanallarından C1 nolu numune (II. sınıf) haricindekilerin hepsi I. sınıf (çok iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

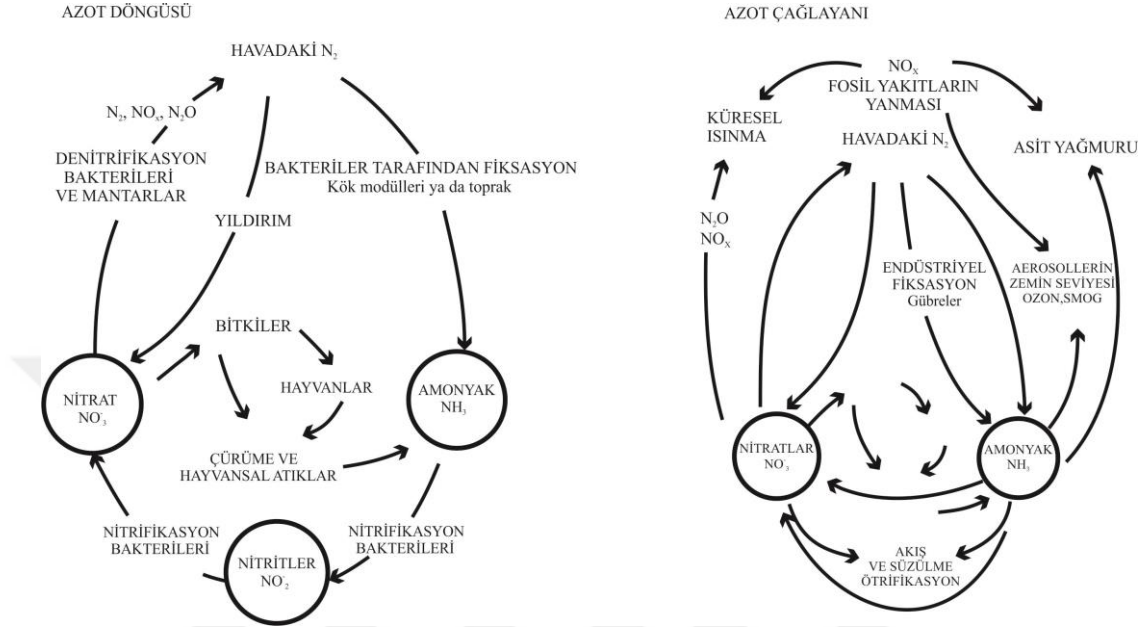


Şekil 4.26. Yüzev sularından alınan su numunelerinin SO₄²⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.3.4. Nitrat (NO₃⁻)-Nitrit (NO₂⁻)-Amonyum (NH₄⁺)

Genellikle topraktan nitrat veya amonyum şeklinde alınan önemli bir bitki besini olan azot, insanlar ve hayvanlar tarafından amino asitlerin temel kaynağı olarak kullanılan bitki proteinlerini oluşturmak için kullanılır [Işık, 2015]. Organik ve inorganik azot bileşikleri mineralizasyon, hidroliz ve bakteriyel nitrifikasyonu kapsayan çok sayıda proses ile nitrata dönüşür. Bitkiler tarafından kullanılmayan veya anoksik koşullarda azot gazına denitrifiye olmayan nitrat, yeraltı ve yüzev sularına sızar. Su kaynaklarındaki nitratın artışının nedeni sadece gübre kullanımının artışı ve hayvancılık atıklarının yayılması değil aynı zamanda fosil yakıtların yanması sonucu azot oksitlerin (NO_x) salınımıdır. Bu salınım meydana gelirken amonyaklı gübrelerin üretilmesi için havadan azotun fiksasyonunun artması doğal döngüye baskın gelen insan kaynaklı bir azot döngüsünün oluşmasına neden

olmuştur. Bu durum asit yağmuru oluşumu, küresel ısınma, zemin seviyesinde ozon ve sis oluşumu ve azotun su kaynaklarına akış ve sızıntısının artışı ile sonuçlanmaktadır (Şekil 4.27) [Hooper, 2006; Işık, 2015].

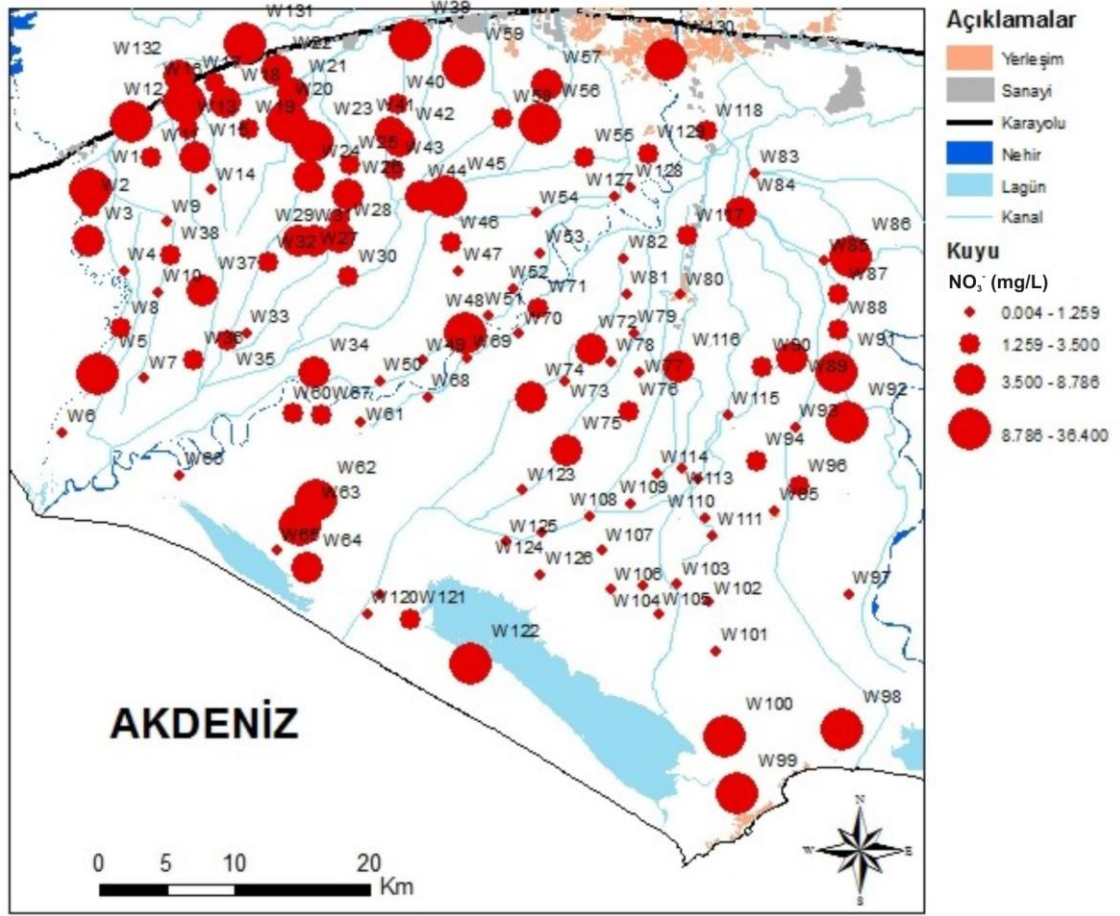


Şekil 4.27. Sanayi öncesi azot döngüsü ile doğal döngüyü gölgeleyen şimdiki azot döngüsünün karşılaştırılması (Işık, 2015).

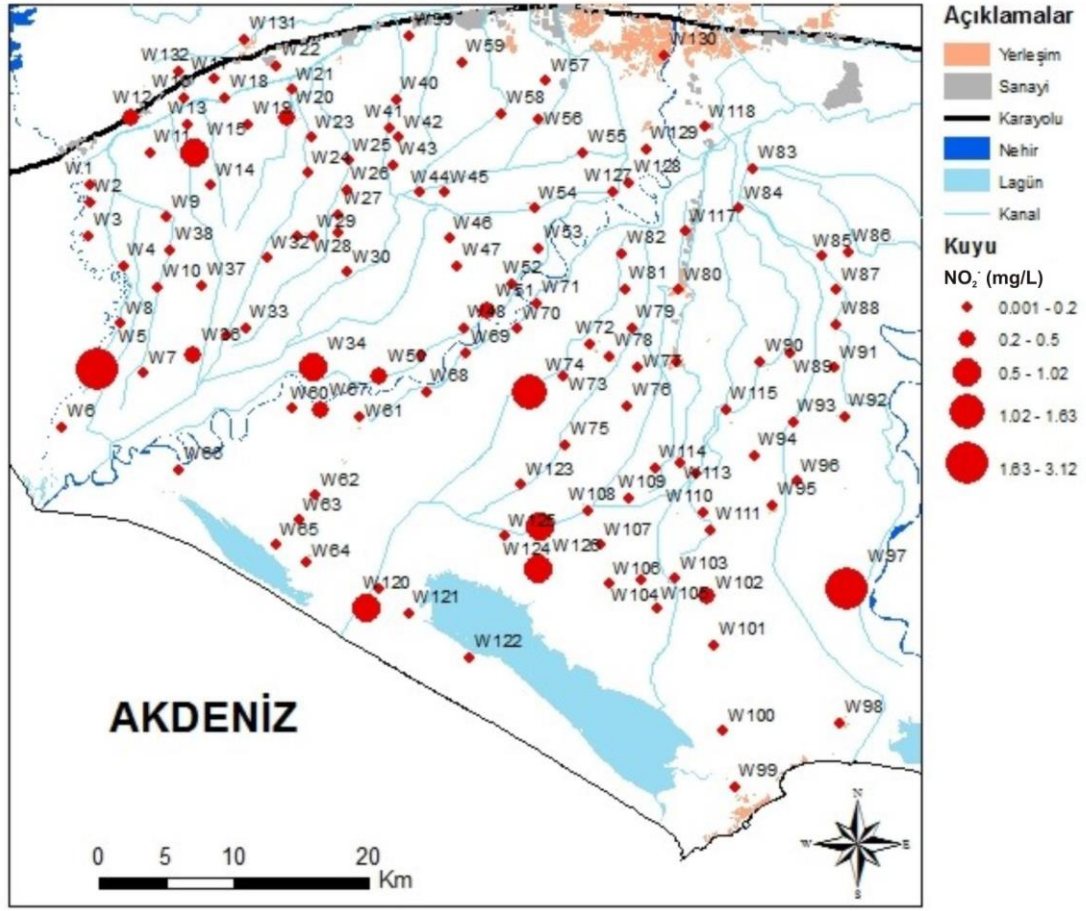
Amonyak ve nitrat arasında (nitrifikasyon) veya nitrat ve azot oksit (N_2O) arasında (denitrifikasyon) geçiş formu olarak bulunan nitrit, sularda düşük miktarlarda bulunan bir azot bileşiğidir [Demer, 2008]. Organik azotun bakteriler tarafından tamamen oksitlenememesi sonucu ortaya çıkar. Bozunan bitkisel ve hayvansal atıklar, evsel atıksular, tarımda kullanılan gübreler, endüstriyel atıklar, katı atıkların yakılması, atmosferdeki azotun yıkanması sulardaki nitritin başlıca kaynaklarıdır [Demer, 2008].

Sularda bulunan azotun en fazla indirgenmiş inorganik bileşiği olan amonyak, çözülmüş amonyak (NH_3) ve amonyum iyonlarından (NH_4^+) oluşmaktadır. Amonyak ve tuzları suda kolay çözünürler, amonyum iyonu genellikle bir geçiş formudur [McNeely vd., 1979; Demer, 2008]. Sulardaki amonyumun kaynağı hem doğal (metabolik prosesler, kayaç ayrışması, hidrotermal aktivite gibi) hem de antropojenik (gübreler ve endüstriyel faaliyetler) olabilir [Aiuppa vd., 2003; Demer, 2008].

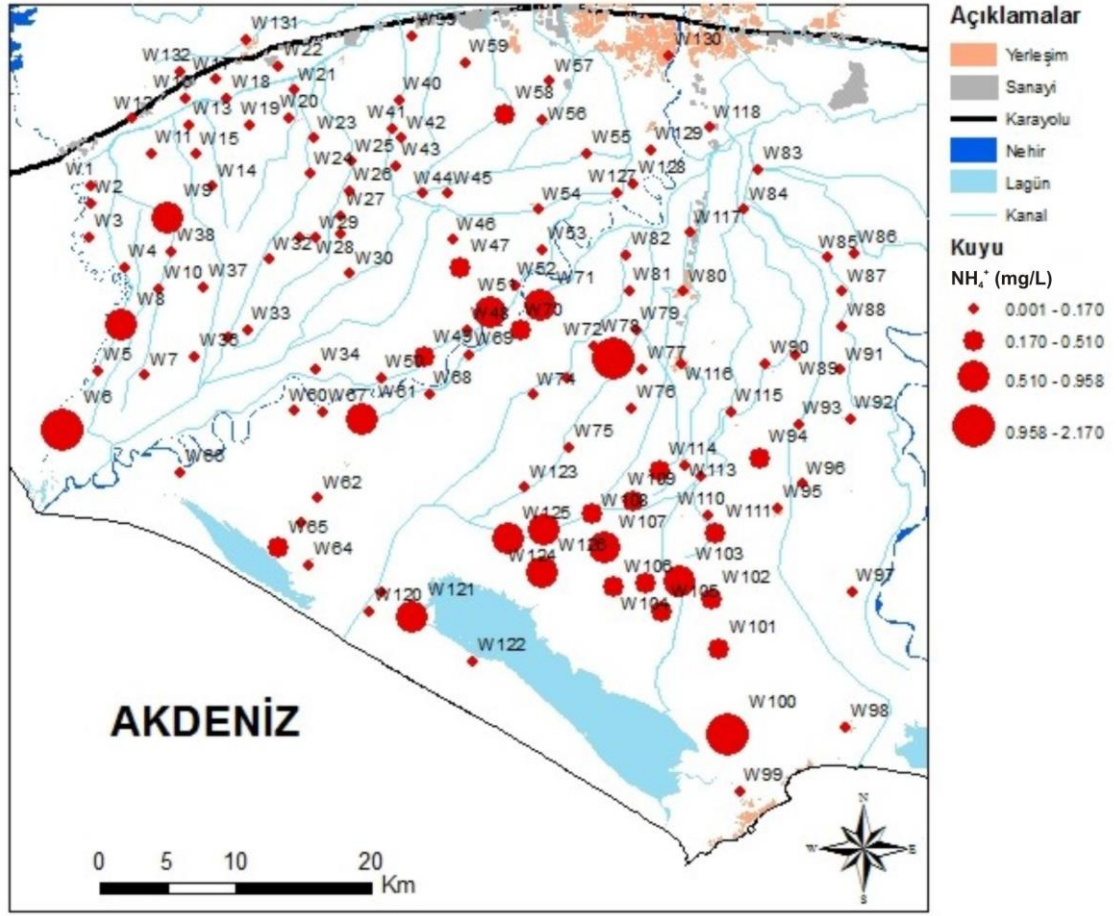
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO_3^- konsantrasyonu 0,028-13,26 mg/L arasında, NO_2^- konsantrasyonu 0,001-3,124 mg/L arasında, NH_4^+ konsantrasyonu ise 0,001-1,65 mg/L arasında değişmektedir. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO_3^- konsantrasyonu 0,004-36,4 mg/L arasında, NO_2^- konsantrasyonu 0,001-3 mg/L arasında, NH_4^+ konsantrasyonu ise 0,001-2,17 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, EK 1).



Şekil 4.28. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO_3^- konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

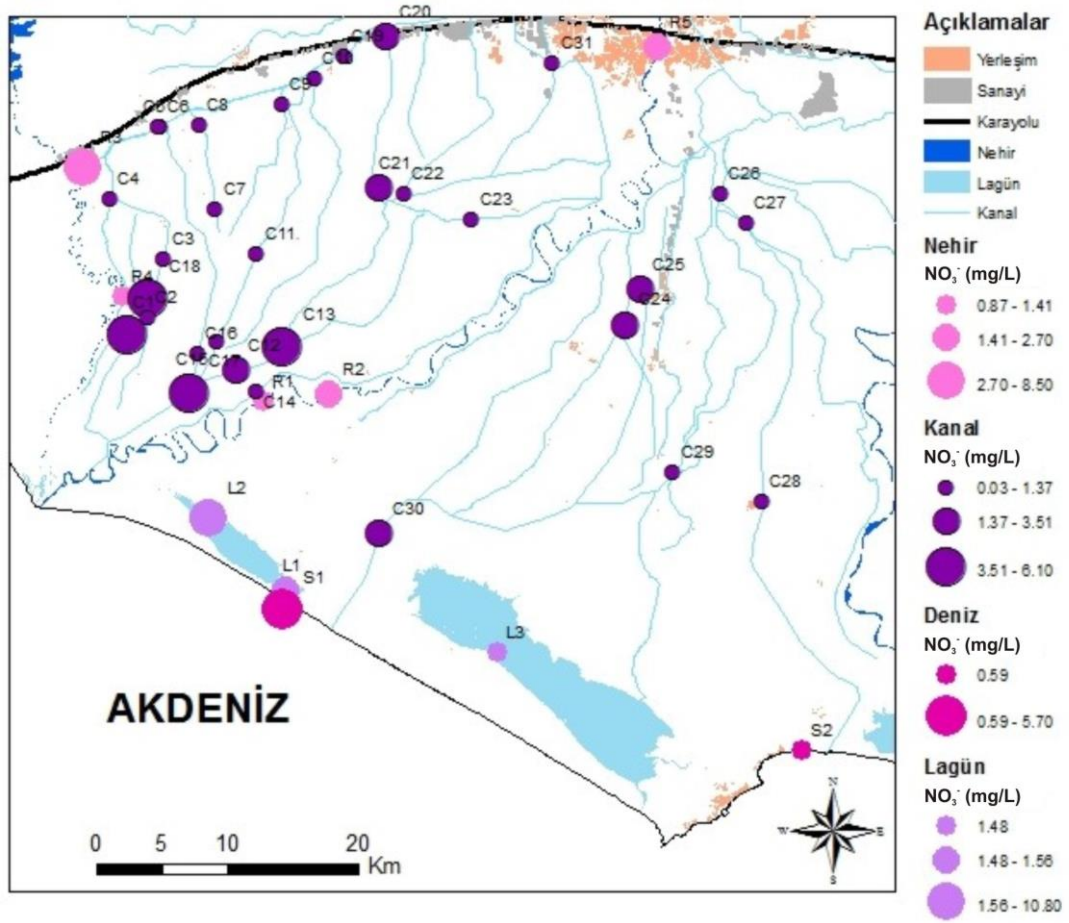


Şekil 4.29. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NO₂⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



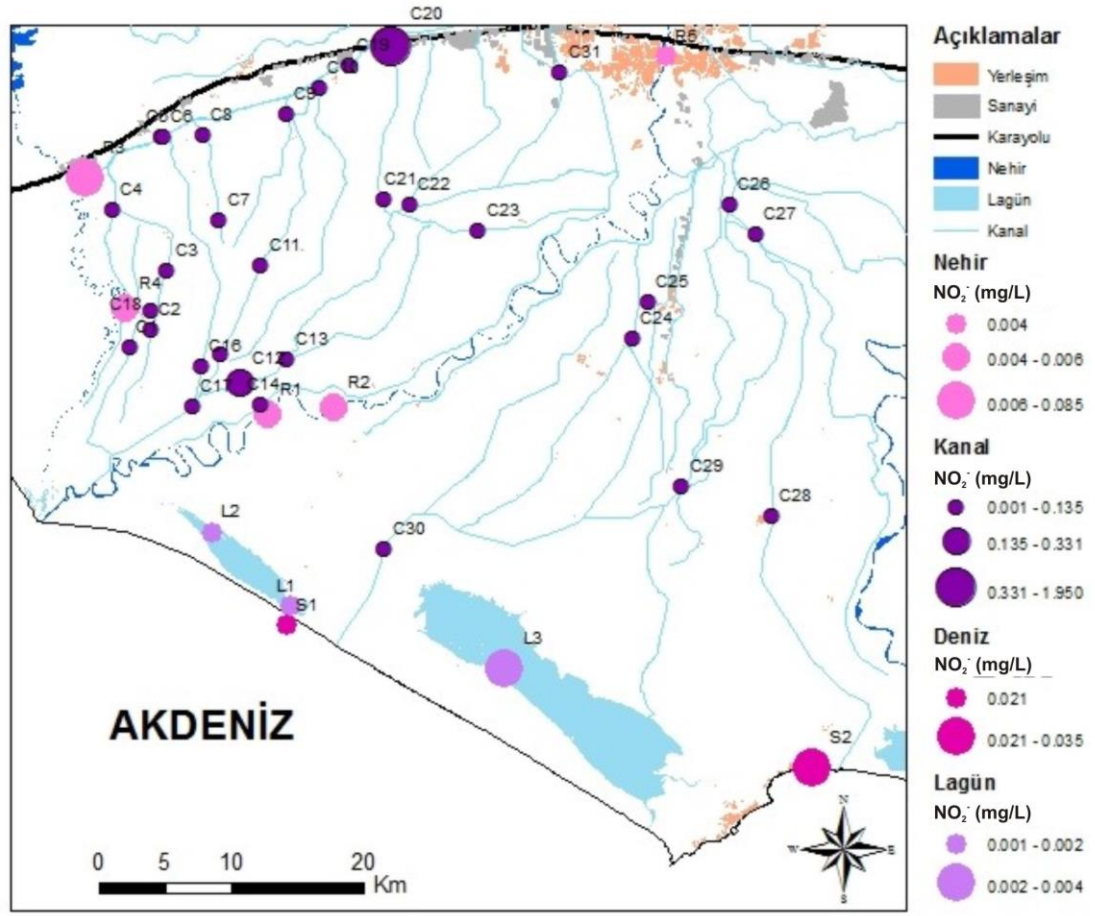
Şekil 4.30. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin NH₄⁺ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin NO₃⁻ konsantrasyonu 0,587-10,8 mg/L arasında, NO₂⁻ konsantrasyonu 0,0011-0,035 mg/L arasında, NH₄⁺ konsantrasyonu ise 0,011-0,021 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, EK 1).



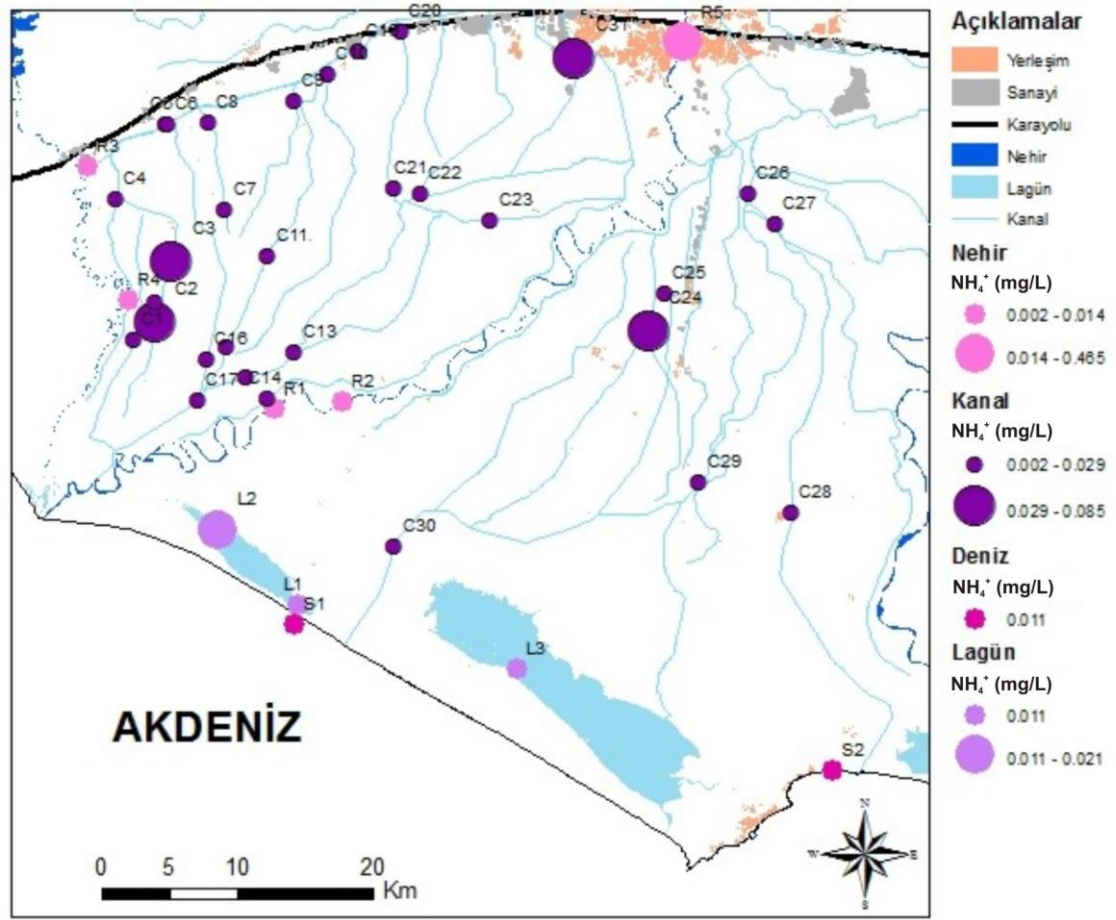
Şekil 4.31. YüzeY sularından alınan su numunelerinin NO₃⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

NehirlereYden alınan su numunelerinin NO₃⁻ konsantrasyonu 0,872-8,5 mg/L arasında, NO₂⁻ konsantrasyonu 0,004-0,085 mg/L arasında, NH₄⁺ konsantrasyonu ise 0,002-0,465 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, EK 1).



Şekil 4.32. YüzeY sularından alınan su numunelerinin NO₂⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Kanallardan alınan su numunelerinin NO₃⁻ konsantrasyonu 0,0275-6,1 mg/L arasında, NO₂⁻ konsantrasyonu 0,001-1,95 mg/L arasında, NH₄⁺ konsantrasyonu ise 0,002-0,085 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, EK 1)



Şekil 4.33. YüzeY sularından alınan su numunelerinin NH₄⁺ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Tarsus ve Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numuneleri, EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında NO₃⁻ için belirtilen sınır değeri (50 mg/L) aşmamıştır. NO₂⁻ için ise Tarsus ovasından alınan numunelerin 8 tanesi, Yüreğir ovasından alınan numunelerin de 7 tanesi WHO (2006)' da belirtilen sınır değeri (0,2 mg/L) aşmıştır. Ayrıca alınan bu numunelerden Tarsus ovasından alınanlardan 3 tanesi, Yüreğir ovasından alınanlardan 5 tanesi EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri (0,5 mg/L) aşmıştır. Sınır değeri aşan bölgelerde hayvancılığın yapıldığı, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu ve direk doğal gübre kullanıldığı gözönünde bulundurulacak olursa nitrit konsantrasyonunun yüksek olması doğaldır.

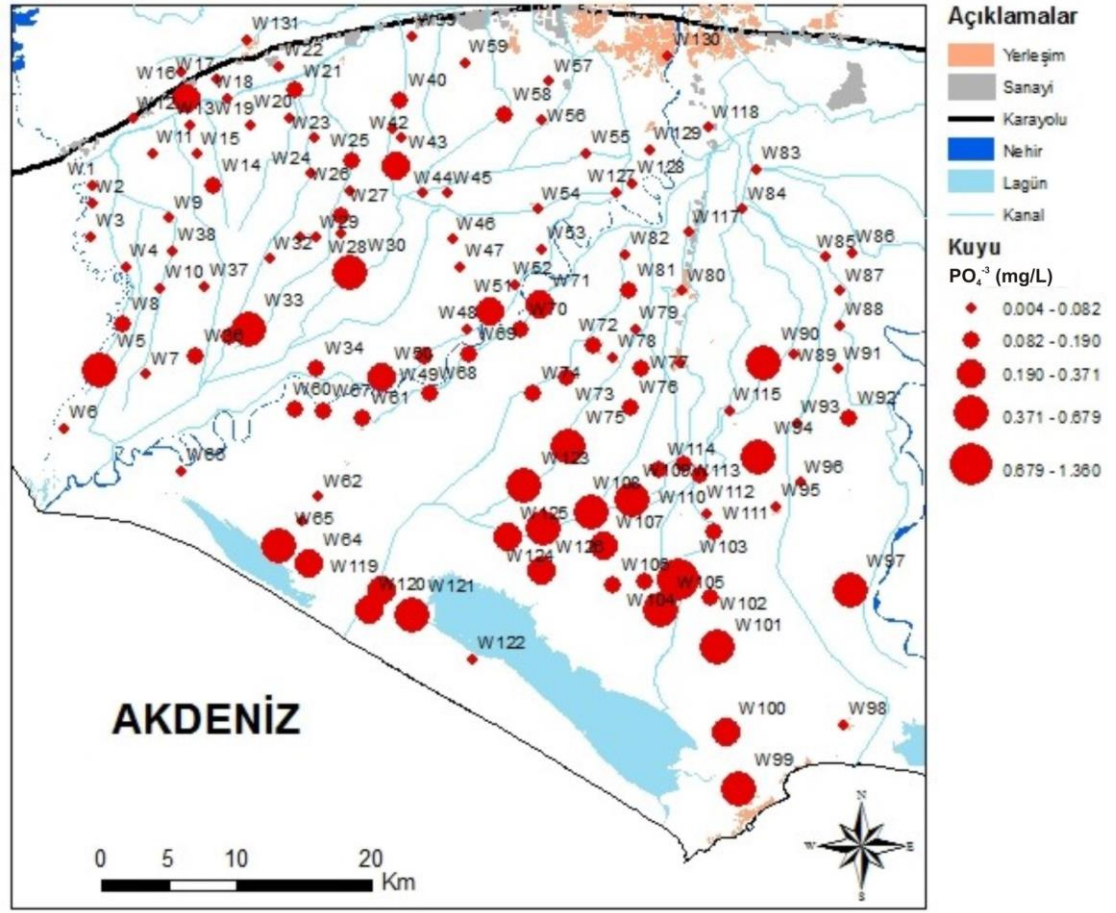
Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan birer numunedeki NH₄⁺ konsantrasyonu WHO (2006)' da belirtilen sınır değeri (1,5 mg/L) aşmışken, Tarsus ovasından alınanlardan 4 tanesi, Yüreğir ovasından alınanlardan 11 tanesi EEC

(1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri (0,5 mg/L) aşmıştır. Deoksidasyon olayıyla nitratın nitrite, nitritin de amonyuma dönüşmesi ile sudaki amonyum miktarında artış olacağı düşünülürse, sınır değeri aşan bölgelerdeki yüksek konsantrasyonların tarım arazilerinde kullanılan gübrelerden ve bu bölgelerdeki evsel atıklardan kaynaklanabileceği söylenebilir. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde göre NO_3^- konsantrasyonuna bağlı olarak Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının %66'si I. sınıf (çok iyi), %9'u II. sınıf (iyi), %15'i III. sınıf (kullanılabilir) sular iken Yüreğir ovasından alınan numunelerin %79'u I. sınıf (çok iyi), %11'i II. sınıf (iyi), %9'u III. sınıf (kullanılabilir) ve %1'i IV. sınıf (ihtiyatla kullanılabilir) sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanındaki su kanallarının %87'si I. sınıf (çok iyi), %13'ü ise II. sınıf (iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

4.1.3.5. Fosfat (PO_4^{-3})

Suda az miktarda bulunmasına rağmen fosfor, alg ve su bitkilerinin büyümesini hızlandırıcı bir etki yapar ve ötrofikasyona neden olur. Yeraltı sularında fosforun ana kimyasal bileşeni PO_4^{-3} iyonudur. Sularda çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur. Bunların başlıcaları ortofosfatlar, polifosfatlar, metafosfatlar ve organik fosfatlardır. Sularda bulunan fosfatın kaynağı, kayaçlar, bozunan bitkisel ve hayvansal atıklar, evsel ve endüstriyel atıklar, arıtma tesisi atıksuları, katı atık depolama alanları, tarımda kullanılan gübreler ve sulamadan dönen atık sulardır [Matthes, 1982; Hem, 1985; Aiuppa vd., 2003; Demer, 2008].

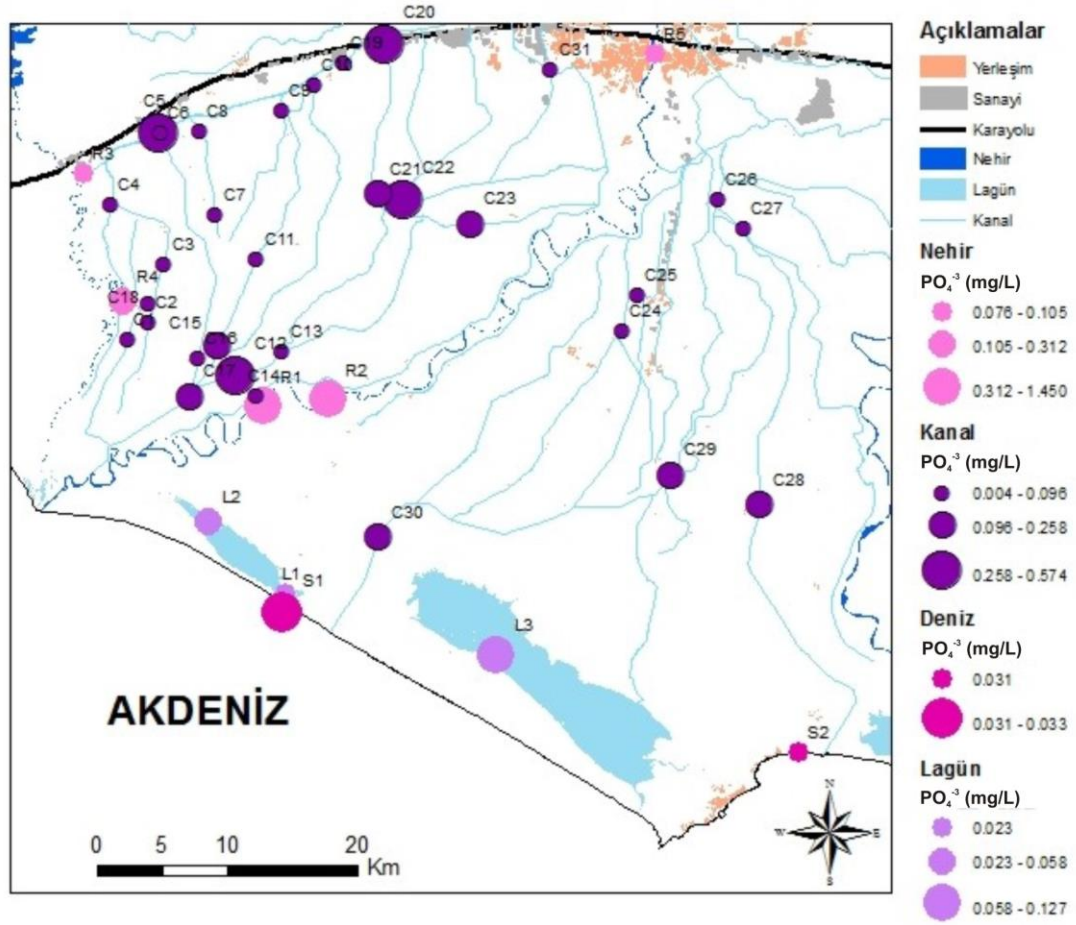
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin PO_4^{-3} konsantrasyonu 0,007-0,489 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin PO_4^{-3} konsantrasyonu 0,004-1,36 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.34, EK 1).



Şekil 4.34. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin PO_4^{3-} konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin PO_4^{3-} konsantrasyonu 0,023-0,127 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin PO_4^{3-} konsantrasyonu 0,076-1,45 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.35, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin PO_4^{3-} konsantrasyonu ise 0,004-0,574 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.35, EK 1).

EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) PO_4^{3-} konsantrasyonu için herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (EK 3).

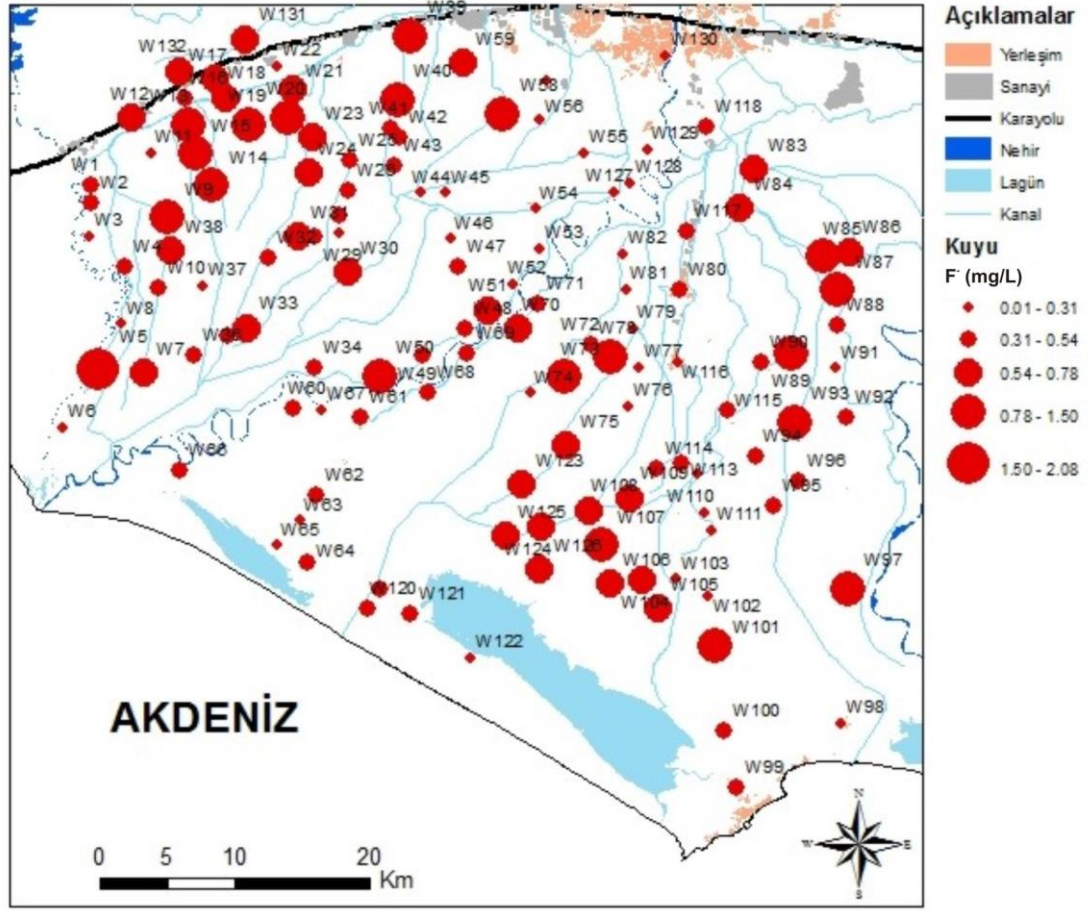


Şekil 4.35. YüzeY sularından alınan su numunelerinin PO₄⁻³ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.3.6. Florür (F⁻)

Sularda genellikle düşük konsantrasyonlarda gözlenmesine rağmen, volkanik kayalar, mika mineralleri ve termal kaynaklar yüksek florür konsantrasyonlarına neden olmaktadır [Varol vd., 2008].

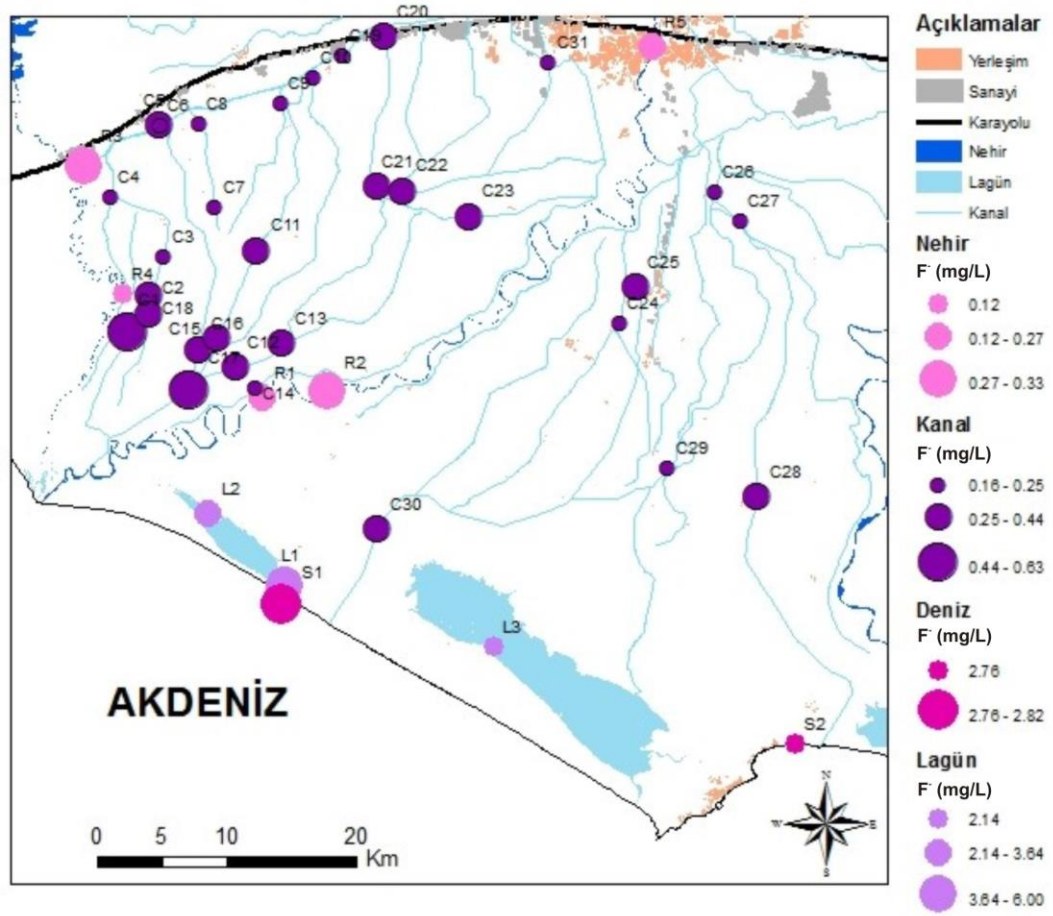
Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin F⁻ konsantrasyonu 0,06-2,08 mg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin F⁻ konsantrasyonu 0,01-1,46 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.36, EK 1).



Şekil 4.36. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin F⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin F⁻ iyon konsantrasyonu 2,14-6,0 mg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin F⁻ iyon konsantrasyonu 0,12-0,33 arasında değişmektedir (Şekil 4.37, EK 1). Kanallardan alınan su numunelerinin F⁻ konsantrasyonu ise 0,16-0,63 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.37, EK 1).

Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numuneleri (W5 nolu hariç) EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (1,5 mg/L) aşmamıştır. Çalışma alanındaki su kanallarından alınan numuneler Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen izin verilen maksimum konsantrasyonu (1 mg/L) aşmamışken, Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinden 7 tanesi, Yüreğir ovasından alınanlardan ise 5 tanesi sınır değeri aşmıştır.



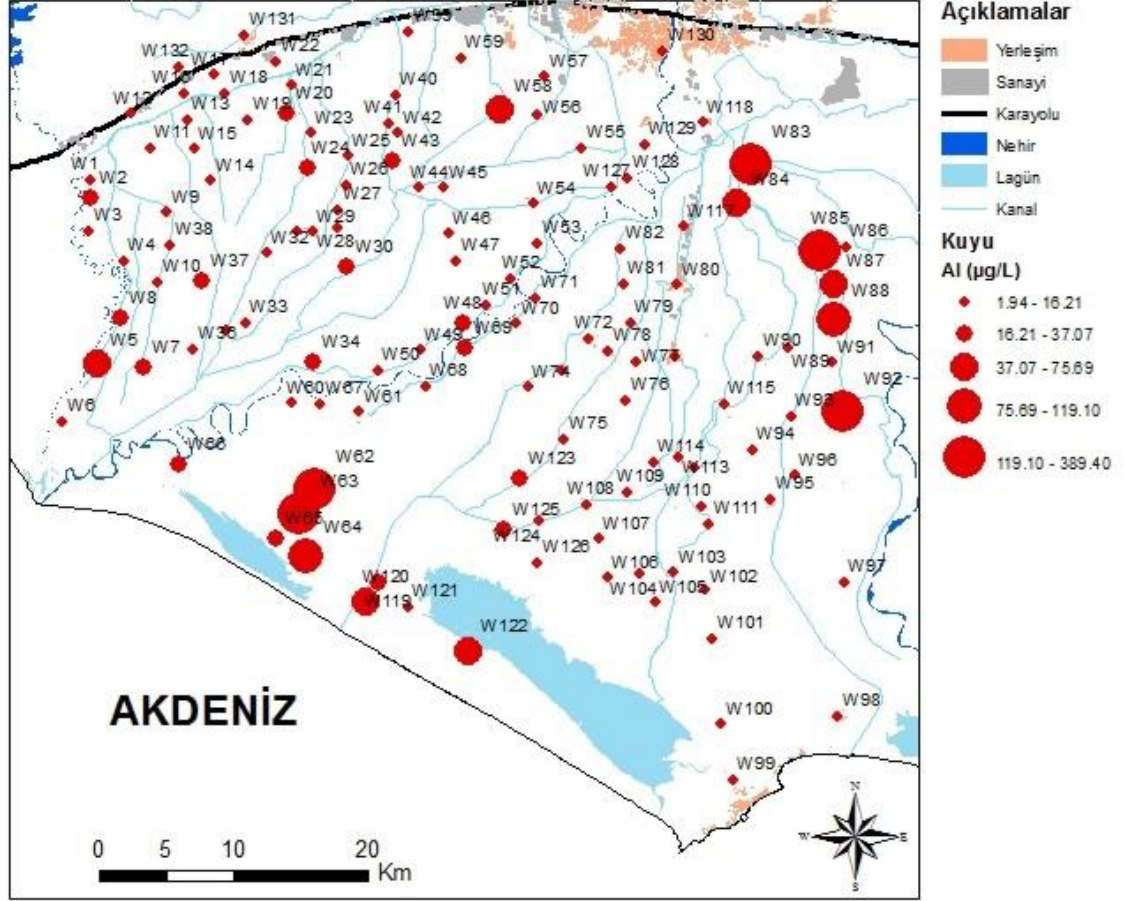
Şekil 4.37. YüzeY sularından alınan su numunelerinin F⁻ konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.4. Suların İz Element İçerikleri

4.1.4.1. Alüminyum (Al)

Alüminyum, yer kabuğunda önemli miktarda (%8,6) bulunmasına rağmen, az çözünmesi nedeniyle sularda az miktarda bulunmaktadır [Demir, 2008; Aksever, 2011; Varol, 2011]. Alüminyum en çok magmatik kayalar ile kumtaşları, kilitaşları ve killi kireçtaşı gibi tortul kayalardan, ilaç sanayisinden ve endüstriyel atıklardan suya geçmektedir [Hem, 1985; Gökçe, 2000; Yalçın ve Akpolat, 2001; Ekemen, 2006; Demir, 2008].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Al konsantrasyonu 2,09-61,82 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Al konsantrasyonu ise 1,94-389,4 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.38, EK 2).

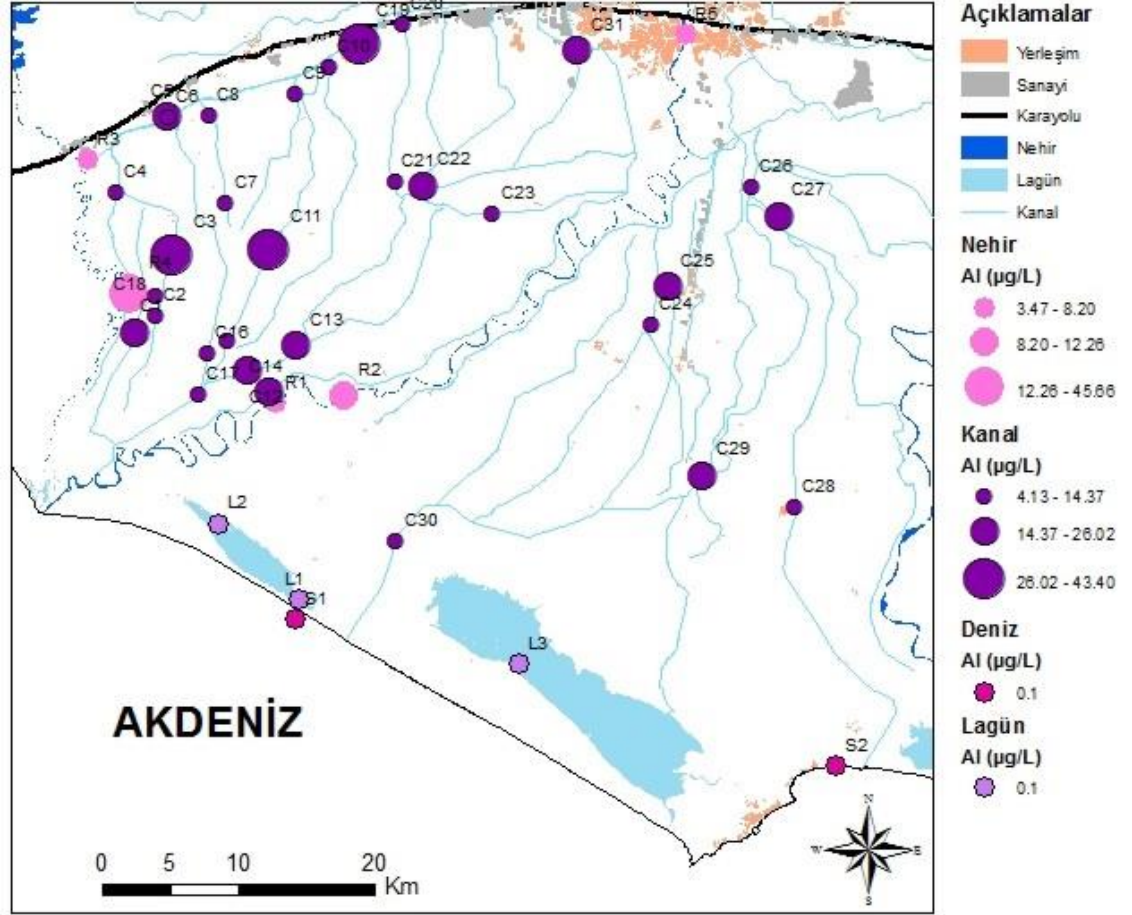


Şekil 4.38. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Al konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Al konsantrasyonu 0,1 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Al konsantrasyonu 3,47-45,66 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.39, EK 2). Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numunelerinin Al konsantrasyonu ise 4,13-43,40 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.39, EK 2).

Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan (W62, W63, W83, W85 ve W92 nolu hariç) numuneler EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (200 µg/L) aşmamıştır. Ayrıca yeraltı suyu numuneleri ve su

kanallarından alınan numunelerdeki Al konsantrasyonu Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen izin verilen maksimum konsantrasyonu (5 mg/L) aşmamıştır.



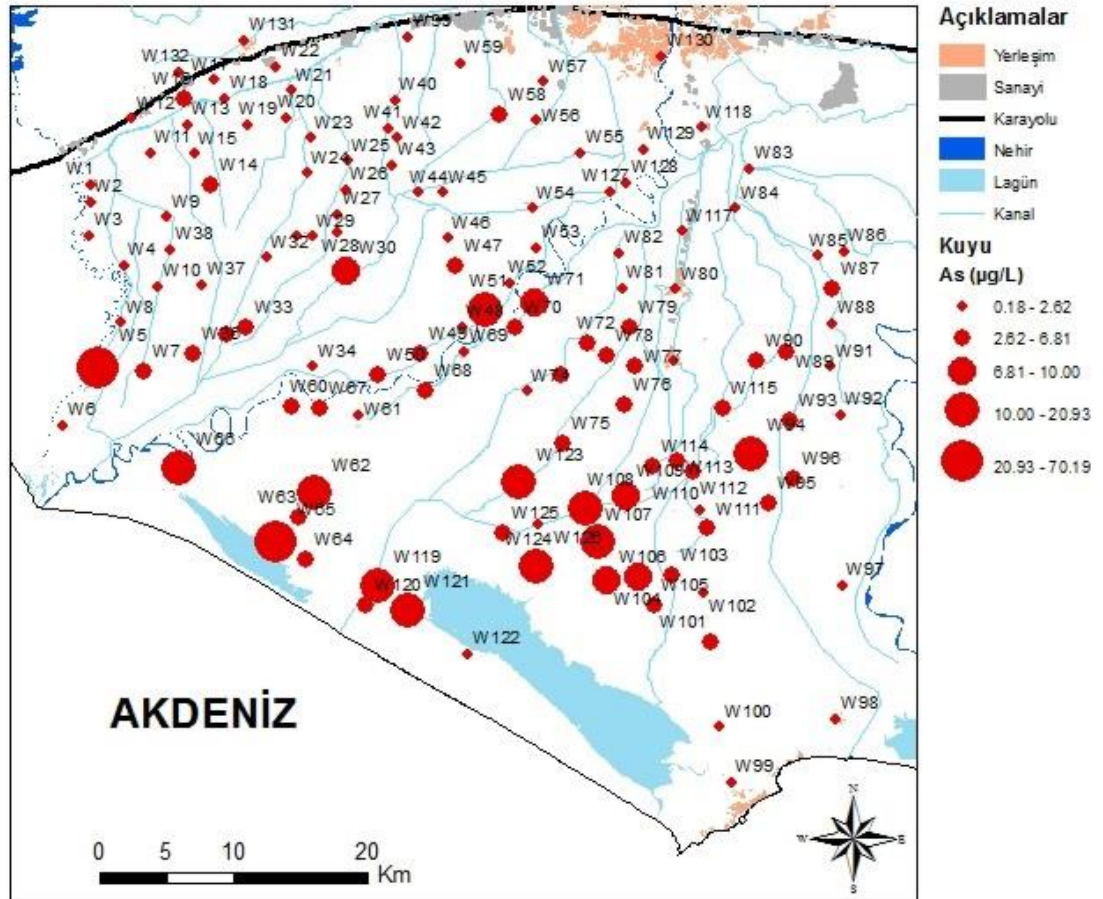
Şekil 4.39. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Al konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.4.2. Arsenik (As)

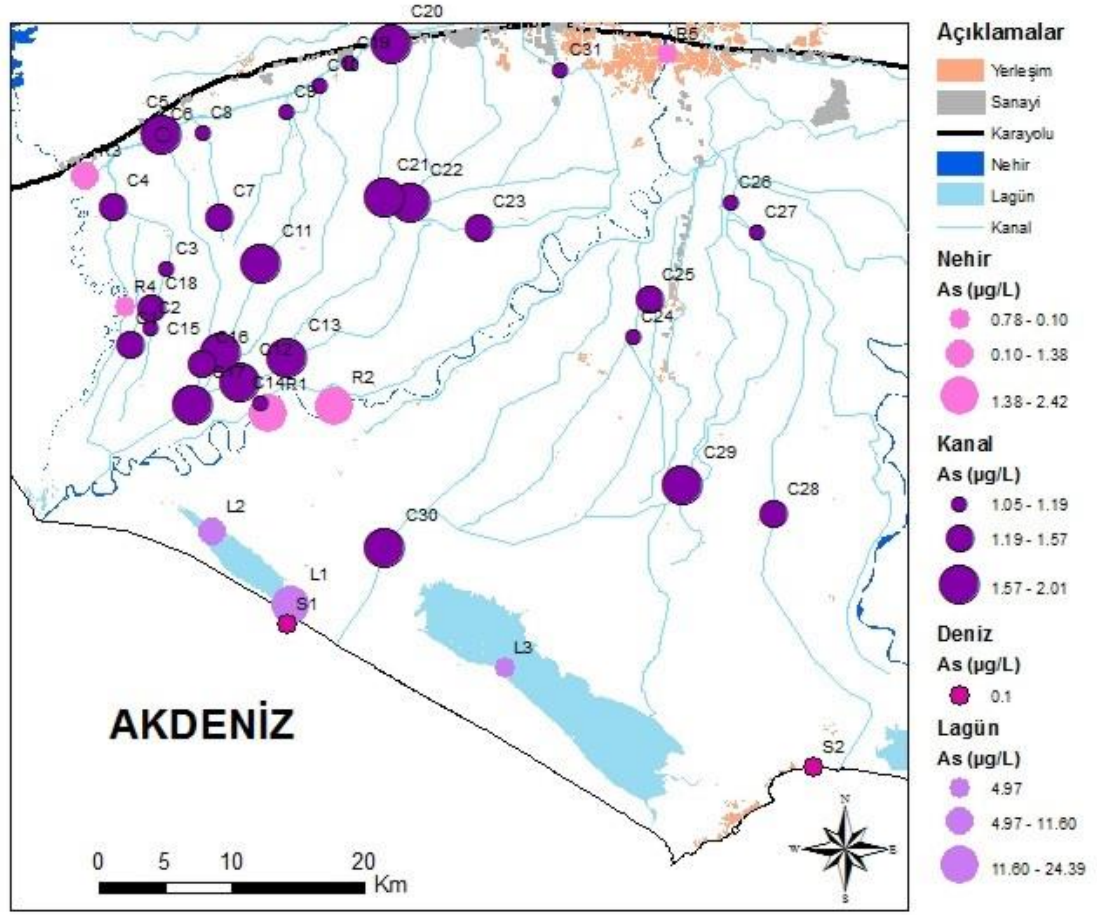
Doğada jeolojik olarak geniş bir alana yayılmış olan arseniğin sular da yüksek konsantrasyonlarda gözlenmesi genellikle sülfür minerallerinin bozunmasından ve jeotermal alanlardan kaynaklanmaktadır [Smedley vd., 2002; Varol vd., 2008]. Kalkofil bir element olan arsenik, hidrotermal damarlarda Au, Ag, Cu, Ni, Co ve Fe gibi elementlerle, Ni-Cu sülfid yataklarında, bazı uranyum damarlarında, bakırlı şeyl ve kumtaşlarında (Cu, V, U, Ag gibi elementlerle), fosfatlı kayaçlarda ve oksitlerde gözlenmektedir [Aksever, 2011]. İçme sularında bulunan başlıca inorganik arsenik formları arsenit (As^{+3}) ve arsenat (As^{+5})'tır [Işık, 2015].

Anoksik yeraltı suları daha reaktif ve toksik formu olan arseniti içerirken, yüzeysel suları ağırlıklı olarak arsenatı içerir [Işık, 2015].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin As konsantrasyonu 0,18-49,94 $\mu\text{g/L}$ arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin As konsantrasyonu ise 0,22-70,19 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.40, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin As konsantrasyonu 0,1-24,39 $\mu\text{g/L}$ iken, nehirlerden alınan su numunelerinin As konsantrasyonu 0,78-2,42 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.41, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin As konsantrasyonu 1,05-2,01 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.41, EK 2).



Şekil 4.40. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin As konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.41. YüzeY sularından alınan su numunelerinin As konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

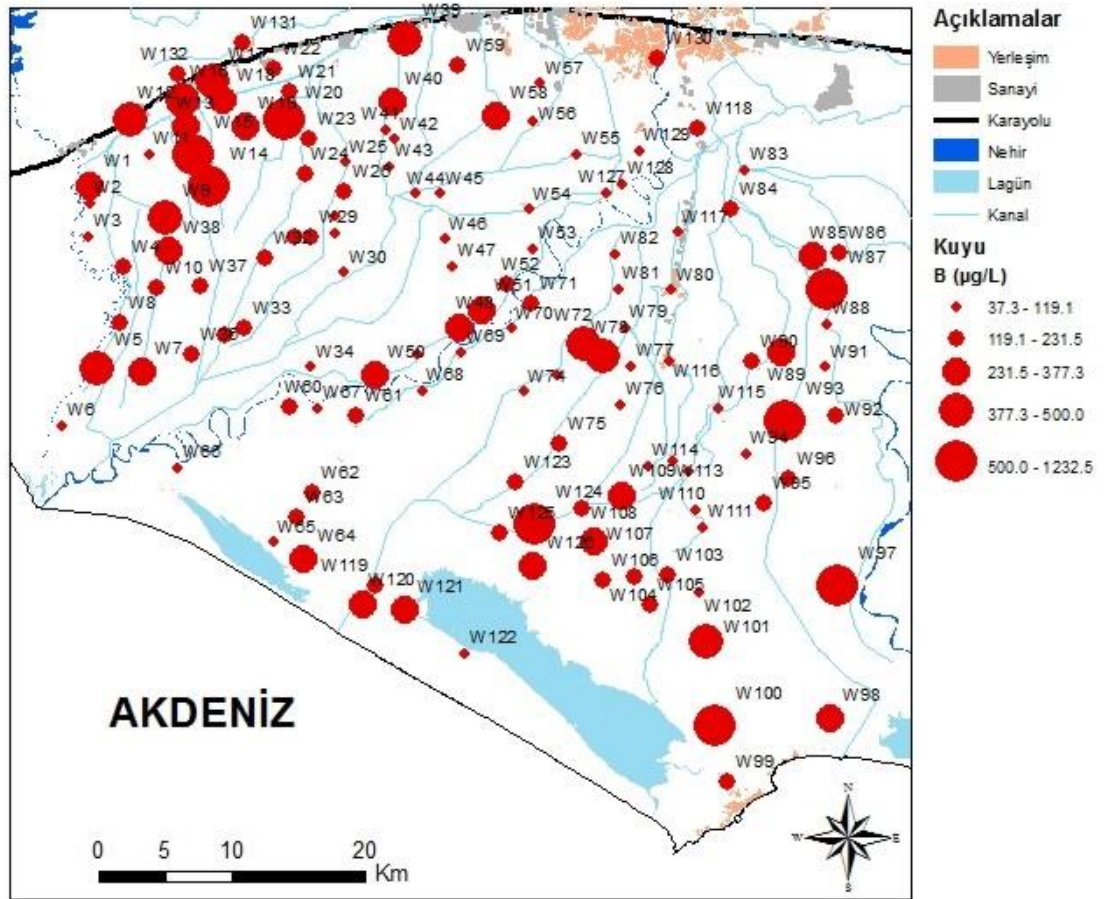
Tarsus ovasından alınan W5 ve W51 nolu numuneler ile Yüreğir ovasından alınan W62, W65, W66, W94, W107, W108, W119, W121, W123 ve W126 nolu numuneler (tarımsal faaliyetlerin daha yoğun olduğu bölgeler) EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri ($10 \mu\text{g/L}$) aşmıştır. Su kanallarından ve yeraltı suyundan alınan numunelerindeki As konsantrasyonu Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen izin verilen maksimum konsantrasyonu ($0,1 \text{ mg/L}$) aşmamıştır.

4.1.4.3. Bor (B)

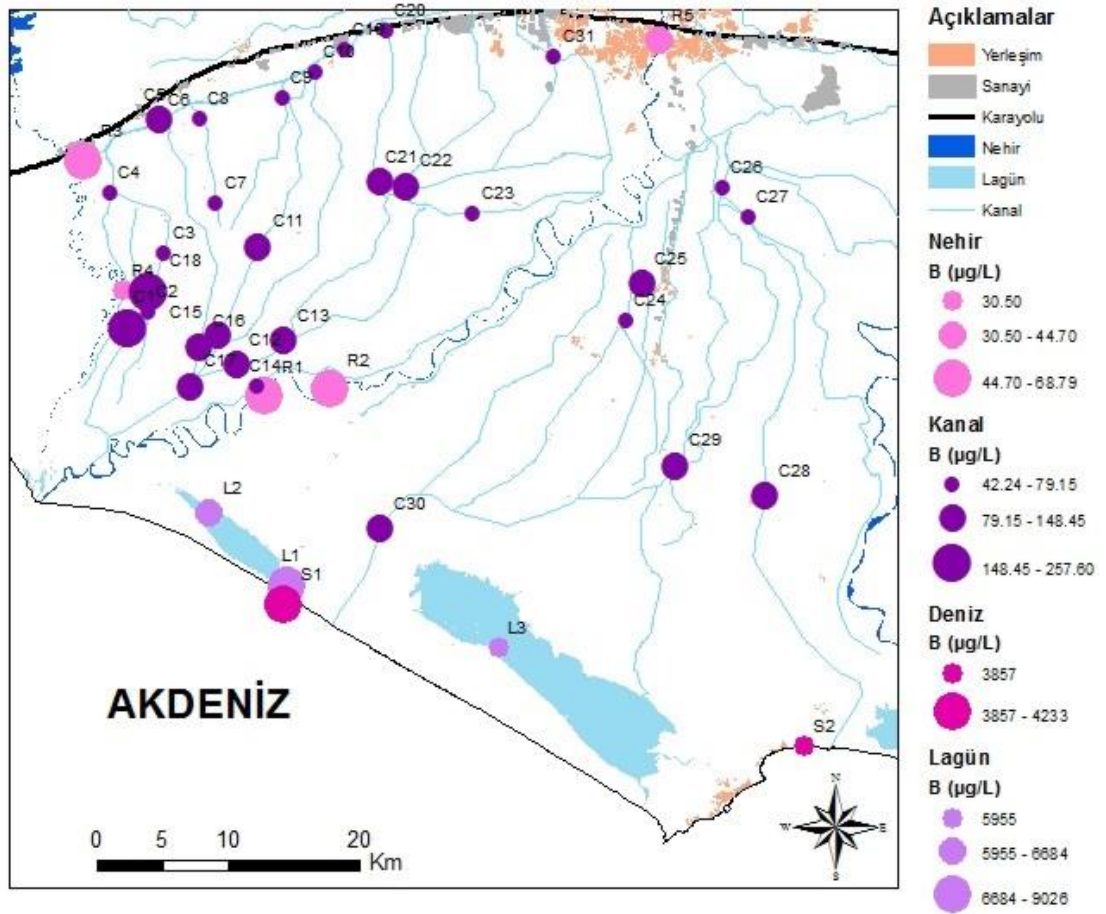
Bor, magmatik ve metamorfik kayalarda iz element veya bor silikatları şeklinde gözlenirken kireçtaşlarındaki bor, içerdikleri kil miktarı ile orantılıdır. Bor, yeraltı suyunda doğal olarak bulunurken, yüzeY sularında endüstriyel atıkların veya

tarımsal yüzeysel akışların ve çürüyen bitkilerin bir ürünü olarak bulunabilmektedir [Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin B konsantrasyonu 37,26-1232,5 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin B konsantrasyonu ise 39,31-798,5 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.42, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin B konsantrasyonu 3857-9026 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin B konsantrasyonu 30,5-68,79 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.43, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin B konsantrasyonu 42,24-257,6 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.43, EK 2).



Şekil 4.42. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin B konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.43. YüzeY sularından alınan su numunelerinin B konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

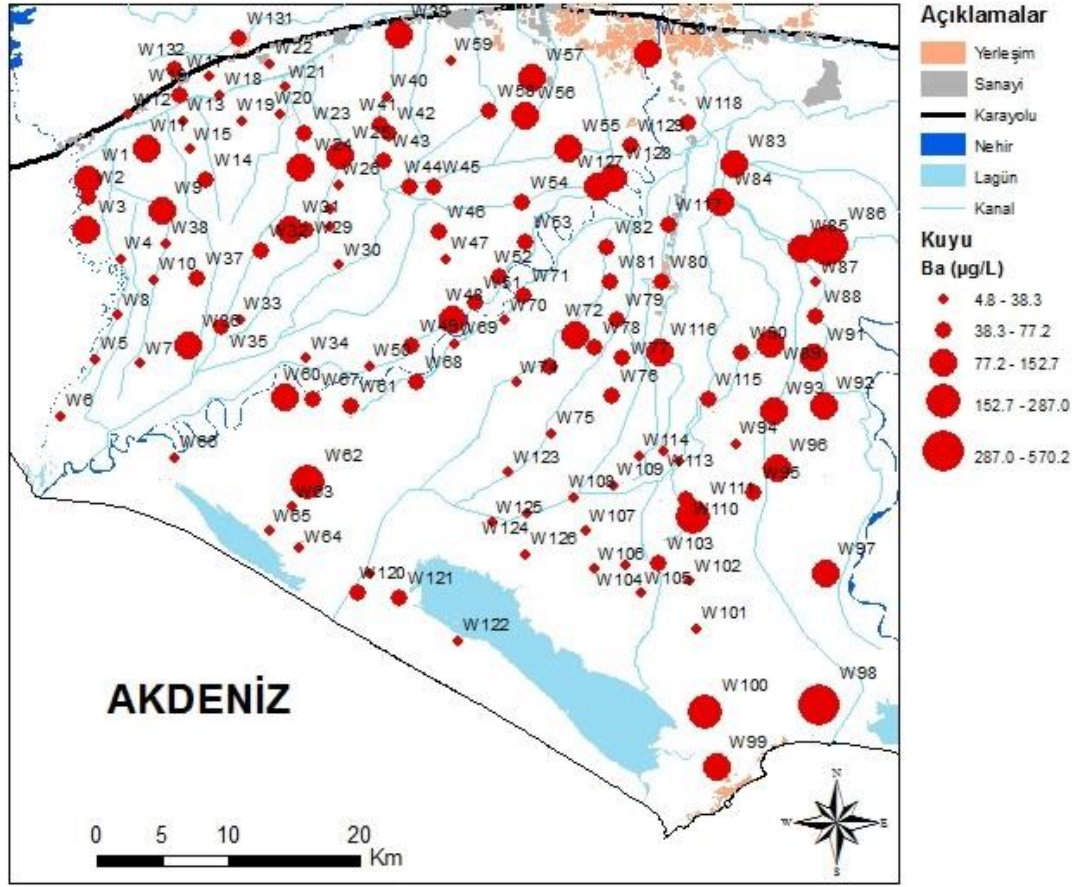
Tarsus ovasından alınan W15 ve W20 nolu numuneler EEC (1998) yönergesinde (1 mg/L) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (0,5 mg/L) aşmıştır. Yüreğir ovasından alınan W87, W93, W97 ve W100 nolu numuneler WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (0,5 mg/L) aşmıştır. Yüksek konsantrasyonların gözlendiği yerler endüstriyel faaliyetlerin olduğu yerlerdir. Bor miktarının çökeltme ortamının tuzluluğu hakkında bilgi verdiği de göz önünde bulundurulacak olursa EC değerlerinin yüksek olduğu yerlerle uyumlu olduğu gözlenmiştir. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre B konsantrasyonuna bağlı olarak Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının %95'i I. sınıf (çok iyi), %3'ü II. sınıf (iyi), %2'si III. sınıf (kullanılabilir) sular iken Yüreğir ovasından alınan numunelerin %93'ü I. sınıf (çok iyi), %7'si II. sınıf (iyi) sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanındaki su

kanallarından alınan numunelerin tamamı I. sınıf (çok iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

4.1.4.4. Baryum (Ba)

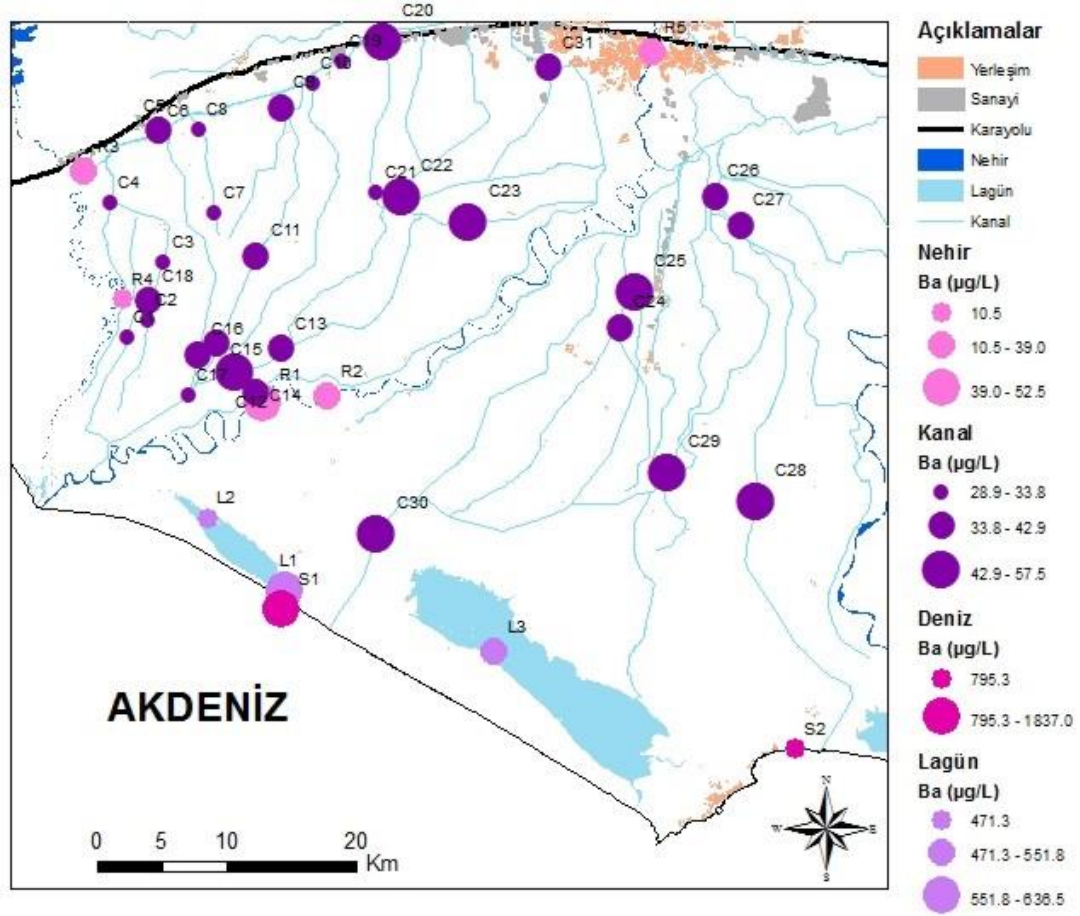
Magmatik ve tortul kayalarda ender olarak bulunan baryumun, metamorfik kayalardaki miktarı ise değişkindir [Şahinci, 1991; Aksever, 2011; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ba konsantrasyonu 5,67-152,7 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ba konsantrasyonu ise 4,75-570,2 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.44, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Ba konsantrasyonu 471,3-1837 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Ba konsantrasyonu 10,51-52,49 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.45, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Ba konsantrasyonu 28,87-57,55 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.45, EK 2).



Şekil 4.44. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ba konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Ba konsantrasyonu için EEC (1998) yönergesinde belirtilen bir sınır değer yokken, bölgeden alınan yeraltı suyu numuneleri WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (0,7 mg/L) aşmamıştır. Ba konsantrasyonu için Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen bir sınır değer bulunmamaktadır (EK 3).



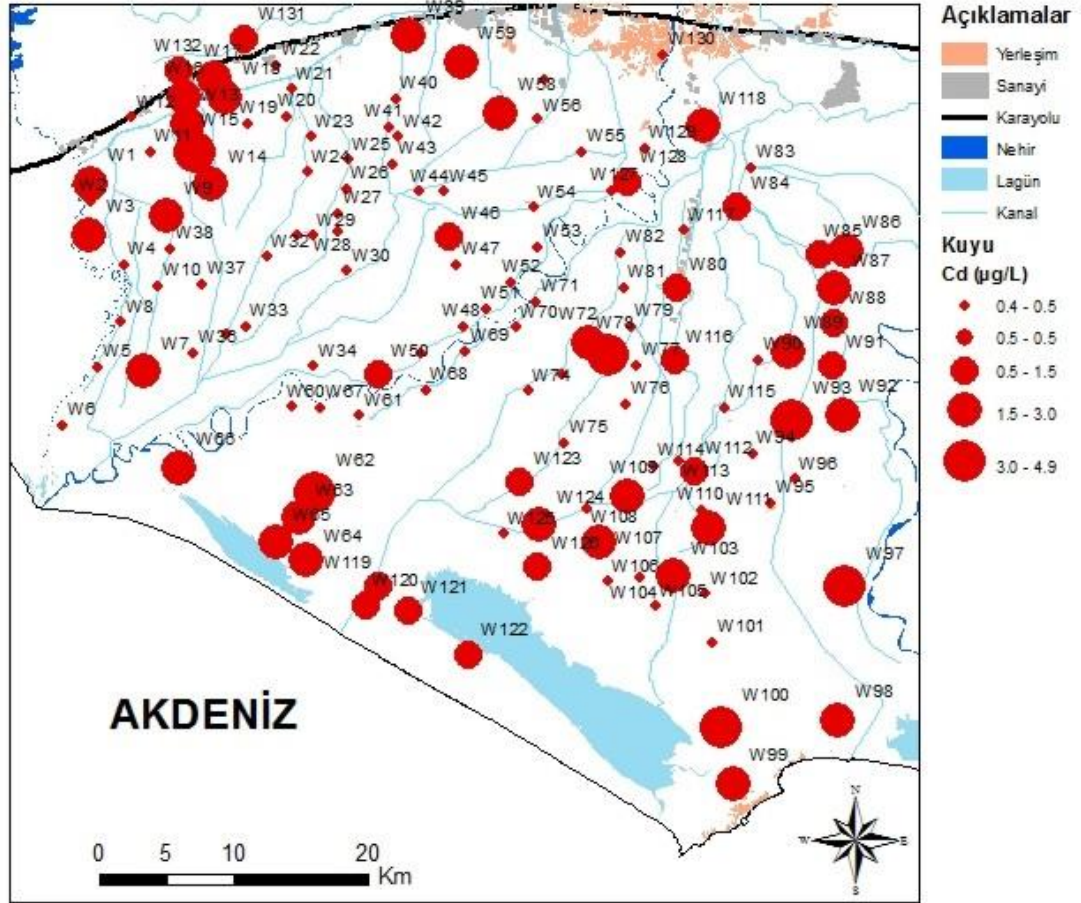
Şekil 4.45. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Ba konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

4.1.4.5. Kadmiyum (Cd)

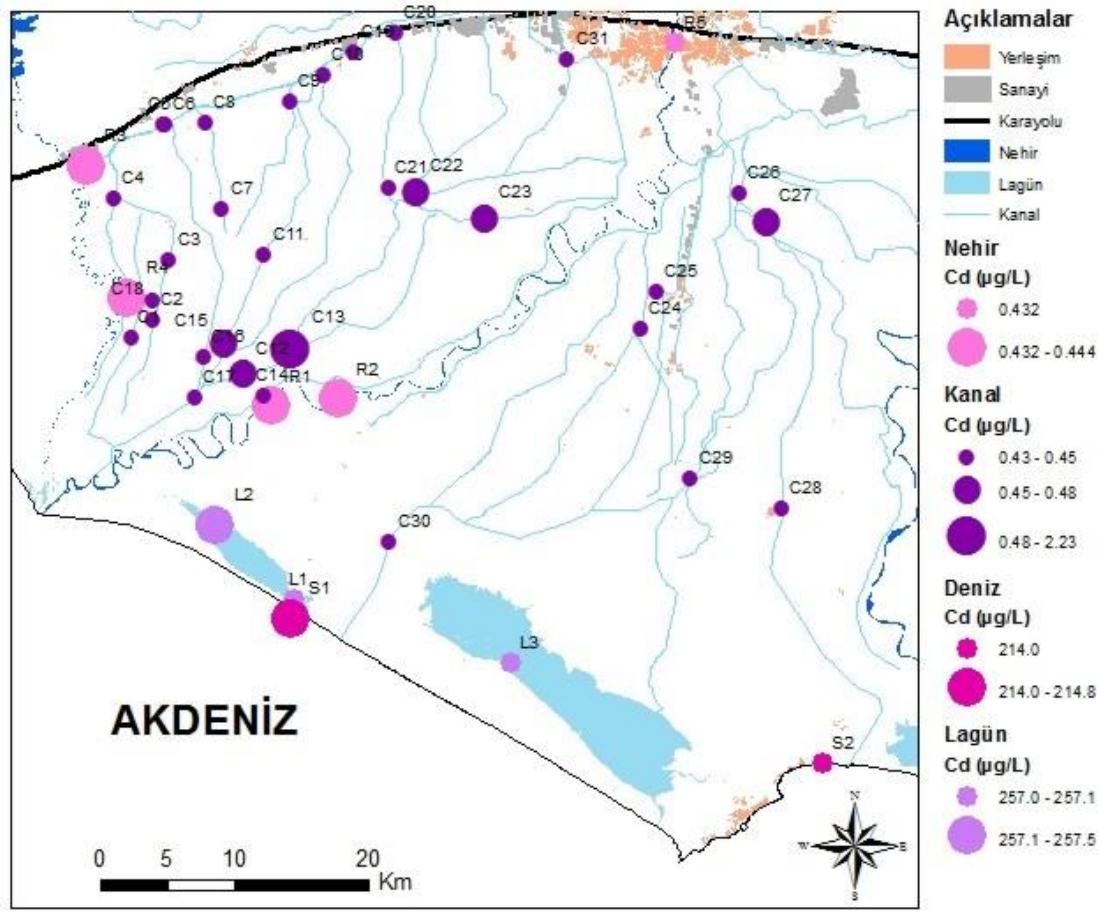
Kadmiyum, gübre kullanımından kaynaklanan yaygın bir kirletici olmasına rağmen esas olarak atıksulardan kaynaklanmaktadır [Işık, 2015]. Jeokimyası çinkoya benzediğinden ve sülfüre olan ilgisinden dolayı normalde çok az miktarda (yaklaşık olarak 0,1 mg/L) gözlenen kadmiyum, sfalerit (ZnS)'te 1000-5000 mg/kg arasında gözlenmektedir. Kadmiyum kirlenmesi ile ilgili yorumlarda Zn/Cd oranının kullanılmasının sebebi budur [Şahinci, 1991; Aysan, 1999].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cd konsantrasyonu 0,43-4,39 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cd konsantrasyonu ise 0,43-4,93 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.46, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonu 214-

257,5 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonu 0,43-0,44 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.47, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonu ise 0,43-2,23 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.47, EK 2).



Şekil 4.46. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cd konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



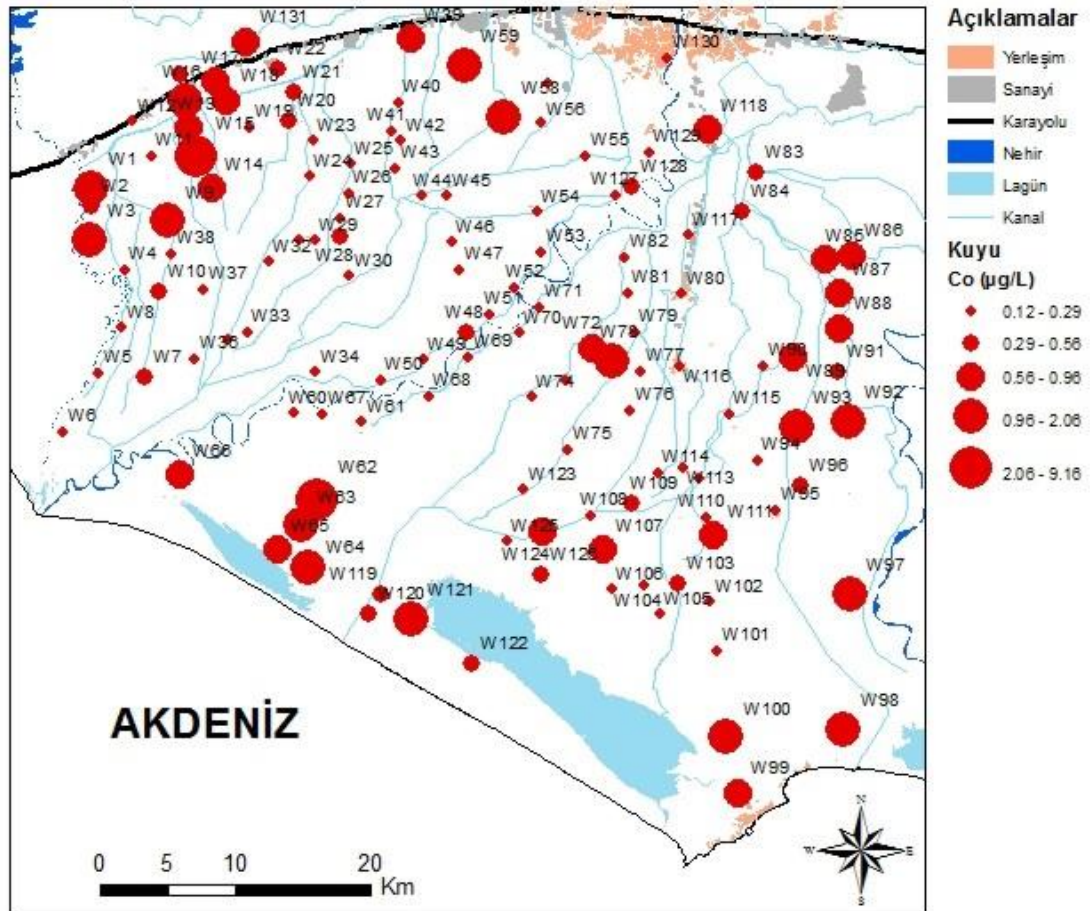
Şekil 4.47. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerindeki Cd konsantrasyonları EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değerin ($5 \mu\text{g/L}$) altındayken, Tarsus ovasından alınan W15 nolu numune ile Yüreğir ovasından alınan W62, W78, W93, W97 ve W100 nolu numuneler WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri ($3 \mu\text{g/L}$) aşmıştır. Yüksek konsantrasyonda Cd içeren bölgeler endüstriyel faaliyetlerin olduğu yerler ile kanalizasyon şebekelerinden olan sızıntıların ve atıksu deşarjlarının yoğun olduğu yerlerdir. Cd konsantrasyonu için Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen sınır değeri ($0,01 \text{ mg/L}$) aşan numune bulunmamaktadır.

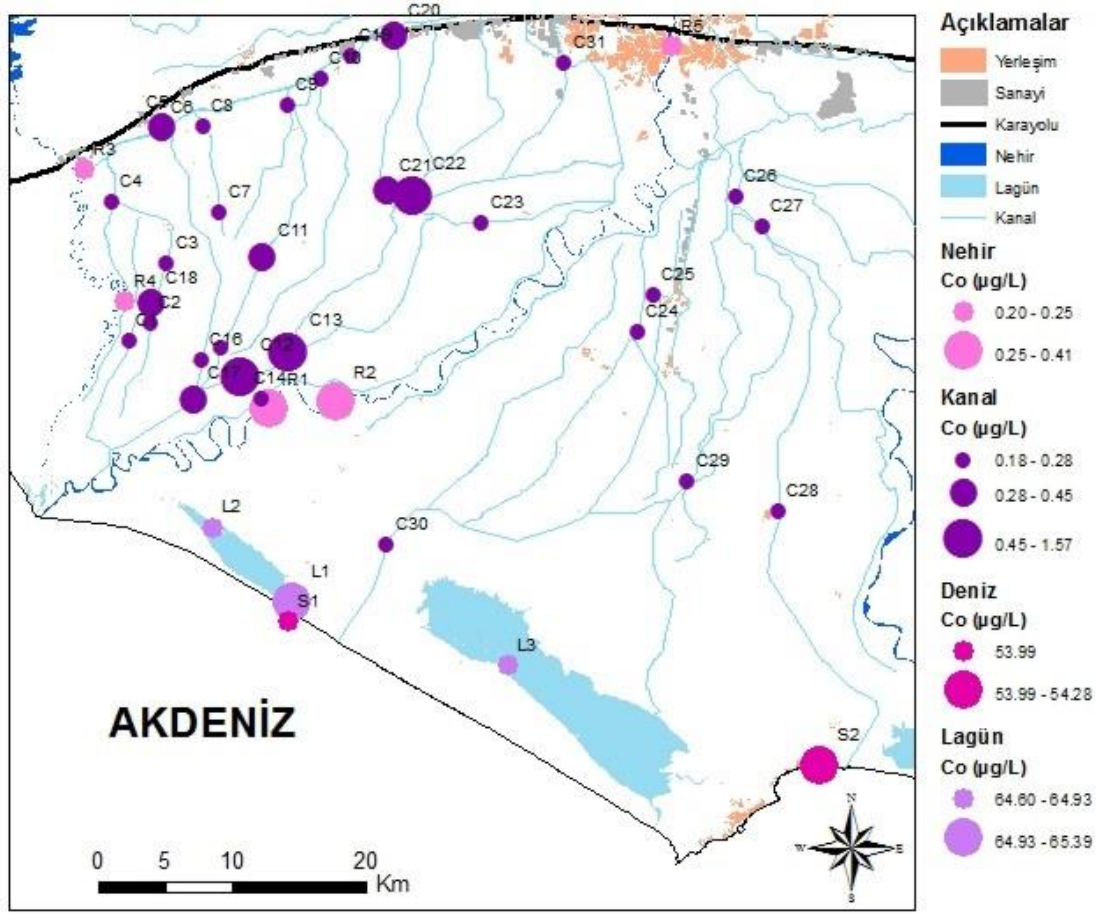
4.1.4.6. Kobalt (Co)

En önemli mineralleri kobaltit (CoAsS) ve smaltit ((Co,Ni)As_{3-x}) olan kobalt, silikatlarda iyon yarıçapının uygun olması nedeni ile Fe ve Mg'un yerini alır [Aysan, 1999].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Co konsantrasyonu 0,13-9,16 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Co konsantrasyonu ise 0,12-7,34 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.48, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Co konsantrasyonu 53,99-65,39 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Co konsantrasyonu 0,2-0,41 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.49, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Co konsantrasyonu ise 0,18-1,57 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.49, EK 2).



Şekil 4.48. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Co konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.49. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Co konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

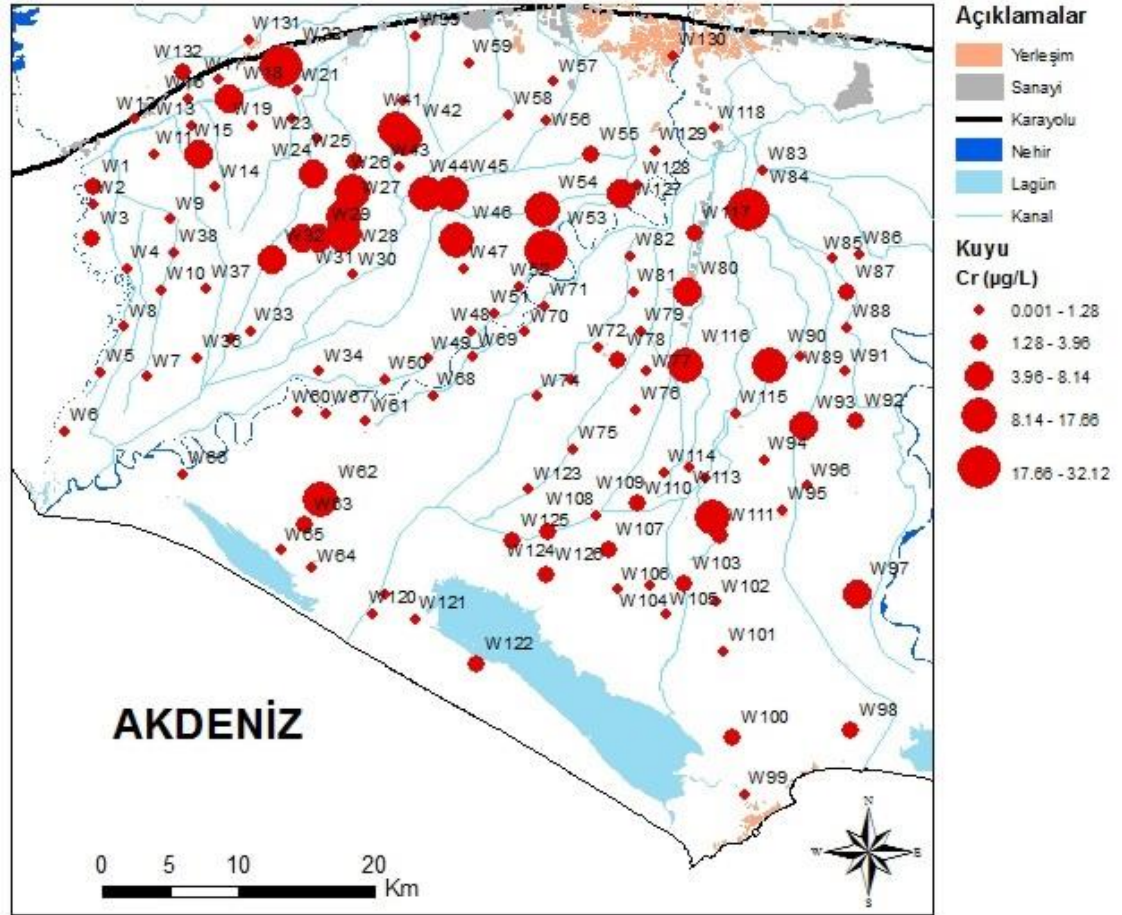
EEC (1998) yönergesinde ve WHO (2006) içme suyu standartlarında Co konsantrasyonu için bir sınır değeri belirtilmemişken, Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (0,05 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır (EK 3).

4.1.4.7. Krom (Cr)

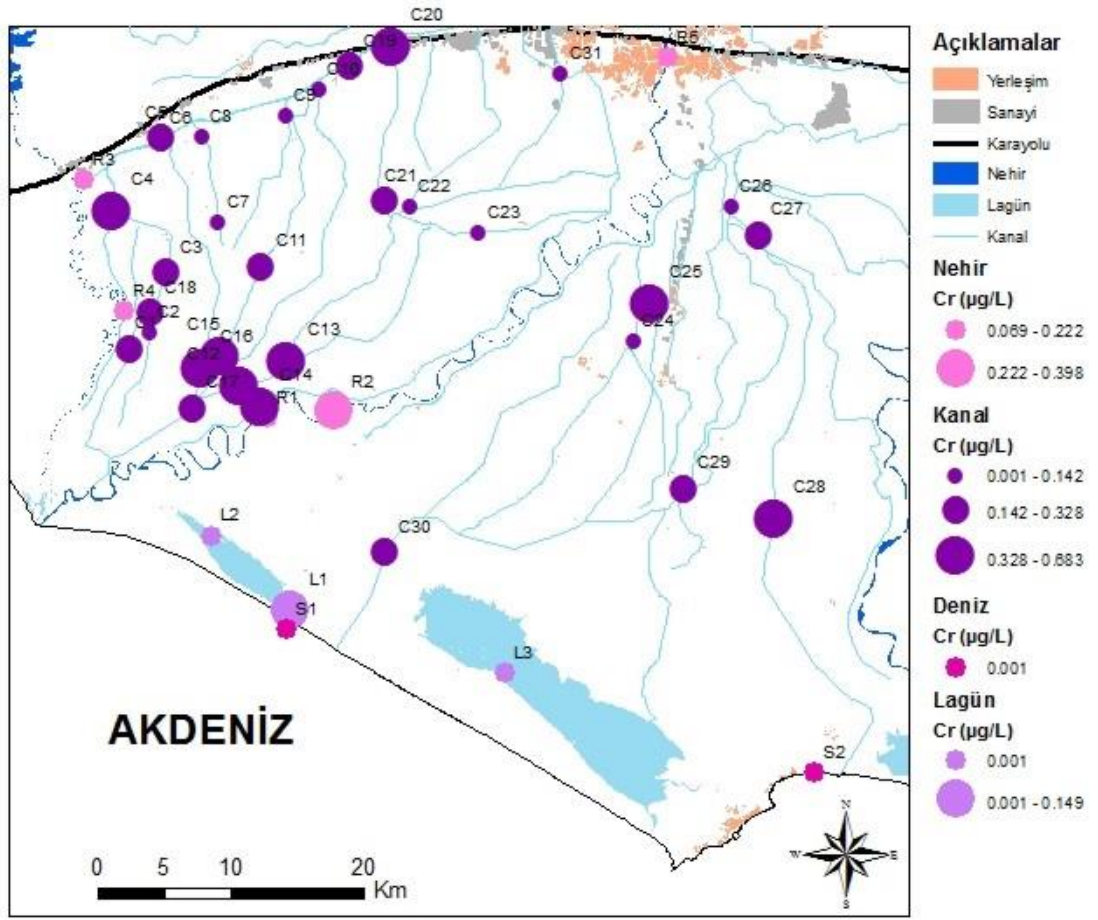
Doğada çeşitli oksidasyon seviyelerinde bulunan kromun formu redoks potansiyeline, pH'a, oksitleyici veya indirgeyici bileşiklerin varlığı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Krom ağırlıklı olarak Cr^{+3} formunda, doğal olarak düşük seviyelerde bulunur, ancak çıkarıldıkları yere yakın olan yüzeY veya yeraltı sularında yüksek gözlenebilir. Altı değerlikli formu (Cr^{+6}) üç değerlikli formundan daha çok

çözündüğü için çok daha hareketlidir. İçme sularındaki derişimleri endüstrileşme derecesine bağlı olarak değişir [Işık, 2015].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cr konsantrasyonu 0-32,12 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cr konsantrasyonu ise 0-21,23 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.50, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Cr konsantrasyonu 0-0,15 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Cr konsantrasyonu 0,07-0,4 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.51, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Cr konsantrasyonu 0-0,68 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.51, EK 2).



Şekil 4.50. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cr konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



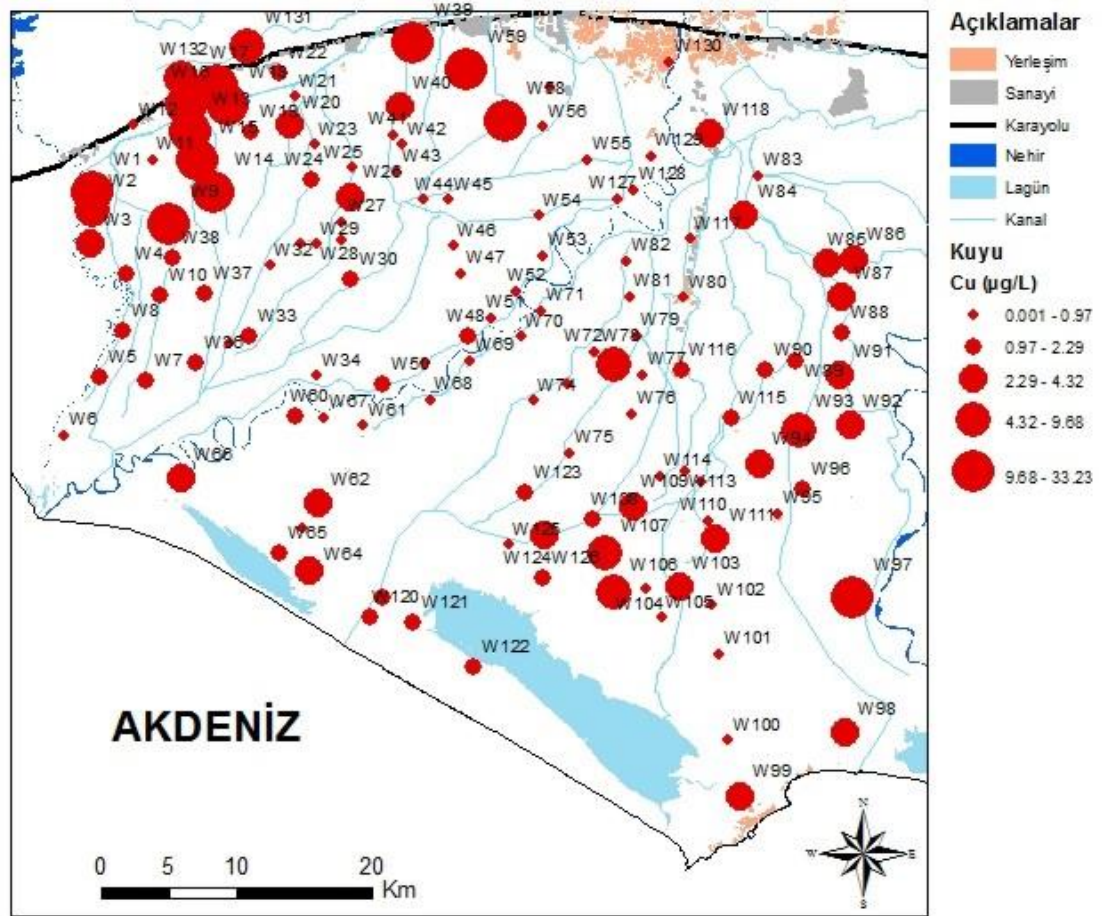
Şekil 4.51. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Cr konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) yönergesinde, WHO (2006) içme suyu standartlarında (50 µg/L) ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (0,1 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır.

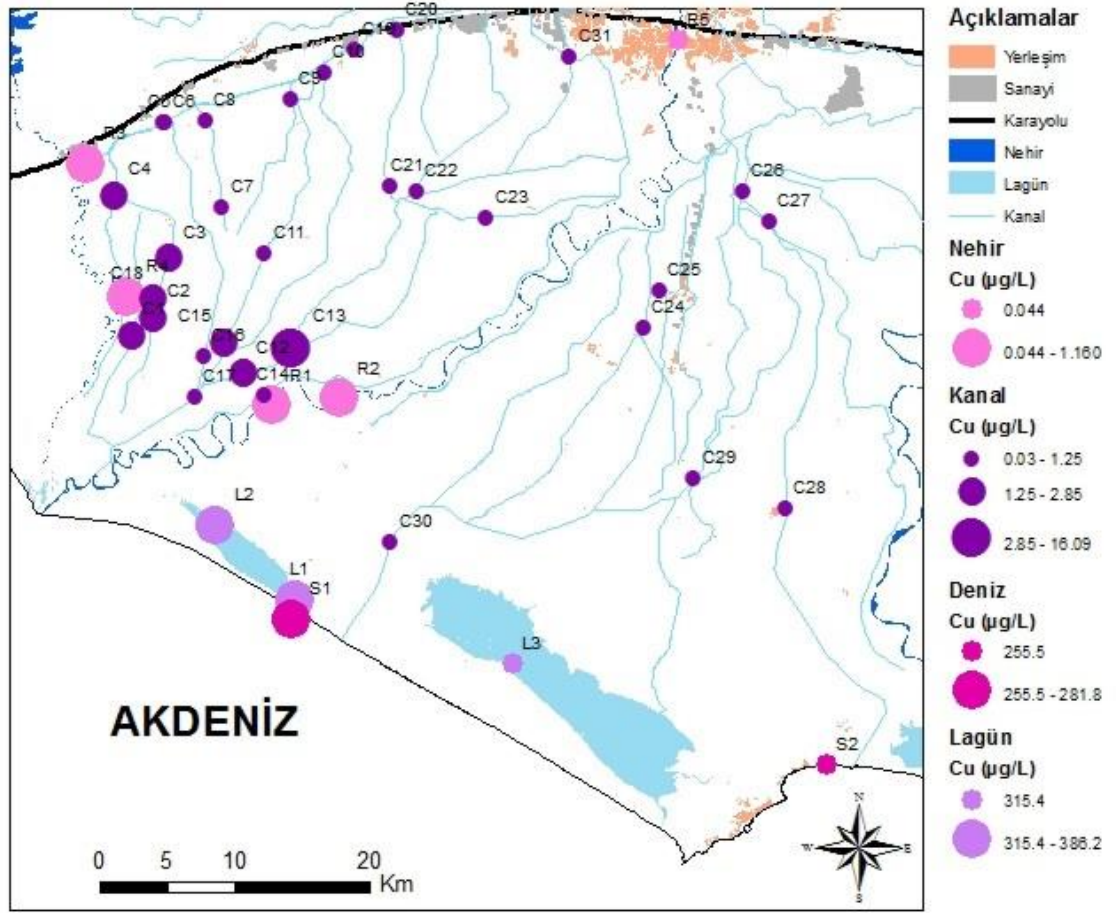
4.1.4.8. Bakır (Cu)

Bitki ve hayvanların metabolizması için önemli bir element olan bakırın içme suyundaki konsantrasyonu öncelikli olarak su tesisatlarındaki korozyondan kaynaklanmaktadır [Demir, 2008]. Akarsu, göl ve yeraltı sularında 5 mg/L'den fazla bakır bulunması ya kirlenmeden yada bazı bakır madenlerinden kaynaklanabilir [Aysan, 1999; Aksever, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cu konsantrasyonu 0,02-33,23 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cu konsantrasyonu ise 0-11,68 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.52, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Cu konsantrasyonu 255,5-386,2 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Cu konsantrasyonu 0,04-1,16 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.53, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Cu konsantrasyonu 0,03-16,09 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.53, EK 2).



Şekil 4.52. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Cu konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.53. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Cu konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

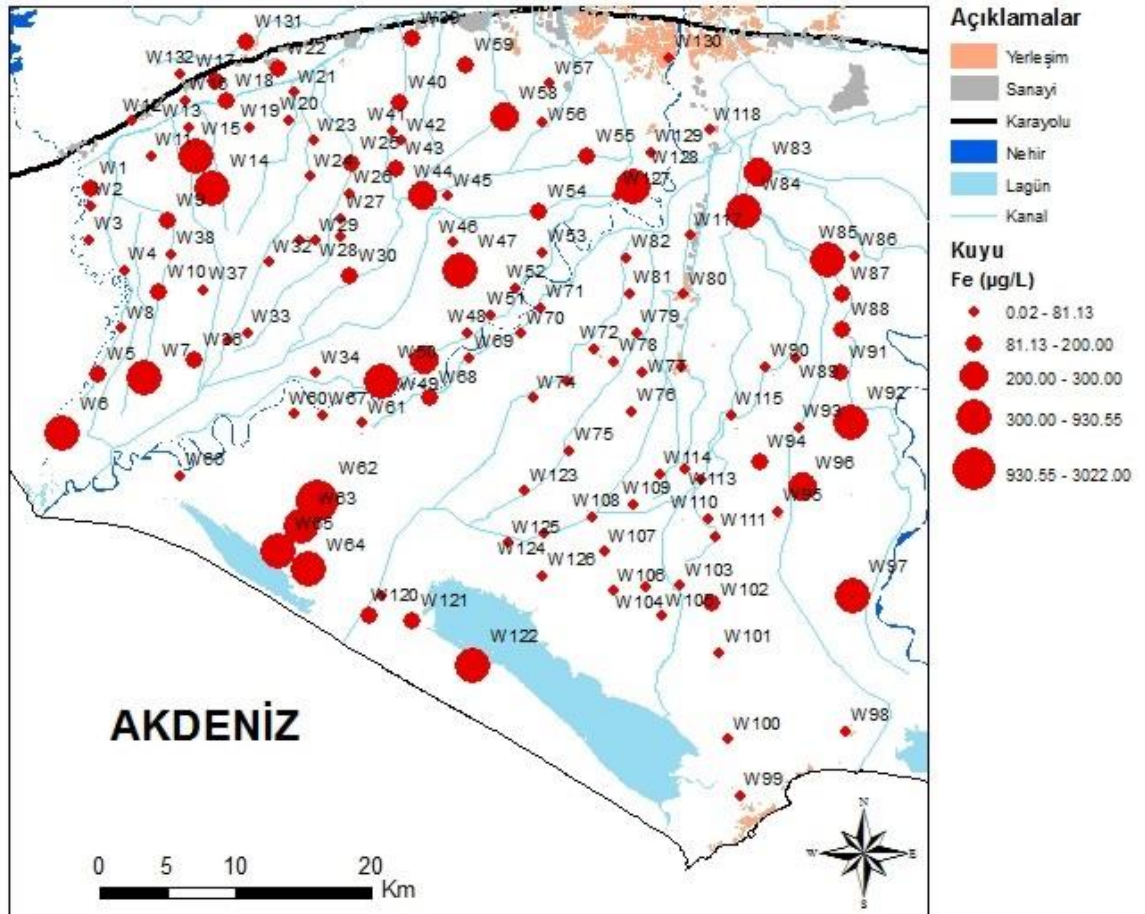
EEC (1998) yönergesinde, WHO (2006) içme suyu standartlarında (2 mg/L) ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (0,2 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır.

4.1.4.9. Demir (Fe)

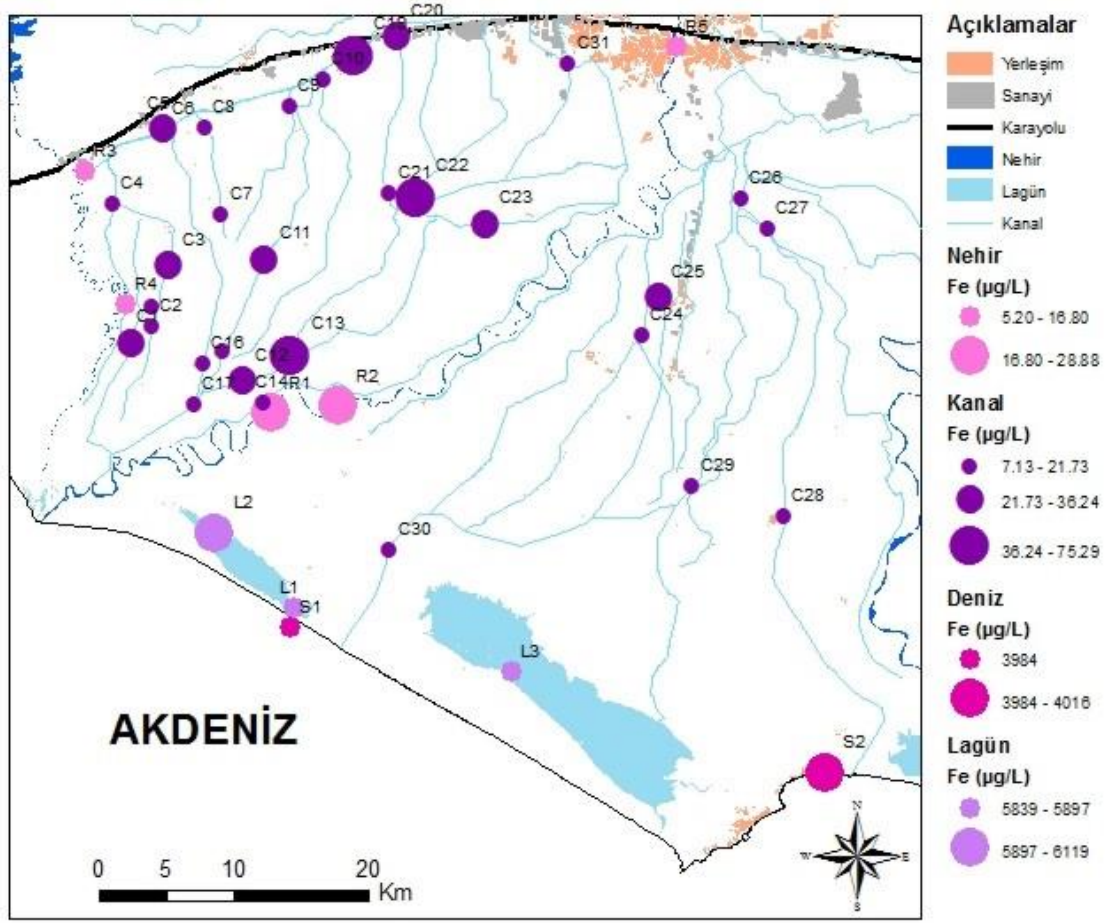
Demirin jeokimyasal özellikleri oksijen, kükürt ve karbona bağlı olarak değişir. Fiziksel ve kimyasal ayrışma, diyajenez ve redoks tepkimelerinin farklılığı demirin kayalardaki miktarını etkilemektedir [Varol, 2011]. Demir ferro (Fe^{+2}) durumunda çözünürdür, hava ile temasta olduğunda çözünmez ve ferrik (Fe^{+3}) durumuna oksitlenir. Yeraltı suyu anaerobik olduğunda yada düşük oksijen derişimlerine sahip olduğunda demir çözünür formda olacaktır [Işık, 2015]. Genellikle kireçtaşı ve dolomitlerden gelen sularda CO_2 gazı kalsiyum ve

magnezyum iyonları ile dengelendiğinden demir iyonu içeriği azdır [Şahinci, 1991; Aysan, 1999; Varol, 2011]. Karbonlu kayalardan gelen sularda (kömür, linyit, turba gibi) ise genellikle asit ve organik maddeler nedeniyle fazla miktarda demir iyonları gözlenmektedir [Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Fe konsantrasyonu 9,44-930,55 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Fe konsantrasyonu ise 0,02-3022 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.54, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Fe konsantrasyonu 3984-6119 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Fe konsantrasyonu 5,2-28,88 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.55, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Fe konsantrasyonu 7,13-75,29 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.55, EK 2).



Şekil 4.54. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Fe konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.55. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Fe konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

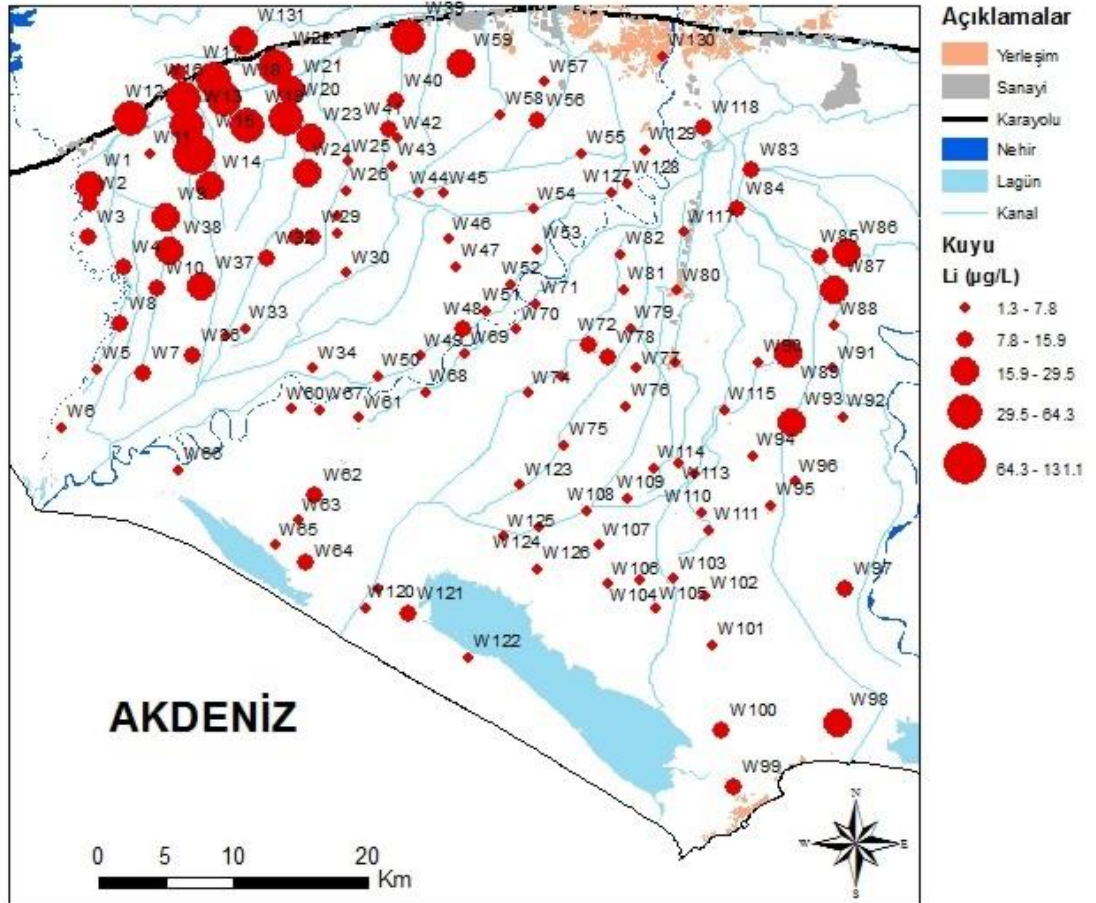
Tarsus ovasından alınan numunelerin %15'i, Yüreğir ovasından alınan numunelerin %16'sı EEC (1998) yönergesinde belirtilen (200 µg/L) sınır değeri aşmıştır. WHO (2006) içme suyu standartlarına göre ise Tarsus ovasından alınan numunelerin %11'i, Yüreğir ovasından alınanların %13'ü belirtilen sınır değeri (300 µg/L) aşmıştır. Sınır değeri aşan bu numuneler, kirlenmiş ve indirgeyici akifer zonlarının olduğu bölgelerde gözlenmektedir. Çalışma alanından alınan numunelerden Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (5 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır.

4.1.4.10. Lityum (Li)

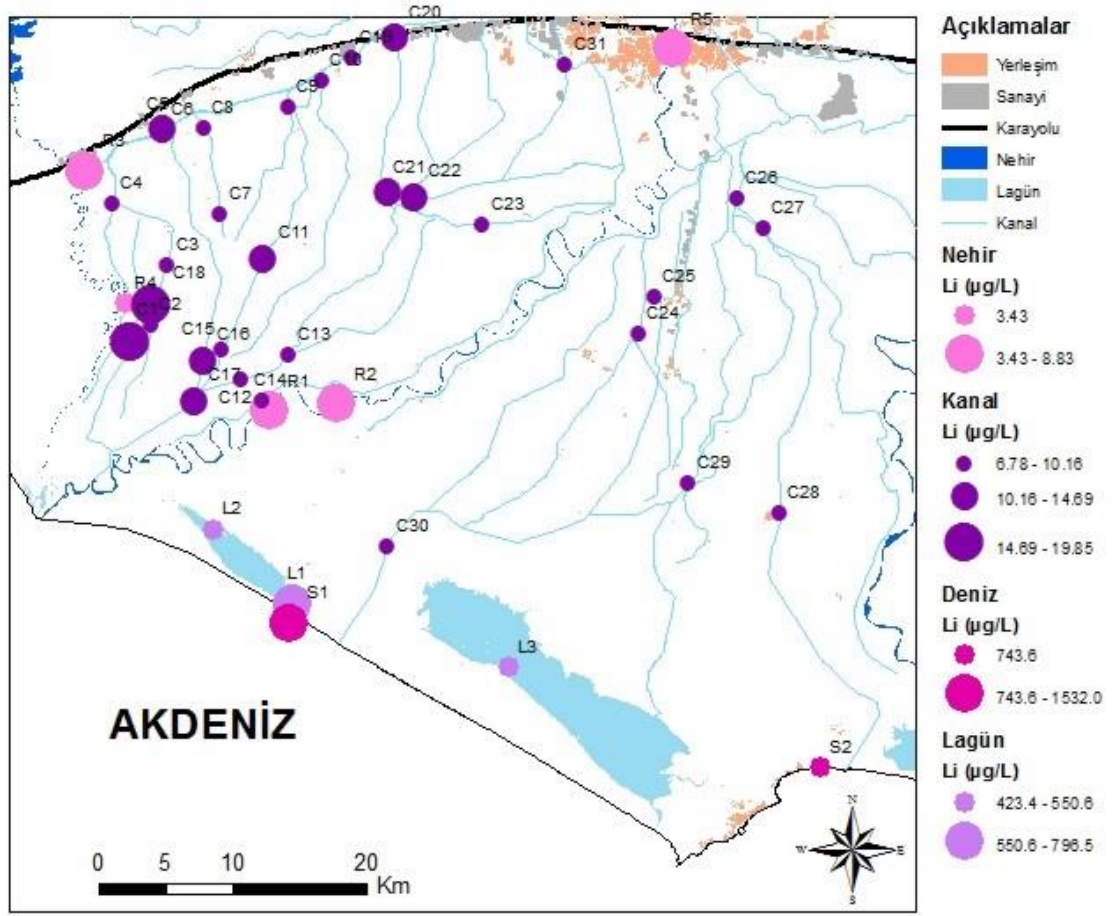
Lityum içeren mineraller, lityumla magnezyumun yer değiştirdiği bazı piroksen ve mikalardır. Petrol alanlarında lityum içeriği 5-50 mg/L arasında olmasına

rağmen, bazı durumlarda 400 mg/L'ye çıkabildiği gözlenmiştir. Deniz suyunun lityum içeriği ise 0,17 mg/L'dir [Shaw ve Sturchio, 1992; Hounslow, 1995; Demer, 2008].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Li konsantrasyonu 2,1-131,1 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Li konsantrasyonu ise 1,3-29,51 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.56, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Li konsantrasyonu 423,4-1532 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Li konsantrasyonu 3,43-8,83 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.57, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Li konsantrasyonu 6,78-19,85 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.57, EK 2).



Şekil 4.56. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Li konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



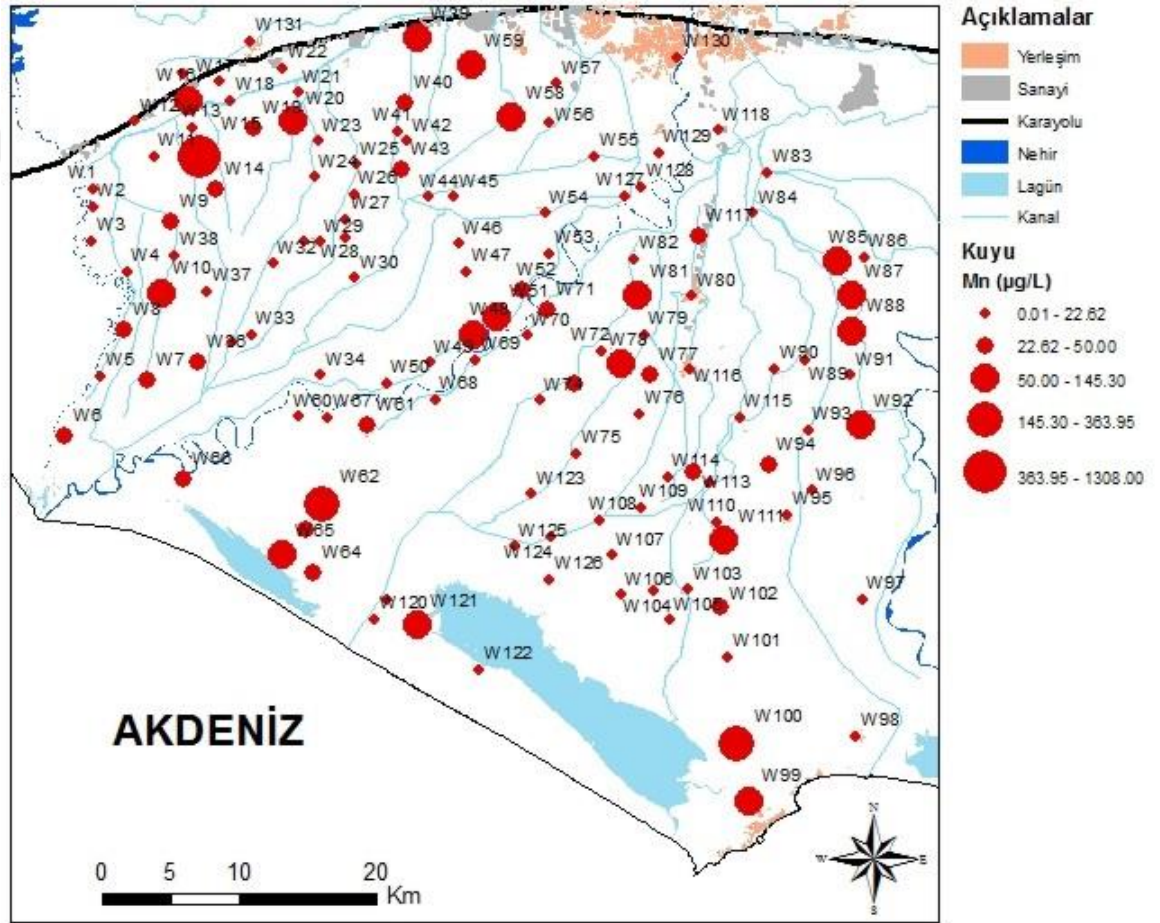
Şekil 4.57. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Li konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) yönergesinde ve WHO (2006) içme suyu standartlarında Li konsantrasyonu için bir sınır değeri belirtilmemişken, Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (2,5 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır.

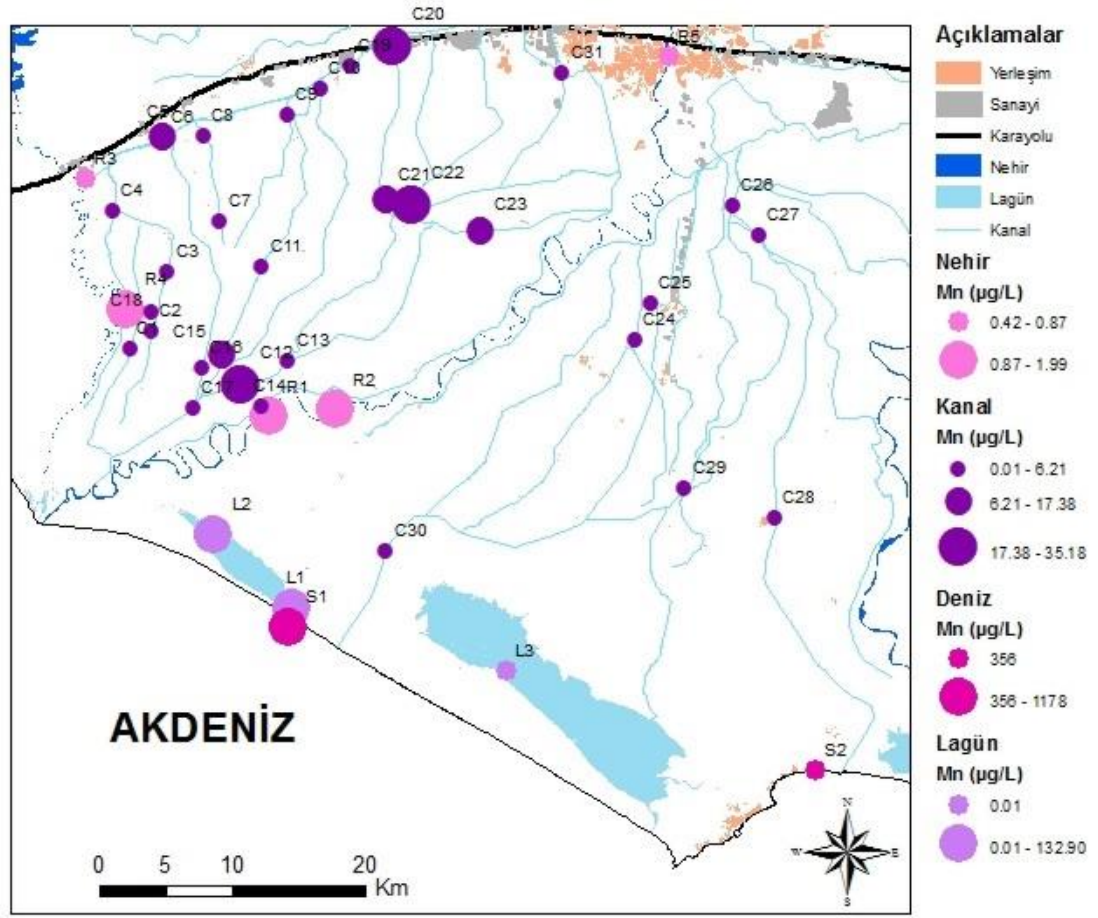
4.1.4.11. Mangan (Mn)

Doğada yaygın olarak bulunan, oksitlenmesi veya indirgenmesi demire göre daha yavaş olan manganın sudaki çözünürlüğü pH-Eh'a bağlı olup asidik ve hafif alkali sularda +2 değerlikli, alkali sularda ise +4 iyonu şeklinde bulunmaktadır (Varol, 2011). Asidik sularda 1 mg/L'den daha fazla oranlarda bulunabilen mangan, suda uzun süre çökelmeden kalabilmektedir (Şahinci, 1991; Varol, 2011; Aysan, 1999).

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mn konsantrasyonu 0,01-1308 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mn konsantrasyonu ise 0,01-363,95 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.58, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Mn konsantrasyonu 0,01-1178 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Mn konsantrasyonu 0,42-1,99 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.59, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Mn konsantrasyonu 0,01-35,18 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.59, EK 2).



Şekil 4.58. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mn konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.59. Yüzeysel sularından alınan su numunelerinin Mn konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

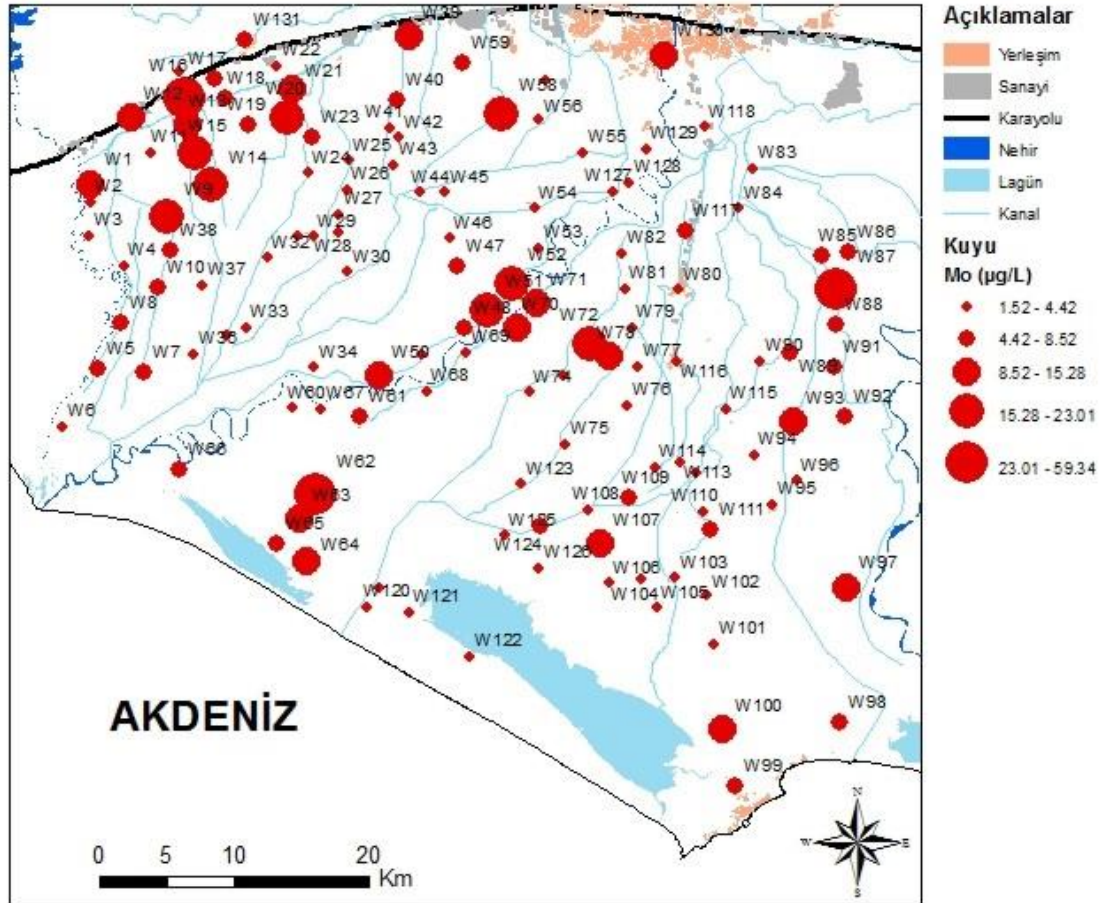
Tarsus ovasından alınan numunelerin % 14'ü, Yüreğir ovasından alınan numunelerden % 18'i EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri ($50 \mu\text{g/L}$) aşmışken WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri ($0,4 \text{ mg/L}$) W15 nolu numune aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu ($0,2 \text{ mg/L}$) ise W15, W62 ve W100 nolu numuneler aşmıştır. Ovardan alınan bu numuneler kirlenmiş ve indirgeyici akifer zonlarının olduğu bölgelerde gözlenmektedir.

4.1.4.12. Molibden (Mo)

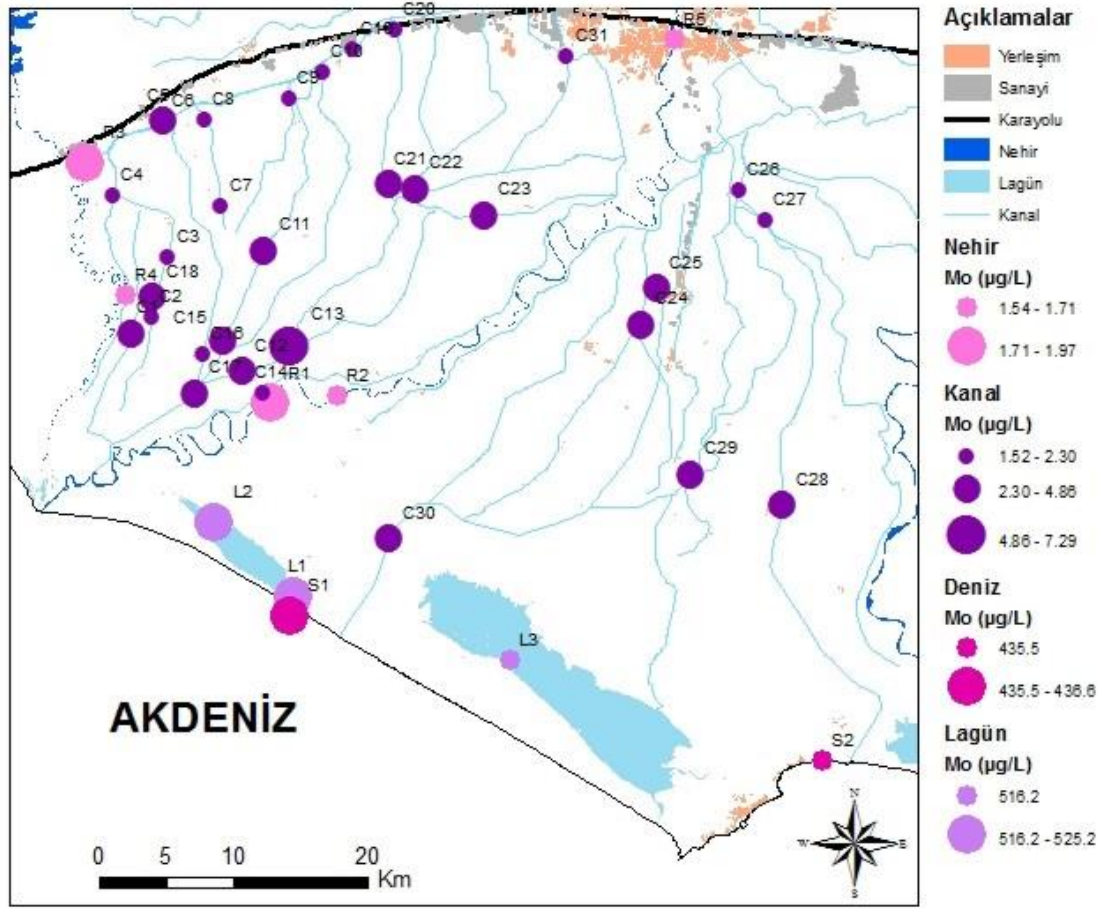
Toprakta doğal olarak bulunmasına rağmen, arıtılan içme suyundaki molibden miktarı genellikle çok düşüktür ($<0,01 \text{ mg/L}$). Ancak bu miktar maden

sahalarına yakın olan yerlerde 0,2 mg/L'ye ulaşabilir [Greathouse ve Osborne, 1980; Işık, 2015].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mo konsantrasyonu 1,52-40,61 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mo konsantrasyonu ise 1,74-59,34 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.60, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Mo konsantrasyonu 435,5-525,2 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Mo konsantrasyonu 1,54-1,97 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.61, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Mo konsantrasyonu 1,52-7,29 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.61, EK 2).



Şekil 4.60. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Mo konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.61. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Mo konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

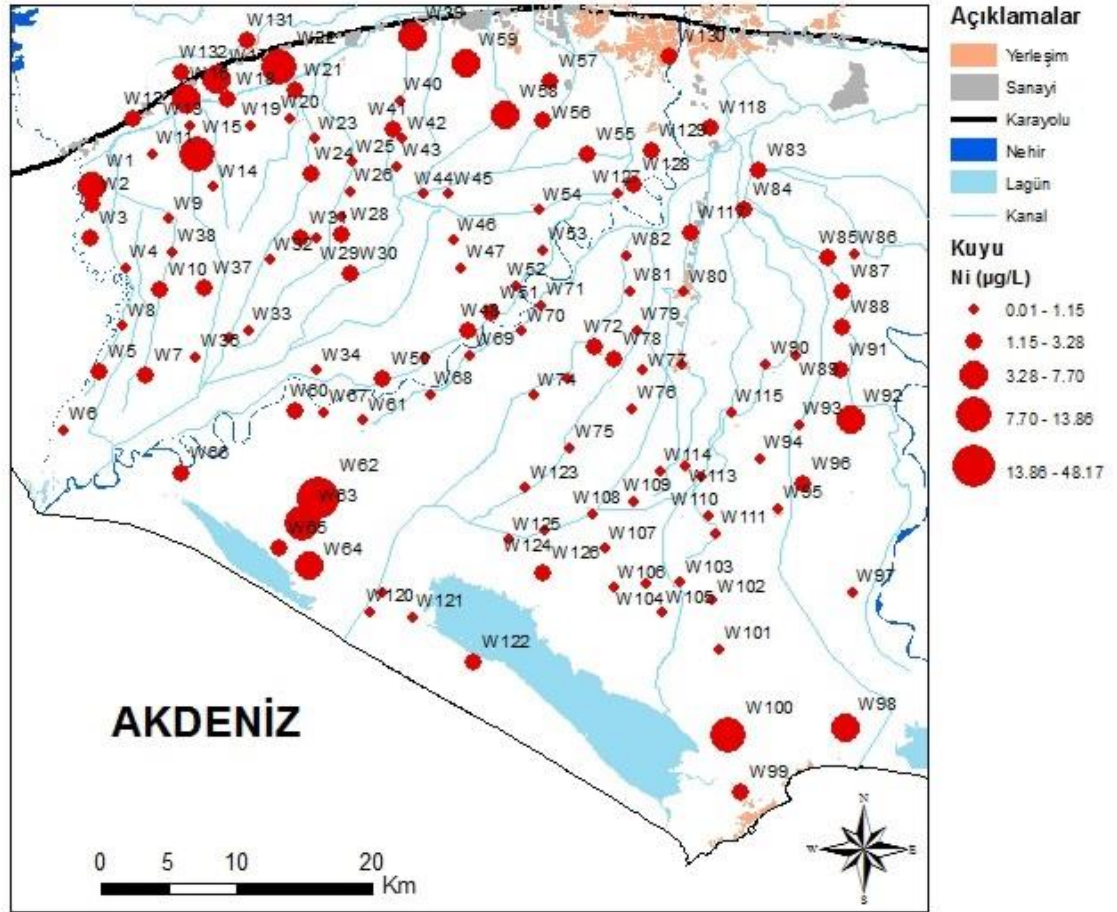
Mo konsantrasyonu için EEC (1998) yönergesinde herhangi bir sınır değeri belirtilmemişken WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (0,07 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (0,01 mg/L) ise Tarsus ovasındaki numunelerin %22'si, Yüreğir ovasındaki numunelerin %16'sı aşmıştır.

4.1.4.13. Nikel (Ni)

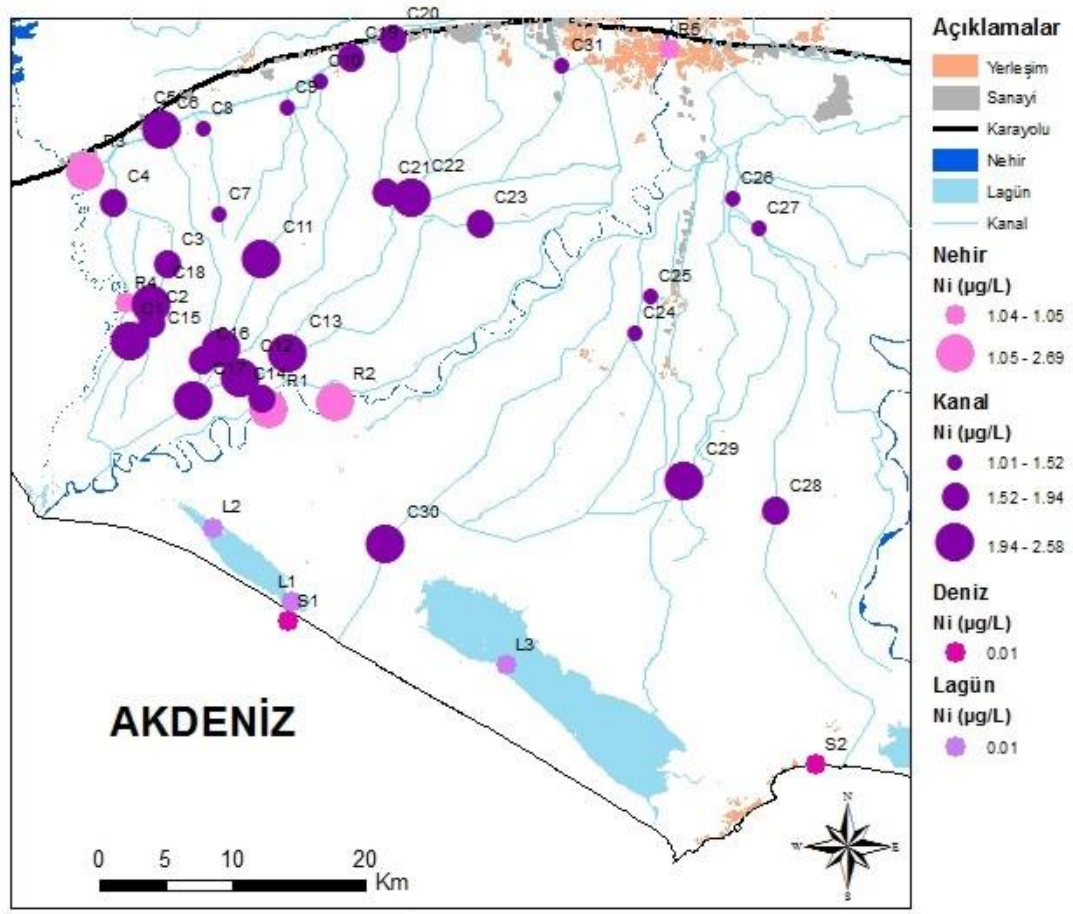
Daha çok ultrabazik ve bazik kayaç minerali olan nikel asidik kayaçlarda çok az miktarlarda bulunmaktadır [Aksever, 2011; Varol, 2011]. Nikel, doğal sularda yüksek konsantrasyonda gözlenmezken evlerde, nikel yada krom kaplı musluklardan yada su ısıtıcılarından, sondaj ekipmanlarında kullanılan alaşımlardan, arıtma

çamurlarından, paslanmaz çelik ve nikel alaşımı üretiminden kaynaklanan deşarjlardan suya karışabilmektedir [Işık, 2015].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ni konsantrasyonu 0,21-13,86 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ni konsantrasyonu ise 0,01-48,17 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.62, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Ni konsantrasyonu 0,1 µg/L iken, nehirlerden alınan su numunelerinin Ni konsantrasyonu 1,04-2,69 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.63, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Ni konsantrasyonu ise 1,01-2,58 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.63, EK 2).



Şekil 4.62. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Ni konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



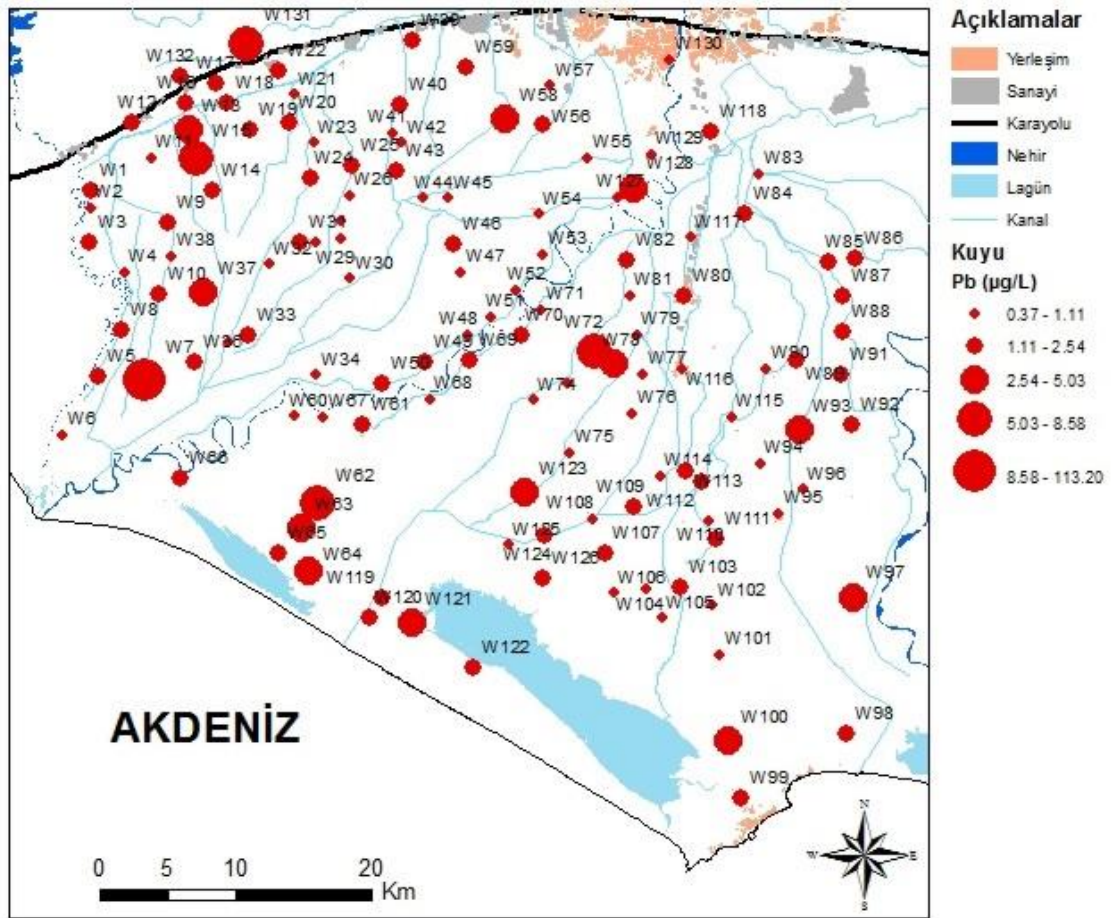
Şekil 4.63. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Ni konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Ni konsantrasyonu için EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri (20 µg/L) W62 nolu numune aşmıştır. Ancak WHO (2006) içme suyu standartlarında (0,07 mg/L) ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (0,2 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır.

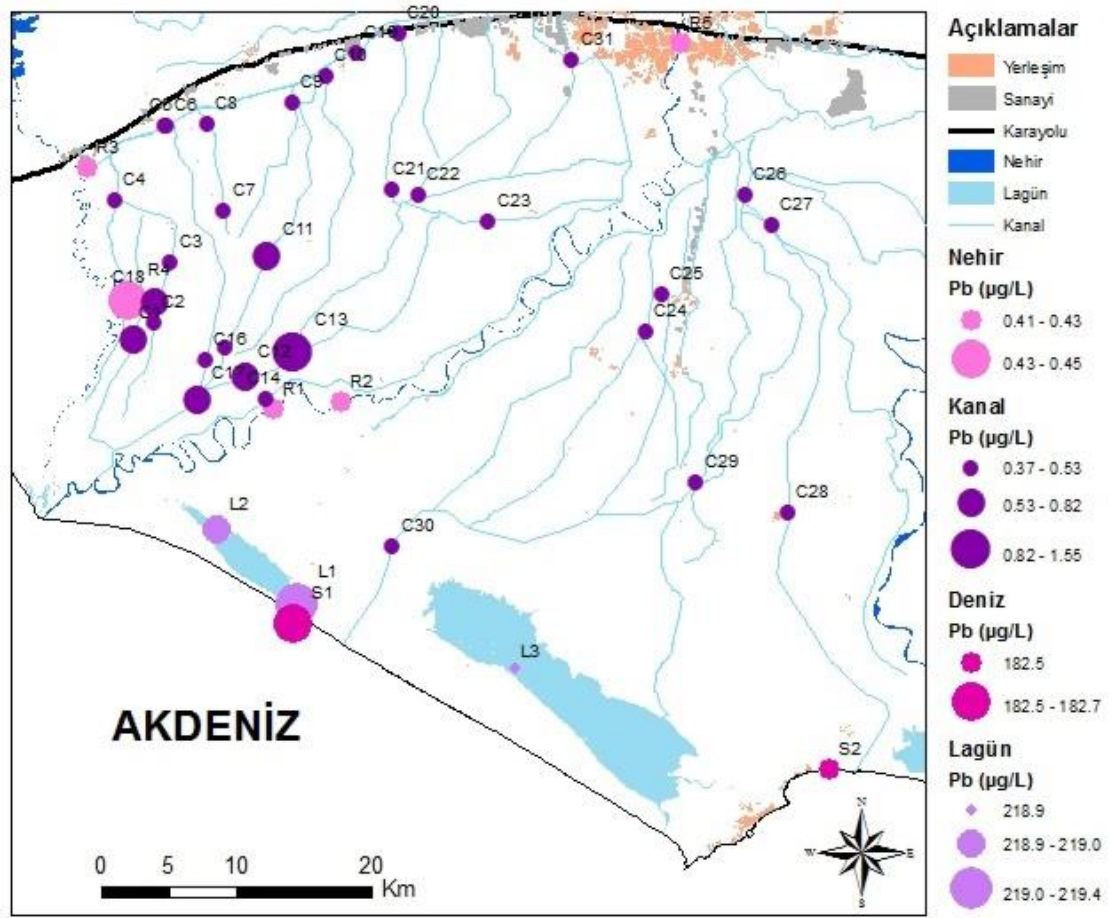
4.1.4.14. Kurşun (Pb)

Tortul kayalardaki kurşunun kaynağı magmatik ve metamorfik kayalardaki K-feldispat ve mikaların bozunumundan gelir [Aysan, 1999]. Kurşunun başlıca minerali galendir (PbS). Kurşun kirliliği, kurşun-sülfid yataklarının yıkanmasından, araçların egzoz gazlarından, fabrika ve konutlarda yakılan kömürlerden kaynaklanmaktadır [Şahinci, 1991; Aysan, 1999; Aksever, 2011; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Pb konsantrasyonu 0,37-113,20 $\mu\text{g/L}$ arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Pb konsantrasyonu ise 0,39-8,58 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.64, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Pb konsantrasyonu 182,5-219,4 $\mu\text{g/L}$ arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Pb konsantrasyonu 0,41-0,45 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.65, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Pb konsantrasyonu ise 0,37-1,55 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.65, EK 2).



Şekil 4.64. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Pb konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



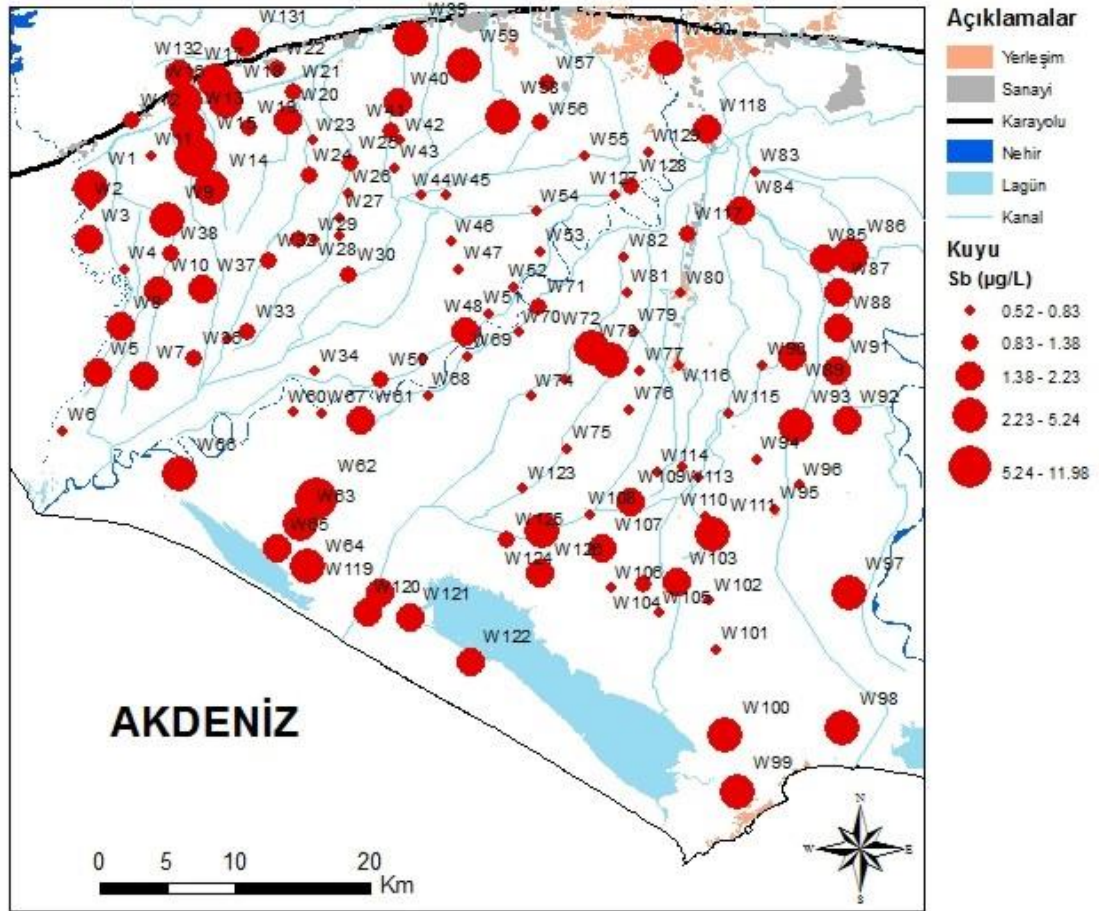
Şekil 4.65. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Pb konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

EEC (1998) yönergesinde ve WHO (2006) içme suyu standartlarında Pb konsantrasyonu için belirtilen sınır değeri ($10 \mu\text{g/L}$) W7 nolu numune aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (5 mg/L) ise aşan numune bulunmamaktadır.

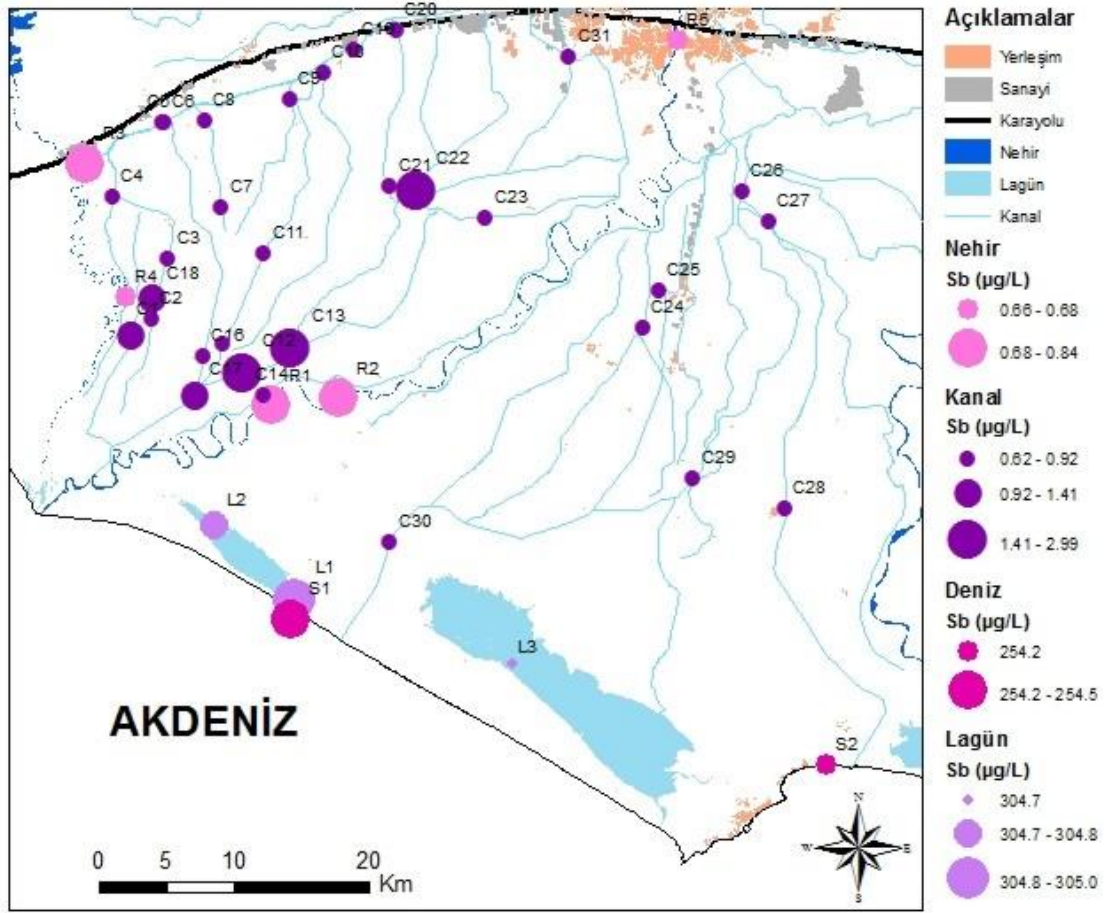
4.1.4.15. Antimon (Sb)

Volkanik patlamalar ve sıcak sular vasıtasıyla doğada antimon bulunabilmektedir [Aksever, 2011]. Kurşun alaşımlarında, ilaç sanayisinde, pil endüstrisinde ve elektronik sanayide yoğun olarak kullanılan antimonun doğal sulardaki konsantrasyonları genelde çok düşük ($0,1-0,2 \mu\text{g/L}$) olmasına rağmen içme sularında, su tesisatı ve bağlantılarından metalin çözünmesi nedeniyle artmaktadır [Işık, 2015].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sb konsantrasyonu 0,52-7,79 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sb konsantrasyonu ise 0,52-11,98 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.66, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Sb konsantrasyonu 254,2-305,0 µg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Sb konsantrasyonu 0,66-0,84 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.67, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Sb konsantrasyonu ise 0,62-2,99 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.67, EK 2).



Şekil 4.66. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sb konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



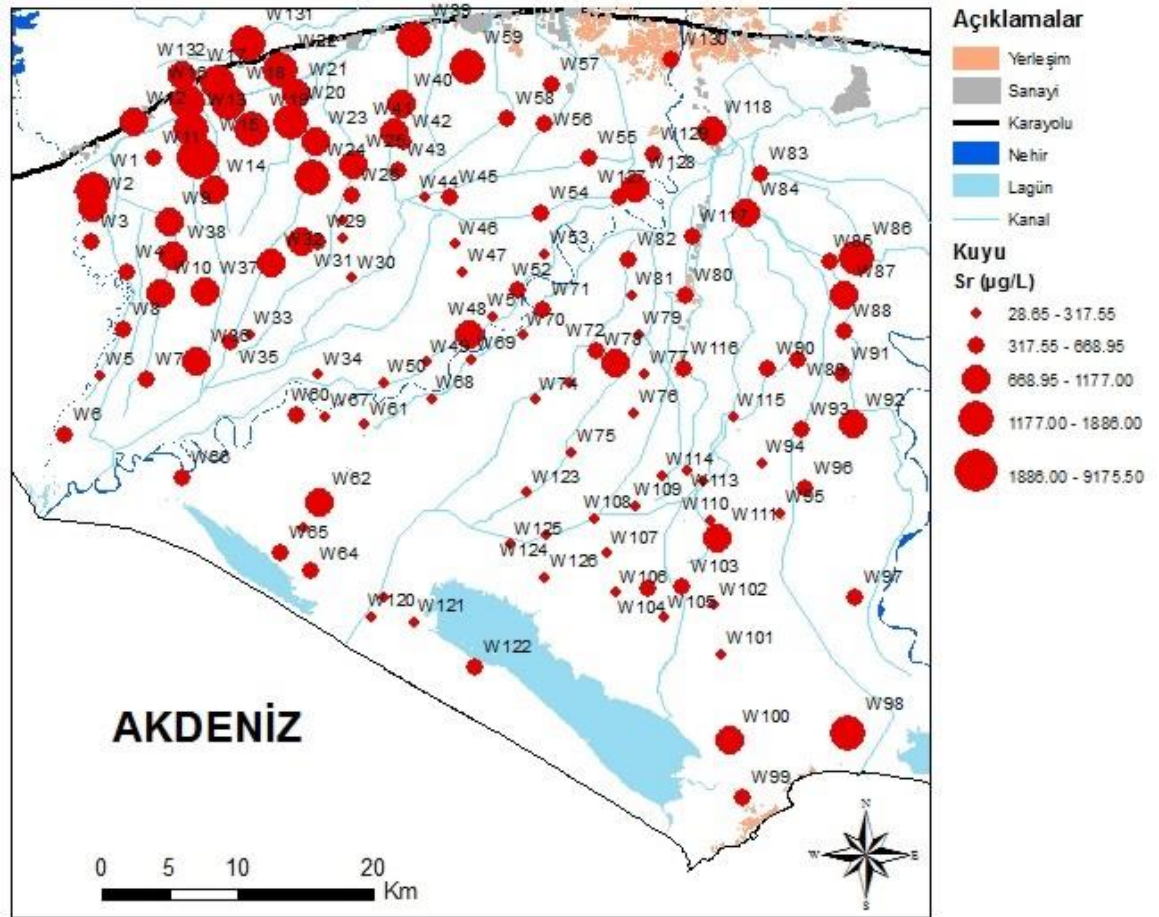
Şekil 4.67. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Sb konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

WHO (2006) içme suyu standartlarında Sb konsantrasyonu için belirtilen sınır değeri (20 µg/L) aşan numune bulunmazken EEC (1998) yönergesinde belirtilen sınır değeri (5 µg/L) W15, W62, W78 ve W93 nolu numuneler aşmıştır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) ise herhangi bir sınır değeri belirtilmemiştir.

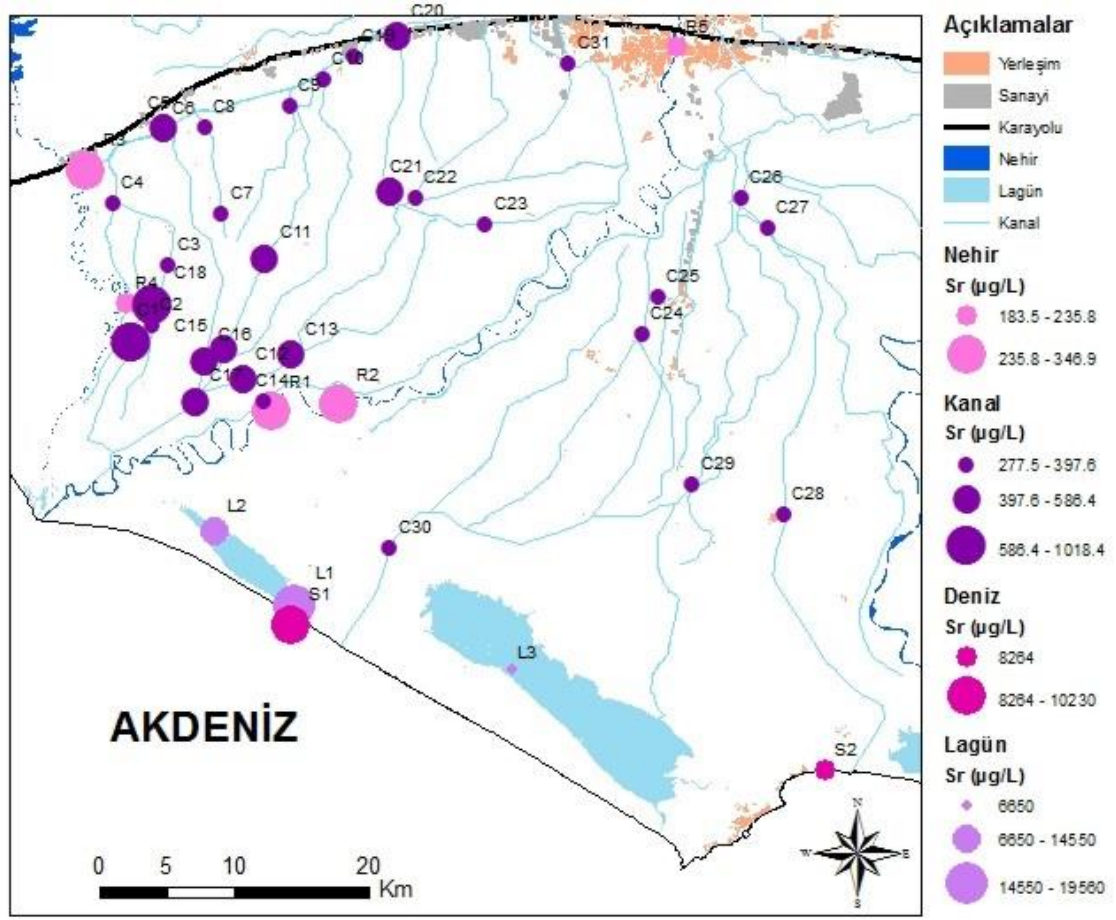
4.1.4.16. Stronsiyum (Sr)

Stronsiyumun kaynağı strontianit (SrCO_3), sölestin (SrSO_4) ve aragonit (CaCO_3)'tir. Aragonitteki Ca^{+2} iyonu Sr^{+2} iyonu ile yer değiştirebilir, ancak bu durum kalsit (CaCO_3) için sözkonusu değildir. Aragonit, diyajenez sırasında daha duraylı polimorf olan kalsite dönüşürse Sr^{+2} su içinde serbest kalır. [Hounslow, 1995; Demer, 2008].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sr konsantrasyonu 55,28-9175,5 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sr konsantrasyonu ise 28,65-1727 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.68, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Sr konsantrasyonu 6650-19560 µg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Sr konsantrasyonu 183,45-346,9 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.69, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Sr konsantrasyonu ise 277,5-1018,35 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.69, EK 2).



Şekil 4.68. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Sr konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.69. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Sr konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

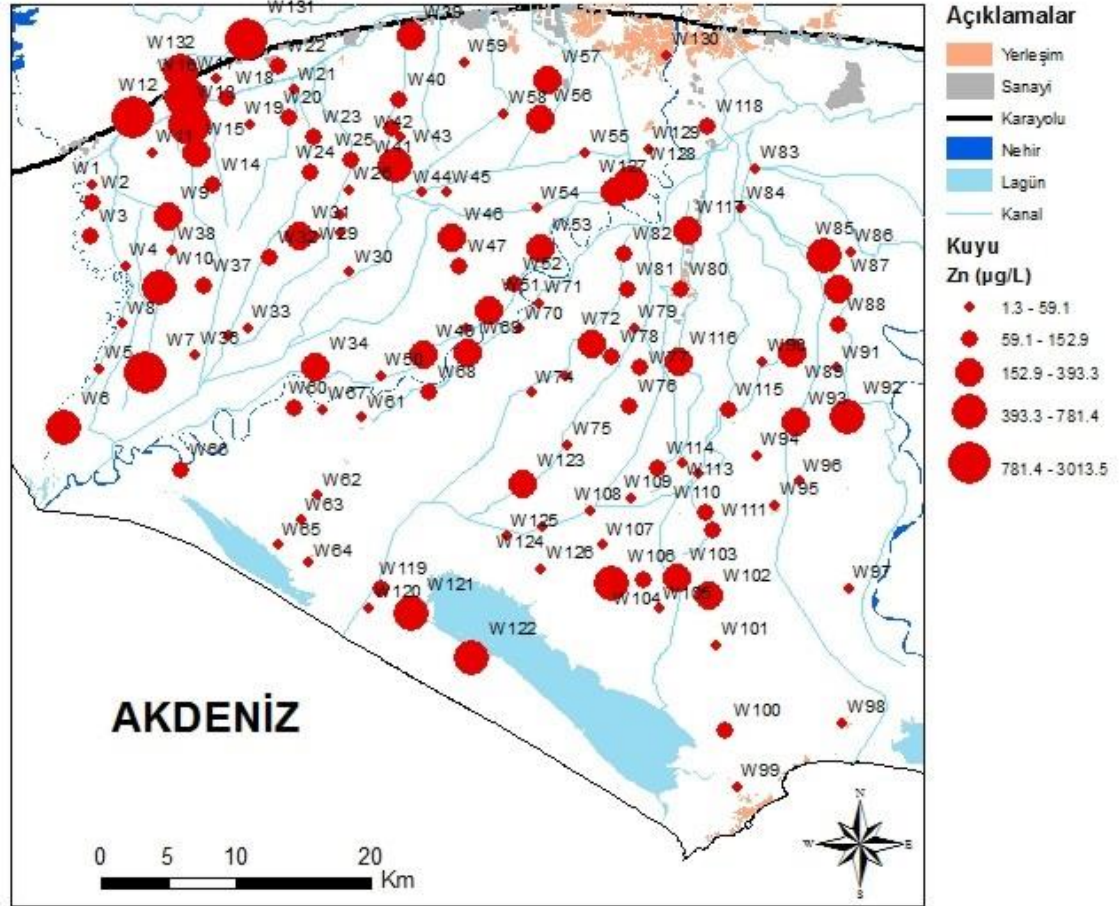
Sr konsantrasyonu için EEC (1998) yönergesinde, WHO (2006) içme suyu standartlarında ve Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) belirtilen bir sınır değeri bulunmamaktadır.

4.1.4.17. Çinko (Zn)

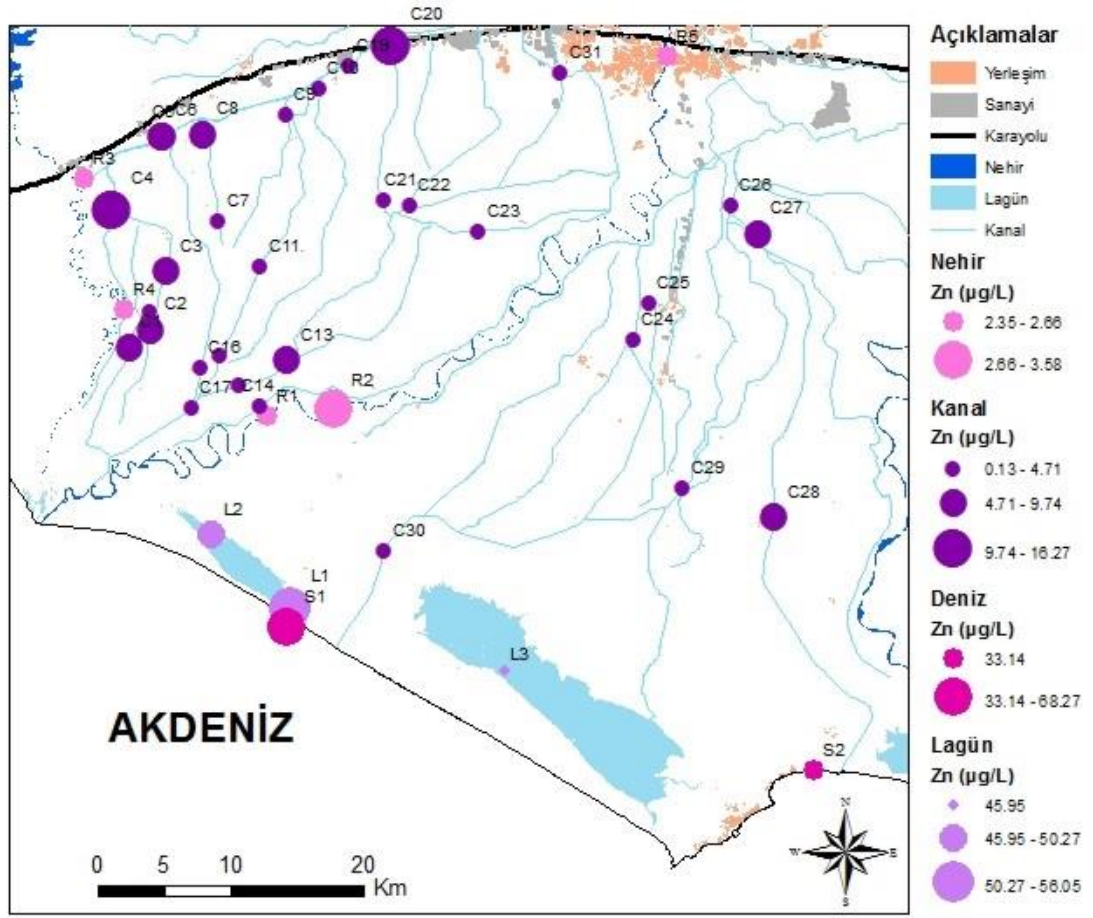
Daha çok bazik-ultrabazik kayalarda gözlenen çinkonun en önemli mineralleri sfalerit (ZnS) ve smitsonit (ZnCO₃)'tir. Doğal sulardaki fazla miktarda çinko çökmesi bakteriler tarafından sülfatların indirgenmesi ile gerçekleşmektedir [Şahinci, 1991]. Kimyasal bozunum özelliği ve suda çözünürlüğü düşük olan çinkonun sudaki kaynakları, sülfatların yıkanması sonucu ortaya çıkan asit maden suları, demir-çelik sanayi ve diğer endüstriyel atıkların sulara karışması ile kömür ve

kül tozlarının yüzey sularına karışmasıdır [Akgiray, 2003; Demer, 2008; Aksever, 2011; Varol, 2011].

Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Zn konsantrasyonu 2,51-3013,5 µg/L arasında, Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Zn konsantrasyonu ise 1,3-781,4 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.70, EK 2). Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Zn konsantrasyonu 33,14-68,27 µg/L arasında değişirken, nehirlerden alınan su numunelerinin Zn konsantrasyonu 2,35-3,58 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.71, EK 2). Kanallardan alınan su numunelerinin Zn konsantrasyonu 0,13-16,27 µg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.71, EK 2).



Şekil 4.70. Tarsus ve Yüreğir ovalarından alınan yeraltı suyu numunelerinin Zn konsantrasyonlarının alansal dağılımı.



Şekil 4.71. YüzeY sularından alınan su numunelerinin Zn konsantrasyonlarının alansal dağılımı.

Zn konsantrasyonu için EEC (1998) yönergesinde belirtilen bir sınır değeri yokken, WHO (2006) içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri (5 mg/L) aşan numune bulunmamaktadır. Teknik Usuller Tebliği'nde (1991) izin verilen maksimum konsantrasyonu (2 mg/L) ise W7 ve W131 nolu numuneler aşmıştır.

4.2 DOYGUN HİDROLİK İLETKENLİK ÖLÇÜMLERİ

Doygun hidrolik iletkenlik (K_{fs}) ölçümleri Şekil 4.72'de dağılımı verilen 202 farklı noktada yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; kıyı akiferinin doygun hidrolik iletkenlik (K_{fs}) değerleri $1,59 \times 10^{-6}$ cm/s ve $1,48 \times 10^{-1}$ cm/s arasında değişmektedir. Ortalama değeri ise $1,67 \times 10^{-2}$ cm/s'dir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Doygun hidrolik iletkenlik (K_{fs}) ölçümü yapılan noktaların koordinatları ve doymuş hidrolik iletkenlik değerleri.

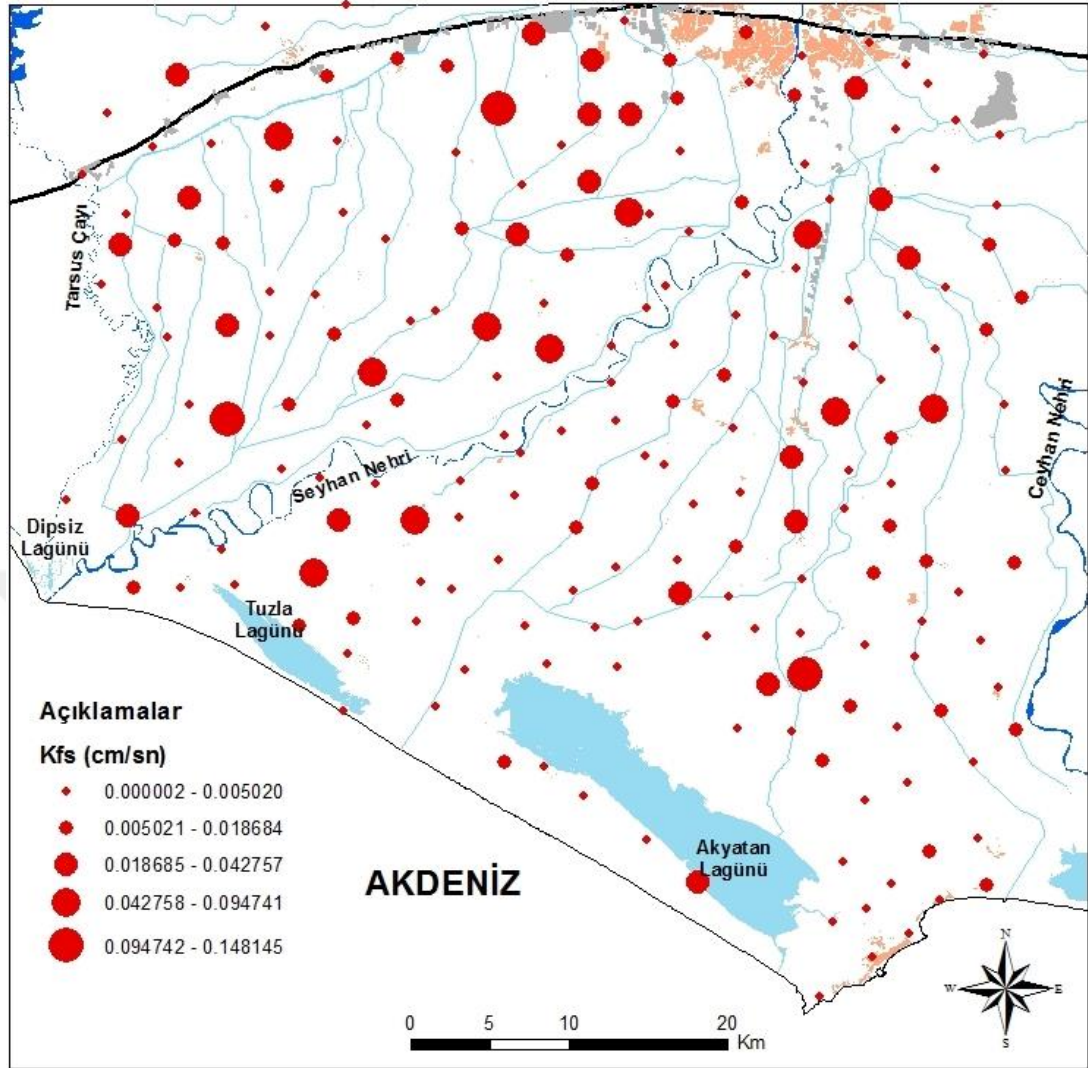
No	X	Y	K_{fs} (cm/s)	No	X	Y	K_{fs} (cm/s)
1	671805	4087773	$6,99 \times 10^{-4}$	45	701439	4094184	$1,87 \times 10^{-2}$
2	674121	4085883	$3,19 \times 10^{-5}$	46	701861	4092305	$1,30 \times 10^{-2}$
3	672870	4082274	$3,11 \times 10^{-4}$	47	702054	4089653	$4,66 \times 10^{-5}$
4	675740	4081148	$1,86 \times 10^{-3}$	48	700536	4086449	$1,60 \times 10^{-3}$
5	676325	4079696	$1,02 \times 10^{-4}$	49	702613	4085605	$7,74 \times 10^{-4}$
6	677464	4076309	$1,79 \times 10^{-4}$	50	705243	4087173	$8,69 \times 10^{-3}$
7	678345	4089488	$7,14 \times 10^{-4}$	51	705430	4093230	$5,02 \times 10^{-3}$
8	679012	4084491	$5,39 \times 10^{-3}$	52	705259	4095703	$9,30 \times 10^{-3}$
9	679351	4080346	$2,93 \times 10^{-2}$	53	708122	4094614	$3,22 \times 10^{-3}$
10	681464	4079853	$6,82 \times 10^{-4}$	54	710843	4093059	$2,66 \times 10^{-2}$
11	679427	4075618	$1,25 \times 10^{-1}$	55	676535	4084569	$8,24 \times 10^{-3}$
12	682189	4073163	$1,56 \times 10^{-5}$	56	684180	4072734	$1,68 \times 10^{-3}$
13	677913	4070857	$6,37 \times 10^{-5}$	57	679267	4069019	$3,78 \times 10^{-4}$
14	687652	4094012	$8,26 \times 10^{-3}$	58	677241	4067041	$6,87 \times 10^{-4}$
15	684678	4089792	$1,60 \times 10^{-3}$	59	674879	4066996	$5,96 \times 10^{-3}$
16	681697	4087410	$5,77 \times 10^{-3}$	60	679978	4067246	$1,91 \times 10^{-3}$
17	685064	4086140	$2,85 \times 10^{-3}$	61	683286	4065288	$8,01 \times 10^{-3}$
18	684073	4093009	$1,33 \times 10^{-2}$	62	685774	4063884	$1,68 \times 10^{-3}$
19	688627	4080763	$1,00 \times 10^{-3}$	63	685620	4061046	$4,96 \times 10^{-4}$
20	686731	4078125	$5,95 \times 10^{-2}$	64	686056	4065697	$1,12 \times 10^{-2}$
21	688046	4076756	$1,23 \times 10^{-2}$	65	683964	4067947	$6,33 \times 10^{-2}$
22	693490	4075085	$1,08 \times 10^{-3}$	66	685162	4070608	$2,79 \times 10^{-2}$
23	686486	4075471	$2,24 \times 10^{-3}$	67	673826	4084286	$2,23 \times 10^{-2}$
24	682560	4076395	$5,75 \times 10^{-3}$	68	687022	4072553	$6,82 \times 10^{-4}$
25	683742	4081987	$1,27 \times 10^{-3}$	69	689022	4070716	$9,47 \times 10^{-2}$
26	690202	4093668	$5,33 \times 10^{-3}$	70	689405	4067655	$7,14 \times 10^{-4}$
27	690687	4089338	$1,62 \times 10^{-3}$	71	689267	4065639	$1,00 \times 10^{-3}$
28	691057	4085496	$1,15 \times 10^{-2}$	72	691757	4063226	$6,34 \times 10^{-4}$
29	689858	4081282	$4,22 \times 10^{-4}$	73	690280	4061358	$1,86 \times 10^{-4}$
30	693060	4078037	$5,62 \times 10^{-4}$	74	695846	4058444	$2,72 \times 10^{-3}$
31	695689	4079550	$6,69 \times 10^{-2}$	75	697883	4056986	$2,30 \times 10^{-3}$
32	695318	4081816	$2,05 \times 10^{-3}$	76	693837	4058585	$1,12 \times 10^{-2}$
33	696465	4084286	$1,07 \times 10^{-2}$	77	691005	4067250	$1,86 \times 10^{-4}$
34	699494	4086459	$6,00 \times 10^{-2}$	78	694732	4065481	$2,95 \times 10^{-3}$
35	694055	4087754	$3,67 \times 10^{-3}$	79	695895	4063633	$5,90 \times 10^{-5}$
36	694469	4095399	$2,89 \times 10^{-2}$	80	699505	4063535	$1,31 \times 10^{-3}$
37	692822	4091575	$1,48 \times 10^{-1}$	81	698334	4065562	$6,96 \times 10^{-4}$
38	696043	4089824	$7,75 \times 10^{-4}$	82	700440	4065876	$3,32 \times 10^{-4}$
39	697391	4091427	$3,77 \times 10^{-2}$	83	699247	4068557	$4,58 \times 10^{-3}$
40	699484	4091443	$2,47 \times 10^{-2}$	84	697143	4067332	$6,40 \times 10^{-4}$
41	700517	4081744	$3,41 \times 10^{-4}$	85	693293	4068807	$1,95 \times 10^{-4}$
42	698762	4079757	$3,72 \times 10^{-4}$	86	694102	4072066	$2,92 \times 10^{-3}$
43	697523	4094130	$2,79 \times 10^{-2}$	87	691241	4070911	$7,77 \times 10^{-5}$
44	699060	4096162	$8,68 \times 10^{-4}$	88	691294	4072751	$6,96 \times 10^{-4}$

Çizelge 4.3. (Devamı)

No	X	Y	K _{fs} (cm/s)	No	X	Y	K _{fs} (cm/s)
89	708372	4089165	1,86×10 ⁻⁴	128	711019	4080018	4,22×10 ⁻⁴
90	707785	4092581	6,52×10 ⁻³	129	710773	4082294	1,27×10 ⁻³
91	711463	4095323	6,82×10 ⁻⁴	130	702396	4069002	2,74×10 ⁻³
92	713370	4094298	2,05×10 ⁻³	131	702563	4067319	2,79×10 ⁻²
93	714482	4093328	1,25×10 ⁻⁴	132	705063	4067211	4,65×10 ⁻³
94	715971	4091580	3,61×10 ⁻³	133	706424	4065659	1,20×10 ⁻³
95	712953	4091038	4,03×10 ⁻⁴	134	703974	4065206	4,41×10 ⁻³
96	712268	4087445	2,68×10 ⁻²	135	707161	4062850	3,35×10 ⁻²
97	713781	4084574	3,85×10 ⁻²	136	705620	4060550	2,66×10 ⁻³
98	714999	4089110	1,12×10 ⁻³	137	708423	4060515	1,68×10 ⁻³
99	718174	4090897	1,86×10 ⁻⁴	138	709982	4059036	7,50×10 ⁻³
100	709650	4087367	1,55×10 ⁻⁴	139	708708	4068198	3,53×10 ⁻³
101	708639	4085620	5,76×10 ⁻²	140	708694	4065463	4,39×10 ⁻⁵
102	708067	4083874	3,16×10 ⁻³	141	709024	4063430	1,32×10 ⁻¹
103	705529	4083526	6,39×10 ⁻⁴	142	712220	4057120	1,04×10 ⁻⁴
104	701471	4082857	4,22×10 ⁻⁴	143	711192	4054009	6,20×10 ⁻⁵
105	702020	4079890	6,20×10 ⁻⁴	144	713668	4052910	1,74×10 ⁻³
106	701948	4077016	1,43×10 ⁻²	145	712433	4051614	1,09×10 ⁻⁴
107	701581	4073790	6,34×10 ⁻⁴	146	710167	4047114	1,74×10 ⁻³
108	703127	4071882	4,84×10 ⁻⁴	147	712796	4049195	3,75×10 ⁻⁴
109	705478	4072514	8,68×10 ⁻⁴	148	710715	4050890	1,74×10 ⁻³
110	705337	4069754	8,24×10 ⁻³	149	714590	4050450	5,59×10 ⁻⁵
111	705079	4075782	1,00×10 ⁻³	150	716136	4052173	4,34×10 ⁻⁴
112	704540	4078398	1,43×10 ⁻²	151	718512	4052980	5,73×10 ⁻³
113	705042	4081441	1,18×10 ⁻³	152	717981	4055354	4,68×10 ⁻⁴
114	707050	4080450	1,59×10 ⁻⁶	153	715571	4054578	1,67×10 ⁻²
115	694332	4074271	3,39×10 ⁻³	154	712338	4068568	1,23×10 ⁻²
116	696362	4075400	1,00×10 ⁻³	155	715015	4069257	5,58×10 ⁻³
117	698852	4077934	4,84×10 ⁻⁴	156	719487	4069273	9,65×10 ⁻³
118	699075	4076007	3,05×10 ⁻³	157	716692	4067776	1,15×10 ⁻³
119	697956	4072758	5,61×10 ⁻³	158	717890	4065346	5,73×10 ⁻⁴
120	697245	4070563	7,25×10 ⁻³	159	718803	4062972	2,01×10 ⁻⁴
121	700611	4074209	5,02×10 ⁻³	160	719798	4060832	5,69×10 ⁻³
122	708031	4074321	2,35×10 ⁻²	161	717647	4059190	4,22×10 ⁻⁴
123	708341	4071123	3,35×10 ⁻²	162	715949	4061708	8,18×10 ⁻³
124	710820	4071853	1,00×10 ⁻³	163	714586	4064472	5,89×10 ⁻⁴
125	710965	4073759	2,24×10 ⁻³	164	714898	4066259	1,95×10 ⁻⁴
126	710221	4076666	5,52×10 ⁻²	165	674120	4074450	1,12×10 ⁻³
127	708557	4078139	3,41×10 ⁻⁴	166	671370	4071365	7,50×10 ⁻⁴

Çizelge 4.3. (Devamı)

No	X	Y	K _{fs} (cm/s)	No	X	Y	K _{fs} (cm/s)
167	674445	4070611	3,94×10 ⁻²	185	703812	4052739	2,76×10 ⁻²
168	677056	4073380	1,84×10 ⁻³	186	711981	4064980	9,37×10 ⁻⁵
169	684766	4080019	8,07×10 ⁻³	187	711364	4061862	5,40×10 ⁻³
170	687230	4084874	2,27×10 ⁻³	188	714340	4058040	1,37×10 ⁻⁴
171	681750	4089900	5,44×10 ⁻²	189	713720	4060830	2,04×10 ⁻⁴
172	681450	4082080	5,59×10 ⁻⁴	190	697480	4087970	3,35×10 ⁻²
173	675380	4089270	1,60×10 ⁻³	191	693897	4085220	2,93×10 ⁻²
174	677250	4086720	4,28×10 ⁻²	192	692455	4080560	5,97×10 ⁻²
175	717271	4094938	3,41×10 ⁻⁴	193	713720	4081690	5,77×10 ⁻⁴
176	718113	4087351	4,22×10 ⁻⁴	194	715222	4080009	9,32×10 ⁻⁵
177	717798	4085311	7,50×10 ⁻³	195	712518	4078390	1,29×10 ⁻³
178	719500	4082660	1,32×10 ⁻²	196	713106	4075450	1,36×10 ⁻²
179	715662	4083102	5,90×10 ⁻⁵	197	713124	4073120	4,39×10 ⁻⁵
180	717807	4081013	9,30×10 ⁻³	198	713125	4070980	5,51×10 ⁻³
181	718780	4077300	2,91×10 ⁻⁴	199	685005	4096680	7,31×10 ⁻⁴
182	718950	4073967	7,31×10 ⁻⁴	200	680900	4095450	5,27×10 ⁻⁴
183	715220	4076980	5,33×10 ⁻²	201	676541	4092943	4,09×10 ⁻²
184	701163	4054873	2,25×10 ⁻³	202	673005	4090911	5,77×10 ⁻⁴
Minimum K _{fs} Değeri (cm/s)				1,59×10 ⁻⁶			
Maksimum K _{fs} Değeri (cm/s)				1,48×10 ⁻¹			
Ortalama K _{fs} Değeri (cm/s)				1,67×10 ⁻²			

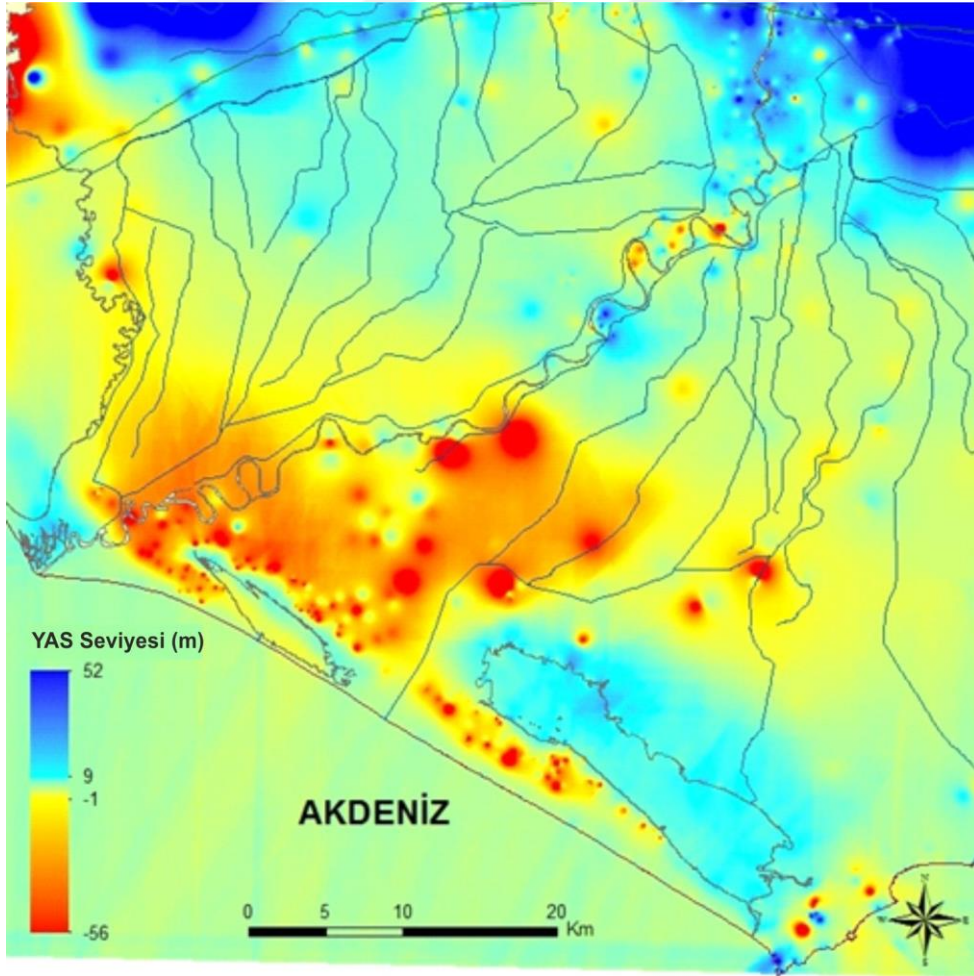


Şekil 4.72. Doygun hidrolik iletkenlik (K_{fs}) ölçümü yapılan noktaların konumları ve dağılımları.

Doygun hidrolik iletkenlik değerleri (K_{fs}) kısa mesafelerde büyük değişimler gösterebilmektedir. Bunun nedeni olarak kıyı akiferinin bir delta ortamı olması ve deltanın şekillenmesinde etkili olan Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin taşımış olduğu çökellere bağlı olarak oluşan heterojen yapı gösterilebilir. Genel olarak bakıldığında, kıyı akiferine ait doymuş hidrolik iletkenlik (K_{fs}) değerleri, çalışma alanının kuzeydoğu güneybatı hattı boyunca daha yüksek, geri kalan alanlarda ise göreceli olarak daha düşüktür.

4.3. YERALTI SU SEVİYESİ

Doğal ve yapay kökenli etkenlere bağlı olarak yeraltı suyunun hareketini ve mevsimsel değişimlerini irdeleyebilmek için yeraltı suyu seviye haritaları oluşturulmaktadır. Çalışma alanındaki yeraltı suyu seviye değişimini denetleyen doğal etkenler yağış, buharlaşma ve yüzeysel akış, yapay etkenler ise yeraltı suyu çekimi ve sulama kanallarıdır. Arazide yeraltı suyu seviye ölçümleri gerçekleştirilemediğinden, kuyuların açıldıkları döneme ait seviye ölçümleri kullanılmıştır [Temelsu, 2011]. Bölgede, tarımsal alanların sulanmasında kullanılan sulama kanalları, yeraltı suyu seviyesindeki değişimin az olmasına neden olmuştur. Yeraltı suyu seviyelerinde gözlenen önemli miktarlardaki düşümler ise kuyulardan yapılan aşırı çekimlerin göstergesidir. Ayrıca yeraltı suyu seviyelerinin düşük, hidrolik eğimlerin yüksek olduğu bölgelerin doygun hidrolik iletkenliklerinin düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.72, Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Çalışma alanına ait yeraltı suyu seviye haritası.

4.4. HİDROJEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.4.1. Suların Hidrojeokimyasal Fasiyes Kavramına Göre Sınıflandırılması

Sınıflandırmaya başlamadan önce analiz sonuçlarının doğruluğunun denetlenmesi için anyon-kasyon dengesi belirlenmiştir. Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzeysel suyu numunelerinde yapılan kimyasal analizlerde, anyon-kasyon dengesinin üç numune haricinde (W23, S1 ve S2) %5'den düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Bölgeden alınan 172 su numunesinde dengenin pozitif (+) yönde geliştiği, dolayısıyla bu sulara katyon fazlalığı olduğu, bir su numunesinde ise anyon fazlalığına bağlı olarak dengenin negatif (-) yönde geliştiği gözlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan suların hidrojekimyasal sınıflandırması IAH (1979) sınıflaması dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerinin %55'inin baskın katyon olarak Na^+ , %42'sinin Mg^{+2} ve %3'ünün Ca^{+2} , baskın anyon olarak ise %83'ünün HCO_3^- , %14'ünün Cl^- ve %3'ünün SO_4^{-2} iyonlarını içeren su tipinde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Nehirlerden (Seyhan ve Berdan) alınan numunelerin %60'ı baskın katyon olarak Mg^{+2} , %40'ı Ca^{+2} , baskın anyon olarak ise HCO_3^- iyonlarını içeren su tipindedir. Kanallardan alınan numunelerin %62'si baskın katyon olarak Mg^{+2} , %38'i Ca^{+2} ve Na^+ , baskın anyon olarak ise HCO_3^- iyonlarını içeren su tipindedir. Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan numuneler ise Na-Cl su tipini yansıtmaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Çalışma alanından alınan su numunelerinin IAH (1979)'ne göre su tipi sınıflaması.

Örnek No	% Yük Dengesi Hatası	Su Sınıfı
W1	3,49	Mg-Ca-Na-Cl-SO ₄ -HCO ₃
W2	2,34	Mg-Ca-HCO ₃
W3	2,85	Ca-Mg-Cl-HCO ₃
W4	1,76	Mg-Na-Ca-HCO ₃
W5	4,64	Na-HCO ₃ -Cl
W6	1,27	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W7	1,54	Na-Mg-Cl-HCO ₃
W8	1,52	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W9	1,45	Na-Mg-Cl-HCO ₃

Çizelge 4.4. (Devamı)

Örnek No	% Yük Dengesi Hatası	Su Sınıfı
W10	1,36	Na-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
W11	2,49	Ca-Mg-HCO ₃
W12	4,97	Na-Mg-Ca-HCO ₃
W13	2,24	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl
W14	1,69	Na-HCO ₃ -Cl
W15	0,46	Mg-Na-Cl-SO ₄
W16	2,98	Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
W17	1,58	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -Cl-SO ₄
W18	1,81	Na-Mg-Ca-SO ₄ -HCO ₃ -Cl
W19	1,49	Na-Mg-SO ₄ -HCO ₃ -Cl
W20	3,17	Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄
W21	3,09	Mg-Na-HCO ₃
W22	2,09	Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
W23	5,01	Mg-HCO ₃
W24	2,17	Mg-Na-HCO ₃ -Cl-SO ₄
W25	2,32	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W26	3,99	Na-Mg-HCO ₃
W27	3,32	Mg-Na-HCO ₃
W28	3,84	Mg-Na-HCO ₃
W29	3,30	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W30	1,73	Na-HCO ₃
W31	2,01	Mg-Na-Cl-HCO ₃
W32	1,99	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W33	1,15	Na-HCO ₃ -Cl
W34	3,92	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W35	2,18	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W36	1,96	Na-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
W37	2,26	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W38	1,67	Na-Mg-Cl-HCO ₃ -SO ₄
W39	2,89	Mg-Na-Cl-HCO ₃ -SO ₄
W40	1,06	Na-Mg-Cl-SO ₄ -HCO ₃
W41	2,52	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl
W42	2,92	Mg-Na-HCO ₃
W43	2,51	Mg-Na-HCO ₃
W44	3,49	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W45	4,61	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
W46	2,64	Mg-Na-Ca-HCO ₃
W47	1,95	Mg-Na-HCO ₃
W48	3,68	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W49	0,82	Na-Mg-HCO ₃
W50	1,44	Na-HCO ₃ -Cl
W51	2,25	Na-Mg-HCO ₃
W52	2,03	Mg-Na-HCO ₃
W53	2,04	Mg-Na-Ca-HCO ₃

Çizelge 4.4. (Devamı)

Örnek No	% Yük Dengesi Hatası	Su Sınıfı
W54	1,95	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W55	2,32	Mg-Ca-HCO ₃
W56	4,98	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W57	4,49	Mg-Ca-HCO ₃
W58	1,88	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W59	3,01	Mg-Na-Ca-SO ₄ -Cl-HCO ₃
W60	1,85	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W61	0,99	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W62	4,47	Na-Mg-Cl-HCO ₃
W63	4,68	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W64	3,07	Na-Mg-Ca-HCO ₃
W65	1,31	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -Cl
W66	1,82	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl
W67	2,37	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W68	1,76	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W69	1,24	Na-Mg-HCO ₃
W70	1,06	Na-Mg-HCO ₃
W71	2,02	Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄
W72	2,70	Na-Mg-HCO ₃
W73	1,02	Na-Mg-HCO ₃
W74	4,73	Na-Mg-HCO ₃
W75	2,76	Na-HCO ₃ -Cl
W76	2,63	Na-Mg-HCO ₃
W77	1,26	Mg-Na-Ca-HCO ₃
W78	0,87	Na-Mg-Cl-SO ₄ -HCO ₃
W79	0,90	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W80	1,61	Mg-Ca-HCO ₃
W81	1,07	Mg-Ca-HCO ₃
W82	1,28	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
W83	1,87	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W84	3,75	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl
W85	1,84	Na-Mg-HCO ₃
W86	4,63	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W87	1,58	Na-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
W88	2,39	Mg-HCO ₃
W89	2,52	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W90	1,64	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W91	4,61	Mg-Ca-HCO ₃
W92	3,73	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W93	0,87	Na-Cl
W94	1,53	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W95	1,07	Na-Mg-Cl-HCO ₃
W96	2,44	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W97	1,35	Na-Cl-HCO ₃

Çizelge 4.4. (Devamı)

Örnek No	% Yük Dengesi Hatası	Su Sınıfı
W98	2,97	Mg-Ca-Na-Cl-HCO ₃
W99	3,56	Mg-Na-Ca-HCO ₃
W100	2,62	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W101	2,54	Na-HCO ₃
W102	1,33	Na-HCO ₃ -Cl
W103	0,73	Na-Cl
W104	1,33	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W105	1,19	Na-HCO ₃
W106	1,34	Na-Mg-HCO ₃
W107	1,55	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W108	1,14	Na-HCO ₃ -Cl
W109	0,96	Na-Cl-HCO ₃
W110	1,40	Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W111	0,79	Mg-Na-Ca-Cl
W112	1,19	Na-Mg-HCO ₃
W113	1,27	Na-Mg-HCO ₃
W114	0,97	Na-HCO ₃ -Cl
W115	1,43	Na-Mg-HCO ₃ -Cl
W116	3,74	Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄
W117	1,82	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
W118	1,54	Mg-Ca-Na-SO ₄ -HCO ₃
W119	1,63	Na-HCO ₃ -Cl
W120	1,52	Na-HCO ₃ -Cl
W121	1,79	Na-HCO ₃ -Cl
W122	4,30	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W123	1,32	Na-HCO ₃ -Cl
W124	1,67	Na-HCO ₃ -Cl
W125	1,13	Na-HCO ₃ -Cl
W126	-1,17	Na-HCO ₃ -Cl
W127	1,53	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
W128	1,72	Mg-Ca-HCO ₃ -Cl
W129	1,89	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W130	4,96	Mg-Ca-Na-HCO ₃
W131	4,56	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -Cl
W132	2,76	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -Cl
C1	2,41	Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
C2	1,69	Ca-Mg-HCO ₃
C3	1,75	Ca-Mg-HCO ₃
C4	1,70	Mg-Ca-Na-HCO ₃
C5	1,40	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄
C6	1,45	Ca-Mg-HCO ₃
C7	1,63	Mg-Ca-HCO ₃
C8	1,79	Mg-Ca-HCO ₃
C9	1,59	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄

Çizelge 4.4. (Devamı)

Örnek No	% Yük Dengesi Hatası	Su Sınıfı
C10	1,63	Mg-Ca-HCO ₃
C11	2,46	Mg-Ca-Na-HCO ₃
C12	2,51	Na-Mg-Ca-HCO ₃
C13	2,35	Na-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
C14	1,78	Mg-Na-Ca-HCO ₃
C15	1,95	Na-Mg-Ca-HCO ₃
C16	1,90	Mg-Na-Ca-HCO ₃
C17	3,03	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
C18	2,89	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄
C19	1,60	Mg-Ca-HCO ₃
C20	3,28	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
C21	2,23	Mg-Na-Ca-HCO ₃
C22	1,71	Mg-Ca-Na-HCO ₃
C23	2,13	Mg-Ca-Na-HCO ₃
C24	3,14	Ca-Mg-HCO ₃
C25	2,95	Mg-Na-Ca-HCO ₃
C26	1,79	Mg-Ca-HCO ₃
C27	2,00	Mg-Ca-HCO ₃
C28	1,84	Na-Mg-Ca-HCO ₃
C29	1,54	Mg-Na-Ca-HCO ₃
C30	1,95	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -Cl
C31	1,70	Ca-Mg-Na-HCO ₃
R1	2,02	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl
R2	3,62	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl
R3	4,25	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄
R4	1,87	Ca-Mg-HCO ₃
R5	3,64	Mg-Ca-Na-HCO ₃
L1	0,00	Na-Cl
L2	0,00	Na-Cl
L3	0,00	Na-Cl
S1	6,41	Na-Cl
S2	5,22	Na-Cl

4.4.2. Suların Stuyfzand Sınıflama Sistemine Göre Sınıflandırılması

Çalışma kapsamında, bölgedeki mevcut kuyulardan alınan toplam 132 adet su numunesinde yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere bağlı olarak Stuyfzand sınıflama sisteminde yer alan 4 sınıflama kriterine göre isimlendirme yapılmış ve dağılım haritası oluşturulmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.74). Stuyfzand sınıflama sisteminde ilk sembol ile ifade edilen Cl⁻ içeriğine göre yeraltı suyunun

“tatlı, tatlı-az tuzlu, az tuzlu ve az tuzlu-tuzlu tip” su sınıflarında olduğu belirlenmiştir. Sınıflamada 2. sembol olarak belirtilen toplam sertlik değerine göre akiferdeki yeraltı suyunun “çok yumuşak, yumuşak ve sert” su sınıflarında olduğu gözlenmiştir. Sınıflamada 3. sembol olarak belirtilen yeraltı suyunun hakim anyon-kasyon çiftlerinin Camix, Mgmix, Namix, CaCl, MgCl, NaCl, CaHCO₃, MgHCO₃ ve NaHCO₃ bileşiminde olduğu gözlenmiştir. Sınıflamada 4. sembol olarak belirtilen kasyon değişim koduna göre ise yeraltı suyunun (Na+K+Mg)_{fazla} ve (Na+K+Mg)_{dengede} olduğu belirlenmiştir.

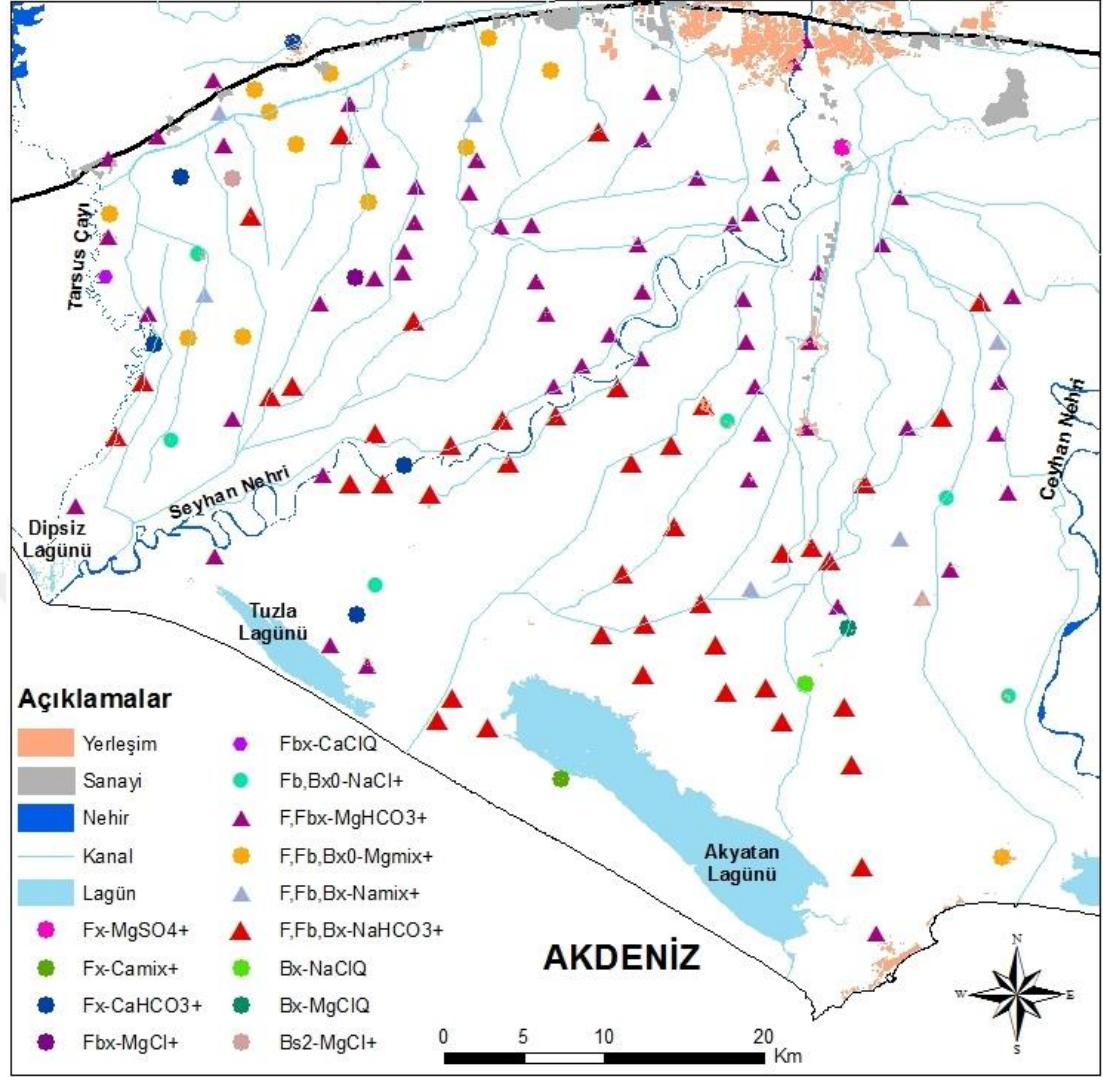
Çizelge 4.5. Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan Stuyfzand Sınıflama Sistemi çizelgesi.

Kuyu No	Su Sınıfı	Kuyu No	Su Sınıfı	Kuyu No	Su Sınıfı
W1	F _b x-Mgmix+	W28	Fx-MgHCO ₃ +	W55	Fx-MgHCO ₃ +
W2	Fx-MgHCO ₃ +	W29	Fx-MgHCO ₃ +	W56	Fx-MgHCO ₃ +
W3	F _b x-CaCl ₀	W30	Fx-NaHCO ₃ +	W57	Fx-MgHCO ₃ +
W4	Fx-MgHCO ₃ +	W31	F _b x-MgCl+	W58	F _b x-NaHCO ₃ +
W5	Fx-NaHCO ₃ +	W32	F _b x-MgHCO ₃ +	W59	F _b x-Mgmix+
W6	Fx-MgHCO ₃ +	W33	Fx-NaHCO ₃ +	W60	Fx-NaHCO ₃ +
W7	F _b x-NaCl+	W34	Fx-NaHCO ₃ +	W61	Fx-NaHCO ₃ +
W8	F _b x-NaHCO ₃ +	W35	Fx-NaHCO ₃ +	W62	B0-NaCl+
W9	Bx-NaCl+	W36	Fx-MgHCO ₃ +	W63	Fx-CaHCO ₃ +
W10	F _b x-Mgmix+	W37	F _b x-Mgmix+	W64	Fx-MgHCO ₃ +
W11	Fx-CaHCO ₃ +	W38	F _b x-Namix+	W65	Fx-MgHCO ₃ +
W12	Fx-MgHCO ₃ +	W39	B0-Mgmix+	W66	Fx-MgHCO ₃ +
W13	Fx-MgHCO ₃ +	W40	Bx-Namix+	W67	Fx-NaHCO ₃ +
W14	F _b x-NaHCO ₃ +	W41	Fx-Mgmix+	W68	Fx-NaHCO ₃ +
W15	B _s 2-MgCl+	W42	Fx-MgHCO ₃ +	W69	Fx-NaHCO ₃ +
W16	F _b x-Namix+	W43	Fx-MgHCO ₃ +	W70	Fx-NaHCO ₃ +
W17	F _b x-Mgmix+	W44	Fx-MgHCO ₃ +	W71	Fx-MgHCO ₃ +
W18	F _b x-Mgmix+	W45	Fx-MgHCO ₃ +	W72	Fx-NaHCO ₃ +
W19	F _b x-Mgmix+	W46	Fx-MgHCO ₃ +	W73	Fx-NaHCO ₃ +
W20	Fx-NaHCO ₃ +	W47	Fx-MgHCO ₃ +	W74	Fx-NaHCO ₃ +
W21	Fx-MgHCO ₃ +	W48	Fx-MgHCO ₃ +	W75	Fx-NaHCO ₃ +
W22	F _b x-Mgmix+	W49	Fx-NaHCO ₃ +	W76	Fx-MgHCO ₃ +
W23	Fx-MgHCO ₃ +	W50	Fx-NaHCO ₃ +	W77	Fx-MgHCO ₃ +
W24	F _b x-Mgmix+	W51	Fx-MgHCO ₃ +	W78	B0-NaCl+
W25	Fx-MgHCO ₃ +	W52	Fx-MgHCO ₃ +	W79	Fx-MgHCO ₃ +
W26	Fx-MgHCO ₃ +	W53	Fx-MgHCO ₃ +	W80	Fx-MgHCO ₃ +
W27	Fx-MgHCO ₃ +	W54	Fx-MgHCO ₃ +	W81	Fx-MgHCO ₃ +

Çizelge 4.5. (Devamı)

Kuyu No	Su Sınıfı	Kuyu No	Su Sınıfı	Kuyu No	Su Sınıfı
W82	Fx-MgHCO ₃ +	W99	Fx-MgHCO ₃ +	W116	Fx-MgHCO ₃ +
W83	Fx-MgHCO ₃ +	W100	Bx-NaHCO ₃ +	W117	Fx-MgHCO ₃ +
W84	Fx-MgHCO ₃ +	W101	Fx-NaHCO ₃ +	W118	Fx-MgSO ₄ +
W85	Fx-NaHCO ₃ +	W102	Fx-NaHCO ₃ +	W119	Fx-NaHCO ₃ +
W86	Fx-MgHCO ₃ +	W103	Bx-NaClø	W120	F _b x-NaHCO ₃ +
W87	Bx-Namix+	W104	Fx-NaHCO ₃ +	W121	Fx-NaHCO ₃ +
W88	Fx-MgHCO ₃ +	W105	Fx-NaHCO ₃ +	W122	Fx-Camix+
W89	Fx-NaHCO ₃ +	W106	Fx-NaHCO ₃ +	W123	Fx-NaHCO ₃ +
W90	Fx-MgHCO ₃ +	W107	Fx-NaHCO ₃ +	W124	F _b x-NaHCO ₃ +
W91	Fx-MgHCO ₃ +	W108	Fx-NaHCO ₃ +	W125	Fx-NaHCO ₃ +
W92	F _b x-MgHCO ₃ +	W109	F _b x-Namix+	W126	Fx-NaHCO ₃ +
W93	Bx-NaCl+	W110	Fx-MgHCO ₃ +	W127	Fx-MgHCO ₃ +
W94	Fx-Namix+	W111	Bx-MgClø	W128	Fx-MgHCO ₃ +
W95	Fx-Namix+	W112	Fx-NaHCO ₃ +	W129	Fx-MgHCO ₃ +
W96	Fx-MgHCO ₃ +	W113	Fx-NaHCO ₃ +	W130	Fx-MgHCO ₃ +
W97	Bx-NaCl+	W114	Fx-NaHCO ₃ +	W131	Fx-CaHCO ₃ +
W98	B0-Mgmix+	W115	Fx-NaHCO ₃ +	W132	F _b x-MgHCO ₃ +

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi akiferde birçok su sınıfı bulunmaktadır. Doğada, sınıflama sisteminde belirtilen su tiplerinin birçoğu bulunmamasına rağmen çalışma alanındaki gibi karmaşık durumlarda ortaya çıkan su tipi sayısının fazla olması nedeniyle ortaya çıkabilecek karışıklığı önlemek için birçok su tipi birleştirilerek kullanılmıştır. Çalışmada Cl⁻ içeriği F, F_b ve B olanlar ile sertliği x ve 0 olan sular tek su tipi olarak ele alınmıştır. Sınıflama böylece daha genel bir hal almıştır. Oluşturulan dağılım haritası incelendiğinde F,F_bx-MgHCO₃ ve F,F_b,Bx-NaHCO₃ sınıfında bulunan su tiplerinin akiferin genelini oluşturduğu görülmektedir. Yeraltı suyundaki yıkanmanın yeraltı suyu akım yönü ile uyumlu olarak geliştiği göz önüne alınacak olursa yeraltı suyu bileşimindeki değişimin kation değişimi sonucunda meydana geldiği söylenebilir. Akiferin genelinde devam eden kation değişimi, güneybatı kesiminde bulunan Hasırağacı bölgesi civarında son aşamada bulunmaktadır ve bu bölgede yeraltı suyu CaHCO₃ su tipindedir. Yıkanma işlemi sonucunda oluşan MgHCO₃ su tipi akiferin geneline yayılmışken, NaHCO₃ su tipi daha çok akiferin orta ve güney kesimlerinde gözlenmektedir (Şekil 4.74).

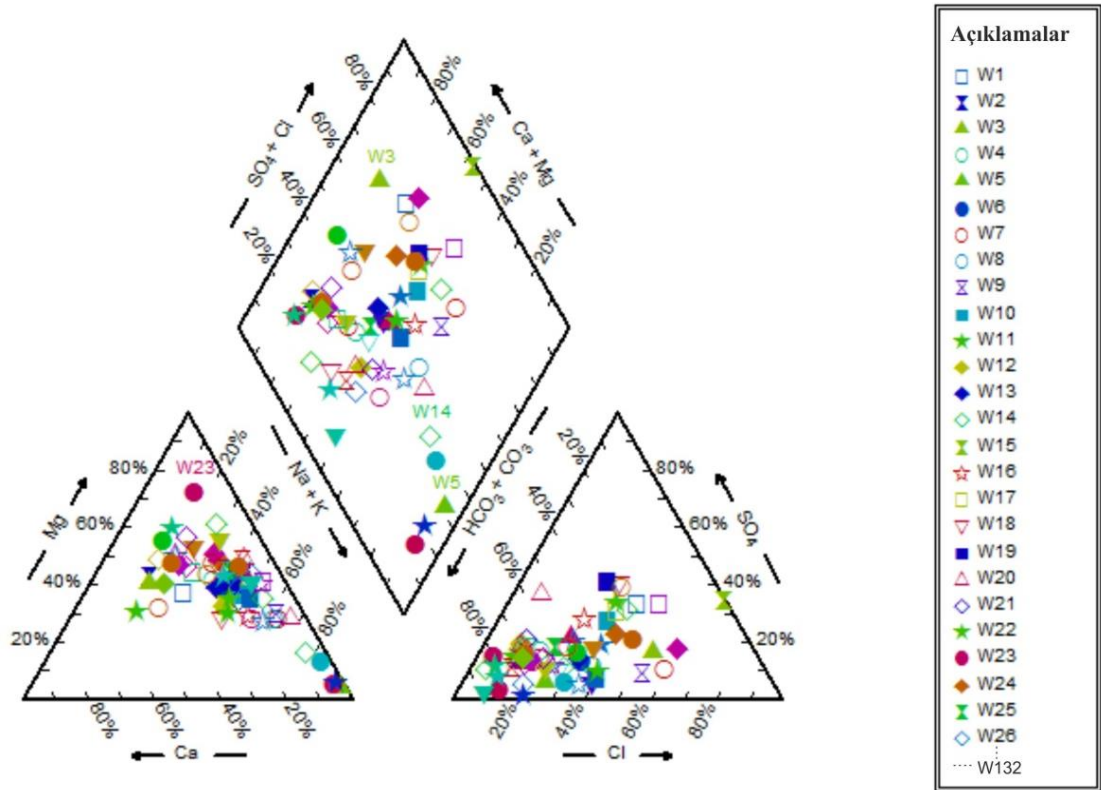


Şekil 4.74. Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numunelerinin Stuyfzand Sınıflama Sistemine göre alansal dağılımı.

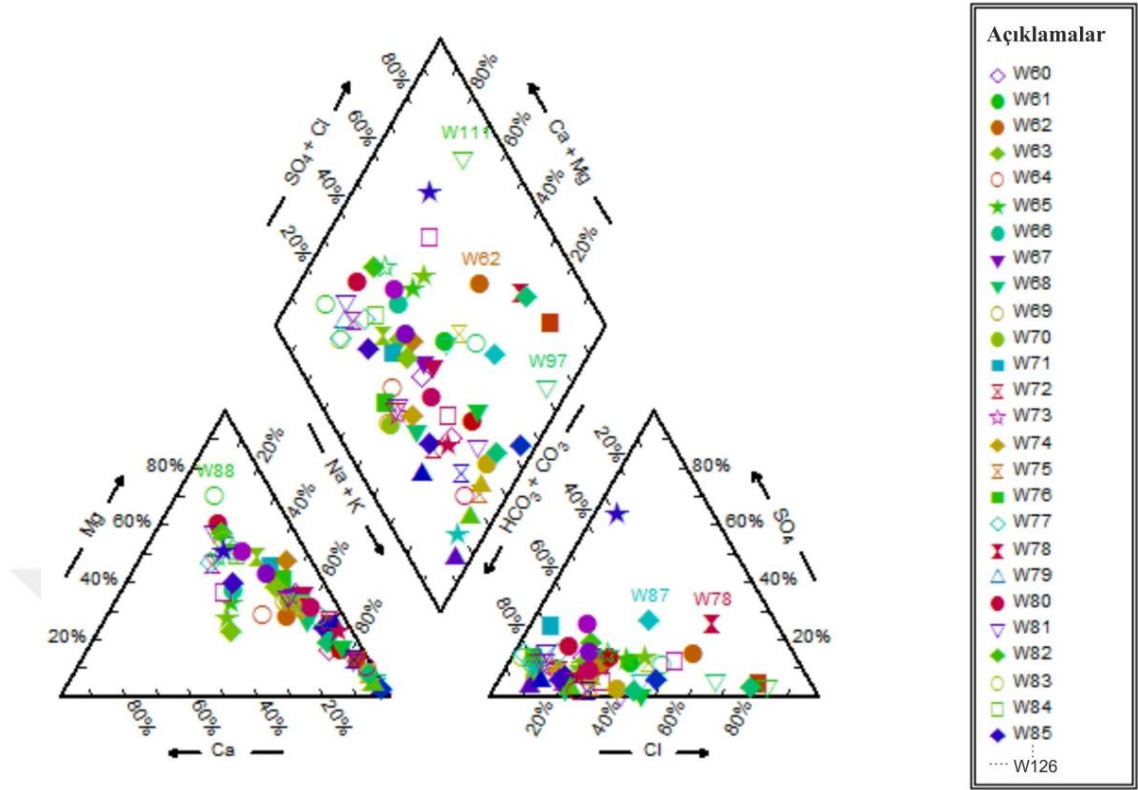
4.4.3. Suların Grafıksel Yöntemlerle Sınıflandırılması

Havza bazında yapılan hidrojeolojik araştırmalarda benzer özellikteki suların değerlendirilmesi veya suların hidrojeokimyasal evrim süreçlerinin açıklanabilmesi ve bu değerlendirmelerin görsel olarak sunulabilmesi için, kimyasal analiz sonuçları uygun grafiklere aktarılarak yorumlamalar yapılır. Bu çalışma kapsamında analiz sonuçları, AquaChem 2014.2 (Waterloo Hydrogeologic, 2014) bilgisayar programı kullanılarak çeşitli diyagramlar (Piper, Durov, Yarı Logaritmik Schoeller, ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox) üzerinde değerlendirilerek sınıflandırılmış ve tanımlamalar yapılmıştır.

Çalışma alanından alınan yeraltı suları, Tarsus ve Yüreğir ovaları için oluşturulan iki ayrı Piper diyagramında değerlendirilmiştir. Her iki oavadan da alınan yeraltı suları bütün bölgelere yayılmıştır. Tarsus ovasından alınan yeraltı suları yoğunluklu olarak karbonat sertliği %50'den fazla olan, toprak alkalilerin ($\text{Ca}^{+2}+\text{Mg}^{+2}$) alkalilerden ($\text{Na}+\text{K}$), zayıf asit köklerinin ($\text{CO}_3^{-2}+\text{HCO}_3^{-}$) de güçlü asit köklerinden ($\text{SO}_4^{-2}+\text{Cl}$) daha fazla olduğu 5. bölgede, Yüreğir ovasından alınan yeraltı sularının ise daha çok iyonlarının hiçbirinin %50'yi geçmediği, karışık suların bulunduğu 9. bölgede olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.75, Şekil 4.76).

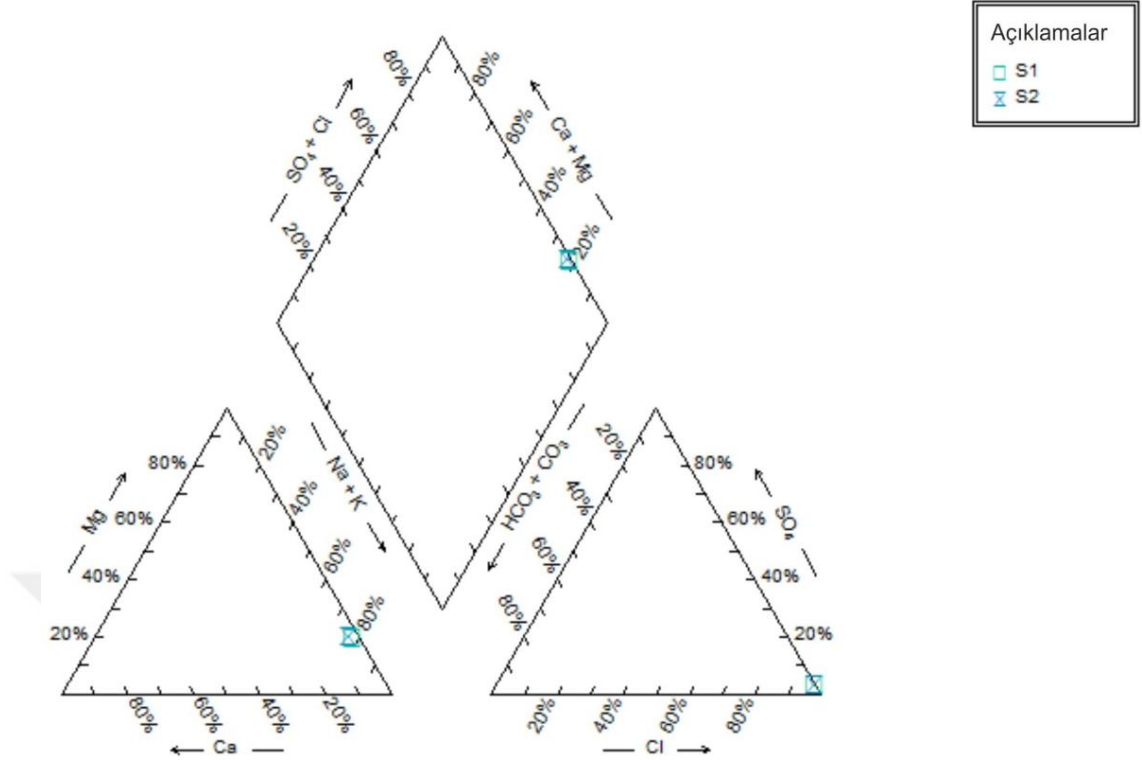


Şekil 4.75. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.

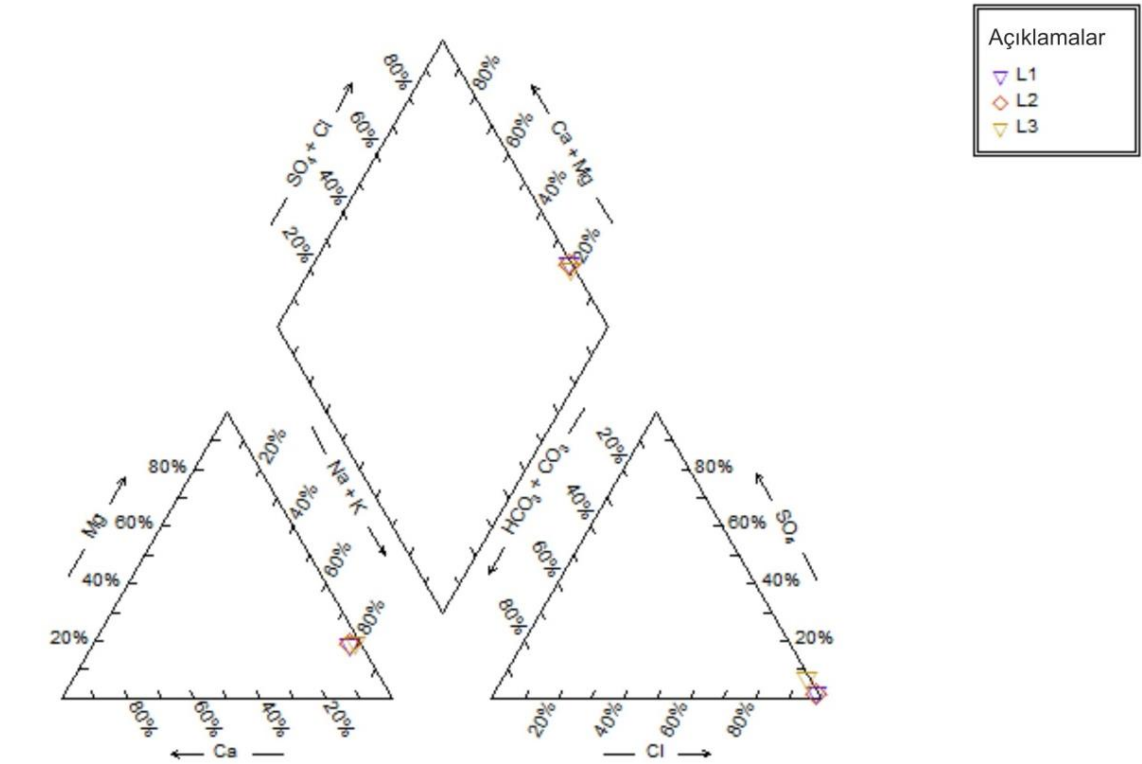


Şekil 4.76. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.

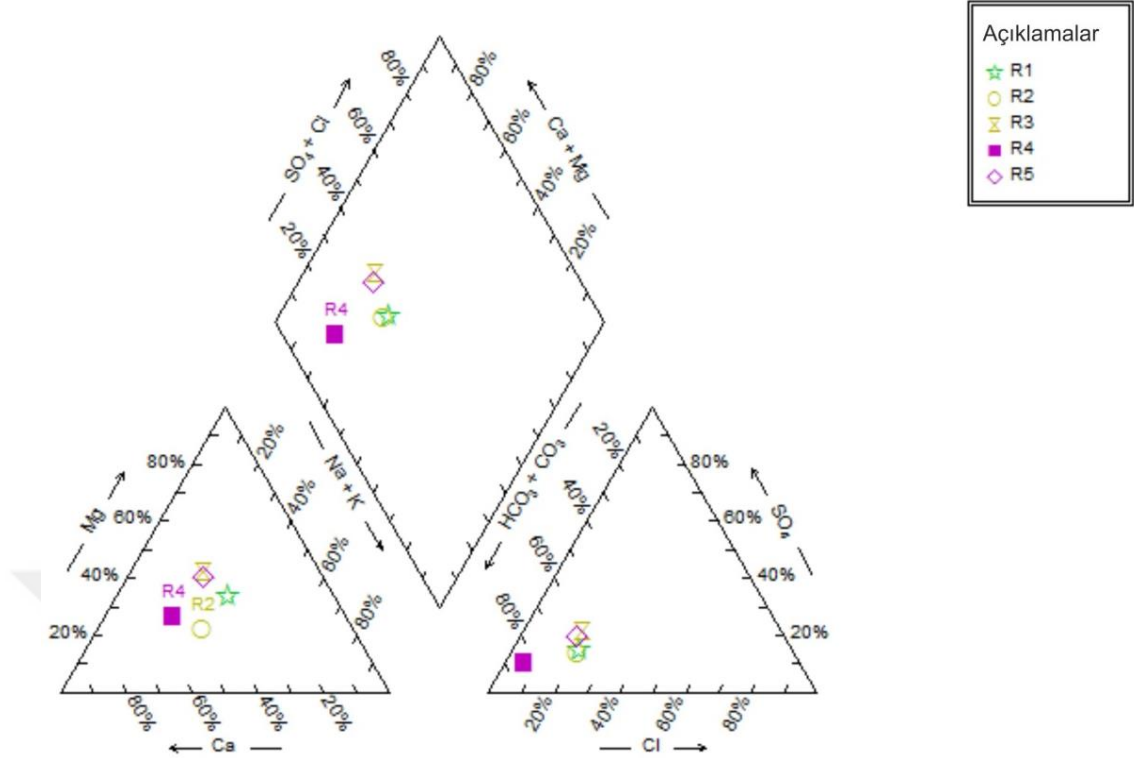
Denizden ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan sular karbonat olmayan sertliğin % 50'den fazla olduğu, alkalilerin (Na+K) toprak alkalilerden ($Ca^{+2}+Mg^{+2}$), güçlü asit köklerinin ($SO_4^{-2}+Cl$) de zayıf asit köklerinden ($CO_3^{-2}+HCO_3^{-}$) daha fazla olduğu 7. bölgede, NaCl su tipindedir (Şekil 4.77, Şekil 4.78). Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan sular ise karbonat sertliği %50'den fazla olan (5. bölge) su tipindedir (Şekil 4.79).



Şekil 4.77. Denizden alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.

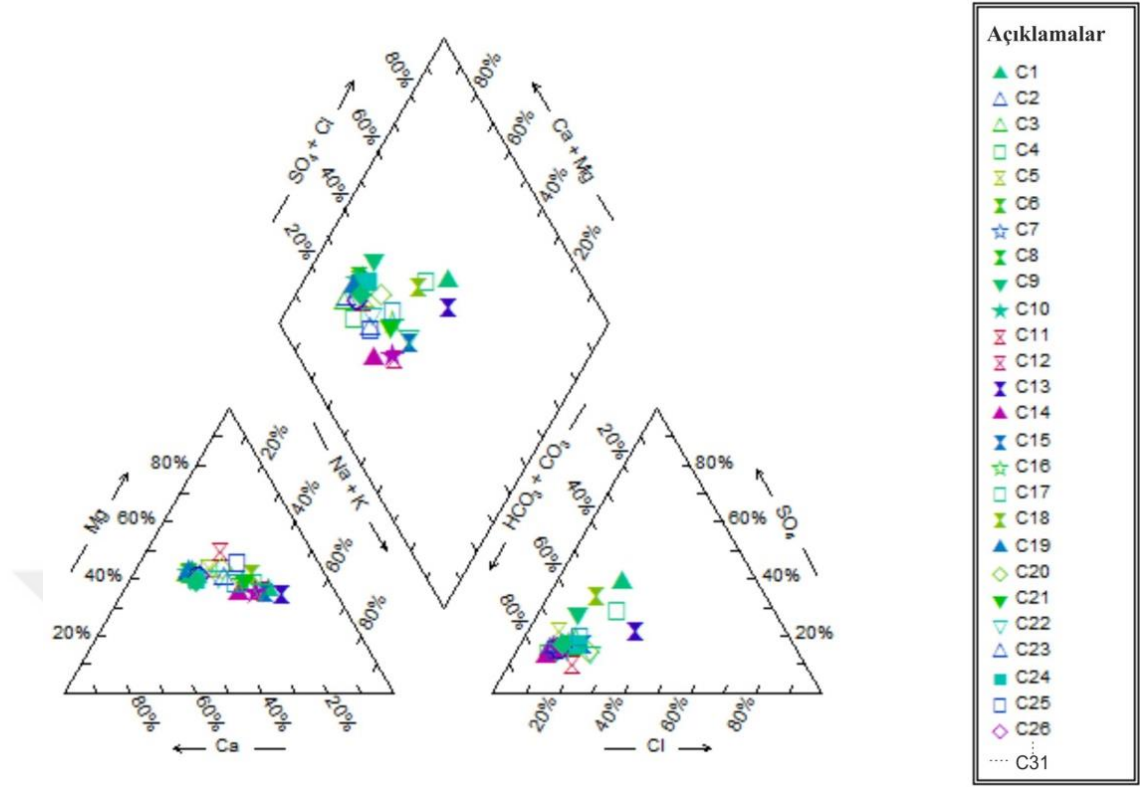


Şekil 4.78. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.



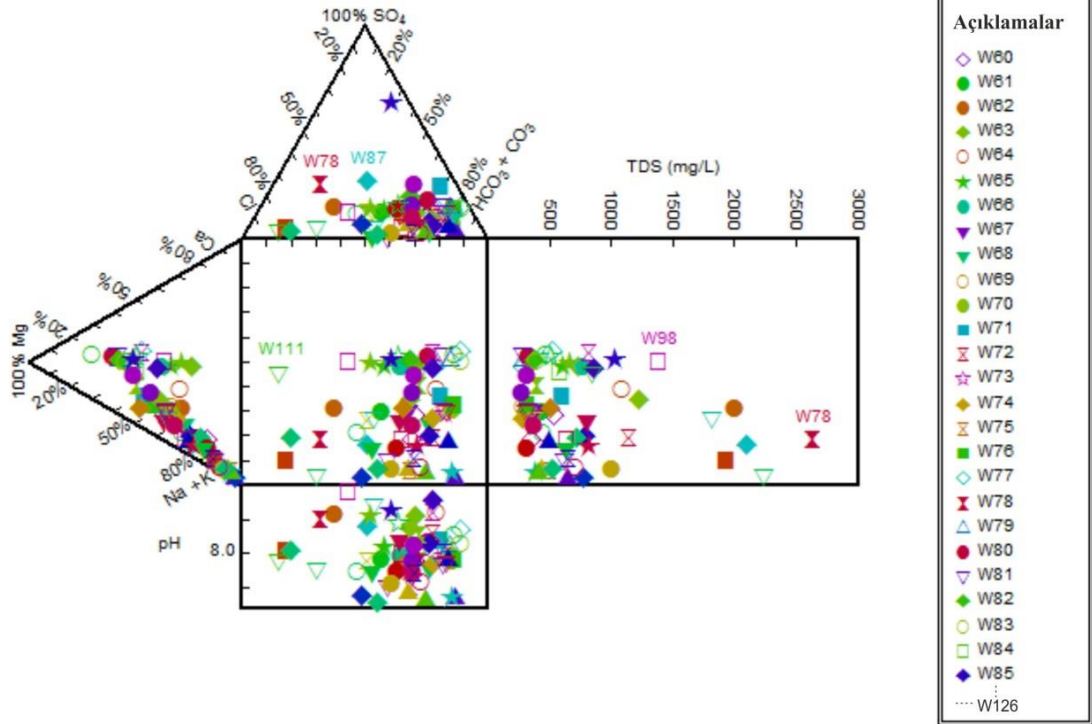
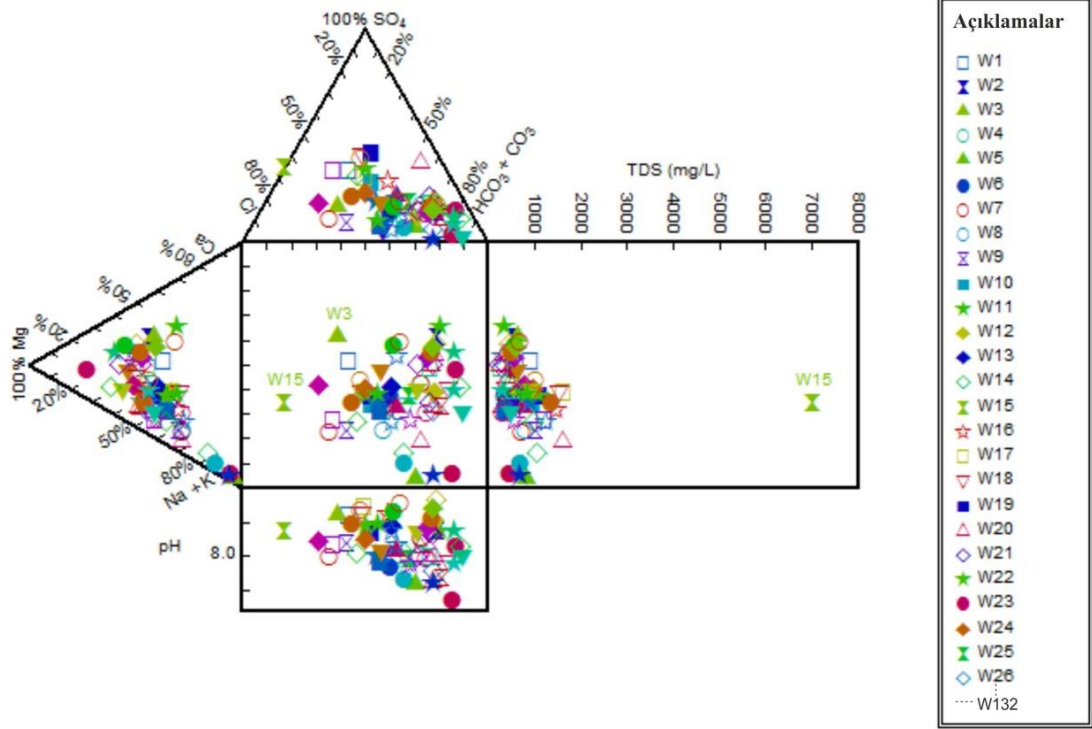
Şekil 4.79. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.

Kanallardan alınan suların Piper diyagramındaki konumlarına bakıldığında ise C1, C4 ve C13 nolu kanalların baskın iyon içermeyen karışık su tipinde olduğu, geri kalanların ise karbonat sertliği %50'den fazla olan 5. bölgede olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.80).



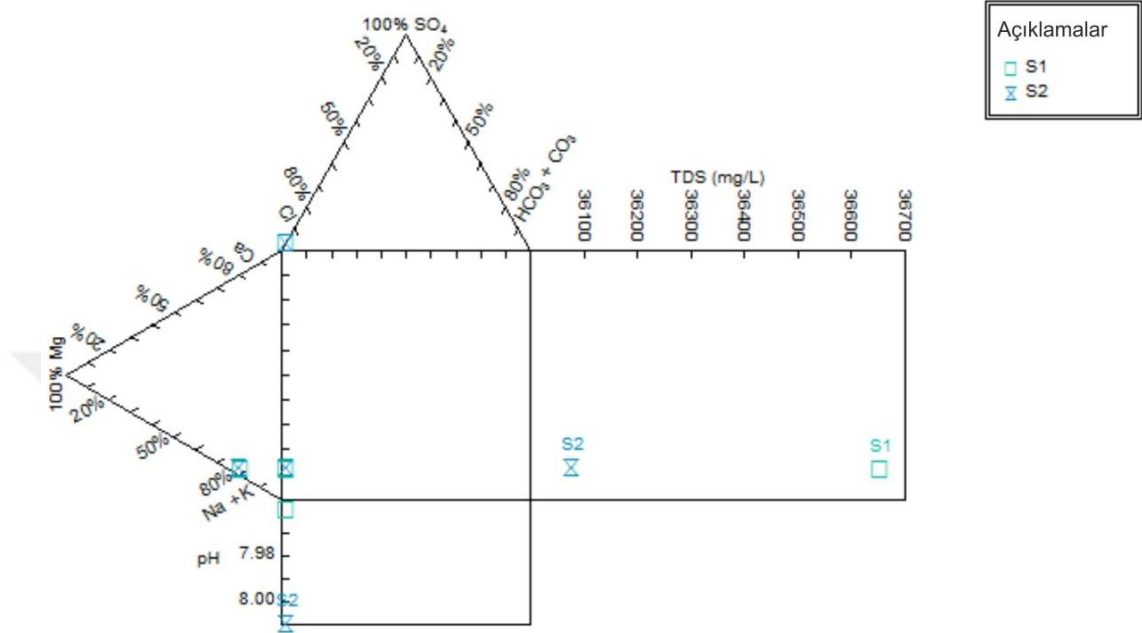
Şekil 4.80. Kanallardan alınan su numunelerinin Piper diyagramındaki dağılımı.

Çalışma alanından alınan yeraltı suları, Tarsus ve Yüreğir ovaları için oluşturulan iki ayrı Durov diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.81, Şekil 4.82). Tarsus ovası TDS miktarları 266,18-7052,09 mg/L arasında, pH değerleri ise 7,19-8,64 arasında değişmektedir. Yüreğir ovası yeraltı sularının TDS miktarları 270,97-2637,41 mg/L arasında, pH değerleri ise 7,11-8,73 arasında değişmektedir. Tarsus ovasından alınan W15 nolu numune haricindeki Aşağı Seyhan ovasından alınan bütün yeraltı suyu numunelerinin TDS miktarlarının ve pH değerlerinin yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu gözlenmiştir (EK 1).

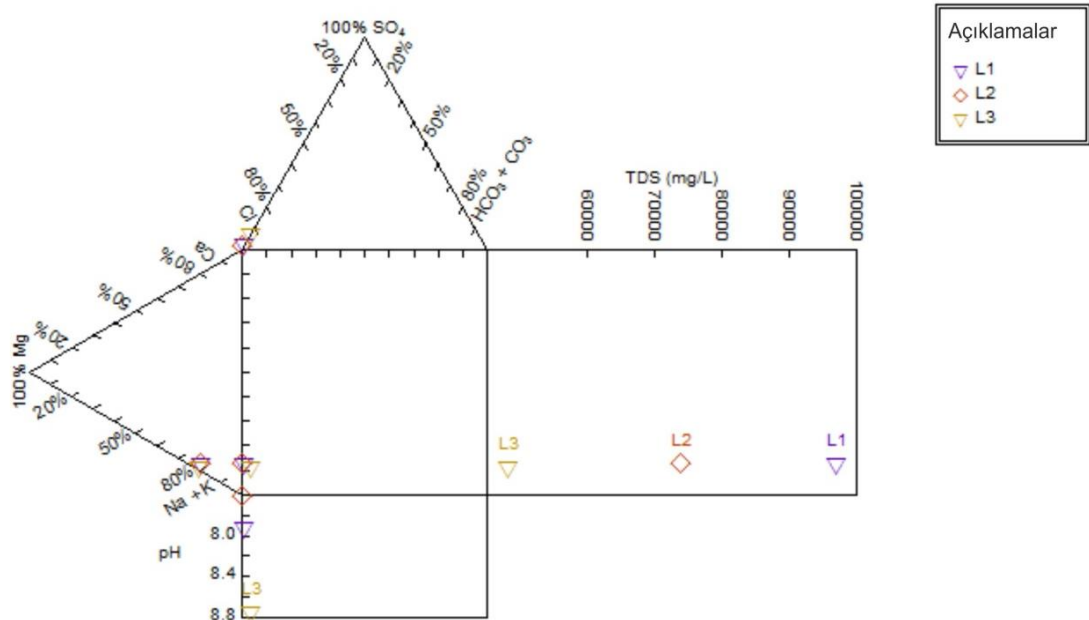


Durov diyagramına yerleştirilen deniz ve lagün (Tuzla ve Akyatan) suları için ana katyonunun Na^+ , anyonunun ise Cl^- olduğu görülmektedir (Şekil 4.83, Şekil

4.84). Denizden alınan numunelerin TDS miktarları 36077,97 ve 36656,45 mg/L iken, pH değerleri 7,96 ve 8,01'dir. Lagünlerden alınan numunelerin ise TDS miktarlarının 48353,07 ile 97253,56 mg/L arasında, pH değerlerinin ise 7,92 ile 8,75 arasında değiştiği gözlenmiştir (EK 1).

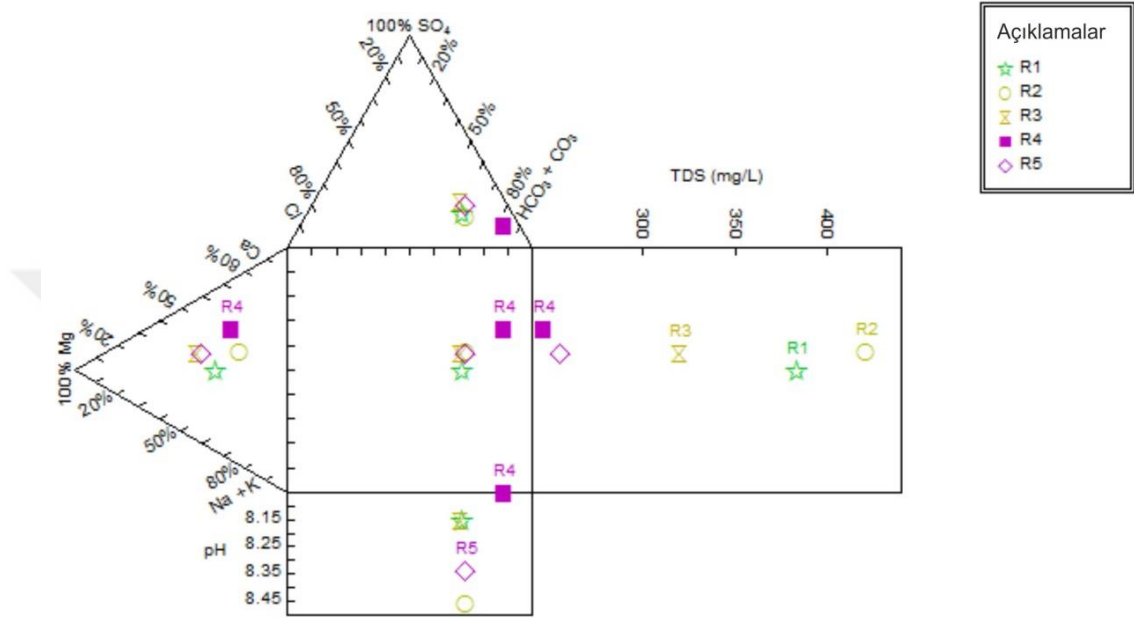


Şekil 4.83. Denizden alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı.



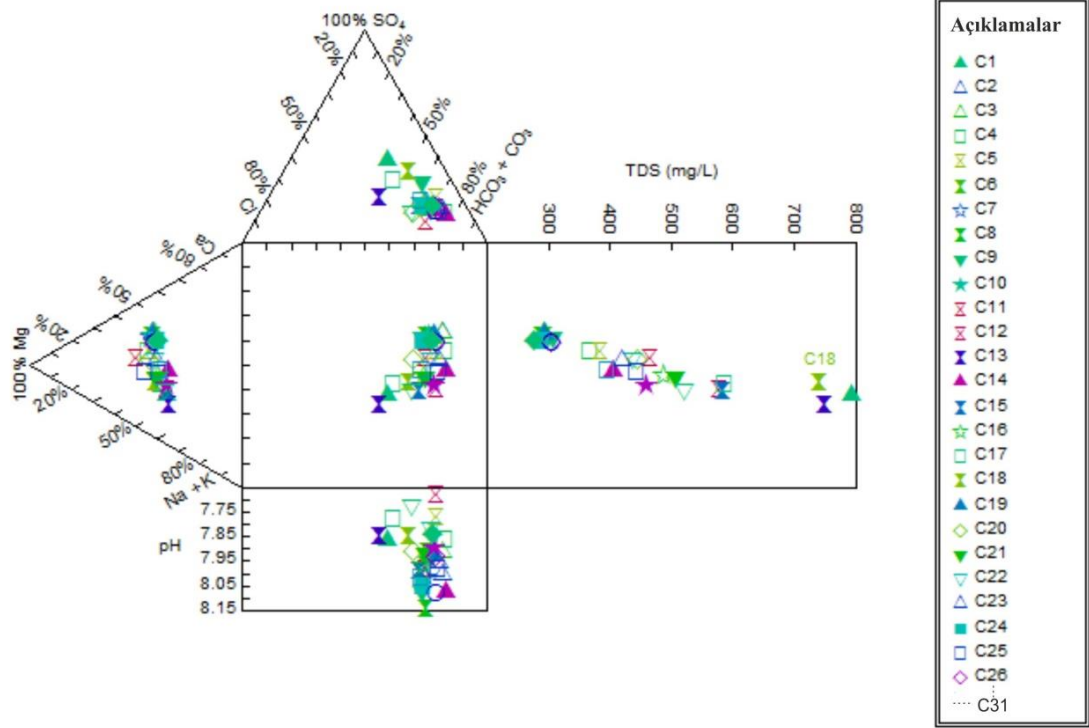
Şekil 4.84. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı.

Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan numunelerin Durov diyagramındaki dağılımı incelendiğinde, sularda katyonlar açısından hakim iyonların değişken olduğu, anyonlar açısından ise hakim iyonun HCO_3^- olduğu, suların toplam TDS miktarlarının 246,70-421,64 mg/L ve pH değerlerinin ise 8,06-8,46 arasında değiştiği gözlenmektedir (Şekil 4.85, EK 1).



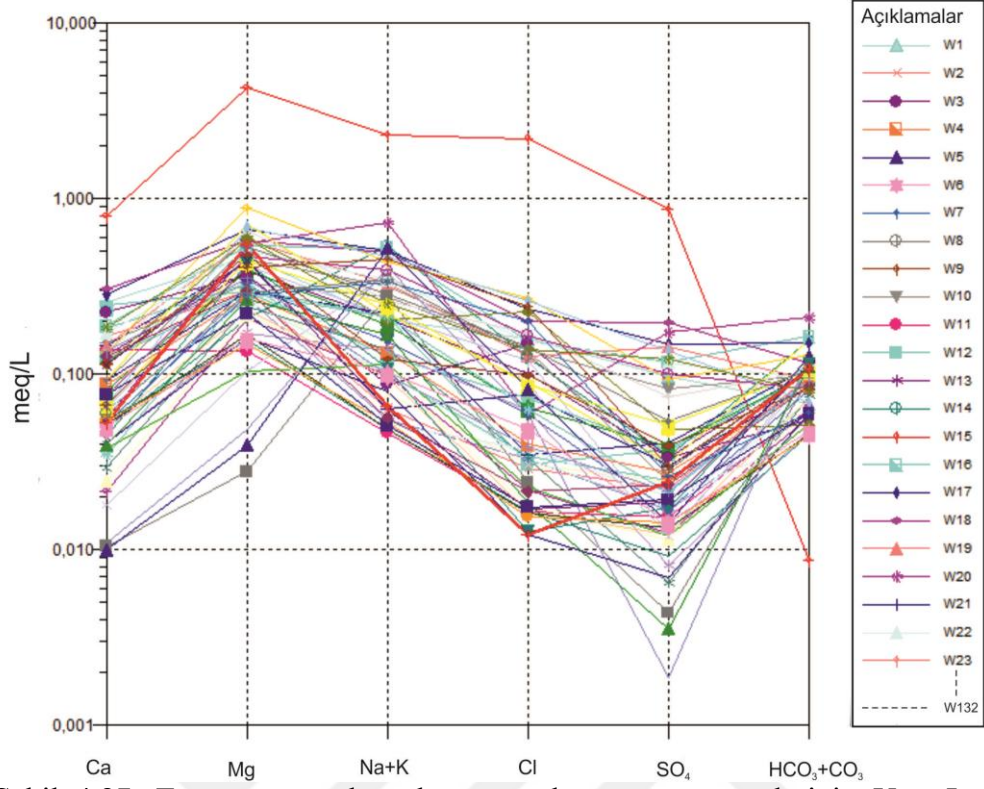
Şekil 4.85. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı.

Kanallardan alınan suların Durov diyagramındaki konumlarına bakıldığında da sularda katyonlar açısından hakim iyonların değişken olduğu, anyonlar açısından ise hakim iyonun HCO_3^- olduğu, suların toplam TDS miktarlarının 278,72-794,47 mg/L ve pH değerlerinin ise 7,68-8,14 arasında değiştiği gözlenmektedir (Şekil 4.86, EK 1).

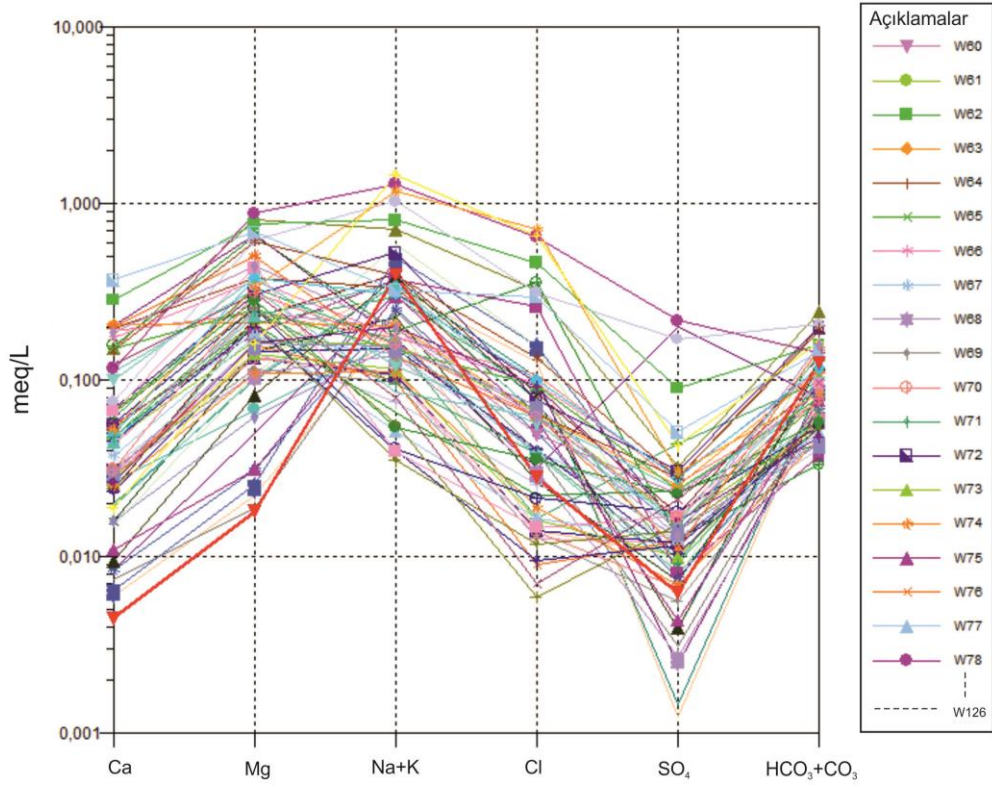


Şekil 4.86. Kanallardan alınan su numunelerinin Durov diyagramındaki dağılımı.

Çalışma alanından alınan yeraltı suları, Tarsus ve Yüreğir ovaları için oluşturulan iki ayrı Schoeller diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.87, Şekil 4.88). Diyagramlarda benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip olan sular benzer pik değerler vermektedir. Tarsus ovasından alınan W15 nolu numune, hem iyon içeriklerinin yüksek olması hem de HCO₃⁻+CO₃⁻² ve Cl⁻ içeriklerinin havza geneline göre belirgin farklılıklar göstermesi ile ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.87). Ayrıca Tarsus ovasından alınan W1, W15, W18, W19, W40 ve W59 nolu sularla Yüreğir ovasından alınan W62, W78, W93, W95, W97, W117 ve W118 nolu suların diğer sular ile benzer paralelliğe sahip olmadığı, bu suların dolaşım sürecinin fazla olması nedeniyle aynı akiferde dolaşan diğer sulara göre bazı iyonlarca farklı miktarda zenginleştiği gözlenmiştir (Şekil 4.87, Şekil 4.88).

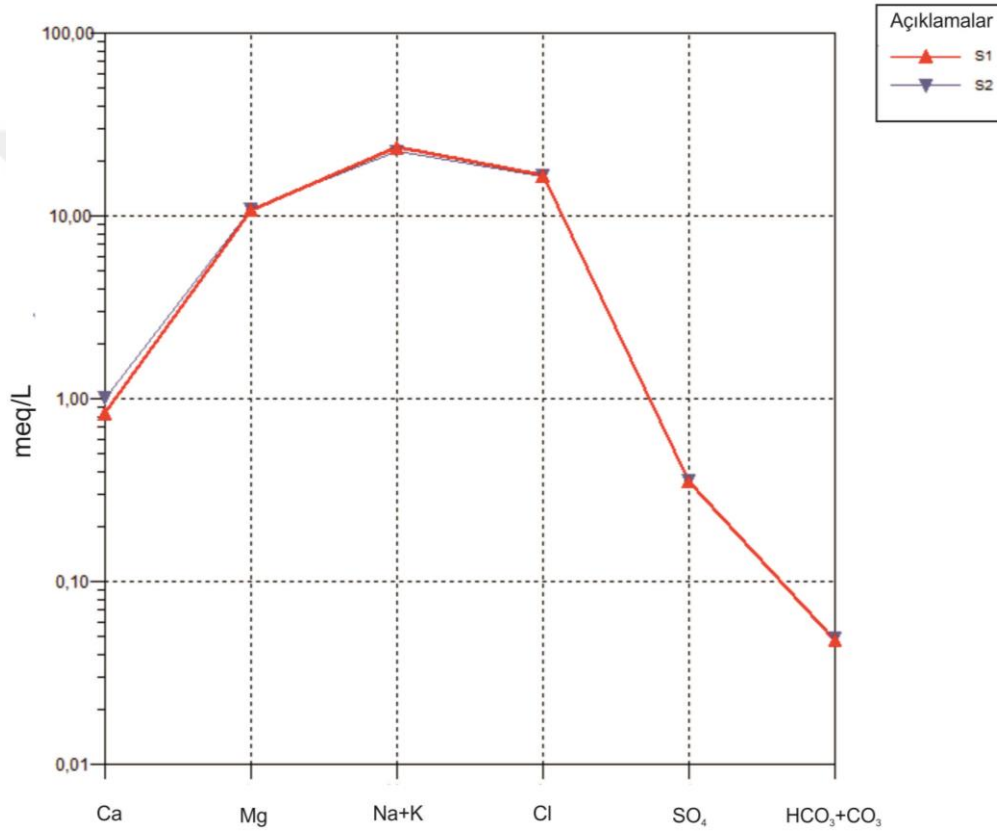


Şekil 4.87. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.

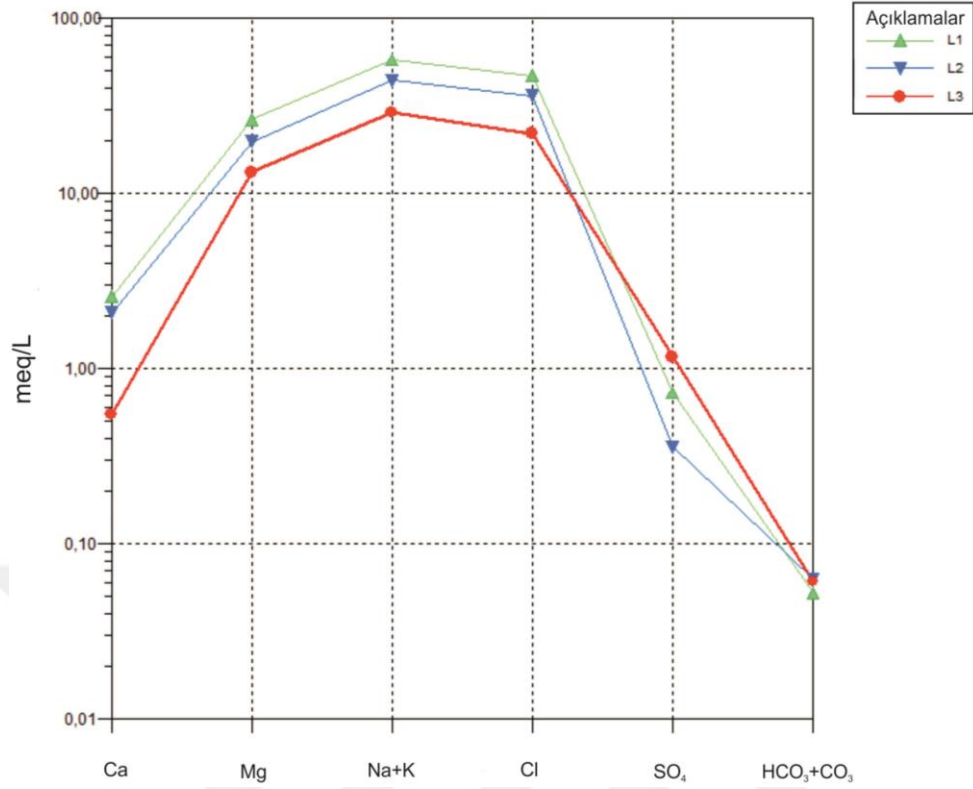


Şekil 4.88. Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.

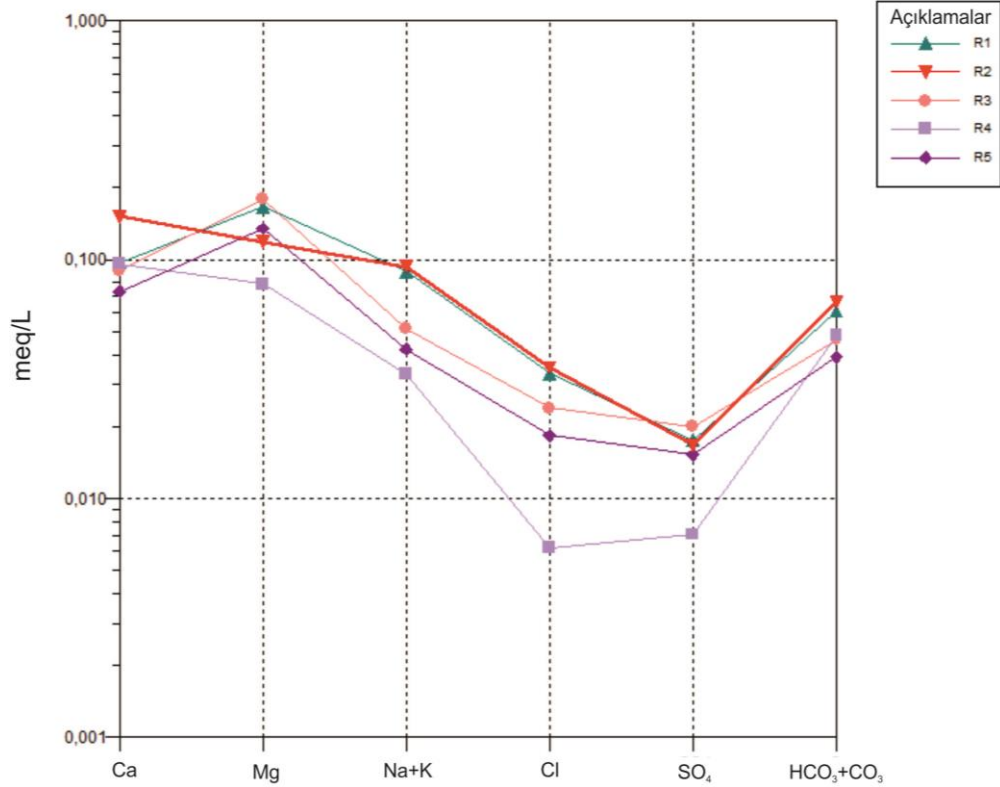
Denizden ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan suların benzer özellikler taşıdıkları, yarı logaritmik diyagram üzerinde paralel bir dizilim gösterdikleri gözlenmektedir (Şekil 4.89, Şekil 4.90). Nehirlerden alınan numuneler ile kanallardan alınan numunelerden C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C19, C20, C22, C23, C24, C26, C27 ve C31 nolu suların Ca ve Na+K içeriklerinin diğer numunelere göre belirgin farklılıklar göstermesi ile ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.91, Şekil 4.92).



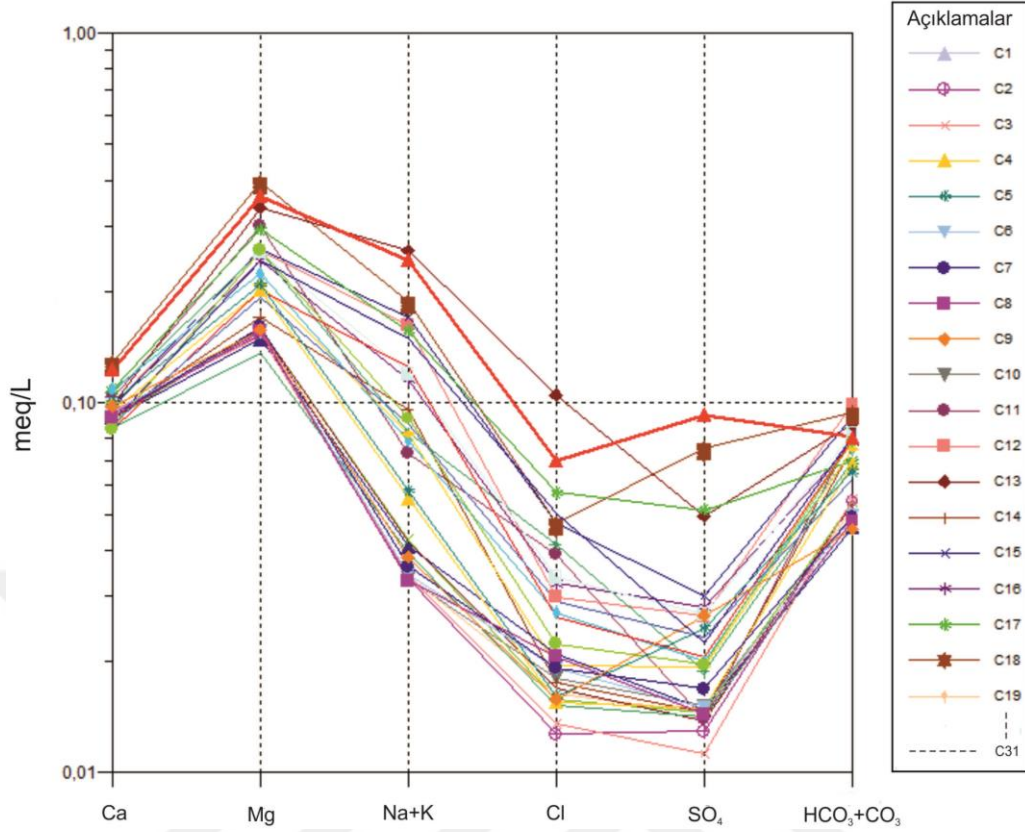
Şekil 4.89. Denizden alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.



Şekil 4.90. Lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.

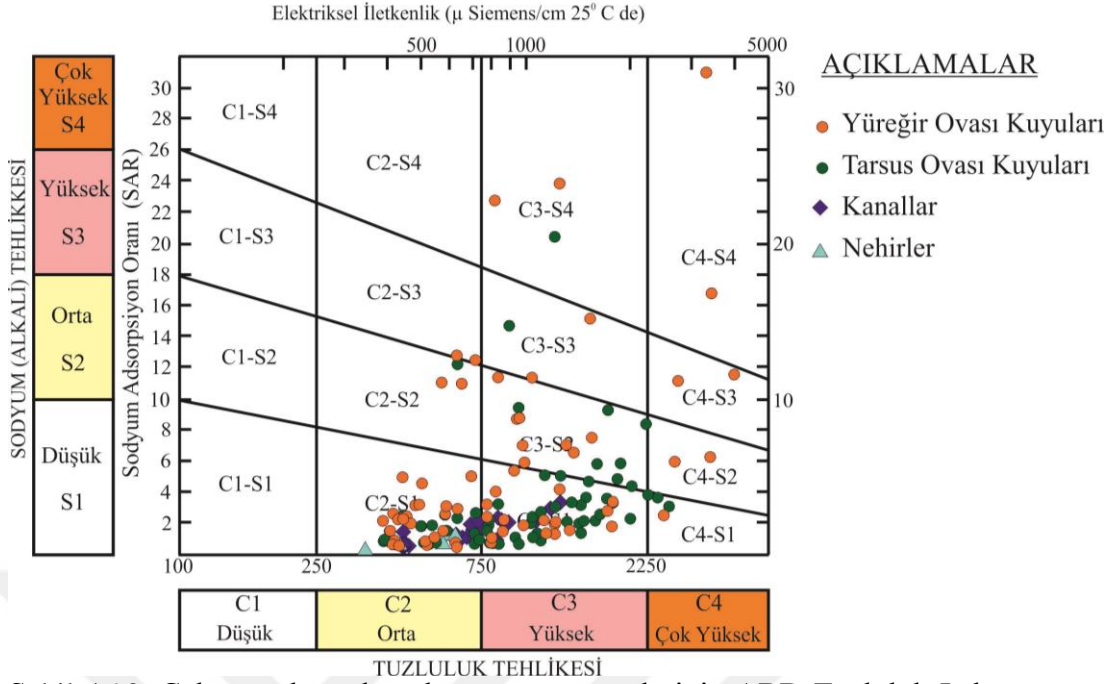


Şekil 4.91. Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.



Şekil 4.92. Kanallardan alınan su numunelerinin Yarı Logaritmik Schoeller diyagramındaki dağılımı.

Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzeysel sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliği, oluşturulan ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı kullanılarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.93). Tarsus ovasından alınan yeraltı sularının SAR değerleri 0,69-20,44 arasında, EC değerleri ise 389-5930 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Yüreğir ovasından alınan yeraltı sularının SAR değerleri 0,49-30,99 arasında, EC değerleri ise 387-4010 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Tarsus ovasından alınan W15 nolu numunenin elektriksel iletkenlik değeri ($\text{EC} > 5000 \mu\text{S}/\text{cm}$) yüksek olduğu için ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına yerleştirilememiştir (Şekil 4.93).



Şekil 4.93. Çalışma alanından alınan su numunelerinin ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramındaki dağılımı.

Tarsus ovasından alınan numunelerin %51'i ile Yüreğir ovasından alınan numunelerin %28'i C3-S1 sınıfına giren, fazla tuzlu ve az sodyumlu sular olup, sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında, drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Tarsus ovasından alınan numunelerin %29'u ile Yüreğir ovasından alınan numunelerin %37'si C2-S1 sınıfına giren, orta tuzlulukta ve az sodyumlu sular olup, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilirler. Tarsus ovasından alınan numunelerin %11'ini, Yüreğir ovasından alınan numunelerin %12'sini oluşturan C3-S2 sınıfına giren fazla tuzlu, orta derecede sodyumlu olan sular, permeabilitesi iyi olan jipsli araziler için uygun olup drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Tarsus ovasından alınan W5 nolu numune ile Yüreğir ovasından alınan W101 ve W109 nolu numuneler C3-S4 sınıfına giren fazla tuzlu ve çok fazla sodyumlu sular olup sulama suyu olarak kullanıma uygun değildirler. Tarsus ovasından alınan W17, W18 ve W39 nolu numuneler ile Yüreğir ovasından alınan W98 nolu numune C4-S1 sınıfına giren çok fazla tuzlu ve az sodyumlu sular olup, sulama suyu olarak kullanıma uygun değildir, ancak drenajın çok iyi sağlandığı yerlerde bitkiler yetişebilir. Tarsus ovasından alınan W30 nolu numune ile Yüreğir ovasından alınan W105 ve W108 nolu numuneler C2-S2 sınıfına giren orta tuzlulukta ve orta derecede sodyumlu sular olup orta derecede suya ihtiyaç duyan

bitkiler için kullanılabilir. Tarsus ovasından alınan W50 nolu numune ile Yüreğir ovasından alınan W124 ve W126 nolu numuneler C3-S3 sınıfına giren fazla tuzlu ve fazla sodyumlu su olup, ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilirler. Yüreğir ovasından alınan W75 ve W123 nolu numuneler C2-S3 sınıfına giren orta tuzlulukta ve fazla sodyumlu sular olup ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilirler. Yüreğir ovasından alınan C4-S2 sınıfına giren çok fazla tuzlu ve orta derecede sodyumlu olan W62 ve W100 nolu sular ile C4-S3 sınıfına giren çok fazla tuzlu ve fazla sodyumlu olan W78 ve W87 nolu sular ve C4-S4 sınıfına giren çok fazla tuzlu ve çok fazla sodyumlu olan W93 ve W97 nolu sular sulamada kullanılamazlar.

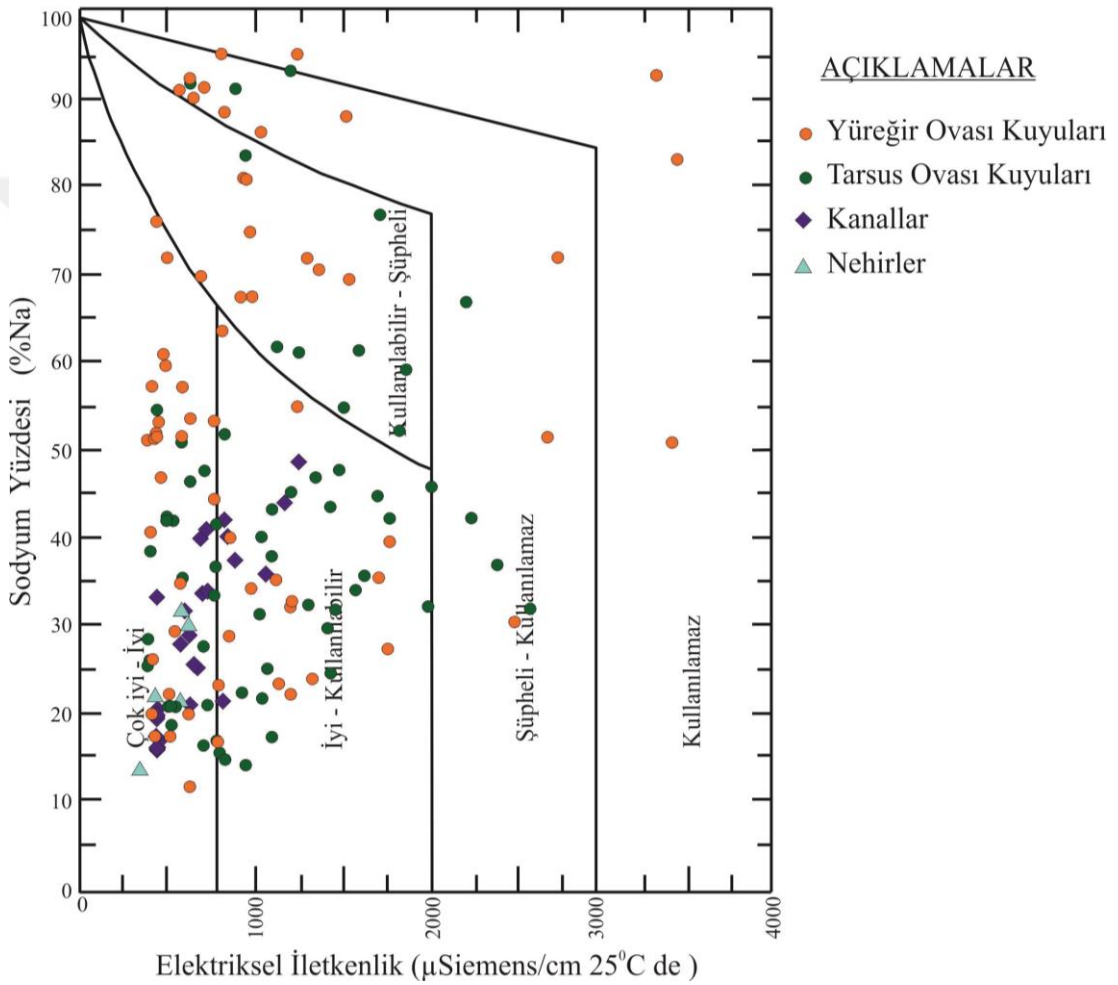
Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numunelerinin SAR değerleri 0,43-1,37 arasında, EC değerleri ise 344-626 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Diyagramda C2-S1 sınıfına giren bu orta tuzlulukta ve az sodyumlu olan sular, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilirler (Şekil 4.93).

Kanallardan alınan su numunelerinin SAR değerleri 0,53-3,37, EC değerleri ise 438-1262 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Alınan numunelerden %77'si C2-S1 sınıfına giren orta tuzlulukta ve az sodyumlu olan sular olup, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilirler. Suların %23'ü ise C3-S1 sınıfına giren fazla tuzlu ve az sodyumlu sular olup, sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında, drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamazlar (Şekil 4.93).

Çalışma alanından alınan yeraltı ve yüzey sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliği oluşturulan Wilcox diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.94). Tarsus ovasından alınan W15 nolu numunenin ve Yüreğir ovasından alınan W78 nolu numunenin elektriksel iletkenlik değeri ($\text{EC} > 4000 \mu\text{S}/\text{cm}$) yüksek olduğu için Wilcox diyagramına yerleştirilememiştir. Tarsus ovasından alınan numunelerin %36'sı, Yüreğir ovasından alınan numunelerin %39'u çok iyi-iyi sınıfındadır. Tarsus ovasından alınan numunelerin %40'ı, Yüreğir ovasından alınan numunelerin ise %25'i iyi-kullanılabilir sınıfına düşmüştür. Tarsus ovasından alınan numunelerin %12'si, Yüreğir ovasından alınan numunelerin %14'ü kullanılabilir-şüpheli sınıfındadır. Tarsus ovasından alınan numunelerin geri kalan %12'si ile Yüreğir

ovastan alınan numunelerin %16'sı şüpheli-kullanılmaz sınıftadır. Yüreğir ovasından alınan numunelerin geriye kalan %6'lık kısmı ise kullanılmaz sınıfa düşmüştür.

Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan numuneler ile kanallardan alınan numunelerin %81'i çok iyi-iyi sınıfa, kanallardan alınan numunelerin %19'u ise iyi-kullanılabilir sınıfa düşmüştür (Şekil 4.94).



Şekil 4.94. Çalışma alanından alınan su numunelerinin Wilcox diyagramındaki dağılımı.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışma alanı, Çukurova deltasının büyük bir kısmını kapsayan, su ve toprak kaynakları potansiyeli açısından zengin olan Aşağı Seyhan ovasıdır. Bölgede yapılan tarımsal faaliyetlerin yanı sıra artan nüfus ve gelişen sanayi, yeraltı ve yüzeysel suyu kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Çalışma alanındaki su kalitesinin ve kirliliğin boyutunun belirlenerek, gerekli önlemlerin alınabilmesi için Haziran-Temmuz 2014'de bölgedeki mevcut sığ kuyulardan ve yüzeysel sularından toplam 173 adet su numunesi alınmıştır. Alınan numunelerde yerinde (in situ) çeşitli fiziksel parametrelere (pH, Eh, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen) ait ölçümler yapılmıştır. Kimyasal parametreler (anyon, kation ve iz element konsantrasyonları) ise çeşitli analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Elde edilen veriler oluşturulan çeşitli dağılım haritaları ve diyagramlar (Piper, Durov, Yarı Logaritmik Schoeller, ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox) aracılığı ile değerlendirilip yorumlanmıştır. Ayrıca bölgeden alınan sular hidrojeokimyasal fasiyes kavramına ve Stuyfzand sınıflama sistemine göre de değerlendirilmiştir. Suların içme suyu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla elde edilen sonuçlar, EEC (1998) tarafından kabul edilen maksimum kabul edilebilir konsantrasyon (MAC) değerleri ve WHO (2006) tarafından tavsiye edilen kılavuz değerler (GV) ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, veriler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda da değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, suların farklı karakterde ve değerlerin geniş aralıklarda olduğunu göstermektedir. Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numuneleri fiziksel parametrelerinin değer aralıkları: sıcaklık için 19,7-22,8 °C; pH için 7,19-8,64; Eh için -108 – -27 mV, ÇO için 0,73-5,1 mg/L, EC için 389-5930 µS/cm'dir. Majör iyonların mg/L cinsinden konsantrasyon aralığı: Ca için 4,04-319,25; Mg için 4,15-631,10; Na için 23,77-1141,5; K için 0,42-142,73; CO₃²⁻ için 0,22-12,85; HCO₃⁻ için 26,43-636,51; Cl⁻ için 15,2-2772; SO₄²⁻ için 4,52-1996; NO₃⁻ için 0,028-13,26; NO₂⁻ için 0,001-3,124; NH₄⁺ için 0,001-1,65; PO₄³⁻ için 0,007-0,489; F⁻ için 0,06-2,08'dir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre iz element konsantrasyon aralıkları ise şu şekildedir ($\mu\text{g/L}$): Al için 2,09-61,82; As için 0,18-49,94; B için 37,26-1232,5; Ba için 5,67-152,7; Cd için 0,43-4,39; Co için 0,13-9,16; Cr için 0-32,12; Cu için 0,02-33,23; Fe için 9,44-930,55; Li için 2,1-131,1; Mn için 0,01-1308; Mo için 1,52-40,61; Ni için 0,21-13,86; Pb için 0,37-113,20; Sb için 0,52-7,79; Sr için 55,28-9175,5 ve Zn için 2,51-3013,5.

Yüreğir ovasından alınan yeraltı suyu numuneleri fiziksel parametrelerinin değer aralıkları: sıcaklık için 20,2-26,9 °C; pH için 7,11-8,73; Eh için -131 – -29 mV, ÇO için 0,94-5,58 mg/L, EC için 387-4010 $\mu\text{S/cm}$ 'dir. Majör iyonların mg/L cinsinden konsantrasyon aralığı: Ca için 1,87-148,5; Mg için 2,69-130,55; Na için 18,05-771,6; K için 0,26-72,96; CO_3^{2-} için 0-14,31; HCO_3^- için 99,83-743,59; Cl^- için 7,6-899; SO_4^{2-} için 2,73-503; NO_3^- için 0,004-36,4; NO_2^- için 0,001-3; NH_4^+ için 0,001-2,17; PO_4^{3-} için 0,004-1,36; F^- için 0,01-1,46'dır. İz elementlerin konsantrasyon aralıkları ise şu şekildedir ($\mu\text{g/L}$): Al için 1,94-389,4; As için 0,22-70,19; B için 39,31-798,5; Ba için 4,75-570,2; Cd için 0,43-4,93; Co için 0,12-7,34; Cr için 0-21,23; Cu için 0-11,68; Fe için 0,02-3022; Li için 1,3-29,51; Mn için 0,01-363,95; Mo için 1,74-59,34; Ni için 0,01-48,17; Pb için 0,39-8,58; Sb için 0,52-11,98; Sr için 28,65-1727 ve Zn için 1,3-781,4.

Deniz ve lagünlerden (Tuzla ve Akyatan) alınan su numuneleri fiziksel parametrelerinin değer aralıkları: sıcaklık için 28,2-33,4 °C; pH için 7,62-8,75; Eh için -129 – -61 mV, ÇO için 3,48-6,43 mg/L, EC için 52900-113800 $\mu\text{S/cm}$ 'dir. Majör iyonların mg/L cinsinden konsantrasyon aralığı: Ca için 220,70-1033,75; Mg için 1600-3890; Na için 11685-29990; K için 374,2-1075; CO_3^{2-} için 1,66-1,87; HCO_3^- için 145,12-190,15; Cl^- için 20850-59215; SO_4^{2-} için 815,45-2708; NO_3^- için 0,587-10,8; NO_2^- için 0,0011-0,035; NH_4^+ için 0,011-0,021; PO_4^{3-} için 0,023-0,127; F^- için 2,14-6'dır. İz elementlerin konsantrasyon aralıkları ise şu şekildedir ($\mu\text{g/L}$): Al için 0,1; As için 0,1-24,39; B için 3857-9026; Ba için 471,3-1837; Cd için 214-257,5; Co için 53,99-65,39; Cr için 0-0,15; Cu için 255,5-386,2; Fe için 3984-6119; Li için 423,4-1532; Mn için 0,01-1178; Mo için 435,5-525,2; Ni için 0,1; Pb için 182,5-219,4; Sb için 254,2-305; Sr için 6650-19560 ve Zn için 33,14-68,27.

Nehirlerden (Berdan ve Seyhan) alınan su numuneleri fiziksel parametrelerinin değer aralıkları: sıcaklık için 19,6-29,8 °C; pH için 8,06-8,46; Eh için -111 – -76 mV, ÇO için 4,56-7,48 mg/L, EC için 344-626 µS/cm'dir. Majör iyonların mg/L cinsinden konsantrasyon aralığı: Ca için 29,43-60,90; Mg için 11,64-26,37; Na için 11,79-46,52; K için 1,82-9,57; CO₃²⁻ için 1,66-1,87; HCO₃⁻ için 145,12-190,15; Cl⁻ için 20850-59215; SO₄²⁻ için 815,45-2708; NO₃⁻ için 0,587-10,8; NO₂⁻ için 0,0011-0,035; NH₄⁺ için 0,011-0,021; PO₄³⁻ için 0,023-0,127; F⁻ için 2,14-6'dır. İz elementlerin konsantrasyon aralıkları ise şu şekildedir (µg/L): Al için 3,47-45,66; As için 0,78-2,42; B için 30,5-68,79; Ba için 10,51-52,49; Cd için 0,43-0,44; Co için 0,2-0,41; Cr için 0,07-0,4; Cu için 0,04-1,16; Fe için 5,2-28,88; Li için 3,43-8,83; Mn için 0,42-1,99; Mo için 1,54-1,97; Ni için 1,04-2,69; Pb için 0,41-0,45; Sb için 0,66-0,84; Sr için 183,45-346,9 ve Zn için 2,35-3,58.

Sulama ve drenaj kanallarından alınan su numuneleri fiziksel parametrelerinin değer aralıkları: sıcaklık için 22,4-26,9 °C; pH için 7,68-8,14; Eh için -91 – -61 mV, ÇO için 1,38-7,01 mg/L, EC için 438-1262 µS/cm'dir. Majör iyonların mg/L cinsinden konsantrasyon aralığı: Ca için 34,04-51,47; Mg için 20,22-58,39; Na için 16,69-135,19; K için 1,3-6,11; CO₃²⁻ için 1,66-1,87; HCO₃⁻ için 145,12-190,15; Cl⁻ için 20850-59215; SO₄²⁻ için 815,45-2708; NO₃⁻ için 0,587-10,8; NO₂⁻ için 0,0011-0,035; NH₄⁺ için 0,011-0,021; PO₄³⁻ için 0,023-0,127; F⁻ için 2,14-6'dır. İz elementlerin konsantrasyon aralıkları ise şu şekildedir (µg/L): Al için 4,13-43,40; As için 1,05-2,01; B için 42,24-257,6; Ba için 28,87-57,55; Cd için 0,43-2,23; Co için 0,18-1,57; Cr için 0-0,68; Cu için 0,03-16,09; Fe için 7,13-75,29; Li için 6,78-19,85; Mn için 0,01-35,18; Mo için 1,52-7,29; Ni için 1,01-2,58; Pb için 0,37-1,55; Sb için 0,62-2,99; Sr için 277,5-1018,35 ve Zn için 0,13-16,27.

Sıcaklık, Eh, ÇO, Ca, Mg, K, CO₃⁻, HCO₃⁻, PO₄³⁻, Co, Li, ve Sr için EEC (1998) ve WHO (2006) içme suyu standartlarında herhangi bir standart belirtilmediğinden bu parametreler hakkında yorum yapılamamıştır. Yeraltı su numunelerinde NO₃⁻, Al, Cr ve Cu konsantrasyonları EEC (1998) ve WHO (2006) standartlarında belirtilen sınır değerlerin altındadır. Ayrıca Ba, Mo, Ni, Sb ve Zn konsantrasyonları WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmamıştır. Ancak

birkaç örnekte Na, Cl^- , SO_4^{-2} , NO_2^- , NH_4^+ , As, B, Fe, Mn, Pb ve F^- konsantrasyonları EEC ve WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmıştır. Numunelerin pH değerleri ve Cd konsantrasyonları EEC standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmamışken, WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmıştır. EC değerleri ile Ni ve Sb konsantrasyonları WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmamışken, EEC standartlarında belirtilen sınır değeri aşmıştır.

Teknik Usuller Tebliği'nde sıcaklık, pH, Eh, CO_2 , Ca, Mg, Na, K, CO_3^{-2} , HCO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Ba, Sb ve Sr için herhangi bir standart belirtilmediğinden bu parametreler hakkında yorum yapılamamıştır. EC değerleri açısından yeraltı suyu numuneleri genellikle II. (iyi) ve III. sınıf (kullanılabilir) sular sınıfına girerken, kanallardan alınan numunelerin geneli II. sınıf (iyi) sular sınıfına girmektedir. Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- konsantrasyonu açısından ise hem yeraltı suyu numuneleri hem de kanallardan alınan numunelerin geneli I. sınıf (çok iyi) sular sınıfına girmektedir. B konsantrasyonu açısından yeraltı sularından alınan numunelerin geneli ile kanallardan alınan numunelerin tamamı I. sınıf (çok iyi) sular sınıfındadır. Alınan numunelerin Al, As, Cd, Co, Ni, Li, Fe ve Pb konsantrasyonları yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmamıştır. Ancak birkaç örnekte F^- , Mn, Mo ve Zn konsantrasyonları sınır değerlerin üzerindedir.

Oluşturulan Piper diyagramları incelendiğinde Tarsus ovasından alınan yeraltı suyu numuneleri ile nehirlerden ve kanallardan alınan numunelerin çoğunun karbonat sertliğinin %50'den fazla olan, toprak alkalilerin ($Ca^{+2}+Mg^{+2}$) alkalilerden (Na^++K^+), zayıf asit köklerinin ($CO_3^{-2}+HCO_3^-$) de güçlü asit köklerinden ($SO_4^{-2}+Cl^-$) daha fazla olduğu su sınıfında olduğu, Yüreğir ovasından alınan numunelerin ise iyonların hiçbirinin %50'yi geçmediği, karışık sular sınıfında olduğu gözlenmiştir. Deniz ve lagünlerden alınan sular ise karbonat olmayan sertliğin %50'den fazla olduğu, alkalilerin (Na^++K^+) toprak alkalilerden ($Ca^{+2}+Mg^{+2}$), güçlü asit köklerinin ($SO_4^{-2}+Cl^-$) de zayıf asit köklerinden ($CO_3^{-2}+HCO_3^-$) daha fazla olduğu, NaCl su tipindedir.

Oluşturulan Durov diyagramlarında, bir noktadan alınan yeraltı suyu numunesi haricindeki diğer numunelerin TDS miktarlarının ve pH değerlerinin yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Diyagramlar incelendiğinde denizden ve lagünlerden alınan suların ana katyonunun Na^+ , anyonunun ise Cl^- olduğu, nehirlerden ve kanallardan alınan numunelerin katyonlar açısından hakim iyonların değişken olduğu, anyonlar açısından ise hakim iyonun HCO_3^- 'in olduğu gözlenmiştir.

Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numuneleri için oluşturulan Yarı Logaritmik Schoeller diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip olan suların benzer pik değerler verdiği, dolaşım sürecinin fazla olması nedeniyle aynı akiferde dolaşan diğer sulara göre bazı iyonlarca farklı miktarda zenginleşen suların ise benzer paralellığe sahip olmadığı gözlenmiştir. Denizden ve lagünlerden alınan numunelerin benzer özellikler taşıdıkları gözlenirken, nehirlerden alınan numuneler ile kanallardan alınan bazı numunelerde Ca ve $Na+K$ içeriklerinin diğer numunelere göre farklılıklar gösterdiği gözlenmektedir.

Çalışma alanından alınan yeraltı sularının sulama suyu açısından değerlendirilebilmesi için oluşturulan ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında suların C2-S1, C2-S2, C2-S3, C3-S1, C3-S2 C3-S3, C3-S4, C4-S1, C4-S2, C4-S3 ve C4-S4 sınıflarında yer aldığı ve birkaç su numunesi haricinde alınan numunelerin sulama suyu olarak kullanılabilceği gözlenmiştir. Ayrıca nehirlerden alınan numuneler ile kanallardan alınan numunelerin büyük bir kısmının C2-S1 sınıfına giren sular olduğu ve orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilceği gözlenmiştir. Suların sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir diyagram ise Wilcox diyagramıdır. Bu diyagrama göre yeraltı suları çok iyi-iyi, iyi-kullanılabilir, kullanılabilir-şüpheli, şüpheli-kullanılamaz ve kullanılamaz sınıfında yer almaktadır. Nehirlerden alınan numuneler ile kanallardan alınan numunelerin büyük bir kısmı çok iyi-iyi sınıfında, kanallardan alınan numunelerin geri kalan kısmı ise iyi-kullanılabilir sınıfında yer almaktadır.

Çalışma alanından alınan yeraltı suyu numuneleri Stuyfzand sistemine göre değerlendirildiğinde $F, F_b, X-MgHCO_3^+$ ve $F, F_b, B, X-NaHCO_3^+$ sınıfında bulunan su tiplerinin akiferin genelini oluşturduğu görülmektedir. Yeraltı suyundaki yıkanmanın yeraltı suyu akım yönü ile uyumlu olarak geliştiği göz önüne alınacak olursa yeraltı suyu bileşimindeki değişimin kation değişimi sonucunda meydana geldiğini söylemek mümkündür.

Çalışma alanında bulunan sanayi kuruluşlarının atıklarının herhangi bir arıtım işlemine tabi tutulmadan su kaynaklarına boşaltılması, evsel atıklar ve tarımsal faaliyetler, içme-kullanma suyu olarak da kullanılan kaynakların kirlenmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında gerekli önlemler alınmadığı takdirde uygun kalitedeki su kaynağı miktarında azalma olacaktır.

Tarım ürünlerinin ekiminde azami randıman alınmasına yönelik kullanılan kimyasal gübre ve tarım ilaçları ile hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı doğal hayvansal gübrenin çiftçi tarafından gelişigüzel kullanımı engellenerek, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın ilgili birimlerince hesaplanan miktarlarda kullanımına yönlendirilmelidir.

Kanalizasyon sistemi bulunmayan yerleşim yerlerinde foseptiklerden sızan atıksuların yeraltı suyuna, nehirlere, sulama ve drenaj kanallarına deşarjının önlenmesi için gerekli altyapı çalışmalarının yapılması ve atıksu deşarjı için uygun olan alıcı ortamın belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aiuppa, A., Belomo, S., Brusca, L., D'Alessandro, W. and Federico, C., "Natural and Anthropogenic Factors Affecting Groundwater Quality of an Active volcano (Mt. Etna, Italy)", *Applied Geochemistry*, 18, 863-882, (2003).
- Akbulut, C., Güler, C., Kurt, M. A. ve Alpaslan, M., "Stuyfzand Hidrojeokimyasal Sınıflama Sistemi: Kazanlı-Tarsus (Mersin) Kıyı Akiferine Uygulanması", 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 117-118, (2011).
- Akbulut, C., Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M., "Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Bölgedeki Yeraltı Sularının Tarımsal Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi", 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri, s. 158, (2009).
- Akgiray, Ö., "İçme Suyu ve Su Arıtımı", 22 Mart Dünya Su Günü, Suyumuzun Geleceği ve Türkiye Su Politikaları, (Editörler: Şen, Z., Sırdaş, S.), 62-75, (2003).
- Aksever, F., "Afyon-Sandıklı Havzası Hidrojeoloji İncelemesi", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 243 s., (2011).
- Aksu, A.E., Calon, T.J., Hall, J., Mansfield, S. ve Yaşar, D., "The Cilicia-Adana Basin Complex, Eastern Mediterranean: Neogene Evolution of an Active Fore-Arc Basin in an Obliquely Convergent Margin", *Marine Geology*, 221: 121-159, (2005).
- Aksu, A.E., Calon, T.J., Hall, J., Kurtboğan, B., Gürçay, S. and Çifçi, G., "Complex Interactions Fault Fans Developed in a Strike-Slip System: Kozan Fault Zone, Eastern Mediterranean Sea", *Marine Geology*, 351: 91-107, (2014).
- Aküzüm, T. ve Öztürk, F., "Toprak Su Yapıları", Genişletilmiş II. Baskı, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:1448, Ders Kitabı: 428, (1996).
- Alphan, Y. "Perceptions of Coastline Changes in River Deltas: Southeast Mediterranean Coast of Turkey", *International Journal of Environment and Pollution*, 23(1): 92-102, (2005).

- Alphan, Y. ve Yılmaz, K. T., “Monitoring Environmental Changes in the Mediterranean Coastal Landscape: The Case of Cukurova, Turkey”, *Environmental Management*, 35(5): 607-619, (2005).
- Andreo, B. and Carrasco, F., “Application of Geochemistry and Radioactivity in the Hydrogeological Investigation of Carbonate Aquifers (Sierras Blanca and Mijas, Southern Spain)”, *Applied Geochemistry*, vol. 14, p. 283-299, (1999).
- Arauzo, M., Valladolid, M., Martínez-Bastida, J.J. “Spatio-temporal dynamics of nitrogen in river-alluvial aquifer systems affected by diffuse pollution from agricultural sources: Implications for the implementation of the Nitrates Directive”, *Journal of Hydrology*, 411: 155–168, (2011).
- Aslan, G., Tumbat, G., Soyupak, S., Yurteri, C., “Aşağı Seyhan Havzasında Besin Maddesi Taşınımı”, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23: 261-271, (1999).
- Aysan, H., “Adana-Tarsus Güneyinde Kalan Bölgenin Serbest Akiferlerde ve Topraklardaki Ağır Metal Kirliliğinin Saptanması”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 122 s., (1999).
- Back, W., “Hydrochemical Facies and Groundwater Flow Patterns in Northern Part of Atlantic Coastal Plain”, *U.S. Geology Survey Professional Paper*, 498-A, 42, (1966).
- Başkan, M. E. ve Canik, B., “IAH Map of mineral ve thermal waters of Turkey Aegean Region”, *Ankara. MTA No:189*, 80., (1983).
- Bilgin, A. Z., Elibol, E., Bilgin, Z. R., Beğenilmiş, S., “Ceyhan, Karataş, Yumurtalık, Osmaniye, Haruniye, Kadırlı Dolayının Jeolojik Raporu”, *MTA Rapor no: 176*, Ankara, (1981).
- Büyükkutku, G. A. ve Bağcı, A. S., “Clay Controls on Reservoir Properties in Sandstone of Kuzgun Formation and its Relevance to Hydrocarbon Exploration, Adana Basin, Southern Turkey”, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, (2005).
- Celep, S., “Trabzon İli Yeraltı ve Yerüstü Sularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal İncelemesi ve Su Kalitesinin İzlenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 166 s., (2009).

- CŞB., “Adana İli 2013 Yılı Çevre Durum Raporu”, Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 158 s., (2014a).
- CŞB., “Mersin İli 2013 Yılı Çevre Durum Raporu”, Mersin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, ÇED ve İzin Şube Müdürlüğü, 154 s., (2014b).
- Çakan, H., Yılmaz, K. T. ve Düzenli, A., “First Comprehensive Assessment of the Conservation Status of The Flora of the Çukurova Deltas, Southern Turkey”, *Oryx*, 39(1):17-21, (2005).
- Çetin, M., Kırdar, C., Efe, H. ve Topçu, S., “Düşük Kaliteli Suların Sulamada Kullanılmasının Neden Olabileceği Olası Tuzluluk Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında İrdelenmesi”, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 471-481, (2008a).
- Çetin, M., Kırdar, C., İbrikçi, H., Topçu, S., Karaca, Ö. F., Karnez, E., Efe, H., Sesveren, S., Öztekin, E., Dingil, M. ve Kaman, H., “Sulu Tarım Alanlarında Su, Tuz ve Nitrat Bütçesinin CBS Ortamında Saptanması: Aşağı Seyhan Ovası Örneği”, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama–Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, Adana, 173-183, (2008b).
- Çukur, H., “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Netcad Kullanımı”, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Coğrafya Anabilim Dalı, (Ders notu), İzmir, (2002).
- Darbaş, G., Nazik, A., Temel, A. ve Gürbüz, K., “A Paleoenvironmental Test of the Messinian Salinity Crisis Using Miocene–Pliocene Clays in the Adana Basin, Southern Turkey”, *Applied Clay Science*, 40: 108–118, (2008).
- Davutluoğlu, O. I., Seçkin, G., Ersu, C. B., Yılmaz, T. ve Sarı, B., “Heavy metal content and distribution in surface sediments of the Seyhan River, Turkey”, *Journal of Environmental Management*, 92: 2250-2259, (2011).
- Day, B. A. and Nightingale, H. I., “Relationships Between Ground- Water Silica, Total Dissolved Solids, and Specific Electrical Conductivity”, *Ground Water*, 22, 1, 80- 85. (1984).
- Demir, A. S., “Isparta ve Yakın Çevresi Yeraltı sularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi ve İçme Suyu

- Kalitesinin İzlenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 171 s., (2008).
- Demir, A., “Akyatan Lagününde Tuzluluk ve Bazı Kirlilik Düzeylerinin Saptanarak Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Dağılımlarının Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 194 s., (2008).
- Demirkol, C., “Pozantı-Karsantı-Karaisalı (Doğu Toros) Arasında Yeralan Karbonat Platformunun Stratigrafisi ve Jeolojik Gelişimi”, MTA Dergisi, 109: 33-44, Ankara, (1989).
- Demiroğlu, M., “Eskişehir-Sivrihisar-Günyüzü Havzası Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyası”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 181 s., (2008).
- Derman, A. S. ve Gürbüz, K., “Nature, Provenance and Relationships of Early Miocene Palaeovalley Fills, Northern Adana Basin, Turkey: Their Significance for Sediment-Bypassing on a Carbonate Shelf”, Turkish Journal of Earth Sciences, 16: 181-209, (2007).
- Diñer, A., “Aşağı Seyhan Ovası (ASO)’nda Su Kaynaklarının Geliştirilmesi ile Lagünlerin İlişkisi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72 s., (2007).
- Donma, S., Nagano, T., Kume, T., Berberoğlu, S. ve Kapur, S., “Aşağı Seyhan Ovasında Tabansuyu Seviyesi ve Tuzluluktaki Uzun Dönem Değişiklikler”, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Dsi Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama–Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, Adana, 214-226, (2008).
- Durov, S.A., “Natural Waters and Graphic Representation of Their Compositions”, Akademiya Nauk SSSR Doklady 59, 87–90, (1948).
- Efe, R. ve Tagil, S., “The Use of Multi-Temporal and Multispectral Landsat Data to Determine Change Detection Around Tuz Lake on Seyhan Delta”, Fresenius Environmental Bulletin (FEB), 17(5): 577-583, (2008).
- Efe, H., Topçu, S., Çetin, M., Kırdı, C., Karaca, Ö. F. ve Sesveren, S., “Aşağı Seyhan Ovasında Mevcut Su Yönetimi ve Sürdürülebilirliği”, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Dsi Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama–Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, Adana, 236-249, (2008).

- Ekemen, T., “Yıldız Irmağı Havzasının (Sivas) Hidrojeoloji İncelemesi”, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 233 s., (2006).
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), ArcGIS version 10.1., 380 New York Street, Redlands, California 92373-8100, USA, (2013).
- Erdağ, Ş. D., Tüysüz, O. ve Akyüz, S., “Ecemiş Fay Zonu’nun Morfotektonik Özellikleri ve Morfometrik Analizi”, İTÜ Dergisi/d: Mühendislik, 8, 5: 67-79, (2009).
- Erguvanlı, K. ve Yüzer E., “Yeraltı Suları Jeolojisi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 967: 324s. İstanbul, (1987).
- Ersoy, F. A., “Stuyfzand Hidrojeokimyasal Modelleme Sistemi: Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi Örneği”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 31 (2) 2007-32 (1), (2008).
- European Council Directive (EEC), Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption. Official Journal of the European Communities L 330, 32-54, (1998).
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., “Groundwater”, Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 604 pp., (1979).
- Ford, D.C. ve Williams, P.W., “Karst Geomorphology and Hydrology”, Unwin Hyman Ltd., London, 601 pp, (1989).
- Ghoubachi, S. Y., “Contribution to the Hydrogeology of the Lower Cretaceous Aquifer in East Central Sinai, Egypt”, Journal of King Saud University – Science 25, 91–105, (2013).
- Gleick, P.H., “Water in Crisis: A Guide to the World’s Freshwater Resources”, Oxford University Press, New York, (1993).
- Gökçe, A., “Maden Yatakları”, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları no. 85, 2. Baskı, Sivas, 335 s., (2000).
- Görür, N., “Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Sedimentolojisi”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 22 (2), 227-234, (1979).
- Görür, N., “Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Diyajenetik Evrimi”, Türkiye 5. Petrol Kongresi Tebliğleri, Ankara, 123-128, (1980).

- Greathouse D.G. and Osborne R.H., “Preliminary Report on Nationwide Study of Drinking Water and Cardiovascular Diseases”, *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 4(2–3):65–76, (1980).
- Gül, M., Darbaş, G. ve Gürbüz, K., “Alacık Formasyonunun (En Geç Orta Eosen-Erken Miyosen) Kahramanmaraş Havzası İçindeki Tektono-Stratigrafik Konumu”, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 18, 2: 183-197, (2005).
- Güler, C., Kurt, M.A., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Assessment of the Impact of Anthropogenic Activities on the Groundwater Hydrology and Chemistry in Tarsus Coastal Plain (Mersin, SE Turkey) Using Fuzzy Clustering, Multivariate Statistics and GIS Techniques”, *Journal of Hydrology*, v. 414-415, pp. 435-451, (2012).
- Güler, C., Thyne, G. Mccray, J. ve Turner, A., “Evaluation of Graphical and Multivariate Statistical Methods for Classification of Water Chemistry Data”, *Hydrogeology Journal*, 10: 455-474, (2002).
- Gürbüz, K., “Identification and Evolution of Miocene Submarine Fans in the Adana Basin, Turkey”, Ph.D. Thesis, University of Keele, 327 s., (1993).
- Gürbüz, K., “An Example of River Course Changes on a Delta Plain: Seyhan Delta (Cukurova plain, southern Turkey)”, *Geological Journal*, 34: 211–222, (1999).
- Gürbüz, K., “Berdan Nehri’nin Kuvaterner’deki Evrimi ve Tarsus’un Tarihesine Jeolojik Bir Yaklaşım”, *Türkiye Kuvaterner Çalıştay Bildiriler Kitabı*, 79-83, (2003).
- Güvel, P. Ş., “Karar Destek Sistemi ile Seyhan Baraj Haznesi Katı Madde Birikiminin İncelenmesi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Adana, 211 s., (2007).
- Hatipoğlu, Z., “Mersin–Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası”, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 142 s, (2004).
- Hem, J.D., “Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water”, U.S. Geological Survey Water- Supply Paper 2254, U.S. Geological Survey, Alexandria, VA 22304, USA, 263 p., (1985).
- Hooper, R., “Something in the Air”, *New Scientist*, 189 (2535), 40-3, (2006).

- Hounslow, A.W., “Water Quality Data: Analysis and Interpretation”, Lewis Publishers, 54, (1995).
- IAH, “Map of mineral ve thermal water of Europe. Scale 1:500.000”, International Association of Hydrogeologists, United Kingdom, (1979).
- Irawan, D. E., Puradimaja, D. J., Notosiswoyo, S., Soemintadiredja, P., “Hydrogeochemistry of volcanic hydrogeology based on cluster analysis of Mount Ciremai, West Java, Indonesia”, *Journal of Hydrology* 376, 221–234, (2009).
- Işık, M. (Çeviri Editörü), “İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri”, Nobel Yayınevi, Ankara, 519 s., (2015). [Gray, N. F., “*Drinking Water Quality Problems and Solutions 2th ed.*” Cambridge, (2008).]
- Ivkovic, K. M. “A top–down approach to characterise aquifer–river interaction processes”, *Journal of Hydrology*, 365: 145–155, (2009).
- İbrikçi, H., Karnez, E., Oğuz, H., Çetin, M., Öztekin, E., Dingil, M., Kırdı, C., Topçu, S. ve Efe, H., “Aşağı Seyhan Ovası Akarsu Sulama Sahası Taban Sularında Nitrat Konsantrasyonu ve Oluşturacağı Çevresel Risk Potansiyeli”, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama–Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, Adana, 124-134, (2008).
- İlker, S., “Adana Baseni Kuzeybatısının Jeoloji ve Petrol Olanakları”, TPAO Arama Arşiv No: 973, Ankara, 63 s., (1975).
- Kaplan, Y. M., “Adana Yöresi ve Yakın Çevresi Kaliş Gelişimi ve Kökeni”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 98 s., (2011).
- Kaplan, V., Güler, C., Akbulut, C., “Karaduvar Bölgesi (Mersin) Yeraltı Sularında Görülen Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması”, 5.Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, DSİ, İstanbul, Bildiri Kitabı 2. cilt, s.513-524, (2011).
- Kaplan, Y. M., Eren, M., Kadir, S. and Kapur, S., “Mineralogical, geochemical and isotopic characteristics of Quaternary calcretes in the Adana region, southern Turkey: Implications on their origin”, *Catena*, 101: 164-177, (2013).

- Kapur, S., Çavuşgil, V. L., Şenol, M., Gürel, N., Fitzpatrick, A., “Geomorphology and Pedogenic Evolution of Quaternary Calcretes in the Northern Adana Basin of Southern Turkey”, *Geomorphology*, 34: 49-59, (1990).
- Kapur, S., Yaman, S., Gökçen, S.L. and Yetiş, C. “Soil Stratigraphy and Quaternary Caliche in the Misis Area of the Adana Basin, Southern Turkey”, *Catena*, 20:341-445, (1993).
- Kennedy, W. S., Aksu, A. E., Hall, J., Hiscott, R. N., Yaltırak, C. and Çifçi, G., “Source to sink: The development of the latest Messinian to Pliocene–Quaternary Cilicia and Adana Basins and their linkages with the onland Mut Basin, eastern Mediterranean”, *Tectonophysics*, 622: 1–21, (2014).
- Kozlu, H., “Misis-Andırın Dolaylarının Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi”, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, Ankara, 104-116, (1987).
- Kuleli, T., “Quantitative Analysis of Shoreline Changes at the Mediterranean Coast in Turkey”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 167: 387–397, (2010).
- Kuleli, T., Güneroğlu, A., Karslı, F. and Dihkan, M., “Automatic Detection of Shoreline Change on Coastal Ramsar Wetlands of Turkey”, *Ocean Engineering*, 38: 1141–1149, (2011).
- Kurt, M. A., “Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak Profillerinin Mineralojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması”, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 409 s., (2010).
- Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M., Akbulut, C., “Mersin ve Tarsus Arasındaki Bölgede Bulunan Yeraltı Sularının Kalitesinin ve İçme Suyu Olarak Uygunluğunun Değerlendirilmesi” 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 50-51, (2011)
- Li, C., Gao, X. and Wang, Y., “Hydrogeochemistry of High-Fluoride Groundwater at Yuncheng Basin, Northern China”, *Science of the Total Environment*, 508: 155–165, (2015).
- Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Adana, 1:500.000 Jeoloji Haritası, Ankara, (2002).
- Matthes, G., “The Properties of Groundwater”, John Wiley and Sons, New York, 406 p, (1982).

- McNeely, R.N., Neimanis, V.P. and Dwyer, L., “Water Quality Sourcebook- A Guide To Water Quality Parameters”, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p., (1979).
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (<http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/>), (2014).
- Musgrove, M., Stern, L.A. and Banner, J.L. “Springwater Geochemistry at Honey Creek State Natural Area, Central Texas: Implications for Surface Water and Groundwater Interaction in a Karst Aquifer”, *Journal of Hydrology*, 388: 144–156, (2010).
- Nazik, A. ve Gürbüz, K. “Karaisalı-Çatalan-Eğner Yöresinin (KB-Adana) Alt-Orta Miyosen İstifinin Planktonik Foraminifer Biyostratigrafisi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35 (1): 67-80, (1992).
- Onur, A.K., Ekemen, E., Soyupak, S., Yurteri, C., “Management strategies for the Lower Seyhan Catchment”, 40(10): 177-184, (1999).
- Ortaçşme, V., “Adana ili Akdeniz Kıyı Kesiminin Ekolojik Peyzaj Planlama İlkeleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi ve Optimal Alan Kullanım Önerileri”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 357 s., (1996).
- Öğrünç, G., Gürbüz, K. ve Nazik, A., “Adana Baseni Üst Miyosen-Pliyosen İstifinde Messiniyen Tuzluluk Krizine Ait Bulgular”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 22: 183-192, (2000).
- Özbay, Ö., Göksu, M. Z. L. ve Alp, M. T., “Bir Akarsu Ortamında (Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi”, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (1), 31-39, (2011).
- Özcan, H., Çetin, M. ve Diker, K., “Monitoring and Assessment of Land Use Status by GIS”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 87(1): 33-45, (2002).
- Özçelik, N. ve Yetiş, C., “Adana Baseni Güvenç Formasyonunun (Tersiyer) Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37 (2): 73-85, (1994).
- Özen, T., “Salihli Jeotermal Alanlarının Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal İncelenmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 226 s., (2009).

- Özler, H. M., “Hydrogeology of the Kaklik (Denizli) Aquifer in Turkey”, *Procedia Earth and Planetary Science*, 15: 345–352, (2015).
- Pierotti, L., Botti, F., Bracaloni, S., Burrelli, I., Cattaneo, M. and Gherardi, F., “Hydrogeochemistry of Magra Valley (Italy) Aquifers: Geochemical Background of an Area Investigated for Seismic Precursors”, *Procedia Earth and Planetary Science*, 7: 697–700, (2013).
- Piper, A.M., “Interpretation of Water Analyses”, *Geol. Surv. Water Res. Div. No.12*. (1979).
- Reynolds, W. D., Elrick, D. E. ve Clothier, B. E., “The Constant Head Well Permeameter: Effect of Unsaturated Flow”, *Soil Science*, 139: 172-180, (1985).
- Robertson, A. H. F., Ünlügenç, U. C., İnan, N. and Taslı, K., “The Misis-Andırın Complex: a Mid-Tertiary Melange Related to Late Stage Subduction at Southern Neotethys in S Turkey”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 22, 413-453, (2004).
- Saleh, F., Flipo, N., Habets, F., Ducharme, A., Oudin, L., Viennot, P. and Ledoux, E. “Modeling the Impact of In-Stream water Level Fluctuations on Stream-Aquifer Interactions at the Regional Scale”, *Journal of Hydrology*, 400: 490–500, (2011).
- Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 396 s., (2005).
- Schmidt, G., “VII. Adana Petrol Bölgesinin Stratigrafik Nomenklatürü”, *Petrol Der. Yay. 6*: 47-63, Ankara, (1961).
- Schmidt, A., Santos, I. R., Burnett, W. C., Niencheski, F. and Knöller, K., “Groundwater Sources in a Permeable Coastal Barrier: Evidence From Stable Isotopes”, *Journal of Hydrology*, 406: 66–72, (2011).
- Schoeller, H., “Gechemie Des Eaux Souterranes”. *Rev. Inst. Franc. Petrole*, Paris, 10. No. 3-4, (1955).
- Schoeller, H., “Les Eaux Souterraines, Hydrologie Dynamique et Chimique”, *Recherche, Exploitation et Évaluation des Ressources*. 187 fig. Paris: Masson et Cie, Éditeurs. 642 p. NF 105, (1962).

- Shaw, D.M. and Sturchio, N.C., “Boron-Lithium Relationships in Rhyolites and Associated Thermal Waters of Young Silicic Calderas, with Comments on Incompatible Element Behavior”, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, 3723-3731, (1992).
- Selek, B., Tunçok, İ.K. ve Ercan, S., “Mevcut Gelecekteki Sulama Projeleri Bakımından Seyhan Havzasının Değerlendirilmesi”, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama–Drenaj Konferansı, Bildiri Kitabı, 110-123, Adana, (2008).
- Seyran, Z., “Aşağı Seyhan Ovasının Geçmişten Günümüze Arazi Kullanımındaki Değişiminin, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, (2009).
- Sirel, B., “Berdan Nehri (Tarsus Çayı) Yukarı Havzasının Yayla Turizmi Açısından Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, (1995).
- Smedley, P.L., Nicolli, H.B., Macdonald, D.M.J., Barros, A.J. and Tullio, J.O., “Hydrogeochemistry of Arsenic and other Inorganic Constituents in Groundwaters from La Pampa, Argentina”, *Applied Geochemistry*, 17(3): 259–284, (2002).
- Soyak, A., “Aşağı Seyhan Ovası Sulama Sistemlerindeki Yabancı Otlama ve Yabancı Ot Türleri ile Üzerindeki Doğal Düşmanların Saptanması”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, (2009).
- Stevens, H.H., Ficke, J.F. and Smoot, G.F., “Water Temperature- Influential Factors, Field Measurement and Data Presentation”, *Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geol. Survey*, Chapter D1, Book 1, 65p., (1975).
- Stuyfzand, P.J., “A New Hydrochemical Classification of Water Types”, *Regional Characterization of Water Quality (Proceedings of the Baltimore Symposium)*, 182: 89-98, (1989).
- Şahinci, A., “Doğal Suların Jeokimyası”, Reform Matbaası, İzmir, 540 s., (1991).

- Şengör, A. M. C., Yalçın, N. and Canitez, N., “The Origin of the Adana/Cilicia Basin: An Incompatibility Structure Arising at the Common Termination of the East Anatolian and the Dead Sea Transform Faults.”, *Sedimentary Basins of Mediterranean Margins*, 45-46, (1980).
- Şenol, M., Kapur, S. ve Şahin, Ş. Adana Havzası Kuvaterneri, İ.T.Ü. Maden Fak. Türkiye Kuvaterneri Workshop Bildiri Özleri, s.24–27, İstanbul, (1993).
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman T. Y. “Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu”, MTA, Ankara, 46 s., (1998).
- Şimşek, C. ve Filiz, Ş., “Torbalı Ovası ve Çevresindeki Akiferlerin Hidrojeolojisi ve Kirlenebilirliği”, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7:2, 21-37, (2005).
- Taraf, F., Eren, M. ve Gürbüz, K., “Karaisalı Formasyonu’nun (Adana Baseni-Türkiye) Fasiyes ve Mikrofasiyes Özellikleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 56 (3): 173-187, (2013).
- Tarcan, G., Filiz, Ş., Gemici, Ü. ve Sezer, U. “Diyarbakır Akiferlerinin Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Kirlenebilirliği”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42-2: 25-38, (1999).
- Tarcan, G., “Jeotermal Su Kimyası Ders Notları”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, (2003).
- Taşkaya, Z., “Adana Havzası (Yenice-Karaisalı/Adana) Miyosen Yaşlı İstiflerinin Yeraltı Jeolojisi ve Hazne Kaya Özelliklerinin İncelenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 61 s., (2005).
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği, 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi Gazete.
- Teloglou, İ.S. ve Bansal, R.K. “Transient Solution for Stream–Unconfined Aquifer Interaction Due to Time Varying Stream Head and in the Presence of Leakage”, *Journal of Hydrology*, 428–429: 68–79, (2012).
- Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş., “Seyhan Havzası Master Plan Ara Raporu”, Adana, (2011).
- Tetik, Ö., “Çukurova Bölgesi, Aşağı Seyhan Ovası Tarım Alanlarında Sulama Suyu ile Taşınan ve Sulama Kanalları Etrafında Bulunan Yabancı Ot Türlerinin

- Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91 s., (2010).
- Thornthwaite, C.W., “An Approach Toward a Rational Classification of Climate”, *Geogr. Review*, 38;55-94, (1948).
- Turhan, E., “Seyhan Havzasının Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Modellenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115 s., (2012).
- Töreyan, G., Özdemir, İ. ve Kurt, T., “ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dökümanı”, Sinan Ofset, Ankara, 200s., (2011).
- UNEP, “Global Environment Outlook 3 - Past, Present and Future Perspectives”, Earthscan Publications Ltd., London, (2002).
- United States Salinity Laboratory Staff (USSLS), “Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils”, Handbook 60, United States Department of Agriculture, 160 pp, (1954).
- Ünlügenç, U. C., Kelling, G. ve Demirkol, C., “Aspects of Basin Evolution in the Neogene Adana Basin, SE Turkey”, *International Earth Sciences Congress on Aegean Region*, İzmir, 353-369, (1990).
- Ünlügenç, U. C., Demirkol, C. ve Şafak, Ü., “Adana Baseni K-KD’unda Yeralan Karsantı Baseni Çökellerinin Stratigrafik-Sedimantolojik Nitelikleri”, *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildiri Özleri*, Ankara, 215-227. (1993).
- Varol, S., Davraz, A. ve Varol, E., “Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi”, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(4): 351-356, (2008).
- Varol, S., “Tefenni (Burdur) Ovası Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyasal Özelliklerinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 272 s., (2011).
- Voutsis, N., Kelepertzis, E., Tziritis, E. ve Kelepertzis, A., “Assessing the Hydrogeochemistry of Groundwaters in Ophiolite Areas of Euboea Island, Greece, Using Multivariate Statistical Methods”, *Journal of Geochemical Exploration* 159: 79-92, (2015).
- Waterloo Hydrogeologic, AquaChem version 2014.2., 630 Riverbend Drive, Suite 100, Kitchener, On N2K 3S2, Canada, (2014).

- Wilcox, L.V., "The Quality of Water for Irrigation Use", US Department of Agriculture Technology Bulletin 962, Vol. 40, Washington DC., (1948).
- World Health Organization (WHO), Guidelines for drinking water quality, Health criteria and other supporting information, 2th ed., Vol. 2, WHO Publ., Geneva, Switzerland, 94 p., (2006).
- Yalçın, N. M. ve Görür, N., "Sedimentological Evolution of the Adana Basin", International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 165-172, (1984).
- Yalçın, M. N., "Adana Havzası'daki Petrol ve Doğal Gazın Kökeni", Türkiye 7. Petrol Kongresi, 427-434, (1987).
- Yalçın, A., U. ve Akpolat, T., "Hemodiyaliz El Kitabı (Kronik Böbrek Yetmezliği-3. Konu)", Anadolu Yayıncılık, Kayseri, 392 s., (2001).
- Yaşar, A. Abasıkeleş, G. ve Yalçın, N., "Adana İlinin Arazi Kullanım Potansiyeli". MTA Genel Müdürlüğü, Derleme No:10239, Ankara, (1999).
- Yetiş, C. ve Demirkol, C., "Adana Baseninin Batı Kesiminin Detay Jeolojisi Etüdü", MTA Derleme Raporu, Rapor No: 8037, Ankara, (1986).
- Yetiş, C., Demirkol, C. ve Kerey, E., "Adana Havzası Kuzgun Formasyonunun (Üst Miyosen) Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri", TJK Bülteni, 29: 81-96, (1986).
- Yetiş, C., "Reorganization of the Tertiary Stratigraphy in the Adana Basin. Southern Turkey", Newsletter Stratigraphy, 20 (1): 43-58, (1988).
- Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S.L. and Baroz, F., "A Revised Stratigraphic Framework for Later Cenozoic Sequences in the Northeastern Mediterranean Region", Geologische Rundschau, 84, 794-812, (1995).
- Yurtseven, E., Çakmak, B., Kesmez, D. ve Polat, H. E., "Tarımsal Atık Suların Sulamada Yeniden Kullanılması", Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 135-154, (2010).
- Yüceer, A. ve Ardıçlıoğlu, M., "Yeraltı Su Kaynaklarının Korunmasında Öncelikler ve Seyhan Nehri", Çevre Dergisi, 7, 23-25, (1993).
- Yüceer, A. ve İnkayalı, N.G., "Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin QUAL2E Modeli İle İncelenmesi", Araştırma, SKKD, 14(3): 1-8, (2004).

Yüksel, A., “Üçtepe Yöresinin (İmamoğlu-Adana) Hidrojeolojik İncelemesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51 s., (2007).

Zorlu, K., Özer, E. ve Sevimli, İ. U., “Bolkar Dağları Güneyinde, Ecemiş Fay Zonu'nun Jeolojik ve Tektonik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 22(2), 227-234, (2010).



EK 1. Çalışma alanından alınan suların fiziksel parametreleri ve majör iyon

Örnek No	X	Y	(°C)	pH	Eh (mV)	ÇO (mg/L)	EC (µS/cm)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	TDS
W1	673102	4085731	21.4	7.4	-46	1.99	1429	102.67	69.64	107.80	1.33	0.65	206.42	199	224.00	13.257	0.001	0.008	0.015	0.51	938.15
W2	673066	4084621	20.7	7.64	-51	3.08	788	66.50	43.47	33.19	1.12	1.44	293.13	36.6	51.43	1.986	0.062	0.003	0.014	0.35	542.29
W3	673011	4082634	19.8	7.4	-38	1.77	1107	90.57	53.68	44.41	3.32	0.49	168.38	188	77.30	7.238	0.041	0.001	0.021	0.23	645.62
W4	675134	4080855	20.7	7.77	-60	1.42	782	35.31	41.13	70.01	0.87	1.70	259.01	50	63.43	1.259	0.02	0.007	0.028	0.35	534.63
W5	673707	4074707	21	8.42	-98	2.46	1215	4.04	5.85	274.55	3.61	11.45	376.80	103	32.24	12.200	3.124	0.011	0.39	2.08	839.85
W6	671696	4071203	21.1	8.16	-83	2.45	537	20.23	23.54	52.79	2.19	2.19	142.46	61.2	33.06	0.028	0.001	1.65	0.033	0.27	349.16
W7	676463	4074541	20.4	8.02	-75	3.02	1137	21.44	41.12	175.50	2.75	2.19	181.19	250	60.26	0.028	0.124	0.001	0.059	0.67	754.07
W8	675022	4077444	20.8	7.98	-73	2.61	1263	23.92	43.30	180.05	4.18	3.58	320.11	161	66.08	1.600	0.001	0.888	0.116	0.3	818.11
W9	677651	4083851	21.3	7.81	-70	1.32	1610	26.78	59.87	237.66	1.59	2.51	314.65	304	68.02	0.800	0.01	0.822	0.043	0.88	1032.60
W10	677220	4079665	21.2	7.66	-54	2.53	1496	46.87	66.63	167.45	1.39	1.67	297.79	173	189.94	0.607	0.126	0.01	0.03	0.51	959.11
W11	676655	4087662	21.4	7.63	-63	3.46	527	55.03	19.90	23.77	0.99	0.88	191.45	20.6	35.38	2.300	0.036	0.001	0.027	0.25	356.52
W12	675423	4089692	22.1	7.48	-51	1.43	1106	49.31	43.20	97.21	25.87	1.25	348.46	38.4	85.74	11.268	0.3	0.005	0.03	0.71	713.77
W13	678778	4089374	20.8	7.56	-55	1.04	1591	51.69	56.64	95.96	24.36	1.37	320.31	127	76.96	2.000	0.002	0.011	0.041	0.91	770.44
W14	680262	4085803	22.5	7.95	-78	0.8	1732	19.86	30.73	283.59	1.51	5.23	470.73	155	78.55	0.094	0.001	0.003	0.095	1.01	1059.86
W15	679236	4087674	21.5	7.63	-59	0.73	5930	319.25	631.10	1141.50	129.55	0.22	26.43	2772	1996.00	4.201	0.755	0.011	0.046	1.42	7052.09
W16	678519	4091010	20.7	7.39	-45	1.21	2410	75.75	79.76	192.32	142.73	1.59	500.90	191.4	271.00	11.560	0.079	0.013	0.365	0.5	1489.32
W17	680299	4092122	22.8	7.28	-39	1.63	2600	113.63	98.60	187.77	130.30	1.21	459.72	293	343.60	2.156	0.008	0.001	0.041	0.71	1645.43
W18	681036	4091045	20.9	7.37	-44	1.44	2030	122.47	85.51	260.15	2.93	1.11	355.33	251	455.76	6.100	0.025	0.001	0.022	0.63	1555.62
W19	682427	4089446	21.9	7.67	-62	1.66	1788	58.04	86.34	171.48	1.70	1.69	282.23	160	329.97	1.800	0.009	0.017	0.039	1.01	1106.98
W20	684713	4089964	21.6	7.88	-66	2.48	2230	22.56	82.31	384.00	1.58	6.43	636.51	74.5	399.00	9.616	0.405	0.011	0.054	1.32	1629.03
W21	684988	4091590	20.5	7.65	-53	1.52	1036	36.87	43.50	76.87	70.17	1.69	330.96	43.6	93.65	6.934	0.073	0.001	0.101	0.73	716.38
W22	684031	4092986	20.8	7.57	-48	5.04	1718	69.08	74.81	182.10	1.68	1.34	289.48	193	269.00	6.100	0.005	0.008	0.02	0.24	1100.82
W23	686222	4088787	21.4	7.86	-65	1.76	805	21.34	80.99	33.73	1.10	2.75	328.56	15.2	56.04	9.660	0.001	0.003	0.037	0.69	563.27
W24	686104	4086653	20.3	7.76	-59	3.24	1642	53.08	96.20	137.40	2.00	2.22	314.65	213	170.52	4.652	0.001	0.008	0.062	0.69	1018.97
W25	688463	4087463	21.4	8.03	-75	2.17	1047	32.48	58.30	100.57	1.10	3.82	304.24	81.2	88.96	2.977	0.08	0.007	0.182	0.45	689.24
W26	688387	4085735	22.7	8.21	-86	4	635	11.88	35.74	72.02	0.95	4.14	227.23	41.6	15.00	5.500	0.01	0.005	0.057	0.39	428.70
W27	687947	4084243	21.5	8.39	-94	2.82	500	8.70	30.76	51.42	0.93	4.46	169.94	27.8	28.63	2.900	0.011	0.017	0.085	0.34	338.36
W28	687909	4083165	22.8	8.33	-90	3.61	498	9.83	31.95	53.11	0.96	4.37	185.60	22.2	26.28	4.600	0.004	0.038	0.038	0.27	353.02
W29	686438	4082855	21.3	8.16	-81	3.9	786	19.48	47.08	80.84	1.27	3.94	241.79	74.4	38.64	4.831	0.025	0.001	0.069	0.47	528.84
W30	688553	4080790	21.8	8.64	-108	2.53	636	4.27	4.15	148.25	0.42	12.85	270.67	30.6	9.99	1.700	0.006	0.006	0.489	0.66	492.37
W31	685489	4082834	20.3	7.78	-60	3.48	1318	46.19	86.90	106.10	1.69	1.13	155.82	285	111.80	5.815	0.001	0.004	0.055	0.64	821.06
W32	683722	4081542	21.1	7.93	-69	2.32	1108	26.12	60.75	112.50	1.35	2.92	294.09	150	28.60	2.641	0.001	0.007	0.075	0.54	698.94
W33	682539	4077363	21	8.34	-91	2.1	955	7.24	15.40	196.15	0.78	7.59	308.25	109	27.65	0.028	0.125	0.001	0.427	0.67	683.76
W34	686694	4075076	22	8.1	-78	2.75	585	16.24	25.43	71.03	1.44	1.98	143.46	78	18.67	5.300	0.734	0.003	0.127	0.35	372.30
W35	681384	4076861	20.4	8.13	-80	1.74	834	14.02	45.20	111.40	1.13	4.20	278.77	79	48.98	2.200	0.004	0.013	0.12	0.44	598.93

EK 1. Devamı

Örnek No	X	Y	(°C)	pH	Eh (mV)	CO (mg/L)	EC (µS/cm)	Ca ⁺² (mg/L)	Mg ⁺² (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	CO ₃ ⁻² (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ⁻³ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	TDS
W36	679467	4075730	20.6	7.95	-71	2.34	1218	26.60	65.72	130.15	1.51	3.32	317.35	109	119.00	2.200	0.298	0.007	0.106	0.42	788.66
W37	679916	4079798	21.7	7.98	-65	2.8	1445	37.00	77.75	148.95	1.89	3.79	321.36	179	124.00	4.100	0.004	0.006	0.056	0.06	921.39
W38	677940	4081873	21.3	7.96	-69	2.98	1523	30.55	69.23	205.95	1.72	2.82	249.40	208	230.00	3.500	0.006	0.007	0.071	0.77	1018.31
W39	691923	4094948	20.8	7.54	-54	3.08	2260	53.19	129.65	228.67	1.65	1.78	392.21	339	215.90	11.907	0.0805	0.014	0.062	1.5	1387.59
W40	691244	4091143	21.8	7.83	-64	2.31	1844	27.14	100.73	246.05	0.95	1.83	208.07	328	315.00	1.404	0.014	0.01	0.134	0.88	1245.08
W41	690905	4089452	20.8	7.91	-68	2.88	1081	45.83	70.70	63.82	1.47	2.37	249.60	123	89.67	3.957	0.001	0.022	0.046	0.37	666.06
W42	691448	4088885	21.2	7.73	-66	3.78	774	25.21	38.35	52.14	0.91	1.26	212.72	41.6	40.22	3.964	0.0011	0.001	0.045	0.34	432.65
W43	691148	4087242	20.6	8.06	-76	1.64	591	20.44	33.90	49.32	0.78	2.72	222.08	20.9	28.45	2.000	0.005	0.001	0.305	0.33	391.03
W44	692741	4085633	22.4	7.69	-55	2.64	401	22.30	23.03	25.05	0.94	0.71	136.41	20.9	21.06	4.000	0.006	0.014	0.037	0.25	266.18
W45	694291	4085692	21.8	7.85	-65	2.46	551	31.63	33.77	26.93	1.07	0.97	130.40	46.4	46.26	9.400	0.012	0.02	0.025	0.23	338.87
W46	694591	4082937	22.4	8.06	-77	3.13	389	21.01	24.81	24.86	0.92	1.66	135.36	20.3	30.90	2.138	0.001	0.02	0.044	0.19	272.93
W47	695109	4081288	21.9	8.11	-79	2.31	405	16.18	24.05	41.36	0.63	2.50	182.30	15.4	15.94	0.408	0.035	0.233	0.036	0.48	310.43
W48	695577	4077665	19.7	7.64	-52	1.76	1474	37.34	104.89	114.70	0.48	2.50	477.63	113	71.95	10.006	0.163	0.009	0.016	0.52	946.56
W49	693069	4075947	22.5	8.03	-77	2.05	443	15.27	15.41	58.77	1.51	1.80	156.78	28.8	27.83	0.028	0.004	0.364	0.111	0.36	319.23
W50	690546	4074638	21.9	8.4	-97	1.75	897	4.48	7.17	215.90	1.23	10.82	377.45	74.8	4.52	0.292	0.462	0.018	0.255	1.03	708.83
W51	696959	4078727	21.4	7.98	-80	1.47	718	15.99	39.23	87.74	1.16	3.56	334.72	23.2	8.00	1.193	0.254	0.835	0.226	0.69	530.39
W52	698362	4080361	22.2	7.86	-66	3.2	712	17.91	63.30	55.10	2.40	2.90	346.48	15.9	40.51	0.366	0.001	0.011	0.034	0.14	555.24
W53	699941	4082481	21.9	8.02	-76	2.99	391	21.76	21.83	27.13	1.08	1.47	132.91	19.5	33.34	1.096	0.001	0.018	0.06	0.25	270.64
W54	699664	4084866	22.4	8.01	-75	3.34	508	30.63	32.66	26.15	1.34	2.03	179.89	22	44.58	0.961	0.001	0.016	0.036	0.23	351.43
W55	702505	4088234	22.1	7.19	-27	2.4	712	50.85	44.23	28.61	1.81	0.46	260.51	26.8	53.62	3.240	0.001	0.002	0.036	0.16	483.11
W56	699771	4090126	21.4	7.58	-56	2.72	934	54.21	52.18	48.23	6.01	1.26	288.43	48.7	50.17	11.746	0.001	0.018	0.025	0.21	574.24
W57	700178	4092458	21.2	7.64	-60	5.1	837	45.29	65.60	31.48	2.05	1.67	332.62	21.7	42.87	8.786	0.001	0.007	0.03	0.24	567.62
W58	697589	4090442	22.2	7.64	-60	2.87	1883	53.07	64.34	269.28	0.99	3.18	563.95	237	46.63	2.126	0.001	0.362	0.087	0.97	1256.00
W59	695089	4093427	21.7	7.34	-43	3	2010	73.68	88.02	124.89	13.83	0.68	243.49	173	280.69	12.012	0.001	0.003	0.023	0.63	1028.82
W60	685474	4072594	22.4	8.13	-89	1.23	773	17.24	36.02	102.90	1.67	3.96	256.05	62	51.68	1.700	0.002	0.009	0.133	0.35	546.94
W61	689514	4072168	21.1	8.09	-86	1.82	636	18.49	24.89	82.88	1.90	2.23	166.83	86	36.29	0.149	0.001	0.958	0.141	0.37	434.24
W62	686911	4067460	21.2	7.44	-48	1.47	3420	114.70	113.00	395.90	53.70	1.87	482.14	580	208.00	36.400	0.024	0.01	0.077	0.36	2008.88
W63	685951	4065961	21.7	7.47	-50	1.74	1131	82.71	31.46	93.70	23.42	1.19	338.52	81	58.33	12.198	0.001	0.017	0.038	0.01	737.45
W64	686523	4063466	22.1	7.41	-47	1.97	1725	78.59	55.50	133.40	72.96	1.87	577.46	80.4	64.93	6.900	0.002	0.012	0.251	0.33	1087.45
W65	684633	4064447	21.1	7.91	-76	2.06	987	60.37	37.47	76.03	5.38	2.26	242.69	117	55.02	0.028	0.001	0.363	0.451	0.28	612.42
W66	678721	4068799	21.7	8.04	-90	4.26	1214	69.80	54.50	89.88	7.47	4.48	340.67	119	65.70	0.355	0.001	0.019	0.066	0.42	768.75
W67	687164	4072588	21.5	8.14	-89	1.91	586	15.03	26.24	73.02	1.44	2.63	175.34	49.2	40.77	2.600	0.34	0.002	0.127	0.28	397.81
W68	693418	4073813	21.8	8.22	-94	1.31	480	11.84	16.13	71.72	1.62	3.19	180.94	38.2	6.37	1.123	0.001	0.003	0.132	0.35	342.69
W69	695794	4076181	22.3	8.11	-88	1.71	387	12.92	17.09	50.88	0.90	2.32	169.89	16.4	12.85	0.233	0.004	0.001	0.098	0.38	295.36
W70	698837	4077663	22.8	8.03	-83	1.35	438	12.56	19.62	57.49	0.76	2.20	189.80	17.3	15.40	0.131	0.001	0.229	0.146	0.73	327.07

EK 1. Devamı

Örnek No	X	Y	(°C)	pH	Eh (mV)	ÇO (mg/L)	EC (µS/cm)	Ca ⁺² (mg/L)	Mg ⁺² (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	CO ₃ ⁻² (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ⁻³ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	TDS
W71	699920	4079215	22.2	7.82	-78	2.15	866	24.42	49.85	84.51	2.66	2.31	300.14	20.8	99.80	2.500	0.042	0.592	0.284	0.35	606.93
W72	703182	4076897	21.8	7.72	-71	1.69	1554	27.76	45.53	277.20	1.85	3.95	603.48	97.4	70.34	6.115	0.001	0.17	0.091	0.48	1148.38
W73	701604	4074883	22.6	8.05	-91	1.75	453	10.98	20.94	60.55	0.62	2.24	184.40	20.3	23.17	0.090	0.001	0.001	0.128	0.87	334.37
W74	699576	4073890	21	8.16	-98	1.68	414	10.12	16.15	58.30	1.05	1.97	140.11	23.7	15.97	7.600	1.632	0.001	0.19	0.05	286.70
W75	701857	4070796	22.1	8.49	-117	2.26	716	4.44	4.64	158.00	0.89	7.76	227.63	73.6	9.93	5.400	0.001	0.001	0.395	0.65	502.29
W76	705506	4073243	22	8.1	-94	1.87	466	11.24	23.60	51.91	0.94	2.37	176.39	11.2	28.38	2.800	0.006	0.008	0.152	0.31	323.19
W77	706101	4075566	23.8	7.98	-87	1.73	418	19.12	27.30	26.68	0.72	1.61	152.52	20.8	29.42	0.052	0.001	0.006	0.085	0.21	295.01
W78	704371	4076125	21.6	7.5	-59	1.26	4010	46.81	130.55	681.10	3.99	2.05	437.40	81.6	503.00	0.134	0.002	1.37	0.04	1.01	2637.41
W79	705650	4077897	21.8	7.92	-84	1.62	413	18.28	29.74	19.93	2.09	1.44	163.03	11.9	26.98	0.004	0.005	0.011	0.067	0.26	286.28
W80	708366	4080224	21.8	7.83	-79	1.71	519	22.79	37.84	21.13	0.80	1.23	168.03	27	41.26	1.005	0.001	0.003	0.057	0.4	335.96
W81	705173	4080157	22.1	7.93	-85	1.53	431	21.37	31.05	18.05	0.87	1.46	159.53	15	32.87	0.028	0.002	0.02	0.096	0.28	292.71
W82	704977	4082291	21.7	7.87	-81	1.67	626	26.94	41.98	28.14	1.07	1.43	174.39	44.6	52.31	0.913	0.001	0.006	0.042	0.25	386.29
W83	712681	4087540	22.1	7.87	-73	2.32	513	26.31	38.11	30.04	0.26	1.87	228.93	7.6	35.53	0.278	0.003	0.004	0.032	0.67	387.53
W84	711892	4085156	22.5	7.88	-80	4.92	860	40.37	56.03	63.12	0.83	2.62	292.88	71.2	34.87	6.503	0.003	0.019	0.023	0.67	589.62
W85	716951	4082433	21.2	7.86	-73	1.61	993	17.95	34.25	186.00	0.62	3.55	420.94	80	35.82	0.122	0.001	0.009	0.004	1.44	796.70
W86	718469	4082751	21.9	7.41	-46	4.77	1216	80.90	74.60	69.10	5.41	1.46	460.47	78.8	25.74	12.414	0.01	0.01	0.053	0.65	829.72
W87	717819	4080432	21.7	7.6	-58	1.32	2760	30.31	91.37	545.96	1.18	3.50	627.50	395	394.37	1.900	0.048	0.153	0.063	1.46	2107.41
W88	717898	4078414	22.3	7.75	-66	1.89	633	26.80	64.04	20.74	0.30	1.87	289.08	18.6	39.36	1.800	0.029	0.018	0.02	0.41	473.58
W89	715133	4076620	21.5	7.82	-77	1.51	1254	19.84	55.78	161.70	2.36	2.80	355.38	125	64.20	4.590	0.064	0.001	0.061	1.19	812.30
W90	713357	4076058	20.7	7.74	-72	1.46	578	19.17	36.53	49.91	1.14	1.21	204.71	48.8	21.03	1.497	0.003	0.001	0.47	0.43	401.62
W91	717849	4075818	21.2	7.67	-62	3.51	795	49.29	45.80	31.67	17.68	1.52	293.97	8.7	48.33	11.504	0.002	0.015	0.04	0.26	523.66
W92	718484	4072910	22.3	7.63	-59	3.45	1788	59.08	90.70	179.00	50.42	3.30	593.47	168	64.96	11.986	0.001	0.021	0.145	0.4	1237.91
W93	715434	4072516	22.7	7.97	-86	2.84	3450	21.21	49.69	619.70	6.14	3.32	252.00	899	69.57	0.439	0.001	0.027	0.082	0.87	1938.13
W94	713129	4070459	21.4	8.11	-94	1.84	590	12.12	23.81	81.43	1.44	1.86	133.51	90.5	32.76	1.800	0.012	0.277	0.457	0.41	389.23
W95	714310	4067534	22.5	8.26	-103	2.09	820	10.67	23.79	104.30	2.25	2.93	143.51	116	36.80	0.157	0.0011	0.123	0.077	0.44	451.98
W96	715728	4068977	24.3	8.18	-98	1.52	774	12.44	46.41	83.63	1.73	4.21	233.24	77.8	38.33	2.300	0.01	0.009	0.072	0.42	513.38
W97	718860	4062670	21.6	8.23	-95	1.82	3330	7.68	23.83	771.60	5.77	11.63	489.09	822	98.30	0.944	3	0.011	0.511	0.84	2249.22
W98	718693	4054598	22.1	7.11	-29	4.18	2510	148.50	102.00	164.30	11.56	0.78	446.66	371	117.00	12.183	0.007	0.011	0.035	0.24	1390.46
W99	712471	4050657	22.4	7.24	-37	0.94	1223	74.86	65.44	104.00	1.26	1.05	488.74	78	30.10	9.141	0.0011	0.005	0.42	0.43	873.01
W100	711690	4053951	21	7.29	-45	1.27	2700	60.79	120.65	350.35	43.10	1.97	743.59	408	74.27	9.100	0.008	2.17	0.258	0.34	1829.73
W101	711058	4059091	21.9	8.68	-126	1.65	815	1.87	2.69	207.50	1.26	10.09	373.65	35.4	14.55	0.218	0.0103	0.311	0.495	1.16	654.80
W102	710576	4061989	22.2	8.31	-104	1.67	502	10.71	10.09	87.13	2.03	3.61	165.33	48	18.83	0.028	0.348	0.48	0.113	0.23	354.64
W103	708581	4062999	22.4	7.97	-85	1.35	1379	22.41	27.26	195.80	4.27	1.25	112.14	326	18.70	1.202	0.0011	0.617	1.36	0.31	721.76
W104	706612	4062865	25	8.02	-88	2.41	927	9.89	31.52	154.40	2.89	3.89	303.29	109.5	21.50	0.374	0.001	0.51	0.1	0.61	649.61
W105	707520	4061149	22	8.66	-124	1.26	572	2.47	3.29	112.94	1.53	9.84	202.56	17.8	23.37	0.359	0.001	0.342	0.62	0.61	382.63

EK 1. Devamı

Örnek No	X	Y	(°C)	pH	Eh (mV)	ÇO (mg/L)	EC (µS/cm)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	TDS
W106	704652	4062564	22	8.12	-94	1.5	697	6.49	21.61	119.00	2.15	4.24	290.28	33.8	16.92	0.028	0.0011	0.491	0.119	0.73	507.13
W107	704029	4064891	21.7	8.07	-90	1.83	1311	9.65	33.62	206.95	6.57	5.70	410.93	105	39.91	0.565	0.018	0.656	0.22	0.83	831.22
W108	703248	4066944	22.3	8.59	-122	3.17	654	3.39	4.64	132.74	1.56	8.31	196.21	63.2	17.22	0.388	0.006	0.184	0.48	0.63	439.03
W109	705662	4067758	22.6	8.62	-124	2.68	1254	2.68	3.82	259.70	2.70	12.69	257.51	197	32.59	0.416	0.106	0.409	0.679	0.66	781.06
W110	710135	4067010	26.9	8.13	-95	1.56	406	12.93	21.27	38.86	1.43	1.92	122.75	32.4	29.53	0.325	0.001	0.022	0.082	0.21	270.97
W111	710676	4065914	22.7	8.09	-92	1.4	1777	63.00	96.55	98.56	4.41	1.58	99.83	450	29.29	0.063	0.003	0.378	0.116	0.28	853.73
W112	709664	4069274	22.7	8.11	-94	1.95	428	12.09	19.98	55.44	0.73	2.43	175.04	15.9	27.72	0.028	0.0011	0.012	0.175	0.31	324.46
W113	708756	4069890	21.8	8.14	-92	1.46	443	12.47	19.85	56.16	0.57	2.54	173.54	17.9	27.81	0.028	0.0011	0.023	0.159	0.4	326.68
W114	707271	4069573	22.3	8.28	-104	2.19	441	6.31	9.12	83.63	1.77	2.64	130.50	49.8	29.54	0.246	0.001	0.284	0.156	0.34	322.37
W115	711384	4073145	25.2	8.26	-103	1.8	493	9.49	21.43	78.45	1.58	3.71	176.59	51	23.94	0.237	0.018	0.003	0.06	0.51	374.10
W116	708325	4075927	22.1	7.88	-81	1.59	546	19.01	30.80	34.17	1.34	1.09	132.81	28	53.86	4.700	0.008	0.022	0.059	0.25	317.12
W117	708712	4083707	22.4	7.55	-62	1.85	799	45.15	48.60	44.44	0.88	0.94	227.63	78	54.87	1.769	0.0011	0.001	0.045	0.46	515.82
W118	709742	4089948	20.2	7.38	-52	1.58	1341	81.07	98.78	89.84	1.55	0.71	242.09	39.6	464.62	3.382	0.003	0.017	0.041	0.5	1037.16
W119	690868	4061982	24.1	8.47	-110	1.55	943	7.93	14.97	181.10	6.64	9.51	270.82	132	3.36	1.164	0.001	0.018	0.357	0.41	634.71
W120	690166	4060832	24.1	8.27	-98	1.65	981	11.50	21.15	174.00	6.46	5.68	254.25	160	2.73	0.366	1.015	0.001	0.349	0.35	645.77
W121	692674	4060540	25.1	8.29	-99	1.68	960	7.91	15.49	184.80	4.27	7.68	323.71	97.5	9.25	1.342	0.0011	0.691	0.401	0.48	662.45
W122	696386	4058021	23	7.47	-51	1.51	1147	75.95	35.63	58.40	56.53	0.82	230.08	136	60.01	11.826	0.0011	0.024	0.067	0.21	675.11
W123	699257	4068386	22.9	8.71	-124	1.62	633	3.08	2.80	129.00	1.60	11.54	205.91	49.2	7.00	0.299	0.011	0.001	0.506	0.78	421.50
W124	700439	4065872	21.9	8.44	-113	3.04	1537	5.93	15.67	310.60	3.61	14.31	429.14	198	17.53	0.960	0.607	0.956	0.496	0.74	1008.33
W125	698292	4065276	22.3	8.73	-131	2.45	833	3.49	7.40	164.02	2.33	12.25	204.16	121	5.84	0.028	0.046	0.757	0.371	0.68	528.76
W126	700444	4063342	22.1	8.42	-113	5.58	1044	3.82	12.12	201.75	3.65	0.00	373.65	96.5	9.02	0.028	0.663	0.876	0.238	0.66	714.65
W127	704327	4085997	22.4	8.01	-74	1.9	522	25.07	39.89	28.18	1.38	2.07	182.35	41.2	38.40	0.104	0.0011	0.001	0.038	0.21	368.70
W128	705259	4086548	21.9	7.35	-37	2.69	956	58.77	64.70	32.30	1.96	0.69	262.61	96	69.72	1.223	0.001	0.009	0.059	0.3	602.96
W129	706217	4088580	22.4	7.45	-42	2.05	735	49.99	46.64	39.63	2.06	0.91	278.27	38.4	55.69	1.559	0.001	0.013	0.025	0.1	524.41
W130	707187	4094167	20.5	7.3	-47	3.18	1051	73.47	48.19	50.36	4.45	0.74	323.26	42.6	56.61	12.250	0.156	0.011	0.037	0.15	622.69
W131	682136	4094555	21.9	7.22	-36	2.24	1447	98.93	43.72	66.36	1.43	0.61	303.99	91.5	84.92	10.625	0.0011	0.003	0.022	0.76	719.25
W132	678177	4092569	22.1	7.54	-55	5	1360	60.62	48.50	145.10	1.15	1.40	329.81	171	55.94	6.505	0.0011	0.001	0.007	0.59	839.87
C1	675664	4077004	24.4	7.87	-74	5.41	1181	49.46	53.57	127.38	2.31	2.31	244.90	87.4	214.00	5.100	0.135	0.006	0.038	0.59	794.47
C2	676947	4078086	23.5	8.01	-82	6.46	445	37.42	22.66	16.94	1.37	1.85	163.18	15.9	29.62	0.295	0.0011	0.064	0.019	0.29	293.85
C3	677865	4081649	23.6	7.92	-77	6.05	445	38.19	22.48	17.13	1.43	1.54	166.73	17.1	25.85	0.600	0.041	0.041	0.01	0.19	296.05
C4	674434	4085297	22.5	7.86	-73	5.97	447	38.36	29.80	27.00	3.56	1.67	208.07	19.6	34.82	0.318	0.0011	0.003	0.004	0.24	368.08
C5	677281	4089774	26.9	7.77	-70	3.31	634	40.22	30.85	28.86	3.09	1.42	198.26	20.1	56.67	0.028	0.005	0.007	0.4	0.35	385.48
C6	677380	4089778	22.4	7.91	-76	5.95	446	37.82	22.91	17.32	1.38	1.33	150.52	24.1	34.79	0.297	0.0011	0.002	0.039	0.25	295.13

EK 1. Devamı

Örnek No	X	Y	(°C)	pH	Eh (mV)	ÇO (mg/L)	EC (µS/cm)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	TDS
C7	680951	4084837	24.7	8.02	-83	5.65	460	36.94	23.66	18.30	1.43	1.76	148.12	24	39.11	0.305	0.0011	0.004	0.083	0.23	298.19
C8	679829	4089956	23	8.14	-90	6.37	444	36.72	23.08	16.69	1.33	2.18	144.37	25.8	33.18	0.324	0.0011	0.003	0.046	0.18	288.15
C9	684871	4091340	23	8.07	-87	7.01	438	39.20	23.33	19.37	1.50	1.78	137.21	19.9	61.61	0.357	0.0011	0.004	0.03	0.2	308.75
C10	686861	4092884	23.8	7.95	-78	6.16	443	36.83	23.24	16.98	1.34	1.49	149.62	22.8	34.90	0.432	0.001	0.004	0.027	0.2	292.01
C11	683542	4082155	23.6	7.98	-80	6.31	824	41.28	44.47	37.08	2.65	2.78	248.65	48.8	31.99	1.373	0.003	0.002	0.096	0.4	465.66
C12	682357	4074845	24.6	7.68	-63	1.38	852	39.71	38.07	82.28	5.91	1.75	300.29	37.6	61.10	3.506	0.331	0.011	0.574	0.31	578.05
C13	685284	4076400	26.7	7.85	-73	4.13	1262	39.76	49.80	135.19	2.34	2.47	264.01	132	114.00	5.100	0.02	0.013	0.075	0.33	751.94
C14	683700	4073625	22.6	8.08	-87	6.13	443	36.72	25.30	47.23	6.11	3.05	227.38	22.1	33.84	0.289	0.0011	0.012	0.016	0.16	406.80
C15	681192	4076699	23.4	7.99	-81	5.23	833	38.70	38.50	87.91	3.98	3.21	276.42	59.2	68.99	1.349	0.006	0.02	0.111	0.33	584.69
C16	680070	4075934	23.5	7.97	-80	5.91	706	39.57	35.67	59.05	2.99	2.58	236.79	40.8	64.82	1.023	0.005	0.017	0.045	0.38	489.21
C17	679581	4073500	26.2	7.78	-69	4.06	894	43.59	43.34	81.21	2.83	1.61	210.42	72	118.00	6.100	0.005	0.012	0.203	0.63	586.26
C18	676959	4079181	24.6	7.85	-73	4.46	1072	51.47	58.39	97.45	2.93	2.55	283.93	59.2	174.00	5.600	0.002	0.016	0.057	0.35	742.82
C19	688652	4094325	24	7.93	-78	5.85	443	37.36	23.17	17.14	1.32	1.48	155.52	20.6	33.75	0.328	0.002	0.002	0.007	0.19	295.42
C20	691165	4095519	24	7.91	-68	5.92	677	42.93	37.83	42.04	3.17	2.02	211.17	52	43.30	3.015	1.95	0.008	0.544	0.38	446.70
C21	691007	4086272	25	7.92	-76	3.88	736	39.94	37.87	62.16	2.76	2.51	249.50	42.6	62.11	1.990	0.004	0.021	0.238	0.44	508.35
C22	692547	4086036	23.1	7.81	-62	1.92	657	43.62	33.06	40.09	3.15	1.68	227.58	34.2	46.00	0.657	0.004	0.002	0.525	0.41	437.37
C23	696758	4084541	22.4	7.96	-61	4.79	579	40.34	31.02	41.87	2.55	2.31	226.13	24.6	44.51	1.302	0.004	0.021	0.113	0.3	420.30
C24	706311	4078218	24.5	8.05	-91	5.77	442	36.40	22.04	20.87	1.42	1.76	138.96	26.4	34.32	2.800	0.005	0.085	0.021	0.2	289.49
C25	707155	4080421	25.7	7.98	-87	6.74	630	34.29	38.30	46.74	2.13	2.74	237.64	28	45.30	2.936	0.035	0.004	0.046	0.34	445.24
C26	712002	4086469	22.4	7.93	-77	6.25	443	36.18	23.52	21.73	1.41	1.52	163.83	20	33.46	0.723	0.002	0.029	0.023	0.19	307.19
C27	713638	4084748	22.6	8.08	-86	6.6	442	36.50	23.42	21.39	1.46	2.12	161.73	21.4	31.77	0.710	0.004	0.005	0.037	0.2	305.36
C28	715064	4067595	26.3	7.9	-82	5.47	694	34.04	29.72	64.99	1.94	2.33	240.84	33	47.46	0.953	0.004	0.022	0.114	0.34	461.70
C29	709547	4069288	26	8.02	-88	4.1	603	35.26	28.43	44.97	2.14	2.35	187.40	36.6	53.71	0.236	0.003	0.008	0.258	0.24	397.39
C30	691473	4065053	26.4	7.72	-66	4.4	728	35.57	35.76	77.20	2.50	1.61	246.45	63.2	51.88	2.124	0.005	0.002	0.199	0.3	523.26
C31	701503	4094197	23.4	7.84	-79	6.13	444	34.30	20.22	19.84	1.30	1.10	145.07	19.2	32.47	0.699	0.014	0.055	0.02	0.22	278.72
R1	684111	4072982	28.9	8.16	-93	4.56	585	38.91	24.55	44.43	4.49	3.32	182.10	41.8	40.45	1.406	0.005	0.011	1.42	0.27	384.15
R2	688162	4073525	29.8	8.46	-111	7.48	626	60.90	17.50	46.52	4.99	7.31	195.91	44.4	38.32	1.940	0.006	0.014	1.45	0.31	421.64
R3	673003	4088547	27	8.16	-92	5.68	578	36.32	26.37	25.99	1.82	2.23	138.16	30.2	45.91	8.500	0.085	0.002	0.105	0.33	320.36
R4	675462	4079288	19.6	8.06	-76	7.23	344	38.51	11.64	11.79	9.57	1.66	144.87	7.7	16.45	0.872	0.005	0.006	0.312	0.12	246.70
R5	707774	4095272	28.3	8.34	-107	7.28	433	29.43	19.88	21.16	1.82	3.06	116.64	23.1	35.18	2.700	0.004	0.465	0.076	0.24	256.09
L1	685805	4061430	33.4	7.92	-79	6.43	113800	1033.75	3890	29990	1075	1.66	190.13	5921.5	1685.56	1.559	0.0011	0.011	0.023	6	97253.56
L2	680915	4066343	30.9	7.62	-61	3.48	93100	838.25	2920	22930	715.00	1.86	190.15	45400	823.46	10.800	0.002	0.021	0.058	3.64	73984.92
L3	698923	4057261	30.7	8.75	-129	6.09	63100	220.70	1960	15090	387.30	1.66	185.15	27700	2708.00	1.477	0.004	0.011	0.127	2.14	48353.07
S1	685606	4061010	29.3	7.96	-81	5.74	56900	336.40	1600	12300	374.20	1.66	145.12	20980	815.45	5.700	0.021	0.011	0.033	2.82	36656.45
S2	717918	4052355	28.2	8.01	-82	4.81	52900	404.45	1607	11685	477.30	1.87	147.62	20850	816.71	0.587	0.035	0.011	0.031	2.76	36077.97

EK 2. Çalışma alanından alınan suların iz element içerikleri

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
W1	673102	4085731	10.55	1.56	269.00	102.07	2.20	1.25	1.79	17.13	101.90	24.74	6.46	10.18	3.90	2.14	3.44	1435.5	43.96
W2	673066	4084621	29.64	0.68	100.00	44.56	0.50	0.32	0.33	9.68	45.31	13.16	8.84	2.40	1.56	0.55	0.83	838.9	82.44
W3	673011	4082634	11.18	0.64	101.45	85.20	2.05	1.02	1.84	2.43	22.73	10.96	6.25	3.82	2.53	1.23	1.77	668.95	102.45
W4	675134	4080855	12.21	0.78	139.40	17.87	0.45	0.20	0.13	1.14	51.33	8.98	4.14	3.06	0.96	0.44	0.68	563.4	2.51
W5	673707	4074707	61.82	49.94	438.75	8.27	0.44	0.25	0.59	2.29	153.90	3.42	5.15	8.22	1.33	1.34	1.45	74.255	28.47
W6	671696	4071203	15.10	1.58	70.06	19.70	0.44	0.21	0.12	0.70	752.65	4.42	26.39	2.51	0.64	0.69	0.59	403.95	471.15
W7	676463	4074541	37.07	6.58	265.90	30.54	1.52	0.36	0.78	1.66	930.55	11.98	37.20	6.56	2.29	113.20	1.46	489.1	3013.50
W8	675022	4077444	23.18	1.97	231.45	21.93	0.44	0.27	0.97	1.84	72.01	10.25	29.62	5.10	0.92	1.17	1.43	503.7	28.91
W9	677651	4083851	6.74	1.65	491.40	84.15	2.22	1.03	1.06	16.56	106.90	19.42	49.29	19.68	1.01	2.01	2.84	1104	265.80
W10	677220	4079665	5.91	0.65	225.80	33.37	0.45	0.43	0.48	1.51	98.80	15.93	56.29	5.47	1.91	1.81	1.71	931.3	592.20
W11	676655	4087662	12.21	0.18	38.79	85.89	0.44	0.21	0.49	0.05	48.36	6.92	0.31	1.66	0.86	0.38	0.59	346.65	18.42
W12	675423	4089692	8.46	0.20	480.60	28.26	0.45	0.26	0.43	0.50	31.82	44.23	3.26	10.07	2.13	2.19	1.34	1136.5	1688.50
W13	678778	4089374	10.67	0.47	325.70	27.26	2.22	0.71	0.68	13.90	66.21	42.43	4.92	11.16	0.77	4.43	2.60	1346	1471.00
W14	680262	4085803	8.82	5.00	575.70	40.80	2.22	0.65	0.47	13.04	498.10	22.83	28.48	18.48	0.25	2.32	2.56	859.4	92.72
W15	679236	4087674	11.08	2.61	1062.85	28.58	4.39	9.16	5.36	33.23	366.95	131.10	1308.00	21.12	13.86	5.92	7.79	9175.5	250.75
W16	678519	4091010	9.88	3.62	483.70	76.53	2.24	1.32	0.12	16.87	60.26	44.15	92.73	40.61	5.29	2.16	2.81	1204.5	1841.50
W17	680299	4092122	10.27	0.58	485.10	27.06	2.19	0.96	1.04	12.48	134.15	64.29	9.64	8.52	3.83	2.10	2.57	1886	57.68
W18	681036	4091045	12.69	0.47	298.45	19.73	2.19	0.85	7.75	12.13	133.40	36.80	3.77	6.19	1.67	2.01	2.56	1595	94.12
W19	682427	4089446	9.92	0.25	320.50	24.55	0.44	0.27	0.45	1.61	27.09	39.65	44.53	7.44	0.75	1.18	1.37	1696.5	9.52
W20	684713	4089964	25.15	0.59	1232.50	35.05	0.45	0.46	0.35	2.86	64.27	53.13	57.69	16.51	1.15	1.36	1.65	1313	89.21
W21	684988	4091590	8.22	0.59	192.75	35.80	0.45	0.31	0.16	0.97	26.77	20.86	19.99	9.61	1.82	0.84	1.13	756.45	7.63
W22	684031	4092986	7.02	0.70	209.95	14.18	0.45	0.32	32.12	1.80	117.10	34.77	0.99	4.09	11.38	1.20	1.36	1480	81.19
W23	686222	4088787	9.63	1.96	218.70	53.06	0.44	0.23	0.95	0.24	17.05	26.01	13.15	5.56	0.85	0.66	0.74	981.2	107.30
W24	686104	4086653	27.50	1.38	203.75	90.26	0.43	0.24	4.87	1.05	66.59	18.89	1.06	3.65	1.65	1.22	1.34	1421	70.87
W25	688463	4087463	14.22	1.51	116.45	92.58	0.44	0.20	1.97	0.69	118.05	7.77	16.17	3.59	0.59	1.73	1.06	779.15	152.05
W26	688387	4085735	10.70	2.38	145.20	33.68	0.44	0.14	10.11	2.42	76.79	6.18	0.40	1.99	0.31	0.59	0.61	371.05	40.97
W27	687947	4084243	10.40	2.49	109.30	25.23	0.44	0.13	10.79	0.35	38.93	4.36	0.21	1.81	0.21	0.54	0.59	269.3	24.96

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
W28	687909	4083165	14.19	2.27	112.85	24.25	0.44	0.53	9.98	0.37	60.29	4.22	7.37	1.81	1.28	0.75	0.61	253.85	36.66
W29	686438	4082855	6.48	2.04	148.35	44.82	0.43	0.14	7.06	0.50	9.44	9.03	0.10	2.01	0.48	0.47	0.59	507.6	19.04
W30	688553	4080790	25.03	7.31	96.81	11.96	0.44	0.24	0.33	1.32	123.13	2.34	7.13	3.16	2.73	0.55	1.18	55.28	3.27
W31	685489	4082834	7.28	1.56	162.85	81.78	0.43	0.19	5.54	0.80	31.73	15.39	0.46	3.37	1.60	1.38	1.38	1051.4	393.25
W32	683722	4081542	10.56	2.12	175.65	55.52	0.43	0.17	4.56	0.84	48.01	13.20	0.26	2.88	0.87	0.89	1.10	742.65	66.76
W33	682539	4077363	12.37	4.12	189.50	5.67	0.44	0.18	0.46	1.35	23.45	4.90	6.96	3.39	0.64	1.28	1.06	193.9	30.03
W34	686694	4075076	18.09	1.57	92.07	26.85	0.43	0.15	0.24	0.52	50.87	2.10	8.63	2.58	0.32	0.46	0.56	270.9	172.85
W35	681384	4076861	8.45	4.15	174.35	41.86	0.43	0.16	0.22	0.83	51.15	7.35	6.25	2.43	0.40	0.46	0.61	444.3	16.09
W36	679467	4075730	7.46	4.08	187.25	83.52	0.43	0.26	0.48	1.33	83.88	8.92	28.67	3.25	0.67	1.28	1.36	759	28.54
W37	679916	4079798	21.18	1.30	215.00	57.15	0.44	0.18	0.98	1.21	41.90	21.62	3.18	3.58	1.23	5.03	1.46	1130.5	152.60
W38	677940	4081873	2.09	1.50	330.45	23.09	0.44	0.16	0.71	1.43	12.62	25.30	9.08	7.31	0.80	1.05	1.35	1078.1	32.10
W39	691923	4094948	10.11	0.77	458.30	96.27	2.20	0.82	0.41	12.17	120.50	43.42	145.30	11.73	3.71	1.94	2.57	1747.5	175.40
W40	691244	4091143	11.58	1.59	373.85	33.03	0.44	0.25	0.99	2.68	136.00	12.09	25.63	6.98	0.83	1.48	1.57	846.6	123.05
W41	690905	4089452	8.42	0.62	114.15	71.22	0.44	0.20	14.61	0.34	81.13	8.99	0.65	2.52	1.33	0.90	1.06	780.15	117.55
W42	691448	4088885	5.83	1.17	107.55	49.44	0.45	0.17	17.66	0.15	30.62	7.19	0.81	1.52	0.65	0.80	0.52	538.8	51.03
W43	691148	4087242	23.54	1.86	87.93	46.22	0.44	0.24	0.21	0.67	195.83	3.02	30.90	2.65	0.91	1.77	0.70	399.15	452.22
W44	692741	4085633	14.94	1.34	44.03	44.29	0.45	0.16	9.84	0.52	218.92	3.99	1.24	2.02	0.34	0.39	0.69	289	5.48
W45	694291	4085692	6.32	0.80	49.89	59.36	0.46	0.18	12.66	0.69	23.99	4.76	4.86	2.02	0.58	0.44	0.69	391.4	35.43
W46	694591	4082937	4.64	0.77	43.57	43.69	0.64	0.15	13.00	0.26	78.72	3.79	0.37	2.17	0.33	2.54	0.66	287.35	206.78
W47	695109	4081288	8.28	2.86	78.76	17.75	0.44	0.16	0.00	0.33	489.57	3.71	17.81	4.59	0.43	1.09	0.62	270.7	152.89
W48	695577	4077665	27.63	1.57	332.70	86.08	0.44	0.51	0.68	1.19	64.99	9.68	53.12	7.07	3.28	1.07	1.49	824.85	34.76
W49	693069	4075947	5.58	3.03	77.74	49.54	0.44	0.16	0.16	0.52	202.32	2.92	15.60	3.41	0.27	1.17	0.66	183.6	187.29
W50	690546	4074638	12.02	6.81	284.55	12.10	0.50	0.21	0.31	1.75	378.69	3.19	15.04	10.01	1.19	1.30	1.17	74.19	33.49
W51	696959	4078727	9.26	20.93	256.80	58.41	0.47	0.28	0.00	0.33	26.78	3.51	52.90	23.01	1.30	0.57	0.52	307.3	208.90
W52	698362	4080361	12.49	0.88	177.05	59.53	0.46	0.19	0.20	0.68	23.04	3.28	26.73	19.72	1.02	0.37	0.65	389.05	103.83
W53	699941	4082481	11.84	1.40	40.46	53.83	0.46	0.15	24.63	0.21	40.27	3.92	0.88	2.58	0.35	0.45	0.62	317.55	219.63
W54	699664	4084866	10.24	1.04	37.26	65.34	0.44	0.16	11.27	0.51	108.80	5.15	0.52	2.18	0.45	0.47	0.63	404.5	18.38

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
W55	702505	4088234	4.78	0.44	49.93	99.88	0.44	0.20	1.39	0.32	122.59	6.51	0.45	1.59	1.26	0.44	0.62	546.2	31.66
W56	699771	4090126	7.35	0.30	71.62	102.27	0.43	0.21	1.09	0.11	33.01	9.61	0.14	2.30	1.25	1.73	1.05	592.55	292.85
W57	700178	4092458	8.49	0.67	119.10	98.86	0.43	0.22	0.79	0.17	25.29	7.59	0.71	2.57	1.50	0.83	1.05	537.25	226.15
W58	697589	4090442	45.95	3.42	296.75	52.29	2.22	1.18	0.06	16.00	202.40	5.98	77.90	19.29	3.70	2.75	2.68	569.15	32.57
W59	695089	4093427	7.77	0.18	217.00	34.33	2.26	1.35	0.07	11.89	83.36	21.43	87.85	6.42	5.45	1.96	2.59	1216.5	59.10
W60	685474	4072594	15.24	5.77	143.70	81.90	0.44	0.20	0.05	1.04	34.13	5.79	6.28	2.81	1.18	0.58	0.57	373.25	88.07
W61	689514	4072168	4.57	2.62	143.60	65.00	0.43	0.17	0.00	0.41	5.77	4.21	24.02	4.67	0.34	1.19	1.60	251.45	9.64
W62	686911	4067460	242.20	17.86	168.40	213.90	4.93	7.34	10.92	2.76	3022.00	14.41	222.10	59.34	48.17	8.58	11.98	952.6	20.54
W63	685951	4065961	389.40	4.28	206.50	18.73	2.01	1.77	3.96	0.54	663.10	3.56	46.80	14.21	12.09	2.84	3.35	280.1	42.48
W64	686523	4063466	119.10	3.89	330.90	35.84	1.75	1.17	0.92	3.96	815.50	12.77	34.75	11.95	7.69	2.84	2.91	519.3	55.14
W65	684633	4064447	26.52	70.19	54.41	11.20	1.74	0.60	0.15	1.76	314.30	3.02	127.50	6.85	1.95	1.47	2.02	369.8	41.94
W66	678721	4068799	24.73	17.32	66.53	15.89	1.82	0.66	0.32	3.04	16.61	5.30	46.47	6.32	1.94	1.70	2.45	618.2	108.40
W67	687164	4072588	4.71	5.19	99.57	49.64	0.43	0.15	0.26	0.30	8.32	3.44	5.97	2.91	0.23	0.40	0.62	305.1	16.10
W68	693418	4073813	7.55	4.32	118.05	46.59	0.44	0.22	0.08	0.48	152.20	2.49	14.44	2.29	0.70	0.97	0.59	184.05	64.99
W69	695794	4076181	22.29	1.59	80.46	38.27	0.45	0.17	0.56	0.20	36.85	2.36	4.75	2.06	0.38	1.29	0.61	205.95	291.25
W70	698837	4077663	7.28	5.48	102.79	37.11	0.45	0.17	0.03	0.16	40.36	3.64	10.24	12.97	0.55	1.57	0.58	288.45	55.06
W71	699920	4079215	8.39	9.60	206.45	74.15	0.45	0.20	0.00	0.26	8.08	2.98	31.89	13.67	0.79	0.82	1.10	460.2	8.06
W72	703182	4076897	15.11	3.01	434.79	119.50	2.17	0.74	0.00	0.00	19.81	10.02	14.34	20.36	1.54	7.99	2.69	578.5125	382.86
W73	701604	4074883	11.09	2.89	83.56	43.35	0.44	0.18	0.01	0.16	23.97	4.13	27.31	4.42	0.82	0.40	0.57	225.85	5.70
W74	699576	4073890	11.60	2.52	101.40	23.03	0.43	0.15	0.19	0.18	41.36	1.95	3.46	2.44	0.27	0.39	0.53	203.3	9.28
W75	701857	4070796	11.36	6.18	167.10	11.82	0.44	0.13	0.90	0.74	20.43	3.32	2.33	4.16	0.17	0.42	0.52	83.04	6.99
W76	705506	4073243	11.63	4.26	71.82	47.68	0.44	0.15	0.06	0.59	10.34	3.75	1.77	2.62	0.16	0.42	0.56	203.1	70.47
W77	706101	4075566	9.84	3.88	50.20	43.47	0.44	0.18	0.00	0.53	14.39	3.90	28.79	2.05	0.34	0.94	0.62	241.55	149.00
W78	704371	4076125	2.45	4.05	430.45	58.00	4.29	1.76	2.55	7.20	64.37	9.02	127.25	13.90	2.67	3.92	5.16	731.55	142.20
W79	705650	4077897	13.29	2.78	44.46	41.81	0.43	0.15	0.14	0.51	28.41	3.42	5.88	2.03	0.31	0.53	0.57	265.9	1.30
W80	708366	4080224	8.16	1.25	48.48	51.35	0.57	0.15	5.73	0.50	4.71	4.57	0.01	1.85	0.44	1.31	0.57	346.35	148.05
W81	705173	4080157	7.73	2.42	39.31	64.15	0.43	0.18	0.00	0.45	23.07	2.56	59.72	1.89	0.28	0.52	0.55	285.15	115.30

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
W82	704977	4082291	7.51	1.21	52.98	66.15	0.44	0.17	0.49	0.58	15.85	4.22	0.90	1.98	0.58	1.43	0.56	364.6	85.04
W83	712681	4087540	213.50	1.10	60.47	132.00	0.44	0.39	0.93	0.76	297.10	8.15	6.40	2.11	2.66	0.75	0.54	590.9	30.70
W84	711892	4085156	75.69	0.79	128.60	121.50	1.30	0.45	21.23	2.63	346.40	13.37	4.02	3.74	1.42	1.18	1.56	947.5	8.02
W85	716951	4082433	290.30	1.80	372.00	104.10	1.30	0.82	1.14	2.35	343.70	14.15	64.13	6.20	1.98	2.34	1.60	563.4	732.20
W86	718469	4082751	15.52	1.10	161.90	570.20	2.15	0.72	0.94	2.52	18.56	29.51	0.01	5.77	0.94	1.92	2.57	1727	7.93
W87	717819	4080432	43.97	3.32	774.80	23.77	2.77	0.95	2.10	3.75	133.30	26.36	67.45	40.90	2.37	1.32	1.62	1177	259.20
W88	717898	4078414	106.60	0.22	68.21	61.16	1.30	0.72	0.00	1.59	189.90	2.66	72.39	5.72	1.41	1.27	1.56	535.8	66.65
W89	715133	4076620	9.46	3.90	377.30	140.00	1.82	0.62	0.54	1.98	13.50	18.55	9.64	6.89	0.45	2.42	2.23	617.3	229.60
W90	713357	4076058	10.96	5.57	142.75	59.55	0.45	0.23	15.99	1.12	11.24	7.01	10.04	2.22	0.69	0.42	0.60	394.05	28.03
W91	717849	4075818	11.99	1.22	93.11	104.00	1.31	0.46	0.77	4.32	90.34	5.81	0.25	6.21	1.55	1.37	1.64	437.7	10.26
W92	718484	4072910	247.00	2.44	208.80	142.60	1.74	1.11	1.82	2.97	303.00	5.04	70.11	7.27	6.75	2.38	2.13	1004	781.40
W93	715434	4072516	2.42	3.60	768.55	86.61	4.34	1.22	6.76	4.94	53.94	25.96	0.69	15.28	0.01	3.88	5.24	628.35	230.55
W94	713129	4070459	9.57	11.33	99.96	34.44	0.44	0.19	0.57	4.24	116.35	1.31	48.02	2.60	0.50	0.47	0.55	215.1	19.39
W95	714310	4067534	13.46	3.60	155.75	55.83	0.43	0.14	1.28	0.46	3.78	4.90	10.89	2.46	0.34	0.50	0.54	228.55	2.37
W96	715728	4068977	9.55	3.26	128.75	125.40	0.44	0.39	1.05	2.04	285.70	7.16	11.08	2.49	1.38	0.49	0.60	438.75	4.47
W97	718860	4062670	8.30	1.54	798.50	108.70	3.86	1.06	7.75	11.68	615.20	8.73	2.88	10.19	0.01	3.58	4.61	427.3	24.53
W98	718693	4054598	13.85	1.40	254.60	448.90	2.16	1.04	2.12	3.33	57.02	18.79	2.47	4.88	7.70	2.09	2.59	1207	28.48
W99	712471	4050657	6.77	1.07	170.10	99.51	2.15	0.81	0.00	2.66	18.28	14.29	65.88	4.85	1.86	1.96	2.64	509.8	40.73
W100	711690	4053951	1.94	2.57	509.90	227.70	4.30	2.06	1.96	0.84	20.08	10.10	363.95	11.78	11.39	2.84	3.99	775.05	88.53
W101	711058	4059091	9.28	2.94	471.75	8.46	0.44	0.13	0.45	0.70	3.25	2.06	2.05	3.93	0.08	0.48	0.53	28.65	14.27
W102	710576	4061989	8.17	2.14	109.25	18.24	0.45	0.17	0.78	0.61	120.30	3.15	26.80	2.54	0.19	0.68	0.52	177.2	232.10
W103	708581	4062999	11.77	3.26	146.80	50.46	1.50	0.44	3.06	3.38	77.69	5.28	11.47	3.89	0.17	1.57	1.80	387.75	207.35
W104	706612	4062865	11.30	8.69	209.05	34.15	0.44	0.17	0.98	0.38	46.88	4.96	3.52	4.12	0.22	1.05	1.04	367.7	78.49
W105	707520	4061149	16.21	2.78	177.00	14.69	0.44	0.13	0.28	0.74	6.84	1.30	1.77	3.06	0.14	0.40	0.53	39.525	5.41
W106	704652	4062564	11.29	8.65	183.05	17.99	0.44	0.17	0.42	5.06	4.92	3.80	2.24	3.41	0.17	0.39	0.52	227.5	453.50
W107	704029	4064891	9.66	11.32	318.40	29.61	1.52	0.58	1.55	5.76	16.69	6.65	3.27	9.27	0.44	1.36	1.80	274.35	27.22
W108	703248	4066944	14.91	20.12	176.85	4.75	0.43	0.13	0.46	1.24	10.23	1.96	1.46	3.49	0.16	0.45	0.52	55.705	3.44

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
W109	705662	4067758	12.31	9.73	268.10	11.96	1.50	0.46	2.23	2.75	12.70	2.22	0.50	4.73	0.24	1.38	1.80	38.35	23.14
W110	710135	4067010	12.62	2.46	52.09	61.65	0.43	0.14	11.63	0.56	11.62	2.89	4.96	1.90	0.10	0.45	0.58	263.25	87.14
W111	710676	4065914	8.25	3.37	72.87	287.00	2.15	0.62	1.49	2.63	42.38	5.14	55.44	5.25	0.41	1.94	2.56	1158.5	90.58
W112	709664	4069274	9.22	4.54	60.81	21.60	0.58	0.15	0.09	0.31	3.49	3.34	8.41	2.08	0.18	1.76	0.63	174.2	22.95
W113	708756	4069890	15.77	4.22	61.70	29.71	0.50	0.21	0.23	0.06	77.63	3.47	25.78	2.14	0.40	1.86	0.63	181.25	51.15
W114	707277	4069573	8.29	4.96	91.14	35.03	0.43	0.12	0.33	0.43	10.24	2.41	3.13	2.22	0.01	0.46	0.52	96.27	76.73
W115	711384	4073145	11.92	2.66	103.65	65.51	0.44	0.16	0.14	1.87	10.98	3.19	11.63	2.48	0.34	0.45	0.57	191.5	151.20
W116	708325	4075927	6.48	1.60	51.18	86.69	0.51	0.23	12.40	1.31	27.08	4.73	0.09	1.74	0.21	0.85	0.60	376.65	175.15
W117	708712	4083707	6.53	1.04	85.57	65.21	0.44	0.26	3.22	0.33	25.30	5.78	25.40	6.02	2.53	1.05	1.05	486.25	234.30
W118	709742	4089948	6.81	0.47	182.65	43.54	1.51	0.60	0.13	2.42	27.24	12.78	2.72	3.87	2.58	1.44	1.81	779.3	76.66
W119	690868	4061982	19.36	15.39	217.30	33.39	1.29	0.36	1.07	2.23	75.49	3.48	5.13	3.42	0.05	1.55	1.57	135.3	148.20
W120	690166	4060832	43.27	3.62	250.20	63.08	1.29	0.38	1.24	2.17	103.60	3.59	5.57	3.61	0.06	1.15	1.53	216.3	1.95
W121	692674	4060540	12.12	12.60	274.70	49.22	1.29	1.22	0.00	2.15	120.70	11.92	126.20	3.64	0.02	4.29	1.52	176.4	713.90
W122	696386	4058021	50.42	0.74	68.99	25.56	1.30	0.56	1.94	2.02	311.50	7.09	22.62	2.92	1.77	2.09	1.56	376.1	469.70
W123	699257	4068386	18.47	14.68	180.90	7.26	1.06	0.16	0.72	1.34	0.19	2.31	4.26	1.80	0.34	3.39	0.52	41.33	211.20
W124	700439	4065872	10.24	1.38	530.65	38.01	2.15	0.60	2.41	3.55	0.04	5.62	6.87	6.88	0.10	1.92	2.54	131.3	44.33
W125	698292	4065276	24.05	3.98	223.95	14.92	0.43	0.12	1.80	0.57	0.02	2.32	1.91	2.94	0.08	0.81	1.01	60.33	2.50
W126	700444	4063342	8.54	11.35	349.40	15.27	1.29	0.35	1.38	1.24	10.87	3.85	2.60	4.05	2.46	1.67	1.53	101.9	7.06
W127	704327	4085997	9.23	1.12	57.48	87.02	0.47	0.16	8.14	0.34	38.52	4.79	0.72	3.06	0.61	0.71	0.62	334.65	214.05
W128	705259	4086548	8.60	0.90	44.94	116.80	0.99	0.37	0.63	0.54	572.73	6.72	8.93	2.65	2.05	3.38	1.14	703.3	476.09
W129	706217	4088580	7.05	0.34	69.04	76.01	0.43	0.21	0.26	0.46	33.51	6.66	0.37	1.74	2.08	0.43	0.60	475.2	15.84
W130	707187	4094167	6.87	0.69	142.00	152.70	0.44	0.29	0.53	0.02	18.85	7.03	0.45	11.79	3.28	1.11	2.55	531.85	31.44
W131	682136	4094555	10.66	0.38	229.15	64.11	1.40	0.66	0.31	5.98	109.70	28.87	7.81	5.34	2.45	7.37	1.93	1425	2671.00
W132	678177	4092569	6.61	0.87	145.95	77.18	1.34	0.49	3.14	7.09	47.85	15.39	0.01	4.37	1.27	1.60	1.73	924.65	774.60
C1	675664	4077004	21.36	1.57	257.60	31.30	0.44	0.27	0.33	2.85	26.25	19.73	1.44	4.86	2.19	0.82	1.41	940.65	8.55
C2	676947	4078086	7.22	1.16	45.09	31.18	0.44	0.21	0.07	2.00	15.19	8.35	0.67	1.84	1.59	0.39	0.70	284.1	6.18
C3	677865	4081649	34.02	1.14	44.98	31.81	0.45	0.23	0.16	2.49	34.43	8.39	2.23	1.74	1.83	0.46	0.69	286	7.46

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
C4	674434	4085297	9.72	1.31	67.58	31.98	0.44	0.21	0.64	2.74	14.91	9.69	0.53	1.80	1.72	0.53	0.70	335	16.27
C5	677281	4089774	21.96	2.01	89.39	37.56	0.44	0.32	0.18	0.47	36.24	11.78	8.36	3.09	2.24	0.50	0.92	449.6	9.74
C6	677380	4089778	12.26	1.12	47.31	31.44	0.45	0.21	0.14	0.20	21.67	8.64	1.09	2.02	1.59	0.40	0.66	285.9	7.32
C7	680951	4084837	8.06	1.27	48.35	29.36	0.44	0.22	0.10	0.30	13.89	8.30	1.32	1.59	1.52	0.38	0.66	293.45	2.49
C8	679829	4089956	10.38	1.09	44.61	28.87	0.44	0.20	0.02	0.03	15.75	8.22	1.47	1.59	1.40	0.38	0.64	277.5	5.52
C9	684871	4091340	4.68	1.19	45.44	40.60	0.44	0.20	0.00	0.12	12.44	8.96	1.35	2.00	1.44	0.39	0.69	298.95	1.78
C10	686861	4092884	8.58	1.05	44.50	29.90	0.44	0.20	0.01	0.11	13.88	8.28	1.38	1.52	1.41	0.37	0.64	283.55	3.22
C11	683542	4082155	40.78	1.63	139.70	41.29	0.44	0.40	0.24	0.98	23.91	14.69	6.21	3.41	2.14	0.63	0.76	586.4	3.04
C12	682357	4074845	25.52	1.88	108.50	50.48	0.46	0.93	0.56	1.74	31.51	8.98	23.30	3.29	2.51	0.66	2.33	438.6	2.85
C13	685284	4076400	16.46	2.00	147.15	36.56	2.23	0.93	0.59	16.09	75.29	9.60	0.45	7.29	2.23	1.55	2.32	426.6	7.43
C14	683700	4073625	21.66	1.07	50.41	41.64	0.45	0.22	0.68	0.92	17.58	7.83	1.24	1.80	1.73	0.41	0.69	324.5	1.73
C15	681192	4076699	14.18	1.69	119.20	40.25	0.47	0.28	0.52	1.46	21.73	10.16	15.43	2.77	2.58	0.44	0.73	522	4.47
C16	680070	4075934	4.13	1.36	95.11	42.48	0.44	0.25	0.45	1.15	17.62	10.59	1.20	2.30	1.78	0.43	0.70	554.6	2.18
C17	679581	4073500	6.64	1.71	148.45	33.76	0.44	0.32	0.24	0.97	15.32	14.39	4.67	3.64	2.04	0.75	1.39	586.05	4.71
C18	676959	4079181	8.23	1.38	213.00	36.82	0.44	0.31	0.20	2.19	15.35	19.85	1.53	3.91	2.19	0.76	1.24	1018.35	3.58
C19	688652	4094325	43.40	1.07	44.68	31.44	0.43	0.23	0.16	0.13	45.06	8.40	4.14	1.52	1.72	0.46	0.62	288.8	1.49
C20	691165	4095519	9.80	1.66	79.15	57.55	0.44	0.45	0.45	0.42	28.25	10.79	35.18	1.82	1.83	0.46	0.77	476.35	11.58
C21	691007	4086272	10.20	1.60	134.50	32.27	0.44	0.43	0.19	0.62	19.74	13.09	17.38	3.40	1.94	0.38	0.88	460.3	3.93
C22	692547	4086036	16.64	1.77	113.65	54.57	0.45	1.57	0.11	0.87	45.92	12.58	26.54	3.54	2.19	0.42	2.99	397.55	2.98
C23	696758	4084541	14.37	1.37	78.13	47.51	0.48	0.25	0.12	0.65	35.83	7.68	11.68	3.23	1.63	0.40	0.81	346.05	2.38
C24	706311	4078218	8.70	1.16	42.24	42.86	0.43	0.18	0.07	0.54	7.13	7.91	0.01	2.64	1.01	0.37	0.65	297.05	0.13
C25	707155	4080421	26.02	1.36	115.80	48.47	0.44	0.22	0.42	0.49	24.84	6.98	0.37	3.71	1.52	0.40	0.65	378.9	1.29
C26	712002	4086469	12.45	1.06	44.06	41.42	0.43	0.20	0.11	0.62	14.03	7.58	0.46	1.70	1.38	0.39	0.65	310	2.05
C27	713638	4084748	22.40	1.05	42.64	41.73	0.46	0.20	0.18	0.58	19.12	7.57	0.56	1.61	1.39	0.39	0.64	309.2	6.70
C28	715064	4067595	13.61	1.54	96.10	47.72	0.44	0.25	0.51	0.78	12.31	6.78	0.25	3.09	1.59	0.40	0.67	357.05	9.01
C29	709547	4069288	15.99	1.67	84.11	47.05	0.43	0.23	0.24	0.33	8.00	7.13	1.20	2.70	2.01	0.42	0.69	326.65	2.47
C30	691473	4065053	9.38	1.81	97.38	48.17	0.44	0.22	0.29	1.25	15.61	7.24	0.01	3.23	2.09	0.39	0.68	374.2	1.50

EK 2. Devamı

Örnek No	X	Y	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Sb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)
C31	701503	4094197	25.03	1.10	42.93	37.97	0.43	0.20	0.11	0.64	16.90	7.58	2.99	1.61	1.37	0.46	0.63	279.8	0.64
R1	684111	4072982	6.14	2.36	60.21	52.49	0.44	0.36	0.21	0.73	26.89	8.83	1.45	1.97	2.62	0.42	0.84	301.75	2.66
R2	688162	4073525	12.26	2.42	68.79	38.98	0.44	0.41	0.40	0.66	28.88	8.82	1.46	1.71	2.69	0.42	0.76	302.05	3.58
R3	673003	4088547	8.20	1.38	61.36	35.59	0.44	0.25	0.07	0.57	10.93	8.57	0.42	1.92	1.91	0.43	0.76	346.9	2.43
R4	675462	4079288	45.66	0.78	30.50	10.51	0.44	0.23	0.16	1.16	16.80	3.43	1.99	1.54	1.04	0.45	0.68	183.45	2.35
R5	707774	4095272	3.47	1.00	44.70	35.11	0.43	0.20	0.22	0.04	5.20	8.09	0.87	1.55	1.05	0.41	0.66	235.75	2.39
L1	685805	4061430	0.10	24.39	9026	636.50	257.00	65.39	0.15	386.20	5897	796.50	132.90	525.20	0.01	219.40	305.00	19560	56.05
L2	680915	4066343	0.10	11.60	6684	471.30	257.50	64.93	0.00	356.60	6119	550.60	114.90	521.00	0.01	219.00	304.80	14550	50.27
L3	698923	4057261	0.10	4.97	5955	551.80	257.10	64.60	0.00	315.40	5839	423.40	0.01	516.20	0.01	218.90	304.70	6650	45.95
S1	685606	4061010	0.10	0.10	4233	1837.00	214.80	53.99	0.00	281.80	3984	1532.00	1178.00	436.60	0.01	182.70	254.50	10230	68.27
S2	717918	4052355	0.10	0.10	3857	795.30	214.00	54.28	0.00	255.50	4016	743.60	356.00	435.50	0.01	182.50	254.20	8264	33.14

EK 3. İçme suyu ve sulama suyu sınıflandırmalarında izin verilen maksimum konsantrasyonlar							
Parametre	İçme Suyu Sınıflandırmalarında İzin Verilen Maksimum Konsantrasyonlar		Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği				
			Sulama Suyu Sınıflandırmaları ve İzin Verilen Maksimum Konsantrasyonlar				
	EEC -1998	WHO -2006	I.Sınıf Su (Çok İyi)	II.Sınıf Su (İyi)	III.Sınıf Su (Kullanılabilir)	IV.Sınıf Su (İhtiyatla Kullanılmalı)	V.Sınıf Su (Zararlı, uygun değil)
pH	≥6,5 - ≤9,5	≥6,5 - ≤8,5	*	*	*	*	*
Eh	*	*	*	*	*	*	*
ÇO	*	*	*	*	*	*	*
EC	2500 µS/cm	*	0-250 µS/cm	250-750 µS/cm	750-2000 µS/cm	2000-3000 µS/cm	> 3000 µS/cm
Ca ⁺²	*	*	*	*	*	*	*
Mg ⁺²	*	*	*	*	*	*	*
Na ⁺	200 mg/L	200 mg/L	*	*	*	*	*
K ⁺	*	*	*	*	*	*	*
Cl ⁻	250 mg/L	250 mg/L	0-142 mg/L	142-249 mg/L	249-426 mg/L	426-710 mg/L	> 710 mg/L
HCO ₃ ⁻	*	*	*	*	*	*	*
CO ₃ ⁻²	*	*	*	*	*	*	*
SO ₄ ⁻²	250 mg/L	250 mg/L	0-192 mg/L	192-336 mg/L	336-575 mg/L	575-960 mg/L	> 960 mg/L
NO ₃ ⁻	50 mg/L	50 mg/L	0-5 mg/L	5-10 mg/L	10-30 mg/L	30-50 mg/L	> 50 mg/L
NO ₂ ⁻	0,5 mg/L	0,2 mg/L	*	*	*	*	*
NH ₄ ⁺	0,5 mg/L	1,5 mg/L	*	*	*	*	*
PO ₄ ⁻³	*	*	*	*	*	*	*
F ⁻	1,5 mg/L	1,5 mg/L	1 mg/L				
Al	200 µg/L	200 µg/L	5 mg/L				
As	10 µg/L	10 µg/L	0,1 mg/L				
B	1 mg/L	0,5 mg/L	0-0,5 mg/L	0,5-1,12 mg/L	1,12-2 mg/L	> 2 mg/L	*
Ba	*	0,7 mg/L	*				
Cd	5 µg/L	0,003 mg/L	0,01 mg/L				
Co	*	*	0,05 mg/L				
Cr	50 µg/L	0,05 mg/L	0,1 mg/L				
Cu	2 mg/L	2 mg/L	0,2 mg/L				
Fe	200 µg/L	300 µg/L	5 mg/L				
Li	*	*	2,5 mg/L				
Mn	50 µg/L	0,4 mg/L	0,2 mg/L				
Mo	*	0,07 mg/L	0,01 mg/L				
Ni	20 µg/L	0,02 mg/L	0,2 mg/L				
Pb	10 µg/L	0,01 mg/L	5 mg/L				
Sb	5 µg/L	0,02 mg/L	*				
Sr	*	*	*				
Ti	*	*	*				
V	*	*	0,1 mg/L				
Zn	*	5 mg/L	2 mg/L				

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Can AKBULUT

Doğum Tarihi: 14/04/1984

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	19 Mayıs Çok Prog. Lise	-	1998-2002
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2002-2006
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2006-2009
Doktora	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2010-2016

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Anabilim Dalı	2006-2016

ESERLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlananlar

Güler, C., Kurt, M.A., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Assessment of the Impact of Anthropogenic Activities on the Groundwater Hydrology and Chemistry in Tarsus Coastal Plain (Mersin, SE Turkey) Using Fuzzy Clustering, Multivariate Statistics and GIS Techniques”, Journal of Hydrology, v. 414-415, pp. 435-451. (2012).

Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Determination of Nitrate and Nitrite Origins in the Soils and Ground Waters of the Area Between Mersin-Tarsus (Turkey) Using Geographic Information Systems”, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, v. 7, no. 4, pp. 181-188. (2012).

Güler, C., Kaplan, V. ve Akbulut, C., “Spatial Distribution Patterns and Temporal Trends of Heavy-Metal Concentrations in a Petroleum Hydrocarbon-Contaminated Site: Karaduvar Coastal Aquifer (Mersin, SE Turkey)”, *Environmental Earth Sciences*, v. 70, no. 2, pp. 943-962. (2013).

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Basılan Bildiriler

Güler, C., Kurt, M. A., Alpaslan, M. and Akbulut, C., “Effects of the Anthropogenic Activities on the Groundwater Hydrology and Chemistry in Deliçay-Tarsus Coastal Aquifer (Mersin)”, 7th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology (ISEMG2010), University of Cukurova, Abstract Book, pp 166, Adana, Turkey, (2010).

Akbulut, C., Güler, C., Camuzcuoğlu M. and Alptekin, A., “Determination of Liquefaction Potential of the Tarsus Plain (Mersin-Adana)”, 8th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology (ISEMG2014), University of Muğla Sıtkı Koçman, Abstract Book, pp 164, Muğla, Turkey, (2014).

Akbulut, C. ve Güler, C. “Tarsus ovası (Mersin-Adana) Yeraltı Sularının Kalitesi ve İnsani Amaçlı Tüketime Uygunluğunun Değerlendirilmesi”, 7th Geochemistry Symposium with International Participation, University of Ankara, Abstract Book, pp 158-159, Antalya, Turkey, (2016).

Akbulut, C. ve Güler, C. “Aşağı Seyhan Ovası (Mersin-Adana) Kıyı Akiferinin Stuyfzand Hidrojeokimyasal Sınıflama Sistemine Göre Değerlendirilmesi”, 7th Geochemistry Symposium with International Participation, University of Ankara, Abstract Book, pp 160-161, Antalya, Turkey, (2016).

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

Akbulut, C., Güler, C. ve Alpaslan, M., “Karaduvar (Mersin) Kıyı Akiferindeki Petrol Kirliliğinin Yeraltı Suyu Fiziko-Kimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin İzlenmesi”, Çevre Sorunları Sempozyumu Kocaeli-2008, Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bildiriler Kitabı, s. 980-989, Kocaeli, (2008).

Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “İstanbul ve Civarında Satışa Sunulan Şişe Sularının Kalitesi”, İstanbul’un Su Politikası Sempozyumu, Bildiri Özleri, s. 408, İstanbul, (2008).

Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Türkiye’de Satışa Sunulan Bazı Şişe Sularının İnsan Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi”, Su-Enerji-Sağlık (SES'08) Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Bildiriler Kitabı, s. 99, (2008).

Güler, C., Akbulut, C. ve Kurt, M.A., “Karaduvar (Mersin) Kıyı Akiferindeki Petrol Kirliliğinin ve Yeraltı Suyu Fiziksel Özelliklerinin Karakterizasyonu”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri, s. 132, (2009).

Akbulut, C., Kurt, M.A., Güler, C. ve Alpaslan, M., “Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Bölgedeki Yeraltı Sularının Tarımsal Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri, s. 158, (2009).

Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Mersin-Tarsus Arasındaki Bölge Topraklarında ve Yeraltı Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Karşılaştırılması”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri, s. 524, (2009).

Akbulut, C., Kurt, M.A., Tiryaki, O., Alpaslan, M. ve Güler, C., “Mersin İlinde Satışa Sunulan Bazı Meyve Aromalı Mineralli Suların İz Element Bileşimleri ve Bunların Yönetmeliklerdeki Sınır Değerlerle Karşılaştırılması”, 35. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, Bildiri Kitabı, s. 173-174, (2010).

Korkut, R.N., Güler, C., Akbulut, C. ve Kurt, M.A., “Tarsus Ovası (Mersin) Yeraltı Sularında Görülen Nitrat-Nitrit Kirliliğinin Alansal Dağılımları ve Çeşitli Fiziksel Parametrelerle Olan İlişkileri”, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 49-50, (2011).

Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., “Mersin ve Tarsus Arasındaki Bölgede Bulunan Yeraltı Sularının Kalitesinin ve İçme Suyu Olarak Uygunluğunun Değerlendirilmesi”, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 50-51, (2011).

Kurt, M.A., Alpaslan, M., Güler, C., Akbulut, C. ve Temel, A., “Berdan Ovası (Mersin) Çevre Jeolojisinin ve Jeokimyasının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Değerlendirilmesi”, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 56-57, (2011).

Akbulut, C., Güler, C., Kurt, M.A. ve Alpaslan, M., “Stuyfzand Hidrojeokimyasal Sınıflama Sistemi: Kazanlı-Tarsus (Mersin) Kıyı Akiferine Uygulanması”, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, s. 117-118, (2011).

Akbulut, C., Güler, C. ve Kurt, M.A., “Karaduvar (Mersin) Bölgesinin Yeraltı Suyu Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi ve Kirliliğinin Temizlenmesine Yönelik Geçirgen Reaktif Bariyer Yeri Seçimi”, 5. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, DSİ, İstanbul, Bildiri Kitabı 1. cilt, s. 147-158, (2011).

Kaplan, V., Güler, C. ve Akbulut, C., “Karaduvar Bölgesi (Mersin) Yeraltı Sularında Görülen Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması”, 5. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, DSİ, İstanbul, Bildiri Kitabı 2. cilt, s. 513-524, (2011).

Akbulut, C. ve Güler, C., “İklim Değişikliği ve Konvansiyonel Olmayan Su Kaynakları”, Baki Canik Su Medeniyeti Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Bildiri Özleri Kitabı, s. 85, (2013).

