



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



DOKTORA TEZİ

**SEYHAN VE CEYHAN HAVZALARININ ÇUKUROVA
BÖLGESİNİN HİDROJEOLJİK İNCELENMESİ**

Elçin ALDEMİR

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. H. Murat ÖZLER

Mayıs, 2016

İSTANBUL

Bu çalışma 27/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Jeoloji Mühendisliği Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:



Prof. Dr. H. Murat ÖZLER (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. İ. Altay ACAR
Çukurova Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi



Prof. Dr. Hakan HOŞGÖRMEZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Hayrettin KORAL
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Yrd. Doç. Dr. E. Emre ÇEÇEN
Fatih Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 30378 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji programında “Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Çukurova Bölgesinin Hidrojeolojik İncelenmesi” konulu doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle bu çalışmanın her safhasında yapıcı ve yönlendirici eleştiri, öneri, görüş, bilgi ve deneyimleriyle sabırla ve büyük bir motivasyonla tezin tamamlanmasına yardım eden danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halil Murat ÖZLER’e, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerek arazi çalışmalarında gerekse araziden elde edilen verilerin yorumlanmasında fikirleri, yapıcı eleştiri ve görüşleriyle katkıda bulunan hocam Sayın Prof. Dr. İsmail Altay ACAR’a (ÇÜ) çok teşekkür ederim. Çalışmalarım süresince inceleme alanının jeolojik ve tektonik özelliklerinin yorumlanmasında, bölgenin jeolojik haritasının oluşturulmasında büyük bir özveriyle bilgilerini aktaran, fikir ve önerileri aydınlanmamı sağlayan Sayın Dr. Hüseyin KOZLU’ya teşekkürü bir borç bilirim. Arazi çalışmalarım sırasında hem araç hem de doküman açısından içtenlikle bana destek olan Makina Mühendisi Sayın İbrahim DİNÇER’e (ASKİ) çok teşekkür ederim. Çalışmalarımın başlangıcından bitimine kadar her türlü bilgi, doküman açısından ve ilgisinden dolayı sevgili arkadaşım Jeoloji Yüksek Mühendisi Sayın Merve İŞLEK’e (DSİ) teşekkür ederim. Tezin tamamlanması için doküman açısından destek olan Sayın Dr. Nurettin PELEN’e (DSİ), Jeofizik Mühendisi Sayın Necmettin GÜL’e (DSİ), büro çalışmaları aşamasında haritaların GIS ortamında hazırlanmasına yardım eden Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Sayın İtri Levent ERKOL’a (ÇÜ), tezin jeoloji kısımlarında bilgi ve önerisiyle destek olan hocam Sayın Dr. Ziya GÖRÜCÜ’ye (İÜ) ve her türlü akademik idari işlerinde yardımcı olan bölüm sekreterimiz Sayın Ergün Kanat’a çok teşekkür ederim.

Bugünkü birikimlerimin oluşmasında üzerimde emeğini hep hissettiğim, her zaman beni destekleyen dayım Sayın Mehmet GÜLTEPE’ye, tüm eğitimim ve hayatım boyunca maddi ve manevi olarak yanımda olan aileme, tez çalışmam süresince büyük bir sabırla yardımını esirgemeyen abim Sayın Murat Aldemir’e ve tez yazım kontrolü aşamasında yardım eden, her zaman yanımda bulunan nişanlım Sayın Aykut Asaf BİRCAN’a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının tamamlanmasında emeği geçen ismini sayamadığım herkese teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2016

Elçin ALDEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI.....	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1. İNCELEME ALANININ COĞRAFİK KONUMU	3
2.1.1. Topoğrafya ve Jeomorfoloji.....	5
2.1.2. Nüfus ve Yerleşim	6
2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü	6
2.1.4. Ekonomik ve Sosyal Durum	7
2.1.5. Ulaşım	7
2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3. MALZEME VE YÖNTEM	15
3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	15
3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	18
3.3. BÜRO ÇALIŞMALARI.....	20
4. BULGULAR	23
4.1. BÖLGESEL JEOLJİ.....	23
4.2. İNCELEME ALANIN STRATİGRAFİK JEOLJİSİ	27
4.2.1. İnceleme Alanında Neojen Havzalarının Temelini Oluşturan Birimler	27
4.2.1.1. Geyikdağı Birliği	27
4.2.1.2. Arap-Afrika Platform İstifi	27
4.2.1.3. Koçali Karışığı ve Kızıldağ Ofiyoliti.....	27

4.2.1.4. Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri ve Bodrumkale Formasyonu	30
4.2.1.5. Misis-Andırın Karışığı Birimleri	30
4.2.2. İnceleme Alanında Adana Havzasının Stratigrafisi	31
4.2.2.1. Cingöz Formasyonu (Tmci)	31
4.2.2.2. Güvenç Formasyonu (Tmgü)	33
4.2.2.3. Kuzgun Üyesi (Tkuk)	33
4.2.2.4. Salbaş Tüfit Üyesi (Tkus)	34
4.2.2.5. Memişli Üyesi (Tkum)	34
4.2.2.6. Handere Formasyonu (Th)	35
4.2.3. İnceleme Alanında Misis-Andırın Havzasının Stratigrafisi	37
4.2.3.1. Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri (Ktçd) ve Doruk Üyesi (Ktçdd) ...	37
4.2.3.2. Bodrumkale Formasyonu (KTçb)	39
4.2.3.3. Bulgurkaya Olistostromu (Tbul)	39
4.2.3.4. Gebenköy Formasyonu (Tgb)	41
4.2.3.5. Aslantaş Formasyonu (Ta) ve Karataş Formasyonu (Tmk)	41
4.2.4. İnceleme Alanında İskenderun Havzasının Stratigrafisi	42
4.2.4.1. Kızıldere Formasyonu (Mkl)	42
4.2.5. İnceleme Alanında Kuvaterner Birimleri	44
4.2.5.1. Delihalil Volkanitleri (Qβd)	44
4.2.5.2. Kalış (Qk)	45
4.2.5.3. Alüvyon (Qal)	46
4.3. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK	48
4.3.1. Faylar ve Bindirmeler	49
4.3.1.1. Yumurtalık Bindirmesi	49
4.3.1.2. Karataş ve Zeytinbeli Fayı	50
4.3.1.3. Aslantaş Fay Zonu	50
4.3.1.4. Sarıkeçili- Karatepe Bindirmesi	50
4.3.1.5. Misis Fayı	50
4.3.1.6. Göksu Fayı	51
4.3.2. Uyumsuzluklar	51
4.3.3. Kıvrımlar	52
4.3.4. Tabakalanmalar	52
4.4. DEPREMSELLİK	60
4.5. HİDROLOJİ	64

4.5.1. Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Özellikleri	64
4.5.2. Su Noktaları	66
4.5.2.1. Akarsular.....	66
4.5.2.2. Lagünler	68
4.5.2.3. Baraj Gölleri	69
4.5.2.4. Kuyular.....	69
4.5.3. Hidrometeorolojik Veriler.....	73
4.5.3.1. Yağış.....	75
4.5.3.2. Buharlaşma	79
4.5.3.3. Sıcaklık.....	82
4.5.3.4. Akım Verileri ve Yağış Arasındaki İlişki	84
4.5.4. Hidrolojik Bütçe.....	86
4.6. HİDROJEOLOJİ.....	89
4.6.1. Geçirimli Birimler.....	93
4.6.1.1. Kuzgun Memişli Üyesi (Tkum)	93
4.6.1.2. Alüvyon (Qal)	94
4.6.2. Yarı Geçirimli Birimler.....	102
4.6.2.1. Dokuztekne Volkano–Sedimanterleri (Ktçd) ve Doruk Üyesi (KTçdd)	102
4.6.2.2. Bodrumkale Formasyonu (Ktçb)	103
4.6.2.3. Aslantaş Formasyonu(Ta)	103
4.6.2.4. Cingöz Formasyonu (Tmci).....	104
4.6.2.5. Kuzgun Salbaş Tüfit Üyesi (Tkus)	104
4.6.2.6. Kuzgun Formasyonu (Tkuk)	104
4.6.2.7. Kızıldere Formasyonu(Mkl).....	104
4.6.2.8. Handere (Thg).....	105
4.6.2.9. Kaliş (Qk)	106
4.6.3. Geçirimsiz Birimler.....	107
4.6.3.1. Darıovası Ofiyolitik Melanjı (K)	107
4.6.3.2. Bulgurkaya Olistostromu(Tbul)	108
4.6.3.3. Karataş Formasyonu(Tmk)	108
4.6.3.4. Güvenç Formasyonu(Tmgü).....	108
4.6.4. Karstik Birimler	108
4.6.4.1. Gökkuyu Alçıtışı Üyesi (Thg)	109
4.6.5. Kırıklı Çatlaklı Birimler.....	109

4.6.5.1. Engizek- Binboğa Grubu (PM) ve Andırın Kireçtaşları (Mza).....	109
4.6.5.2. Sarımaçı Üyesi (Tmks)	109
4.6.5.3. Delihalil Volkanitleri (Qd)	109
4.6.6. Yeraltısuları.....	110
4.6.7. Akiferin Hidrojeofizik Değerlendirilmesi.....	112
4.7. HİDROJEOKİMYA	117
4.7.1. Giriş.....	117
4.7.2. Yeraltısularının Fiziksel Parametreleri	119
4.7.2.1. Sıcaklık (T)	124
4.7.2.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH).....	125
4.7.2.3. Elektriksel İletkenlik (EC)	127
4.7.2.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS)	130
4.7.2.5. Suların Sertliği (°F).....	131
4.7.3. Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Sınıflandırılması	134
4.7.3.1. Piper Diyagramına Göre Sınıflandırma	134
4.7.3.2. Durov Diyagramına Göre Sınıflandırma	136
4.7.4. Yeraltısularının Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi	138
4.7.4.1. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına Göre Değerlendirme	139
4.7.4.2. Wilcox Diyagramına Göre Değerlendirme	141
4.7.5. Yeraltısularının Anyon ve Katyon Konsantrasyonlarının Dağılımı	143
4.7.5.1. Kalsiyum (Ca^{+2})	151
4.7.5.2. Magnezyum (Mg^{+2})	152
4.7.5.3. Sodyum (Na^{+})	154
4.7.5.4. Potasyum (K^{+}).....	156
4.7.5.5. Karbonat (CO_3^{-2}) ve Bikarbonat (HCO_3^{-2}).....	157
4.7.5.6. Sülfat (SO_4^{-2})	159
4.7.5.7. Klorür (Cl).....	161
4.7.5.8. Florür (F)	162
4.7.6. Yeraltısularının Kirlilik Haritaları	163
4.7.6.1. Nitrat (NO_3).....	167
4.7.6.2. Nitrit (NO_2).....	169
4.7.6.3. Amonyum (NH_4)	170
4.7.6.4. Bor (B).....	171
4.7.7. Yeraltısularında Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılım Haritaları	172

4.7.7.1. Arsenik (As).....	176
4.7.7.2. Bakır (Cu).....	178
4.7.7.3. Demir (Fe).....	179
4.7.7.4. Antimon (Sb).....	180
4.7.7.5. Krom (Cr).....	181
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	183
KAYNAKLAR	191
EKLER.....	197
EK 1. Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin jeoloji haritası ve kesitleri.	197
EK 2. Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidroloji haritası.....	197
EK 3. Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidrojeoloji haritası ve kesitleri.	197
ÖZGEÇMİŞ.....	198

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası.	4
Şekil 2.2: İnceleme alanının üç boyutlu sayısal arazi modeli.....	5
Şekil 3.1: Arazide multiprob cihazı ile yerinde yapılan ölçümler.	16
Şekil 3.2: Hidrojeoloji laboratuvarında kimyasal analizler için numune alımı.	16
Şekil 3.3: DSİ 'ye ait sulama amaçlı kullanılan kuyudan örnek su alımı.	17
Şekil 3.4: Laboratuvar analizleri için hazırlanan numuneler.	18
Şekil 3.5: Laboratuvarda çözelti hazırlanması ve analizlerin gerçekleştirilmesi.....	19
Şekil 3.6: Çalışma şeması.	22
Şekil 4.1: Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999).	24
Şekil 4.2: İnceleme alanı ve çevresinin tektonik haritası Kozlu (1997)'den değiştirilmiştir.....	25
Şekil 4.3: İnceleme alanının jeoloji haritası (Kozlu 1997; MTA jeoloji haritalarından yararlanılmıştır)	28
Şekil 4.4: Jeoloji haritasında alınan A-A' ve B-B' jeolojik kesitler.	29
Şekil 4.5: Adana Neojen havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu 1997'den değiştirilmiştir).	32
Şekil 4.6: Güvenç şeylinden bir görünüm (Zorlu, 2009).	33
Şekil 4.7: Salbaş Tüfit Üyesinden bir görünüm (Kara 2012).	34
Şekil 4.8: Memişli Üyesine ait bir görünüm (Kara, 2012).	35
Şekil 4.9: Yeşilyurt mahallesinde Handere Formasyonuna ait konglomeralar (Bakış kuzeybatıya).....	35
Şekil 4.10: Seyhan merkezde Handere formasyonuna ait bir görünüm (Bakış kuzeybatıya).	36
Şekil 4.11: Misis Andırın havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu, 1997'den değiştirilmiştir).	38
Şekil 4.12: Çevretepe köyü civarında Bulgurkaya Olistostromunda bloklar şeklinde bulunan Dokuztekné Volkano-Sedimenter birimleri (Bakış kuzeydoğuya).	39

Şekil 4.13: Narlık köyü civarında Bulgurkaya Olistostromu içerisindeki dağ oluşturan bloklar (Bakış doğuya).	40
Şekil 4.14: Hamzalı köyü çevresinde Aslantaş Formasyonu içerisindeki kumtaşı seviyeleri (Bakış doğuya).....	42
Şekil 4.15: İskenderun Neojen havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu, 1997’den değiştirilmiştir).	43
Şekil 4.16: Kurtpınar köyü civarında sahil kenarındaki Kızıldere Formasyonuna ait aşınmış kumtaşları (Bakış güneye doğru).....	44
Şekil 4.17: Kızıldere ile Delihalil Volkanitleri arasındaki dokanak ilişkisi (Sevdiñli, 2005).	45
Şekil 4.18: Kalişlerin genel görünümü (Anonim, 2011).	46
Şekil 4.19: Seyhan merkezde Seyhan nehri boyunca oluşmuş genç alüvyonlardan bir görünüm (Bakış güneye).....	46
Şekil 4.20: Doğu Akdeniz’in aktif tektonik haritası (Okay ve diğ.,1999).....	48
Şekil 4.21: İnceleme alanında tabakalanma gösteren birimlerin doğrultu ve eğim değerleri.....	53
Şekil 4.22: Adana havzasındaki birimlerin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.	54
Şekil 4.23: Adana havzasındaki birimlerin eğim yönü açısı değerleri ve yüzde dağılımları.	54
Şekil 4.24: Adana havzasındaki birimlerin eğim miktarı değerleri ve yüzde dağılımları.	55
Şekil 4.25: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.....	56
Şekil 4.26: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin eğim yönü açısı değerleri ve yüzde dağılımları.....	56
Şekil 4.27: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin eğim miktarı değerleri ve yüzde dağılımları.....	57
Şekil 4.28: İskenderun havzasındaki birimin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.	58
Şekil 4.29: İskenderun havzasındaki birimin eğim yönü açısı değerleri ve yüzde dağılımları.....	58
Şekil 4.30: İskenderun havzasındaki birimin eğim miktarı ve yüzde dağılımları.	59
Şekil 4.31: Adana ilinin Türkiye deprem haritasındaki konumu (AFAD, 2015).	61
Şekil 4.32: 1900’den günümüze kadar inceleme alanı ve çevresinde meydana gelen depremlerin dağılım haritası.	63
Şekil 4.33: İnceleme alanının hidroloji haritası.....	65
Şekil 4.34: İnceleme alanının Seyhan ve Ceyhan Havza sınırları içerisindeki konumu.	66
Şekil 4.35: İnceleme alanı ve çevresinin meteoroloji gözlem ağı haritası.....	74
Şekil 4.36: İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının kayıt uzunlukları.....	75

Şekil 4.37: İnceleme alanı ve çevresinin yağış haritası.	76
Şekil 4.38: İnceleme alanı ve çevresinde bulunan gözlem istasyonlarının yıllık toplam yağış grafiği.	77
Şekil 4.39: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun uzun yıllar (1970–2014) yağış grafiği.....	77
Şekil 4.40: Adana meteoroloji gözlem istasyonu uzun yıllar (1970–2014) eklenik sapma grafiği.....	78
Şekil 4.41: Adana yağış istasyonunun aylık toplam yağış grafiği.....	79
Şekil 4.42: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık toplam buharlaşma grafiği.....	79
Şekil 4.43: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun aylık ortalama buharlaşma grafiği.	80
Şekil 4.44: Adana meteoroloji gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değişimi.	83
Şekil 4.45: Adana meteoroloji gözlem istasyonu aylık ortalama sıcaklık değişimi.	83
Şekil 4.46: Adana meteoroloji gözlem istasyonu mevsimsel sıcaklık değişimi.	84
Şekil 4.47: Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin üzerindeki akım değerlerinin aylık ortalama grafiği.....	85
Şekil 4.48: Seyhan nehri üzerindeki AGİ'lerin aylık ortalama akım değişimleri.	85
Şekil 4.49: Seyhan baraj gölü gözlem istasyonu (2005 yılında) su seviyesi değişimi.	86
Şekil 4.50: Ceyhan nehri üzerindeki AGİ'lerin aylık ortalama akım değişimleri.	86
Şekil 4.51: İnceleme alanı ve çevresinin (1970-2014 yılları arasında) yağış ve buharlaşma-terleme ilişkisi.....	87
Şekil 4.52: İnceleme alanının hidrojeoloji haritası.	90
Şekil 4.53: Hidrojeoloji haritasında alınan A-A' ve B-B' hidrojeoloji kesitleri	91
Şekil 4.54: İnceleme alanının yeraltısuyu ve akış yönü haritası.....	111
Şekil 4.55: Jeofizik kesit güzergâhlarının ve araştırma kuyularının lokasyonları.	113
Şekil 4.56: Jeofizik verilerle hazırlanmış Fence diyagramına güneyden bakış.	114
Şekil 4.57: Jeofizik verilerle hazırlanmış Fence diyagramına doğudan bakış.....	114
Şekil 4.58: İnceleme alanında yeraltısuyunun sıcaklık dağılım haritası.....	124
Şekil 4.59: İnceleme alanında yeraltısuyunun pH dağılım haritası.	127
Şekil 4.60: İnceleme alanında yeraltısuyunun elektriksel iletkenlik (EC) dağılım haritası.....	129
Şekil 4.61: Yeraltısularının toplam çözünmüş katı madde (TDS) dağılım haritası.....	131
Şekil 4.62: Yeraltısularının sertlik dağılım haritası.....	133

Şekil 4.63: Seyhan havzasındaki yeraltısularına ait Piper diyagramı.	135
Şekil 4.64: Ceyhan havzasındaki yeraltısularına ait Piper diyagramı.	136
Şekil 4.65: Seyhan havzasındaki yeraltısularına ait Durov diyagramı.	137
Şekil 4.66: Ceyhan havzasındaki yeraltısularına ait Durov diyagramı.	138
Şekil 4.67: Seyhan havzası yeraltısularının ABD tuzluluk diyagramında değerlendirilmesi.	140
Şekil 4.68: Ceyhan havzası yeraltısularının ABD tuzluluk diyagramında değerlendirilmesi. ..	141
Şekil 4.69: Seyhan havzası yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi.	142
Şekil 4.70: Ceyhan havzası yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi.	143
Şekil 4.71: Yeraltısularında Kalsiyum (Ca^{+2}) konsantrasyon dağılım haritası.	152
Şekil 4.72: Yeraltısularında Magnezyum (Mg^{+2}) konsantrasyon dağılım haritası.	153
Şekil 4.73: Yeraltısularında Sodyum (Na^{+}) konsantrasyon dağılım haritası.	155
Şekil 4.74: Yeraltısularında Potasyum (K^{+}) konsantrasyon dağılım haritası.	156
Şekil 4.75: Yeraltısularında Karbonat (CO_3) konsantrasyon dağılım haritası.	158
Şekil 4.76: Yeraltısularında Bikarbonat (HCO_3) konsantrasyon dağılım haritası.	159
Şekil 4.77: Yeraltısularında Sülfat (SO_4^{-2}) konsantrasyon dağılım haritası.	160
Şekil 4.78: Yeraltısularında Klor (Cl^{-}) konsantrasyon dağılım haritası.	161
Şekil 4.80: Yeraltısularında Florür (F^{-}) konsantrasyon dağılım haritası.	163
Şekil 4.80: Yeraltısularında Nitrat (NO_3) konsantrasyon dağılım haritası.	168
Şekil 4.81: Yeraltısularında Nitrit (NO_2) konsantrasyon dağılım haritası.	169
Şekil 4.82: Yeraltısularında Amonyum (NH_4) konsantrasyon dağılım haritası.	170
Şekil 4.83: Yeraltısularında Bor (B) konsantrasyon dağılım haritası.	171
Şekil 4.84: Yeraltısularında Arsenik (As) konsantrasyon dağılım haritası.	177
Şekil 4.85: Yeraltısularının Bakır (Cu) konsantrasyon dağılım haritası.	178
Şekil 4.86: Yeraltısularının Demir (Fe) konsantrasyon dağılım haritası.	179
Şekil 4.87: Yeraltısularının Antimon (Sb) konsantrasyon dağılım haritası.	181
Şekil 4.88: Yeraltısularının Krom (Cr) konsantrasyon dağılım haritası.	182

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: 2013 sayımına göre Adana ilçelerinin nüfusu.	6
Tablo 3.1: Arazi ve laboratuvarda yapılan fiziksel ve kimyasal analiz metodu.	19
Tablo 4.1: Deprem bölgelerinin olası maksimum yer ivmesi değerleri (AFAD, 2015).	61
Tablo 4.2: Tarihsel dönemde Adana ve çevresinde etkili olan depremler (AFAD, 2015).	62
Tablo 4.3: Seyhan nehrini besleyen önemli akarsu kolları.	67
Tablo 4.4: Ceyhan nehrini besleyen önemli akarsu kolları.	68
Tablo 4.5: İnceleme alanında bulunan su kuyularına ait bilgiler.	70
Tablo 4.6: İnceleme alanı ve çevresindeki MGİ bilgileri.	74
Tablo 4.7: Adana istasyonunun uzun yıllar (1970-2014) yağış miktarları ve eklenik sapma değerleri.	78
Tablo 4.8: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun Thornthwaite (1948) yöntemine göre hesaplanan buharlaşma-terleme değerleri (Etp).	81
Tablo 4.9: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun Turc yöntemine göre hesaplanan gerçek buharlaşma-terleme değeri (ETg).	82
Tablo 4.10: Akarsuların akım gözlem istasyonlarında ölçülen aylık ortalama akım değerleri.	84
Tablo 4.11: İnceleme alanının Penman yöntemine göre hesaplanan hidrolojik bütçesi.	87
Tablo 4.12: ETa, Etp, su eksikliği ve su fazlasının yağış miktarına göre yüzdeleri.	88
Tablo 4.13: Jeolojik birimlerin hidrojeolojik olarak sınıflandırılması.	89
Tablo 4.14: Kuzgun Formasyonunun Memişli Üyesinde (Tkum) açılmış kuyular.	93
Tablo 4.15: Alüvyon (Qal) içerisinde açılmış kuyular.	95
Tablo 4.16: Bodrumkale Formasyonu (KTçb) içerisinde açılmış kuyular.	103
Tablo 4.17: Aslantaş Formasyonu (Ta) içerisinde açılmış kuyular.	104
Tablo 4.18: Handere Formasyonu (Th) içerisinde açılmış kuyular.	105
Tablo 4.19: Kaliş (Qk) içerisinde açılmış kuyular.	107

Tablo 4.20: Bulgurkaya Olistostromu (Tbul) içerisinde açılmış kuyular.	108
Tablo 4.21: Türk (TS-266), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Sağlık Bakanlığı (2005) içmesuyu standartlarının değerleri.	118
Tablo 4.22: İnceleme alanındaki su noktalarının yerinde yapılan ölçümleri.	120
Tablo 4.23: Suların sıcaklıklarına göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).	125
Tablo 4.24: Suların pH değerlerine göre sınıflandırılması.	125
Tablo 4.25: Suların EC değerlerine göre sınıflandırılması (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).	129
Tablo 4.26: Suların TDS değerlerine göre sınıflandırılması.	131
Tablo 4.27: Sularda bulunan CaCO_3 konsantrasyon miktarı ve sertlik sınıflaması (Gray, 1994, Şahinci, 1991).	132
Tablo 4.28: Sulama sularının Sodyum Adsorbisyon Oranına (SAR) göre sınıflandırılması. ...	139
Tablo 4.29: İnceleme alanında yeraltısuyunun anyon ve katyon değerleri.	144
Tablo 4.30: Yeraltısularının kirlilik parametreleri.	164
Tablo 4.31: Ağır Metaller.	173

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
T	: Sıcaklık (°C)
Ph	: Asitlik değeri
EC	: Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
Cl	: Klorür
F	: Florür
K	: Potasyum
SO₄	: Sülfat
CO₃	: Karbonat
HCO₃	: Bikarbonat
NO₃	: Nitrat
NO₂	: Nitrit
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde (ppm)
Etp	: Potansiyel buharlaşma-terleme miktarı (mm)
Etr	: Gerçek buharlaşma-terleme miktarı (mm)
P	: Yıllık ortalama yağış(mm)
Cr	: Krom
Fe	: Demir
Sb	: Antimon
As	: Arsenik
Cu	: Bakır
Fr⁰	: Fransız sertliği

Kısaltmalar	Açıklama
ASKİ	: Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri
TSE	: Türk Standartlar Enstitüsü
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Örgütü)
SAR	: Sodyum Absorpsiyon Oranı
YAS	: Yeraltısuyu
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
GIS	: Geographical Information System(Coğrafik Bilgi Sistemi)
YGI	: Yağış Gözlem İstasyonu
ÇEAŞ	: Çukurova Elektrik Anonim Şirketi
DES	: Düşey Elektrik Sondajı

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SEYHAN VE CEYHAN HAVZALARININ ÇUKUROVA BÖLGESİNİN HİDROJEOLOJİK İNCELENMESİ

Elçin ALDEMİR

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. H. Murat ÖZLER

Bu çalışma Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Çukurova bölgesinin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri, yeraltısuyu seviyesi ve akım yönleri, akifer sisteminin yapısı ve beslenme-boşalım ilişkisi, yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri, suların içme, kullanma ve sulama suyu olarak değerlendirilme olanaklarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Doğu Akdeniz bölgesinde batıda Ecemiş Fayı, doğuda İskenderun Körfezi ile sınırlanan inceleme alanı Arap-Afrika Kitasına, Kenet Kuşağına ve Toros Kuşağına ait olan birimlerin üzerinde geliştiğinden dolayı jeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıdadır. İnceleme alanı, KD-GB doğrultulu Göksu Fayı ve Yumurtalık Bindirmesi ile kuzeybatıda Adana, güneydoğuda İskenderun ve her iki havzanın arasında bulunan Misis-Andırın olmak üzere üç farklı Neojen havzasından oluşmuştur. Adana havzasında İnfra-Kambriyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş, genelde şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşan Geyikdağı Birliği temeli oluşturur. Temel birim üzerine Miyosen istifleri ve Kuvaterner çökelleri gelmiştir. İskenderun havzasının temelinde İnfra-Kambriyen-Kretase zaman aralığında şelfte çökelmiş karbonat ve kırıntılı fasiyes birimlerinden oluşan Arap-Afrika Platform İstifleri ile Arap Platform istifinin üzerinde iki tektonik dilimden oluşan Koçali Karışığı ve Kızıldağ Ofiyoliti bulunur. Temel birimlerin üzerinde sırasıyla uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu, Kuvaterner yaşlı Delihalil Volkaniti, kalış ve alüvyonlar yer alır. Misis-Andırın havzasının temelini ise Kenet Kuşağı birimlerinden Dokuztekné Volkana-Sedimanterleri, Bodrumkale Formasyonu, Andırın Kireçtaşları, Paşaoğlu filizi, Darıovası Ofiyolitik Melanjı, Engizek-Binboğa Grubundan oluşan Misis-Andırın Karışığı birimleri oluşturmuştur. Buradaki temel birimlerin üzerine sırasıyla orta

Miyosen yaşı Karataş, Alt Miyosen yaşı Aslantaş, bu iki formasyon arasında kalsitürbidit seviyesinden oluşan Sarımaçı Üyesi, bu iki formasyon üzerine Sankeçili-Karatepe tektonik hattıyla bindirmeli olarak Paleosen-Orta Eosen yaşı Dokuztekne Volkano-sedimenterleri ve bu sedimenterlerle uyumlu olarak yüzeyleyen Orta Eosen yaşı Bodrumkale Formasyonu ve uyumlu olarak Üst Eosen-Oligosen yaşı Bulgurkaya Olistostromu gelmektedir. Her üç havzada da kalış ve alüvyonlar geniş bir şekilde yayılım göstermektedir. İnceleme alanı KB-GD yönünde kuvvetli bir sıkışmaya uğramış ve her üç havzadaki egemen tabaka doğrultu yönlerinin aynı yönde (KD-GB yönünde) olduğu görülmüştür.

Drenaj alanı 5085 km² büyüklüğünde olan inceleme alanının izohiyet yöntemi kullanılarak ortalama yağış değeri 705 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Thornthwaite, Turc ve Penman yöntemlerine göre potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme değerleri hesaplanmıştır. Adana meteoroloji gözlem istasyonunun yağış verilerine göre Penman yöntemiyle hesaplanan hidrolojik bütçede toplam buharlaşma-terleme değeri 1039,30 mm, ortalama yağış değeri 647,2 mm/yıl olarak bulunmuştur. İnceleme alanında jeolojik birimler hidrojeolojik ortam özelliklerine göre sınıflandırılarak akifer nitelikleri belirlenmiş ve hidrojeolojik haritası hazırlanmıştır. Geniş bir alan kaplayan alüvyonun ve Kuzgun Memişli Üyesinin iyi bir akifer özelliği taşıdığı, kalış biriminin geçirimsiz olmasına rağmen çökeldiği birimin litolojisine bağlı olarak yarı geçirimli ortam özelliği kazandığı görülmüştür. İnceleme alanında yeraltısuyu akış yönü kuzeybatıdan güneye ve doğuya doğru değişmektedir. Jeofizik verilerle akiferin yapısı araştırılmış ve bazı kesimlerde lokal tuzlanmalar olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında pH'ı 6,7-8,6, sıcaklığı 13-29 C° ve EC değeri 201-9160 µ/cm arasında değişen sular genellikle "sert"- "çok sert" sınıflarında yer almaktadır. Suların hidrojeokimyasal olarak sınıflandırılmasında; Piper ve Durow diyagramları, sulama suyu açısından değerlendirilmesinde; Wilcox ve ABD tuzluluk diyagramları hazırlanmıştır. Buna göre sular, Seyhan havzasında genellikle Mg-HCO₃ ve Na-Cl sınıfında, Ceyhan havzasında Ca-Mg-HCO₃ sınıfında yer alır. Suların Seyhan havzasında çoğunlukla "tatlı sular" Ceyhan'da ise "acı sular" sınıfında olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu açısından her iki havzada bulunan sular, sulama suyu olarak uygundur, fakat "şüpheli kullanılabilir" sınıfında bulunan sular kesinlikle kontrol edilmelidir. Suların Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺, CO₃⁻², HCO₃⁻², SO₄, Cl, F kation ve anyonlarının ve sulara bulunabilen NO₃, NO₂, NH₄, B kirlilik parametrelerinin ve Fe, Sb, As, Cr, Cu ağır metallerinin konsantrasyon dağılım haritaları hazırlanmıştır.

EPA, TS-266, WHO ve Sağlık Bakanlığı (2005) içme suyu standartlarına göre bazı kuyularda kirlilik miktarlarının izin verilen üst sınırı aştığı, Cr, Sb miktarlarının genelde standartlara uygun olduğu, Fe, As, Cu miktarlarının da birkaç kuyuda izin verilen üst sınırı oldukça aştığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre inceleme alanının yeraltısularında kirlilikten, tuzluluktan ve ağır metal içeriğinden söz etmek mümkündür.

Mayıs 2016, 215 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Hidrojeoloji, Akifer, Hidrojeokimya, Kirlilik, Seyhan ve Ceyhan Havzaları

SUMMARY

Ph. D. THESIS

HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF ÇUKUROVA REGION OF SEYHAN AND CEYHAN BASINS

Elçin ALDEMİR

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. H. Murat ÖZLER

This study has been prepared for the investigation of the geological and hydrogeological properties of Çukurova region of Seyhan and Ceyhan basins, the groundwater table and flow directions, the structure of the aquifer system and the catchment- disemboque relationship of the aquifer system, the physical and chemical properties of groundwater and the opportunities to benefit from the groundwater as drinking, irrigation and domestic water. The structure of the study area, which is located in the Eastern Mediterranean Region and bordered with the Ecemiş Fault due west and the İskenderun Gulf due east, is geologically quite complex as it developed over the units that are the extensions of the Continent of Arab-Africa, the Suture Zone and the Taurus Zone. The study area consists of three different Neogene basins as follows: "Adana Basin" due northwest and "İskenderun Basin" due southeast (through the Göksu fault which extends along NE-SW direction and the Yumurtalık overthrust) and "Misis- Andıran Basin" between the said two basins. In the Adana Basin; the Geyikdağı Assembly, which is mostly composed of shelf-type carbonate and clastic rocks and deposited during Infra-Cambrian- Cretaceous periods, forms the base. The basis unit was overlaid by the Miocene sequences and the Quaternary deposits. At the bottom of the İskenderun Basin; there exist Arab-African platform sequences, which are composed of carbonate and clastic facies units deposited over the shelf during Infra-Cambrian-Cretaceous periods, and the Kızıldağ Ophiolite and the Koçali Melange, which consists of two tectonic slices over the Arab Platform sequence. Respectively the Upper Miocene Kızıldere formation, the Quaternary Delihalil volcanite, caliche and alluviums unconformably take place on the bases. And the Bodrumkale formation, the Andırın Limestone, the Paşaoğlu Flysch, the Darıovası Ophiolitic Melange, the Dokuztekneler Volcanites (among the Suture Zone Units) and the Misis-Andırın Melange (consisting of the Engizek-Binboğa group) form the base of the Misis-Andırın Basin. Respectively the followings lay on these bases: the middle Miocene Karataş, the Lower Miocene

Aslantaş, the Sarımazı member, which was formed from the calciturbidite levels between these two formations, the Paleocene-Middle Eocene Dokuztekne volcanic sediment which overlay on these two formations with the Sankeçili-Karatepe tectonic line, and the Middle Eocene Bodrumkale formation, which surfaces compatibly with these sediments, and compatibly the Upper Eocene-Oligocene Bulgurkaya olistostrome. Caliche and alluviums are widely exist in all these three basins. It has been seen that the study area exposed to a strong compression in NW-SE direction and that the dominant strike is same in all three basins (NE-SW direction). The average precipitation of the study area, covering a 5085 km² drainage area, has been calculated as 705 mm/year, by using isohyet method. The potential and real evapotranspiration values have been calculated according to Thornthwaite, Turc and Penman methods. The average precipitation and total evapotranspiration value in the hydraulic budget have been calculated (by Penman method) according to Adana meteorological observation station precipitation data, and found 647 mm/year and 1039,30 mm respectively. The geological units within the study area have been classified according to their hydrogeological characteristics and accordingly their aquifer characteristics have been determined and hydrogeological map has been plotted. It has been seen that the alluvion, which exposed over large areas, and the Kuzgun Memişli member have a good characteristic of aquifer and that although the caliche unit is impermeable it acquired a semi permeable environment characteristic depending on the lithology of the unit it deposited on. The underground water flow through within the study area varies from northwest to south and east. The structure of the aquifer has been investigated with the geophysical data, and has been determined that there exist local salinisations in some parts. The waters within the study area have pH values ranging between 6.7 and 8.6, temperatures ranging between 13 and 29 C° and EC values ranging between 201 and 9160 µ/cm, and mostly fall into the category of - "hard" - "very hard". While Piper and Durow diagrams have been prepared in the hydro-geochemical classification of the waters; Wilcox and US salinity diagrams have been prepared in the evaluation in regard of irrigation water. Accordingly, the waters in the Seyhan Basin mostly fall into the category of Mg-HCO₃ and Na-Cl, and the waters in the Ceyhan Basin mostly fall into the category of Ca-Mg-HCO₃. It has been determined that the waters in Seyhan Basin mostly fall into the category of "soft/fresh water" and the waters in Ceyhan Basin mostly fall into the category of "hard/brackish water". In regard of irrigation; waters in both basins can be used as irrigation water, but the waters which fall into "suspiciously useable" category must be absolutely controlled. The concentration distribution maps of the Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺, CO₃⁻², HCO₃⁻², SO₄, Cl⁻, F cations and anions and the NO₃, NO₂, NH₄, B pollution parameters and the amount of Fe, Sb, As, Cr, Cu heavy metals of waters have been plotted. It has been determined, according to drinking water standards of EPA, TS-266, WHO and the Ministry of Health (2005), that the pollution levels in some wells exceed the permitted upper limit, Cr, Sb amounts mostly conform to the standards, and that the heavy metal Fe, As, Cu amounts in several wells also exceed the permitted upper limit. According to the abovementioned results; it is possible to mention about a pollution, saltiness and heavy metal existence in the waters within the study area.

May 2016, 215 Pages.

Keywords: Hydrogeology, Aquifer, Hydrogeochemistry, Pollution, Seyhan and Ceyhan Basins

1. GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Genel literatür taramaları sonuçlarına göre bugüne kadar inceleme alanı ve yakın çevresinde kapsamlı bir hidrojeolojik çalışmanın yapılmamış olmasından dolayı İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Çukurova Bölgesinin hidrojeolojisinin ortaya konulması amaç edinilmiştir.

Yeryüzüne düşen suyun sızması, depolanması ve su verimliğinin hesaplanması ancak kayaçların hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi ile olur. Yağıştan itibaren yeraltına süzülen suyun temasta bulunduğu kayaçlarla etkileşimi sonucunda birçok kimyasal etkenlere bağlı olarak suyun kimyasal karakteri oluşur. Suyun kimyasal karakterinin incelenmesiyle kökeni ve etkileşimde bulunduğu kayaçların özellikleri hakkında fikir oluşturma imkânı doğar.

İnceleme alanı Doğu Akdeniz’de batıda Ecemiş Fayı, kuzeyde Toros dağları ve doğuda İskenderun Körfezi ile sınırlanan ve güneyde Kıbrıs’a kadar devam eden bir Tersiyer ovasıdır. İnceleme alanı güneyde Arap-Afrika kıtasına, ortada Kenet kuşağına ve kuzeyde Toros kuşağına ait olan birimlerin üzerinde geliştiğinden dolayı jeolojik açıdan karmaşık bir yapıdadır (Kozlu, 1997). Birimler farklı havza koşullarında oluştuklarından dolayı birbirinden farklı ortam koşulları sunarlar. Alüvyonların geniş düzlükler oluşturduğu inceleme alanının içerisinde bulunduğu Çukurova Türkiye’nin tarımında önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışmanın kapsamında, inceleme alanının jeolojik, hidrojeolojik özellikleri, yeraltısuyu seviyesi ve akım yönlerinin araştırılması, akifer sisteminin beslenme ve boşalım ilişkilerinin belirlenmesi, yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması, suların içme, kullanma ve sulama suyu değerlendirilme olanaklarının araştırılması amaç edinilmiştir.

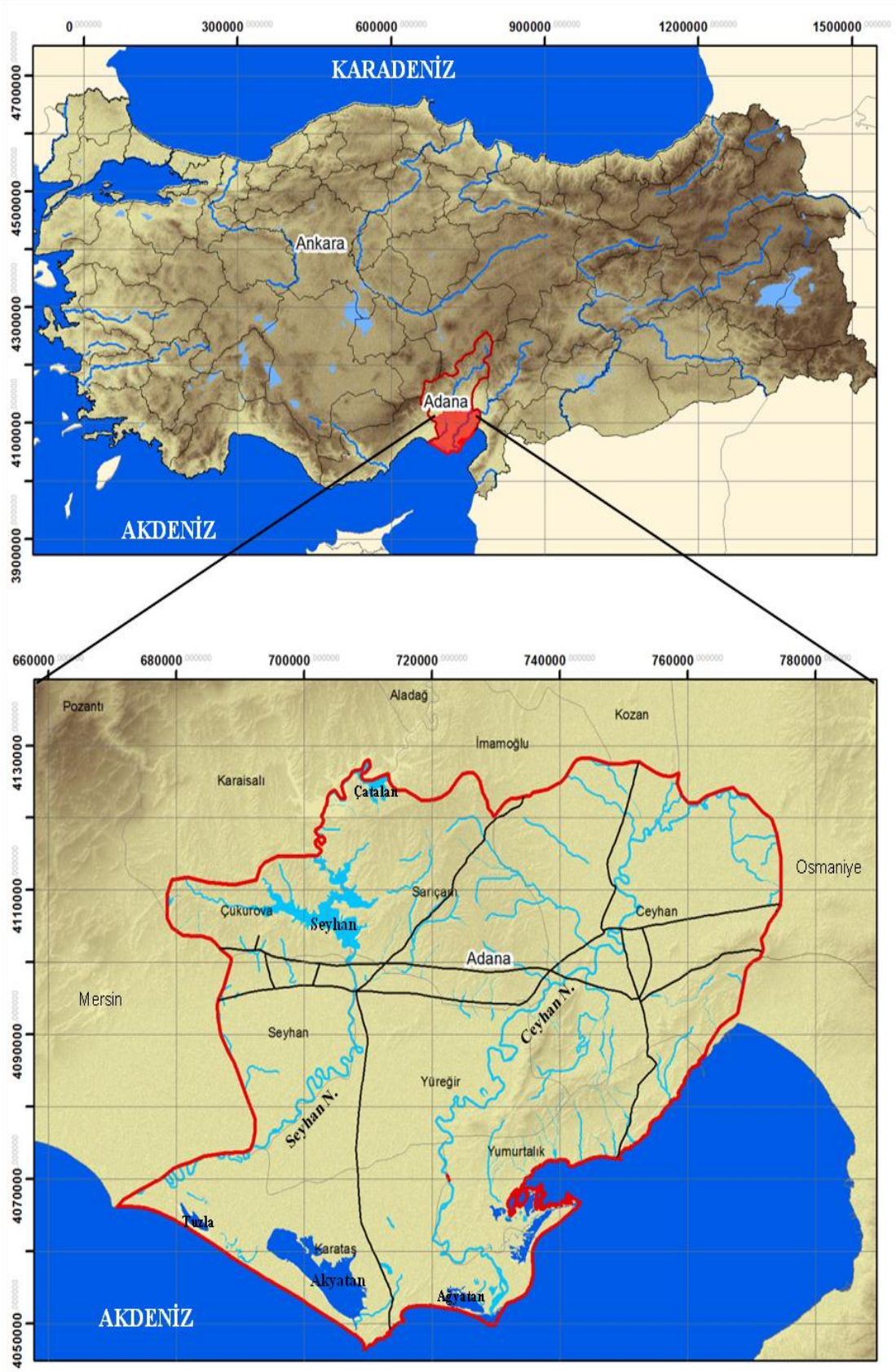
Bu amaca yönelik olmak üzere inceleme alanının sınırları belirlenerek jeolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik haritaları hazırlanmıştır. Yeraltısularının fiziksel özellikleri (pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik vb.) ve laboratuvarında yeraltısuyu numunelerinin kimyasal analizleri yapılmış ve su kimyası haritaları oluşturulmuştur. Yeraltısularının hidrojeokimyasal fasiyes özellikleri belirlenerek içme ve kullanma suyu açısından sınıflandırılmış ve sulama suyu açısından da değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilmiş olan hedefler giriş, genel kısımlar, malzeme ve yöntem, bulgular, tartışma ve sonuç olmak üzere ana başlıklar altında detaylı bir şekilde incelenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. İNCELEME ALANININ COĞRAFİK KONUMU

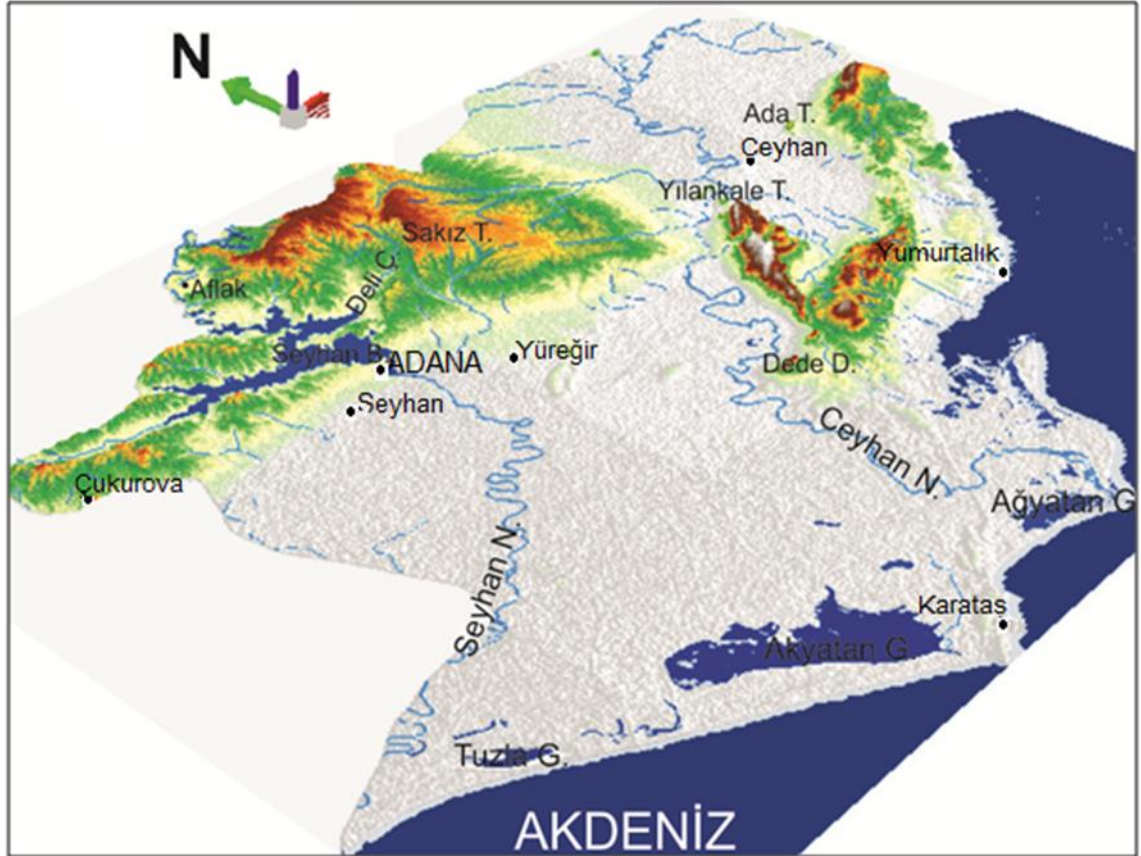
İnceleme alanı Türkiye'nin güneyinde Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda, idari bakımından Adana ili sınırları içerisinde yer almaktadır. 1:100.000 ölçekli Türkiye topoğrafik haritalarında, Mersin O33, O34, O35 ve Adana N33, N34, N35 paftalarında bulunan inceleme alanı Adana'nın Seyhan, Çukurova, Sarıçam, Ceyhan, Yüreğir ve Karataş ilçe sınırları içerisinde 660000-780000 boylamları ile 4040000-4140000 enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.1). Doğuda Osmaniye, Kahramanmaraş, Gaziantep, batıda Mersin, kuzeybatıda Niğde, güneydoğuda Hatay illeri ile komşudur. Güneyde Akdeniz ile sınırları bulunan inceleme alanında Seyhan ve Ceyhan nehirleri geçer. İnceleme alanı batısından sol atımlı KD-GB yönlü Ecemiş Fayı, kuzeyinden Toros dağları ve doğusundan İskenderun Körfezi ile sınırlanmıştır. İnceleme alanını oluşturan Çukurova, Adana ilinin topraklarının % 27'sini kapsar. Çukurova'nın sınırları birçok coğrafyacı arasında tartışma konusudur. Bazıları kuzeyde kalan bölümü Anavarza veya Yukarıova, güneyde kalan bölümü Çukurova olarak adlandırırken bazıları da her iki bölümü Çukurova olarak adlandırır. Bölgede oturanlar ise genellikle Çukurova'yı bu geniş anlamıyla kullanırlar ve bu çalışmada da her iki bölüm için Çukurova tanımı kullanılmıştır.



Şekil 2.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası.

2.1.1. Topoğrafya ve Jeomorfoloji

İnceleme alanının içerisinde bulunduğu Adana ilinde dağlık ve ovalık araziler bir arada bulunur (Şekil 2.2). İlin kuzeyi genel olarak dağlık olup, Doğu Toroslar ile çevrelenmiştir. Kuzey sınırındaki sırt ve tepeliklerin yükseklikleri 1700-2000 m arasında değişmektedir.



Şekil 2.2: İnceleme alanının üç boyutlu sayısal arazi modeli.

İnceleme alanındaki ovalık kesim olan Çukurova, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin getirdiği alüvyonlardan oluşmuş karışık bir yapı sunan Türkiye'nin en geniş delta ovasıdır. Çukurova D-B doğrultusunda 100 km ve K-G doğrultusunda yaklaşık 70 km'lik bir uzanıma sahiptir. Çukurova'yı Yüreğir, Misis, Ceyhan, Haruniye, Osmaniye ve Yumurtalık gibi ova birimlerine ayırmak ta mümkündür. Bu ovalar birbirinin devamı olarak hafif ve orta dalgalı arazilerle kısmen birbirinden ayrılırlar. Bu tip araziler aynı zamanda ovalarla dağlık araziler arasında geçiş bölgesi oluşturan yer şekilleridir.

2.1.2. Nüfus ve Yerleşim

İnceleme alanı, içerisinde bulunduğu Adana'nın Seyhan, Ceyhan, Yumurtalık, Yüreğir, Çukurova ve Sarıçam olmak üzere 6 ilçesini kapsar. İl sınırları olarak Adana ili toplam 15 ilçeden oluşmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 31 Aralık 2013 nüfus sayımı verilerine göre Adana'nın toplam nüfusu 2.149,260 kişidir. En kalabalık ilçesi 771.947 kişi ile Seyhan, nüfusu en düşük ilçesi ise 16.572 kişi ile Saimbeyli'dir. İlçelerdeki nüfus yoğunluğu Tablo 2.1' de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: 2013 sayımına göre Adana ilçelerinin nüfusu.

İl adı	İlçe adı	Nüfus (2013)	İlçe adı	Nüfus (2013)
ADANA	Aladağ	17.221	Pozantı	20.954
	Ceyhan	159.243	Saimbeyli	16.572
	Çukurova	346.505	Sarıçam	138.139
	Feke	18.534	Seyhan	771.947
	İmamoğlu	29.748	Tufanbeyli	18.234
	Karaisalı	22.230	Yumurtalık	18.463
	Karataş	21.862	Yüreğir	421.455
	Kozan	128.153		
			Toplam	2.149,260

Günümüzde önemli bir sanayi, ticaret ve iş merkezi olan Adana ilinin nüfusu tarım, sanayi ve ticaret faaliyetleri sebebiyle artış göstermektedir. Nüfus, genellikle Çukurova ve kıyı kesimlerinde toplanmıştır. Kentin gelişmesindeki en büyük etken, üzerinde kurulmuş olduğu alüvyonların oluşturduğu Çukurovanın verimli topraklarıdır.

2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanı tipik Akdeniz iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Dağlık bölgede ise, Akdeniz ile kara iklimi karışımı etkilidir. Yağışlar çoğunlukla yağmur şeklinde olup, kar yağışı ve don olayı 20-30 senede bir görülür. En çok yağış kışın, en az ise yazın düşer. Ortalama yağış miktarı yıllık 625-700 mm dir. Adana ilinde, iklim kuzeye doğru gidildikçe topografyanın değişmesinden dolayı farklılık gösterir, dağlık kesimlerde yağışlar fazladır. İnceleme alanı çoğunlukla düzlüklerden oluşan bir ova olduğundan dolayı iklim sıcaktır. Hava genellikle nem yüklüdür ve sıcaktır. En sıcak ay Ağustos en soğuk ay Ocak'tır. Sıcaklık ortalamaları Ağustos ayında 28,5 °C, Ocak ayında 9,4 °C'dir. Tipik bitki örtüsü makiler geniş alanlarda yayılım gösterirler. Bölgede toprak çoğunlukla çam, sedir ve meşe gibi

bitkilerle örtülüdür. Alüvyonal düzlüklerden oluşmuş Çukurova’da sulama ve drenaj kanallarının yapımının ve ziraat olanaklarının artmasıyla genellikle tarım alanları yer alır. İnceleme alanının yaklaşık % 50’sinde tarım yapılmaktadır.

2.1.4. Ekonomik ve Sosyal Durum

İnceleme alanının sosyo-ekonomik yapısında tarım önemli rol oynar ve bölgenin en önemli gelir kaynağını oluşturur. Adana verimli alüvyonal arazisiyle ülkemizin en gelişmiş tarım bölgesidir ve bu arazilerden yılda birkaç defa ürün alınabilmektedir. Tarımsal gelişmişliğin olmasından dolayı bölgede diğer kentlerden mevsimsel işçi göçleri gerçekleşmektedir.

Bölge tarımda olduğu gibi sanayi sektöründe de önemli bir potansiyele sahiptir. Pamuk en önemli üründür ve bölgenin sanayileşmesinin temelini oluşturur. İnceleme alanının sınırları içerisinde bulunan Ceyhan ilçesinde Bakü-Tiflis-Ceyhan ham petrol boru hattı projesi bölgenin sanayi gelişiminde önemli katkılar sağlamaktadır. Bölgede hayvancılık tarım kadar önemli değildir ve çoğunlukla kuzeyde Toros dağlarının yamaçlarında görülür. İnceleme alanında Yumurtalık ve Karataş ilçelerinde deniz mahsulleri üretimi yapılmaktadır. Geçmişte çeşitli uygarlıkların hüküm sürdüğü bölgede çok sayıda bulunan tarihi kale, köprü, cami, kilise, han ve hamamlar kentin sosyal yapısında büyük değer taşırlar. Adana madencilikte önemli bir potansiyele sahip bir bölge olmasa da metalik ve endüstri madenleri açısından önem taşır. Krom, çinko, demir, manganez, kurşun, kömür, kuvars ve kuvarsit, kil, kireçtaşı ve kum agregası başta gelen kaynaklardır.

2.1.5. Ulaşım

İnceleme alanının içerisinde bulunduğu Adana’nın yüzölçümü 14.030 km²’dir. Kuzeyde Kayseri, doğuda Osmaniye ve Hatay, batıda Mersin, kuzeybatıda Niğde ve kuzeydoğuda Kahramanmaraş illeri ile komşudur. İl merkezine ulaşım kara, demir ve havayolları ile mümkündür. D-400 karayolu doğu ile batıyı birbirine bağlayan bölgenin ticari gelişimi açısından önemli bir karayoludur. Diğer bir ulaşım yolu olan TEM otoyolu Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu’yu birbirine bağlayan önemli geçiş bir noktasıdır. Adana’nın kuzey kesimlerinin dağlık olmasına ve kış dönemlerinde hava koşullarının elverişsiz olmasına bağlı olarak köy yollarında ulaşım güç olsa da güney kesimlerinde rahat sağlanmaktadır.

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı ve yakın çevresinde birçok araştırmacı tarafından genellikle jeolojik olmak üzere farklı amaçlara yönelik çok sayıda incelemeler yapılmıştır.

Kirk (1935) ve Foley (1937), Adana'nın Seyhan bölgesinde jeolojik ve stratigrafik çalışmalar yapmışlardır.

Ternek (1953), Adana havzasında yapmış olduğu jeolojik araştırmada Alt-Miyosen yaşlı formasyonları ve bunların diğer formasyonlar ile ilişkilerini incelemiştir. Havzada petrol imkânlarını araştırarak petrolün Paleozoyik ve Miyosen formasyonlarında görüldüğünü, resifal oluşumlu teraslarda, gömülü tepe ve sırtların etrafındaki stratigrafik, tektonik kapanlarda aranması gerektiğini vurgulamıştır.

Davis (1953), Adana ovasında hazırladığı raporunda, bölgedeki toprağın ve topografyanın nehir hareketlerinin meydana getirdiği karışıklıkla uygun olduğunu ifade etmiştir. Seyhan nehrinin derin vadiler boyunca getirdiği malzeme ve alüvyonlarla ovada bir örtü alanının oluştuğunu ortaya koymuştur. 4. zamanda ovanın devamlı olarak çöktüğünü, asırlarca dağlardan taşınan malzemelerin denizi doldurarak şimdiki alüvyon kalınlığının oluştuğunu belirtmiştir.

Altınlı (1953), "Adana Ovasının Jeolojik ve Hidrojeolojik Durumu" isimli raporunda ovada hidrojeoloji ve jeoloji çalışmaları yapmıştır. Adana ovasında Kretase, Eosen, Miyosen, Pliyosen ve geniş ölçüde Kuvaterner yaşlı arazilerin bulunduğunu ve yüksek taban suyuyla artezyen suyu arasında bir ilişki bulunup bulunmadığını ve bazı alanlarda da bu durumu destekleyen etkileri belirtmiştir.

Agalede (1956), Hazırladığı "Adana Ovasındaki İlk Yeraltı Su Tabakası Üzerinde Çalışma Metodları" isimli raporunda statik seviye değişikliklerini gösteren Hidrojen, Klorür, pH ve alkalinite haritalarının ne şekilde yapıldığını sunmuştur.

Abdüsselamoğlu (1958), 'Yukarı Seyhan Bölgesinde Doğu Torosların Jeolojik Etüdü' adlı çalışmasında Paleozoyik yaşlı birimlerin litolojik özellikleri ve stratigrafik ilişkilerini, bölgede uyumsuz olarak bulunan Kretase yaşlı birimlerin ve Tersiyer çökelimlerinin gelişimine kadar birçok konuda araştırmalar yapmıştır.

Schmidt (1961), 1957-1960 yılları arasında Adana, Misis ve İskenderun yöresinin genel stratigrafisini ayrıntılı olarak çalışmış ve 47 kaya birimi tanımlamıştır. Miyosen kayaçlarını ilk defa adlandırmış ve kayaçları yörelere göre ayırarak bölgeyle ilgili ilk korelasyon tablosunu yayınlamıştır. Misis Grubunu Üst Eosen-Oligosen yaşında kabul ederek bu grubu çoğunlukla klastik sedimanter kayaçlardan oluşan 'Karataş klastik fasiyesi' ve yabancı bloklar içeren 'İsalı Katastrofik fasiyesi' olarak ikiye ayırmıştır.

İrez (1964), Hazırladığı hidrojeolojik etüt raporunda Kozan-İmamoğlu bölgesindeki yeraltısuyunun güneyden doğuya doğru olduğunu ve bu alandaki genç alüvyonların yeraltısuyunu taşıdığını ifade etmiştir.

Schiettecatte (1971), Fosil bulgularını inceleyerek Oligosen-Miyosen yaşlı Misis grubunu İsalı Formasyonu ve Karataş Formasyonu olarak ayırmıştır. Daha genç olan Tortoniyen yaşlı Kuzgun ve Pliyosen yaşlı Kuranşa Formasyonlarını tanımlamıştır.

Özer ve diğ. (1974), Mut-Antalya-Adana Neojen havzalarının jeolojisini inceleyerek bu üç havzanın stratigrafisini ve yapısal özelliklerini ortaya koymuşlardır. İnceleme alanında gözlemlenen Kuzgun Formasyonunun delta ve kara çökellerinden oluştuğunu belirtmişlerdir.

Öztümer ve diğ. (1974), Antalya-Mut ve Adana Havzalarında biyostratigrafik incelemelerinde Adana havzasından aldıkları Karaisalı ve Adana kesitlerine göre Güvenç Formasyonunun Langiyen-Serravaliyen yaşında olduğunu belirtmişlerdir.

İlker (1975), Adana ve Mersin'in kuzeybatı kesiminin jeolojisini ve petrol olanaklarını araştırarak, Paleozoyikten Kuvaternere kadar gelişmiş bütün formasyonları incelemiştir. Bölgenin 1/50.000 ölçekli jeoloji haritasını çıkarmıştır.

Ricou ve diğ. (1975), Toroslarda tektonik pencere biçiminde bulunan kireçtaşının Arap-Afrika levhasının devamı olduğunu üzerinde metamorfik ve ofiyolit napların bulunduğunu belirtmiştir.

Kozlu ve diğ. (1978), Andırın, Göksun ve Saimbeyli ilçelerinin çevresinde yapmış oldukları çalışmalarında, allokton-otokton birlikleri ayırtlamış ve yörenin jeolojik haritasını yapmışlardır. Çiçeklidere-Savrun, Aslantaş, Göksu, Bostanlı-Çuhadarlı ve Sarıkeçili-Karatepe fayları ilk defa bu çalışmada tanıtılmıştır. Araştırmacılar, bölgedeki

Neojen Havzalarını (Adana, Misis-Andırın ve İskenderun) üç as havzaya ayırmışlar ve bu havzaların birbirinden tektonik hatlarla ayrıldığını belirtmişlerdir.

Ricou (1980), Torosların, Arap platformuna benzediklerini ifade etmiştir.

Bilgin (1981), Karataş, Yumurtalık, Ceyhan, Osmaniye, Haruniye, Kadirli dolaylarında yaptığı jeolojik çalışmada Üst Lütésiye-Alt Miyosen yaşındaki Andırın Formasyonunu en yaşlı Formasyon olarak tanımlamıştır ve bu formasyona ait volkano-sedimanter fasiyesteki Dokuzteke Üyesinin Üst Kretase-Alt Eosen yaşında olduğunu belirtmiştir.

Taylan (1982), “Adana havzası Jeolojik ve Hidrojeolojik Etüt Raporunda” ovada çoğunlukla alüvyon ve özellikle Kuruşa Formasyonunun su veren birimler olduğunu belirtmiştir. Adana merkezinde konglomera, kum ve çakılın çok iyi su tutan ve veren iyi akiferler olduğunu, ovidan güneye doğru alüvyonların giderek kalınlaştığını ve su veren tabakaların kum ve çakıldan meydana geldiğini ortaya koymuştur. İncirlik nahiyesinden Tarsus ilçesine kadar akiferin alüvyon ve konglomera bantlarından oluştuğunu, İncirlik’ten Misis’e kadar ise akiferin bulunmadığını belirtmiştir. Adana Ovasının güneyinde yer alan Eosen yaşlı Karataş Klastik Fasiyesi olarak adlandırılan fişleri yeraltısu bakımından olumsuz olduklarını ve kuzeyde bulunan Kaliçilerin, Handere, Kuzgun ve Güvenç Formasyonlarını su vermeyen birimler olduğunu, ovanın doğu ve güneydoğu kesimlerinde killi formasyonların olduğunu saptamıştır.

Bilgin ve Elibol (1984), Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlı Karataş Formasyonunun açısız uyumsuzlukla Dokuztepe Üyesinin üstünde yer aldığını ve Andırın Formasyonuna ait bloklarla çökme sırasında meydana gelen nap dilimlerinin Karataş Formasyonuna yerleştiğini belirtilmişlerdir. Yumurtalık Fayı ile ayrılmış olan Langhiyen-Tortoniyen yaşlı Kızıldere Formasyonu üzerine Andırın ve Karataş Formasyonlarının geldiğini ve bunlardan daha genç olan Kadirli Formasyonunun da Miyosen-Pliyosen yaşında olduğunu belirtmişlerdir.

Yetiş ve ark. (1984), “Adana havzası Kuzgun Formasyonu fasiyesi ve ortamsal nitelikleri” çalışmalarında Kuzgun Formasyonunun Üst Miyosende tabanda karasal nitelikte olduğunu üste doğru sığ denizel çökellerinden oluştuğunu belirtmişlerdir.

Yetiş ve Demirkol (1984), Bazı yazarların Adana havzası çökel istiflerinin Burdigaliyen-Güncel aralığında durulduğunu belirtmiş olmalarına rağmen, Yetiş ve Demirkol bölgenin yaşını Oligosen, belki de Üst Eosen'e indirebilmek için yeterli verilerin bulunmadığını fakat havzanın kuzeyinde denizel Lütseyen mostralarının bulunduğunu, üzerlerine karasal Oligosen çökellerinin uyumsuzlukla geldiğini ifade etmişlerdir.

Yalçın ve Görür (1984), Adana havzasında yaptıkları çalışmada havzanın sedimantolojik evrimine dayalı olarak Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı istifin Burdigaliyen-Güncel zaman aralığında değişik fasiyeslerde çökeldiğini ve denizel çökelenin Kuvaternerde büyük ölçüde sona erdiğini belirtmişlerdir.

Yetiş ve Demirkol (1986), "Adana havzası Kuzgun Formasyonunun (Üst Miyosen) fasiyes ve ortamsal nitelikleri" adlı çalışmalarında Kuzgun Formasyonunun menderesli nehir ve sığ denizel ortamlarda çökeldiğini ifade ederek Üst Miyosen esnasında karadan beslenmenin başlıca, şimdiki Seyhan Baraj yeri ve uzanımından olduğunu belirtmişlerdir.

Kozlu (1987), Misis-Andırın basenin jeolojisini incelemiş ve Bulgurkaya Formasyonu adı altında Üst Eosen – Oligosen yaşlı olistostromal birimi tanımlayarak olistostrom içerisindeki blokların Misis Andırın as Birliğine ait olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada önemli tektonik hatları haritalamış ve Misis-Andırın Baseninde bulunan Alt-Orta Miyosen yaşlı Aslantaş-Karataş Formasyonlarını açıklamıştır.

Kelling ve diğ. (1987), Misis yöresinde bulunan Bulgurkaya Olistostromunu, Misis karmaşığı olarak adlandırmışlardır. Miyosen istifıyla beraber Misis yükselimdeki bütün birimleri Misis Karmaşığı kapsamında incelemişler.

Yetiş (1987), Adana Baseni Tersiyer (Oligosen-Pliyosen) istifinin sedimantolojik gelişimini incelemiştir. Tersiyer istifinde pre-transgressif, transgressif ve regresif olmak üzere üç ana grup ayırt etmiş ve bu istifin, Kuvaterner'e ait taraça-kaliçi oluşumları tarafından örtüldüğünü belirtmiştir.

Kelling ve diğ. (1987), Misis bölgesinde yapmış oldukları çalışmada Misis strüktürel yükseliminin gelişimini inceleyerek Bulgurkaya Olistostromunu Misis karmaşığı olarak

adlandırmışlardır. Bloklar halinde bulunan Misis karmaşığının Miyosen döneminde kıta-kıta çarpışmasıyla sürekli sıkışan ve dilimlenen yay önü havzada meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Gökçen ve diğ. (1988); Doğu Akdeniz ve Levant'ın Tersiyerdeki jeolojik evrimini inceleyerek çalışma alanında Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı sedimanların ve bazaltik lavların Oligosen ve Miyosen yaşlı birimleri örttüğünü ifade etmişlerdir. Kızıldere Formasyonunun çalışma alanının güneyinde yer alan Tortoniyen yaşlı birimler ile Adana basenindeki Kuzgun Formasyonu ile aynı nitelikte olduğunu ortaya koymuşlardır. Misis Karmaşığı içerisinde yer alan magmatik olistolitlerin yay kökenli olduğunu ve diğer Miyosen yaşlı sedimanter istifindeki değişimin Güney Anadolu'da meydana gelen çarpışmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Ayhan ve ark. (1988), Adana ilinin Kozan, Ceyhan ve İmamoğlu ilçeleri arasında ve çevrelerinde ayrıntılı bir jeolojik çalışma yapmışlardır. Formasyon ve birimlerin fosil kapsamı, kaya türlerinin mineralojik ve sedimentolojik özellikleri araştırmışlardır. Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimlerin karasal, diğerlerinin denizel kökenli olduğunu saptamışlardır. Çalışma alanlarındaki kaya türlerini beş grupta toplayarak, Toros doğu jeolojik otokton kayaları, allohton kayalar, Misis grubu kayaları, Örtü birimleri, genç karasal birimler olarak adlandırmışlardır

Ünlügenç ve diğ. (1990), ‘‘Neojen Adana Basenindeki Basen Evriminin İncelenmesi’’ adlı çalışmalarında, bölgede toplam kalınlıkları 9000 m ulaşan 8 farklı litostratigrafik birim ayırtlamışlardır. Adana Baseninin yaklaşık 10.000 km² lik bir alanla Torid Orojenik Kuşağı'nda yer alan en büyük havzalardan biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Ünlügenç ve diğ. (1991); Adana Baseninin tektono-stratigrafik gelişimi ile ilgili hazırladıkları kısa bildirimlerinde Güvenç ve Kaplankaya Formasyonlarının doğal ve stratigrafik konumları hakkında özellikle Yetiş (1988) tarafından öne sürülen litostratigrafik görüşlere karşı farklı yeni görüşlerde bulunmuşlardır.

Sarıhan ve ark. (1992), Tuzla ve Akyatan lagünlerinde fizikokimyasal ve biyolojik çeşitliliği inceleyerek lagünlerin sığlaştığını ve kayda değer bir kirlilik tehdidinin şimdilik olmadığını ve sahip oldukları biyolojik zenginliklerinden dolayı koruma altına alınmalarını gerekli bulmuşlardır.

Parlak ve diğ. (1997), Türkiye'nin güneyindeki Afrika-Anadolu levha sınırları boyunca çıkan Pliyo-Kuvaterner volkanizmasını ayrıntılı olarak araştırmışlardır.

Kozlu (1997), "Doğu Akdeniz Bölgesinde Yeralan Neojen Basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) tektono-stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi" adlı doktora tezi çalışmasında Misis-Andırın ve İskenderun Havzalarına ait istiflerin stratigrafisini ayrıntılı olarak incelemiş ve havzaların arasında geçiş kuşağı çökelleri ayırtlamıştır. Bu havzalardaki birimlerin Kenet kuşağı ve Arap-Afrika kıtalarına ait olduğunu saptamıştır. Misis-Andırın havzasında yayılım gösteren Bulgurkaya Olistostromunu ayrıntılı olarak inceleyerek oluşum mekanizmasını ortaya koymuştur.

Ünlügenç (1997), Tersiyer Adana Basenindeki yaptığı jeolojik incelemeleri sonucunda, basenin yaklaşık olarak 7500-8000 m kalınlığında yedi Formasyondan oluştuğunu ve Oligosen yaşlı Karsanti Baseni çökellerinin üzerinde uyumsuz olarak bulunduğunu belirtmiştir. Kuzgun ve Handere Formasyonlarının regresif, Kaplankaya, Karaisalı Cingöz ve Güvenç Formasyonlarının ise transgresif istifler olduğunu ifade etmiştir.

Açıkgöz B. (2001), Yumurtalık lagünlerinde su kirliliği ve kontrolü üzerine yaptığı araştırmada Yumurtalık lagün göllerinin (Çamlık Lagünü ve Yelkoma Lagünü), atmosferik şartlardan ve Yumurtalık Körfezi'nin fizikokimyasal ve biyo-ekolojik özelliklerinden etkilendiklerini ve kendi biyo-ekolojik özelliklerini koruyabilmeleri için önlemler alınması gerektiğini belirtmiştir

Robertson ve diğ. (2003); Türkiye'nin güney bölgesinde Mesozoyik ve Tersiyer dönemi tektonik evrimini açıklamak için yaptığı çalışmalarında en batıda Likya Napları, Neotetis kuzeyinde Beyşehir-Hoyran-Hadim napları ve Adana civarında ofiyolit ve ofiyolitik melanjlar olarak torosları 3 orojenik segmente ayırmışlardır. Neotetis güney kolunun tektonik evrimini ortaya koymuşlardır.

Çobanoğlu ve diğ. (2006), 'Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak Adana İli Yerleşim Alanının Hidrojeolojik Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi' adlı çalışmalarında inceleme alanındaki yeraltısuyu seviyelerinin mevsimsel olarak farklılık gösterdiğini ve yeraltı su seviyesinin 2-40 m arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Tezcan ve ark. (2007), Türkiye’de havza bazında su bütçesini hesaplamışlardır. Çalışma alanı olarak Seyhan havzasında su kaynaklarının üzerine iklim değişikliğinin etkilerini inceleyerek güncel ve 2070 yılı için hidrolojik modelleme çalışması yapmışlardır. Modelleme çalışmalarının sonucunda güncel durumdan 2070 yılına kadar Buharlaşma-Terleme (ET) miktarlarında %16.9, nehir akışlarında %37.5 oranında düşme olabileceği varsayımında bulunmuşlardır.

Ayaz ve diğ. (2011), Örnek olarak Ceyhan havzasında, havza bazında yüzeysel su kalitesini araştırmışlar. Çalışma sonuçlarına göre Ceyhan nehri ve onu besleyen büyük çaylarda ve üzerlerinde yer alan barajlarda genel olarak su kalitesi organik maddeler ve inorganik parametreler açısından yüksek kaliteli su ya da az kirlenmiş su sınıfına girmektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

2010-2016 yılları arasında tamamlanan bu çalışma, bölgede daha önceleri yapılmış olan jeolojik ve hidrojeolojik incelemelerin sonuçlarından elde edilen verilerin ışığında arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmalarına başlamadan önce inceleme alanı ve yakın çevresinde daha önceden yapılmış çalışmalar literatür araştırması kısmında derlenmiş ve bölge hakkında bilgiler edinilmiştir.

N34, N35, O33, O34 ve O35 paftaları içerisinde yer alan inceleme alanında Haziran 2013 ve Eylül 2014 tarihlerinde arazi çalışmaları kapsamında bölgede ki DSİ VI. bölge Müdürlüğü, Adana İl Özel İdaresi ve şahıslar tarafından açılmış kuyularda incelemeler yapılmıştır. Arazi çalışmaları süresince (Haziran 2013) inceleme alanında bulunan 364 adet kuyuda yerinde ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.1). Su numunelerinin fiziksel karakterlerini uzun süre koruyamadıklarından dolayı bazı ölçümler Multiprob cihazı kullanılarak yerinde yapılmıştır. Bunlardan pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve sıcaklık (T) gibi fiziksel özellikleri kuyu başlarında ölçülmüştür. Bu ölçümler için birer adet 3 metre uzunluğunda kablolu, jel dolgulu pH elektrodu, 3 metre uzunluğunda aynı zamanda TDS ve tuzluluk ölçen iletkenlik elektrodu kullanılmıştır. Ayrıca su numunelerinin yerinde fiziksel parametrelerinden renk, koku ve tat belirlenmiştir. Numunelerin fiziksel karakterlerinin ölçülmesi için kullanılan bu cihazlar her kullanımdan önce kontrol edilerek kalibre edilmiştir. Kullanılan elektrotlar ve probalar ölçüm öncesinde ve sonrasında saf su ile yıkanarak ölçüm değerlerini etkilememesi sağlanmıştır. Su numuneleri laboratuvardaki kimyasal analizleri için uygun saklama ve taşıma koşullarında alınmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3). Bunun için numunelerin alımında 50 ml'lik kilit kapaklı polietilen şişeler kullanılmıştır, ancak şişeler numunenin alındığı su ile en az bir iki kez çalkalanmış ve üzerinde hava kalmayacak şekilde tamamen doldurulmuştur. Böylelikle şişenin iç yüzeylerinde yabancı maddenin numuneye karışmaması sağlanmıştır.

Laboratuvarda katyon analizleri için alınan su numunesinde çökelmeyi veya yüzeye tutunmayı önlemek amacıyla (pH değerini 2 veya 3 aralığına düşürmek için) 0,1–0,2 ml kadar saf HNO_3 (nitrik asit) eklenmiştir. Eklenen HNO_3 'den dolayı ortamda gaz meydana gelmemesi için numune kabının ağzı gazlı alındıktan sonra sıkıca kapatılmıştır. Bu uygulamayı yapmak laboratuvar analiz değerlerinin doğruluğu açısından önemlidir. Anyon analizlerini yapmak için su numunesine herhangi bir kimyasal madde eklenmemiştir. Numuneler yaz mevsiminde alındığı için sıcak havadan etkilenmeyecek şekilde uygun soğutucularla kısa sürede İstanbul Üniversitesi'nin hidrojeoloji laboratuvarına getirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında kayaç - su etkileşimi, birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konulması için alanın jeolojisi gözlemlenmiş ve formasyonlar incelenmiştir. Çalışma sırasında Canon marka fotoğraf makinesi ve kuyu koordinatlarını belirlemek için Garmin Etrex Outdoor marka el tipi GPS kullanılmıştır.



Şekil 3.1: Arazide multiprob cihazı ile yerinde yapılan ölçümler.



Şekil 3.2: Hidrojeoloji laboratuvarında kimyasal analizler için numune alımı.



Şekil 3.3: DSİ 'ye ait sulama amaçlı kullanılan kuyudan örnek su alımı.

3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Laboratuvar çalışmaları, hazırlanan numunelerin anyon-katyon iyonlarının, kirlilik parametrelerinin ve ağır metal içeriklerinin analizlerini kapsar. Laboratuvar analizleri için 364 adet kuyudan alınan su numunesi kullanılmıştır (Şekil 3.4). Bunlardan 30 adet su numunesinin (1-31 nolu kuyular) kimyasal analizi İstanbul Üniversitesi hidrojeoloji, diğer 334 adet su numunesinin (31-364 nolu kuyular) analizleri ise DSİ laboratuvarında hazırlanmıştır.

Su numunelerinden majör iyonların (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , F^- , SO_4^{2-}), kirlilik parametreleri (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) analizleri için Hachlange XION-500 Spektrofotometre cihazı kullanılarak yapılmıştır. pH için pH elektrodu, EC, TDS ve sıcaklık için iletkenlik elektrodu kullanılmıştır. HCO_3^- ve CO_3^{2-} kimyasal analizi titrasyonla yapılmıştır. Na ve K için HQ40D Portatif Na ve K elektrodu kullanılmıştır. Kimyasal analiz metodu Tablo 3.1’de verilmiştir. Uygun koşullarda hazırlanan su numunelerinin kimyasal analizleri yapılarak laboratuvar çalışması tamamlanmıştır (Şekil 3.5). Elde edilen analiz değerleri ArcGIS 10.1 (Arcmap ESRI, 2010) programı kullanılarak konsantrasyon dağılım haritaları hazırlanmıştır.



Şekil 3.4: Laboratuvar analizleri için hazırlanan numuneler.



Şekil 3.5: Laboratuvarda çözelti hazırlanması ve analizlerin gerçekleştirilmesi.

Tablo 3.1: Arazide ve laboratuvarda yapılan fiziksel ve kimyasal analiz metodu.

Fiziksel parametreler	Birim	Yöntem	Kullanılan aletler
Sıcaklık	°C		HQ40D Portatif Ph elektrodu
pH			HQ40D Portatif Ph elektrodu
TDS			Aynı zamanda tuzluluk ölçer, TDS iletkenlik elektrodu
EC	µS/cm		Aynı zamanda tuzluluk ölçer, TDS iletkenlik elektrodu
Kimyasal parametreler			
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , HCO ³⁻ , CO ₃ ²⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , sertlik	mg/l	Spektrofotometre	Hachlange XION-500 spektrofotometre
HCO ₃ ve CO ₃	mg/l	Titrasyonla	
Na ⁺ , K ⁺	mg/l		Na, K elektrodu, ve HQ40D portatifi

3.3. BÜRO ÇALIŞMALARI

Öncelikli olarak inceleme alanı ve yakın çevresinin hakkında literatür araştırması yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında MTA (Maden Tetkik Arama genel Müdürlüğü), DSİ (Devlet Su İşleri) VI. Bölge Müdürlüğü ve çoğunlukla Çukurova Üniversitesi başta olmak üzere üniversitelerce yapılmış olan araştırma raporları, incelemeler ve tezlerden veri tabanının oluşturulması için yararlanılmıştır. Çalışmanın bu aşamasında arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

MTA'dan inceleme alanına ait hem baskı olarak hem de sayısallaştırılmış jeoloji haritaları, diri fay ve topoğrafik haritaları alınmıştır. DSİ VI. Bölge Müdürlüğü'nün hidrojeolojik araştırmalarında hazırladıkları jeolojik haritalar ve arşivlerinde bulunan sondaj kuyu log raporları ve su kimyası analizleri incelenmiştir. İnceleme alanında jeolojik birimler birçok araştırmacı tarafından farklı isimlerle adlandırılmış ve MTA bu bölge ile olan güncelleme çalışmalarını tamamlamamıştır. Bundan dolayı MTA'nın daha önceki 1:100.000 ölçekli jeoloji haritaları ve Kozlu (1997)'nin 1:25.000 ölçekli jeoloji haritaları hem bilgisayar ortamında hem de baskı halinde derlenerek bir bütün olarak ele alınmıştır. Bölgenin 1:300.000 ölçekli jeoloji haritası ArcGIS 10.1 (Arcmap ESRI, 2010) programı kullanılarak hazırlanmıştır.

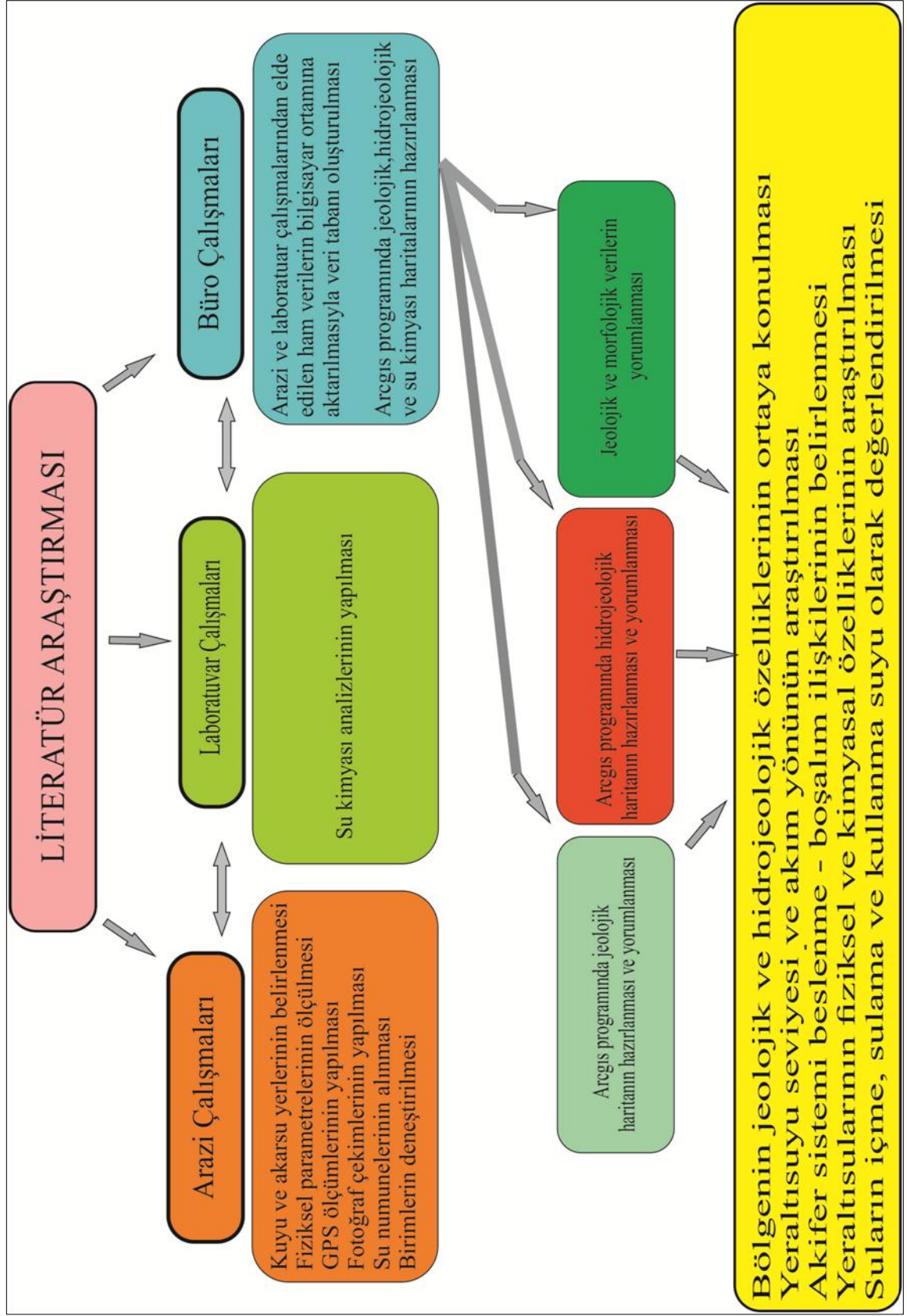
İnceleme alanının içerisinde bulunduğu Adana ili ve yakın çevresinde 1900'den günümüze kadar meydana gelen büyüklüğü $M \geq 4.0$ ve $M \leq 6,2$ olan depremlerin dağılım haritası ArcGIS 10.1 programı kullanılarak hazırlanmıştır. KB-GD yönünde kuvvetli bir sıkışmaya uğramış inceleme alanında, tabakalanma gösteren birimlerden alınan doğrultu ve eğim değerleri Rockware 15 programında gül diyagramlarına aktarılarak yorumlanmıştır.

İnceleme alanında bulunan akarsular (Nehir, dere, kuru dere), kuyular, baraj gölleri, lagün gölleri, açık ve kapalı olan akım gözlem istasyonları ve göl gözlem istasyonlarını gösteren 1:575.000 ölçekli hidroloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında yer alan birimlerin arazi çalışması sırasında kayaç malzeme, kırıklar, çatlaklar, aralıklar, gözeneklilik ve çözünme boşlukları gibi özellikleri gözlemlenerek hidrojeolojik açıdan yorumlanmış ve yine ArcGIS 10.1 programı kullanılarak inceleme alanının 1:300.000 ölçekli hidrojeolojik haritası hazırlanmıştır. Akiferin yapısını ortaya koyabilmek için Düşey elektrik sondaj (DES) yöntemiyle elde edilen jeofizik verilerle Rackware 15

programında fence diyagramı hazırlanmıştır. İnceleme alanının 1:450.000 ölçekli yeraltısu tablası ve yeraltısuyu akış haritası hazırlanmıştır.

Suyun içerdiği ağır metaller, kirlilik parametreleri ve majör iyonlar için 1:450.000 ölçekli konsantrasyon dağılım haritaları hazırlanmıştır. İnceleme alanının 3 boyutlu sayısal arazi gösterimi için ArcGIS 10.1 programından yararlanılmıştır. ArcGIS 10.1 programında jeostatik hesaplamalar yapılırken düzensiz verilerin olmasından dolayı Krigging yöntemi ile veriler düzeltilmiştir.

Laboratuvarda yapılan kimyasal analizlerin değerlerine göre Rockware AqQA 1.2 programında suların kimyasında etkili olan litolojinin belirlenmesi ve hidro-jeokimyasal olarak sınıflandırılmasında Piper ve Durow diyagramları, sulama suyu açısından değerlendirmek için de Wilcox ve ABD tuzluluk diyagramları hazırlanmıştır. Arazi, laboratuvar ve büro olmak üzere üç aşamada tamamlanan bu doktora tezinin çalışma şeması Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Çalışma şeması.

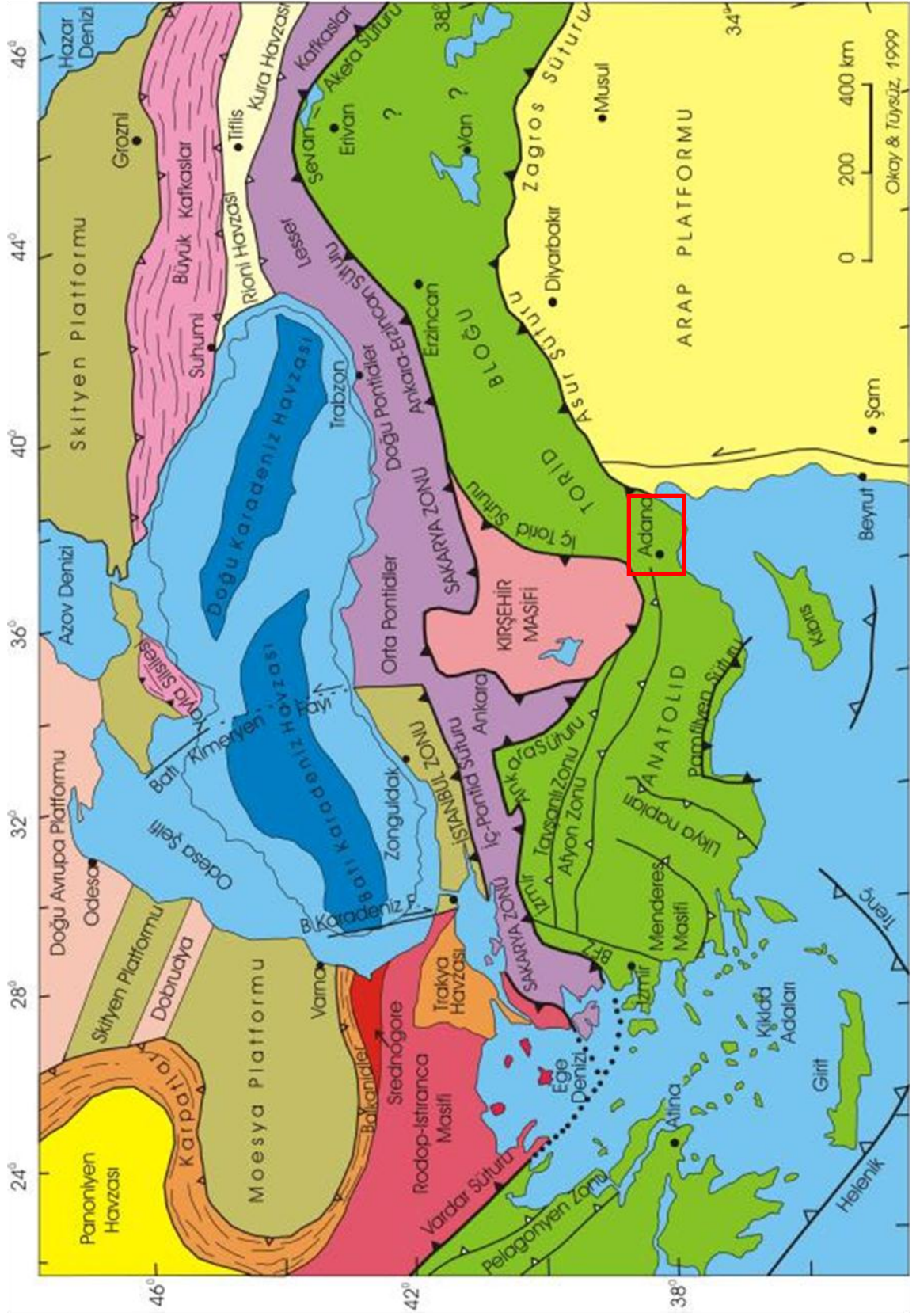
4. BULGULAR

4.1. BÖLGESEL JEOLJİ

Alpin-Himalaya orojenik kuşağında yer alan Türkiye, Gondwana ve Avrasya kıtaları arasında bulunmaktaydı. Paleozoyik-Mesozoyik sürecinde Gondwana kıta kenarından değişik zamanlarda kopan kıta parçaları kuzeyde Avrasya kıta kenarına eklenmiştir. Değişik zamanlardaki bu kopmalar sonucunda farklı yaşlarda Tetis okyanusları açılırken Avrasya'ya eklenen kıta parçalarından da Anadolu, Afrika ve Arap kıtaları meydana gelmiştir. Neotetis okyanusunun güney kolunun Triyas başlarında açılmasıyla Anatolid- Torid bloğu, Afrika ve Arap bloklarından ayrılmış ve daha sonra geç Tersiyer de tekrardan Afrika-Arap platformları ile çarpışarak birleşmişlerdir. Günümüzde inceleme alanının içerisinde bulunduğu Doğu Akdeniz, Neotetis güney kolunun üzerinde bulunmaktadır.

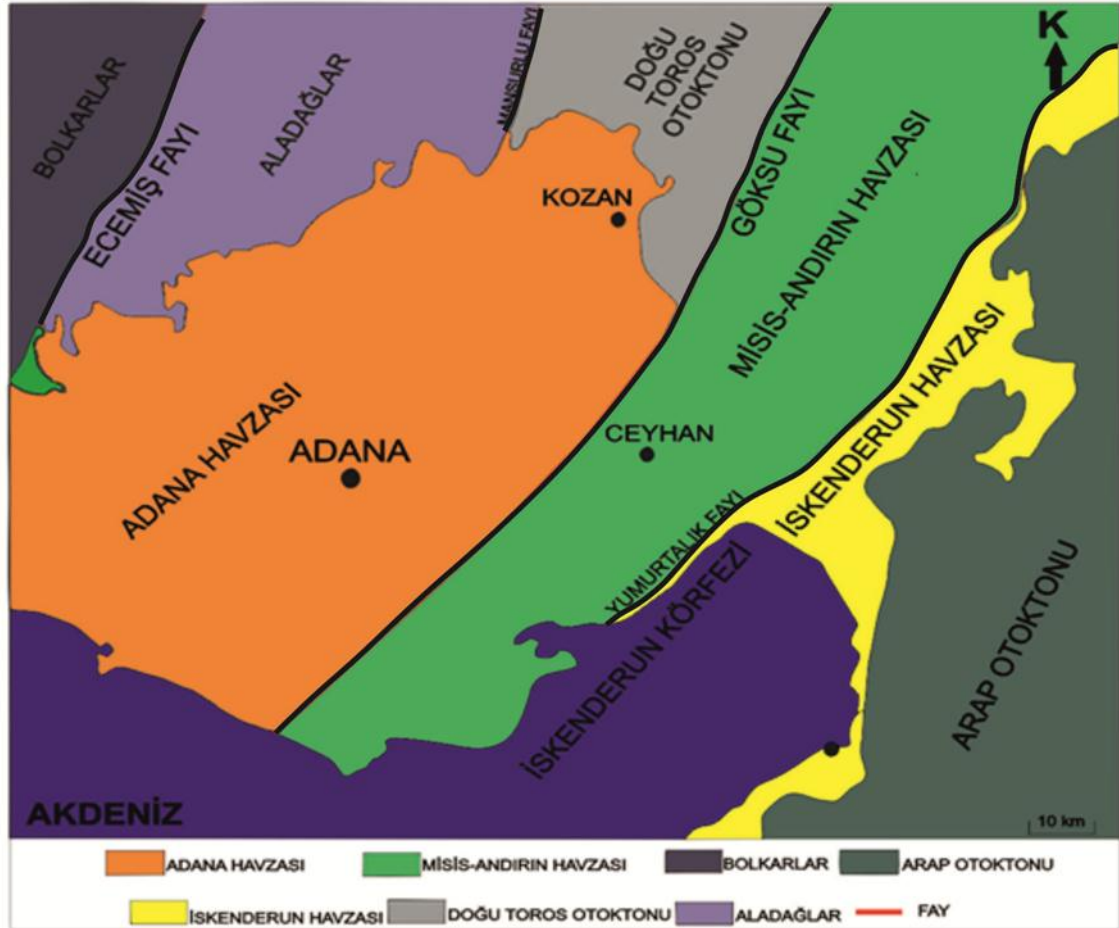
Okay ve Tüysüz (1999), Türkiye'yi meydana getiren birincil tektonik birimleri kuzeyden güneye doğru Istranca masifi, İstanbul zonu, Sakarya zonu, Anatolid- Torid bloğu ve Arap platformu olmak üzere beş tektonik birliğe ayırmıştır. Bu tektonik birlikler de İç Pontid, İzmir-Ankara-Erzincan, İç Torid, Asayriyan ve Zagros olmak üzere suture zonlarıyla birbirlerinden ayrılırlar (Şekil 4.1).

İnceleme alanının içerisinde bulunduğu Anatolit- Torid bloğunda yer alan Toroslar, Alpin-Himalaya orojenik kuşağının Türkiye'de yaklaşık olarak 2000 km uzunluğundaki önemli bir kısmını oluşturur. Özgül (1976), yaptığı çalışmasında, Akdeniz kıyısına paralel olarak uzanan Toros kuşağını bölümlere ayırmıştır. Bu bölümlenmeye göre Ege Denizi kıyılarından itibaren Antalya ilinin batısından, Kırkkavak Fayına kadar olan kesimi; Batı Toroslar, Kırkkavak Fayı ile Ecemiş Fayı arasındaki ve Orta Anadolu'yu güneyden sınırlayan kesimi; Orta Toroslar, Ecemiş Fayından doğuda Munzur dağı sınırlayan Kuzey Anadolu Fayına kadar olan kesimi de Doğu Toroslar olarak sınıflandırılmıştır. İnceleme alanı bu sınıflandırmaya göre coğrafik olarak Doğu Torosların güney kesiminde yer alır.



Şekil 4.1: Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999).

Özgül (1976), Toros orojenik kuşağında; Bolkar dağlar, Bozkır, Geyikdağı, Antalya, Aladağ, Alanya ve Misis Birliği olmak üzere birbirlerinden farklı ikincil birlikler ayırt etmiştir. Buna göre inceleme alanının KB kesiminde yer alan Adana havzasının temelini oluşturan birimler jeolojik ve tektonik olarak Geyikdağı Birliğine aittir.



Şekil 4.2: İnceleme alanı ve çevresinin tektonik haritası Kozlu (1997)'den değiştirilmiştir.

Doğu Torosların güneyinde bulunan inceleme alanı, batıda Ecemiş Fayı ve doğuda İskenderun körfezi arasında oldukça geniş bir bölgeyi kapsamaktadır. Bu alan aynı zamanda Anadolu levhası ile Arap-Afrika levhalarının birleştiği Kenet kuşağında bulunmaktadır. Kozlu (1997) yaptığı çalışmasında bu alanı doğrultu atımlı faylarla birbirinden ayrılan Adana, Misis-Andirin ve İskenderun havzaları olarak tanımlamıştır (Şekil 4.2).

İnceleme alanını oluşturan Neojen havzaları iki ana tektonik hat tarafından birbirlerinden ayrılırlar. Adana havzası; KD-GB doğrultusunda uzanan Göksu ve

Çiçekdere-Savrun faylarıyla Misis Andırın havzasından ayrılır. İnceleme alanında Göksu Fayı görülürken devamı olan Çiçeklidere-Savrun Fayı görülmemektedir. Aslantaş fay zonuna bağlı olarak gelişen Yumurtalık tektonik hattı ise Misis Andırın ve İskenderun Havzalarını ayırmaktadır (Kozlu 1997).

Toros kuşağının doğusunda yer alan tektono- stratigrafi birimler Geyikdağı, Aladağ ve Bozkır birlikleridir (Özgül, 1976). Bu birliklerden Geyikdağı Birliği Adana havzasının temelini oluştururlar. İskenderun havzasının temelini ise Arap-Afrika platform istifleri, Koçali ofiyolit karmaşığı, Kızıldağ ofiyolitleri ve bunlar üzerindeki örtü birimler oluşturmuştur. İskenderun ve Adana havzaları arasında kalan Misis-Andırın havzasının temelini de Kenet kuşağı birimlerinden Pötürge Metamorfileri, Maden ve Ballıkısık Karmaşığı, Dokuztekne Volkana-Sedimanterleri, Bodrumkale Formasyonu, Yüksekova Karmaşığı, Berit Meta-ofiyolitleri, Malatya-Keban Metamorfileri ve bunların örtü birimleri ile Misis-Andırın Karışığı birimleri meydana getirir. Bu ayrıma göre inceleme alanındaki Neojen Havzalarını oluşturan birimlerin, kuzeyde Torid-Anatolid kuşağı, güneyde Arap-Afrika Platformu istifleri ve bu iki kuşak arasında yer alan Kenet kuşağı olmak üzere üç farklı kuşağa ait olduğu görülür. Bu üç ana tektonik kuşaklarda bulunan tektono-stratigrafik birimler, Pre-Miyosen yaşlı olup göreceli otokton, para otokton ve allokton konumdadır (Kozlu 1997).

Doğu Akdeniz bölgesinde bulunan inceleme alanı kuzeyde Toros kuşağı, güneyde Arap-Afrika kıtası ve ortada Kenet kuşağı olmak üzere üç farklı kuşağa ait birimlerden oluşmasından dolayı jeoloji bakımından karmaşık ve önemlidir.

4.2. İNCELEME ALANIN STRATİGRAFİK JEOLJİSİ

4.2.1. İnceleme Alanında Neojen Havzalarının Temelini Oluşturan Birimler

Bu çalışmada inceleme alanında Neojen havzalarının temelini oluşturan birimlerden kısaca bahsedilmiş ve daha sonra her havzada gözlemlenen birimler yaşlıdan gence doğru ilerleyen bir sıralama ile açıklanmıştır. İnceleme alanının 1:300.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Jeolojik haritada A-A' ve B-B' olmak üzere jeolojik kesitler alınmıştır (Şekil 4.4).

4.2.1.1. Geyikdağı Birliği

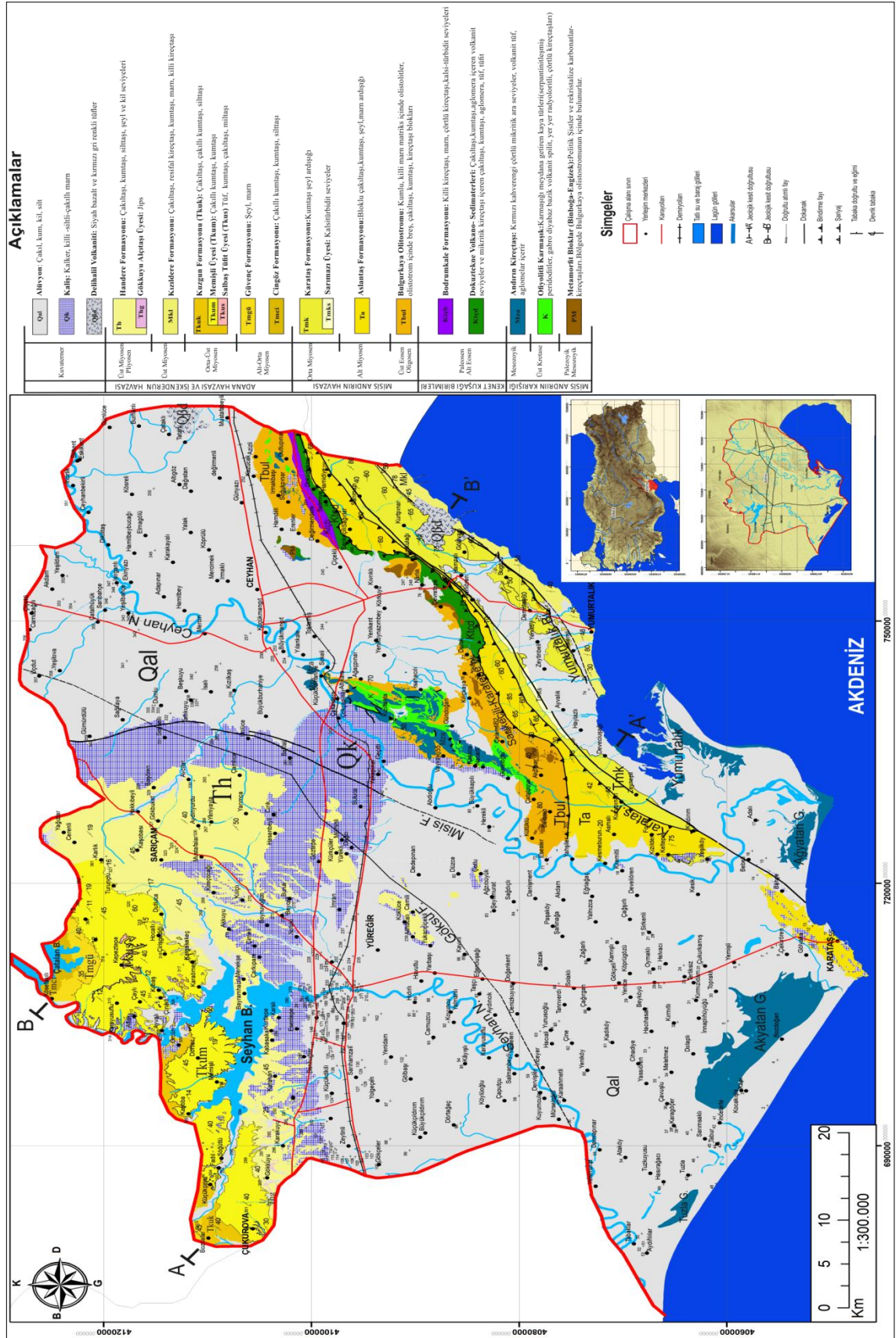
İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde bulunan Adana havzasında gözlemlenen birimlerin temelinde; Köpekli, Karaisallı, Gildirli Formasyonu ve en altta Toros birliklerinden Geyikdağı Birliğine ait birimler yer alır. Birlik İnfra-Kambriyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş, genelde şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşur. Kuzeybatı ve kuzeyden Aladağ ve Bozkır Birliği tarafından tektonik olarak üzerlenen birlik güneydoğuda doğrultu atımlı olan Göksu Fayı ile sınırlanır (Kozlu, 1997).

4.2.1.2. Arap-Afrika Platform İstifi

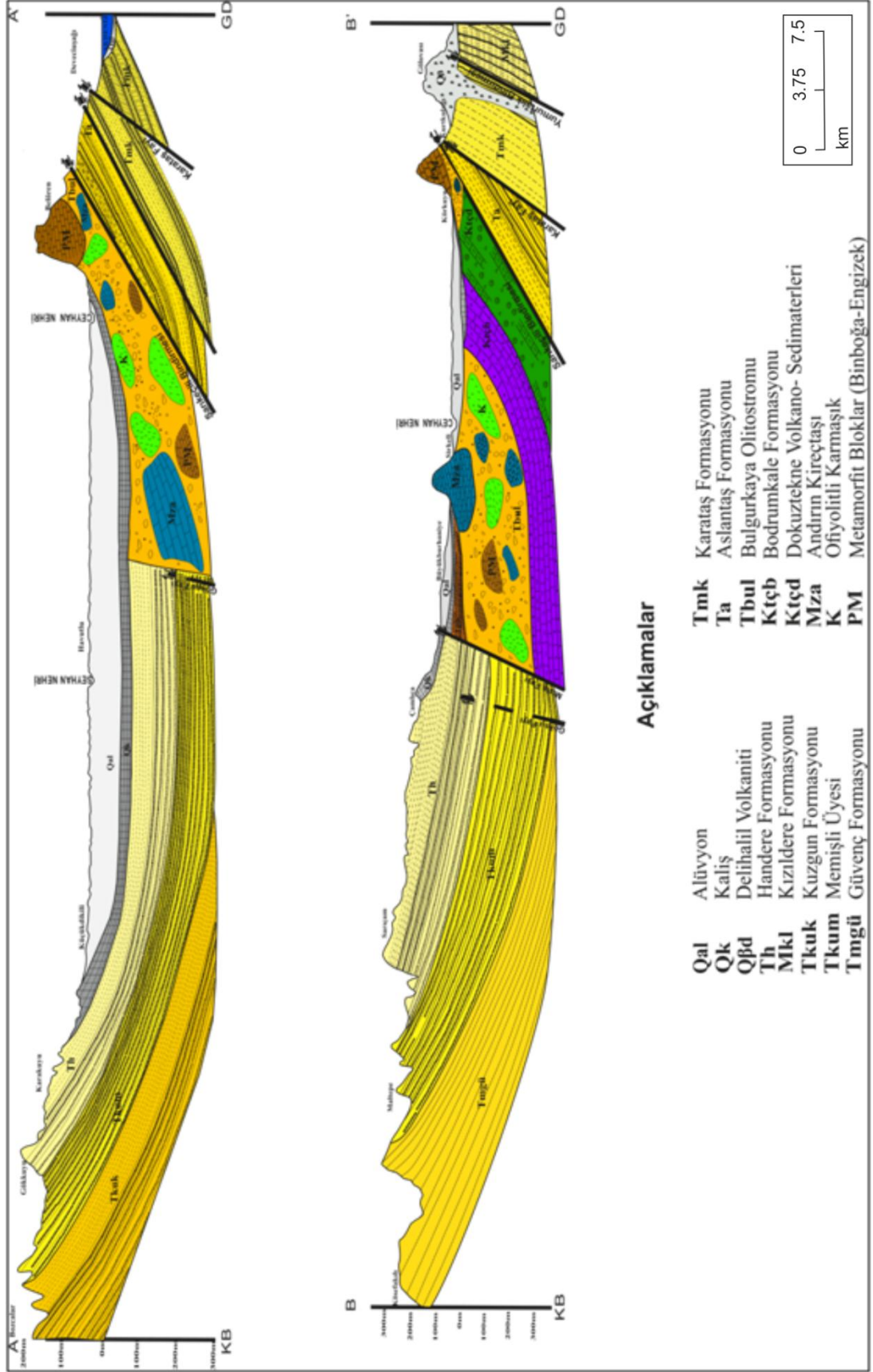
Amonos dağları ile İskenderun körfezi arasındaki çökelim alanı İskenderun havzası olarak adlandırılır (Kozlu, 1997). Havzadaki Neojen istiflerinin temelini, Arap-Afrika Platform İstifi, Koçali ofiyolit karmaşığı, Kızıldağ Ofiyoliti ve bunların üzerinde yer alan Üst Maastrihyen-Eosen yaşlı örtü birimleri oluşturur. Arap-Afrika Platform İstifi İnfra-Kambriyen-Kretase zaman aralığında şelfte çökelmiş karbonat ve kırıntılı fasiyes birimlerinden oluşur. Yer yer volkanik kayalar içeren istifteki kırıntılı fasiyes birimlerinin üzerine güney Tetis koluna ait ofiyolitler ve ofiyolitli melanj napı yerleşmiştir (Kozlu, 1997).

4.2.1.3. Koçali Karışığı ve Kızıldağ Ofiyoliti

Arap Platform istifinin üzerine yerleşen ofiyolit kayalar; Koçali Karışığı ve Kızıldağ Ofiyoliti olmak üzere iki tektonik dilimden oluşur. Altta bulunan Koçali Karışığı, geç Triyas erken Kretase aralığında meydana gelen volkana-sedimanter birimlerden oluşur. Kızıldağ Ofiyoliti ise düzenli ofiyolit diliminden oluşur ve Koçali Karışığını üzerler (Kozlu, 1997). Kızıldağ Ofiyoliti inceleme alanının güneydoğusunda Yumurtalık fay hattı boyunca gözlemlenen Kızıldere Formasyonunun temelinde yer alır.



Şekil 4.3: İnceleme alanının jeoloji haritası (Kozlu,1997; MTA jeoloji haritalarından yararlanılmıştır).



Şekil 4.4: Jeoloji haritasında alınan A-A' ve B-B' jeolojik kesitler.

4.2.1.4. Dokuztekne Volkana-Sedimanterleri ve Bodrumkale Formasyonu

Adana ve İskenderun havzaları arasında bulunan Misis-Andırın havzasının temelini oluşturan Kenet kuşağı birimleri inceleme alanının güneydoğu kesiminde geniş yayılım gösterir. Dokuztekne volkano-sedimenterleri kenet kuşağı birimlerinin üzerine bindirme ile gelmiştir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Dokuztekne Volkano-Sedimenterleriyle birlikte yüzeyleyen Bodrumkale Formasyonu arazide haritalanabilecek ölçekte olduğundan dolayı ‘İnceleme Alanında Misis-Andırın havzasının Stratigrafisi başlığı’ altında detaylı açıklanmıştır.

4.2.1.5. Misis-Andırın Karışığı Birimleri

Kenet kuşağının temelini oluşturan Misis-Andırın Karışığı birimleri inceleme alanında Ceyhan içesinin güney kesiminde ve Misis dağları çevresinde görülür (Ek-1 ve Şekil 4.3). Toros kuşağına ait kıtasal kabuk birimlerinden ve okyanusal kabuk kökenli ofiyolitlerden meydana gelen bu karışık Üst Senoniyen yaşındadır (Kozlu 1997). Karışıktaki bulunan kıtasal kabuk kökenli birimler Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı şist, kristalize kireçtaşları ve kireçtaşları, Üst Triyas yaşlı Turnadağı kırıntılıları ve Üst Kretase yaşlı Paşaoğlu filişidir. Önemli tektonik hatların arasında meydana gelen bu karışık, aşırı bloklu yapıda farklı yaş ve türdeki kayalardan oluşmuş kaotik bir yapıdadır. Karışığın tamamı yer yer dağ boyutunda ulaşan bloklu yapıdadır ve inceleme alanında Bulgurkaya Olistostromu içerisinde bloklar (olistolitler) olarak bulunmaktadır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Misis-Andırın Karışığına ait bloklar kaynaklarına ve kaya türü özelliklerine göre Andırın ve Binboğa-Engizek olarak gruplandırılmıştır. Bu iki grup birbirleriyle tektonik ilişkilidir (Kozlu 1997).

Andırın Kireçtaşları (Mza): Andırın grubuna ait birimlerden olan bu birim allokton konumdadır ve genellikle şelf karbonatlarından oluşmuştur. Andırın Kireçtaşları Üst Triyas-Jura-Kretase yaşında olup çok uzun mesafeler boyunca hareket ettiğinden dolayı dilimli ve aşırı bloklu yapıdadır (Kozlu, 1997). İnceleme alanında genellikle Bulgurkaya Olistostromunun içerisinde Güveloğlu ile Sirkeli köyleri arasında (Misis dağları) bulunmaktadır (Ek-1 ve Şekil 4.3).

Paşaoğlu filışı (Kp):Misis-Andırın Melanjının en genç matriksini oluşturan Paşaoğlu filışı bol bloklu yapıda, gri renkli kumtaşı, şeyl ve olistostromal çakıltaşlarının ardalanmalarından oluşmuştur. Andırın Kireçtaşları ve ofiyolitlerle birlikte melanjın

oluşumuna katılır ve bunların yayılım alanlarına bağlı olarak yüzeyler. İnceleme alanında Misis dağları çevresinde haritalanamayacak boyutlarda küçük yüzeylemeler verir.

Darıovası Ofiyolitik Melanji (K): Ofiyolit topluluğu kayalarının kaotik karışımlarından meydana gelen melanj serpantinleşmiş peridotitler, gabro, diyabaz, bazik volkanit-spilit, yer yer radyolarit ve silisiye çörtlü kireçtaşlarından oluşur (Kozlu 1987). İnceleme alanında Misis dağlarında görülür (Ek-1 ve Şekil 4.3).

Engizek- Binboğa Grubu (PM): Bu grup çoğunlukla pelitik şistler ve rekrstalize karbonatlardan oluşmuştur (Kozlu 1997). İnceleme alanında Kurtkulağı, Kılıçkaya, Belören ve Akpınar köyü çevrelerinde ve Ada, Haspek, Kılıçkaya tepelerinde, Dede, Uyuz ve Davud dağlarında yüzeyleyen metamorfitle Bulgurkaya Olistostromu içerisinde bloklar (olistolitler) şeklinde bulunurlar (Ek-1 ve Şekil 4.3).

4.2.2. İnceleme Alanında Adana Havzasının Stratigrafisi

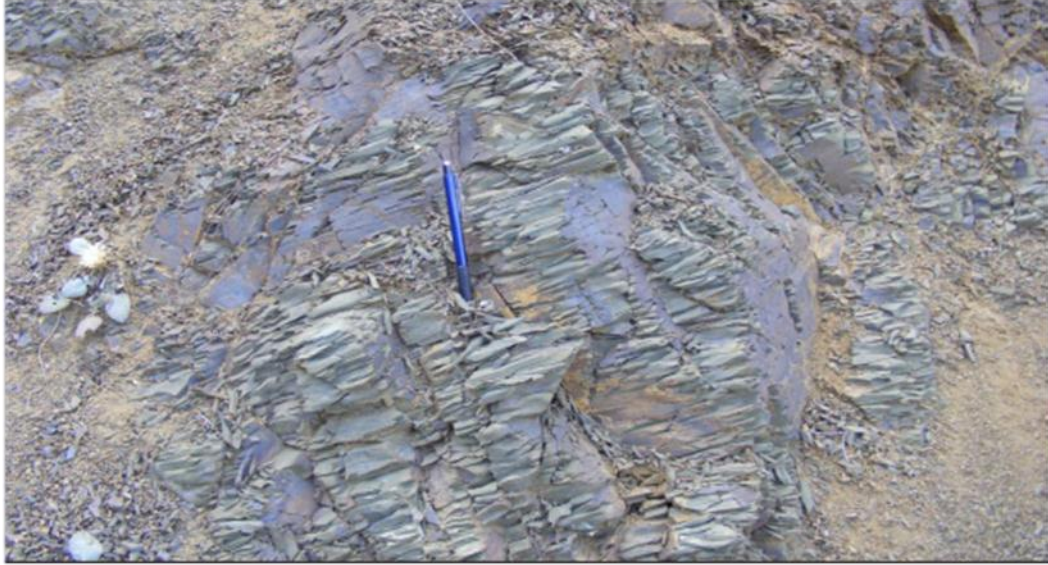
İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde Adana havzasında yaşlıdan gence doğru Cingöz, Güvenç, Kuzgun Formasyonu Kuzgun Üyesi, Salbaş Tüfit ve Memişli üyeleri ile Handere Formasyonu ve içerisinde merceksi şekilde yer alan Gökkyu Alçitaşı Üyesi gözlemlenir. Bu tersiyer istifleri her üç havzada yayılım gösteren Kuvaterner yaşlı Kalış oluşumları ve Alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtüldürler (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanında Adana Neojen havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti hazırlanmıştır (Şekil 4.5).

4.2.2.1. Cingöz Formasyonu (Tmci)

Schmidt (1961) tarafından isimlendirilen birim çoğunlukla inceleme alanında Cingöz ve Kösefakılı köyü çevresinde yüzeyler (Ek-1 ve Şekil 4.3). Türbiditik bir istif olan formasyon tabanda, çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşı birimleri ile üste doğru kumtaşı şeyl ardalanmalarından oluşur. Kalın, ince ve çok ince tabakalı yapı gösterir. Birimin kalınlığı 600-3500 m arasındadır (Schmidt, 1961). Altta Gildirli, Kaplankaya, Karaisalı ve üstte Güvenç Formasyonu ile geçişlidir (Yetiş, 1987). Yaşı birçok araştırmacıya göre farklılık gösteren birim Alt-Orta Miyosen'dir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.2.2. *Güvenç Formasyonu (Tmgü)*

Schmidt (1961) Cingöz Formasyonunun tabanında ayırt ettiği Köpekli şeylini ve Güvenç şeylini ‘Güvenç Formasyonu’ olarak incelemiştir. İnceleme alanında Bozcalar köyünün civarında ve Çatalan barajının güney kesimlerinde yüzeyleyen formasyonda %10 veya daha az oranlarda ince kumtaşı, silttaşı killi kireçtaşı ve yer yer de az karbonlu şeyl seviyeleri bulunur (Ek-1 ve Şekil 4.3). Formasyonda seyrek kumtaşı bantları bulunsa da egemen olan birim şeyllerdir (Şekil 4.6). Kumtaşlarındaki sedimanter yapılarına ve şeyllerin fosil içeriğine göre çökeltme ortamı derince denizel olarak yorumlanmıştır (Kozlu,1997). Kalınlığı Schmidt (1961) tarafından 2340 m olarak belirtilmiştir. Tabanda Karaisalı, Kaplankaya, Cingöz ve üstte Kuzgun Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Yaşı Alt-Orta Miyosen’dir (Alan ve diğ., 2007).



Şekil 4.6: Güvenç şeylinden bir görünüm (Zorlu, 2009).

4.2.2.3. *Kuzgun Üyesi (Tkuk)*

Bu birim ilk olarak Schmidt (1961) tarafından Kuzgun Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yetiş ve Demirkol (1986) Formasyonu Kuzgun, Salbaş Tüfit ve Memişli olmak üzere üç ayrı üyeye ayırarak incelemiştir. Delta ortamında çökelmiş formasyonun tabanında sığ denizel-karasal çökellerinden oluşmuş Kuzgun Üyesi ve bunun üzerine Salbaş Tüfit Üyesi ile Memişli Üyesi gelir. Kuzgun Üyesi çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşı-çamurtaşı ardalanımından oluşur (Yetiş ve diğ., 1986). İnceleme alanında Bozcalar, Küçükçınar, Kaşoba ve Dörtler köyü civarında fazla geniş olmayan yüzlekler verir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Kalınlığı 434 m olan üye altta Güvenç

Formasyonu ile geçişlidir ve üstünde Salbaş Tüfit Üyesi yer alır (Yetiş ve diğ., 1991). Yaşı Orta-Üst Miyosendir (Yetiş ve Demirkol 1986).

4.2.2.4. Salbaş Tüfit Üyesi (Tkus)

Tabanında yaklaşık 1m kalınlığında volkano-klastik kumtaşı-çakıltaşı birimleri bulunan Salbaş Tüfit Üyesi inceleme alanında Karayusuflu ve Kepeztepe çevrelerinde az bir alanda görülmektedir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Üyeyi meydana getiren esas birim tüfit kütesidir (Şekil 4.7). Bu tüfit kütesi kil ve mil içeren kıt mafik mineralli tüfit veya volkanoklastik miltaşı yapılıdır. Kalınlığı 6-10 m arasında değişir ve yaşı Orta-Üst Miyosendir (Yetiş ve Demirkol 1986).



Şekil 4.7: Salbaş Tüfit Üyesinden bir görünüm (Kara 2012).

4.2.2.5. Memişli Üyesi (Tkum)

Kuzgun Formasyonunun bu Üyesi Schmidt (1961) tarafından ‘Memişli kumtaşı’ olarak adlandırılmıştır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Esas olarak göl, akarsu ve sığ denizel çökellerinden meydana gelmiştir (Şekil 4.8). Üyenin tabanında çapraz tabakalı çakıllı kumtaşı, orta seviyelerde ince-orta tabakalı kumtaşı ve üstte çamurtaşı-silttaşından birimleri bulunur (Yetiş ve diğ., 1991). Kalınlığı Schmidt (1961) tarafından 850 m olarak belirtilmiştir. Salbaş Tüfit Üyesi üstte Handere Formasyonu ile geçişlidir (Yetiş ve Demirkol, 1986; Yetiş, 1987).



Şekil 4.8: Memişli Üyesine ait bir görünüm (Kara, 2012).

4.2.2.6. Handere Formasyonu (Th)

Handere Formasyonu ilk defa Schmidt (1961) tarafından isimlendirilmiştir. İnceleme alanında Seyhan barajı ve Sarıçam ilçesinin çevresinde oldukça geniş bir alanda gözlemlenir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Denizel ve deltayık çökellerden oluşmuş formasyonda genel olarak çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı marn ve yer yer evaporitler bulunur (Şekil 4.9), (Yetiş ve diğ., 1991).



Şekil 4.9: Yeşilyurt mahallesinde Handere Formasyonuna ait konglomeralar (Bakış kuzeybatıya).

Handere Formasyonu ‘‘Messiniyen Tuzluluk Krizi’’ olarak bilinen katastrofik bir olayın izlerini taşımaktadır (Şekil 4.10). Yaklaşık 6 milyon yıl önce, Akdeniz’in kurumaya başlamasıyla oluşan bu krizde Akdeniz havzalarında jips, anhidrit ve kaya tuzundan oluşan evaporitler çökelmiştir (Öğrünç ve diğ., 2000). Formasyon içerisinde, jeofizik verilerine göre yeryüzünden 500-1200 m arasında değişen aralıklardaki tuz zonlarından tuz alınarak tuz işletmeciliği yapılmaktadır.



Şekil 4.10: Seyhan merkezde Handere Formasyonuna ait bir görünüm (Bakış kuzeybatıya).

Handere Formasyonu çoğunlukla kil, kiltası ve silt gibi ince taneli malzemelerden oluştuğundan dolayı da birçok araştırmacıya göre ‘Handere Kili’ adıyla da tanımlanır (Güzel, 2005). Birimin kalınlığı birçok araştırmacıya göre farklılık gösterip 120-700 m arasında belirlenmiştir (Yetiş ve diğ.,1991). Altta Kuzgun Formasyonu ile geçişli olup üstte Adana baseninin geniş alanında yüzeyleyen taraçalar ve genç alüvyonal birimlerle uyumsuz olarak örtülüdür (Yetiş ve Demirkol, 1986 ve Yetiş, 1987). Handere Formasyonu yaşı Üst Miyosen- Pliyosendir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

Gökkuyu Alçıtası Üyesi (Thg): Handere Formasyonunda bulunan evaporitler, Gökkuyu Alçıtası Üyesi olarak adlandırılır (Yetiş ve Demirkol, 1986). İnceleme alanında oldukça küçük alanda gözlemlenen birim çoğunlukla Gökkuyu köyünün güneybatı kesimlerinde ve Karakuyu köyü yakınlarında görülür (Ek-1 ve Şekil 4.3). Handere Formasyonunun killi seviyeleri içerisinde merceksel olarak yüzeyleyen üye; yer yer silttaşı-çamurtaşı ara katmanlıdır. Kalınlığı 20 m olup üst ve alt kesimlerinde Handere Formasyonu ile düşey

ve yanal geçiş gösterir (Yetiş ve Demirkol, 1986 ve Yetiş, 1987). Üye içerisinde bulunduğu Handere Formasyonu ile aynı yaşta olup Üst Miyosen- Pliyosendir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

4.2.3. İnceleme Alanında Misis-Andırın Havzasının Stratigrafisi

İnceleme alanının doğu ve güney doğusunda Misis-Andırın havzasına ait gözlemlenen birimler Paleosen-Orta Eosen yaşlı Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri (Ktçd) ve Doruk Üyesi (Ktçdd), Üst Eosen-Oligosen yaşlı Bulgurkaya Olistostromu (Tbul), Alt Miyosen yaşlı Gebenköy Formasyonu (Tge), Alt Miyosen yaşlı Aslantaş Formasyonu (Ta), Orta Miyosen yaşlı Karataş Formasyonu (Tka), Sarımaçı Üyesi (Tksa), Kuvaterner yaşlı Kalişler (Qk) ve alüvyonlardır (Qal). Misis-Andırın havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti hazırlanmıştır (Şekil 4.11).

4.2.3.1. Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri (Ktçd) ve Doruk Üyesi (Ktçdd)

Kozlu (1987), birimin volkano-sedimanter bir istif olduğunu belirtmiş ve Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri olarak Çamlıbel grubuna dâhil etmiştir. İnceleme alanında Yellibel ve Dokuztekne köyleri arasında yüzeyleyen birim tabanda spilitik yapıda volkanitler, sonra ortaç volkanitler, en üste de tüfit ve aglomeralardan oluşur (Ek-1 ve Şekil 4.3). Yer yer marn, killi-kumlu kireçtaşı ve olistostromal çakıldaşı-kumtaşı seviyeleri içerir. Dokuztekne Volkano-Sedimanterleri genel olarak bazik volkanitlerin egemen olduğu mikritik ara seviyeleri içeren volkanit-tüfit-aglomera ardalanmalarından oluşmuştur (Şekil 4.12). İnceleme alanında Doruk köyü çevresinde harita ölçeğine göre gösterilemeyecek boyutta olan mikritik kireçtaşları Doruk Üyesi (Ktçdd) olarak adlandırılmıştır (Kozlu, 1997). Kalınlığı 50-500 m arasında değişen birim Paleosen-Orta Eosen yaşındadır. Dokuztekne Volkano-sedimaterleri Sankeçili-Karatepe tektonik hattıyla Aslantaş-Karataş Formasyonları üzerine bindirmeli olarak bulunur (Kozlu, 1997).

ÜST SİSTEM		SİSTEM		SERİ		FORMASYON		SİMGE		KALINLIK(m)		LİTOLOJİ		AÇIKLAMALAR																													
SENOZOYİK												KUVATERNER				TERSİYER																											
												Alüvyon		Kaliş		Delihalil		Gebenköy		Üst Eosen -Oligosen		Alt Miyosen																					
												Qal		Qk		Qβd		Tgb		Tbul		Tma		Tmk																			
												50		~30				300-600		500-700		800		2000																			
												Çakıl, kum, kil, silt		Kalker, killi - siltli - çakıllı marn		Siyah bazalt ve kırmızımsı gri renkli tüfler		Kumtaşı bantlı kumlu marn		Marn		Çakıltaşı, kanal dolgusu		Kumtaşı		Kumlu, killi marn matris içinde olistolitler, olistostrom içinde breş, çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı blokları		Killi kireçtaşı, marn, çörtlü kireçtaşı		Kalsi - türbidit seviyeleri		Volkanit seviyeler ve mikritik kireçtaşları içeren çakıltaşı, kumtaşı, aglomera, tuf, tüfit seviyeleri		Doruk Üyesi: Mikritik kireçtaşları		Bloklu çakıltaşı		Kumtaşı, şeyl, marn ardışı		Kumtaşı, şeyl ardışı		Sarımsız üyesi: Kalsi-türbidit seviyeleri	



Şekil 4.12: Çevretepe köyü civarında Bulgurkaya Olistostromunda bloklar şeklinde bulunan Dokuztekne volkano-sedimenter birimleri (Bakış kuzeydoğuya).

4.2.3.2. Bodrumkale Formasyonu (KTçb)

Dokuztekne volkano-sedimenterlerine bağlı olarak yüzeyleyen birim Kozlu (1997) tarafından adlandırılmıştır. Bodrumkale Formasyonu volkanik kökenli kumtaşlarıyla başlar ve kumtaşlarından sonra çört yumrulu ve çört bantlı mikritik kireçtaşlarıyla kalınlığı 2-10 m arasında değişen kalsi-türbidit seviyesine geçer. İnceleme alanında Değirmendere köyünün güneydoğu kesimi ile Dokuztekne köyünün kuzey kesimlerinde bulunur (Ek-1 ve Şekil 4.3). Altta Dokuztekne Volkano-Sedimenterleriyle uyumlu olan birim üstte Bulgurkaya Olistostromu tarafından uyumsuz olarak örtülüdür. Yaşı Orta Eosendir (Kozlu, 1997).

4.2.3.3. Bulgurkaya Olistostromu (Tbul)

Birimi Kozlu (1987) kaotik yapısından dolayı Formasyon adı yerine “Olistostrom” terimini kullanarak adlandırmıştır. Olistostrom Misis-Andırın havzasında denizel kumlu killi bir matriks içerisinde Misis-Andırın Melanjına ait blokları içerir. Bol olistolitli olan birim mega-breş, killi-kumlu çakıltaşı seviyeleri ile ardalanmalı çökelen, türbidit özellikli kumtaşı-kalkarenit ve kumlu marn kaya türlerinden oluşmaktadır. Birim içerisinde olistostromal çakıltaşlarıyla çevrili irili-ufaklı olistolitlerin yanı sıra birim

içerisine tektonik dilim olarak karışmış büyük boyutlu bazen dağ boyutuna ulaşan bloklar da bulunmaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: Narlık köyü civarında Bulgur kaya Olistostromunda dağ oluşturan bloklar (Bakış doğuya)

Bulgur kaya Olistostromu temel birimlerin üzerinde çoğunlukla mega breş seviyeleri ile başlar sonra olistostromal özellikli killi-kumlu çakıltaşlarına geçer. Çakıltaşlı seviyeler içerisinde kumlu marn ve kumtaşı mercekleri bulunur. Değişik kaya türlerinden türemiş çakıllar köşeli ve genel de gevşek yapıdadırlar. Birim içerisindeki çakıltaşlı seviyeleri karbonat çimento ile sıkıca çimentolanmış ve kötü boylanmalı kaba derecelenme gösterirler (Kozlu, 1997). İnceleme alanında Belören, Akpınar ve Kılıçkaya köyleri çevresinde doğu da Değirmendere ve Dutlupınar köylerinin çevresinde geniş yayılım gösterir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Bulgur kaya Olistostromu tavana doğru Gebenköy Formasyonu ile uyumlu dereceli geçişe sahip olup ve KB devamında Adana havzasının Miyosen birimlerine geçiş gösterir. olistostromun kalınlığı genel olarak 200-800m arasında olup yaşı Üst Eosen-Oligosen olarak belirtilmiştir (Kozlu, 1997).

4.2.3.4. Gebenköy Formasyonu (Tgb)

Formasyon ilk kez Kozlu (1987) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında harita ölçeğine göre gösterilemeyecek kadar küçüktür. Gündoğan köyünün güneyinde gözlemlenir. Bulgurkaya Olistostromunun üzerinde bulunan formasyon türbidit karakterli olup kumtaşı şeyl arıdışığında ve ara tabakalı çakıltaşı seviyelerinden oluşmuştur. Kumtaşı seviyeleri ince-orta ve yer yer kalın katmanlı, orta boylanmalı ve kireç çimentoludur. Şeyl seviyeleri de kalın katmanlıdır (Kozlu, 1997). Temelinde Bulgurkaya Olistostromu bulunan Gebenköy Formasyonu, Göksu fay zonundan Adana havzasına transgresif (aşamalı) bir geçiş göstererek gençleşir. Birimin kalınlığı 200-500 m arasında değiştiği ve Orta Miyosen yaşında olduğu belirtilmiştir (Kozlu, 1997).

4.2.3.5. Aslantaş Formasyonu (Ta) ve Karataş Formasyonu (Tmk)

Aslantaş Formasyonu Kozlu (1987) tarafından Alt Miyosen yaşlı birim olarak tanımlanmıştır. Karataş Formasyonu ise Schmidt (1961) tarafından Orta Miyosen yaşlı birim olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında Misis-Andırın havzasının doğrultusu (KD-GB) boyunca uzanan birimler Yeşilköy ile Hamidiye köylerinin arasında geniş bir alanda yüzeyler (Ek-1 ve Şekil 4.3).

Aslantaş Formasyonu çoğunlukla çakıltaşı-kumtaşı-şeyl seviyelerinin eşit ardalanmalarından oluşmuştur (Şekil 4.14). Formasyonunun bazı seviyelerinde küçük bloklu, bol kanyon çakıltaşları ve denizaltı yelpaze çökellerini içerir. Birim içerisindeki çakıltaşı ve kumtaşı seviyeler orta- kalın katmanlı kireç çimentoludur; şeyl seviyeleri ise kalın katmanlıdır. Kanyon dolgusu çakıltaşları boylanmasız ya da çok iri boylanmalı yapıda olup çoğu kütle ve çamur akması şeklinde şekilde olistostromal özelliktedir. Karataş Formasyonu ise ortaç ve iraksak türbiditlerle temsil edilen derin havza çökellerini içerir. Karataş Formasyonu orta-kalın tabakalı, laminalı şeyller ile ince-orta ve yer yer kalın katmanlı kumtaşlarının düzenli ve eş şekilde ardalanımlarından oluşur. Karataş Formasyonunun bazı yerlerinde denizaltı kanal çakıltaşlarındaki çakıllar dışında iri bloklar görülmez (Kozlu, 1997).

Birbirinin devamı olan Aslantaş ve Karataş Formasyonları bütünüyle türbidit karakterlidir. İnceleme alanında birbirleri ile tekrarlanan tektonik dilimler oluşturur. Formasyonlara ait dilimin tavanında Bulgurkaya ve Gebenköy birimleri; tabanında ise, İskenderun havzasına ait olan Kızıldere Formasyonu bulunmaktadır. Aslantaş ve

Karataş formasyonlarının yayılım alanı, kuzeybatı taraftan ve üstten Sarıkeçili-Karatepe ve Bostanlı-Çuhadarlı Bindirmeleriyle; güneydoğu taraftan ve alttan ise, Yumurtalık Bindirmesi ile sınırlandırılmıştır.

Sarımazı Üyesi (Tmks): Aslantaş ve Karataş Formasyonlarının arasında kalınlığı 20-80 m arasında değişen kalsi-türbidit seviyesi yer alır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Bu seviye Kozlu (1987) tarafından Karataş Formasyonuna ait Sarımazı Üyesi (Tmks) olarak adlandırılmıştır. Yanal yönde incelik-kalınlaşan bu kırıntılı kireçtaşı birimi Alt Miyosen-Orta Miyosen arasında geçiş kuşağında bulunur. Kırıklı çatlaklı ve erime boşluklu yapı gösterir (Kozlu, 1997).



Şekil 4.14: Hamzalı çevresinde Aslantaş Formasyonu içerisindeki kumtaşı seviyeleri (Bakış doğuya).

4.2.4. İnceleme Alanında İskenderun Havzasının Stratigrafisi

İnceleme alanının güneydoğusunda İskenderun havzasında gözlemlenen birimler Üst Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu (Tk1), Kuvaterner yaşlı Delihalil vokaniti (Qβ), Kaliş (Qk) ve alüvyonlardır. Temel birimlerin üzerinde gelişen İskenderun Neojen havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti hazırlanmıştır (Şekil 4.15).

4.2.4.1. Kızıldere Formasyonu (Mkl)

İnceleme alanında allokton olarak bulunan Kızıldere Formasyonu Akdeniz kıyısına paralel olarak Yumurtalık'tan Gölovası'na doğru uzanmaktadır (Ek-1 ve Şekil 4.3).

Tabanında merceksel resifal kireçtaşları ve marnlar bulunan birim orta kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl ardışığından oluşur (Şekil 4.16). İnceleme alanında Yumurtalık bölgesinde kömürleşmiş bitki kırıntıları içermektedir. Türbidit karakterli olan birim tabandan tavana doğru Messiniyen'in evaporitli çökellerine dereceli geçiş gösterir (Kozlu,1997). İnceleme alanında Kızıldere Formasyonu KB'dan Yumurtalık Bindirmesiyle Misis-Andırın havzasının birimleri ile tektonik ilişkilidir. İskenderun ve Misis-Andırın havzaları arasındaki Yumurtalık Bindirmesi boyunca uzanan formasyonun üzeri yer yer Delihalil Volkaniti, bazen de alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülüdür. Formasyonunun yaşı Üst Miyosen olarak belirlenmiştir (Bilgin, 2013).

ÜST SİSTEM SİSTEM	SERİ	FORMASYON SİMGE	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ		AÇIKLAMALAR
				Alüvyon	Kalış	
SENOZOYİK	KUVATERNER	Alüvyon	Qal	50		Çakıl, Kum, Kil, Silt
		Kalış	Qk	~30		Kalker, killi-siltli-çakıllı marn
TERSİYER	Üst Miyosen	Delihalil	Qβd			Siyah bazalt ve kırmızımsı gri renkli tüfler
		Kızıldere	Mkl	600-2800		Kumtaşı şeyl ardışığı
						Marn
						Horu kireçtaşı
					Çakıltası	
						Kalecik Formasyonu Üst Kretase - Paleosen-Eosen birimleri Kızıldağ ofiyoliti
						ÖLÇEKSİZ

Şekil 4.15: İskenderun Neojen havzasının geliştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu, 1997'den değiştirilmiştir).



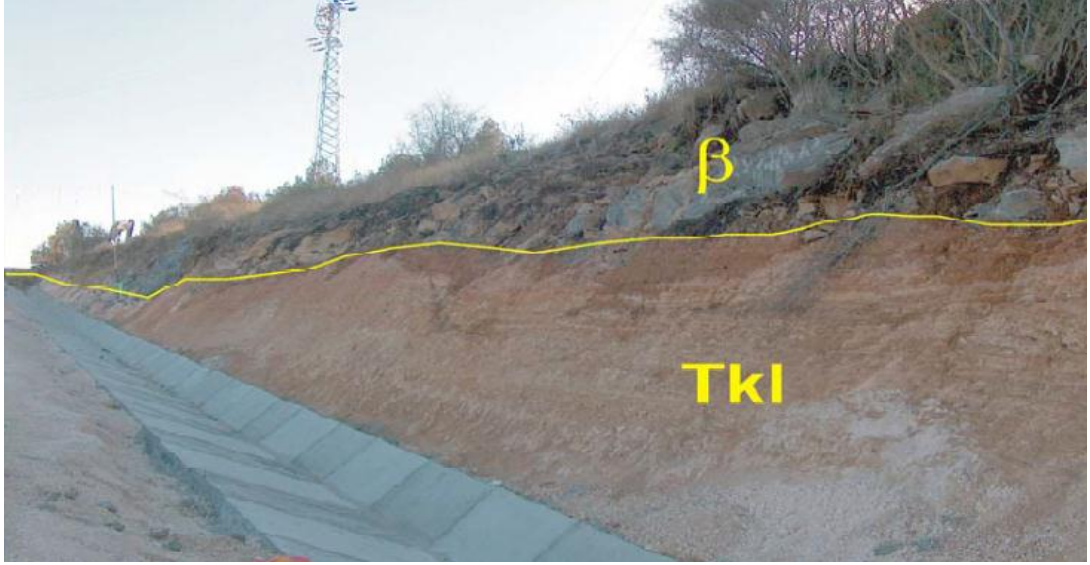
Şekil 4.16: Kurtpınar civarında sahil kenarındaki Kızıldere Formasyonuna ait aşınmış kumtaşları (Bakış güneye doğru).

4.2.5. İnceleme Alanında Kuvaterner Birimleri

İnceleme alanında görülen Kuvaterner yaşlı birimler Delihalil Volkaniti (Q β), kaliş (Qk) ve alüvyonlardır (Qal). Her üç havzada da bulunan alüvyonlarla birlikte Adana ve Misis-Andırın havzasında kaliş, İskenderun ve Misis-Andırın havzasında Delihalil volkanitleri de gözlemlenmiştir (Ek-1 ve Şekil 4.3).

4.2.5.1. Delihalil Volkanitleri (Q β d)

Bu volkanitlerin çıkış noktası Toprakkale köyünün batısındaki Delihalil Tepe olduğundan dolayı Kozlu (1982) tarafından Delihalil Volkaniti olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Misis-Andırın ile İskenderun havzası sınır kuşağındaki Yumurtalık tektonik hattı üzerinde Kurtpınar ve Gölovası köylerinin arasında kalan alanda gözlemlenmektedir (Ek-1 ve Şekil 4.3). Delihalil Volkaniti gözenekli, siyah renkli bazaltların ve kırmızımsı-gri tüflerin ardalanmasından oluşmuştur. Volkanitlerin erüpsiyon yaşı, Üst Pliyosenin hemen sonrasındır (Kozlu, 1997). Yumurtalık Bindirme fay hattı boyunca Kızıldere Formasyonu ile Delihalil Volkanitleri uyumsuz olarak gözlemlenir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Kızıldere ile Delihalil Volkanitleri arasındaki dokanak ilişkisi (Sevdi, 2005).

4.2.5.2. *Kaliş (Qk)*

Genel anlamda kullanılan kaliş terimi kurak ve yarı kurak iklimlerde oluşan ikincil kalsiyum karbonat çökeltileridir ve karasal ortamı karakterize eder (Eren, 2006). İnceleme alanında genellikle Handere Formasyonunun üzerinde oluşan Kaliş kökensele olarak iki farklı yolla oluşur (Ek-1 ve Şekil 4.3). Birincisi kapilerite yoluyla, buharlaşmanın çok yoğun olduğu sıcak ve kurak iklim dönemlerinde; yeraltı suları kapileritenin etkisiyle yüzeye doğru yükselirken buharlaşır ve içerisinde bulunan karbonat çökelti olarak Kalişi meydana getirir. İkinci ise yüzey sularının derinlere sızmasıyla çözünmüş karbonat aşağıya doğru hareket ederek Kalişi oluşur.

Boşluk suyu basıncının yüksek olduğu ince taneli jeolojik birimler kimyasal tortul kayaç olarak ta bilinen kalişler için uygun çökeltme ortamlarıdır. Türkiye’de inceleme alanının içerisinde bulunduğu kurak iklime sahip Akdeniz bölgesi kaliş oluşumu için uygun çökeltim alanıdır. Kalişler kalker, killi-siltli-çakıllı kalker, marn kalker birimlerini içerir (Ulu, 2009). Kalişler inceleme alanında alüvyonlarla örtülü olarak kuzeybatı kesimlerde yaygın olarak, güneyde ise Ceyhan nehrinin Akdeniz’e doğru uzanan kesimlerinde seyrek olarak gözlemlenir (Şekil 4.18). Kalişlerin kalınlıkları oluştukları yöreye göre farklılık gösterir, DSİ’nin Kızıldağ köyünde açmış olduğu 6001 nolu kuyuda kalişin kalınlığı 46 m iken, Şambayad köyünde açmış olduğu 3932 nolu kuyuda 2 m olup ortalama kalınlığı 25m olarak belirtilmiştir (Yetiş ve diğ., 1991). Yaşı, Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından Kuvaterner olarak belirtilmiştir.



Şekil 4.18: Kalişlerin genel görünümü (Anonim, 2011).

4.2.5.3. Alüvyon (Qal)

Akarsuların taşıdığı bloklu çakıl, kum, kil, mil gibi malzemelerin suyun akış hızının düşmesine bağlı olarak uygun yerde birikmeleriyle oluşan alüvyonlar inceleme alanında geniş yer kaplayarak bir alüvyon ovası meydana getirmiştir (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanında yer alan alüvyonlar eski ve genç alüvyonlar olarak ayrılmıştır (Şekil 4.19). Eski alüvyonlar çoğunlukla bitkisel toprak ile örtülü yeni alüvyonlar ise dere boylarında oluşmuş kötü boylanmalı az tutturulmuş ya da tutturulmamış silt, kil, kum ve çakıllardan meydana gelmiş güncel çökellerdir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

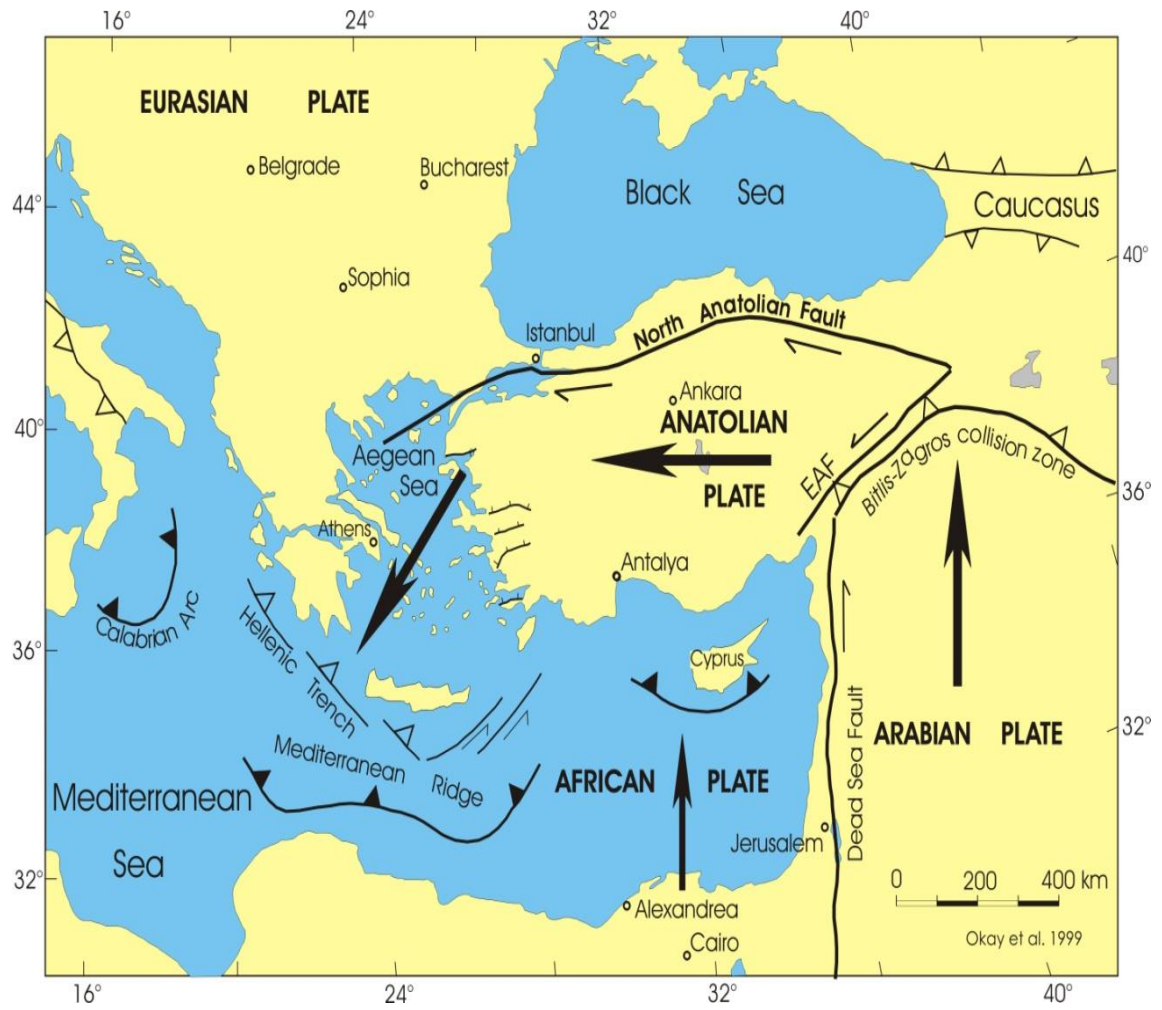


Şekil 4.19: Seyhan merkezde Seyhan nehri boyunca oluşmuş genç alüvyonlardan bir görünüm (Bakış güneye).

Alüvyon çökellerini meydana getiren malzemelerin oranları akarsuyun türüne göre farklılık gösterirler. Seyhan nehri boyunca bulunan alüvyonlarda nehrin menderesli özelliğinden dolayı çakıl oranı çamur oranından daha azdır. Seyhan nehrinin güneydeki kısımlarına doğru kalın kum, çakıl, kum ve killi malzemeler bulunmaktadır. Ceyhan nehrinin yatağında geniş yayılım gösteren alüvyonlar ise az killi ince siltli çakıl ve kumdan oluşur, akarsuyun hızına bağlı olarak bazı yerlerde iritaş olarak bazı yerde blok boyutunda bloklar yer alır. İnceleme alanında nehir ve dere yataklarında gözlemlenen alüvyonlar çoğunlukla ofiyolit, kireçtaşı, radyolarit ve çörten türemiş kötü boylanmalı ince kumdan büyük bloğa kadar değişen farklı boyutta gevşek çakıllardan oluşmuştur (Alan ve diğ., 2011). Alüvyonun kalınlığı ortalama olarak 50 m belirtilmiştir (Bilgin, 2013). İnceleme alanında her üç havzada geniş yayılım gösteren alüvyonlar alttaki birimleri örten en genç birimlerdir.

4.3. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK

Neotektonik dönemde, Arap ile Avrasya levhasının çarpışması Türkiye'nin genel tektoniğinde çok belirgin etkiler meydana getirmiştir. Bu çarpışmayla Arap levhasının kuzeye doğru hareket etmesi ile Doğu Anadolu'yu sıkıştırması kıta kabuğunun kalınlaşmasına ve Doğu Anadolu'nun yükselmesine sebep olurken, Anadolu levhasının da batıya doğru kaçmasına neden olmuştur (Şekil 4.20). Bu hareketlerin sonucunda Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu ve Kuzey Doğu Anadolu Fayı olmak üzere üç yeni levha sınırı meydana gelmiştir.



Şekil 4.20: Doğu Akdeniz'in aktif tektonik haritası (Okay ve diğ., 1999).

İnceleme alanı, büyük ve ana levhalar olarak adlandırılan Avrasya, Afrika, Arap ile küçük levhalar olarak adlandırılan Anadolu, Kuzey Doğu Anadolu ve Karadeniz levhalarının birbirleriyle olan hareketlerinden etkilenmiştir. Bunun sonucunda bölgede Neotektonik deformasyonlara bağlı olarak yapısal unsurlar ortaya çıkmış ve alanın aktif

deprensellik karakteri oluşmuştur. Üst Kretase'den günümüze kadar çok aktif bir tektonizmanın etkisinde kalmış olan inceleme alanının şekillenmesinde etkin olan faylar, bindirmeler, şariyajlar, kıvrımlar, bulunmaktır. Kozlu (1997) inceleme alanının güney doğu kesimindeki tektonik yapıları Aslantaş fay zonu, Yumurtalık Bindirmesi, Sarıkeçili - Karatepe Bindirmesi, Karataş ve Zeytinbeli fayları olmak üzere ayrı ayrı tanımlayarak haritalamıştır (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde, Karsantı-Karaisalı Fayı, KD-GB uzanımlı sol atımlı Ecemiş Fayı ve kuzeyde Kozan Fayı etkilidir.

4.3.1. Faylar ve Bindirmeler

İnceleme alanında bulunan faylar birçok araştırmacı tarafından farklı adlarla tanımlanmıştır. Türkiye diri fay haritasında inceleme alanındaki etkili faylar Misis, Karataş ve Yumurtalık fayları olarak gösterilmiştir (Emre ve diğ., 2011). Kozlu (1987 ve 1997)'de yaptığı çalışmalarında Adana ile Misis-Andırın havzasını ayıran Göksu Fayını, inceleme alanının batı ve güneydoğu kesiminde yer alan tektonik yapıları da Aslantaş Fay Zonu ve bu fay zonuna bağlı olarak gelişen Karataş-Zeytinbeli Fayı, Sarıkeçili - Karatepe Bindirmesi, Misis- Andırın ve İskenderun havzalarının sınırını da Yumurtalık Bindirmesi olarak ayrı ayrı tanımlamış ve haritalamıştır (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanının dışında bulunan ve bölgenin şekillenmesinde etkili olan faylar ise Ecemiş, Karsantı-Karaisallı, Kozan, İskenderun, Ölüdeniz ve Doğu Anadolu faylarıdır.

4.3.1.1. Yumurtalık Bindirmesi

İnceleme alanında Yumurtalık lagünlerinin kuzey kısımlarında denizden karaya doğru çıkarak görülmeye başlar ve Yumurtalık ilçesinin kuzeyinden Hamidiye köyünün güneyine kadar görülmeye devam eder (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanının dışında ise kuzeyde Amonoslara doğru uzanır. Yumurtalık Bindirmesi Kozlu (1982 ve 1987) tarafından adlandırılmıştır. KD-GB doğrultu olan bindirmenin eğimi bazı alanlarda 60-70 derece arasında değişir ve eğim yönü KB'ya doğrudur.

İnceleme alanında Yumurtalık Bindirmesi İskenderun havzasına ait Kızıldere ile Misis-Andırın havzasının formasyonlarından Karataş ve Aslantaşı birbirinden ayırarak iki havza arasında sınır oluşturur. Bindirmenin yaşı Üst Miyosen sonu-Üst Pliyosen öncesidir (Kozlu, 1997). Gölovası ve Kurtpınar köylerinin arasında Yumurtalık Bindirmesi Delihalil Bazaltları tarafından örtülmektedir. Misis-Andırın havzasında yer alan birimler Sarıkeçili-Karatepe Bindirmesiyle, önce Aslantaş ve Karataş

Formasyonlarının üzerine gelmiş daha sonrada Yumurtalık Bindirmesiyle Kızıldere Formasyonunun üzerine itilmiştir. Yumurtalık Bindirmesi (Emre ve diğ., 2011) tarafından hazırlanan Türkiye diri fay haritasında Yumurtalık Fayı olarak gösterilmiştir.

4.3.1.2. Karataş ve Zeytinbeli Fayı

İnceleme alanında Sarıkeçili-Karatepe Bindirmesi Doruk köyünün GB'dan ve Karataş ilçesinin KD'dan denize ulaşır bu kısım Karataş Fayı olarak adlandırılır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Aynı bindirmenin KD'dan inceleme alanının dışında bulunan Karatepe'ye kadar olan kısmı da Zeytinbeli olarak tanımlanmıştır (Kozlu,1997). Bu faylar Emre ve diğ., (2011) tarafından hazırlanan Türkiye diri fay haritasında ve bu çalışmada da Karataş Fayı olarak gösterilmiştir. KD-GB doğrultulu olan Karataş Fayı Üst Pliyosen ve sonrasında gelişmiş normal faydır.

4.3.1.3. Aslantaş Fay Zonu

Bu fay, Kozlu (1990) tarafından Aslantaş Fay Zonu olarak tanıtılmıştır. İnceleme alanında Karataş ve Yumurtalık ilçelerinin çevrelerinden denizden karaya doğru çıkarak, Ceyhan ilçesinin çevresinden kuzeyde Amonos dağlarına kadar devam eder. Bu çalışma için hazırlanan jeolojik haritada inceleme alanında ana fayın ayırt edilmesi zor olduğundan dolayı Aslantaş Fay Zonu gösterilmeyip, bu fay zonuna bağlı olarak gelişen Yumurtalık ve Sarıkeçili-Karatepe Bindirmeleri gösterilmiştir (Ek-1 ve Şekil 4.3). KD-GB doğrultulu Aslantaş Fayı sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır (Kozlu, 1997).

4.3.1.4. Sarıkeçili- Karatepe Bindirmesi

İnceleme alanında Yumurtalık Fayına paralel olarak KD-GB doğrultusunda Yahşiler köyünde yüksek eğimli fay olarak başlar ve Doruk köyü çevresinden itibaren bindirme karakterine dönüşerek kuzeydoğuda Dokuztekne köyüne kadar devam eder (Ek-1 ve Şekil 4.3). İnceleme alanının dışında Osmaniye'nin Karatepe ilçesine kadar uzanır. Sarıkeçili-Karatepe Bindirmesi inceleme alanında Bulgurkaya Olistostromunu ve Aslantaş Formasyonlarını ayırarak aralarında sınır oluşturur.

4.3.1.5. Misis Fayı

İnceleme alanında Herekli köyünün batısından kuzeye doğru Gümbürdülü köyüne kadar görülen Misis Fayı ilk defa Emre ve diğ. (2011) tarafından adlandırılmış diri faydır. İnceleme alanı dışında İmamoğlu'na kadar uzanır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Misis Fayı sol yanal atımlı fay olup ortalama K25D doğrultusundadır.

4.3.1.6. Göksu Fayı

Doğu Toros bölgesinde önemli olan faylardan olan Göksu Fayı, Kozlu (1987) tarafından tanımlanmıştır. İnceleme alanında Misis-Andırın ile Adana havzasının birimleri arasında sınır oluşturmaktadır. Göksu Fayı Adana ve Misis arasında DKD-BKB doğrultusunca uzanır (Ek-1 ve Şekil 4.3). Sağ yönlü doğrultu atımlı Göksu Fayının eğimi 70-90 arasındadır ve eğim yönü de GD ve KB olmak üzere her iki yöndedir. İnceleme alanında Misis ve Adana çevresinde alüvyon ve Neojen örtü birimleri altında gizlenmiştir (Kozlu, 1997).

4.3.2. Uyumsuzluklar

Türkiye'nin en önemli tektonik bölgelerinden birinde bulunan inceleme alanındaki birimlerde görülen uyumsuzluklar iki gruba ayrılır (Kozlu, 1997). Bunlardan birincisi bölgesel ölçekte açısız uyumsuzluklardır. Büyük orojenik hareketlerin etkisinde havza açılımına bağlı olarak oluşan uyumsuzluklardır. Diğer bir grup olan yersel uyumsuzluklardır. Bu uyumsuzluklar ise belli bir yörede etkili olan tektonik hareketlerin etkisinde havzanın evrimine bağlı olarak oluşmuştur (Kozlu, 1997).

Misis-Andırın havzasında bulunan Bulgurkaya Olistostromunun istiflerinin tabanı açılmalı uyumsuz olup, nap önü havzada ise uyumludur. Bulgurkaya Olistostromunun üzerine gelen Gebenköy Formasyonu, olistostromdaki olistolitlerin üzerinde transgressif aşmalı (uyumsuz) gelir. Bulgurkaya ve Gebenköy Formasyonu arasındaki dokanak yersel uyumsuzluk olarak belirlenmiştir. Havzadaki Orta Miyosen yaşındaki birimler havza kenarlarında açılı uyumsuzluk gösterirken havzanın merkezinde uyumludur. Aslantaş Formasyonu üzerine geldiği Karataş Formasyonunun üzerinde uyumsuzdur (Kozlu, 1997). Adana havzasındaki Miyosen istifleri üzerine geldikleri temel birimler ile açılı uyumsuzluk gösterir. Havzadaki Tersiyer çökelleri Cingöz, Güvenç, Kuzgun Formasyonu ve bu Formasyonunun üyeleri Kuzgun, Salbaş Tüfit ve Memişli üyeleri ve bu Handere Formasyonu ile Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi uyumsuzluk göstermezlerken bu çökeller üzerinde Kuvaterner yaşlı örtü birimlerinden Kaliş ve Alüvyonlar uyumsuzlukla yer alır. İskenderun havzasındaki Kızıldere, Misis-Andırın havzasından Karataş Formasyonu ile tektonik ilişkilidir (Kozlu,1997). İnceleme alanındaki Kuvaterner yaşlı Delihalil Bazaltları tektonik hareketlerin son ürünü olarak oluşmuştur ve açılmalı uyumsuzlukla Karataş ve Kızıldere Formasyonlarını örter (Kozlu, 1997).

4.3.3. Kıvrımlar

Tabakalı kayaçlarda meydana gelen kıvrımlar plastik deformasyon ürünü olan sıkışma tektoniğinin belirteçleridir. İnceleme alanında kuvvetli bir tektonizmanın etkisiyle KB-GD doğrultusunda gelişen sıkışmaya bağlı olarak aşırı deformasyon izleri olan ters faylar, kıvrımlar bulunur. İnceleme alanındaki kıvrımlar, bölgenin yapısal özelliklerine uygun olarak gelişmişlerdir. Adana ve İskenderun havzalarındaki faylara bağlı olarak bloklara ayrılmış yapısal şekiller oluşmuştur. Buradaki bloklar üzerinde gelişmiş kıvrımlar faylarla çok sık kesilirler. Faylara yakın yerlerde oluşmuş kıvrımlar çoğu yerde kırık, devrik ve sık kıvrımlı yapıdadırlar (Kozlu, 1997).

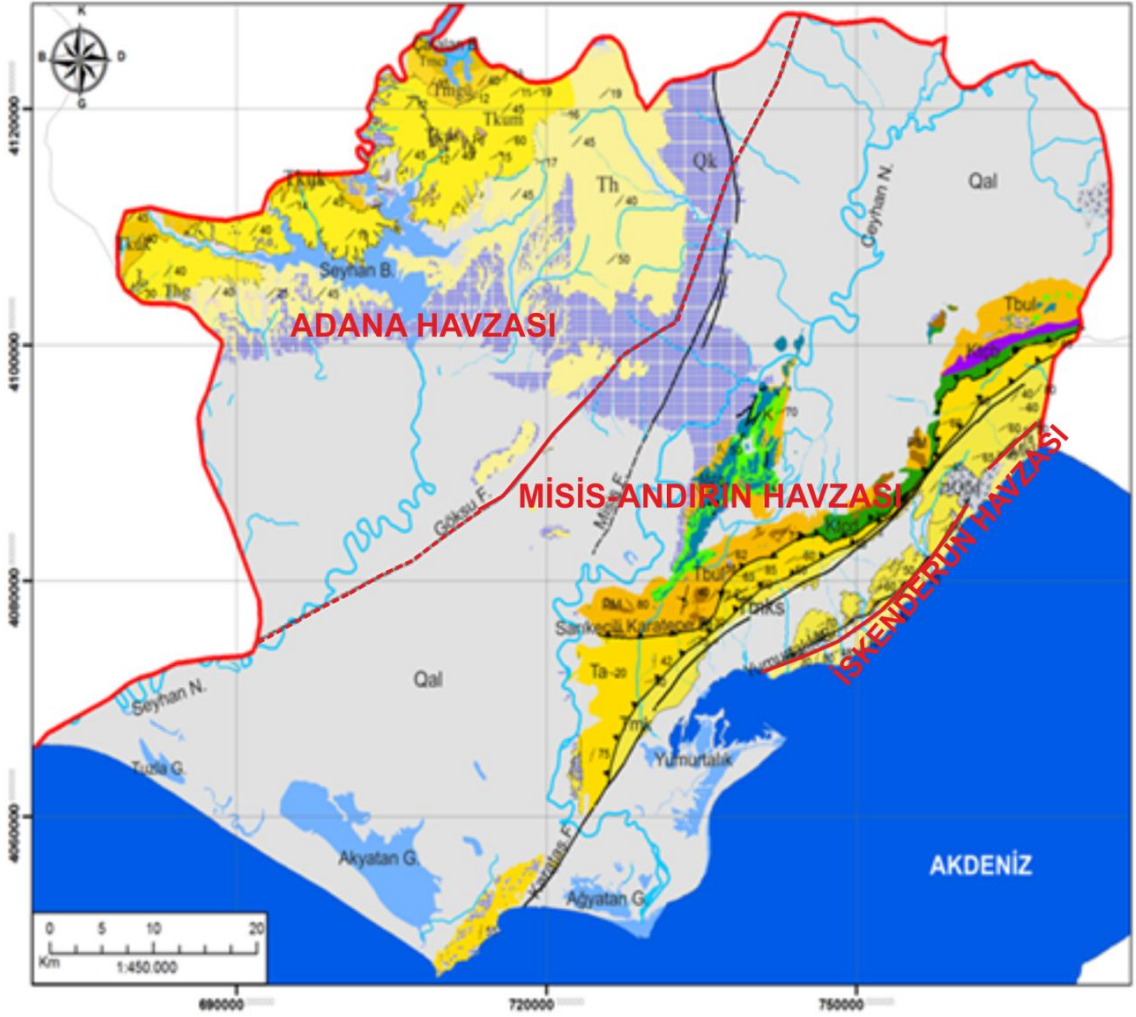
Adana havzasındaki bloklar genelde yanal atımlı fayların etkisiyle geliştiklerinden dolayı kıvrımlar çok uzun mesafelerde devam etmezler. Kıvrımların boyutu fayların uzunluğuna bağlı olarak devam eder (Kozlu, 1997). İskenderun havzasında listrik faylara bağlı olarak oluşan bloklardaki kıvrımlar blokların boyutu oranında kısa kalmıştır. Yanal atımlı Fayın etkisindeki sıkışma alanlarında Miyosen istiflerinde ve Misis-Andırın havzasındaki istiflerde bindirmelerden dolayı kıvrımlar çoğu kırık veya ekaylanmış ve sıçramalı olarak sıklıkla değişirler (Kozlu, 1997). Misis-Andırın havzasında Misis yükseliminde bu özellik görülmektedir. İnceleme alanındaki kıvrımlar sık sık faylarla kesildiğinden dolayı harita ölçeğinde gösterilememiştir.

4.3.4. Tabakalanmalar

İnceleme alanında tabakalanma gösteren birimlerden alınan doğrultu ve eğim değerleri gül diyagramına aktarıldığında çok farklılık göstermektedir. Bunun nedeni farklı havza koşullarında oluşan birimler lokal olarak farklı şiddette ve yönde deformasyona uğramış olmalarıdır. İnceleme alanında hatalara sebep olmaması için uyumsuzluklara veya formasyonlara göre değil de havzalar olarak diyagramlara aktarılmıştır. Buna göre Adana havzasında gözlemlen Cingöz, Güvenç, Kuzgun ve Handere Formasyonlarından alınan ölçüm değerleri ayrı bir diyagramda, Misis-Andırın havzasında tabakalanma gösteren Karataş ve Aslantaş Formasyonlarından alınan ölçüm değerleri ayrı bir diyagramda ve İskenderun havzasına ait Kızıldere Formasyonundan alınan ölçüm değerleri de ayrı bir diyagrama aktarılmıştır (Şekil 4.21).

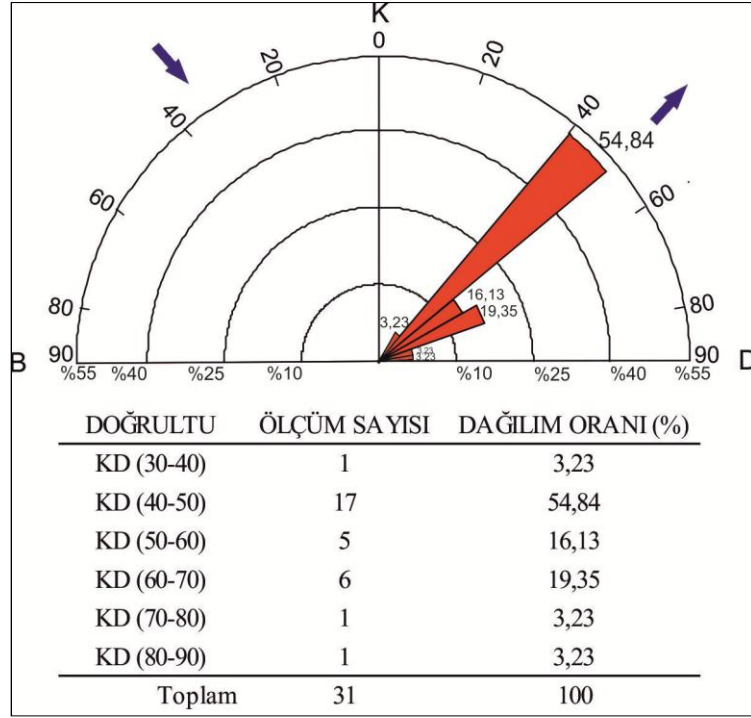
Adana havzasında Handere Formasyonu, Kuzgun Formasyonu ve az bir alanda mostra veren Güvenç ve Cingöz Formasyonlarında tabakalanmanın belirgin olduğu alanlarda tabaka doğrultu ve eğim ölçümleri yapılarak elde edilen 31 adet veri için gül

diyagramlarına aktarılmıştır. Tersiyer yaşlı bu birimlerin tabakaları yaygın olarak %54,84 oranında K40-50D doğrultuludur (Şekil 4.22). Tabakaların yaygın olarak KD yönünde doğrultulu olması bu alanda Miyosende oluşan tabakaların Pliyosende KB-GD yönlü sıkışmaya uğradıklarını göstermektedir.

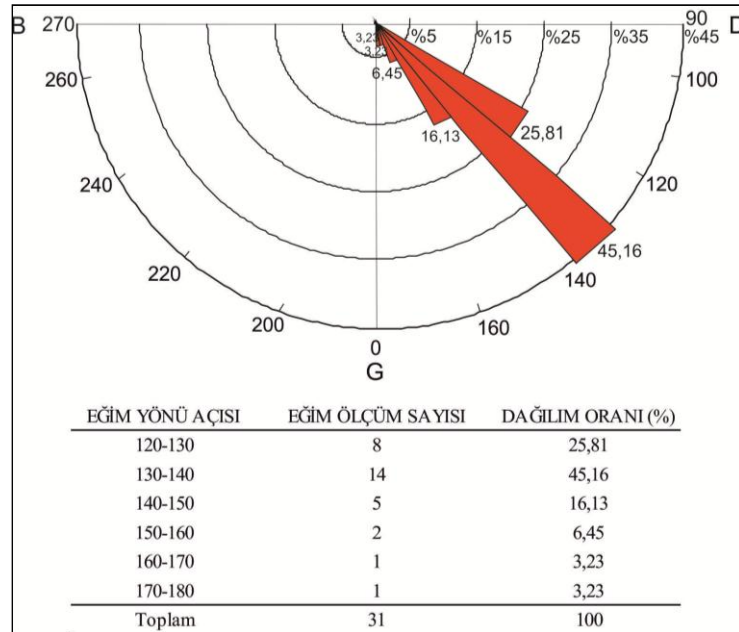


Şekil 4.21: İnceleme alanında tabakalanma gösteren birimlerin doğrultu ve eğim değerleri.

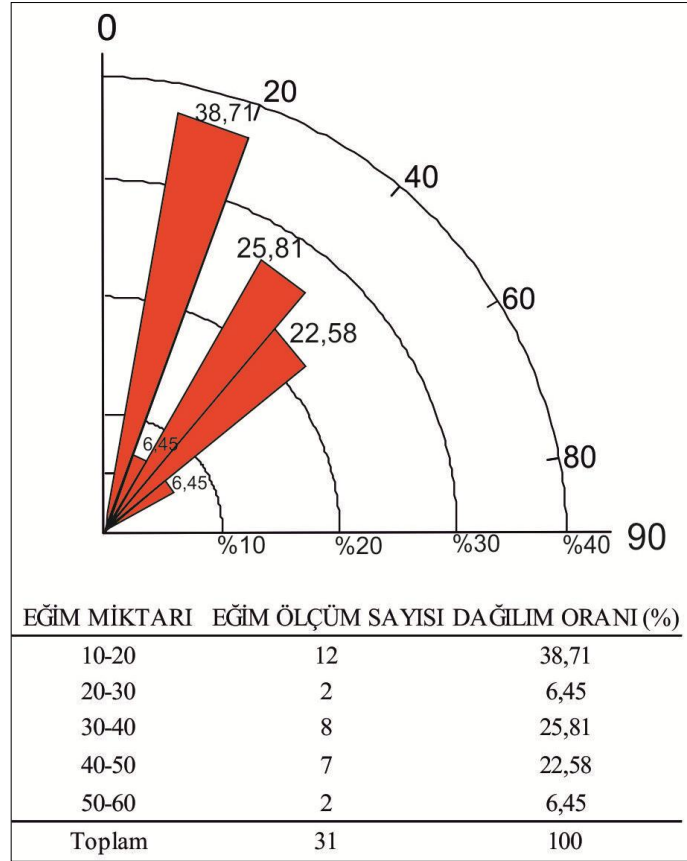
Eğim yönleri hemen hemen aynı olan tabakalar %45,16 oranında GB yönünde eğimlidirler (Şekil 4.23). Tabakalar çoğunlukla %38,71 oranında 10-20 derecelik eğim açısına sahiptirler (Şekil 4.24).



Şekil 4.22: Adana havzasındaki birimlerin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.

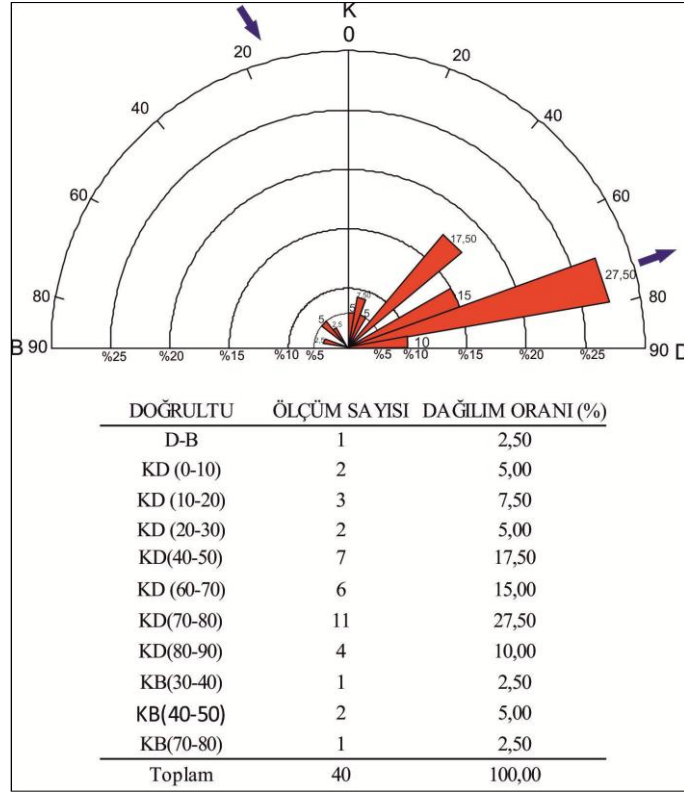


Şekil 4.23: Adana havzasındaki birimlerin eğim yönü açı değerleri ve yüzde dağılımları.

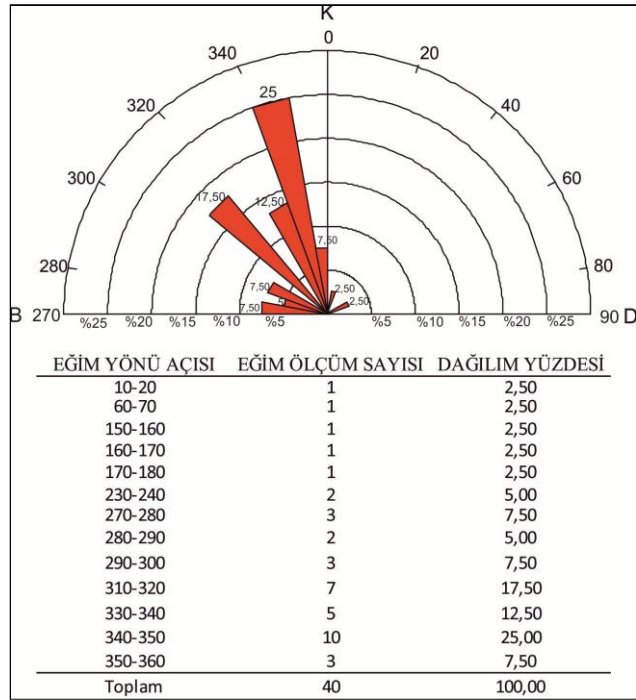


Şekil 4.24: Adana havzasındaki birimlerin eğim miktarı değerleri ve yüzde dağılımları.

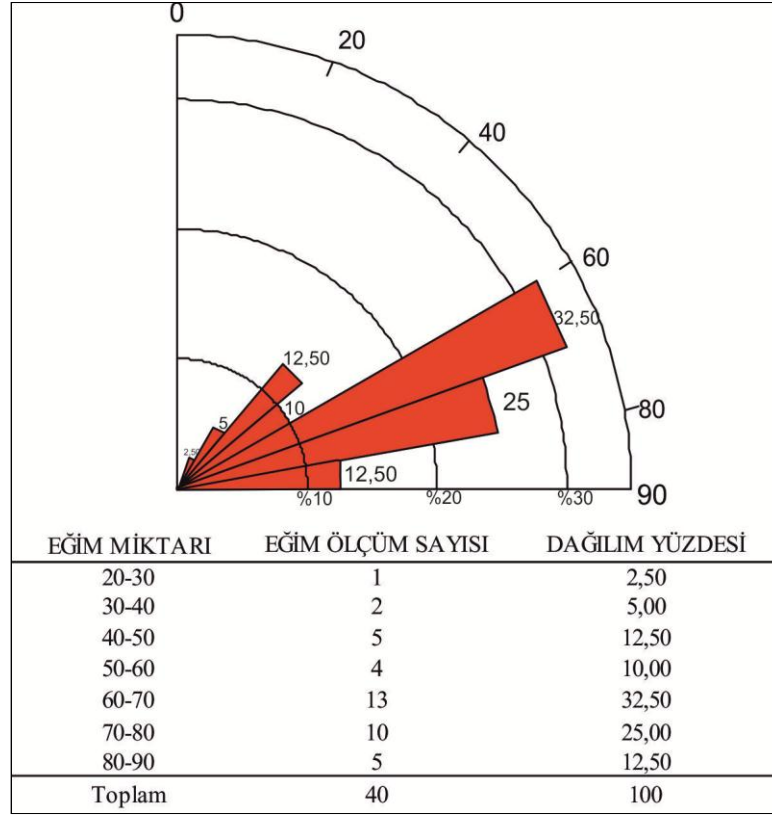
Misis-Andırın havzasında tabakalanma gösteren Karataş ve Aslantaş Formasyonlarından tabakalanmanın belirgin olduğu yerlerden alınan 40 adet tabaka doğrultu ve eğim değerleri gül diyagramına aktarılmıştır. Birimler farklı yönlerde doğrultuya sahip olmalarına karşın yaygın olan doğrultu yönü %27,50 oranında KD (70-80) arasındadır (Şekil 4.25). Egemen olan doğrultu yönünün KD-GB yönünde olması tabakaların KB-GD yönünde bir sıkışmaya maruz kaldıklarını göstermektedir. Eğim yönü diyagramına bakıldığında bölgede Alt Miyosenden itibaren kuvvetli bir tektonizma ile KB-GD yönündeki sıkışan tabakalar KB, KD, GD ve GB yönlerinde olmak üzere her yöne eğimlidirler. Fakat Şekil 4.26'da gösterilen eğim yönü açısı değerleri ve bu değerlerin yüzde dağılımları tabakaların %25 oranında yaygın olarak KB (340-350) yönünde eğimlidirler. Tabakaların eğim miktarları için hazırlanan diyagrama bakıldığında ise eğim miktarlarının %32,52'lik bir dağılımla 60-70 derecedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.25: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.

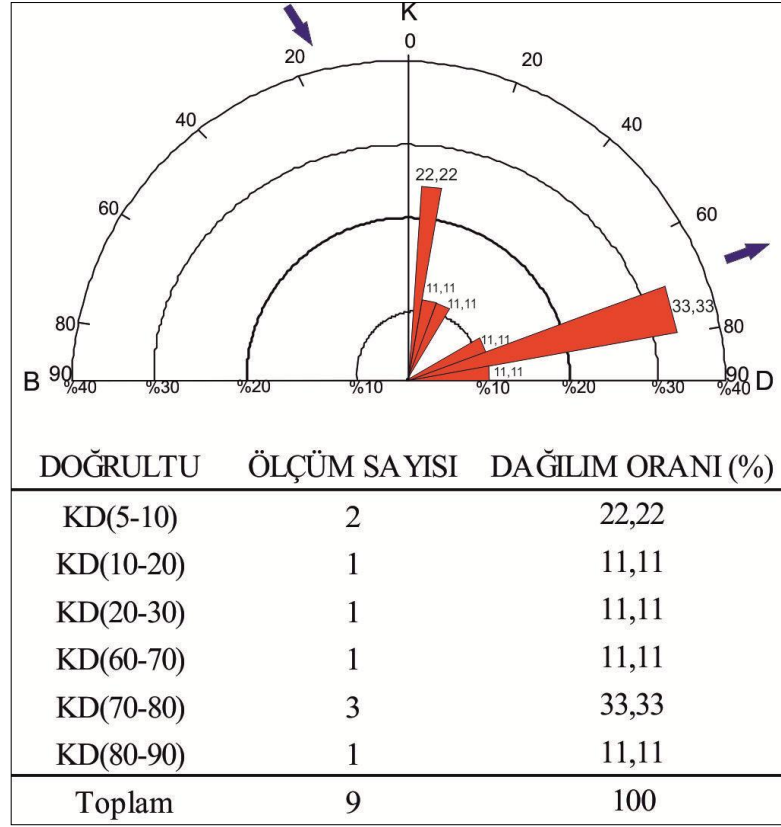


Şekil 4.26: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin eğim yönü açısı değerleri ve yüzde dağılımları.

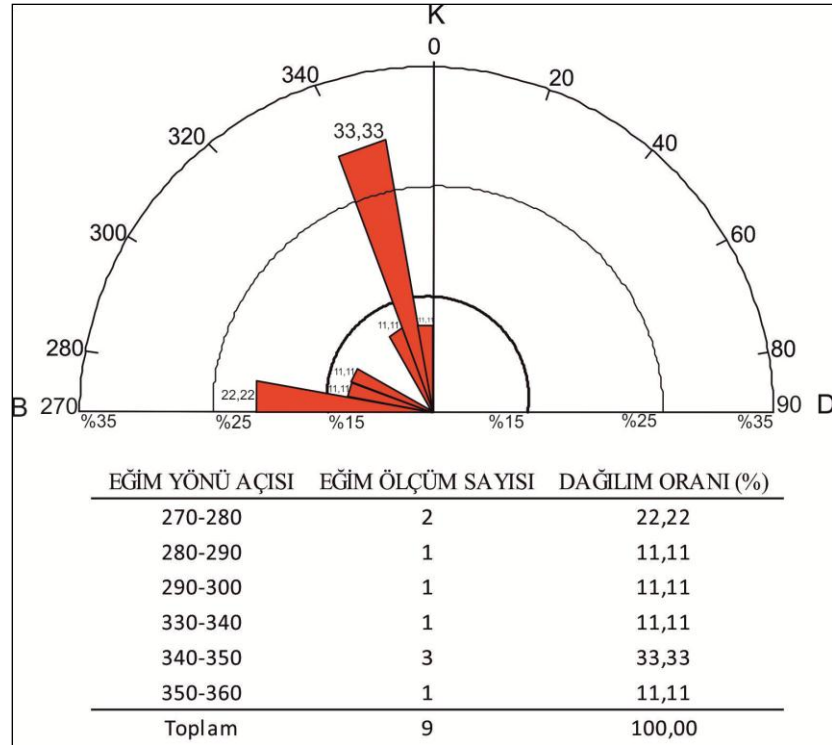


Şekil 4.27: Misis-Andırın havzasındaki birimlerin eğim miktarı değerleri ve yüzde dağılımları.

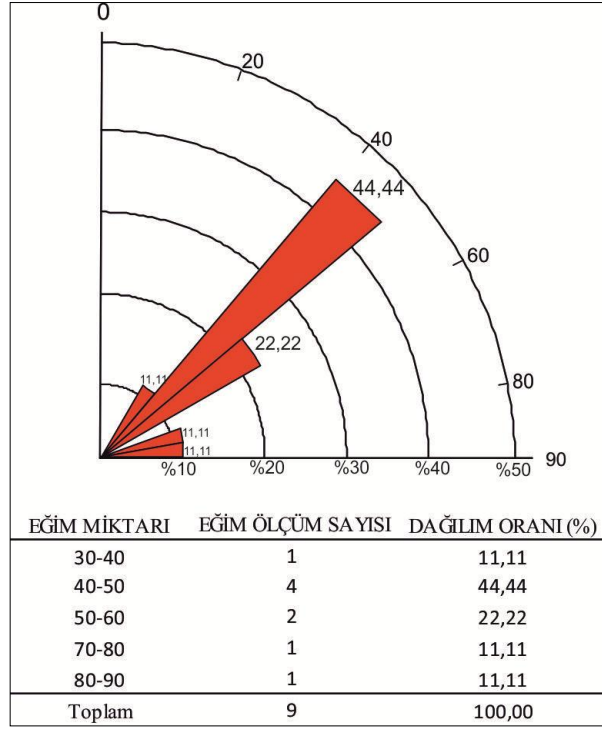
İskenderun havzasında Kızıldere Formasyonundan tabakalanmanın belirgin olduğu yerlerden 9 adet olmak üzere tabaka doğrultu ve eğim değerleriyle hazırlanan gül diyagramına göre tabakalar yaygın olarak %33,33 oranında KD (70-80) doğrultuludur (Şekil 4.28). Tabakaların KD yönünde doğrultulu olması KB-GD yönlü sıkışmaya uğradıklarını göstermektedir. Kızıldere Formasyonu için hazırlanan eğim yönü diyagramı tabakaların % 33,33 oranında KB (340-350) yönünde eğilime sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 4.29). Tabakaların eğim miktarları için hazırlanan diyagrama göre eğim miktarları %44,44'lük bir dağılımla 40-50 derecedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.28: İskenderun havzasındaki birimin doğrultu değerleri ve yüzde dağılımları.



Şekil 4.29: İskenderun havzasındaki birimin eğim yönü açı değerleri ve yüzde dağılımları.



Şekil 4.30: İskenderun havzasındaki birimin eğim miktarı ve yüzde dağılımları.

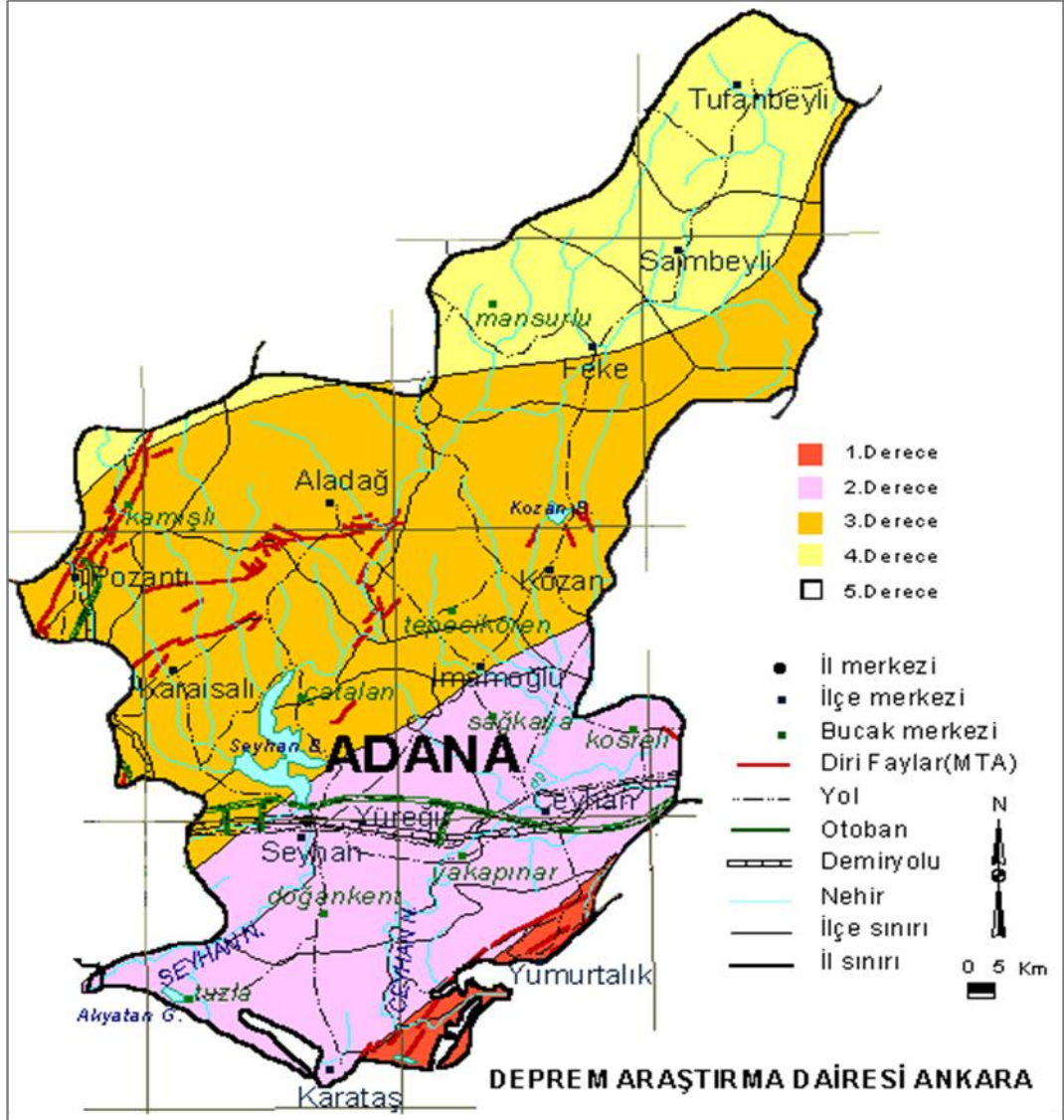
Genel olarak değerlendirildiğinde inceleme alanında her üç havzada egemen tabaka doğrultu yönleri aynı olup KD-GB yönündedir. Bu da inceleme alanının KB-GD yönünde kuvvetli bir sıkışmaya uğramış olmasındadır. Adana havzasındaki birimlerde hakim eğim yönü GB, Misis-Andırın ve İskenderun havzalarındaki birimlerde ise KB'dır. Aynı yönlü bir sıkışmaya maruz kalan bu birimlerde tabakaların farklı eğim yönlerinde olması farklı şiddette yersel deformasyonlara uğramış olmalarına bağlıdır.

4.4. DEPREMSELLİK

Yer kabuğundaki genişleme ve sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle faylar meydana gelirken kırıklar boyunca bu kuvvetler kayaçların ötelenmesini sağlarlar. Fakat kaya kütleleri bu kuvvetler tarafından ötelendirilemediklerinde kırıklar boyunca bazı alanlarda yoğun bir enerji oluşur. Yer kabuğunun derinliklerinde sınırlı bir alanda biriken bu enerjinin aniden boşalmasıyla sarsıntı ya da titreme olarak tanımlanan depremler meydana gelir. En önemli deprem kuşaklarından Alp-Himalaya Kuşağı üzerinde yer alan Türkiye’ de karmaşık jeolojik ve jeodinamik özelliklerine bağlı olarak çok fazla aktif faylar bulunmaktadır. Diri ana faylardan olan Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu faylarına bağlı olarak Marmara, Ege ve Doğu Anadolu bölgeleri deprem riskinin en yüksek olduğu aktif deprem bölgeleridir.

Misis, Karataş ve Yumurtalık faylarının bulunduğu inceleme alanı aktif deprem kuşağında olup T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan ve Bakanlar Kurulu’nun 18.4.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararıyla yürürlüğe giren Türkiye Deprem bölgeleri haritasına göre 1. derece deprem bölgesi içerisinde ve kısmen de 2. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 4.31). İnceleme alanı yer ivmesinin yatay bileşenin (a) değerleri 0,40 g tan büyük ve 0.30 g – 0.40 g arasındadır (Tablo 4.1).

Tarihsel dönemde Adana ve yakın çevresinde meydana gelen şiddetleri 5 ve 10 arasında değişen depremlerden şiddeti 8-10 arasında olanlar Tablo 4.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.31: Adana ilinin Türkiye deprem haritasındaki konumu (AFAD, 2015).

Tablo 4.1: Deprem bölgelerinin olası maksimum yer ivmesi değerleri (AFAD, 2015).

Deprem Bölgesi Derecesi	Maksimum Yer İvmesi (a_{max})
1. Derece Deprem Bölgesi	$a_{max} \geq 0.40g$
2. Derece Deprem Bölgesi	$0.30g \leq a_{max} < 0.40g$
3. Derece Deprem Bölgesi	$0.20g \leq a_{max} < 0.30g$
4. Derece Deprem Bölgesi	$0.10g \leq a_{max} < 0.20g$
5. Derece Deprem Bölgesi	$a_{max} < 0.10g$

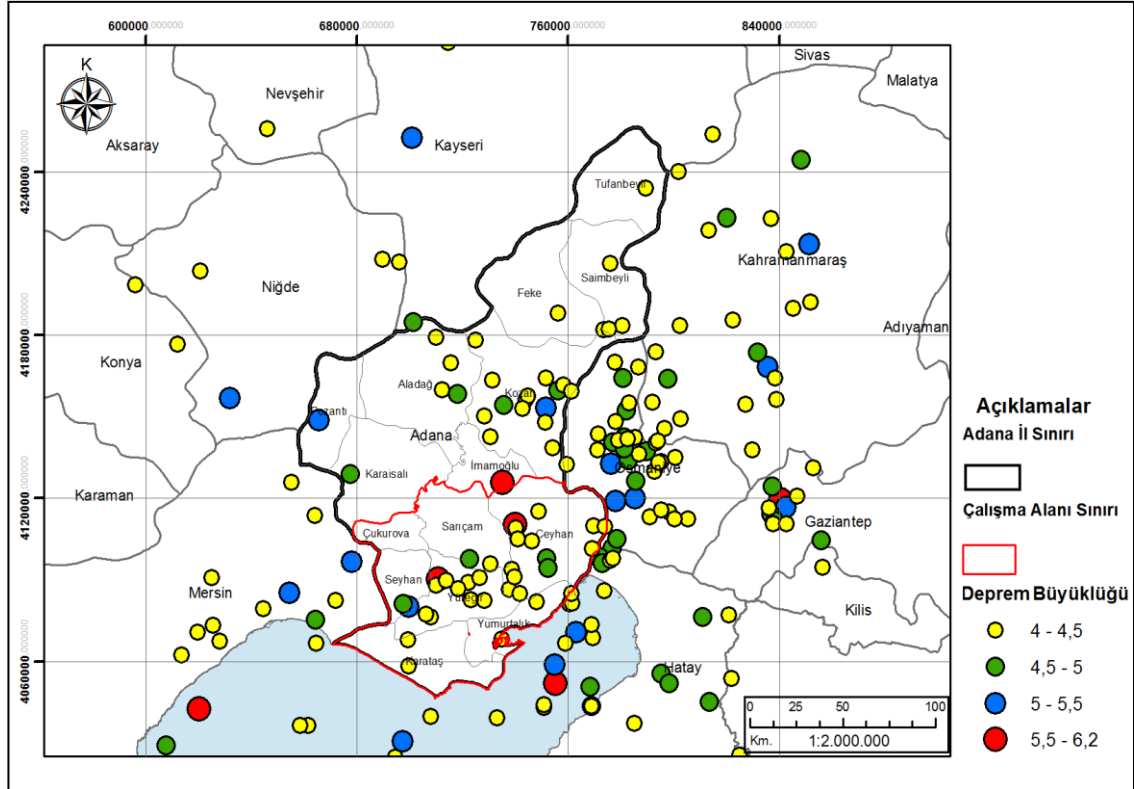
Tablo 4.2: Tarihsel dönemde Adana ve çevresinde etkili olan depremler (AFAD, 2015).

TARİH	ENLEM	BOYLAM	YER VE ETKİLENEN BÖLGE	ŞİDDET
M.Ö 37	36	36	Antakya	VIII
M.Ö 69	36	36	Antakya	IX
M.Ö 148	36	36	Antakya	VIII
M.S 37	36	36	Antakya	VIII
M.S 110	36	36	Antakya, Samandağ	VIII
M.S 13.12.115	36	36	Antakya ve yöresi	IX
M.S 128	37	37	İslahiye, Maraş	VIII
M.S220	36	36	Antakya	VIII
M.S 245	36	36	Antakya	X
M.S 272	36	36	Antakya	VIII
M.S 14.5.290	37	36	Ceyhan, Tarsus, İçel	VIII
M.S 334	36	36	Antakya, Beyrut, Magosa	IX
M.S 341	36	36	Antakya	VIII
M.S 396	36	36	Antakya	VIII
M.S 14.9. 458	36	36	Antakya ve Kuzey Suriye	IX
M.S 10.9.506	36	36	Antakya, Samandağ	IX
M.S 517	37	36	Anavarza, Adana	VIII
M.S 5. 518	37	37	Antakya	VIII
M.S 524	37	36	Anavarza-Adana	VIII
M.S 29.5. 526	36	36	Antakya, Samandağ	IX
M.S 29.11 529	36	36	Antakya ve yöresi	IX
M.S 561	37	36	Anavarza, Antakya	VIII
M.S 30.9.587	36	36	Antakya	IX
M.S 1053	36	36	Antakya	VIII
M.S 1072	36	36	Antakya	VIII
M.S 1109	36,2	37	Mümbiç, Antakya	VIII
M.S 1114	37	36	Ceyhan, Antakya, Maraş	IX
M.S 1190	36	36	Antakya ve yöresi	VIII
M.S 1205	39	36	Kayseri	VIII
M.S 1268	37	36	Kozan, Ceyhan ve yöresi	IX
M.S 1287	36	36	Lazkiye ve yöresi	VIII
M.S 1872	36	36	Antakya, Samandağ	IX
M.S 1544	38	37	Elbistan-Maraş	VIII
M.S 1717	39	36	Kayseri	VIII
M.S 1752	36	36	Lazkiye, Trablus	IX
M.S 1796	36	36	Lazkiye, Kuzey Suriye	VIII
M.S 1822	36	36	Antakya, İskenderun, Kilis,Halep	IX
M.S 1835	38	36	Develi-Kayseri	VIII

Tarihsel dönemlerde yıkıcı depremlerin yaşandığı Adana ilinde son yüz yılda meydana gelen depremler (1945 M=6.0,1952 M=5,6, 1967 M=5.3 ve 1998 M=6,2) can kaybına ve maddi hasara neden olmuştur. 20 Mart 1945 Ceyhan - Misis depreminde 13 kişi hayatını kaybetmiş, 2500 bina hasar görmüştür. 22 Ekim 1952 yılında yine Ceyhan - Misis depreminde 10 kişi hayatını kaybetmiş 617 bina hasar görmüştür. 1967 de Kozan, Bahçe, Andırın yerleşim yerlerinde can kaybı olmazken 91 konut ağır hasar görmüştür.

En son 27 Haziran 1998 de meydana gelen Ceyhan - Misis depreminde ise daha fazla can kaybı olmuş, 146 kişi hayatını kaybetmiş ve 31463 bina hasar görmüştür.

1900 ile günümüz (2016) arasında meydana gelen depremlerin (büyüklüğü $M \geq 4.0$ ve $M \leq 6.2$ olan) lokasyon ve büyüklüklerine bakıldığında inceleme alanının da içerisinde bulunduğu Adana ili ve yakın çevresinde yoğun sismik aktivitelerin devam ettiği görülmektedir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32: 1900'den günümüze kadar inceleme alanı ve çevresinde meydana gelen depremlerin dağılım haritası.

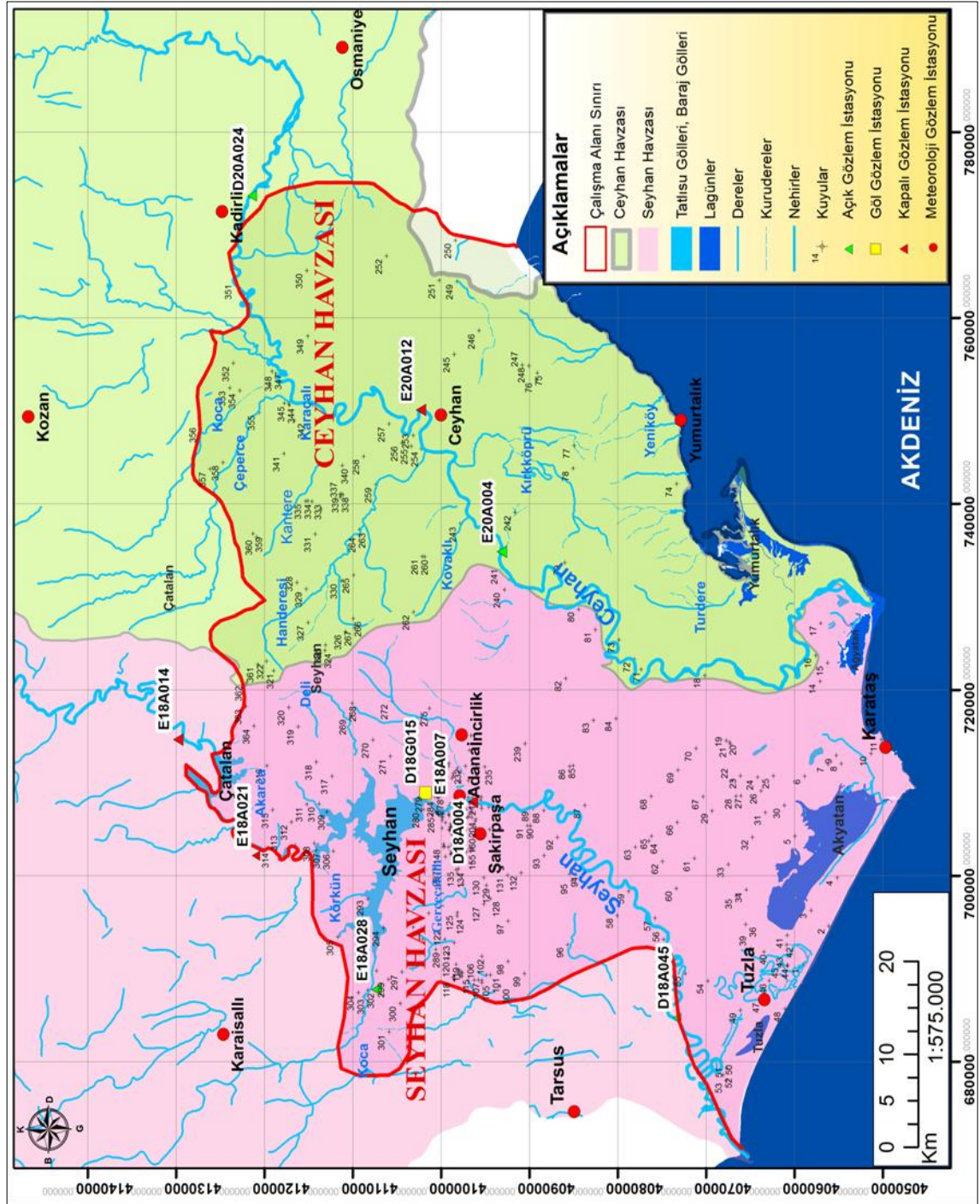
4.5. HİDROLOJİ

İnceleme alanının hidrolojik yapısının ortaya konulması amacıyla 5085 km²'lik inceleme alanında öncelikle Seyhan ve Ceyhan havzalarının olmak üzere, su noktalarının (akarsular, kuyular, baraj gölleri, lagün gölleri) özellikleri araştırılmıştır. Sonraki aşamada Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından inceleme alanında bulunan istasyonlardan sıcaklık, yağış, buharlaşma ve akım verileri değerlendirilerek alanının su bütçesi hesaplanmıştır. İnceleme alanında bulunan akarsular (Nehir, dere, kuru dere), kuyular, baraj gölleri, lagün gölleri, açık ve kapalı olan akım gözlem istasyonları ve göl gözlem istasyonlarını gösteren 1:575.000 ölçekli hidroloji haritası hazırlanmıştır (Ek-2 ve Şekil 4.33).

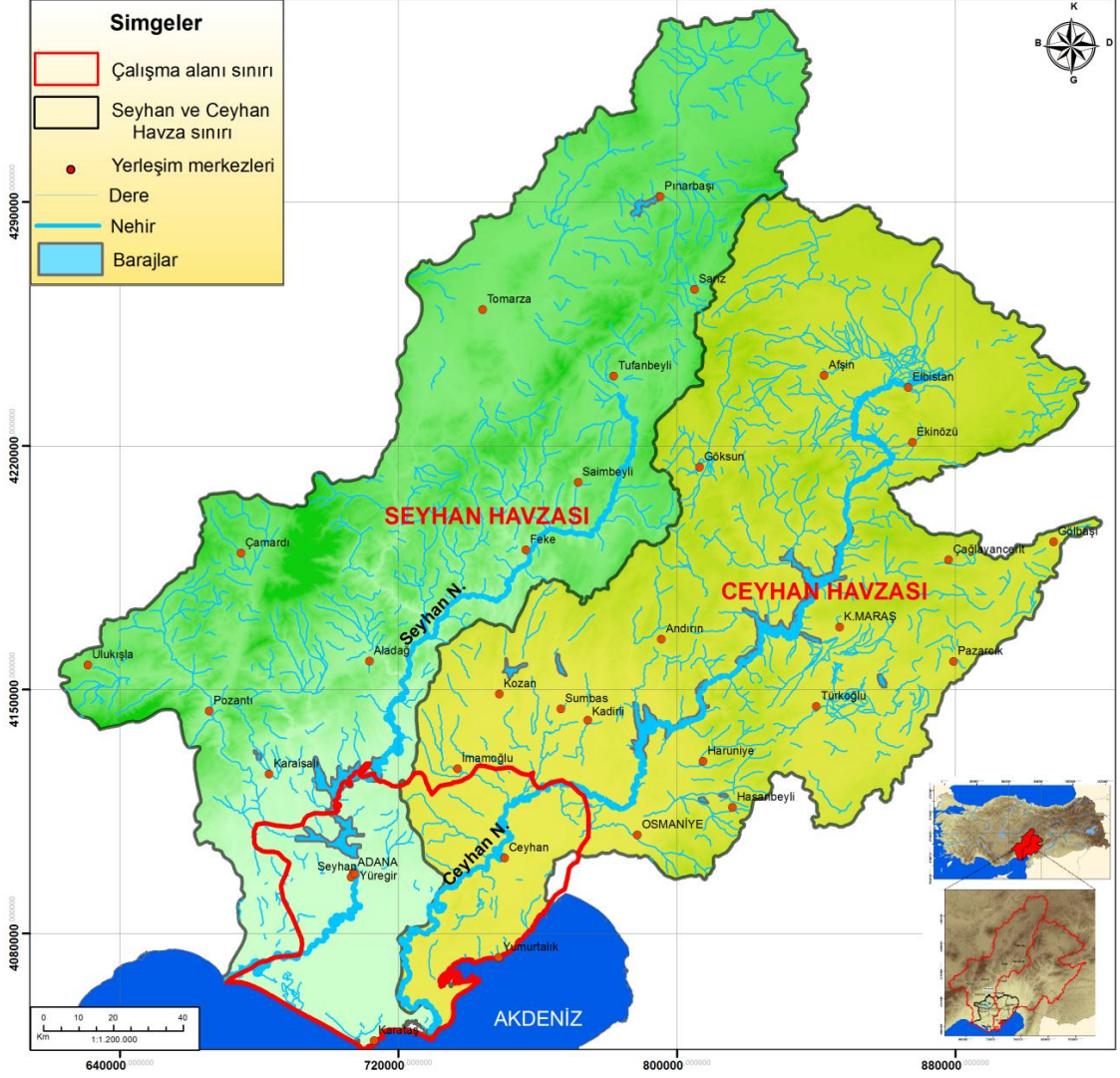
4.5.1. Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Özellikleri

Seyhan ve Ceyhan havzaları Doğu Akdeniz kıyısını içine alan Türkiye'nin önemli açık havzalarından olup birbirini besleyen iki havza konumundadır. Toklu, Dibek ve Binboğa dağlarının sırt ve doruklarından geçen su bölümü çizgisi iki havzayı birbirinden ayırır. Seyhan havzasının yukarı bölümü İç Anadolu bölgesinde, orta ve aşağı bölümü Akdeniz bölgesinde yer alır. Havza sınırlarının içerisinde inceleme alanının da içerisinde bulunduğu Adana, Kayseri, Niğde, İçel, Sivas, Kahramanmaraş illeri bulunur (Şekil 4.34). Seyhan havzası, kuzeydoğuda Aşağı Fırat, doğusunda Ceyhan, kuzey ve kuzeybatısında batısında Kızılırmak, batısında Konya ve güneybatısında Doğu Akdeniz havzaları ile komşudur. Havza güneydeki bölümleri hariç genel olarak yüksek tepeler ve dağlardan oluşmuş, eğimi yüksek olan bir havzadır. Havzanın toplam alanı 2.213.415 ha olup, bunun 185.566 hektarlık bölümü ova niteliğindedir. İnceleme alanının da 2673 km²'lik bölümü havza sınırları içerisinde yer alır. Havzanın 20.450 km²'lik su toplama alanını Seyhan nehri ve bunun önemli kolları olan Göksu, Çakıt, Zamantı, Eğlence, Körkün akarsuları ve diğer küçük akarsular oluşturur. İnceleme alanının 2357 km²'lik bölümü Ceyhan havzasında yer alır. Ceyhan havzasının alanı 2.148.717 hektardır. Havza batıdan Seyhan, kuzey ve kuzeydoğudan Fırat, güneyden Asi havzaları ile komşudur. Osmaniye, Kayseri, Kahramanmaraş illerinin büyük bir kısmı Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Hatay illerinin de bir kısmı havza sınırları içerisinde bulunur. Ceyhan havzasının Seyhan havzası gibi kıyı kesimleri hariç dağlıktır. 21.982 km² su toplama alanına sahip olan havzayı Ceyhan nehri ve

bunun önemli kolları olan Söğütlü, Hurman, Göksun, Mağara Gözü ve diğer küçük akarsular oluşturur.



Şekil 4.33: İnceleme alanının hidroloji haritası.



Şekil 4.34: İnceleme alanının Seyhan ve Ceyhan Havza sınırları içerisindeki konumu.

4.5.2. Su Noktaları

İnceleme alanındaki su noktalarını akarsular (Nehir, dere, kuru dere), kuyular, baraj gölleri ve lagün gölleri oluşturur.

4.5.2.1. Akarsular

İnceleme alanındaki akarsu ağı genellikle tektonik hareketlere bağlı olarak meydana gelmiştir. Oldukça sık drenaj kanallarının bulunduğu inceleme alanının büyük bir bölümü Seyhan ve Ceyhan havzalarının ova kısımlarında yer alır, bu alanlarda yamaç eğiminin düşük olmasından dolayı geniş yataklı dereler bulunur. Seyhan ve Ceyhan Havzalarını oluşturan Seyhan ve Ceyhan nehirleri inceleme alanındaki en büyük akarsulardır (Ek-2 ve Şekil 4.33). Seyhan ve Ceyhan nehirleri Toros dağlarından

getirdikleri sedimanlarla Türkiye'nin en verimli alüvyonal delta ovasını oluşturmuştur. Bütün kollarıyla birlikte toplam uzunluğu 560 km olan Seyhan nehrinin Zamantı ve Göksu kollarının birleşmesinden itibaren Adeniz'e kadar olan uzunluğu 137 km'dir (MAM, 2010). Nehrin 94 km'lik bölümü inceleme alanından geçmektedir. Önemli kolları Zamantı ve Göksu ırmakları olup, diğer önemli akarsuları Çakıt, Eğlence, Körkün çayı ve Üçürge deresidir (Tablo 4.3). Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinde 1500 m yükseklikteki Uzunyayla Platosundan doğan, Zamantı adıyla anılan nehir Orta Toroslari geçtikten sonra Adana'nın 80 km kuzeyinde Aladağ ilçesinde Göksu ile birleşir. Bundan sonra Seyhan nehri adıyla Adana ilinin içerisinde geçerek inceleme alanında Adana - Mersin sınırında Deli burnundan Akdeniz'e dökülür. İnceleme alanının sınırları içerisinde Seyhan nehrinin üzerinde Çatalan ve Seyhan barajları bulunmaktadır (Ek-2 ve Şekil 4.33). Debisi 190 m³/sn olan Seyhan nehrinin önemli kollarından olan Zamantı Irmağı, Kayseri Pınarbaşı ilçesinde doğar ve Tomarza, Develi, Yahyalı ilçelerinden geçer. Göksu ırmağı ise Tahtalı dağlarından doğar ve Aladağ ilçesinin Akinek dağında Zamantı nehri ile birleşerek bundan sonra da Seyhan nehri olarak devam eder (MAM, 2011).

Tablo 4.3: Seyhan nehrini besleyen önemli akarsu kolları.

Akarsu adı	Uzunluk (km)	Debi m ³ /sn	Akarsu adı	Uzunluk (km)	Debi m ³ /sn
Zamantı Irmağı	230	22,5	EğlenceDeresi	87	8,8
Göksu Irmağı	198		Çakıt Deresi	162	12,8
Seyhan nehri	560	190	Körkün Çayı	157	13,4

İnceleme alanında diğer büyük akarsu Ceyhan nehridir. Toplam uzunluğu 509 km olan nehrin inceleme alanındaki bölümü 125 km'dir. Nehrin önemli kolları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Ceyhan nehri , Kahramanmaraş ilinin Elbistan ilçesinin 3 km güneydoğusunda Pınarbaşı mevkisinden doğar, Söğütlü çayı, Sarsap deresi, Hurman çayı gibi birçok akarsuyla birleşerek ilk önce Menzelet barajı sonra Sır baraj ve daha sonra Aslantaş baraj gölüne dökülür (Ayaz ve diğ., 2011). Buradan da inceleme alanının içerisinde bulunduğu Adana'nın içerisinde geniş bir delta oluşturarak Ağyatan gölünün batısında Akdeniz'e dökülür. Sık sık yatak değiştiren nehir 1935'lere kadar Bebeli boğazından denize dökülmekteyken taşkın sonucu Hurma boğazından denize dökülmeye başlamıştır (Coğrafyacı, 2007). Ceyhan nehrinin debisi 195 m³/sn'dir (Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011).

Tablo 4.4: Ceyhan nehrini besleyen önemli akarsu kolları.

Akarsu adı	Uzunluğu (km)	Debi m ³ /sn	Akarsu adı	Uzunluğu(km)	Debi m ³ /sn
Ceyhan nehri	509	82,89	Tekir Deresi	19	4,58
Aksu Çayı	110	31,4	Göksun Çayı	60	12,28
Göksu Çayı	145	10,93	Erkenez Çayı	31	1,71
Söğütlü Çayı	60	3,9	Sarsap D.	25	0,27
Hurman Çayı	50	10,3	Aksu Çayı	110	31,4
Körsulu Deresi	40	4,65	Fırız Deresi	11	4,5

4.5.2.2. Lagünler

İnceleme alanında Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin oluşturduğu delta ovasında Akyatan, Agyatan, Yumurtalık lagünleri ve Tuzla olmak önemli lagünel göller bulunmaktadır (Ek-2 ve Şekil 4.33). Lagünler koylarda veya körfez ağızlarında kıyı önü akıntılarıyla kum, çakıl gibi malzemelerin taşınmasıyla kıyı gerisinde oluşan denizle yarı bağlantısı bulunan doğal gölleridir. İnceleme alanındaki lagünler, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin taşıdığı sedimanların rüzgar ve dalgalarla kıyıya paralel olarak oluşturdukları kum tepeleri ile kara arasındaki çukurlukların deniz sularıyla dolmasından oluşmuşlardır (Yasar ve diğ., 1999).

Akyatan Lagünü: Çukurova delta ovasında yer alan ve ülkemizin ikinci büyük lagün gölüdür (Ek-2 ve Şekil 4.33). Lagün alanı 14.000 ha, en derin yeri 4 m, genişliği 4 km, uzunluğu 17 km'dir. Deniz ile arasında yer alan 20 m yüksekliğindeki kum tepeleri arasından 2 km'lik bir kanalla fazla sularını Akdeniz'e boşaltır. 15 Nisan 1998 tarihinde "Ramsar alanı" ilan edilmiştir.

Agyatan Gölü: Ceyhan nehri ağzının batısında yer alan 1130 ha alana sahip, yeraltısuları ve nehir sularıyla beslenen bir lagündür. En fazla 3 m derinliğe ulaşan göl ile deniz arasında bağlantıyı dar bir boğaz olan Hurma Boğazı sağlar (Ek-2 ve Şekil 4.33).

Tuzla Gölü: İnceleme alanında Seyhan nehrinin döküldüğü ağzın doğusunda yer alır (Ek-2 ve Şekil 4.33). Alanı 2.000 ha'dır. Su seviyesi özellikle kış yağışlarından sonra yükselir ve bu dönemde göldeki tuzluluk azalır. Gölün özellikle doğu tarafında geniş çamur düzlükleri ve tuzcul bataklıklar bulunur.

Yumurtalık Lagünleri: Bu lagünler denizle ve birbirleriyle bağlantılı olarak çok sayıda lagünlerden, tatlı ve tuzlu su bataklıklarından, sazlıklardan ve geniş kıyı kumullarından oluşmuştur (Ek-2 ve Şekil 4.33). Ceyhan havzası sınırları içerisinde bulunan lagünlerin toplam alanı 16.400 hektardır.

4.5.2.3. Baraj Gölleri

İnceleme alanında Seyhan nehri üzerinde Seyhan ve Çatalan olmak üzere iki adet baraj gölü bulunur (Ek-2 ve Şekil 4.33). Ceyhan nehri üzerinde ise yapılmış herhangi bir baraj bulunmamaktadır. Seyhan barajı, Adana ilini Seyhan nehrinin neden olabileceği su baskınından önleme, enerji ihtiyacını karşılama ve sulama amaçlarıyla yapılmıştır. Barajın gövde hacmi $7.500.000 \text{ m}^3$ 'dür ve akarsu yatağından yüksekliği 53,2 m'dir. Çatalan barajı ise yine Seyhan nehri üzerinde, enerji ve taşkın kontrolü, sulama ve içme suyu amacıyla Seyhan barajının yapımından sonra 1982-1997 yılları arasında yapılmıştır. Barajın gövde hacmi $14.500.000 \text{ m}^3$ olup normal su kotunda göl alanı $81,86 \text{ km}^2$ 'dir. Akarsu yatağından yüksekliği 70,00 m'dir.

4.5.2.4. Kuyular

İnceleme alanında 2002 yılına kadar içme ve kullanma suyu DSİ, ASKİ, İl Özel idaresi ve şahıslar tarafından açılmış kuyulardan karşılanıyordu. Çatalan barajının yapımından sonra Seyhan, Yüreğir, Sarıçam ve Çukurova ilçelerinde kuyular sadece kullanma ve sulama amaçlı olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Karataş ve Ceyhan ilçelerinde ise içme amaçlı olarak kullanımına devam edilen kuyular bulunmaktadır. İnceleme alanında DSİ (Devlet Su İşleri) VI. Bölge Müdürlüğü tarafından açılmış kuyulardan kayıtlı olan 364 adet kuyunun verisi bu tez çalışması kapsamı değerlendirilerek bölgenin hidrolojik, hidrojeolojik özellikleri ve akifer yapısı ortaya konulmuştur (Tablo 4.5, Ek-2 ve Şekil 4.33).

Tablo 4.5: İnceleme alanında bulunan su kuyularına ait bilgiler.

Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki	Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki
1	3850	690312	4058989	1	Karataş/Balık Çiftliği	53		677987	4067699	1	Karataş/Aydınlar
2	8436	694600	4056100	10	Karataş/Kapıköyü	54	4332	688688	4069792	6	Karataş/Nalkulak
3	3243	696254	4058110	6	Karataş /Kapıkulu	55	6941	689486	4072322	7	Karataş /Damlapınar
4	4661	699805	4055130	7	Karataş/Akyatan	56		693162	4074780	8	Seyhan/ Mürseloğlu
5	2669	704261	4059911	0	Karataş/Akyatan	57	2378	695446	4075760	8	Karataş/ Kumurlu
6	3371	710707	4058824	6	Karataş/Yemişli	58	2388	695717	4080021	6	Adana/Çaputçu
7	5324	711992	4056167	4	Karataş/Çakırören	59	5992	698359	4078754	10	Seyhan/Salmanbeyli
8	3801	712081	4054664	3	Karataş/Çakırören	60	3242	698638	4073345	6	Yumurtalık/Yeniköy
9		712945	4055253	4	Adana/DSİ şantiye	61	2385	701877	4071327	7	Karataş/Kadıköy
10	33394	713175	4051325	18	Adana/ Karataş	62	7207	701572	4074907	6	Yüreğir/Çine
11	22001	714677	4050128	37	Adana/ Karataş	63		703096	4077972	10	Karataş/Yunusoğlu
12	4322	715121	4051763	3	Adana/ Karataş	64	3241	703761	4076442	7	Karataş/Yunusoğlu
13	32528	715650	4052100	0	Adana/ Karataş	65	5987	704269	4076154	8	Yüreğir/Hacıali
14	50863	720950	4057075	3	Adana/ Karataş	66	3800	705755	4073256	7	Karataş/Çağırkanlı
15	3065	722902	4056236	1	Karataş/Bahçe- Adalı	67	3240	708533	4070319	8	Karataş/Gökçeli
16	4660	723724	4057571	2	Karataş/Adalı-Bebeli	68		708553	4076191	9	Yüreğir/Sokaklı
17	3370	727197	4056990	3	Karataş/Adalı	69		711388	4073171	11	Yüreğir /Zağarlı
18	6001	721573	4070135	12	Karataş/Kızıtahta	70	7625	713700	4071125	10	Karataş/Yalnızca
19	3369	714547	4067690	5	Karataş/Sirkenli	71		722226	4077315	10	Yüreğir /Esenli
20	3239	714380	4067348	6	Karataş/Sirkenli	72	37364	723300	4078100	44	Yüreğir/Kütüklü
21	1988	714136	4067222	2	Karataş/Sirkenli	73	37365	725400	4079860	12	Yüreğir/Kütüklü
22	9586	710241	4067035	6	Karataş/Oymaklı	74	35126	742175	4073300	23	Yumurtalık
23	6304	710755	4066089	5	Karataş/Helvacı	75	1791	754120	4089089	50	Ceyhan/Narlık
24		710622	4064156	4	Karataş/Adalı-Bebeli	76	5543	753354	4089183	43	Ceyhan/Narlık
25	6000	710755	4062350	4	Karataş/Çukurkamış	77	1709	746287	4084938	100	Ceyhan/Doruk
26	6692	709141	4063739	4	Karataş/Çimelli	78	3378	743851	4085024	122	Ceyhan /Durhasandede
27		708604	4066059	4	Karataş Yolu	79		733713	4086000	39	Adana/Havranıye-Vayvaylı
28		708582	4066601	6	Yüzbaşı-Karataş Yolu	80		728681	4084400	10	Yüreğir/Abdioğlu
29	6695	706998	4069318	7	Karataş Yenice köyü	81	2096	726503	4082501	12	Yüreğir/Herekli
30		707570	4061143	5	Karataş/Topraklı	82	6276	721247	4085891	12	Yüreğir/Çotlu
31	6693	706823	4063275	3	Karataş/Kırhasan	83		716747	4082749	13	Yüreğir/Şeyhmurat
32	11353	704150	4064753	3	Adana/Belediye Kona	84		716929	4080169	10	Yüreğir/Sağdıçlı
33	11352	701219	4067490	27	Adana/Yavuzlar	85	6-01/170	711853	4085017	14	Karataş/Kayarlı
34	7214	698492	4065430	4	Karataş Meletmez	86	11882	711768	4085436	14	Yüreğir/Kayırılı
35	3372	697821	4066556	4	Karataş/Yassıören-Meletmez	87	2401	707567	4083716	16	Yüreğir/Taşçı
36	14763	694772	4065523	2	Karataş/Çavuşlu	88	2386	707046	4088352	18	Adana/Yalman
37	3799	692038	4065432	2	Karataş/Karagöçer	89	4308	707248	4089594	17	Seyhan/Hadırlı
38	9587	692050	4064954	2	Karataş/Karagöçer	90	2390	705364	4089870	17	Seyhan/Hadırlı
39	1670	692179	4064947	4	Karataş/Karagöçer	91	42969	705400	4090200	30	Seyhan/Mücahitler Cad.
40	5621	691825	4063418	0	Karataş/Sarımşaklı	92	3805	704154	4086809	14	Seyhan/Koyuncu
41	7500	693605	4060803	3	Karataş/Kapıköyü	93	5330	702168	4088312	11	Seyhan/Camuzcu
42	5999	692582	4060858	1	Karataş/İnnaplıhüyük	94		700200	4085436	12	Seyhan/Sarınhuğlar
43	7870	690398	4060788	2	Karataş/Konaklı	95		699427	4085163	10	Adana/Kayışlı
44	1987	690292	4060772	2	Karataş/Konaklı	96		692592	4085651	8	Seyhan/Dörtağaç
45	9937	690408	4061297	1	Karataş/Konaklı	97	5313	695126	4092402	13	Seyhan/Yolgeçen
46		688700	4062839	1	Karataş Konaklı	98	2387	690776	4092419	15	Seyhan/Gökçeler
47	1997	686637	4063452	3	Karataş/Tuzla	99		689472	4090560	13	Seyhan/Büyük Çıldırım
48	3485	685667	4061065	3	Karataş/Tuzla	100		688127	4093323	22	Seyhan Gökçeler
49	5546	685549	4066106	3	Karataş/Hasırağacı	101		689330	4094421	22	Seyhan/Zeytinli
50	7598	679960	4068200	2	Karataş/Çiftgöl	102		691354	4095371	20	Seyhan/Zeytinli
51	4491	679289	4067658	3	Karataş/Tuzla	103	5326	689323	4094835	23	Seyhan/Zeytinli
52	7338	678552	4068058	1	Karataş Tabaklar	104	48224	688750	4095375	28	Seyhan/Çukobirlik

Tablo 4.5 (devam):

Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki	Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki
105	48226	688500	4095375	29	Seyhan/Çukobirlik	157	38270	702950	4096675	20	Seyhan/Şakirpaşa
106	11433	688764	4095780	31	Seyhan/Zeytinli	158	15514	702793	4096424	20	Seyhan/Şakirpaşa
107	11432	688787	4096255	32	Seyhan/Zeytinli	159	34916	704230	4096320	24	Seyhan/Şakirpaşa
108	38447	688750	4096950	36	Seyhan/Tekel	160	43458	704350	4096150	18	Seyhan/Şakirpaşa
109	14685	689539	4097601	41	Seyhan/Zeytinli	161	43487	704975	4094500	22	Adana/Dağlıoğlu
110	11629	689682	4097741	39	Seyhan/Zeytinli	162	30362	705100	4093300	19	Adana/Akkapı
111	11436	689891	4098005	40	Seyhan/Zeytinli	163	30070	704950	4096075	21	Adana/Cumhuriyet İlk.
112	11437	689534	4098075	43	Seyhan/Zeytinli	164	43485	705225	4096100	23	Adana/ Meydan
113	11628	689356	4097880	42	Seyhan/Zeytinli	165	43563	705100	4097150	25	Adana/SSK loj.
114	13336	689193	4097642	41	Seyhan/Zeytinli	166	37642	705400	4097925	24	Adana/Mithatpaşa
115	11281	689163	4097851	42	Seyhan/Zeytinli	167	28870	705853	4097743	40	Adana/ Kanal Köprü
116	11435	689196	4098472	50	Seyhan/Zeytinli	168	46352	705925	4097875	24	Adana/Kurtuluş
117	11438	689068	4098663	54	Seyhan/Zeytinli	169	47307	705375	4098100	27	Adana/Mithatpaşa
118	15536	688795	4098521	55	Seyhan/Zeytinli	170	47306	704450	4098500	29	Adana /Fatih
119	11434	690477	4098297	47	Seyhan/Zeytinli	171	43480	704450	4098775	34	Adana/ Kanal Köprü
120		691067	4099187	56	Seyhan/Karakuyu	172	43483	704750	4098775	39	Adana/ Kanal Köprü
121	14410	691681	4099190	59	Seyhan/Zeytinli	173	42970	704925	4098847	35	Seyhan/ Mucahitler Cad.
122	14411	693145	4099580	50	Seyhan/Zeytinli	174	40912	705005	4099005	41	Adana/Shell
123		692785	4098519	42	Seyhan/Büyükdikili	175	27092	704898	4099097	37	Adana/Dosteller İlk.
124		695664	4098157	32	Seyhan/Küçükdikili	176	43482	705250	4098980	35	Adana/ Yurt
125		696056	4098121	32	Seyhan/Küçükdikili	177	40913	705300	4098875	39	Adana/Kanal Köprü
126	39323	699150	4097550	28	Adana/Afet Evleri	178	25287	705621	4098923	24	Adana/Atatürk Ort.Ok.
127	3802	696965	4095140	16	Seyhan/Sarihamzalı	179	33328	705700	4099500	44	Adana/M.Akif İlk.
128		697530	4094430	15	Seyhan/Sarihamzalı	180	34918	705125	4099875	38	Adana/Ömer Haluk Özbucak İlk
129	11946	698954	4094866	16	Adana/Bez Fabrikası	181	37643	705975	4099875	55	Adana/Sümer 0-6 Yaş. Has.
130	38182	699800	4095150	19	Seyhan /Yeşiloba	182	34471	706300	4099775	28	Adana/SSK Hastanesi
131	3803	700060	4092434	14	Seyhan/Yenidam	183	30685	706425	4099950	28	Adana/Sağlık Mes. Müd.
132	46354	700310	4090900	37	Seyhan/Gürselpaşa	184	42306	706650	4100000	33	Adana/Yeni Otuban Köprü civarı
133	40918	700250	4098150	32	Seyhan/Yeşiloba	185	40919	706550	4099125	45	Adana/Sümer -Topel Durağı
134	40917	700650	4098300	32	Seyhan/Yeşiloba	186	27091	706560	4099045	36	Adana/Eski Topel Durağı
135	33329	700750	4098025	28	Adana /24 Kasım İlk.	187	34182	707000	4099250	37	Adana/Eski Baraj Regülatör
136	39172	701380	4096500	20	Adana /Çimento San.	188	35721	707525	4099075	34	Adana/DSİ VI Bölge Müd.Tes.
137	34179	701625	4097800	26	Adana/24 Kasım İlk.	189	35953	706750	4098200	35	Adana/DDY Gar İşletme Müd.
138	46350	701900	4098550	30	Seyhan/Gürselpaşa	190	26957	706970	4098525	35	Adana/Ziyapaşa
139	46346	702050	4098575	30	Seyhan/Gürselpaşa	191	30068	707500	4098475	26	Adana/Zillidede
140	46347	702250	4098625	31	Seyhan/Gürselpaşa	192	40911	707250	4098525	31	Adana/Zillidede
141	46351	702300	4098750	35	Seyhan/Gürselpaşa	193	40910	707425	4098500	27	Adana/Zillidede
142	46353	702325	4098900	36	Seyhan/Gürselpaşa	194	33327	707425	4098400	28	Adana/Zillidede
143	46348	702450	4098825	35	Seyhan/Gürselpaşa	195	15513	707538	4098309	24	Adana/Demirköprü
144	46349	702700	4098850	36	Seyhan/Gürselpaşa	196	18486	707459	4098043	27	Adana/Demirköprü
145	43484	702050	4099500	46	Seyhan/Gürselpaşa	197	18485	707665	4098012	23	Adana/Demirköprü
146	34180	703125	4099750	52	Adana/Tellidere	198	42973	707375	4097575	35	Adana/Gençlik ve Spor İl Müd.
147	30067	703430	4099700	54	Adana/Tellidere	199	34919	706650	4097225	32	Merkez/Atatürk Parkı
148	37641	703150	4099600	41	Seyhan/Gürselpaşa	200	33290	706250	4097025	28	Adana/Süreyya Nihat Oral İlk.
149	39321	703100	4099150	31	Seyhan/Gürselpaşa	201	39369	706375	4096825	26	Adana/Sümerbank A.Ş
150	47303	703175	4098800	35	Seyhan/Gürselpaşa	202	42309	706250	4096500	24	Adana/İstiklal Ortaokulu
151	47305	703440	4098750	35	Seyhan/Gürselpaşa	203	37148	705875	4096125	30	Adana/Havalanı civarı
152	47681	703250	4098500	31	Seyhan/ İsmetpaşa	204	39324	706100	4096075	25	Adana/Eski İstasyon Cıvarı
153	30069	703500	4098500	29	Adana/Orhangazi İlk.	205	28536	706785	4096537	30	Adana/Turan Emeksiz Parkı
154	26956	703236	4097462	26	Adana/Yeşilevler	206	33289	707075	4097100	33	Adana/Belediye
155	37296	702600	4097100	22	Adana /Yeşilevler	207	15891	707364	4096767	32	Adana/DSİ 4.Bölg.Müd.
156	42666	702850	4097100	22	Adana/Yeşilevler	208	43027	707125	4096500	33	Adana/Tepebağ

Tablo 4.5 (devam):

Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki	Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki
209	41145	707250	4095400	28	Adana/Alidede	261		734379	4102116	130	Yüreğir/Baklalı
210	42307	707400	4094600	25	Adana/Şehit Duran	262	5982	728395	4103099	218	Yüreğir/Hasanbeyli
211	30433	707650	4095450	26	Adana/ Türkocağı	263	2673	737238	4109234	82	Ceyhan/İsrganlı
212	48997	708125	4095500	27	Adana/Verem savaş demeği	264	6301	736760	4109204	81	Ceyhan/İsrganlı
213	47679	708500	4095425	25	Adana/Yamaçlı	265	10590	732364	4109899	185	Yüreğir/Avcılar-Kirillier
214	40914	708325	4095875	25	Yamaçlı /Cumhuriyet Parkı	266	6691	727692	4109936	228	Yüreğir/Yeniayla
215	47678	708425	4096425	26	Adana/ Yüreğir yeni otopark	267	4311	726700	4109781	223	Yüreğir/Yeniayla
216	46345	709000	4096548	27	Adana/Eski cezaevi	268		718556	4110040	151	Yüreğir/Kızılkaş-2
217	28869	708459	4096913	27	Adana/Ali Sepici Mah.	269	6275	717143	4110248	126	Yüreğir/Kılıçlı
218	18489	708783	4097795	30	Adana/Yavuzlar	270		714638	4107689	213	Merkez/Akkuyu
219	27090	708742	4097926	30	Adana/Yavuzlar	271	2469	712886	4105721	177	Merkez/Çınarlı
220	38269	709130	4098100	31	Adana/Kazım Karabekir Mah.	272		718803	4105544	115	Yüreğir/ Kılıçlı
221	47308	710250	4096900	39	Adana/Vedat Dolakoy Kompleksi	273	3248	716775	4103355	96	Yüreğir/ Beyceli
222	42308	710275	4097875	35	Adana/Yavuzlar Parkı	274	40916	716400	4102350	100	Adana/Buruk Mezarlığı
223	28659	710510	4098749	43	Adana/Kiremithane Teknik Lise	275	43909	718025	4101300	108	Adana/ Buruk
224	42967	710750	4098600	41	Adana/Kiremithane- Ptt Evleri	276	25548	708423	4100246	37	DSİ Mak. İkm. Tes.
225	42968	711000	4098625	42	Adana/Kiremithane- Ptt Evleri	277	50374	708425	4100400	35	Yurtkur Adana Bölge Müd.
226	39320	711760	4099175	33	Adana/Gürselpaşa- PTT Evleri	278	39986	708525	4100710	41	Ç.Ü. Tekfen İmpresit
227	43026	711925	4099475	51	Kozan Yolu Ç.Ü Sahası	279	41957 A	708400	4101625	55	Seyhan Barajı Sosyal Tes.
228	30387	711800	4099850	62	Adana/PTT Evleri	280	37368	707125	4101975	59	Seyhan Barajı Eğitim Tes. Loj.
229	43025	712100	4099075	48	Adana/Kiremithane Mah.	281	28607	706620	4101058	70	DSİ Mak. İkm. Tes.
230	39325	711130	4098000	25	Adana/Mutlu Mah	282	47311	706900	4100575	44	Adana/ İdari Bilimler Fak.Doğu
231	26958	711580	4098147	39	Adana/Kiremithane Mah.	283	47312	706825	4100500	47	Adana/ İdari Bilimler Fak.Doğu
232	34181	711825	4097225	46	Adana/ Karacaoğlan İlk.	284	43486 A	706625	4100325	53	Adana/ İdari Bilimler Fak.Güney
233	30389	710775	4095950	31	Adana/19 Mayıs Mah.	285	43481	706600	4100250	51	Adana/ İdari Bilimler Fak.Güney
234	30315	711675	4096000	33	Adana Polis Koleji	286		703334	4103021	124	Seyhan/Kurtepe
235	47680	711750	4095050	32	Adana/19 Mayıs Mah.	287	39987	700825	4100700	40	Ç.Ü. Tekfen İmpresit
236	45616	713525	4096800	45	Adana/Şehit Erkut Akbay Mah.	288		695971	4101390	108	Çukurova/Şambayat
237	40915	715100	4096600	51	Adana/İstiklal İlk.	289	3064	692074	4100576	75	Merkez/Kuyumcular
238	47302	716500	4095500	54	Adana/İncirlik	290	4309	693213	4102072	91	Çukurova/Kabasakal
239		714219	4090463	52	Yüreğir/İsmailiye	291		694250	4102273	107	Çukurova/Şambayat
240		730797	4092798	24	Yüreğir/Yakapınar	292		694486	4103140	156	Çukurova/Kurtepe
241		733354	4093104	18	Yüreğir/Dağcı-Yüreklı	293	5550	697502	4108274	79	Karaisalı/Meşli
242	4307	739100	4091600	111	Ceyhan/Kızıldere	294	32450 B	694375	4106500	105	DSİ Çakt Elek,Şantiyesi
243		737898	4097807	31	Ceyhan/Çakaldere	295	5991	691810	4103683	87	Seyhan/Kuyumcular
244	2882	749855	4098579	25	Ceyhan/Orman Fidanlığı	296	10591	690029	4103207	102	Seyhan /Söğütlü
245	7212	756121	4098510	32	Ceyhan Çiftlikler köyü	297		689663	4104421	150	Çukurova Söğütlü 2
246	7213	758666	4095702	69	Ceyhan/Sarkeçili	298		689783	4107311	85	Karaisalı/Söğütlü-Fakılar
247	6298	754959	4090786	34	Ceyhan/Körkuyu	299		688848	4105947	158	Çukurova/Söğütlü
248	7210	754891	4090038	55	Ceyhan/Narlık 2	300		686276	4104584	180	Karaisalı/Gökkuyu
249	5542	763969	4098180	190	Ceyhan/Selimiye	301		683204	4105871	127	Seyhan/Küçükçınar
250	6939	768395	4098353	119	Ceyhan/Dokuztekn	302		687701	4108283	78	Karaisalı/Söğütlü
251	6302	764076	4100186	176	Ceyhan/Dutlupınar	303	3798	687018	4108695	82	Karaisalı/ Salbaş
252	3795	766713	4106170	31	Ceyhan/Kuzucak gr.	304		687420	4109329	108	Karaisalı/Salbaş
253	30231	747400	4103125	21	Ceyhan/Beledeye	305	2459	693400	4111663	105	Merkez/Dörtler
254	2106	745982	4102214	29	Ceyhan/Büyükmangıt	306		702658	4112179	70	Çukurova/Örgün-Dörtler
255	4306	746221	4103364	27	Ceyhan/Büyükmangıt	307		702761	4114140	77	Merkez/ Ayvalı
256	48774	746550	4104400	23	Adana/ACO Şb. Müd.	308		703502	4114345	83	Yüreğir/ Ayvalı
257	3373	748630	4105867	23	Ceyhan/Küçükmangıt	309	3810	706898	4112933	72	Yüreğir/Kılbaş
258	26917	745131	4108774	33	Aslantaş Barajı	310	2464	707742	4113780	86	Merkez/Kılbaş
259	3059	742118	4107385	51	Ceyhan/Kıvrıklı	311	11303	707702	4115180	132	Yüreğir/Kılbaş
260	5014	734337	4101838	122	Yüreğir/Baklalı	312	5318	705795	4116949	131	Yüreğir/Çaylı

Tablo 4.5 (devam):

Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki	Kuyu No	DSİ No	x	y	Kot	Mevki
313	4313	704655	4118034	129	Yüreğir Çiçekli-Çaylı	339	34	741017	4111101	45	Ceyhan/Tatlıkuyu
314	33372	702786	4119000	109	Çatalan Barajı Yeri	340	25389	744139	4111159	30	ÇÜ ZooteK,Arş,Ens.
315	40978	707090	4119050	72	DSİ Yenibaraj Lojman Sahası	341	28533	745446	4117787	35	Ceyhan/Cezaevi
316	5984	711866	4119694	333	Yüreğir/Eğerciuşağı	342	34035	749000	4116625	28	Çukurova Tanım İşl.müd.
317		710710	4112326	190	Merkez7Kargakekeç	343	2043	750852	4117732	29	Ceyhan/Yeşilbahçe
318	5317	712253	4114132	173	Yüreğir/Çirişgediği	344	4663	750647	4117153	28	Ceyhan/Yeşilbahçe 2
319	5983	716037	4116181	148	Yüreğir/Turunçlu	345	6003	750822	4117225	29	Ceyhan/Yeşilbahçe
320	2764	718123	4117215	273	Yüreğir/Turunçlu 2	346	6296	752783	4119359	29	Ceyhan/ İnceyer
321		722067	4118951	258	Yüreğir Karlık-Kaşobası	347		754292	4119108	28	Ceyhan/İnceyer 2
322		723085	4119758	236	Yüreğir/ Karlık-Kaşobası 2	348	3797	754078	4118683	29	Ceyhan/İnceyer
323		723971	4113665	259	Yüreğir/ Sarçam-Şentepe	349	46119	758100	4115084	28	Aslantaş HES İşletme Müd.
324		724255	4113140	245	Yüreğir/Mustafalar	350	37367	765150	4115200	30	DSİ Köşreli İşletmesi
325		724846	4113053	248	Yüreğir /Kadiriñçiftliği	351	6297	763991	4123208	33	Ceyhan/Irmaklı
326	5320	726282	4110792	228	Yüreğir/ Aydınyurdu	352	4662	755159	4123523	31	Ceyhan/Yeşildam
327		727252	4115034	205	Yüreğir7Gökbuket	353	6690	752513	4123923	33	Ceyhan/Camuzagaalı
328	4664	731571	4116304	174	Ceyhan/Başören 2	354	1928	752219	4122787	34	Ceyhan/Camuzagaalı
329	3379	730870	4115260	179	Ceyhan/ Başören	355	2041	749888	4120576	35	Ceyhan/Catalhöyük
330	3363	731757	4111280	156	Yüreğir/Avçılar-2	356	5327	748568	4127219	40	Ceyhan/Camuzagaalı
331	2672	736789	4114239	90	Ceyhan/Soysallı	357	3066	743800	4126138	51	Ceyhan/Üçdut
332	7065	739454	4113588	55	Çukurova Harası	358	6300	744491	4124677	46	Ceyhan/Üçdut
333	7211	740284	4114610	48	Ceyhan/Dumlu 2	359	2379	736797	4121290	71	Ceyhan/ Gümürdülü
334	8446	740343	4115072	50	Ceyhan/Dumlu	360	3062	736459	4120878	73	Ceyhan/Gümürdülü
335		740325	4115325	54	Ceyhan/Dumlu	361	3362	722771	4120732	282	Adana/Karlık
336	3251	740746	4111392	49	Ceyhan/Tatlıkuyu 2	362	5316	720770	4122036	343	Yüreğir /Boztepe
337	3368	741079	4111295	45	Ceyhan/Tatlıkuyu 3	363	39079	718250	4122100	314	Çatalan Barajı
338	2122	741042	4111464	45	Ceyhan7Tatlıkuyu	364	5315	716129	4121160	317	Yüreğir/ Maltepe

4.5.3. Hidrometeorolojik Veriler

Bu bölümde inceleme alanı ve çevresinde yer alan MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) yağış gözlem istasyonlarına ait 1970-2014 yılları arasındaki meteorolojik veriler kullanılarak bölgenin yağış, buharlaşma ve sıcaklık bileşenleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında verilerin sağlandığı meteoroloji gözlem ve akım gözlem istasyonlarını gösteren gözlem ağı haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.35). İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının mevcut yoğunlukları ve yükselti aralıkları bölgedeki yağışı temsil edecek kadar yeterli olup, bilgileri Tablo 4.6'da gösterilmiştir. İnceleme alanının ortalama yağış miktarı hesaplanırken eş yağış eğrileri (izohiyet) yöntemi, buharlaşma-terleme değerlerini karşılaştırmak ve hidrolojik bütçenin hesaplanması için Thorntwaite, Turc ve Penman yöntemleri kullanılmıştır.



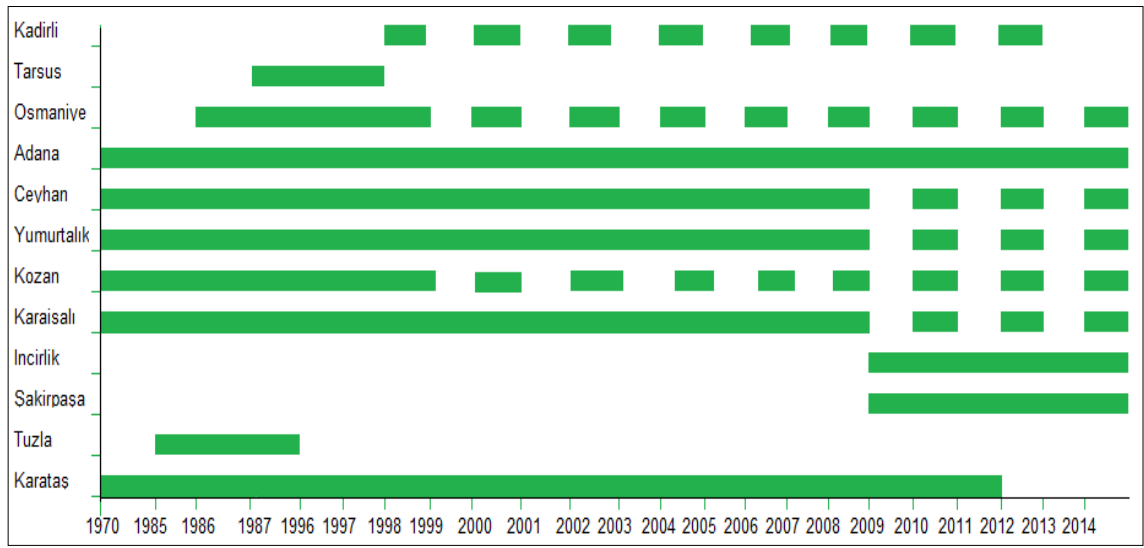
Şekil 4.35: İnceleme alanı ve çevresinin meteoroloji gözlem ağı haritası.

Tablo 4.6: İnceleme alanı ve çevresindeki MGİ bilgileri.

İstasyon adı	İstasyon no	Yükselti (m)	x	y
Kadirli	7767	100	771479	4124775
Tarsus	8402	21	665811	4083564
İncirlik	17350	65	715187	4097661
Adana	17351	23	708591	4097896
Şakirpaşa	17352	20	704525	4095543
Osmaniye	17355	94	789174	4111155
Kozan	17908	112	749400	4146716
Karaisallı	17936	240	682946	4124655
Ceyhan	17960	48	749606	4100017
Yumurtalık	17979	34	749048	4072845
Karataş	17981	22	713827	4049650
Tuzla	8647	4	686676	4063396

4.5.3.1. Yağış

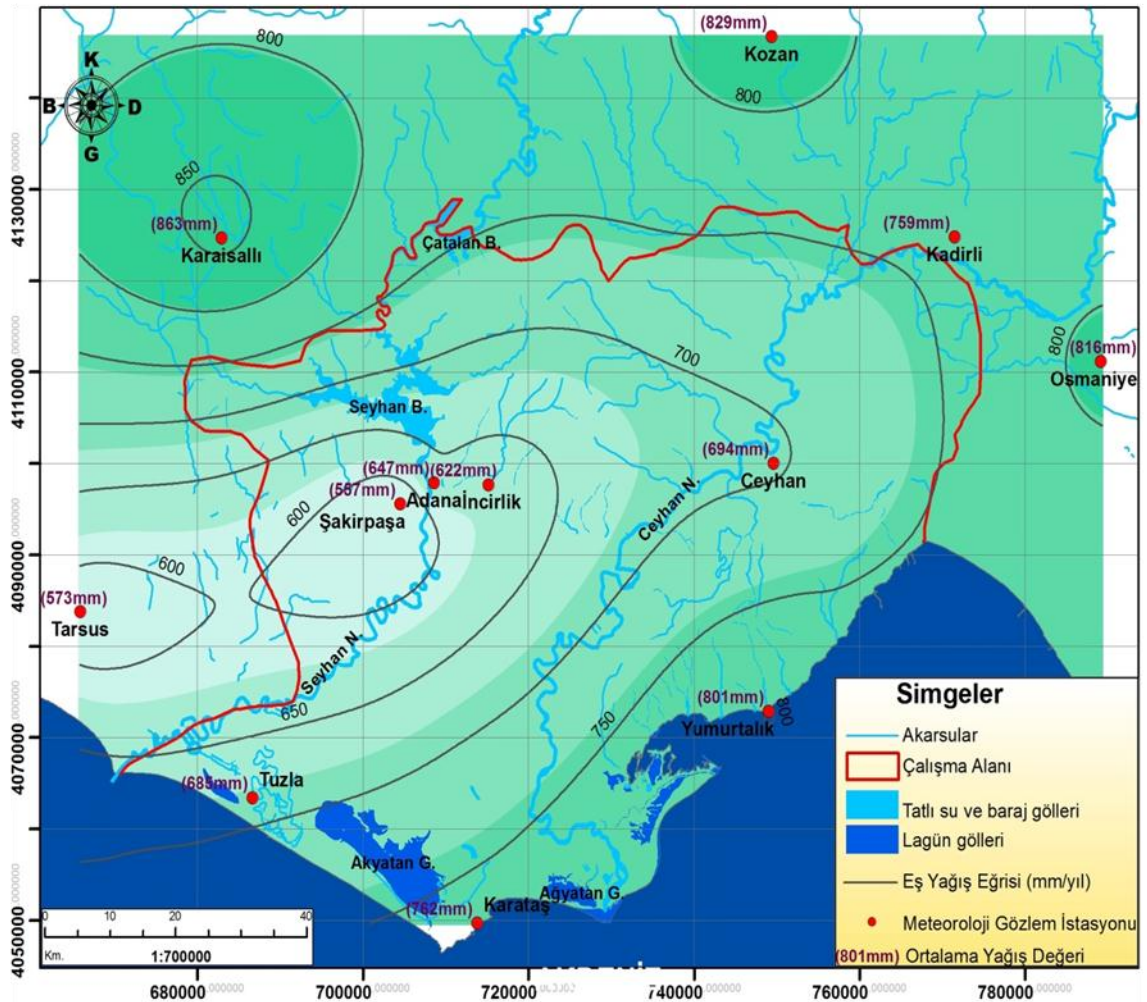
İnceleme alanı ve çevresinde bulunan gözlem istasyonlarından Adana dışındaki diğer istasyonların bazı yıllara ait yağış verileri eksiktir (Şekil 4.36). Yağış analizinde kullanılan istasyonların eksik olan verileri regresyon analizi yapılarak tamamlanmıştır. Regresyon analizinde yağış verileri tam olan Adana ile verileri eksik olan Karataş, Kadirli, Tarsus, Osmaniye, Ceyhan, Yumurtalık, Kozan, Karaisalı, İncirlik, Şakirpaşa ve Tuzla istasyonları birbirleriyle korele edilmiştir. Verileri eksik olan tüm istasyonlar Adana istasyonu ile en yüksek korelasyon değerini göstermiştir.



Şekil 4.36: İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının kayıt uzunlukları.

İnceleme alanı ve çevresinde bulunan yağış gözlem istasyonlarının (1970-2014 yılları arasında gözlemlenen ve korelasyon analizi ile hesaplanan) ortalama yıllık yağış değerlerinden eş yağış eğrileri (izohiyet) yöntemiyle yıllık ortalama yağış haritası hazırlanmış ve alanın ortalama yağış değeri 705mm/yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.37). İnceleme alanı ve çevresinin yağış haritasına genel olarak bakıldığında yüksek kotlarda bulunan Karaisalı, Kozan ve Osmaniye istasyonlarında daha fazla yağış bulunduğu görülmektedir. Yıllık ortalama en yüksek yağış Karaisalı 863mm, en az yağış ise Şakirpaşa istasyonunda 567mm olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanının topoğrafik özelliği dikkate alındığında yağışların güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru orografik yağış şeklinde arttığı görülmektedir.

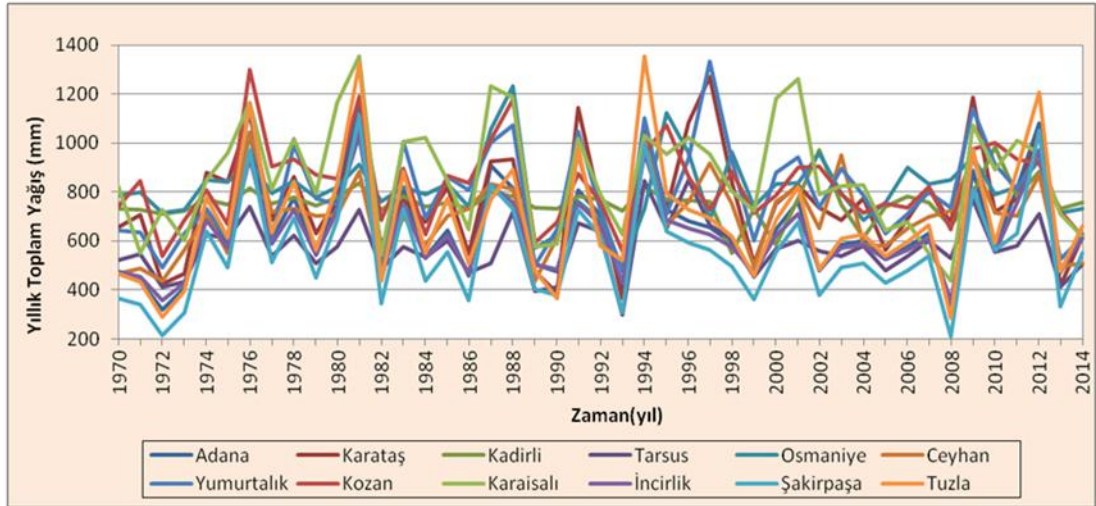
İnceleme alanı ve çevresinde bulunan tüm istasyonların 1970-2014 yılları arasındaki yıllık toplam yağışları Şekil 4.38’de gösterilmiştir. Grafiğe göre yağış haritasında da olduğu gibi en az yağış alan istasyon Şakirpaşa, en fazla yağış alan ise Karaisalı istasyonudur. Genel olarak değerlendirildiğinde istasyonların yıllık yağış değerleri birbirleriyle uyumludur. Adana meteoroloji gözlem istasyonunun 1970–2014 yılları arasındaki yağış değerlerinden yıllık ortalama yağış grafiği çizilmiştir (Şekil 4.39). Grafiğe göre 45 yıllık ortalama yağış değeri 647mm olarak hesaplanmıştır. Genel olarak bakıldığında 1976, 1981, 1994 ve 2012 yıllarındaki yağış değerinin 1000 mm’nin üzerinde olup, ortalama seviyeyi yükselttiği görülür. 1972 ve 2008 yılları arasındaki yağışlar ise ortalama değerin oldukça altındadır.



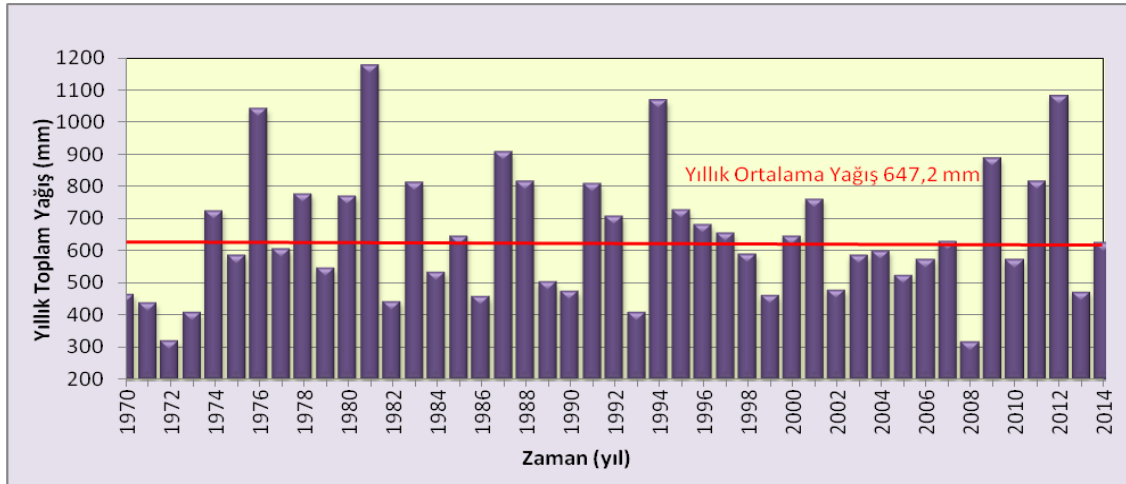
Şekil 4.37: İnceleme alanı ve çevresinin yağış haritası.

İnceleme alanının yağış rejimini belirlemek için günümüze kadar verileri tam olan Adana gözlem istasyonunun 1970-2014 yılları arasındaki yağışların yıllık ortalama değerlerinden eklenik sapma değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.7).

Akiferlerde yeraltısuyu beslenimi, boşalımı ve seviyesi sadece inceleme yılına ait yağışlara değil, daha önceki yılların yağışlarını da bağlı olarak değişir. Bundan dolayı eklenik sapma değerlerinden inceleme alanının yağışlı ve kurak dönemlerini yorumlamak amacıyla eklenik sapma grafiği çizilmiştir (Şekil 4.40). Grafikte yağış eğrilerinin pik yaptığı yerler yağışın arttığını, yağışlı döneme girildiğini, bunun tam tersi olan yerler ise yağışın azaldığını ve kurak döneme girildiğini ifade eder.



Şekil 4.38: İnceleme alanı ve çevresinde bulunan gözlem istasyonlarının yıllık toplam yağış grafiği.



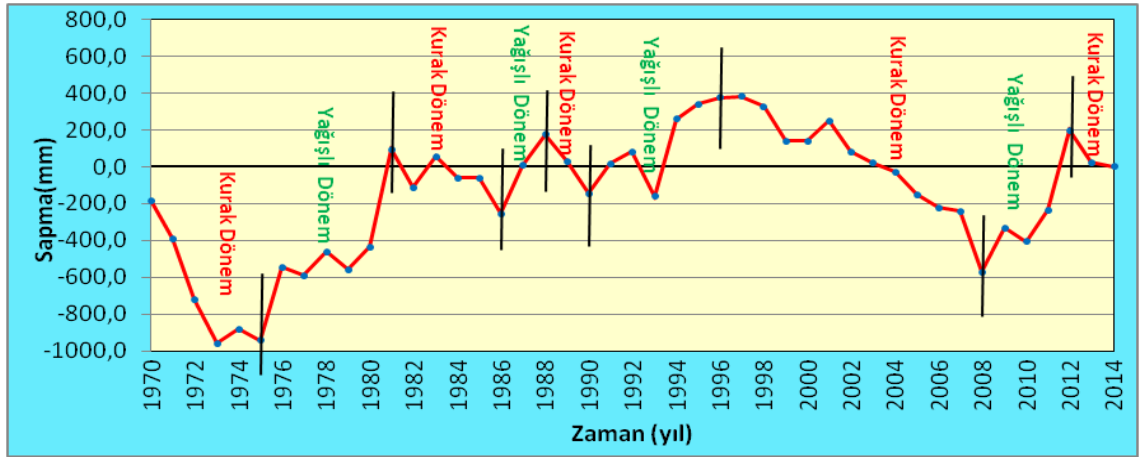
Şekil 4.39: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun uzun yıllar (1970–2014) yağış grafiği.

Eklenik sapma grafiğine göre 1970-1975 yılları arası kurak, 1975-1981 arası yağışlı, 1981-1990 arası birbirini izleyen kurak ve yağışlı dönemlerdir. 1990-1996 yılları arasında yağışlı bir dönemden sonra 1996-2008 yılları arasında 12 yıllık bir sürede genel olarak azalan bir eğilimle kurak bir döneme girilmiştir. 2008-2012 yılları arası

yağışlı dönem olup, grafiğin eğiminden 2012 den günümüze kadar kurak bir döneme girdiği görülmektedir.

Tablo 4.7: Adana istasyonunun uzun yıllar (1970-2014) yağış miktarları ve eklenik sapma değerleri.

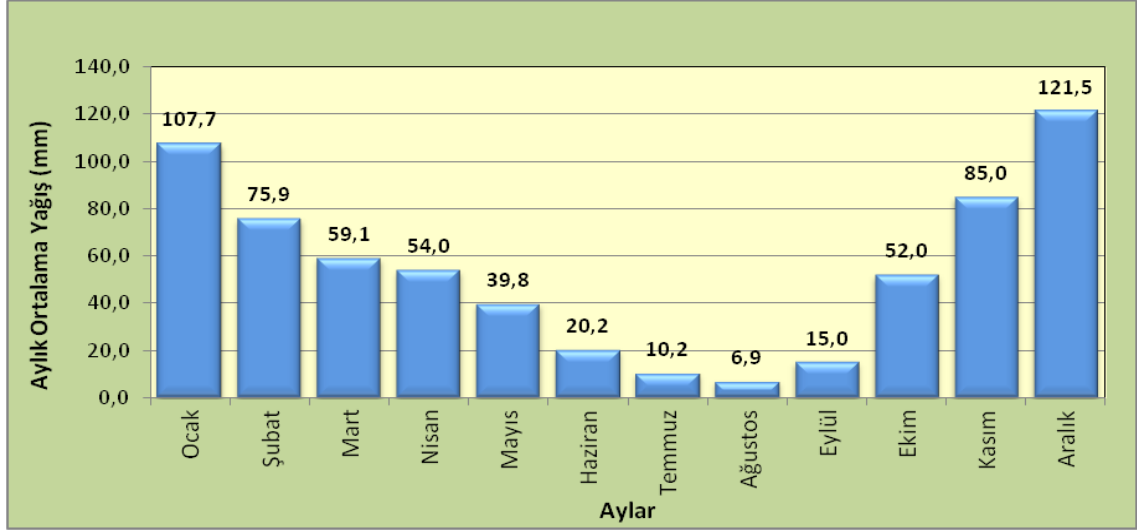
Yılar	Yağış	Ortalamadan Sapma	Eklenik Sapma	Yılar	Yağış	Ortalamadan Sapma	Eklenik Sapma
1970	465,3	-181,9	-181,9	1993	407,4	-239,8	-159,8
1971	438,4	-208,8	-390,7	1994	1067	420,1	260,3
1972	319,4	-327,8	-718,5	1995	727,1	79,9	340,2
1973	407,9	-239,3	-957,8	1996	682,4	35,2	375,4
1974	724,2	77	-880,8	1997	654,8	7,6	383
1975	586,5	-60,7	-941,5	1998	590,8	-56,4	326,6
1976	1042	395,1	-546,4	1999	460	-187,2	139,4
1977	605,7	-41,5	-587,9	2000	646,6	-0,6	138,8
1978	777,5	130,3	-457,6	2001	760	112,8	251,6
1979	546,2	-101	-558,6	2002	478,2	-169	82,6
1980	771,1	123,9	-434,7	2003	586	-61,2	21,4
1981	1176	529	94,3	2004	599,9	-47,3	-25,9
1982	442,7	-204,5	-110,2	2005	525	-122,2	-148,1
1983	812	164,8	54,6	2006	574,2	-73	-221,1
1984	534	-113,2	-58,6	2007	630	-17,2	-238,3
1985	645,2	-2	-60,6	2008	316,8	-330,4	-568,7
1986	456,4	-190,8	-251,4	2009	886,7	239,5	-329,2
1987	906,5	259,3	7,9	2010	571,3	-75,9	-405,1
1988	815,2	168	175,9	2011	816,8	169,6	-235,5
1989	502,5	-144,7	31,2	2012	1081	434,1	198,6
1990	474,7	-172,5	-141,3	2013	472,7	-174,5	24,1
1991	807,9	160,7	19,4	2014	624,7	-22,5	1,6
1992	707,8	60,6	80				



Şekil 4.40: Adana meteoroloji gözlem istasyonu uzun yıllar (1970–2014) eklenik sapma grafiği.

Adana meteoroloji gözlem istasyonuna ait 1970–2014 yılları arasındaki yağış verileri aylara göre değerlendirildiğinde ise yağışın en fazla kış aylarında özellikle Aralık ve

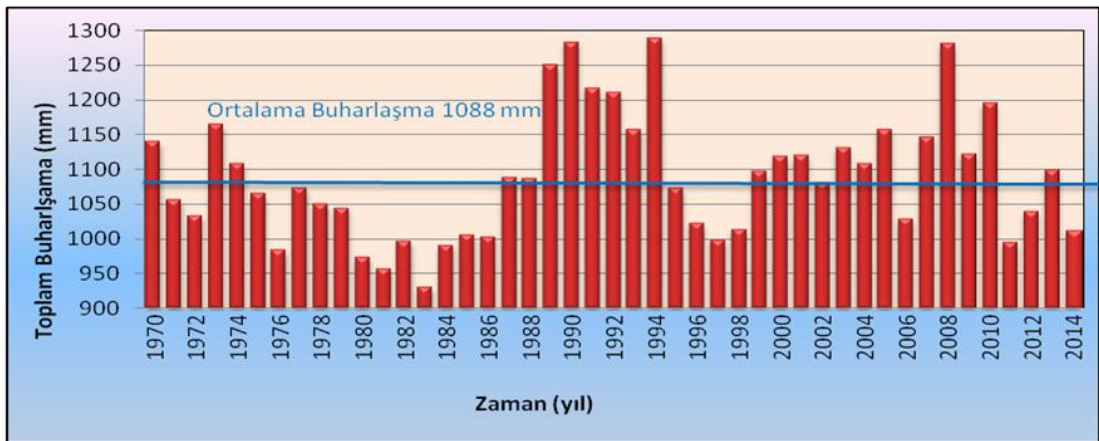
Ocak, en az yağışın ise yaz aylarında Haziran, Temmuz, Ağustos ve sonbahar dönemi Eylül ayında olduğu görülür (Şekil 4.41).



Şekil 4.41: Adana yağış istasyonunun aylık toplam yağış grafiği.

4.5.3.2. Buharlaşma

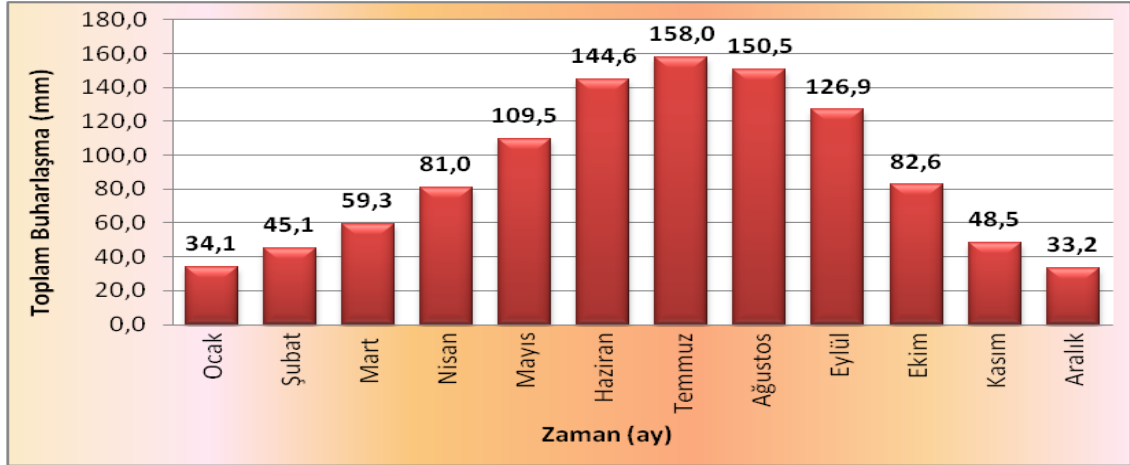
Hidrolojik bütçe hesaplamalarında en önemli girdi olan yağıştan sonra buharlaşma-terleme kayıp miktarlarının hesaplanması gerekir. İnceleme alanında yağış ve buharlaşma-terleme ilişkisini ortaya koymak amacıyla Adana gözlem istasyonunun 1970-2014 yılları arasındaki yağış, sıcaklık, buharlaşma verileri kullanılarak Penman yöntemiyle hidrolojik bilanço hesaplanmıştır.



Şekil 4.42: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık toplam buharlaşma grafiği.

Adana meteoroloji gözlem istasyonunda A sınıfı buharlaşma tavaşı (yıllık buharlaşma için katsayı 0,7 alınmıştır) ile ölçülen 1970-2014 yılları arasındaki verilere göre yıllık toplam buharlaşma ortalaması 1088 mm hesaplanmıştır. 1989, 1990, 1994 ve 2008

yıllarında ortalama değerin üzerinde yüksek buharlaşma (Buharlaşma miktarı > 1250 mm) gerçekleşmiştir (Şekil 4.42). Adana meteoroloji gözlem istasyonunun 1970-2014 yılları arasındaki aylık ortalama buharlaşma değerlerini gösteren grafiğe göre en yüksek buharlaşmanın 158 mm ile Temmuz ayında olduğu, en düşük buharlaşmanın 33,1mm ile Ocak aylarında olduğu görülür (Şekil 4.43).



Şekil 4.43: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun aylık ortalama buharlaşma grafiği.

Adana meteoroloji gözlem istasyonunun verileri kullanılarak inceleme alanının potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme değerleri Thornthwaite (1948), Turc (1954) ve Penman yöntemlerine göre hesaplanmıştır. Bu yöntemlerle elde edilen potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme değerleri birbirleriyle kıyaslanmış ve Penman yöntemine göre hidrolojik bütçe hesaplanmıştır.

Thornthwaite (1948) yöntemi sadece meteorolojik koşulların değerlendirildiği ve terlemeye sebep olan bitki örtüsünün dikkate alınmadığı bir yöntemdir (Yenil, 2010). Bu yöntemde potansiyel buharlaşma-terlemeyi (Etp) hesaplamak için inceleme alanının ortalama aylık sıcaklık ve enlem düzeltme katsayıları kullanılmıştır. Potansiyel buharlaşma-terlemenin (Etp) hesaplanmasında kullanılan ifade ve formüller aşağıda gösterilmiştir.

Thornthwaite (1948) formülü: $E_{Tp} = 16 \times [10 \times T / I]^a \times F(\lambda)$

$$i = (T/5)^{1,514} \quad I = \sum i$$

$$a = (6,75 \times 10^{-7} \times I^3) - (7,71 \times 10^{-5} \times I^2) + (1,79 \times 10^{-2} \times I) + 0,49239$$

ETp: Aylık potansiyel buharlaşma-terleme değeri (mm)

i: Aylık sıcaklık indisi(°C).

I: Yıllık sıcaklık indisi (12 aya ait sıcaklık indislerinin (i) toplamı ile elde edilir)

a: Katsayıdır (I değerlerinin a' yı veren formülde kullanılarak hesaplanır)

T= Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)

F (λ): Enlem düzeltme katsayısı (bu katsayı alanın enlem derecesine göre Marsily (1986) referansındaki ilgili tablolardan belirlenir).

Thornthwaite (1948) yöntemiyle Adana meteoroloji gözlem istasyonunun (1970-2014 yılları arasındaki) verileri kullanılarak aylık toplam potansiyel buharlaşma-terleme (Etp) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.8). Bu tabloya göre en yüksek buharlaşma-terleme (Etp) 191,9 mm ile temmuz ayında, en düşük ocak ayında görülmüştür. Yıllık toplam buharlaşma-terlemenin değeri 1039,30 mm olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 4.8: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun Thornthwaite (1948) yöntemine göre hesaplanan buharlaşma-terleme değerleri (Etp).

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Aylık Sıcaklık Ort.	9,4	10,4	13,6	17,7	21,6	25,6	28,2	28,5	26,3	21,7	15,5	10,6	19,09
Sıcaklık İndisi(i)	2,6	3,0	4,5	6,8	9,2	11,9	13,7	13,9	12,3	9,2	5,5	3,1	95,8
Düzeltilmemiş Etp(mm)	15,4	19,1	33,2	58,2	87,7	125,5	153,5	156,7	132,2	88,3	43,6	19,8	933,13
Enlem Düzeltme Katsayısı F(λ)	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmiş Etp(mm)	13,2	16,0	34,2	64,0	107,0	154,4	191,9	183,3	136,1	85,6	37,1	16,4	1039,3

Turc (1954) yöntemine göre Adana meteoroloji gözlem istasyonunun verileri (1970-2014 yılları arasındaki) kullanılarak gerçek buharlaşma-terleme (ETg) hesaplanmıştır (Tablo 4.9). Bu yöntemde buharlaşma-terleme kayıplarının hesaplanmasında kullanılan ifade ve formüller aşağıda belirtilmiştir.

Gerçek buharlaşma-terleme (ETg) Formülü: $ETg = P / [\{ 0.9 + (P^2/L^2) \}^{0.5}]$

$$L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$$

ETg: Yıllık gerçek buharlaşma-terleme değeri (mm)

P: Yıllık ortalama yağış değeri (mm)

T: Yıllık ortalama hava sıcaklığı (°C)

L: Sıcaklığa bağılı hesaplanan katsayı

Turc yöntemine göre Adana meteoroloji gözlem istasyonu için yıllık gerçek buharlaşma-terleme (ETg) değeri 583,35 mm/yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.9).

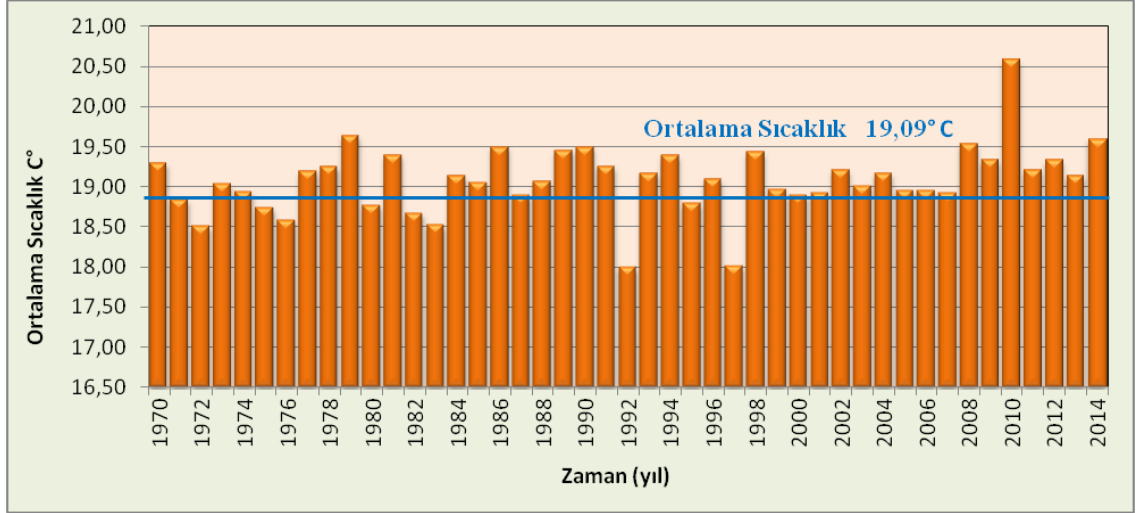
Tablo 4.9: Adana meteoroloji gözlem istasyonunun Turc yöntemine göre hesaplanan gerçek buharlaşma-terleme değeri (ETg).

Yıllık ortalama yağış P (mm/yıl)	647,20
Yıllık ortalama hava sıcaklığı T (°C)	19,09
L (300 + 25 T + 0.05 T³)	1125,10
Gerçek Buharlaşma-Terleme ETg mm	583,35

Penman yöntemine göre de Adana meteoroloji gözlem istasyonu için gerçek buharlaşma-terleme (ETa) değerleri hesaplanmıştır. Hidrolojik bütçe başlığı altında yer alan Tablo 4.11’de görüldüğü gibi ETa miktarı 415,09 mm/yıl olarak belirlenmiştir.

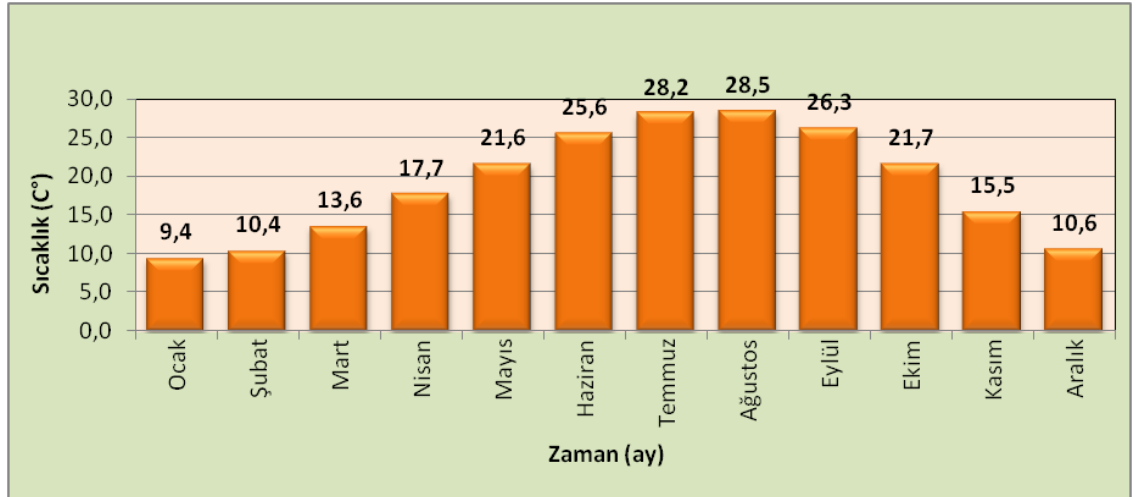
4.5.3.3. Sıcaklık

İnceleme alanının hidrolojik bütçesini hesaplamak ve aylık, yıllık ve mevsimsel sıcaklık değişimlerini yorumlamak amacıyla Adana meteoroloji gözlem istasyonunun sıcaklık verileri kullanılmıştır. Sadece Adana istasyonuna ait sıcaklık verileri bölgeyi temsil edecek yeterliliktedir. Adana meteoroloji gözlem istasyonunun 1970-2014 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerleri Şekil 4.44’de verilmiştir. Grafığe göre en yüksek ortalama sıcaklık 2010 yılında 20,50 °C ile ortalamanın üzerindedir.

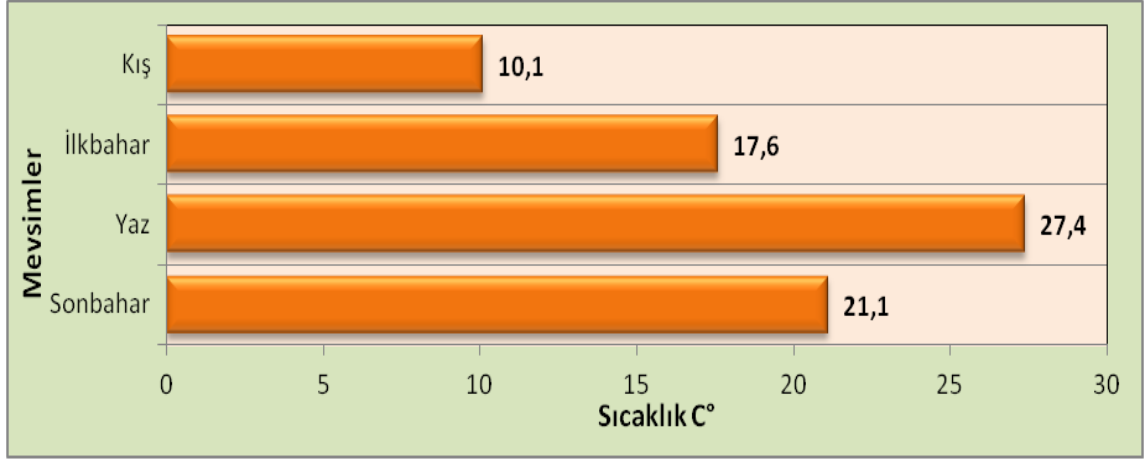


Şekil 4.44: Adana meteoroloji gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değişimi.

Adana meteoroloji gözlem istasyonunun aylık ve mevsimsel ortalama sıcaklık değişimlerine bakıldığında 1970-2014 yılları arasında 9,4 °C sıcaklık ile Ocak ayı en soğuk, 28,5 °C ortalama ile Ağustos en sıcak aydır (Şekil 4.45) İnceleme alanında yaz aylarında ortalama sıcaklık 27,4 °C iken, kış aylarında 10,1 °C olarak görülür (Şekil 4.46).



Şekil 4.45: Adana meteoroloji gözlem istasyonu aylık ortalama sıcaklık değişimi.



Şekil 4.46: Adana meteoroloji gözlem istasyonu mevsimsel sıcaklık değişimi.

4.5.3.4. Akım Verileri ve Yağış Arasındaki İlişki

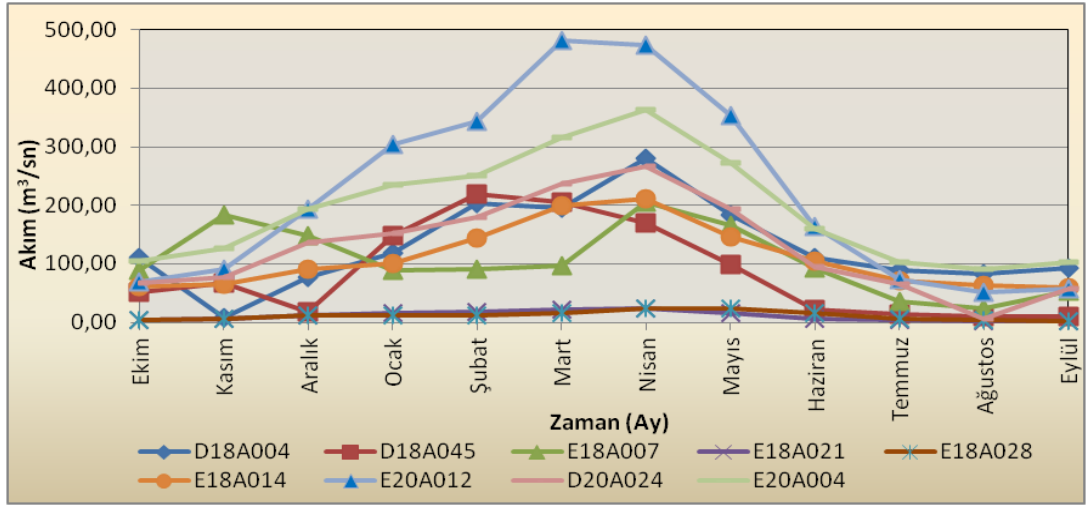
İnceleme alanında bulunan Seyhan, Ceyhan nehirleri ve kolları üzerinde DSİ'ye ait açık ve kapalı olan 15 adet akım gözlem istasyonu ve bir adet göl gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan hem uygun veri potansiyeline sahip hem de Ceyhan ve Seyhan nehirlerinin akım değerlerini karşılaştırılmalı olarak yorumlayabilmek için 10 adet akım gözlem istasyon seçilmiştir (Şekil 4.35). Verileri kullanılan akım gözlem istasyonlarının aylık akım değerleri ve yıllık ortalama debi değerleri Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Akarsuların akım gözlem istasyonlarında ölçülen aylık ortalama akım değerleri.

İstasyon No	Gözlem Süresi	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Ortalama (m ³ /sn)
D18A004	1960-1961	111,50	8,50	77,35	119,25	203,00	195,00	279,50	183,05	110,90	87,90	83,90	92,50	129,36
D18A045	2010-2013	51,17	67,50	17,20	148,13	219,25	205,78	170,40	98,63	21,88	13,95	10,60	8,99	86,12
E18A007	1971-1972	88,50	183,50	148,00	87,95	90,85	97,50	205,80	166,50	93,55	35,65	23,25	53,40	106,20
E18A021	1992-2013	3,27	5,59	11,69	15,58	16,99	21,21	24,33	15,31	6,90	3,64	2,64	2,57	10,81
E18A028	1992-2013	3,51	5,10	11,33	10,90	11,17	16,21	23,84	23,93	15,93	6,93	3,27	2,53	11,22
E18A014	1959-1965	61,66	64,90	90,68	101,21	144,64	199,52	212,03	146,28	105,18	71,10	62,21	58,85	109,86
E20A012	1954-1970	68,65	90,28	193,95	303,35	342,53	482,18	473,29	353,77	163,32	72,74	51,69	56,56	221,02
D20A024	1969-2014	66,77	76,53	136,52	152,67	178,74	236,50	266,94	192,79	94,39	65,48	5,85	57,89	127,59
E20A004	1971-2013	105,47	126,58	193,42	233,96	250,43	316,08	363,84	272,03	160,62	103,41	91,26	102,55	193,31
D18G015	2005	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,01	0,06	0,06	0,06 (m)

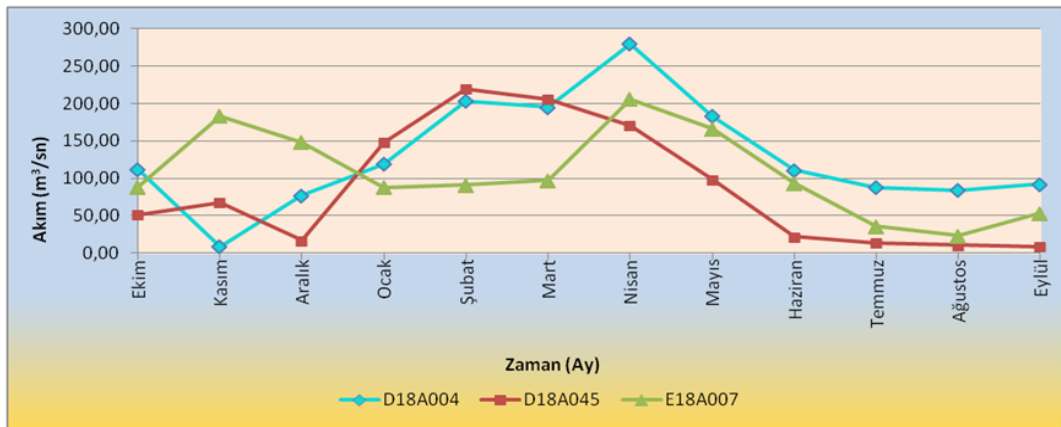
İnceleme alanında bulunan akım gözlem istasyonlarının aylık ortalama akım değerlerine göre hazırlanan grafiğe bakıldığında, en yüksek akım Ceyhan nehrinin üzerindeki E20A012 nolu istasyonda 221,02 m³/sn, E20A004 istasyonunda ise 193,31 m³/sn olarak gözlemlenmiştir. En düşük akım verileri ise Seyhan nehri üzerindeki E18A021 nolu istasyonda 11,49 m³/sn, E18A028 istasyonunda 11,92 m³/sn olarak ölçülmüştür (Şekil

4.47). Genel olarak değerlendirildiğinde inceleme alanında Ceyhan nehrinin üzerindeki istasyonların akım verileri Seyhan üzerindeki akım değerlerinden daha yüksektir.

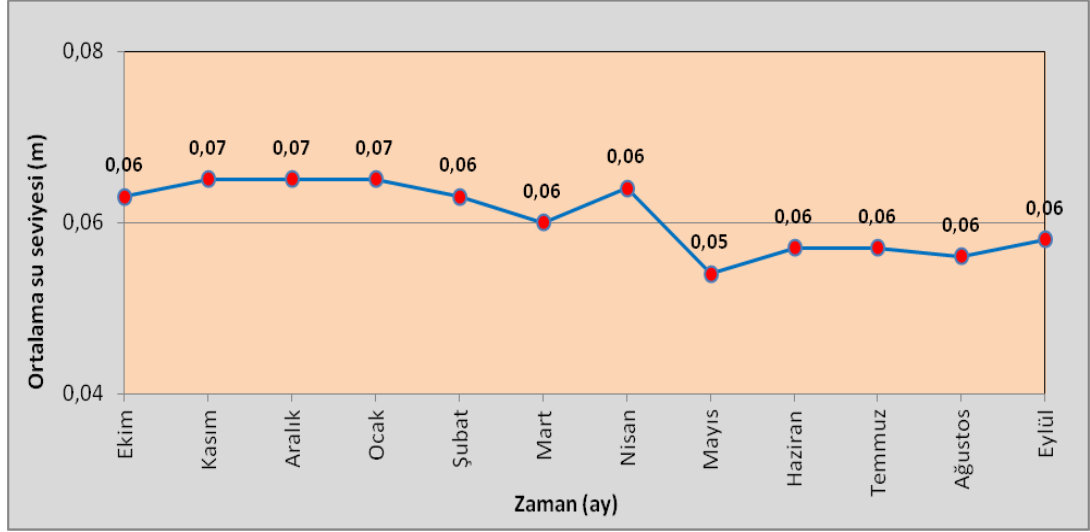


Şekil 4.47: Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin üzerindeki akım değerlerinin aylık ortalama grafiği.

Seyhan nehrinin Seyhan Barajı'nın çıkışından Akdenize döküldüğü akım yolundaki istasyonlardan yıllık ortalama akım D18A004'te $130,99\text{m}^3/\text{sn}$, E18A007'de $107,81\text{m}^3/\text{sn}$, D18A045'te $89,30\text{m}^3/\text{sn}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.48). D18A045 nolu istasyonda yıllık ortalama akımın düşük olması buradaki DSİ'ye ait regülatörden tarım alanlarını sulamak amacıyla kanallara su verilmesine bağlıdır. Seyhan barajı göl gözlem istasyonunun 2005 yılın ait verilerine göre hazırlanan grafikte ortalama su seviyesi 0,05-0,07m arasında değişip, yıl içerisinde çok farklılık göstermemektedir (Şekil 4.49). Nisan ayından itibaren baraj gölü suyundan tarımsal faaliyetler için su kullanımına bağlı olarak su seviyesinde azalma görülmektedir. En düşük su seviyesi yağışın da düşük olmasına bağlı olarak 0,05m ile Mayıs ayında gözlemlenmiştir.

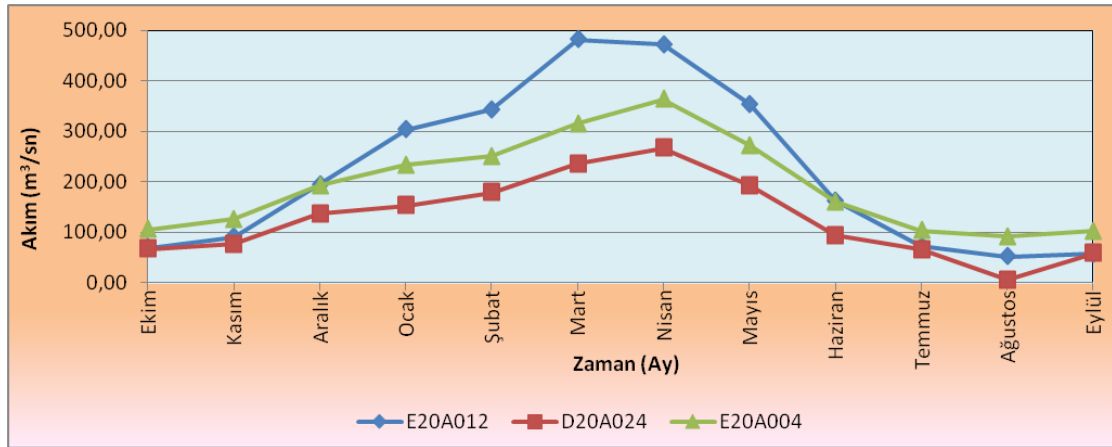


Şekil 4.48: Seyhan nehri üzerindeki AGİ'lerin aylık ortalama akım değişimleri.



Şekil 4.49: Seyhan baraj gölü gözlem istasyonu (2005 yılında) su seviyesi değişimi.

Ceyhan nehrinin akım yolu üzerindeki istasyonların akım verilerine göre hazırlanan grafikte ise Seyhan Nehrinde olduğu gibi yağış miktarlarının fazla olduğu Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında akım değerleri yüksektir (Şekil 4. 50).



Şekil 4.50: Ceyhan nehri üzerindeki AGİ'lerin aylık ortalama akım değişimleri.

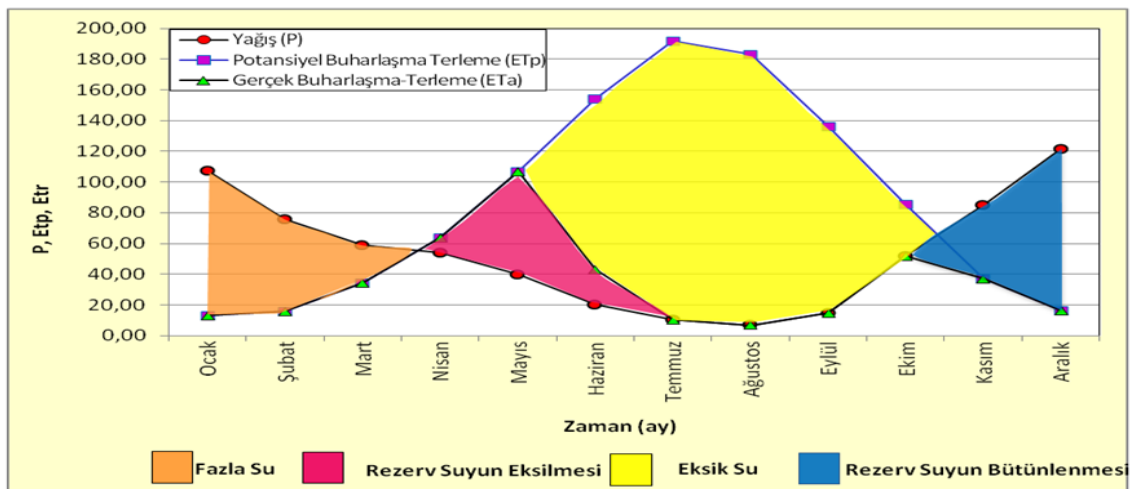
4.5.4. Hidrolojik Bütçe

İnceleme alanının yağış ve buharlaşma değişimlerini değerlendirmek amacıyla Penman yöntemine göre hidrolojik bütçe hesaplanmıştır. Bu yöntemde Adana meteoroloji gözlem istasyonunun aylık ortalama yağış verileri (1970-2014 yılları arasında) ve Thornthwaite yöntemiyle hesaplanan potansiyel buharlaşma-terleme değerleri kullanılmıştır. Hesaplanan hidrolojik bütçede gerçek buharlaşma-terleme, eksik su, fazla su ve sızma gibi bileşenler belirlenmiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: İnceleme alanının Penman yöntemine göre hesaplanan hidrolojik bütçesi.

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış P	107,68	75,94	59,08	53,98	39,77	20,19	10,23	6,88	15,03	52,00	85,00	121,46	647,24
Potansiyel Buharlaşma Terleme Etp	13,22	16,03	34,22	63,98	106,98	154,35	191,89	183,33	136,13	85,63	37,10	16,45	1039,30
P – Etp	94,46	59,91	24,86	-10,00	-67,21	-134,16	-181,66	-176,45	-121,10	-33,63	47,90	105,01	-392,07
Rezerv Su	100,00	100,00	100,00	90,00	22,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,90	100,00	
Gerçek Buharlaşma-Terleme ETa	13,22	16,03	34,22	63,98	106,98	42,99	10,23	6,88	15,03	52,00	37,10	16,45	415,09
Eksik Su Etp – ETa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,37	181,66	176,45	121,10	33,63	0,00	0,00	624,21
Fazla Su P – Etp	94,46	59,91	24,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,92	232,15
Akım Ro	60,46	60,18	42,52	21,26	10,63	5,32	2,66	1,33	0,66	0,33	0,17	26,54	232,07
Yağış-Akım P-Ro	47,22	15,76	16,56	32,72	29,14	14,87	7,57	5,55	14,36	51,66	84,84	94,92	415,17
Aylık Nemlilik Katsayısı	7,08	4,34	0,79	-0,09	-0,59	-0,88	-0,95	-0,97	-0,89	-0,41	1,32	5,86	

Penman yöntemine göre Adana meteoroloji gözlem istasyonunun 1970-2014 yılları arasındaki hidrolojik bütçe bileşenlerinin aylık değişim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.51). Bu grafiğe bakıldığında Ocak, Şubat ve Mart aylarında yağış (P) miktarı gerçek buharlaşma-terlemeden (ETa) fazladır. Bu aylardaki etkili yağıştan dolayı su fazlalığı görülmekte ve fazla su toprağın rezervine eklenmektedir. Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında ise yağış miktarı azalmakta ve toprakta depolanan rezerve su miktarı buharlaşma-terleme yoluyla eksilmektedir. Temmuz ayından Ekim ayına kadar eksik su görülmektedir. Yağış ve buharlaşma-terleme miktarının eşit olduğu bu aylarda sıcaklığın yüksek olmasına da bağlı olarak yağış miktarı buharlaşma-terleme miktarını karşılayamamaktadır. Ekim ayının başından itibaren yağış, buharlaşma-terlemeden fazla olmasından dolayı toprak suyu depolamaktadır.

**Şekil 4.51:** İnceleme alanı ve çevresinin (1970-2014 yılları arasında) yağış ve buharlaşma-terleme ilişkisi.

Penman yöntemine göre hesaplanan potansiyel buharlaşma-terleme (Etp), gerçek buharlaşma-terleme (ETa), su eksikliği ve su fazlasının yağışa göre yüzde değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir. Buna göre 647,2 mm/yıl’lık uzun yıllar ortalama yağış miktarının 415,09 mm/yıl’lık bölümü yani %64’ü gerçek buharlaşma ile yeniden atmosfere dönerken, yağışın sadece 232,15 mm/yıl’ını oluşturan %36’sının akışa geçtiği görülmektedir. Burada akış yüzey, yüzeyaltı ve yeraltı akışı şeklindeki toplam akıştır.

Tablo 4.12: ETa, Etp, su eksikliği ve su fazlasının yağış miktarına göre yüzdeleri.

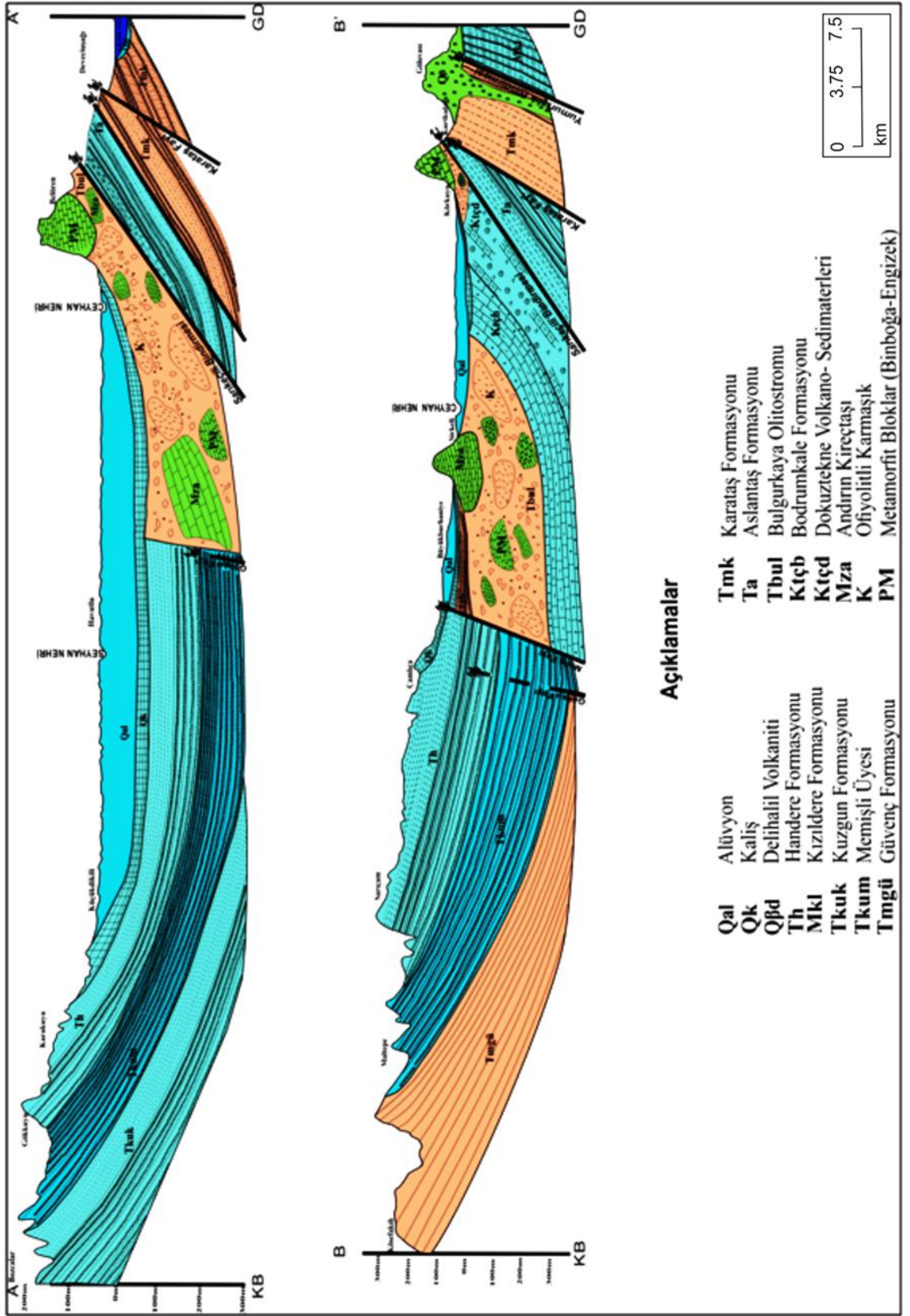
	mm/ yıl	(Yağışa Göre Yüzde) %P
Yağış	647,20	
ETa	415,09	64
Su fazlası	232,15	36
Etp	1039,3	161
Su eksikliği	624,21	96

4.6. HİDROJEOLOJİ

En temel anlamıyla yeraltısuyunun jeolojisi anlamına gelen hidrojeolojinin konusu olarak bu bölümde inceleme alanındaki birimlerin yapısal ve litolojik özellikleri, bölgedeki akiferin beslenimini ve boşalımını etkileyen faktörler incelenerek hidrojeolojik açıdan değerlendirilmiştir. İnceleme alanını oluşturan birimlerin hidrojeolojik özelliklerine göre Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin sınıflaması temel alınarak geçirimli, yarı geçirimli, geçirimsiz, karstik ve kırıklı çatlaklı olmak üzere beş farklı hidrojeolojik ortamlara ayrılmıştır (Tablo 4.13). Jeolojik birimlerin hidrojeolojik olarak sınıflandırılmasında genel hidrolik karakterleri dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın kapsamında, bölgede daha önceki yapılmış hidrojeolojik çalışmalar da dikkate alınarak arazi ve laboratuvarında yapılan hidrojeolojik incelemelerin sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak inceleme alanının 1:300.000 ölçekli hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur (Ek-3 ve Şekil 4.52). Hidrojeolojik haritada, inceleme alanında beslenme ve boşalım noktaları, barajlar, lagünler, akarsular ve yeraltı su seviyesi gösterilmiştir. Ayrıca inceleme alanında 364 adet kuyuda Temmuz 2013 döneminde statik su seviyeleri ölçülerek yeraltı su seviyesi haritası da oluşturulmuştur (Şekil 4.54). Birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin yanı sıra hidrojeolojik ortamları ve jeolojik özellikleri de hidrojeoloji haritasında gösterilmiştir. Hidrojeoloji haritasında A-A' ve B-B' olmak üzere hidrojeolojik kesitler hazırlanmıştır (Ek 3 ve Şekil 4.53).

Tablo 4.13: Jeolojik birimlerin hidrojeolojik olarak sınıflandırılması.

Hidrojeolojik ortamlar	Özellikleri	Hidrojeolojik haritada rengi
Geçirimli	Yeraltısuyu verimlilik derecesi iyi-zengin akiferler (çakıl, kum)	Koyu mavi
Yarı Geçirimli	Yeraltısuyu verimlilik derecesi orta akiferler (çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, silttaşı)	Açık mavi
Geçirimsiz	Yeraltısuyu bulunmayan verimsiz kayaçlar (bazalt, ofiyolit melanj şeyl, şist)	Turuncu
Karstik	Yeraltısuyu verimliliği iyi akiferler (kireçtaşı, dolomit, mermer)	Koyu yeşil
Kırıklı- Çatlaklı	Yeraltısuyu verimlilik derecesi orta- az karstik akiferler (kireçtaşı, marn, traverten, kiltası)	Açık yeşil



Şekil 4.53: Hidrojeoloji haritasında alınan A-A' ve B-B' hidrojeoloji kesitleri.

İnceleme alanını oluşturan birimler farklı havza koşullarında oluşmalarından dolayı litolojik, yapısal, mineralojik ve petrografik açıdan farklı özellikler sunarlar. Bundan dolayı farklı hidrojeolojik karakterlere sahiptirler. Büyük akarsular olan Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin getirdiği sedimanlardan oluşan ve bölgede oldukça geniş yayılım gösteren Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve Orta-Üst Miyosen yaşlı Kuzgun Memişli Üyesi en önemli geçirimli ortamlardır.

Dokuztekné Volkano-Sedimanterleri geçirimli mikritik kireçtaşları, yarı geçirimli spilitik volkanitler, geçirimli tuf ve geçirimsiz aglomera ardışığından oluşmasından ve Doruk Üyesi su verme açısından önemli olduğundan yarı geçirimli, Bodrumkale Formasyonu içerdiği kalsi-türbidit seviyeleri ve kumtaşları ile yarı geçirimli, bol kanyon çakıltaşları ve denizaltı yelpaze çökelleri içeren Aslantaş Formasyonu yarı geçirimli, Cingöz Formasyonu geçirimli çakıllı kumtaşı, kumtaşı seviyeleri ve az geçirimli silttaşı seviyelerinden dolayı yarı geçirimli, Kuzgun Salbaş Tüfit Üyesi geçirimli kumtaşı, çakıltaşı, tuf ve geçirimsiz miltaşından ve Kuzgun Üyesi de geçirimli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve geçirimsiz silttaşı birimlerinden dolayı yarı geçirimli ortamlar olarak sınıflandırılmıştır. Yumurtalık Fayı boyunca uzanan Kızıldere Formasyonu içerdiği resifal kireçtaşı ve geçirimsiz marnlardan dolayı yarı geçirimli ortamlar, geçirimsiz kil, kiltası seviyelerinden su alınamazken, geçirimli çakıltaşı, kumtaşı seviyelerinden su elde edilen Handere Formasyonu yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. İnceleme oldukça geniş alanlarda görülen Kaliş birimi ise iyi bir akifer özelliği taşımamasına rağmen yarı geçirimli birimlerin üzerine çökeldiğinden dolayı su elde etme açısından önem taşırlar. Bundan dolayı da bu çalışmada yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

Darıovası Ofiyolitik Melanjı, killi marn matriksli olmasından dolayı Bulgurkaya Olistostromu, geçirimsiz şeylerden oluşan içeren Karataş, geçirimsiz marn ve şeyl, içeren Güvenç Formasyonu su verme açısından önemsizdirler. Bundan dolayı geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır. Handere Formasyonunun içerisinde bantlar halinde bulunan Gökkuyu Alçıtası Üyesi geçirimli jipslerden oluştuğundan dolayı karstik ortamları oluşturur. Engizek-Binboğa Grubu Metamorfite ve kırıklı çatlaklı, Karataş ve Aslantaş Formasyonlarının arasında bulunan kırıntılı kireçtaşından oluşan Sarımazi Üyesi erime boşluklu ve bol kırıklı yapılarından dolayı kırıklı çatlaklı ortamlar olarak sınıflandırılmıştır. Delihalil Bazaltları ise ikincil olarak kırıklı çatlaklı yapısal

özelliğinden dolayı su elde etme açısından önem taşır, bundan dolayı kırıklı çatlaklı ortamlar olarak sınıflandırılmıştır.

4.6.1. Geçirimli Birimler

Çakıl, kum gibi geçirimli birimlerin oluşturduğu ortamlar iyi bir akifer özelliği gösterirler ve bu ortamlarda yeraltısu verimi yüksektir. İnceleme alanında iyi bir akifer özelliği taşıyan birim Kuzgun Memişli Üyesi (Tkum) ve geniş yer kaplayan Alüvyonlardır (Qal). Geçirimli birimlerin oluşturduğu hidrojeolojik ortam hidrojeoloji haritasında koyu mavi renk ile gösterilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.1.1. Kuzgun Memişli Üyesi (Tkum)

Kuzgun Formasyonunun en üst kısmında yer alan Memişli Üyesi çoğunlukla geçirimli çakıllı kumtaşı ve kumtaşı birimlerinden oluşur.

Tablo 4.14: Kuzgun Formasyonunun Memişli Üyesinde (Tkum) açılmış kuyular.

Kuzgun Memişli Üyesi (Tkum)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
293	5550	120	40	90	3	7,4	1262	Killi çakıl, kumtaşı
298		12	3,5	6,5	6	7,6	690	
299		52	7	32	1,25	7,55	474	Çakıl
301		104	38	58	3,2	8,46	1896	
304		25	0	20	6	7,64	800	
305	2459	21	6,5	16,5	6,5	7,5	550	Çakıl, kil
308		58	0	20	5	7,45	760	
311	11303	56	1	40	5	8,18	1582	Kumtaşı
312	5318	112	0	40	5	7,55	919	Çakıl, killi çakıl
313	4313	129	0	25	12	76	890	
314	33372	22	6,24	11,45	20	7,59	791	
315	40978	56	10,86	39,86	3,5	7,9	426	
316	5984	120	22	70	7	7,8	812	
317		166,5	52	81,5	7,69	8	1100	
318	5317	120	35	65	2	7,7	1107	
319	5983	84	0	50	10	8,2	660	Çakıl
320	2764	38	0	6,5	30	8,15	790	Kumtaşı
362	5316	88	5	30	10	7,4	626	Konglomera, kumtaşı
363	39079	24	7,86	10,02	15	7,2	737	
364	5315	124	2	35	20	7,7	582	Çakıl, konglomera

İnceleme alanında üye içerisinde DSİ tarafından açılmış kuyularda yüksek debilerde su elde edilmiştir (Tablo 4.14). İyi bir akifer özelliği taşıyan Memişli Üyesi bu çalışmada geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. Üye içerisindeki kumtaşı, çakıl ve konglomera seviyeleri oldukça geçirimlidir. Turunçlu köyü yakınlarında açılan 2764 nolu kuyuda kumtaşı seviyelerinden 30 lt/sn, Karagöçer köyü yakınlarında açılan 6942 nolu kuyuda konglomera, killi çakıl seviyelerinden 20 lt/s, Maltepe köyünde 5315 nolu kuyuda çakıl ve konglomera seviyelerinden 20 lt/sn verimle su elde edilmiştir. Üyenin içerdiği çamurtaşı, silttaşı geçirimsiz birimlerdir. Kılbaş köyü yakınlarında açılmış 11303 nolu kuyuda kumtaşı seviyelerinden 5lt/sn, Söğütlü köyünde açılan 299 nolu kuyuda çakıllı seviyelerden 1,25 lt/sn ve Memişli köyünde 5550 nolu kuyuda killi çakıl, kumtaşı seviyelerinden 3 lt/sn verimle su alınabilmektedir.

4.6.1.2. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında geniş yayılım gösteren eski ve genç alüvyonlar (Qal) gevşek yapılı çakıl, kum, kil, silt malzemelerinden oluşmuş ve birincil gözenekliliğe sahiptir. Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin kenarlarında bulunan kötü boylanmalı, az tutturulmuş alüvyonlar iyi bir akifer özelliğindedir. Su açısından önem taşıyan alüvyonlarda inceleme alanında 0,4 lt/sn ile 76 lt/sn arasında değişen aralıklarda su alınmıştır. (Tablo 4.15). Kütüklü köyünün kuzeyinde DSİ'nin açmış olduğu 37364 nolu kuyuda kireçtaşı, az çakıllı kil seviyelerinden 0,4 lt/sn verimle su alınırken, Şakırpaşa hava limanının kuzey kısmında 34916 nolu kuyuda konglomera ve kili konglomera seviyelerinden 76 lt/sn verimle su alınmıştır. Seyhan baraj gölünün güney kesimlerinde açılmış olan 38270 nolu kuyuda; konglomera, killi konglomera seviyelerinden 66,9 lt/sn, 34179 nolu kuyuda; konglomera seviyesinden 73 lt/sn ve 30433 nolu kuyuda konglomera seviyesinden 70 lt/sn verimle su alınmıştır. Bu kuyulardan oldukça yüksek debi ile su alınması Seyhan Nehir yatağındaki kötü boylanmalı, gevşek tutturulmuş genç alüvyonların iyi su verme özelliği taşımalarına bağlıdır (Ek-3 ve Şekil 4.52). İnceleme alanında Seyhan ve Çatalan barajlarının yapılmasından önce (1956-1996 yılları arasında) içme ve kullanma suyu Devlet Su İşleri (DSİ), Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) ve şahısların açmış olduğu kuyulardan sağlanmaktaydı. Bu kuyuların da çoğunluğunun alüvyonlar üzerinde açılmış olması bölgede alüvyonun önemli bir akifer olduğunu desteklemektedir.

Tablo 4.15: Alüvyon (Qal) içerisinde açılmış kuyular.

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
1	3850	100	0	5	40	7,72	2390	
2	8436	204	20	30	15	8,1	446	Çakıl
3	3243	243	4,5	18	10	7,72	480	
4	4661	254	6	8	4	8,4	660	Killi çakıl, çakıl, killi kum
5	2669	253	3	12	30	8,4	498	
6	3371	130	1,5	22	25	7,85	845	Çakıllı kum
7	5324	154	2	17	20	8,3	979	Killi çakıl, çakıl
8	3801	124	50	6,5	6	7,9	1667	Killi çakıl, çakıl
9		100	1,5			7,59	1236	
11	22001							Az kumlu kil
13	32528	160	7	48,4	2	7,43	974	Kiltaşı (kumtaşı bantlı)
14	50863	42	2,73	18,3	0,4	7,7	8160	Kumtaşı
15	3065	21	2	6,5	20	7,35	760	
16	4660	172	0	25	7	8,2	2331	Çakıl
17	3370	19	1,5	4,75		7,5	730	
19	3369	75	2	9,5	20	8,1	780	
20	3239	44	50	6,5	30	8,1	809	
21	1988	133	0	6,35	30	7,6	819	
22	9586	120	3	6	10	8,31	430,33	Çakıl
23	6304	160	3	15	20	7,9	439	Kumlu çakıl
24		142	4	25	20	8,24	1275	Çakıl
25	6000	174	2	6	20	8	841	Çakıl
26	6692	124	3	17	20	8,53	501	Çakıl
27		100	1,5			7,54	792	
28		100	1,5			7,31	1381	
29	6695	134	3	8	18	8,09	446	Çakıl
30		120	2	8	20	8,1	1814	Çakıl
31	6693	124	3	8	4	8,48	507	Çakıl
32	11353	34	5,9	7,06	60	6	556	Kumlu çakıl, konglomera
33	11352	36	5,3	6,38	60	7	458	Kumlu çakıl, konglomera, killi çakıl
34	7214	314	0	24	18	7,8	569	Çakıl
35	3372	313	0	6,5	25	7,7	850	
36	14763	100	5	10	5	8,18	790	
37	3799	300	0	10,5	20	6,8	750	Çakıl
38	9587	226	2	12	20	7,71	944	
39	1670	242	1	18,7	42	7,69	1467	
40	5621	208	0	6	50	7,97	690	
41	7500	190	9	27	5	7,98	354	

Tablo 4.15 (devam):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
42	5999	226	2	7	20	7,8	480	Çakıl
43	7870	200	7	17	35	7,85	807	
44	1987	147	2	11	25	8,6	812	
45	9937	128	4	11	5	8,37	1153,4	Çakıl
46		127	4	9	18	8,01	1380	Çakıl
47	1997	288	0,5	11	4	7,5	600	
48	3485	238	0	3	3	7,79	704	
49	5546	264	3	7	10	7,7	544	Konglomera
50	7598	160	30	40	15	7,53	820	
51	4491	280	10	60	10	7,61	569	
52	7338	320	30	35	12	7,54	784	
53		100	1,5			7,62	728	
54	4332	200	3,5	12	15	8,1	578	Killi çakıl, konglomera
55	6941	192	2	8	20	7,97	430	Çakıl
56		234	2	6	10	8	487	Konglomera
57	2378	208,2	4,5	13,5	24	8,24	463	
58	2388	196	1,5	7	35	6,7	290	Çakıl, killi çakıl
59	5992	220	1	7	15	8,15	396	Çakıl
60	3242	112	0	15,3	7,5	7,51	469	Killi çakıl, çakıl
60	3242	112	0	15,3	7,5	7,9	850	
61	2385	214,3	0	11,5	35	10,1	3680	Kil, killi fosil
61	2385	214,3	0	13,5	35	6,8	310	
62	7207	164	3	15	18	7,4	361	Çakıl
63		168	0	15	20	7,2	250	Çakıl
64	3241	88	0	15	25	8,25	770	
65	5987	108	1	7	10	8	466	Çakıl
66	3800	136	0	6,5	20	7,34	384	Çakıl
67	3240	92	1,5	6	20	7,35	414	Çakıl
67	3240	92	1,5	6	20	7,9	830	
68		60	2,5	6,5	25	7,8	810	Çakıl
69		79	4	8	20	8,2	1007	Çakıl
70	7625	142	3,5	7	20	8,2	658,6	Çakıl
71		32	3	20	4	7,3	1814	Çakıl
72	37364	28	2,6	18	0,4	7,4	1206	Kireçtaşı, az çakıllı kil
73	37365	30	5,3	16	0,5	7,4	628	Az çakıllı kalış
74	35126	60	3,4	14,9	60	7,4	2346	Çakıl, mavi kil (kumtaşı bantlı), kumtaşı
75	1791	68	3	14,5	3,5	7,2	700	
80		50	5,5	22,8	14	7,6	790	Killi çakıl, mavi kil
81	2096	38	2	5,6	15	7,8	1064	Çakıl

Tablo 4.15 (devamı):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
82	6276	96	11,5	46,5	13	7,5	616	Çakıl
83		92	7	20	25	7,8	2298	Çakıl, kireçtaşı, konglomera
84		74	3	5	20	7,3	1559	Çakıl
85	6-01/170	94	2,5	16,8	20	7	500	Killi çakıl, konglomera, çakıl
86	11882	94	5	12	10	7,17	588	Çakıl, konglomera
87	2401	78	2,8	7,5	20	7,09	473	
88	2386	70	4,5	8	35	7	370	Kumlu çakıl
89	4308	68	4	8	20	7,85	771	Çakıl
90	2390	64	4,25	8,5	35	6,8	450	Çakıl
91	42969	80	28,2	49,3	25,33	7,7	504	Konglomera, killi konglomera
92	3805	80	5	6	30	7,7	780	Çakıl
93	5330	64	7	20	15	7,65	582	Çakıl
94		56	3	15	20	7,25	1048	Çakıl
95		85,2	1,7	5	20	7,5	220	Kil, çakıl,
96		57	1,95	13,5	15	8,15	674	Çakıl
97	5313	92	3	6,5	30	7,7	890	Çakıl
98	2387	160	1	1	20	7	730	
99		95	1,25	6	25	8,3	500	Kumlu çakıl, çakıl
100		172	0	3	18	7,14	1202	Çakıl
101		142	0	11	5	7,5	1369	Konglomera
102		132	0		10	7,2	1892	Konglomera
103	5326	142	0	11	5	7,5	1369	Konglomera
104	48224	138	3,82	25,2	30	7,2	1235	Çakıl, az killi çakıltaşı, konglomera
105	48226	141	3,28	9,85	30	7,1	1480	Az çakıllı kıltaşı, killi konglomera
106	11433	158	5	21	15	7,31	1182	
107	11432	130	6	20	62	7,89	1360	
108	38447	80	8,11	19,4	36	7,8	891	Az çakıllı kil, killi çakıl, kil
109	14685	96	5	10	5	7,87	2940	
110	11629	84	4	23	17,5	7,5	2342	
111	11436	77	4	14	15	7,54	1275	
112	11437	70	6	28	25	7,5	3280	
113	11628	136	6	10	35	7,52	1228	
114	13336	96	5	20	25	7,05	2630	
115	11281	88,5	7	17	14	7,38	5980	
116	11435	66	9	27	10	7,59	557	
117	11438	73	6	16	25	7,23	2718	
118	15536	149	15	35	25	7,45	675	
119	11434	75	2	24	10	7,56	1555	
120		24	3	16	3	7,5	1113	Çakıl
122	14411	170	4,5	25,8	15,79	8	1312	Çakıl, kil
124		72	5	28	15	7,31	1008	Killi çakıl, çakıl
125		74	5	25	10	7,68	1332	Çakıl

Tablo 4.15 (devamı):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
126	39323	100	16,7	34,6	30,24	8,5	1090	Az çakıllı, konglomera, killi, çakıl
127	3802	72	7,5	9	20	6,8	750	Çakıl
128		80	3	9	25	7,45	1058	Çakıl
129	11946	45	11,4	15,5	25	7	1096	Çakıl (kumlu)
130	38182	50	6,53	7,5	30	7	916	Konglomera, çakıl, killi kong.
131	3803	68	2	6,5	20	7,5	760	Konglomera
132	46354	100	16,72	32,82	30	7,2	829	
133	40918	68	18,4	23,9	34,52	7,6	1068	Konglomera
134	40917	70	17,8	39,8	40,57	7,7	1044	Konglomera, kil
135	33329	100	11,1	14,5	60	7,9	651	Konglomera, az çakıllı kil
136	39172	60	60	8,71	40	8,1	906	Konglomera, çakıl, çakıllı kil
137	34179	120	12,2	27,2	73	7,55	718	Konglomera
138	46350	80	19,8	23,6	39,76	7,5	1160	Konglomera, killi konglomera
139	46346	80	20,6	29,1	3	7,1	1032	Konglomera, killi konglomera
140	46347	70	15,2	23,5		7,4	1065	Konglomera, killi konglomera
141	46351	80	15,7	33,2	50	7,5	1045	Konglomera, killi konglomera
142	46353	100	16,7	18,7	30	7,2	894	Konglomera, killi çakıltaşı
143	46348	80	15	12,9	32	7,6	1053	Konglomera, killi konglomera
144	46349	80	18,7	12,5	33	7,6	1052	Konglomera, killi konglomera
145	43484	108	29,3	35	50	7,2	1420	Konglomera, az killi konglomera
146	34180	105	31,6	40,9	38	7,25	696	Çakıl, az killi çakıl
147	30067	80	28,3	39,5	40	7,7	661	Konglomera
148	37641	100	24,6	35,8	40	7,4	780	Konglomera, killi konglomera
149	39321	100	29,4	34,5	37,17	7,7	725	Killi konglomera, çakıllı kil
150	47303	80	19,3	31,1	37	7,7	902	Konglomera, killi konglomera
151	47305	80	21,6	28,9	37	7,5	892	Konglomera, az killi konglomera
152	47681	70	19,7	25,1	40	7,4	650	Konglomera, killi konglomera
153	30069	60	12,9	21,7	60	7,9	654	Konglomera, az çakıllı kil
154	26956	75	10,7	20,1	37	7,78	638	Konglomera kıltaşı
155	37296	50	6,8	10,6	30	7,5	793	Konglomera, killi çakıl
156	42666	43	94,6	10,9	11,84	7,9	934	Konglomera, killi konglomera
157	38270	11	5,03	9,91	66,9	7,8	410	Konglomera, killi konglomera
158	15514	50	5,35	7,05	60	7	471	Gevşek tutturulmuş çakıltaşı, çakıl
159	34916	100	8,32	18,6	76	7,65	384	Konglomera, killi konglomera
160	43458	60	9,57	14,1	20	7,5	611	Çakıl, killi konglomera, kong.
161	43487	60	6,34	9,29	60	7,3	1224	Konglomera, killi konglomera
162	30362	42	5,8	9,3	75	7,6	805	Konglomera
163	30070	50	5,22	7,72	70	7,8	1051	Konglomera
164	43485	60	8,05	11,1	50	7,4	850	Konglomera, az killi konglomera
165	43563	60	9,52	11,5	20	7,6	664	Killi çakıl, konglomera
166	37642	80	8,41	27,6	50	7,6	415	Konglomera, killi konglomera
167	28870	50	8	15,8	50	7,28	597	Konglomera, killi konglomera
168	46352	80	12,6	26,4	50	8,3	430	Konglomera, killi konglomera

Tablo 4.15 (devam):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
169	47307	70	15,3	25,4	40	7,8	541	Konglomera, killi konglomera
170	47306	80	22,6	37,3	33,39	8,3	658	Konglomera, killi konglomera
171	43480	80	21,9	28,4	50	7,7	680	Konglomera
172	43483	80	21,1	28,7	28	7,6	574	Konglomera, az killi konglomera
173	42970	80	22,8	35,8	35,28	7,6	632	Konglomera, killi konglomera
174	40912	80	22	31,6	40	7,4	548	Konglomera, killi konglomera
175	27092	100	20	32,4	40	7,59	439	Konglomera
176	43482	80	21,3	39,3	23,25	7,7	460	Konglomera, killi konglomera
177	40913	80	22,4	33	50	7,3	604	Konglomera, killi konglomera
178	25287	100	16,8	31,8	80	7,64	621	Konglomera
179	33328	110	22,6	45,1	30	7,6	430	Konglomera, killi konglomera
180	34918	100	26,8	40,6	19	7,7	464	Konglomera
181	37643	80	25,8	44,5	13	7,6	468	Konglomera, killi konglomera
182	34471	85	30,3	37,2	25	7,45	512	Konglomera, killi konglomera
183	30685	85	25,2	29,8	12	8,14	450	Az killi konglomera, çakıllı kil
184	42306	100	10,8	35,3	93,2	7,8	460	Konglomera, killi konglomera
185	40919	80	22,2	32,5	40,57	7,7	430	Konglomera
186	27091	80	21,7	32,5	50	7,68	427	Konglomera
187	34182	120	16,4	23,9	15	7,5	608	Konglomera, killi konglomera
188	35721	54	12,2	25	20	7,82	467	Konglomera
189	35953	80	12,9	19,3	33	7,51	417	Konglomera, killi konglomera
190	26957	60	10,4	17,2	75	7,58	463	Konglomera
191	30068	60	7,15	14	60	7,9	490	Konglomera
192	40911	60	14,4	40,4	13,54	7,5	480	Konglomera, killi konglomera
193	40910	60	15,4	18	70	7,5	480	Konglomera, az killi konglomera
194	33327	80	10,8	40,1	36	7,9	387	Konglomera
195	15513	45	7,98	20,4	33	7	444	Çakıltası
196	18486	42	9,9	13,9	60	7	497	Çakıltası
197	18485	42	9,8	12,9	60	7	465	Çakıltası
198	42973	50	11,5	14,1	30	7,5	422	Çakıl, konglomera, killi konglomera
199	34919	100	9,23	15,2	50	7,6	482	Konglomera, killi konglomera
200	33290	80	8,3	23,4	65	7,7	420	Konglomera (kil bantlı)
201	39369	60	11,5	16,2	30,24	8,1	426	Konglomera, az killi çakıl
202	42309	61,5	32,5	14,2	64	7,7	650	Konglomera, az killi konglomera
203	37148	71,5	8	13,4	39	7,4	612	Konglomera, killi konglomera
204	39324	70	9,03	12,7	55,19	8,2	642	Konglomera
205	28536	50	7,25	9,25	60	7,5	529	Killi konglomera, konglomera
206	33289	80	10,3	18,8	65	7,9	370	Konglomera, killi konglomera
207	15891	84,3	10,9	16	28	7,9	440	Konglomera
208	43027	70	24,4	26	40	7,5	500	Konglomera, killi konglomera
209	41145	70	11	15,5	50,08	7,6	703	Çakıl, konglomera
210	42307	50	9,7	12,3	40,95	8,1	257	Çakıl, konglomera

Tablo 4.15 (devam):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
211	30433	35	7,02	13	70	7,5	488	Konglomera
212	48997	36	6	8,5	5	7,9	546	Konglomera
213	47679	60	7	11,2	40	7,9	546	Killi konglomera, sert konglomera
214	40914	60	11	17	50	7,4	270	Konglomera
215	47678	70	11,5	22,9	40	7,8	453	Killi konglomera, konglomera
216	46345	80	14,2	18,5	40	7,6	514	Konglomera, killi konglomera
217	28869	50	6,4	24,3	24	7,8	572	Killi konglomera, konglomera
218	18489	42	7,46	8,95	62	7	464	Çakıltaşı
219	27090	80	10,6	22,4	60	7,48	583	Konglomera
220	38269	80	12	34,8	50	8,1	570	Konglomera, killi konglomera
221	47308	90	13	20,1	36	7,6	1022	Konglomera, killi konglomera
222	42308	72	14,7	33	50	7,6	678	Çakıl, az çakıllı kil
223	28659	84	16,9	18	40	7,1	923	Killi konglomera, konglomera
224	42967	100	24,6	40,4	30	7,1	836	Konglomera, az killi konglomera
225	42968	108	24,4	43,1	15	7,1	894	Konglomera, az killi konglomera
226	39320	100	18,4	33,2	30	7,6	1113	Az çakıllı kil, konglomera
227	43026	120	26,2	40	30	7,2	930	Killi çakıl, konglomera, killi kong.
228	30387	84	21,2	25	60	7,1	1000	Konglomera
229	43025	116	22,8	30	32,13	7,2	1004	Konglomera, killi konglomera
230	39325	90	22,2	69,1	17	7,9	821	Killi çakıl, az çakıllı kil
231	26958	30	12,7	19,9	70	7,55	680	Konglomera
232	34181	122	30,3	37,2	25	7,3	806	Çakıl, az çakıllı kil, kil
233	30389	48	13,6	19,2	70	7,92	1084	Çakıl, konglomera
234	30315	70	16,3	20	61	7,41	1011	Konglomera, kil bantlı konglomera
235	47680	70	16,9	25,1	45,36	7,1	1120	Killi konglomera, konglomera
236	45616	120	25,5	29,4	40	7,2	953	Konglomera, killi konglomera
237	40915	70	24,4	28	50	7,3	92,2	Konglomera, killi konglomera
238	47302	120	33,4	40,6	30	7,3	2300	Konglomera, killi konglomera
240		66	5,75	15	25	7,3	815	Çakıl
240		66	5,75	15	25	7,36	815	
241		40	4	15	20	7,9	580	Çakıl
242	4307	75	7	65	7	7,5	895	Kalker, serpantin, kireçtaşı
244	2882	41,5	2	25	12	7,6	790	
245	7212	56	0	36	12	7,63	560	Çakıl
247	6298	50	9	20	15	7,38	638	Çatlaklı kireçtaşı
248	7210	48	10	22	20	7,17	577	Çatlaklı
252	3795	32	3	5,5	20	6,8	1020	Çakıl, konglomera
253	30231	22	6,2	18,3	15	7,7	1263	Az killi çakıl, çakıl, killi çakıl
254	2106	31	6,5	16	20	7,2	1445	

Tablo 4.15 (devam):

Alüvyon (Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
255	4306	26	5	15	15	7,4	1321	Çakıl
256	48774	34	4,54	5,6	20,35	7,5	1042	Çakıltaşı, çakıllı kilitaşı, kili çakıltaşı
257	3373	32	5	6,5	8	7,7	760	
258	26917	26	8,3	15	40	7,48	767	Çakıl
259	3059	350	3	30	2,77	7,4	1308	
264	6301	50	0	40	5	7,6	969	Çakıl
273	3248	145	4	8	6	7,5	720	Çakıl
275	43909	100	6,96	98,6	2,5	7,8	920	Çakıl, az çakıllı kil
276	25548	60	19,1	27,6	12	7,99	666	Çakıl, çakıllı kil, konglomera
277	50374	80	18,8	35,9	6,55	7,5	596	Konglomera
278	39986	70	19,7	55,8	3	7,8	62	Konglomera, az killi konglomera
279	41957 A	32	9,9	17	30	7,8	484	Çakıl, konglomera
282	47311	50	8,08	9,44	44	7,9	516	Konglomera, az killi konglomera
283	47312	47	8,35	10,3	47	8,1	458	Konglomera, killi konglomera
284	43486 A	44	7,68	11,5	33,76	7,7	615	Killi çakıl, konglomera
294	32450 B		1,7	1070	6	7,9	543	Çakıl
302		20	2	17	1,5	7,6	690	
303	3798	32	2	6,5	10	7,5	1028	Çakıl, kumtaşı
307		53	0	25	4	8,3	520	Çakıl, kum
309	3810	32	6	8	10	7,46	750	Çakıl
310	2464	26	1,8	8	6,5	7,3	800	Çakıl
332	7065	169,85	2,36	15,3	6,63	8	1098	Kum bantlı marn
333	7211	24	8	20	7	7,24	1031	Çatlaklı kireçtaşı
334	8446	56	7	40	3,5	7,6	2104,0	Çatlaklı kireçtaşı
335		30	0	4	14	7,08	2234	Çatlaklı kireçtaşı
336	3251	24	7	16,5	5	7,65	745	
337	3368	24	7,5	18,5	6	7,6	730	
338	2122	88	39	43,5	14	7,5	964	
339	34	5	20	12		7,3	980	Çakıl
340	25389	300	8,7	37,4	30	7,44	900	Kil, kumlu kil, çakıllı kil
341	28533	53	14	42	0,5	7,6	4259	Siltli kil, kumlu kil
342	34035	178	8,9	32	4	7,7	1759	Kum, kil (bantlı)
343	2043	194	0,4	19,5	5	7,5	940	
344	4663	136	6	33	20	8	907	Killi çakıl, çakıl
345	6003	194	0	21	7	7,6	925	Kili çakıl, kumlu çakıl
346	6296	258	0	70	10	7,71	1052	Kumlu çakıl
347		212	0	90	3	7,5	1814	İnce kum, kumlu kil
348	3797	232	0	30	12	7,6	230	Kumlu çakıl, çakıl
349	46119	25	9,6	10,3	20	7,6	507	Alüvyon
350	37367	26	2,6	4,84	20	7,5	697	Çakıl, az kumlu, çakıllı kil

Tablo 4.15 (devam):

Alüvyon(Qal)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
351	6297	44	4	15	15	7,45	907	
352	4662	178	0	20	20	7,7	477	Killi çakıl,
353	6690	130	0	70	5	7,6	584	Çakıl
354	1928	195,4	0,3	40	4	7,65	496	
355	2041	227	0	16,5	18	7,8	746	
356	5327	120	2	30	20	7,5	685	Killi çakıl, çakıl
357	3066	214	0	37	20	7,7	772	
358	6300	244	0	40	20	7,5	663	Kumlu çakıl
359	2379	68	1	1	20	7	750	
360	3062	92	3	21	25	7,1	720	

4.6.2. Yarı Geçirimli Birimler

Çakıltaşı, kumtaşı gibi geçirimli olan birimler, yeraltısuyu verimlilik derecesi yüksek hidrojeolojik ortamları oluştururken, geçirimsiz şeyl, marn, siltaşı gibi birimler verimsiz hidrojeolojik ortamları oluştururlar. Geçirimli ve geçirimsiz birimlerin hacimce ve kalınlık bakımından eşit miktarda bulunduğu ortamlar, yarı geçirimli hidrojeolojik ortamlardır ve yeraltısuyu verimliliği açısından orta seviyededir. Hidrojeoloji haritasında yarı geçirimli birimlerin oluşturduğu hidrojeolojik ortamlar açık mavi olarak renklendirilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.2.1. Dokuztekne Volkanı –Sedimanterleri (Ktçd) ve Doruk Üyesi (KTçdd)

İnceleme alanında Yelibel ve Dokuztekne köyleri arasında yüzeyleyen birim tabanda spilitik yapıda volkanitlerle başlar, sonra ortaç volkanitlere ve üste doğru tüfit ve aglomeralara geçiş gösterir. Birim içerisinde geçirimsiz marn, yarı geçirimli killi-kumlu kireçtaşı ve geçirimli olistostromal çakıltaşı-kumtaşı seviyeleri bulunur. Bir bütün olarak incelendiğinde litolojik olarak yarı geçirimli volkanitlerin egemenliğinde geçirimli mikritik kireçtaşları, yarı geçirimli spilitik volkanitler, geçirimli tüf-geçirimsiz aglomera ardışığından oluşan birim bu çalışmada su elde etme açısından önem taşıdığından yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52). Doruk Üyesi ise, inceleme alanında Doruk köyünün çevresinde Dokuztekne volkanı-sedimaterlerinin içerisinde bulunan mikritik kireçtaşlarından oluşmuştur. Üye litolojik olarak geçirimli tüf, tüfit çörtlü kireçtaşı, yarı geçirimli killi kireçtaşı ve geçirimsiz marndan oluşur. Bundan dolayı birim yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır.

4.6.2.2. Bodrumkale Formasyonu (Ktçb)

İnceleme alanında Değirmendere köyünün güneydoğu kesimi ile Dokuztekne köyünün kuzey kesimlerinde yüzeyleyen birim, tabanda volkanik kumtaşları ile başlar, üste doğru kalınlığı 2-10 m arasında değişen kalsi türbidit seviyelerine geçer. İçerdiği kalsi-türbidit seviyeleri ve litolojik olarak geçirimli kumtaşları su elde etme açısından önem taşıdığından formasyon bu çalışmada geçirimli olarak sınırlandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52). İnceleme alanında Dokuztekne köyü yakınlarında DSİ tarafından açılan 6302 nolu kuyuda bazalt seviyelerinden 8 lt/sn verim ve Dutlupınar köyü yakınlarında, 6939 nolu kuyuda bazalt seviyelerinden 4 lt/sn verimle su alınmıştır (Tablo 4.16). Buradaki bazalt seviyeleri Dutlupınar ve Dokuztekne köylerinin doğusunda inceleme alanı dışında büyük bir alanda mostra veren Delihalil Bazaltlarına aittir.

Tablo 4.16: Bodrumkale Formasyonu (Ktçb) içerisinde açılmış kuyular.

Delihalil Volkanitleri (Qd)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
251	6302	56	10	37	8	7,39	748	Bazalt
250	6939	88	20	65	4	7,7	778	Bazalt

4.6.2.3. Aslantaş Formasyonu (Ta)

Yeşilköy ile Hamidiye köylerinin arasında geniş bir alanda yüzeyleyen formasyon çakıltaşı-kumtaşı-şeyl seviyelerinin genellikle eşit ardışığından oluşur. Aslantaş Formasyonu küçük bloklu, bol kanyon çakıltaşları ve denizaltı yelpaze çökelleri içerir. Litolojik olarak geçirimli çakıltaşı, kumtaşı seviyeleri ve geçirimsiz şeylden dolayı formasyon yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52). İçerdiği kanyon çakıl taşları ve denizaltı yelpaze çökelleri su verme açısından iyi bir akifer özelliği taşımaktadır. Geçirimsiz şeyl seviyelerinden su elde edilemezken, kumtaşı ve çakıl seviyeri oldukça verimlidir. Çiçekli köyünün güney kesimlerinde DSİ tarafından açılmış 7213 nolu kuyuda çakıllı seviyelerden 3,5 lt/sn, Karataş ilçesinde açılmış 4322 nolu kuyuda kumtaşı seviyelerinden 3 lt/sn verim alınabilmiştir (Tablo 4. 17).

Tablo 4.17: Aslantaş Formasyonu (Ta) içerisinde açılmış kuyular.

Aslantaş (Ta)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
10	33394	34	1,2	25,1	2	7,4	1616	Kıltaşı, siltli kıltaşı
12	4322	34	3,5	27	3	7,52	780	Kumtaşı
246	7213	32	5	24	3,5	7,1	1125	Çakıl
249	5542	56	10	45	2	7,6	1112	Killi çakıl, kil bantlı kumtaşı

4.6.2.4. Cingöz Formasyonu (Tmci)

İnceleme alanında Çatalan baraj gölünün batı kesimlerinde çok az bir alanda yüzlek veren formasyonun içerisinde geçirimli çakıllı kumtaşı, kumtaşı seviyeleri ve az geçirimli silttaşı seviyeleri olduğundan birim litolojik olarak yarı geçirimlidir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.2.5. Kuzgun Salbaş Tüfit Üyesi (Tkus)

Kuzgun Formasyonunun orta seviyelerinde yer alan Salbaş Tüfit Üyesi geçirimli kumtaşı, çakıltaşı, tüf ve geçirimsiz miltaşı içerir. Formasyon içerisinde küçük bir alanda yüzeyleyen üye litolojik olarak yarı geçirimlidir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.2.6. Kuzgun Formasyonu (Tkuk)

İnceleme alanında oldukça geniş alanda yüzeyleyen Kuzgun Üyesi geçirimli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve geçirimsiz silttaşı birimlerinden oluşur. Formasyonunun en alt kısmında yer alan ve inceleme alanı içerisinde küçük bir mostra veren sığ deniz çökellerinden oluşmuş Kuzgun Üyesi içerdiği çakıltaşlarından dolayı yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.2.7. Kızıldere Formasyonu (Mkl)

Formasyon allokton olarak inceleme alanında Akdeniz kıyısına paralel olarak Yumurtalık'tan Gölovası'na doğru uzanmaktadır. Türbidit karakterli olan birim tabanında merceksel resifal kireçtaşları ve marnlar ile başlar tavana doğru Messiniyen'in evaporitli çökellerine dereceli geçiş gösterir. Genel olarak formasyon orta kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl ardışığından oluşur. Litolojik olarak geçirimli kumtaşı ve geçirimsiz şeyllerin ardalanieminden, geçirimli resifal kireçtaşı ve geçirimsiz marnlardan oluşan formasyon yarı geçirimli hidrojeolojik ortamı oluşturur (Ek-3 ve Şekil 4.52). İnceleme alanında Yumurtalık fay hattı boyunca gözlenen birim içerisinde herhangi bir sondaj kuyusuna rastlanılmamıştır.

4.6.2.8. Handere (Thg)

İnceleme alanı içerisinde geniş alanda yüzeyleyen formasyon geçirimli çakıltaşı, kumtaşı ile geçirimsiz şeyl, kil, siltli kil seviyeleri içerir (Ek-3 ve Şekil 4.52). Geçirimsiz kil, kıltaşı seviyelerinden su alınamazken, geçirimli çakıltaşı, kumtaşı seviyelerinden su elde edilmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Handere Formasyonunun (Thg) içerisinde açılmış kuyular.

Handere (Th)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
266	6691	128	30	100	3	7,46	592	Killi çakıl, killi kumlu çakıl
267	4311	60	0	40	5	7,8	598	Çakıl, killi çakıl
268		209	0	40	5	8,1	891	Çakıl, killi çakıl
269	6275	248	0	4,5	5	8,9	677	Kumtaşı, kıltaşı, konglomera
270		72	4,5	18	5	7,5	680	
272		24	6	12	12	7,5	201,1	Çakıl
279	41957 A	32	9,9	17	30	7,8	484	
290	4309	200	0	34	20	7,6	699	Konglomera, çakıl
291		40	6	32	7	7,1	802	
295	5991	40	7	21	15	7,4	1111	Konglomera
296	10591	60	0,5	18	23	7,11	1180	Konglomera
297		120	13	45	2,5	8,1	1136	
300		60	11	45	1,5	8,2	1008	Konglomera,
321		84	12,5	22	15	7,5	1523	Konglomera, killi kumtaşı
322		80	15	45	8	8	605	Konglomera, çakıl, killi çakıl
323		68	9	38	6	7,5	925	Çakıl
324		100	15	55	4	8,1	1163	Konglomera
325		56	10	45	7	7,4	909	Çakıl
326	5320	90	8	42	2	7,6	757	Konglomera,
327		120	12	43	10	7,11	687	Kumtaşı, kıltaşı, konglomera
328	4664	84	6	45	15	7,4	1020	Çakıl
329	3379	32	30	1,4	14	7	800	
330	3363	44	0	40	6	7,8	790	Kumtaşı
361	3362	96	8	27	15	7,8	750	Kum, çakıl

Göçmen köyünde DSİ tarafından açılmış 6691 nolu kuyuda 3lt/sn verim ile sınırlı olarak su alınmıştır. Kil seviyeleri oldukça geçirimsiz olduğundan dolayı su çakıllı seviyelerden alınmıştır. Aydınlar mahallesinde 4311 nolu kuyusunda killi çakıllı seviyesinden 5 lt/sn, Kızılkış köyünün batısında 6275 nolu kuyuda kumtaşı seviyelerinden 5 lt/sn, Avcılar köyünün batısında 3363 nolu kuyuda kumtaşları

seviyesinden 6lt/sn verimle su alınabilinmiştir. Formasyon içerisindeki çakıllı seviyeler oldukça geçirimlidir. Karahan köyü civarında açılmış 4309 nolu kuyuda konglomera ve çakıllı seviyelerden 20 lt/sn ve Başören köyünün kuzeyinde açılmış 4664 nolu kuyuda çakıllı seviyelerden 15 lt/sn, Söğütlü mahallesinde açılmış 10591 nolu kuyuda 23 lt/sn ve Seyhan baraj gölünün güneyinde ÇEAŞ sahasında 41957A nolu kuyuda konglomera seviyelerinden 30 lt/sn verimli debiye ulaşılmıştır.

4.6.2.9. Kaliş (Qk)

Kimyasal tortul kayaç olan kaliş birimi geçirimsiz olmasına rağmen çökeldiği birimin litolojisine bağlı olarak yarı geçirimli ya da geçirimli ortam özelliği kazanır. İnceleme alanında genellikle, yarı geçirimli olarak sınıflandırılmış Handere Formasyonunun üzerinde oluşan kaliş; kalker, killi-siltli-çakıllı kalker, marn birimlerini içerir. İnceleme alanında kaliş üzerinde açılmış kuyu verilerine bakıldığında çoğunlukla konglomera, killi konglomera, çakıl ve kum seviyelerinden su elde edilmiştir (Tablo 4.19). Kuyuların sondaj derinliklerine bakıldığında derin seviyelerden su alınmıştır; oysaki kalişin kalınlığı yaklaşık olarak 25 m'den azdır. Bu da kaliş üzerinde açılan kuyularda kalişten değil de üzerine çökeldiği yarı geçirimli Handere Formasyonundan su elde edildiğini doğrulamaktadır. Kaliş içerisindeki killi, siltli kalker ve marn seviyeleri oldukça geçirimsizdir. Avcılar köyü yakınlarında DSİ'nin açmış olduğu 10590 nolu kuyuda kalker, kumtaşı ve konglomera seviyelerinden 1,8 lt/sn, Karakuyu köyü yakınlarında açılmış 3064 nolu kuyuda konglomera seviyelerinden 2 lt/sn ile verim alınmıştır. Kaliş içerisinde çakıllı kalker seviyeleri oldukça geçirimlidir. Kızıлтаhta köyünde açılmış 6001 nolu kuyuda kalker seviyelerinden 10 lt/sn, Soysallı köyü yakınlarında açılmış 2672 nolu kuyuda 30lt/sn verim alınmıştır. Bu çalışmada kaliş genellikle geçirimli alüvyonlar, ve yarı geçirimli Handere Formasyonu üzerinde oluştuğundan dolayı su elde edilebilen yarı geçirimli ortam özelliği kazanmıştır. Bundan dolayı bu çalışmada yarı geçirimli olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

Tablo 4.19: Kaliş (Qk) içerisinde açılmış kuyular.

Kaliş (Qk)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
18	6001	52	13	30	10	8	969	Kalker
79		51	9	23,5	7,5	7,2	620	Az çakıllı, killi kalker
121	14410	150	5,45	27,33	5	8	1560	Çakıl, killi çakıl, kum
123		44	5,1	24	6	8,1	765	Killi çakıl
239		50	8	16	15	7,4	1000	Konglomera, killi çakıl
243		130	17	82	4	7,82	2309	
260	5014	50	4	35	6,5	7,5	825	Çakıl, konglomera, killi çakıl
261		52	3	36	4	7,5	742	Konglomera, çakıl,
262	5982	108	30	80	3,5	7,4	1134	Konglomera, çakıl,
263	2673	250	7,4	25	10	7,4	750	
265	10590	108	36	94	1,8	7,26	771	Kalker, kumtaşı, konglomera
271	2469	13,5	2,6	6,75	7,5	7,3	800	Çakıl
274	40916	48	8	33,65	0,4	7,3	1077	Kumtaşı, killi kumtaşı
280	37368	70	15,02	45,69	6,55	7,7	478	Konglomera, killi konglomera
281	28607	69	17,9	29,24	13	7,4	673	Konglomera, killi konglomera
285	43481	36	8,02	13,95	25,7	7,7	470	
286		70	36	46,5	15	7,3	780	Killi çakıl, konglomera,
287	39987	70	19,35	50,7	7	7,8	608	Konglomera, killi konglomera
288		60	3	15	20	7,8	1780	
289	3064	25	8	17	2	7,69	300	Konglomera
292		142	3	48	4	7,6	717	
306		116	6	20	20	7,5	725	Konglomera, kum
331	2672	80,2	0,7	22	30	8	580	

4.6.3. Geçirimsiz Birimler

Geçirimsiz marn, şeyl, silttaşı, bazalt, ofiyolit melanj, şist gibi birimler yeraltısuyu bulundurmeyen geçirimsiz ortamları oluştururlar. Hidrojeoloji haritasında bu ortamlar turuncu renkle belirtilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.3.1. Darıovası Ofiyolitik Melanji (K)

İnceleme alanında Olistostrom içerisinde gözlemlenen Misis-Andırın Karışığına ait ofiyolit karmaşığı yeraltısuyu verimi açısından önemsizdir ve geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.3.2. *Bulgurkaya Olistostromu (Tbul)*

İnceleme alanında geniş yayılım gösteren, kaotik yapıda olan Bulgurkaya Olistostromu; Misis-Andırın Melanjına ait bloklar içerir. Olistostrom litolojik olarak geçirimsiz kumlu-killi marn matrikslidir. Bundan dolayı bu çalışmada geçirimsiz birimler sınıfındadır (Ek-3 ve Şekil 4.52). Fakat içerisindeki Misis Andırın Melanjına ait kırıklı çatlaklı yapılı Engizek Binboğa metamorfileri ve Andırın kireçtaşı blokları su elde etme açısından önemlidirler (Tablo 4.20). Bulgurkaya Olistostromu içerisinde Çevretepe köyünün kuzeydoğu kesimlerinde DSİ tarafından açılmış 5543 nolu kuyuda kalker ve kireçtaşı seviyelerinden 2 lt/sn verimli su alınırken, Doruk köyü civarında açılmış 1709 nolu kuyuda 4 lt/sn verimle su alınmıştır.

Tablo 4.20: Bulgurkaya Olistostromu (Tbul) içerisinde açılmış kuyular.

Bulgurkaya (Tbul)								
No	DSİ No	Derinlik	SS	DS	Verim	Ph	EC	Litoloji
76	5543	32	8	22	2	7,5	890	Kalker, kireçtaşı
77	1709	45	2	21,3	4	7,4	697	
78	3378	64	0	27	3,5	7,8	637	

4.6.3.3. *Karataş Formasyonu (Tmk)*

Aslantaş Formasyonunun devamı olan Karataş Formasyonu litolojik olarak geçirimsiz şeyller ile geçirimli kumtaşlarının düzenli ve eş şekilde ardışığından oluşur. Genelde ortaç ve iraksak türbiditlerle temsil edilen derin havza çökelleridir. Birim içerisinde yer yer görülen denizaltı kanal çakıl taşlarındaki çakıllar haricinde iri bloklar görülmemektedir. Su verme açısından iyi bir akifer özelliği taşımayan formasyon bu çalışmada geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.3.4. *Güvenç Formasyonu (Tmgü)*

Çatalan baraj gölünün güney kesimlerinde küçük bir alanda yüzeyleyen formasyon şeyl ve marn içermesinden dolayı geçirimsizdir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.4. **Karstik Birimler**

Kireçtaşı, dolomit, anhidrit, jips, mermer gibi birimlerin oluşturduğu ortamlar yeraltısuyu verimliliği açısından iyi akiferlerdir. İnceleme alanında bulunan karstik birimler koyu yeşil olarak hidrojeolojik haritada gösterilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.4.1. Gökkuşu Alçıtışı Üyesi (Thg)

İnceleme alanında Handere Formasyonunun geçirimsiz killi seviyeleri içerisinde bantlar halinde bulunan üye, geçirimli karstik birim olan jipslerden oluşmaktadır. Jipsler yeraltısuyu verimliliği yüksek, akifer özelliği olan kayaları oluştururlar. Bu çalışmada Gökkuşu Alçıtışı Üyesi karstik birimler sınıfında yer alır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.5. Kırıklı Çatlaklı Birimler

Kireçtaşı, mermer traverten, kıltaşı, bazalt gibi birimler kırıklı çatlaklı yapıda olduklarında hidrojeolojik olarak kırıklı çatlaklı ortamlar oluştururlar. Bu ortamlar yeraltısuyu verimi açısından orta dereceli akiferlerdir. Hidrojeolojik haritada kırıklı çatlaklı ortamlar açık yeşil olarak renklendirilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.5.1. Engizek- Binboğa Grubu (PM) ve Andırın Kireçtaşları (Mza)

Bulgurkaya Olistostromunda irili-ufaklı olistolitlerin yanı sıra, tektonik dilim olarak karışmış büyük dağ boyutuna ulaşan bloklar da bulunmaktadır. Misis-Andırın Karışığına ait bu büyük bloklardan Andırın Kireçtaşları ve Binboğa Engizek metamorfik blokları kırıklı çatlaklı yapılarından dolayı su elde etme açısından önem taşırlar. Bu nedenle bu çalışmada kırıklı çatlaklı birimler sınıfında belirtilmiştir (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.5.2. Sarımaşı Üyesi (Tmks)

Aslantaş ve Karataş Formasyonlarının arasında kalınlığı 20-80 m arasında değişen Sarımaşı Üyesi kalsi-türbidittir. Kırıntılı kireçtaşından oluşan üye kırıklı çatlaklı ve erime boşluklu yapı gösterir. Bundan dolayı su verme açısından önem taşımaktadır. İnceleme alanında Haylazlı ve Zeynepli köylerinin kuzeybatı kesimlerinde yüzeyleyen birim, hidrojeolojik açıdan kırıklı çatlaklı sınıfındadır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.5.3. Delihalil Volkanitleri Qd)

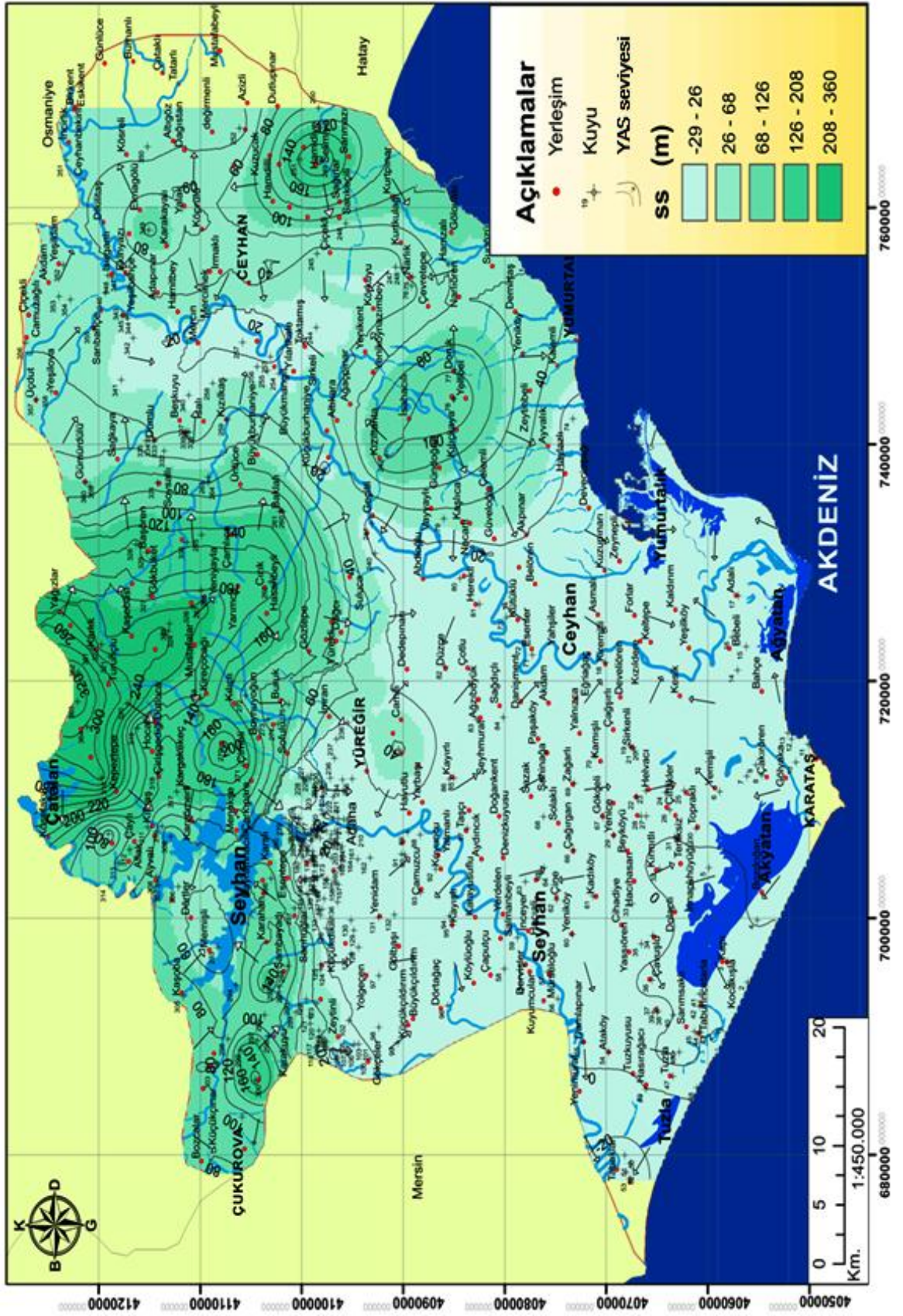
Volkanik birimlerden olan bazaltlar yeraltısuyu bulundurmayan verimsiz kayaları oluşturmalarına rağmen kırıklı çatlaklı yapıda olduklarında su bulundurabilirler. İnceleme alanında Yumurtalık fay hattı boyunca Kızıldere Formasyonu ile uyumsuz olarak gözlemlenir. Gaz boşluklarına sahip tutturulmamış proklastiklerden ve tüflerden oluşan Delihalil Volkanitleri oluşum esnasında hızlı soğuma nedeniyle derin, geniş çatlak ve kırıklar meydana gelir. Bu durum yüzey drenajını artırdığından dolayı

bazaltlar geçirimli ortamları oluştururlar. Derinlerde oluşan bazaltlarda soğuma hızının azalmasından dolayı kırık ve çatlaklar azalacağından dolayı geçirimsizlik düşer. İnceleme alanında kalınlığı en fazla 25 m olan ve küçük bir yayılım gösteren Delihalil Bazaltları iyi bir akifer niteliği taşımamasına rağmen kırıklı çatlaklı yapısından dolayı yeraltısuyu beslenim alanlarını oluşturur. Kırıklı çatlaklı birimlerden yayılım ve kalınlık miktarlarına göre yeraltısuyu elde edilebilir. İnceleme alanında Delihalil Bazaltları içerisinde açılmış herhangi bir kuyuya rastlanılmamıştır. Fakat Delihalil Bazaltları yapısal özelliğinden dolayı su elde etme açısından önemli olduğundan bu çalışmada kırıklı çatlaklı birimler olarak sınıflandırılmıştır (Ek-3 ve Şekil 4.52).

4.6.6. Yeraltıları

İnceleme alanında içme ve kullanma amaçlı olarak Devlet Su İşleri (DSİ), Adana Su ve Kanalizasyon İşleri (ASKİ) ve şahısların açmış olduğu 364 adet kuyunun statik su seviyeleri ölçülerek bölgenin yeraltısuyu tablası ve akış yönü haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.54).

İnceleme alanında yeraltısı seviyesi -29 ile 360 m arasında değişmektedir. Yeraltısuyu tablası ve akış yönü haritasında koyu yeşil renkli alanlar, yeraltısuyunun beslendiği alanları gösterirken, açık yeşil renkli alanlar yeraltısuyunun boşalım alanlarını yani su çekiminin yapıldığı yerleri göstermektedir. Harita üzerindeki akım oklarının yönü su çekiminin olduğu alanlara doğrudur. Okların yönlerine dikkat edildiğinde Seyhan havzasındaki yeraltısuyunun akım yönü kuzeybatıdan güneydoğuya ve doğuya doğru olduğu, yani Ceyhan nehrini ve akiferini beslediği anlaşılmaktadır. İnceleme alanındaki KD-GB uzanımlı büyük fayların; Çukurova akiferini oluşturan ve çoğunlukla ince taneli kırıntılı birimlerden oluşan Miyosen istifleri ve Kuvarterner yaşlı örtü birimlerindeki yeraltısuyunu, yönelimini ve hareketini önemli ölçüde etkilemediği görülmüştür.



Şekil 4.54: İnceleme alanının yeraltı suyu ve akış yönü haritası.

4.6.7. Akiferin Hidrojeofizik Değerlendirilmesi

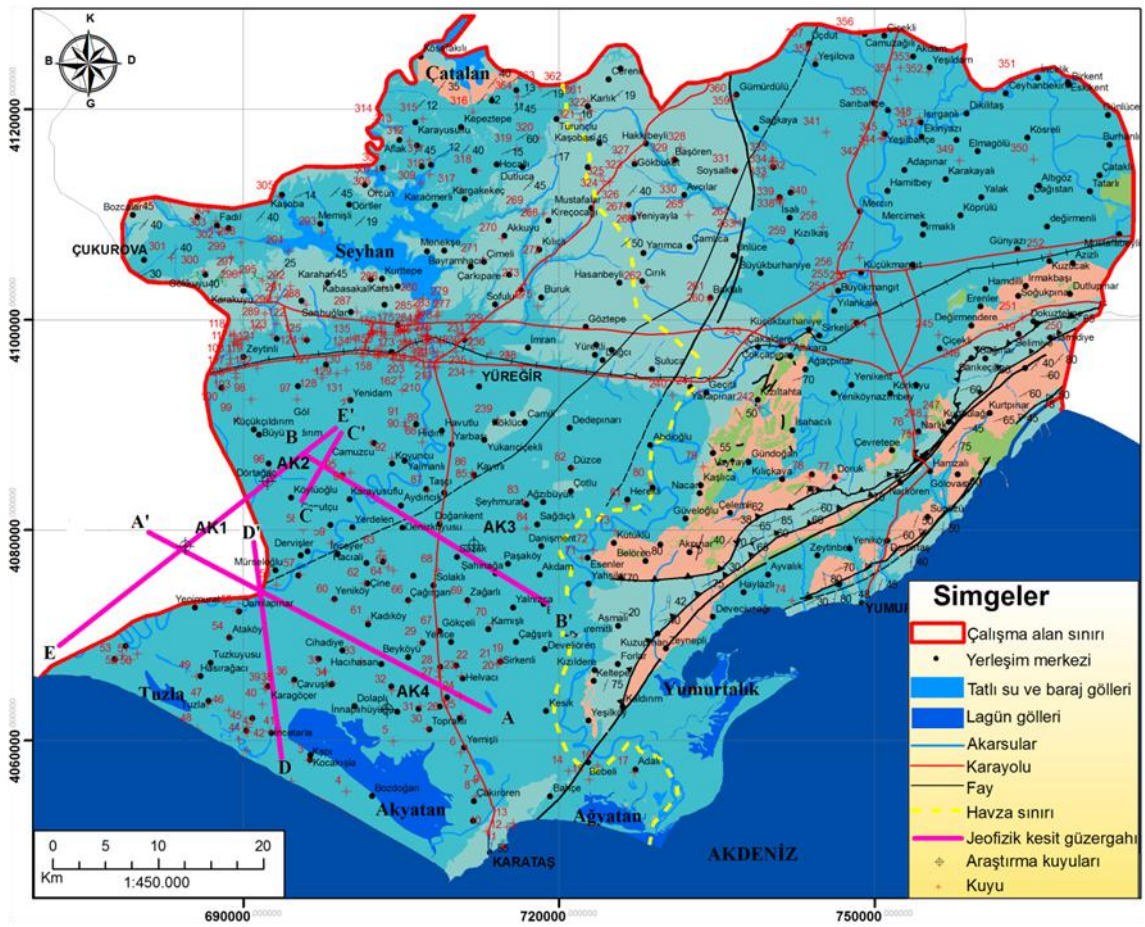
Bu yöntemde yüzeyden yeraltına verilen elektrik akımları ile yeraltının özdirenci hesaplanır. Özdirenç (Rezistivite) ifadesi yeraltısuyunun ve jeolojik birimlerin elektrik akımına karşı gösterdikleri direnç olup birimi ohm.m olarak ifade edilir. Yeraltısuyu, petrol, maden, jeotermal enerji gibi doğal kaynakların bulunmasında, hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi sorunlarının çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Ekonomik uygunluğunun yanı sıra yeraltısuyunun elektriksel iletkenlik ilkesine dayanılarak uygulanan bu yöntem yeraltısuyu araştırmalarında oldukça fazla tercih edilir.

Akiferlerin jeolojik, hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konulması, yeraltısuyu taşıma potansiyelinin belirlenmesi ve suyun kimyası hakkında, sudaki tuzluluk (NaCl), acılık (CaSO₄) gibi kirlilik parametrelerinin belirlenmesinde etkili olan bir yöntemdir. Yeraltındaki ortamın direncini jeolojik birimlerin cinsi, gözenekliliği (Porozite), geçirimsizliği (Permeabilite), bulundurduğu su miktarı ve suyun iletkenliği (EC) belirler. Metamorfik ve volkanik kayaların özdirenç değerleri yüksektir. Bu tür kayalardaki kırıkların ve bu kırıklarda bulunan yeraltısuyunun potansiyeli özdirenç değerini belirler. Jeolojik bir yapının gözenekliliği ile özdirenci ters orantılı olup gözenekliliği arttıkça yapının özdirenci düşecektir. Boşluk oranı yüksek ve su içeriği fazla olan sedimanter kayalar ise düşük özdirenç değerlerine sahiptir. Örneğin kil oranı fazla olan bir kayacın özdirenci su içeriğinin fazla olmasından dolayı kum oranı fazla olan kayaca göre daha düşüktür. Jeolojik birimlerin özdirenç değerleri birbirinden farklıdır. Konglomeranın özdirenç değeri $2 \times 10^3 - 10^4$ ohm.m, alüvyon ve kumların özdirenci 10-800 ohm.m ve kilin 1-100 ohm.m arasında değişmektedir. Kayacı oluşturan birimlerin tane çapları ile özdirenç değerleri doğru orantılıdır. Birimlerin tane çapı büyüdükçe kayacın özdirenç değerleri artar. Kil seviyelerinde çakıl bulunması ortamın özdirencinin yükselmesine neden olurken, çakıl seviyelerinde de kum ve kil bulunması kayacın özdirencini düşürür. Suların özdirenç değerleri de kimyasal yapılara göre farklıdır. Deniz suyu yüksek tuz içerdiğinden dolayı düşük özdirenç değerine 0.2 ohm.m sahipken, yeraltısuyu içerdiği çözünmüş tuz miktarına bağlı olarak daha yüksek özdirenç değerine 10- 100 ohm.m sahiptir.

Yeraltısuyunun özdirencini endüstriyel kirleticiler de etkilemektedir. Potasyum Klorür gibi suda kolay çözünebilen kimyasal bileşikler yeraltısuyunda düşük oranlarda bulunsalar bile suyun özdirenç değerini düşürebilirler. Yeraltındaki jeolojik katmanların yapısal özellikleri de ortamın özdirenç değerini belirler. Fay kırıklarının bulunduğu

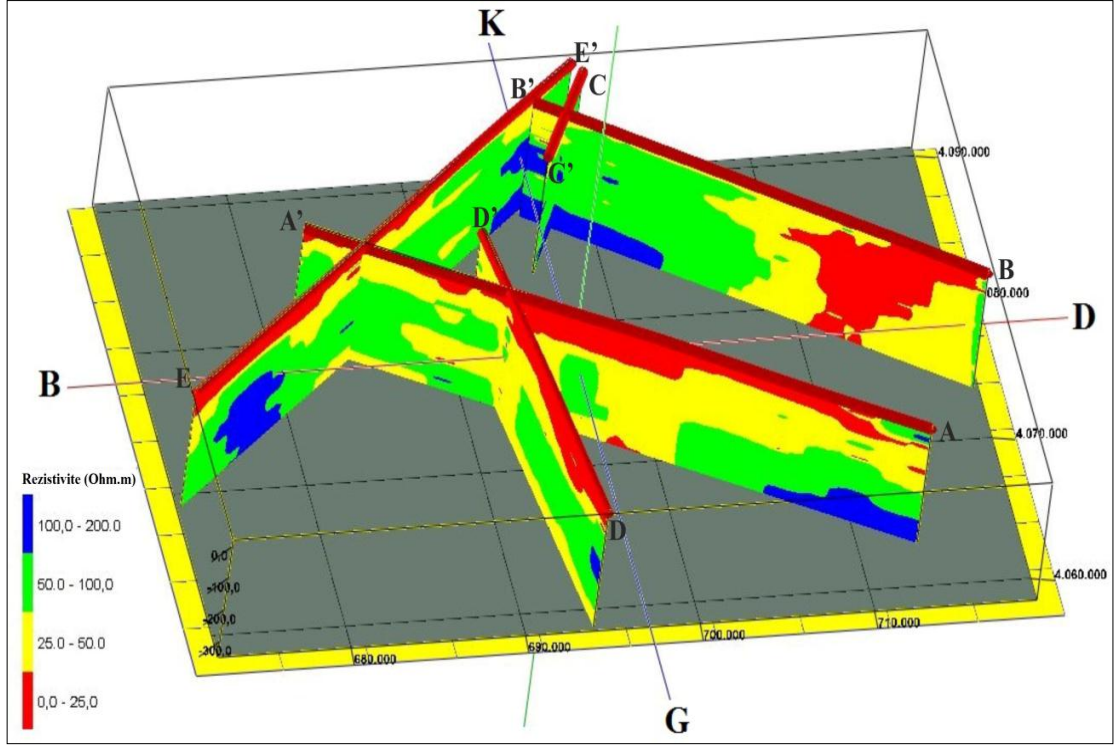
alanlarda yeraltısuyu potansiyelinin yüksek olmasından dolayı öz direnç değeri bu alanlarda düşüktür.

Bu çalışmada inceleme alanının güneyinde Devlet Su İşleri (DSİ) Adana VI. Bölge Müdürlüğü tarafından Düşey Elektrik Sondaj (DES) yöntemiyle elde edilen jeofizik verileri kullanılarak bölgenin akifer yapısı ortaya konulmuştur. Bu yöntem batıda Ceyhan nehri, güneyde Akdeniz, kuzeyde Gölbaşı köyü ve batıda Mersin ili ile sınırlanan 1400 km² lik bir alanda 4 adet araştırma kuyusu ve 68 adet Düşey Elektrik Sondaj (DES) noktasında uygulanmıştır. DES noktaları üzerinde AA', BB', CC', DD' ve EE' olmak üzere 5 adet kesit güzergâhı belirlenmiştir (Şekil 4.55).

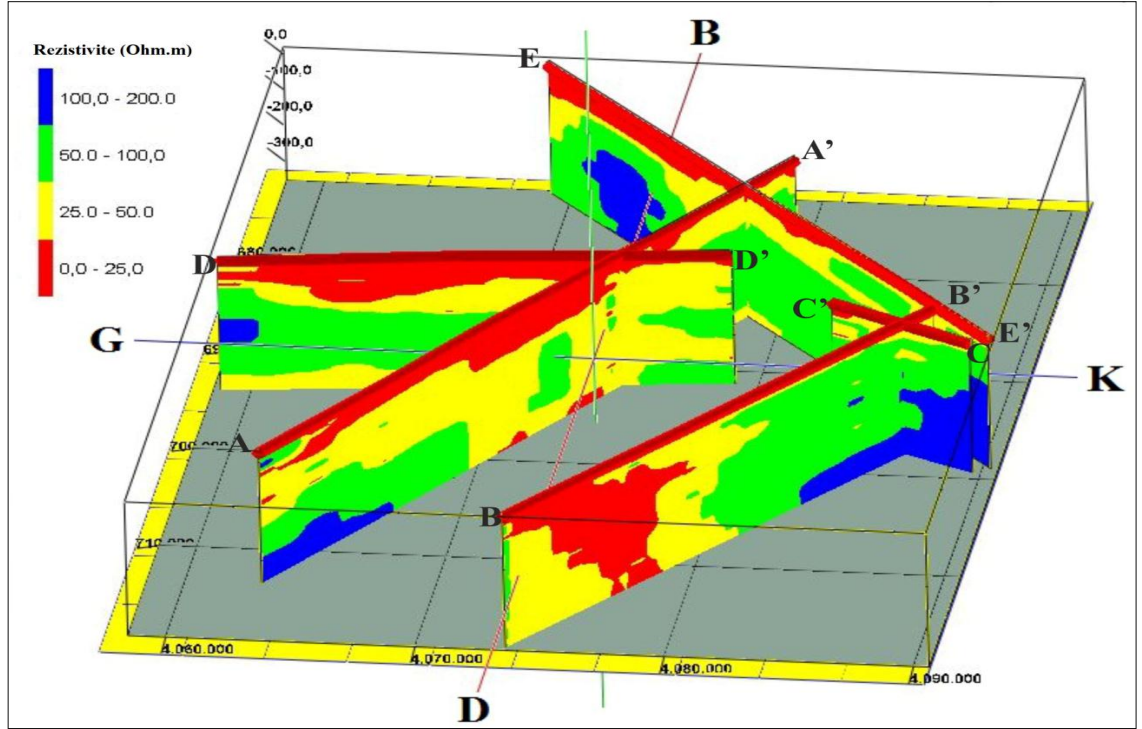


Şekil 4.55: Jeofizik kesit güzergâhlarının ve araştırma kuyularının lokasyonları.

İnceleme alanında 68 noktada yapılan öz direnç çalışması sonucunda elde edilen veriler Fence diyagramına aktarılmıştır. Diyagramdan batı-doğu ve güney-kuzey doğrultusunda görüntüler ayarlanarak akifer yorumu yapılmıştır (Şekil 4.56 ve Şekil 4.57).



Şekil 4.56: Jeofizik verilerle hazırlanmış Fence diyagramına güneyden bakış.



Şekil 4.57: Jeofizik verilerle hazırlanmış Fence diyagramına doğudan bakış.

İnceleme alanındaki ölçüm noktalarının derinlikleri 1-350 m arasında olup rezistivite değerleri 0-200 ohm.m arasında değişmektedir (Şekil 4.57). Ölçüm sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; yüzeyden yaklaşık 0,5-30 m derinliğinde rezistivite 0-25 ohm.m arasında düşük değerdedir. 30 m derinlikten sonra rezistivite 25-200 ohm.m arasında yüksek değerdedir. Fakat 200 m derinlik ve altındaki seviyelerde sürekliliği olmayan düşük rezistivite değerleri (10-25 ohm) görülmektedir. Bunun nedeni derinliklerde lokal tuzlanmaların bulunmasıdır.

İnceleme alanında yüzeyden 30 m derinliğe kadar inceleme alanının tamamında görülen alüvyonun içerdiği ince kum, silt, kil birimleri bulunur. Bu seviyelerde rezistivite değeri 0-25 ohm.m arasındadır. Rezistivitenin düşük olması su tutan jeolojik birimlere ve sudaki tuzluluk miktarının fazla olmasına bağlıdır. Düşük rezistivite değerlerine sahip birimlerin altında rezistivite değerleri 25-50 ohm.m ve 50-100 ohm.m aralığında değişen kum-çakıl bantlı, marnlı, killi seviyeler bulunur. Buradaki seviyelerde rezistivitenin yüksek olması çakıl oranının artmasına bağlıdır. Litolojik olarak geçirimsiz kil ve marnların arasında geçirimli kum-çakıl bantları bu seviyelerde basınçlı akifer oluştururlar.

EE' kesitinde 80-300 m derinliğinde rezistivite değeri 100 ohm.m'den fazladır. İnceleme alanının sınırları dışında kalan bu alanda yüksek rezistivite değerleri çakıllı konglomeranın bulunmasına bağlıdır. CC' ve BB' kesitlerinde de 200-300 m arasındaki derinliklerde rezistivite değeri 100 ohm.m'den fazladır. Bunun nedeni çakıl, konglomera ve kumtaşı seviyelerinin bulunmasıdır. Bu alanda Kayışlı köyü çevresinde DSİ tarafından açılmış 94 ve 95 nolu ve Çaputçu köyü yakınlarında açılmış 58 nolu kuyulardan çakıllı seviyelerinden su elde edilmiş olunması da buradaki birimlerin geçirimli yüksek rezistivite değerine sahip akiferler olduğunu doğrulamaktadır.

BB', AA' ve DD' kesitlerine bakıldığında BB' kesitinde rezistivite değeri 25-100 ohm.m olan ve yeraltısuyu bulunduran seviyelerin arasında 0-25 ohm.m düşük rezistivite değerleri görülmektedir. Aynı durum AA' ve DD' kesitlerin de görülmektedir. İnceleme alanında Sazak ve Yalnızca köyleri arasında kalan bu bölgede rezistivite değerleri çakıl oranının artmasına rağmen düşük olması bölgedeki lokal tuzlanmadan kaynaklanmaktadır.

Düşük rezistiviteye neden olan lokal tuzluluğun nedeni, Misis Fayının uzantısına rastlanılan bu bölgede Fayın hareketine bağlı olarak oluşmuş lagünel göllerde oluşmuş tu seviyeleridir. Sazak köyünün güneybatısında Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından

açılmış 68 nolu kuyuda EC 810 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Zağarlı köyünde açılmış 69 nolu kuyuda EC 1007 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Yalnızca köyü yakınlarında açılmış 70 nolu kuyuda EC 659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. EC değerlerinin yüksek olması ise bu alanda lokal tuzlanma olduğunu göstermektedir. AA' ve DD' kesitlerinde de BB kesitinde olduğu gibi 0-25 ohm.m düşük rezistivite görülmektedir, bunun nedeni de yine aynı olup, Misis Fayının uzantısı boyunca oluşmuş lagünel göl ortamlarındaki çökelmiş tuz yataklarıdır.

4.7. HİDROJEOKİMYA

4.7.1. Giriş

Doğal suyun bileşimi, kimyasal olarak değişimi ve bu değişiminin nedenlerinin araştırılması hidrojeokimyanın konusudur. Bu bölümde 364 adet kuyudan alınan su numunelerinin analiz sonuçları hidrojeokimyasal kavramlarla değerlendirilerek bölgedeki yeraltısularının kimyasal özellikleri, numune alınan su noktalarının birbirleriyle olan ilişkileri ve akiferlerin kimyasal özelliği araştırılmıştır.

Üçte ikisi su ile örtülü olan yeryüzünün büyük bir bölümünde okyanuslardan gelen deniz suyu bulunurken, yaklaşık % 4 oranında tatlı su bulunur. Buzullar ve buzul dağlarından sonra tatlı su rezervini oluşturan en önemli içme suyu kaynağı yeraltısularıdır. Su çevreyle olan etkileşimde bulunduğu fiziksel, kimyasal ve biyogenik olarak değişime uğrar. Bundan dolayı da farklı konsantrasyonlarda çeşitli katkı maddeleri içerir. Meteorik kökenli olan yeraltısuları yağış sularının yeryüzünden derinliklere sızmasıyla beslenir. Yeraltına sızan sular kayaçların arasından geçerken temas ettiği kayacı çözer ve onların kimyasal özelliklerini kazanır, böylece jeokimyasal süreçte suların kimyası değişmiş olur.

Kimyasal yapısı itibarıyla iyi bir çözücü olan su içerisinde en hızlı evaporit ve karbonat kayaçları çözünürler. Bundan dolayı bu kayaçlar içerisinde geçen ve konaklayan yeraltısuyu Mg^{+2} , Ca^{+2} , HCO_3^- iyonlarınca zengindir. Yer kabuğunda en çok bulunan oksijen ve silisyum elementlerini içeren silikat grubu kayaçlar ise suda çok zor çözündükleri için yeraltısuyunun kimyasal bileşimi üzerinde etkileri çok azdır (Demiroğlu, 2008).

Yeraltısuyunun kimyasal bileşiminin oluşmasında temas halinde bulunduğu kayaçların litolojik ve kimyasal özellikleri, bu kayaçlar içerisinde bulunma süresi, suyun debisi, sıcaklığı önemli rol oynarlar. Bunların dışında suyun kimyası mevsimlere göre de değişiklik göstermektedir. Bunun nedeni ise yağış, sıcaklık ve basınç gibi fiziksel etkenlerin mevsimsel olarak değişmeleridir. Yağışın fazla olduğu mevsimlerde suyun çözünürlüğü yükseleceğinden kimyasal bileşimindeki iyonların oranları değişecektir.

Tablo 4.21: Türk (TS-266), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Sağlık Bakanlığı (2005) içmesuyu standartlarının değerleri.

		TS-266		WHO	EPA	SAĞLIK BAKANLIĞI
FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	Birim	Tavsiye Edilen	Max. İzin Verilen			
Sıcaklık	°C	12	25			
pH		6,5-8,5	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,5
EC	µS/cm	400	2000			2500
TDS	ppm		1500	1000	500	
Sertlik, CaCO ₃ mg/l	Fr		150			
Klorür, Cl	mg /l	25	600	250	250	250
Sülfat, SO ₄	mg /l	25	250	250	250	250
Kalsiyum, Ca	mg /l	100	200			
Magnezyum, Mg	mg /l	30	50			
Potasyum, K	mg /l	10	12			
Sodyum, Na	mg /l	20	175	200		200
SAĞLIĞA VE İÇİLEBİLME ÖZELLİĞİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER						
Amonyum, NH ₄	mg /l	0,05	0,5	1,5	1,5	0,50
Nitrat, NO ₃	mg /l	25	50	50	45	50
Nitrit, NO ₂	mg /l		0,1	0,2		0,50
Bor, B	mg /l	1	2	0,5		1
Demir, Fe	µg /l	50	200	300	300	200
Bakır, Cu	mg /l	0,1	3	2	1	2
Florür, F	mg /l		1,5	1,5	0,7-2,4	1,5
ZEHİRLİ PARAMETRELER						
Krom (Toplam)	µg /l		50	50		50
Arsenik, As	µg /l		10	10	50	10
Kadmiyum, Cd	µg /l		5	3	10	5,0
Kurşun, Pb	µg /l		50	50		10
Antimon, Sb	µg /l		5	10		5,0

Yeraltısuyunun kimyasal bileşimi temas halinde bulunduğu kayaçların özelliklerini yansıtır. Bundan dolayı suyun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları içme, kullanma ve sulama suyu açısından değerlendirilebileceği gibi maden ve jeotermal kaynakların araştırılması gibi birçok çalışmada ön veri olarak yararlanılabilir.

Bu tez çalışmasının kapsamında; inceleme alanında yeraltısuyunun hidrojeokimyasal özelliklerinin ortaya konulmasının, içme, kullanma ve sulama suyu açısından değerlendirilmesinin yanı sıra havzanın beslenme, boşalım ilişkileri ve akifer

özelliklerinin araştırılması için yapılan hidrojeolojik çalışmalara da yorumlar getirilmesi amaçlanmıştır. Analizi yapılan su numune sayısının oldukça fazla olmasından ve araştırma fonundan sağlanan bütçenin sınırlı olmasından dolayı yalnızca kurak dönemi temsil eden Temmuz ayında su örnekleri alınabilmektedir. Arazi çalışmaları sırasında inceleme alanında 364 kuyu sularının fiziksel parametreleri yerinde ölçülmüştür. Su kimyası açısından ise inceleme alanında 364 kuyudan 30 kuyunun (1-31 nolu kuyular arasındaki) su kimyası analizleri İstanbul Üniversitesi hidrojeoloji laboratuvarında, diğer 334 kuyunun (31-364 nolu kuyular arasındaki) su kimyası analizleri DSİ laboratuvarında hazırlanmıştır. Sularda bulunan anyon ve katyonlar, içerebileceği kirlilik parametreleri ve ağır metaller için dünyada farklı limitler belirlenmiştir. Ülkemizde suların içme suyu açısından TS-266 standardının kullanılması kabul edilmiştir. Bu çalışmada analizleri yapılan suların kalitesini araştırmak için kullanılan parametreler Türk İçme suyu (TS-266), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Sağlık Bakanlığı (2005) standartlarına göre değerlendirilmiştir (Tablo 4.21).

4.7.2. Yeraltısularının Fiziksel Parametreleri

Arazi çalışmaları sırasında 364 kuyuda sıcaklık (T), hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözülmüş madde (TDS) ve sertlik değerlerinin ölçümleri yapılmıştır. Her kuyuda ölçümü yapılan parametreler bağımsız başlıklar altında her biri için ayrı hazırlanan 1:450.000 ölçekli haritalarda birbirleriyle karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Su noktalarından ölçümü yapılan parametrelerin değerleri Tablo 4.22’ de verilmiştir.

Tablo 4.22: İnceleme alanındaki su noktalarının yerinde yapılan ölçümleri.

Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr	Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr
1	26	7,7	2390	1434	49	47	29	7,5	600	360	14
2	29	8,1	446	268	5	48	29	7,8	704	422	18
3	28	8,1	840	504	16	49	28	7,7	544	326	5
4	28	8,4	660	396	16	50	25	7,5	820	492	20
5	26	8,4	498	299	12	51	24	7,6	569	341	8
6	27	7,9	845	507	4	52	25	7,5	784	470	14
7	24	8,3	979	587	8	53	26	7,6	728	437	22
8	24	7,9	1667	1000	12	54		8,1	578	347	15
9	24	7,6	1236	742	4	55	24	8,0	430	258	16
10	26	7,4	1616	970	53	56	24	8,0	487	292	18
11	21	7,1	1200	720	36	57	24	8,2	463	278	18
12	26	7,5	780	468	9	58	24	6,7	290	174	22
13	26	7,4	974	584	31	59	24	8,2	396	238	20
14		7,7	8160	4896	190	60	24	7,5	469	281	9
15		7,4	760	456	40	61		6,8	310	186	14
16		8,2	2331	1399	40	62	24	7,4	361	217	17
17		7,5	730	438	38	63	24	7,2	250	150	20
18		8,0	969	581	22	64		8,3	770	462	18
19		8,1	780	468	13	65		8,0	466	280	20
20		8,1	809	485	13	66	24	7,3	384	230	13
21		7,6	819	491	19	67	24	7,4	414	248	13
22	27	8,3	430	258	12	68		7,8	810	486	13
23	25	7,9	439	263	12	69		8,2	1007	604	16
24		8,2	1275	765	5	70		8,2	659	395	15
25		8,0	841	505	10	71		7,3	1814	1088	18
26		8,5	501	301	10	72		7,4	1206	724	61
27	25	7,5	792	475	4	73		7,4	628	377	25
28	27	7,3	1381	829	31	74		7,4	2346	1408	50
29	24	8,1	446	268	16	75	24	7,2	700	420	26
30	26	8,1	1814	1088	10	76	24	7,5	890	534	27
31		8,5	507	304	11	77		7,4	697	418	30
32		7,6	556	334	17	78		7,8	637	382	25
33	24	7,0	458	275	18	79		7,2	620	372	25
34	24	7,8	569	341	13	80		7,6	790	474	22
35	24	7,7	850	510	13	81		7,8	1064	638	26
36	24	8,2	790	474	7	82		7,5	616	370	27
37	26	7,8	750	450	14	83		7,8	2298	1379	24
38	26	7,7	944	566	28	84		7,3	1559	935	21
39	26	7,7	1467	880	31	85		7,0	500	300	27
40	24	8,0	690	414	6	86	24	7,2	588	353	29
41	28	8,0	354	212	4	87	25	7,1	473	284	24
42		7,8	480	288	8	88		7,0	370	222	28
43	25	7,9	807	484	12	89		7,9	771	463	28
44	25	8,6	812	487	15	90		6,8	450	270	24
45	25	8,4	1153	692	14	91		7,7	504	302	23
46		8,0	1380	828	12	92		7,7	780	468	27

Tablo 4.22 (devam):

Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr	Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr
93		7,7	582	349	28	139	21	7,1	1032	619	48
94	24	7,3	1048	629	26	140		7,4	1065	639	49
95	24	7,5	220	132	26	141		7,5	1045	627	47
96		8,2	674	404	26	142		7,2	894	536	40
97		7,7	890	534	28	143		7,6	1053	632	45
98		7,0	730	438	28	144		7,6	1052	631	41
99		8,3	500	300	28	145		7,2	1420	852	50
100	25	7,1	1202	721	38	146		7,3	696	418	32
101	25	7,5	1369	821	27	147		7,7	661	397	29
102	25	7,2	1892	1135	26	148		7,4	780	468	34
103	25	7,5	1369	821	26	149	22	7,7	725	435	32
104	25	7,2	1235	741	42	150		7,7	902	541	42
105	25	7,1	1480	888	52	151	22	7,5	892	535	40
106	25	7,3	1182	709	49	152		7,4	650	390	31
107	25	7,9	1360	816	36	153	22	7,9	654	392	30
108	25	7,8	891	535	37	154	22	7,8	638	383	27
109	25	7,9	2940	1764	96	155	22	7,5	793	476	36
110	25	7,5	2342	1405	52	156		7,9	934	560	44
111	25	7,5	1275	765	18	157	20	7,8	410	246	19
112	25	7,5	3280	1968	40	158	18	7,0	471	283	10
113	25	7,5	1228	737	44	159		7,7	384	230	16
114	25	7,1	2630	1578	68	160	21	7,5	611	367	28
115	25	7,4	5980	3588	116	161		7,3	1224	734	49
116	25	7,6	557	334	26	162	19	7,6	805	483	34
117	25	7,2	1126	676	48	163	21	7,8	1051	631	40
118	25	7,5	675	405	51	164		7,4	850	510	36
119	25	7,6	1555	933	27	165	22	7,6	664	398	29
120	25	7,5	1113	668	23	166	20	7,6	415	249	19
121		8,0	1560	936	23	167	20	7,3	597	358	25
122		8,0	1312	787	16	168		8,3	430	258	19
123		8,1	765	459	25	169		7,8	541	325	24
124		7,3	1008	605	28	170	22	8,3	658	395	30
125		7,7	1332	799	29	171	21	7,7	680	408	33
126		8,5	1090	654	42	172	21	7,6	574	344	27
127		6,8	750	450	29	173	21	7,6	632	379	55
128		7,5	1058	635	29	174	18	7,4	548	329	26
129		7,0	1096	658	30	175	21	7,6	439	263	20
130		7,0	916	550	44	176	22	7,7	460	276	23
131		7,5	760	456	29	177	21	7,3	604	362	27
132		7,2	829	497	37	178	21	7,6	621	373	28
133		7,6	1068	641	49	179		7,6	430	258	21
134		7,7	1044	626	47	180		7,7	464	278	23
135		7,9	651	391	30	181		7,6	468	281	23
136		8,1	906	544	38	182		7,5	512	307	26
137		7,6	718	431	33	183		8,1	450	270	22
138	21	7,5	1160	696	42	184		7,8	460	276	20

Tablo 4.22 (Devam):

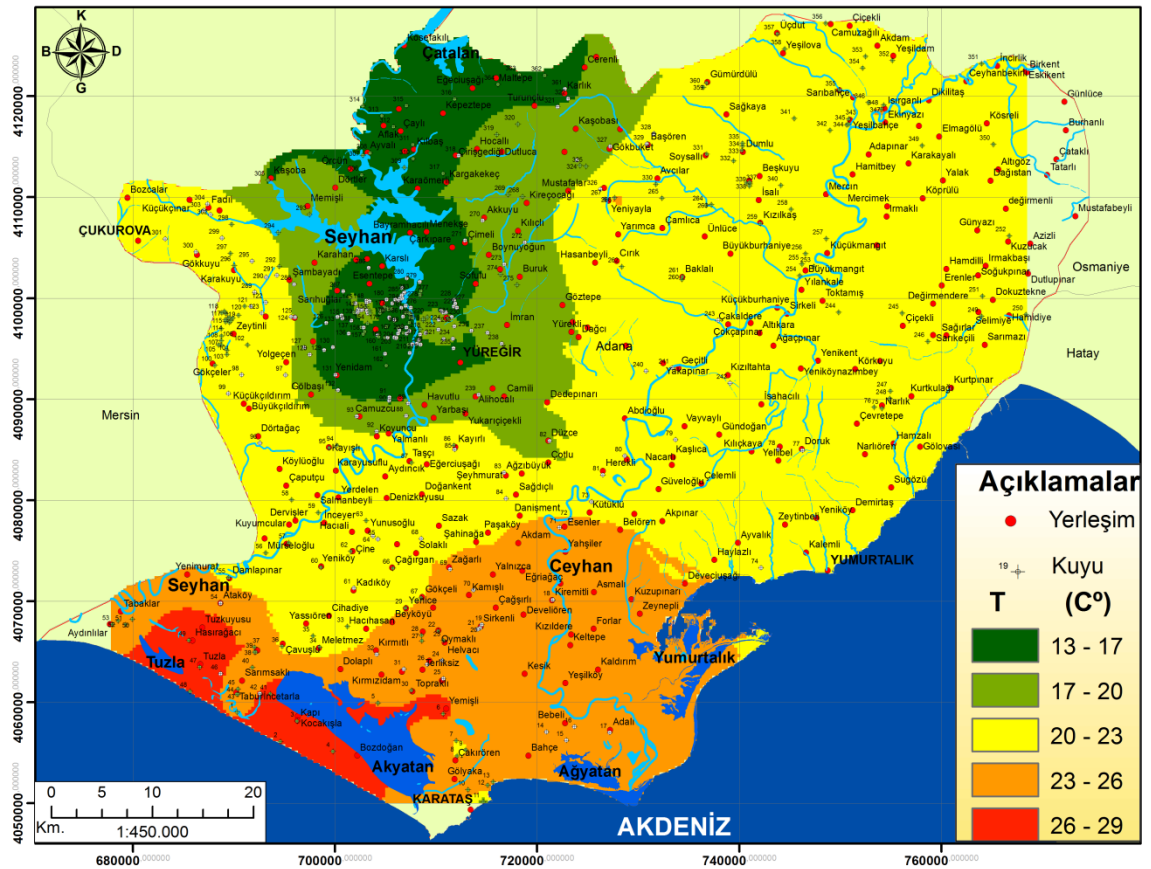
Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr	Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr
185	20	7,7	430	258	20	231		7,6	680	408	30
186		7,7	427	256	19	232		7,3	806	484	35
187		7,5	608	365	28	233		7,9	1084	650	47
188		7,8	467	280	20	234		7,4	1011	607	44
189		7,5	417	250	23	235		7,1	1120	672	48
190	20	7,6	463	278	21	236		7,2	953	572	40
191	18	7,9	490	294	21	237		7,3	922	553	42
192	18	7,5	480	288	21	238		7,3	2300	1380	40
193	17	7,5	480	288	21	239		7,4	1000	600	28
194	17	7,9	387	232	20	240		7,3	815	489	27
195	20	7,0	444	266	10	241		7,9	580	348	27
196	17	7,0	497	298	13	242		7,5	895	537	26
197	21	7,0	465	279	10	243		7,8	2309	1385	28
198	20	7,5	422	253	19	244	24	7,6	790	474	34
199	19	7,6	482	289	25	245	24	7,6	560	336	35
200	20	7,7	420	252	20	246	24	7,1	1125	675	42
201		8,1	426	256	20	247	24	7,4	638	383	30
202		7,7	650	390	28	248	24	7,2	577	346	29
203		7,4	612	367	26	249	24	7,6	1112	667	32
204		8,2	642	385	24	250	24	7,7	778	467	29
205	13	7,5	529	317	23	251	24	7,4	748	449	30
206		7,9	370	222	19	252	24	6,8	1020	612	47
207		7,9	440	264	20	253	24	7,7	1263	758	45
208		7,5	500	300	23	254	24	7,2	1445	867	56
209	20	7,6	703	422	28	255	25	7,4	1321	793	32
210		8,1	257	154	18	256	24	7,5	1042	625	31
211		7,5	488	293	22	257	24	7,7	760	456	40
212		7,9	546	328	23	258	24	7,5	767	460	31
213		7,9	546	328	23	259	24	7,4	1308	785	39
214		7,4	270	162	37	260	24	7,5	825	495	31
215		7,8	453	272	21	261	24	7,5	742	445	31
216		7,6	514	308	31	262	25	7,4	1134	680	29
217	23	7,8	572	343	25	263	24	7,4	750	450	38
218	23	7,0	464	278	11	264	24	7,6	969	581	38
219	23	7,5	583	350	25	265	24	7,3	771	463	34
220	23	8,1	570	342	22	266	25	7,5	592	355	31
221		7,6	1022	613	44	267	24	7,8	598	359	30
222		7,6	678	407	32	268	23	8,1	891	535	24
223		7,1	923	554	34	269	23	8,1	677	406	24
224		7,1	836	502	41	270		7,5	680	408	24
225		7,1	894	536	41	271		7,3	800	480	25
226		7,6	1113	668	47	272		7,5	201	121	21
227		7,2	930	558	42	273		7,5	720	432	18
228		7,1	1000	600	45	274	22	7,3	1077	646	36
229		7,2	1004	602	44	275	22	7,8	920	552	36
230	21	7,9	821	493	35	276	19	8,0	666	400	27

Tablo 4.22 (Devam):

Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr	Kuyu No	T °C	Ph	EC µs/cm	TDS mg/l	Sertlik Fr
277	19	7,5	596	358	25	321		7,5	1523	914	24
278	19	7,8	620	372	22	322		8,0	605	363	30
279		7,8	484	290	22	323		7,5	925	555	28
280		7,7	478	287	20	324	23	8,1	1163	698	28
281		7,4	673	404	27	325	23	7,4	909	545	29
282		7,9	516	310	23	326		7,6	757	454	30
283		8,1	458	275	21	327		7,1	687	412	33
284		7,7	615	369	28	328		7,4	1020	612	32
285		7,7	470	282	23	329		7,0	800	480	31
286		7,3	780	468	35	330	24	7,8	790	474	34
287		7,8	608	365	22	331	24	8,0	580	348	39
288		7,8	1780	1068	29	332	24	8,0	1098	659	11
289		7,7	300	180	23	333	24	7,2	1031	619	42
290		7,6	699	419	24	334	24	7,6	2104	1262	56
291		7,1	802	481	27	335	23	7,1	2234	1340	41
292	23	7,6	717	430	27	336	24	7,7	745	447	43
293	23	7,4	1262	757	33	337	23	7,6	730	438	43
294	23	7,9	543	326	18	338	23	7,5	964	578	43
295		7,4	1111	667	22	339	24	7,3	980	588	44
296	25	7,1	1180	708	18	340	24	7,4	900	540	21
297	24	8,1	1136	682	17	341	24	7,6	4259	2555	61
298	25	7,6	690	414	24	342	24	7,7	1759	1055	19
299		7,6	474	284	15	343	24	7,5	940	564	13
300		8,2	1008	605	4	344	24	7,7	907	544	30
301		8,5	1896	1138	15	345	24	7,6	925	555	29
302		7,6	690	414	17	346	25	7,7	1052	631	27
303		7,5	730	438	22	347	24	7,5	1814	1088	29
304		7,6	800	480	35	348	25	7,6	230	138	29
305	21	7,5	550	330	27	349	24	7,6	507	304	23
306	21	7,5	725	435	37	350	24	7,5	697	418	35
307	21	8,3	520	312	27	351	24	7,5	907	544	32
308	21	7,5	760	456	27	352	24	7,7	477	286	28
309	21	7,5	750	450	30	353	24	7,6	584	350	27
310	21	7,3	800	480	27	354	24	7,7	496	298	27
311	21	8,2	1582	949	22	355	24	7,8	746	448	12
312	21	7,6	919	551	21	356	24	7,5	685	411	29
313	21	7,6	890	534	17	357	24	7,7	772	463	31
314	21	7,6	791	475	26	358	24	7,5	663	398	33
315	19	7,9	426	256	13	359	24	7,0	750	450	37
316	19	7,8	812	487	20	360	24	7,1	720	432	37
317	21	8,0	1100	660	28	361		7,8	750	450	25
318		7,7	1107	664	25	362	20	7,4	626	376	23
319	23	8,2	660	396	22	363	20	7,2	737	442	23
320	23	8,2	790	474	21	364	20	7,7	582	349	20

4.7.2.1. Sıcaklık (T)

Yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal bileşiminin oluşmasında önemli bir etkidir. Kurak ve yağışlı mevsimlerde farklılık gösteren sıcaklık, suyun çözünürlüğü, yoğunluğu gibi özelliklerini etkilemesinin yanı sıra içme-sulama-endüstriyel olarak kullanım alanlarının seçiminde önemlidir. Şahinci (1991) yaptığı çalışmasında yeraltısularının sıcaklığının genel olarak su seviyesinin derinliğine, coğrafik enleme, volkanik hareketlere bağlı olarak değiştiğini ve suyun kökeni hakkında bilgi verdiğini belirtmiştir.



Şekil 4.58: İnceleme alanında yeraltısuyunun sıcaklık dağılım haritası.

Bu çalışma kapsamında su noktalarının yerinde ölçülen sıcaklık değerlerine göre yeraltısuyu (YAS) sıcaklık dağılım haritası hazırlanmıştır. Haritaya göre sıcaklık kıyı kesimlerde yüksektir (Şekil 4.58). Bu alanlarda sıcaklık 13-29 °C arasında en yüksek değerdedir; bunun nedeni YAS'ın yüzeye yakın olmasıdır. Kuzeyde Seyhan ve Çatalan baraj göllerinin yeraltısuyunu beslediği kesimlerde su sıcaklığı 13-17 °C arasındadır. Bunun sebebi YAS'ın derinlerde olmasıdır. Bölgenin YAS sıcaklığı Tablo 4.23'e göre sınıflandırıldığında sular 13 - 29 °C arasında "çok az ılık sular" ile "ılık sular" sınıfındadır (Şahinci, 1991).

Tablo 4.23: Suların sıcaklıklarına göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991).

SICAKLIK °C	SU SINIFI
< 5	Çok soğuk sular
6 - 10	Soğuk sular
11 - 18	Çok az ılık sular
19 - 25	Az ılık sular
26 - 37	Ilık sular
> 40	Sıcak sular

4.7.2.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)

Suyun pH'ı (Hidrojen İyon Konsantrasyonu) 10 tabanına göre negatif logaritması olarak ifade edilir. Hidrojen iyon konsantrasyonunda Hidrojen (H₂) ve Hidroksil (OH) iyonlarının çoğalıp azalmasına bağlı olarak suyun asitlik ve baziklik özelliği değişir.

Saf suyun pH değeri 7'dir, yani H⁺ ve OH⁻ iyon konsantrasyonları açısından dengededir. Yeraltısuyu ise genel olarak asidik (pH < 7) özelliğe sahip iken yüzey suları (pH < 8) bazik özelliktedir. Doğal suların asitliğini ve bazikliğini kontrol eden bikarbonat, karbonat, hidroksil ve karbondioksit iyonlarıdır. Karbonat, bikarbonat ve hidroksil iyonları suya bazik özellik kazandırırken, karbondioksit iyonları asidik özellik verir. Suyun pH değerine göre sınıflandırılması Tablo 4.24'de verilmiştir.

Tablo 4.24: Suların pH değerlerine göre sınıflandırılması.

pH	Sınıfı
> 8,5	Bazik
7 - 8,5	Bazik karakterli
7	Nötr
4,5 - 7	Asidik karakterli
< 4,5	Asidik

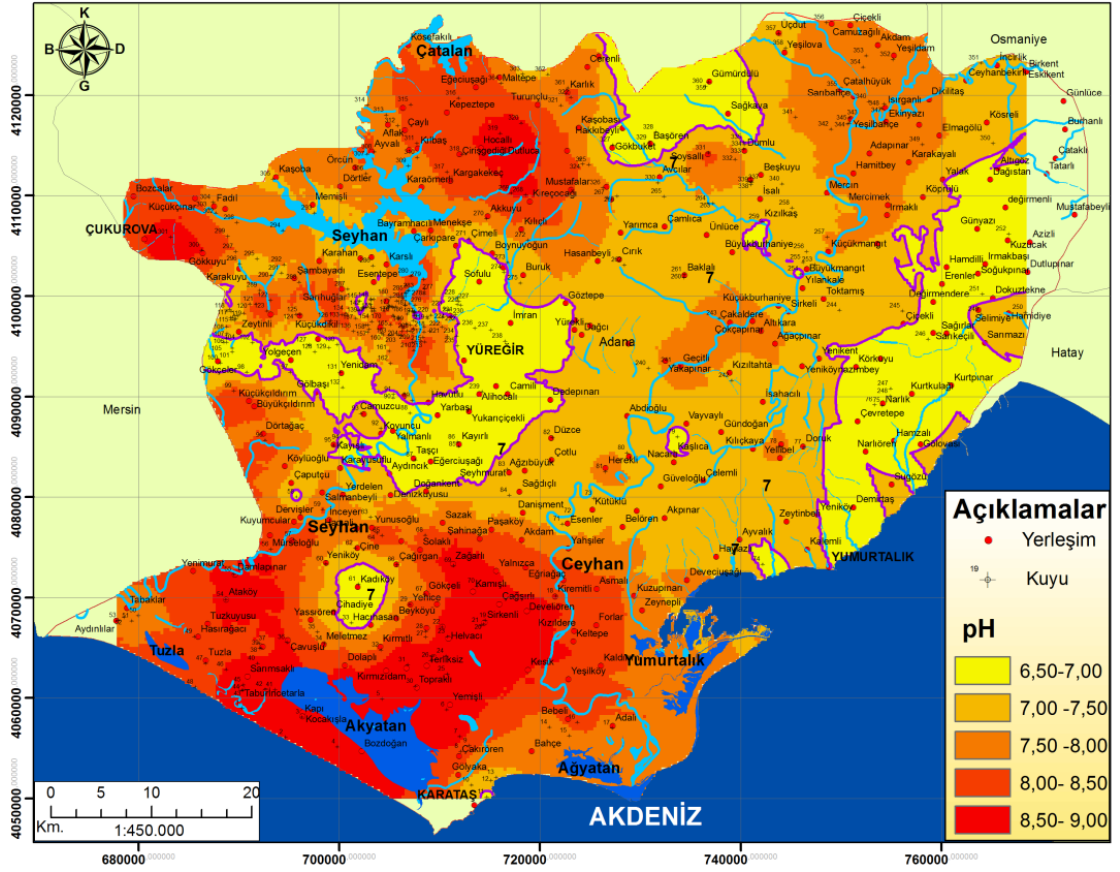
İnceleme alanında su noktalarının yerinde ölçümlerinden hazırlanan pH dağılım haritasına göre, pH değerleri 6,70-8,60 arasında değişmektedir (Şekil 4.59). Tablo 4.24 de verilen genel sınıflandırmaya göre inceleme alanının yeraltısuyu "asidik karakterli" - "bazik" sınıfları arasındadır. Bilindiği gibi genelde asidik sular bazik sulara oranla daha az yaygındır, inceleme alanında da daha çok nötr ve bazik suların yaygın olduğu görülmektedir.

Tuzla, Akyatan ve Ağyatan lagünlerin bulunduğu kesimlerde pH 8.50 – 9 arasında en yüksek değerdedir. Kapı köyü çevresinde DSİ tarafından açılmış 2 nolu kuyuda pH=8,60, Topraklı köyü çevresinde açılmış 26 nolu kuyuda pH=8,53 olarak en yüksek değerdedir. Bunun sebepleri sıcaklığın kıyı kesimlere doğru yükselmesi ve bu kesimde yeraltısuyu seviyesinin de yüzeye yakın olmasıdır. İnceleme alanının güneyinde yeraltısuyu en yüksek bazik özelliğini gösterir. Kadıköy köyünün civarında DSİ tarafından açılan 61 nolu kuyuda ise pH=6.80 ve Cihadiye köyü yakınlarında açılmış 33 nolu kuyuda pH=7 dir. Bu kuyulardaki pH değerlerinin çevre kuyulara oranla daha düşük olması yani Hidrojen iyonlarında artış olması bu alanda örtü birim olan alüvyonların altında Handere Formasyonuna ait evaporitik çökellerin ince olduğu ya da bulunmamasına bağlıdır.

İnceleme alanında güneyden kuzeye doğru Adana'nın yerleşim merkezinde pH değerlerinde düşme görülmesi yine evaporitik çökel kayaçların incelenmesi ya da bulunmamasıdır. Seyhan barajının kuzeydoğu kesimlerinde pH 8,50-9 arasında yüksek değerdedir, bu alanda yeraltı su seviyesinin derinleşmesine bağlı olarak pH'ın azalması beklenirken yükselmesinin sebebi Handere Formasyonu içerisinde bulunan jipsli seviyelerden Karbonat, Bikarbonat ve Hidroksil iyonlarının gelmesidir.

Ceyhan nehrinin çevresinde kuzeyden güneye doğru pH değerlerinde değişimler görülmektedir. Kuzeyde Adapınar köyü yakınlarında pH 8-8,50 arasında iken Abdioğlu köyü yakınlarında pH'ın 7,50-8 değerlerine düştüğü görülür. Bunun nedeni nehir suyunun yeraltısuyunun çözücülüğüne etki ederek karakterini değiştirmesidir. Bölgede güneye doğru yaklaştıkça pH değerlerinin artması; topoğrafyaya bağlı olarak güneyde toplanan sulara karbonatlı kayaçlardan gelen Karbonat, Bikarbonat ve Hidroksil iyonlarının artmasıdır.

Dokuztekn köyü civarında DSİ tarafından açılmış 250 nolu kuyuda pH 7,70'dir, burada pH değerinin yakın çevrelere göre çok az bir oranda artış görülmesinin nedeni; Delihalil bazaltlarının bulunmasıdır. Özvan (2009) çalışmasında bu alanda bulunan bazaltların kimyasal analizini yapmış ve bazaltlarda egemen olan mineral SiO₂'in %53,21-45,81 arasında olduğunu belirtmiştir. Bilindiği gibi silikat grubu kayaçlar suda çok zor çözündüklerinden dolayı yeraltısuyunun pH değerinde etkileri çok azdır.



Şekil 4.59: İnceleme alanında yeraltısuyunun pH dağılım haritası.

İnceleme alanında YAS'ın pH değeri TS-266 ya göre içme suyu standartları açısından izin verilen 6,5-9,5 değerleri arasındadır. WHO'nun (Dünya Sağlık Örgütü) belirlemiş olduğu limit değerleri ise 6,5-8,5 arasında olmasıdır. Bölgede pH değerlerini içme suyu kalitesi açısından genel olarak değerlendirmek yanlış olabileceğinden lokal olarak baktığımızda, Topraklı köyü yakınlarında açılmış olan 26 nolu kuyuda pH'ın 8,53, İncetarla köyü civarında açılmış 44 nolu kuyuda ise 8,60 değerinde olması WHO'nun belirlediği üst sınırı çok az da olsa aşmış olduğundan dolayı standarda uygun değildir.

4.7.2.3. Elektriksel İletkenlik (EC)

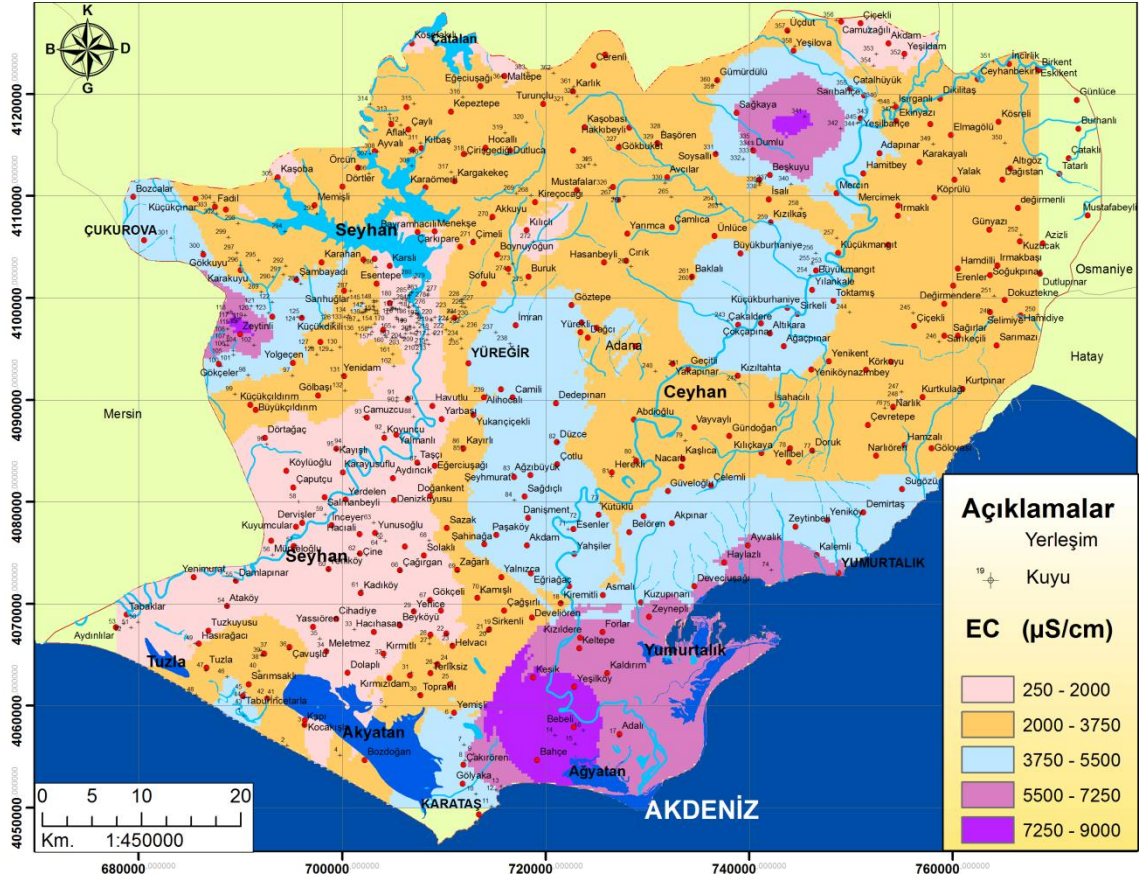
Elektriksel iletkenlik (kondüktivite), suyun elektriği iletilme yeteneğinin sayısal olarak ifade edilmesidir. Suyun elektriksel iletkenliği, 1cm^3 suyun $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki iletkenlik değeridir. Yaygın olarak birimi ($\mu\text{mho}/\text{cm}$) veya ($\mu\text{S}/\text{cm}$) cinsinden ifade edilir. Bu çalışmada analiz sonuçları ($\mu\text{S}/\text{cm}$) cinsinden değerlendirilmiştir.

Her maddenin elektriği iletilme yetenekleri farklı olduğu gibi yüzey, yeraltı ve deniz suyunun da iletkenlik özellikleri farklıdır. Genel olarak yüzey sularının iletkenliği 50-

1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında iken yeraltısuyunun iletkenliği daha geniş aralıklarda değişim gsterir. nk yeraltısularını iletkenliği temas halinde bulunduğu kayaçların mineral içeriklerine ve znrlklerine gre değişir. Deniz suyunun iletkenliği ise yaklaşık 500.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Suyun iletkenlik zelliği iyonlarının türüne, toplam konsantrasyonuna, hareketliliklerine ve sıcaklığa bağlı olarak farklılık gsterir. İyonların konsantrasyonları arttıkça iletkenlik zelliği artar. Bundan dolayı elektriksel iletkenlik değerı sudaki toplam iyon konsantrasyonu hakkında bilgi verir. Sıcaklık artışı ile de elektriksel iletkenlik artış gsterir.

Su noktalarının elektriksel iletkenlik lmlerine gre hazırlanmış alansal dağılım haritasına bakıldığında elektriksel iletkenlik 201-8160 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında değişmektedir (şekil 4.60). Kıyı kesimlerde EC 500-8200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında en yüksek değerdedir. Bunun birçok nedeni vardır; bu kesimlerde yeraltısuyunun sıcaklığının yüksek olması ve yeraltısı seviyesinin yüzeye yakın olmasıdır. Yeraltısuyunun sıcak olduğu alanlarda ve yüzeye yakın olduğu yerlerde EC değerlerinde artış olması beklenen bir durumdur. Diğer bir sebep ise kıyı kesimlerde EC değerinin yüksek olması deniz suyu girişiminin olmasıdır. Deniz suyunu girişimiyle yeraltısuyundaki iyon konsantrasyonu da artacaktır. Ayrıca inceleme alanının bu kesiminde Tuzla, Akyatan, Ağyatan ve Yumurtalık lagünlerinin bulunmasından dolayı lagünel ortamlarda sudaki iyon konsantrasyonunun artışına bağlı olarakta iletkenlik yüksektir.

Seyhan barajının güneybatı tarafında bulunan Zeytinli ky civarında EC değerinin yüksek olması; burada tuz yataklarından kaynaklanmaktadır. nk Handere Formasyonunun içerisinde Messiniyende oluşmuş tuz yataklarına bağlı olarak yeraltısuyunda iyon konsantrasyonlarında artış olmuştur. Sağkaya ky yakınlarında açılmış 341 nolu kuyuda EC değerinin yüksek olması da yine evaporitik okellerden dolayıdır. İnceleme alanının güney kesimlerinde kuzey kesimlerine oranla genel olarak EC değerlerinin yüksektir. Bunun nedeni yeraltısuyunun akış ynnn güneye doğru olmasına bağlı olarak sudaki iyon konsantrasyonlarının artmasıdır.



Şekil 4.60: İnceleme alanında yeraltısuyunun elektriksel iletkenlik (EC) dağılım haritası.

Suların EC değeri içme suyu kalitesi TS-266 standardına göre limit sınır 400 - 2000 $\mu\text{S/cm}$ arasındadır. İnceleme alanında yeraltısuyunun iletkenlik değerinin 201-8160 $\mu\text{S/cm}$ gibi geniş bir aralıkta farklılık sunmaktadır. Ağyatan ve Yumurtalık lagünlerinin çevresinde EC değerlerinin 3400-8200 ($\mu\text{S/cm}$) arasında olması standarda izin verilen max. değeri oldukça aştığından dolayı standarda uygun değildir.

Tablo 4.25: Suların EC değerlerine göre sınıflandırılması (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).

EC ($\mu\text{S/cm}$)	SINIF
<250	Çok İyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
>3000	Kullanılamaz

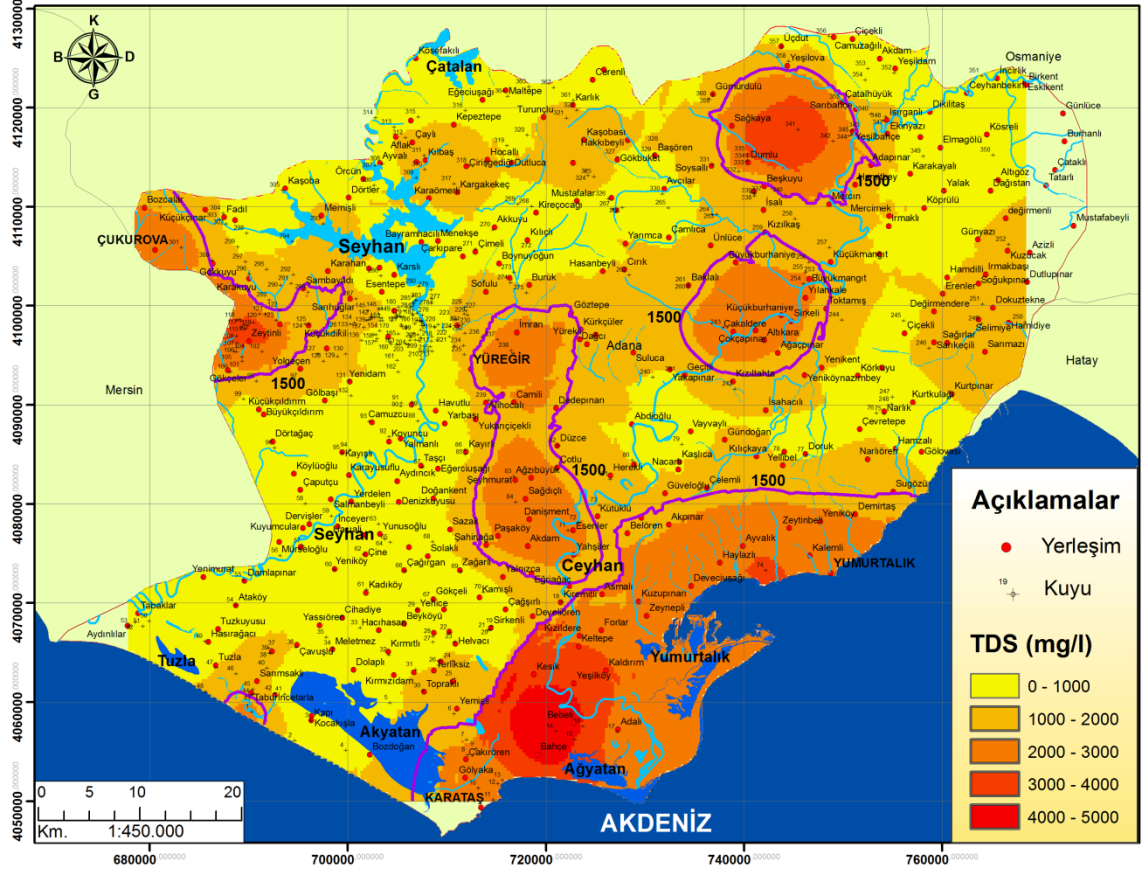
Ayrıca Tablo 4.25’de Erguvanlı ve Yüzer (1973)’ün yaptıkları sınıflandırmaya göre de ‘‘kullanılamaz’’ sınıfındadır. Seyhan nehri boyunca açılmış kuyularda güneye doğru EC değerleri 200-1800 $\mu\text{S/cm}$ arasında olup TS-266 standardına göre uygundur. Tablo 4.25’e göre de ‘iyi’ ve ‘‘kullanılabilir’’ sınıflarında yer alır. İnceleme alanının kuzey ve

kuzey doğu kesimlerindeki su noktalarının EC değerlerinin 1800-3400 arasında olmaları çoğunlukla standarda uygundur. Tablo 4.25'e gore de "kullanılabilir" ve "şüpheli" sınıfında yer alır.

4.7.2.4. Toplam oznmş Katı Madde (TDS)

Toplam oznmş katı madde (TDS) sudaki mineral ve iyon miktarlarını gosterir. Elektriksel iletkenlik ile aralarında doğru bir orantı vardır, suyun EC değeri arttıkça TDS değeri de artar. EC ile aralarındaki güçlü bağdan yola çıkarak TDS, EC değerlerine dayanarak hesaplanır.

Bu alışma kapsamında su noktalarında multimetre ile suyun EC değeri $\mu\text{S}/\text{cm}$ cinsinden ollmş ve 0,6 katsayısı ile çarpılarak yaklaşık TDS değeri mg/l olarak hesaplanmıştır. TDS değerlerinin çok yüksek ya da çok düşük olması suyun kullanım alanlarının belirlenmesinde onemlidir. TDS değerinin yüksek olması ishal gibi birçok hastalığa sebep olabileceği gibi düşük olması da suda agresif ve korozift ozelliğin oluşmasına neden olur (Erguvanlı ve Yüzer, 1973). EC değerlerine dayanarak hazırlanan TDS dağılım haritasına gore inceleme alanında TDS 121-4896 mg/l arasındadır (şekil 4.61). Bebeli koy yakınlarında açılmış en yüksek EC değerine sahip 14 nolu kuyuda TDS 4896 mg/l en yüksek değerdedir. Bunun nedeni suda lagün gollerinden ve deniz suyundan gelen minerallerin derişimlerinin artmasıdır. Kılıçlı koy civarında açılan 272 nolu kuyuda en düşük TDS 120,66 mg/l olarak ve yine bu kuyuda en düşük EC değeri ollmştr.



Şekil 4.61: Yeraltısularının toplam çözünmüş katı madde (TDS) dağılım haritası.

Suların TDS değerlerine göre sınıflandırılması Tablo 4.26 'de verilmiştir. Bu sınıflamaya göre inceleme alanında su çoğunlukla "tatlı su" sınıfındadır. 14, 109, 112, 114, 115 ve 341 nolu sular "acı sular" sınıfında diğer kuyular "tatlı su" sınıfındadır.

Tablo 4.26: Suların TDS değerlerine göre sınıflandırılması.

TDS derişim (mg/l)	Tanım
<1500	Tatlı Su
1500-5000	Acı Su
>5000	Tuzlu Su

4.7.2.5. Suların Sertliği (°F)

Suların sertliği, suda çözülmüş olarak bulunan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} gibi +2 değerlikli katyonların suya vermiş olduğu önemli bir fiziksel özelliktir. Doğal sularda daha çok Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonları bulunduğundan genellikle Ca^{2+} ve Mg^{2+} konsantrasyon miktarlarının çok az bir hata ile toplanmaları suyun sertliği olarak ifade edilir. Ca^{2+} ve

Mg^{2+} katyonları Bikarbonat, Sülfat, Nitrat gibi anyonlarla reaksiyonda bulunarak çökelek meydana getirirler. Diğer katyonların sudaki varlığı çok az olduklarından dolayı sertlik hesaplamalarında dikkate alınmazlar.

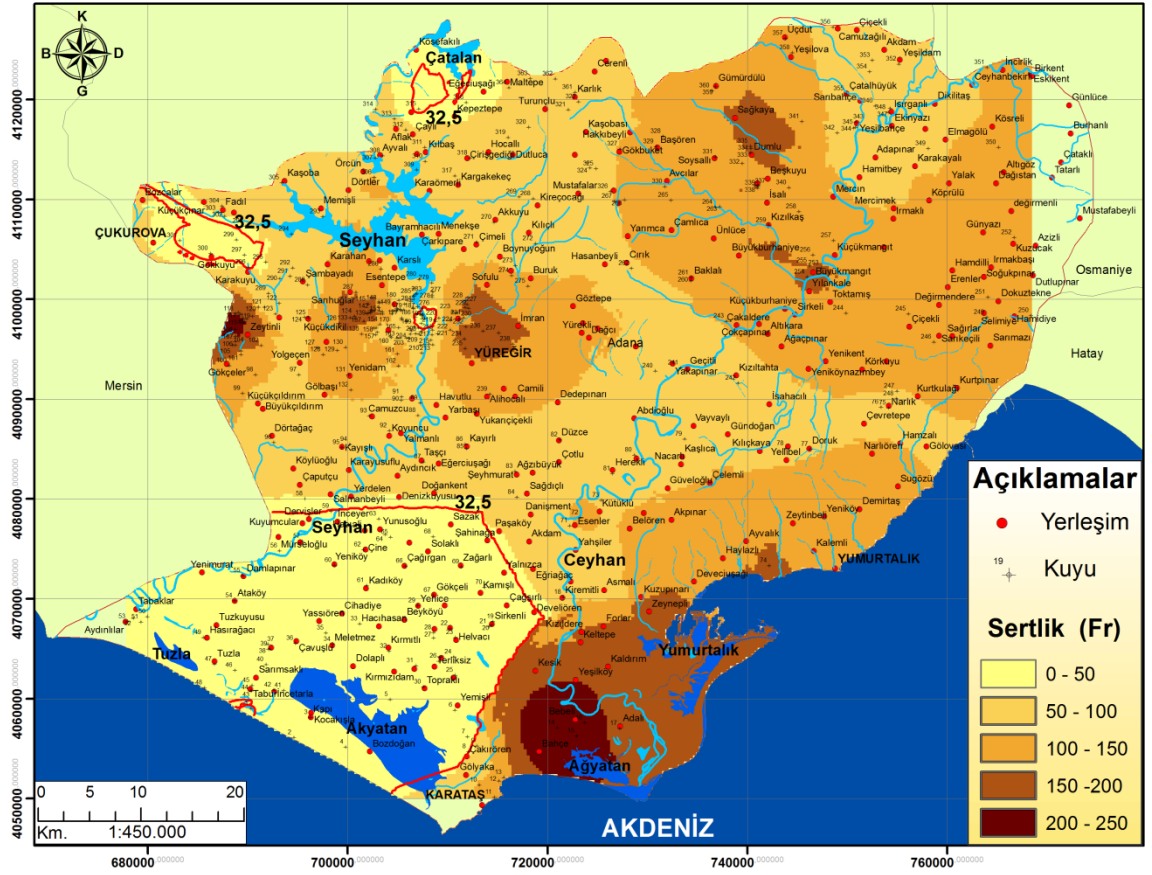
Suların sertliği geçici ve kalıcı sertlik olarak ayrılmaktadır. Geçici sertlik Magnezyum ve Kalsiyum bikarbonatların ($MgCO_3$, $CaCO_3$) vermiş olduğu sertliktir. Kalıcı sertlik ise Magnezyum ve Kalsiyum sülfatları ($MgSO_4$, $CaSO_4$), Klorür ve Nitrat tuzlarından ileri gelir. Bu tuzlar ısı aldıklarında ayrışmazlar ve kalıcı sertlik meydana getirirler. Yeraltısuyunun sertliği yağıştan itibaren temas halinde bulunduğu kayaların mineralojik yapısıyla ilgilidir. Genel olarak yeraltısularında daha çok mineral çözüldüğü için yüzey sularına oranla daha serttir. Suların sertliğine göre birçok sınıflandırılması yapılır. Dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan sınıflandırma Fransız sertlik derecesidir. Fransız sertliği (Fr^0) 1 litre suda 10 mg $CaCO_3$ bulunmasıdır. Suya sertlik veren iyonların konsantrasyonlarını tanımlamak için kullanılır. Bu çalışmada sular Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılmıştır. Bunun için toplam sertliği hesaplamada her su noktasının Ca^{+2} ve Mg^{+2} değerleri mg/l cinsinden ölçümü yapılarak aşağıdaki formül uygulanmıştır.

$$\text{Suyun Toplam Sertliği} = 0,2497 * Ca \text{ (mg/L)} + 0,4115 * Mg \text{ (mg/L)}$$

Tablo 4.27: Sularda bulunan $CaCO_3$ konsantrasyon miktarı ve sertlik sınıflaması (Gray, 1994, Şahinci, 1991).

Konsantrasyon ($CaCO_3$ mg/l)	Suyun Sınıfı	Fransız Sertliği (Fr^0)	Suyun Sınıfı
0 - 50	Yumuşak	0,0 - 7.2	Çok Yumuşak
50 - 100	Orta Yumuşak	7.2 - 14.5	Yumuşak
100 - 150	Hafif Sert	14.5 - 21.5	Az Sert
150 - 250	Orta Sert	21.5 - 32.5	Oldukça Sert
250 - 350	Sert	32.5 - 54.0	Sert
> 350	Son Derece Sert	54'ten Fazla	Çok Sert

İnceleme alanında 364 su noktasından elde edilen sertlik değerleri Tablo 4.27’de verilen konsantrasyon aralıkları ile karşılaştırıldığında; suların sertliğinin 3,5–189,5 (Fr^0) arasında değişmekte olup ‘‘çok yumuşak’’ – ‘‘çok sert’’ sınıflarında yer almaktadır. Şekil 4.62’de hazırlanan sertlik dağılım haritasına baktığımızda Bebeli köyü yakınlarında açılmış 14 nolu kuyuda sertlik 189,5 en yüksek değerdedir. Bunun nedeni bu kuyuda ölçülen Ca^{2+} ve Mg^{2+} derişim değerlerinin yüksek olmasına ve bu kesimlerde deniz suyu girişimine bağlıdır.



Şekil 4.62: Yeraltısularının sertlik dağılım haritası.

Yemişli köyü civarında açılan 6 nolu kuyuda sertlik 3,5 en düşük değerinde olup ‘çok yumuşak’ su sınıfındadır. Soda tuzu üretim tesislerinin bulunduğu Zeytinli köyü çevresinde sularda sertlik değerinin yüksek olması Messiniyede oluşmuş tuz yataklarıdır. Seyhan barajının güneyinde sertlik değerlerinde artış olması gevşek kireçtaşından oluşmuş kalıfların bulunmasıdır. Bu alanda özellikle HCO_3 iyon derişimi oldukça yüksektir. Sağkaya köyü yakınlarında açılmış 334 nolu kuyuda sertlik değerinin diğer alanlarda göre yüksek olması yine evaporitik çökeltilere bağlı olarak iyon konsantrasyonunun fazla olmasıdır.

Genel olarak, inceleme alanının yeraltısuları ‘sert ve ‘çok sert sular’dır. Kuzey kesiminde güneye kesime oranla sertlik değerleri daha fazladır. Bunun sebebi Handere Formasyonu içerisinde bulunun Evaporitik çökeltilerden ve akiferi oluşturan alüvyonların içerisinde bulunan kireçtaşı biriminden dolayı zenginleşen iyon konsantrasyonlarına bağlı olarak sertliğin de artış göstermesidir. Adana, suların sertlik açısından Türkiye’nin sert ve en sert sularına sahip olan şehirlerindedir. İçme suyu kalitesi açısından WHO’nun sertlik için verilmiş herhangi bir limit değeri yoktur. TS-266’ya göre tavsiye

edilen 150 mg/l CaCO₃ değeridir. İnceleme alanının bulunduğu Adana'nın yeraltısuyu genel olarak tavsiye edilen limiti aşmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında bölgede yaşayan halktan içme ve kullanma suyunun kireçli olduğuna dair şikayetlerle de karşılaşmıştır.

4.7.3. Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Sınıflandırılması

İnceleme alanında açılmış 364 adet kuyunun kimyasal analiz verileriyle yeraltısularının hidrojeokimyasal fasiyes özelliklerini belirlemek amacıyla Piper ve Durow diyagramları hazırlanmıştır. Seyhan ve Ceyhan havzalarındaki kuyuların verileri ayrı ayrı olarak diyagramlara aktararak, her iki havzadaki yeraltısuları birbirleriyle karşılaştırılmalı şekilde yorumlanmıştır.

4.7.3.1. Piper Diyagramına Göre Sınıflandırma

Suların kimyasal bileşime etki eden litolojiyi belirlemek ve kimyasal sınıflandırmasını yapmak için hazırlanan Piper diyagramı 1 eşkenar dörtgen ve iki eşkenar üçgenden oluşur. Piper diyagramda sulardaki anyon ve katyon miktarları % meq/L cinsinden ifade edilir. Eşkenar üçgenlerde anyonlar ve katyonlar ayrı ayrı gösterilirken, eşkenar dörtgende tüm iyonlar (anyon ve katyonlar) birlikte gösterilir. Eşkenar üçgenler suların hidrojeokimyasal fasiyes tiplerini belirlemek, eşkenar dörtgen ise suları sınıflandırmak ve karşılaştırmak için değerlendirilir. Eşkenar dörtgen ayrıca dokuz bölgeye ayrılır. Piper (1944)'e göre ayrılan dokuz bölge şu şekildedir;

1 nolu bölge: $(Ca+Mg) > (Na+K)$ karbonatlı ve sülfatlı sular

2 nolu bölge: $(Ca+Mg) < (Na+K)$ tuzlu ve sodalı sular

3 nolu bölge: Zayıf asit kökleri ($CO_3= +HCO_3^-$) > güçlü asit kökleri ($Cl^-+SO_4^{2-}$)

4 nolu bölge: Güçlü asit kökleri ($Cl^-+SO_4^{2-}$) > zayıf asit kökleri ($CO_3= +HCO_3^-$)

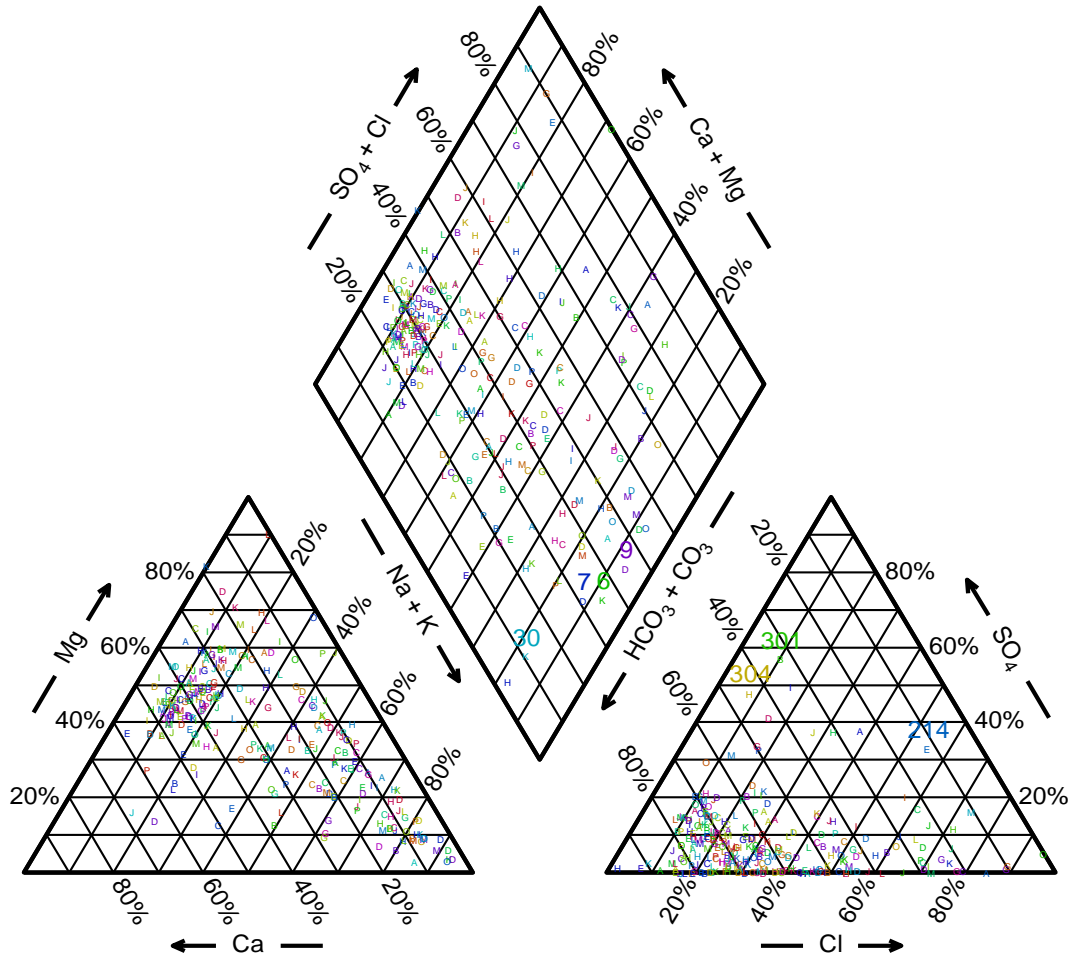
5 nolu bölge: CaCO₃ ve MgCO₃'lü sular, karbonat sertliği %50'den fazla olan sular.

6 nolu bölge: CaSO₄ ve MgSO₄'lü sular, karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular

7 nolu bölge: Karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazla olan sular (NaCl , Na_2SO_4 ve KCl 'li, deniz ve çok acı sular bu bölgede yer alır).

8 nolu bölge: Karbonat alkalitesi > karbonat olmayan alkalitesi (doğada bulunan çok yumuşak sular bu bölgede yer alır).

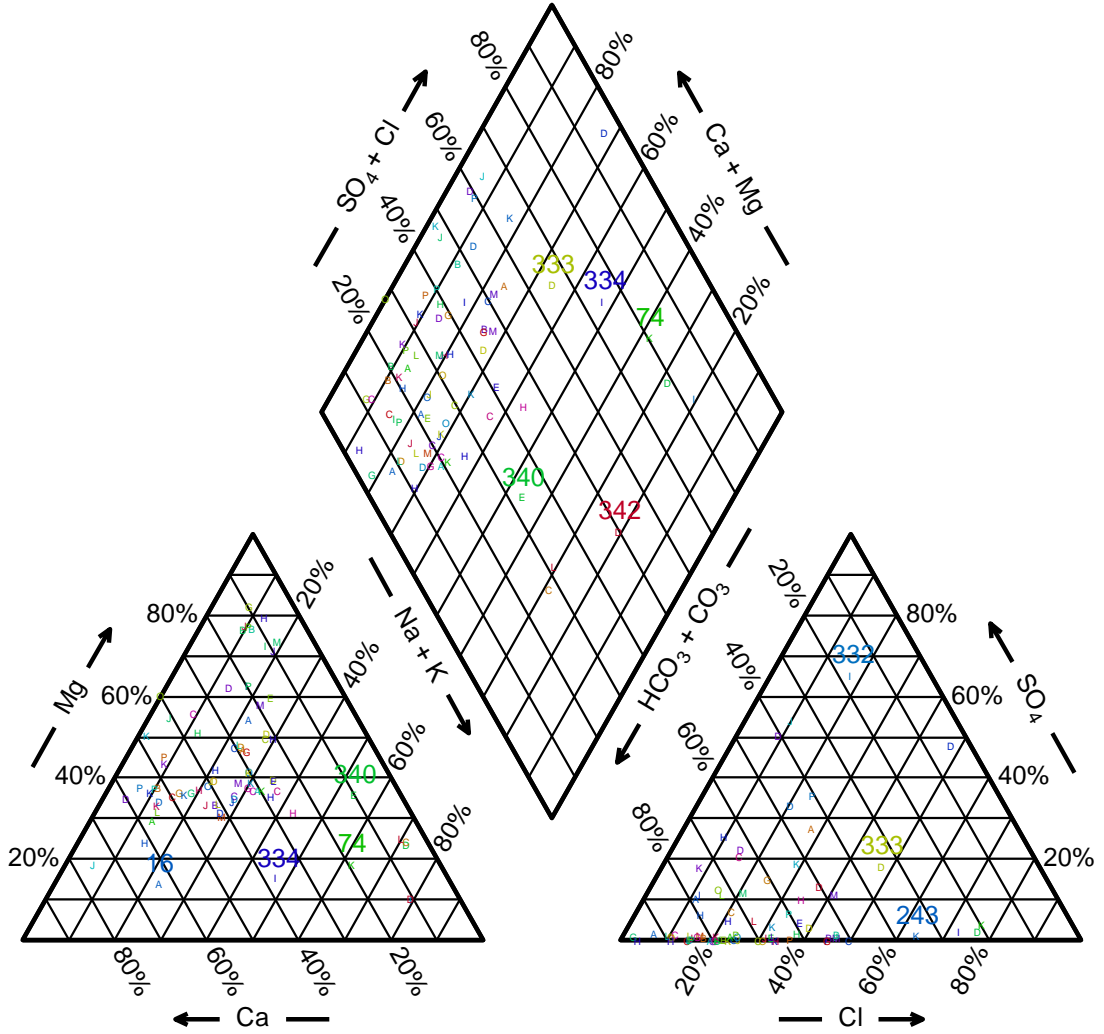
9 nolu bölge: İyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen karışık sular bu bölgede yer alır.



Şekil 4.63: Seyhan havzasındaki yeraltısularına ait Piper diyagramı.

İnceleme alanında Seyhan havzasında yer alan kuyulara ait kimyasal verilerle hazırlanan piper diyagramında sular genellikle Mg-HCO_3 ve Na-Cl 'lü sular sınıfındadır (Şekil 4.63). Bölgede Handere Formasyonunda bulunan Messiniyen tuzluluk krizinde jips, anhidrit ve kaya tuzundan oluşan evaporitler yeraltısularının kimyasını oldukça etkilemektedir.

Ceyhan havzasında yer alan kuyulara ait kimyasal verilerle hazırlanan piper diyagramında ise sular genellikle Ca-Mg-HCO₃ sular sınıfındadır (Şekil 4.64). Çakaldere köyünde açılmış 243 nolu ve Dumlu köyünde açılmış 333 nolu kuyulardaki sular ise 7 nolu bölgede bulunan Karbonat olmayan alkalinitesi %50'den fazla olan sular olup NaCl tuzlu sulardır.



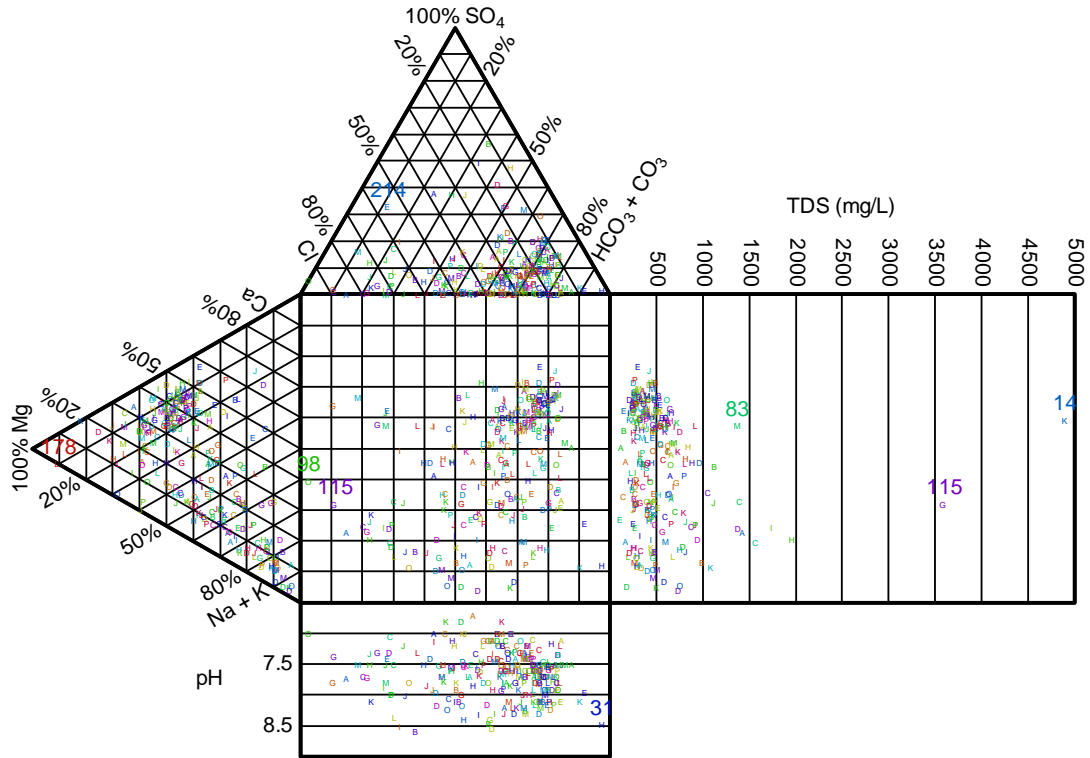
Şekil 4.64: Ceyhan havzasındaki yeraltısularına ait Piper diyagramı.

4.7.3.2. Durov Diyagramına Göre Sınıflandırma

Suların kimyasal karakterini belirlemek için kullanılan diyagramlardan biri olan Durov diyagramında majör anyon ve majör katyonların yanı sıra pH ve TDS değerleri de göz önünde bulundurulur. Durov diyagramda pH değerini gösteren bir adet dikdörtgen, majör anyon ve majör katyonları gösteren iki adet eşkenar üçgen, TDS'yi (Toplam

çözünmüş katı madde) mg/lt cinsinden gösteren 1 adet dikdörtgen ve ortada bütün verilerin kesişimi gösteren 1 adet kare bulunur.

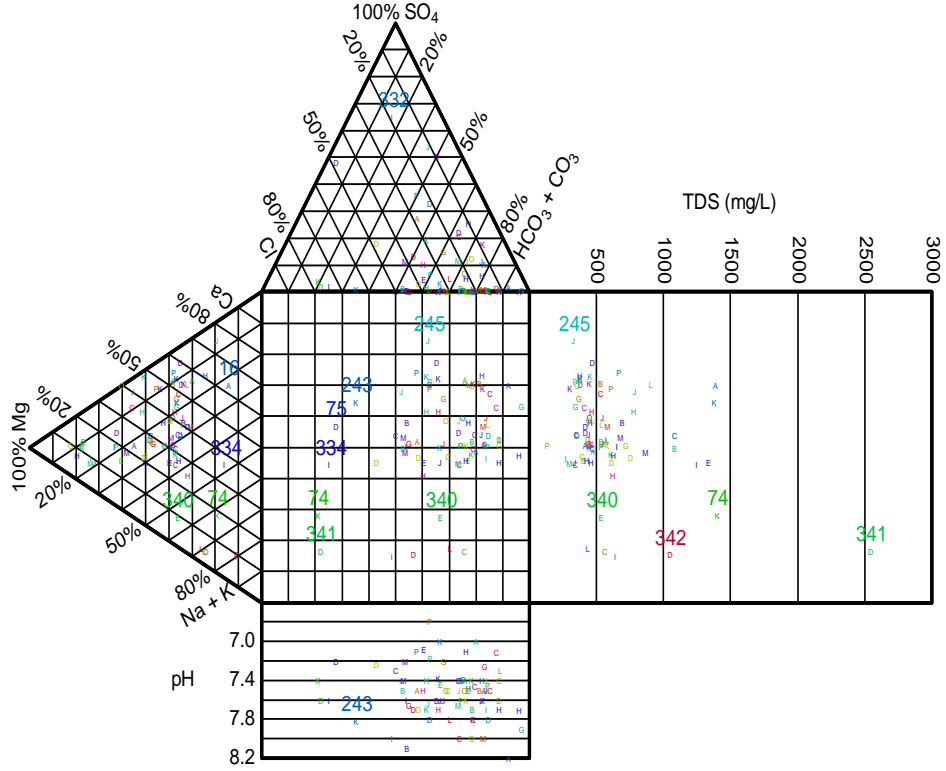
Seyhan havzasındaki kuyu sularının verilerine göre hazırlanan Durov diyagramında pH değerleri 7 ile 8.5 arasında değişmektedir, buna göre sular nötr, bazik karakterli ve bazik sınıflarındadır (Şekil 4.65). TDS değerleri genellikle 200-2000 mg/l arasında değişen tatlı sulardır. Sadece Zeytinli köyü yakınlarında açılmış 115 ve Bebeli köyünde açılmış 14 nolu kuyuda sırasıyla TDS değerleri 3588 mg/l ve 4896 mg/l olup acı su sınıfındadır. 115 nolu kuyudaki yüksek TDS değeri Messiniyende Handere Formasyonunda oluşmuş tuz seviyelerine bağlı olarak yeraltısuyunda iyon konsantrasyonlarında artış olmuştur. 14 nolu kuyuda ise yeraltısuyuna lagün göllerinden ve deniz suyundan gelen minerallerin derişimlerinin artmasına bağlıdır.



Şekil 4.65: Seyhan havzasındaki yeraltısularına ait Durov diyagramı.

Ceyhan havzasındaki sular için hazırlanan Durov diyagramına göre pH değeri 7 ile 8.2 arasında değişir; buna göre nötr ve bazik karakterli (alkali) sulardır (Şekil 4.66). Sular genellikle TDS değerleri 200-1500 mg/l arasında değişen ‘‘tatlı sular’’dır. Sadece Sağkaya köyü yakınlarında bulunan 341 nolu kuyuda TDS 2255 mg/l’dir. Alüvyonlar

içerisinde bulunan evaporitik çökellerden dolayı iyon konsantrasyonunun fazla olmasına bağlı olarak bu kuyudaki yeraltısuyu ‘‘acı sular’’ sınıfında yer alır



Şekil 4.66: Ceyhan havzasındaki yeraltısularına ait Durov diyagramı.

Seyhan ve Ceyhan Havzalarında bulunan kuyu sularının değerlerine göre hazırlanan Durov diyagramlarında; Ceyhan havzasındaki yeraltısularının TDS değerleri, Seyhan'a göre daha yüksektir. Seyhan havzasındaki sular çoğunlukla tatlı sular, Ceyhan havzasında ise acı sular sınıfındadır. Ceyhan havzasında özellikle güney kesimlerde yeraltısuyunun TDS değerlerinin yüksek olması, suyun akış yönüne bağlı olmasından dolayı sularda iyon konsantrasyonlarının artmasından kaynaklanır. Ayrıca buradaki lagünlerden ve deniz suyundan mineral girişimi de etkilemektedir.

4.7.4. Yeraltısularının Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi

Ülkemizin en verimli tarım arazilerinin bulunduğu inceleme alanında yüzey suları gibi yeraltısuları sulama amaçlı olarak oldukça fazla kullanılmaktadır. Suların, sulamada kullanılabilmesi için özellikle Na⁺¹ miktarına dikkat edilir. Na toprağın geçirimsizlik özelliğini azaltır ve bitkiler için zararlı ortam oluşturur. Bu nedenle sulama suyunda Na⁺¹ fazla istenmez. Seyhan ve Ceyhan Havzalarında bulunan toplam 364 adet kuyu

suyunun sulama suyu olarak kullanıma uygunluğunu belirlemek için ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı ve Wilcox diyagramı çizilerek sınıflamaları yapılmıştır.

4.7.4.1. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına Göre Değerlendirme

Bu sınıflandırmada sular Sodyum Adsorbisyon Oranı (SAR) ve Elektriksel İletkenlik (EC) değerlerine göre 16 sınıfa ayrılmıştır.

Sodyum Adsorbisyon Oranı (SAR): Toprakta biriken Na^{+1} miktarı toprağın geçirirliğini azaltır ve bitki köklerinin hava almasını engeller. Sulama suları Sodyum Adsorbisyon Oranına (SAR) göre Tablo 4.28 gibi sınıflandırılır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Seyhan havzasında sular SAR yüzde değeri 0-25,79 arasında olup genellikle “çok iyi özellikteki sulama suları” sınıfındadır. Ceyhan havzasındaki suların SAR yüzde değeri ise 0-2,76 arasındadır, buna göre sular “çok iyi özellikteki sulama suları sınıfındadır”. Seyhan ve Ceyhan Havzalarında Sodyum Adsorbisyon Oranı (SAR) oranına göre “fena özellikte sulama suları sınıfında sular” bulunmamaktadır.

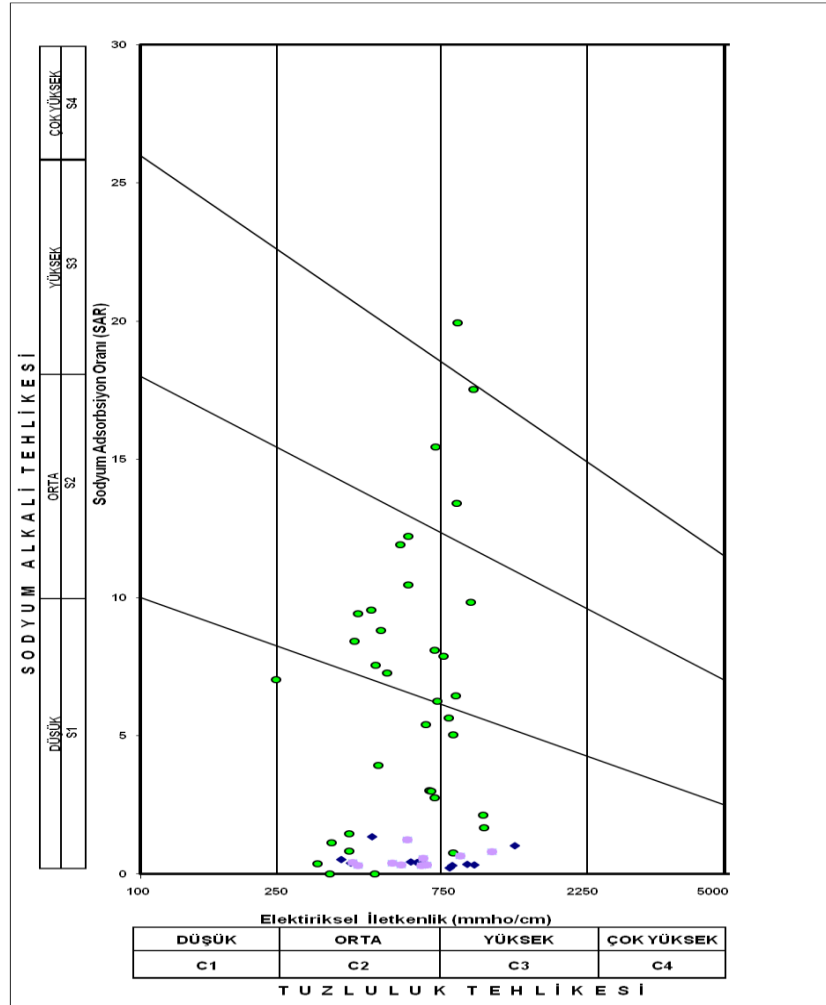
Tablo 4.28: Sulama sularının Sodyum Adsorbisyon Oranına (SAR) göre sınıflandırılması.

SAR %	Sınıf
<10	Çok İyi Özellikteki Sulama Suları
10-18	İyi Özellikteki Sulama Suları
18-26	Orta Özellikteki Sulama Suları
>26	Fena Özellikteki Sulama Suları

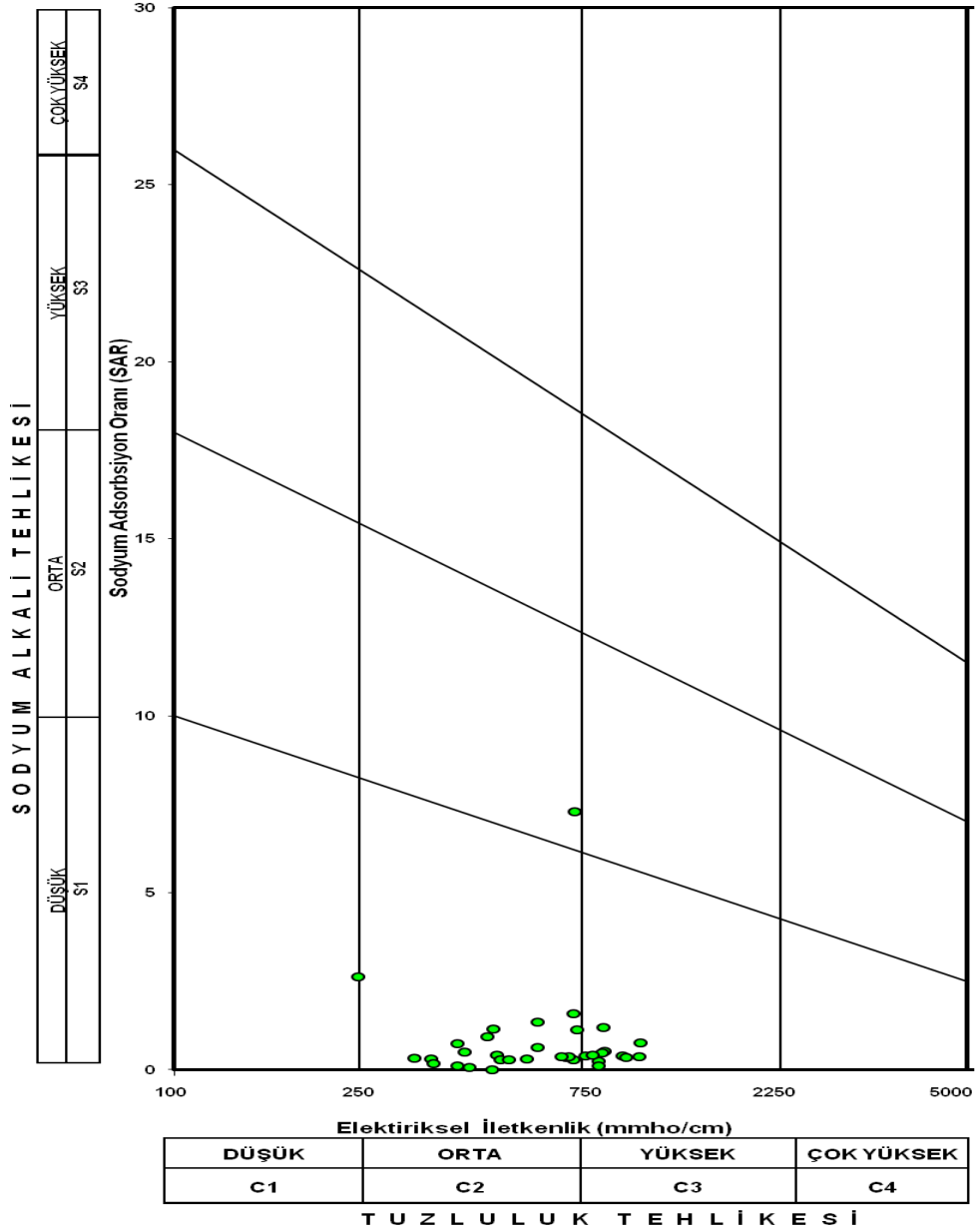
ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramında Seyhan havzasında bulunan 284 kuyu suları için değerlendirmesi Şekil 4.67’de yapılmıştır. Diyagrama göre sular genellikle orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2-S1), orta tuzlu-orta sodyumlu (C2-S2) ve yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C3-S1) sınıflarında yer almaktadır. C2-S1 sınıfında bulunan kuyu suları tuzluluk ve sodyum oranına göre olumsuz yaratmayacağı için her türlü bitki için kullanılabilir. C2-S2 sınıfında bulunan sular ise bitkiler için tuzluluk oranına göre tuzluluk yaratmaz, orta sodyumlu olduğu için geçirimli, bol jpsli arazilerde bitkiler için kullanılabilir. C3-S1 sınıfındaki sular tuza dayanıklı bitkiler için kullanılabilir. 9 nolu kuyu suyu yüksek tuzlu-çok yüksek sodyumlu (C3-S4) sınıfında bulunduğu için tuza dayanıklı bitkiler için kullanılabilir ama çok yüksek sodyum oranı olduğu için sulamada kullanılamaz. 6 nolu kuyu suyu orta tuzlu- yüksek sodyumlu sınıfında, 24 ve 7 nolu

kuyu suları da yüksek tuzlu-yüksek sodyumlu sınıfta (C3-S3) bulunduğundan dolayı tuz kontrolü yapılarak kullanılabilir, fakat bitkiler için sodyum tehlikesi yaratır.

Ceyhan havzasında yer alan 80 kuyu suları için hazırlanan Şekil 4.68'deki ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramına bakıldığında sular orta tuzlu düşük sodyumlu (C2-S1) sınıfında yer alır. Bu sınıftaki sular tüm bitkiler için uygundur. Yalnız 74 nolu kuyu (C2-S2) sınıfında yer alır. Bu kuyudaki sular tuzluluk açısından sulama suyuna uygun olup geçirimli araziler için kullanılabilir.



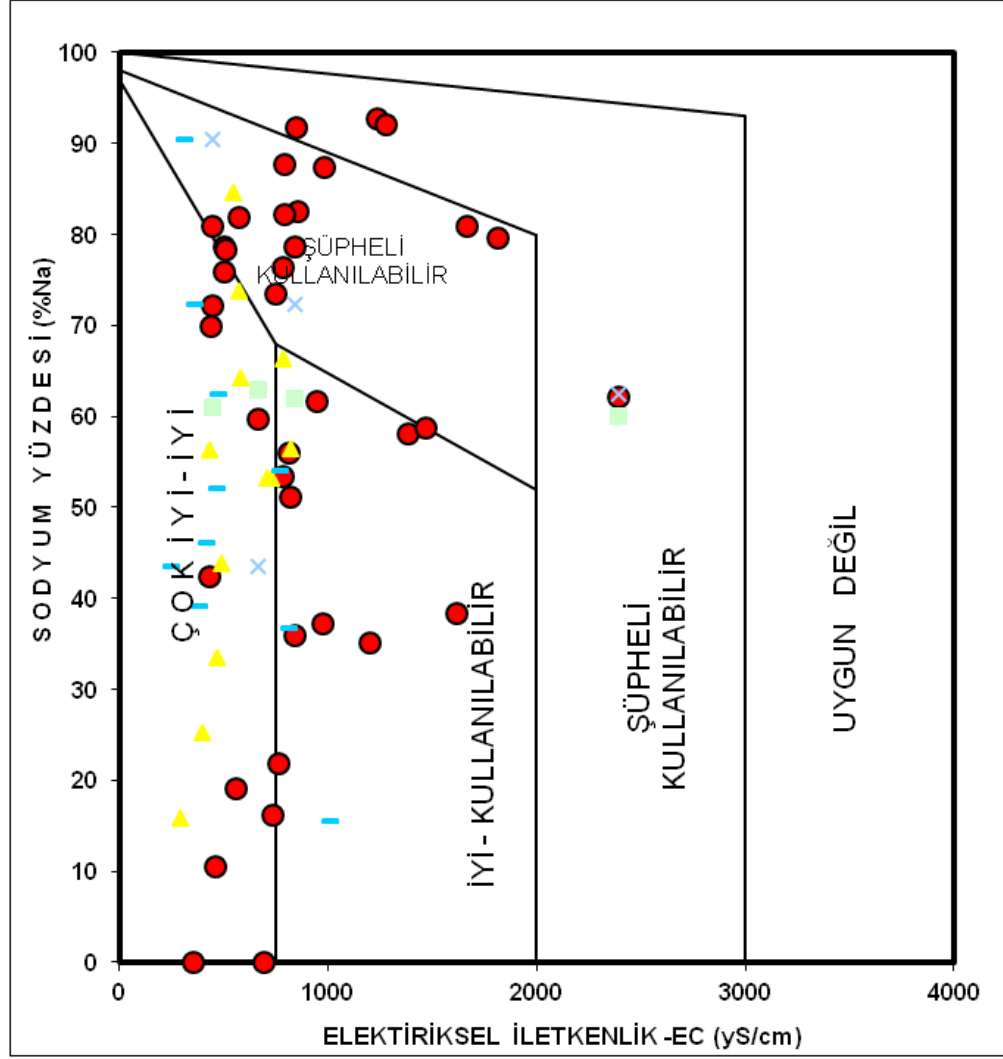
Şekil 4.67: Seyhan havzası yeraltısularının ABD tuzluluk diyagramında değerlendirilmesi.



Şekil 4.68: Ceyhan havzası yeraltısularının ABD tuzluluk diyagramında değerlendirilmesi.

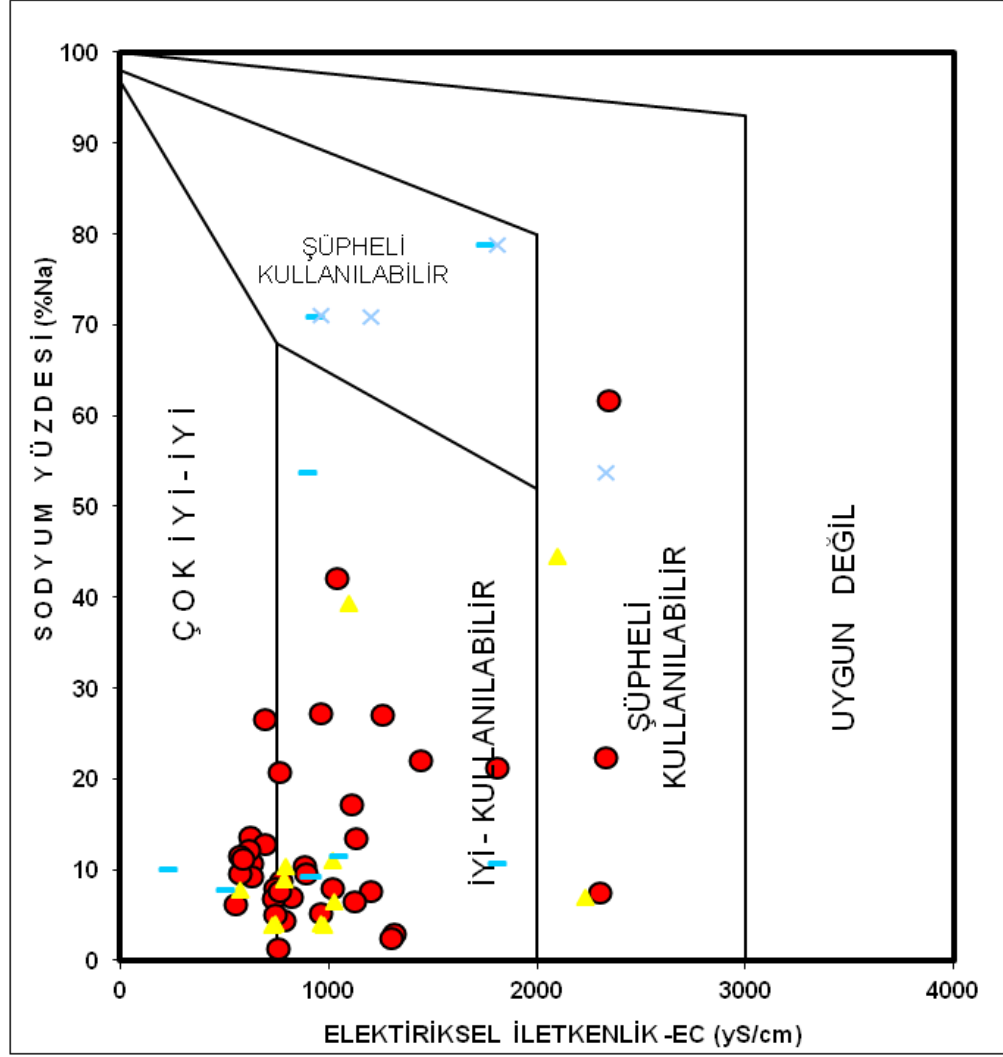
4.7.4.2. Wilcox Diyagramına Göre Değerlendirme

Suyun sulama suyu olarak sınıflandırmak için bu Wilcox diyagramında yatay ekseninde Elektriksel İletkenlik (EC), dikey ekseninde Sodyum Yüzdesi (% Na) değerleri kullanılır. Wilcox, diyagramına göre sular, “çok iyi-iyi”, “iyi kullanılabilir”, “şüpheli kullanılabilir”, “şüpheli kullanılamaz” ve “uygun değil” olmak üzere 5 sınıfa ayrılır. İnceleme alanında Seyhan havzasında bulunan sular ‘çok iyi-iyi’, “iyi kullanılabilir”, “şüpheli kullanılabilir”, sınıflarında yer almaktadır (Şekil 4.69).



Şekil 4.69: Seyhan havzası yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi.

Ceyhan havzasındaki sular için hazırlanan diyagramda sular genellikle “çok iyi-iyi”, “iyi kullanılabilir” sınıfındadır (Şekil 4.70). Her iki Havza da bulunan sular sulama suyu açısından uygundur, fakat “şüpheli kullanılabilir” sınıfında bulunan sular kontrolleri yapılarak kullanılmalıdır.



Şekil 4.70: Ceyhan havzası yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi.

4.7.5. Yeraltısularının Anyon ve Katyon Konsantrasyonlarının Dağılımı

Arazi çalışmaları sırasında 364 kuyuda yeraltısuyunun Kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Sodyum (Na^{+}), Potasyum (K^{+}), Karbonat (CO_3^{-2}), Bikarbonat, (HCO_3^{-2}), Sülfat (SO_4), Klorür (Cl^{-}), Florür (F^{-}) iyonlarının analizleri yapılmıştır (Tablo 4.29). Her parametre için 1:450.000 ölçekli dağılım haritaları hazırlanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmalı olarak yorumlanmıştır.

Tablo 4.29: İnceleme alanında yeraltısuyunun anyon ve katyon değerleri.

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
1	391,1	11,2	51,9	88,1	0,8	542,4	253,8	810,0	0,4	20,4	1064,2
2	99,8	2,7	9,3	5,8	1,1	117,6	189,1	48,4	21,3	12,0	258,8
3	42,7	1,9	51,2	8,0	0,2	103,8	183,1	113,4	2,2	0,0	298,7
4	114,2	7,0	46,7	9,6		177,5	183,1	67,4	1,7	1,2	252,2
5	216,3	19,8	27,6	12,7		276,3	109,8	56,7	2,1	1,6	168,6
6	214,3	4,6	6,5	4,6	1,8	230,0	348,3	86,8	30,0	34,2	465,2
7	275,7	5,5	6,7	14,8	2,2	302,6	408,8	106,4	0,1	0,0	515,3
8	250,0	5,3	23,2	14,9	2,2	293,4	457,6	255,3	2,0	0,0	714,9
9	310,0	5,8	6,7	6,7	1,9	329,2	437,4	175,7	25,5	39,6	638,6
10	156,6	1,6	107,2	65,0	0,0	330,4	421,0	322,6	74,9		818,5
11	92,0	2,0	32,1	68,1	0,0	194,0	414,9	138,3	24,0		577,2
12	141,6	3,4	11,8	14,4	0,6	171,2	198,3	134,7	23,4	12,6	356,4
13	86,9	1,6	62,1	37,7		188,3	372,2	99,3	47,6		519,0
14	0,0	0,0	140,3	376,7	0,2	517,0	292,9	75,0	89,8		457,7
15	52,7	0,6	132,4	17,2	0,2	203,0	372,2	39,0	0,4	0,0	411,6
16	53,8	0,6	130,4	17,5		202,2	317,3	13,3	4,8	0,0	335,4
17	34,5	0,0	123,9	18,0	0,3	176,4	347,8	39,0	0,5	0,0	387,3
18	38,6	1,0	50,8	22,7	0,2	113,1	305,1	35,5	3,7	0,0	344,2
19	74,4	2,6	19,2	21,1	0,2	117,3	189,2	24,8	4,0	0,0	218,0
20	80,1	2,9	17,9	20,9	0,2	121,8	250,2	496,3	24,4	0,0	770,9
21	97,7	3,1	16,0	37,7		154,5	219,7	127,6	40,8	0,0	388,1
22	43,0	2,2	17,6	18,9		81,7	158,6	46,2	184,4	9,6	389,2
23	135,2	6,5	13,8	19,7		175,1	134,2	46,1	0,9	0,0	181,2
24	277,2	3,4	10,4	4,9	0,9	295,8	298,9	191,7	25,2	24,0	515,8
25	180,1	6,2	10,9	16,7	0,9	213,9	274,6	56,7	2,3	0,0	333,6
26	184,9	8,7	9,6	17,4	0,9	220,7	158,6	56,7	0,8	0,3	216,1
27	162,8	3,0	7,6	6,2	0,8	179,6	212,3	121,9	22,4	19,8	356,6
28	206,2	6,8	38,1	51,6	0,9	302,6	197,0	393,2	49,0	0,0	639,2
29	206,5	8,3	25,8	22,9		263,5	158,6	16,0	38,9	0,0	213,5
30	218,0	15,3	15,0	14,9		263,1	195,3	10,3	4,6	0,0	210,2
31	236,9	20,8	18,2	16,5		292,3	128,1	1,5	1,5	0,8	131,1
32	24,8	42,2	34,1	20,7		121,8	85,4	49,6	79,3		214,3
33	11,3	19,2	36,1	21,9		88,4	79,3	29,8	55,2		164,3
34	316,6	15,4	23,6	17,3		372,9	97,6	106,5	17,5	0,0	221,6
35	325,9	12,7	21,3	18,8		378,7	134,2	88,6	3,8	0,0	226,6
36	172,4	6,8	11,2	10,3	1,6	200,6	274,5	143,3	4,9	20,4	422,7
37	202,8	9,6	28,5	17,6		258,5	122,0	67,4	3,6	0,0	193,0
38	220,3	9,5	30,9	49,2	0,3	309,8	209,2	427,2	5,7	0,0	642,1
39	217,8	12,0	35,0	54,1	0,0	318,9	209,2	461,1	4,2	0,0	674,5
40	147,1	8,6	9,2	8,9	0,5	173,7	191,5	140,2	2,5	30,6	334,2
41	78,6	2,1	9,0	4,6	0,4	94,3	169,6	27,4	16,0	14,4	212,9
42	132,5	5,4	13,5	10,1	0,2	161,5	146,4	53,2	0,9	0,0	200,5
43	162,9	9,8	15,2	19,8	0,8	207,6	235,5	189,5	3,0	21,0	427,9
44	272,1	9,6	41,5	11,5		334,7	158,6	163,3	21,5	12,0	343,4
45	202,6	8,1	15,6	23,6		249,9	172,0	247,4	46,1	23,4	465,5
46	187,3	5,2	23,7	15,0		231,1	213,5	251,7	55,0	0,0	520,2
47	42,5	0,0	14,0	26,7	0,8	83,3	164,7	78,0	40,8	0,0	283,5
48	98,6	3,4	24,9	28,7	0,8	155,5	223,3	144,9	14,7	0,0	382,8
49	124,8	2,6	14,3	2,3		144,0	170,8	78,0	0,4	0,0	249,2
50	124,7	5,0	18,1	37,2	1,2	185,0	285,5	137,5	35,8	0,0	458,8

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
51	115,7	6,3	14,9	10,2	1,0	147,1	268,4	75,4	0,8	18,0	344,6
52	137,7	3,9	16,3	25,1	0,9	183,0	275,1	105,5	43,2	9,0	423,8
53	119,0	4,4	18,6	41,3	1,3	183,3	283,7	107,9	44,1	25,2	435,6
54	131,1	6,0	17,8	25,2		180,0	158,6	88,6	0,7	0,0	247,9
55	105,7	7,3	17,7	29,3		160,0	158,6	7,1	2,0	0,0	167,7
56	69,2	9,0	16,2	33,1		127,5	122,0	63,8	1,1		186,9
57	45,5	9,0	15,7	34,2		104,3	207,4	28,4	0,3	18,0	236,1
58	21,5	18,9	19,3	41,1		100,8	213,6	67,4	0,8		281,8
59	35,2	12,7	19,1	38,2		105,2	158,6	28,4	0,6		187,6
60	76,7	2,7	13,7	14,8	0,6	107,9	250,1	24,2	22,6	0,0	296,9
61	723,1	13,9	15,0	25,9		777,9	195,3	78,0	25,3	0,0	298,6
62	216,5	6,1	15,9	31,3		269,9	109,8	35,5	9,9	0,0	155,2
63	74,7	5,8	21,9	35,2		137,7	183,0	39,0	4,1	0,0	226,1
64	105,4	4,5	20,0	32,8		162,7	183,0	39,0	3,6	0,0	225,6
65	103,7	3,9	26,0	32,3		165,8	152,5	31,9	6,8	0,0	191,2
66	41,3	2,3	18,2	21,5	0,5	83,3	190,9	29,4	28,2	0,0	248,5
67	53,2	1,1	20,1	19,7	0,6	94,1	239,7	17,1	24,8	0,0	281,6
68	37,1	0,7	3,4	30,8		72,0	219,7	46,1	3,2	0,0	269,0
69	14,0	0,1	21,0	26,5		61,6	219,7	53,2	5,0	3,6	277,9
70	3,7	0,7	20,9	24,0	0,0	49,2	229,4	63,9	19,2	0,0	312,5
71	23,3	1,7	28,3	27,1	0,0	80,4	536,9	280,1	1,4	0,0	818,4
72	23,9	2,0	26,0	132,5	0,0	184,4	719,8	46,6	4,8		771,2
73	18,6	2,3	72,0	17,0	0,7	110,0	292,8	28,4	17,3		338,4
74	379,8	2,0	100,2	60,8	0,3	542,7	317,3	673,6	48,0		1038,9
75	45,3	1,0	60,1	28,0	0,0	134,4	5,2	31,9	43,2		80,3
76	14,5	0,3	62,1	27,5	0,0	104,4	353,9	42,5	1,9		398,3
77	21,2	2,7	34,1	53,5	0,0	111,4	274,6	35,5	70,6		380,7
78	14,6	4,1	62,1	24,3	0,0	105,1	286,8	70,9	156,6		514,3
79	17,2	7,9	57,6	26,8	0,0	109,5	378,3	78,0	65,3		521,6
80	19,8	5,6	41,4	28,3		95,1	414,9	99,3	85,6	0,0	599,7
81	22,1	19,8	28,0	47,4		117,3	366,0	85,1	107,5	0,0	558,6
82	17,7	3,0	50,0	35,3		106,0	311,1	24,8	17,8		353,7
83	23,7	4,3	40,2	33,3		101,5	305,0	450,9	1,5	0,0	757,4
84	19,4	2,9	33,7	31,2		87,2	347,8	294,3	1,6	0,0	643,7
85	25,0	9,8	45,3	38,3		118,4	323,4	63,8	31,8	0,0	419,0
86	26,6	11,3	46,4	41,9	0,6	126,1	338,6	29,7	34,7	0,0	403,0
87	18,9	1,2	40,3	34,5	0,5	94,9	247,1	31,5	35,8	0,0	314,3
88	14,4	2,8	38,1	44,8		100,1	311,2	67,4	7,1		385,6
89	13,0	2,3	38,9	45,7		99,8	262,4	117,0	0,1		379,5
90	13,7	2,7	19,0	47,4		82,8	323,4	70,9	17,0		411,3
91	14,0	1,2	32,0	37,7		84,9	225,7	35,5	19,7		280,8
92	14,3	10,8	32,2	45,5		102,8	201,4	46,1	3,2		250,7
93	12,4	24,3	32,2	48,3		117,1	183,1	53,2	1,3		237,6
94	13,6	28,6	29,5	46,5		118,2	366,1	92,2	1,9		460,2
95	13,6	30,3	28,6	46,6		119,1	195,3	14,2	1,7		211,2
96	17,6	41,5	21,8	50,7		131,5	189,2	70,9	1,6		261,8
97	24,8	116,6	23,3	54,9		219,5	183,1	120,5	2,5		306,1
98	20,7	68,6	18,1	57,1		164,4	0,0	70,9	5,3	189,0	76,2
99	22,5	42,5	17,6	57,8		140,4	128,1	42,5	1,7	66,0	172,3
100	28,6	0,2	50,0	62,0		140,8	244,0	163,3	56,6		463,9
101	13,6	32,9	16,0	55,8		118,2	366,1	230,4	1,2		597,7

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
102	29,1	117,9	17,9	53,5		218,4	341,7	347,4	3,5		692,6
103	11,6	27,5	15,8	54,8		109,7	366,1	230,4	1,2		597,7
104	69,7	4,7	62,1	65,6	0,1	202,1	439,3	148,9	54,8		643,0
105	97,5	3,9	62,1	88,7	0,1	252,2	439,3	226,9	97,0		763,2
106	178,9	0,0	70,5	76,8		326,2	443,0	130,5	42,3	0,0	615,8
107	146,2	0,0	80,2	39,4		265,7	416,1	84,4	211,3	0,0	711,8
108	23,0	3,1	48,0	62,0		136,1	359,9	78,0	21,1		459,0
109	839,5	0,0	161,9	135,2		1136,6	395,3	600,0	18,8	0,0	1014,1
110	297,5	0,0	96,6	68,8		462,9	329,5	499,2	189,2	0,0	1017,9
111	207,6	0,1	15,4	34,4		257,5	610,2	78,0	26,4	0,0	714,6
112	491,1	2,9	80,2	48,6		622,8	347,8	823,6	185,9	0,0	1357,3
113	80,0	0,0	64,1	68,1		212,2	317,3	148,9	2,8	0,0	469,0
114	839,5	0,0	116,2	94,8		1050,5	488,0	600,0	34,4	0,0	1122,4
115	839,5	0,0	298,2	102,1		1239,8	397,8	1864,0	33,6	0,0	2295,4
116	195,6	0,0	74,6	18,0		288,1	274,6	36,9	1,4	0,0	312,9
117	104,3	2,3	80,3	68,1	2,0	255,0	474,6	116,3	95,7	0,0	686,5
118	195,6	0,0	125,0	48,6		369,2	347,7	43,2	32,0	0,0	422,9
119	234,3	0,0	51,3	34,0		319,6	421,0	231,2	102,3	0,0	754,5
120	75,9	105,1	17,5	44,3		242,8	280,7	102,8	3,6		387,1
121	103,5	175,9	46,1	28,0		353,4	183,1	256,7	16,8		456,6
122	114,0	193,9	32,1	19,4		359,4	140,3	208,5	30,3		379,1
123	59,1	417,1	20,0	49,3		545,5	268,5	49,6	1,9		320,0
124	52,4	172,7	24,5	53,7		303,3	445,3	178,1	2,1		625,5
125	52,2	151,0	25,3	54,2		282,7	445,3	178,1	5,5		628,9
126	51,3	1,2	42,0	77,8		172,3	24,0	35,5	16,8		76,3
127	36,9	129,2	26,0	54,8		246,9	341,7	166,6	14,4		522,7
128	32,4	115,9	26,7	54,7		229,7	305,1	148,9	1,4		455,4
129	57,0	97,0	60,1	36,5		250,6	146,4	109,2	148,4		404,0
130	28,1	1,2	76,0	62,0		167,3	305,0	127,6	71,0		503,6
131	19,5	53,5	30,2	52,9		156,1	560,0	470,0	54,2		1084,2
132	18,2	0,4	88,0	37,7		144,3	366,0	60,3	31,2		457,5
133	48,5	1,2	78,0	71,7		199,4	530,7	88,6	24,0		643,3
134	43,7	1,2	78,0	68,1		191,0	488,0	95,7	25,4		609,2
135	27,8	1,6	60,1	36,5		126,0	299,0	67,4	13,0		379,3
136	22,1	1,6	78,0	45,0		146,6	250,1	134,7	29,3		414,1
137	17,7	0,8	67,1	40,7		126,3	329,5	49,6	30,7		409,9
138	49,5	0,4	52,0	70,0		613,8	949,0	81,5	21,6		1052,1
139	14,5	0,4	80,0	69,3		164,2	454,4	85,0	24,7		564,1
140	29,9	4,4	70,0	75,7		180,0	463,6	82,2	28,5		574,2
141	26,9	0,4	74,0	69,4		170,7	48,9	81,5	21,6		152,0
142	20,5	0,3	44,0	71,7		136,5	408,0	68,3	31,7		508,0
143	48,7	0,6	82,0	59,5		190,8	451,4	99,3	19,2		569,9
144	55,4	0,4	44,0	74,2		174,0	483,9	81,5	19,7		585,1
145	98,2	1,6	90,0	66,9		256,7	439,2	226,9	31,2		697,3
146	19,5	0,8	65,1	39,5		125,0	329,5	42,5	29,3		401,3
147	23,0	0,0	50,1	40,1		113,2	299,0	35,5	27,4		361,8
148	30,1	0,8	46,0	53,7		130,6	335,5	63,8	24,5		423,8
149	24,8	0,8	56,0	43,8		125,4	335,5	53,2	14,9		403,6
150	21,8	0,4	82,2	52,3		156,7	414,9	78,0	12,5		505,4
151	16,3	0,4	76,2	52,3		145,1	421,0	63,8	10,6		495,4
152	18,6	2,0	52,1	45,0		117,6	317,3	60,3	8,6		386,2

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
153	17,2	0,0	54,1	40,1		111,5	299,0	35,5	20,7		355,1
154	16,1	0,0	52,1	34,0		102,2	280,7	31,9	11,5		324,1
155	9,2	1,6	60,0	51,1		121,8	25,0	95,7	28,8		149,5
156	15,4	2,3	44,0	81,5		143,2	231,8	177,3	27,8		436,9
157	12,4	1,2	36,0	24,3		73,9	201,3	1064,0	30,7		1296,0
158	31,3	53,2	20,0	12,2		116,6	170,8	39,7	38,0		248,5
159	15,9	2,3	33,1	20,1		71,3	140,3	35,5	39,9		215,6
160	16,8	2,3	58,0	32,8		110,0	231,8	56,7	38,4		326,9
161	52,4	16,8	98,0	59,6		226,8	488,0	102,8	68,2		659,0
162	13,3	22,7	76,2	36,5		148,6	341,7	46,1	50,4		438,2
163	37,5	12,1	70,1	55,9		175,6	414,9	63,8	42,3		521,0
164	28,4	3,1	74,0	42,6		148,1	392,1	56,7	44,2		493,0
165	22,3	4,3	42,0	46,2		114,8	298,9	35,7	43,2		377,8
166	13,1	1,2	36,0	25,5	0,2	75,8	158,6	21,3	26,9		206,8
167	45,8	24,2	48,1	31,6	0,2	149,7	195,3	35,5	45,6		276,4
168	9,7	0,4	46,0	19,5	0,2	75,5	170,8	21,3	29,8		221,8
169	14,3	4,7	36,1	36,5	0,2	91,5	219,7	49,6	23,1		292,4
170	12,4	0,4	52,1	41,3		106,2	244,1	70,9	8,6		323,7
171	13,8	1,6	64,0	41,3		120,7	231,8	106,4	24,0		362,2
172	12,4	1,6	32,0	47,4		93,4	244,0	46,1	30,2		320,3
173	15,0	1,6	68,0	92,8		177,3	268,4	46,1	39,8		354,3
174	12,7	1,6	52,0	32,8		99,0	244,0	39,0	28,3		311,3
175	15,4	3,9	40,1	24,3		83,7	195,3	28,4	23,1		246,7
176	11,5	1,2	42,0	31,6		86,3	231,8	24,8	31,2		287,8
177	12,9	2,0	58,0	31,6		104,5	250,1	42,5	30,7		323,4
178	14,0	0,0	0,0	68,1		82,1	250,2	42,5	25,9		318,7
179	18,2	1,6	43,1	26,1		88,9	219,7	24,8	42,8		287,3
180	9,9	0,4	46,1	28,0		84,3	213,6	24,8	37,0		275,4
181	15,2	1,6	42,0	30,4		89,1	207,4	24,8	46,6		278,8
182	17,2	2,3	52,1	31,6		103,3	274,6	24,8	39,4		338,8
183	10,4	1,6	44,1	26,7		82,7	219,7	17,7	33,6		271,1
184	10,8	1,6	44,0	23,1		79,5	213,5	14,2	32,6		260,3
185	12,2	1,6	28,0	31,6		73,4	213,5	24,8	13,4		251,8
186	12,6	2,0	34,1	26,7		75,4	189,2	21,3	33,6		244,1
187	26,0	1,6	57,1	34,6		119,3	299,0	39,0	32,7		370,7
188	13,3	1,6	41,1	24,9		80,9	201,4	24,8	33,6		259,8
189	14,3	1,6	46,1	28,0	0,1	89,9	244,1	21,3	42,3		307,6
190	13,8	2,3	56,1	15,8	0,1	88,0	207,5	17,7	28,8		254,1
191	14,9	2,3	44,1	25,5		86,9	231,9	24,8	25,0		281,7
192	13,1	1,6	46,0	23,1		83,8	219,6	16,2	31,7		267,5
193	13,1	1,6	46,0	23,1		83,8	219,6	14,2	31,7		265,5
194	18,6	2,0	41,1	24,9		86,6	219,7	21,3	29,8		270,8
195	28,1	47,7	20,0	12,2	0,1	107,9	170,8	29,8	38,4		239,0
196	27,4	46,5	26,1	15,8	0,1	115,7	195,3	49,6	17,8		262,7
197	30,4	51,6	20,0	12,2	0,1	114,2	195,3	49,6	2,4		247,3
198	19,1	5,1	42,0	21,9	0,2	88,1	213,5	17,7	40,8		272,0
199	13,8	0,8	50,1	30,4	0,2	95,1	268,5	21,3	28,8		318,6
200	16,1	1,6	40,1	24,3	0,2	82,0	201,4	21,3	38,4		261,1
201	16,8	2,3	26,0	32,8		78,0	225,7	24,8	23,0		273,6
202	17,8	2,0	66,0	29,2		115,0	280,6	31,9	40,8		353,3
203	41,9	2,3	58,0	29,2		131,4	286,7	79,6	49,9		416,3

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
204	27,6	3,9	54,0	25,5		111,0	237,9	35,5	16,8		290,2
205	13,1	2,0	48,1	26,7		89,9	201,4	24,8	45,6		271,9
206	11,5	1,6	39,1	23,7	0,2	75,8	201,4	17,7	28,8		248,0
207	11,5	1,6	38,1	25,5		76,6	201,4	17,7	46,1		265,2
208	17,7	14,0	32,0	37,7	0,2	101,5	244,0	28,4	39,0		311,3
209	28,8	12,2	50,0	38,9	0,3	129,8	317,2	46,1	37,0		400,3
210	12,9	1,6	22,0	30,4		66,8	183,0	24,1	25,0		232,1
211	14,0	1,6	52,1	23,1	0,3	90,8	225,8	24,8	28,3		279,0
212	17,5	5,5	40,1	32,8	0,3	95,8	268,5	24,8	19,7		313,0
213	17,0	5,5	40,1	32,8	0,3	95,4	268,5	24,8	19,7		313,0
214	36,2	3,9	80,0	42,6	0,1	162,7	32,9	81,5	66,2		180,7
215	9,4	0,4	42,1	25,5	0,1	77,4	219,7	24,8	20,2		264,7
216	6,7	0,4	75,0	29,2	0,1	111,2	239,0	31,9	24,0		294,9
217	13,8	24,2	20,0	49,8	0,1	107,9	286,8	17,7	40,8		345,4
218	28,1	47,7	22,0	13,4		111,2	91,5	49,6	11,5		152,7
219	16,6	0,0	50,1	30,4		97,0	244,1	35,5	25,9		305,5
220	55,4	3,9	42,0	28,0		129,3	254,0	31,9	36,5		2613,4
221	30,6	0,4	68,1	66,8	0,1	165,9	427,1	106,4	14,9		548,4
222	14,5	1,2	60,0	41,3	0,1	117,0	305,0	53,2	24,0		382,2
223	77,3	1,6	74,1	37,7		190,6	341,7	106,4	20,7		468,8
224	30,6	1,2	76,0	53,5		161,3	393,8	106,4	24,0		524,2
225	36,1	1,6	66,0	60,8		164,5	378,2	113,4	25,4		517,1
226	36,1	1,6	84,0	63,2		184,9	463,6	113,4	16,3		593,4
227	42,1	1,2	72,0	58,4		173,6	402,6	102,8	28,3		533,7
228	23,0	39,1	82,2	59,6		203,8	360,0	99,3	62,4		521,7
229	48,1	3,5	72,0	63,2		186,8	427,0	120,5	15,4		562,9
230	39,1	1,2	58,0	51,1	0,1	149,3	402,6	70,9	7,2		480,7
231	14,9	0,0	48,1	45,0	0,1	108,0	250,2	53,2	19,7		323,1
232	52,0	1,6	71,1	43,1	0,1	167,8	402,7	78,0	31,2		511,9
233	32,0	2,0	86,2	63,2		183,3	402,7	117,0	34,1		553,8
234	40,0	3,5	80,2	58,3		182,0	402,7	95,7	42,8		541,2
235	35,6	7,4	42,1	91,1		176,3	427,1	127,6	32,7		587,4
236	31,7	2,3	68,0	57,2		159,2	384,3	99,3	19,2		502,8
237	38,9	2,7	66,0	63,2		170,8	427,0	85,1	31,7		543,8
238	344,6	0,8	62,1	59,6		467,1	427,1	560,2	13,5		1000,8
239	28,0	5,0	46,7	40,4		120,2	360,0	70,9	2,1	0,0	433,0
240	21,2	16,9	58,6	31,0	0,2	127,6	359,9	67,5	14,3	0,0	441,7
241	17,9	18,0	60,0	29,5	0,2	125,4	250,2	3,5	1,6	0,0	255,3
242	13,8	12,5	61,2	26,3	0,2	113,8	457,6	42,5	0,3		500,4
243	11,7	25,7	62,6	29,3		129,3	431,3	445,5	10,4		887,2
244	7,3	2,2	85,7	30,3	0,0	125,5	200,0	24,8	187,3		412,1
245	10,8	0,3	113,3	17,0		141,4	244,0	39,1	278,6		561,7
246	13,9	1,0	100,5	41,3	0,5	156,7	311,1	92,3	186,8		590,2
247	14,1	0,7	70,7	29,0		114,5	262,4	70,9	0,1		333,4
248	14,3	0,8	67,2	29,1		111,3	225,0	63,9	17,3		306,2
249	31,8	1,8	30,4	59,8		123,8	366,1	166,6	0,4		533,1
250	14,6	30,6	61,7	32,2		139,1	311,1	88,8	0,6		400,4
251	14,2	38,3	61,5	35,2		149,2	305,1	53,2	1,0		359,3
252	19,4	0,7	95,9	56,8		172,8	390,5	99,3	1,0		490,8
253	79,3	1,2	54,1	77,8		212,4	421,0	163,1	18,3		602,4
254	74,7	2,6	56,1	102,1		235,6	439,2	191,7	72,1		703,0

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
255	4,6	4,5	53,9	44,3		107,2	311,2	148,9	3,9		464,0
256	108,5	2,7	56,1	42,5		209,9	366,1	124,1	50,0		540,2
257	2,7	2,1	78,8	50,6		134,1	366,1	113,4	101,8		581,3
258	37,9	0,0	58,1	40,1		136,1	305,1	24,8	88,9		418,8
259	5,4	35,5	65,1	56,0		162,1	311,2	102,8	6,9		420,9
260	13,0	45,3	62,2	37,8		158,2	335,6	63,8	1,0	0,0	400,4
261	12,8	46,8	62,4	38,3		160,2	317,3	78,0	0,0	0,0	395,3
262	24,9	41,9	53,3	37,2	0,2	157,2	292,9	138,3	2,6	0,0	428,7
263	12,7	98,6	64,5	54,5		230,3	488,1	88,6	4,2		581,0
264	13,1	97,9	64,4	53,5		228,9	439,3	74,5	0,4		514,1
265	17,8	86,7	63,6	45,3		213,5	250,0	25,6	1,8		277,4
266	22,8	56,8	62,7	37,6		179,9	286,8	39,0	0,1	0,0	325,9
267	26,8	51,0	62,5	36,2	0,3	176,6	250,2	24,8	1,2	0,0	276,2
268	149,0	20,6	49,1	29,4	0,7	248,1	384,4	40,4	1,5	0,0	426,3
269	154,7	18,4	49,3	29,3		251,7	274,6	42,5	1,1	0,8	318,2
270	150,8	14,1	37,6	35,2	0,5	237,7	445,4	127,6	13,8		586,8
271	96,5	13,1	35,0	40,0		184,5	402,7	63,8	28,5		495,0
272	131,1	17,7	26,8	35,3		211,0	488,1	212,7	6,1	0,0	706,9
273	91,5	11,3	11,1	38,3		152,2	457,6	109,9	18,8		586,3
274	68,9	8,4	2,7	86,9		166,9	481,9	120,5	22,1		624,5
275	49,7	3,9	52,0	57,2		162,7	325,5	124,1	18,7		468,3
276	17,2	0,0	58,1	31,6		107,0	305,1	39,0	25,0		369,1
277	24,8	1,6	48,1	32,8		107,3	274,6	42,5	22,1		339,2
278	64,4	1,6	40,0	29,2		135,1	268,4	74,5	17,8		360,6
279	17,3	3,1	48,0	25,5		93,9	231,8	35,5	22,6		289,8
280	16,4	0,8	28,0	32,8		78,0	231,8	31,9	5,3		269,0
281	28,3	1,6	50,1	36,5		116,4	280,7	42,5	31,2		354,5
282	12,6	2,7	40,1	32,8		88,3	244,1	28,4	19,7		292,2
283	10,4	3,9	40,1	26,7		81,1	207,5	28,4	19,7		255,6
284	13,1	0,8	48,0	38,9		100,8	274,5	28,4	47,0		349,9
285	12,4	1,2	46,0	28,0		87,6	244,0	17,7	36,0		297,7
286	23,9	0,5	46,3	56,7		127,4	25,8	42,5	2,9		71,2
287	59,8	1,6	40,0	29,2		130,5	268,4	70,9	21,6		360,9
288	49,0	80,9	26,5	54,0		210,5	311,2	31,9	11,8		354,9
289	66,2	259,0	20,0	44,0		389,2	366,1	78,0	11,4		455,5
290	52,1	126,1	21,7	46,2		246,0	231,9	56,7	1,6		290,2
291	46,0	99,5	24,8	50,4		220,8	280,7	24,8	2,7		308,2
292	75,9	76,8	25,7	50,5		228,8	274,6	81,5	0,4		356,5
293	5,3	10,7	26,0	65,7		107,7	347,7	67,5	241,1		656,3
294	39,1	23,5	34,1	24,3		120,9	219,7	21,3	48,5		289,5
295	45,4	77,5	24,8	39,1		186,7	311,2	70,9	4,0		386,1
296	59,3	61,3	20,6	30,6		171,8	175,0	41,1	14,6		230,7
297	49,7	42,6	23,9	26,8		143,0	6,0	1,3	0,3	0,0	7,6
298	27,3	21,0	42,2	32,6		123,1	341,7	63,8	61,8		467,3
299	40,6	24,3	26,0	21,9		112,8	170,8	35,5	53,3		259,6
300	55,6	7,7	10,0	4,9		78,2	347,7	42,6	152,7		543,0
301	65,1	5,7	45,2	9,4	0,4	125,3	340,0	65,0	470,0		535,0
302	31,2	9,7	23,3	26,4		90,7	341,7	63,8	173,4	0,0	578,9
303	32,7	6,4	58,0	19,5		116,5	439,2	42,6	90,3		572,1
304	27,4	6,3	64,1	47,4		145,2	244,1	24,8	197,9		466,8
305	2,5	6,1	50,0	36,5		95,2	329,5	28,4	74,5		432,4

Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Katyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
306	3,0	8,1	72,0	47,4		130,4	469,7	106,5	1,9		578,1
307	3,8	11,5	54,7	32,4		102,3	262,4	49,6	30,8	66,0	342,9
308	4,5	12,8	56,0	31,3		104,4	353,9	109,9	19,8		483,6
309	3,0	11,6	63,1	33,8		111,5	437,0	166,6	7,6	0,0	611,2
310	2,6	13,8	61,0	29,2	0,6	106,5	439,3	85,1	8,1		532,5
311	310,0	1,2	61,0	15,8		553,0	417,9	307,4	35,5	0,0	760,8
312	12,5	18,9	49,9	19,8	0,2	101,1	427,1	56,7	0,6	0,0	484,4
313	12,5	20,6	43,3	15,5	0,2	91,9	341,7	56,7	1,7	0,0	400,1
314	61,8	2,0	53,1	32,2		149,1	323,4	21,3	113,8		458,5
315	27,3	23,1	0,8	31,6		82,8	237,9	24,8	11,5		274,2
316	13,6	20,2	55,0	14,7		103,4	353,9	56,7	0,8	0,0	411,4
317	32,5	13,3	61,7	30,0		137,5	445,0	85,1	14,9		545,0
318	80,7	17,2	60,4	24,2	0,2	182,5	360,0	39,0	11,0	0,0	410,0
319	88,5	20,1	60,0	17,3	0,1	185,9	244,1	63,8	0,8	0,0	308,7
320	49,1	16,1	60,3	14,2		139,6	180,0	14,2	41,2		235,4
321	16,2	2,7	61,3	21,6	0,2	101,8	445,3	56,8	50,8	0,0	552,9
322	0,0	0,0	48,0	43,8	0,9	91,8	268,0	31,9	36,0	0,0	335,9
323	19,7	32,6	62,3	29,4		144,0	360,0	35,5	2,4	0,0	397,8
324	23,0	35,3	62,3	30,5		151,1	274,6	131,2	3,2	0,0	409,0
325	23,0	38,8	62,5	31,5		155,7	305,1	28,4	3,3	0,0	336,8
326	27,4	49,0	62,5	35,2	0,3	174,1	292,8	24,9	31,6	0,0	349,2
327	14,3	2,4	50,8	49,1		116,6	390,4	24,9	4,8	0,0	420,1
328	24,9	85,6	57,0	43,0		210,4	439,3	63,8	1,2		504,3
329	22,9	82,0	57,0	42,0		203,9	488,1	56,7	0,4		545,2
330	20,9	87,7	62,5	44,5	0,1	215,6	408,8	60,3	0,5		469,6
331	22,7	142,0	64,8	55,5		285,1	433,2	60,3	109,4		602,9
332	100,9	171,6	22,0	13,4		307,9	97,6	59,6	292,5		449,7
333	19,6	140,6	65,5	61,8	0,2	287,5	244,0	177,5	91,8		513,3
334	224,0	25,4	159,8	40,3	0,2	449,5	339,2	553,8	23,0		916,0
335	21,0	139,7	65,5	61,0	0,2	287,2	50,2	15,6	2,6		68,4
336	11,3	96,7	65,4	65,8		239,2	311,2	141,8	1,0		454,0
337	10,6	87,6	65,4	66,0		229,6	311,2	21,3	1,6		334,1
338	11,0	91,2	65,4	65,9		233,5	366,0	124,3	168,1		658,4
339	10,4	86,1	65,4	66,9		228,7	366,0	21,3	3,6		390,9
340	114,9	0,0	18,0	40,1		173,0	402,7	106,4	2,9		512,0
341	712,7	3,1	40,1	125,2		881,1	549,2	1099,0	43,7		1691,9
342	334,7	1,2	38,1	23,1		397,0	573,6	234,0	115,3		922,9
343	149,4	0,0	8,0	26,7		184,2	366,1	56,7	26,9		449,7
344	14,2	0,9	18,2	61,3		94,6	427,1	63,8	0,3		491,2
345	14,3	0,9	16,6	61,3		93,0	305,1	78,0	2,1		385,2
346	17,0	3,0	9,8	60,8		90,5	274,6	5,8	0,2		280,6
347	16,3	1,8	14,9	60,8		93,8	366,1	177,3	7,1		550,5
348	15,5	1,2	15,8	60,9		93,4	445,4	81,5	7,3		534,2
349	9,2	2,7	48,0	26,8		86,7	231,8	14,2	42,2		288,2
350	44,4	1,6	42,0	58,9		146,9	402,6	31,9	39,4		473,9
351	31,7	1,7	30,4	59,8	0,0	123,7	396,6	39,0	1,5		437,1
352	22,6	6,8	13,7	59,5		102,5	244,1	24,8	0,1		269,0
353	23,2	11,6	12,7	58,9		106,4	238,0	63,8	2,8		304,7
354	22,1	10,7	10,5	59,4		102,7	207,4	35,5	27,4		270,3
355	105,8	47,6	8,0	25,5		186,9	305,1	67,4	16,8		389,3
356	28,4	23,8	24,2	55,6	0,0	132,1	292,9	46,1	0,8		339,7

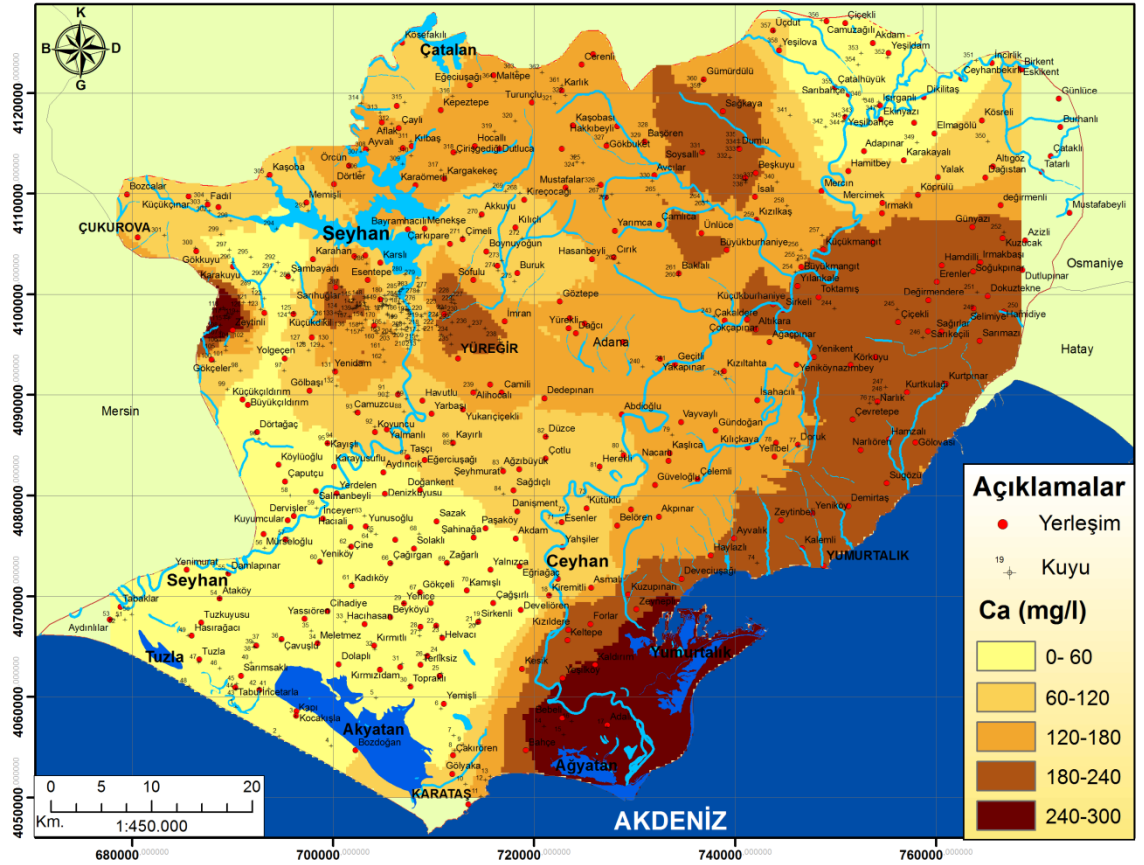
Tablo 4.29 (Devam):

Kuyu No	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	F mg/l	Toplam Kasyon	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₃ mg/l	Toplam Anyon
356	28,4	23,8	24,2	55,6	0,0	132,1	292,9	46,1	0,8		339,7
357	35,7	42,9	36,7	53,5	0,0	168,8	305,1	21,3	0,3		326,6
358	33,6	43,7	40,9	55,2		173,4	286,8	67,4	0,0		354,2
359	23,1	86,5	65,2	49,6		224,4	445,4	102,8	15,2		563,4
360	44,6	89,2	65,2	49,5		248,3	378,3	53,2	16,6		448,1
361	15,7	1,5	61,3	22,8	0,2	101,3	244,1	35,5	2,5		282,1
362	16,3	0,4	60,1	19,0	0,1	95,8	213,6	35,5	1,8	0,0	250,8
363	74,3	2,3	36,0	35,3		147,9	402,6	35,5	8,6		446,7
364	18,7	13,7	57,6	14,2		104,1	292,9	35,5	0,0	0,0	328,4

4.7.5.1. Kalsiyum (Ca⁺²)

Toprak alkali grubundan olan Ca (Kalsiyum) yer kabuğunda ağırlık yüzdesine göre O, Si, Al ve Fe elementlerinden sonra beşinci sırada yer alır. Yer kabuğunda çoğunlukla Karbonat, Sülfat, Silikat ve Fosfat bileşikleri halinde bulunur. Sularda genellikle +2 değerlidir. Dolomit, Kalsit, Mermer, Aragonit, Anhidrit, Jips, Fluorit ve Apatiti mineralleri yeraltısuyundaki en önemli Ca⁺² kaynaklarıdır (Erguvanlı ve Yüzer, 1987). Suda bulunan başlıca katyonlardan olmasının nedeni, kil minerallerinin tarafından kolayca soğurulması, fakat iyon çapının büyüklüğü nedeniyle killerin yapısına girememesidir (Karaman, 2010).

İnceleme alanında en yüksek Ca⁺² değeri Zeytinli köyü yakınlarında 115 nolu kuyuda 298,20 mg/l olarak ölçülmüştür. Yüksek olması alüvyonlar içerisindeki CaCO₃ seviyelerine ve Gökkuyu Alçıtışı Üyesi içerisindeki jipsli seviyelerinden kaynaklanır (Şekil 4.71). Dumlu köyü yakınlarında Ca⁺² değerlerinde artış olması yine burada alüvyonla ve kiliş birimi içerisinde CaCO₃'ün bulunmasıdır. İnceleme alanının kuzey doğusunda Ca⁺² yaklaşık 0-60 mg/l arasında iken güneye doğru 60-300 mg/l arasında değiştiği görülmektedir; bunun sebebi CaCO₃ içeren birimlerden gelen Ca⁺²'un suyun akış yönüne bağlı olarak güneyde toplanmasıdır. Doğu kesimlerde Ca⁺² değerlerinde yüksek olması Misis istifinde Aslantaş, Karataş ve Bodrumkale Formasyonlarının kireçtaşı ve killi seviyelerine bağlıdır. İçme suyu standartlarından EPA, Sağlık bakanlığı ve WHO; Ca⁺² için bir değer belirtmezken TS-266 standardı 200 mg/l olarak belirtmiştir. İnceleme alanında 115 nolu kuyu dışındaki bütün sular TS-266 standardına uygundur.



Şekil 4.71: Yeraltısularında Kalsiyum (Ca^{+2}) konsantrasyon dağılım haritası.

4.7.5.2. Magnezyum (Mg^{+2})

Kalsiyum ile birlikte suya sertlik özelliğini kazandıran Magnezyum, Kalsiyumdan sonra ikinci sırada bulunan katyondur. Mg^{+2} (Magnezyum) elektriksel yükünün yüksek olmasından dolayı su molekülleri tarafından çevrilemez, hidratlaşması zordur (Şahinci, 1991). Yeraltısuyunda bulunan Mg^{+2} , Ca^{+2} da olduğu gibi temas halinde bulunduğu kayaçların mineral yapısıyla ilgilidir. Evaporitler ve karbonat kayaçları Mg^{+2} kaynağını oluştururlar. Çoğunlukla dolomit, magnezyumlu kalker serpantizasyonu sonucu açığa çıkan Mg^{+2} , karbonat tarafından eritilerek suya geçer (Varol ve diğ., 2008). İnceleme alanında suyun Mg^{+2} ve Ca^{+2} değerlerine göre hazırlanan konsantrasyon dağılım haritalarında aynı eğilim görülür. Buna bağlı olarak suların sertliğinin de aynı dağılımda olduğu görülür (Şekil 4.72). En yüksek Mg^{+2} değeri Bebeli köyü yakınlarında 14 nolu kuyuda 376,70 mg/l, Ca^{+2} değeri de 140,30 mg/l olarak ölçülmüştür.



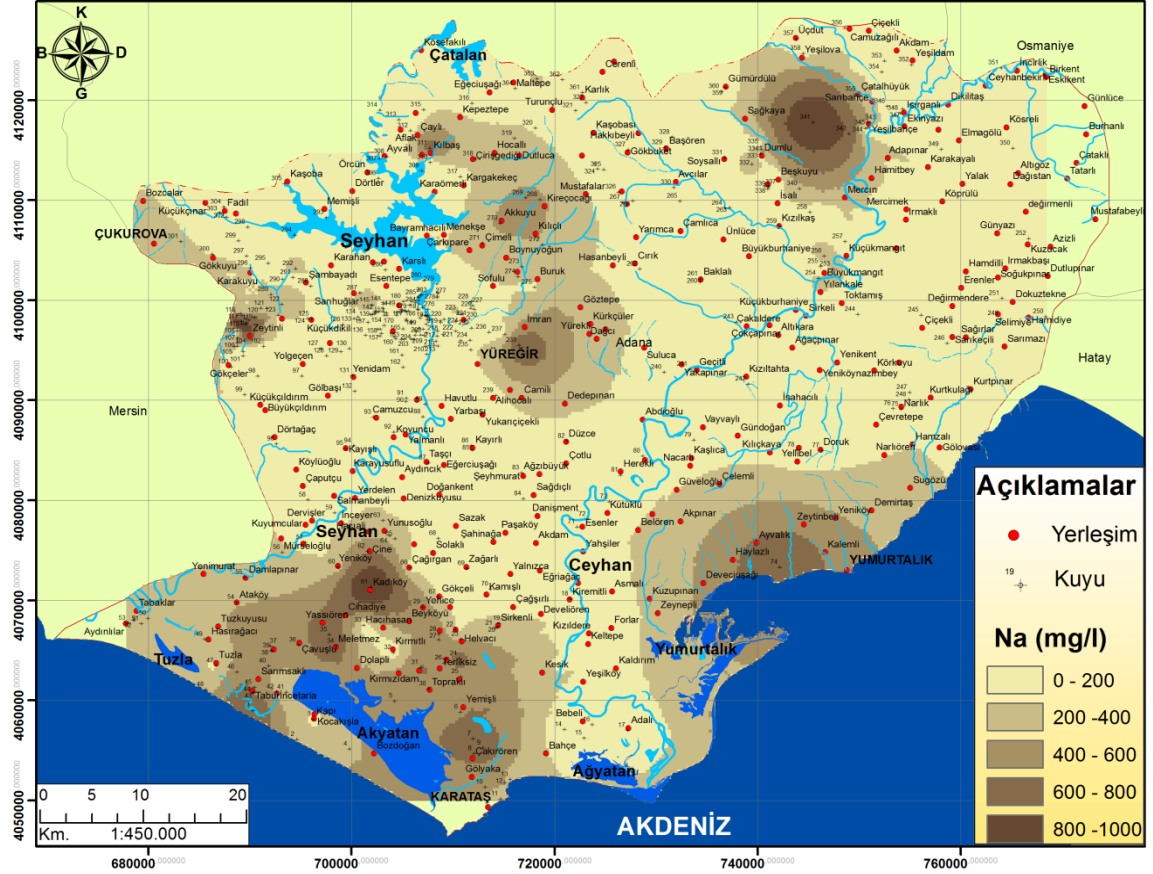
Şekil 4.72: Yeraltısularında Magnezyum(Mg⁺²) konsantrasyon dağılım haritası.

En düşük değeri ise Tuzla gölünün kuzey kesimlerinde 49 nolu kuyuda 2,29 mg/l olarak ölçülmüştür. Ca⁺² dağılımında olduğu gibi, kuzeyde karbonatlı kayaların eriterek oluşturduğu Mg⁺², suyun akış yönüne bağlı olarak güneyde yoğunlaşmıştır. Yeraltısularının Mg⁺² değerleri içme suyu standartlarına göre değerlendirildiğinde, Sağlık bakanlığının, WHO' nun ve EPA'nın, Mg⁺² için vermiş olduğu sınır değeri yokken TS-266 ya göre izin verilen limit 50 mg/l olmalıdır. Zeytinli köyü soda tuzunun üretim işletmesinin bulunduğu alanda suların Mg⁺² değerinin limiti aştığını görülmektedir. Ağyatan ve Yumurtalık lagünlerinin yakınlarında birkaç kuyu sınırı aşmazken 14 nolu kuyuda Mg⁺² oldukça yüksek olup sınırı aşmaktadır. Sulama suyu açısından Ca⁺² ve Mg⁺² katyonlarının belli miktarda bulunması suda istenmeyen Na⁺ miktarını azaltır (Yetiş, 2013). Suya Ca⁺² ile sertlik kazandıran Mg⁺² insan sağlığına etki eden parametrelerdir. Eksikliğinde veya fazlalığında birçok sağlık problemi görülmektedir.

4.7.5.3. Sodyum (Na^+)

Yerkabuğunda en çok bulunan alkali metal grubundan olan bir elementtir. Suda çözünürlüğü yüksek olduğundan dolayı çoğunlukla yeraltısularında az ya da çok her oranda bulunur. Buharlaşmanın olduğu küçük akarsular ve termal sularda başlıca iyon olabilir (Demiroğlu, 2008). Yeraltısuyunun Na^+ (Sodyum) içeriği, temas halinde bulunduğu kayaçların mineral bileşimine bağlı olarak Na^+ içeren kayaçlardan oluşur. Kil mineralleri, feldspatlar, feldspatoidler, magmatik kayaçlar ve evaporitler ($NaCl$ gibi) Na^+ bakımından önemli kayaç ve minerallerdir (Yetiş, 2013). Na^+ kayaçlardan gelebileceği evsel ve endüstriyel atıklardan ve deniz suyu girişiminden oluşabilir. Yeraltısuyu yaklaşık 6-130 mg/l Na^+ içerir (Yetiş, 2013). Na^+ oranının yüksek olduğu durumlarda toprakta tuzluluk yaratacağından bitkilere zarar verebilir (Çullu, 2011). İnceleme alanında yeraltısularının Na^+ içeriği 0- 839,52 mg/l arasında değişmektedir. Akyatan ve Tuzla göllerinin çevresinde Na^+ 200-1000mg/l arasında yüksek değerdir. Bunun birçok nedeni vardır; Handere Formasyonunun içerisinde Na^+ bakımından zengin evaporitik çökellerden gelen Na^+ iyonlarının yeraltısuyunun akış yönüne bağlı olarak bu bölgede toplanmasıdır. Diğer bir sebep ise burada yeraltısı seviyesinin oldukça düşük olmasına ağırlık olarak lagünel göllerden Na^+ artışı olmasıdır. Ayrıca kıyı kesimlerde yeraltısuyunun deniz suyu girişiminden dolayı Na^+ iyonlarınca zenginleşmesi beklenen bir durumdur.

Ayvalık yakınlarında 74 nolu kuyuda da Na^+ değerinin yüksek olması Handere Formasyonunda bulunan evaporitlerden ve denizsuyu girişiminden kaynaklanır. Şekil 4.73'de inceleme alanı için Na^+ dağılım haritası hazırlanmıştır. Seyhan nehrinin doğusunda Na^+ değerinde artış olması evaporitlere bağlı olabileceği gibi burada kurulmuş atık depolama alanından da kaynaklanabilir. Sarıbahçe köyü yakınlarında açılmış 341 no lu kuyuda alüvyonlardaki killi seviyelere ve evaporitik çökellere bağlı olarak Na^+ , 712mg/l olarak ölçülmüştür. Seyhan barajının batı kesimlerinde 109, 114 ve 115 nolu kuyularda Na^+ , 839,52 mg/l olarak en yüksek değerdedir. Bunun nedeni Handere Formasyonunda Messiniyen tuzluluk krizinde oluşmuş kalın tuz yataklarıdır. Burada soda tuzu üretim tesisinin olması da suyun Na^+ içeriğinin aşırı yüksek olabileceğini de desteklemektedir.

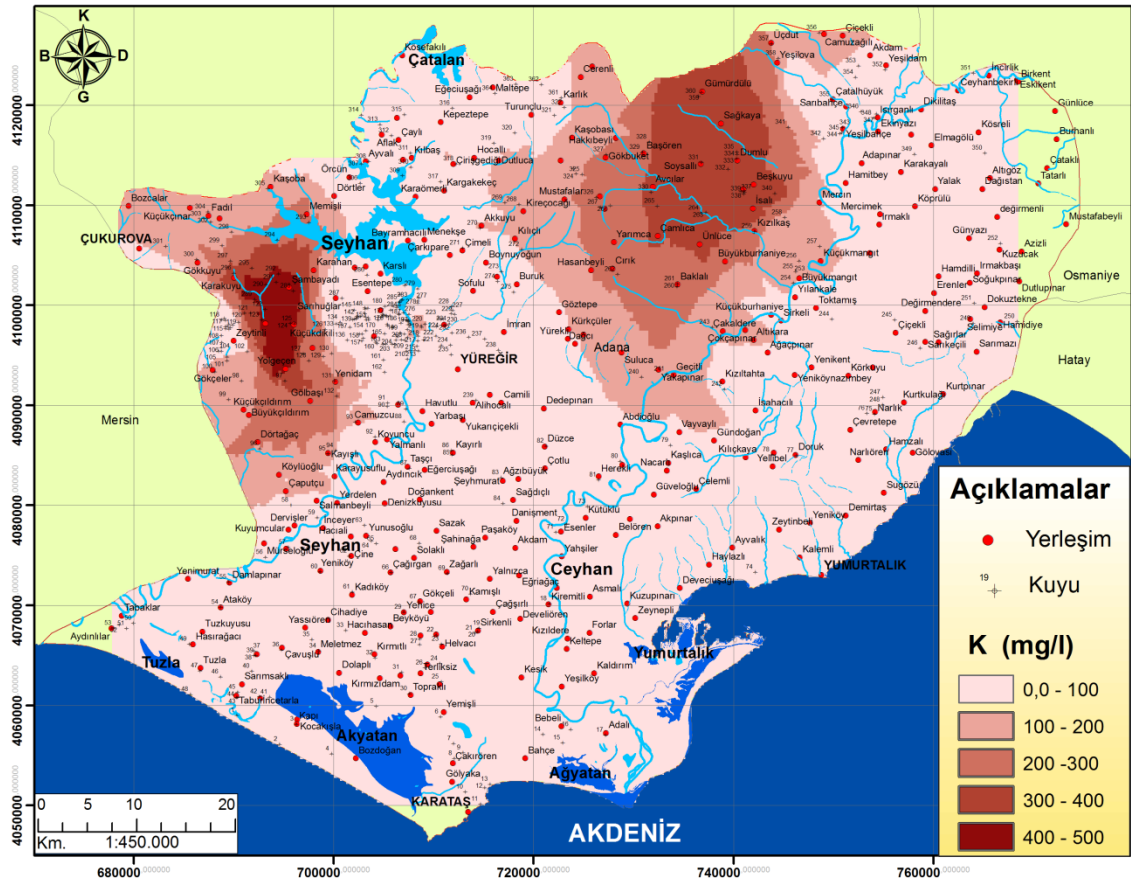


Şekil 4.73: Yeraltısularında Sodyum (Na^+) konsantrasyon dağılım haritası.

İçme suyu açısından insan sağlığı için gerekli Na^+ miktarı aşıldığında kalpte, böbrekte ve dolaşım sisteminde sağlık problemleri çıkar (Şahinci, 1991). İnceleme alanındaki suyun Na^+ değerlerinin Sağlık bakanlığının belirlemiş olduğu standart değer olan 200mg/l yi çoğunlukla aşmadığı ve yönetmeliğe uygun olduğu görülmektedir. WHO'ya göre de aynı durum geçerlidir. Fakat TS-266 ya göre genel olarak max. değeri olan 175mg/ geçtiği ve standarda uygun olmadığı görülmektedir. İnceleme alanının güneybatı kesimlerinde suların Na^+ değeri 200-1000 mg/l arasındadır. İçme suyu açısından Sağlık bakanlığı, WHO, EPA ve TS-266, standartlarının hiçbirine uygun değildir. 109, 110, 111, 112, 113, 114 ve 115 nolu kuyularda da Na^+ değeri oldukça yüksek olduğundan dolayı içme suyu standartlarına uygun olmadığı gibi endüstriyel ve de tarımsal olarak kullanma açısından da uygun değildir. Bu kuyuların olduğu bölgede Arabali tuz işletmesinin kullandığı hamsu yeraltısuyu kuyularından derin kuyu pompalarıyla su tanklarına aktarılır, buradan da üretim basınç pompalarıyla üretim hatlarından tuz kuyularına verilir (Bastacıoğlu, 2010). Bu bölgedeki yeraltısuyununun hem içme hem de kullanma için uygun olmadığı düşüncesini desteklemektedir.

4.7.5.4. Potasyum (K^+)

Na gibi alkali metal grubundan olan K yer kabuğunda Na ile eşit oranlarda bulunur. Fakat K^+ iyonunca zengin olan silikatlı minerallerin suda çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı Na'a göre suda önemsiz miktarda bulunur. Yeraltısuyunun K^+ miktarı temas halinde bulunduğu kayaçların mineral içeriklerine bağlı olarak değişir. Silikat bileşimli minerallerden en önemli ve yaygın olan Potasyumlu Feldspatlar sudaki önemli K^+ kaynağıdır. Potasyumlu minerallerin bozunması, duyarlı K^+ minerallerinin oluşması, iyon değişimi ve gözenek sularının yeraltısularını beslemesi yeraltısularında K^+ kaynağını oluşturur (Atabey, 2005). Bunun dışında kil minerallerinde, çok miktarda bulunur. Çözünmüş K^+ bitkiler ve kil mineralleri tarafından kolaylıkla soğurulduğundan Na^+ 'dan daha fazla bulunmasına rağmen suda K^+ konsantrasyonu daha düşüktür (Şahinci, 1991).



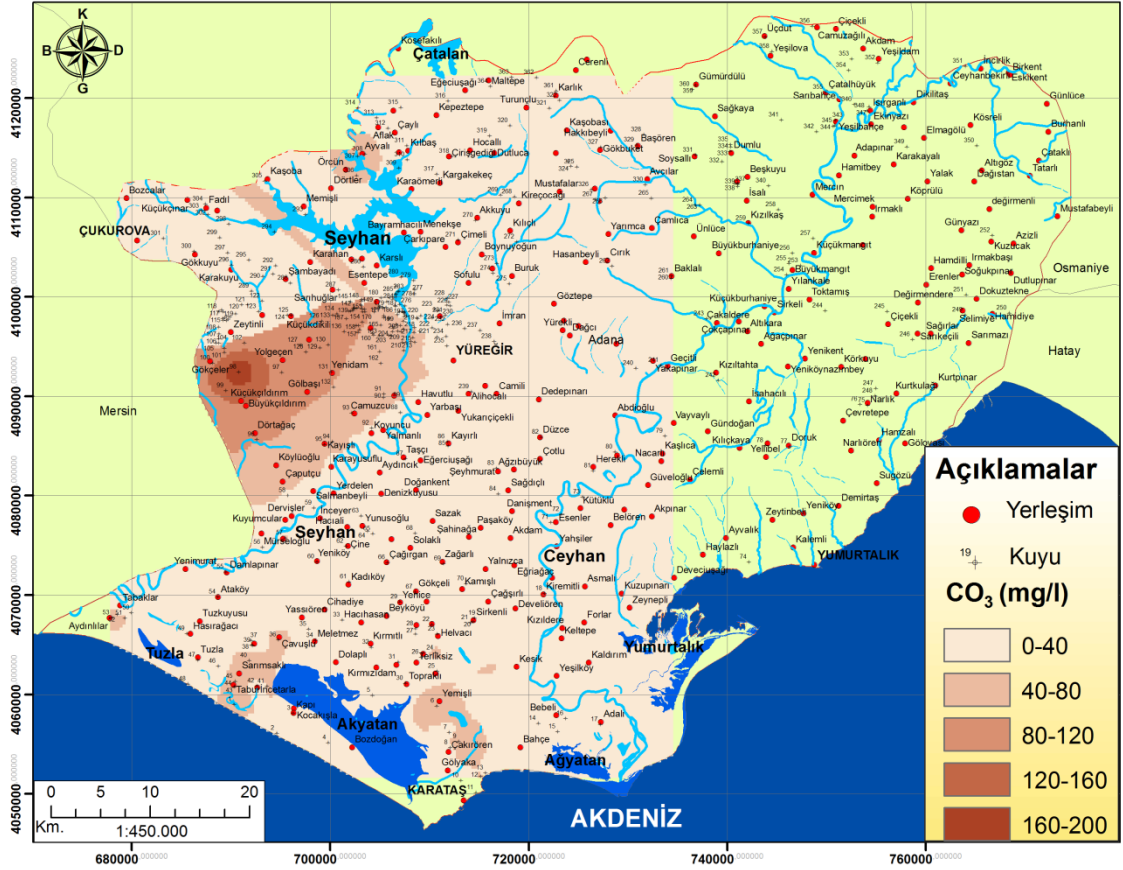
Şekil 4.74: Yeraltısularında Potasyum (K^+) konsantrasyon dağılım haritası.

Dumlu köyü yakınlarında açılan 332 nolu ve çevre kuyularda ölçülen K^+ değerlerinin yüksek olması alüvyonlar içerisindeki potasyumlu kil minerallerinin bulunmasından kaynaklanır (Şekil 4.74). Genel olarak değerlendirildiğinde, inceleme alanının kuzey

kesimlerinde K^+ değerleri güneye oranla yüksektir. Bunun nedeni znm olan K^+ 'un bitkiler ve killer tarafından soğurulmasıyla birlikte yeraltısuyunda bulunan K^+ 'un suyun akış yönüne bağlı olarak güneye doğru taınmamı olmasıdır. İnceleme alanının sularının K^+ değerleri 0 - 417,3 mg/l arasındadır. Bitkiler ve hayvanlar için önemli bir besin kaynağı olan K^+ 'un içme suyunda yüksek veya düşük konsantrasyonlarda bulunmasının insan sağlığına direk bir etkisi yoktur (Yetiş, 2013). Bazı kas hareketleri ve metabolizma için K^+ insan sağlığında gereklidir. K^+ için Sağlık bakanlığı, EPA, WHO, bir sınır belirtmezken TS-266 standardına göre tavsiye edilen miktar 10 mg/l max izin verilen değer ise 12 mg/l olmalıdır.

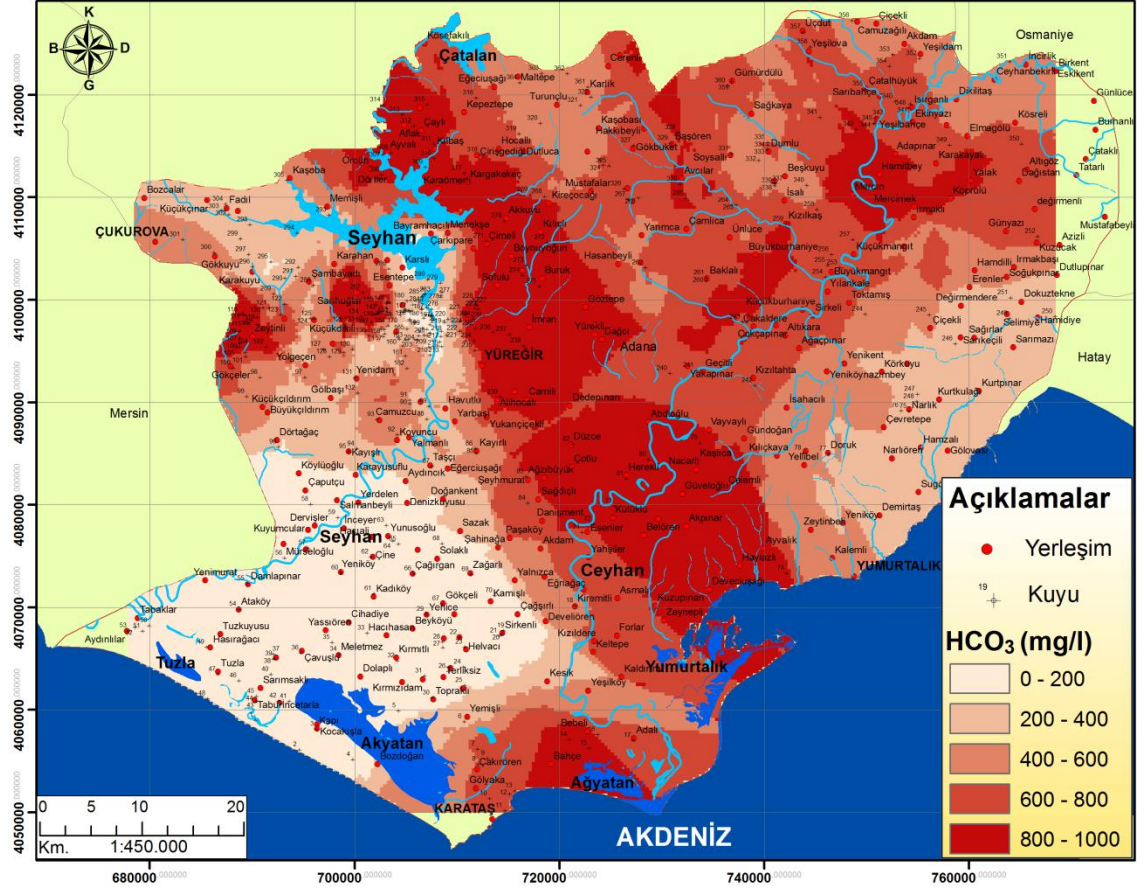
4.7.5.5. Karbonat (CO_3^{-2}) ve Bikarbonat (HCO_3^{-2})

Sulara alkalinite özelliğini kazandıran Karbonat (CO_3^{-2}) ve Bikarbonat (HCO_3^{-2}) nemli iki iyondur. Yeraltısularında Karbonat ve Bikarbonat iyonları genellikle atmosferde ve topraktaki CO_2 'den ve karbonatlı kayaçların erimesiyle meydana gelir (Varol ve diğ., 2008). Suyun pH değeri 8.2 ve üzeri olduğunda bikarbonat iyonları, hidrojen ve karbonat iyonlarına ayrıarak ortamda karbonat iyonu artıı olur (Karaman, 2010). Doğal sular ve atık suların arıtılması için kullanılan borularda suyun alkalitesinin yüksek olması korozyona neden olur (Kahraman, 2002). Karbonat kayaçları sudaki karbonat ve bikarbonat iyonlarının önemli kaynağıdır. İnceleme alanının CO_3 konsantrasyon dağılım haritasında en yüksek CO_3 değeri Gökçeler köyü civarında 98 nolu kuyuda 189 mg/l'dir (ekil 4.75). Bu alandaki CO_3 derişimin yüksek olması kalii oluşturan kireçtaşları ve alüvyon içerisindeki karbonatlı seviyeler nedeniyledir.



Şekil 4.75: Yeraltısularında Karbonat (CO₃) konsantrasyon dağılım haritası.

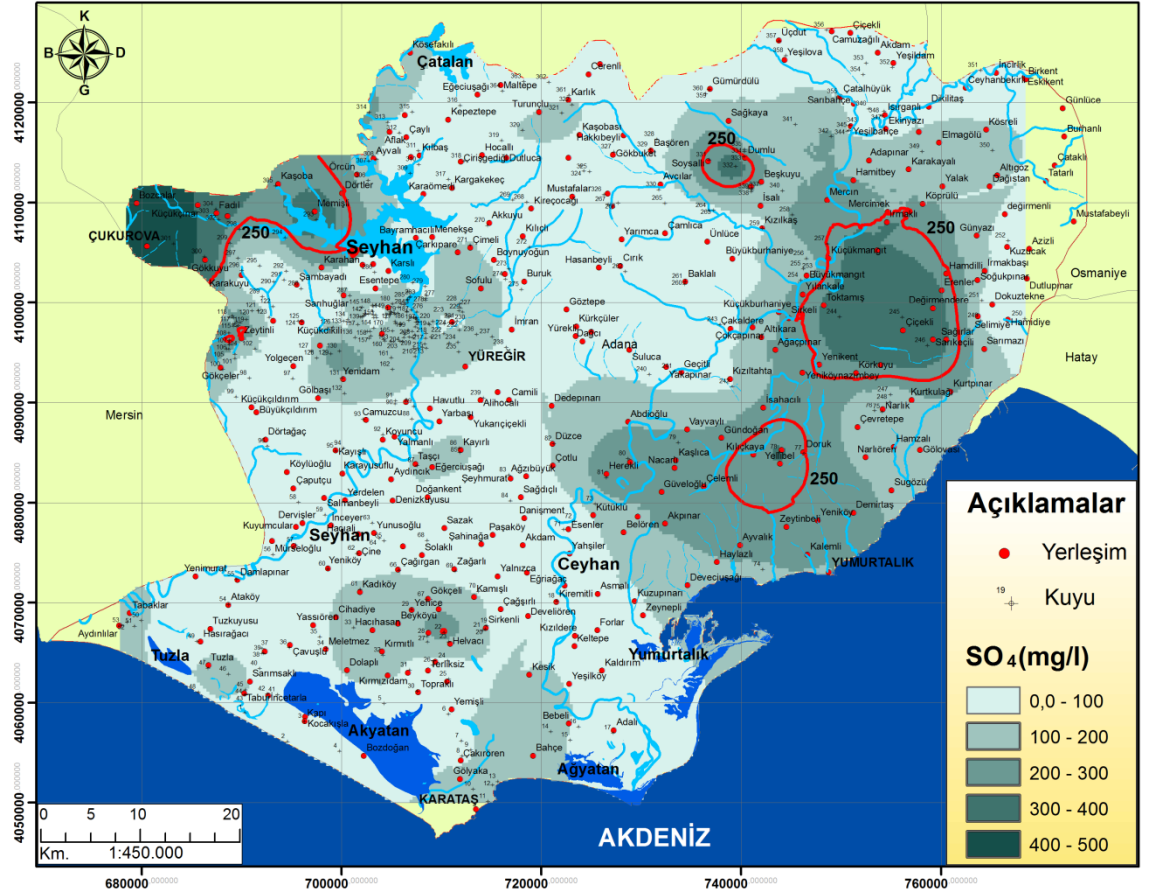
En yüksek HCO₃ ise Seyhan barajının güneyinde 138 nolu kuyuda 949 mg/l olarak ölçülmüştür. Bunun nedeni kaliş biriminden yoğun HCO₃ iyon girişidir. Şekil 4.76'da konsantrasyon dağılım haritasına göre özellikle kuzey kesimde yoğun olmakla beraber inceleme alanının genelinde HCO₃ yüksektir. Bu da bölgede alüvyonlardaki karbonat seviyelerinden, Handere Formasyonu içerisindeki evaporitlerden ve kalişi oluşturan kalkerden yoğun olarak HCO₃ iyonlarının yeraltısuyu ile etkileşimidir. CO₃ ve HCO₃ miktarlarının toplamı 500mg/l den fazla olan ve yalnız olarak CO₃ miktarı 300mg/l ulaşan sular içilir (Varol ve diğ., 2008).



Şekil 4.76: Yeraltısularında Bikarbonat (HCO₃) konsantrasyon dağılım haritası.

4.7.5.6. Sülfat (SO₄⁻²)

Sülfür mineralleri suyla ayrışmalarıyla oksitlenerek sülfat iyonu oluştururlar. Yarıçapı oldukça büyük olan SO₄⁻² iyonlarının Cd, Cu Fe, Ca, gibi elementlerle oluşturduğu bileşikler suda kolay çözünürken Sr, Pb, ve Ba gibi elementlerle oluşturduğu bileşiklerinin çözünmesi zordur. Yeraltısuyunda SO₄⁻²'in en önemli kaynağı anhidrit ve jipslerin çözünmesi ve ayrıca pirit mineralinin oksitlenmesiyle Magnezyum, Sodyum Demir gibi bileşiklerden ve volkanlardan da suya SO₄⁻² (Sülfat) karışımıdır (Varol ve diğ., 2008; Karaman 2010). Bunların dışında evsel ve endüstriyel atıklar ve organik maddelerin bozunması ve tarımsal faaliyetler için kullanılan gübrelerde SO₄⁻² kaynağı oluştururlar. İnceleme alanındaki SO₄⁻² değerleri 0,02-470 mg/l değerleri arasındadır (Şekil 4.77). Bu değerlere göre oluşturulan SO₄⁻² dağılım haritasına bakıldığında özellikle Seyhan barajının batısında ve güneyinde SO₄⁻²'in yüksek olduğu görülür. Bunun nedeni Gökkuyu Alçıtaşı Üyesinin içerisindeki en önemli SO₄⁻² kaynağı olan jipslerdir. Bunun dışında Adana'nın merkezinde büyük fabrika tesislerinin oluşturduğu endüstriyel atık sularından da yeraltısuyuna SO₄⁻² karışmasıdır.



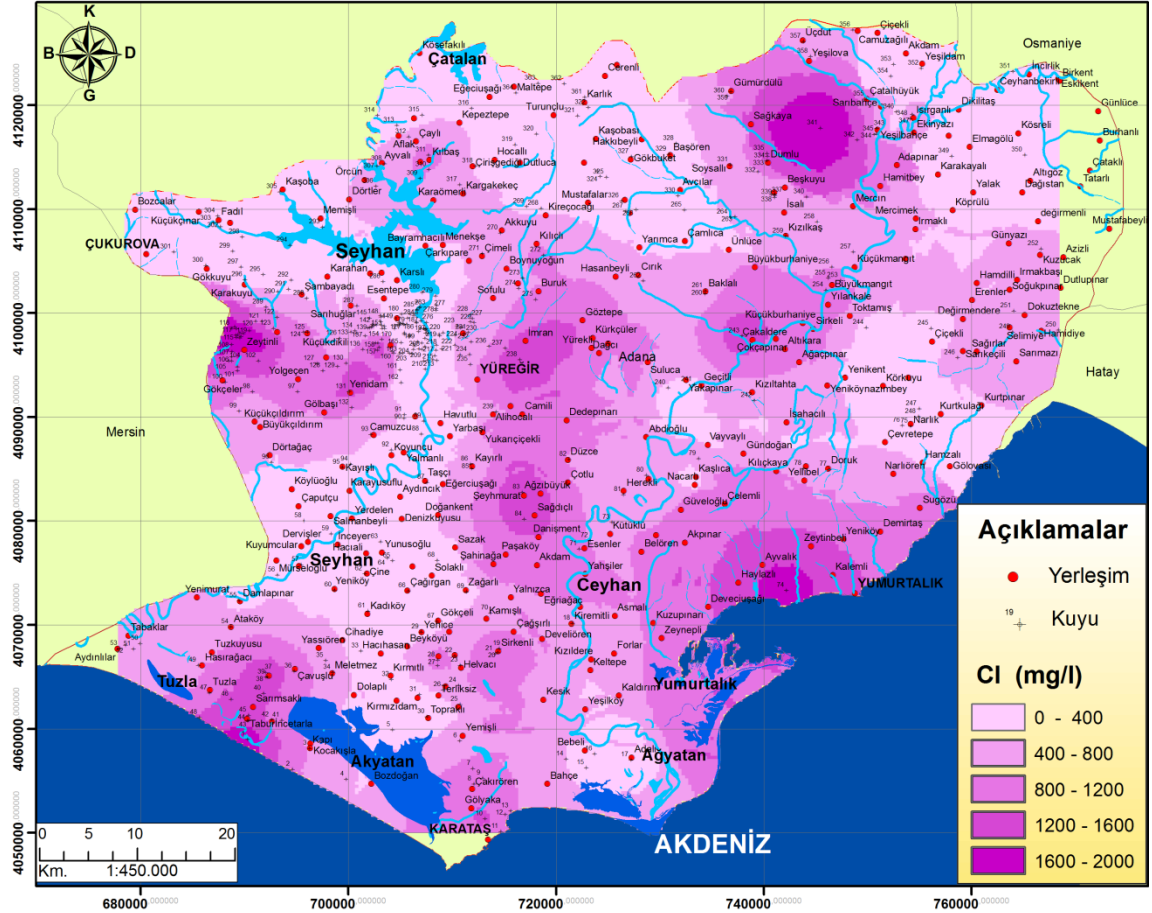
Şekil 4.77: Yeraltısularında Sülfat (SO_4) konsantrasyon dağılım haritası.

Diğer bir SO_4^{-2} yoğunluğu da inceleme alanının doğusundadır. Buradaki SO_4^{-2} yoğunluğu birçok nedene bağlıdır. Alüvyon içerisindeki killer bilindiği gibi SO_4^{-2} 'in en çok tutulduğu ortamlardır. Diğer bir sebep ise Dokuzteknede bulunan volkanik kumtaşları ve tüflü seviyelerin varlığıdır. Çünkü volkanlardan da suya SO_4^{-2} karışımı olur. Ayrıca bu bölgede tarımsal faaliyetler yapıldığı için gübre kullanımından SO_4^{-2} yoğunluğu vardır.

Sağlık bakanlığı, EPA ve WHO ve TS-266 SO_4^{-2} için üst sınırı 250 mg/l olarak belirlemiştir. Sodyum sülfat ve magnezyum sülfat bileşiklerinin insan sağlığında müshil gibi rahatsızlıklar yaratacağından SO_4^{-2} miktarı 250 mg/l olarak sınırlandırılmıştır (Atabey, 2005). 245, 301 ve 332 nolu kuyularında ölçülen SO_4^{-2} değerleri yüksek olup standarta uygun değildir, diğer kuyulardaki sular uygundur.

4.7.5.7. Klorür (Cl)

Halojen grubu elementlerinden olan Klorür (Cl) gruptaki diğer elementlere oranla doğada daha fazla bulunur. Cl⁻ün yarıçapı büyük olduğundan dolayı tüm tuz bileşikleri, pH değerine bağlı olmadan suda kolayca çözünürler (Karaman, 2010).



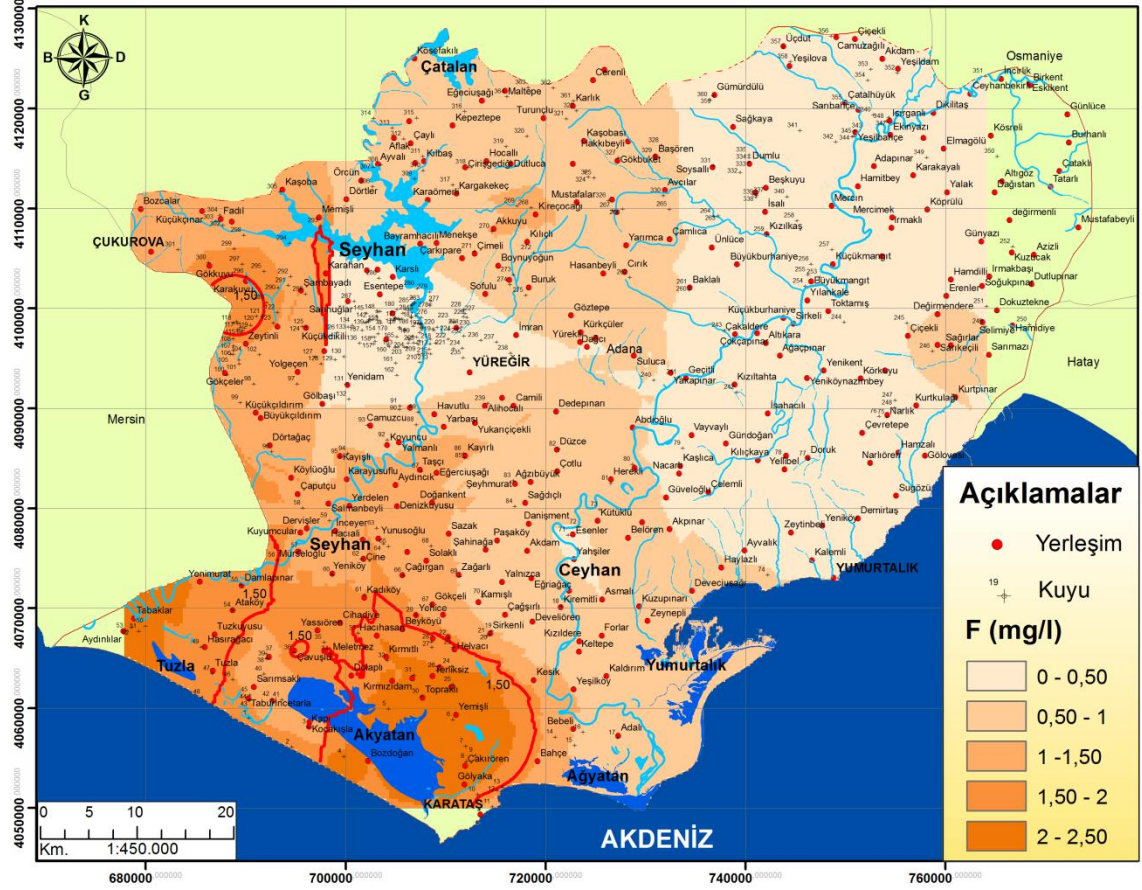
Şekil 4.78: Yeraltısularında Klor (Cl) konsantrasyon dağılım haritası.

Cl⁻ bütün yeraltısularında bulunur, fakat deniz sularında daha yüksektir. Yeraltısuyundaki Cl⁻ün ana kaynağı sedimanter kayaç olan evaporitlerdir (Varol ve diğ., 2008). Ayrıca bölgede bulunan tuz yataklarından, tarımsal faaliyetlerde yapay gübre kullanılmasından, evsel atık sularından, çürümüş hayvan ve bitkilerden ve yollarda buzlanmayı önlemek amacıyla kullanılan tuzlardan da yeraltısularına Cl⁻ girişi olur (Yeşilnazar ve diğ., 2007). Cl⁻ yüksek konsantrasyonlarda tuz tadı oluşturur (Varol ve diğ., 2008). Sulardaki Cl⁻ hidrolojik çevrimde korunabilen iyon olduğundan dolayı iyi bir izleyici parametresidir (Yetiş, 2013). İnceleme alanında en düşük Cl⁻ 1,30 mg/l olarak Gökkuyu köyü yakınlarında 297 nolu kuyuda ölçülmüştür. En yüksek değeri ise 1864 mg/l olarak Zeytinli köyü yakınındaki 15 nolu kuyuda

ölçülmüştür. Şekil 4.78’de Cl^- dağılım haritasına bakıldığında Yumurtalık lagünlerinin çevresinde Cl^- ’ün yüksek olduğu görülür. Bunun nedeni, yeraltı suyuna deniz suyu girişi ve kuzeyden bulunan tuz yataklarından güneye Cl^- iyonlarının taşınmasıdır. Seyhan barajının güneybatı kesiminde Handere Formasyonunda kalın tuz yataklarından Cl^- artışı beklenen bir durumdur. Kuzeydoğu kesimlerin de yüksek Cl^- bulunması tarım için kullanılan yapay gübrelere bağlıdır. Sağlık bakanlığı, EPA, WHO Cl^- için üst limiti 250 mg/l olarak belirlerken TS-266 ya göre max. izin verilen sınır 600mg/l dir. İnceleme alanındaki sular Sağlık bakanlığı, EPA ve WHO’nun standartlarına göre değerlendirildiğinde 26 kuyunun (46, 8, 121, 71, 84, 311, 10, 102, 28, 38, 243, 83, 39, 131, 20, 110, 334, 238, 109, 114, 74, 1, 112, 157, 341, 115) üst sınırı aştığı görülür. TS-266’ya göre 1, 112, 115, 157, 341 nolu kuyulardaki su üst sınırın oldukça üzerinde olup standarda uygun değildir.

4.7.5.8. Florür (F^-)

Flor elementinin bir elektron alarak oluşan anyon kökenli mineraldir. Yeraltı suyunda eser miktarda bulunan F^- kaynakları, volkanik kayalar ve Florapatit, Mika, Hornbled Turmalin, Kriyolit gibi florürce zengin minerallerdir (Varol ve diğ., 2008). Ayrıca fosfatlı minerallerin çözünmesiyle de yeraltı sularında F^- oluşur. Volkanik kayalarda ve deniz kaynaklı tuz birikimlerinde 2500 mg/kg’a kadar yükselen miktarlarda F^- bulunur (Eğri ve diğ., 1999). Doğal sularda F^- miktarı 1 mg/l’den az, içme sularında 1,5 mg/l, jeotermal kökenli sularda ise 10 mg/l’dir. Tuzlu akiferlerde (tuzlu killi kireçtaşı) ve derin jeotermal sularda yaygın olarak 2,4 mg/l oranında F^- bulunur (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2007). Doğal sularda F^- çoğunlukla düşük derişimlerde bulunur. İçme suyunda bulunan F^- miktarı sağlık açısından önemlidir. Özellikle diş sağlığı için Florür araştırmaları yapılmıştır. Fazlalığında ve eksiliğinde birçok sağlık problemleri oluşabilir (Varol ve diğ., 2008). Şekil 4.79’da F^- konsantrasyonu dağılım haritasına göre, Ceyhan havzasında sular 0-0.5 mg/l arasında değişir ve diş hassasiyeti oluşturabilen sulardır. Seyhan havzasında ise 0.5-1,5 mg/l arasında değişir ve diş sağlığına yararlıdır. Güneyde ise 2.0-2.5 arasında değişmektedir ve dental flororsis hastalığına yol açabilecek orandadır.



Şekil 4.79: Yeraltısularında Florür (F) konsantrasyon dağılım haritası.

En yüksek F değeri Akyatan gölünün doğusunda 7 ve 8 nolu kuyularda 2,16 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu alandaki F yoğunluğu, Messiniyede oluşmuş denizel kökenli tuz yataklarından kaynaklandığı gibi inceleme alanının kuzeyinde Saimbeyli ilçesinde Demirli Fosfat yataklarından çözünen Florürün taşınmış olmasına da bağlıdır. Florürün yüksek olduğu alanlarda EC ve Cl değerlerinin de tuz yataklarına bağlı olarak yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.68 ve Şekil 4.78). TS-266 standartında izin verilen üst sınır 1,5 mg/l olarak belirlemiştir. Buna göre 36, 6, 9, 117, 7, 8 nolu kuyulardaki sular üst sınırı aşmaktadır. F analizi yapılan diğer kuyularda sular standarta uygundur.

4.7.6. Yeraltısularının Kirlilik Haritaları

Laboratuvar çalışmalarında, 364 kuyudan alınan numunelerden yeraltısularının kalitesini tehdit eden Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Amonyum (NH_4), Bor (B) kirlilik parametrelerinin analizi yapılmıştır (Tablo 30). Analiz değerlerine göre her parametre için 1:450.000 ölçekli konsantrasyon dağılım haritaları hazırlanmış ve yorumlanmıştır.

Tablo 4.30: Yeraltularının kirlilik parametreleri.

Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)	Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)
1	3,51	1,87	8,43		52	1,66	0,04	0,00	
2	0,00	0,60	0,00		53	1,67	0,07	2,20	
3	0,00	3,29	0,00		54	0,00	1,25	0,00	
4	0,00		0,00		55	0,00		0,00	
5	0,00		0,00		56			0,00	
6	1,55	0,75	0,00		57	0,00	1,00	0,00	
7	0,00		0,00		58			0,00	0,09
8	0,00	0,00	0,00		59			0,00	
9	2,94	0,36	0,00	1,16	60	1,47	0,26	0,00	
10				0,00	61	0,00	0,26	0,00	
11					62		4,00	0,00	
12	2,21	1,62	0,00		63	0,05		0,00	
13					64	0,00	2,41	0,00	
14	0,04				65		4,00	0,00	
15	0,00		0,00		66	0,79	2,92	0,00	
16	0,00		0,00		67	0,00	1,16	0,00	
17	0,00	2,92	0,00		68	0,00		0,00	
18	0,00	0,00	0,00		69	0,00	30,00	0,00	
19	0,00	1,07	0,00		70	0,04	2,34	0,00	
20	0,00	0,28	0,00	0,00	71		121,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	72	0,00			
22	0,00		0,00	0,00	73				
23	0,00		0,00		74				
24	0,00		0,00		75	0,00	47,00		
25	0,00	0,00	0,00		76				
26	0,00		0,00		77	0,00			
27	1,65	3,01	0,00		78	0,05			
28	6,20	0,86	0,00		79	0,00			
29	0,00	0,00	0,00		80	0,00		0,00	
30	0,00	0,60	0,00		81	0,00	0,00	0,00	
31	0,00		0,00		82	0,02	111,00	0,28	0,09
32	0,00				83	0,00	1,90	0,00	
33					84			0,00	
34	0,00	2,99	0,00		85	0,00	1,19	0,00	
35	0,00	0,28	0,00		86	0,00	4,96	0,00	
36	0,00	0,28	4,22		87	0,00	5,09	0,00	
37	0,00	0,00	0,00		88			0,00	
38	2,78	0,69	4,16		89			0,00	
39	6,32	0,65	4,18		90			0,00	0,09
40	2,31	0,27	3,38	0,09	91	0,00			
41	0,00	0,04	1,20		92			0,00	
42	0,00		0,00		93			0,00	0,09
43	0,69	0,38	4,04		94		1,44	0,00	
44	0,00	0,00	0,00		95			0,00	
45	0,00		0,00		96			0,00	
46	0,00		0,20	0,09	97			0,00	
47	0,00		0,00	0,05	98			0,00	
48	0,62	1,25	1,59		99			0,00	
49	0,00		0,00		100		29,40	0,00	0,05
50	1,95	0,21	2,62	0,00	101	0,04		0,00	
51	0,00	0,23	3,38	0,09	102	0,04		0,00	

Tablo 4.30 (devam):

Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)	Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)
103	0,04				154	0,00	30,60		0,00
104					155	0,00	3,70		
105					156	0,00	1,40		
106	0,04	50,00			157				
107	0,04				158				
108					159	0,00			
109	0,04				160	0,00			
110	0,04				161				
111	0,04				162				
112	0,04				163				
113	0,04				164				
114	0,04				165				
115	0,00				166				
116	0,04				167				
117	0,00	56,97	0,00		168	0,00			
118	0,04	50,00			169	0,00			0,00
119	0,04				170	0,00			0,09
120			0,00		171	0,00			
121					172				
122					173	0,00			
123			0,00		174				
124	0,04		0,00	0,68	175				
125	0,04		0,00	0,00	176				0,00
126	0,00				177				
127		2,34	0,00		178		0,28		
128			0,00	0,00	179	0,00			
129					180				0,09
130				0,30	181				0,09
131			0,00	0,09	182		1,40		
132	0,00				183				
133					184				
134	0,00	0,92		0,00	185				
135					186				
136	0,04			0,00	187				0,00
137					188		2,01		
138	0,00				189		40,00		
139	0,00	17,00			190	0,00			0,00
140	0,00			0,00	191				
141	0,00				192				
142	0,00				193				
143	0,00				194	0,00	2,01		
144	0,00				195				
145				0,09	196	0,04			0,00
146	0,00			0,09	197	0,04			0,37
147				0,00	198				
148	0,00	17,30			199		2,00		0,00
149					200		1,62		
150	0,00			0,09	201				0,20
151	0,00	0,90		0,00	202				
152	0,00				203	0,00			
153					204				0,00

Tablo 4.30 (devam):

Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)	Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)
205					256	0,04			
206	0,05				257				1,16
207					258				0,00
208	0,00				259		30,00		0,15
209					260	0,00	1,66	0,00	0,15
210					261	0,00		0,00	0,12
211					262	0,00	21,60	0,00	
212	0,00				263				
213	0,00			0,00	264		30,70		0,00
214				0,10	265	0,15	31,00	0,02	0,00
215					266	0,00	0,63	0,00	
216	0,00	1,40			267	0,00	60,60	0,00	
217					268	0,00		0,00	
218					269	0,00		0,00	
219					270				
220				1,26	271				1,16
221					272	0,00		0,00	
222					273				
223	0,00				274				
224	0,00				275				0,37
225	0,00				276		1,75		0,00
226					277	0,00			
227					278		1,40		
228					279				
229					280	0,00	5,56		
230				0,00	281				
231	0,00				282				
232					283	0,00	1,40		
233				0,00	284				
234					285		2,00		
235	0,00				286		41,00		
236					287		2,01		
237					288	0,04		0,00	
238	0,00				289	0,04	1,44	0,00	
239		6,06	0,00		290		0,57		
240	0,00	21,60	0,00	0,29	291			0,00	
241	0,00	10,70	0,00		292				
242		47,00			293	0,05		0,00	
243		0,00			294	0,00	4,05		
244					295			0,00	
245				0,35	296	0,05	5,72	0,31	
246					297	0,04		0,00	
247		47,00			298			0,00	
248		30,00		0,29	299			0,00	
249				0,00	300	0,05		0,00	
250					301	0,07	0,30	0,01	
251				0,22	302	0,05		0,00	
252					303			0,00	
253					304	0,05			
254	0,00			0,22	305			0,00	
255	0,00				306			0,00	

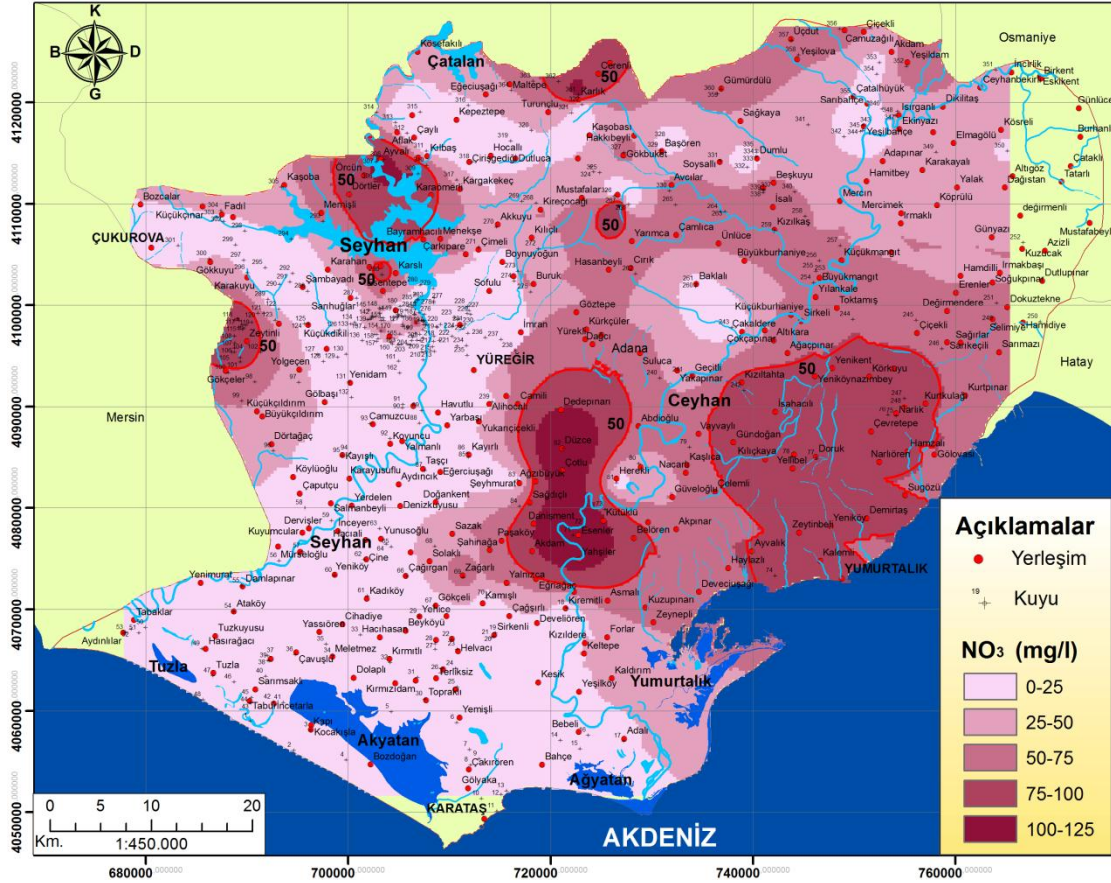
Tablo 4.30 (devam):

Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)	Kuyu No	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	B (mg/l)
307					336		30,00		
308		66,70			337	0,00			
309	0,00	55,80	0,00		338				
310					339				
311	0,00	1,25	0,00		340				
312	0,00	0,57	0,00		341				
313	0,00	4,07	0,00		342				
314					343	0,05			
315					344	0,00			
316			0,00		345	0,00	0,00		0,00
317				0,00	346				0,00
318	0,00	0,65	0,00		347	0,00			
319	0,00	0,70	0,00		348	0,00			0,00
320					349				
321	0,00	4,96	0,00		350	0,00	5,00		
322	0,00	0,38	0,00		351	0,00	17,00		
323	0,00		0,00		352	0,00	30,20		
324	0,00		0,00	0,35	353		0,00		0,00
325	0,00		0,00	0,00	354	0,00			0,20
326	0,00	1,25	0,00	0,00	355	0,05			
327	0,00	27,20	0,00		356	0,00	31,00		
328	0,04	0,00			357	0,00			0,20
329	0,04				358				
330		27,20			359		31,00		
331	0,00				360				
332		0,00		0,00	361		66,70		0,20
333					362	0,00		0,00	
334	0,05				363				0,20
335					364	0,00		0,00	0,00

4.7.6.1. Nitrat (NO₃)

Doğada oldukça fazla bulunan Azot(N) bileşiklerinin en kararlısı olan Nitrat, yapısındaki Azot bileşiklerinin oksitlenmiş olmasından dolayı suda çözünürlüğü yüksektir. Nitrat, yeraltısularına doğal (litolojiye bağlı) sebeplerden çok antropojen olarak olarak karışır (Varol ve diğ., 2008). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan yapay gübreler, evsel ve endüstriyel atıklar, bozulmuş bitki ve hayvansal organizmalar sularındaki önemli NO₃ kaynaklardır (WHO, 2011). Tarımsal faaliyetlerinin oldukça yoğun olduğu inceleme alanındaki suda NO₃ oluşumunun en önemli sebebi geniş sebze ve bitki tarlaları için kullanılan suni gübrelerden kaynaklıdır. İnceleme alanında en yüksek NO₃ 121 mg/l Esenler köyü yakınında 71 nolu ve Düzce köyü yakınlarında 82 nolu kuyuda 111 mg/l olarak ölçülmüştür. Burada özellikle patates, domates, biber, marul, karpuz, kavun, pamuk gibi sebze ve bitkiler yetiştirilmesinde kullanılan suni

gübrelerden suya NO_3 girişimi beklenen bir durumdur. Seyhan barajının kuzey kesimlerindeki yüksek NO_3 değerleri de yine insan kaynaklı olup burada üzüm, ayçiçeği gibi besinlerin yetiştirilmesinde kullanılan yapay gübrelere bağlıdır. İnceleme alanının kuzeydoğu kesimlerinde tarım için çok elverişli olan alüvyonların oluşturduğu geniş arazilerde tarımsal faaliyetlerle bağlı olarak NO_3 artışı görölmektedir (Şekil 4.80).

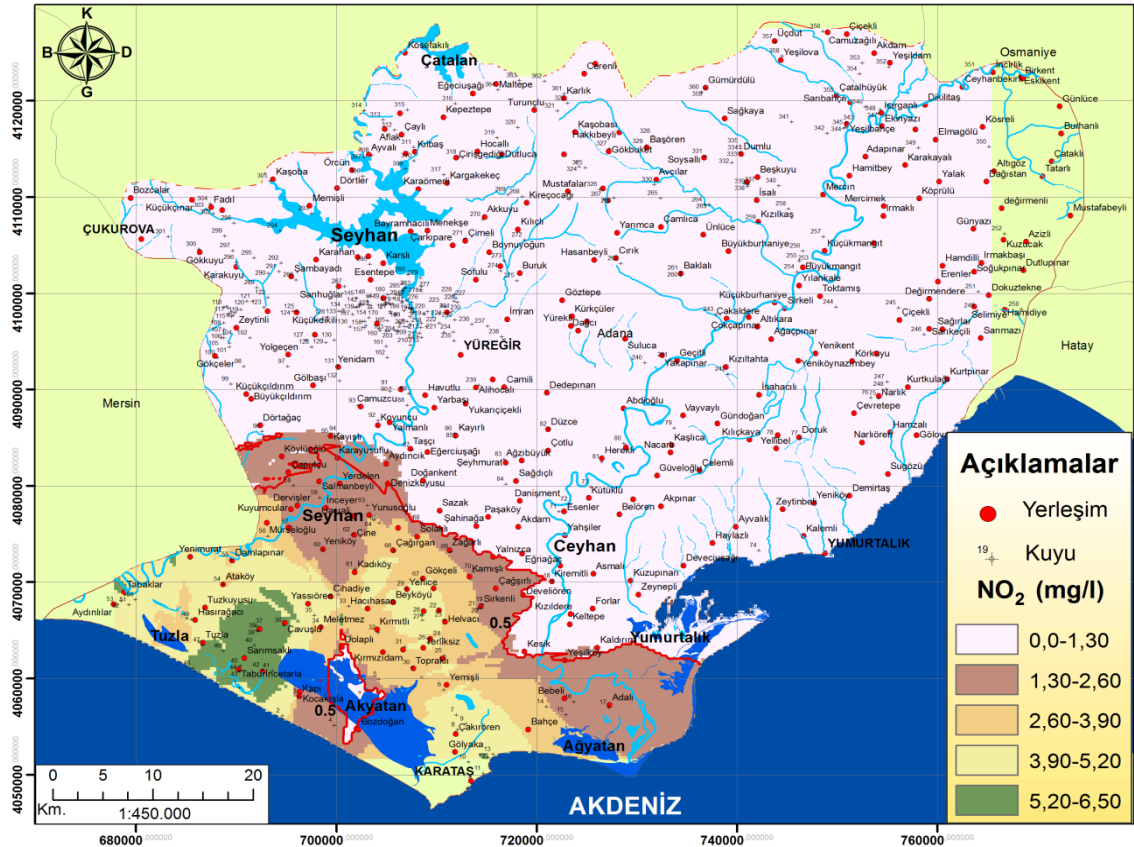


Şekil 4.80: Yeraltısularında Nitrat (NO_3) konsantrasyon dağılım haritası.

Sudaki NO_3 için Sağlık bakanlığı, WHO ve TS-266 standartlarında üst sınır 50 mg/l iken EPA'da 45mg/l'dir. Bu standartlara göre 75, 242, 247, 106, 118,71, 82, 361, 308, 267, 117 ve 309 nolu kuyularda suyun NO_3 değerleri, EPA'nın vermiş olduğu üst sınırı aştığı görülür. NO_3 'ün yüksek olduğu alanlarda tarımsal faaliyetlerin dikkatle ve özenle yapılması gerekir. Daha çok hamile kadınlar ve çocuklarda su ve besin (yeşil sebzeler) yoluyla alınan nitratların midelerinde nitrite indirgenmesiyle ciddi sağlık problemleri oluşur (Varol ve diğ., 2008).

4.7.6.2. Nitrit (NO_2)

Amonyum'un oksijenli ortamda önce nitrite sonra nitrat iyonlarına yükseltgendiği nitrifikasyon reaksiyonları sırasında oluşan ara bir üründür. İçme sularında nitrat nitrite oranla daha fazla bulunur ve daha az tehlikelidir (Demiroğlu, 2008). Yeraltısuyunda NO_2 kaynağı litolojiye de bağlı olmakla beraber çoğunlukla NO_3 'ü oluşturan kaynaklar ile aynıdır. Evsel ve endüstriyel atıklar, tarımda kullanılan yapay gübreler, bitkisel ve hayvasal bozunmalar ve atmosferdeki azotun yıkanması NO_2 oluşumun başlıca sebeplerdir. Sudaki NO_2 varlığı, bazı bakteriler tarafından henüz nitrata dönüştürülmemiş olduğunu ve dolayısıyla su kirliliğinin kısa bir süre önce oluştuğunu gösterir. İnceleme alanında en yüksek NO_2 Sarımsaklı köyü yakınlarında açılmış 39 nolu kuyuda 6,3 mg/l ve Beyköyü yakınlarında 28 nolu kuyuda 6,20 mg/l olarak ölçülmüştür. Hazırlanan konsantrasyon dağılım haritasında NO_2 'in güney kesimlerde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil4.81).



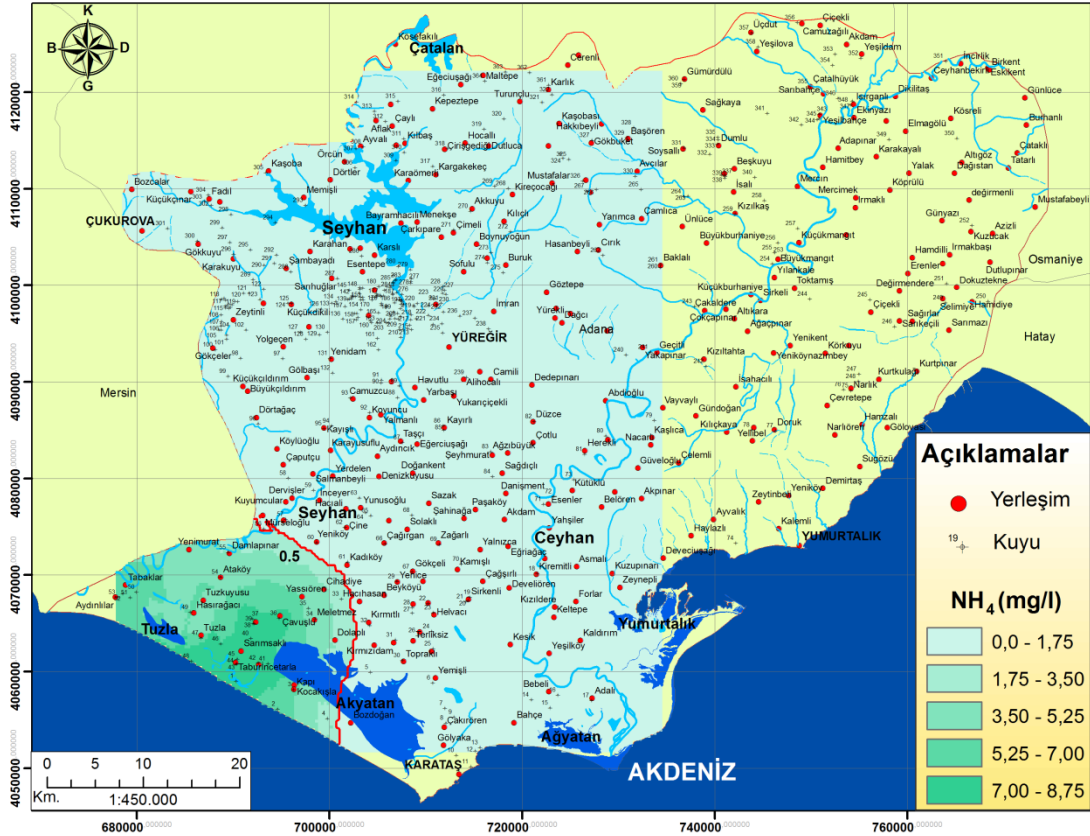
Şekil 4.81: Yeraltısularında Nitrit (NO_2) konsantrasyon dağılım haritası.

NO_2 insan sağlığı açısından NO_3 'e göre daha zararlı olmasından dolayı TS-266 standartında izin verilen üst sınırı (max 0,5 mg/l) daha düşüktür. 1, 6, 9, 12, 27, 28, 38,

Bu bölgedeki NO_2 , yeraltısuyunun temas halinde bulunduğu kayaların litolojik özelliklerinden çok antropojenik kökenlidir. Kuzeyde geniş tarım arazilerde yapılan gübreleme ile suyun akış yönüne bağlı olarak güneyde NO_2 birikmesi görülmüştür. 39, 40, 43, 48, 50, 52, 53, 60, 66, 265 nolu kuyularda NO_2 değeri izin verilen üst sınırı oldukça aşmaktadır. NO_3 ve NO_2 'in yüksek olduğu alanlarda tarımsal faaliyetlerin dikkatle ve özenle yapılması gerekir. Diğer ölçümü yapılan kuyular standartlara uygundur.

4.7.6.3. Amonyum (NH_4)

Amonyum (NH_4) doğada oldukça fazla bulunan Azot türlerinden olan bir katyondur. Genellikle sulara serbest veya tuz halinde amonyak olarak bulunur. Yeraltısuyunda bulunan NH_4 tuzlarının kaynağını, tarımsal arazilerde kullanılan organik gübreler, bozunmuş organizmalar ve evsel atıklar oluşturur. NH_4 sulardaki kirliliği gösteren ve insan sağlığında bulaşıcı hastalık yapabilen bir parametredir.



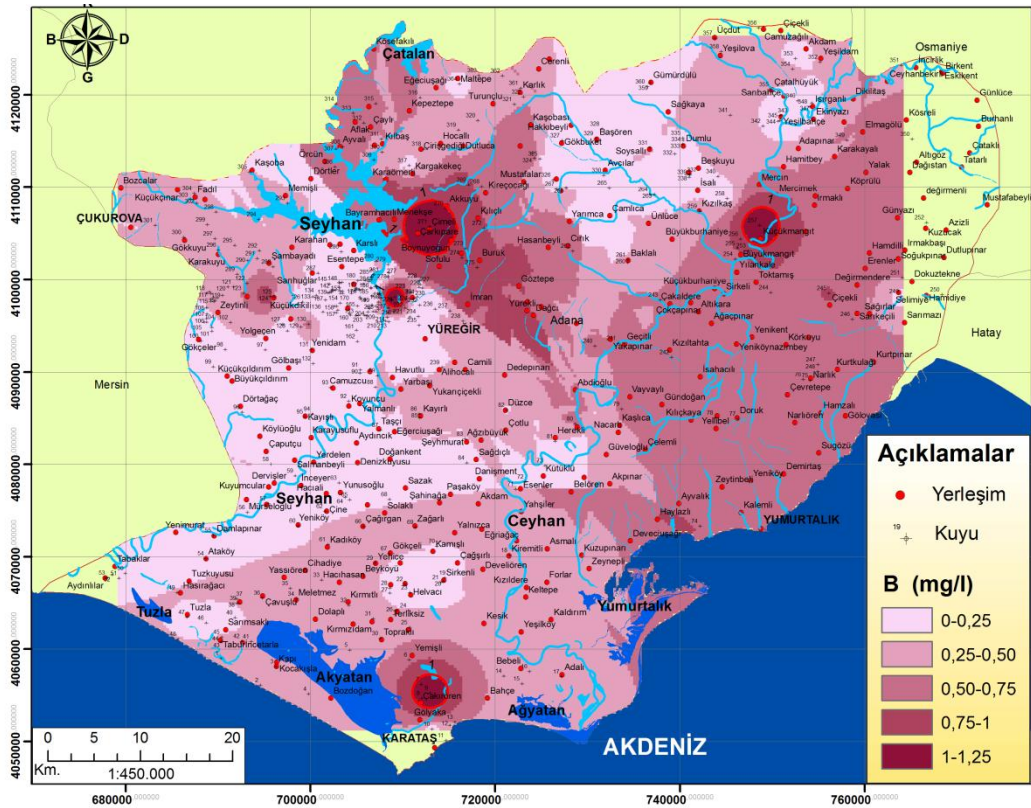
Şekil 4.82: Yeraltısularında Amonyum (NH_4) konsantrasyon dağılım haritası.

Suların NH_4 konsantrasyon dağılımında Tuzla ve Akyatan lagünlerinin çevresinde NH_4 yoğunudur (Şekil 4.82). Bu alanda en yüksek NH_4 8,43 mg/l olarak 1 nolu kuyuda

ölçülmüştür. Buradaki yüksek NH_4 tarımda kullanılan organik gübrelerden kaynaklanır. İçme suyundaki NH_4 miktarının üst sınırını WHO ve EPA 1,5 mg/l olarak belirlerken Sağlık bakanlığı ve TS-266 bu sınırı daha da düşürerek 0,5 mg/l ile sınırlandırmıştır. İnceleme alanında NH_4 ölçülen kuyulardan 41, 48, 53, 50, 40, 51, 43, 38, 39, 36 ve 1 nolu sınırı aşmaktadır. Diğer kuyulardaki değerler standartlara uygundur.

4.7.6.4. Bor (B)

Arsenik elementi gibi yer kabuğunda az bulunan Bor konsantrasyonu yer kabuğunda 10 mg/kg'dan azdır. Doğada oksijen ile borat adı verilen bileşikleri şeklinde bulunur. B toprakta, kayada, suda bulunur. B bileşikleri doğal olarak minerallerin ayrışmasıyla yeraltısuyuna geçebildiği gibi endüstriyel atıklardan ve kimyevi tarımsal gübrelerden de suya karışır. Borat ve borosilikat içeren tortul kayalar, topraklar ve kömür yeraltısularında B kaynağını oluştururlar. B konsantrasyonu deniz suyunda 4,5 ppm, tatlı sularda 0,01-1,5 ppm aralığında bulunurken, yeraltısularında da bütün dünyada 0,3-100 ppm arasında değişim göstermektedir (Başkan ve Atalay, 2013). En önemli B kaynakları boraks, kernit, üleksit, kolemanit ve hidroborasittir.



Şekil 4.83: Yeraltısularında Bor (B) konsantrasyon dağılım haritası.

Helvacı (2008), yaptığı çalışmasında bor minerallerinin şeyl, kilitaşı, marn, çamurtaşı ve tülfer içerisinde oluştuğunu ve Borat minerallerinin Kalsit (CaCO_3), Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Anhidrit (CaSO_4), Jips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), Sölestin (SrSO_4), Realgar (AsS), ORPİMENT (As_2S_3) ve doğal kükürt (S) ile birlikte bulunduğunu belirtmiştir. Seyhan barajının çevresinde B değerleri Handere Formasyonu içerisindeki evaporitik ürün olan jips seviyelerine bağlı olarak artış göstermiştir. Küçükmangıt köyü çevresinde B dağılımının yüksek olması da geniş yer kaplayan alüvyonlar içerisindeki şeyl, kilitaşı marn, çamurtaşı, tül seviyelerinde B minerallerinin varlığıdır (şekil 4.83). Bu alanlardaki B minerallerinin varlığı Adana'nın Tufanbeyli ilçesinde linyit yakarından kaynaklanmaktadır. B ölçümü yapılan kuyulardan 9, 220, 257 ve 271 nolu kuyular TS-266 standartında üst sınırı (1mg/l) aşmaktadır.

4.7.7. Yeraltısularında Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılım Haritaları

Laboratuvarda çalışmalarında 364 kuyudan alınan su numunelerine ait Arsenik (As), Bakır (Cu), Demir (Fe), Antimon (Sb), ve Krom (Cr) ağır metallerinin analizi yapılmış ve her birinin 1:450.000 ölçekli dağılım haritaları oluşturulmuştur (Tablo 31).

Tablo 4.31:Ağır Metaller.

Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l	Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l
1						0,001	52						
2		0,0	0,0				53						
3		0,0	0,0		0,00	0,000	54						
4			0,0				55					6,78	
5			0,0				56			0,0			
6		0,0	0,0		2,28		57			0,0			
7			0,0				58	0,0		0,0		25,60	
8			0,0	12,00	2,28	0,000	59	0,0		0,0		21,60	
9		0,0	0,0	10,50	0,00	0,000	60			0,0			
10			0,0		0,00	0,001	61			0,0			
11			0,0		19,35		62			0,0			
12			0,0				63			0,0			
13	0,0		0,0				64	30,0					
14	0,0	0,0	0,0		0,00	0,000	65	30,9					
15	0,0	0,0	0,0			0,000	66						
16		0,0	0,0				67						
17		0,0	0,0		34,10	0,000	68	30,0				17,79	
18			0,0	24,40	0,00	0,000	69			0,0			
19			0,0	22,56	0,00	0,000	70		0,0	0,0		0,00	1,290
20		0,0	0,0		0,00	0,000	71	0,0	0,0	0,0		0,00	
21		0,0	0,0		0,00	0,000	72	0,0		0,0		0,00	0,012
22		0,0	0,0	0,00			73			0,0		0,00	0,012
23			0,0	0,00	0,00		74	0,1	0,0	0,0		5,22	0,001
24		0,0	0,0		0,00		75			0,0		0,00	
25		0,0	0,0		0,00	0,000	76		1,8	0,0		0,00	0,001
26		0,0	0,0				77	13,5		0,0		3,21	0,017
27			0,0				78	13,5		0,0		3,21	0,017
28			0,0				79	63,2				26,20	0,017
29			0,0				80		0,0				0,002
30			0,0				81		0,0				
31			0,0				82						
32			0,0				83						
33			0,0				84						
34			0,0				85						
35			0,0				86						
36			0,0				87						
37			0,0		0,00		88						
38			0,0	2,49	0,00		89					35,60	
39			0,0				90						
40			0,0		3,53		91						
41		0,0	0,0		0,00		92					5,24	
42		0,0	0,0		0,00		93					6,70	
43		0,0	0,0		0,00		94	0,0			11,76		
44		0,0	0,0				95	0,0					
45		0,0					96						
46					3,53		97						
47							98						
48							99					6,78	
49							100	36,6	0,0			24,40	
50					35,60		101	36,6					
51							102	36,6					

Tablo 4.31 (devam):

Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l	Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l
103	36,6						154		0,0	0,0			
104	36,6						155		0,0	0,0			
105	36,6						156		0,0	0,0			
106							157		0,0	0,0			
107	30,0						158		0,0	0,0			
108	30,0				35,60		159		0,0	0,0			
109	30,0						160		0,0	0,0		25,60	
110							161		0,0	0,0			
111							162		0,0	0,0			
112							163		0,0	0,0			
113							164		0,0	0,0		26,20	
114							165		0,0	0,0			
115							166		0,0	0,0			
116		0,0					167	0,0	0,0	0,0		25,60	
117		0,0	0,0				168		0,0	0,0		25,60	
118		0,0	0,0				169		0,0	0,0			
119		0,0	0,0				170		0,0	0,0			
120		0,0	0,0				171		0,0	0,0			
121		0,0	0,0				172		0,0	0,0		12,20	
122		0,0					173		0,0	0,0			
123		0,0		0,00	4,50		174		0,0	0,0		12,20	
124		0,0		0,00	0,00		175		0,0	0,0			
125				0,00	0,00		176		0,0	0,0	2,42	19,35	
126							177		0,0	0,0			
127							178		0,0	0,0			
128					17,96		179		0,0	0,0			
129							180		0,0	0,0			
130				0,00	5,22		181		0,0	0,0			
131					25,60		182		0,0	0,0		26,20	
132							183		0,0	0,0			
133							184		0,0	0,0			
134							185		0,0	0,0			
135			0,0				186		0,0	0,0			
136			0,0		35,60		187		0,0	0,0	0,00		
137			0,0				188		0,0	0,0			
138			0,0				189	0,0	0,0	0,0			
139			0,0	0,00	12,20		190		0,0	0,0	0,00	0,00	
140			0,0		19,35		191		0,0	0,0			
141			0,0	11,56			192		0,0	0,0			
142		0,0	0,0				193		0,0	0,0	5,75	0,00	
143		0,0	0,0				194		0,0	0,0	2,84		
144		0,0	0,0				195		0,0	0,0			
145		0,0	0,0				196		0,0	0,0	0,00		
146		0,0	0,0				197		0,0	0,0		0,00	
147		0,0	0,0				198		0,0	0,0			
148		0,0	0,0				199		0,0	0,0	2,50	3,21	
149		0,0	0,0				200	0,0	0,0	0,0			
150	0,0	0,0	0,0				201		0,0	0,0	4,86	18,61	
151	0,0	0,0	0,0				202		0,0	0,0		18,61	
152	0,0	0,0	0,0				203		0,0	0,0			
153		0,0	0,0				204		0,0	0,0	0,00	0,00	

Tablo 4.31 (devam):

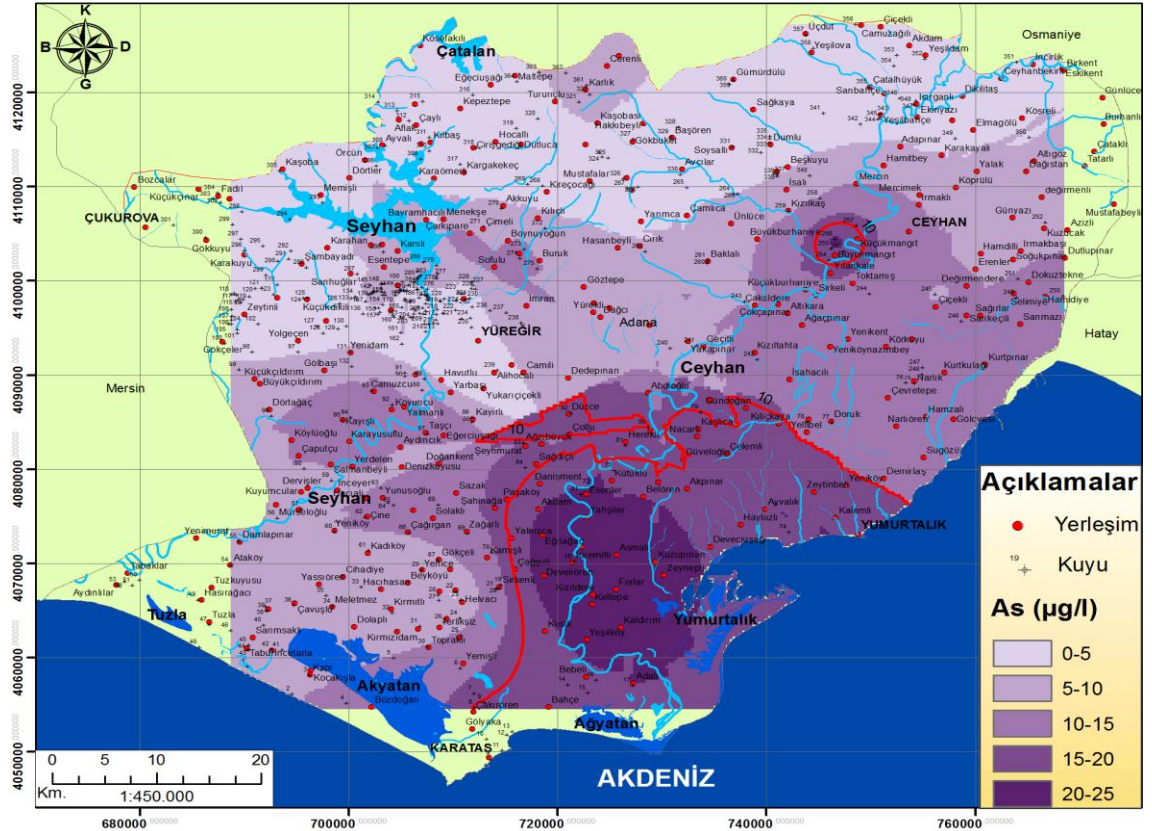
Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l	Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l
205		0,0	0,0		26,20		256		0,0	0,0	22,56		
206	0,0	0,0	0,0				257			0,0	10,50	0,00	
207		0,0	0,0		26,20		258			0,0	3,30	0,00	0,001
208		0,0	0,0		26,20		259			0,0	2,84	0,00	
209	0,0	0,0	0,0		17,96		260			0,0	2,84		
210		0,0	0,0				261			0,0	4,38	34,10	
211	25,0	0,0	0,0		3,53		262		0,0	0,0			
212	25,0	0,0	0,0		3,53		263			0,0		0,00	
213	25,0	0,0	0,0		3,53		264			0,0			
214	63,1	0,0	0,0	1,89	0,00		265		0,0	0,0			
215	63,1	0,0	0,0				266	17,3	0,0	0,0			
216	63,1	0,0	0,0				267	17,3	0,0	0,0	0,00		
217		0,0	0,0				268		0,0	0,0	0,00	0,00	
218		0,0	0,0	3,32			269		0,0	0,0		0,00	
219		0,0	0,0				270		0,0	0,0			
220		0,0	0,0	0,00	0,00		271		0,0	0,0			
221		0,0	0,0		35,60	0,000	272		0,0	0,0		0,00	
222		0,0	0,0				273		0,0	0,0			
223		0,0	0,0				274		0,0	0,0	10,50	0,00	
224		0,0	0,0				275		0,0	0,0			
225		0,0	0,0				276		0,0	0,0			
226		0,0	0,0				277		0,0	0,0			
227		0,0	0,0				278		0,0	0,0	11,80	0,00	
228		0,0	0,0				279		0,0	0,0	2,98	0,00	
229		0,0	0,0				280		0,0	0,0			
230		0,0	0,0	0,00	0,00		281		0,0	0,0			
231		0,0	0,0				282		0,0	0,0			
232		0,0	0,0		17,79	0,000	283		0,0	0,0			
233		0,0	0,0				284		0,0	0,0			
234		0,0	0,0				285		0,0	0,0			
235		0,0	0,0				286	1,2	0,0	0,0			
236		0,0	0,0	3,46			287		0,0	0,0			
237	32,8	0,0	0,0	3,45			288		0,0	0,0			
238	32,8	0,0	0,0		6,78		289		0,0	0,0		6,70	
239		0,0	0,0				290		0,0	0,0			
240		0,0	0,0		0,00		291		0,0	0,0		5,24	
241		0,0	0,0				292		0,0	0,0			
242		0,0	0,0				293		0,0	0,0			
243		0,0	0,0				294		0,0	0,0			
244		0,0	0,0	1,72			295		0,0	0,0			
245		0,0	0,0	3,39	0,00		296		0,0	0,0			
246		0,0	0,0				297		0,0	0,0			
247			0,0	14,41	0,00		298		0,0	0,0			
248		0,0	0,0	3,45	0,00		299		0,0	0,0	1,50		
249			0,0	4,99			300		0,0	0,0			
250			0,0	8,85			301		0,0	0,0			
251			0,0				302		0,0	0,0		21,60	
252			0,0	3,51	0,00		303		0,0	0,0			
253			0,0	12,70			304		0,0	0,0			
254			0,0				305		0,0	0,0			
255			0,0				306		0,0	0,0			

Tablo 4.31(devam):

Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l	Kuyu No	Fe µg/l	Sb µg/l	Cd µg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu mg/l
307		0,0	0,0				336						
308		0,0	0,0				337						
309		0,0	0,0	1,50			338						
310		0,0	0,0				339						
311		0,0	0,0				340						0,001
312	67,5	0,0	0,0				341				1,25		
313	144,0	0,0	0,0				342						
314		0,0					343		0,0				
315							344						
316							345						
317	10,8						346			0,0	0,00	10,50	
318	343,0						347						
319	29,1						348				0,00	3,63	
320	16,7			0,00	2,33		349						
321				6,05	0,00		350					4,50	
322	46,0				0,00		351		0,0			3,63	0,000
323		0,0	0,0		0,00		352						
324		0,0		3,15			353						
325		0,0					354				1,25		
326	17,3	0,0					355						
327	864,0	0,0			0,00		356		0,0	0,0	0,00	10,50	0,000
328		0,0					357		0,0	0,0	4,86	12,20	0,002
329		0,0		0,00	0,00		358		0,0	0,0			
330		0,0		5,07			359		0,0	0,0		0,00	0,003
331				0,00	0,00		360		0,0	0,0		0,00	0,030
332			0,0		12,20		361	46,0	0,0	0,0	4,86		
333			0,0			0,004	362	71,0	0,0	0,0			
334		0,0	0,0			0,004	363		0,0	0,0	4,86	0,00	
335		0,0	0,0			0,004	364	44,2	0,0	0,0	0,00	0,00	

4.7.7.1. Arsenik (As)

Yerkabuğunda yaygın olarak bulunan yarı metaldir. Yeraltısularında Arsenik doğal olarak minerallerin ayrışmasıyla meydana gelir. En önemli As mineralleri Arsenopirit ($FeAsS$), Realgar (As_4S_4), Orpiment (As_2S_3), Arsenolit (As_2O_3). Ayrıca antropojenik olarak kömürün yakılmasından havaya arsenik karışır. Çöp depolama alanlarından ve kimyasal sanayi atıklarından da suya arsenik girişi olur. Arsenik (As) çevrede çok yaygındır. Özellikle (+5) değerlikli bileşikler toprakta, diğer As türlerine oranla 0,1-40 ppm miktarında daha fazla bulunur. Topraktaki organik maddelere bağlı olarak da bulunan As, organik maddelerin okside olmasıyla suya ve oradan bitkilere geçer. Doğal su kaynakları ve denizlerde değişen oranlarda As bulunmaktadır. Suyun ısısının arttığı yerlerde As oranı da artmaktadır (Yağmur ve Hancı, 2002) (Şekil 4.58).

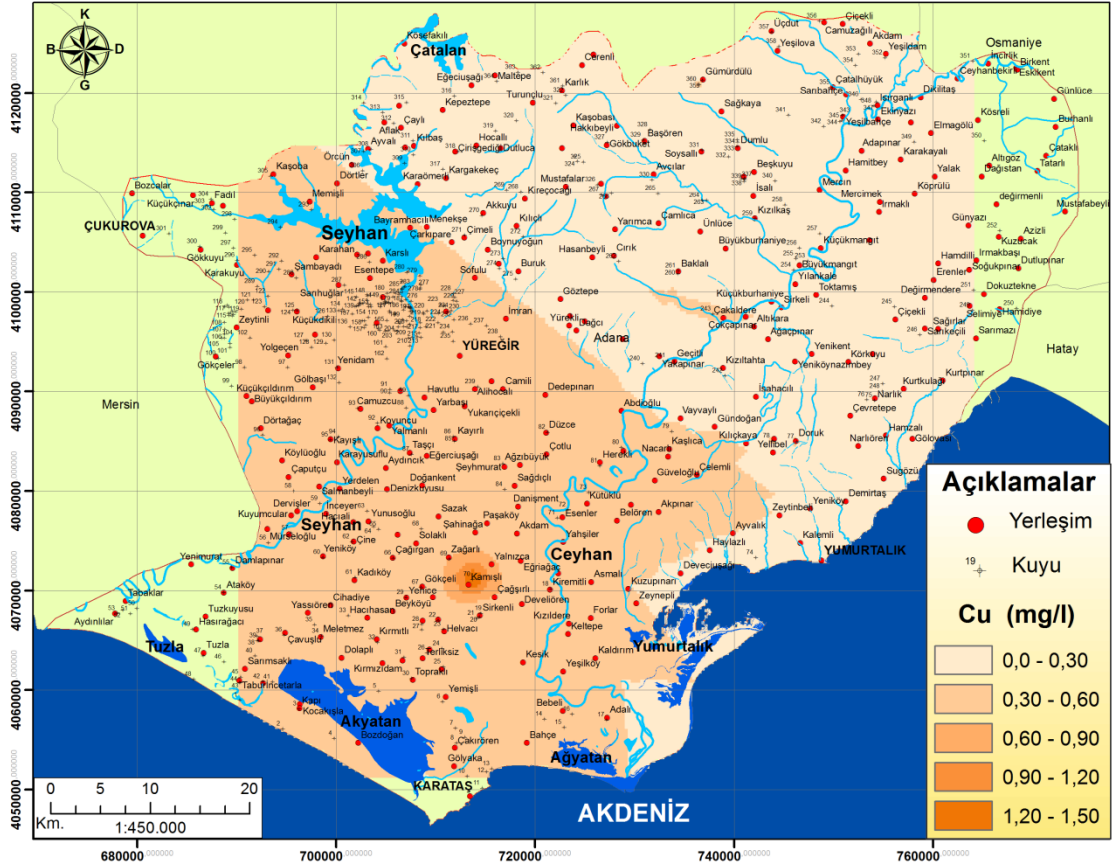


Şekil 4.84: Yeraltısularında Arsenik (As) konsantrasyon dağılım haritası.

İnceleme alanında doğu ve güney kesimlerde As yoğunlaşması görülmektedir (Şekil 4.84). En yüksek As, Kiremitli köyünde $24,40 \mu\text{g/l}$ ve Sirkenli köyünde $22,56 \mu\text{g/l}$ olarak ölçülmüştür. Bu alanlarda As değerlerinde artış olması birçok nedene bağlıdır. İnceleme alanında geniş yer kaplayan alüvyonların içerdiği organik ve inorganik killer As kaynaklarıdır. Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi ve üzerindeki tarımsal topraklar içerisindeki organik maddelerin okside olmasıyla oluşan arsenik, Ceyhan nehri boyunca suyun akış yönüne bağlı olarak akifere taşınmıştır. Ayrıca As yoğunlaşmasının görüldüğü bölgelerde geniş alanlarda meyve bahçeleri ve pamuk tarlaları vardır. Ülkemizde 1982 yılına kadar As özellikle pamuk yetiştiriciliğinde pestisit olarak kullanılmaktaydı; daha sonraları Organik Arsenik kullanılmaya başlanılmıştır. Bundan dolayı bu bölgelerde pestisit olarak kullanılan arsenikten yeraltısuyuna etkileşim olabilir. TS-266 As için üst sınırı $10 \mu\text{g/l}$ olarak belirlemiştir. İnceleme alanında As ölçümü yapılan kuyulardan 8, 9, 18, 19, 94, 141, 193, 247, 250, 25, 256, 257, 274, 278, 321, 330 nolu kuyularda izin verilen üst limiti aşmaktadır. Arsenikli sular uzun süre ve düzenli olarak tüketildiğinde insan sağlığında önemli problemlerine yol açar. Bu kuyuların bulunduğu alanlardaki sular kesinlikle kullanılmamalıdır.

4.7.7.2. Bakır (Cu)

Yerkabuğunda bulunan elementler arasında 0,01% oranında bulunur. Yeraltısuyunda temas halinde bulunduğu kayaçların ayrışması sonucunda çok az miktarda bulunur. Kalkopirit, malakit, azurit gibi mineraller sudaki önemli Bakır (Cu) kaynaklarıdır. Cu ayrıca sanayi atık sularından, alg ile mücadele programı çevresinde rezervuarlara atılan bakır sülfattan ve tarım için kullanılan ilaçlardan da oluşur.

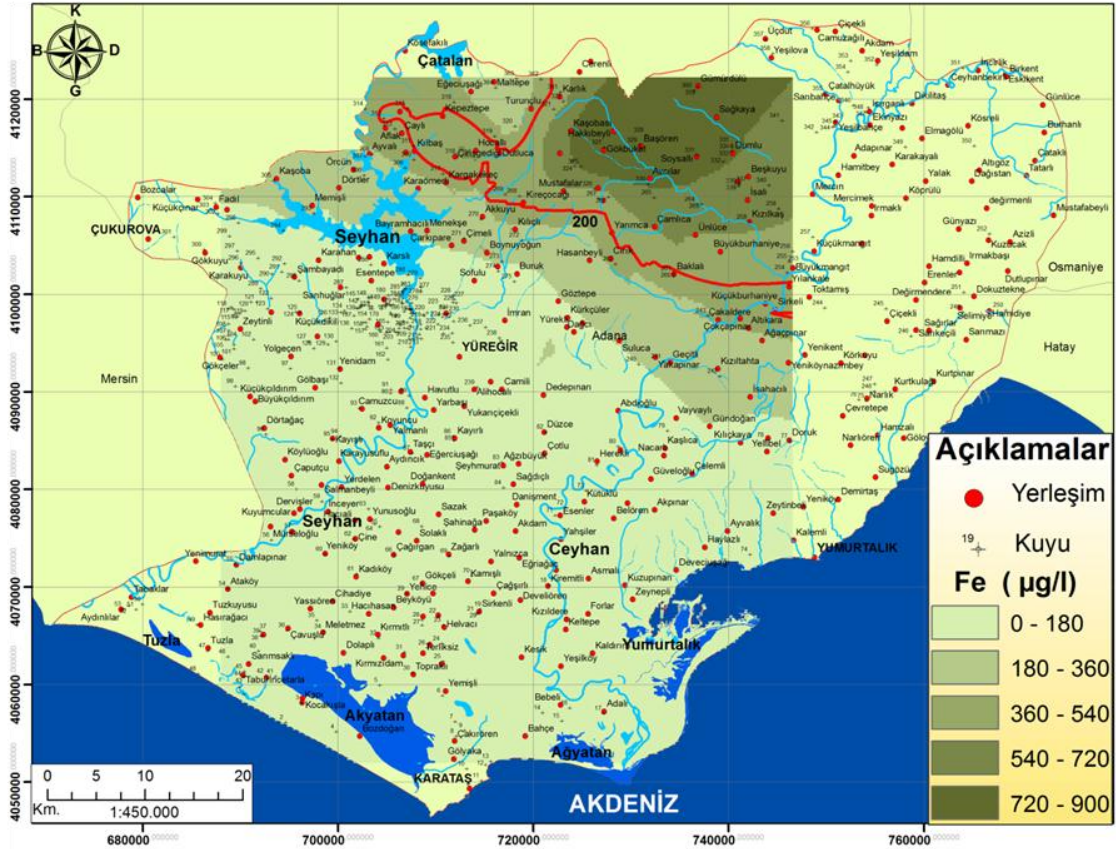


Şekil 4.85: Yeraltısularının Bakır (Cu) konsantrasyon dağılım haritası.

Ölçümü yapılan kuyuların Cu değerlerine göre hazırlan konsantrasyon dağılım haritasında; Kamışlı köyü yakınlarında 70 nolu kuyuda 1,25 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.85). Bu kuyuların sularında ölçülen Cu tarımsal faaliyetlerde kullanılan ilaçlardan kaynaklanmaktadır. Sağlık bakanlığı, WHO, TS-266 Cu üst sınır değerini 2 mg/l, EPA 1mg/l olarak belirlemiştir. Bu standartlara göre Cu ölçümü yapılan kuyulardan 70 nolu kuyu 1mg/l sınırını aşmaktadır. Suda bakırın bulunması insana sağlığı için zararlı değildir. İnsanın günlük Cu ihtiyacı 1,5-2,5 mg arasındadır. Fazla ve uzun süre alındığında karaciğer böbrek rahatsızlığına yola açar.

4.7.7.3. Demir (Fe)

Yerkabuğunda %5,06 oranında yaygın olarak bulunan metal grubu bir elementtir. Sayısız bileşiklerinin de olduğu gibi suda kolay çözünmez. Dünyada yaygın olarak bulunan Demir (Fe) hemen hemen bütün doğal sularda az da olsa bulunur. Sudaki Fe kaynağı magmatik kayalardan olivin gibi silikatlı demir mineralleridir. Ayrıca hidrokimyasal ortamda demirsülfür (pirit), demiroksit (hematit) gibi minerallerin de ayrışması sonucu oluşur (Kunkel ve diğ., 2002).



Şekil 4.86: Yeraltısularının Demir (Fe) konsantrasyon dağılım haritası.

Yeraltısuyunda Fe (Demir); Fe^{+2} ve Fe^{+3} olarak bulunur. Fe^{+2} , Fe^{+3} 'e göre suda daha iyi çözünür. Fe^{+3} sadece yüzey sularının sızmasıyla asidik ortamlarda (orman alanlarında $pH < 5$) yeraltısuyunda çözülmüş formda bulunur (Kunkel ve diğ., 2002).

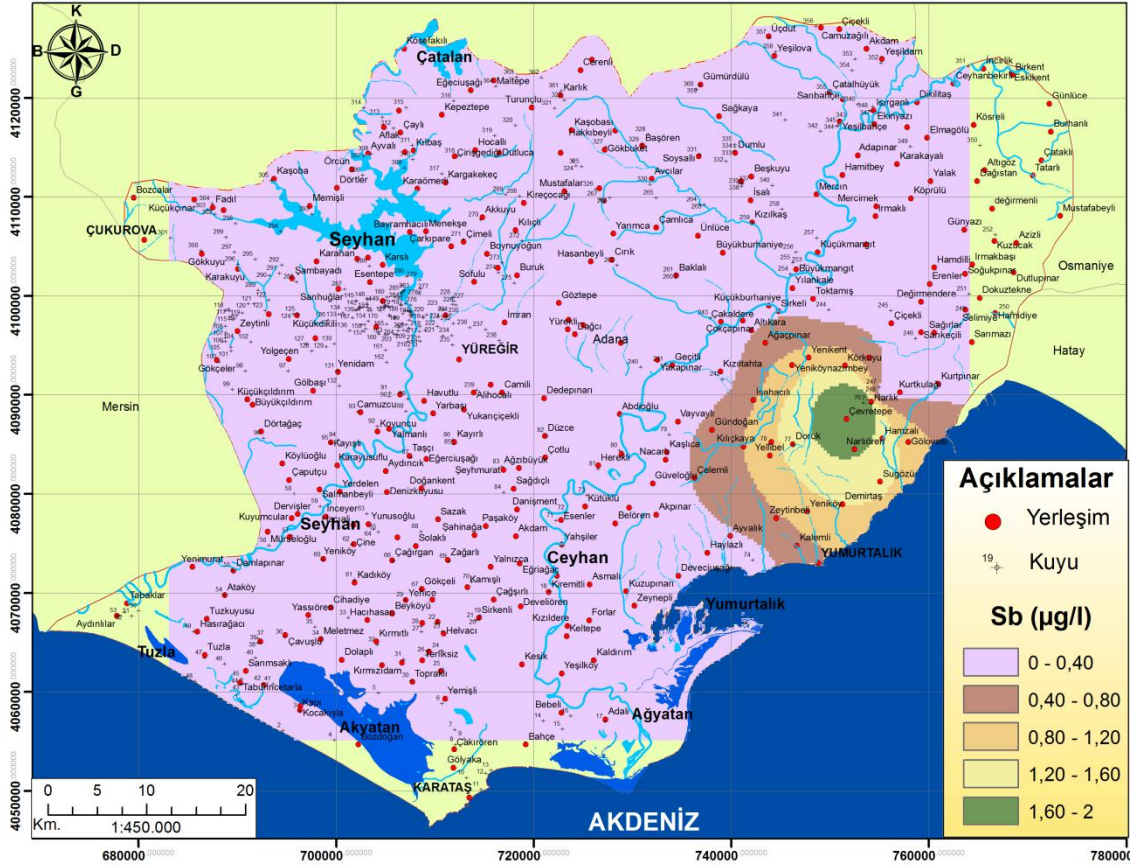
Şekil 4.86'da Fe^{+2} konsantrasyon dağılım haritasına baktığımızda kuzeyde orta kesimlerde Fe^{+2} yoğunlaştığı görülür. Suların Fe^{+2} konsantrasyonu en yüksek Gökbuket köyü yakınlarında 327 nolu kuyuda $864 \mu\text{l}$, Kepeztepe köyünde 318 nolu kuyu da $343 \mu\text{l}$ ve Aflak köyü yakınlarında 313 nolu kuyuda $144 \mu\text{l}$ olarak ölçülmüştür. Demirin yüksek olması Handere Formasyonu ve alüvyonlar içerisinde killi seviyelerde demirli

minerallerin bulunmasından kaynaklanır. Buradaki demir yoğunlaşması inceleme alanının kuzeyinde bulunan Feke ilçesinin Mansurlu yöresindeki Geyikdağı Birliğine ait demir yataklarından suyun akış yönüne bağlı olarak taşınmış olmasına bağlıdır. İnceleme alanında oldukça geniş arazilerde tarımsal faaliyetlerin yapımında kullanılan suni gübrelere de yeraltısuyuna Fe^{+2} karışabilir. WHO, Fe^{+2} için bir sınır değeri belirtmezken, EPA üst sınırı $300 \mu/l$, Sağlık bakanlığı ve TS-266, $200 \mu/l$, olarak sınırlandırmıştır. Bu standartlara göre 318 ve 327 nolu kuyular $200 \mu/l$ standart değerini aştığı için kullanımı uygun değildir. Hemen hemen bütün canlılar için gerekli olan Fe insan sağlığında azlığında ya da fazlalığında birçok hastalığa neden olabilir. İçme suyunda Fe^{+2} bulunması sağlığı olumsuz olarak etkilemez ama rengini, tadını değiştirebilir.

4.7.7.4. Antimon (Sb)

Ekonomik olarak Antimon en çok doğal olarak antimon sülfürden (Stibnit, Sb_2S_3), antimonoksit (Valentinit Sb_2O_3) ve metalantimon (Breithauptit NiSb) bileşiklerinden meydana gelir. Toprak, su ve havada antimon küçük konsantrasyonlarda bulunabilir. Doğal olarak jeokimyasal süreçlerde kayaların aşınmasıyla, antropojenik olarakta Sb (Antimon) işletme, kömür yakma ve motorlu araçlardan havaya oradanda yağışlarla yeraltısuyuna geçer (Förstner ve Wittmann 1983). Sularda istenmeyen bir parametre olan Sb ile bileşikler zehirlidir ve insan sağlığı için zararlıdır. Sb -3, 0, 3 ve 5 formlarında bulunabilir. Sb'nin 3 formu Sb 5 formuna göre daha toksiktir (Fohrmann, 2002).

Antimon ölçümü yapılan kuyularda Çevretepe köyü çevresinde 76 nolu kuyuda Sb değeri $1.80 \mu g/l$ dır, diğer kuyularda ise Sb görülmemiştir (Şekil 4.87). Bu kuyuda görülmesinin nedeni litolojik kökenlidir. Karataş Formasyonunda Sb bulunmasıdır. Sb limit değeri WHO tarafından $10 \mu g/l$ olarak, Sağlık Bakanlığı ilgili yönetmeliğinde ve TS-266 $5 \mu g/l$ olarak belirlemiştir.



Şekil 4.87: Yeraltısularının Antimon (Sb) konsantrasyon dağılım haritası.

4.7.7.5. Krom (Cr)

Krom -2'den +6 değerlikli formuna kadar bulunur, fakat önem taşıyan +3 ve +6 değerlikli formlarıdır. Suda bulunan Cr (Krom) jeolojik kökenli olabileceği gibi antropojen kökenlide olabilir. Kromit (FeCr_2O_4) ekonomik anlamda en önemli Krom kaynağıdır (Ludwig, 1996). Doğal sularda çok az çözünebilir Cr, çok oksitleyici ve asit ortamda kromot iyonu halinde bulunabilir (Şahinci, 1991). Krom 6 formu Krom 3 formuna göre daha iyi çözünür. Yeraltısuyunda Cr miktarı genellikle düşüktür. Su içerisinde bulunan Cr^{+3} ve Cr^{+6} insan sağlığını farklı şekillerde etkiler. Cr^{+6} , Cr^{+3} 'e göre daha zehirlidir; kansorejen etkisi olduğundan insan sağlığı için kesinlikle istenmez.



Şekil 4.88: Yeraltısularının Krom (Cr) konsantrasyon dağılım haritası.

Şekil 4.88'deki konsantrasyon dağılım haritasında Seyhan barajının batı ve güney kesimlerinde Cr yoğunlaşması görülür. Bu yoğunlaşmanın nedeni litolojik kökenli olup, bu bölgelere Adana'nın Aladağ ilçesinde geniş Krom rezervinden suyun akış yönüne bağlı olarak Cr taşınmasıdır. İnceleme alanında en yüksek Cr 35,60 µg/l olarak 50, 89, 108, 136 ve 221 nolu kuyularda ölçülmüştür. Beslenme ve su yoluyla alınan Cr için insanın günlük ihtiyacı 50–200 µg arasındadır (Selinus ve diğ., 2005). Sağlık bakanlığı, WHO ve TS-266 Cr için üst sınır 50 µg/l olarak belirlemişlerdir. İnceleme alanında Cr ölçümü yapılan kuyulardaki sular 50 µg/l üst sınırını aşmadığından standartlara uygundur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidrojeolojik incelenmesini konu alan bu çalışmada, bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri, yeraltısuyu seviyesi ve akım yönleri, akifer sisteminin yapısı ve beslenme-boşalım ilişkisi, yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri, suların içme, kullanma ve sulama suyu olarak değerlendirilme olanakları ortaya konulmuştur

İnceleme alanı güneyde Arap-Afrika kıtasına, ortada Kenet kuşağına ve kuzeyde Toros kuşağına ait olan birimlerin üzerinde geliştiğinden dolayı jeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıdadır. KD-GB doğrultulu Göksu Fayı ve Yumurtalık Bindirmesi ile inceleme alanı Adana, Misis-Andırın ve İskenderun olmak üzere üç farklı Neojen havzasından oluşmuştur. İnceleme alanının KB kesiminde bulunan Adana havzasının temelini İnfakambriyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş, genelde şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşmuş Geyikdağı Birliği oluşturur. Temel birim üzerine Miyosen istifleri ve Kuvaterner çökelleri gelmiştir. İskenderun havzasının temelini ise İnfakambriyen-Kretase zaman aralığında şelfte çökelmiş karbonat ve kırıntılı fasiyes birimlerinden oluşan Arap-Afrika platform istifleri ve örtü birimler olan iki tektonik dilimden oluşan Koçali Karışığı ve Kızıldağ Ofiyoliti oluşturur. Temel birimlerin üzerinde sırasıyla uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu, Kuvaterner yaşlı Delihalil Bazaltları, kaliş ve alüvyonlar bulunmaktadır. İskenderun ve Adana havzalarının arasında bulunan Misis-Andırın havzasının temelini ise Kenet kuşağı birimlerinden Dokuztekne Volkano-Sedimaterleri, Bodrumkale Formasyonu, Andırın Kireçtaşları, Paşaoğlu filizi, Darıovası Ofiyolitik Melanjı ve Misis-Andırın Karışığı birimleri oluşturmuştur. Temel birimler üzerine sırasıyla orta Miyosen yaşlı Karataş, alt Miyosen yaşlı Aslantaş, bu iki formasyonun arasında bulunan kalsi-türbidit seviyesinden oluşan Sarımaçı Üyesi, Sankeçili- Karatepe tektonik hattıyla Aslantaş ve Karataş Formasyonlarının üzerine de bindirmeli olarak Paleosen-Orta Eosen yaşlı Dokuztekne Volkano-Sedimaterleri ile bu sedimanterlerle uyumlu olarak yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı Bodrumkale Formasyonu ve uyumlu olarak Üst Eosen-Oligosen yaşlı

Bulgurkaya Olistostromu gelmektedir. Her üç havzada da Kuvaterner yaşlı kaliş ve alüvyonlar yayılım göstermektedir.

İnceleme alanında tabakalanma gösteren birimlerin doğrultu ve eğim değerlerinden hazırlanan gül diyagramlarına göre, bölge KB-GD yönünde kuvvetli bir sıkışmaya uğramış ve her üç havzadaki egemen tabaka doğrultu yönlerinin (KD-GB yönünde) aynı olduğu görülmüştür.

1900 yılı ile günümüz arasında meydana gelmiş deprem verilerine göre hazırlanan deprem dağılım haritasında, inceleme alanının da içerisinde bulunduğu Adana ili ve yakın çevresinde yoğun sismik aktivitelerin devam ettiği görülmektedir.

Seyhan havzasının 2673 km²'lik ve Ceyhan havzasının 2357 km²'lik bölümünün inceleme alanının sınırları içerisinde kalan bölgenin 1:575.000 ölçekli hidroloji haritası hazırlanmıştır. Alandaki en büyük akarsu kolları Seyhan ve Ceyhan nehirleri olup, Seyhan nehrinin kolları üzerinde Seyhan ve Çatalan barajları bulunur. 2002 yılına kadar içme ve kullanma suyu DSİ, ASKİ, İl Özel İdaresi ve şahıslar tarafından açılmış kuyulardan karşılanırken, Çatalan barajının yapımından sonra Seyhan, Yüreğir, Sarıçam ve Çukurova ilçelerinde kuyular sadece kullanma ve sulama amaçlı olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Karataş ve Ceyhan ilçelerinde ise içme amaçlı olarak ta kullanımına devam edilen kuyular bulunmaktadır.

İnceleme alanı ve çevresindeki yağış gözlem istasyonlarının verilerine göre 1:700.000 ölçekli yağış haritası hazırlanmıştır. Alana düşen ortalama yağış 705 mm/yıl'dır. En az yağış alan Şakirpaşa, en fazla yağış alan ise Karaisalı istasyonudur. Adana yağış gözlem istasyonunun yağış verilerinden yararlanılarak eklenik sapma grafiği hazırlanmıştır. Bu grafiğe göre 1970-1975 yılları arası kurak, 1975-1981 arası yağışlı, 1981-1990 arası birbirini izleyen kurak ve yağışlı dönemlerdir. 1990-1996 yılları arasında yağışlı bir dönemden sonra 1996-2008 yılları arasında 12 yıllık bir sürede genel olarak azalan bir eğilimle kurak bir döneme girilmiştir. 2008-2012 yılları arası yağışlı dönem olup, 2012 den günümüze kadar kurak bir döneme girildiği görülmektedir.

İnceleme alanında akım ve yağış arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, Ceyhan nehrinin üzerindeki istasyonların akım verileri Seyhan üzerindeki akım değerlerinden daha yüksektir. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarındaki akım değerleri, yağış miktarının fazla olmasına bağlı olarak yüksek, yağışın az olduğu Ağustos ve Eylül aylarında akım

değerlerinin düşük olduğu anlaşılmıştır. Hidrolojik bütçe bileşenlerinin aylık değişim grafiğine göre Ocak, Şubat ve Mart aylarında yağış miktarının gerçek buharlaşma-terlemeden fazla, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında ise gerçek buharlaşma-terlemenin yağıştan fazla olduğu, Temmuz ayından Ekim ayına kadar eksik su ve Ekim ayının başından itibaren de toprağın suyu depoladığı görülmüştür. Thorntwaite, Turc ve Penman yöntemlerinden elde edilen potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme değerlerine göre inceleme alanının hidrolojik bütçesi hesaplanmıştır. Bu bütçe hesabında potansiyel buharlaşma-terleme (Etp) 1039,3 mm/yıl, gerçek buharlaşma-terleme (ETa) 415 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Alana düşen yağışın % 64'ü gerçek buharlaşma ile yeniden atmosfere dönerken, sadece % 36'sının akışa geçtiği görülmüştür.

İnceleme alanında jeolojik birimler hidrolik karakterlerine göre geçirimli, yarı geçirimli, geçirimsiz, karstik ve kırıklı çatlaklı olmak üzere farklı hidrojeolojik ortamlara ayrılmıştır. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve Kuzgun Memişli Üyesi iyi bir akifer özelliği taşımaktadır. Dokuztekneler Volkan-Sedimanterleri, Doruk Üyesi, Bodrumkale, Aslantaş, Cingöz, Kuzgun Salbaş Tüfit Üyesi, Kuzgun Üyesi, Kızıldere Formasyonu, Handere Formasyonu yarı geçirimli ortamları oluşturur. Kaliş biriminin geçirimsiz olmasına rağmen çökeldiği birimin litolojisine bağlı olarak yarı geçirimli ortam özelliği kazandığı görülmüştür. Darıovası Ofiyolitik Melanjı, Bulgurkaya Olistostromu, Karataş ve Güvenç Formasyonu su verme açısından önemsiz olduğundan geçirimsiz ortamları oluşturur. Handere Formasyonunun içerisinde bantlar halinde bulunan Gökkuşu Alçıtaşı Üyesi karstik birimler sınıfında belirtilmiştir. Kırıklı çatlaklı yapıda olan Engizek-Binboğa Grubu metamorfikleri ve Andırın Kireçtaşları, Karataş ve Aslantaş Formasyonlarının arasında bulunan Sarımaçı Üyesi kırıklı çatlaklı ortamlar olarak sınıflandırılmıştır. Delihalil Volkanitleri de kırıklı çatlaklı yapısal özelliğinden dolayı su elde etme açısından önem taşıdığından kırıklı çatlaklı olarak sınıflandırılmıştır.

İnceleme alanında yeraltı su seviyesi mevsimsel değişimlere bağlı olarak -29 ile 360 m arasındadır. Yeraltı suyu akış yönü kuzeybatıdan güneye ve doğuya doğru değişmektedir. Seyhan havzasındaki yeraltı suyunun Ceyhan nehrini ve akiferini beslediği anlaşılmıştır.

İnceleme alanının kuzey kesimlerinde bulunan Seyhan ve Çatalan baraj gölleri yeraltısuyunu beslemektedir.

68 adet DES (düşey elektrik sondajı) noktasında yapılan öz direnç çalışmasından elde edilen verilerle Fence Diyagramı hazırlanmıştır. Ölçüm noktalarının derinlikleri 1-350m arasında ve rezistivite değerleri 0-200 ohm.m arasında değişmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, yüzeiden yaklaşık 0,5-30m derinliğinde rezistivite (0-25 ohm.m) düşük ve bu seviyelerde ince taneli birimler (ince kum, kil,silt) yer alır. 30 m derinlikten itibaren orta taneli birimlere (kum-çakıl bantları, marnlı, kil) geçilmiştir ve rezistivite (25-200 ohm.m) yükselmiştir. Fakat 200 m derinlik ve altındaki seviyelerde sürekliliği olmayan düşük rezistivite değerleri (10-25 ohm.m) görülmüştür. Bunun nedeni derinliklerde lokal tuzlanmaların bulunmasıdır.

Arazi çalışmalarında 364 kuyuda yeraltısuyunun fiziksel parametreleri ölçülmüştür. Yeraltısuyunun sıcaklığı kıyı kesimlerde 26-29 °C arasında en yüksek değerdedir. Kuzeyde Seyhan ve Çatalan Baraj göllerinin çevresinde sıcaklık 13- 17 °C arasındadır. Bunun nedeni yeraltısuyunun derinlerde olmasıdır. İnceleme alanında suların 6,70-8,60 arasında değişen pH değerlerine göre bölgede sular genellikle daha çok nötr ve bazik sınıflarındadır. Bütün kuyuların pH değerleri TS-266 içme suyu standartlarına uygundur, yalnız 26 ve 44 nolu kuyular WHO' nun standartlarına uygun değildir.

EC değerleri 201-8160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Ağyatan ve Yumurtaalık lagünleri çevresinde yüksek EC değerlerinden (500-8200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) yeraltısuyuna deniz suyu girişiminin olduğu anlaşılmaktadır. Zeytinli köyü yakınlarında Messiniyende oluşmuş tuz yataklarının suda iyon konsantrasyonunun artışına sebep olmuştur ve EC değerlerini yükseltmiştir. TDS 121-4896 mg/l arasındadır. 14 nolu kuyuda EC ve TDS'nin en yüksek değerde olmasından, yeraltısuyun lagünlerden ve deniz suyundan mineraller girişimi olduğu anlaşılmıştır. 14, 109, 112, 114, 115 ve 341 nolu sular "acı sular" sınıfında, diğer kuyular ise "tatlı sular" sınıfındadır.

Sular sertlik açısından Fransız sertlik skalasına göre, çoğunlukla "sert" ve "çok sert" sulardır. Suların sertlik durumu ile inceleme alanındaki jeolojik birimlerin özellikleri birbiri ile örtüşmektedir. TS-266'ya göre Adana'nın yeraltısuyu genel olarak tavsiye edilen limiti aşmaktadır.

Seyhan ve Ceyhan havzalarındaki yeraltısuyu ayrı ayrı Piper ve Durow diyagramlarında hidrojeokimyasal fasiyes özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Buna göre Seyhan havzasındaki sular genellikle Mg-HCO₃ ve Na-Cl'lü sular sınıfında olup, Handere Formasyonunda evaporitler yeraltısularının kimyasını oldukça etkilemektedir. Ceyhan havzasında sular, genellikle Ca-Mg-HCO₃ sular sınıfında olup yalnız 243 ve 333 nolu sular NaCl tuzlu sular sınıfındadır. Durow diyagramlarına göre Ceyhan havzasındaki yeraltısularının TDS değerleri, Seyhan'da bulunan yeraltısuyuna göre daha yüksektir. Seyhan havzasında sular çoğunlukla “tatlı sular” sınıfındadır, Ceyhan'da ise “acı sular” sınıfındadır.

ABD tuzluluk diyagramına göre yeraltısuları sulama suyu kalitesi açısından değerlendirildiğinde, Seyhan havzasında sular genellikle orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2-S1), orta tuzlu-orta sodyumlu (C2-S2) ve yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C3-S1) sınıflarında yer almaktadır. 9 nolu sular yüksek tuzlu-çok yüksek sodyumlu (C3-S4) sınıfındadır, tuza dayanıklı bitkiler için kullanılabilir ama çok yüksek sodyum oranı olduğu için sulamada kullanılamaz. 6 nolu sular orta tuzlu- yüksek sodyumlu sınıfında, 24 ve 7 nolu sular da yüksek tuzlu-yüksek sodyumlu sınıfında (C3-S3) bulunduğundan dolayı tuz kontrolü yapılarak kullanılabilir, fakat bitkiler için sodyum tehlikesi yaratır. Ceyhan havzasında sular genellikle orta tuzlu düşük sodyumlu (C2-S1) sınıfında olup tüm bitkiler için uygundur. Yalnız 74 nolu sular (C2-S2) sınıfında yer alır ve tuzluluk açısından sulama suyu olarak kullanılabilir.

Sular Wilcox diyagramına göre sulama suyu olarak değerlendirildiğinde ise Seyhan havzasında sular “çok iyi-iyi”, “iyi kullanılabilir”, “şüpheli kullanılabilir”, sınıflarındadır. Ceyhan havzasında sular genellikle “çok iyi-iyi”, “iyi kullanılabilir” sınıfındadır. Her iki havzanın suyu sulama suyu açısından uygundur, fakat “şüpheli kullanılabilir” sınıfında bulunan sular kontrolleri yapılarak kullanılmalıdır.

Yeraltısularının anyon ve katyon (Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², F⁻, Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻², CO₃⁻²) konsantrasyonlarının dağılım haritaları hazırlanmıştır. 115 nolu kuyu dışındaki bütün sular Ca⁺² (Kalsiyum) açısından TS-266 standartlarına uygundur. Dağılım haritalarında Ca⁺², Mg⁺ ve bunlara bağlı olarak sertlik dağılımları aynı trendi göstermektedir. Na⁺ (Sodyum) açısından 39 nolu sular TS-266 içme suyu standartlarında değildir.

Zeytinli köyü ve çevresinde Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} dağılımlarının hemen hemen aynı olması; buradaki tuz yataklarının suların kimyasını oldukça etkilediğini göstermektedir. K^+ (Potasyum) açısından sular TS-266 standartlarında belirtilen sınırı oldukça aşmaktadır. CO_3^{-2} (Karbonat) ve HCO_3^{-2} (Bikarbonat) alkalitesi açısından, en yüksek CO_3 değeri 98 nolu 189mg/l ve HCO_3 değeri 138 nolu kuyuda 949 mg/l olarak ölçülmüştür. Kalışı oluşturan kalkerden, alüvyon içerisindeki karbonatlı seviyelerden yeraltısuyuna CO_3^{-2} ve HCO_3^{-2} iyon girişi olmaktadır.

Suların SO_4^{-2} (Sülfat) değerleri 0,02-470 mg/l değerleri arasındadır. SO_4^{-2} dağılım haritasında; Seyhan barajının batısında ve güneyinde yüksek SO_4^{-2} görülür. Gökkuyu Alçıtaşı Üyesinin içerisindeki jipsler en önemli SO_4^{-2} kaynağıdır. Ceyhan nehrinin doğusunda görülen SO_4^{-2} yoğunluğu, alüvyon içerisindeki killi birimlerin SO_4^{-2} 'ı tutmasına, Dokuztekneler volkana sedimanterleri içerisindeki volkanik kumtaşları ve tüflerden suya SO_4^{-2} etkileşimi olmasına bağlıdır. Ayrıca bu bölgede tarımsal faaliyetlerde gübre kullanımından da SO_4^{-2} girişi olmaktadır. 245, 301 ve 332 nolu kuyular dışındaki sular TS-266 standartlarına uygundur. Tuzla, Akyatan, Ağyatan ve Yumurtalık lagünlerinin çevresinde Cl^- (Klorür) yüksek olması, deniz suyu girişimine ve kuzeyde bulunan tuz yataklarından suyun akış yönüne bağlı olarak güneye taşınan Cl^- iyonlarına bağlıdır. 1, 112, 115, 157, 341 nolu kuyuların Cl^- değerleri TS-266 standartının üst sınırını oldukça aşmıştır.

İnceleme alanında 36, 6, 117, 7, 8 nolu kuyulardaki F^- (Florür) değerleri TS-266 standartının üst limitini aşmaktadır. Bu alanlardaki F^- yüksekliği Messiniyede Handere Formasyonunda oluşmuş denizel kökenli tuz yataklarına, tarımda kullanılan gübrelere ve büyük fabrikaların atık sularına bağlıdır. Florür insan dış sağlığı için önem arz ettiğinden, bu kuyularda sürekli kontrol yapılmalıdır.

Kirlilik açısından suların değerlendirilmesinde; 75, 242, 247, 106, 118 71, 82, 361, 308, 267, 117, ve 309 nolu kuyularda NO_3 (Nitrat) değerleri sınırı aşmaktadır. Diğer kuyularda izin verilen değerler arasındadır. NO_2 (Nitrit), insan sağlığı açısından nitrate göre daha zararlı olmasından dolayı TS-266 standartında izin verilen üst sınırı (max 0,5 mg/l) daha düşüktür. 1, 6, 9, 12, 27, 28, 38, 39, 40, 43, 48, 50, 52, 53, 60, 66, 265 nolu kuyularda NO_2 değeri izin verilen üst sınırı oldukça aşmaktadır. NO_3 ve NO_2 'in yüksek olduğu alanlarda tarımsal faaliyetlerin dikkatle ve özenle yapılması gerekir. Organik

tarım özendirilmelidir. NH_4 (Amonyum) ölçümü yapılan 41, 48, 53, 50, 40, 51, 43, 38, 39, 36 ve 1 nolu kuyuların TS-266'nın üst sınırı (0,5mg/l) aştığı görülmüştür. NH_4 yüksekliği tarımda kullanılan gübrelerden olabileceği gibi, tarımsal arazilerdeki mikroorganizma faaliyetlerinden de olabilmektedir. B (Bor) ölçümü yapılan kuyulardan 9, 220, 257 ve 271 no lu kuyular TS-266 standartında üst sınırı (1mg/l) aşmaktadır. İnceleme alanı Tersiyerde volkanik hareketlere bağlı olarak oluşmuş bir Neojen havzası olduğundan dolayı, yeraltısuyunda B (Bor) ve As (Arsenik) elementlerinin varlığından da söz edilir. Topraktaki organik maddelere bağlı olarak da bulunan arsenik, organik maddelerin okside olmasıyla suya ve oradan bitkilere geçmektedir. As ölçümü yapılan kuyulardan 8, 9, 18, 19, 94, 141, 193, 247, 250, 25, 256, 257, 274, 278, 321, 330 nolu kuyularda As'in TS-266 standartında izin verilen 10 $\mu\text{g/l}$ üst limiti aşmaktadır. Arsenikli sular uzun süre ve düzenli olarak tüketildiğinde insan sağlığı açısından ciddi sağlık problemleri yaratır. Bu kuyuların bulunduğu alanlardaki sular sınırı aştığından dolayı kesinlikle kullanılmamalıdır. İnceleme alanında Cu (Bakır) ölçümü yapılan kuyuların değerleri TS-266 standartına uygundur. Analizi yapılan ve dağılım haritası oluşturan ağır metallere Fe (Demir) TS-266 standartına göre 318 ve 327 nolu kuyuda üst sınırı 200 μl aşılmıştır. Bu alanlardaki yüksek Demir Adana (Feke-Mansurlu-Kayseri Yahyalı) demir yataklarından, Handere Formasyonu ve alüvyonlar içerisinde bulunan killere ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan suni gübrelere bağlıdır. TS-266 standartında sulardaki Antimon (Sb) miktarının üst limiti 5 $\mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir. Buna göre, 76 nolu kuyuda Antimon (Sb) 1.80 $\mu\text{g/l}$ olarak ölçülmüş ve bu değerinde standartları aşmadığı görülmüştür. Bu kuyuda Sb görülmesi litolojik kökenlidir. Ölçümü yapılan diğer kuyularda Sb görülmemiştir. Suların Cr (Krom) açısından değerlendirilmesinde Cr ölçümü yapılan kuyulardaki sular 50 $\mu\text{g/l}$ üst sınırını aşmadığından standartlara uygundur. Krom dağılımı haritasında Seyhan barajının batı ve güney kesimlerindeki sulara Cr yoğunluğu litolojik kökenlidir. Bu alanlara Adana'nın Aladağ ilçesindeki geniş Krom rezervinden suyun akış yönüne bağlı olarak Krom taşınmış olmasıdır.

İnceleme alanında farklı lokasyonlarda yeraltısularında tuzlu zonlardan (NaCl , CaSO_4 , F, B, gibi denizel kökenli evaporitik çökellerden) kaynaklanan tuz minerallerinin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu lokasyonlardan sadece Zeytinli köyü civarında tuz işletmeciliği yapılmaktadır. Fakat Handere Formasyonunun Büyükdikili, Küçükdikili,

Mutlu, Çimeli, Akkuyu lokasyonlarında da tuz işletmeciliği amaçlı sondaj araştırmaları yapılabilir.

İnceleme alanında Yumurtalık lagünlerinin ve Büyükmandıt köyünün çevresinde As artışı görölmüştür. Bu alanlardaki sular TS-266 standartında izin verilen üst limiti aştığından dolayı kullanılması yasaklanmalıdır. İnceleme alanında tarımsal faaliyetler için kullanılan gübreler yeraltısularında aşırı kirliliğe neden olmaktadır. Bundan dolayı Nitrat, Amonyum gübre kullanımında sınırlamalar getirilmeli ve uygun sulama yapılmalıdır.

Yumurtalık lagünlerinin çevresinde yeraltısularında deniz suyu girişimine bağlı olarak tuzlanma görölmüştür. Bu bölgedeki kuyuların kullanımına sınırlama getirilmelidir. İnceleme alanında ağır metal içeriklerinin yüksek olduğu sular (Gökbuket, Kepeztepe köyleri, Seyhan baraj gölünün batı ve güney kesimlerinde, yumurtalık lagünlerinin çevresinde) ağır metal içeriği düşük olan sular ile seyreltilerek kullanılmalı ya da başka kuyulardan su sağlama yoluna gidilmelidir. İnceleme alanında yeraltı sularının kullanımı açısından herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Bu nedenle yeni kuyuların açılması için bir sakınca bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011, *İl Çevre Durum Raporu*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Adana.
- AFAD (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi), 2015, *Deprem Bölgeleri Haritası*, <http://www.deprem.gov.tr/depbolge/adana1.gif>, [Ziyaret tarihi: 8 Nisan 2015].
- AFAD (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi), 2015, *Deprem Bölgeleri Haritası*, <http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi-28841>, [Ziyaret tarihi: 8 Nisan 2015].
- Alan, İ., Şahin, Ş., Bakırhan, B., 2011, *1:100.00 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Adana-N33 Paftası*, 1:100.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, jeoloji etütleri dairesi.
- Alan, İ., Şahin, Ş., Keskin, H., Altun, İ., Bakırhan, B., Balcı, V., Böke, N., Saçlı, L., Pehlivan, Ş., Kop, A., Hanılçı, N., Çelik, Ö.F., 2007, *Orta Toroslar'ın jeodinamik evrimi, Ereğli(Konya)-Ulukışla(Niğde)-Karsantı(Adana)-Namrun(İçel) yöresi*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Rapor no:11006.
- Anonim, 2011, Adana ili Karataş-Yumurtalık-Ceyhan kıyı kesimi ilave revizyon çevre düzeni planı araştırmasına esas olarak arazi kullanımına yönelik esas jeolojik etüt raporu olarak hazırlanmıştır, *jeolojik etüt raporu*.
- Atabey, E., 2005, Tıbbi Jeoloji, *Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları*, Ankara, Sayfa: 134.
- Ayaz, S., Aktaş, Ö., Erdoğan, N., Gürsoy, H.B., Atasoy, E., Aydöner, C., Akça, L., 2011, *Havza bazında yüzeysel su kalitesinin değerlendirilmesi, örnek çalışma Ceyhan havzası*, Tekirdağ, Namık Kemal Üniversitesi.
- Bastacıoğlu, B., G., 2010, *Tuz tabakalarında çözelti madenciliği ve bu yöntemle doğalgaz depolama imkanlarının yaratılması*, Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başkan, Bilici M., ve Atalay, N., 2013, İçme ve sulama sularında bor kirliliği ve bor giderme yöntemleri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 78-84.

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2007, Hydrogeochemische Haupt- und Nebenelemente, Fluorid, *Bayerisches Landesamt für Umwelt Bürgermeister, Augsburg.*
- Bilgin, A.Z., 2013, *1:100.00 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Mersin-O35 Paftası, 1:100.000*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, jeoloji etüdüleri dairesi.
- Coğrafyacı, 2007, *Adana Yumurtalık Lagünleri*, <http://enginsalli.blogcu.com/adana-yumurtalik-lagunleri/2659544>, [Ziyaret tarihi: 8 Nisan 2015].
- Demir Yetiş, A., 2013, *Ceylanpınar Ovası yeraltısuyu kalitesinin ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesi*, Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demiroğlu, M., 2008, *Eskişehir-Sivrihisar-Günyüzü havzası hidrojeolojisi ve hidrojeokimyası*, Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Durov, S.A., 1948, Natural Waters and Graphic Representation of Their Compositions, *Akademiya Nauk SSSR Doklady*, 59, 87–90.
- Eğri, M., Erdemoğlu, S., Türkdemir, H., Genç, M., Güneş, G., Pehlivan, E., ve Keven, F., 1999, Suyun Florür içeriğinin çevrenin jeo-kimyasal yapısına bağlılığının incelenmesi, *Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi*, Sayı: 6(3).
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., 2011, *Türkiye diri fay haritası serisi, (Adana NJ 36-12)*, 1:250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., 2011, *Türkiye diri fay haritası serisi, (Mersin NJ 36-16)*, 1:250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 1966, *Adana Ovası jeofizik rezistivite etüdü raporu*, Ankara.
- EPA (Environmental Protection Agency), 2009, *National Primary Drinking Water Regulations, Office of Water, EPA 816-F-09-004*, 6p., U.S.A.
- Eren, M., 2006, Kaliş oluşumu ve özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Araştırma Makalesi, 30(2).
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1973), Yeraltıları Jeolojisi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, 967, 293-324.

- Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1987), Yeraltısuları Jeolojisi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, 234-268.
- Fohrmann, G., 2002, *Untersuchungsergebnisse zur Mobilität und Remobilisierung von Kupfer und Antimon in wasserwirtschaftlich relevanten, porösen Lockergesteinen durch Säulenversuche und mit reaktiver Transportmodellierung*, Thesis (PhD), München, An der Fakultät für Geowissenschaften der Ludwig-Maximilians-Universität.
- Förstner, U., ve Wittmann, C., T., W., 1983, Metal Pollution in the Aquatic Environment.- 486 S, *Berlin (Springer)*.
- Güzel, M., 2005, *Mikrobölgeleme Çalışmalarında Jeolojik, Jeofizik, Jeoteknik Verilerin Birlikte Kullanımı (Kuzey Adana Örneği)*, Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Helvacı, C., 2008, Türkiye borat yatakları, jeolojik konumu, ekonomik önemi ve bor politikası, 5. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, 13-14 Mayıs 2004.
- İlker, S., 1975, Adana baseni kuzeybatısının jeolojisi ve petrol olanakları, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Arşiv Raporu*, 973, 63.
- Kahraman, S., 2002, Endüstride buhar kullanımı ve enerji geri kazanımı, *Enerji Kazanımı Sempozyumu*, Intervalf yayınları, Bursa, Sayfa:56-62.
- Kara, M., 2012, *Adana Ovası'nın hidrojeolojik incelenmesi*, Bitirme tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaman, N. S., 2010, *Gebze ve Dilovası'nın (Kocaeli) hidrojeolojik incelenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kozlu, H., 1982, İskenderun baseni jeolojisi ve petrol olanakları, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Raporu*, Ankara, No:1921.
- Kozlu, H., 1987, Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi, *Türkiye 7. Petrol Kong.*, Ankara, Sayfa: 104-116.
- Kozlu, H., 1997, *Doğu Akdeniz Bölgesinde yeralan Neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) tektono-stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi*, Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kozlu, H., 1997, *O35 İnceleme alanının jeoloji haritası*, 1:100.000.

- Kunkel, R., ve diğ., 2002, *Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostratigrafischer Einheiten in Deutschland*, Forschungszentrum Jülich GmbH, Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (Projektleitung), Hydro Consult GmbH, Berlin, Endbericht, Brandenburgisch-Technische Universität Cottbus.
- Ludwig, A., 1996, *Chrom (III) und Chrom (VI) in einer mit Gerbereischlamm belasteten Ackerfläche bei Weinheim*, Diplomarbeit, Anorganisch-Chemischen Institut der Universität Heidelberg.
- MAM (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi), 2010, *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Ceyhan havzası*, Marmara havzası nihai raporu, Gebze, Kocaeli, cilt 1, 5098115.
- MAM (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi), 2010, *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Seyhan havzası*, Marmara havzası nihai raporu, Gebze, Kocaeli, cilt 1, 5098115.
- Okay, A.I., ve Tüysüz, O., 1999, *Tethyan Sutures of Northern Turkey*, In the Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen, (Durand, B., Jolivet, L., Hovarth, F. and Serranne, M., eds), Geological Society, London Special Publication no. 156, 475-515.
- Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E., Kuşçu, Y., 2000, Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: A multichannel seismic reflection study, *Tectonophysics*, Volume: 321(2), Pages189 – 218.
- Öğrünç, G., Gürbüz, K., Nazik, A., 2000, Adana Baseni Üst Miyosen-Pliyosen istifinde “Messiniyen Tuzluluk Krizine” ait bulgular, *Hacettepe Üniversitesi yerbilimleri uygulama ve araştırma merkezi bülteni*, 22, 183-192.
- Özgül, N. ve Kozlu, H. 2002, Kozan-Feke (Doğu Toroslar) yöresinin stratigrafisi ve yapısal konumu ile ilgili bulgular, *Türkiye petrol jeologları derneği bülteni*, 14, 1, 1-36.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeoloji özellikleri, *Türkiye jeoloji kurumu bülteni*, 19, 65-78.
- Özvan, A., 2009, *Toprakkale - Yumurtalık (Doğu Akdeniz) civarındaki kireçtaşı ve bazalt birimlerinin hidrolik yapılarda kullanılabilirliği*, Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Penman, H. L., 1948, Natural evaporation from open water, bare soil, and grass, *Proceedings of the Royal Society of London, The royal society*, 193, 120-145.

- Piper, A. M., 1944, Agraphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses, Transactions, *American Geophysical Union*, 25:914-923.
- Sağlık Bakanlığı, 2005, İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, *Resmi gazete*, 17.02.2005, Sayı: 25730.
- Schmidt, G.C., 1961, Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District, 7, *Petroleum Administration Buletin*, Ankara, 6., Page: 47-63.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., 2005, *Medical Geology*, Elsevier, p. 115- 594.
- Sevdiñli, G., 2005, *Ceyhan (Adana) dolayý yapı taşı potansiyelinin deęerlendirilmesi*, Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahinci, A., 1991, *Doğal Suların Jeokimyası*, Reform matbaası, İzmir, 548 s.
- Thornthwaite, C.W., 1948, An approach toward a rational classification of climate, *The Geographical Review*, Volume: 38, Page: 55-94.
- TS-266, 2005, *Sular-İnsani tüketim amaçlı sular*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Turc, L., 1954, The water balance of soils, relation between precipitation, evaporation and flow, *Annales Agronomiques*, 5, Page: 491-569.
- U.S.Salinity Lab.Staff, 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook, Washington. D.C, No: 60, Page: 160.
- Ulu, Ü., 2009, *1:100.00 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Mersin-O33 Paftası*, 1:100.000, Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji etüdüleri dairesi.
- Ulu, Ü., 2009, *1:100.00 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Mersin-O34 Paftası*, 1:100.000, Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji etüdüleri dairesi.
- Usta, D., ve Beyazçiçek, H., 2006. Adana İlinin Jeolojisi, *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü*, Adana, 17.
- Varol, S., Davraz, A., Varol, E., 2008, Yeraltısuyu kimyası ve sağlığa etkisinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 2008, 7(4), 351-356.

- Wilcox, L. V., 1955, *Classification and Use of Irrigation Waters*, US Department of agriculture circular, 969, 19.
- World Health Organization, 2006, *Guidelines for drinking water quality*, third edition, Geneva, Page: 221-459.
- Yağmur, F., ve Hancı İ. H., 2002, Arsenik, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, Cilt: 11 Sayı: (7), Sayfa: 251.
- Yaşar, A., vd., 1999, *Adana İlinin Arazi Kullanım Potansiyeli*. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 10239, Ankara.
- Yenil, Ü., H., 2010, *Zir Deresi ekolojik iyileştirme ve peyzaj yönetim modeli*, Doktora, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yeşilnacar, M.İ., Demir, F., Uyanık, S., Yılmaz, G., Demir, T., 2007, *Harran Ovası Yeraltısuyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi*, TÜBİTAK, Çaydağ, Proje Kodu: 104Y188.
- Yetiş, C., 1987, Adana Baseni Burdigaliyen – Tortoniyen istifinin sedimantolojik gelişimi. *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 322-333.
- Yetiş, C., Demirkol, C., Lagap, H., Ünlügenç, U., 1991, *Kozan-K20 Paftası Jeolojisi*, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yetiş, C., ve Demirkol C., 1986, *Adana Baseni Batı Kesiminin Detaylı Jeolojik Etüdü*, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü , Jeoloji Etütler Dairesi, Adana.
- Yetiş, C., ve Demirkol C., 1986, Adana havzası Kuzgun Formasyonunun (Üst Miyosen) fasiyes ve ortamsal nitelikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt:29, Sayfa: 81-96.
- Zorlu, K., 2009, *Bolkar dağları güneyinde, ecemiş Fay Zonu'nun jeolojik ve tektonik özellikleri*, Doktora, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

- EK 1.** Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin jeoloji haritası ve kesitleri.
- EK 2.** Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidroloji haritası.
- EK 3.** Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidrojeoloji haritası ve kesitleri.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Elçin Aldemir
Uyruğu	TC
Doğum tarihi, Yeri	19.05.1979, Ulukışla-Niğde
Telefon	0542 749 82 12
E-mail	elcinaldemir79@hotmail.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Jeoloji Mühendisliği/Uygulamalı Jeoloji	2016
Yüksek Lisans	Westfälische Wilhelms Universität/Institut für Geologie und Paläontologie/Angewandte Geologie	2005
Lisans	Çukurova Üniversitesi	2001
Lise	Adana Borsa Lisesi	1996