

**Karaburun Yarımadası'ndaki Deniz Suyu Girişimi ve Denize
Boşalımının Hidrojeolojik Çalışmalar ve Matematiksel
Modelleme İle Araştırılması**

Program Kodu: 1001

Proje No: 113Y042

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Alper BABA

Araştırmacılar:

Prof.Dr.Derman DONDURUR
Prof.Dr.Hasan SÖZBİLİR
Prof.Dr.Celalettin ŞİMŞEK
Doç.Dr. Alper ELÇİ
Doç.Dr.Orhan GÜNDÜZ
Jeo. Yük. Müh. Alim MURATHAN

Bursiyer:

Ahmed Yousef MANSOUR

Mart 2016

ÖNSÖZ

Ege Bölgesi'nin en önemli yarımadalarından biri olan Karaburun Yarımadası, turizm ve tarımsal üretim açısından her geçen gün gelişen bir bölgedir. Bu nedenle, yarımada'nın geleceği için su kaynaklarının miktar ve kalitesinin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu bölgede su kaynaklarının sürdürülebilirliği ile ilgili çalışmalar yapılmadığı için son dönemlerde ciddi problemler yaşanmakta ve temiz su arzındaki sıkıntılar nedeniyle bölgedeki insan yaşamı ve tarımsal faaliyetler olumsuz yönde etkilenmektedir. Yarımada'daki su kaynaklarının nitel ve nicel özelliklerinin belirlenmesi, özellikle de deniz suyu girişimi ve denize boşalımının hidrojeolojik çalışmalarla ortaya konması son derece önemlidir.

Bu proje kapsamında, Yarımada'nın jeolojik ve tektonik unsurlarının yeraltı suyu kaynaklarına etkisi, akiferlerin litolojik özellikleri, akiferlerin altında ve üstünde yer alan litolojik birimler, tektonik hatların hidrojeolojik yapılaraya etkisi ve alandaki kuyuların hidrolik parametreleri incelenmiştir. Ayrıca, alanın kaya kütle haritası çizilmiş, alandaki yeraltı suyu kaynaklarının kalitesinin tespiti yapılmış ve denize boşalan kaynaklar belirlenip bölgesindeki kıyı akiferleri için deniz suyu girişimini dikkate alan değişken yoğunluklu yeraltı suyu akım modellemesi çalışmaları yapılmıştır. Böylece, Karaburun yarımadasındaki su kaynaklarının etkili kullanımına yönelik önerilerin oluşturulması sağlanmıştır.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 113Y042 numaralı 1001 Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	xviii
ÖZET	xix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Jeolojik Çalışmalar	3
2.2 Hidrojeolojik Çalışmalar	4
3. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ	8
3.1 Jeolojik Çalışmaları	8
3.2 Hidrojeolojik Çalışmalar	8
3.3 Hidrojeokimyasal Çalışmalar	12
3.4 Hidro-meteorolojik Çalışmalar	12
3.5 Jeokimyasal Çalışmalar	12
3.6 Denizdeki Çalışmalar	13
3.7 Modelleme Çalışmaları	14
4. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ	15
4.1 Morfolojik Özellikler	16
4.2 Toprak Yapısı ve Arazi Kullanımı	19
4.3 Sosyoekonomik Özellikler	22
4.4 Tarım ve Hayvancılık	23
4.5 Turizm	23
5. KARABURUN YARIMADASININ JEOLojİSİ	25
5.1 Kaya Birimleri	30
5.1.1 Otokton Birimler	30
5.1.1.1 Küçükbahçe formasyonu (OK)	30
5.1.1.2 Dikendağı formasyonu (Scd)	31
5.1.1.3 Alandere formasyonu (Cda)	33
5.1.1.4 Karaburun granodiyoriti (Trkg)	33

5.1.1.5 Gerence formasyonu (Trg)	34
5.1.1.6 Camiboğazı formasyonu (Trc)	36
5.1.1.7 Güvercinlik formasyonu (Trgv).....	36
5.1.1.8 Nohutalan formasyonu (Jn).....	37
5.1.1.9 Aktepe formasyonu (Ka)	38
5.1.1.10 Balıklıova formasyonu (Kb)	39
5.1.2 Allohton Birimler.....	41
5.1.2.1 Tekedağı formasyonu (Pt).....	41
5.1.2.2 İdecik birimi (Triv)	42
5.1.2.3 Bornova karmaşığı (İzmir Filişi, Mkb)	43
5.1.2.4 Yeniliman serpantiniti (Kys).....	44
5.1.3 Yeni Otokton Kaya Birimleri	44
5.1.3.1 Karaburun grubu (Tmm).....	45
5.1.3.2 Çeşme formasyonu (Tmc).....	47
5.1.3.3 Armağandağı volkanitleri(Tmar)	49
5.1.3.4 Uzunkuyu kuvars monzodiyoriti (Tmus)	49
5.1.3.5 Kocadağ formasyonu (Tmk).....	49
5.2 Yapısal Jeoloji	50
6. JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER	59
7. HİDROLOJİ	76
7.1 Su Noktaları ve Su Yapıları	76
7.2 Meteorolojik Özellikler	91
8. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLJİSİ	98
8.1 Kaya Kütlelerinin Hidrojeolojik Karakterizasyonu	98
8.1.1 Kaya Kütleleri.....	98
8.1.2 Karstik Kaya Kütleleri	103
8.1.2.1 Mesozoyik yaşlı karstik kaya kütlesi	103
8.1.2.2 Neojen yaşlı karstik kaya kütlesi	106
8.1.2.3 Neojen yaşlı kırıntılı birimler	106
8.1.2.4 Neojen yaşlı çatlaklı kaya kütleleri.....	107

8.1.3 Taneli Birimler	108
8.1.3.1 Karareis bölgesi taneli birimler ve bu alandaki araştırma kuyuları.....	109
8.1.3.2 İldırı bölgesindeki birimler ve bu alandaki araştırma kuyuları	116
8.2 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Hidrolik Parametreleri	120
8.2.1 Hidrolik Parametrelerin Tespiti.....	120
8.2.1.1 Pompaj deneyleri.....	121
8.2.1.2 Hidrolik parametreler	128
8.3 Karaburun Yarımadası'ndaki Su Yapıları.....	139
8.3.1 Kuyular	139
8.3.2 Yeraltı suyu seviye değişimleri	141
8.4 İzleyici Testleri	152
8.4.1 İzleyici miktarı ve ölçüm hesaplamaları.....	152
8.4.2 İnceleme alanında İzleyici kullanımı.....	153
8.5 Yeraltı Suyu Bütçesi	157
8.5.1 Beslenme	157
8.5.2 Boşalım ve çekim	159
9. HİDROJEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR	163
9.1 Fiziksel Parametreler	163
9.2 Kimyasal Parametreler	200
9.2.1 Temel anyon ve katyonlar	200
9.2.2. Ağır metaller	232
9.3 İzotopik Parametreler	244
10. DENİZ ÇALIŞMALARı	256
10.1 İzmir Körfezi'nin Oşinografisi	259
10.2 Termohaline Yapıları.....	261
10.3 Su Kütleleri	265
10.4 Körfezdeki Su Hareketleri	266
10.5 Çalışma Alanı Kıyılarında Gerçekleştirilen Fizikokimyasal Parametre Ölçümleri.....	269
11. HİDROJEOLOJİK MODEL	286
11.1 İldırı Bölgesi.....	289

11.1.1 Ildırı Modelin Kurulumu	289
11.1.2 Modelin Çalıştırılması ve Kalibrasyonu	293
11.1.3 Ildırı Sahasının Model Sonuçları	296
11.2 Karareis Bölgesi	306
11.2.1 Hidrolik İletkenlik.....	309
11.2.2 Yağıştan Beslenme	309
11.2.3 Dere.....	310
11.2.4 Gözlem ve Pompaj Kuyuları	311
11.2.5 Karareis Sahasında Modelin Kalibrasyonu	312
11.2.6 Karareis'te Tuzlu Su Girişimi	315
11.2.7 Karareis Sahasında Modelleme İle Yapılan Senaryolar	332
12. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	337
REFERANS	344
EKLER	353
EK- 7.	354
EK-8.1.	359
EK-8.2.	365
EK-8.3.	373
EK-9.1.	377

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Sondaj kuyularından alınan karot örnekleri	9
Şekil 3.2. Kuyuların pompa ile geliştirilmesi	10
Şekil 3.3. Kuyu başı muhafaza kutusu	10
Şekil 3.4. Gözlem kuyularına diver yerleştirilmesi	11
Şekil 3.5. Denizde yapılan çalışmalar	13
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve çevresi	15
Şekil 4.2. Çalışma alanı ve çevresinin topoğrafya haritası	16
Şekil 4.3. Çalışma alanı ve çevresinin bakı haritası	17
Şekil 4.4. Çalışma alanı ve çevresinin eğim haritası	18
Şekil 4.5. Çalışma alanının tarım toprağı grupları	20
Şekil 4.6. Çalışma alanının arazi kullanım haritası	21
Şekil 5.1. Karaburun Yarımadası'nın farklı çalışmacılar tarafından önerilmiş olan stratigrafisi	25
Şekil 5.2. Karaburun Yarımadası'ndaki Miyosen öncesi birimlerin basitleştirilmiş jeoloji haritası ve kesitleri	26
Şekil 5.3. Karaburun Yarımadası Neojen öncesi birimlerin stratigrafisi	28
Şekil 5.4. Karaburun Yarımadası'nın DEM ile birleştirilmiş jeoloji haritası	29
Şekil 5.5. Dikendağı formasyonunun litolojik özellikleri	31
Şekil 5.6. Karaburun yarımadası, Karareis civarında geniş yayılım gösteren Dikendağı formasyonu.	32
Şekil 5.7. Gerence formasyonunun litolojik özellikleri ve Dikendağı formasyonu arasındaki dokanak ilişkisi	34
Şekil 5.8. Gerence formasyonu Boynuzcuk üyesinin litolojik özellikleri	36
Şekil 5.9. Güvercinlik-Nohutalan-Aktepe formasyonlarının litolojik özellikleri	38
Şekil 5.10. Balıklıova ile Gerence Körfezi arasında kalan bölgenin jeoloji haritası	40
Şekil 5.11. Balıklıova formasyonunun litolojik özellikleri	41
Şekil 5.12. Tekedağı formasyonunun litolojik özellikleri	42
Şekil 5.13. İdecik biriminin litolojik ve stratigrafik ilişkisi	43
Şekil 5.14. Karaburun Yarımadası'nın kuzey ucunda bulunan bölgenin Neojen birimlerini gösteren jeoloji haritası	46
Şekil 5.15. Çeşme ve çevresinin jeoloji haritası	48
Şekil 5.16. Karaburun Yarımadası'nın İzmir-Balıkesir Transfer Zonuna göre tektonik konumu	51
Şekil 5.17. Karaburun Yarımadası ve çevresinde belirlenen deniz altı fayları ve olasılıklı kara uzantıları	53

Şekil 5.18. Ildırı Köyü çevresindeki fay takımları ile su kaynakları arasındaki ilişkiyi gösteren ayrıntılı jeoloji haritası	54
Şekil 5.19. Ildırı Köyü ve çevresindeki birimlerin stratigrafik ve yapısal ilişkilerini gösteren enine jeolojik kesitler	55
Şekil 5.20. Karaburun Yarımadası'nın kuzey bölümünün yapısal ve jeoloji haritası	56
Şekil 5.21. Karareis ve çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası	58
Şekil 6.1. Karaburun Yarımadasının farklı kesimlerinde gözlenen alterasyonlar a)Karaburun, b)Kaynarıpınar, c) Mordoğan ve d) Balıklıova	59
Şekil 6.2. Kalecik maden sahası ve çevresinden görünüm	61
Şekil 6.3. Karareis cıva yatağı çevresinde yüzlek veren birimler	62
Şekil 6.4. Yarımada'nın kuzeyinde Salman Köyü çevresinde yüzlek veren killi birimler	62
Şekil 6.5. Kayaç numunelerinin alındığı yerler	64
Şekil 6.6. Kayaç numunelerinde Al_2O_3 ve SiO_2 bileşiklerinin dağılımı	69
Şekil 6.7. Kayaç numunelerinde Na_2O ve MgO bileşiklerinin dağılımı	69
Şekil 6.8. Kayaç numunelerinde MnO ve Fe_2O_3 bileşiklerinin dağılımı	70
Şekil 6.9. Kayaç numunelerinde K_2O ve CaO bileşiklerinin dağılımı	70
Şekil 6.10. Kayaç numunelerinde P_2O_5 ve SO_3 bileşiklerinin dağılımı	71
Şekil 6.11. Kayaç numunelerinde Na ve Mg element içeriklerinin dağılımı	71
Şekil 6.12. Kayaç numunelerinde Al ve Si element içeriklerinin dağılımı	72
Şekil 6.13. Kayaç numunelerinde P ve S element içeriklerinin dağılımı	72
Şekil 6.14. Kayaç numunelerinde As ve Pb element içeriklerinin dağılımı	73
Şekil 6.15. Kayaç numunelerinde Mn ve Fe element içeriklerinin dağılımı	73
Şekil 6.16. Kayaç numunelerinde K ve Ca element içeriklerinin dağılımı	74
Şekil 6.17. Kayaç numunelerinde Zn ve Cu element içeriklerinin dağılımı	74
Şekil 6.18. Kayaç numunelerinde Cl ve Ni element içeriklerinin dağılımı	75
Şekil 7.1. Çalışma alanındaki su kütleleri	77
Şekil 7.2. İris Gölü'nden görünüm	78
Şekil 7.3. Kutlu Aktaş Barajı'ndan görünüm	78
Şekil 7.4. Kutlu Aktaş Barajı'nın doluluk oranındaki değişim	79
Şekil 7.5. Karareis 'teki Camiboğazı deresinden görünüm	80
Şekil 7.6. Camiboğazı'nda DSİ tarafından ölçülen akım değerleri	80
Şekil 7.7. Ildırı kaynakları ve çevresindeki kuyular	82
Şekil 7.8. Ildırı kaynaklarından görünüm	83
Şekil 7.9. Yarımada'daki kaynaklar: a) Balıklıova, b) ve c) Gerence, d) Kaynarıpınar	84
Şekil 7.10. Ildırı kaynakları da debi ölçümleri	85
Şekil 7.11. Kaynakların denize boşaldığı kesimin akış profili ve ölçüm görüntüsü	86
Şekil 7.12. Yan derenin akış profili ve ölçüm görüntüsü	86

Şekil 7.13. DSİ tarafından ölçüm yapılan noktalar	87
Şekil 7.14. DSİ tarafından Ildırı'da 01 noktasında ölçülen debi değerleri	88
Şekil 7.15. DSİ tarafından Ildırı'da 02 noktasında ölçülen debi değerleri	88
Şekil 7.16. DSİ tarafından Ildırı'da 03 noktasında ölçülen debi değerleri	89
Şekil 7.17. DSİ tarafından Ildırı'da 04 noktasında ölçülen debi değerleri	89
Şekil 7.18. DSİ tarafından Ildırı'da 05 noktasında ölçülen debi değerleri	90
Şekil 7.19. a ve b) Kanlıkaya (Karaburun) c) Kaynarpinar çevresinde denize boşalan kesimler.....	91
Şekil 7.20. Çalışma alanında uzun yıllar ortalama sıcaklık dağılımı	93
Şekil 7.21. Çalışma alanında uzun yıllar toplam yağış dağılımı	94
Şekil 7.22. Çalışma alanı ve çevresindeki yerleşim yerlerinin uzun yıllar sıcaklık verileri a-b) İzmir, c-d) Çeşme, e-f) Karaburun, g) Urla.....	95
Şekil 7.23. Çalışma alanı ve çevresindeki yerleşim yerlerinin uzun yıllar yağış verileri a-b) İzmir, c-d) Çeşme, e-f) Karaburun, g) Urla.....	96
Şekil 8.1. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası	99
Şekil 8.2. İnceleme alanında yüzlek veren Paleozoyik yaşlı geçirimsiz birimler.....	100
Şekil 8.3. İnceleme alanında yüzlek veren geçirimsiz Mesozoyik yaşlı Bornova Karmaşığı	101
Şekil 8.4. Karaburun Yarımadası'nın yeraltı suyu kütleleri haritası	102
Şekil 8.5. Karaburun Yarımadası'nda kireçtaşlarındaki karstik yapılar	104
Şekil 8.6. Karaburun deniz kıyısı şeridinde kireçtaşlarındaki karstik yapılar	104
Şekil 8.7. Ildırı karstik birimlerden yeraltı suyu sağlayan kuyuların genel görünümü	105
Şekil 8.8. Ildırı çevresinde karbonatlı kayalarda gelişen çatlaklar	106
Şekil 8.9. Neojen yaşlı kırıntılı (kilitaş ve çamurtaşları) birimlerin genel görünümü	107
Şekil 8.10. Mordoğan çevresinde yüzlek veren geçirimsiz volkanik birimler	108
Şekil 8.11. Çatlaklı Neojen yaşlı volkanik birimler	108
Şekil 8.12. Karareis çevresinde yüzlek veren geçirimli taneli birimlerden görünüm	109
Şekil 8.13. Karareis alüvyon düzlüğünün genel görünümü	109
Şekil 8.14. Çalışma alanında yapılan sondajlardan görünüm	110
Şekil 8.15. Karareis bölgesinde yapılan sondajların kuyu kütükleri.....	111
Şekil 8.16. Güzelkent bölgesinde yapılan sondajın kuyu kütüğü.....	114
Şekil 8.17. Karareis Bölgesi 3B jeolojik modeli.....	115
Şekil 8.18. Karareis Bölgesinin panel diyagramı	116
Şekil 8.19. Ildırı'da B-D doğru açılmış olan gözlem kuyuları	117
Şekil 8.20. Ildırı'da K'ye doğru açılmış olan gözlem kuyusu	118
Şekil 8.21. Ildırı Bölgesi 3B jeolojik modeli	119
Şekil 8.22. Ildırı Bölgesinin panel diyagramı.....	119
Şekil 8.23. Pompaj deney aşamaları.....	120

Şekil 8.24. SK-1 nolu kuyuya ait pompaj formu	122
Şekil 8.25. SK-2 nolu kuyuya ait pompaj formu	122
Şekil 8.26. SK-3 nolu kuyuya ait pompaj formu	123
Şekil 8.27. SK-4 nolu kuyuya ait pompaj formu	123
Şekil 8.28. SK-6 nolu kuyuya ait pompaj formu	124
Şekil 8.29. SK-7 nolu kuyuya ait pompaj formu	124
Şekil 8.30. İldırı'daki İZSU kuyularından görünüm	125
Şekil 8.31. Karareis yeraltı suyu kütle haritası	129
Şekil 8.32. Karareis taneli birimlerin taban kotu haritası	130
Şekil 8.33. Taneli birimlerdeki yeraltı suyu kot dağılım haritası	131
Şekil 8.34. Taneli birimlerde açılan kuyuların özgül debi dağılım haritası	132
Şekil 8.35. Taneli birimlerde açılan kuyuların transmissibilite dağılım haritası	133
Şekil 8.36. Taneli birimlerde açılan kuyuların hidrolik iletkenlik dağılım haritası	134
Şekil 8.37. İldırı ve çevresi yeraltı suyu kütle haritası	136
Şekil 8.38. İldırı ve çevresinde yer alan kuyuların özgül debi haritası	137
Şekil 8.39. İldırı ve çevresinde yer alan kuyuların transmissibilite haritası	138
Şekil 8.40. Karstik kaya kütlelerinde açılan kuyulardan görünümler (a,b,c-Karaburun, d-Balıklova)	140
Şekil 8.41. Taneli ve volkanik birimlerde açılan kuyular (a- Haseki b- Mordoğan c- Balıklova ve d- Karaburun İtfaiye kuyuları)	141
Şekil 8.42. İldırı I0 nolu kuyudan diver ile kaydedilen seviye değişim grafiği	142
Şekil 8.43. İldırı I06 nolu kuyudan diver ile kaydedilen seviye değişim grafiği	143
Şekil 8.44. I03 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014 - Şubat 2015 tarihleri arasında su seviyesi değişimi	143
Şekil 8.45. ISK-3 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Eylül 2015 tarihleri arasında su seviye değişimi	144
Şekil 8.46. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Şubat 2016 tarihleri arasında su seviye değişimi	145
Şekil 8.47. Güzelkent kuyusunda diver seviye değişim grafiği	146
Şekil 8.48. Karareis SK-1 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği	147
Şekil 8.49. Karareis SK-3 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği	148
Şekil 8.50. Karareis SK-7 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği	148
Şekil 8.51. Karareis SK-8 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği	149
Şekil 8.52. Yeni Liman (Karaburun) gözlem kuyusundan alınan seviye değişim grafiği	150
Şekil 8.53. Mordoğan kuyusu seviye değişim grafiği	151
Şekil 8.54. Karareis'te yapılan izleyici deneyleri	155
Şekil 8.55. İnceleme alanında izleyici testinin yapıldığı gözlem kuyusundan görünüm	156

Şekil 8.56. Zamana karşı ölçülen izleyici derişim toplu olarak değerlendirilmesi	156
Şekil 8.57. CBS ortamında hazırlanmış yeraltı suyu beslenme dağılım haritası	158
Şekil 9.1. Karaburun Yarımadası'nda incelenen su noktaları	164
Şekil 9.2. İnceleme alanında suların alındığı noktalar a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	167
Şekil 9.3. İnceleme alanında suların pH değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	171
Şekil 9.4. İnceleme sahasında kaynakların bulunduğu alan	172
Şekil 9.5. İnceleme alanında IK01 nolu kaynaktan görünüm	173
Şekil 9.6. İnceleme alanında IK02 nolu kaynaktan görünüm	173
Şekil 9.7. İnceleme alanında IK03 nolu kaynaktan görünüm	174
Şekil 9.8. Kaynakların denize boşaldığı kesim	174
Şekil 9.9. 2006-2010 yılları arasında IK01 nolu kaynaktan ölçülen pH değerleri	175
Şekil 9.10. 2006-2010 yılları arasında IK02 nolu kaynaktan ölçülen pH değerleri	175
Şekil 9.11. 2006-2010 yılları arasında IK03 nolu kaynaktan ölçülen pH değerleri	176
Şekil 9.12. 1986-2016 yılları arasında IK01 nolu kaynaktan ölçülen Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri	177
Şekil 9.13. İldırı IK01 nolu kaynağın aylara göre Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi	178
Şekil 9.14. 1986-2016 yılları arasında IK02 nolu kaynaktan ölçülen Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri	178
Şekil 9.15. İldırı IK02 nolu kaynağın aylara göre Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi	179
Şekil 9.16. 2006-2010 yılları arasında IK03 nolu kaynaktan ölçülen Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri	179
Şekil 9.17. İldırı IK03 nolu kaynağın aylara göre Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi	180
Şekil 9.18. İnceleme alanında suların elektriksel iletkenlik değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015.....	183
Şekil 9.19. ILS kuyusundan görünüm	184
Şekil 9.20. İldırı İZSU kuyularının olduğu kesim.....	184
Şekil 9.21. 2014 yılında İldırı kuyularında Eİ değişimi.....	185
Şekil 9.22. İ0 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi.....	187
Şekil 9.23. İ0 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi	188
Şekil 9.24. İ06 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Temmuz 2014 tarihleri arasında sıcaklık değişimi.....	188
Şekil 9.25. İ06 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Temmuz 2014 tarihleri arasında Eİ değişimi.....	189
Şekil 9.26. İ03 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında sıcaklık değişimi.....	189

Şekil 9.27. I03 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014 - Şubat 2015 tarihleri arasında Eİ değişimi	190
Şekil 9.28. ISK-3 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015-Eylül 2015 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	190
Şekil 9.29. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	191
Şekil 9.30. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi	191
Şekil 9.31. SK-1 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	193
Şekil 9.32. SK-2 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	194
Şekil 9.33. SK-3 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	194
Şekil 9.34. SK-4 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	195
Şekil 9.35. SK-7 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	195
Şekil 9.36. SK-7 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi	196
Şekil 9.37. SK-8 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	196
Şekil 9.38. SK-10 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	197
Şekil 9.39. Mordoğan sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	197
Şekil 9.40. Mordoğan sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi	198
Şekil 9.41. Karaburun sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi	198
Şekil 9.42. Karaburun sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi	199
Şekil 9.43. IK01 nolu kaynağın majör anyon ve katyon değişimi.....	203
Şekil 9.44. IK02 nolu kaynağın majör anyon ve katyon değişimi.....	203
Şekil 9.45. Piper diyagramında su fasiyeslerini tanımlayan bölgeler	204
Şekil 9.46. IK01 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi	204
Şekil 9.47. IK02 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi	205

Şekil 9.48. IK03 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi	205
Şekil 9.49. IK01 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi	206
Şekil 9.50. IK02 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi	207
Şekil 9.51. IK03 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi	207
Şekil 9.52. IK01 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi	208
Şekil 9.53. IK02 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi	209
Şekil 9.54. IK03 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi	209
Şekil 9.55. İnceleme alanında suların sodyum değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	213
Şekil 9.56. İnceleme alanında suların klorür değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	216
Şekil 9.57. İnceleme alanında suların sülfat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	219
Şekil 9.58. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Eylül 2014)	220
Şekil 9.59. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Nisan 2014)	220
Şekil 9.60. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Eylül 2015)	221
Şekil 9.61. İnceleme alanında suların bikarbonat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	224
Şekil 9.62. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Eylül 2014)	226
Şekil 9.63. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Nisan 2014)	226
Şekil 9.64. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Eylül 2015)	227
Şekil 9.65. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Eylül 2014)	227
Şekil 9.66. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Nisan 2015)	228
Şekil 9.67. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Eylül 2015)	228
Şekil 9.68. İnceleme alanında suların nitrat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	231
Şekil 9.69. İnceleme alanında suların Arsenik (As) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	236

Şekil 9.70. İnceleme alanında suların Bor (B) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	239
Şekil 9.71. İnceleme alanında suların Bromür (Br) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015	242
Şekil 9.72. Yeraltı suyu örnekleme noktaları	245
Şekil 9.73. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen $\delta^{18}\text{O}$ (permil) V-SMOW değerlerinin değişimi	247
Şekil 9.74. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen $\delta^2\text{H}$ (permil) V-SMOW değerlerinin değişimi	248
Şekil 9.75. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği	249
Şekil 9.76. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği	249
Şekil 9.77. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen ^3H (TU) değerlerinin değişimi	251
Şekil 9.78. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ grafiği	252
Şekil 9.79. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ grafiği	252
Şekil 9.80. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ -Eİ grafiği	253
Şekil 9.81. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ -Eİ grafiği	253
Şekil 9.82. $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki	254
Şekil 10.1. Karaburun Yarımadası'nın batı kıyılarından görünüm	256
Şekil 10.2. Karaburun Yarımadası'nın doğu kıyılarından görünüm	257
Şekil 10.3. Karaburun Yarımadası, deniz suyu sıcaklığının derinliğe bağlı mevsimsel ortalamaları	258
Şekil 10.4. Karaburun Yarımadası deniz suyu tuzluluğunun derinliğe bağlı mevsimsel ortalamaları	259
Şekil 10.5. İzmir Körfezi'nin topoğrafyası ve körfezdeki farklı su özelliklerine sahip bölgeler	260
Şekil 10.6. Körfez içerisinde 1997 Ağustos ayı yatay sıcaklık dağılımı	262
Şekil 10.7. Karaburun-Foça arasında yaz dönemi düşey tuzluluk dağılımı	263
Şekil 10.8. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen sıcaklık profilleri	264
Şekil 10.9. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen tuzluluk profilleri	264
Şekil 10.10. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen yoğunluk profilleri	265
Şekil 10.11. İzmir Körfezi boyunca tuzluluk dağılımı	266
Şekil 10.12. Rüzgâr tarafından sürülen akıntı döngüsü modeli	267
Şekil 10.13. İzmir Körfezi genel akıntı modeli	268

Şekil 10.14. Dokuz Eylül-I gemisinde Multi-parametre 600XLM-V2-M sondası ile fiziksel parametrelerin ölçümü	269
Şekil 10.15. Çalışma alanındaki deniz ölçüm noktaları	270
Şekil 10.16. Ölçüm noktalarındaki minimum derinlikler	277
Şekil 10.17. Ölçüm noktalarındaki ortalama derinlikler	278
Şekil 10.18. Ölçüm noktalarındaki minimum elektriksel iletkenlikler	280
Şekil 10.19. Ölçüm noktalarındaki ortalama elektriksel iletkenlikler	281
Şekil 10.20. KB1 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri	282
Şekil 10.21. KB33 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri	282
Şekil 10.22. KB52 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri	283
Şekil 10.23. Kanlıkaya çevresinde tatlı su boşalımı ile ilgili çalışmalardan görünüm	284
Şekil 10.24. Kanlıkaya çevresinde denize boşalan tatlı su noktalarından görünüm	285
Şekil 11.1. Ildırı bölgesi deniz suyu girişimi profil modeli yer bulduru haritası	290
Şekil 11.2. Ildırı bölgesi hidrojeolojik kavramsal model	291
Şekil 11.3. Profil modelin sonlu farklar ağı ve sınır şartları	292
Şekil 11.4. Zaman-değişkenli model için başlangıç tuzluluk konsantrasyon dağılımı	293
Şekil 11.5. I0 (İZSU-0) kuyusu için gözlenen ve model ile hesaplanan tuzluluk	296
Şekil 11.6. I0 (İZSU-0) kuyusu için gözlenen ve model ile hesaplanan YAS kotu	297
Şekil 11.7. İK02 kaynağı için gözlenen ve model ile hesaplanan tuzluluk	298
Şekil 11.8. Haziran 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)	299
Şekil 11.9. Ağustos 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)	300
Şekil 11.10. Eylül 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)	301
Şekil 11.11. Kasım 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)	302
Şekil 11.12. Ocak 2015 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)	303
Şekil 11.13. I02 (İZSU-2) kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk	304
Şekil 11.14. I01 (İZSU-1) kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk	304
Şekil 11.15. İSK-1 kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk	305
Şekil 11.16. Karareis alanı yer bulduru haritası	306
Şekil 11.17. Çalışma alanının hücrelere ayrılması	307

Şekil 11.18. Çalışma alanındaki kuyu yerleri ve dağılımları	307
Şekil 11.19. Çalışma sahasında modellenen alan	308
Şekil 11.20. Modellenen alanının hücrelere ayrılmış 3B görünümü	308
Şekil 11.21. Çalışma alanında tüm alanda beslenim	309
Şekil 11.22. Çalışma alanında doğan ve denize boşalan dere	310
Şekil 11.23. Çalışma alanında gözlem kuyuların açıldığı yerler	311
Şekil 11.24. Çalışma alanında pompaj kuyuların açıldığı yerler	312
Şekil 11.25. Kalibrasyon sonucunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	313
Şekil 11.26. Modellenen alanda YAS akım yönü.....	314
Şekil 11.27. Modellenen alanda YAS akımının 3B gösterimi.....	315
Şekil 11.28. SK-1 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	316
Şekil 11.29. SK-2 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	317
Şekil 11.30. SK-3 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	317
Şekil 11.31. SK-4 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	318
Şekil 11.32. SK-7 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	318
Şekil 11.33. Kalibrasyon sonucunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki	319
Şekil 11.34. 01 Ağustos 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi	320
Şekil 11.35. 01 Eylül 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi	321
Şekil 11.36. 01 Ekim 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi	321
Şekil 11.37. 01 Kasım 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi	322
Şekil 11.38. 01 Aralık 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi	322
Şekil 11.39. 01 Ocak 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi.....	323
Şekil 11.40. 01 Şubat 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi.....	323
Şekil 11.41. 01 Mart 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi	324
Şekil 11.42. 01 Nisan 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi	324
Şekil 11.43. 01 Mayıs 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi.....	325
Şekil 11.44. 01 Haziran 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi.....	325
Şekil 11.45. 01 Temmuz 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi	326
Şekil 11.46. 31 Temmuz 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi	326
Şekil 11.47. Karareis sahasında hesaplanan ve gözlenen konsantrasyon ilişkisi	327
Şekil 11.48. Karareis sahasında yağışlı dönemde (Haziran 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim.....	328

Şekil 11.49. Karareis sahasında kurak dönemde (Temmuz 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim	329
Şekil 11.50. Karareis sahasında kurak dönemde (Ağustos 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim	330
Şekil 11.51. Karareis sahasında kurak dönemde (Eylül 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim	331
Şekil 11.52. Karareis sahasında YAS değişimi	332
Şekil 11.53. Karareis sahasında beslenmenin % 50 düşmesi durumunda YAS değişimi	333
Şekil 11.54. Karareis sahasında beslenmenin % 75 düşmesi durumunda YAS değişimi	334
Şekil 11.55. Mevcut üretim kuyularının sürekli çalışması durumunda YAS değişimi	335
Şekil 11.56. İçmesuyu amaçlı üretim kuyularının sürekli çalışması durumunda deniz suyu girişi	335
Şekil 11.57. Karareis'te tarımsal amaçlı üç adet üretim kuyusunun çalıştırılması durumunda YAS değişimi	336
Şekil 11.58. Tarımsal amaçlı üç adet üretim kuyusunun sürekli çalışması durumunda deniz suyu girişi	336

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Karaburun arazi kullanım şekillerinin alansal dağılımı	22
Tablo 4.2. Karaburun arazilerinin 5403 sayılı yasaya göre oluşturulmuş dağılımı	22
Tablo 6.1. Çalışma alanındaki kayaçların major oksit analiz sonuçları	65
Tablo 6.2. Çalışma alanındaki kayaçların minör analiz sonuçları.....	66
Tablo 7.1. Karaburun Yarımadası'nda yer alan kaynaklar	84
Tablo 7.2. Ildırı kaynaklarının debisi.....	87
Tablo 7.3. Ildırı yan deresindeki debisi.....	87
Tablo 7.4. Proje sahası ve yakın çevresindeki istasyonlarda hesaplanan evapotranspirasyon değerleri	97
Tablo 8.1. Karareis ve Güzelkent'te taneli birimlerde açılan kuyuların hidrolik parametreleri	126
Tablo 8.2. Ildırı karstik yeraltı suyu kütesinde açılan kuyulardaki hidrolik parametreler	127
Tablo 8.3. 2006-2013 yılları arasında Ildırı kuyularının çekim miktarları (L/s)	160
Tablo 8.4. Karaburun Yarımadasının yeraltı suyu bilanço değerleri	161
Tablo 9.1. 2014 Yılı Ildırı kuyuları Eİ değerleri korelasyon durumu	186
Tablo 9.2. 09-10 Ekim 2014 tarihlerinde kuyularda ölçülen Eİ değerleri ($\mu\text{S/cm}$)	200
Tablo 9.3. 09-10 Ekim 2014 tarihlerinde kaynaklarda ölçülen Eİ değerleri ($\mu\text{S/cm}$).....	200
Tablo 9.4. Kaynakların su tipi	202
Tablo 9.5. Dünya Sağlık Örgütü (WHO 2006), Türk Standartları (TS 266), Avrupa Birliği (EC 1998), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA 2003) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki yönetmenliklere (RG 25730) göre içme suları için kabul edilebilir maksimum sınırları değerleri (değerler mg/L olarak) verilmiştir.	233
Tablo 9.6. İZSU tarafından kaynaklarda ölçülen fiziksel, biyolojik ve kimyasal analizler	243
Tablo 9.7. Eylül 2014 dönemine ait izotop verileri	246
Tablo 10.1. Ölçülen parametrelere ait derinlik bazlı maksimum değerler	271
Tablo 10.2. Ölçülen parametrelere ait derinlik bazlı minimum değerler	273
Tablo 11.1. Modelde kullanılan yeraltı suyu beslenme miktarları ve gerçekleşen yağış	294
Tablo 11. 2. Kalibre edilmiş modelin parametreleri	295

ÖZET

Ege Bölgesi'nin en önemli yarımadalarından biri olan Karaburun Yarımadası hem turizm hem de tarımsal üretim açısından gün geçtikçe gelişmektedir. Bu nedenle, yarımadaının geleceği için su kaynaklarının miktar ve kalitesinin geliştirilmesi son derece önemlidir.

Karaburun Yarımadası hidrojeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıda olup, su tutma ve iletme potansiyeline sahip karstik kireçtaşları, çatlaklı volkanik kayalar ve kıyı akiferleri gibi farklı tipte yapıları içermektedir. Aşırı çekime bağlı olarak kıyı akiferlerinden elde edilen suların büyük bir bölümünde deniz suyu girişi nedeniyle tuzlanma problemleri gözlenirken, yarımadaındaki bazı bölgelerde de yeraltı sularından denize doğru bir boşalım olmaktadır.

Bu proje kapsamında, Karaburun Yarımadası'nda (i) sondaj çalışmaları ile alandaki akifer seviyeleri, akiferin litolojik özellikleri, akiferin altında ve üstünde yer alan litolojik birimler ve tektonik hatların hidrojeolojik özellikleri tespit edilmiş (ii) Karaburun yarımadasındaki yeraltı suyu kaynaklarının kalitesi incelenmiş; (iii) denize boşalan kaynaklar belirlenmeye çalışılmış (iv) özellikle Ildırı ve Karareis bölgesindeki kıyı akiferleri için deniz suyu girişimini dikkate alan değişken yoğunluklu yeraltı suyu akım modellemesi yapılmış, (v) deniz suyu girişiminin etki alanı, etki şiddeti, bölgedeki mevcut ve ileride açılması düşünülen içme suyu kuyularındaki tuzluluğun azaltılmasına ilişkin analizler yapılmış ve (vi) elde edilen veriler ışığında Karaburun yarımadasındaki su kaynaklarının etkili kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Elde edilen verilere göre, yarımadaında yüzlek veren Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı karbonatlar oldukça karstik bir özellik kazanmıştır. Bu birimler içinde, polye ve uvala şeklinde karstik yapılar bulunmaktadır. Bölgede yer alan karstik yapılar tektonik kontrollüdür. Tektonik zonlar DB ve KKD doğrultuludur. Bu alandaki kaynakların ortalama debisi 420 lt/sn'dir. Bu kaynakların çevresinde bulunan kuyulardan yaz aylarında yaklaşık 200 lt/sn su elde edildiği ve aşırı çekim sonucunda kuyu sularında tuzlanmaya neden olduğu saptanmıştır. Yaz aylarında kuyu sularında yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri 3000 μ S/cm değerlerini aşmaktadır. Kuyulardaki aşırı çekim, aynı zamanda kaynakları da etkilemekte olup Ildırı ve Karareis bölgelerinde matematiksel modelleme sonuçları ile doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karaburun yarımadası, yeraltı suyu, su kalitesi, tuzlu su girişi, denize boşalım, matematiksel modelleme

ABSTRACT

Being an important peninsula in the Aegean Region, Karaburun Peninsula is constantly developing from the view point of tourism and agriculture. Consequently, the quantity and the quality of water resources are crucial for sustainable development of the peninsula.

Karaburun Peninsula has a complex hydrogeological structure. This region has different formations that could contain and transmit water such as karstic limestones, jointed volcanic rocks and coastal aquifers. While excessive pumping from coastal aquifers creates salinity problems as a result of salt water intrusion, it is also believed that there are several points in the peninsula where there is strong groundwater discharge into the sea.

The aim of this study is, (i) to determine the quality patterns of groundwater resources of Karaburun Peninsula, (ii) to find out the locations and extent of fresh groundwater discharges into the sea, (iii) to conduct variable density groundwater flow modeling in coastal aquifers under the influence of salt water intrusion (particularly in Ildırı and Karareis regions), (iv) to find out the tectonical, lithological and hydrogeological characteristics of aquifers from the boreholes drilled as a part of this study, (v) to determine the extent and strength of salt water intrusion and conduct scenario analysis to reduce salinity in the existing and future water supply wells of the region; and, (vi) to develop proposals for the optimum use of water resources in Karaburun Peninsula.

The results showed that significant levels of karstification were observed in the Paleozoic and Mesozoic carbonates of the region which resulted in a number of polje and uvala structures. Karst structures are tectonically controlled in the region. Tectonic zones are EW and NNE trending. The average flow of karst springs are 420 L/s. About 200 L/s of water can be obtained from the well field around the karst springs during summer time. Karstic springs in and coastal aquifers of region have been effected by sea intrusion due to excessive water withdrawal from these wells. Electrical conductivity values of water in these wells reached up to 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ during summer time. In addition, extreme withdrawal from wells also influenced the karstic springs in the area, which is verified by mathematical modeling studies conducted in Karareis and Ildırı regions.

Keywords: Karaburun Peninsula, groundwater, water quality, sea-water intrusion, marine discharge, mathematical modeling

1. GİRİŞ

Ege Bölgesi'nin en önemli yarımadalarından biri olan Karaburun Yarımadası, hem turizm hem de tarımsal üretim açısından gün geçtikçe gelişmektedir. Bu nedenle, yarımadanın geleceği için su kaynaklarının miktar ve kalitesinin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu bölgede su kaynaklarının sürdürülebilirliği ile ilgili çalışmalar yapılmadığı için son dönemlerde ciddi problemler yaşanmakta ve temiz su arzındaki sıkıntılar nedeniyle bölgedeki insan yaşamı ve tarımsal faaliyetler olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu alandaki su kaynaklarının nitel ve nicel özelliklerinin belirlenmesi, özellikle de deniz suyu girişimi ve denize boşalımının hidrojeolojik çalışmalarla ortaya konması son derece önem taşımaktadır. Bölgede 2007, 2008 ve 2014 yıllarında yaşanan kuraklıklar, içme suyu arz-talep dengesini bozmuş ve su kalitesi açısından sorunlara neden olmuştur. Bunlara ek olarak yarımadada mevsimsel değişen temiz su talebi de, su arzı üzerinde önemli bir tehdit unsuru olarak dikkati çekmektedir. Yarımadanın kış aylarında nüfusu yaklaşık olarak 50.000 iken, yaz aylarında 20 katına kadar çıkmakta ve su temininde ciddi güçlükler neden olmaktadır.

İçme ve kullanma suyunun bir kısmı proje sahasından sağlanan Çeşme ilçesi turizm açısından Türkiye'nin en önemli merkezlerinden bir tanesidir. Yerli ve yabancı turistlerin Çeşme ve Alaçatı'da yer alan turizm tesislerinde konaklamalarının yanı sıra, bu kesimlerde yer alan ikinci konutlar nedeni ile de yaz aylarında nüfusun çok arttığı görülmektedir. 2012 yılı verilerine göre ilçe nüfusu 34.563 kişi olarak görülmekte ise de, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında nüfusun 600.000'e ulaştığı vurgulanmaktadır. Bu nedenle, ilçenin en önemli sorunu güvenli içme ve kullanma suyu teminidir. Çeşme ilçesinin su ihtiyacı, Alaçatı Barajı ve İldırı Bölgesindeki yeraltı su kaynaklarından sağlanmaktadır. İklim değişiminin bir sonucu olarak bazı yıllarda (2014 yılı gibi), barajdaki (Alaçatı Barajı) su seviyesi çok azalmakta, proje alanındaki yeraltı suyu kaynakları da aşırı çekime bağlı olarak tuzlanmaktadır. Benzer problemler Yarımadanın diğer bölgelerinde de görülmektedir.

Karaburun yarımadası hidrojeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıda olup, su tutma ve iletme potansiyeline sahip karstik kireçtaşları, çatlaklı volkanik kayalar ve kıyı akiferleri gibi farklı tipte yapıları içermektedir. Aşırı çekime bağlı olarak kıyı akiferlerinden elde edilen suların büyük bir bölümünde deniz suyu girişimi nedeni ile tuzlanma problemleri gözlenirken, yarımadadaki bazı bölgelerde de yeraltı sularından denize doğru bir boşalım olmaktadır. Bu nedenle yürütülen bu projenin temel amacı, Karaburun yarımadasındaki denize boşalan tatlı suların tespit edilmesi, bunların kalitelerinin ortaya konulması, kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişiminin modellenmesi ve bu kaynakların sürdürülebilirliğine ilişkin optimum üretim

parametrelerinin ortaya konması ile hem yöre halkının su ihtiyacının güvenilir olarak sağlanması, hem de bölge turizminin ve tarımsal üretiminin geliştirilmesidir.

Bu amaçtan hareketle proje kapsamında ilk olarak Karaburun yarımadasında jeolojik ve tektonik unsurların yeraltı suyu kaynaklarına etkisi irdelenmiştir. Alanda eksik görülen jeolojik haritalar revize edilmiştir. Proje kapsamında 14 noktada yapılan sondaj çalışmaları ile akifer seviyeleri, akiferlerin litolojik özellikleri, akiferlerin altında ve üstünde yer alan litolojik birimler, tektonik hatların hidrojeolojik özelliklerinin tespiti gerçekleştirilmiştir. Sondajların yapıldığı kesimlerde hidrolojik parametrelerin belirlenmesi için bir dizi pompa testi ve izleyici çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Jeolojik veriler, arazi gözlemleri, proje kapsamında sondajlarla kamu kurumları ve özel şahıslar tarafından açılan kuyuların hidrolik parametreleri kullanılarak proje sahasının hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Ayrıca, proje sahasındaki yeraltı suyu kaynaklarının kalitesinin tespitine yönelik olarak hem kurak hem de yağışlı dönemlerde su numuneleri alınmıştır. Alınan su örneklerinin fiziksel, kimyasal ve izotopik özellikleri detaylı olarak irdelenmiştir. Proje kapsamında denize boşalan kaynakların belirlenmesine yönelik hem karada hem de denizde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Proje sahasında Çeşme ilçesinin suyunu sağlayan İldırı bölgesi ile yoğun yazlık konutların bulunduğu ve tarım faaliyetlerinin yapıldığı Karareis bölgesindeki kıyı akiferleri için deniz suyu girişimini dikkate alan değişken yoğunluklu yeraltı suyu akım modellemesi yapılmıştır. Tüm bulgular istatistiksel olarak analiz edilmiş ve mekânsal veriler coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla haritalandırılmıştır. Son olarak, elde edilen tüm veriler ışığında Karaburun yarımadasındaki su kaynaklarının etkili kullanımına yönelik önerilerin oluşturulması sağlanmıştır. Söz konusu çalışmalara ilişkin bulgular raporun ilgili bölümlerinde sunulmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgenin aktif tektonik özellikleri nedeniyle Karaburun Yarımadası ve çevresinde, günümüze değin ağırlıklı olarak jeolojik çalışmalar ve özellikle de depremsellikle ilgili araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Buna karşın, bölgenin hidrojeolojisi ile ilgili çalışmalar son derece sınırlıdır. Bu bölümde bölgede bugüne değin yapılan jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar özetlenmiştir.

2.1 Jeolojik Çalışmalar

Karaburun Yarımadası'nda temel kayaçlarının stratigrafisi ve bölgenin tektoniği uzun yıllardan beri detaylı olarak çalışılmıştır (Kalafatçioğlu, 1961; Brinkmann ve diğ., 1977; Konuk, 1979; Erdoğan, 1990; Kozur, 1998; Türkecan ve diğ., 1998; Robertson ve Pickett, 2000; Emre ve diğ., 2005; Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006; Helvacı ve diğ., 2007). Bu çalışmalarda, Yarımada'nın temel kayaçlarının Paleozoyik yaşlı Karaburun Melanji, Erken Triyas yaşlı Gerence formasyonu, Orta Triyas yaşlı Camiboğazı formasyonu, Karaburun Granodiyoriti, Geç Triyas yaşlı Güvercinlik formasyonu ve Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı Bornova Melanji'na ait kayaçlar olduğu vurgulanmıştır. Yarımada ve çevresinde yüzlek veren karbonifer yaşlı (Gümüş, 1971; Erdoğan ve diğ., 1990; Kozur, 1995; Çakmakoğlu ve Bilgin., 2006) çamurtaşı-kumtaşı ara katkılı kireçtaşlarından oluşan birimler Alandere Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yapılan çalışmalarda, Alandere formasyonu üzerine Alt Triyas yaşlı, yanal ve düşey yönde geçiş sunan kumtaşı, kireçtaşı ve çakıltası birimlerinden oluşan Gerence Formasyonun geldiği belirtilmiştir. Gerence Formasyonu üzerine ise resifal kireçtaşlarından oluşan Orta Triyas yaşlı Camiboğazı Formasyonunun yüzlek verdiği, Camiboğazı formasyonu üzerine ise dolomit, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltasından oluşan Üst Triyas yaşlı Güvercinlik Formasyonunun geldiği belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda, Güvercinlik Formasyonunun, Karaburun Yarımadası'nın en belirgin morfolojik yükseltileri olan Saplaz Dağı, Torasan Dağı ve Yağcılar Dağı ile Küre Dağı'nın doğu yamaçları boyunca geniş yüzlekler verdiği vurgulanmıştır.

Kalafatçioğlu (1961), yarımada'nın 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak, Devoniyen'den başlayan bir stratigrafi belirlemiştir. Konuk (1979) tarafından hazırlanan doktora tezinde, Karaburun ve çevresinde, Paleozoyik yaşlı verilen grovaklar, çörtler, olistostromal katkılar ve kireçtaşı mercekleri içeren kayalara Triyas yaşını vermiş ve karbonat kayalarından yapıllı Triyas istifinden ayrı bir birlik olarak yorumlamıştır. Bu tezde kırıntılı pelajik Triyas istifine Karaburun birliği adını vermiştir. Erdoğan ve diğ (1990) yılında yaptıkları çalışmalarda, İzmir-Ankara zonunu batısında Karaburun yarımadasında yer alan, kalın bir Mesozoyik istif içeren tektonik bir kuşağın varlığına işaret etmişlerdir. Bu çalışmada Karaburun kuşağının, Bornova

Karmaşığı adı verilen bloklu bir birim tarafından çevrelendiğini ve Karaburun platformunun İzmir-Ankara zonu içerisine bu zonun açılımlı sırasında tektonik bindirmelerle ilerlediğini öne sürmüşlerdir.1998 yılında Kozur, Karaburun Yarımadası'nda Paleozoyik yaştaki kayalar üzerinde çalışmış ve Karaburun ve çevresi için Paleozoyik istifleri tanımlamıştır.

1998 yılında Türkecan ve diğ. Karaburun yarımadasının, Erken Miyosen ve Orta Miyosen dönemlerinde, bazaltik andezitten riyodasite kadar değişen bileşimde ve yüksek potasyumlu kalkalkalen karakterli bir volkanizmanın etkinliği altında kaldığını belirtmişlerdir

akmakoğlu ve Bilgin (2006), alışmalarında, Karaburun Yarımadası'nda, kendi içinde oldukça düzenli Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı görelili bir otokton istif ile allokton konumlu çeşitli tektono-stratigrafik birimlerin bulunduğunu ifade etmişler ve buna göre açıklamışlardır. Bütün bu birimlerin, Neojen Kuvaterner yaştaki çeşitli kaya birimleri tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmişlerdir

Emre ve diğ. (2005), 17 Ekim 2005 Sığacık-İzmir Depremleri ile ilgili ön değerlendirmeleri içeren bir rapor hazırlamışlardır. Bu depremlerin bölgede yer alan Gülbahçe Fay Zonu'ndan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

2.2 Hidrojeolojik alışmalar

Yarımada da hidrojeoloji ile ilgili yapılan çalışmalar lokal olup, mevcut çalışmaların önemli bir kısmı da İldırı ve çevresi ile ilgilidir. DSİ tarafından 1968 yılında "İzmir Karaburun Yarımadası Hidrojeolojik Etüd Raporu", 1980 yılında "İzmir-eşme-Barboros Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu", 1981 yılında "eşme (İzmir) Kasabası Hidrojeolojik İnceleme Raporu", 1983 yılında, "İzmir-eşme-Dalyan Köy Mağarası ve civarının Ön Hidrojeolojik Etüd Raporu", 1993 yılında yine DSİ tarafından "Karaburun Yarımadası Karst Hidrojeoloji Etüd Raporu" ve 1994 yılında ise "Karaburun Kösedere köyü Aşağıovacık civarı hidrojeolojik etüd raporu" yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar, yarımadanın yeraltı su miktarları, kalite ve yayılımı gibi özellikleri içermektedir. Ayrıca raporlarda hem içme hem de sulama sularına ilişkin öneriler sunulmuştur.

Yarımada da 1979 yılında, DSİ – 25378 nolu araştırma kuyusu ve İller Bankası İB-2 nolu üretim kuyusu açılmıştır. Buna ek olarak, İldırı ve çevresinde bulunan karstik kaynaklardan 1984 yılından başlayarak, aylık kaynak akım ölçümlerinin alınmasına başlanmıştır. DSİ tarafından, 1987 yılında "İzmir – eşme İldırı Karst Kaynağı Hidrojeolojik Etüd Raporu" isimli çalışmada, İldırı Kaynaklarının hidrolojik bilançosu, deniz suyu etkisi, deniz suyu etkisinin minimize edilmesi, daha iyi kalitede su alabilme olanakları araştırılmıştır. Bu alışma

kapsamında, alanın 1/25000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmış, Camiboğazı Vadisinin denize açıldığı bölgede, rezistivite etüdüleri yapılmıştır. Ayrıca sondaj kuyuları ve kaynaklardan su örnekleri alınarak, kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. 1987 yılında yapılan bu çalışmalar dikkate alınarak, DSİ tarafından DSİ – 34494 nolu sondaj kuyusu açılmıştır. Buna ek olarak, vadi mansabında, yeraltı jeolojisini, kireçtaşlarındaki karstik gelişmeyi, deniz suyunun kaynakları etkileme biçimini, girişim yönünü belirlemek amacıyla, 13 adet temel araştırma kuyusu açılmıştır. 1985 ve 1986 yıllarında DSİ tarafından İldırı kaynaklarına ilişkin yapılan akım rasat verilerine göre; İldırı kaynakların ortalama debilerinin 500 L/s ve yıllık ortalama boşalmalarının ise $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ olduğu belirtilmektedir. Karstik kireçtaşı havzasının toplam besleniminin $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ olduğu, bu beslenimin $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ lık kesiminin yağıştan, $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ lık kesiminin akıştan ve $2,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ lık kısmının da deniz suyu girişiminden olduğu kabul edilmiştir.

DSİ tarafından yapılan, hidrojeolojik ve jeolojik çalışmalar sonucunda, İldırı bölgesinde yüzlek veren karstik kireçtaşı akiferlerinde denizden uzakta açılacak işletme sondaj kuyularında bile, zamanla çekime bağlı olarak tuzlanmanın artacağı öngörülmektedir. Özellikle İldırı Kaynaklarının bulunduğu Camiboğazı deresi vadisinde deniz suyu girişiminin engellenebilmesi için, bir geçirimsiz enjeksiyon perdesi yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır (DSİ, 1987).

1995 yılında ATAK Projesi kapsamında ise “Çeşme Alaçatı Hidrojeolojik Etüd Raporu” isimli bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, Çeşme ve Alaçatı çevrelerindeki, yüzey ve yeraltı suyu olanaklarının belirlenmesi ve bu olanaklardan içme suyu temininin araştırılması için yeraltı suyu ve yüzey suyu kaynaklarının nicelik ve niteliklerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu çalışma kapsamında, alanda yapılan tüm sondaj kuyuları (kamu ve özel kuruluşlar tarafından açtırılan) değerlendirildiğinde, bölgenin içme suyuna kaynak olarak değerlendirilebilecek yeraltı suyu potansiyeli aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (DSİ, 1995).

Çeşme-Ovacık Köyü çevresinde	:	$1,31 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$
Alaçatı – Ilica çevresinde	:	$0,90 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$
İldırı Kaynakları çevresinde	:	$12,80 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$
Toplam	:	$15,01 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$

Ayrıca, bu çalışmada kaynak bölgesindeki işletme kuyularına olan deniz suyu girişimini minimuma indirmek amacıyla, 1987 yılında DSİ tarafından önerilen geçirimsiz enjeksiyon perdesinin projelendirilmesine yardımcı olmak ve enjeksiyon uygulaması sırasında karşılaşılabilecek teknik zorlukları minimize etmek için, seçilecek lokasyonlarda deneme

enjeksiyonu yapılmasının yararlı olacağı vurgulanmıştır. Nisan 1998 yılında ise “İldırı Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Olanakları” ile ilgili raporda da, İldırı Kaynakları karstik kireçtaşı akiferinden, içme ve kullanmaya uygun nitelikte su alınabilmesi için, akiferin deniz suyu ile ilintili olduğu, Camiboğazı dere vadisi mansap kesiminde, bir geçirimsizlik perdesi yapılmasının zorunlu olduğu tekrar vurgulanmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilere göre; İldırı Kaynakları karstik kireçtaşı havzasının, hesaplanan yıllık yeraltı suyu ortalama verimi, $12,6 \cdot 10^6$ m³/yıl olarak belirlenmiş ve bu rezervin ancak % 80’ inin emniyetli olarak çekilebileceği ($10,1 \cdot 10^6$ m³ /yıl) öngörülmüştür.

“İzmir – Çeşme – İldırı Su Kaynakları Islahı Projesi İlave Temel Sondaj ve Deneme Enjeksiyonlarına ait Jeoteknik Rapor” isimli çalışma, yapımı tasarlanan geçirimsizlik perdesinin projelendirilmesine ek veri sağlamak, yeni temel araştırma sondajlarının ve deneme enjeksiyonlarının yapılması ile ilgili olarak, Turizm Bakanlığı ve DSİ Genel Müdürlüğü arasında imzalanan protokol çerçevesinde gerçekleşmiştir. Bu çalışma kapsamında, seçilen perde lokasyonunda, alüvyonun kalınlığının 12 – 16 m arasında değiştiği, alüvyon örtü altında yer alan, kireçtaşı biriminin, çok çatlaklı, kırıklı, killi ve breşik olduğu, kireçtaşı seviyesinde, yer yer aşırı olmak üzere karstik zonların geliştiği belirtilmiştir. Ayrıca, enjeksiyon kontrol kuyularında yapılan deneme enjeksiyonlarının, başarı yüzdesinin % 50 ile % 98.5 arasında değişebileceği belirtilmiştir. Bu başarı yüzdesinin farklılığı, enjeksiyon kuyuları ve üretim kuyuları arasındaki mesafenin uygun seçilmesi ile ilgili olduğu belirtilmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan deneme enjeksiyonunun sonuçlarına göre, perde derinliği 0+025 – 0+175 m’ler arası: 70 m, 0+175 – 0+566 m’ler arası: 60 m olarak önerilmiştir.

Turizm Bakanlığı ile DSİ Genel Müdürlüğü arasında imzalanan protokol ile İldırı kaynak ve su kuyularının 1985-1997 yılları arasındaki debi ve seviye değişimleri, İldırı kaynak ve su kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları ve İldırı çevresinde açılan deneme enjeksiyon ve su kuyularında yapılan etüt ilgili veriler “İzmir – Çeşme – İldırı Karst Kaynakları Geliştirme Projesi Hidrojeoloji Raporu” isimli çalışmada derlenmiştir. Bu çalışma kapsamında; İldırı kaynaklarının, 1985 ile 1997 yılları arasındaki verilerine göre yıllık baz akımının $11,9 \cdot 10^6$ m³ olduğu hesaplanmıştır. 1997 yılı verilerine göre, Camiboğazı deresin (İldırı) de bulunan 1 nolu kaynağa % 5,3, 2 nolu kaynağa %3,2 ve 3 nolu kaynağa da %22 oranında deniz suyu karıştığı tespit edilmiştir. Kaynakların ortalama boşalım katsayısı $\alpha = 0,0015$ gün ve debi değişim yüzdesi ortalama %24 olarak bulunmuştur. Bu şekilde kaynakların “Orta değişken kaynaklar” sınıfına girdiği söylenebilmektedir. Kaynak verimleri, uzun yıllar yağış ortalamasından, yıllık eklenik sapmaların kurak ve yağışlı dönemlerdeki değerleri ile paralellik gösterdiği belirtilmiştir. İldırı Kaynakları karst

sistemindeki yeraltı suyu hidrolik eğimi, % 0,1'dir. Açılan İldırı sondaj kuyularında hesaplanan transmissibilite (T) değerleri ortalaması $10332 \text{ m}^2/\text{gün}$ olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, İldırı karst sisteminin hidrolik bilançosu da çıkarılmıştır. Bu bilanço değerlerine göre, sistemin, $2,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ 'ü denize olmak üzere, toplam boşalım: $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$, İldırı karst sistemine karışan deniz suyu miktarı ise, $1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

Karstik akifere deniz suyu girişimini önlemek amacıyla, planlanan enjeksiyon perdesi, İldırı Tepe ile güneyde Erithrai Otel arasındaki 560 m'lik sahil şeridinde ve ortalama yer altında 65 metre kotlarına inecek şekilde projelendirilmesi önerilmiştir. Geçirimsizlik perdesinin oluşturulmasından sonra zaman içinde kaynak ve kuyu suları kalitelerinde tuzluluk yönünden, kısmi bir iyileşme olacağı vurgulanmıştır. Enjeksiyon perdesi tamamlandıktan sonra, açılacak kuyuların mümkün olduğu kadar denizden uzakta ve geçirimsizlik perdesinin alt kotu olan -65 m kotunun altına inmeyecek şekilde açılması önerilmiştir.

Geçirimsizlik perdesinin yapımı sonrasında İldırı Kaynakları karstik kireçtaşları akiferinin yıllık emniyetli işletme rezervi olarak da, Camiboğazı Vadisinde tutulabilecek toplam $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıllık}$ suyun %60'ı olan $8,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ değeri kabul edilmiştir. Bu miktar ortalama 266 L/s mertebelerinde bir çekime karşılık gelmektedir.

3. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Bu proje kapsamında; Karaburun Yarımadası'ndaki su kaynaklarının (yeraltı suyu ve denize boşalan tatlı suların) miktar ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişim etkilerinin matematiksel modellenmesi, su kaynaklarına etki eden kirleticilerin irdelenmesi ve bu kaynakların bölgedeki tarım ve turizm faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine etkileri açısından incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda proje kapsamında aşağıda detayları verilen saha, laboratuvar ve ofis çalışmaları yapılmıştır.

3.1 Jeolojik Çalışmaları

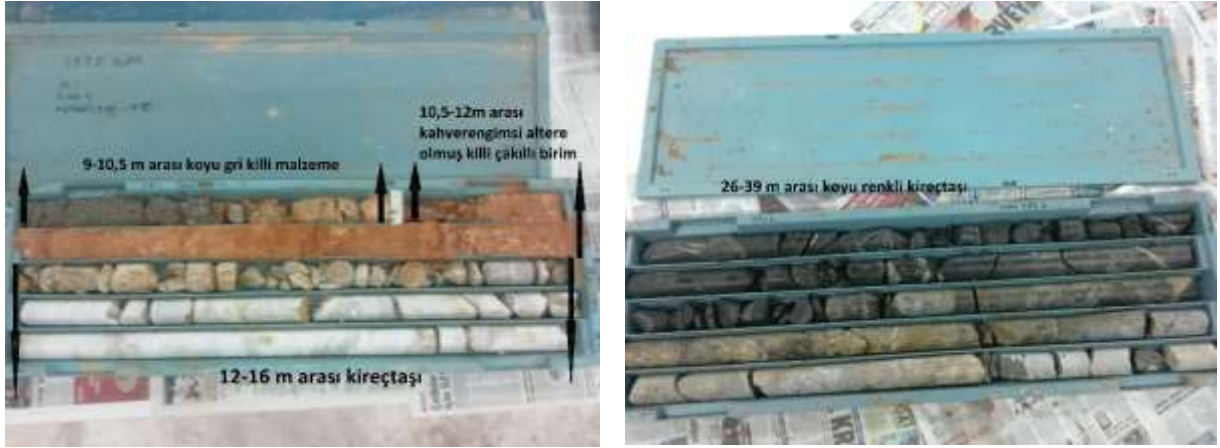
Yarımada da bugüne dek yapılmış olan çalışmalardan elde edilen jeolojik veriler (stratigrafik ve tektonik) derlenmiş, arazi incelemeleri ile birlikte değerlendirilmiş ve hidrojeolojik açıdan önemli olan kesimlere ilişkin jeolojik haritalar tekrar yapılmıştır. Ayrıca bölgede açılmış bulunan sondajlara ilişkin veriler ilgili kurum ve kuruluşlardan sağlanarak bunların diğer jeolojik verilerle korelasyonu araştırılmıştır. Bu amaçla 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Elde edilen veriler CBS yazılımına aktarılarak tektonik sınırlar ve bu sınırlardan etkilenen su kaynak noktaları belirlenmiştir.

3.2 Hidrojeolojik Çalışmalar

Proje sahasındaki jeolojik kayaların hidrojeolojik özellikleri detaylı olarak irdelenmiş, yeraltı suyu (YAS) içeren kayalara ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Arazi gözlemleri, jeolojik veriler ve açılan kuyuların hidrolik parametreleri kullanılarak inceleme alanında bulunan birimler su taşıma özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Bunun sonucu olarak da, CBS ortamında Karaburun yarımadası 1/25000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu haritayı desteklemek amacıyla da, DSİ arşivinde bulunan sondajlara ilişkin kuyu kütükleri derlenmiş ve yeni kuyulardan elde edilen veriler ile birlikte bir kuyu veri tabanı oluşturulmuştur.

Proje kapsamında Karaburun Yarımadası'nın kıyı akiferini tanımlamaya yönelik olarak topoğrafik, jeolojik ve hidrojeolojik koşullar dikkate alınarak toplam 600 m derinliğinde 14 adet araştırma kuyusu açılmıştır. Söz konusu kuyular, Yarımada da yeraltı suyu akiferlerinin en yoğun olarak kullanıldığı İldırı ve Karareis bölgelerinde açılmıştır. Bu araştırma kuyuları ile akifer seviyeleri, akiferin litolojik özellikleri, akiferin altında ve üstünde yer alan litolojik birimler, tektonik hatların hidrojeolojik özellikleri ve akiferlerin matematiksel modellenmesi için gerekli veriler temin edilmiştir. Açılan tüm kuyulardan karot numuneleri alınmıştır (Şekil 3.1). Söz konusu kuyular örnekleme ve seviye ölçümü için 5,5" çapta açılmış ve 88 mm çaplı PVC kapalı ve filtreli borularla teçhiz edilerek gözlem kuyularına dönüştürülmüştür. Sondajların gözlem kuyusuna dönüştürülmesi sonrasında tüm kuyularda temizlik ve geliştirme çalışması

yapılmıştır (Şekil 3.2). Kuyular öncelikle kompresör ile hava verilerek temizlenmiş daha sonra pompa ile çalıştırılarak geliştirilmiştir. Kuyularda pompa testleri ile akifer karakteristikleri tespit edilmiştir. Gözlem kuyusuna dönüştürülen 14 adet noktanın bazılarında kuyu artezyen yapmıştır. Bu noktalarda uygun kuyu başı kontrol yapıları inşa edilmek suretiyle kuyu serbest akışa bırakılmıştır. Hâlihazırda bu şekilde artezyen yapan ve sürekli akış halinde olan üç kuyu bulunmaktadır. Kuyu başları çelik kapaklar ile koruma altına alınmış ve kilit yerleştirilmiştir. Kuyu kapaklarına kuyu numarası yazılmıştır. Örnek bir kuyu başı muhafaza kutusu Şekil 3.3'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Sondaj kuyularından alınan karot örnekleri





Şekil 3.2. Kuyuların pompa ile geliştirilmesi



Şekil 3.3. Kuyu başı muhafaza kutusu

Karareis bölgesinde açılan kuyularda akiferlerin özelliklerinin belirlenmesi, su noktaları arasındaki bağlantıların araştırılması, suyun yeraltında izlediği yolların tespit edilmesi, yeraltındaki sularının gerçek hızlarının ortaya konması ve yeraltı sularında kirlilik taşınımını denetleyen parametrelerinin (difüzyon, dispersiyon, adveksiyon) belirlenmesi için izleyici deneyleri yapılmıştır. Bu kuyular aynı zamanda modelleme için gerekli olan yeraltı suyu seviye ölçümleri için de kullanılmıştır. Bu amaçla açılan 12 adet kuyuya otomatik yeraltı suyu seviye kaydedici cihazlar (Diver) indirilmiştir (Şekil 3.4). Bu cihazlar yardımıyla her saat yeraltı suyu seviye ölçümü otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Dört adet kuyuya ise su seviyeleri ile birlikte sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (Eİ) değerlerini de ölçen cihazlar indirilmiştir. Kuyularda ölçülen tüm veriler, arazideki diğer gözlemler sonucu elde edilen verilerle birleştirilerek inceleme alanının yeraltı suyu veri tabanı oluşturulmuştur.



Şekil 3.4. Gözlem kuyularına diver yerleştirilmesi

Proje sahasında seçilen kuyu ve kaynaklardan hem fiziksel hem de kimyasal analizler için numune alınmıştır. Örnekleme noktaları mekânsal olarak alanı yansıtacak şekilde seçilmiştir. Tüm örnekleme noktalarında sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik (Eİ) gibi fizikokimyasal parametre ölçümleri Hach-Lange HQ40D çoklu parametre probu ile yerinde yapılmıştır. Sahadaki su örnekleme bu çalışmanın önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Ortaya çıkabilecek laboratuvar ölçüm hataları ile laboratuvardaki analiz ve test yöntemlerinden doğabilecek hataların en aza indirilmesi için örnek sayısı ve örneklemenin doğru yapılmasına dikkat edilmiştir. Suların örnekleme sırasında farklı hacimlerde (50, 100, 250 ve 1000 mL) sızdırmaz kapaklı polietilen örnekleme şişeleri kullanılmış olup, örnek kapları doldurulmadan önce örnekleme yapılan sularla üç kez çalkalanmıştır. Sularda major anyon ve katyon analizleri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında, ağır metal analizleri uluslararası kalite belgesine sahip ACME (Kanada) laboratuvarlarında, izotop analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği Su Kimyası laboratuvarlarında yapılmıştır. Örnekleme sırasında, temel anyon ve katyonlar için 250 mL, ağır metal ve eser elementler için 100 mL, trityum analizleri için 1000 mL, oksijen-18 ve döteryum izotopu analizleri için ise 50 mL hacimli şişeler kullanılmıştır.

Ağır metal ve eser element analizi için alınan su örneklerinde elementlerin dibe çökmelerini ve yüzeye tutunmalarını önlemek amacıyla örneğin pH'ını 2 - 3 aralığına indirmek için 0,1 - 0,2 mL arasında derişik nitrik asit (HNO_3) ilave edilmiştir. Eklenen nitrik asit ortamda gaz çıkışına sebep olduğundan örnekleme kabının kapağı gazın çıkması sağlandıktan sonra kapatılmıştır. Tüm örnekler polietilen şişelere hava kalmayacak şekilde doldurulmuş ve örnekler arazi tipi buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır.

3.3 Hidrojeokimyasal Çalışmalar

Arazide major anyon ve katyon analizleri için alınan örnekler milipore marka 0,45 µm gözenekli filtrelerle filtrelenmiştir. Su örneklerindeki temel anyon (Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , F^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-}) ve katyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , NH_4^+ , Na^+ , K^+) iyon kromatografisi yöntemi ile karbonat ve bikarbonat iyonları titrimetrik yöntem ile analiz edilmiştir. Alınan ağır metal ve eser element örnekleri ise endüktif eşlenik plazma – kütle spektrometresi yöntemi ile belirlenmiştir.

Yeraltı suyu örneklerinin kalitesine ilişkin analiz sonuçları, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (ITASHY, 2005) mevzuatında yayınlanan standartlar ile karşılaştırılmıştır. Toplamda 3 dönem olarak planlanan su kalitesi gözlem programı sonucunda elde edilen tüm veriler bir veri tabanında birleştirilmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. Kurak (Eylül 2014: Eylül 2015) ve yağışlı (Nisan 2015) dönemlerde alınan bütün veriler birlikte değerlendirilmiştir. Hidrojeokimyasal verilerin istatistiki özetleri çıkarılması, iyonların topluca tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan yöntemlerden Piper ve Schoeller diyagramları kullanılmıştır. Ayrıca ölçülen veriler sulama suyu açısından da Wilcox diyagramı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, yeraltı suyu kalitesinin alandaki mekânsal dağılımlarını değerlendirebilmek için bazı önemli parametreler (elektriksel iletkenlik (Eİ), pH, arsenik, bor, bromür, bor, nitrat vb.) için kirlilik dağılım haritaları oluşturulmuştur.

3.4 Hidro-meteorolojik Çalışmalar

Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarından (İzmir, Karaburun, Urla ve Çeşme) elde edilen uzun dönemli yağış, sıcaklık ve buharlaşma ölçümleri derlenerek bölgeye ait hidro-meteorolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca havzadaki yüzeysel sularda yapılmış münferit debi ölçüm değerleri de alınarak yüzeysel akışlar incelenmiştir. Bütün meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden, yüzeysel akım verileri ise DSİ Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu veriler matematiksel modelleme için gerekli olan parametrelerin hesaplanmasında ve su bütçesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.5 Jeokimyasal Çalışmalar

İnceleme sahasında su kaynakları ile ilişkili ve bu kaynakları kirlenme potansiyeli bulunan terk edilmiş maden sahalarında (civa ve kil ocağında) kayaç ve toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen veriler su-kayaç etkileşiminin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Alınan kayaç numuneleri üzerinde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Laboratuvarları'nda bir dizi jeokimyasal analiz (X-ışınları Floresans Spektrometre (XRF) ve X-ışını Difraktometre (XRD) cihazları ile) yapılmıştır.

3.6 Denizdeki Çalışmalar

Proje sahasında denize boşalan kaynak sularının belirlenmesi için Karaburun yarımadası kıyı şeridi boyunca fiziksel oşinografi çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanında yaklaşık olarak 90 km kıyı şeridi çalışılmıştır. Ölçümler proje kapsamında alınan Multi-parametre 600XLM-V2-M sondası kullanılarak seçilen istasyon noktalarında kıyıya en yakın kesimlerde yapılmıştır. Bu kapsamda, derinlik ve derinlik bazlı sıcaklık, pH, tuzluluk, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Bu veriler ışığında denize boşalan kaynak sularının yaklaşık lokasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Denizdeki çalışmalar için Dokuz Eylül Üniversitesi Bilim 1 gemisinden yararlanılmıştır.



Şekil 3.5. Denizde yapılan çalışmalar

3.7 Modelleme alışmaları

Karaburun Yarımadası kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişimi etkisi altındaki yeraltı suyu akımları SEAWAT (sürüm 4.0) (Langevin ve diğ., 2008) isimli matematiksel model ile belirlenmiştir. Modelleme alışmaları proje sahasındaki İldırı ve Karareis bölgelerinde gerçekleştirilmiştir. Model sınırları oluşturulurken, sahil şeritleri modelin sabit yük sınır koşullarını oluşturmuştur. Diğer sınır koşullarını belirlerken mümkün olduğunca yeraltı suyu ayırım çizgisi, fay hattı, havza sınırı gibi nispeten kolay tanımlanabilen hidrojeolojik özelliklerin konumlarından yararlanılmıştır.

4. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

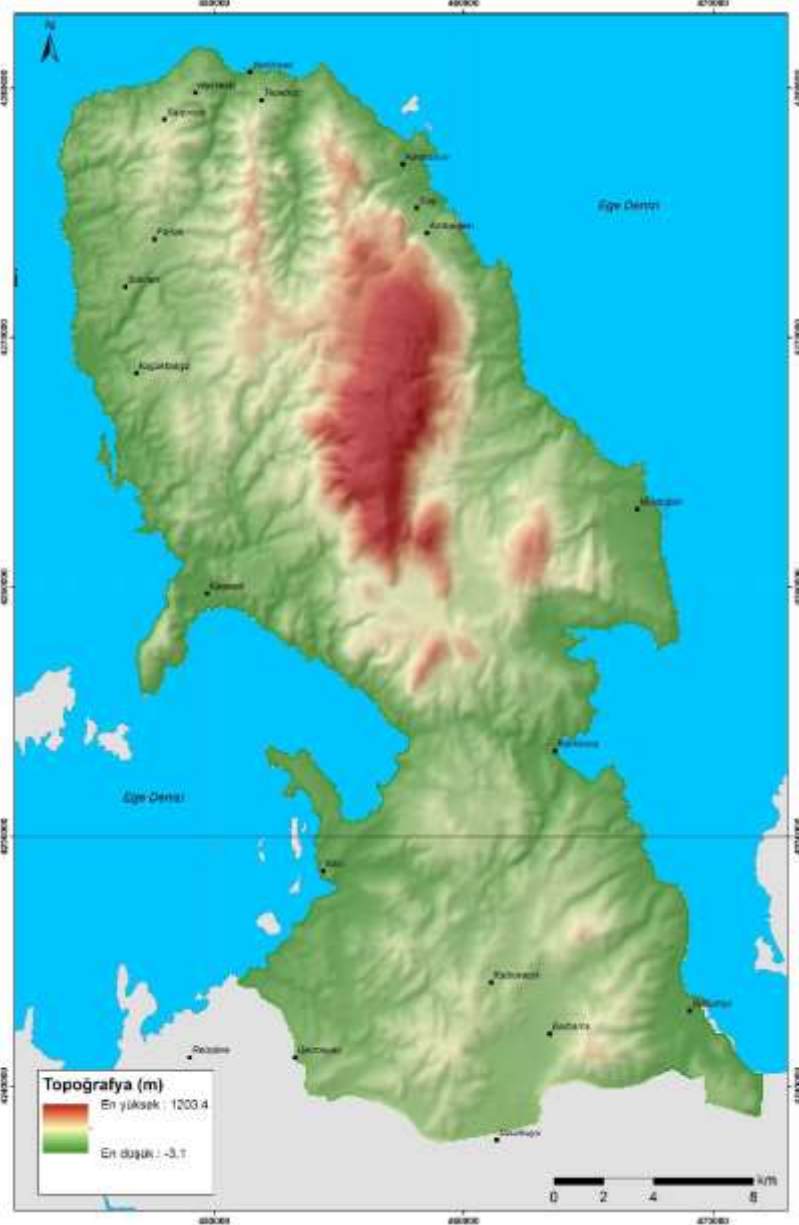
İzmir kentinin batısında ve Ege Denizi'ne uzanan bölümünde yer alan Karaburun Yarımadası, İzmir kent merkezinin etkilenme bölgesinde olmakla birlikte, doğal ve kültürel değerlerini günümüze kadar büyük oranda korumuştur. Topoğrafyası, iklimi, özgün flora ve faunası, kıyıları, doğal kaynakları, tarihi yerleşimleri ve arkeolojik birikimi ile kendine özgün bir kimlik taşımaktadır. Karaburun Yarımadasının, kıyıları oldukça girintili çıkıntılıdır (Şekil 4.1). Yarımadanın morfolojik, arazi kullanımı ve ekonomisi ile ilgili bilgiler aşağıda özetlenmiştir.



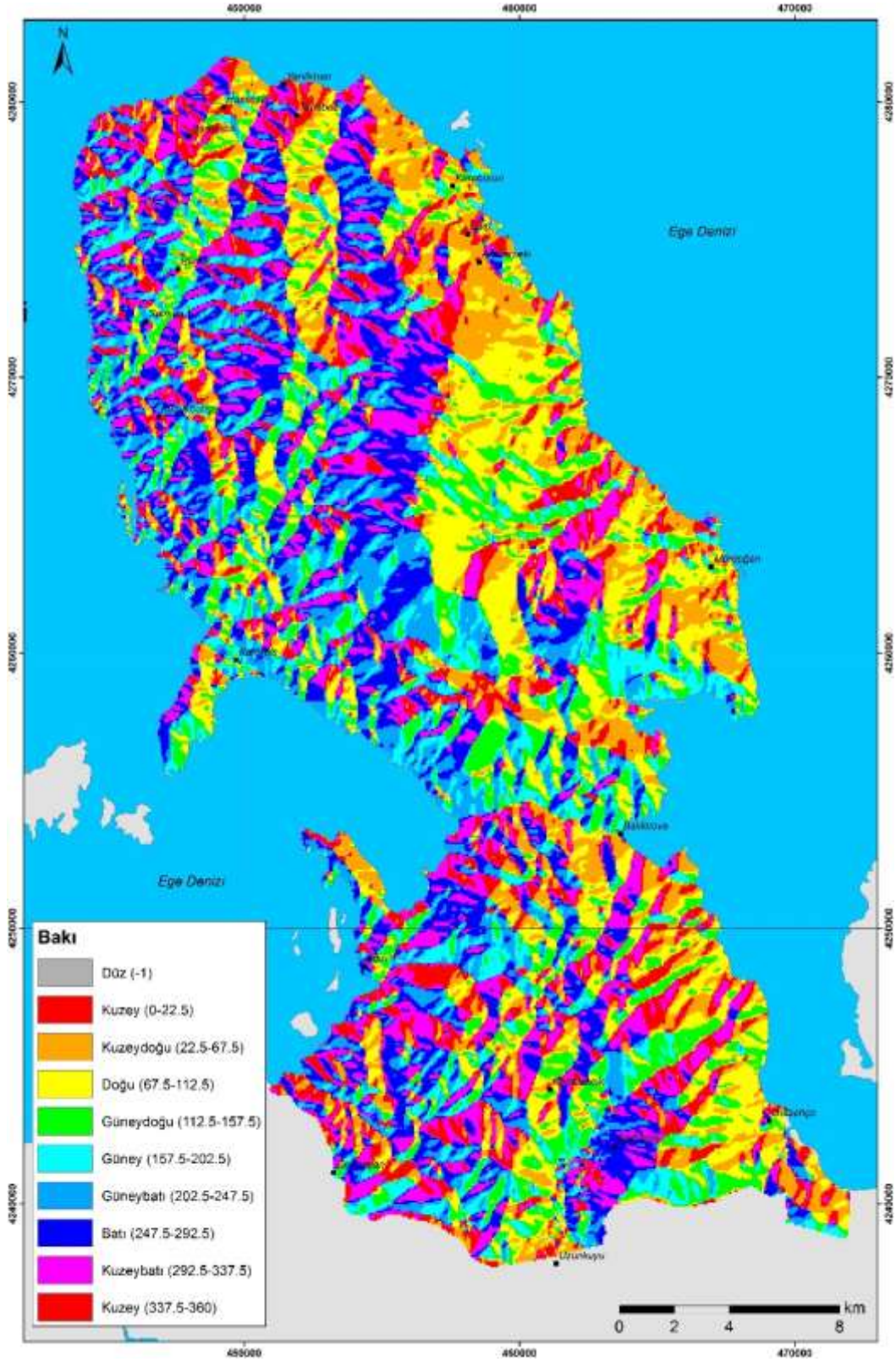
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve çevresi

4.1 Morfolojik Özellikler

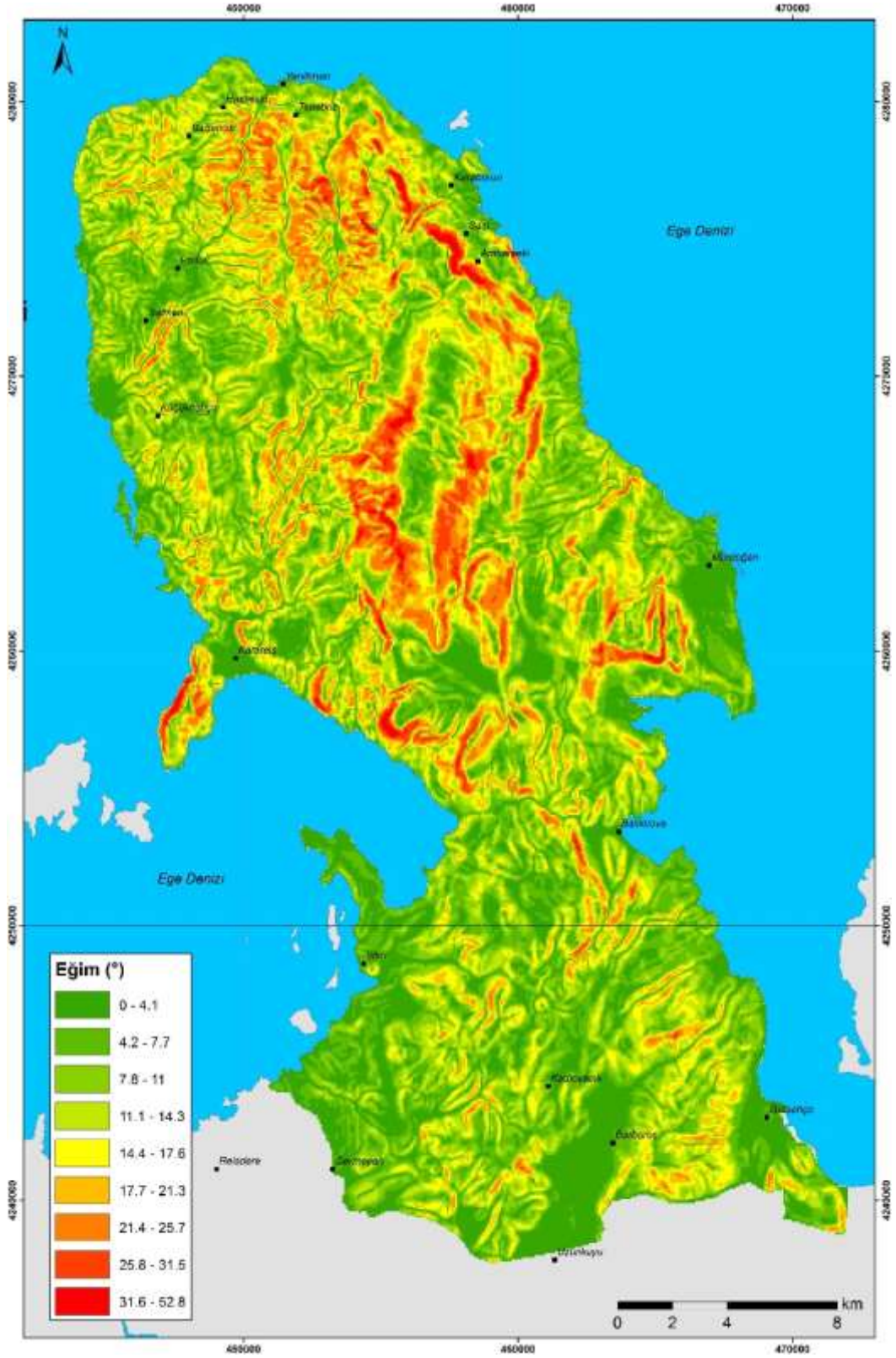
Karaburun Yarımadası İzmir Körfezi batısı ile güneyde Kuşadası körfezleri arasında Anadolu Yarımadası'nın tam ortasından batıya Ege Denizine doğru en fazla uzanan bir çıkıntı durumundadır. Yarımada'nın toplam alanı 171.000 ha'dır (Emiroğlu,1988). Yarımada oldukça engebeli bir yeryüzü yapısına sahiptir (Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Orta bölümünde kuzey-güney yönünde uzanan ve karbonat bloklarından oluşan Bozdağ kütlesi, yarımada'nın en yüksek kesimini oluşturur. Yarımada'nın en yüksek kesimi 1218 m yüksekliğindeki Akdağ'dır (Şekil 4.2). Yarımada'da dağlar denize diktir. Mordoğan, Yeniliman, Badembükü, Karareis, Balıklıova ve Denizgiren bölgelerinde alüvyon ovaları bulunmaktadır. Yarımada içerisinde yer yer karbonatlı kayalara bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde karstik yapılar gelişmiştir.



Şekil 4.2. Çalışma alanı ve çevresinin topoğrafya haritası



Şekil 4.3. Çalışma alanı ve çevresinin bakı haritası

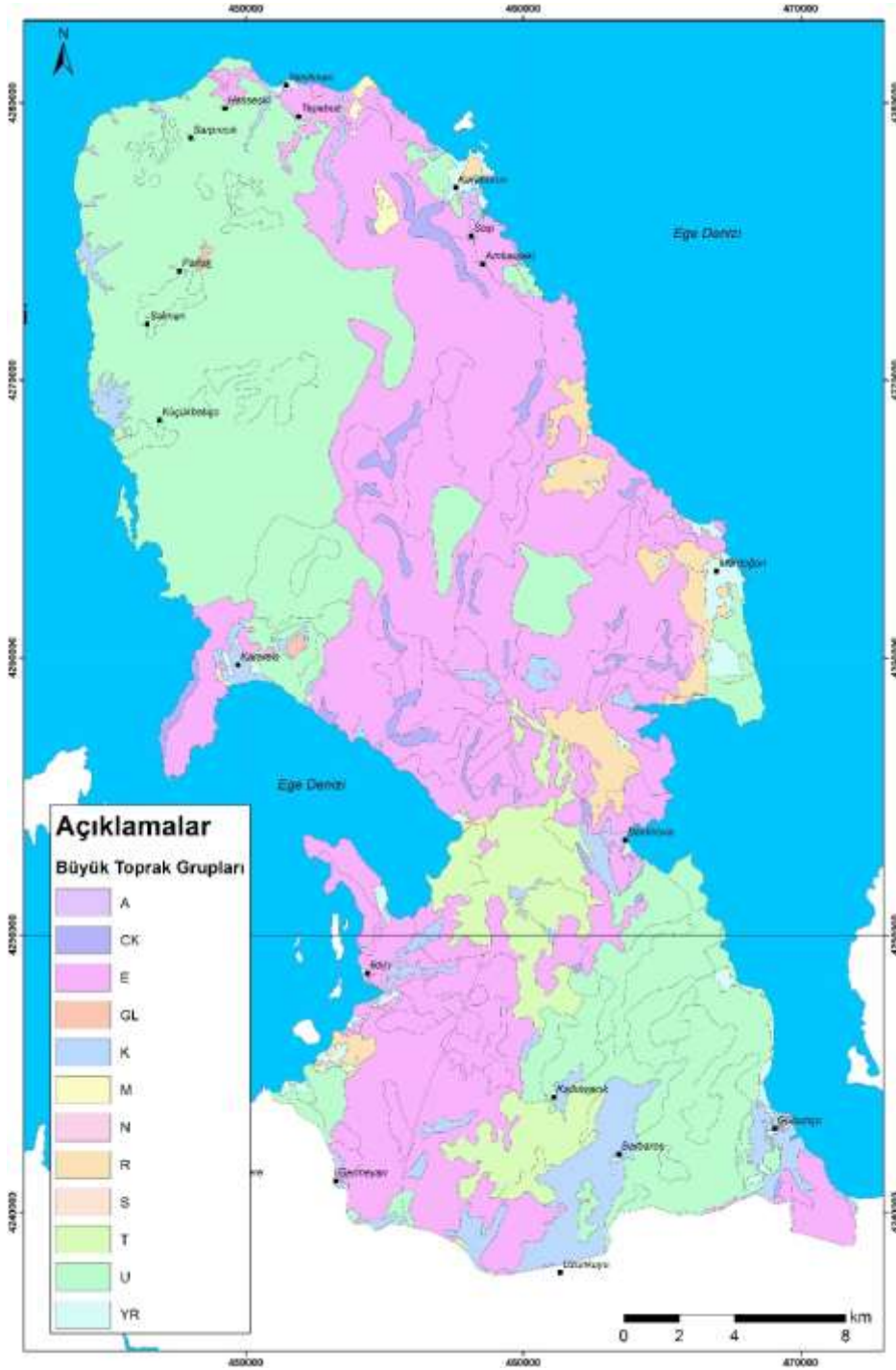


Şekil 4.4. Çalışma alanı ve çevresinin eğim haritası

4.2 Toprak Yapısı ve Arazi Kullanımı

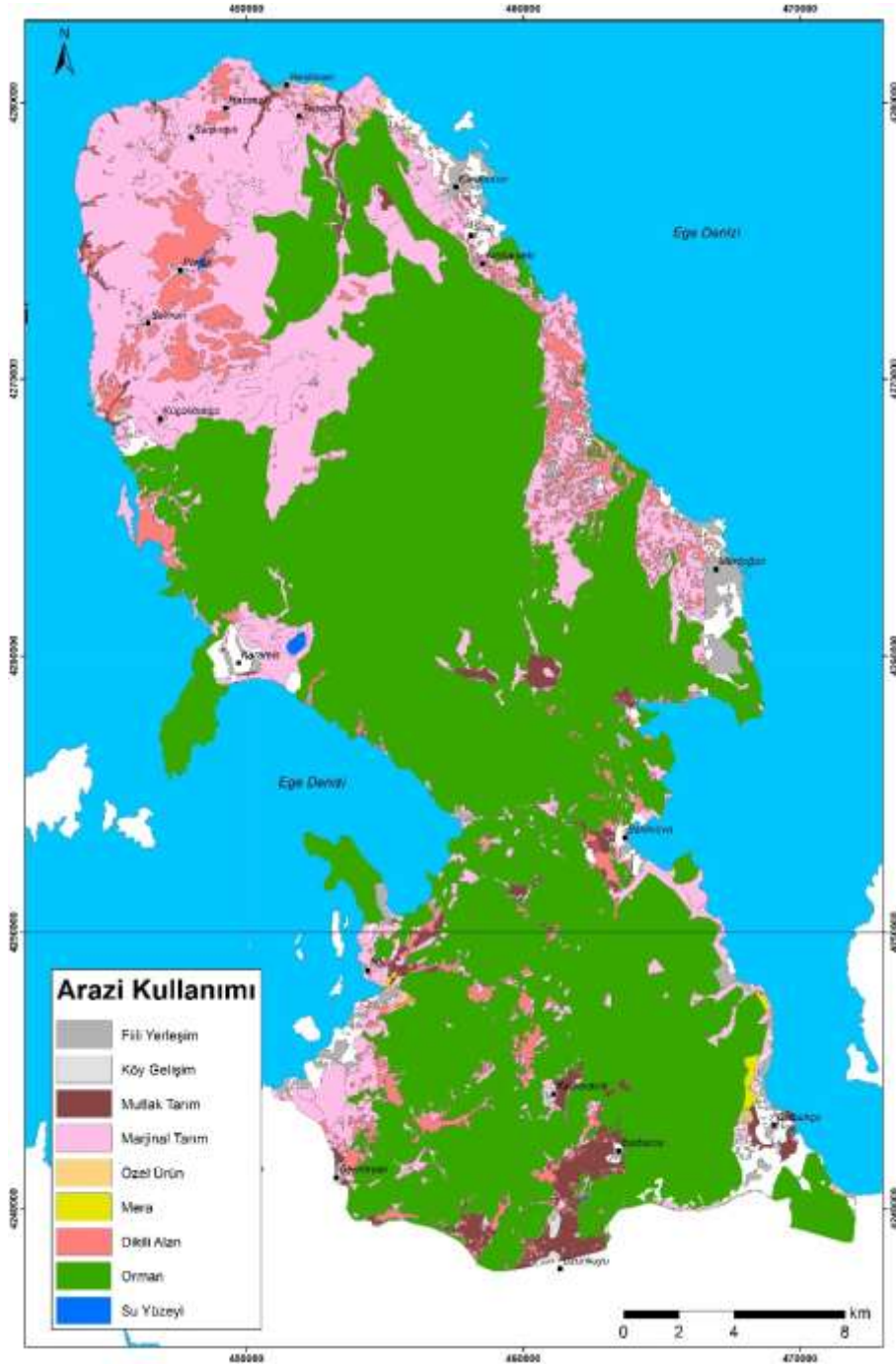
Karaburun Yarımadası'nda Akdeniz iklimi koşulları ve bitki örtüsü etkisi altında farklı yaş ve litolojik özellikteki çeşitli ana materyal üzerinde genellikle iskelet toprağı karakterinde olgun horizonlaşma göstermeyen toprak tipleri gelişmiştir (İZKA, 2014). Toprak özelliklerinin gelişmesinde alanın litolojik yapısı belirleyici olmuştur. İnceleme alanında özellikle İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü ve çevresinde yüzlek veren volkanik birimler üzerinde regosoller, Mesozoik kalkerler üzerinde iklimin de etkisiyle kırmızı Akdeniz toprakları, Neojen kırıntılı ve karbonatlı alanlarda redzinalar, alüvyal birimler üzerinde ise alüvyal topraklar gelişmiştir (İlhan, 1996). Karaburun Yarımadası'nda, zonal toprak grubuna giren kahverengi Akdeniz, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi, kireçsiz kahverengi orman, kırmızı Akdeniz; intrazonal grubuna giren rendzina ve azonal grubuna mensup alüvyal ve kolüvyal topraklar yer almaktadır (Şekil 4.5). Yarımada'da en geniş alanı kaplayan kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları, çeşitli yaştaki kalker formasyonları üzerinde oluştuklarından yüksek oranda kireç içermektedir. Bulunduğı alanlardaki genel topoğrafya dalgalı ve tepelik olan bu topraklar, Yarımada'nın genellikle orta kısmı ile Karaburun'un doğusunda kalker formasyonu üzerindedir (Mater, 1982; Soykan ve diğ., 1993). Bu topraklar, eğimin müsait olduğu alanlarda, II. ve III. sınıf arazi yetenek sınıfına sahiptirler (Mater, 1982). Yarımada'da geniş yer kaplayan kireçsiz kahverengi topraklar, genellikle andezit, bazalt gibi volkanik kayaların ayrışması sonucu oluşmuştur (Mater, 1982). Dağlık, tepelik karakterinde gelişmiş olan ve sığ bir profile sahip olan bu topraklar, İldırı ve çevresindeki volkanik neojen alanlar, Mordoğan mahalle sınırları içinde ve Karaburun'un batısında görülmektedir (Mater, 1982; Soykan ve diğ., 1993). Taşlılık oranının yüksek ve eğimin fazla olması nedeniyle bu alanlar genellikle, VI. ve VII. sınıf arazi yetenek sınıfına sahiptirler (Mater, 1982; İlhan, 1996). Kireçsiz kahverengi orman toprakları, Yarımada'daki tepelik ve dağlık alanlarda, özellikle de eğimin fazla olduğu yerlerde görülmektedir. Sığ olmaları nedeniyle, tarıma elverişli değillerdir. Yarımada'da bu toprakların yayılış gösterdiği alanlar, VII. sınıf arazi yetenek sınıfı gösterirler (Mater, 1982). Yarımada içinde çoğunlukla Neojen kalker ve marnların üzerinde oluşan Rendzina toprakları, orta dereceli eğime sahip dalgalı bir topoğrafya üzerinde yayılış gösterirler. Özellikle eğimin uygun olduğu alanlarda bu topraklar, genellikle II. ve III. sınıf arazi yetenek sınıfı özelliği gösterirler (Mater, 1982). Yarımada'da kırmızı Akdeniz toprakları, sığ ve taşlı topraklar olup, taşlılık oranının fazla olması nedeniyle, VII. sınıf arazi yetenek sınıfı özelliği gösterirler (Mater, 1982; Soykan ve diğ., 1993). Alüvyal topraklar, Yarımada'nın tarımsal yönden en verimli alanlarını oluşturmaktadır. Yarımada'da alüvyal topraklar, alçak kıyı ovaları ile kıyı alanlarında bu özelliklere sahiptir (Mater, 1982). Proje sahası sınırları içinde Kararesi civarında bu toprakları görmek mümkündür. Bu topraklar, genellikle I. ve II. sınıf arazi yetenek sınıfına sahip olarak değerlendirilirler. Yarımada içinde az yer kaplayan

kahverengi orman toprakları, genellikle Rendzina toprakları ile birlikte bulunmaktadır. Bu topraklar, bölgede eğimin fazla olduğu alanlarda oluştuğundan, arazi yetenek sınıfı olarak IV., V., VI., ve VII. sınıf alanlar olarak değerlendirilmektedir (Mater,1982). Yarımada'da, üzerinde belirgin bir toprak örtüsü bulunmaması nedeniyle, VIII. sınıf araziler olarak değerlendirilen ve genellikle % 45'ten fazla eğime sahip olan alanlar, genelde çıplak kayalık alanlar olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4.5. Çalışma alanın tarım toprağı grupları

Proje sahasının en kuzeyinde yer alan Karaburun İlçesi yüzölçümü 42.706,40 ha'dır. Karaburun ilçesinde, 5403 sayılı yasa kapsamındaki tarım arazileri varlığının kendi içerisindeki dağılımlarına ilişkin 2012 yılında bir dizi araştırma yapılmıştır. Bu verilere göre Yarımada'nın önemli bir kısmını orman alanları oluşturmaktadır (Tablo 4.1; Şekil 4.6.). Yarımada'nın önemli bir kesiminde de marjinal tarım arazileri yer almaktadır (Tablo 4.2).



Şekil 4.6. Çalışma alanının arazi kullanım haritası

Tablo 4.1. Karaburun arazi kullanım şekillerinin alansal dağılımı (Anonim, 2012)

Arazi Kullanım Şekli	Toplam (Ha)
Yerleşim	1.732,60
Köy Yerleşik	92,90
Orman	24.048,50
Su Yüzeyi	21,30
Orman+Yerleşim Alanları	201,50
5403 Sayılı Kanun Uygulama Alanları	16.609,60
Genel Toplam	42.706,40

Tablo 4.2. Karaburun arazilerinin 5403 sayılı yasaya göre oluşturulmuş dağılımı (Anonim, 2012)

Arazi Kullanım Şekli	Toplam (Ha)
Mutlak Tarım Arazileri	696,00
Özel Ürün Arazileri	81,30
Marjinal Tarım Arazileri	12.984,20
Dikili Tarım Arazileri	2.782,20
Mutlak Tarım Arazilerinden İzinlendirilmiş Alanlar	65,90
Genel Toplam	16.609,60

4.3 Sosyoekonomik Özellikler

Karaburun Yarımadası'nda, üretim ve tarıma dayalı yerleşik yaşam biçimine geçildiği Neolitik dönemden bu yana yerleşim gördüğü tespit edilmiştir (İZKA, 2014). Yarımada geçmişten günümüze coğrafi konumu ve limanlarıyla önem kazanmıştır. Antik çağlardan itibaren kıyı bölgelerinde liman kentleri kurulmuştur (Emiroğlu, 1988). Dünyadaki ilk kentleşme örneklerinden birisi olan ve M.Ö. 6000 yıllarının sonuna kadar ulaşan "Liman Tepe", 12 İon kentinden 4'ü Yarımada'nın kıyılarında yer alan liman kentleriydi (Gülderen 2007; Emekli, 2005): Proje sahasında yer alan Erythrai antik kenti Çeşme ilçesi sınırlarında yer alan İldırı'dadır. İldırı sınırları içinde Helen ve Roma dönemi kalıntıları da bulunmaktadır (İBB, 2008). Bu alanlar bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, Yarımada'nın doğal varlıklardan güneşli gün sayısı, rüzgâr, sıcak sular ve şifalı sular, soğuk su kaynakları, sahil, plaj ve koyları yörenin ekonomisine ciddi katkı sağlamaktadır. Balıkçılık ve deniz ürünleri hem bölge hem de ülke ekonomisine katkılar sağlamaktadır. Karaburun Yarımadası ve çevresinde yelken, sörf, dalgıçlık gibi alternatif turizm tipleri de yapılabilmektedir. Zeytin,

bağcılık, yerel ürünler, tarımsal turizm de önemli tarımsal varlıklardandır. Ayrıca, sakız, mandalina, enginar, nergis, kavun, bamyaya ve yerel bitkiler Yarımada'da potansiyeli yüksek ürünlerdir. Küçükbaş hayvancılık ve hayvansal ürünler de katma değer yaratma potansiyeline sahip diğer varlıklardır. Karaburun ilçesinin toplam işgücününün % 61,7'si ziraat, avcılık, ormancılık ve balıkçılık sektöründedir. Elektrik, gaz ve su sektöründe toplam işgücününün payı % 32, yardımcı iş hizmetleri payı % 4,6, toplum hizmetleri, sosyal ve kişisel hizmetler sektöründeki payı % 13,1, iyi tanımlanmamış faaliyetler içindeki payı % 6'dır (İZKA, 2014). Ancak, proje sahasında son yıllarda turizm aktiviteleri oldukça yoğunlaşmıştır. Bu nedenle turizm sektöründeki iş gücü payı gün gittikçe artmaktadır.

4.4 Tarım ve Hayvancılık

İzmir İl nüfusunun (3.965.232 kişi) % 9'u köylerde, kalan kısmı il ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır (İZKA, 2014). 2012 yılında Çiftçi Kayıt Sistemine (CKS) kayıtlı 45.035 çiftçi ailesi bulunmaktadır (GTHB, 2012). İzmir'deki çiftçilerin % 5,7'si Yarımada ilçelerinde yaşamaktadır. Köyde yaşama oranı en yüksek olan ilçe % 69,2 ile Karaburun'dur. Bunu sırasıyla % 36,9 ile Çeşme ve % 15,7 Urla izlemektedir. Karaburun Yarımadası'nda en fazla tarla, sebze, süs bitkileri ve zeytin alanları bulunmaktadır. Yarımada da Urla ilçe sınırları içinde (Balıklıova ve çevresinde) enginar, meyve ve narenciye alanlarının olduğu görülmektedir. Ayrıca, Çeşme ilçesi sınırları içinde kalan İldırı ve çevresinde ise enginar ve zeytin öne çıkan ürünlerdir. Karaburun'da, 38.971 dekarlık tarım alanının büyük kısmını zeytin (% 78,6), tarla bitkileri (% 9,8), sebze (% 3,3) ve narenciye (% 2,7) üretim alanları oluşturmaktadır. Bitkisel üretimde enginar, mandalina, zeytin ve açık alanda nergis en çok yetiştirilen ürünler arasındadır.

Yarımada kıyılarında çok sayıda balık çeşitliği bulunmaktadır. Su ürünleri üretiminde çipura, levrek ve orkinos önemlidir. İzmir ilindeki keçi varlığının %7,7'si de Karaburun ilçesindedir (GTHB, 2012).

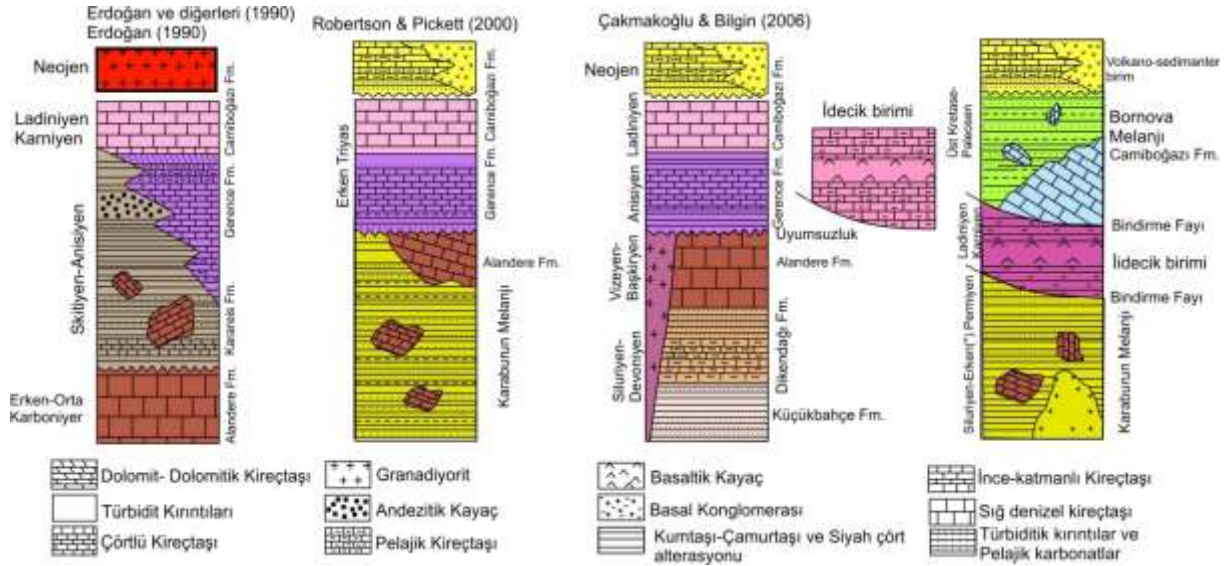
4.5 Turizm

Karaburun Yarımadası ve çevresi coğrafi konumu, tarihi, kültürel ve doğal kaynakları ile İzmir'in en fazla turizm potansiyeline sahip bölgesidir. İzmir'e gelen yabancıların aylara göre dağılımı, turistik talep yoğunlaşmasının Haziran ayından başlayarak Eylül ayı sonuna kadar sürdüğünü göstermektedir. İzmir ilinin en önemli çekim gücününün deniz-güneş-kum turizmi olması, kitle turizmi kapsamında geleneksel turizm aylarında talebin yoğunlaşması ve dört aylık bir turizm mevsimi yaşanması sonucunu doğurmaktadır (İZKA, 2009a). İzmir'in batı ucunda yer alan Çeşme ilçesi turizm açısından Türkiye'nin en önemli yerlerinden bir tanesidir. Yerli ve yabancı turistlerin Çeşme ve Alaçatı'da yer alan turizm tesislerindeki

konaklamalarının yanı sıra, bu bölgede yer alan ikincil konutlar nedeniyle yaz ayları nüfusunun oldukça arttığı gözlenmektedir. 2012 yılı verilerine göre Çeşme ilçe nüfusu 34.563 kişi olmakla birlikte, özellikle 2014 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında nüfusun bir milyon kişiye ulaştığı vurgulanmaktadır. Benzer şekilde hem Karaburun ilçesine hem de Urla ilçesine yazın yoğun bir nüfus gelmektedir. Karaburun ilçesi doğal ve kültürel varlıkları (mağaralar, dağlar, tarihsel değerler, yöre mutfağı vs.), kıyı alanları (koylar, adalar, denizaltı habitata vs.); eko-turizm, kır turizmi, deniz sporları turizmi, kültür turizmi gibi alternatif turizm türlerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca ilçedeki tüm kesimler, kırsal turizmin geliştirilmesinin ilçe kalkınması için en önemli araç olduğu konusunda hemfikirdir (İZKA, 2013a).

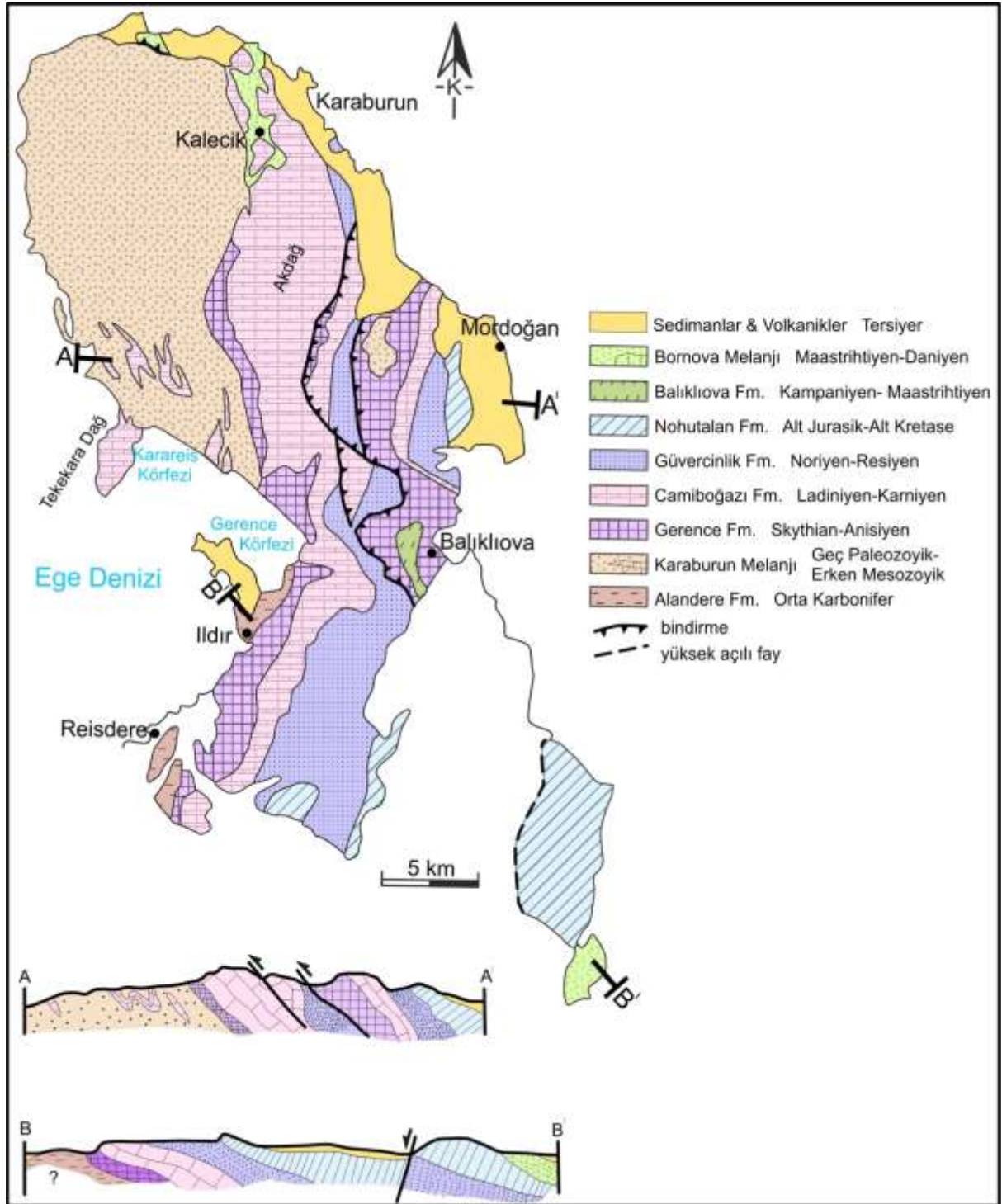
5. KARABURUN YARIMADASININ JEOLJİSİ

Karaburun Yarımadası ile ilgili ilk jeolojik haritalamalar Kalafatçioğlu (1961) ve Konuk (1979) ile başlamıştır. Yarımada'nın hem Paleotetis, hem de Neotetis okyanusuna ait birimler içerdiğinin anlaşılması üzerine Erdoğan ve diğ. (1990), Robertson ve Pickett (2000) gibi araştırmacılar Karaburun Yarımadası'nın stratigrafisi ve jeolojik evrimi üzerine çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Karaburun Yarımadası'ndaki Miyosen öncesi birimlerin stratigrafisiyle ilgili son ayrıntılı çalışmalar Çakmakoglu ve Bilgin (2006) ile Erkül ve diğ. (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yarımada'nın Miyosen-Kuvaterner stratigrafisi ise, Helvacı ve diğ. (2009) ve Göktaş (2014)'de sunulmuştur. Bu raporda önceki çalışmalardan elde edilen verilerle (Şekil 5.1), bu proje kapsamında elde edilen veriler birleştirilerek, Karaburun Yarımadası'nın jeolojisi bir bütün olarak sunulmuştur.



Şekil 5.1. Karaburun Yarımadası'nın farklı çalışmacılar tarafından önerilmiş olan Stratigrafisi

Erdoğan ve diğ. (1990)'a göre Karaburun Yarımadası'ndaki Erken-Orta Karbonifer yaşlı Alandere formasyonu en yaşlı birimi oluşturur. Bu birim Erken Triyas yaşlı Denizgiren Grubu'na ait Karareis ve Gerence formasyonu tarafından uyumsuzlukla üstlenir. Bu iki formasyon andezitik, dasitik ve volkanoklastik kayalar ile denizaltı bazaltik lav ve piroklastik düzeyleri içerir. Karareis ve Gerence formasyonları uyumlu olarak Ladinyen-Karniyen yaşlı Camiboğazi formasyonu tarafından üzerlenir. Fakat Kozur (1995) Karareis formasyonunun değişik litolojik ve tektonostratigrafik birimler içerdiğini ve bir melanj niteliği taşıdığını belirtir. Robertson ve Pickett (2000) ise, Paleozoik birimlerin tümünün Geç Paleozoik yaşlı türbiditik bir matris içinde blok veya tektonik dilim şeklinde yer aldıklarını savunur. Bu kayalar Erken Triyas yaşlı Gerence formasyonu tarafından uyumsuzlukla üzerlenir (Şekil 5.2).

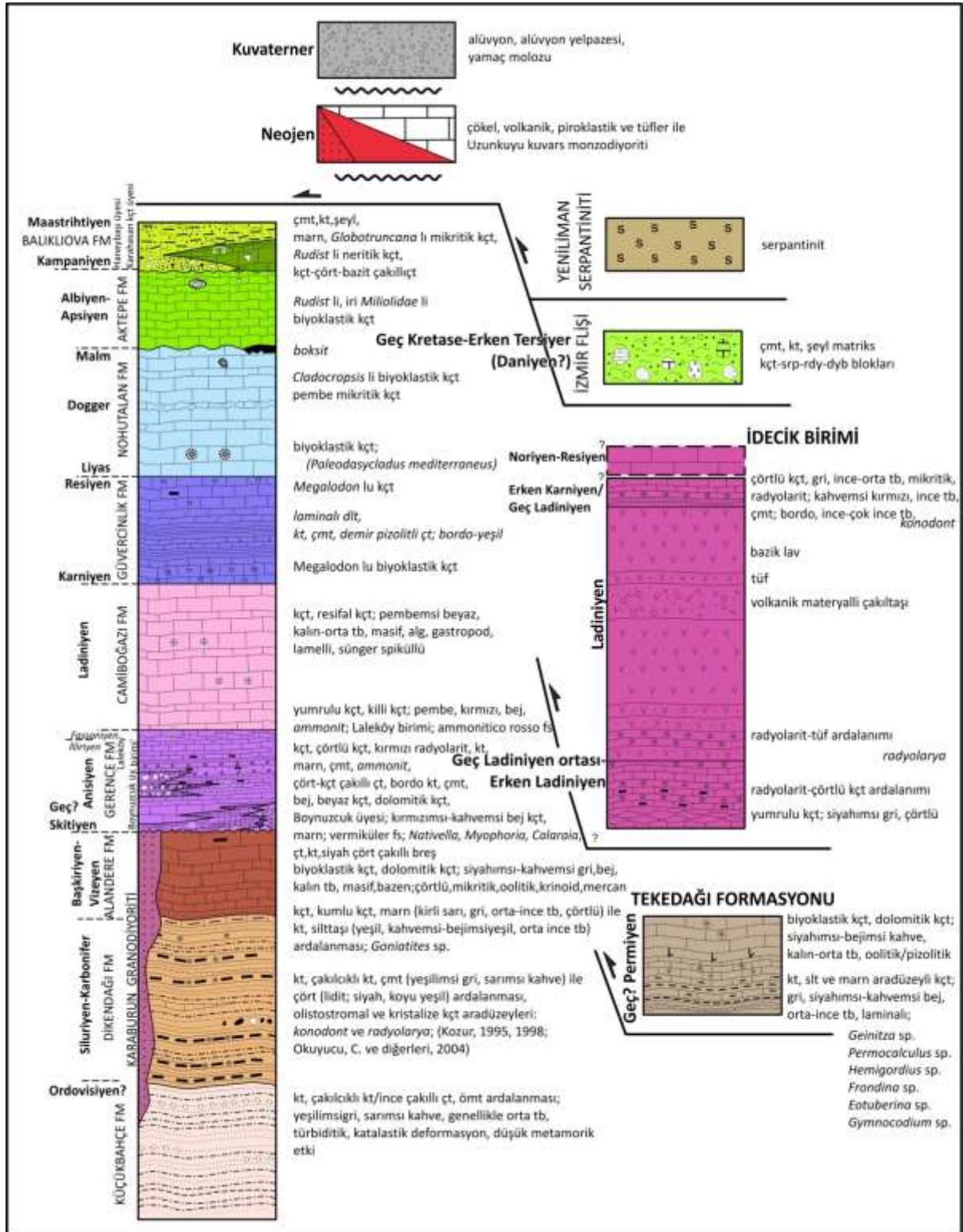


Şekil 5.2. Karaburun Yarımadası'ndaki Miyosen öncesi birimlerin basitleştirilmiş jeoloji haritası ve kesitleri (Robertson ve Pickett, 2000)

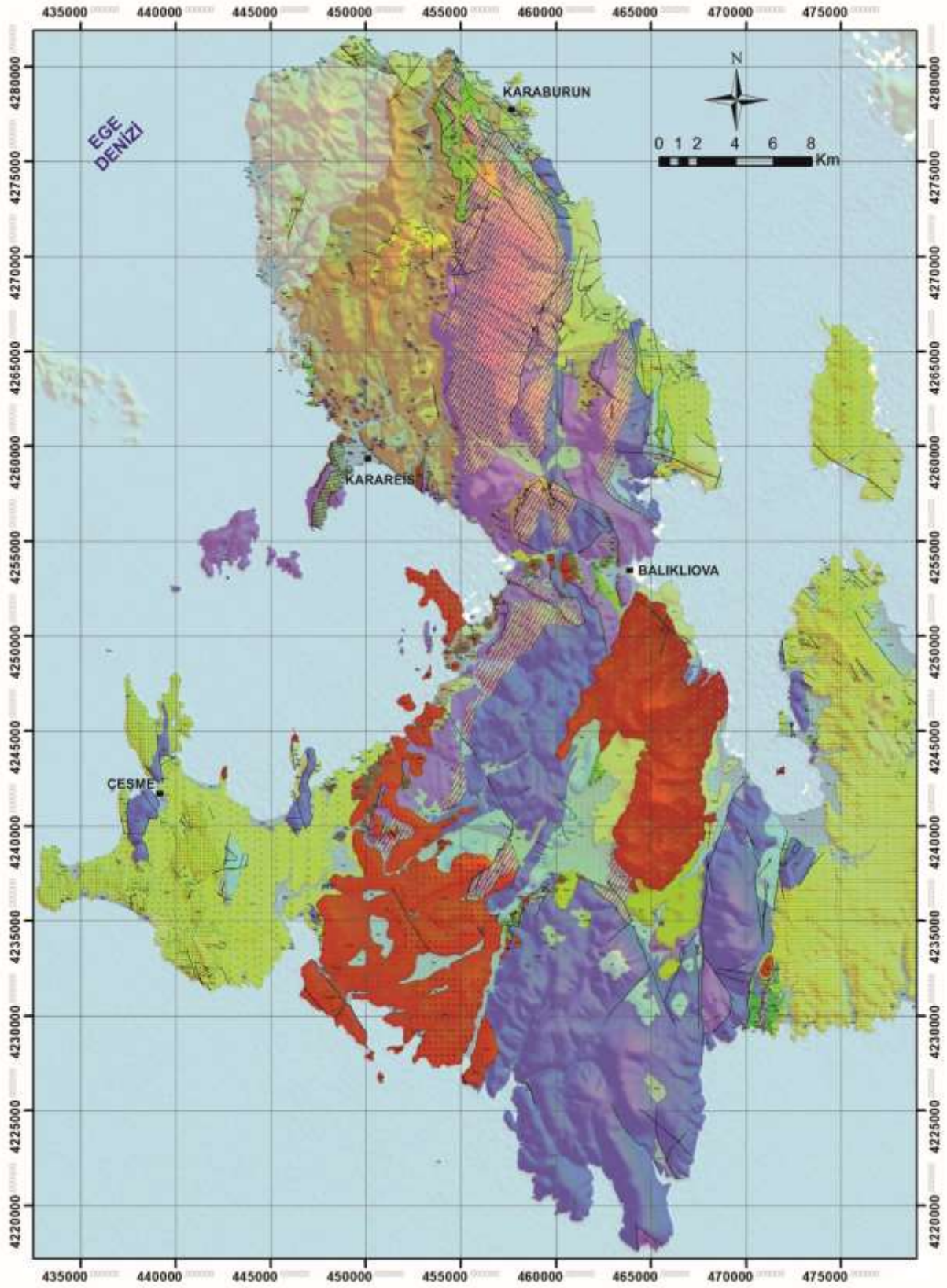
Yazarlara göre, Geç Paleozoik yaşlı birimler Erken Triyas-Maastrichtiyen yaşlı karbonat platformunun temelini oluşturur. Bu verilere göre, Karaburun Yarımadası'nın temelini Paleotetis okyanusunun güney kenarına ait Geç Paleozoik-Erken Permian yaşlı yitim kaması oluşturur. Bu dalma-yitim kuşağı Triyas başında Neotetis okyanusunun oluşumunu

simgeleyen bir riftleşme ile parçalanır. Neotetis okyanusu Erken Tersiyer de kapanır. Bu çalışmalara göre, çalışma alanının stratigrafisini Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı temel kayalar, bunları aşısıl uyumsuzlukla üstleyen Miyosen yaşlı sedimanter ve volkanik kayalar ile Kuvaterner alüvyonal çökeller oluşturur (Erdoğan ve diğ. 1990; Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).

Neojen öncesi birimlerle ilgili son ayrıntılı çalışmayı yapan Çakmakoğlu ve Bilgin (2006), Karaburun Yarımadası'nda, kendi içinde oldukça düzenli Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı görel bir "otokton" istif ile allokton konumlu çeşitli tektonostratigrafik birimler tanımlamışlardır. Araştırmacılara göre, "Otokton" istifin Paleozoik yaşlı en alt birimi, Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşan, türbiditik özellikteki Küçükbahçe formasyonudur. Üzerine geçişli olarak, siyah çörtlerin çok sık bulunmasıyla farklılık gösteren Siluriyen-Karbonifer yaşlı Dikendağı formasyonu, kırıntılı ve karbonat kayalarla temsil edilen Vizeyen-Başkiriyen yaşlı Alandere formasyonu gelir ve bu birimleri Erken Triyas yaşlı Karaburun granodiyorit keser. Paleozoik temel üzerine uyumsuz olarak gelen Mesozoyik kaya birimlerinin tabanında bulunan Gerence formasyonu; taban çakıltaşı ve Skitiyen yaşlı çökeller ile başlar ve Anisiyen'deki karbonat egemen kırıntılı derin denizel çökelim ile devam eder. Bu birim, Anisiyen sonlarına doğru çoğun kırmızı mikritlerle, Alt Ladiniyen'de, neritik karbonatlardan oluşan Camiboğazi formasyonu'na geçer. Üzerine geçişli olarak Megalodon'lu kireçtaşı, stromatolitik dolomit ile kumtaşı, çamurtaşı ve demir/boksit pizolitli çakıltaşıdan oluşan Karniyen-Resiyen yaşlı Güvercinlik formasyonu gelir ve Liyas- Malm yaşlı, Palaeodasycladus'lu-Cladocoropsis'li, resifal özellikler de gösteren neritik karbonatlardan oluşan Nohutalan formasyonu ile devam eder. Daha üstte Albiyen-Apsiyen yaşlı Aktepe formasyonu, uyumsuz olarak bulunur. Üzerine, olası bir boşluk/çökmezlikten sonra gelen Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşlı Balıklıova formasyonu; altta sığ denizel, sonra pelajik kireçtaşı marnlardan oluşan Karahasan kireçtaşı üyesi ve en üstte; kumtaşı-çamurtaşı egemen "filiş fasiyesi"ndeki Haneybaşı üyesi'ni kapsar. Kırıntılılar ile biyoklastik kireçtaşıdan oluşan (Geç?) Permiyen yaşlı Tekedağ formasyonu; Karbonat, kırıntılılar ve spilit lavlardan oluşan Ladiniyen-(Erken) Karniyen / (Noriyen?) yaşlı İdecik birimi; bloklu filiş özelliğindeki Kampaniyen-Erken Tersiyer (Daniyen?) yaşlı İzmir filiş ve Yeniliman serpantiniti, görel otokton konumlu Paleozoyik ve Mesozoyik kaya birimleri ile tektonik ilişkilidir. Yazarlar, bütün bu birimlerin Neojen Kuvaterner yaştaki çeşitli kaya birimleri tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtir. Bu raporda temel kayalarının adlandırılması ve tanımlanması anlamında Çakmakoğlu ve Bilgin (2006)'nin çalışması baz alınmıştır (Şekil 5.3 ve 5.4). Bu çalışmada Karaburun istifi otokton, allokton ve Yeni otokton olmak üzere üç ana kaya topluluğu şeklinde tanımlanabilir. Buna göre, Otokton birimler Ordovisiyen-Maastrihtiyen, Allokton birimler Geç Permiyen-Erken Tersiyer, Yeni otokton birimler ise Miyosen-Kuvaterner yaşlıdır.



Şekil 5.3. Karaburun Yarımadası Neojen öncesi birimlerin stratigrafisi (Çakmakoğlu ve Bilgin 2006'dan alınmıştır).



Şekil 5.4. Karaburun Yarımadası'nın DEM ile birleştirilmiş jeoloji haritası (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006)'dan sadeleştirilmiştir.

5.1 Kaya Birimleri

5.1.1 Otokton Birimler

Otokton birimler Paleozoik ve Mesozoyik yaşlıdır. Yarımada'nın otokton Paleozoyik istifi, Ordovisiyen-Orta-Karbonifer yaşlı Küçükbahçe, Dikendağı ve Alandere formasyonlarından oluşur (Şekil 5.3 ve 5.4, Çakmakoglu ve Bilgin, 2006). Paleozoyik kaya birimleri üzerine uyumsuz olarak gelen ve Erken Skitiyen ile başlayan Mesozoyik istifi ise, Malm ile Kretase arasında ve büyük olasılıkla Senoniyen'de de uyumsuzluk bulundurmaktadır. Genel olarak karbonatlardan oluşan ve filiş ile sonlanan düzenli denebilecek bir istif niteliğindedir. Mesozoyik istifi; en altta Skitiyen-Alt Ladiniyen'de çökelen çeşitli kaya birimlerinin yanal ve düşey geçişinden oluşan Gerence formasyonu, Ladiniyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Camiboğazı formasyonu, Liyas-Malm yaşlı neritik kireçtaşlarından meydana gelen Nohutalanı formasyonu, biyoklastik kireçtaşlarından oluşan Kretase yaşlı Aktepe formasyonu ve Senoniyen yaşlı Balıklıova formasyonu ile temsil edilmektedir. Ayrıca Triyas yaşlı Karaburun granodiyoriti de istifin en yaşlı magmatik birimini oluşturmaktadır. Bu birimler genel olarak düzenli bir istif sunmalarına rağmen, çökelimleri sonrasında km'lerce izlenebilen ters faylar ile birbirleri üzerine itilmişler veya devrilmişlerdir.

5.1.1.1 Küçükbahçe formasyonu (OK)

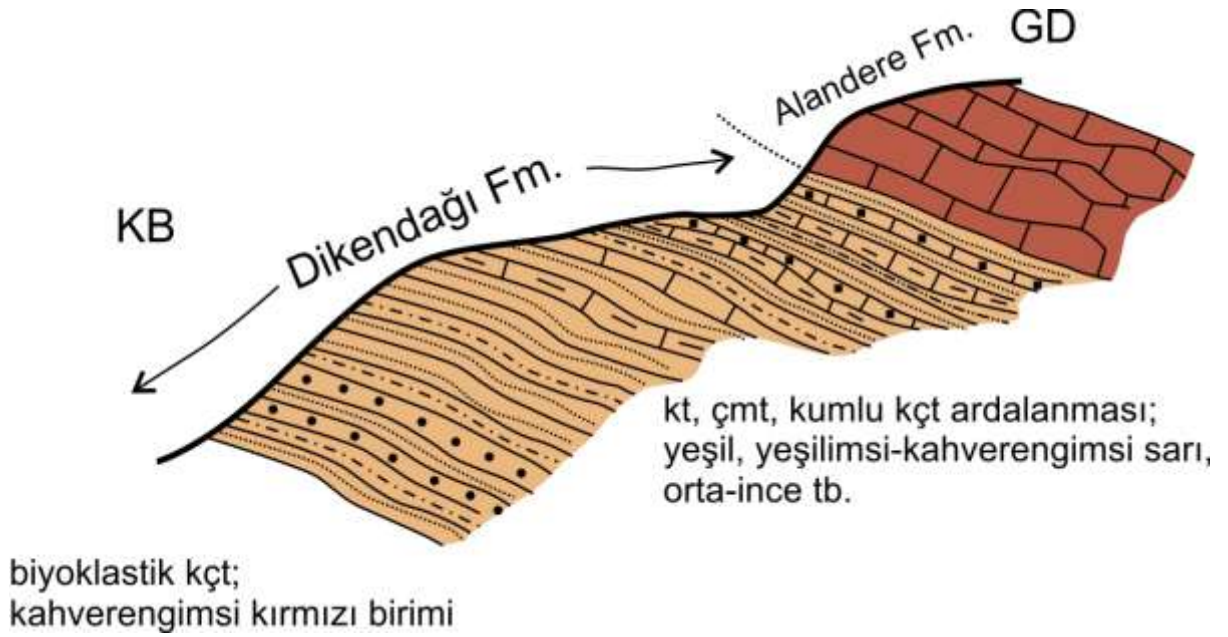
İlk olarak Kozur (1995) tarafından Küçükbahçe formasyonu olarak isimlendirilen bu kaya birimi; Ordovisiyen veya Kambro-Ordovisiyen yaşında, yönlenmeli kumtaşı, ince çakıllı çakıltaşı ve silttaşlarından oluşmaktadır. Görel olarak alt kesimlerde ince çakıllı çakıltaşı, üst kesimlerde ise kumtaşı ve çamurtaşı birbirleri ile ardalanmaktadır. Birim genel olarak yeşilimsi gri, sarımsı kahve renklerde, ince-orta-kalın katmanlı ve türbiditik karakterdedir. Hafif yönlenmeli dokusu olup, çok az metamorfizma etkileri görülmektedir.

Küçükbahçe formasyonunun görel tabanı olan ince çakıllı çakıltaşı çalışma alanında gözlenmemektedir ve üzerine Dikendağı formasyonu geçişli olarak gelmektedir. Her iki formasyondaki kaya birimi benzerliğinden ötürü sınırın kesin olarak tanımlanması oldukça zordur. Ancak tabakalı siyah çörtlerin (liditler, Gümüş 1971; Brinkmann ve diğ., 1972; Kozur, 1995 ve 1998) ilk gözlemlendiği düzeyler bir ayraç olarak kabul edilmiştir. Formasyon içerisinde herhangi bir fosil bulgusu görülmemiştir. Ancak formasyonun üzerine geçişli olarak gelen Dikendağı formasyonunun en alt kesimlerinde belirlenen Siluriyen yaşı (Kozur, 1995), formasyonun Ordovisiyen yaşında olduğunu göstermektedir. Kozur (1995,1998) birim için olası Ordovisiyen veya Kambro-Ordovisiyen yaşını öngörmektedir. Formasyonun türbiditik akıntıların egemen olduğu derin denizel bir ortamda çökeldiği kabul edilmektedir (Çakmakoglu ve Bilgin, 2006).

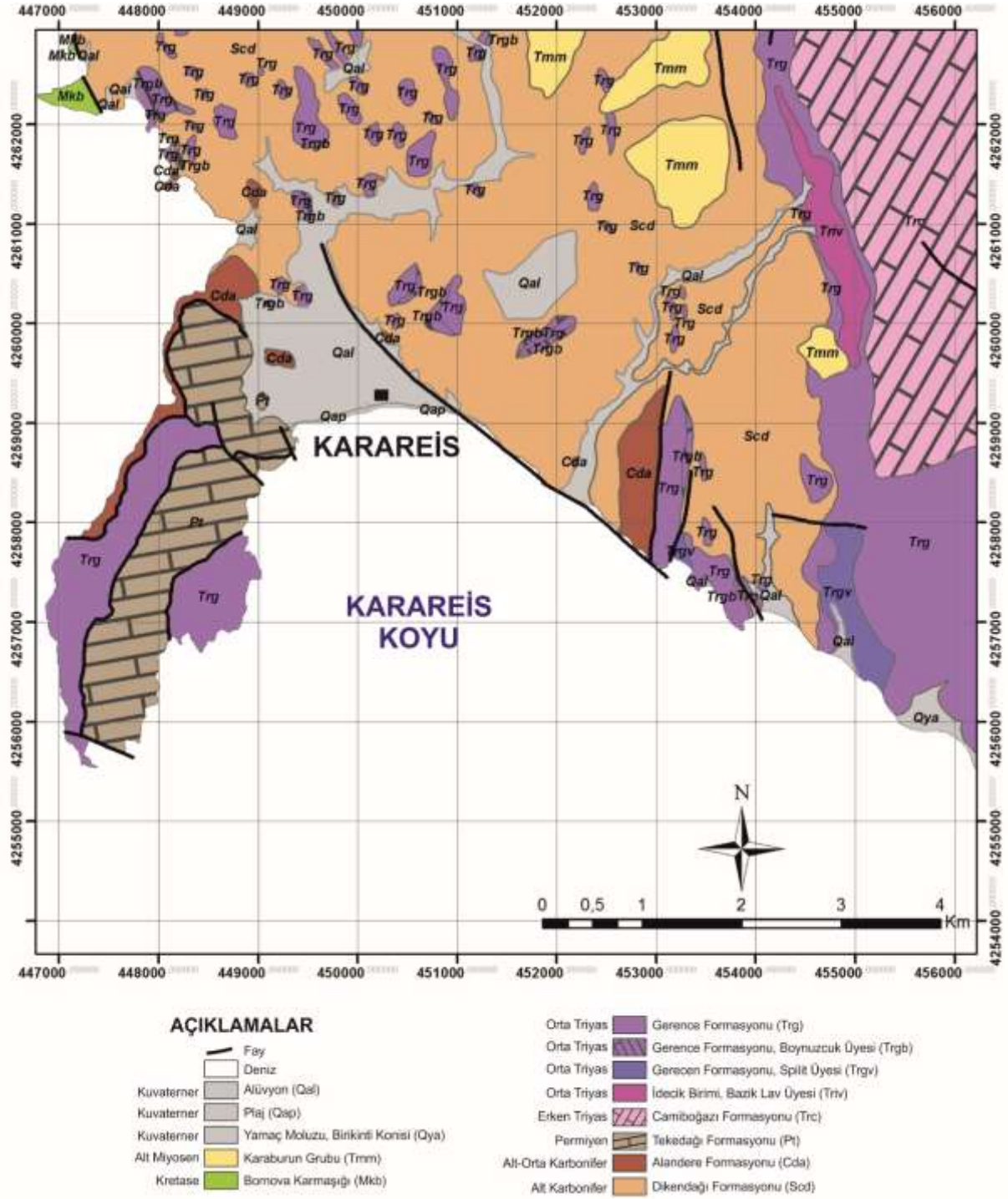
5.1.1.2 Dikendağı formasyonu (Scd)

Yeşilimsi gri, sarımsı kahverengi, hafif yönlenmiş kumtaşı, kaba taneli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve koyu yeşil, beyaz, genelde siyah renkli çört (lilit) ardalanmasından ve yer yer kireçtaşı merceklerinden oluşan bu istif ilk kez Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından isimlendirilmiştir.

Formasyonun kırıntılı kesimleri gri, yeşilimsi gri ve sarımsı kahverengidir, kaba taneden ince taneye kadar değişim gösteren çok farklı türde kırıntıdan oluşmaktadır. Tanelerin boylanması orta-kötü olup, yarı yuvarlaklaşma göstermektedir. Kırıntılı kesimlerde yer yer olistostromal düzeylerde bulunmaktadır ve bu düzeylerdeki çakıl ve bloklar, çoğunlukla yaşı belirsiz çeşitli renlerdeki kristalize kireçtaşlarından ve az oranda kumtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 5.5 ve 5.6, Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).



Şekil 5.5. Dikendağı formasyonunun litolojik özellikleri (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006)



Şekil 5.6. Karaburun yarımadası, Karareis civarında geniş yayılım gösteren Dikendağı formasyonu (Çakmakçoğlu ve Bilgin, 2006 ve bu proje kapsamındaki bilgilerden üretilmiştir).

Formasyonun kapsadığı konodont, radyolarya ve en üst düzeylerindeki ammonit fosil bulgularına göre, Siluriyen-Karbonifer yaşında olduğu belirlenmiştir (Kozur, 1995). Dikendağı formasyonu altta Küçükbahçe formasyonu, üstte Alandere formasyonu ile geçişli sınırlara sahiptir. Üst düzeylerdeki kırıntılı kayalar, çörtlü kireçtaşları ile aralanarak Orta Karbonifer

kireçtaşlarına geçerler. Formasyonun kayatürü ve mikrofauna özellikleri, türbiditik akıntıların egemen olduğu, zaman zaman hareketli yamaç ve derin deniz ortamında çökeldiğini göstermektedir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).

5.1.1.3 Alandere formasyonu (Cda)

Kalafatçioğlu (1961); kumtaşı ve marn aradüzeyle kireçtaşı, çört sıvımalı dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan, Alt Karbonifer (Üst Vizeyen-Alt Namuriyen) yaşlı kristalin kompakt esmer renkli tabakalı kalkerler, ilk olarak tanımlamıştır. Alandere formasyonu adını ise ilk olarak Erdoğan ve diğ. (1990) kullanmıştır.

Alt kısımda yeşil, kahvemsiz yeşil renkte, orta ince tabakalı kumtaşı, silttaşı; gri, beyaz, kirli sarı kırmızı renkte sıkça çört bantlı, orta ince tabakalı kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marn araldanması ile başlamaktadır. Yanal olarak çörsüz, genelde grimsi siyah, kalın-orta tabakalı, bol krinoid ve mercanlı kireçtaşına; üstte ise siyah, gri ve bejimsi gri renkte, siyahımsı kahverenkli çört sıvımalı, laminalı, bol makrofosil izli dolomitik kireçtaşına geçer. Dolomitik kireçtaşı yer yer kristalize, mikritik ve oolitik özellikler göstermektedir. En üstte ise koyu gri, grimsi-kahvemsiz siyah ve bazen bej renklerinde, kalın tabakalı, masif, ikincil kalsit dolgulu, yer yer çört yamalı ve silis topacıklı kireçtaşları ile son bulmaktadır (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).

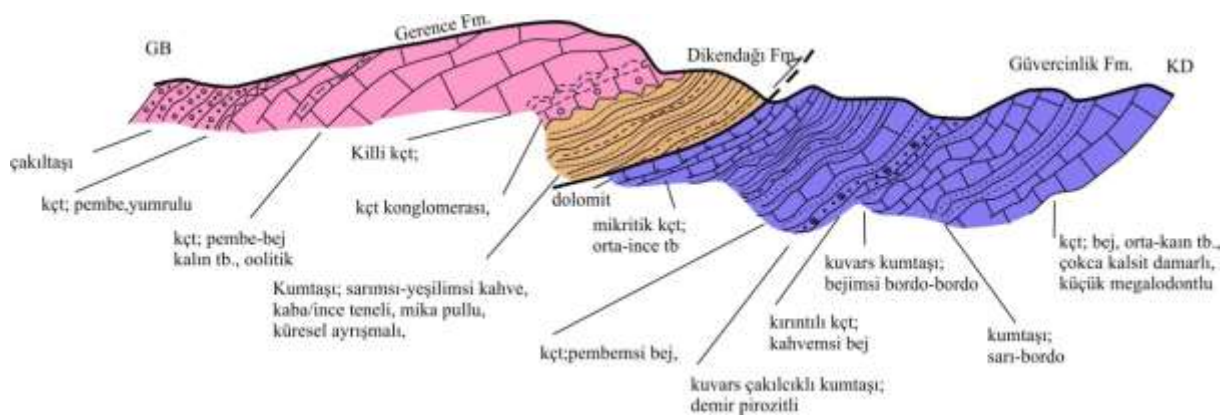
Altta bulunan Dikendağı formasyonu ile geçişli olarak gelmektedir. Üzerleyen Gerence formasyonu ise uyumsuz olarak yerleşmiştir. Alandere formasyonu fosil olarak oldukça zengin olup, alınan örneklerden gelen çeşitli fosil tiplerine göre formasyonun Erken-Orta Karbonifer yaşlı olduğu belirlenmiştir. Formasyonun çökeldiği ortam ise, görel olarak derin denizel bir ortam ile başlamaktadır ve sonrasında genel olarak sığ denizel, yer yer resiflerin de olduğu bir ortama dönmektedir.

5.1.1.4 Karaburun granodiyoriti (Trkg)

Türkecan ve diğ. (1998) tarafından ilk kez "Karaburun sokulumu" olarak isimlendirilmiş ve granodiyorit olarak tanımlanmıştır. Yeniliman güneyinde 1 km²lik bir alanda görülmektedir ve Alt-Orta Karbonifer yaşlı Dikendağı formasyonunu kesen birkaç yüzleği vardır. Birim; fenokristal olarak plajiyoklaz, kuvars, amfibol, piroksen ve çok az ortoklas içermektedir. Birimin yaşı ise içerdiği biyotitler aracılığı ile yapılan Rb/Sr analizinden 239,9 ± 2,4 m.y. (Erken Skitiyen) olarak belirlenmiştir ve bölgedeki Triyas yaşlı bir magmatizmaya işaret etmektedir (Erkül ve diğ. 2008).

5.1.1.5 Gerence formasyonu (Trg)

İlk olarak Erdoğan ve diğ. (1990) tarafından, genelde kırıntılardan ve çörtlü karbonatlardan oluştuğu belirlenmiştir. Gerence formasyonu, tabanda farklı özellikler göstermektedir. Genelde çakıltaşı, lamellibrans ve gastropod fosilli yumrulu marn, kumtaşı, kill-siltli kireçtaşı, bazı yerlerde ise buruşuk görünümlü, bol kalsit damarcıklı kahvems gri, koyu gri, ince-orta tabakalı kireçtaşları ile başlamaktadır. Üste doğru bejden kahverengiye kadar değişen ve arada 1-2 metre kalınlığında pembemsi bej renkli kireçtaşı düzeylerinin de gözlemlendiği, kalın katmanlı, bol kalsit damarcıklı, yer yer masif ve değişik kalınlıkta, algli kireçtaşları bulunmaktadır. Bunun üzerine ise, kireçtaşı egemen yeşil ve az oranda bulunan kırmızı radyolarit çakıllarından yapıli çakıltaşları yer alır. Çakıltaşları genelde kötü boylanmalıdır, yarı yuvarlaklaşmış-küt köşeli kireçtaşı çakılları ile yeşil çört ve seyrek kırmızı radyolarit çakıl ve kırıntıları, ender olarak da bazik magmatik kaya bileşenlerinden oluşur. Matriks çoğunlukla silt veya kildir. Üzerinde ise kırmızı radyolarit ve kireçtaşı aradüzeyli çamurtaşları gelir. Formasyonun orta kesimlerinde çeşitli renkte kireçtaşı ve bunlarla ardalanmalı çamurtaşı, marn, kumtaşı, kahvems kırmızı, bejimsi yeşil renkli radyolarit ve kırmızı pelajik kireçtaşı aradüzeyleri bulunmaktadır. Kırıntılı kesimler ise yanal yönde kireçtaşına geçmektedir. Kireçtaşları bazı yerlerde çok sık çört bantları içermektedir. Formasyonun üst kısımları ise, gri, açık gri, kahvems pembe, sarımsı beyaz renklerde ve değişik kalınlıkta, bol kırık ve çatlaklı kireçtaşları ile devam etmektedir. Bu kesimlerde kireçtaşı ve çört kırıntılarında oluşmuş breş düzeyleri gözlenmektedir. En üstte ise, yer yer ammonitli ve yumrulu, genelde pembe, pembemsi kırmızı renklerde, orta-kalın tabakalı kireçtaşları ve killi kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 5.7, Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).



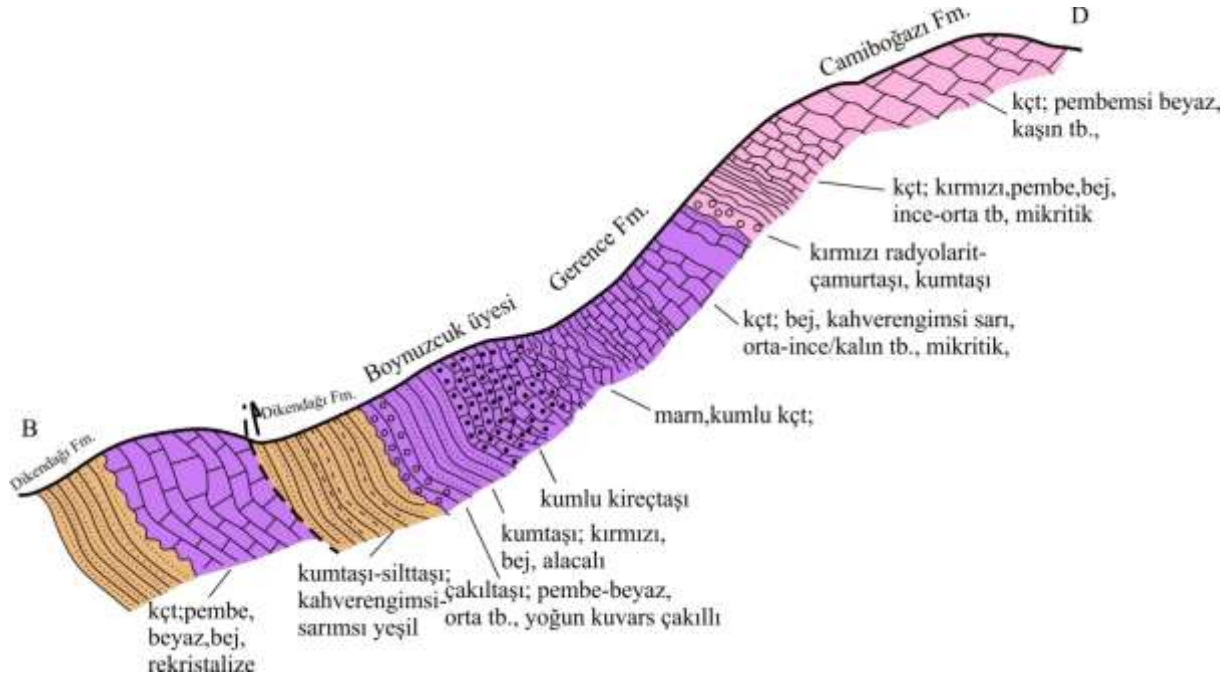
Şekil 5.7. Gerence formasyonunun litolojik özellikleri ve Dikendağı formasyonu arasındaki dokanak ilişkisi

Gerence formasyonu; altta Küçükbahçe, Dikendağı ve Alandere formasyonları üzerine uyumsuz olarak yerleşmektedir. Üstte ise Camiboğazı formasyonu ile geçişlidir. Gerence

formasyonunun alt düzeylerinde bulunan mikro-makro fosiller ve vermiküler fasiyes olması Skitiyen yaşını vermektedir. İncelenen fosillere göre Geç Skitiyen-Erken Ladiniyen yaşlı olarak öngörülmektedir. Gerence Formasyonu, kıyı ve sığ denizel ve görelî derin denizel ortam koşullarında çökelmiştir.

Birimin alt kesimleri, ilk kez Konuk (1979) tarafından Boynuzcuk formasyonu olarak tanımlanmış ve alttan üste doğru breş, çakıltaşı, kumtaşı, yumrulu kireçtaşı ve marn olduğu belirtilmiştir. Fakat Çakmakoğlu ve Bilgin (2006)'da bu kesimler üye mertebesinde değerlendirilmiştir (Şekil 5.8).

Breşler, radyolarit-çört ve çeşitli kireçtaşı çakıllarından oluşmaktadır. Karareis yakınlarında ve Erendede mevkiinde radyolarit-çört çakıllarının egemen olduğu breş, diğer yerlerde genelde kireçtaşı çakıllarının çoğunlukta olduğu çakıltaşı özelliğine dönüşür. Çakılıktan iri çakıla kadar değişen köşeli çakıllardan oluşan breşler, yeşil ve siyah renkte, çok kötü boylanmalı, daha çok silis olmak üzere kil ve karbonat matrikse sahiptir. Breşlerin üzerine brakiopod, lamellibrans ve gastropodlu, yumrulu, çakılıklı marn ve kireçtaşı ile siltli-kumlu kireçtaşı ardalanması gelmektedir. Kırmızımsı-kahvemsî bej, yeşilimsî sarı renlerdeki kireçtaşı-marn, belirgin olarak vermiküler fasiyes özelliğinde, bükümcüklü görünümlü ve Skitiyen'in tipik formunu belirleyen fosilleri içermektedir. Birimdeki kireçtaşları kahvemsî-grimsî bej, sarımsî koyu gri renlerde olup orta-ince tabakalı ve tipik olarak sarı kalsit damarlıdır. Çakıltaşları, bordo, kahvemsî sarı renlerde, orta-kalın tabakalı, bazen masif, çoğunluklar siyah çört, beyaz kuvars, beyazımsî bej kuvarsit, az olarak çeşitli kireçtaşlarının yuvarlak-yarı yuvarlak çakıllarından oluşur ve aynı zamanda kötü boylanmalı ve çoğunlukla tane desteklidir. Çakılıklı kumtaşları da bordo, kahvemsî sarı renlerde olup orta-ince tabakalıdır (Şekil 5.8, Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).



Şekil 5.8. Gerence formasyonu Boynuzcuk üyesinin litolojik özellikleri

5.1.1.6 Camiboğazi formasyonu (Trc)

Bu formasyon ilk olarak Lechner ve diğ. (1967) tarafından, beyaz pembemsi beyaz, açık gri renkli masif kireçtaşlarından oluştuğu ve resifal veya lagüner kireçtaşları olarak, Camiboğazi formasyonu adıyla tanımlanmıştır.

Birim, Gerence formasyonunun pembe kireçtaşlarının üzerine geçişli olarak, genellikle pembe renkli damarlar içeren bir düzey ile başlayıp, beyaz, pembesi beyaz, pembemsi bej, açık gri renkli, genelde kalın tabakalı, bazen masif kireçtaşları ile devam ederek geçişli dokanak ile Güvercinlik formasyonuna ulaşmaktadır.

İçeriğindeki alg, gastropod, krinoid ve mikrofosiller aracılığıyla yaşı Ladinien-Karnien olarak belirlenmiştir. Birimin içeriğindeki fosillerin tipi ve kaya türü özellikleri nedeniyle, sığ denizel bir ortamda çökelmiş belirlenmiştir. Brinkmann ve diğ. (1972) resifal ve resifönü ortamlarını da belirtirler.

5.1.1.7 Güvercinlik formasyonu (Trgv)

İlk kez Lechner ve diğ. (1967), Brinkmann ve diğ. (1967, 1972) tarafından “klastik ve evaporitik oluşuklarla karakteristik birim” olarak tanımlanmıştır. Erdoğan ve diğ. (1990) Hanaylı birimi, lamine dolomit ve “Üst Triyas kalkerleri” (Brinkmann ve diğ. 1967, 1972)’ni de Güvercinlik formasyonu kapsamına alarak yeniden tanımlamıştır.

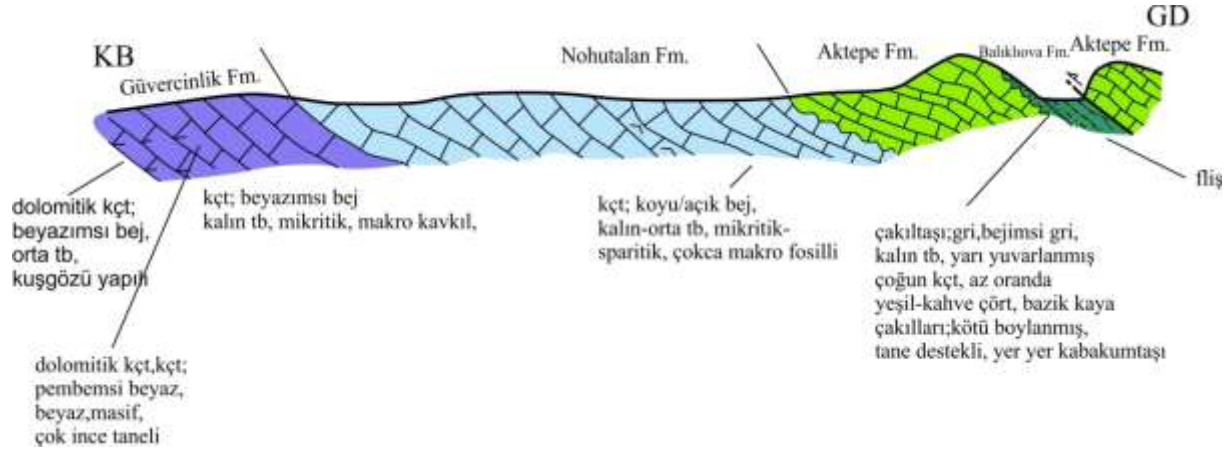
Birim sarımsı krem renkli, masif-kalın tabakalı, algli, oolitik kireçtaşları ile başlar ve üste doğru ince-orta tabakalı, pembemsi sarı renkte, kumlu, bol Megalodon'lu, oolitik/pizolitik kireçtaşları ve kalın katmanlı, krem renkli, gastropod ve küçük Megalodon'lu kireçtaşı, yeşilimsi-kahvemsı sarı, kahvemsı kırmızı, bordo renkli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, çakılcıklı kumtaşı ile marn, killi-kumlu kireçtaşı, dolomit ve beyaz renkli dolomitik kireçtaşlarının ardalanması olarak devam eder. Laminallı dolomit ve beyaz renkli orta-kalın katmanlı, az çört sıvamalı kireçtaşları ile sona erer. Kırıntılı aradüzeylerin varlığı, Güvercinlik formasyonunun en tipik özelliğidir. Matriks silisten oluşur ve demiroksit içermektedir. Yer yer çapraz katmanlanma gözlenir. Yanal yönde demir/demirli boksit pizolitli kuvars çakılcıklı kumtaşları da birimin ayırtman kaya türüdür (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006). Birim altta Camiboğazı, üstte ise Nohutalanı formasyonu ile geçişlidir. Formasyon içerisinde kalınlık ortalama 250-300m.'dir ve yanal yönde belirgin bir değişim gözlenmemektedir.

Formasyon içerisinde rastlanan çeşitli fosil topluluğuna göre Orta-Üst Triyas yaşı verilmektedir. Altta bulunan Camiboğazı formasyonu ve üstteki Nohutalan formasyonunun yaşları ile kolere edildiğinde ve rastlanan fosillere bakıldığında, görel olarak Karniyen-Resiyen yaşı öngörülebilir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006). Güvercinlik formasyonunun, oldukça sığ bir deniz, gel-git düzlüğü, karasal ve resifal ortamlarda çökeldiği söylenebilir.

5.1.1.8 Nohutalan formasyonu (Jn)

Birim ilk olarak, Brinkmann ve diğ. (1972) tarafından, laminallı dolomitler (Nohutalan dolomiti) olarak isimlendirilmiştir.

Nohutalan formasyonu, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmaktadır (Şekil 5.9). Genel olarak orta-kalın tabakalı ve gri renktedir. Altta gri, açık gri renkli kireçtaşı ve bunlarla girik olarak gri, kül renkli dolomit ve dolomitik kireçtaşı bulunmaktadır. Orta seviyelerinde ise gri, açık gri, beyaz renkli, ender çört sıvamalı ve seyrek yumrulu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kesimlerde yer yer mikritik, biyoklastik ve oolitik özellikler gözlenebilmektedir. Bu seviyeyi de yaklaşık 2 metre kalınlığında, pembemsi bej renkte mikritik kireçtaşı takip eder ve bunun da üzerindeki seviyede gri, kahvemsı gri renkte bol algli kireçtaşları bulunmaktadır.



Şekil 5.9. Güvercinlik-Nohutalan-Aktepe formasyonlarının litolojik özellikleri

Birimin alt dokanağı Güvercinlik formasyonu ile geçişlidir. İki formasyon birbirinden, fosil kapsamına, pembemsi beyazdan griye değişen renk ve ortadan kalına değişen tabaka kalınlığına göre yapılabilir. Nohutalan formasyonunun üstünde ise uyumsuzluk (aşınmalı dokanak) ile Aktepe formasyonu yer almaktadır. Brinkman ve diğ. (1972) birimin kalınlığını 500 m, Erdoğan ve diğ. (1990) ise kalınlığı 500 m veya daha fazla olduğunu söylemektedirler. Formasyon yanal olarak bir değişim göstermemektedir.

Formasyon içeriğindeki fosil topluluğuna bakılarak çok geniş bir zaman aralığına yayıldığı görülmektedir. Bu doğrultuda, Jurasik (Liyas-Malm) olduğu söylenebilir. Nohutalan formasyonu sığ denizel ortamda çökelmiş, üst seviyeleri ise resifal ortamı yansıtmaktadır.

5.1.1.9 Aktepe formasyonu (Ka)

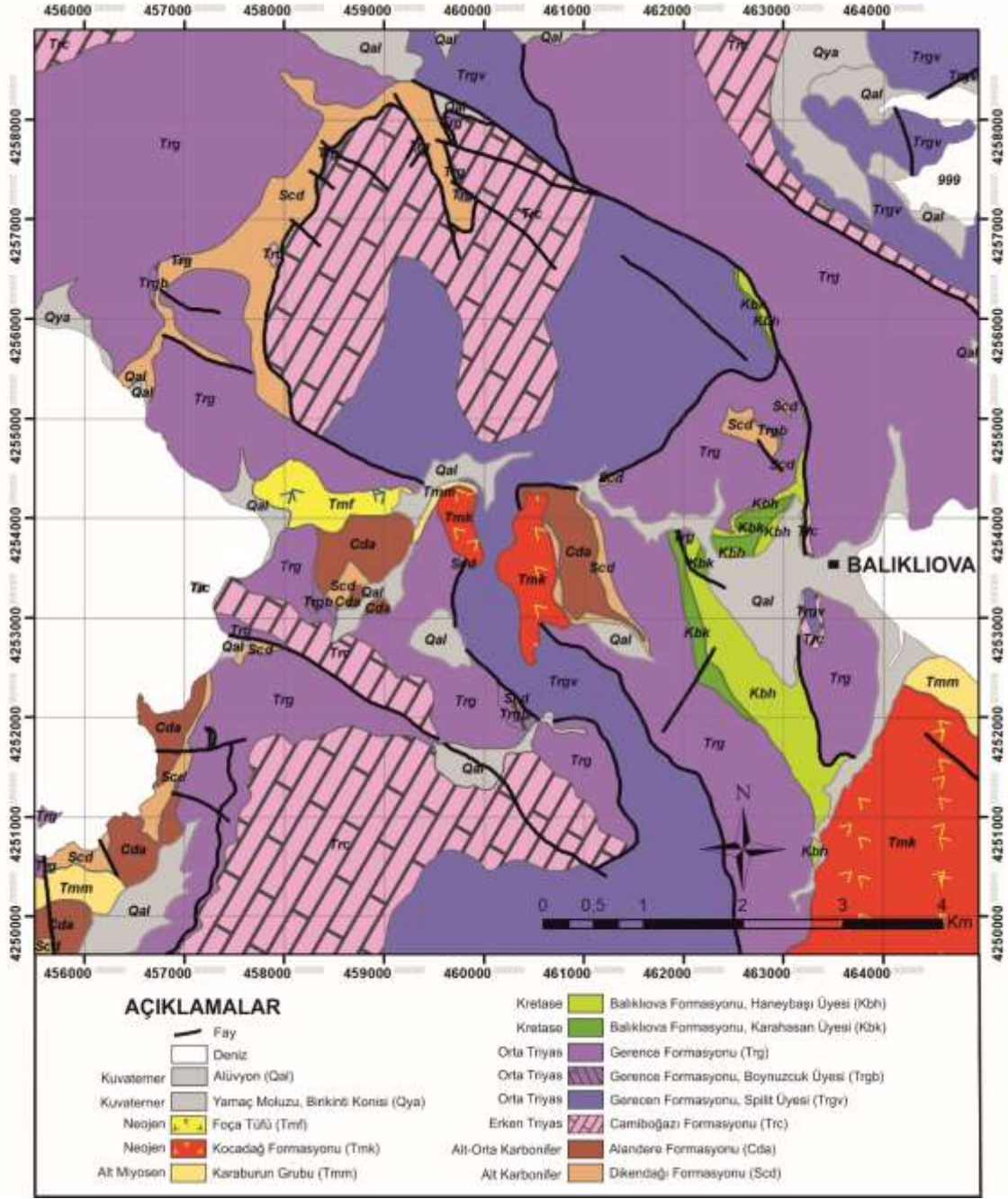
Lechner ve diğ. (1967) tarafından ilk kez, bej renkli kireçtaşlarından oluşan formasyon olarak Aktepe birimi ismiyle tanımlanmıştır. Kahvemsi-pembemsi bej renklerde, orta-kalın, ince tabakalı, bazen buruşuk görünümlü, sık sık sarı kalsit damarcıklı, biyoklastik kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşmaktadır. Sıkça gastropod kavkı yığılımları gözlenmektedir. En ayırtıcı özelliği ise, iri Miliolidae'lerin kolayca seçilebilmesidir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).

Aktepe formasyonu, Nohutalanı formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelir ancak aralarındaki ilişki çok belirgin değildir. Uyumsuzluk verisi ise, Liyas kireçtaşlarının üzerine Malm ve Alt Kretase olmaksızın, doğrudan Aktepe formasyonu gelmesi ve boksit oluşumudur (İşintek ve Altınar, 1998). Üst dokanak ise tartışmalıdır ve üzerine çakıltaşı, kumtaşı çoğunlukla olan Balıkhova formasyonunun Haneybaşı üyesi geldiğinden, zaman boşluğu olduğu öngörülmüş ve uyumsuz olarak kabul edilmiştir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).

Brinkmann ve diğ. (1972) formasyonda 250 metrelik bir kalınlık belirtmişlerdir ve yayılımı sınırlı olan birimde yanal yönde bir değişim gözlenmediğini söylemişlerdir. Aktepe formasyonu içerisinde bulunan fosillere dayanarak Apsiyen-Albiyen yaşı verilmiştir. Formasyon sığ denizel, resif ardı koşullarda çökelmiştir.

5.1.1.10 Balıklıova formasyonu (Kb)

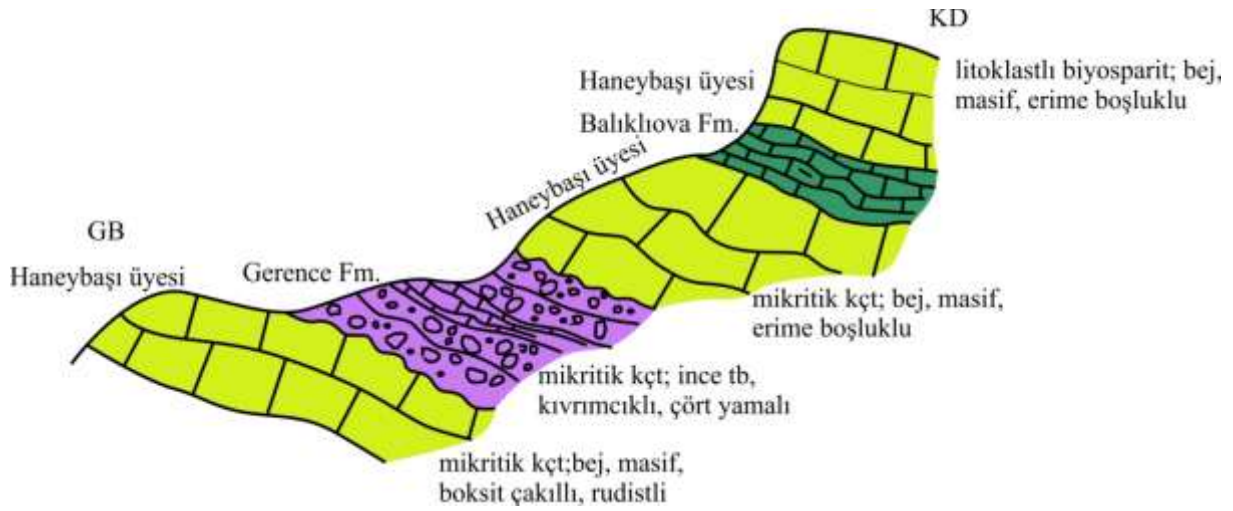
Brinkmann ve diğ. (1977) tarafından ilk kez, karbonat ve kırıntılı kaya birimlerinden oluşan Üst Kretase yaşı birim olarak tanımlanan birim, Erdoğan (1985) tarafından Balıklıova birimi olarak tanımlanmış ve altta, karbonatlardan oluşan Karahasan üyesi ile üstte, kırıntılılardan oluşan filiş fasiyesindeki Haneybaşı üyesine ayrılmıştır. Bu çalışma kapsamında da Balıklıova formasyonu iki üyeye ayrılmıştır (Şekil 5.10). Çakıltası ya da kırıntılı biyoklastik kireçtaşları ile başlayan formasyon, marn ve mikritik kireçtaşları ile devam eder, kumtaşı-çamurtaşından oluşan filiş seviyesi ile sona erer.



Şekil 5.10. Balıklıova ile Gerence Körfezi arasında kalan bölgenin jeoloji haritası

Balıklıova formasyonu Gerence, Nohutalan ve Aktepe formasyonlarını uyumsuz olarak üstler ve üzerine Neojen kaya birimleri uyumsuz olarak gelmektedir. Formasyon içerisindeki fosil topluluğuna bakılarak yaşının Senoniyen (Kampaniyen-Maastrichtiyen) olduğu belirlenmiştir. Formasyon sığ denizel, resifal ve yamaç önü ortamlarını temsil eden alt düzeylere sahip iken, giderek derinleşen şelf ortamını gösteren üst düzeylere sahiptir.

Alt kısımda, her yerde gözlenemeyen 2-3 metre kalınlığında pembe, bej renkte, kötü boylanmış, yarı yuvarlaklaşmış kireçtaşı çakıllarından oluşan çakıltaşı düzeyi ile başlar ve genelde ise birimin tabanında açık-koyu bej renklerde, masif ve kalın tabakalı lito-biyoklastik kireçtaşları bulunur. En altta kalan kireçtaşı seviyesi içerisinde, boksit çakılları ve rudist kavkıları da gözlenebilmektedir. Daha üst kısımda ise, bej renkte, orta tabakalı, yeşil çört/radyolarit kırıntılı Globotruncana'lı mikritler, kahvems pembe-kırmızı renklerde, ince-orta tabakalı, yumrulu kireçtaşları, bordo kahvems bej renklerde, ince tabakalı marn-kırıntılı kireçtaşı bulunmaktadır (Şekil 5.11, Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).



Şekil 5.11. Balıklıova formasyonunun litolojik özellikleri

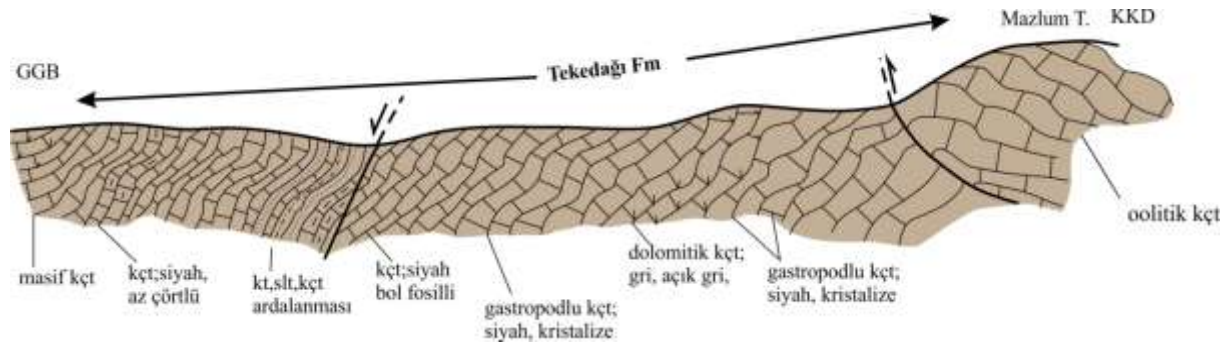
5.1.2 Allohton Birimler

Otokton kaya birimleri üzerine, kumtaşı, silttaşı ve marn ara düzeyli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşından oluşan Permiyen yaşlı Tekedağı formasyonu, Ladinien-Erken Karniyen yaşlı bazik volkanit, turbidit ve karbonatları kapsayan İdecik birimi, Geç Kretase-Erken Tersiyer yaşlı Bornova Karmaşığı ve Yeniliman serpantinini tektonik olarak bulunmaktadır.

5.1.2.1 Tekedağı formasyonu (Pt)

İlk kez, Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından, kumtaşı, silttaşı ve marn aradüzeyle kireçtaşlarından oluşan Permiyen yaşlı birim olarak tanımlanmıştır ve Tekedağı formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyonun alt kesimleri mika pullu, kirli beyaz renkli kumtaşı, silttaşı ve siyahımsı bazen gri, koyu gri renkli, buruşuk laminalı görünümlü killi kireçtaşı-marn aradüzeyle, kahvems-grimsi siyah renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Allohton olmasından ötürü istiflenme şekli belirlenemez. Kireçtaşlarının olası alt kısımları ince-orta tabakalıdır. Olası üste doğru kahvems siyah renkli, kalın-orta tabakalı, makro ve bentik mikrofosilli

kireçtaşları ile dolomit ve dolomitik kireçtaşlarına geçer (Şekil 5.12, Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006).



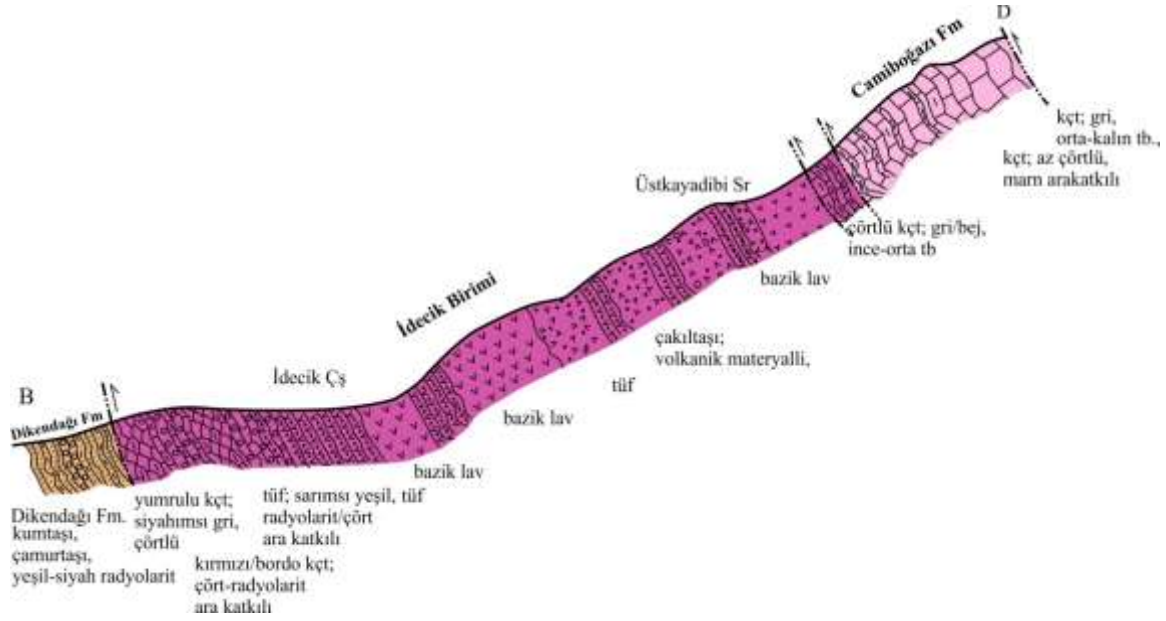
Şekil 5.12. Tekedağı formasyonunun litolojik özellikleri

Formasyonun alt ve üst dokanağı Gerence formasyonunun kireçtaşları ile tektonik ilişki içerisinde. Birim içerisinde yanal bir değişim gözlenmemektedir. Formasyonun içeriğindeki fosil topluluğuna göre yaşı Permiyen olarak ön görülmektedir. Bu formasyonun kayatürü, makro ve mikro fosil özelliklerine göre sığ denizel ortam koşullarında çöktüğü söylenebilir.

5.1.2.2 İdecik birimi (Triv)

Konuk (1979) tarafından Karareis birliği kapsamında gösterilen Güldağ, İdecik ve Kayadibi formasyonlarının tamamını kapsamaktadır. Gri renkli, yer yer yumrulu, çörtlü kireçtaşlarının üzerine yeşil renkli bazik tüflerin gelmesiyle başlayan birim, yeşil ve sarımsı bej renkli çört ve radyolarit aradüzeyle, kırmızı renkli radyolaryalı pelajik kireçtaşları ile ardalanarak devam eder. Üste doğru yeşil tüfler artarak, kahvemsiz yeşil lavlara geçer. Daha da üstte kireçtaşı çakılları da içeren volkanik bileşenli kumtaşlarıyla ardalanarak devam eder ve bunların üzerini çörtlü kireçtaşları örter.

Birimin, yapısal-stratigrafik konumuna göre, altta Dikendağı formasyonu, üstte Camiboğazı ve Gerence formasyonları ile tektonik ilişkili dokanağa sahip olduğu düşünülmektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. İdecik biriminin litolojik ve stratigrafik ilişkisi

İdecik birimi, yaklaşık olarak 100 metrelik bir kalınlık göstermektedir ve ayrıca yanal yöndeki değişimi yersel olup, içindeki türbiditik düzeylerde gözlenmektedir. Volkanitlerin alt düzeyindeki kırmızı radyolaritlerde bulunan fosil topluluğuna göre Erken Ladinien-Geç Ladinien, üst seviyedeki kireçtaşlarındaki fosil topluluğuna göre de Erken Karnien yaşını vermektedir. Bu veriler ışığında İdecik birimi Ladinien-Karnien yaşlı mafik volkanik kırıntılı bir birimdir. Bu birim, duraysız ve volkanizmanın etkili olduğu görece derin denizel ortam koşullarında çökelmiştir.

5.1.2.3 Bornova karmaşığı (İzmir Filişi, Mkb)

Batı Anadolu'da geniş bir dağılım gösteren bu birim, öncelikle Öngür (1972) tarafından İzmir filişi formasyonu, ardından Eşder (1988) tarafından İzmir filişi olarak adlandırılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda Kretase filişi, Bornova filişi, Erdemirçay formasyonu, Filiş toplulukları gibi birçok farklı isim almıştır. Güncel olarak kullanılan ismi Erdoğan (1985) tarafından Bornova karmaşığı olarak belirlenmiştir. Yeşil, kahvemsı sarı, bej renklerde, kumtaşı-çamurtaşı egemen kaya türündeki matriks içerisinde, kireçtaşı çakıl ve bloklardan oluşan olistostromal düzeyler ile radyolarit, genellikle ayrılmış bazik volkanit, ultrabazik kayalar ve farklı yaşlardaki kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır.

Birim Paleozoyik ve Mesozoyik kaya birimlerini tektonik olarak örter ve Neojen yaşlı birimler tarafından uyumsuzluk ile örtülür. Önceki çalışmalar ışığında Bornova karmaşığından elde edilen yaşlar ve yapısal stratigrafik konumuna bakılarak, genel olarak Geç Kretase-

Paleosen(?) yaşlı kabul edilmektedir. Bornova karmaşığı duraysız havza, yamaç ortamında çökelmiştir.

5.1.2.4 Yeniliman serpantiniti (Kys)

Yeşil, kahvemsî yeşil renkteki serpantinitten oluşan birim Ordovisiyen yaşlı Küçükbahçe formasyonunun üzerinde tektonik bir dokanakla bulunur ve Erken Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan Salman formasyonu (Aras ve diğ., 1999) tarafından uyumsuz olarak örtülür.

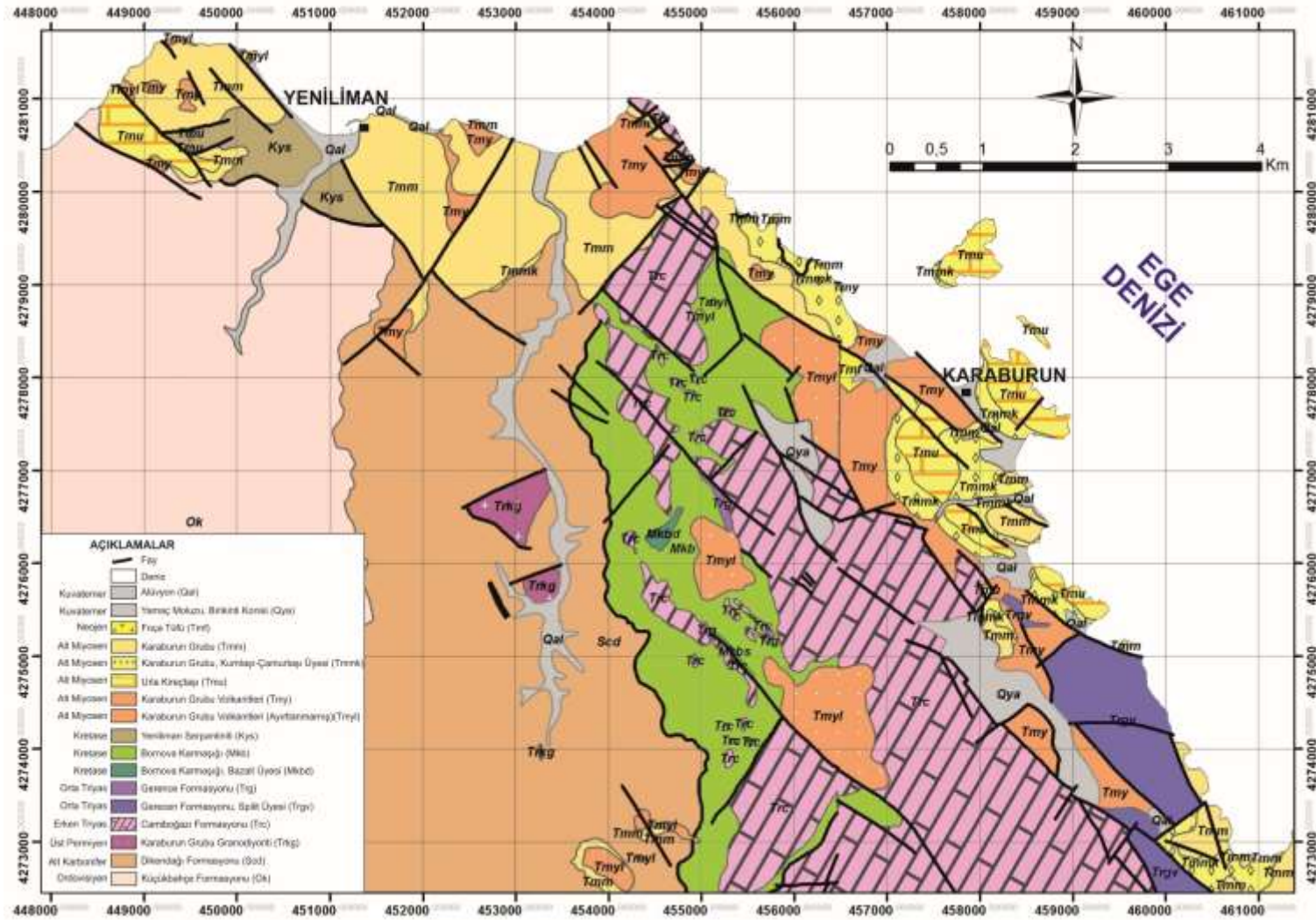
5.1.3 Yeni Otokton Kaya Birimleri

Yeni Otokton Kaya birimleri Miyosen-Kuvaterner yaş aralığı içinde volkanik, volkanosedimanter ve tortul birimlerden oluşur. Az sayıdaki Neojen çalışmalarının başlıcaları magmatizmayla ilgilidir (Borsi vd., 1972; Turkecan vd., 1998; Helvacı vd., 2009). Kıyı Ege Bölgesi'ndeki Neojen kaya birimlerine yönelik ilk ayrıntılı tektono-stratigrafik çalışma Kaya (1979, 1981)'ya aittir. Turkecan ve diğ. (1998), Karaburun Yarımadası'nın Erken Miyosen ve Orta Miyosen dönemlerinde, Karaburun ile Çeşme arasında bazaltik andezitten riyodasite kadar değişen bileşimde ve kalkalkalen karakterli bir volkanizmanın etkisinde kaldığını; Karaburun yerleşim yeri ve kuzeyinde yer alan volkanitlerin ise Neojen yaşlı çökellerle girik olduğunu belirtir. Yazar, bazaltik andezit ve andezit bileşiminde olan bu kayaçların yaşlarını, K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinleri sonucu 18 ve 16 My. olarak saptamıştır. Yazara göre, Alaçatı doğusunda yer alan Armağan Dağı ise yine Erken Miyosen yaşlı andezit ve dasit bileşimindeki lavlar ile bunların piroklastiklerinden oluşmaktadır. Yazar, Karaburun Yarımadası'nın ortasında, doğu-batı yönlü uzanım gösteren, gölsel ortamda çökeldiği düşünülen, içinde yer yer ince kiltası-marn kaya türlerini de içeren kaotik dokulu, cam ve süngertaşı parçacıklarının hakim olduğu asidik karakterli tüfitlerin izlendiğini belirtir. Araştırmacıya göre, yörede Orta ve Üst Miyosen'de alkalen volkanizma da etkin olmuş ve Karaburun ile Urla yöresindeki havaiyitlerin yanında potasik trakibazaltlarla temsil edilen ürünler vermiştir.

Helvacı vd. (2009), Karaburun volkanitlerinin olivin içeren bazaltik andezit ve flofonitlerden oluştuğunu belirtmişler ve yüksek potasyumlu kalkalkalen andezitlerin simgelediği Yaylaköy volkanitlerinden 17.0 my $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş almışlardır. Karaburun grubu kapsamında incelenen birimler, egemen olarak gölsel, Alt-Orta Miyosen çökelleri ve Alt Miyosen mafik volkanitleri ile temsil edilmektedir. Neojen yaşlı birimlerin stratigrafi ilişkileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

5.1.3.1 Karaburun grubu (Tmm)

Baskın olarak gölsel çökellerden oluşan Karaburun grubu çamurtaşı, kumtaşı, çakıltası, killi kireçtaşı ve tuf içermekte ve çoğunluğu Karaburun Yarımadasının kuzeyinde gözlenebilmektedir (Şekil 5.14). Tabanda çakıltası egemen istif, kumtaşı, çamurtaşından oluşur ve alttan üste tane boyu incilmesi göstermektedir. Kırmızımsı kahve renkli birim yaklaşık olarak 300 metreden fazla kalınlığa sahiptir. Çakıltaları, düşük dokusal olgunluk derecesinde, kötü boylanmış, çakıcık-kaba kum ara maddeli değişen oranlarda bloklu ve katmanlanmasızdır. İstifin üstüne doğru, az belirgin çapraz katmanlanma düzeyleri mevcuttur. Kumtaşı ise genellikle kaba-çok kaba kum boyutlarında, yersel olarak küçük çakıl ve çakıcık içerikli, tane destekli ve orta-kötü boylanmalıdır. Tortul istifi oluşturan kaya türü bileşenlerinin büyük çoğunluğu Küçükbahçe ve Dikendağı formasyonlarından türemiştir. Kireçtaşları ise, organo sedimanter büyüme yapılarından oluşur ve algal kireçtaşı egemen istif olarak nitelendirilebilir. Yeşil renkli masif kiltası ara katmanları ve çört mercekleri kapsamaktadır (Göktaş, 2014).



Şekil 5.14. Karaburun Yarımadası'nın kuzey ucunda bulunan bölgenin Neojen birimlerini gösteren jeoloji haritası

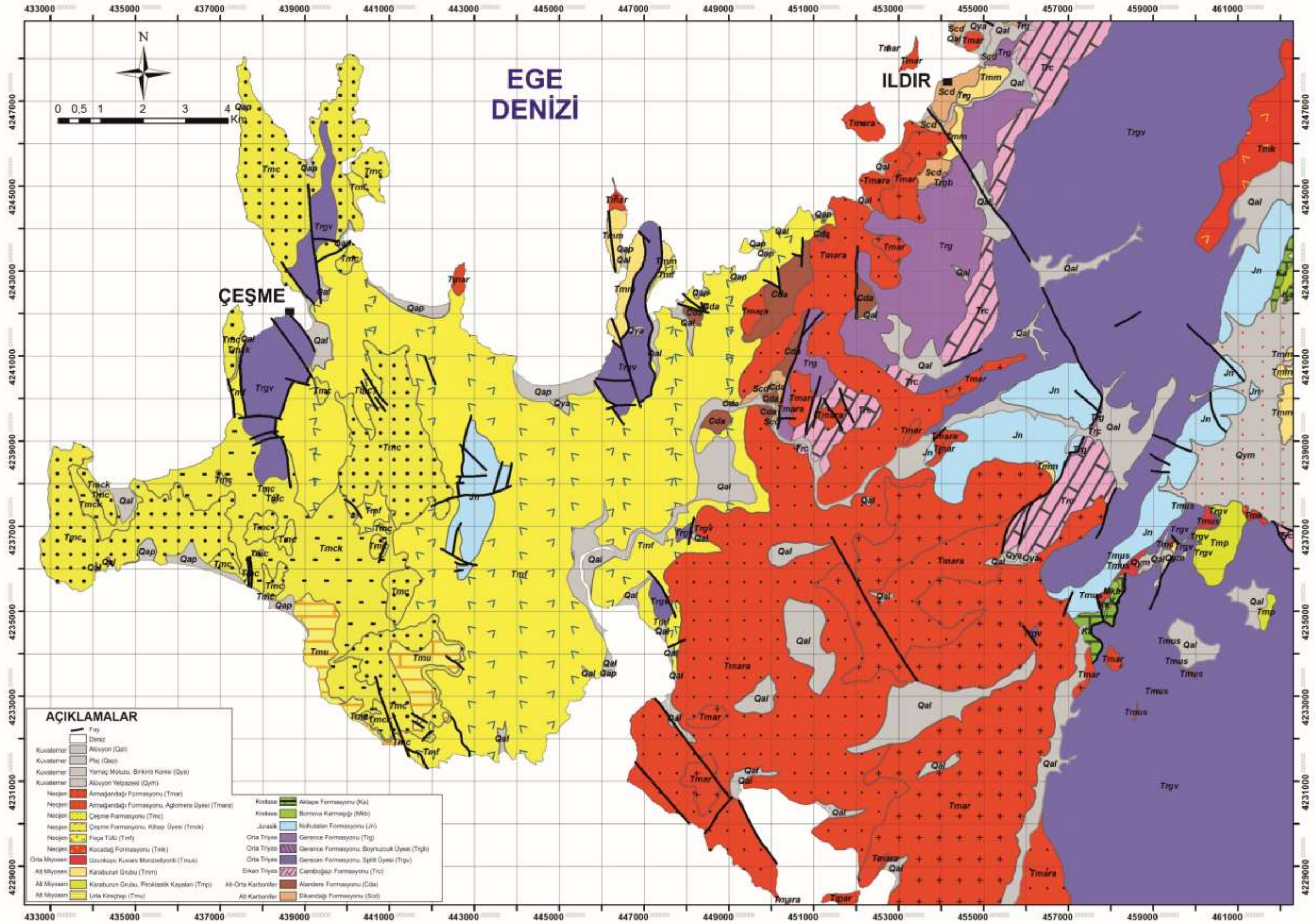
Neojen öncesi temel kayaçlarını açılı uyumsuzlukla örten birim aynı zamanda karasal Neojen tortullaşmasının başlangıcını yansıtmaktadır. Ayrışma yüzeyi koyu gri, sarımsı gri olmakla beraber taze yüzey rengi ise bejdir. Karaburun grubunun yaşını çevreleyen birinci evre volkanitler ile eşleştirerek ve de jeokronoloji ve biyokronoloji verileri ile ilişkilendirerek genel anlamda Erken Miyosen olduğu söylenebilmektedir. Karaburun grubu, Çeşme Yarımadası'nda önerilen "Çeşme formasyonu"nun zaman stratigrafik eşleniğidir.

5.1.3.2 Çeşme formasyonu (Tmc)

Çeşme formasyonu, tabanda genellikle kiltası, silttaşı ve seyrek olarak konglomera ardalanması ve bunun üzerine ince kiltası ara bantlı krem renkli kireçtaşı ardalanması, silis ara bantlı krem renkli kireçtaşı, ince kiltası ardalanmalı krem renkli kireçtaşından oluşan istif olarak Eşder ve Yücel (1999) tarafından tanımlanmıştır (Şekil 5.15). Çeşme formasyonu altta tuf ara katkılı volkanosedimanter bir istifle başlayıp kumtaşı, kiltası, çamurtaşı, şeyl, kireçtaşı ve killi kireçtaşı şeklinde kaotik dokulu bir istif olarak devam etmektedir. Formasyonu oluşturan kaya birimleri, ince-orta katmanlı, sarı, açık kahve ve beyaz renklerde, iyi pekleşmiş ve dayanımlıdır. Bazı seviyelerde gastropod fosilleri içermektedir.

Bölgedeki diğer neojen kaya birimleri ile uyumlu dokanakla üstleyen Çeşme formasyonu, kuvaterner yaşlı güncel kıyı çökelleri ve alüvyon ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Eşder ve Yücel (1999) tarafından formasyona Erken Miyosen yaşı verilmiştir. Çeşme formasyonunun çökelim ortamı için volkanizmanında eşlik ettiği gölsel bir ortam düşünülmektedir.

Karaburun Grubu ve Çeşme formasyonundan oluşan gölsel tortul birimler Kocadağ, Armağandağı, Karaburun bazaltı ve Yaylaköy volkanitleri ile yanal ve düşey yönde giriklilik sunacak şekilde gelişmiştir. Uzunkuyu Sokulumunu oluşturan magmatik kayaların yerleşimi de aynı dönemde gerçekleşmiştir.



Şekil 5.15. Çeşme ve çevresinin jeoloji haritası

5.1.3.3 Armağandağı volkanitleri(Tmar)

Karaburun yarımadasının güney-güneybatı kısmında bulunan Armağan Dağı'ndan ismini alan Armağan Dağı volkanitleri, andezitik bileşimli lav ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır. Lavların taze yüzey rengi kırmızı-pembe, ayrışma yüzey renkleri ise soluk kırmızı-kahverengidir. En üst kısımda lavlar siyah matriksli olup bazik volkanizma görünümündedirler. Ancak petrografik ve jeokimyasal çalışmalar andezitik olduğunu göstermektedir. Blok ve kül akıntıları 1-2 metreye ulaşan andezitik blokların içinde yer aldığı, likit kırıntı bakımından zengin kül malzemesinden oluşmaktadır. Akma birimleri içerisinde çapraz katmanlanma ve tane derecelenmeleri yaygın olarak gözlenebilmektedir (Helvacı ve diğ., 2007).

Neojen öncesi temel kayalarının üzerine uyumsuz olarak gelen Armağan Dağı piroklastik kayalarının üzerine ise blok ve kül akmaları uyumlu olarak gelmektedir. Bunlar volkanik breşler ardalanmalı olarak devam eder ve en üstte lavlar ile uyumlu dokanağa sahiptir. Armağan Dağı volkanitlerinin Çeşme formasyonu ile dokanağı ise uyumludur. Bu dokanakta peperitik oluşumlar olağandır. Borsi ve diğ. (1972), Armağan Dağı volkaniklerine ait lav örneklerinden 17-18 My K-Ar radyometrik yaş elde etmiştir ve buna göre Armağan Dağı volkanitleri bölgedeki Erken Miyosen yaşlı volkanizmayı temsil eder.

5.1.3.4 Uzunkuyu kuvars monzodiyoriti (Tmus)

Çeşme bölgesinin doğusunda bulunan Uzunkuyu çevresinde yüzler vermektedir. Yaklaşık birkaç yüz metre uzunluğunda ve birkaç metre kalınlığında dayk geometrisine sahip sokulumlardan meydana gelmektedir. Olivin, bazalt ve kuvars barındırmaktadır. Birim temel kayalarını ve bazı yerlerde Armağan Dağı piroklastik kayalarını keserek yerleşmiştir. Birimin yaşı, yapılan K-Ar radyometrik tayinine göre 15.4 My çıkmıştır ve buna dayanarak orta Miyosen yaşı verilmiştir (Helvacı ve diğ., 2007).

5.1.3.5 Kocadağ formasyonu (Tmk)

Karaburun yarımadasının orta kesiminde bulunan Kocadağ çevresinde yüzlek veren volkanik kayalar bu bölgede bulunması sebebiyle Kocadağ formasyonu adı altında toplanmıştır. Formasyon andezit bileşimli piroklastik kayalar, lav akmaları, otobreşik lavlar ve domlardan oluşmaktadır (Helvacı ve diğ., 2007). Borsi ve diğ. (1972) tarafından 16,6 ve 17,3 My radyometrik yaş elde edilmiş ve buna bağlı olarak Erken Miyosen yaşlı ikincil volkanik evreyi temsil etmektedir.

5.2 Yapısal Jeoloji

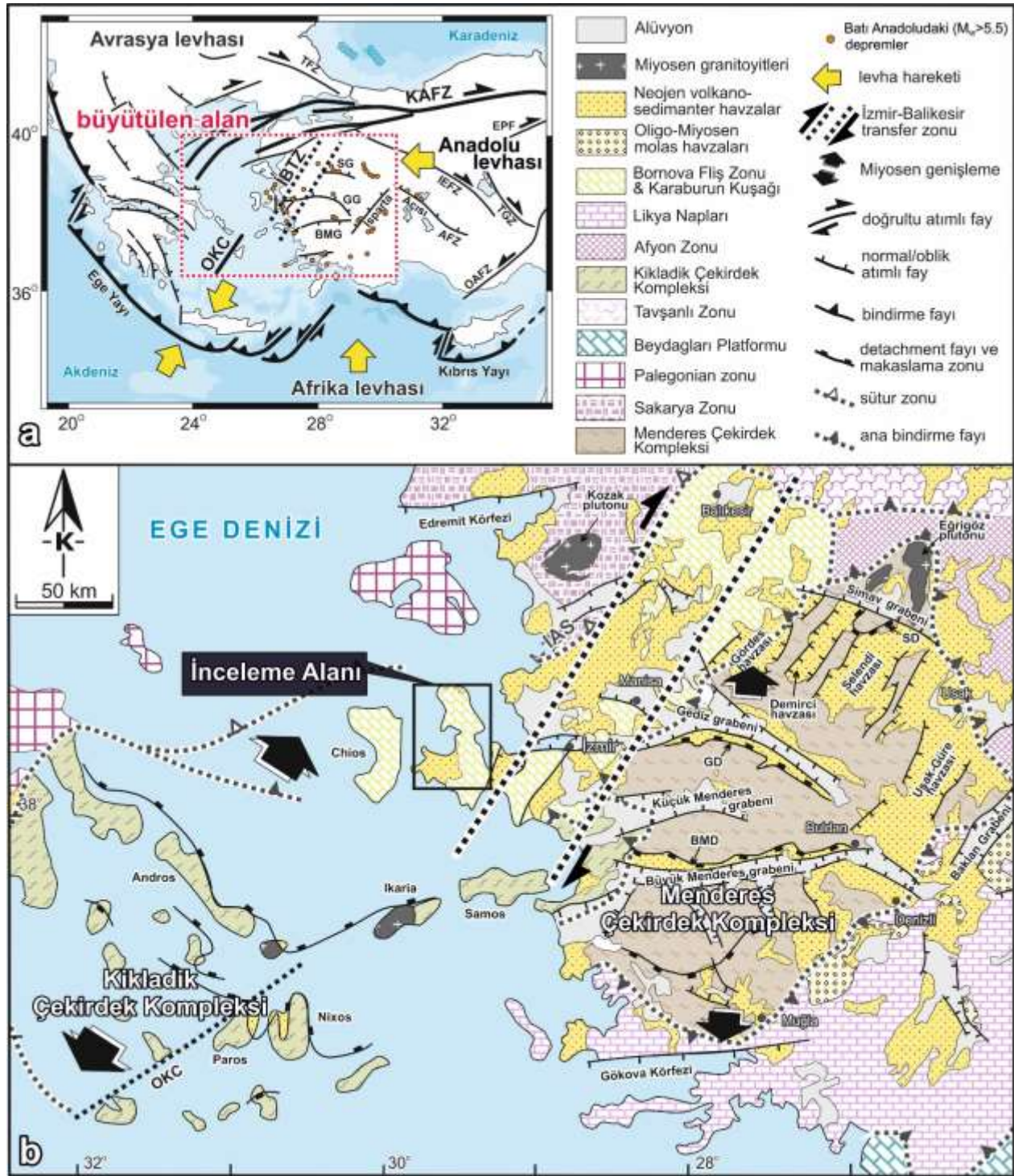
Karaburun Kuşağı; Paleotetis ve Neotetis okyanusuna ait kaya topluluklarını içinde barındıran çok evreli deformasyon kuşaklarından biridir. Bu kuşak boyunca hem Paleotetisin kapanışını hem de Neotetis okyanusunun açılışını ve kapanışını belgeleyen çok sayıda ve birbirini üzerleyen yapısal elemanlar gelişmiştir. Paleotektonik dönem yapıları şeklinde gelişen bu olaylar büyük ölçekli bindirme fayları ve kıvrımlarla karakteristiktir. Paleozoyikten Miyosen başına kadar devam eden bu olaylar, Neotektonik dönemde gelişen doğrultu atımlı fay ve normal faylanmalarla parçalanmıştır.

Bölgesel ölçekte, Batı Anadolu'da yapılan son çalışmalar, Neotektonik dönem başında, Batı Anadolu kabuğu altına dalan Afrika Levhası'nın yırtıldığını ve bu yırtılmanın yüzeye doğru Batı Anadolu kabuğunda İzmir-Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ)'nin gelişmesine neden olduğunu göstermektedir (Gessner ve diğ., 2013, Uzel ve diğ. 2013, 2015). Buna göre, İBTZ dalan Afrika Levhası'ndaki yırtılmanın yüzeydeki izine karşılık gelmektedir. Bu nedenle yüzeydeki parçalanma İzmir (Gümüldür) ile Balıkesir (Bigadiç) arasında KD-GB ve KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylar ve D-B uzanımlı normal faylarca baskın bir zonun gelişimi ile sonuçlanmıştır. Karaburun yarımadası bu zonun batı sınırı üzerinde yer almaktadır (Şekil 5.16).

İBTZ, D-B uzanımlı Gediz (Ağşehir), Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenlerini, Menderes metamorfik çekirdek kompleksini ve bunlarla ilişkili olarak gelişen sıyrıma (*detachment*) faylarını batıdan sınırlar. İBTZ içinde Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kaya toplulukları (Kikladik ve Menderes Masifi, İzmir-Ankara zonu kayaları), Eosen yaşlı tortul kayalar, Neojen yaşlı volkano-sedimanter kayalar ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimler ile Holosen-Güncel yaşlı çökeller yer alır. Gümüldür (İzmir) ile Bigadiç (Balıkesir) arasında KD-GB doğrultusunda uzanan İBTZ yaklaşık 150 km uzunluğundadır. Zonun Miyosen döneminden kalıtsal doğu sınırı Kemalpaşa ile Torbalı arasında uzanan Kocaçay Havzası'nda bulunur. Zonun batı sınırında Karaburun Kuşağı yer alır. Yunt dağı, Yamanlar ve Cumaovası volkanitleri ve bu volkanitlerle ilişkili olarak gelişmiş olan gölgesel havzalar, zonun Miyosen dönemine ait aktivitesine işaret eder. Zon boyunca son yüz yılda oluşan aletsel depremler, zon içindeki birçok fayın aktif olarak çalıştığını göstermektedir.

Bu verilere göre, Karaburun Yarımadası'ndaki ana yapısal elemanlar, faylar ve kıvrımlardır. Karaburun Yarımadası'nda Paleotektonik dönem fayları ters ve bindirme fayı, Neotektonik dönem fayları ise doğrultu atımlı ve normal/oblik faylanmalarla karakteristiktir (Erdoğan vd. diğ.

1990; Uzel ve diğ. 2013, 2015). Kıvrımlar ise, özellikle ters ve bindirme fayları sırasında Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı kaya birimlerinde gelişmiştir. Neotektonik dönem kıvrımları ise, Miyosen yaşlı birimleri kesen doğrultu atımlı fayların sıkışma bölgelerinde gözlenmektedir.



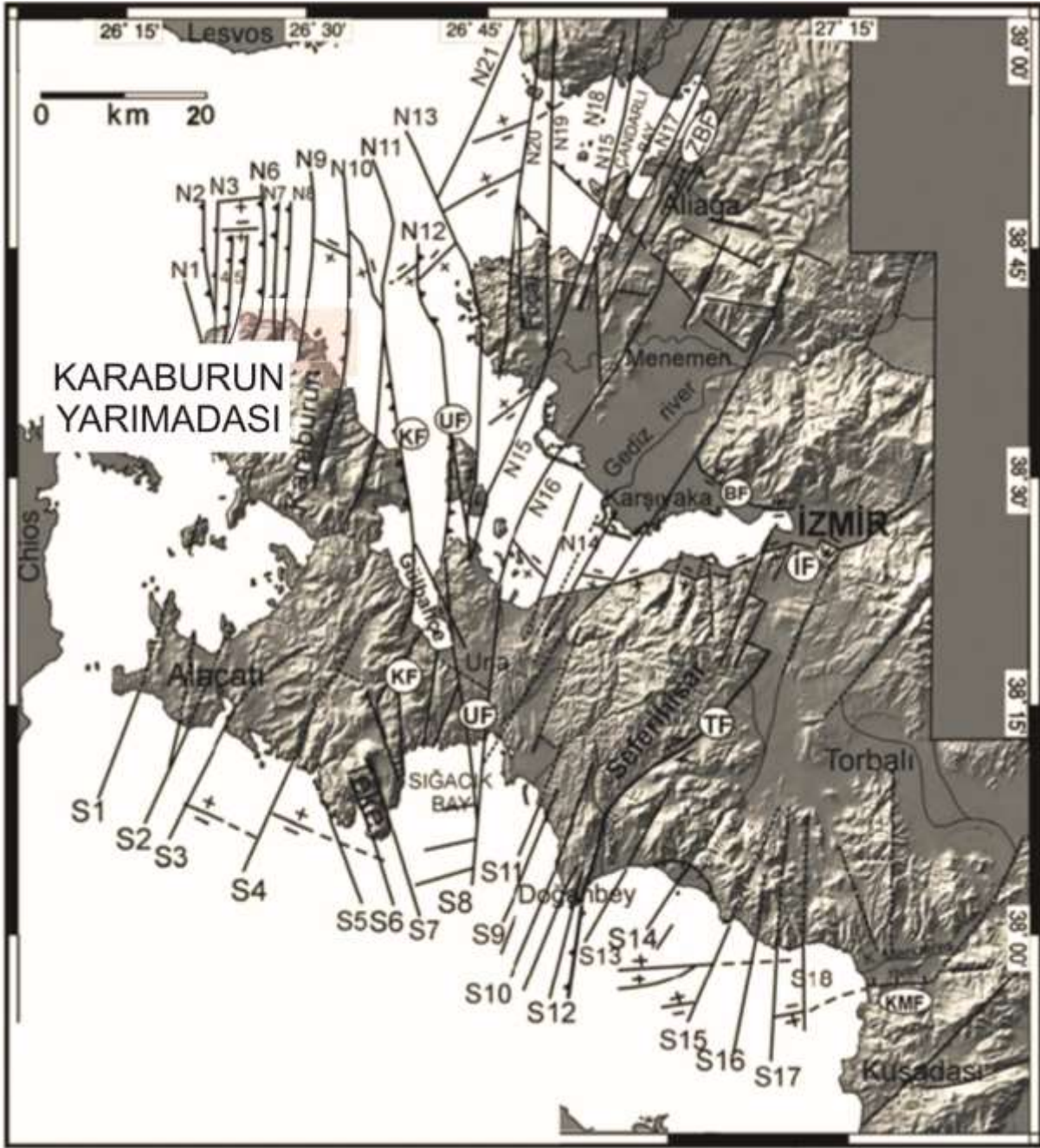
Şekil 5.16. Karaburun Yarımadası'nın İzmir-Balıkesir Transfer Zonuna göre tektonik konumu (Uzel ve diğ., 2013'ten alınmıştır).

Paleotektonik dönem fayları otokton ile allokton birimler arasında gelişmiştir. Önemli bir bölümü K-G doğrultulu olan bu faylar özellikle Karaburun ile Balıklıova arasındaki zon boyunca ve Ildırı-Karareis çevresinde gözlenir. Bu kesimlerde, Paleotektonik dönemde gelişen sıkışma kuvvetleri nedeniyle oluşan bindirme fayları yanında yaklaşık K-G eksen gidişli kıvrımlar da gelişmiştir.

Neotektonik dönem fayları ise, özellikle Paleozoik-Mesozoyik yaşlı birimler ile Neojen yaşlı birimlerin sınırları boyunca gelişmiştir. Bu faylar KD-GB, D-B, K-G ve KB-GD doğrultularında gelişim göstererek, özellikle Ildırı, Karareis ve Karaburun çevresinde değişik boyutlu makaslama takımlarının oluşmasını sağlamıştır. Bazı kesimlerde Paleotektonik dönem yapıları neotektonik dönem yapıları tarafından kesilmiş veya üzerlenmiştir. Bu tektonik çatı içinde Ildırı, Karaburun ve Karareis çevresinde fayların kesim noktalarına karşılık gelen kesimlerde debisi yüksek su kaynakları gelişmiştir. Fayların denize belli bir açı ile geldiği kesimlerde ise deniz suyu girişimine olanak sağlamıştır.

Bölgesel tektonik çatı içerisinde KD-KB uzanımlı faylara ilişkin yapılan bazı araştırmalar bunların Miyosende KD-GB yönelimli doğrultu atımlı fay sistemleri şeklinde ortaya çıktığı şeklindedir (Kaya, 1979). Bununla birlikte İzmir yöresindeki KD-GB uzanımlı diri fayların Balıkesir ile İzmir arasında İzmir-Ankara zonu içerisindeki eski bir transform fay yapısına karşılık geldikleri ve Miyosen'den günümüze kadar tekrar tekrar aktive olarak hareketlerini koruduklarını göstermiştir (Kaya, 1979; Sözbilir ve diğ., 2003; Bozkurt ve Sözbilir, 2006; Uzel ve Sözbilir, 2006).

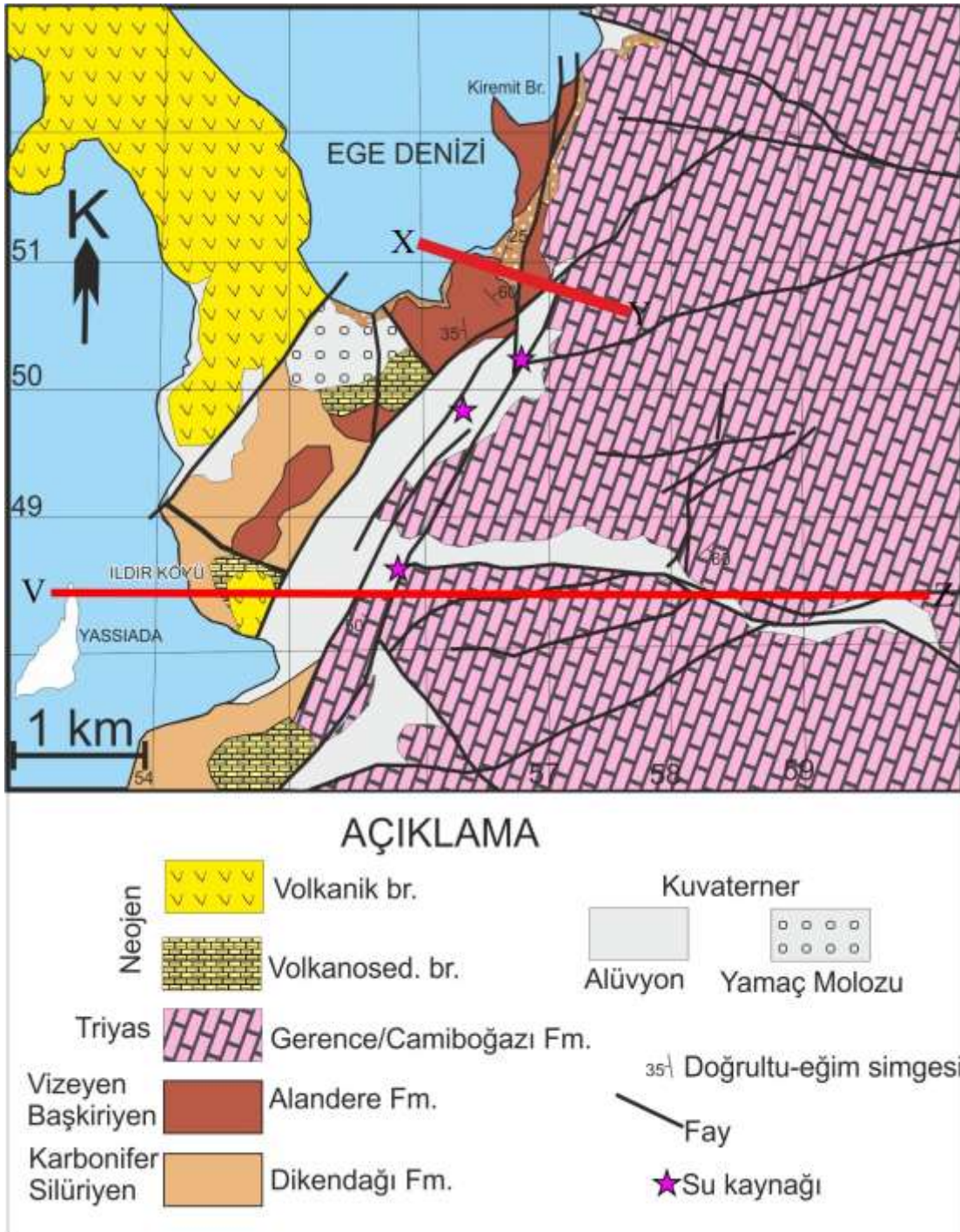
Ocakoğlu ve diğ. (2004 ve 2005), Karaburun çevresinde yaptıkları jeofiziksel araştırmalarda İzmir körfezi ve civarındaki K-G'den KD-GB'ye değişen doğrultulardaki çoğunlukla doğrultu atımlı ve sismik kesitlerde çiçek yapısı gösteren faylar haritalamıştır. Bu fayların KD-GB veya KKB-GGB yöneliminden K-G yönelimine döndüğü bölgelerde sıkışma bileşeninin arttığı ve fayın ters faylanma hâkimiyetindeki doğrultu atımlı faylara dönüştüğü izlenmiştir. Ocakoğlu ve diğ. (2004 ve 2005)'ne göre, bölgedeki D-B sıkışma K-G doğrultulu ters fayları, D-B gidişli normal fayları, KD-GB yönelimli sağ yanal fayları geliştirir ki bunlar sırayla Karaburun fayı, İzmir fayı, Tuzla fayı ve KB-GD yönelimli doğrultu atımlı faylara karşılık gelir. Bu verilere göre İzmir körfezi ve çevresindeki alan D-B doğrultusunda sıkışır ve böylece Karaburun Yarımadası ve Karaburun ile Tuzla fayı arasındaki Seferihisar morfolojik yükselimi gerçekleşmiş olur (Şekil 5.17).



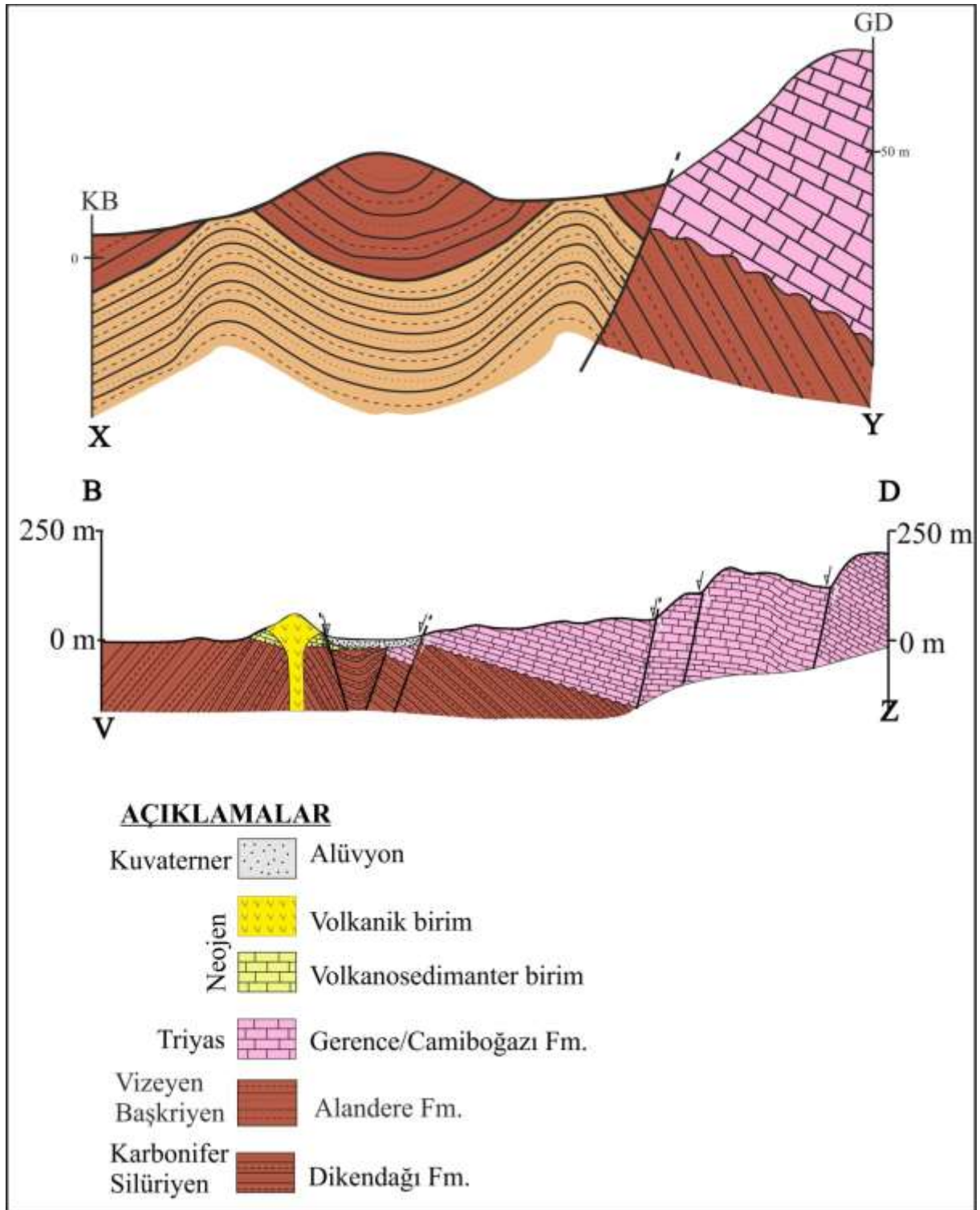
Şekil 5.17. Karaburun Yarımadası ve çevresinde belirlenen deniz altı fayları ve olasılıklı kara uzantıları (Ocakoğlu ve diğ., 2005'dan değiştirilerek).

İldırı Köyü civarındaki su kaynakları çevresinde yapılan ayrıntılı haritalama çalışmaları su kaynakları ile tektonik hatlar arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermiştir (Şekil 5.18). Buna göre, su kaynakları KD-GB uzanımlı faylar ile yaklaşık D-B uzanımlı fayların kesim noktalarından çıkmaktadır (Şekil 5.19). Çıkış noktaları aynı zamanda Paleozoik-Mesozoyik sınırını belirleyen

Gerence/Camiboğazı karbonat istifinin taban kesimlerine karşılık gelmektedir. Yani bu kesimdeki karstik akiferlerde hem litolojik ve hem de yapısal kontrol söz konusudur.



Şekil 5.18. Ildır Köyü çevresindeki fay takımları ile su kaynakları arasındaki ilişkiyi gösteren ayrıntılı jeoloji haritası

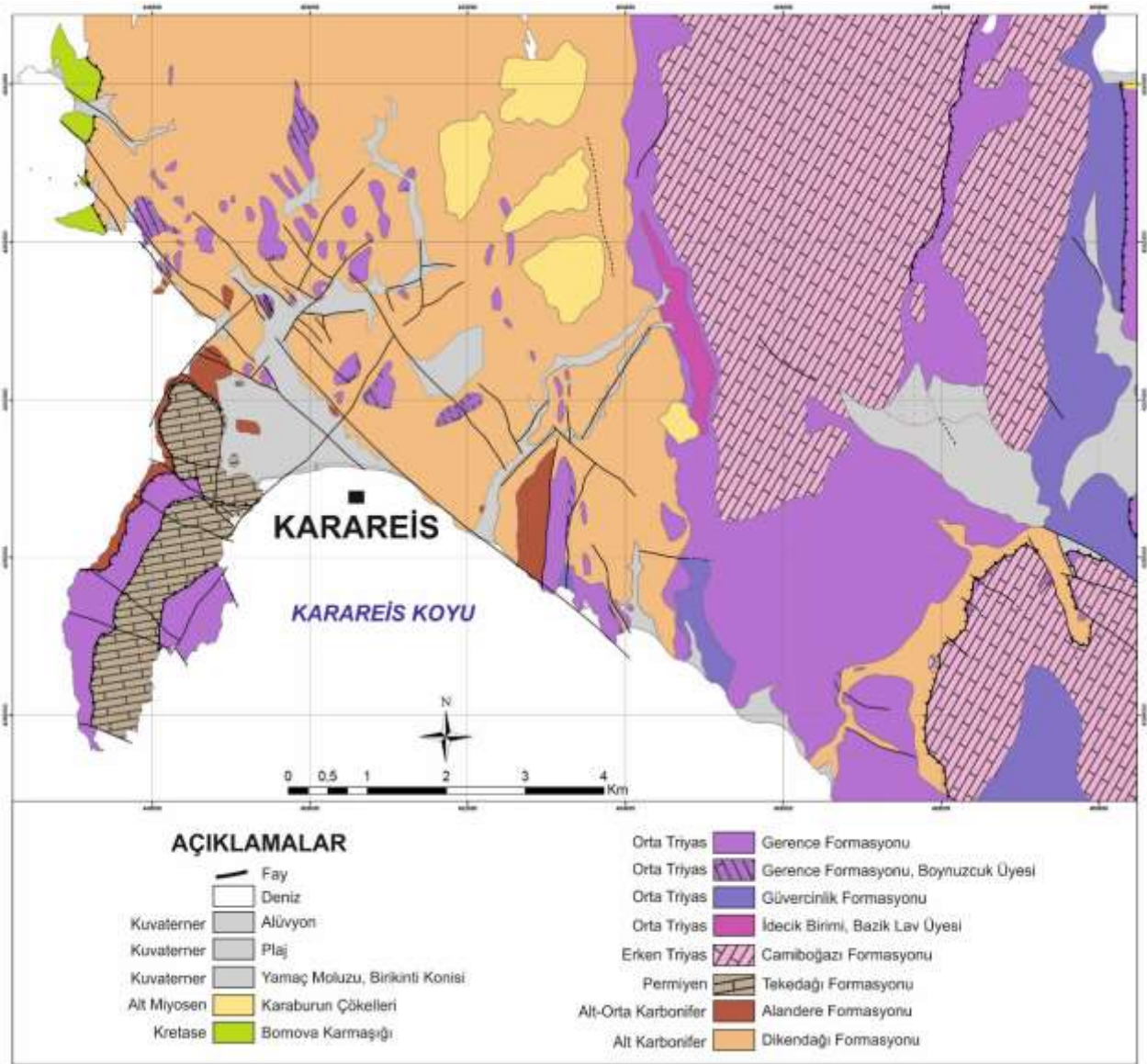


Şekil 5.19. Ildırı Köyü ve çevresindeki birimlerin stratigrafik ve yapısal ilişkilerini gösteren enine jeolojik kesitler

faylanmaya ait kinematik veriler olmasına karşın bazı fay yüzeylerinde sol yönlü doğrultu atımlı faylanmayı karakterize eden daha genç kinematik veriler bulunmaktadır.

Bozköy içerisinde geçen K-G ile K12D arasında değişen KD doğrultulu fay sistemi ise yaklaşık 5km uzunluğunda olup, Haseki kötü doğusundaki fay ile paralel konumlanmıştır. KB uzanımlı fayları kesmektedir. Fay yüzeyindeki çiziklerden, fayın iki farklı karakterde hareket ettiği tespit edilmiştir. Birincil hareket yaklaşık 40-60 derece arasında değişen değerlerle D-GD'ya eğimli normal faylanmadır. İkinci hareket ise, sol yanal doğrultu atımlı faylanmadır.

Diğer ayrıntılı yapısal çalışma ise, Karareis çevresinde gerçekleşmiştir (Şekil 5.21). Bu bölgede KD-GB doğrultulu faylar ile KB-GD doğrultulu fayların açılı K-G doğrultusunda olacak şekilde kesişim gösterdikleri gözlenmiştir. Bu fay takımlarının, Paleotektonik dönemde, Tekedağı formasyonu ile Paleozoik-Mesozoyik yaşlı birimler arasında gelişen bindirme fayını kesip ötelediği saptanmıştır.



Şekil 5.21. Karareis ve çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası

6. JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

Karaburun Yarımadası'nda Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçlar ile Neojen yaşlı kayaçlar geniş alanlarda yüzlek verir. Temel kayaçlarının stratigrafisi ve bölgedeki tektonik yapısı uzun yıllardan beri detaylı olarak çalışılmıştır. Yarımada'nın stratigrafik özellikleri ile ilgili bilgiler 5. bölümde detaylı olarak sunulmuştur. Oldukça karmaşık bir jeolojik yapıya sahip olan Yarımada, aynı zamanda endüstriyel ve metalik maden yataklarının oluşumunu sağlayan ortamlara sahiptir. Jeolojik yapının çeşitliliği ve tektonizma sonucu Yarımada'nın farklı kesimlerinde alterasyon zonları gelişmiştir (Şekil 6.1). Bu zonların bulunduğu kesimlerde kil zonları, mangan yatakları ve cıva yatakları oluşmuştur.



Şekil 6.1. Karaburun Yarımadasının farklı kesimlerinde gözlenen alterasyonlar a) Karaburun, b) Kaynarpinar, c) Mordoğan ve d) Balıklıova

Karaburun Yarımadası'nda, Karaburun ilçe merkezinin güneybatısında terk edilmiş "Kalecik" ve yarımadanın batı sahilinde Gerence koyunda "Karareis" cıva madenleri bulunmaktadır. Kalecik Cıva yatağının, deniz altı volkanizmasının eşliğinde ve volkanizmayı izleyen evrede yükselen gaz ve çözeltilerden kırıntılı sedimanların içine katmanlar halinde eksalatif-sedimenter olarak yerleştiğini belirtilmektedir (Höll,1966 ve Sözen, 1977). Hem Kalecik hem de Karareis Cıva Yataklarında günümüzde cevher mineralleri yüzeyde gözlenmemesine rağmen, alanda cıva madenlerinin işletildiğine dair eski işletme ocaklarının izleri ve madenden çıkmış pasa yığınları gözlenmektedir (Şekil 6.2). Kalecik Cıva Madeni, kesintili de olsa 1903 ile 1960 yılları arasında işletilmiştir (Ryan, 1960). Bu sahada 20.750 şişe cıva metali, yani 715 ton cıva elde edildiği ifade belirtilmektedir (Meriç ve diğ., 2012). Karareis cıva yatağı ise, kumtaşı, çamurtaşı, yeşil-siyah çört ve radyolarit, yer yer olistromal düzeyler ve türbiditik kireçtaşı merceklerini içeren Dibekbağı formasyonu içinde gelişmiştir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006) (Şekil 6.3). Bu sahadaki cıva oluşumu, Kalecik cıva oluşumu ile aynı olduğu belirtilmektedir. 1909 yılından beri Karareis Cıva Maden'inin işletildiği vurgulanmaktadır. Höll (1966) tarafından yapılan çalışmada, bu sahada 1955 yılından 1964'e kadar kesintisiz olarak % 2 tenörlü cıva cevheri çıkarıldığı ve 1964 yılında ayda 3 ton Hg metalinin üretildiği ifade edilmektedir. Cıva dışında Gerence körfezinde günümüzde aktif olarak işletilmekte olan bir Mangan yatağı bulunmaktadır. Metalik madenleri dışında Yarımada da Neojen yaşlı karasal sedimanlar içerisinde ekonomik öneme sahip kil oluşumları da bulunmaktadır. Ekonomik olarak değerlendirilebilir nitelikteki bu kil oluşumları, Yarımadanın kuzeyinde bulunan Salman Köyü ve Yaylaköy civarında yer almaktadır (Şekil 6.4). Yapılan çalışmalarda bu alanlardaki killerin içinde kuvars, illit, smektit, kaolinit, plajiyoklas, jips, jipsit, K-feldspat bulunduğu tespit edilmiştir (Çakmakoğlu ve diğ., 2013).



Şekil 6.2. Kalecik maden sahası ve çevresinden görünüm



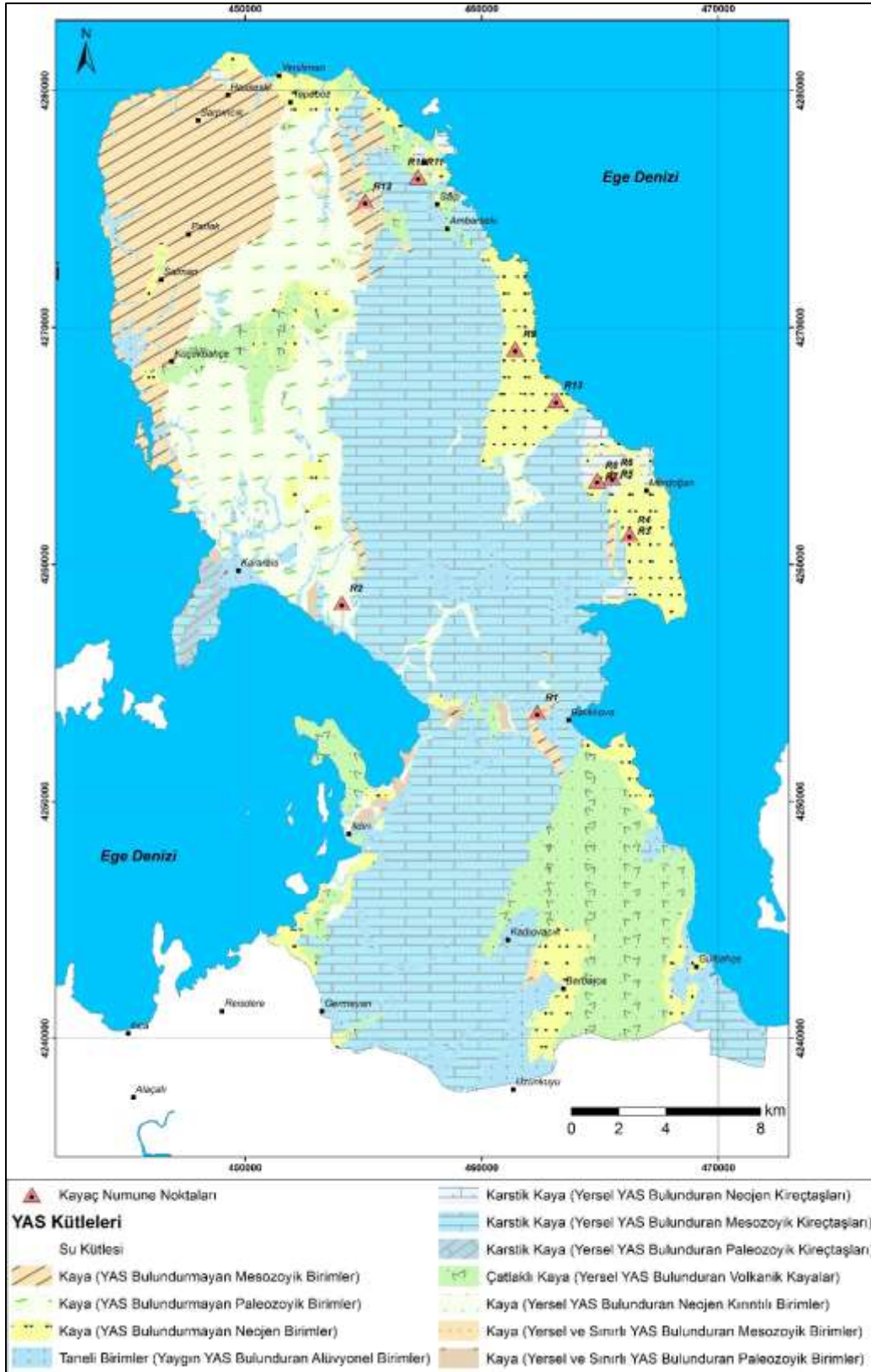
Şekil 6.3. Karareis cıva yatağı çevresinde yüzlek veren birimler



Şekil 6.4. Yarımada'nın kuzeyinde Salman Köyü çevresinde yüzlek veren killi birimler

Proje sahasındaki metalik yatakların yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarına etkisine dair iki adet lokal çalışma yapılmıştır (Meriç ve diğ., 2012; Gemici ve Oyman, 2003). Bu, çalışmalarda alandaki cıva yataklarının su kaynaklarını etkilediği vurgulanmıştır. Bu çalışma kapsamında ise proje sahasında alterasyon zonların gözlendiği kesimlerde ve içme suyu amaçlı açılmış sondajların bulunduğu alanlarda yüzlek veren birimlerden kayaç numunesi alınmıştır (Şekil 6.5). Bu alanlarda su-kayaç etkileşimi irdelenmiştir. Bu nedenle, proje sahasında farklı litolojik birimlerden 13 noktada kayaç numunesi alınmıştır. Alınan numunelerden hem major hem minör elementlere ilişkin bir dizi jeokimyasal çalışma yapılmıştır. Analizler İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi laboratuvarlarında XRD ve XRF cihazları ile gerçekleştirilmiştir. Kayaçların jeokimyasal özellikleri Tablo 6.1 ve Tablo 6.2'de, her alandaki major ve minör elementin dağılımı ise Şekil 6.6- Şekil 6.18'de sunulmuştur.

R1 nolu örnek Balıklıova-İltur arasında yöre insanı tarafından yoğun olarak kullanılan kaynak suyunun yanındaki kayaçlardan alınmıştır. Bu kaynak tektonik zon üzerinde yer almaktadır. Kaynak suyu kireçtaşıdan çıkmaktadır. R2 nolu örnek eski Karareis yolu üzerine altere olmuş Dikendağı formasyonuna ait birimde alınmıştır. Bu birimde yakın alanlarında cıva madeni çıkarılmıştır. R3-R8 nolu örnekler Mordoğan ve çevresindeki yerleşim yerlerine su sağlayan kuyuların çevresinde yüzlek veren birimlerden alınmıştır. R3-R4 nolu örnekler altere olmuş volkanik birimlerde, R5-R6-R7 ve R8 nolu örnekler ise tektonik zonlarda (volkanik ve karbonatlı birimlerin dokanak yaptığı kesimler) açılmış bulunan kuyuların çevresinde yüzlek veren kayalardan, R13 nolu örnek Eğlenhoca ve R9 nolu örnek Kaynarçınar içme suyu kuyusunun çevresindeki kayaçlardan, R10 ve R11 nolu örnekler ise Karaburun ilçesine su sağlayan kuyuların çevresinde yüzlek veren birimlerden alınmıştır. R12 nolu örnek ise Karaburun ilçesinin batısında yer alan Kalecik cıva yatağı etrafındaki kırıntılı birimlerden alınmıştır.



Şekil 6.5. Kayaç numunelerinin alındığı yerler

Tablo 6.1. Çalışma alanındaki kayaçların major oksit analiz sonuçları

Örnek No	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO
R1	1,2	1,4	16,5	13,1	0,1	0,0	0,5	59,7	0,6	0,1	5,4	< 0,01	0,1	0,1
R2	< 0,11	0,9	16,6	70,7	0,1	0,9	0,3	0,9	0,3	0,6	7,4	0,0	0,3	0,3
R3	< 0,11	1,7	18,8	53,2	0,0	0,0	3,0	17,5	0,3	0,1	4,0	< 0,01	0,0	0,0
R4	0,8	1,4	16,3	67,2	0,0	0,1	6,1	4,8	< 0,01	0,1	1,8	< 0,01	0,1	0,1
R5	3,1	1,6	3,2	< 0,01	< 0,01	0,1	< 0,01	88,0	< 0,01	0,1	2,4	0,0	0,0	< 0,01
R6	2,4	2,8	4,8	< 0,01	0,0	0,0	< 0,01	80,3	< 0,01	0,7	7,2	0,1	0,0	< 0,01
R7	0,9	12,6	14,5	24,8	0,1	0,0	1,4	36,4	0,6	0,1	7,3	0,1	0,0	0,0
R8	2,9	1,0	0,6	< 0,01	< 0,01	0,0	< 0,01	93,6	< 0,01	0,1	0,3	< 0,01	0,1	0,1
R9	1,6	6,6	11,3	16,6	0,0	0,0	0,8	48,8	0,8	0,2	11,2	0,1	0,1	0,0
R10	< 0,11	1,8	14,8	44,2	0,1	0,0	0,5	18,5	0,5	0,3	17,7	0,1	0,0	0,0
R11	0,8	2,6	14,2	24,1	0,1	0,0	0,5	39,7	0,8	0,2	15,2	0,2	0,1	0,0
R12	3,0	2,9	18,0	57,8	0,1	0,2	3,6	2,1	0,6	0,2	10,3	< 0,01	0,1	0,1

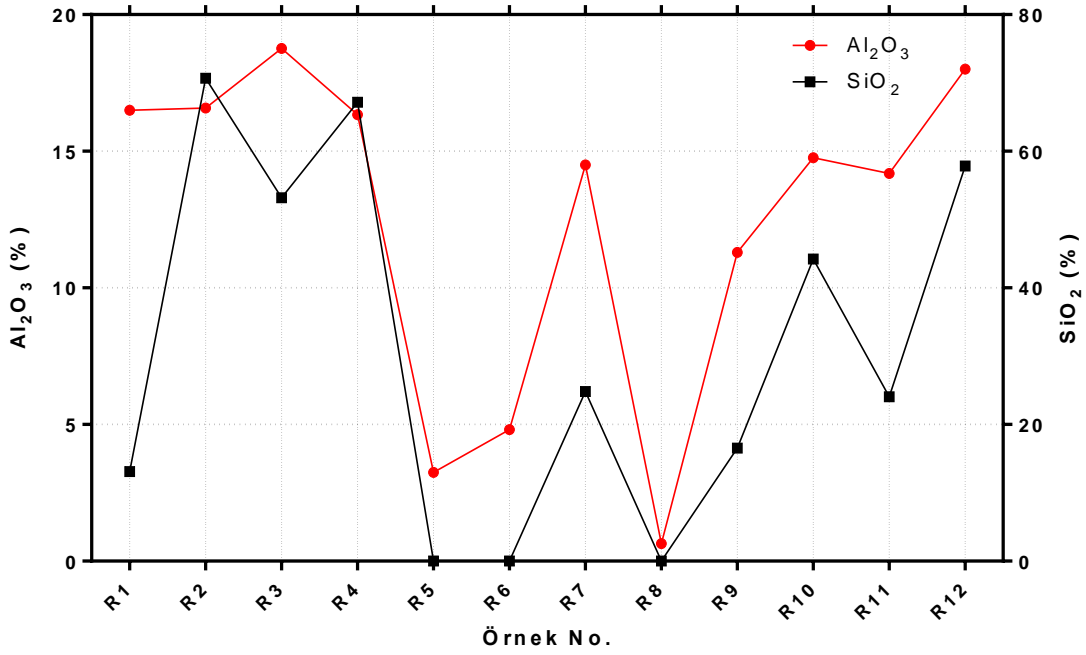
Tablo 6.2. Çalışma alanındaki kayaçların minör analiz sonuçları

Örnek No	X	Y	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Cl (%)	K (%)	Ca (%)	Ti (%)
R1	462348	4253766	0,91	0,85	8,73	6,14	0,04	0,010	0,06	0,45	42,69	0,37
R2	454088	4258377	< 0,081	0,54	8,78	33,04	0,07	0,38	0,02	0,21	0,65	0,19
R3	466247	4261270	< 0,081	1,01	9,93	24,87	0,001	0,01	0,05	2,52	12,53	0,21
R4	466247	4261270	0,56	0,85	8,65	31,4	0,018	0,03	0,14	5,08	3,40	< 0,0005
R5	465515	4263683	2,32	0,97	1,72	< 0,0005	< 0,0003	0,02	0,04	< 0,001	62,88	< 0,0005
R6	465515	4263683	1,75	1,69	2,55	< 0,0005	0,008	0,004	0,01	< 0,001	57,36	< 0,0005
R7	464882	4263570	0,68	7,61	7,67	11,60	0,037	0,01	0,01	1,19	26,05	0,33
R8	464882	4263570	2,16	0,62	0,34	< 0,0005	< 0,0003	0,005	0,01	< 0,001	66,90	< 0,0005
R9	461415	4269112	1,21	3,97	5,98	7,74	0,019	0,01	0,02	0,70	34,86	0,47
R10	457306	4276372	< 0,081	1,07	7,81	20,66	0,049	0,01	0,01	0,39	13,22	0,29
R11	457306	4276372	0,58	1,58	7,51	11,25	0,050	0,01	0,01	0,45	28,40	0,47
R12	455071	4275344	2,23	1,75	9,53	27,03	0,064	0,09	0,01	2,99	1,518	0,34
R13	463148	4266942	2,12	1,31	4,86	0,24	0,015	0,07	0,11	0,49	56,57	0,107

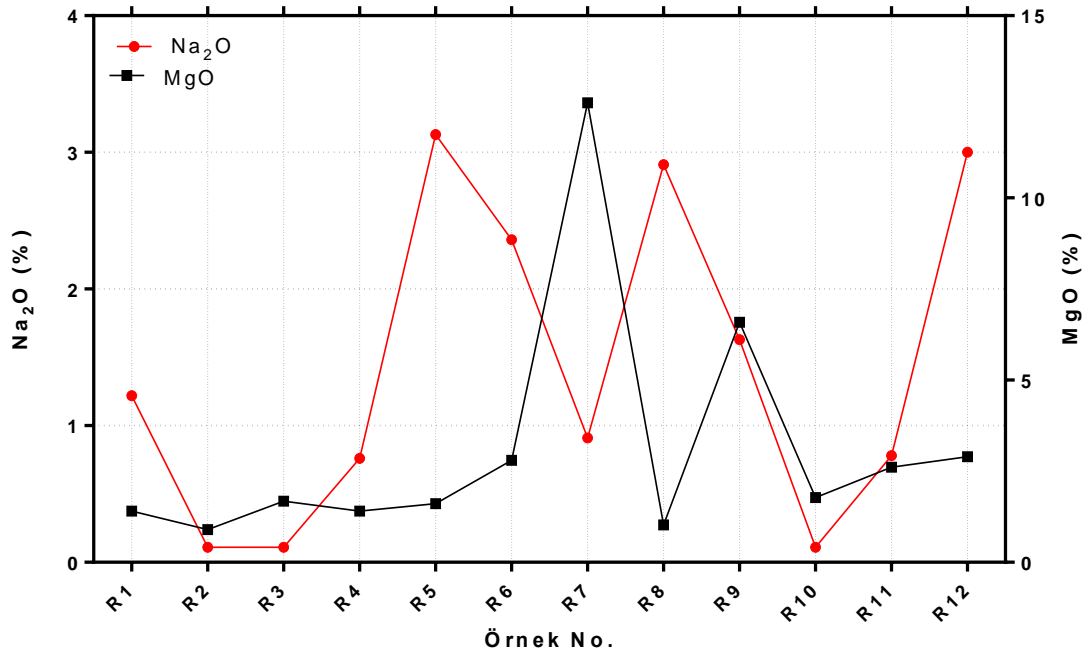
Tablo 6.2. Çalışma alanındaki kayaçların minör analiz sonuçları (devamı)

Örnek No	Mn (%)	Fe (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	As (%)	Sr (%)	Y (%)	Nb (%)	Mo (%)	Te (%)	Ba (%)
R1	0,08	3,78	< 0,0002	0,05	0,05	< 0,0001	0,013	0,002	0,001	0,002	0,02	< 0,0008
R2	0,45	5,20	0,012	0,27	0,22	0,002	0,015	0,001	0,001	0,001	< 0,011	0,09
R3	0,08	2,83	< 0,0002	0,03	0,03	< 0,0001	0,025	0,009	0,005	0,003	< 0,0007	< 0,0008
R4	0,07	1,26	< 0,0002	0,05	0,04	< 0,0001	0,014	0,011	0,004	0,003	< 0,017	0,13
R5	0,05	1,67	0,011	0,00	< 0,0001	< 0,0001	0,025	< 0,0007	< 0,001	0,001	< 0,0007	< 0,0008
R6	0,55	5,00	0,111	0,03	< 0,0029	0,006	0,022	< 0,0007	0,000	0,002	0,04	0,09
R7	0,11	5,12	0,046	0,02	0,02	< 0,0001	0,105	0,001	0,000	0,002	< 0,024	< 0,0008
R8	0,10	0,19	< 0,0002	0,09	0,06	< 0,0001	0,009	< 0,0005	< 0,001	0,002	0,02	< 0,0008
R9	0,13	7,83	0,075	0,06	0,02	< 0,0001	0,073	0,004	0,002	0,002	< 0,019	< 0,0008
R10	0,22	12,40	0,098	0,01	0,02	< 0,0001	0,025	< 0,0007	0,003	< 0,001	< 0,026	0,32
R11	0,15	10,62	0,145	0,04	0,04	< 0,0001	0,021	< 0,0005	0,003	< 0,001	< 0,0007	0,15
R12	0,12	7,20	< 0,0002	0,08	0,08	< 0,0009	0,016	0,008	0,003	< 0,001	0,02	0,22
R13	0,04	2,46	< 0,0002	0,02	0,02	< 0,0001	0,029	0,001	0,002	0,0001	< 0,0007	< 0,0008

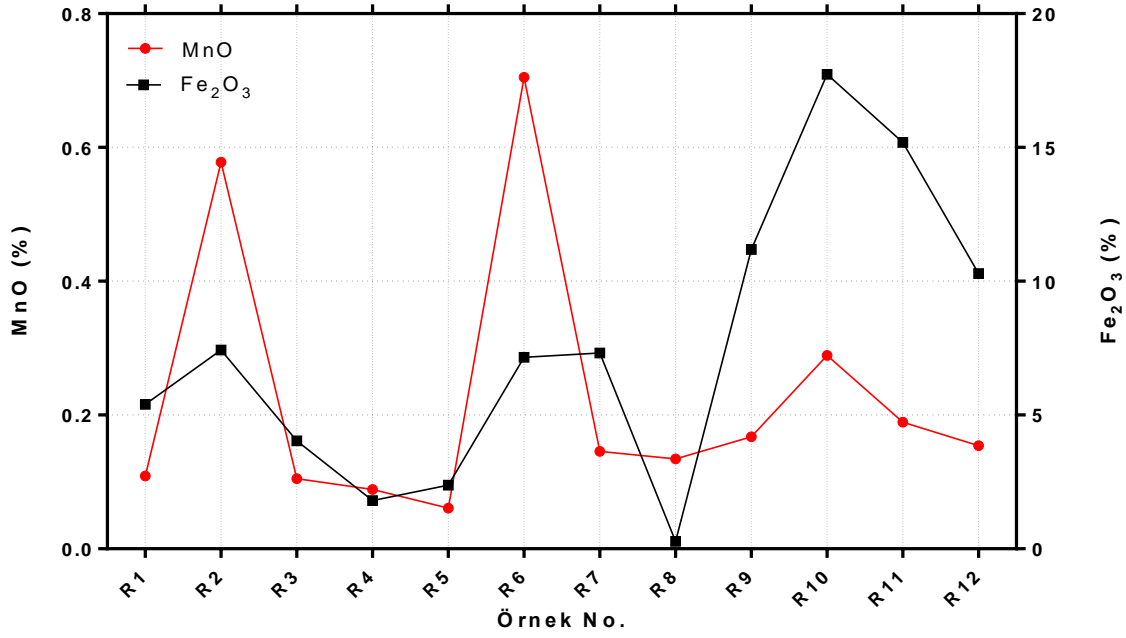
SiO₂ ve Al₂O₃ yüzde değerleri yoğun alterasyonun gözleendiği R2, R3, R4 ve terkedilmiş cıva yatağı çevresindeki kırıntılarının olduğu kesimlerde (R12) ölçülmüştür. Bu kesimlerde SiO₂ değerleri yaklaşık % 60 ve Al₂O₃ değerleri ise % 15'in üzerindedir (Şekil 6.6). En düşük SiO₂ ve Al₂O₃ değerleri ise (R5, R6 ve R8) Mordoğan'da tektonik zonda su sağlayan kuyuların çevresindeki birimlerde ölçülmüştür. Bu noktalarda ve R12 noktasının bulunduğu alanlarda Na₂O değerleri en yüksektir (Şekil 6.7). MgO değeri ise R7 noktasında dolomitli karbonatlı kayaçların bulunduğu kesimlerde yüksek çıkmıştır. R2 ve R6 noktalarında MnO ve R10 noktasında yüksek Fe₂O₃ değerleri ölçülmüştür (Şekil 6.8). Yüksek CaO değerleri (> % 80) Mordoğan içme suyu kuyularının olduğu kesimlerde çıkmıştır (Şekil 6.9). Yüksek SO₃ değerleri R2 ve R12 noktalarında ölçülmüştür. Bu kesimler cıva madenlerinin işletildiği alanlara yakın kesimlerdir (Şekil 6.10). Na elementinin yüzde değerleri, Na₂O olduğu gibi R5, R6, R8 ve R12 noktalarında yüksektir (Şekil 6.11). Yüksek Al değerleri alterasyonun yüksek olduğu R3 ve cıva yatağına yakın kırıntılı birimlerde (R12 noktasında) ölçülmüştür (Şekil 6.12). Bu noktalarda Si elementinin konsantrasyonunda yüksektir. Oksitlerde olduğu gibi P ve S elementlerinin yüzde değerleri cevher minerallerinin yüksek olduğu iki lokasyonda (R2, R12) yüksektir (Şekil 6.13). Arsenik ve kurşun yüzdeleri ise hem R2 hem de R12 noktalarının olduğu kesimlerde yüksek çıkmıştır. R12 noktası Karaburun ilçesine su sağlayan kuyuların beslenme noktasında yer almaktadır. Mordoğan sınırları içinde yer alan R6 noktasında ki kayalarda yüksek As değerleri ölçülmüştür (Şekil 6.14). R2 ve R12 noktalarında arsenik gibi kurşun konsantrasyonunda yüksektir. Yüksek Fe konsantrasyonu R10 ve R11 nolu tektonik zondan alınan (bu kesimlerden Karaburun İlçesine ait içme suyu kuyuları bulunmaktadır) numunelerde yüksektir (Şekil 6.15). Yüksek potasyum değerleri R4 ve R12 nolu lokasyonlarda ölçülmüştür (Şekil 6.16). Yüksek çinko ve bakır değerleri de R2 ve R12 nolu numunelerin bulunduğu kesimlerde ölçülmüştür (Şekil 6.17). Yüksek nikel değerleri ise tektonik zonalardaki noktalarda (R6, R10 ve R11) ölçülmüştür (Şekil 6.18). Genel olarak, inceleme sahasında altere zonların yoğun olduğu alanlarda As, Al, Pb, Cu ve Zn değerleri yüksek konsantrasyonlara sahiptir. Bu bağlamda bu birimler içerisinde dolaşan yeraltı suyu kimyasında su kayaç etkileşimine bağlı olarak değişiklik sunmaktadır. Bölge bir yarımada olması neticesinde yeraltı suları hem deniz suyu hem de kayaçlarda gözlenen alterasyona bağlı olarak kimyasal baskı altında olduğu görülmektedir.



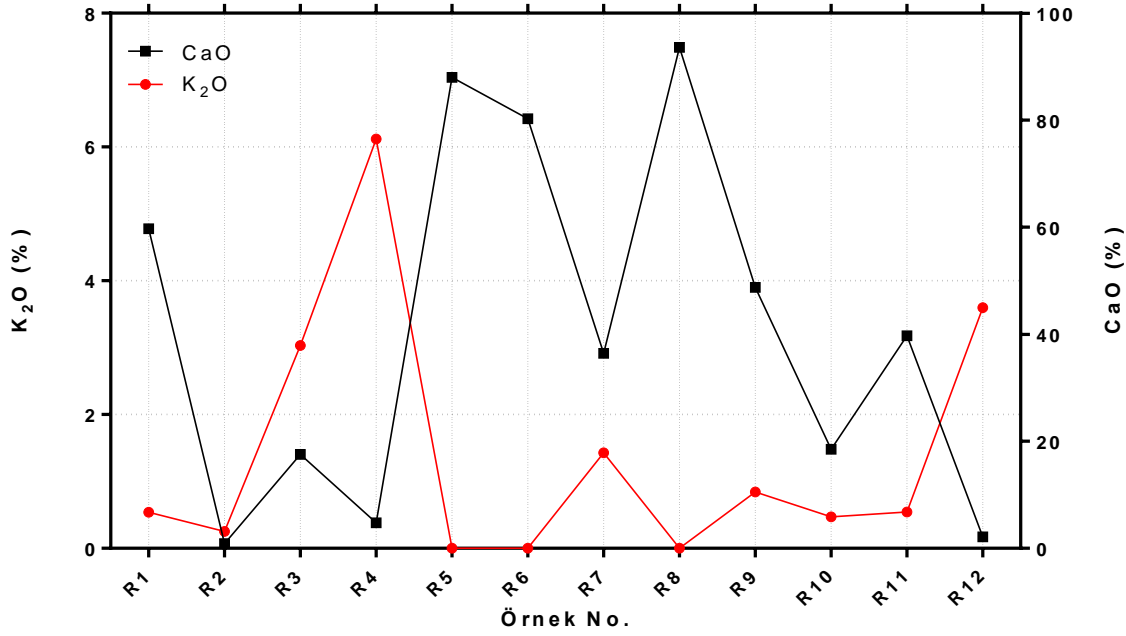
Şekil 6.6. Kayaç numunelerinde Al₂O₃ ve SiO₂ bileşiklerinin dağılımı



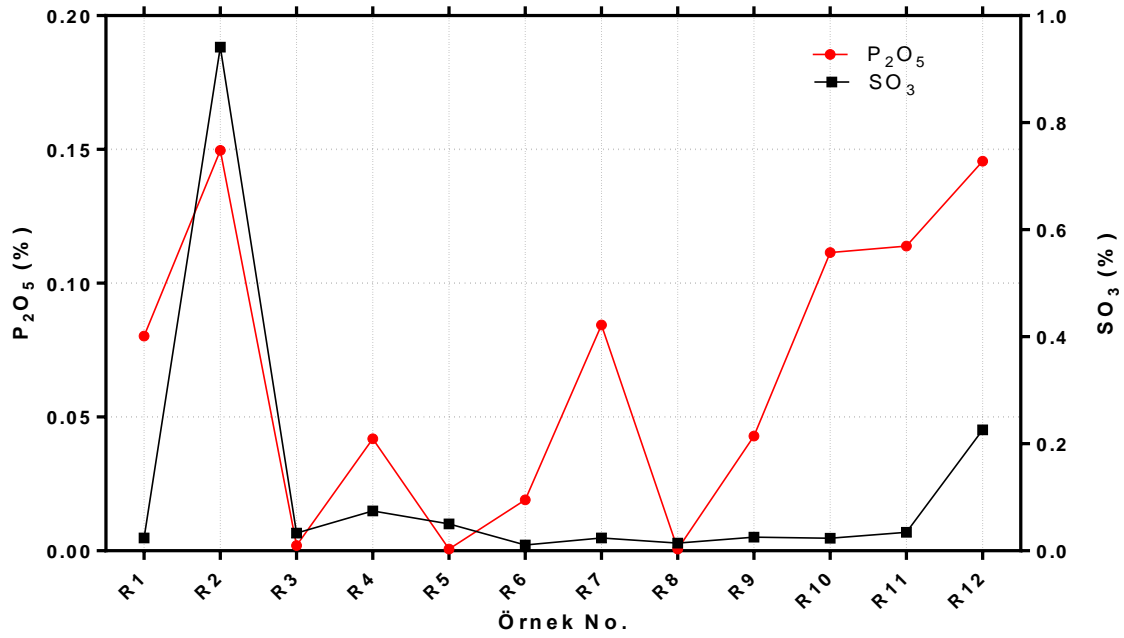
Şekil 6.7. Kayaç numunelerinde Na₂O ve MgO bileşiklerinin dağılımı



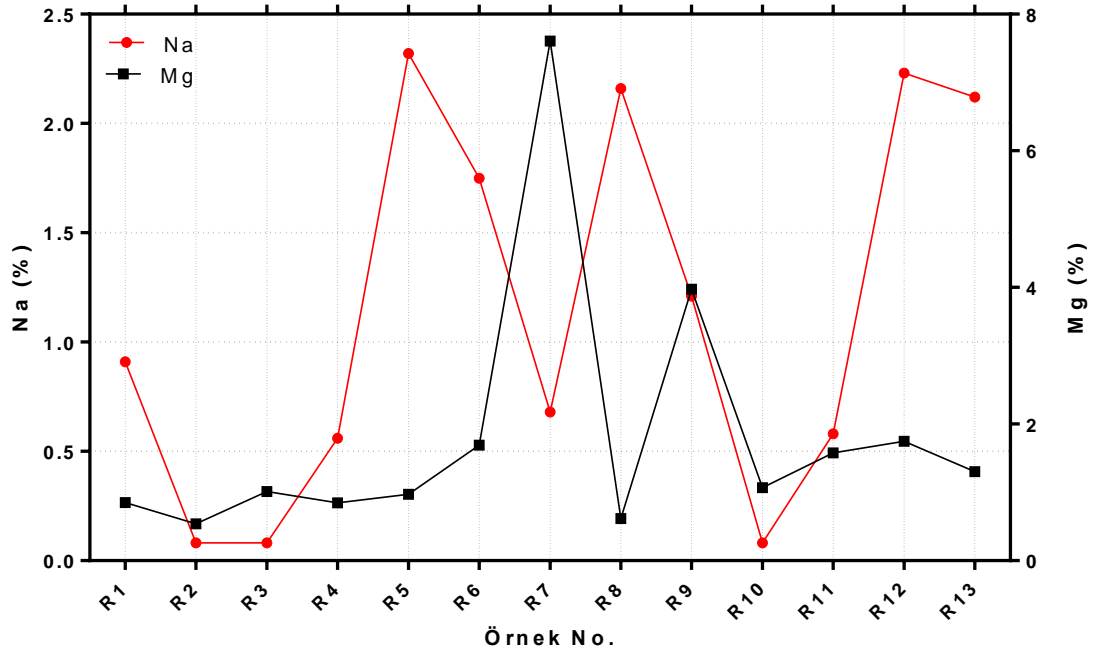
Şekil 6.8. Kayaç numunelerinde MnO ve Fe₂O₃ bileşiklerinin dağılımı



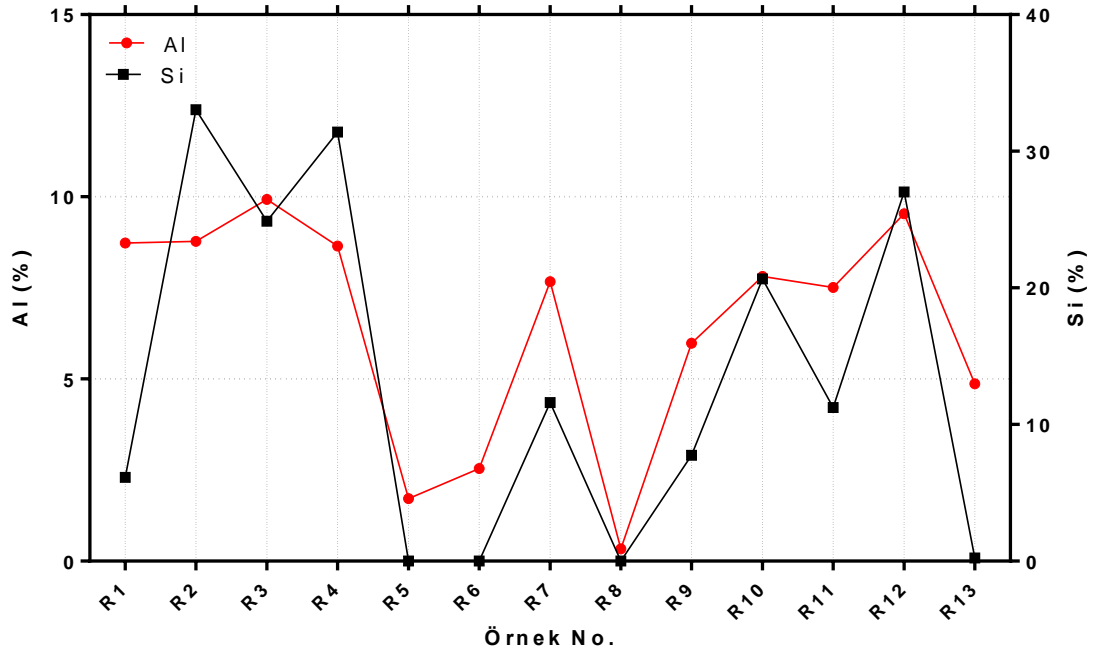
Şekil 6.9. Kayaç numunelerinde K₂O ve CaO bileşiklerinin dağılımı



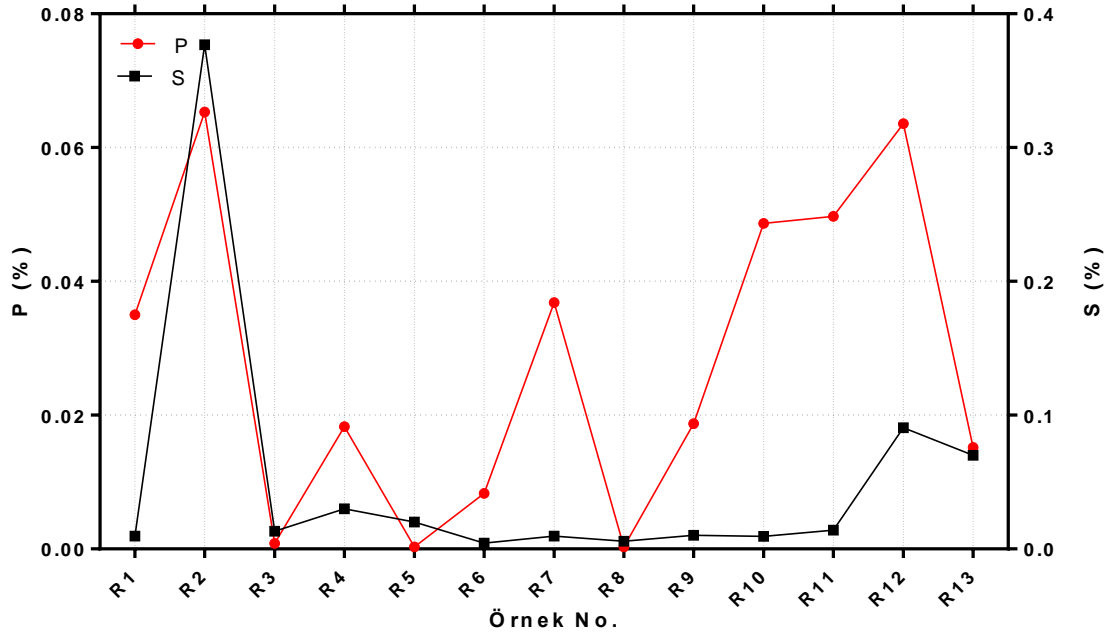
Şekil 6.10. Kayaç numunelerinde P₂O₅ ve SO₃ bileşiklerinin dağılımı



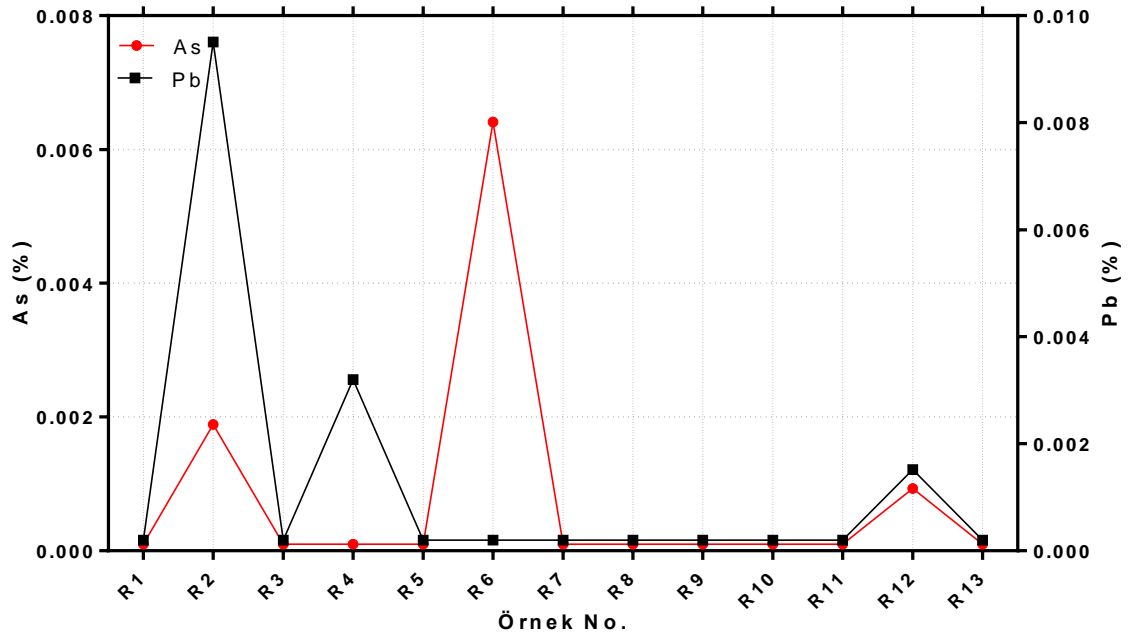
Şekil 6.11. Kayaç numunelerinde Na ve Mg element içeriklerinin dağılımı



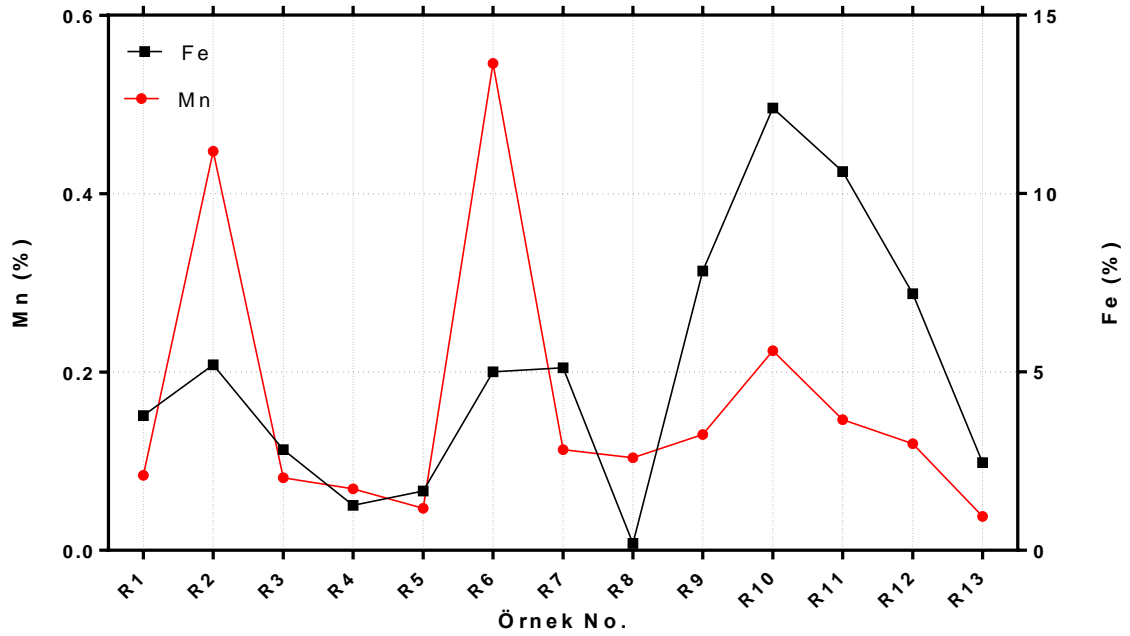
Şekil 6.12. Kayaç numunelerinde Al ve Si element içeriklerinin dağılımı



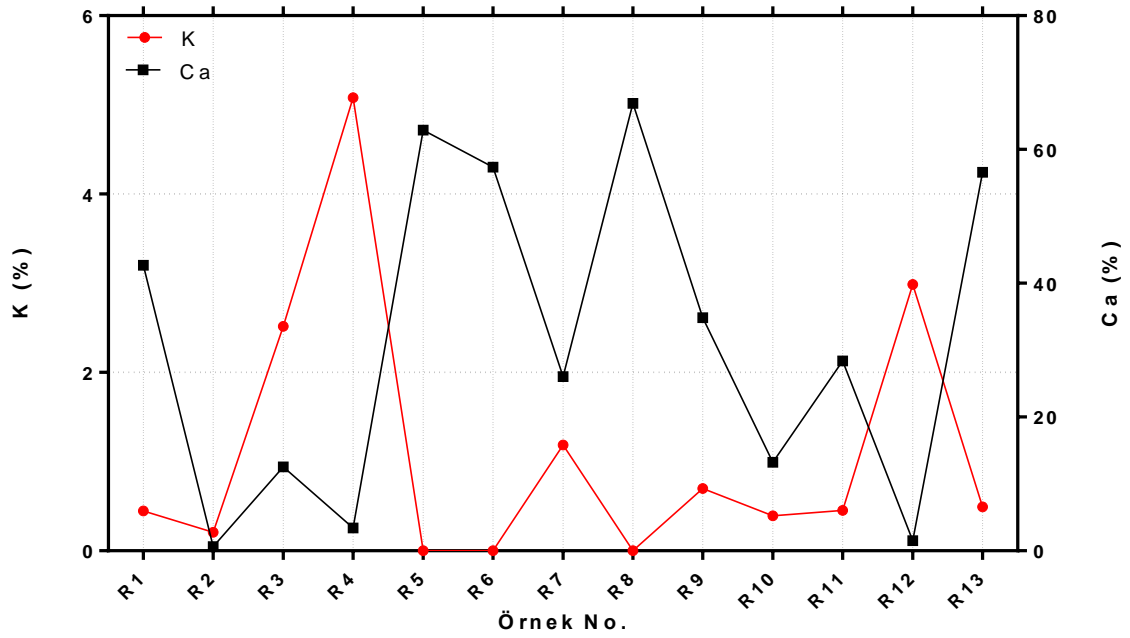
Şekil 6.13. Kayaç numunelerinde P ve S element içeriklerinin dağılımı



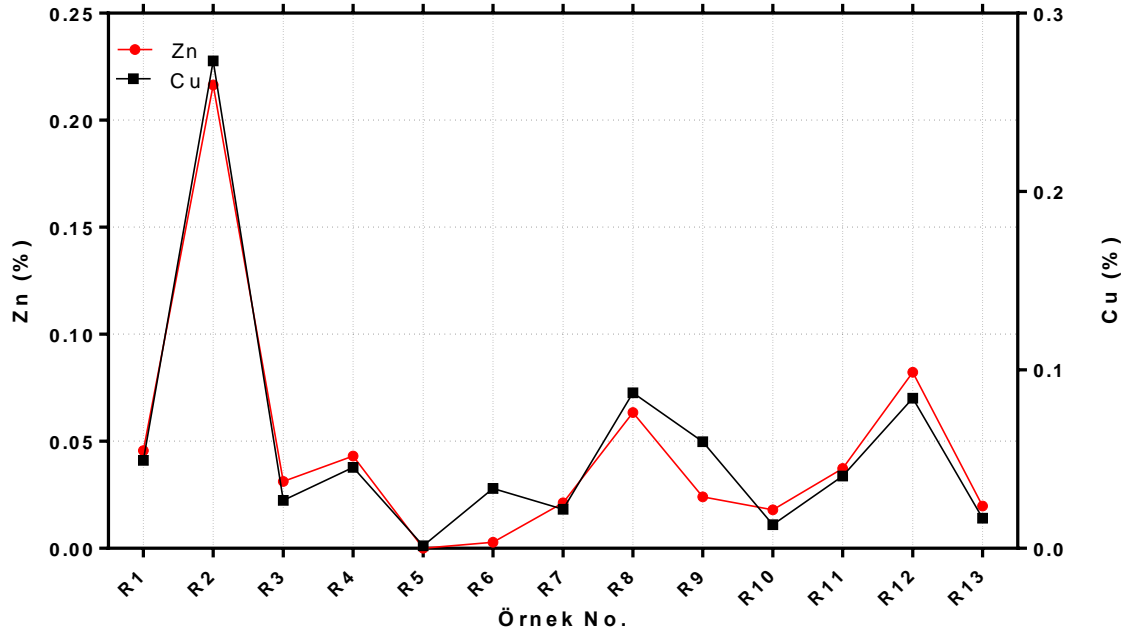
Şekil 6.14. Kayaç numunelerinde As ve Pb element içeriklerinin dağılımı



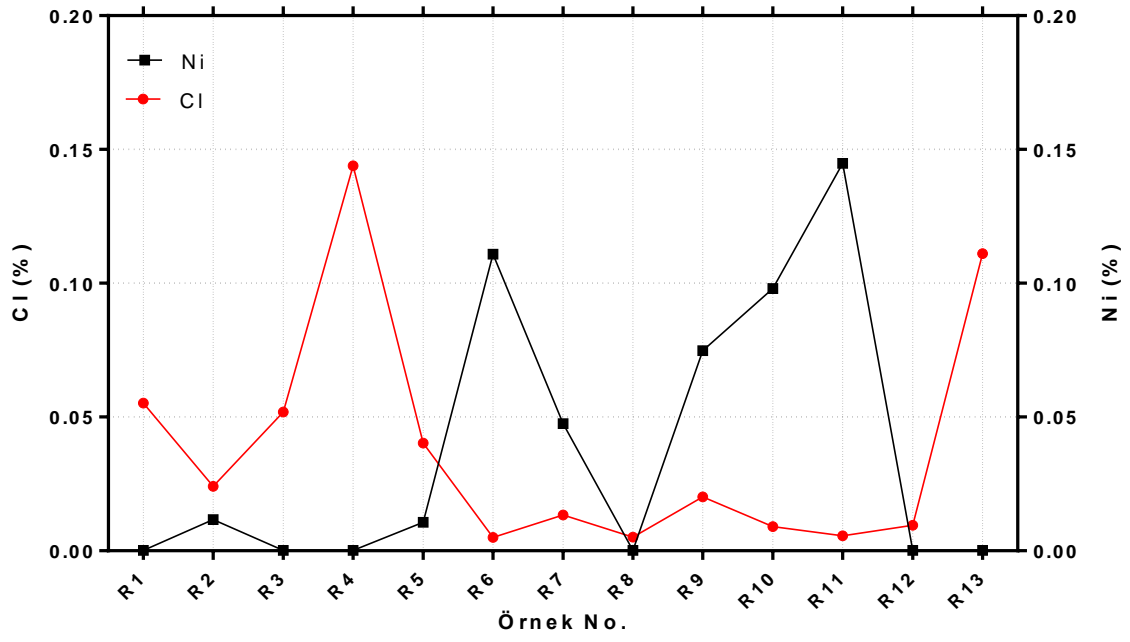
Şekil 6.15. Kayaç numunelerinde Mn ve Fe element içeriklerinin dağılımı



Şekil 6.16. Kayaç numunelerinde K ve Ca element içeriklerinin dağılımı



Şekil 6.17. Kayaç numunelerinde Zn ve Cu element içeriklerinin dağılımı



Şekil 6.18. Kayaç numunelerinde Cl ve Ni element içeriklerinin dağılımı

7. HİDROLOJİ

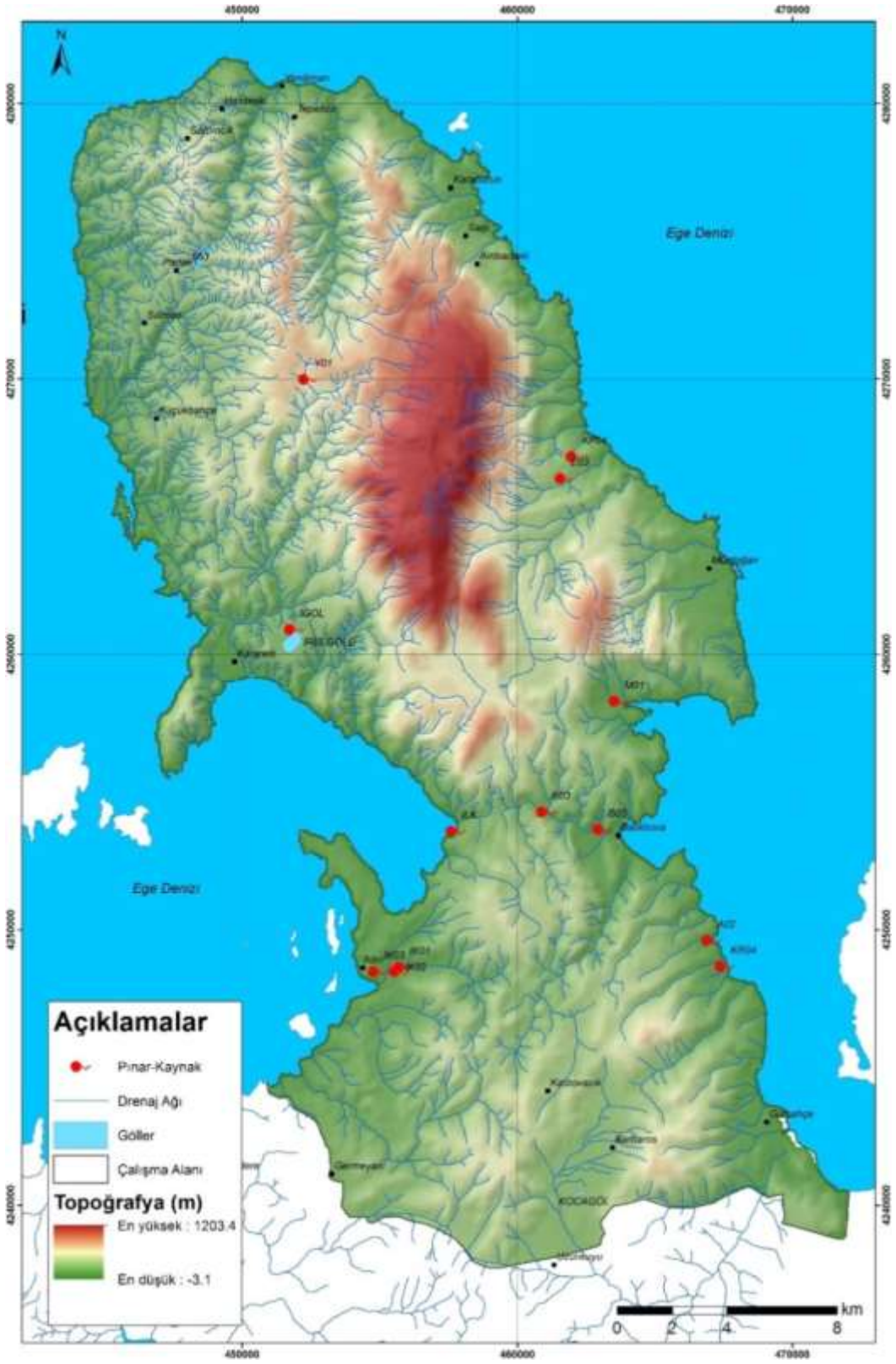
Raporun bu bölümünde çalışma alanının hidrolojik özellikleri anlatılmaktadır. Karaburun Yarımadası'ndaki yüzey ve yeraltı sularını temsil eden su noktaları ve su yapıları verilmekte, yarımadanın hidro-meteorolojik özellikleri açıklanmakta ve mevcut hidrometrik ölçüm sonuçları sunulmaktadır.

7.1 Su Noktaları ve Su Yapıları

Çalışma alanının drenaj ağı Şekil 7.1'de gösterilmektedir. Alanın morfolojisini belirleyen drenaj ağı, dentritik olup bölgesel jeoloji ve faylar ile uyumludur. Alanın batı kesimlerinde kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir drenaj hâkimken, doğu kesimlerinde batı-doğu doğrultulu ve kuzey kesimlerinde de güney-kuzey doğrultulu bir drenaj hâkimdir. Buna karşılık alanın Balıklıova-Ildırı aksının güneydeki bölgelerinde belirgin bir drenaj doğrultusu mevcut olmayıp dağınık bir yapı göstermektedir.

Çalışma alanındaki dereler oldukça küçük debili ve mevsimseldir. Yıl boyunca akış gözlenen bir yüzeysel su kütlesi bulunmamaktadır. Yalnızca Ildırı kaynaklarının doğal boşalımını denize aktaran Camiboğazı deresinde, kaynak boşalım noktalarından denize kadar olan kesimde genel olarak su bulunduğu gözlenmiştir. Çalışma alanının diğer önemli dereleri ise, Karareis'den denize boşalan ve yine Camiboğazı dere olarak adlandırılmış bulunan dere, Karaburun yakınlarından İzmir körfezine boşalan Katran dere, Balıklıova'dan denize dökülen Kozağacı dere ve Koca dere, Mordoğan yakınlarından deniz dökülen Kaşkudan dere, Yeniliman'dan denize dökülen Yeniliman dere ve Uzundere ve Küçükbahçe yakınlarından denize dökülen Sudeğirmeni deredir.

Çalışma alanı doğal göller açısından oldukça fakirdir. Alandaki tek doğal göl Karareis yakınlarındaki İris Gölü'dür (Şekil 7.2). Oldukça sığ yapıda bir göl olan İris gölü yüzeysel yağış ve küçük kaynaklarla beslendiğinden, buharlaşmaya bağlı olarak yaz aylarında büyük oranda ortadan kalkmakta ve yağışlı sezonla birlikte yeniden oluşmaktadır. İris Gölü dışında Barbaros köyü yakınlarında Kocagöl olarak adlandırılan küçük bir göl daha bulunmaktadır. Ancak bu göl de İris gölü gibi yaz aylarında kurumaktadır.



Şekil 7.1. Çalışma alanındaki su kütleleri

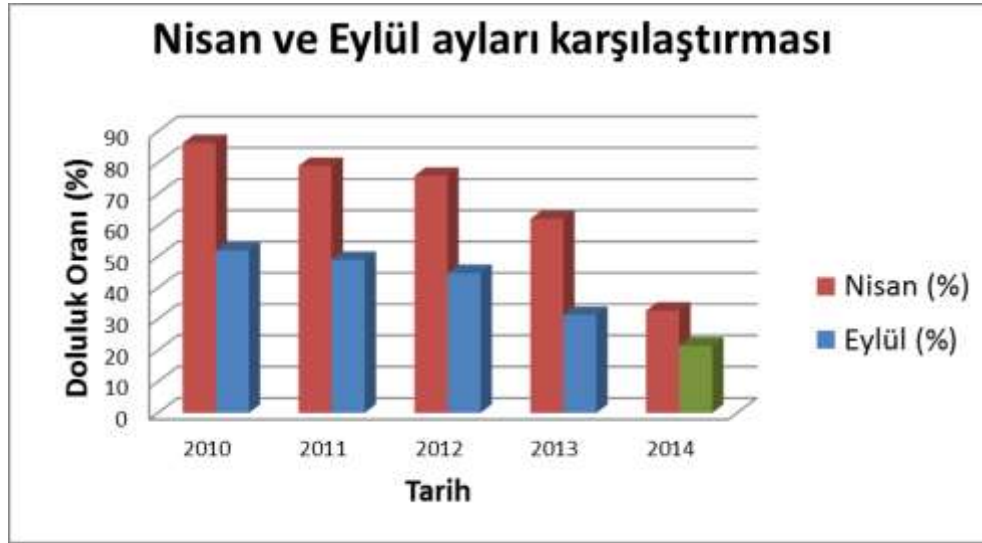
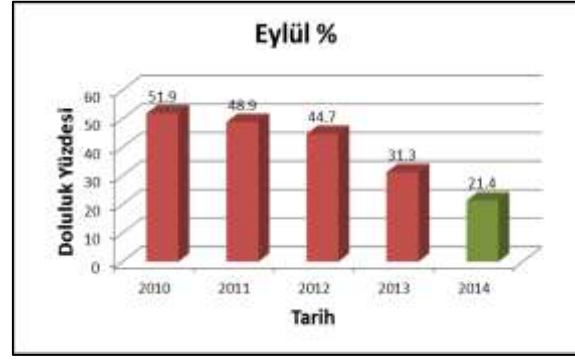
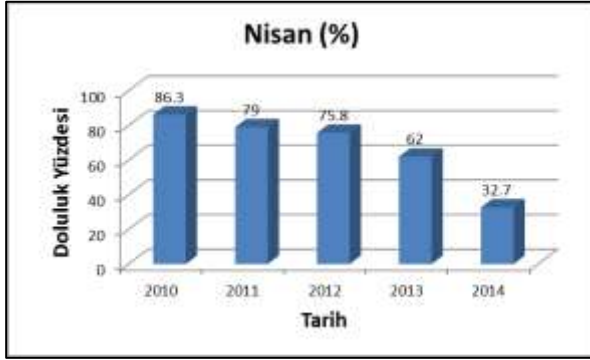


Şekil 7.2. İris Gölü'nden görünüm

Çalışma alanı yüzey suları açısından fakir olduğundan önemli bir yüzeysel su yapısı da bulunmamaktadır. Alanda bulunan en önemli su yapısı 2007 yılında devreye alınan Mordoğan Göleti'dir. Gölet, Kaşkudan dere üzerinde sulama ve içme suyu temini amacıyla inşa edilmiştir. Zonlu toprak dolgu tipindeki göletin depolama hacmi 1,57 hm³'dür. Temelden yüksekliği 36,20 m olan göletin sulaması planlanan alanı 130 ha'dır. Çalışma alanı dışında olmakla birlikte Çeşme-Alaçatı ve Ilica'ya su temin eden Kutlu Aktaş Barajı, bölgenin en önemli su yapısıdır (Şekil 7.3). Ancak son yıllarda barajın doluluk oranında ciddi bir düşüş gözlenmektedir. Kuraklık nedeni ile 2014 yılında baraj kuruma aşamasına gelmiştir (Şekil 7.4). Bu nedenle, Çeşme ve civarının su ihtiyacı ağırlıklı olarak ıldırı kaynaklarından karşılanmıştır.



Şekil 7.3. Kutlu Aktaş Barajı'ndan görünüm

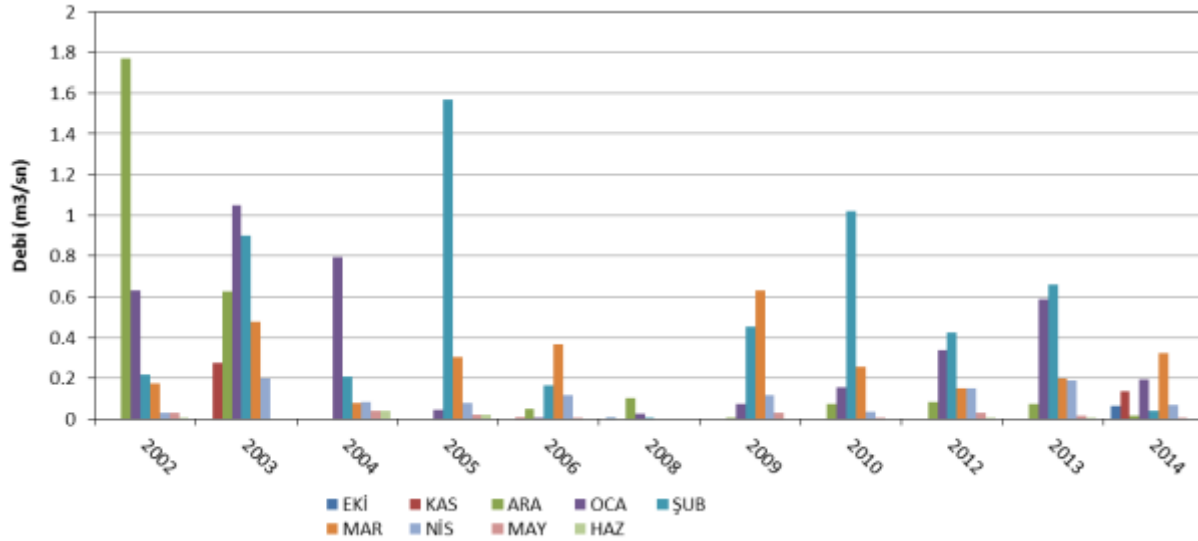


Şekil 7.4. Kutlu Aktaş Barajı'nın doluluk oranındaki değişim

Çalışma alanında hâlihazırda devrede olan bu su yapılarına ek olarak planlama ve inşaaşamalarında bulunan üç su yapısı daha bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi Karaburun-Karareis Barajı'dır. Karareis yakınlarında Camiboğazı dere üzerinde inşa edilmekte olan barajın Karaburun yarımadasına ve Çeşme-Alaçatı-Ilıca bölgesine içme suyu temini amacıyla kullanılması planlanmaktadır. Karareis bölgesinde yer alan Camiboğazı dere üzerinde DSI tarafından 2002 yılından bu yana rasat ölçümleri alınmaktadır. Alınan verilere göre, derenin kurak dönemlerde kurduğu yağışlı dönemlerde ise akış halinde olduğu görülmüştür (Şekil 7.5). En yüksek debi değeri Aralık 2002 tarihinde $1,77 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 7.6). Bu dere üzerinde inşaatı 2015 yılında başlayan baraj, silindire sıkıştırılmış katı dolgu tipindedir. Talvegten yüksekliği 34 m olan barajın 10 hm^3 göl hacmi olması planlanmaktadır.



Şekil 7.5. Karareis 'teki Camiboğazı deresinden görünüm (foto: Şubat 2015)

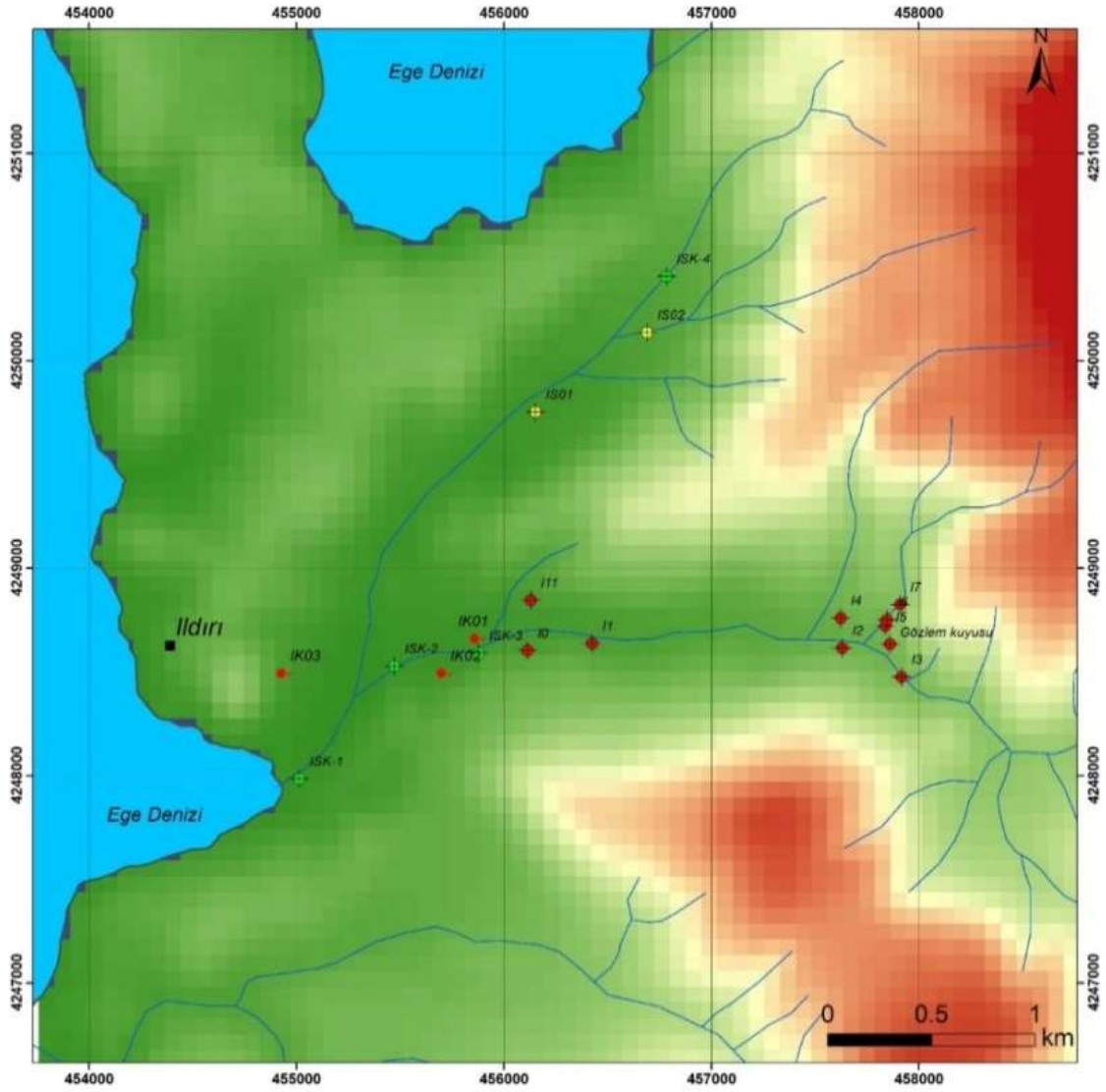


Şekil 7.6. Camiboğazı'nda DSİ tarafından ölçülen akım değerleri

Bu baraja ek olarak yarımada ihalesi yapılan Karaburun-Bozköy Göleti ve Karaburun-Salman Barajı da tamamlandıklarında çalışma alanının önemli su yapıları arasında yer alacaktır.

Karaburun Yarımadası'nın büyük bir bölümü karstik kaya kütleleri ile kaplıdır. Yarımada en önemli su yapıları tektonik kontrollü karstik kaynaklardır. Bunların en önemlisi ise İldırı karstik kaynaklarıdır (Şekil 7.7 ve Şekil 7.8). İldırı kaynakları dışında yarımada debisi 10 L/s'yi geçen sadece üç adet kaynak (Gerence, Kaynarınar ve Balıklıova) bulunmaktadır (Şekil 7.9). Bu kaynaklar dışında, debisi yaklaşık 1 ile 3 L/sn arasında değişen 7 adet kaynak yer almaktadır (Tablo 7.1). Proje sahasında yer alan ve bölgenin önemli bir oranda hem sulama hem de içme

suyunun sağlayan lldırı kaynakları bu proje kapsamında detaylı olarak incelenmiştir. lldırı'da yapılan araştırma sondajlarına göre karstik özellikteki kireçtaşının oldukça kalın olduğu ve alanda yapılan sondajlarla kireçtaşı biriminin kalınlığı belirlenememiştir. Bölgedeki kireçtaşının fay sistemleri ile kesilmesinden dolayı yeraltı suyu dolaşımına önemli oranda imkân sağlamış ve ayrıca karstik yapıların gelişmesinde etkili olmuştur. lldırı ve çevresinde tektonik zonlar boyunca irili ufaklı çok sayıda kaynak bulunmaktadır. Ancak, alanda debileri yüksek olan ve yaygın olarak kullanılan üç adet kaynak yer almaktadır. Bu kaynaklar, IK01 (üst), IK02 (orta), ve IK03 (alt) nolu olarak adlandırılmıştır. Üç ana gözden çıkan kaynak birleşerek lldırı yakınlarında denize dökülmektedir. Kaynak boşalımının denize döküldüğü nokta yakınındaki karayolu köprüsü altından (Şekil 7.10.'da ISK-1 noktası yakınında) 20 Mayıs 2014 tarihinde yapılan debi ölçümünde 0,42 m³/s akış tespit edilmiştir (Şekil 7.10-Şekil 7.12; Tablo 7.2 ve Tablo 7.3). lldırı kaynakların debilerine ilişkin farklı beş noktada DSİ tarafından da 1987-2011 yılları arasında debi ölçümleri alınmıştır. Şekil 7.13'de DSİ tarafından ölçüm yapılan noktalar gösterilmektedir. Genel olarak Nisan ve Ekim aylarında birer kez anlık olmak suretiyle yapılan bu ölçümlere ait sonuçlar EK 7.1'de verilmektedir. Ayrıca, her kaynağa ilişkin yağışlı ve kurak dönemlerde ölçülen debi değerlerin değişimi ise Şekil 7.14 ila Şekil 7.18'de sunulmuştur. Buradan da görülebileceği gibi lldırı kaynaklarının 1987-2012 dönemindeki Nisan ve Ekim aylarındaki ortalama debisi denize döküldüğü nokta olan V nolu noktada sırasıyla 515 L/s ve 343 L/s'dir. Bu değerlerden de görülebileceği üzere, bölgede su temini amacıyla kuyuların açılmasına rağmen kaynak boşalım değerlerinde önemli bir azalma olmamıştır. Kaynakların yağışlardan hızlı bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Bazı yağışlı dönemlerde bu alanda toplam 1000 L/s mertebesinde debilerin ölçüldüğü görülmektedir. Ancak Hidrojeokimya bölümünde anlatıldığı üzere, kuyuların neden olduğu çekimler kaynakların tuzlanmasına neden olmuş ve elektriksel iletkenlik değerlerinde ciddi bir artışa yol açmıştır.



Açıklamalar

- ◆ DSİ Kuyuları
- ◆ Gözlem Kuyuları
- ◆ Şahıs Kuyuları
- Pınar-Kaynak
- Yerleşim Alanları
- Drenaj Ağı

Topoğrafya

- (m)
- En yüksek : 328.1
 - En düşük : 2

Şekil 7.7. Ildırı kaynakları ve çevresindeki kuyular



Şekil 7.8. İldırı kaynaklarından görünüm



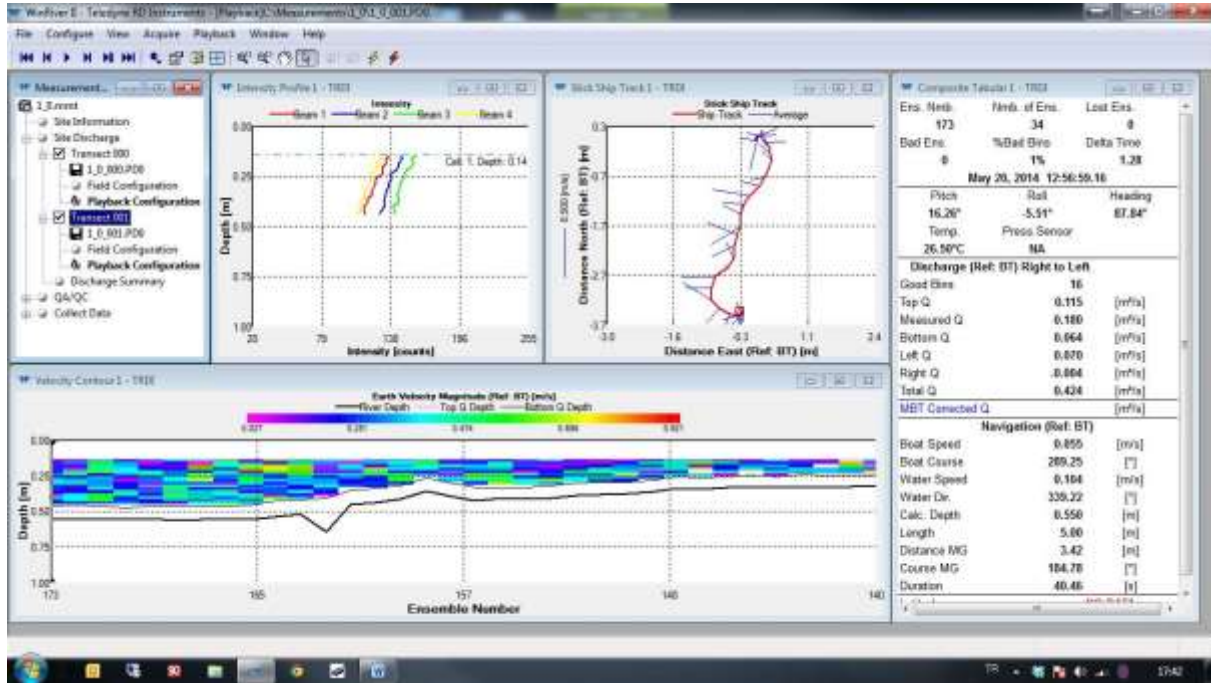
Şekil 7.9. Yarımadaadaki kaynaklar: a) Balıklıova, b) ve c) Gerence, d) Kaynarpınar

Tablo 7.1. Karaburun Yarımadası'nda yer alan kaynaklar

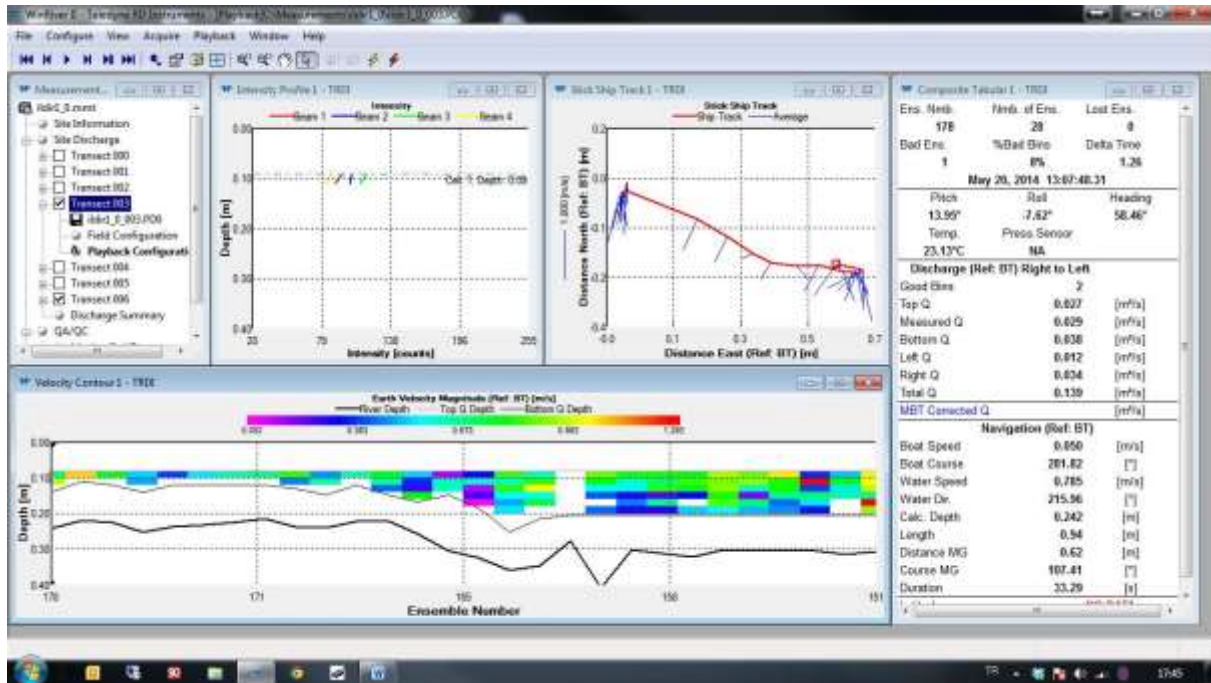
Kaynak Adı	Debi (L/sn)	YAS Kütleleri
İldırı	420	Kireçtaşı
Gerence	20	Kireçtaşı
Balıklıova	10	Kireçtaşı
Kaynarpınar	15	Kireçtaşı
Esendere	3	Kireçtaşı
Saip	4	Neojen çökeller
Çulu	3	Kireçtaşı
Kapuzcadere	3	Volkanik+Kireçtaşı
Pençepınar	2	
Manastır	2	Kireçtaşı
Hisarcık	2	Kireçtaşı



Şekil 7.10. İldırı kaynaklarında debi ölçümleri



Şekil 7.11. Kaynakların denize boşaldığı kesimin akış profili ve ölçüm görüntüsü



Şekil 7.12. Yan derenin akış profili ve ölçüm görüntüsü

Tablo 7.2. İldırı kaynaklarının debisi

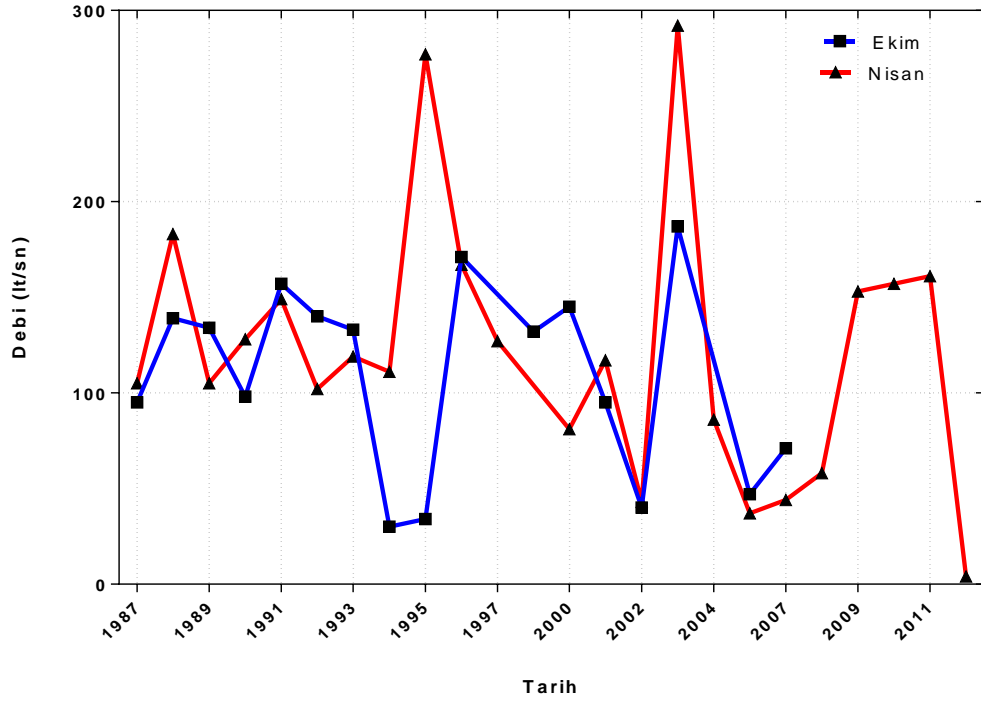
İstasyon	Ort. hız (m/s)	Maks. hız(m/s)	Ort. derinlik(m)	Maks. derinlik(m)	Debi (m ³ /s)	Sıcaklık (C°)	Genişlik (m)	Alan (m ²)
İldırı ana kol	0,176	0,921	0,440	0,641	0,420	27,5	5,4	2,4

Tablo 7.3. İldırı yan deresindeki debisi

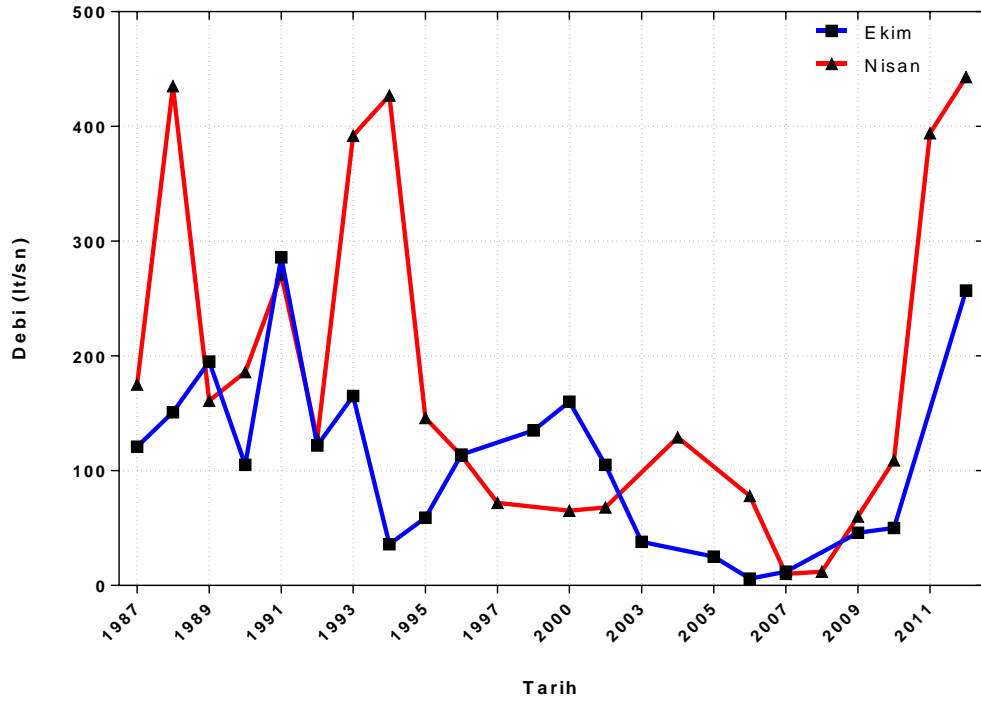
İstasyon	Ort. hız (m/s)	Maks. hız (m/s)	Ort. derinlik (m)	Maks. derinlik (m)	Debi (m ³ /s)	Sıcaklık (C°)	Genişlik (m)	Alan (m ²)
İldırı yan kol	0,391	1,29	0,228	0,422	0,135	23,1	1,5	0,4



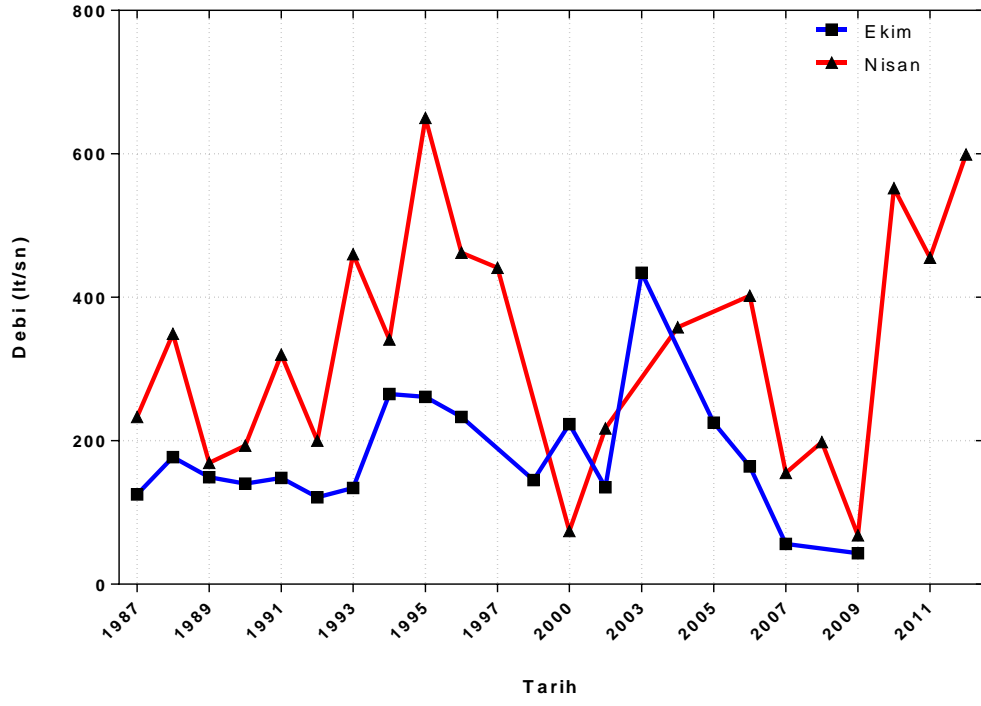
Şekil 7.13. DSİ tarafından ölçüm yapılan noktalar



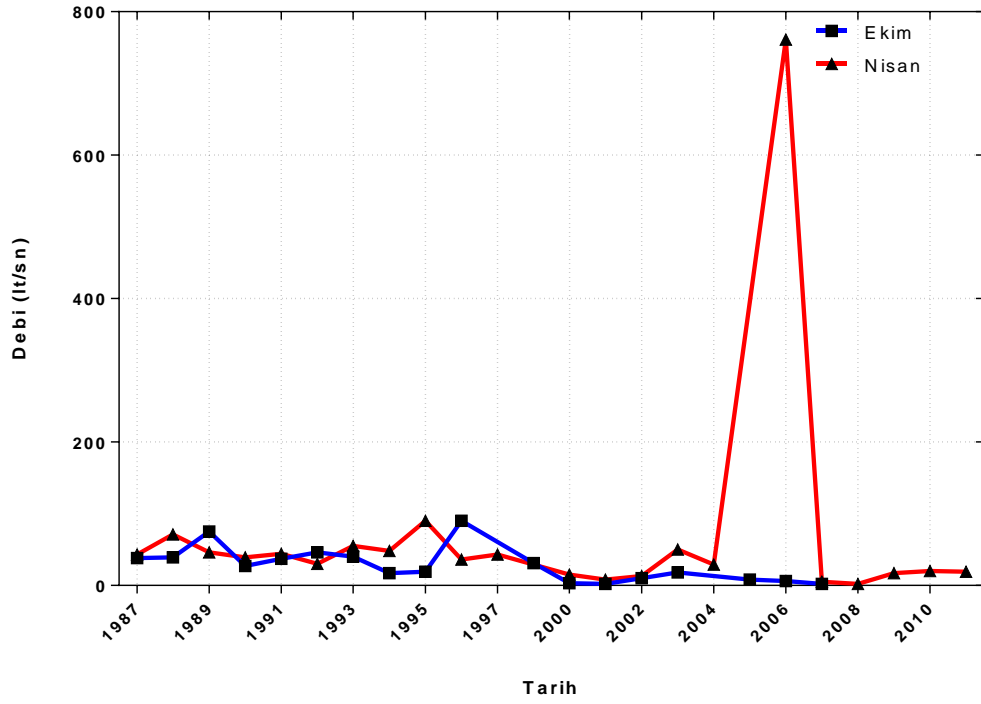
Şekil 7.14. DSİ tarafından İldırı'da 01 noktasında ölçülen debi değerleri



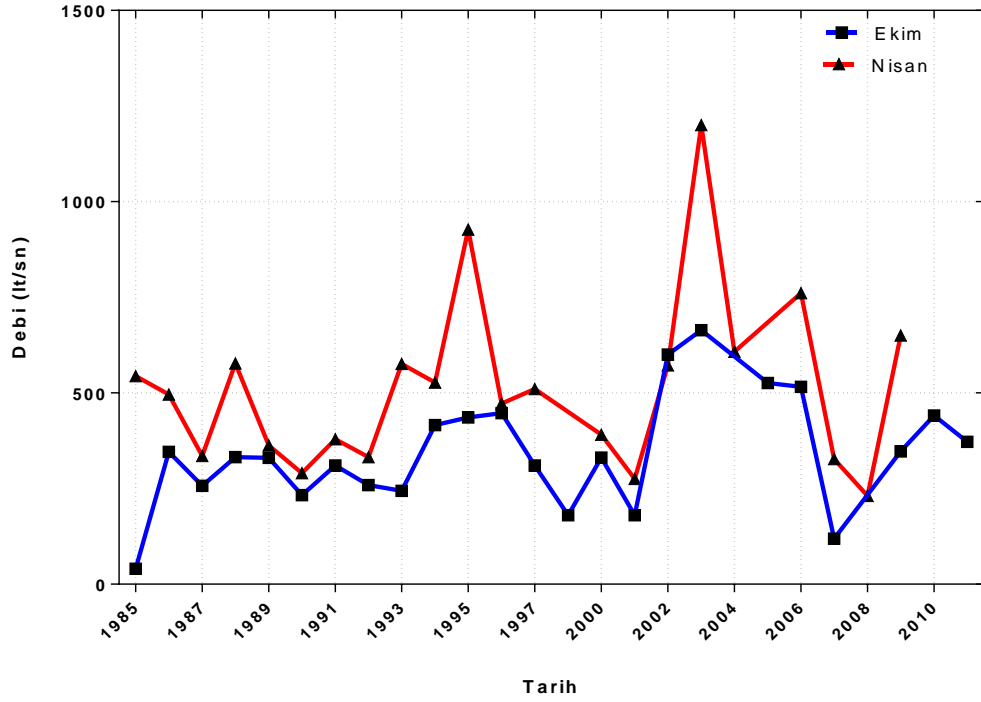
Şekil 7.15. DSİ tarafından İldırı'da 02 noktasında ölçülen debi değerleri



Şekil 7.16. DSİ tarafından İldırı'da 03 noktasında ölçülen debi değerleri



Şekil 7.17. DSİ tarafından İldırı'da 04 noktasında ölçülen debi değerleri



Şekil 7.18. DSİ tarafından İldırı'da 05 noktasında ölçülen debi değerleri

İldırı kaynakları bir tatil merkezi olan Çeşme ilçesine içme suyu sağladığı için oldukça önemlidir. Bu bağlamda bu kaynak sistemlerinin korunması ve geliştirilmesi açısından farklı kurumlarca çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, bölgedeki kaynakların gerek çekime bağlı olarak gerekse fay sistemlerinin deniz ile bağlantılı olmasından dolayı tuzlanma gözlenmektedir. Bu deniz suyu girişimi ise kaynakların kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Yukarıda belirtilen kaynaklar dışında diğer tektonik kontrolü olan kaynakların önemli bir kısmı (Kanlıkaya ve çevresinde, Kavurlukoz, Ulucabük, Korkulca ve Esendere koylarında) denize boşalmaktadır. Denize boşalmalar özellikle yağışlı dönemlerde daha yoğun olarak görülmektedir. Bölgede karstik sistemlerden boşalım olan kesimlerde deniz ile bağlantısını araştırılmasında dalgıçlardan yardım alınmış ve bazı kesimlerde denizden incelemeler yapılmıştır (Şekil 7.19).



Şekil 7.19. a ve b) Kanlıkaya (Karaburun) c) Kaynarpınar çevresinde denize boşalan kesimler

7.2 Meteorolojik Özellikler

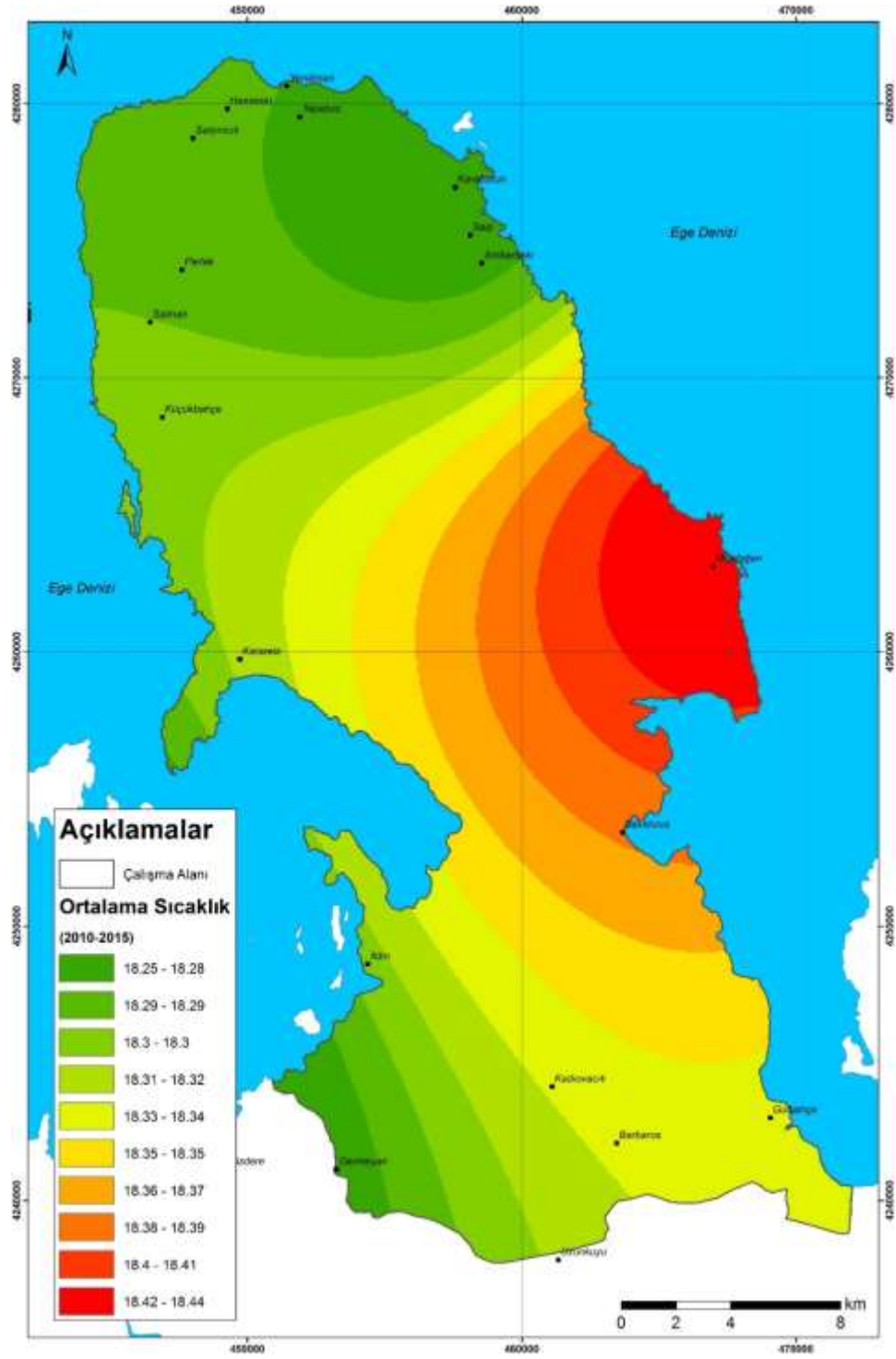
Çalışma alanı ve yakın çevresindeki en önemli meteoroloji istasyonları İzmir-Güzelyalı, Urla, Karaburun, Mordoğan, Reisdere ve Çeşme'de yer almaktadır. Bunlardan yalnızca Karaburun ve Mordoğan istasyonları çalışma alanı içinde kalmaktadır. Diğer istasyonlar alan dışında bulunmaktadır. Hâlihazırda İzmir-Güzelyalı, Urla, Karaburun ve Çeşme istasyonları aktif olarak çalışmaktadır. Mordoğan ve Reisdere istasyonları ise kesikli olarak açık kalmış daha sonra kapatılmıştır.

Çalışma alanı tipik Akdeniz iklimi özelliklerini göstermektedir. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ile ılık ve yağışlıdır. Yağışlar çok büyük oranda yağmur formunda gerçekleşmektedir.

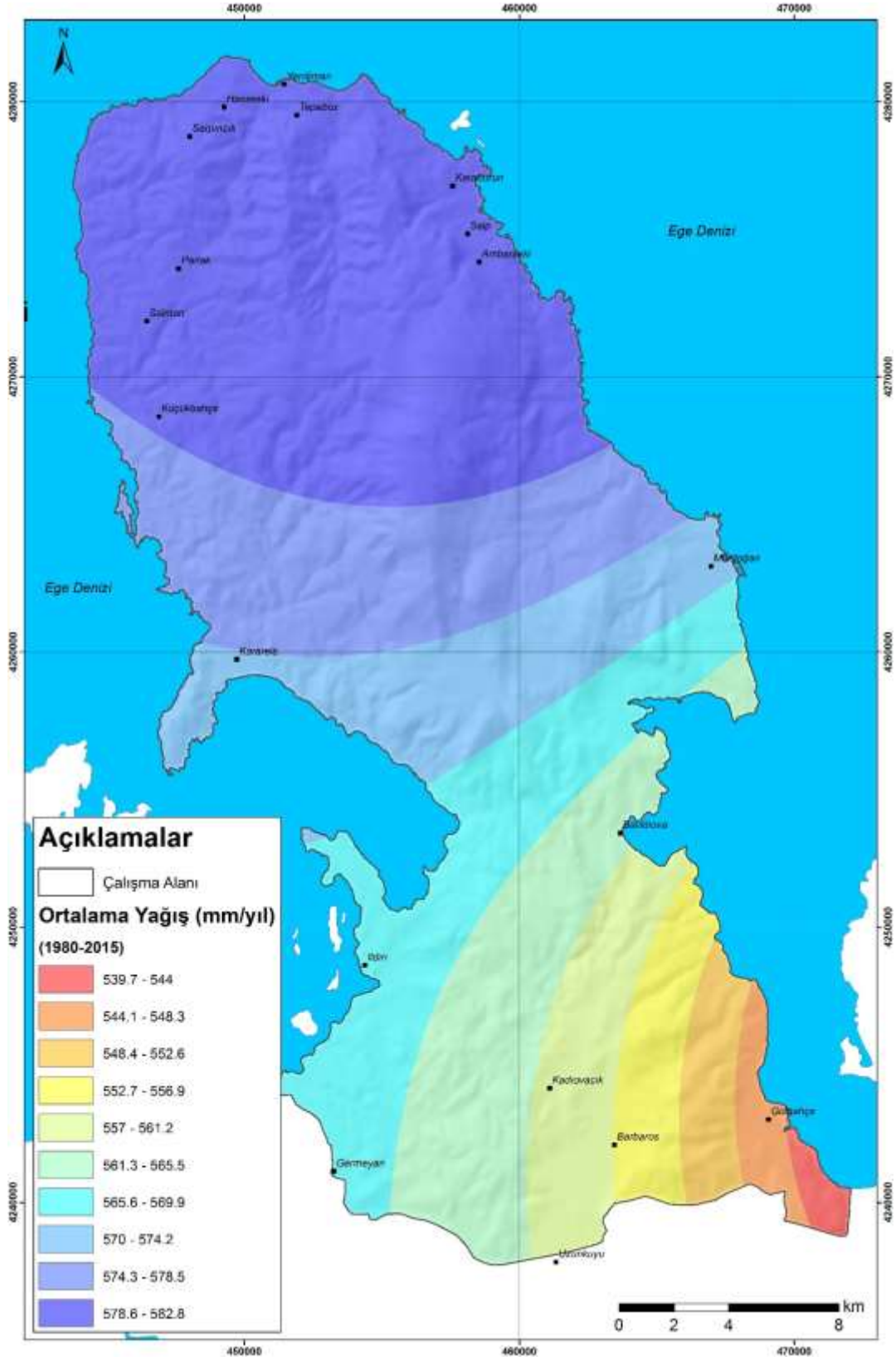
Sıcaklıklar nadiren sıfırın altına düşmekte, ancak nem oranının yüksek olması nedeniyle hissedilir sıcaklık değerleri kış aylarında daha düşük gözlenmektedir. Alanda genel olarak kuzey-güney doğrultulu rüzgârlar hâkimdir. Kuzey Ege'den gelen rüzgârlar yılın büyük bir bölümünde çalışma alanı boyunca kuzeyden esmektedir. Çalışma alanının hemen güneyinde yer alan Alaçatı beldesinin sörf sporları merkezi olmasında uygun rüzgâr koşullarının büyük payı vardır.

Bölgedeki meteoroloji istasyonlarında toplanan verilerin uzun yıllar ortalamaları alınarak elde edilen alansal ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış haritaları Şekil 7.20 ve Şekil 7.21'de gösterilmektedir. Buna göre ortalama sıcaklıklar alan genelinde önemli bir farklılık göstermemekte ve 18°C civarında seyretmektedir. 1975-2015 yılları arası İzmir ve Çeşme aylık ortalama sıcaklık verilerine bakıldığında sıcaklık değerlerinin genel olarak 10 ile 30 °C arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 7.22). Urla ve Karaburun ilçelerinde de benzer bir durum mevcuttur. Buna karşılık yıllık toplam yağış miktarları 540 mm ile 580 m arasında değişiklik göstermektedir. Yağış toplamının en yüksek olduğu yerler yarımada'nın kuzey kesimleridir. Bu durum, daha çok kuzeyli rüzgârlarla taşınan nemin orografik etki ile yarımada'nın kuzey kesimlerinde yağış olarak düşmesinden kaynaklanmaktadır. Yarımada ve çevresinde 2000-2001, 2007-2008 ve 2014 yıllarında nispeten daha az yağış olmuştur (Şekil 7.23).

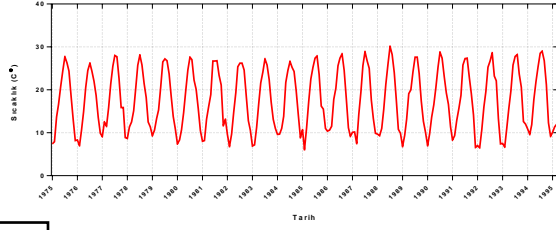
Çalışma alanı içerisinde kalan istasyonlarda buharlaşma verisi toplanmamaktadır. Buna karşılık İzmir ve Çeşme istasyonlarında 1981-2010 yılları arasında toplanan açık yüzey buharlaşma değerleri sırasıyla 1429 mm ile 1215 mm'dir. Çalışma alanının Çeşme ve İzmir'in ortasında ancak biraz kuzeyinde yer alması nedeniyle çalışma alanındaki açık yüzey buharlaşma değerinin 1300 mm civarında olması beklenmektedir. Bu durum, zaten kısıtlı yüzeysel su kaynaklarına sahip olan bölgede yapılacak yüzeysel depolama yapılarından önemli kayıplara neden olacağına işaret etmektedir.



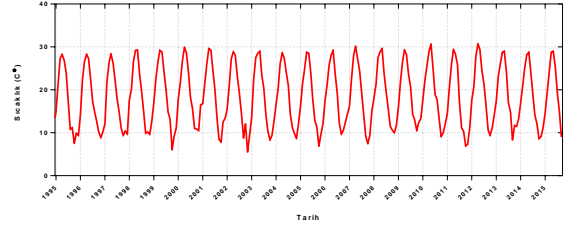
Şekil 7.20. Çalışma alanında uzun yıllar ortalama sıcaklık dağılımı



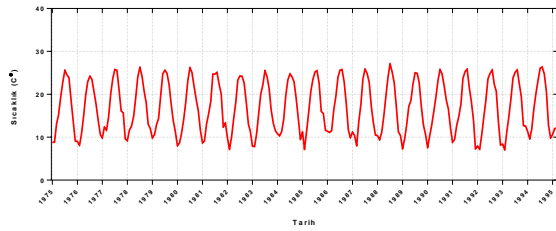
Şekil 7.21. Çalışma alanında uzun yıllar toplam yağış dağılımı



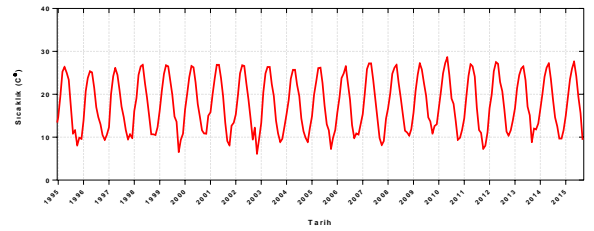
a



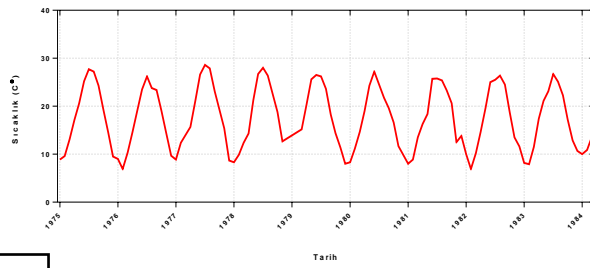
b



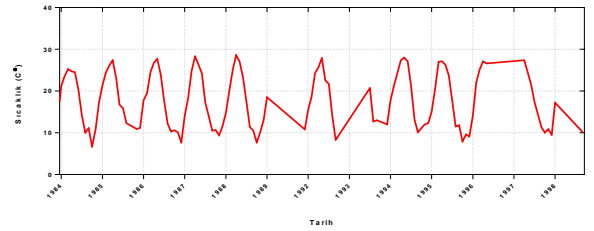
c



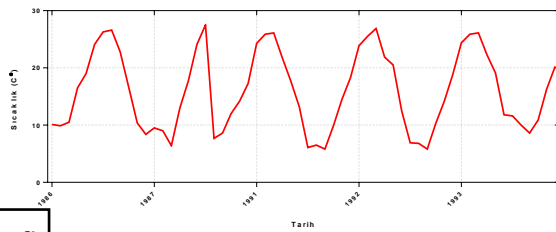
d



e

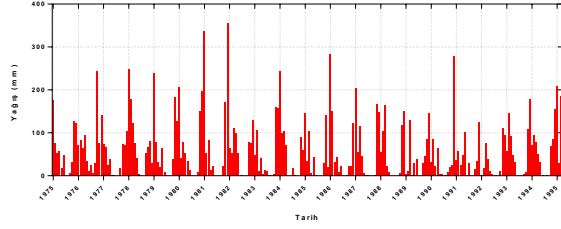


f

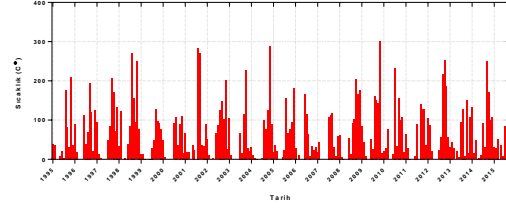


g

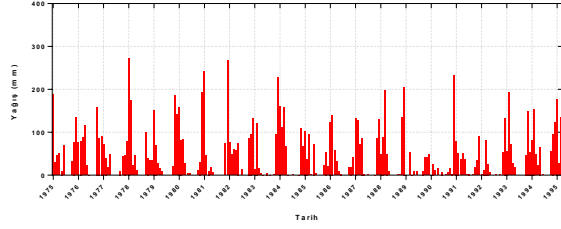
Şekil 7.22. Çalışma alanı ve çevresindeki yerleşim yerlerinin uzun yıllar sıcaklık verileri a-b) İzmir, c-d) Çeşme, e-f) Karaburun, g) Urla



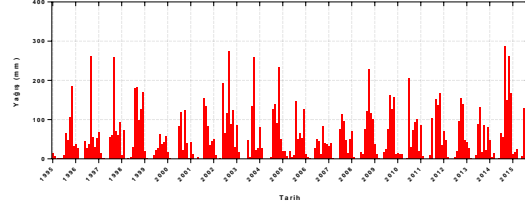
a



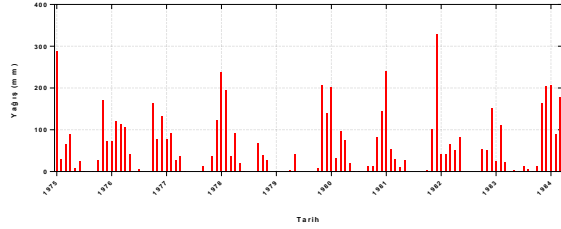
b



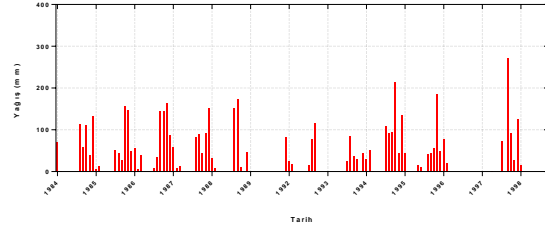
c



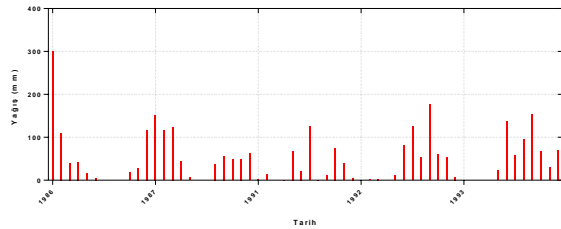
d



e



f



g

Şekil 7.23. Çalışma alanı ve çevresindeki yerleşim yerlerinin uzun yıllar yağış verileri a-b) İzmir, c-d) Çeşme, e-f) Karaburun, g) Urla

Proje kapsamında evapotranspirasyon hesaplamaları Thornthwaite yöntemi ile yapılmıştır. Bu hesaplama esnasında ilgili istasyonlarda ölçülen uzun yıllar ortalama aylık sıcaklık ve ortalama

aylık yağış toplamı değerleri kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 7.4'de verilmektedir. Buna göre proje sahasında ortalama olarak 925 mm potansiyel evapotranspirasyon, 340 mm gerçek evapotranspirasyon olmaktadır.

Tablo 7.4. Proje sahası ve yakın çevresindeki istasyonlarda hesaplanan evapotranspirasyon değerleri

İstasyon Adı	Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	Gerçek Evapotranspirasyon (mm)
İzmir-Güzelyalı	978	353
Çeşme	898	328
Karaburun	929	348
Urla	895	331
ORTALAMA	925	340

8. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLOJİSİ

8.1 Kaya Kütlelerinin Hidrojeolojik Karakterizasyonu

Bu proje kapsamında, ülkemizde yer alan havzaların yönetim planlarının oluşturulması amacıyla çıkmış olan “su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmelik (SHKYPHY, 2012)”, “yeraltı sularının kirlenmeye ve bozulmaya karşı korunması hakkında yönetmelik (SHKYPHY, 2012)”, “içme suyu temin edilen akifer ve kaynakların koruma alanlarının belirlenmesi hakkında tebliğ (İSTAKAB, 2012) adı altında yönetmelik ve tebliğlere göre alanda yeraltı suyu (YAS) kütleleri tanımlanmış ve değerlendirilmiştir. Karaburun Yarımadası’nda yer alan birimler de hidrojeolojik açıdan irdelenmiştir. Şekil 8.1’de sunulan jeoloji haritası ve alanda açılan kuyuların hidrolojik özellikleri dikkate alınarak hazırlanan yeraltı suyu kütlelerinin haritası yapılmıştır.

8.1.1 Kaya Kütleleri

Çalışma alanında yer alan ve yeraltı suyu bulundurma açısından verimsiz olan birimler kaya kütleleri olarak sınıflandırılmıştır. Paleozoyik yaşlı birimleri, en altta yeşilimsi gri, sarımsı kahve renkli; ince çakıllardan oluşan çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ardalı Küçükbahçe formasyonu, yeşil, yeşilimsi gri, gri ve sarımsı kahve renkli; kumtaşı, silttaşı ve siyah renkli çört ardalı Dikendağı formasyonu ve en üstte ise; silttaşı, marn, kireçtaşı ardalı, seyrek çört sıvımalı, makro fosilli dolomitik kireçtaşı ile kireçtaşlarından oluşan Alandere formasyonudur. Yukarıda bahsedilen birimler yeraltı suyu eldesi açısından verimsiz olup, lokal olarak kumtaşı, marn ve kireçtaşı seviyelerinden debisi çok düşük pınarlar ve keson kuyular ile sınırlı oranda yeraltı suyu sağlanmaktadır. Birimlerin hidrojeolojik özellikleri dikkate alındığında yeraltı suyu bulundurmeyen kaya kütleleri olarak değerlendirilmiştir. Birimler genel olarak İldırı ve Balıklıova arasında lokal kesimlerde gözlenmektedir (Şekil 8.2).

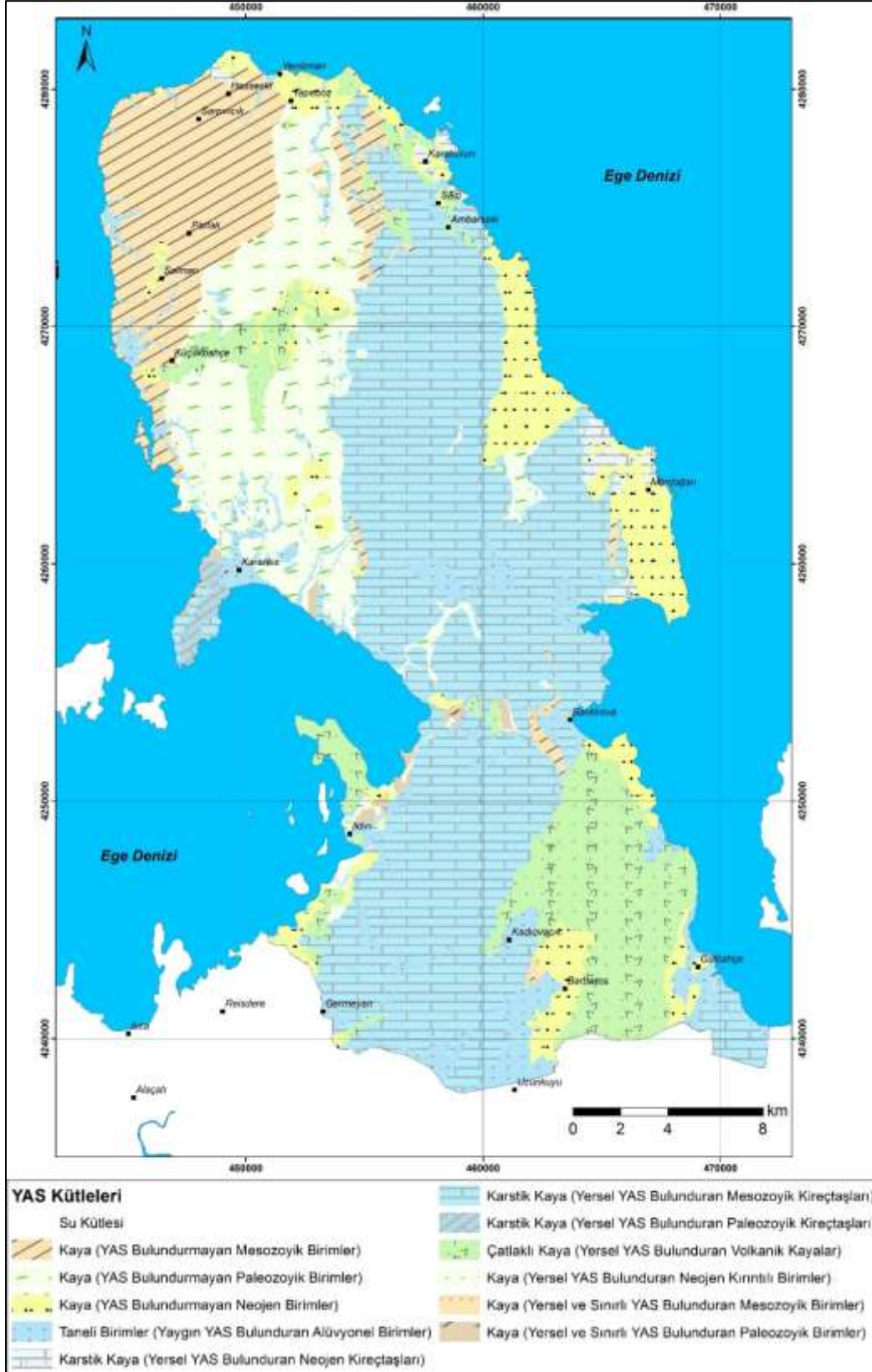


Şekil 8.2. İnceleme alanında yüzlek veren Paleozoyik yaşlı geçirimsiz birimler

Çalışma alanında yaygın gözlenen diğer bir kaya kütlesi ise Mesozoyik Yaşlı Balıklıova formasyonu ve Bornova karmaşığıdır (Şekil 8.3). Bu birimler çalışma alanında Balıklıova ve Karaburun ilçesinin batı kesimlerinde küçük alanlarda yüzlek vermektedir. Balıklıova formasyonu filiş fasiyesindeki kırıntılı birimlerden oluşmaktadır. Genel olarak geçirimsiz olup, lokal olarak kireçtaşı ve karbonatlı seviyeleri kısmen geçirimlidir. Bornova karmaşığı ise yeşil, kahvemsî sarı, bej renklerde, kumtaşı-çamurtaşı egemen kaya türündeki matriks içerisinde, kireçtaşı çakıl ve bloklardan oluşan olistostromal düzeyler ile radyolarit, genellikle ayrışmış bazik volkanit, ultrabazik kayalar ve farklı yaşlardaki kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Güvercinlik formasyonu olarak adlandırılan birim içerisindeki kireçtaşları önemli yeraltı suyu taşıyan bir birimdir. Bu birim karstik kaya kütlesi adı altında değerlendirilmiştir. Çalışma alanında yeraltı suyu açısından elverişsiz olan kaya kütleleri 302 km²'lik önemli bir yer kaplamaktadır (Şekil 8.4).



Şekil 8.3. İnceleme alanında yüzlek veren geçirimsiz Mesozoyik yaşı Bornova Karmaşığı



Şekil 8.4. Karaburun Yarımadası'nın yeraltı suyu kütleleri haritası

8.1.2 Karstik Kaya Kütleleri

8.1.2.1 Mesozoyik yaşlı karstik kaya kütlesi

Çalışma alanında yaygın olarak gözlenen Mesozoyik yaşlı birimler, beyaz pembemsi beyaz, açık gri renkli masif kireçtaşlarından oluştuğu ve resifal veya lagüner kireçtaşlarını temsil eden Camiboğazı formasyonu adıyla tanımlanmıştır. Diğer bir karstik özellikteki birim ise Güvercinlik formasyonun oluşturduğu kireçtaşlarıdır. Güvercinlik formasyonu, sarımsı krem renkli, masif-kalın tabakalı, algli, oolitik kireçtaşları ile başlar ve üste doğru ince-orta tabakalı, pembemsi sarı renkte, kumlu kireçtaşları ve kalın katmanlı, krem renkli, gastropod ve küçük Megalodon'lu kireçtaşı, yeşilimsi-kahvems sarı, kahvems kırmızı, bordo renkli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, çakılcıklı kumtaşı ile marn, killi-kumlu kireçtaşı, dolomit ve beyaz renkli dolomitik kireçtaşlarının ardalanması olarak devam eder. Laminallı dolomit ve beyaz renkli orta-kalın katmanlı, az çört sıvımalı kireçtaşları ile sona erer. Kırıntılı ara düzeylerin varlığı, Güvercinlik formasyonunun en tipik özelliğidir. Çalışma alanında karstik kaya kütleleri 469 km²'lik bir alana sahiptir (Şekil 8.4).

Kireçtaşları Şekil 8.1 ve 8.4'de görüleceği üzere KD-GB yönlü bir hat boyunca uzanmakta olup özellikle Karaburun ilçesi ve çevresinde deniz ile bağlantılıdır. Karstik boşluklara sahip olan birim içerisinde gelişmiş KB-GD ve KB-GD yönlü kırık sistemleri ve bu kırık sistemlerine paralel gelişen karstik yapılar yeraltı suyu dolaşımı için elverişli yapıları oluşturmaktadır. Özellikle yağışla beslenen karstik birimlerin kırık sistemleri ile KB-GD yönlü akışa geçmesi ve bu kesimlerde deniz veya geçirimli birimlerle dokanak yapımaları ile boşalmalar gerçekleşmektedir. Kireçtaşlarının fayla kesilen yüzeylerinde karstik yapılar, erime boşlukları ve deniz kenarındaki falezlerde kırık sistemleri ve bu kırık sistemleri boyunca gelişen karstik yapılar Şekil 8.5 ve 8.6'da sunulmaktadır.

Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının dokanak veya fay hatları boyunca gelişmiş polye ve uvala gibi karstik yapılar gözlenmektedir. Özellikle çalışma alanında yer alan İldırı kaynaklarının beslenmesinde önemli bir rol oynayan karstik yapı Barbaros polyesi olarak adlandırılmıştır. Polye KD doğrultulu Barbaros fayı ile kontrol edilmiştir. Bu bağlamda Barbaros polyesi olarak adlandırılan bölge küçük gölcükler içeren bir karstik yapı konumundadır. Bölgede yer alan Kocagöl bu gölcüklere tipik bir örnektir. İldırı bölgesindeki karstik sisteme deniz suyu girişiminin ana nedeni olarak Camiboğazı fayı olarak adlandırılan fay sistemi ve bu fay sistemine paralel gelişen diğer fay sistemleri gösterilebilir.



Şekil 8.5. Karaburun Yarımadası'nda kireçtaşlarındaki karstik yapılar



Şekil 8.6. Karaburun deniz kıyı şeridinde kireçtaşlarındaki karstik yapılar

Diğer bir polye ise Nohutalan polyesi olup, Nohutalan'dan Kadıovacık'a doğru Nohutalan ile Güvercinlik formasyonları arasındaki dokanak yüzeyi boyunca gelişmiştir. Çalışma alanında yer alan kireçtaşlarının yapısal özellikleri karstlaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Nohutalan bölgesine İller Bankası tarafından yapılan 250 m'lik su kuyusunda su temin edilememiştir. Barbaros ovasında DSİ tarafından 1983 yılında 144,50 m kotunda açılan 30136 nolu içme suyu kuyusunda alüvyon ve tuf seviyelerinden sonra 83 m'den itibaren Nohutalan ve Güvercinlik formasyonlarına ait karbonatlı seviyeler geçilmiştir. Kuyu derinliği 200 m'dir. Statik seviye kotu 18,72 m olan kuyudan 3,65 m düşümlü 15 L/s verimle su alınmıştır. Özgül verimi 4,11 L/s/m ve transmissivite değeri 182 m³/g/m'dir. Bu çalışmadan sonra DSİ tarafından Çeşme bölgesine içme suyu sağlamak amacıyla Camiboğazı formasyonunda bir seri kuyu açılarak yeraltı suyu üretimine başlanmıştır (Şekil 8.7). Proje sahasında, özellikle Camiboğazı formasyonu içerisindeki masif kireçtaşlarının karstlaşmanın daha etkindir (Şekil 8.8). Özellikle Camiboğazı deresinin denize döküldüğü kesimde yapılan araştırma sondajlarında yüzeyden 65 m derinliklerde yoğun karstlaşmaya uygun alanları göstermektedir. Diğer bir karstlaşma gösteren birim ise Güvercinlik formasyonu içerisindeki dolomitli kireçtaşlarıdır. Bu kireçtaşları da karstlaşmaya uygun bir yapı sunmaktadır. Bunlara ek olarak Nohutalan formasyonu içerisindeki karbonatlı seviyeler de yoğun karstlaşma gösteren seviyeler içermektedir.



Şekil 8.7. İldırı karstik birimlerden yeraltı suyu sağlayan kuyuların genel görünümü



Şekil 8.8. İldırı çevresinde karbonatlı kayaçalarda gelişen çatlaklar

Buradan da görüleceği üzere bölgede yer alan farklı yaşlardaki kireçtaşlarının tektonik kontrollü olduğu, bu alanlarda fay sistemlerine paralel olarak karstik yapıların geliştiği ve bunların birbirleri ile bağlantılı karstik sistemlerin beslenme ve boşalım mekanizmasında en önemli unsur olduğu görülmektedir.

8.1.2.2 Neojen yaşlı karstik kaya kütlesi

Neojen yaşlı Urla kireçtaşları çalışma alanında lokal kesimlerde kendini göstermektedir. Birim genel olarak bej ve açık kahve renkli, ince-kalın katmanlı ve az olarak kiltası arakatmanlı kireçtaşlarından oluşur. Birimin alt bölümleri kumtaşı, çamurtaşı ve volkanik klastik kayalarla arakatmanlıdır. İstif içerisinde ise çamurtaşı, kiltası ile ardalanan organik maddece zengin ince katmanlar ve kısmen kömürleşmiş ara katkılar bulundurmaktadır. Bu bağlamda yeraltı suyu bulundurma özellikleri açısından bakıldığında sınırlı ve lokal ölçekte yeraltı suyu bulunduran birimleri oluşturmaktadır. Çalışma alanında Neojen yaşlı karstik kaya kütleleri yaklaşık 6 km²'lik bir alan kaplamaktadır.

8.1.2.3 Neojen yaşlı kırıntılı birimler

Baskın olarak gölsel çökellerden oluşan Karaburun grubu çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşı, killi kireçtaşı ve tuf içermekte ve çoğunluğu Karaburun Yarımadası'nın kuzeyinde gözlenmektedir (Şekil 8.9). Birim içerisindeki çakıltaşları ve killi kireçtaşları lokal ölçekli ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran tabakaları oluşturur. Birim içerisinde yaygın gözlenen çamurtaşları ve kiltaları ise geçirimsiz özelliktedir. Bunlara ek olarak çalışma alanında Mordoğan ve çevresinde gözlenen volkanik birimler de genel özellikleri itibari ile yeraltı suyu sağlama açısından oldukça verimsizdir

(Şekil 8.10). Özellikle yeraltı suyu sağlama açısından verimsiz olan birimler çalışma alanında 130 km²'lik bir alanı kaplamaktadır.

8.1.2.4 Neojen yaşlı çatlaklı kaya kütleleri

Neojen yaşlı volkanik birimler Güzelbahçe ve yarımada'nın kuzeybatısında yer alan Küçükbahçe kesimlerinde yüzlek vermektedir. Volkanik birimler içerdği kırık ve çatlak sistemlerine bağlı olarak yersel ve sınırlı oranda yeraltı suyu sağlayan birim olarak ele alınmıştır (Şekil 8.11). Çalışma alanında 95 km²'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 8.4). Birim içerisinde debisi 1 L/s'nin altında boşalımı olan az sayıda kaynak mevcuttur.



Şekil 8.9. Neojen yaşlı kırıntılı (kıltaşı ve çamurtaşları) birimlerin genel görünümü



Şekil 8.10. Mordoğan çevresinde yüzlek veren geçirimsiz volkanik birimler



Şekil 8.11. Çatlaklı Neojen yaşlı volkanik birimler

8.1.3 Taneli Birimler

Çalışma alanında taneli birimleri oluşturan alüvyonlar genel olarak dere yataklarında ve fay sistemleri ile kontrol edilen düzlüklerde gözlenmektedir. Bunların arasında en önemlileri Karareis bölgesinde yer alan ve ileriki bölümlerde de yeraltı suyu akım modelinin yapılacağı alanı oluşturmaktadır (Şekil 8.12). Diğer kesimlerde dere yataklarında gözlenen birim ancak sınırlı ve lokal anlamda yeraltı suyu sağlayabilmektedir. Genel olarak Karaburun Yarımadası'nda kıyı kesimlerde yer alan taneli birimlerin alanı 56 km² olup diğer birimlere göre oldukça sınırlı bir alan kaplamaktadır. Ancak bölgede açılan kuyuların büyük çoğunluğu da bu taneli birimlerde bulunmaktadır. Bu nedenle bu birimler Yarımada'da yeraltı suyu sağlanan en önemli birimler olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 8.12. Karareis çevresinde yüzlek veren geçirimli taneli birimlerden görünüm

8.1.3.1 Karareis bölgesi taneli birimler ve bu alandaki araştırma kuyuları

Çalışma alanında Karareis kıyı akiferinde 9, Güzelkent kıyı akiferinde ise 1 adet sondaj açılarak taneli birimlerin hidrojeolojik özellikleri tespit edilmiştir (Şekil 8.13-Şekil 8.16). 50 m derinliğinde açılan sondajların yaklaşık 40 m derinliğindeki kesimlerinde alanda yayılım gösteren alüvyonlar gözlenmektedir. Bu alüvyonlar genel olarak çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşmakta ve özellikle denize doğru ince tane oranı artmaktadır (Şekil 8.17- Şekil 8.18 ve EK-8.1). Karareis ve Güzelkent bölgesinde yapılan sondajların özgül kapasiteleri 0,16 ile 3,0 L/s/m arasında değişmektedir. Karareis bölgesinde yaklaşık 1000 adet, Güzelkent bölgesinde ise 137 hane bulunmaktadır. Her iki bölgede tarımsal ve evsel kullanım için açılmış sınırlı sayıda kuyu bulunmaktadır. Kışın iki alanın da nüfusu düşük olmasına rağmen (yaklaşık 200 kişi) yazın 10 kat artabilmektedir. Son üç yıldır Karareis bölgesinde tarım aktiviteleri de artmıştır.

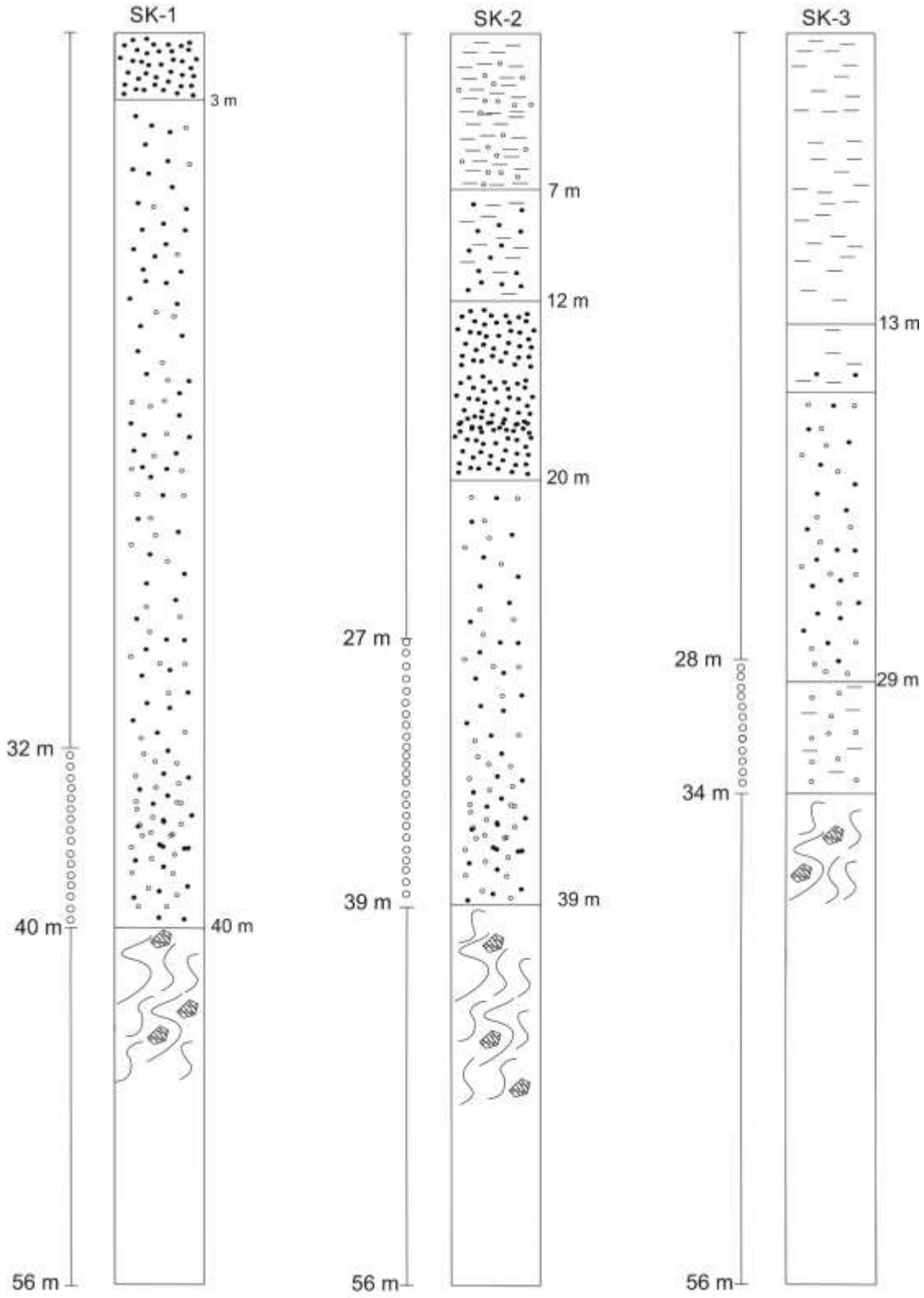


Şekil 8.13. Karareis alüvyon düzlüğünün genel görünümü

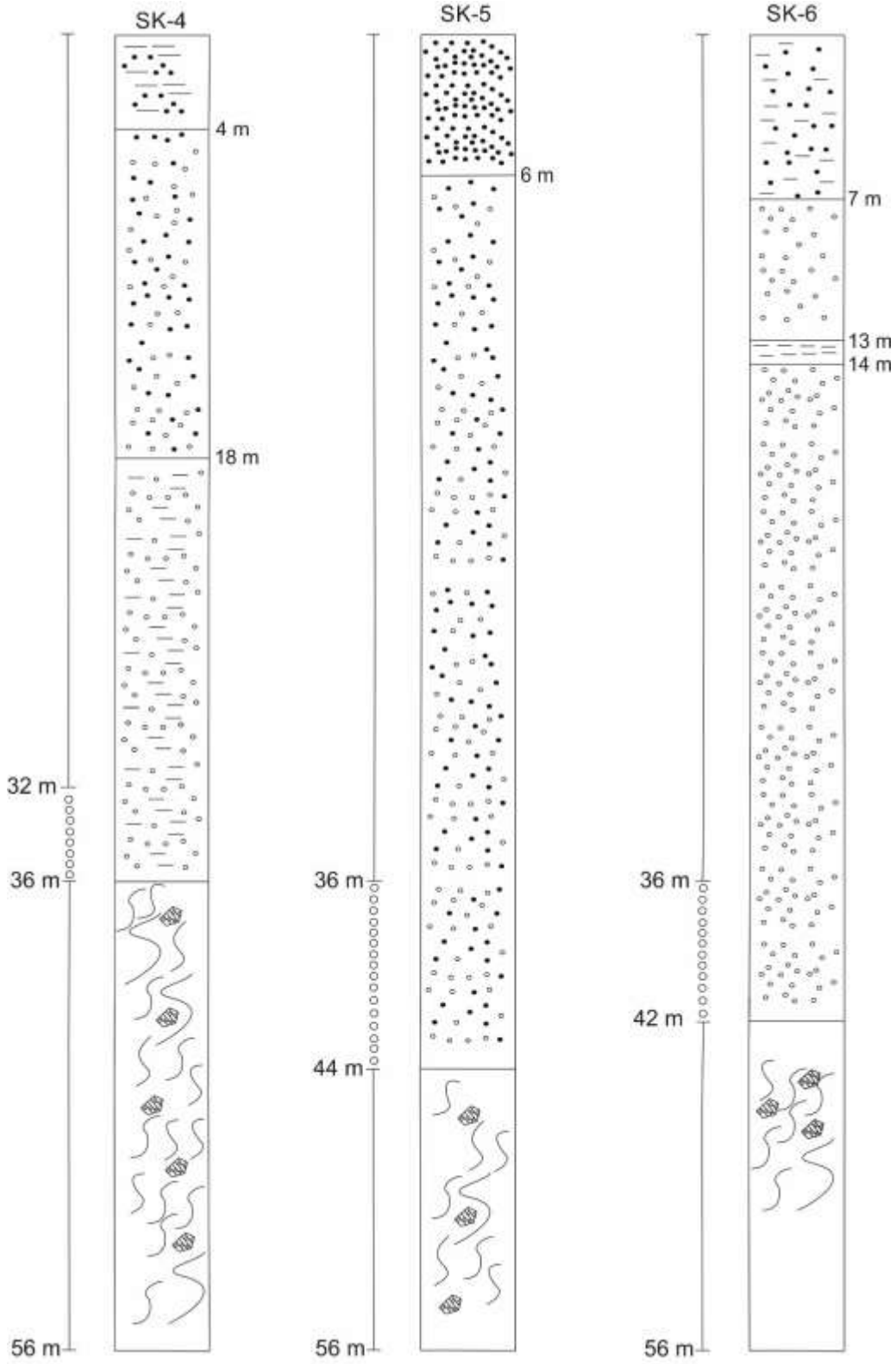


Şekil 8.14. Çalışma alanında yapılan sondajlardan görünüşler

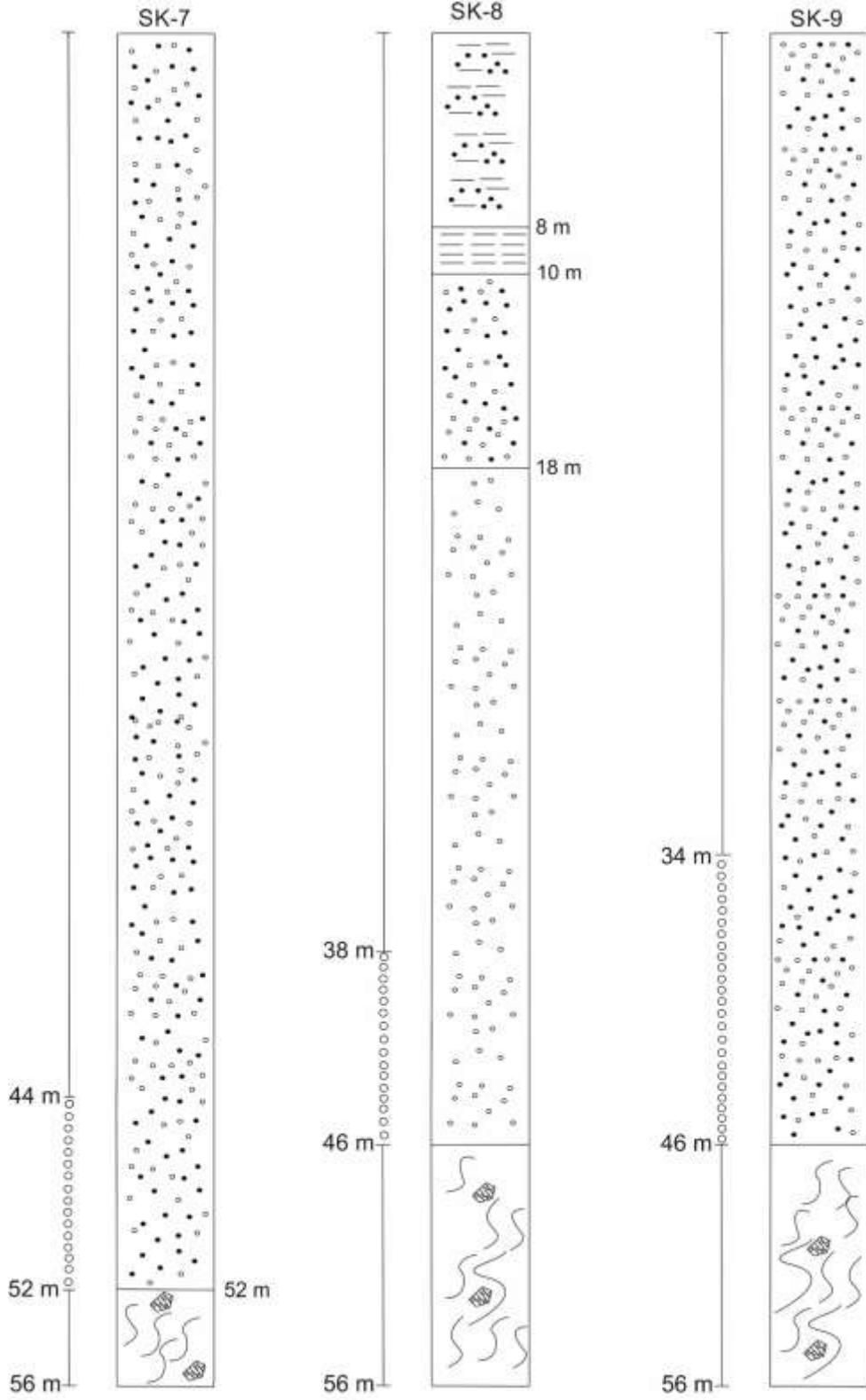
Şekil 8.15'de sunulan kuyu kütüklerine göre taneli birimlerin kalınlıkları 34 ile 52 m arasında değişmekte olup merceksel kil tabakaları içermektedir.



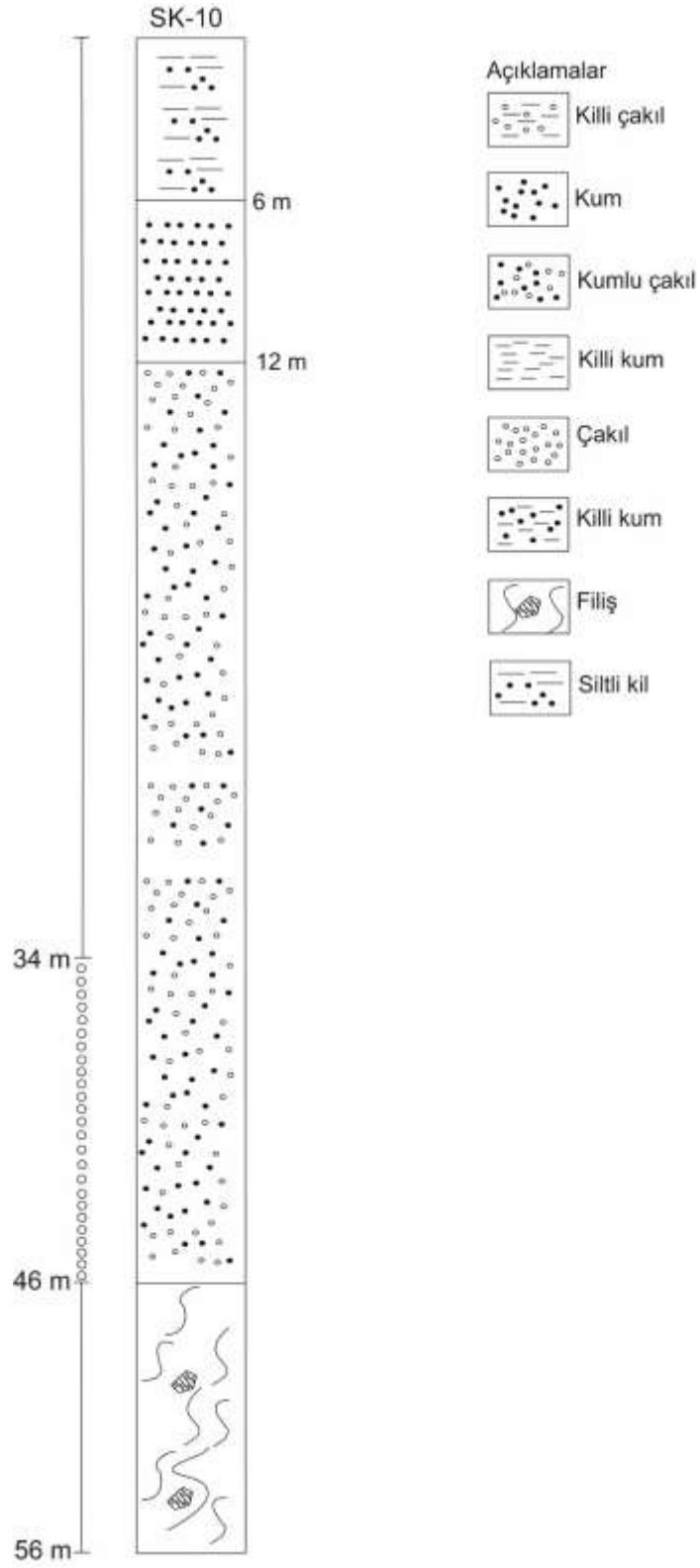
Şekil 8.15. Karareis bölgesinde yapılan sondajların kuyu kütükleri



Şekil 8.15. Karareis bölgesinde yapılan sondajların kuyu kütükleri (devamı)

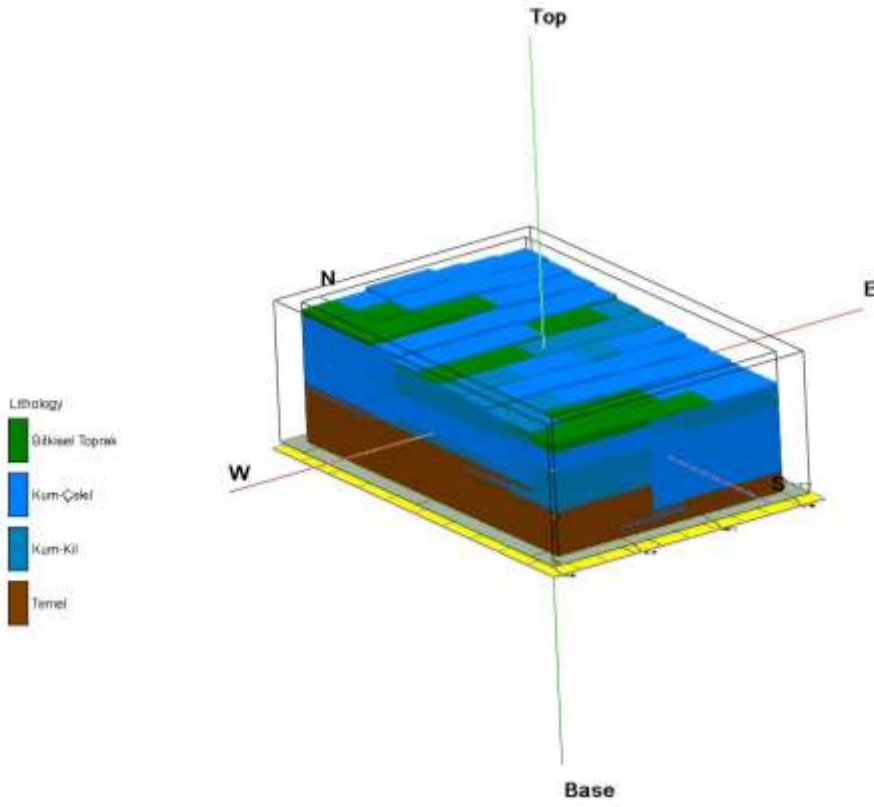


Şekil 8.15. Karareis bölgesinde yapılan sondajların kuyu kütükleri (devamı)

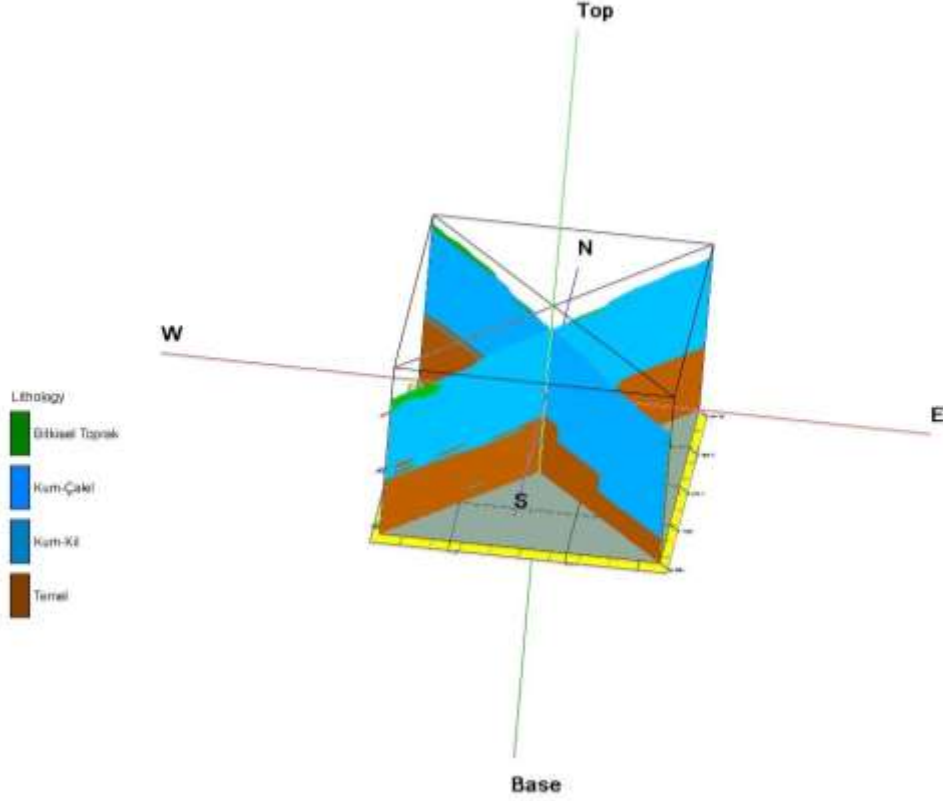


Şekil 8.16. Güzelkent bölgesinde yapılan sondajın kuyu kütüğü

Proje kapsamında yapılan sondajlardan elde edilen veriler kullanılarak alanın üç boyutlu jeolojik modeli Rockworks 16 programı ile oluşturulmuştur (Şekil 8.17 ve Şekil 8.18). Şekil 8.17'de sunulan jeolojik modelde görüleceği üzere taneli birimler ağırlıklı çakıl ve kumdan oluşmakta ve kalınlıkları denize doğru artmaktadır. Taneli birimlerin temelinde ise geçirimsiz özellik sunan filiş fasiyesindeki birimler yer almaktadır.



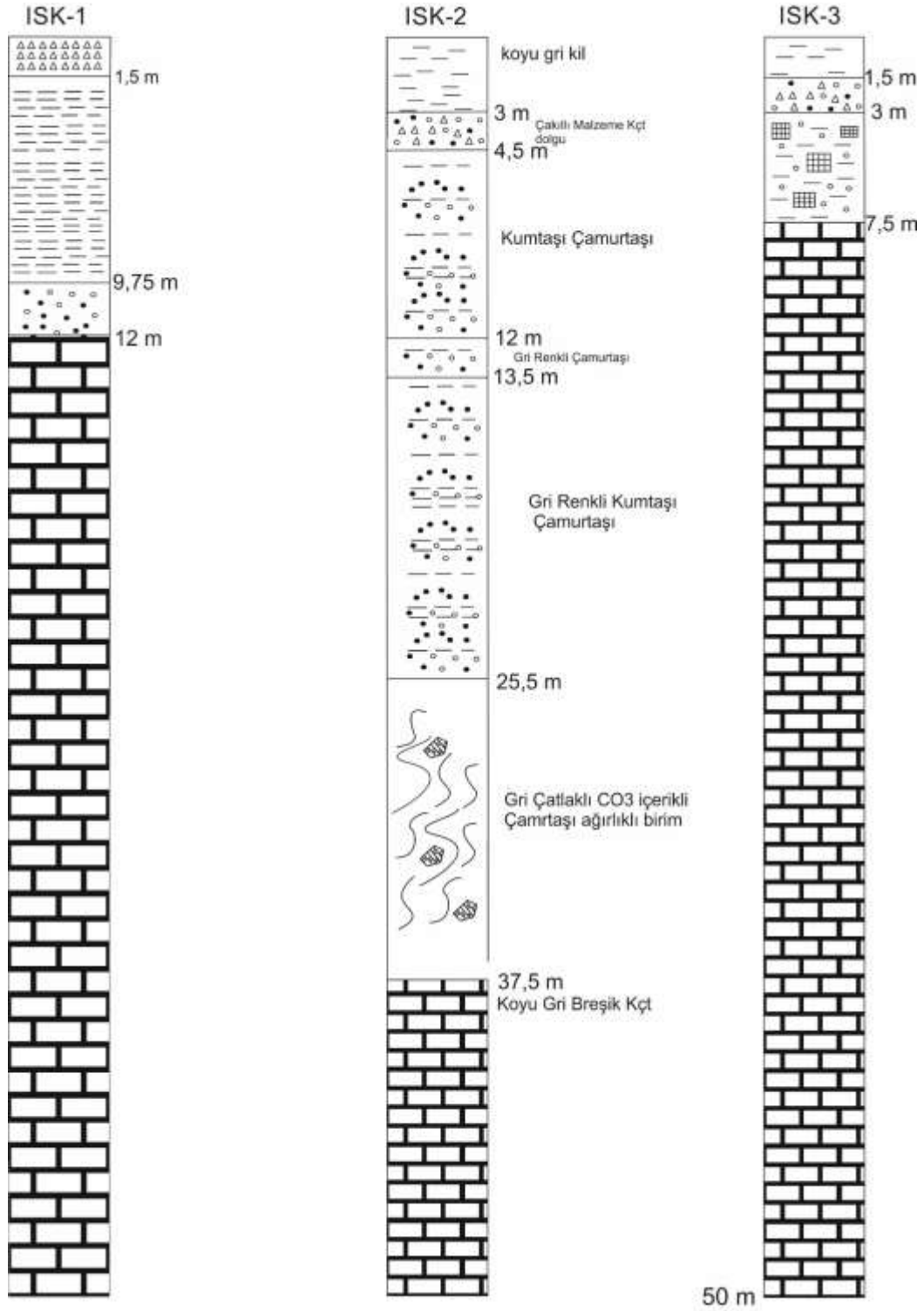
Şekil 8.17. Karareis Bölgesi 3B jeolojik modeli



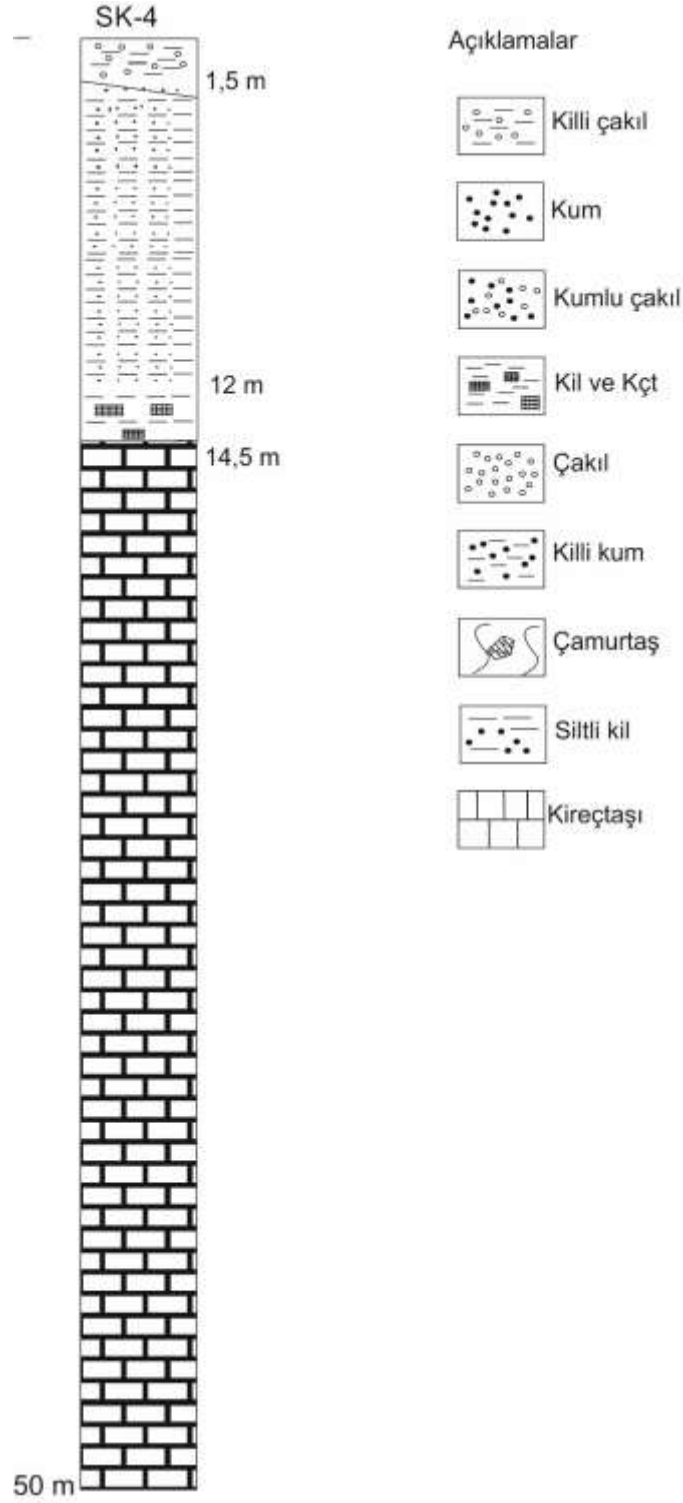
Şekil 8.18. Karareis Bölgesinin panel diyagramı

8.1.3.2 İldırı bölgesindeki birimler ve bu alandaki araştırma kuyuları

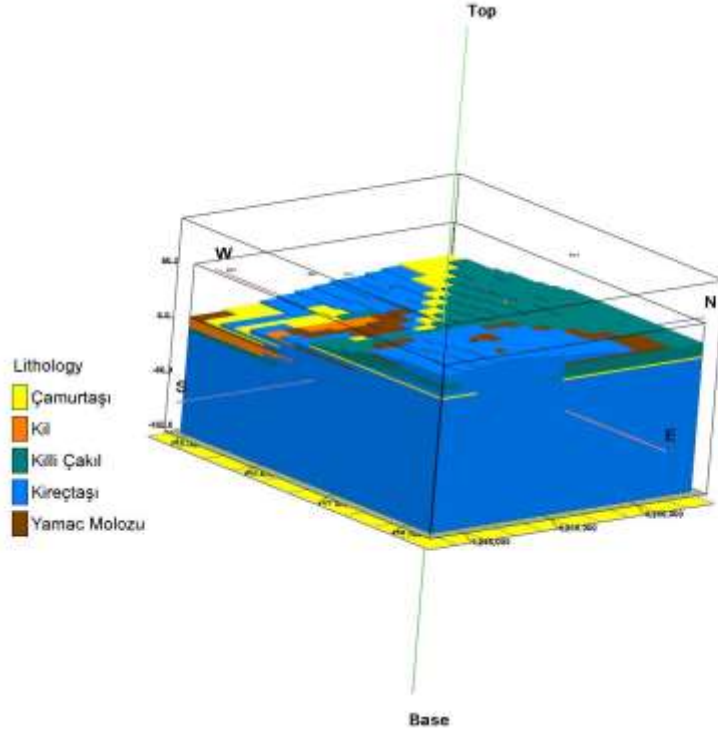
Diğer önemli alanlardan biri ise İldırı karstik kaya kütlelerinin bulunduğu alandır. Bu alanda da 4 adet araştırma sondajı yapılmıştır. Yapılan sondajlara ait kuyu kütükleri Şekil 8.19 ve Şekil 8.20’de sunulmuştur. Sondajların yapıldığı lokasyon kaynakların akışta olduğu dere boyuncadır. Bu bağlamda kireçtaşlarının üzerinde alüvyon bulunmakta olup ISK-2 nolu kuyuda ise 37,5 m kalınlığında Neojen seriler kesilmiştir. Bu gözlem kuyuları ve alanda açılmış olan DSİ kuyu verileri kullanılarak alanın üç boyutlu jeolojik modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan jeolojik blok ve panel diyagramları Şekil 8.21 ve Şekil 8.22’de sunulmuştur. Blok modelden de görüleceği üzere, kalınlığı net olarak bilinmeyen bir kireçtaşı kütlesi, alanda hakim jeolojik birimi oluşturmaktadır. Kireçtaşının üzerinde özellikle kaynak ile deniz arasındaki bölgede kalınlığı 37,5 m’ye ulaşan bir örtü birimi yer almaktadır. SK-4 nolu kuyu hariç diğer kuyular kış aylarında artezyen yapmaktadır. Bunun nedeni ise kuyuların akan dere ile etkileşimde olmalarıdır. Yaz aylarında kaynaklardan yapılan sulama suyu çekimleri nedeniyle kaynak akışlarının azalması, kuyularda da kısmen seviye düşümlerine neden olmaktadır.



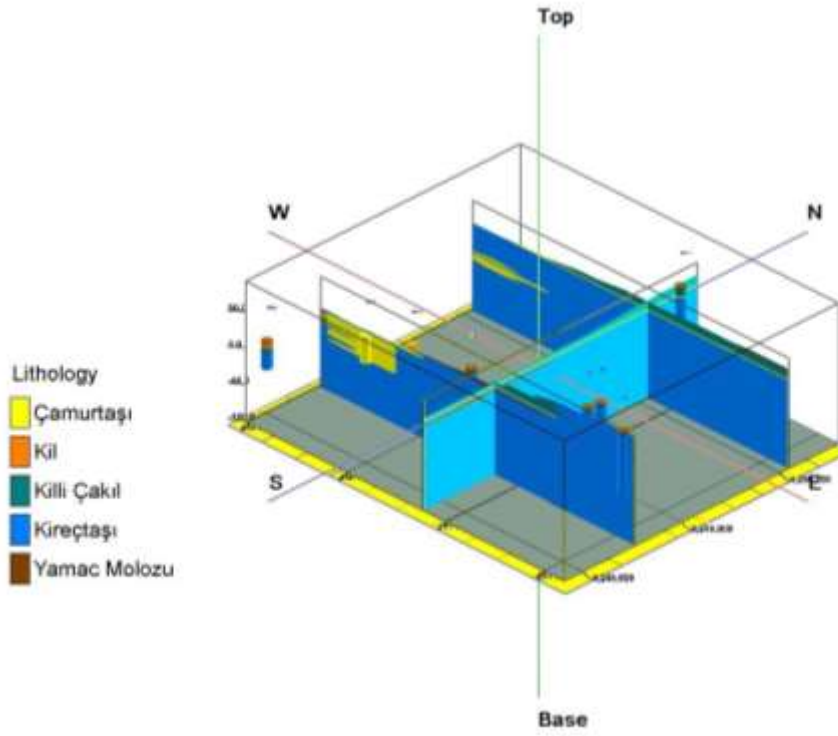
Şekil 8.19. Ildırı'da B-D doğru açılmış olan gözlem kuyuları



Şekil 8.20. Ildırı'da K'ye doğru açılmış olan gözlem kuyusu



Şekil 8.21. Ildırı Bölgesi 3B jeolojik modeli



Şekil 8.22. Ildırı Bölgesinin panel diyagramı

8.2 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Hidrolik Parametreleri

8.2.1 Hidrolik Parametrelerin Tespiti

Proje sahasında öne çıkan iki önemli yeraltı suyu işletim alanı olan İldırı karstik sisteminin ve Karareis alüvyonel birimlerinin hidrolik parametrelerine yönelik sondaj çalışmaları ve pompaj deneyleri yapılmıştır (Şekil 8.23). Yapılan çalışmalara ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

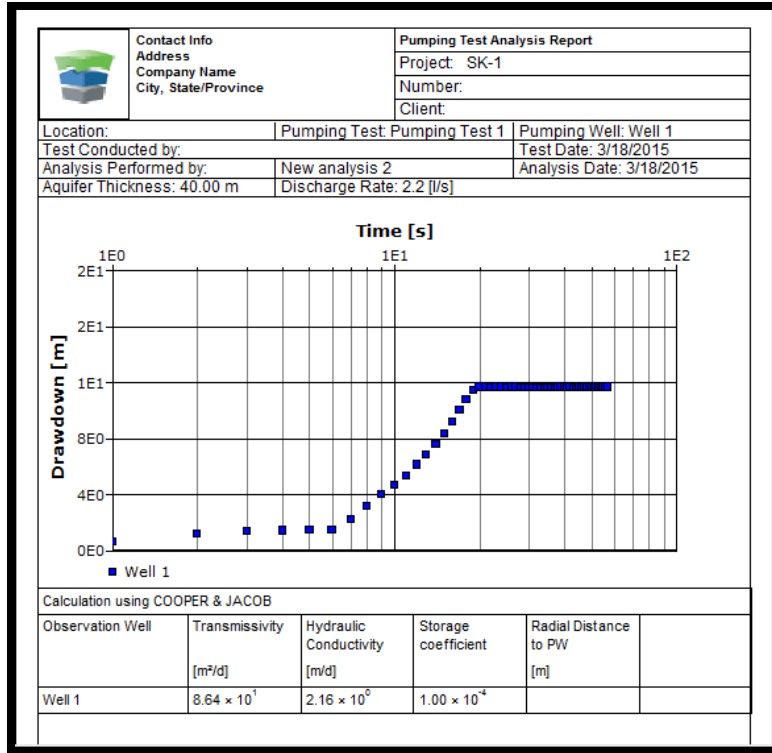


Şekil 8.23. Pompaj deney aşamaları

8.2.1.1 Pompaj deneyleri

Karareis Ovası taneli birimlerde açılan sondajlarda proje dönemi içerisinde pompaj deneyleri yapılarak taneli birimlerin hidrolik iletkenlik değeri, transmissibilite ve özgül kapasite değerleri elde edilmiş ve haritalandırılmıştır. Pompaj deneylerinde kuyu içerisinde debisi 4 L/s olan dalgıç pompa indirilmiş, seviye düşümünü kaydedilmesi için su basıncını ölçer diver kullanılmıştır. Diver okuma aralığı 1 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Pompaj süresince diver okumalarına ek olarak manuel şekilde seviye ölçer ile de düşümler ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 8.23). Elde edilen zaman ve düşüm değerleri Aquifer Test programı ve Jacob-Cooper yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizde elde edilen düşüm grafikleri Şekil 8.24 ile Şekil 8.29 arasında sunulmuştur. Eğrilerde yer alan diver okumalarındaki hatalı okumalar özellikle diver kuyuya indirilirken ve çıkartılırken olan değerler olduğundan bu veriler analizden çıkartılmıştır. Pompaj testlerinin yapıldığı kuyuların bazılarında, kuyunun açıldığı lokasyona bağlı olarak, dinamik seviyeye hızlı erişirken bazılarında ise yavaş erişilmiştir. Bu durum taneli birimlerin içerdiği tane dağılımına oldukça bağlıdır. Yapılan testlerde denize doğru tanelerin incilmesi yani kil ve silt oranındaki artışa bağlı olarak geçirgenlik değeri azalmaktadır. Karareis bölgesinde taneli birimlerde açılmış araştırma kuyularında elde edilen hidrolik parametreler Tablo 8.1'de sunulmuştur. Bu verilere göre alanın hidrolik iletkenliği $9,1 \times 10^{-7}$ ile $2,5 \times 10^{-5}$ m/s arasında değişmektedir. Tabloda elde edilen bilgiler, açılan kuyu ve yapılan pompaj deneylerine göre düzenlenmiştir.

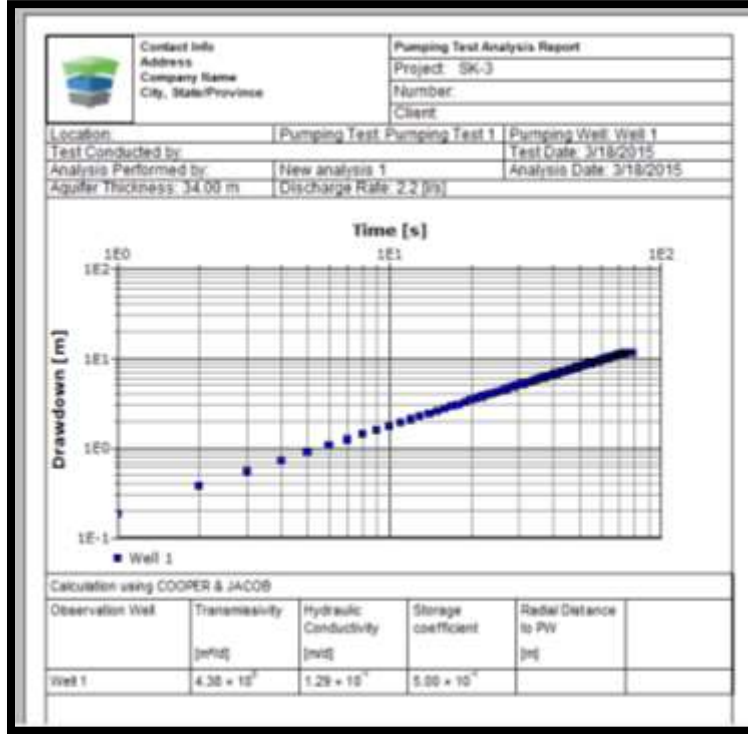
Karareis kıyı akiferi dışında bölgenin en önemli karstik akiferi olan İldırı kaynaklarının bulunduğu kesimlerde ise karstik alanın hidrolik parametrelerine ilişkin bir dizi araştırma gerçekleştirilmiştir. İldırı karstik kaynaklarının bulunduğu alanda DSİ tarafından üretim ve araştırmaya yönelik yapılan çalışmalar ışığında bölgede çok sayıda kuyu açılmıştır. Açılan kuyularda sekiz adedi günümüzde İzmir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (İZSU) tarafından işletilmektedir (Şekil 8.30). Ayrıca, bu çalışma kapsamında bölgede her biri 50m derinliğinde 4 adet yeni araştırma kuyusu açılmıştır (EK-8.2). Yapılan yeni sondajlarda ISK-1'de 12m'de, ISK-2'de 37,5m'de, ISK-3'te 7,5 m'de ve ISK-4'te 14 m'de kırıntılı birimlerden sonra karstik kireçtaşlarına girildiği görülmektedir. ISK-2 nolu kuyu iki fayın kesişim zonu içerisinde. Bu alanda kırıntılı birimlerden sonra tamamen karstik kireçtaşları kesilmiştir. DSİ tarafından karstik kireçtaşları içinde açılan kuyularda bir dizi pompa testi yapılmıştır. Yapılan testlere ilişkin hidrolik parametreler Tablo 8.2'de özetlenmiştir. Bu verilere göre, alandaki karstik birimlerin hidrolik iletkenliği $1,03 \times 10^{-3}$ ile $2,16 \times 10^{-4}$ m/s arasında değişmektedir.



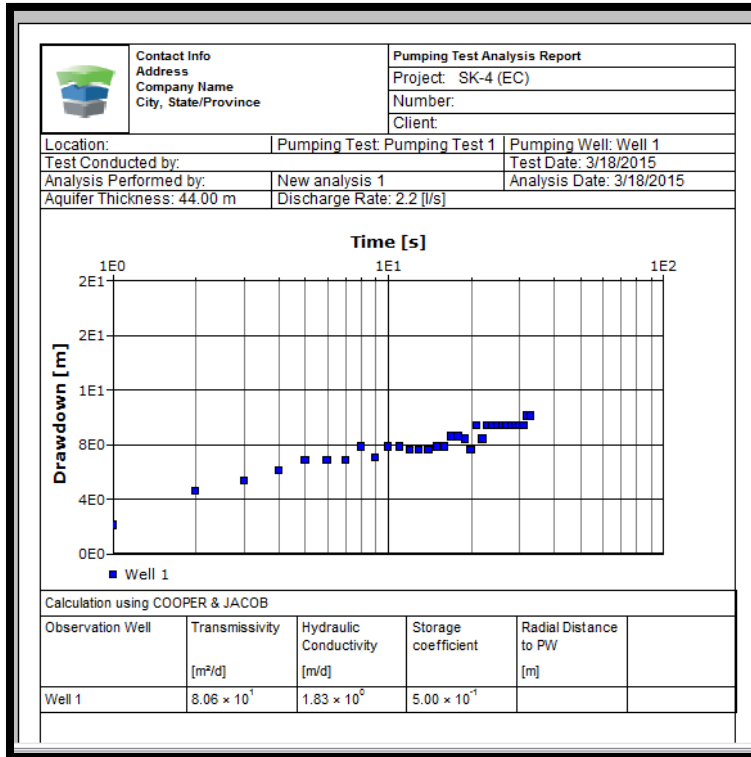
Şekil 8.24. SK-1 nolu kuyuya ait pompaj formu



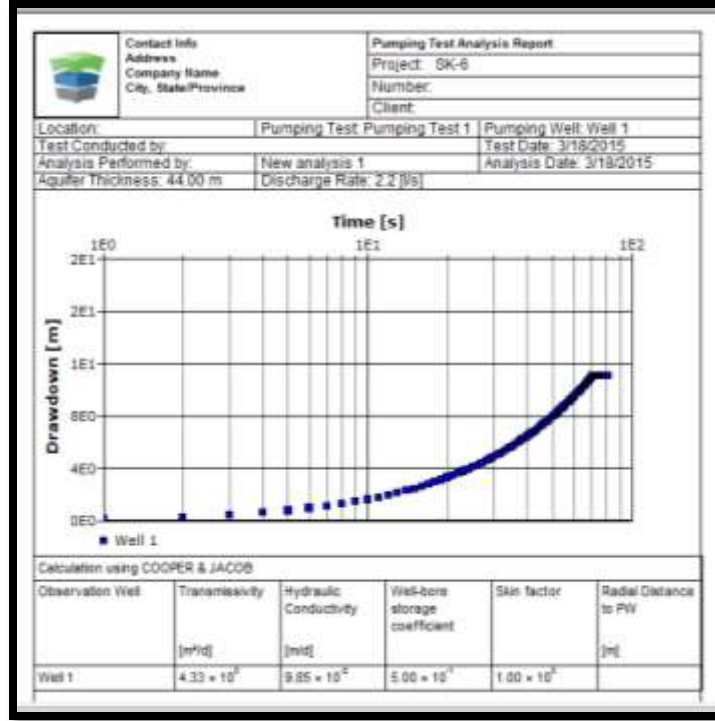
Şekil 8.25. SK-2 nolu kuyuya ait pompaj formu



Şekil 8.26. SK-3 nolu kuyuya ait pompaj formu



Şekil 8.27. SK-4 nolu kuyuya ait pompaj formu



Şekil 8.28. SK-6 nolu kuyuya ait pompaj formu



Şekil 8.29. SK-7 nolu kuyuya ait pompaj formu



Şekil 8.30. İldırı'daki İZSU kuyularından görünüm

Tablo 8.1. Karareis ve Güzelkent'te taneli birimlerde açılan kuyuların hidrolik parametreleri

Gozlem Kuyuları	X	Y	Z (m)	Derinlik (m)	Statik Seviye (m)	Dinamik Seviye (m)	Debi (L/s)	Özgül Debi (L/s/m)	Litoloji	YAS Kütlesi	T (m ² /gün)	K (m/gün)	K (m/s)
SK-1	449461	4260615	17,00	40	3,24	11,7	2,2	0,26	Çakıl-Kum	Alüvyon	86,4	2,16	2,50E-05
SK-2	449741	4260002	10,00	50	2,14	16,3	2,2	0,16	Kum-Çakıl	Alüvyon	14,3	0,37	4,24E-06
SK-3	449341	4259984	10,00	50	3,50	15	2,2	0,19	Kum-Kil	Alüvyon	4,38	0,13	1,49E-06
SK-4	449553	4259180	4,80	50	0,00	0,7	2,2	3,14	Kil-Kum	Alüvyon	80,6	2,24	2,59E-05
SK-5	449968	4259593	7,50	50	4,44				Kum-Kil	Alüvyon			
SK-6	449647	4259652	10,00	50	4,00	15	2,2	0,20	Kum	Alüvyon	4,33	0,10	1,14E-06
SK-7	449752	4259209	2,00	50	0,90	14	2,2	0,17	Kum	Alüvyon	3,27	0,08	9,01E-07
SK-8	450244	4259225	1,50	50	0,68				Kum-Kil	Alüvyon			
SK-9	449702	4260881	20,00	50	13,36				Kum	Alüvyon			
SK-10				50					Kum-Çakıl	Alüvyon			

Tablo 8.2. İldırı karstik yeraltı suyu kütesinde açılan kuyulardaki hidrolik parametreler

Gozlem Kuyuları	X	Y	Z (m)	Derinlik (m)	Statik Seviye (m)	Dinamik Seviye (m)	Debi (L/s)	Özgül Debi (L/s/m)	Litoloji	YAS Kütleli	T (m ² /gün)	K (m/gün)	K (m/s)
I0	456115	4248604	10	30	4,48	5,3	40,62	28,4	Kireçtaşı	Kireçtaşı	9168	305,6	3,54E-03
I01	456433	4248640	16	38	8,38	9,3	50	116,28	Kireçtaşı	Kireçtaşı			
I02	457634	4248619	46	50	28,88	29,6	20	27,4	Kireçtaşı	Kireçtaşı			
I03	458081	4248537	49	68	39,82	41,7	30	8,96	Kireçtaşı	Kireçtaşı	7900	89,77	1,04E-03
I04	457625	4248761	42	65	34,06	35,5	10	1,39	Kireçtaşı	Kireçtaşı	7900	88,57	1,03E-03
I06	457865	4248733	55	80	39,56	40,31	40	25,64	Kireçtaşı	Kireçtaşı	15800		
I07	457909	4248830	57	70	46,8		40	6,19	Kireçtaşı	Kireçtaşı			
I11	456131	4248847	20	94	9,56		22	3,77	Kireçtaşı	Kireçtaşı	1755	18,67	2,16E-04
ISK-1	455015	4247985	2	38	Artezye n				Kireçtaşı	Kireçtaşı			
ISK-2	455473	4248528	4	40	0,27				Kumtaşı- Kireçtaşı	Kumtaşı- Kireçtaşı			
ISK-3	455879	4248592	14	50	0,77				Kireçtaşı	Kireçtaşı			
ISK-4	456784	4250408	33	50	24,4				Kireçtaşı	Kireçtaşı			
DSİ53038				94	0,75	2,54	22	19,55	Kireçtaşı	Kireçtaşı	26400		
DSİ53040				42	0,34	1,06	40	55,56	Kireçtaşı	Kireçtaşı	20179		
DSİ 34204-A	457862	4248635	44	60	6,8	8,3	40	25	Kireçtaşı	Kireçtaşı			

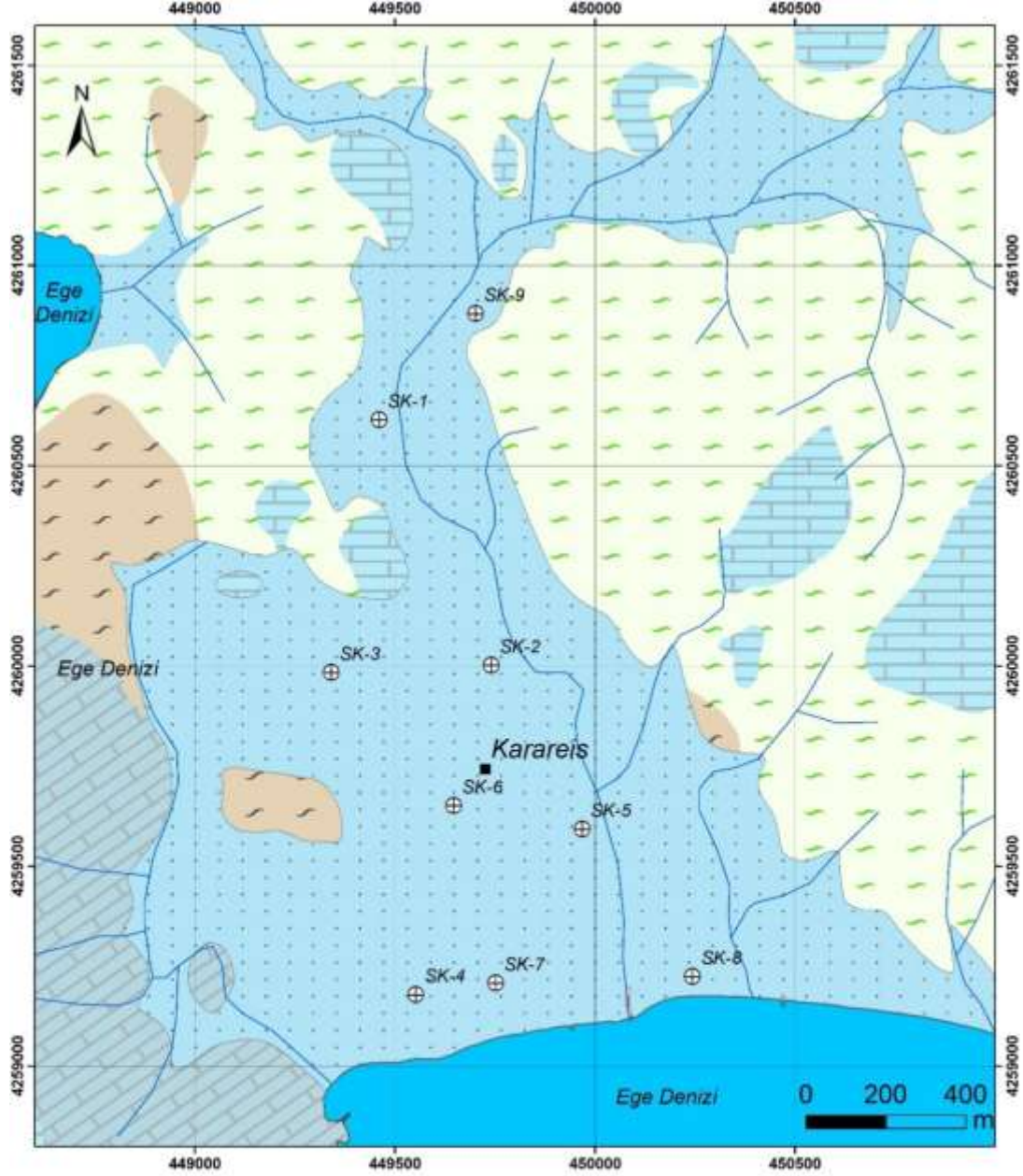
8.2.1.2 Hidrolik Parametreler

8.2.1.2.1 Karareis taneli birimler

Karaburun yarımadası için üretilmiş olan yeraltı suyu kütle haritasından yararlanılarak Karareis yeraltı suyu kütle haritası çizilmiştir (Şekil 8.31). Bu alanda Karaburun Yarımadası'nın en önemli yeraltı suyu kütlesi olarak taneli birimler karşımıza çıkmaktadır. Bu kesimler Karaburun Yarımadası'nda ova niteliğinde olan kesimlerde gözlemektedir. Bu bağlamda alanda önemli yerleşim yerleri geliştiğinden su temini tamamen taneli birimlerden sağlanmaktadır. Bu taneli birimlerin kalınlığı ve akifer özelliklerinin araştırılması için bir dizi araştırma sondajları yapılmıştır. Sondaj lokasyonları Şekil 8.31'de sunulmuştur.

Karareis bölgesinde yapılan araştırma sondajlarına göre taneli birimlerin taban kot haritası üretilmiştir. Şekil 8.32'de sunulan haritaya göre akiferin taban kotu -50 ile -23 m arasında değişmektedir. Akiferin altında geçirimsiz özellikte kumtaşı-şeyl ağırlıklı iyi pekleşmiş filiş niteliğindeki birimler yer almaktadır. Birimin taban kotu denize doğru yani güneye doğru derinleşmektedir. Sondajlardan elde edilen yeraltı suyu kot haritası ise Şekil 8.33'de sunulmuştur. Yeraltı suyu kotu 0,82 ile 13,72 m arasında değişmekte olup, akım yönü kuzeyden güneye doğrudur. Denize yakın kesimlerde bulunan SK-7 ve SK-8 kuyuları kış aylarında artezyen yapmaktadır. Açılan kuyularda yapılan pompaj deneylerinde taneli birimlerin hidrolik özellikleri ortaya konmuştur. Karareis bölgesinde yer alan taneli birimlerin özgül debi değeri 0,16 ile 3,14 L/s/m arasında değişmektedir. Özgül debi dağılım haritası Şekil 8.34'de sunulmuştur. Özellikle SK-4 nolu kuyuda elde edilen özgül debi değeri oldukça yüksek çıkmıştır.

Elde edilen özgül debi değerine paralellik gösteren transmissibilite değeri ise 3,27 ile 86,4 m²/gün arasında değişmektedir. Ancak, Şekil 8.35'de görüldüğü üzere, SK-1 ve SK-4 nolu kuyularda transmissibilite değeri diğer kesimlere göre yüksek elde edilmiştir. Bu kesimlerde akifer malzemesinin çakıl ve kum oranının yüksek olması, transmissibilite değerinin yüksek elde edilmesinde oldukça etkili olmuştur. Hidrolik iletkenlik değeri ise 0,08 ile 2,16 m/gün arasında değişmekte olup yarı geçirimli bir özellik sunmaktadır (Şekil 8.36). Geçirgenlik değeri denize doğru yaklaştıkça azalmaktadır. Elde edilen hidrolik iletkenlik dağılım haritasına göre transmissibilite haritası ile uyumlu olup, SK-1 ve SK-4 nolu sondaj kuyularının olduğu kesimlerde yüksek değerler ölçülmüştür. Bu durum, fiziksel olarak sediman taşınımı ile ilgili olup, iri taneli parçaların havzanın üst kotlarında, ince taneli parçaların ise kıyı şeridine yakın kesimlerde depolanması sonucu ile açıklanmaktadır.



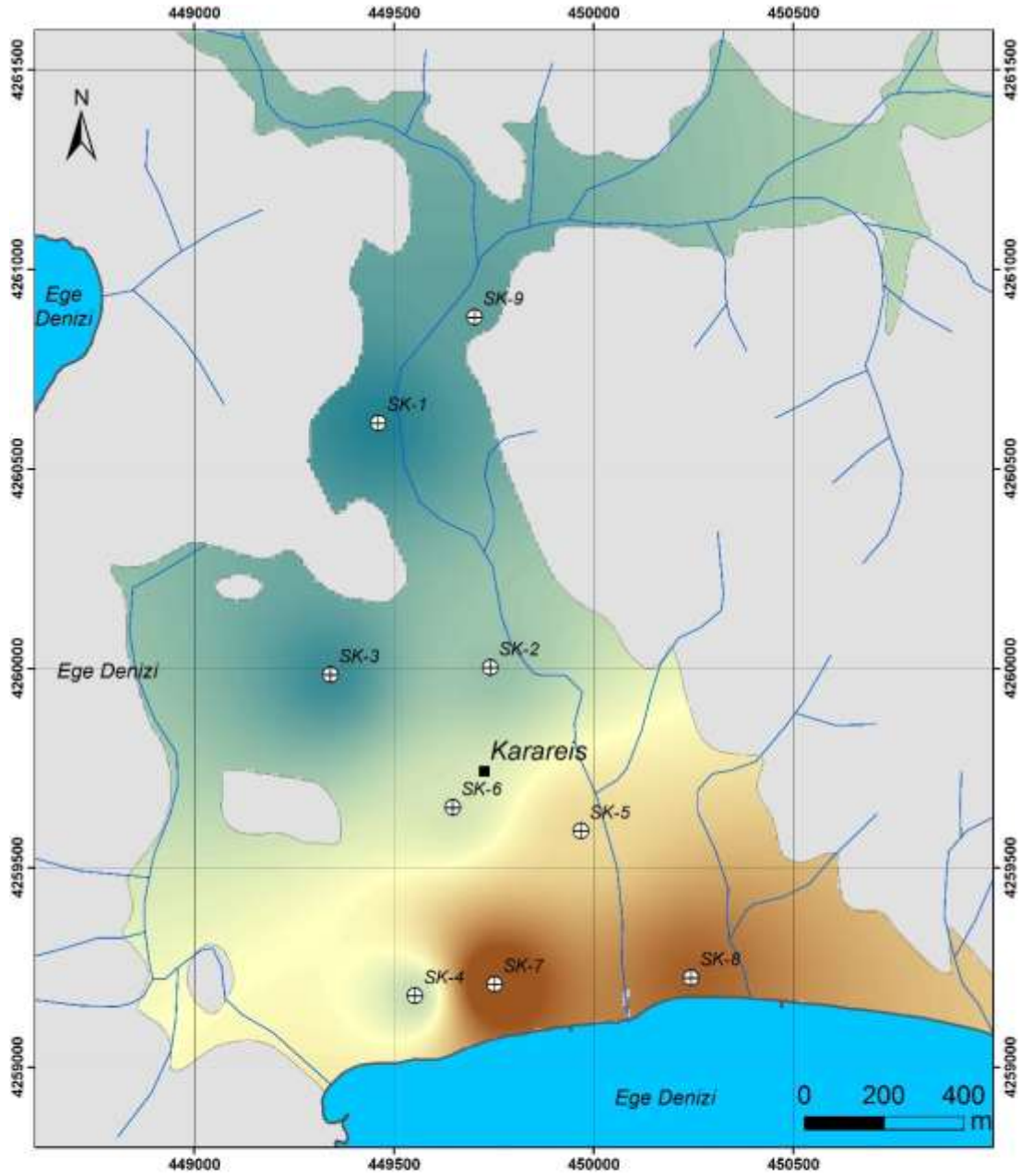
Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

Hidrojeoloji

- Kaya (YAS Bulundurmuyan Paleozoyik Birimler)
- Taneli Birimler (Yaygın YAS Bulunduran Alüvyonel Birimler)
- Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Mesozoyik Kireçtaşları)
- Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Paleozoyik Kireçtaşları)
- Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Paleozoyik Birimler)

Şekil 8.31. Karareis yeraltı suyu kütle haritası



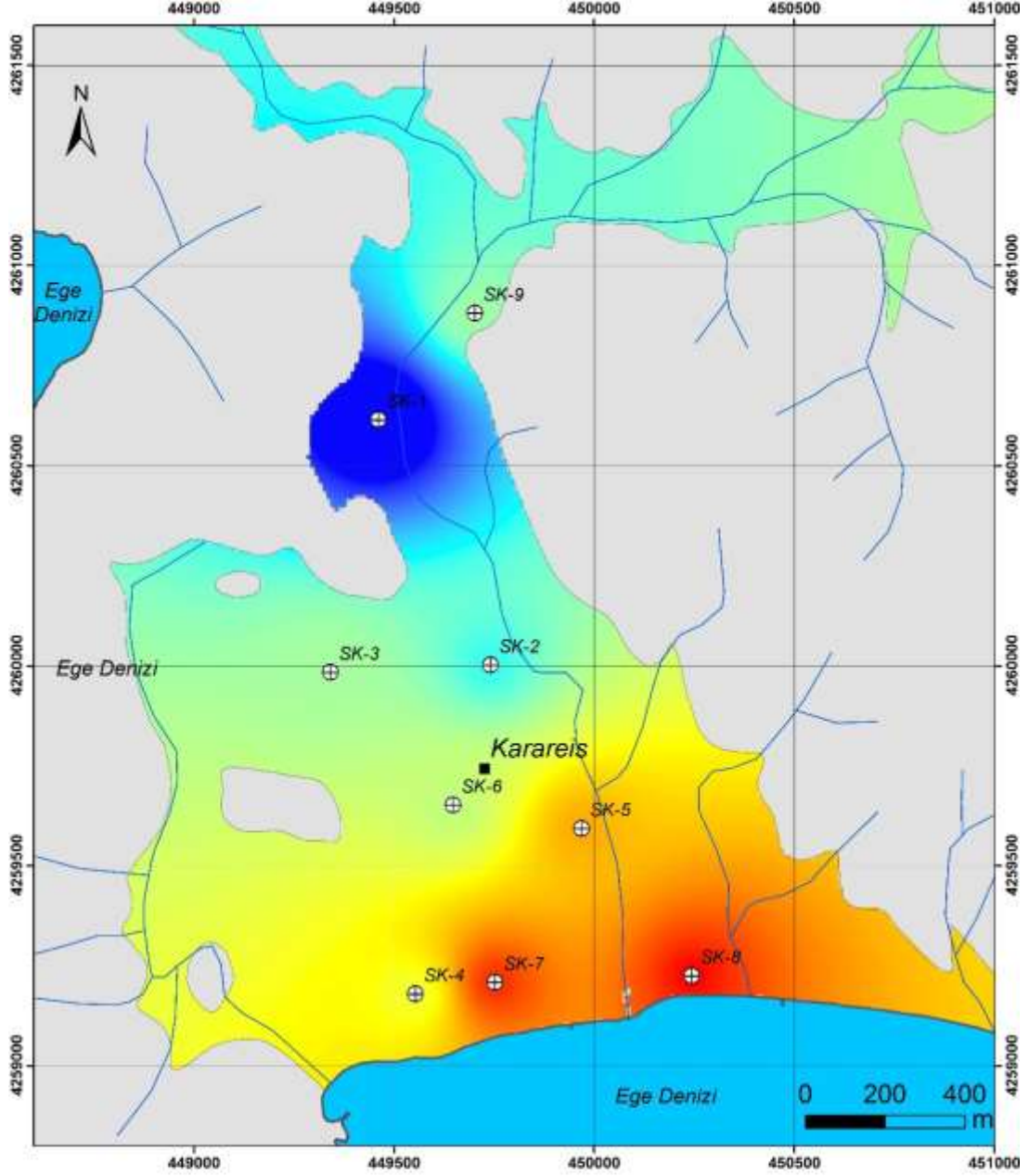
Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

Taban Kotu (m)



Şekil 8.32. Karareis taneli birimlerin taban kotu haritası



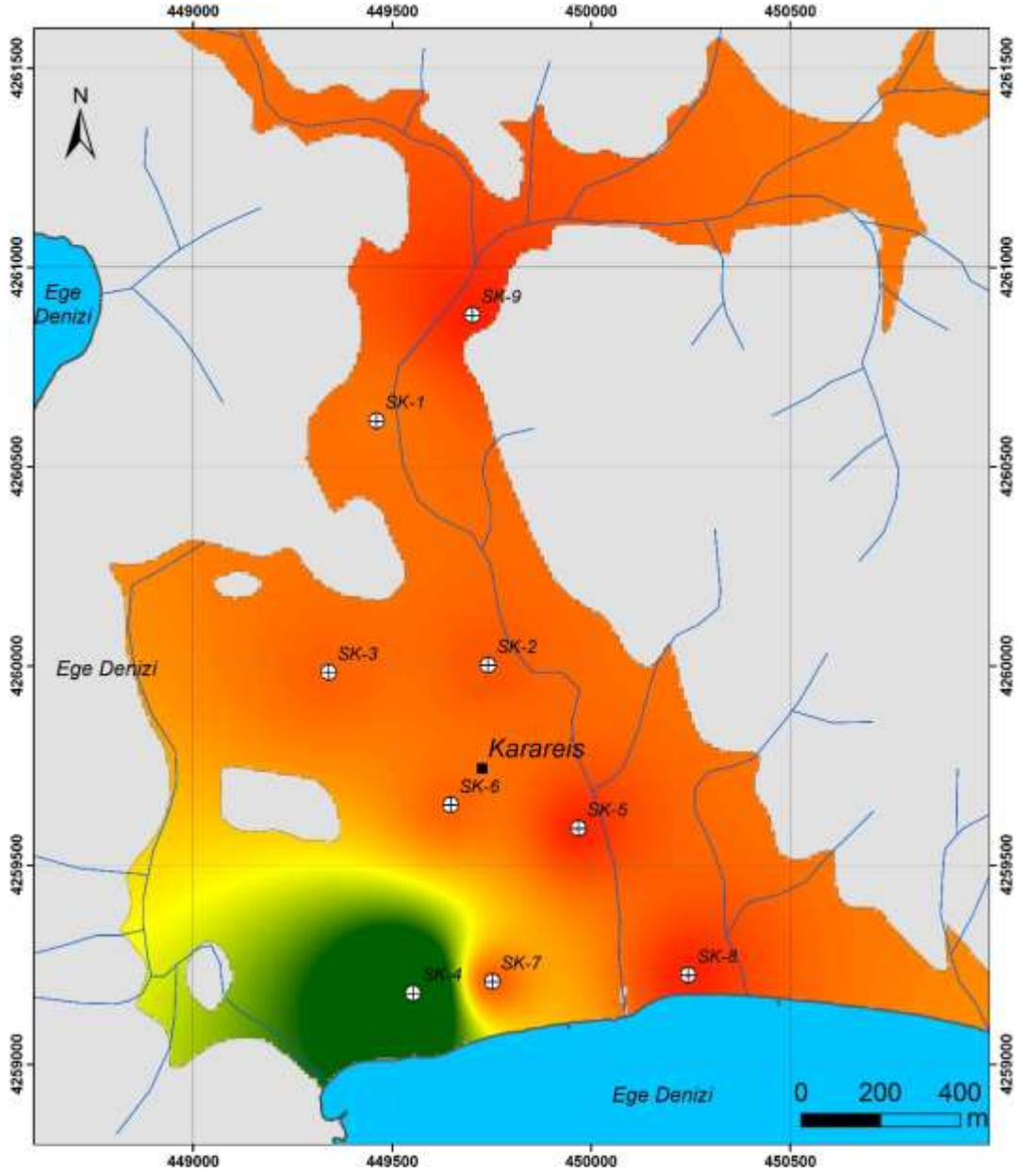
Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

YAS Su Kotu (m)



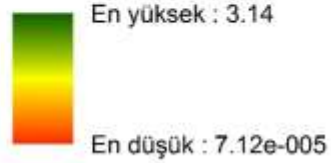
Şekil 8.33. Taneli birimlerdeki yeraltı suyu kot dağılım haritası



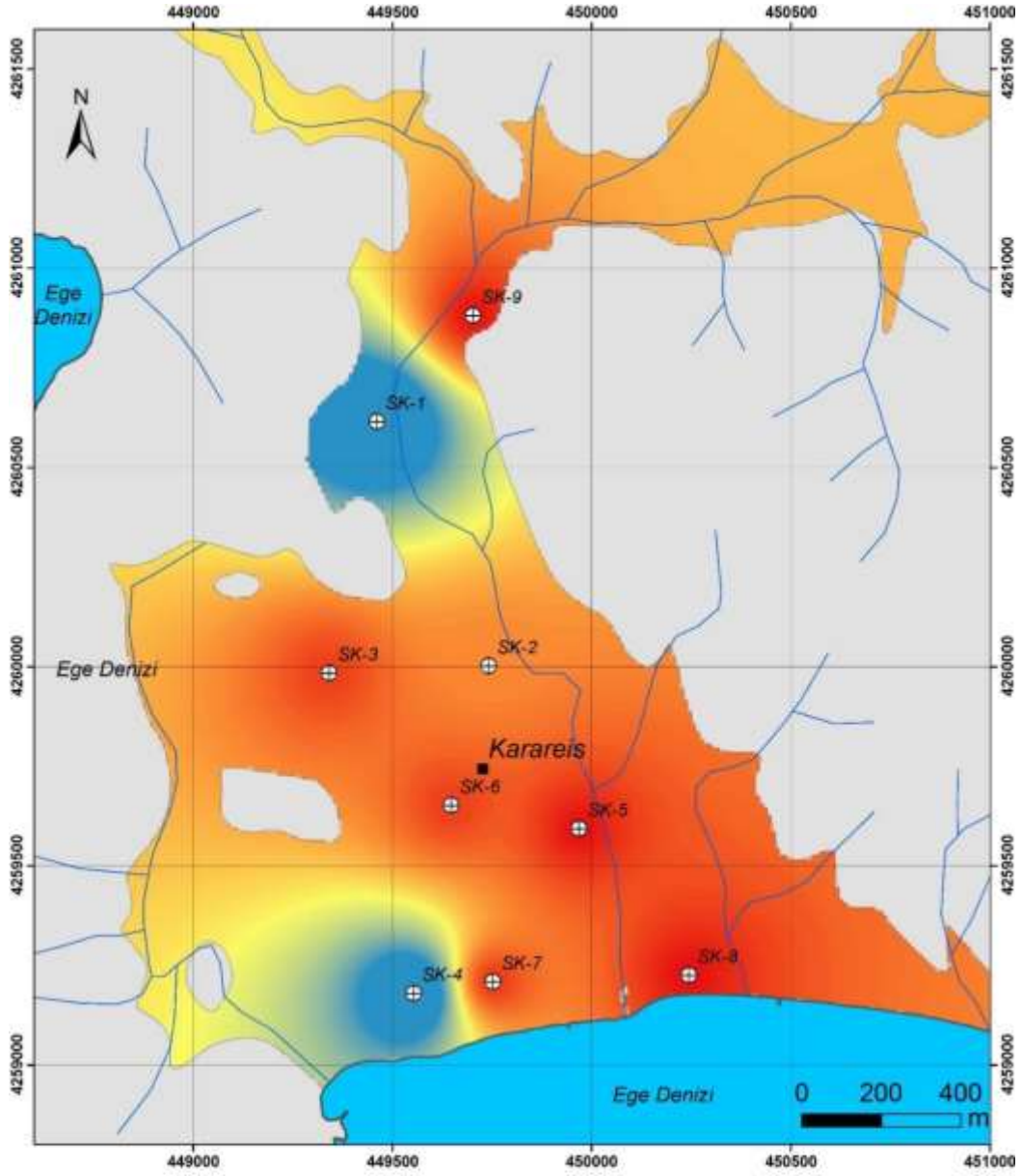
Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

Özgül Debi (L/s/m)



Şekil 8.34. Taneli birimlerde açılan kuyuların özgül debi dağılım haritası



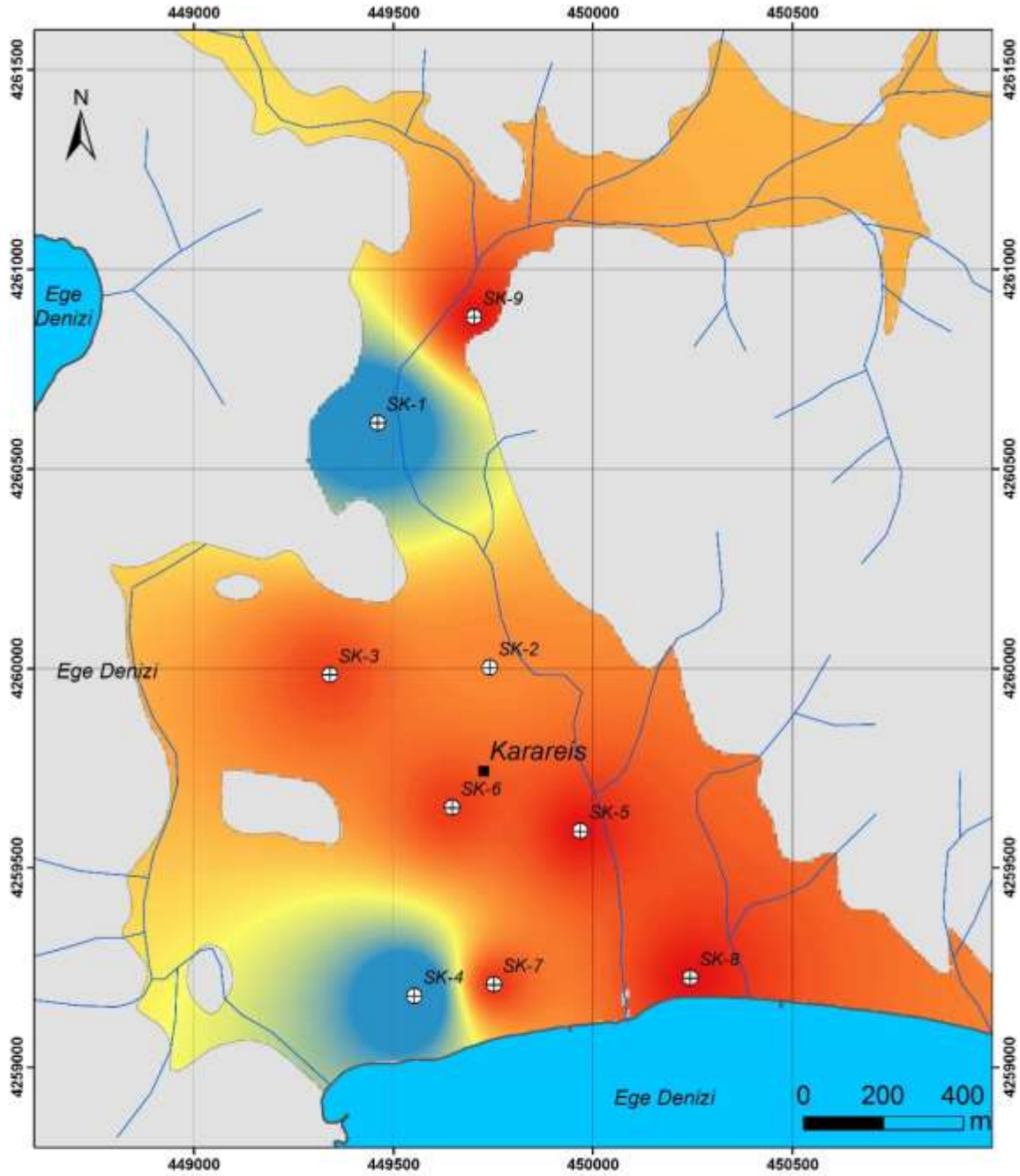
Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

Transmissivite (m²/gün)



Şekil 8.35. Taneli birimlerde açılan kuyuların transmissibilite dağılım haritası



Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- ⊕ Sondajlar
- Drenaj Ağı

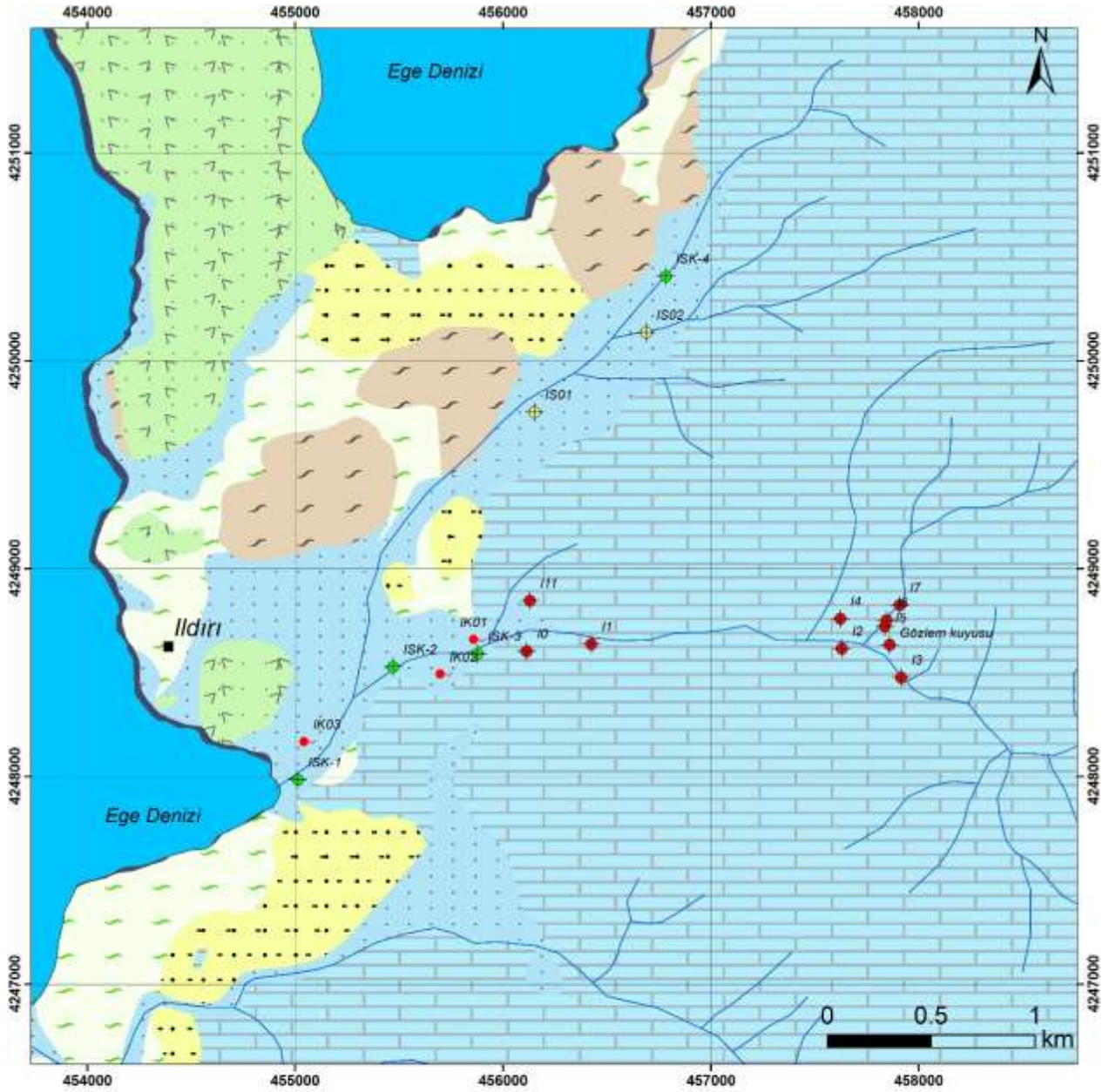
Hidrolik İletkenlik (m/gün)

- En yüksek : 2.24
- En düşük : 8.9e-005

Şekil 8.36. Taneli birimlerde açılan kuyuların hidrolik iletkenlik dağılım haritası

8.2.1.2.2. İldırı Karstik Kaya Kütlesi

Karaburun Yarımadası'ndaki en önemli yeraltı suyu kaynaklarının bulunduğu ve ciddi bir yeraltı suyu çekiminin bulunduğu bölge İldırı yöresidir. Bu kesimde karbonatlı kayalar yeraltı suyu kütlesini oluşturmaktadır. İldırı ve çevresinde yer alan kuyu ve kaynakların lokasyon haritası Şekil 8.37'de sunulmuştur. Kaynak ve kuyular D-B yönlü uzanan dere yatağı boyunca gelişmiştir. Karstik birimler KD-GB yönlü olarak geçirimsiz birimlerle sınırlandırılmıştır. İldırı kaynaklarının bulunduğu bölgenin alanın doğusunda yer alan Barbaros polyesi ve Kadıovacık polyeleri ile bağlantılıdır. İldırı kaynakları fay kontrollü olarak çalışmaktadır. Havzanın beslenimi doğu kesimlerden, boşalımı ise fay zonları boyunca denize doğru ve kaynaklardan gerçekleşmektedir. Bu bölge, Çeşme ilçesi için içme ve kullanma suyu sağlayan önemli bir sahadır. Bu bölgede açılan kuyularda daha önceden yapılmış olan pompaj deney sonuçlarına göre oluşturulan hidrolik parametreler Tablo 8.2'de sunulmuştur. İldırı bölgesinde açılan kuyuların özgül debi değerleri 1,4 ile 116 L/s/m arasında değişmektedir (Şekil 8.38). İldırı bölgesindeki kuyuların tamamı kireçtaşıda açılmış olup ölçülen transmissibilite değeri 1755 ile 26400 m²/g arasında değişmektedir (Şekil 8.39). Burada yer alan kuyular şu an çalışır durumdaki kuyulardır. Bu bölgenin karstik sistemleri, fay zonları boyunca gelişmiş ve su dolaşımını hızlandıran karstik boşluklar içeren bir yeraltı suyu kütlesi olup çok geçirimli özelliğindedir. Bu bağlamda elde edilen transmissibilite değerleri de oldukça yüksektir.



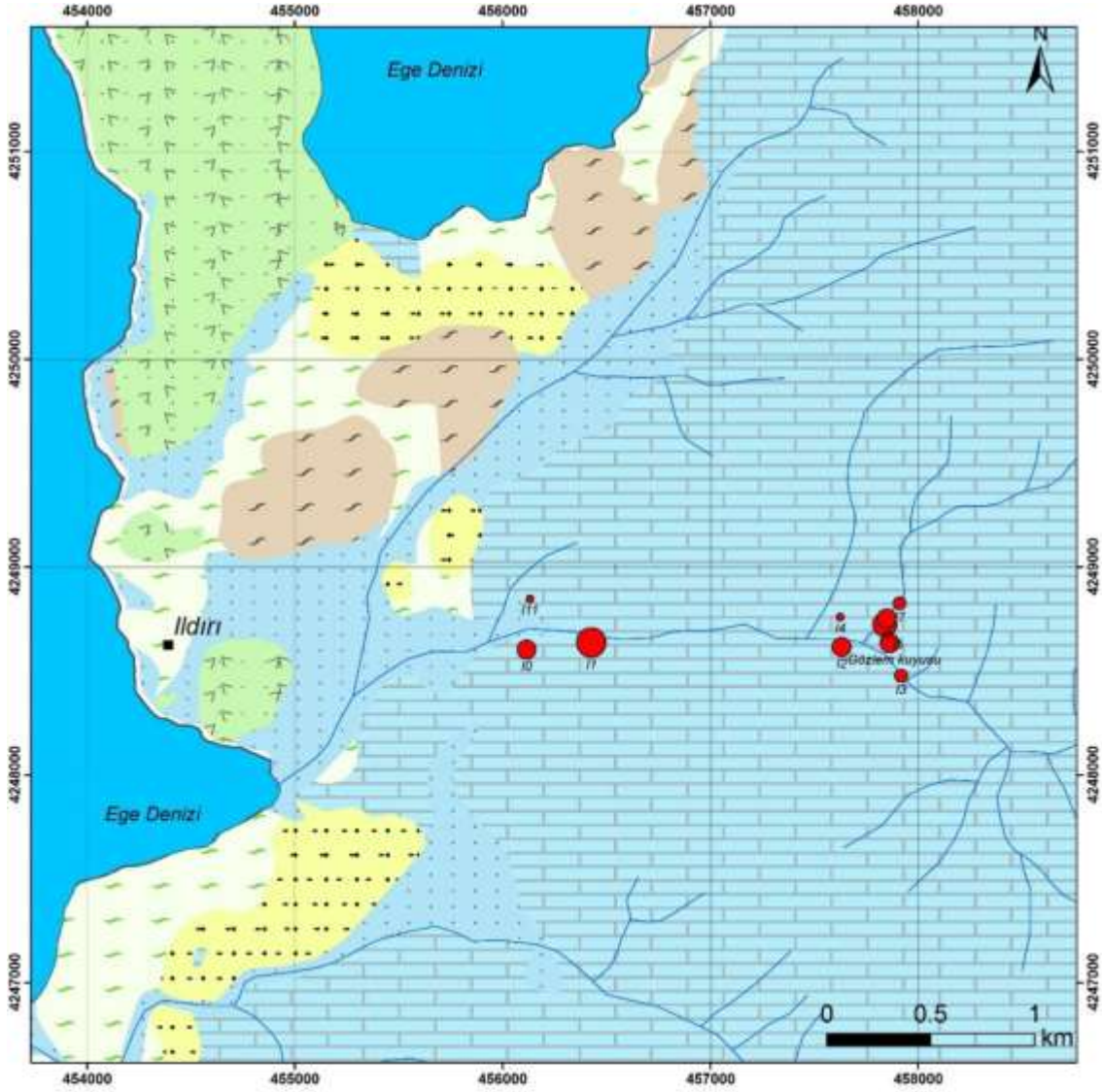
Açıklamalar

- ◆ DSİ Kuyuları
- ◆ Gözlem Kuyuları
- ◆ Şahıs Kuyuları
- Pınar-Kaynak
- Yerleşim Alanları
- Drenaj Ağı

Hidrojeoloji

- Kaya (YAS Bulundurmayan Paleozoyik Birimler)
- Kaya (YAS Bulundurmayan Neojen Birimler)
- Taneli Birimler (Yaygın YAS Bulunduran Alüvyonel Birimler)
- Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Mesozoyik Kireçtaşları)
- Çatlaklı Kaya (Yersel YAS Bulunduran Volkanik Kayalar)
- Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Paleozoyik Birimler)

Şekil 8.37. Ildırı ve çevresi yeraltı suyu kütle haritası



Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- Drenaj Ağı

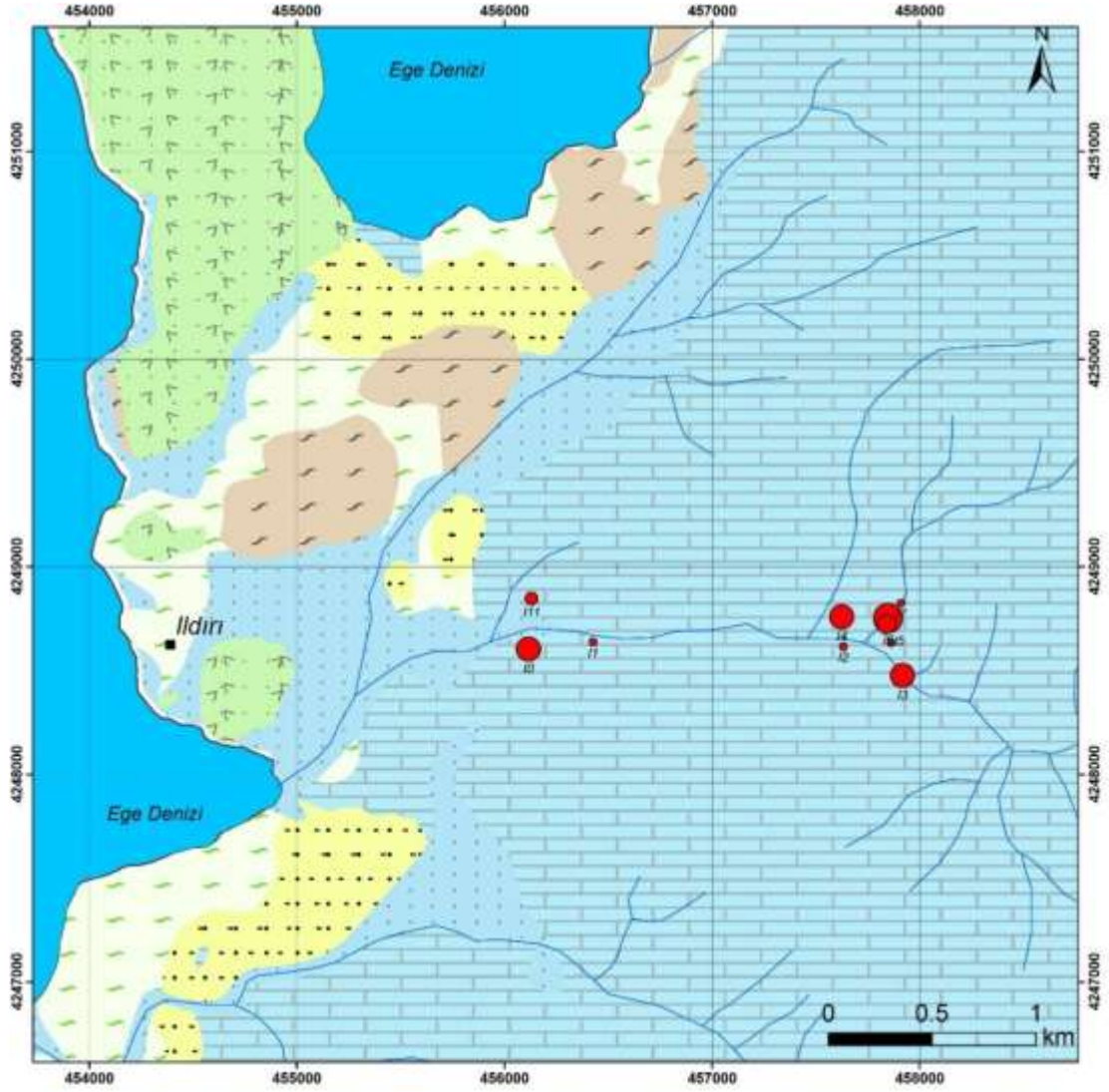
Özgül Verim (L/s/m)

- 1.39 - 3.77
- 3.78 - 8.96
- 8.97 - 28.40
- 28.41 - 51.55
- 51.56 - 116.28

Hidrojeoloji

- Kaya (YAS Bulundurmayan Paleozoyik Birimler)
- Kaya (YAS Bulundurmayan Neojen Birimler)
- Taneli Birimler (Yaygın YAS Bulunduran Alüvyonel Birimler)
- Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Mesozoyik Kireçtaşları)
- Çatlaklı Kaya (Yersel YAS Bulunduran Volkanik Kayalar)
- Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Paleozoyik Birimler)

Şekil 8.38. Ildırı ve çevresinde yer alan kuyuların özgül debi haritası



Açıklamalar

- Yerleşim Alanları
- Drenaj Ağı

Transmisibilite (m²/gün)

- 0.0
- 0.1 - 1755.0
- 1755.1 - 5430.0
- 5430.1 - 9168.0
- 9168.1 - 15800.0

Hidrojeoloji

- Kaya (YAS Bulundurmeyan Paleozoyik Birimler)
- Kaya (YAS Bulundurmeyan Neojen Birimler)
- Taneli Birimler (Yaygın YAS Bulunduran Alüvyonel Birimler)
- Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Mesozoyik Kireçtaşları)
- Çatlaklı Kaya (Yersel YAS Bulunduran Volkanik Kayalar)
- Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Paleozoyik Birimler)

Şekil 8.39. Ildırı ve çevresinde yer alan kuyuların transmisibilite haritası

8.3 Karaburun Yarımadası'ndaki Su Yapıları

Çalışma alanında yapılan incelemelere göre; Hidroloji bölümünde de belirtildiği gibi Karaburun Yarımadası'nda sürekli akışta olan bir akarsuyun mevcut olmadığı görülmüştür. Yağışlı mevsimlerde akışa geçen suların toplandığı dereler doğrudan Ege Denizi'ne boşalmaktadır. Yarımada'nın içme suyunun hemen hemen % 90 kısmı yeraltı suyundan (kaynaklar ve kuyulardan) sağlanmaktadır. Kaynakların önemli bir kısmı denize boşalmaktadır.

8.3.1 Kuyular

İldırı kaynakları dışında bölgede karstik kireçtaşlarında açılmış yüksek debilere sahip kuyular bulunmaktadır. Bu kuyuların önemli bir kısmı, İldırı, Karaburun, Mordoğan ve Balıklıova yerleşim yerlerinde yer almaktadır (Şekil 8.40). Kireçtaşında açılan kuyuların derinlikleri 15 ile 151 m arasında değişmektedir. Aynı zamanda bu kuyuların debileri ise 2 ile 41 L/s'dir. Karstik kireçtaşı kütleleri dışında alanda taneli birimlerde (Yeni Liman ve çevresi) ve Neojen volkaniklerinde de kuyular açılmıştır (Şekil 8.41). Bu kuyuların verimleri karstik kireçtaşı birimlerine oranla daha düşüktür (EK 8.3). Karstik kireçtaşlarında ve taneli birimlerde (kıyı akiferlerinde) açılan kuyuların statik ve dinamik seviyeleri arasındaki farkın düşük olup, kuyu verimleri yüksektir. Bu alandaki kuyular hem içme hem de sulama suyu amacı ile kullanılmaktadır.

Şekil 8.40 ve Şekil 8.41'de de görüleceği üzere genel olarak fay sistemlerine yakın, dere yataklarında açılmıştır. Bu sayede birçok kuyunun debisi yüksektir. Ancak diğer verimliliği düşük Mesozoyik yaşlı filiş, Neojen kırıntılı birimler ve volkanik birimlerden debisi 1 L/s olan kuyular da işletilmektedir. Deniz suyunun etkisinde olan kuyuların ekipmanları korozyondan önemli oranda etkilenmiştir.



Şekil 8.40. Karstik kaya kütlelerinde açılan kuyulardan görünüm (a,b,c-Karaburun, d-Balıkliova)



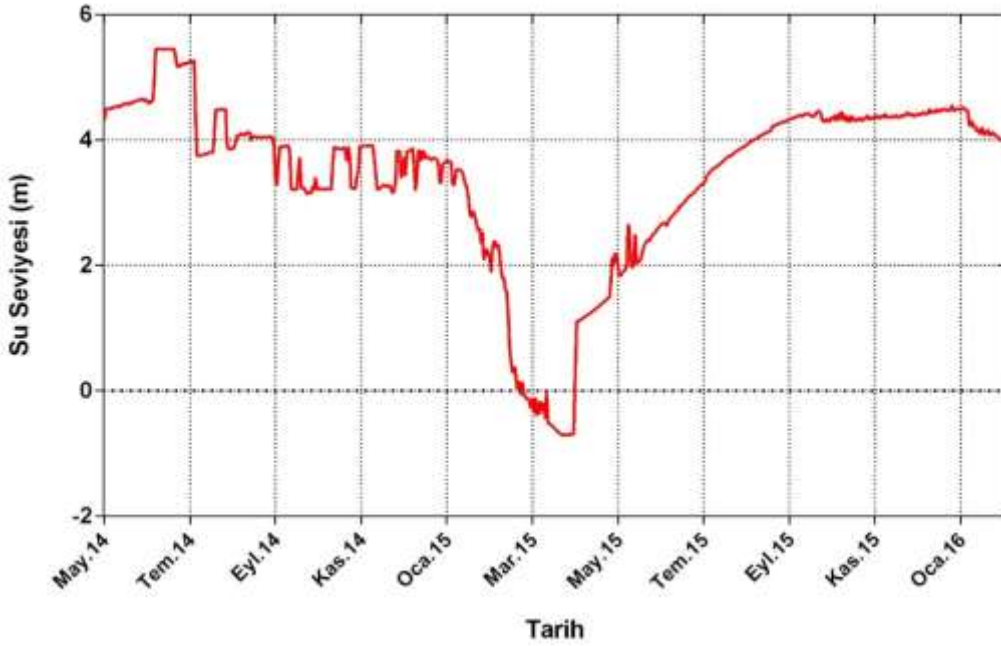
Şekil 8.41. Taneli ve volkanik birimlerde açılan kuyular (a- Haseki b- Mordoğan c- Balıklıova ve d- Karaburun İtfaiye kuyuları)

8.3.2 Yeraltı suyu seviye değişimleri

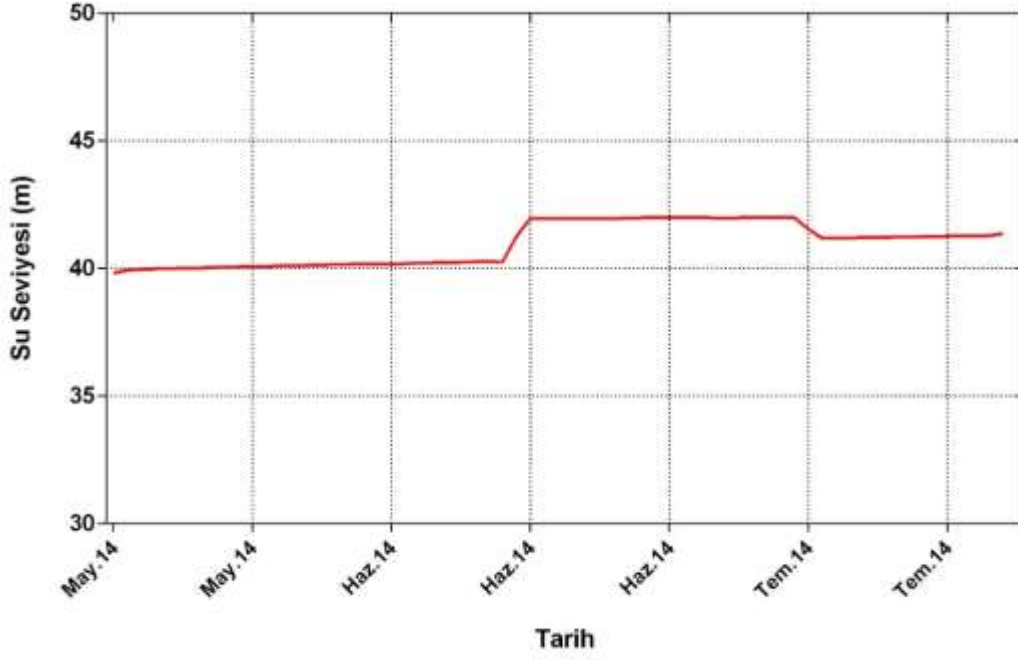
Çalışma alanında İldırı, Karareis, Güzelkent, Mordoğan ve Karaburun ilçesi yakınlarındaki bazı kuyulara diver yerleştirilerek proje süresince seviye değişimleri anlık olarak izlenmiştir. Bazı kuyularda ise örnekleme döneminde manuel olarak seviye ölçer ile ölçülerek yağışlı ve kurak dönemlerdeki seviyeler izlenmiştir. İldırı bölgesinde üç adet üretim (I0, I03 ve I06) ve iki adet gözlem (ISK-3 ve ISK-4) olmak üzere toplam beş adet kuyuya diver yerleştirilmiştir. Önce I06 yerleştirilen diver kuyuya takılmış, düşme riski göz önüne alınarak I03 kuyusuna aktarılmıştır. I0 denize en yakın I03 ise denize en uzak üretim kuyularıdır. Bu kuyular karstik kireçtaşlarında açılmıştır. Karareis bölgesinde dört adet gözlem kuyusuna (SK-1, SK-3, SK-7 ve SK-8), Güzelkent'te bir adet gözlem kuyusuna (SK-10), Karaburun bölgesinde ise Yeni Liman bölgesinde bir kuyuya diver yerleştirilmiştir. Buna ek olarak Körfez bölgesine (Mordoğan) de bir

adet diver yerleştirilmiştir. Diverların yerleştirildiği bölgelerde yöre halkı yoğun olarak içme suyu amaçlı yeraltı suyu kullanmaktadırlar. İldırı kuyuları gibi Körfez (Mordoğan) bölgesindeki kuyular karstik kaya kütlelerinde, Karareis, Güzelkent ve Yeni Liman bölgesindeki kuyular ise taneli birimler içinde yer almaktadır.

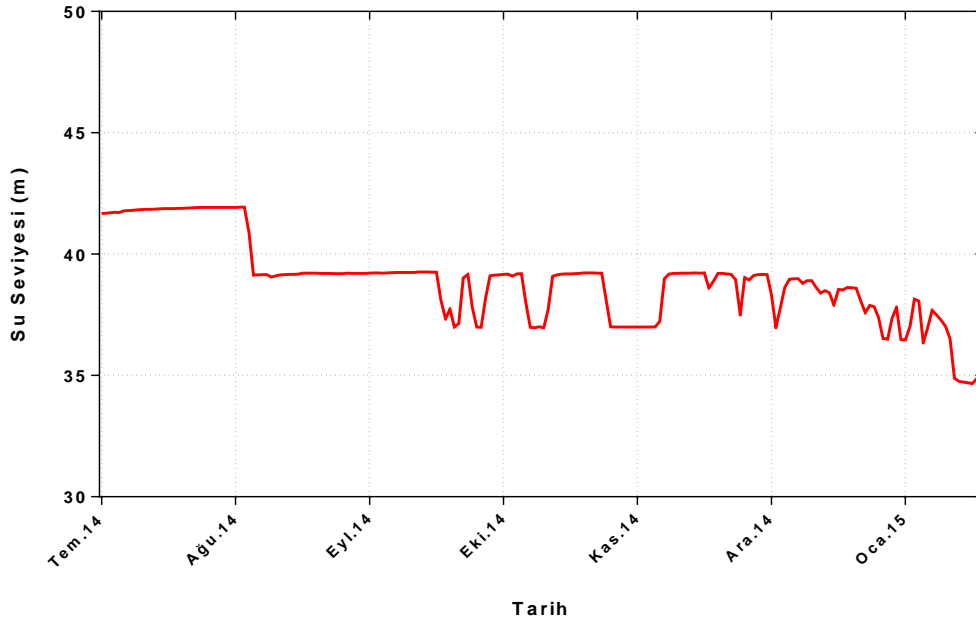
İldırı kuyularının olduğu bölgede yerleştirilen diver verileri Şekil 8.42 ve Şekil 8.46'da sunulmuştur. 2014 yılı bölgede yağışların az olduğu bir dönemdir. 2015 yılında yağışlı dönem ile birlikte bu alandaki kuyu artezyen yapmıştır. Mayıs 2014-Şubat 2016 verilerine göre, İldırı 10 kuyusunda Mayıs-2014 ayından Mayıs 2015 dönemine kadar yükselim eğilimindedir. Bu aydan sonra ise özellikle sonbahar dönemine kadar düşüm devam etmiş ve kış döneminde bir önceki seviye mertebesine yükselmiştir. Kurak dönemlerde su seviyesi 5 m seviyesine inmiştir. Kuyuda yaklaşık olarak 4 m'lik bir düşüm görülmektedir (Şekil 8.42). 106 nolu kuyuda ise kurak dönemin başlangıcında yeraltı suyu seviyesinin düşmeye başladığı görülmektedir. Bu kuyunun statik su seviyesi 40 m'dir (Şekil 8.43). 103 nolu kuyunun statik seviyesi yaklaşık olarak 34 m civarındadır. Kurak dönemlerde kuyunun dinamik seviyesi 42 m'ye çıkmaktadır. Üretim halinde olan bu kuyudan çekim yapılması ile su seviyesinin 2 m kadar düştüğü görülmektedir (Şekil 8.44). Kuyunun aralıklı çalıştığı ve Ocak ayından sonra ise çekimlerin azalmasına bağlı olarak yükselime geçtiği görülmektedir.



Şekil 8.42. İldırı 10 nolu kuyudan diver ile kaydedilen seviye değişim grafiği

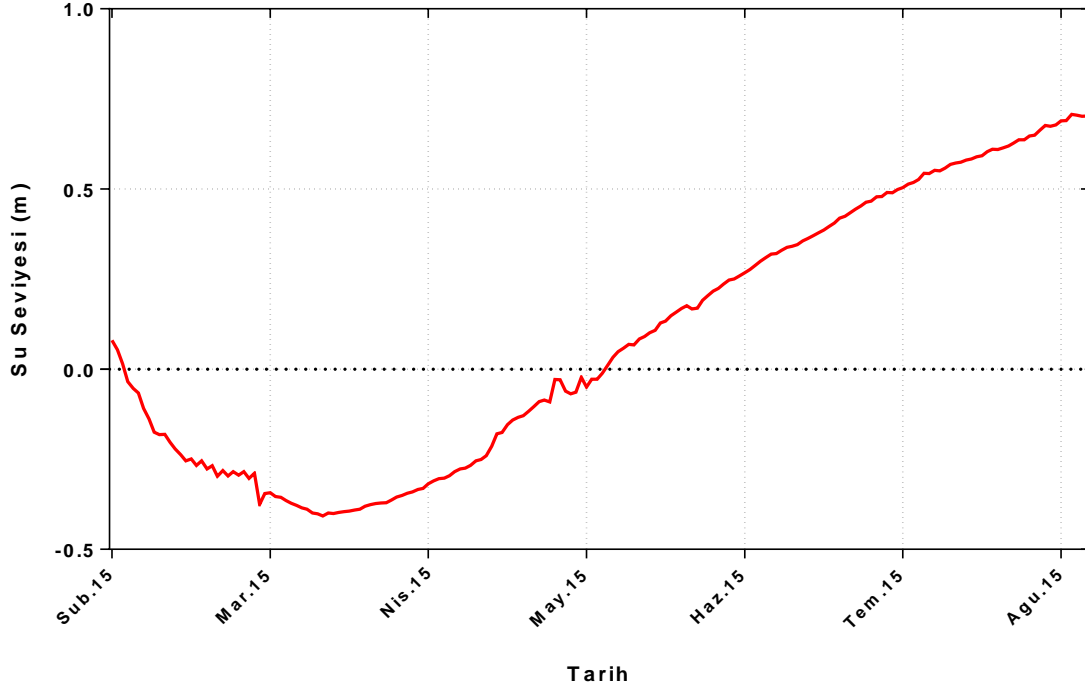


Şekil 8.43. İldırı I06 nolu kuyudan diver ile kaydedilen seviye değişim grafiği

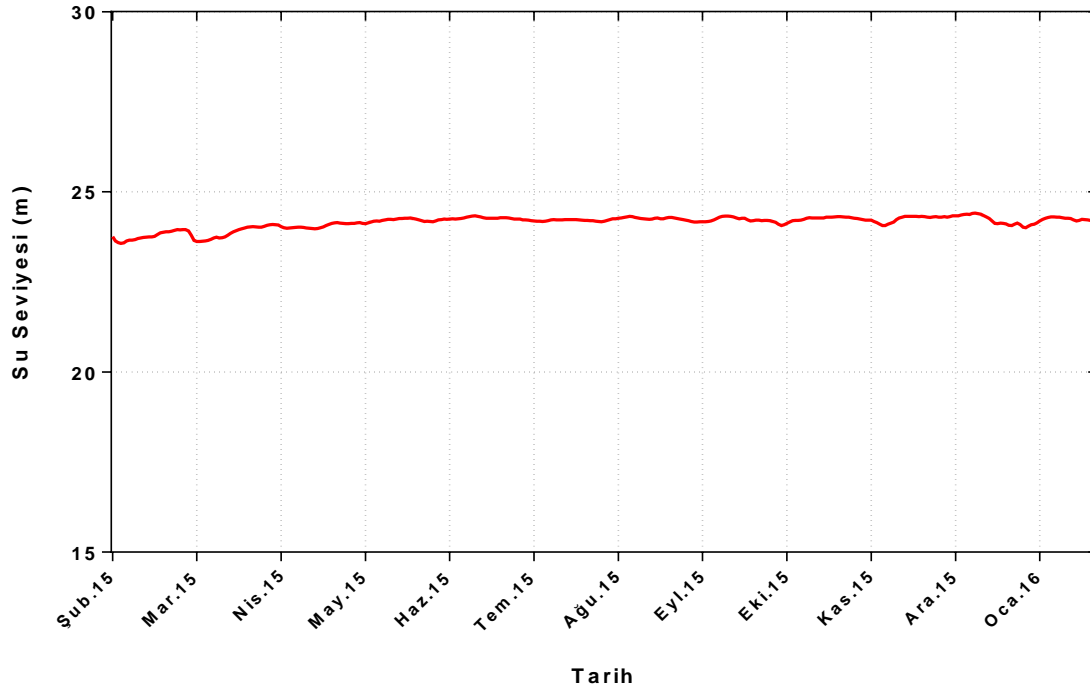


Şekil 8.44. I03 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014 - Şubat 2015 tarihleri arasında su seviyesi değişimi

Diğer bir kuyu ise ISK-3 ve ISK-4 nolu kuyulardır (Şekil 8.45 ve Şekil 8.46). Bu kuyular İldırı kaynaklarının bulunduğu bölgeye araştırma amaçlı açılmış ve seviye izlenmiştir. ISK-3 nolu kuyuda kurak dönemde 0,6 m'ye yakın bir düşüm izlenirken, ISK-4 nolu kuyuda seviyede önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. ISK-4 nolu kuyu üretim ve diğer araştırma kuyulardan farklı bir doğrultudadır. ISK-4 nolu kuyunun statik su seviyesi 24 m'dir.

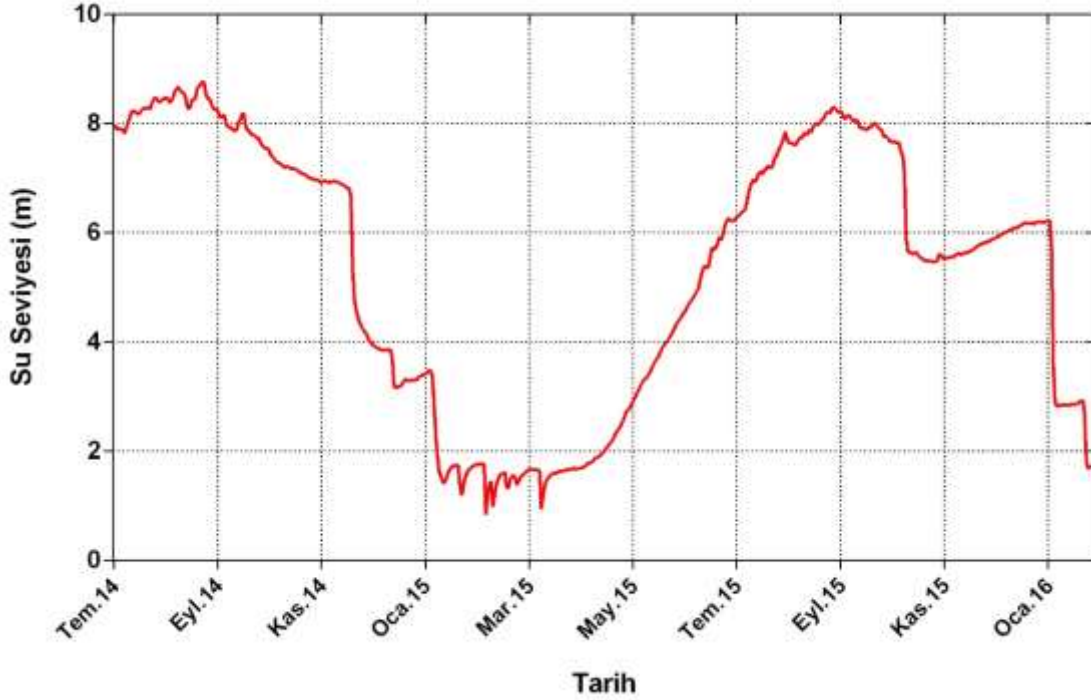


Şekil 8.45. ISK-3 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Eylül 2015 tarihleri arasında su seviye değişimi



Şekil 8.46. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Şubat 2016 tarihleri arasında su seviye değişimi

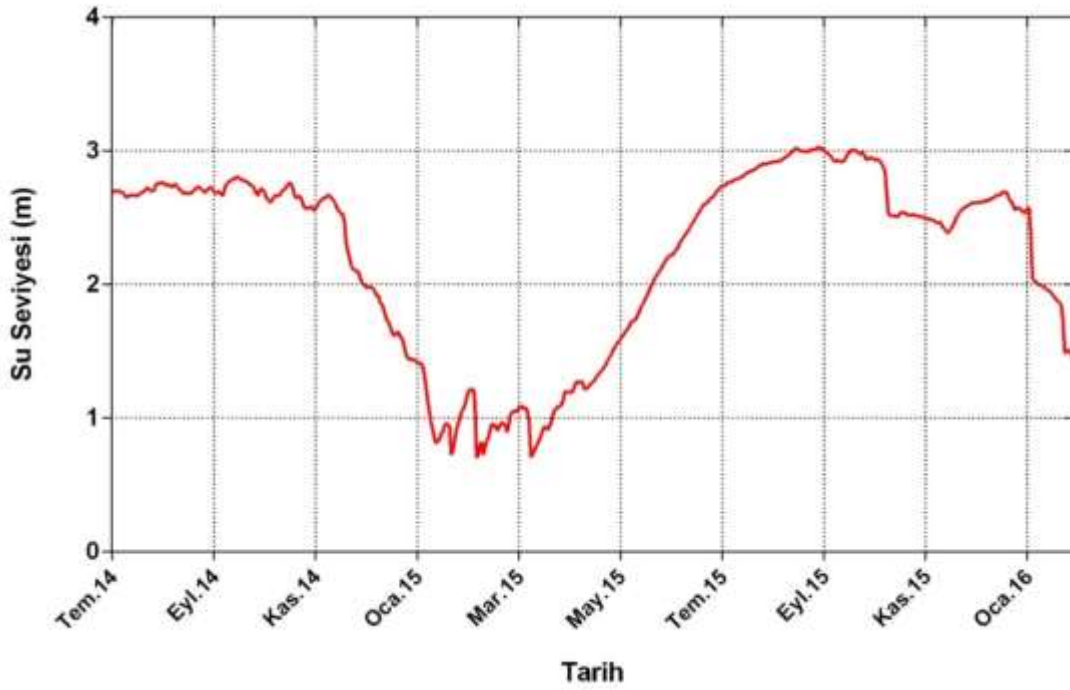
Diğer bir yeraltı suyu seviye gözlem noktası ise Güzelkent kuyusudur. Bu kuyuda Temmuz 2014 dönemi ile Şubat 2016 arasında seviye değişimi izlenmiştir (Şekil 8.47). Buradan alınan seviyenin Ocak-Mart dönemi yani yağışlı döneme kadar yükseldiği, bu dönemden sonra Temmuz ayına kadar bir düşüm eğiliminde olduğu anlaşılmıştır. Eylül ayından sonra tekrar yükselime geçmiştir. Buradaki seviye değişimine göre yaz aylarında su ihtiyacının artmasına bağlı olarak seviyenin düştüğü, yağışlı dönemden sonra ise yağışlardan beslenimin artması ve su ihtiyacının azalmasına bağlı olarak seviyenin yükseldiği görülmektedir.



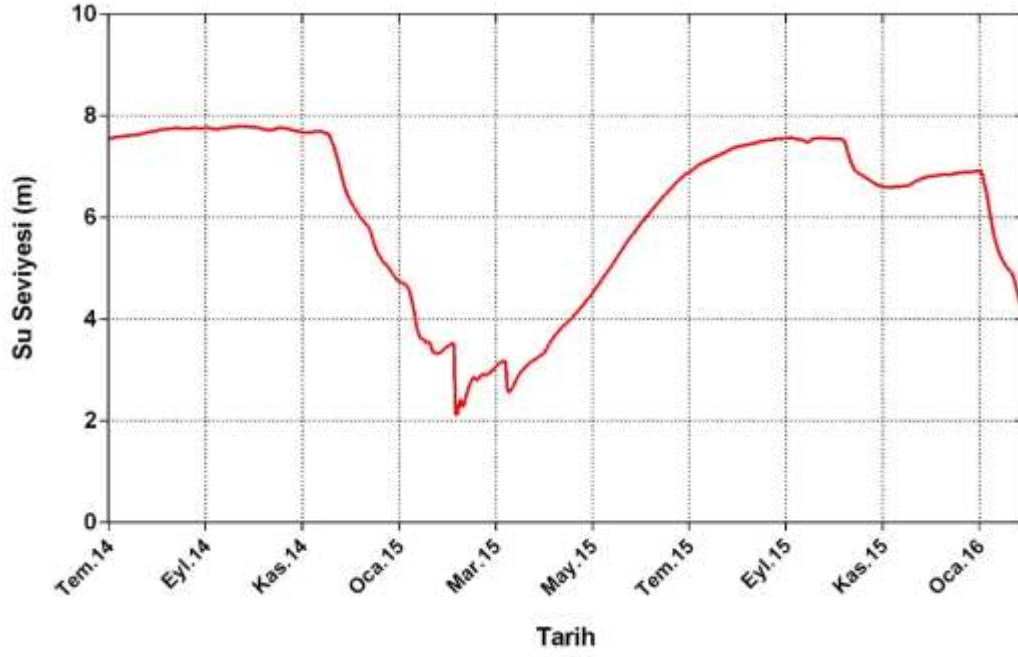
Şekil 8.47. Güzelkent kuyusunda diver seviye değişim grafiği

Yeraltı suyu seviyelerinin izlendiği diğer bir alan ise Karareis alüvyon akiferinde (kıyı akiferi) açılmış olan araştırma kuyularıdır. Önceki bölümlerde taneli birim olarak anlatılan akiferin gözenekli yapıda olması nedeniyle diğer kuyulardan elde edilen seviye değişimine göre keskin olmayan düşüm ve yükselim eğilimindedir. Özellikle, Kasım 2014 ile Ocak 2015 arasında yükselim göstermekte ve seviyelerde 1,5 m'lik artışlar olmaktadır. Ancak Mart ayından sonra seviyede düşüm başlamakta ve bu düşüm Eylül ayına kadar devam etmektedir. Eylül ayı sonunda tekrar yükselim göstermektedir (Şekil 8.48). SK-1 nolu kuyuda Kasım 2014 ile Kasım 2015 aynı dönemdeki seviyelere bakıldığında Kasım 2015 döneminde 0,2 m'lik bir yükselim söz konusudur. Karareis alüvyon akiferde açılmış olan SK-3 ve SK-7 nolu kuyuda izlenen seviye yağışlı dönemde yükselim, kurak dönemde ise düşüm şeklinde kendini göstermektedir (Şekil 8.49 ve 8.50). Bu düşüm bazı kuyularda 6 m iken bazı kuyularda 14 m'ye kadar ulaşmaktadır. SK-7 kuyusu hem yağışlardan hem de aşırı çekimden etkilenmektedir. SK-7 kuyusunun yakın çevresinde yoğun tarım yapılmaktadır. Bu nedenle bu alanda açılmış olan sulama amaçlı üretim kuyusunun faaliyete geçmesi ile su seviyelerinde düşmeler olmaktadır. Örneğin alanda Ocak 2016 yılında sulama yapılmadığında kuyunun statik seviyesi yükselmiştir. SK-8 nolu kuyuda ise dalgalı bir seviye izlenirken, yağışlı dönemde hızlı bir yükselim ile seviye topografyaya

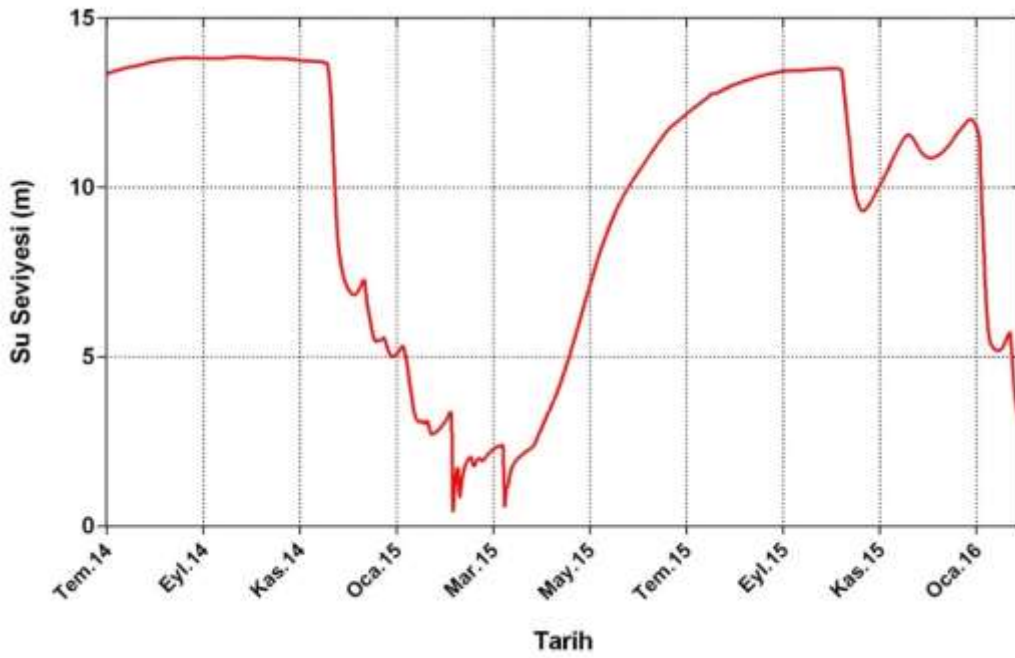
yaklaşmaktadır (Şekil 8.51). Karareis alüvyon akiferde açılan bu kuyuların seviye değişimleri genel olarak akiferin beslenme ve boşalım mekanizması hakkında fikir vermektedir. Bölgede sınırlı sayıda kuyu ile çekim yapılmaktadır. Bu bağlamda boşalım genel olarak denize gerçekleşmektedir. Yağışlı dönemde özellikle denize yakın kuyularda artezyen konumuna geçecek kadar seviyede yükselim gözlenmektedir. Kurak dönemde ise yağışın ve beslenmenin yetersizliği nedeniyle düşümler gerçekleşmektedir.



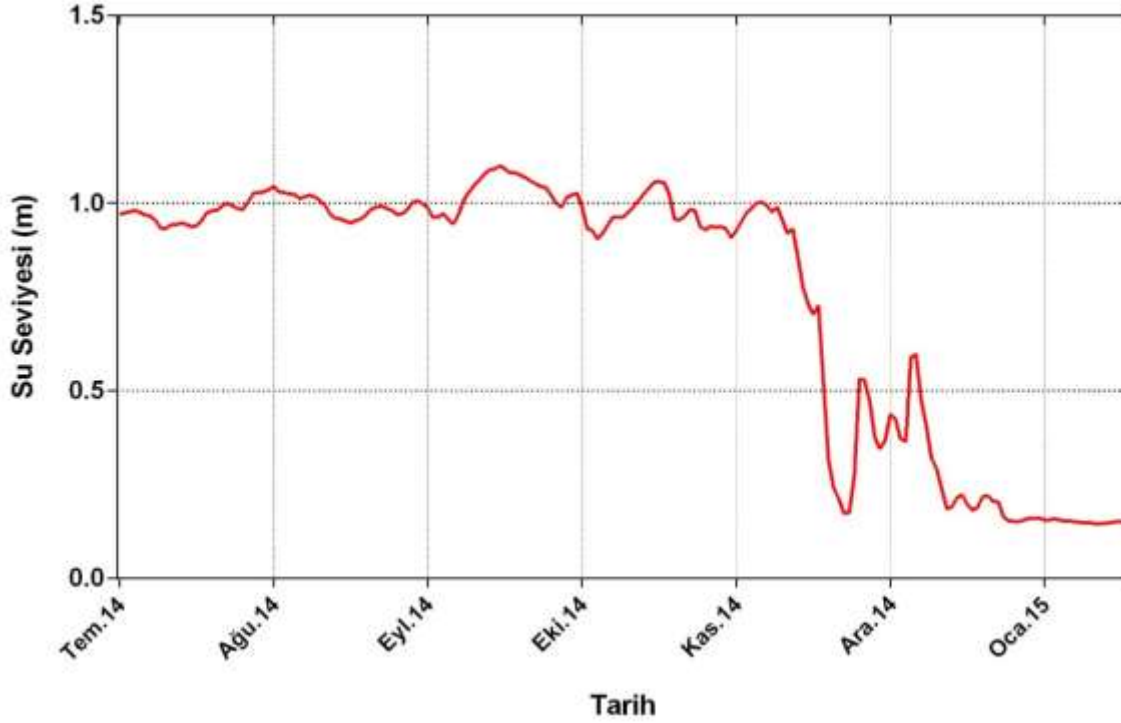
Şekil 8.48. Karareis SK-1 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği



Şekil 8.49. Karareis SK-3 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği

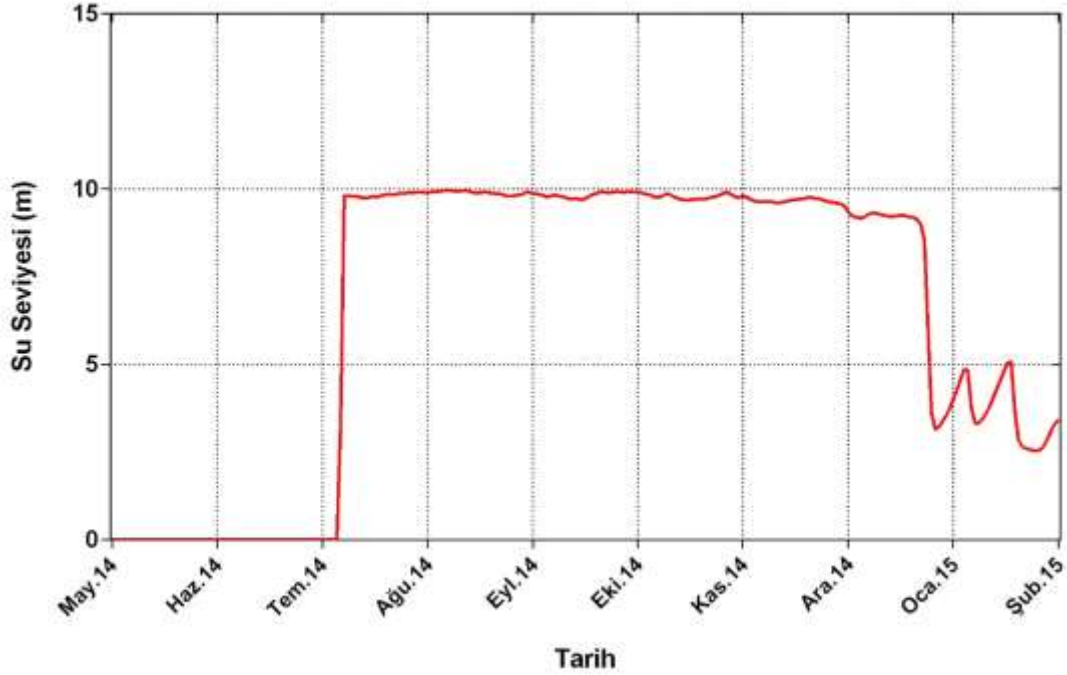


Şekil 8.50. Karareis SK-7 nolu kuyudan alınan seviye değişim grafiği



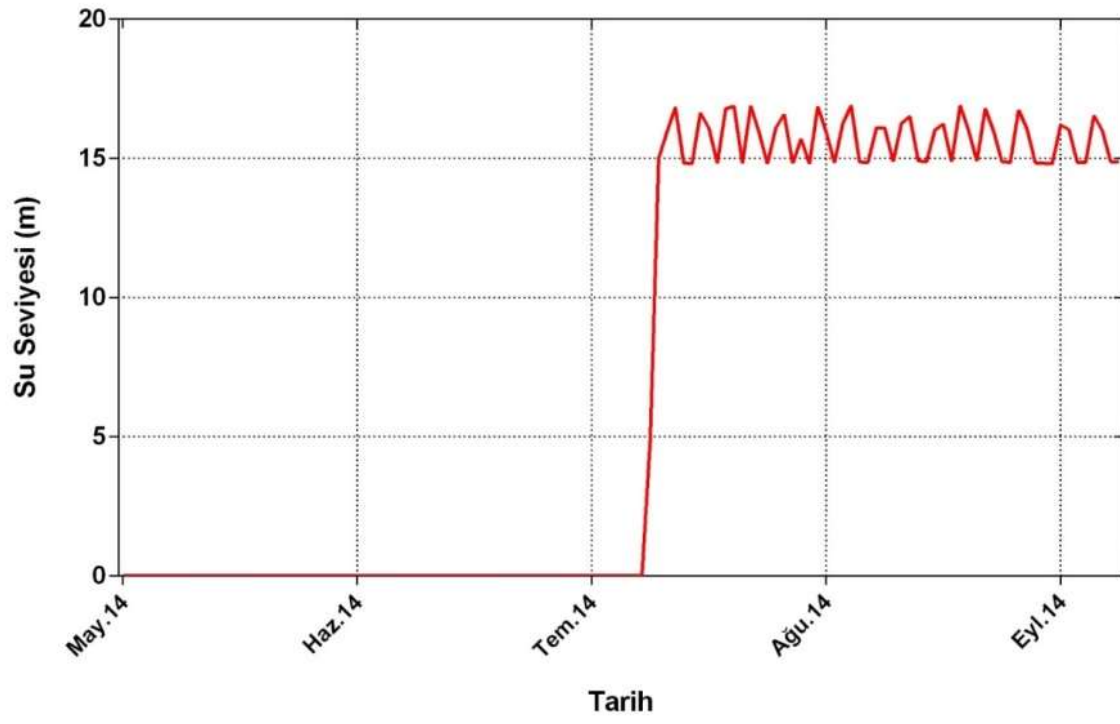
Şekil 8.51. Karareis SK-8 nolu kuyudan alınan seviye değışim grafiği

Yeni Liman (Karaburun) gözlem kuyusuna yakın aynı doğrultu üzerinde içme suyu amaçlı kullanılan üç adet kuyu (Yeni Liman, Haseki ve Sarpıncık içme suyu kuyuları) bulunmaktadır. İlk üç ay teknik nedenlerden dolayı veri alınamamıştır. Temmuz 2014-Şubat 2015 verilerine bakıldığında ise, kuyuda Kurak dönemde (Temmuz 2014-Aralık 2014 arası) su seviyesinin 10 m civarlarında olduğu, yağışlı dönemlerde ise su seviyesinin 2 m'lere yaklaştığı görülmektedir. Bu alandaki üretim kuyuları aralıksız olarak çalışmaktadır. Kış döneminde su çekiminin azalmasına bağlı olarak yükselime geçtiği anlaşılmaktadır (Şekil 8.52).



Şekil 8.52. Yeni Liman (Karaburun) gözlem kuyusundan alınan seviye değişim grafiği

Körfez (Mordoğan) bölgesindeki kuyu bir üretim kuyusudur. Bu alanda iki adet kuyu bulunmaktadır. Yaz ayları kuyusu verisi diğer kuyulara göre farklı bir davranış sergilemektedir (Şekil 8.53). Temmuz- Eylül 2014 tarihleri arasında bu kuyuda her saatte veri alınmıştır. Kuyudaki seviye değişimleri kuyunun çalıştırılması ile ilgilidir. Kuyunun verimi yüksektir. Statik su seviyesi 15m civarındadır. Kuyu çalıştırılması ile kuyuda yaklaşık 1m'lik bir düşüm olmaktadır. Kuyu otomatik olarak çalışmaktadır. Depoya gönderilen suyun yeterli geldiği durumda kuyu durmaktadır. Hem Yeni Liman hem de Körfez bölgesindeki kuyulara CTD (iletkenlik, sıcaklık ve derinlik) diver yerleştirilmiştir. Her iki alanda yazın iletkenlik değerlerinde önemli bir değişim görülmediği için buradaki CTD diverlar Karareis ve İldırı bölgesine taşınmıştır.



Şekil 8.53. Mordoğan kuyusu seviye değişim grafiği

8.4 İzleyici Testleri

Yeraltı suyu hareketlerinin ve akiferdeki kirletici taşınım özelliklerinin saptanması amacıyla yeraltı suyu izleme teknikleri çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla doğal ve yapay izleyiciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal ve renkli izleyicilerden uzun süreden beri yararlanılmaktadır. Özellikle renkli izleyici çalışmalarında da son yıllarda büyük gelişmeler sağlanmıştır. İzotop ve spor izleyiciler ise yeni geliştirilmiş tekniklerdir. Bu proje kapsamında ise yeraltı suyunun akım yönü ve hızını belirlemek amacı ile Karareis bölgesinde izleyici çalışmaları yapılmıştır. Yapılan izleyici çalışmaları ile ilgili bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

8.4.1 İzleyici Miktarı ve Ölçüm Hesaplamaları

Yüzey veya yeraltı suyunu izleme çalışmalarında boya miktarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Boya miktarının belirlenmesinin önemi, su örnekleme noktasına veya başka bir deyişle boya gözlem noktasına ölçüm aleti ile belirlenebilecek miktarda boyanın ulaşmasını sağlamaktadır. İzlemede kullanılacak boyanın miktarı; boyanacak su kütlesinin büyüklüğüne, akış hızına, boya enjeksiyon noktası ile boya gözlem noktası arasındaki mesafeye, ortamın jeolojik özelliğine vb. gibi faktörlere bağlıdır. Çoğu durumda akış hızı, su kütlesinin büyüklüğü gibi bilgiler izleme deneyi öncesi tam belirlenemese de, bu parametreler için tahmini değerler kullanarak boya miktarının hesaplanmasında yarar vardır. Birçok araştırmacı tarafından izleme deneyinde kullanılacak boya miktarını hesaplamaya yönelik değişik parametreler içeren eşitlikler türetilmiştir (Doğdu ve Yiğitler, 2010).

Aley ve Fletcher, (1976) tarafından kırıklı-çatlaklı ortamda gelişen yeraltı suyu akım sisteminde kullanılacak boya miktarını belirlemek için aşağıdaki eşitlik geliştirilmiştir.

$$M = 1,478 \left(\frac{LQ}{V} \right)^{0,5} \quad (8.1)$$

Burada:

M : kullanılacak floresein boya miktarı (kg),

L : boya enjeksiyon noktası ile boya gözlem noktası arasındaki mesafe (km),

Q : çıkış noktasındaki debi (m³/s),

V : yeraltı suyu akım hızıdır (m/saat).

Belirlenen boya kuyuya enjekte edildikten sonra boya gözlem noktalarından belirli zaman aralıklarıyla flourometre adı verilen cihazlarla yeraltı sularındaki boya miktarı ölçülmektedir. Yüzey ve yeraltı suyu çalışmalarında yaygın olarak rodamin-WT (Rhodamine- WT, kimyasal formül: $C_{29}H_{29}N_2O_5ClNa_2$) ve uranın (sodyum floresein, kimyasal formül: $C_{20}H_{12}Na_2O_5$) boyları kullanılmaktadır. Proje çalışmalarında uranın kullanılmıştır.

Yüzey veya yeraltı suyuna verilen izleyicinin tamamı gözlem noktasından gözlenirse bu iki nokta arasında % 100 ilişki vardır denebilir. Ancak izleyicinin sedimanda tutulması, izleyicinin değişik akım yollarını kullanarak örnekleme noktasına gelmemesi gibi durumlardan dolayı birçok çalışmada % 100 izleyici geri kazanımı (tracer recovery) mümkün olmamaktadır. İzleyici geri kazanımının aşağıda Gaspar (1987) tarafından önerilen denklem veya zaman-izleyici derişim grafiği altında kalan alan hesaplanarak bulunabilir.

$$M = \int_0^{\infty} Q(t)C(t) dt \quad (8.2)$$

Burada:

M: gözlem/ölçüm noktalarından geri kazanılan izleyici miktarı,

Q: debi,

C: t zamanındaki izleyici derişimidir.

Eğer debi (Q) sabit ise Eşitlik 8.2 aşağıdaki gibi olur.

$$M \int_0^{\infty} C(t) dt \quad (8.3)$$

8.4.2 İnceleme Alanında İzleyici Kullanımı

İnceleme alanında izleyici çalışmaları için iki adet kuyu yeri (SK-2 ve Gözlem kuyusu (GK)) uygun bulunmuş ve seçilmiştir. Söz konusu gözlem kuyusu alanın orta kesimlerinde yer almaktadır ve SK-2 ile aralarındaki mesafe izleyici testleri için uygun değerdedir. İki kuyu arasındaki mesafe 60 m'dir. GK kuyusunun derinliği 12 m ve statik seviyesi 8 m'dir. İki kuyu arasında kot farkı 0,53 m'dir. SK-2 kuyusunun debisi 2 L/s'dir. İzleyici SK 2 nolı kuyuya bırakılmış ve GK kuyusundan izlenmiştir. Eşitlik 8.1'den yararlanılarak izleyici miktarı belirlenmiştir. GK kuyusunda 1,948 kg % 85'lik sodyum floresein, $C_{20}H_{12}O_5Na_2$ (uranin) kullanılmıştır. 1,948 kg'lık % 85'lik sodyum floresein, 50 lt su ile çözdürülerek SK-2'ye

boşaltılmıştır (Şekil 8.54). Bu çalışma kapsamında, Turner Designs Marka C3 Sualtında kalabilir Fluorometer cihazı kullanılmıştır. Cihaz 3 kanallıdır. Bu cihaz 600 m kadar derinlikte ölçüm alabilir özellikte olup, 64.000 veriyi depolama özelliğine sahiptir.

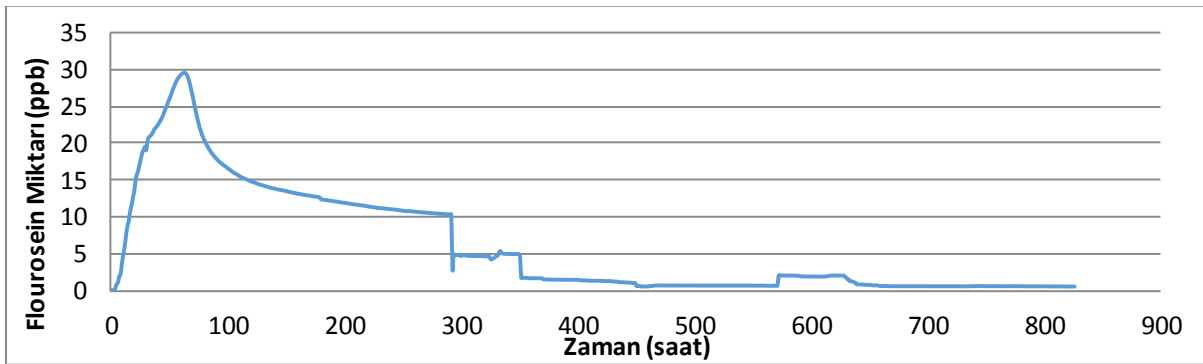
Yaklaşık 5 hafta (35 gün) boyunca GK kuyusuna yerleştirilen cihaz her saat başı otomatik olarak izleyici miktarını ölçmüştür (Şekil 8.55). Bu ölçümler sonucu kuyularda gözlenen boya konsantrasyonu günlük bazda Şekil 8.56'de verilmiştir. İzleme deneyi başında, SK-2 kuyusuna enjekte edilen 1,948 kg % 85'lik sodyum floresein miktarının ancak 0,035 kg mertebesindeki bir kısmı GK noktasında gözlenmiştir. Elde edilen verilere göre izleyici verildikten 4 gün sonra izleyici miktarının ancak % 2,17'si izleme kuyusunda görülebilmektedir. Testin yapıldığı alan ağırlıklı olarak taneli birimleri içermesine rağmen yer yer killi seviyelerde içermektedir. Bu nedenle, diğer izleyici miktarı hidrojeolojik sistemde farklı yönlere gitmesi ile birlikte bir kısmının da killer tarafından tutulmuş olabilir. SK-2 kuyusundaki çakılların etkin porozitesi yaklaşık 0,25'tir. İzleyici testi sonucunda elde edilen veriler bu alandaki birimlerin geçirimsizlik katsayısının $4,9 \times 10^{-3}$ m/s olarak olduğunu göstermektedir. Bu büyüklükteki hidrolik iletkenlik katsayısı (K) değeri, Bear (1988) göre alanın "geçirimsiz, iyi boylanmış çakıllı, iyi akifer" olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 8.54. Karareis'te yapılan izleyici deneyleri



Şekil 8.55. İnceleme alanında izleyici testinin yapıldığı gözlem kuyusundan görünüm



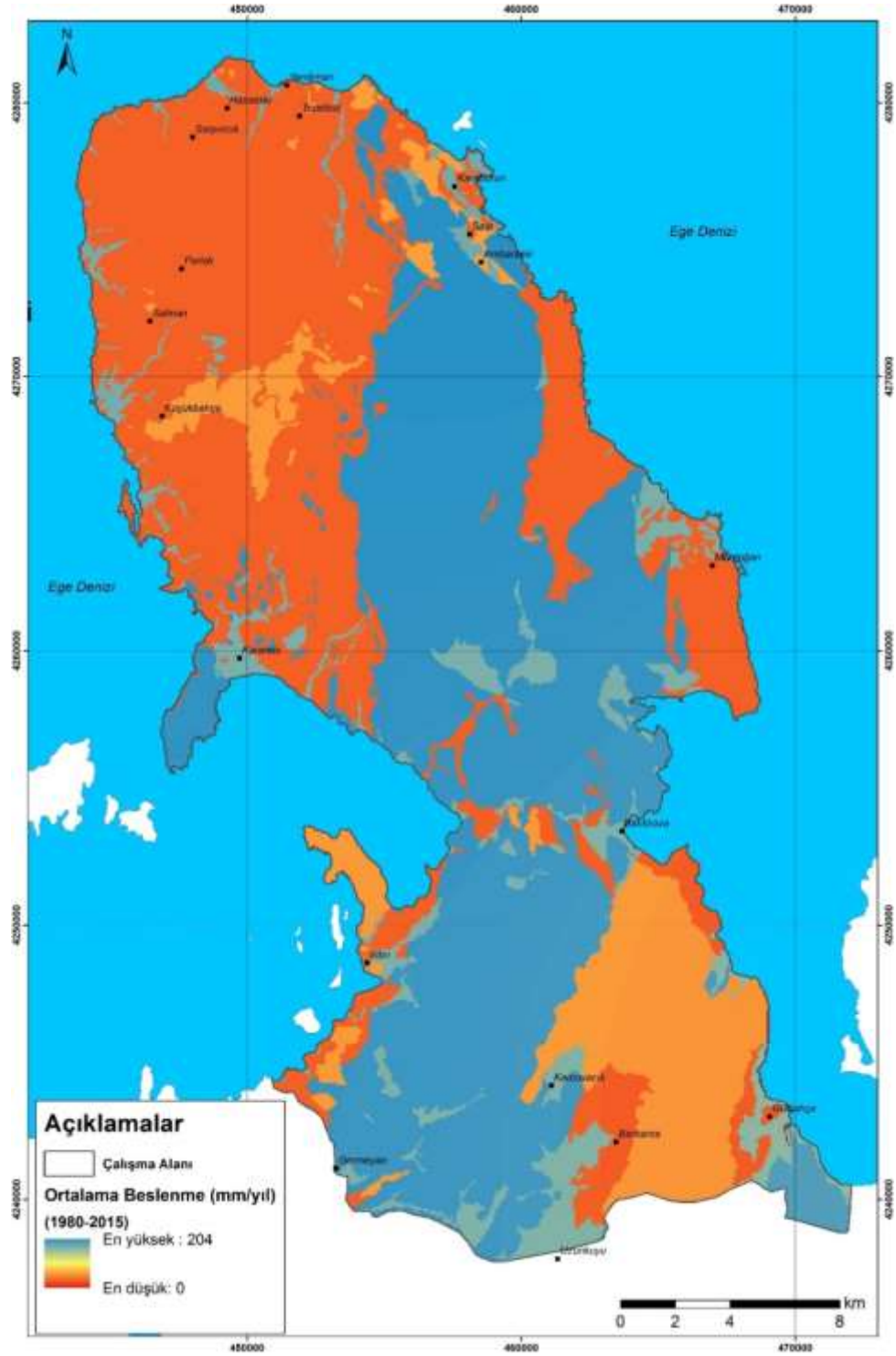
Şekil 8.56. Zamana karşı ölçülen izleyici derişim toplu olarak değerlendirilmesi

8.5 Yeraltı Suyu Bütçesi

8.5.1 Beslenme

Çalışma alanında yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi, akifer sistemin beslenme ve boşalım mekanizmasının ortaya konulması açısından en önemli parametrelerden biri beslenme haritasının üretilmesidir. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında elde edilen veriler ve DSI tarafından daha önceden bölgede yapılan bütçe çalışmalarında ele alınan beslenme miktarları baz alınarak jeolojik birimlere ilişkin beslenme miktarları belirlenmiştir (DSİ, 1993). Birim bazında elde edilen beslenme miktarı ise hidrojeoloji haritası baz alınarak CBS ortamında yeraltı suyu beslenme dağılım haritası üretilmiştir.

Beslenme miktarının belirlenmesinde yeraltı suyu kütlelerinin su tutma özellikleri dikkate alınmıştır. Alanda yaygın gözlenen karbonatlı birimler için beslenme değeri olarak yağışın % 35'inin yeraltına süzüldüğü kabul edilmiştir. Ayrıca, karbonatlı kayaların akıştan beslenme miktarının belirlenmesi için yağışın % 20'si ve bu miktarının da % 10'unun yeraltı suyuna süzüldüğü kabulü yapılmıştır (DSİ, 1993). Bununla birlikte, alüvyonlar için ise yağıştan süzülme değeri % 30 olarak kabul edilmiştir. Birimlere göre elde edilen beslenme değerleri kullanılarak CBS ortamında haritalandırılmış ve beslenme haritası üretilmiştir. Beslenme haritası için yukarıda bahsedilen her yeraltı suyu kütlesi için elde edilen beslenme değeri atanmıştır. Geçirimsiz ve sınırlı yeraltı suyu bulduran birimler için yağıştan % 5 oranında süzülme değeri atanmıştır. Bu değerlere göre yapılan interpolasyon ile elde edilen beslenme haritası Şekil 8.57'de sunulmuştur. Şekil 8.57'de görüleceği üzere en yüksek beslenme değeri karbonatlı birimlerde gerçekleşmektedir. Diğer kesimlerde yani geçirimsiz ve yarı geçirimli birimlerde beslenme değeri oldukça düşüktür.



Şekil 8.57. CBS ortamında hazırlanmış yeraltı suyu beslenme dağılım haritası

Çalışma alanında en geniş alanı kaplayan karstik kaya kütlelerinin alanı 469 km^2 olup, yağıştan beslenme değeri olan 204 mm ile çarpıldığında $95.676.000 \text{ m}^3$ bir yeraltı suyu beslenmesi elde edilmektedir. Bunlara ek olarak diğer önemli bir yeraltı suyu kütlesi ise taneli birimlerdir. Taneli birimlerin alanı ise 56 km^2 olup, 120 mm 'lik yağıştan süzölmeye karşılık $6.720.000 \text{ m}^3$ 'lük bir beslenme değeri karşımıza çıkmaktadır. Karstik ve taneli birimlerden toplam yeraltı suyu beslenimi $102.396.000 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Karaburun Yarımadası'nda DSİ (1993) tarafından yapılan hidrojeolojik etüt çalışmalarında kuzey Karaburun kesimindeki karbonatlı birimlerin yağıştan beslenim miktarı $40.000.000 \text{ m}^3$ olduğu hesaplanmıştır. Yine DSİ (1993) tarafından orta ve güney Karaburun Yarımadası için hesaplanan beslenim değeri ise $41.400.000 \text{ m}^3$ 'tür. Bu bağlamda önceki çalışmalarda karbonatlı birimler için toplam beslenim değeri $81.400.000 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise karbonatlı birimlerin yağıştan beslenim değeri $95.676.000 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Bu proje kapsamında Neojen kireçtaşları da karbonatlı birimler içerisinde dâhil edilmiştir. Bu bağlamda hesaplanan bütçe daha önceki DSİ tarafından belirlenen beslenim miktarından yüksek gözükmesine rağmen tüm karbonatlı birimler ele alındığından çıkan sonucun tutarlı olduğu düşünülmektedir.

8.5.2 Boşalım ve Çekim

Karaburun Yarımadası'nda doğal boşalım ve suni çekim ile yeraltı suyu boşalımı gerçekleşmektedir. Özellikler, İldırı, Gerence, Kaynarınar, Karareis, Saip, Kapuzca, Esendere, Çullu, Hisarcık, Manastır, Pençepınar kaynaklarından önemli miktarda boşalım gerçekleşmektedir. İldırı kaynak boşalımı ortalama 420 L/s debi baz alındığında $13.245.120 \text{ m}^3$ 'lük bir baz akım boşalımı hesaplanmıştır. Daha önce yapılan DSİ çalışmalarında ise İldırı kaynaklarının baz akımı $11.900.000 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda baz akım değeri daha önceki çalışmalarla aynı mertebede bulunmuştur. Yarımada'nın farklı kesimlerde yer alan kaynaklardan ise yıllık $10.500.000 \text{ m}^3$ bir boşalım gerçekleşmektedir (DSİ, 1993). Buna göre Yarımada'da kaynaklardan gerçekleşen yeraltı suyu boşalım miktarı toplamda $23.745.120 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Karaburun Yarımadası'nda yeraltı suyu, kuyular ile çekim yapılmak sureti ile içme ve kullanma amaçlı tüketilmektedir. İldırı bölgesinde İZSU tarafından hem Çeşme hem de Alaçatı yerleşim yerlerine su sağlayan 8 adet kuyudan 2006-2013 yılları arasında yılda yaklaşık olarak 176 L/s su çekilmektedir (Tablo 8.3). 2014 yılının kurak geçmesi nedeni ile çekim oranı artmıştır. 2014 ve

2015 yıllarında kuyulardan yaz aylarında 200 L/s, kışın ise 130 L/s su çekilmiştir. 2006-2013 verilerine göre yaz aylarında günlük (176 L/s) ortalama 15.206,4 m³ su çekilmektedir. Bu süre dikkate alındığında Ildırı bölgesinden yıllık 5.550.336 m³ yeraltı suyu çekilmektedir. Bu çekim değeri dikkate alındığında Ildırı bölgesi ve çevresinden beslenme değerinin üzerinde yeraltı suyu tüketimi söz konusudur. Çalışma alanının en önemli karstik kaynaklarının olduğu Ildırı bölgesindeki tuzlanma nedenine bütçe ile ilişkisine baktığımızda, Ildırı bölgesi için yağıştan beslenme miktarı 15.000.000 m³ olarak DSİ tarafından hesaplanmıştır. Ildırı kaynaklarından 13.245.120 m³ baz akım ve 5.550.336 m³ çekim yapıldığında 18.795.456 m³'lük doğal boşalım ve suni çekim gerçekleşmektedir. Bu durumda beslenme miktarının üzerinde karstik sistemden çıkış söz konusudur. Çalışma alanında tuzlanmanın önüne geçmek için en önemli planlardan biri olarak çekim yerine baz akımdaki suyun kazanılması olacaktır. Ildırı bölgesinden çekilen yeraltı suyu Çeşme ilçesine içme ve kullanma suyu sağlamaktadır. Çeşme'nin kış nüfusu TÜİK 2012 verilerine göre 35.000 kişi olmasına karşın yaz aylarında 700.000 ile 1.000.000 arasında değişmektedir. Bu bağlamda yaz aylarına Ildırı'dan yeraltı suyu çekim miktarı artmaktadır. Buna paralel olarak nüfusa yeterli su Alaçatı barajından sağlanmaktadır.

Tablo 8.3. 2006-2013 yılları arasında Ildırı kuyularının çekim miktarları (L/s)

Kuyu No	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I0	21	22	22	26	24	24	24	17
I01	43	44	43	44	42	42	38	39
I02	22	23	23	23	22	23	22	22
I03		18	18	18	19	18	18	18
I04			11	11	12	11	11	10
I06	31	20	21	20	20	20	18	19
I07		21	18	20	19	18	17	16
I11		31	36	30	30	30	30	30
Toplam	117	179	192	192	188	186	178	171

Karaburun Yarımadası'nın yaşayan nüfus toplamı 8.799 kişidir. TÜİK verilerine göre kişi başı içme ve kullanma suyu tüketimi 217 L'dir. Yarımada'nın bir turizm alanı olması ve yaz aylarında kullanma suyunun artışı dikkate alındığında kişi başı günlük su tüketimi 300 L olarak ele

alınmıştır. Bu değer dikkate alındığında, Karaburun İlçesinde içme ve kullanma su tüketimi 964.000 m³ su tüketimi karşımıza çıkmaktadır (Tablo 8.4).

Tablo 8.4. Karaburun Yarımadasının yeraltı suyu bilanço değerleri

Beslenme	m ³	Çekim ve Boşalım	m ³
Kireçtaşlarından	95.676.000	İldırı Çekim (Çeşme için)	5.550.336
Alüvyonlardan	6.720.000	İldırı Baz Akım	13.245.120
		Yerleşim Yeri Su Tüketimi	1.785.250
		Sulama Suyu Tüketimi	2.620.800
		Karaburun Yarımadası Denize Boşalım	79.194.494
Toplam	102.396.000	Toplam	102.396.000

Diğer önemli bir su tüketim merkezi ise Yarımada'da İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gülbahçe ve Balıklıova mahalleleridir. Bu alanlarda yaklaşık nüfus 7500 olup, tüketilen su miktarı 821.250 m³'tür. Bu verilere göre, Karaburun Yarımadası'nda Çeşme ilçesine çekilen su miktarı da dahil olmak üzere toplam içme ve kullanma suyu tüketimi 7.335.586 m³ olarak hesaplanmıştır.

Karaburun Yarımadası'nda sulama amaçlı 77 kuyuya izin verilmiştir. Bu kuyuların ortalama debisi 2,61 L/s'dir (EK 8.3). Kısmen tatil kesimi olan yarımada da jeomorfolojik yapısı ile sınırlı oranda sulu tarımsal alanı mevcut olup yaklaşık 650 ha'lık bir alanın sulandığı görülmektedir (EK 8.3). Bu durumda DSİ tarafından kullanılan sulama modülü baz alınarak sulama suyu tüketimi hesaplanmıştır (DSİ, 2014). Ele alınan modülde, hektar başına 0,7 litre su kullanımı, sulamanın 100 gün süre ile yapıldığı ve günlük 16 saat süre ile pompanın çekim yaptığı dikkate alındığında sulama suyu tüketimi 2.620.800 m³ olarak hesaplanmaktadır. Yukarıda belirtilen doğal boşalım ve suni çekim miktarları birlikte ele alındığında yarımada da toplamda 23.201.506 m³ su, doğal boşalım ve kuyulardan çekim ile sistemden uzaklaşmaktadır.

Yarımadada kaynak boşalımı ve çekim miktarı olan 23.201.506 m³ su tüketimini toplam beslenim miktarı olan 102.396.000 m³'lük yeraltı suyu besleniminden çıkartıldığında 79.194.494 m³'lük bir yeraltı suyunun akifer sisteminden denize boşalımın gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Karaburun Yarımadası'nın bir yarımada olması ve çevresinin denizlerle kaplı olması nedeniyle yeraltı suyu büyük bir miktarının derin dolaşım sistemi ile denize boşalmaktadır. Özellikle karbonatlı sistemin KD-GB yönlü uzandığı dikkate alındığında boşalımın, Karaburun, Gerence, Balıklova ve İldırı kesimlerinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu noktalarda da varlığı bilinen önemli kaynaklar mevcuttur. Yukarıda belirtilen önemli orandaki yeraltı suyunun kıyıda daha uzaklarda denize boşalımının olduğu düşünülmektedir.

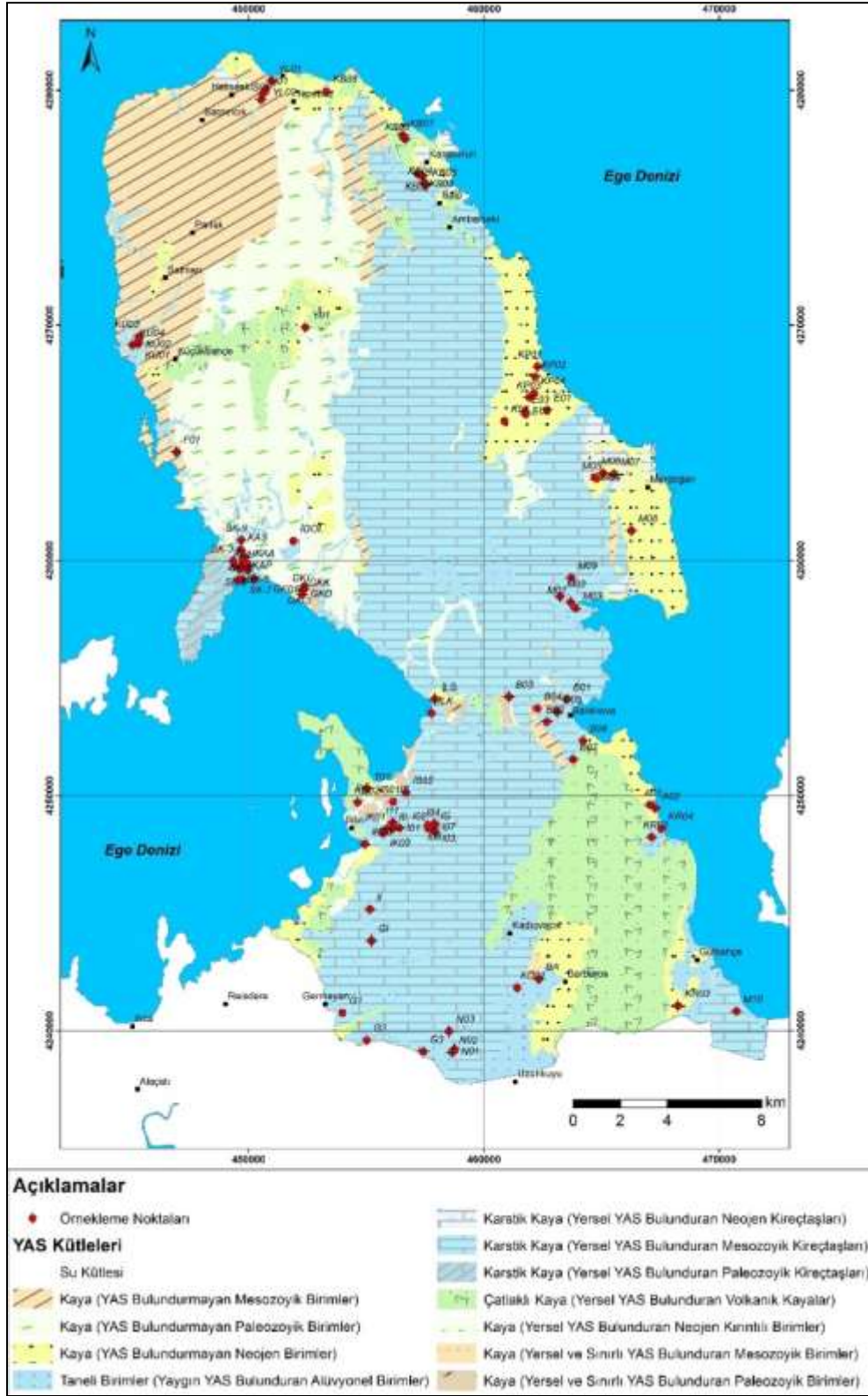
9. HİDROJEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

Proje sahasındaki kaynaklardan ve kuyulardan (içme suyu kuyuları ve gözlem kuyularından) fiziksel ve kimyasal analizler için üç dönem, izotop analizleri için ise iki dönem su numunesi alınmıştır. Örnekleme noktaları mekânsal olarak Yarımada'nın bütün özelliklerini yansıtacak şekilde belirlenmiştir. Yarımada'nın bazı bölgelerinde birbirine yakın olan fakat farklı jeolojik birimlerden su sağlayan noktalar örnekleme için seçilmiştir (Şekil 9.1).

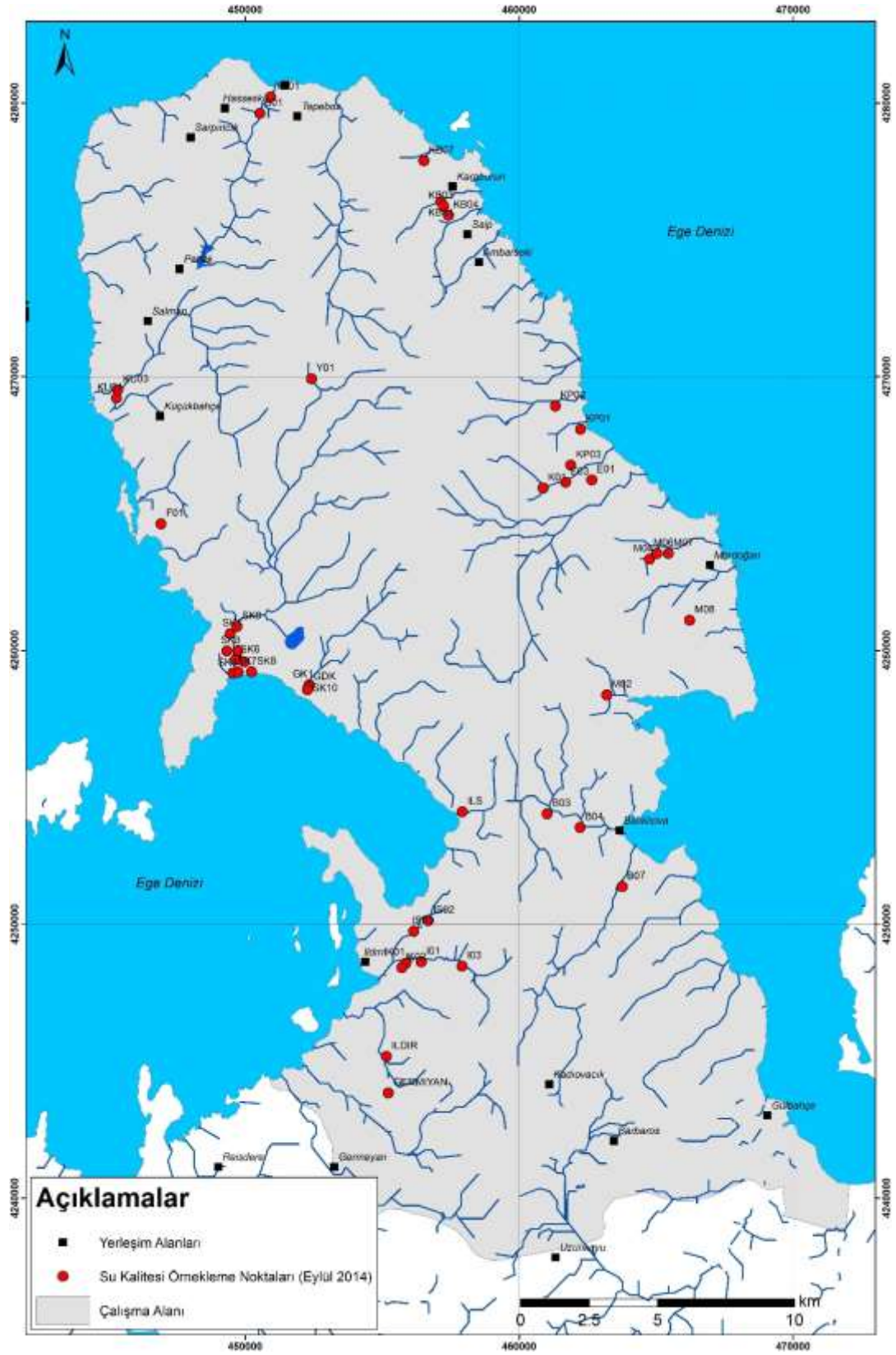
9.1 Fiziksel Parametreler

Tüm kalite örnekleme noktalarında, sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik gibi fizikokimyasal parametre ölçümleri Hach-Lange HQ40D çoklu parametre probu ile yerinde yapılmıştır. Ayrıca gözlem kuyularında, sıcaklık, pH, redoks potansiyeli, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen ve tuzluluk gibi fizikokimyasal parametre ölçümleri ise proje kapsamında alınan YSI600 çoklu parametre probu ile yerinde ölçülmüştür. Kullanılan problemler her ölçüm sonrasında saf su ile yıkanarak temizlenmiş, her arazi çalışmasından önce tampon çözeltileri ile günlük kalibrasyonları yapıldıktan sonra çalıştırılmıştır. Sahadaki su örnekleme, bu çalışmanın önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Ortaya çıkabilecek laboratuvar ölçüm hataları ile laboratuvardaki analiz ve test yöntemlerinden doğabilecek hataların en aza indirilmesi için örnek sayısı ve örnekleme doğru yapılmasına dikkat edilmiştir.

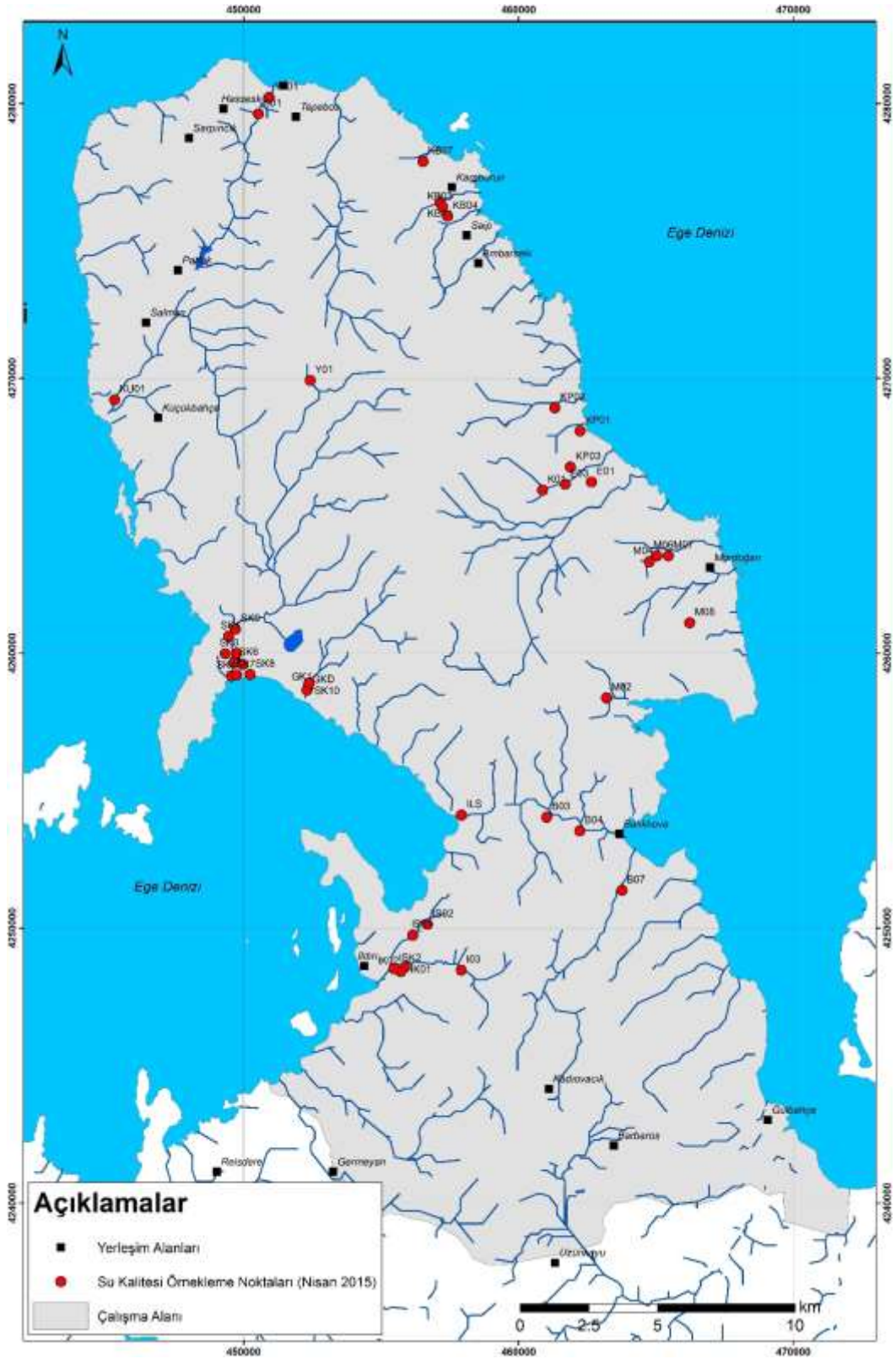
Karaburun Yarımadası'nın jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak üç dönemde su numuneleri alınmıştır. 2014 kurak döneminde 51, 2015 yağışlı döneminde 41 ve 2015 kurak döneminde ise 45 noktada numune alınmıştır (Şekil 9.2). Lojistik sorunlar yaşanan birkaç nokta dışında her dönem aynı noktalardan su numuneleri alınmıştır. İnceleme alanındaki su noktalarında, 2014 kurak ve 2015 yağışlı ve kurak dönemlerinde yerinde ölçülen fiziksel kalite parametre sonuçları EK-9.1'de sunulmuştur. Suların ortalama sıcaklık değerleri 2014 yılı Eylül döneminde 19,9 °C, 2015 yılı Nisan döneminde 18,1 °C ve Eylül 2015'te ise 18,1 °C'dir. Eylül 2014 döneminde suların sıcaklık değerleri 17,3 ile 24,2 °C arasında, Nisan 2015 döneminde 13,6 – 21,4 °C ve Eylül 2015 dönemlerinde ise 13,6 – 21,4 °C arasında değişim göstermiştir. Sıcaklık değerlerindeki bu değişim mevsimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır. İki dönem arasında en yüksek sıcaklık farkı GKD, ISK4 ve SK-9 kuyusunda görülmüştür. Örneklenen yeraltı sularında herhangi bir jeotermal kaynaklı sıcak su girişiminin olmadığı bilinmektedir.



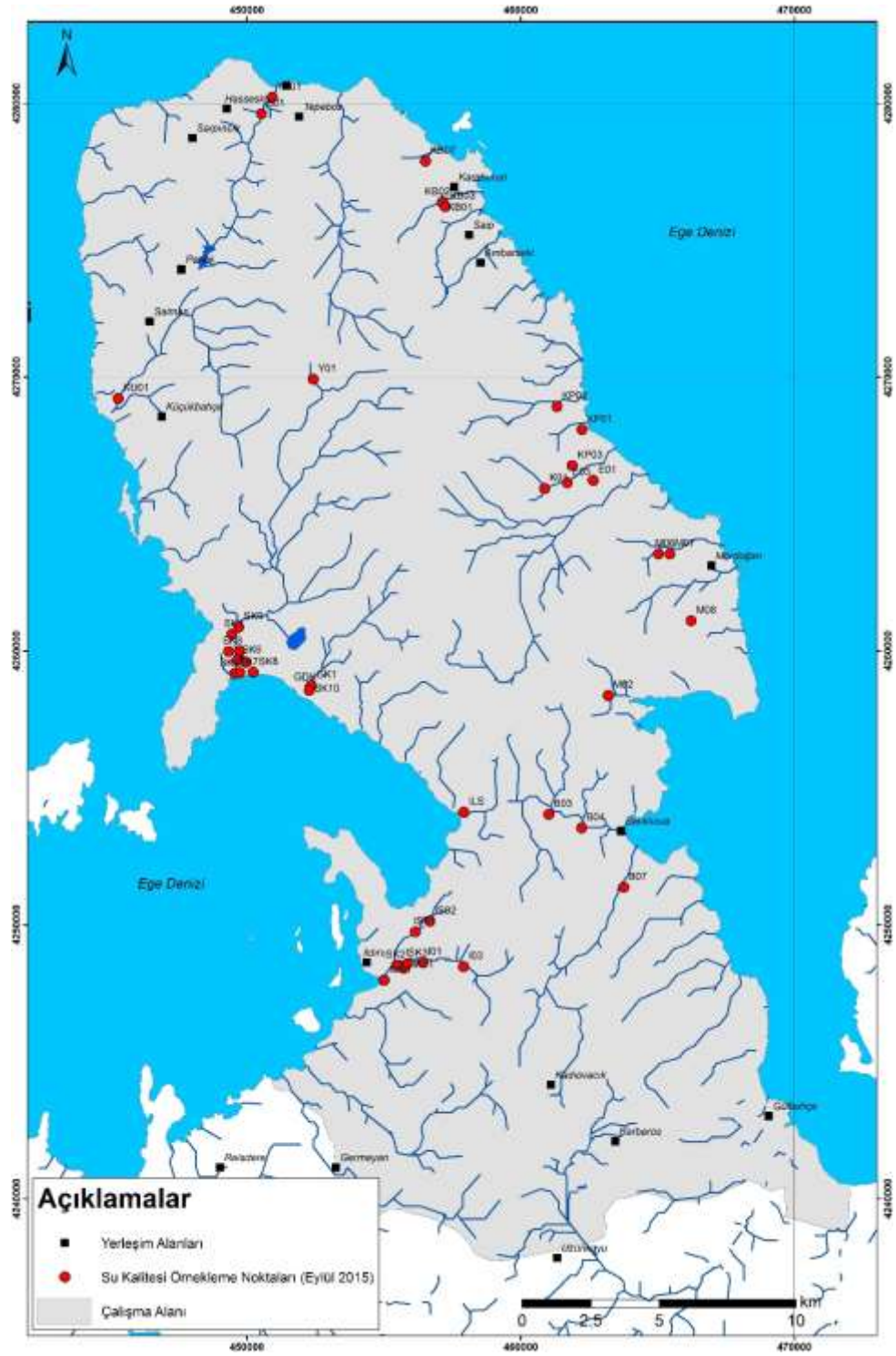
Şekil 9.1. Karaburun Yarımadası'nda incelenen su noktaları



(a)



(b)

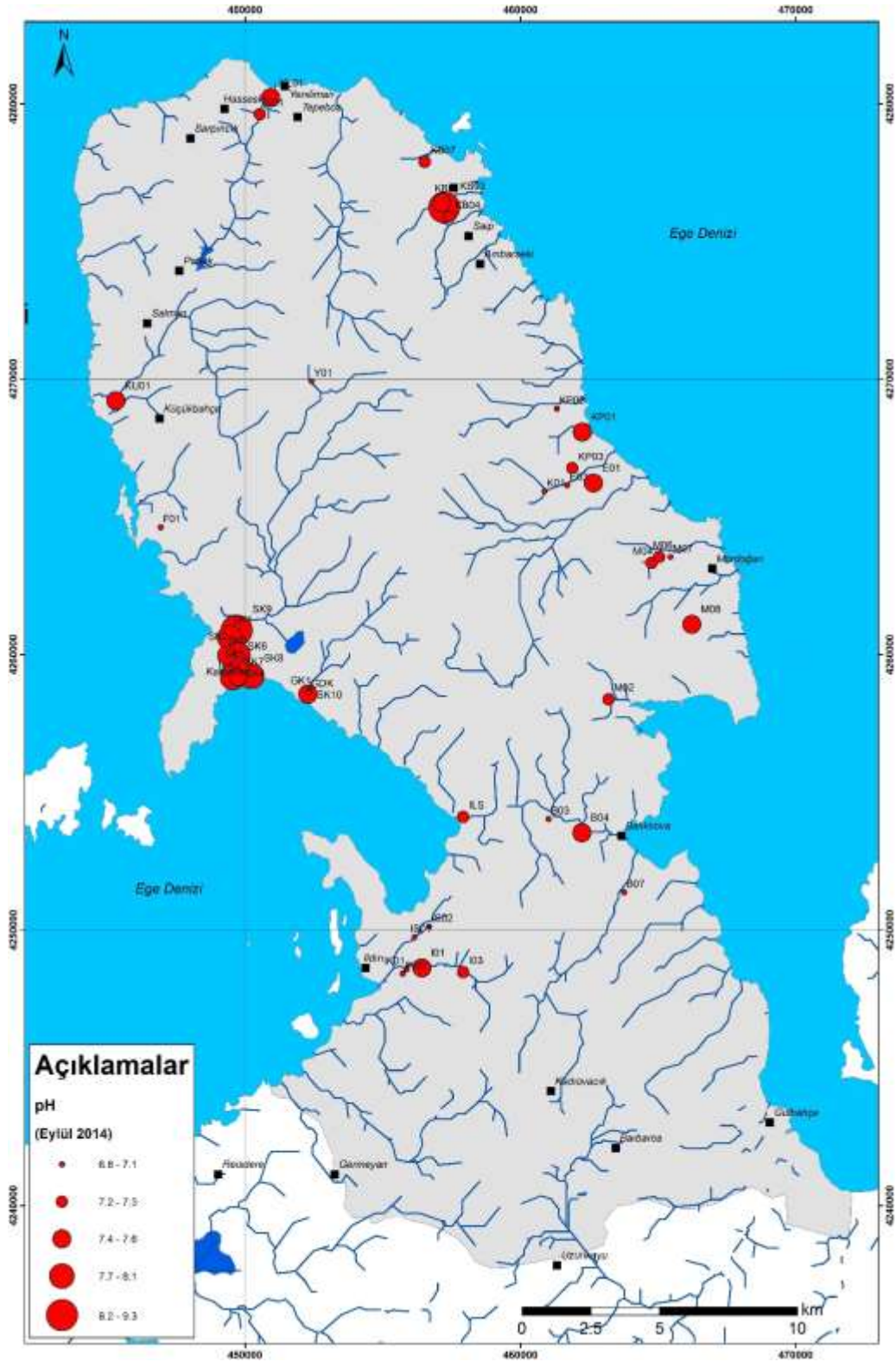


(c)

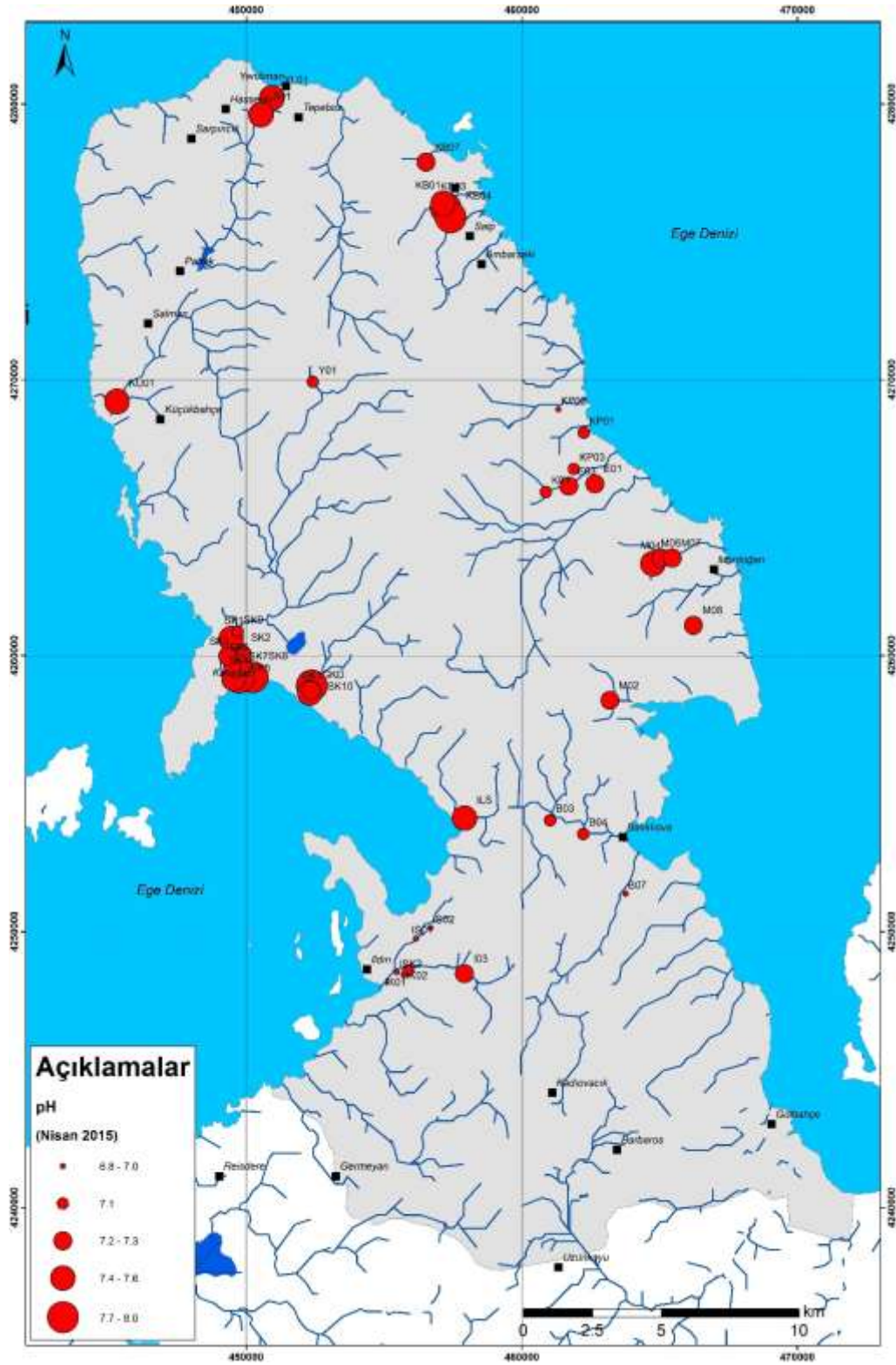
Şekil 9.2. İnceleme alanında suların alındığı noktalar a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015

Suların ortanca pH değerleri 2014 yılı Eylül döneminde 7,39, 2015 yılı Nisan döneminde 7,29 ve 2015 yılı Eylül döneminde ise 7,00 olarak ölçülmüş ve üç dönem arasında ortanca değerlerde önemli bir farklılık gözlenmemiştir (Şekil 9.3). Sadece KB03 ve SK9 noktalarında Eylül döneminden Nisan dönemine pH değerlerinde önemli farklılıklar görülmüştür. Bu iki noktada da pH değerlerinin kurak dönemde daha yüksek olduğu gözlenmiştir ve bu farkın kurak dönemde görülen yüksek buharlaşma ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. En ciddi değişim sıcaklık değerlerinde olduğu gibi SK9 kuyusunda gerçekleşmiştir. SK9 gözlem kuyusu Karareis sınırları içerisinde denizden en uzak gözlem kuyusu olup, tektonik zon içerisinde yer almaktadır ve daha derin beslenmelidir.

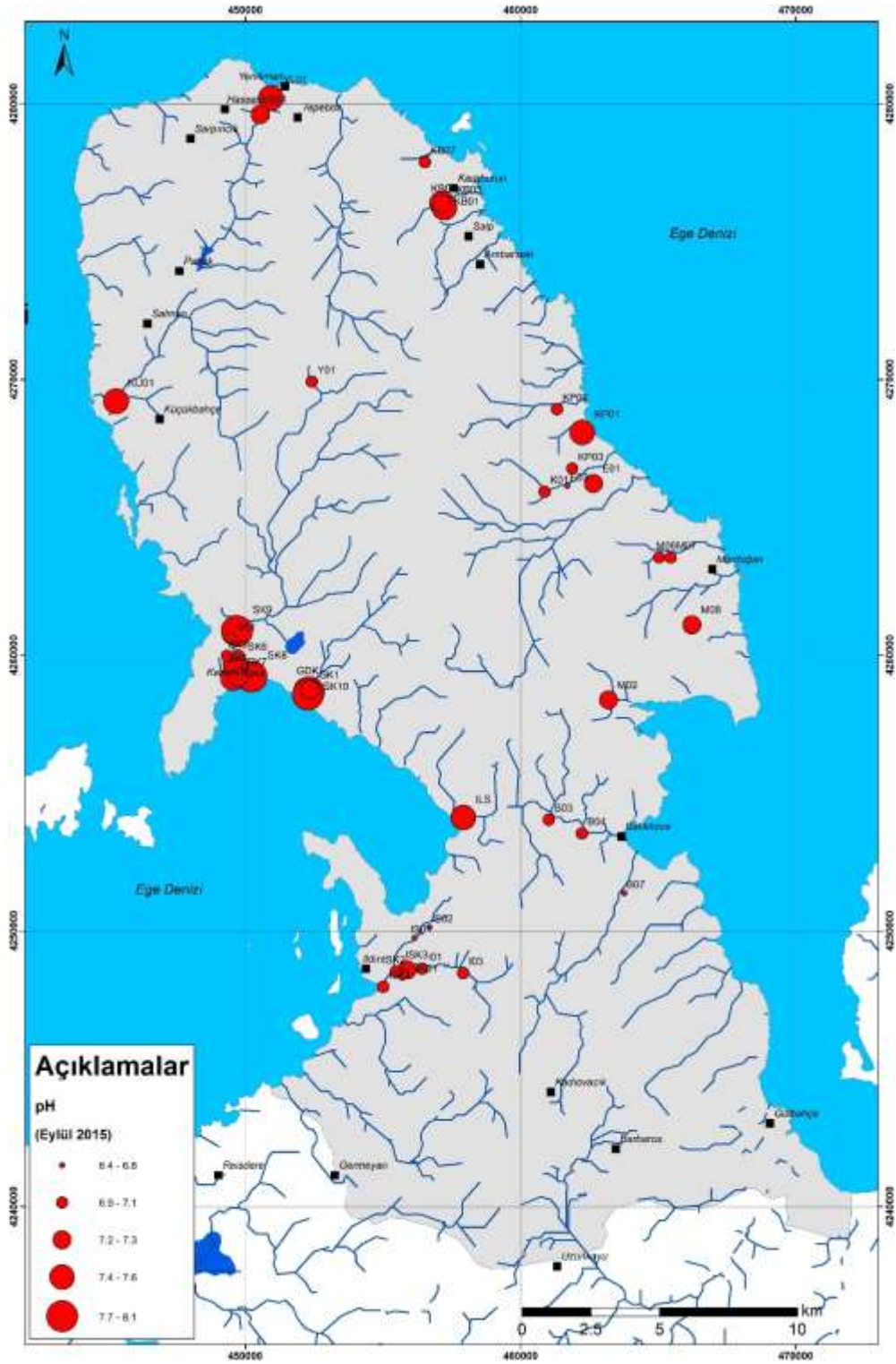
Proje sahasında Çeşme ve Alaçatı yerleşim yerlerine su sağlayan İldırı ve çevresinde tektonik zonlar boyunca irili ufaklı çok sayıda kaynak bulunmaktadır (Şekil 9.4). Ancak, alanda debileri yüksek olan ve yaygın olarak kullanılan üç adet kaynak (IK01 (üst), IK02 (orta), ve IK03 (alt) nolu kaynaklar) yer almaktadır (Şekil 9.5-Şekil 9.8). DSİ tarafından 2006 yılından 2010 yılına kadar bu kaynakların pH'nı ve 1986 yılından 2010 yılına kadar ise bu kaynakların elektriksel iletkenlik (Eİ) değerleri düzenli olarak ölçülmüştür. Bu proje kapsamında ise farklı dönemlerde bu üç kaynağa ilişkin fiziksel parametreler düzenli olarak ölçülmeye çalışılmıştır. IK01, IK02 ve IK03 nolu kaynakların pH değerleri genel olarak 7 ile 7,5 arasında değişmiştir. Ancak, Temmuz 1996, Temmuz ve Ağustos 1997 yılında ise pH değerleri 8'in üzerinde çıkmıştır. Aralık 2008 yılında IK02 nolu kaynağın pH değeri 8 olarak ölçülmüştür (Şekil 9.9 ve Şekil 9.10). Temmuz 2006, Nisan-Ağustos 2007 yılında ise IK03 nolu kaynağın pH değeri 8'in üzerine çıkmıştır (Şekil 9.11). IK03 nolu kaynağın pH değerleri diğer kaynaklara oranla biraz daha yüksektir. Bu kaynak denizden en fazla etkilenen kaynak olduğundan aynı dönemlerde Elektriksel İletkenlik değeri de yüksek ölçülmüştür. 2006 ve 2007 yılları daha kurak geçtiği için bu alanda kaynakların aşırı kullanımının bir sonucu olarak deniz suyu girişimi artmış ve pH değerleri biraz daha yükselmiştir. 2014 ve 2015 yılları arasında proje süresince ölçülen bu kaynakların pH'ları ise 6,85 ile 7,5 arasında değişmiştir.



(a)

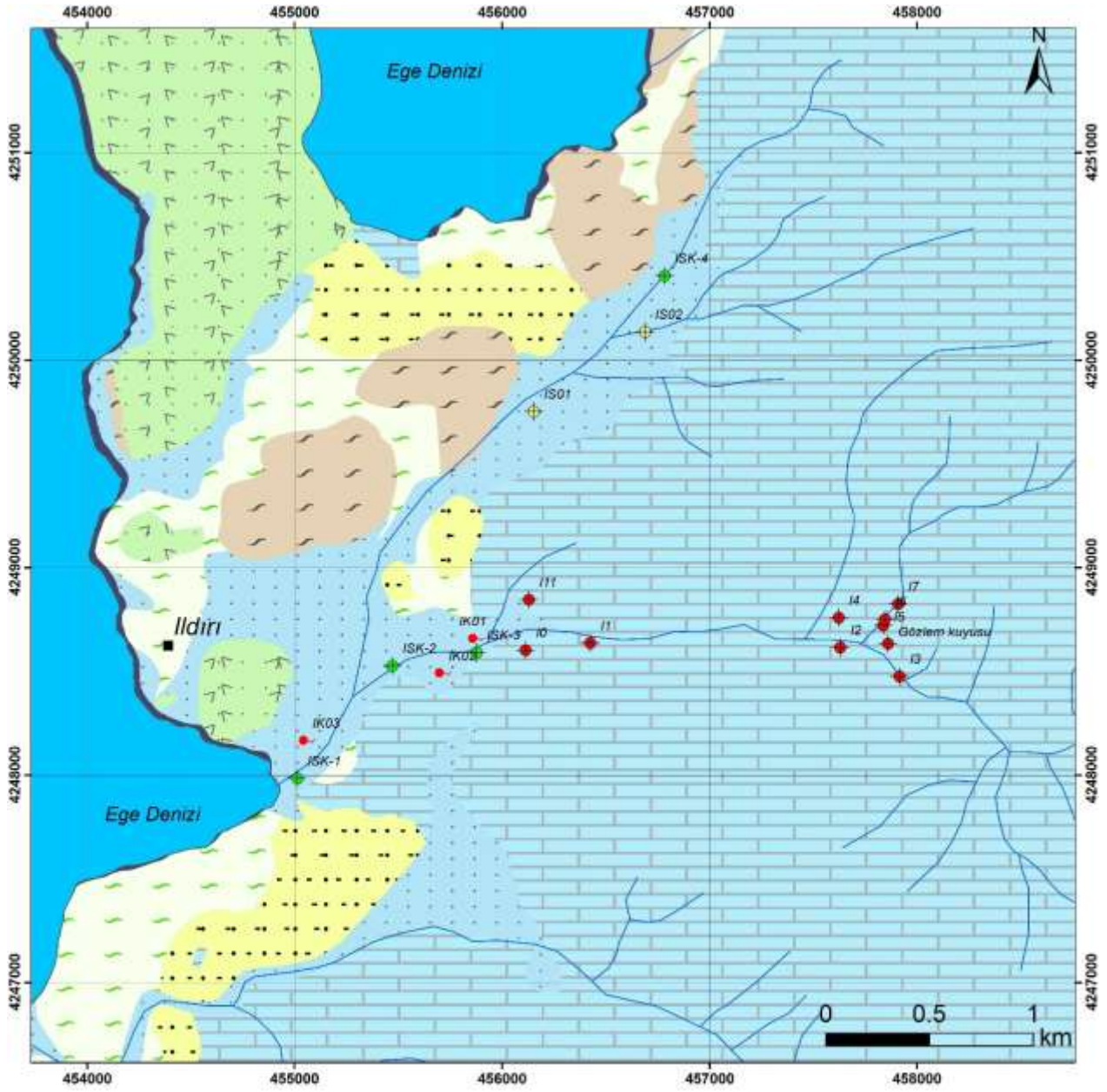


(b)



(c)

Şekil 9.3. İnceleme alanında suların pH değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



Açıklamalar

- ◆ DSİ Kuyuları
- ◆ Gözlem Kuyuları
- ◆ Şahıs Kuyuları
- Pınar-Kaynak

Şekil 9.4. İnceleme sahasında kaynakların bulunduğu alan



Şekil 9.5. İnceleme alanında IK01 nolu kaynaktan görünüm



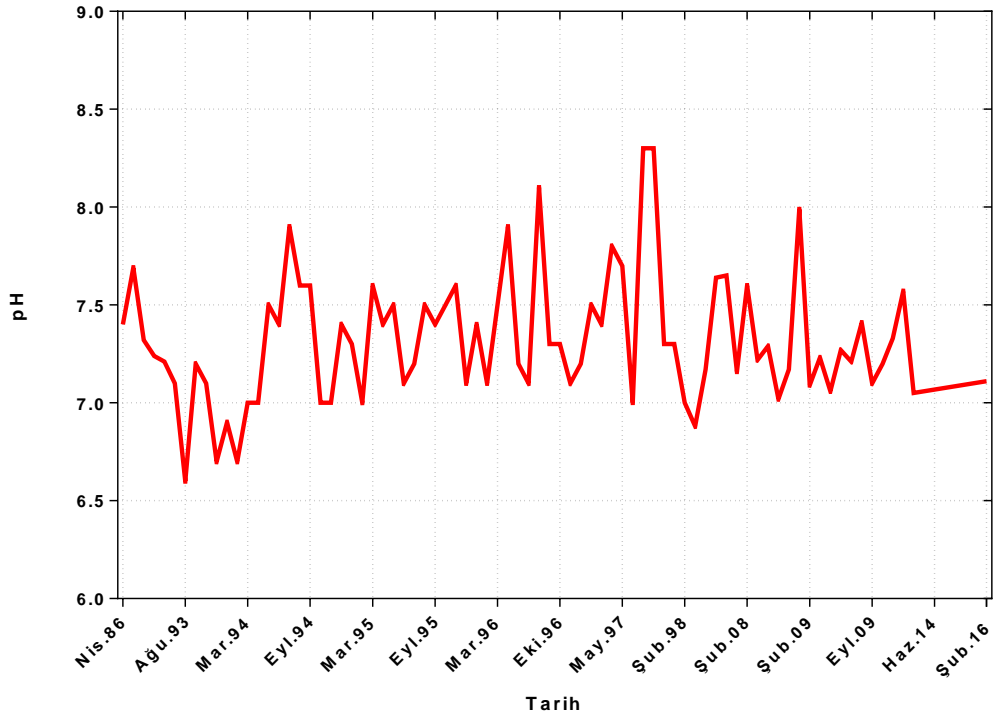
Şekil 9.6. İnceleme alanında IK02 nolu kaynaktan görünüm



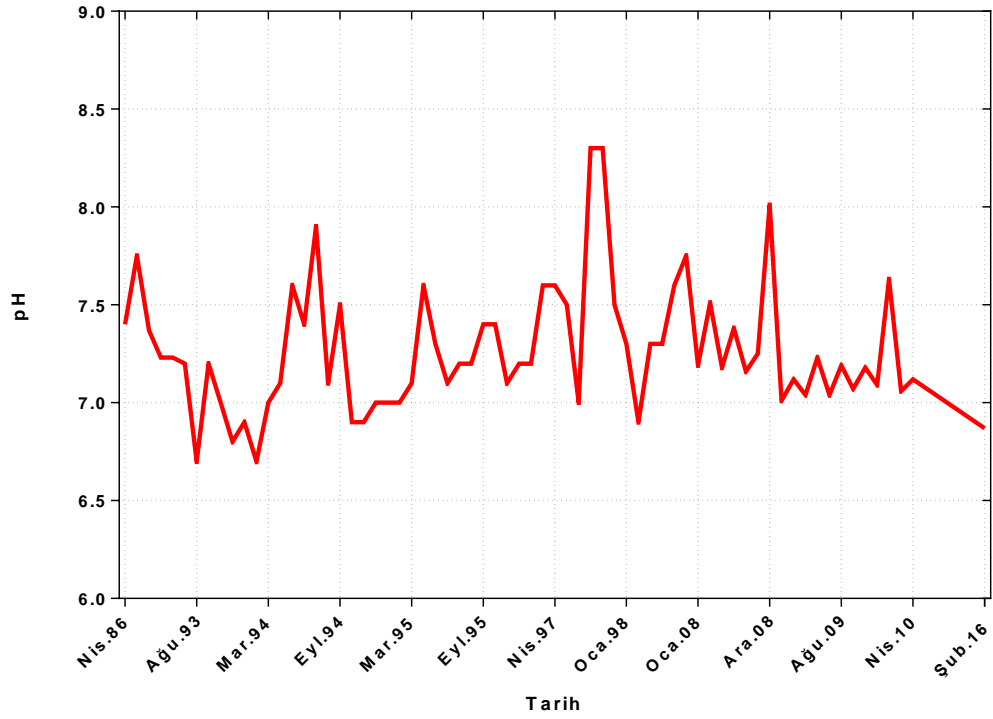
Şekil 9.7. İnceleme alanında IK03 nolu kaynaktan görünüm



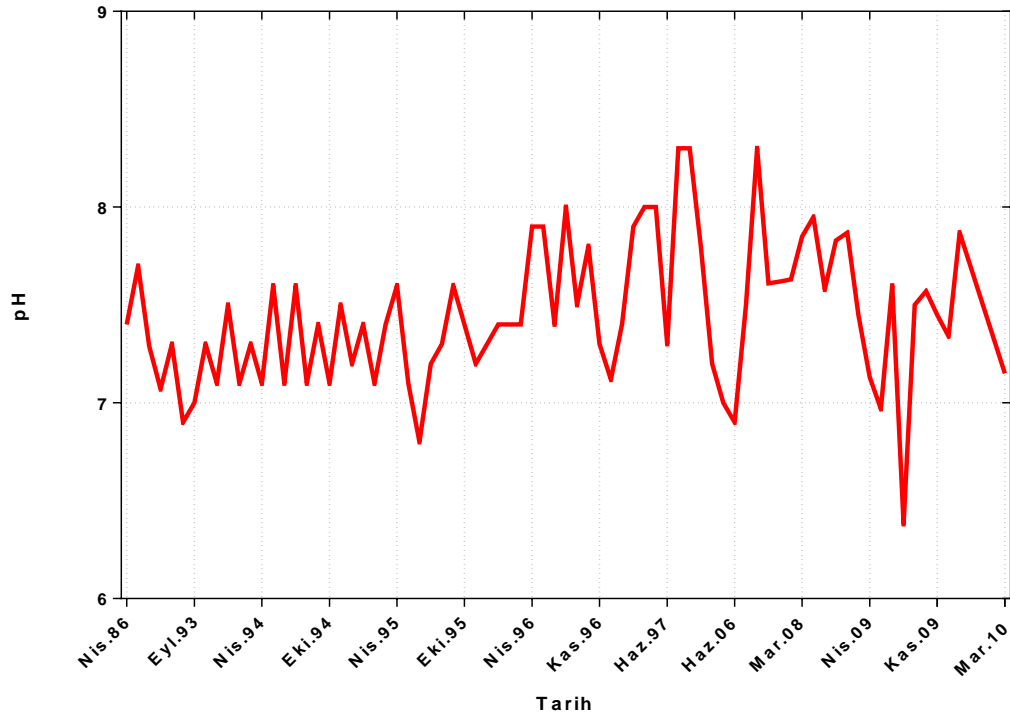
Şekil 9.8. Kaynakların denize boşaldığı kesim



Şekil 9.9. 2006-2010 yılları arasında IK01 nolu kaynakta ölçülen pH değerleri



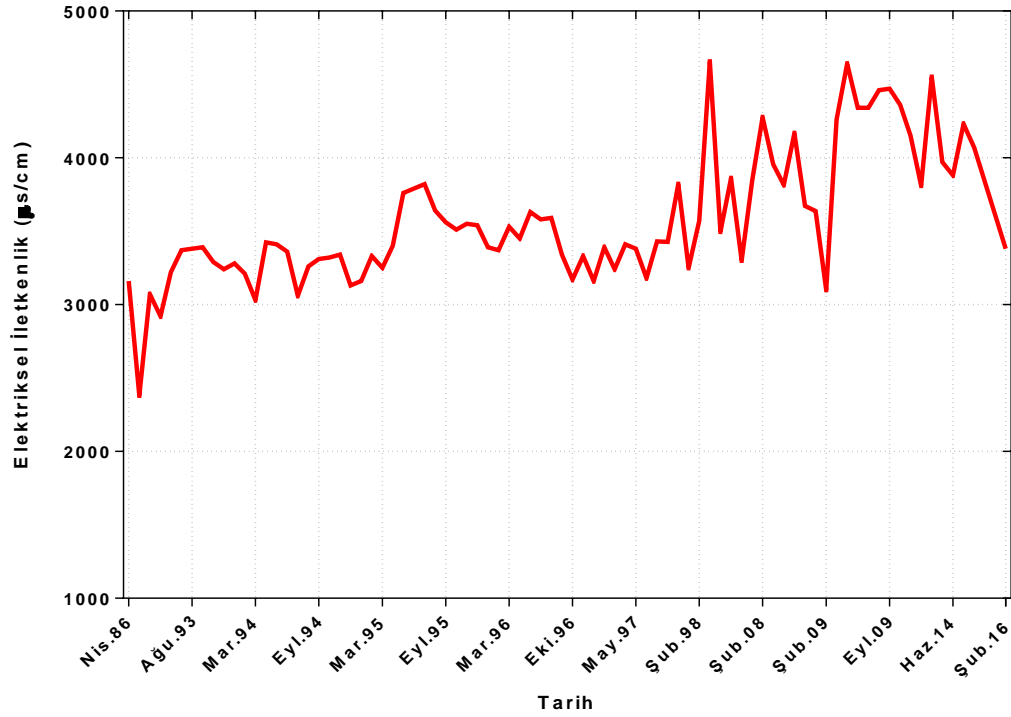
Şekil 9.10. 2006-2010 yılları arasında IK02 nolu kaynakta ölçülen pH değerleri



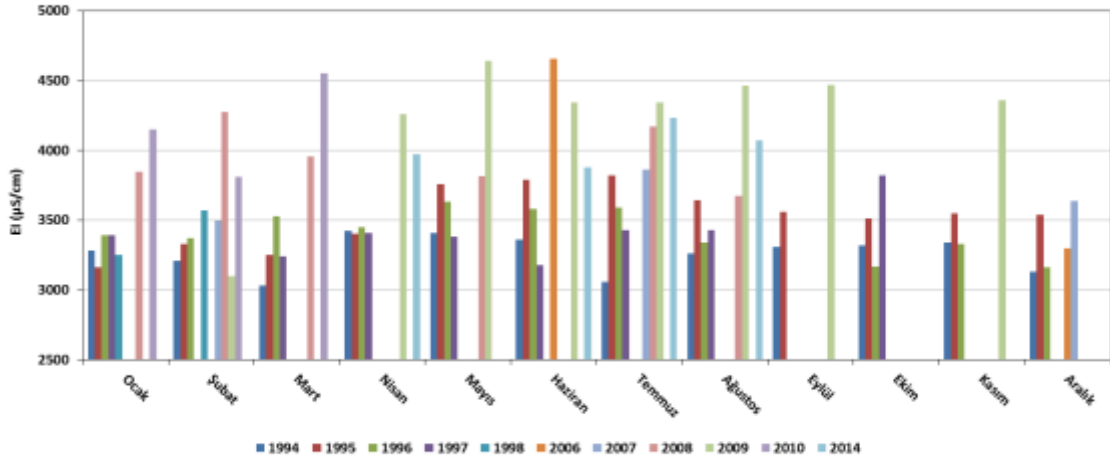
Şekil 9.11. 2006-2010 yılları arasında IK03 nolu kaynaktan ölçülen pH değerleri

İldırı ve çevresinde sulama amaçlı yaygın kullanılan IK01, IK02 ve IK03 nolu kaynaklarda farklı tarihlerde elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. 1993 ile 2016 yılları arasında ölçülen Eİ değerlerinin, IK01 nolu kaynaktan 2300 ile 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği, özellikle yaz aylarında Eİ değerlerinin yükseldiği görülmektedir (Şekil 9.12 ve Şekil 9.13). Genel olarak, 1997 ile 2015 yılları arasında bu kaynağın Eİ'sinin çok arttığı görülmüştür. Şubat 2008'den Şubat 2009'a kadar bu kaynağın Eİ değerleri yağışların etkisi ile düşmeye başlamıştır. 1986 ile 2015 yılları arasındaki verilere bakıldığında ise genel olarak kaynaklarda Eİ değerlerinin her yıl biraz daha arttığı görülmektedir. 2015 yılının son aylarında yağışlarla birlikte alandaki kaynaklarının Eİ biraz düştüğü saptanmıştır. IK02 nolu kaynak, iki tektonik zon (Nohutalan ve Camiboğazi'nden geçen fayların kesişim noktaları) boyunca açığa çıkmaktadır. Bu kaynağın beslenmesi doğrudan Nohutalan'dan gelen fay ile ilişkilidir. Bu nedenle, bu kaynağın Eİ'si diğer kaynaklardan daha düşüktür. 1986-2016 yılları arasında kaynağın Eİ'si 1600 ile 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmiştir (Şekil 9.14 ve Şekil 9.15). Haziran 2006 tarihinde kaynağın Eİ'si, 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ çıkmıştır. Ancak, daha sonraki yıllarda Eİ değerleri 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarına inmiştir. Elde edilen verilerden, kaynaklarda Eİ değerlerinin yaz aylarında arttığı görülmektedir. IK03 nolu kaynak ise denize en yakın olan kaynaktır ve Camiboğazi'nden geçen fay ile ilişkilidir. IK03 nolu kaynağın genel olarak

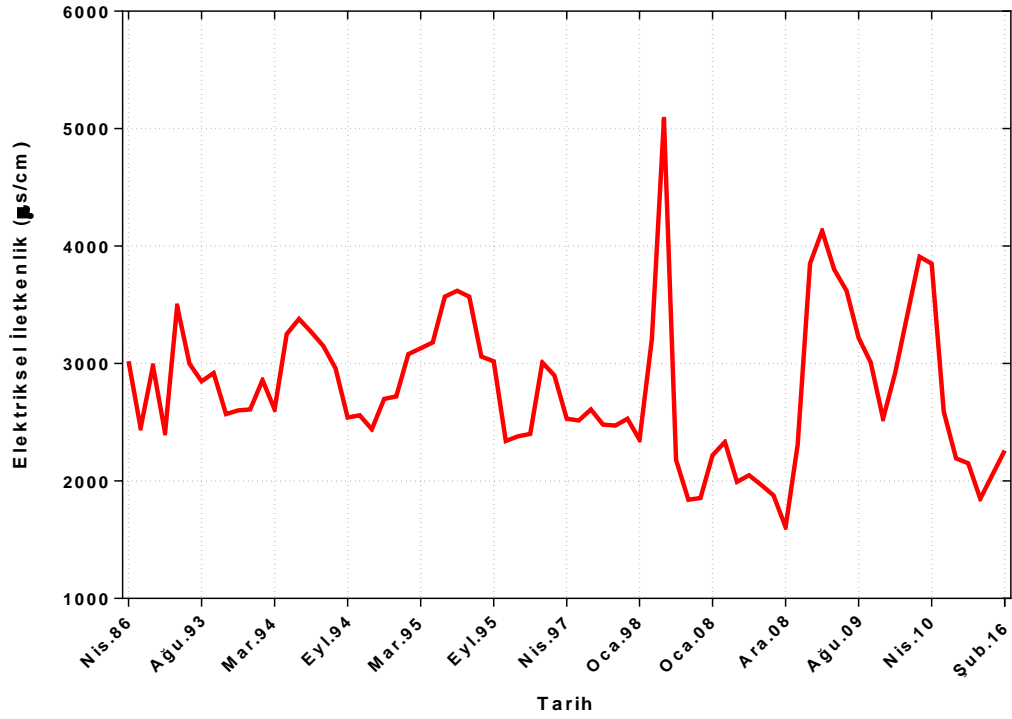
Eİ değerleri 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarındadır (Şekil 9.16 ve Şekil 9.17). Mayıs-Aralık 1995; Temmuz-Ağustos 1997 ve Nisan-Mayıs 2009 ayları arasında ilginç bir şekilde IK03 nolu kaynakta Eİ değerleri 10.000'in üzerine çıkmıştır. Bu durumun denizden gelen akıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak, Mayıs 2009 yılından sonra Eİ değerlerinin tekrar düştüğü, Haziran 2009 yılından itibaren ise 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarında kaldığı görülmektedir. Ildırı kaynakları yöre insanları tarafından sulama amaçlı olarak yaz aylarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, yaz aylarında kaynakların Eİ değerlerinin arttığı görülmektedir.



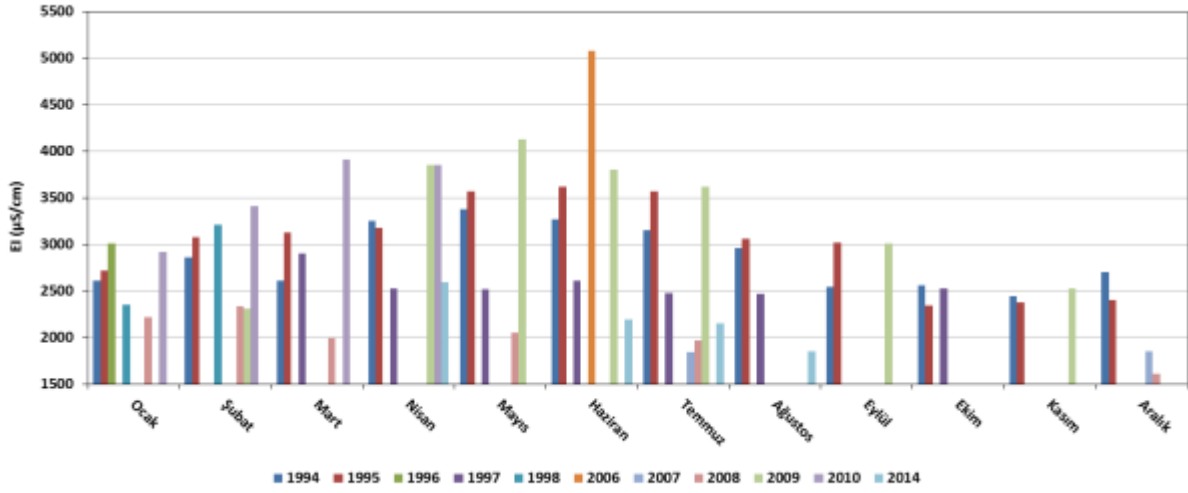
Şekil 9.12. 1986-2016 yılları arasında IK01 nolu kaynakta ölçülen Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri



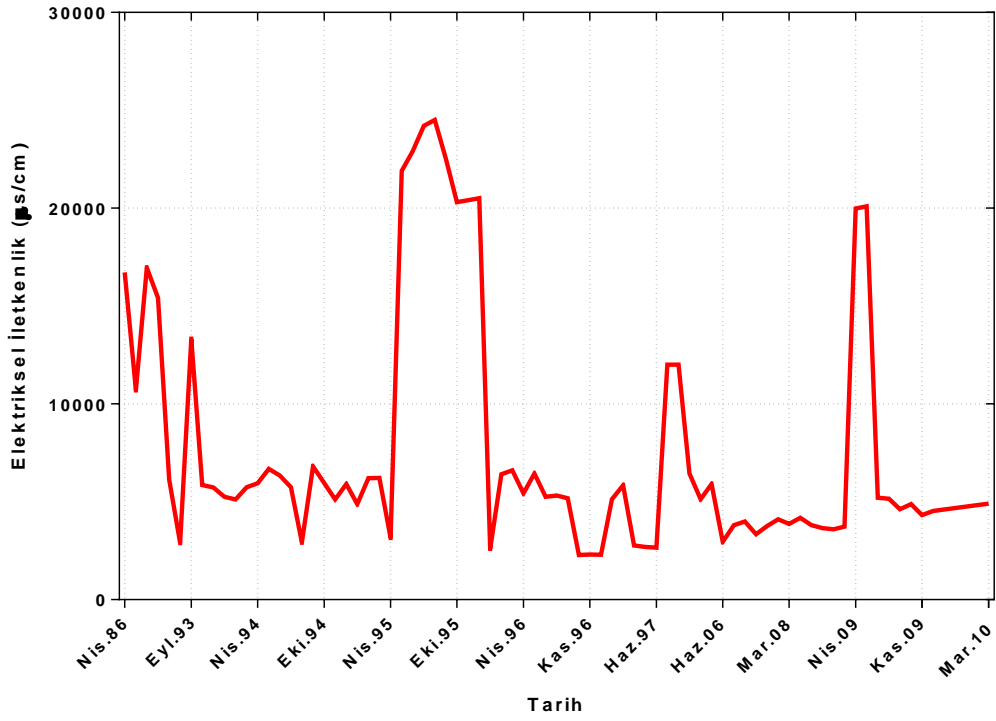
Şekil 9.13. Ildırı IK01 nolu kaynağın aylara göre Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi



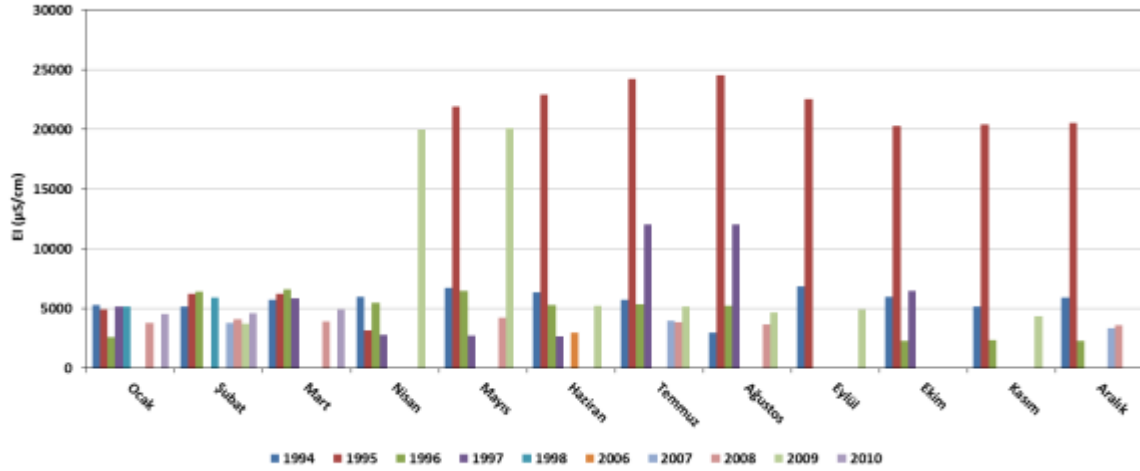
Şekil 9.14. 1986-2016 yılları arasında IK02 nolu kaynakta ölçülen Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri



Şekil 9.15. İldırı IK02 nolu kaynağın aylara göre Eİ (µS/cm) değişimi

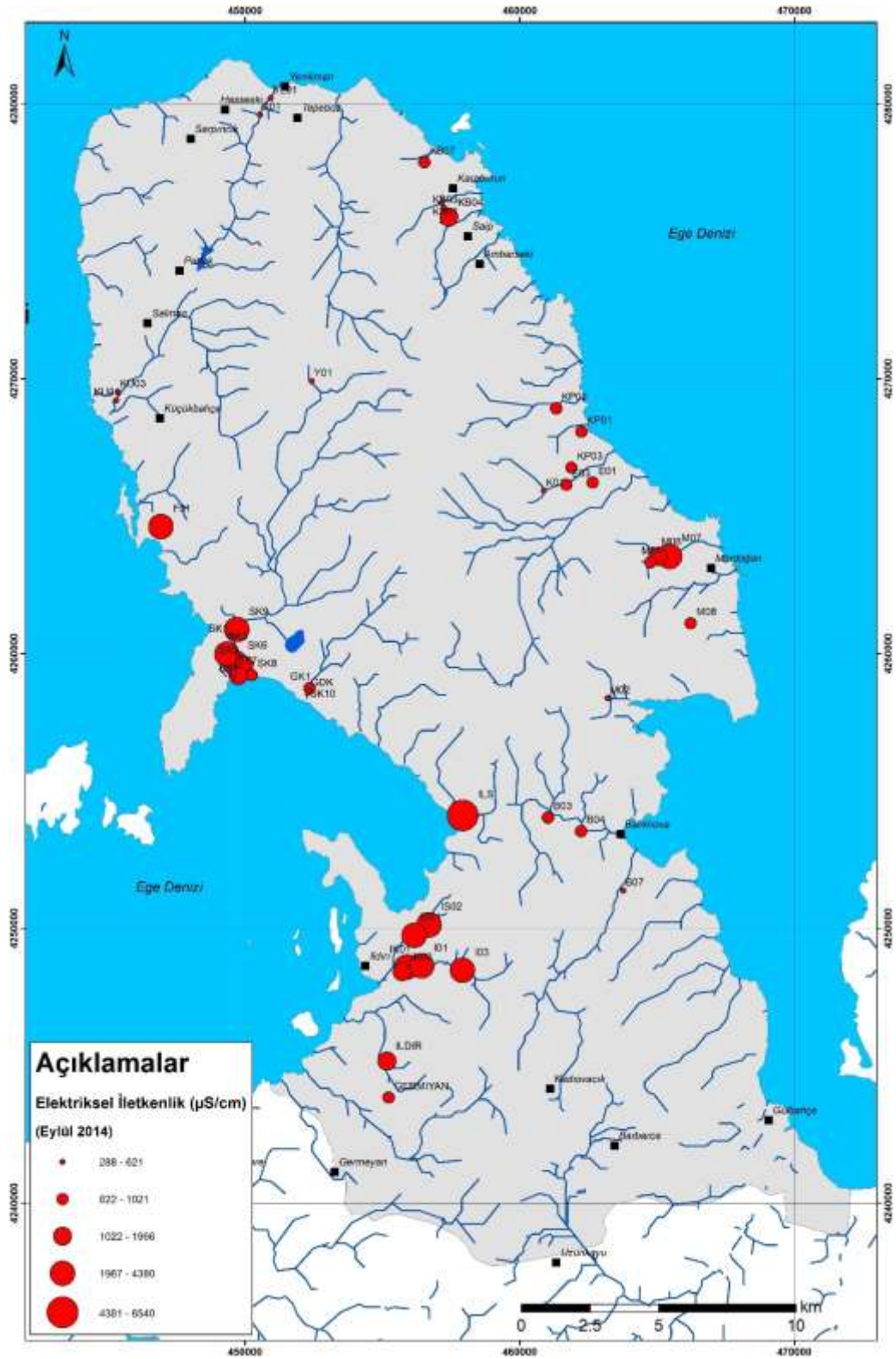


Şekil 9.16. 2006-2010 yılları arasında IK03 nolu kaynaktaki ölçülen Eİ (µS/cm) değerleri

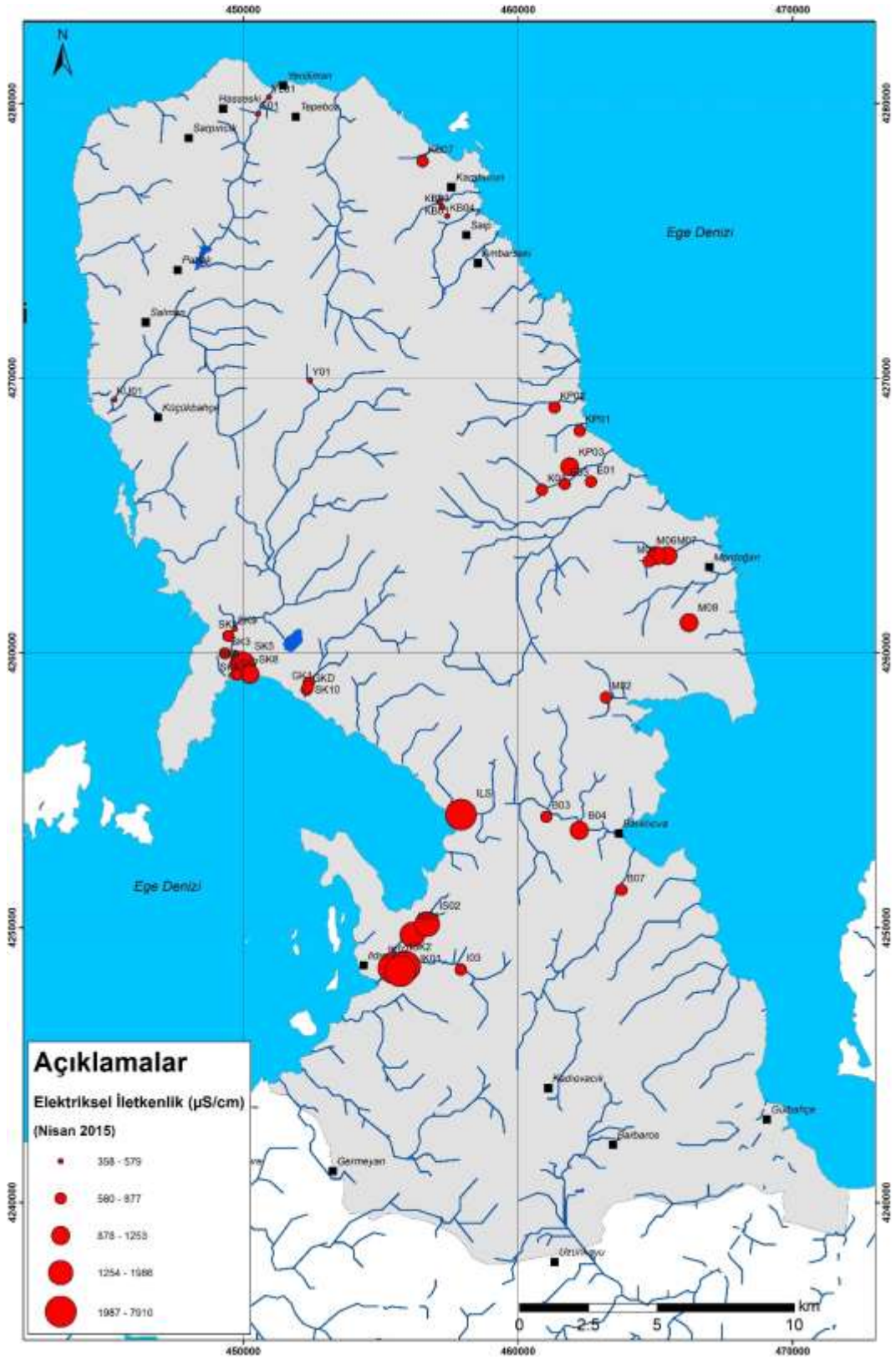


Şekil 9.17. Ildırı IK03 nolu kaynağın aylara göre Eİ ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi

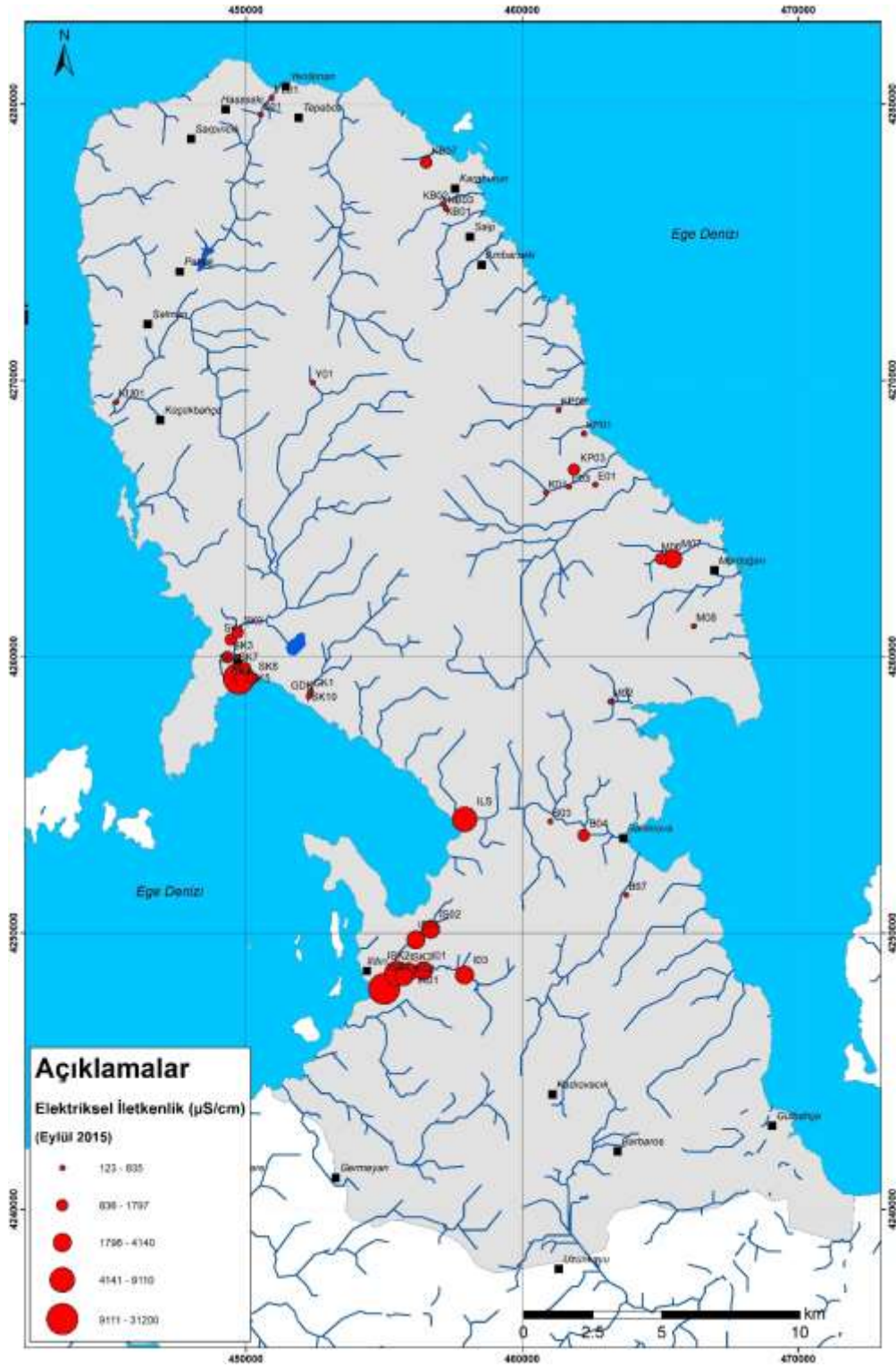
Proje sahasında kaynaklar dışındaki sulara Eylül 2014, Nisan 2015 ve Eylül 2015 dönemlerine ait ortalama elektriksel iletkenlik (Eİ) değerleri sırasıyla 1497,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1439 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 3334 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Proje sahasında Eİ değerleri Eylül 2014'te 288 ile 6540 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Nisan 2015'te 358 ile 7910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Eylül 2015'te 123 ile 31200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 9.18). I03, IK01, IK02, ILS, KB04, M07 ve SK7 dışındaki noktalarda üç dönem boyunca alınan su numunelerinde Eİ değerleri arasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. I03, IK01, IK02, ILS, KB04, M07, SK7 ve SK9 su noktalarında ise üç dönem arasında en önemli farklılık ILS ve SK7 kuyusunda görülmüştür. İltur Tatil Sitesi içinde bulunan (ILS) kuyusu çok geniş çaplı açılmış olup 6 ay boyunca yoğun olarak kullanma suyu temini ve bahçe sulaması için kullanılmaktadır (Şekil 9.19). SK7 kuyusu Karareis'te yer alan gözlem kuyusudur. Bu kuyunun doğusunda ve aynı doğrultuda açılmış olan bir üretim kuyusu sulama için yaz aylarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle kurak dönemlerde bu kuyudan aşırı çekimin bir sonucu olarak gözlem kuyusunda tuzlanma gözlenmektedir. I03, KB04, M07, SK7 ve SK9 noktalarında Eİ değerinin kurak dönem numunelerinde daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum mevsimsel olarak yağışın ve beslenimin azalması ve yaz döneminde bölgedeki nüfus artışı sebebiyle yeraltı suyu kullanımının artışı ile ilişkilidir. Bölgede yer alan kıyı akiferlerin de aşırı su çekilmesi neticesi olarak tuzlu su girişimine neden olmuştur.



(a)



(b)



(c)

Şekil 9.18. İnceleme alanında suların elektriksel iletkenlik değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



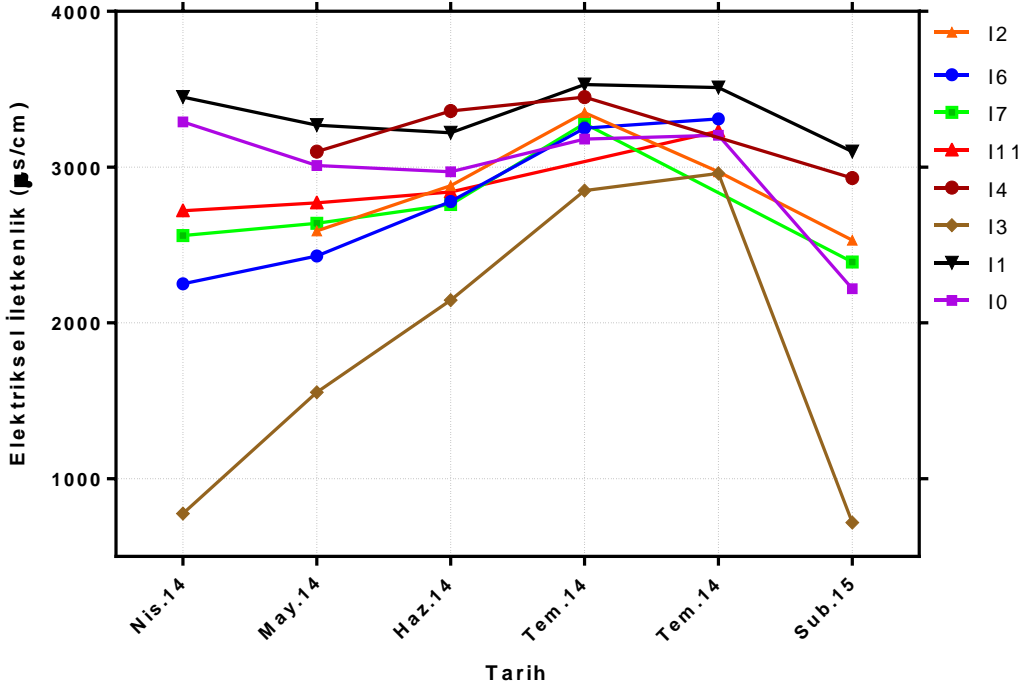
Şekil 9.19. ILS kuyusundan görünüm

Yarımada da Çeşme ve Alaçatı yerleşim yerlerinin içme suyunu sağlamak amacı ile İldırı kaynaklarının bulunduğu kesimlerde yüzlek veren karstik kireçtaşlarında farklı yıllarda DSİ ve İller Bankası tarafından araştırma ve yeraltı suyu işletmesi amacı ile sondaj kuyuları açılmıştır (Şekil 9.20). 1992 yılında, bu kuyulardan 8 adedi dalgıç pompalarla teçhiz edilerek, Çeşme ilçesinin içme suyu şebekesine bağlanmıştır. Pompa indirilemeyen bir kuyu da (DSİ 32204-A), gözlem kuyusu olarak işletme dışı bırakılmıştır. Üç adet DSİ kuyusu ise tuzlanma nedeni ile kullanılmamıştır. Günümüzde aktif olan sekiz adet kuyu İzmir Büyükşehir Belediyesi İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından işletilmektedir (İZSU).



Şekil 9.20. İldırı İZSU kuyularının olduğu kesim

Bu proje kapsamında alanda aktif olarak kullanılan 8 adet sondaj kuyusundan bir dizi fiziksel çalışmalar yapılmıştır. Bu kuyuların bazılarında, Nisan 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık ve Eİ değerleri ölçülmüştür. Elde edilen verilerden, Nisan 2014 ayından itibaren alandaki kuyularda tuzlanmanın gittikçe arttığı görülmüştür (Şekil 9.21). İldırı da bulunan I03 nolu kuyu denizden en uzak kuyudur. Zamana bağlı olarak deniz suyu girişiminin en net olarak görüldüğü kuyulardan bir tanesidir. 2014 ve 2015 yıllarında kuyularda ölçülen Eİ verilerine göre, I01 ve I02 nolu kuyuları arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bununla birlikte, I02 nolu kuyu ile I03, I04, I06 ve I07 nolu kuyular arasında yüksek bir korelasyona sahiptir. Aynı şekilde, I03 nolu kuyu I04, I06, I07 ve I11 nolu kuyuları arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır. I04 nolu kuyu I06 ve I07 nolu kuyular, I06 nolu kuyu ise I07 ve I11 nolu kuyuları arasında yüksek korelasyona sahiptir (Tablo 9.1).



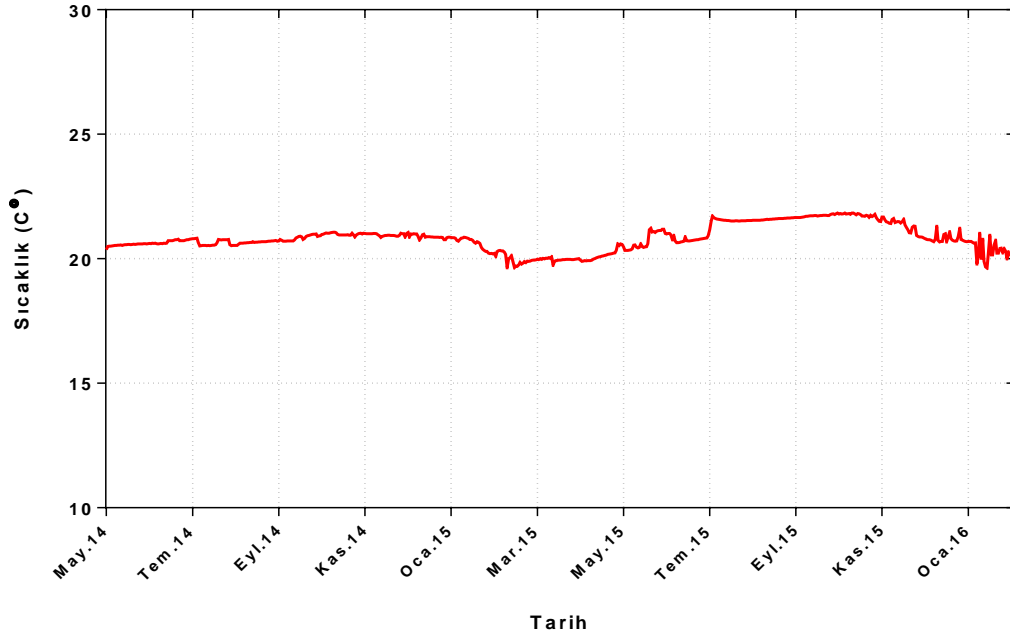
Şekil 9.21. 2014 yılında İldırı kuyularında Eİ değişimi

Tablo 9.1. 2014 Yılı İldırı kuyuları Eİ değerleri korelasyon durumu

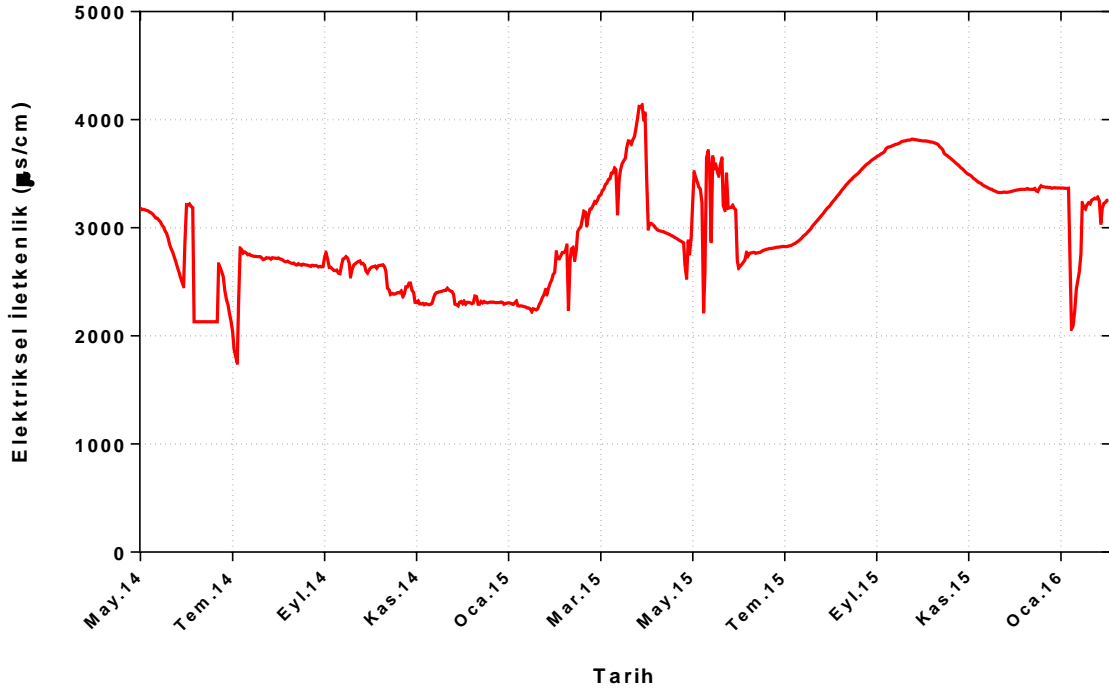
	I0	I01	I02	I03	I04	I06	I07	I11
I0	1							
I01	0,862344	1						
I02	0,842956	0,858488	1					
I03	-0,34213	0,152555	0,9963	1				
I04	0,559226	0,583484	0,917398	0,948206	1			
I06	-0,13417	0,344631	0,998669	0,975196	0,936706	1		
I07	0,082016	0,559429	0,977947	0,904284	0,814048	0,964414	1	
I11	-0,87538	-0,91658		0,984873		0,996202	0,999819	1

İldırı sahasında I0, I03 ve I06 nolu kuyularda, sıcaklık, su seviyesi ve elektriksel iletkenlik değerleri CTD diverlar ile düzenli olarak (saatte bir) ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre, I0 nolu kuyuda yağışlı ve kurak dönemler arasında yaklaşık 4 m'lik bir düşümün olduğu, yağışlı aylarda kuyunun artezyen yaptığı görülmüştür. Aynı zamanda su seviyesinin düştüğü dönemlerde (kurak dönemlerde) suyun sıcaklığının arttığı görülmektedir (Şekil 9.22). Eİ değerleri ise I01 kuyusunda çekimlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Çekimin olmadığı dönemlerde Eİ değeri yaklaşık 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken çekimlerle birlikte özellikle kurak dönemlerde Eİ değerleri 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'ye yaklaşmıştır (Şekil 9.23). I06 nolu kuyunun statik su seviyesi yaklaşık 40 m'dir. Yağış ve kurak dönemler arasında su seviyesinden yaklaşık 1 m'lik bir değişim söz konusudur. Mayıs 2014-Temmuz 2014 verilerine göre kurak dönemlerde su seviyesindeki sıcaklığın 26 °C ulaştığı görülmektedir (Şekil 9.24). Bu kuyuda Eİ değerleri 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarındadır. Cihazdan kaynaklanan problemler nedeni ile Haziran-Temmuz 2014 tarihleri arasında Eİ değerleri ölçülememiştir (Şekil 9.25). I03 nolu kuyu denizden en uzak olan üretim kuyusudur. Bu kuyunun statik su seviyesi yaklaşık 37 m'dir. I03 kuyusunun sıcaklığı ise 19 °C civarındadır (Şekil 9.26). Kuyuda ciddi bir sıcaklık değişimi görülmemiştir. Ancak Eİ değerleri çekimlerle birlikte düzenli olarak bir artış göstermiştir. Eİ değerleri zaman zaman 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seviyelerine çıkmıştır. Pompaların durdurulduğu zamanlar Eİ değerleri düşmüştür. Aralık-Ocak ve Şubat 2015 aylarında yeraltı suyu ihtiyacı azalması nedeniyle kuyularda çekim durdurulmaya başlanmıştır. Kuyuların durdurulması ile Eİ değerleri 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarına inmiştir (Şekil 9.27). Ayrıca, İldırı bölgesinde bu proje kapsamında dört adet gözlem kuyusu (ISK-1, ISK-2, ISK-3 ve ISK-4) açılmıştır. ISK-1 denize en yakın ISK-4 ise en uzak kuyudur. ISK-3 kuyusunda sıcaklık ve su seviyesi, ISK-4 kuyusunda ise su seviyesi, sıcaklık ve Eİ değerleri 2015 yılında ölçülmüştür. Elde edilen verilere ISK-3 kuyusunun statik su seviyesinin 7 m civarında olduğu, yağışlı ve kurak

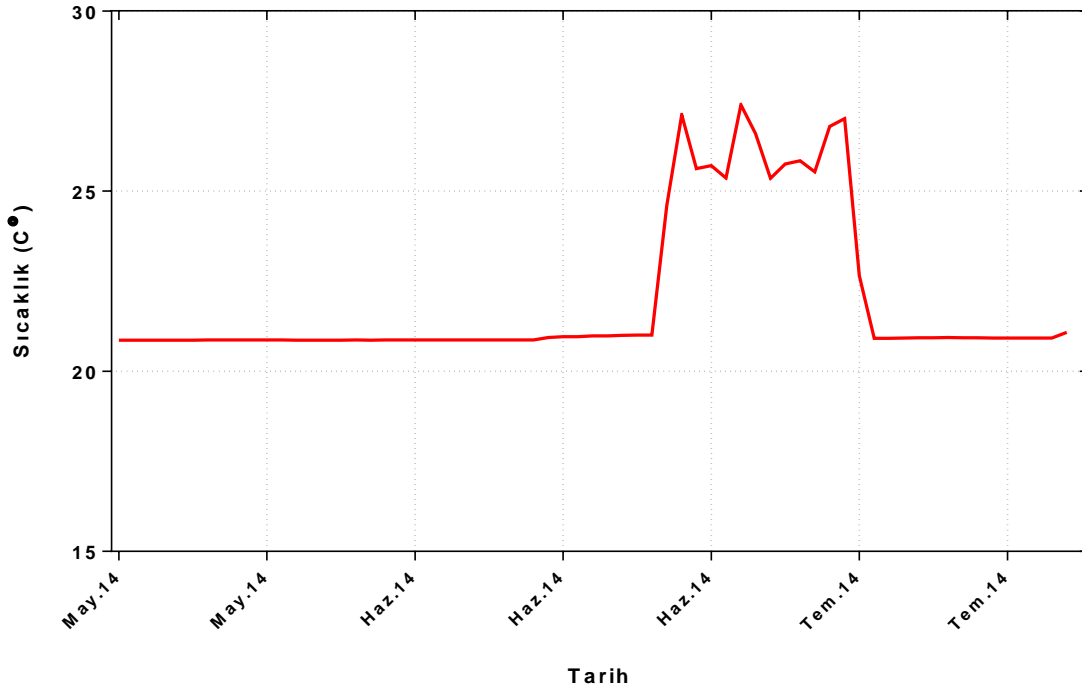
dönemler arasında su seviyesinde yaklaşık 1 m'lik bir değişimin olduğu görülmektedir. ISK-3 kuyusunun su sıcaklığı kurak dönemlerde ciddi bir şekilde artmıştır (Şekil 9.28). Su sıcaklığı Ağustos 2015 ayında 29 °C'ye ulaşmıştır. ISK-4 kuyusunun su seviyesi ise 24m civarındadır. Bu kuyuda sıcaklık 19 °C'de sabit kalmıştır (Şekil 9.29). Kuyunun Eİ değeri ise 3000 µS/cm civarındadır (Şekil 9.30).



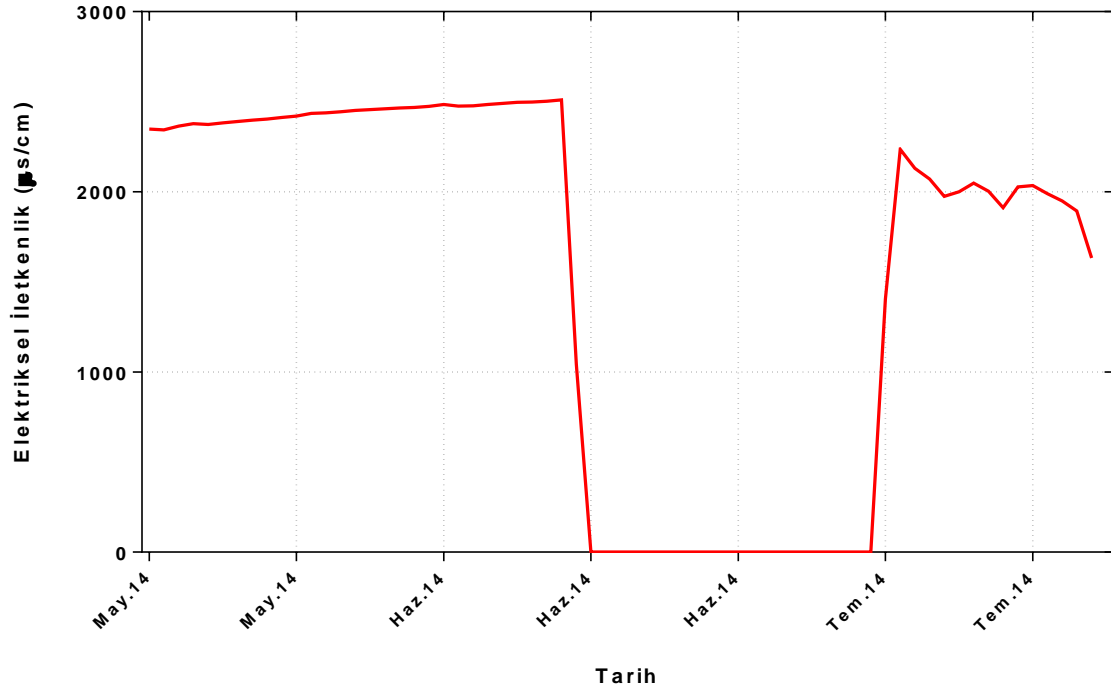
Şekil 9.22. 10 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



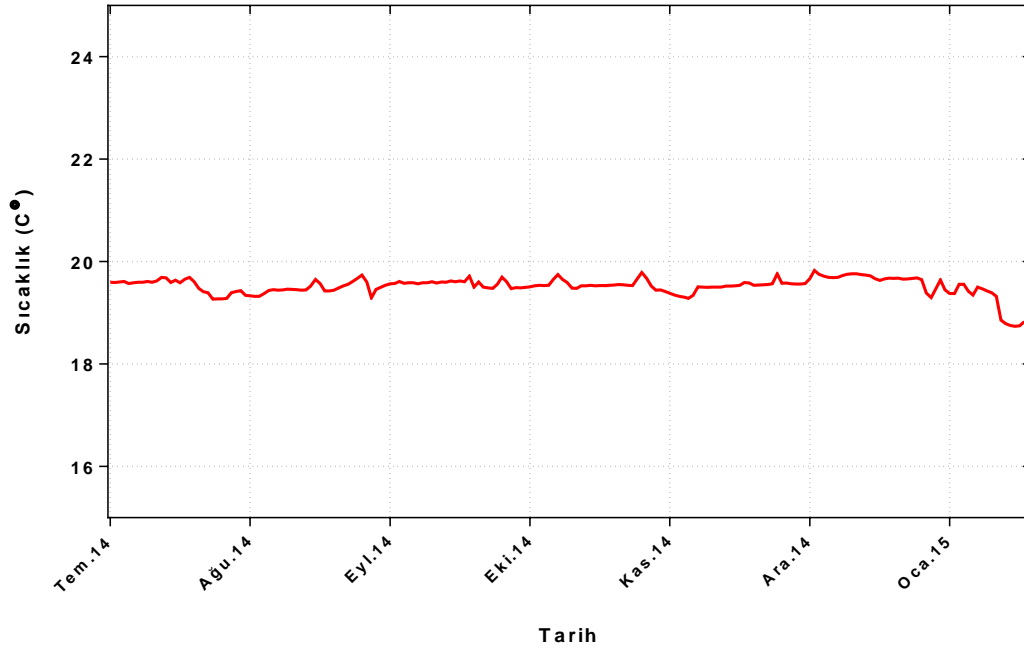
Şekil 9.23. 10 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi



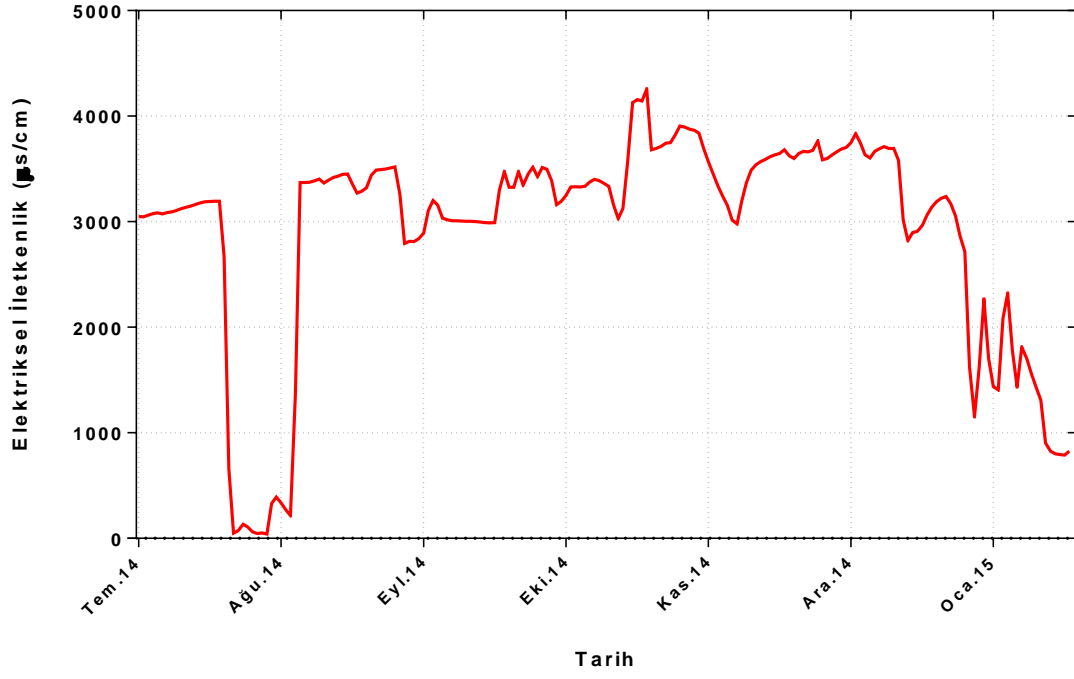
Şekil 9.24. 106 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Temmuz 2014 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



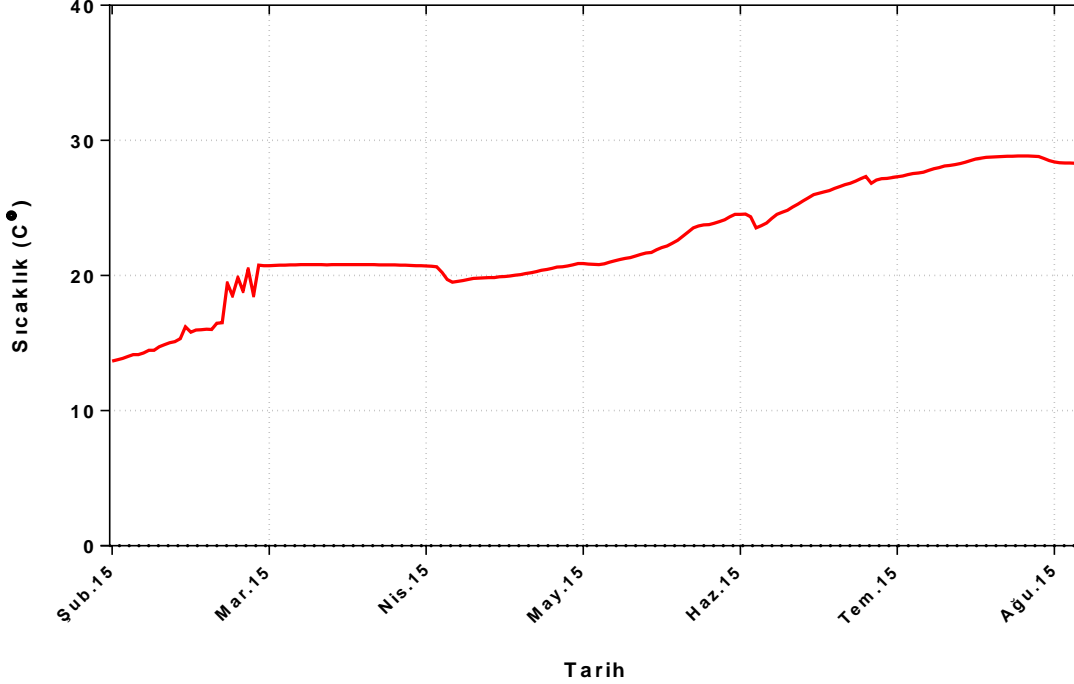
Şekil 9.25. 106 nolu sondaj kuyusunda Mayıs 2014-Temmuz 2014 tarihleri arasında Eİ değişimi



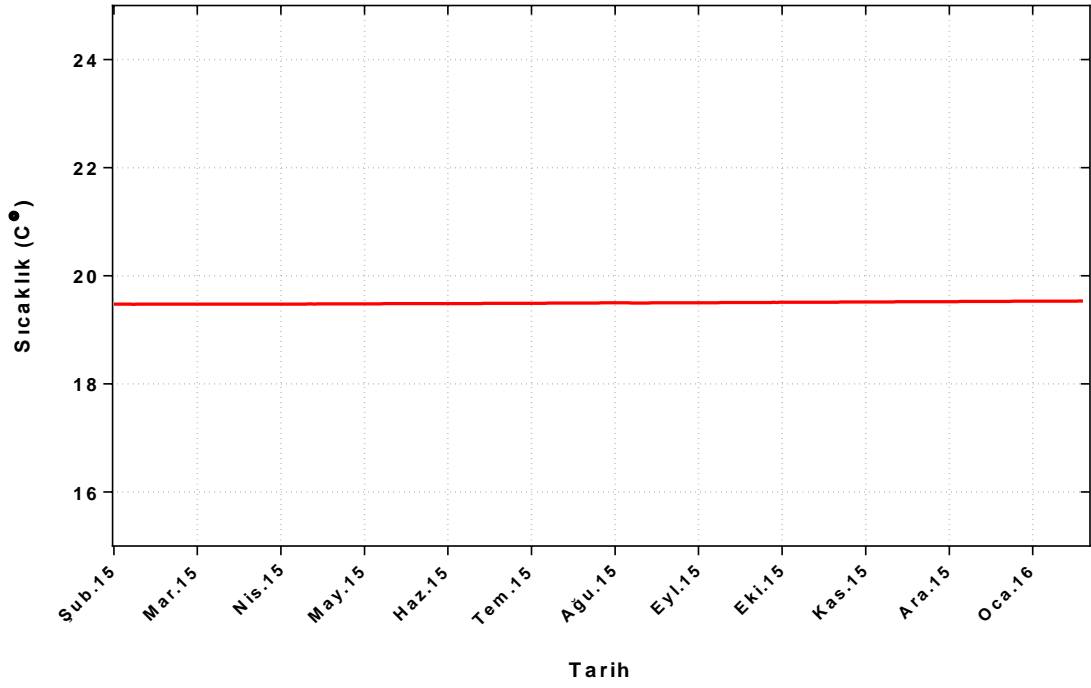
Şekil 9.26. 103 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



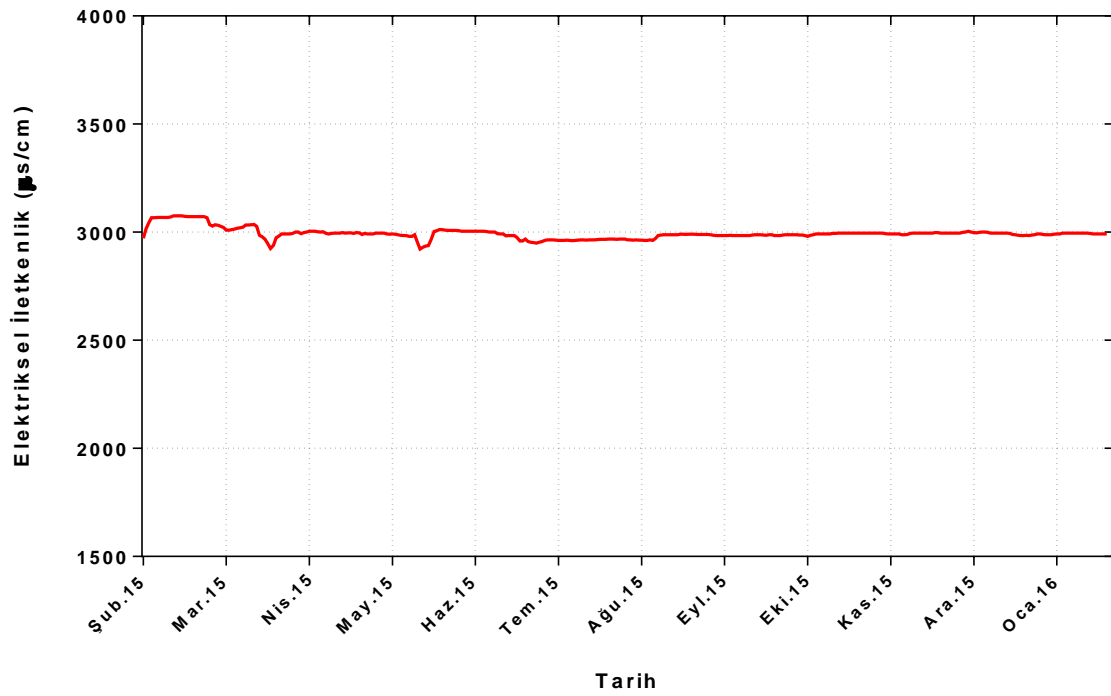
Şekil 9.27. 103 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014 - Şubat 2015 tarihleri arasında Eİ değişimi



Şekil 9.28. ISK-3 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015-Eylül 2015 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



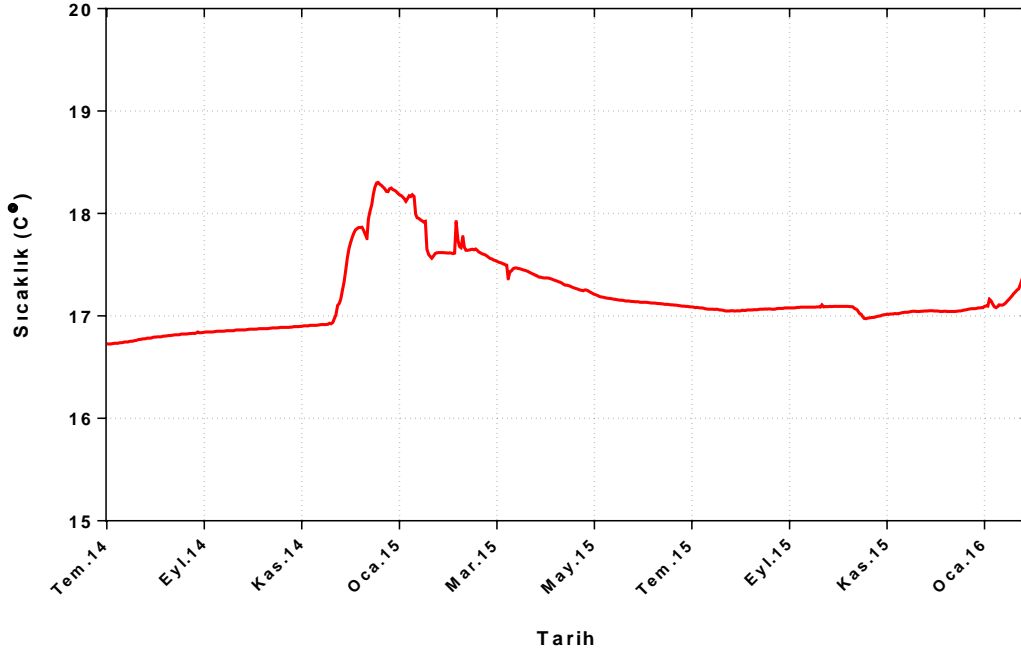
Şekil 9.29. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015- Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



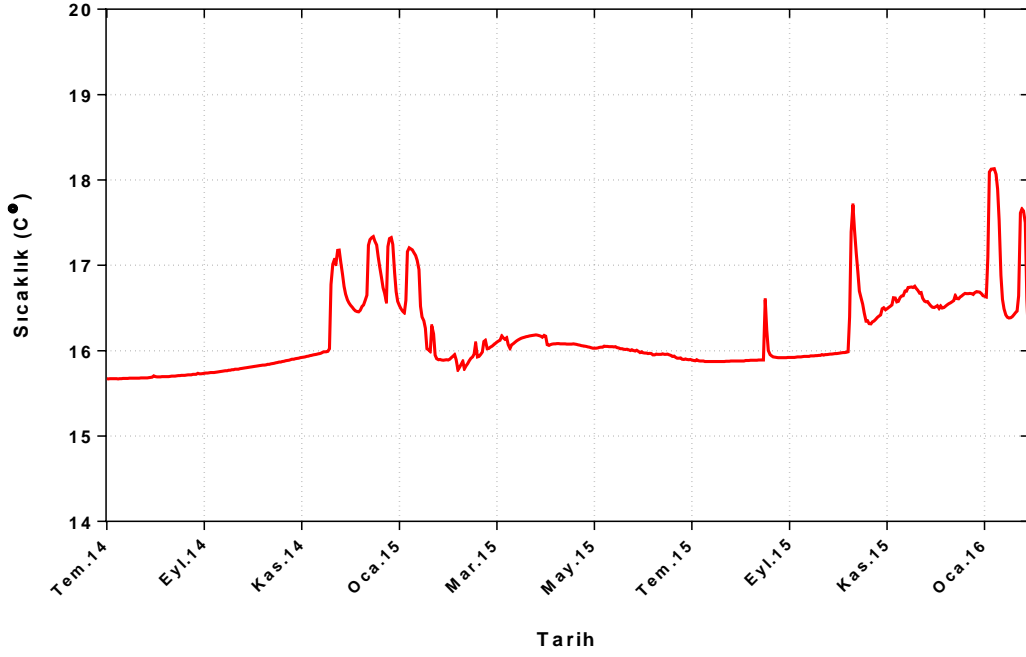
Şekil 9.30. ISK-4 nolu sondaj kuyusunda Şubat 2015-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi

Karareis Bölgesinde ise 10 adet gözlem kuyusu açılmıştır. Açılan gözlem kuyularından SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-7, SK-8 ve SK-10'a sıcaklık ve su seviyesi ölçen diverlar yerleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre, SK-1 ve SK-2 kuyusunda su seviyesinin yüzeye yaklaştığı dönemlerde (1 m'lerde) kuyu suyunun sıcaklığının arttığı (Şekil 9.31 ve Şekil 9.32), SK-3'te ise su seviyesinin 2 m'lere yaklaştığı yağışlı dönemlerde su sıcaklığının 21°C'ye yaklaştığı görülmektedir (Şekil 9.33). SK-4 nolu gözlem kuyusunda da benzer bir durum söz konusudur. SK-4 gözlem kuyusunda yağışlı dönemlerde kuyu artezyen yapmaktadır. Yağışlı ve kurak dönemler arasında SK-4 kuyusunda su seviyesinde yaklaşık 1,5 m değişim söz konusudur. SK-4 kuyusunun sıcaklığı 17 ile 17,5 °C arasında değişmektedir (Şekil 9.34). SK-7 kuyusuna sıcaklık ve su seviyesi verilerine ek olarak Eİ değerleri de ölçülmüştür (Şekil 9.35-Şekil 9.36). SK-7 kuyusunda su seviyesi 1 ile 3 m arası değişmektedir. Bu kuyudaki sıcaklık değerleri ise 17 ile 20 °C arasında değişmektedir. SK-7 denize yakın olan bir kuyudur. Bu kuyuya yakın bir kesimde sulama amaçlı bir pompaj kuyusu bulunmaktadır. SK-7 kuyusu alandaki pompaj kuyusundan etkilenmektedir. Özellikle kurak dönemlerde (Temmuz-Kasım 2014) pompaj kuyusunun çalıştırılması ile Eİ değerlerinin 30.000 µS/cm çıktığı görülmektedir. Sulamanın yapılmadığı Ocak ve Mayıs 2014 ayları arasında ise Eİ değerleri 500 µS/cm seviyelerine inmektedir. 2015 yılı 2014 yılına göre daha yağışlı olduğu için Eİ değerleri 2014'e göre biraz daha düşüktür. SK-8'de SK-7 ile aynı doğrultuda denize yakın olan diğer bir gözlem kuyusudur. Bu gözlem kuyusu yağışlı dönemlerde artezyen yapmaktadır. Yağışlı dönemlerde kuyu suyunun sıcaklığı 20 °C altında, kurak dönemlerde ise zaman zaman 25 °C civarına çıkmıştır (Şekil 9.37). SK-10 nolu gözlem kuyusu Karareis'in güneyinde Güzelkent sınırları içinde yer almaktadır. Bu kuyunun yağışlı ve kurak dönemlerde su seviyeleri arasında yaklaşık 8 m'lik bir değişim görülmektedir. Kuyunun su sıcaklığı 17 ile 18 °C arasında değişmektedir (Şekil 9.38). Yeraltı suyu seviyesinin yükseldiği dönemlerde az da olsa suyun sıcaklığı artmaktadır. Gözlem kuyularına ilaveten Karaburun Yarımadası'nın batısında (Mordoğan-Körfez Bölgesi) ve Karaburun Yarımadası'nın kuzeyindeki (Yeni Liman) birer adet kuyuya CTD diver yerleştirilmiştir. Elde verilere göre, Körfez Bölgesindeki kuyunun statik su seviyesinin yaklaşık 15 m olduğu, statik ve dinamik su seviyesi arasında önemli bir değişimin olmadığı, kuyu suyunun sıcaklığının 2014 yılında 17,5 °C olduğu, Eİ değerlerinin ise 700 µS/cm civarında bulunduğu, kurak dönemlerde çok az miktarda Eİ değerlerinin arttığı görülmektedir (Şekil 9.39 ve Şekil 9.40). Yeni Liman'daki gözlem kuyusunda ise statik su seviyesinin 10 m civarında olduğu, yağışlı dönemlerde su seviyesinin 3 m'lere yaklaştığı, bu alandaki kuyuda sıcaklığın 14,5 ile 15,5 °C arasında değiştiği, özellikle de su seviyelerinin yüksek olduğu dönemlerde sıcaklık değerlerinin biraz arttığı görülmektedir (Şekil 9.41). Bu alandaki gözlem kuyusunda Eİ değerleri 600 µS/cm civarındadır. Yağışlı dönemde Eİ

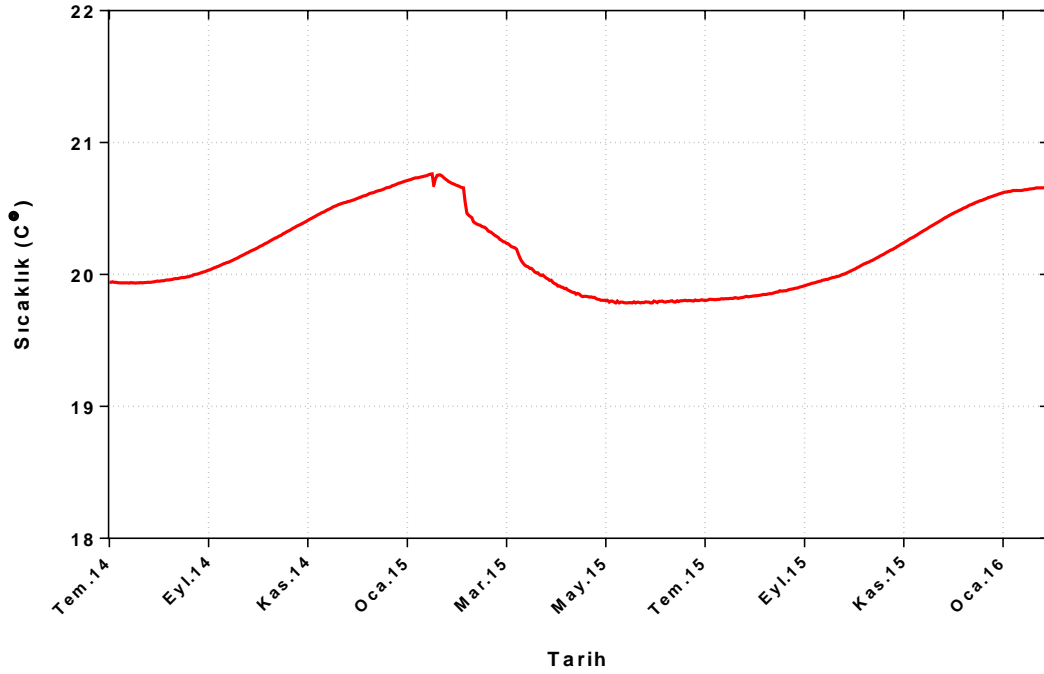
değerlerinde biraz değişim olmaktadır. Aralık 2014- Ocak 2015 tarihleri arasında yağışın etkisi ile Eİ değerinin 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarına indiği görülmektedir (Şekil 9.42). Hem Körfez hem de Yeni Liman bölgelerinde şu aşamada deniz suyu girişimine ilişkin veriler gözlenmemiştir.



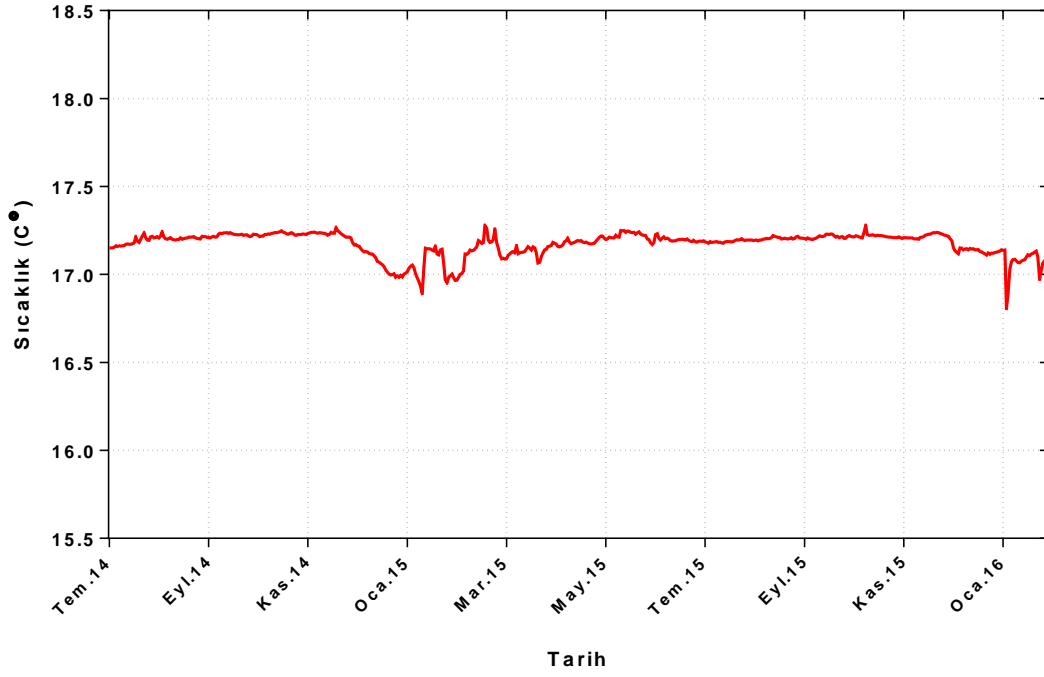
Şekil 9.31. SK-1 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



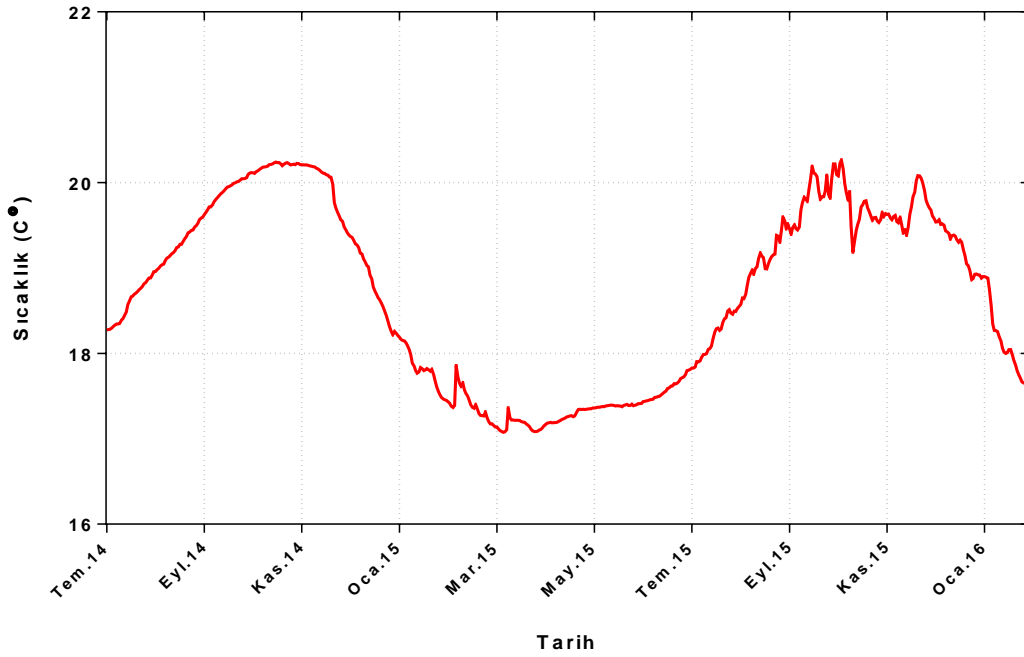
Şekil 9.32. SK-2 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



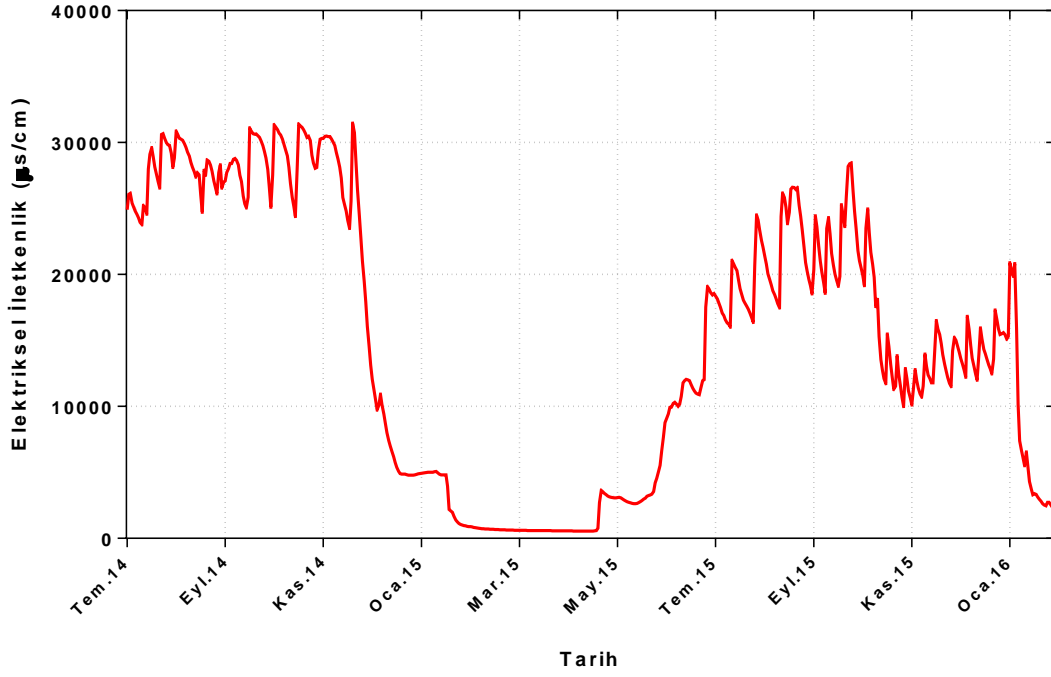
Şekil 9.33. SK-3 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



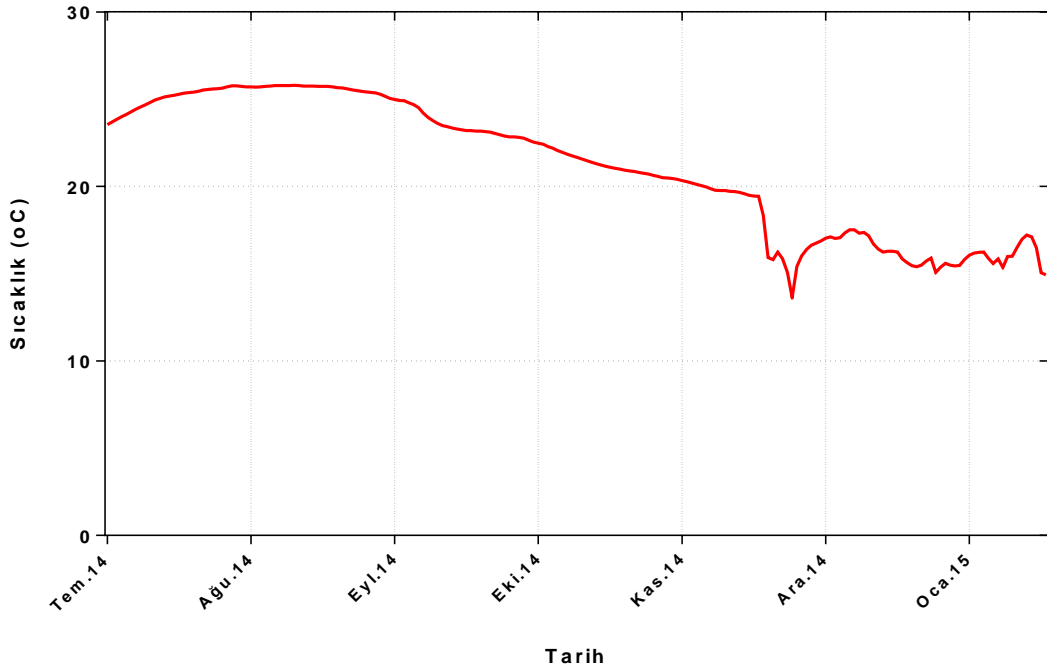
Şekil 9.34. SK-4 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



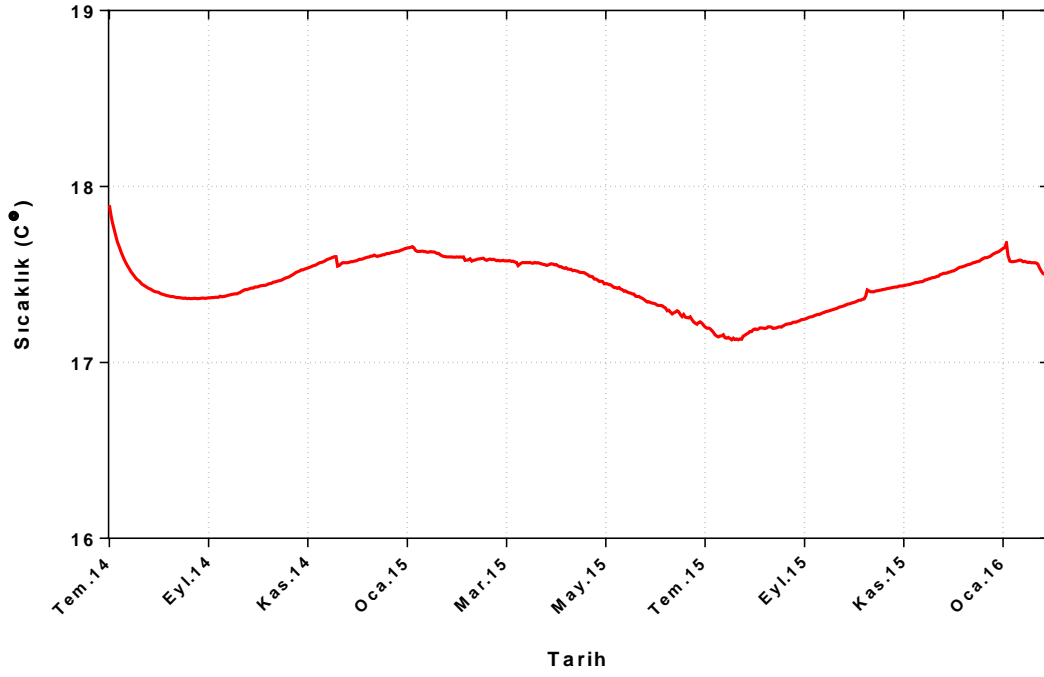
Şekil 9.35. SK-7 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



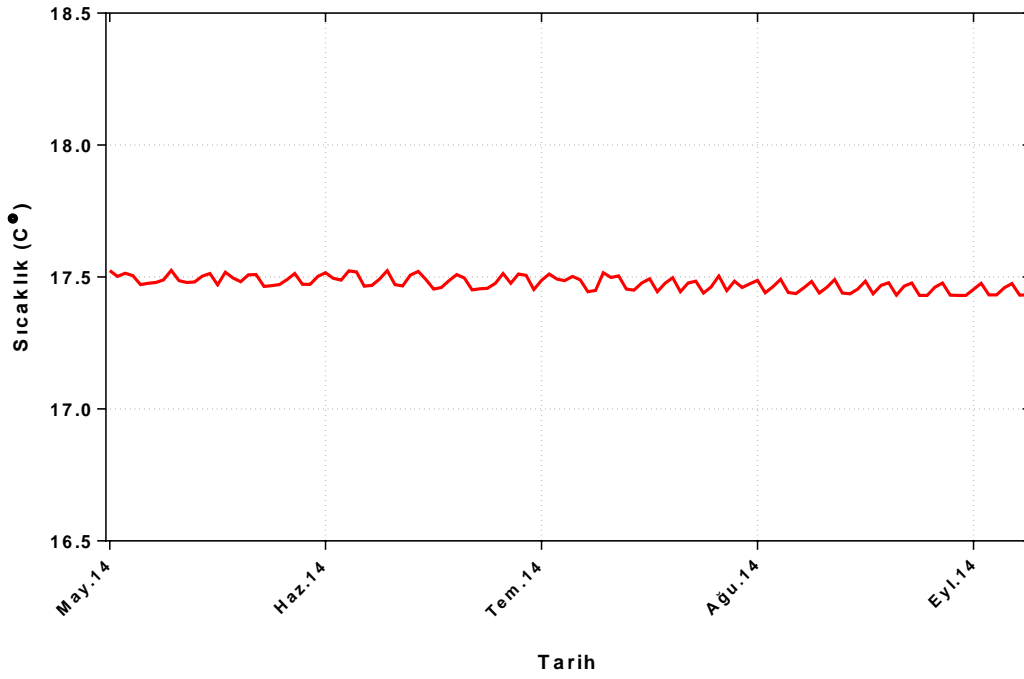
Şekil 9.36. SK-7 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi



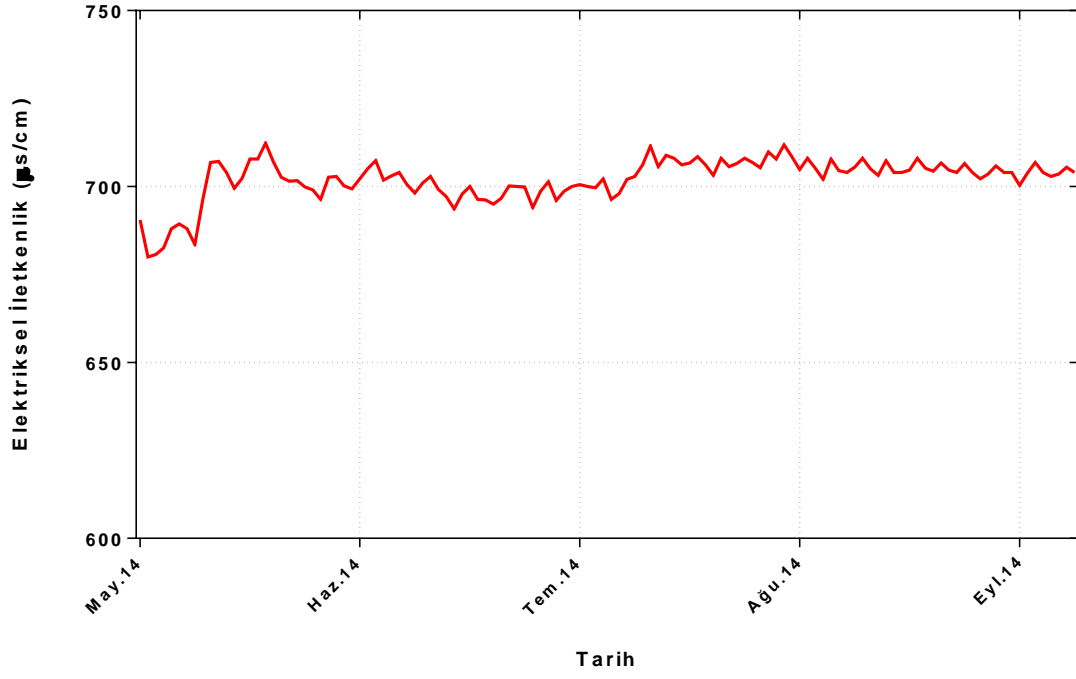
Şekil 9.37. SK-8 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



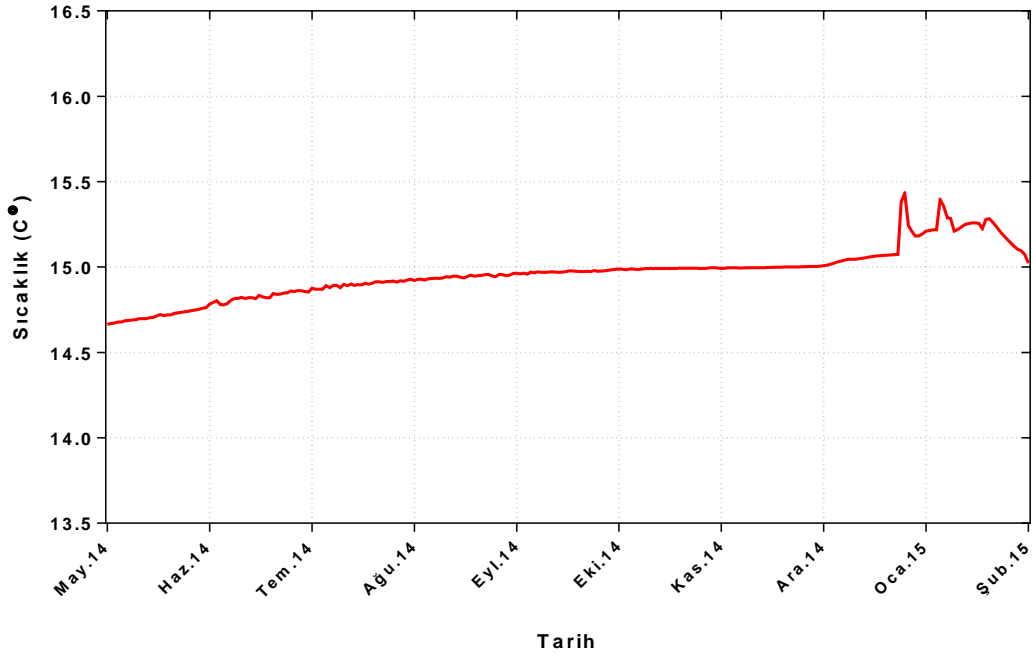
Şekil 9.38. SK-10 nolu sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



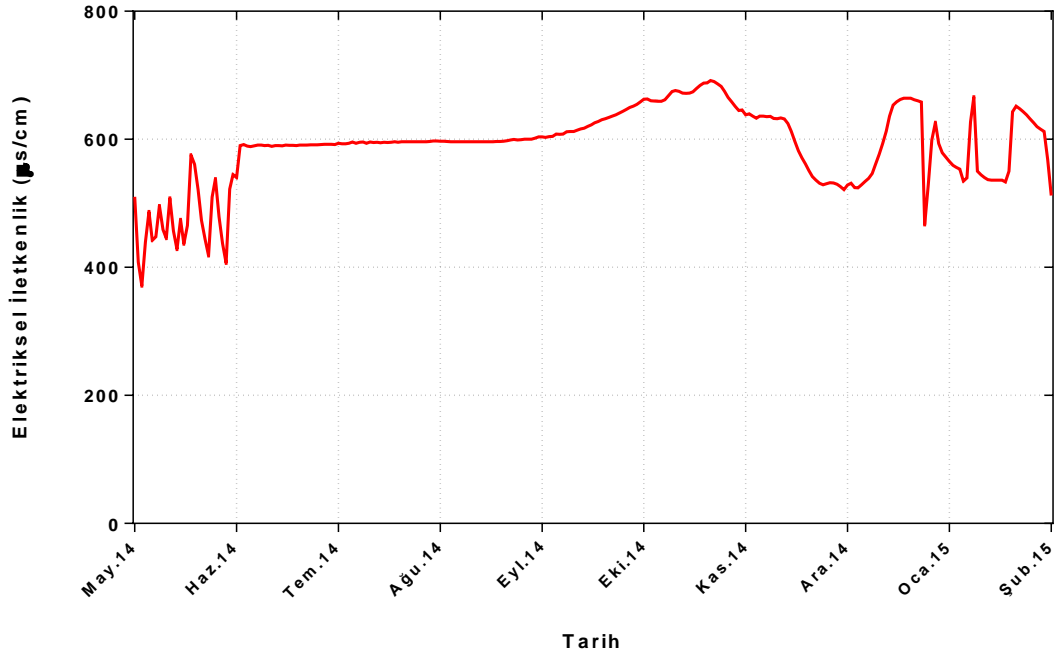
Şekil 9.39. Mordoğan sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



Şekil 9.40. Mordoğan sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi



Şekil 9.41. Karaburun sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında sıcaklık değişimi



Şekil 9.42. Karaburun sondaj kuyusunda Temmuz 2014-Şubat 2016 tarihleri arasında Eİ değişimi

Bu proje kapsamında 09-10 Ekim 2014 tarihlerinde (yaklaşık 36 saat) İZSU'ya ait 8 adet kuyu durdurularak kuyu çekimlerinin İldırı'da bulunan kaynakların tuzlanmasına etkisinin olup olmadığı irdelenmiştir. Aynı zamanda kuyulardaki Eİ değerleri de gözlemlenmiştir. Bu nedenle, farklı zamanlarda kuyularda Elektriksel İletkenlik değerleri ölçülmüştür (Tablo 9.2). Yapılan çalışmada kuyularda çekim yapılmadığı durumlarda bazı kuyulardaki az da olsa (I02, I06 ve I07 gibi) tuzluluğun azaldığı görülmüştür. Ancak yapılan bu incelemede kısa sürede kaynaklar üzerine ciddi bir etki görülmemiştir (Tablo 9.3).

Tablo 9.2. 09-10 Ekim 2014 tarihlerinde kuyularda ölçülen Eİ değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

IZSU Sondaj No ve Kaynak	YASS Kot (m)	09/10/2014 Saat: 12:00	10/10/2014 Saat: 12:00	10/10/2014 Saat: 17:00
I0	4,85	2670	2670	2680
I01	9,20	3600	3700	3720
I02	29,20	3610	3070	3440
I03	49,10	3660	3580	3530
I06	40,45	3100	2955	
I07	46,30	3150	2987	

Tablo 9.3. 09-10 Ekim 2014 tarihlerinde kaynaklarda ölçülen Eİ değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

IZSU Kaynak No	09/10/2014 Saat: 12:00	10/10/2014 Saat: 12:00	10/10/2014 Saat: 17:00
IK01	3640	3781	3799
IK02	1828	1825	1819

9.2 Kimyasal Parametreler

9.2.1 Temel Anyon ve Katyonlar

Karaburun Yarımadası'nın özelliklerini yansıtacak şekilde toplanan sularda major anyon ve katyon analizleri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çevre Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezinde, ağır metal analizleri ise uluslararası standartlara sahip ACME laboratuvarlarında yapılmıştır. Temel anyon ve katyon analizleri için alınan örnekler milipore marka 0,45 μm gözenekli filtrelerle filtrelenmiştir. Ancak bu örneklerde nitrik asit ile asitlendirme yapılmamıştır. Tüm örnekler polietilen şişelere hava kalmayacak şekilde doldurulmuş ve örnekler arazi tipi buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmıştır. Daha sonra tüm temel anyon ve katyon örnekleri iyon kromatografisi (IC) yöntemi ile analiz edilmiştir.

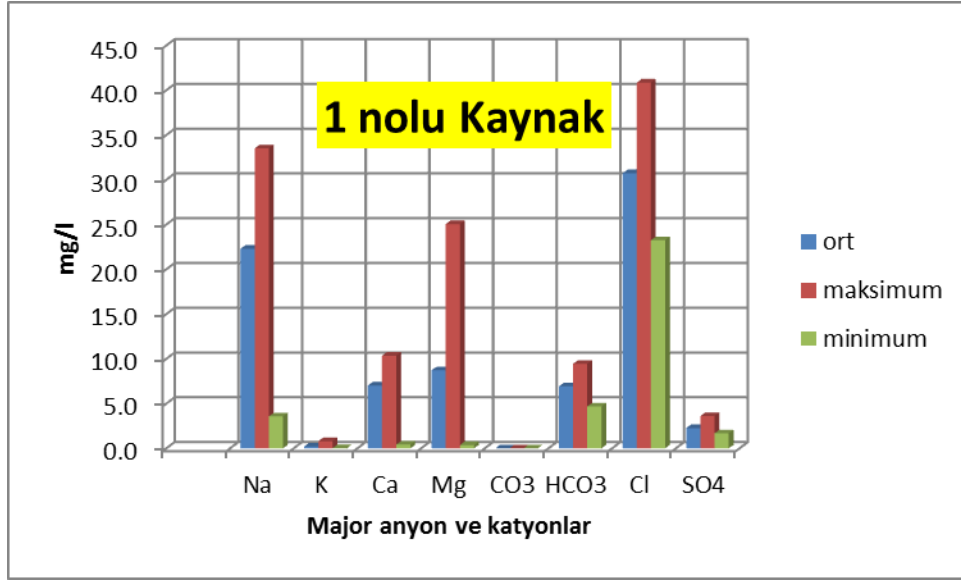
Sudaki tüm katyonların ve anyonların meq/L cinsinden değerlerinin ayrı ayrı toplamları birbirine eşit olması veya hata payının % 5'in altında olması gerekmektedir. Suların kimyasal analizlerinde yapılan hatalar da anyon-katyon dengesinden aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% e = [(\sum \text{katyon} - \sum \text{anyon}) / (\sum \text{katyon} + \sum \text{anyon})] \times 100$$

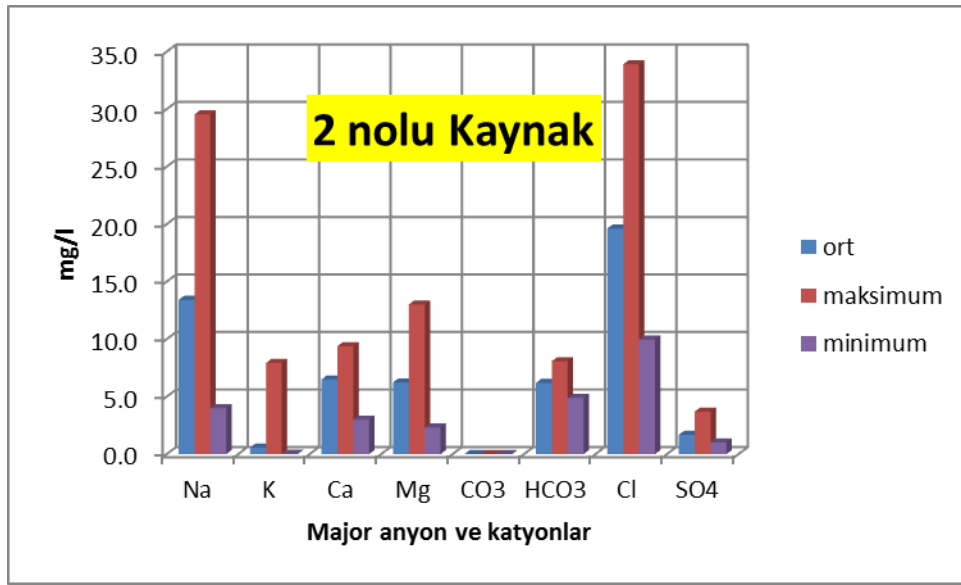
Karaburun Yarımadası'nın güneybatısında İldırı yerleşim yerinde bulunan kaynakların hidrojeokimyasal özellikleri ile ilgili DSİ tarafından 2006-2010 yılları arasında bir dizi analizler yapılmıştır. Bu çalışmada ise özellikle İK01 ve İK02 nolu kaynaklarda üç dönem boyunca hidrojeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda alandaki her üç kaynağın da azda olsa dönem dönem su kimyasının değiştiği görülmektedir (Tablo 9.4). 2009 yılında kaynaklarda baskın olarak Na-Cl su tipi görülmüştür. Bölge, bu dönemde kurak geçmiştir. Bu nedenle, kaynaklardan yoğun olarak sulama suyu amaçlı olarak kullanılmıştır. 2006-2009 yılları arasında İK02 nolu kaynak ağırlıklı olarak karışık su tipini yansıtmıştır. İK02 nolu kaynak İK01 nolu kaynağa oranla sodyum ve klorür içeriği biraz daha azdır (Şekil 9.43 ve Şekil 9.44). Tektonik kontrollü olan bu karstik kaynaklardan İK02 nolu kaynak iki fayın kesişim noktasında yüzeye çıkmıştır.

Tablo 9.4. Kaynakların su tipi

Tarih	IK01	IK02	IK03
22.06.2006	Na-Mg-Cl	Na-Mg-Cl-HCO ₃	Na-Cl-HCO ₃
02.05.2007	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Mg-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Cl
25.07.2007	Na-Cl-HCO ₃	Na-Mg-Cl-HCO ₃	Ca-Na-Cl
13.12.2007	Mg-Na-Cl-HCO ₃	Ca-Mg-Na-Cl-HCO ₃	Ca-Na-Mg-Cl
28.01.2008	Mg-Na-Cl	Mg-Ca-Na-Cl-HCO ₃	Mg-Na-Ca-Cl-HCO ₃
25.02.2008	Mg-Na-Cl	Mg-Ca-Cl-HCO ₃	Mg-Na-Cl
24.03.2008	Na-Mg-Ca-Cl-HCO ₃	Ca-Mg-Na-Cl-HCO ₃	Na-Mg-Ca-Cl-HCO ₃
20.05.2008	Na-Cl	Na-Mg-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Cl-HCO ₃
15.07.2008	Na-Mg-Cl	Mg-Na-Cl-HCO ₃	Mg-Na-Cl
15.08.2008	Na-Mg-Ca-Cl	Mg-Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Mg-Cl
30.12.2008	Na-Ca-Cl	Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃	Na-Cl-HCO ₃
02.09.2009	Na-Mg-Ca-Cl	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃	Na-Ca-Cl
04.10.2009	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Ca-Cl	Na-Cl
05.12.2009	Na-Cl	Na-Cl	Na-Cl
06.12.2009	Na-Cl	Na-Mg-Cl	Na-Cl
07.10.2009	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl	Na-Cl
08.07.2009	Cl-HCO ₃	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Cl
09.08.2009	Na-Ca-Cl	Na-K-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Cl
11.04.2009	Na-Cl	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Cl
13.01.2010	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Na-Ca-Cl
15.02.2010	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl
29.03.2010	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl	Na-Ca-Cl



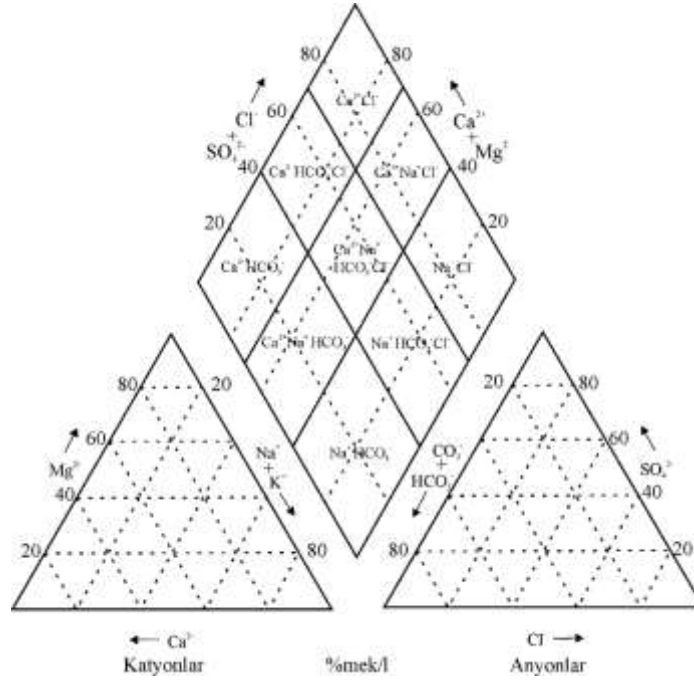
Şekil 9.43. IK01 nolu kaynağın majör anyon ve katyon değışimi



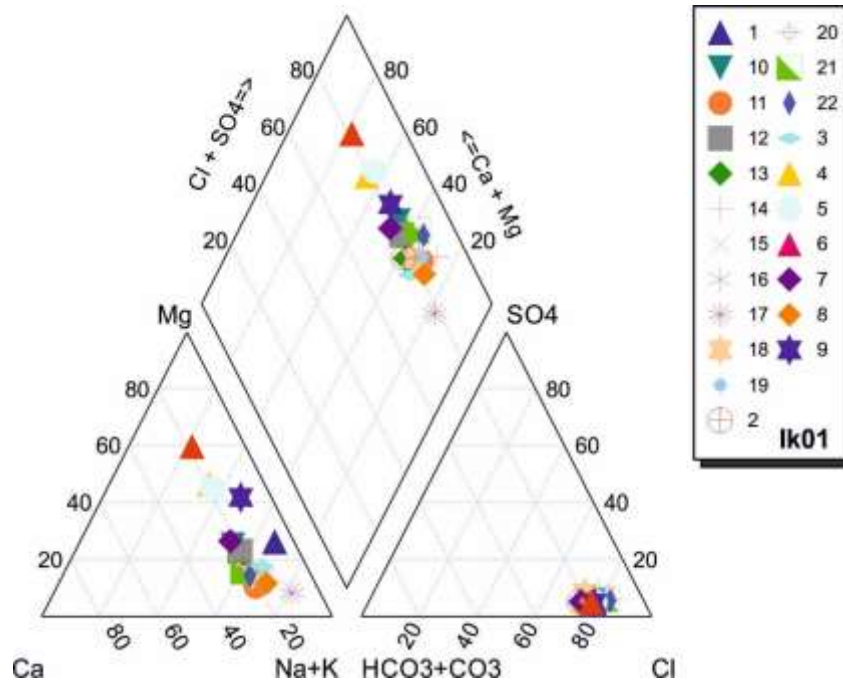
Şekil 9.44. IK02 nolu kaynağın majör anyon ve katyon değışimi

Piper sınıflamasına göre eşkenar üçgenlerden meydana gelen katyon ve anyon üçgenine iyonların % meq/L değerleri işaretlenerek bulunan noktalar iki üçgenin üzerine çizilen bir eşkenar dörtgene taşınarak kesiştiği nokta ile suyun sınıfı belirlenmektedir (Şekil 9.45). Üçgen diyagramlar suların fasiyes tiplerinin görülmesinde, dörtgen diyagramlar ise suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Piper diyagramlarına göre alandaki IK01 ve IK03 nolu kaynaklar Na-Cl ve Ca-Na-Cl su tipini yansıtmaktadır. IK02 nolu

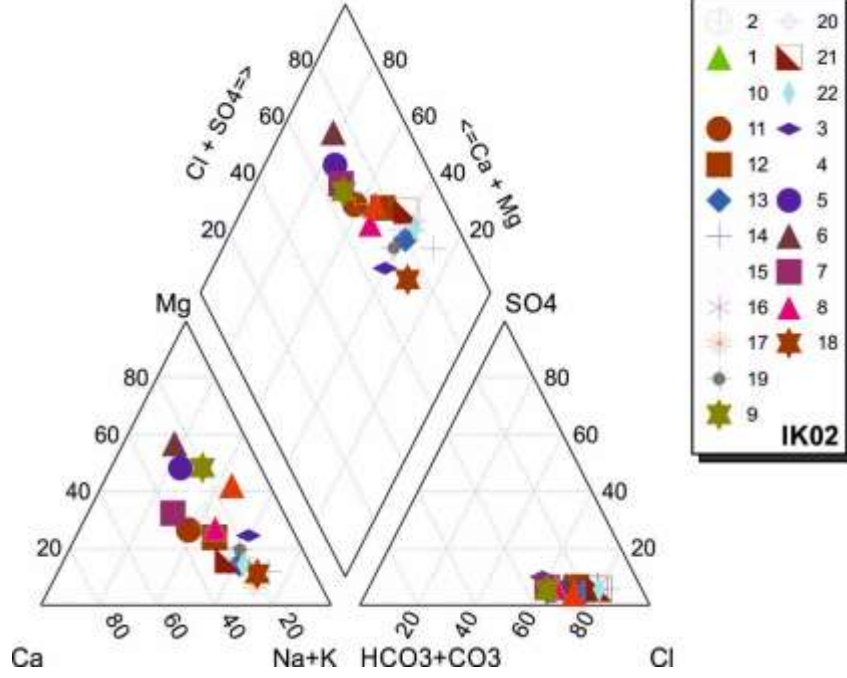
kaynak suyunda ise Na^+ ve Cl^- iyonların konsantrasyonları biraz düşmüş ve karışık tip su tipine yaklaşmıştır (Şekil 9.46-Şekil 9.48).



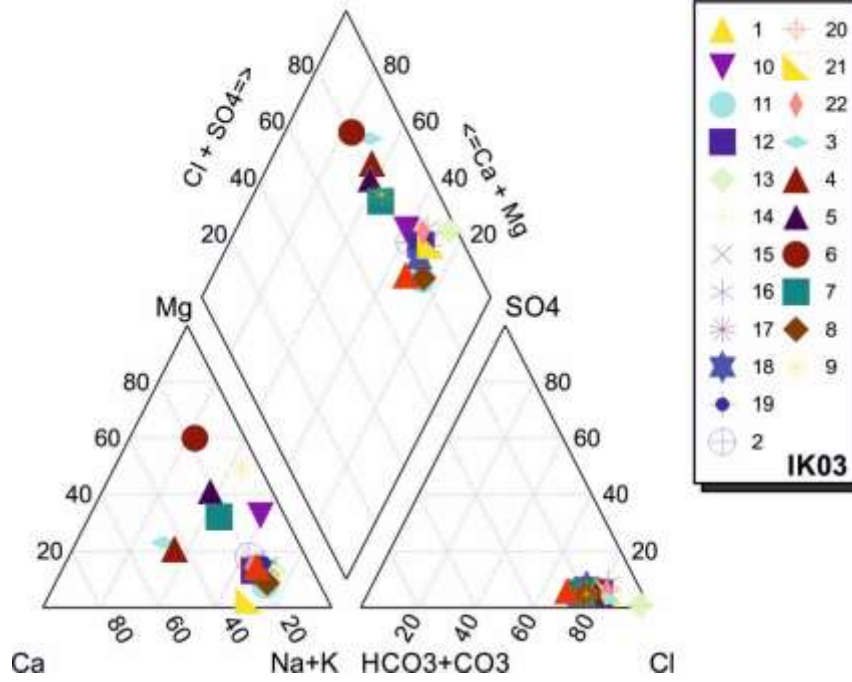
Şekil 9.45. Piper diyagramında su fasiyeslerini tanımlayan bölgeler



Şekil 9.46. IK01 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi

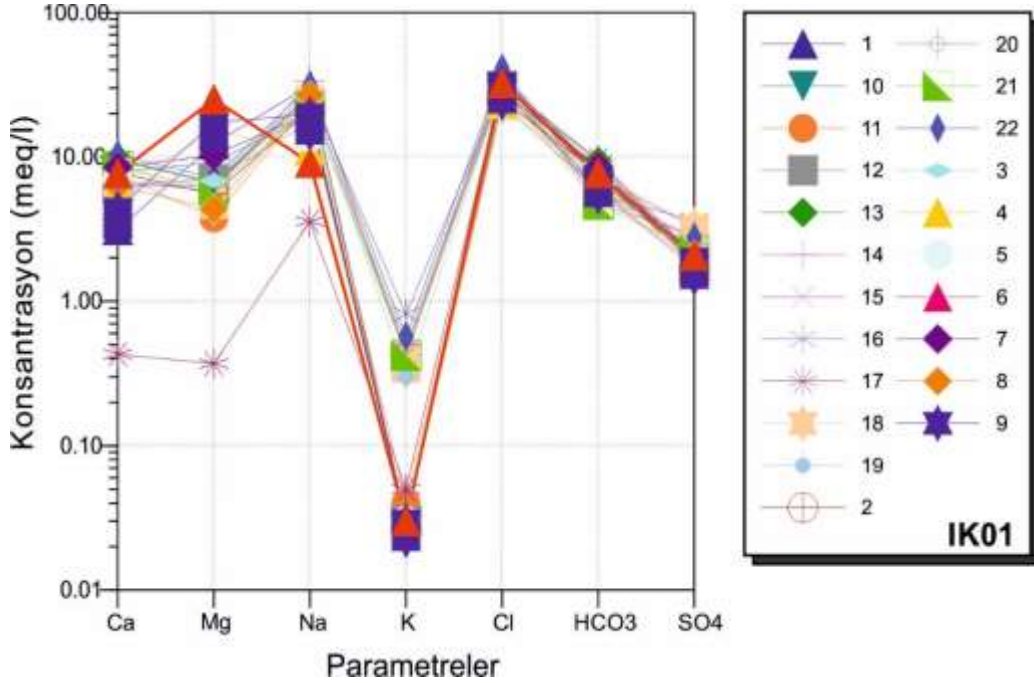


Şekil 9.47. IK02 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi

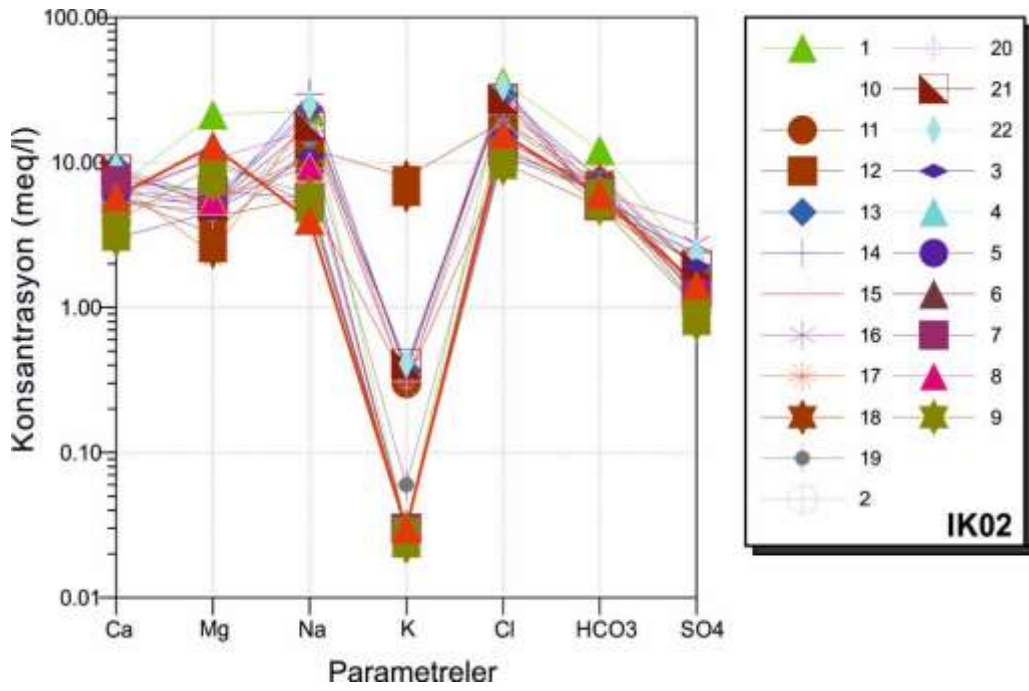


Şekil 9.48. IK03 nolu kaynağın Piper diyagramında gösterimi

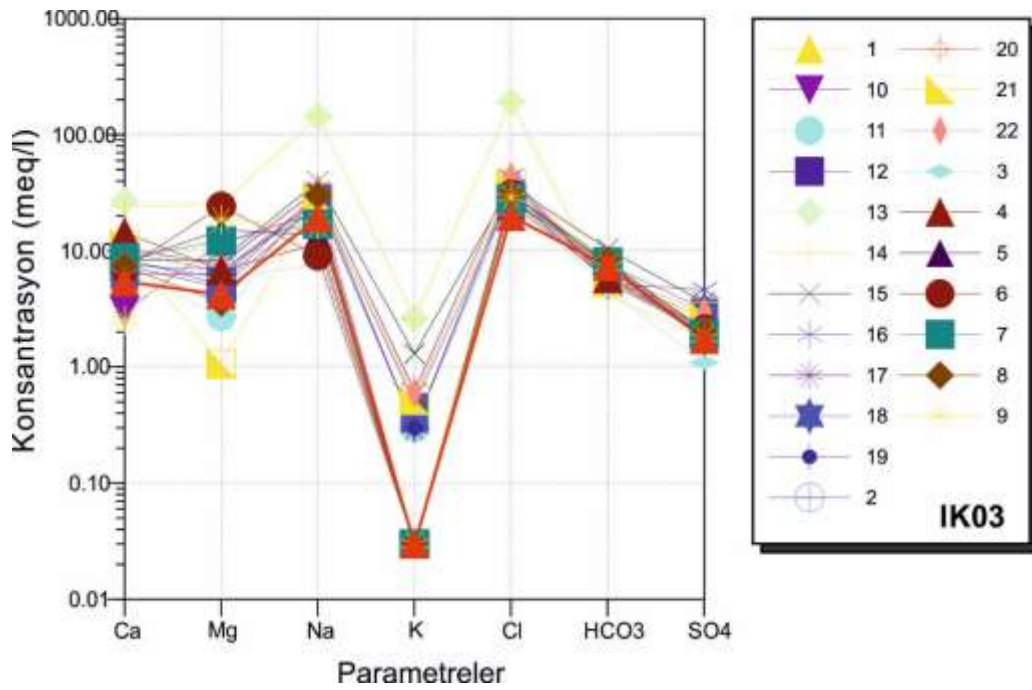
Schoeller yarı logaritmik diyagramı ise, logaritmik ölçekli Y ekseninde element derişimlerinin meq/L olarak yer aldığı, X ekseninde sırasıyla Mg^{++} , Ca^{++} , $Na^{+}+K^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{2-} ve HCO_3^{-} iyonlarını gösteren bir diyagramdır. Bu diyagram üzerine işaretlenen element derişimlerinin oluşturduğu çizgilerin yorumlanması yoluyla suların kökenlerinin benzer olup olmadığı değerlendirilmiştir. Schoeller yarı logaritmik diyagramı, logaritmik ölçekli Y ekseninde element derişimlerinin meq/L olarak yer aldığı, X ekseninde sırasıyla Mg^{++} , Ca^{++} , $Na^{+}+K^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{2-} ve HCO_3^{-} iyonlarını gösteren bir diyagramdır. Bu diyagram üzerine işaretlenen element derişimlerinin oluşturduğu çizgilerin yorumlanması yoluyla suların kökenlerinin benzer olup olmadığı değerlendirilebilmektedir. Schoeller diyagramına göre İldırı'daki üç kaynağında köken olarak benzer olduğu ancak yağıştan beslenme ve/veya çekim sonucu tuzlanma nedeniyle iyon değışinde kısmen farklılıklar sunmaktadır (Şekil 9.49-Şekil 9.51).



Şekil 9.49. İK01 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi



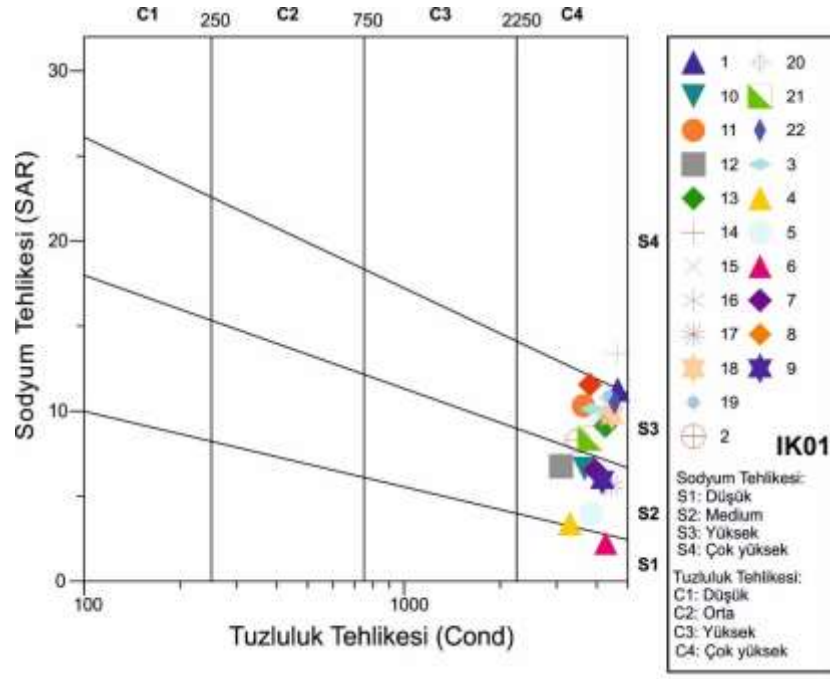
Şekil 9.50. IK02 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi



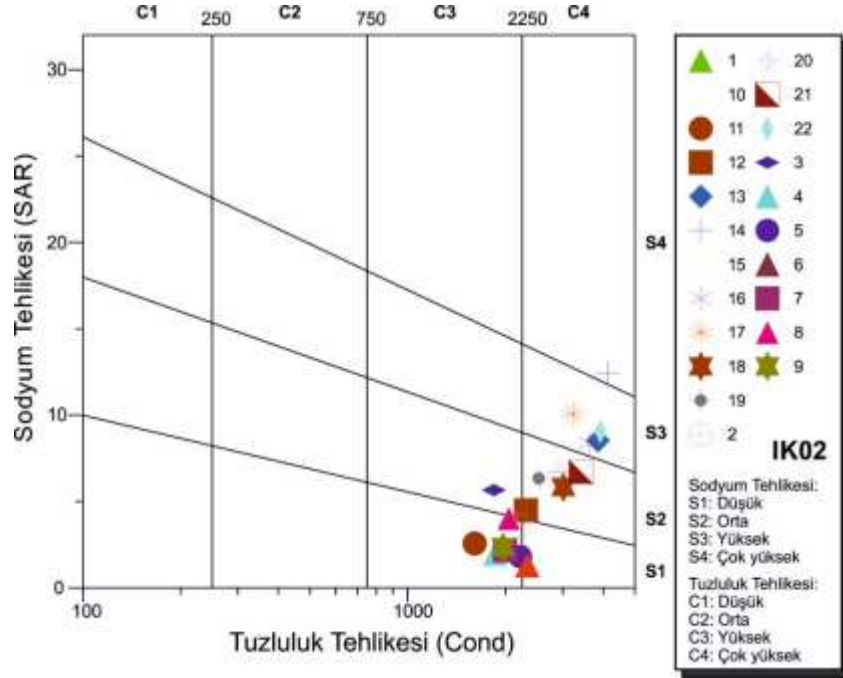
Şekil 9.51. IK03 nolu kaynağın Schoeller diyagramında gösterimi

Ayrıca kaynak suları sulama suyu açısından da değerlendirilmiştir. Hidrojeokimyasal verilere göre, İldırı kaynakları yüksek tuzluluk, düşük, orta ve yüksek sodyum tehlikesi değerlerine

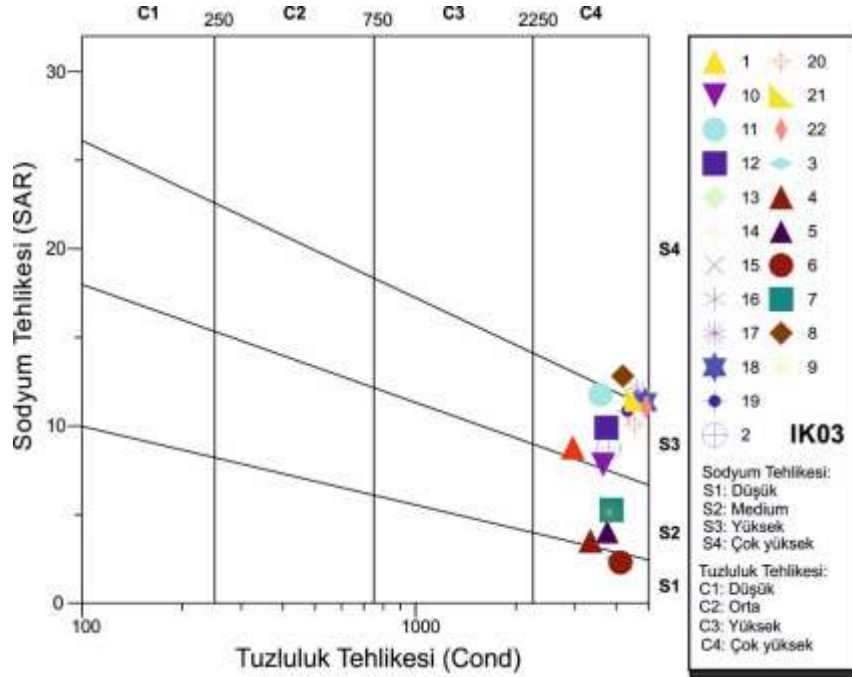
sahiptir (Şekil 9.52-Şekil 9.54). Yalnız IK02 nolu kaynak diğer kaynaklara oranla az da olsa bir değişim göstermiştir. IK02 nolu kaynak çok yüksek-yüksek tuzluluk, düşük, orta ve yüksek sodyum tehlikesine sahiptir. Deniz suyu etkileşimi nedeniyle sulama suyu olarak kullanılamayacak özelliindedir.



Şekil 9.52. IK01 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi



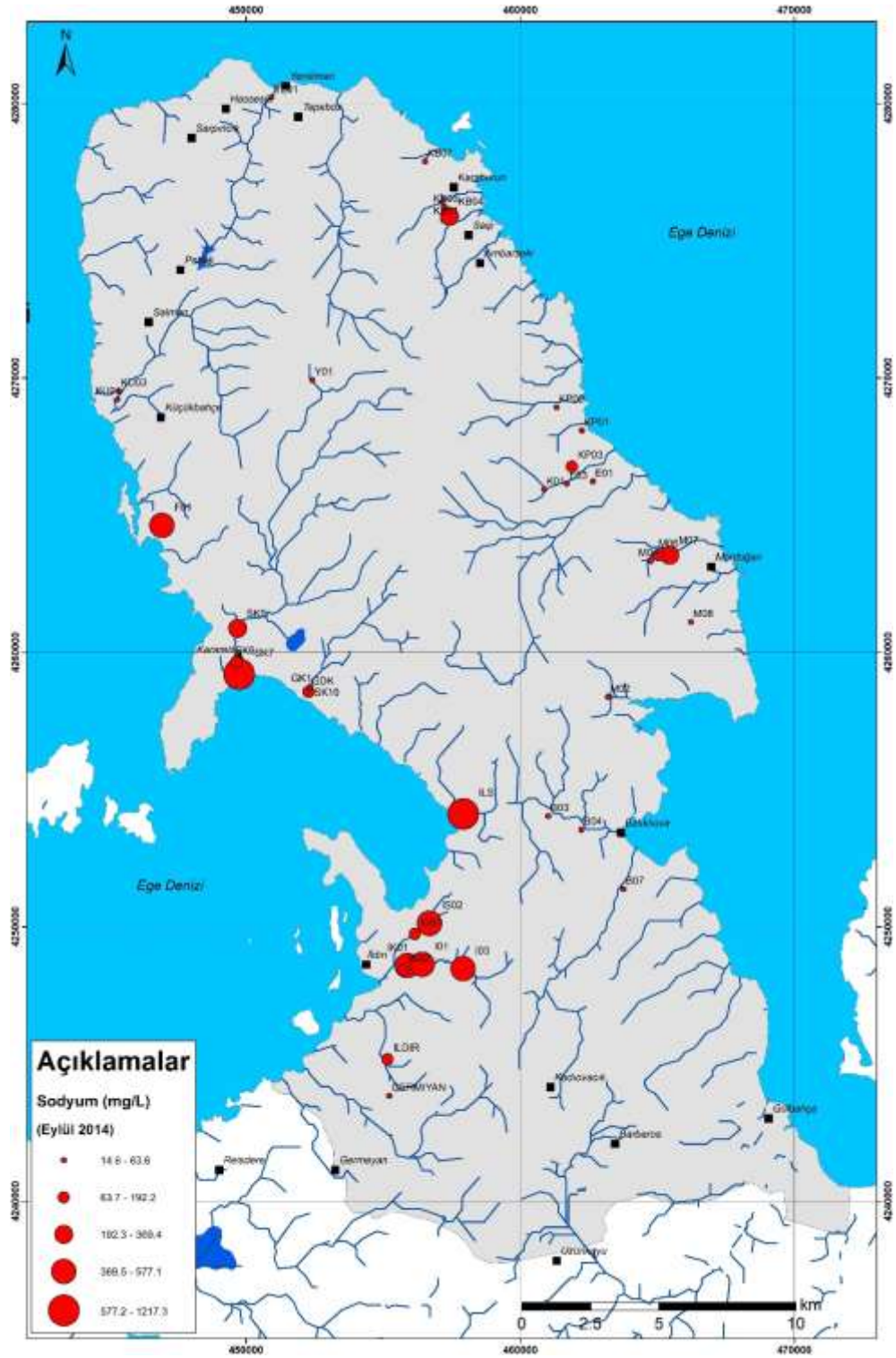
Şekil 9.53. İK02 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi



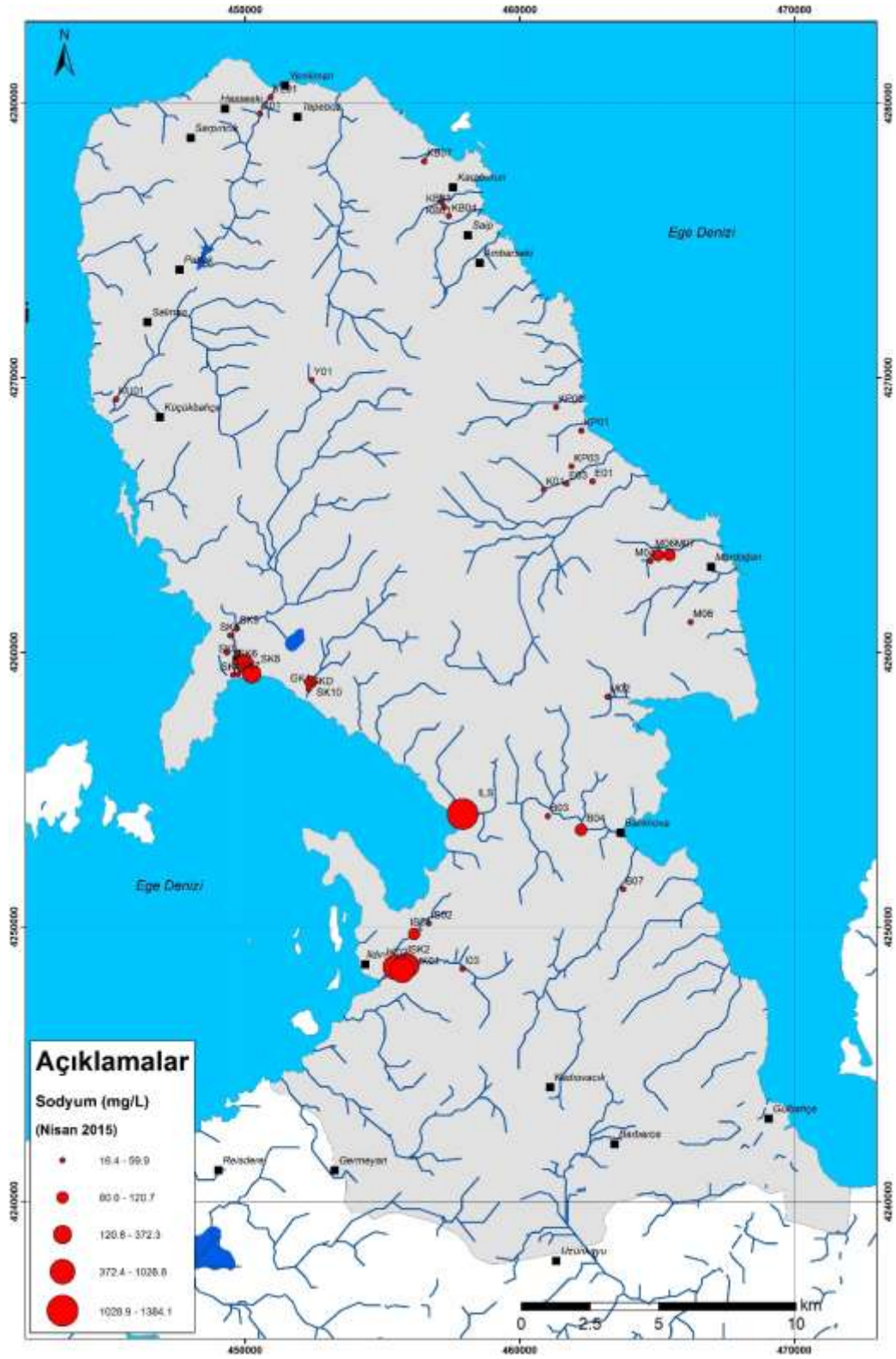
Şekil 9.54. İK03 nolu kaynağın Wilcox diyagramında gösterimi

Proje sahasında Eylül 2014, Nisan 2015 ve Eylül 2015 dönemlerinde kuyulardan alınan su noktalarının hidrojeokimyasal özellikleri bu alandaki su noktalarının oldukça farklı su tipi

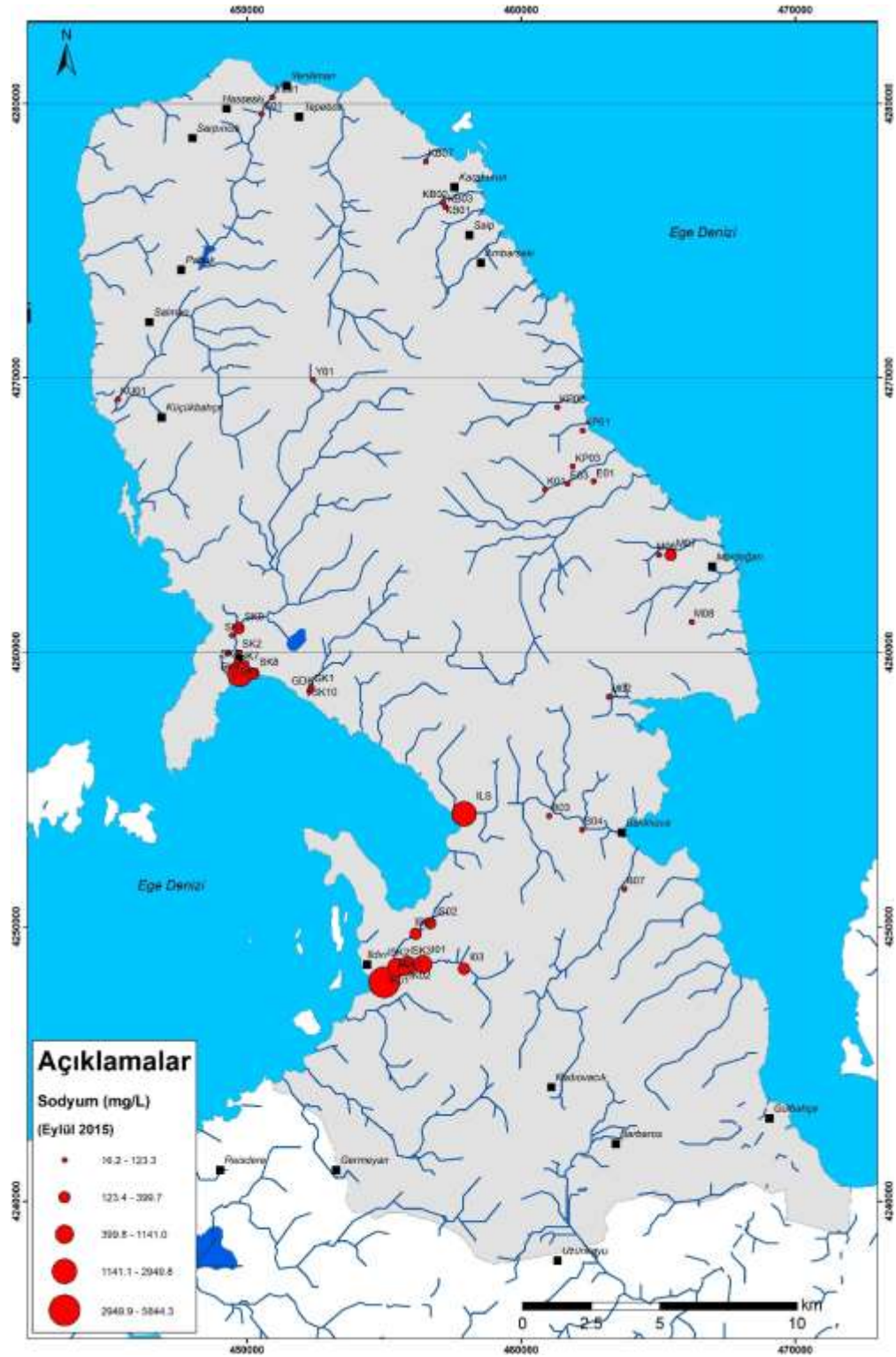
sergilediklerini göstermektedir. Kaynaklar gibi denize yakın olan kesimlerdeki kuyularda yeraltı suları Na^+ , Cl^- ve SO_4^{2-} iyonlarına zenginleşmişlerdir (Şekil 9.55- Şekil 9.57). Örneğin ILS, I01, I03, SK7, F01 ve SK10 nolu su noktaları denize yakın olan kesimlerdir. Bu alanlardaki kuyular aşırı çekim nedeni ile tuzlanmaya başlamıştır. Hem yağışlı hem de kurak dönemlerde de bu alandaki kuyularda Na^+ , Cl^- , Ca^{++} iyonları yüksektir (Şekil 9.58-Şekil 9.60). Karaburun ve Mordoğan Körfez bölgesindeki sular ise Ca^{++} ve HCO_3^- iyonlarınca zengindir. Bu kesimlerdeki su kaynakları Karaburun Yarımadası'nda yüzlek veren karstik kireçtaşlarından kaynaklanmaktadır (Şekil 9.61). Ancak Karaburun'da denize yakın bazı kuyularda (KB7 gibi) aşırı çekimler sonucu kuyularda Na^+ ve Cl^- iyonlarının özellikle kurak dönemlerde artışı görülmektedir. Mordoğan bölgesindeki kuyuların önemli bir kısmı yörede yüzlek veren volkanik birimlerden açılmıştır. Bu alandaki kuyular (M02, M06, M07 gibi) karışık su tipi özelliğindedir. Yukarıda da görüleceği üzere karbonatlı kayalarda su tipi olarak Ca- HCO_3 beklenmesi gerekirken, baskın olarak Na-Cl'lü sulardır. Özellikle Ildırı gibi karstik boşalımların olduğu kesimlerde ve diğer karstik sistemlerden su sağlayan kuyularda deniz suyu girişimi nedeniyle su fasiyesi değişmiştir. Beslenme ve boşalım mekanizmasına bakıldığında, aşırı çekim deniz suyu girişimine ve su tipinin değişmesine neden olmuştur. Özellikle karstik sistemlerde Na-Cl, diğer kayalarda karışık olması, karstik sistemin su dolaşımının hızlı olmasından ve tektonik hatlardan dolayı deniz suyu girişiminin hızlı etkilediği görülmektedir.



(a)

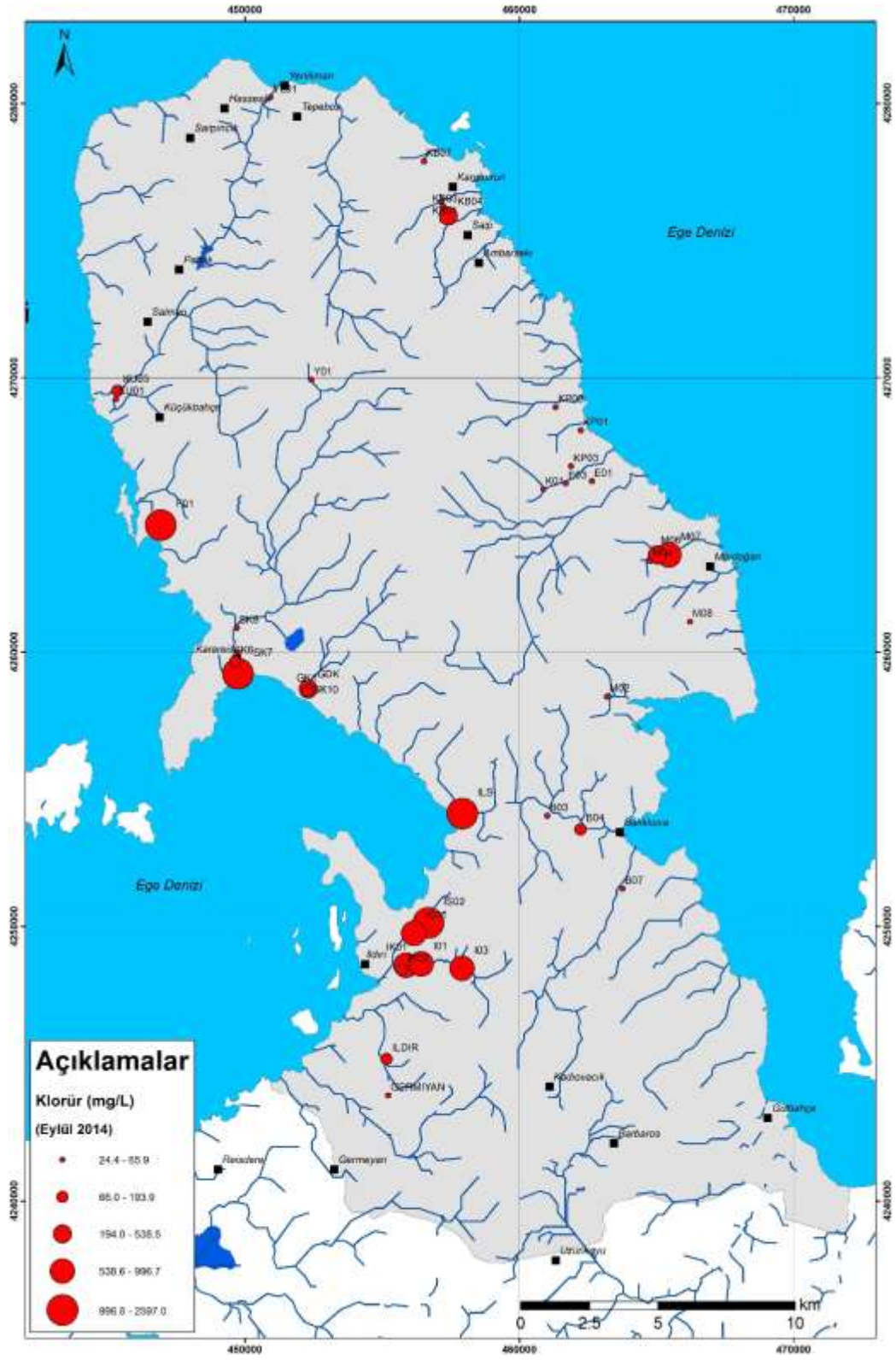


(b)

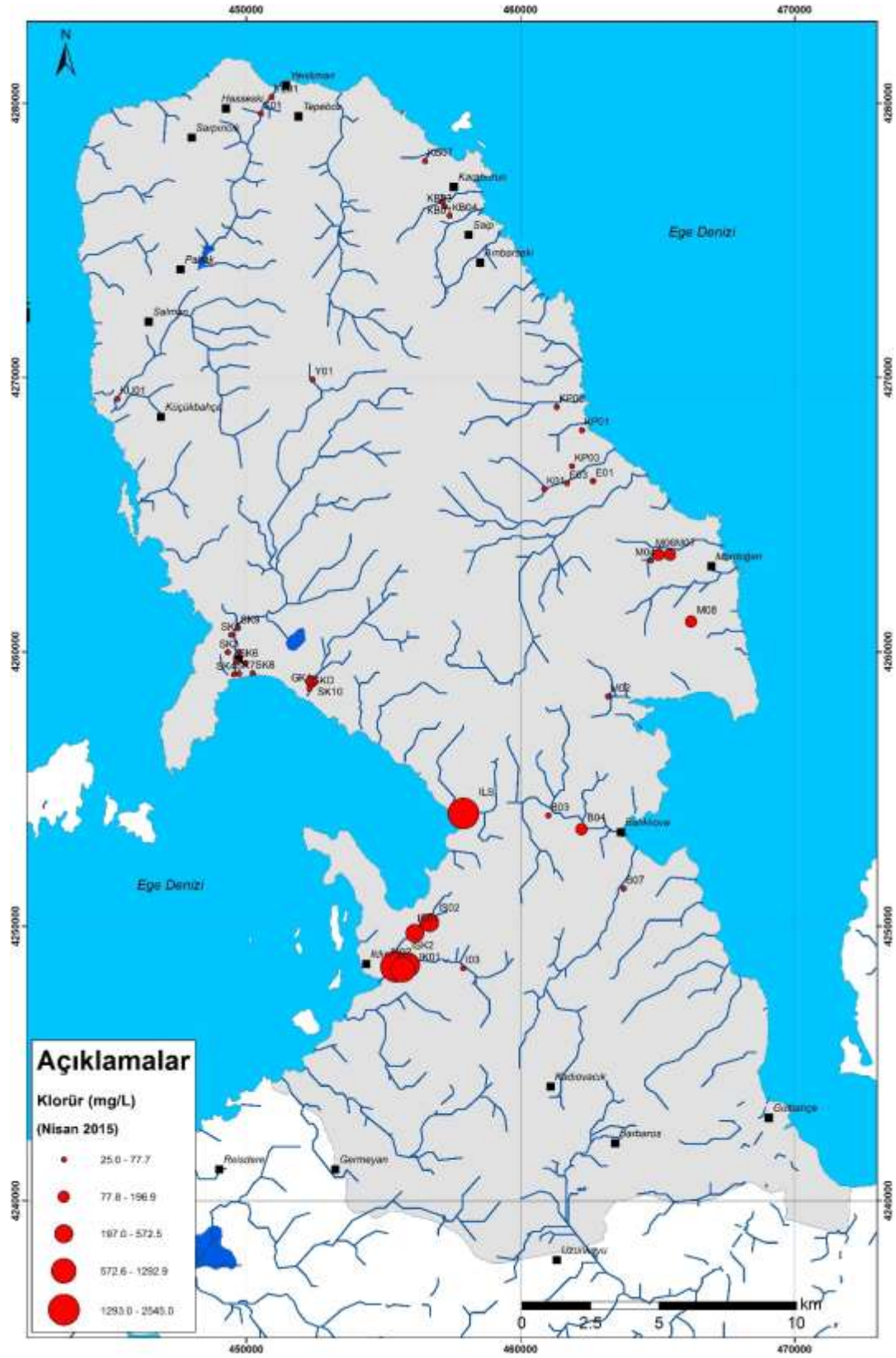


(c)

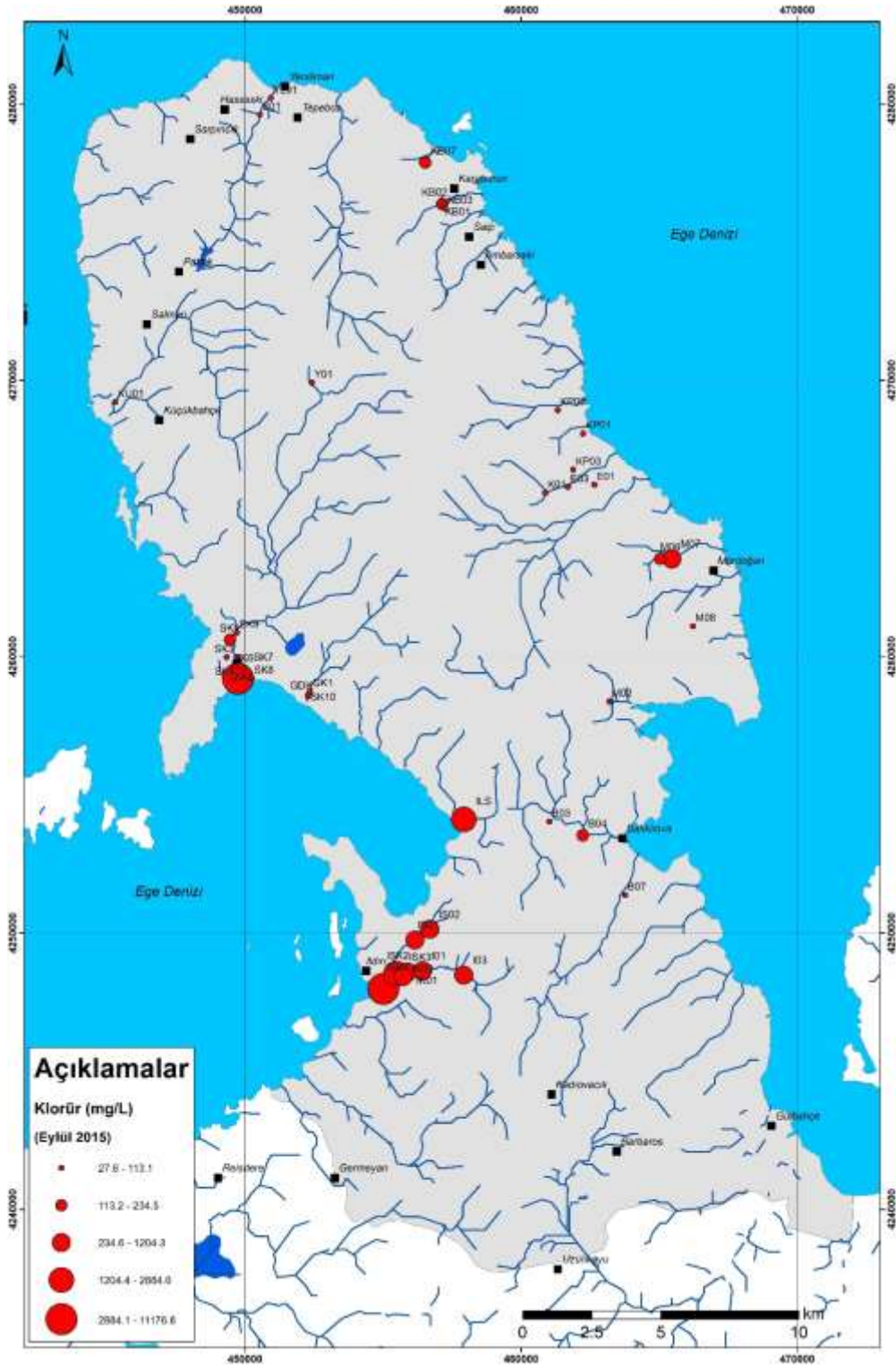
Şekil 9.55. İnceleme alanında suların sodyum değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



(a)

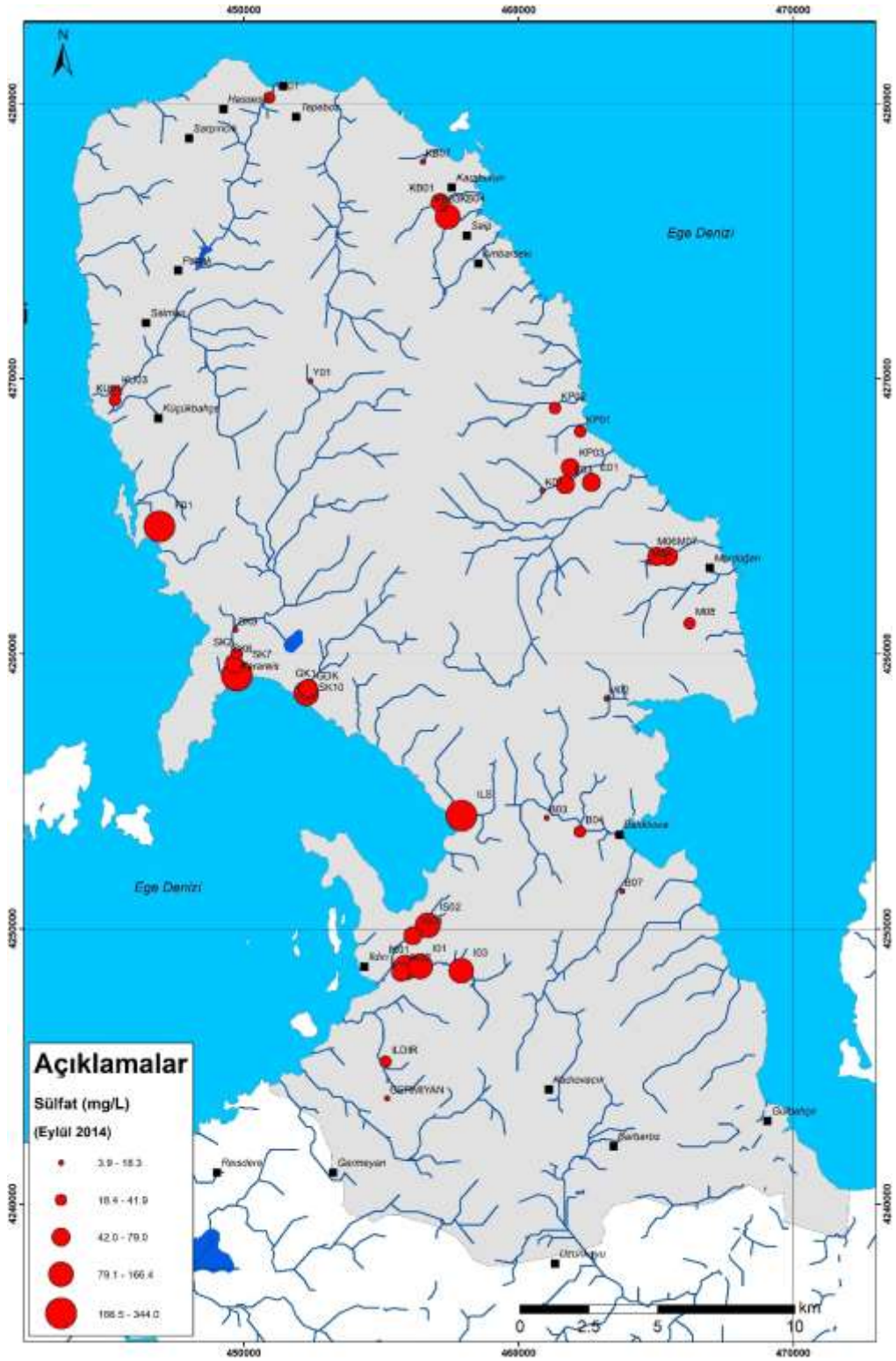


(b)

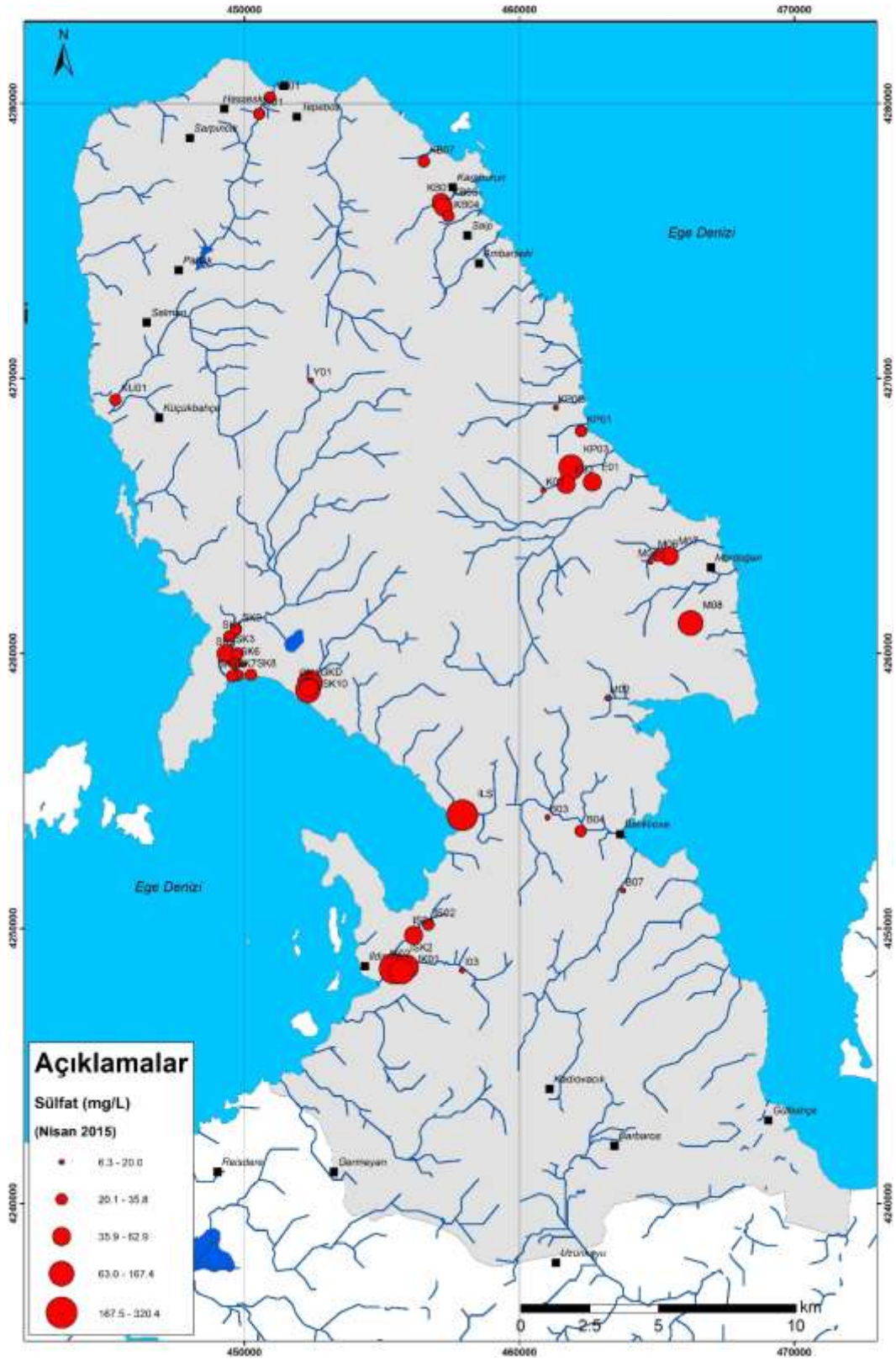


(c)

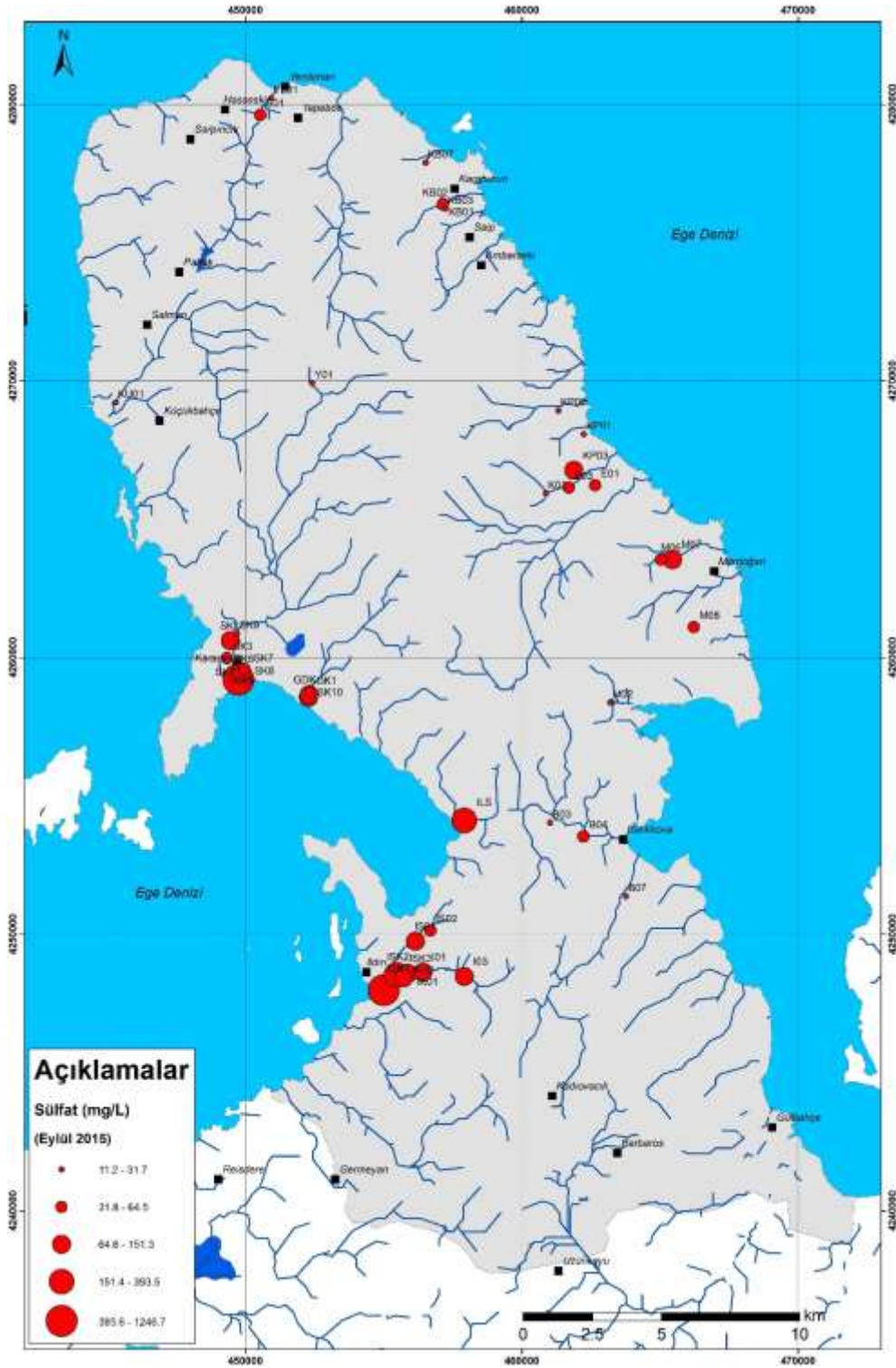
Şekil 9.56. İnceleme alanında suların klorür değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



(a)

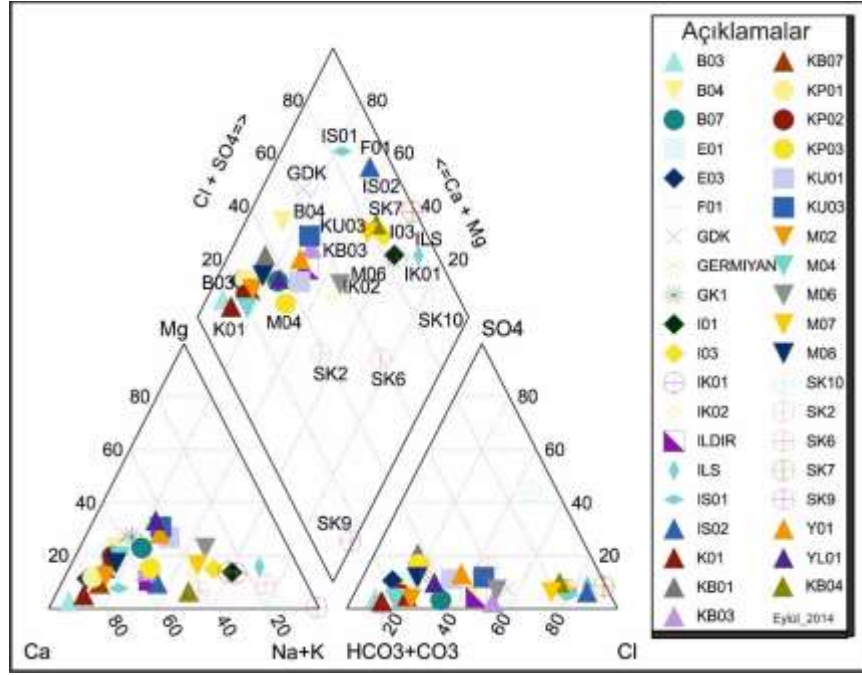


(b)

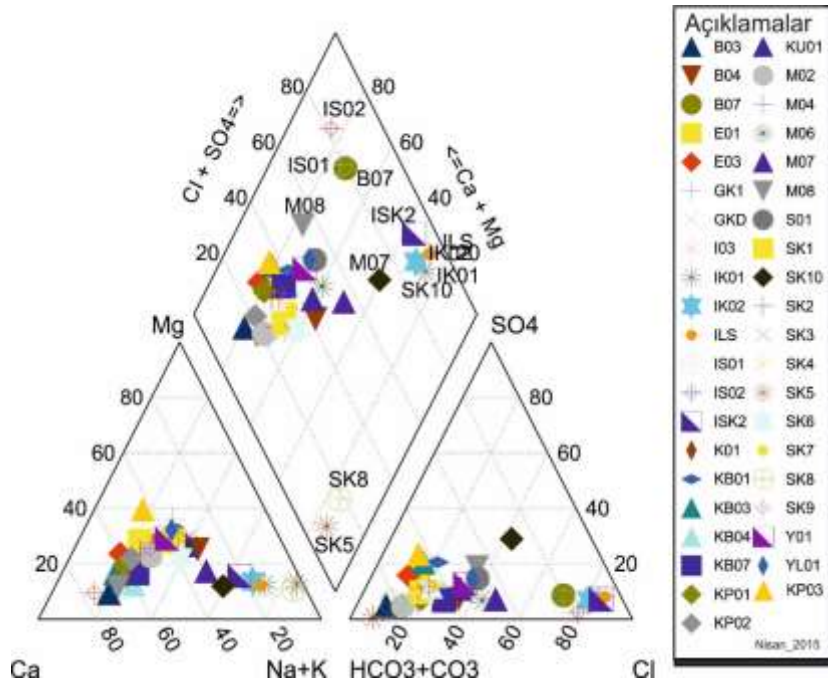


(c)

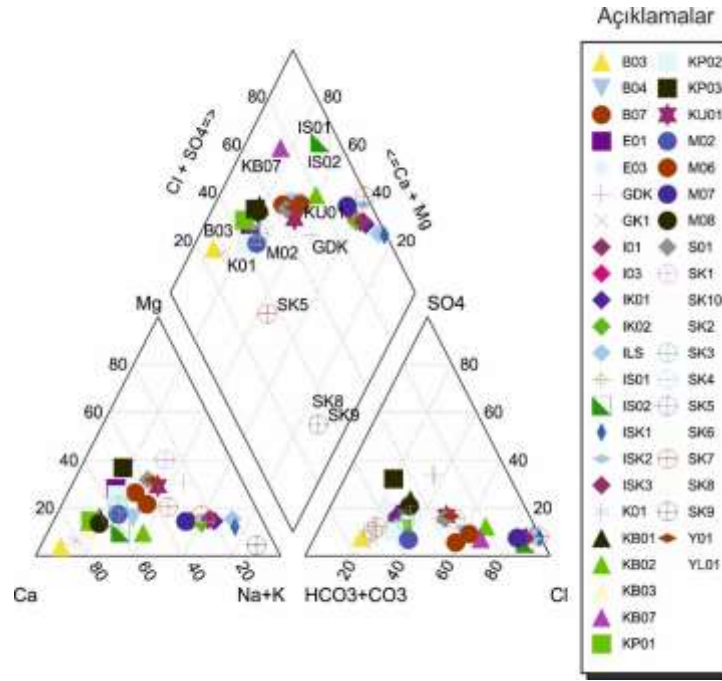
Şekil 9.57. İnceleme alanında suların sülfat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



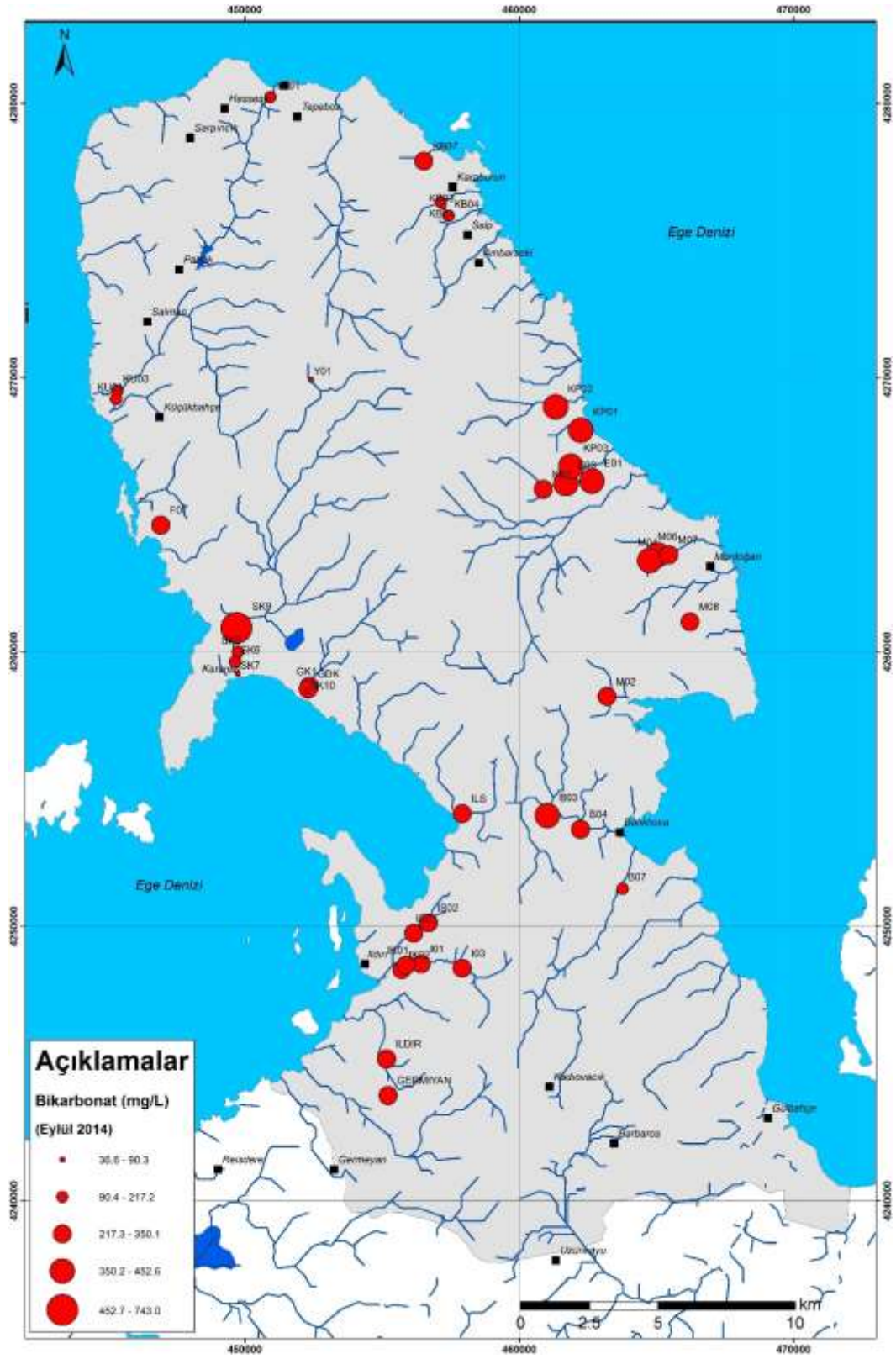
Şekil 9.58. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Eylül 2014)



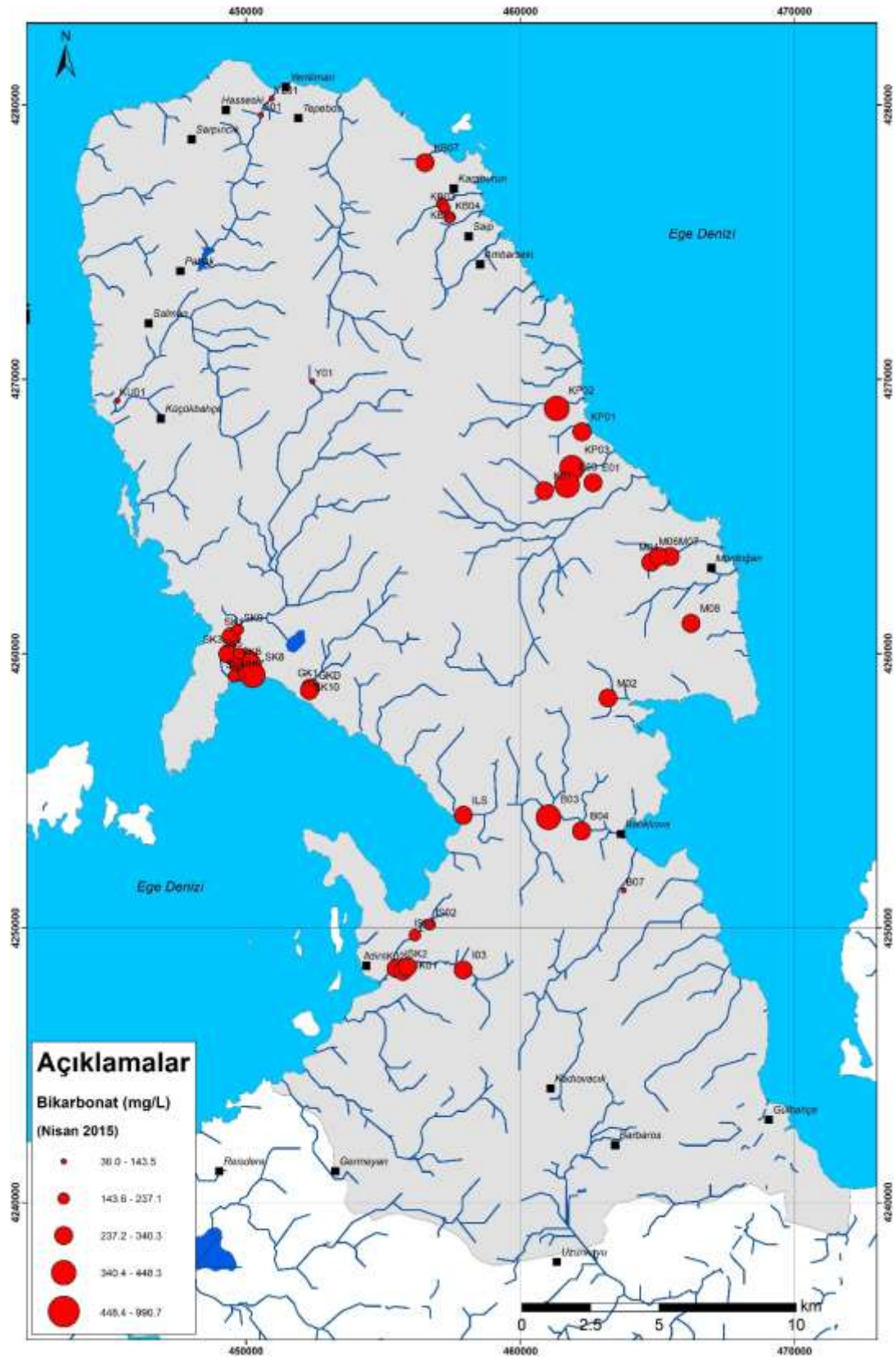
Şekil 9.59. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Nisan 2014)



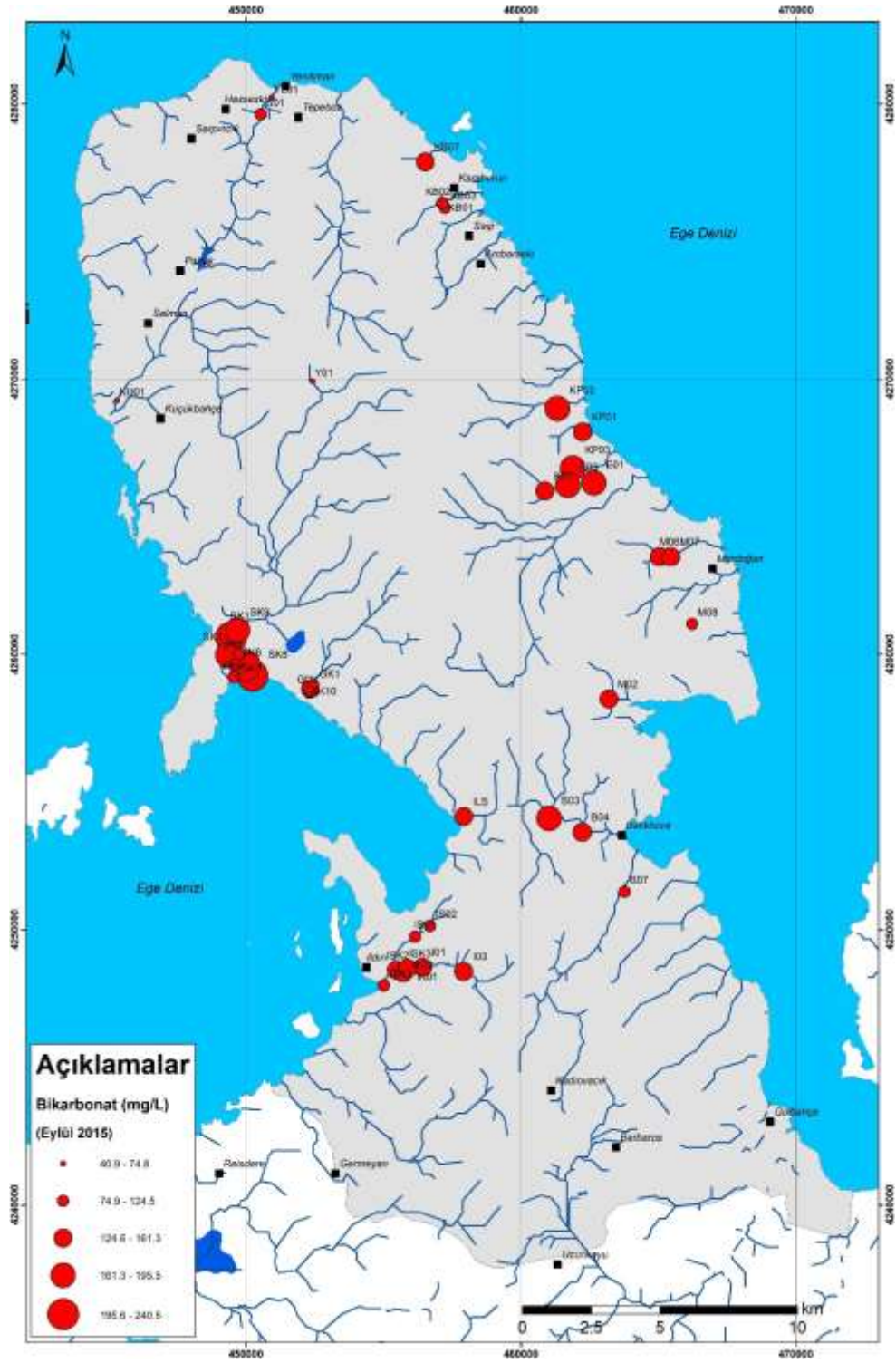
Şekil 9.60. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Piper diyagramında gösterimi (Eylül 2015)



(a)



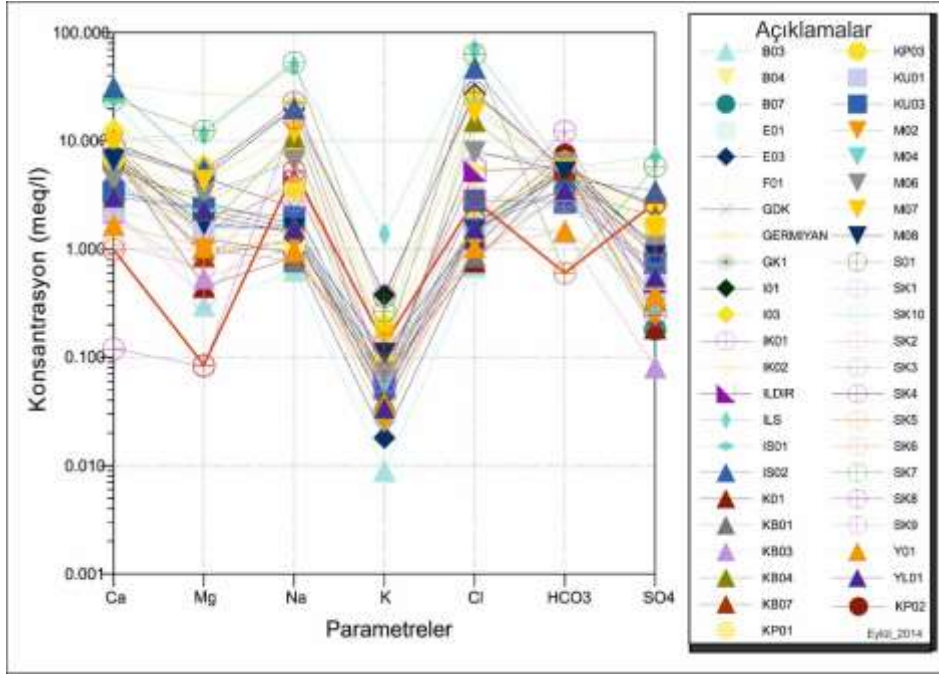
(b)



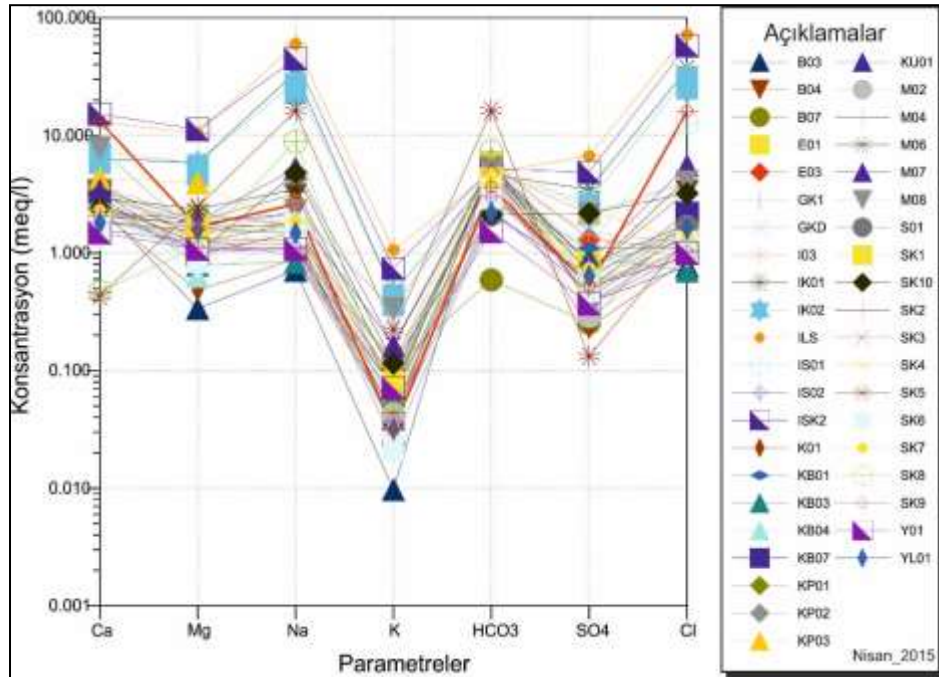
(c)

Şekil 9.61. İnceleme alanında suların bikarbonat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015

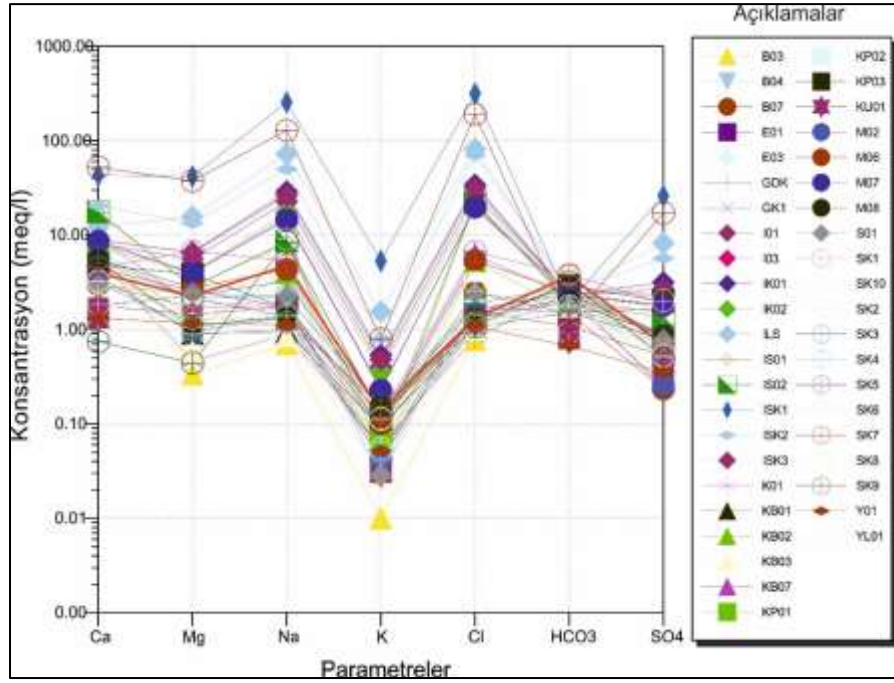
Yarımadada alüvyondan (KU01, GDK gibi) gelen sular ise karışık su tipindedir. Proje kapsamında Karareis bölgesinde açılmış bulunan kuyular (SK2, SK5, SK6, SK8, SK9) ise oldukça farklı bir dizilim sergilemektedir. Bu alandaki kuyular taneli birimler olan ve denizle bağlantılı kıyı akiferlerde açılmış olup, bu kuyuların (SK2, SK5, SK8, SK9 gibi) suları, Na-HCO₃-Cl ve Na-HCO₃ tipindedirler. Bu alandaki kuyuların suları hem alüvyon hem de filiş biriminden gelmektedir. Karareis'teki gözlem kuyuları alanda hem içme hem de sulama kuyularının yoğun kullanımından etkilenmektedir. Schoeller diyagramlarına göre, Karareis'te genel olarak Na-Cl ve Ca-HCO₃ su tipleri gözlenmektedir. Kurak dönemlerde sular ağırlıklı olarak Na-Cl su tipindedir. Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarınca zengin olan bu alandaki sular aşırı çekimden dolayı deniz suyundan etkilenmektedir. Yağışlı dönemde ise Na⁺ ve Cl⁻ iyonların yöredeki sulara biraz daha azaldığı görülmektedir (Şekil 9.62-Şekil 9.64). Wilcox diyagramına göre, kurak dönemlerde tuzlu su girişiminde etkilenen kuyu suları (IS01, IS02, M07, F01, I01, I03 gibi) çok yüksek tuzluluk, düşük, orta ve yüksek sodyum tehlikesi değerlerine sahiptir (Şekil 9.65). Yağışlı dönemde ise bu kuyular yüksek tuzluluk ve düşük sodyum tehlikesine ulaşmıştır. Karaburun, Mordoğan ve Yeni Liman etrafındaki kuyular ise düşük tuzluluk ve orta sodyum tehlikesi değerlerine sahiptir. Karareis bölgesinde taneli birimlerde açılan gözlem kuyularından SK7, SK8 ve SK9 tuzlu su girişiminden etkilenmekte olup, kurak dönemlerde yüksek tuzluluk ve yüksek sodyum tehlikesi özelliğini göstermektedir (Şekil 9.66-Şekil 9.67). İnceleme alanında her üç dönem alınan sulara nitrat değerleri de ölçülmüştür. Yarımada'da nitrat derişimleri 1. Dönem 0,9 – 55,1 mg/l, 2. Dönem 0,4- 118,6 mg/l ve 3. Dönem 0,8- 54,4 mg/L arasında değişim göstermektedir. Yüksek nitrat değerleri her üç dönemde aynı noktalarda (IS01, IS02, Y01, E03, B04 ve M08) ölçülmüştür (Şekil 9.68). Bu kesimlerde tarımsal faaliyetler yoğun olduğundan bu alandaki su kaynaklarının tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinden etkilendiği düşünölmektedir. Bu alanda sulara olması gereken 50 mg/L limit değeriaşılmıştır. Bu nedenle, bu kesimlerdeki su kaynakların korunmasına yönelik çalışmaların yapılması önemlidir.



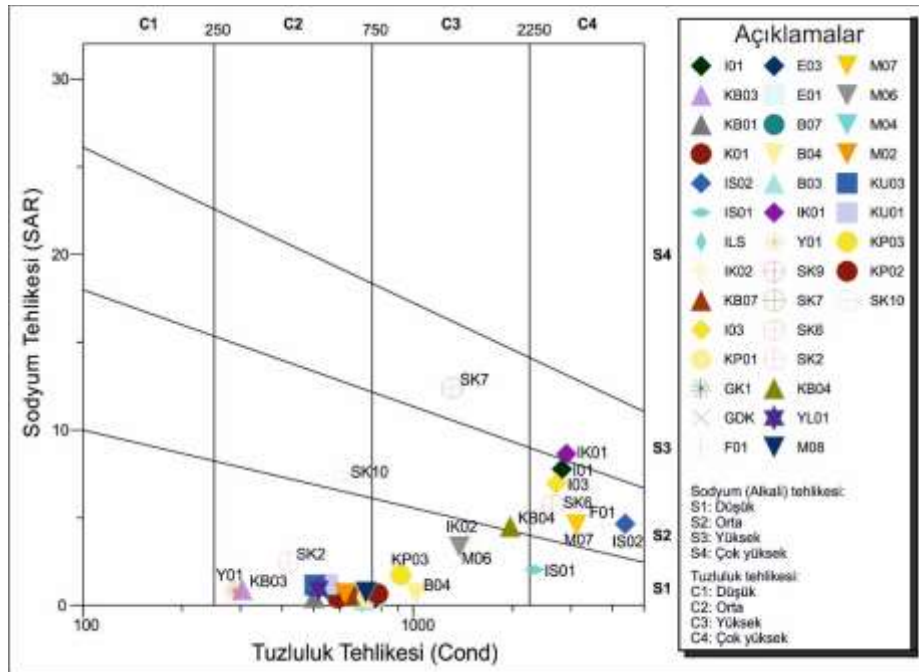
Şekil 9.62. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Eylül 2014)



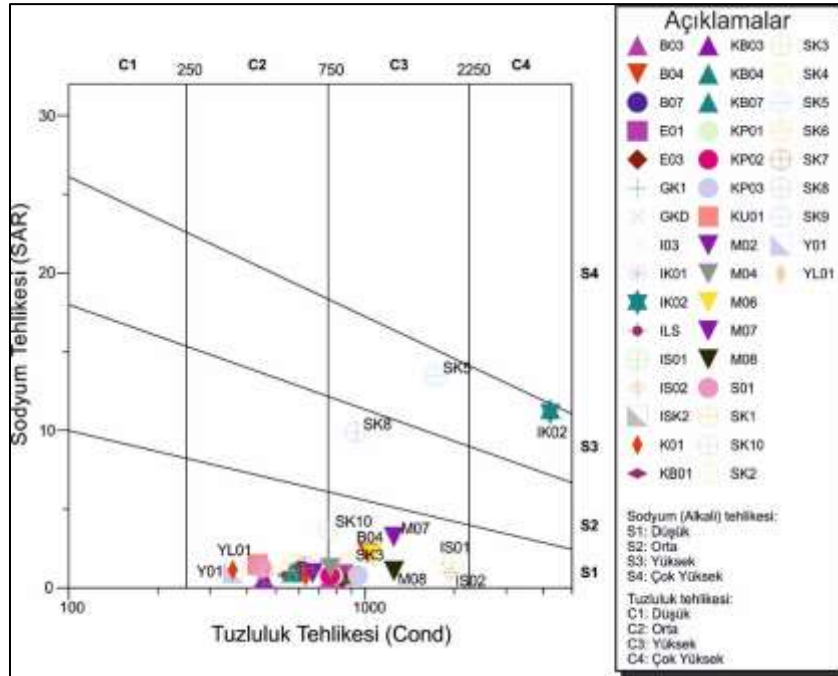
Şekil 9.63. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Nisan 2014)



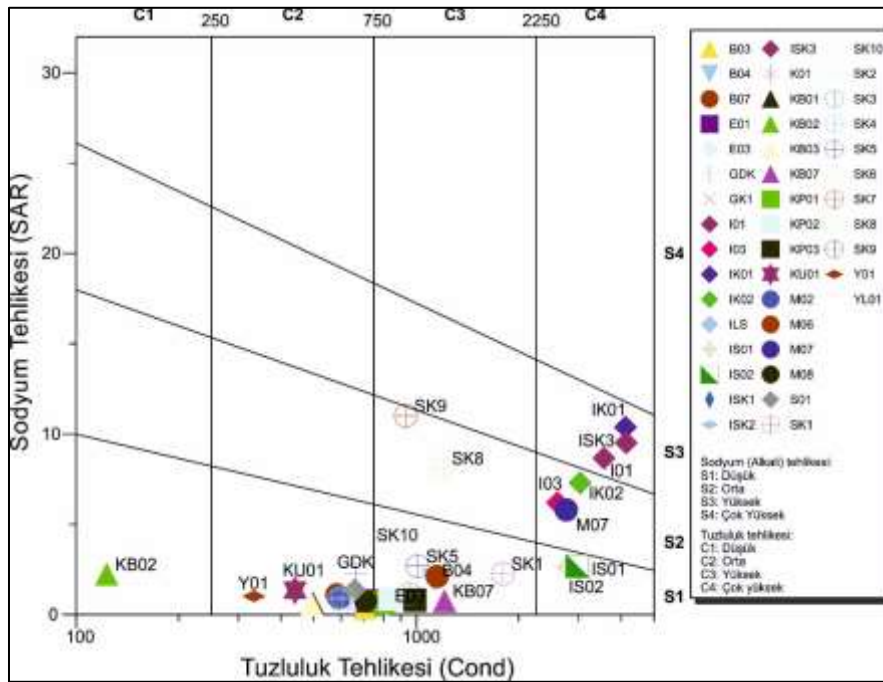
Şekil 9.64. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Schoeller diyagramında gösterimi (Eylül 2015)



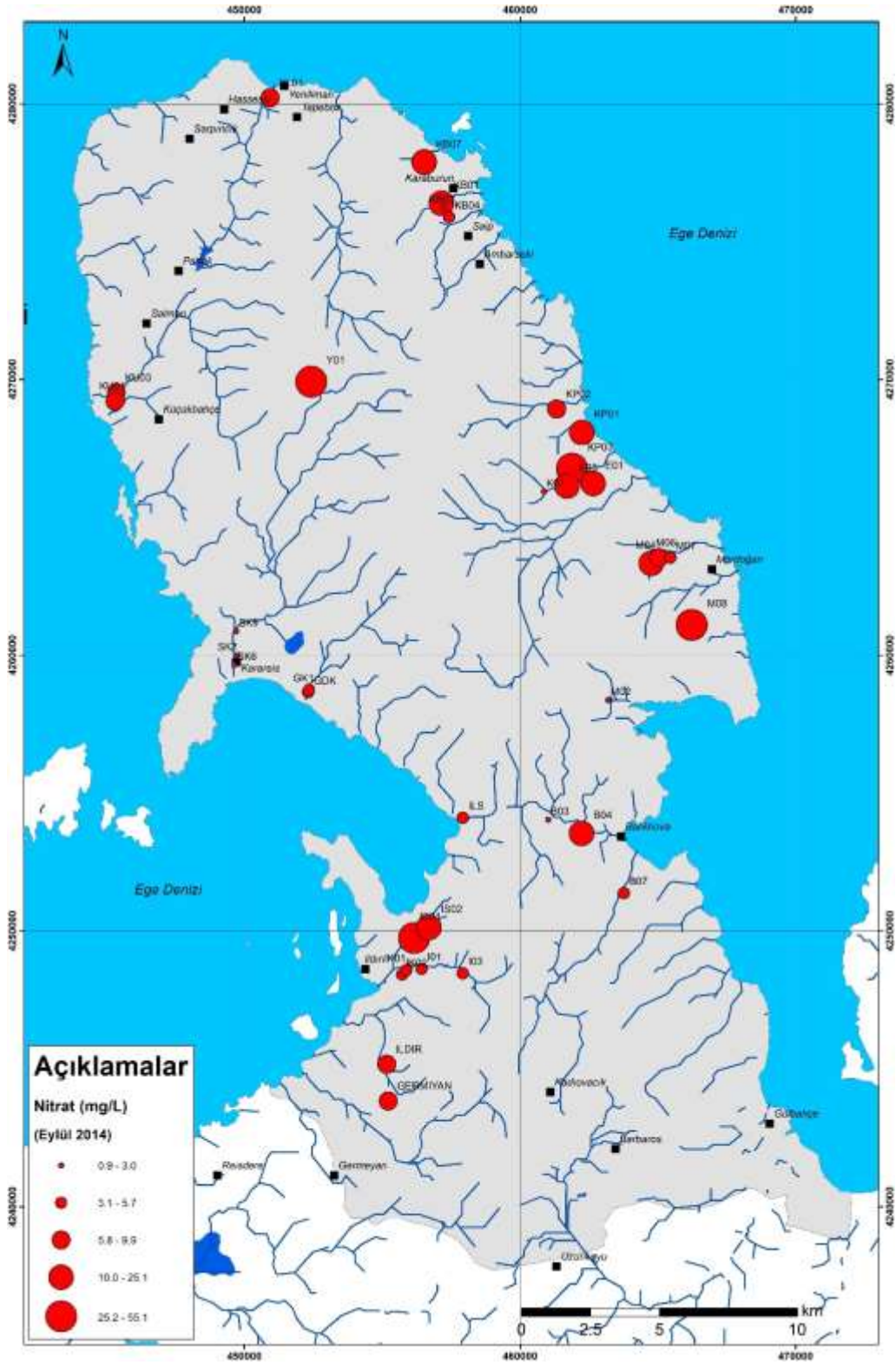
Şekil 9.65. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Eylül 2014)



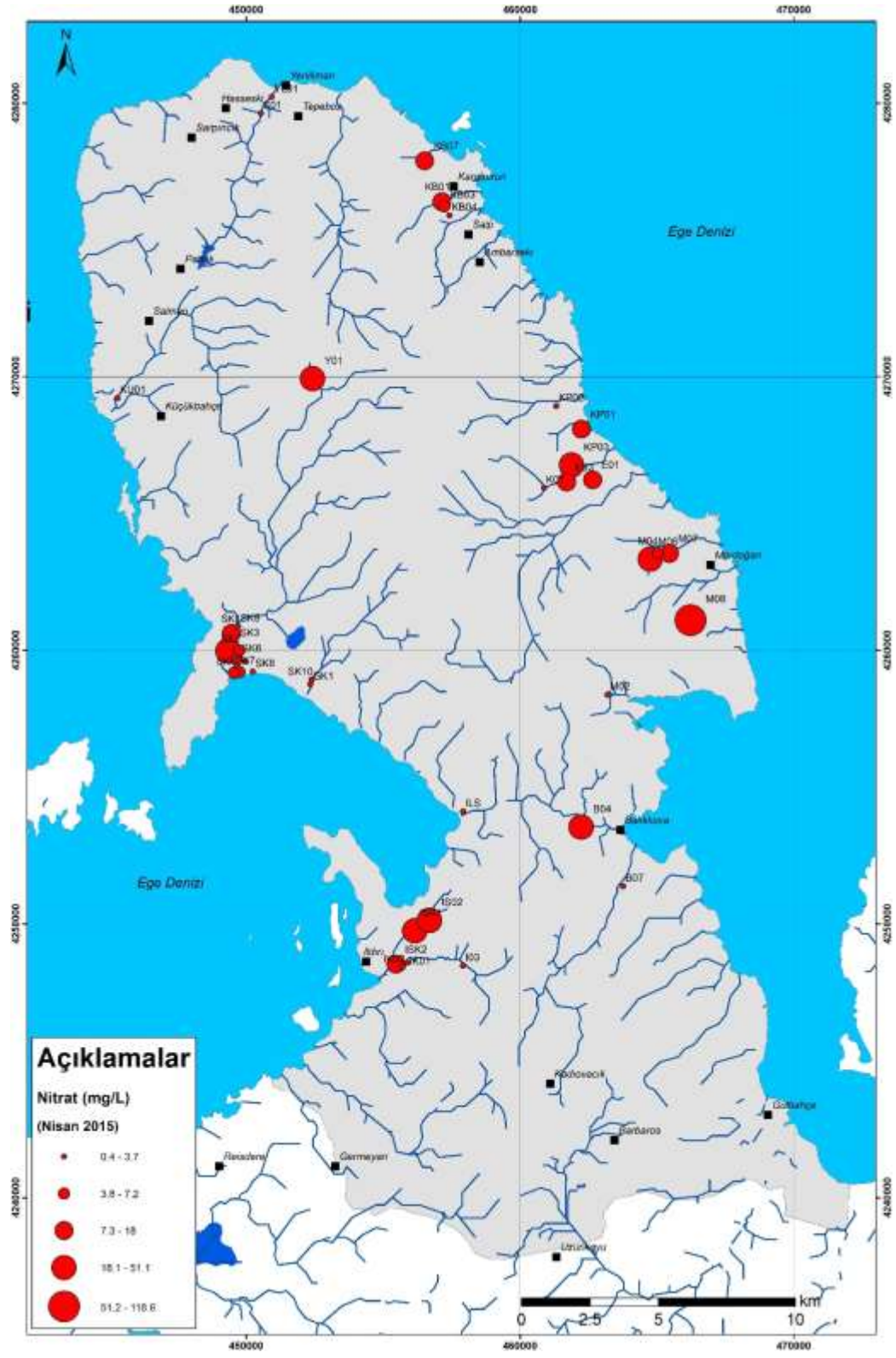
Şekil 9.66. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Nisan 2015)



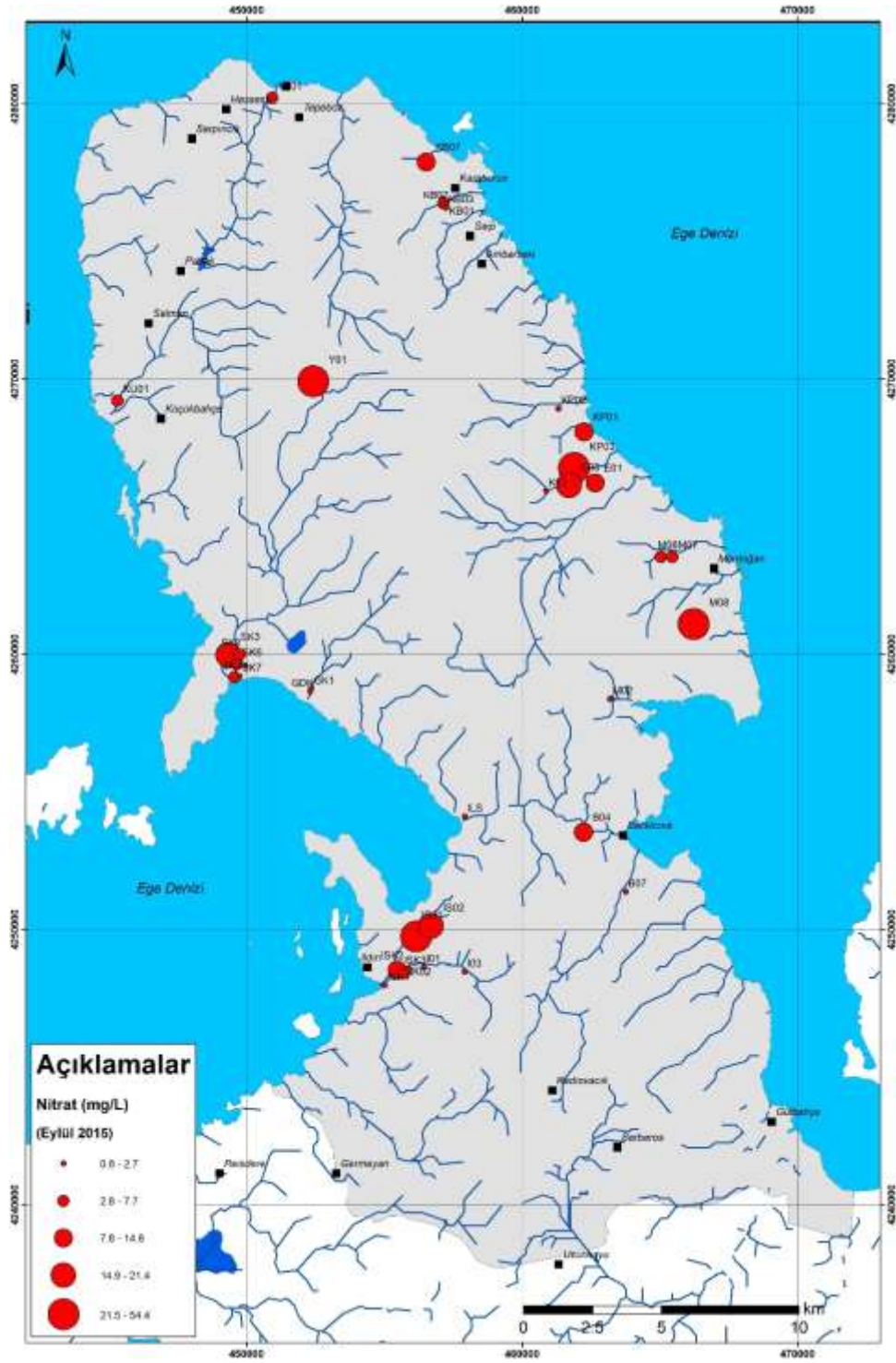
Şekil 9.67. Karaburun Yarımadası'ndaki suların Wilcox diyagramında gösterimi (Eylül 2015)



(a)



(b)



(c)

Şekil 9.68. İnceleme alanında suların nitrat değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015

9.2.2. Ağır Metaller

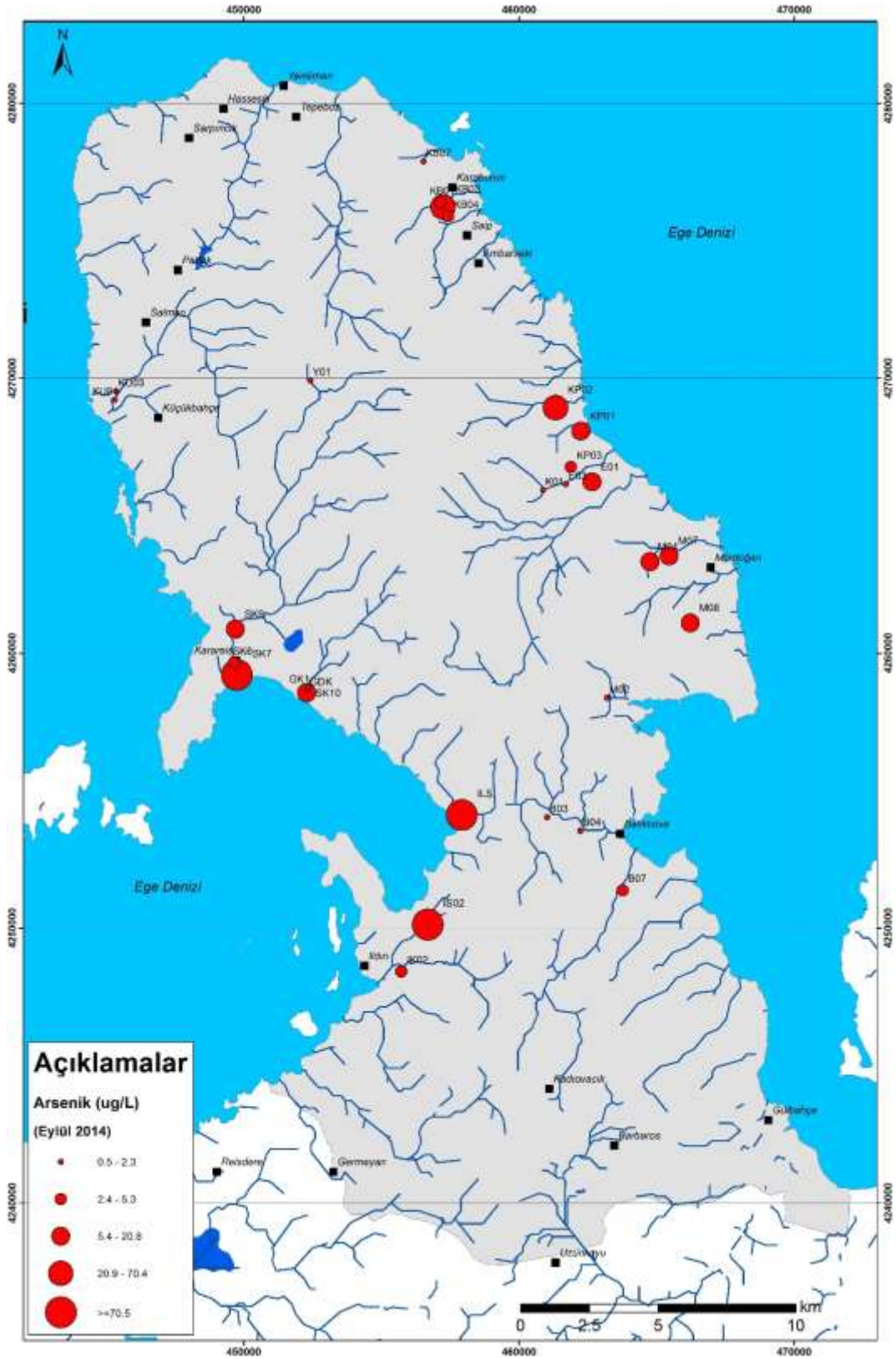
Karaburun Yarımadası'nda tüm ağır metal ve eser element örnekleri endüktif eşlenik plazma – kütle spektrometresi (ICP-MS) yöntemi ile analiz edilmiştir. Tüm su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY, 2005), Amerikan Çevre Koruma Ajansı (U.S EPA, 2004), Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2004) ve Avrupa Birliği (EU, 1998) standartları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 9.5). Ağır metaller ile ilgili elde edilen verilerin bir kısmı aşağıda grafiklerle sunulmuştur. Bu verilere göre, Arsenik (As) değerleri İldırı'da IS02 nolu kuyuda, Karaburun ilçesine su sağlayan bir kuyuda (KB01), Kaynarıpınar (KP01 ve KP02) mahalesine sağlayan kuyuda, Mordoğan Mahalesinde (M08), İltur Sitesi'nde (İLS) ve Karareis'te açılan gözlem kuyularında (SK7) içme suyu için önerilen limit değerlerini aşmıştır (Şekil 9.69). Bu alandaki yüksek arsenik değerleri jeolojik yapı ile ilişkilidir. Örneğin M08 nolu kuyu altere volkaniklerde, Karaburun'daki kuyu fay zonu içerisinde açılmıştır. İltur'daki kuyu suyu ise deniz girişimi etkisi altında olduğundan As gibi diğer minerallerce de zengindir. Bor değerleri ise Karareis, İltur ve İldırı bölgesindeki kaynaklarda yüksek çıkmıştır (Şekil 9.70). Bu alanlardaki su noktaları deniz suyu girişimi etkisi altındadır. Yüksek Br oranları da hem deniz suyu girişimi hem de aktif zonlar üzerinde (örneğin Karaburun ilçesinin içme suları fay zonu üzerindedir) yer alan kuyulardaki sulara yüksek çıkmıştır (Şekil 9.71). Ancak, Yarımada'nın ortasında yer alan ve yöre halk tarafından yoğun olarak kullanılan kaynakta (Yayla Köyü Kaynağı) da Mangan değeri yüksek çıkmıştır (bkz. EK-9.1-Tablo 8.3). Bu alandaki yüksek mangan değeri alanda yüzlek veren bazaltlarla ilgilidir. Yüksek Nikel konsantrasyonu Kaynarıpınar yerleşimi için açılan kuyuda yüksek çıkmıştır (bkz EK-9.1-Tablo 8.3). Yüksek kurşun konsantrasyonu özellikle Karareis bölgesinde ölçülmüştür (bkz EK-9.1-Tablo 8.3). Bu bölgede Paleozoyik yaşlı kumtaşı-şeyl ağırlıklı birimler yüzlek vermektedir. Bu birimlerin içerisinde deformasyonlar nedeni altere olmuş kesimler bulunmaktadır. İldırı ile Karareisi arasında (Gerence körfezi) mangan ocakları ve terkedilmiş cıva olacağı bulunmaktadır. SK9'da organik içeriği yüksek şeyl birimleri kesilmiştir. Ayrıca, Karaburun, Mordoğan ve İldırı bölgesindeki bazı kuyularda yüksek selenyum (Se) değerleri ölçülmüştür (bkz EK-9.1-Tablo 8.3). Bu kuyularda deniz suyundan etkilenmektedir. 2015 yılında İZSU laboratuvarlarında aynı zamanda yörede İldırı'da sulama amacı ile kullanılmakta olan İK01 ve İK02 nolu kaynaklarda hem ağır metal hem de bakterolojik amaçlı testler yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda kaynaklarda ağır metale rastlanmamıştır (Tablo 9.6).

Tablo 9.5. Dünya Sağlık Örgütü (WHO 2006), Türk Standartları (TS 266), Avrupa Birliği (EC 1998), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA 2003) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki yönetmenliklere (RG 25730) göre içme suları için kabul edilebilir maksimum sınırları değerleri (değerler mg/L olarak verilmiştir).

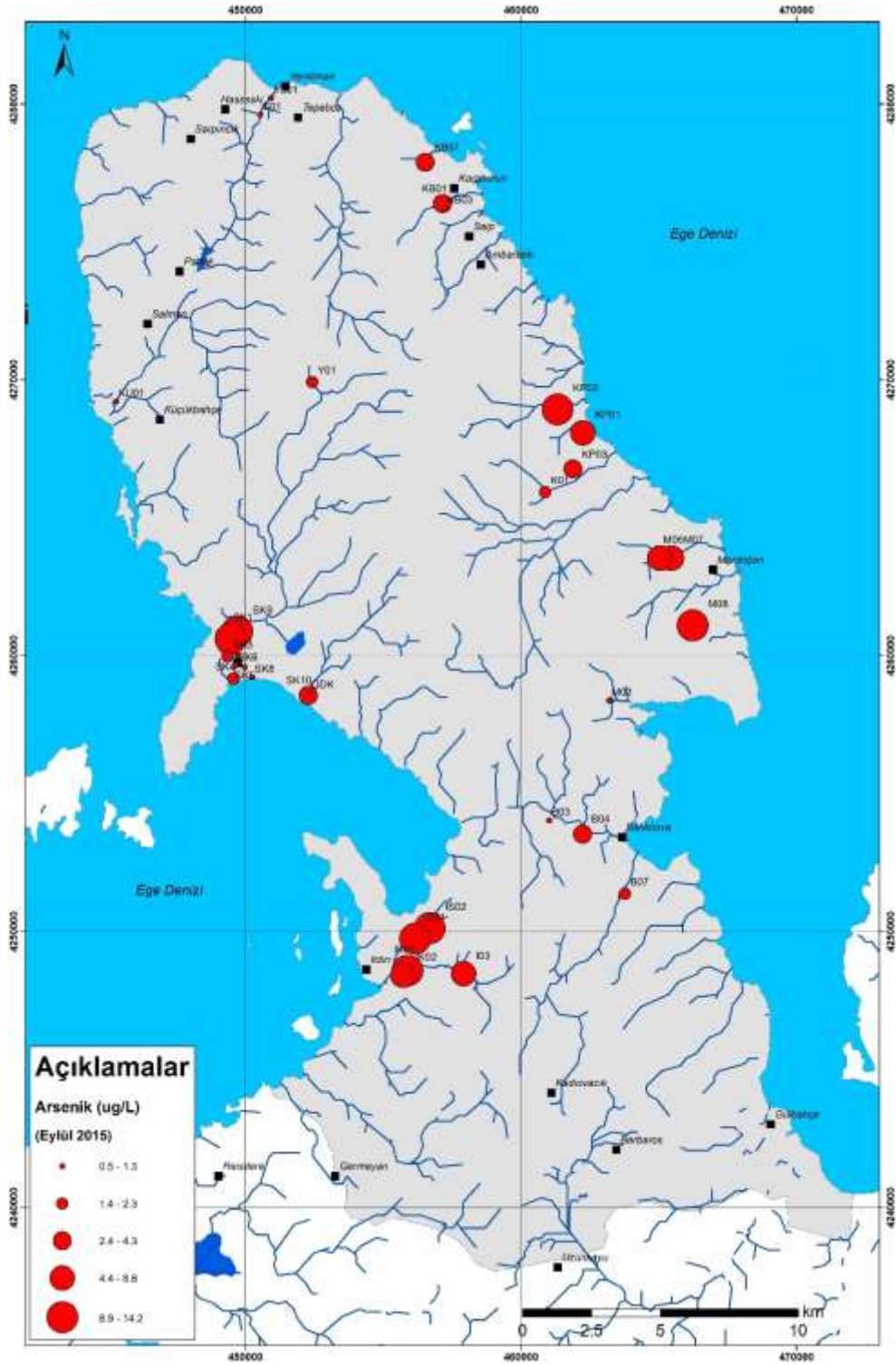
İyonlar	İçme (WHO 2006)	İçme suyu (TS 266)	Doğal kaynak (TS 266)	İnsani Tüketim (RG 25730)	İçme (EPA 2003)	İçme +
pH	6,5-9,5	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	6,5-9,0
Pb	0,01	0,05	0,05	0,025	0,015	0,01
As	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01
Fe	0,3	0,2	0,05	0,2	0,3	0,2
Mn	0,4	0,05	0,02	0,05	0,05	0,05
Zn	5,0	5,0	0,1	X	5,0	X
Al	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Na	200	175	20	200	X	200
K	X	12	12	X	X	X
Ca	X	200	100	X	X	X
Mg	X	50	30	X	X	X
F	1.5	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5
SO ₄	500	250	25	250	250	250
NO ₃	50	50	25	50	10	50

* Council Directive (80/777/EEC) and Commisison Directive (2003/40/EC), X veri yok,

+ Council Directive (98/83/EC)

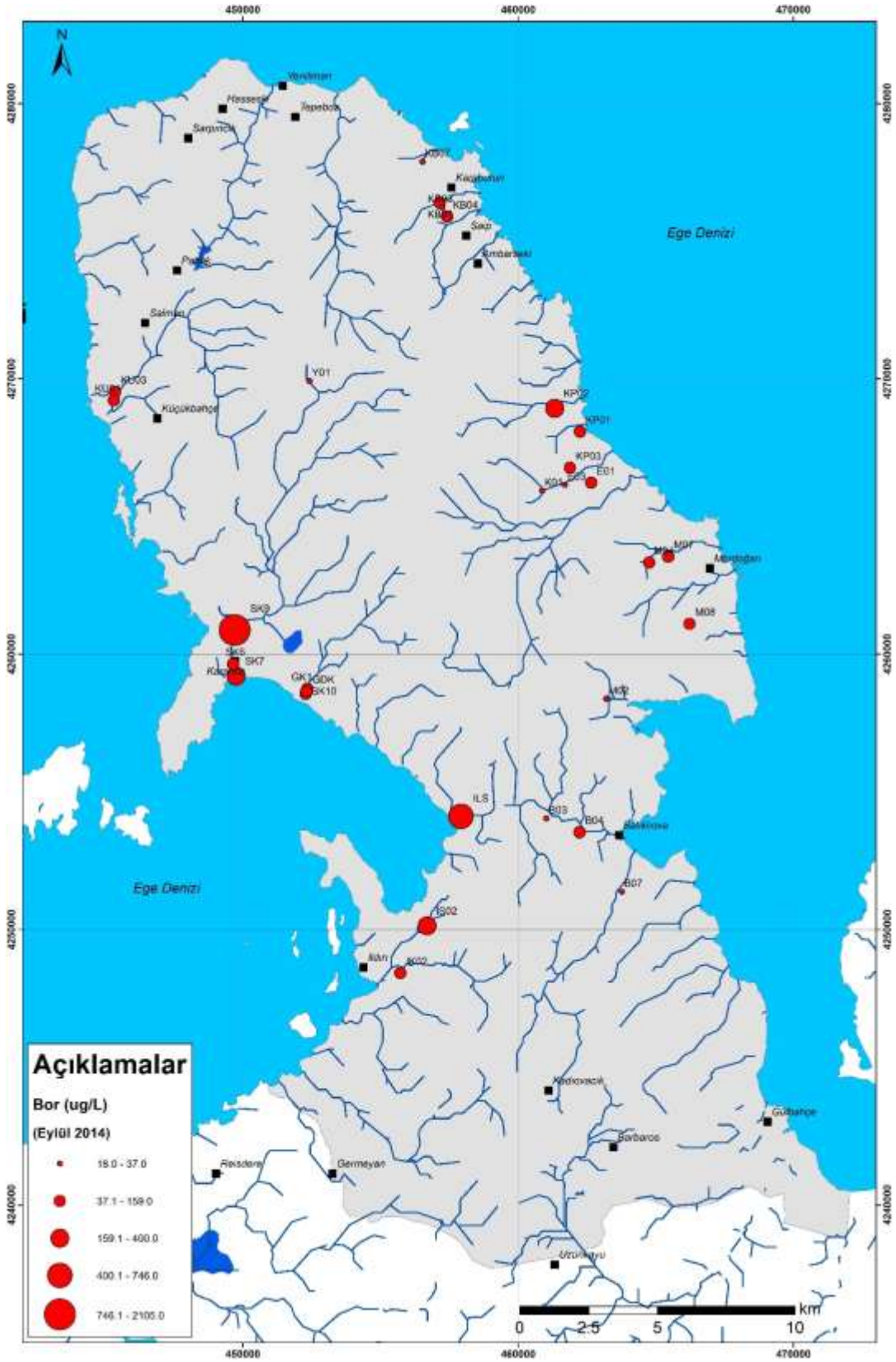


(a)

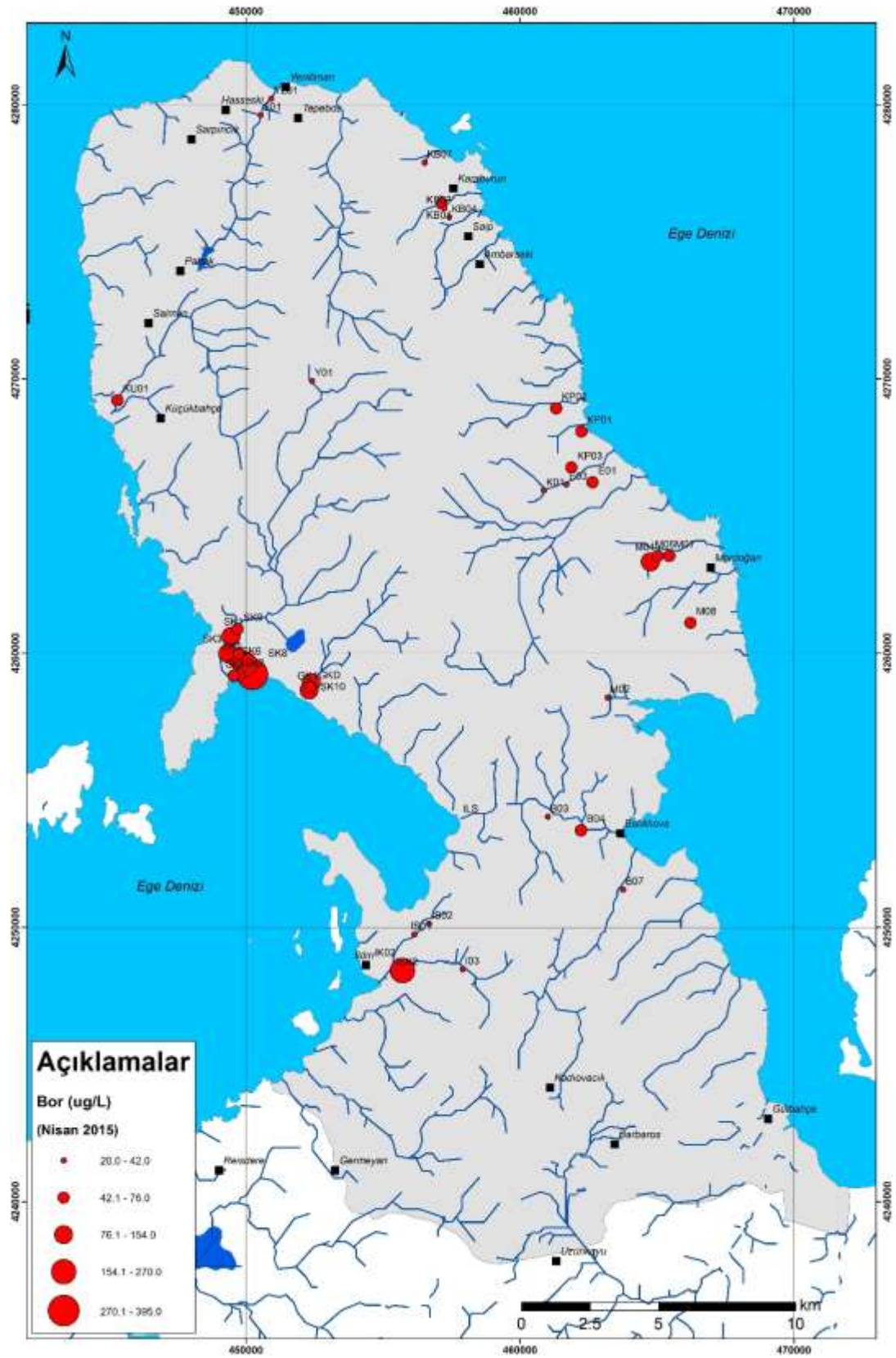


(c)

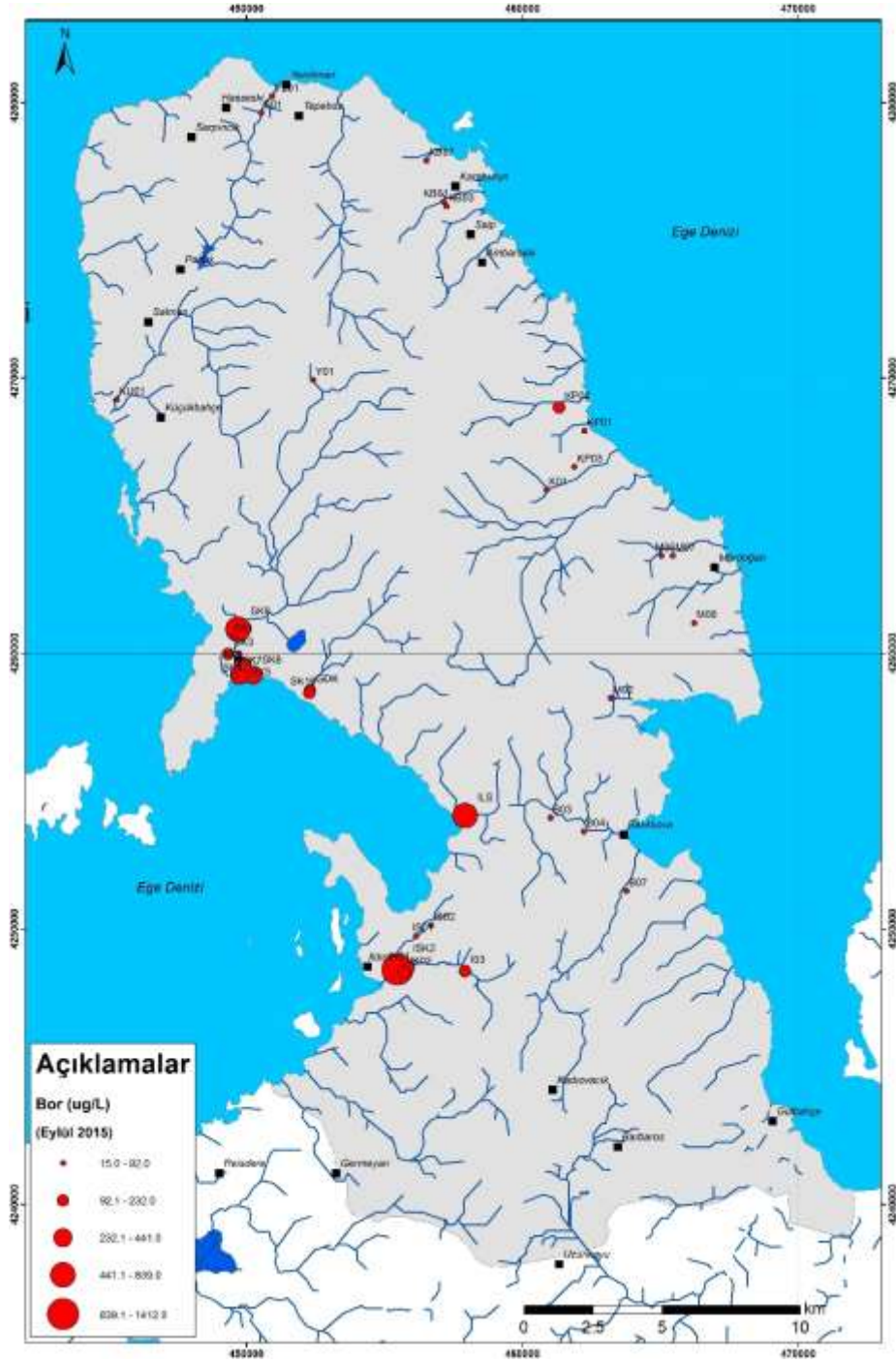
Şekil 9.69. İnceleme alanında suların Arsenik (As) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



(a)



(b)

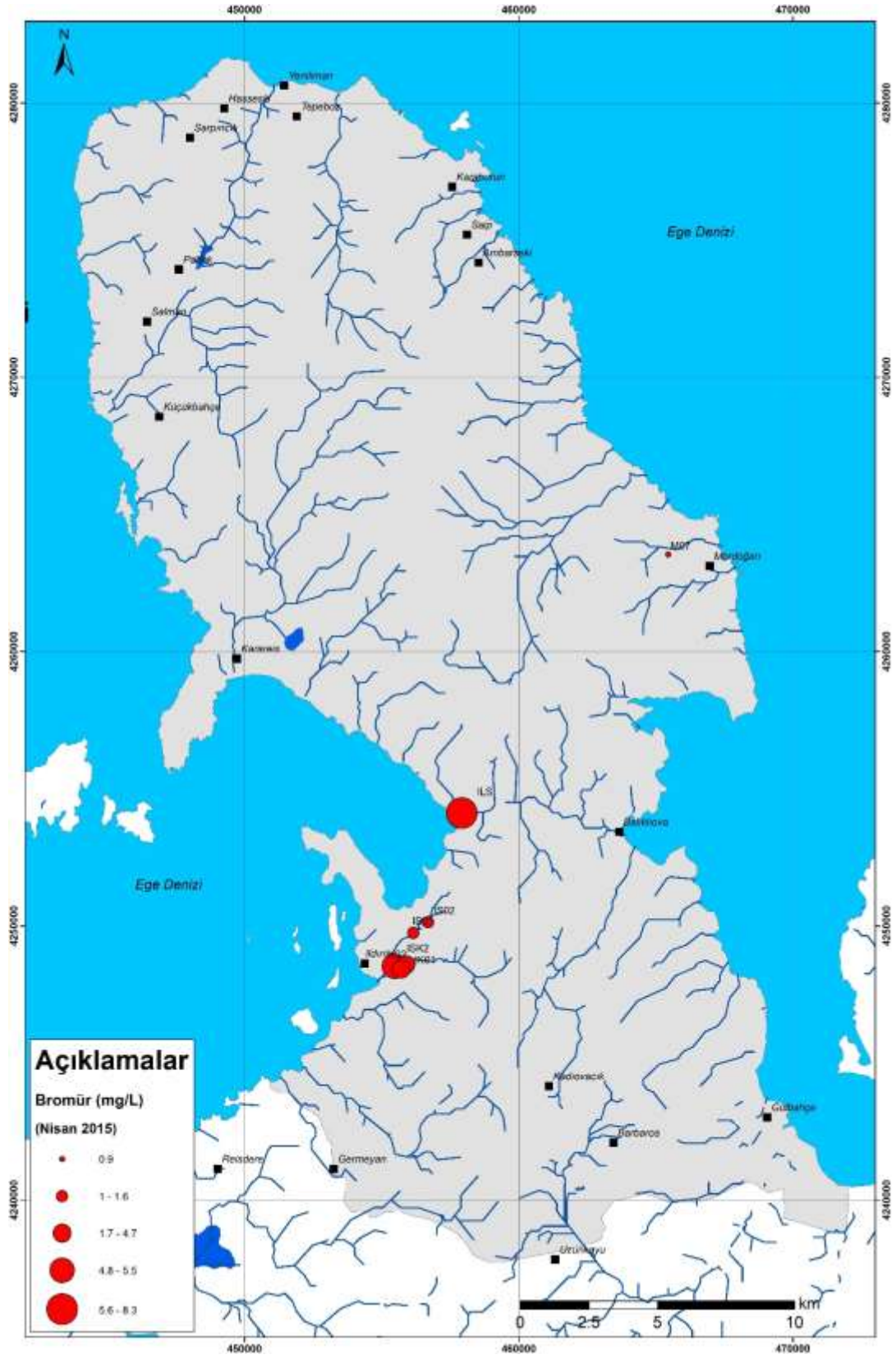


(c)

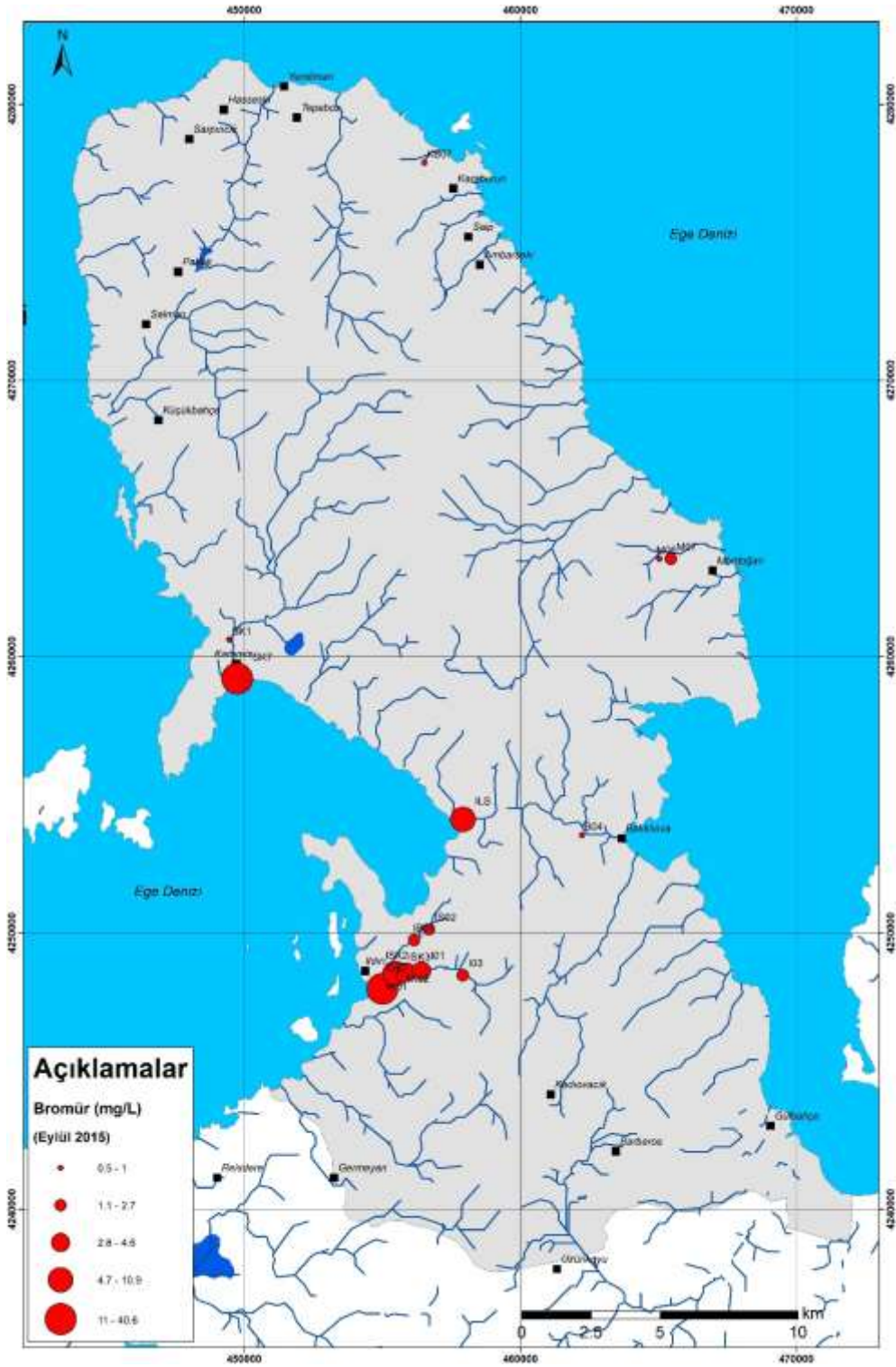
Şekil 9.70. İnceleme alanında suların Bor (B) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015



(a)



(b)



(c)

Şekil 9.71. İnceleme alanında suların Bromür (Br) değişimleri a) Eylül 2014, b) Nisan 2015 ve c) Eylül 2015

Tablo 9.6. İZSU tarafından kaynaklarda ölçülen fiziksel, biyolojik ve kimyasal analizler

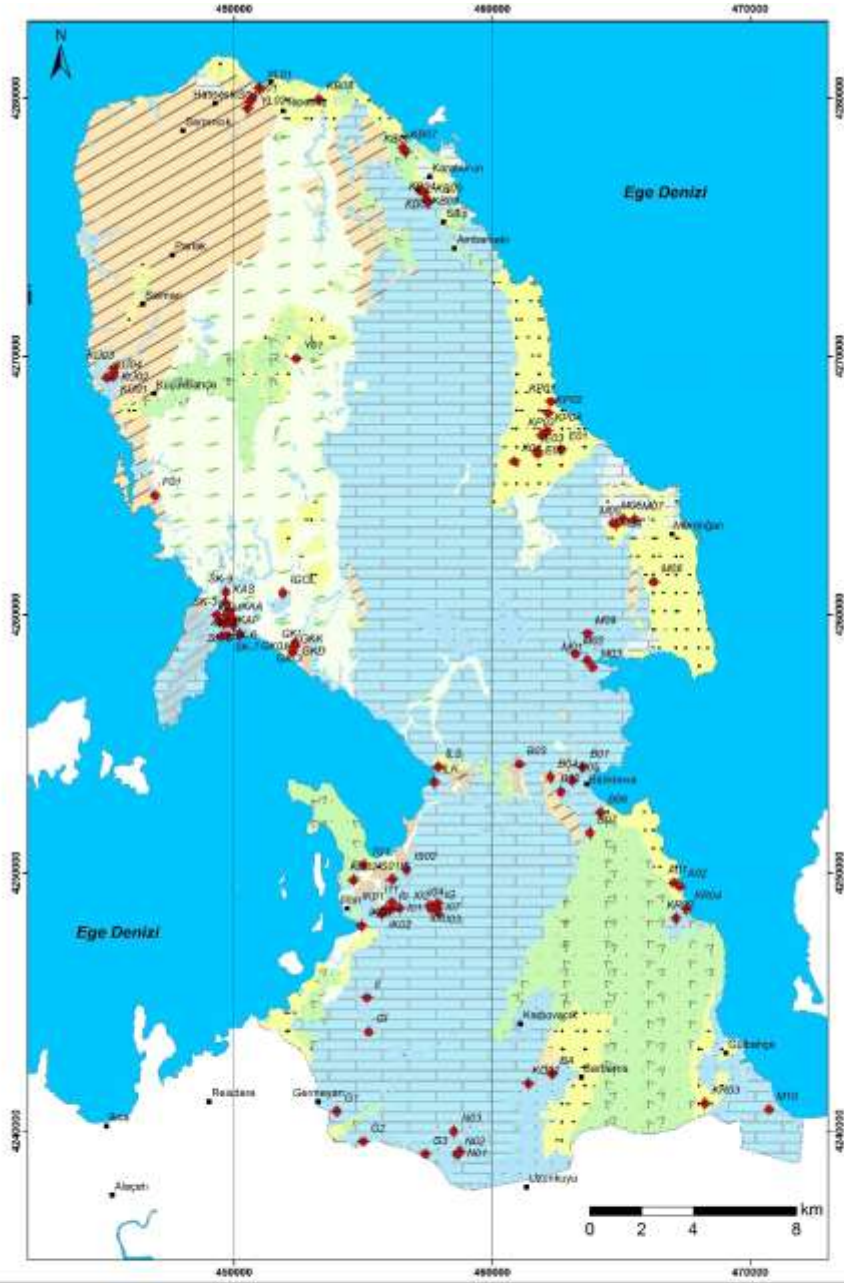
Parametre Adı	Birim	İK01	İK02	Standart Değer
Enterokok	Sayı/250 ml	20	90	0
*Bromat (BrO ₃)	µg/L	<5	<5	10
E. coli	Sayı/250 ml	0	0	0
Koliform Bakteri	Sayı/250 ml	60	20	0
P.aeruginosa	Sayı/250 ml	60	200	0
Anaerob Sporlu Sülfat Redükte Eden Bakteriler	Sayı/50 ml	0	0	0
Koloni Sayımı 22 °C	Sayı/1 ml	32	162	20
Koloni Sayımı 37 °C	Sayı/1 ml	45	150	5
C.perfringens	Sayı/100 ml	1	0	0
*Antimon (Sb)	µg/L	0,32	0,35	5
*Arsenik (As)	µg/L	2,72	3,73	10
*Bor (B)	mg/L	0,17	0,08	1
Kadmiyum (Cd)	µg/L	<0,2	<0,2	5
Krom (Cr)	µg/L	0,19	0,30	50
Bakır (Cu)	mg/L	0,0014	0,0009	2
Siyanür (Cn)	µg/L	0	0	50
Florür (F)	mg/L	0,05	0,10	1,50
Kurşun (Pb)	µg/L	0,39	0,54	10
Civa (Hg)	µg/L	0,30	0,31	1
Nikel (Ni)	µg/L	0,48	0,35	20
Nitrat (NO ₃)	mg/L	4,24	5,41	50
Nitrit (NO ₂)	mg/L	<0,15	<0,15	0,5
Selenyum (Se)	µg/L	0,55	0,77	10
Alüminyum (Al)	µg/L	5,17	25,48	200
Amonyum (NH ₄)	mg/L	0,20	<0,15	0,5
Klorür (Cl)	mg/L	1.167,34	476,10	250
Renk		Uygun	Uygun	TKEDY
İltkenlik	µS/cm	3810	1798	2500
pH		7	7	6,5-9.5
Demir (Fe)	µg/L	10,91	80,23	200
Mangan (Mn)	µg/L	0,88	3,68	50
Oksitlenebilirlik	mg/L O ₂	0,4	0,4	5
Sülfat (SO ₄)	mg/L	148,48	62,93	250
Sodyum (Na)	mg/L	536,86	192,66	200
Bulanıklık		Uygun	Uygun	TKEDY

9.3 İzotopik Parametreler

Karaburun Yarımadası'ndaki yeraltı sularının izotopik özelliklerini belirlemek amacıyla, yağışlı ve kurak sezonları temsil etmek üzere iki dönem (Eylül 2014 ve Nisan 2015) arazide 26 noktadan (Şekil 9.72.) yerinde fiziko-kimyasal parametre ölçümleri yapılmış ve bu noktalardan yeraltı suların izotopik özelliklerinin belirlenmesi için su numuneleri alınmıştır. Numunelerin oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$), döteryum ($\delta^2\text{H}$) ve trityum ($\delta^3\text{H}$) analizleri Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası ve Çevresel Trityum Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanında 26 farklı noktadan (bkz. Şekil 9.72) alınan yeraltı suyu numunelerine ait izotop sonuçları Tablo 9.7'da sunulmuştur. İzotopik veriler ile yeraltı sularının kökeni, beslenme kaynakları ve su-kayaç etkileşim sürelerine ilişkin değerlendirmeler yapılabilmektedir. Oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) ve döteryum ($\delta^2\text{H}$), oksijen ve hidrojen elementlerinin duraylı izotoplarıdır ve suların kökensel ilişkileri ve beslenme alanları hakkında bilgi verirler. Beslenme alanları ilişkili akiferlere ait örneklerin oksijen-18 – döteryum grafiği üzerinde birbirlerine yakın konumlarda olmaları beklenir (Ünsal ve diğ. 1996, Değirmenci ve diğ. 2008).

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler, Karaburun Yarımadasında kıyı kesimlerindeki su kaynaklarında oksijen zenginleşmesinin daha yoğun olduğunu göstermektedir. Oksijen zenginleşmesi özellikle İldırı, Güzelkent (SK10), Balıklıova ve Karaburun su kaynaklarının olduğu kesimlerde görülmektedir. Bu kesimlerde su kayaç etkileşiminin daha yoğun olduğunu göstermektedir. Kurak (Eylül 2014) dönemde alınan numunelerde $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ‰ -5,2 ile ‰ -7,5 değerleri arasında değişmektedir. Yağışlı dönemde ise alınan numunelerde $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ‰ -4,8 ile ‰ -6,8 değerleri arasında değişmektedir (Şekil 9.73). Kurak dönemde alınan numuneler ile yağışlı dönemde (Nisan 2015) alınan numuneler benzer bir özellik sunmaktadır. Buna karşılık taneli birimler ve karbonatlı birimlerden alınan su örneklerinde $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine göre su kayaç etkileşiminin daha sınırlı olduğu veya yeraltı suyunun hızlı bir sirkülasyona sahip olduğunu ifade etmektedir (Şekil 9.73).



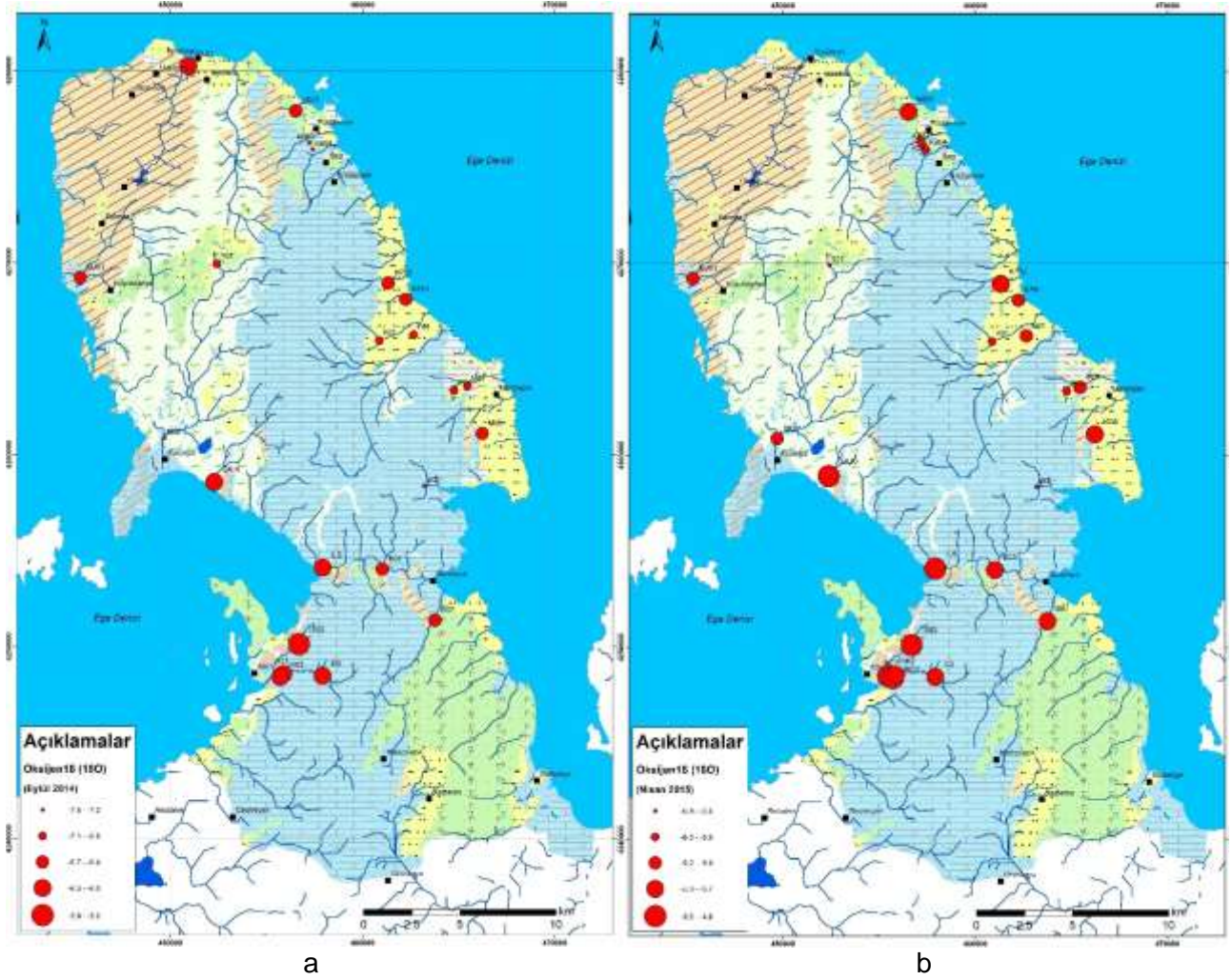
Açıklamalar

• Örneklem Noktaları	— Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Neojen Kireçtaşları)
YAS Kütleleri	— Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Mesozoyik Kireçtaşları)
Su Kütleleri	— Karstik Kaya (Yersel YAS Bulunduran Paleozoyik Kireçtaşları)
— Kaya (YAS Bulundurmeyan Mesozoyik Birimler)	— Çatlaklı Kaya (Yersel YAS Bulunduran Volkanik Kayalar)
— Kaya (YAS Bulundurmeyan Paleozoyik Birimler)	— Kaya (Yersel YAS Bulunduran Neojen Kırıntılı Birimler)
— Kaya (YAS Bulundurmeyan Neojen Birimler)	— Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Mesozoyik Birimler)
— Tanımlı Birimler (Yaygın YAS Bulunduran Alüvyonel Birimler)	— Kaya (Yersel ve Sınırlı YAS Bulunduran Paleozoyik Birimler)

Şekil 9.72. Yeraltı suyu örnekleme noktaları

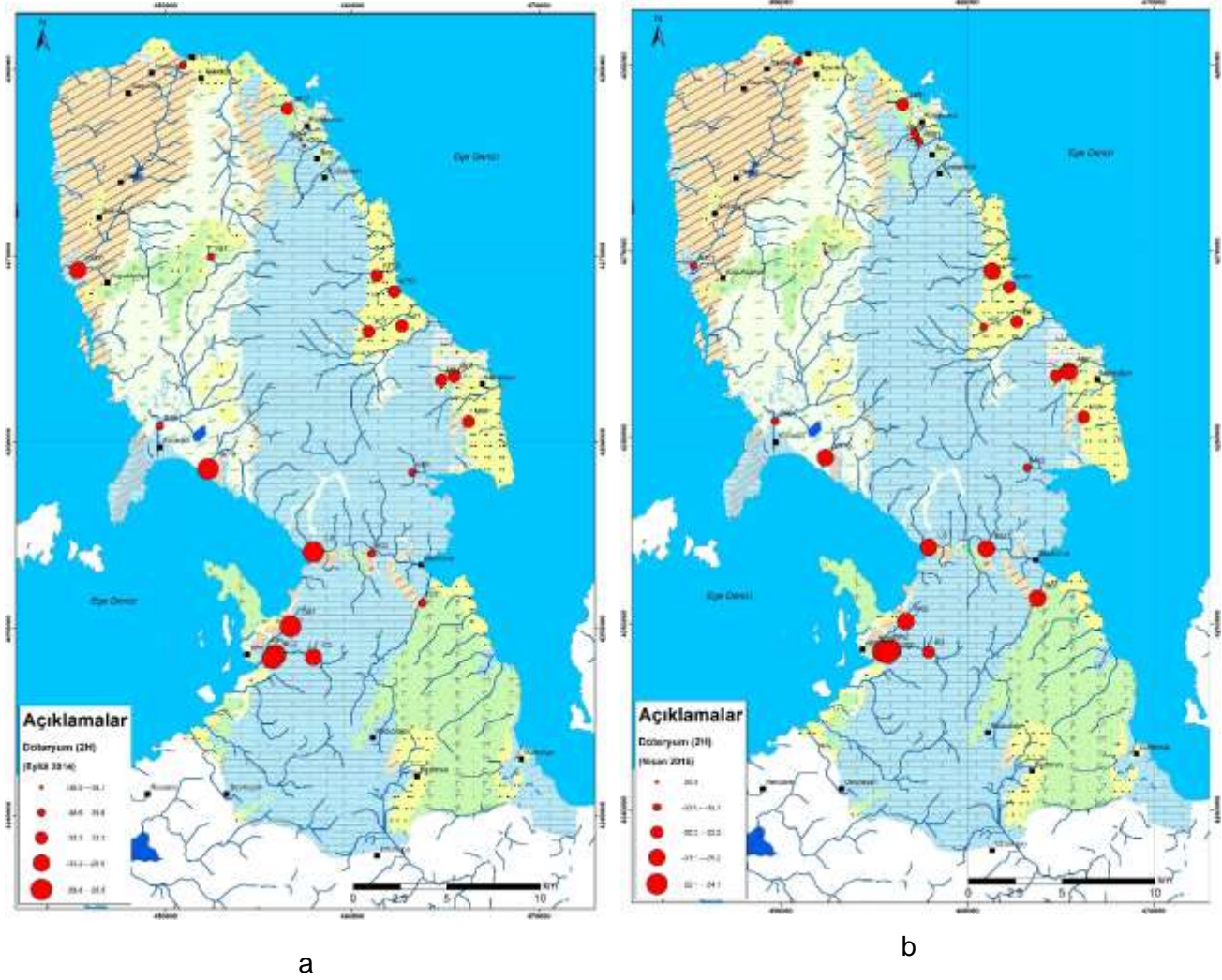
Tablo 9.7. Eylül 2014 dönemine ait izotop verileri

No	Örnek Kodu	Eyl.14	Nis.15	Eyl.14	Nis.15	Eyl.14	Nis.15
		$\delta^3\text{H}$ (TU)	$\delta^3\text{H}$ (TU)	$\delta^2\text{H}$ (permil) V-SMOW	$\delta^2\text{H}$ (permil) V-SMOW	$\delta^{18}\text{O}$ (permil) V-SMOW	$\delta^{18}\text{O}$ (permil) V-SMOW
1	B03	4,69	3,01	-36,25	-31,52	-6,57	-5,93
2	B07	1,66	0,98	-35,97	-31,53	-6,42	-5,91
3	E01	3,21	3,1	-33,5	-33,99	-6,84	-6,17
4	IK01	1,61	1,78	-29,95	-24,05	-6,1	-5,71
5	IK02	1,97	1,49	-29,21	-28,2	-6,01	-5,46
6	ILS	0,95	1,41	-29,42	-29,58	-6,07	-5,43
7	IS01	2,82		-29,44		-6,19	
8	IS02		2,24		-29,2		-4,85
9	ISK2	3,71	1,65	-25,52	-28,17	-5,22	-5,34
10	K01	1,45	2,27	-34,94	-36,4	-7,03	-6,31
11	KB01		4,08		-35,64		-6,3
12	KB03	4,14	4,7	-38,93	-36,23	-7,18	-6,43
13	KB04	3,27	4,29	-38,69	-35,38	-7,15	-6,35
14	KB07	2,43	1,04	-35,02	-33,51	-6,65	-5,87
15	KP01	3,38	3,77	-34	-33,24	-6,51	-6,03
16	KP02	3,32	4,15	-33,73	-32,05	-6,36	-5,83
17	KU01	4,36	2,83	-31,6	-35,08	-6,49	-6,06
18	M02	2,6	3,94	-37,39	-37,4	-7,47	-6,84
19	M04	0,53	0,66	-34,03	-34,36	-6,9	-6,32
20	M07	4,19	3,33	-34,44	-31,58	-6,93	-6,09
21	M08	2,94	5,15	-33,34	-33,17	-6,58	-5,77
22	SK7	3,85					
23	SK9	0,31	3,88	-36,15	-35,67	-7,2	-6,14
24	SK10	2,33	2,35	-28,97	-30,94	-6,07	-5,3
25	Y01	3,5	2,12	-36,86	-39,64	-6,92	-6,83
26	YL01	4,42	4,25	-35,65	-36,35	-5,96	-6,62



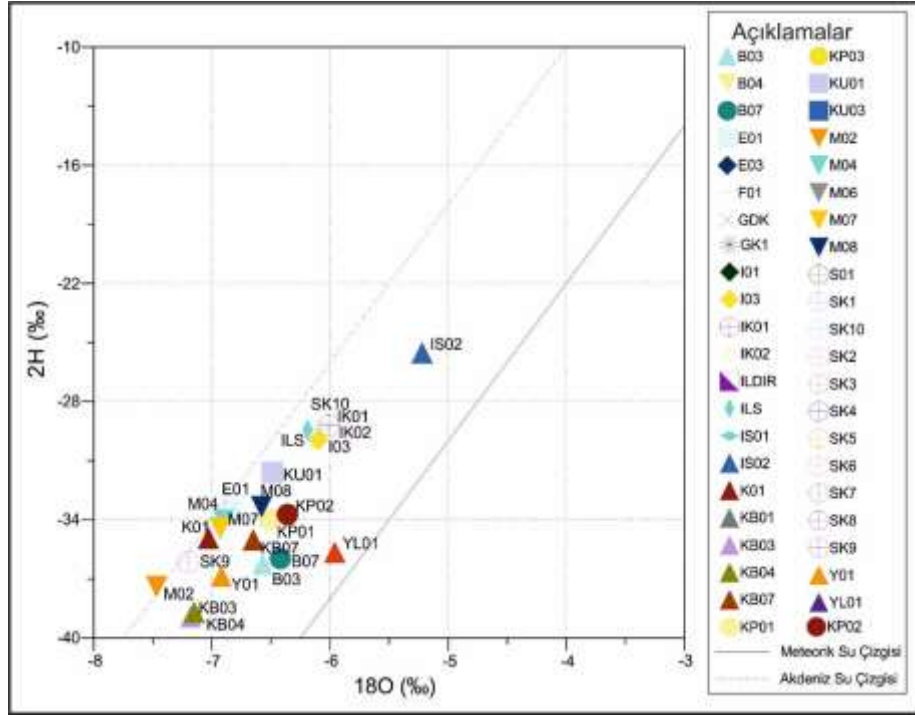
Şekil 9.73. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen $\delta^{18}\text{O}$ (permil) V-SMOW değerlerinin değişimi

Döteryum değerleri kurak dönemde ‰ -25,5 ile ‰ -38,9 değerleri ve yağışlı dönemde ise ‰ -24,1 ile ‰ -38,6 değerleri arasında değişmektedir. Yüksek döteryum değerleri İldırı, İltur ve Balıklıova'daki su kaynaklarında ölçülmüştür. Her iki dönemde alınan su numuneleri benzer özellikler sergilemiştir (Şekil 9.74). Burada da $\delta^{18}\text{O}$ değerinde olduğu gibi döteryum değerlerinde karbonatlı sistemlerde yüksektir. Özellikle deniz kenarına yakın olan karbonatlı birimlerde yüksek $\delta^{18}\text{O}$ değeri deniz suyu girişine de işaret etmektedir (Arslan ve diğ., 2011).

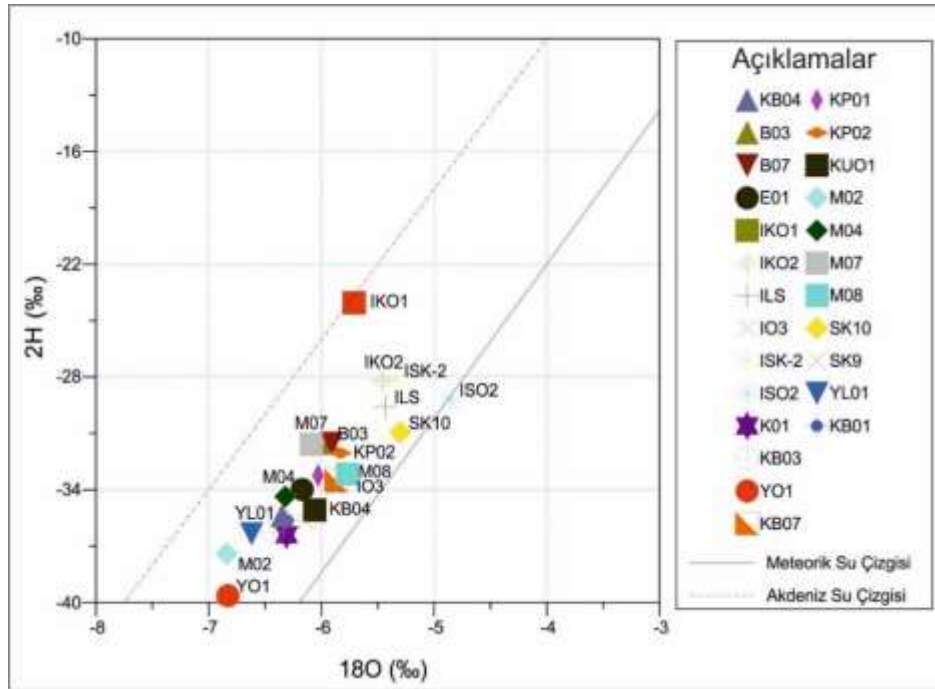


Şekil 9.74. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen $\delta^2\text{H}$ (permil) V-SMOW değerlerinin değişimi

Eylül 2014 ve Nisan 2015 tarihli numune analiz sonuçlarına göre M02 ve IK01 dışında tüm numunelere ait değerler Dünya Meteorolojik Su Doğrusu (Craig, 1961) ile Akdeniz Meteorolojik Su Doğrusu (Gatt ve Carmi, 1970) arasında yer almaktadır (Şekil 9.75 ve Şekil 9.76). Bu durum tüm numunelere ait akiferlerin meteorik beslenimli olduğunu ve yağış sularının buharlaşma etkisine girmeden akiferleri beslediğini göstermektedir. Numune analiz sonuçlarına göre çizilen Yerel Meteorik Su Doğrusu ile konumları göz önüne alındığında, IS02, SK10 ve YL01 numunelerine ait suların göreceli olarak diğer sulara göre yağıştan daha az beslenen bir akiferde bulunduğu veya daha fazla buharlaşmaya maruz kaldığını anlaşılmaktadır.



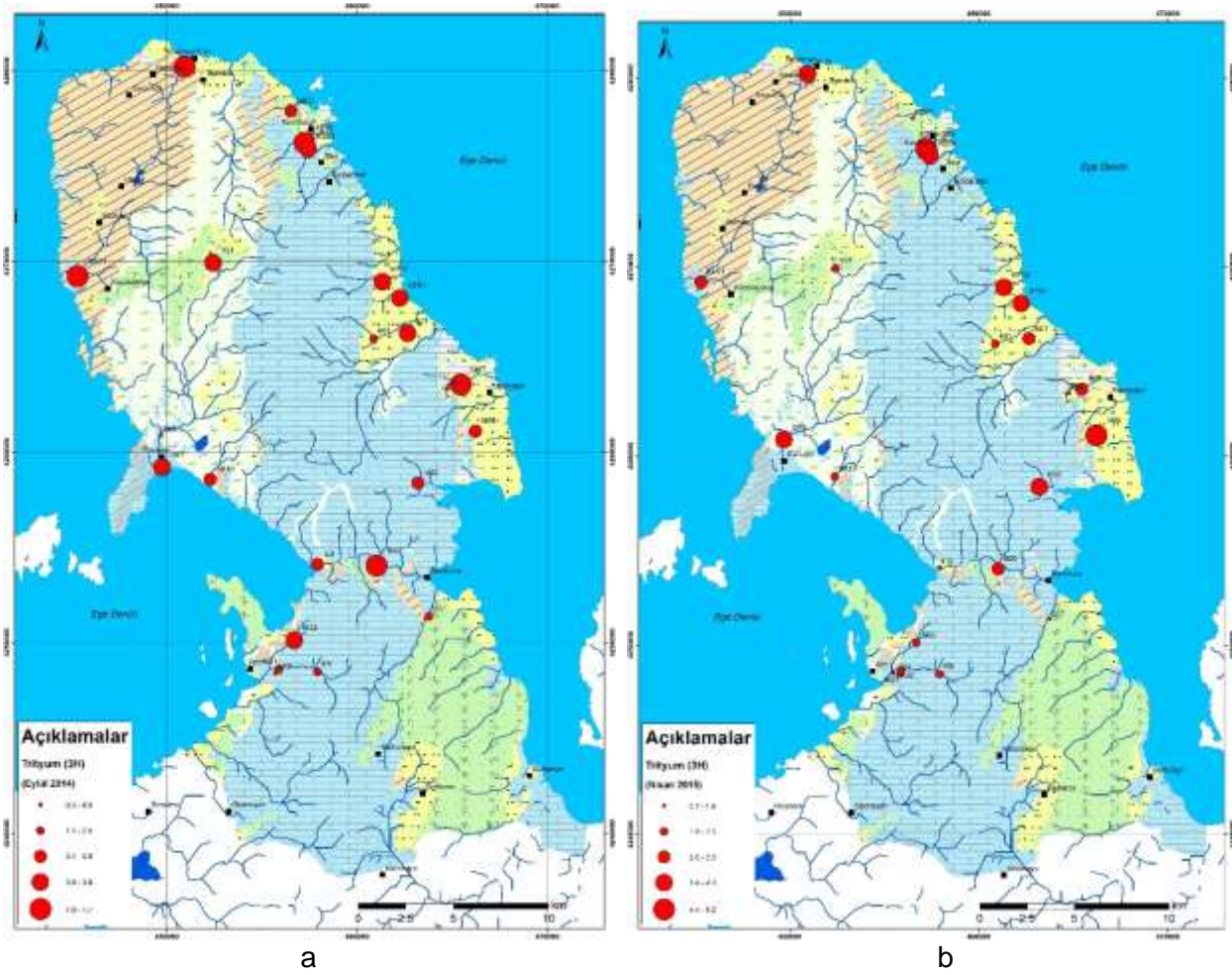
Şekil 9.75. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği



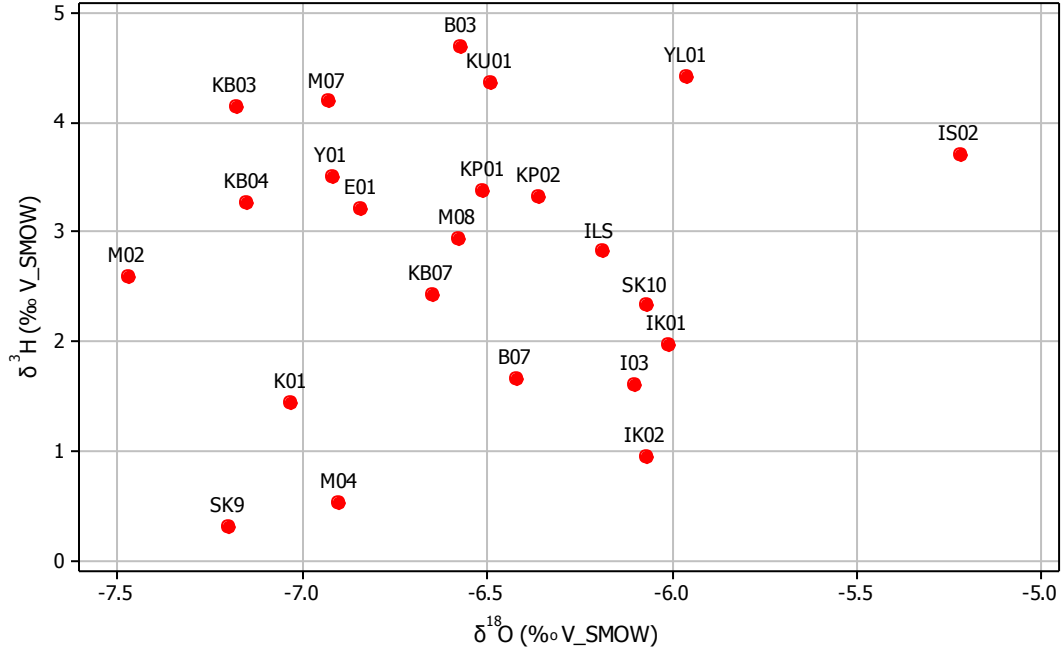
Şekil 9.76. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği

Tritiyum ($\delta^3\text{H}$) hidrojen elementinin kısa ($12,32 \pm 0,02$ yıl) yarılanma ömürlü izotopudur (Clark ve Fritz, 1997). Radyoaktif olan trityum izotopu yeraltı suyunun akifer de kalış süresine bağlı olarak bozunmaya uğrar ve belirli bir bölgede yeraltı suyunu besleyen yağışın trityum içeriğinin bilinmesi durumunda yeraltı suyunun ağırlıklı ortalama yaşının belirlenmesini ve/veya farklı yeraltı sularının karışımına ilişkin öngörülerde bulunulmasını sağlamaktadır. Meteorik kökenli suların yeraltında dolaşım yolu ve süreleri arttıkça trityum izotopunun bozunmaya uğraması sebebiyle trityum değerleri düşmektedir (Tezcan, 1992; Baba, 2008; Değirmenci vd. 2008; Göçmez vd. 2008). İnceleme alanındaki su numunelerinde trityum değerleri kurak dönemde 0,3 ile 4,7 TU, yağışlı dönemde ise 0,7 ile 5,2 TU arasında değişmektedir (Şekil 9.77). Eylül 2014 ve Nisan 2015 sonuçlarına göre trityum değerleri genel olarak 0 ile 5 TU arasında görülmektedir (Şekil 9.78 ve Şekil 9.79). Kurak dönemde SK9, M04 ve IK02 no'lu numunelere ait TU değerleri ile yağışlı dönemde M07, B07, KB07 nolu numuneler diğer numunelere göre daha düşüktür. Bu sonuçlar, bu numunelere ait suların diğer sulara göre yeraltında daha derin ve uzun süreli bir dolaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 9.77'de de görüleceği üzere yüksek trityum değerleri veren örnekleme noktalarının geçirimli olan taneli birimler ve karstik birimlerin olduğu noktalarlardır. Buna karşılık karstik sistemlerde önemli bir yeraltı suyu boşalımının olduğu ildırı kaynaklarının trityum değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında karstik sistemler yağışa hızlı tepki veren ve su dolaşımının hızlı olduğu akifer kayalarındır. Burada önemli olan etmen deniz suyu girişimi olduğu ve deniz suyunun etkisi ile daha yaşlı olan deniz suyunun yeraltı suyuna karışması ile bölgedeki yeraltı suyunun trityum değerinin düşmesine neden olmaktadır. Bu durum Şekil 9.80 ve Şekil 9.81'deki grafiklerde de görülmektedir. Yüksek elektriksel iletkenlik ve düşük trityum deniz suyunun etkisinde olan kuyulara işaret etmektedir.

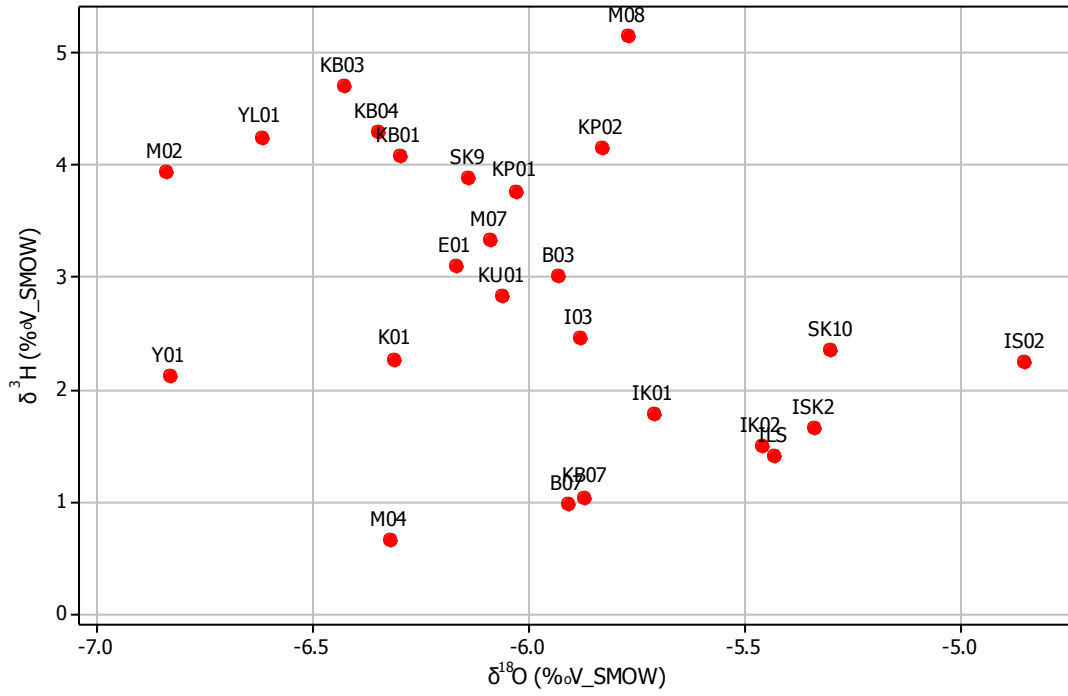
Yeraltı sularında yüksek elektriksel iletkenlik değerleri görülmesi, uzun süreli su-kayaç etkileşimi, kirlenme ve/veya akifer de deniz suyu girişimine işaret etmektedir. Buna göre TU değerinin düşük ve Eİ değerlerinin yüksek olması uzun süreli yeraltı dolaşımına işaret ederken, TU değerlerinin yüksek ve Eİ değerlerinin düşük olması kısa süreli yeraltı dolaşımına işaret eder. Eylül 2014 ve Nisan 2015 verilerine göre, trityum ve Eİ değerleri dikkate alındığında kurak dönemde B03, KU01, KB03, YL01, yağışlı dönemde ise M08, KB03 ve YK01 nolu numneler kısa dolaşım, genç sularıdır. SK09 ve M04 en düşük TU değerli numunedir. Bu su numunelerinin Eİ değeri sırası ile $724 \mu\text{S/cm}$ ve $2408 \mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür ve diğer sulara göre daha yaşlı ve uzun dolaşım, En yüksek Eİ değeri ILS numunesinde ölçülmüş olmasına rağmen TU değerinin de deniz suyunun etkisinde olmayan sulara göre düşük olması bu numuneye ait akifer de deniz suyu girişimine işaret eder.



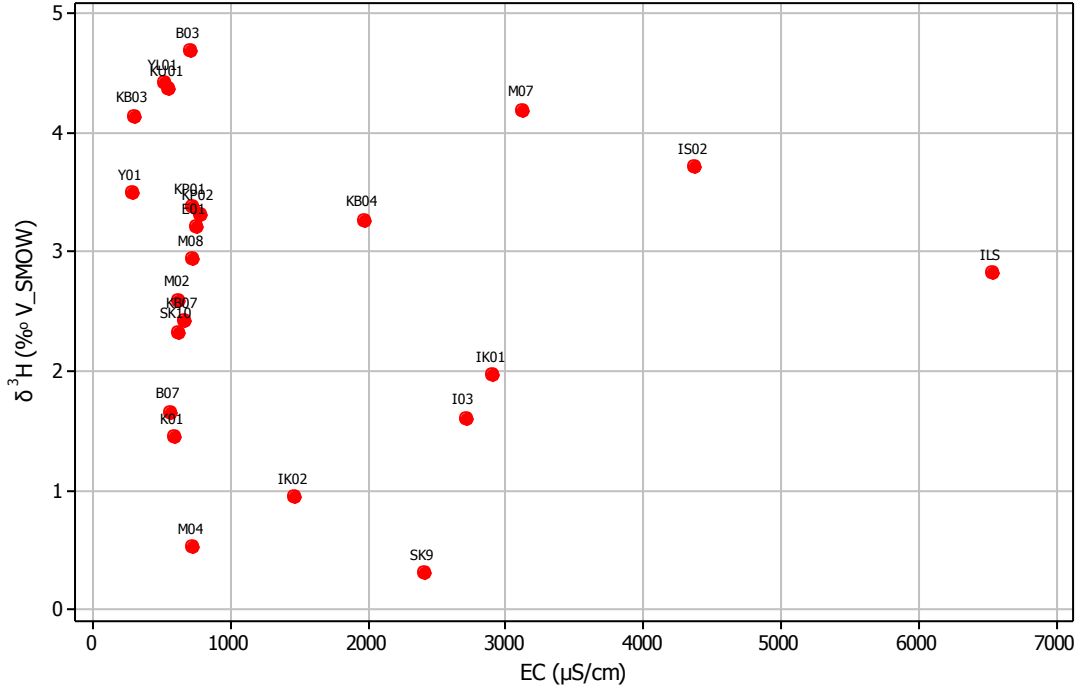
Şekil 9.77. Karaburun Yarımadası'nda a) Eylül 2014 ve b) Nisan 2015 tarihlerinde ölçülen ^3H (TU) değerlerinin değişimi



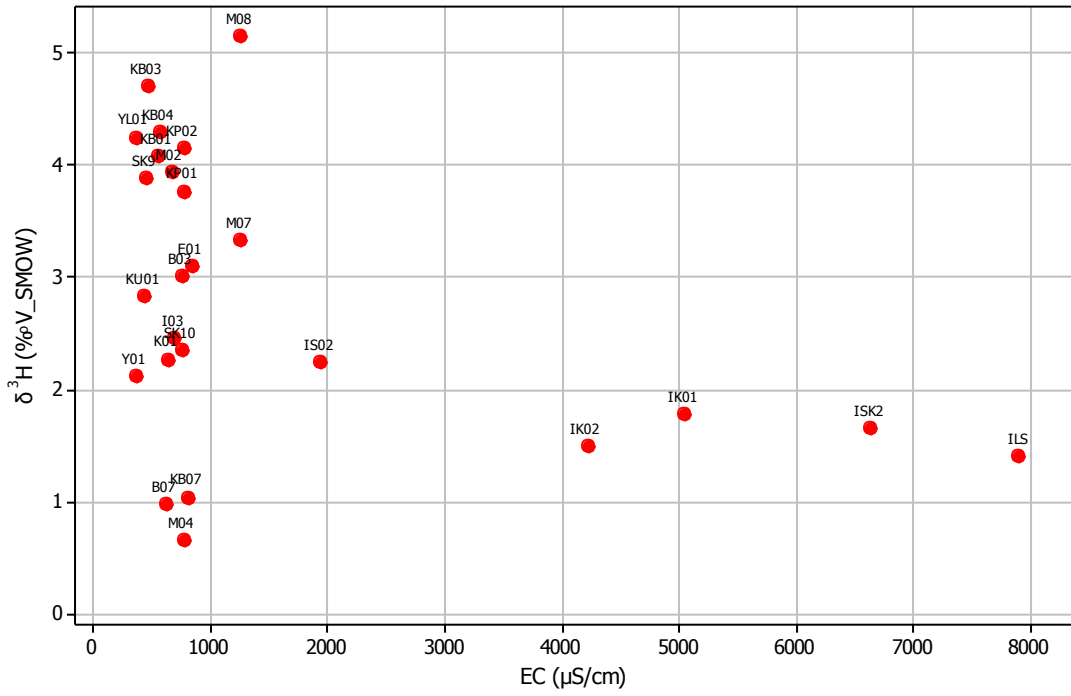
Şekil 9.78. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}-\delta^{18}\text{O}$ grafiği



Şekil 9.79. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}-\delta^{18}\text{O}$ grafiği

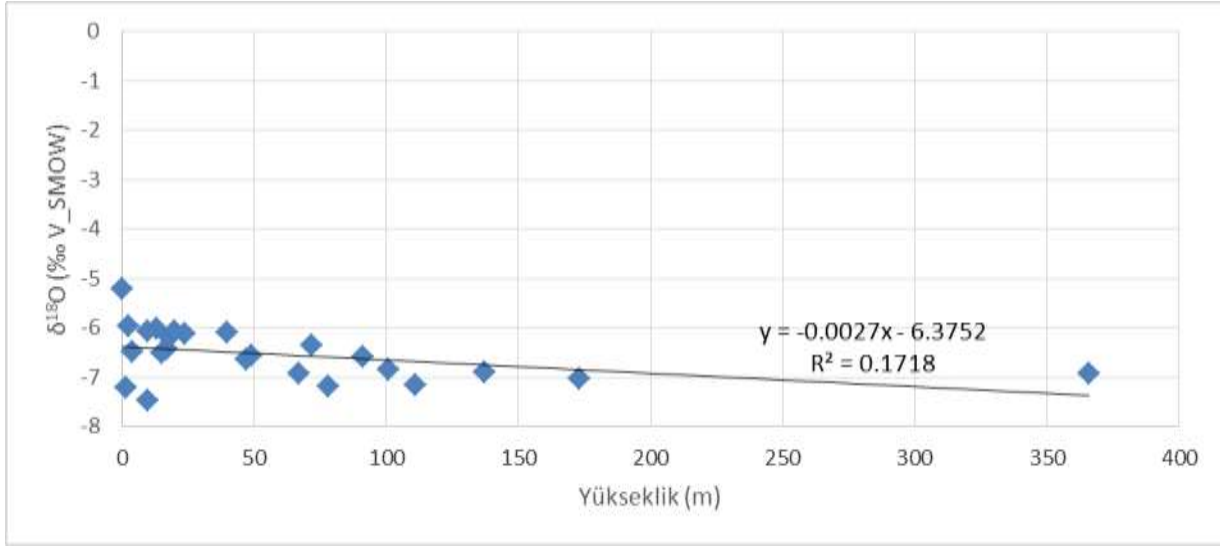


Şekil 9.80. Eylül 2014 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ -Eİ grafiği



Şekil 9.81. Nisan 2015 dönemi numune sonuçlarına göre oluşturulan $\delta^3\text{H}$ -Eİ grafiği

İnceleme alanındaki su kaynaklarında yükseklik ve $\delta^{18}\text{O}$ ilişkisi de irdelenmiştir (Şekil 9.82). Elde edilen veriler kot değeri yükseldikçe $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin azalığını göstermektedir. Yapılan önceki araştırmalarda da vurgulandığı gibi Oksijen-18 değerleri arasında bir ters orantılı ilişki bulunmaktadır ve her 100 m kot artışına karşılık $\delta^{18}\text{O}$ içeriğinde ‰ 0,15 ile ‰ 0,5 arasında azalma görülmektedir (Payne ve Dinçer 1965; Yurtsever ve Gat 1981; Clark ve Fritz 1997).



Şekil 9.82. $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki

Karaburun Yarımadası'ndan yağışlı ve kurak dönemleri temsil üzere alınan numunelere ait sonuçlar karşılaştırıldığında iki dönem arasında suların sıcak değerlerinde farklılıklar görülmüş ve bu farklılıklar mevsimsel olarak yorumlanmıştır. pH değerlerinde büyük farklılıklar gözlenmezken I03, IK01, IK02, ILS, KB04, M07 ve SK09 numunelerine ait elektriksel iletkenlik değerlerinde farklılıklar gözlenmiştir. Eİ değerleri I03, KB04, M07 ve SK09 numunelerinde kurak dönemde daha yüksek iken IK01, IK02 ve ILS numunelerinde yağışlı dönemde daha yüksek olarak görülmüştür. Kurak dönemde Eİ değerlerinin daha yüksek görülmesi bu dönemde nüfus yoğunluğuna bağlı su kullanımının artması, mevsimsel olarak buharlaşmanın artması ve yağışın azalmasına bağlı akifer besleniminin azalması ve buna bağlı olarak deniz suyu girişimi artmasıdır.

Eylül 2014 ve Nisan 2015'te alınan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ verilerine göre yarımada'daki tüm akiferler meteorik beslenimlidir. $\delta^3\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ verilerine göre, SK9, M04 ve IK02 numunelerine ait sular yarımada'daki

diğer su kaynaklarına göre uzun süreli ve derin dolaşıma giren sulardır. SK9 kuyusundan alınan su yüksek Eİ değeri (2408 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve düşük trityum (0,31 TU) değeri ile diğer su numunelerine göre daha yaşlı ve derin dolaşımlıdır. İLS numunesine ait Eİ değeri oldukça yüksek (4380 $\mu\text{S}/\text{cm}$) olmasına rağmen TU değeri nispeten yüksek (2,82) olması bu kuyuda deniz suyu girişimine işaret etmektedir. $\delta^{18}\text{O}$ ile yükseklik değerleri ilişkilendirilmiş ve artan yükseklik değerleri ile birlikte $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin düştüğü görülmüştür.

10. DENİZ ÇALIŞMALARI

Karaburun Yarımadası'nın oşinografik özellikleri ilgili bir dizi araştırma yapılmıştır (Eryılmaz ve diğ., 1998; Eryılmaz, 2003; Eryılmaz ve Yücesoy-Eryılmaz, 1999; Sayın, 2003; Sayın ve diğ., 2006; Sayın ve diğ., 2007; Meriç ve diğ., 2012). Yapılan araştırmaların önemli bir kısmı yarımada'nın batimetresi ve tuzluluğu ile ilgilidir. Su kütleleri ve hareketleri gibi detaylı araştırmalar ise Yarımada'nın doğusunda İzmir Körfezi'nde yapılmıştır. Karaburun Yarımadası'nın kuzey doğusunda falez tipi kıyılar mevcuttur. Engebeli kara topoğrafyasının denizle kesildiği yerler, dar ve yüksek falez tipi kıyı şekline sahiptir (Şekil 10.1). Güneye, Uzunada'ya, doğru ilerledikçe abrazyon platformlarına rastlanmaktadır. Karaburun Yarımadası'nın doğu yamaçlarında yüksek eğimli kısa vadiler yer almaktadır. Yarımada'nın batı kısımları kuzeye oranla yükseltileri daha azdır (Şekil 10.2). Karaburun Yarımadası'nın kıyı şeridi dar olup, kıydan 5-6 km içerde 1200 m lik (Akdağ 1218 m) yüksekliğe erişilmektedir.

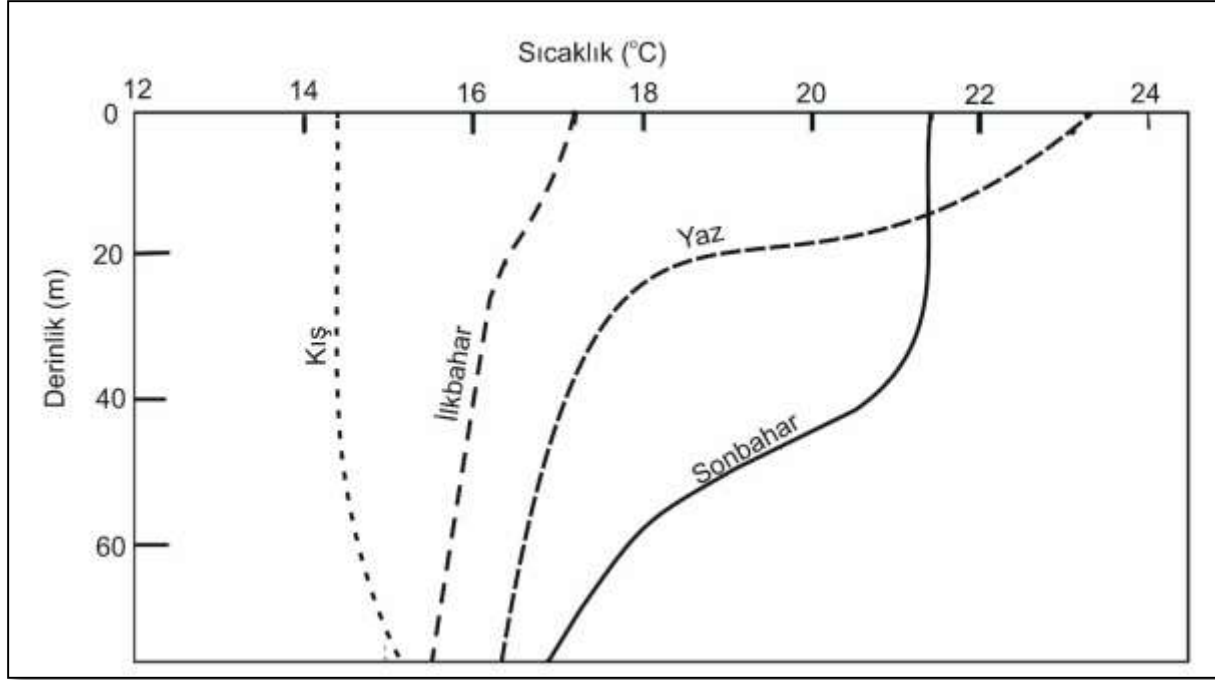


Şekil 10.1. Karaburun Yarımadası'nın batı kıyılarında görünüm



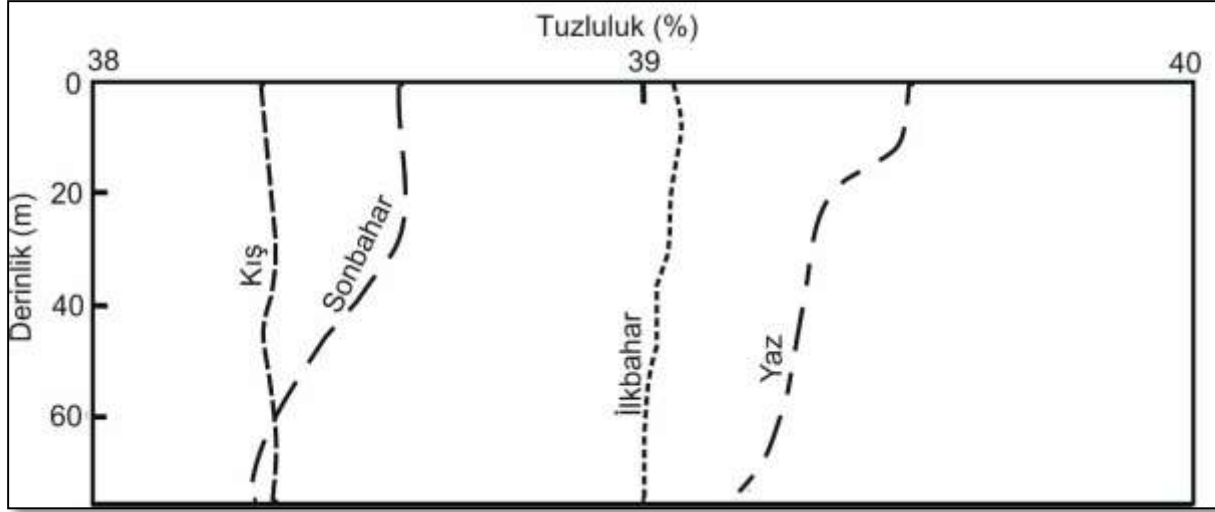
Şekil 10.2. Karaburun Yarımadası'nın doğu kıyılarından görünüm

Eryılmaz ve Yücesoy-Eryılmaz (2003) yaptıkları çalışmalara göre, denizde ortalama dip suyu sıcaklığı ilkbaharda 15,5 °C; yaz mevsiminde 16,4 °C; sonbaharda 16,9 °C ve kış mevsiminde 15,0 °C dir. Ortalama yüzey suyu sıcaklığı ile ortalama dip suyu sıcaklığı arasındaki fark ilkbaharda 1,8 °C, yaz mevsiminde 6,8 °C, sonbaharda 4,6 °C ve kış mevsiminde de 0,6 °C olarak ölçülmüştür. Ayrıca, yapılan çalışmalarda yarımada çevresindeki yüzey suyu sıcaklığı ve kalınlığı mevsimlere göre değiştiği belirtilmektedir (Şekil 10.3).



Şekil 10.3. Karaburun Yarımadası, deniz suyu sıcaklığının derinliğe bağlı mevsimsel ortalamaları (Meriç ve diğ., 2012)

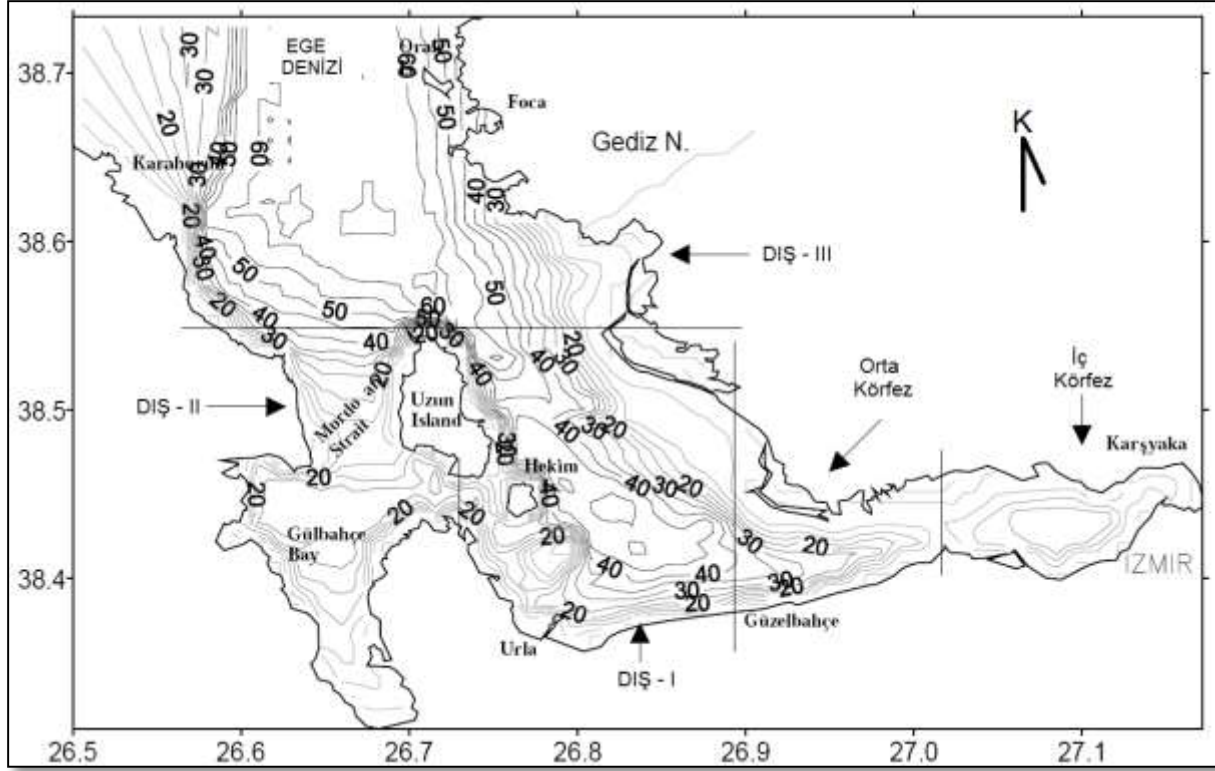
Bölgede deniz suyunun derinliğe bağlı ortalama tuzlulukların mevsimlere göre değişimi Şekil 10.4'te sunulmuştur. Yapılan araştırmalara göre, ilkbaharda yüzeyde ‰ 39,04, 75 metrede ‰ 39,02; yaz mevsiminde yüzeyde ‰ 39,51, 75 metrede ‰ 39,18; sonbaharda yüzeyde ‰ 38,56, 75 metrede ‰ 38,32 ve kış mevsiminde yüzeyde ‰ 38,33, 75 metrede ‰ 38,38 olduğu görülmektedir (Eryılmaz ve Yücesoy-Eryılmaz, 2003). Yarımadanın batısında (İzmir Körfezi ve çevresinde) yapılan araştırmalar ile bu proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar ile ilgili bilgiler aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 10.4. Karaburun Yarımadası deniz suyu tuzluluğunun derinliğe bağlı mevsimsel ortalamaları (Meriç ve diğ., 2012)

10.1 İzmir Körfezi'nin Oşinografisi

İzmir Körfezi, Türkiye'nin Ege kıyılarındaki en büyük körfezlerden biridir. Körfez, topoğrafik, hidrolojik ve ekolojik özelliklerine göre, İç, Orta ve Dış körfez olmak üzere üç bölüme ayrılır. Dış Körfez ayrıca Dış-I, Dış-II ve Dış-III olmak üzere 3 alt bölüme ayrılmıştır (Şekil 10.5). Körfeze ait oşinografik veriler bu alt bölümler dikkate alınarak analiz edilmektedir. İzmir Körfezi'nin oşinografik özellikleri 1980 yılından bu yana Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü tarafından R/V K Piri Reis araştırma gemisi ile izlenmektedir. Elde edilen bilgiler çeşitli bilimsel çalışmalarda toplanmıştır (Sayın, 2003; Sayın vd., 2006; Sayın vd., 2007). Bu bölümde, Karaburun yarımadasının ve proje çalışma alanının doğu kısmını oluşturan İzmir dış körfezinin oşinografik özellikleri anlatılmaktadır.



Şekil 10.5. İzmir Körfezi'nin topoğrafyası ve körfezdeki farklı su özelliklerine sahip bölgeler (Sayın, 2003).

Uzunada ve Karaburun yarımadası kıyıları arasında uzanan dar Mordoğan geçidi 14 m derinliktedir. Zaman zaman Ege Denizi'nin yüzey suyu, Mordoğan Geçidi üzerinden Gülbahçe Körfezi yüzey suyu içerisine akmaktadır. Körfezdeki bir diğer dar ve sık geçit ise, İç ve Orta Körfez arasında yer alan Yenikale geçididir. Yenikale Geçidi'nin her iki tarafında körfez suyundaki fiziksel ve kimyasal özellikler büyük oranda değişim gösterir.

İzmir Körfezi'nin hidrografisi 8 etkene bağlı olarak değişim gösterir (Sayın, 2003):

- Karadan temiz su girişi
- Atmosfer ve deniz suyu etkileşimi
- Ege Denizi ile su alış veriş
- Körfezdeki değişken topoğrafya
- Ege Denizindeki büyük çaplı deniz seviyesi değişimleri
- Rüzgâr tarafından sürülen su girişi
- Kış akıntıları

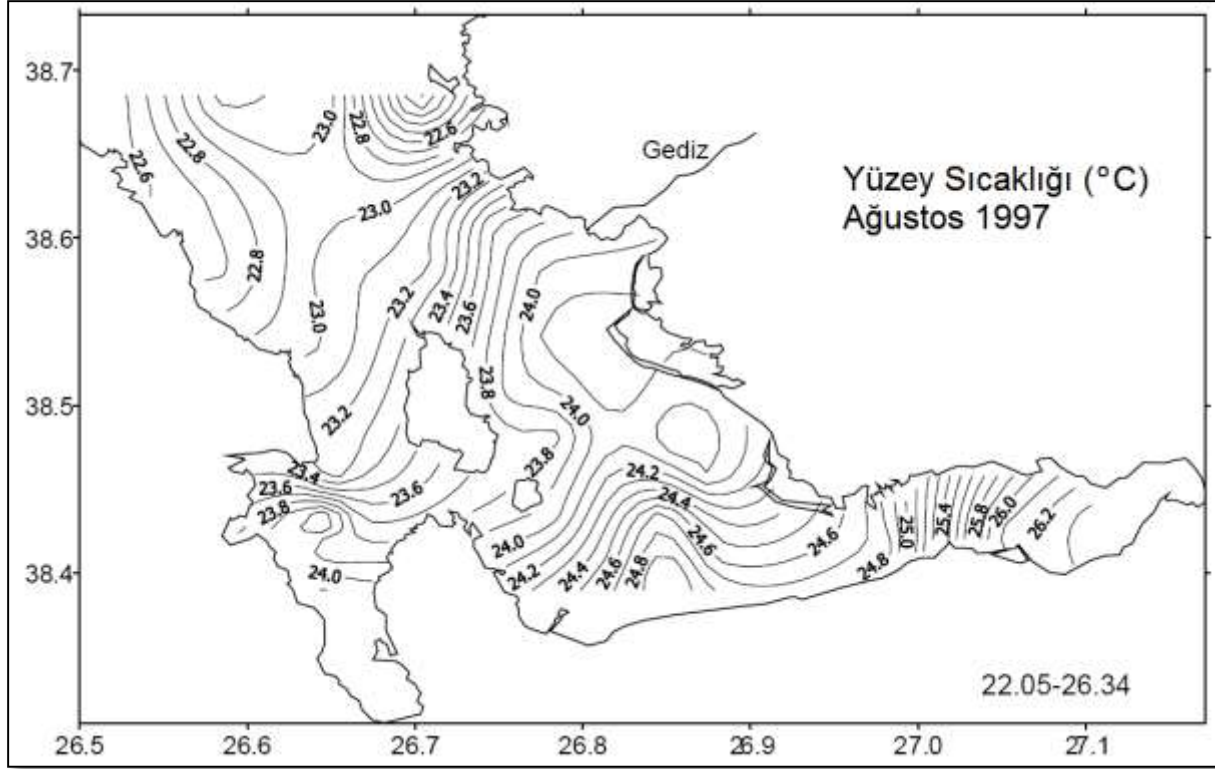
Yatay ve düşey yöndeki sıcaklık ve tuzluluk dağılımı; Gediz Nehri boşalımı, Ege Denizi suyu girişi ve yaz dönemindeki güçlü buharlaşma tarafından kontrol edilmektedir. Bu nedenle hem sıcaklık ve hem de tuzluluk, hem mekânsal hem de mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir.

Ege Denizi suyu körfeze Karaburun ve Foça arasından girmektedir. Şekil 10.5'de gösterilen Dış-III kısmında neredeyse tamamen Ege Denizi suyu bulunur. Bu bölgede derinlik de fazla olduğundan, körfezin bu kısmındaki su hacmi en fazladır. Dış körfez suyu meteorolojik kuvvetler ve Gediz Nehri boşalımı nedeniyle mekânsal ve zamansal olarak oldukça değişken özelliklere sahiptir. Dış-III kısmında uydu görüntülerinden belirlenen tamamen farklı bir su kütlesi de mevcut olup, Karaburun kıyısında üst 20-30 m civarında yerinde ölçümlerle de gözlenmiştir. Bu kütlenin Ege Denizi'ndeki büyük ölçekli siklonik döngü sonucu oluşan Karadeniz'den kaynaklı bir su kütlesi olduğu düşünülmekteyse de, Karaburun yarımadasından gerçekleşen tatlı su boşalmaları ile de ilgisi olması muhtemeldir.

10.2 Termohaline Yapıları

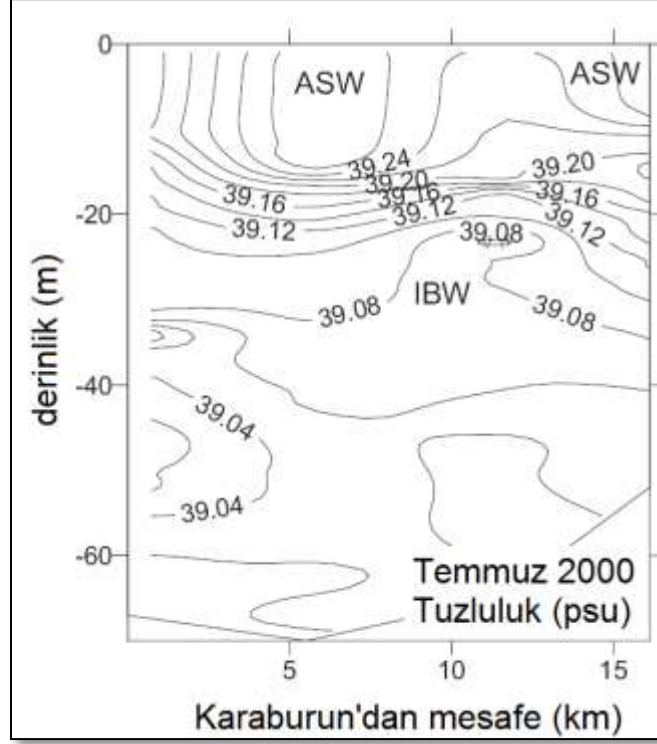
Körfezdeki termohalin yapısı mevsimsel ısınma nedeniyle baharda oluşmaya başlar ve yaz döneminde 20-25 m derinliklerde durağan hale gelir. Sonbaharda ise derinliği 30 m'ye kadar artar. Haloklin (düşey tuzluluk gradyanı yüksek) ve pinoklin (yoğunluğun derinliğe bağlı olarak hızla arttığı su katmanı) derinlikleri de termoklin ile aynıdır. Termoklin yüzey tabakasının hemen altında sıcaklık değişimlerinin en yüksek olduğu bir tabakayı ifade eder. Kış döneminde ise körfez suyu genellikle homojen bir düşey dağılım göstermektedir. Mevsimsel ısınmanın yanısıra, yaz döneminde iki tabakalı yapının oluşmasında en önemli etki buharlaşmadır. Deniz yüzeyi sıcaklığı kış döneminde 16 °C, yaz döneminde ise 24 °C civarındadır. Yaz döneminde deniz tabanı sıcaklığı ise ortalama 16 °C'dir.

Bu taban suyu, güçlü yoğunluk ayrışması nedeniyle yaz döneminde yüzey suyu ile karışmaz. Dış-III kısmında su yazın ısınır ve kışın diğer bölgelere oranla çok daha yavaş soğur. Bu soğuma ve ısınma su kolonunun derinliği ile orantılı olup ve derin kısımlar ısınma ve soğuma için çok daha uzun zamana gereksinim duyarlar. Ortalama tuzluluk 39,1 psu'dur. Hesaplanan standart sapma 0,51 psu olup, körfezde tuzluluğun fazla değişmediğini işaret etmektedir. Ağustos 1997 döneminde yapılan ölçümlerden elde edilen yatay sıcaklık dağılımı Şekil 10.6'de gösterilmektedir. Yüzey sıcaklıkları iç körfezde en büyük değerlere sahip, sıcaklık dış körfeze doğru azalmaktadır. Çalışma alanı olan Karaburun Yarımadası çevresinde ise 22,6 °C ile 23,6 °C arasında değişim göstermektedir.



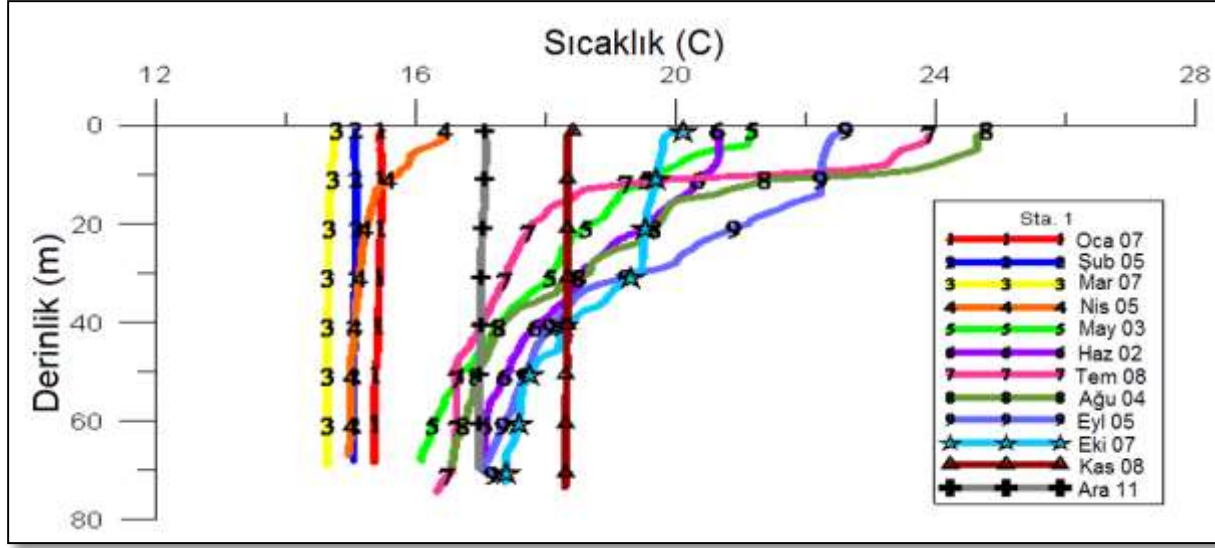
Şekil 10.6. Körfez içerisinde 1997 Ağustos ayı yatay sıcaklık dağılımı (Sayın, 2003).

Karaburun-Foça arasında Temmuz 2000 döneminde ölçülen düşey sıcaklık dağılımı ise Şekil 10.7'de gösterilmektedir. Kış döneminde körfez içerisine Karaburun yakınlarından akan Ege Denizi suyu, körfeze göreceli olarak sıcak, daha tuzlu ve daha az yoğun bir su kütlesi taşımaktadır (sıcaklık 16,3 °C, tuzluluk 39,04 psu ve sigma-t 28,75 kg/m³). Bunun aksine, yaz döneminde ise, Ege Denizi körfeze daha soğuk ve daha az tuzlu su göndermektedir. Dış-III bölgesi, yüzeyden termoklin tabakasına (20-25 m) kadar soğuk (23-23,5 °C) ve daha az tuzlu (39,2-39,26 psu) su ile kaplanmaktadır. Körfeze giren akıntı pinoklin tabakası üzerinden akmaktadır (Şekil 10.7).

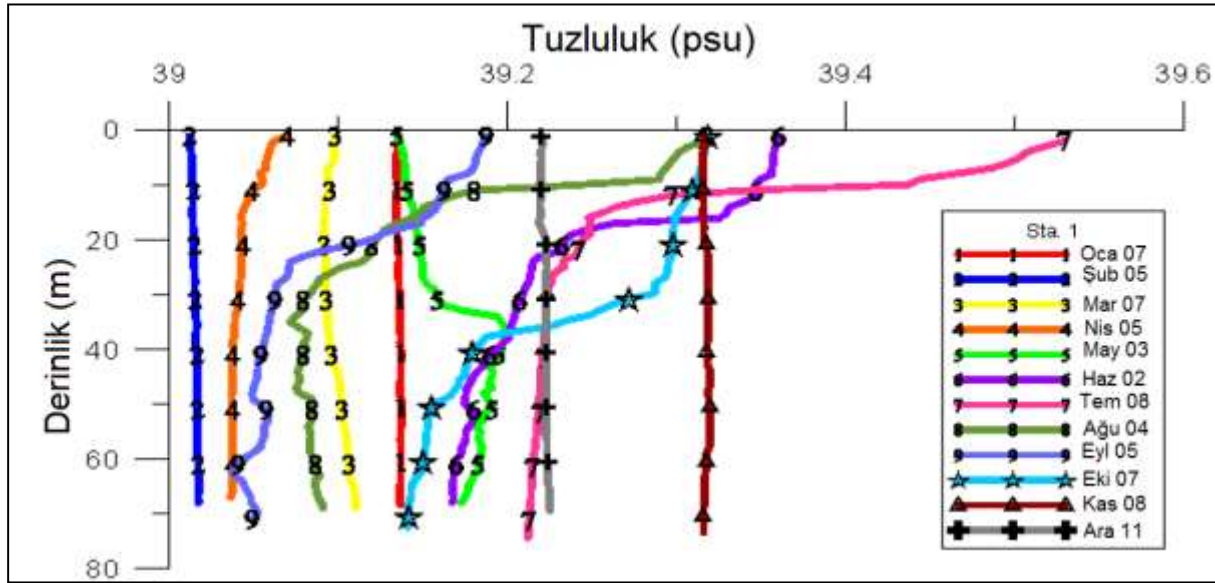


Şekil 10.7. Karaburun-Foça arasında yaz dönemi düşey tuzluluk dağılımı (Sayın ve diğ., 2006). (ASW Ege Denizi Suyu, IBW İzmir Körfezi suyudur.)

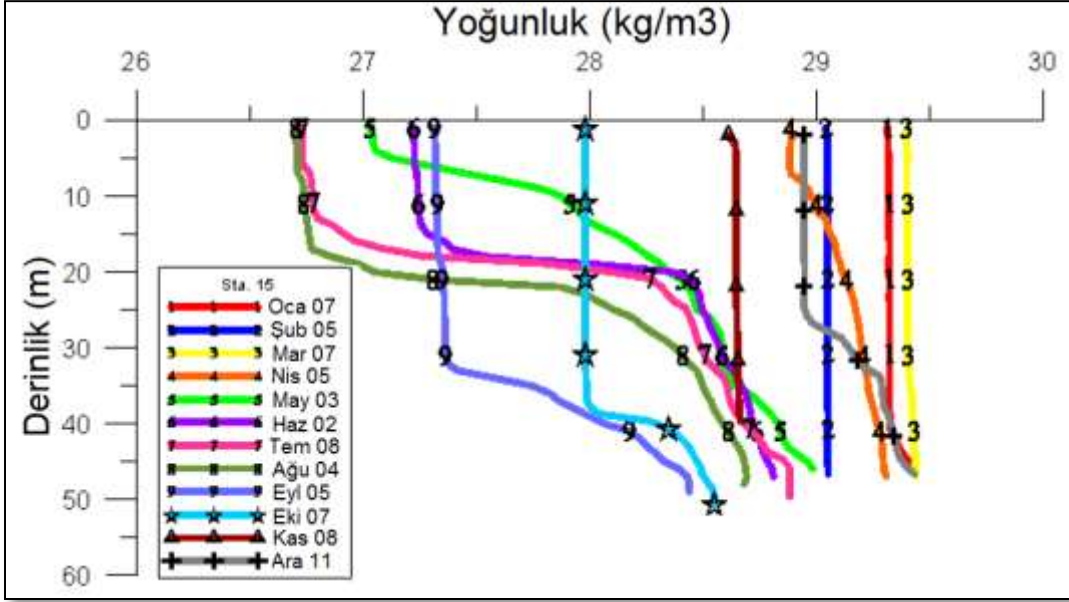
Proje alanı İzmir dış körfezinin Karaburun-Gülbahçe arasında kalan kısmını kapsamaktadır. Bu bölgede Karaburun açıklarında tüm mevsimlerde alınmış CTD örnekleri Şekil 10.8, 10.9 ve 10.10'da verilmektedir. Her üç şekil de, körfez girişi Karaburun açıklarında yaz aylarında oluşan termoklin, pinoklin ve haloklin tabakalarını açıkça göstermektedir. Buna karşın kış dönemlerinde bölgede genellikle homojen bir sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk dağılımı gözlenmektedir.



Şekil 10.8. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen sıcaklık profilleri (Sipahioğlu, 2014).



Şekil 10.9. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen tuzluluk profilleri (Sipahioğlu, 2014).

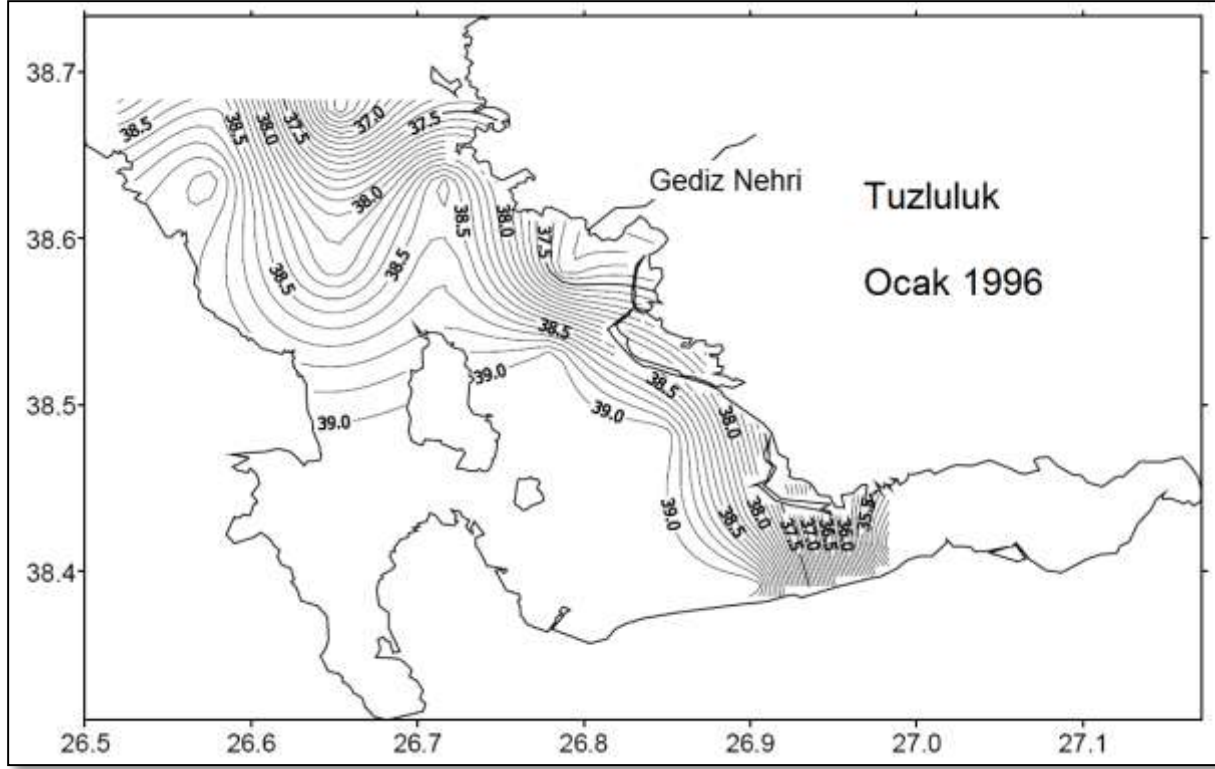


Şekil 10.10. Karaburun açıklarından aylara göre alınmış CTD verisinden elde edilen yoğunluk profilleri (Sipahioğlu, 2014).

10.3 Su Kütleleri

Kış döneminde Gediz Nehri dış körfeze çevreye göre daha soğuk ve daha az tuzlu su temin etmektedir. Bunun sonucu olarak su kolonunun ilk 10-15 m'lik kısmını etkilemektedir. Alttaki su kütlesi ise Gediz Nehri civarında dom şeklini almaktadır. Bu durumun sebebi ise genel olarak topoğrafyadır.

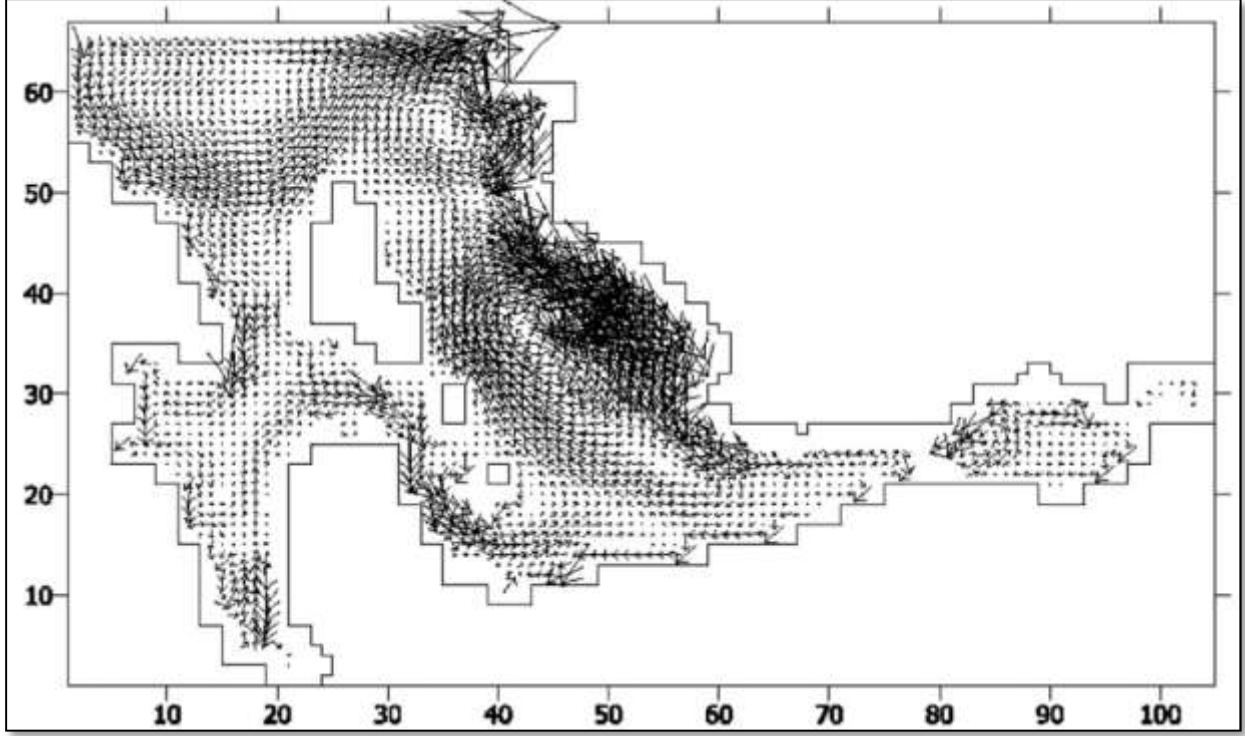
Büyük ölçekli atmosferik siklonik hareketler nedeniyle, İzmir Körfezi'nin Ege Denizi sınırında daha soğuk, daha az tuzlu ve daha az yoğun bir su kütlesi oluşmaktadır. Şekil 10.11, körfez boyunca tuzluluk dağılımını göstermektedir. Sonuç olarak körfezde üç farklı su kütlelerinin varlığından söz etmek mümkündür. Bunlardan birincisi ve en baskını Ege Denizi suyu olup en büyük hacme sahiptir. Büyük hacmi nedeniyle bu kütle mevsimsel olarak durağandır. İkinci kütle iç körfezdeki insan aktiviteleri sonucu üretilen su kütlesidir. Üçüncüsü ise dış körfez su kütlesidir ve Gediz nehri ile batı rüzgarlarının aktivitesi tarafından biçimlendirilmektedir (Sayın, 2003; Sayın vd., 2006).



Şekil 10.11. İzmir Körfezi boyunca tuzluluk dağılımı (Sayın, 2003; Sayın ve diğ., 2006).

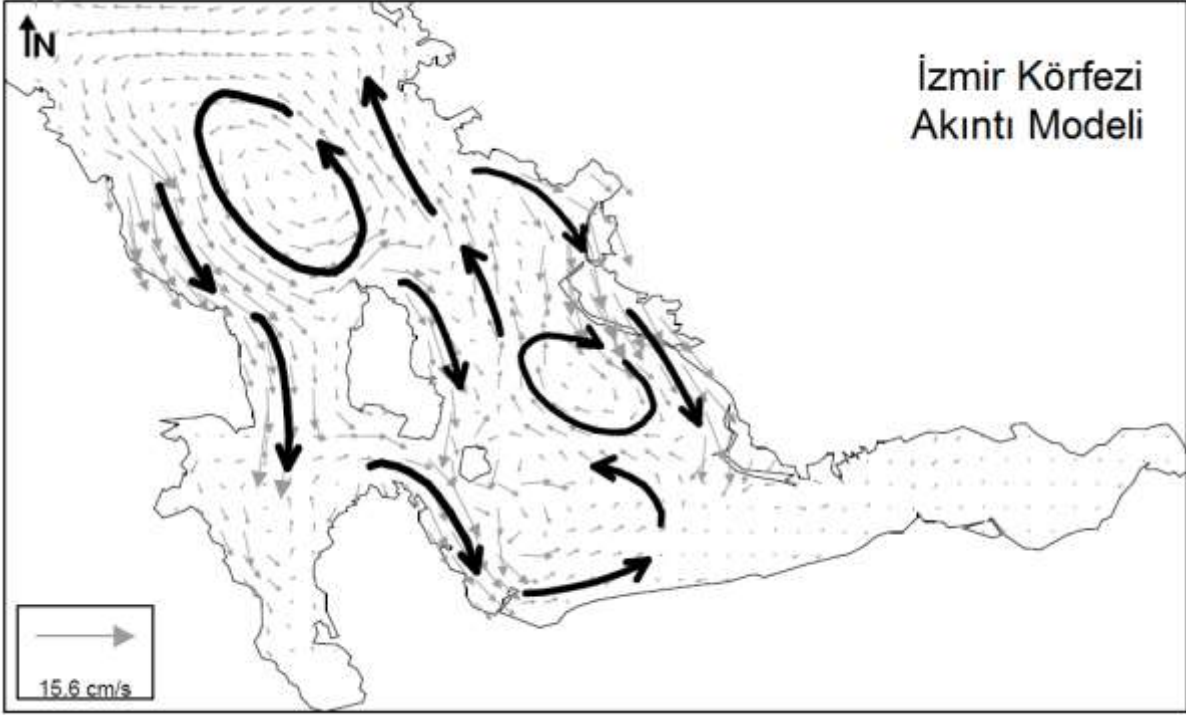
10.4 Körfezdeki Su Hareketleri

İzmir Körfezi, tüm yıl boyunca kuzeyli rüzgârların etkisi altındadır. Normalde bu enlemde olması beklenen baskın rüzgâr türü batı rüzgârları olmakla birlikte, körfezin konumu ve şekli kuzey rüzgârlarının baskın hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, Ege Denizi sularının Foça yakınlarından körfeze girmesine ve doğu kıyısı boyunca akmasına neden olmaktadır (Şekil 10.12). Orta körfez ile Mordoğan Geçidindeki akıntılar birleşerek bir karşılama akıntısı şeklinde tekrar Ege Denizi'ne akmaktadır. Kuzeyde Ege sınırında Foça civarındaki biri antisiklonik diğeri siklonik olan iki ayrı döngü gözlenmektedir. Körfeze giren akıntılardan Uzunada civarındaki kış akıntılarına göre daha güçlüdür. Güzelbahçe kıyılarında da yaz döneminde akıntıda değişim gözlenir. Akıntı yaz aylarında orta körfeze doğruyken kış döneminde homojendir ve doğudan batıya akar (Sayın ve diğ., 2006).



Şekil 10.12. Rüzgâr tarafından sürülen akıntı döngüsü modeli (Sayın, 2003).

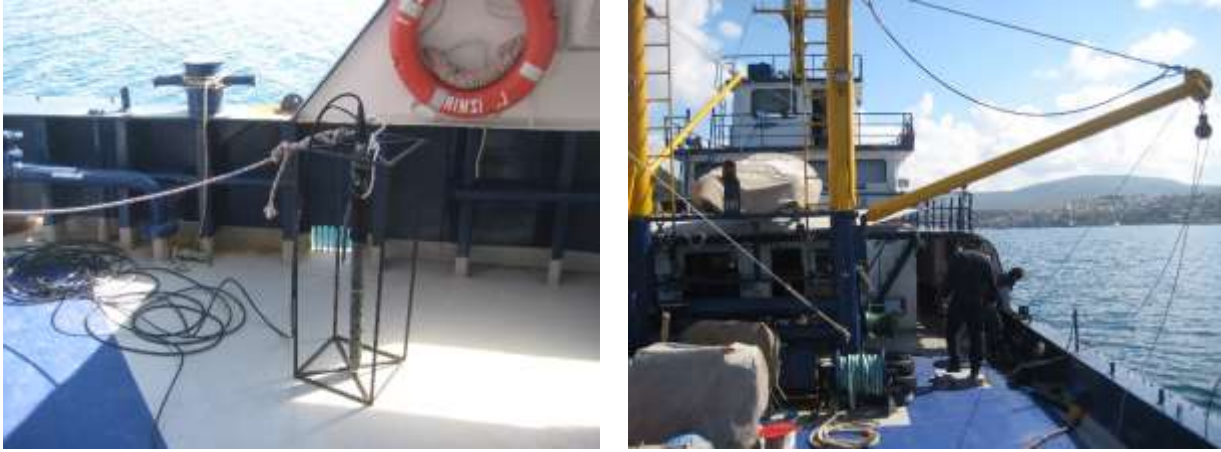
Sipahioğlu (2014), İzmir dış körfezinin genel akıntı modelini de elde etmiştir (Şekil 10.13). Buna göre Ege Denizi'nden körfeze giren akıntı Mordoğan geçidinden Gülbahçe körfezine akar, Uzunada'nın güneyini takip ederek körfezin orta kısmına kadar ilerler. Ege Denizi'nden körfeze giren akıntının tamamı Mordoğan geçidini her zaman geçemeyebilir. Bu durumda arta kalan su geri döner ve dış körfezde siklonik bir döngü meydana getirir (Sayın ve diğ., 2006). Genellikle İzmir Körfezi suları Ege Denizi'ne, körfezin doğu sınırını izleyerek ulaşır ve Foça civarında taban akıntısı olarak görülürler.



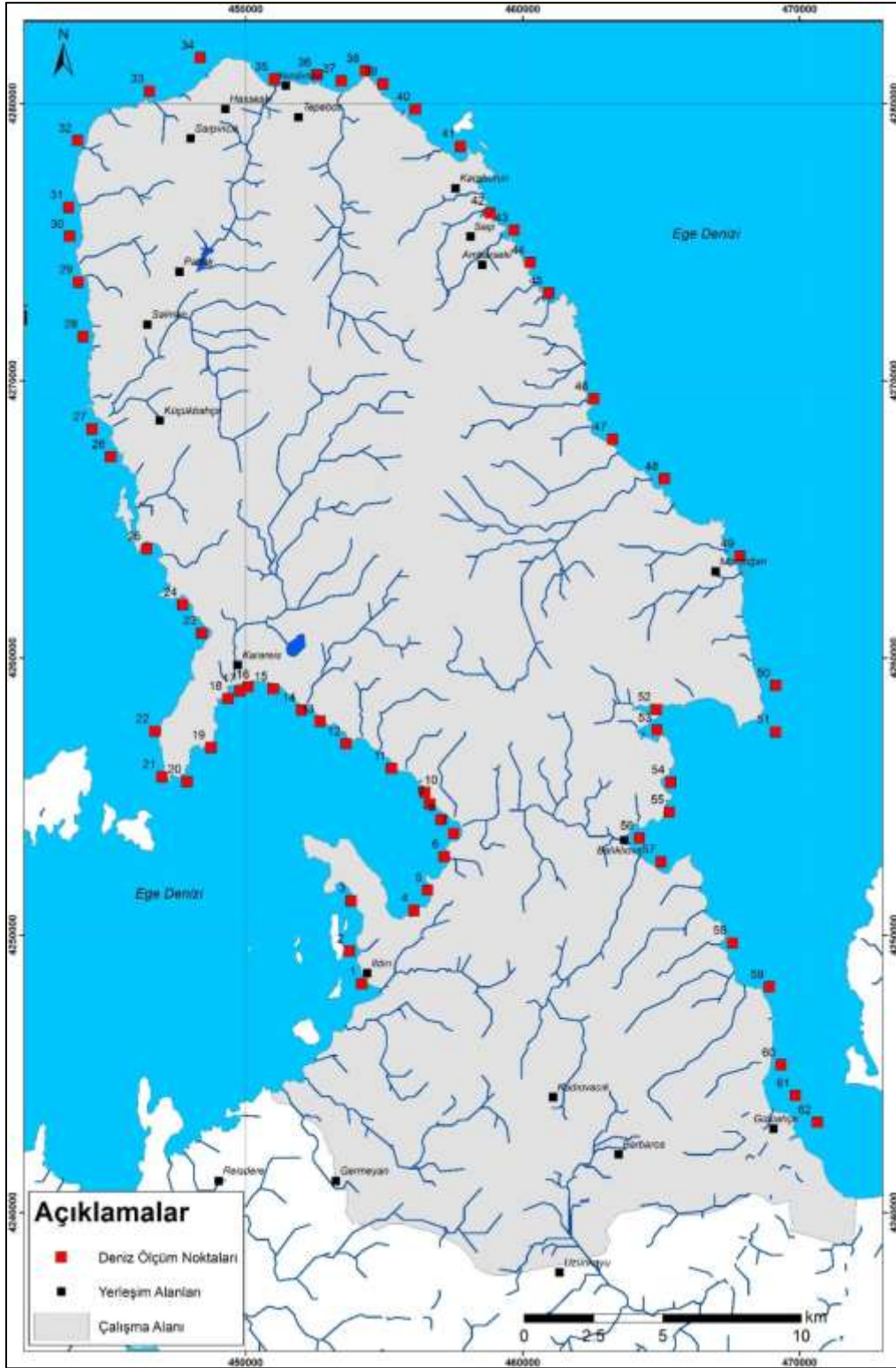
Şekil 10.13. İzmir Körfezi genel akıntı modeli (Sipahioğlu, 2014).

10.5 Çalışma Alanı Kıyılarında Gerçekleştirilen Fizikokimyasal Parametre Ölçümleri

Proje kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü R/V Dokuz Eylül-I gemisi ile Mart 2015 döneminde bir sefer düzenlenmiştir. Bu seferde çalışma alanı kıyıları boyunca kıydan 100 m açıklığa kadar olan kısımda bazı parametrelerin derinlik bazlı oşinografik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı kıyı kesimlere olan tatlı su boşalmalarına ilişkin izler tespit etmeye çalışmaktır. Deniz ortamına tatlı su boşalmalarının gerçekleşmesi durumunda denizdeki sıcaklık ve tuzluluk parametrelerinde normalden farklı değişimler gözlemlendiğinden, çalışma alanı kıyısı boyunca yapılacak bir araştırma ile bölgede olası tatlı su boşalım noktalarına ilişkin ipuçları bulunmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda kıyı kesimde toplam 62 istasyonda yüzeyden başlayarak her bir istasyon noktasındaki derinlik seviyesine bağlı olacak şekilde farklı derinliklerde Multi-parametre 600XLM-V2-M sondası yardımıyla sıcaklık, iletkenlik, basınç, derinlik, pH, ORP ve çözünmüş oksijen seviyesi ölçümleri yapılmıştır (Şekil 10.14). Ölçüm yapılan istasyonların çalışma alanındaki dağılımı Şekil 10.15'de gösterilmektedir. Ancak KB24 ve KB25 nolu istasyonlardan elde edilen verilerin aktarımında bir sorun yaşandığı için bu noktalara ait veriler kullanılamamıştır.



Şekil 10.14. Dokuz Eylül-I gemisinde Multi-parametre 600XLM-V2-M sondası ile fiziksel parametrelerin ölçümü



Şekil 10.15. Çalışma alanındaki deniz ölçüm noktaları

Yapılan derinlik bazlı ölçümlere ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 10.1, Tablo 10.2. ve Tablo 10.3'de gösterilmektedir. Buna göre ölçüm yapılan noktaların ortalama derinlikleri 0,26 m ile 19,41 m arasında değişmekte olup tüm istasyonların ortalama derinliği 10,45 m'dir. Ölçüm yapılan tüm istasyonlar dikkate alındığında en derin ölçüm noktası 33,82 m ile KB39, en sığ ölçüm noktası ise yüzeyde (0 m) olacak şekilde KB12'dir. Elde edilen ortalama ve minimum derinlik sonuçlarının alansal dağılımları ise sırasıyla Şekil 10.16 ve Şekil 10.17'de gösterilmektedir.

Tablo 10.1. Ölçülen parametrelere ait derinlik bazlı maksimum değerler

Nokta	Sic.	Eİ(mS/cm)	BasınçA	Derinlk	pH	pHmV	ORP	ODO
KB1	14,98	22,28	15,17	0,29	7,95	-101,20	88,00	94,00
KB2	13,10	20,61	14,79	0,03	8,21	-109,10	127,00	0,00
KB3	14,56	54,77	16,88	1,41	8,18	-101,40	128,00	94,40
KB4	14,74	54,31	16,44	1,12	8,20	-106,80	146,00	0,00
KB5	14,84	54,85	18,99	2,80	8,19	-101,60	134,00	93,50
KB6	14,94	52,51	14,77	0,01	8,21	-102,50	139,00	0,00
KB7	15,00	52,57	16,10	0,89	8,19	-102,10	145,00	95,10
KB8	14,15	54,02	16,86	1,40	7,97	-100,30	136,00	94,90
KB9	14,27	55,40	16,01	0,83	8,20	-102,80	141,00	0,00
KB10	14,57	53,93	16,35	1,06	8,19	-102,00	136,00	0,00
KB11	14,30	53,55	16,59	1,22	8,15	-99,90	144,00	0,00
KB12	14,55	54,27	14,75	0,00	8,18	-101,10	137,00	94,40
KB13	14,62	3,60	15,64	0,63	8,10	-100,60	139,00	0,00
KB14	13,34	3,71	16,81	1,45	8,16	-100,00	144,00	0,00
KB15	14,26	55,16	16,96	1,46	8,20	-103,00	135,00	94,50
KB16	14,27	53,41	17,44	1,78	8,19	-101,90	146,00	0,00
KB17	15,38	55,92	27,04	8,13	8,17	-99,80	162,00	96,90
KB18	13,80	21,23	17,31	1,77	8,16	-99,50	141,00	0,00
KB19	14,12	21,52	17,73	2,06	8,19	-101,60	145,00	0,00
KB20	13,98	3,67	16,72	1,39	8,19	-102,10	149,00	94,80
KB21	12,97	3,74	15,82	0,75	8,18	-102,70	146,00	0,00
KB22	13,67	16,70	18,29	2,34	8,17	-101,40	131,00	0,00
KB23	15,64	54,02	16,69	1,29	8,18	-102,70	139,00	94,20
KB24	-	-	-	-	-	-	-	-
KB25	-	-	-	-	-	-	-	-
KB26	14,11	55,30	16,96	1,46	8,13	-99,40	154,00	93,70
KB27	14,52	54,38	16,94	1,45	8,13	-99,10	151,00	94,10
KB28	13,00	3,74	16,08	0,94	8,16	-100,10	155,00	94,20
KB29	14,24	55,19	14,78	0,02	8,17	-100,00	149,00	93,60

KB30	13,84	3,67	16,71	1,38	8,17	-100,30	147,00	93,70
KB31	14,00	21,41	16,67	1,33	8,18	-101,20	153,00	94,20
KB32	13,26	3,72	16,45	1,20	8,17	-100,80	156,00	0,00
KB33	14,81	42,41	17,60	1,90	8,18	-101,80	157,00	93,60
KB34	14,62	53,88	16,98	1,48	8,19	-102,30	159,00	91,50
KB35	14,30	47,09	16,77	1,35	8,16	-100,20	166,00	0,00
KB36	13,66	21,11	16,35	1,11	8,17	-100,50	166,00	94,40
KB37	15,10	53,47	15,70	0,63	8,19	-101,90	163,00	0,00
KB38	14,62	21,97	16,46	1,18	7,99	-99,90	153,00	93,80
KB39	14,75	54,89	17,03	1,51	8,17	-100,20	151,00	93,40
KB40	13,88	3,66	15,84	0,76	8,14	-100,00	140,00	0,00
KB41	15,40	55,54	14,90	0,10	8,16	-100,00	140,00	93,60
KB42	14,02	3,65	15,85	0,78	8,18	-101,20	144,00	94,10
KB43	14,95	53,68	15,86	0,73	8,16	-100,00	151,00	93,80
KB44	14,12	3,66	16,34	1,12	8,16	-100,70	145,00	0,00
KB45	15,07	55,80	17,48	1,81	8,19	-101,30	162,00	94,50
KB46	15,22	3,55	15,29	0,38	8,18	-101,00	165,00	0,00
KB47	15,08	3,56	16,04	0,91	8,18	-101,30	143,00	93,80
KB48	14,63	21,97	16,18	0,99	8,16	-100,10	131,00	0,00
KB49	15,50	54,39	18,98	2,80	8,21	-103,10	132,00	94,10
KB50	15,29	55,02	17,35	1,72	8,19	-102,40	164,00	94,20
KB51	15,07	54,96	14,82	0,05	8,18	-101,00	160,00	96,10
KB52	14,96	23,06	16,42	1,15	8,17	-102,40	178,00	93,60
KB53	14,35	54,26	17,27	1,66	8,19	-101,60	160,00	94,80
KB54	14,46	52,02	16,23	0,98	8,20	-102,40	158,00	94,60
KB55	14,37	21,75	16,02	0,88	8,20	-102,00	153,00	94,60
KB56	14,47	53,72	17,81	2,03	8,18	-101,30	152,00	93,70
KB57	13,95	55,24	16,02	0,84	8,19	-102,30	140,00	95,00
KB58	14,98	22,74	17,44	1,86	8,20	-102,60	181,00	93,90
KB59	15,11	49,60	15,85	0,73	8,19	-102,00	143,00	92,20
KB60	14,88	55,52	17,60	1,88	8,19	-101,30	138,00	94,00
KB61	14,55	54,14	15,03	0,19	8,20	-101,90	158,00	94,90
KB62	15,02	55,02	15,02	0,18	8,15	-101,30	146,00	0,00

Tablo 10.2. Ölçülen parametrelere ait derinlik bazlı minimum değerler

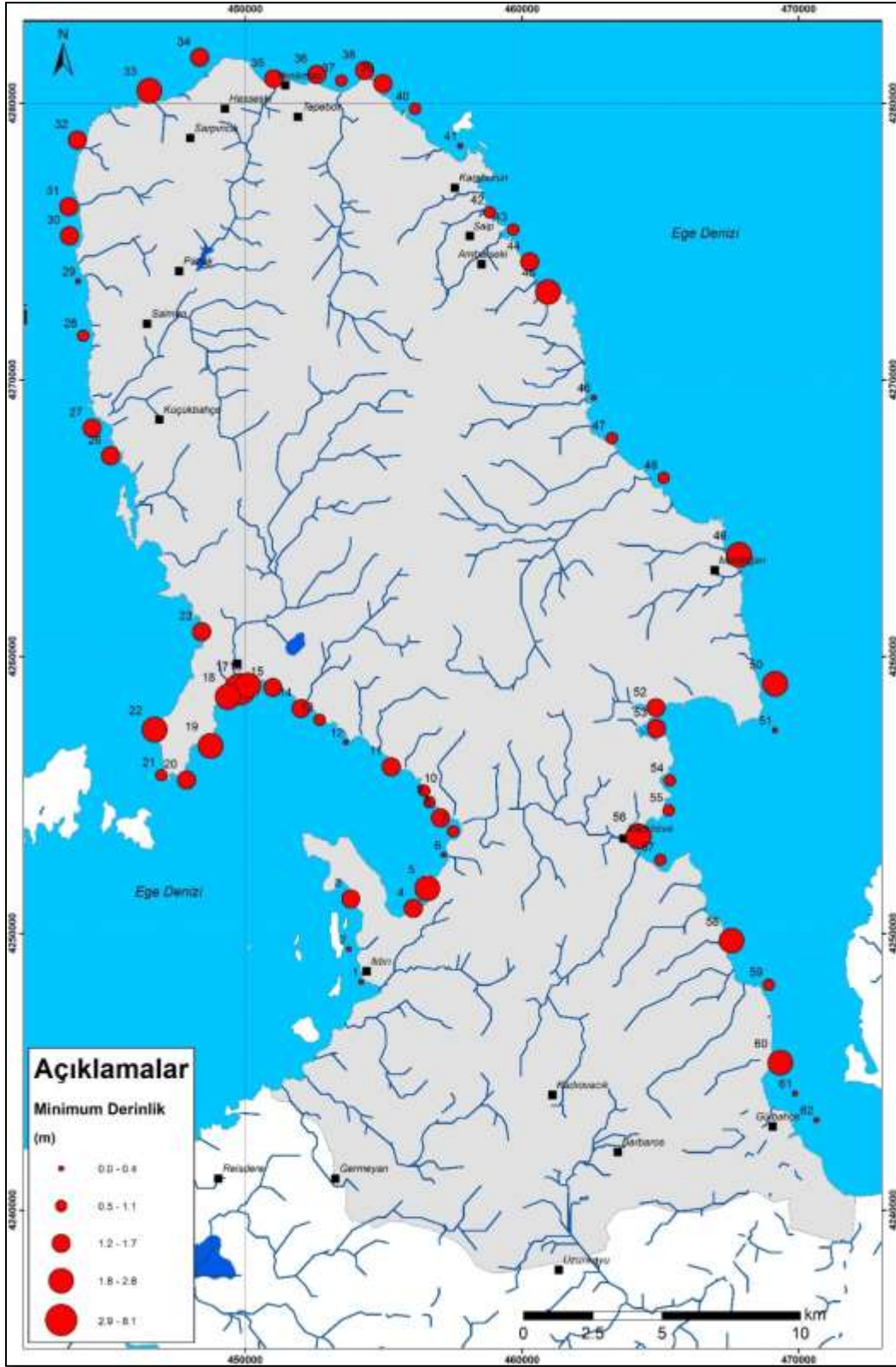
Nokta	Sıc.	Eİ (mS/cm)	BasınçA	Derinlk	pH	pHmV	ORP	ODO
KB1	15,15	56,03	37,67	15,16	8,19	-87,50	105,00	96,20
KB2	15,17	55,87	35,79	13,92	8,33	-102,30	181,00	94,70
KB3	15,10	55,73	33,06	12,11	8,20	-100,60	136,00	95,10
KB4	15,07	55,83	42,46	18,34	8,29	-101,60	168,00	95,20
KB5	15,06	55,61	42,92	18,63	8,20	-101,30	140,00	93,90
KB6	15,53	55,04	34,21	12,88	8,21	-102,10	152,00	93,90
KB7	15,33	55,12	35,87	13,97	8,21	-101,10	159,00	95,50
KB8	14,91	55,21	39,75	16,54	8,18	-88,50	149,00	96,80
KB9	14,95	56,83	37,19	14,84	8,22	-101,40	155,00	97,10
KB10	15,10	55,45	41,41	17,64	8,21	-100,90	147,00	94,50
KB11	14,91	55,09	44,95	19,98	8,17	-98,80	160,00	95,00
KB12	15,34	56,07	54,65	26,38	8,19	-100,50	155,00	95,80
KB13	15,28	55,55	55,02	26,63	8,18	-95,90	157,00	95,90
KB14	15,40	55,66	42,09	18,15	8,17	-98,80	157,00	95,50
KB15	15,43	56,55	40,57	17,08	8,23	-101,50	157,00	97,40
KB16	15,26	55,47	35,52	13,74	8,21	-100,90	155,00	0,00
KB17	15,19	55,23	23,74	5,95	8,17	-99,80	153,00	96,08
KB18	15,10	54,34	52,43	24,95	8,16	-99,30	156,00	96,40
KB19	15,03	55,50	41,69	17,82	8,20	-101,00	165,00	95,80
KB20	15,02	53,44	48,08	22,08	8,21	-100,90	168,00	96,80
KB21	15,71	54,08	51,36	24,24	8,22	-100,60	175,00	98,20
KB22	15,89	56,26	42,77	18,53	8,20	-100,20	175,00	96,10
KB23	15,87	55,57	56,91	27,89	8,21	-100,70	155,00	96,50
KB24	-	-	-	-	-	-	-	-
KB25	-	-	-	-	-	-	-	-
KB26	15,70	59,22	55,34	26,85	8,16	-97,60	168,00	96,60
KB27	15,73	56,72	51,74	24,47	8,15	-97,60	166,00	97,70
KB28	15,57	55,28	54,32	26,18	8,17	-99,20	176,00	96,90
KB29	15,52	58,34	59,28	29,46	8,17	-99,90	177,00	95,90
KB30	15,59	55,69	62,58	31,64	8,18	-100,10	168,00	97,20
KB31	15,55	55,24	47,82	21,88	8,20	-100,50	170,00	96,50
KB32	15,58	54,80	29,52	9,78	8,18	-99,40	176,00	98,30
KB33	15,59	54,42	58,85	29,20	8,20	-100,90	177,00	96,70
KB34	15,63	55,39	58,78	29,13	8,21	-101,10	177,00	95,30
KB35	15,58	55,32	25,92	7,39	8,17	-99,70	179,00	97,10
KB36	15,63	56,92	49,39	22,91	8,18	-100,20	185,00	96,30
KB37	15,71	55,34	31,12	10,83	8,20	-101,10	177,00	96,60
KB38	15,65	57,36	65,28	33,42	8,17	-89,70	164,00	97,40
KB39	15,66	56,95	65,88	33,82	8,17	-100,00	169,00	96,50
KB40	15,57	55,69	47,22	21,48	8,17	-98,00	150,00	95,50
KB41	15,57	56,01	59,28	29,45	8,17	-99,30	152,00	95,90
KB42	15,48	54,64	32,39	11,68	8,19	-100,00	159,00	95,70

KB43	15,52	55,46	63,87	32,49	8,17	-99,60	167,00	96,90
KB44	15,53	55,35	42,55	18,39	8,18	-99,00	160,00	95,60
KB45	15,47	56,93	28,36	9,00	8,19	-101,10	170,00	95,20
KB46	15,56	56,20	31,28	10,93	8,19	-100,40	195,00	95,50
KB47	15,38	52,85	34,17	12,87	8,19	-100,40	151,00	94,60
KB48	15,45	53,22	42,84	18,61	8,17	-99,20	143,00	95,00
KB49	15,76	55,26	32,70	11,87	8,22	-102,60	144,00	94,60
KB50	15,38	55,50	28,64	9,19	8,21	-101,30	181,00	95,40
KB51	15,28	55,58	34,02	12,75	8,19	-100,60	165,00	96,30
KB52	15,93	52,81	30,31	10,31	8,21	-100,30	188,00	94,00
KB53	14,88	54,71	24,49	6,45	8,20	-101,20	169,00	95,20
KB54	14,86	54,35	47,70	21,81	8,21	-101,40	175,00	97,80
KB55	14,80	55,53	49,66	23,09	8,21	-101,40	171,00	97,40
KB56	14,71	54,77	31,54	11,11	8,19	-100,60	161,00	95,60
KB57	14,65	57,42	34,25	12,90	8,22	-101,10	152,00	96,80
KB58	15,54	55,55	38,30	15,58	8,22	-101,60	194,00	94,90
KB59	16,17	55,64	35,54	13,75	8,20	-101,10	153,00	94,90
KB60	15,04	56,14	31,30	10,95	8,19	-101,00	144,00	95,00
KB61	14,86	54,73	28,58	9,15	8,21	-101,60	177,00	95,20
KB62	15,09	55,51	15,21	0,30	8,19	-99,00	166,00	96,10

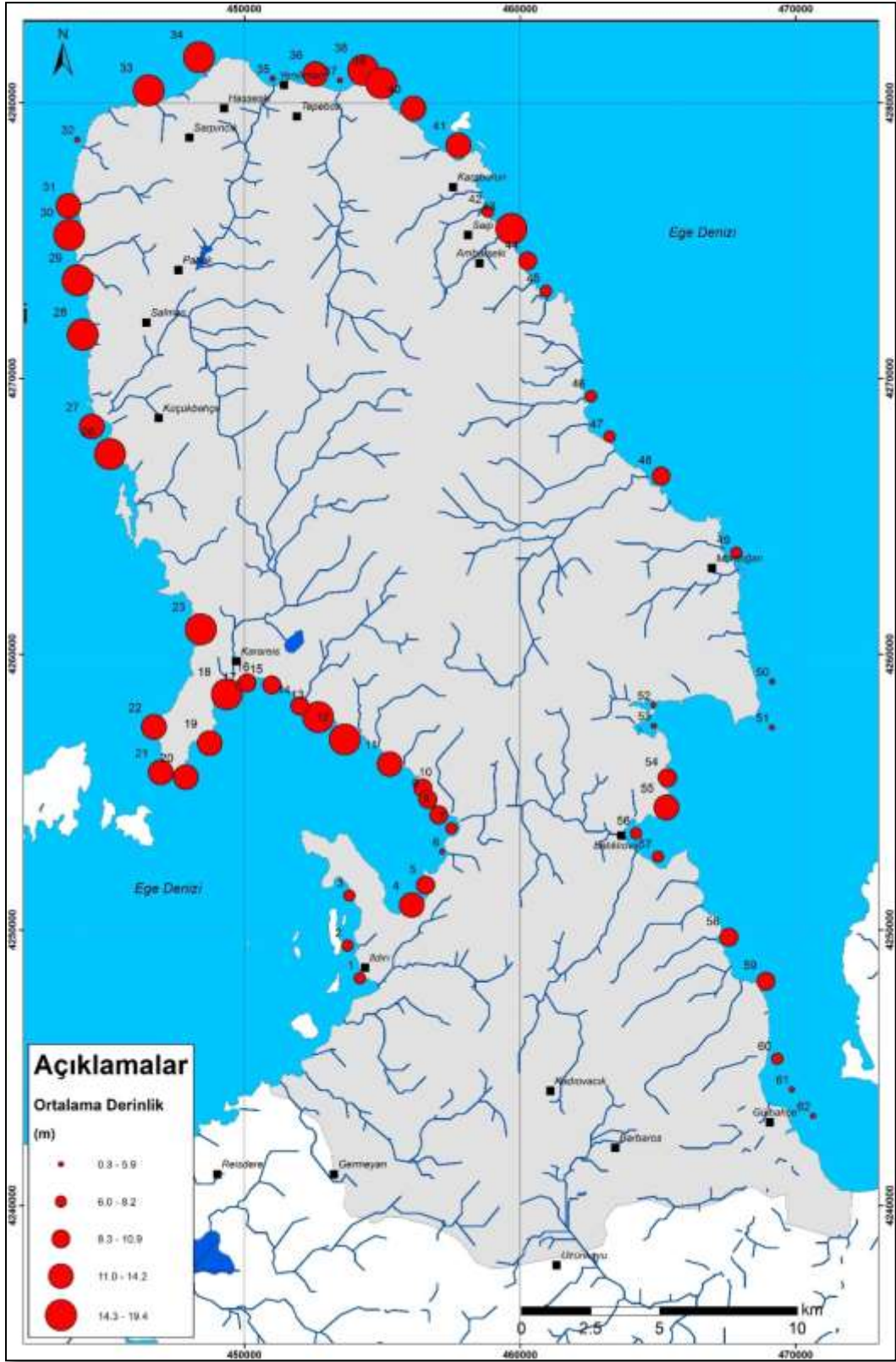
Tablo 10.2. Ölçülen parametrelere ait derinlik bazlı ortalama değerler (devam)

Nokta	Sic.	Ei(mS/cm)	BasınçA	Derinlk	pH	pHmV	ORP	ODO
KB1	15,10	54,65	26,31	7,65	8,16	-99,68	91,68	95,70
KB2	14,94	53,37	24,09	6,18	8,25	-104,79	133,61	73,57
KB3	14,81	55,24	25,65	7,21	8,19	-101,22	131,60	94,80
KB4	14,92	54,83	32,39	11,67	8,23	-103,51	151,57	67,68
KB5	14,95	55,22	30,99	10,74	8,20	-101,52	136,89	93,79
KB6	15,16	53,82	23,38	5,71	8,21	-102,29	144,27	42,65
KB7	15,15	53,78	27,11	8,18	8,20	-101,64	150,20	95,33
KB8	14,73	54,43	29,31	9,63	8,12	-97,26	141,00	95,76
KB9	14,85	55,65	28,44	9,06	8,21	-102,03	147,78	43,07
KB10	14,95	54,67	29,11	9,50	8,20	-101,38	140,67	31,45
KB11	14,83	54,39	33,57	12,46	8,16	-99,55	149,67	63,07
KB12	15,07	55,21	38,24	15,53	8,19	-100,89	144,22	95,14
KB13	15,05	52,12	38,50	15,71	8,17	-99,93	146,11	47,76
KB14	15,08	48,38	30,05	10,14	8,17	-99,74	149,25	11,94
KB15	15,29	55,56	30,94	10,71	8,21	-102,13	142,73	96,39
KB16	15,08	54,22	27,79	8,63	8,20	-101,38	150,25	0,00
KB17	15,19	55,23	23,74	5,95	8,17	-99,80	153,00	96,08
KB18	14,96	50,74	37,39	15,00	8,16	-99,43	147,38	44,27
KB19	14,85	51,93	32,35	11,65	8,19	-101,19	153,00	34,79
KB20	14,77	48,28	32,80	11,97	8,20	-101,47	155,50	96,29
KB21	15,39	49,54	36,20	14,21	8,20	-101,47	153,56	70,02
KB22	15,69	54,61	33,35	12,31	8,17	-100,35	142,46	68,05
KB23	15,79	54,85	37,50	15,05	8,19	-101,30	145,95	95,65
KB24	-	-	-	-	-	-	-	-
KB25	-	-	-	-	-	-	-	-
KB26	15,58	55,75	43,46	18,99	8,15	-99,07	158,96	94,99
KB27	15,60	55,28	35,02	13,41	8,14	-98,66	156,41	95,92
KB28	15,40	52,14	39,53	16,41	8,17	-99,88	161,48	95,82
KB29	15,39	55,62	37,98	15,36	8,17	-99,92	156,75	94,88
KB30	15,45	53,07	40,68	17,16	8,17	-100,16	152,69	95,71
KB31	15,33	52,10	32,87	12,00	8,19	-100,85	158,92	95,78
KB32	15,29	48,32	23,22	5,62	8,18	-100,50	162,00	77,80
KB33	15,52	51,01	40,85	17,30	8,19	-101,30	164,53	95,67
KB34	15,54	54,62	38,59	15,78	8,20	-101,75	165,60	92,33
KB35	15,31	53,15	22,67	5,24	8,17	-99,98	171,67	64,63
KB36	15,45	53,44	32,98	12,06	8,18	-100,39	172,08	95,73
KB37	15,63	54,10	21,55	4,50	8,19	-101,41	169,23	37,02
KB38	15,50	54,22	44,09	19,41	8,14	-98,36	156,58	95,44
KB39	15,56	55,41	42,48	18,34	8,17	-100,16	157,25	94,69
KB40	15,38	51,64	33,92	12,69	8,16	-99,55	143,86	47,52
KB41	15,55	55,66	34,36	12,97	8,17	-99,75	143,80	94,78
KB42	15,23	47,08	25,91	7,40	8,19	-100,96	150,14	95,03

KB43	15,47	54,84	41,88	17,95	8,17	-99,88	156,05	95,29
KB44	15,42	51,90	31,03	10,78	8,18	-100,40	149,31	65,48
KB45	15,34	56,18	24,74	6,61	8,19	-101,22	165,33	95,00
KB46	15,45	49,91	25,80	7,31	8,19	-100,93	175,00	84,71
KB47	15,27	45,92	25,57	7,18	8,19	-101,10	146,63	94,30
KB48	15,25	49,45	31,16	10,88	8,17	-99,76	135,36	68,79
KB49	15,61	54,88	26,10	7,51	8,22	-102,84	136,80	94,32
KB50	15,33	55,21	23,63	5,87	8,20	-101,80	170,71	94,96
KB51	15,12	55,25	22,66	5,23	8,19	-100,85	162,33	96,21
KB52	15,35	47,47	23,57	5,85	8,20	-101,59	182,29	93,83
KB53	14,67	54,46	22,37	5,04	8,20	-101,42	164,17	94,95
KB54	14,71	52,98	28,59	9,16	8,21	-101,89	163,38	95,65
KB55	14,63	52,86	34,41	13,01	8,20	-101,72	158,93	95,69
KB56	14,64	54,12	25,80	7,31	8,19	-101,08	155,67	94,22
KB57	14,51	55,62	26,36	7,68	8,20	-101,69	144,14	95,68
KB58	15,17	52,99	28,42	9,05	8,21	-102,02	185,43	94,66
KB59	15,26	54,99	27,95	8,73	8,19	-101,39	146,42	93,50
KB60	14,99	55,81	25,71	7,25	8,19	-101,07	140,43	94,30
KB61	14,76	54,51	21,87	4,71	8,20	-101,71	165,29	95,00
KB62	15,07	55,15	15,15	0,26	8,18	-100,41	154,64	77,86

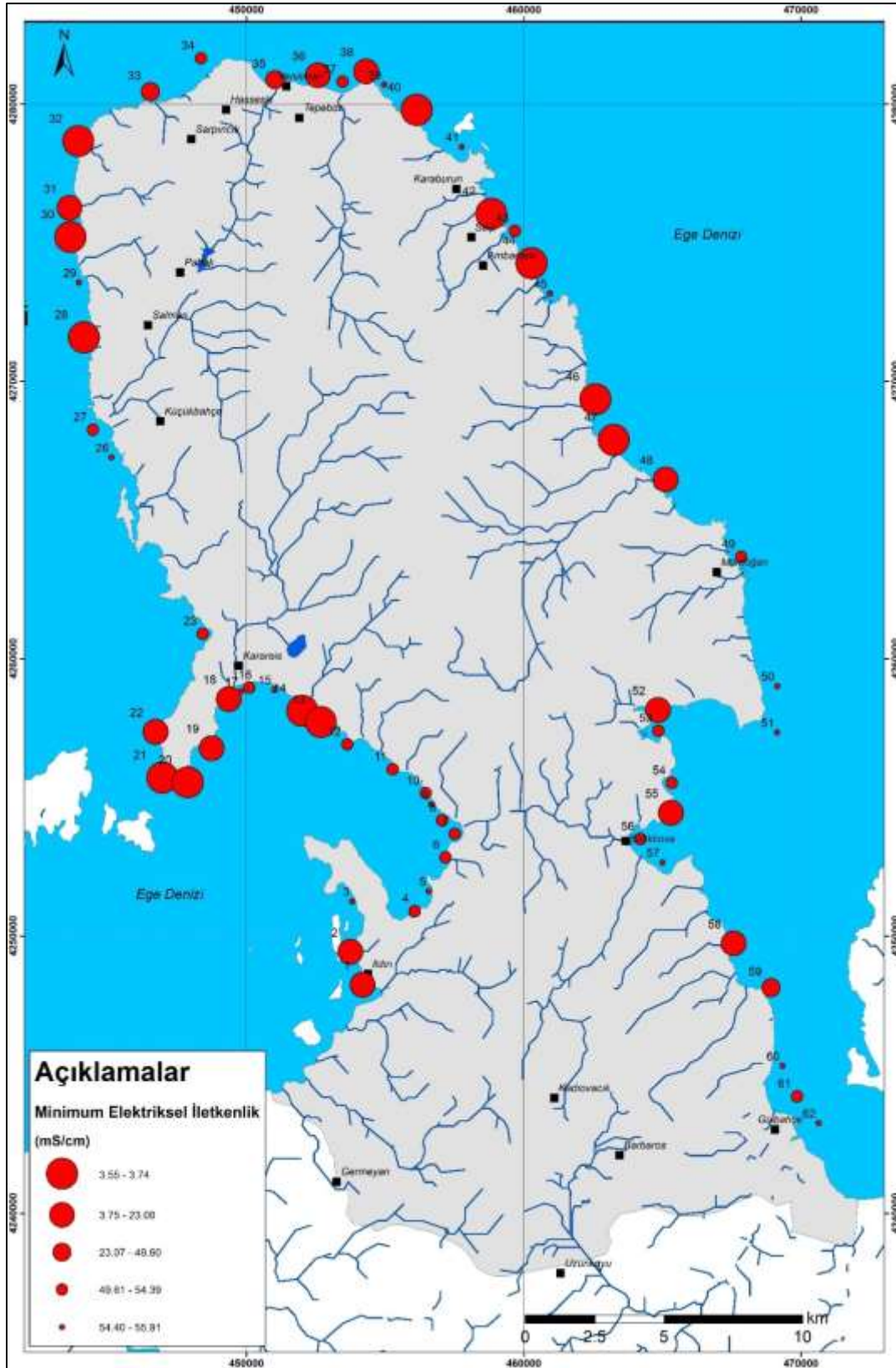


Şekil 10.16. Ölçüm noktalarındaki minimum derinlikler

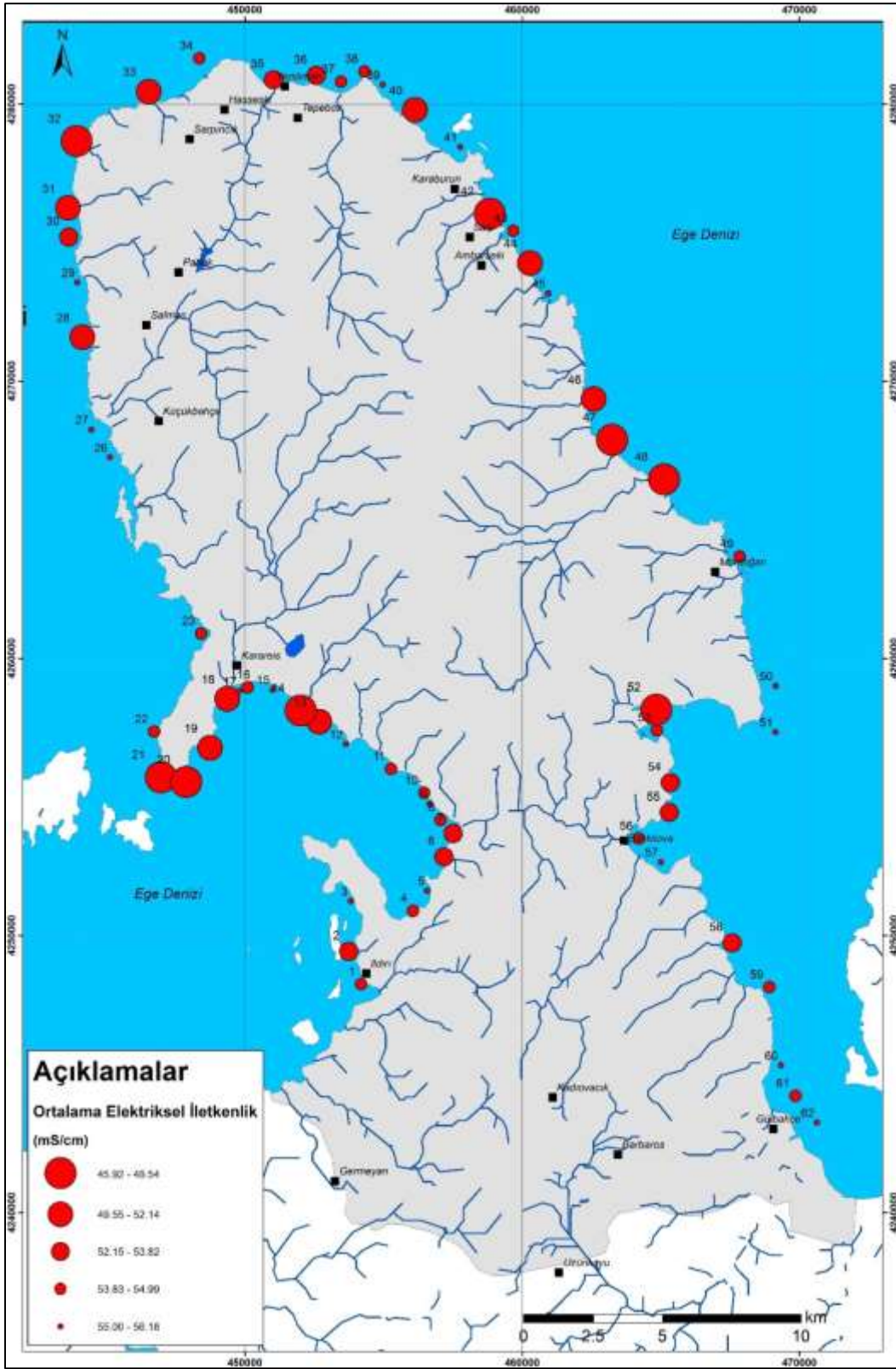


Şekil 10.17. Ölçüm noktalarındaki ortalama derinlikler

Ölçüm yapılan noktaların ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 45,92 mS/cm ile 56,18 mS/cm arasında değişmekte olup 53,30 mS/cm olup tüm istasyonların ortalama elektriksel iletkenliği 53,30 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ölçüm yapılan tüm istasyonlar dikkate alındığında en yüksek elektriksel iletkenlik değerine sahip nokta KB26 iken en düşük elektriksel iletkenlik değerine sahip nokta ise KB46'dır. Elde edilen ortalama ve minimum elektriksel iletkenlik sonuçlarının alansal dağılımları ise sırasıyla Şekil 10.18 ve Şekil 10.19'da gösterilmektedir. Buradan da görülebileceği üzere elektriksel iletkenlik değerlerinin göreceli olarak daha düşük olduğu Karareis bölgesi ve yarımada'nın kuzeybatı ve kuzeydoğu kesimleri, yeraltı suyu boşalmalarının bulunma ihtimalinin en yüksek olduğu yerlere işaret etmektedir.

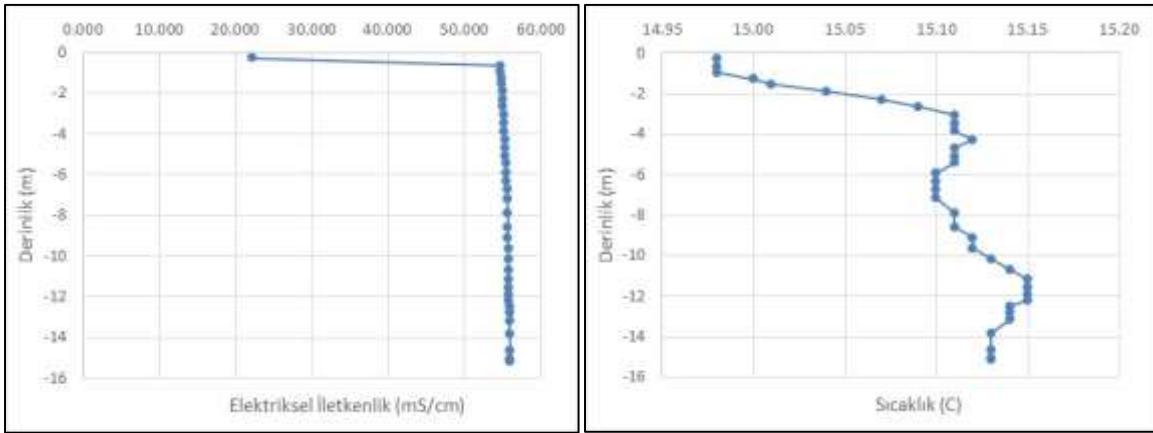


Şekil 10.18. Ölçüm noktalarındaki minimum elektriksel iletkenlikler

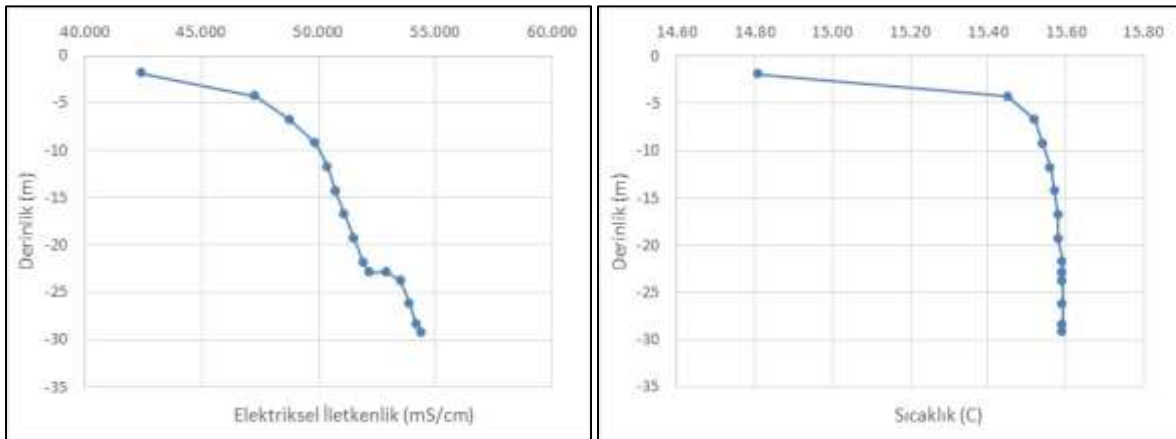


Şekil 10.19. Ölçüm noktalarındaki ortalama elektriksel iletkenlikler

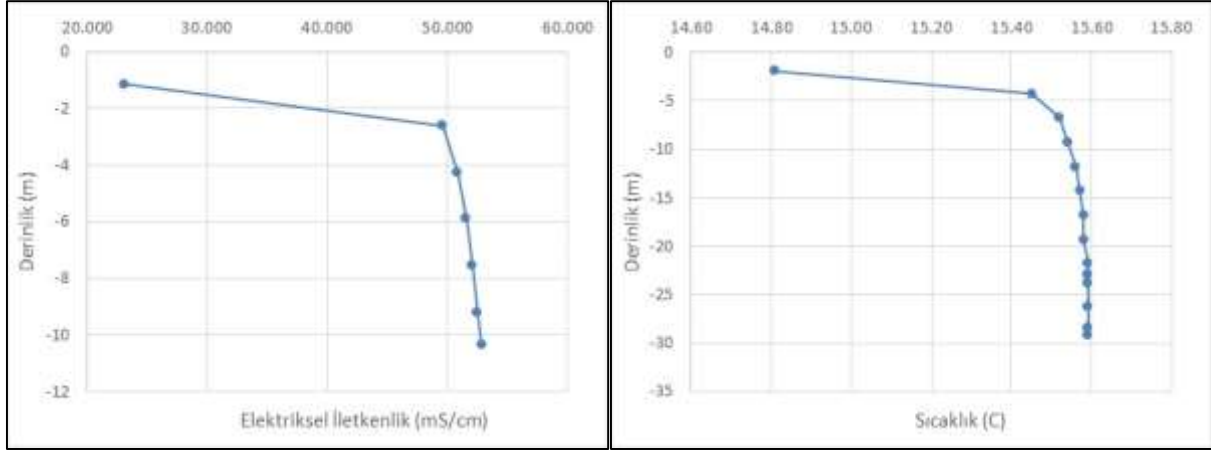
Belli başlı bazı istasyon noktaları için çizilen derinlik bazlı değişim grafikleri Şekil 10.20 ile Şekil 10.22 arasında verilmektedir. Grafiklerden de görüldüğü üzere, bu istasyonlarda yüzeye yakın tabakalarda düşük sıcaklık ve düşük elektriksel iletkenlik değerleri gözlenmiştir. Sıcaklık değerlerinin yüzeyde daha düşük olması, ölçümlerin gerçekleştiği 2-3 Mart 2015'deki hava sıcaklığı değerlerine bağlıdır. Baharın ilk günlerindeki henüz tam olarak ısınmamış hava sıcaklıkları nedeniyle yüzey sıcaklık değerleri düşük iken alt tabakalarda daha yüksek değerler gözlenmiştir. Elde edilen elektriksel iletkenlik profilleri incelendiğinde, sıcaklık profillerine benzer olarak yüzeyde düşük alt tabakalarda daha yüksek iletkenlik ve tuzluluk değerleri tespit edildiği görülmektedir. Bu durumda sıcaklık ve tabakalaşma durumları ile tutarlıdır. Ayrıca ölçümlerin Mart ayı gibi karasal kaynaklı yüzeysel boşalmaların en yoğun olduğu bir dönemde gerçekleştirilmiş olmasına bağlı olarak yüzeyden meydana gelen düşük yoğunluklu tatlı su girişlerinin denizin kıyıya yakın üst tabakalarında düşük iletkenliğe ve yoğunluğa sahip bir tabaka oluşturması da beklenen bir durumdur.



Şekil 10.20. KB1 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri



Şekil 10.21. KB33 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri



Şekil 10.22. KB52 Noktası için derinlik bazlı elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişim grafikleri

Karasal kökenli olası tatlı su boşalmalarının neden olması beklenen dip tabakalarında düşük yoğunluk değerlerine ise ölçüm yapılan istasyonlarda net bir şekilde rastlanamamıştır. Söz konusu durum, bu boşalım noktalarının istasyon lokasyonları ile tam olarak yakalanamaması ve boşalım miktarlarının yeterince fazla olmaması nedeniyle ciddi bir iletkenlik düşümüne neden olmaması gibi sebeplerle açıklanabilir. Bu nedenle, Karaburun yarımadası kıyıları boyunca Şekil 10.18 ve 10.19'da gözlenen ve göreceli düşük iletkenlik tespit edilen olası boşalım bölgelerinin daha detaylı çalışılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, boşalımın bulunduğu bilinen ve hatta gözle görünen Kanlıkaya (Karaburun KB kesiminde) lokasyonlarda dalgıçlar ile bir dizi araştırma yapılmıştır (Şekil 10.23). Yapılan çalışmada tektonik zonlar boyunca denize su boşalımının olduğu bu alanda ölçülen Eİ değerlerin (yaklaşık 1000 $\mu\text{S/cm}$) son derece düşük olduğu görülmektedir. Yapılan incelemelerde tatlı su boşalımının net olarak görüldüğü (Şekil 10.24) ancak bu kesimlerin daha detaylı olarak daha küçük bir araştırma teknesi kullanmak suretiyle kıyıya ve dolayısıyla boşalım noktasına daha fazla yaklaşılmasının sağlanması gerekmektedir. Bu sayede, R/V Dokuz Eylül gemisinin sığ su derinlikleri nedeniyle yer yer kıyıya fazla yaklaşamamasının neden olduğu sorunların ortadan kaldırılması mümkün olabilecektir. Ayrıca, Kanlıkaya gibi gözle dahi görülebilen boşalım noktalarının daha detaylı olarak gözlemlerinin yapılması ve ölçümlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında yerleri belirlenen bu noktalara dalgıçlar ile gelinerek, derinlik bazlı örnekler alınması ve tuzluluk/elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişimlerinin daha hassas gözlenmesinde yarar vardır.



Şekil 10.23. Kanlıkaya çevresinde tatlı su boşalımı ile ilgili çalışmalardan görünüm



Şekil 10.24. Kanlıkaya çevresinde denize boşalan tatlı su noktalarından görünüm

11. HİDROJEOLJİK MODEL

İnceleme alanında Kararesi ve İldırı bölgelerindeki akiferlerin kavramsal hidrojeolojik modelinin test edilmesi ve alanın yeraltı suyu akım sisteminin daha iyi anlaşılabilmesi için matematiksel modellenmesi yapılmıştır. Bunun için A.B.D. Jeolojik Etüt İdaresi (U.S. Geological Survey) tarafından geliştirilen ve modüler bir üç boyutlu sonlu farklar yeraltı suyu akım modeli olan MODFLOW kullanılmıştır. MODFLOW son 20 yıldır tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Uluslararası literatürde en fazla bilinen YAS akım modelidir. MODFLOW'un en önemli özelliği modüler yapıda programlanmış olması ve modeli oluşturan tüm programların modeli geliştirmek isteyen herkese açık olmasıdır. Dolayısıyla modelin ana yapısı fazla değişmemekle birlikte zaman içerisinde çeşitli araştırmacılar ve uygulamacılar tarafından modelin yeni modülleri geliştirilebilmektedir. Böylece MODFLOW, hidrojeolojik çalışmalarda ortaya çıkan yeni gereksinimlere de cevap verebilmektedir (DSİ, 2014).

Sabit yoğunluklu YAS'ın akımını tanımlayan ve MODFLOW ile çözümü gerçekleştirilen kısmi diferansiyel denklem aşağıda sunulmuştur:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (11.1)$$

Burada K_{xx} , K_{yy} ve K_{zz} akiferin x , y ve z yönlerindeki hidrolik iletkenlik katsayılarını, h hidrolik yükü (YAS kotunu), S_s akiferin özgül depolama katsayısını, W birim akifer hacmi başına akifer dışından beslenme ya da boşalımı, (x,y,z) kartezyen koordinatları ve t zamanı temsil etmektedir. Söz konusu denklem üç boyutlu uzayda zaman değişkenli (dinamik) YAS akımını temsil etmektedir. Ancak modelleme çalışmasının hedeflerine ve verilerin durumuna göre daha az boyut ve/veya kararlı akım koşulları için de sadeleştirilmesi mümkündür. Bu durumda denklem daha basit ve az terimli bir hale dönüşmüş olur. MODFLOW'un kullanımı model veri girişi ve model sonuçlarının işlenmesi amacıyla ArcGIS coğrafi bilgi sistemi ve Microsoft Excel yazılımlarından yararlanılmıştır.

Karaburun Yarımadası kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişimi etkisi altındaki yeraltı suyu akımları SEAWAT (sürüm 4.0) (Langevin ve diğ., 2008) isimli matematiksel model ile belirlenmiştir. SEAWAT modeli MODFLOW altyapısı üzerinden çalışan üç boyutlu bir sonlu farklar modeli olup değişken yoğunluklu ortamlardaki yeraltı suyu akımını ve madde taşınımını hesaplayabilmektedir. Bu model ile kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişim etkileri hesaplanabileceği gibi, karasal akiferlerde jeolojik etkenler nedeniyle tuzlanan bölgelerdeki su

akımları da modellenenmektedir. SEAWAT modeli A.B.D. Jeolojik Etüt İdaresi (U.S. Geological Survey) tarafından geliştirilmiş bir model olup, çeşitli ticari arayüz yazılımların içerisinde entegre edilmiştir. Bu çalışma kapsamında arayüz yazılımı olarak Visual Modflow Flex (sürüm 2014.2) kullanılmıştır.

SEAWAT modelinde değişken yoğunluklu yeraltı suyu akımı aşağıdaki denklem ile tanımlanmıştır:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[\rho K_{f\alpha} \left(\frac{\partial h_f}{\partial \alpha} + \frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} \frac{\partial Z}{\partial \alpha} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial \beta} \left[\rho K_{f\beta} \left(\frac{\partial h_f}{\partial \beta} + \frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} \frac{\partial Z}{\partial \beta} \right) \right] \\ + \frac{\partial}{\partial \gamma} \left[\rho K_{f\gamma} \left(\frac{\partial h_f}{\partial \gamma} + \frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} \frac{\partial Z}{\partial \gamma} \right) \right] = \rho S_f \frac{\partial h_f}{\partial t} + \theta \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} - \rho_s q_s \end{aligned} \quad (11.2)$$

Burada α , β ve γ permeabilite yönleri ile çakışan koordinat eksenlerini; K_f tatlı su eşdeğerindeki hidrolik iletkenliğini; S_f tatlı su eşdeğerindeki depolama katsayısını; t zamanı; θ poroziteyi; C tuz konsantrasyonunu ve q_s ise ρ_s yoğunluğundaki suyun kaynağını/batığını temsil etmektedir. Bu denklem yaygın olan ve iyi bilinen MODFLOW model altyapısı ile çözülmektedir. Deniz suyu girişimi olan kıyı akiferlerinde yeraltı suyunun yoğunluğu, sudaki tuz konsantrasyonuna bağlı olarak konuma göre değişken olmaktadır. Yeraltı suyunun değişken yoğunluklu hali, SEAWAT modelinde, yukarıdaki denklemde de görülebileceği üzere, tatlı su eşdeğerindeki hidrolik yük ve iletkenlik değişkenleri kullanılarak dikkate alınmıştır. Tatlı su eşdeğerindeki hidrolik yük, h_f , aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$h_f = \frac{\rho}{\rho_f} h - \frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} Z \quad (11.3)$$

Burada ρ , modellenen tuzlanmış akiferdeki yeraltı suyun yoğunluğunu, ρ_f tatlı suyun yoğunluğunu, h tuzlanmış akiferde ölçülen hidrolik yükü ve Z hidrolik yük ölçüm noktasının kotunu temsil etmektedir.

SEAWAT modelindeki madde taşınım bileşeni aşağıdaki denklem ile tanımlanmıştır:

$$\left(1 + \frac{\rho_b K_d^k}{\theta}\right) \frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \nabla \cdot (\theta \mathbf{D} \cdot \nabla C^k) - \nabla \cdot (\mathbf{q} C^k) - q_s' C_s^k$$

(11.4)

Burada ρ_b toprağın/kayacın birim hacim ağırlığını; K_d^k k maddesinin toprağa adsorpsiyonunu temsil eden dağılım katsayısını; C^k k maddesinin konsantrasyonunu; D dispersiyon katsayısı tensörünü; q yeraltı suyu akım hızını ve C_s^k k maddesi kaynağı/batığın konsantrasyonunu göstermektedir. Modelde yer alan bu denklem yine yaygın olarak kullanılmakta olan MT3DMS kirletici taşınım modelinin altyapısı kullanılarak çözülmüştür. Bu denklem yardımıyla kıyı akiferlerindeki tuzluluğun mekânsal dağılımı ve seviyesi, klorür konsantrasyonu cinsinden hesaplanmıştır.

Yukarıda teorik altyapısı verilen modelin esas karar değişkenleri hidrolik yük (h) ve toplam çözünmüş madde (tuzluluk) konsantrasyonudur. Modelin kalibrasyonu ve sınır şartlarının tespiti için sahada mevcut ve çalışma kapsamında açılan kuyularda periyodik seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler kuyuya bağlı olarak kuyumetre ile manuel ya da basınç sensörleri ile otomatik gerçekleştirilmiştir. Ölçülen değerler ile hidrolik yük veri seti oluşturularak modelin oluşturulmasında ve kalibrasyonunda doğrudan kullanılmıştır. Sahada yeraltı suyu seviyeleri ile eşzamanlı olarak çoklu parametre probu ile gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçümleri tuzluluğun belirlenmesi için esas alınmıştır. Eİ ve tuzluluk konsantrasyonu arasındaki korelasyon aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir:

$$\text{Tuzluluk (mg/l)} = \text{Eİ } (\mu\text{S/cm}) \times 0,64$$

Eİ değerinin tuzluluk konsantrasyonuna dönüştürmek için kullanılan 0,64 katsayısı McNeil ve Cox (2000) çalışmasında bulunan 0,55 – 0,75 katsayı aralığının ortalama değeridir. Dolayısıyla sahada ölçülmüş olan Eİ değerleri mg/l birimi ile tuzluluk derişimlerine dönüştürülerek modelin kurulmasında ve kalibrasyonunda kullanılmıştır.

Karaburun Yarımadasında modelleme çalışması Kararesi ve İldırı sahasında yapılmıştır. Projede yapılan modelleme çalışmasında, yukarıda verilen akım ve kirletici taşınım denklemleri SEAWAT modeli kullanılarak çözülmüştür. Model sınırları oluşturulurken, sahil şeritleri modelin sabit yük

sınır koşullarını oluşturmuştur. Diğer sınır koşullarını belirlerken mümkün olduğunca yeraltı suyu ayırım çizgisi, fay hattı, havza sınırı gibi nisbeten kolay tanımlanabilen hidrojeolojik özelliklerin konumlarından yararlanılmıştır.

Modelde tanımlanması gereken hidrolik iletkenlik zonlarının dağılımı ve her bir zondaki iletkenlik değerleri, yapılan hidrojeolojik çalışmalardan elde edilen verilerden sağlanmıştır. Kararesi bölgesindeki su kaynakları alüvyon akiferlerden sağlanmaktadır. Bu kesimlerde alüvyon akiferlerinin altında geçirimsiz birimler (filiş gibi) yer almaktadır. Model üç boyutlu, tek katmanlı, hem sabit hem de dinamik akım koşullarına göre kurgulanmıştır. Ildırı'daki su kaynakları ise karstik kireçtaşlarından sağlanmaktadır. Modeldeki katmanların kalınlıkları, modellenecek bölgenin üç boyutlu jeolojik modelinden yararlanarak belirlenmiştir. Jeolojik model, daha önce yapılmış sondajların ve bu çalışmada yeni yapılmış sondajların kuyu kütüklerinden elde edilen bilgiler kullanılarak, tüm modelleme sahasını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Yapılan modelleme ile ilgili çalışmalar aşağıda daha detaylı olarak irdelenmiştir.

11.1 Ildırı Bölgesi

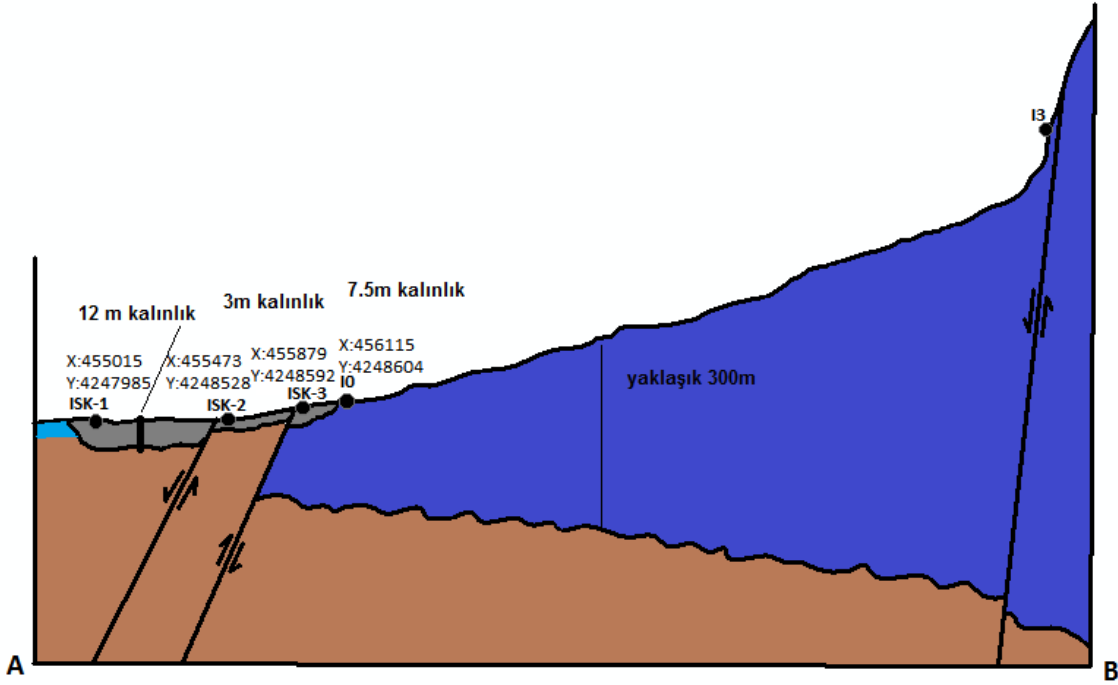
Ildırı bölgesinde Çeşme ilçesine içme ve kullanma suyu sağlayan 8 adet yeraltı suyu kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyular Ildırı köyünün doğusundaki kıyı akiferinde açılmış olup yaz aylarında sürekli çalışarak yaklaşık olarak toplam 200 L/s su temin edilmektedir. Ancak gerek kuyuların çok yeraltı suyu çekimi yapmalara gerekse bölgede tektonik kontrollü karstik yapıların bulunmasından (bkz. Raporun hidrojeoloji bölümü) dolayı kıyı akiferine deniz suyu girişi meydana gelmektedir. Dolayısıyla bu bölgedeki kuyuların çektiği yeraltı sularında zamanla belirgin değişim gösteren tuzlanma etkisi gözlenmektedir.

Söz konusu kuyuların yeraltı suyu çekimi yaptığı Ildırı bölgesi için bu çalışma kapsamında deniz suyu girişi modeli kurulmuştur. Raporun bu bölümünde modele ilişkin bilgiler ve modelleme çalışmasının sonuçları sunulmuştur.

11.1.1 Ildırı Modelin Kurulumu

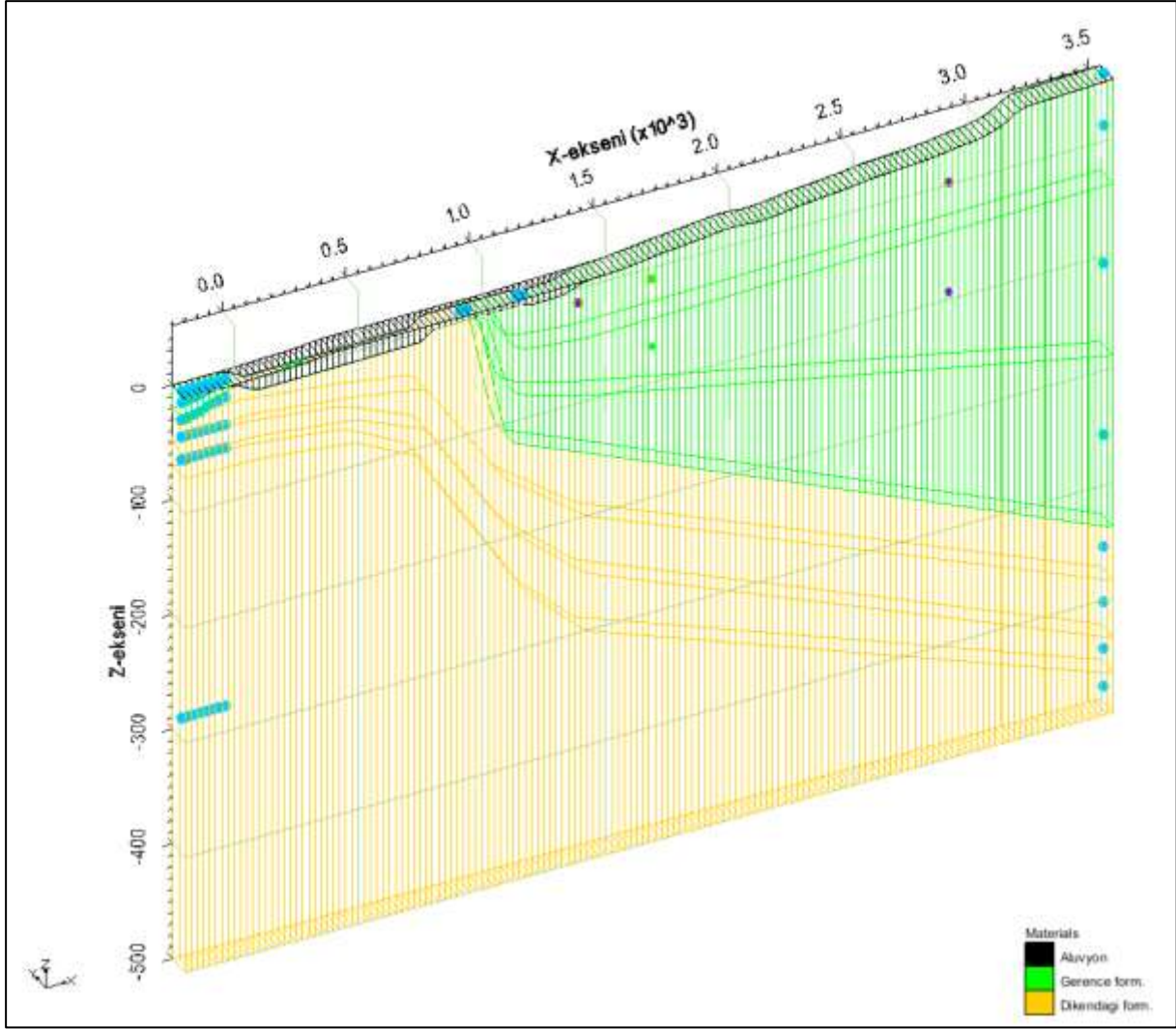
Ildırı bölgesi için kurulan profil modelin ekseni Şekil 11.1'deki haritada kırmızı çizgi olarak gösterilmiştir. Profil model ekseni, bölgeye ait hidrojeolojik verilerden elde edilen yeraltı suyu akım haritasını esas alarak yeraltı suyu eş seviye eğrilerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Profil modelin ekseni yeraltı suyu akım çizgisini takip edecek ve çalışma sahasındaki gözlem kuyularına yakın olacak şekilde konumlandırılmıştır. Böylece profil model ekseni, Ildırı kıyı

yaklaşık olarak kavramsal modelden aktarılmıştır. Aynı şekilde alüvyon biriminin kalınlığı da kavramsal modelden elde edilmiştir.



Şekil 11.2. Ildırı bölgesi hidrojeolojik kavramsal model

Akım modelininin sınır koşulları olarak MODFLOW terimleriyle sabit yük (CHD), genel yük (GHB) ve dren (DRN) tipleri atanmıştır. Modelin dinamik (zaman-değişkenli) kurgulanması nedeniyle tüm sınır şartları da zamana bağlı olarak değişken tanımlanmıştır. Sabit yük sınır şartı modelin sınırlarını oluşturan kıyı çizgisi ve I03 (IZSU-3) kuyusunun hizasına atanmıştır. Ayrıca çalışma alanında yer alan ve profil ekseninin kestiği tektonik kontrollü kaynaklar da sabit yük sınır şartı ile modellenmiştir. Deniz tabanının altında kalan hücreler ise genel yük sınırı olarak temsil edilmiştir. Model profil eksenine çizgisine 200 m yakınlıktaki tüm içme suyu kuyuları ise MODFLOW'un dren paketi ile temsil edilmiştir. Dren paketinde tanımlanan iletkenlik parametresi için 10^5 m²/gün değeri alınarak içme suyu kuyusunun filtresi ile formasyon arasındaki su iletiminin düşük dirençli gerçekleşmesi sağlanmıştır.

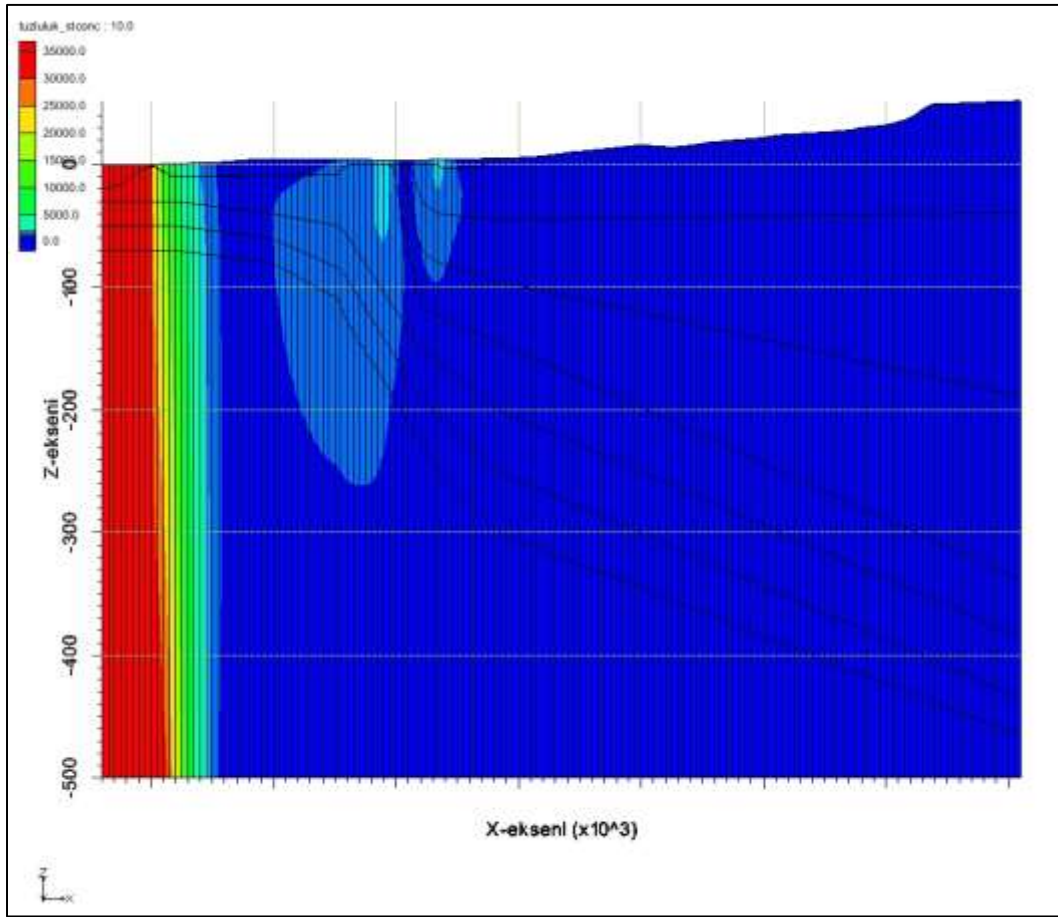


Şekil 11.3. Profil modelin sonlu farklar ağı ve sınır şartları

Ayrıca deniz suyu girişimi sonucunda meydana gelen değişken-yoğunluklu akımın modellenmesi amacıyla akım modeline bağlı olan taşınım modeli kurulmuştur. Taşınım modelinde tanımlanan sınır koşulları sabit konsantrasyon tipindedir. Sabit konsantrasyon sınır koşulu deniz kıyısı ve altındaki tüm hücrelere, I03 (İZSU-3) kuyusunun oluşturduğu sınıra ve tektonik kontrollü kaynaklara atanmıştır. Deniz kıyısı için kullanılan sabit konsantrasyon değeri 35000 mg/l kabul edilmiştir. Kaynak ve I03 (İZSU-3) kuyusundaki sınır koşulu değerleri için sahada yapılmış olan ölçüm verileri esas alınmıştır.

11.1.2 Modelin Çalıştırılması ve Kalibrasyonu

Zaman-değişkenli modelin başlangıç koşulları belirleyebilmek amacıyla model ilk aşamada kararlı durum için çalıştırılmıştır. Kararlı durum modelin sınır koşullarını belirlemek için bölgedeki içme suyu kuyularının faaliyete geçmeden önceki verilerden yararlanılmıştır. Bu veriler çoğunlukla İZSU içme suyu kuyularının sondaj kütüklerindeki bilgilerden oluşturulmuştur. Modelin önemli bir parametresi olan yeraltı suyu beslenimi olarak bu projenin hidrojeolojik çalışmaları sonucunda elde edilen bulgulara dayanarak 198 mm/yıl değeri kullanılmıştır. Kararlı durum modeli kuyu sondajı gerçekleştirilen noktalardaki statik su seviyeleri sağlayacak şekilde kabaca kalibre edilmiştir. Böylece profil model alanı için kararlı-durum hidrolik yük ve tuzluluk konsantrasyon dağılımlar yaklaşık olarak elde edilmiştir. Bu dağılımlar sonraki aşamada çalıştırılan zaman-değişkenli modelin başlangıç koşullarını oluşturmuştur. Başlangıç için kullanılan tuzluluk dağılımı Şekil 11.4'te verilmektedir.



Şekil 11.4. Zaman-değişkenli model için başlangıç tuzluluk konsantrasyon dağılımı

Zaman-değişkenli model ise, saha ölçümlerinin yapıldığı tarihleri kapsayan 25.5.2014 – 6.2.2015 tarih aralığı için ve 257 günlük bir süre için çalıştırılmıştır. Burada başlangıç ve bitiş tarihleri bölgedeki yeraltı suyu çekimlerin en yüksek düzeyde olduğu zamanlara denk gelmektedirler. Böylelikle model benzetim tarih aralığı su çekimlerin üst düzeye çıktığı yaz aylarının tamamını kapsamaktadır. Benzetim süresi birer ay uzunluğunda 8 yükleme aralığına bölünmüştür. Böylece her bir yükleme aralığı için farklı sınır koşulları ve beslenme miktarları tanımlamak mümkün olmuştur. Akım modeli için zaman adımı $\Delta t = 1$ gün ve taşınım modeli için taşınım zaman adımı $\Delta t_i = 0,5$ gün olarak belirlenmiştir.

Zaman-değişkenli akım modelinde her bir yükleme aralığında uygulanmış olan yeraltı suyu beslenme miktarları Tablo 11.1'de verilmiştir. Beslenme miktarları 2014 ve 2015 yılında Çeşme meteoroloji istasyonunda kaydedilen yağış verilerinden yararlanılarak tahmin edilmiştir. Yağışın yeraltı suyu seviyeleri ile olan korelasyonun incelenmesi sonucunda İldırı bölgesine düşen yağışın yaklaşık 30 gün sonra yeraltı suyu tablasını yükselttiği gözlenmektedir. Dolayısıyla beslenme miktarları bu gecikme süresi dikkate alınarak tahmin edilmiştir. Ayrıca yeraltı suyu beslenme suyunun saf olmadığı dikkate alınarak beslenme suyunun tuzluluk konsantrasyonu 128 mg/l (200 $\mu\text{S/cm}$ elektriksel iletkenlik eşdeğeri) olarak kabul edilmiştir.

Tablo 11.1. Modelde kullanılan yeraltı suyu beslenme miktarları ve gerçekleşen yağış

Yükleme Periyodu	Toplam yağış (mm)	Beslenme (mm/gün)
25.05.2014 – 24.06.2014	20,6	0
25.06.2014 – 24.07.2014	0	0,240
25.07.2014 – 24.08.2014	0	0
25.08.2014 – 24.09.2014	0	0
25.09.2014 – 24.10.2014	3,6	0
25.10.2014 – 24.11.2014	114,6	$3,838 \times 10^{-2}$
25.11.2014 – 24.12.2014	246,0	1,339
25.12.2014 – 24.01.2015	76,3	2,87
25.01.2015 – 06.02.2015	107,7	0,598

Akım ve taşınım modeli sahada yapılan ölçümlerden yararlanılarak manuel olarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon ISK-1, İK-02, ISK-3, İ0, İ01 ve İ02 ölçüm noktalarının verileri ile

yapılmıştır. Kalibrasyon sonucunda ayarlanmış olan model parametreleri Tablo 11.2'de özetlenmiştir.

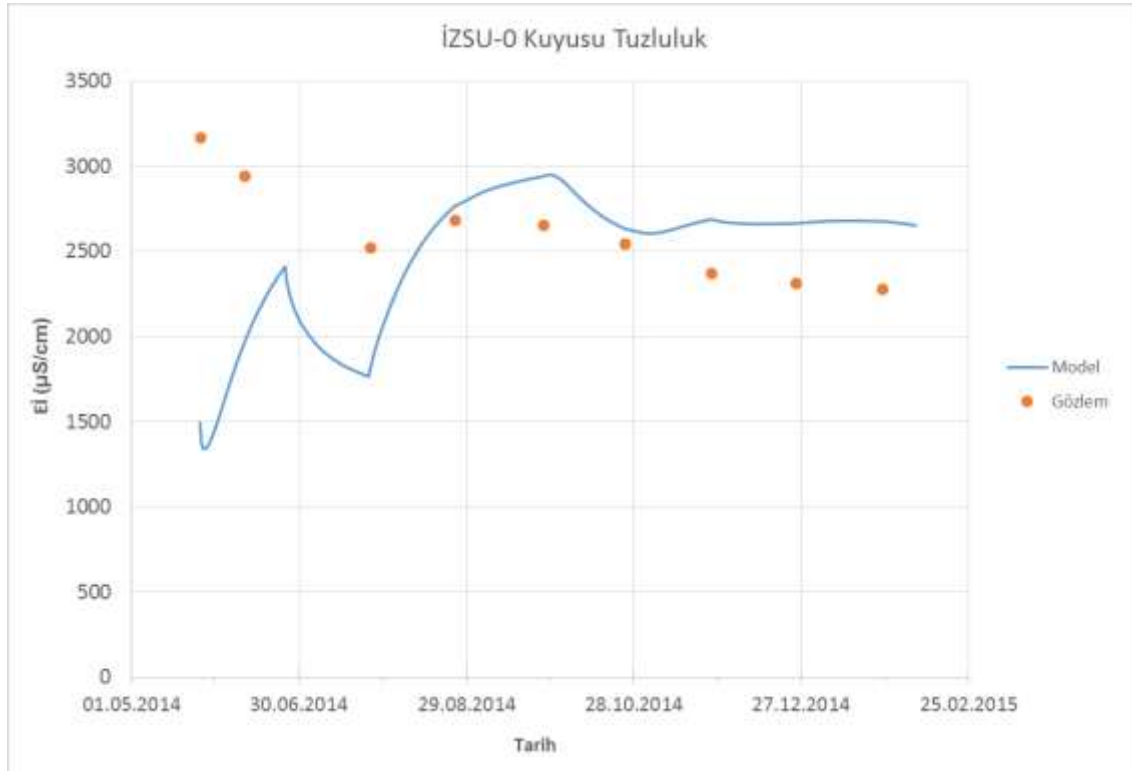
Tablo 11. 2. Kalibre edilmiş modelin parametreleri

Parametre	Değer	Birim
Yatay Hidrolik İletkenlik		m/gün
Alüvyon	50	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	200	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	90	
Dikey Anizotropi Oranı		-
Alüvyon	5	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	2	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	2	
Etkin Porozite		-
Alüvyon	0,25	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	0,02	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	0,04	
Özgül depolama katsayısı		1/m
Alüvyon	8×10^{-4}	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	6×10^{-6}	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	9×10^{-5}	
Yatay Dispersivite		m
Alüvyon	80	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	75	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	50	
Dikey Dispersivite		m
Alüvyon	16	
Dikendağı formasyonu (kireçtaşı)	15	
Gerence formasyonu (karstik kireçtaşı)	12,5	
Tatlısu Yoğunluğu	1000	kg/m ³
Denizsuyu Yoğunluğu	1025	kg/m ³
Denizsuyu tuzluluğu	35000	mg/l
Yoğunluk/tuzluluk eğim katsayısı	$7,142857 \times 10^{-4}$	kg/g

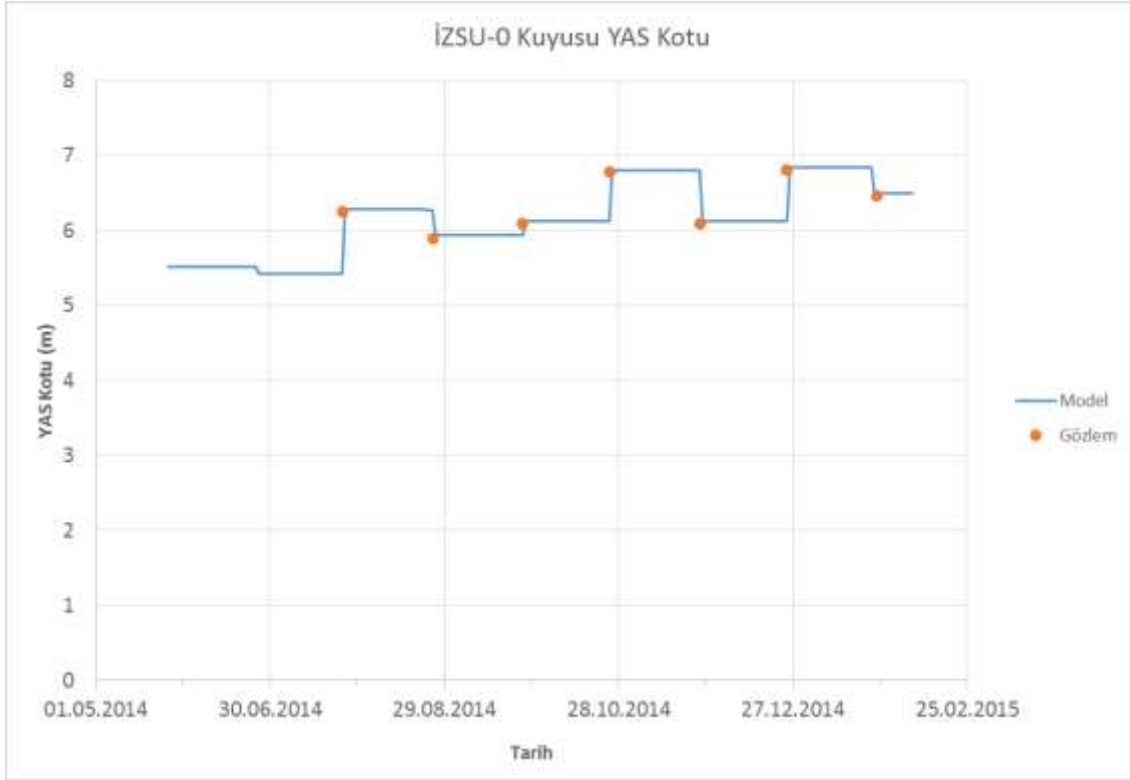
11.1.3 İldırı Sahasının Model Sonuçları

Modelin kalibrasyonu tamamlandıktan sonra otomatik seviye ve Eİ ölçümlerinin gerçekleştiği 25.5.2014 – 6.2.2015 tarih aralığını kapsayan 257 gün için hesaplama yapılmıştır. Modelin çalışması sonucunda 1 gün zaman aralıklarıyla İldırı çalışma sahası için hidrolik yük ve tuzluluk dağılımları belirlenebilmiştir.

Otomatik seviye ve Eİ ölçerlerin bulunduğu İ0 (İZSU-0) kuyusu için gözlenen ve model ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılması Şekil 11.5 ve 11.6'ta verilmiştir. Bu kuyunun gözlem dönemi boyunca birkaç gün istisna dışında sürekli çalışmış olduğu bilinmektedir. Modellenen tuzluluğun 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ortalama değer civarında salındığı görülmektedir. Bölgedeki yeraltı suyu çekimi tuzluluğa Temmuz ayından itibaren etki etmektedir.

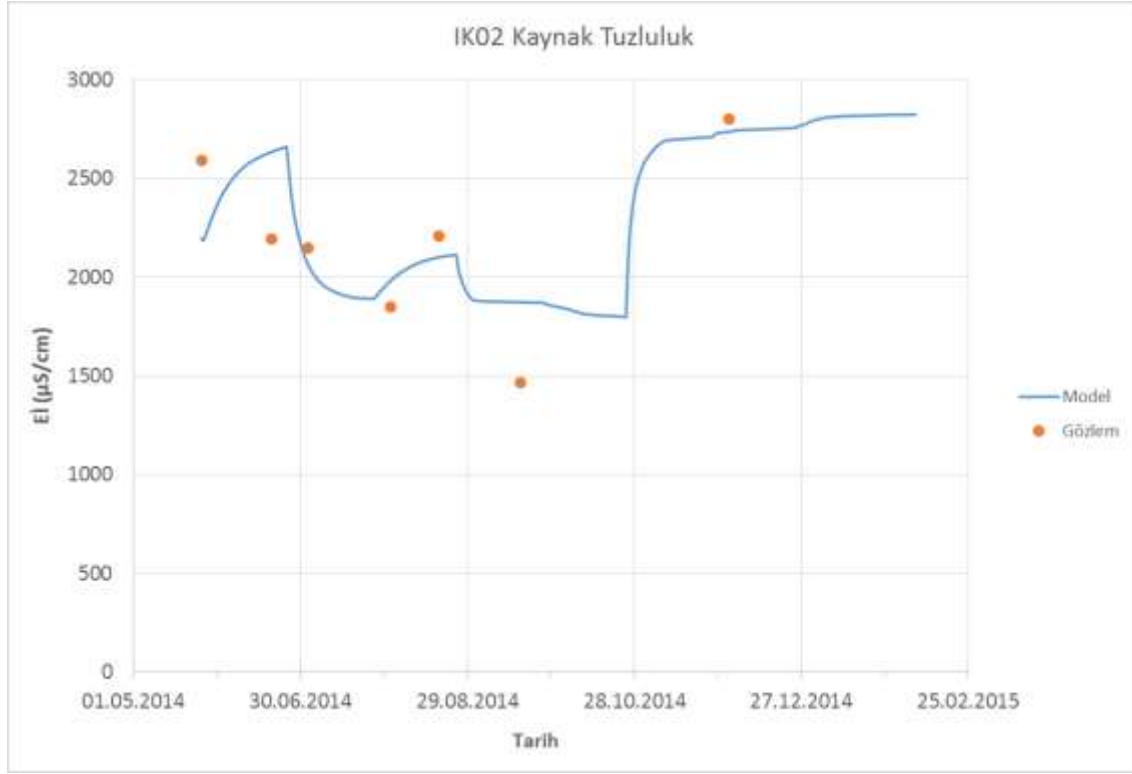


Şekil 11.5. İ0 (İZSU-0) kuyusu için gözlenen ve model ile hesaplanan tuzluluk



Şekil 11.6. İ0 (İZSU-0) kuyusu için gözlenen ve model ile hesaplanan YAS kotu

Çalışma sahasındaki tektonik kontrollü kaynaklardan biri olan İK02 kaynağı için hesaplanan tuzluluk değerleri ölçüm değerleri ile birlikte Şekil 11.7’de gösterilmektedir. Ekim ayında meydana gelen ani tuzluluk artışının sahada yapılan gözlem ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bu bölgedeki tuzluluk salınımının tektonik kontrollü olduğu ve faylar ile Gerence Körfezi’nden taşınan tuzlu su ile ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Model sonuçlarına göre kaynaktaki tuzluluğun zamanla değişiminde bölge içme suyu kuyuların yaptıkları çekimlerin etkisi belirgin değildir.

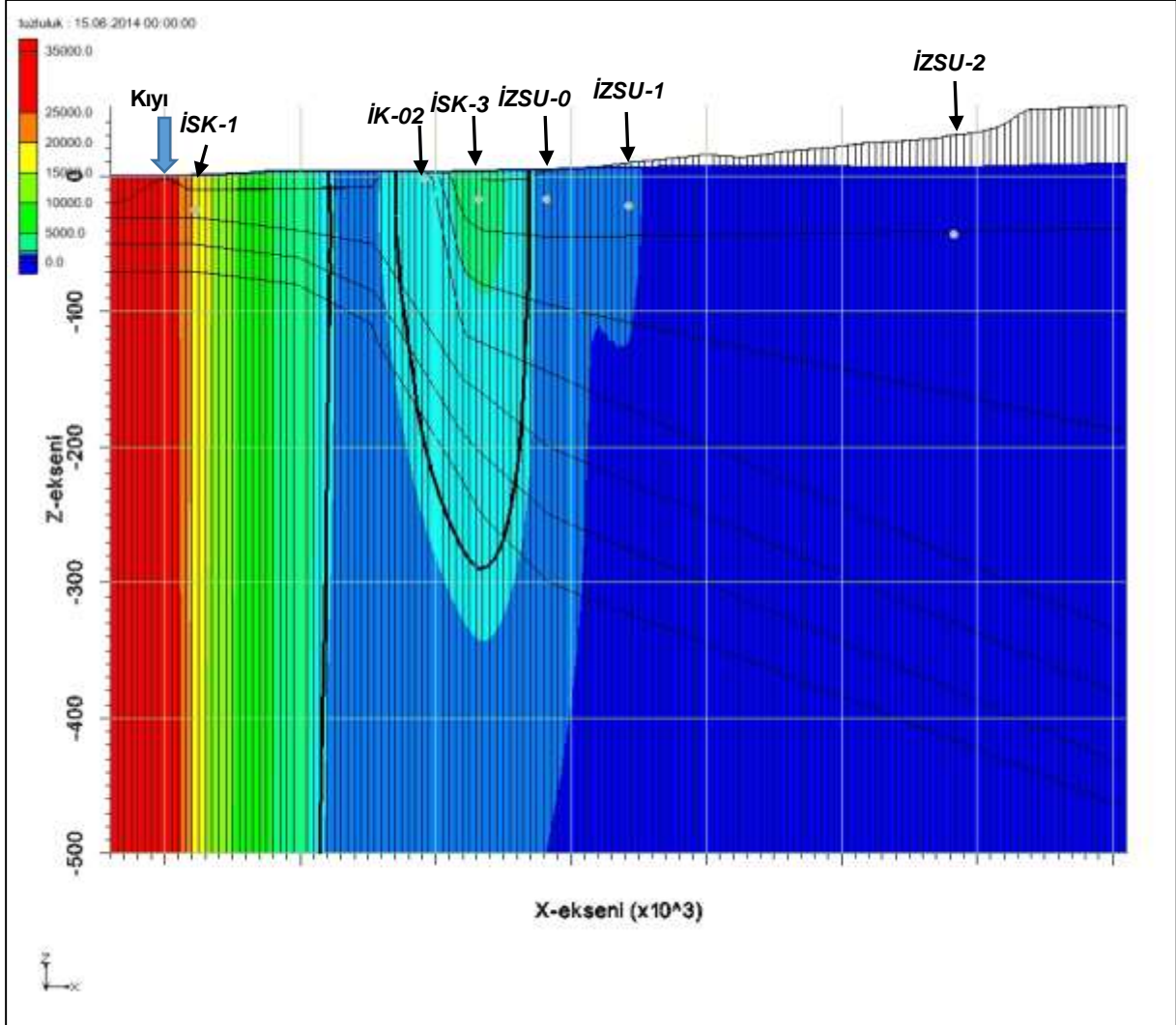


Şekil 11.7. İK02 kaynağı için gözlenen ve model ile hesaplanan tuzluluk

Şekil 11.8 – Şekil 11.12 arasında verilen profil eşseviye haritalarında, benzetim süresinin çeşitli zamanlarına ait model profilindeki tuzluluk dağılımları gösterilmiştir. Bu haritaların yorumlanmasında referans olması için İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te Eİ parametresi için öngörülen 2500 µS/cm'lik sınır değeri de dikkate alınmıştır. Söz konusu sınır değere yaklaşık olarak karşılık gelen 1600 mg/l tuzluluk konsantrasyonu gösteren eşkonsantrasyon eğrileri haritalarda kalın siyah olarak çizilmiştir. Böylece akiferde doğrudan içme suyu olarak tüketime uygun olan ve olmayan yeraltı suları haritalardan ayırt edilebilmektedir.

Yeraltı suyu çekim debisinin yaz sezonu nedeniyle artmaya başladığı Haziran ayına ait model ile hesaplanan akiferdeki tuzluluk dağılımı Şekil 11.8'de gösterilmiştir. Buna göre akiferin İ0 (İZSU-0) kuyusunun akış yukarısındaki kesiminde tuzluluk değerleri göreceli olarak düşüktür ve henüz yeraltı suyu çekimlerin etkisi görülmemektedir. Ancak tektonik kontrollü kaynak olan İK02 civarında yeraltı suyundaki tuzluluğun 5000 mg/l'yi aştığı gözlenmektedir. Ayrıca model sonuçlarına göre İK02 ve İ0 (İZSU-0) kuyusu arasındaki bölge yeraltı suyunda, tuzluluk sınır

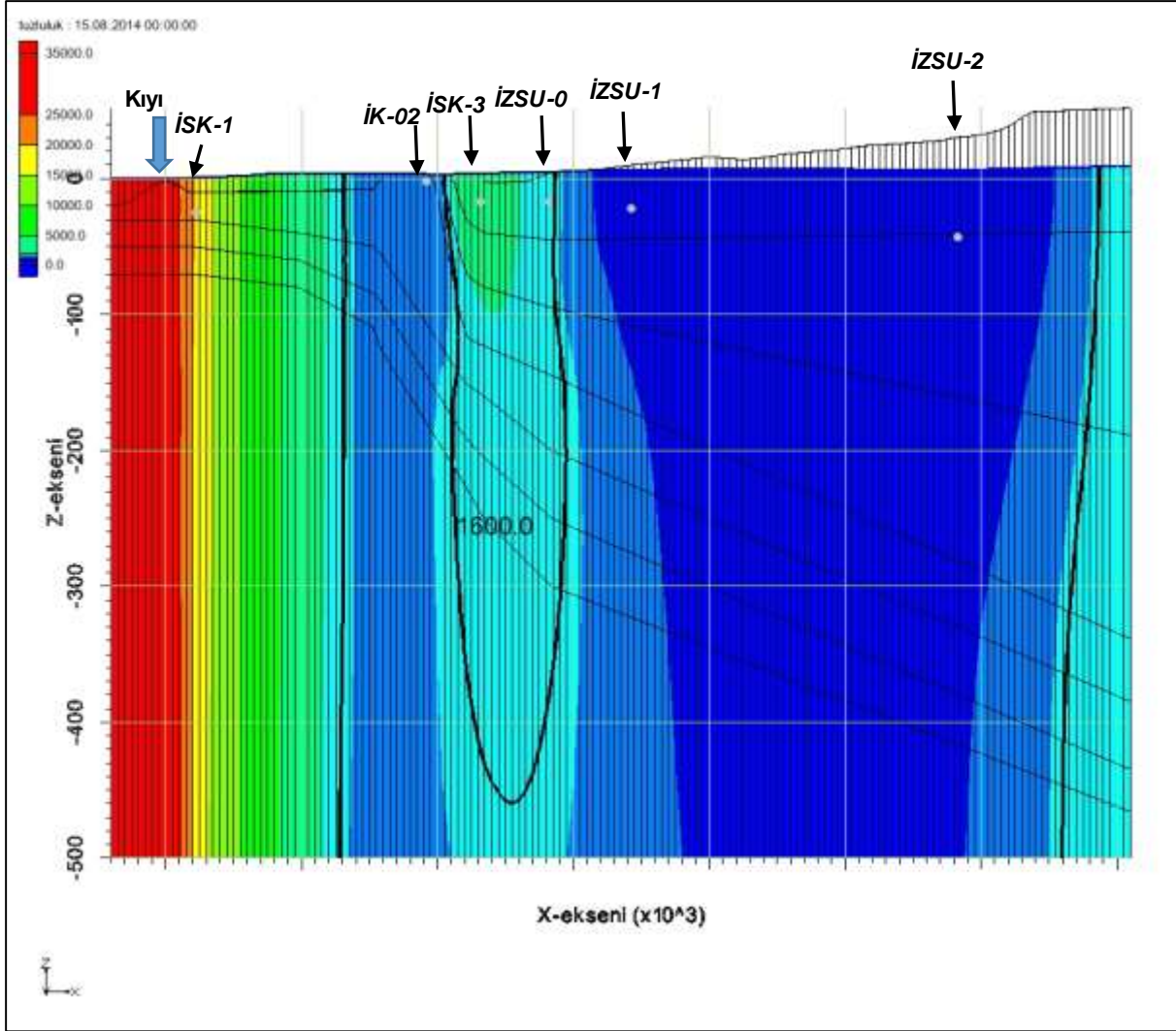
değeri aşılmaktadır. İldırı Körfezi'nden gelen deniz suyu girişi ile kıyı çizgisinden yaklaşık 600 m içeriye kadar yeraltı suları tuzluluk bakımından sınır değer üstündedir.



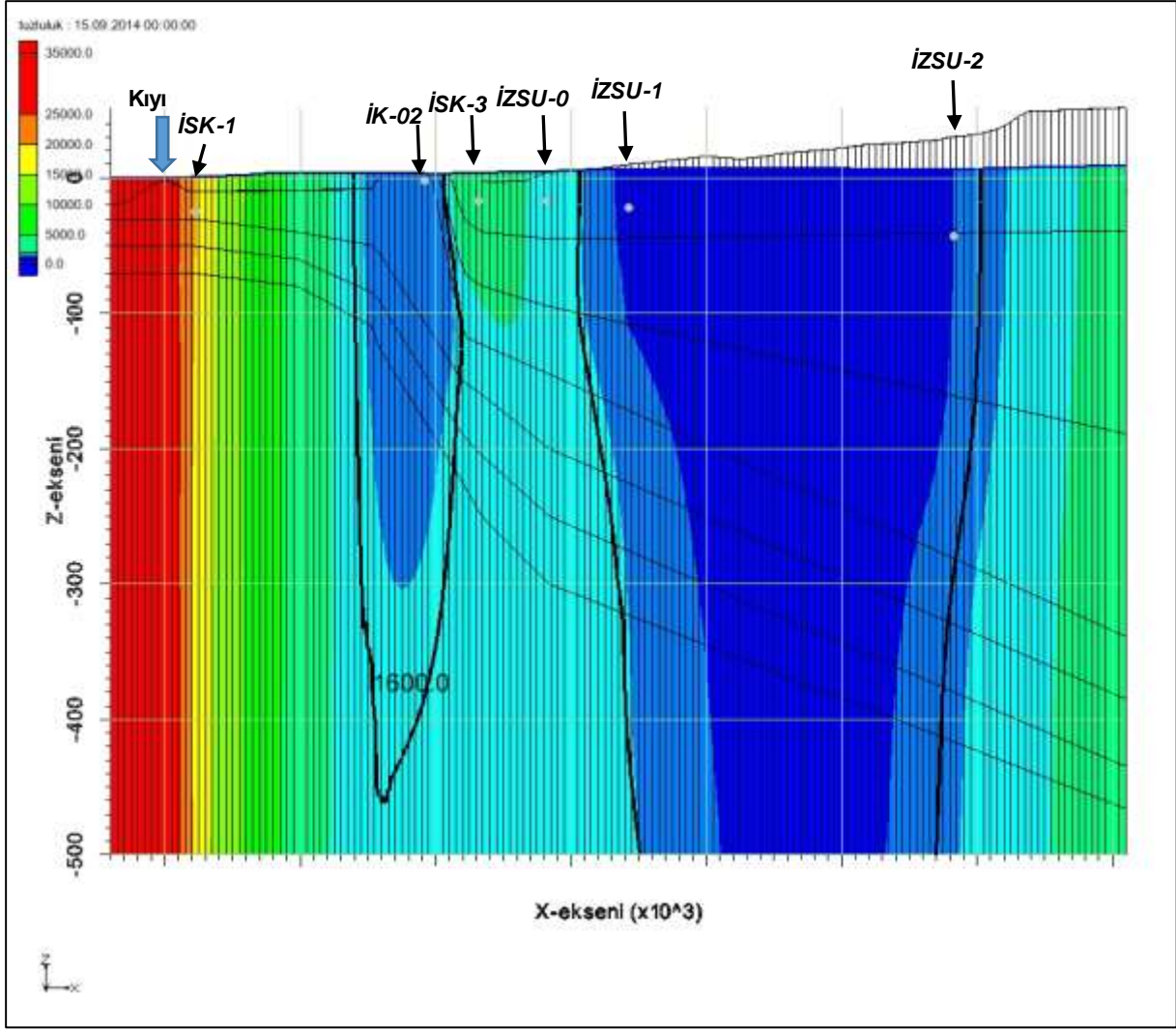
Şekil 11.8. Haziran 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)

Yaz sezonunun ortasındaki (Ağustos 2014) tuzluluk dağılımını temsilen Şekil 11.9'daki harita oluşturulmuştur. Burada deniz suyu girişi iki ayda yaklaşık 50 m ilerleyerek 650 m'ye gelmiş bulunmaktadır. Eylül ayındaki tuzluluk dağılımı Şekil 11.10'ta verilmiştir. Burada da deniz suyu girişi 700 m'ye kadar ilerlemiş bulunmaktadır. Kasım ayında yeraltı suyu çekim debilerin düşmesine rağmen model çıktılarına göre tuzluluk daha çok yayılmıştır (Şekil 11.11). Dikkat çeken önemli bir husus İK02 kaynak suyunun bu dönemde göreceli olarak daha az tuzlu olması

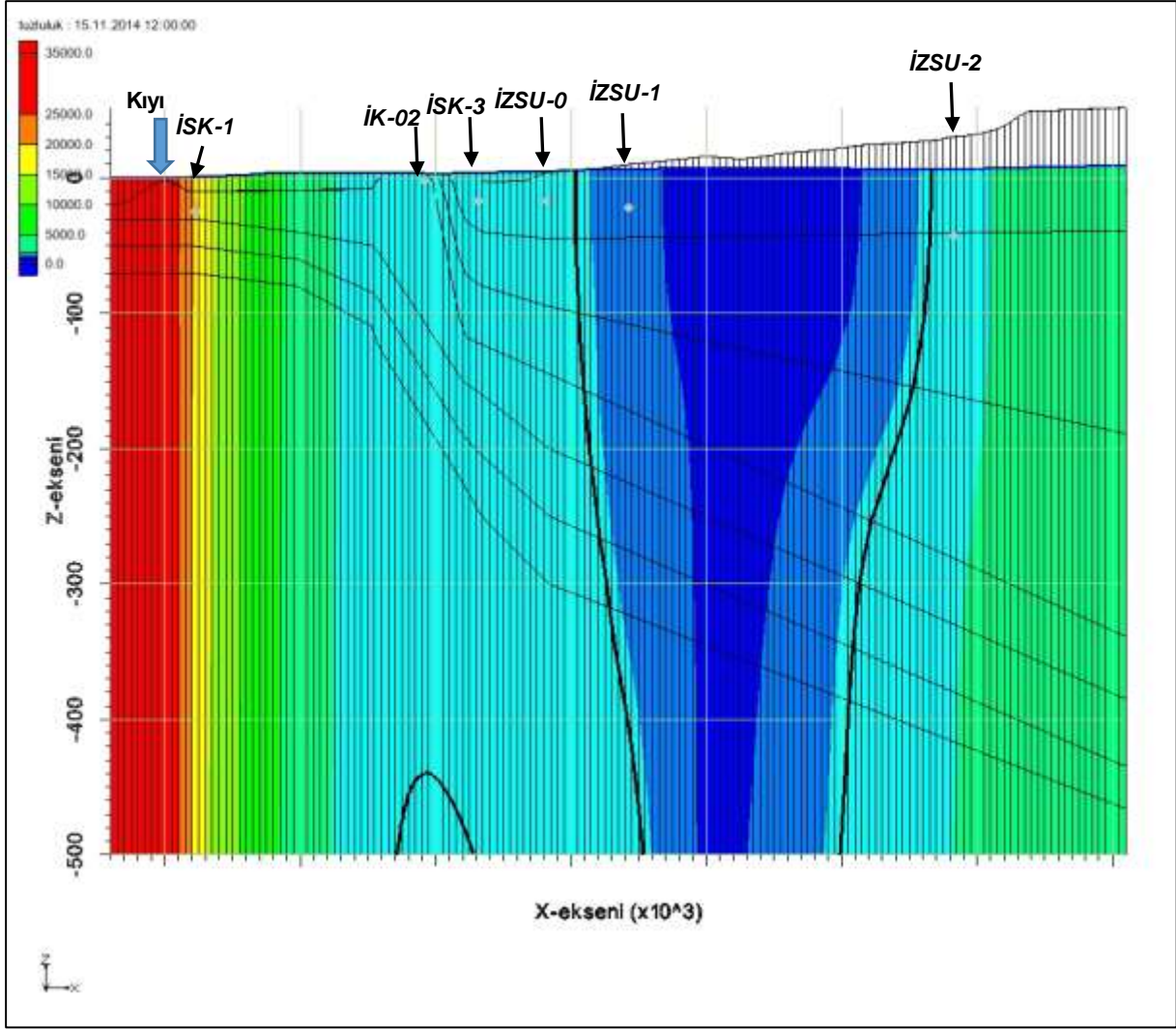
nedeniyle İK02 civarındaki yeraltı suyunda kısmen bir seyrelme etkisinin olmasıdır. Son olarak, Ocak ayında deniz suyu girişimi cephesinin ilerlemediği ve belli bir dengeye ulaştığı görülmektedir. İK02, İSK-3 ve İ0 (İZSU-0) noktalarının bulunduğu bölgede yeraltı suyu tuzluluğu nispeten homojendir.



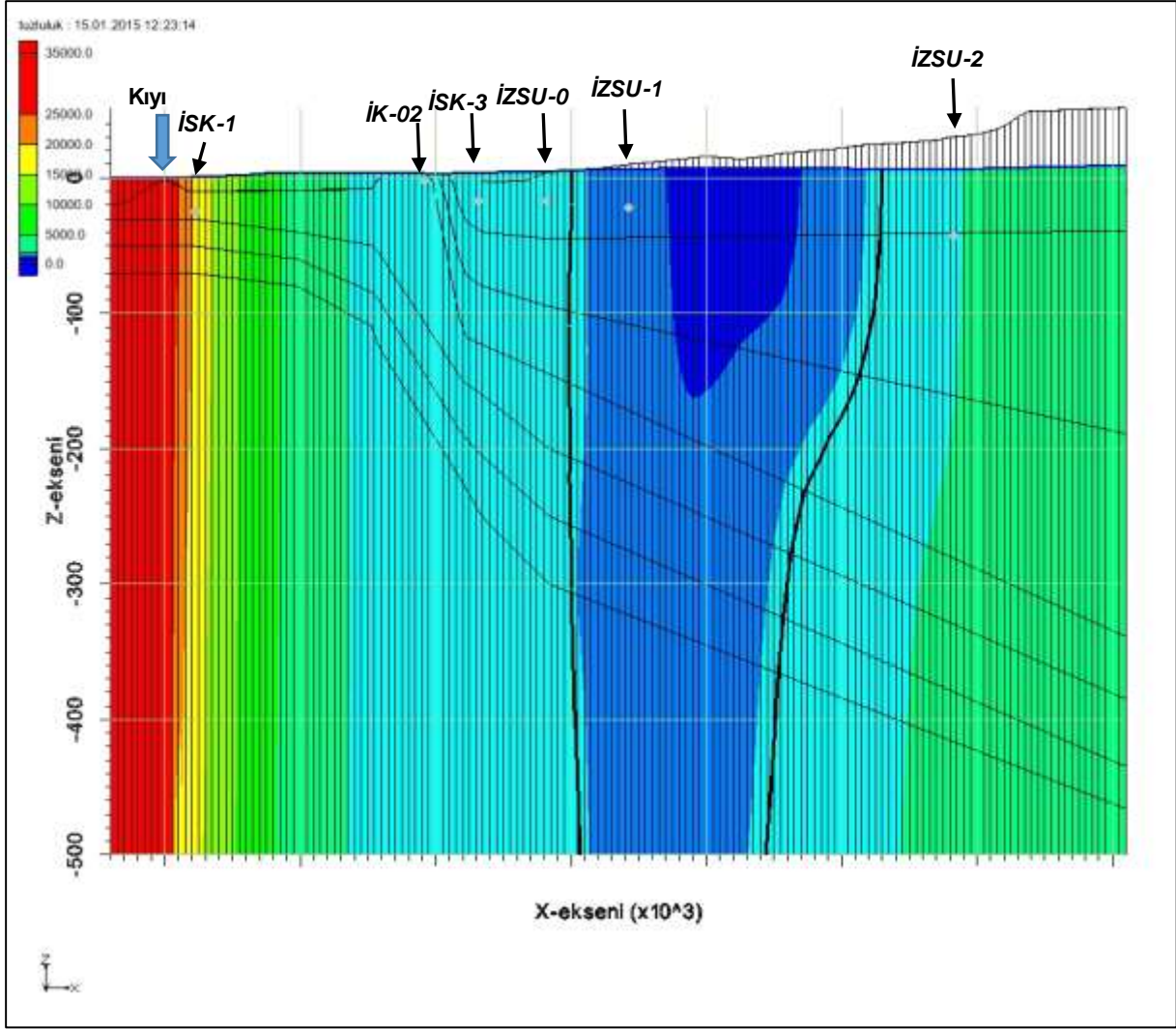
Şekil 11.9. Ağustos 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)



Şekil 11.10. Eylül 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)



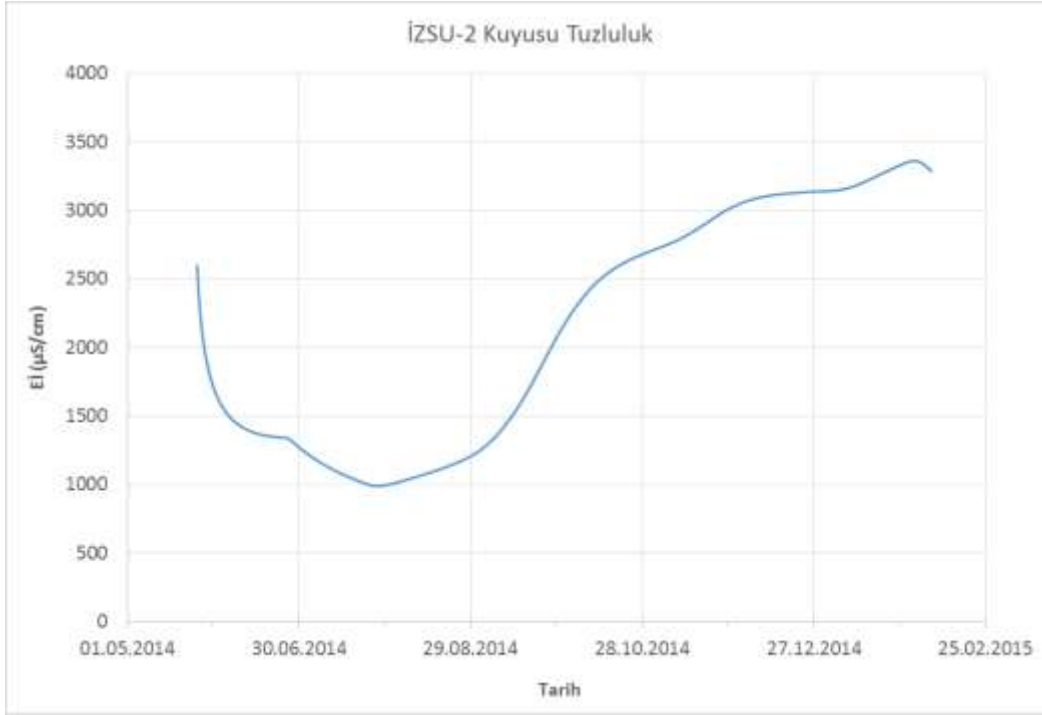
Şekil 11.11. Kasım 2014 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)



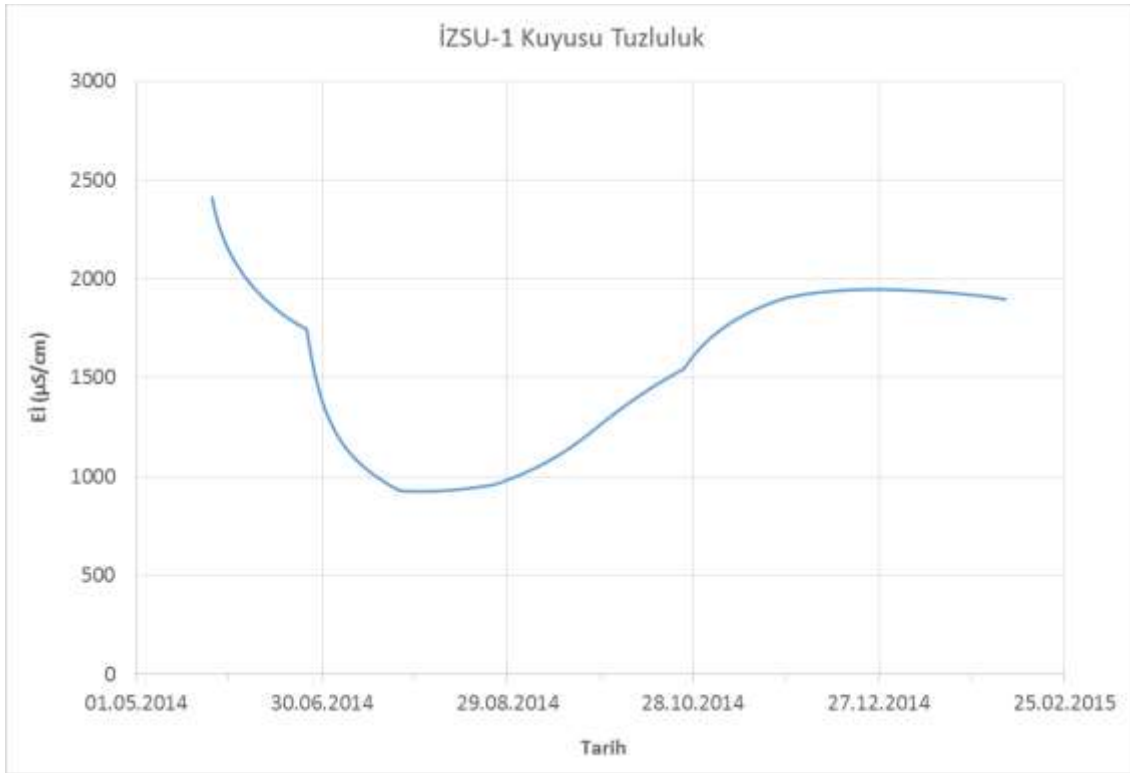
Şekil 11.12. Ocak 2015 ayı için hesaplanan tuzluluk konsantrasyon dağılımı (kalın siyah eğri içme suyu standardı olan 1600 mg/l tuzluluk değerini göstermektedir)

İ01 (İZSU-1) ve İ02 (İZSU-2) numaralı içme suyu kuyularında model sonuçlarına göre tuzluluğun zamanla değişimi Şekil 11.13 ve 11.14'te verilmiştir. Buna göre her iki kuyuda deniz suyu girişiminin etkisi Ağustos ayın başından itibaren görülmektedir. Tuzluluk konsantrasyonları Aralık ayında dengeye geldikten sonra yeraltı suyu beslenimin artmasıyla düşüş eğilimine girmektedir.

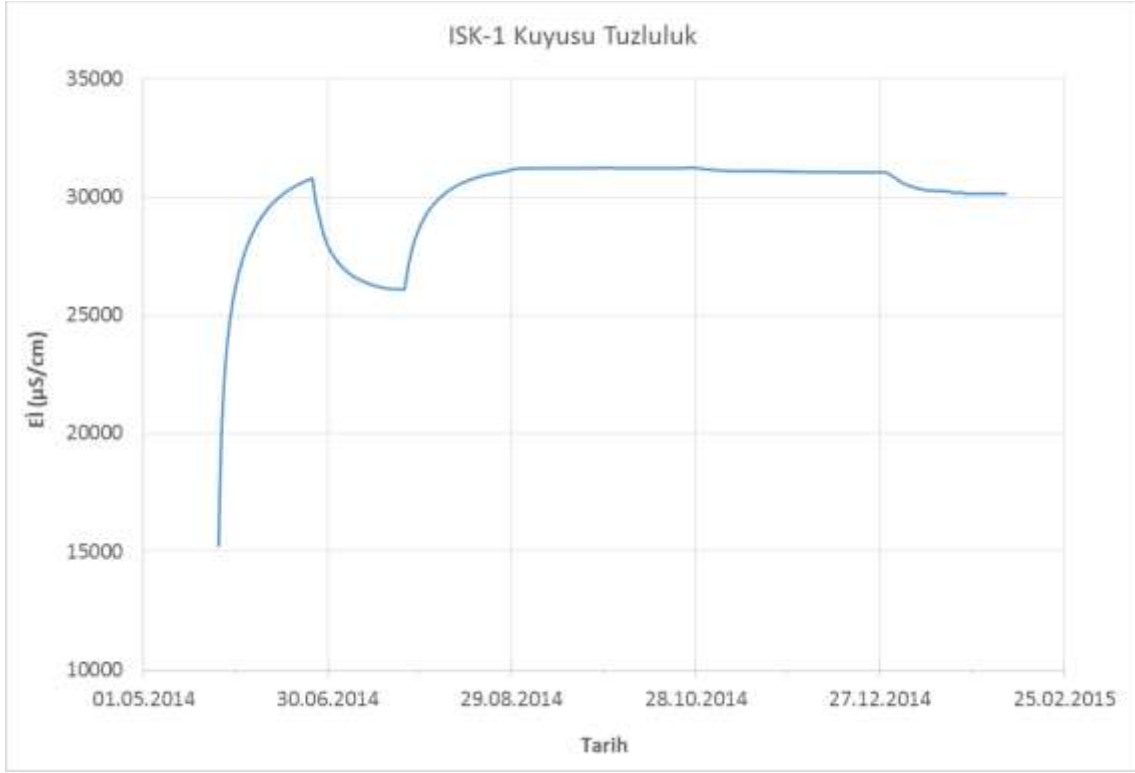
Kıyı çizgisinin yaklaşık 100 m uzaklığında bulunan İSK-1 gözlem kuyusundaki tuzluluk konsantrasyonunun zamanla değişimi Şekil 11.15'te verilmiştir. Burada tuzluluk zamanla az değişmektedir. Kıyıya yakın olması nedeniyle deniz suyu girişimi etkisinin sürekli olmasını ancak önemli yağışlardan dolayı geçici seyrelmelerin olabileceğini model sonuçları teyit etmektedir.



Şekil 11.13. İ02 (İZSU-2) kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk



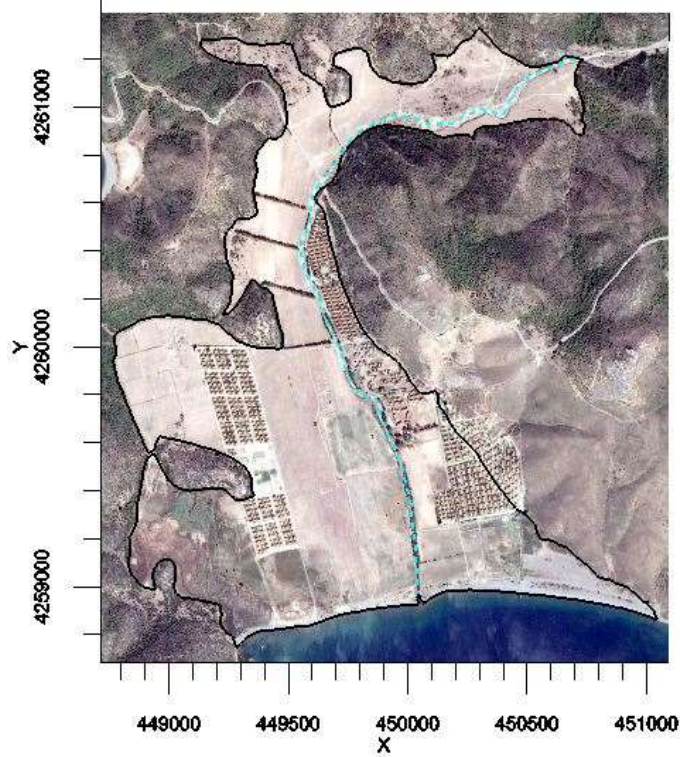
Şekil 11.14. İ01 (İZSU-1) kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk



Şekil 11.15. İSK-1 kuyusu için model ile hesaplanan tuzluluk

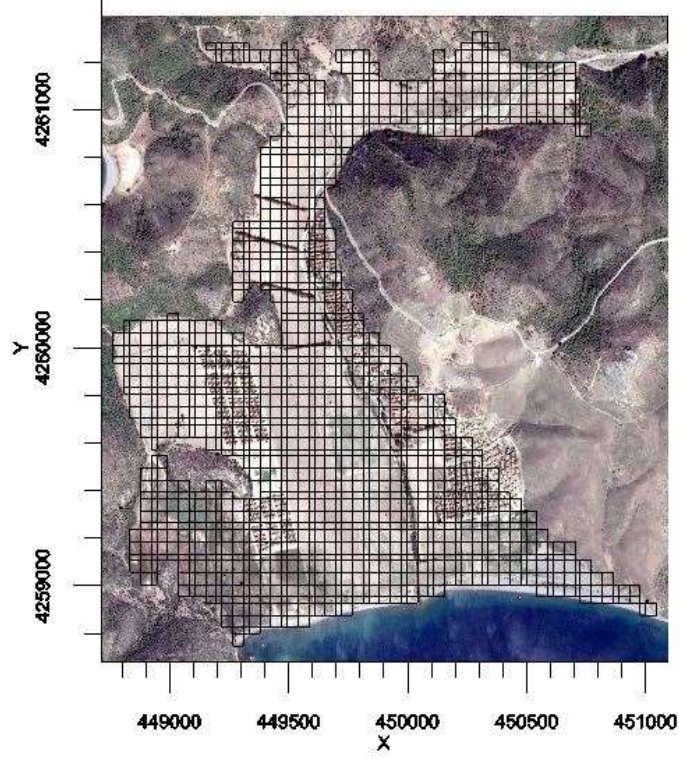
11.2 Karareis Bölgesi

Karareis bölgesindeki kıyı akiferlerinde açılmış olan kuyulardan hem içme hem de sulama suyu amacı ile yararlanılmaktadır. Karareis bölgesindeki kıyı akiferi tamamen alüvyon birimlerden oluşmaktadır. Bu bölgede alüvyon akiferlerinin altında kumtaşı-şeyl ağırlıklı (filiş birimi) geçirimsiz birimler yer almaktadır. Yükseltinin deniz seviyesinden 40 m'nin üzerine çıktığı model alanını ortasından doğu-batı doğrultusunda Karareis deresi geçmektedir. Yeraltı suyu akım modelinde kullanılan sonlu farklar gridi, 100 sütun ve 100 satır dan oluşan kare hücreler içermektedir (Şekil 11.16 ve Şekil 11.17). Modellenen alan yaklaşık 2,3 km²'yi kapsamaktadır. Hidrolik özelliklerin dağılımı, modellenen alanda açılmış olan 9 adet gözlem kuyusuna ait litolojik ve hidrojeolojik tanımlamalara dayanmakta olup jeostatistiksel yöntemlerle elde edilmiştir (Şekil 11.18-Şekil 11.21). İlk olarak durağan daha sonra transient akım koşullarında çalıştırılan model Eylül 2014- Şubat 2016 dönemine ait ortalama hidrolik yük ve yeraltı suyu akım koşullarını simüle etmektedir. Araştırma sondajlarından ve modelleme sonuçlarından elde edilen bilgilere göre, yeraltı suyu akımı doğudan-batıya doğrudur. Kalibrasyon sonucunda modellenen alanda bulunan 9 gözlem kuyusunda, gözlenen hidrolik yükler ile hesaplanan hidrolik yükler arasında iyi bir uyum elde edilmiştir.



Şekil 11.16. Karareis alanı yer bulduru haritası

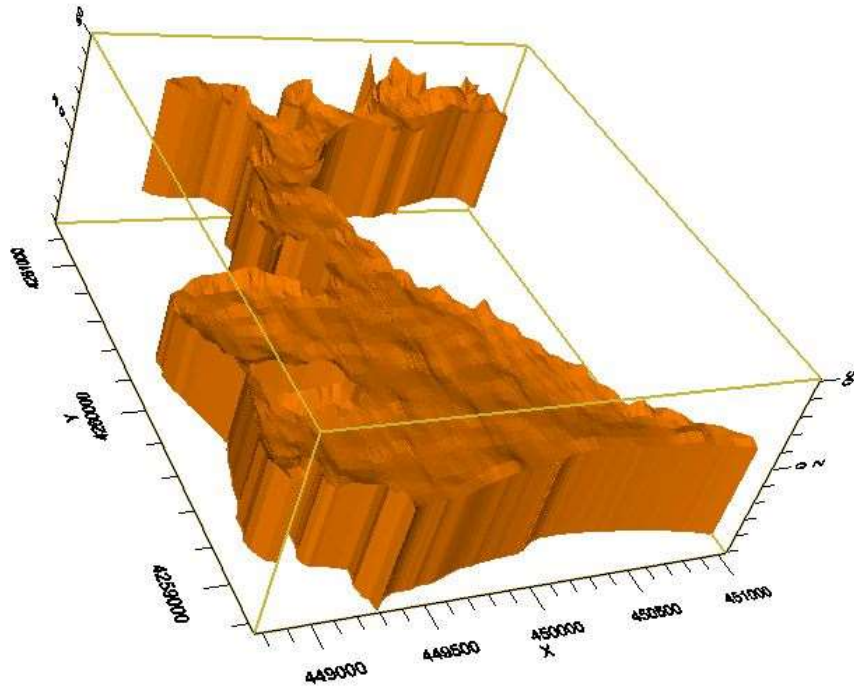
Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm jeolojik, meteorolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik veriler doğrudan veya dolaylı olarak YAS akım modelinde girdi olarak kullanılmıştır.



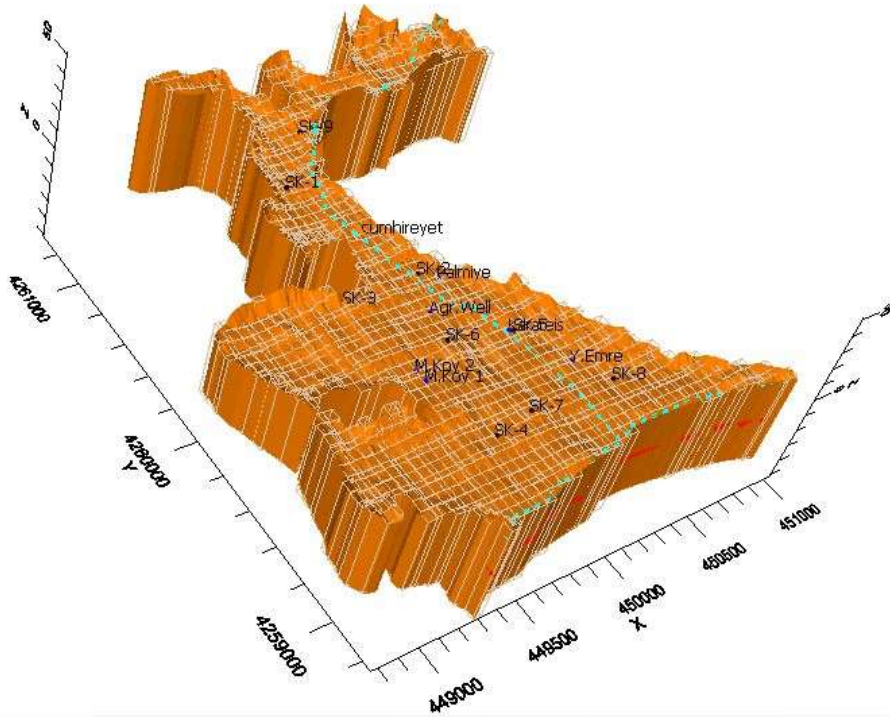
Şekil 11.17. Çalışma alanının hücrelere ayrılması



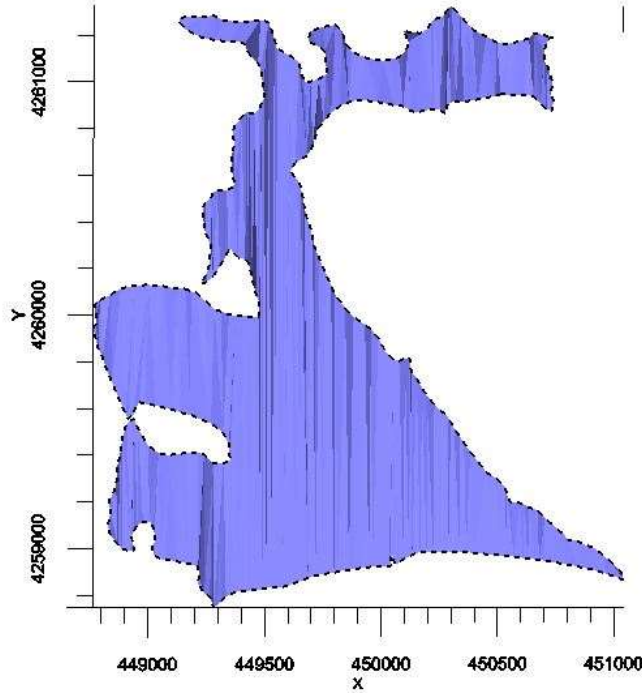
Şekil 11.18. Çalışma alanındaki kuyu yerleri ve dağılımları



Şekil 11.19. Çalışma sahasında modellenen alan



Şekil 11.20. Modellenen alanının hücelere ayrılmış 3B görünümü



Şekil 11.21. Çalışma alanında tüm alanda beslenim

11.2.1 Hidrolik İletkenlik

Matematiksel YAS akım modellerinde hidrolik iletkenlik katsayısı (K) en önemli model parametrelerinden biridir. Bu parametrenin model alanındaki alansal dağılımını elde etmek esas olup hangi yöntemle gerçekleştirildiği model sonuçları bakımından önem arz etmektedir. Çalışma sahasında K değerleri kuyularda yapılan testler ve izleyici çalışmasından elde edilen verilerden yararlanılarak modelle eklenmiştir. Modelde Karareis için kullanılan K değerleri $4,9 \times 10^{-3}$ m/sn'dir.

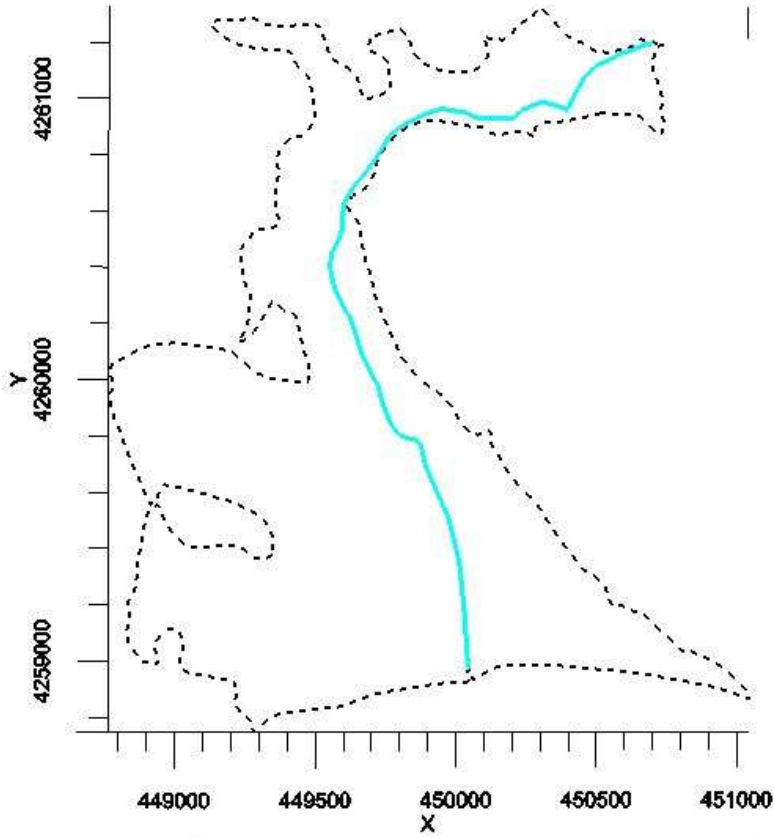
11.2.2 Yağıştan Beslenim

YAS akım modelleme çalışmalarında en önemli parametrelerden bir tanesi beslenimdir. Beslenim modellerde farklı biçimlerde değerlendirilmektedir. Bazı çalışmalarda beslenim ve buharlaşma-terleme iki ayrı parametre olarak kullanılırken, önemli bir kısmında YAS beslenimi net değer olarak, başka deyişle yeraltına sızan yağış suyunun buharlaşma-terleme sonrası YAS tablasına ulaşan oranı olarak tanımlanır. Bu çalışmada da buharlaşma-terleme, yağıştan çıkarılarak net beslenim olarak dikkate alınmıştır. Beslenme hesabı için son beş yılın Karaburun, Çeşme, Urla Meteoroloji istasyonlarına ilişkin verilerden yararlanılmıştır. Karareis'te model

sahasında yağıştan beslenim 355 m/yıl olarak kabul edilmiş olup herhangi bir alansal dağılım olmadan sabit bir değer olarak alınmıştır (Şekil 11.21).

11.2.3 Dere

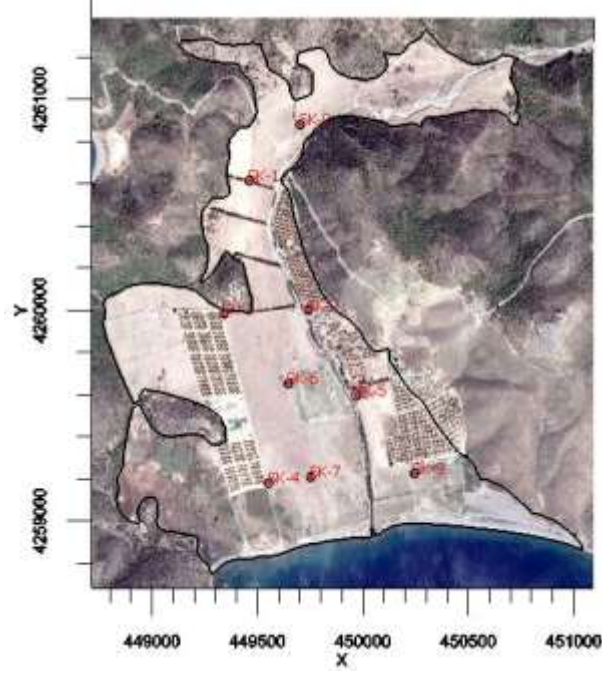
Çalışma alanında doğan ve doğudan-batiya doğru akan bir dere bulunmaktadır. Dere akım modellerinde, MODFLOW'da nehir alt programı (RIV package) olarak bilinen, nehir hücreleri tanımlanmıştır. Bu hücreler Şekil 11.22'de açık mavi çizgiler ile gösterilmektedir. Dere hücreleri, hücrelerin bulunduğu konumdaki YAS tablasının deredeki su kotu ile göreceli seviye durumuna bağlı olarak akifer için su kaynağı, ya da su çıkışı olarak çalışabilirler. Bu nedenle yüke bağlı sınır koşulu olarak da bilinirler. Modelde dere genişliği için 3,5 m değeri, yatak kalınlığı için ise 0,20 m değeri kullanılmıştır.



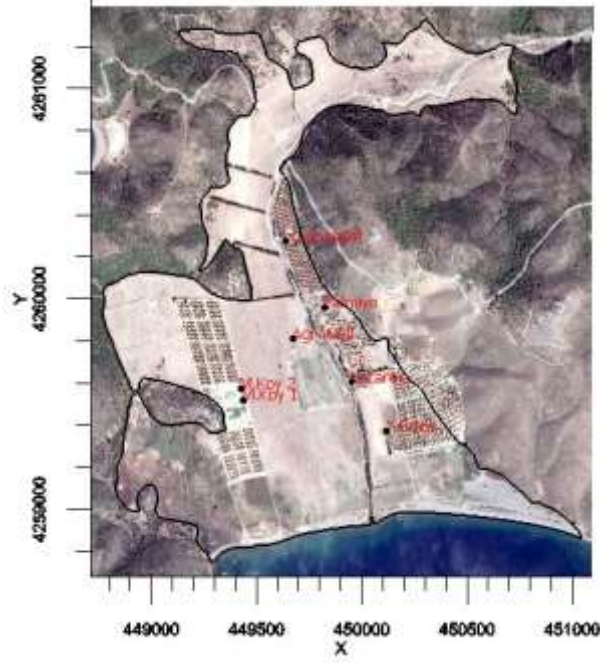
Şekil 11.22. Çalışma alanında doğan ve denize boşalan dere

11.2.4 Gözlem ve Pompaj Kuyuları

Çalışma alanında 9 adet gözlem (şekil 10.23) ve özel şahiş ve kooperatifler tarafında işletilen 7 adet çekim yapan kuyu bulunmaktadır. Söz konusu bu kuyular ile ilgili hidrolik ve litolojik özellikler bilinmemektedir. Kuyulardan yaklaşık 3 L/s su çekilmektedir. Yazın su çekimleri atmaktadır. Kuyular, modelde WELL alt programı kullanılarak tanımlanmıştır (şekil 11.24). Gözlem kuyuları ile ilgili bilgiler hidrojeoloji bölümünde sunulmuştur.



şekil 11.23. Çalışma alanında gözlem kuyuların açıldığı yerler



Şekil 11.24. Çalışma alanında pompaj kuyuların açıldığı yerler

11.2.5 Karareis Sahasında Modelin Kalibrasyonu

Modellerin kalibrasyonu aşamasında model girdilerinden biri olan hidrolik iletkenlik parametresi, çalışma alanında gözlenen ve modelin hesapladığı YAS kotları arasında iyi bir korelasyon elde edilene kadar değiştirilerek modelin ayarlanması yapılmıştır. Kalibrasyon sürecinde amaç, kalibrasyon parametrelerini önceden tanımlanan aralıklar içerisinde değiştirerek, gözlem değerleriyle modelin hesapladığı değerler arasındaki hataları en aza indirmek ve en iyi parametre dağılımını, dolayısıyla optimum bir çözüm elde etmektir. Bu çalışmada kalibrasyon parametresi olarak hidrolik iletkenlik kullanılmıştır. Kalibrasyon sırasında aşağıda denklemleri verilen eşitlikler kullanılmıştır.

- Ortalama hata:
$$OH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_g - h_m)_i$$

(11.5)

- Ortalama mutlak hata:
$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|h_g - h_m|)_i$$
 (11.6)

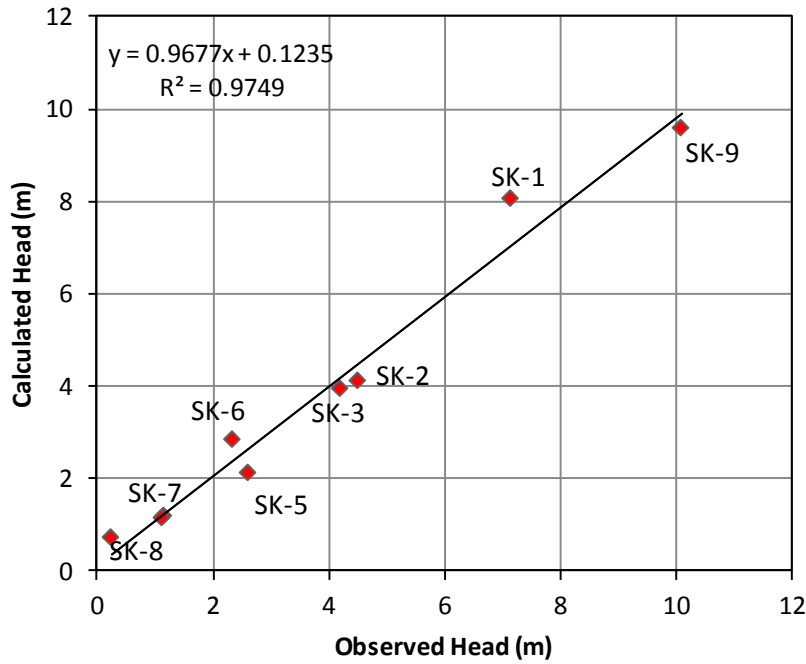
- Hata karelerinin toplamı:
$$HKT = \sum_{i=1}^n (h_g - h_m)_i^2 \quad (11.7)$$

- Hata kareleri ortalamasının karekökü:
$$HKOK = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_g - h_m)_i^2} \quad (11.8)$$

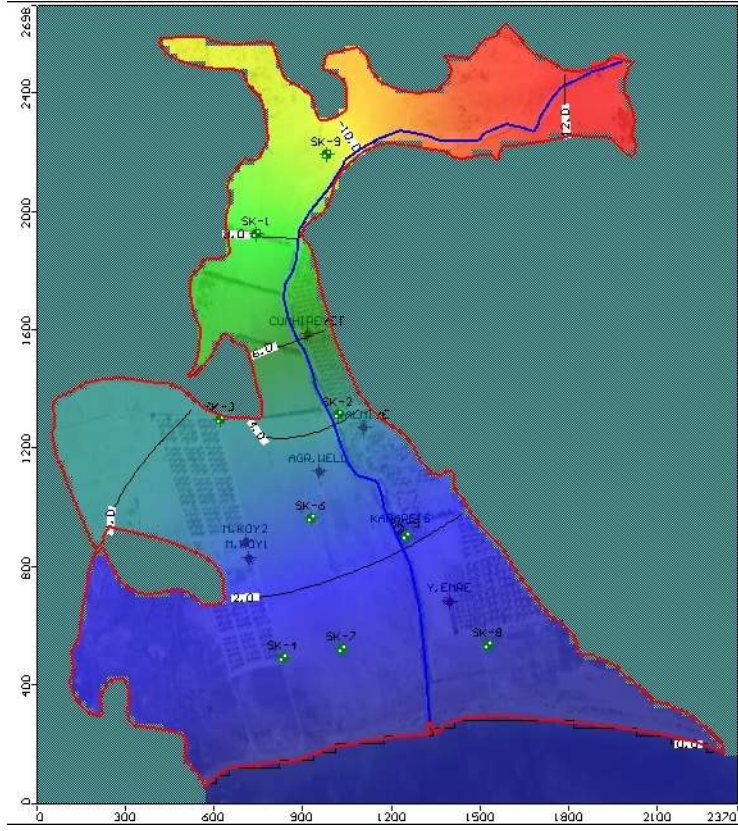
Yukarıdaki denklemlerde n toplam gözlem sayısı; h_g gözlenen YAS kotunu ve h_m model ile hesaplanan YAS kotunu temsil etmektedir.

Kalibrasyon sonucunda gözlenen YAS kotlarına karşılık model ile hesaplanan YAS kotları ve hatalar Şekil 11.25'de verilmektedir. Elde edilen veriler gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasında yakın bir değer elde edilmiştir. İki veri uyumunun göstergesi olarak regresyon katsayısı $R^2=0,99$ olarak hesaplanmıştır.

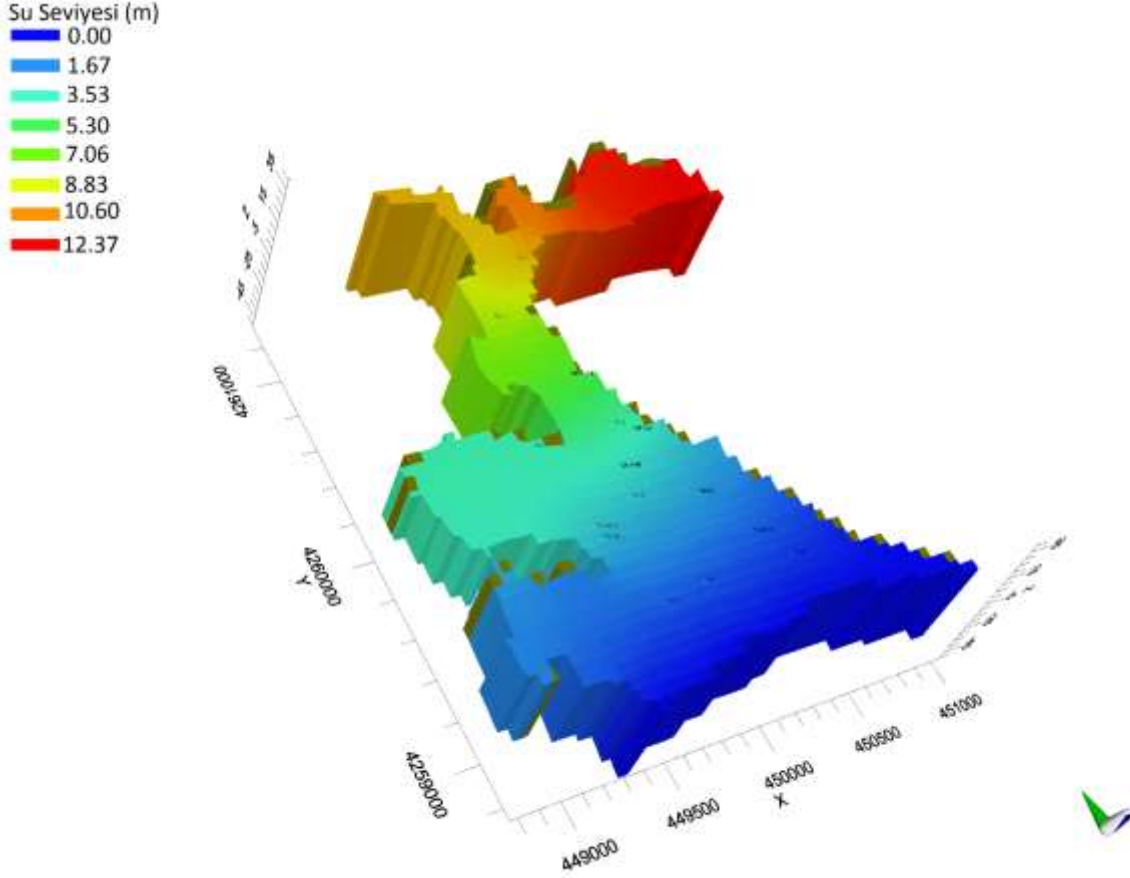
Çalışma alanında araştırma sondajlarından ve modelleme sonuçlarından elde edilen bilgilere göre, yeraltı suyu akımı doğudan-batıya doğrudur. YAS kotları doğu kesimlerde 14,3 m'dir. Batıya doğru yaklaştıkça YAS kotu deniz kotuna yaklaşmaktadır (Şekil 11.26 ve 11.27).



Şekil 11.25. Kalibrasyon sonucunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



Şekil 11.26. Modellenen alanda YAS akım yönü

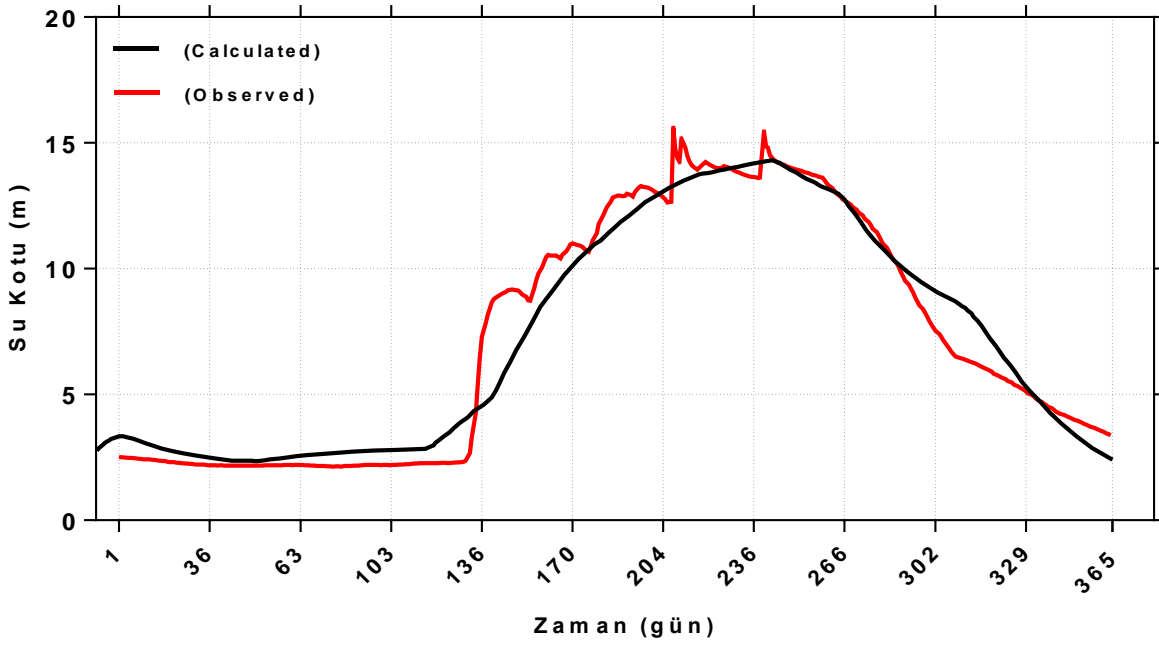


Şekil 11.27. Modellenen alanda YAS akımının 3B gösterimi

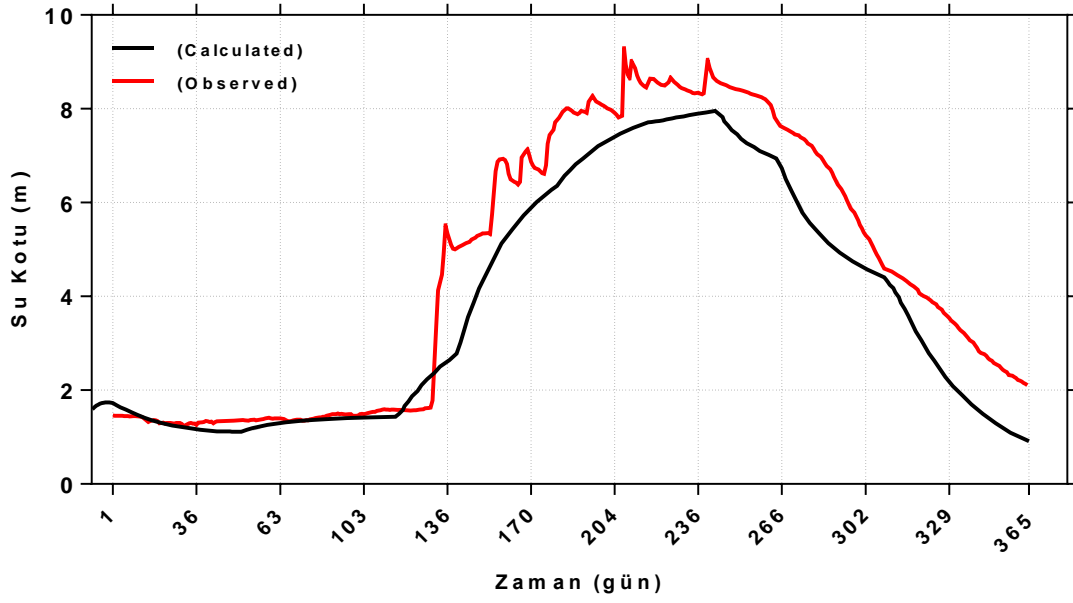
11.2.6 Karareis'te Tuzlu Su Girişimi

Söz konusu çalışma alanının güneyi Gerence Körfezi (Ege Denizi) ile sınırlanmıştır. Bu alandan akifere kuyular çalıştırılmadığı durumda herhangi bir tuzlu su girişimi söz konusu değildir. Ancak, pompaj kuyularının çalıştırılması durumunda deniz suyu girişimi ortaya çıkmaktadır. Özellikle'de sulama amaçlı açılan ve modelleme alanının ortasında yer alan kuyunun (Karareis'te yapılan tarım aktiviteleri için) 9 ay boyunca yoğun bir biçimde kullanılması sonucunda deniz suyu girişiminin arttığı gözlenmiştir. Karareis bölgesinde SK-7 nolu gözlem kuyusuna indirilen diverdan elde edilen Elektriksel İletkenlik (Ei) verileri söz konusu kuyunun tuzlu su girişiminden net olarak etkilendiğini göstermektedir (bkz. Şekil 9.35). Alanın jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolik verileri dikkate alınarak yeraltı suyu bulduran taneli birimlerde tuzlu suyu girişiminin aylar bazındaki değişimi irdelenmiştir. Bu amaçla öncelikle alanın transiyent modeli yapılmıştır. Bunun için 2014-2015 yılında Karareis'te açılmış bulunan ve düzenli olarak gözlenen kuyu verilerinden

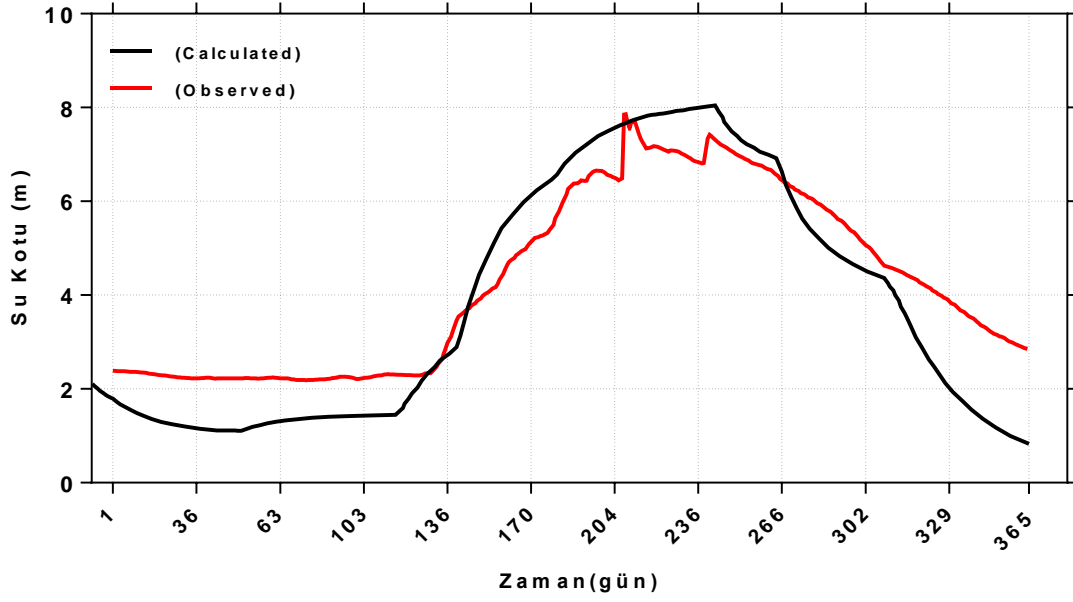
yararlanılmıştır. Yapılan çalışmalarda hemen hemen bütün kuyularda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasında yakın bir değer elde edilmiştir (Şekil 11.28- Şekil 11.32). En fazla farklılık SK-2'de gözlenmiştir (Şekil 11.29). Diğer gözlem kuyuları (SK-3, SK-4 ve SK-7) arasındaki farklar oldukça düşüktür. Bu gözlem kuyularındaki kalibrasyon sonuçlarına bakıldığında hem hesaplanan hem de gözlenen veriler arasında uyumunun göstergesi olarak regresyon katsayısı değeri, SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-7 kuyuları dikkate alındığında $R^2=0,95$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 11.33).



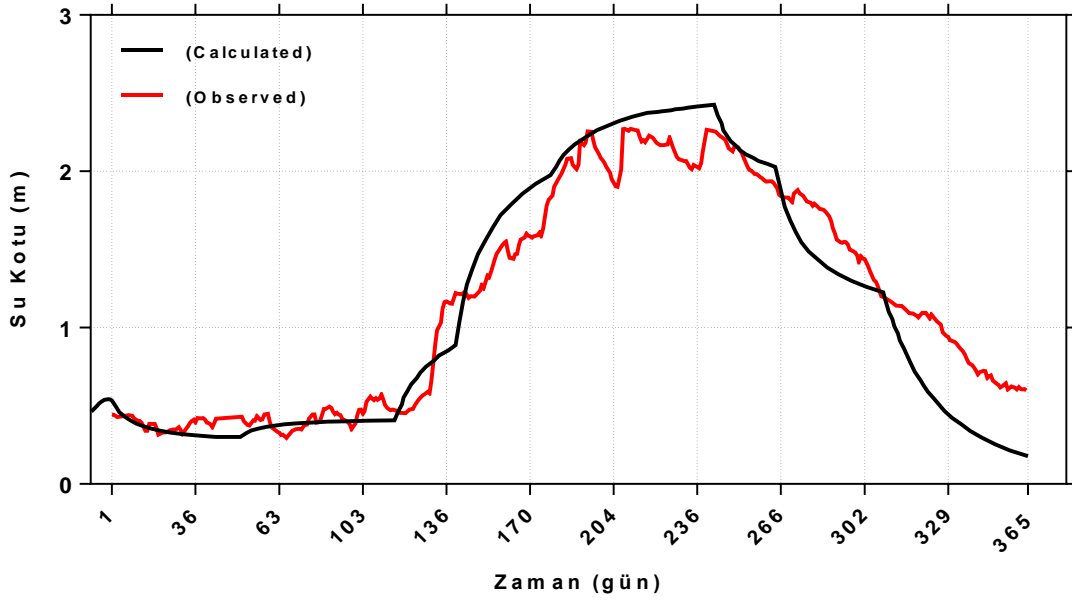
Şekil 11.28. SK-1 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



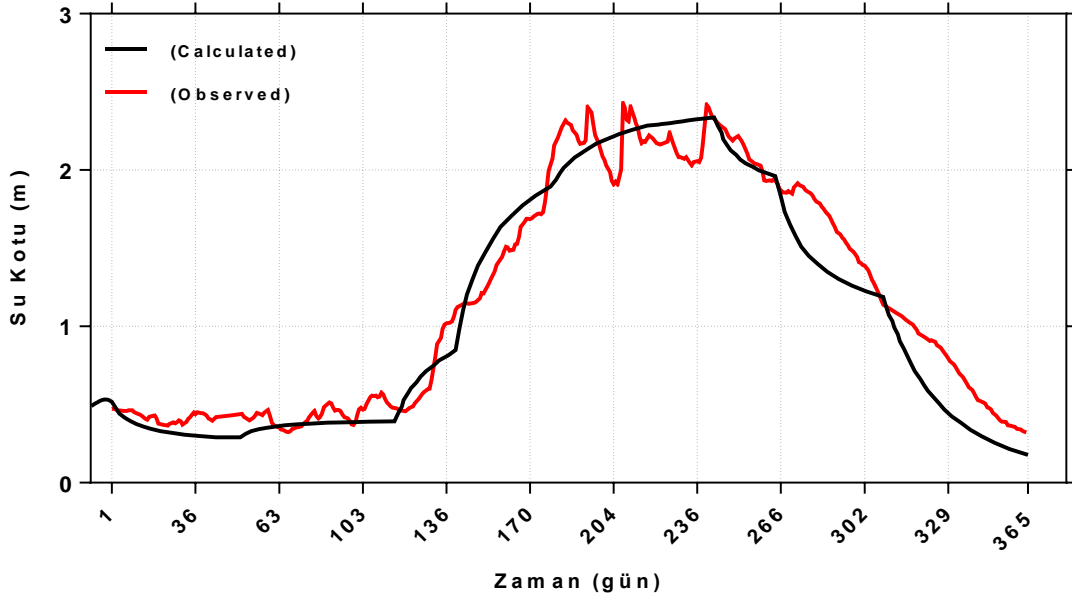
Şekil 11.29. SK-2 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



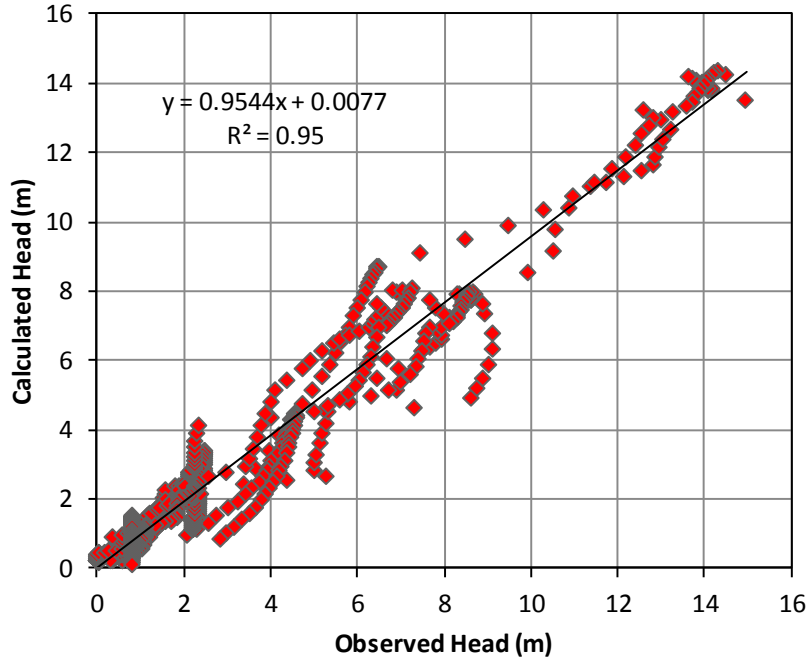
Şekil 11.30. SK-3 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



Şekil 11.31. SK-4 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



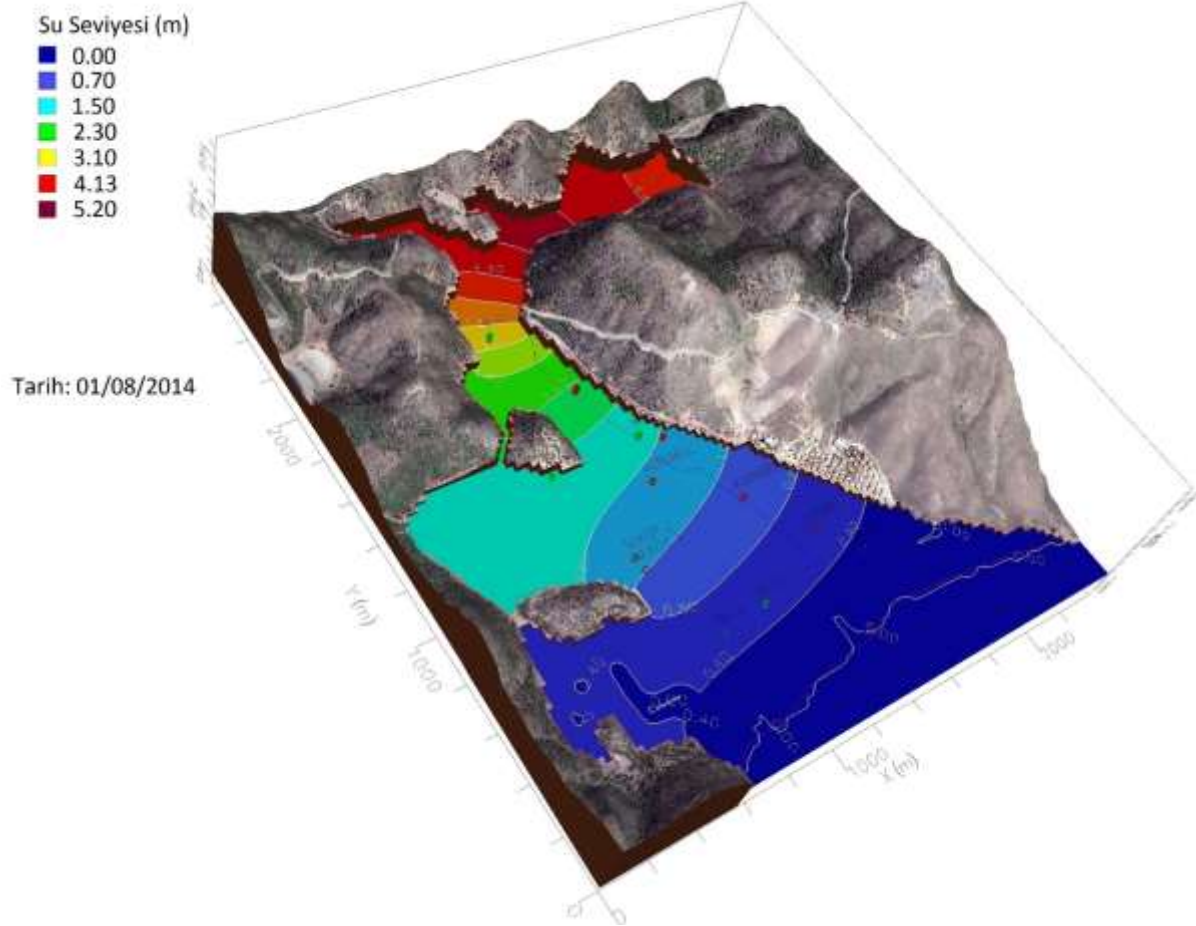
Şekil 11.32. SK-7 Gözlem kuyusunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki



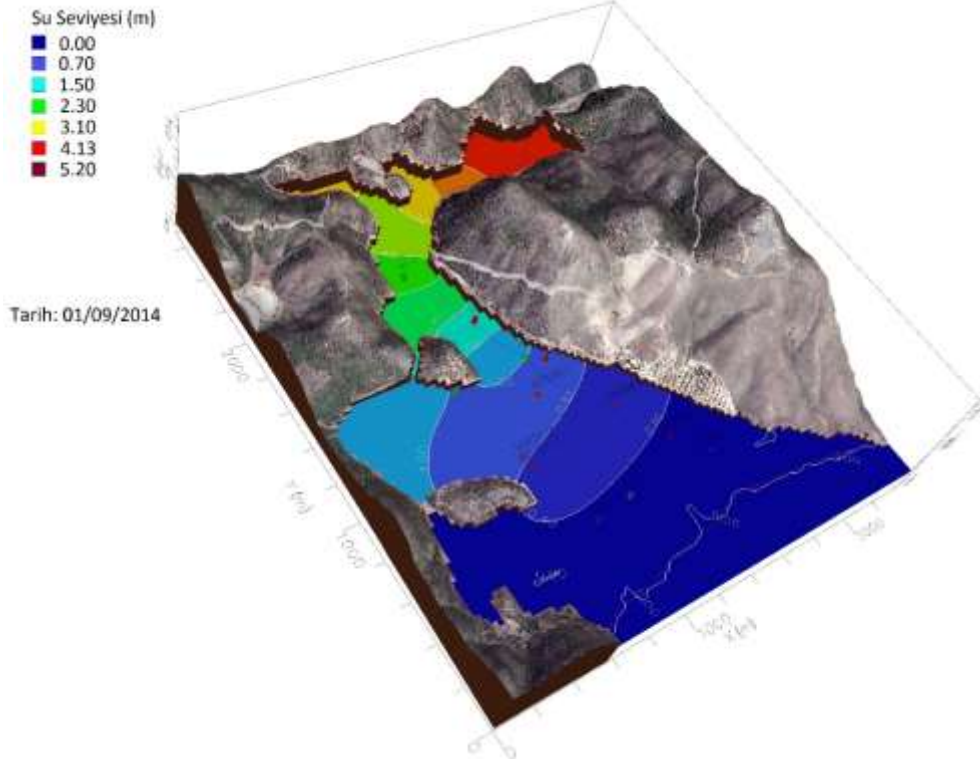
Şekil 11.33. Kalibrasyon sonucunda gözlenen ve hesaplanan YAS kotları arasındaki ilişki

Ağustos 2014 ve Haziran 2015 yılları arasında yeraltı suyu akımının aylara bağlı değişimi Şekil 11.34 - Şekil 11.46'da gösterilmiştir. Ağustos 2014 yılında inceleme alanında YAS kotu 5.2 m civarındaki iken batıya doğru YAS kotunun 0 m'lere geldiği görülmektedir (Şekil 11.34). Eylül 2014'te ise doğudan batıya doğru YAS kotunun düştüğü, suyun boşalım noktasına doğru ise deniz suyu girişimi nedeni ile batıda YAS kotunun yükseldiği (su seviyesinin yükseldiği) görülmektedir (Şekil 11.35). Özellikle dere'nin boşalım noktasından içeriye doğru çekimlerden dolayı bir girişim görülmektedir. Ekim 2014 yılında sulama için açılan ve yoğun kullanılan kuyuda aşırı çekimin bir sonucu olarak deniz suyunun ilerlediği görülmektedir (Şekil 11.36). Kasım 2014'te ise çekimin azalması ile deniz suyunun girişiminin azalmaya başladığı görülmektedir (Şekil 11.37). Aralık 2014'te Karareis'te pompaj kuyularından çekim son derece azalmış ve sulama yapılmamıştır. Bu nedenle, deniz suyu girişimi azaldığı yerini tatlısuyun aldığı görülmektedir (Şekil 11.38). Ocak ve Şubat 2015 aylarında deniz suyu girişiminin son derece azaldığı görülmektedir (Şekil 11.39 ve Şekil 11.40). Mart, Nisan ve Mayıs 2015'te YAS seviyesinin alanın doğu ve kuzeydoğusunda 5 m civarında olduğu batıya doğru ise YAS kotunun 0.75 m çıktığı görülmüştür (Şekil 11.41- Şekil 11.43). Haziran 2015'te tekrar aşırı su tüketiminin bir sonucu olarak deniz suyu girişiminin başladığı görülmektedir (Şekil 11.44). Temmuz 2015 ayı sonunda ise deniz suyunun girişiminin oldukça arttığı görülmüştür (Şekil 11.45 ve Şekil 11.46).

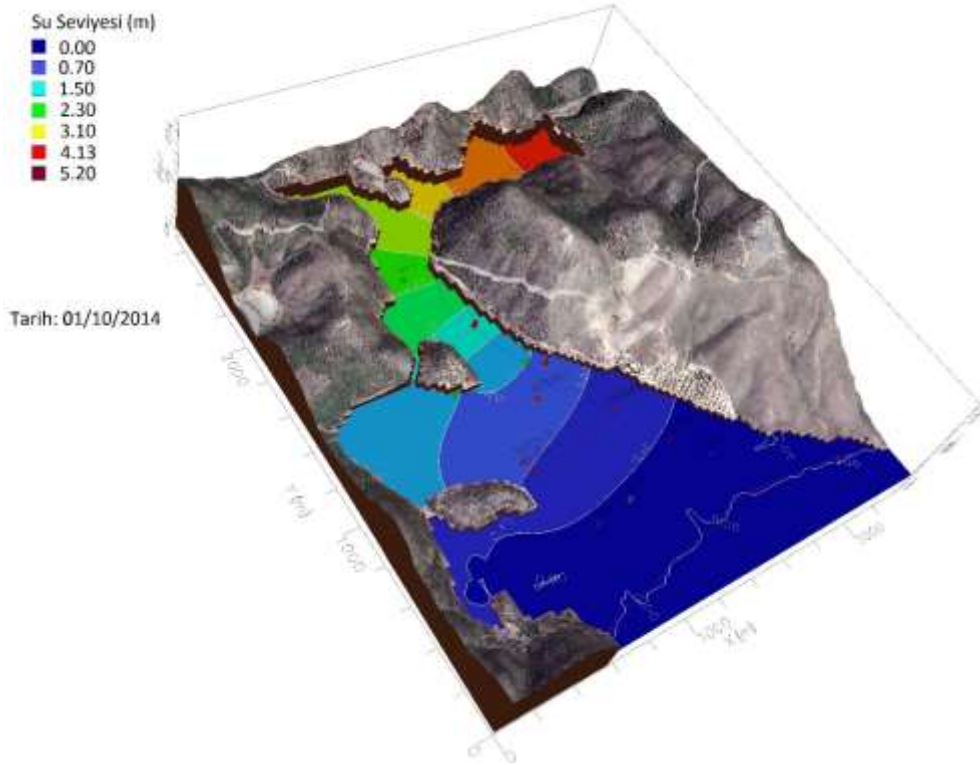
Karareis kıyı akiferinde hem düzenli olarak ölçülen Eİ değerleri hem de alanda yapılan modelde YAS seviyesindeki değişimler alanda aşırı çekim ile tuzlanmanın hızla arttığı görülmektedir.



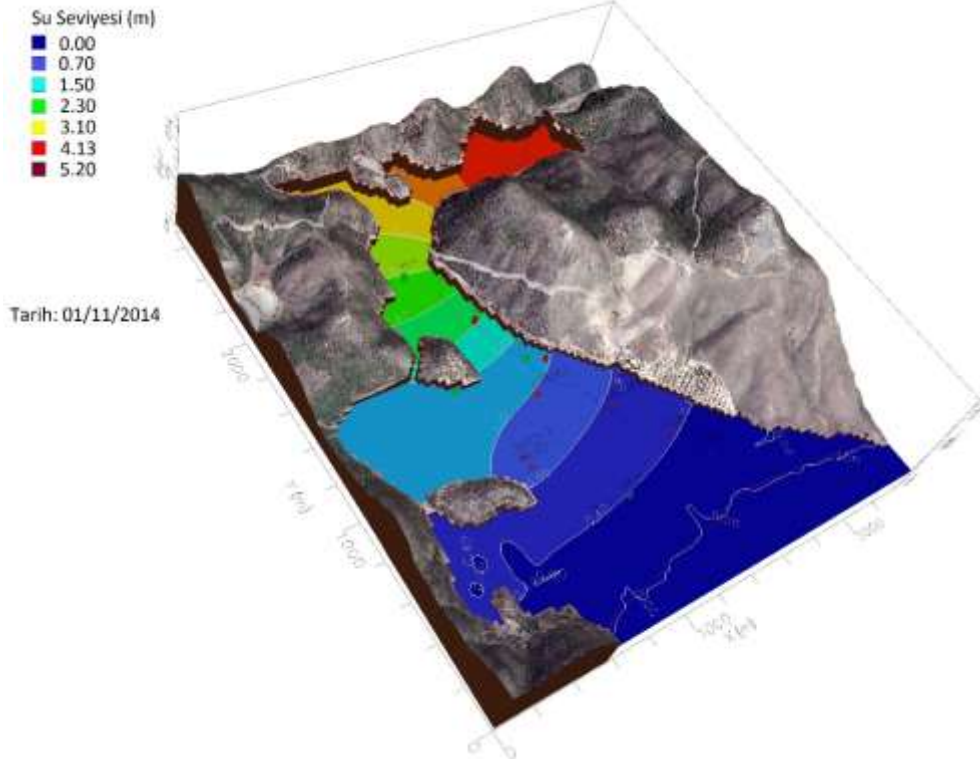
Şekil 11.34. 01 Ağustos 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi



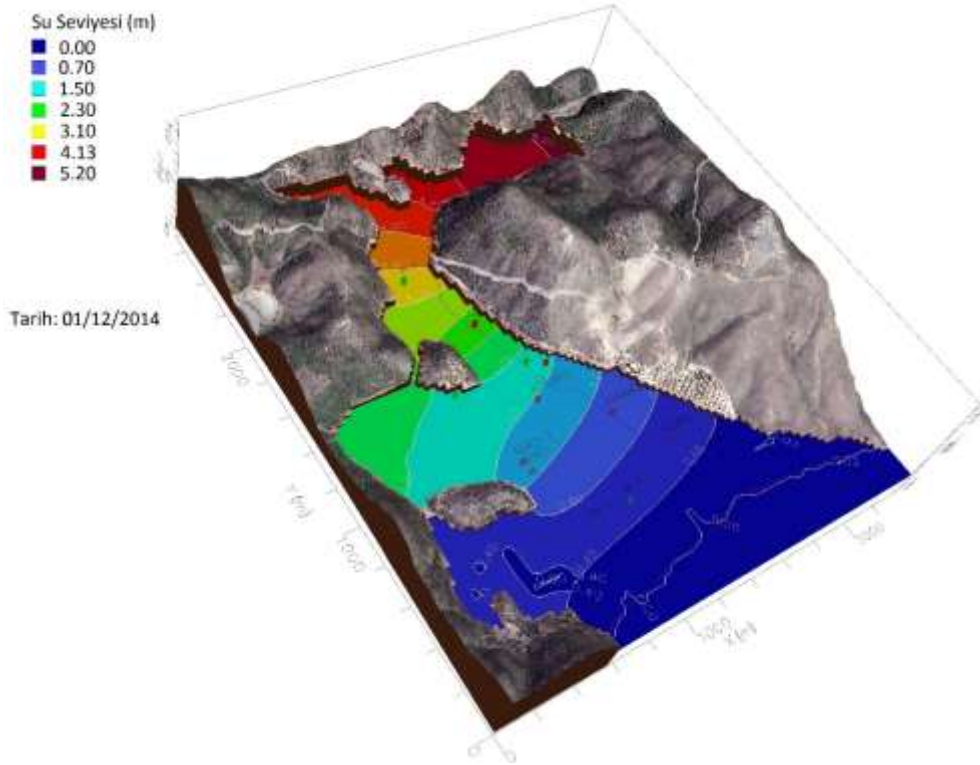
Şekil 11.35. 01 Eylül 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi



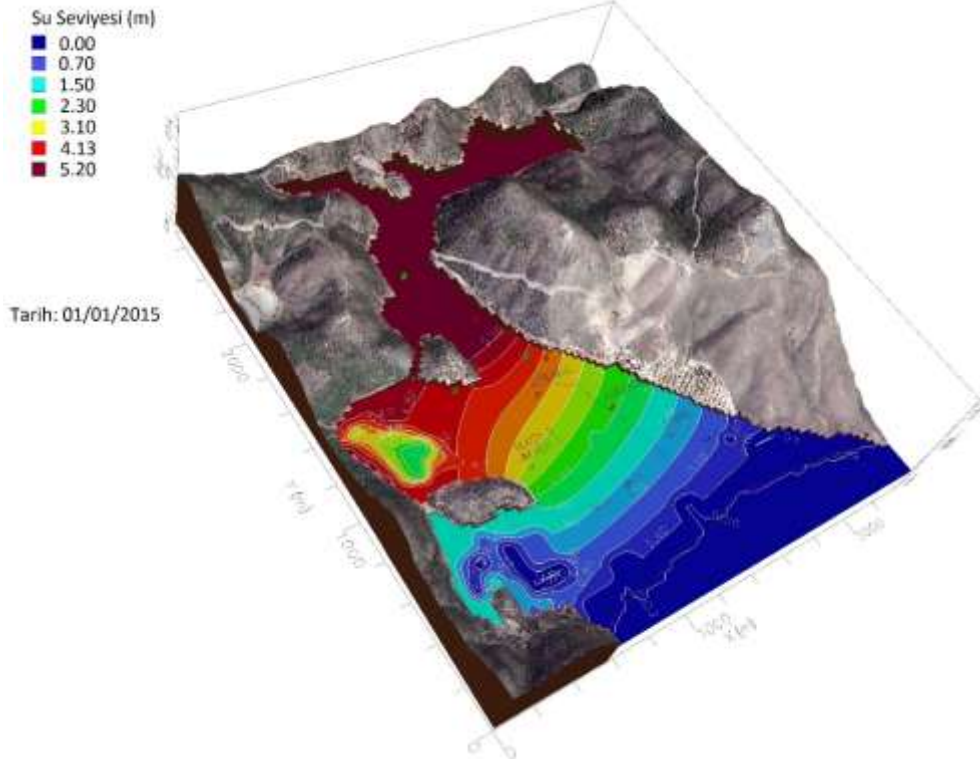
Şekil 11.36. 01 Ekim 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi



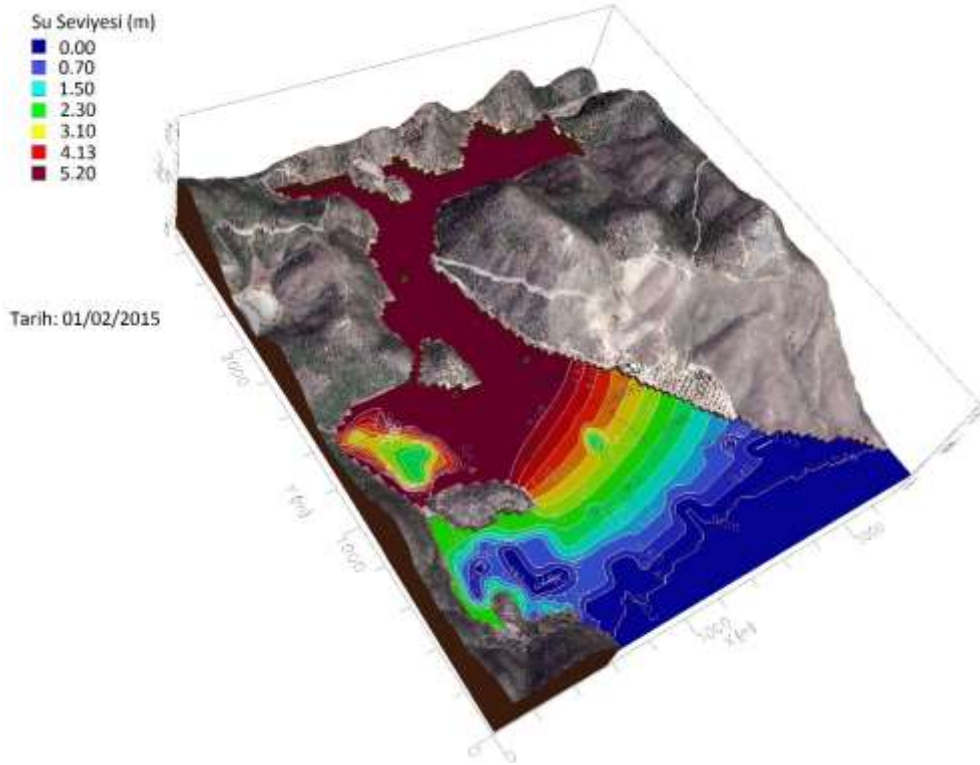
Şekil 11.37. 01 Kasım 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi



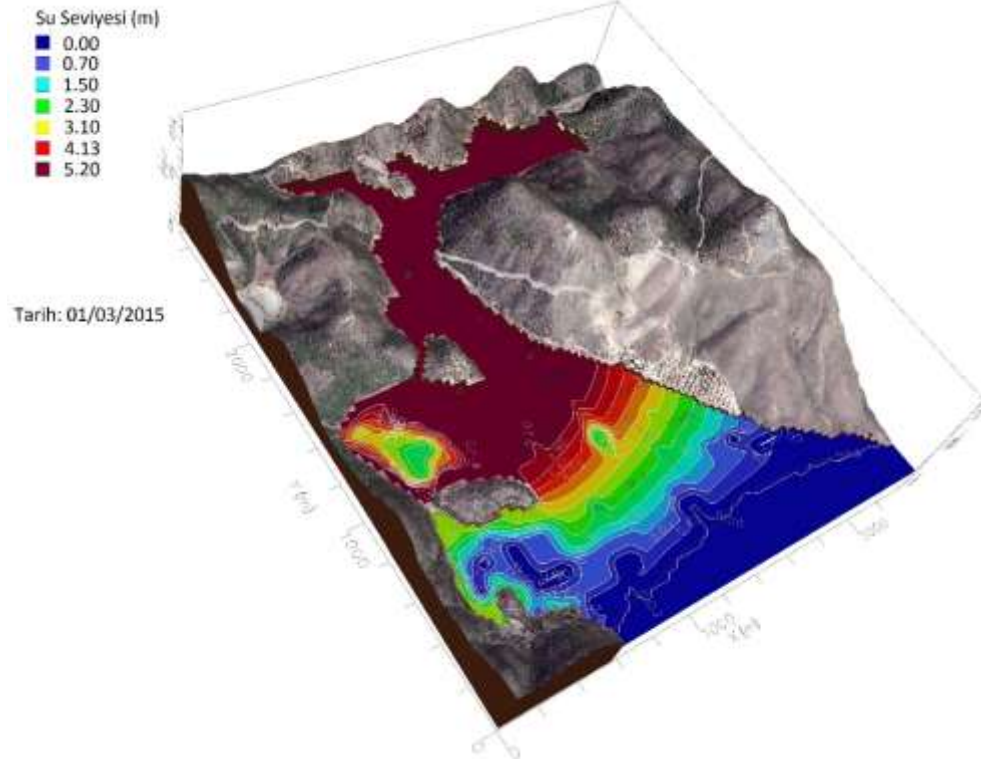
Şekil 11.38. 01 Aralık 2014 ayında çalışma alanında YAS değişimi



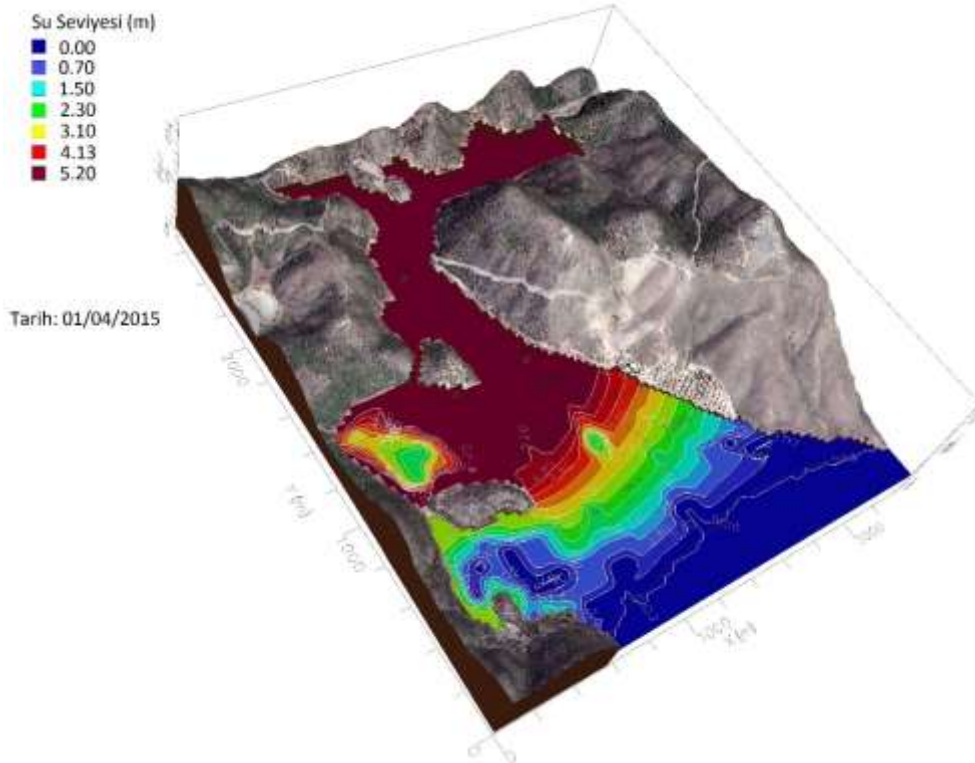
Şekil 11.39. 01 Ocak 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi



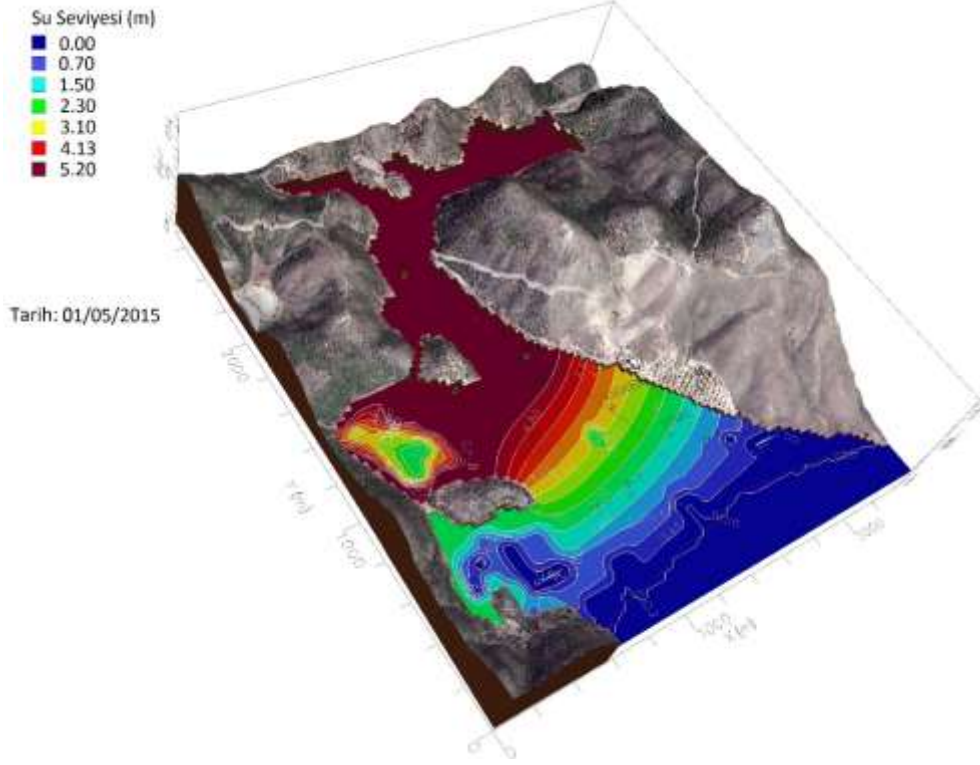
Şekil 11.40. 01 Şubat 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi



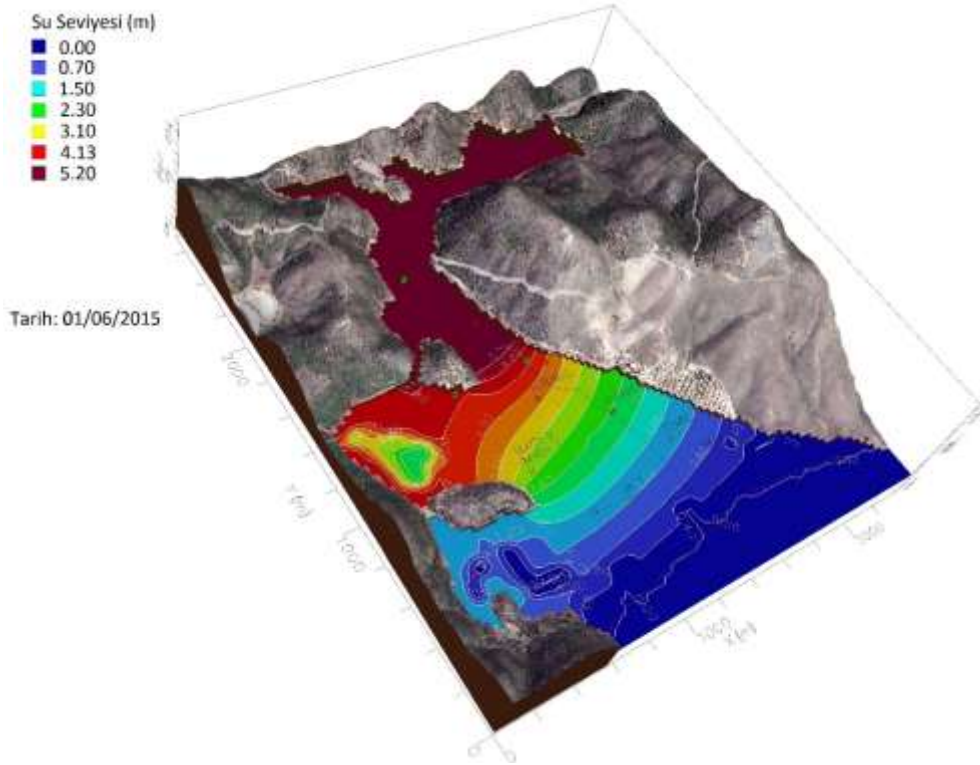
Şekil 11.41. 01 Mart 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi



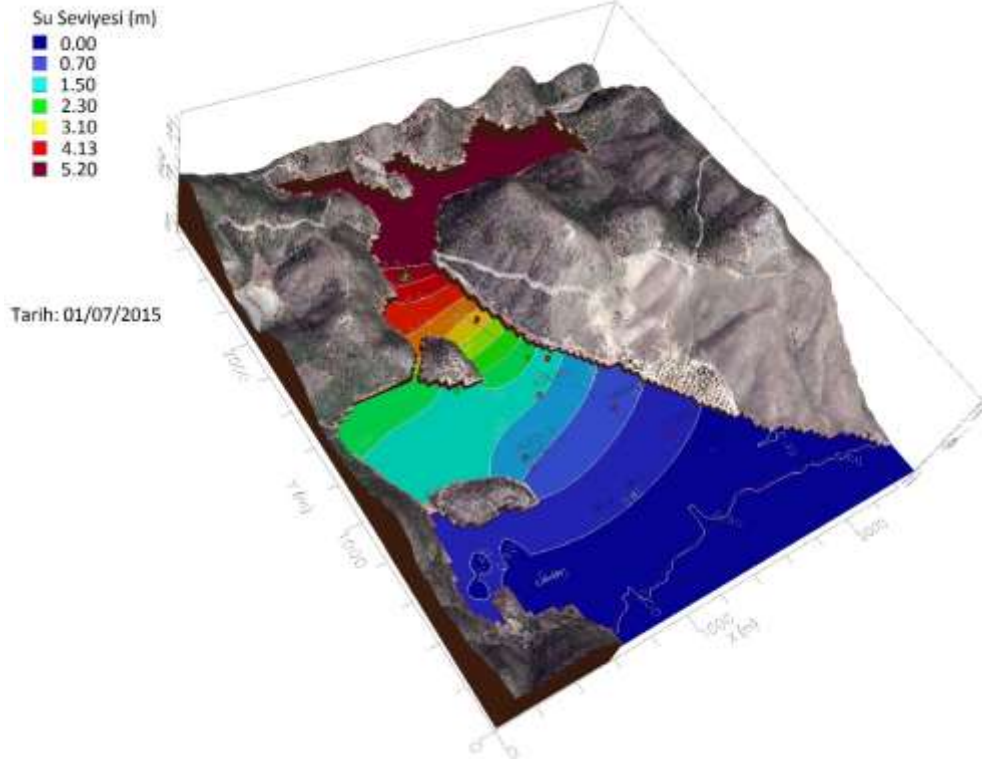
Şekil 11.42. 01 Nisan 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi



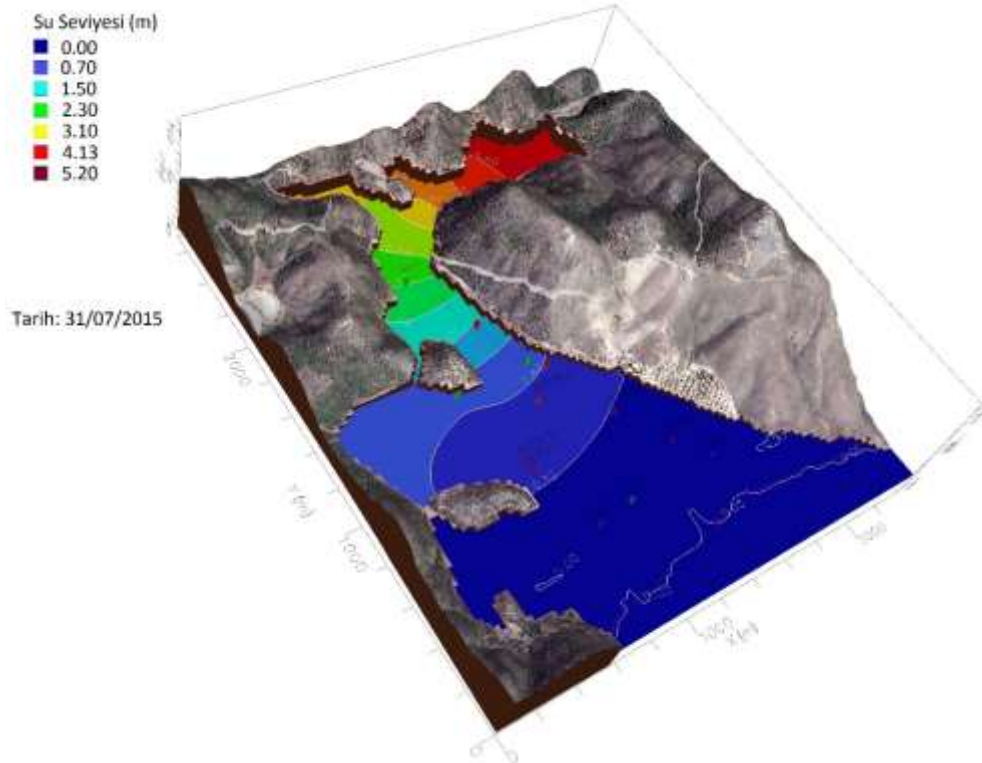
Şekil 11.43. 01 Mayıs 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi



Şekil 11.44. 01 Haziran 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi

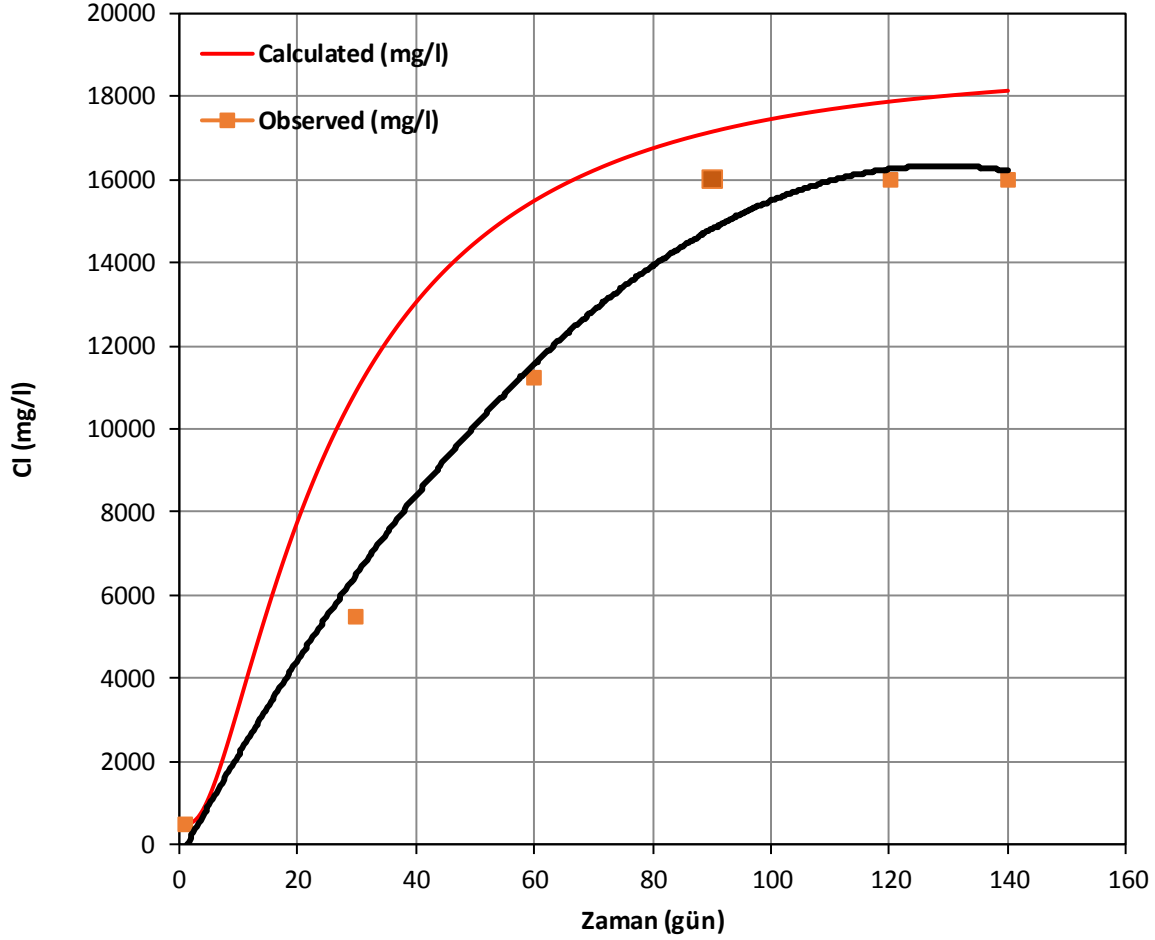


Şekil 11.45. 01 Temmuz 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi

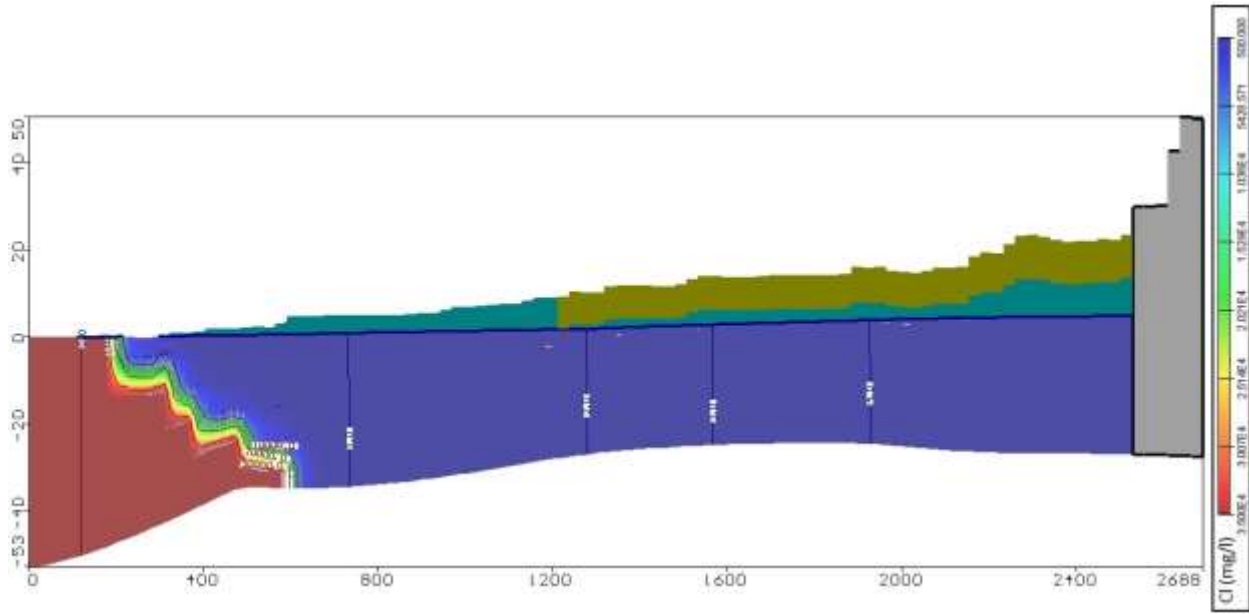
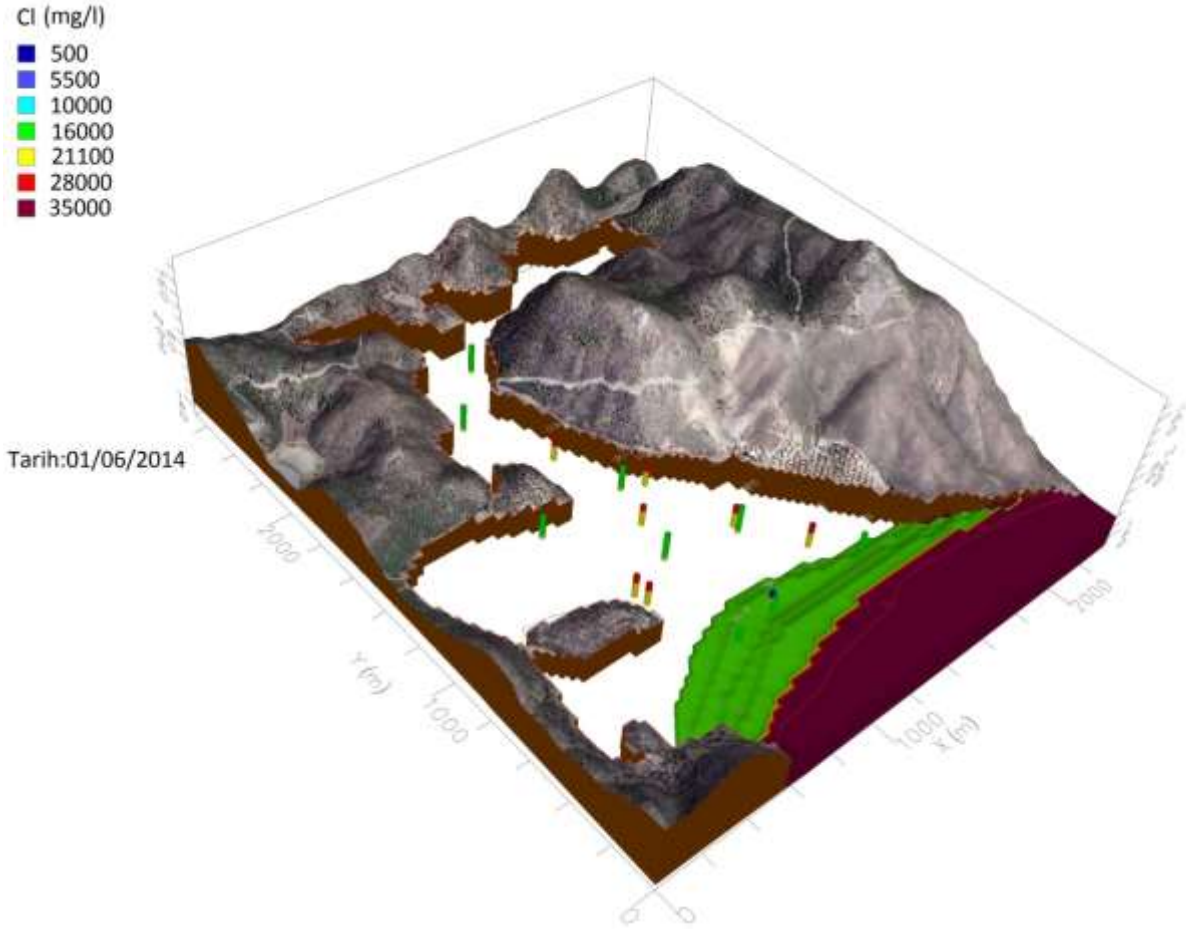


Şekil 11.46. 31 Temmuz 2015 ayında çalışma alanında YAS değişimi

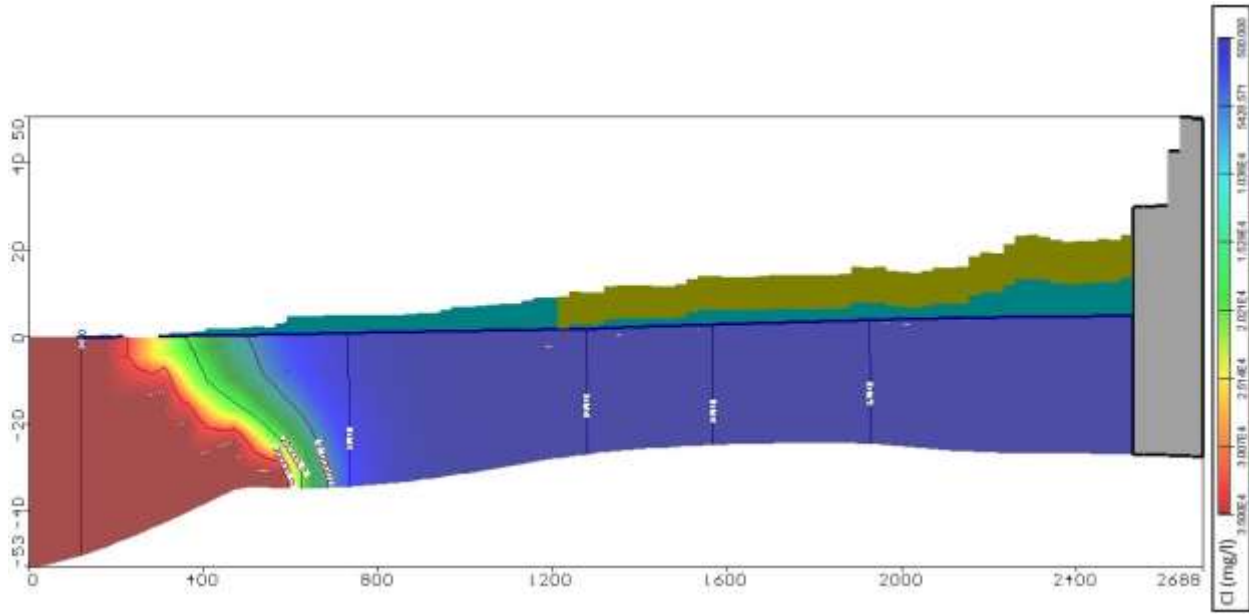
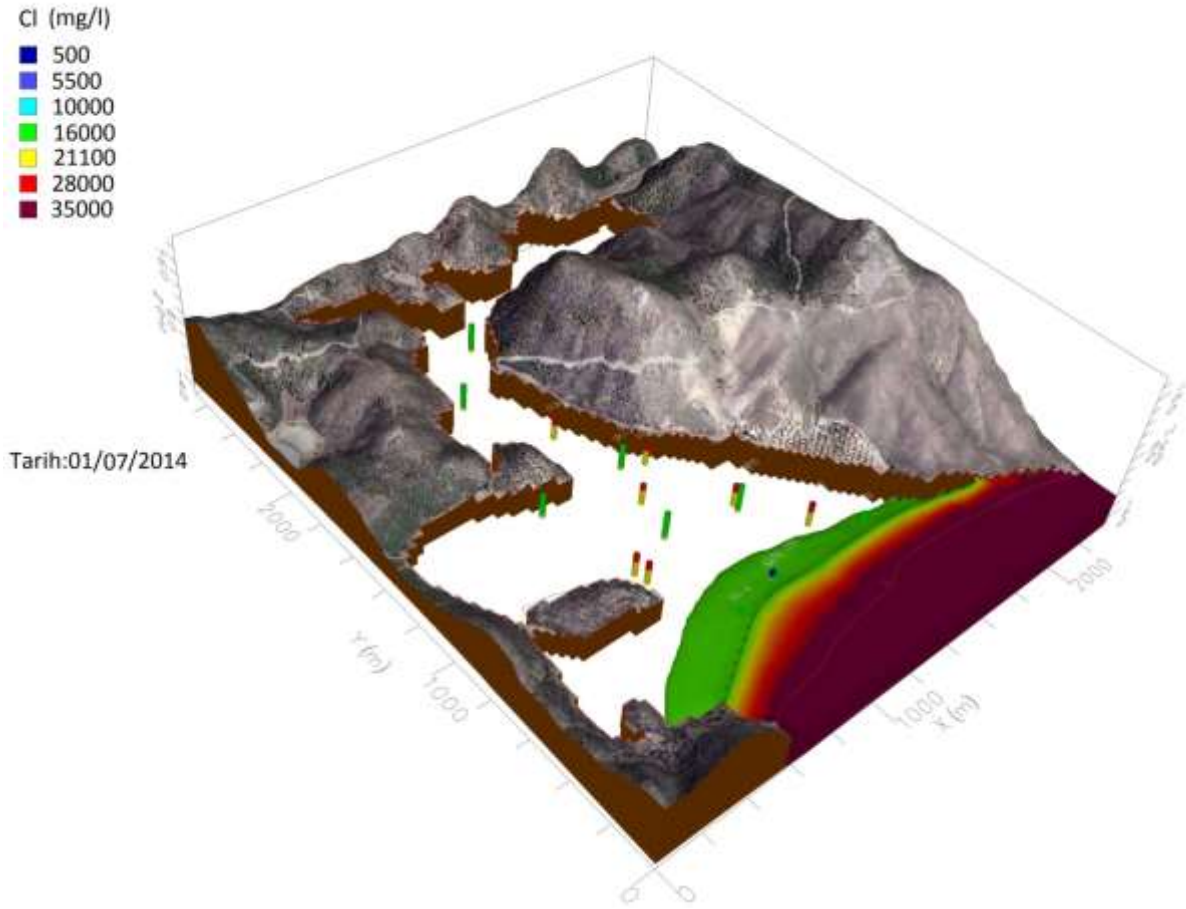
Karareis sahasında tuzlu su girişimine yönelik zaman-değişkenli model ise, saha ölçümlerinin yapıldığı Mayıs- Eylül 2014 tarihleri kapsayan 140 günlük bir süre için çalıştırılmıştır. Cl konsantrasyonu hem gözlenen hem de hesaplanan arasında iyi bir kolerasyon sağlanmıştır (Şekil 11.47). Şekil 11.48 - Şekil 11.51'de Karareis sahasında Cl konsantrasyonunun değişimi görülmektedir. Haziran 2014'te çekimlerin artması ile birlikte tuzlu suyun karaya doğru ilerlediği açık bir şekilde görülmektedir.



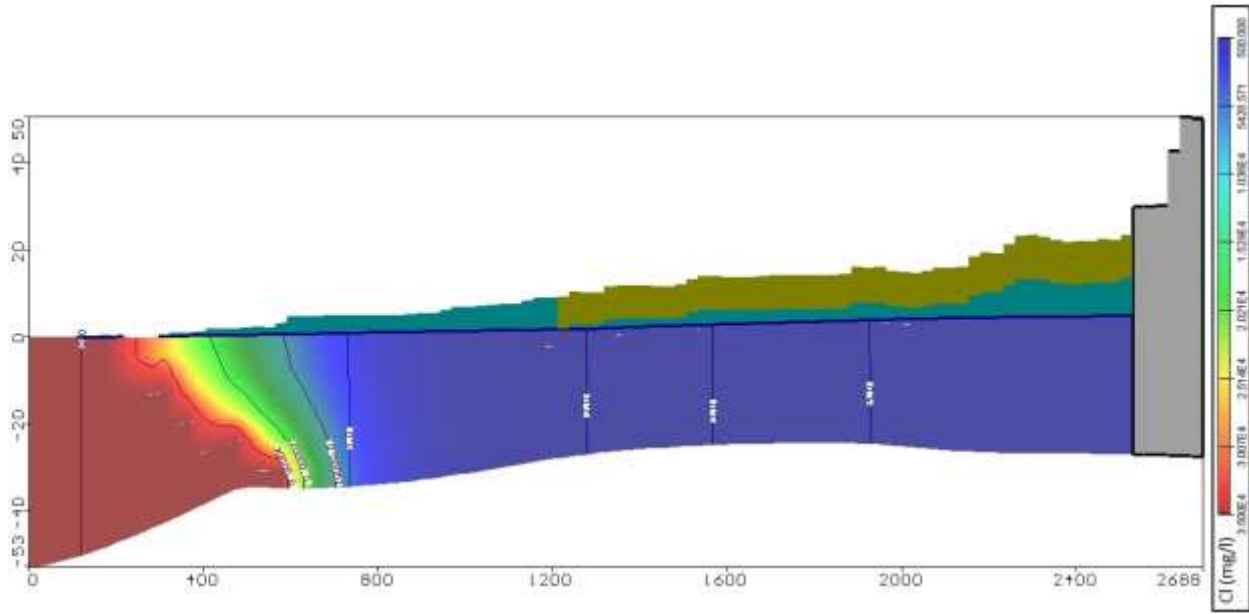
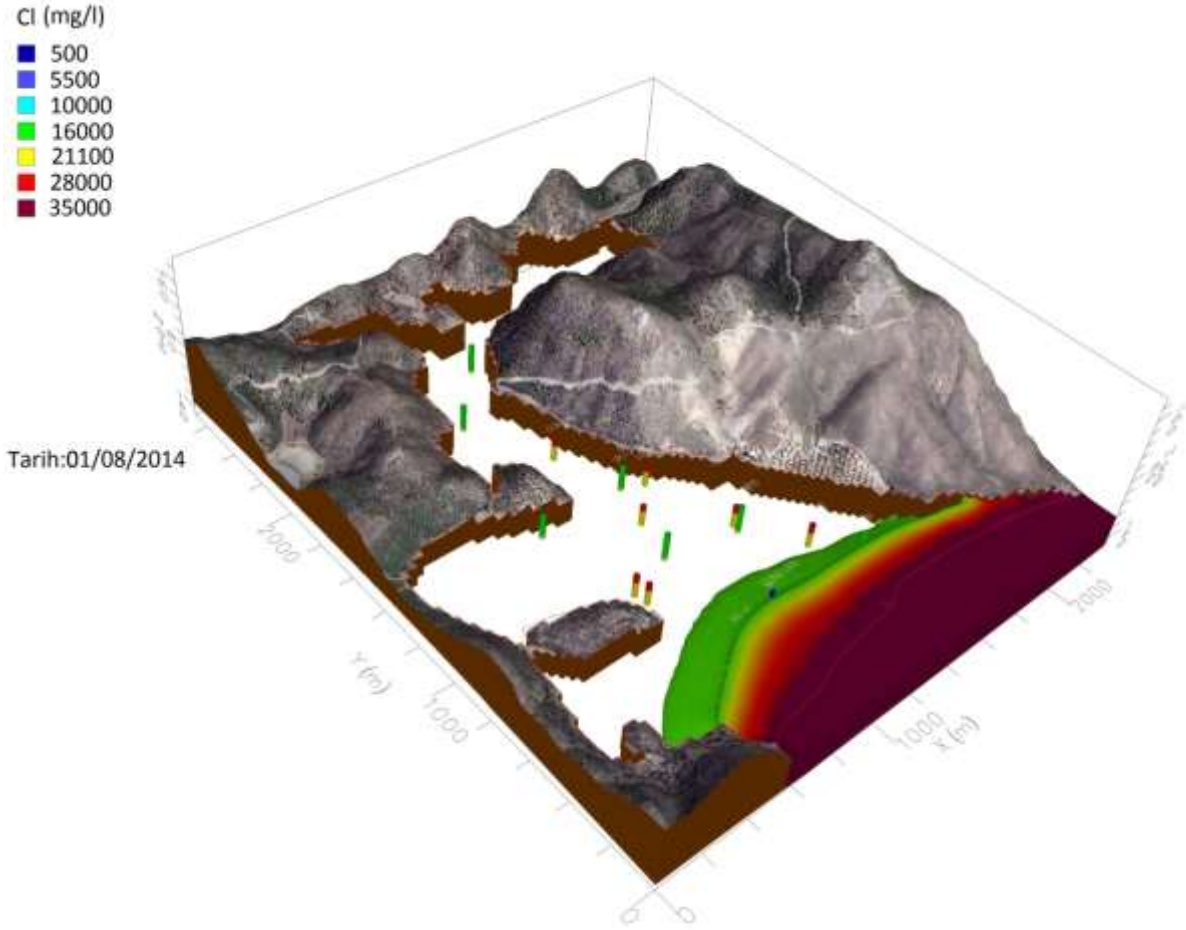
Şekil 11.47. Karareis sahasında hesaplanan ve gözlenen konsantrasyon ilişkisi



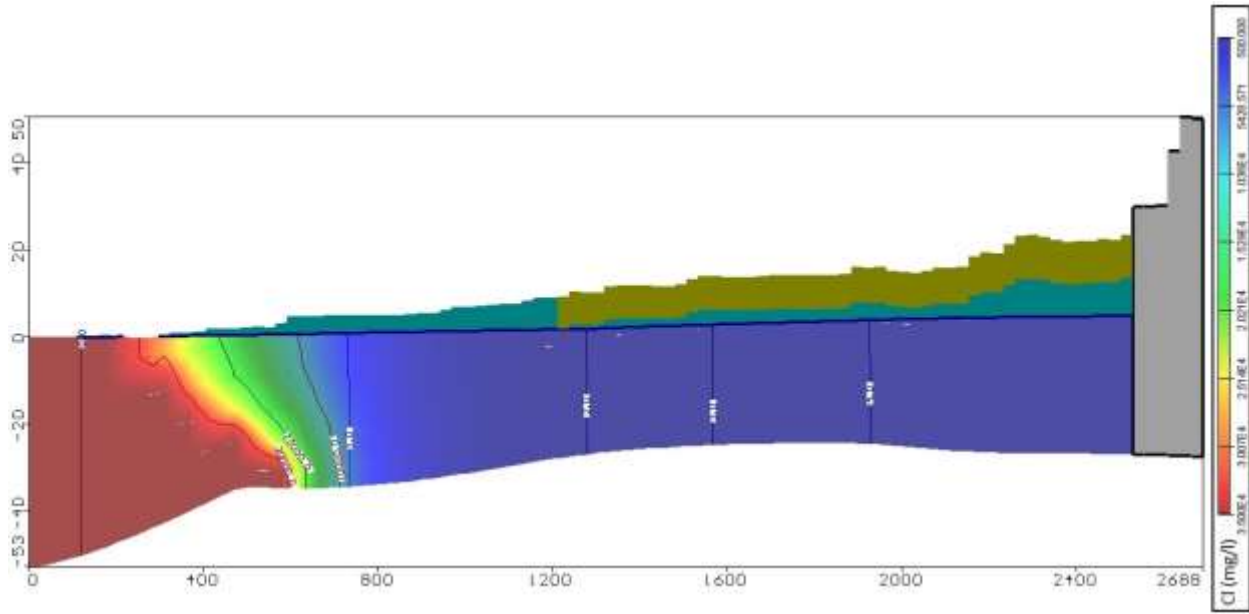
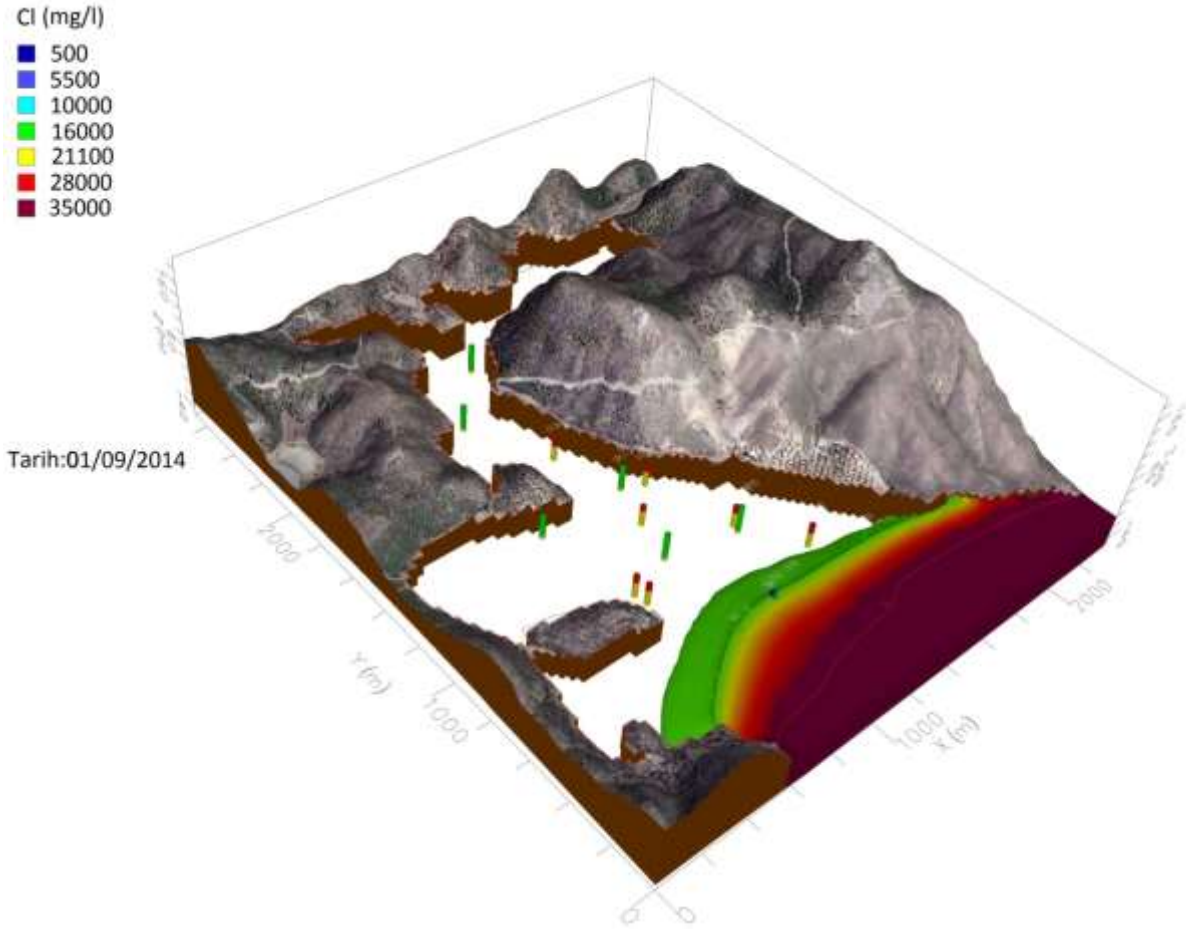
Şekil 11.48. Karareis sahasında yağışlı dönemde (Haziran 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim



Şekil 11.49. Karareis sahasında kurak dönemde (Temmuz 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim



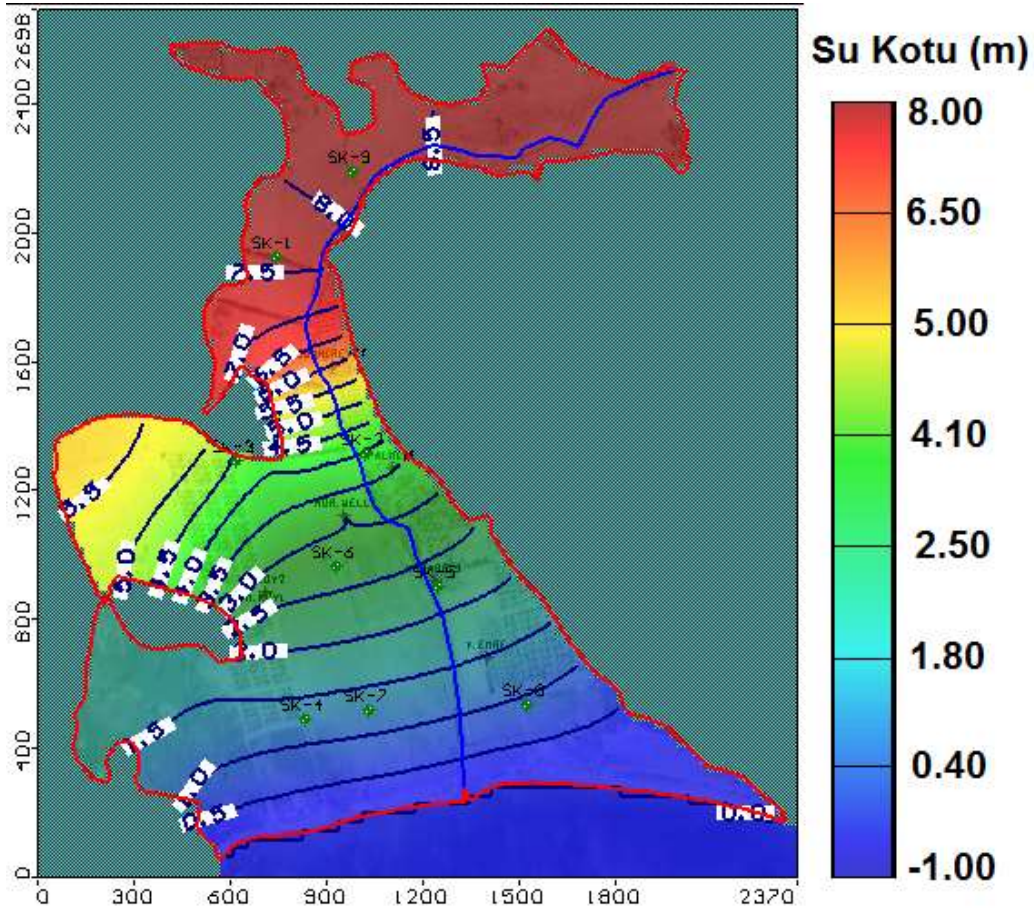
Şekil 11.50. Karareis sahasında kurak dönemde (Ağustos 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim



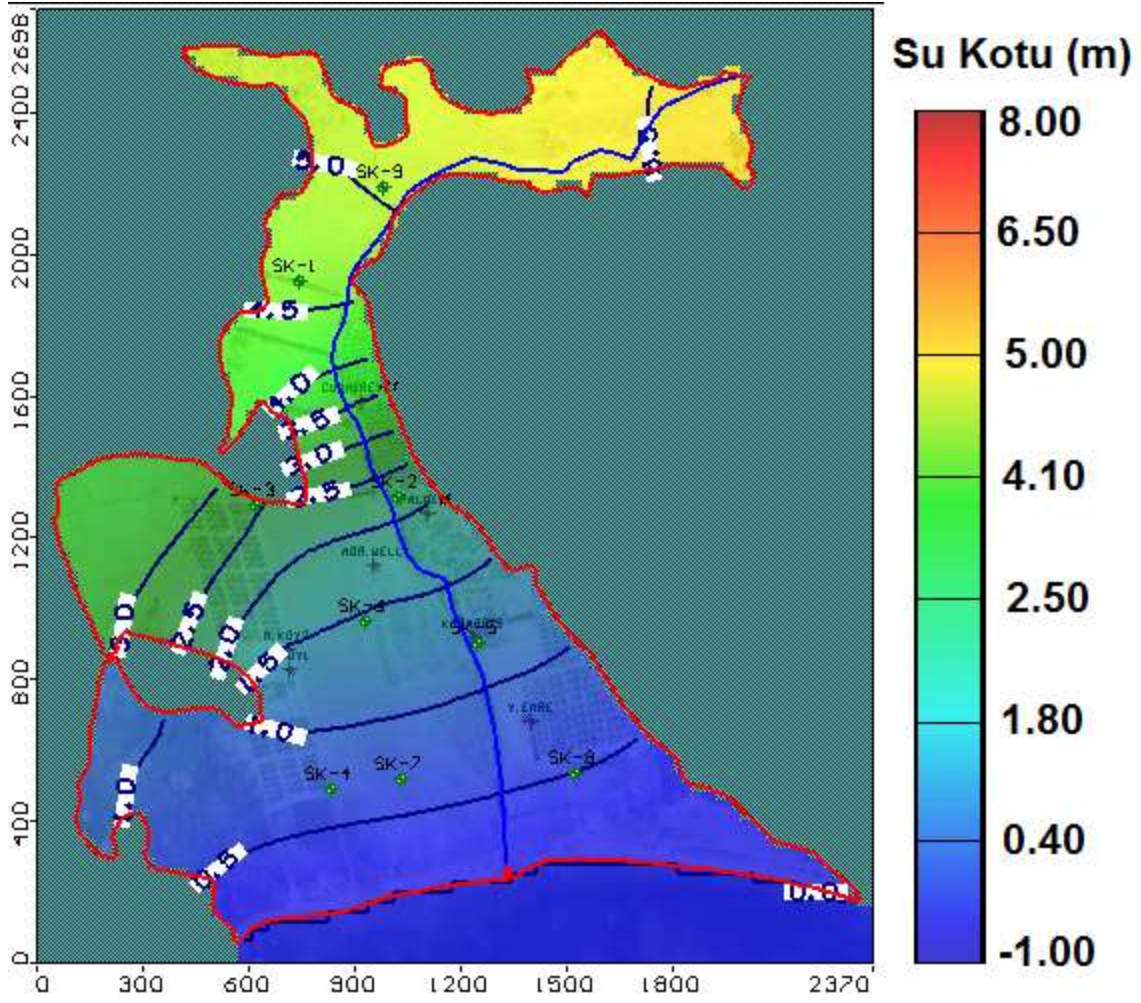
Şekil 11.51. Karareis sahasında kurak dönemde (Eylül 2014) Cl konsantrasyonundaki değişim

11.2.7 Karareis Sahasında Modelleme İle Yapılan Senaryolar

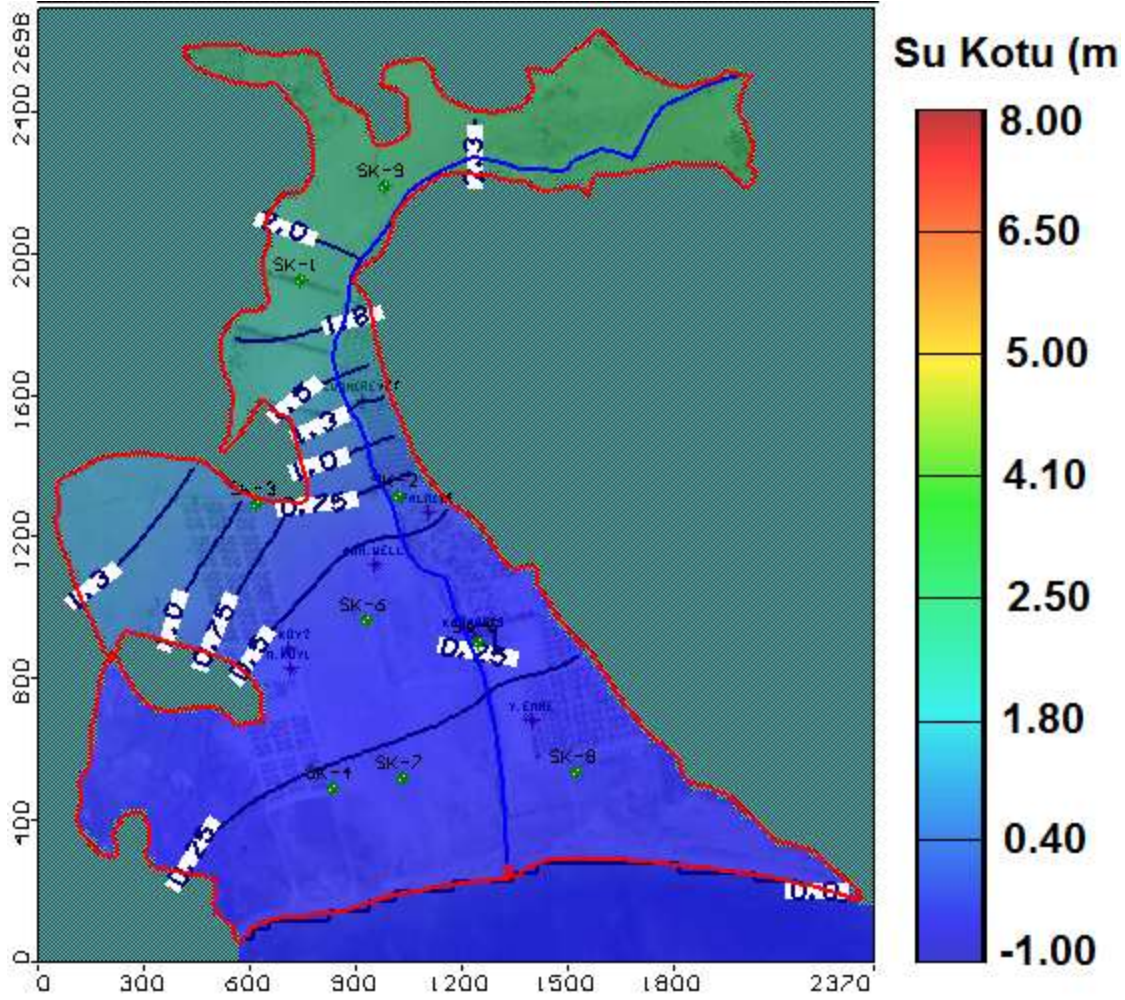
Karareis alüvyon akiferinde beslenimin düşmesi ya da çekimin artması durumunda meydana gelebilecek değişimler irdelenmiştir (Şekil 11.52- Şekil 11.54). Karareis alüvyon akiferinin bittiği kesimde (alanın kuzey batısında) başta Çeşme olmak üzere alandaki yerleşim alanlarına su sağlamak amacı ile yapımı devam eden bir baraj (Karareis Barajı) bulunmaktadır. Söz konusu barajın akifere etkisi daha sonraki yıllarda daha detaylı olarak irdelenecektir. Ancak, en kötü olasılıklar dikkate alınarak yapılan irdemelerde beslenimin yaklaşık %50 ya da %75 azalması durumunda su seviyesinin ciddi düşeceği ve deniz suyunun ilerleyeceğini göstermektedir. Beslenimin % 50 azalması durumunda akiferde yaklaşık 3 m'lik bir su düşüşünün meydana geleceği, bu düşüşle birlikte deniz suyunun yaklaşık 800m ilerleyeceği görülmektedir (Şekil 11.53) . Beslenimin %75 azalması durumunda ise su seviyesinde yaklaşık 6 m'lik bir düşüşün söz konusu olacağı ve deniz suyunun yaklaşık 1200m ilerleyeceğini anlaşılmaktadır (Şekil 11.54).



Şekil 11.52. Karareis sahasında YAS değişimi

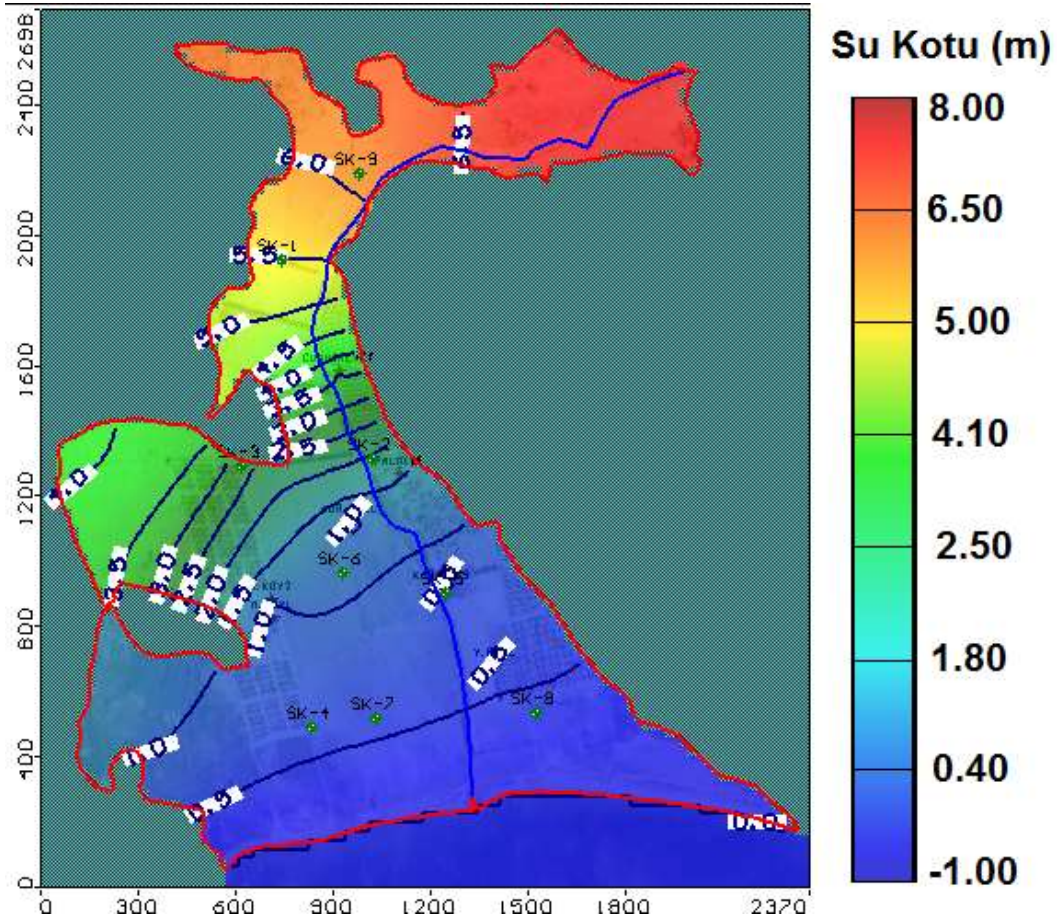


Şekil 11.53. Karareis sahasında beslenmenin % 50 düşmesi durumunda YAS değişimi

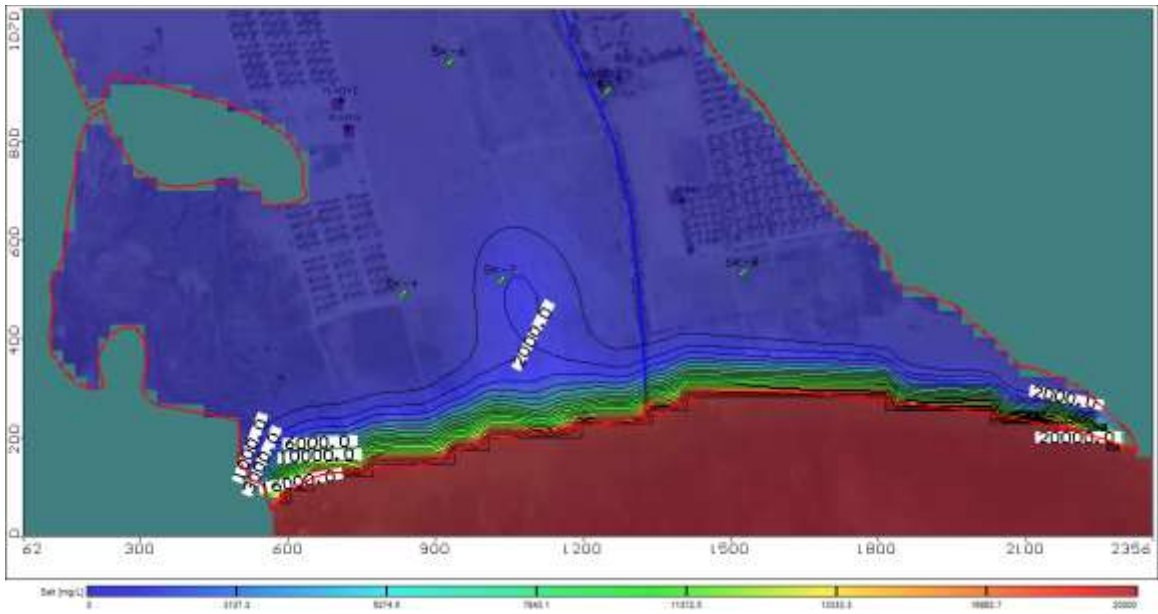


Şekil 11.54. Karareis sahasında beslenmenin % 75 düşmesi durumunda YAS değişimi

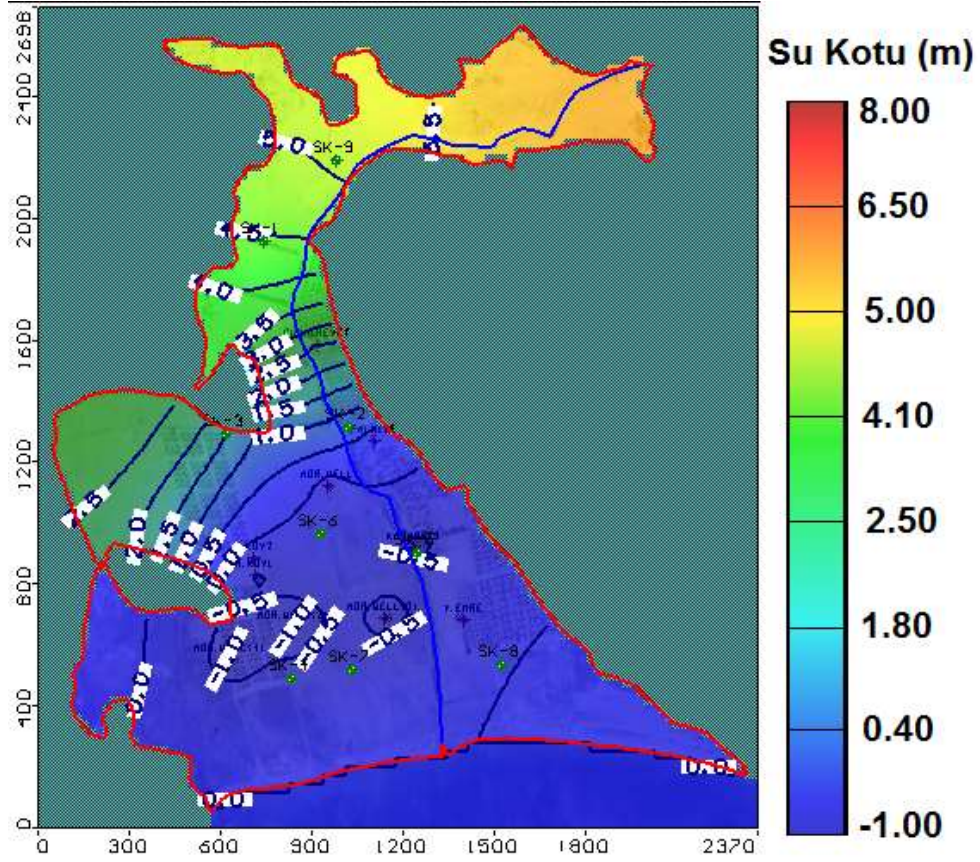
Karareis alüvyon akiferi yazın (özellikle Haziran-Eylül ayları arası) yoğun olarak kullanılmaktadır. Yörede yaşayan insanların sürekli konutlarında oturduğu ve aynı çekimlerle kuyularını kullandığı düşünüldüğünde alandaki su seviyesinin yaklaşık olarak 2m düşeceği görülmektedir (Şekil 11.55). Bu yoğun su tüketim ile birlikte, deniz suyu girişiminin özellikle dere yatağı boyunca ilerlediği görülmektedir (Şekil 11.56). Ayrıca, bölgede üç adet tarım amaçlı kuyunun açıldığı ve günde 500 m³'lük su çekiminin yapıldığı dikkate alındığında akiferde yaklaşık su seviyesinin 3m düşeceği ve deniz suyunun ovanın ortasına doğru ilerlediği net bir şekilde anlaşılmaktadır (Şekil 11.57 ve 11.58).



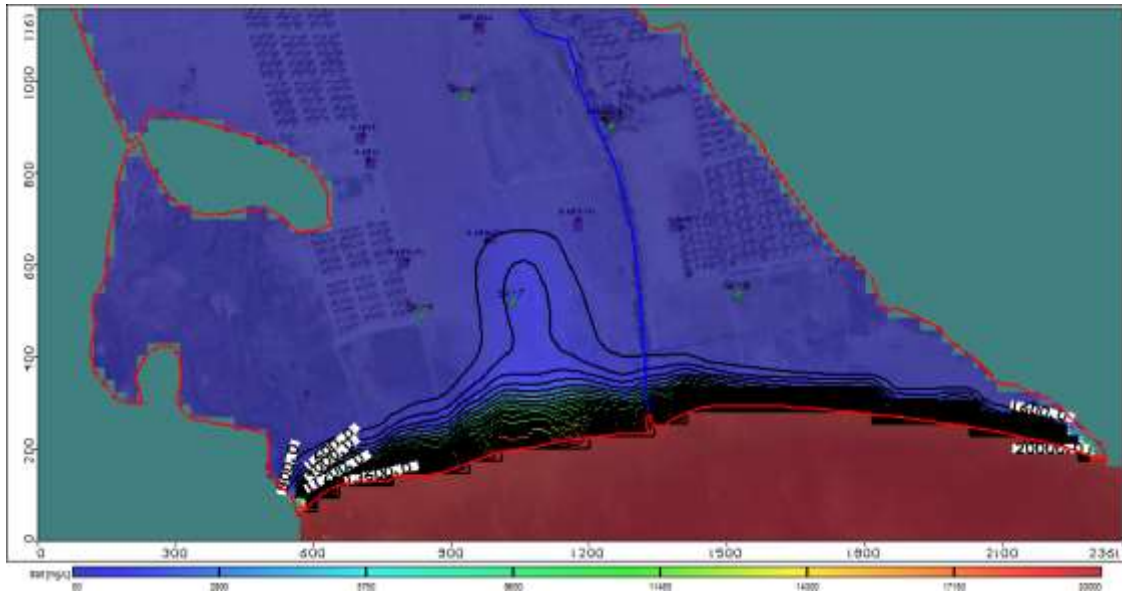
Şekil 11.55. Mevcut üretim kuyularının sürekli çalışması durumunda YAS değişimi



Şekil 11.56. İçmesuyu amaçlı üretim kuyularının sürekli çalışması durumunda deniz suyu girişimi



Şekil 11.57. Kararesi’te tarımsal amaçlı üç adet üretim kuyusunun çalıştırılması durumunda YAS değişimi



Şekil 11.58. Tarımsal amaçlı üç adet üretim kuyusunun sürekli çalışması durumunda deniz suyu girişi

12. SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir kentinin batısında ve Ege Denizi'ne uzanan bölümünde yer alan Karaburun Yarımadası, doğal ve kültürel değerlerini günümüze kadar büyük oranda korumuştur. Topoğrafyası, iklimi, özgün flora ve faunası, kıyıları, doğal kaynakları, tarihi yerleşimleri ve arkeolojik birikimi ile kendine özgün bir kimlik taşımaktadır. Bu nedenle, Karaburun Yarımadası hem turizm hem de tarımsal üretim açısından gün geçtikçe gelişmektedir. Ancak, yarımadaının geleceği için su kaynaklarının miktar ve kalitesinin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu bölgede su kaynaklarının sürdürülebilirliği ile ilgili çalışmalar yapılmadığı için son dönemlerde ciddi problemler yaşanmakta ve temiz su arzındaki sıkıntılar nedeniyle bölgedeki insan yaşamı ve tarımsal faaliyetler olumsuz yönde etkilenmektedir.

Karaburun Yarımadası'nın temel kayaçlarının stratigrafisi ve bölgedeki tektonik anlamı uzun yıllardan beri çalışılmıştır. Bu proje kapsamında ise jeolojik yapıların su tutma kapasiteleri göz önüne alınarak bazı kesimlerde daha detaylı jeolojik haritalamalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda Yarımadaının temelini Paleozoyik yaşlı Karaburun Melanji, Erken Triyas yaşlı Gerence formasyonu, Orta Triyas yaşlı Camiboğazı formasyonu, Karaburun Granodiyoriti, Geç Triyas yaşlı Güvercinlik formasyonu, Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı Bornova Melanji'na ait kayaçlar oluşturmaktadır. Bu kayaçlar Neojen yaşlı volkanosedimanter bir istif tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Tüm birimler Kuvaterner yaşlı alüvyon ve kıyı çökelleriyle uyumsuzlukla örtülüdür. Yarımada da yüzlek veren birimlerin sınırları tektonik kontrollüdür. Yarımada da yer alan Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı karbonatlar oldukça karstik bir özellik kazanmıştır. Karaburun Yarımadası'nda polye ve uvala şeklinde karstik yapılar bulunmaktadır. Bölgede yer alan karstik yapılar tektonik kontrollüdür. Tektonik zonlar boyunca kaynaklar çıkmaktadır. Bu kaynaklardan en önemlisi olan İldırı kaynakları hem DB hem de KKD doğrultulu faylar tarafından kesilmiştir.

Karaburun Yarımadası'nın jeolojik verimi ve yapısal elemanları ile karstik sistemlerin gelişimi birlikte değerlendirildiğinde, Karaburun karbonat platformunun suüstü oluş zamanları, Miyosen gölünün kurduğu dönem ve tüm bu yapıların deforme oldukları zamanlar önem kazanmaktadır. Buna göre, Karaburun platformu Nohutalan formasyonunun çökeliminden hemen sonra Malm sonunda suüstü olmuş ve platformdaki ilk karstik sistemlerin kurulması bu zamanda gerçekleşmiş olmalıdır. Stratigrafik istifte Malm sonunda Nohutalan Formasyonu ile Aktepe Formasyonu arasında gözlenen ve boksit cepleriyle simgelenen uyumsuzluk ilk karstik sisteme işaret etmektedir. İkinci karstik sistem ise, Bornova Karmaşığı (İzmir Filişi)'nin Karbonat platformu üzerine yerleşimi sırasında/sonrasında gelişen ters/bindirme fayları ve bunlarla ilişkili

gelişen yapılarla bağlantılı olmalıdır. Eosen-Oligosen dönemindeki çökmezlik evresine karşılık gelen bu dönemde, suüstü olmuş olan platform birimleri ile Bornova karmaşığında blok konumlu olan karbonatlı birimlerin suüstü olmuş kesimlerindeki karstik sistemler gelişmiştir. Bölge Miyosen başında doğrultu atım ve normal faylarla parçalanarak, Miyosen döneminde karasal volkanizmanın da eşlik ettiği gölssel havzaların oluşumu gerçekleşmiştir. Bu dönem sonunda vakanosedimanter havzaların gölssel kireçtaşlarıyla kaplandığı anlaşılmaktadır. Üçüncü evre karstik yapı gelişimi Miyosen sonuna rastlamaktadır. Bu dönemde Miyosen gölü kurumuş ve yükselerek suüstü olmuştur. Miyosen sonunda tüm Karaburun kuşağı İzmir-Balıkesir Transfer zonu etkisinde deforme olan bölgede doğrultu atımlı fay ve normal fayların etkisiyle parçalanmış ve susüstü olan kesimlerde yeni karstik sistemlerin oluşmasına olanak sağlamıştır.

Sonuç olarak Karaburun Yarımadası'nda Karstik sistemlerin oluşum zamanları Malm sonu, Eosen-Oligosen dönemi ve Miyosen sonu olmak üzere üç farklı evrede gerçekleşmiştir. Bu nedenle, doğal olarak, Malm sonu ve Eosen-Oligosen dönemi karstik sistemleri daha karmaşık geometrili ve içyapıya sahiptir. Son dönemi simgeleyen Miyosen sonu karstik sistemleri ise, Neotektonik dönem fayları tarafından denetlenmiş olmalıdır. Karaburun Yarımadası'ndaki tüm karstik sistemler birlikte değerlendirildiğinde, Yarımada bütününde çok evreli karstik sistemlerin geliştiği ve bu sistemlerin, yaşlıdan gence doğru, sıkışma tektoniği ürünü bindirme fayları ve doğrultu atımlı fay/normal fay tektoniği etkisinde şekillendiği ortaya çıkmaktadır.

Karaburun Yarımadası'nın jeoloji özellikleri ve alanda açılan kuyuların hidrolojik parametreleri dikkate alınarak yeraltı suyu kütlelerinin haritası yapılmıştır. Yarımada yüzlek veren ve yeraltı suyu bulundurma açısından verimsiz olan birimler (Paleozoik yaşlı Dikendağı Birimi gibi) kaya kütleleri olarak sınıflandırılmıştır. Karaburun Yarımadası'nda yaygın olarak gözlenen özellikle de yüksek kotlarda yüzlek veren Mezozoik yaşlı karbonatlı birimler (Camiboğazı formasyonu ve Güvercinlik formasyonun) ise karstik kaya kütleleri olarak tanımlanmıştır. Karstik kaya kütleleri içerisinde gelişmiş polyeler (Barbaros, Kadıovacık, Nohutalan gibi) bulunmaktadır. Bu karstik kaya kütleleri içerisinde debileri yüksek olan (10 L/sn aşan) kaynaklar (İldırı Kaynakları, Kaynarpınar ve Gerence Kaynakları gibi) bulunmaktadır. Karstik kaya kütleleri tektonizmadan oldukça etkilenmiştir. Bu alanlarda fay sistemlerine paralel olarak karstik yapıların geliştiği ve bunların birbirleri ile bağlantılı olduğu görülmektedir. Bu tektonik unsurla alanda karstik sistemlerin beslenme ve boşalım mekanizmasında en önemli unsuru olduğu görülmektedir.

Yapılan incelemelerde Karaburun Yarımadasının hidrojeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıya sahip olduğu, su tutma ve iletme potansiyeline sahip karstik kireçtaşları, çatlaklı volkanik kayalar ve kıyı akiferleri gibi farklı tipte yapıları geliştiği görülmektedir. Çalışma alanında taneli

birimleri oluşturan kıyı akiferi (alüvyonlar) genel olarak dere yataklarında ve fay sistemleri ile kontrol edilen düzlüklerde gözlenmektedir. Aşırı çekime bağlı olarak kıyı akiferlerinden elde edilen suların büyük bir bölümünde deniz suyu girişi nedeniyle tuzlanma problemleri gözlenmektedir. En belirgin kıyı akiferindeki tuzlanma Karareis Bölgesinde görülmüştür.

Yarımadanın içme suyunun yaklaşık % 90'unu yeraltı suyundan (kaynaklar ve kuyulardan) sağlanmaktadır. Çalışma sahasında öne çıkan iki önemli yeraltı suyu işletim alanı olan Mesozoyik karstik kaya kütleleri içinde yer alan İldırı karstik sisteminin ve Karareis alüvyonel birimlerinin hidrolik parametrelerine yönelik sondaj çalışmaları ve pompaj deneyleri yapılmıştır. Karareis taneli birimlerde açılmış araştırma kuyularından elde edilen hidrolik parametrelere göre alanın geçirimsizliği 9.1×10^{-7} ile 2.5×10^{-5} m/sn arasında; alandaki karstik birimlerin permeabilitesi ise 1.03×10^{-3} ile 2.16×10^{-4} m/sn arasındadır. Karareis bölgesinde yer alan taneli birimlerin özgül debi değeri 0.16 ile 3.14 L/s/m arasında değişmektedir. İldırı bölgesinde açılan kuyuların özgül debi değerleri ise 1.4 ile 116 L/s/m arasında değişmektedir. Bu su noktaları dışında, İldırı, Karaburun, Mordoğan ve Balıklıova yerleşim yerine su sağlayan debileri 2 ile 41 L/sn arasında değişen derin kuyular bulunmaktadır. Karstik kireçtaşı kütleleri dışında alanda taneli birimlerde (Yeni Liman ve çevresi) ve Neojen volkaniklerinde açılan kuyuların verimleri karstik kireçtaşı birimlerine oranla daha düşüktür. Karstik kireçtaşlarında ve taneli birimlerde (kıyı akiferlerin de) açılan kuyuların statik ve dinamik seviyeleri arasındaki farkın düşük olup, kuyu verimleri yüksektir.

Bu çalışma kapsamında taneli birimlerde yeraltı suyunun akım yönü ve hızını belirlemek amacıyla Karareis bölgesinde (Karareis Çayına yakın kesimde) izleyici çalışmaları yapılmıştır. İzleyici yapılan hat üzerinde yöre halkı tarafından hem içme hem de sulama amaçlı kullanılan üretim kuyuları bulunmaktadır. İzleyici testi sonucunda elde edilen veriler bu alandaki birimlerin geçirimsizlik katsayısının $K = 4.9 \times 10^{-3}$ m/sn olduğunu göstermektedir.

Karaburun Yarımadasında yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi, akifer sistemin beslenme ve boşalım mekanizmasının ortaya konulması açısından yeraltı suyu kütlelerinin su tutma özellikleri dikkate alınarak su bütçesi hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, karstik kaya kütlelerinin yeraltı suyu beslenme miktarı $95.676.000 \text{ m}^3$ ve taneli birimlerin ise $6.720.000 \text{ m}^3$ 'tür. Hem karstik hem de taneli birimlerden toplam yeraltı suyu beslenimi $102.396.000 \text{ m}^3$ 'tür. Alandaki bütün veriler dikkate alındığında kaynak boşalımı ve çekim miktarı ise $23.201.506 \text{ m}^3$ 'tür. Yeraltı suyu beslenimi ve tüketimi arasındaki fark ise $79.194.494 \text{ m}^3$ 'tür, bu miktar ise yapılan araştırmalara göre derin dolaşım sistemi ile denize boşalmaktadır. Özellikle karbonatlı sistemin KD-GB yönlü uzandığı dikkate alındığında boşalımın, Karaburun, Gerence, Balıklıova ve İldırı

kesimlerinde gerçekleştiği dşünlmektedir. Bu noktalarda da varlığı bilinen önemli kaynaklar mevcuttur.

İldırı ve çevresinde sulama amaçlı olarak kullanılan üç adet kaynağın su kimyası açısından farklı davranışlar gösterdiği saptanmıştır. İK01 nolu kaynağın elektiriksel iletkenliği (Eİ) 2300 ile 5000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği, özellikle yaz aylarında Eİ değerlerinin yükseldiği saptanmıştır. Genel olarak, kaynaklarda Eİ değerlerinin her yıl biraz daha arttığı görülmektedir. İK02 nolu kaynak, iki tektonik zon (Nohutalan ve Camiboğazı'ndan geçen fayların kesişim noktaları) boyunca açığa çıkmaktadır. Bu kaynağın beslenmesi doğrudan Nohutalan'dan gelen fay ile ilişkilidir. Bu nedenle, bu kaynağın Eİ'si diğer kaynaklardan daha düşüktür. Bu kaynağın Eİ'si 1600 ile 5000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmiştir. Bu kaynaklarda yüksek Eİ değerleri kurak dönemlerde ölçülmüştür. İK03 nolu kaynak ise denize en yakın olan kaynaktır ve Camiboğazı'ndan geçen fay ile ilişkilidir. İK03 nolu kaynağın genel olarak Eİ değerleri 5000 $\mu\text{S/cm}$ civarındadır. Belirli dönemlerde denizden gelen akıntılardan etkilendiği ve Eİ değerinin 10.000 $\mu\text{S/cm}$ üzerine çıktığı görülmektedir.

Karaburun Yarımadası'nda, kaynaklar dışındaki bazı kuyularda da Eİ değerleri artmıştır. Yarımada da hem manuel hem de CTD ile kuyulardaki Eİ değişimi izlenmiştir. İldırı bölgesinde 8 adet üretim ve 4 adet gözlem kuyusunda yapılan incelemelere göre aşırı çekim ile Eİ değerlerin net olarak artığı görülmektedir. İldırı da bulunan İ03 nolu kuyu denizden en uzak kuyudur. Zamana bağlı olarak, aşırı çekimin bir sonucu olarak deniz suyu girişimin açık bir şekilde görüldüğü kuyulardan bir tanesidir. Yağışlı dönemlerde ve bu alandaki kuyuların çalıştırılmadığı zamanlarda Eİ değerinin yaklaşık 750 $\mu\text{S/cm}$ olduğu, özellikle kurak dönemlerde kuyuların yoğun işletilmesi ile Eİ değerlerinin 3000 $\mu\text{S/cm}$ yaklaştığı görülmektedir. İldırı bölgesi dışında Gerence körfezinde yer alan hem İltur hem de Karareis bölgelerinde de benzer durumlar mevcuttur. İltur içinde bulunan İLS kuyusu çok geniş çaplı açılmış ve 9 ay boyunca yoğun olarak bahçe sulamalarında kullanılmaktadır. Bu kuyuda Eİ değerleri 5000 $\mu\text{S/cm}$ üzerindedir. Karareis bölgesinde açılmış bulunan SK-7 kuyusu alanda sulama amaçlı açılmış bulunan pompaj kuyusundan etkilenmektedir. Özellikle kurak dönemlerde (Temmuz-Kası 2014) pompaj kuyusunun çalıştırılması ile Eİ değerlerinin 30.000 $\mu\text{S/cm}$ çıktığı görülmektedir. Sulamanın yapılmadığı Ocak ve Mayıs 2014 ayları arasında ise Eİ değerleri 500 $\mu\text{S/cm}$ seviyelerine indiği görülmüştür. Benzer durum Mordoğan ve Karaburun ilçelerindeki bazı kuyularda (M08 ve KB7) da görülmüştür.

Çalışma alanında hem kurak hem de yağışlı dönemlerde kuyulardan alınan su noktalarının hidrojeokimyasal özellikleri bu alandaki su noktalarının oldukça farklı su tipi sergilediklerini

göstermiştir. Kaynaklar gibi denize yakın olan kesimlerdeki kuyularda (ILS, I01, I03, SK7, F01 ve SK10) yeraltı suları Na^+ , Cl^- ve SO_4^{2-} iyonlarınca zenginleşmişlerdir. Bu alanlardaki kuyular aşırı çekim nedeni ile tuzlanmaya başlamıştır. Hem yağışlı hem de kurak dönemlerde de bu alandaki kuyularda Na^+ , Cl^- , Ca^{++} iyonları yüksektir. Karaburun ve Mordoğan Körfez bölgesindeki sular ise Ca^{++} ve HCO_3^- iyonlarınca zengindir. Bu kesimlerdeki su kaynakları Karaburun Yarımadası'nda yüzlek veren karstik kireçtaşlarından kaynaklanmaktadır. Ancak, aşırı çekimler sonucu, Karaburun'da denize yakın bazı kuyularda (KB7 gibi) Na^+ ve Cl^- iyonlarının özellikle kurak dönemlerde arttığı görülmektedir. Mordoğan bölgesindeki kuyuların önemli bir kısmı yörede yüzlek veren volkanik birimlerden açılmıştır. Bu alandaki kuyular (M02, M06, M07 gibi) karışık su tipi özelliğindedir. Yarımada alüvyondan (KU01, GDK gibi) gelen sular ise karışık su tipindedir.

Jeolojik yapının çeşitliliği ve tektonizma sonucu Yarımada'nın farklı kesimlerinde alterasyon zonları gelişmiştir. Bu zonların bulunduğu kesimlerde kil zonları, mangan yatakları ve cıva yatakları oluşmuştur. Çalışma alanında yapılan jeokimyasal çalışmalara göre, altere zonların yoğun olduğu alanlarda As, Al, Pb, Cu ve Zn değerleri yüksek konsantrasyonlara sahiptir. Bu bağlamda bu birimler içerisinde dolaşan yeraltı suyu kimyasında su kayaç etkileşimine bağlı olarak değişiklik sunmaktadır. Bölge bir yarımada olması neticesinde yeraltı sularının hem deniz suyu hem de kayaçlarda gözlenen alterasyona bağlı olarak kimyasal baskı altında olduğu görülmektedir. Çalışma alanında, Arsenik (As) değerleri, Karaburun ilçesinde KB01 nolu kuyuda, Kaynarıpınar'da KP01 ve KP02 nolu kuyularda, Mordoğan Mahalesinde M08 nolu kuyuda, İltur Sitesi'nde ILS kuyusunda, İldırı'da IS02 nolu kuyuda ve Karareis'te açılan SK7 nolu gözlem kuyularında içme suyu için önerilen limit (10 $\mu\text{g/L}$) değerlerini aşmıştır. Bu alandaki yüksek arsenik değerleri jeolojik yapı ile ilişkilidir. Bor (B) değerleri ise Karareis, İltur ve İldırı bölgesindeki kaynaklarda içme suyu limitlerini (1.5 mg/L) aşmıştır. Bu alanlardaki su noktaları deniz suyu girişimi etkisi altındadır. Bu alanlarda Bromür (Br) değerleri de yüksek çıkmıştır. Yarımada'nın ortasında yer alan ve yöre halk tarafından yoğun olarak kullanılan Yayla Köyü Kaynağı'da Mangan değeri yüksek çıkmıştır. Bu alandaki yüksek mangan değeri alanda yüzlek veren bazaltlarla ilgilidir.

Eylül 2014 ve Nisan 2015'te alınan $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ verilerine göre yarımada'daki tüm akiferler meteorik beslenimlidir. $\delta^3\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ verilerine göre, SK9, M04 ve IK02 numunelerine ait sular yarımada'daki diğer su kaynaklarına göre uzun süreli ve derin dolaşıma giren sulardır. SK9 kuyusundan alınan su yüksek Eİ değeri (2408 $\mu\text{S/cm}$) ve düşük trityum (0,31 TU) değeri ile diğer su numunelerine göre daha yaşlı ve derin dolaşımıdır. ILS numunesine ait Eİ değeri oldukça yüksek (4380 $\mu\text{S/cm}$) olmasına rağmen TU değeri nispeten yüksek (2,82) olması bu kuyuda deniz suyu

girişimine işaret etmektedir. $\delta^{18}\text{O}$ ile yükseklik değerleri ilişkilendirilmiş ve artan yükseklik değerleri ile birlikte $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Proje kapsamında, karasal kökenli olası tatlı suların denize boşalmaları ile ilgili bir dizi fiziksel parametreler (Eİ, Sıcaklık, Oksijen içeriği gibi) ölçülmüştür. Yapılan incelemelerde, İldırı, Gerence, Kaynarınar'da denize boşalmaların olduğu görülmüştür. Boşalımın bulunduğu bilinen ve hatta gözle görünen Kanlıkaya (Karaburun KB kesiminde) lokasyonlarda dalgıçlar ile bir dizi araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada tektonik zonlar boyunca denize su boşalımının olduğu bu alanda ölçülen Eİ değerlerinin (yaklaşık 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) son derece düşük olduğu görülmektedir. Yapılan incelemelerde tatlı su boşalımının net olarak görüldüğü ancak bu kesimlerin daha detaylı olarak daha küçük bir araştırma teknesi kullanmak suretiyle kıyıya ve dolayısıyla boşalım noktasına daha fazla yaklaşılmasının sağlanması gerekmektedir. Kanlıkaya gibi gözle dahi görülebilen boşalım noktalarının daha detaylı olarak gözlemlerinin yapılması ve ölçümlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında yerleri belirlenen bu noktalara dalgıçlar ile gelinerek, derinlik bazlı örnekler alınması ve tuzluluk/elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişimlerinin daha hassas gözlenmesinde yarar vardır.

Denizaltı tatlı su çıkışlarının belirlenmesi-izlenmesi çalışmaları sonucunda bazı yörelerde bu tip çıkışlar gözlenmiştir. Bu kapsamda dalgıçlar yardımıyla bu noktaların yer tespiti de yapılmıştır. Ancak, bunların geleceğe yönelik kullanımlarının nasıl olabileceğinin net olarak belirlenebilmesi için, bu kaynakların tam karakterizasyonunun yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda, söz konusu noktalarda debi, kalite, batimetrik konum vb. parametrelerin hassas bir şekilde belirlenmesi için deniz altı çalışmalarının yapılması gereklidir. Bu proje kapsamında bu çalışmalara öncü olabilecek bazı faaliyetler gerçekleştirilmiş olsa da, bu kaynakların kullanımının belirlenmesi için ilk olarak hassas karakterizasyon daha sonra da fizibilite çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Sözü edilen çalışmalar bu proje kapsamını aşan çalışmalar olmaları nedeniyle sadece bu amaca odaklı yeni bir proje kapsamında yürütülmesi yerinde olacaktır.

Karaburun Yarımadası kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişimi etkisi altındaki yeraltı suyu akımları matematiksel model ile belirlenmiştir. Karaburun Yarımadasında modelleme çalışması İldırı ve Karareis sahalarında yapılmıştır. İldırı sahası tektonik kontrollü karstik bir sahadır. Karareis sahası ise taneli birimlerin yer aldığı bir alandır. İldırı ile ilgili yapılan modelde bölgedeki tuzluluk salınımının tektonik kontrollü olduğu ve faylar ile Gerence Körfezi'nden taşınan tuzlu su ile ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Model sonuçlarına göre kaynaktaki tuzluluğun zamanla değişiminde bölge içme suyu kuyularının yaptıkları çekimlerin etkisi belirgin değildir. Ancak, içme suyu amaçlı olarak kullanılan kuyularda (I01 ve I02) deniz suyu girişiminin etkisi Ağustos ayı

başından itibaren görülmektedir. Tuzluluk konsantrasyonları Aralık ayında dengeye geldikten sonra yeraltı suyu beslenimin artmasıyla düşüş eğilimine girmektedir. Karareis bölgesinde ise kurak dönemlerde (Haziran ayı itibari ile) sulama amaçlı olarak kullanılan kuyuların etkisi ile deniz suyu girişiminin arttığı görülmektedir.

İldırı bölgesi için yağıştan beslenme miktarı 15.000.000 m³ olarak DSİ tarafından hesaplanmıştır. İldırı kaynaklarından 13.245.120 m³ baz akım ve 5.550.336 m³ çekim yapıldığında 18.795.456 m³'lük doğal boşalım ve suni çekim gerçekleşmektedir. Bu durumda beslenme miktarının üzerinde karstik sistemden çıkış söz konusudur. Çalışma alanında tuzlanmanın önüne geçmek için en önemli planlardan biri olarak çekim yerine baz akımdaki suyun kazanılması olacaktır.

Ayrıca, kurak dönemde Karareis bölgesinde ise sulama amaçlı kullanılan kuyuların, Mordoğan ve Karaburun (İtfaiye kuyusu) yerleşim yerlerinde bulunan ve denize yakın olan kuyuların sürekli çalışması deniz suyu girişimini artırmaktadır. Bu nedenle, bu alandaki kuyuların düşük debilerle ve kurak dönemlerde dinlendirilerek çekim yapılmasında yarar vardır.

REFERANS

- Anonim, 2012. "Karaburun İlçesi Arazi Sınıflandırması Projesi", İzmir İl Özel İdaresi Payını, İzmir.
- Aley, T. and Fletcher, M.W., 1976, "The Water Tracers Cookbook: Missouri", Speleology, Vol. 16, Mo. 3, p. 1-32.
- Aras, A., Göktaş, F., Demirhan, M., Demirhan, S. ve İçöz, E. 1999. "Karaburun kilinin stratigrafisi, mineralojisi ve pişme özellikleri", BAKSEM'99, 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, İzmir, 238-247.
- Arslan H, Cemek B, Demir, Y Yıldırım, D. 2011. "Deniz Suyu Girişiminin Belirlenmesinde Çevresel İzotopların Kullanılması". Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (2): 59-64.
- Baba, A., Deniz, O. ve Şanlıyüksel, D., 2008. "Kazdağları Kuzey Doğusunda Bulunan Soğuk Su Kaynaklarının İzotopik Özellikleri", III. Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, say. 1-12., İstanbul.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F. & Mazzuoli, R. 1972. "Geochronology and Petrology of Recent Volcanics in the Eastern Aegean sea (West Anatolia and Leovos Island)" Bull. Volcano., 36, 473–496.
- Bozkurt, E. & Sözbilir, H. 2006. "Evolution of large-scale Normal faults: Insights from the Active Manisa fault, Southwest Turkey", Geodinamica Acta, 19/6, 427–453.
- Brinkmann, R., Fluegel, E., Jacobshagen, V., Lechner, H., Rendel, B. & Patrick, P. 1972. "Trias, Jura und Unterkreide der Halbinsel Karaburun (West-Anatolien)", Beitrage zur Geologie von Anatolien, No: 13.
- Brinkmann, R., Gümüş, H., Plumhoff, F. & Salah, H.H. 1977. "Höhere Oberkreide in Nordwest Anatolien und Thrakien", N.Jb.Geol.Palaont. Abh., Stuttgart, 154, 1–20.
- Brinkmann, R., Rendel, B. ve Trick, P. 1967. "İzmir yöresinde pelajik Triyas", Ege Üniv. Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi, no: 37, Bornova,1-3.

Clark, I.D. and Fritz, P., 1997. "Environmental Isotopes in Hydrogeology", Lewis Publishers, New York, 328p.

Craig, H., 1961. "Isotopic variations in meteoric waters", Science 133, 1702-1703.

Çakmakoğlu, A., Bilgin, Z.R. 2006. "Karaburun Yarımadası'nın Neojen Öncesi Stratigrafisi", MTA Dergisi 132, 33–62.

Çakmakoğlu, B., Göktaş, F., Demirhan, M., Helvacı, C. 2013. "Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması", Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 56, Sayı 1, say.39-58.

Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Atmaca, E. ve Altın, A., 2008. "Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasındaki Akiferlerin Özelliklerinin İzotop Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi", III. Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, say. 271-284. İstanbul.

Doğdu, M. ve Yiğitler, O., 2010. "Yüzey ve yeraltı suyu izleme teknikleri", DSİ Teknik Bülteni, sayı 108, say.1-11.

DSİ, 1968. "İzmir Karaburun Yarımadası hidrojeolojik etüd raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1980. "İzmir-Çeşme-Barboros Ovası hidrojeolojik etüd raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1981. "Çeşme (İzmir) Kasabası hidrojeolojik inceleme raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1983. "İzmir-Çeşme-Dalyan Köy Mağarası ve civarının ön hidrojeolojik etüd raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1987. "İzmir – Çeşme İldır Karst Kaynağı Hidrojeolojik Etüd Raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1993. "Karaburun Yarımadası Karst Hidrojeoloji Etüd Raporu" (yayınlanmamış).

DSİ, 1994. "Karaburun Kösedere Köyü Aşağıovacık civarı hidrojeolojik etüd raporu" (yayınlanmamış).

- DSİ, 1995. "ATAK Projesi Çeşme Alaçatı Hidrojeolojik Etüd Raporu" (yayınlanmamış).
- DSİ, 1998. "İldırı Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Olanakları Raporu" (yayınlanmamış).
- DSİ, 1985. "İzmir – Çeşme – İldırı Karst Kaynakları Geliştirme Projesi Hidrojeoloji Raporu" (yayınlanmamış).
- DSİ, 1997. "İzmir – Çeşme – İldırı Su Kaynakları Islahı Projesi İlave Temel Sondaj ve Deneme Enjeksiyonlarına ait Jeoteknik Rapor" (yayınlanmamış).
- DSİ, 2014. Gediz Havzası Yeraltı suyu Planlaması, Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ, İzmir Bölge Müdürlüğü, İzmir.
- Emekli, G., 2005., "Urla Kent Coğrafyası", E.U. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bolumu, İzmir, 195s
- Emiroğlu, M., 1988. "Urla Yarımadasında nüfusun gelişmesi", Ankara Üniversitesi, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih- Coğrafya Fakültesi Dergisi, 32 (12): 237-265
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. & Gökaş, F. 2005. "İzmir Yakın Çevresinin Diri Fayları ve Deprem Potansiyelleri", MTA Rapor No: 10754.
- Erdoğan, B. 1985. "Bornova Karmaşığının bazı stratigrafik ve yapısal özellikleri", Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara,14.
- Erdoğan, B. 1990. "İzmir-Ankara Zonu'nun, İzmir ile Seferihisar Arasındaki Bölgede Stratigrafik Özellikleri ve Tektonik Evrimi", TPJD Bülteni 2/1, 1–20.
- Erdoğan, B. 1998. "İzmir-Ankara Zonu ile Karaburun Kuşağının tektonik ilişkisi", Kozur, H., The age of the siliciclastic series ("Karareis formation") of the western Karaburun peninsula, western Turkey, Paleontological Polonica,58, 172-187.
- Erdoğan, B., Altiner, D., Güngör, T. ve Özer, S. 1990. "Karaburun Yarımadası'nın Stratigrafisi", MTA Dergisi, No:111, 1-22, Ankara.

- Erkül S., Sözbilir H., Erkül F., Helvacı C., Ersoy Y., Sümer Ö. 2008. "Geochemistry Of I-Type Granitoids In The Karaburun Peninsula, West Turkey: Evidence For Triassic Continental Arc Magmatism Following Closure Of The Palaeotethys Island Arc", vol.17, pp.394-418.
- Eryılmaz, M ve Yücesoy-Eryılmaz, F. 1999. "Ege Denizi'nin tektonik yapısı", 52.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler kitabı 10-12 Mayıs, 358-365, Ankara.
- Eryılmaz, M ve Yücesoy-Eryılmaz, F. 2003. "İzmir Körfezi'nin oşinografik yapısı ve güncel çökel dağılımı", 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı. 14-20 Nisan 2003,185-186, Ankara.
- Eryılmaz, M. 2003. "Kıta sahanlığı-Doğal uzantı kavramları ve Ege Denizi", Mersin Ü. Müh.Fak. Jeoloji Müh. Böl. 10.yıl sempozyumu (15-18 Ekim) Bildiri Özleri Kitabı, s.95, Mersin.
- Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Doğan, E., Yüce, H. ve Bayraktar, T. 1998. "Ege Denizi'nin sualtı morfolojisi ve Anadolu'nun Doğu Ege Denizi'ndeki doğal uzantısı". 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri,. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası. (16-20 Şubat 1998), 60-61, Ankara.
- Eşder, T. & Yücel, M. 1999. "Grand Hotel Ontur Jeotermal Enerji Olanaklarının Araştırılması ile İlgili Jeoloji ve Jeofizik Etüt Raporu", Fenerburnu-Çeşme, (yayınlanmamış).
- Eşder, T. 1988, "Gümüldür-Cumaovası (İzmir) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırılması", İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enst. Jeoloji Müh. Ana Bilim Dalı (Doktora Tezi), İstanbul.
- Gatt, J.R., and Carmi, I., 1970. "Evolution of the isotopic composition of atmospheric waters in the Mediterranean Sea", J. Geophys. Res. 75, 3032-3048.
- Gaspar, E. 1987. "Modern Trends in Tracer Hydrology", Vol. II, Boca Raton, Fla.: CRC Press. p. 137.

- Gemici, Ü. ve Oyman, T. 2003. "The influence of the abandoned Kalecik Hg mine on water and stream sediments (Karaburun, Izmir, Turkey)", *The Science of the Total Environment*, 312, 155–166.
- Gessner, K., Gallardo, L.A., Markwitz, V., Ring, U. and Thomson, S.N. 2013. "What caused the denudation of the Menderes Massif: Review of crustal evolution, lithosphere structure, and dynamic topography in southwest Turkey", *Gondwana Research* 24/1, 243–274.
- Göçmez, G., Kahveci, B. ve Güven, N., 2008. "Konya İli Tatlı Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelemesi" III. Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, say.121-132. İstanbul.
- Göktaş, F. 2014. "Karaburun Yarımadası Kuzey Kıyı Kesiminin Neojen Stratigrafisi", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 148, 43-60.
- GTHB, 2012. "Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü 2012 Yılı Kayıtları", Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü, İzmir.
- Gümüş, H. 1971. "Karaburun Yarımadası'nın Orta Kısımının Jeolojisi (İZMİR)", *Ege Ün., Fen. Fak., İlimi Raporlar Serisi*, 100, 3–18.
- Gülderen, K. 2007. "Çeşme (İzmir) Kent Coğrafyası", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İzmir, 225s (yayınlanmamış)
- Helvacı, C., Ersoy, E.Y., Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö., Uzel, B. 2009. "Geochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of Miocene volcanic rocks from the Karaburun Peninsula: Implications for amphibole-bearing lithospheric mantle source, Western Anatolia", *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185, 181–202.
- Helvacı, C., Sözbilir, H., Erkül, F., Ersoy, Y., Sümer, Ö., ve Tatar, S. 2007. "Karaburun Yarımadası Geç Tersiyer Magmatizmasının Evrimi: Stratigrafik, Sedimentolojik ve Jeokimyasal Açından Bir Yaklaşım" (yayımlanmamış).

Höll, R. 1966. "Genese und altersstellung von vorkommen der Sb-W-Hg formation in der Türkei und auf Chios/Griechenland. Bayer", Akad. Der Wiss. Abh., Hf. 127, 1-138, Ver. Der Bayer. Akad. Der Wiss, München.

ITASHY, 2005, Regulation on waters intended for human consumption. Official Gazette dated 17/02/2005, No.25730, Ankara (in Turkish).

İlhan, H.,1996. "Çeşme Yöresi Fiziki Coğrafyası", E.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, E.U. Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 103s (yayınlanmamış).

İSTAKAB, 2012. "İçme suyu temin edilen akifer ve kaynakların koruma alanlarının belirlenmesi hakkında tebliğ"

İZKA, 2009a. "İzmir'de Turizm Çeşitleri ve Turizm Yatırımları İhtiyaç Analizi", İzmir Kalkınma Ajansı, İzmir.

İZKA, 2013a. "2014-2023 İzmir Bölge Planı İlçe Toplantıları", İzmir.

İZKA, 2014. "Yarımada Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi", İzmir Kalkınma Ajansı, İzmir.

Kalafatçioğlu, A. 1961. "Karaburun Yarımadası'nın Jeolojisi", MTA Enstitüsü Dergisi, Ankara, 54-62.

Kaya, O. 1979. "Ortadoğu Ege çöküntüsünün Neojen stratigrafisi ve tektoniği", TJK Bülteni, 7. 22, 35-58.

Kaya, O. 1981. "Miocene reference section for the coastal parts of West Anatolia", Newsletters on Stratigraphy, 10, 164-191.

Konuk, Y.T., 1979. "Karaburun Yarımadası'nın kuzeybatı kesiminin stratigrafisi ve tektonik özelliği", Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 85 s. (yayınlanmamış).

- Kozur, H. 1995. "New stratigraphic results on the Paleozoic of the western parts of the Karaburun Peninsula, Western Turkey", International Earth Sciences Colloquium on the Aegean
- Kozur, H. 1998. "The age of the siliciclastic series ("Karareis Formasyon") of the Western Karaburun Peninsula, Western Turkey", H.Szaniawski (ed.), Proceedings of the Sixth Europaeen Conodont Symposium (ECOS VI), Palaeontologia Polonica 58, 171–189.
- Langevin, C.D., Thorne, D.T., Jr., Dausman, A.M., Sukop, M.C., ve Guo. 2008. "Weixing, SEAWAT Version 4: A Computer Program for Simulation of Multi-Species Solute and Heat Transport", U.S. Geological Survey Techniques and Methods Book 6, Chapter A22, 39 sf.
- Lenchner, H., Rendel, B. ve Trick, P. 1967. "Geologische karte von Mittel-Karaburun: Marburg", 142s.
- Mater, B.,1982. "Urla Yarımadasında Arazinin Sınıflandırılması ile Kullanılışı Arasındaki İlişkiler", İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2683, İstanbul, 223s.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Dora, Ö., Barut,İ.F., Eryılmaz, M., Dinçer,F., Kam, E., Aksu,A., Taşkin,H., Başsarı,A., Bircan, C., Kaygun, A. 2012. "Karaburun Yarımadası Kuzey Kıyılarının Oşinografik Özelliklerinin Bentik Foraminifer Ve Ostrakod Toplulukları Üzerindeki Etkileri", MTA Dergisi 145, 22-47.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ E. & Kuşcu İ. 2004. "Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. Tectonophysics", 391, 67–83.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. & Kuşcu, İ. 2005. "Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime", Marine Geology, 219, 155–171.
- Öngür, T. 1972. "İzmir-Urla jeotermal araştırma sahasına ilişkin jeolojik rapor", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 4835 (yayımlanmamış).

- Payne, B. and Dinçer, T., 1956. "Isotope Survey of Karst Region of Southern Turkey", Proc. Of Sixth Int. Conferance of Radiocarbon and Tritium Dating, IAEA, Publ.
- Robertson, A.H.F., & Pickett, E.A. 2000. "Palaeozoic-Early Tertiary Tethyan evolution of melanges, rift and passive margin units in the Karaburun Peninsula (western Turkey) and Chios island (Greece)", In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., and Piper, J.D.A. (eds), Tectonics and magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Geological Society, London, Special Publication 173, pp. 43-82.
- Ryan, C.W. 1960. "A guide to the known minerals of Turkey", MTA Enstitüsü Yayını, Seri no:E1, 1-196, Ankara.
- Sayın, E. 2003. "Physical features and the Izmir Bay. Continental Shelf Research 23, 957-970.
- Sayın, E., Adalıoğlu, S. and Eronat, C. 2007. "The light transmission and seiche depth of Izmir Bay, western Turkey", J. Earth Syst. Sci., 116, 57–71.
- Sayın, E., Pazi, İ. and Eronat, C. 2006. "Investigation of Water Masses in İzmir Bay", Western Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 343-372.
- SHKYPHY, 2012. "Su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmelik
- Soykan, F., Sezer, İ. L. ve Işık, Ş., 1993. "Karaburun Yarımadası'nın doğal özellikleri, tarihsel coğrafyası ve turizm potansiyeli", Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, İzmir, 444s
- Sözbilir, H., İnci, U., Erkul, F. & Sümer, Ö. 2003. "An Active Intermitten transform zone accomodating N-S Extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian Fault System", International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology, and Field Training Course in Paleoseismology, 31 Augst to 12 September 2003, Poster Session P:2/2, Ankara.

- Sözen, A. 1977. "Geological investigations on the genesis of the cinnabar deposit of Kalecik/Karaburun (Turkey)". Time-and strata-bound ore deposits. Ed. Klemm, D. D. and Schneider. H. -J., Spring. Ver.,Berlin, 205-219.
- Türkecan, A., Ercan, T., Sevin, D. 1998. "Karaburun Yarımadası'nın Neojen Volkanizması", MTA Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı, Rapor No:10185.
- US Environmental Protection Agency, 2004, Edition of the drinking water standards and health advisories, EPA 822-R-04-005, January
- WHO, 2004, Guidelines for drinking-water quality, 3rd edition, World Health Organization, Geneva.
- Ünsal, N., Çelik, M. ve Afşin, M., 1996. "Seyfe Kaynağı (Kırşehir) Dolayındaki Yeraltısularının Kimyasal ve İzotopik Özellikleriyle Kökeninin Araştırılması", 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, say. 491-503, KTÜ-Trabzon.
- Uzel, B. ve Sözbilir, H. 2006. "Orhanlı (Tuzla) fay zonundaki jeolojik-jeomorfolojik belirteçler ve odak mekanizma çözümünün karşılaştırılması: Batı Anadolu'da KD uzanımlı doğrultu atımlı fayların reaktivasyonu", 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, s.79–80, Ankara.
- Uzel, B., Langereis, C.G., Kaymakci, N., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç. & Özkaptan, M. 2015. "Paleomagnetic evidence for an inverse rotation history of Western Anatolia during the exhumation of Menderes core complex", Earth and Planetary Science Letters, 414, 108–125.
- Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakçı, N. ve Langeris, C.G. 2013. "Structural evidence for strike-slip deformation in the İzmir-Balıkesir Transfer Zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Turkey)", Journal of Geodynamics 65, 94–116, doi: 10.1016/j.jog.2012.06.009.
- Yurtsever, Y. ve Gat, J.R., 1981. "Stable Isotope Hydrology", Technical Report Series No:210,IAEA Vienna.

EKLER

EK- 7.

DSİ tarafından yapılan debi ölçüm sonuçları (I. nolu nokta)

Kaynak Adı : ILDIRI 1 NOLU NOKTA

Kaynağın Yeri : İzmir-Çeşme

Kaynağın Çıktığı

Formasyon : Kireçtaşı

Koordinatı : (URLA-L16-b2) 455884D-4248589K Kot:10 m

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1987			137	105	129	243	99	131	116	95	66	124
1988	128	137	166	183	166	252				139		
1989				105						134		
1990				128						98		
1991				149						157		
1992				102						140		
1993				119						133		
1994				111						30		
1995				277						34		
1996				167						171		
1997				127								
1998										132		
1999												
2000				81						145		
2001				117						95		
2002				43						40		
2003				292						187		
2004				86								
2005										Göllenme		
2006				37						47		
2007				44						71		
2008				58								
2009				153							50	
2010				157							90	
2011				161								
2012				4							kuru	

EK- 7. DSİ tarafından yapılan debi ölçüm sonuçları (II. nolu nokta)

Kaynak Adı : ILDIRI II NOLU NOKTA
Kaynağın Yeri : İzmir-Çeşme
Kaynağın Çıktığı Formasyon : Kireçtaşı
Koordinatı : (URLA-L16-b2) 455711D-4248430K Kot:13 m

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1987			334	175	209	220	137	251	135	121	160	243
1988	165	295	435	435	355	239				151		
1989				161						195		
1990				186						105		
1991				271						286		
1992				128						122		
1993				392						165		
1994				427						36		
1995				146						59		
1996				113						114		
1997				72								
1998										135		
1999												
2000				65						160		
2001				68						105		
2002												
2003										38		
2004				129								
2005										25		
2006				78						6		
2007				10						12		
2008				12								
2009				60							46	
2010				109							50	
2011				394								
2012				443							257	

EK- 7. DSİ tarafından yapılan debi ölçüm sonuçları (III. nolu nokta)

Kaynak Adı : ILDIR III NOLU NOKTA
Kaynağın Yeri : İzmir-Çeşme
Kaynağın Çıktığı Formasyon : Kireçtaşı
Koordinatı : (URLA-L16-b2) 455451D-4248528K Kot:8 m

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1987			381	233	208	270	219	273	123	125	185	206
1988	206	236	340	349	376	439				177		
1989				169						149		
1990				193						140		
1991				320						148		
1992				200						121		
1993				460						134		
1994				341						265		
1995				650						261		
1996				462						233		
1997				441								
1998										145		
1999												
2000				74						223		
2001				217						135		
2002												
2003										434		
2004				358								
2005										225		
2006				402						164		
2007				155						56		
2008				198								
2009				68						43		
2010				552							254	
2011				455								
2012				599							253	

EK- 7. DSİ tarafından yapılan debi ölçüm sonuçları (IV. nolu nokta)

Kaynak Adı : ILDIRI IV NOLU NOKTA
Kaynağın Yeri : İzmir-Çeme
Kaynağın Çıktığı Formasyon : Kireçtaşı
Koordinatı : (URLA-L16-b2) 455206D-4248198K Kot:12 m

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1987			44	43	44	63	37	36	59	38	36	37
1988	35	52	51	71	59	257				39		
1989				46						75		
1990				39						27		
1991				44						37		
1992				30						46		
1993				55						40		
1994				48						17		
1995				90						19		
1996				36						90		
1997				43								
1998					54	18	15	23	36	31	31	13
1999												
2000	12	10	12	15	5	3	5	3	4	3	3	3
2001			8	8	7	4	5	3	2	2	3	12
2002	8	8	13	13	6	3	6	5	6	10	13	68
2003	44	35		50	37	18	17	16	13	18	15	14
2004	14	28	39	29	6							
2005								8		8	4	6
2006	8	9	36	761	13	22	9	9	9	6	7	8
2007			6	5		3		Göllenme	2	2	2	3
2008	2	3	2	2	3	2	1	1	159			
2009	2		22	17								
2010				20							5	
2011				19							11	
2012					23						2	

EK- 7. DSİ tarafından yapılan debi ölçüm sonuçları (V. nolu nokta)

Kaynak Adı : ILDIRI V NOLU NOKTA

Kaynağın Yeri : İzmir-Çeşme

Kaynağın Çıktığı Formasyon : Kireçtaşı

Koordinatı : (URLA-L16-b2) 455640D-4248810K Kot:10 m

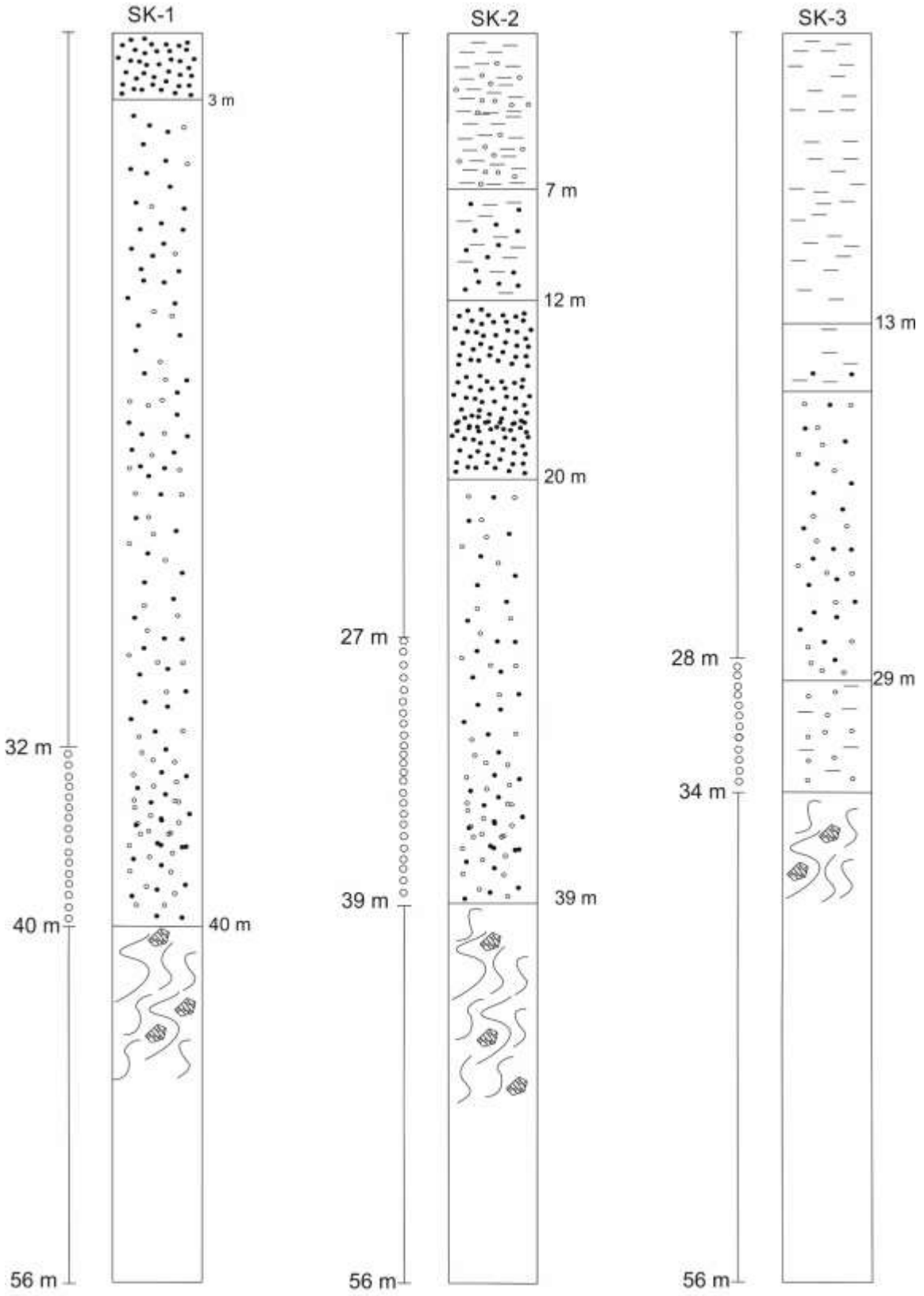
Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1985	454	518	443	544	487	470	469	404	339	40	459	349
1986	237	372	461	496						346	298	
1987			706	335	243	425	371	471	338	257	172	411
1988	349	343	406	577	566	556				332		
1989				363						330		
1990				290						233		
1991				379						310		
1992				332						259		
1993				576						244		
1994				527						416		
1995				927						436		
1996				472						447		
1997				510						310	402	380
1998	344	555	647		453	428	426	453	211	180	190	347
1999												
2000	310	347	359	391	130	226	202	227	281	331	266	268
2001			450	275	361	341	302	276	181	180	260	608
2002	592	718	601	572	450	389	440	426	456	600	762	1200
2003	1133	985		1200	927	602	730	768	575	664	600	590
2004	571	760	689	608	570							
2005								574		526	252	468
2006	416	515	620	761	660	613	521	412	382	516	390	386
2007			390	327		207		182	189	119	274	260
2008	308	235	244	231	220	173	158	155	1			
2009	250		686	650						347		
2010			620							441		
2011			428									
2012			566							372	306	

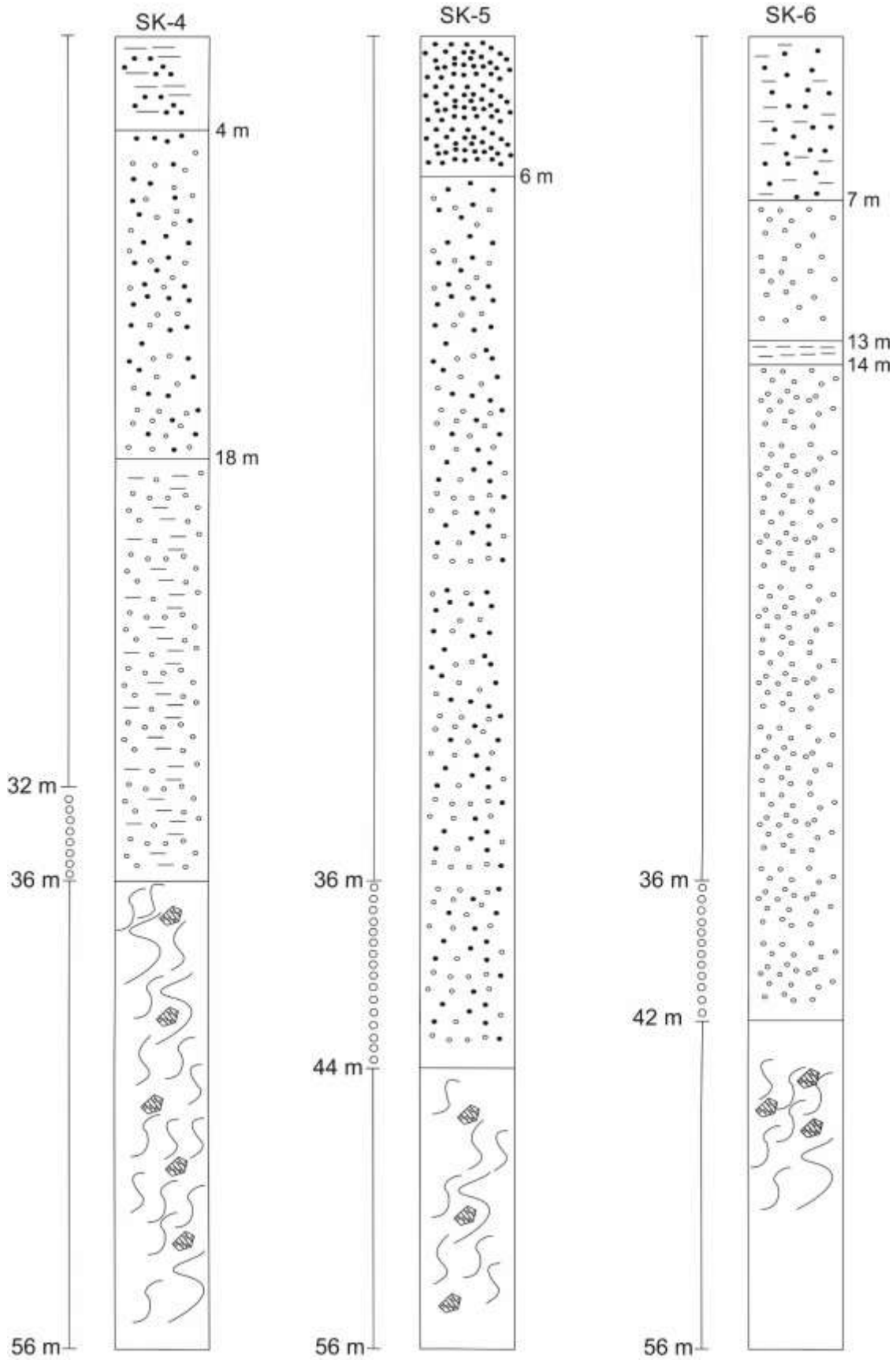
EK-8.1.

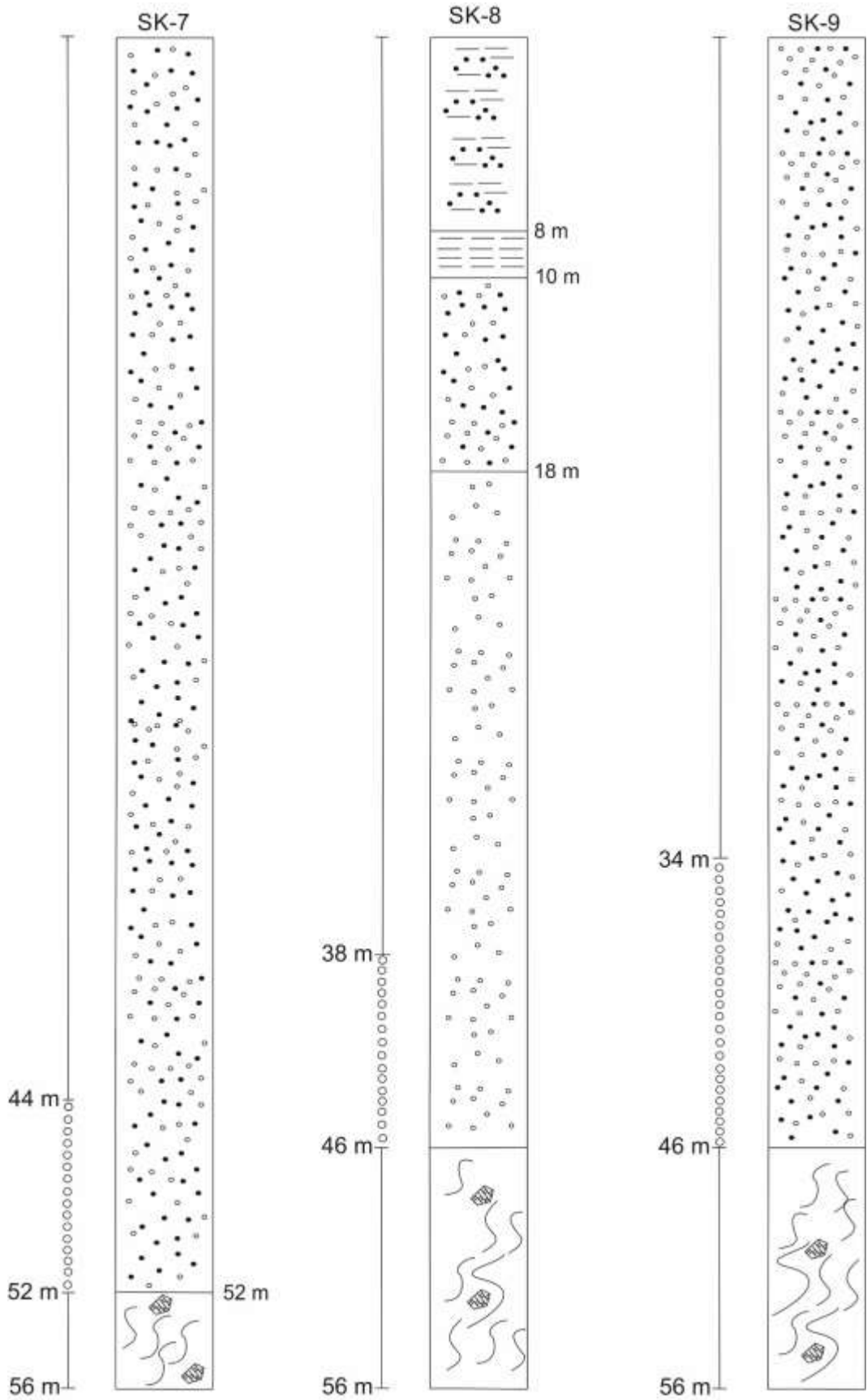
KARAREİS ALÜVYONUNDA AÇILAN KUYULAR

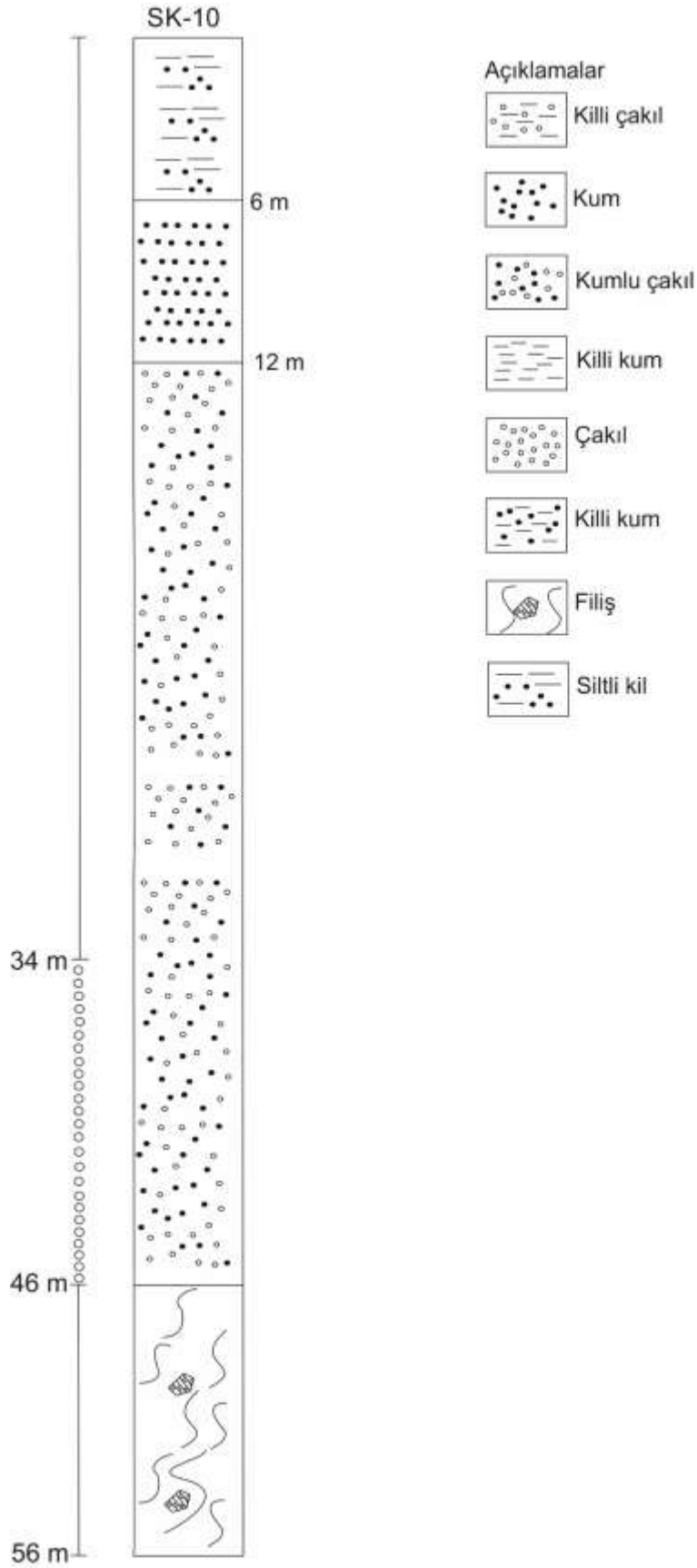






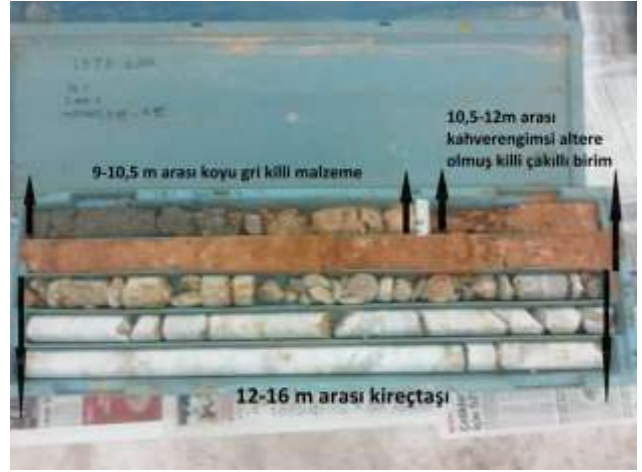
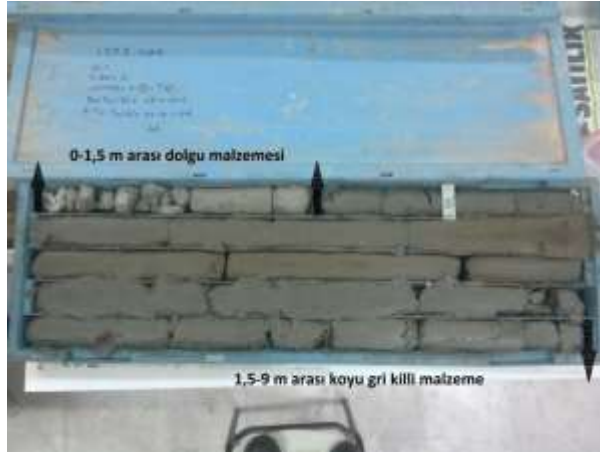




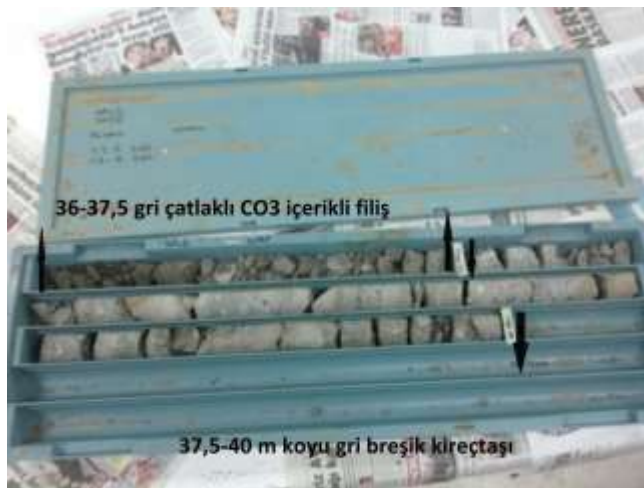
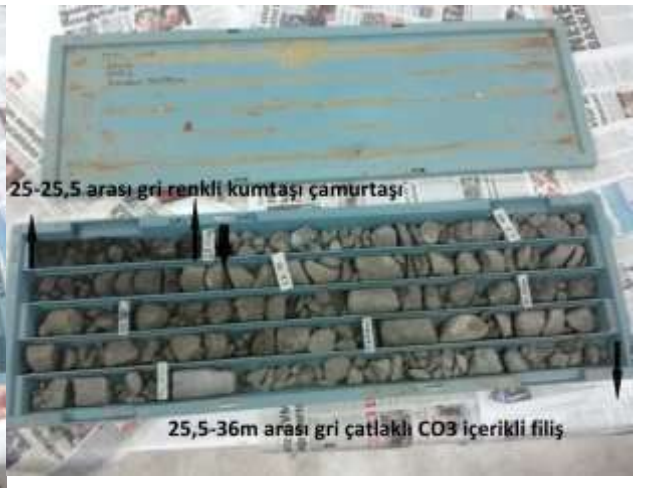


EK-8.2.

ILDIRI KUYU LOGLARI VE FOTOGRAFLARI



SK-1

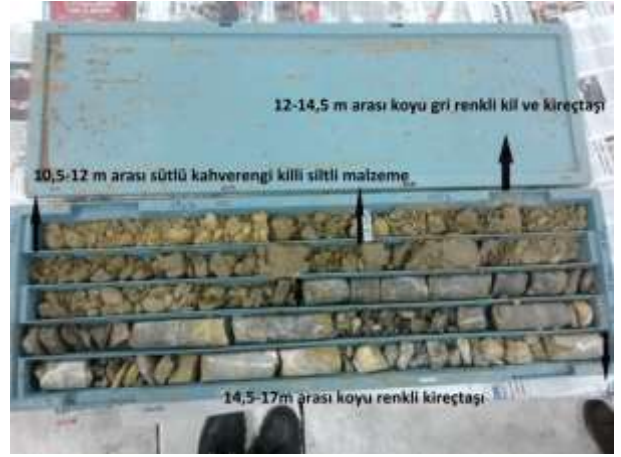


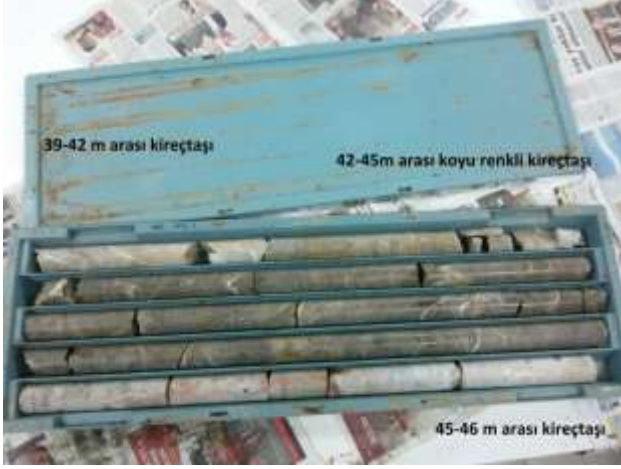
SK-2



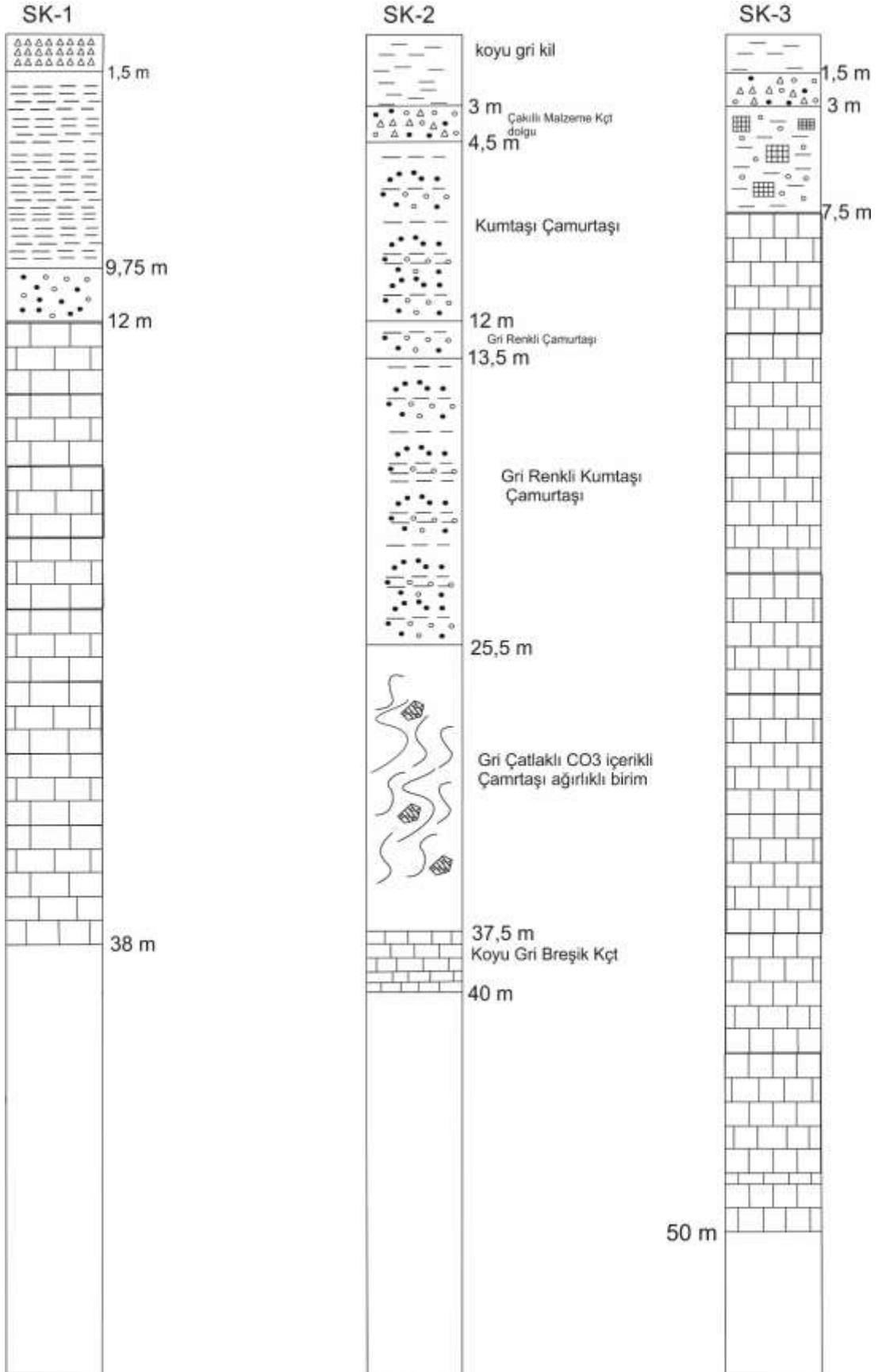


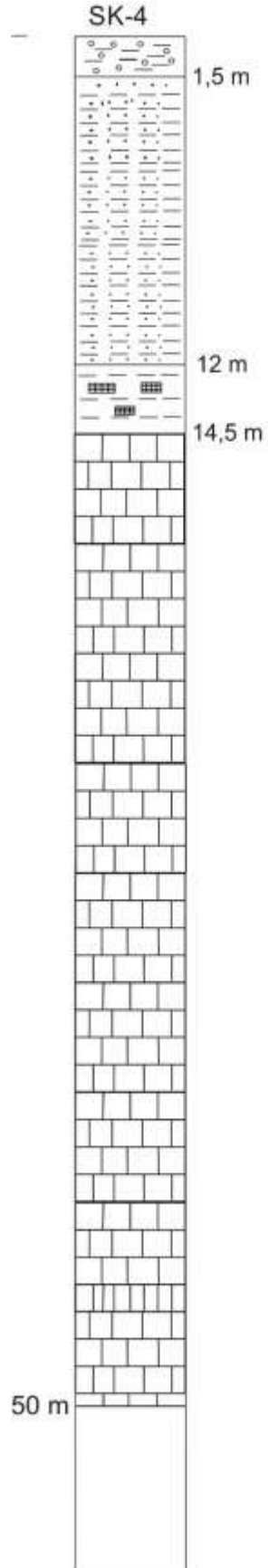
SK-3



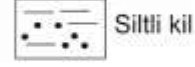
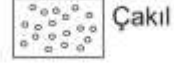
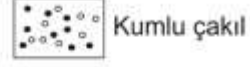
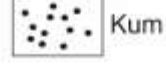


SK-4





Açıklamalar



EK-8.3.

Karaburun Yarımadası'nda DSİ tarafından izini alınmış kuyular

İZMİR		Karaburun Yarımadası'nda DSİ tarafından izini alınmış kuyular							
Belge No	Köyü	Yılı	Belge sahibi	Amaç	Doğu	Kuzey	(m.) Derinlik	L/sr Veri	
1	MERKEZ	1975	KARABURUN BELEDİYESİ	içme			21.00	2.	
2	MERKEZ	1975	AKIN BURSALI	sulama			20.00	2.	
3	MERKEZ	1975	ZEYNEP - MUSTAFA SUCU	sulama			25.00	2.	
4	KÜÇÜKBAHÇE	1976	KÜÇÜKBAHÇE TOPRAKSU KOOP.	koop.-sul.			27.00	40.	
5	KÜÇÜKBAHÇE	1976	KÜÇÜKBAHÇE TOPRAKSU KOOP.	koop.-sul.			23.00	40.	
6	ÇATALKAYA	1977	MESUT BOZOKLAR	sulama			15.00	1.	
6-A	MERKEZ	1984	S.S. YENİ EFES KONUT YAPI KOOP.	kul - içme			22.00	6.	
7	MERKEZ	1986	KARABURUN BEL. (34 210-A nolu DSİ sk)	içme			58.00	3.	
8	MORDOĞAN	1988	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme	2 KUYU İÇİN		136.00	35.	
9	MERKEZ	1989	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme	2 KUYU İÇİN		80.00	20.	
10	MORDOĞAN	1989	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			126.00	30.	
11	KÜÇÜKBAHÇE	1989	S.S. SAMANYOLU KONUT YAPI KOOP.	kul - içme			60.00	2.	
12	KÜÇÜKBAHÇE	1992	S.S. MERCANKOY KONUT YAPI KOOP.	kul - içme			87.00	6.	
13	AMBARSEKİ	1992	S.S. SASKO SAHİL YAPI KOOP.	kul - içme			100.00	1.	
14	MERKEZ	1992	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme					
15	MERKEZ	1992	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme					
16	ÇATALKAYA	1993	S.S. HALİKARNAS YAPI KOOP.	kul - içme			84.00	4.	
17	ÇATALKAYA	1993	S.S. ARKEOLOGLAR ARSA YAPI KOOP.	kul - içme			130.00	3.	
18	KÜÇÜKBAHÇE	1993	S.S. YUNUS YAPI KOOP.	kul - içme			62.00	5.	
19	KÜÇÜKBAHÇE	1993	ABDULLAH SUBAKAN	sulama			60.00	3.	
20	AMBARSEKİ	1993	AHMET CENGİZ GÖKÇE	sulama			100.00	2.	
21	KÜÇÜKBAHÇE	1994	HAYRULLAH DİVRİK	sulama			70.00	2.	
22	KÜÇÜKBAHÇE	1994	HAYRULLAH DİVRİK	sulama			72.00	2.	
23	KÜÇÜKBAHÇE	1994	HAYRULLAH DİVRİK	sulama			65.00	2.	
24	KÜÇÜKBAHÇE	1994	HAYRULLAH DİVRİK	sulama			68.00	2.	
25	KÜÇÜKBAHÇE	1994	S.S. BANKACILAR YAPI KOOP.	kul - içme			30.00	4.	
26	ÇATALKAYA	1994	S.S. ÖZGÜR SAHİL ARSA YAPI KOOP.	kul - içme			90.00	4.	
27	KÜÇÜKBAHÇE	1996	S.S. YUNUS EMRE ARSA YAPI KOOP.	sulama			70.00	3.	
28	MORDOĞAN	1996	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			122.00	35.	
29	ÇATALKAYA	1996	S.S. KAMUKENT ARSA YAPI KOOP.	kul - içme			80.00	3.	
30	MERKEZ	1996	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			152.00	6.	
31	MORDOĞAN	1996	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			33.00	20.	
32	MORDOĞAN	1996	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			40.00	10.	

33	KÜÇÜKBAHÇE	1997	S.S. YALIKENT SABİT KONUT YAPI KOOP.	kul - içme			78.00	1.
34	KÖSEDERE	1997	İSKENDER KOSTAK	sulama	62,225	69,240	78.00	1.
35	ÇATALKAYA	1998	ŞEVKET ÖZKAN	sulama			40.00	4.
36	ÇATALKAYA	1998	MEHMET HAKAN ÇELİKCAN	sulama	66,400	61,450	104.00	2.
37	ÇATALKAYA	1998	ÜNSEVER TURAĞANKUR	sulama	65,825	61,875	90.00	1.
38	ÇATALKAYA	1998	PERİHAN AKKUŞ	sulama			90.00	2.
39	MERKEZ	1998	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			123.00	41.
40	MERKEZ	1998	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			24.00	15.
41	MERKEZ	1998	KARABURUN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme			123.00	15.
42	SARPINCİK	1998	MEHMET SENCER AYHAN	sulama			87.00	1.
43	ÇATALKAYA	1998	SUNA SELMA KAVSAOĞLU	sulama	67,000	63,000	38.00	3.
44	KÜÇÜKBAHÇE	1999	HAYRULLAH DİVRİK	sulama	49,825	59,100	70.00	10.
45	ÇATALKAYA	2000	MEHMET DOĞAN	sulama	66,875	62,500	80.00	2.
46	MORDOĞAN	2000	MUSTAFA DUMANLI	sulama	65,900	63,800	103.00	1.
47	PARLAK	2000	NECLA SARI - NAGİHAN TINAZ	sulama	44,300	74,925	22.00	0.
48	KÜÇÜKBAHÇE	2001	S.S. YUNUS KENT KONUT YAPI KOOP.	sulama	50,200	60,100	152.00	1.
49	MERKEZ	2001	HASAN ÖDER	sulama	57,625	77,375	50.00	5.
50	KÜÇÜKBAHÇE	2001	NECDET DOĞANATA	sulama	46,525	64,300	132.00	2.
51	KÜÇÜKBAHÇE	2001	NECDET DOĞANATA	sulama	46,425	64,275	220.00	1.
52	ÇATALKAYA	2002	HASAN AZAK	sulama	66,375	61,575	58.00	0.
55	KÜÇÜKBAHÇE	2002	ALİCE TONGUT	sulama	52,300	58,900	60.00	10.

56	AMBARSEKİ	2002	S. YILMAZ ŞEREFHAN	sulama	59,025	73,975	90.00	2.
57	MORDOĞAN	2002	ABDULLAH BOZYAKA	sulama	64,850	65,875	80.00	1.
58	MORDOĞAN	2003	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme	64,850	63,500	172.00	7.
59	MORDOĞAN	2003	MORDOĞAN BEL. Adına İLLER BANKASI	içme	64,675	63,100	192.00	10.
60	KÜÇÜKBAHÇE	2003	S.S. MERCANKOY KONUT YAPI KOOP.	kul - içme	49,500	59,600	80.00	6.
61	MORDOĞAN	2003	ÖZCAN YEŞİLOVA	sulama	66,100	63,575	88.00	1.
62	MERKEZ	2003	MAHMUT DOSTBEY	sulama	57,075	77,075	168.00	1.
63	ÇATALKAYA	2003	FERİHA CEVAN AMİRHİZİ	sulama	66,050	62,200	90.00	0.
64	EĞLENHOCA	2003	ERDOĞAN YALÇINKAYA	sulama	62,260	66,400	120.00	2.
65	KÖSEDERE	2003	AYTEKİN KARADAYI	sulama	61,450	66,600	50.00	2.
66	KÖSEDERE	2003	AHMET YURTALAN	sulama	61,895	69,350	50.00	2.
67	MORDOĞAN	2004	MORDOĞAN BELD.ADINA İL.BANK.(2 KUYU)	içme	64,700	63,800	180	
68	KÖSEDERE	2004	HÜSEYİN ÇELİKKOL	sulama	62,250	68,500	114	
69	KÖSEDERE	2004	AHMET KARADAYI	sulama	61,500	68,125	50	
70	KÜÇÜKBAHÇE	2004	MUTLU ÇOBANOĞLU	sulama	50,750	59,625	48.00	15.
71	KÜÇÜKBAHÇE	2004	MUTLU ÇOBANOĞLU	sulama	50,750	59,550	50.00	15.
72	ÇATALKAYA	2005	2005	sulama	66,200	61,725	100	
73	ÇATALKAYA	2005	İRFAN MUCİT ERİTENEL	sulama	65,695	62,175	1000	
74	KÖSEDERE	2005	OSMAN SAİT KESİCİ	sulama	62,050	69,500	1000	
75	ÇATALKAYA	2005	FAHRİYE GÜLER	sulama	65,800	61,950	70	
76	İNECİK	2005	BEKİR HADİ SAĞIN	sulama	62,247	67,135	130.00	2.
77	KÜÇÜKBAHÇE	2006	YALIKENT SİTESİ	kul-sula.	45,519	67,827	80.00	1.

78	KÜÇÜKBAHÇE	2006	S.S.İZMİR ÖZLEM TUR SAHİL SİT.KONUT YAPI KOOP.	sulama	45,875	68,290	180.00	4.
79	MORDOĞAN	2006	MUSTAFA FOÇALI	sulama	66,575	63,325	100.00	3.
80	MERKEZ	2006	REMZİ GÜNGÖR	sulama	56,640	77,900	50.00	3.
81	MERKEZ	2006	HÜSEYİN AKIN	sulama	50,600	77,829	24.00	1.
82	MERKEZ	2007	NEŞET ERMERAL	sulama	46,907	79,806	56.00	2.
83	KÜÇÜKBAHÇE	2007	HÜSEYİN AVNİ GENÇER	sulama	44,450	69,050	35.00	2.
84	SALMAN	2007	SALMAN KÖYÜ TÜZEL KİŞİLİĞİ	sulama	45,275	69,450	30.00	4.
85	KÜÇÜKBAHÇE	2007	ŞÜHRET ALTAY	sulama	46,825	72,250	30.00	6.
86	SALMAN	2007	YAĞMUR MURAT KINAY	sulama	48,525	70,375	78.00	3.
87	BOZKÖY	2007	NİHAT ALAKUŞU	sulama	54,338	79,413	120.00	5.
88								
89								
90	TEPEBOZ	2007	AHMET MADEN	sulama	50,790	79,795	40.00	3.
91								
92	TEPEBOZ	2008	HÜLYA - KERİM ALPASLAN	kullanma	51,450	80,500	54.00	2.
93	MERKEZ	2008	AHMET VEFA TARHAN	kullanma	55,875	78,550	110.00	3.
94	MERKEZ	2008	ABDULLAH AYKUT UZUNER	sulama	57,680	76,800	100.00	2.
95	ÇATALKAYA	2008	MUSTAFA SÜHA GÜRLER	sulama	66,050	62,025	64.00	1.
96								
97	HASSAKI	2008	FATMA BALIKÇI	sulama	446,650	79,900	52.00	2.
98	ÇATALKAYA	2008	SALİM KAYALI	sulama	65,650	61,800	55.00	2.
99	ÇATALKAYA	2008	İBRAHİM ELDEN	sulama	66,595	62,943	45.00	2.
100	KÜÇÜKBAHÇE	2008	ORHAN ATIŞ	sulama	47,722	68,461	200.00	5.
101	KÜÇÜKBAHÇE	2008	ONUR KALKAN - HALİME KALKAN	sulama	45,350	68,989	24.00	2.
102	MORDOĞAN	2008	FATMA AKGÜL	sulama	64,788	64,623	60.00	1.
103	HASEKİ	2008	S.S.YENİ AS ARSA VE KONUT YAPI KOOP.	kullanma	50,050	79,950	90.00	4.
104	MERKEZ	2008	GÜLSÜM ÇULFAOĞLU	sulama	55,580	78,900	180.00	3.
105	MERKEZ	2008	HALİL YETİMLER	sulama	56,824	78,104	28.00	1.
106	MORDOĞAN	2008	CEVRYE YILMAZ	sulama	465,250	4,264,850	65.00	0.
107	HASEKİ	2008	T.H.S.S. SAKIZTEPE ARSA VE KONUT YAPI KOOP.	kullanma	49,050	80,050	172.00	2.
108	MORDOĞAN	2008	HÜSEYİN AKALIN	sulama	465,932	4,264,862	100.00	0.
109	MORDOĞAN	2008	MUSA KÜÇÜK	sulama	466,753	4,262,612	68.00	0.
110	ÇATALKAYA	2009	DENİZ 86 SİTESİ	kullanma	67,850	62,225	126.00	3.
111	SALMAN	2009	AYŞE TAVŞAN - MEHMET ALİ ÖNAL	sulama	47,308	70,107	140.00	2.
112	ÇATALKAYA	2009	S.S.YUVA EDİNDİRME KONUT YAPI KOOP.	kullanma	466,810	4,262,050	100.00	8.
113	TEPEBOZ	2009	İLHAN SAAT	sulama	450,585	4,279,442	20.00	1.
114	ÇATALKAYA	2009	FERİHA CEVAN AMİRHİZİ	sulama	465,835	4,262,155	50.00	0.
115	SALMAN	2009	HASAN ŞEN	sulama	446,677	4,272,680	135.00	2.
116	BOZKÖY	2009	CAFER TUNÇER	sulama	454,045	4,280,283	60.00	0.
117	PARLAK	2009	MEHMET SERDAR ALKIŞ	sulama	447,500	4,273,550	20.00	1.
118	SALMAN	2009	MEHMET DALKILIÇ	sulama	445,700	4,271,100	20.00	1.
118.A	KÜÇÜKBAHÇE	2009	MEHMET EYÜP SEÇKİN	sulama	446,125	4,266,607	50.00	3.
119	KÜÇÜKBAHÇE	2009	MEHMET GÖÇMEN	sulama	445,279	4,268,897	20.00	2.
120	MORDOĞAN	2009	HÜSEYİN ÇAYIR	sulama	466,015	4,262,918	60.00	1.

EK-9.1.

Su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Eylül 2014)

Nokta kodu	T°C	pH	EC (µS/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Br (mg/L)	NO ₃ (mg/L)
B03	20,2	7,06	707	14,6	0,35	3,66	194	24,4	ND	1,309
B04	21,5	7,57	1021	35,2	4,35	34,1	157	167	ND	13,2
B07	19,5	6,99	563	35,3	2,77	19,5	76,0	65,9	ND	3,61
E01	18,2	7,45	753	26,9	2,18	26,2	140	49,9	ND	15,6
E03	20	7	769	21,0	0,705	15,2	178	36,9	ND	14,9
GK1	18,24	7,04	703	38,6	1,71	32,9	112	62,3	ND	4,91
GDK	19	7,02	611	55,2	2,460	55,8	192	281	ND	5,58
I01	21,3	7,32	2820	454	14,7	55,1	168	958	ND	4,08
I03	20,07	7,14	2710	488	8,17	73,3	254	906	ND	5,24
IK01	22,3	7	2910	522	14,3	59,5	179	997	ND	4,70
IK02	22,3	7	1465	192	6,32	31,0	150	194	ND	5,63
ILS	21,5	7,27	6540	1136	53,8	139	208	2471	11,7	3,31
IS01	20,9	6,84	2330	168	0,976	31,1	468	790	ND	38,5
IS02	21,5	7,04	4380	458	4,21	66,2	628	1671	4,12	22,0
K01	18,9	7,08	592	19,4	2,65	5,50	149	27,2	ND	3,02
KB01	16,9	7,44	502	17,7	3,91	12,2	93,4	30,4	ND	17,8
KB03	17,9	8,55	304	24,1	1,59	6,54	42,9	60,0	ND	0,902
KB04	17,34	7,24	1966	248	1,57	17,6	202	539	ND	5,74
KB07	18,5	7,1	665	27,5	2,63	10,5	139	49,9	ND	14,0
KP01	18,7	7,45	726	24,2	2,14	15,3	167	53,2	ND	13,3
KP02	18	7,01	781	32,1	1,89	25,4	141	56,6	ND	9,90
KP03	18,05	7,11	916	82,5	3,39	22,7	135	63,8	ND	55,1
KU01	24,5	7,42	549	37,7	2,08	17,8	46,0	56,5	ND	6,41
M02	18,5	7,12	621	27,8	0,993	12,0	119	53,1	ND	2,10
M04	19,5	7,19	724	35,2	2,26	22,6	123	43,5	ND	25,1
M06	20,2	7,17	1379	149	2,82	39,0	87,0	277	ND	8,12
M07	20,4	7,07	3120	277	6,20	51,8	192	651	ND	4,49
M08	20,6	7,31	719	34,9	4,25	20,7	133	53,4	ND	34,1
S01	18,9	7,12	541							
SK1	19	7,96	581							
SK2	16,07	7,77	420	63,6	1,87	4,3	44,5	41,8	ND	1,68
SK3	19,86	7,37	2268							
SK4	23,34	7,96	608							
SK5	18	7,25	1382							
SK6	17,44	8,05	2645	124	3,05	8,13	22,2	109	ND	1,49
SK7	22	7,63	1315	1217	10,35	150,3	482	2217	6,81	ND
SK8	24,67	7,84	865							
SK9	24,17	9,33	2408	369	2,34	1,0	2,4	63,7	ND	1,31
SK10	17,56	7,41	613	120	5,19	1,03	19,8	100	ND	ND
Y01	18,25	7,02	288	22,2	1,46	12,9	33,4	36,8	ND	32,8
YL01	18,2	7,33	517	35,7	1,33	28,2	61,0	55,4	ND	6,61
F01	23,7	7,08	3764	577	5,62	327	665	2597	5,96	ND
KU03	18,5		504	45,0	2,07	28,9	67,0	99,5	ND	7,04
GERMIYAN				32,5	1,60	15,4	137	59	ND	9,14
ILDIRI				94,1	2,90	17,0	151	186	ND	6,95

Nokta kodu	SO ₄ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Ag (PPB)	Al (PPB)	As (PPB)	Au (PPB)	B (PPB)	Ba (PPB)	Be (PPB)	Bi (PPB)
B03	15,6	425,78	<0.05	23	<0.5	<0.05	18	22,69	<0.05	<0.05
B04	35,8	340,38	<0.05	251	2,3	<0.05	64	47,32	<0.05	<0.05
B07	8,63	217,16	<0.05	4	3,5	<0.05	37	113,74	<0.05	<0.05
E01	44,9	407,48	<0.05	2	10,9	<0.05	66	117,81	<0.05	<0.05
E03	45,5	423,34	<0.05	4	1,5	<0.05	28	76,2	<0.05	<0.05
GK1	51,4	337,94	<0.05	19	0,5	<0.05	76	26,03	<0.05	<0.05
GDK	52,3	320,86	<0.05	13	2	<0.05	67	42,8	<0.05	<0.05
I01	118	334,28								
I03	115	320,86								
IK01	126	328,18								
IK02	47,2	342,82	<0.05	26	5,3	<0.05	69	37,33	<0.05	<0.05
ILS	344	341,6	<100	<600	<3000	<500	746	<80	*	<3000
IS01	67,9	262,3								
IS02	166	269,62	<100	<600	<3000	<500	<400	243	*	<3000
K01	8,95	347,7	<0.05	27	2	<0.05	25	111,26	<0.05	<0.05
KB01	53,3	207,4	<0.05	17	4,1	<0.05	51	73,41	<0.05	<0.05
KB03	3,88	87,84	0,07	1024	51,2	<0.05	20	118,7	0,16	<0.05
KB04	97,2	207,4	0,08	4	4,4	<0.05	53	113,53	<0.05	<0.05
KB07	16,3	328,18	<0.05	5	1,8	<0.05	32	135,06	<0.05	<0.05
KP01	25,4	378,2	0,06	1	9,2	0,31	53	108,76	<0.05	<0.05
KP02	25,1	452,62	0,1	977	70,4	<0.05	230	129,74	0,19	<0.05
KP03	79,0	389,18	<0.05	24	4,4	<0.05	91	120,13	<0.05	<0.05
KU01	25,6	162,26	<0.05	30	0,9	<0.05	52	49,45	<0.05	<0.05
M02	11,6	308,66	<0.05	4	0,7	<0.05	29	19,87	<0.05	<0.05
M04	14,0	370,88	<0.05	2	11,6	<0.05	95	84,48	<0.05	<0.05
M06	50,3	378,2								
M07	73,8	329,4	<0.05	25	11,2	<0.05	80	80,52	<0.05	<0.05
M08	41,9	309,88	<0.05	42	13,7	<0.05	54	40,08	<0.05	<0.05
S01										
SK1										
SK2	34,6	184,22								
SK3										
SK4										
SK5										
SK6	51,4	169,58	<0.05	311	4,5	<0.05	63	27,31	<0.05	<0.05
SK7	277	36,6	<100	<600	<3000	<500	<400	<80	*	<3000
SK8										
SK9	11,6	742,98	0,08	6646	20,8	<0.05	2105	151,65	0,79	0,11
SK10	129	36,6	<0.05	294	15,2	<0.05	159	22,66	<0.05	<0.05
Y01	18,3	90,28	<0.05	22	1,8	<0.05	24	36,09	0,08	<0.05
YL01	26,8	217,16								
F01	260	324,52								
KU03	35,7	165,92	<0.05	13	2	<0.05	67	42,8	<0.05	<0.05
GERMIYAN	9,95	345,26								
ILDIRI	23,9	350,14								

Nokta kodu	Br (PPB)	Ca (PPM)	Cd (PPB)	Ce (PPB)	Cl (PPM)	Co (PPB)	Cr (PPB)	Cs (PPB)	Cu (PPB)	Dy (PPB)	Er (PPB)
B03	97	157,8	<0.05	0,03	29	<0.02	1,6	0,02	0,6	<0.01	<0.01
B04	522	135,8	0,11	0,2	136	0,09	2,3	0,22	7,1	0,03	0,01
B07	143	60,98	<0.05	<0.01	76	<0.02	14,5	0,21	0,9	<0.01	<0.01
E01	182	121,9	<0.05	<0.01	52	<0.02	1,6	0,98	1,5	<0.01	<0.01
E03	141	151,5	<0.05	<0.01	35	<0.02	3,1	1,09	1,2	<0.01	<0.01
GK1	195	96,22	<0.05	0,01	58	<0.02	1,5	0,01	1,2	<0.01	<0.01
GDK	915	174,2	<0.05	<0.01	250	<0.02	1,6	<0.01	2,8	<0.01	<0.01
I01											
I03											
IK01											
IK02	1276	136	<0.05	0,02	372	<0.02	1,7	4,28	1,5	<0.01	<0.01
ILS	*	224,8	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
IS01											
IS02	*	595,9	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
K01	99	120,4	<0.05	<0.01	26	<0.02	1,1	1,39	1,5	<0.01	<0.01
KB01	115	80,35	<0.05	0,03	29	0,12	2,4	0,14	2,1	<0.01	<0.01
KB03	208	51,39	0,3	4	55	1,9	29,6	2,19	9,4	0,56	0,25
KB04	1791	172,4	<0.05	<0.01	517	<0.02	1,3	0,65	4,1	<0.01	<0.01
KB07	158	114,5	<0.05	0,02	48	<0.02	1,8	0,42	1,4	<0.01	<0.01
KP01	258	131,3	<0.05	<0.01	137	<0.02	1,9	2,13	6,3	<0.01	<0.01
KP02	226	139,5	0,11	6,06	53	18,01	6,5	2,45	12,1	0,43	0,19
KP03	175	135,2	<0.05	0,01	58	<0.02	3,4	1,91	2,9	<0.01	<0.01
KU01	193	40,76	<0.05	<0.01	56	<0.02	1,1	<0.01	2,1	<0.01	<0.01
M02	188	100,8	0,07	<0.01	52	<0.02	1,4	<0.01	1,9	<0.01	<0.01
M04	136	102,4	<0.05	<0.01	44	<0.02	<0.5	0,32	1	<0.01	<0.01
M06											
M07	2148	179,6	<0.05	0,02	599	<0.02	2,8	2,36	2	<0.01	<0.01
M08	215	108,7	<0.05	0,17	64	<0.02	1,5	0,54	1,7	0,02	<0.01
S01											
SK1											
SK2											
SK3											
SK4											
SK5											
SK6	348	26,77	0,55	0,32	93	0,71	1,6	0,04	9,2	0,02	0,01
SK7	*	521	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
SK8											
SK9	291	12,06	0,49	4,85	82	5,77	8,7	1,55	16,1	0,35	0,18
SK10	319	17,81	0,21	0,48	89	1,63	3,3	0,17	7,6	0,04	0,02
Y01	118	29,87	<0.05	0,02	37	<0.02	1,5	0,14	1,9	<0.01	<0.01
YL01											
F01											
KU03	915	174,2	<0.05	<0.01	250	<0.02	1,6	<0.01	2,8	<0.01	<0.01
GERMIYAN											
ILDIRI											

Nokta kodu	Eu (PPB)	Fe (PPB)	Ga (PPB)	Gd (PPB)	Ge (PPB)	Hf (PPB)	Hg (PPB)	Ho (PPB)	In (PPB)	K (PPM)	La (PPB)
B03	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	0,36	0,02
B04	<0.01	105	<0.05	0,04	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,92	0,12
B07	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,12	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,84	0,01
E01	<0.01	21	<0.05	<0.01	0,06	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,57	<0.01
E03	<0.01	12	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,32	<0.01
GK1	<0.01	19	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,99	<0.01
GDK	<0.01	58	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,06	0,01
I01											
I03											
IK01											
IK02	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	6,58	0,01
ILS	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	53	<200
IS01											
IS02	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	3	<200
K01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,06	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,73	<0.01
KB01	<0.01	5224	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	4,73	0,02
KB03	0,15	20350	0,31	0,67	0,13	<0.02	0,6	0,1	<0.01	1,64	1,86
KB04	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,58	0,01
KB07	<0.01	33	<0.05	<0.01	0,07	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,13	0,01
KP01	<0.01	94	<0.05	<0.01	0,1	<0.02	0,2	<0.01	<0.01	2,49	<0.01
KP02	0,13	6334	0,32	0,52	0,14	<0.02	<0.1	0,08	<0.01	2,38	2,77
KP03	<0.01	17	<0.05	<0.01	0,06	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	5,26	<0.01
KU01	<0.01	132	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,6	<0.01
M02	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,54	0,02
M04	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,32	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,28	0,02
M06											
M07	<0.01	255	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	7,33	0,01
M08	<0.01	<10	<0.05	0,02	0,19	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	5,29	0,08
S01											
SK1											
SK2											
SK3											
SK4											
SK5											
SK6	<0.01	1661	0,23	0,04	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,25	0,13
SK7	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	8	<200
SK8											
SK9	0,09	7843	1,51	0,53	3,23	0,24	<0.1	0,07	0,02	4,88	2,15
SK10	0,02	1209	0,23	0,08	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	4,56	0,2
Y01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,11	0,01
YL01											
F01											
KU03	<0.01	58	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,06	0,01
GERMIYAN											
ILDIRI											

Nokta kodu	Li (PPB)	Lu (PPB)	Mg (PPM)	Mn (PPB)	Mo (PPB)	Na (PPM)	Nb (PPB)	Nd (PPB)	Ni (PPB)	P (PPB)	Pb (PPB)
B03	1,5	<0.01	4,45	10,94	<0.1	16,61	<0.01	0,02	<0.2	39	0,4
B04	9,7	<0.01	24,03	330,64	0,2	83,67	<0.01	0,15	<0.2	56	11,8
B07	8,7	<0.01	23,14	1,14	0,5	40,18	0,02	0,02	<0.2	210	<0.1
E01	18,6	<0.01	27,1	0,88	1,1	30,41	<0.01	<0.01	1	54	<0.1
E03	8,6	<0.01	18,19	0,93	<0.1	22,24	<0.01	<0.01	0,6	47	0,2
GK1	9,3	<0.01	32,09	6,37	0,2	41,46	<0.01	<0.01	<0.2	49	0,3
GDK	7,3	<0.01	51,52	5,41	0,2	56,41	<0.01	<0.01	<0.2	47	0,1
I01											
I03											
IK01											
IK02	24,9	<0.01	33,37	19,44	0,2	190,59	<0.01	0,02	<0.2	48	0,5
ILS	<1000	*	176	<50	<300	1401	*	*	<300	<4000	<4000
IS01											
IS02	<1000	*	88	<50	<300	519	*	*	<300	<4000	<4000
K01	2,5	<0.01	5,96	0,52	0,2	20,22	<0.01	<0.01	<0.2	89	0,1
KB01	2,1	<0.01	12,74	51,52	0,3	21,56	<0.01	0,02	2,7	123	2,1
KB03	2,3	0,03	7,69	517,3	0,1	26,88	<0.01	2,44	8,2	846	3,4
KB04	2,2	<0.01	23,4	6,56	<0.1	241,12	<0.01	<0.01	<0.2	50	<0.1
KB07	1,5	<0.01	12,38	2,27	0,2	32,22	<0.01	<0.01	<0.2	130	0,3
KP01	12	<0.01	16,9	2,52	1,8	144,29	<0.01	<0.01	38,6	57	2,5
KP02	38,1	0,02	26,06	1836,4	<0.1	38,59	0,02	2,49	52,4	392	3,2
KP03	16,1	<0.01	34,3	37,37	0,2	40,9	<0.01	<0.01	1,8	67	0,7
KU01	11,3	<0.01	19,23	64,38	0,3	41,07	<0.01	<0.01	<0.2	61	0,4
M02	2,1	<0.01	13,53	3,01	0,1	32,01	<0.01	<0.01	<0.2	48	0,3
M04	25,2	<0.01	22,92	1,75	1,3	38,25	<0.01	<0.01	<0.2	43	0,1
M06											
M07	12,6	<0.01	51,33	61,3	0,5	284,82	<0.01	0,01	<0.2	50	0,4
M08	7,8	<0.01	19,84	87,22	4,4	43,24	<0.01	0,08	<0.2	49	0,7
S01											
SK1											
SK2											
SK3											
SK4											
SK5											
SK6	7,2	<0.01	8,36	141,08	10,9	125,31	<0.01	0,2	5,3	59	45,4
SK7	<1000	*	212	297	<300	1442	*	*	<300	<4000	<4000
SK8											
SK9	117,2	0,02	3,84	213,45	5,2	364,57	0,09	2,46	16,2	201	55,4
SK10	3	<0.01	1,31	46,43	80,4	119,38	<0.01	0,22	6	60	9,8
Y01	1	<0.01	14,68	51,43	0,1	26,2	<0.01	<0.01	0,6	156	0,3
YL01											
F01											
KU03	7,3	<0.01	51,52	5,41	0,2	56,41	<0.01	<0.01	<0.2	47	0,1
GERMIYAN											
ILDIRI											

Nokta kodu	Pd (PPB)	Pr (PPB)	Pt (PPB)	Rb (PPB)	Re (PPB)	Rh (PPB)	Ru (PPB)	S (PPM)	Sb (PPB)	Sc (PPB)	Se (PPB)
B03	<0.2	<0.01	<0.01	0,34	<0.01	0,01	<0.05	7	<0.05	<1	0,8
B04	<0.2	0,03	<0.01	1,93	<0.01	0,02	<0.05	13	0,09	1	5,2
B07	<0.2	<0.01	<0.01	12,01	<0.01	0,03	<0.05	4	0,06	6	1,8
E01	<0.2	<0.01	<0.01	7,93	<0.01	0,02	<0.05	15	0,14	3	2,3
E03	<0.2	<0.01	<0.01	2,65	<0.01	0,02	<0.05	16	<0.05	2	1,8
GK1	<0.2	<0.01	<0.01	0,84	<0.01	<0.01	<0.05	18	0,06	1	2,3
GDK	<0.2	<0.01	<0.01	0,67	<0.01	0,02	<0.05	19	<0.05	1	9,6
I01											
I03											
IK01											
IK02	<0.2	<0.01	<0.01	9,36	<0.01	0,02	<0.05	16	0,24	1	11,2
ILS	*	*	*	*	*	*	*	127	<2000	*	*
IS01											
IS02	*	*	*	*	*	*	*	61	<2000	*	*
K01	<0.2	<0.01	<0.01	15,01	<0.01	<0.01	<0.05	5	0,07	6	1,1
KB01	<0.2	<0.01	<0.01	1,46	0,01	<0.01	<0.05	17	1,12	1	1,3
KB03	<0.2	0,52	<0.01	2,9	<0.01	<0.01	<0.05	5	0,87	1	1,9
KB04	<0.2	<0.01	<0.01	1,93	<0.01	0,01	<0.05	32	0,05	<1	16,9
KB07	<0.2	<0.01	<0.01	12,4	<0.01	0,01	<0.05	8	0,05	6	1,6
KP01	0,6	<0.01	<0.01	6,53	<0.01	0,02	<0.05	10	0,24	3	2,6
KP02	<0.2	0,67	<0.01	5,51	<0.01	0,02	<0.05	9	0,12	3	2,7
KP03	<0.2	<0.01	<0.01	7,03	<0.01	0,03	<0.05	27	0,11	2	2,2
KU01	<0.2	<0.01	<0.01	0,55	<0.01	0,02	<0.05	9	<0.05	2	1,8
M02	<0.2	<0.01	<0.01	0,95	<0.01	0,02	<0.05	5	<0.05	<1	1,9
M04	<0.2	<0.01	<0.01	4,97	<0.01	0,03	<0.05	7	0,14	7	2
M06											
M07	<0.2	<0.01	<0.01	7,75	<0.01	0,02	<0.05	26	0,19	2	20,7
M08	<0.2	0,02	<0.01	13,5	0,16	0,02	<0.05	15	0,16	7	3,5
S01											
SK1											
SK2											
SK3											
SK4											
SK5											
SK6	<0.2	0,04	<0.01	1,07	0,01	<0.01	<0.05	17	0,72	2	3,8
SK7	*	*	*	*	*	*	*	182	<2000	*	*
SK8											
SK9	0,3	0,56	<0.01	13,31	0,01	0,01	<0.05	7	3,26	5	3
SK10	<0.2	0,05	<0.01	3,74	0,03	<0.01	<0.05	44	23,63	4	5,8
Y01	<0.2	<0.01	<0.01	7,83	<0.01	0,01	<0.05	8	0,09	6	1
YL01											
F01											
KU03	<0.2	<0.01	<0.01	0,67	<0.01	0,02	<0.05	19	<0.05	1	9,6
GERMIYAN											
ILDIRI											

Nokta kodu	Si (PPB)	Sm (PPB)	Sn (PPB)	Sr (PPB)	Ta (PPB)	Tb (PPB)	Te (PPB)	Th (PPB)	Ti (PPB)	Tl (PPB)	Tm (PPB)
B03	4821	<0.02	0,07	175,9	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
B04	6534	0,02	0,12	356,6	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,02	<0.01
B07	37530	<0.02	<0.05	700,8	<0.02	<0.01	0,12	<0.05	<10	0,01	<0.01
E01	18668	<0.02	<0.05	566,7	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,09	<0.01
E03	9452	<0.02	0,07	312	<0.02	<0.01	0,09	<0.05	<10	<0.01	<0.01
GK1	6584	<0.02	0,07	247	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
GDK	7250	<0.02	0,05	405,8	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
I01											
I03											
IK01											
IK02	7013	<0.02	0,09	437,6	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,14	<0.01
ILS	*	*	*	1791	*	*	*	<500	<100	*	*
IS01											
IS02	*	*	*	1727	*	*	*	<500	<100	*	*
K01	29460	<0.02	<0.05	150,5	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
KB01	7612	<0.02	0,09	143,6	<0.02	<0.01	0,06	<0.05	<10	0,03	<0.01
KB03	5237	0,57	0,06	94,12	<0.02	0,09	0,06	0,41	16	0,27	0,03
KB04	4606	<0.02	0,44	206,2	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,04	<0.01
KB07	29052	<0.02	0,11	261,5	<0.02	<0.01	0,06	<0.05	<10	<0.01	<0.01
KP01	14142	<0.02	0,67	396,8	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,08	<0.01
KP02	13300	0,57	<0.05	384,2	<0.02	0,07	<0.05	0,23	21	<0.01	0,02
KP03	10877	<0.02	<0.05	558,2	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,07	<0.01
KU01	10567	<0.02	<0.05	252,1	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
M02	3835	<0.02	0,06	256,7	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
M04	41715	<0.02	0,06	391,3	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	11	<0.01	<0.01
M06											
M07	9084	<0.02	0,08	402,9	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,05	<0.01
M08	39248	<0.02	0,08	369,2	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	12	0,01	<0.01
S01											
SK1											
SK2											
SK3											
SK4											
SK5											
SK6	9676	0,02	0,57	125,4	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK7	*	*	*	1616	*	*	*	<500	<100	*	*
SK8											
SK9	23493	0,6	0,56	135,8	0,03	0,07	0,05	1,6	41	0,05	0,02
SK10	19403	0,04	2,74	126,7	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,03	<0.01
Y01	31280	<0.02	0,06	228	<0.02	<0.01	0,07	<0.05	<10	<0.01	<0.01
YL01											
F01											
KU03	7250	<0.02	0,05	405,8	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
GERMIYAN											
ILDIRI											

Nokta kodu	U (PPB)	V (PPB)	W (PPB)	Y (PPB)	Yb (PPB)	Zn (PPB)	Zr (PPB)
B03	0,96	1	<0.02	0,06	<0.01	<0.5	<0.02
B04	0,93	2,4	0,13	0,28	0,02	22,9	0,09
B07	0,59	10,2	0,07	0,03	<0.01	<0.5	<0.02
E01	2,81	4,4	0,09	<0.01	<0.01	14	<0.02
E03	1,21	2	0,06	<0.01	<0.01	0,9	<0.02
GK1	0,81	0,7	0,14	0,05	<0.01	2,8	<0.02
GDK	0,98	2,9	0,07	0,05	<0.01	22,5	0,12
I01							
I03							
IK01							
IK02	0,85	5	<0.02	0,03	<0.01	1,7	<0.02
ILS	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
IS01							
IS02	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
K01	0,86	8,4	0,33	<0.01	<0.01	45,2	<0.02
KB01	0,89	3,2	0,08	0,06	<0.01	6,8	<0.02
KB03	0,27	27,9	<0.02	2,99	0,19	20,7	0,48
KB04	0,4	6	<0.02	0,02	<0.01	7,9	<0.02
KB07	0,92	11,2	0,75	0,02	<0.01	2,6	<0.02
KP01	1,76	4,1	0,07	<0.01	<0.01	45,1	<0.02
KP02	1,15	21,4	0,03	2,37	0,15	7,6	0,66
KP03	2,12	2,7	0,05	<0.01	<0.01	6,7	<0.02
KU01	0,89	1,4	<0.02	0,02	<0.01	7,9	<0.02
M02	0,39	1,1	<0.02	0,09	0,01	4,5	<0.02
M04	8,91	4,1	0,33	0,1	<0.01	0,7	<0.02
M06							
M07	2,15	9	0,05	0,03	<0.01	1,9	<0.02
M08	11,2	2,7	0,16	0,15	<0.01	60,4	<0.02
S01							
SK1							
SK2							
SK3							
SK4							
SK5							
SK6	0,86	6,1	22,44	0,21	0,02	55,5	0,11
SK7	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
SK8							
SK9	1,29	23,8	5,77	1,86	0,15	45	8,19
SK10	0,14	90,9	57,67	0,25	<0.01	34,6	0,22
Y01	0,47	7	0,03	0,04	<0.01	2,3	<0.02
YL01							
F01							
KU03	0,98	2,9	0,07	0,05	<0.01	22,5	0,12
GERMIYAN							
ILDIRI							

Su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Nisan 2015)

Nokta kodu	T°C	pH	EC (µS/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Br (mg/L)	NO3 (mg/L)
B03	17,2	7,02	758	16,41	0,38	4,10	50,38	27,38	---	---
B04	19,3	7,13	1021	73,19	2,48	22,70	46,16	118,08	---	25,66
B07	18,1	6,96	611	38,55	4,21	21,13	60,80	74,19	---	2,75
E01	18,4	7,19	841	31,56	4,58	23,67	68,75	53,83	---	15,81
E03	18	7,2	836	21,39	1,41	16,25	67,03	37,76	---	18,03
GK1	17,6	7,22	707	39,20	1,97	26,12	40,76	45,42	---	2,17
GKD	17	7,59	720	42,09	4,08	24,33	74,27	43,11	---	---
I03	19	7,16	694	29,13	1,66	16,20	48,94	42,65	---	1,14
IK01	20,8	7,04	5050	791,38	17,90	71,01	128,45	1.292,87	4,68	2,84
IK02	21,4	6,98	4220	660,24	17,78	70,23	147,01	1.119,74	3,94	3,59
ILS	21	7,49	7910	1384,13	41,59	125,90	262,76	2.545,00	8,29	3,70
IS01	18,7	6,92	1986	88,52	1,27	22,47	201,60	452,71	1,40	51,06
IS02	20,1	6,94	1940	59,85	1,22	20,21	265,95	572,53	1,57	25,23
ISK2	18,8	6,83	6640	1028,78	28,77	136,68	303,78	2.057,42	5,51	11,86
K01	17,1	7,11	630	20,43	2,79	5,86	45,63	30,86	---	2,00
KB01	16,4	7,5	544	25,18	4,86	12,65	50,86	39,30	---	11,37
KB03	16,4	7,7	456	19,31	2,41	9,64	62,25	24,99	---	6,62
KB04	17,3	7,66	566	31,22	1,17	7,73	60,97	53,85	---	2,26
KB07	18,1	7,29	801	34,40	3,25	11,90	67,24	77,74	---	12,87
KP01	17,1	7,13	780	29,49	2,68	15,37	78,35	56,61	---	12,92
KP02	17,7	6,94	764	25,35	1,35	13,84	58,19	42,68	---	2,20
KP03	19,1	7	947	36,74	4,49	48,11	86,64	44,20	---	24,95
KU01	18,7	7,47	434	40,74	1,54	15,02	31,69	50,68	---	3,02
M02	17,8	7,19	665	26,40	1,68	11,62	41,24	36,19	---	2,43
M04	19,4	7,42	766	40,65	2,79	19,55	46,63	52,53	---	26,76
M06	19,8	7,26	1058	79,95	3,54	28,85	58,59	153,41	---	7,17
M07	19,2	7,24	1251	120,75	6,39	22,62	68,32	196,94	0,85	11,20
M08	18,8	7,29	1253	53,22	13,10	16,97	156,47	142,68	---	118,64
S01	14,2	7,47	450	37,51	0,93	18,60	36,96	59,89	---	0,37
SK1	15,9	7,42	618	37,18	3,09	17,50	38,73	44,17	---	10,06
SK2	15,8	7,55	481	27,70	1,72	14,66	53,24	33,00	---	5,10
SK3	18,4	7,18	877	49,86	6,52	21,83	40,86	62,14	---	21,71
SK4	16,9	7,59	554	32,28	1,88	15,65	43,57	41,79	---	4,83
SK5	15,6	7,07	1730	372,28	8,63	29,87	8,70	49,03	---	0,43
SK6	16,6	7,49	579	41,96	1,05	12,88	36,36	46,30	---	6,65
SK7	17,2	7,67	626	43,03	1,30	17,75	46,61	50,47	---	4,87
SK8	16,8	7,76	932	203,06	2,19	13,75	9,37	37,81	---	0,48
SK9	13,6	7,03	453	25,50	1,49	13,51	41,20	36,28	---	2,25
SK10	16,9	7,97	750	110,66	4,49	12,04	47,74	113,76	---	1,11
Y01	17	7,02	358	24,70	2,77	13,15	29,73	35,40	---	28,13
YL01	17	7,58	358	33,97	1,25	19,00	35,99	57,60	---	1,54

Nokta kodu	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Ag (PPB)	Al (PPB)	As (PPB)	Au (PPB)	B (PPB)	Ba (PPB)	Be (PPB)	Bi (PPB)
B03	18,32	385,92	<0.05	3	0,5	<0.05	21	24,07	<0.05	<0.05
B04	33,70	337,92	<0.05	24	2,2	<0.05	67	55,24	<0.05	<0.05
B07	12,20	36	<0.05	12	2,6	0,06	33	118,09	<0.05	<0.05
E01	44,46	330,72	<0.05	<1	12,8	<0.05	69	126,83	<0.05	<0.05
E03	62,91	359,52	<0.05	4	2	<0.05	33	88,44	<0.05	<0.05
GK1	39,83	297,12	<0.05	3	<0.5	<0.05	75	23,08	<0.05	<0.05
GKD	73,05	273,12	<0.05	<1	<0.5	<0.05	119	36,2	<0.05	<0.05
I03	17,91	309,12	<0.05	<1	0,7	<0.05	33	24,28	<0.05	<0.05
IK01	167,43	282,72	<100	<600	<3000	<500	<400	<80	*	<3000
IK02	130,24	287,52	0,05	<1	21,1	<0.05	192	83,2	<0.05	<0.05
ILS	320,41	294,72	<100	<600	<3000	<500	567	<80	*	<3000
IS01	56,37	229,92	0,08	7	4,2	<0.05	42	148,51	<0.05	<0.05
IS02	25,08	222,72	<0.05	<1	10,8	<0.05	27	195,98	<0.05	<0.05
ISK2	233,90	316,32	<100	<600	<3000	<500	<400	<80	*	<3000
K01	11,20	297,12	<0.05	3	2	<0.05	29	112,64	<0.05	<0.05
KB01	52,80	191,52	<0.05	6	2,6	<0.05	52	68,17	<0.05	<0.05
KB03	43,73	172,32	<0.05	365	10,6	<0.05	28	54,19	0,06	<0.05
KB04	25,86	203,52	<0.05	<1	1,3	<0.05	20	43,76	<0.05	<0.05
KB07	23,89	282,72	<0.05	7	1,9	<0.05	34	147,33	<0.05	<0.05
KP01	25,54	318,72	<0.05	4	11	<0.05	52	113,51	<0.05	<0.05
KP02	18,30	357,12	<0.05	53	2,2	<0.05	54	104,59	<0.05	<0.05
KP03	111,57	385,92	0,07	<1	2,5	<0.05	70	170,87	<0.05	<0.05
KU01	22,46	143,52	<0.05	4	1,4	<0.05	51	56,62	<0.05	<0.05
M02	13,88	297,12	<0.05	30	0,5	<0.05	28	22,41	<0.05	<0.05
M04	20,0124	312,96	<0.05	1	13,5	<0.05	102	89,38	<0.05	<0.05
M06	33,00	301,92	<0.05	15	6,1	<0.05	50	52,87	<0.05	<0.05
M07	40,07	316,32	<0.05	3	10,4	<0.05	76	54,02	<0.05	<0.05
M08	102,43	313,92	<0.05	10	9,3	<0.05	70	182,61	<0.05	<0.05
S01	31,39	129,12	<0.05	4	1,1	<0.05	26	9,97	<0.05	<0.05
SK1	28,47	258,72	<0.05	85	1,2	<0.05	91	72,35	<0.05	<0.05
SK2	24,86	201,12	<0.05	25	1,1	<0.05	59	48,33	<0.05	<0.05
SK3	38,87	340,32	<0.05	72	2,8	<0.05	102	126,15	<0.05	<0.05
SK4	30,31	217,92	<0.05	12	1,4	<0.05	64	41,65	<0.05	<0.05
SK5	6,34	990,72	<0.05	164	2,4	<0.05	270	1653,03	0,06	<0.05
SK6	28,42	222,72	<0.05	86	1,3	<0.05	67	59,33	<0.05	<0.05
SK7	35,85	237,12	<0.05	60	1,4	<0.05	68	66,19	<0.05	<0.05
SK8	26,66	448,32	<0.05	1688	1,6	<0.05	395	52,42	0,15	<0.05
SK9	25,80	184,32	<0.05	114	1,4	<0.05	53	47,95	<0.05	<0.05
SK10	104,47	129,12	<0.05	97	5,4	<0.05	154	57,56	<0.05	<0.05
Y01	17,75	93,12	<0.05	11	2,8	<0.05	27	38,38	<0.05	<0.05
YL01	30,45	133,92	<0.05	5	0,9	<0.05	29	10,93	<0.05	<0.05

Nokta kodu	Br (PPB)	Ca (PPM)	Cd (PPB)	Ce (PPB)	Cl (PPM)	Co (PPB)	Cr (PPB)	Cs (PPB)	Cu (PPB)	Dy (PPB)	Er (PPB)
B03	107	169,5	<0.05	0,01	27	<0.02	1,4	<0.01	0,5	<0.01	0,01
B04	377	132,8	0,05	0,1	95	0,07	2,6	0,2	24,6	0,02	0,02
B07	170	58,69	<0.05	0,09	74	<0.02	1,4	0,23	10,3	<0.01	<0.01
E01	214	128,36	<0.05	<0.01	53	<0.02	1,7	0,95	1	<0.01	<0.01
E03	175	151,63	<0.05	0,06	42	<0.02	4	1,19	1,3	<0.01	<0.01
GK1	110	92,22	<0.05	0,01	38	<0.02	1,7	<0.01	0,6	<0.01	<0.01
GKD	129	95,92	<0.05	<0.01	38	0,61	0,9	0,15	1,9	<0.01	<0.01
I03	170	112,25	<0.05	<0.01	41	0,1	1,2	0,03	6,2	<0.01	<0.01
IK01	*	209,3	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
IK02	4711	193,98	<0.05	<0.01	1281	<0.02	1,5	12,48	1,7	<0.01	<0.01
ILS	*	309,2	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
IS01	1374	288,83	<0.05	0,03	361	<0.02	1,3	0,05	1,7	<0.01	<0.01
IS02	1887	333,62	0,08	<0.01	533	<0.02	1,1	0,01	1,3	<0.01	<0.01
ISK2	*	373,4	<700	*	*	<300	<300	*	<80	*	*
K01	112	121,33	<0.05	0,03	29	<0.02	1,4	1,35	0,8	<0.01	<0.01
KB01	120	83,68	<0.05	0,04	36	<0.02	1,6	0,11	1,5	<0.01	<0.01
KB03	93	95,24	0,19	4,39	24	0,47	4,6	0,99	4,6	0,82	0,39
KB04	192	87,52	<0.05	<0.01	50	<0.02	1,3	0,23	0,5	<0.01	<0.01
KB07	198	130,65	<0.05	0,11	60	0,03	2	0,43	1,6	<0.01	0,01
KP01	168	134,37	<0.05	<0.01	56	<0.02	1,1	1,91	0,6	<0.01	<0.01
KP02	172	144,4	<0.05	0,87	41	6,45	2	0,49	3,9	0,06	0,04
KP03	198	119,27	<0.05	<0.01	45	<0.02	5,7	0,3	6,1	<0.01	<0.01
KU01	171	36,47	<0.05	0,03	57	<0.02	1,4	<0.01	4,6	<0.01	<0.01
M02	151	112,96	0,06	0,12	35	0,22	1,1	<0.01	2,8	<0.01	0,02
M04	157	113,57	0,17	0,02	50	<0.02	1	0,31	1,1	0,03	0,02
M06	543	111,79	<0.05	0,13	146	<0.02	2,4	1,07	1,4	0,02	0,01
M07	706	122,95	<0.05	<0.01	188	<0.02	1,2	1,45	1,5	<0.01	<0.01
M08	375	212,64	<0.05	0,03	143	0,07	2,3	1,15	2,7	0,02	0,01
S01	178	38,83	<0.05	0,01	60	<0.02	0,7	0,01	0,9	<0.01	<0.01
SK1	158	82,53	<0.05	0,31	44	0,39	1,7	0,05	2	0,03	0,02
SK2	99	64,51	0,1	0,11	32	0,07	0,9	0,02	0,7	<0.01	<0.01
SK3	269	124,09	0,12	0,03	60	0,31	3,3	0,02	0,7	<0.01	<0.01
SK4	135	72,87	<0.05	0,02	38	<0.02	1,2	0,01	2,4	<0.01	<0.01
SK5	205	69,1	0,08	0,3	47	0,66	7,9	1,01	1,1	0,04	0,01
SK6	154	71,13	0,26	0,35	43	0,3	1,6	<0.01	0,5	0,01	<0.01
SK7	196	74,62	0,18	0,31	47	0,63	3,2	<0.01	1,3	<0.01	<0.01
SK8	157	28,42	0,08	2,44	35	4,41	3,9	0,17	3,4	0,36	0,12
SK9	131	62,05	0,07	0,48	55	0,36	1,4	0,06	2,1	0,05	0,03
SK10	419	48,86	0,18	0,22	127	0,41	1,1	0,34	4,8	<0.01	<0.01
Y01	99	28,25	<0.05	0,13	42	<0.02	2,3	0,18	0,6	<0.01	<0.01
YL01	165	38,83	<0.05	0,03	52	<0.02	1,4	<0.01	1	<0.01	<0.01

Nokta kodu	Eu (PPB)	Fe (PPB)	Ga (PPB)	Gd (PPB)	Ge (PPB)	Hf (PPB)	Hg (PPB)	Ho (PPB)	In (PPB)	K (PPM)	La (PPB)
B03	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	0,42	0,01
B04	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,56	0,07
B07	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,08	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,95	0,08
E01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,05	<0.02	0,2	<0.01	<0.01	3,83	<0.01
E03	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,06	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,31	0,02
GK1	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,88	0,02
GKD	<0.01	6498	<0.05	<0.01	0,05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	4	<0.01
I03	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,59	<0.01
IK01	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	21	<200
IK02	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	17,68	<0.01
ILS	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	48	<200
IS01	<0.01	60	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	0,92	0,02
IS02	<0.01	129	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,12	<0.01
ISK2	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*	26	<200
K01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,86	0,01
KB01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	4,58	0,02
KB03	0,22	1043	<0.05	1,18	<0.05	<0.02	<0.1	0,17	<0.01	2,05	1,83
KB04	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,23	<0.01
KB07	<0.01	121	<0.05	<0.01	0,06	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,52	0,05
KP01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,08	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,95	<0.01
KP02	<0.01	7732	0,05	0,1	0,11	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,42	0,45
KP03	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	4,62	<0.01
KU01	<0.01	125	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,56	0,01
M02	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,63	0,06
M04	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,29	<0.02	8,1	<0.01	<0.01	2,55	0,02
M06	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,1	<0.01	<0.01	3,32	0,06
M07	<0.01	459	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	1	<0.01	<0.01	6,5	<0.01
M08	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,05	<0.02	0,3	<0.01	<0.01	13,04	0,02
S01	<0.01	72	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	0,8	<0.01
SK1	<0.01	100	<0.05	0,03	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,16	0,1
SK2	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,69	0,04
SK3	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	6,09	<0.01
SK4	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,91	<0.01
SK5	<0.01	1358	<0.05	0,06	0,11	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	7,34	0,1
SK6	<0.01	<10	<0.05	0,02	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,66	0,11
SK7	<0.01	167	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,3	0,06
SK8	0,05	3650	0,42	0,47	0,1	<0.02	<0.1	0,04	<0.01	2,4	0,92
SK9	<0.01	389	<0.05	0,05	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,67	0,21
SK10	<0.01	219	<0.05	0,02	0,05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	3,74	0,1
Y01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	2,77	0,07
YL01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01	1,15	<0.01

Nokta kodu	Li (PPB)	Lu (PPB)	Mg (PPM)	Mn (PPB)	Mo (PPB)	Na (PPM)	Nb (PPB)	Nd (PPB)	Ni (PPB)	P (PPB)	Pb (PPB)
B03	1,2	<0.01	4,28	0,19	<0.1	16,63	<0.01	0,02	<0.2	<10	<0.1
B04	7,6	<0.01	26,85	1,9	0,1	74,56	<0.01	0,07	1	<10	5,6
B07	8,2	<0.01	21,23	0,6	0,3	38,78	<0.01	0,08	0,4	171	1
E01	20,6	<0.01	29,06	0,15	1	33,78	<0.01	<0.01	0,8	<10	<0.1
E03	8,4	<0.01	18,34	0,34	0,1	21,39	<0.01	<0.01	0,3	15	0,2
GK1	8,1	<0.01	30,1	0,74	0,1	40,3	<0.01	0,02	<0.2	<10	0,1
GKD	13,7	<0.01	27,27	212,08	0,2	42,35	<0.01	0,02	2,6	<10	0,2
I03	3,6	<0.01	18,61	2,57	0,1	29,83	<0.01	<0.01	67,7	<10	0,3
IK01	<1000	*	95	<50	<300	822	*	*	<300	<4000	<4000
IK02	56,5	<0.01	76,88	1,21	0,4	606,32	<0.01	<0.01	<0.2	<10	<0.1
ILS	<1000	*	163	<50	<300	1380	*	*	<300	<4000	<4000
IS01	6,8	<0.01	27,04	2,48	<0.1	94,73	<0.01	<0.01	<0.2	<10	0,2
IS02	9	<0.01	24,55	7,45	<0.1	57,91	<0.01	<0.01	0,3	<10	1,5
ISK2	<1000	*	143	189	<300	1006	*	*	<300	<4000	<4000
K01	2,7	<0.01	6,33	0,36	0,1	21,02	<0.01	<0.01	<0.2	59	0,2
KB01	2,4	<0.01	14,11	1,85	0,4	25,36	<0.01	0,04	<0.2	47	0,5
KB03	2,2	0,02	10,84	67,6	<0.1	21,19	<0.01	3,75	0,9	1028	3,2
KB04	1,3	<0.01	9,17	0,64	<0.1	31,47	<0.01	<0.01	<0.2	17	<0.1
KB07	1,8	<0.01	13,99	2	0,2	35,83	<0.01	0,02	<0.2	89	1
KP01	13,5	<0.01	17,36	1,1	1,3	30,4	<0.01	<0.01	<0.2	<10	<0.1
KP02	14,1	<0.01	17,56	740,14	<0.1	25,68	<0.01	0,36	13,1	22	2
KP03	24,2	<0.01	57,57	0,24	0,2	34,7	<0.01	<0.01	0,3	11	0,4
KU01	10,2	<0.01	16,77	2,26	0,9	40,88	<0.01	0,02	<0.2	27	0,5
M02	2,4	<0.01	13,72	78,98	<0.1	26,51	<0.01	0,11	<0.2	<10	1,3
M04	27,2	<0.01	23,03	3,56	0,9	40,57	<0.01	<0.01	<0.2	17	0,2
M06	5,6	<0.01	31,39	0,91	0,8	74,97	<0.01	0,06	<0.2	12	0,6
M07	8,4	<0.01	28,58	14,78	0,3	119,7	<0.01	<0.01	<0.2	10	0,2
M08	5,3	<0.01	19,68	3,05	1,5	53,57	0,01	0,03	<0.2	<10	0,1
S01	7,4	<0.01	19,39	2,39	0,1	34,53	<0.01	<0.01	0,2	15	0,3
SK1	9,5	<0.01	19,76	46,9	0,3	38,08	<0.01	0,19	1	16	25,2
SK2	6,3	<0.01	15,14	5,46	0,1	26,06	<0.01	<0.01	<0.2	<10	13,6
SK3	11,8	<0.01	24,4	27,98	2,2	49,24	0,02	<0.01	0,8	48	1,8
SK4	7,1	<0.01	17,68	5,41	0,3	29,78	<0.01	<0.01	<0.2	<10	0,9
SK5	158,3	<0.01	38,21	121,82	0,3	345,49	<0.01	0,17	1,1	52	16,6
SK6	6,2	<0.01	15,88	100,36	0,3	44,44	<0.01	0,15	<0.2	14	48,4
SK7	7,2	<0.01	21,58	26,98	0,5	44,07	<0.01	0,06	32,9	<10	53,5
SK8	51,7	<0.01	17,48	645,24	1	191,94	0,01	1,2	6,8	94	46,6
SK9	5,3	<0.01	14,95	26,28	0,3	23,93	<0.01	0,19	1	22	26,8
SK10	6,6	<0.01	12,3	167,22	60,1	105,68	<0.01	0,11	1,5	<10	56,6
Y01	0,9	<0.01	13,83	0,82	0,5	25,17	<0.01	0,01	1	151	0,4
YL01	6,5	<0.01	21,22	0,29	0,1	34,29	<0.01	<0.01	1	29	0,2

Nokta kodu	Pd (PPB)	Pr (PPB)	Pt (PPB)	Rb (PPB)	Re (PPB)	Rh (PPB)	Ru (PPB)	S (PPM)	Sb (PPB)	Sc (PPB)	Se (PPB)
B03	<0.2	<0.01	<0.01	0,32	<0.01	<0.01	<0.05	8	<0.05	<1	<0.5
B04	<0.2	0,02	<0.01	1,54	<0.01	0,01	<0.05	12	0,06	<1	1
B07	<0.2	0,01	0,02	11,7	<0.01	<0.01	<0.05	5	0,05	<1	<0.5
E01	<0.2	<0.01	<0.01	7,59	0,01	0,01	<0.05	15	0,18	<1	1,3
E03	<0.2	<0.01	0,03	2,77	<0.01	<0.01	<0.05	19	0,06	<1	<0.5
GK1	<0.2	<0.01	0,01	0,65	<0.01	0,01	<0.05	14	<0.05	<1	0,8
GKD	<0.2	<0.01	<0.01	6,26	<0.01	<0.01	<0.05	26	<0.05	<1	<0.5
I03	<0.2	<0.01	<0.01	1,19	<0.01	<0.01	<0.05	8	<0.05	<1	0,6
IK01	*	*	*	*	*	*	*	60	<2000	*	*
IK02	<0.2	<0.01	<0.01	20,76	<0.01	0,03	<0.05	48	0,34	<1	7,8
ILS	*	*	*	*	*	*	*	121	<2000	*	*
IS01	<0.2	<0.01	<0.01	0,9	<0.01	0,01	<0.05	19	<0.05	<1	2,9
IS02	<0.2	<0.01	<0.01	1,08	<0.01	0,02	<0.05	9	<0.05	<1	3,7
ISK2	*	*	*	*	*	*	*	90	<2000	*	*
K01	<0.2	<0.01	<0.01	14,23	<0.01	<0.01	<0.05	5	<0.05	<1	<0.5
KB01	<0.2	<0.01	0,01	1,61	<0.01	<0.01	<0.05	17	1,51	<1	<0.5
KB03	<0.2	0,75	<0.01	1,85	<0.01	<0.01	<0.05	15	0,43	<1	<0.5
KB04	<0.2	<0.01	<0.01	0,94	<0.01	<0.01	<0.05	8	<0.05	<1	<0.5
KB07	<0.2	0,01	0,01	12,58	<0.01	<0.01	<0.05	8	0,19	<1	<0.5
KP01	<0.2	<0.01	0,02	6,25	<0.01	<0.01	<0.05	9	0,19	<1	0,7
KP02	<0.2	0,11	<0.01	1,96	<0.01	<0.01	<0.05	8	<0.05	<1	<0.5
KP03	<0.2	<0.01	<0.01	7,41	<0.01	0,02	<0.05	36	0,09	<1	1,1
KU01	<0.2	<0.01	<0.01	0,65	<0.01	<0.01	<0.05	7	<0.05	<1	<0.5
M02	<0.2	0,02	0,02	0,93	<0.01	<0.01	<0.05	6	0,11	<1	<0.5
M04	<0.2	<0.01	<0.01	5,43	<0.01	<0.01	<0.05	8	0,23	<1	0,9
M06	<0.2	<0.01	<0.01	6,63	<0.01	<0.01	<0.05	12	0,13	<1	0,6
M07	<0.2	<0.01	<0.01	5,98	<0.01	<0.01	<0.05	15	0,2	<1	0,9
M08	<0.2	<0.01	<0.01	33,57	0,06	<0.01	<0.05	35	0,39	<1	0,9
S01	<0.2	<0.01	0,02	0,19	<0.01	<0.01	<0.05	10	<0.05	<1	<0.5
SK1	<0.2	0,02	<0.01	1,18	<0.01	<0.01	<0.05	10	<0.05	<1	0,8
SK2	<0.2	<0.01	<0.01	0,59	<0.01	<0.01	<0.05	9	<0.05	<1	<0.5
SK3	<0.2	<0.01	<0.01	1,52	<0.01	<0.01	<0.05	13	0,15	<1	2
SK4	<0.2	<0.01	<0.01	0,46	<0.01	<0.01	<0.05	10	<0.05	<1	0,5
SK5	<0.2	0,02	<0.01	11,84	<0.01	0,01	<0.05	1	<0.05	<1	<0.5
SK6	<0.2	0,02	<0.01	0,32	<0.01	<0.01	<0.05	10	<0.05	<1	<0.5
SK7	<0.2	0,01	<0.01	0,85	<0.01	<0.01	<0.05	11	0,19	<1	<0.5
SK8	<0.2	0,27	<0.01	2,69	<0.01	<0.01	<0.05	9	<0.05	<1	<0.5
SK9	<0.2	0,03	<0.01	0,88	<0.01	<0.01	<0.05	9	0,11	<1	<0.5
SK10	<0.2	0,02	<0.01	3,39	<0.01	<0.01	<0.05	34	0,68	<1	<0.5
Y01	<0.2	<0.01	0,01	7,74	<0.01	<0.01	<0.05	5	0,06	1	<0.5
YL01	<0.2	<0.01	<0.01	0,12	<0.01	<0.01	<0.05	10	<0.05	<1	<0.5

Nokta kodu	Si (PPB)	Sm (PPB)	Sn (PPB)	Sr (PPB)	Ta (PPB)	Tb (PPB)	Te (PPB)	Th (PPB)	Ti (PPB)	Tl (PPB)	Tm (PPB)
B03	4966	0,03	<0.05	177,8	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
B04	7335	<0.02	0,23	303,3	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,02	<0.01
B07	33935	<0.02	0,06	514,27	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,01	<0.01
E01	19011	<0.02	<0.05	540,43	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,1	<0.01
E03	9291	0,02	<0.05	355,14	<0.02	<0.01	0,08	<0.05	<10	<0.01	<0.01
GK1	6116	<0.02	<0.05	214,82	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
GKD	5087	<0.02	<0.05	293,75	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
I03	4932	<0.02	<0.05	152,97	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
IK01	*	*	*	1116	*	*	*	<500	<100	*	*
IK02	6720	<0.02	<0.05	957,23	<0.02	<0.01	0,12	<0.05	<10	0,35	<0.01
ILS	*	*	*	1797	*	*	*	<500	<100	*	*
IS01	8097	<0.02	0,07	617,62	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
IS02	9476	<0.02	<0.05	741,91	<0.02	<0.01	0,06	<0.05	<10	0,02	<0.01
ISK2	*	*	*	1906	*	*	*	<500	<100	*	*
K01	29311	<0.02	<0.05	150,97	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
KB01	7586	<0.02	<0.05	160,38	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,02	<0.01
KB03	6339	1,06	<0.05	120,62	<0.02	0,14	<0.05	1,02	<10	0,06	0,03
KB04	5564	0,02	<0.05	100,91	<0.02	<0.01	0,09	<0.05	<10	0,02	<0.01
KB07	28707	<0.02	0,09	293,58	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
KP01	14666	<0.02	<0.05	399,35	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,08	<0.01
KP02	10544	0,09	<0.05	285,56	<0.02	0,01	<0.05	0,12	<10	0,04	<0.01
KP03	10492	0,02	<0.05	782,51	<0.02	<0.01	0,11	<0.05	<10	0,02	<0.01
KU01	10324	<0.02	<0.05	248,4	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
M02	4427	<0.02	<0.05	257,69	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,01	<0.01
M04	42314	<0.02	<0.05	351,13	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
M06	10653	<0.02	<0.05	212,18	<0.02	<0.01	0,06	<0.05	<10	0,02	<0.01
M07	11375	<0.02	<0.05	239,76	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,04	<0.01
M08	34237	<0.02	<0.05	279,03	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	0,05	<0.01
S01	6358	<0.02	<0.05	208,77	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK1	8154	0,03	<0.05	259,22	<0.02	<0.01	0,06	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK2	7260	0,03	<0.05	173,86	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK3	14301	<0.02	<0.05	350,69	<0.02	<0.01	0,1	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK4	7779	0,02	<0.05	204,44	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK5	10414	0,06	<0.05	495,94	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK6	8292	0,05	<0.05	205,63	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK7	8903	<0.02	<0.05	213,34	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK8	9766	0,35	<0.05	201,92	<0.02	0,06	<0.05	0,3	<10	0,01	<0.01
SK9	6971	0,04	<0.05	190,73	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
SK10	7765	0,04	0,79	249,28	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01
Y01	28563	<0.02	<0.05	245,33	<0.02	<0.01	0,12	<0.05	<10	<0.01	<0.01
YL01	7516	<0.02	<0.05	162,85	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10	<0.01	<0.01

Nokta kodu	U (PPB)	V (PPB)	W (PPB)	Y (PPB)	Yb (PPB)	Zn (PPB)	Zr (PPB)
B03	1,16	0,9	<0.02	0,04	<0.01	7,1	<0.02
B04	1,1	1,8	<0.02	0,15	<0.01	218	0,02
B07	0,67	9,1	0,07	0,04	<0.01	224,7	<0.02
E01	2,07	4,1	0,03	<0.01	<0.01	8	<0.02
E03	1,32	2,9	0,09	<0.01	<0.01	74,8	<0.02
GK1	0,78	0,4	<0.02	0,04	0,02	4,2	<0.02
GKD	0,18	0,3	<0.02	0,01	0,01	2176,1	<0.02
I03	1	0,9	<0.02	0,03	<0.01	6,2	0,03
IK01	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
IK02	1,26	4,8	<0.02	<0.01	<0.01	3,3	<0.02
ILS	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
IS01	1,02	1,4	<0.02	0,04	0,01	9,1	<0.02
IS02	0,96	2,4	<0.02	<0.01	<0.01	4,6	<0.02
ISK2	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
K01	1	8,4	0,05	<0.01	<0.01	43,9	<0.02
KB01	0,87	1,7	<0.02	0,02	<0.01	23,4	<0.02
KB03	0,9	4,3	<0.02	5,98	0,21	48,1	0,28
KB04	0,33	1,2	<0.02	<0.01	<0.01	21,1	<0.02
KB07	0,94	11,2	<0.02	0,04	<0.01	89,8	<0.02
KP01	1,2	3	<0.02	<0.01	<0.01	8,5	<0.02
KP02	0,81	4	<0.02	0,47	0,05	13,6	0,04
KP03	2,12	2,1	<0.02	<0.01	<0.01	30,5	<0.02
KU01	0,95	2,2	0,4	<0.01	<0.01	36,6	<0.02
M02	0,42	0,8	<0.02	0,14	<0.01	7,7	<0.02
M04	8,37	3,9	0,19	0,14	<0.01	5,7	<0.02
M06	2,58	4,6	0,18	0,14	<0.01	233,5	<0.02
M07	2,14	4,1	<0.02	<0.01	<0.01	13,1	<0.02
M08	1,9	5,2	0,25	0,21	0,03	44,7	0,04
S01	0,39	1,4	0,04	0,01	<0.01	27,4	<0.02
SK1	0,99	1,3	0,11	0,22	<0.01	74,7	0,02
SK2	0,6	1,1	0,04	0,08	<0.01	14,2	<0.02
SK3	0,91	1,9	0,58	0,02	<0.01	8,6	0,04
SK4	0,7	0,8	<0.02	0,04	<0.01	19,1	<0.02
SK5	0,26	0,7	0,02	0,3	0,03	20	0,05
SK6	0,73	1	<0.02	0,24	0,01	10,2	<0.02
SK7	1,35	1,3	0,05	0,17	<0.01	9,5	<0.02
SK8	1,34	2,8	0,05	1,57	0,11	33,1	0,15
SK9	0,85	1,8	0,13	0,23	<0.01	20,6	0,06
SK10	0,64	4	17,31	0,11	<0.01	13,2	0,08
Y01	0,6	8,6	0,25	0,04	<0.01	153,8	<0.02
YL01	0,47	0,3	<0.02	<0.01	<0.01	71,1	<0.02

Tablo 9.3. Su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Eylül 2015)

Nokta kodu	T°C	pH	EC (µS/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Br (mg/L)	NO3 (mg/L)
B03	19,7	7,08	707	16,24	0,39	4,10	152,23	27,56	---	---
B04	20,40	7,01	1124	92,09	3,15	24,57	134,64	186,93	0,84	12,90
B07	19,7	6,79	584	38,93	3,70	20,92	60,13	86,99	---	2,31
E01	18,90	7,18	720	31,18	3,38	26,22	82,13	51,85	---	11,69
E03	19,40	6,40	816	22,58	1,19	18,74	115,11	42,32	---	17,37
GDK	27,60	8,11	664	74,60	5,27	27,71	36,03	61,76	---	0,87
GK1	20,90	7,22	713	39,44	1,96	31,38	88,77	57,61	---	1,68
I01	21,50	7,06	3560	520,49	15,78	67,03	162,98	939,27	3,43	2,46
I03	20,70	7,07	2600	351,45	9,16	49,15	162,94	681,80	2,39	2,53
IK01	21,50	7,10	4120	662,26	20,87	79,42	177,82	1204,30	4,59	1,13
IK02	23,30	6,95	3030	399,70	14,02	48,09	148,35	769,67	2,72	3,16
ILS	22,00	7,42	9110	1665,25	60,24	189,90	244,01	2884,02	10,87	1,73
IS01	21,70	6,82	2750	190,74	2,07	34,25	346,09	767,42	2,22	36,30
IS02	20,70	6,76	2980	197,60	2,65	34,22	351,89	789,42	2,54	21,43
ISK1	25,40	6,90	31200	5844,28	207,17	508,12	863,77	11176,80	40,62	1,81
ISK2	24,00	6,91	7970	1141,00	31,08	162,04	405,12	2484,12	8,70	14,80
ISK3	26,40	7,15	4140	606,42	18,78	79,20	177,73	1116,20	3,89	2,71
K01	17,90	7,06	626	20,28	2,41	5,60	116,11	29,16	---	1,02
KB01	16,90	7,57	497	21,63	3,59	11,05	74,68	37,14	---	5,04
KB02	17,50	7,27	123	91,62	1,72	12,22	106,21	188,02	---	2,02
KB03	17,02	7,43	493	19,47	1,10	7,15	78,85	35,32	---	1,18
KB07	19,00	7,05	1210	41,48	3,95	22,85	183,97	220,18	0,99	10,19
KP01	19,40	7,62	803	29,51	2,56	15,78	124,61	58,09	---	14,22
KP02	18,50	6,91	835	33,62	1,44	22,60	78,68	55,29	---	1,92
KP03	19,50	7,01	990	38,54	4,83	46,74	96,14	43,48	---	32,95
KU01	19,10	7,41	440	39,47	1,61	17,70	35,45	55,14	---	3,41
M02	19,40	7,23	593	30,78	1,69	11,68	63,95	52,71	---	0,95
M06	20,60	7,03	1152	99,35	3,93	33,48	111,70	190,97	0,53	7,69
M07	20,40	6,99	2760	334,02	8,87	48,01	172,58	702,61	2,35	3,80
M08	19,70	7,26	710	31,67	5,89	13,14	107,63	47,51	---	54,38
S01	16,80	7,21	659	51,43	1,12	29,41	58,24	86,53	---	---
SK1	17,60	6,93	1797	123,34	4,71	81,79	90,29	234,47	0,49	---
SK2	19,70	6,92	592	27,08	1,96	10,82	66,08	35,76	---	2,98
SK3	21,40	7,06	952	51,62	6,06	26,00	114,29	66,17	---	17,91
SK4	20,80	7,50	605	31,03	2,11	12,82	63,28	42,96	---	2,90
SK5	21,90	6,79	1009	108,90	5,33	27,56	78,82	46,39	---	0,80
SK6	19,60	7,47	610	32,89	2,16	15,94	63,90	40,61	---	3,72
SK7	22,10	7,14	20765	2949,80	30,92	452,40	1046,04	6709,56	24,12	2,12
SK8	24,70	8,05	1201	208,63	4,38	18,24	20,06	38,92	---	---
SK9	17,10	8,04	932	194,95	4,78	5,36	14,93	37,97	---	---
SK10	18,00	7,93	722	108,81	4,46	13,68	37,29	113,09	---	---
Y01	17,90	6,89	333	25,99	2,04	14,09	26,42	37,81	---	30,30
YL01	18,00	7,39	532	36,84	1,11	23,29	40,42	63,41	---	3,09

Nokta kodu	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	F (mg/L)	Li (mg/L)	Ag (PPB)	Al (PPB)	As (PPB)	Au (PPB)	B (PPB)	Ba (PPB)
B03	15,25	182,32	---	0,002	<0.05	6	<0.5	<0.05	16	22,21
B04	38,08	161,25	0,162	0,007	<0.05	<1	2,9	<0.05	57	58,05
B07	11,24	91,16	0,272	0,008	<0.05	13	1,9	<0.05	31	120,81
E01	41,87	164,69	---	0,012						
E03	50,99	177,59	0,118	0,006						
GDK	80,10	92,45	0,084	0,027	<0.05	4	<0.5	<0.05	232	19,24
GK1	41,40	144,48	0,137	0,006						
I01	112,09	148,50	---	0,030						
I03	83,33	141,90	---	0,020	<0.05	<1	6	<0.05	111	93,25
IK01	151,27	142,76	---	0,039	<0.05	<1	13,2	<0.05	188	78,87
IK02	86,90	147,06	---	0,028	0,09	6	6,7	<0.05	130	53,43
ILS	393,54	153,00	0,113	---	<100	<600	<3000	<500	839	<80
IS01	72,06	124,50	---	0,007	<0.05	2	9,4	<0.05	51	300,13
IS02	64,51	116,10	---	0,007	0,1	29	10,6	<0.05	52	216,76
ISK1	1246,69	120,00	---	---						
ISK2	272,21	156,50	---	---	<100	<600	<3000	<500	1412	95
ISK3	128,75	144,48	---	0,043						
K01	11,16	150,07	0,084	---	<0.05	9	2	<0.05	27	124,83
KB01	37,94	92,45	0,106	---	<0.05	13	3	<0.05	39	65
KB02	46,83	96,32	0,092	0,003						
KB03	21,85	95,89	---	---	<0.05	<1	0,9	<0.05	15	45,5
KB07	31,70	137,60	0,111	---	<0.05	3	4,3	<0.05	29	217,86
KP01	26,49	159,96	0,089	0,007	<0.05	7	8,5	<0.05	56	120,77
KP02	24,65	179,74	0,084	0,017	0,07	54	14,2	<0.05	175	94,07
KP03	94,64	178,45	0,115	0,014	<0.05	<1	3,4	<0.05	88	126,76
KU01	25,35	65,36	0,143	0,007	<0.05	57	0,7	<0.05	51	52,99
M02	12,50	127,28	0,120	---	<0.05	<1	1,1	<0.05	24	19,34
M06	38,03	149,64	---	0,005	<0.05	<1	5,9	<0.05	47	51,11
M07	86,35	141,47	---	0,009	<0.05	<1	8,8	<0.05	90	92,13
M08	41,70	119,54	0,087	0,003	<0.05	17	11,5	<0.05	64	77,24
S01	37,03	106,64	0,167	0,005	<0.05	4	0,6	<0.05	36	17,51
SK1	91,48	231,50	0,431	0,016	<0.05	10	9,7	<0.05	92	62,95
SK2	24,32	108,00	---	0,007	<0.05	49	0,6	<0.05	60	53,84
SK3	39,90	177,00	0,126	0,006	<0.05	42	2,1	<0.05	110	126,44
SK4	28,86	104,00	0,268	0,005	<0.05	12	1,7	<0.05	73	40,15
SK5	32,98	224,00	0,182	0,030	<0.05	<1	1,3	<0.05	108	1043,89
SK6	24,90	108,50	---	0,004	<0.05	115	1,2	<0.05	67	56,71
SK7	819,75	74,00	0,135	---	<100	<600	<3000	<500	<400	<80
SK8	26,01	240,50	1,320	0,045	<0.05	8	1,2	<0.05	441	27,6
SK9	23,97	195,50	4,635	0,041	<0.05	35	9,8	<0.05	732	68,92
SK10	97,07	56,50	0,430	0,004	<0.05	38	4	<0.05	180	42,74
Y01	16,79	40,85	0,063	---	<0.05	12	2,3	<0.05	26	35,48
YL01	29,55	74,82	0,142	0,004	<0.05	5	<0.5	<0.05	33	13,37

Nokta kodu	Be (PPB)	Bi (PPB)	Br (PPB)	Ca (PPM)	Cd (PPB)	Ce (PPB)	Cl (PPM)	Co (PPB)	Cr (PPB)	Cs (PPB)	Cu (PPB)
B03	<0.05	<0.05	99	165,5	<0.05	0,02	30	<0.02	1,8	<0.01	1,2
B04	<0.05	<0.05	697	157,7	<0.05	<0.01	205	<0.02	2,3	0,21	0,8
B07	<0.05	<0.05	196	65,21	<0.05	0,05	83	<0.02	1,1	0,23	1,9
E01											
E03											
GDK	<0.05	<0.05	231	42,3	<0.05	0,03	65	0,04	<0.5	0,25	0,6
GK1											
I01											
I03	<0.05	<0.05	2820	181,4	<0.05	<0.01	949	0,02	<0.5	0,31	9,3
IK01	<0.05	<0.05	5051	197,1	<0.05	<0.01	1759	0,1	<0.5	15,46	1,5
IK02	<0.05	<0.05	2911	157,6	<0.05	0,03	916	0,05	1,4	8,01	1,3
ILS	*	<3000	*	268,8	<700	*	*	<300	<300	*	<80
IS01	<0.05	<0.05	3290	389,1	<0.05	<0.01	1004	0,13	<0.5	0,06	5,5
IS02	<0.05	<0.05	3593	395	<0.05	0,16	1072	0,75	4,9	0,02	12,4
ISK1											
ISK2	*	<3000	*	476,3	<700	*	*	<300	<300	*	<80
ISK3											
K01	<0.05	<0.05	138	127,8	<0.05	0,12	30	<0.02	1,4	1,42	1,4
KB01	<0.05	<0.05	129	83,4	<0.05	0,2	42	0,03	1,7	0,17	2,4
KB02											
KB03	<0.05	<0.05	136	93,18	<0.05	<0.01	39	<0.02	0,7	0,12	0,4
KB07	<0.05	<0.05	906	218,6	<0.05	0,02	265	<0.02	0,5	0,5	4,8
KP01	<0.05	<0.05	183	145,5	<0.05	0,07	68	<0.02	0,5	2,23	2,5
KP02	<0.05	<0.05	257	147,7	<0.05	0,73	68	4,77	0,8	0,67	3,3
KP03	<0.05	<0.05	233	137,6	<0.05	0,01	60	<0.02	4,4	0,85	1,6
KU01	<0.05	<0.05	198	39,88	<0.05	0,51	56	0,04	1,9	<0.01	1,3
M02	<0.05	<0.05	246	111,9	<0.05	<0.01	65	<0.02	3,4	<0.01	2,4
M06	<0.05	<0.05	863	128,4	<0.05	<0.01	237	<0.02	<0.5	1,12	0,8
M07	<0.05	<0.05	3293	187,6	<0.05	<0.01	945	0,07	2,9	2,9	1
M08	<0.05	<0.05	234	119,5	<0.05	0,1	57	<0.02	<0.5	1,74	1,6
S01	<0.05	<0.05	309	65,05	<0.05	0,03	87	<0.02	0,7	<0.01	1
SK1	<0.05	<0.05	835	95,58	0,07	<0.01	299	8,3	3,3	0,83	1,1
SK2	<0.05	<0.05	150	77,3	3,02	0,15	45	0,17	<0.5	0,06	6,6
SK3	<0.05	<0.05	347	128,4	0,5	0,15	83	0,47	0,7	0,17	3,7
SK4	<0.05	<0.05	168	74,18	0,55	0,02	51	0,04	2,3	0,17	2,2
SK5	<0.05	<0.05	164	88,25	0,57	<0.01	55	<0.02	8,2	0,12	0,5
SK6	<0.05	<0.05	162	77,31	0,43	0,34	46	0,39	1,3	0,08	6
SK7	*	<3000	*	1129	<700	*	*	<300	<300	*	<80
SK8	<0.05	<0.05	176	22,05	<0.05	<0.01	47	0,4	3,9	0,06	0,9
SK9	<0.05	<0.05	135	16,35	<0.05	<0.01	42	0,34	4,3	0,37	1,8
SK10	<0.05	<0.05	424	41,07	<0.05	0,05	123	0,07	<0.5	0,8	2,6
Y01	<0.05	<0.05	140	29,38	<0.05	0,22	36	<0.02	1,9	0,11	0,4
YL01	<0.05	<0.05	172	46,14	<0.05	0,02	75	<0.02	1,9	<0.01	7,2

Nokta kodu	Dy (PPB)	Er (PPB)	Eu (PPB)	Fe (PPB)	Ga (PPB)	Gd (PPB)	Ge (PPB)	Hf (PPB)	Hg (PPB)	Ho (PPB)	In (PPB)
B03	<0.01	<0.01	<0.01	17	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,2	<0.01	<0.01
B04	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
B07	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,08	<0.02	5	<0.01	<0.01
E01											
E03											
GDK	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,1	<0.01	<0.01
GK1											
I01											
I03	<0.01	<0.01	<0.01	61	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
IK01	<0.01	<0.01	<0.01	136	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
IK02	<0.01	<0.01	<0.01	173	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,2	<0.01	<0.01
ILS	*	*	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*
IS01	<0.01	<0.01	<0.01	133	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
IS02	<0.01	<0.01	<0.01	14159	0,14	0,02	0,07	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
ISK1											
ISK2	*	*	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*
ISK3											
K01	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	1,4	<0.01	<0.01
KB01	<0.01	<0.01	<0.01	329	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
KB02											
KB03	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
KB07	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,07	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
KP01	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,08	<0.02	0,1	<0.01	<0.01
KP02	0,05	0,02	<0.01	1506	<0.05	0,05	0,08	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
KP03	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
KU01	<0.01	<0.01	0,01	220	<0.05	0,04	<0.05	<0.02	0,4	<0.01	<0.01
M02	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
M06	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
M07	<0.01	<0.01	<0.01	17	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
M08	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,1	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
S01	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,2	<0.01	<0.01
SK1	<0.01	<0.01	<0.01	39	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK2	0,02	<0.01	<0.01	221	<0.05	0,02	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK3	0,02	<0.01	<0.01	59	<0.05	0,09	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK4	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK5	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK6	0,01	<0.01	<0.01	185	<0.05	0,04	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK7	*	*	*	<10000	*	*	*	*	*	*	*
SK8	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK9	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	<0.01	0,28	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
SK10	<0.01	<0.01	<0.01	73	<0.05	<0.01	0,09	<0.02	<0.1	<0.01	<0.01
Y01	<0.01	<0.01	<0.01	<10	<0.05	0,01	<0.05	<0.02	0,3	<0.01	<0.01
YL01	<0.01	<0.01	<0.01	1111	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	0,4	<0.01	<0.01

Nokta kodu	K (PPM)	La (PPB)	Li (PPB)	Lu (PPB)	Mg (PPM)	Mn (PPB)	Mo (PPB)	Na (PPM)	Nb (PPB)	Nd (PPB)	Ni (PPB)
B03	0,34	<0.01	1,2	<0.01	4,69	0,21	<0.1	16,09	<0.01	<0.01	0,3
B04	3,16	<0.01	10	<0.01	31,9	0,26	0,1	98,91	<0.01	<0.01	<0.2
B07	3,72	0,03	9,2	<0.01	23,95	1,6	0,2	41,49	<0.01	<0.01	<0.2
E01											
E03											
GDK	5,79	<0.01	38	<0.01	29,92	1,28	1,4	78,48	<0.01	0,03	<0.2
GK1											
I01											
I03	8,09	<0.01	30,3	<0.01	56,73	0,76	0,3	355,9	<0.01	<0.01	71,5
IK01	19,2	<0.01	67,3	<0.01	85,03	0,7	0,3	678,02	<0.01	<0.01	0,9
IK02	12,66	0,01	44,4	<0.01	58,06	0,18	0,5	386,78	<0.01	<0.01	2,8
ILS	64	<200	<1000	*	207	<50	<300	1847	*	*	<300
IS01	1,44	0,01	14	<0.01	41,74	0,41	0,1	190,83	<0.01	<0.01	6,3
IS02	1,92	0,06	12,1	<0.01	42,71	121,2	<0.1	212,58	0,01	0,09	3,9
ISK1											
ISK2	32	<200	<1000	*	182	687	<300	1256	*	*	<300
ISK3											
K01	3	0,06	2,8	<0.01	6,25	1,47	0,1	20,87	<0.01	0,03	<0.2
KB01	4,16	0,08	2,4	<0.01	14,81	2,43	0,3	22,08	<0.01	0,11	1,2
KB02											
KB03	1,08	<0.01	1,2	<0.01	9,12	<0.05	<0.1	20,58	<0.01	<0.01	<0.2
KB07	4,23	0,01	2,2	<0.01	26,85	0,21	0,2	45,53	<0.01	<0.01	<0.2
KP01	2,73	<0.01	14	<0.01	19,24	0,64	1,7	31,01	<0.01	<0.01	1,9
KP02	1,69	0,32	29,1	<0.01	27,96	456,92	<0.1	38	<0.01	0,28	12,2
KP03	5,42	<0.01	23	<0.01	52,09	0,16	0,3	41,23	<0.01	<0.01	3
KU01	1,62	0,28	11,2	<0.01	17,73	7,47	0,3	39,82	<0.01	0,26	<0.2
M02	1,47	<0.01	2,2	<0.01	13,79	0,19	0,2	31,49	<0.01	<0.01	<0.2
M06	3,64	<0.01	6,8	<0.01	37,17	0,39	0,5	107,63	<0.01	<0.01	<0.2
M07	8,19	<0.01	14,7	<0.01	58,98	1,97	0,7	338,66	<0.01	<0.01	2
M08	6,27	0,06	4,7	<0.01	15,1	2,94	0,8	33,74	<0.01	0,04	<0.2
S01	1,18	<0.01	11,6	<0.01	33,52	0,64	<0.1	51,68	<0.01	0,03	<0.2
SK1	3,7	<0.01	31,8	<0.01	112,46	628,05	3,9	135,49	<0.01	<0.01	20,9
SK2	1,71	0,06	7,8	<0.01	17,41	13,05	0,1	27,9	<0.01	0,09	0,8
SK3	6,48	0,05	13,9	<0.01	29,52	25,08	1,9	55,32	<0.01	0,13	3,4
SK4	2,03	0,01	7,8	<0.01	19,99	4,43	0,5	32,34	<0.01	<0.01	2,7
SK5	4,02	<0.01	51,7	<0.01	31,77	0,73	0,5	115,34	<0.01	<0.01	0,9
SK6	1,91	0,11	7,4	<0.01	18,46	111,96	0,2	36,54	<0.01	0,14	0,9
SK7	13	<200	<1000	*	470	636	<300	3030	*	*	<300
SK8	2,54	<0.01	60	<0.01	18,73	105,71	3,7	223,33	<0.01	<0.01	1,4
SK9	2,59	<0.01	51,2	<0.01	5,88	45,3	6,8	204,65	<0.01	<0.01	1,7
SK10	3,41	0,03	8,6	<0.01	14,67	128,28	53,8	119,63	<0.01	0,03	0,4
Y01	2,12	0,12	1,2	<0.01	14,66	0,14	0,1	25,92	<0.01	0,1	0,4
YL01	1,27	0,01	7,6	<0.01	24,76	5,99	<0.1	51,98	<0.01	<0.01	0,6

Nokta kodu	P (PPB)	Pb (PPB)	Pd (PPB)	Pr (PPB)	Pt (PPB)	Rb (PPB)	Re (PPB)	Rh (PPB)	Ru (PPB)	S (PPM)	Sb (PPB)
B03	55	<0.1	<0.2	<0.01	0,04	0,29	<0.01	<0.01	<0.05	7	<0.05
B04	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	1,98	<0.01	0,01	<0.05	14	<0.05
B07	242	0,2	<0.2	<0.01	0,02	11,4	<0.01	0,03	<0.05	4	<0.05
E01											
E03											
GDK	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	10,96	<0.01	<0.01	<0.05	27	<0.05
GK1											
I01											
I03	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	6,91	<0.01	0,02	<0.05	31	0,09
IK01	14	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	23,09	<0.01	0,08	<0.05	53	0,38
IK02	42	<0.1	<0.2	<0.01	0,01	15,11	<0.01	0,03	<0.05	31	0,24
ILS	<4000	<4000	*	*	*	*	*	*	*	146	<2000
IS01	20	0,5	<0.2	<0.01	<0.01	1,55	<0.01	0,07	<0.05	26	<0.05
IS02	21	1,8	<0.2	<0.01	<0.01	1,37	<0.01	0,06	<0.05	25	<0.05
ISK1											
ISK2	<4000	<4000	*	*	*	*	*	*	*	106	<2000
ISK3											
K01	99	0,2	<0.2	0,01	0,02	14,87	<0.01	<0.01	<0.05	4	0,11
KB01	106	0,9	<0.2	<0.01	0,01	1,36	<0.01	0,01	<0.05	15	1,31
KB02											
KB03	41	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	0,89	<0.01	<0.01	<0.05	7	0,08
KB07	137	1	<0.2	<0.01	<0.01	15,55	<0.01	0,02	<0.05	11	0,05
KP01	46	0,4	<0.2	<0.01	<0.01	6,64	<0.01	0,03	<0.05	11	0,14
KP02	131	0,8	<0.2	0,06	<0.01	2,48	<0.01	0,02	<0.05	10	<0.05
KP03	39	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	5,88	<0.01	0,04	<0.05	36	0,1
KU01	82	1	<0.2	0,06	<0.01	0,58	<0.01	<0.01	<0.05	10	0,05
M02	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	0,91	<0.01	0,02	<0.05	3	<0.05
M06	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	6,53	<0.01	0,01	<0.05	14	0,1
M07	<10	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	9,04	<0.01	0,03	<0.05	31	0,2
M08	54	0,5	<0.2	<0.01	<0.01	20,56	0,16	0,02	<0.05	14	0,28
S01	43	<0.1	<0.2	<0.01	<0.01	0,19	<0.01	0,02	<0.05	14	0,06
SK1	<10	0,2	<0.2	<0.01	<0.01	8,92	<0.01	0,03	<0.05	37	1,82
SK2	29	192,7	<0.2	<0.01	<0.01	0,74	<0.01	<0.01	<0.05	9	0,28
SK3	76	31,1	<0.2	0,02	<0.01	1,53	<0.01	0,02	<0.05	14	0,21
SK4	14	20,5	<0.2	<0.01	<0.01	0,72	<0.01	<0.01	<0.05	11	0,24
SK5	<10	0,2	<0.2	<0.01	<0.01	1,37	<0.01	0,02	<0.05	11	0,14
SK6	41	83,1	<0.2	0,02	<0.01	0,74	<0.01	<0.01	<0.05	10	0,16
SK7	<4000	<4000	*	*	*	*	*	*	*	307	<2000
SK8	11	0,6	<0.2	<0.01	<0.01	2,03	<0.01	0,01	<0.05	10	0,09
SK9	<10	0,5	<0.2	<0.01	<0.01	3,58	<0.01	0,01	<0.05	9	1,24
SK10	14	9,8	<0.2	<0.01	<0.01	3,61	<0.01	<0.01	<0.05	36	0,12
Y01	159	0,2	<0.2	0,02	<0.01	7,16	<0.01	0,01	<0.05	6	0,06
YL01	37	0,9	<0.2	<0.01	<0.01	0,13	<0.01	0,01	<0.05	12	<0.05

Nokta kodu	Sc (PPB)	Se (PPB)	Si (PPB)	Sm (PPB)	Sn (PPB)	Sr (PPB)	Ta (PPB)	Tb (PPB)	Te (PPB)	Th (PPB)	Ti (PPB)
B03	<1	0,6	5213	<0.02	<0.05	172,2	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
B04	<1	4	7678	<0.02	<0.05	365,51	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
B07	3	1	38122	<0.02	<0.05	592,61	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
E01											
E03											
GDK	<1	1	5410	<0.02	0,26	152,57	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
GK1											
I01											
I03	<1	15,2	6120	<0.02	<0.05	513,22	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
IK01	<1	27,8	7185	<0.02	<0.05	952,69	<0.02	<0.01	0,08	<0.05	<10
IK02	1	17,1	7717	<0.02	<0.05	646,2	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
ILS	*	*	*	*	*	2039	*	*	*	<500	<100
IS01	1	16,5	9765	<0.02	<0.05	1081,23	<0.02	<0.01	0,1	<0.05	<10
IS02	2	18,6	11393	<0.02	<0.05	938,82	<0.02	<0.01	0,1	0,05	<10
ISK1											
ISK2	*	*	*	*	*	2458	*	*	*	<500	<100
ISK3											
K01	4	0,8	31539	<0.02	0,12	157,54	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KB01	<1	0,7	7806	<0.02	<0.05	148,18	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KB02											
KB03	<1	0,7	6116	<0.02	<0.05	99,3	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KB07	3	4,1	34499	<0.02	<0.05	550,72	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KP01	1	1,2	15987	<0.02	<0.05	425,95	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KP02	1	1,7	11657	0,04	<0.05	350,15	<0.02	<0.01	<0.05	0,09	<10
KP03	<1	1,8	11711	<0.02	<0.05	690,89	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
KU01	1	1,2	11515	<0.02	<0.05	223,86	<0.02	<0.01	<0.05	0,05	<10
M02	<1	1,1	4431	<0.02	<0.05	236,27	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
M06	1	4,6	12647	<0.02	<0.05	213,22	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
M07	1	16,1	11427	<0.02	<0.05	426,35	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
M08	4	2,2	41187	<0.02	<0.05	195,55	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
S01	<1	1,3	8099	<0.02	<0.05	325,15	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK1	<1	4	6040	<0.02	<0.05	349,96	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK2	<1	0,6	8412	0,03	0,13	179,29	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK3	<1	2,3	15613	0,05	<0.05	377,29	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK4	<1	1	9081	<0.02	0,27	187,88	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK5	<1	0,7	8978	<0.02	<0.05	378,99	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK6	<1	0,9	9530	0,02	<0.05	188,95	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK7	*	*	*	*	*	3175	*	*	*	<500	<100
SK8	<1	0,9	8666	<0.02	<0.05	165,43	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK9	<1	0,6	7459	<0.02	<0.05	130,5	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
SK10	<1	2,1	9063	<0.02	0,54	233,47	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
Y01	3	0,9	32835	<0.02	<0.05	224,77	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10
YL01	<1	0,6	8659	<0.02	0,09	197,91	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<10

Nokta kodu	Tl (PPB)	Tm (PPB)	U (PPB)	V (PPB)	W (PPB)	Y (PPB)	Yb (PPB)	Zn (PPB)	Zr (PPB)
B03	<0.01	<0.01	1,08	1,2	0,03	0,03	<0.01	116,1	<0.02
B04	0,01	<0.01	0,77	2,3	0,05	0,03	<0.01	6,9	<0.02
B07	<0.01	<0.01	0,56	9,6	0,05	0,03	<0.01	8,8	0,06
E01									
E03									
GDK	<0.01	<0.01	0,07	0,4	0,05	<0.01	<0.01	142,8	<0.02
GK1									
I01									
I03	0,07	<0.01	0,87	6	0,03	0,03	<0.01	9,1	<0.02
IK01	0,47	<0.01	1,25	12,2	0,06	<0.01	<0.01	4,5	<0.02
IK02	0,25	<0.01	1,06	7,6	0,07	<0.01	<0.01	98,4	<0.02
ILS	*	*	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
IS01	<0.01	<0.01	2,04	6,6	<0.02	<0.01	<0.01	24,1	<0.02
IS02	<0.01	<0.01	1,35	7,5	<0.02	0,19	<0.01	72	0,04
ISK1									
ISK2	*	*	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
ISK3									
K01	<0.01	<0.01	1,08	9,3	0,06	0,01	<0.01	134,5	<0.02
KB01	<0.01	<0.01	0,89	2,2	0,05	0,02	<0.01	227,3	<0.02
KB02									
KB03	<0.01	<0.01	0,38	1,5	<0.02	<0.01	<0.01	16,6	<0.02
KB07	<0.01	<0.01	1,13	12,7	0,03	0,02	<0.01	72,7	<0.02
KP01	0,08	<0.01	1,74	3,2	0,05	<0.01	<0.01	81,4	<0.02
KP02	0,02	<0.01	1	7,8	<0.02	0,33	<0.01	22	<0.02
KP03	0,04	<0.01	2,51	2,6	0,02	<0.01	<0.01	26,7	<0.02
KU01	<0.01	<0.01	0,89	1,6	<0.02	0,04	<0.01	520,4	<0.02
M02	<0.01	<0.01	0,34	0,8	0,03	0,01	<0.01	28,4	<0.02
M06	0,03	<0.01	1,42	3,2	0,04	0,05	<0.01	92,5	<0.02
M07	0,07	<0.01	1,43	7,3	0,04	<0.01	<0.01	15,1	<0.02
M08	0,02	<0.01	7,6	5,5	0,04	0,14	<0.01	137,2	<0.02
S01	<0.01	<0.01	1,66	0,7	<0.02	<0.01	<0.01	41,7	<0.02
SK1	0,06	<0.01	1,75	1,9	0,13	<0.01	<0.01	25,2	<0.02
SK2	<0.01	<0.01	0,62	0,9	0,06	0,13	<0.01	27,3	<0.02
SK3	0,02	<0.01	1,32	1,4	0,15	0,17	<0.01	16,9	<0.02
SK4	<0.01	<0.01	0,82	0,7	0,04	0,02	<0.01	21,6	<0.02
SK5	<0.01	<0.01	0,48	0,4	0,03	<0.01	<0.01	28,4	<0.02
SK6	<0.01	<0.01	0,81	1,7	0,06	0,2	<0.01	20,6	<0.02
SK7	*	*	<3000	<200	<2000	*	*	<300	*
SK8	<0.01	<0.01	0,56	0,4	0,4	<0.01	<0.01	10,9	<0.02
SK9	<0.01	<0.01	1,09	1	2,41	<0.01	<0.01	15,8	0,03
SK10	<0.01	<0.01	0,4	1,2	12,86	0,02	<0.01	46,7	0,03
Y01	<0.01	<0.01	0,58	7,6	<0.02	0,05	<0.01	248	<0.02
YL01	<0.01	<0.01	0,82	0,9	<0.02	<0.01	<0.01	105,2	<0.02

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. ALPER BABA
Proje No:	113Y042
Proje Başlığı:	Karaburun Yarımadası'ndaki Deniz Suyu Girişimi ve Denize Boşalımının Hidrojeolojik Çalışmalar ve Matematiksel Modelleme ile Araştırılması
Proje Türü:	1001 - Araştırma
Proje Süresi:	30
Araştırmacılar:	DERMAN DONDURUR, ALPER ELÇİ, ORHAN GÜNDÜZ, CELALETTİN ŞİMŞEK, ALİM MURATHAN, HASAN SÖZBİLİR
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENS. MÜHENDİSLİK F. İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/09/2013 - 15/03/2016
Onaylanan Bütçe:	381704.0
Harcanan Bütçe:	326277.45

<p>Öz:</p>	<p>Karaburun Yarımadası hidrojeolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıda olup, su tutma ve iletme potansiyeline sahip karstik kireçtaşları, çatlaklı volkanik kayalar ve kıyı akiferleri gibi farklı tipte yapıları içermektedir. Aşırı çekime bağlı olarak kıyı akiferlerinden elde edilen suların büyük bir bölümünde deniz suyu girişi nedeniyle tuzlanma problemleri gözlenirken, yarımada üzerindeki bazı bölgelerde de yeraltı sularından denize doğru bir boşalım olmaktadır. Bu nedenle, Karaburun yarımadasındaki kıyı akiferlerinde gözlenen tuzlanmanın araştırılması, denize boşalan tatlı suların tespit edilmesi, kıyı akiferlerindeki deniz suyu girişiminin matematiksel modellenmesi, hem yöre halkının su ihtiyacının güvenilir olarak sağlanması, hem de bölge turizminin ve tarımsal üretiminin geliştirilmesi için son derece önemlidir.</p> <p>Karaburun Yarımadası ve çevresinde yeraltı suyu potansiyelinin araştırılmasına yönelik yapılan çalışmalar son derece azdır ve lokal ölçekteki. Özellikle, çalışma alanında ayrıntılı bir hidrojeolojik, hidrojeolojik ve yapısal jeolojik durum tespiti yapılmamış ve akiferlerin özellikleri ve deniz ile olan ilişkileri (girişim ve boşalım) araştırılmamıştır. Buna ek olarak, bölgede deniz suyu girişimine bağlı olarak tuzlanma problemleri yaşayan kıyı akiferleri için kapsamlı bir matematiksel modelleme araştırması yapılmadığı da tespit edilmiştir. Bu noktalardan hareketle, bu proje kapsamında Karaburun Yarımadası'ndaki su kaynaklarının sürdürülebilirliği için aşağıda belirtilen çalışmalar gerçekleştirilmiştir.</p> <p>Proje kapsamında (i) sondaj çalışmaları ile alandaki akifer seviyeleri, akiferin litolojik özellikleri, akiferin altında ve üstünde yer alan litolojik birimler ve tektonik hatların hidrojeolojik özellikleri tespit edilmiş (ii) Karaburun yarımadasındaki yeraltı suyu kaynaklarının kalitesinin tespiti yapılmış; (iii) denize boşalan kaynaklar belirlenmeye çalışılmış (iv) özellikle Ildırı ve Karareis bölgesindeki kıyı akiferleri için deniz suyu girişimini dikkate alan değişken yoğunluklu yeraltı suyu akım modellemesi yapılmış, (v) deniz suyu girişiminin etki alanı, etki şiddeti, bölgedeki mevcut ve ileride açılması düşünülen içme suyu kuyularındaki tuzluluğun azaltılmasına ilişkin analizler yapılmış ve (vi) elde edilen veriler ışığında Karaburun yarımadasındaki su kaynaklarının etkili kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.</p> <p>Elde edilen verilere göre, inceleme alanında yüzlek veren Paleozoik ve Mesozoik yaşlı karbonatlar oldukça karstik bir özellik kazanmıştır. Bu birimler içinde, polye ve uvala şeklinde karstik yapılar bulunmaktadır. Bölgede yer alan karstik yapılar tektonik kontrollüdür. Tektonik zonlar DB ve KKD doğrultuludur. Bu alandaki kaynakların ortalama debisi 420 lt/sn'dir. Bu kaynakların çevresinde bulunan kuyulardan yaz aylarında yaklaşık 200 lt/sn su elde edildiği ve aşırı çekim sonucunda kuyu sularında tuzlanmaya neden olduğu saptanmıştır. Yaz aylarında kuyu sularında yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri 3000 µS/cm değerlerini aşmaktadır. Kuyulardaki aşırı çekim, aynı zamanda kaynakları da etkilemekte olup Ildırı ve Karareis bölgelerinde matematiksel modelleme sonuçları ile doğrulanmıştır.</p>
<p>Anahtar Kelimeler:</p>	<p>Karaburun yarımadası, yeraltı suyu, tuzlu su girişi, denize boşalım, matematiksel modelleme</p>
<p>Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:</p>	<p>Hayır</p>
<p>Projeden Yapılan Yayınlar:</p>	<p>1- Karaburun Yarımadasındaki yeraltısularının fiziksel ve izotopik özellikleri (Bildiri - Ulusal Bildiri - Sözlü Sunum), 2- Karaburun Yarımadası Güneybatısındaki Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri (Bildiri - Ulusal Bildiri - Sözlü Sunum), 3- HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF WATER RESOURCES OF KARABURUN PENINSULA,IZMIR, WESTERN TURKEY (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum), 4- Investigation of Sea Water Intrusion in Coastal Aquifers: A Case Study From Karaburun Peninsula, Turkey (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),</p>