

**GÖKSU DELTASI'NDA SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE SU
KALİTESİ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN KURULMASI**

OLCAY ÖZER

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Çevre Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Doç.Dr.A.Zeynel DEMİREL**

**MERSİN
Haziran - 2008**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Zeynel A. DEMİREL

Jüri Üyesi
Yrd.Doç.Dr.Çetin KANTAR

Jüri Üyesi
Yrd.Doç.Dr. Cüneyt GÜLER

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr.Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Göksu deltası, Mersin ili Silifke ilçesi sınırları içerisinde yer alan ve Göksu nehrinin Akdeniz'e döküldüğü yerde oluşan Türkiye'nin önemli sulak alanlarından biridir.

Göksu deltasında en önemli alan kullanımını tarım faaliyetleri oluşturmaktadır. Ancak tarımsal aktivitelerden kaynaklanan ve yüksek nütrient konsantrasyonlarına sahip olan sulama suları, oldukça ciddi çevresel problemlere ve tuzluluk seviyesinin artmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada, Göksu deltasında su kalitesi parametrelerini içeren bir Coğrafi Bilgi Sisteminin oluşturulup, arazi kullanımı ile su kalitesinin etkileşimi tematik haritalar yardımıyla ortaya konulmuştur. Bu kapsamda alüvyal delta akiferinden 24, kireçtaşı akiferinden 3 yeraltı suyu ile deniz suyundan, Akgöl – Paradeniz göllerinden ve Göksu nehri'nin memba ve mansap tarafından numuneler alınmıştır ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Göksu deltası yeraltı suyu kalitesi değerlendirildiğinde, alüvyon akiferde açılan kuyuların deniz suyundan, tarımsal aktivitelerden, bilinçsiz gübre ve pestisit kullanımından, kireçtaşı akiferine göre daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Alüvyon akiferdeki kuyu suları içmeye uygun olmamakla birlikte Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği standartları karşılaştırma sonuçlarına göre II. Sınıf Su kategorisine girdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan çalışma yüzey sularının da tarımsal aktivitelerden çok fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göksu deltası, Coğrafi Bilgi Sistemi, Su kalitesi, yeraltı suyu, yüzey suyu

ABSTRACT

Göksu delta, one of the important wetlands in Turkey, is located in the Silifke district in Mersin province of Turkey. The Göksu river runs through the delta, and flows into the Mediterranean sea. Agricultural activities constitute an important usage of Göksu river in the Göksu delta. Irrigated agriculture in the delta causes serious environmental problems through high nutrient concentrations and increased salinity levels.

In this study, a Geographic Information System that includes water quality parameters was created for the Göksu delta. The effect of land use on water quality parameters was demonstrated using thematic maps.

For this purpose, samples from different locations (24 samples from the alluvial aquifers; 3 samples from limestone aquifers; multiple water samples from the Mediterranean sea, Akgöl-Paradeniz lakes and spring and downstream of Göksu river) were collected, and analyzed for water quality parameters such as nitrate, phosphate, ammonia.

Key words: Göksu delta, Geographic Information System, Water quality, Ground water, surface water.

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaőan, yardımlarını hiçbir zaman benden esirgemeyen çok değerli danıőman hocam sayın Doç. Dr. Zeynel DEMİREL'e,

Yardımlarını esirgemeyip bize sağlıklı bir çalışma ortamı sağlayan Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Halil KUMBUR'a

Zor anlarımda yanımda olan çok kıymetli arkadaşlarıma,

Maddi manevi desteklerinden dolayı sevgili eőim Zafer ÖZER'e ve AİLEME

Sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANIMI.....	9
2.1.1. Çalışma Alanındaki Önemli Coğrafik Birimler	9
2.1.1.1. Göksu nehri.....	9
2.1.1.2. Göksu deltası.....	10
2.1.1.3. Akgöl ve Paradeniz	14
2.1.1.4. İncekum burnu	15
2.1.1.5. Kumullar	15
2.1.2. Göksu Delta'sında Toprak Özellikleri	15
2.1.3. Göksu Deltası'nda İnsan Aktiviteleri.....	17
2.1.3.1. Tarım	17
2.1.3.2. Hayvancılık	18
2.1.3.3. Balıkçılık.....	18
2.1.4. Göksu Deltası Coğrafik Durumu	19
2.2. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN GENEL JEOLJİSİ.....	21
2.2.1. Stratigrafi.....	21
2.2.2. Temel kayaları-Geyikdağı birliği	21
2.2.2.1. Akdere formasyonu	23
2.2.2.2. Kuşyuvası formasyonu	23

2.2.2.3. Tokmar formasyonu	23
2.2.3. Örtü Kayaları	24
2.2.3.1. Gildirli formasyonu	24
2.2.3.2. Karaisalı formasyonu.....	24
2.2.3.3. Kuzgun formasyonu	25
2.2.3.4. Alüvyon	25
2.2.4. Jeomorfoloji.....	26
2.2.5. Hidroloji ve iklim	29
2.2.6. Hidrojeoloji	32
2.2.7. Yeraltı Suyu Akım Yönleri	35
2.3. GÖKSU DELTASINDA SU KALİTESİ	39
2.3.1. Su Kalitesini Etkileyen Aktiviteler	39
3. MATERYAL METOT.....	43
3.1. MATERYAL	43
3.2. METOT.....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	46
4.1. GÖKSU DELTASI SU KALİTESİ	46
4.1.1. Göksu Deltası Yeraltı Suyu Kalitesi.....	46
4.1.2. Göksu Deltası Yüzey Suyu Kalitesi.....	76
4.2. ANALİZ SONUÇLARININ CBS'NE AKTARILMASI.....	90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	122
5.1. SONUÇLAR	122
5.1.1. Göksu Deltası Alüvyon Akifer Yeraltı Suyu Kalitesi	122
5.1.2. Göksu Deltası Kireçtaşı Akiferi Yeraltı Suyu Kalitesi	125
5.1.3. Göksu Deltası Yüzey Suyu Kalitesi.....	128
5.2. ÖNERİLER.....	131
KAYNAKLAR.....	133
ÖZGEÇMİŞ.....	139
EKLER.....	140
EK-1 ANALİZ SONUÇLARI.....	140

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 2.1. Göksu deltası Ö.Ç.K.B. sınır koordinatları.....	10
Çizelge 2.2. Değişik dönemlerde alınan toprak örneklerinin karbon içerikleri.....	16
Çizelge 2.3. Değişik dönemlerde alınan toprak örneklerindeki tuzluluk oranları.....	17
Çizelge 2.4. Silifke meteoroloji istasyonu 2006 yılı verileri.....	29
Çizelge 2.5. Göksu deltasında gübre tüketiminin Türkiye ile karşılaştırması.....	39
Çizelge 2.6. Göksu deltasında 2006 yılında kullanılan gübre cinsleri ve miktarları.....	40
Çizelge 2.7. Göksu deltasında kullanılan gübrelerin bileşimleri.....	41
Çizelge 2.8. Göksu deltasında tarımsal arazi kullanımı.....	42
Çizelge 4.1. Suların özgül elektriksel iletkenliği esas alınarak yapılan sınıflandırma.....	47
Çizelge 4.2. Tuzluluğa göre suların sınıflandırılması.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 2.1. Göksu deltası.....	11
Şekil 2.2. Genelleştirilmiş stratigrafi kesiti	22
Şekil 2.3. Çalışma alanının sayısal jeoloji haritası	23
Şekil 2.4. Göksu deltası için Visual Help modeli ile bulunan yağış yükseklikleri...30	
Şekil 2.5. Göksu deltası için Visual Help modeli ile bulunan hava sıcaklığı değerleri	30
Şekil 2.6. Göksu deltası için visual Help modeli ile bulunan güneş radyasyon değerleri	31
Şekil 2.7. Visual Help modeli ile bulunan yeraltı suyu beslenme miktarı.....	32
Şekil 2.8. Delta akiferini oluşturan birimler.....	33
Şekil 2.9. Alüvyon akiferde açılan tam olmayan kuyuların konumu	34
Şekil 2.10. Kuyularda su seviyesi değişimleri	35
Şekil 2.11. 1999 yılı için su tablası haritası.....	36
Şekil 2.12. Nisan 2005 yılı için su tablası haritası.....	36
Şekil 2.13. Ocak 2006 yılı için su tablası haritası	37
Şekil 2.14. Ekim 2006 yılı için su tablası haritası	37
Şekil 2.15. Yeraltı suyu akımı hız vektörleri.....	38
Şekil 3.1. Göksu deltası uydu görüntüsü ve numune noktaları	44
Şekil 4.1. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin pH değişimi (2006- 2008).....	47
Şekil 4.2. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006- 2008)	48
Şekil 4.3. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008)	49
Şekil 4.4. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin nitrit değişimi (2006-2008)	50

Şekil 4.5. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin nitrat değişimi (2006-2008)	51
Şekil 4.6. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008)	52
Şekil 4.7. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin florür değişimi (2006-2008)	53
Şekil 4.8. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numuneleri fosfor değişimi (2006-2008)	54
Şekil 4.9. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin fosfat değişimi (2006-2008)	55
Şekil 4.10. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin iyodür değişimi (2006-2008).....	56
Şekil 4.11. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin bromür değişimi (2006-2008)	57
Şekil 4.12. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin demir değişimi (2006- 2008).....	59
Şekil 4.13. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin bakır değişimi (2006- 2008).....	60
Şekil 4.14. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin krom değişimi (2006-2008).....	61
Şekil 4.15. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin molibden değişimi (2006-2008)	62
Şekil 4.16. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008).....	63
Şekil 4.17. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin pH değişimi (2006-2008)	64
Şekil 4.18. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006-2008).....	65
Şekil 4.19. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008)	65
Şekil 4.20. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin nitrit değişimi (2006-2008)	66
Şekil 4.21. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin nitrat değişimi (2006-2008)	67

Şekil 4.22. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008)	68
Şekil 4.23. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin florür değişimi (2006-2008)	69
Şekil 4.24. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin fosfor değişimi (2006-2008)	70
Şekil 4.25. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin fosfat değişimi (2006-2008)	70
Şekil 4.26. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin iyodür değişimi (2006-2008)	71
Şekil 4.27. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin bromür değişimi (2006-2008)	72
Şekil 4.28. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin demir değişimi (2006-2008)	72
Şekil 4.29. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin bakır değişimi (2006-2008)	73
Şekil 4.30. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin krom değişimi (2006-2008)	74
Şekil 4.31. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin molibden değişimi (2006-2008)	75
Şekil 4.32. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008)	76
Şekil 4.33. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin pH değişimi (2006-2008)	77
Şekil 4.34. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006-2008)	77
Şekil 4.35. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008)	78
Şekil 4.36. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin nitrit değişimi (2006-2008)	79

Şekil 4.37. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin nitrat değişimi (2006- 2008).....	80
Şekil 4.38. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008)	81
Şekil 4.39. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin florür değişimi (2006-2008)	82
Şekil 4.40. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin fosfor değişimi (2006-2008)	83
Şekil 4.41. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin fosfat değişimi (2006- 2008).....	83
Şekil 4.42. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin iyodür değişimi (2006-2008)	84
Şekil 4.43. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin bromür değişimi (2006-2008)	85
Şekil 4.44. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin demir değişimi (2006-2008)	86
Şekil 4.45. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin bakır değişimi (2006-2008)	87
Şekil 4.46. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin krom değişimi (2006-2008)	88
Şekil 4.47. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin molibden değişimi (2006-2008)	88
Şekil 4.48. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008)	89
Şekil 4.49. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Haziran 2006).....	91
Şekil 4.50. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Temmuz 2007)	91
Şekil 4.51. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Ocak 2008).....	92
Şekil 4.52. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Nisan 2008).....	92

Şekil 4.53. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Haziran 2006).....	93
Şekil 4.54. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Temmuz 2007).....	93
Şekil 4.55. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Ocak 2008).....	94
Şekil 4.56. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Ocak 2008).....	94
Şekil 4.57. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değışimi (Haziran 2006).....	95
Şekil 4.58. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değışimi (Temmuz 2007).....	95
Şekil 4.59. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değışimi (Ocak 2008).....	96
Şekil 4.60. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değışimi (Nisan 2008).....	96
Şekil 4.61. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değışimi (Haziran 2006).....	99
Şekil 4.62. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değışimi (Temmuz 2007).....	99
Şekil 4.63. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değışimi (Ocak 2008).....	100
Şekil 4.64. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değışimi (Nisan 2008).....	100
Şekil 4.65. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değışimi (Haziran 2006).....	101
Şekil 4.66. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değışimi (Temmuz 2007).....	102
Şekil 4.67. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değışimi (Ocak 2008).....	102
Şekil 4.68. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değışimi (Nisan 2008).....	103

Şekil 4.69. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Haziran 2006).....	104
Şekil 4.70. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Temmuz 2007)	104
Şekil 4.71. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Ocak 2008).....	105
Şekil 4.72. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Nisan 2008).....	105
Şekil 4.73. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006).....	106
Şekil 4.74. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007)	107
Şekil 4.75. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).....	107
Şekil 4.76. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).....	108
Şekil 4.77. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Ocak 2008)	109
Şekil 4.78. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Nisan 2008)	109
Şekil 4.79. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Ocak 2008)	110
Şekil 4.80. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Nisan 2008)	110
Şekil 4.81. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Haziran 2006).....	111
Şekil 4.82. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Temmuz 2007)	112
Şekil 4.83. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Ocak 2008).....	112
Şekil 4.84. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Nisan 2008).....	113

Şekil 4.85. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006).....	114
Şekil 4.86. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007)	114
Şekil 4.87. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).....	115
Şekil 4.88. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).....	115
Şekil 4.89. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Haziran 2006).....	117
Şekil 4.90. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Temmuz 2007)	117
Şekil 4.91. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Ocak 2008).....	118
Şekil 4.92. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Nisan 2008).....	118
Şekil 4.93. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006).....	119
Şekil 4.94. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007)	120
Şekil 4.95. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).....	120
Şekil 4.96. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).....	121

1.GİRİŞ

Göksu deltası Doğu Akdeniz'in en önemli sulak alanıdır. 164 km² genişlikte olup denize doğru 10 km kadar uzanmaktadır. delta ve kıyısında bulunan göller, pek çok bitki ve hayvana üreme ve gelişme olanağı sağlamaktadır [1] .

Delta, Kuvaterner'den (Holosen) günümüze kadar bir dizi değişiklikler gösteren tektonik hareketler, östatik deniz düzeyi oynamaları ve iklimsel elemanlardaki değişimlere bağlı olarak, Akdeniz'in gerilemesi ile meydana gelmiştir [2].

Göksu deltası, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 9. maddesine istinaden, 2 Mart 1990 tarih ve 20.449 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 18.01.1990 tarih ve 90/77 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile "Özel Çevre Koruma Bölgesi" (ÖÇKB) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca RAMSAR Sözleşmesi olarak bilinen "Su Kuşları Yaşam Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Alanlar Hakkında Sözleşmesi" ne dâhil edilmiştir [3]. Göksu deltası yalnız Türkiye'de değil dünyada bulunan en önemli sulak alanlardan birisidir [4].

Çalışma alanı Mersin'e 85 km uzaklıkta olup, 1/25 000 ölçekli Silifke P31-b2, b4 ile P32-a1, a4 paftalarında yer almaktadır. Göksu deltası Silifke ilçesinin güney kenarında, Göksu nehrinin oluşturduğu kıyı ovası üzerinde yer almaktadır. Orta Doğu'nun en önemli kuş alanlarından biri olan Göksu deltası, Göksu nehrinin Silifke ve Taşucu arasında denize açıldığı bölgeyi kapsamaktadır. Göksu nehrinin batısında, Paradeniz ve Akgöl yer almaktadır [5].

Yeraltı suyu kirliliği gübreler, tarımsal amaçlı kullanılan zirai ilaçlar ve evsel kaynaklı kirlilik nedeniyle oluşmaktadır. Göksu deltası'nda kontrolsüz olarak devam eden tarımsal faaliyetler, Göksu nehri'ni regülatör çıkışından denize döküldüğü alana kadar tehdit etmektedir. Bölge tamamıyla Akdeniz kıyısında olmasından dolayı yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklimi özelliği göstermektedir [5].

Bu çalışma, Göksu deltası' nın su kalitesini belirlemek, yeraltı suyu kalitesini ve yüzey suları ile ilişkisini ortaya koyarak, bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Tez kapsamında alüvyal delta akiferinden 24, kireçtaşı akiferinden 3 adet kuyu ile deniz suyundan, Akgöl – Paradeniz göllerinden ve Göksu nehri'nin memba ve mansap tarafından numuneler alınmış yerinde ve laboratuvarında analizleri yapılmıştır. Yerinde yapılan ölçümler: elektriksel iletkenlik (EC), pH, sıcaklık (T), tuzluluk, çözünmüş oksijen (ÇO), laboratuvarında yapılan ölçümler : NO₂-N, NO₃-N, PO₄³-P, NH₃⁺-N, P, I, F, Fe²⁺, Cu²⁺, Br, Cr⁶⁺, Mo²⁺, Mn²⁺ dır. Analiz sonuçları MapInfo 8.5 programına aktarılarak değerlendirmeler yapılmış ve Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yençilek [6] Silifke-Hacıshaklı köyünün güney kıyılarındaki kaynaklardan denize boşalan yeraltı suyunun ekonomik amaçlarla kullanılmasını sağlamak amacıyla jeofizik etütleri yapmıştır.

Karakılçık [7] düşey elektrik sondaj yöntemi ile Silifke-Ovacık ovası yeraltı suyu araştırılması konulu yüksek lisans çalışmasında inceleme alanının denize yakın olması ve ovadaki pompaj da dikkate alınarak deniz suyunun olası haritalarının hazırlandığını ve inceleme alanında tuzlu su girişiminin olmadığını rapor etmiştir.

Gül ve Mülayim [8] Silifke-Göksu deltası tatlı su-tuzlu su girişimi jeofizik etüt raporu isimli çalışmalarında düşey elektrik özdirenç sondaj yöntemi uygulayarak belirli derinliklerde çok tuzlu, geçiş zonu, kil kum ve çakıl kum seviyelerini ayırmışlar ve bölgenin jeofizik eş rezistivite kesitleri ve jeofizik yeraltı yapı kesitlerini vermişlerdir.

Yılmaz ve ark. [9] tarafından 1993 yılında yapılan Göksu deltası'nın Kuzey Doğu Akdeniz deki yeri konulu makalesinde, deniz kirliliğinin Akdeniz kıyı sularını rahatsız edecek boyutlara ulaştığını belirtmiştir.

Ozoner [10] tarafından yapılan çalışmada, deniz seviyesinin sera etkisi nedeni ile 1930'lerden beri ortalama yılda 0,6 mm yükseldiğini, önümüzdeki yüzyıl sonunda en az 60 cm daha yükseleceğini ve Göksu gibi delta kıyılarında denizin kilometrelerce kara içerisine girerek tüm yapıları kullanılmaz hale getireceğini belirtmektedir.

Başbüyük [11] Göksu deltasında su kirlilik düzeyi ve su kalitesinin belirlenmesi adlı çalışmasında, deltadaki iki büyük su kütesinin drenaj kanalları aracılığı ile yoğun olarak devam eden tarımsal faaliyetlerden olumsuz etkilendiklerini, Kum mahallesindeki alt yapısız ve arıtmasız yerleşim birimlerinin Akgöl su kalitesini tehdit edici boyutlara ulaştığını belirlemiştir.

Şahinkaya ve Bayhan [12] topraklarda nitrifikasyonla ilgili çeşitli araştırmalar arasında en yüksek nitrifikasyonun Akdeniz’de 28–29 °C ’de ve Silifke toprağında ise 27 °C ‘ de gerçekleştiğini saptamıştır.

Everest [13] Göksu deltasındaki bazı bitkilerin çeşitli ekolojik özellikleri yönünden incelenmesi ve toprakların karbon, azot mineralizasyonu adlı doktora tezinde genellikle toplam azot ve karbon değerlerinin Haziran ayından Ekim ayna kadar düştüğünü gözlemlemiştir. Karbon mineralizasyonu topraklara, aynı toprak içinde zamana göre değiştiğini, yaz, sonbahar ve kış dönemlerinde alınan toprak örneklerinde amonyak ve nitrat mineralizasyonunun denemelerinde göre de tüm örneklerde kışın azot mineralizasyonunun düştüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca toprak örneklerinin yaz aylarında buharlaşmanın fazla olmasından dolayı tuzluluk miktarının arttığını ve suyla getirilen iyonların ortamda birikmesinden ötürü elektrik iletkenlikte artışını tespit etmiştir.

Menengiç [14] Göksu deltasındaki yeraltı suyu kirliliği isimli yüksek lisans tezinde, yaz aylarında BOD₅ değerlerinin ve elektriksel iletkenliğin fazla olduğunu gözlemlemiştir. Drenaj kanallarından elde ettiği yüksek NH₃-N değerleri ile Akgöl’ün ötrofik göl sınıfında olduğunu ve Akgöl ile deniz suyunun etkisi altında kalan Paradeniz gölünde de ötrifikasyon olayının meydana geldiğini ortaya koymuştur. Kuyu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre de iyon konsantrasyonunun elektriksel iletkenliğin akım yönünde denize doğru arttığını, kuyu sularının sulamada kullanılabilme özelliklerine göre C₂S₁ ve C₃S₁ sulama suyu sınıfında, drenaj kanallarındaki suyun C₄S₄, C₄S₃ ve C₃S₄ sulama suyu sınıfında olduğunu tespit etmiştir.

Ünlücömert [5] Silifke-Göksu deltası tatlı su-tuzlu su girişiminin incelenmesi adlı yüksek lisans tezinde, inceleme alanının denize yakın olması nedeniyle, deniz suyunun olası girişimini saptamak amacıyla 10 profil hattı boyunca 44 noktadan alınan düşey elektrik sondaj verilerinin değerlendirmesini yapmış ve öz direnç

değerlerinin düşük olduğu yerlerde tuzlu su girişimini gösteren kumlu birimlerin varlığını saptamıştır.

Aldonat [15] HEC-1 modeli ile yukarı Göksu nehir havzasının parametre tahmini isimli yüksek lisans tezinde, havzanın yağış hesaplarını yapmış ve HEC-1 modelinin parametrizasyon hesapları kısmını kullanarak hidrolik parametreleri ortaya koymuştur.

Keçer ve Duman [16] yapay etkinliklerin Göksu deltası gelişimine etkisi adlı çalışmalarında, farklı tarihlerde ve ölçeklerde üretilen topografik haritalardan Göksu deltası kıyılarındaki değişim alanlarını ve miktarlarını belirleyip bu değişimlerin nedenlerini belirlemek için delta güncel ortamında mevcut olan güncel dinamik süreçleri araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar ile Göksu kıyısındaki gerileme ve ilerlemenin nedenlerini ortaya koymuşlardır.

Keçer [2] Göksu deltası'nın (Mersin) jeomorfolojik evrimi ve güncel akarsu-deniz-rüzgâr süreçlerini kıyı çizgisinde yaptığı değişiklikleri incelemiş ve deltanın oluşum modelini ortaya koymuştur.

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan Göksu deltası hidrojeolojik etüt çalışmaları ara raporunda bölgenin hidrojeolojisi ortaya konulmuştur [17].

Avcı [4] Göksu deltası toprak, bitki ve çökellerinde methamidophos kalıntısının araştırılması isimli yüksek lisans tezinde, Göksu deltası tarımsal alanlarından alınan 14 toprak örneği ve bu topraklar üzerinde yetişen 25 bitki örneğinde, 6 yüzeysel sediment örneğinde methamidophos kalıntısı araştırmıştır. Araştırmalar sonunda toprak ve bitki örneklerinde methamidophos kalıntı derişimi sırayla 4,7 -46,7 µg/kg, 6,7 – 18,4 µg/kg, çökel örneklerinde ise; 4,3 – 40,3 µg/kg aralığında saptamıştır. Bu araştırmada, deltadaki toprak örneklerinde methamidophos kalıntısının bulunduğu ve bu pestisitinin kullanımının tamamen yasaklanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Çetinkaya [18] tarafından yapılan çalışmada delta tarım alanlarında 9.408.918 kg/yıl pestisit kullanıldığı ve pestisitlerin önemli bir miktarını organo fosforlu bileşiklerin oluşturduğu belirtilmiştir.

Yalvaç [19] Göksu deltası toprak, bitki ve çökellerinde endosülfan kalıntısının araştırılması adlı doktora tezinde, deltanın tarım alanlarının ve yazlık konut amaçlı yapılaşmanın baskısı altında olduğunu tespit etmiştir. Göksu deltası'nda hem çökelerde hem de suda endosülfan derişiminin yıllara göre arttığını saptamıştır.

Motz ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmada, 1999 – 2002 yılları arasında Göksu deltası'nda yeraltı sularının su kalitesi ile ilgili veriler toplanarak General Algebraic Modelling System (GAMS) programı ile deniz suyu girişimini modellemiştir.

Schoot ve ark. [21] tarafından yapılan çalışmada, Göksu deltası'nın hidrolojik yapısını belirlemek amacıyla farklı zamanlarda su içinde çeşitli parametreler analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda bulunan veriler tarımsal üretimin yapıldığı arazilerin yakınındaki kuyulardan ve derelerden alınan su örneklerinde özellikle pestisit kirliliğinin yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymuştur.

Uygun ve ark. [22] tarafından yapılan çalışmada, Göksu deltası'ndan gerekli örneklemeler yapılarak, deltanın flora ve faunasının saptanması ekolojik, peyzaj ve optimal arazi kullanımının planlanması çalışmaları yürütülmüştür. Spot uydusu verilerinden yararlanılarak, Göksu deltası temel toprak haritası üzerinde ayırt edilmiş 22 farklı arazi kullanım türlerinde yapılan değerlendirmeler ile tarımsal kullanıma uygun olan arazilerin daha çok deltanın orta ve kuzey bölümlerinde yer aldığı belirlenmiştir. delta da mevcut olan kullanım çalışmaları ile potansiyel arazi kullanımı ve biyolojik çeşitliliğin ortaya çıkması konusunda yapılan çalışma sonunda hassas zon belirtilmiştir.

Ayaş ve Kolonkaya [23] tarafından yapılan çalışmada, Göksu deltası'ndaki değişik çevrelerde ve organizmalarda Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+} birikimi araştırılmış ve Göksu deltası'ndaki su, sediment ve toprak örneklerinde yüksek düzeyde Hg^{2+} ve Pb^{2+} tespit edilmiştir. Nikel konsantrasyonu ise su, sediment ve topraklarda yüksek düzeylerde bulunurken, organizmada birikmediği tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada Cd^{2+} ve Cr^{6+} saptanmamıştır.

Yalvaç ve ark. [24] tarafından yapılan çalışmada tarımda kullanılan pestisitlerin yeraltı su kaynaklarına ulaşip ulaşmadığı araştırılmıştır. Araştırma sonunda bölgede en çok kullanılan ve organik klorlu pestisit grubunda yer alan α – endosülfan kalıntı derişimi 0,0172 – 0,0217 mg/L, β – endosülfan kalıntı derişimi 0,0003 – 0,0053 mg/L, endosülfan sülfat kalıntı derişimi ise 0,0016 – 0,2724 mg/L arasında bulunmuştur.

Kumbur ve ark. [25] tarafından yapılan çalışmada, Göksu deltası Özel Çevre Koruma Bölgesinde akarsu, göl ve drenaj kanallarının su kalitesini belirlemeye çalışılmıştır. Proje kapsamında pH, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, iletkenlik, tuzluluk, nitrit azotu, nitrat azotu ve fosfat fosforu, parametreleri analiz edilmiştir. Çalışma sonunda sıcaklık 9,7–32,3 °C, pH 7,18 – 8,21, ÇO 2,38–7,82 mg/L, tuzluluk ‰ 0,0- 14,0, iletkenlik 338- 23300 μ S/cm, KOI 10–300 mg/L, AKM 4–763 mg/L, nitrit azotu 0,0–16,0 mg/L, nitrat azotu 0,4–4,3 mg/L, fosfat fosforu 0,02–0,52 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Göksu deltası Özel Çevre Koruma Kurumu [26] tarafından yapılan bir çalışmada bölgede akarsu, göl ve drenaj kanallarının su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda pH 7,06 – 9,01, ÇO 5,59- 9,44 mg/L, KOI 1.70- 42.6 mg/L, AKM 17,25- 35,50 mg/L, toplam azot 0,14- 3,42 mg/L, toplam fosfor 0,015– 0,289 mg/L, toplam koliform değeri 800-2000 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Özer ve ark. [27] tarafından yapılan çalışmada Göksu nehrinden alınan numunelerde, sıcaklık, pH, AKM, iletkenlik, tuzluluk, BOI, ÇO, KOI, Nitrit azotu, nitrat azotu ve fosfat parametreleri incelenmiş ve sonuçlardan yararlanılarak Göksu nehrini WQMCAL modeli ile modellemişlerdir. Araştırma sonunda sıcaklık BOI 15-450 mg/L, KOI 20-640 mg/L, AKM 95-361 mg/L, nitrit 0-3 mg/L, nitrat 0,8-1,2 mg/L ve fosfat 0,01-0,2 mg/L aralığında saptanmıştır.

2.1. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANIMI

2.1.1. Çalışma Alanındaki Önemli Coğrafik Birimler

2.1.1.1. Göksu nehri

Antik çağda Cleadnos adıyla anılan Göksu nehri, Seyhan ve Ceyhan nehirleri'nden sonra Akdeniz'e dökülen akarsuların en önemlisidir.

nehir, Taşeli platosundan doğar ve Toros dağları boyunca derin bir kanyondan akar. Taşeli yaylalarından geçerek ve Geyik dağlarının sularıyla beslenerek Akdeniz'e dökülür [28].

Jeomorfolojik gözlemler Göksu nehrinin önceleri kuzeydeki Toros dağlarına yakın bir yol izlediğini göstermiştir. Dolayısıyla yolu üzerindeki gevşek materyalleri de taşıyarak yerini değiştirdiği anlaşılmaktadır [13].

Uzunluğu 250 km'den büyük olan nehrin drenaj havzası 10.000 km²'den fazladır. Göksu, iki büyük kolu olan; Hadım Göksuyu ve Ermenek Göksuyu halinde Taşeli yaylalarının sularını toplayarak kuzeybatıdan-güneydoğuya doğru derin vadiler ve boğazlar içerisinde geçer. Mut kasabası yakınlarında bu iki büyük kol birleşir ve buradan itibaren Akdeniz'e kadar artık Göksu nehri adıyla akar [28].

Yağmur ve kar sularıyla beslenen nehrin rejimi düzensizdir. Eylül ve Ocak ayları arasında düşük su düzeyinde akan nehir, Nisan ayında karların erimesiyle en yüksek su düzeyine ulaşır. Ortalama debisi 130 m³/sn'dir. nehrin yıllık taşıdığı su miktarı 3456 milyon m³'dür [28].

Ocak ile Haziran ayları arasında nehir havzasında, Ermenek ve Gökçay kollarında oluşan sert fırtınaların sebep olduğu taşkınlar gözlenir. Taşkınlar nadiren Akgöl civarında etkili olur. Zaman zaman da Paradeniz'e kadar ulaşır.

Akgöl'de uzun dönem için sedimantasyonun neden olduğu ötrifikasyon tehlikesi vardır. Uzun dönemli hidrografi, havzadaki minimum akışı 100 m³/sn civarında tutan önemli bir yeraltı suyunun varlığını göstermektedir. Birbirini takip eden birkaç yağışlı yıl, yeraltı suyunun artmasına neden olmaktadır.

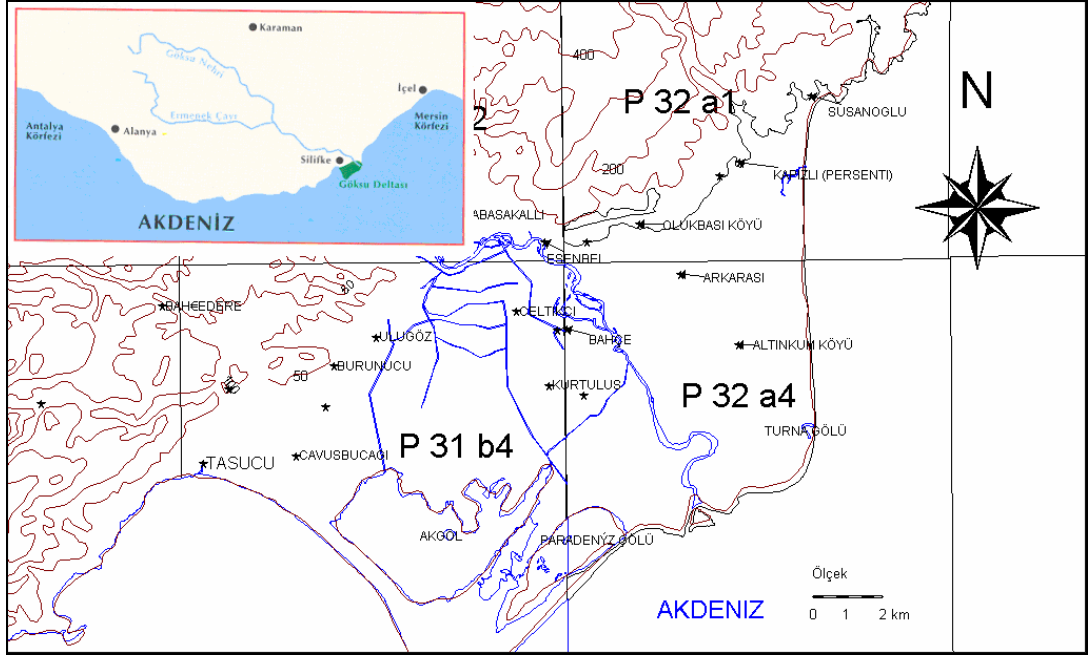
2.1.1.2. Göksu Deltası

Göksu deltası, 2.3.1990 tarihli Resmi Gazetede yayımlandığı üzere “Özel Çevre Koruma Bölgesi” olarak tespit ve ilan olunmuştur. Göksu deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi yaklaşık 15000 hektarlık bir alan olup sınır koordinatları aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.1) [29].

Çizelge 2.1. Göksu deltası Ö.Ç.K.B. Sınır Koordinatları.

Nokta No	Boylamı	Enlemi
1	33° 54' 13"	36° 17' 46"
2	33° 54' 09"	36° 20' 20"
3	33° 55' 59"	36° 23' 04"
4	33° 58' 35"	36° 23' 04"
5	34° 00' 07"	36° 22' 34"
6	34° 02' 08"	36° 22' 51"
7	34° 03' 58"	36° 26' 06"
8	34° 06' 14"	36° 24' 05"
9	34° 06' 09"	36° 18' 37"
10	34° 01' 27"	36° 13' 17"

Güney Anadolu'da Silifke ilçe merkezinin güneyinde Göksu nehri tarafından taşınan sedimentlerle oluşan Göksu deltası, takriben 10000 km²'lik drenaj alanına (Göksu havzası alanı), 150 km² 'lik ova alanına sahiptir [14].



Şekil 2.1. Göksu deltası [1].

Göksu deltası drenaj alanında birinci zamandan üçüncü zamana kadar değişik litolojik özellikte jeolojik birimler oluşmuştur. Drenaj alanında en fazla yer kaplayan formasyon Miyosen yaşlı orta sert, yumuşak kaya niteliğinde tortul kayalardır. Göksu deltası ise, atmosferik olaylar sonucu drenaj alanındaki kayaların parçalanarak ayrışması ve yağışlarla özellikle Göksu nehri ile Akdeniz'e taşınması sonucu oluşan alüvyonal malzemeden ibarettir ve halen de bu oluşum devam etmektedir (Şekil 2.1).

Göksu nehri'nin denize döküldüğü yerin batısında iki büyük göl yer almaktadır. Bunlardan biri denizle irtibatlı ve kum settiyle denizden ayrılan, 400 ha'lık Paradeniz Lagünüdür. Diğer ise daha çok tatlı su gölü karakteri taşıyan 1.200 ha'lık alana sahip Akgöl'dür. Diğer önemli sürekli göller ise, bir dolgu lagünü olan ve Akgöl ile Paradeniz arasında yer alan Kuğu gölü, Paradeniz'in doğusundaki aşırı tuzlu Arapalanı gölüdür.

Gel-git olayına bağlı olarak tuzluluk oranları değişen bu göllerde, ortalama olarak tuzluluk Paradeniz'de %19, Akgöl'de %1-2 civarındadır. Paradeniz'in suları acı olup ortalama derinliği 1,5 m'dir [28].

Bölgede yer alan sazlıklar, bataklıklar ve göllerin toplamı 2130 hektardır. Yine doğal özelliklerini büyük ölçüde koruyan kumsalların ve tuzlu steplerin büyüklüğü 5300 hektarı bulmaktadır.

Toprak, su, bitki ve hayvan türleri ile besinler gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik elemanlardan oluşan sulak alanlar, bölge ve ülke ekonomisi için olduğu kadar yaban hayatı için de büyük önem taşırlar.

Akdeniz bölgesinde doğal yapısını koruyabilmiş ender alanlardan biri olan Göksu deltası, uygun iklim koşulları yanında farklı habitatları iç içe barındırması nedeniyle çok sayıdaki su kuşuna üreme, beslenme, kışlama ve konaklama olanağı sağlamaktadır. Özellikle kış aylarında İç Anadolu Bölgesindeki sulak alanların donması sonucu pek çok su kuşu kışı geçirmek için deltaya gelmektedir [28].

Balıkçılığın devamlılığı açısından hayati önem taşıyan deltalar, balıkların yumurta döktüğü, yavru balıkların beslendiği ve korunduğu alanlardır. Göksu deltasında yer alan göller ve Göksu nehri'nin Akdeniz'e döküldüğü bölge ile yakın kıyıları yavru balıklar için eşsiz bir üreme ve barınma alanıdır.

Göksu deltası sulak alan ekosistemi, Akdeniz ile deltanın iç kesimlerinde yer alan tarım alanları arasında bir tampon oluşturmakta ve denizden tuzlu su girişini engelleyerek bölgenin su dengesini düzenlemektedir.

Tüm bunların yansıra, barındırdığı yaban hayatı ile kuş gözlemciliği, balıkçılık ve avcılık gibi rekreasyonel kullanımlar için ideal bir ortam oluşturmaktadır.

Göksu deltasının flora ve vejetasyon açısından incelendiğinde, değişik ekolojik karakterlerdeki habitatların varlığı deltayı bitki çeşitliliği yönünden de zengin kılmıştır. Denizden ortalama 2 m. yükseklikte bulunan Göksu deltası'nda doğal bitki örtüsünü, Akdeniz'in maki formasyonu ile birlikte yoğun kumul bitkileri

ve tuz stepleri oluşturmaktadır. Kıyı etkisinden uzaklaştıkça bitki örtüsünün niteliği düzelmekte ve kuru ormanları başlamaktadır. Ormanlarda genellikle kızılçam hâkimdir [28].

Kumul sisteminde adı mersin, zakkum, söğüt, kayışkıran, abdest bozan otu, güney karaçalısı ve andızotu bitkileri bulunmaktadır. Tatlı suyun hakim olduğu Akgöl'ün kuzey kısmı kamış, masura kamışı ve saz bitkileriyle kaplıdır. Kamış yatakları ve tuz stepleri ya da kumulları kuşatan bitki örtüsü arasında geçiş teşkil eden deniz sandalya sazı, çalılıklar ve hasır otu bir kuşak halinde bulunur.

Tuzlu suyun etkisinde bulunan Paradeniz lagününün çevresinde seyrek sazlık alanlar, *Salicornia* sp., sülüklü ördek otu bulunmaktadır. Kum yapısı içerisinde bulunan zengin floranın yanı sıra, fazla miktarda verimli otlar ve deltanın Akgöl ve Paradeniz çevresindeki geniş alanları alçak ve yatık bir şekilde halofit (tuzcul) bitki örtüsüyle kaplı bulunmaktadır.

Akgöl ve Paradeniz lagünü çevresinde su ile kaplı olmayan alanlarda sazlık ve bataklık bitkileri, kumsalda ise tuza dayanıklı diken ve ot örtülerinden oluşan bitki örtüsü hakimdir. Ayrıca, deltada altı adet endemik tür ve 38 adet kırmızı listede yer alan bitki taksonu bulunmaktadır. deltada, doğal bitki örtüsünün yanı sıra kültür bitkileri de mevcuttur.

2.1.1.3. Akgöl ve Paradeniz

Sulama (drenaj kanalları) projesinin yürürlüğe girmesinden önce Akgöl zaman zaman kuruyan çok tuzlu bir göldü, tuz üretiminin gerçekleştirildiği yerd, kum tepeleri ile denizle bağlantısı vardı. Paradeniz her zaman denizle doğrudan alakalı ve temiz kumlu bir tabana sahiptir.

Akgöl ve Paradeniz'e drenaj kanalları ile tatlı su gelmiş ve Akgöl 1973'deki kuraklık döneminde drenaj suları kesildiğinde bir tatlı su gölü halinde kalmıştır. Akgöl ve Paradeniz'i birbirine bağlayan kanal Akgöl'deki su seviyesini düşük tutacak ve su akışını Paradeniz'e doğru olmasını sağlayacak niteliktedir.

Akgöl'ün kuzeyinde bulunan ve bir zamanlar açık olan tatlı su sazlıkları, tamamen bitkilerle kaplı hale dönüşmüş ve bunun sonucunda da günümüzde ilkbaharın bitimi ile birlikte kurumaya başlamıştır. Bunlar çevrelerindeki çeltik tarlaların su kullanımının artmasıyla birlikte su ihtiva etmektedirler. Şu anda sulanmayan fakat II. Merhale Projesi ile sulama sahasına dönüştürülmesi düşünülen Akgöl ve Paradeniz'in kuzeyinde kalan alçak arazinin geri kalan bölümü, kısmen tarıma elverişli hale getirilmiş kısmen de çevredeki köylüler tarafından yöre hayvanı için otlak alanı olarak kullanılmaktadır. Tarım için en önemli engel toprağın tuzluluğudur. Bunu bertaraf etmek için, toprak tuzluluğunu azaltıcı çeltik tarımı ya da tatlı su içeren diğer mevsimlik akışlar gerekli hale gelmektedir. II. Merhale Projesi'nin taban suyu düzeyini düşürmek suretiyle bu sorunu yapısal olarak çözmesi beklenmektedir. Böylece bu saha deniz seviyesi altında tarım arazisine çevrilecektir. Proje uygulandığında kumullar ve lagünler dışında deltanın tümü ekilebilir araziye dönüşecektir [14].

2.1.1.4. İncekum burnu

İncekum'un tipik şekli, doğudan gelen ve nehir tortusunu sürükleyen kıyı akıntısıyla Taşucu körfezinde oluşan güneybatıya doğru daha zayıf ikinci bir akıntının bileşimiyle ortaya çıkmıştır. Göksu nehrinin ağzı en son yer değiştirmesiyle batıya bugünkü yatağına taşındığında büyümesi durmuş ve aşınmaya başlamıştır. Burundaki iki deniz feneri de 1977'de ve 1991'de sular altında kalarak yıkılmıştır. Bugün de kıyı çizgisi karaya doğru gerilemekte ve Turna gölü Akdeniz'le birleşerek kaybolmaktadır [13].

2.1.1.5. Kumullar

Kuzeyden güneye uzanan doğu sahilinde 4,5 km uzunluğunda kesintisiz bir kumul sahası bulunmaktadır. Genişliği 100 – 200 m ve kimi yerde yaklaşık 10 m yüksekliğe ulaşmaktadır. Akgöl ile Taşucu arasındaki kumullar 500 m genişlikte ve 5 – 10 m yüksekliğindedir. Birincil kumullar Taşucu körfezi kumsalı boyunca ve İncekum 'da görülür.

Göksu deltası kumul oluşumunun tamamı nehrin getirdiği tortudan değil doğudaki çıplak kumullar muhtemelen Akdeniz'deki akıntıların taşıdığı malzemeden oluşmuştur [13].

2.1.2. Göksu Delta'sında Toprak Özellikleri

Everest, tarafından 1994 yılında Göksu deltasında toprak analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde sahil ve kum tepelerinden alınan toprak örneklerinin % 67,7 - % 91,4 oranında kum kapsayan kumlu, kumlu killi tın, tınlı kum bünyelerine sahip olduğu görülmüştür. Kurtuluş köyü bitkisiz alandan alınan örnek ve Göksu kıyı şeridi % 22,8 ile 43 kum ve % 57- 77 silt içeren siltli tın özelliğindedir. Bozlaşan deresi (Çayır, su kanalı yolu) siltli tın, Paradeniz civarı siltli tın ve sadece balık çiftliği çevresi %33,5 – 37,6 kil kapsayan killi tın bünyeye sahiptir. Diğer

alüvyal ovalardan farklı olarak Göksu deltası Çevre Koruma Bölgesinde kil oranının düşük olduğu bilinmektedir [13].

Alandan alınan toprak örneklerinin genelinde azot miktarları oldukça düşük çıkmış, balık çiftliği yolundan alınan Phragmites ve Halimione toprağında azot %1,04 ve 0,12'dir. Alınan 50 toprak örneğinde mevsime bağlı olarak değişen azot içeriği % 0.01- 1,92 arasındadır. En fazla azot miktarı Phragmites sazlıkları altındaki toprak ve ölü örtüde saptanmıştır [13].

Toprak örneğinin yazdan kışa doğru yıkanmaya bağlı olarak azot içeriği düşmektedir. Örneğin Akgöl – Phragmites altında Mayıs, Ağustos, Şubat aylarında %0,6, 0,32 ve 0,09 ve Akgöl – Juncus altında gene aynı aylarda % 0.48, 0,24 ve 0,01 dir. Ancak böyle düzenli bir periyot diğer tüm örnekler için geçerli olmamaktadır, içerik değişkendir [13].

Alandaki karbon oranları endüşük %0,2, enyüksek % 45 arasındadır. Her örnek için aynı genelleme yapılmasa da sonbaharda karbon içeriği artışı olduğu aşağıdaki çizelgede açıkça görülmektedir (Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3).

Çizelge 2.2. Değişik dönemlerde alınan toprak örneklerinin karbon (‰) içerikleri [13].

Toprak No	Alındığı yer	Tarih		
		10.06.1991	16.10.1991	19.12.1991
1	Akgöl- Scirpus altı	21,26	70,79	33,93
2	Paradeniz- Juncus altı	13,16	12,42	4,7
3	Paradeniz- İnula altı	3,28	6,76	1,39
4	Çayır- Phragmites altı	6,7	35,6	11,34

Çizelge 2.3. Değişik Dönemlerde Alınan Toprak Örneklerindeki Tuzluluk (‰) Oranları [13].

Toprak No	Alındığı yer	Tarih	
		10.06.1991	16.10.1991
1	Akgöl- Scirpus altı	2,0	1,0
2	Paradeniz- Juncus altı	4,5	1,9
3	Paradeniz- İnula altı	0,8	1,0
4	Çayır- Phragmites altı	3,5	3,0

Alan topraklarında tuz miktarı yaza doğru artar. Örneğin; Kurtuluş Köyü içinde alınan toprak örneklerinde pH 10 olmak üzere, alanda pH 7,51 (Akgöl, Juncus, Salicornia altı, yüzey toprağı) ve pH 9,5 (Paradeniz, Juncus altı) dır [13].

2.1.3. Göksu Deltası'nda İnsan Aktiviteleri

2.1.3.1. Tarım

Göksu deltasında en önemli alan kullanımını tarımsal faaliyetleri oluşturmaktadır. delta'da Akdeniz ikliminin bütün ürünleri yetiştirilebilmektedir. Tarıma elverişli alanlarda iki tip tarım yapılmakta olup; bunlar sebze ve meyve üretiminin yapıldığı alanlar ile pamuk ve buğday tarımının yapıldığı alanlardır. Doğal su kaynakları bakımından oldukça zengin olan yörede sulu tarım oldukça gelişmiştir. Sulu tarımın yapıldığı kıyı şeridinde tahıl ürünleri yanında, yoğun olarak pamuk, susam, yerfıstığı, çeltik, çilek, turuncgiller ve sebze yetiştirilmektedir [28].

Kıyı kesimler ile yüksek kesimler arasında geçit teşkil eden bölgelerde ise, zeytincilik ve bağcılık yapılmaktadır. Bölgede önemi gittikçe artan narenciye bahçelerinin arasında domates, patlıcan ve biber gibi çeşitli sebzelerin tarımı yapılmaktadır. Seracılığın yaygın olduğu alanda meyve yetiştiriciliği önemli bir yer tutar ve ova bağcılığı ile turfanda üzüm yetiştirilir.

2.1.3.2. Hayvancılık

Geçmiş yıllarda Göksu deltasında büyük öneme sahip olan hayvancılık, günümüzde otlakların tarım ve yerleşim alanları şeklinde kullanılmasıyla önemini kaybetmiştir. Yaz aylarında bölgeye gelen 10–15 ailelik göçerler hayvancılıkla uğraşmakta olup, bu mevsim bölgedeki otlatma baskısı nispeten artmaktadır. Özellikle dağlık kesimlerde yaşayan halkın geçim kaynağı hayvancılığa dayanmaktadır. Hayvancılık, yörenin ovalık kesiminde ahır hayvancılığı biçiminde gelişirken, yüksek kesimlerde bunun yerini mera hayvancılığı alır. Yörede en çok yetiştirilen hayvanlar kıl keçisi, koyun ve sığırdır. Kümes hayvancılığında ise birkaç özel çiftlik dışında genellikle aile işletmeciliği yaygın durumdadır.

2.1.3.3. Balıkçılık

Oldukça uzun bir kıyı şeridi olan alanda su ürünleri faaliyeti son zamanlarda gelişme göstermiştir. Bölgede kıyı ve açık deniz balıkçılığı yapılmaktadır.

Akgöl'de ticari değeri olan dört balık türü bulunmaktadır. Bunlarda ikisi tuzluluğa toleranslı göçmen balık türlerinden olan yılan balığı ve has kefaldir. Diğer iki tür olan sazan ve karabalık ise gölde yumurtlarlar. Yılan balığı ve karabalık ihraç edilmekte iken diğer iki tür yerel tüketime sunulmaktadır.

Paradeniz lagününde dalyan balıkçılığı yapılmaktadır. Deniz levreği, çipura, singit, sivriburun, karagöz, melanurya, sarıgöz, çizgili mercan ve mercan alanda avlanan balık türleridir.

Deltada, kıyı balıkçılığı bütün yıl boyunca yapılmaktadır. deltanın kuzeyinde yer alan sulama kanallarında ise sazan ve kefal balıkları avlanmaktadır. Balıkçılığın yanı sıra yörede mavi yengeç ve karides avcılığı da önemli bir yer tutmaktadır [28].

2.1.4. Göksu Deltası Coğrafik Durumu

Göksu delta'sında son 300 yıldır en az yedi devre halinde jeomorfolojik ilerleme ve gerileme birbirini izlemiştir. Tarihi kayıtlara göre Silifke şehri ve kalesi MÖ 3. yy. Göksu nehrinin boğazdan çıktığı yer üzerine kurulmuştu. Bugün şehir deltanın hayli içlerinde kalmasına rağmen o tarihlerde denizle daha yakın ilişkiliydi. İlk delta bölümleri tektonik nedenlerle yükselerek Çavuşbucağı, Güllümpaşalı, Burunucu, Ulugöz köylerin bulunduğu en eski ve en yüksek (5-10 m) kesimleri oluşturmuş, genç bölümler daha sonra bunlara katılmıştır [30].

Bugünkü tarım alanları, akarsuların oluşturduğu 1000 yıldan eski alüvyal birikinti düzlükleri üzerindedir. Akgöl lagünü yaklaşık 800–1000 yıl kadar önce oluşmuş ve birkaç asır canlılığını korumuştur, hatta bugün bile etkinliğini koruyabilen ancak yaşlanmış bir lagündür. Paradeniz daha genç ve denizle bağlantılıdır. İncekum yarımadası kuzeydoğu ve kuzeybatıdan gelen iki kıyı boyu akıntısının karşılaştığı yerde akıntı hızının azalması nedeniyle oluşmuş mahmuz biçimli bir denizel birikinti alanıdır, dinamik bir dengeyi yansıtır [30].

Delta alanlarından deprem riski genellikle yüksektir. Buna ek olarak Göksu dik kenarlı delta kenarlarına ve kayma faylarına sahiptir. Deniz seviyesinde halen gözlenen yılda 1 mm lik bir yükselme söz konusudur. Göksu nehrinin yukarı kesimlerinde yapılmış Kayraktepe barajının Göksu deltası üzerinde etkilerini yansıtacak kayıtlar henüz mevcut değildir. Ancak Göksu deltasının batısında Anamur körfezinin deniz dibinde yapılan sedimentolojik bir araştırmaya ve deniz derinliği haritalarına göre Göksu deltasını oluşturan alüvyal dolgunun kalınlığını 70 – 100 m ye ulaştığı sonucu çıkarılabilir [31].

Göksu deltası'nın doğusunda 1260 ha yer kaplayan Tekfur bataklığını Atatürk 1925 yılında satın almış, Türkiye'deki 2. çiftlik burada kurulmuş, 1935'de Tekir (Tekfur) Tarım Kredi Kooperatifi kurularak okalıptus ağaçlarıyla bataklık alanı 600

ha civarına düşürülmüştür. 1960'larda 100 ha'a düşen ve 1970'lerde tamamen kurutulmuş olan bu alanın adı o zamanki Tekir (Karasu) nehrinden ileri gelmektedir.

1940'ların başına kadar Akgöl, Sazlıgöl ve Fiat gölü birbirlerinden bağımsız göller olup, Göksu nehri taşkınları en son 1958 yılında görülmüştür. 1942 – 1950 yılları arasındaki taşkın önlemlerine bağlı olarak Akgöl'ü Taşucu körfezine bağlayan bir kanal inşa edilmiş, böylece Bozlağan deresinden gelen su doğrudan Akgöl'e tuzluluğun azalması sonucunu getirmiştir. Bu tarihlerde Paradeniz, Arapalanı gölü aracılığı ile Akdeniz'le direk bağlantılı konumdadır. Ayrıca 1960'larda Silifke taşkınlara karşı bir setle korunmuş ancak 1962'lerde yıkılmıştır. Bu sıralarda bölgede yapılması düşünülen baraj gündeme getirilmiştir. 1950 ve 1970'li tarihler arasında sulu tarımın ilerlemesi Akgöl ve Paradeniz'de drenaja bağlı tatlı su etkilerini artırmış ve mille dolma başlamıştır. Akgöl'ü Taşucu körfezine bağlayan kanal kapatılarak bunun yerini Paradeniz'le bağlantılı Kuğu kanalı almıştır.

1970'ler deki Sağ kuşaklama kanalının inşası, hassas bölgeyi taban suyu akışını kesecek şekilde kuşatmış, bölge hidrolojisi çoğunlukla sulama alanlarından gelen drenaj suyunun etkinliğine bağlı bırakılmış, tuzluluğu giderek artan Akgöl balıkçılıkta etkin hale gelmiştir. Ancak ileriki yıllarda Bozlağan ve Hurma kanallarının Akgöl ve Paradeniz'le bağlantısının kesilmesiyle Akgöl'e sadece çevre çeltik tarlalarının drenaj suları gelir olmuş ve tuzluluğun artışı kitlesel yılan balığı ölümlerine neden olmuştur. 1974'de ise bu kanallar tekrar açılmıştır. Aynı tarihte 220 ha lık arazi SEKA için kamulaştırılmıştır.

Göksu deltası'nda birincil üretim seviyesi genel olarak yüksek seviyede tespit edilmiştir. Kuzeydoğu Akdeniz'de birincil üretim, yüzey karışım tabakasının meteorolojik koşullara bağlı olarak değiştiği kış sonunda artar. Besin tuzlarının derin sulardan fotosentezin gerçekleşebileceği yüzey sularına karışması, kış sonundaki üretimin en büyük nedenidir [32].

2.2. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN GENEL JEOLJİSİ

2.2.1. Stratigrafi

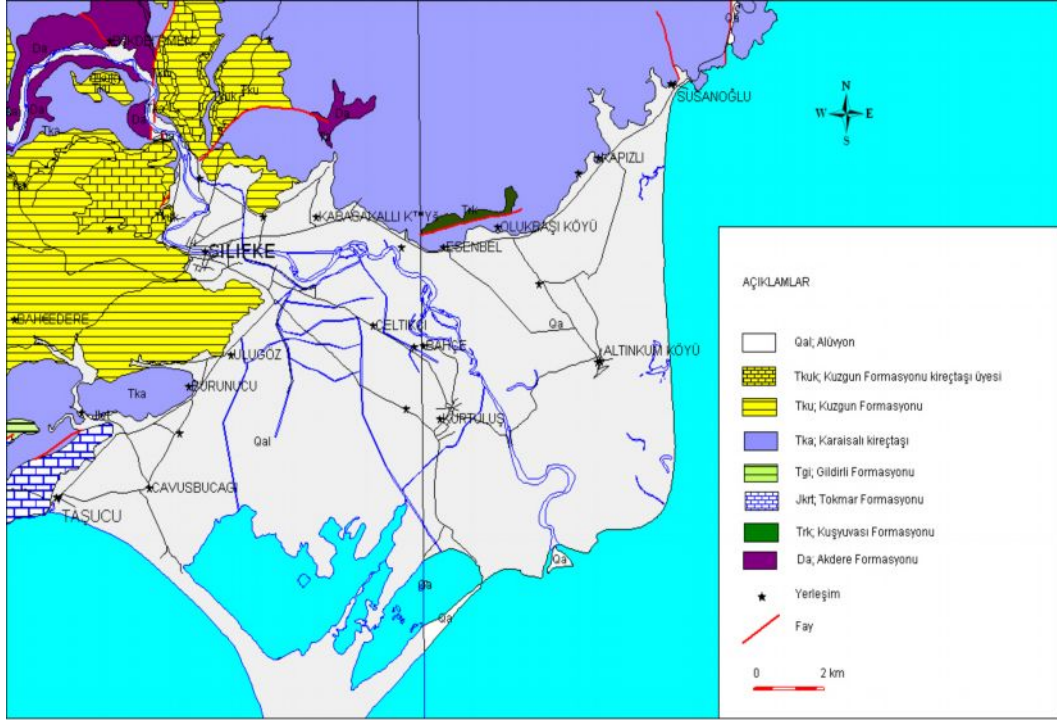
Çalışma alanındaki litostratigrafik birimler "temel kayalar" ve "örtü kayalar" adı altında toplanmış ve temel kayalar; birbirleri ile tektonik ilişkili gruplara ayrılarak her grup "birlik" adı altında incelenmiştir, "örtü kayalar" ise Paleo-otokton ve Neo-otokton kayalar olarak ayırt edilmiştir.. Paleo-otokton kayalar, Erken Tersiyer'e kadar yanal, düşey geçişli ilişki sunan formasyonlardan oluşmaktadır. Neo-otokton kayaları ise Oligosen-Miyosen-Güncel yaş konaklarını temsil etmektedirler [1].

2.2.2. Temel Kayaları-Geyikdağı Birliği

Bu birlik Orta Torosların naplı yapısındaki en alttaki otokton-paraotokton kesimini oluşturmuş ve çökel kayalardan meydana gelmiştir. Erken Paleozoyik yaşlı karbonat-silisli kırıntılardan oluşmuş bir temel ve bunun üzerine diskordansla gelen platform karbonatlarından (Mezozoyik-Erken Tersiyer) oluşmuşlardır. Pek çok formasyon ayrıtlanan Geyikdağı Birliği'nin araştırma alanında yüzeyleyen üç formasyonu bulunmaktadır. Bunlar; Akdere Formasyonu (Devoniyen), Kuşyuvası Formasyonu (Orta Triyas) ve Tokmar formasyonudur (Üst Jura-Alt Kretase) . (Şekil 2.2 ve 2.3). Çalışma alanı için Ulu, Ü. [33], tarafından hazırlanan bölgesel genelleştirilmiş stratigrafik kesitten yararlanılarak genelleştirilmiş yerel bir stratigrafik kesit geliştirilmiştir (Şekil 2.2).

	ZAMAN	SİSTEM	SERİ	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ÖRTÜ KAYALARI	SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN		Qal, Alüvyon; kum, çakıl ve silt ardalması
				TERSİYER	MİYOSEN
		ORTA	Tka, Karaisalı Formasyonu; resifal kireçtaşı, çatlaklı ve karstik boşluklu		
		ALT	Tgi, Gildirli Formasyonu; konglomera-kumtaşı, silttaşı-kiltası ve kireçtaşı-marn		
		TEMEL KAYALAR	MESOZOYİK	KRETASE	
JURA					
TRİYAS				Trk, Kuşyuvasıtepe Formasyonu; kireçtaşı	
PALEOZOYİK	DEVONİYEN		Da, Akdere Formasyonu; kuvarsitik kumtaşı, silttaşı ve şeyl ardalımal resifal kireçtaşı		

Şekil 2.2. Genelleştirilmiş stratigrafi kesiti [1].



Şekil 2.3. Çalışma alanının sayısal jeoloji haritası [1].

2.2.2.1. Akdere formasyonu

Kuvarsitik kumtaşları, siltaşları ve şeylerle ardalanmalı ve kısmen kumlu dolomitik ve bol fosilli resifal kireçtaşlarından oluşan formasyon yaklaşık 250 m kalınlıktadır. Formasyonun yaşı Gedik (1979) tarafından Orta-Üst Devoniyen olarak belirlenmiştir [34].

2.2.2.2. Kuşyuvası formasyonu

Orta Triyas yaşlı kireçtaşlarından oluşan Formasyon sığ bir karbonat şelfinde çökelmiştir [34].

2.2.2.3. Tokmar formasyonu

Formasyon; tabanda açık gri renkli, kaim, orta-kalın katmanlı dolomitler ve dolomitik kireçtaşları ile başlar; üste doğru beyaz renkli, iyi katmanlı karbonat, çamurtaşı ve vaketaşları ile devam eder, daha üste doğru çok kalın katmanlı-masif,

beyaz renkli kısmen pseudoolitik biyomikritik katmanı yer almaktadır. Formasyon Üst Jura-Alt Kretase yaşlıdır ve kalınlığı 700 m kadardır. Araştırma alanında alt ilişkisi gözlenemeyen formasyonun üzerine uyumsuzlukla örtü kayalarından Karaisalı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı çökeller gelmektedir.

2.2.3. Örtü Kayaları

2.2.3.1. Gildirli formasyonu

Konglomera-kumtaşı, silttaşı-kiltaşı ve killi kireçtaşı-marn gibi belirgin üç kaya biriminden oluşan Formasyon Oligo-Miyosen zamanında bölgede oluşan akarsu geçiş ortamı (taşkın ovası, göl, lagün, bataklık, kıyı) ve sığ deniz gibi ortam ve alt ortamlarda çökelmiştir. Formasyon Karaisalı Formasyonu ile düşey geçişlidir.

2.2.3.2. Karaisalı formasyonu

Formasyon; resifal kireçtaşı ağırlıklı olmak üzere yer yer şeyl, kumtaşı, çakıltaşı ve marnlardan oluşmuştur. Kireçtaşları; krem renkli, orta sert, bol fosilli olup, biyomikrit, biyolütit görünüşüdür. Genellikle yatay olan kireçtaşları; resif, resif önü, resif gerisi özellikleri sunar. Resif tepeliklerinden uzaklaştıkça kireçtaşları; litoklastik özellikte düzgün, orta-kalın katmanlı özellik kazanır ve marnlarla ardalanır. Karaisalı formasyonunun kalınlığı değişken olup 150-1100 m arasındadır [1].

Formasyon; sıcak, berrak ve çalkantılı sığ deniz ortamında organizmalar tarafından oluşturulmuştur. Formasyon güneyden kuzeye ilerleyen bir denizin aşmalı ürünü olmaktadır.

Orta Miyosen yaşlı Karaisalı formasyonu inceleme alanında transgressif özellik sunmaktadır Formasyon; Kuzgun formasyonu ve Kuvaterner çökellerince üzerlenmektedir.

2.2.3.3. Kuzgun formasyonu

Kırıntılılar, kırıntılı karbonatlar, karbonatlar ve evaporitlerden oluşan Kuzgun formasyonu Tortoniyen-Messiniyen yaşındadır. Birim, tabanda örgülü akarsu ardalımalı çökellerle sığ denizel çökelleri kapsar. Karasal çökellerin tabanında kanal dolgusu çökelleri bulunur. Set çökelleri ise kumtaşları ve çamurtaşlarının ardalımasından oluşmuştur. Taşlan ovası çökelleri ise ince taneli, laminalı, paleosollü çamurtaşlarından meydana gelmiştir. Sığ denizel çökeller kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve Ostrealı katmanlardan oluşmuştur. Bunların üzerine açık gri renkli volkanoklastik kumtaşı, gri silttaşı, silt ve killi materyal içeren açık gri renkli-beyaz renkli tüfler gelmektedir. Tüfler hem denizel hem de karasal özellik sunmaktadır. Kuzgun formasyonunun en üst düzeyini katmanlı jipsler oluşturmaktadır ve karasal ortama geçişi belirtmektedirler. Formasyonun kalınlığı çok değişkendir. Kuzgun formasyonu inceleme alanında kendinden önce oluşmuş formasyonların tamamını üzerlemektedir [1].

İnceleme alanı Üst Miyosenden sonra çökelmezlik ortamıdır. Dolayısı ile Pliyosende alan aşınım ve genel düzleşme (denüstasyon) ortamına geçmiştir bulunmaktadır. Bu aşınma Kuvaterner'de de çizgisel karakterli olmak üzere devam etmiştir. Bu çizgisel aşınma flüviyal sistemle gerçekleşmiş ve araştırma alanının kuzey kesimi platoya dönüşürken Akdeniz kıyılarında çökel alanlar oluşmuştur.

2.2.3.4. Alüvyon

Silifke güneyinde Göksu nehri tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiştir. Alanda ayrıca akarsuyun vadi tabanında mercek ve kama şeklinde akarsu sekileri oluşmuştur [1]. Kıyı rüzgarlarının etkisi ile kıyı kumulları oluşmuş ve kıyı boyunca şeritler halinde yayılım göstermektedirler. Alüvyon kil, silt, kum ve çakıl büyüklüğünde tanelerin yığılımından oluşmuş ve oldukça heterojen bir şekilde yığınlar oluşturmuştur.

2.2.4. Jeomorfoloji

Göksu deltası Akdeniz kıyısının batı yönünde uzanmaya başladığı, dirseklendiği kesimdedir. Göksu nehri Orta Torosların işte bu KB-GD ve GB-KD iki uzanım sunan bölümünün birleştiği ara kesitte bulunmaktadır. Çok fazla litolojik farklılık ve ileri derecede disloke olmuş Toros orojenik kuşağını akaçlayan nehir, Taşeli yöresini derin bir şekilde yarararak platoya dönüştürmüştür. Yarılmanın dikey ve yanal uzanımı en fazla Mut yöresindedir. Bu maksimum yarılma güneye doğru azalarak Silifke kesiminde uzanımı az bir boğaza dönüşmektedir. Boğazın Torosların kıyıya koşut uzanan yamaçlarını keserek taban düzeyine yakın bir yükseklikte sonlandığı görülmektedir. Göksu deltası işte nehrin boğazdan kıyıya açıldığı bu alanda gelişmiştir [2].

Göksu deltası en genç jeolojik zaman (Kuvaterner) günümüz aralığında şekillenmiştir. Bu şekillenme ve sedimantasyon yığılmasını delta gelişimi biçiminde devam etmektedir.

Göksu deltası, taban kenarı ana karaya bağlı 164 km² lik alanlı bir yamuk morfolojisindedir. Bu çokgen görünümlü morfoloji, alışılmadık delta morfolojisini yansıtmamaktadır ve bu şeklin oluşmasını sağlayan bir evrim söz konusudur [2].

Deltalar, akarsu-deniz dinamiklerinin bir sonucu olarak biçimlenmektedirler. Esasen delta pek çok parametrenin denetiminde oluşup gelişmektedirler. Bu parametrelerin başlıcaları tektonik hareketler, akarsuyun taşıdığı materyalin (akarsu yükü) miktarı, deniz akıntıları, etkin rüzgârlar, denizin derinliği, östatik hareketlerdir. Açıklanan etmenlerin uygun olması durumunda akarsu yükünün, kısmende deniz aşındırması sonucunda oluşan kırıntılıların, denizin belli bir kısmına birikmesi ve kıyının deniz zararına ilerlemesi ile deltalar bir sonuç olarak oluşmaktadır. Bu tarife göre konstrüktif kıyı özelliği sunan, deltalar belirli ve özgün ortamlarla karışık ortamların girift olduğu alanlar olmaktadır [35].

Göksu deltası akarsuların (Göksu nehri, Yağar Dere, Bahçe Dere, Gökbucağ Dere, Afşar Dere vb.) getirdiği materyalin kıyıda biriktirilmesiyle meydana gelmiştir. Bu birikme olayı son buzulun (Würm) erimesi ile meydana gelen transgresyon (Flandrien) sonucu östatik olarak denizin yükselerek önceden tiltlenmiş bulunan aşınım yüzeylerine değmesi ile meydana gelen kıyı boyunca olmuştur. Hızla birikmeye başlayan akarsu yükleri, deltaik bir gelişme göstererek günümüz deltasının şekillenmesine neden olmuştur [2].

Deltanın temel kayaları Üst Miyosen sonlarına kadar denizel bir ortam özelliği sunmaktadır (Kuzgun formasyonu). Bu ortam kendinden önceki Geyik Dağı Birliği ve örtü kayalarını uyumsuzlukla örtmüş ve transgressif çökellerini bırakmıştır. Bu deniz kuzeye doğru aşmalı ve sığdır. Messiniyen'den itibaren karalaşan alanda ikliminde etkisi ile Kuzgun formasyonu jipsleri çökelmiştir. Pliyosen döneminde atmosferik şartlarda kalan yöre; genel düzleşme (denüdasyon) süreçleri altında alt Kuvaterner (Villafrankiyen)'e kadar aşınmış ve bu aşınım yüzeyi gelişmiştir (PAY). Yarı olgun bir topografya özelliğindeki bu aşınım yüzeyi üzerinde formasyonların litolojik ve yapısal özelliklerine göre şekil grupları (karstik alanlar, tepelikler vb.) gelişmiştir. Üst Pliyosen sonlarından itibaren ve özellikle Pleyistosen ortalarından sonra alan GD, G yönünde tiltlenerek yükselmeye başlamış, aşınım yüzeylerinin bir kısmı "dağ yamacı" morfolojisi kazanmıştır. Yükselmenin maksimum düzeyi Mut yöresinde (saha dışında) olmuş, PAY'leri kamburlaşarak ve eğimlenerek Akdeniz'in altında kalacak biçimde alçalmışlardır.

Üst Pliyosen-Erken Pleyistosen döneminde kurulmuş bulunan akaçlama (özellikle Göksu nehri) PAY'lerinin yükselerek eğimlenmesine koşut gelişmiş, nehir ve dereler yataklarını kazmışlardır. Dolayısı ile Torosların bu kesimi ve çalışma alanı platoya dönüşmüştür (Taşeli Platosu). Yarılmanın uzanımı kuzeyden güneye doğru azalmaktadır ve en az yarılma Göksu deltası yakınlarındadır. Bu dönemde epirojenik ve tektonik olaylar (iç dinamik) sürerken östatik hareketlere ilişkin verilere anakarada rastlanılmamaktadır [2].

Son buzul döneminde (Würm Glasiyasyonu) bütün dünya denizlerinde görülen negatif östatik değişiklik ve deniz çekilmesi (-95, -130 m) Akdeniz'de de kabul edilmektedir. Buna göre 18000-20000 yıl öncesinde -95 m de olan deniz düzeyi, Würm buzulunun erimesine koşut yavaş yavaş ve duraklamalarla yükselmiş; 7000 yıl önce maksimum düzeyine erişmiştir. Bu düzey, günümüz deniz düzeyine (0 m) göre +2.5, +5.0 m daha yüksektir. Göksu deltasının büyük bölümü bu düzeye göre (Verseliyen-Nice-Seki düzeyi) şekillenmiştir. Bu şekillendirmede Göksu nehrinin (akaçlama alanı 10 400 km) ve Yağar-Bahçe Dere'nin (akaçlama alanı 136 km²) getirdiği materyalin önemi büyüktür. Bu dönemde Susanoğlu'ndaki (42 m kotlu tepe) deniz aşınım sekisi, I. Evre set adaları, Akgöl lagünü ve bu kıyının gerisindeki leve, taşlan alanları, menderes kuşağı, art bataklık alanları yelpazeler gelişmiştir [2]. Günümüzden 7000 yıl öncesi ile 2000-3000 yıl öncesi arasında deniz günümüz düzeyine (0.0 m) çekilmiş; yeni kıyıya göre yeni jeomorfolojik-sedimentolojik birimler oluşmuştur. Bunlar; yüksek profilli dik kıyılarda, çentik, falez ve abrazyon düzlükleri şeklinde görülürlerken (Susanoğlu kesimi), alüviyal birikim (delta) kıyılarında II.evre set adaları, eski lagün alanları, denizel kıyı bataklıkları, yeni azmaklar, güncel lagünler, kıyı düzlükleri ve kıyı kumulları, lagün boğazları, plajlar, yahtaşlar gibi aşınım ve birikim şekilleri gelişmiştir. Günümüzde deniz düzeyinin (1 mm/yıl) yükselmesini sürdürdüğü kabul edilmektedir. Ayrıca dik profilli derin kıyılarda (çalışma alanında kalanklı kıyılar) fark edilmeyen fakat, delta kıyılarında olağan ve olması beklenen doğal kıyı çizgisi değişiklikleri Göksu deltasında da vardır. Ancak Göksu ağzı ile Altinkum'un doğusundaki kıyı kumulu arasında çok hızlı bir kıyı gerilemesi saptanmıştır. Bu olayın nedeni Göksu'nun Sökün Köyü'nün KD'sundan aşağı çığırının değiştirilmesi ve nehrin doğrusal bir akışa geçirilmesidir. Bu yatak değiştirmenin sonucunda Göksu'nun eski progradasyon bölgesinin aşınıp geriletilmesi Göksu Ağzının siltasyonla dolmaya başlaması ile Paradeniz lagününün boğazının kapanma riski ortaya çıkmıştır [2].

2.2.5. Hidroloji ve İklim

Göksu deltası 36°15 ve 36°25 kuzey enlemleri ile 33°55 ve 34°05 doğu boylamları arasında 15000 hektar genişlikte bir alanı kaplamaktadır. deltada başlıca iki büyük göl yer almaktadır, bunlar Akgöl ve Paradeniz gölleridir.

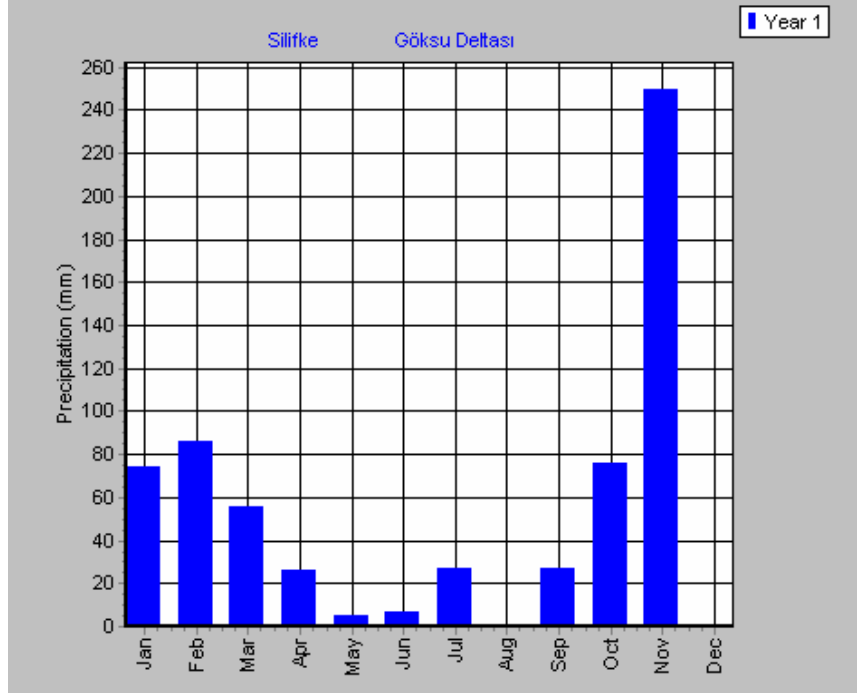
Deltada Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir, özelliği yazların sıcak ve kuru, kış aylarının ise ılıman ve yağışlı olmasıdır. 2006 yılına ait meteorolojik veriler Çizelge 2.4 'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Silifke meteoroloji istasyonu 2006 yılı verileri [1].

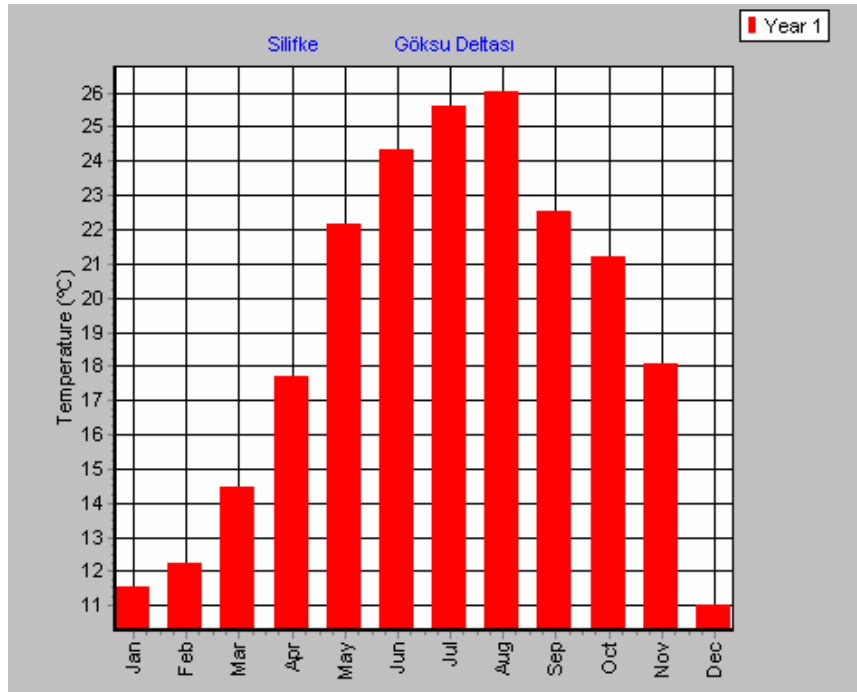
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sıcaklık (°C)	9,8	11,1	14	17,9	21,7	25,4	28,1	28,6	25,9	21,3	15,3	11,5
Yağış (mm)	71,3	86,4	53,7	25,3	3,1	7,3	27,2	0	27,4	78,9	205,5	0
Nisbi nem (%)	44,6	59,1	66,4	64,5	60,8	65,4	63	67,7	54,8	58,2	47,1	39,8
Rüzgar hızı (m/s)	2,6	1,7	1,5	1,6	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,4	1,8	2,5
Buharlaşma (mm)	2,7	2,2	2,8	3,9	5,6	6,2	6,8	6,1	6,1	3,4	2,6	2,8

Akiferin beslenmesi yağışlardan ve nehir suyunun infiltrasyonundan olmaktadır. Akiferlerin boşalimleri ise pompaj kuyularıyla ve göllere olan boşalımla ortaya çıkmaktadır.

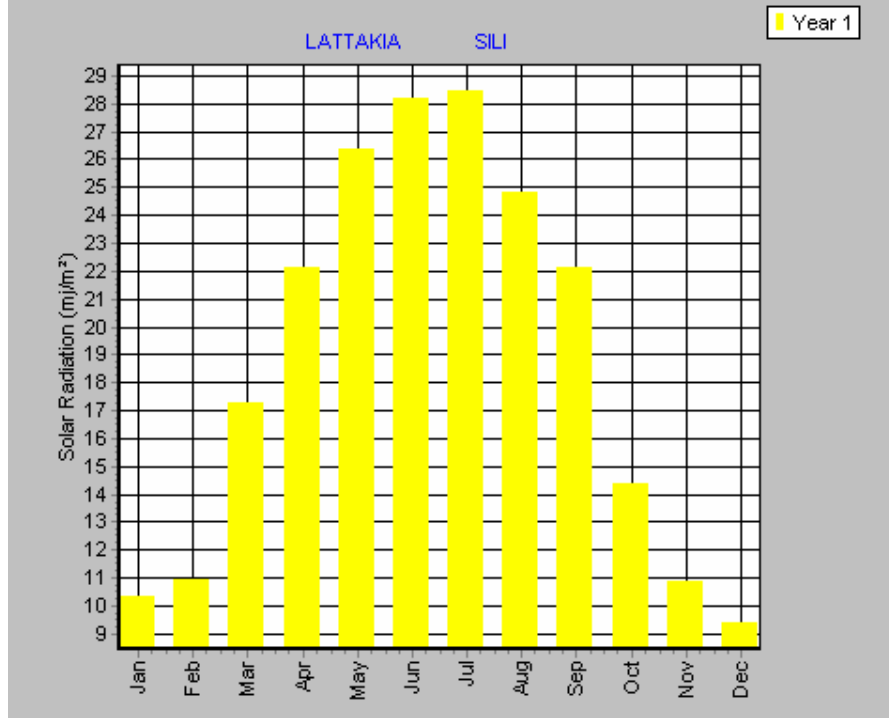
Demirel (2007) çalışmasında HELP Modeli ile iklim ölçümlerini kullanarak alana ait sıcaklık, yağış ve radyasyonu modellemiştir [1]. Göksu deltası için modellenen yağış değerleri, sıcaklık ve güneş radyasyon değerleri sırasıyla Şekil 2.4, 2.5 ve 2.6' da gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Göksu deltası için Visual Help modeli ile bulunan yağış yükseklikleri [1].

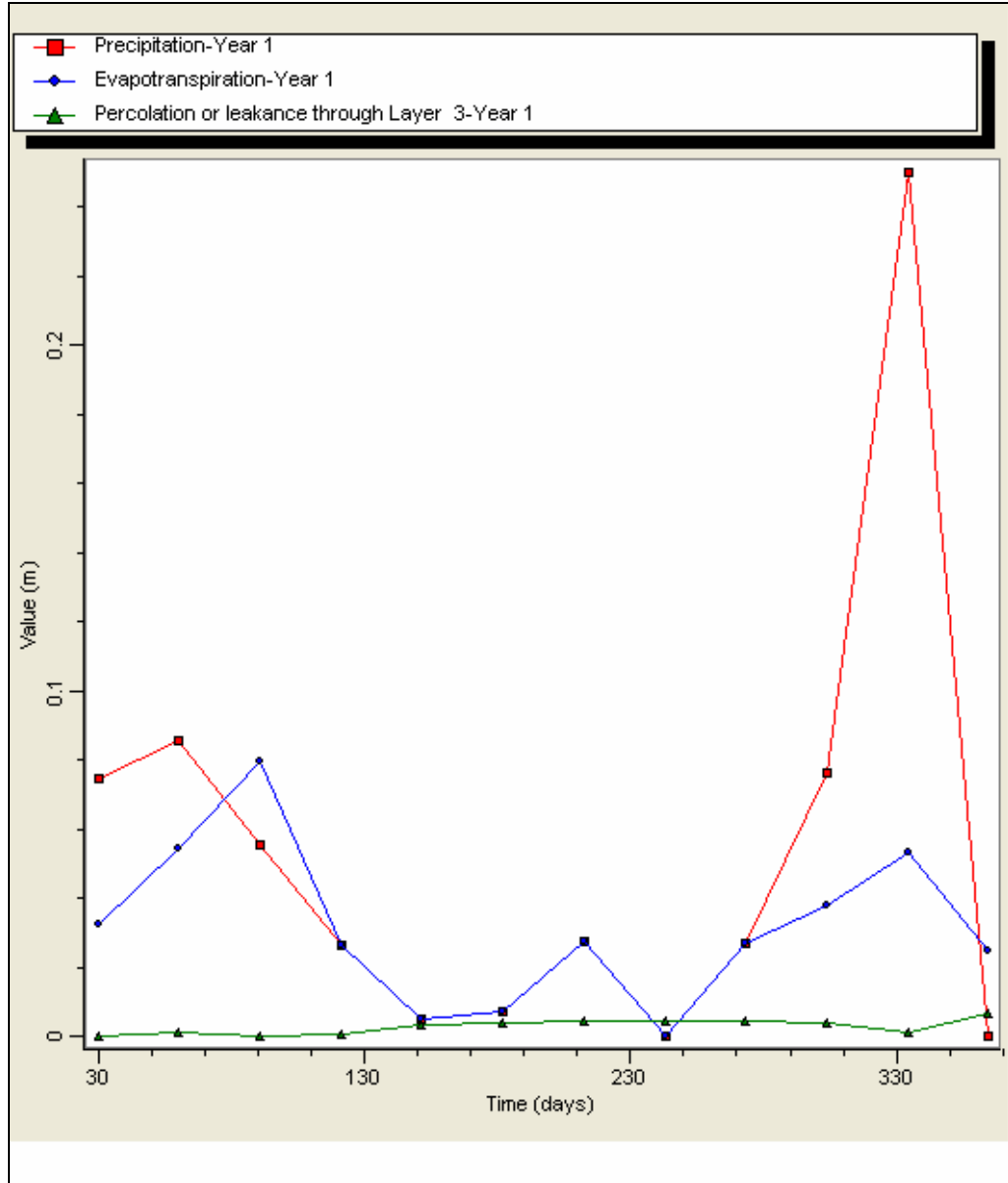


Şekil 2.5. Göksu deltası için Visual Help modeli ile bulunan hava sıcaklığı değerleri [1].



Şekil 2.6. Göksu deltası için Visual Help modeli ile bulunan güneş radyasyon değerleri [1].

Visual HELP ile modellenen bu meteoroloji verileri kullanılarak yapılan bilanço modelinde elde edilen sonuçlar Şekil 2.7' de gösterilmiştir.



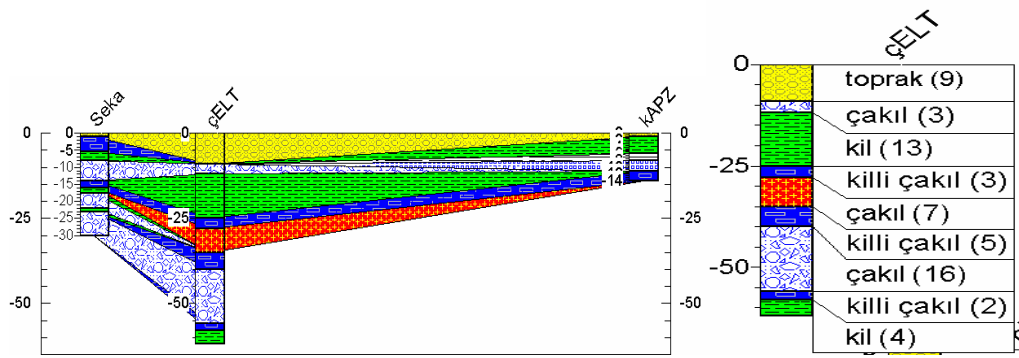
Şekil 2.7. Visual Help modeli ile bulunan yeraltı suyu beslenme miktarı [1].

HELP ile yapılan modelleme sonucunda Silifke Meteoroloji Müdürlüğüne ait 2006 yılı ölçüm sonuçlarına göre; 2006 yılında 17,82 mm akış, 375 mm evapotranspirasyon ve 35,23 mm yeraltı suyu beslenmesi hesaplanmıştır [1].

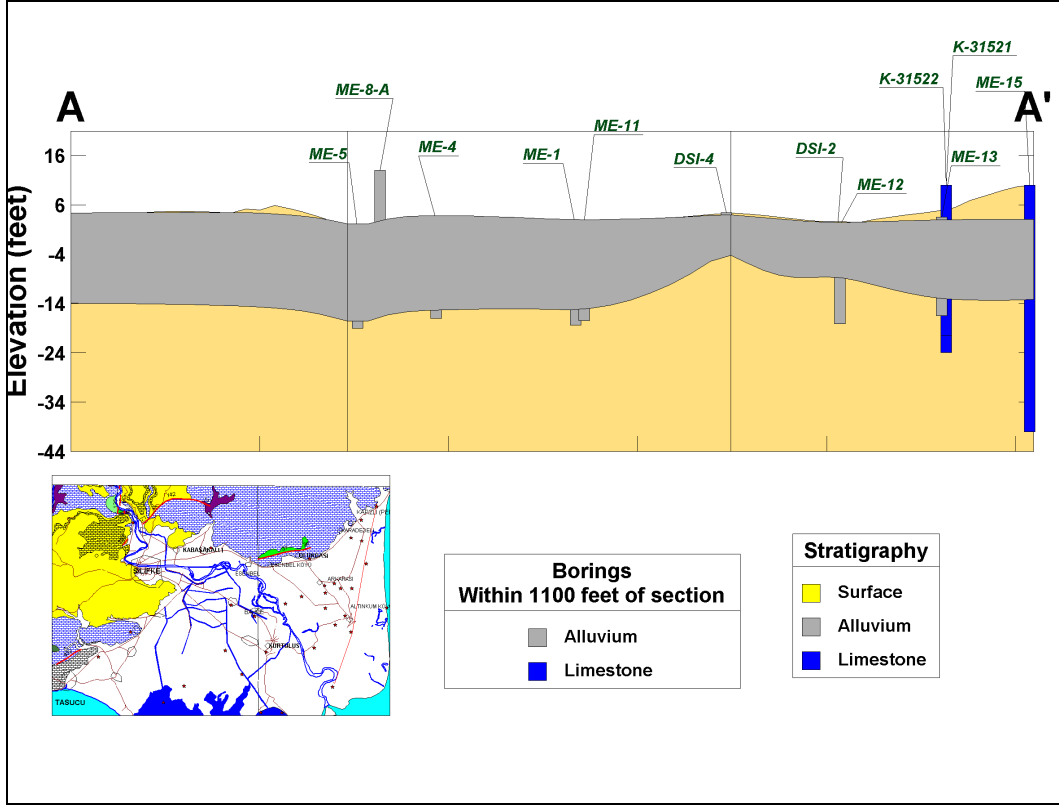
2.2.6. Hidrojeoloji

Göksu deltasını oluşturan alluvial depolanmalar yüzeyden yaklaşık 500-700 m derinliğe kadar ulaşmakta ve global olarak serbest bir akiferi oluşturmaktadır

[17,20]. Alüvyon Seka, Çeltikçi köyü ve Kapızlı'da açılan kuyu loglarının RockWorks ile yapılan değerlendirmesinden de görüldüğü gibi çakıl, kum, silt, kil ve kumlu kil karışımlarından oluşmaktadır (Şekil 2.8). deltanın belli bir kısmında yüzeyde yer alan 20-30 m kalınlığındaki kil, altında yer alan permeabilitesi göreceli olarak yüksek iri taneli sedimanların oluşturduğu akiferi basınçlı bir akifer yapar. deltada kavramsal olarak bölgesel yayılmış artezyen akifere, basınçlı akifere ve serbest akifere rastlanır. deltada açılan kuyu sayısı 1000'in üzerindedir. Ancak açılan kuyuların hiçbiri alüvyon akiferi tamamen kat edememiştir (Şekil 2.9).

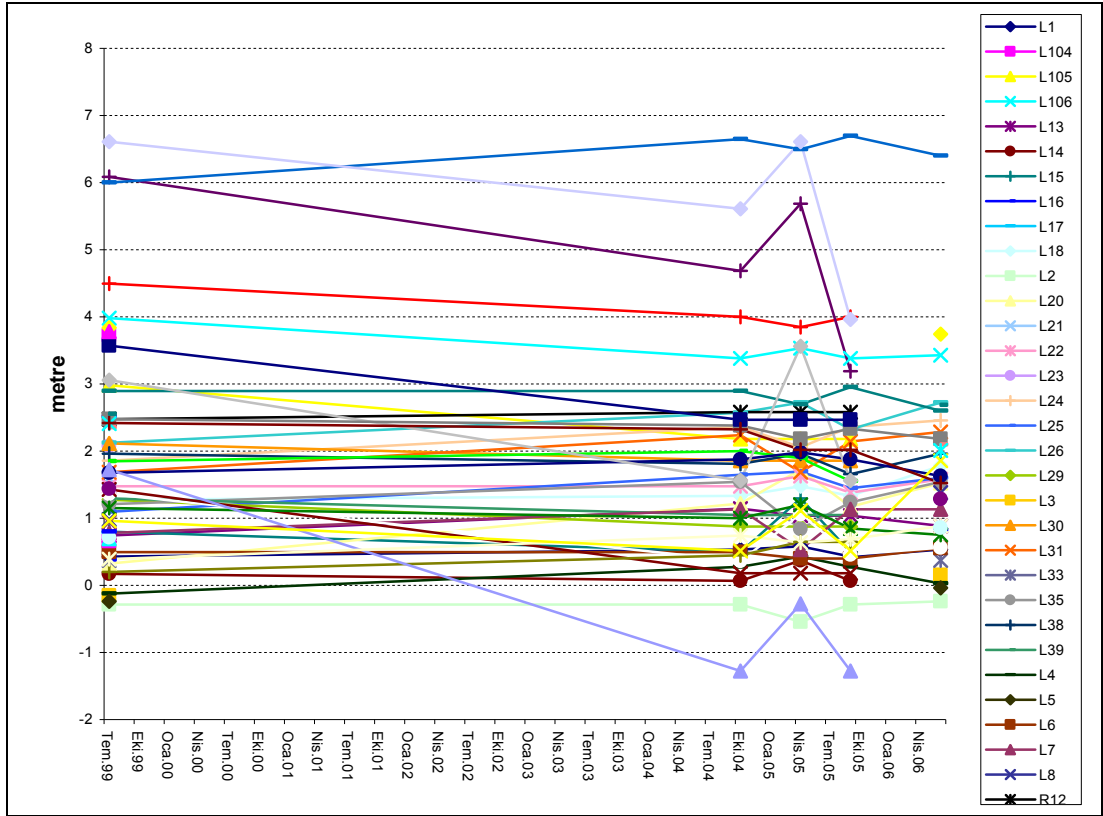


Şekil 2.8. Delta akiferini oluşturan birimler (yüzeyden itibaren derinlik m)[1].



Şekil 2.9. Alüvyon akiferde açılan tam olmayan kuyuların konumu [1].

Yeraltı su seviyesinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde seviyede çok önemli değişikliklerin olmadığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.10). Bu durum bize çekilen su miktarını dengeleyecek kadar beslenmenin olduğunu göstermektedir.

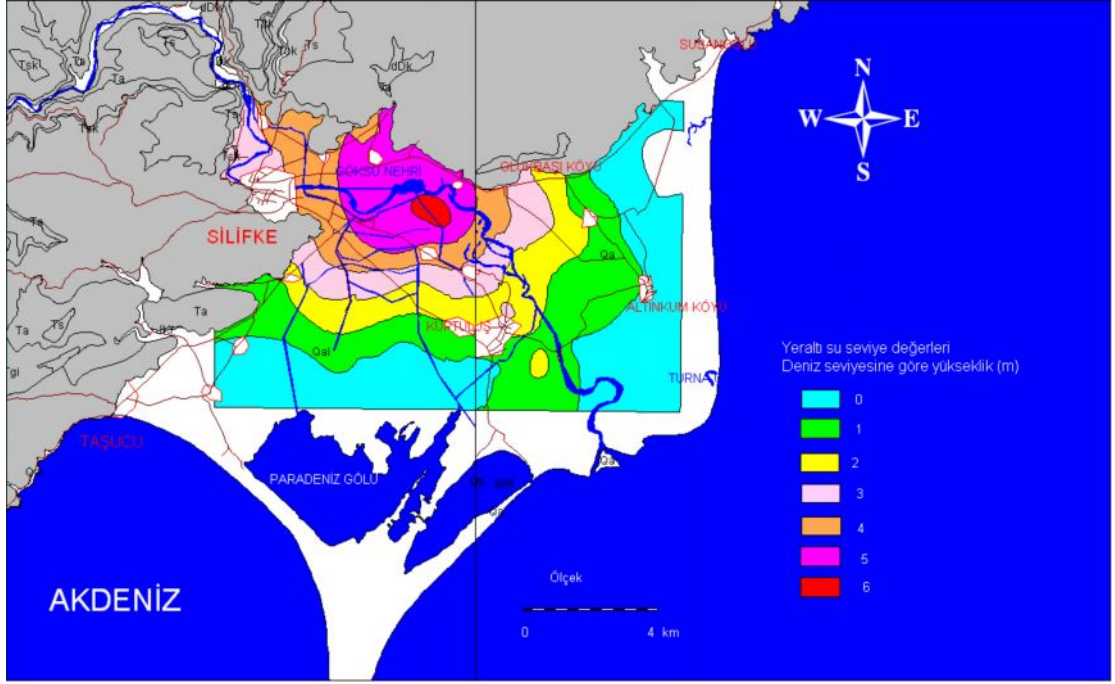


Şekil 2.10. Kuyularda su seviyesi değişimleri [1].

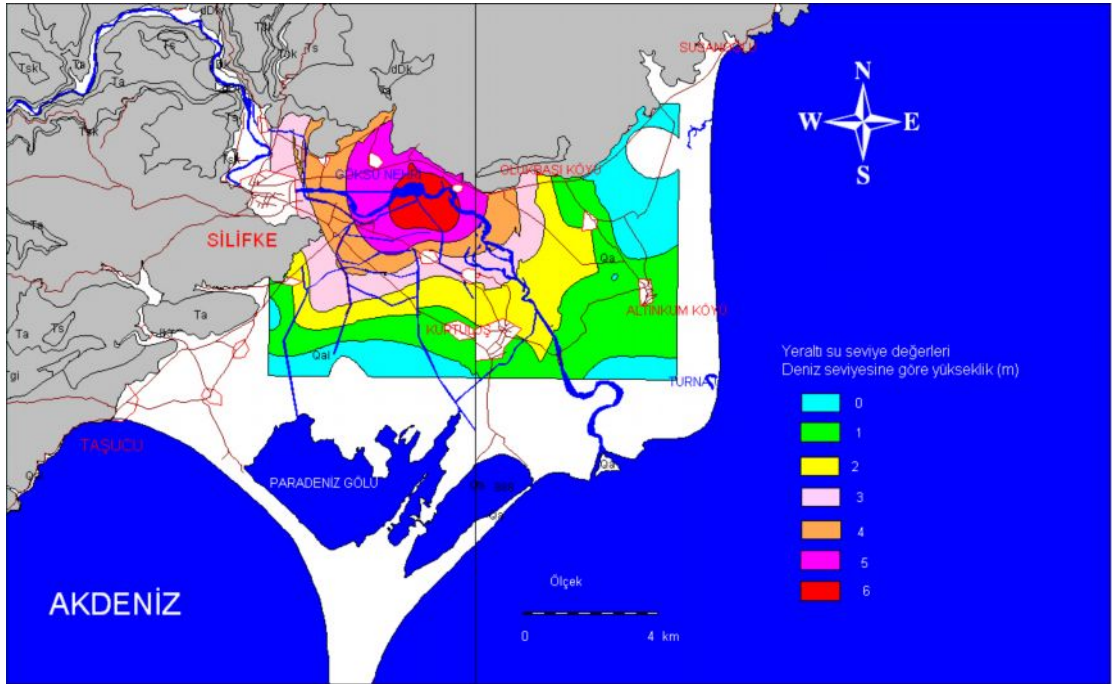
Ocak 2006 ile Mayıs 2007 tarihleri arasında deltada seçilen bazı kuyularda yeraltı su seviyeleri düzenli olarak gözlenmiş ve Mart 2006'da nerdeyse tüm kuyularda seviyede 3-4 metrelere varan düşüşler olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer tüm yıl boyunca su seviyelerinde önemli değişikliğin olmadığı ortaya çıkmıştır.

2.2.7. Yeraltı Suyu Akım Yönleri

1999 ve 2005 yıllarında DSİ tarafından ölçülen yeraltı suyu seviye değerlerinden MapInfo ile yeraltı su tablası haritaları oluşturulmuştur [1]. Şekil 2.11 ve 2.12' de verilen su tablası haritaları incelendiğinde yeraltı suyunun deltanın büyük bir kısmında güneye, doğusunda ise doğu yönünde akarak denize ulaştığı belirlenmiştir. Her iki yıla ait harita incelendiğinde yeraltı su seviyelerinde ve akım yönlerinde bu yıllar arasında önemli değişikliklerin olmadığı görülmektedir.



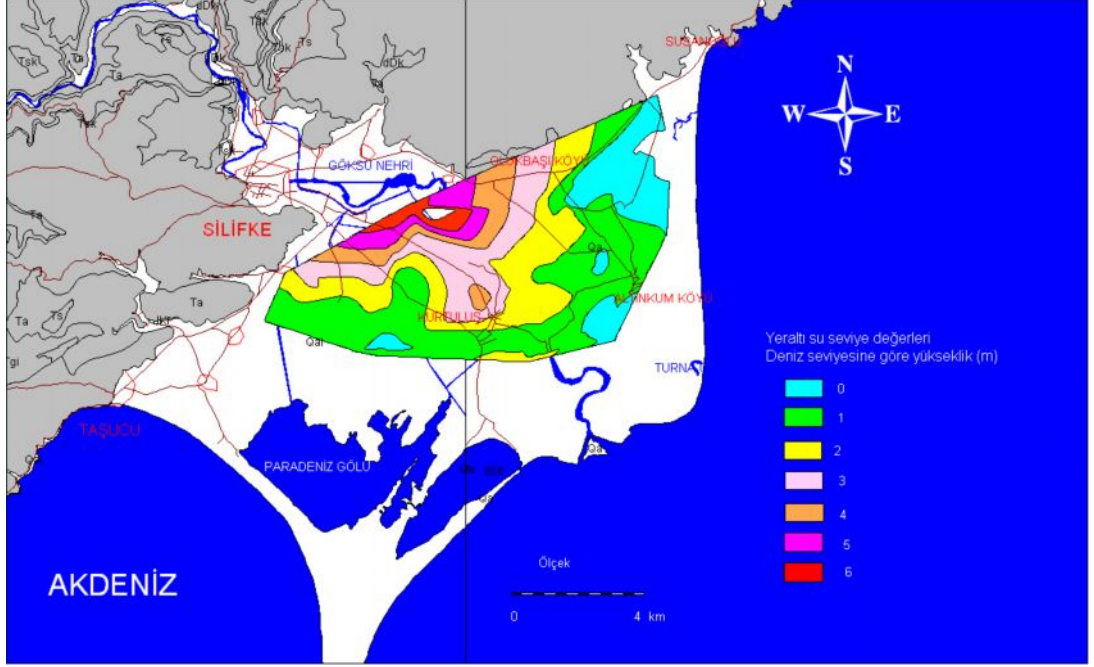
Şekil 2.11. 1999 Yılı için su tablası haritası [1].



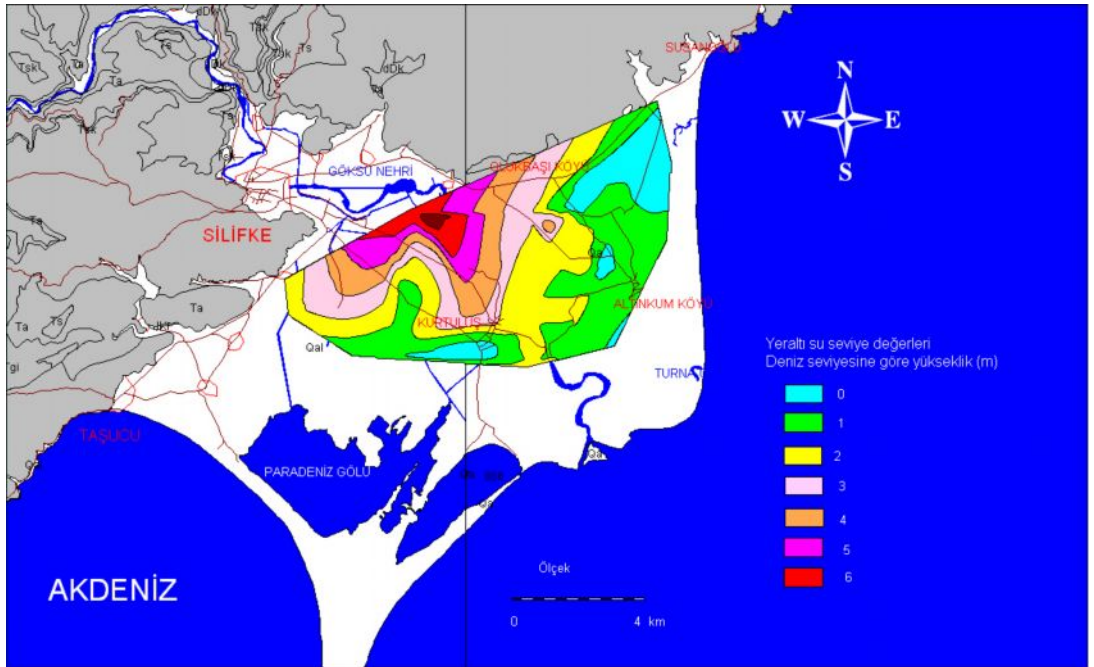
Şekil 2.12. Nisan 2005 yılı için su tablası haritası [1].

2006 yılının Ocak ve Ekim aylarına ait ölçümlerle oluşturulan su tablası haritalarını göstermektedir (Şekil 2.13 ve 2.14). Haritalar karşılaştırıldığında su

seviyesi ve akım yönlerinde önemli değişimlerin olmadığı sadece su çekimlerine bağlı olarak bazı yerel farklılıklar olduğu görölmektedir.

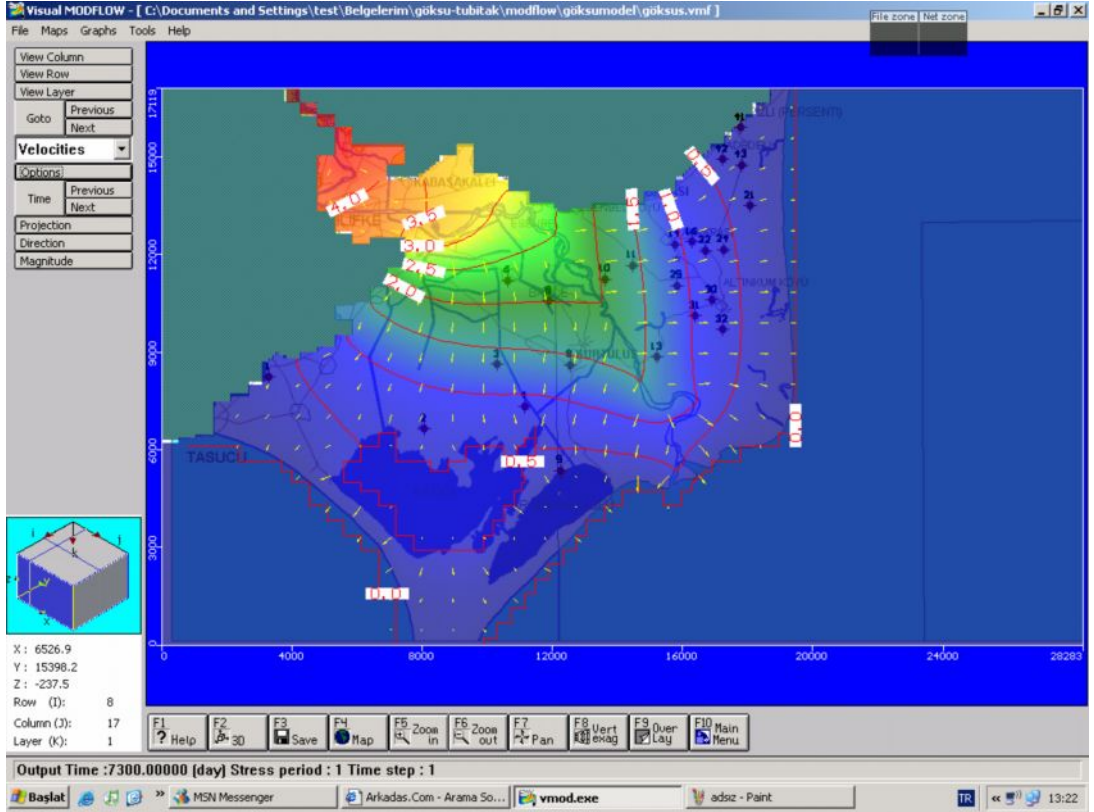


Şekil 2.13. Ocak 2006 yılı için su tablası haritası [1].



Şekil 2.14. Ekim 2006 yılı için su tablası haritası [1].

Deltadaki yeraltı suyu akım modellemesinin simülasyon sonuçlarına göre yeraltı suyu akımı beklendiği şekilde güney ve delta doğusunda doğu yönünde aktığını ortaya koymuştur. Yeraltı su seviyesi eş yükseklikleri 1999 ve 2005 yılları için ölçüm sonuçlarına göre hazırlanmış su tablası haritaları ile uyumludur. Şekil 2.15’de hız vektörleri gösterilmektedir [1] .



Şekil 2.15. Yeraltı suyu akımı hız vektörleri [1].

2.3. GÖKSU DELTASINDA SU KALİTESİ

2.3.1. Su Kalitesini Etkileyen Aktiviteler

deltada yüzey ve yeraltı sularının kalitesini olumsuz yönde etkileyen aktiviteler olarak karşımıza tarımsal arazi kullanımına bağlı olarak bilinçsiz ve aşırı gübre ve pestisit kullanımı ile özellikle ikinci konut olarak adlandırılan yerleşimlerden kaynaklanan atık su deşarjları ve gelişigüzel bırakılan atıklar çıkmaktadır. Göksu deltasında gübre yıllık kullanımı ülke ortalamasının oldukça üstündedir (Çizelge 2.5) [36].

Çizelge 2.5. Göksu deltasında gübre tüketiminin Türkiye ile karşılaştırması [36].

	Gübre Çeşidi	Tüketilen Miktar (ton)	Tüketim Oranı (%)
TÜRKİYE	Kompoze	588507	26,66
	Azotlu	1053274	47,72
	Fosforlu	480461	21,77
	Potasyumlu	84957	3,85
	TOPLAM	2207209	100,00
GÖKSU DELTASI	Kompoze	3372,21	76,27
	Azotlu	924,24	20,91
	Fosforlu	1,92	0,04
	Potasyumlu	122,88	2,78
	TOPLAM	4421,25	100,00

Hektara düşen ilaç miktarı etkili madde olarak 9,9 kg-L/ha bulunmuştur. Türkiye ortalaması ise 0,5 kg-L/ha dır [36]. deltada pestisit grubundan en fazla etili madde olarak 39330 kg ile yazlık yağlar kullanılmıştır. Bunu 20263 kg insektisitler ve 10432 kg ile fungusitler takip etmektedirler. En az olarak da 378 kg ile Mollussisitler ve 772 kg ile Nematisit ve Toprak Fumigantları kullanılmıştır. Gübreler ve pestisitler içinde bulunan bazı parametreler yüzey ve yeraltı suyunda rastlanan kirleticilerin kaynağını oluşturmaktadır.

Göksu deltasında kullanılan gübrelerde suların kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Silifke İlçe Tarım Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre deltada 2006 yılında kullanılan gübre çeşitleri ve miktarları Çizelge 2.6'de verilmiştir [1].

Çizelge 2.6. Göksu deltasında 2006 yılında kullanılan gübre cinsleri ve miktarları [1].

Gübre cinsi	Miktar (ton)
A. Sülfat (%21)	1033,6
A. Nitrat (%26)	67,25
A. Nitrat (%33)	1883,02
Üre (%46)	1366,75
T.S.P ((%42)	119,45
DAP (%18-46)	659,55
20,20,0	644,6
15,15,15	828
15,15,15 (Zn li)	325,5
P. Sülfat (%50)	91,975
P. Nitrat (13.0.46)	92,15
Ca Nitrat (%15.5)	5,3
20,20,20 (Zn li)	36,1
NSP	17,2
15,15,15 (Gold)	8,5

Azotlu gübreler sularda amonyum, nitrat ve sülfatın kaynağını oluşturmaktadır. Azotlu gübrelerden üre, içerisinde en fazla azot bulunduran gübredir. 100 kilogramında 45–46 kilo saf azot bulunur. Suda tamamen erir, beyaz renkli ve yuvarlak tanelidir. Azotlu gübreler toprakta hareketlidirler, toprağa tutunmazlar. Erken atıldıklarında genellikle toprağın alt tabanlarına kadar ilerlerler süper fosfat içerisinde % 16–18 oranında suda eriyebilen fosfor asidi vardır. Kompoze gübreler birden fazla bitki besin maddesini bir arada bulundururlar.

Kompoze gübrenin içerisindeki bitki besin maddeleri azot, fosfor, potasyumdur. Bunlar sırasına göre % olarak ifade edilir. Örneğin 15-15-15 bileşimindeki bir kompoze gübrenin 100 kilogramında 15 kilo saf azot, 15 kilo fosfor, 15 kilo da potasyum oksit var demektir. Diamonyum fosfat (DAP) 20-20-0, 26-13-0 ve 15-15-15 bileşimindedir. Diamonyum fosfat fosfor ve azot gibi iki önemli bitki besin maddesini içerir. İçerisinde her bir kilo azota karşılık, yaklaşık 3 kg fosfor bulunur 20-20-0 kompoze gübrenin 100 kilosunda, 20 kilo saf azot, 20 kilo saf fosfor var; potasyum ise yok demektir. 15-15-15 şeklindeki kompoze gübrede azot, fosfor ve potasyum gibi temel bitki besin maddeleri vardır. Bu gübrenin 100 kilogramında 15 kilo saf azot, 15 kilo fosfor, 15 kilo potasyum vardır. Göksu deltasında kullanılan gübrelerin bileşimleri Çizelge 2.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.7. Göksu deltasında kullanılan gübrelerin bileşimleri [37].

	T-N %	S %	K ₂ O	Se	Arsenic ppm	Cd ppm	Co ppm	Hg ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
Amonyum Sülfat 21-0-0+24S	21	24		5.78	5.78	0.289	1.16	0.094	4.14	2.27	2.89	1.95
Amonyum Nitrat 20-0-0	20			<0.25	<0.25	<1	<5	<0.02	<0.25	<2.5	<5	2.5
Amonyum Nitrat 34-0-0	34			<2.5	<2.5	<0.25	<0.5	<0.01	<0.5	<0.5	<0.75	<0.25
Granül Ure 46-0-0	46			<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasyum Sülfat 0-0-50		17	50	<0.1	<0.01	<0.5	<1	<0.05	<1	<2	<5	<5
Potasyum Nitrat 13.5-0-38	13.5		38		1	0.4	0.2	0.02	0.4	1	0.4	10

Çizelge 2.7(devam). Göksu deltasında kullanılan gübrelerin bileşimleri [37].

Kalsiyum	15.5			4	4	0.5	0.5	<0.01	0.5	1	2	15
Nitrat												
15.5-0-0												

Tarım alanlarında kullanılan gübre ve pestisitler ile yerleşim alanlarının atık suları deltada yeraltı suyu kirliliğinin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. deltada mevcut yerleşimlerde tarım alanları, çeltik üretimi ve seraların genişliği Çizelge 2.8’da gösterilmiştir [1].

Çizelge 2.8. Göksu deltasında tarımsal arazi kullanımı [1].

Yerleşim	Tarım (da)	Sera (da)	Çeltik (da)
Esenbel	4414	0	0
Olukbaşı	7179	0	0
Kapızlı (Kuşören)	1109	0	0
Sazbaşı	0	47.15	0
Altınkum	8608	0	0
Arkarası	6252	190.65	520
Çavuşbucağı	3602	16,10	447
Kum	0	0	0
Bahçe	2674	22,95	0
Burunucu	4598	8,20	1411
Çeltikçi	3044	3,50	0
Gülümpaşalı	3488	12,15	724
Kurtuluş	26391	106,00	9948
Sökün	7825	14,30	115
Ulugöz	3.635	16,80	0

3. MATERYAL METOT

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada suyun elektriksel iletkenlik (EC), pH, çözünmüş oksijen, tuzluluk ve sıcaklık (T) ölçümleri WTW 340i marka pH metre cihazı ile yapılmıştır.

NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, NH_3^+ -N, P, I, F⁻, Fe²⁺, Cu²⁺, Br⁻, Cr⁶⁺, Mo²⁺, Mn²⁺ analizleri ise laboratuarda HANNA marka C200 Multiparametre Fotometre ile yapılmıştır.

Numunelerin alındığı noktaların koordinatları Magellan Explorist GPS ile ölçülmüştür. Çalışma alanı ile ilgili su kalitesi verilerinin toplanıp, sorgulama işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli teknolojik araçlar olarak; MapInfo 8.5 Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılmıştır.

3.2. METOT

Çalışmaya ilk olarak, çalışma alanındaki örnekleme yapılacak noktaların yerlerinin ve sayılarının belirlenmesi ile başlanılmıştır. Bu amaçla deltada yüzey sularından (Göksu nehri'nin memba ve mansap taraflarından, denizden, Akgöl ve Paradeniz'den) 6 noktadan ve daha önceden açılmış olan 28 kuyudan örnek alınarak toplam 34 noktadan örnekleme yapılmıştır. Tüm örnek alım noktalarının koordinatları (x,y,z) Global Positioning System (GPS) ile belirlenmiştir. Çalışma yapılan alanın konumu ve örnekleme noktaları Şekil 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Göksu deltası Uydu Görüntüsü ve Numune Noktaları.

Ocak 2008 ve Nisan 2008 tarihlerinde 2 kez olmak üzere Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları [38]'na göre her noktadan 0,5 L'lik pet şişelerle toplam 2 adet numune alınmıştır. Numunelerden biri asitlenerek ağır metal analizlerinde kullanılmıştır.

Belirlenen noktalardan alınan örnekler, laboratuvar ortamında HANNA C200 Multiparametre Fotometre ile fotometrik olarak analiz edilmiştir. Fotometre ile analiz sırasında HANNA marka sıvı ve toz halinde reagentler kullanılmıştır.

Göksu deltası su kalitesinin mevcut durumunun tespiti amacı ile öncelikle çalışma alanının daha önceden sayısallaştırılmış olan jeoloji haritası CBS ye atlık olarak alınmış ve elde edilen analiz sonuçları CBS ye aktararak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanı; numune alım noktalarının koordinatlarını, yeraltı ve yüzey suyu analiz sonuçlarını içermektedir.

CBS teknolojileri, sayısal akıllı haritalar yardımıyla sorgulama amaçlı veritabanlarını ve istatistiksel analizi kullanarak, bilginin sınıflandırılmasını,

karşılaştırılmasını, modellendirilmesini, mühendislik uygulamalarının ve stratejik planlamanın yönlendirilmesini sağlar.

CBS'nin beş temel bileşeni vardır. Bunlar;

- a) Donanım (hardware) CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır.
- b) Yazılım (software), diğer bir deyişle bilgisayarda çalışan program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarlardır.
- c) Veri (data) CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir.
- d) İnsanlar (people) CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar.
- e) Metotlar sistemin başarılı olarak çalışmasını sağlayan kurallar ve bu kuralların birbiri ile ilişkisini düzenleyen mantık zincirlerinden oluşan matematiksel yapılardır.

Sisteme girilen bu veriler ile MapInfo 8.5 kullanılarak tematik haritalar oluşturulmuştur.

Enterpolasyon ölçülmüş değerleri kullanarak ölçülmemiş değerlerin bulunmasıdır ve tematik haritalar oluşturulurken TIN (Triangulation Irregular Network) enterpolasyon metodu kullanılmıştır. Bu metotla, gerçek verideki her noktanın değerinden üçgenleme ile alanlar oluşturulmakta ve bilinmeyen noktaların değerleri tahmin edilmektedir. Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde ön görülen standartlar ve ülkemizin içme suyu standardı olan TS 266 standartları ile karşılaştırılıp, Excel programı kullanılarak grafikler oluşturulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. GÖKSU DELTASI SU KALİTESİ

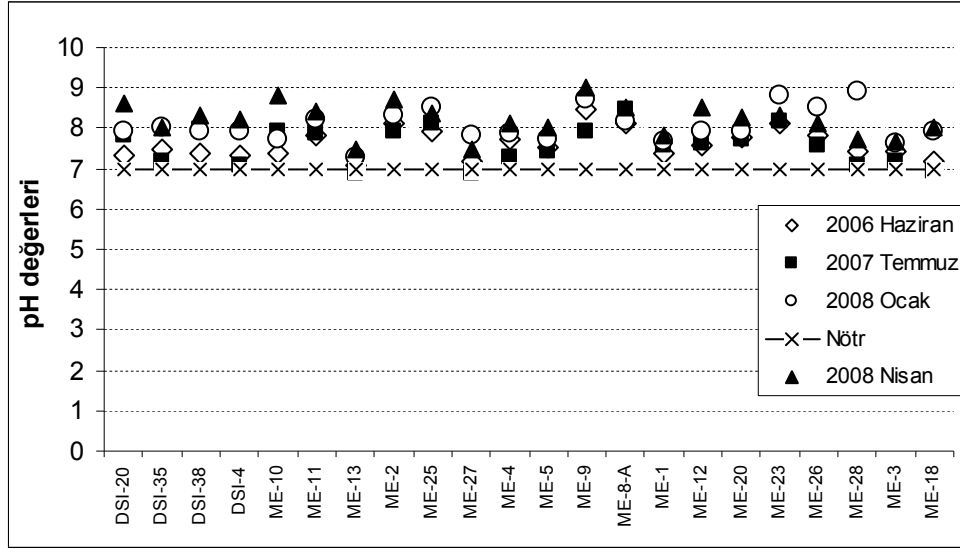
4.1.1. Göksu Deltası Yeraltı Suyu Kalitesi

Alüvyon akiferden alınan numune noktalarına göre analiz sonuçları Şekil 4.1-Şekil 4.16 arasında verilmiştir.

pH bir çözeltinin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir terim olup çözültide bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunu ve daha kesin bir ifade ile hidrojen iyonu aktivitesini göstermektedir [39].

Suyun pH sındaki değişim suda bulunan diğer kimyasal parametrelerin davranışlarında değişikliklere sebep olur. Su kimyasında oluşan bu değişiklik sucul bitki ve hayvanları etkilemektedir. Örneğin amonyak doğal ya da asidik koşullarda balıklar üzerinde nispeten zararsızdır. Fakat pH değeri arttığı zaman (su bazik özellik kazandığında), amonyak oldukça toksik olur. Asidik sularda Ağır metaller örneğin kadmiyum, kurşun ve krom daha kolay çözünür. Bu çok önemlidir çünkü bazı ağır metaller suda çözüldüğü zaman toksik olurlar. Yağışlı zamanlarda su damlaları havada ki çözünmüş gazlarla örneğin karbon dioksit ve formları ile zayıf asitleri oluştururlar. Doğal kirlenmemiş yağmur ve kar da çok az asidik özellik gösterir (pH 5–6) [40]. İçme sularında TS–266 ya göre pH 6,5 -9,5, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ya göre 6,5 – 8,5 tavsiye edilen değerdir.

Göksu deltası alüvyon akifer den alınan numunelerde pH, 2006 Haziran 7,1 ile 8,1 [41], 2007 Temmuz 6,95 ile 8,45 [1] ve 2008 Ocak 7,3 ile 8,9, 2008 Nisan 7,48 ile 9,03 arasında değişmektedir. Analiz sonuçlarına göre alüvyondan beslenen suların bazik özellikte olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin pH değışımi (2006- 2008).

Elektriksel iletkenliğin birimi $\mu\text{Siemens/cm}$ dır. Elektriksel iletkenlik sıcaklığa, su içindeki çözülmüş maddelere ve iz haldeki çözelti içeriklerine bağılı olarak değışebilir. Suyun elektriksel iletkenliğin düşük olması nedeni ile hidrojeokimyada microsiemens (μS) birimi kullanılır. Saf su $25\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $4,2 \times 10^{-2}\ \mu\text{S/cm}$ elektriksel iletkenlik değerine sahiptir [42].

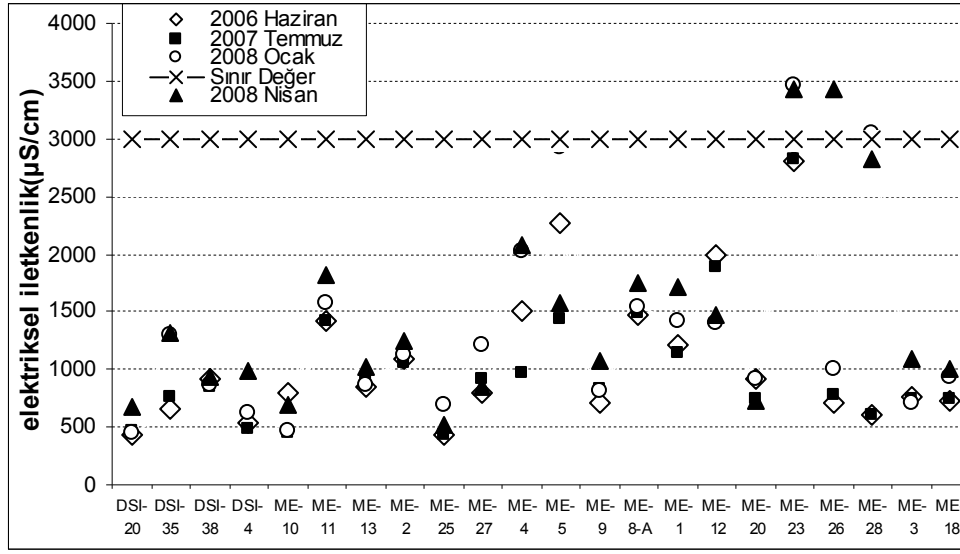
Çizelge 4.1. Suların özgül elektriksel iletkenliğı esas alınarak yapılan sınıflandırma [43].

EC 25°C 'de $\mu\text{S/cm}$	Sınıf
250 den az	Çok iyi
250 - 750	Iyi
750- 2000	Kullanılabilir
2000 -3000	Şüpheli
3000 den fazla	Kullanılamaz

Göksu deltası alüvyon akifer den alınan numunelerde Elektriksel İletkenlik (EC) değeri, 2006 Haziran 434 ile 2810 $\mu\text{S/cm}$ [41], 2007 Temmuz 435 ile 2830

$\mu\text{S}/\text{cm}$ [1], 2008 Ocak 448 ile 3460 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 2008 Nisan 527 ile 3420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir.

Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri Çizelge 4,1’de *Kullanılamaz Sınıfı* sınır değeri olan 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’e göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, 2008 Ocak ayında yapılan analiz sonuçlarında 1 kuyu (ME-23), 2008 Nisan ayında 2 kuyu (ME-23, ME-26) bu sınır değeri geçmiştir (Şekil 4.2).

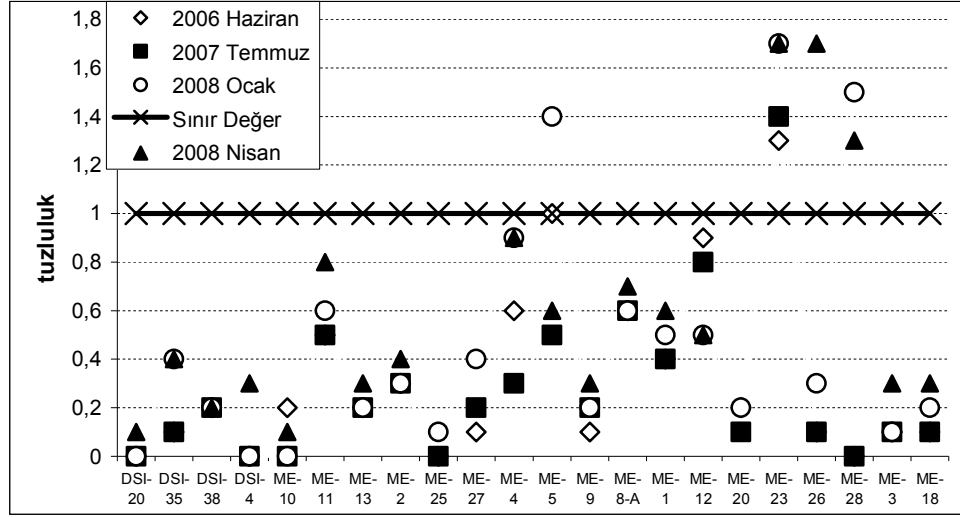


Şekil 4.2. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006- 2008).

Tuzluluk deniz suyunun 1 kg’ında çözünmüş halde bulunan iyonların gram cinsinden ağırlığıdır. Tuzluluk, sularda veya topraklarda var olan çözünmüş mineral tuzların konsantrasyonundan ileri gelmektedir. Çözünmüş mineral tuzları, Na, Ca, Mg, ve K katyonlarını ve Cl, SO₄, HCO₃, CO₃ ve NO₃ anyonlarını içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Son derece yüksek tuzlulukta sularda B, Sr, Li, SiO₂, Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al mineral maddeleri de tuzluluğa katkı sağlamaktadır [44].

Çizelge 4.2. Tuzluluğa göre suların sınıflandırılması [45].

Tuzluluk Değeri 15 °C'de	Sınıf
<1,0	Tatlı Su
1,0 - 3,0	Hafif Tuzlu
3,0 -10,0	Orta Derecede Tuzlu
10,0 -35,0	Çok Tuzlu

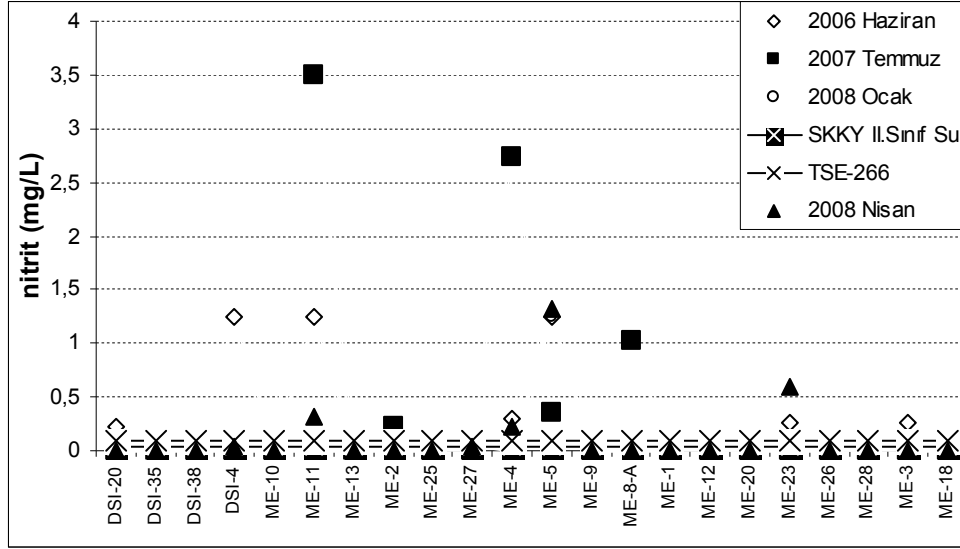


Şekil 4.3. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde tuzluluk değerleri, 2006 Haziran 0 ile 1,3, 2007 Temmuz 0 ile 1,4, 2008 Ocak 0 ile 1,7 ve 2008 Nisan 0 ile 1,7 arasında değişmektedir.

Tuzluluk değerleri, Çizelge 4.2’de verilen, Tatlı Su Sınır Değeri olan 1’e göre değerlendirildiğinde, 2006 Haziran ve 2007 Temmuz ayında 1 kuyu (ME-23), 2008 Ocak ayında 3 kuyu (ME-5, ME-23, ME-28), 2008 Nisan ayında 3 kuyu (ME-23, ME-28, ME-26) sınır değeri aşmıştır (Şekil 4.3).

Azot, dünya atmosferinin başlıca bileşenlerini meydana getirir ve nitrat, nitrit, amonyak formlarında bulunur [46]. Yeraltı suyunda, oksijen içeriğine bağlı olarak, azotun çeşitli formları olan azot gazı, amonyak ve nitrit genellikle nitrata dönüşür. Nitrit iyonu içme sularında kesinlikle istenmeyen parametredir [47].

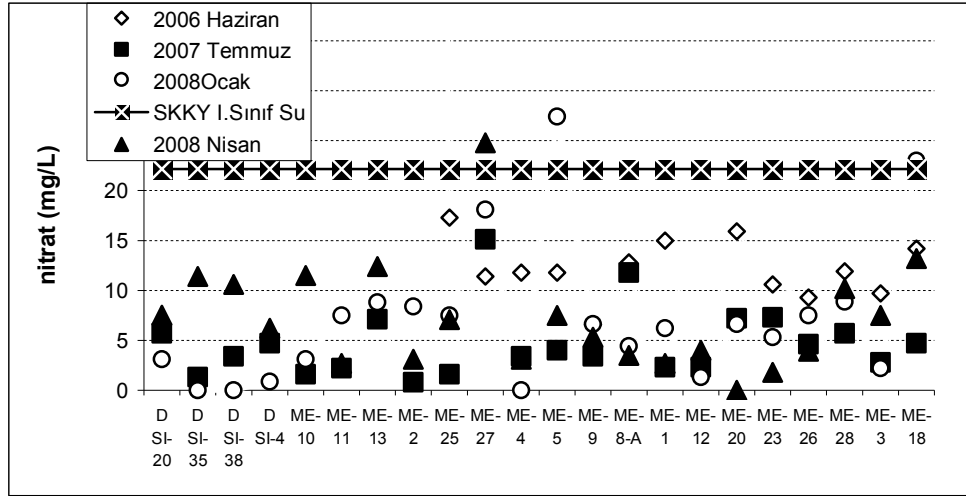


Şekil 4.4. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin nitrit değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde nitrit, 2006 Haziran 0 ile 1,25 mg/L [41] , 2007 Temmuz 0 ile 3,5 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 1,25 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 1,3 mg/L arasında değişmektedir.

Nitrit değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) [48] 0,032 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standartları [49] 0,1 mg/L göre karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirme sonucuna göre, 2006 Haziran ayında 8 kuyu (ME-11, ME-4, ME-5, ME-1, ME-23, ME-3, DSİ-20, DSİ-4), 2007 Temmuz ayında 6 kuyu (ME-11, ME-2, ME-4, ME-5, ME 8-A, ME-23), 2008 Ocak ayında 4 kuyu (ME-27, ME-5, ME-12, ME-28), 2008 Nisan ayında 4 kuyu (ME-23, ME-5, ME-4, ME-11) sınır değeri aşmıştır (Şekil 4.4).

Nitrat yeraltı suyunda azotun oksitlenmiş formunun ilkidir. Toprakta azotun temel kaynağı, atmosfer ile olan etkileşimidir. Atmosferde %78 azot gazı vardır. Nitratın küçük miktarları toprak ve kayalarda bulunan mineraller ve yağışların içerdiği atmosferik azotun sonucu olarak yeraltı suyunda doğal yollarla bulunur. Yeraltı suyunda nitratın büyük miktarı, antropojenik kaynaklarla gelir [47]. Yeraltı suyunda nitrat konsantrasyonu sınır değerlerini aştığında insan sağlığı için tehlike oluşturur. Yüksek konsantrasyon mavi bebek ölümlerine sebep olur ve bağırsak kanseri, gastrit gelişiminde risk faktörü teşkil eder. Buna bağlı olarak, bu sağlık riskleri de göz önüne alınıp, nitrat konsantrasyonu güvenilir seviyelere indirilmelidir [46].

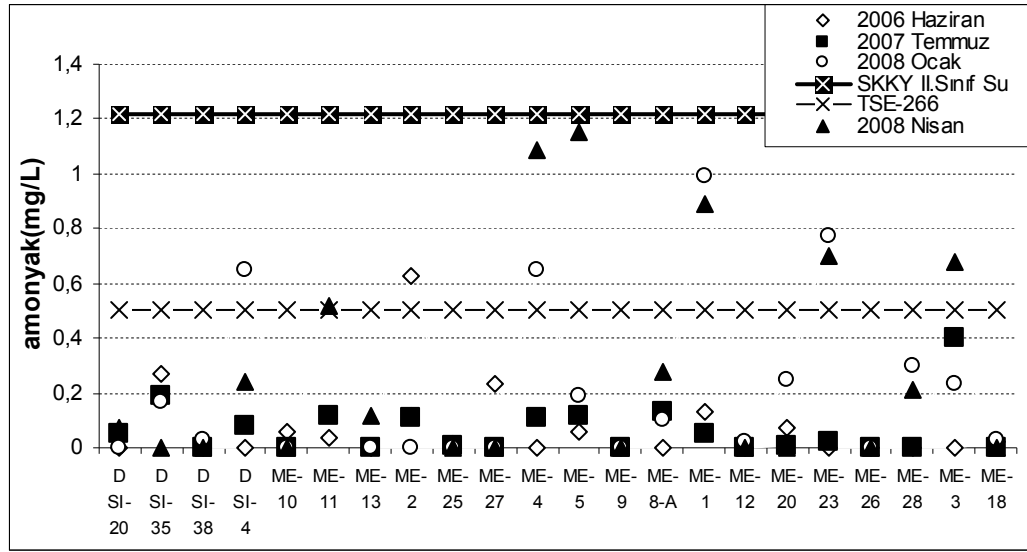


Şekil 4.5. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin nitrat değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde, 2006 Haziran 4,8 ile 31,8 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,8 ile 15,1 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 27,4 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 24,8 mg/L arasında değişmektedir.

Nitrat değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 22 mg/L göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran ayında 1 kuyu (DSİ-38), 2008 Ocak ayında 2 kuyu (ME-5, ME-18), 2008 Nisan ayında 1 kuyu (ME-27) sınır değerini üzerindedir (Şekil 4.5).

Amonyak doğal sularda genellikle amonyum azotu halinde bulunur ki buna serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucu oluşur. Sularda 0,5 mg/L den büyük değerlerde amonyağa rastlandığında bu amonyak kirliliğinin belirtisidir. Herhangi bir içme suyunda amonyak bulunması, o su kütlesine kanalizasyon suyunun karışımını yani taze kirlenmeyi gösterir [39].

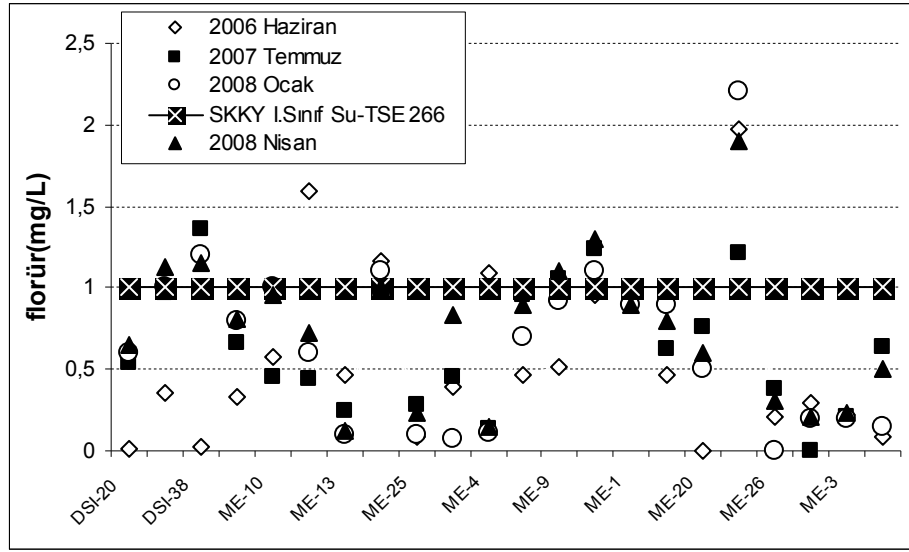


Şekil 4.6. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde amonyak değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,63 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,4 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,99 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 1,15 mg/L arasında değişmektedir.

Amonyak değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1,216 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,5 mg/L göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre bütün kuyular sınır değerinin altında iken, TS 266'ya göre ise 2006 Haziran ayında 1 kuyu (ME-2), 2008 Ocak ayında 4 kuyu (DSİ-4, ME-4, ME-1,ME-23), 2008 Nisan ayında (ME-11, ME-1, ME-4, ME-5, ME-3, ME-23) sınır değeri aşmıştır (Şekil 4.6).

Suya florür veren başlıca mineral volkanik kayaların bileşiminde bulunan kalsiyum florürdür. Bu mineralin çözünürlüğü azdır. Diğer florür mineralleri arasında apatit, mika sayılabilir. Derinden alınan sularda ve özellikle petrol kuyularındaki tuzlu sularda florür görülür. Yüzey sularında flor iyonu konsantrasyonu genellikle 1 ppm'i geçmez. Flor, kalsiyum florür olarak kemiklerde ve diş minesinde az miktarda bulunur. Fazla miktardaki florürün dişlerde özellikle çocuk dişlerinde beneklenmesine neden olduğu bilinmektedir [50].

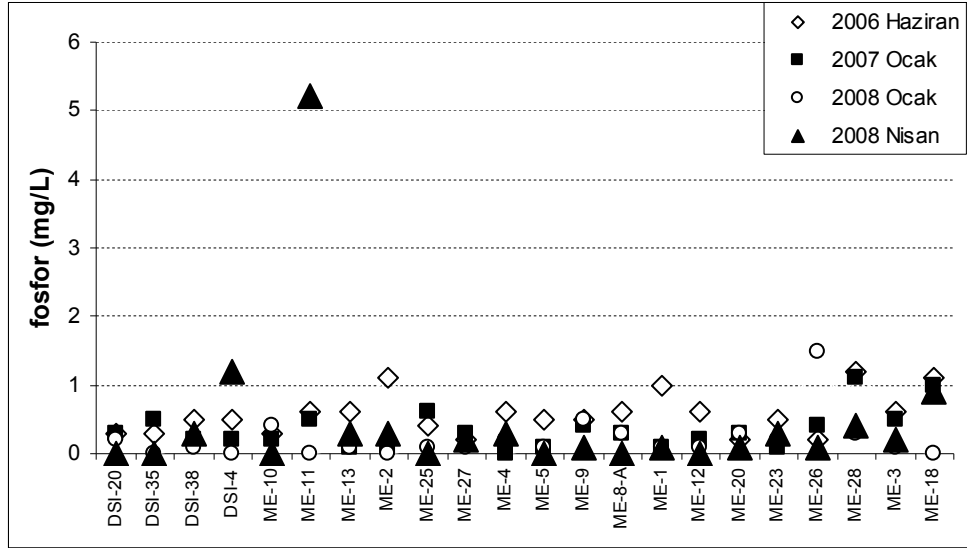


Şekil 4.7. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin florür değeri (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde florür değerleri, 2006 Haziran 0 ile 1,97 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 1,36 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 2,2 mg/L, 2008 Nisan 0,12 ile 1,9 mg/L arasında değişmektedir.

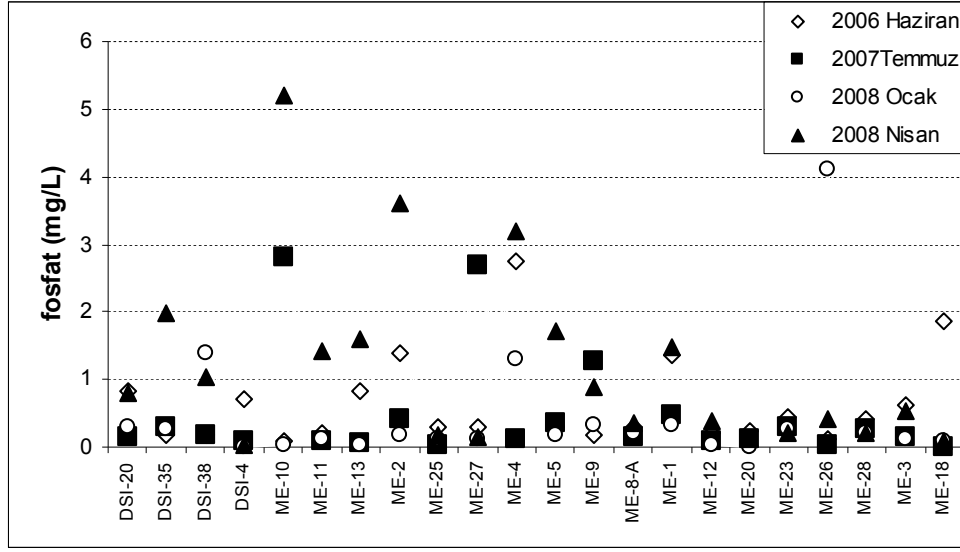
Florür değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) ve TSE 266 İçme Suyu standardı 1 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran ayında 4 kuyu (ME-11, ME-2, ME-4, ME-23), 2007 Temmuz ayında 4 kuyu (DSİ-38, ME-9, ME8-A, ME-23), 2008 Ocak ayında 4 kuyu (DSİ-38, ME-2, ME8-A, ME-23), 2008 Nisan ayında 5 kuyunun (DSİ-35, DSİ-38, ME-9, ME-8A, ME-23) sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7).

Biyolojik olarak fosfor metabolizması kalsiyum metabolizması ile birlikte gözden geçirilir. Fosfor canlı organizma için vazgeçilemez bir elementtir. Organizmada kalsiyumla beraber başlıca kemiklerde bulunur. Doğal sularda organik ve inorganik şekillerde bulunur. Bitki ve hayvan gelişiminde gerekli bir elementtir. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suyu kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir. Bu da içme sularında koku ve tat problemi yaratır. Yüzeysel sulardaki fazlalığı da azota bağlı olarak yine alglerin çoğalmasına ve o yüzeysel sudaki canlı hayatı etkilemesine neden olur [50].



Şekil 4.8. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin fosfor değişimi (2006-2008).

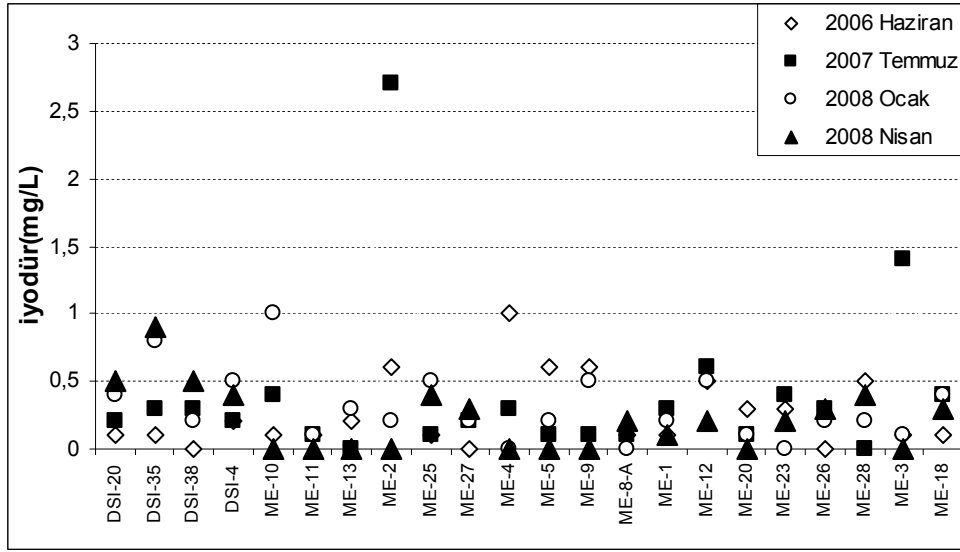
Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde fosfor değerleri, 2006 Haziran 0,2 ile 1,2 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 1,1 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 1,5 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 5,2 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.9. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin fosfat değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde fosfat değerleri, 2006 Haziran 0,08 ile 2,75 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 2,8 mg/L[1], 2008 Ocak 0 ile 4,1 mg/L, 2008 Nisan 0,1 ile 5,2 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.9).

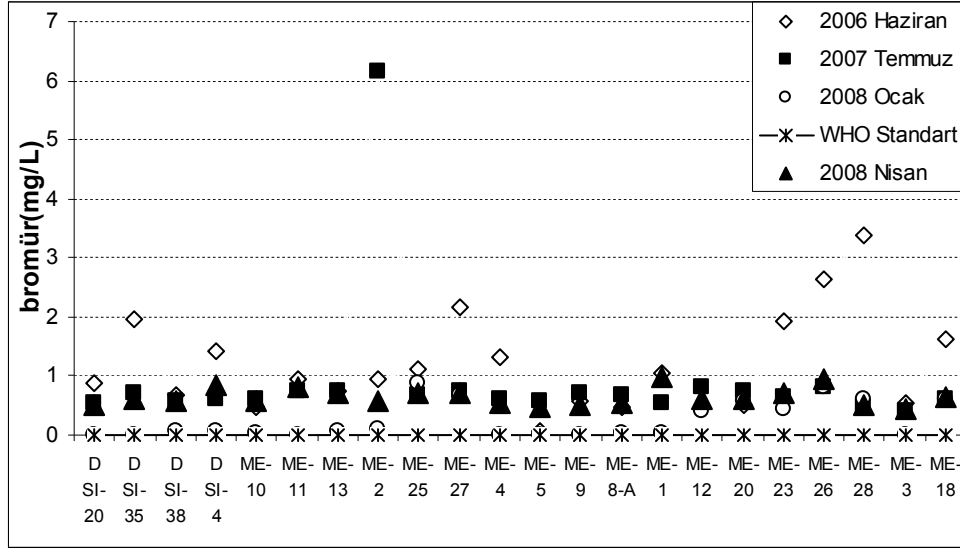
Deniz suyunda % 0.0002 kadar iyodür iyonu bulunmaktadır [50]. Yeryüzünde dağınık olarak ve iyot bileşikleri halinde bulunur. Son derece cüzi olmakla beraber; tabii sulara, bütün bitkilerde, deniz yosunlarında ve havada organik iyot bileşiklerinin aerosolu halinde bulunur. Yer küresinin elementlerinin çokluk sırasına göre 28. elementidir [51].



Şekil 4.10. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin iyodür değışimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde iyodür değeri,2006 Haziran 0 ile 1 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 2,7 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 1 mg/L, 2008 Ocak 0 ile 0,9 mg/L arasında değışmektedir (Şekil 4.10).

Brom klorür iyonu ile birlikte bromür iyonu halinde daha çok tuzlu sularda(deniz sularında yaklaşık olarak % 0,01 kadar) ve bazı endüstri atıklarının karıştığı sularda bulunur. Doğal sularda ancak izlenebilecek miktarda bulunabilir. Kıyı kesimlerinde açılan kuyu sularında, deniz suyunun kuyu suyuna karışması ile çeşitli miktarda bromüre rastlanır. Normal koşullarda içme sularında bulunan bromür miktarı ender olarak 1 mg/L değerini aşar [52,53,54].



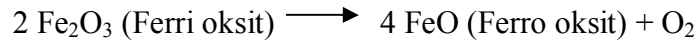
Şekil 4.11. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin bromür değişimi (2006-2008)

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde bromür değerleri, 2006 Haziran 0,06 ile 3,38 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,53 ile 6,17 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,89 mg/L, 2008 Nisan 0,43 ile 0,97 mg/L arasında değişmektedir.

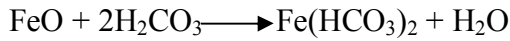
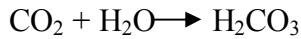
Bromür değerleri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standardı (WHO) 0,01 mg/L ye göre karşılaştırıldığında; hemen hemen tüm kuyularda değerlerin, sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.11).

Demir doğada çok bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunur. Bunun nedeni demirin sudan hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir iki değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) halindedir. Bazı yeraltı suları ve asidik yüzey sularında fazla miktarda demir bulunabilir. Litrede 0,3 mg'dan itibaren demir içeren suların lezzeti hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim bakımından kullanılmaya da uygun değildir. Çünkü bazı küçük canlıların oluşumuna yardım ettikleri gibi bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkkama tehlikesi vardır [54]. Demir hayatî açıdan da önemli bir elementtir. Kanda oksijen taşıyıcısı olan hemoglobin yapısında demir bulunur. Dolayısıyla demir iyonlarının insan ve hayvan organizmasında, solunum olaylarında çok önemli bir görevi vardır [55].

Yağmur suları toprakta ilerlerken geçiş yolu üzerindeki, çürümeye yüz tutmuş bitkilerle karşılaşır. Yağmur suyunun içindeki eriyik oksijen bitkiler tarafından kullanılarak CO₂ haline getirilir ve böylece su oksijensiz kalmış olur. İşte bu su temas ettiği demir ve mangan oksitlerini redükte ederek onları suda eriyebilen iki değerlikli bileşikler haline getirir ve eriterek içine alır. Bu sularla beslenen akifelerden sağlanan yeraltı suları demir ve manganlı olur. İçinde eriyik oksijen bulunmayan buna karşın CO₂ bulunan sularla temas eden demir ve manganın eriyik haline geçişi aşağıdaki formüllerle ifade edilecektir. Bu reaksiyonda ferri oksidin, reaksiyon sonucunda ferro oksit haline geçtiği, bunun da CO₂ ile birleşerek (karbonik asit meydana getirerek) ferro bikarbonat haline dönüştüğü görülmektedir. Tabiatıyla suda eriyik oksijen mevcut olursa veya CO₂ mevcut olmazsa bu olay, yani demir ve manganı eritme işi de meydana gelmeyecektir. Göl ve barajlarda olduğu gibi kalın bir su kitlesi altında kalan bitkiler çürümeleri sırasında (redüksiyonları sırasında), ihtiyaçları olan oksijeni, kendisinde olmadığından sudan temin edemeyip tabandaki ferri oksit yataklarından sağlamaktadır.

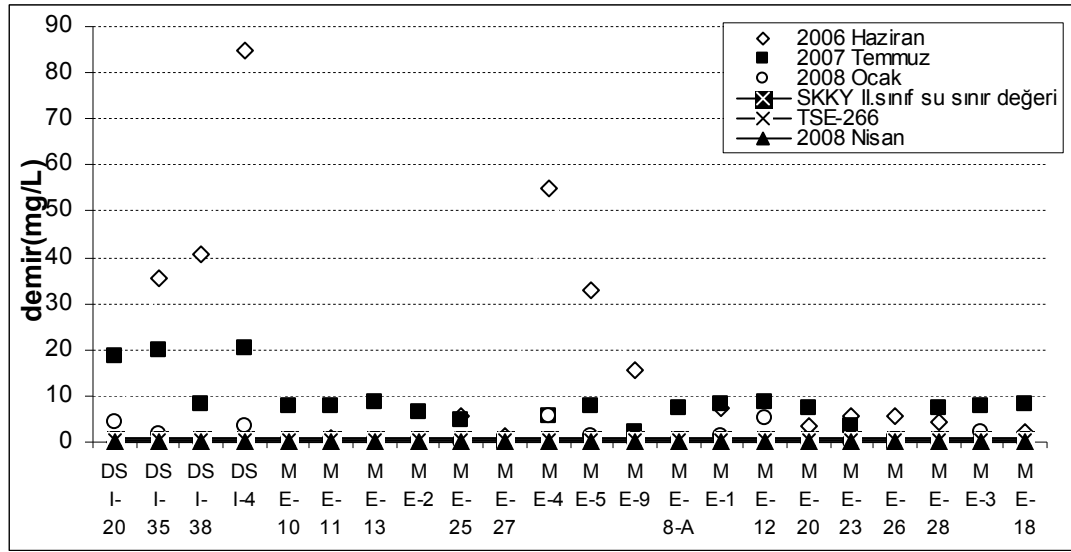


Bu oksijen bitkilerin karbonu ile birleşerek $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ vermektedir. Karbondioksit de su ile birleşerek karbonik asit meydana getirmektedir.



Ferro bikarbonat suda kolayca eridiğinden böylece su demirli hale gelmektedir.

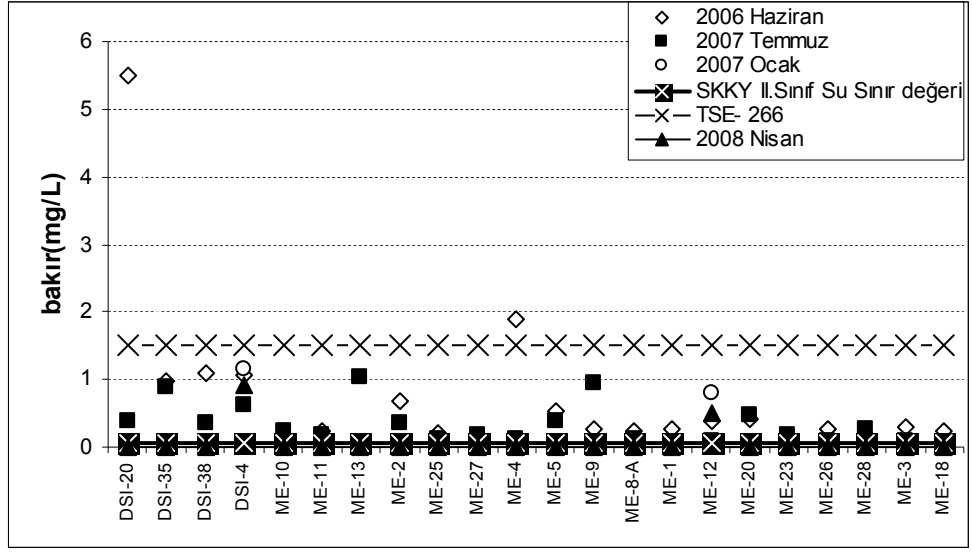
Anlatıldığı yolla su kitlesinin alt kısmında meydana gelen suda eriyebilen ferro bikarbonat, yoğunluk ve rüzgâr akıntıları gibi akıntıların etkisiyle suyun üst katına çıkar. Yüzeyde bol oksijen bulunduğu da onunla birleşerek tekrar ferri oksit haline dönüşür ve meydana gelen karbondioksit de tekrar havaya uçar. Ferri oksitlenmediğinden tekrar gölün dibine çöker. Bu sebeple göl ve barajlarda, yüzeydeki sular demir ve manganı en az ihtiva eden kısımlardır.



Şekil 4.12. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin demir değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde demir değerleri, 2006 Haziran 0,07 ile 84,6 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 20,4 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 5,5 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,13 mg/L arasında değişmektedir. Demir değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,3 mg/L ye göre karşılaştırıldığında; 8 kuyunun sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Bakır ve bileşikleri çevrede dolayısıyla yüzeysel sularda bulunabilirler. Sudaki bakır, suyun pH sı ve karbonat konsantrasyonu ve diğer anyonlarla ilgilidir. Jeolojik konuma, sanayiye ve gübre kullanımına, yiyeceğe göre topraktan değişik miktarlarda bakır alınır. İnorganik esaslı gübrelerde bakır miktarı 0,01-0,05 mg/g dır. Sebzeler, un, süt ve et ürünlerinde normal olarak bakır miktarı 0,01 mg/g dan azdır. Suda bulunan bakır zararlı değildir. Ancak alüminyum, çinko gibi boruların korozyonunu artırır. Suda litrede 1 mg dana fazla bakır çamaşırlarda leke yapar. Bu değerinin 5 mg/g olması halinde bakır suya belirgin bir şekilde acı bir lezzet verir. İnsan metabolizmasında bakır esas elementlerden birisidir [52,53].



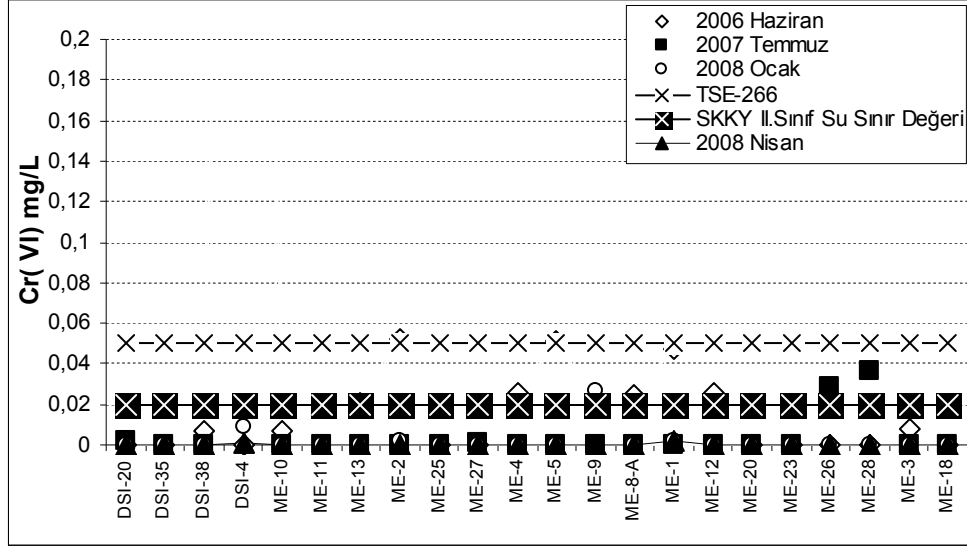
Şekil 4.13. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin bakır değışimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde bakır değeri, 2006 Haziran 0,06 ile 5,5 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,05 ile 1,04 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 1,16 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,92 mg/L arasında değışmektedir.

Bakır değeri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,05 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 1,5 mg/L göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2006–2007–2008 Ocak ayında bütün kuyular 2008 Nisan ayında 2 kuyu (DSİ-4, ME-12) sınır değerin üzerinde iken, TS 266'ya göre ise 2006 Haziran ayında 2 kuyu (ME-4, DSİ-20) sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13).

Krom doğada genelde +3 ve +6 değerlikli hallerde bulunur. Krom +6 tuzları kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. pH değeri düşük doğal sularda eser miktarda bulunabilir. Yer kabuğu ortalama 80 mg/kg krom içermektedir. Serpantin ve ultrabazik magmatitler 3400 mg/kg'a kadar olan miktarlarda krom içerebilir. Krom içeren endüstriyel atık sular ve kirlenmiş olmuş topraklar da 3000 mg/kg'a kadar olan miktarlarda krom içermektedir [56].

Yerkabuğunda krom genelde, Cr(III) olarak bulunmaktadır. En önemli krom minerali kromit ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$)'tir. PbCrO_4 gibi Cr(VI) bileşikleri de bulunmaktadır [56].



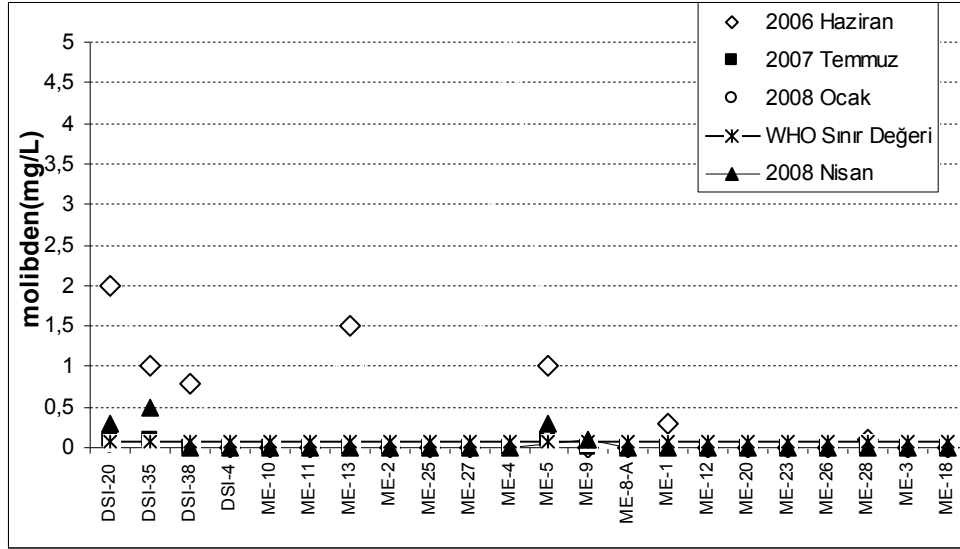
Şekil 4.14. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin krom değişimi (2006-2008).

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde krom değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,052 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,036 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,027 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,002 mg/L arasında değişmektedir.

Krom değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,02 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; TS 266'ya göre bütün kuyular sınır değerinin altında iken, SKKY' ne göre ise, 2006 Haziran ayında 8 kuyu (ME-13, ME-2, ME-4, ME-5, ME-9, ME8-A, ME-1, ME-12), 2007 Temmuz ayında 2 kuyu (ME-26, ME-28), 2008 Ocak ayında 1 kuyu (ME-9) sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.14).

Doğada yaygın bir biçimde dağılmış olarak bulunan molibden canlı yaşamı için gerekli olan esas elementlerden biridir. Molibden üreten ya da faaliyetlerinde molibden kullanılan bazı endüstri kuruluşlarının yakın çevresinde bulunan otlaklar ve benzeri alanlar molibdenli atıklarla sakıncalı düzeylerde kirlenir. Özellikle ferro-

molibdenli çelik alaşımları, molibden cevherlerinin açık potalarla kalsinasyonu, alüminyum alaşımı üretimi ile ilgili endüstri dalışları en fazla kirlenmeye yol açan kaynakların başında bulunur. Molibdenin toksik etkisi özellikle bakır düzeyi ile ilgidir [50].



Şekil 4.15. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin molibden değışimi (2006-2008).

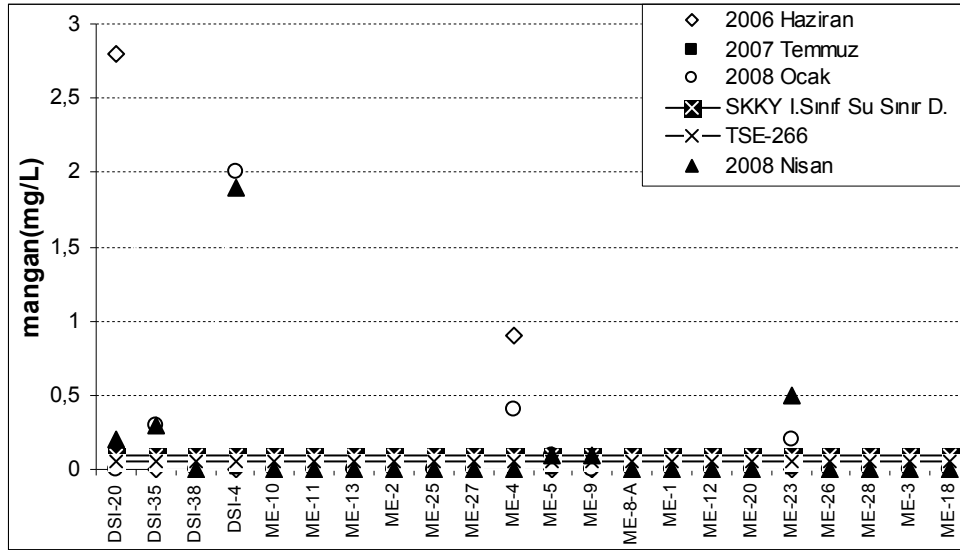
Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde molibden değeri, 2006 Haziran 0 ile 5,5 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,1 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,2 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,5 mg/L arasında değışmektedir.

Molibden değeri WHO İçme Suyu Standardı olan 0,07 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran ayında 8 kuyu (DSİ-20, DSİ-35, DSİ-38, ME-13, ME-4, ME-5, ME-1, ME-28), 2007 Temmuz ayında 3 kuyu (DSİ-20, DSİ-35, ME-5), 2008 Ocak ayında 2 kuyu (DSİ-35, ME-5), 2008 Nisan ayında 4 kuyu (DSİ-20, DSİ-35, ME-5, ME-9) sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15).

Toprakta minerallerden geçmiş mangana rastlanır. Toprak veya tortul kütlelerdeki mangan atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Demiri fazla olan sularda, çok defa mangana rastlanır. Fakat miktarı çok az olup; 0,3 mg/L'yi geçmez. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijenin bulunmayışı

nedeniyle iki değerlidir. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer.

Manganın suda bulunmasının zararı endüstri sularında hemen hemen demirin etkisinin aynısıdır. Bu da suda bazı bakterilerin çoğalmasına yardım ettiği gibi, boruların tıkanmasına demirden fazla neden olur. 0,5 mg/L mangan dan fazlası sulara kötü bir lezzet verir. Yiyeceklerdeki mangan miktarları önemli derecede değişiklik gösterir. İnsan ve hayvanlarda mangan esas elementtir. Ancak alınan manganın % 3 ü absorbe edilir. Kalp damar hastalıklarında ölüme mani olmak için içme sularında mangan bulunması önerilmektedir. Mangan en az zehirli elementtir. Birkaç olay dışında sudaki mangandan dolayı bir zehirlilik görülmemiştir [52,53,54].



Şekil 4.16. Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008).

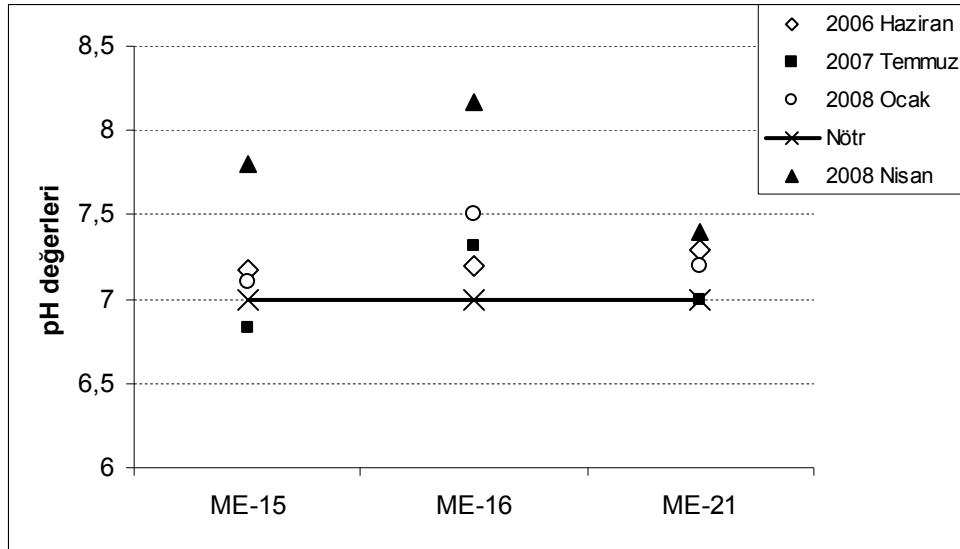
Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde mangan değerleri, 2006 Haziran 0 ile 2,8 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,1 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 2 mg/L, 2008 Nisan ayında 0 ile 1,9 mg/L arasında değişmektedir.

Mangan değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran

ayında 2 kuyu (DSİ-20, ME-4), 2008 Ocak ayında 4 kuyu (DSİ-35, DSİ-4, ME-4, ME-23), 2008 Nisan ayında 4 kuyu (DSİ-35, DSİ-20, DSİ-4, ME-23) SKKY ve TS 266 sınır değerlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.16).

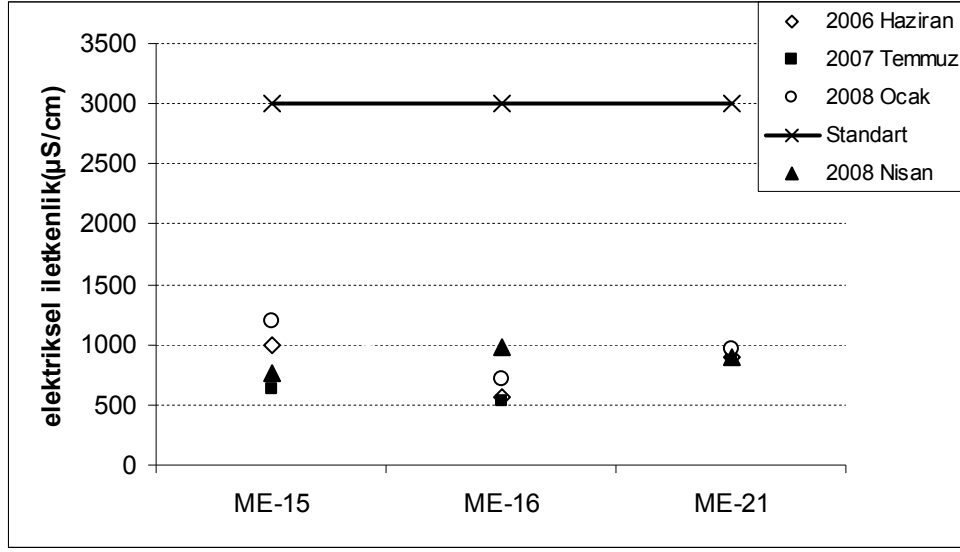
Kireçtaşı akiferinden alınan numune noktalarına göre analiz sonuçları Şekil 4.17- Şekil 4.32 arasında verilmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde pH değerleri, 2006 Haziran 7,17 ile 7,29 [41], 2007 Temmuz 6,83 ile 7,32 [1], 2008 Ocak 7,1 ile 7,5, 2008 Nisan 7,4 ile 8,17 arasında değişmektedir. Analiz sonuçlarına kireçtaşından beslenen suların nötre yakın özellikte olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.17).



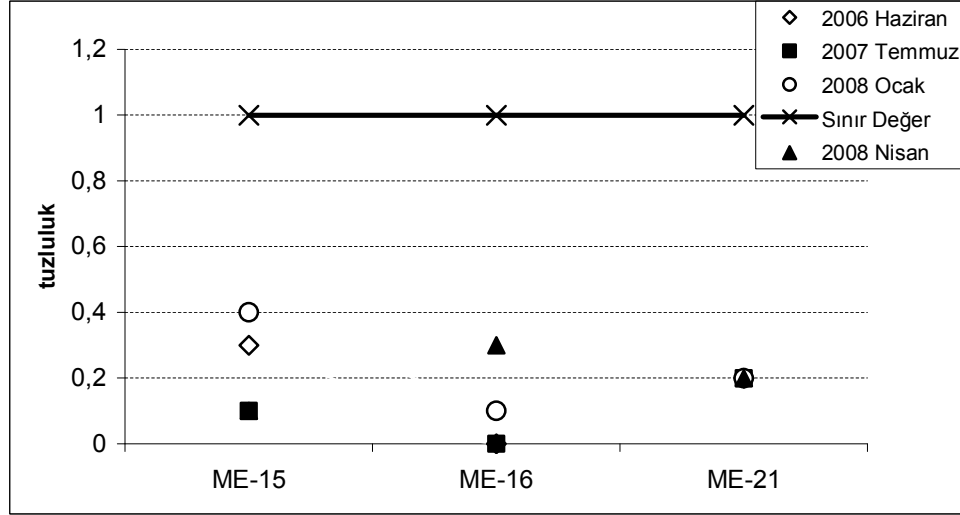
Şekil 4.17. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin pH değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri, 2006 Haziran 558 ile 997 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [41], 2007 Temmuz 532 ile 903 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [1], 2008 Ocak 721 ile 1197 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2008 Nisan 760 ile 963 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir.



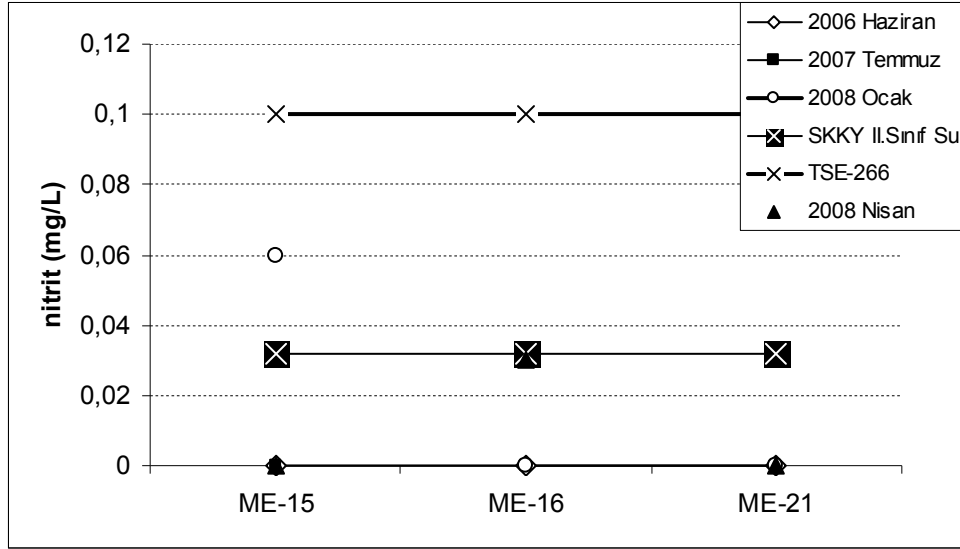
Şekil 4.18. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006-2008).

Elektriksel İletkenlik (EC) değerlerinin kireçtaşı akiferinden alınan kuyularda sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.19. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008).

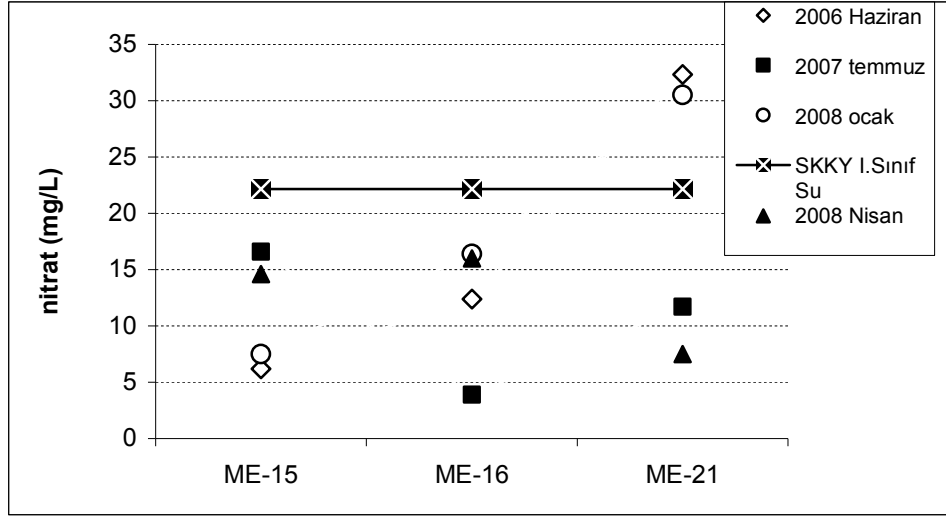
Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde tuzluluk, 2006 Haziran 0 ile 0,3 [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,2 [1], 2008 Ocak 0,1 ile 0,4, 2008 Nisan 0,1 ile 0,3 arasında değişmektedir. Tuzluluk değerlerinin tatlı su sınır değeri olan 1'in altında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.20. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin nitrit değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde nitrit değerleri, 2006 Haziran [41] ve 2007 Temmuz [1] tüm değerler 0 mg/L, 2008 Ocak 0 ile 0,06 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,03 mg/L arasında değişmektedir.

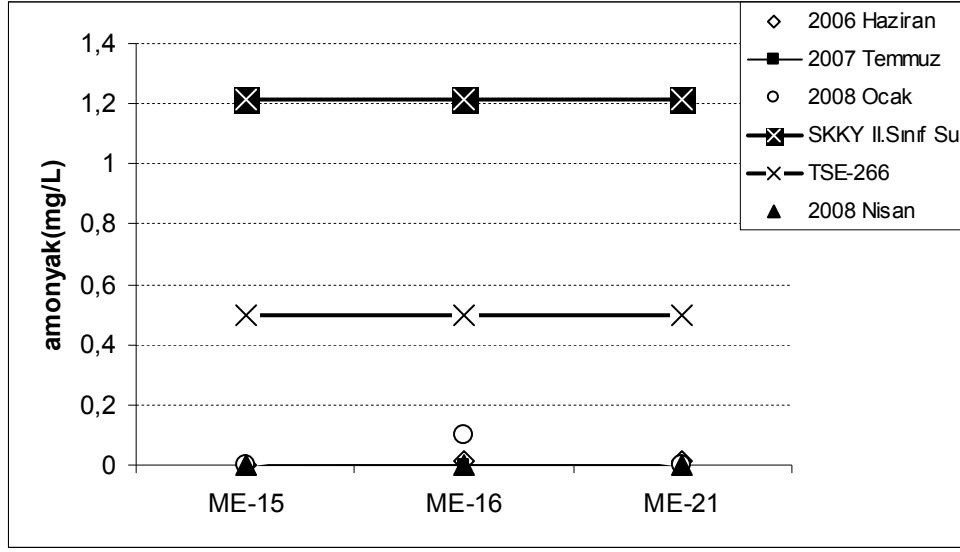
Nitrit değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,032 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,1 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2008 Ocak ayında 1 kuyu (ME-15) sınır değerinin üzerinde olurken, TS 266'ya göre ise kuyuların tamamının sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.21. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin nitrat değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde nitrat değerleri, 2006 Haziran 6,2 ile 32,3 mg/L [41], 2007 Temmuz 3,9 ile 16,6 mg/L [1], 2008 Ocak 7,5 ile 30,5 mg/L, 2008 Nisan 7,5 ile 14,6 mg/L arasında değişmektedir.

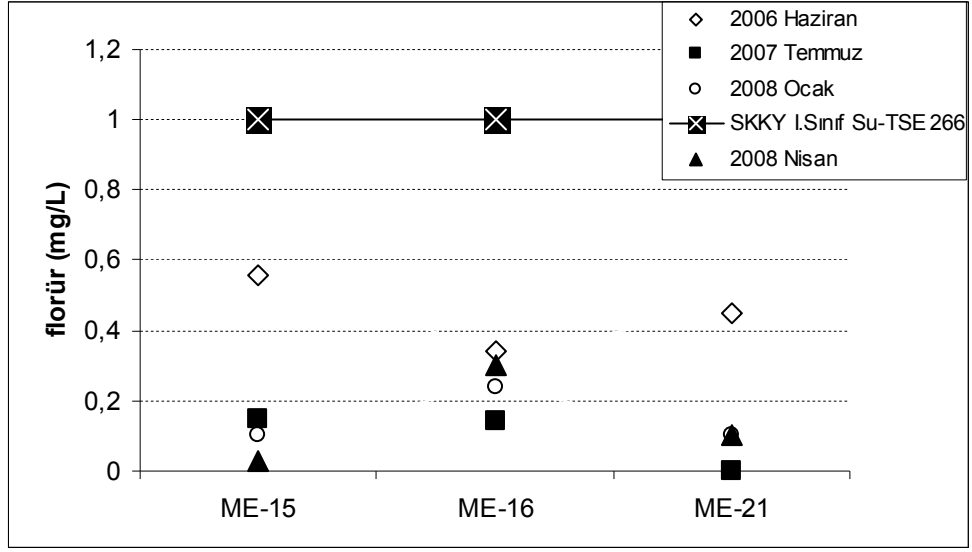
Nitrat değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 22,15 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran ayında 1 kuyu (ME-21), 2008 Ocak ayında 1 kuyu (ME-21) sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.22. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde amonyak değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,12 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 mg/L [1], 2008 Nisan 0 mg/L, 2008 Ocak 0 ile 0,1 mg/L, arasında değişmektedir.

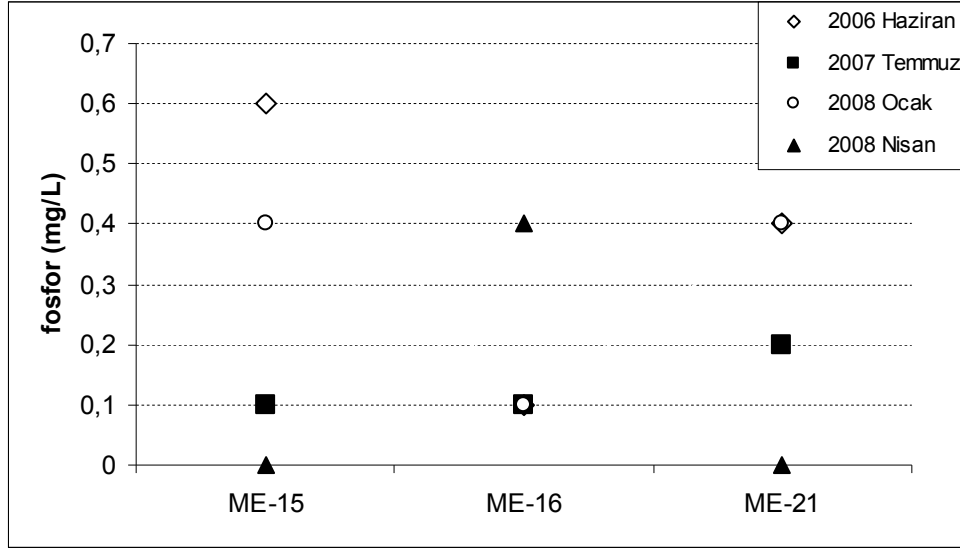
Amonyak değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1,216 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,5 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında bütün kuyuların sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.23. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin florür değişimi (2006-2008).

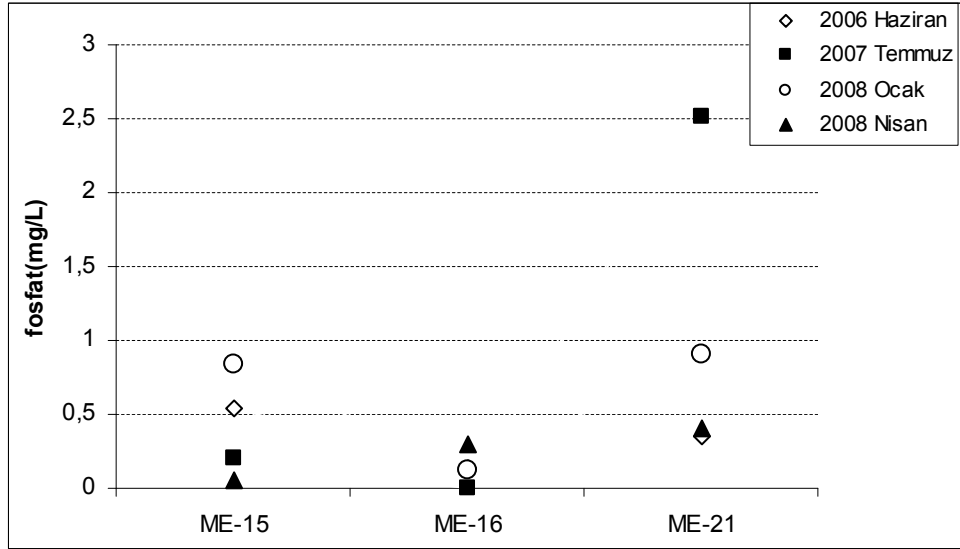
Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde florür değerleri, 2006 Haziran 0,34 ile 0,56 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,15 mg/L [1], 2008 Ocak 0,1 ile 0,24 mg/L, 2008 Nisan 0,03 ile 0,3 mg/L arasında değişmektedir.

Florür değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) ve TS 266 İçme Suyu standardı 1 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında bütün kuyuların sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.23).



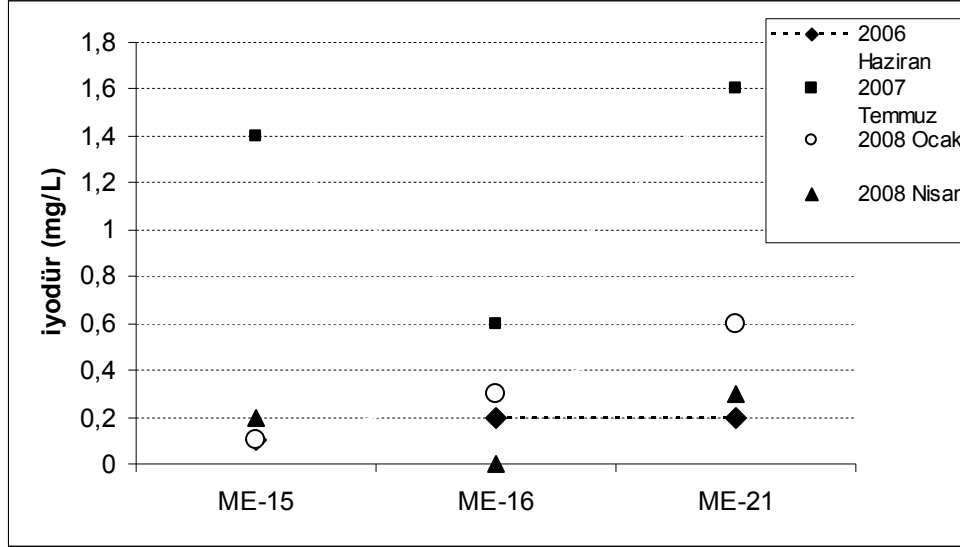
Şekil 4.24. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin fosfor değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde fosfor değerleri, 2006 Haziran 0,1 ile 0,6 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,1 ile 0,2 mg/L [1], 2008 Ocak 0,1 ile 0,4 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,4 arasında değişmektedir (Şekil 4.24).



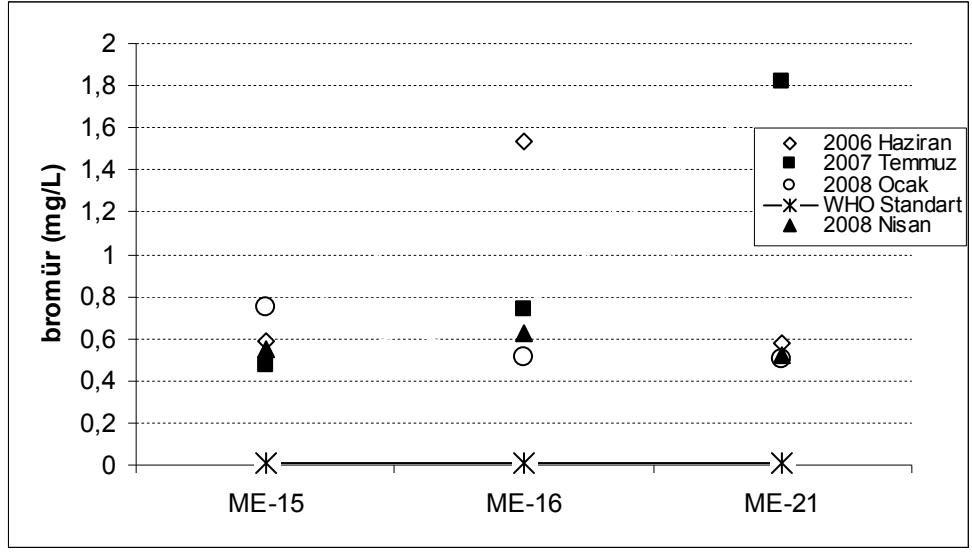
Şekil 4.25. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin fosfat değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde fosfat değerleri, 2006 Haziran 0,13 ile 0,54 mg/L [1], 2007 Temmuz 0 il e 2,52 mg/L [1], 2008 Ocak 0,12 ile 0,9 mg/L, 2008 Nisan 0,05 ile 0,4 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.26. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin iyodür değişimi (2006-2008).

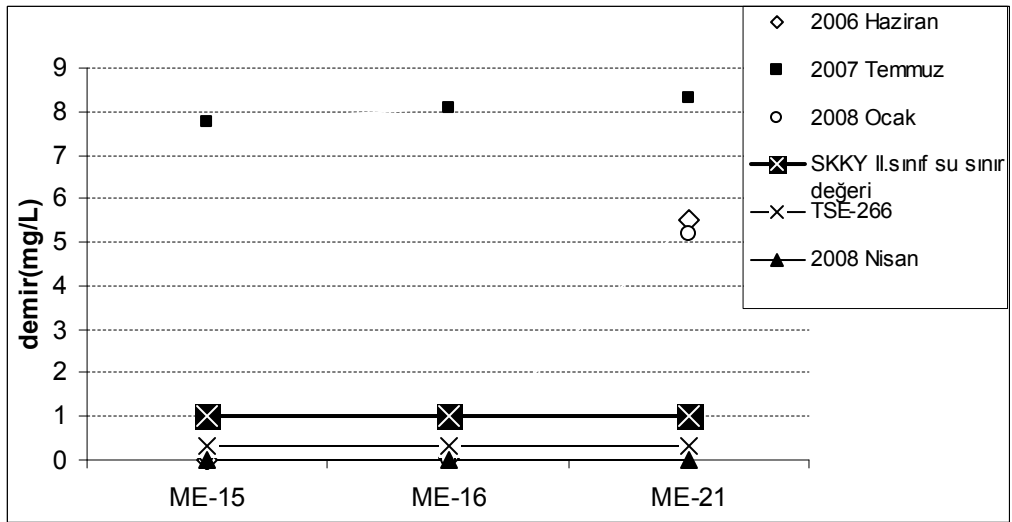
Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde iyodür değerleri, 2006 Haziran 0,1 ile 0,2 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,6 il e 1,6 mg/L [1], 2008 Ocak 0,1 ile 0,6 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,3 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.27. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin bromür değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde bromür değerleri, 2006 Haziran 0,58 ile 1,54 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,47 ile 1,82 mg/L [1], 2008 Ocak 0,5 ile 0,75 mg/L, 2008 Nisan 0,52 ile 0,63 mg/L arasında değişmektedir.

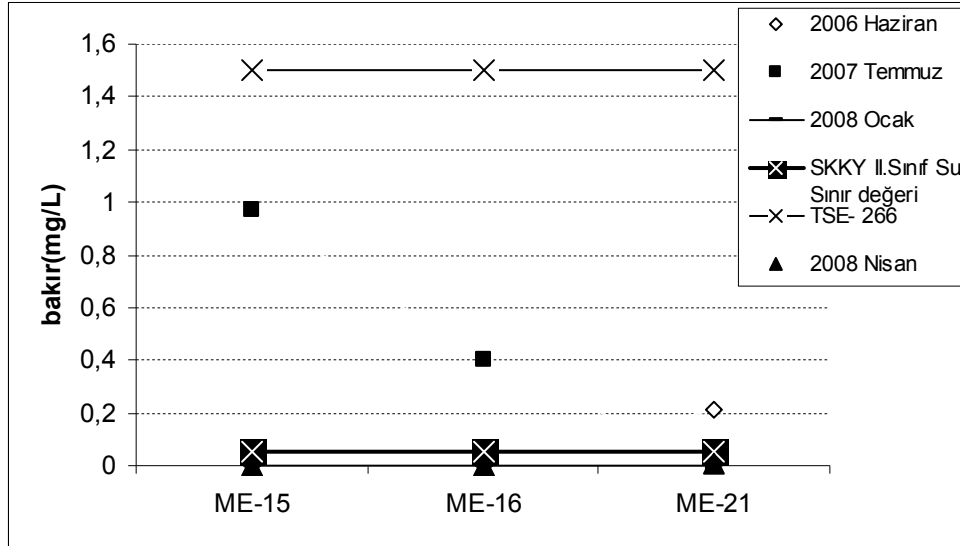
Bromür değerleri WHO 0,01 mg/L 'ye göre karşılaştırıldığında, tüm kuyuların sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.28. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin demir değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde demir değerleri, 2006 Haziran 0 ile 5,5 mg/L [41], 2007 Temmuz 7,7 ile 8,3 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 5,2 mg/L, 2008 Nisan 0 mg/L değerleri arasında değişmektedir.

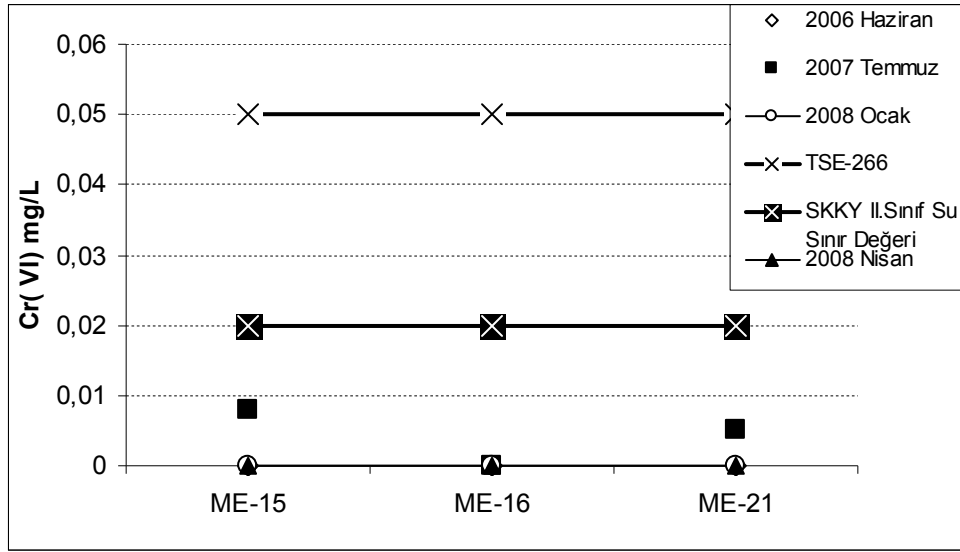
Demir değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,3 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında, ME-21 nolu kuyunun 2006 Haziran ve 2008 Ocak aylarında her iki standardı da aştığı, 2007 Temmuz ayında yapılan ölçümlerde de tüm kuyuların standartların üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.29. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin bakır değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde bakır değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,21 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,01 ile 0,97 mg/L [1], 2008 Nisan 0 ile 0,01 mg/L arasında değişmekteyken, 2008 Ocak ayında tüm değerler 0 mg/L'dir.

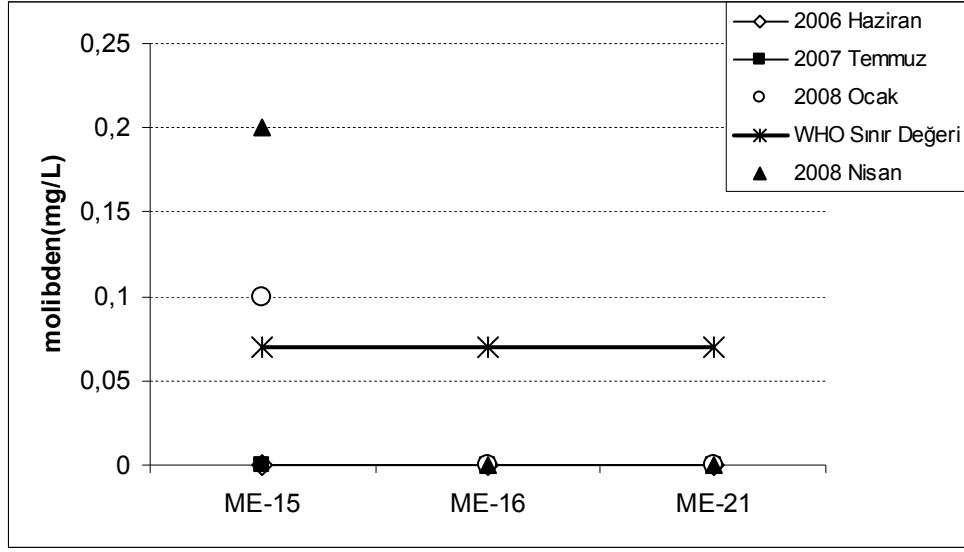
Bakır değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,05 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 1,5 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında, SKKY'ne göre; 2006 Haziran ayında 1 kuyu (ME-21), 2007 Temmuz ayında 2 kuyu (ME-15, ME-16) standardın üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.30. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin krom değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde krom değerleri, 2006 Haziran 0 mg/L [41], 2007 Temmuz [1] 0 ile 0,008 mg/L arasında değişmektedir, 2008 Ocak ve Nisan tüm değerler 0 mg/L değerindedir.

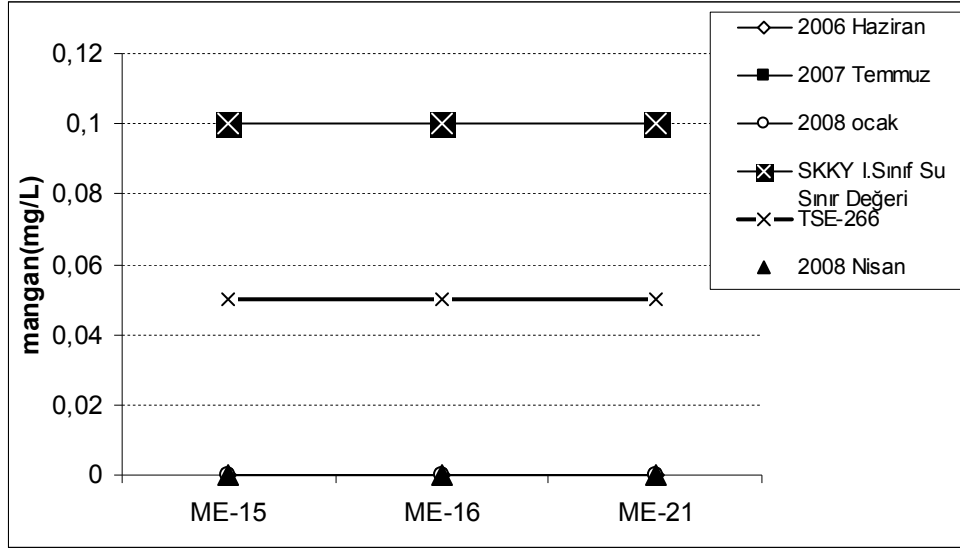
Krom değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,02 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında bütün kuyuların sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.31. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin molibden değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde molibden değerleri, 2006 Haziran [41] ve 2007 Temmuz [1] 0 mg/L, 2008 Ocak 0 ile 0,1 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,2 mg/L arasında değişmektedir.

Molibden değerleri WHO 0,07 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2008 Ocak ve 2008 Nisan ayında ME-15 sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.31).



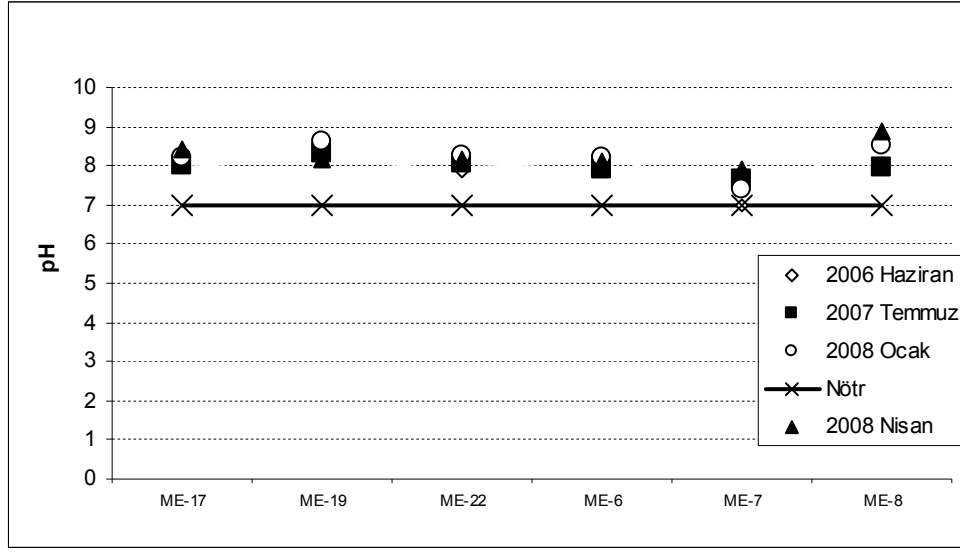
Şekil 4.32. Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008).

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde mangan değerleri, 2006 [41], 2007[1], 2008 yıllarında yapılan tüm örneklemelemlerde 0 mg/L olarak bulunmuştur.

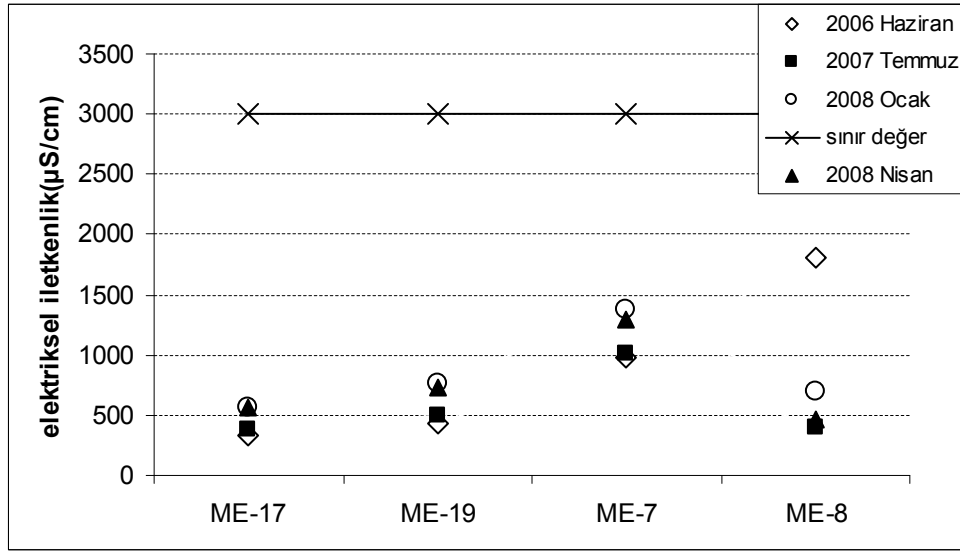
4.1.2. Göksu Deltası Yüzey Suyu Kalitesi

Yüzey suyundan alınan numune noktalarına göre analiz sonuçları Şekil 4.33-Şekil 4.48 arasında verilmiştir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde pH değerleri, 2006 Haziran 7 ile 8,23 [41], 2007 Temmuz 7,6 ile 8,3 mg/L [1], 2008 Ocak 7,4 ile 8,6, 2008 Nisan 7,9 ile 8,9 arasında değişmektedir (Şekil 4.33).



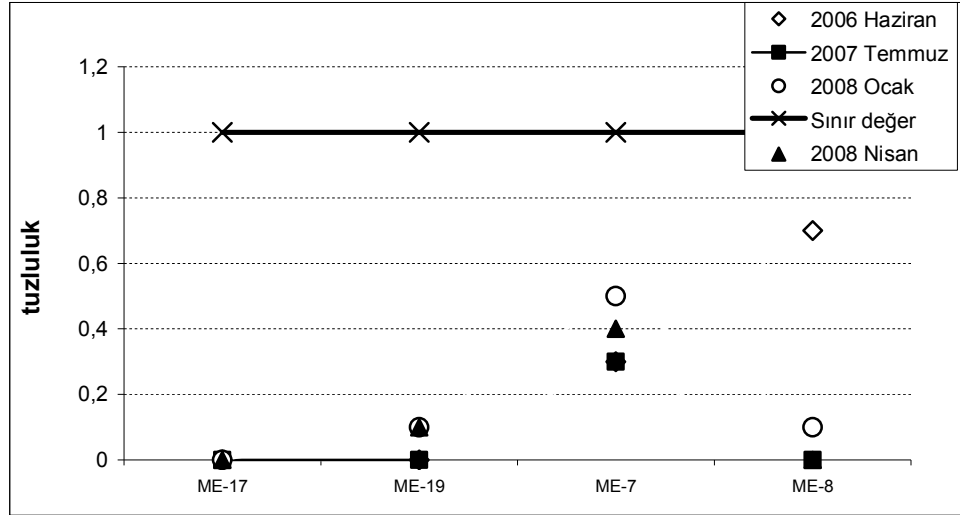
Şekil 4.33. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin pH değişimi (2006-2008).



Şekil 4.34. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin elektriksel iletkenlik (EC) değişimi (2006-2008).

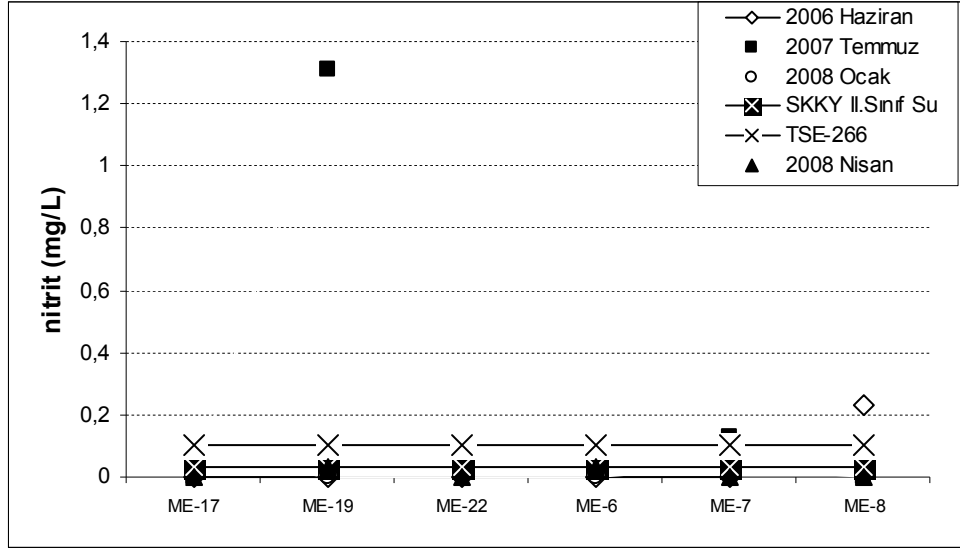
Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri, 2006 Haziran 335 ile 1800 µS/cm [41], 2007 Temmuz 385 ile 1016 µS/cm [1], 2008 Ocak 572 ile 1372 µS/cm, 2008 Nisan 464 ile 1293 µS/cm arasında değişmektedir. Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri hiçbir noktada sınır değeri aşmamıştır. Şekil 4.34'de deniz suyu ve Paradeniz'den alınan numunelerin EC

değerleri grafiğe aktarılmamıştır. Deniz suyunun (ME-6) EC değerleri 4 dönem içinde 52100 ile 58000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişirken, Paradeniz’de (ME-22) ise EC değerleri 33900 ile 48000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.34).



Şekil 4.35. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin tuzluluk değişimi (2006-2008).

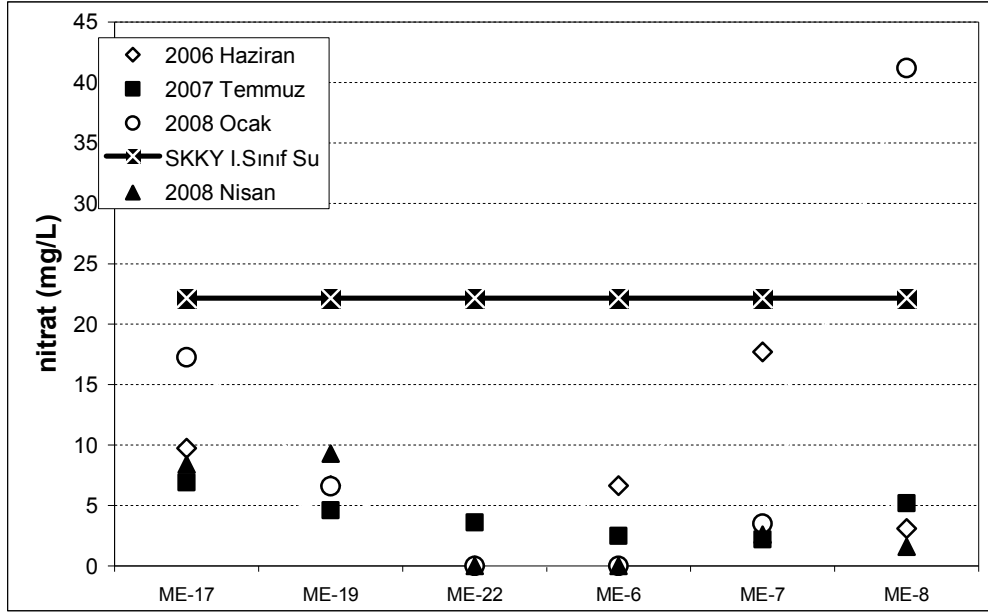
Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde tuzluluk değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,7 [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,3 [1], 2008 Ocak 0 ile 0,5, 2008 Nisan 0 ile 0,4 arasında değişmektedir. tuzluluk değerlerinin sınır değerlerin üzerinde olmadığı saptanmıştır. Şekil 4.35’de deniz suyu ve Paradeniz’den alınan numunelerin tuzluluk değerleri grafiğe aktarılmamıştır. Deniz suyunun (ME-6) tuzluluk değerleri 4 dönem içinde 34,3 ile 38,1 arasında değişirken, Paradeniz’de (ME-22) ise tuzluluk değerleri 20,8 ile 31,2 arasında değişmektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.36. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin nitrit değışimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde nitrit değışimleri, 2006 Haziran 0 ile 0,23 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 1,31 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,06 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,03 mg/L arasında değışmektedir.

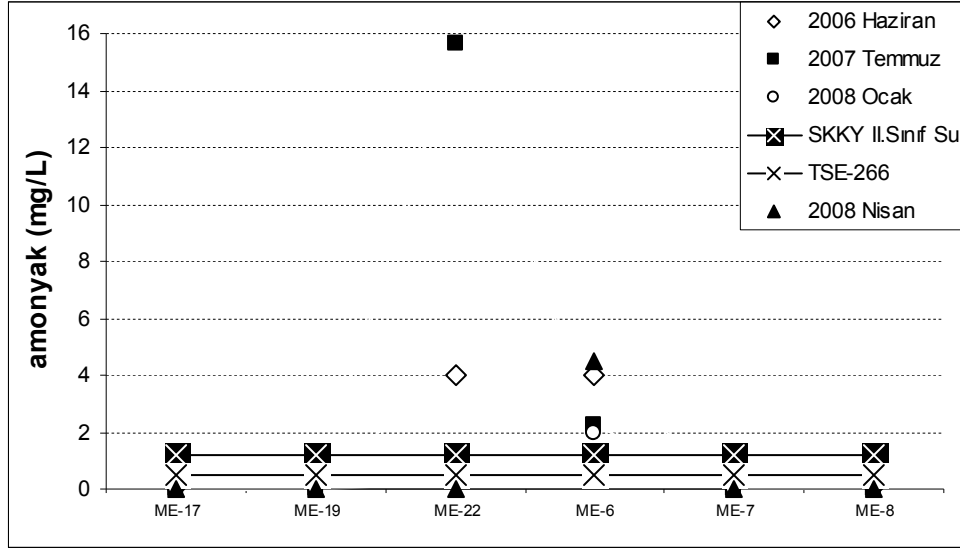
Nitrit değışimleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,032 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,1 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; TS 266'ya göre 2008 Ocak ve 2006 Haziran ayında sonuçların standart değışiminin altında olduğu 2007 Temmuz ayında 2 numunede (ME-19, ME-7) standardı geçtiği tespit edilmiştir. SKKY'ne göre ise, 2006 Haziran ayında 1 numune (ME-8), 2007 Temmuz ayında 4 numune (ME-19, ME-22, ME-6, ME-7), 2008 Ocak ayında 1 numune (ME-17) sınır değışimi aştığı belirlenmiştir (Şekil 4.36).



Şekil 4.37. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin nitrat değişimi (2006- 2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde nitrat değerleri, 2006 Haziran 0 ile 17,7 mg/L [41], 2007 Temmuz 2,2 ile 6,9 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 41,19 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 9,3 mg/L arasında değişmektedir.

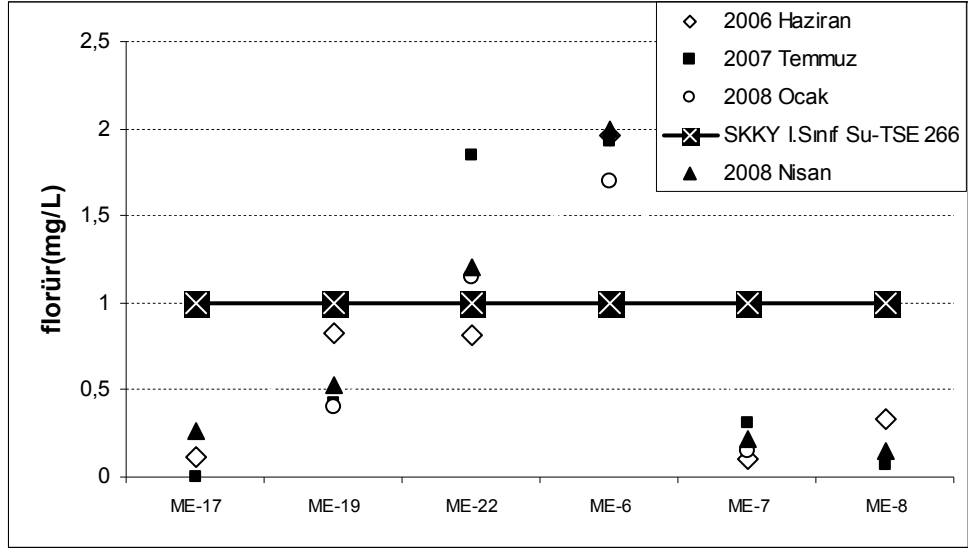
Nitrat değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 22,15 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; sadece 2008 Ocak ayında 1 numunenin (ME-8) sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.38. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin amonyak değişimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde amonyak değerleri, 2006 Haziran 0,04 ile 4,01 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 15,68 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 2 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 4,5 mg/L arasında değişmektedir.

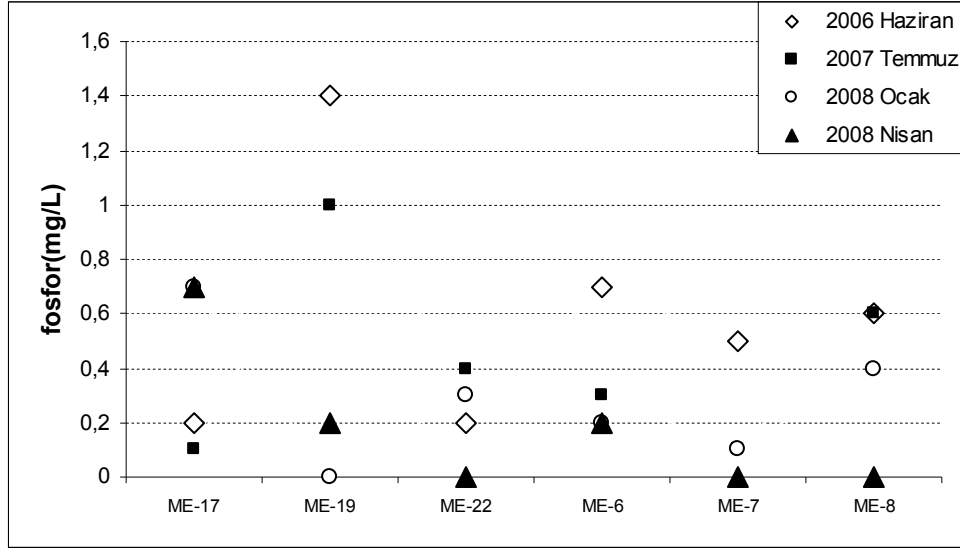
Amonyak değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1,216 mg/L ve TSE 266 İçme Suyu standardı 0,5 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında her iki sınır değeri için, 2006 Haziran ve 2007 Temmuz aylarında ME-22, ME-6 nolu numunelerde, 2008 Ocak ve Nisan ayında ME-6 nolu deniz suyunda amonyak değerlerinin, sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.39. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin florür değışimi (2006-2008).

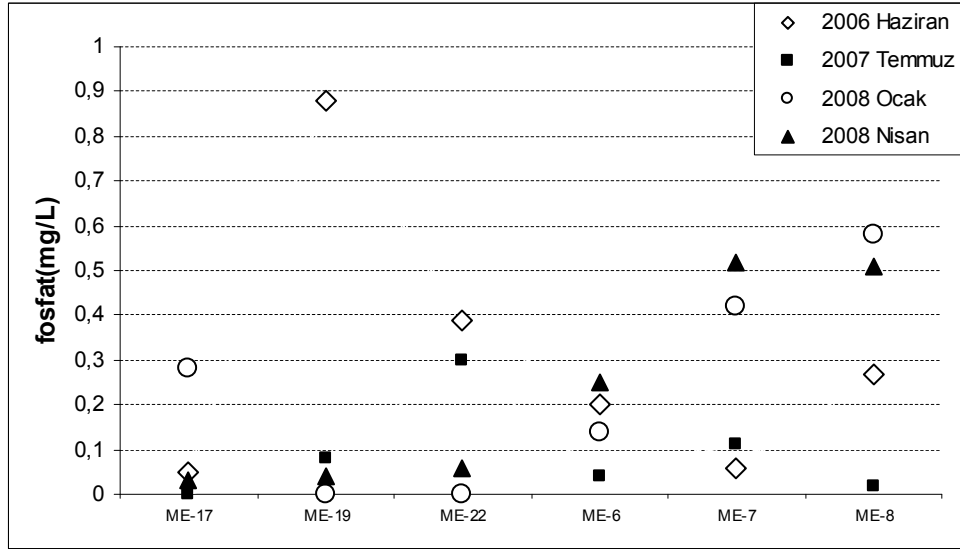
Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde florür değeri, 2006 Haziran 0,1 ile 1,96 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 1,93 mg/L [1], 2008 Ocak 0,4 ile 1,7 mg/L, 2008 Nisan 0,15 ile 2 mg/L arasında değışmektedir.

Florür değeri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) ve TSE 266 İçme Suyu standardı 1 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; 2006 Haziran ayında 1 numune (ME-6), 2007 Temmuz ayında 2 numune (ME-6, ME-22), 2008 Ocak ve Nisan ayında 2 numune (ME-6, ME-22) sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.39).



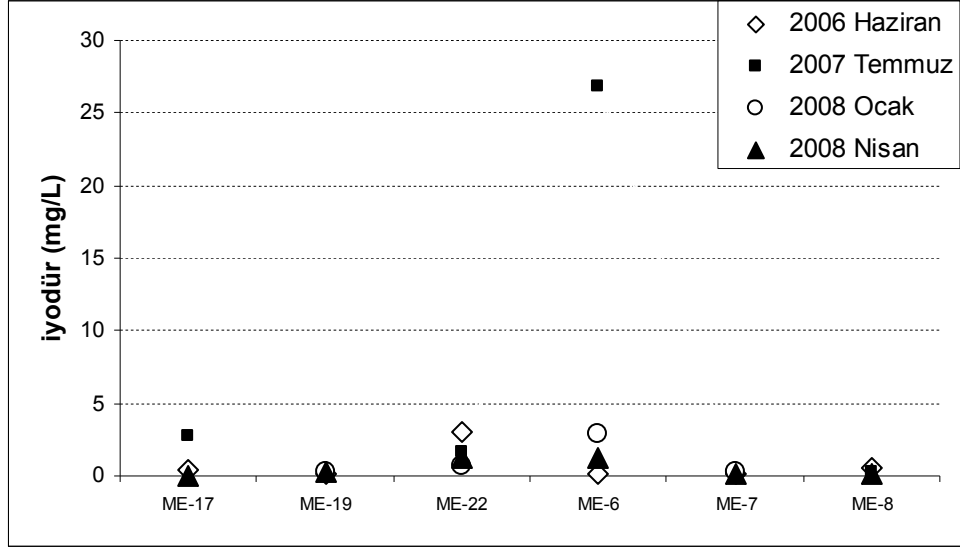
Şekil 4.40. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin fosfor değışimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde fosfor değeri, 2006 Haziran 0,2 ile 1,4 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,1 ile 1,0 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,7 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,7 mg/L arasında değışmektedir (Şekil 4.40).



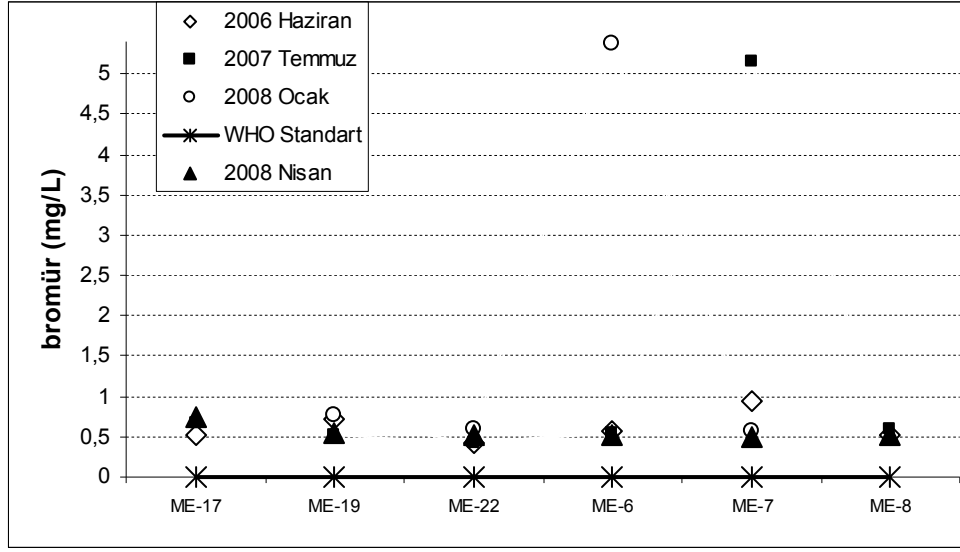
Şekil 4.41. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin fosfat değışimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde fosfat değerleri, 2006 Haziran 0,05 ile 0,88 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 0,11 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,58 mg/L, 2008 Nisan 0,03 ile 0,52 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.41).



Şekil 4.42. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin iyodür değişimi (2006-2008).

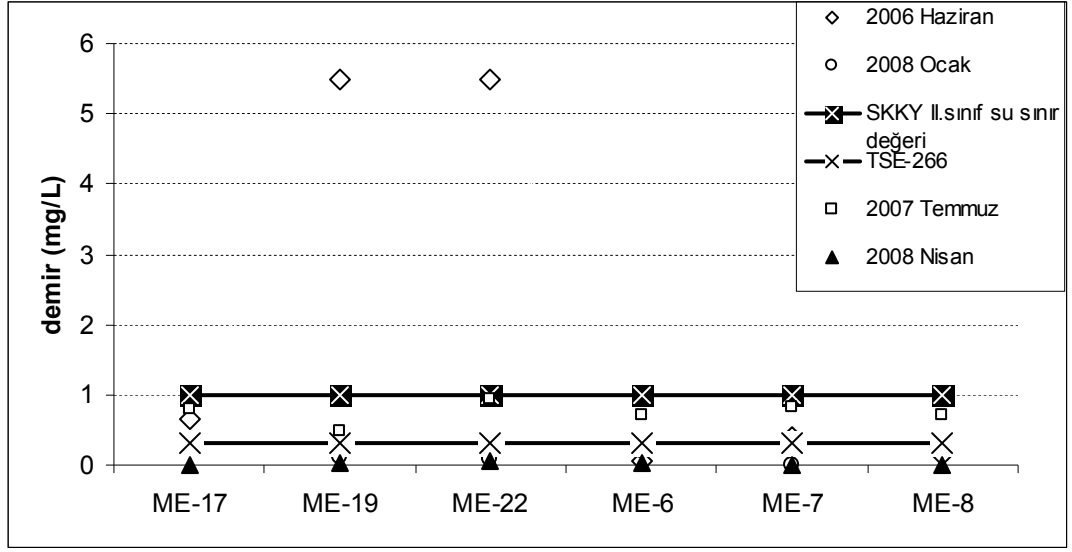
Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde iyodür değerleri, 2006 Haziran 0,1 ile 3 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,3 ile 26,8 mg/L [1], 2008 Ocak 0,3 ile 2,9 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 1,2 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.42).



Şekil 4.43. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin bromür değışimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde bromür değeri, 2006 Haziran 0,42 ile 0,93 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,43 ile 5,15 mg/L [1], 2008 Ocak 0,57 ile 5,37 mg/L, 2008 Nisan 0,49 ile 0,75 mg/L arasında değışmektedir.

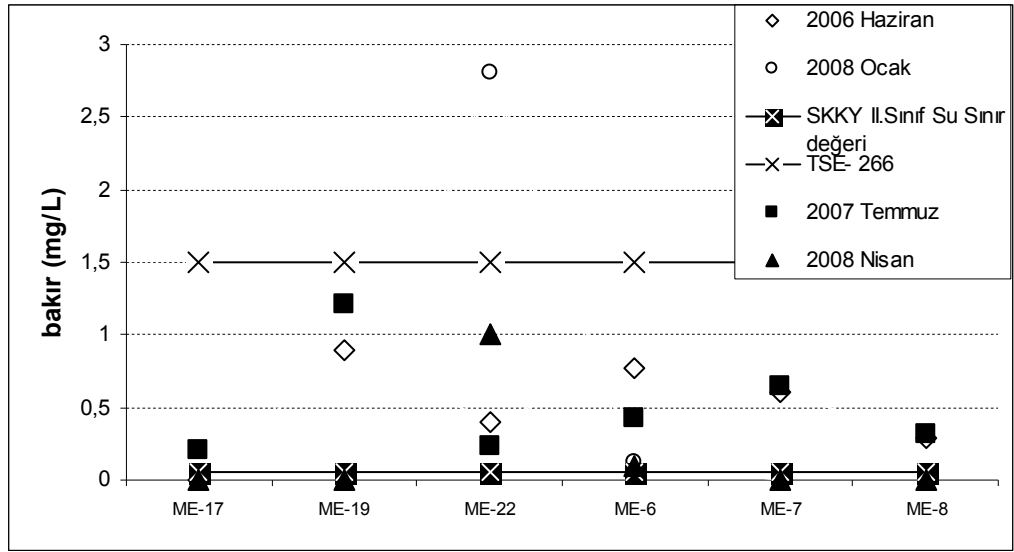
Bromür değeri WHO 0,01 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında 2006–2007–2008 yıllarında yapılan ölçümlerdeki tüm kuyularda sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.43).



Şekil 4.44. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin demir değişimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde demir değerleri, 2006 Haziran 0,06 ile 5,5 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,49 ile 0,94 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 0,21 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 0,05 mg/L arasında değişmektedir.

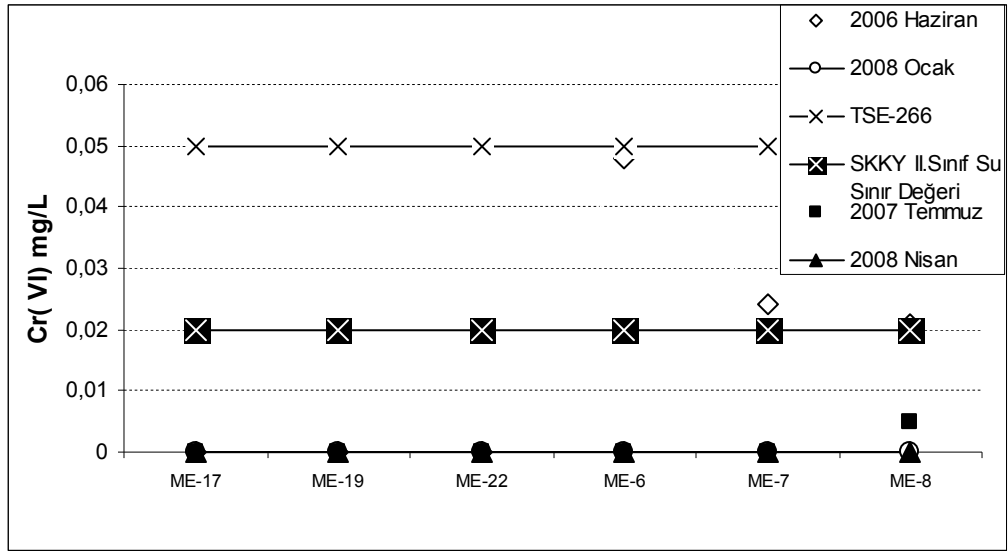
Demir değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,3 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre sınır değeri aşan 2006 Haziran ayında 2 numune (ME-19, ME-22), TS-266'ya göre ise 2006 Haziran ayında 4 numune (ME-19, ME-17, ME-22, ME-7), 2007 Temmuz ayında alınan bütün noktalarda sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.45. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin bakır değişimi (2006-2008).

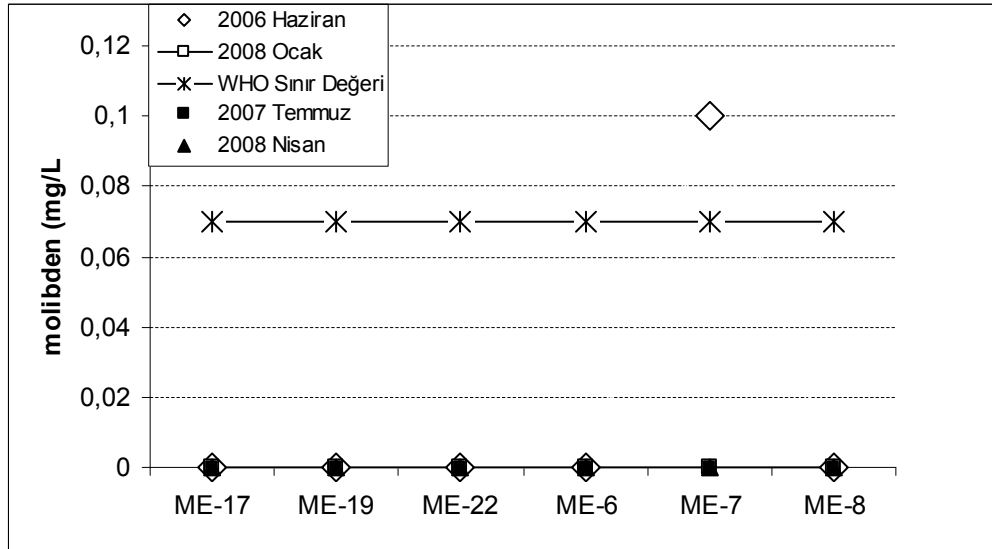
Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde bakır değerleri, 2006 Haziran 0 ile 0,77 mg/L [41], 2007 Temmuz 0,2 ile 1,21 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 2,81 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 1,01 mg/L arasında değişmektedir.

Bakır değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,05 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 1,5 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2006 Haziran ve 2007 Temmuz ayında 5 numune (ME-19, ME-22, ME-6, ME-7, ME-8), 2008 Ocak ve Nisan aylarında 2 numune (ME-22, ME-6), sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. TS 266'ya göre ise 2008 Ocak ayında ME-22 sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.45).



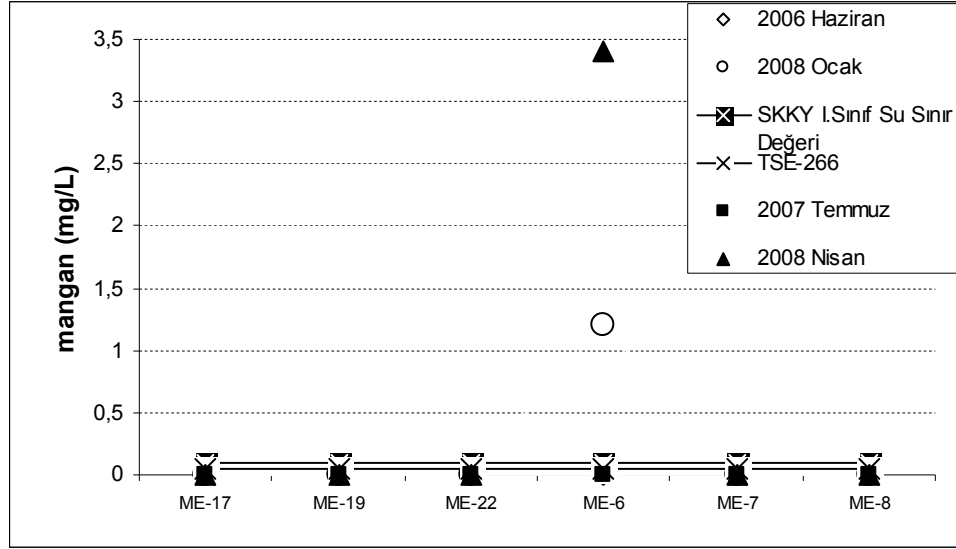
Şekil 4.46. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin krom değışımi (2006-2008).

Krom değeri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,02 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2006 Haziran ayında ME-6, ME-7, ME-8 nolu numunelerin sınır değeri aştığı belirlenmiştir (Şekil 4.46).



Şekil 4.47. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin molibden değışımi (2006-2008).

Molibden değerleri WHO'ya göre karşılaştırıldığında bütün noktalarda sınır değerin altında olduğu belirlenmiştir (şekil 4.47).



şekil 4.48. Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerin mangan değişimi (2006-2008).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde Mangan 0 ile 3,4 mg/L arasında değişmektedir.

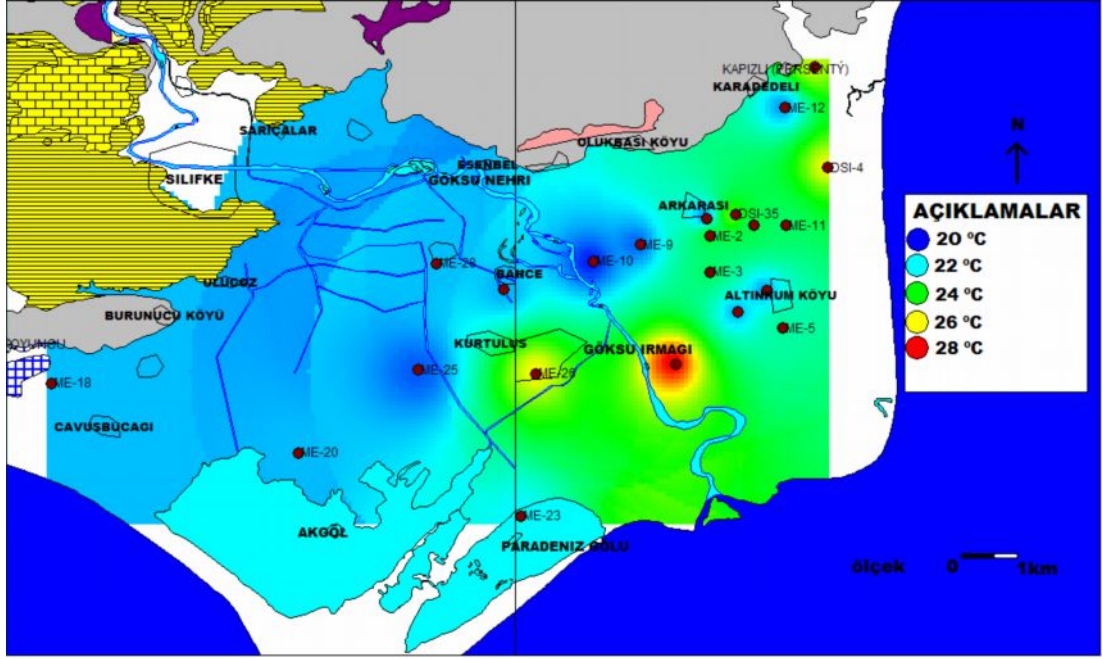
Mangan değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında 2008 Ocak ve Nisan aylarında deniz suyunda (ME-6) sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (şekil 4.48).

4.2. ANALİZ SONUÇLARININ CBS'NE AKTARILMASI

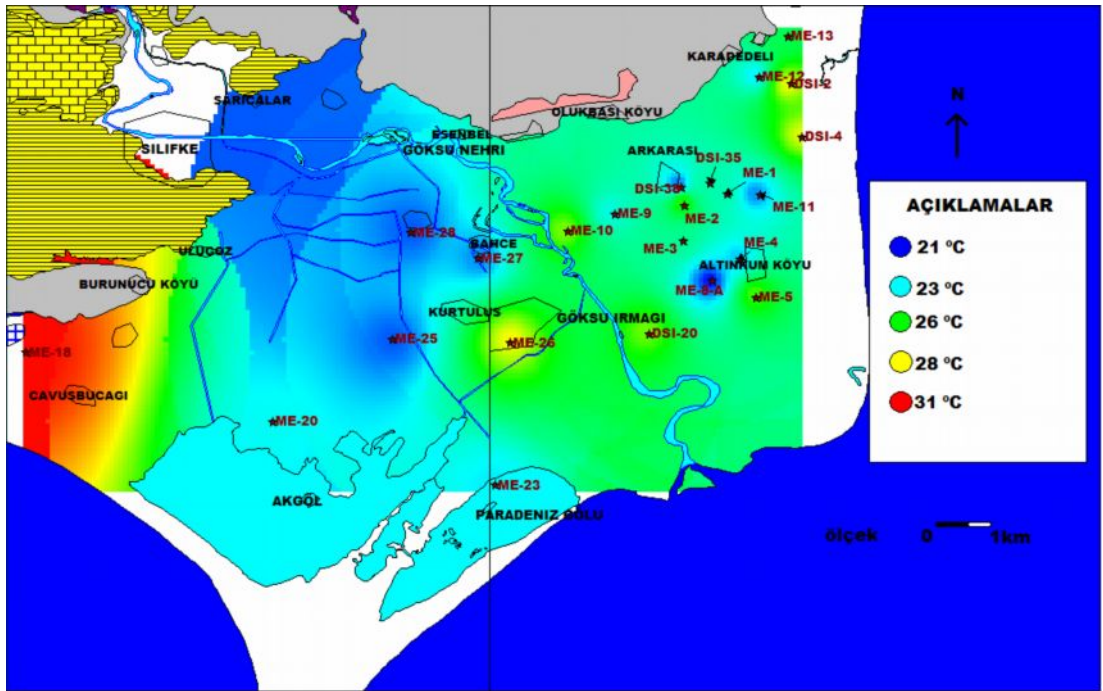
Elde edilen sonuçlar MapInfo 8.5 ile CBS'ne aktarılarak bir bilgi sistemi oluşturulmuş, kirletici parametrelerin mekân ve zaman olarak değişimini gösteren tematik haritalar üretilmiştir.

Deniz suyunun etkisini görebileceğimiz en önemli parametreler olarak elimizde sıcaklık (T), tuzluluk (sal) ve elektriksel iletkenlik değerleri (EC) mevcuttur. Bu parametreler kullanılarak oluşturulan tematik haritalardan deniz suyunun etkili olduğu alanlar CBS ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

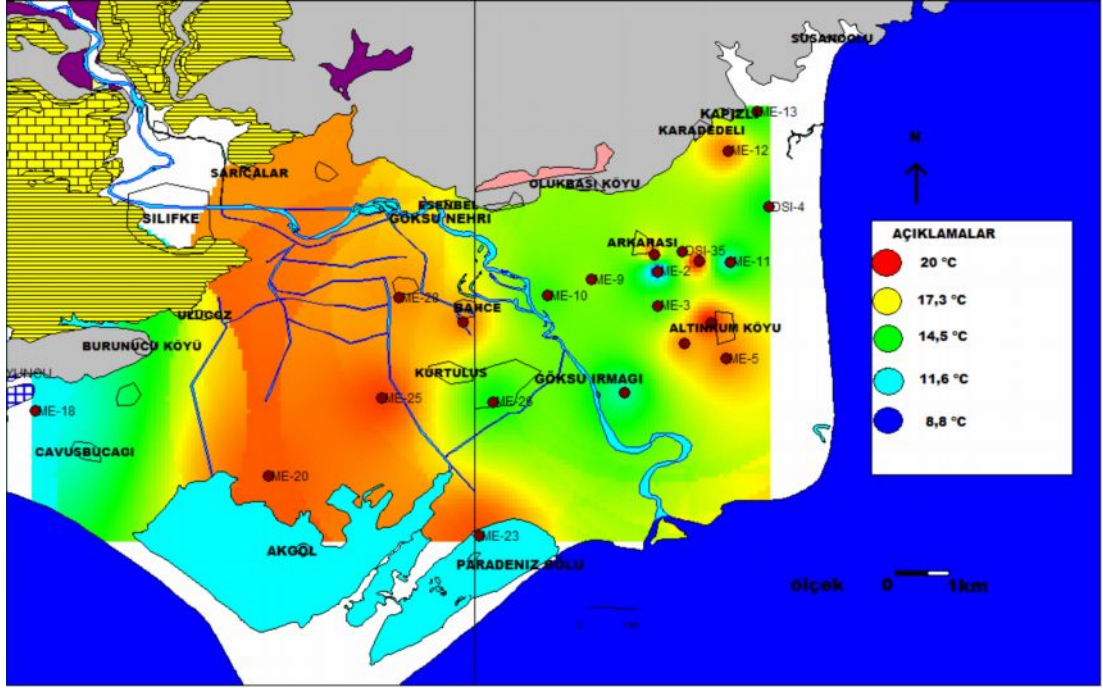
MapInfo ile 4 dönem sıcaklık değerlerini kullanarak hazırlanan tematik haritalarda yeraltı su sıcaklığının deniz suyu girişimi olan bölgelerde arttığını göstermektedir. Yeraltı suyunun elektriksel iletkenlik değerlerinin değişimi ve tuzluluk değerlerinin değişimi haritaları incelendiğinde ise deniz suyu girişiminin etkili olduğu yerler ortaya çıkmakta ve bu yerlerin sıcaklık değişimi ile uyumlu olması yeraltı suyu sıcaklığının kıyıya yakın yerlerde deniz suyu sıcaklığından etkilendiğini kanıtlamaktadır (Şekil 4.49–4.60) .



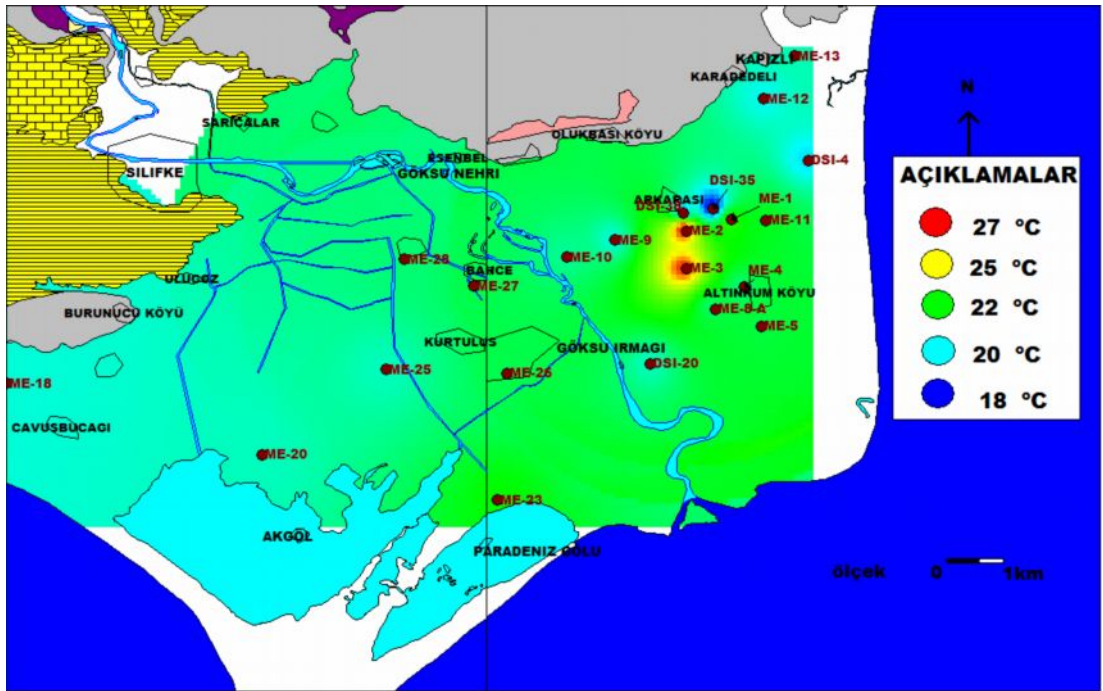
Şekil 4.49. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Haziran 2006) [41].



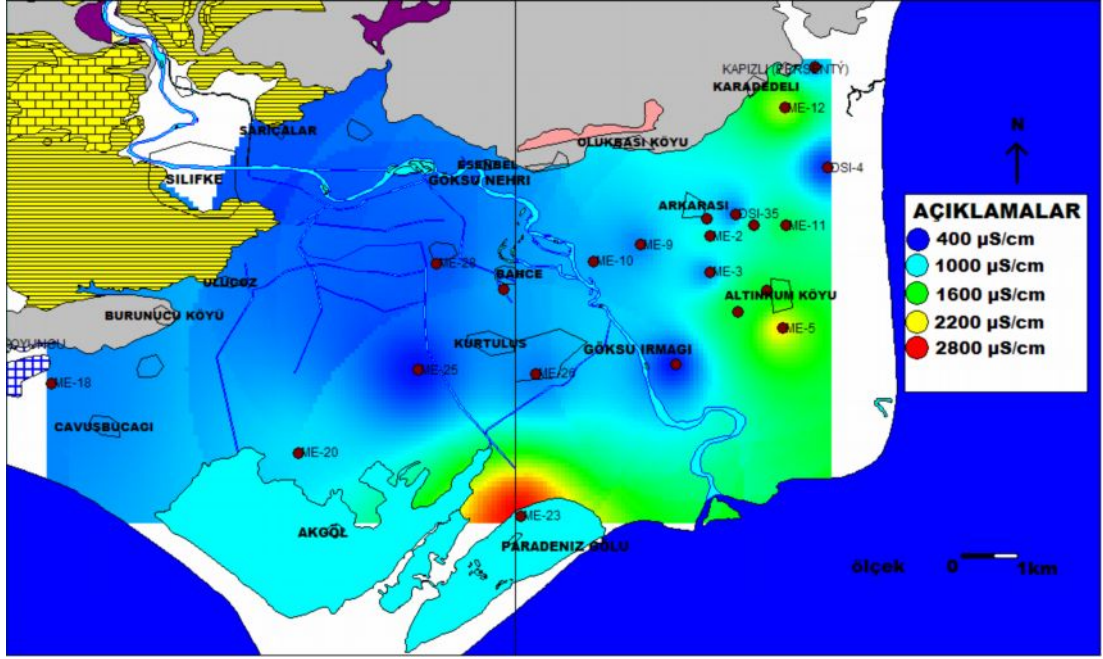
Şekil 4.50. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Temmuz 2007) [1].



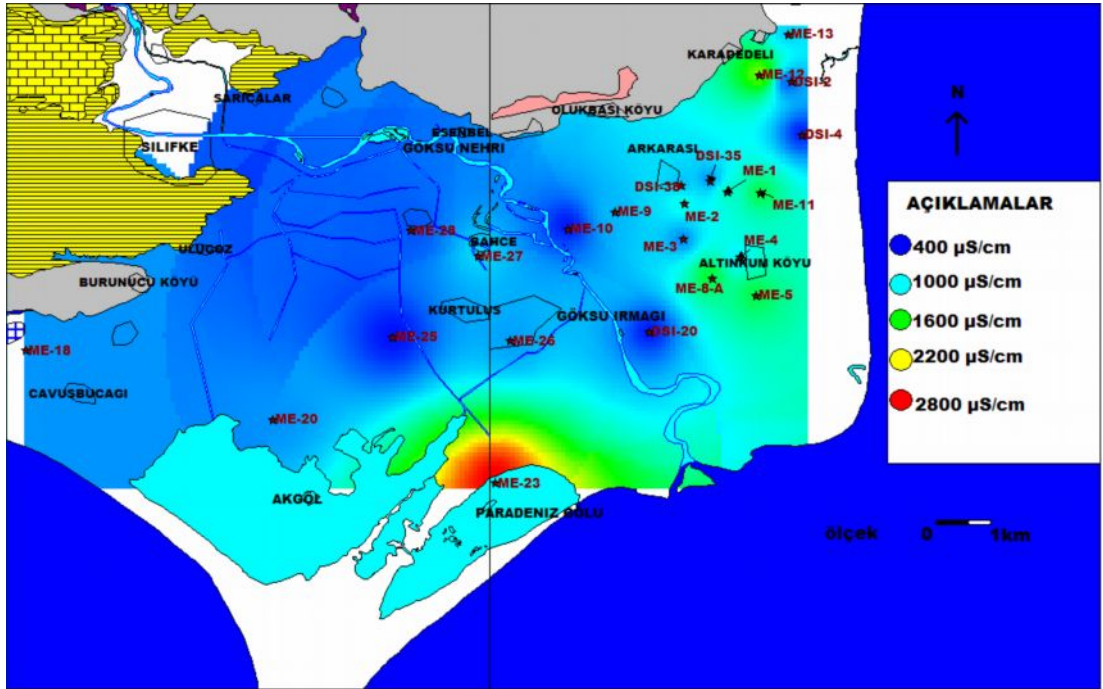
Şekil 4.51. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Ocak 2008).



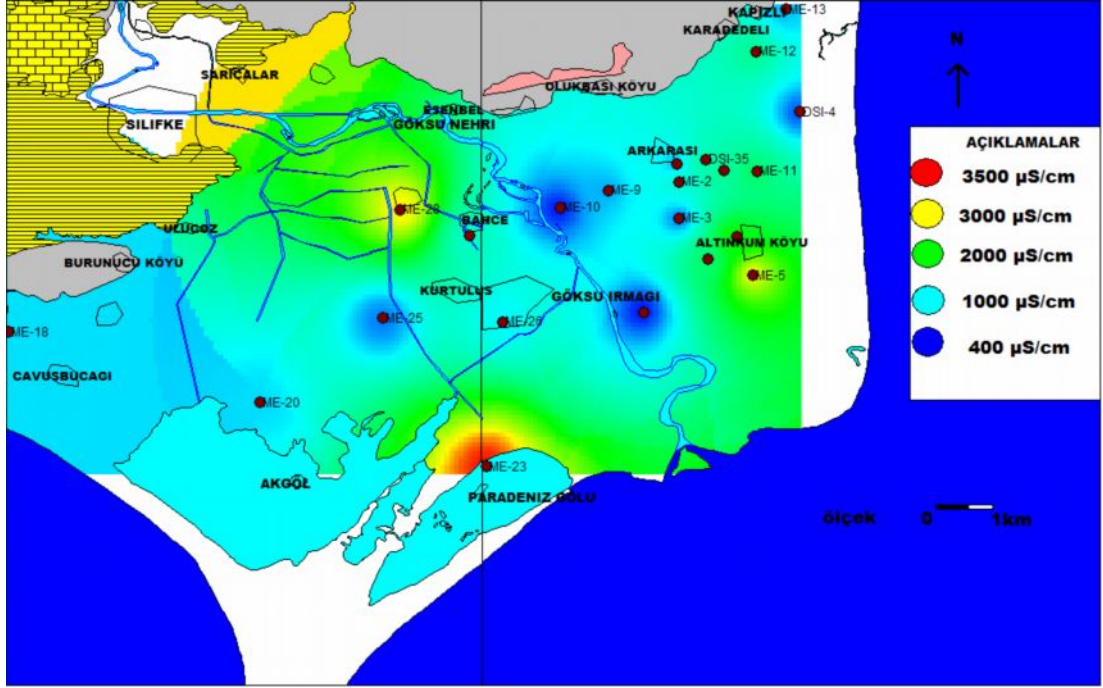
Şekil 4.52. Göksu deltası alüvyon akiferde sıcaklık değişimi (Nisan 2008).



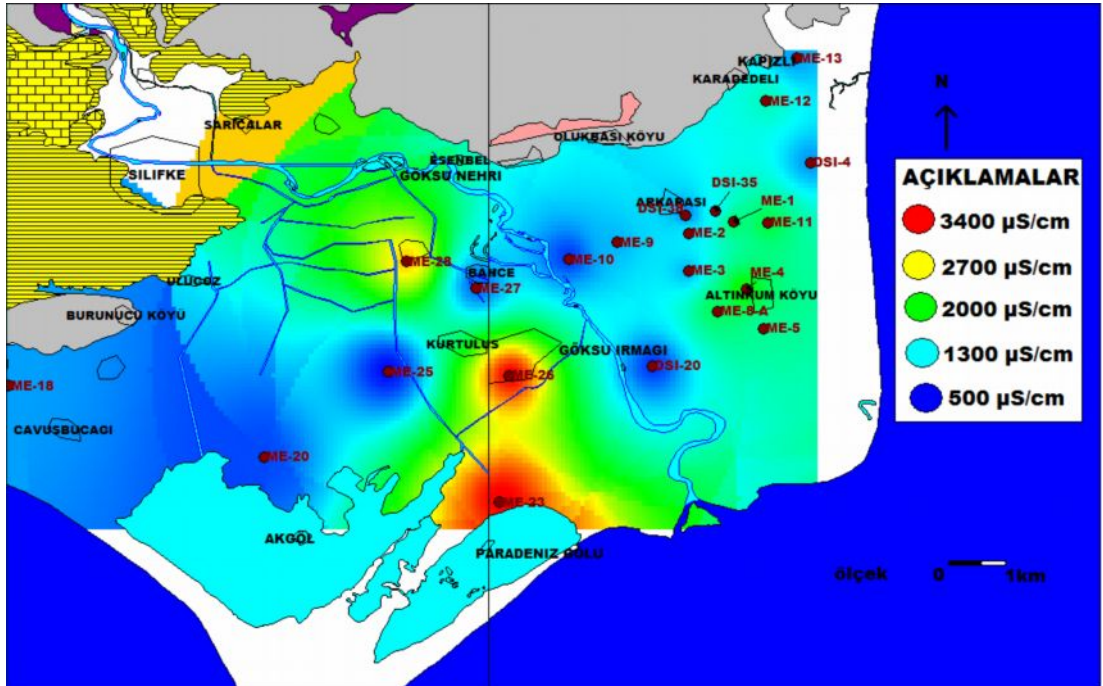
Şekil 4.53. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Haziran 2006) [41].



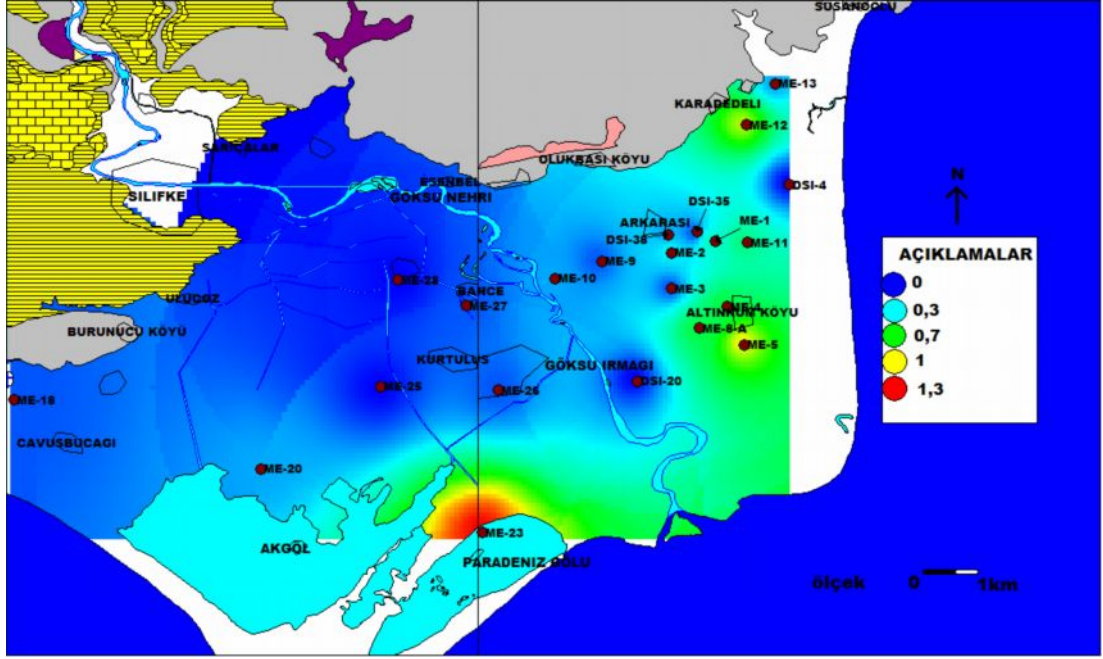
Şekil 4.54. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Temmuz 2007) [1].



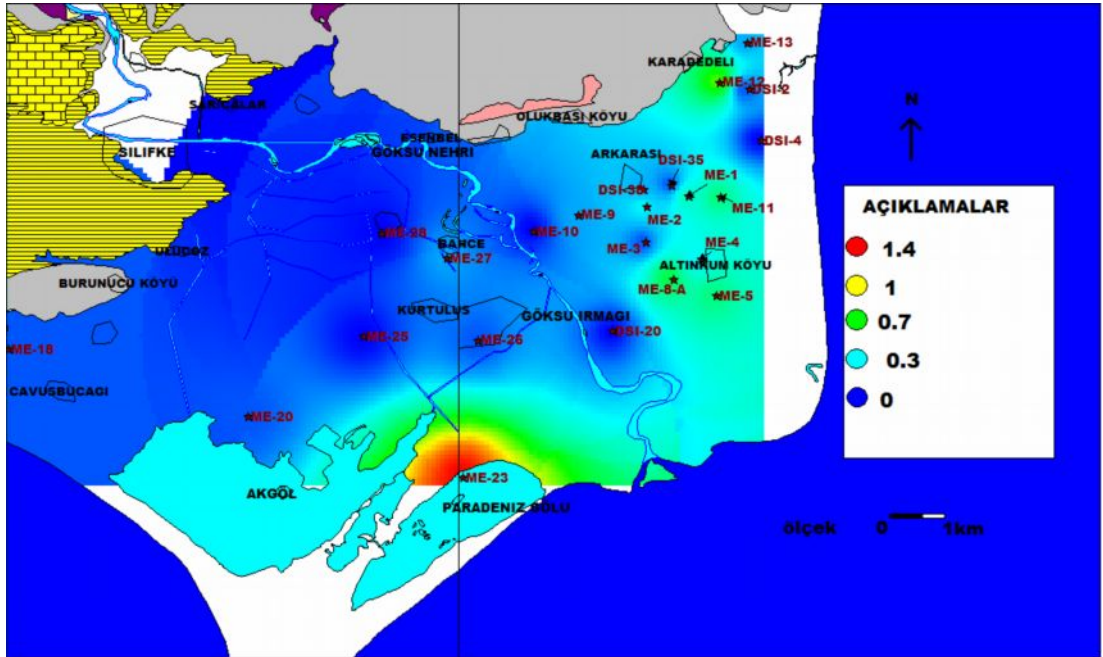
Şekil 4.55. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Ocak 2008).



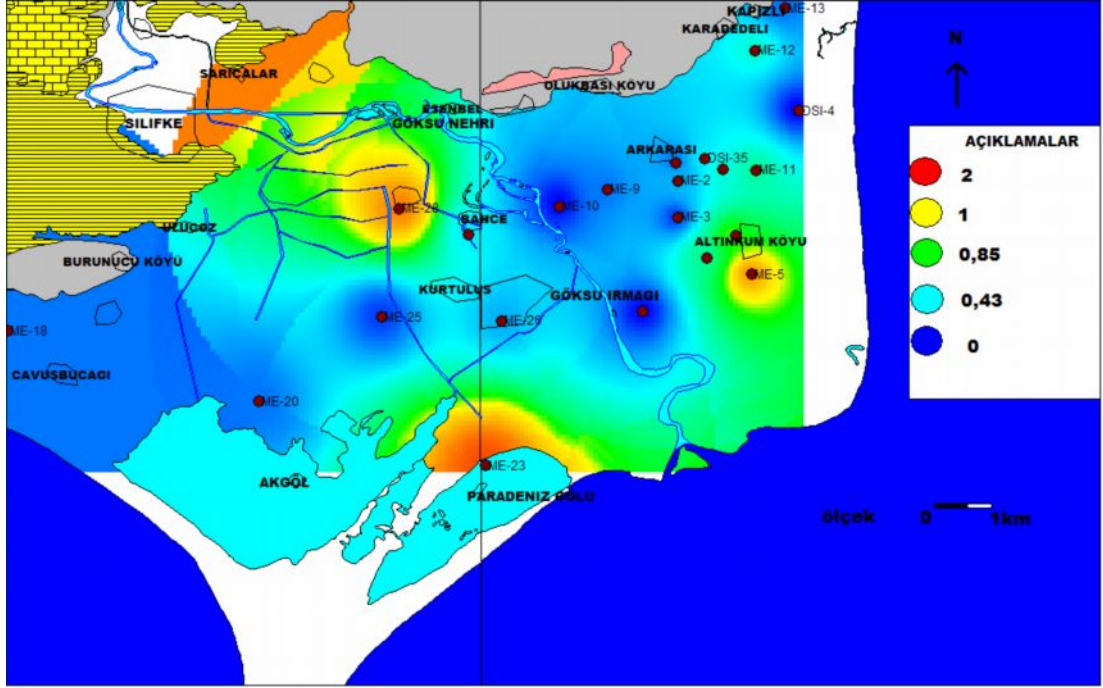
Şekil 4.56. Göksu deltası alüvyon akiferde elektriksel iletkenlik değışimi (Nisan 2008).



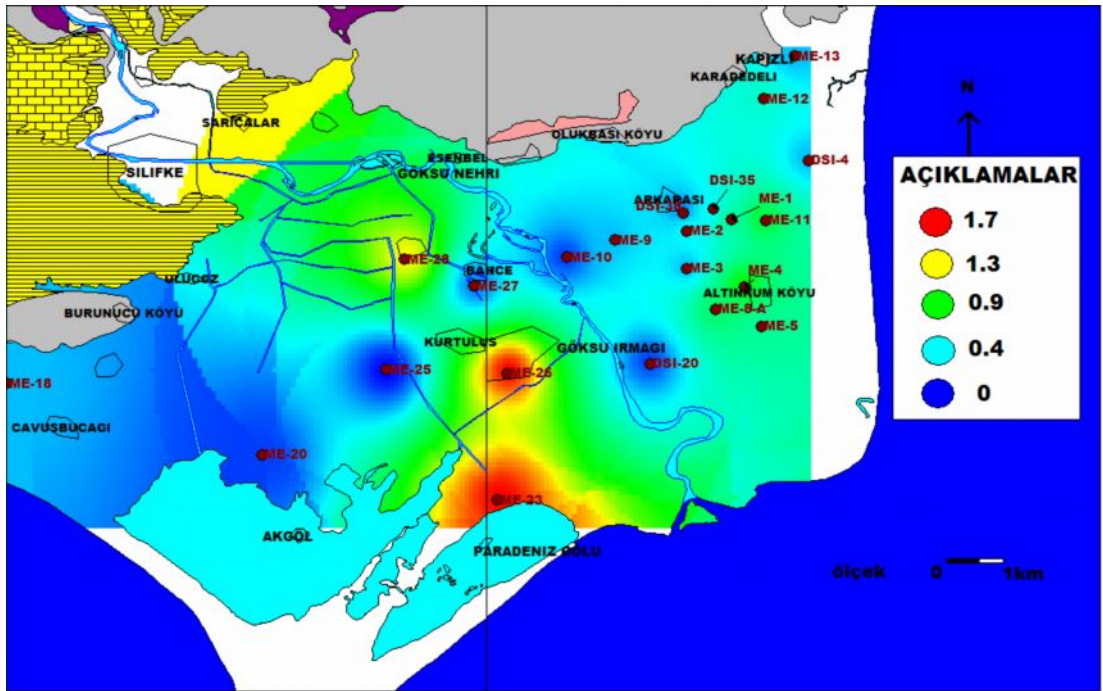
Şekil 4.57. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.58. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değişimi (Temmuz 2007) [1].



Şekil 4.59. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değişimi (Ocak 2008).



Şekil 4.60. Göksu deltası alüvyon akiferde salinite (tuzluluk) değişimi (Nisan 2008).

Yeraltı suyunda oksijen içeriğine bağlı olarak azotun çeşitli formları azot gazı, amonyak ve nitrit genellikle nitrata dönüşür. Yeraltı suyu nitrat kontaminasyonuna sebep olan bazı yerel kaynaklar; hayvan ve insan atıkları endüstriyel atıklar, gübreler [57] ve yerleşim yerlerinde elle ya da kaza sonucu azotlu materyallerin dökülmesi ile birikebilir [58]. Yeraltı sularının nitrat kirliliğine bir diğer antropojenik kaynak örneği septik tanklardır. Yeraltı suyu kontaminasyonu genellikle septik sistemlerin yoğunluğu ile ilgilidir [57].

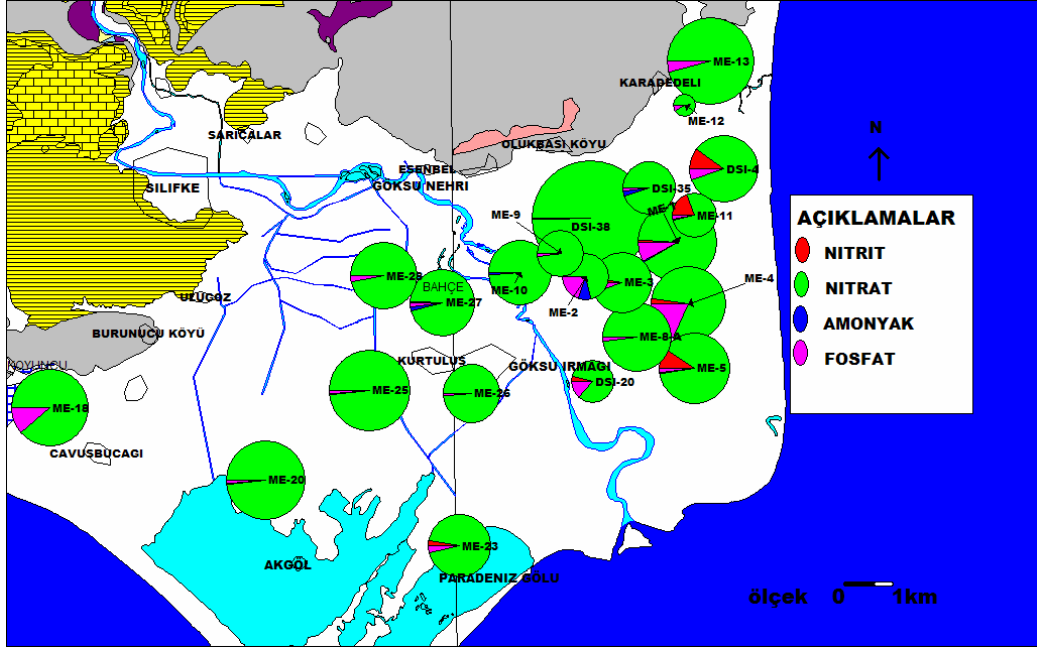
Göksu deltası'nda tarımsal üretimde kullanılan başta kimyasal gübreler olmak üzere gübreler bu bölgedeki suların kirlenmesinde önemli bir paya sahiptir. Gübrelerden kaynaklanan kirlilik içerisinde ise üzerinde en fazla durulan suların nitrat ile kirlenmesidir. Çünkü nitrat, tarımsal üretimde kullanılan gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda uygulanmakta ve toprakta nitrat birikmektedir. Biriken bu nitratın koşullara göre değişen miktarları, yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve bir bölümü yeraltı ve yerüstü sularına ulaşmaktadır. Bölgede kanalizasyon şebekesi yerine fosseptik çukurların olması yeraltı suyunda azot ve fosfat derişimlerinin artmasına sebep olmaktadır. Alüvyon akifer, nitrat kontaminasyonuna yüksek hassasiyet gösteren akifer grubuna girmektedir. Nitrifikasyon prosesine bağlı olarak çalışma alanından alınanda rastlanan amonyak ve nitrit iyonları yeni (taze) bir fekal kirlenmenin olabileceğini göstermektedir. Nitrat iyonu tespiti ise kirlenmenin eski olduğunu gösterir.

Bursa ovasında açılmış bir sondaj kuyusunda 16–20 mg/l olan nitrat konsantrasyonunun, gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde 110–150 mg/L'ye kadar çıktığı tespit edilmiştir [59].

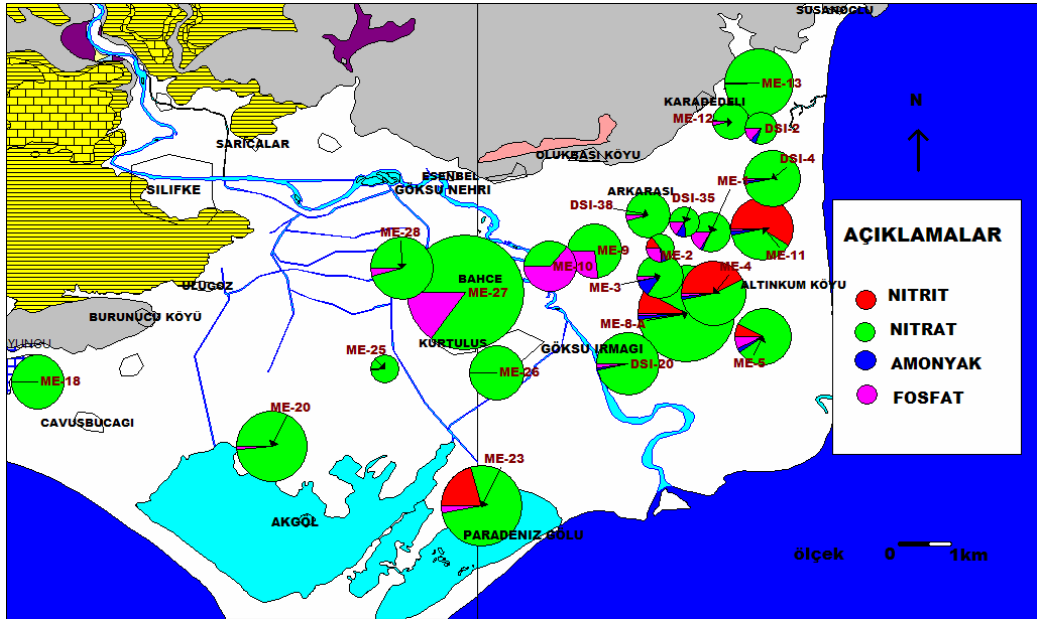
Tarım topraklarından her yıl hasat edilen tane, sap, meyve, yumru vb. ürünlerle önemli miktarlarda besin elementleri kaldırılır. Yıkanma suretiyle topraktan uzaklaşan N, P, K, Ca ve Mg miktarları arasında karşılaştırma yapılırsa, sıra ile en fazla kalsiyum yıkanmakta, buna azot ve potasyum izlemekte, en az yıkanan fosfor olmaktadır. Fosforun toprakta en az yıkanması toprak kompleksleri tarafından fosforun tutulması (fiske edilmesi) ile ilgilidir. Toprakta azot en fazla

nitrat şeklinde yıkanır. Nitrat eksi elektrik yüke sahiptir. Toprak kompleksleri de çoğunlukla eksi elektrik yüküne sahip olduğu için nitrat toprakta tutulmaz ve dolayısıyla fazlaca yıkanır. Kış ve bahar aylarında bitkilerin büyümesi yavaşlar, buna bağlı olarak da topraktan bünyesine aldığı nitrat miktarı azalır ve toprakta biriken nitratin, yağmur sularının da etkisiyle yeraltı suyuna geçişi artar [37].

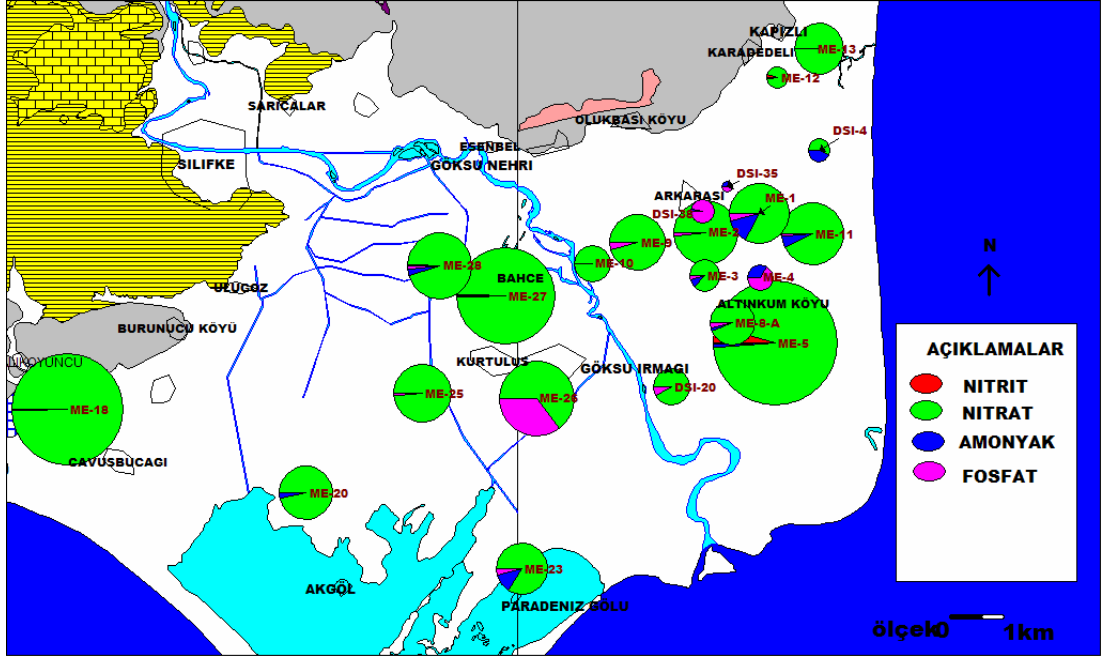
MapInfo ile hazırlanan nitrat ve fosfat tematik haritalarında konsantrasyonların yerel değişimleri incelenerek tarımsal arazi kullanımı ve yerleşimlerden kaynaklanan kirlilik göstergelerinden NO_3^- ve PO_4^{3-} konsantrasyonlarının özellikle Altinkum ve kuzey batısında artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.61–4.64). Alanda tarımsal aktiviteler ve gübreleme işlemleri yılın 12 ayı devam etmektedir. Yapılan analizlerin sonuçları incelendiğinde bahar ve kış aylarına denk gelen 2008 yılı Ocak ve Nisan ayı örneklemelerinde kuyularda nitrit, amonyak ve fosfat iyonuna nazaran, nitrat iyonunun daha baskın olduğu tespit edilmiştir.



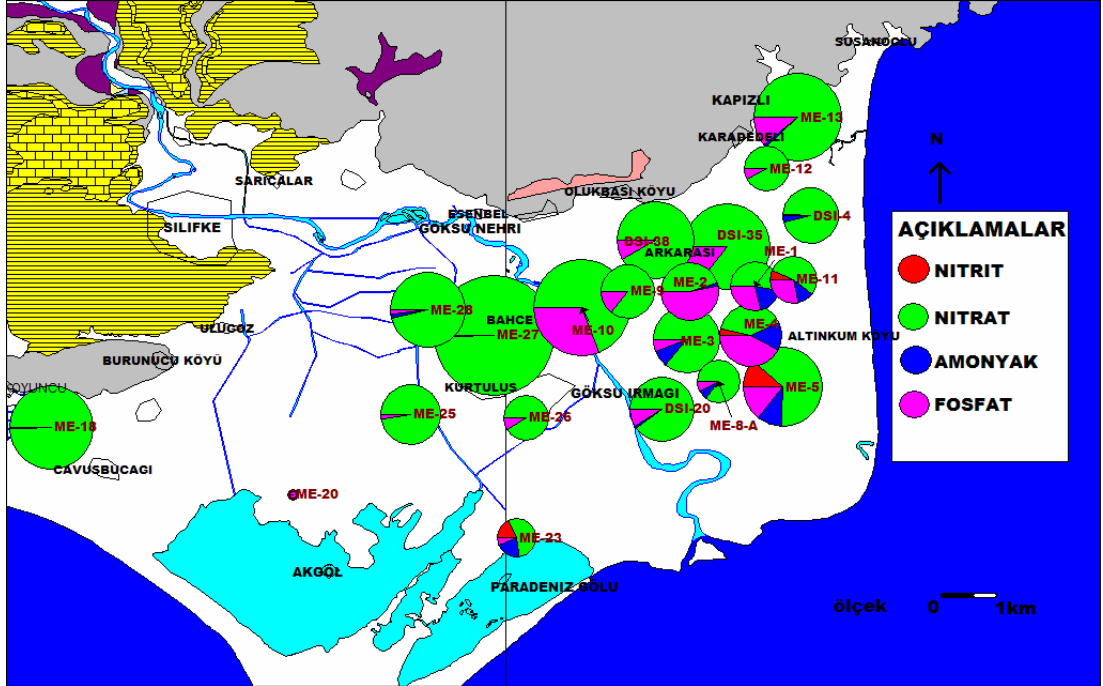
Şekil 4.61. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.62. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değişimi (Temmuz 2007) [1].

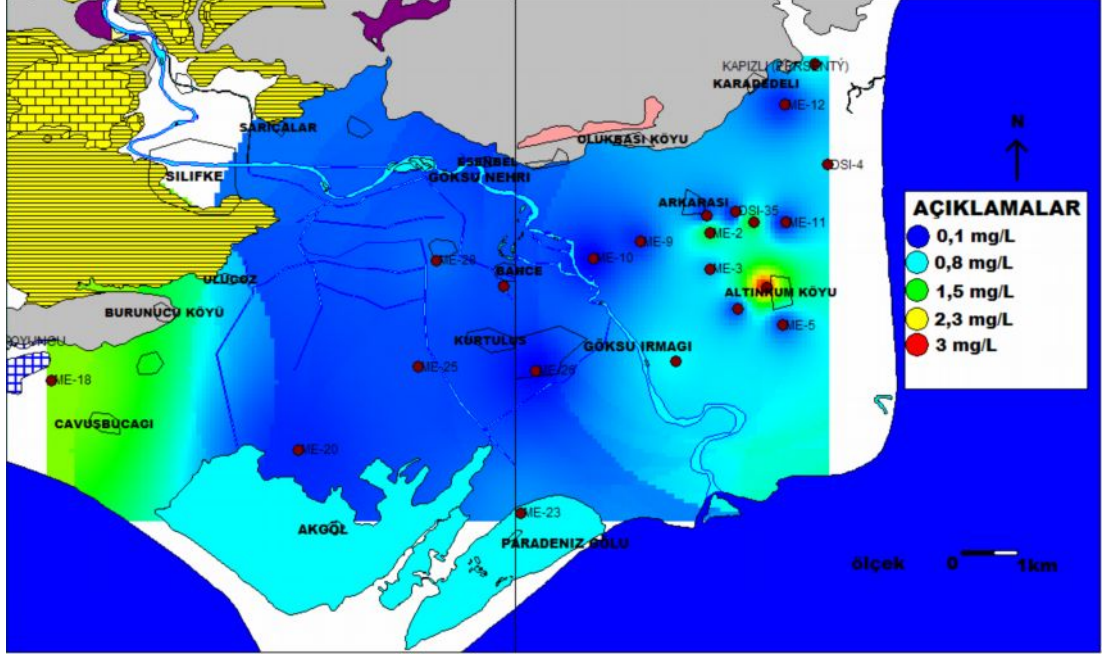


Şekil 4.63. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değişimi (Ocak 2008).

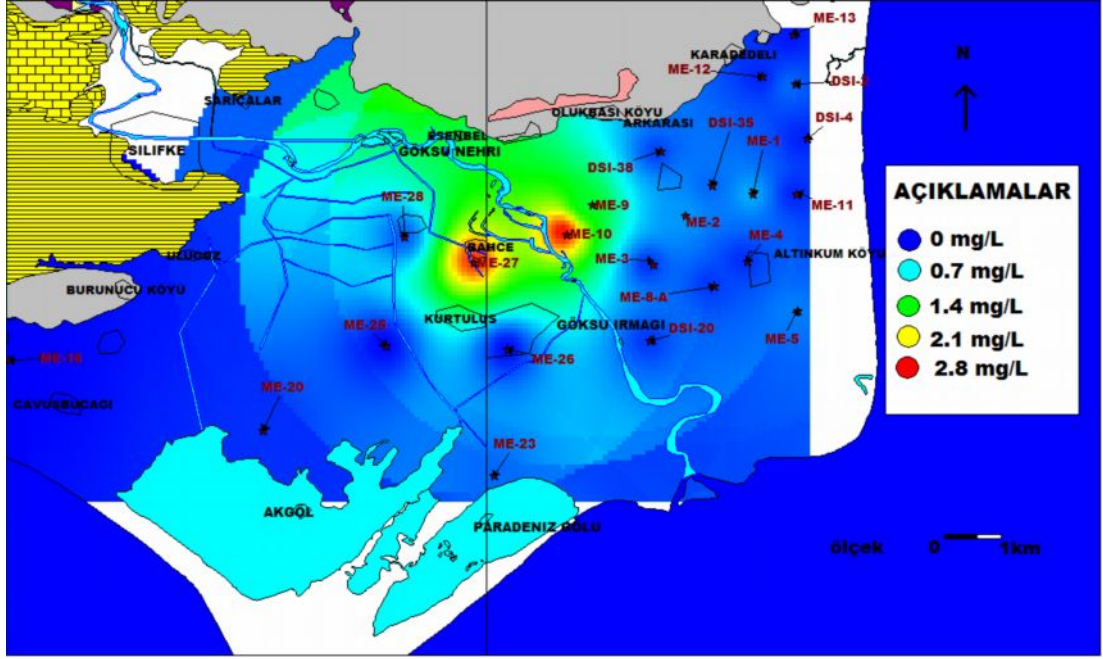


Şekil 4.64. Göksu deltası alüvyon akiferde azot ve fosfat değişimi (Nisan 2008).

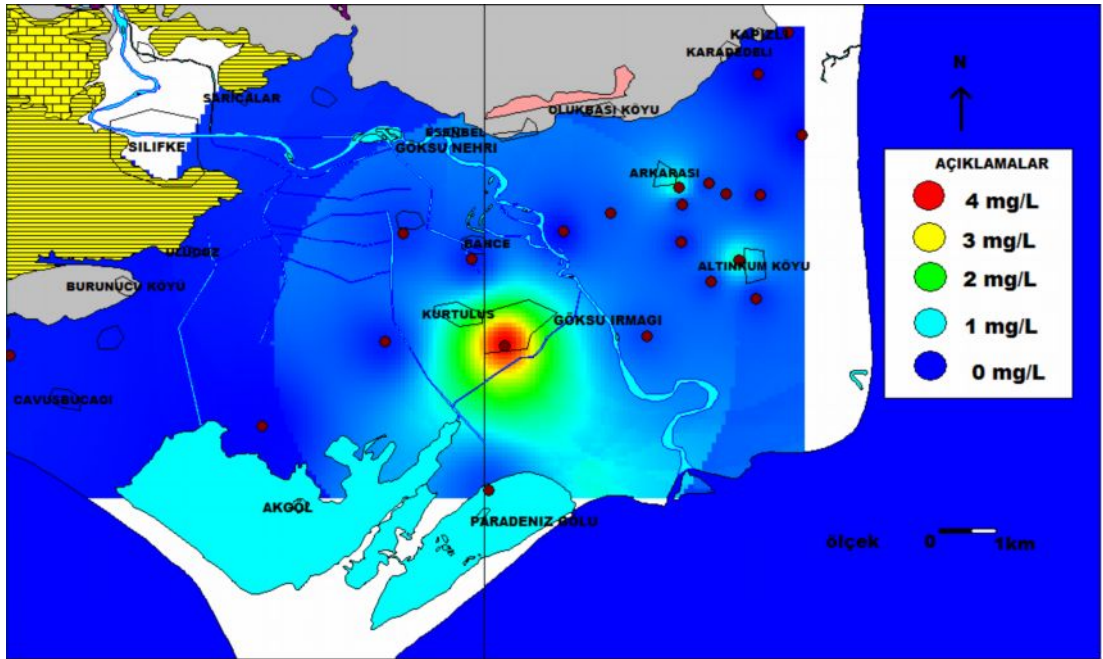
Çalışma alanında yapılan 4 dönem fosfat iyonu ölçümleri, kıyıya uzak deniz suyu girişiminin az ya da hiç olmadığı kuyular ve çevresinde fosfat iyonunun daha fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 4.65-Şekil 4.68).



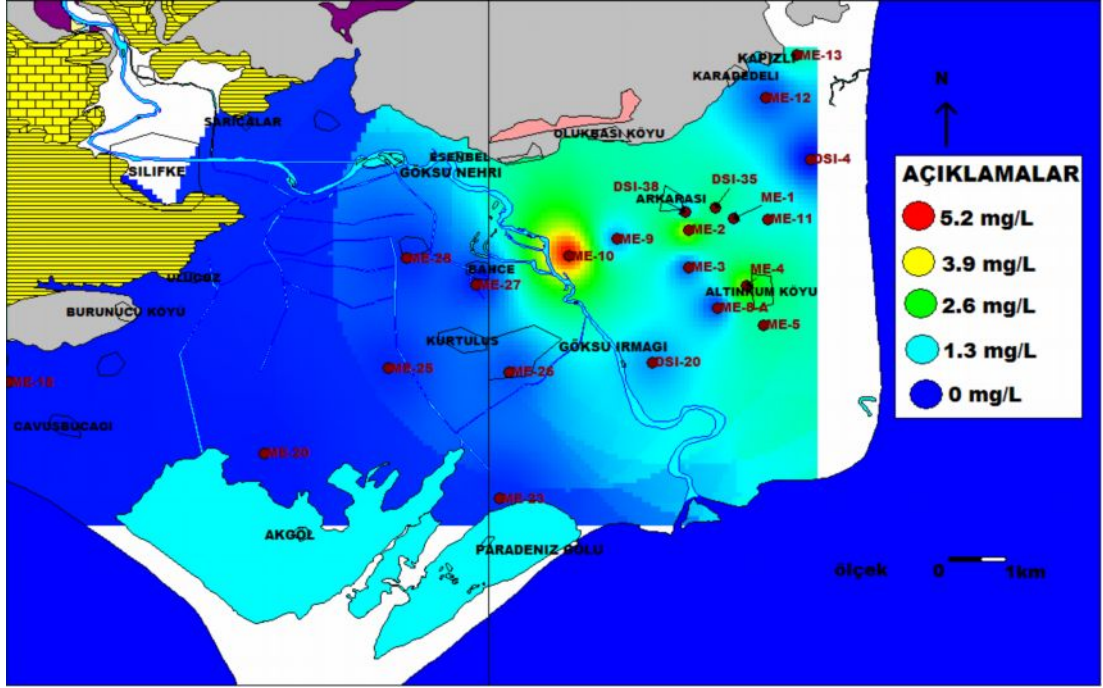
Şekil 4.65. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değişimi (Haziran2006) [41].



Şekil 4.66. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değişimi (Temmuz 2007) [1].

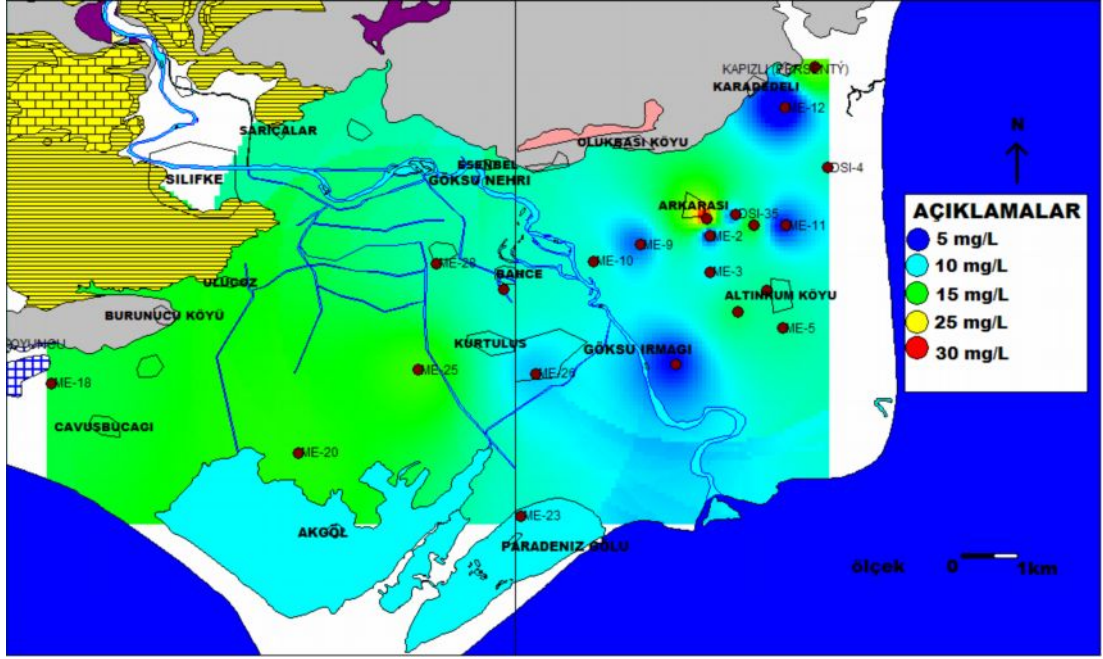


Şekil 4.67. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değişimi (Ocak 2008) [41].

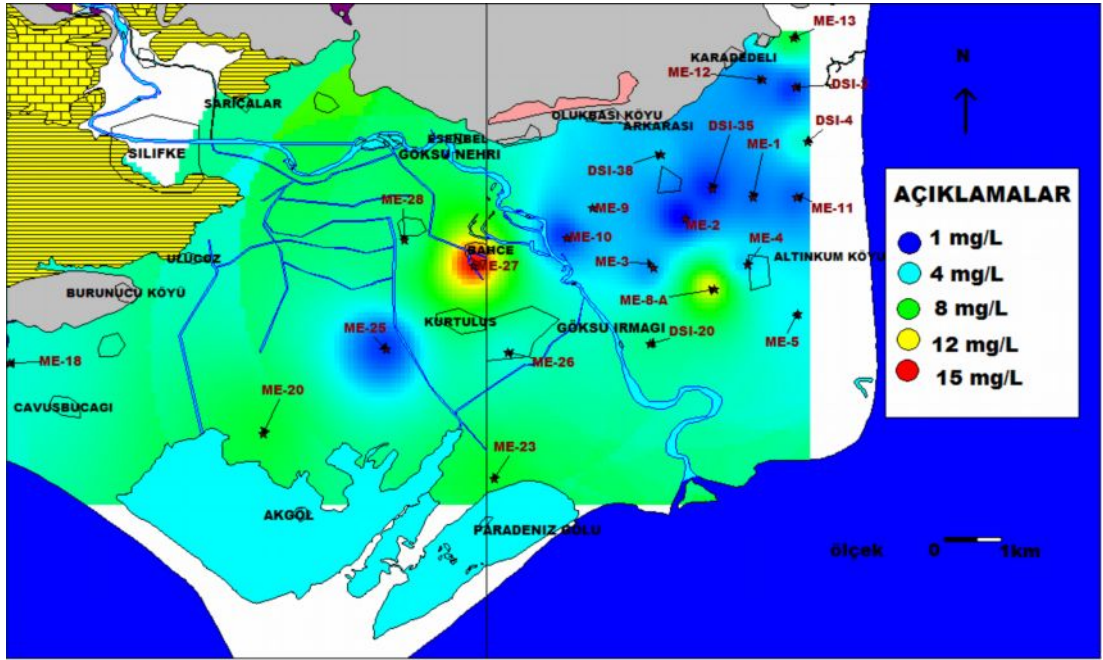


Şekil 4.68. Göksu deltası alüvyon akiferde fosfat iyonu değişimi (Nisan 2008).

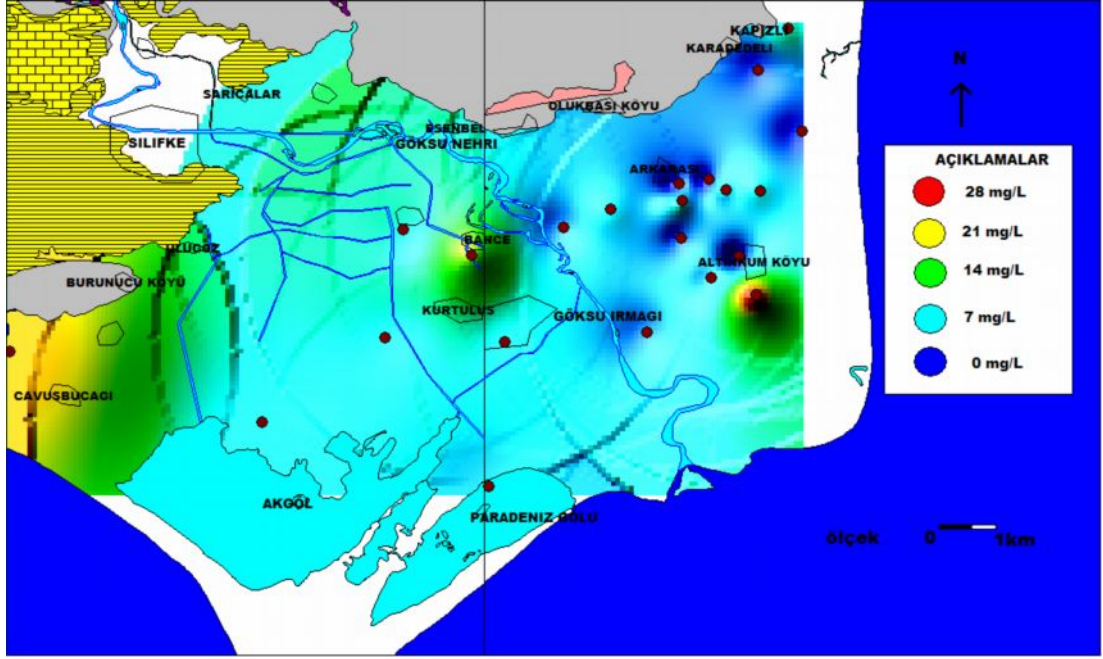
Nitrat iyonu analiz sonuçları incelendiğinde Haziran ve Temmuz aylarında nitratın 15 mg/L'yi aşmadığı, 2008 Ocak ve Nisan aylarında ise 28 mg/L konsantrasyonuna ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.69- Şekil 4.72).



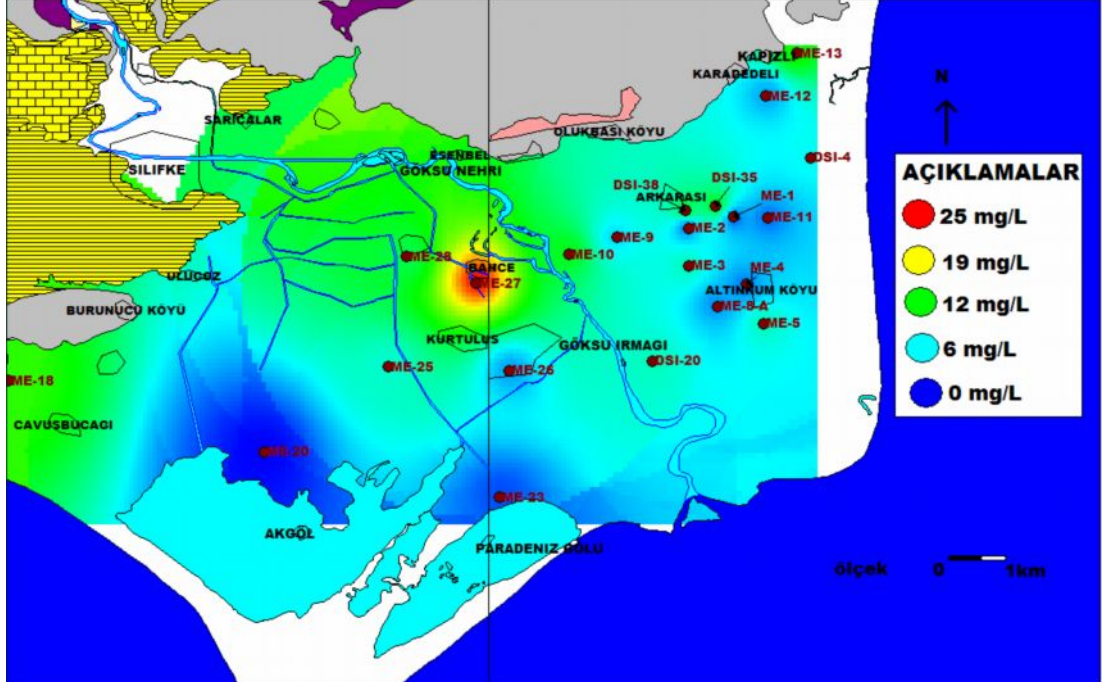
Şekil 4.69. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi
(Haziran 2006) [41].



Şekil 4.70. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi
(Temmuz 2007) [1].

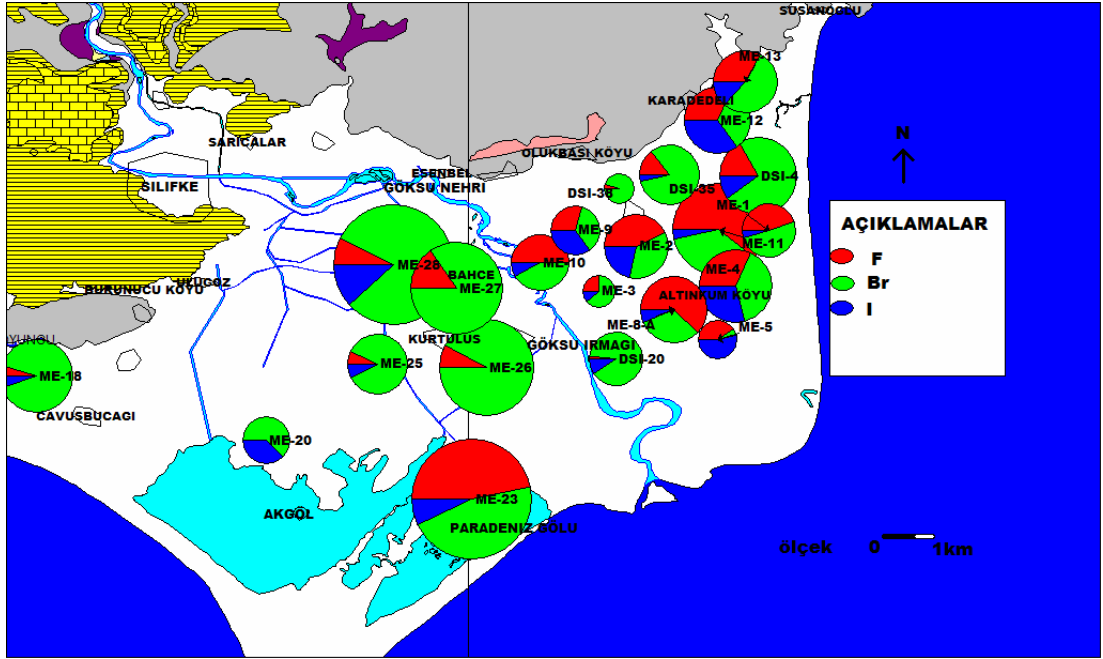


Şekil 4.71. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Ocak 2008).

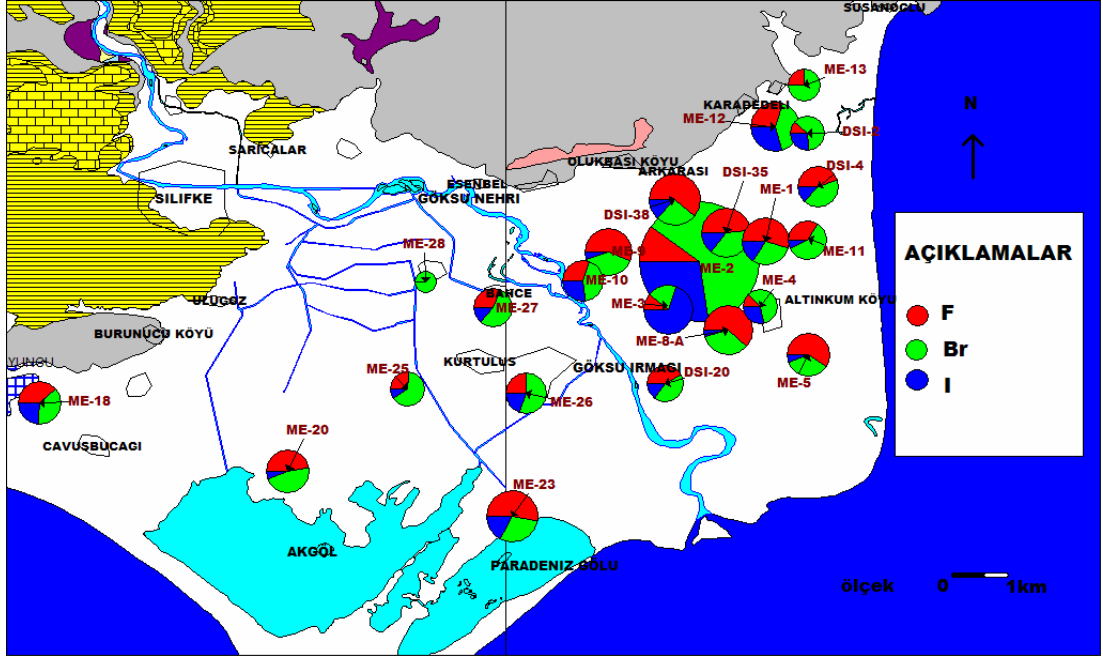


Şekil 4.72. Göksu deltası alüvyon akiferde nitrat iyonu değişimi (Nisan 2008).

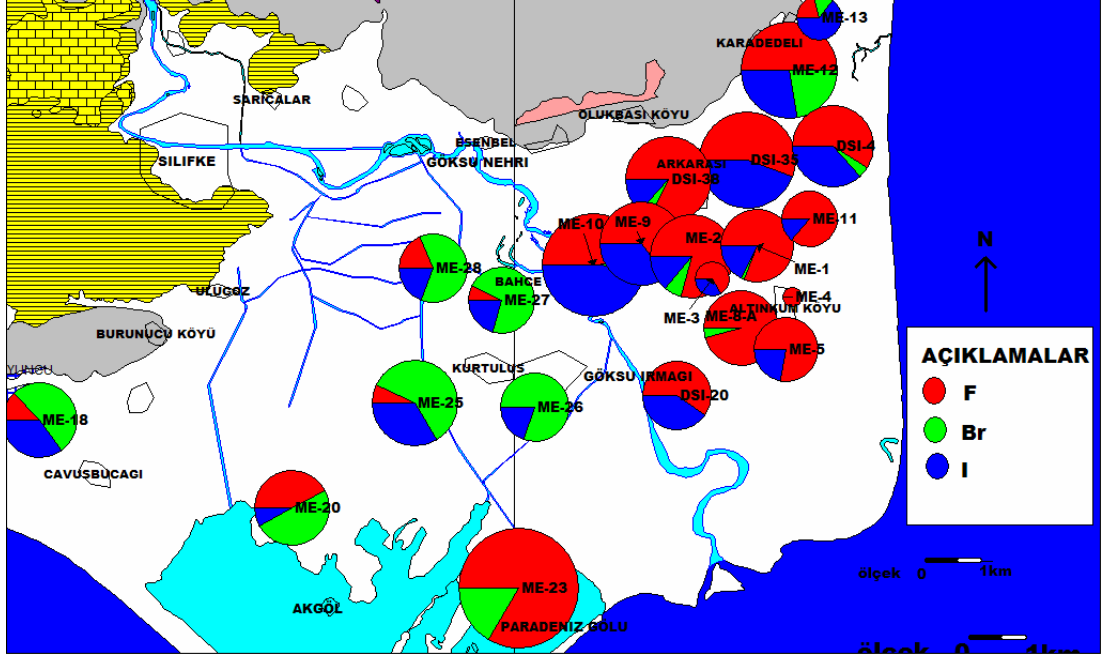
Alüvyon akiferde, florür, bromür, iyodür değişimi incelendiğinde yaz aylarında bromür iyonu, Kış ve bahar aylarında ise florür iyonuna rastlanmaktadır. Florür ve bromür, tarımda kullanılan gübre ile kıyı kesimlerde açılan kuyularda aşırı ve bilinçsiz su çekiminden dolayı deniz suyu girişiminden kaynaklanır (Şekil 4.73-4.76).



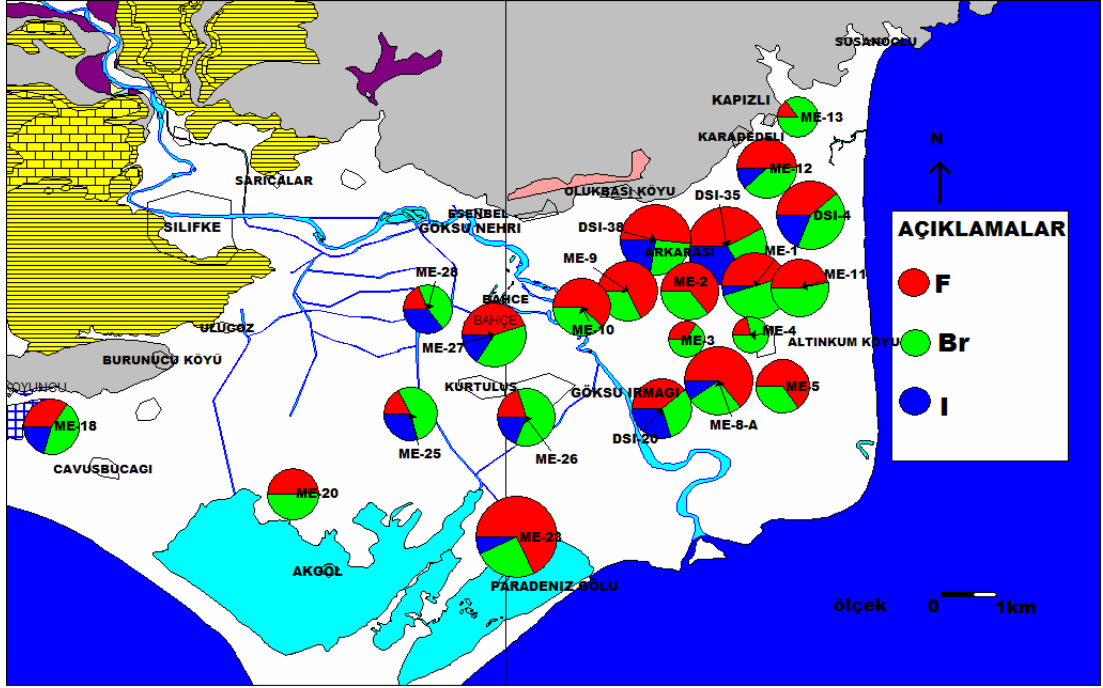
Şekil 4.73. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.74. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007) [1].

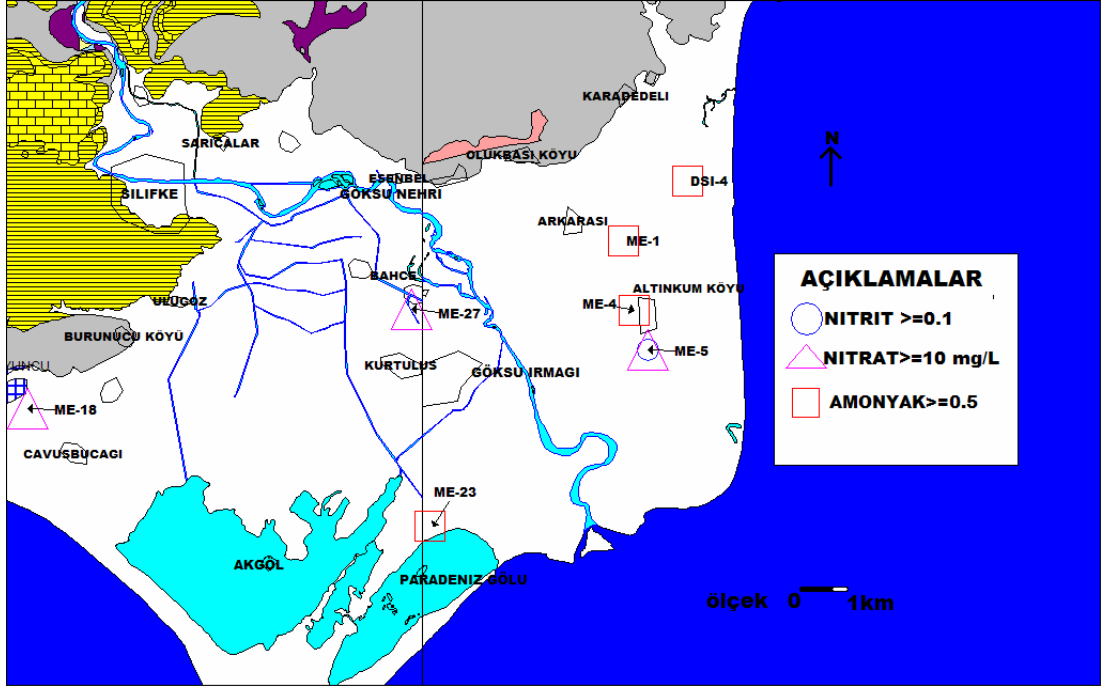


Şekil 4.75. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).

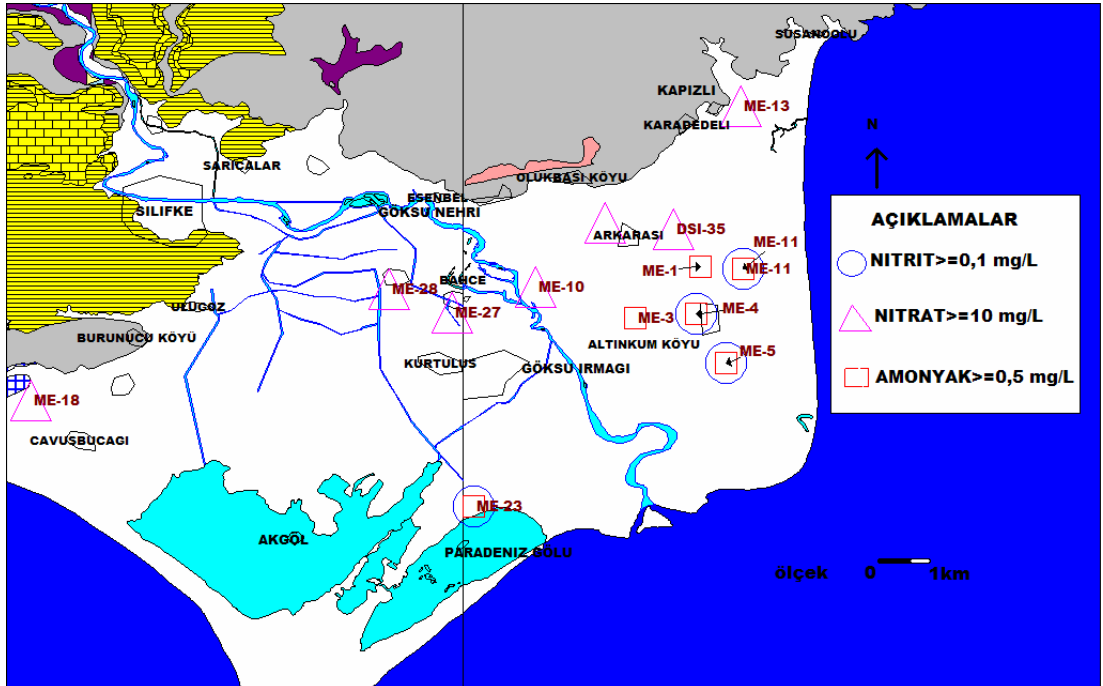


Şekil 4.76. Göksu deltası alüvyon akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).

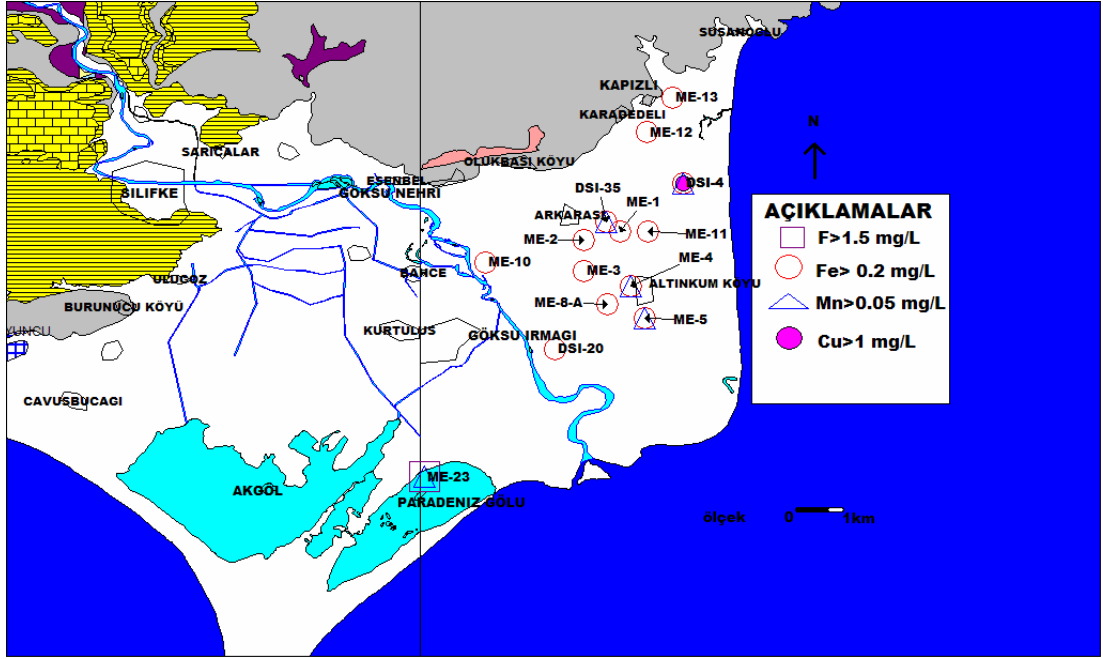
Dünya çapında kabul görmüş içme suyu standartlarından $Cr=0,05$ mg/L (WHO), $Cu=1$ mg/L (EPA) [61], $F=1,5$ mg/L (WHO), $Fe=0,2$ mg/L (European Economic Community EEC), $Mn=0,05$ mg/L (EEC), $NO_2=0,1$ mg/L (EPA ve TSE-266), $NO_3 \geq 10$ mg/L (EPA ve TSE-266) ve $NH_3 =0,5$ mg/L (TSE-266 ve WHO) değerleri esas alınarak MapInfo ile oluşturulan CBS’de sorgulama yapılmış ve içme suyu olarak kullanımı uygun olmayan sular için her iki döneme ait tematik haritalar hazırlanmıştır (Şekil 4.77- Şekil 4.80). Standartları aşan krom değerlerine rastlanmamıştır. Bu haritalar incelendiğinde alüvyon akiferdeki kuyuların içmeye uygun olmadığı tespit edilmiştir.



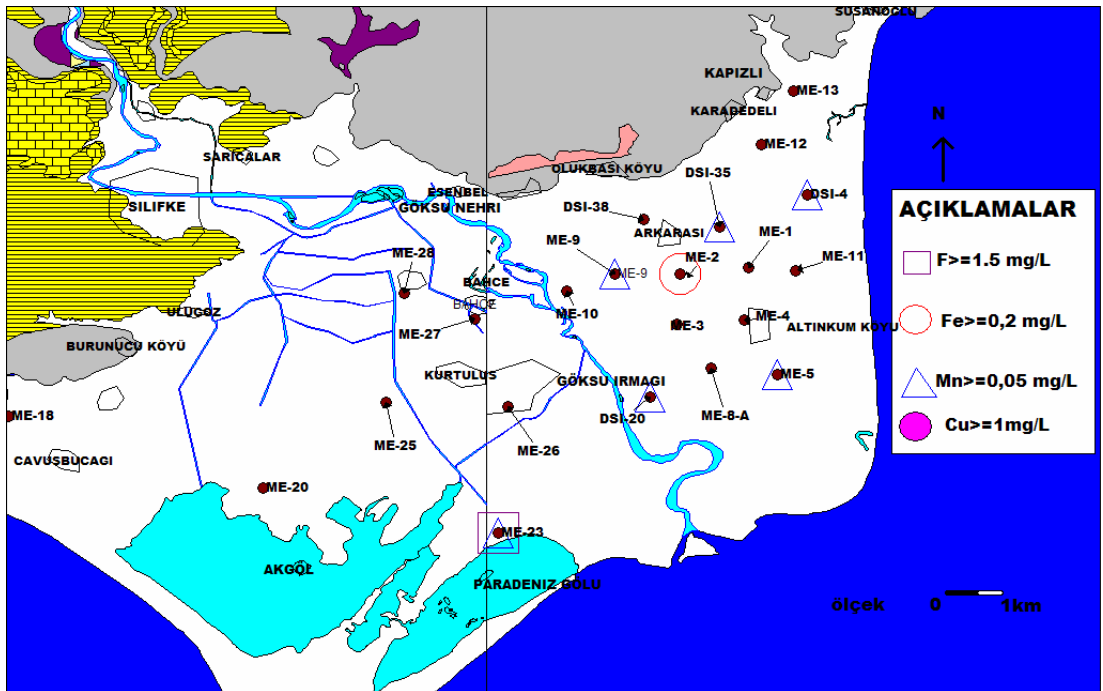
Şekil 4.77. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Ocak 2008).



Şekil 4.78. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Nisan 2008).

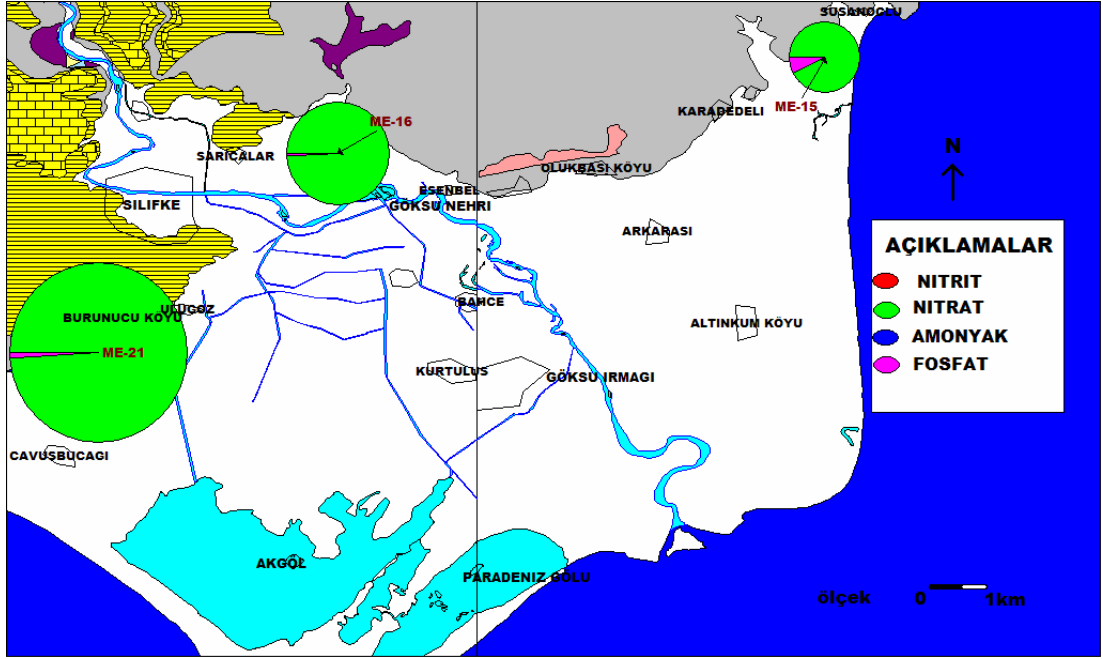


Şekil 4.79. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Ocak 2008).

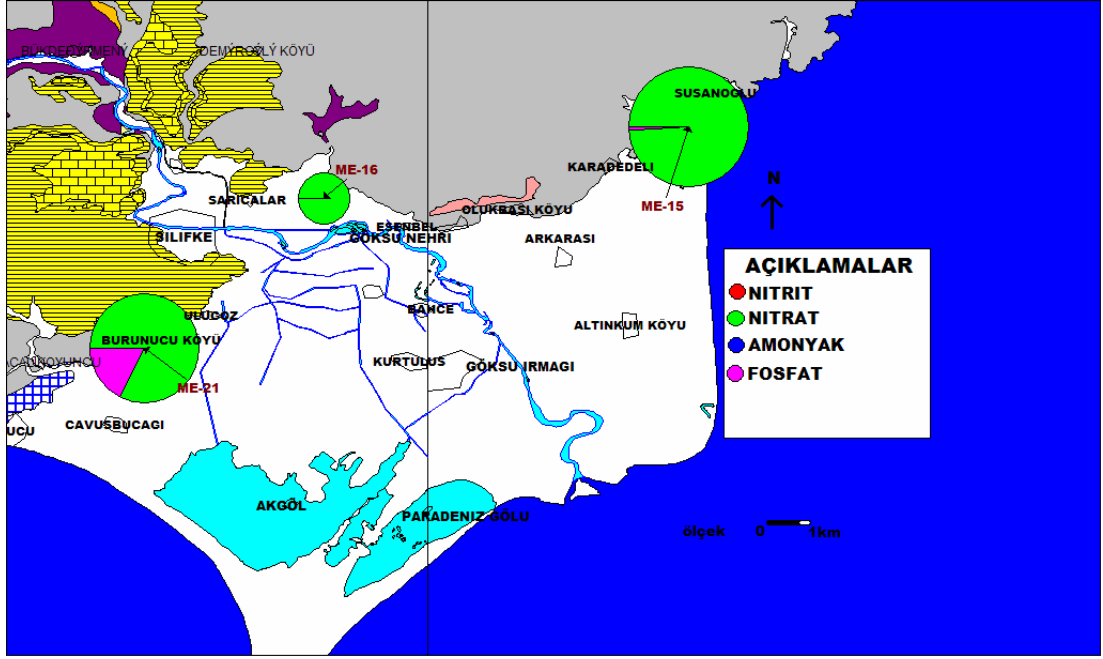


Şekil 4.80. Göksu deltası alüvyon akiferde sorgulama sonuçlarına göre içmeye uygun olmayan kuyu suları (Nisan 2008).

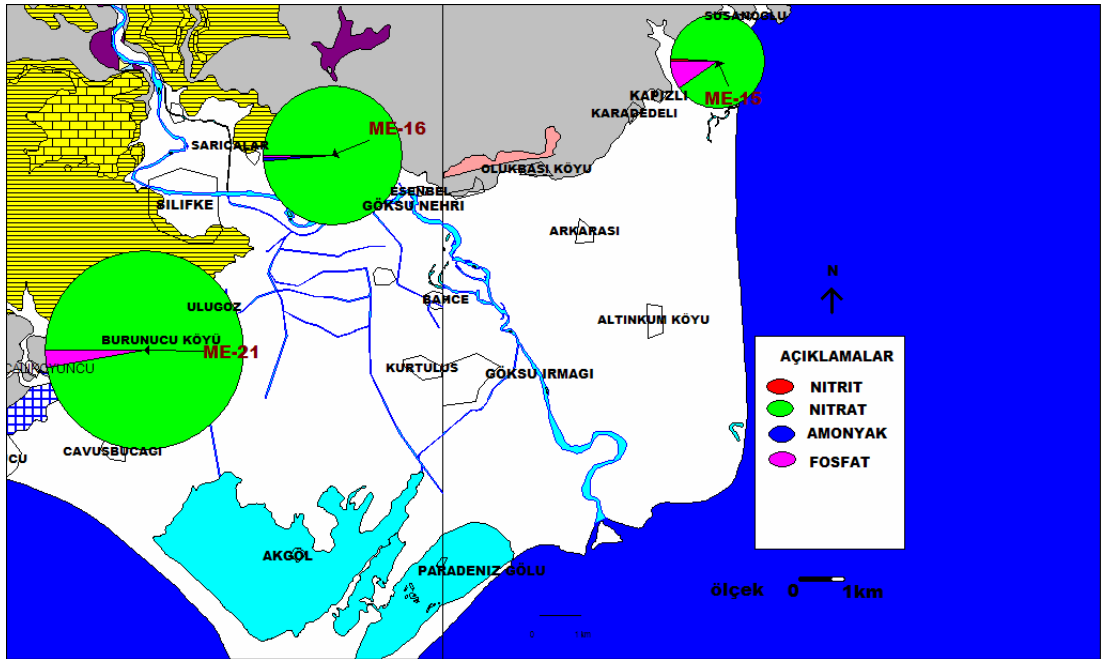
Kireçtaşı akiferi üzerindeki kuyularda yapılan azot ve fosfat iyonu değişimleri incelendiği zaman kurak ve yağışlı mevsimlerde nitrat iyonunun hakim olduğu ve amonyak iyonuna hiç rastlanmadığı görülmektedir. Bu da bize bu bölgedeki kuyu sularında çok eski bir kirlenmenin etkilerinin devam etmekte olduğunu göstermektedir (Şekil 4.81- Şekil 4.84).



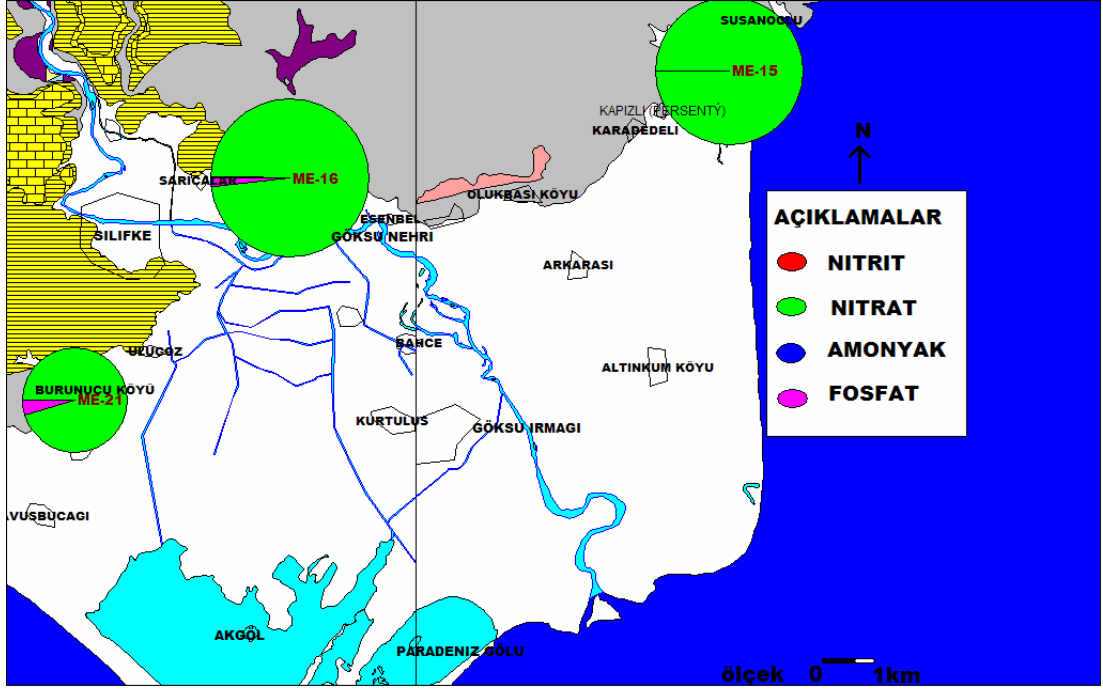
Şekil 4.81. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.82. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Temmuz 2007) [1].

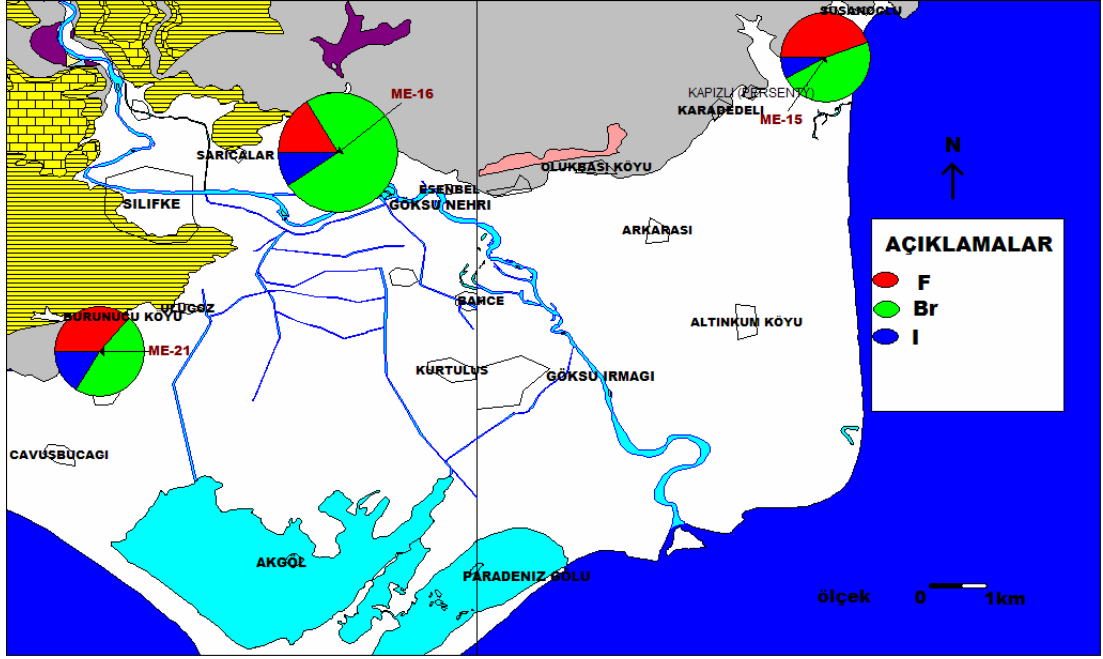


Şekil 4.83. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu değişimi (Ocak 2008).

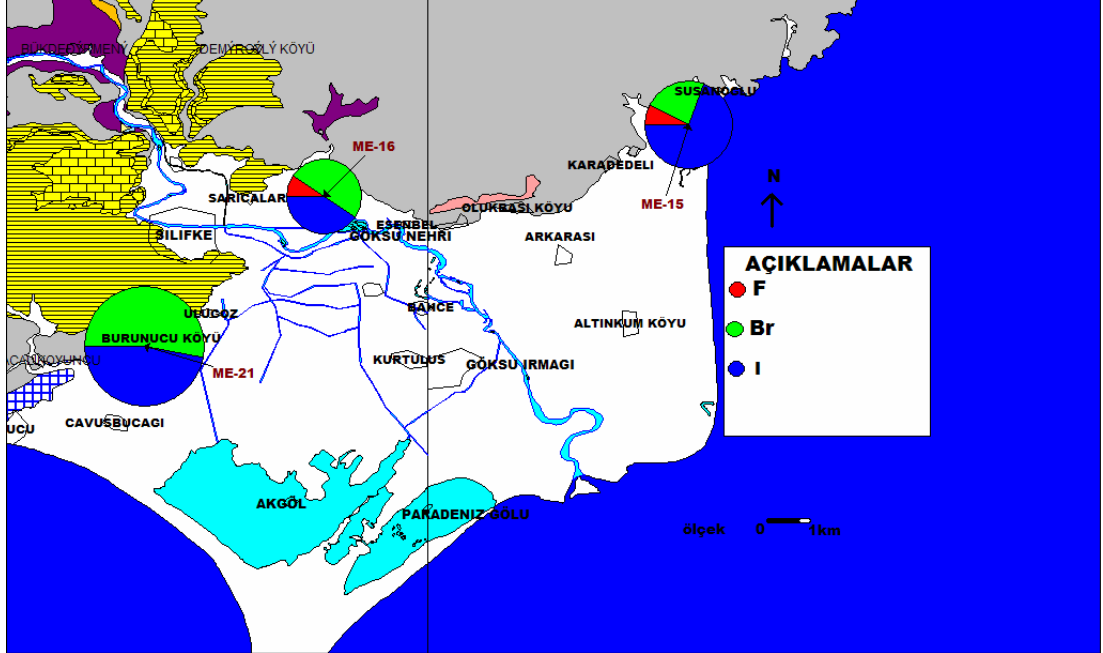


Şekil 4.84. Göksu deltası kireçtaşı akiferde azot ve fosfat iyonu dağılımı (Nisan 2008).

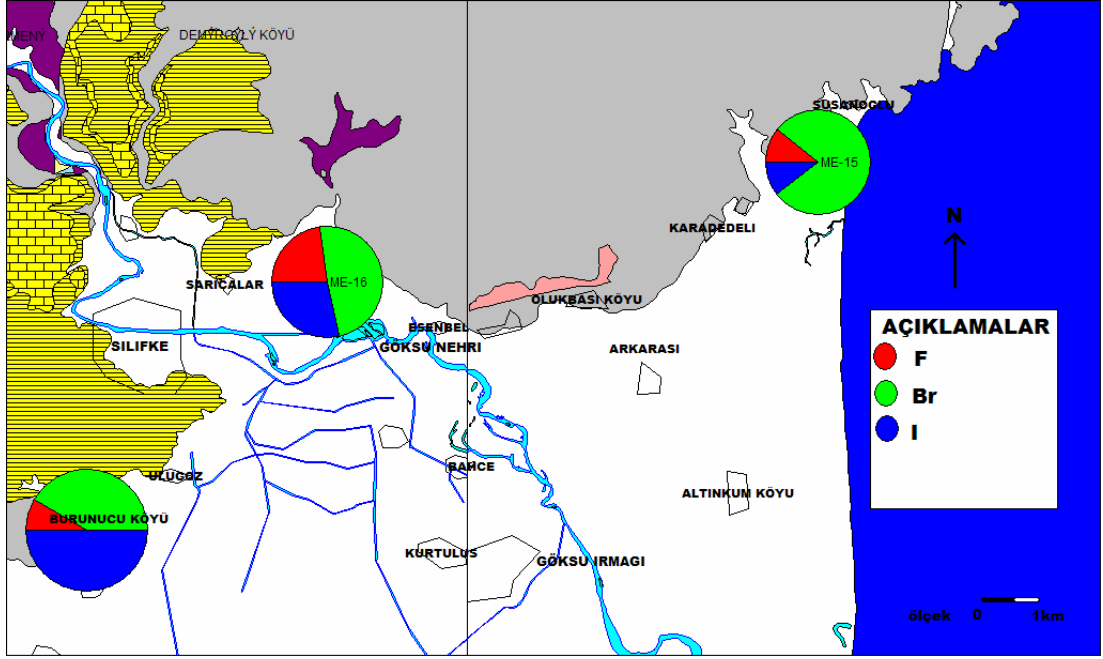
Flor, yeryüzünde magmatik kayaç ve killerde, eser miktarda da kumtaşları ve kireçtaşlarında bulunan doğal maddelerden biridir. Çalışma alanında bulunan kireçtaşı bünyesindeki florür, yağışlarla birlikte kayaktan suya geçerek sudaki derişimini arttırmaktadır (Şekil 4.85-Şekil 4.88).



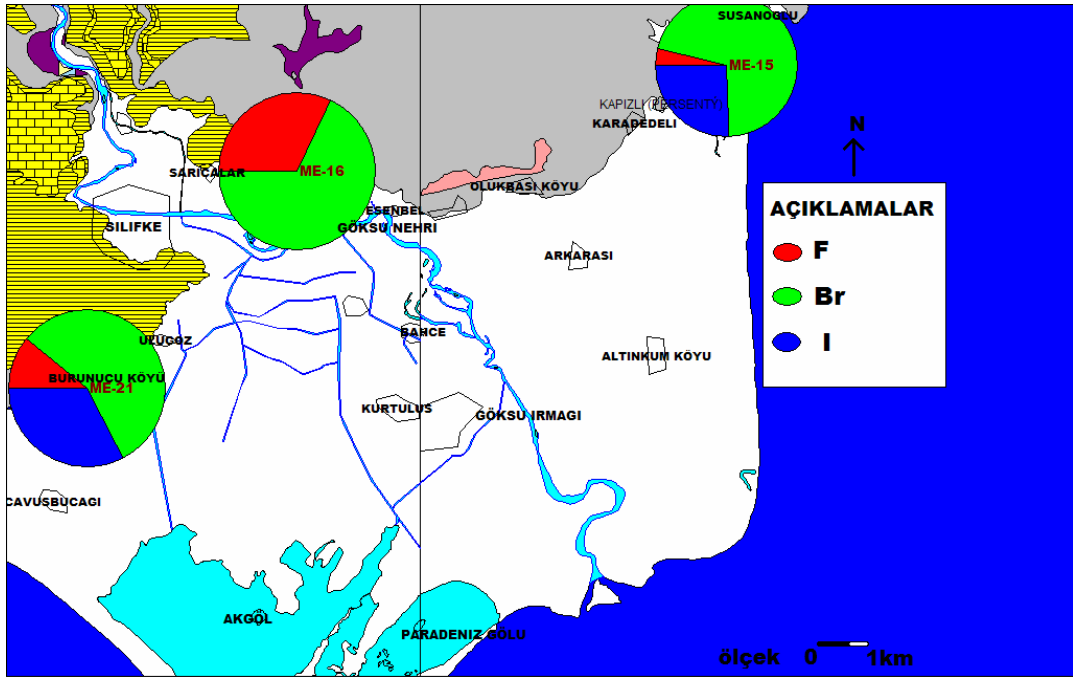
Şekil 4.85. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.86. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007) [1].



Şekil 4.87. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).

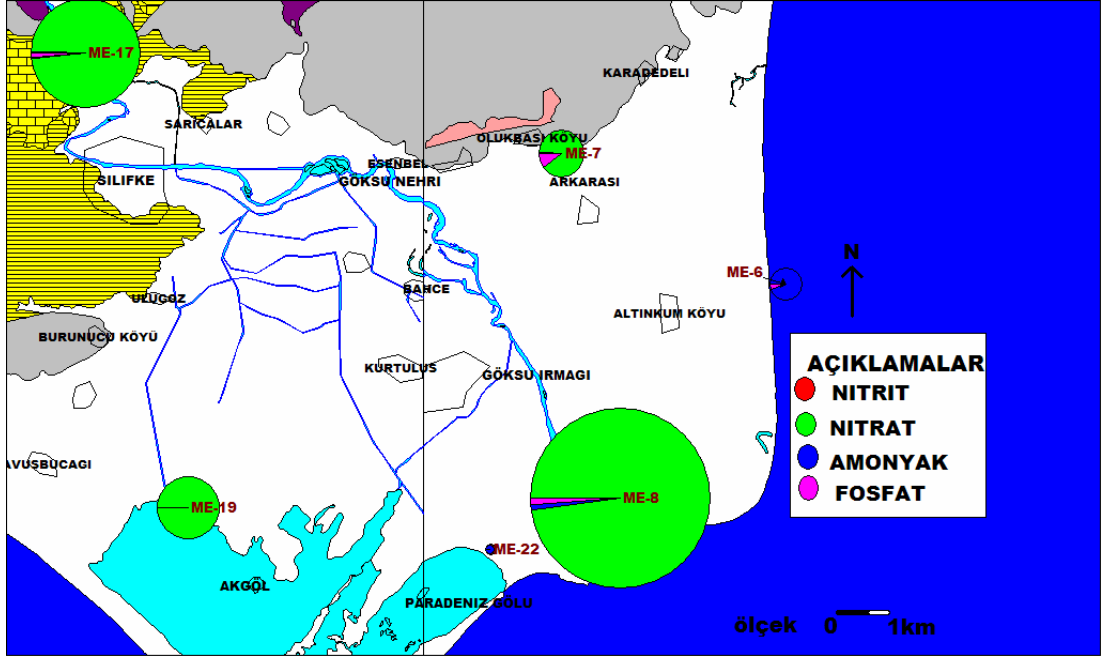


Şekil 4.88. Göksu deltası kireçtaşı akiferde florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).

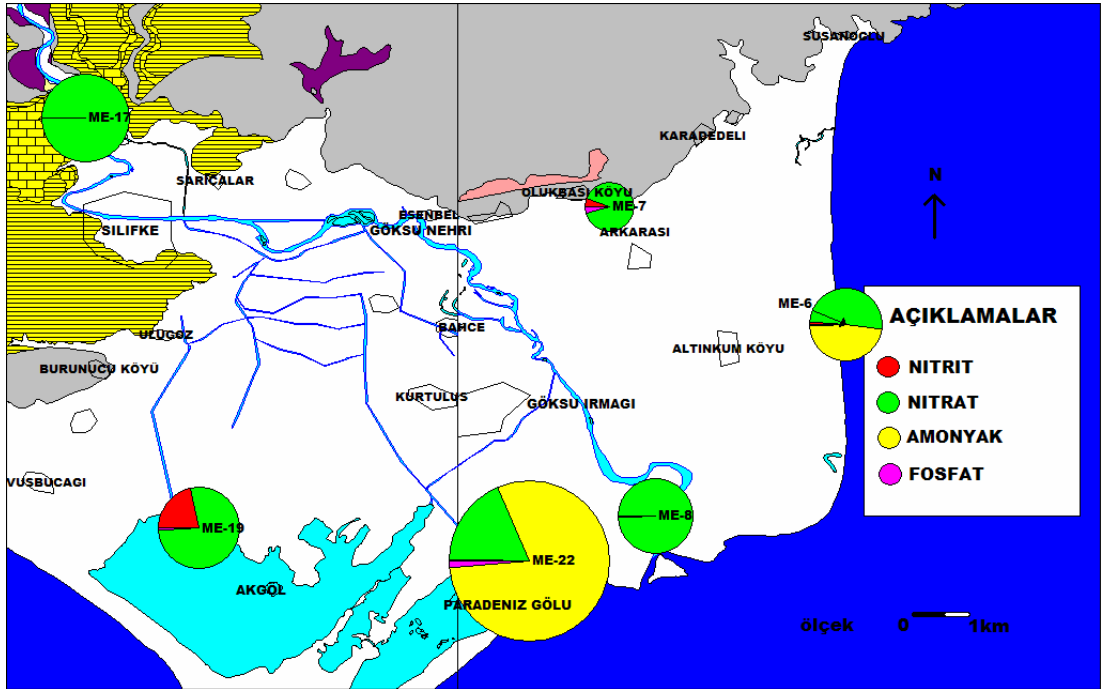
Yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimleri incelendiği zaman deniz suyu hariç (ME-6) diğer yüzey sularında nitrata 4 dönemde de rastlanmıştır. Bunun sebebi bölgedeki tarımsal aktiviteler ve kullanılan azotlu ve fosforlu gübrelerin toprak yüzeyinden yağışlarla ve sulama suları sızıntısı ile yüzey sularına ulaşmasından kaynaklanmaktadır. 2007 Temmuz ayında yapılan ölçümlerde nitrit ve amonyak iyonuna rastlanmıştır. Bu sonuçlar bize o dönemde taze kirlenmenin olduğunu göstermektedir.

Deniz suyunda yapılan 4 dönemlik ölçümlerin hepsinde amonyak iyonuna rastlanmıştır. Bu da deniz suyunun sürekli bir fekal kirlenmeye maruz kaldığını göstermektedir. Deniz suyu örnekleri alınırken, yüzeyden su numunesi alınmıştır. Nitrifikasyonu gerçekleştiren bakteriler denizin dip ve orta kısımlarında faaliyet gösterdiklerinden, denize giren amonyak nitrata yükseltgenememektedir (Şekil 4.89-4.92).

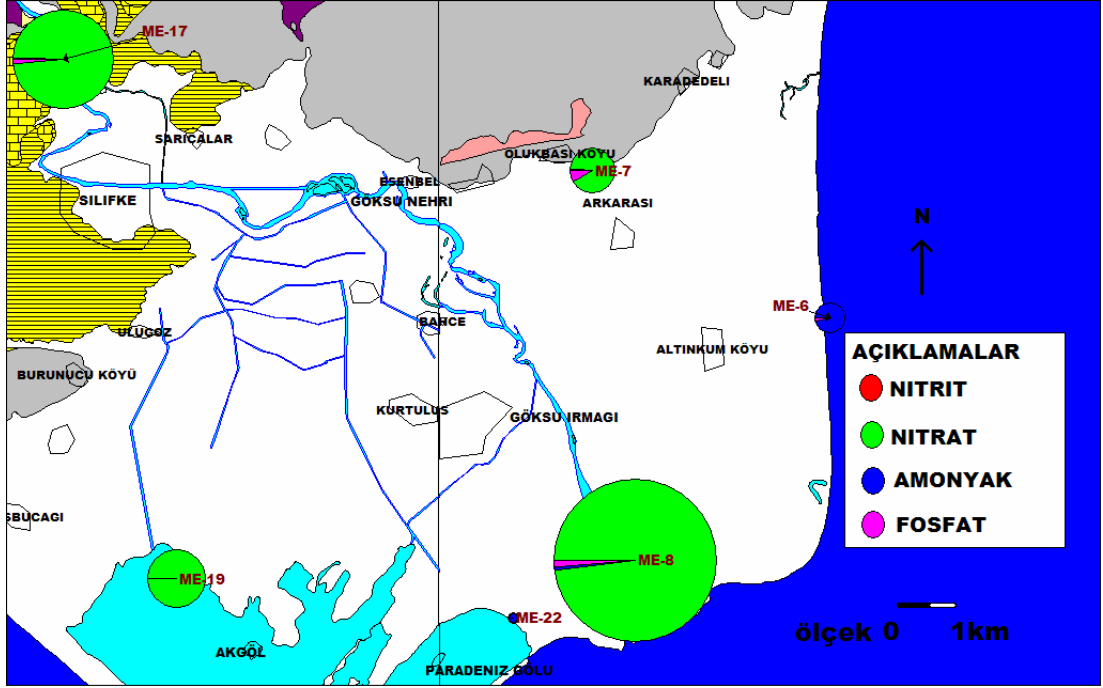
Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı 2005 yılında, Temmuz-Aralık ayları arasında 6 ay boyunca 8 ayrı noktadan alınan örneklerde deltadaki yüzey suyu kirliliğini belirlemek amacıyla analizler yaptırmıştır. Tüm noktalardaki analiz sonuçlarının ortalama değerleri hesaplanarak mevsimsel değişimleri açısından incelendiğinde, nitrit azotunun en yüksek konsantrasyonu Temmuz ve Eylül aylarında (0,06 mg/L), en düşük konsantrasyonu ise Aralık ayında (0,00 mg/L) olduğu saptanmıştır. Nitrat azotunun en yüksek konsantrasyonu Eylül (0,87 mg/L) ayında, en düşük konsantrasyonu ise Temmuz ayında (0,38 mg/L) olduğu tespit edilmiştir. Fosfat konsantrasyonu ise 0,58 mg/L ile Ekim ayında en yüksek konsantrasyona ulaşmıştır [36].



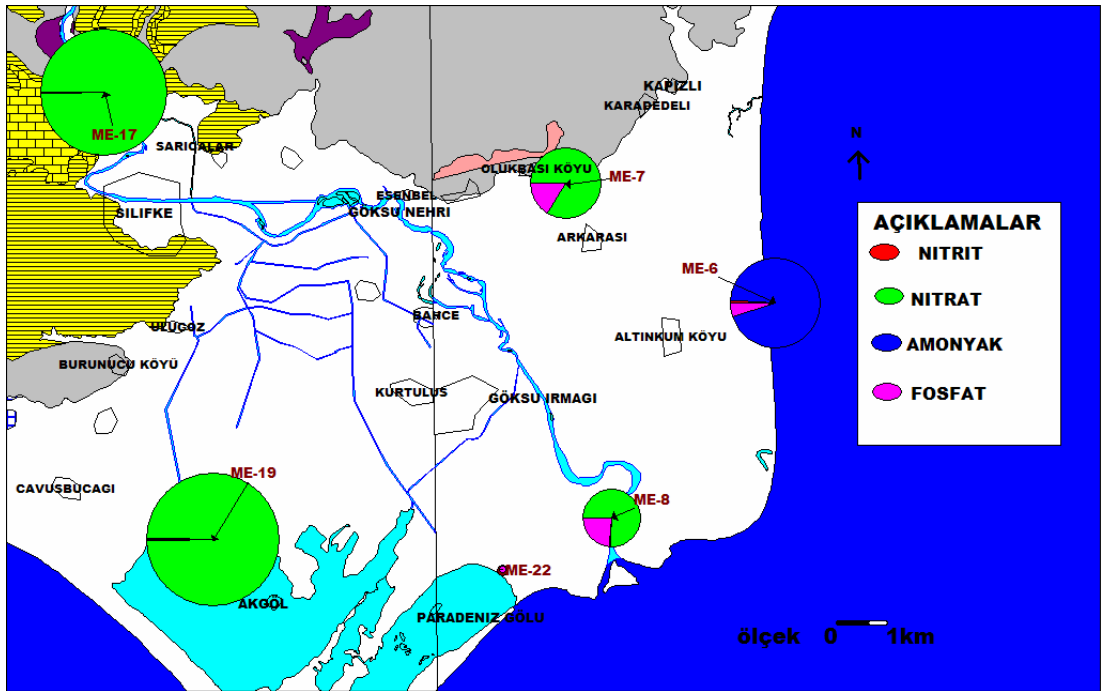
Şekil 4.89. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.90. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Temmuz 2007) [1].

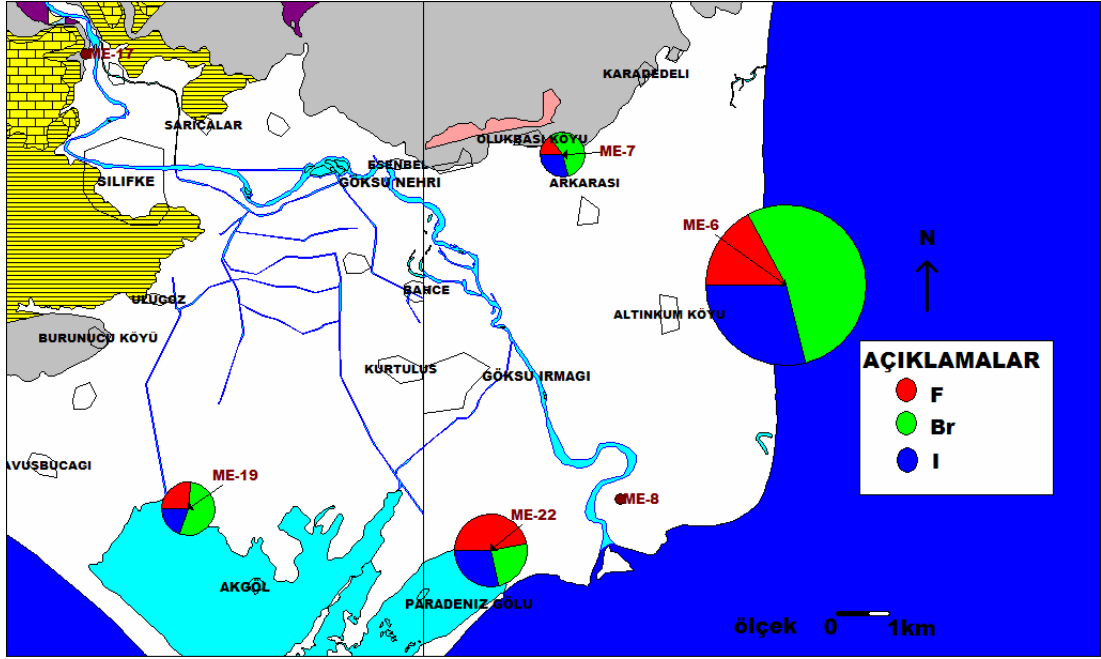


Şekil 4.91. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Ocak 2008).

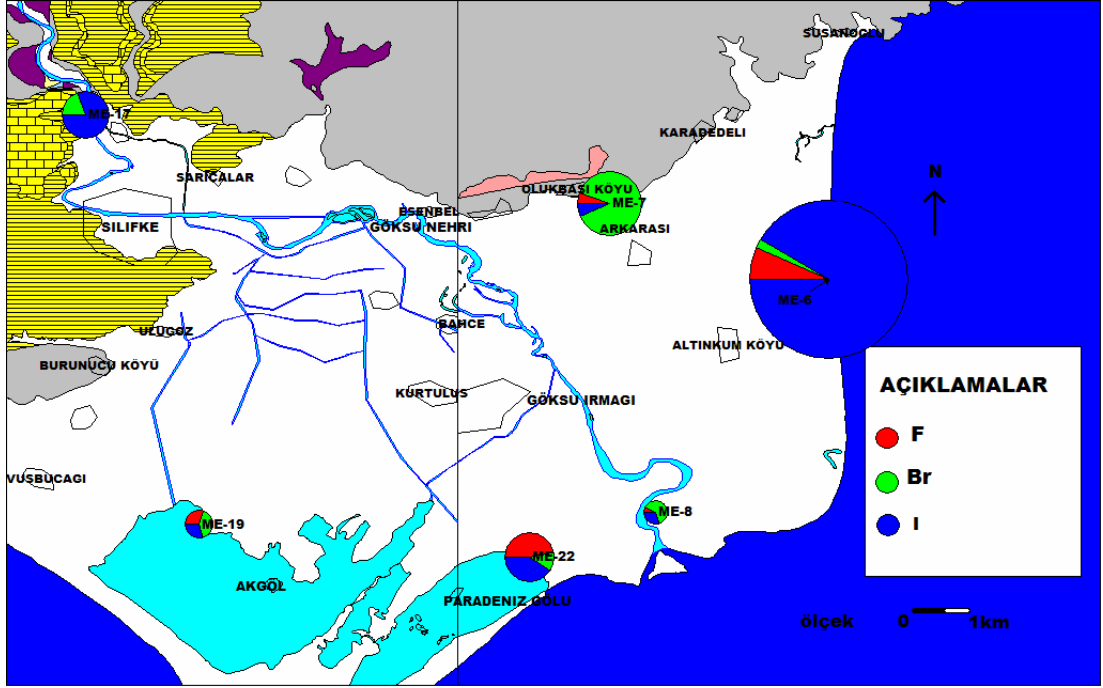


Şekil 4.92. Göksu deltası yüzey sularında azot ve fosfat iyonu değişimi (Nisan 2008).

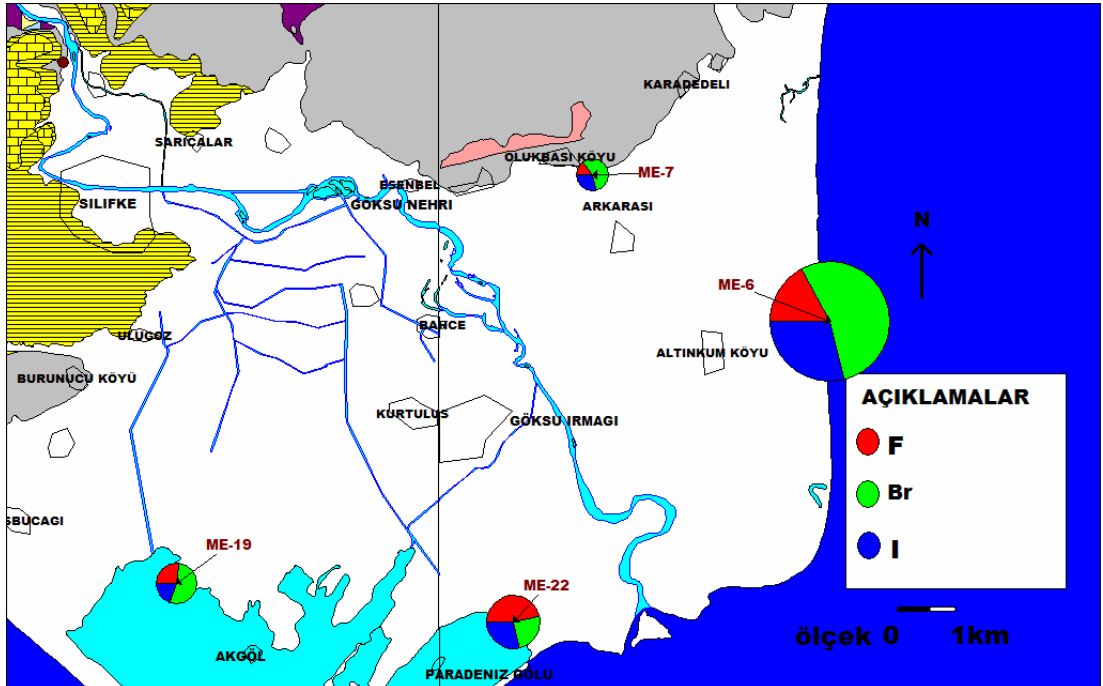
Haritalar incelendiğinde tarımsal arazi kullanımı esnasında uygulanan gübrelerin yüzey suyu kalitesini etkilediği bariz bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yüzey sularında her dönemde florür, bromür, iyodür iyonlarına rastlanmıştır. Deniz suyunda bulunan bu iyonlar, deniz suyu etkisinde olan yüzey sularını zengin kılmaktadır.



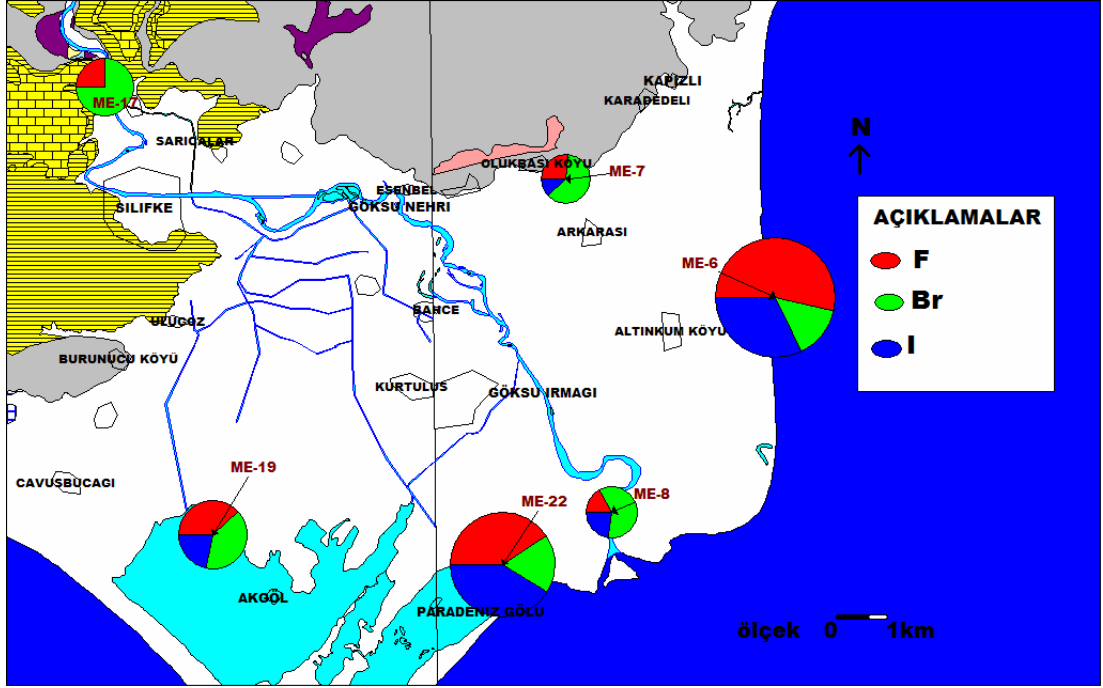
Şekil 4.93. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Haziran 2006) [41].



Şekil 4.94. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Temmuz 2007) [1].



Şekil 4.95. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Ocak 2008).



Şekil 4.96. Göksu deltası yüzey sularında florür, bromür, iyodür değişimi (Nisan 2008).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇLAR

5.1.1. Göksu Deltası Alüvyon Akifer Yeraltı Suyu Kalitesi

Alüvyon akiferden alınan numunelerde pH değerleri, alüvyondan beslenen sular bazik özellikte olduğunu göstermiştir.

MapInfo kullanarak hazırlanan sıcaklık, elektriksel iletkenlik, salinite tematik haritalarında yeraltı suyunun elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değerlerinin değişimi incelendiğinde deniz suyu girişiminin etkili olduğu yerler ortaya çıkmakta ve bu yerlerin sıcaklık değişimi ile uyumlu olması yeraltı suyu sıcaklığının kıyıya yakın yerlerde deniz suyu sıcaklığından etkilendiğini kanıtlamaktadır.

Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri Tablo 4.1'e göre karşılaştırıldığında, 2008 yılında yapılan analizlerde Paradeniz gölünün yakınından alınan ME-23 nolu kuyu suyunu 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kullanılamaz su sınır değerini aştığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre de bu kuyunun Paradeniz'den etkilendiğini ortaya koymaktadır. Alüvyon akiferde açılan kuyu suları genel olarak iyi/kullanılabilir su sınıfına girdiği saptanmıştır. Bu sonuçlarla birlikte salinite değerleri de incelendiğinde, ME-23 nolu kuyunun 4 dönemde de tatlı su sınırını aşmıştır. Altınkum ve Kurtuluş Köyü civarında ise 2008 yılında salinite değerlerinde artış gözlenmiştir.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde nitrit, nitrat, amonyak açısından 4 dönemde de standartları aşan kuyular, ME-11, ME-4, ME-5, ME-23 DSİ-38, ME-18, ME-27, ME8-A nolu kuyulardır. Azot bileşikleri açısından zengin olan bu kuyularda kirlilik tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabileceği gibi, sürekli bir fekal kirlenmeye de maruz kalmış olabilir.

Göksu deltası'nda tarımsal üretimde kullanılan başta kimyasal gübreler olmak üzere gübreler bu bölgedeki suların kirlenmesinde önemli bir paya sahiptir. Bölgede kanalizasyon şebekesi olmayışı, fosseptik çukurlarından yeraltı suyunun azot ve fosfat ile kirlenmesini artırmaktadır. Alüvyon akifer, nitrat kontaminasyonuna yüksek hassasiyet gösteren akifer grubuna girmektedir. Nitrifikasyon prosesine bağlı olarak çalışma alanından alınanda rastlanan amonyak ve nitrit iyonları yeni(taze) bir fekal kirlenmenin olabileceğini göstermektedir. Nitrat iyonu tespiti ise kirlenmenin eski olduğunu gösterir.

MapInfo ile hazırlanan nitrat ve fosfat tematik haritalarında konsantrasyonların yerel değişimleri incelenerek tarımsal arazi kullanımı ve yerleşimlerden kaynaklanan kirlilik göstergelerinden NO_3^- ve PO_4^{3-} konsantrasyonlarının özellikle Altinkum ve kuzey batısında artış gösterdiği belirlenmiştir. Alanda tarımsal aktiviteler ve gübreleme işlemleri yılın 12 ayı devam etmektedir. Yapılan analizlerin sonuçları incelendiğinde bahar ve kış aylarına denk gelen 2008 yılı Ocak ve Nisan ayı örneklemelerinde kuyularda nitrit, amonyak ve fosfat iyonuna nazaran, nitrat iyonunun daha baskın olduğu tespit edilmiştir.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde maksimum fosfor ve fosfat değeri, 2008 Nisan ayında ölçülmüş olup bu değer 5,2 mg/L'dir. Suzumura M.ve ark. [61] yaptıkları çalışmada yeraltı suyunda fosfat konsantrasyonu kontrolü kumlu akiferler tarafından adsorpsiyon – desorpsiyon prosesleri ile olabileceğini ortaya çıkarmışlardır. Klor derişimi azaldıkça, fosfat konsantrasyonu arttığını, buna bağlı olarak da, tuzlu ortamda kum partikülleri fosfatın çoğunu adsorplayarak tuzlu sularda fosfat konsantrasyonu azaltıp, tatlı sularda fosfat konsantrasyonun arttığını ortaya koymuşlardır. Alüvyon akiferde fosfat derişimi haritasını incelendiğinde, Bahçe, Esenler, Olukbaşı, Kurtuluş civarındaki elektriksel iletkenliği düşük olan kuyularda fosfat iyonu derişiminin fazla olduğu tespit edilmiştir.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde florür değerleri, maksimum konsantrasyonu 2008 Ocak ayında 2,2 mg/L'dir. Florür değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) ve TSE 266 İçme Suyu standardı 1

mg/L'ye göre değerlendirildiğinde, ME-23, ME8-A, DSİ-38 nolu kuyuların dört dönemde de sınır değer üzerinde olduğu saptanmıştır.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde maksimum iyodür değeri 2007 Temmuz[1] ayında 2,7 mg/L iken, maksimum Bromür değeri ise, 2007 Temmuz [1] ayında 6,17 mg/L 'dir. Bromür değerleri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standardına göre karşılaştırıldığında; hemen hemen tüm kuyularda değerlerin, sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Alüvyon akiferde, florür, bromür, iyodür değişimi haritaları incelendiğinde yaz aylarında bromür iyonu, kış ve bahar aylarında ise florür iyonuna rastlanmaktadır. Florür ve bromür, tarımda kullanılan gübre ile kıyı kesimlerde açılan kuyularda aşırı ve bilinçsiz su çekiminden dolayı deniz suyu girişiminden kaynaklanmaktadır.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde demir iyonu değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,3 mg/L ye göre karşılaştırıldığında; 8 kuyunun sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bakır değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,05 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 1,5 mg/L göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2006–2007–2008 Ocak ayında bütün kuyular 2008 Nisan ayında 2 kuyu (DSİ-4, ME-12) sınır değer üzerinde iken, TS 266'ya göre ise 2006 Haziran ayında 2 kuyu (ME-4, DSİ-20) sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Krom değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,02 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; TS 266'ya göre bütün kuyular sınır değer altında iken, SKKY' ne göre ise, 2006 Haziran ayında 8 kuyu (ME-13, ME-2, ME-4, ME-5, ME-9, ME8-A, ME-1, ME-12), 2007 Temmuz ayında 2 kuyu (ME-26, ME-28), 2008 Ocak ayında 1 kuyu (ME-9) sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Demir, bakır, krom iyonunu yeraltı suyuna çalışma alanında tarımsal faaliyetlerde kullanılan kimyasal gübrelere geçmiştir.

Göksu deltası alüvyon akiferden alınan numunelerde maksimum mangan değeri, 2006 Haziran[41] ayında 2,8 mg/L olarak tespit edilmiştir. Mangan değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında 4 dönemde de DSİ-20, ME-4 nolu kuyular standartları aşmıştır.

Alüvyon akiferde yapılan krom, bakır, florür, demir, mangan, nitrit, nitrat ve amonyak iyonları için dünya çapında kabul görmüş içme suyu standartlarına göre MapInfo 8.5 ile sorgulama yapılmış ve bu bölgedeki içmeye uygun olmayan kuyu suları tespit edilmiştir. Sorgulama sonuçlarına göre alüvyon akiferde açılan tüm kuyular en az iki parametrenin standartlarını aştığından, bu sularının içmeye uygun olmadığı tespit edilmiştir.

5.1.2. Göksu Deltası Kireçtaşı Akiferi Yeraltı Suyu Kalitesi

Göksu Deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde pH değerleri incelendiğinde, kireçtaşından beslenen suların nötre yakın özellikte olduğu belirlenmiştir.

Kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum Elektriksel İletkenlik (EC) değeri, 2008 Ocak ayında 1197 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken salinite değerleri incelendiğinde ise, bu kuyulardaki suların tatlı su sınır değeri 1'i geçmediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar kireçtaşı akiferindeki yeraltı sularının deniz suyu tarafından kontamine olmadığını göstermektedir.

Göksu Deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum nitrit değeri, 2008 Ocak ayında 0,06 mg/L olarak tespit edilmiş ve 2008 Ocak ayında ME-15 nolu kuyunun SKKY ve TSE-266 standartlarını aştığı saptanmıştır.

Göksu Deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum nitrat değeri, 2006 Haziran[41] ayında 32,3 mg/L olarak saptanmıştır.

Nitrat değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 22,15 mg/L göre karşılaştırıldığında ME-21 nolu kuyunun 2 dönemde standardı aştığı tespit edilmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum amonyak değeri, 2006 Haziran [41] ayında 0,12 mg/L olduğu ve bütün kuyuların sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum fosfor değeri, 2006 Haziran [41] ayında 0,6 mg/L, maksimum fosfat değeri ise, 2007 Temmuz[1] ayında 2,52 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Kireçtaşı akiferi üzerindeki kuyularda yapılan azot ve fosfat iyonu değişimi haritası incelendiği zaman kurak ve yağışlı mevsimlerde nitrat iyonunun hakim olduğu ve amonyak iyonuna hiç rastlanmadığı görülmektedir. Bu da bize bu bölgedeki kuyu sularında çok eski bir kirlenmenin etkilerinin devam etmekte olduğunu göstermektedir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum florür değeri 2006 Haziran [41] ayında 0,56 mg/L iken maksimum iyodür değeri 2007 Temmuz [1] ayında 1,6 mg/L olarak tespit edilmiştir. Florür değerleri SKKY ve TS 266'ya göre karşılaştırıldığında bütün kuyuların sınır değerin altında olduğu belirlenmiştir. Flor, yeryüzünde magmatik kayaç ve killerde, eser miktarda da kumtaşları ve kireçtaşlarında bulunan doğal maddeler den biridir. Çalışma alanında bulunan kireçtaşı bünyesindeki florür, yağışlarla birlikte kayaçtan suya geçerek sudaki derişimini arttırmaktadır.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum bromür değeri, 2007 Temmuz [1] ayında 1,82 mg/L iken, sonuçlar WHO 0,01 mg/L 'ye göre karşılaştırıldığında, tüm kuyuların sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum demir değeri, 2006 Haziran [41] ayında 5,5 mg/L olarak tespit edilmiştir. Demir değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,3 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında, ME-21 nolu kuyunun 2006 Haziran ve 2008 Ocak aylarında her iki standardı da aştığı, 2007 Temmuz ayında yapılan ölçümlerde de tüm kuyuların standartların üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum bakır değeri, 2007 Temmuz [1] ayında 0,97 mg/L iken, sonuçlar SKKY ve TS 266 standartlarına göre karşılaştırıldığında, 2006 Haziran ayında 1 kuyu (ME-21), 2007 Temmuz ayında 2 kuyu (ME-15, ME-16) standardın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde krom değerleri, 2007 Temmuz [1] 0 ile 0,008 mg/L arasında iken 2006 Haziran [42], 2008 Ocak ve Nisan aylarında 0 mg/L dir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde maksimum molibden değeri, 2008 Nisan ayında 0,2 mg/L 'dir. Analiz sonuçları WHO standardına göre karşılaştırıldığında 2008 yılında yapılan ölçümlerin her ikisinde de ME-15 nolu kuyu standardı aştığı tespit edilmiştir.

Göksu deltası kireçtaşı akiferinden alınan numunelerde mangana dört dönemde de rastlanmamıştır.

Göksu deltası yeraltı suyu kalitesi değerlendirildiğinde, alüvyon akiferde açılan kuyuların deniz suyundan, tarımsal aktivitelerden, bilinçsiz gübre ve pestisit kullanımından, kireçtaşı akiferine göre daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Alüvyon akiferdeki kuyu suları içmeye uygun olmamakla birlikte SKKY standartları karşılaştırma sonuçlarına göre II. Sınıf Su kategorisine girdiği ortaya konulmuştur.

5.1.3. Göksu Deltası Yüzey Suyu Kalitesi

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde pH değerleri, SKKY III. Sınıf Su Sınır değeri olan 6–9 değerlerini aşmamaktadır.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri, hiçbir noktada sınır değeri aşmamıştır. Deniz suyunun (ME-6) EC maksimum 58000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değerinde iken, Paradeniz’de (ME-22) ise maksimum EC 48000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde salinite değerlerinin sınır değerlerin üzerinde olmadığı saptanmıştır. Deniz suyunun (ME–6) Salinite değerleri maksimum 38,1 değerinde iken, Paradeniz’de (ME–22) ise maksimum salinite değeri 31,2 dir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum nitrit değeri, 2007 Temmuz[1] ayında 1,31 mg/L olarak tespit edilmiş ve SKKY ile TS 266 standartlarını aşan 2 numune tespit edilmiştir (ME-19, ME-7).

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum nitrat değeri 2008 Ocak ayında 41,19 mg/L iken, sonuçların SKKY’ne göre karşılaştırıldığında 2008 Ocak ayında 1 numunenin (ME-8) sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde amonyak değerleri, 2006 Haziran 0,04 ile 4,01 mg/L [41], 2007 Temmuz 0 ile 15,68 mg/L [1], 2008 Ocak 0 ile 2 mg/L, 2008 Nisan 0 ile 4,5 mg/L arasında değişmektedir.

Amonyak değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 1,216 mg/L ve TSE 266 İçme Suyu standardı 0,5 mg/L’ye göre karşılaştırıldığında her iki sınır değeri için, 2006 Haziran ve 2007 Temmuz aylarında ME-22, ME-6 nolu numunelerde, 2008 Ocak ve Nisan ayında ME-6 nolu deniz suyunda amonyak değerlerinin, sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Tarımsal aktiviteler ile kullanılan azotlu ve fosforlu gübrelerin toprak yüzeyinden yağışlarla ve sulama suları sızıntısı ile yüzey sularına ulaşmasından kaynaklanan azot ve fosfat kirliliği, deniz suyu (ME-6) hariç diğer yüzey sularında 4 dönemde de rastlanmıştır. Yapılan ölçümlerle saptanan nitrit ve amonyak iyonu bize o bölgede kirlenmenin taze olduğunu göstermektedir.

Deniz suyunda yapılan 4 dönemlik ölçümlerin hepsinde amonyak iyonuna rastlanmıştır. Bu da deniz suyunun sürekli bir fekal kirlenmeye maruz kaldığını göstermektedir. Deniz suyu örnekleri alınırken, yüzeyden su numunesi alınmıştır. Nitrifikasyonu gerçekleştiren bakteriler denizin dip ve orta kısımlarında faaliyet gösterdiklerinden, denize giren amonyak nitrata yükseltgenememektedir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum fosfor değeri, 2006 Haziran[41] ayında 1,4 mg/L iken maksimum fosfat değeri yine Haziran ayında 0,88 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum florür değeri, 2008 Nisan ayında 2 mg/L iken maksimum iyodür değeri 2007 Temmuz ayında 26,8 mg/L dir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum bromür değeri, 2007 Temmuz [1] ayında 5,15 mg/L olarak tespit edilmiş ve sonuçlar WHO standardına göre karşılaştırıldığında tüm sonuçların sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Göksu deltası yüzey suyundan alınan numunelerde maksimum demir değeri, 2006 Haziran [41] ayında 5,5 mg/L iken maksimum bakır değeri 2008 Ocak ayında 2,81 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Krom değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) 0,02 mg/L ve TS 266 İçme Suyu standardı 0,05 mg/L'ye göre karşılaştırıldığında; SKKY'ne göre 2006

Haziran ayında ME-6, ME-7, ME-8 nolu numunelerin sınır değeri aştığı belirlenmiştir.

Molibden değerleri WHO'ya göre karşılaştırıldığında bütün noktalarda sınır değerin altında olduğu belirlenmiştir.

MapInfo ile hazırlanan yüzey suyu tematik haritaları incelendiğinde tarımsal arazi kullanımı esnasında uygulanan gübrelerin yüzey suyu kalitesini etkilediği bariz bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yüzey sularında her dönemde florür, bromür, iyodür iyonlarına rastlanmıştır. Deniz suyunda bulunan bu iyonlar, deniz suyu etkisinde olan yüzey sularını zengin kılmaktadır.

5.2. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile yeraltı ve yüzey sularının kalitesinin tarımsal aktivitelerden, bilinçsiz gübre ve pestisit kullanımından kaynaklandığı açıkça ortaya koyulmuştur. Yaşamın sağlıklı olabilmesi için temiz ve yeterli miktarda suya ihtiyaç olduğu genel bir gerçektir. Elimizdeki su kaynaklarının korunması için gerekli önlemlerin alınması şarttır. Deltada ki bu sorun üretimde kimyasal girdi kullanmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimi olan ekolojik tarıma geçilerek, tarım ile uğraşanların bilinçlendirilmesi ile ortadan kaldırılabilir. Bugün özellikle çevreci kuruluşların yürüttüğü kampanyalar gübreleri en büyük çevre kirleticiler olarak göstermeye yönelmiştir. Çevrenin önemi elbette tartışılmaz bir gerçektir. Aşırı ve yanlış gübre kullanımının toprak, bitki, su ve havada olumsuzluklara yol açtığı bir gerçektir. Doğaya dışarıdan yapılan her müdahalenin mutlaka bir yan etkisinin olacağı gerçeği göz ardı edilmeden bilinçli gübre kullanımı özendirilmeli, sağlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki; soluduğumuz havadaki oksijeni artırmanın yolu daha çok bitkisel üretimden, daha çok yeşil üretmekten geçmektedir. Bitkisel üretimde gübrelerin ürün artışı ile çevre üzerinde sağladığı bu olumlu katkı da hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir.

Delta ki tarımsal faaliyetler ile toprakta biriken gübre ve pestisit miktarları analiz edilmeli, toprağın ihtiyacı olan miktarlarda gübreleme yapılmalıdır. Bununla birlikte Göksu deltasında düzenli olarak toprak ve su analizlerinin yapılarak kirlilik durumunun ve delta'nın su kalitesinin sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir.

Delta etrafındaki plansız yerleşimin yarattığı sorunlar, çevreye gelişigüzel atılan atıklar ve tarımsal faaliyetlerdeki sulama suları ile yüzey sularına ulaşan kirleticilerin delta'nın geleceği üzerindeki olumsuz etkileri kaçınılmazdır.

Deltada kullanılan pestisit ve gübreler yüzey ve yeraltı sularını kirletmekle kalmayıp hem bitki örtüsünü hem de sucul yaşamı olumsuz etkilemektedir. Pestisitler toprağın verimliliği için önemli bazı mikroorganizmaların kısmen yada tamamen yok olmasına veya etkinliklerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Bu durum Göksu deltasında toprak kirliliğine de yol açmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Demirel, Z. “TÜBİTAK Araştırma Projesi Gelişme Raporu”, Mersin Üniversitesi, Mersin, s.9-46, TÜBİTAK Proje No: 105Y285, (2007) (yayınlanmamış).
- [2] Keçer, M. “Göksu Deltasının (Mersin) Jeomorfolojik Evrimi ve Güncel Akarsu Deniz Rüzgar Süreçlerinin Kıyı Çizgisinde Yaptığı Değişiklikler”, MTA, Mersin, (2001).
- [3] Gülkal, Ö. “Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi” T.C Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Ankara, (2005).
- [4] Avcı, E. D. “Göksu Deltası Toprak, Bitki ve Çökellerinde Methamidophos Kalıntısının Araştırılması” Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin, (2004).
- [5] Ünlücömert, Ö., B. “Silifke Göksu Deltası Tatlı Su-Tuzlu Su Girişiminin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin, 121 s., (2003).
- [6] Yeniçilek, R. “Ovacık Denizaltı Kaynakları Jeofizik İnceleme Raporu”, DSİ Yayını, Ankara, Arşiv No:35, (1979).
- [7] Karakılçık, H. “Düşey Elektrik Sondaj Yöntemi İle Silifke Ovacık Ovası Yeraltısuyu Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 98 s., (1996).
- [8] Gül, N. ve Mülayim, H. “Silifke Göksu Deltası Tatlı Su-Tuzlu Su Girişiminin Jeofizik Etüt Raporu”, DSİ Altıncı Bölge Müdürlüğü, Adana, (1997).
- [9] Yılmaz, A., Yemenicioğlu, S., Tuğrul, S., Baştürk, Ö., Saydam, C., Salihoğlu, İ. “Çevre ve Oşinografisi İle Göksu Deltasının Kuzeydoğu Akdeniz’deki Yeri”, Uluslar arası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri, Silifke, s. 112-127, (1993).

- [10] Ozaner, S., F. “Kıyı Yasasının Yerbilimci Gözüyle Yorumu , Yanlış Uygulamalar ve Göksu Deltası Örneği”, Uluslar arası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri, Silifke, s. 34-37, (1993).
- [11] Başbüyük, M., Evliya, H. “ Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Adana, 15 s., (1993).
- [12] Şahinkaya, H., Bayhan, O. “ Nitrifikasyon Bakterileri Üzerine Bir Araştırma”, Tarım Orman Araştırma Yayınları, **18**: 11, (1972).
- [13] Everest, A. “Göksu Deltasındaki Bazı Bitkilerin Çeşitli Ekolojik Özellikleri Yönünden İncelenmesi ve Toprakların Karbon, Azot Mineralizasyonu”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Adana, 170 s., (1994).
- [14] Menengiç, M. “Göksu Deltasındaki Yeraltı Suyu Kirliliği”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 87 s., (1998).
- [15] Aldonat, K., “HEC-1 Modeli İle Yukarı Göksu Nehir Havzasının Parametre Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 148 s., (1995).
- [16] Keçer, M., Duman, T., Y., “Yapay Etkinliklerin Göksu Deltası Gelişimine Etkisi”, MTA Dergisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, **134** :17-26, (2007).
- [17] DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı Genel Müdürlüğü “Göksü Deltası Hidrojeolojik Etüt Çalışmaları Ara Raporu”, Ankara, (1997).
- [18] Çetinkaya, G. “Göksu Deltası Tarım Alanında Kullanılan Tarımsal Kimyasalların Oluşturduğu Çevresel Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (1996).
- [19] Yalvaç, M., “Göksu Deltası Toprak, Bitki ve Çökellerinde Endosülfan Kalıntısının Araştırılması” Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin, (2005).

- [20] Motz, L., Yurtal, R., Gördü, F. ve Doğan, A. “Optimization of Groundwater Use Subject to Saltwater Intrusion Along the Mediterranean Coast of Turkey”, TÜBİTAK –NSF, Proje No: 9819824, Ankara, (2006).
- [21] Schott, P., P., Wassen M., J. “ Possible Contribution Of The University Of Utrecht To The Göksu Delta Project”, (1991).
- [22] Uygun, N., Dinç, U., Yeğingil, İ., Kornoşor, S., Gültekin, E., Biçici, M., Yücel, M., Çakan, H., Şekeroğlu, E., Uzun, G., Düzenli A., Şenol, S., Uygur, N., Sirel, B. “Göksu Deltası’nın Biyolojik Zenginliğinin (Flora ve Fauna) Tespiti İle Ekolojik Peyzaj ve Optimal Arazi Kullanımının Belirlenmesi”, T.C. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Proje No. 09.G.92/03, (1994).
- [23] Ayaş, Z., Kolonkaya, D., “ Accumulation of Some Heavy Metals in Various Environments and Organisms at Göksu Delta, Türkiye”, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, s.56: 65-72, (1996).
- [24] Yalvaç, M., Taner, F., Avcı, E.,D. “ Göksu Deltası Yeraltı Suyunda Organik Klorlu Bir Pestisit olan Endosülfanın Araştırılması”, Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Günleri, 3(2): 433- 434, Mersin, (2004).
- [25] Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy H.D. “ Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesinde Su Kalitesinin İzlenmesi Projesi”, Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü – Silifke Özel Çevre Koruma Müdürlüğü, 76 s., Mersin, (2004) .
- [26] Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Özel Çevre Koruma Bölgeleri, Yayın No:28, (1993).
- [27] Özer, Z., Kumbur, H., Tekinşen, K., Kuzucu, C., “ Mersin İli Silifke İlçesi Eysel Atıksularının Ve Göksu Nehrinin WQM-Cal İle Modellenmesi”, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V.Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, s. 181- 187, Gebze, (2006).
- [28] T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Yayını (1998), Erişim: <http://www.cevreorman.gov.tr/sulak/sulakalan/goksu.htm> (14.03.2008)

- [29] Resmi Gazete, Sayı 20449, s.6.,(1990).
- [30] Erol, O., “Türkiye Kıyılarındaki Bağlı Deniz Düzeyi ve Bunun Göksu Deltası ile Diğer Deltaların Evrimine Etkisi” , Uluslararası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri, Bildiri Metinleri, Doğal Hayatı Koruma Derneği , s.128-135, Silifke, (1993).
- [31] Ozaner, S., F. “Kıyı Yasasının Yerbilimci Gözüyle Yorumu; Yanlış Uygulamalar ve Göksu Deltası Örneği”, Uluslararası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri, s.34-37, Silifke, (1993).
- [32] Yılmaz, A., Yemenicioğlu, S., Tuğrul, S., Baştürk, Ö., Saydam, C., Salihoğlu, İ. “Çevre ve Oşinografisi ile Göksu Deltasının Kuzeydoğu Akdeniz’deki Yeri”, Uluslararası Göksu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri, s.112-127, Silifke, (1993).
- [33] Ulu, Ü. “İçel İli'nin Jeolojisi”, MTA Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı, Ankara, (1998).
- [34] Demirtaşlı, E. “Cornelation of Paleozoic Stratigraphy of Turkey, Iran and Pakistan In: İbrahim Shah, S.; Quennell., A.M.(cus), Stratigraphic corelation of Turkey, Iran and Pakistan” Vol: 1, Overseas Development Adminisration, London (1980).
- [35] Erinç, S. “Jeomorfoloji”, İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yayın No:2931, İstanbul, (1982).
- [36] Karaca, İ. “ Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi 2005 Yılı Çevre Durum Raporu”, T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurum Başkanlığı, Mersin Özel Çevre Koruma Müdürlüğü, Mersin, (2006).
- [37] Kaçar, B., Katkat, V., A. “ Gübreler ve Gübreleme Tekniği”, Nobel Yayın, Ankara , 559 s.,(2007).
- [38] Çevre ve Orman Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, (1991).
- [39] Samsunlu, A. “Çevre Mühendisliği Kimyası”, Sam- Çevre Teknolojileri Merkez Yayınları, s. 288-300, İstanbul, (1999).
- [40] Mesner, N., Geiger, J. “Understanding Your Watershed pH”, Water Quality Utah State University Extension, NR/WQ/2005-19, (2005).

- [41] Özpınar, Z., “Göksu Deltası’nda Su Kalitesinin Fotometrik Yöntemlerle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 97 s., Mersin, (2007).
- [42] WHO, Guidelines For Drinking Water Quality, Vol.2 (Health Criteria and Other Supporting Information), Geneva, (1993).
- [43] Erguvanlı, K., Yüzer, E. “Yeraltı Suları Jeolojisi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yayın No: 23, İstanbul, (1987).
- [44] Tanji, K., K. “ Agricultural Salinity Assesment and Management”, Published by American Society of Civil Engineers, 619 pp, New York, (1990).
- [45] Uysal, E. “ Kuşadası (Aydın) Çevresinin Hidrojeolojik İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, 119 s., İzmir, (2002).
- [46] Haller, L., McCarthy, P., O'Brien, T., Riehle, J., Stuhldreher, T. “Nitrate Pollution of Groundwater”,
Erişim: <http://www.reopure.com/nitratinfo.html> (15.2.2008).
- [47] Minnesota Pollution Control Agency, “Nitrates in Minnesota's Ground Water”, Ground Water Monitoring and Assessment Program,(1998).
- [48] Çevre ve Orman Bakanlığı, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”,
Erişim:<http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687.doc>, (20.10.2007).
- [49] TS 266 Türk İçme Suyu Standartları, Ankara, (1984, Son Değişiklik 1996).
- [50] Çağatay, G., Çobanoğlu, Z., “Kimyasallar ve Çevre”, T.C Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:50, Ankara, (1997).
- [51] Erişim: <http://ansiklopedi.bibilgi.com/%C4%B0YOT> (13.Nisan.2008).
- [52] ICAIR, Life Systems, Inc, Drinking Water Criteria Document on Nitrate / Nitrite, Final Draft, EPA, Office of Drinking Water, Washington DC, (1987).
- [53] Dumiu. G. “Kirli Su El Kitabı”, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, (1975).
- [54] Parada, R. “Industrial Pollution with Copper and Other Heavy Metals in a Beef Cattle Ranch. Vet. and Hum. Toxicol. **29**: 309-324, (1987).
- [55] Erişim: <http://ansiklopedi.bibilgi.com/demir> (14.Nisan.2008).

- [56] Özbek H. ve ark, “Toprak Bilimi”, Çeviri: Schachtschabel P., Ç.Ü., Ziraat Fak. Genel Yayınları, Adana, s.816, (1993).
- [57] Comly, H. H., “ Cyanosis in Infants Caused by Nitrates in Well Water”, Journal of the American Medical Association, **257**:2788-2792, (1987).
- [58] Hallberg, G.,R., Keeney, D.,R., "Nitrate Regional Ground-water Quality Van Nostrand Reinhold”, New York, p.297-322, (1993).
- [59] Yahşi, R., “Su ve Toprak Kaynaklarının Kirlenmesi ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünün Su Kirliliği İle İlgili Çalışmaları”, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, **2**:661–679, (1981).
- [60] Addison, E., Schnur, S., Johnson, C. , Hope P., Haileab B. “Ionic Content Analysis of Groundwater in Rice, Dakota and Goodhue Counties”, Environmental Geology, (2004).
- [61] Environmental Protection Agency (EPA), US- EPA’s Guidelines For Drinking Water Quality, (1985).

ÖZGEÇMİŞ

1985’de Lefkoşa’da doğdu. İlkokulu Alayköy İlkokulu’nda, ortaokulu Atleks Sanverler Ortaokulu’nda, lise eğitimini 20 Temmuz Fen Lisesi’nde tamamladı. 2002 yılında Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2006 yılında lisansını tamamlayıp, aynı yılda Çevre Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

EK 1 ANALİZ SONUÇLARI

Alüvyon Akiferden Alınan Yeraltı Suyu Analiz Sonuçları

Haz.06																			
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn	
DSI-20	7,3	28	437	0	5	0,2	4.873	0	0,01	0,3	0,84	0,1	0,9	0,11	5,5	0	2,3	3	
DSI-35	7,5	25	657	0,1	5,9	0	7.531	0,3	0,35	0,3	0,17	0,1	2	35,5	0,97	0	1,3	0	
DSI-38	7,4	21	920	0,2	6,6	0	31.896	0	0,03	0,5	0,18	0	0,7	40,5	1,09	7	0,8	0	
DSI-4	7,3	26	531	0	5	1,3	10.632	0	0,33	0,5	0,7	0,2	1,4	84,6	1,05	0	0	0	
ME-10	7,4	20	802	0,2	6,9	0	11.075	0,1	0,57	0,3	0,08	0,1	0,5	0,4	0,19	7	0	0	
ME-11	7,8	23	1416	0,5	6,7	1,3	4.873	0	1,59	0,6	0,21	0,1	0,9	0,8	0,24	20	0	0	
ME-13	7,1	26	850	0,2	6,4	0	18.606	0	0,47	0,6	0,84	0,2	0,8	0,07	0,06	21	1,5	0	
ME-2	8,1	24	1085	0,3	6,5	0	4.873	0,6	1,17	1,1	1,38	0,6	0,9	0,2	0,68	52	0	0	
ME-25	7,9	21	434	0	7,9	0	17,3	0	0,09	0,4	0,3	0,1	1,1	5,5	0,21	0	0	0	
ME-27	7,2	21	788	0,1	6,9	0	11,4	0,2	0,39	0,2	0,29	0	2,2	1,27	0,15	0	0	0	
ME-4	7,7	21	1510	0,6	5,6	0,3	11,8	0	1,09	0,6	2,75	1	1,3	55	1,88	26	5,6	1	
ME-5	7,5	23	2260	1	4,9	1,3	11,8	0,1	0,47	0,5	0,3	0,6	0,1	32,8	0,54	51	1	0	
ME-9	8,5	21	716	0,1	7,1	0	6,6	0	0,51	0,5	0,18	0,6	0,6	15,4	0,27	23	0	0	
ME-8-A	8,1	22	1476	0,6	4,2	0	12,8	0	0,96	0,6	0,31	0,1	0,5	0,09	0,23	25	0	0	
ME-1	7,4	23	1220	0,4	5,2	0,1	15	0,1	0,93	1	1,35	0,1	1,1	7,5	0,27	47	0,3	0	
ME-12	7,6	21	1988	0,9	6,6	0	1,8	0	0,46	0,6	0,21	0,5	0,5	0,2	0,37	26	0	0	
ME-20	7,8	22	925	0,2	6,7	0	15,9	0,1	0	0,2	0,23	0,3	0,5	3,41	0,41	0	0	0	
ME-23	8,1	22	2810	1,3	6,9	0,3	10,6	0	1,97	0,5	0,45	0,3	1,9	5,5	0,14	0	0	0	
ME-26	7,8	26	711	0,1	7,5	0	9,3	0	0,21	0,2	0,13	0	2,6	5,5	0,26	0	0	0	
ME-28	7,5	22	598	0	7,2	0	11,9	0	0,3	1,2	0,42	0,5	3,4	4,16	0,17	0	0,1	0	
ME-3	7,4	23	756	0,1	6,9	0,3	9,7	0	0,22	0,6	0,61	0,1	0,5	0,8	0,29	8	0	0	
ME-18	7,2	22	719	0,1	6,6	0	14,2	0	0,08	1,1	1,86	0,1	1,6	2,07	0,24	0	0	0	
Tem.07																			
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn	
DSI-20	7,8	27	459	0	4,7	0	5,7	0,1	0,54	0,3	0,15	0,2	0,5	18,8	0,37	20	0,1	0	
DSI-35	7,2	24	762	0,1	4,7	0	1,3	0,2	0,97	0,5	0,29	0,3	0,7	19,8	0,89	0	0,1	0	
DSI-38	8	22	856	0,2	7,3	0	3,4	0	1,36	0,2	0,18	0,3	0,6	8,2	0,35	0	0	0	
DSI-4	7,1	28	481	0	5,8	0	4,7	0,1	0,66	0,2	0,09	0,2	0,6	20,4	0,61	1	0	0	
ME-10	7,9	27	453	0	6,4	0	1,6	0	0,45	0,2	2,8	0,4	0,6	7,8	0,23	0	0	0	
ME-11	7,9	22	1425	0,5	6,0	3,5	2,2	0,1	0,44	0,5	0,1	0,1	0,7	7,9	0,19	0	0	0	
ME-13	6,9	25	904	0,2	6,9	0	7,1	0	0,25	0,1	0,06	0	0,8	8,7	1,04	0	0	0	
ME-2	7,9	27	1058	0,3	4,2	0,2	0,8	0,1	0,98	0,1	0,42	2,7	6,2	6,56	0,35	0	0	0	
ME-25	8,1	22	435	0	7,6	0	1,6	0	0,28	0,6	0,02	0,1	0,7	4,95	0,11	0	0	0	
ME-27	6,9	22	914	0,2	7,6	0	15,1	0	0,45	0,3	2,68	0,2	0,8	0	0,19	1	0	0	
ME-4	7,3	23	970	0,3	4,8	2,7	3,4	0,1	0,13	0	0,12	0,3	0,6	5,74	0,13	0	0	0	
ME-5	7,4	27	1430	0,5	5,0	0,4	4	0,1	0,96	0,1	0,35	0,1	0,6	7,92	0,38	0	0,1	0	
ME-9	7,9	23	837	0,2	5,5	0	3,4	0	1,05	0,4	1,28	0,1	0,7	1,95	0,94	0	0	0	
ME-8-A	8,5	21	1490	0,6	5,8	1	11,8	0,1	1,24	0,3	0,15	0,1	0,7	7,34	0,12	0	0	0	
ME-1	7,6	24	1146	0,4	3,8	0	2,3	0,1	1	0,1	0,48	0,3	0,5	8,12	0,05	0	0	0	
ME-12	7,6	23	1894	0,8	6,6	0	2,3	0	0,62	0,2	0,1	0,6	0,8	8,52	0,08	0	0	0	
ME-20	7,7	23	751	0,1	6,7	0	7,2	0	0,76	0,3	0,13	0,1	0,7	7,16	0,48	0	0	0	
ME-23	8,2	23	2830	1,4	6,8	2,04	7,3	0	1,21	0,1	0,29	0,4	0,7	3,48	0,19	0	0	0	
ME-26	7,6	28	780	0,1	9,3	0	4,6	0	0,38	0,4	0,03	0,3	0,8	0	0,09	29	0	0	
ME-28	7,1	22	601	0	8,6	0	5,7	0	0	1,1	0,26	0	0,5	7,46	0,27	36	0	0	
ME-3	7,2	24	739	0,1	5,6	0	2,8	0,4	0,21	0,5	0,14	1,4	0,4	7,72	0,1	0	0	0	
ME-18	7	31	753	0,1	7,4	0	4,7	0	0,64	1	0	0,4	0,6	8,04	0,05	0	0	0	

Tüm sonuçlar mg/L cinsindedir.
*(Krom değerleri µg/L)

Alüvyon Akiferden Alınan Yeraltı Suyu Analiz Sonuçları Devam

Oca.08																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
DSI-20	7,9	13	448	0	6	0	3,1	0	0,6	0,2	0,29	0,4	0	4,19	0	0	0	0
DSI-35	8	16	1295	0,4	4,1	0	0	0,2	1	0	0,26	0,8	0	1,57	0	0	0,1	0,3
DSI-38	7,9	19	864	0,2	4,7	0	0	0	1,2	0,1	1,38	0,2	0,1	0,01	0	0	0	0
DSI-4	7,9	14	620	0	4	0	0,88	0,7	0,8	0	0	0,5	0,1	3,49	1,16	0	0	2
ME-10	7,7	15	465	0	5,1	0	3,1	0	1	0,4	0,02	1	0	0,28	0	0	0	0
ME-11	8,2	12	1576	0,6	4,3	0	7,5	0,5	0,6	0	0,12	0,1	0	0,3	0	0	0	0
ME-13	7,3	15	866	0,2	3,9	0	8,8	0	0,1	0,1	0,03	0,3	0,1	0,45	0	0	0	0
ME-2	8,3	8,8	1132	0,3	4,2	0	8,4	0	1,1	0	0,18	0,2	0,1	0,34	0	0	0	0
ME-25	8,5	19	699	0,1	2,3	0	7,5	0	0,1	0,1	0,11	0,5	0,9	0,1	0	0	0	0
ME-27	7,8	19	1212	0,4	2,4	0,1	18,1	0	0,07	0,1	0,12	0,2	0,7	0,09	0	0	0	0
ME-4	7,9	20	2030	0,9	2,1	0	0	0,7	0,11	0,2	1,29	0	0	5,5	0	0	0	0,4
ME-5	7,7	19	2930	1,4	4,9	1,3	27,4	0,2	0,7	0,1	0,17	0,2	0	1,38	0	0	0,2	0,1
ME-9	8,7	16	814	0,2	3,5	0	6,64	0	0,92	0,5	0,33	0,5	0	0,1	0	0	0	0
ME-8-A	8,2	19	1546	0,6	3,9	0	4,43	0,1	1,1	0,3	0,22	0	0,1	0,23	0	0	0	0
ME-1	7,7	20	1412	0,5	3,10	0	6,2	1	0,9	0,1	0,33	0,2	0	1,44	0	0	0	0
ME-12	7,9	19	1404	0,5	2,1	0,1	1,32	0	0,9	0,1	0,02	0,5	0,4	5,2	0,79	0	0	0
ME-20	7,9	19	925	0,2	2,8	0	6,64	0,3	0,5	0,3	0	0,1	0,6	0	0	0	0	0
ME-23	8,8	19	3460	1,7	2,9	0,00	5,3	0,8	2,2	0,2	0,28	0	0,4	0,01	0	0	0	0,2
ME-26	8,5	15	1004	0,3	6,2	0	7,5	0	0	1,5	4,1	0,2	0,8	0,01	0	0	0	0
ME-28	8,9	19	3050	1,5	3,4	0,1	8,86	0,3	0,19	0,3	0,2	0,2	0,6	0	0	0	0	0
ME-3	7,6	15	712	0,1	5,4	0	2,21	0,2	0,2	0,1	0,13	0,1	0	2,34	0	0	0	0
ME-18	7,9	12	932	0,2	1,3	0	23	0	0,15	0	0,08	0,4	0,6	0,01	0	0	0	0
Nis.08																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
DSI-20	8,6	21	667	0,1	5,8	0	7,53	0,1	0,65	0	0,8	0,5	0,5	0	0	0	0,3	0,2
DSI-35	8	18	1308	0,4	4,6	0	11,4	0	1,13	0	1,97	0,9	0,6	0,04	0	0	0,5	0,3
DSI-38	8,3	20	930	0,2	4,6	0	10,6	0	1,15	0,3	1,02	0,5	0,6	0,01	0,01	0	0	0
DSI-4	8,2	20	987	0,3	4,1	0	6,2	0,2	0,81	1,2	0,02	0,4	0,9	0,02	0,92	0	0	1,9
ME-10	8,8	21	684	0,1	5,3	0	11,5	0	0,96	0	5,2	0	0,6	0	0	0	0	0
ME-11	8,4	22	1825	0,8	4,5	0,3	2,7	0,5	0,72	5,2	1,43	0	0,8	0,02	0	0	0	0
ME-13	7,5	21	1024	0,3	0	0	12,4	0,1	0,12	0,3	1,6	0	0,7	0	0	0	0	0
ME-2	8,7	27	1247	0,4	2,9	0	3,1	0,1	1	0,3	3,6	0	0,6	0,2	0	0	0	0
ME-25	8,4	21	527	0	1,9	0	7,08	0	0,23	0	0,19	0,4	0,7	0,03	0,01	0	0	0
ME-27	7,5	21	843	0,2	4,8	0	24,8	0	0,83	0,2	0,14	0,3	0,7	0	0	0	0	0
ME-4	8,1	21	2080	0,9	3,8	0,2	3,1	1,1	0,15	0,3	3,2	0	0,6	0,01	0	0	0	0
ME-5	8	22	1575	0,6	4,8	1,3	7,5	1,2	0,9	0	1,72	0	0,5	0,02	0	0	0,3	0,1
ME-9	9	20	1075	0,3	3,9	0	5,3	0	1,1	0,1	0,9	0	0,5	0,09	0	0	0,1	0,1
ME-8-A	8,5	21	1755	0,7	1,5	0	3,5	0,3	1,3	0	0,34	0,2	0,5	0	0	0	0	0
ME-1	7,8	23	1710	0,6	4,2	0	2,7	0,9	0,9	0,1	1,49	0,1	1	0,12	0	0	0	0
ME-12	8,5	20	1470	0,5	6,2	0	4	0	0,8	0	0,38	0,2	0,6	0,01	0,5	0	0	0
ME-20	8,3	21	728	0,1	3,6	0	0	0	0,6	0,1	0,11	0	0,6	0,01	0	0	0	0
ME-23	8,3	22	3420	1,7	3,3	0,6	1,8	0,7	1,9	0,3	0,22	0,2	0,7	0,02	0	0	0	0,5
ME-26	8,1	21	3420	1,7	4,8	0	3,9	0	0,31	0,1	0,41	0,3	0,9	0	0	0	0	0
ME-28	7,7	21	2830	1,3	1,8	0	10,18	0,2	0,21	0,4	0,22	0,4	0,5	0	0	0	0	0
ME-3	7,7	27	1091	0,3	2,5	0	7,5	0,7	0,23	0,2	0,54	0	0,4	0,13	0	0	0	0
ME-18	8	20	1003	0,3	1,2	0	13,2	0	0,5	0,9	0,1	0,3	0,6	0	0	0	0	0

Tüm sonuçlar mg/L cinsindedir.

*(Krom değerleri µg/L)

Kireçtaşı Akiferinden Alınan Yeraltı Suyu Analiz Sonuçları

Haz.06																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-15	7,2	20,1	997	0,3	8,1	0	6,2	0	0,56	0,6	0,54	0,1	0,6	0	0	0	0	0
ME-16	7,2	21,2	558	0	6,9	0	12,4	0	0,34	0,1	0,13	0,2	1,5	0,03	0	0	0	0
ME-21	7,3	22,1	893	0,2	7,2	0	32,3	0	0,45	0,4	0,35	0,2	0,6	5,5	0,2	0	0	0
Tem.07																		
Kuyu No	pH	T	EC	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-15	6,8	25,9	632	0,1	6,3	0	16,6	0	0,15	0,1	0,2	1,4	0,5	7,76	1	8	0	0
ME-16	7,3	31,3	532	0	6,9	0	3,9	0	0,14	0,1	0	0,6	0,7	8,08	0,4	0	0	0
ME-21	7	22	903	0,2	5,6	0	11,7	0	0	0,2	2,52	1,6	1,8	8,3	0	5	0	0
Oca.08																		
Kuyu No	pH	T	EC	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-15	7,1	18,7	1197	0,4	3,6	0,1	7,5	0	0,1	0,4	0,84	0,1	0,8	0,09	0	0	0	0
ME-16	7,5	19,3	721	0,1	4,9	0	16,4	0,1	0,24	0,1	0,12	0,3	0,5	0	0	0	0	0
ME-21	7,2	16,1	957	0,2	5,2	0	30,5	0	0,1	0,4	0,9	0,6	0,5	5,2	0	0	0	0
Nis.08																		
Kuyu No	pH	T	EC	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-15	7,8	20	760	0,1	6,2	0	14,6	0	0,03	0	0,05	0,2	0,6	0	0	0	0	0
ME-16	8,2	21,3	973	0,3	4,2	0	15,9	0	0,3	0	0,3	0	0,6	0	0	0	0	0
ME-21	7,4	20,1	903	0,2	5,1	0	7,53	0	0,1	0	0,38	0,3	0,5	0	0	0	0	0

Tüm sonuçlar mg/L cinsindedir.

*(Krom değerleri µg/L)

Yüzey Suyu Analiz Sonuçları

Haz.06																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-17	8	27,5	335	0	7,1	0	9,7	0	0,12	0,2	0,05	0,4	0,53	0,64	0	0	0	0
ME-19	8,3	33,9	439	0	5,5	0	6,6	0,3	0,83	1,4	0,88	0,2	0,72	5,5	0,9	0	0	0
ME-22	8,1	31	45300	30	4,9	0	0	4	0,81	0,2	0,39	3	0,42	5,5	0,4	0	0	0
ME-6	7,9	29,2	53500	36	4,7	0	6,6	4	1,96	0,7	0,2	0,2	0,58	0,06	0,77	0,05	0	0
ME-7	7,7	22,8	974	0,3	7,5	0	18	0,2	0,1	0,5	0,06	0,1	0,93	0,4	0,6	0,02	0,1	0
ME-8	7,9	30,1	1800	0,7	6,4	0,2	3,1	0,1	0,33	0,6	0,27	0,5	0,53	0,13	0,29	0,02	0	0
Tem.07																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-17	8	27,2	385	0	6,8	0	6,9	0	0	0,1	0	2,8	0,67	0,8	0,2	0	0	0
ME-19	8,2	30	494	0	7,8	1,3	4,6	0	0,42	1	0,08	0,4	0,52	0,49	1,21	0	0	0
ME-22	7,9	29,1	48000	31	5,4	0	3,6	16	1,85	0,4	0,3	1,6	0,43	0,94	0,23	0	0	0
ME-6	7,9	27	52100	34	4,5	0	2,5	2,3	1,93	0,3	0,04	27	0,55	0,7	0,43	0	0	0
ME-7	7	24	1016	0,3	5,9	0,1	2,2	0	0,31	0,1	0,11	0,4	5,15	0,83	0,65	0	0	0
ME-8	8,1	26,7	405	0	6,4	0	5,2	0	0,07	0,6	0,02	0,3	0,6	0,7	0,31	0,01	0	0
Oca.08																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-17	8,2	14,3	572	0,0	6,3	0,0658	17,27	0,024		0,7	0,28							
ME-19	8,6	11,3	760	0,1	8,32	0	6,6	0	0,4	0	0	0,3	0,78	0,11	0	0	0	0
ME-22	8,24	11,1	33900	20,8	9,2	0	0	0,27	1,15	0,3	0	0,7	0,59	0,08	2,81	0	0	0
ME-6	8,21	15,3	58000	38,1	8,1	0	0	2	1,7	0,2	0,14	2,9	5,37	0,21	0,12	0	0	1,2
ME-7	7,4	19,7	1372	0,5	4,4	0,03	3,5	0	0,15	0,1	0,42	0,3	0,57	0	0	0	0	0
ME-8	8,5	13,9	690	0,1	6,6	0,0	41,19	0,3283		0,4	0,58							
Nis.08																		
Kuyu No	pH	T(°C)	EC(µS/cm)	Sal	DO	NO2	NO3	NH3	F	P	PO4	I	Br	Fe	Cu	Cr	Mo	Mn
ME-17	8,4	18,6	568	0	5,8	0	8,4	0	0,26	0,7	0,03	0	0,75	0	0	0	0	0
ME-19	8,1	19,1	728	0,1	3,6	0	9,3	0	0,53	0,2	0,04	0,3	0,54	0,03	0	0	0	0
ME-22	8,2	22,7	35200	22	8,1	0	0	0	1,2	0	0,06	1,2	0,52	0,05	1,01	0	0	0
ME-6	8,1	20	54000	35	8,9	0	0	4,5	2	0,2	0,25	1,2	0,52	0,03	0,1	0	0	3
ME-7	7,9	21,1	1293	0,4	5,2	0	2,6	0	0,22	0	0,52	0,1	0,49	0	0	0	0	0
ME-8	8,9	18,4	464	0	8,4	0	1,6	0	0,15	0	0,51	0,2	0,52	0	0	0	0	0

Tüm sonuçlar mg/L cinsindedir.

*(Krom değerleri µg/L)