



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇORUM DERESİ (ÇORUM) HAVZASININ YERALTISUYU KALİTESİ VE KİRLENME DURUMUNUN İNCELENMESİ

Ünal DEMİRAY

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

Ekim-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ÇORUM DERESİ (ÇORUM) HAVZASININ YERALTISUYU KALİTESİ VE KİRLENME DURUMUNUN İNCELENMESİ

Ünal DEMİRAY

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Halil BAŞ

2014, 198 Sayfa

Jüri
Danışman: Prof. Dr. Halil BAŞ
Prof. Dr. Hükmü ORHAN
Prof. Dr. Mustafa IŞIK
Yrd. Doç. Dr. Ali Ferhat BAYRAM
Yrd. Doç.Dr. Dünyamin GÜÇLÜ

Bu çalışmada Çorum Deresi (Çorum) havzasında bulunan yeraltısuyunun kalitesi ve kirlenme durumunun hangi seviyelerde olduğu, hangi faktörlerin kirlenme konusunda başlıca etken olabilecekleri araştırılmıştır. Ayrıca yakında bulunan katı atık sahasının etkisi ve yeraltısuyu ile akarsu arasında bir etkileşim bağlantısı olup olmadığı da anlaşılmaya çalışılmıştır. Araştırmalar için en fazla yağışlı dönem ile en az yağışlı dönemlerde bariz değişimlerin olup olmadığını anlamak için yeraltısuyu ve akarsu örneklemesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar bilgisayar yazılımları yardımıyla grafiklere, dağılım haritalarına dönüştürülerek su kalitesi ve kirlenme durumu anlaşılmaya çalışılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yakın ve benzer sonuçlar elde edilmemesi nedeniyle kuyular ve akarsu arasında bir etkileşimin olmadığı kannatine varılmıştır. Sulama suyu bakımından akarsu örneklerinin ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre genellikle C_3S_1sınıfında, kuyu örneklerinin de genellikle C3S1 ile C4S2 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Wilcox diyagramına göre Akarsu örneklerinin genellikle iyi kullanılabilir nitelikte, kuyu örneklerinin ise iyi kullanılabilir, şüpheli kullanılamaz ve kullanılamaz aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle kuyu sularının en az yağışlı dönemdeki özellikleri genellikle şüpheli kullanılamaz ve kullanılamaz şeklinde tespit edilmiştir. Bunun nedeninin de yağış azalmasına bağlı olarak konsantrasyonun göreceli olarak artışı olduğu düşünülmektedir.Özellikle jipsli birimlere yakın zeminlerde açılan kuyularda sertlik, EC ve tuzluluğun çok fazla olduğu ve suların hem içme ve kullanma hem de sulama suyu olarak kullanılması bakımından olumsuz oldukları belirlenmiştir.Bütün bu çalışmalar sonucunda yeraltısuyunun özellikle litolojik kaynaklı bir kirlenmeye maruz kaldığı, fakat dış faktörler tarafından çok belirgin olarak riskli bir kirlenmeye maruz kalmadığı anlaşılmıştır. Bunun nedeninin de özellikle alüvyonun üst kısmının alta sızmayı önleyecek ya da çok az sızdıracak şekilde kil ve silt örtüsüyle kaplı olması şeklinde düşünülebilir. Atık sahası yakınındaki sızıntı sularının analiz sonuçları burasının kirletici olması bakımından risk potansiyeline sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak bazı parametreler sınır değerleri geçmemiş olsalar da ileriki zamanlarda kirletici etkenler olabilecekleri dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu, çevre, Çorum, hidrojeoloji, jeoloji, kalite, kirlilik, yeraltısuyu.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

INVESTIGATION OF QUALITY AND POLLUTION OF THE THE GROUNDWATER IN CORUM STREAM BASIN IN ÇORUM

Ünal DEMİRAY

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DOCTOR OF PHILOSOPHY IN GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Prof.Dr. Halil BAŞ

2014, 198 Pages

Jury
Advisor: Prof. Dr. Halil BAŞ
Prof. Dr. Hükmü ORHAN
Prof. Dr. Mustafa IŞIK
Assistant Prof. Ali Ferhat BAYRAM
Assistant Prof. Dünyamin GÜÇLÜ

In this study, investigation was carried out that understanding the degree of quality and pollution and which factors effecting the quality and pollution of the groundwater in Çorum Stream Basin in Çorum. Also, the effect of municipal waste disposal site and the interaction between the stream and groundwater was researched. For the investigation, stream and groundwater sampling were performed at rainy and dry seasons to see if there is a change on quality parameters. The results were evaluated by the computer programs and then graphics, distribution maps were prepared.Thus, degree of the quality and pollution were tried to understand. According to analysis results, because the results of streams and the groundwaters are not so close to each other we can say that there is no interaction between the stream and the groundwater. As the irrigation water, the stream waters are generally in the range between C_3S_1 region and the groundwaters are generally in the range between C_3S_1 and C_4S_2regions according to US Salinity Laboratory Diagram.According to Wilcox diagram stream waters are generally good-permissible and groundwaters are generally good permissible, doubtful to unsuitable and unsuitable type. Especially groundwaters are doubtful to unsuitable and unsuitable types in dry season. It may be assumed that as the result of relative increase in concentration of salt minerals. Especially samples from groundwater wells bored close to gypsium bearing units have high hardness, electrical conductivity and salinity values. Thus for drinking and irrigation these waters are determined as unsuitable. As a result of these studies, it is understood that the groundwater especially was effected by the lithological contamination rather than the anthropogenic or the other types of pollution. Because the alluvium is covered by the silt and clay lithology it is not affected by the anthropogenic and the other foreign factors. The results of dispoasal site leachate indicate that this site would have a risk potential fort pollution in the future. Although the parameters did not exceed the maximum dangerous values it does not mean that they will not be dangerous in the future, and this case must be taken into account.

Keywords: Çorum, environment, groundwater, hydrogeology, geology, pollution, quality, stream.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Sürekli artan nüfus ve teknoloji ile birlikte insanlar için sınırlı kaynaklar daha da önemli hale gelmeye başlamıştır. Geçtiğimiz yüzyılda ülkeler özellikle enerji kaynakları için birbiriyle mücadele ederlerken, artık bugün su kaynakları ve özellikle tarımsal kaynaklar da ön plana çıkmışlardır. Tarımsal kaynakların verimliliği ve kalitesi su kalitesi ve kirlenme durumuyla doğrudan ilişkilidir. Kaliteli su demek kaliteli tarımsal ürünler ve dolayısıyla da kaliteli, sağlıklı beslenme demektir. Kullanılan teknolojilere paralel olarak su kaynaklarından öncelikle yüzeyde bulunan veya akış yapan sular etkilenmişlerdir. Günümüzde artık yeraltısuları da etkilenir hale gelmeye başlamışlardır. Bu nedenle öneminden dolayı da böyle bir çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmüştür. Bu çalışmayı yapmak için beni teşvik eden ve her konuda desteklerini ve yakın ilgilerini gördüğüm başta danışman hocalarım Prof. Dr. Halil BAŞ ve Doç. Dr. Şükrü DURSUN olmak üzere, 09201103 proje numarası ile destek olan Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne ve Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, ayrıca bana sabırla tahammül eden aileme ve tüm iş arkadaşlarıma da teşekkürlerimi sunuyorum

Ünal DEMİRAY
KONYA- 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vii
1 GİRİŞ 1
2 KAYNAK ARAŞTIRMASI 2
2.1 Jeolojik Çalışmalar 2
2.2 Hidrojeolojik Çalışmalar 3
2.3 Yeraltısuyu Kirliliği Çalışmaları 4
3 MATERYAL VE YÖNTEM 7
3.1 Materyal 7
3.1.1 Çalışma Alanı 7
3.1.2 Nüfus 8
3.1.3 Coğrafya 8
3.1.4 İklim 8
3.1.5 Bitki Örtüsü 10
3.1.6 Akarsular 10
3.1.7 Göller ve Bataklıklar 10
3.1.8 Kaynaklar 11
3.1.9 Barajlar ve Göletler 12
3.1.10 Kirlilik kaynakları 12
3.2 Yöntem 15
3.2.1 Örnekleme ve Analiz 15
3.2.2 Analizlerin Değerlendirilmesi 18
4 ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 23
4.1.1 Genel Jeoloji 23
4.1.2 Yapısal Jeoloji ve Paleocoğrafya 31
4.1.3 Hidrojeoloji 35
4.2 Su Kimyası ve Kalitesinin Değerlendirilmesi 50
4.3 Analiz Sonuçlarının ve Kirlilik Durumunun Değerlendirmesi 178
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER 182
6 KAYNAKLAR 183
7 EKLER 186

8 ÖZGEÇMİŞ 198

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yer bulduru haritası. 7
Şekil 3.2. Ortalama yıllık yağış grafiği. 9
Şekil 3.3. Çorum Deresi Havzası akarsu ve doruk ağı haritası (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996'dan değiştirilerek). 11
Şekil 3.4. Atık sahası uydu görüntüsü. 13
Şekil 3.5. Atık sahası sızıntı suyu. 13
Şekil 3.6. Atık sahasının güneyden görünüşü. 14
Şekil 3.7. Tavuk çiftliği atığının atık sahasına boşaltılması. 14
Şekil 3.8. Değerlendirmesi yapılan tüm örneklere ait lokasyon haritası. 15
Şekil 3.9. Atık sahası ve örnek lokasyonlarının uydu görüntüsü. 16
Şekil 3.10. Piper diyagramı bölümleri. 19
Şekil 3.11. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı. 21
Şekil 3.12. Wilcox diyagramı özellikleri. 22
Şekil 4.1. Çalışma alanının ölçeksiz genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Apaydın (1993), Ateş ve diğ. (2002) ve Ulu ve diğ. (2010)'den değiştirilerek alınmıştır). 25
Şekil 4.2 Çalışma alanının jeolojik haritası (Apaydın, 1993, DSİ 1996 ve Ulu ve diğ., 2010'dan değiştirilerek alınmıştır). 26
Şekil 4.3 Anadolu'nun kıtasal kabuk parçalarını ve Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın Anadolu'daki konumu (Şengün ve diğ., 1990). 32
Şekil 4.4 Tetis alanlarının jeolojik evrimi (Şengün ve diğ., 1990) 32
Şekil 4.5. Çorum Deresi Havzasıgenelleştirilmiş hidrojeolojik dikme kesit (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996). 36
Şekil 4.6. Çorum Deresi Havzası Örnek Lokasyonları ve Alüvyon akifere ait eşkalınlık haritası (Apaydın, 1993'den değiştirilerek). 38
Şekil 4.7. Alüvyonda yeraltısuyu tablası seviyelerini ve yeraltısuyu akım yönünü gösteren harita (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996'dan değiştirilerek). 40
Şekil 4.8. Çorum Deresi Havzası yeraltısuyu akım yönü ve hidrolik yük haritası. 41
Şekil 4.9. Çorum Deresi Havzasındaki alüvyondayeraltısuyu seviyesi değişim bölgeleri ve efektif gözeneklilik (n_e) değerlerinin dağılımı haritası (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996). 47
Şekil 4.10. Kuyu 1.dönem örneklerinin Piper Diagramı. 52

Şekil 4.11. Akarsu 1.dönem örneklerine ait Piper Diagramı. 53
Şekil 4.12. Kuyu 1.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı. 54
Şekil 4.13. Akarsu 1.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı. 55
Şekil 4.14. Kuyu 2.dönem örneklerinin Piper Diagramı. 56
Şekil 4.15. Kuyu 2.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı. 57
Şekil 4.16. Akarsu 2.dönem örneklerinin Piper Diagramı. 57
Şekil 4.17. Akarsu 2.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı. 58
Şekil 4.18. İzleme örneklerinin Piper Diyagramı. 59
Şekil 4.19.İzleme örnekleri Schoeller Diyagramı. 60
Şekil 4.20. Kuyu 1.Dönem pH dağılım haritası. 62
Şekil 4.21. Kuyu 2.Dönem pH dağılım haritası 62
Şekil 4.22. Akarsu 1.DönempH dağılım haritası. 63
Şekil 4.23. Akarsu 2.Dönem pH dağılım haritası. 63
Şekil 4.24.pH kesiti. 64
Şekil 4.25 Kuyu 1.dönem Sıcaklık dağılım haritası. 66
Şekil 4.26. Kuyu 2.dönem Sıcaklık dağılım haritası. 66
Şekil 4.27. İzleme örnekleri Sıcaklık dağılım haritası. 67
Şekil 4.28. Sıcaklık kesiti. 67
Şekil 4.29. Kuyu 1.dönem EC dağılım haritası. 69
Şekil 4.30. Kuyu 2.dönem EC dağılım haritası. 69
Şekil 4.31 Akarsu 1.dönem EC dağılım haritası. 70
Şekil 4.32 Akarsu 2.dönem EC dağılım haritası. 70
Şekil 4.33İzleme örnekleri EC dağılım haritası. 71
Şekil 4.34 Elektriksel iletkenlik (EC) kesiti. 72
Şekil 4.35. Kuyu 1. dönem TÇKM dağılım haritası. 74
Şekil 4.36. Kuyu 2. dönem TÇKM dağılım haritası. 74
Şekil 4.37. Akarsu 1. dönem TÇKM dağılım haritası. 75
Şekil 4.38. Akarsu 2. dönem TÇKM dağılım haritası. 75
Şekil 4.39 Toplam Çözünmüş Katı Madde kesiti. 76
Şekil 4.40. Kuyu 1. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası. 77
Şekil 4.41. Kuyu 2. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası. 77
Şekil 4.42. Akarsu 1. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası. 78
Şekil 4.43. Akarsu 2. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası. 78
Şekil 4.44. Kuyu 1. dönem Tuzluluk dağılım haritası. 80

Şekil 4.45. Kuyu 2. dönem Tuzluluk dağılım haritası. 80
Şekil 4.46. Akarsu 1. dönem Tuzluluk dağılım haritası. 81
Şekil 4.47. Akarsu 2. dönem Tuzluluk dağılım haritası. 81
Şekil 4.48 Tuzluluk (%) kesiti. 82
Şekil 4.49. Kuyu 1. dönem KOİ dağılım haritası. 84
Şekil 4.50. Kuyu 2. dönem KOİ dağılım haritası. 84
Şekil 4.51. Akarsu 1. dönem KOİ dağılım haritası. 85
Şekil 4.52. Akarsu 2. dönem KOİ dağılım haritası. 85
Şekil 4.53 Kimyasal oksijen ihtiyacı kesiti. 86
Şekil 4.54. Kuyu 1. dönem BOİ dağılım haritası. 87
Şekil 4.55. Kuyu 2. dönem BOİ dağılım haritası. 87
Şekil 4.56. Akarsu 1. dönem BOİ dağılım haritası. 88
Şekil 4.57. Akarsu 2. dönem BOİ dağılım haritası. 88
Şekil 4.58 Biyolojik oksijen ihtiyacı kesiti. 89
Şekil 4.59. Kuyu 1. dönem Ç.O. dağılım haritası. 90
Şekil 4.60. Kuyu 2. dönem Ç.O. dağılım haritası. 90
Şekil 4.61. Akarsu 1. dönem Ç.O. dağılım haritası. 91
Şekil 4.62. Akarsu 2. dönem Ç.O. dağılım haritası. 91
Şekil 4.63 Çözünmüş oksijen ihtiyacı kesiti. 93
Şekil 4.64. Kuyu 1. dönem Na dağılım haritası. 95
Şekil 4.65. Kuyu 2. dönem Na dağılım haritası. 95
Şekil 4.66. Akarsu 1. dönem Na dağılım haritası. 96
Şekil 4.67. Akarsu 2. dönem Na dağılım haritası. 96
Şekil 4.68. İzleme örnekleri Na dağılım haritası 97
Şekil 4.69 Na kesiti. 98
Şekil 4.70. Kuyu 1. dönem Ca dağılım haritası. 100
Şekil 4.71. Kuyu 2. dönem Ca dağılım haritası. 100
Şekil 4.72. Akarsu 1. dönem Ca dağılım haritası. 101
Şekil 4.73. Akarsu 2. dönem Ca dağılım haritası. 101
Şekil 4.74. İzleme örnekleri Ca dağılım haritası. 102
Şekil 4.75 Ca kesiti. 103
Şekil 4.76. Kuyu 1. dönem Mg dağılım haritası. 104
Şekil 4.77. Kuyu 2. dönem Mg dağılım haritası. 104
Şekil 4.78. Akarsu 1. dönem Mg dağılım haritası. 105

Şekil 4.79. Akarsu 2. dönem Mg dağılım haritası. 105
Şekil 4.80 İzleme örnekleri Mg dağılım haritası. 106
Şekil 4.81 Mg kesiti. 107
Şekil 4.82. Kuyu 1. dönem Cl dağılım haritası. 108
Şekil 4.83. Kuyu 2. dönem Cl dağılım haritası. 108
Şekil 4.84. Akarsu 1. dönem Cl dağılım haritası. 109
Şekil 4.85. Akarsu 2. dönem Cl dağılım haritası. 109
Şekil 4.86. İzleme örnekleri Cl dağılım haritası. 110
Şekil 4.87 Cl kesiti. 111
Şekil 4.88. Kuyu 1. dönem SO_4 dağılım haritası. 113
Şekil 4.89. Kuyu 2. dönem SO_4 dağılım haritası. 113
Şekil 4.90. Akarsu 1. dönem SO_4 dağılım haritası. 114
Şekil 4.91. Akarsu 2. dönem SO_4 dağılım haritası. 114
Şekil 4.92. İzleme örnekleri SO_4 dağılım haritası. 115
Şekil 4.93 SO_4 kesiti. 116
Şekil 4.94. Kuyu 1.dönem CO_3 dağılım haritası. 118
Şekil 4.95. Kuyu 2.dönem CO_3 dağılım haritası. 118
Şekil 4.96. Akarsu1.dönem CO_3 dağılım haritası. 119
Şekil 4.97. Akarsu 2.dönem CO_3 dağılım haritası. 119
Şekil 4.98. İzleme örnekleri CO_3 dağılım haritası. 120
Şekil 4.99 CO_3 kesiti. 121
Şekil 4.100. Kuyu 1. dönem HCO_3 dağılım haritası. 122
Şekil 4.101. Kuyu 2. dönem HCO_3 dağılım haritası. 122
Şekil 4.102. Akarsu 1. dönem HCO_3 dağılım haritası. 123
Şekil 4.103. Akarsu 2. dönem HCO_3 dağılım haritası. 123
Şekil 4.104. İzleme örnekleri HCO_3 dağılım haritası. 124
Şekil 4.105 HCO_3 kesiti. 125
Şekil 4.106. Kuyu 1. dönem K dağılım haritası. 127
Şekil 4.107. Kuyu 2. dönem K dağılım haritası. 127
Şekil 4.108. Akarsu 1. dönem K dağılım haritası. 128
Şekil 4.109. Akarsu 2. dönem K dağılım haritası. 128
Şekil 4.110. İzleme örnekleri K dağılım haritası. 129
Şekil 4.111 K kesiti. 130
Şekil 4.112. Kuyu 1. dönem B dağılım haritası. 131

Şekil 4.113. Kuyu 2. dönem B dağılım haritası. 131
Şekil 4.114. Akarsu 1. dönem B dağılım haritası. 132
Şekil 4.115. Akarsu 2. dönem B dağılım haritası. 132
Şekil 4.116. İzleme örnekleri B dağılım haritası. 133
Şekil 4.117 B kesiti. 134
Şekil 4.118. Kuyu 2.dönem P dağılım haritası. 135
Şekil 4.119. Akarsu 2.dönem P dağılım haritası. 135
Şekil 4.120 P kesiti. 136
Şekil 4.121. Kuyu 1.dönem Fosfat dağılım haritası. 137
Şekil 4.122. Kuyu 2.dönem Fosfat dağılım haritası. 137
Şekil 4.123. Akarsu 1.dönem Fosfat dağılım haritası. 138
Şekil 4.124. Akarsu 2.dönem Fosfat dağılım haritası. 138
Şekil 4.125 Fosfat kesiti. 139
Şekil 4.126. Kuyu 1.dönem Se dağılım haritası. 141
Şekil 4.127. Akarsu 2.dönem Se dağılım haritası. 141
Şekil 4.128 Se kesiti. 142
Şekil 4.129. kuyu 1.dönem NO_3 dağılım haritası. 143
Şekil 4.130. Kuyu 2.dönem NO_3 dağılım haritası. 143
Şekil 4.131. Akarsu 1.dönem NO_3 dağılım haritası. 144
Şekil 4.132. Akarsu 2.dönem NO_3 dağılım haritası. 144
Şekil 4.133. İzleme örnekleri NO_3 dağılım haritası. 145
Şekil 4.134 NO_3 kesiti. 146
Şekil 4.135. İzleme örnekleri NO_2 dağılım haritası. 147
Şekil 4.136 NO_2 kesiti. 147
Şekil 4.137. Kuyu1. dönem Al dağılım haritası. 149
Şekil 4.138. Akarsu 1. dönem Al dağılım haritası. 149
Şekil 4.139 Al kesiti. 150
Şekil 4.140. Kuyu 1. dönem Co dağılım haritası. 151
Şekil 4.141. Kuyu 2. dönem Co dağılım haritası. 151
Şekil 4.142. Akarsu1. dönem Co dağılım haritası. 152
Şekil 4.143. Akarsu 2. dönem Co dağılım haritası. 152
Şekil 4.144 Co kesiti. 153
Şekil 4.145. Kuyu1. dönem Mo dağılım haritası. 154
Şekil 4.146. Kuyu 2. dönem Mo dağılım haritası. 154

Şekil 4.147. Akarsu 3.dönem Mo dağılım haritası. 155
Şekil 4.148. Akarsu 2.dönem Mo dağılım haritası. 155
Şekil 4.149 Mo kesiti. 156
Şekil 4.150. Kuyu 1.dönem Cd dağılım haritası. 158
Şekil 4.151. Kuyu 2.dönem Cd dağılım haritası. 158
Şekil 4.152. Akarsu 1.dönem Cd dağılım haritası. 159
Şekil 4.153 Cd kesiti. 159
Şekil 4.154. kuyu 1.dönem Cr dağılım haritası. 161
Şekil 4.155. Kuyu 2.dönem Cr dağılım haritası. 161
Şekil 4.156. akarsu 1.dönem Cr dağılım haritası. 162
Şekil 4.157. Akarsu 2.dönem Cr dağılım haritası. 162
Şekil 4.158 Cr kesiti. 163
Şekil 4.159. Kuyu 1.dönem Cu dağılım haritası. 164
Şekil 4.160. Akarsu 1.dönem Cu dağılım haritası. 164
Şekil 4.161 Cu kesiti. 165
Şekil 4.162. Kuyu 1.dönem Fe dağılım haritası. 166
Şekil 4.163. Akarsu 1.dönem Fe dağılım haritası. 166
Şekil 4.164 Fe kesiti. 167
Şekil 4.165. Kuyu 1.dönem Mn dağılım haritası. 169
Şekil 4.166. Kuyu 2.dönem Mn dağılım haritası. 169
Şekil 4.167. Akarsu 1.dönem Mn dağılım haritası. 170
Şekil 4.168 Mn kesiti. 171
Şekil 4.169. Kuyu 1.dönem Ni dağılım haritası. 172
Şekil 4.170. Kuyu 2.dönem Ni dağılım haritası. 172
Şekil 4.171. Akarsu 1.dönem Ni dağılım haritası. 173
Şekil 4.172 Ni kesiti. 174
Şekil 4.173. Kuyu 2.dönem Pb dağılım haritası. 175
Şekil 4.174. Akarsu 2.dönem Pb dağılım haritası. 175
Şekil 4.175 Pb kesiti. 176
Şekil 4.176. Kuyu 1.dönem Zn dağılım haritası. 177
Şekil 4.177. Akarsu 1.dönem Zn dağılım haritası. 177
Şekil 4.178 Zn kesiti. 178

1 GİRİŞ

1.1.Amaç

Havzada bulunan ve yeraltısuyu temin edilen akifer birimlerinin özelliklerinin ve bu akiferleri etkileyen kirleticilerin nitelikleri ile akiferlerin kirlenmeye karşı hassasiyetlerinin bilinmesi yeraltısuyu kalitesinin izlenmesi, korunması ve yönetilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada hidrojeolojik ve hidrokimyasal verilerden faydalanılarak havzanın yeraltısuyu kimyası, kalitesi ve kirlenmeye karşı hassasiyeti ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla da yeraltısuyundan en fazla yağışlı ve en az yağışlı dönemlerde örnekleme yapılarak kimyasal niteliği ve kalitesi ile kirlenme durumu araştırılmaya çalışılmıştır.

Daha önceki çalışmacıların çalışmaları da değerlendirilerek havzadaki yeraltı suyu tablası ve yeraltı suyunun akış yönü belirlenerek olası kirlenme kaynakları belirlenmeye çalışılmıştır.

2 KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışma alanı ve civarı bu zamana kadar farklı amaçlar kapsamında araştırılmıştır. Bu araştırmalar kapsamında jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar, kısmen de kirlilik çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.1 Jeolojik Çalışmalar

Akarsu (1959) Çorum-Sungurlu-Alaca dolaylarını kaplayan bölgede Paleozoik yaşlı birimleri kloritli, serisitli, epidotlu killi şistler ile kireçtaşlarından, Mesozoyik yaşlı birimler ise radyolaritli, serpantinli, volkanik-magmatik seri adı altında incelemiştir.

Genç ve diğ. (1993) Merzifon(Amasya) bölgesindeki birimleri Paleozoik, Mesozoyik ve Senozoyik stratigrafi birimleri şeklinde çalışmışlardır. Tavşandağ Graniti ve diğer mağmatik kayaçlar olan andezit, trakiandezit, trakit, dasit, bazalt, spilit, tüf ve aglomeradan oluşan volkanik kayaçları belirleyerek petrografik özelliklerini incelemişlerdir. Ayrıca yörede yer alan metamorfitlerin de Barrow tipi yeşilşist fasiyesi şartlarında oluştuğunu belirtmişlerdir.

Ketin ve Erentöz (1962) 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası kapsamında Sinop paftasında yer alan birimlerin özelliklerini ve yayılımlarını konu edinen bir derleme çalışması yapmışlardır. Bu çalışma sırasında daha önce yapılmış olan paftalar da revizyondan geçirilmiştir. Pafta sahası büyük jeolojik üniteler bakımından Karadeniz kıyı dağlarını, Kuzey Anadolu silsilelerini (Ilgaz dağları, Akdağlar) ve Orta Anadolu kristalin masifinin kuzey kısımlarını içerisine alır. Ayrıca Zonguldak kömür havzasının doğu kesimi ile Kuzey Anadolu Fay Zonu ve genç faylar da bölgeye dahildir.

Lahn (1949) Kızılırmak ve Yeşilırmak nehirleri arasında kalan bölgede en altta diyoritik, granitik şistler yer alır. Bunun üzerine fillit, kalker, radyolarit, yeşil sahre(serpantin, porfiritler, melafirler) ve filişten oluşan Üst Kretase birimi gelmektedir. Daha üstte ise denizel konglomeralar (Lütesiyen), jipsli marn ve greler ile bol jipsli marnlar bulunur. Erciyes volkanitleri olarak incelenen bazalt ve andezitler en üstte yer alır.

Özcan ve diğ.(1980)'nin çalışmasına göre en yaşlı birimler Turhal Grubu ile Devecidağ Karışığı'dır. Turhal Grubu kayaçları düzgün istiflenmeli metavolkanit, hornblend yeşilşist, pelitik-psamitik metatortul, grafitşist, kalkşist ve mermerlerden

oluşur. Devecidağ Karışığı kireçtaşı bloklu, volkanik matriksli kumtaşı ve metamorfiklerden (şistlerden) oluşmaktadır. Ferhatkaya formasyonu'nun üzerinde açısal uyumsuzlukla genellikle denizel ve sığ ortamda oluşan kumtaşı, kil marn ve konglomeradan müteşekkil Çekerek formasyonu yer almaktadır. Bu formasyon Eosen (Lütesiyen) yaşlıdır.

Seymen (1993) Mecitözü dolayının stratigrafik gelişimini incelediği çalışmasında Triyas öncesi metamorfik temel ve onun üzerinde örtü şeklinde üzerleyen Karakaya Karışığı'nın birlikte Tokat Masifini oluşturduğunu belirtmiştir.

Taşkın (1967) en yaşlı birimler olarak killi şist, grafitli şist, fillatlar ve az metamorfik killi greli şistler ile kalsit damarlı kireçtaşlarını inceleyen araştırmacı bu birimin yaşının Paleozoik veya daha yaşlı olabileceğini belirtir. Bunların üzerinde Permiyen yaşlı kireçtaşlarını ve daha üstte de volkanik birimlerle başlayan kireçtaşlarının Mesozoyik yaşlı olduğunu belirtir. Üst Paleozoik ve Alt Eosen yaşlı ofiyolitik seri üzerinde Eosen yaşlı filiş ile Neojen yaşlı konglomera-gre-killi kalker ve jipslerden oluşan birim yer alır.

2.2 Hidrojeolojik Çalışmalar

Apaydın (1993), Derinçay Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi ismli yüksek lisans tezi çalışması kapsamında akifer nitelikteki birimleri ve bu birimlerin hidrojeolojik özelliklerini (beslenim-boşalım vs) inceleyerek yeraltı suyu potansiyelini ortaya koymaya çalışmış olup yeraltı suyu kalitesine de değinerek ileriki zamanlarda kalitenin korunması için ve kirlenmeye karşı önlemler alınması gerektiğine ilişkin olarak önerilerde bulunmuştur.

Apaydın(1997) Çorum güneyinde pilot olarak seçilen Triyas yaşlı kireçtaşı akiferlerinde yağıştan süzülme oranlarını araştırmak ve Çorum çevresinde çeşitli lokasyonlarda bulunan bu tipteki kireçtaşı akiferlerinin yeraltı suyu potansiyelleri hakkında doğru tahminler yapmak amacıyla inceleme yapmıştır.

DSİ (1996) Hidrojeolojik Etüd Çalışması kapsamında Derinçay (Çorum) havzasında yeraltı suyu taşıyan formasyonları, formasyonların hidrolik özelliklerini, beslenim-boşalım mekanizmasını, yeraltı suyu kalite dağılımını ve havzadaki yeraltı suyu potansiyelini belirlemiştir.

Koçbay(1997) çalışmasında Mecitözü ile Konaklı(Çorum) arasında kalan yaklaşık 130 km^2'lik alanın jeolojisi ile hidrojeolojisi ve yeraltısuyu kalitesi konusunu incelemiştir. Çalışmada inceleme alanında bulunan birimler stratigrafik olarak ayırtlanmış olup 1/25000 ölçekli jeolojik haritası yapılarak değişik akifer türleri belirlenmiştir.

2.3 Yeraltısuyu Kirliliği Çalışmaları

Yeraltısuyu kirliliği bakımından çalışma sahası ile ilgili olarak bilinen detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak havzadaki akarsuyun kirliliği ile ilgili olarak Yeşilırmak havzası kirliliğinin incelenmesi ve Derinçayın (Çorum) kirliliğinin incelenmesi ile ilgili olarak Yeşilırmak Havzası Geliştirme Birliği (Amasya) tarafından gerçekleştirilmekte olan çalışmalar bulunmaktadır.

Çeşmeci, (2007) tarafından yapılan çalışmada havzada bulunan bazı tavuk çiftliklerinin, Derinçay'a mesafelerine göre yaraltısuyuna olan kirletici etkisi incelenmiştir.

Çalışma sahası ile doğrudan ilgili olmayan ancak çalışmalara ışık tutabilecek diğer çalışmalardan da burada bahsedilmiştir. Bu çalışmalar şu şekildedir:

Idaho Üniversitesi (1993) tarafından yapılan çalışmada, yeraltısuyuna girebilecek kirleticilerden otuzdan fazlasının insan faaliyetleri ile ilgili oldukları ve noktasal ve noktasal olmayan kaynaklar şeklinde ifade edilmiştir. Noktasal kaynaklar bir dönümden daha az alanda yer alırlar. Noktasal olmayan kaynaklar ise daha geniş alanlara yayılım gösterirler. En yaygın kaynaklar 1- Atık bertarafı uygulamaları, 2- Malzeme ve atıkların depolanması, işlenmesi, 3- Tarımsal faaliyetler ve 4- Tuzlu su girişimi, şeklinde dört sınıfta toplanmıştır. En yaygın olan yeraltısuyu kirlenme kaynağının da muhtemelen sıvı ve katı atıkların depolanması ve bertarafı ile ilgili olanıdır denilmektedir. Yağ, asidik maden atıkları, esasen sıvı olan endüstriyel atıklar, hayvansal atıklar ve soğutma sularını depolamakta kullanılan çukurluklar ile bertarafında kullanılan enjeksiyon kuyuları da ciddi kirletme potansiyeli oluşturabilirler. Ayrıca işlemden geçmiş olan atıkların araziye serilerek kullanılma uygulamalarının düzensiz olarak yapılması da yeraltısuyu açısından kirletme potansiyeli oluşturmaktadır.

Canpolat ve diğ., (1997) tarafından "Gölbaşı Atık Sahası Yeraltısularının Hidrojeokimyası: İlk Bulgular" isimli çalışmada, belediye katı atık sahalarındaki atık

suların yeraltısuyunu kirletme bakımından potansiyel kaynaklar oluşturdukları belirtilmektedir. Seçilen inorganik parametreler olan Ca, K, Cl, SO_4, Fe, Cu, Cd, Pb, Mn, NO_3 ve NH_3 iyon konsantrasyonlarının Gölbaşı atık sahasından kaynaklanan yeraltısularını tanımladığı gösterilmiş olup atık sahasından etkilenmemiş sular ile karşılaştırıldığında, atık sahası sonrasındaki suların konsantrasyonlarının bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kayabalı ve diğ.,(1999) tarafından yapılan "Şiddetli Olarak Kirletilmiş Şehir Akarsuyunun Komşu Akifer Sistemlerine Etkisi" isimli çalışmalarında, sık sık yağmur suyu ve işlemden geçirilmemiş kanalizasyon suyu taşkınlarına maruz kalan Ankara Çayı ile hemen bu akarsuya ve yan kollarına komşu olan önemli yeraltısuyu potansiyeli içeren alüvyon akiferin su kalitesi ve akarsu-akifer etkileşim durumu incelenmiştir. Komşu akiferdeki yeraltısuyu kirlenmesinin işlemden geçmemiş kanalizasyon, yüzey akışları ve diğer genel kaynaklarca şiddetliderecede kirletilen Ankara Çayından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ankara Çayının kendisiyle hidrolik bağlantıda olduğu akifer sistemi üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığına karar vermek için bunu yansıtacak parametreler olarak düşünülen toplam azot, toplam fosfor, organik madde ve bakteri konsantrasyonları dikkatlice izlenerek incelenmiştir.

Çelik, 2002, tarafından yapılan "Su Kalitesi Değerlendirmesi ve Yerköy (Yozgat) Civarındaki Akifer Sistemleri ile Delice Irmağı Arasındaki İlişkinin Araştırılması" isimli çalışmada, yüzey ve yeraltısuları ile ilişkili parametrelerin araştırılması ve Yerköy yakınındaki bölgede yüzey ve yeraltı suları arasında bir etkileşim olup olmadığını ortaya koyma çalışması gerçekleştirilmiştir.Arazi ve laboratuvar çalışmalarına dayanarak Alüvyon akifer ile Delice Irmağı arasında aktif bir yeraltısuyu çevriminin ve birbiri içerisinde suların karışımı nedeniyle de seyreltilme şeklinde çözülmenin olduğu gözlenmiştir. Etkileşme durumu bor (B) ve toplam çözünmüş katı (TÇK) grafikleri ile de doğrulanmıştır.

Nalbantçılar (2002) tarafından gerçekleştirilen '' Konya Yerleşim Alanı Yeraltısuyu Kalitesi ve Kirliliği '' isimli tez çalışmasında Konya yeraltısuyunun mevsimsel olarak seviye değişimi, akım yönleri, kimyasal nitelikleri, kalite ve kirlilik durumu ortaya konularak olası kirletici unsurlar belirlenmiş olup, ayrıca hidrojeolojik parametreler yardımıyla coğrafi bilgi sistemleri metodları kullanılarak, çalışma alanındaki yeraltısuyunun kirlenebilme olasılığı ortaya konulmuş ve riskli bölgeler belirlenmiştir. İnceleme alanında endüstriyel çalışma alanları, katı atık sahası ve

litolojik özelliklerden kaynaklanan kirlilik nedeniyle yeraltı suyu kalitesinin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir.

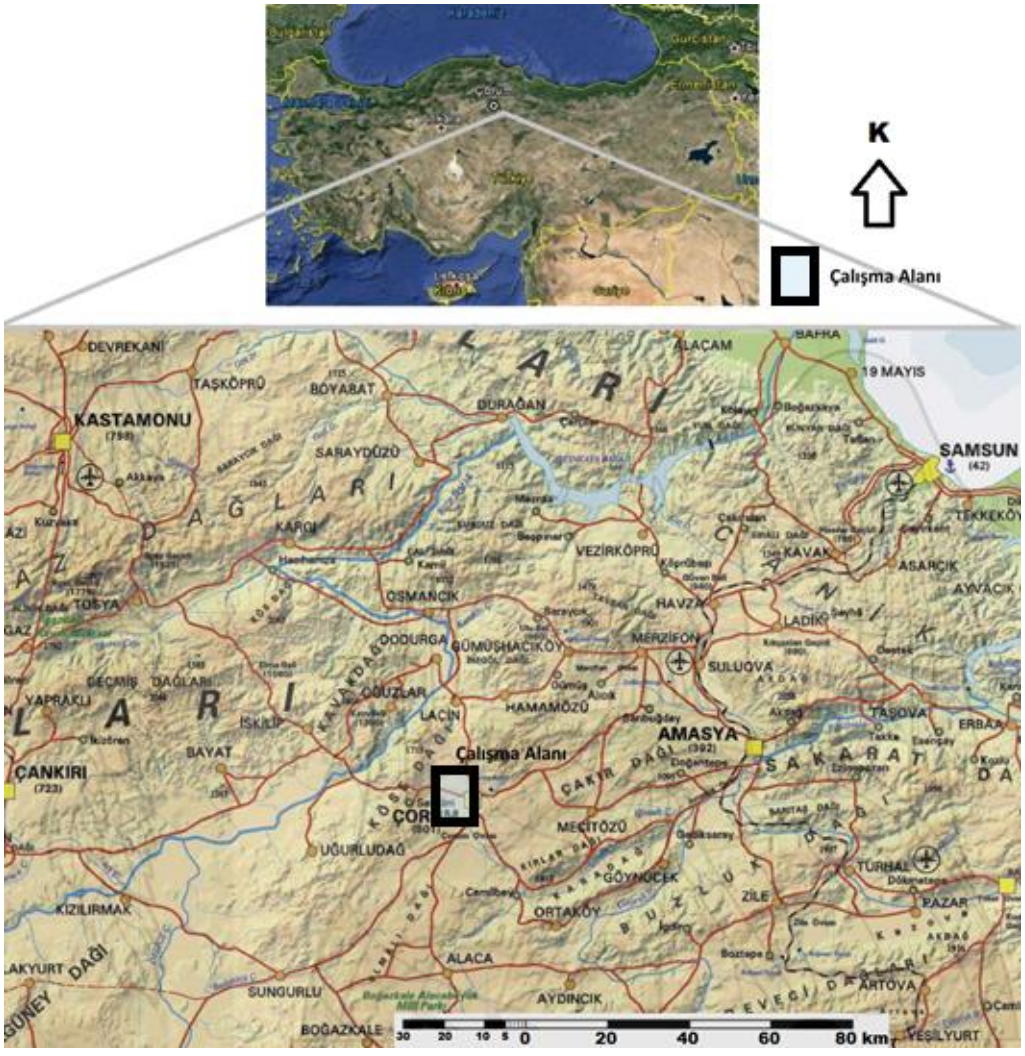
Bilgin ve diğ., (2005) tarafından yapılan "Isparta Yöresi Kaynak Sularında Flor, İyot, Arsenik Düzeyleri ile İnsan Kökenli (Antropojenik) Kirlenme ve Sağlığa Etkileri isimli çalışmada, yerin çatlaklarından itibaren yağışlardan süzülen suların çok yakında bulunan cevher yatağındaki arsenik içeren realgar mineralleri ile etkileşerek içerisindeki arsenik elementini katyon halinde bünyesine alır ve böylece de cevheri yıkayan yağmur suları yeraltısuyu tablasının arsenik ile kirleterek, bu sulardan faydalanan tüm canlılar için tehlike oluşturduklarını belirtmektedir. Ayrıca Isparta'nın çöplerinin de şehrin güney-batısındaki düzlüklere dökülmesi nedeniyle çöpler içerisindeki hastane atıkları büyük tehlike oluştururlar. Çöplerden yeraltı ve yerüstü sularına sızan atık sular Isparta Çayı deresine birleşerek Karacaören barajına ulaşmakta, buradan da yeraltısularına sızan sular yeraltısuyu tablasını da kirletmekte olup, bu suların da çevredeki tarım alanlarının sulanmasında kullanılmasından dolayı canlıların sağlıklarını olumsuz yönde etkilemektedir.

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma Alanı

Çorum yerleşim alanını da içinde bulunduran Çorum Deresi ve yan kollarının oluşturduğu havza yaklaşık olarak UTM (Universal Transversal Merkator) ED 50 koordinat sistemine göre köşe koordinatları y_1=650000, x_1=4482000 ve y_2=670000, x_2=4506000 olan alan içerisinde kalmaktadır. Havza alanı yaklaşık olarak 500 km^2'dir. Örnekleme çalışmaları ancak köşe koordinatları y_1=658000, x_1=4482000 ve y_2=668000, x_2=4495000 olan alan içerisinde gerçekleştirilebilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yer bulduru haritası.

3.1.2 Nüfus

Çalışma alanında yer alan Çorum ilinin Merkez İlçe nüfusu 236738 olup, havzada yer alan 38 köyün nüfusları toplamı ise 7274'tür. Bu köylerden 29 adedinde kanalizasyon sistemi mevcut olup, nüfus olarak toplamı 6713'tür.

3.1.3 Coğrafya

Çorum Deresi Havzası Çorum Ovası ile bu ovayı çevreleyen ve yüksekliği yer yer 1700 m'yi de geçen yükseltilerden oluşmaktadır (Şekil 3.1).

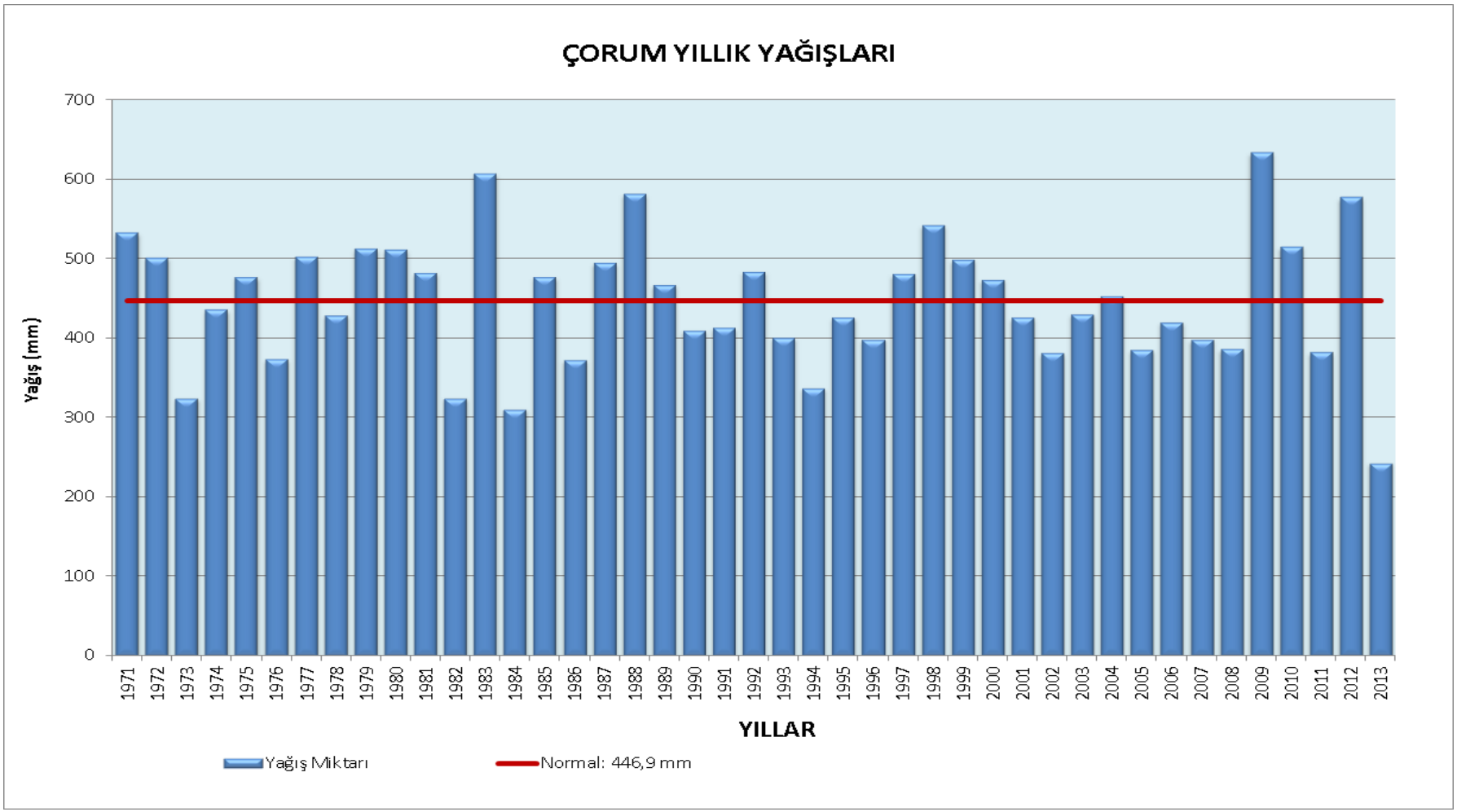
Havzadaki önemli yükseltiler, havzanın kuzeybatı sınırını oluşturan ve yükseltisi yer yer 1700 m'yi geçen Kösedağı, havzanın kuzey kesimindeki yükseltilerden Kazın T. (1502 m), Alıçlı T. (1532 m), Zımbalı T. (1726 m) ve Sivri T. (1728 m) gibi yükseltilerdir. En düşük topoğrafya rakımı ise 750 m 'ye kadar düşmektedir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

3.1.4 İklim

Çorum ili İç anadolu'nun kuzeyi ile Orta Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Deniz seviyesinden ortalama olarak 801 m yükseklikte olup bölgede Karadeniz Bölgesinin ılıman iklimi ile İç Anadolu Bölgesinin karasal iklimi arasında bir geçiş iklimi hakimdir. Karasal iklim daha baskındır. Yağışlar kış mevsiminde kar, diğer mevsimlerde ise genelde yağmur şeklindedir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

Çorum Yağış Gözlem İstasyonunun (Y.G.İ) 1929-1964 yılları arasındaki 64 yıllık verilerine göre ortalama 420 mm olan yıllık yağışın 113.6 mm'si (%27) kış aylarında, 145.6 mm'si (%34) ilkbahar aylarında 82.2 mm'si (%20) yaz aylarında, 78.6 mm'si (%19) sonbahar aylarında kaydedilmiştir. Çorum Y.G.İ'nun verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 10.6^{o}C'dir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

1929-2010 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama yağış değerlerine göre ortalama yıllık yağış 446.9 mm'dir. Bu değerlere ait grafik Şekil 1.1'de gösterilmektedir. 1929-1964 yılları arasında elde edilen ortalama yağış değerine (420 mm) göre 1971-2013 yılları arasındaki ortalama değer 26.9 mm artış göstermiştir (Şekil 3.2) (Apaydın,1993, DSİ, 1996 ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2014).



Şekil 3.2. Ortalama yıllık yağış grafiği.

3.1.5 Bitki Örtüsü

Havzadaki bitki örtüsünün dağılımını arazi kullanımı, topoğrafya ve yükselti belirlemektedir. Yüksek kesimler ormanlarla kaplıdır. Ormanların büyük bir bölümünü meşe ağaçları oluşturmaktadır. Yer yer çam ormanları da bulunmaktadır. Çorum Ovası ve kenarlarındaki yamaçlarda ayçiçeği, şekerpancarı, soğan vb ürünler yetiştirilmektedir. Düşük kottaki engebeli arazilerin bir kısmında meyve ile arpa, buğday gibi ürünler yetiştirilmekte olup, ekilemeyen araziler ise çıplak ve otsu bitkilerle kaplıdırlar.Havzanın kuzeybatısındaki Celilkırı köyü mevkiinde bir kısmı bataklık olan arazide sazlık ve çayır bitkileri egemendir. Akarsu kenarlarında ise kavak ve söğüt gibi ağaçlar yer almaktadır (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

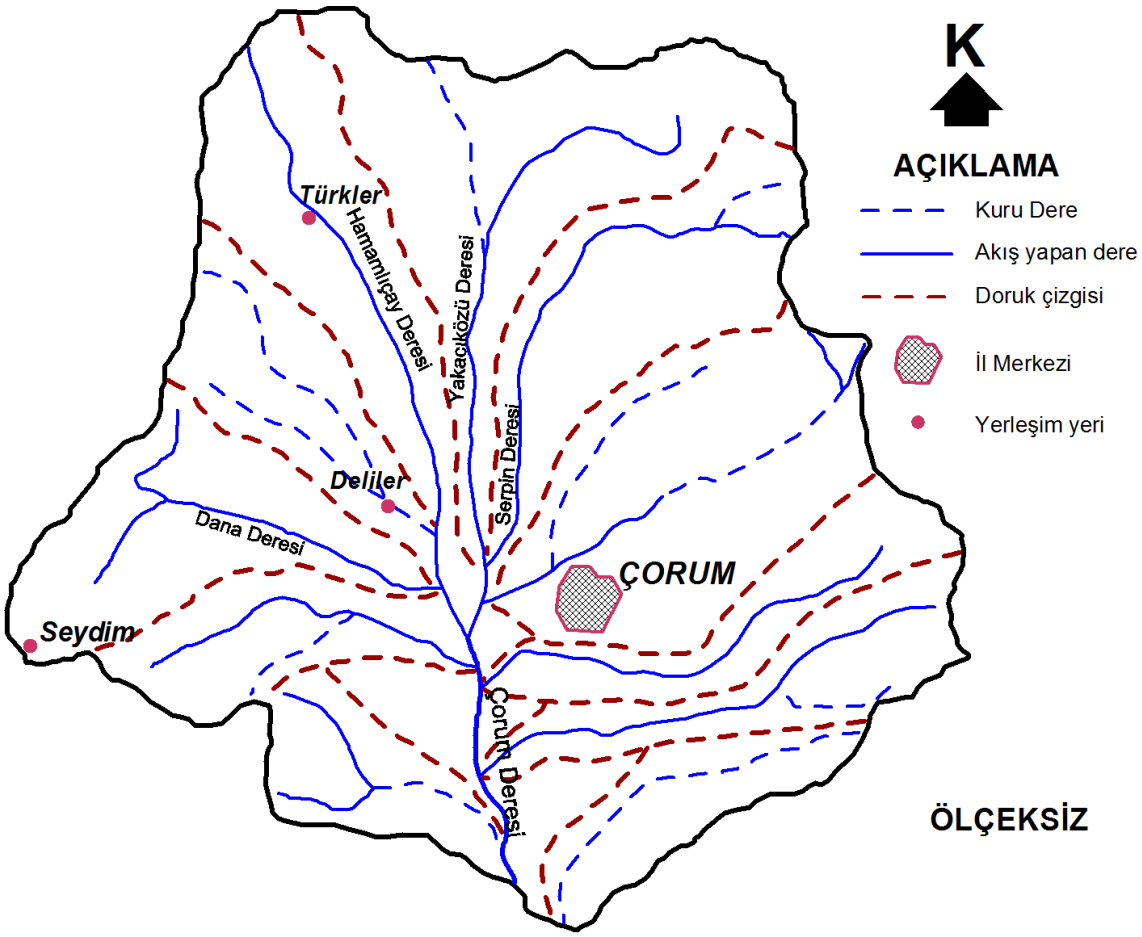
3.1.6 Akarsular

3.1.6.1 Çorum Deresi ve Kolları

Çorum Ovasının kuzeyinden gelerek güneye doğru akan Çorum Deresi, Dana Deresi, Hamamlıçay deresi, Yakacıközü Deresi, Serpin Deresi ve diğer mevsimlik derelerin, ovanın çeşitli yerlerinde birleşerek tek kol halinde akmasıyla oluşur.Havzanın kuzeyinde bulunan Çatak, Ayas, Türkler ve Hamamlıçay köyleri çevresinde, Triyas yaşlı kireçtaşlarından boşalan kaynaklar ile beslenen Hamamlıçay Deresi, güneye doğru akarak, Ömerbey köyü batısında Çorum Ovasına ulaşır. Köprüalan köyü yakınında Dana Deresini de alarak Celilkırı köyü doğusunda yine kuzeyden gelen Yakacıközü Deresi ile birleşir (Şekil 3.3). Dana Deresi, Hamamlıçay, Yakacıközü ve Serpin dereleri yağışlı mevsimlerde akışı olan diğer akarsularla Çorum Ovasında birleşerek tek bir akarsuya dönüşür ve Çorum Deresi adını alır. Çorum Deresi daha güneyde Yaydiğin ve Karapınar'dan gelen dereleri alarak Ovasaray köyü batısında Ahiilyas deresi ile birleşerek Derinçay'ı meydana getirir. Derinçay da daha ilerilerde birkaç akarsu ile birleşerek en son olarak Yeşilırmağa katılırlar (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

3.1.7 Göller ve Bataklıklar

Havzada doğal bir göl bulunmamaktadır. İşletme halindeki baraj ve göletler havzadaki gölleri oluşturmaktadır. Havzada Celilkırı köyü civarında kısmen bataklık halinde olan yer bulunmaktadır (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).



Şekil 3.3. Çorum Deresi Havzası akarsu ve doruk ağı haritası (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996'dan değiştirilerek).

3.1.8 Kaynaklar

Havza içerisinde bilinen 8 adet kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların isimleri, mevkiileri ve ortalama debileri şu şekildedir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996) :

- Ayas Köyü Kaynağı : Havzanın kuzeyindeki Ayas Köyünde bulunan kaynak köy çeşmesi haline getirilmiş olup ortalama olarak 7,3 L/s debiye sahptir.
- Balıklı Kaynağı : Havzanın kuzeybatısındaki İsmail köyünün doğusunda yer alan kaynak ortalama olarak 15,4 L/s debiye sahiptir.

- Soğuksu Kaynağı : Havzanın kuzeyindeki Soğuksu köyünün kuzeyinde bulunan kaynağın suyu köy çeşmesine alınmış olarak kullanılmaktadır. Kaynak ortalama olarak 7 L/s debiye sahiptir.

- Altınbaş Kaynağı : Havzanın batısındaki Altınbaş Köyünün batısında bulunan kaynak çeşme halinde kullanılmaktadır. Kaynak ortalama olarak 9 L/s debiye sahiptir.
- Akpınar Kaynağı : Havzanın kuzeyindeki Beydili köyünün 1 km kuzeybatısında bulunan kaynak ortalama olarak 27 L/s debiye sahiptir.
- Serpin Kaynağı : Havzanın kuzeybatısındaki Serpin köyünün kuzeyinde Serpin Deresi içerisinde bulunan kaynak Çorum kentinin içmesuyu ihtiyacına takviye olması amacıyla isale hattıyla Çorum'a götürülmektedir. Kaynak ortalama olarak 12,3 L/s debiye sahiptir.
- Buluz Kaynağı : Havzanın kuzeybatısındaki Celilkırı köyü Buluz Mahallesinin içerisinden çıkan kaynak çeşmeye alınmış olarak kullanılmaktadır. Kaynak ortalama olarak 10,1 L/s debiye sahiptir.
- İçeridere Kaynakları : Havzanın kuzeydoğusundaki Palabıyık köyünün 1.5 km batısında bulunan kaynak isale hattı ile Çorum'a götürülmüştür. Kaynak ortalama olarak 11,9 L/s debiye sahiptir.

3.1.9 Barajlar ve Göletler

Havza içerisinde içmesuyu ve sulama amaçlı olarak inşa edilmiş Çorum Barajı ile Seydim 1 ve Seydim 2 Göletleri bulunmaktadır. Çorum Barajı, havzanın kuzeydoğusunda, Seydim 1 ve 2 Göletleri ise havzanın batısında yer almaktadır. Çorum Barajı, Seydim 1 ve Seydim 2 Göletlerinden alınan sular arıtma tesislerine girdikten sonra Çorum'a verilmektedir. Çorum Barajında depolanan suyun bir kısmı da sulama amaçlı olarak tahsis edilmiştir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

3.1.10 Kirlilik kaynakları

Çorum Deresi Havzasında kirlilik oluşturabilecek başlıca etkenler havza içerisinde bulunan tarım amaçlı kullanılan araziler, belediye katı atık sahası (Şekil 3.4, 3.5, 3.6, 3.7), köy yerleşim yerleri, yaygın bir şekilde tavuk çiftlikleri, mandıralar, sanayi tesisleri (tuğla kiremit, kağıt, metal işleme, makine ve döküm sanayii, kimyasal ürün fabrikaları, ağaç işleri, beton santrali, un fabrikaları, resmi daire ve sanayi atölyeleri, et ve kemik işleme tesisleri, zemini oluşturan birimlerin litolojik özellikleri

kirlilik kaynakları olarak görünmektedirler. Zaman zaman tavuk çiftliklerinin sulu atıklarının da katı atık sahasına boşaltıldıkları görülmektedir (Şekil 3.7)..



Şekil 3.4. Atık sahası uydu görüntüsü.



Şekil 3.5. Atık sahası sızıntı suyu.



Şekil 3.6. Atık sahasının güneyden görünüşü.



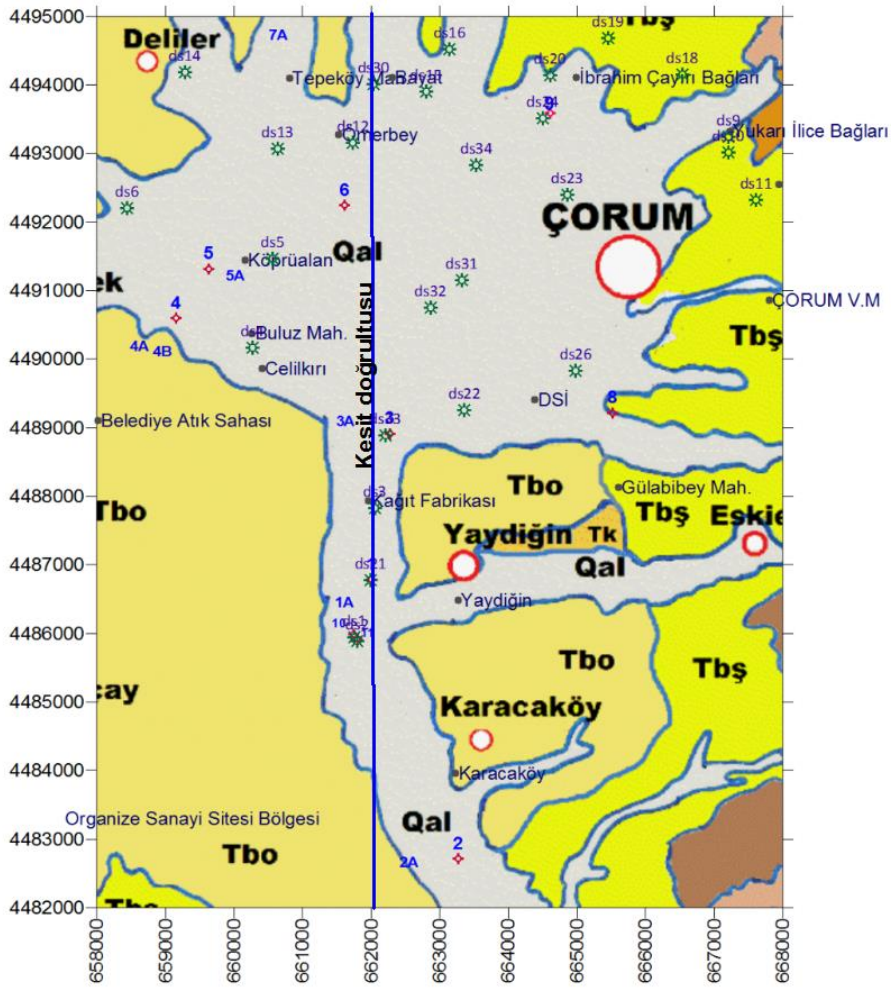
Şekil 3.7. Tavuk çiftliği atığının atık sahasına boşaltılması.

Çorum Belediyesince 2012 yılında toplanan katı atıkların kompozisyonu, % 12,4 evsel atık, 3,43 plastik, 1,34 cam, 1,13 kağıt, 0,73 tekstil, 0,13 metal ve % 80,84 diğer atıklar şeklinde ve 231000 ton/gün olarak .gerçekleşmiştir (Çorum Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, 2012).

3.2 Yöntem

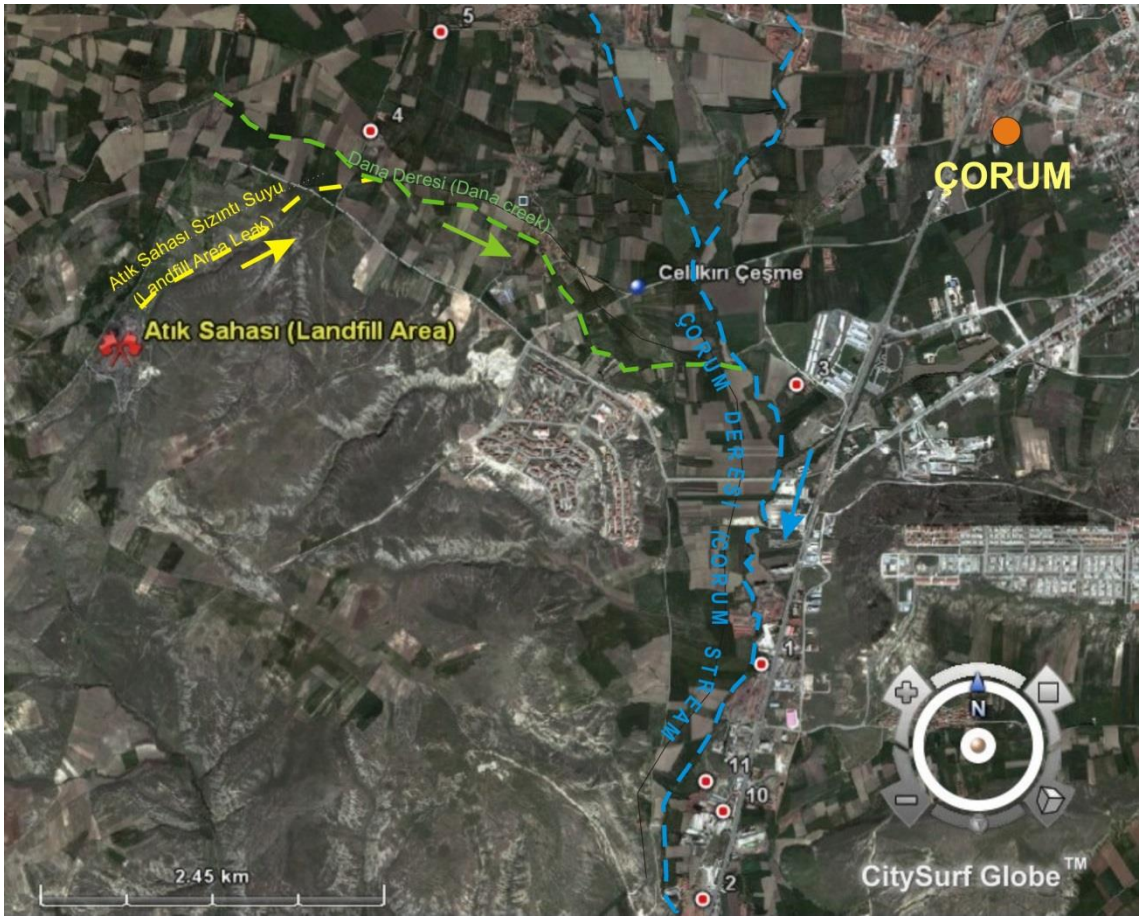
3.2.1 Örnekleme ve Analiz

Havzada yer altı ve yüzey sularının kimyasal özellikleri, kalitesi ve kirlenme durumlarını incelemek amacıyla su örnekleri alınmıştır. Tez çalışması kapsamındaki örneklemeler kirlilik parametreleri bakımından değerlendirilebilecek olan ve bölgeyi temsil edebilecek noktalardan en fazla yağışlı dönem ve en az yağışlı dönemde yapılmıştır (Şekil 3.8, 3.9)..



Şekil 3.8. Değerlendirmesi yapılan tüm örneklere ait lokasyon haritası.

Kuyu örneklerinin bazılarının hemen yakınında bulunan akarsulardan da örnekleme yapılmış olup, örnek numaralandırmaları rakam yanında A veya B gibi harf ilavesiyle gösterilmiştir. Aynı zamanda katı sahasından sızan sudan ve hemen yanındaki yüzey suyundan alınan örnek de A ve B harfleriyle (4A ve 4B gibi) nitelendirilmiştir.



Şekil 3.9. Atık sahası ve örnek lokasyonlarının uydu görüntüsü.

Kuyu örnek numaralarının yanındaki "*" işaretlemesi örneklerin 2.dönemde alındıklarını belirtmektedir. Ayrıca tez çalışması örneklemesindeki en fazla yağışlı ve en az yağışlı dönem sırasıyla 1.dönem ve 2.dönem olarak bahsedilmiştir.

Örneklerin arazide ve laboratuvarda elde edilen sonuçları her bir parametre bazında dönemsel olarak mukayeseli değerlendirilmiş ve ayrıca tez çalışması örnekleriyle karşılaştırma yapılması amacıyla 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzası'nın (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinin (27 adet) analiz sonuçları da değerlendirilmiştir.

Tez çalışması kapsamındaki kuyu örneklemelerine yakın yerlerden alınan akarsu ve atık sahası birikinti (sızıntı) suyu örnekleri analiz edilerek her bir parametre için oluşturulan dağılım haritaları TS 266(2005), Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği (2004) kriterleri bakımından değerlendirilmişlerdir.Havzada, tez çalışması kapsamında alınan kuyu örneklerinin ve 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey

Bölümü) izlenmesi kapsamında DSİ tarafından 2011 yılında alınan kuyu örneklerinin analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, UTM 658000-4482000 ile 668000-4495000 köşe koordinatlarının oluşturduğu ortak değerlendirme alanında, bilgisayar programı yardımıyla bölgesel dağılım haritaları ve 662000 grid çizgisi boyunca alınan kesitler şeklinde de ifade edilmişlerdir. Kesit hattı havzadaki yeraltısuyu akış yönü ile yüzey sularının akış yönü dikkate alınarak ortak bir doğrultu olacak şekilde belirlenmiştir.

Örnekleme koordinatlarının tespiti Magellan Sportrak modelindeki el GPS cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Su örneklemesi yapılan noktalarda pH, EC (elektriksel iletkenlik : EC) , eV, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde, çözünmüş oksijen ve sıcaklık gibi parametrelerin tespitleri HACH HQd Field Case Cat No: 58258-00 model cihaz ile arazide örnekleme anında gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz EC ölçümlerini 25 ^{0}C de düzeltmiş olarak sonuç vermektedir.

Su örnekleri, örneklemesi yapılacak sular ile beş defa çalkalandıktan sonra 1 L'lik PVC şişelere alındıktan sonra bekletilmeden laboratuvara iletilmiştir. Örnekler laboratuvarda uygun koşullarda muhafaza edildikten sonra analiz edilmişlerdir.

Sulardaki EC, Sertlik, NO3, NO2, NH3, SO4, Cl, CO3, HCO3, Al, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Pb, S, Se, Zn, KOİ, BOİ gibi parametrelerin laboratuvardaki analizlerinin gerçekleştirilmesinde titrasyon metodu, Alev Fotometresi ve ICP-AES cihazları kullanılmıştır. Metodlar Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 Analiz metodları.

PARAMETRE	METOD
pH	Elektrometrik Metod, TS ISO 10523
Sıcaklık	Laboratuvar ve Saha Metodu SM 2550 B
Elektriksel İletkenlik (EC)	SM 2510B
Fosfat (PO_4)	Kalay Klorür Metodu SM. 4500P-D.
Kurşun (Pb), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd), Krom(Cr), Bor (B), Mangan (Mn), Sodyum (Na), Potasyum (K), Magnezyum (Mg), Kalsiyum (Ca), Alüminyum (Al),	ICP-OES Metodu TS EN ISO 11885
Nitrat (NO_3 – N)	Spektrometrik Metod

	TS 6232
Sülfat (SO_4)	Türbidimetrik Metod SM 4500-SO_4 E
Klorür (Cl)	Titrimetrik Metod SM4500-Cl^-B
Alkalinite (CO_3 ve HCO_3)	Titrimetrik Metod SM2320 B SM4500 B-D
KOI	SM 5220 B
BOI_5	SM 5210 C

3.2.2 Analizlerin Değerlendirilmesi

3.2.2.1 Ampirik yöntemlerle hesaplanan parametreler

Sulama suyu analizlerinden elde edilen sonuclar ile sulama sularında sodyum zararının belirlenmesinde kullanılan SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı) değeri, Birlesik Amerika Tuzluluk laboratuarınca geliştirilmiş olan ve eşitlik 3.1'de verilen formul yardımı ile hesaplanmıstır. Hesaplamada kullanılan katyonlar mek/L olarak ifade edilmektedir.

$$SAR = Na/ ((Ca+Mg)/2)^{1/2} \qquad (3.1)$$

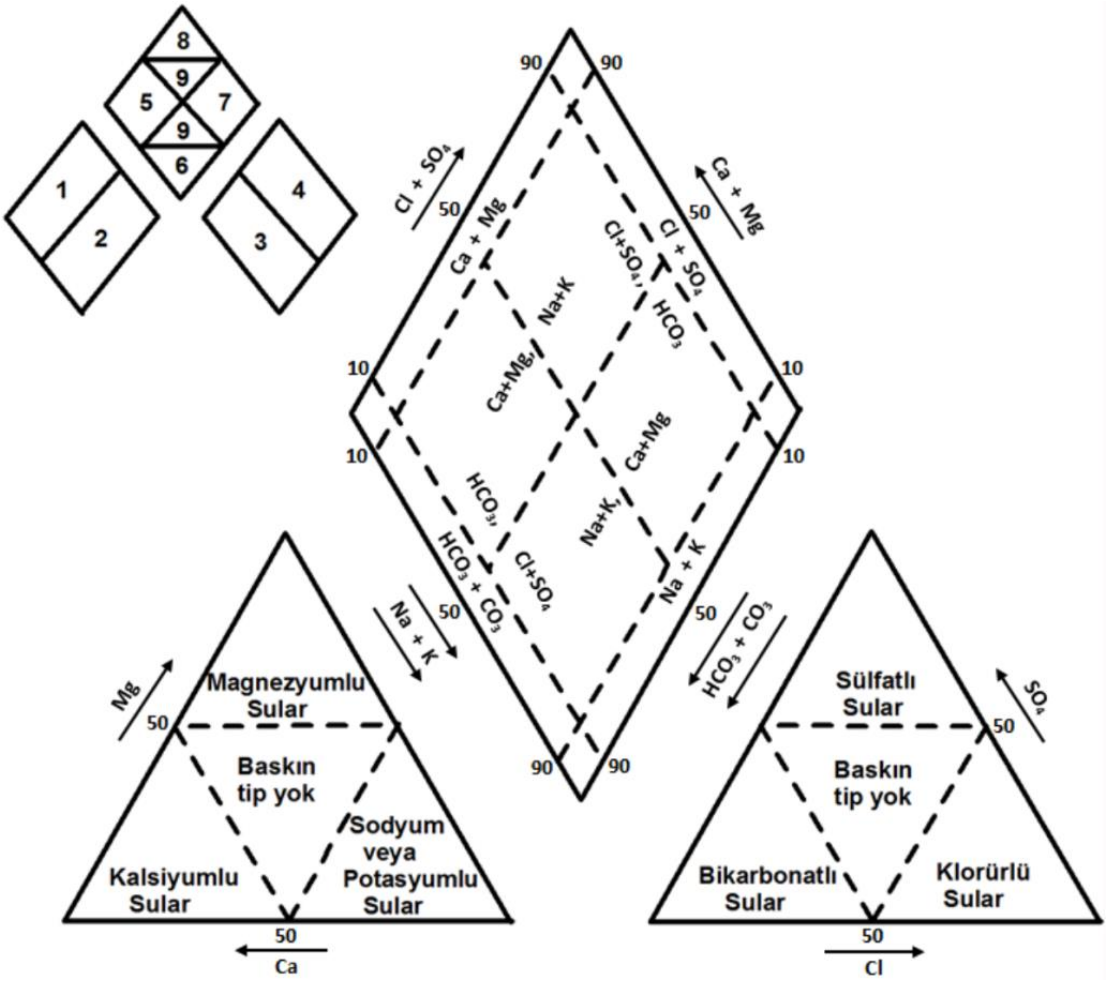
3.2.2.2 Sonuçların grafiklerle gösterilmesi ve yorumlanması

3.2.2.2.1 Majör anyon-katyon değerlerinin Piper diyagramında gösterilmesi

Piper diyagram, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına ait anyon ve katyon değerlerinin (% meq) ayrı ayrı uçgen diyagrama işaretlenerek bu noktaların eşkenar dörtgene taşınması ile elde edilmektedir (Şekil 3.10). Bu diyagrama ait bölge, özellik ve su tipi Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

3.2.2.2.2 Major anyon-katyon değerlerinin Schoeller diyagramında gösterilmesi

H. Schoeller tarafından ortaya atılan bu diyagramlar Ca, Mg, Na+K, Cl, SO_4 ve CO_3+HCO_3 miktarlarını belirten noktaları taşımaya yarayan eşit aralıklı düşey logaritmik eksenlerden oluşur. İyon ekseninin herbirisi mg/L veya mek/L olarak derecelendirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları eksenler üzerine taşınırlar ve bu noktalar birleştirilerek kırıklı bir doğru takımı elde edilir. Bu çizgilerin durumu, konsantrasyonlara bağlı olarak değişir. Kimyasal bileşimleri aynı veya birbirine yakın olan suların grafikleri birbirine paraleldirler.



Şekil 3.10. Piper diyagramı bölümleri.

Çizelge 3.2. Piper diyagramı özellikleri (Doğan, 1981).

Bölge	**Özellik**	**Su Tipi**
1	(Ca+Mg) > (Na+K)	Karbonatlı ve sülfatlı
2	(Na+K) > (Ca+Mg)	Tuzlu ve Sodalı
3	($HCO_3 + CO_3$) > ($Cl+SO_4$)	-
4	($Cl+SO_4$) > ($HCO_3 + CO_3$)	-
5	Karbonat sertliği > Karbonat olmayan sertlik	Kalsiyum karbonat ve Magnezyum karbonat
6	Karbonat olmayan sertlik > Karbonat sertliği	Kalsiyum sülfat ve Magnezyum sülfat
7	Karbonat olmayan alkalilik > Karbonat alkaliliği	Na, Cl, Na_2SO_4 ve KCl
8	Karbonat alkaliliği > Karbonat olmayan alkalilik	-
9	Hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen sular	-

Çizelge 3.3. Suların Tuzluluk Ve Sodyum Miktarlarına Göre Sınıflandırılması

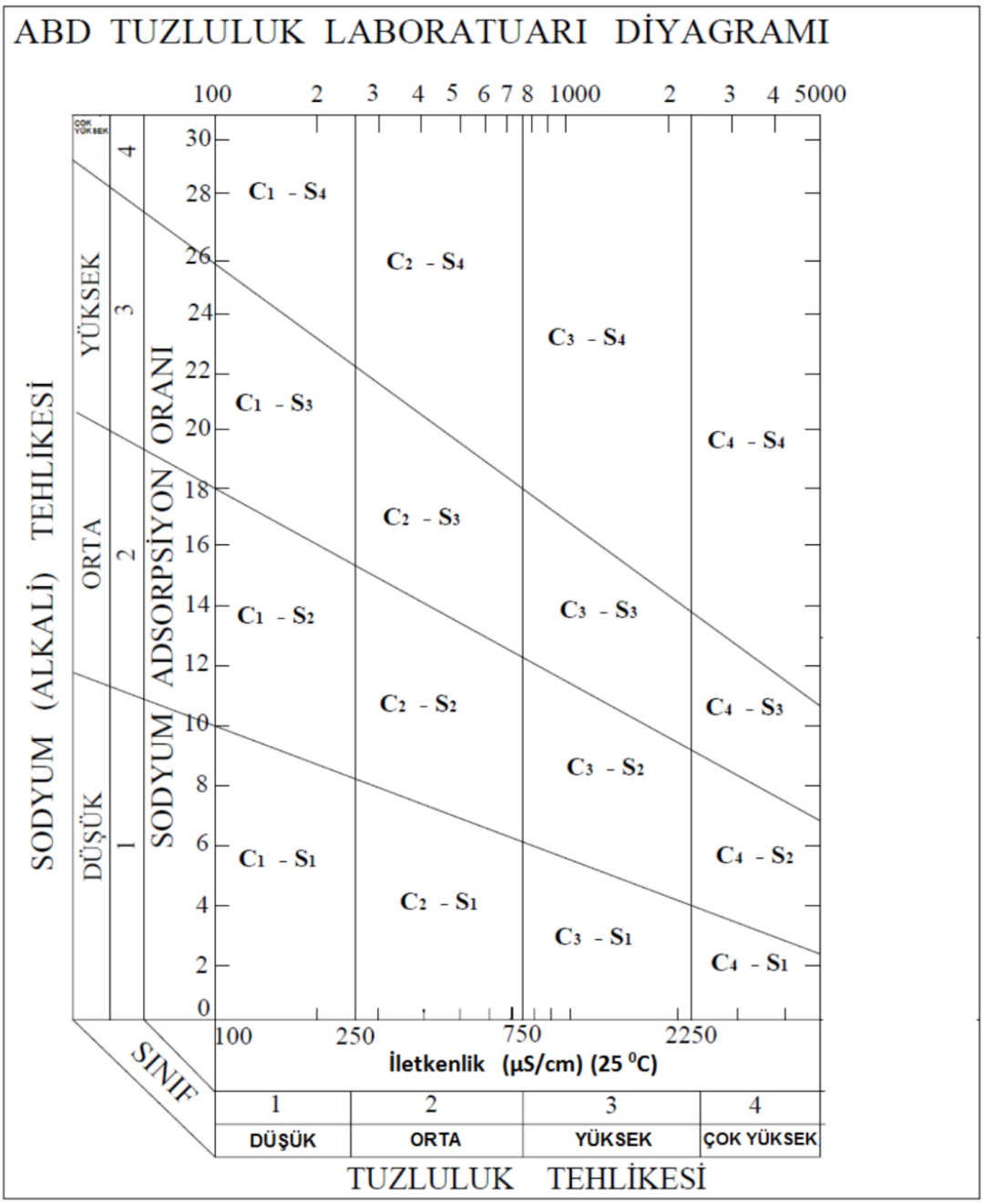
Tuzluluğa Göre Alt Sınıflar	C_1	Az tuzlusu. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir.
	C_2	Orta tuzlulukta su. Orta derecede suya ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.
	C_3	Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmadan bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir.
	C_4	Çok fazla tuzlu su. Sulama suyu için uygun değil. Ancak çok iyi drenaj yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetiştirilebilir.
Sodyum Miktarına Göre Alt Sınıflar	S_1	Az sodyumlu su. Sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışındaki her türlü tarım için uygun.
	S_2	Orta derecde sodyumlu su. Permeabilitesi iyi olan jipsli arazi için uygun.
	S_3	Fazla sodyumlu su. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir.
	S_4	Çok fazla sodyumlu su. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında, sulama suyu olarak kullanılamaz.

3.2.2.2.3 ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sulama Suyu Sınıflandırması

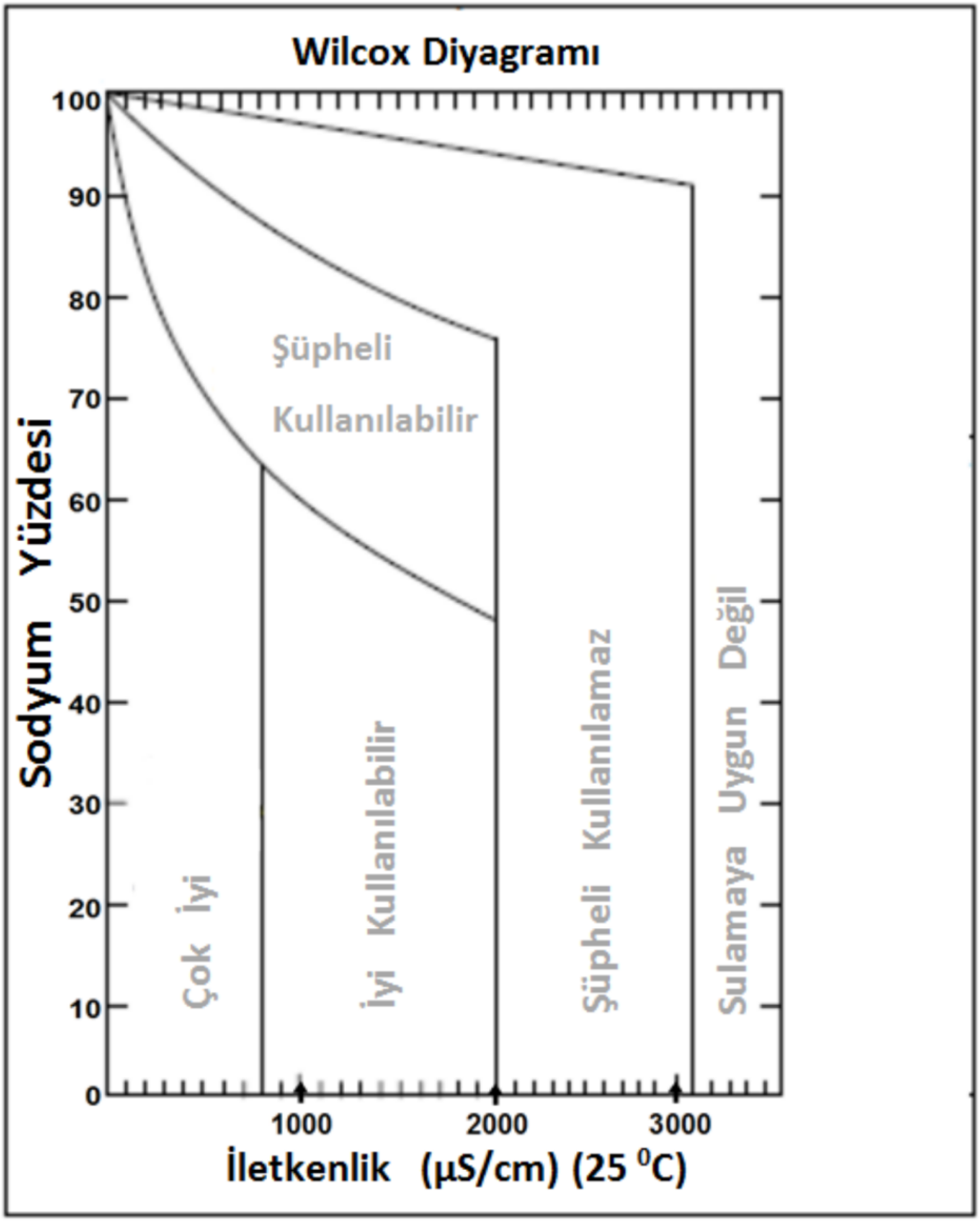
SAR ve EC değerlerine göre 16 sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 3.3). Bu sistem suların sulamaya uygunluğunun tayininde diğer yöntemlere göre daha keskin bilgi verdiği için en yaygın kullanılan yöntemdir. ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramları Şekil 3.11'de verilmiştir.

3.2.2.2.4 Wilcox Diyagramı

Diyagramın yatay eksende elektriksel iletkenlik (EC), düşey eksende ise sodyum yüzdesi (% Na) değerleri kullanılarak, sulama suları 5 sınıfa ayrılmıştır. Hazırlanan Wilcox diyagramları Şekil 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.11. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



Şekil 3.12. Wilcox diyagramı özellikleri.

4 ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1.1 Genel Jeoloji

4.1.1.1 Stratigrafi

Çorum Deresi (Çorum) havzasında Mesozoyik yaşlı temel kayaçları ile Eosen-Kuvaterner yaş aralığındaki örtü kayaçları yüzeylenmektedir.

Mesozoyik-Senozoyik yaş aralığında oluşmuş kayaçları içeren inceleme alanı, Türkiye'nin tektonik sınıflamasında (Ketin, 1966) Anatolidler içerisinde yer almaktadır. Birgili ve diğ. (1975), Akyürek ve diğ.(1980), Özcan ve diğ. (1980), ve Ateş ve diğ. (2002) tarafından ayrıntılı çalışmalarda bulunulmuştur. Bölgenin stratigrafisi ve yapısal jeolojisi değerlendirilmiştir. Bölgenin genel jeolojisi Apaydın (1993) ve DSİ (1996) tarafından da verildiği şekilde çoğunlukla bahsedilen bu araştırmalardan yararlanılarak anlatılacaktır.(Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).

4.1.1.2 Kalecikkaya formasyonu (TRk)

Formasyon adlaması Ateş ve diğ. (2002) tarafından yapılmıştır.

Formasyon killi, kumlu, karbonatlı tortul kayaçlar ile volkanik ve bazik mağmatik kayaçların metamorfizma geçirmesi sonucunda oluşmuş, yeşilşist fasiyesi özelliklerine sahip metamorfiklerden oluşmuştur.

Akyürek ve diğ. (1979,1980) tarafından Triyas yaşı verilmiş olan Emir formasyonu ve Elmadağ formasyonu ile eşdeğer olan Kalecikkaya formasyonu Özcan ve diğ. (1980) tarafından Turhal Grubu ve Devecidağ Karışığı adı altında iki gruba ayrılarak incelenmiştir.

Formasyonu oluşturan metamorfitler; metakiltaşı, fillat, metakumtaşı, metaçakıltaşı, metaçamurtaşı ile metavolkanit ve metabazik mağmatik kayaçlardır. Formasyon içerisinde yer yer kumtaşları ve rekristalize kireçtaşları yer almaktadır.

İnceleme alanı ve çevresinde geniş bir yayılımı bulunan formasyonun temel kayaçları oluşturması ve yoğun bir şekilde tektonizmaya uğraması nedeniyle kalınlığı hakkında bir tahmin yapılamamaktadır.

Formasyon inceleme alanının kuzeybatısında Çukurören ve Çatak köyleri arasında, Çorum'un kuzeydoğusunda, havzanın güneydoğusundaki Aliki ve havza dışında Şekerbey, Yoğunpelit ve Kutluca köyleri çevresinde, Çorum ovasının güneyindeki yükseltilerde Sarışeyh ile Sarılık köyleri arasında geniş alanlarda gözlenmektedir.

4.1.1.3 Dağkarapınar üyesi (Ṛkd)

Kalecikkaya formasyonu içerisinde bulunan rekristalize kireçtaşları Ateş ve diğ. (2002)tarafından Dağkarapınar üyesi adı altında incelenmiştir.

Birim orta-kalın tabakalı rekristalize kireçtaşlarından ibarettir. Bol kırıklı ve çatlaklı oluşu nedeniyle tabakalanma iyi izlenmemektedir.

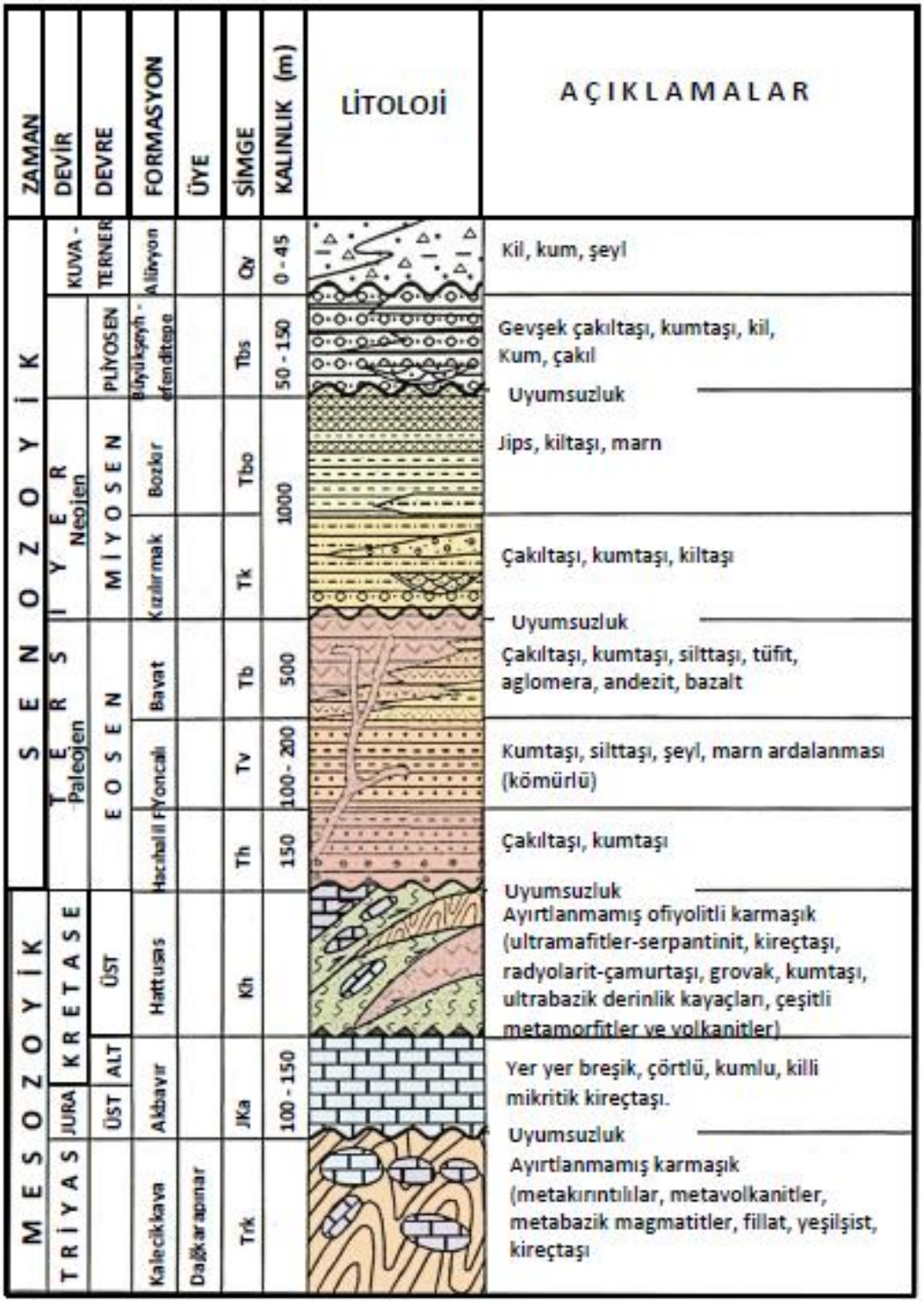
Gri, beyaz, sarımsı pembe renkli olan rekristalize kireçtaşlarına *Trochammina Sp. ve Duastominidae*fosillerine dayanılarak Orta-Geç Triyas yaşı verilmiştir (Apaydın, 1993, DSİ (1996) ve Ateş ve diğ., 2002).

Bazı bölgelerde metamorfitler içinde küçük bloklar halinde gözlenen kireçtaşları birkaç km^2 alan kaplayan, birbirinden kopuk parçalar halinde bulunmaktadır. Dağkarapınar üyesinini en geniş yayılıma sahip olduğu yerler, inceleme alanının kuzeybatısında Türkler ve İsmail köyü bölgesi ve havza dışında ise doğuda Şekerbey, Elmalı, Şeyhmustafa, Sazak köyleri ile güneyde Elicek, Balumsultan, Çakır, Göcenovacığı ve Büyükdivan köyleri bölgesidir. Kalınlığı yer yer değişken olan rekristalize kireçtaşlarının görünür kalınlığı Çatak-Ayas köyleri arasında ve Çukurören-Hamamlıçay köyleri arasında yaklaşık 100 m, Şekerbey ile Sazak köyleri arasında 100-150 m arasındadır(Apaydın, 1993, DSİ (1996) ve Ateş ve diğ., 2002).

Çorum'un yaklaşık olarak 5 km doğusundaki Mürsel Vadisi'nde İller Bankası tarafından rekristalize kireçtaşlarında açılan 147.5 m derinliğindeki sondaj kuyusunda, kireçtaşlarının tabanına ulaşılamamıştır.

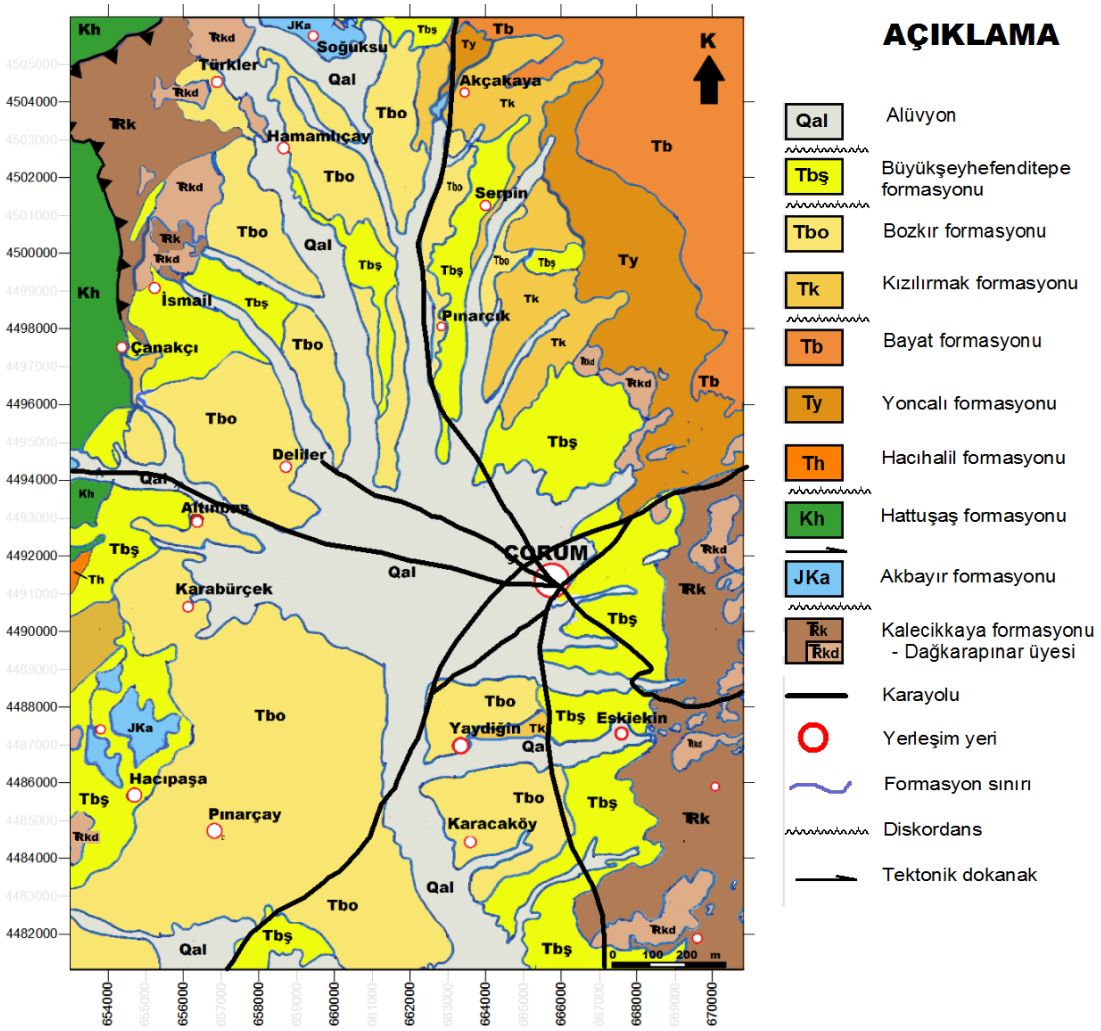
4.1.1.4 Akbayır formasyonu (JKa)

Formasyon adı Akyürek (1980)'den alınmıştır. Amasya Tokat bölgesinde aynı formasyon, Özcan ve diğ. (1980) tarafından Carcurum formasyonu adı altında incelenmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanının ölçeksiz genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Apaydın (1993), Ateş ve diğ. (2002) ve Ulu ve diğ. (2010)'den değiştirilerek alınmıştır).

Formasyon beyaz, krem, gri renkli, ince-kalın tabakalı, çört bant ve yumrulu, sıkı, ince taneli, killi veya kırıntılı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyon genellikle bol kırıklı ve çatlaklıdır.



Şekil 4.2 Çalışma alanının jeolojik haritası (Apaydın, 1993, DSİ 1996 ve Ulu ve diğ., 2010'dan değiştirilerek alınmıştır).

Formasyonun yaşının içinde bulunan *Reophax sp., Calpionella sp., Trocholina sp., Tintinopsella sp., Textularia sp., Radiolaria sp., Verneulinidae, Lagenidae* gibi fosillere dayanılarak, Geç Jura-Erken Kretase olduğu belirlenmiştir (Hakyemez ve diğ., 1986).

Formasyon Kalecikkaya formasyonu üzerinde açısal uyumsuzlukla veya ofiyolitli Hattuşaş karmaşığı içinde bloklar halinde bulunur.

Formasyonun en geniş yayılımının olduğu yerler, kuzeyde Soğuksu, batıda Altınbaş, Aksungur, Celilkırı, Hacıpaşa arası ve doğuda ise Palabıyık-Karaağaç arasıdır.

Formasyonun kalınlığı Palabıyık, Karaağaç, Elmalı bölgesinde yaklaşık 100-150 m' dir.

4.1.1.5 Hattuşaş formasyonu (Kh)

Formasyonun adı Ateş ve diğ. (2002) tarafından verilmiştir. Hattuşaş formasyonu, çeşitli yaş ve ortamda oluşmuş olan tortul, mağmatik ve metamorfitlerin karmaşık olarak bir arada bulunduğu ofiyolitli karmaşık seridir.

Kuzey Anadolu Kenet Kuşağı boyunca uzanan ofiyolitli karmaşığa ait olan formasyon, daha önce Akyürek ve diğ. (1979), Akyürek (1980), Hakyemez ve diğ. (1986) tarafından Eldivan Ofiyolit Kompleksi, Özcan ve diğ. (1980) tarafından ise Artova Ofiyolitli Karışığı adı altında incelenmiştir.

İnceleme alanının kuzeybatısında ve güneybatısında geniş yayılıma sahip olan karmaşık, birbiriyle tektonik dokanaklı dilimler halindeki yeşil, beyaz, mor, alacalı renkte, ultrabazik derinlik kayaçlarından serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, dünit, bazik volkanik kayaçlardan spilit, diyabaz, yastık lav, bazalt, andezit, tüf, aglomera, metamorfitlerden kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer ve tortul kayaçlardan Triyas, Permiyen ve daha yaşlı kireçtaşları, Liyas yaşlı radyolaritli pelajik kireçtaşları, Kretase yaşlı (Özcan ve diğ., 1980) radyolarit ara tabakalı kiltaşı, silttaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı ve radyolarit ile kırmızı şeylerden oluşmuştur.

Formasyonu oluşturan birimler, ilksel konumlarını kaybederek, genellikle ezik ve makaslamaya uğramış, birbiriyle tektonik dokanaklı bir karışık (melanj) şeklini almıştır. Karmaşığı oluşturan birimler birkaç m^2 ile birkaç km^2 yayılıma sahip olabilmektedir.

Amasya-Tokat yöresinde incelenen Artova Ofiyolitli Karmaşığı içindeki fosil bulguları ile alt ve üstündeki formasyonların konumu dikkate alınarak karmaşığa Kampaniyen-Maestrihtiyen (Üst Kretase) arası yerleşim yaşı verilmiştir (Özcan ve diğ., 1980). Buna dayanılarak, Hattuşaş formasyonunun yaşının yerleşim yaşının Üst Kretase olduğu kabul edilmiştir.İnceleme alanında, Hattuşaş formasyonu üzerine gelen en yaşlı formasyon Eosen yaşlı kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan birimdir (Hacıhalil formasyonu) (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.6 Hacıhalil formasyonu (Th)

İnceleme alanının batısında, Çankırı havzasında yer yer kömür damarları içeren şeyl, kumtaşı, çakıltaşı ardalanması şeklinde yer aldığı belirtilen (Yoldaş, 1982)

Hacıhalil formasyonu, inceleme alanında çakıltaşı ve kaba taneli kumtaşlarından oluşmuştur. Killi ve karbonatlı bir bağlayıcı malzeme ile tutturulmuş olan taneler genellikle ofiyolit ve kireçtaşlarından türemiştir. Kötü boylanma gösteren formasyon yeşilimsi, kirli sarı-kahverengi, alacalı renklidir. Orta-kalın tabakalıdır (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Formasyon içerisinde tanımlanan çeşitli *Nummilites formları, Assilina granulosa d'Archiac, Assilinaexponens Sowerby, Operculina sp., Discocyclina sp.*fosillerine göre Lütesiyen yaşı verilmiştir (Yoldaş, 1982, Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Havzanın batısında Seydim, Arzumpınar, Kozanoğlu köyleri çevresinde görülen formasyon, kuzeyde ofiyolitli Hattuşa formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmekte, daha güneyde ise dereceli olarak üzerindeki Yoncalı formasyonuna geçmektedir.Genellikle kıvrımlı bir yapı gösteren formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 150 m'dir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.7 Yoncalı formasyonu (Ty)

Formasyonun adlandırılması Birgili ve diğ. (1975) tarafından yapılmıştır. Formasyon filiş özellikleri gösteren kumtaşı, silttaşı, şeyl ve yer yer marnlardan oluşmaktadır. Çok ince-orta tabakalı olan formasyon, genelde kirli sarı ve kahve renklidir.Çorum'un kuzeydoğusundaki Sıklık mevkiinde gri renkli olan formasyonun bozunma yüzeyleri pas rengindedir. İnceleme alanının batısında, Yipresiyen-Lütesiyen yaşlı Hacıhalil formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Çorum kenti kuzeydoğusu ve doğusunda, Kalecikkaya formasyonunun metamorfitleri üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Bu bölgede, metamorfitler üzerinde taban çakıltaşı ile başlar, üste doğru kumtaşı, silttaşı, şeyl ardalanması şeklinde devam eder. Alt seviyeleri metamorfitlerin rengi gibi koyu gri ve mordur. Üste doğru renk, kirli sarı-kahverengiye geçmektedir. Özellikle turuncumsu demir pası bozunma rengi ile karakteristiktir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Bol kıvrımlı yapıdaki Yoncalı formasyonu, Çorum Barajı çevresi ve Büğet, Karacaören köyleri arasında, volkanik arakatkılı tortul ve volkano-tortullardan oluşan Bayat formasyonuna dereceli olarak geçmektedir. Büğet köyünün kuzeybatısında formasyonun üst seviyelerindeki kil ve marnlar içerisinde ince kömür damarları bulunmaktadır.

Yoncalı formasyonuna, içinde tanımlanan fosillere dayanılarak Yipresiyen-Lütesiyen yaşı verilmiştir (Birgili ve diğ., 1975 ve Yoldaş, 1982).

Oldukça kıvrımlı ve kırıklı bir yapı gösteren formasyonun kalınlığını tahmin etmek oldukça zordur. Çorum kuzeyinde, kalınlığının yaklaşık olarak 100-200 m olduğu tahmin edilmektedir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.8 Bayat formasyonu (Tb)

Formasyonun adlandırılması Birgili ve diğ. (1975)'den alınmıştır. Formasyon, volkanik lav içeren tortul, volkano-tortul kayaçlardan oluşmaktadır. İçerisindeki volkanitler andezit, bazalt, tüfit, aglomera ve breşlerdir. Tortullar ise kumtaşı, şeyl ve çakıltaşlarıdır. İnceleme alanının kuzeyinde, Yoncalı formasyonu üzerinde dereceli geçişli olarak gelir. Alt düzeylerindeki kumtaşı, silttaşı, kiltaşı tabakaları içerisinde bol miktarda silisleşmiş ağaç kökleri ve bitki izleri bulunmaktadır. Üste doğru tüf, aglomera ve tabakalar arasında ya da blok şeklinde volkanitlere geçmektedir.İnceleme alanının dışında güneybatıda tek bir volkanik tepe olan Kalehisar Kalesi'nden batıya doğru uzanan formasyon, andezitlerden oluşmaktadır. Bu bölgede andezitler Hattuşaş formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Formasyonun kalınlığı kesin olarak belirlenememekle birlikte, inceleme alanının kuzeyinde 400-500 m kalınlığa ulaştığı tahmin edilmektedir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Formasyonun yaşının stratigrafik konumu ve fosillere dayanılarak Alt Lütesiyen olduğu kabul edilmiştir (Yoldaş, 1982).

Bayat formasyonu üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu gelmektedir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.9 Kızılırmak formasyonu (Tk)

Formasyonun adı Birgili ve diğ. (1975)'den alınmıştır. Genellikle kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır.Üst seviyelerde çamurtaşları içinde ince kırıntılar halinde camsı jipsler bulunmaktadır. İstifin tabanındaki çakıltaşları gri-kırmızı renklidir. Taneler ofiyolitler ve metamorfitler ile az miktarda kireçtaşlarından türemiştir. Kötü boylanmalıdır. Formasyonun üst kısımlarına ve havzanın orta

kesimlerine doğru tane boyu incelmekte ve kırmızı renkli kumtaşları ile çamurtaşlarına geçmektedir. İnce orta tabakalı olan çamurtaşlarında yer yer jips kırıntıları görülmektedir. Kızılırmak formasyonu, kendisinden yaşlı olan Bayat formasyonu ve Triyas yaşlı Dağkarapınar üyesi kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Üzerinde yer alan Bozkır formasyonu ile uyumludur (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Formasyonun kalınlığının üzerindeki jipsli Bozkır formasyonu ile birlikte 1000 m olduğu tahmin edilmektedir. Çankırı-Çorum havzasındaki stratigrafik konumu ve içerisinde bulunan polenler ve fosillere dayanılarak, Kızılırmak formasyonuna Geç Miyosen yaşı verilmiştir (Birgili ve diğ., 1975 ; Yoldaş, 1982 ; Hakyemez ve diğ., 1986 Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.10 Bozkır formasyonu (Tbo)

Formasyonun adlandırılması Birgili ve diğ., (1975) tarafından yapılmıştır. Laminalaı jips, kiltaşı ve marn ardalanmasından oluşmaktadır.Bozkır formasyonu, alt sınırındaki Kızılırmak formasyonu ile yanal ve düşey dereceli geçişler göstermektedir. Formasyonun içindeki marn ve kiltaşları genellikle gri, jipsler ise sarımsı beyaz ve beyazdır. Formasyonun içinde jips kırıntılı kireçtaşı bantı gözlenmiştir. İnce tabakalı ve laminalı olan jipsler hem ışınsal, çubuksu, şekilsiz kristaller şeklinde hem de kiltaşları ile karışık bir şekilde bulunmaktadır.Formasyonun en geniş yayılımı Çorum ovasının kuzeyinde ve batısında görülmektedir. Ovanın batısında kalınlığın 200-400 m veya daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Çorum ovasında DSİ tarafından açılan en derin sondajda, 300 m kalınlık geçilmiş ve formasyonun tabanına ulaşılamamıştır (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Formasyonun yaşı Yoldaş (1982) ve Hakyemez ve diğ. (1986) tarafından Geç Miyosen olarak kabul edilmiştir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.1.11 Büyükşeyhefenditepe formasyonu (Tbş)

Formasyonun adı Şenalp (1981)'den alınmıştır. Kötü boylanmalı ve gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşmuştur. Çorum Ovası çevresinde geniş bir yayılıma sahip olan birim, havza kenarında kaba taneli, ovaya yakın kesimlerde ise ince tanelidir. Kimi yerde çimentolanmamış, kötü boylanmalı ve çapraz

tabakalıdır. İçerisinde sık sık heyelanlar gelişmiştir.Genellikle iyi yuvarlaklaşmış olan taneler, ofiyolit, şist ve kireçtaşlarından türemiştir. Altında bulunan Üst Miyosen yaşlı, jipsli Bozkır formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiştir. Üzerinde ise Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları bulunmaktadır. Buna göre formasyona Pliyo-Kuvaterner yaşı verilmiştir. Konumu nedeniyle kalınlığının belirlenmesi oldukça güçtür. İnceleme alanının doğusunda, Çalıca köyünün güneyinde yapılan sondajda 100 m kalınlıkta olduğu gözlenmiştir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

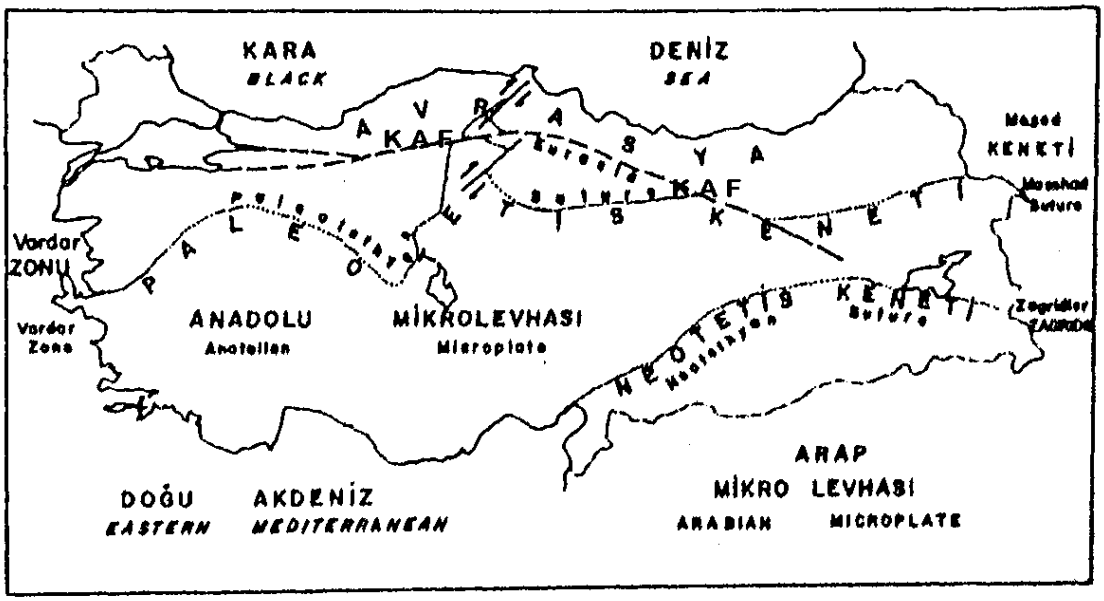
4.1.1.12 Alüvyon (Qa)

Havzadaki Çorum Deresi ve havza dışındaki Ilgınözü ve Derinçay gibi ana akarsular ile bunların yan kolları boyunca uzanan alüvyon, kil kum ve çakıllardan oluşmaktadır.Ovada geniş alanlar kaplayan alüvyonun kalınlığı değişken olmakla birlikte, açılan sondajlar ve jeofizik çalışmalarına göre Çorum Deresi Havzasında 20-30 m, havza dışında ise 15-45 m arasındadır (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

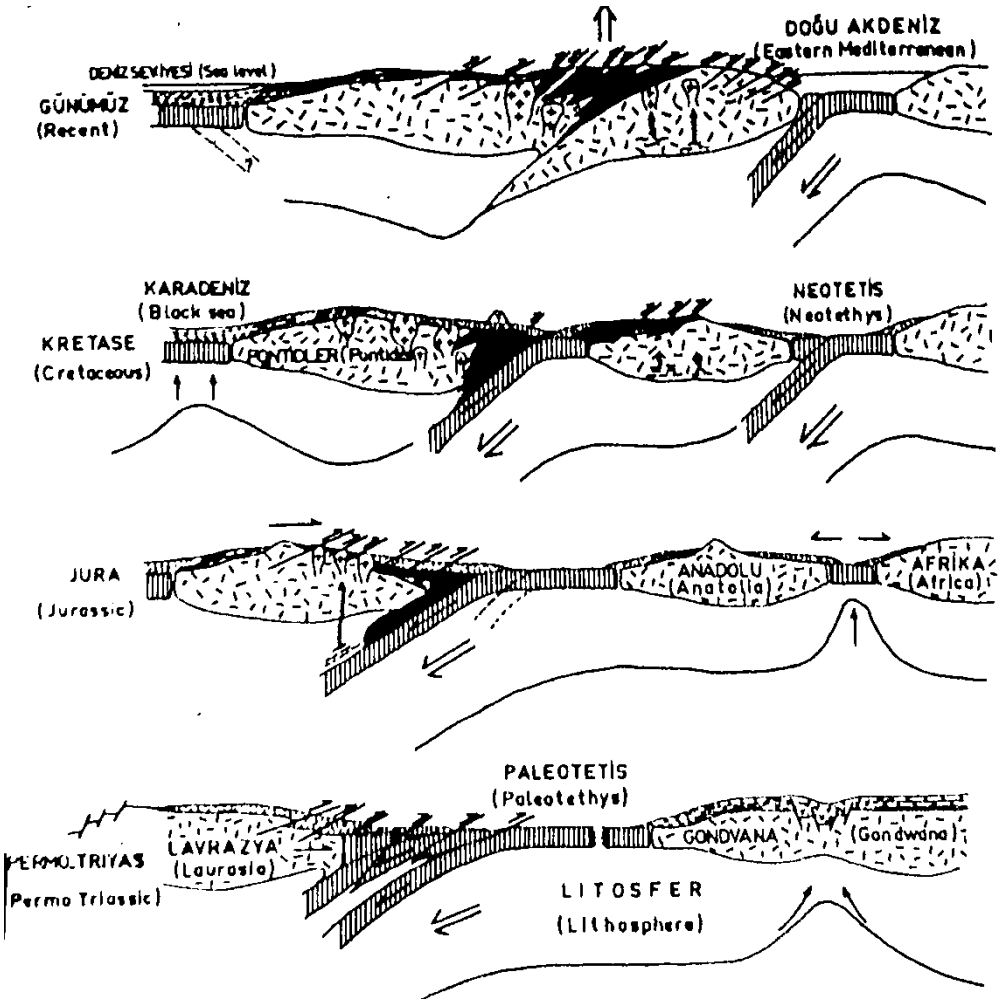
4.1.2 Yapısal Jeoloji ve Paleocoğrafya

4.1.2.1 Yapısal Jeoloji

İnceleme bölgesi, Anatolidlerin (Ketin, 1966) kuzey kesiminde, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) havzanın kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 4.3).Bölge bugünkü tektonik yapısını Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapanması sonucunda kazanmıştır (Şekil 4.4) (Hakyemez ve diğ.ve 1986, Şengün ve diğ., 1990).İnceleme alanında Kuvaterner yaşlı alüvyon haricindeki tüm formasyonlar, tektonik hareketlerden oldukça etkilenmiş kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmıştır. Havzadaki kırık hatları genellikle KD-GB ve KB-GD doğrultusunda gelişmiştir. İnceleme alanındaki Triyas yaşlı birimlerde (Kalecikkaya formasyonu) oldukça sık olarak kıvrımlar ve kıvrımcıklar ile faylanmalar görülmektedir. Kıvrımlar daha çok, ince taneli birimlerde daha belirgindir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).



Şekil 4.3 Anadolu'nun kıtasal kabuk parçalarını ve Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın Anadolu'daki konumu (Şengün ve diğ., 1990).



Şekil 4.4 Tetis alanlarının jeolojik evrimi (Şengün ve diğ., 1990)

Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarında küçük boyutlu kıvrımlar gelişmiş olup, yer yer tektonik breşleşmeler görülmektedir.Bindirme yaşı Üst Kretase yaşlı olan karışığın birimleri faylanmış, ezilmiş ve birimler birbiriyle tektonik dokanaklı bir yapı kazanmıştır.Bölgedeki tektonizma etkileri genç tortul kayaçlarda da gözlenmektedir. Eosen ve Miyosen yaşlı birimler, aşırı derecede kıvrımlıdır. Eosen yaşlı olan Hacıhalil formasyonunun çakıltaşı ve kumtaşı, Yoncalı formasyonunun kumtaşı, kiltaşı, şeyl tabakaları, havzanın batı kesiminde kıvrımlı yapıda olup, genelde güneye doğru eğimlidirler. Çorum kentinin kuzeyinde ve doğusunda ise, Yoncalı formasyonu ve üzerindeki Bayat formasyonuna ait tabakalar kuzeye eğimlidir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Çalışma alanında, kendisinden daha yaşlı birimlerin aşınmalı yüzeyi üzerine uyumsuzlukla gelen Kızılırmak ve üzerindeki Bozkır formasyonu kıvrımlı bir yapı kazanmış olup, tabakalar güneye doğru eğimlidir. Bu serileri, uyumsuzlukla Pliyokuvaterner yaşlı tortullar örtmektedir.Orta Eosen'de bugünkü yapısını kazanmaya başlayan havzada, Miyosen birimlerinin oldukça kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmış olmaları ve tabaka eğimlerinin ovaya doğru olması, Miyosen sonrasında tektonizma etkisiyle havza kenarlarının yükselerek, ova kısmındaki çökmenin sürmüş olduğunu göstermektedir (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

4.1.2.2 Paleocoğrafya

İnceleme alanın içerisinde bulunduğu Çankırı-Çorum havzası ve çevresinin tektoniği ve paleocoğrafik evrimi Tekeli (1981), Akyürek ve diğ. (1982), Yoldaş (1982), Hakyemez ve diğ. (1986), Tüysüz ve Dellaloğlu ve diğ., (1992) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bölgede temel kayaçları oluşturan Triyas yaşlı birimlerin, Tekeli (1981) tarafından dalma-batma kuşağında oluşmuş bir birikim prizması olduğu belirtilmektedir.Akyürek ve diğ. (1982) Triyas birimlerinin oluştuğu Paleotetis'in, okyanuslaşma tam olarak gelişmeden önce kapanmaya başladığını ileri sürerler (Şengör ve Yılmaz, 1981). Hakyemez ve diğ.,(1986) tarafından, Paleotetis'in Arap Kalkanı ve Gondwana kıtası ile Avrasya arasındaki geniş bir okyanus olduğu belirtilmektedir. Şengör (1980), bölgedeki bu birimlerin Karakaya (Kimmerid) kenedi ile ilişkili olduğunu savunmaktadır. Karakaya birliğinin (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992) tabanında görülen karbonatlar, Permiyen'de bölgenin bir karbonat platformu olduğunu

belirtmektedir. Bu platform, Permiyen sonu ve Triyas'ta parçalanarak yerini kısa ömürlü, dar, uzun ve derin bir denize bırakmıştır. Artıkları tüm Kuzey Anadolu'da izlenen bu deniz, Türkiye jeoloji literatüründe Karakaya denizi adı ile bilinmektedir. Karakaya Denizinin açılmaya başlamasıyla eş zamanlı olarak, karbonat platformu üzerinde yay volkanitlerinin izleri görülmektedir. Bu volkanitler, bu dönemde kuzeyde yer alan Paleotetis okyanusunun güneye doğru dalması sonucunda gelişen mağmatitler olarak değerlendirilmektedir. Karakaya denizi muhtemelen Paleotetis'in güneyinde, onunla bağlantılı bir yay içi ve yay ardı havza olarak açılmıştır (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992, Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Karakaya denizi Triyas sonunda kapanmış ve artıkları da metamorfizmaya uğrayarak Sakarya kıtasının temelini oluşturmuştur. Liyas-Üst Kretase döneminde, Karakaya Birliğine (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992) ait kayaçların oluşturduğu metamorfik temel üzerinde Sakarya Birliği oluşmuştur. Çankırı-Çorum havzasında bu birlik, transgresif bir tortul istif ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının dışında Çankırı bölgesinde, Sakarya Birliği'nin tabanını oluşturan Liyas kalıntıları, karasaldan denizel ortama geçişi yansıtmaktadır (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992).Üst Jura'da bölgede sığ karbonatlar (Akbayır formasyonu), Alt Kretase'de ise tüm bölge alçalarak pelajik karbonatlar çökelmiştir.İnceleme alanının içinde bulunduğu bölgede, Liyas-Alt Kretase arasındaki çökelim, tipik bir pasif kıta kenarının geliştiğini göstermektedir. Bu pasif kıta kenarının baktığı okyanus Neo-Tetis okyanusunun kuzey koludur (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992). Neo-Tetis okyanusu Senomaniyen'de dalma-batmaya başlamış olmalıdır. Çünkü bu dönemde, pasif kıta kenarı çökellerinin bloklanmaya başladığı ve içlerine bu okyanus tabanını temsil eden ofiyolitik malzemenin katıldığı izlenmektedir. Neo-Tetis okyanusunun Senomaniyen'de kuzeye doğru, kuzeydeki kıta altına dalması ile başlayan ve bölgedeki ofiyolitli melanjın oluşumunu sağlayan dalma-batma olayı, Üst Maestrihtiyen'de güneydeki ensimatik yayın kuzeydeki Sakarya kıtasıyla çarpışması sonucu sona ermiştir (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992). Görür ve diğ. (1984) tarafından, Neo-Tetis'in kuzeydeki Sakarya ve güneydeki Kırşehir kıtalarının Maestrihtiyen sonunda çarpışmaları ile kapandığı ileri sürülmektedir (Şekil 4.4) (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992).Çankırı-Çorum havzası, Neo-Tetis'in kapanmasından sonra, bu okyanusun artıkları üzerinde henüz etkisini sürdüren sıkışma rejimi altında gelişmeye başlamıştır (Apaydın, 1993, DSİ, 1996).

Havza, Orta Eosen'de en derin haline ulaşmış, devam eden sıkışma rejimi, havza kenarlarının ters faylar ve itilmeler ile yükselmesine neden olmuş, böylece giderek

sığlaşmış ve Üst Eosen'de karasal havza halini almaya başlamıştır.İnceleme alanındaki Eosen yaşlı denizel Hacıhalil formasyonu üzerindeki Yoncalı formasyonunun üst seviyelerinde kömür damarları ve karasal bitki kalıntılarının varlığı ve üzerine geçişli olarak karasal volkanitlerin gelmesi, Eosen sonuna doğru gelişen karasallaşmanın kanıtıdır.Çankırı-Çorum havzasında gözlenen karasal Oligosen çökelleri, inceleme alanında gözlenmemekte olup, Eosen'in aşınmalı yüzeyi üzerine Miyosen yaşlı alüvyon yelpazesi çökelleri gelmektedir. Kızılırmak formasyonu olarak adlandırılan bu tortulların çökeliminden sonra, havzada playa gö lleri oluşmaya başlamış ve bu göllerde jipsli Bozkır formasyonu çökelmiştir. Havzadaki kuraklaşma ile göllerin kuruması sonucunda, Pliyosen'de yer yer akarsu tortulları çökelmiş, Kuvaterner'de ise bugünkü Çorum ovasını doldurmuş olan alüvyonlar oluşmuştur (Apaydın,1993, DSİ, 1996).

4.1.3 Hidrojeoloji

Havzada yer alan birimlerin hidrojeolojik özellikleri (Şekil 4.5) Apaydın (1993) ve DSİ (1996) tarafından ayrıntılı olarak incelenerek belirlenmiştir. Ayrıntılı olarak hidrojeolojik özellikler yeniden çalışılamadığı için, bu bölümde çoğunlukla çalışma alanının hidrojeolojisi konusunda Apaydın (1993) ve DSİ (1996) çalışmaları çerçevesinde bilgi verilmiştir (Şekil 4.5).

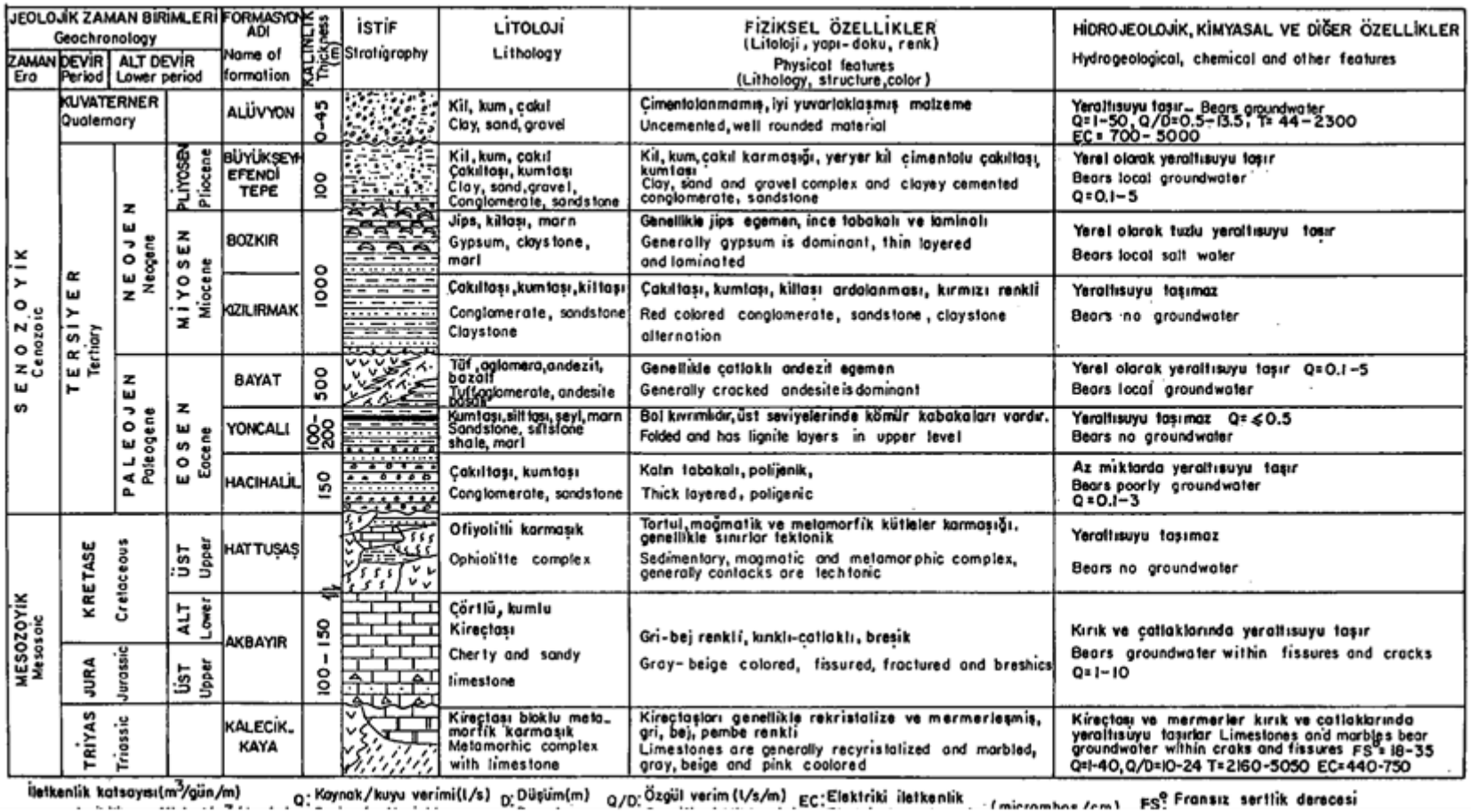
4.1.3.1 Akiferler

Havzadaki önemli akiferler alüvyon, Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşları (Dağkarapınar üyesi), Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları (Akbayır formasyonu) ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı çakıltaşları ve kumtaşlarıdır (Büyükşeyhefenditepe formasyonu).

4.1.3.1.1 Alüvyon Akiferi

4.1.3.1.1.1 Akiferin Yayılımı ve Kalınlığı

İnceleme alanındaki en önemli akifer olan alüvyon kil, kum ve çakıllardan oluşmaktadır. Serbest akifer özelliğindedir. Akarsu yatakları boyunca uzanan ve Çorum ovasının kuzeyinde ve havza dışında güney bölümünde en geniş yayılımı bulunan alüvyonda çeşitli amaçlar ile açılmış olan kuyular bulunmaktadır. DSİ, Şeker A.Ş., Köy



Şekil 4.5. Çorum Deresi Havzasıgenelleştirilmiş hidrojeolojik dikme kesit (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Hizmetleri sondaj kuyuları ve DSİ tarafından yapılmış jeofizik çalışmaları ile jeolojik haritalama çalışmalarının (MTA) değerlendirilmesi sonucunda, alüvyonun yayılımı ve kalınlığı belirlenmiştir. İnceleme alanında alüvyonun toplam yayılım alanı 70 km^2 kadardır. Havza dışında Çorum kentinin güneyinde Ilgınözü ve Ahiilyas Derelerinin bulunduğu ovalardaki yayılımı yaklaşık olarak 100 km^2'dir. Çorum'un kuzeyinde ve güneyinde bulunan yayılım alanı Çorum Deresi'nin oluşturduğu boğaz ile birbirine bağlanmaktadır. Bu karakteri ile de Çorum Deresi (Çorum) Havzası yarı kapalı havza özelliğindedir.DSİ (1987) tarafından Çorum Şeker Fabrikası için su temini maksadıyla yapılan jeofizik rezistivite çalışması ve sondaj kuyularının yapılan değerlendirmesi sonucunda Apaydın (1993) tarafından eş kalınlık haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.6) (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

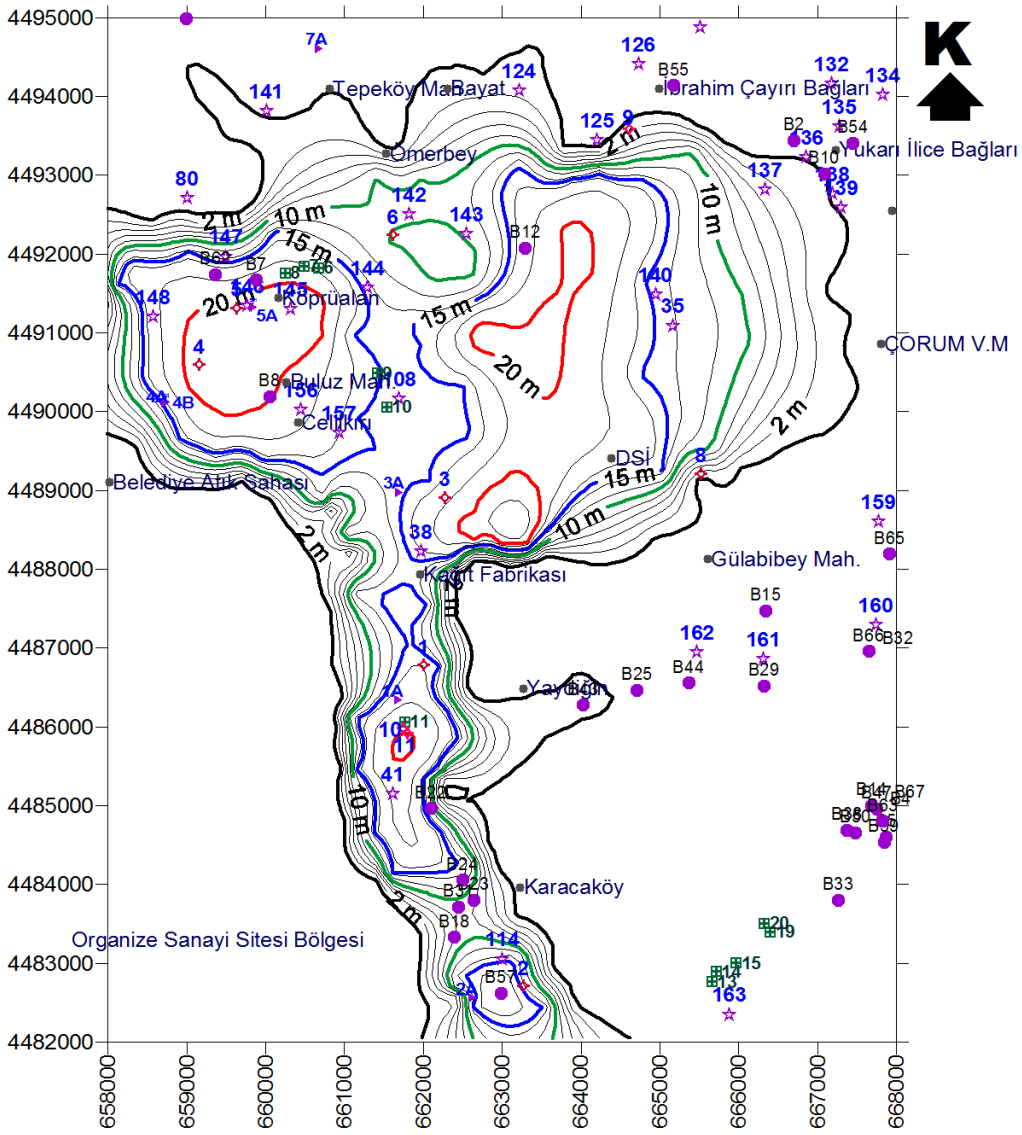
Çorum'un kuzey ve güney ovasına ulaşan akarsu yatakları boyunca dar şeritler halinde uzanan kısımlarda alüvyonun kalınlığı 15-20 m, Çorum'un bulunduğu ovada ise kalınlık 10-30 m arasındadır. Alüvyondaki yeraltısuyu seviyesi yüksek olduğundan (1-4 m), akiferin doygun kalınlığı toplam kalınlığa çok yakındır. Doygun kalınlık havzada 10-30 m, ve havza dışındaki güney kısımda ise 10-40 m arasında değişmektedir (Şekil 4.6) (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.1.1.2 Akiferin Karakteristikleri

Ova alüvyonunda, DSİ ve Şeker A.Ş. tarafından açılmış olan araştırma sondaj kuyularında pompalama deneyleri yapılmıştır. Özellikle Şeker A.Ş. kuyularının yanında bir ya da iki adet dar çaplı gözlem kuyusu açılarak üretim kuyusunda çekim yapılırken, gözlem kuyularındaki su seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kuyularda yapılan pompaj deneylerinin verilerinin Cooper Jacob yöntemi ile değerlendirilmesi yapılarak alüvyon akiferin iletimlilik katsayısı (T) ve hidrolik iletkenliğinin (K) hesaplanmasına çalışılmıştır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Çorum Ovası ve kuzeyindeki alüvyon, havza dışındaki güneyde bulunan alüvyona göre gerek kalınlığının biraz daha az olması, gerekse bazı bölgelerde nispeten ince taneli malzemelerden oluşması nedeniyle bu bölgede alüvyonun hidrolik katsayıları daha düşüktür. Havzadaki alüvyonda hesaplanan T değeri 44-205 m3/gün/m'dir. T değerinin akiferin doygun kalınlığına bölünmesi ile elde edilen K değeri 4-10 m3/gün'dür. Hesaplanan özgül debiler ise 0.41-0.90 L/s/m arasındadır. Havza dışındaki

daha güneydeki alüvyonun, özellikle orta ve batı kesiminde kalınlığı diğer bölgelere göre biraz daha fazla ve daha kaba taneli malzemelerden oluşmaktadır. Bölgede açılan sondaj kuyularında 4-18 m arasında kaydedilen düşüme karşılık 6-50 L/s arasında boşalımlar elde edilmiştir. Bu bölgede alüvyon için hesaplanan T değeri 83-2300 m3/gün/m, K değeri ise 4-76 m/gün arasındaır. Havza dışındaki güneyde bulunan alüvyon Çorum Deresi (Çorum) havzasına ait alüvyona göre daha kaba taneli, dolayısı ile de yeraltısuyunu iletme kapasitesi daha yüksektir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

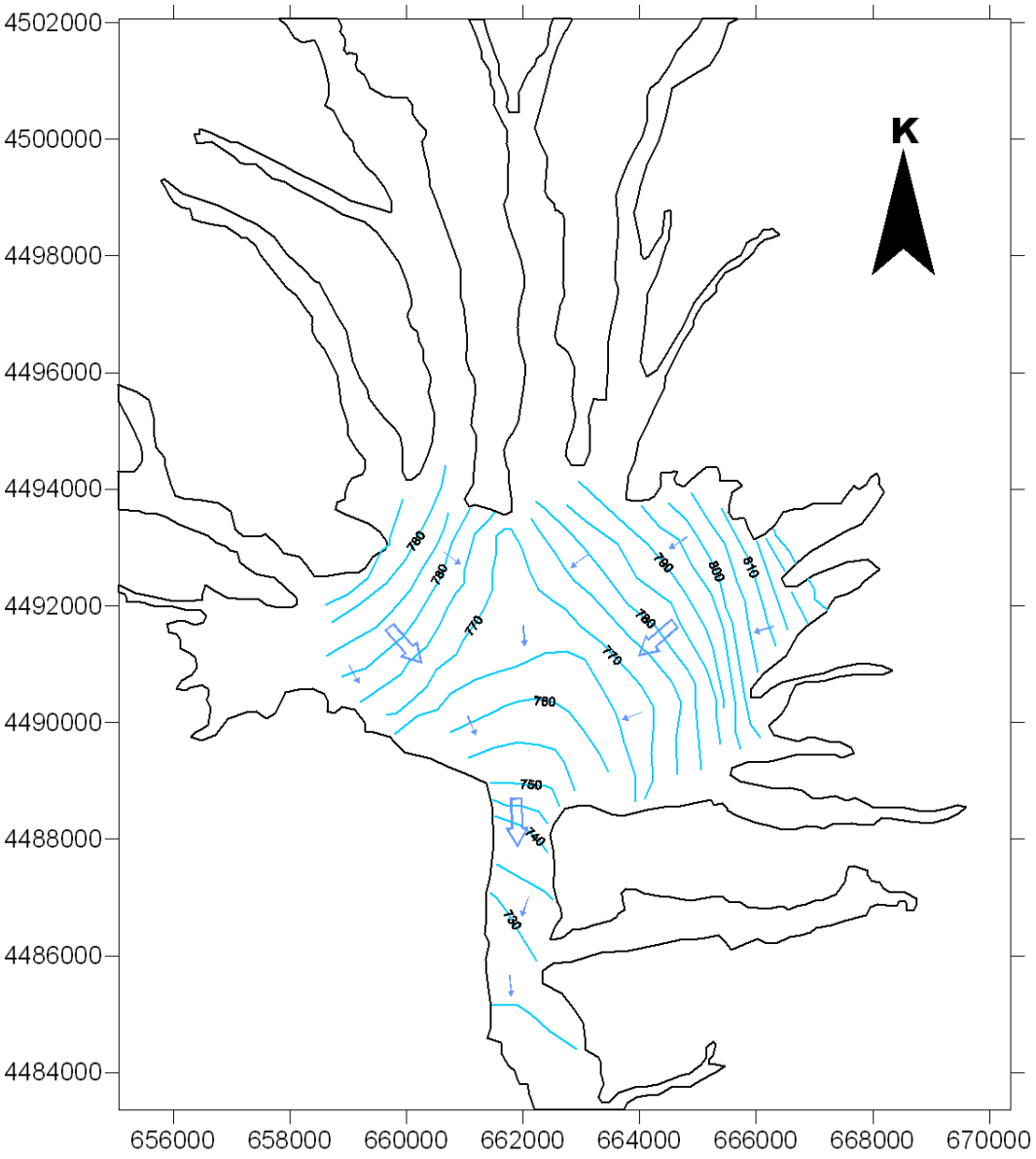


Şekil 4.6. Çorum Deresi Havzası Örnek Lokasyonları ve Alüvyon akifere ait eşkalınlık haritası (Apaydın, 1993'den değiştirilerek).

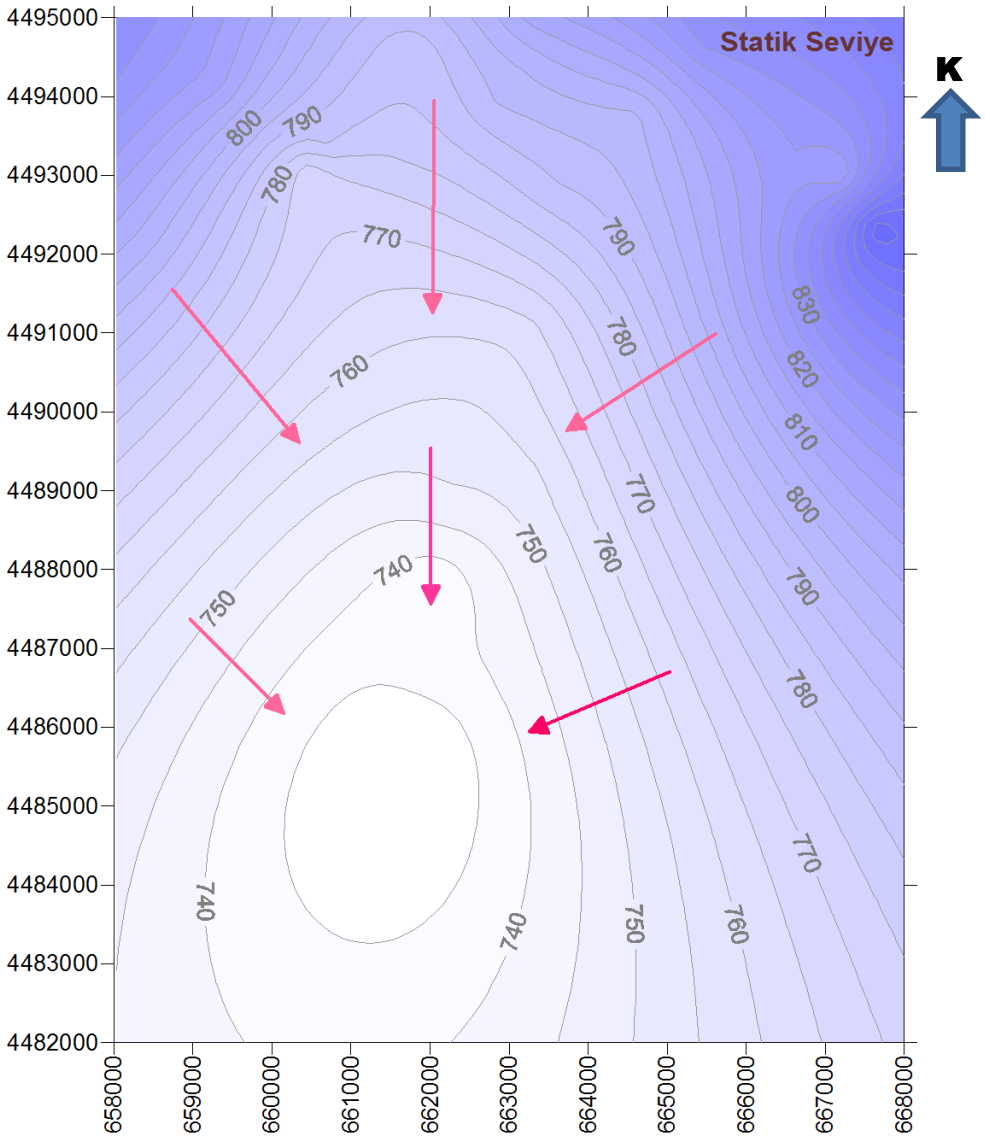
4.1.3.1.1.3 Akiferde Yeraltısuyu Seviye Değişimleri

DSİ (1996) tarafından yapılan çalışmalar neticesinde yeraltısuyu tablası haritaları hazırlanmıştır. Buna göre yapılan gözlemlerin sonucunda yeraltısuyu hidrolik yük dağılımının bölgeler arasında az çok değiştiği görülmektedir. Havzada yeraltısuyu seviyesi 1-6 m arasındadır. Ovanın orta kısmında 0,5-4 m arasında olan yeraltısuyu seviyesi, kenar kesimlerinde 2-6 m arasındadır. Çorum Ovası alüvyonunda, havzaya kışın yağan karların erimesi ve Mart-Nisan-Mayıs aylarındaki yağışların etkisi ile yeraltısuyu seviyesi en yüksek değerine ulaşmaktadır. Mayıs-Haziran aylarından sonra yağışların azalması ve ovaya ulaşan akarsular ile kuyulardan sulama yapılması sonucunda yeraltısuyu seviyesi alçalmakta, Ağustos ayı sonunda en düşük değerine ulaşmaktadır. Bölgenin iklim özelliği sonucunda Eylül ayından itibaren başlayan kısa süreli yağışlar yeraltısuyu seviyesinde bir miktar yükselmeye neden olmaktadır. DSİ (1996) tarafından havzanın hidrojeolojik incelemesinin yapıldığı yıllarda yeraltısuyundaki alçalmaların Aralık-Ocak aylarına kadar da devam ettiği belirtilmektedir(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Derinçay Havzası Kuzey Bölümünün (Çorum Deresi Havzası) izlenmesi amacıyla yapılan yeraltısuyu seviyesi ölçümlerine göre hazırlanan harita (Şekil 4.8) ile DSİ (1996) tarafından hazırlanan harita (Şekil 4.7) hem yeraltısuyu seviyesi (hidrolik yük) hem de akım yönü bakımından uyumlu görünmektedir. DSİ (1996) haritasında deniz seviyesine göre olan rakım değerine göre oluşturulan eş yeraltısuyu seviyeleri açık mavi renkli çizgiler ile akım yönleri de mavi renkli ok işaretleriyle gösterilmiştir. Tez çalışma sahası için oluşturulan yeraltısuyu eş seviye haritasında da benzer şekilde deniz seviyesine göre olan rakım değerleri ve yeraltısuyu akış yönleri belirtilmiştir.



Şekil 4.7. Alüvyonda yeraltısuyu tablası seviyelerini ve yeraltısuyu akım yönünü gösteren harita (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996'dan değiştirilerek).



Şekil 4.8. Çorum Deresi Havzası yeraltısuyu akım yönü ve hidrolik yük haritası.

4.1.3.1.2 Dağkarapınar Akiferi

Üst Triyas yaşlı kireçtaşları (Dağkarapınar üyesi) Dağkarapınar Akiferi olarak adlandırılmıştır.

4.1.3.1.2.1 Akiferin Yayılım ve Kalınlığı

Genellikle Triyas yaşlı kireçtaşları, Kalecikkaya formasyonu içerisinde yayılımı birkaç km^2'yi geçmeyen parçalar halinde bulunmaktadır. En geniş yayılımı inceleme

alanının kuzeybatısında Ayas, Türkler, Çukurören, doğuda havza dışında Şekerbey, Elmalı, Şeyhmustafa, Sazak, güneyde havza dışında olan Elicek, Balumsultan, Göcenovacığı ve Çakır köyleri ile Çorum'un kuzeydoğusundaki yükseltilerde görülmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996). Havza dışındaki parçaların havzadakilerle bağlantısının olmaması ve beslenme yönü olarak da daha altta olmaları nedeniyle havzaya etkileri söz konusu değildir.

Kırıklı, çatlaklı, yer yer mermerleşmiş olan kireçtaşlarının kalınlığı, yanal devamlılıklarının sınırlı olması nedeniyle fazla değildir. Yayılımlarının nispeten geniş olduğu yerlerde daha fazla kalınlığa sahiptirler. Akiferin kalınlığının yaklaşık 150-200 m olduğu tahmin edilmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.1.2.2 Akiferin Hidrolik Özellikleri

İnceleme alanındaki Triyas yaşlı kireçtaşlarında açılan kuyular, Çorum'un kuzey ve kuzeydoğusundaki DSİ ve İller Bankası kuyularıdır. Çorum Çimento Fabrikası sahasında açılmış olan E-18/436 No.lu DSİ sondaj kuyusunda 77 ile 88 m'ler arasında kireçtaşı kesilmiş olup, kuyudan 7.7 L/s artezyen verimi ve 50 L/s pompaj verimi elde edilmiştir. Çimento fabrikasınca kullanılan kuyunun pompaj verimi zaman zaman 15 L/s'ye kadar düşmektedir. 1958 yılında açılan ve daha sonra yenilenen bu kuyunun pompaj deney verilerine ulaşılamamıştır. Çorum'un 5 km doğusunda Mürsel Vadisi'ndeki kireçtaşlarında İller Bankası tarafından Çorum Belediyesine açılmış olan ve 137-147.5 m derinliğindeki kuyularda yapılan pompaj deneylerinde, her iki kuyuda da ayrı ayrı 70 L/s, diğer iki kuyuda ise ayrı ayrı 60 L/s verim elde edilmiştir. Pompaj verilerinden, akiferin transmisivitesi (iletimliliği) 2160-5050 m^3/gün/m olarak hesaplanmıştır. Havzadaki Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşlarından çok sayıda kaynak boşalım yapmaktadır. Kaynakların ortalama verimleri 5-28 L/s arasında değişmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.1.3 Akbayır Akiferi

Jura-Kretase Yaşlı Kireçtaşları (Akbayır formasyonu) Akbayır Akiferi olarak adlandırılmıştır.Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları havzada yaygın değildir. Batıda Altınbaş, Aksungur, kuzeyde Soğuksu, doğuda Palabıyık ve Karaağaç çevresi ile havza dışında

güneydoğuda Çobandivanı doğusunda 1-2 km^2'lik alana sahip parçalar halinde gözlenmektedirler. İnceleme alanının doğusundaki kireçtaşlarının yayılımı daha doğuya, havzanın dışına doğru devam etmektedir. Kalınlığının 100-150 m arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bol kırıklı-çatlaklı olan kireçtaşlarından kaynaklar boşalım yapmaktadır. Altınbaş ve Soğuksu köylerindeki kaynakların ortalama verimleri sırasıyla 9 L/s ve 5 L/s'dir. Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarında bilinen açılmış kuyu bulunmamaktadır.(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.1.4 Bozkır Akiferi

Laminalaı jips, kiltaşı ve marn ardalanmasından oluşan birim (Bozkır Formasyonu) Bozkır Akiferi olarak adlandırlılmıştır. Yerel olarak özellikle erime boşluklu jipslerden dolayı akifer özelliğinde olup, su kalitesinin içerdiği litolojilerden dolayı bozulmasından dolayı üzerinde bulunan daha genç yaşlı birimlere yer yer su boşalımları yaparak onların su kalitelerini de bozduğu düşünülmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996)..

4.1.3.1.5 Büyükşeyhefenditepe Akiferi

Pliyo-Kuvaterner yaşlı çakıltaşları ve kumtaşları (Büyükşeyhefenditepe formasyonu) Büyükşeyhefenditepe Akiferi olarak adlandırılmıştır.İnceleme alanında oldukça geniş yayılımı olan Büyükşeyhefenditepe formasyonu içerisinde yer alan, gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Havzanın yüksek kesimlerinde genellikle çakıllı-kumlu olan akifer, havza ortalarında kil-silt-kum-çakıl karışımı şeklindedir. Kalınlığı çok değişken olmakla birlikte, açılmış olan özel sektöre ait sondaj kuyularına göre 50-150 m arasında olduğu anlaşılmaktadır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Çorum Ovasının kuzeyinde ve doğusundaki çakıltaşlarında açılmış olan şahıs sondaj kuyularında 1-2 L/s verim elde edilmiştir. İnceleme alanının dışında havzanın batısındaki Kınık Köyünde Köy Hizmetleri tarafından çakıltaşı ve kumtaşlarında açılmış olan sondaj kuyularında 13.5 L/s verim elde edilmiştir. Çorum Ovasının yakın çevresinde açılmış olan sondajlarda genellikle 0.5-1 L/s arasında verimler elde edilmiştir. Ancak, bazı bölgelerde daha üst kotlarda bulunan jipsli-tuzlu Bozkır formasyonundan gelen suların etkisiyle, yeraltısuyunda yer yer tuzluluk oluştuğu düşünülmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.2 Akitard Ortamlar

4.1.3.2.1 Bayat Akitardı

Bayat formasyonuBayat Akitardı olarak adlandırılmıştır. Genellikle andezit, bazalt, tüf ve aglomeralardan oluşan formasyondan düşük verimli (1-2 L/s) kaynaklar boşalım yapmaktadır. Özellikle, inceleme alanının güneybatısındaki ve dışında bulunan Mahmudiye, Kalehisar, Yenikaradona, Eskikaradona ve Deniz köyleri çevresinde kırıklı-çatlaklı andezitlerden çok sayıda küçük debili kaynaklar boşalım yapmaktadır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.2.1.1 Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı

Tez çalışması kapsamında yeraltısuyu beslenimi, boşalımı ve su bütçesi ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilemediği için, burada fikir vermesi bakımından bölgede daha önce Apaydın (1993) ve DSİ (1996) tarafından yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

4.1.3.3 Alüvyonun Beslenimi, Boşalımı ve Su Bütçesi (Bilançosu)

Havzada alüvyon, yağış ve yüzeysel akıştan süzülme ile birlikte, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Büyükşeyhefenditepe formasyonundanve yer yer de Bozkır formasyonu tarafındanalüvyon içerisine akışla da beslenmektedir. Çorum Deresi Havzası ile Ahiilyas Deresi ve kollarının oluşturduğu havza birlikte Derinçay Havzasını meydana getirmektedirler. DSİ (1996) tarafından Derinçay Havzası kuzey ve güney bölüm olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. Kuzeydeki bölüm Çorum Deresi Havzasının oluşturduğu kısımdır. Güneydeki bölüm ise Ahiilyas Deresi ve kollarının oluşturduğu kısımdır. Derinçay havzasında kuzeydeki bölümün güneydeki bölümü yeraltısuyu ve yüzey suyu bakımından kısmen beslediği düşünülmektedir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

DSİ (1996)'nin incelemesine göre kurak-yarıkurak iklim şartlarının hakim olduğu havzada hidrolik yıl içerisinde, genellikle Eylül, Ekim ve Kasım aylarında başlayıp, Nisan ve Mayıs aylarında sona eren yağışlı dönem bulunmaktadır. Yağışlı

dönem dışındaki kurak dönemde hemen hemen hiç yağış kaydedilmemekte veya yeraltısuyunu besleyecek miktarda yağış olmamaktadır. Havzadaki yeraltısuyu beslenmesinin hemen hemen tamamı bahsedilen yağışlı aylar boyunca olmaktadır. Havzanın bu özelliği dikkate alınarak, beslenim hesaplarında beslenim dönemi boyunca yağışlı aylardaki akiferin davranışları değerlendirilmiş ve beslenim başlangıcı ile beslenim dönemi sonundaki yeraltısuyu seviyeleri incelenmiş ve bu dönem boyunca akiferde oluşan rezerv değişimleri ve boşalımlar araştırılmıştır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

DSİ (1996)'nin gerçekleştirmiş olduğu çalışmada beslenim hesaplamaları 1992 su yılı için yapılmıştır. Bu su yılı içinde yeraltısuyu seviyesinin en düşük olduğu aylar Ekim ve Kasım, en yüksek olduğu aylar ise Mayıs ve Haziran aylarıdır. Buna göre beslenim döneminin Ekim ve Kasım 1991 ile Mayıs ve Haziran 1992 olduğu anlaşılmaktadır. Alüvyondaki rezerv değişimi hesabı, 1992 su yılında yeraltısuyu seviye değişimlerinden yola çıkılarak, akiferin etkin gözeneklilik (efektif porozite) veya özgül verim değerinin tesbiti tahmini olarak yapılmıştır. DSİ (1996)'nin çalışması kapsamında Derinçay havzasında alüvyonda açılmış olan 117 adet kuyuda her ay boyunca yapılan hidrolik yük ölçümlerine göre, 1992 su yılı beslenim dönemi başlangıcı olan Ekim, Kasım ile beslenim dönemi sonu olan Mayıs, Haziran arasındaki su seviyesi değişimleri hesaplanmıştır. Hesaplanmış olan su seviyesi değişimleri değerlerine göre bir Yeraltısuyu Seviyesi Değişim Haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.9). Hazırlanan haritada alüvyonda 15 ayrı bölge ayırt edilmiş olup, bu bölgelerin 6 adedi Çorum Deresi Havzasına aittir. Her bölgenin alanları da yaklaşık olarak hesap edilmiştir. Jeolojik gözlemler, sondaj kırıntı örnekleri ve jeofizik ölçüm değerlerine göre, her bölge için yaklaşık bir etkin gözeneklilik değeri (n_e) belirlenmiştir. Etkin gözeneklilik değerinin belirlenmesinde, örnek çalışmalardan elde edilmiş ve hidrojeoloji literatürüne girmiş değerlerden (Erguvanlı ve Yüzer, 1984) yararlanılmıştır. Buna göre n_e kumlu çakıllı bölgeler için % 20, az killi kum ve çakıllı bölgeler için % 15 kabul edilmiştir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Su seviyesi değişim alanı, su seviyesi değişimi ve n_e değerinin kullanılmasıyla her bölge için yaklaşık rezerv değişim miktarı hesaplanmıştır. Alüvyonun 1992 su yılı beslenim dönemindeki rezerv değişimi hesaplanmıştır. Havzadaki alüvyonun beslenim değeri $5x10^6$ m^3 olarak gerçekleşmiştir(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Alüvyondan boşalım (Qboş) ;

a) Kaynaklarla (Q_1)

b) Kuyulardan çekimle (Q_2)

c) Güneydeki alüvyona içten boşalım (Q_3) şeklindedir

Hesaplamalar buharlaşmanın az olduğu beslenim dönemi (yağışlı aylar) için yapıldığından, bu süre içerisinde yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu bölgelerden çok az miktarda olabilecek buharlaşma-terleme kayıpları ihmal edilmiştir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

a) Kaynaklarla Boşalım

Havzadaki alüvyondan Serpin, Sıklık Boğazı, Buluz, Deliler köyü ve Altınbaş köyündeki kaynakların 1992 beslenim dönemi boyunca boşalımı (Q_1), yaklaşık olarak $0.8x10^6$ m^3 olarak hesaplanmıştır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

b) Kuyularla Boşalım

Kuyulardaki yıllık çekim miktarının $3.8x10^6$ m^3 olduğu belirlenmiş ve bu miktarın (Q_2), $2x10^6$ m^3 kadarının beslenim dönemi boyunca boşaldığı tahmin edilmektedir(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

c) Güneydeki Alüvyona İçten Akışla Boşalım

Havzadaki alüvyon bir boğaz ile güneydeki alüvyona bağlarınmaktadır. Kaynaklar, kuyular ve buharlaşma-terleme ile gerçekleşen boşalımdan arta kalan yeraltısuyu içten akışla güneydeki alüvyona boşalmaktadır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Boşalımın hesaplanmasında Darcy tarafından önerilen;

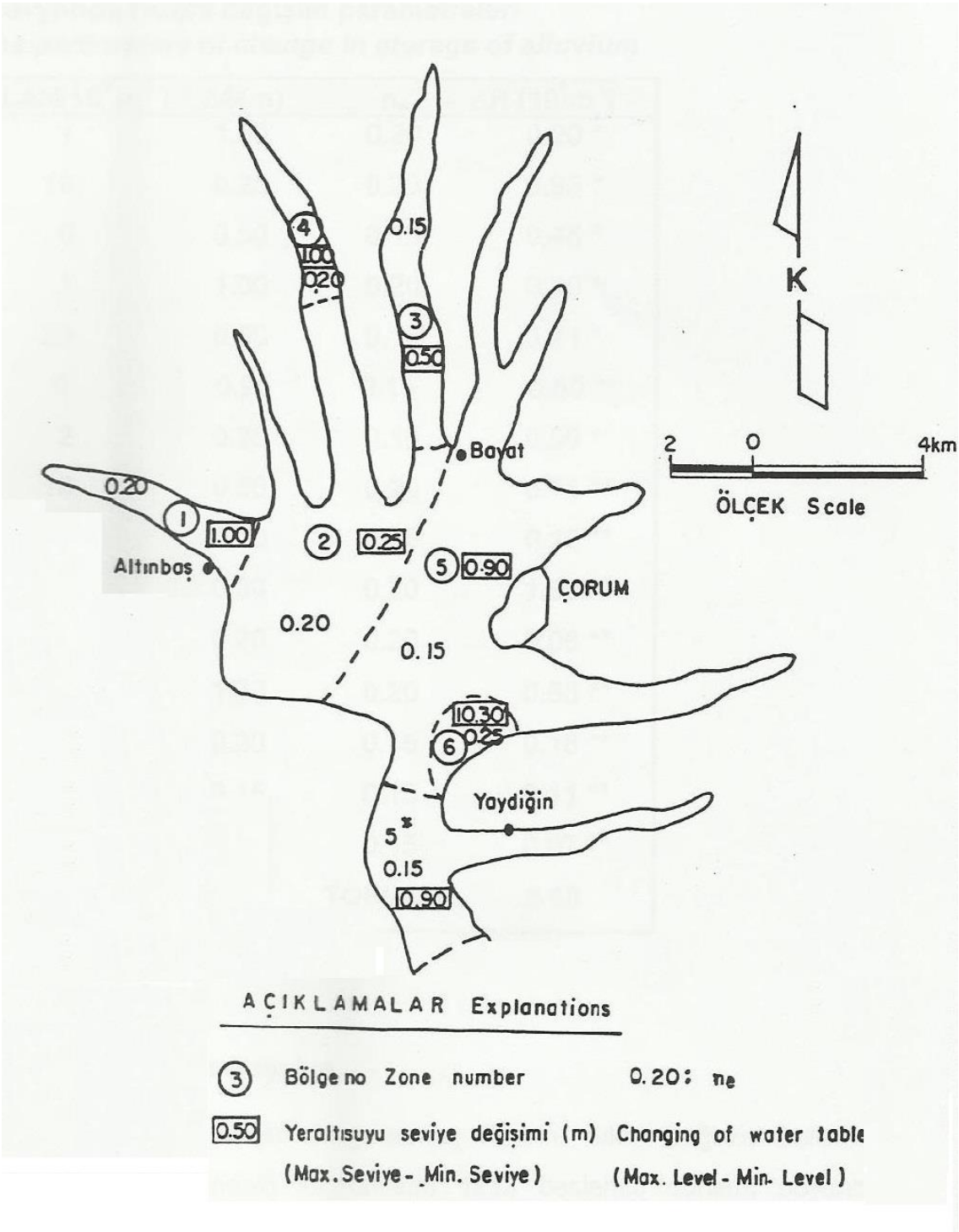
T : Akiferin iletimlilik katsayısı m3/gün/m)

İ : Hidrolik eğim

G : Boşalımın gerçekleştiği kesit uzunluğu (m) olmak üzere

Qboş = G.İ.T

eşitliği kullanılmıştır.



Şekil 4.9. Çorum Deresi Havzasındaki alüvyondayeraltısuyu seviyesi değişim bölgeleri ve efektif gözeneklilik (n_e) değerlerinin dağılımı haritası (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Akiferin T değeri Şeker A.Ş tarafından Kırkgöz mevkiinde açılmış olan ve alüvyonu tam olarak kesen 36 No.lu kuyuda pompaj deneyi verilerinden 205 m^3/gün/m olarak hesaplanmıştır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Havzadaki ortalama hidrolik eğim, kuyularda aylık yapılan yeraltısuyu seviyesi ölçümlerinden ve kuyu kotlarından hesaplanmıştır. Yeraltısuyu 760 m kotu eğrisi ise ortalama G olarak (3000 m) kabul edilmiştir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Buna göre güneydeki alüvyona her ay için hesaplanan miktarlardan yıllık ortalama boşalım miktarı;

$T = 205\ m^3/gün/m$

$İ = 7.6x10^6$

G = 3000 m olmak üzere,

$Q = G.İ.T = 3000 \times 7.6x10^6 \times 205$

$= 4674\ m^3/gün$

$= 1.7x10^6\ m^3/yıl$

olarak hesaplanmıştır(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Beslenim dönemi boyunca bu miktar (Q_3) yaklaşık olarak $1.7x10^6\ m^3/yıl$ olmaktadır. Buna göre 1992 su yılı beslenim döneminde (alüvyondaki yeraltısuyu rezervinin en az olduğu zamandan en fazla olduğu zamana kadar olan dönem içerisinde) havzadaki alüvyondan toplam boşalım

$Qboş = Q_1+Q_2+Q_3$

$= 0.8 x10^6 + 2 x10^6 + 1.7 x10^6 = 4.5 x10^6\ m^3/yıl$ olmaktadır.

Beslenim dönemi boyunca rezerv arttığı için,

Beslenim = Boşalım + Rezerv Değişimi

eşitliği esas alınmıştır. Yıllık beslenimin tamamı yağışlı aylar boyunca gerçekleştiği için veya yağışlı dönem boyunca gerçekleşen beslenim, yılık beslenime eşit olduğundan havzadaki alüvyon için yıllık beslenim miktarı;

$Qbes1 = Qboş1 + dR1$

$Qbes1 = 4.5 x10^6 + 5 x10^6$

$= 9.5 x10^6\ m^3/yıl$

olmaktadır(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.4 Dağkarapınar Akiferinin ve Akbayır Akiferinin Beslenim ve Boşalımı

Kırık ve çatlaklarından yağıştan süzülme yoluyla beslenen kireçtaşları, beslenimlerinin tamamını kontakt (dokanak) kaynakları vasıtasıyla boşaltmaktadırlar.

Yayılım alanlarının küçük olması nedeniyle, bu kireçtaşları için rezerv hesabı yapılmamıştır. Ancak, Derinçay havzasının güney kısmında seçilen bir pilot bölge için yapılan çalışmada, Triyas yaşlı kireçtaşları üzerine düşen yağışın %35-62 arasındaki bir oranda akiferi beslediği belirlenmiştir (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.1.3.5 Büyükşeyhefenditepe Akiferinin Beslenim ve Boşalımı

Pliyo-Kuvaterner yaşlı olan ve gevşek tutturulmuş kumtaşı, çakıltaşı, kiltaşı birimi özellikle kaba taneli olduğu bölgelerde, yağıştan süzülme ile beslenmektedir. Konumundan dolayı boşalımların hesaplanamaması nedeniyle, beslenim miktarının (Qbes) hesaplanmasında;

Qbes = Beslenim miktarı (m^3/yıl)

A = Birimin yayılım alanı (m^2)

P = Ortalama yağış (mm)

k = Süzülme yüzdesi olmak üzere

Q = AxPxk

eşitliği kullanılmıştır. Süzülme yüzdesi Çorum Deresi (Çorum) havzasında % 10 olarak alınmıştır. Bu değer güneydeki bölümde ise topoğrafik eğimin fazla olması nedeniyle % 5 olarak alınmıştır (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Aşağıdaki verilere göre yapılan hesaplamalar neticesinde;

A = 38 $x10^6$ m^2

P = 0.470 m

K = 0.10

Qbes = AxPxk = 38 $x10^6$ x0.470x0.1 = 1.8 $x10^6$ m^3/yılolarak bulunmuştur (Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

Bu birimde havza genelinde önemli bir kaynak boşalımı bulunmamaktadır. Zayıf akifer özelliğindeki bu formasyon içerisindeki kuyular ile $0.5x10^6$ m^3 yeraltısuyu çekildiği değerlendirilmektedir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimden kaynaklar ve kuyular ile olan boşalım dışında kalan yeraltısuyunun alüvyona boşalım yaptığı kabul edilmektedir. Bu miktar da yaklaşık olarak 1.3 $x10^6$ m^3'tür(Apaydın, 1993 ve DSİ, 1996).

4.2 Su Kimyası ve Kalitesinin Değerlendirilmesi

Havzada Apaydın (1993) ve DSİ (1996) tarafından Triyas ve Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları, Miyosen yaşlı jipsli seri ile Pliyosen yaşlı kumtaşı ve çakıltaşlarından boşalan kaynak sularından alınan suların kimyasal analizleri yapılmıştır. Buna göre Triyas ve Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarından boşalan kaynakların elektriksel iletkenlikleri (EC) 440-729 µmho/cm, sodyum absorbsiyon oranı (SAR) 0.1-1.41 arasındadır. Buna göre kaynak suları C_2S_1 sulama suyu sınıfına girmektedir. Bu sular Wilcox Diyagramında ise iyi ve çok iyi su sınıfına girmektedirler. Kaynakların içmesuyu bakımından yapılmış olan analizlerine göre, kimyasal özellik açısından Türk İçmesuyu Standardına (TSE-266) uygun oldukları belirlenmiştir. Suların sertlikleri 18-35 Fr^0arasında değişmektedir. Alüvyondan boşalan kaynakların elektriksel iletkenlikleri (EC) 484-1700 µmho/cm arasındadır. SAR ise 0.21-1.0 arasındadır. Bu durumda bu sular C_2S_1-C_3S_1sulama suyu sınıfına girmektedir. Wilcox diyagramında ise, çok iyi ve iyi sular sınıfına girmektedir. Sertlikleri 19-89 Fr^0arasında olan alüvyondan boşalan kaynakların bazıları içmeye uygun değildirler. Havzanın kuzeyinde, Beydili köyü kuzeyindeki Bozkır formasyonundan boşalan Akpınar kaynağında EC 2800 µmho/cm, sulama suyu sınıfı C_4S_1 olup çok yüksek tuzlu sular sınıfına giren bu su ile ancak çok özel durumlarda sulama yapılabilmektedir. Akpınar kaynağı Wilcox diyagramında şüpheli-kullanılamaz sınıfındadır. Hamamlıçay, Serpin ve Yakacıközü derelerinde EC 1300-2300 µmho/cm arasında değişmektedir. Sulama suyu sınıfı C_3S_1'dir.

Değerlendirme çalışmasında analiz sonuçlarının her bir parametre için havzadaki dağılım haritaları, Piper ve Schoeller diyagramları oluşturulmuştur. Dağılım haritaları ekler kısmında gösterilmiştir. Oluşturulan dağılım haritaları TS 266, Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği (2004) kriterleri bakımından sınır değerleri geçme durumlarına göre işaretleme yapılarak değerlendirilmişlerdir. Piper ve Schoeller diyagramlarına göre ise suların sınıflaması ve kökenleriyle ilgili yorumlar yapılmaya çalışılmıştır. Alüvyonda ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı seride açılmış olan kuyulardan alınan örneklerin kimyasal analiz değerleri incelendiğinde, suların EC'lerinin yer yer değişiklik gösterdiği görülmektedir. Kuyuların bulunduğu bölgenin yakınında bulunan jeolojik formasyonların bileşimlerine göre farklı değerler alan EC değeri Derinçay Havzasında 660-8310 µmho/cm arasında değişim göstermektedir. Apaydın (1993) ve DSİ (1996)'nin yapmış olduğu çalışmaya göre Çorum Deresi (Çorum) Havzası'ndaki alüvyonda EC değeri genel olarak 750-2600 µmho/cm arasındadır. Ancak, jipsli-tuzlu

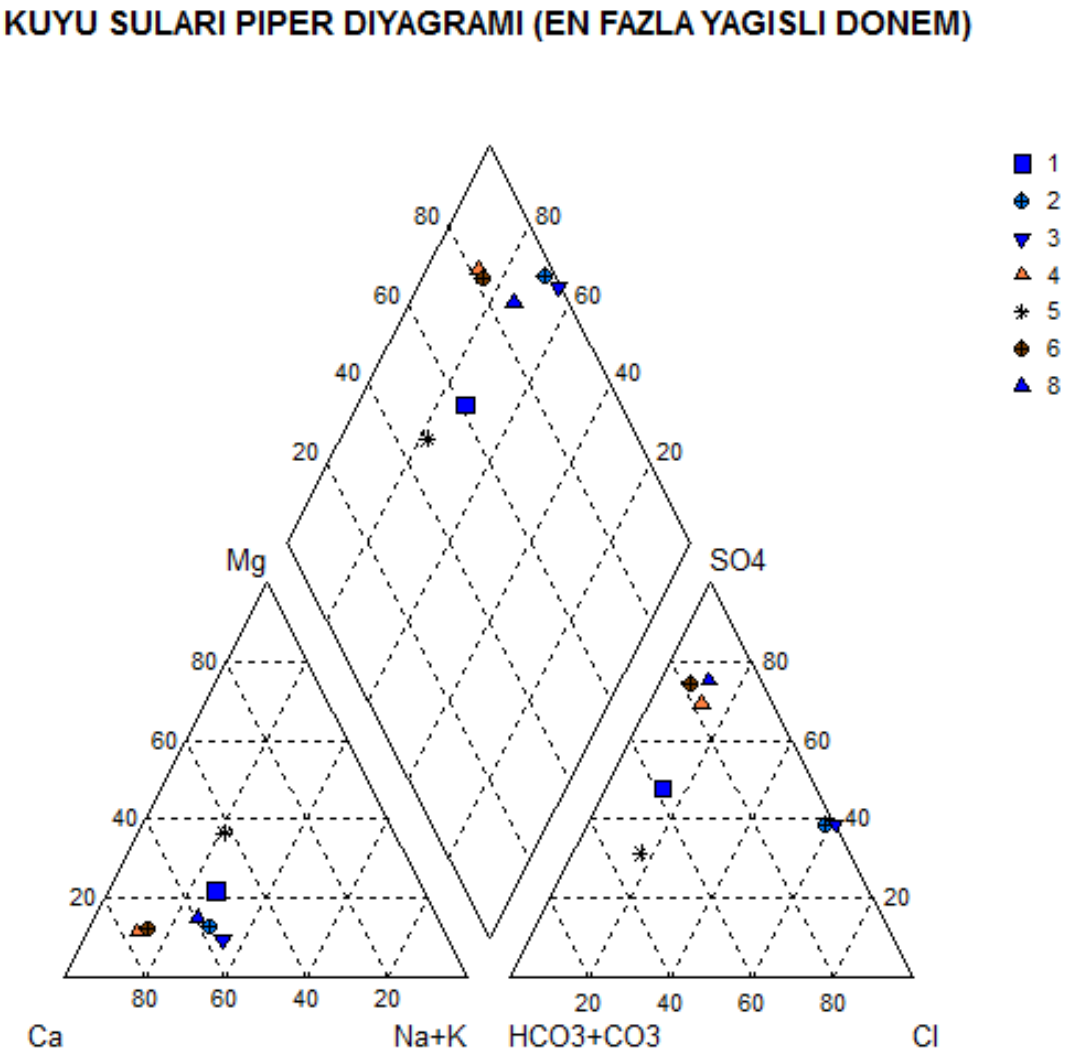
seri (Bozkır formasyonu) ile alüvyonun dokanağına yakın olan bölgelerdeki birimlerden veya kuyunun derin açılmış olduğu yerlerde bu seriden yeraltısuyuna karışan kuyu sularındaki EC 3600-6200 µmho/cm gibi yüksek değerler göstermektedirler. Havzadaki (Çorum Ovasındaki) alüvyonda bulunan kuyulardan alınan yeraltısuyu örneklerine ait SAR değeri ise 5'in altında değerlere sahiptir. Bu durumda Çorum Deresi (Çorum) Havzası alüvyonundaki yeraltısularının ABD Tuzluluk laboratuvarı sınıflamasında, çoğunlukla C_3S_1, birkaç kuyuda C_2S_1 ve C_4S_1 sulama suyu sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Ancak Çorum Deresi (Çorum) Havzası'nın güneyde bulunan havzaya bağlandığı boğazda, özellikle batı tarafında yaygın olarak bulunan tuzlu-jipsli seriden hem yüzeysel akışla, hem de içten beslenim ile alüvyona tuzlu suların karışması nedeniyle bu bölgedeki yeraltısularının EC değerleri yüksek seviyededirler. Bu bölgedeki bazı kuyularda EC değeri 3300, 4800, 5300 ve 8310 µmho/cm gibi yüksek değerlerdedirler. Bu boğazda yeraltısuları da genellikle C_4S_1 sınıfındadırlar. Pliyo-Kuvaterner yaşlı seride açılmış olan kuyulardan alınmış olan örneklerden elde edilen EC değerlerinin alüvyonda olduğu gibi beslenme havzasında bulunan tuzlu-jipsi seri nedeniyle değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu seriye ait kuyulardan alınan yeraltısularında EC değeri 750-1600 µmho/cm arasında değişmektedir. Kuyulardan alınan örneklerin SO_4 değerleri de yer yer oldukça değişkendir. Tuzlu-jipsli Bozkır formasyonundan yüzeysel akışla veya içten süzülmeyle beslenen bölgelerde, alüvyondaki SO_4 değerleri yüksek olup, diğer bölgelerde ise düşüktür. Wilcox diyagramında ise kuyu suları iyi-kullanılabilir ve şüpheli-kullanılamaz sınıfına girmektedir (Apaydın,1993 ve DSİ, 1996).

Daha önce Apaydın (1993) ve DSİ (1996) tarafından elde edilen değerlere ve sonuçlara göre havzada, kalite ve kirlenme durumunun gözden geçirilmesi ve incelenmesi amacıyla yeraltısuyunun akış yönü de dikkate alınarak seçilen noktalardan örneklemeler yapılmıştır. Belirlenen bu noktalarda veya yakınındaki örnek alınma imkanı olan kuyulardan ve yakınındaki akarsudan yapılan örnekleme ve incelemelerde elde edilen sonuçlar diyagramlar ve (Şekil 4.10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19) çizelgeler (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4) şeklinde ifade edilmiştir.

Tez çalışmasında kuyu örneklerinde ABD Tuzluluk Diyagramına göre 1.dönemde 3 ve 6 nolu örnekler sırasıyla C_4S_2 ve C_4S_1 sulama suyu sınıfında olup, diğer örnekler C_3S_1 sulama suyu sınıfındadırlar. Kuyu örneklerinde 2.dönemde ise özellikle sodyum miktarları artış gösterdiği için sulama suyu sınıfları 2, 3, 4, 10 ve 11 nolu örneklerde C_4S_2 ve C_4S_1 şeklinde izlenmiştir. Akarsu örnekleri 1. ve 2. Dönemlerde

ABD Tuzluluk Diyagramına göre genellikle C_3S_1 sulama suyu sınıfında olup, sodyuma duyarlı bitkiler için ve drenaj yapılmadan kullanılamazlar. 1.dönemde alınan atık sahası sızıntı suyuna ait 4A ve 4B nolu örnekler ise sırasıyla C_4S_2 ve C_4S_1 sulama suyu sınıfında olup, sulama suyu olarak kullanılamazlar.

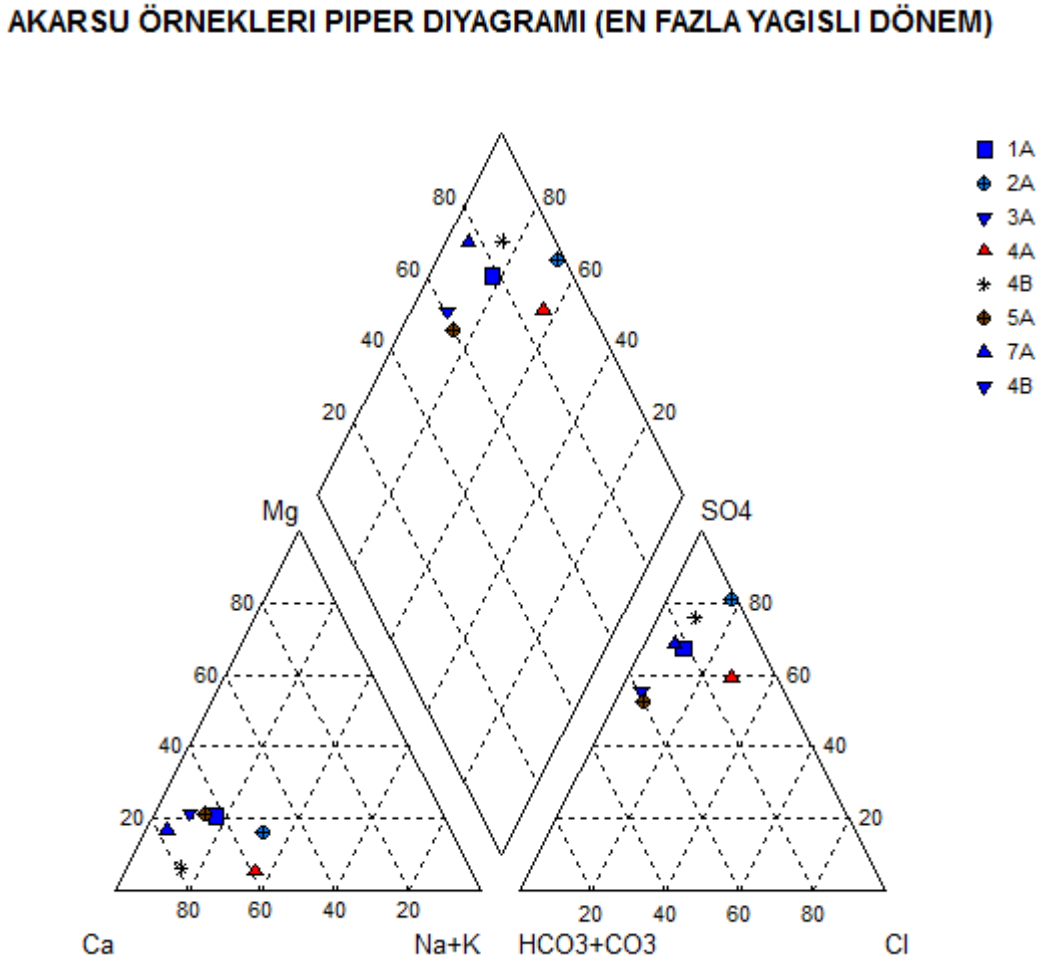
Tez çalışmasında Wilcox diyagramına göre, 4A ve 4B nolu sızıntı suyu örnekleri dışındaki akarsu örnekleri 1. ve 2. Dönemlerde iyi kullanılabilir sınıfındadırlar. 4A ve 4B nolu örnekler ise kullanılamaz sınıfındadırlar. Kuyu örneklerinde ise 1.dönemde 1, 2 ve 5 nolu örnekler iyi kullanılabilir, 4, 5 ve 8 nolu örnekler şüpheli kullanılamaz ve 3 nolu örnek ise kullanılamaz sınıfındadırlar. 2.dönemde ise 9 nolu örnek iyi kullanılabilir, 1, 4, 6 ve 8 nolu örnekler şüpheli kullanılamaz, 2, 3, 10, 11 nolu örnekler de kullanılamaz sınıfındadırlar.



Şekil 4.10. Kuyu 1.dönem örneklerinin Piper Diagramı.

Çizelge 4.1. Kuyu 1.dönem örneklerinin Piper diyagramına göre sınıflandırılması.

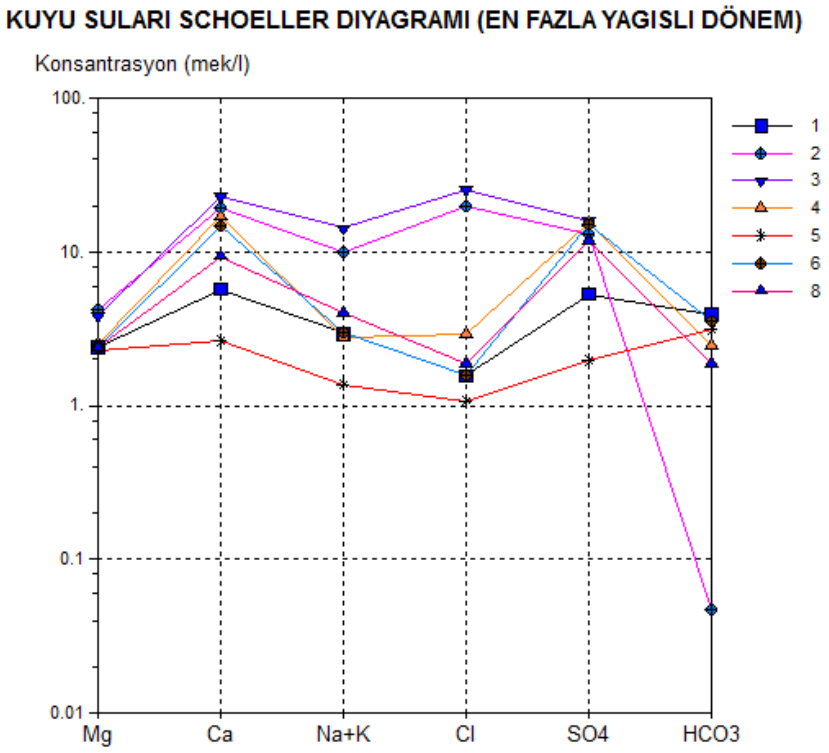
1.döneme (2009) Ait Kuyu Sularının Piper Diyagramına Göre Sınıflandırılması		
No	**Mevkii**	**Sınıfı**
1	Ankara Yolu	Ca-Na-Mg-SO_4-HCO_3
2	Karacaköy	Ca-Na-Cl-SO_4
3	Ankara Yolu	Ca-Na-Cl-SO_4
4	Atık Sahası Yakını Besi Çiftliği	Ca-SO_4
5	Köprüalan köyü	Ca-Mg-Na-HCO_3-SO_4
6	Ömerbey köyü güneyi	Ca-SO_4
8	Gülabibey Mah.	Ca-Na-SO_4



Şekil 4.11. Akarsu 1.dönem örneklerine ait Piper Diagramı.

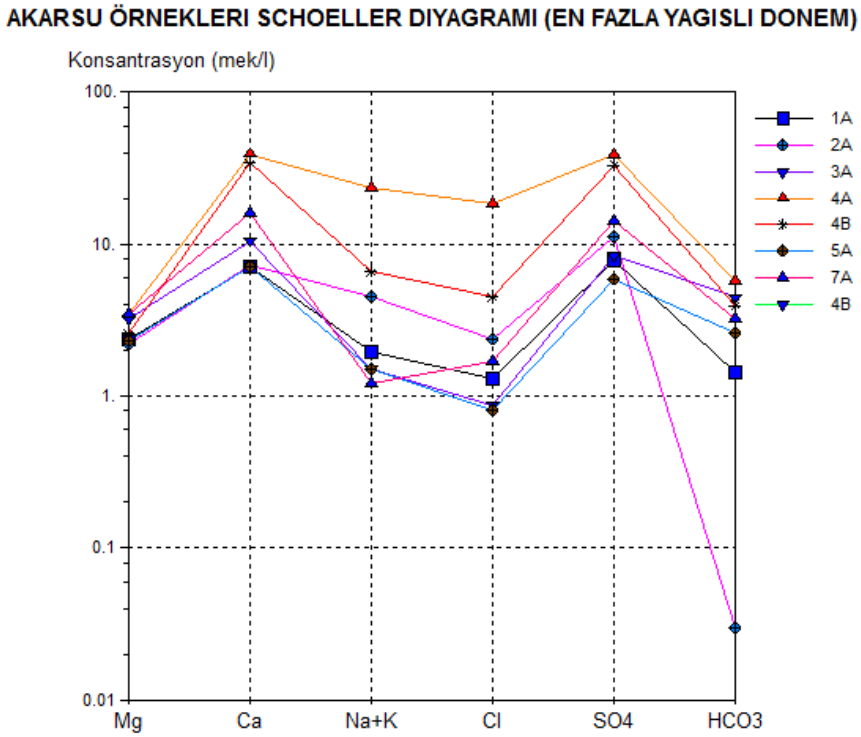
Çizelge 4.2. Akarsu 1.dönem örneklerinin Piper diyagramına göre sınıflandırılması

No	Mevkii	Sınıflandırma
1A	Çorum Deresi (Ankara Yolu)	Ca-Mg-SO_4
2A	Çorum Deresi (Karacaköy)	Ca-Na-SO_4
3A	Çorum Deresi (Celilkırı köyü)	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
4A	Atık Sahası Sızıntı Suyu	Ca-Na-SO_4-Cl
4B	Atık Sahası Sızıntı Suyu Yanı	Ca-SO_4
5A	Dana Deresi (Köprüalan Köyü)	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
7A	Hamamlıçay Deresi	Ca-SO_4



Şekil 4.12. Kuyu 1.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı.

Kuyu örneklerinde Schoeller diyagramına (Şekil 4.12 ve 4.15) göre, örnekler 1.dönemde sırasıyla Ca, SO_4, HCO3, Na ve Cl büyükten küçüğe doğru konsantrasyon yüzdesine sahip olup, 2.dönemde ise yine sırasıyla Ca, SO4, HCO3, Cl ve Na büyükten küçüğe doğru konsantrasyon yüzdesine sahiptir. Ancak 2.dönemde Na ve Cl konsantrasyonlarının 1.döneme göre artış gösterdikleri görülmektedir. Grafiklerinin paralellik göstermesi nedeniyle 2 ve 3 nolu örneklerin benzer kökenli, diğerlerinin de kendi aralarında benzer kökenli oldukları söylenebilir.

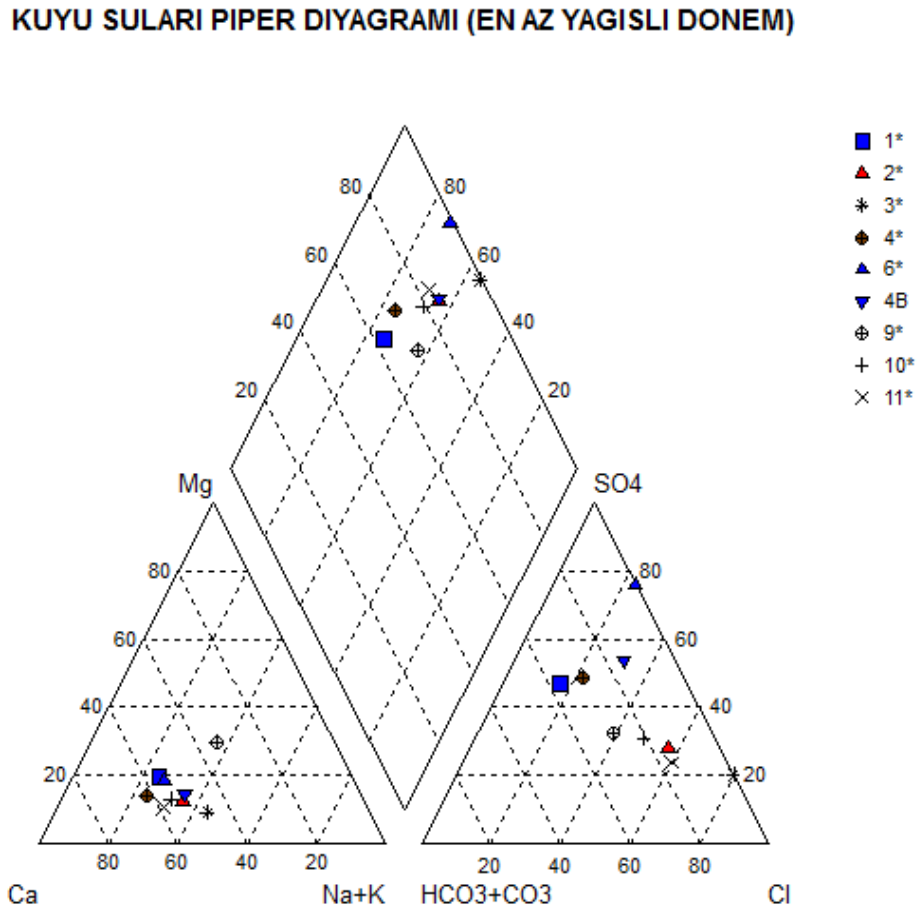


Şekil 4.13. Akarsu 1.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı.

Akarsu örneklerinde Schoeller diyagramına (Şekil 4.13 ve 4.17) göre örnekler 1.dönemde büyükten küçüğe doğru sırasıyla Ca, SO4 ve HCO3 konsantrasyonlarına sahip olduğu, 2.dönemde ise sırasıyla Ca ve SO4 konsantrasyonlarının olduğu, ancak bu dönemdeki konsantrasyonlarının düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

Grafikte 4A ve 4B örneklerinin çizgilerinn birbirine benzediği, bunların haricicndeki örneklerin grafik çizgilerinin ise kendi aralarında paralellik gösterdikleri belirlenmiştir. Burada 4A ve 4B örnekleri katı atık sahası sızıntı suyundan alınmış olup kökensel olarak birbirine benzerdirler. Diğer örneklerin grafiklerinin de birbirine hemen benzer olmaları nedeniyle benzer kökenden geldikleri söylenebilir.

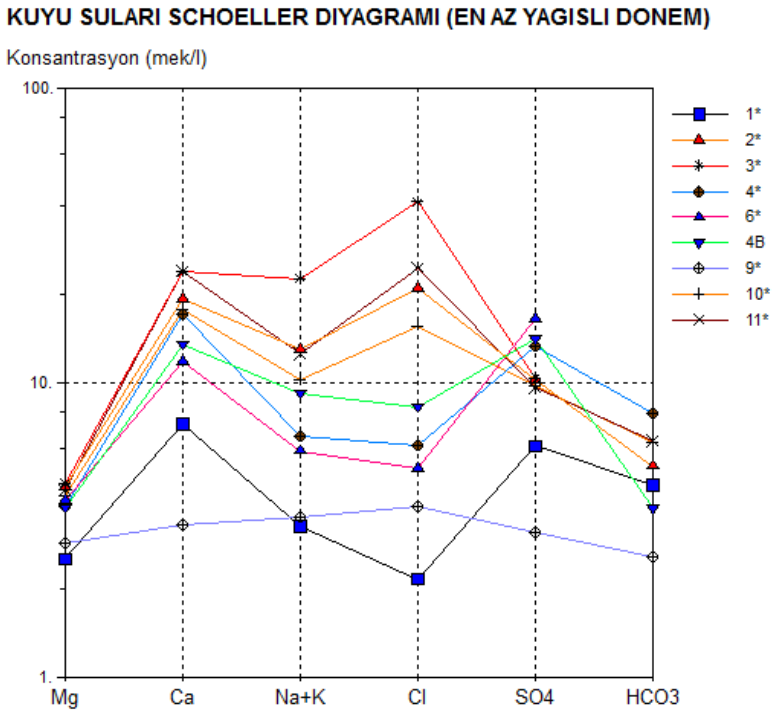
İzleme örneklerinin Schoeller grafikleri de (Şekil 4.19) tez örnekleriyle benzer çizgilere sahip olup benzer konsantrasyon yüzdelerine sahiptirler. Kökensel olarak da suların tez örnekleriyle benzer kökenden beslendiklerine işaret etmektedir.



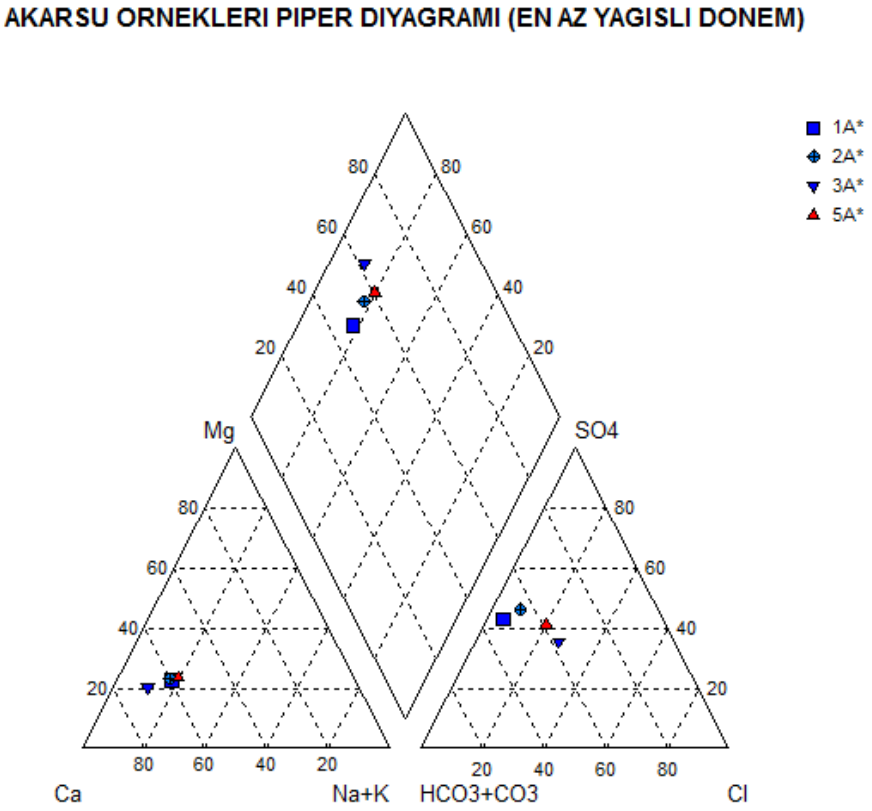
Şekil 4.14. Kuyu 2.dönem örneklerinin Piper Diagramı.

Çizelge 4.3. Kuyu 2.dönem örneklerinin Piper diyagramına göre sınıflandırılması.

2.dönemde (2009) Kuyu sularının Piper Diyagramına Göre Sınıflandırılması		
No	**Mevkii**	**Sınıflandırma**
1*	Ankara Yolu	Ca-Na-SO_4-HCO_3
10*	Ankara Yolu	Ca-Na-Cl-SO_4
11*	Ankara Yolu	Ca-Na-Cl-SO_4
2*	Karacaköy	Ca-Na-Cl-SO_4
3*	Ankara Yolu	Ca-Na-Cl-SO_4
4*	Atık Sahası Yakını Besi Çiftliği	Ca-Na-SO_4-HCO_3- Cl
6*	Ömerbey köyü güneyi	Ca-Na-SO_4-Cl
8*	Gülabibey Mah.	Ca-Na-SO_4-Cl
9*	İbrahim Çayırı	Na-Ca-Mg-Cl-SO_4-HCO_3



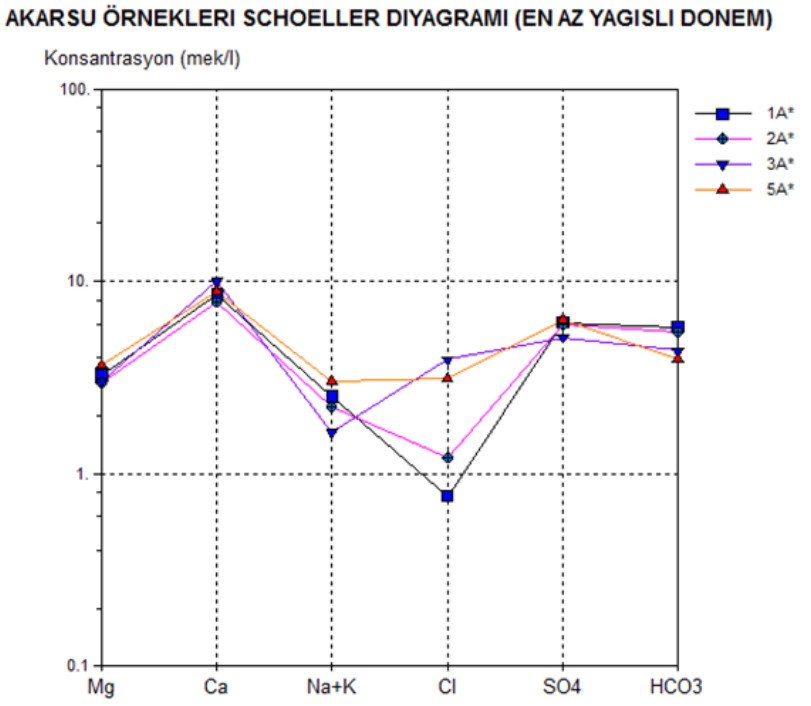
Şekil 4.15. Kuyu 2.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı.



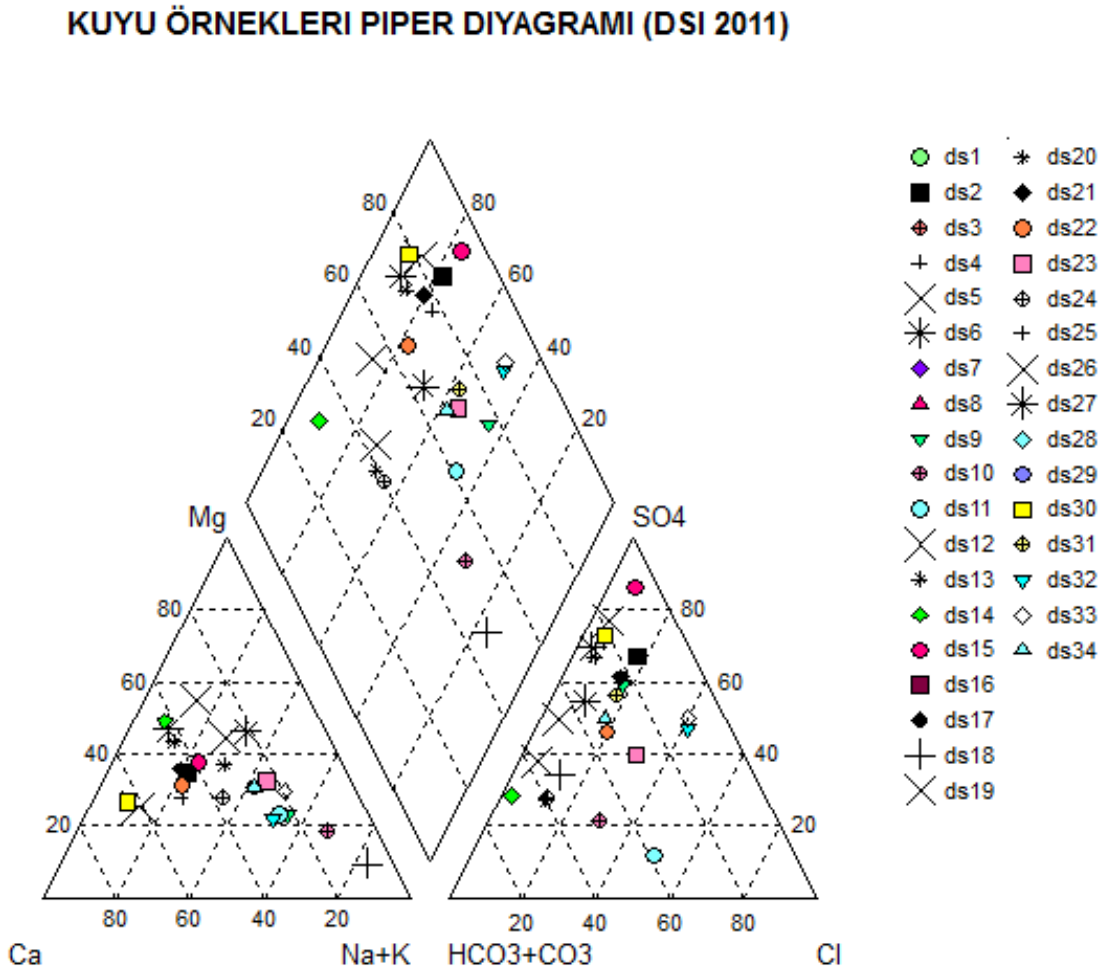
Şekil 4.16. Akarsu 2.dönem örneklerinin Piper Diagramı.

Çizelge 4.4. Akarsu 2.dönem örneklerinin Piper diyagramına göre sınıflandırılması.

No	Mevkii	Sınıflandırma
1A*	Çorum Deresi Ankara Yolu	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
2A*	Çorum Deresi Karacaköy	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
3A*	Çorum Deresi Ankara Yolu	Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Cl
5A*	Dana Deresi Köprüalan köyü	Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Cl



Şekil 4.17. Akarsu 2.dönem örneklerinin Schoeller diyagramı.

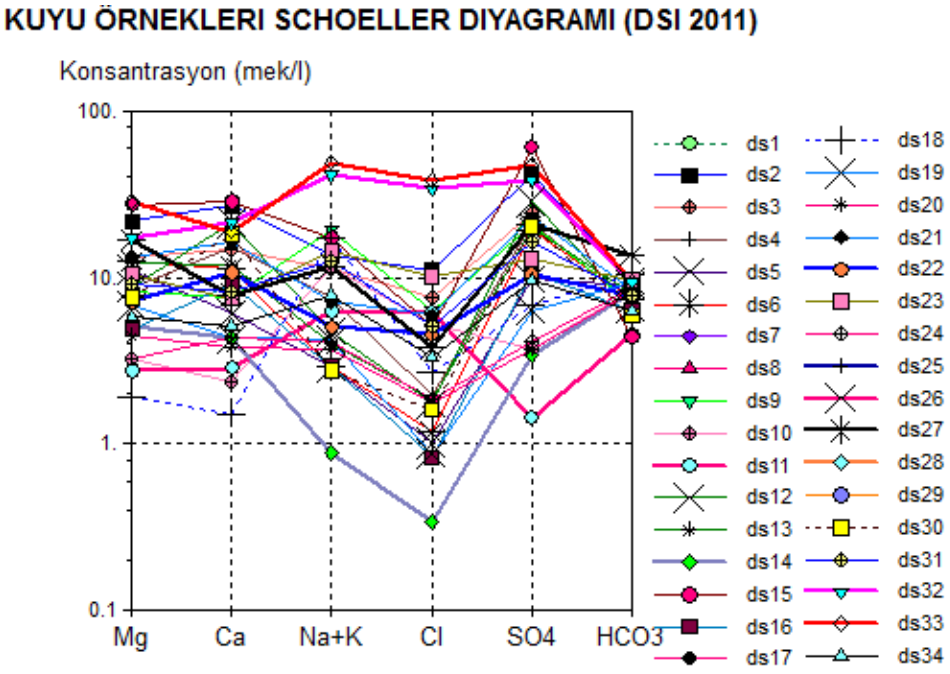


Şekil 4.18. İzleme örneklerinin Piper Diyagramı.

Çizelge 4.5. İzleme örneklerinin Piper Diyagramına göre sınıflandırılması.

No	Mevkii	Sınıflandırma
ds001	Tam yem fabrikası	Mg-Ca-Na-SO_4
ds002	Ejder Tuğla	Ca-Mg-Na-SO_4
ds003	Olmuksa Kağıt	Ca-Mg-Na-SO_4-Cl
ds004	Buluz Mevkii	Ca-Mg-Na-SO_4-HCO_3
ds005	Köprüalan köyü	Mg-Ca-SO_4-HCO_3
ds006	Altınbaş köyü	Mg-Ca-SO_4-HCO_3
ds009	Ilıca Bağları	Na-Mg-Ca-SO_4
ds010	Ilıca Bağları	Na-HCO_3-Cl-SO_4
ds011	Salbaş Petrol	Na-Ca-Mg-Cl-HCO_3
ds012	Ömerbey köyü	Ca-Mg-SO_4
ds013	Ömerbey köyü	Mg-Ca-SO_4-HCO_3
ds014	Deliler ky.	Mg-Ca-HCO_3-SO_4
ds015	Bayat köyü	Ca-Mg-Na-SO_4
ds016	Bayat köyü	Ca-Mg-SO4-HCO_3

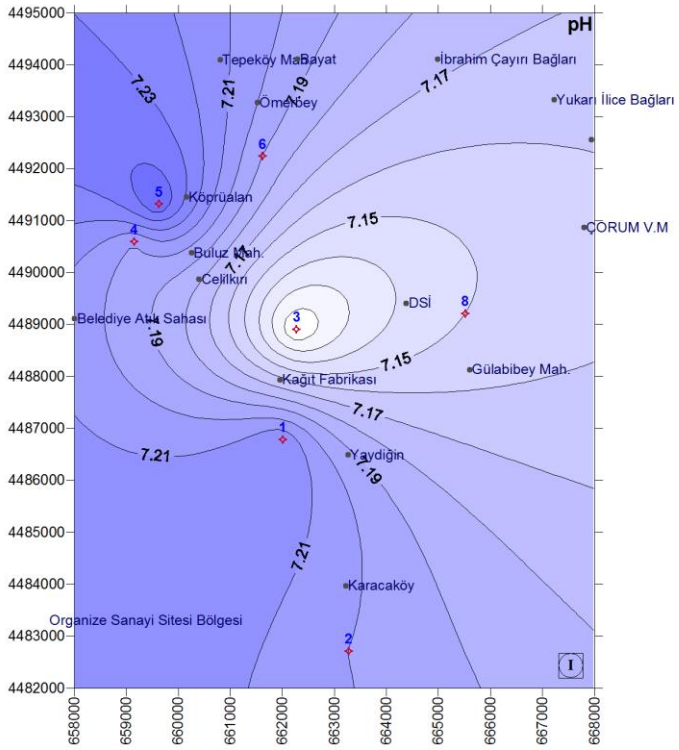
ds018	Binevler	Na-HCO_3-SO_4
ds019	İbrahim Çayırı	Mg-Ca-Na-HCO_3-SO_4
ds020	İbrahim Çayırı	Mg-Ca-Na-HCO_3-SO_4
ds021	Ankara yolu	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
ds022	Ankara yolu	Ca-Mg-Na-SO4-HCO_3
ds023	Osmancık Cad	Na-Mg-Ca-SO4-Cl
ds024	Buharaevler	Ca-Na-Mg-HCO_3-SO_4
ds026	İskilip Yolu	Mg-Na-Ca-SO_4-HCO_3
ds030	Ömerbey ky	Ca-Mg-SO_4-HCO_3
ds031	İskilip Yolu	Na-Mg-Ca-SO_4-HCO_3
ds032	Çevre yolu	Na-Ca-Mg-SO_4-Cl
ds033	Toptancılar	Na-Mg-SO_4-Cl
ds034	Ulukavak mah	Na-Mg-Ca-SO_4-HCO_3



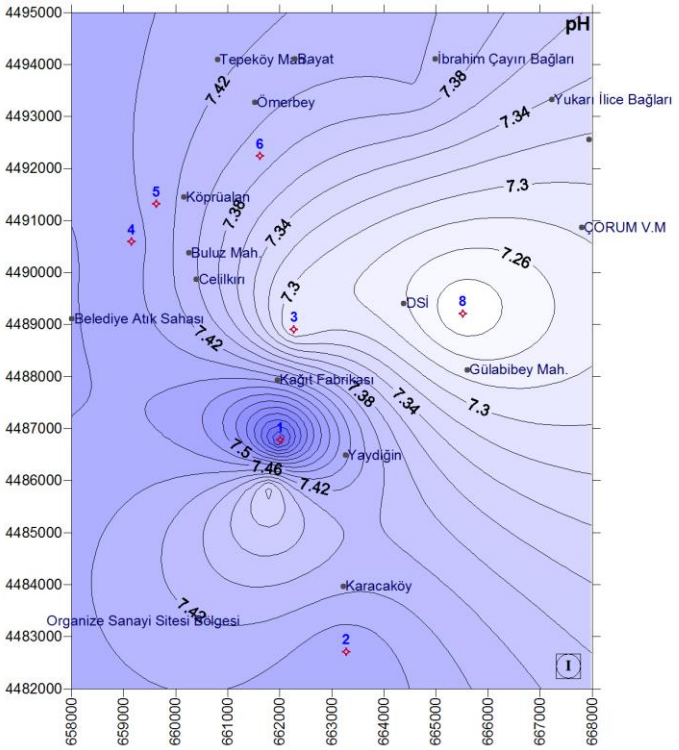
Şekil 4.19.İzleme örnekleri Schoeller Diyagramı.

pH

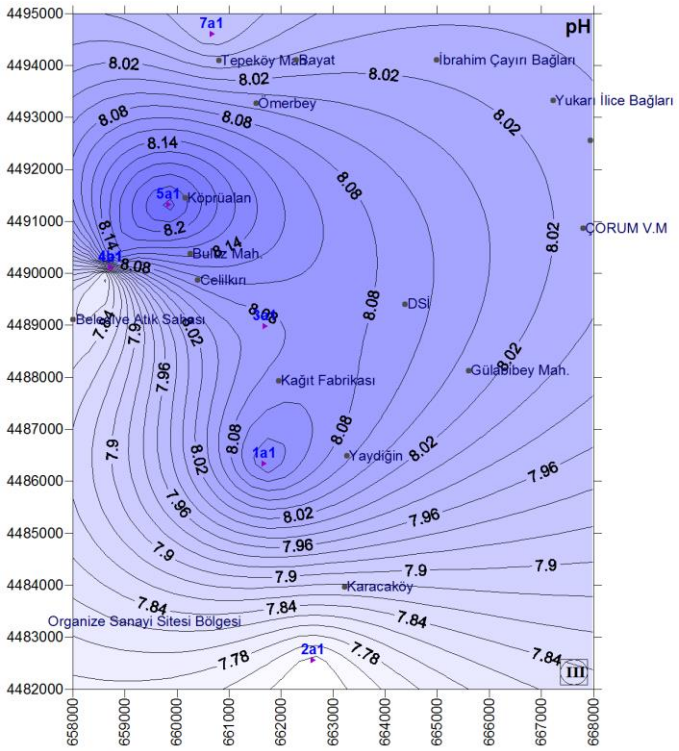
Tez örneklemesi 1.döneminde kuyu örneklerinin değerleri birbirine çok yakındır. Aynı şekilde akarsu örneklerinin değerleri de birbirine çok yakındır. Buradan kuyu ve akarsu arasında bir etkileşimin olmadığı da söylenebilir. 2.dönemde ise hem kuyu hem de akarsu örneklerinin değerlerinde artış meydana gelmiştir. Akarsu örneklerine ait değerler 1. ve 2.dönemde genellikle kuyu örneklerine ait değerlerden yüksektirler Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla yoğunluk 5A ve 1A nolu örnek lokasyonlarında izlenmekt olup, akış yönü boyunca güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla yoğunluk 5 ve 1 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. 2.dönemde akarsu örneklerinin dağılım haritasında nispeten en fazla yoğunluk 3A nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla yoğunluk 1 nolu örnek lokasyonundadır. İzleme örneklerinin dağılım haritasında ise yoğunlaşma bölgeleri tez örneklerininkine göre daha farklı ve kuzey kısmında olup, değer olarak da tez örneklerininkinden yüksek yoğunlaşma değerlerine sahiptirler (Şekil 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24).



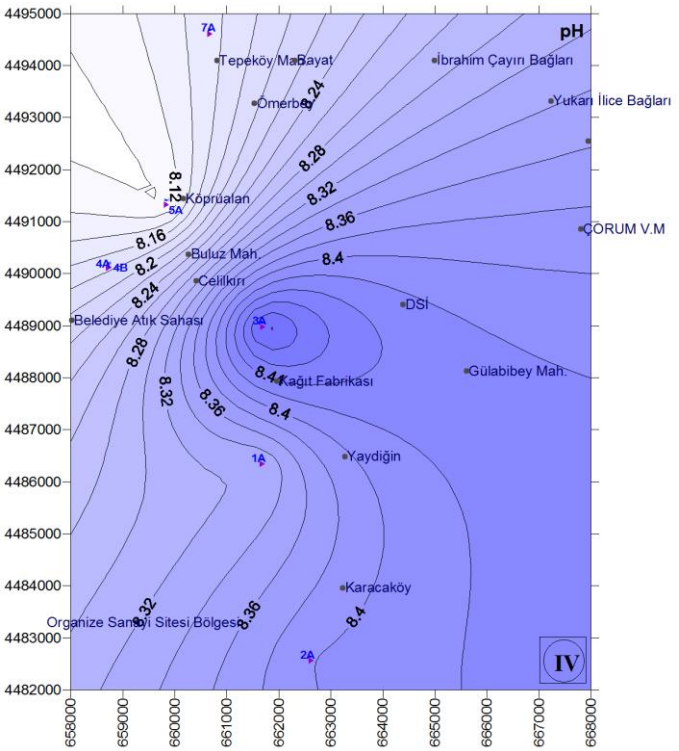
Şekil 4.20. Kuyu 1.Dönem pH dağılım haritası.



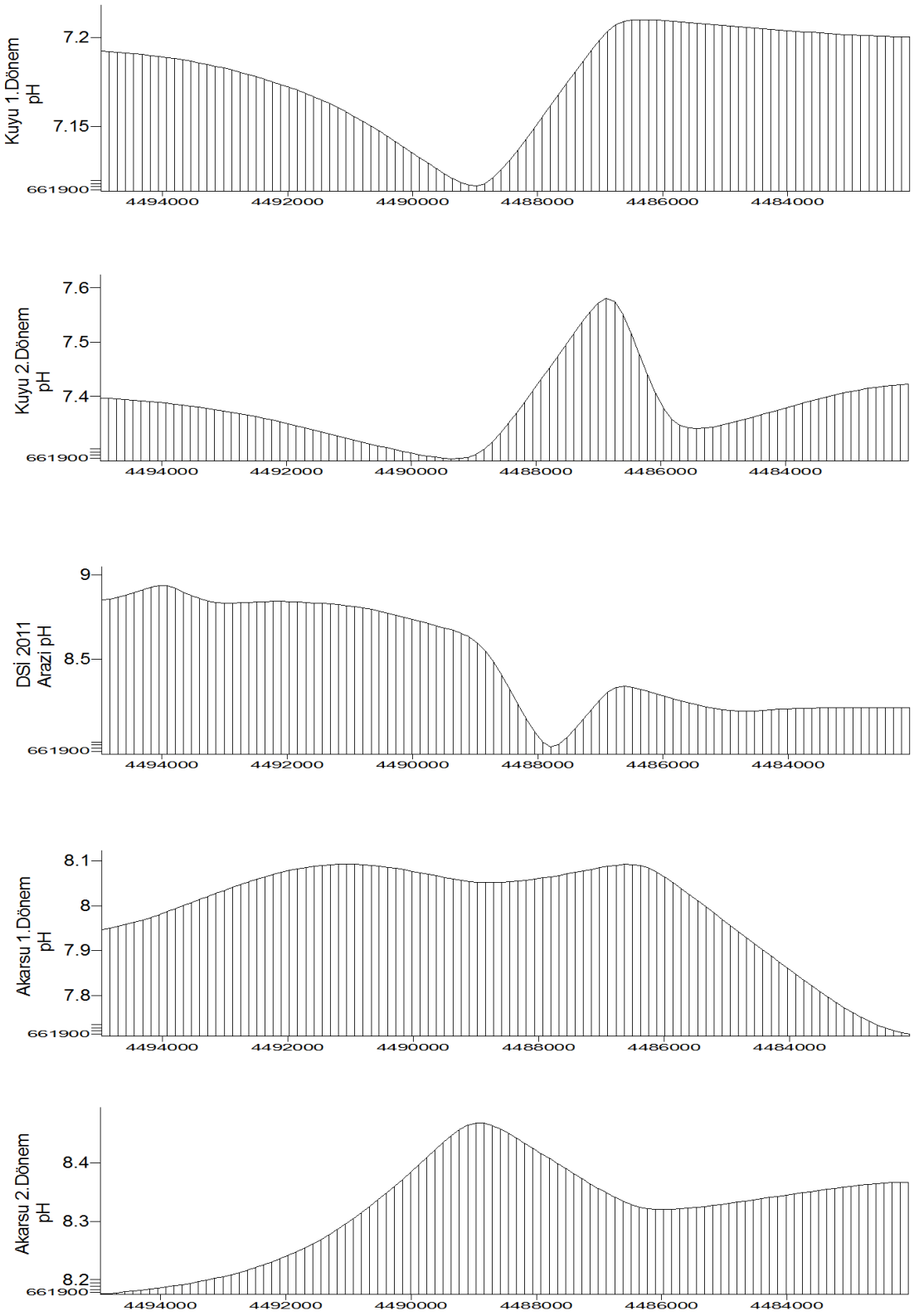
Şekil 4.21. Kuyu 2.Dönem pH dağılım haritası



Şekil 4.22. Akarsu 1.DönempH dağılım haritası.



Şekil 4.23. Akarsu 2.Dönem pH dağılım haritası.



Şekil 4.24.pH kesiti.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I. ve II. kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I. ve II. kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örnekleri, 1.dönemde tüm örnekler I. ve II.kalite

sular sınıfında olup, 2.dönemde de 1 örnek III.kalite sular sınıfında, diğer örnekler de I. ve II.kalite sular sınıfındadır.

2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde yerinde yapılan ölçümlere göre 5 örnek (ds 1, 2, 3, 4, 21) I. ve II. kalite, 22 örnek de (ds 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 34) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

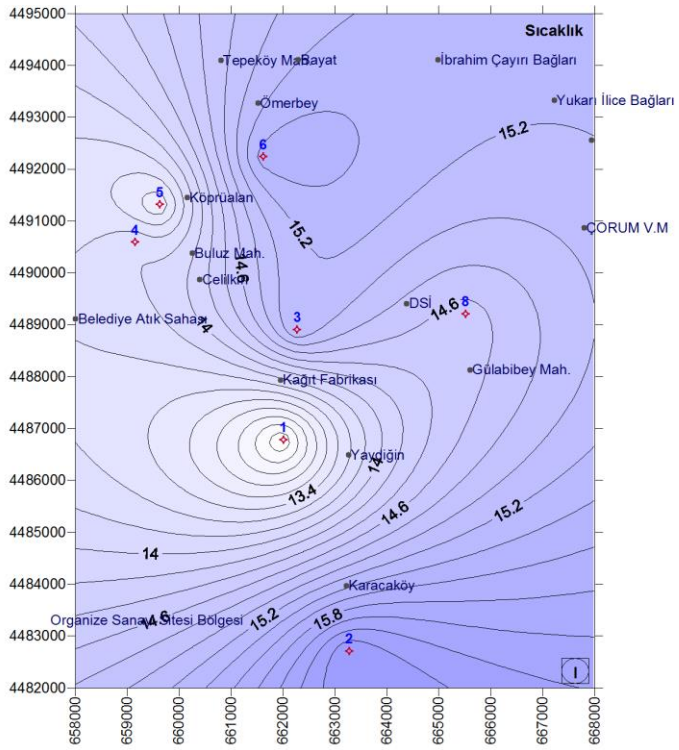
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerler aralığında bulunmaktadırlar 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde yerinde yapılan ölçümlere göre tüm örnekler sınır değerler aralığındadırlar.

Sıcaklık (^{0}C)

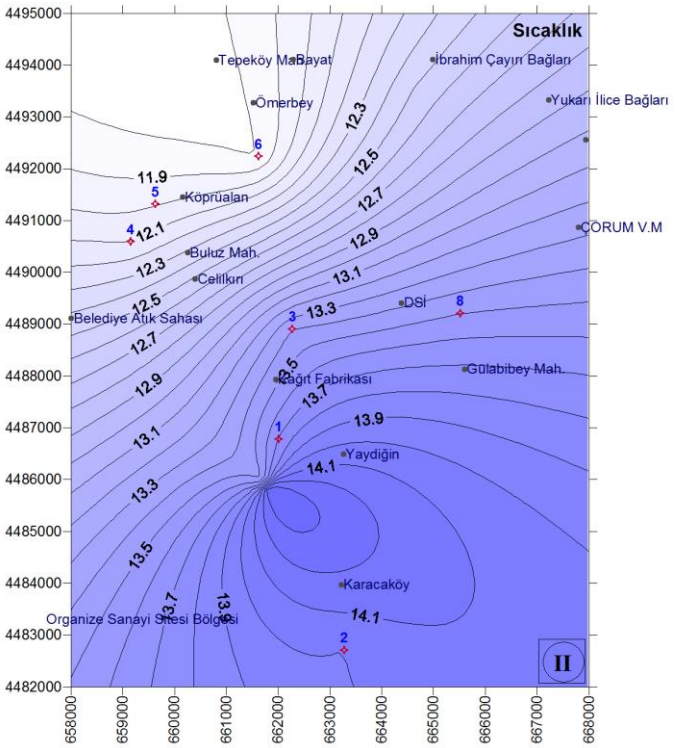
Kuyu örnekleri kendi aralarında akarsu örnekleri de kendi aralarında benzer değerlere sahiptirler.

Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde kuyu örneklerinde nispeten en fazla değer yoğunluğu 6 nolu örnek lokasyonunda ve en az değer yoğunluğu da 1 nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Yoğunluk batıya doğru azalma göstermektedir. İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla değer yoğunluğu ds11 nolu örnek lokasyonunda olup batıya doğru yoğunluk azalması görülmektedir. İzleme örneklerinin dağılım haritası ile tez örneklerinin dağılım haritaları değerler olarak ve yoğunluk azalma yönü olarak yaklaşık benzerlik göstermektedir. Sıcaklık değeri bölgesel olarak doğuya doğru artış göstermekte olup, ds11 noktasındaki kuyu ve çok yakınındaki bir kuyu termal amaçlı olarak da değerlendirilmektedir.

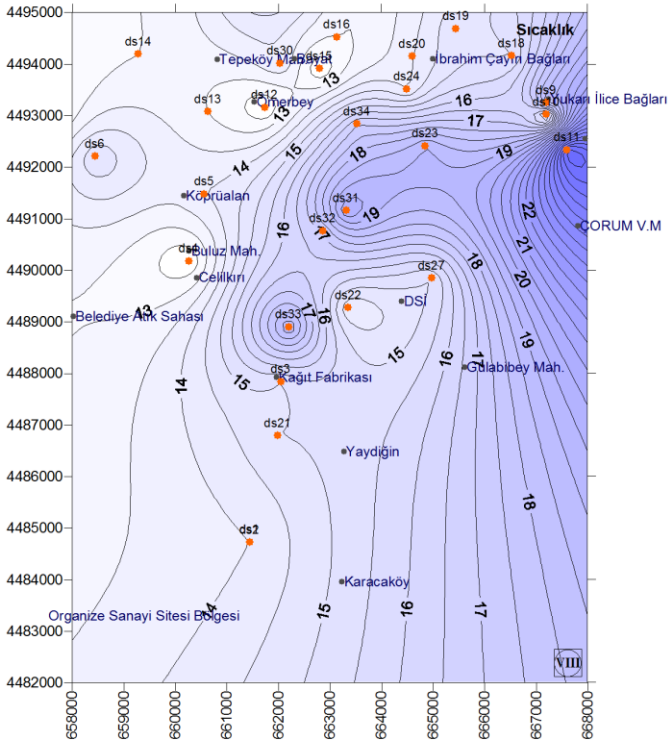
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.Kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.Kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örnekleri, 1.dönemde 3 örnek (1A, 2A, 7A) I. ve II.kalite, 3 örnek (3A, 4A, 5A) III.kalite ve 1 örnek de (4B) IV.kalite sular sınıfında yer almaktadır.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde yerinde yapılan ölçümlere göre toplam 27 örnekten 26 adedi I. ve II. kalite, 1 örnek de (ds 11) III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır (Şekil 4.25, 4.26, 4.27, 4.28).



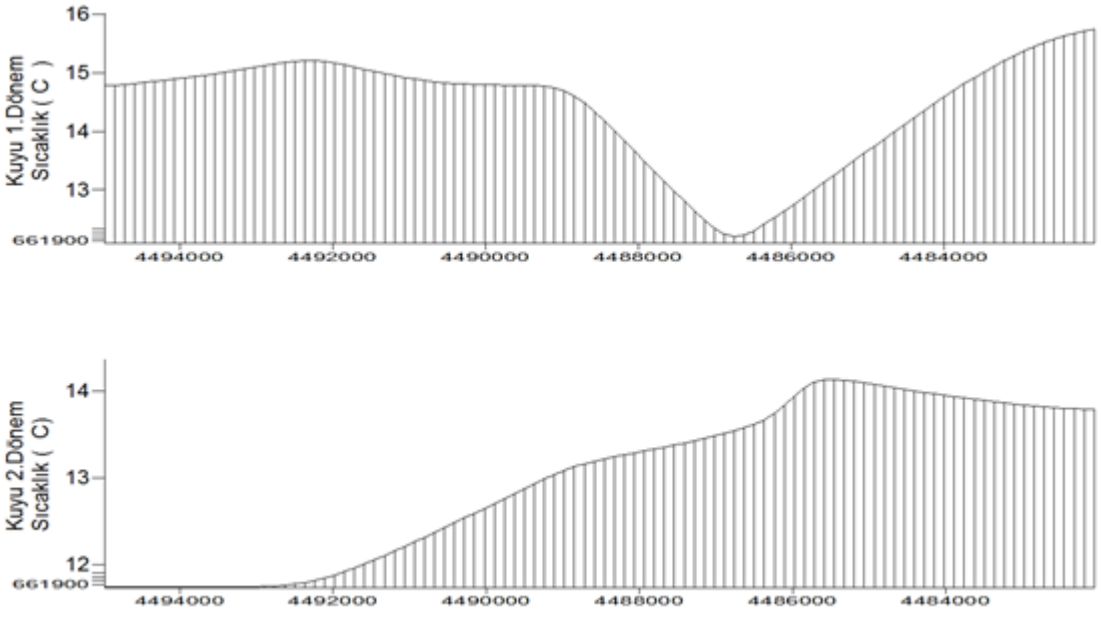
Şekil 4.25 Kuyu 1.dönem Sıcaklık dağılım haritası.



Şekil 4.26. Kuyu 2.dönem Sıcaklık dağılım haritası.



Şekil 4.27. İzleme örnekleri Sıcaklık dağılım haritası.



Şekil 4.28. Sıcaklık kesiti.

Elektriksel İletkenlik (EC)

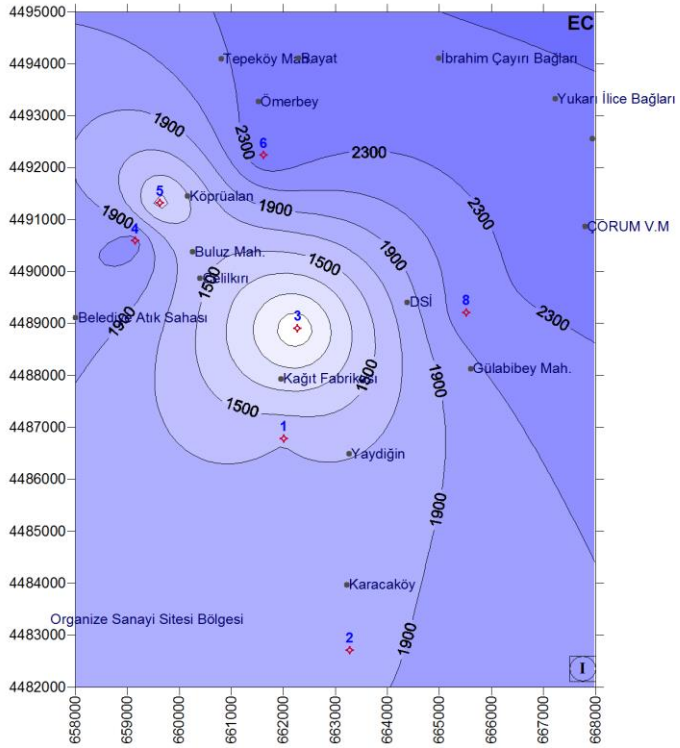
1.dönemde diğerlerine göre en yüksek değere 3 nolu kuyu örneği ve 4A nolu sızıntı suyu örneği sahiptir. Kuyu örneklerinin değerleri yakınındaki akarsu örneklerinin değerlerine göre genellikle yüksektirler. 2.dönemde akarsu örneklerinin değerlerinin azalma, kuyu örneklerinin değerlerinin ise artış eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Tez örneklemelerinden önce ve sonra yapılan diğer örneklemelere ait değerlerin tez örneklerinin değerleriyle hemen hemen uyumlu oldukları belirlenmiştir.

Tez örnekleri akarsu örneklerindeki dağılım haritasında 1.dönemde en fazla yoğunluk 4A ve 4B sızıntı suları lokasyonlarında izlenmekte olup oldukça yüksek değerdedir. Kuyu örneklerindeki dağılım haritasında ise en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda ve oldukça yüksek değerde olup, diğer yönlere doğru gittikçe zayıflayan yoğunlukta görülmektedir.2.dönemdeki akarsu örneklerinim dağılım haritasında çok yüksek değerde olmamakla birlikte en fazla yoğunluk 5A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, akış yönü boyunca nispeten azalan bir yoğunluk değişimi görülmektedir. İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds33 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, bu lokasyon bölgesi hem değer yüksekliği hem de yoğunluk bölgesi bakımından tez örnekleri dağılım haritasındaki yoğunluk bölgesi ile de uyumluluk göstermektedir (Şekil 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34).

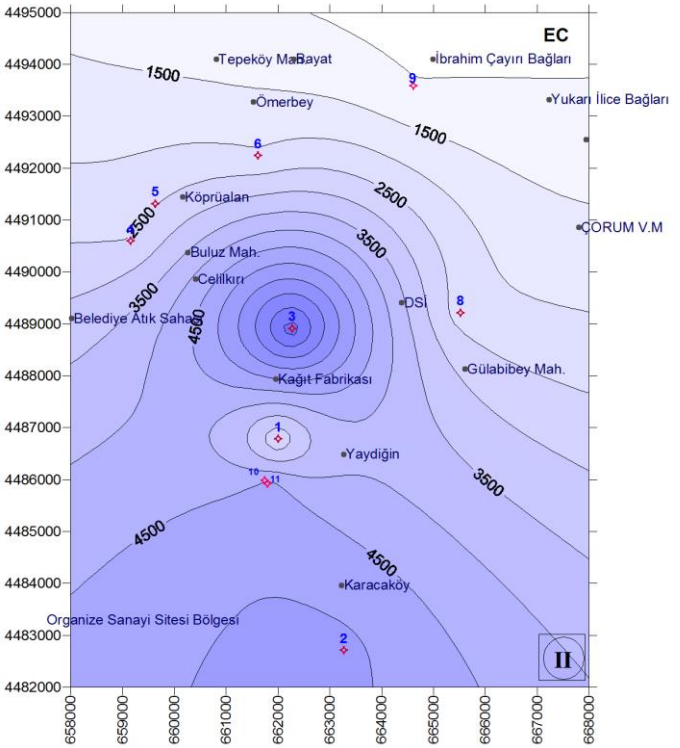
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; en az yağışlı ve 1.dönemlerde çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin üzerindedir.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 1 örnek (ds31) haricindeki tüm örnekler sınır değerin üzerindedir.

TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemde 1 kuyu örneği (3) ve 2 akarsu örneği (4A, 4B) ile 2.dönemde 6 kuyu örneği (1, 2, 3, 4, 10, 11) sınır değerin üzerindedir.

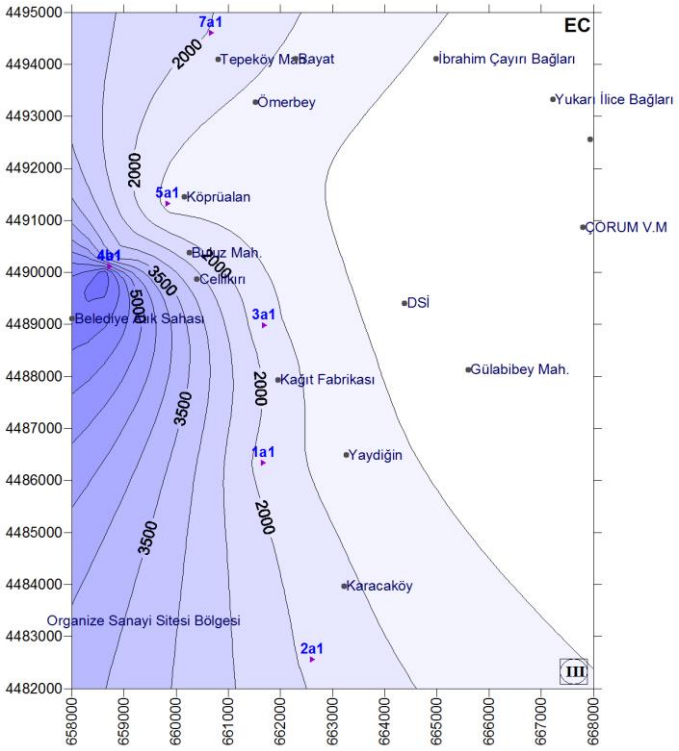
Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 9 örnek (ds 3, 9, 12, 15, 21, 23, 26, 32, 33) sınır değerin üzerindedir.



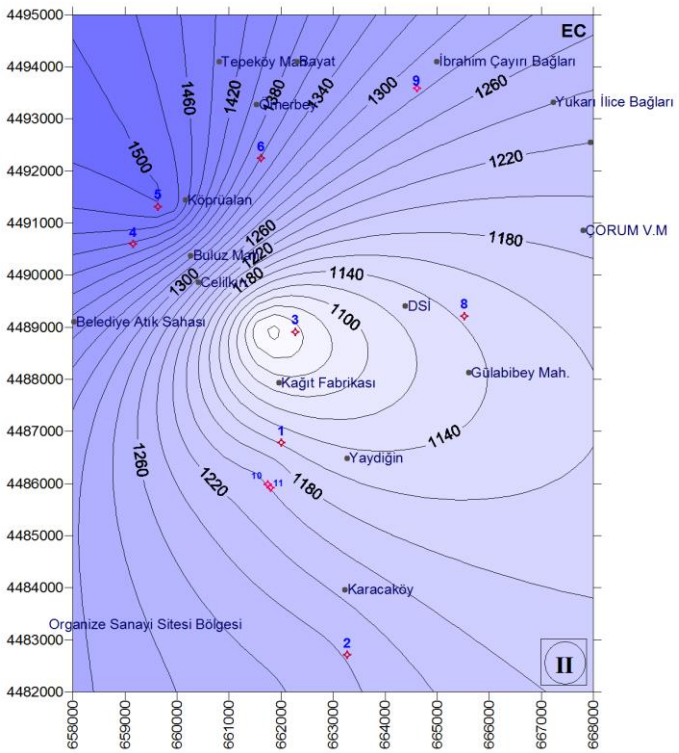
Şekil 4.29. Kuyu 1.dönem EC dağılım haritası.



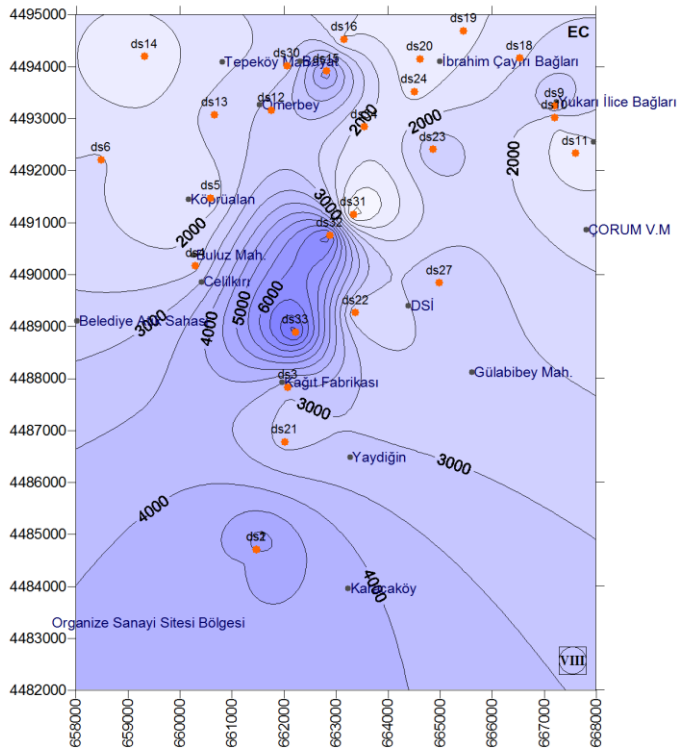
Şekil 4.30. Kuyu 2.dönem EC dağılım haritası.



Şekil 4.31 Akarsu 1.dönem EC dağılım haritası.



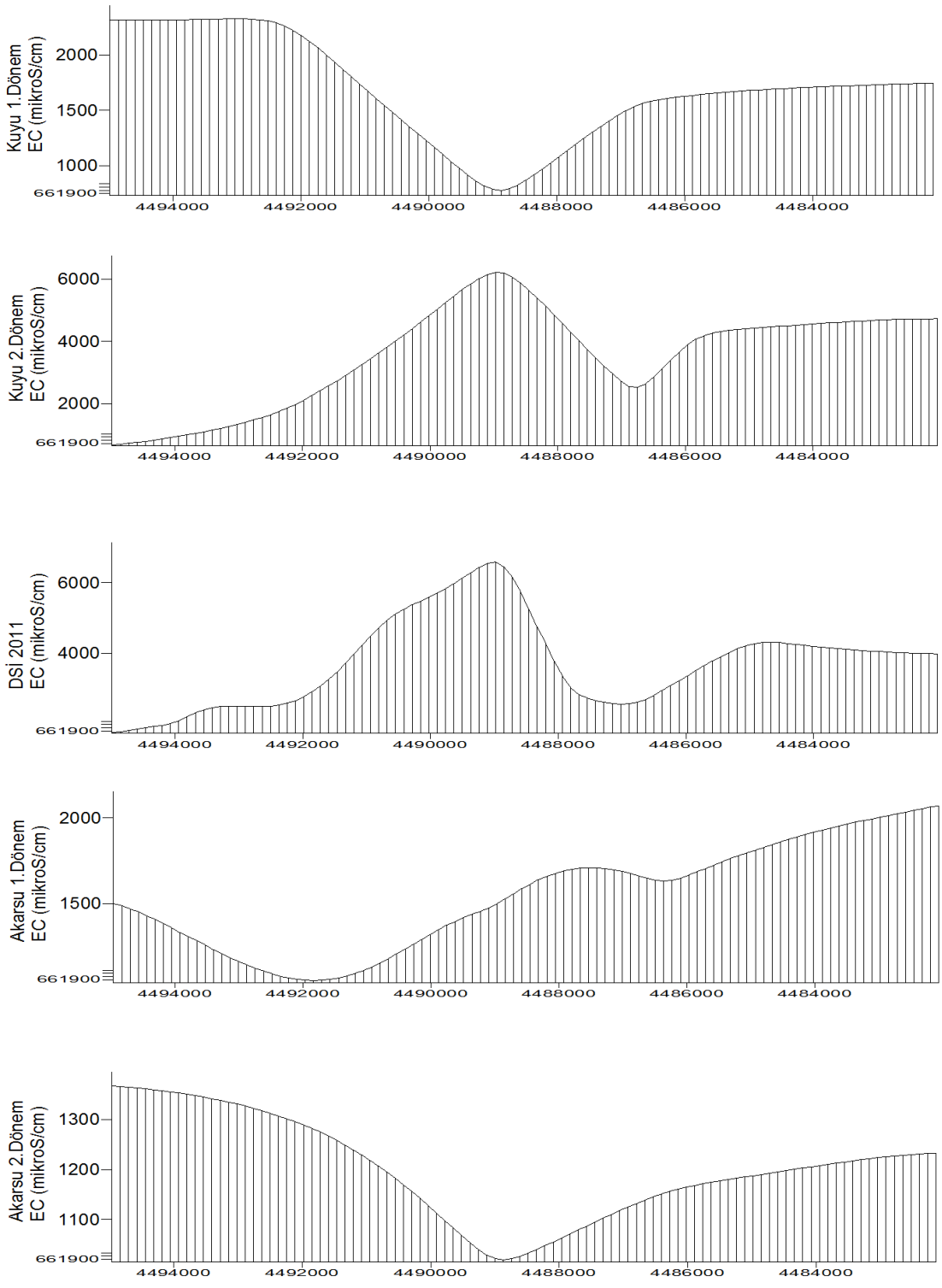
Şekil 4.32 Akarsu 2.dönem EC dağılım haritası.



Şekil 4.33İzleme örnekleri EC dağılım haritası.

Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇK)

Tez örneklemesi 1.döneminde diğerlerine nispeten en yüksek değerler kuyu örneklerinde sırasıyla 2, 3, 6, 8, 4, 1 nolu örnekler ile akarsu örneklerinde de sırasıyla 4A, 4B nolu sızıntı suları örnekleri ve 7A, 2A, 1A, 3A nolu örneklerde tespit edilmiştir. Tez örneklemesi 2.döneminde akarsu örneklerinde değerlerde bir azalma belirlenmiş olup, kuyu örneklerinin değerlerinde ise bazı değerler artmış, bazıları azalmış ve bazıları da aynı seviyede kalmıştır. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla değer yoğunluğu 4A ve daha sonra da 4B nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup doğuya, kuzeye ve güneye doğru azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, kuzeye doğru azalmaktadır. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla değer yoğunluğu 5A nolu örnek lokasyonundadır. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir (Şekil 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39).

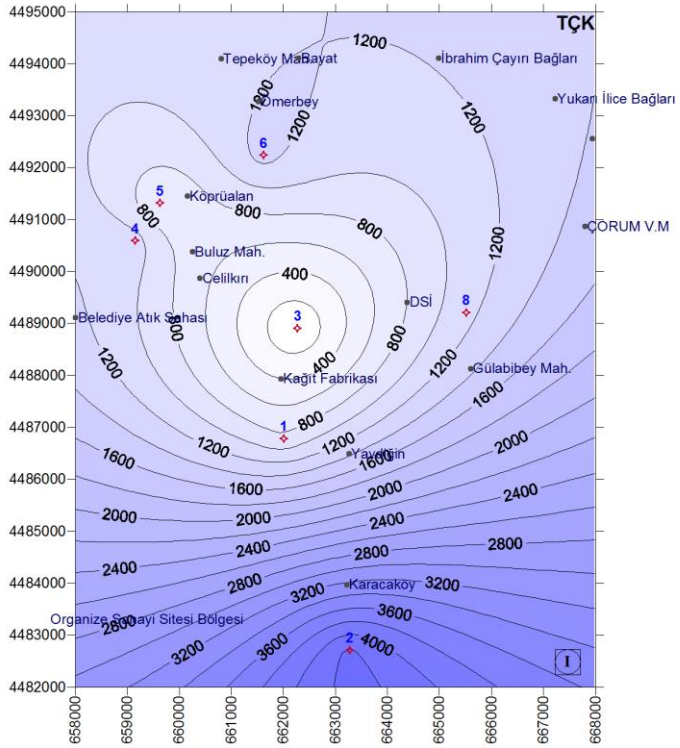


Şekil 4.34 Elektriksel iletkenlik (EC) kesiti.

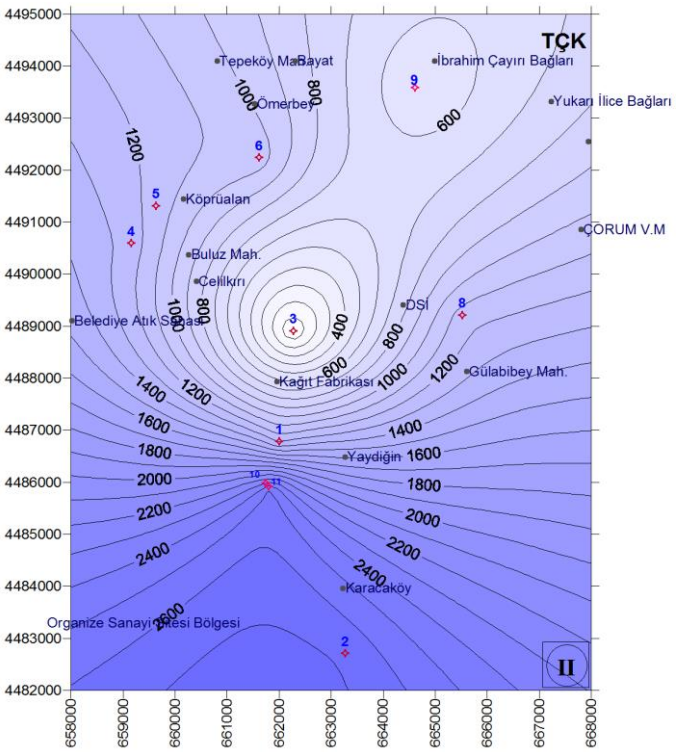
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1, 4, 5, 6, 8) II.kalite, 2 örnek (2, 3) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 5 örnek (1, 4, 6, 8, 9) II.kalite, 4 örnek (2, 3, 10, 11) ise III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1A, 2A, 3A, 5A, 7A) II.kalite,2 örnek (4A, 4B) III.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler II.kalite sular sınıfındadır. 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 11örnek (ds 5, 10, 11, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 34) II. kalite, 16 örnek (ds 1, 2, 3, 6, 9, 12, 13, 15, 21, 23, 27, 30, 31, 32, 33) ise III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

Sertlik (^{0}Fr)

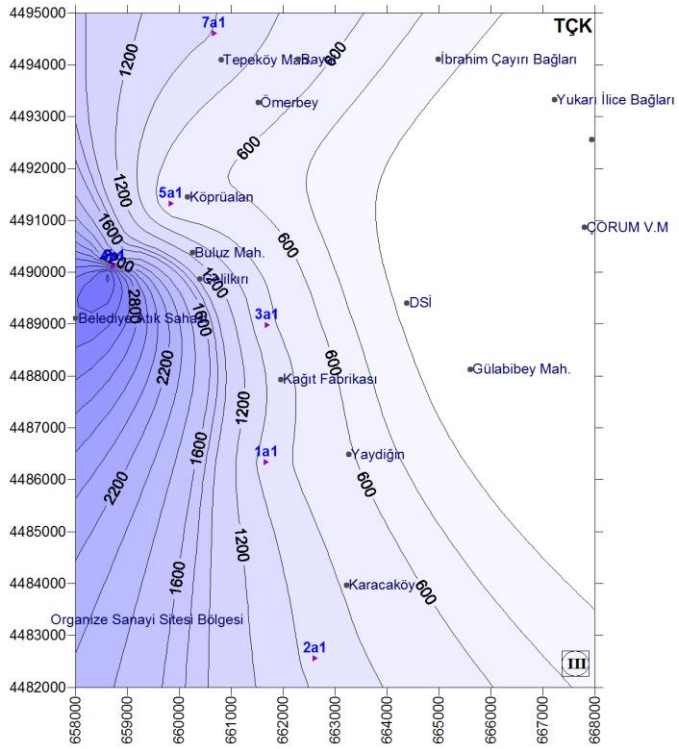
Tez örneklemesinin 1.döneminde en yüksek değerler kuyu örneklerinde sırasıyla 3, 2, 4, 6, 8 nolu örnekler ile akarsu örneklerinde de 7A, 3A akarsu örnekleri ve 4A, 4B nolu sızıntı suyu örneklerinde belirlenmiştir. Sızıntı suyuna ait değerler tüm tez örnekleri içerisinde en yüksek değere sahiptir. 2.dönemde tez örneklerine ait değerler artış göstermişlerdir. Sızıntı suyu örneklerinin yüksek değerlerde olması, kirletici unsur olarak dikkate alınması gereken bir yer olduğuna işaret etmektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla değer yoğunluğu 4A ve 4B nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 3 ve 2 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla değer yoğunluğu 3A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, akış yönü boyunca güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 3, 11 ve 2 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup çalışma alanının kuzeydoğusunda değer olarak daha az yoğunluktadır (Şekil 4.40, 4.41, 4.42,4.43,)



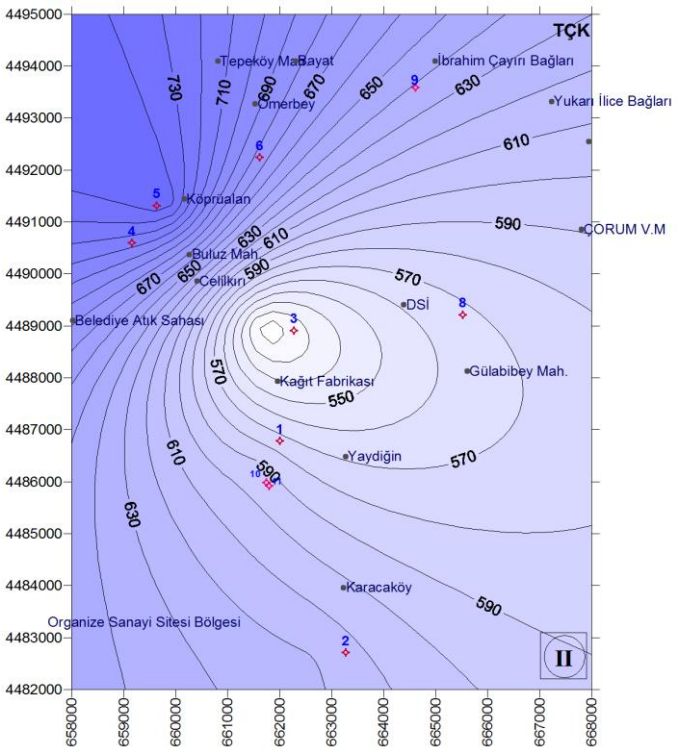
Şekil 4.35. Kuyu 1. dönem TÇKM dağılım haritası.



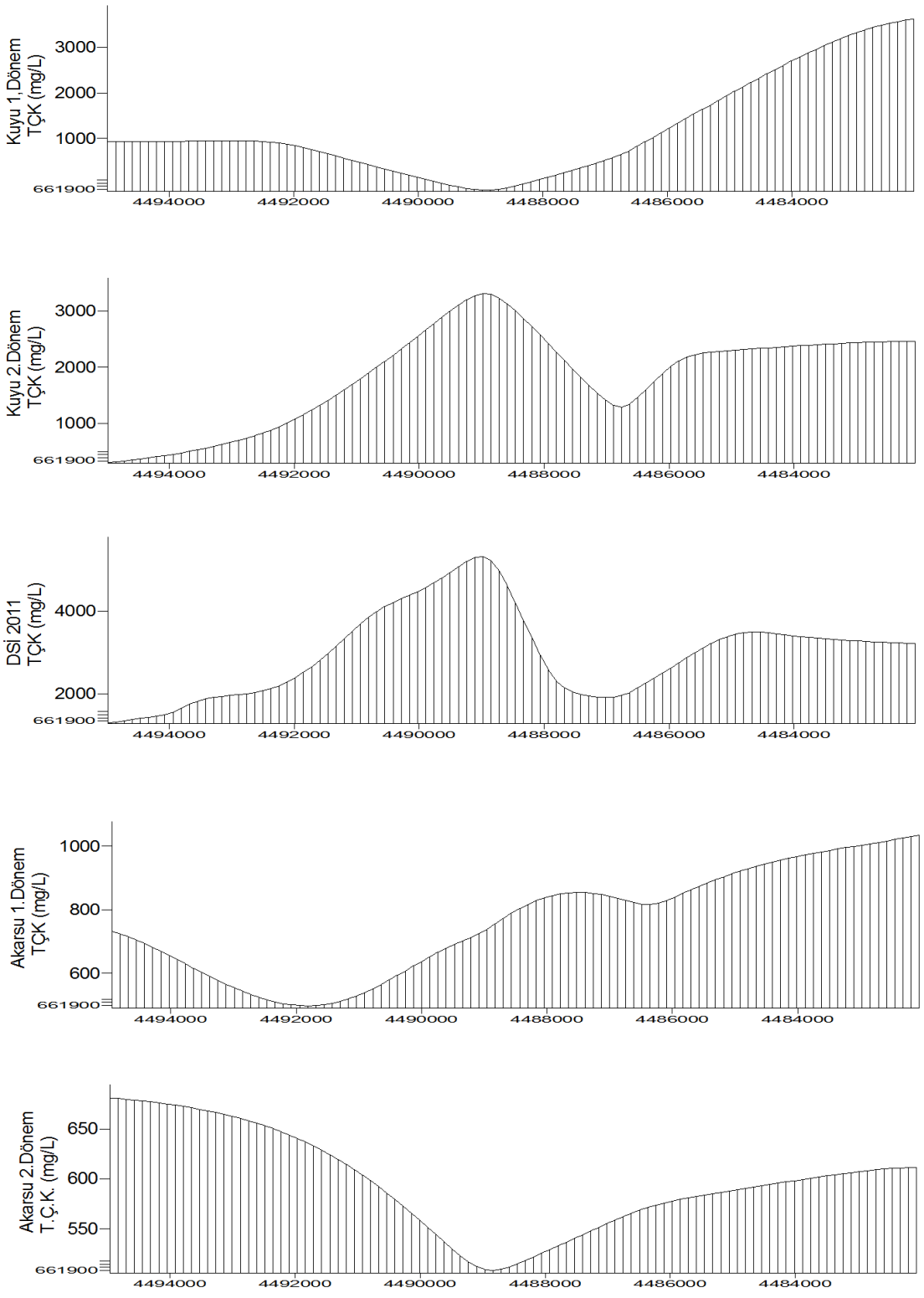
Şekil 4.36. Kuyu 2. dönem TÇKM dağılım haritası.



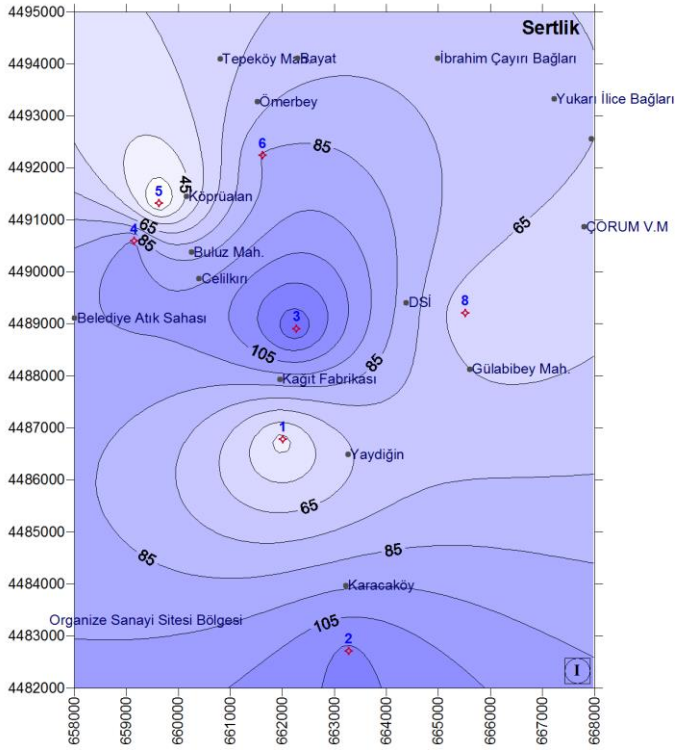
Şekil 4.37. Akarsu 1. dönem TÇKM dağılım haritası.



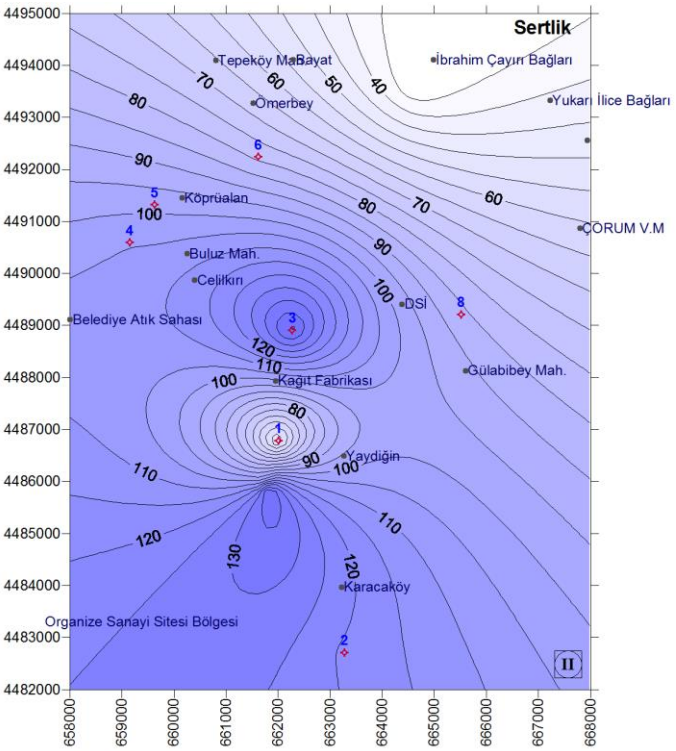
Şekil 4.38. Akarsu 2. dönem TÇKM dağılım haritası.



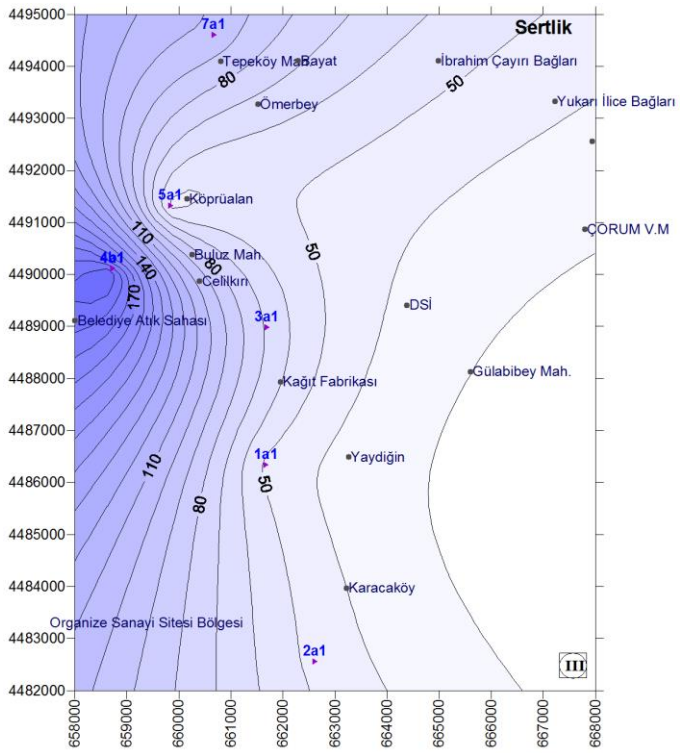
Şekil 4.39 Toplam Çözünmüş Katı Madde kesiti.



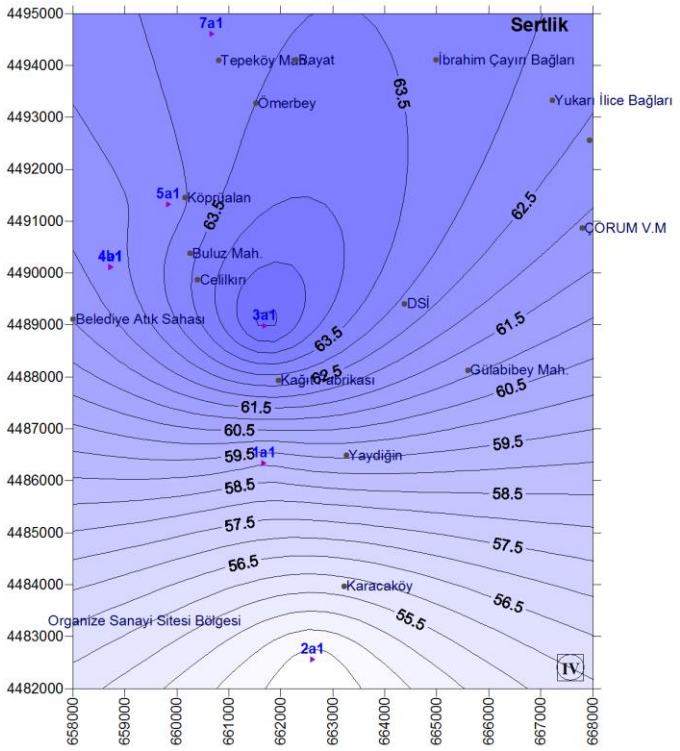
Şekil 4.40. Kuyu 1. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası.



Şekil 4.41. Kuyu 2. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası.



Şekil 4.42. Akarsu 1. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası.



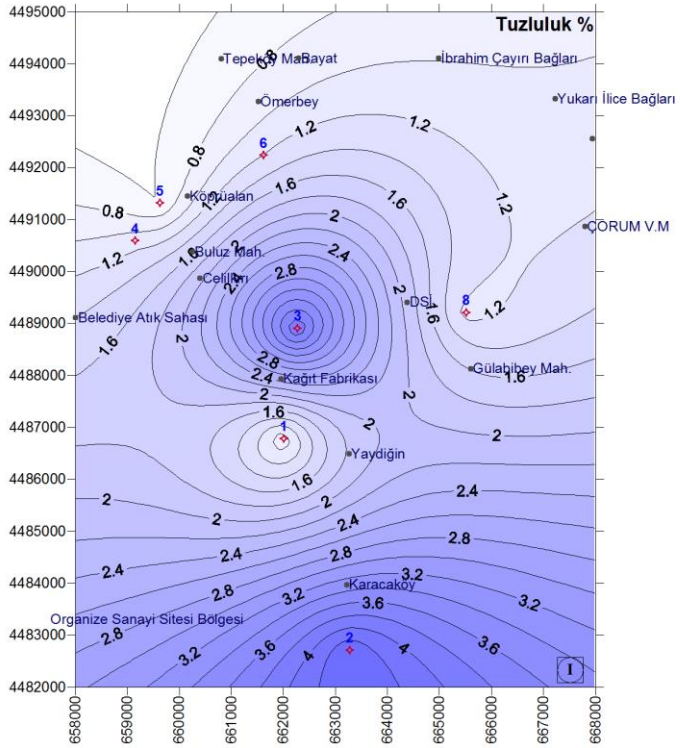
Şekil 4.43. Akarsu 2. dönem Sertlik (Fr) dağılım haritası.

Tuzluluk (%)

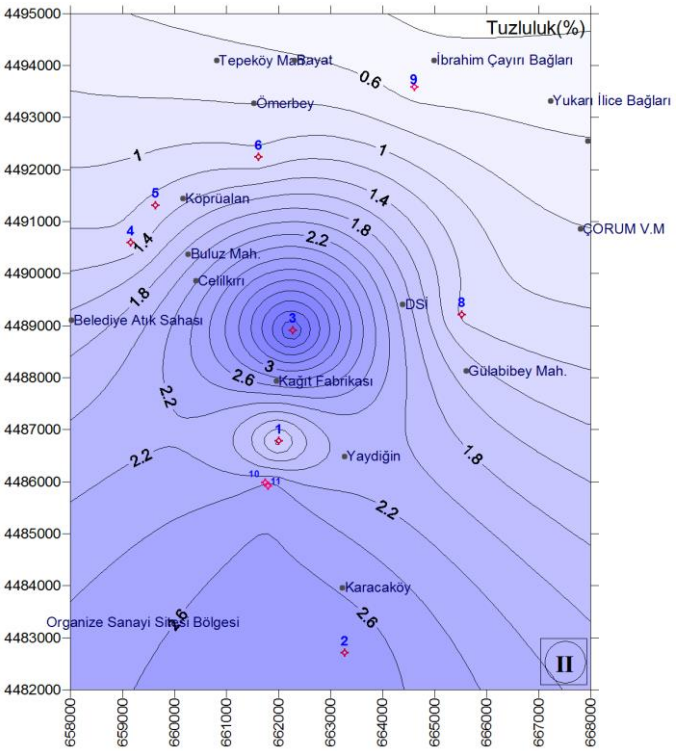
Tez örneklemesi 1.döneminde örnekler içerisinde nispeten en yüksek değerler kuyu örneklerinde sırasıyla 2, 3, 6, 4, 8 nolu örnekler ile akarsu örneklerinde sırasıyla 4A, 4B nolu sızıntı suları örnekleri ve 7A, 2A, 3A, 1A nolu örneklerde belirlenmiştir. Tez örneklemesi 2.döneminde kuyu örneklerinin değerlerinde artış eğilimi belirlenmiş olup akarsu örneklerinde ise genellikle azalma eğilimi belirlenmiştir. Kuyu ve akarsu örneklerinin değerlerinin birbirinden farklı olmaları kuyu ve akarsu arasında etkileşim olmadığı anlamına gelebilir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla değer yoğunluğu 4A ve daha sonra da 4B nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, doğuya, kuzeye ve güneye doğru azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, kuzeye doğru azalmaktadır. Ayrıca 2 ve 3 nolu lokasyonlar arasındaki bölgede de yoğunluk nispeten azalma göstermektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla değer yoğunluğu 5A nolu örnek lokasyonunda olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 3 ve daha sonra da 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, kuzeye doğru azalmaktadır. Ayrıca bu dönemde de 2 ve 3 nolu lokasyonlar arasındaki bölgede yoğunluk nispeten azalma göstermektedir (Şekil 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

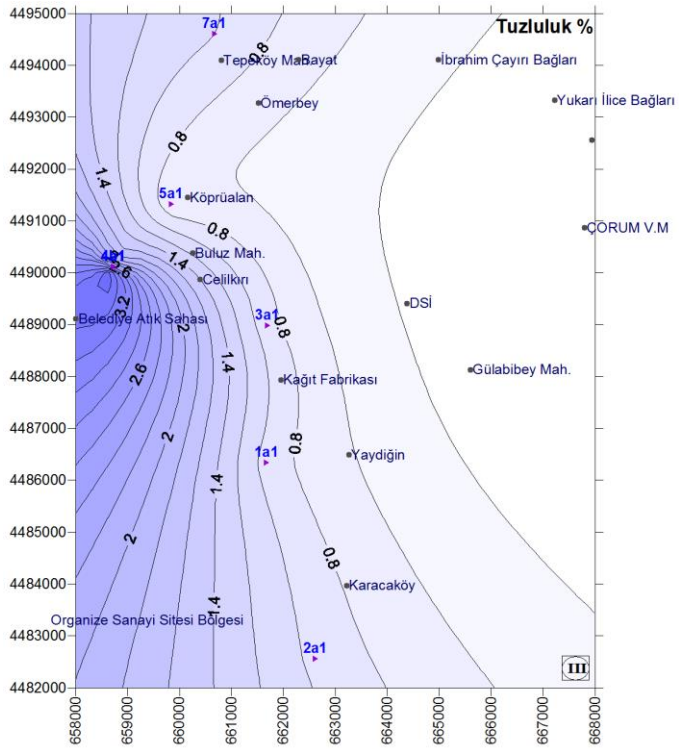
1.dönemde 4A nolu sızıntı suyu ve 2A nolu akarsu örneği ile 1, 3, 5 nolu kuyu örnekleri diğer örneklere göre yüksek değerdedirler. 1A, 2A, 4A örneklerinin lokasyonları kirlenme bakımından potansiyel olarak görülebilir. 2.dönemde 2 nolu örneğin değeri haricinde diğer örneklerin değerlerinde azalış belirlenmiştir.



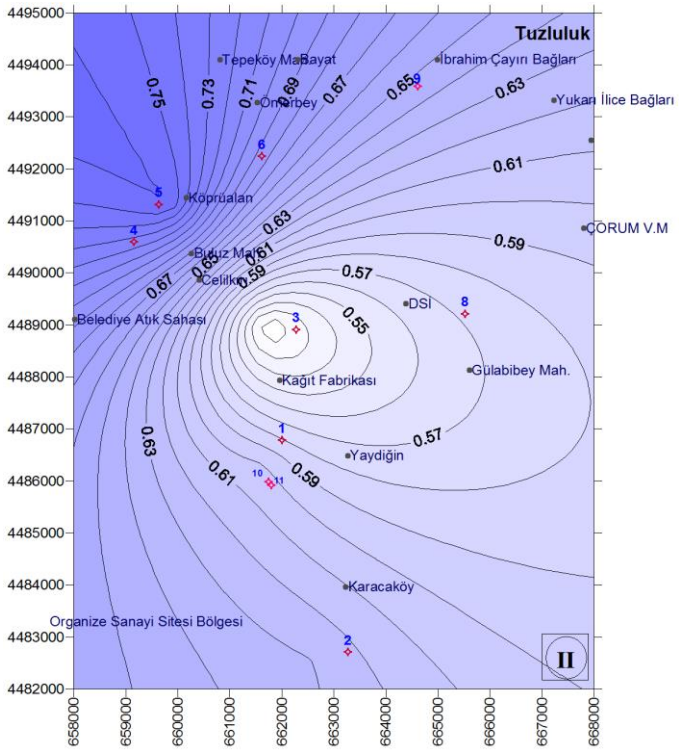
Şekil 4.44. Kuyu 1. dönem Tuzluluk dağılım haritası.



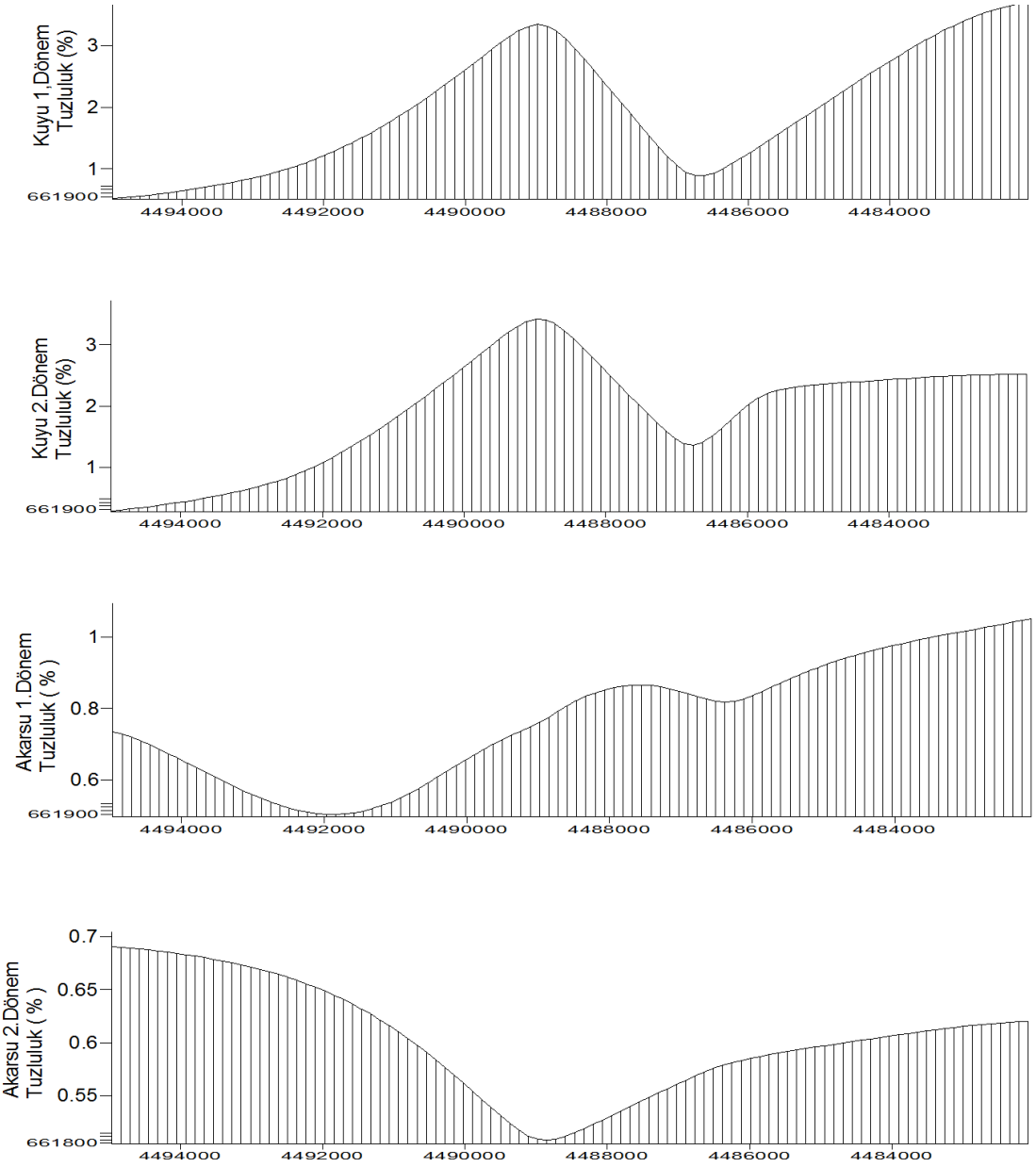
Şekil 4.45. Kuyu 2. dönem Tuzluluk dağılım haritası.



Şekil 4.46. Akarsu 1. dönem Tuzluluk dağılım haritası.



Şekil 4.47. Akarsu 2. dönem Tuzluluk dağılım haritası.



Şekil 4.48 Tuzluluk (%) kesiti.

Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, diğer yönlere doğru değer ve yoğunluk bakımından azalma göstermektedir. 2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 5A nolu lokasyonda izlenmekte olup, diğer yönlere doğru değer ve yoğunluk bakımından azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise, en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda

izlenmekte olup, 1.döneme ait dağılım haritasıyla yoğunluk bölgesi bakımından benzerlik göstermektedir (Şekil 4.49, 4.50, 4.51,4.52, 4.53).

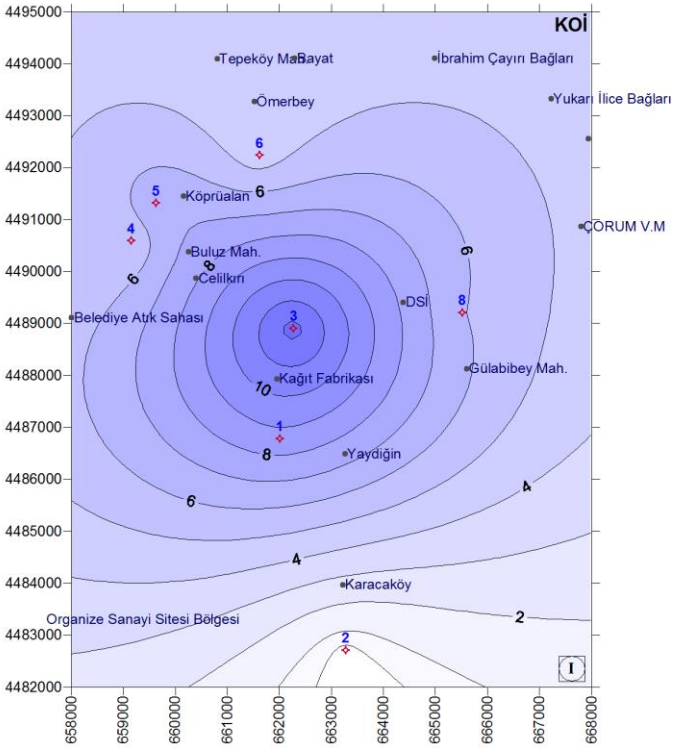
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre;

Kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1A, 3A, 4B, 5A, 7A) I.kalite, 1 örnek (2A) II.kalite ve 1 örnek (4A) III.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

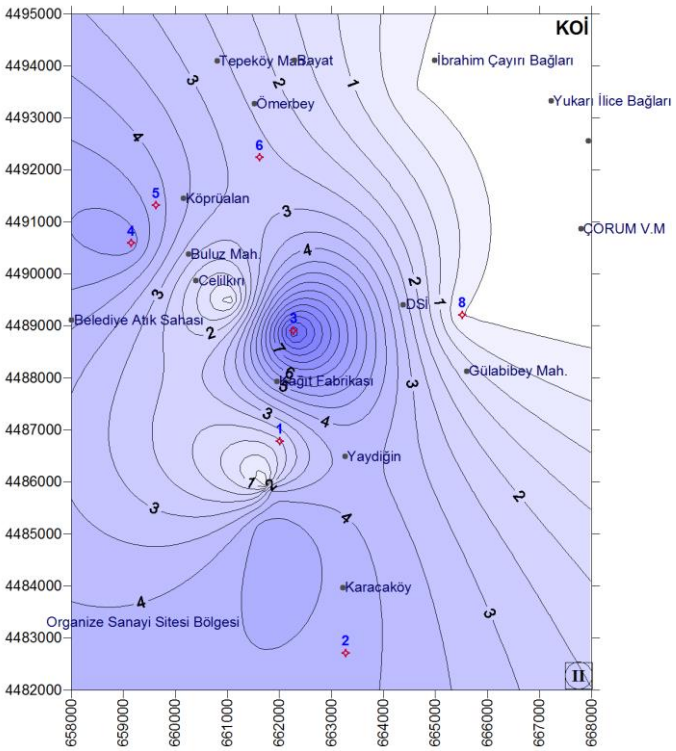
Biyolojik Oksijen Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinde olduğu gibi BOİ de tez örneklemesi 1. ve 2.dönemlerinde aynı veya benzer değerlendirmelere sahiptir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk sızıntı suyuna ait 4A nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. 2A nolu örnek lokasyonunda da nispeten yoğunluk görülmektedir. Kuyu örneklerinin dağılım haritasında ise nispeten en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, bu noktadan diğer yönlere doğru yoğunlukta azalma görülmektedir.2.dönemde akarsu örneklerinin dağılım haritasında nispeten en fazla yoğunluk 5A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, akış yönü boyunca güneye doğru nisspeten yoğunluk azalması görülmektedir. Kuyu örneklerinin dağılım haritasında ise nispeten en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, 2 ve 4 nolu örnek lokasyonları da nispeten yoğunluklu lokasyonlardır. Değerler azalmasına rağmen en fazla yoğunluk 1. ve 2.dönemde 3 nolu örnek lokasyonundadır (Şekil 4.54,4.55, 4.56, 4.57, 4.58).

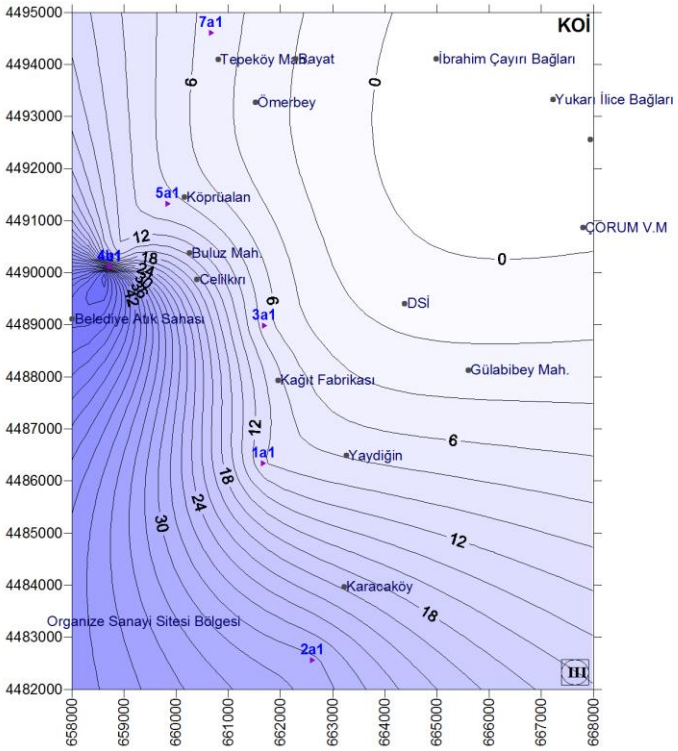
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 2 örnek (2, 6) I.kalite, 4 örnek (1, 4, 5, 8) II.kalite ve 1 örnek (3) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 6 örnek (1, 6, 8, 9, 10, 11) I.kalite, 3 örnek de (2, 3, 4) II.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.



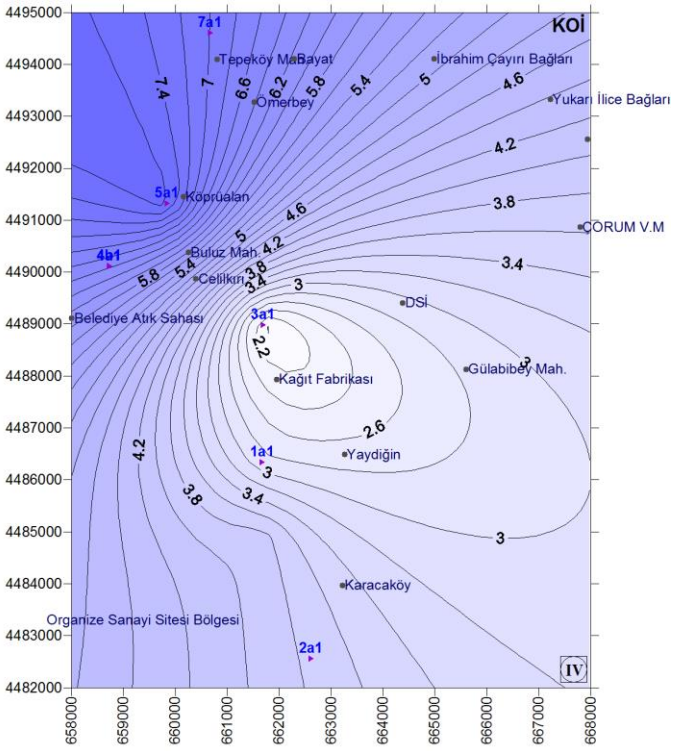
Şekil 4.49. Kuyu 1. dönem KOİ dağılım haritası.



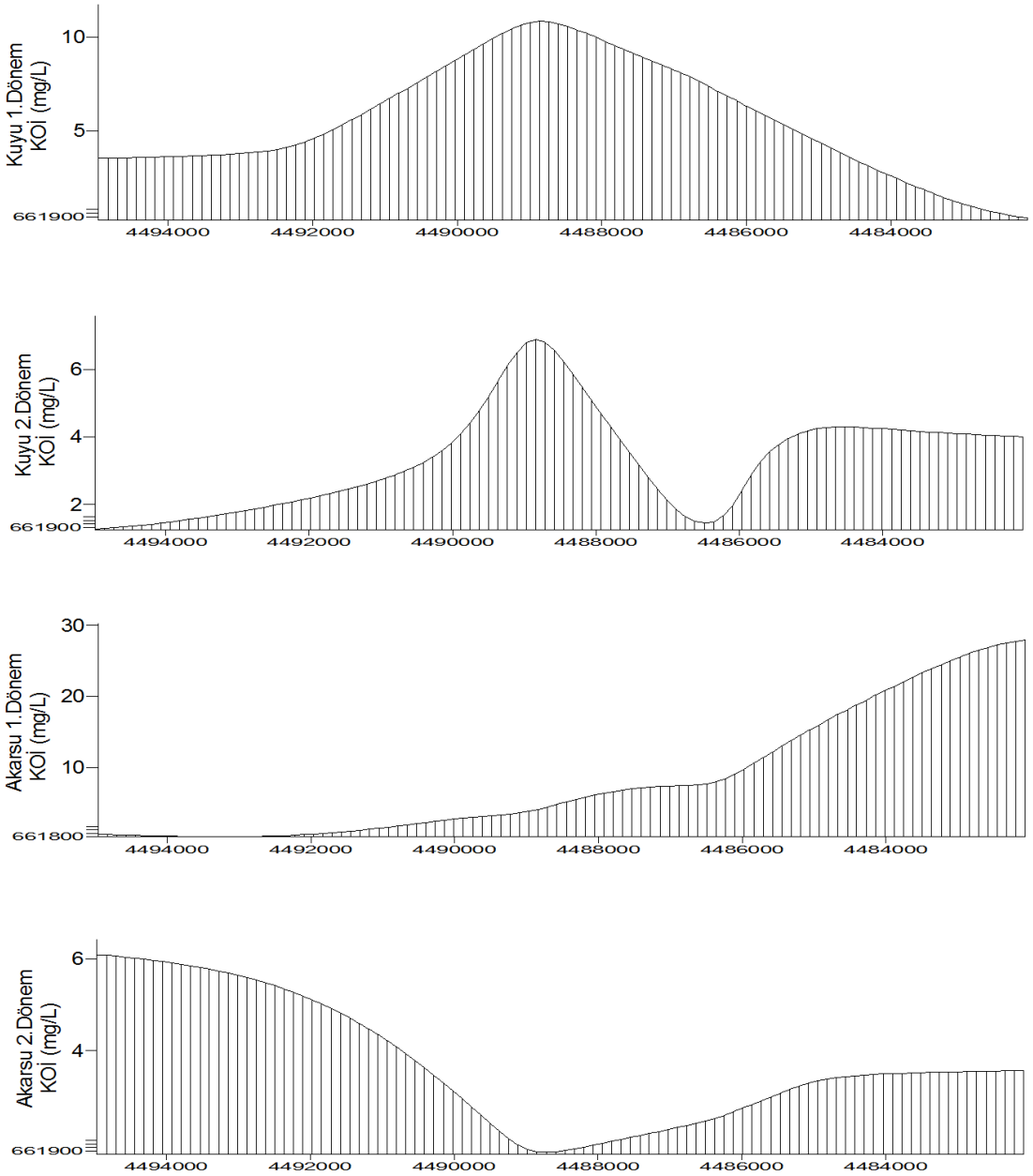
Şekil 4.50. Kuyu 2. dönem KOİ dağılım haritası.



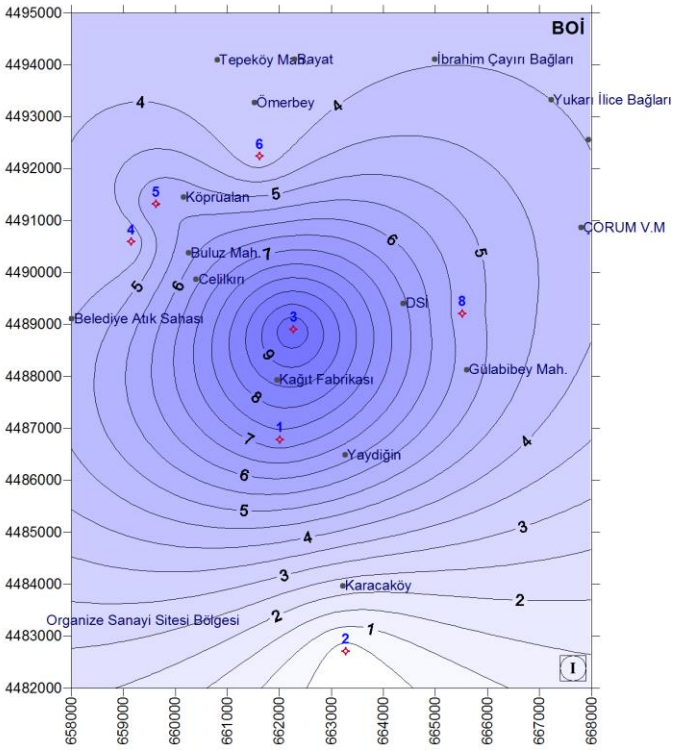
Şekil 4.51. Akarsu 1. dönem KOİ dağılım haritası.



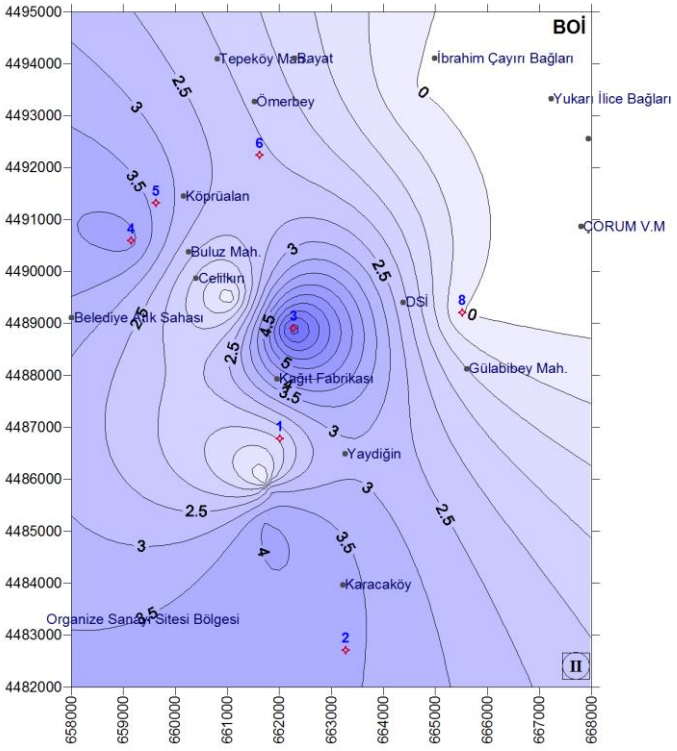
Şekil 4.52. Akarsu 2. dönem KOİ dağılım haritası.



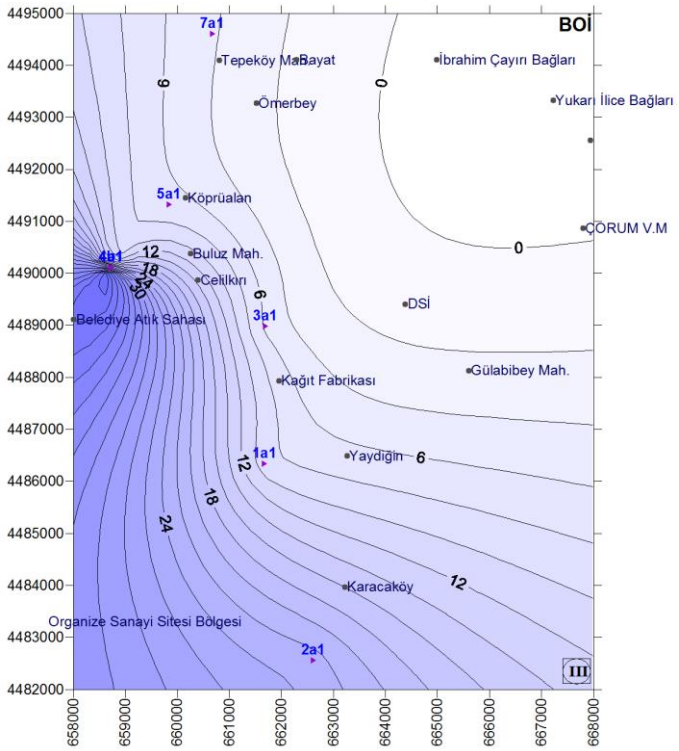
Şekil 4.53 Kimyasal oksijen ihtiyacı kesiti.



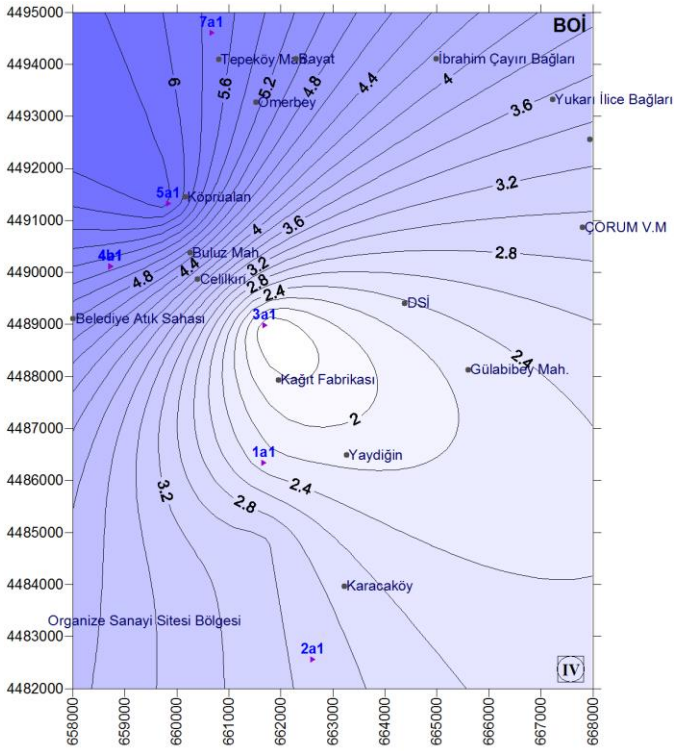
Şekil 4.54. Kuyu 1. dönem BOİ dağılım haritası.



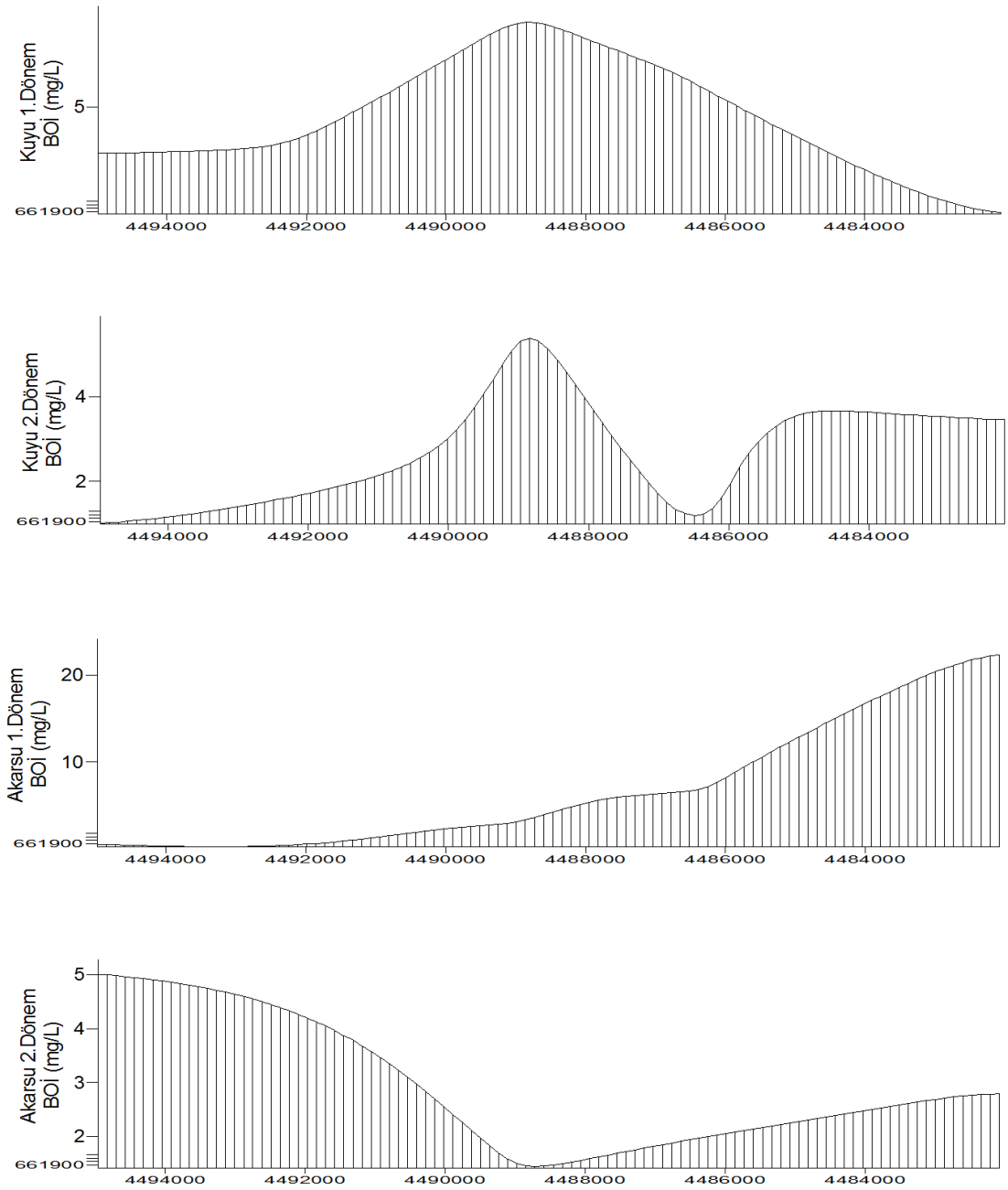
Şekil 4.55. Kuyu 2. dönem BOİ dağılım haritası.



Şekil 4.56. Akarsu 1. dönem BOİ dağılım haritası.

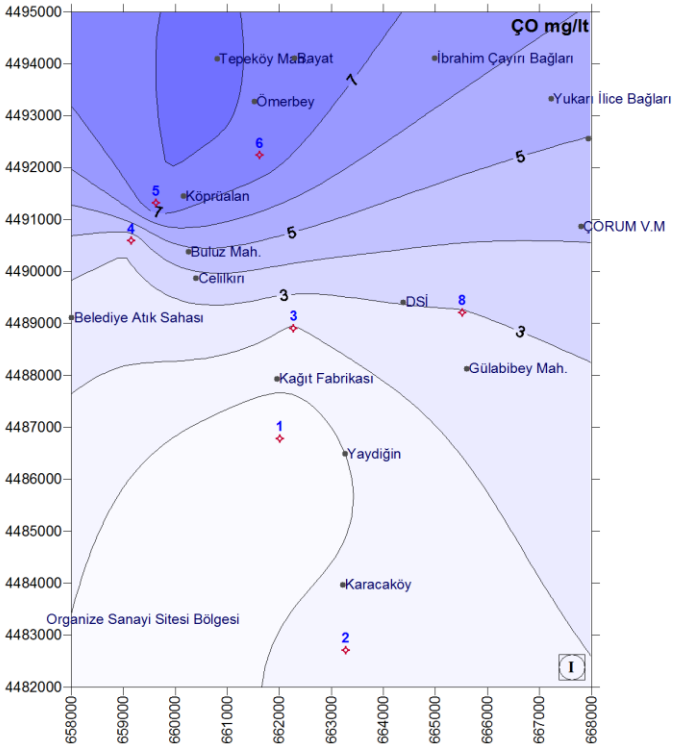


Şekil 4.57. Akarsu 2. dönem BOİ dağılım haritası.

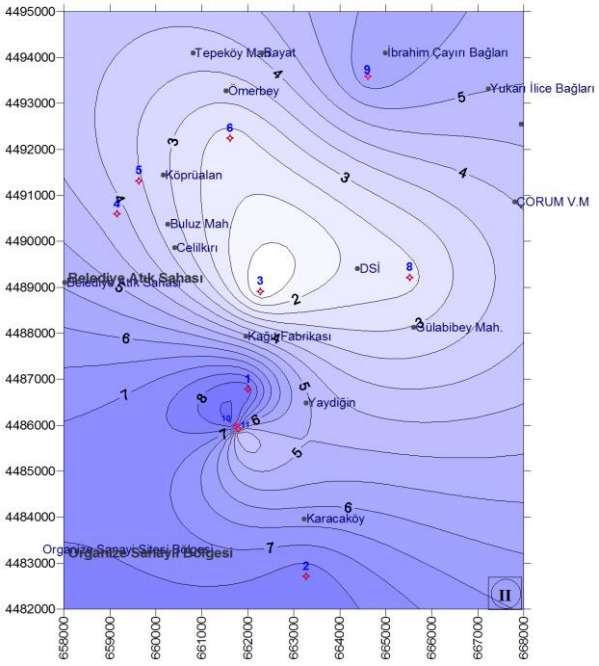


Şekil 4.58 Biyolojik oksijen ihtiyacı kesiti.

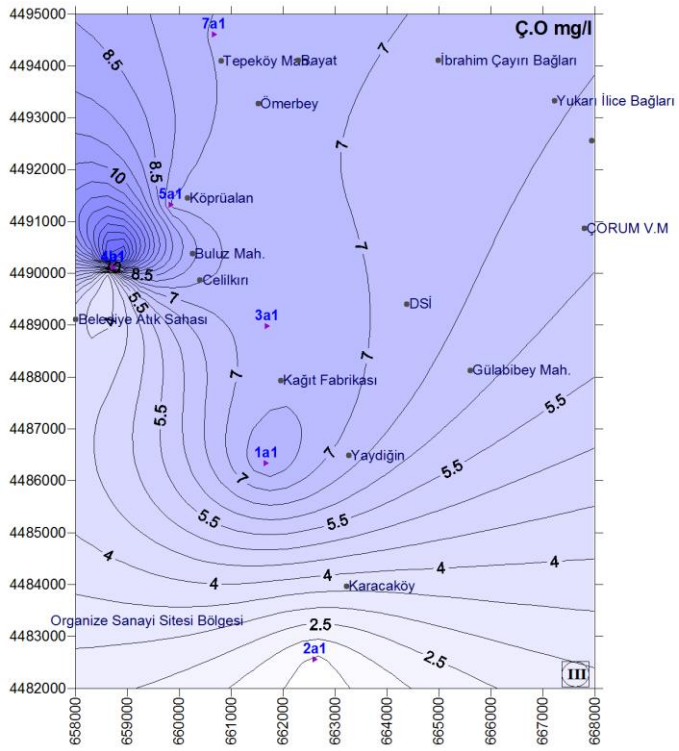
Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 3 örnek (3A, 5A, 7A) II.kalite, 2 örnek (1A, 4B) III.kalite ve 2 örnek de (2A, 4A) IV.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise 3 örnek (1A, 2A, 3A) I.kalite ve 1 örnek de (5A) II.kalite sular sınıfındadır.



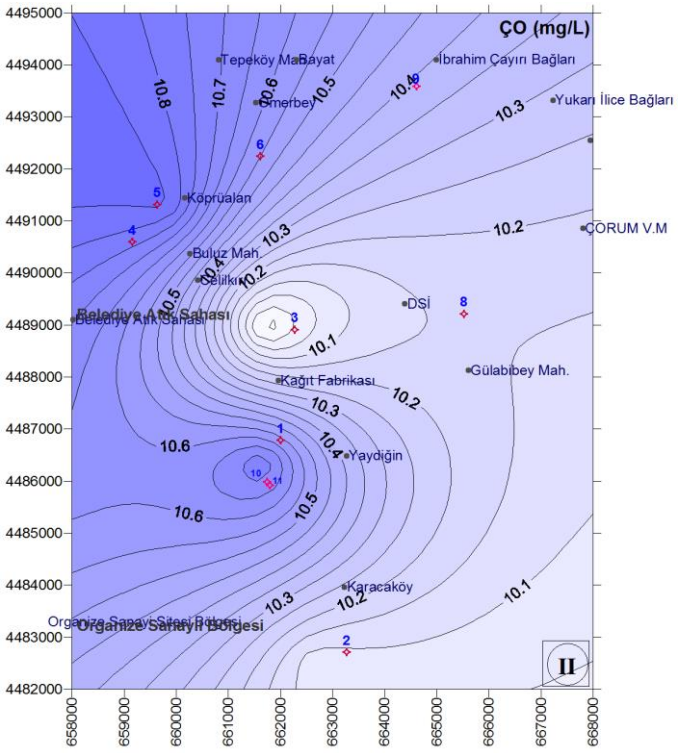
Şekil 4.59. Kuyu 1. dönem Ç.O. dağılım haritası.



Şekil 4.60. Kuyu 2. dönem Ç.O. dağılım haritası.



Şekil 4.61. Akarsu 1. dönem Ç.O. dağılım haritası.



Şekil 4.62. Akarsu 2. dönem Ç.O. dağılım haritası.

Çözünmüş Oksijen (ÇO) (mg/l)

1.dönemde en fazla değer atık sahası sızıntı suyu örneğinde (4B) izlenmiştir. 1. Dönemde alınan akarsu örneklerinin değerlerinin genellikle kuyu örneklerinin değerlerinden yüksek oldukları görülmektedir. Diğer akarsu örneklerinin 2A nolu örnek haricinde yaklaşık aynı değerlerde oldukları görülmektedir. 2. Dönemde alınan örneklerin değerlerinin 1.dönemde alınan örneklere göre bazılarında artış, bazılarında ise azalma gösterdikleri belirlenmiştir. Tez örnekleri akarsu örneklerindeki dağılım haritasında 1.dönemde en fazla yoğunluk 4B sızıntı suları lokasyonunda ve diğer akarsu örnekleri arasında 1A nolu lokasyonda izlenmektedir. Kuyu örneklerindeki dağılım haritasında ise, en fazla yoğunluk 5 ve 6 nolu kuyu lokasyonlarında izlenmekte olup, güneye doğru yoğunluk oldukça azalma göstermektedir. 2.dönemdeki akarsu örneklerinin dağılım haritasında, en fazla yoğunluk 1A ve 5A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup akış yönü boyunca düzenli bir değer artışı veya azalması da görülmemektedir. Kuyu örneklerindeki dağılım haritasında ise, en fazla yoğunluk 1, 10 ve 11 nolu kuyu lokasyonlarında izlenmekte olup, kuzeye ve doğuya doğru yoğunluk azalmaktadır (Şekil 4.59, 4.60, 4.61, 4.62, 4.63).

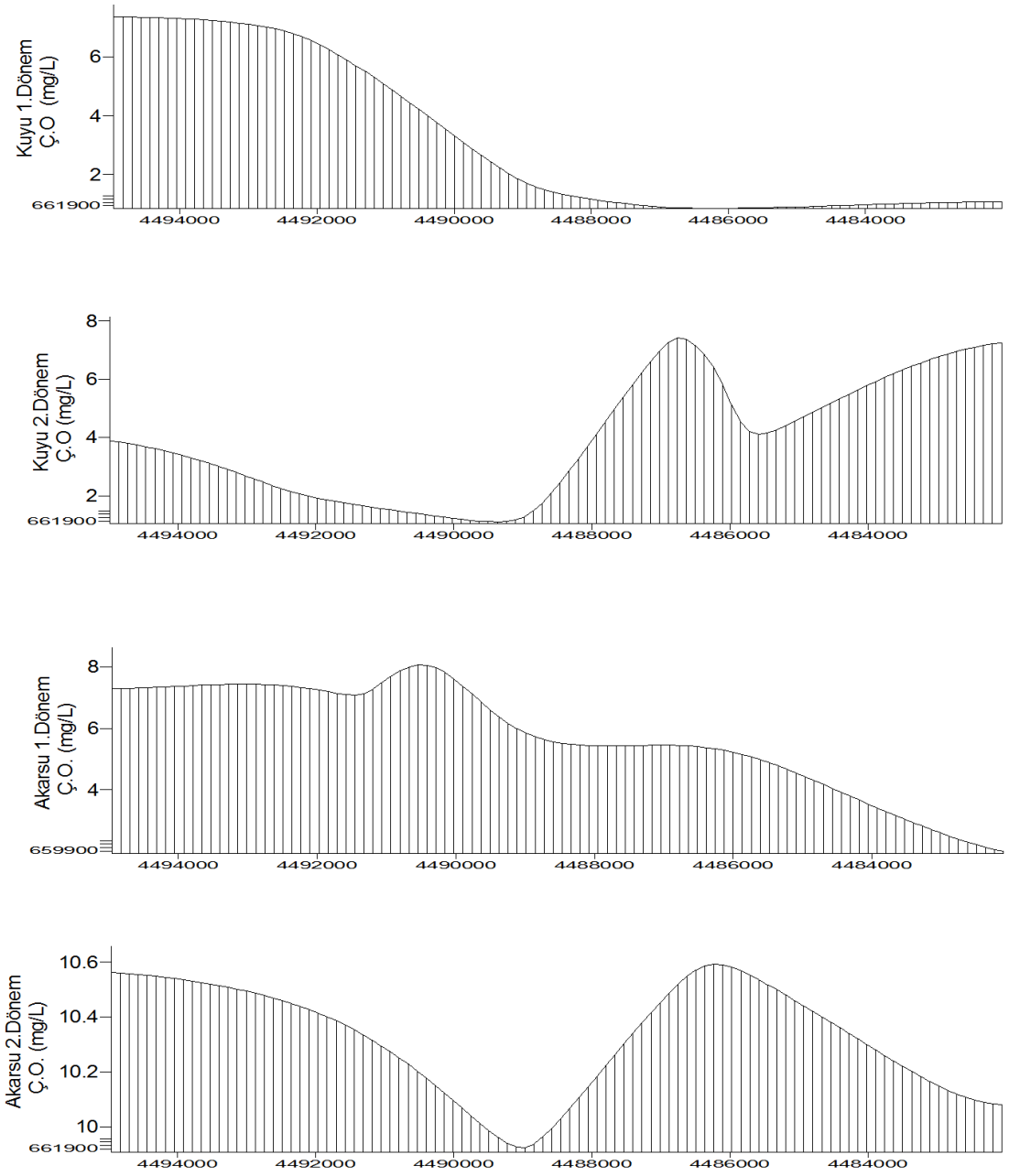
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 2 örnek (5, 6) II.kalite, 5 örnek (1, 2, 3, 4, 8) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 2 örnek 1, 10) I.kalite, 1 örnek (2) II.kalite ve 6 örnek de (3, 4, 6, 8, 9, 11) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 1 örnek (4B) I.kalite, 4 örnek (1A, 3A, 5A, 7A) II.kalite, 1 örnek (4A) III.kalite ve 1 örnek de (2A) IV.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

Çözünmüş Oksijen (ÇO) (%)

Grafikler ve dağılım haritaları mg/L cinsinden ölçülen değerlerle paralellik göstermektedir.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 2 örnek (5, 6) I.kalite, 5 örnek (1, 2, 3, 4, 8) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 1 örnek (10) I.kalite, 2 örnek (1, 2) II.kalite ve 6 örnek de (3, 4, 6, 8, 9, 11) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1A, 3A,

4B, 5A, 7A) I.kalite, 1 örnek (4A) III.kalite ve 1 örnek de (2A) IV.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.



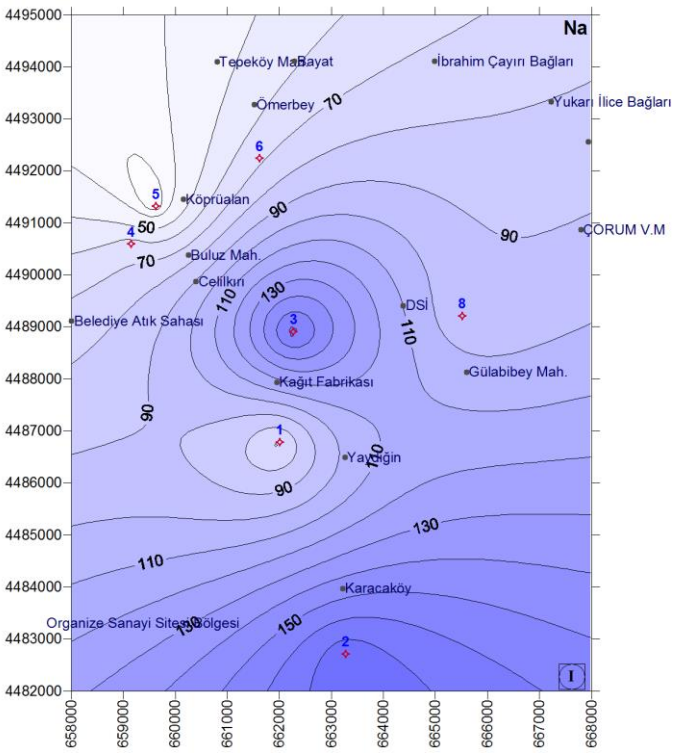
Şekil 4.63 Çözünmüş oksijen ihtiyacı kesiti.

Sodyum (Na)

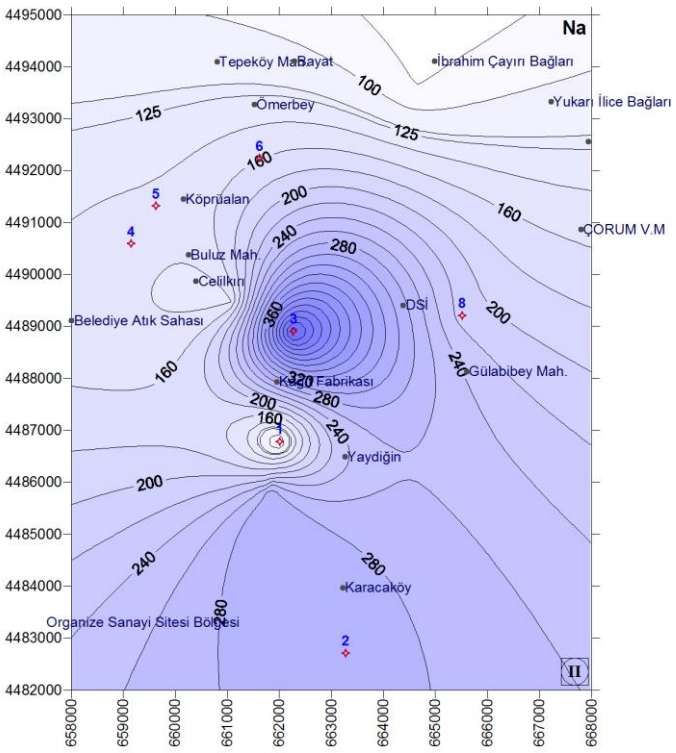
1.dönemde en yüksek değer sırasıyla 3, 2 nolu kuyu örnekleri ile 4A, 4B nolu sızıntı suyu örneklerinde belirlenmiştir. 2.dönemde ise yine en yüksek değer 3 ve 2 nolu örnekler ile 10, 11 nolu kuyu örneklerinde belirlenmiştir. Sızıntı suyu bu dönemde

görülmediği için örnekleme yapılamamıştır. 2. Dönemde kuyu ve akarsu örneklerinde artış olduğu belirlenmiştir. Tez örnekleri haricinde değerlendirilen diğer örneklemelerin değerleri mukayese edildiğinde 3 nolu tez örneği lokasyonundaki değerlerin en yüksek olduğu ve zaman zaman burada değerlerin nispeten biraz düştüğü ve zaman zaman da nispeten dikkat çekici bir şekilde artış gösterdiği belirlenmiştir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk sızıntı suyuna ait 4A ve 4B nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 3 ve 2 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. 2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 5A ve 1A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk yüksek değerlerde 3, 2 ve 11 nolu lokasyonlarda izlenmektedir. İzleme örnekleri dağılım haritasında ise en fazla yoğunluk ds33 nolu lokasyonda olup tez sahası kuyu örneklerinin haritası ile nispeten uyumlu görünmektedir (Şekil 4.64, 4.65, 4.66, 4.67, 4.68, 4.69).

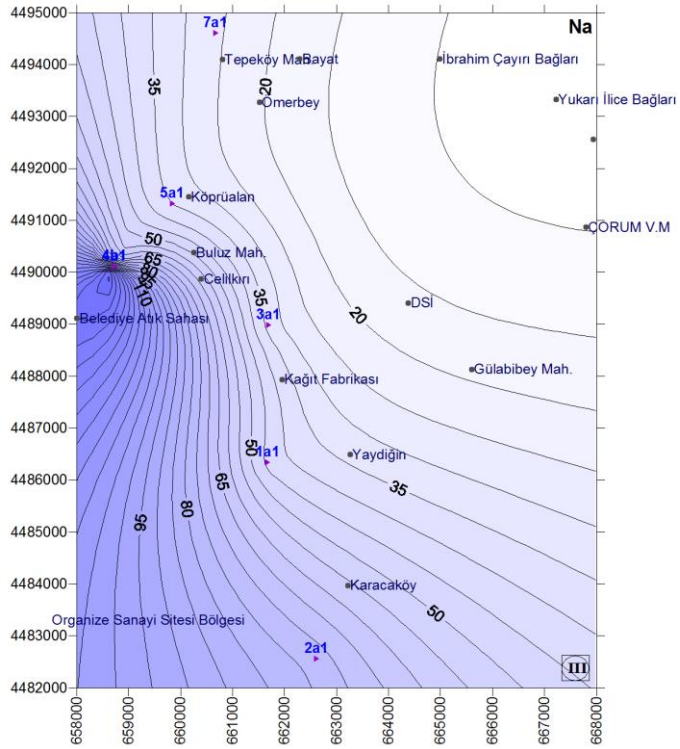
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre, kuyu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1, 4, 5, 6, 8) I. ve II.kalite, 2 örnek de (2, 3) , III.kalite yeraltısuyu sınıfındaolup, 2.dönemde ise 2 örnek (1 , 9) I. ve II.kalite, 7 örnek (2, 3, 4, 6,8, 10, 11) ise



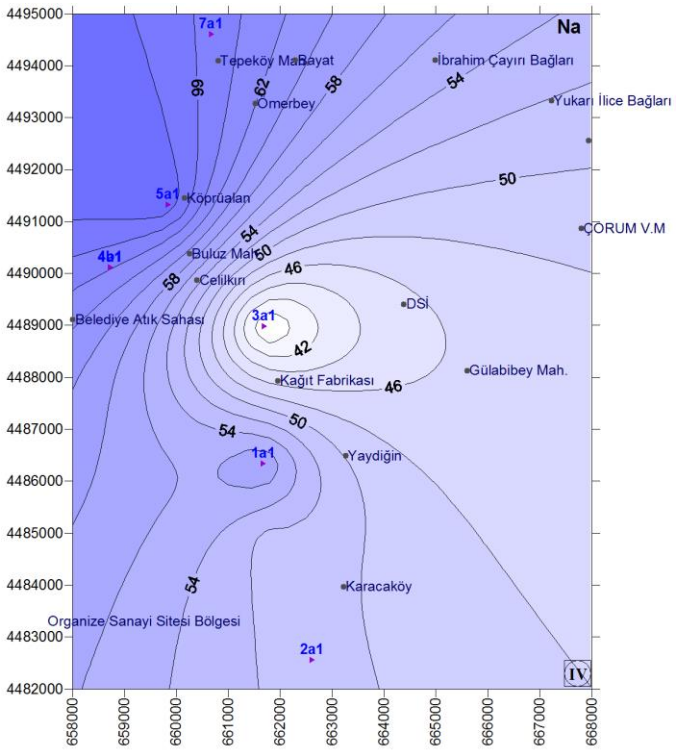
Şekil 4.64. Kuyu 1. dönem Na dağılım haritası.



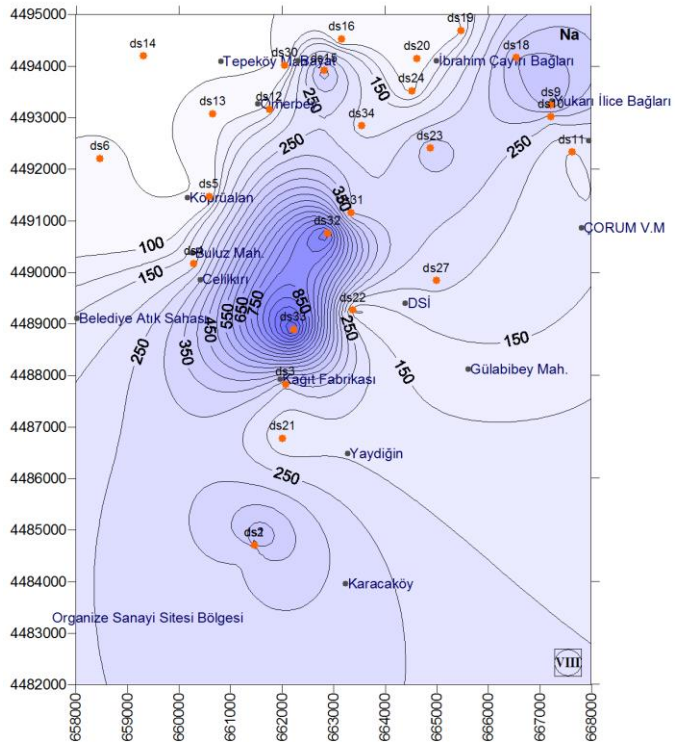
Şekil 4.65. Kuyu 2. dönem Na dağılım haritası.



Şekil 4.66. Akarsu 1. dönem Na dağılım haritası.



Şekil 4.67. Akarsu 2. dönem Na dağılım haritası.

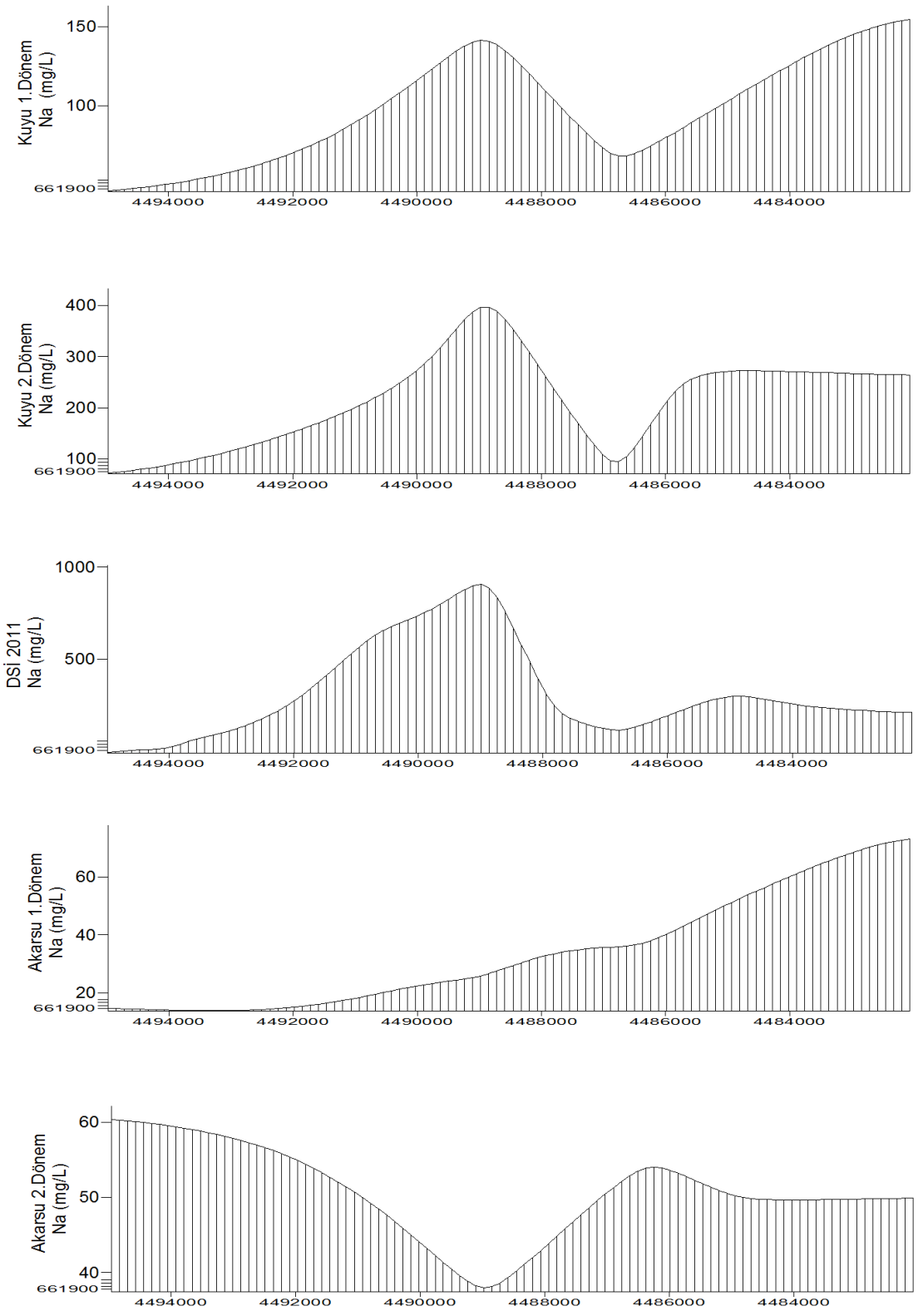


Şekil 4.68. İzleme örnekleri Na dağılım haritası

III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1A, 2A, 3A, 5A, 7A) I. ve II.kalite, 1 örnek (4B) III.kalite ve 1 örnek (4A) IV.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler (1A, 2A, 3A, 5A) I. ve II.kalite sular sınıfındadır.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 11 örnek (ds 5, 6, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 24, 30) I. ve II. kalite sınıfında olup, 16 örnek de (ds 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 15, 18, 21, 23, 27, 31, 32, 33, 34) III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; 1.dönemde 2 kuyu örneği (2 ve 3 nolu) ve 2 akarsu örneği (4A ve 4B) ile 2.dönemde 7 kuyu örneği (2, 3, 4, 6, 8, 10, 11 nolu) sınır değerin üzerindedirler.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzası'nın (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, 16 örnek (ds3, 4, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 21, 22, 23, 26, 31, 32, 33, 34) sınır değerin üzerindedir.

TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; 1.dönemde 2 kuyu örneği (2 ve 3 nolu) ve 1 akarsu örneği (4A nolu) ile 2.dönemde 5 kuyu örneği (2, 3, 4, 10 ve 11 nolu) sınır değerinin üzerindedirler.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzası'nın (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, 10 örnek (ds 3, 9, 10, 15, 18, 23, 26, 31, 32, 33) sınır değerin üzerindedir.

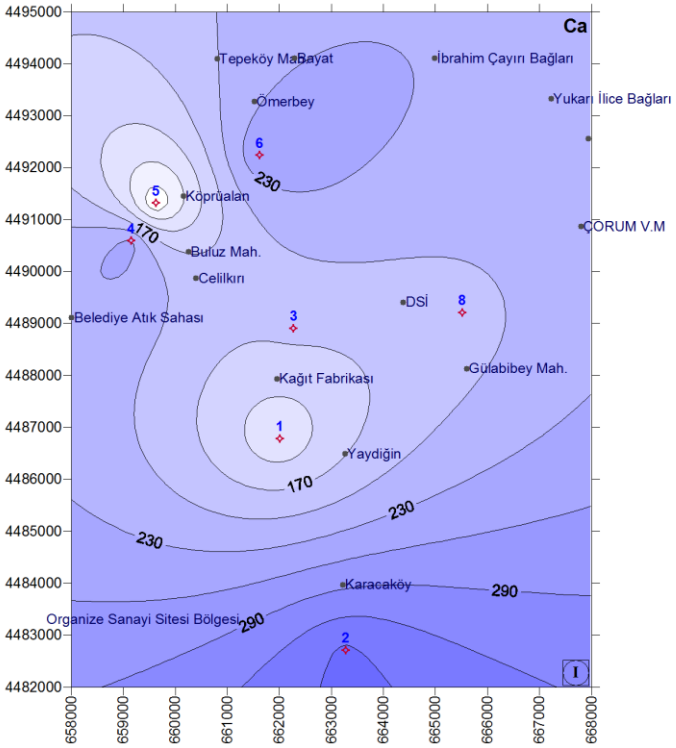


Şekil 4.69 Na kesiti.

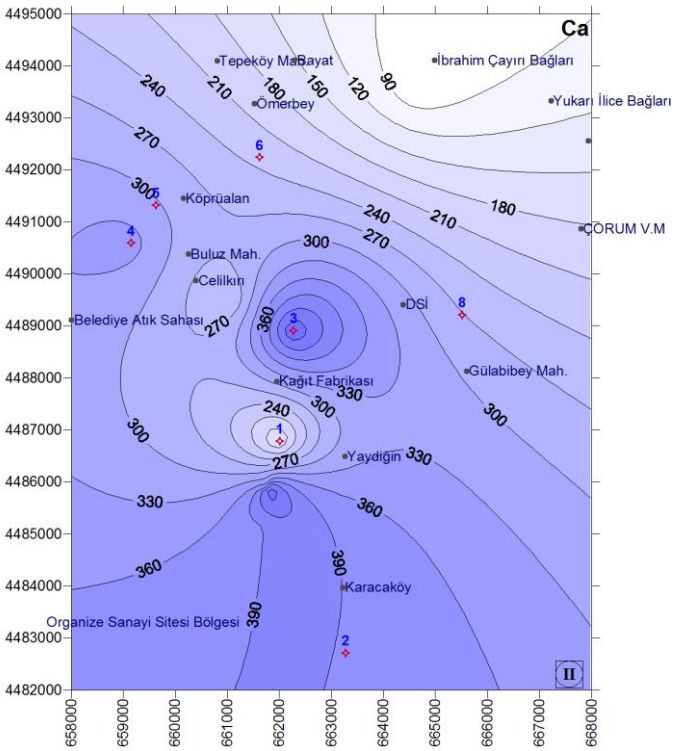
Kalsiyum (Ca)

1.dönemde alınan kuyu ve akarsu örneklerine ait değerlerin 2.dönemde nispeten artış gösterdikleri görülmektedir. 1.dönemde alınan sızıntı suyu örneğine ait değer diğer örneklere göre oldukça yüksek seviyededir. İzleme örneklerinin değerleri ise tez örneklerinin değerlerine hemen hemen yakındırlar. Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A ve 4B nolu sızıntı sularının lokasyonlarında izlenmekte olup, doğuya ve güneydoğuya doğru yoğunluk azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Nispeten 2 ve 6 nolu örnek lokasyonlarında da izlenmektedir. 1 ve 5 nolu örnek lokasyonlarının olduğu bölgeler en zayıf yoğunluğa sahip yerler olarak görülmektedir. 2.dönemde dağılım haritasında akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 3A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, güneye doğru azalma görülmektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 3 ve 10, 11 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, bu iki lokasyon arasındaki bölge ve çalışma sahasının kuzeydoğusu zayıf yoğunluktaki alanlar görülmektedir. İzleme örnekleri dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds4 lokasyonu ve güneybatısında izlenmektedir. Bu dağılım tez örneklemelerine ait dağılımla hem konsantrasyon hem de yoğunluk bölgeleri bakımından farklılık göstermektedir (Şekil 4.70, 4.71, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75).

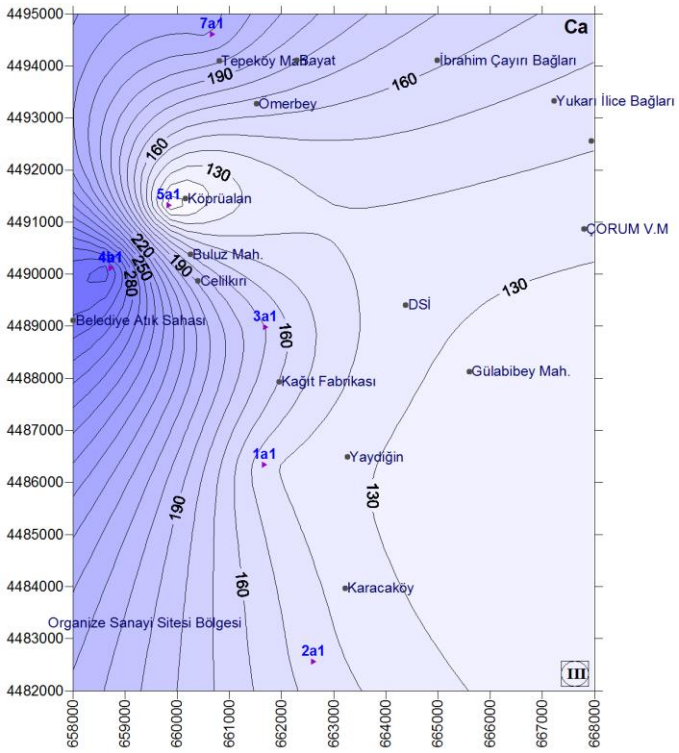
Tez örnekleri de dönemlerine göre kendi içerisinde farklılık göstermektedir. Kendi içerisindeki ve diğer örneklemelerle olan farklılıkların, besleme yapan kökenin besleme miktarı, zamanı ve konsantrasyonu ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir.



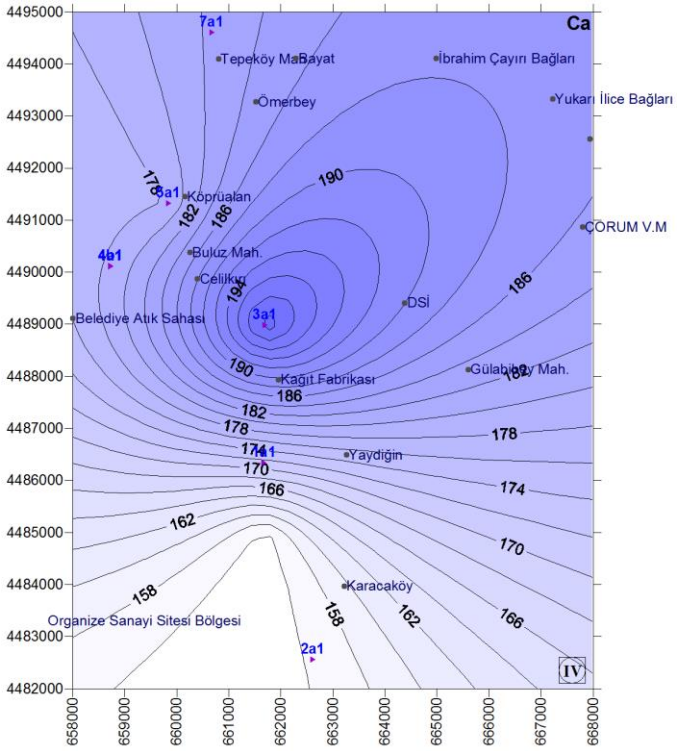
Şekil 4.70. Kuyu 1. dönem Ca dağılım haritası.



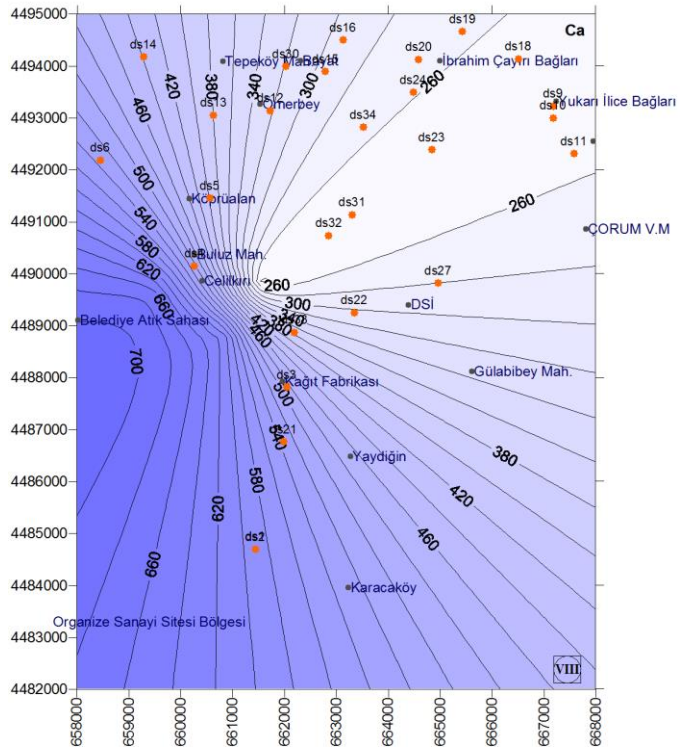
Şekil 4.71. Kuyu 2. dönem Ca dağılım haritası.



Şekil 4.72. Akarsu 1. dönem Ca dağılım haritası.



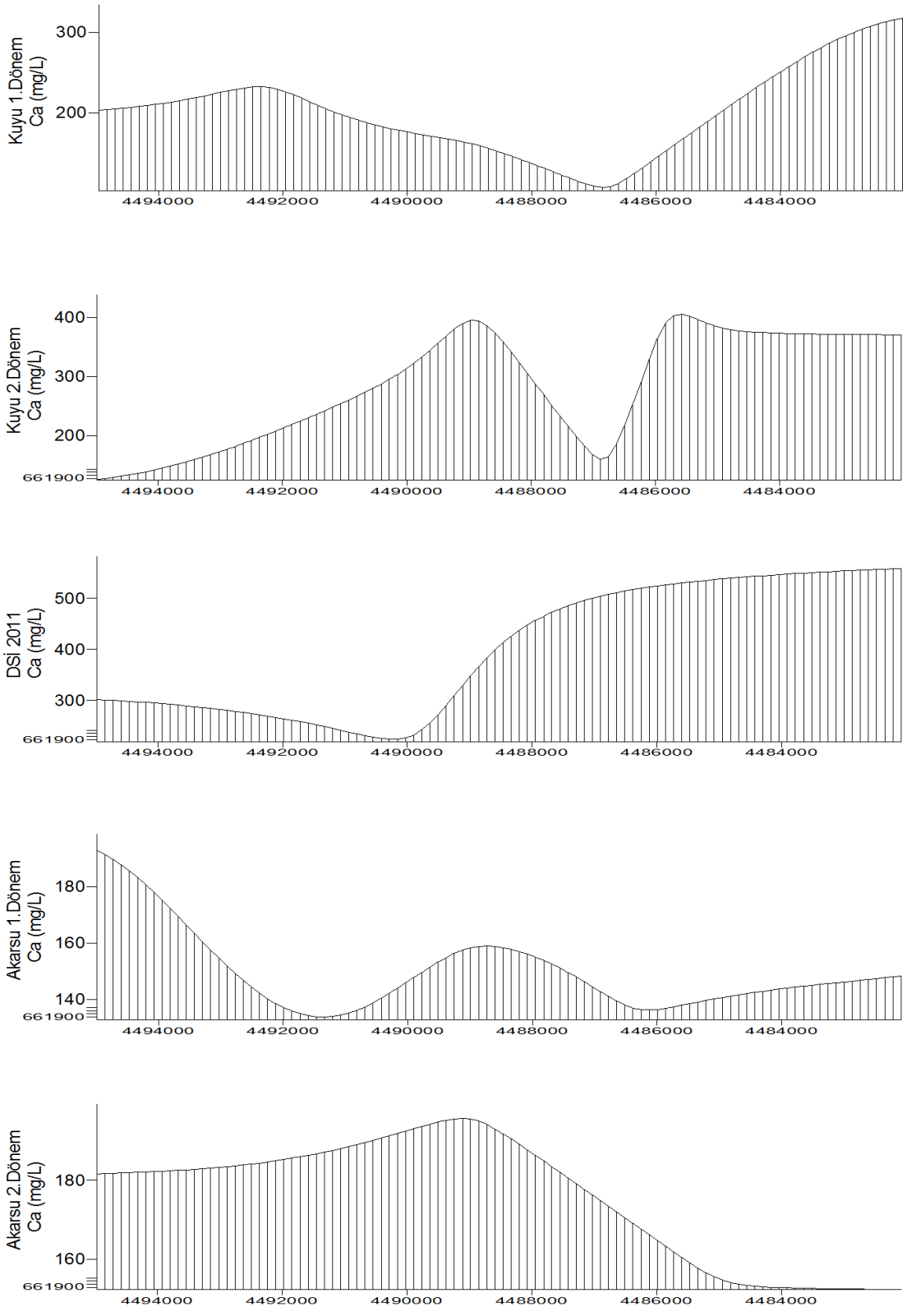
Şekil 4.73. Akarsu 2. dönem Ca dağılım haritası.



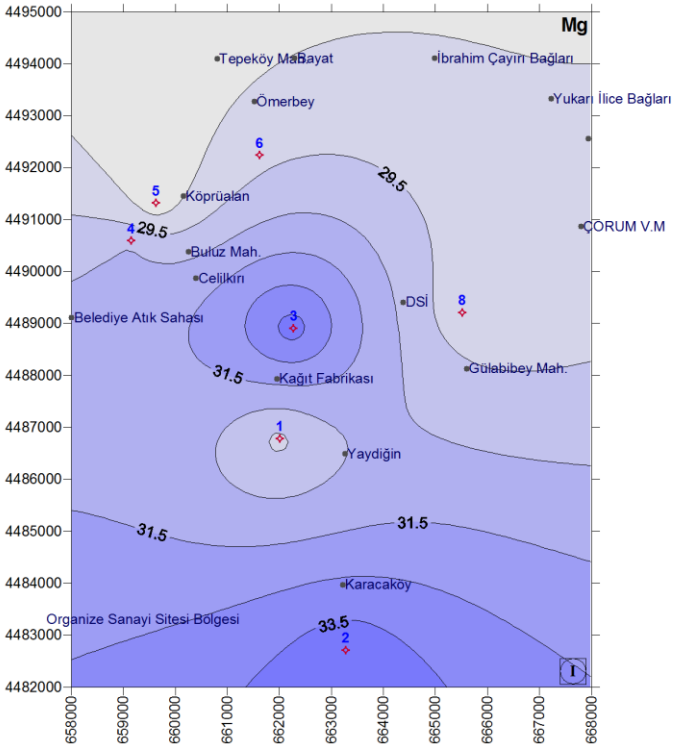
Şekil 4.74. İzleme örnekleri Ca dağılım haritası.

Magnezyum (Mg)

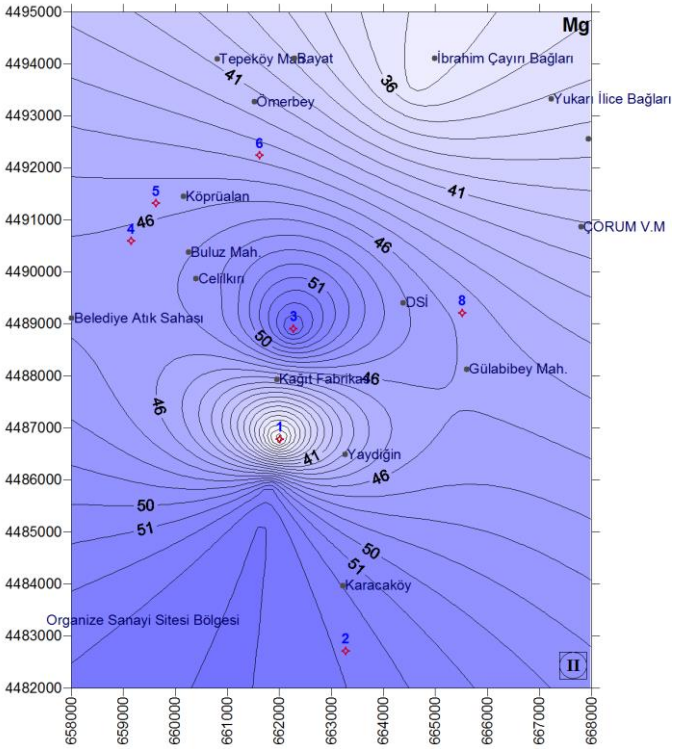
1.dönemde en yüksek değerler sırasıyla 2, 3, 3A,4A ve 7A nolu örneklerde görülmektedir. 2.dönemde en yüksek değerler sırasıyla 2 ve 3 nolu örneklere aittir. Her iki dönemde de kuyu örneklerine ait değerlerin akarsu örneklerinin değerlerinden yüksek oldukları görülmektedir. İzleme örneklerine ait değerlerin değerlendirilen tüm örneklerin değerlerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk sızıntı suyuna ait 4A ve 7A nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir.2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 5A nolu lokasyonda izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2, 3 ve 11 nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, kuzeyduğuya doğru yoğunluk azalmaktadır (Şekil 4.76, 4.77, 4.78, 4.79, 4.80, 4.81).



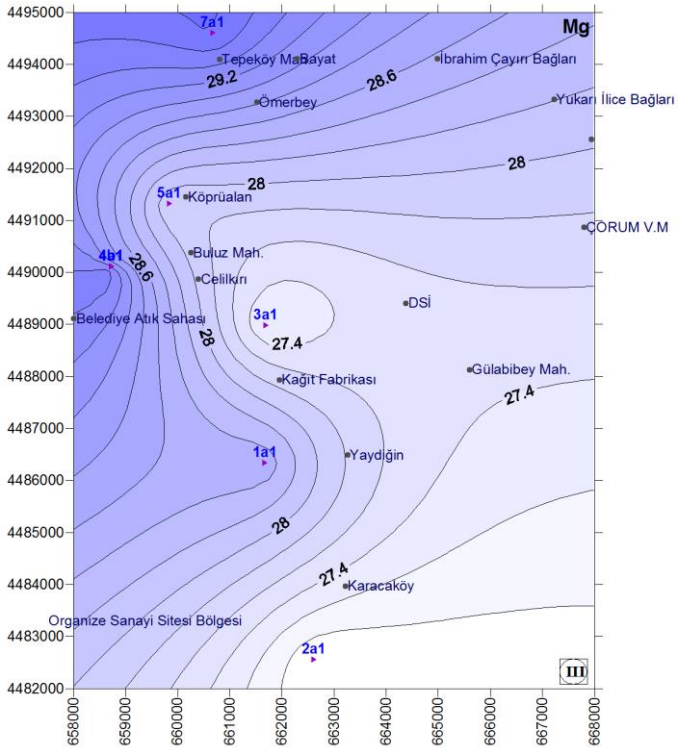
Şekil 4.75 Ca kesiti.



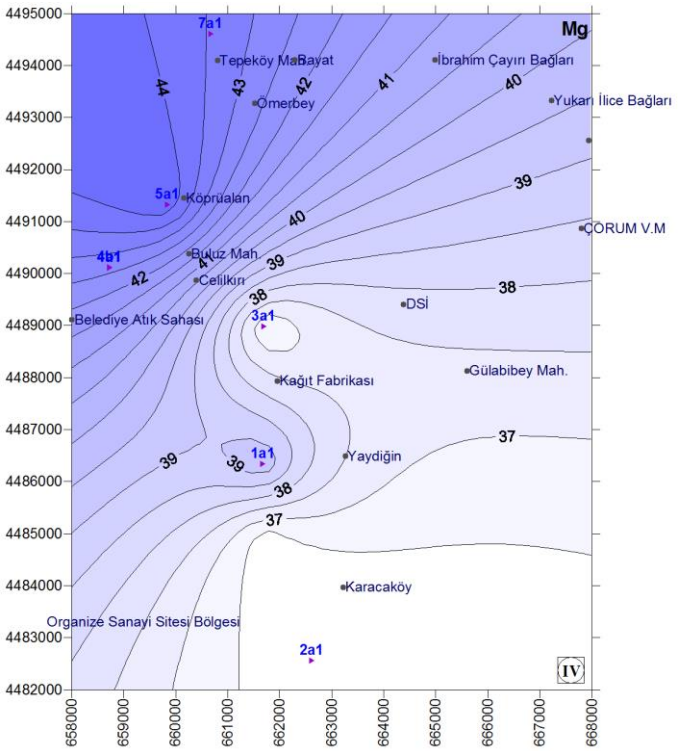
Şekil 4.76. Kuyu 1. dönem Mg dağılım haritası.



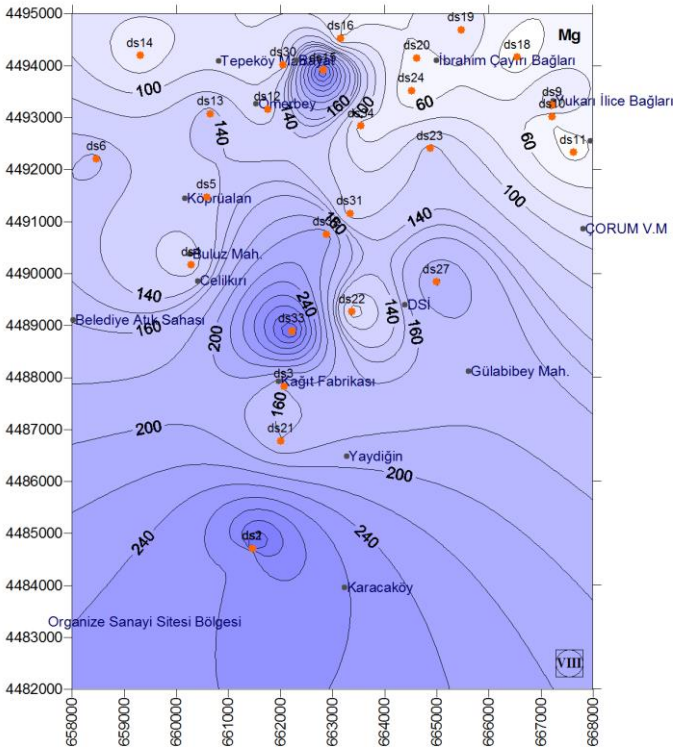
Şekil 4.77. Kuyu 2. dönem Mg dağılım haritası.



Şekil 4.78. Akarsu 1. dönem Mg dağılım haritası.



Şekil 4.79. Akarsu 2. dönem Mg dağılım haritası.

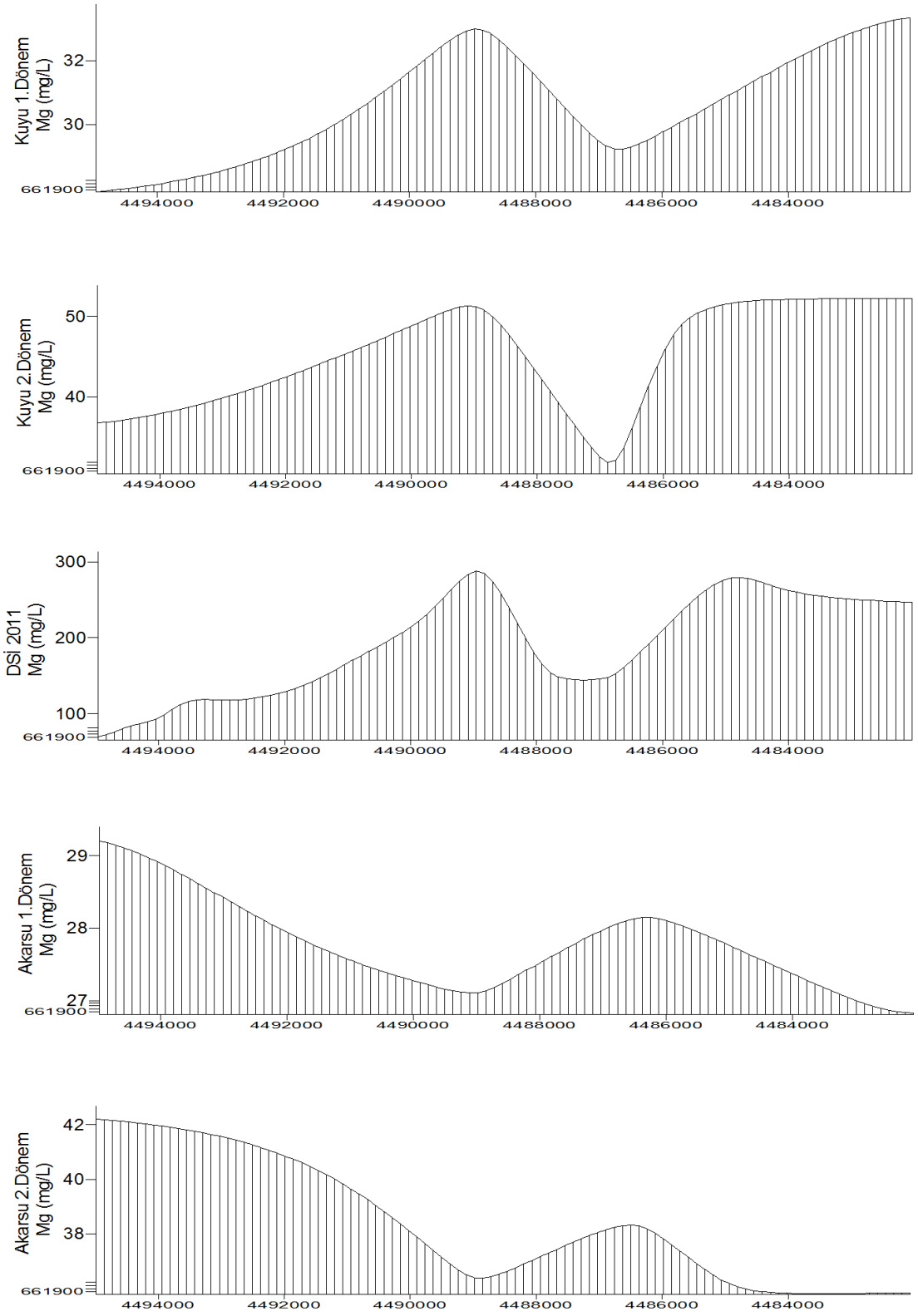


Şekil 4.80 İzleme örnekleri Mg dağılım haritası.

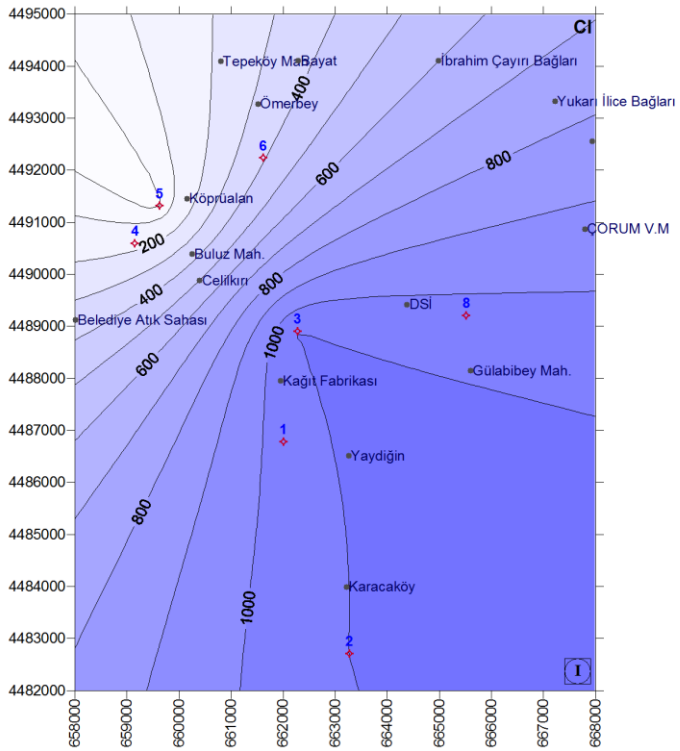
İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds2, ds15 ve ds33 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, tez örnekleri dağılım haritası ile değerler olarak olmasa da (tez örneklerinin değerlerine göre oldukça yüksek) yoğunluk bölgeleri bakımından yaklaşık benzerlik göstermektedir.

Klorür (Cl)

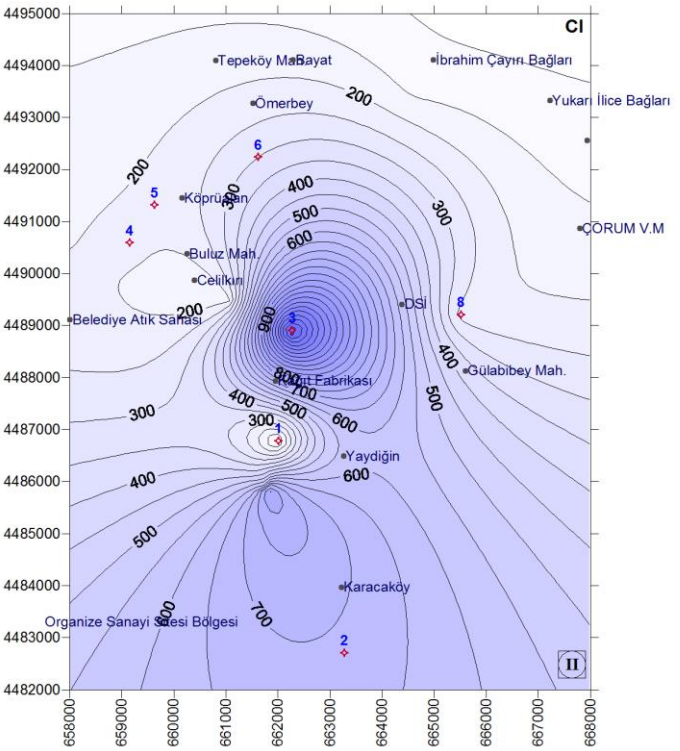
1.dönemde alınan kuyu örneklerinin değerleri 2.dönemde alınan değerlere göre artış göstermiştir. En yüksek değerler sırasıyla 3, 2, 10, 11 nolu örneklerde gözlenmiştir. Tez örneklerinin değerlerinin, izleme örneklerinin bazılarının değerleriyle yakın seviyede bazılarının değerlerinden de yüksek seviyede oldukları görülmüştür. 3 nolu örnek lokasyonunda tez örneği ve izleme örneklerinin değerlerinin hemen hemen birbirine yakın ve diğer örneklere göre oldukça yüksek seviyede oldukları belirlenmiştir. Bu lokasyondaki yüksek değer dikkat çekicidir.



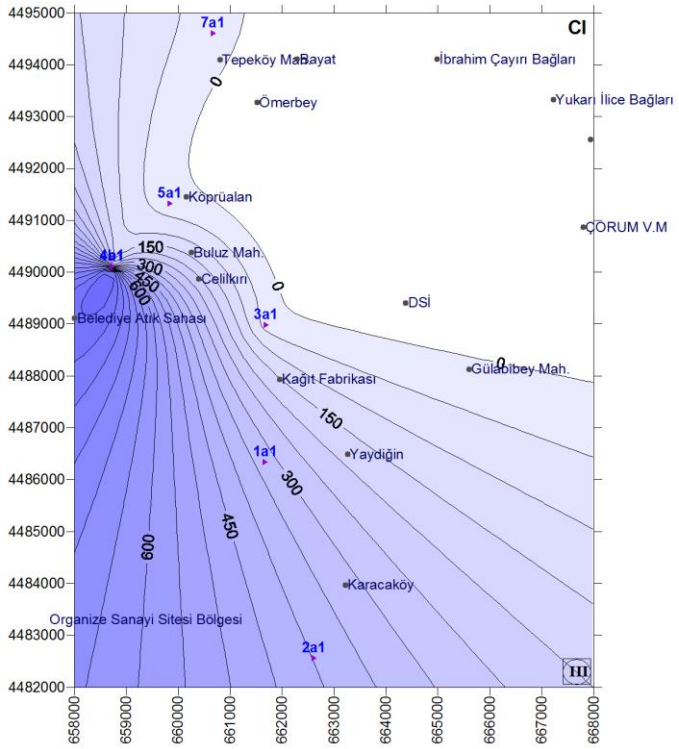
Şekil 4.81 Mg kesiti.



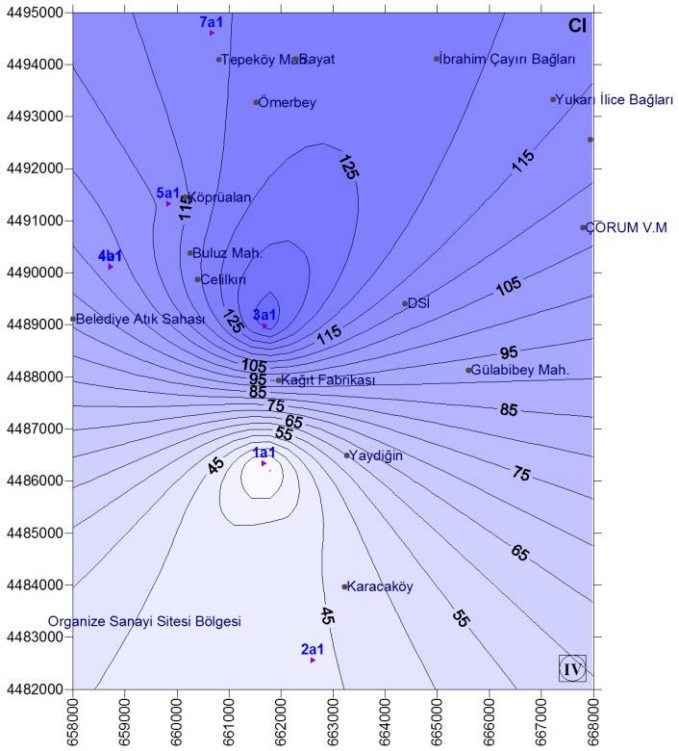
Şekil 4.82. Kuyu 1. dönem Cl dağılım haritası.



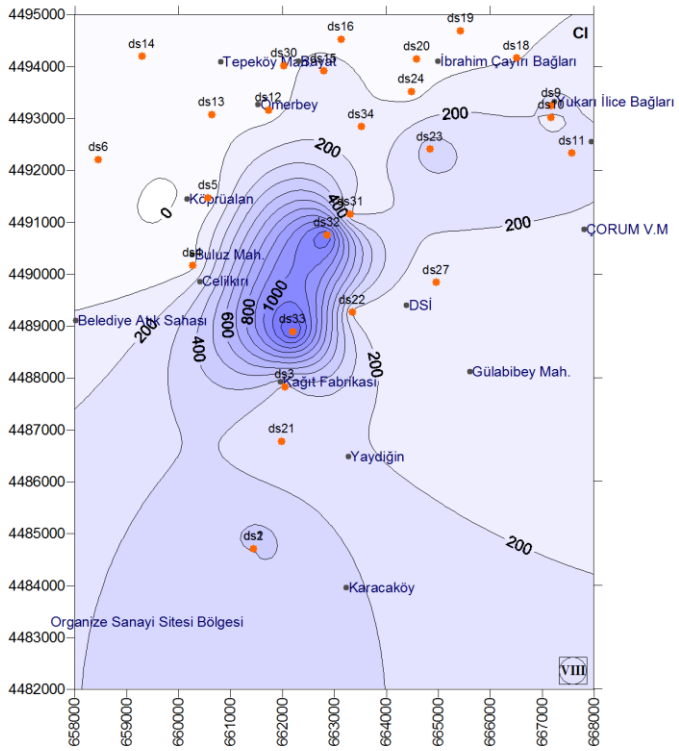
Şekil 4.83. Kuyu 2. dönem Cl dağılım haritası.



Şekil 4.84. Akarsu 1. dönem Cl dağılım haritası.

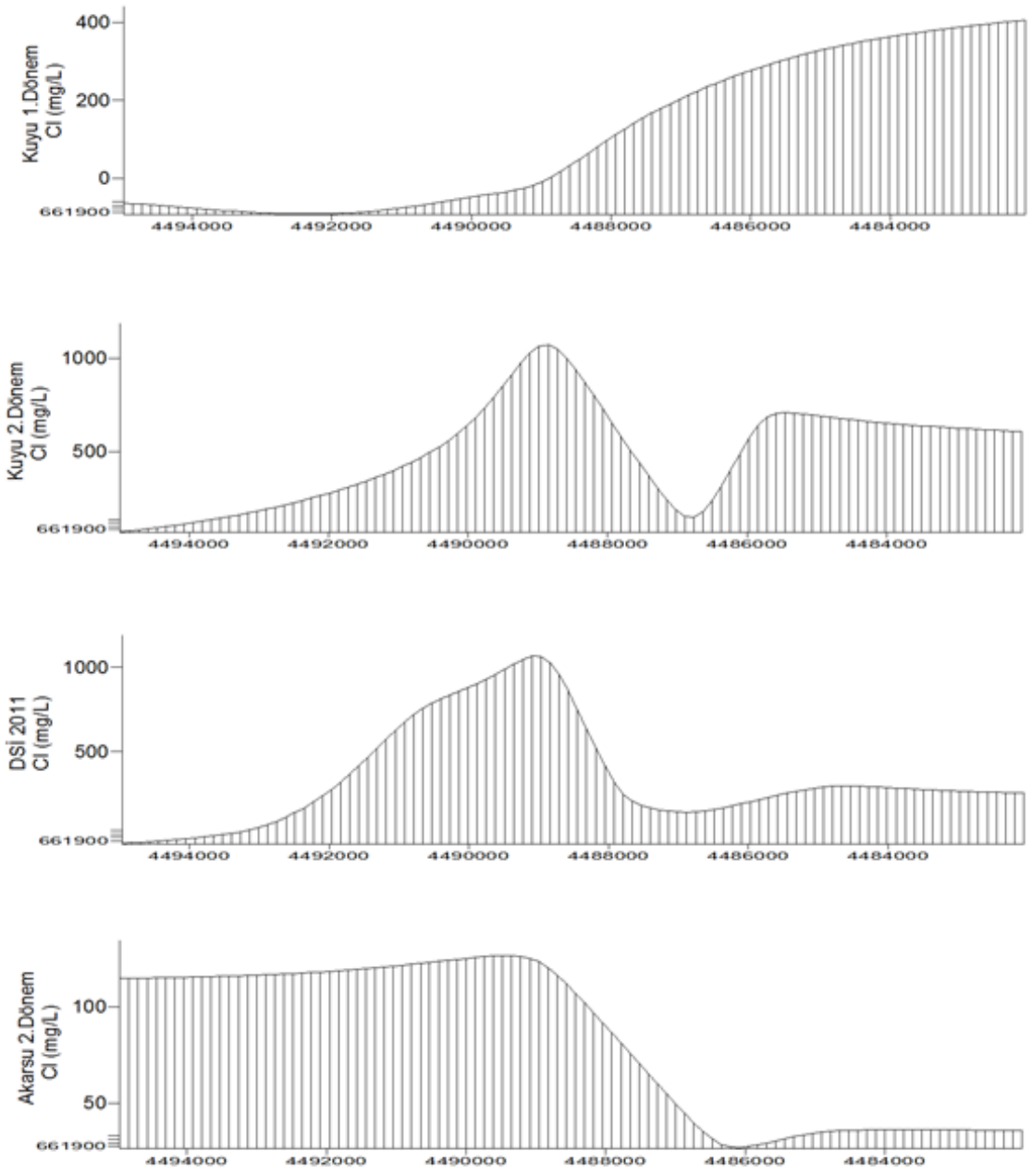


Şekil 4.85. Akarsu 2. dönem Cl dağılım haritası.



Şekil 4.86. İzleme örnekleri Cl dağılım haritası.

Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A sızıntı suyu lokasyonunda izlenmektedir. Akış yönü boyunca yoğunluk azalarak devam etmektedir. Kuzeyde ve doğuda ise oldukça zayıf bir yoğunluktadır veya yoktur. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 3 ve 2 nolu lokasyonlarda izlenmekte olup batıya doğru azalma göstermektedir. Dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk örnekler arasında 3A ve 5A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup güneye doğru akış yönü boyunca azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise 3 nolu ve 10, 11 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, batıda ve kuzeyde bu bölgelere göre daha az yoğunluktadır. 3 ve 10 nolu lokasyonlar arasında bulunan 1 nolu lokasyonun olduğu alan da oldukça az yoğunlukta veya değer yoktur. İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds33 nolu örnek lokasyonunda olup, bu harita da yoğunluk bölgeleri bakımından tez örneklerinin dağılım haritalarıyla uyumluluk ve benzerlik göstermektedir (Şekil 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87).



Şekil 4.87 Cl kesiti.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 5 (1, 4, 5, 6, 8) örnek I.kalite, 2 örnek (2, 3) II.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 3 örnek (1, 6, 9) II.kalite, 6 örnek de (2, 3, 4, 8, 10, 11) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 6 örnek (1A, 2A, 3A, 4B, 5A, 7A) II.kalite, 1 örnek (4A) IV.kalite sınıfında olup, 2.dönemde ise örneklerin tümü II.kalite sular sınıfındadır.

2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzası'nın (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 1 örnek (ds 14) I. kalite, 17 örnek (ds 4, 5, 6, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 27, 30, 31, 34) II. kalite ve 9 örnek (ds 1, 2, 3, 9, 11, 21, 23, 32, 33) ise III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

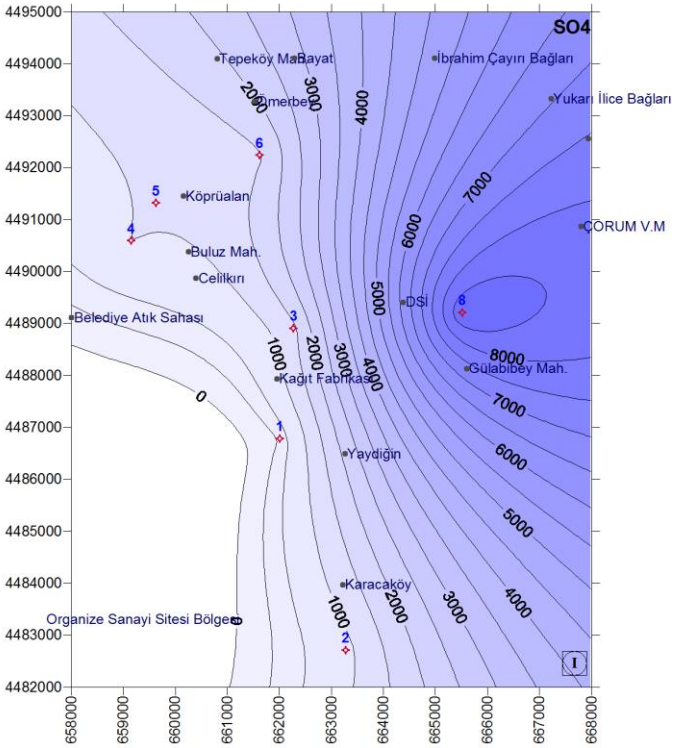
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; 1.dönemde tüm kuyu örnekleri ve 1 akarsu örneği (5A nolu) ile 2.dönemde tüm örnekler ve 1 akarsu örneği (1A nolu) sınır değerinin üzerindedirler. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, 2 örnek (ds14, 16) sınır değerin üzerindedir.

TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; 1.dönemde 3 kuyu örneği (2 ve 3 nolu) ve 1 akarsu örneği (4A nolu) ile 2.dönemde 5 kuyu örneği (2, 3, 8, 10 ve 11 nolu) sınır değerin üzerindedirler. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, 4 örnek (ds3, 23, 32, 33) sınır değerin üzerindedir.

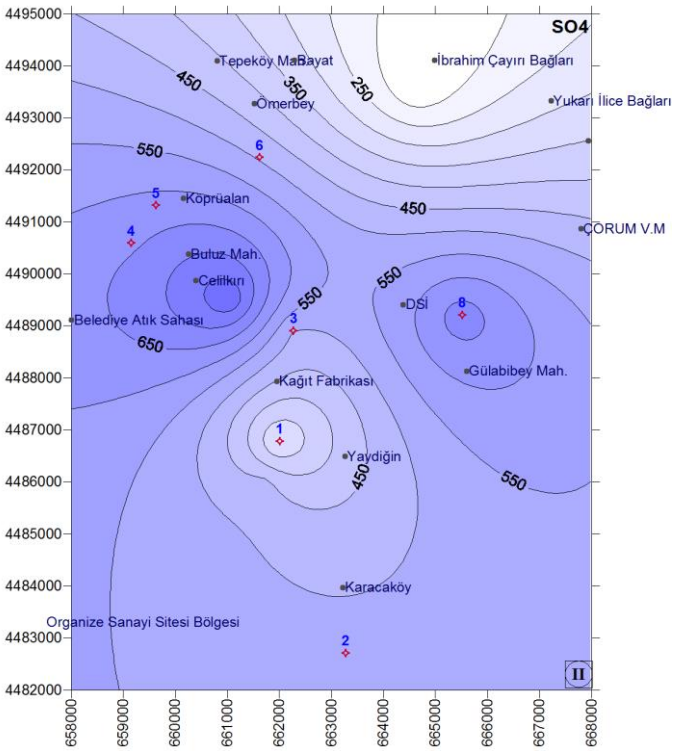
Sülfat (SO_4)

Tez örneklemesi 1.döneminde diğer örneklere nispeten en yüksek değerler kuyu örneklerinde sırasıyla 3, 4, 6 ve 2 nolu örnekler ile akarsu örneklerinde de 4A, 4B nolu sızıntı suyu örnekleri ve 7A, 2A, 3A, 1A nolu örneklerde belirlenmiştir. 2.dönemde de kuyu ve akarsu örneklerindeki yüksek değer sıralamaları 1.dönemdekine benzer şekildedir. 2.dönemde değerlerdeki değişimler bazı örneklerde artış, bazı örneklerde de azalış şeklinde belirlenmiştir. Tez örneklemesi yapılan 1, 2, 3, 6, 9, 11 nolu örneklerin lokasyonlarına yakın yerlerdeki izleme örneklerinde tez örneklerine göre yüksek değerler belirlenmiştir.

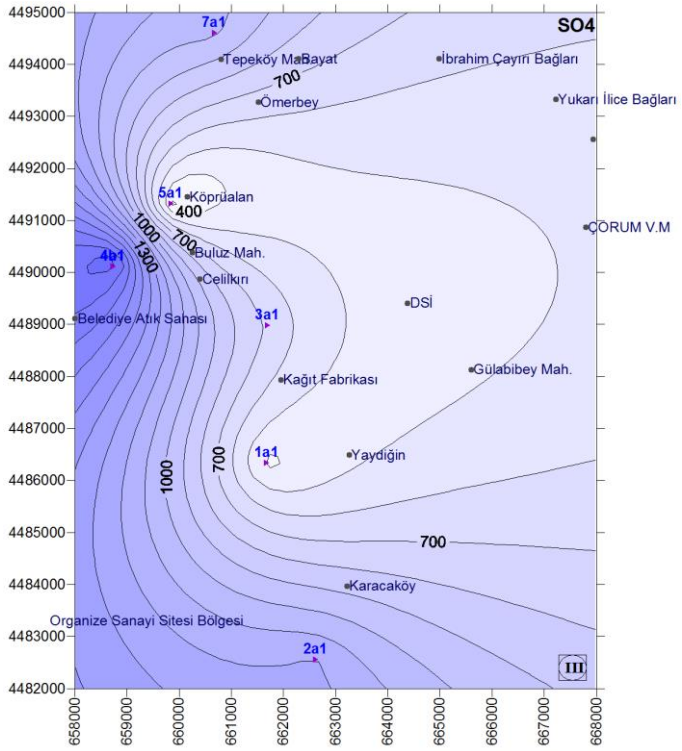
Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla değer yoğunluğu 4A ve 4B nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Akış yönünde doğuya ve güneye doğru azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 3 ve 6 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, 1 ve 5 nolu lokasyonlarda en az yoğunluk görülmektedir. 1 nolu lokasyondan itibaren 2 nolu lokasyona doğru yoğunluk tekrar artış göstermektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla değer yoğunluğu 5A nolu örnek lokasyonundadır. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir.



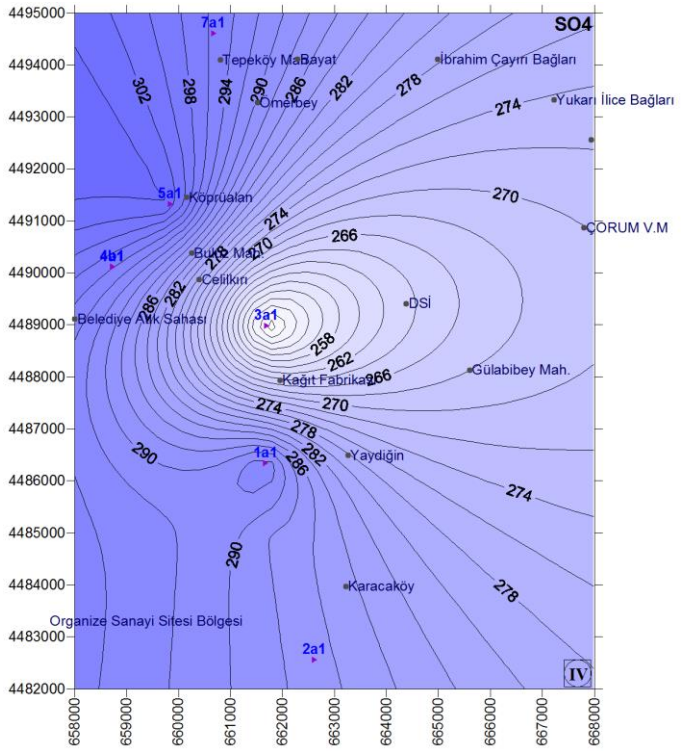
Şekil 4.88. Kuyu 1. dönem SO_4 dağılım haritası.



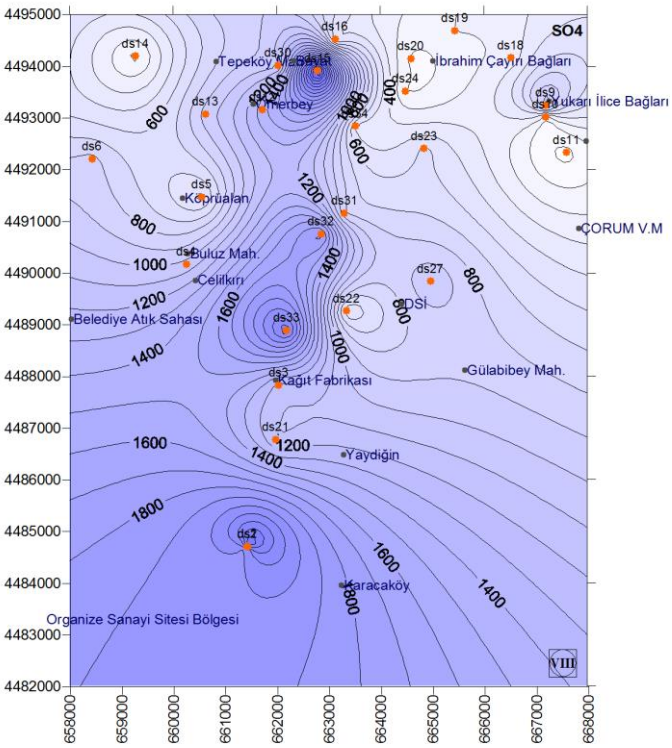
Şekil 4.89. Kuyu 2. dönem SO_4 dağılım haritası.



Şekil 4.90. Akarsu 1. dönem SO_4 dağılım haritası.



Şekil 4.91. Akarsu 2. dönem SO_4 dağılım haritası.

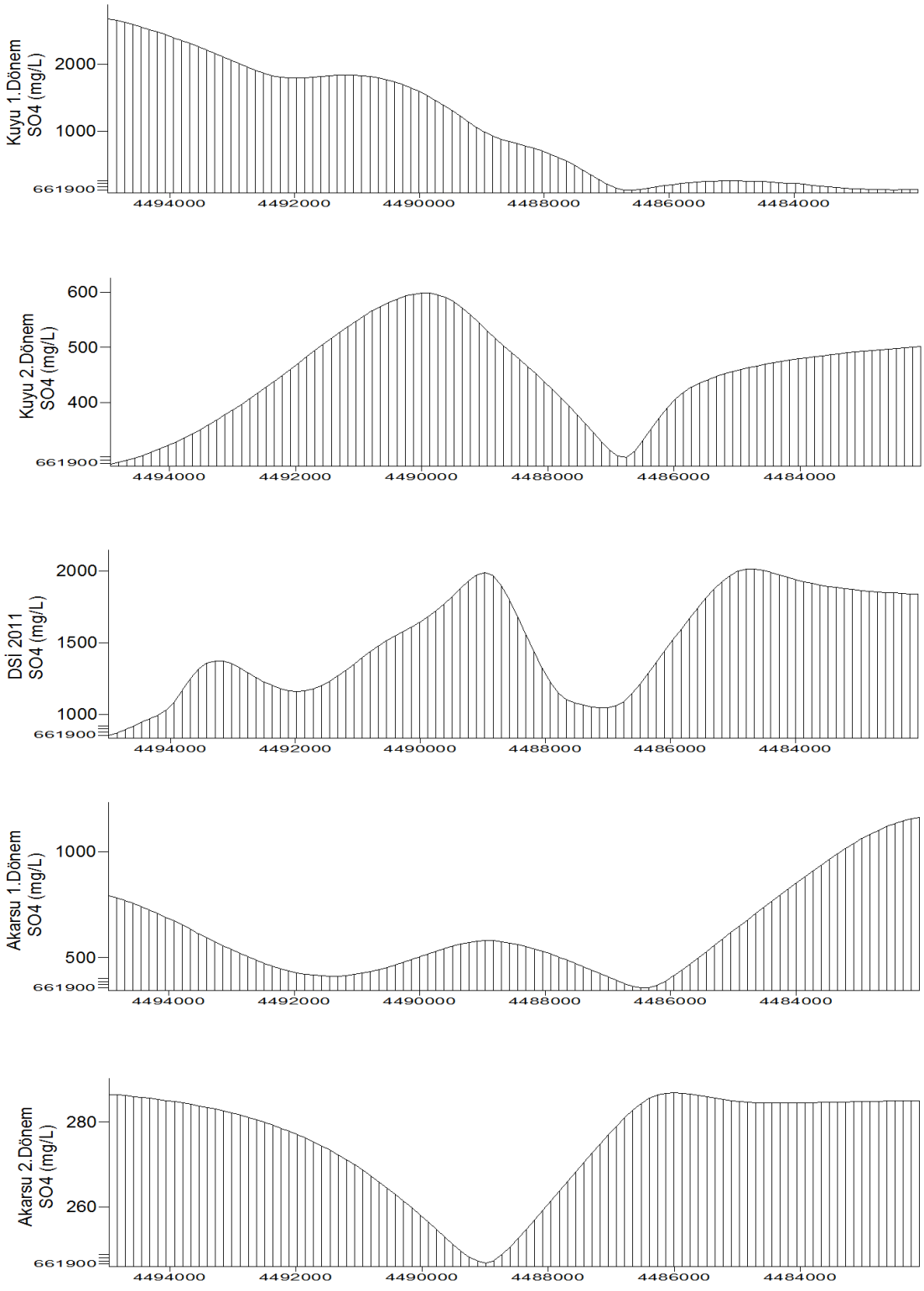


Şekil 4.92. İzleme örnekleri SO_4 dağılım haritası.

İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluklar ds15, ds33 ve ds2 lokasyonlarında izlenmekte olup, yoğunlaşma bölgeleri olarak tez örneklerinin dağılım haritası ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.88, 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 1 örnek (5) I. ve II.kalite, 6 örnek (1, 2, 3, 4, 6, 8) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 1 örnek (9) I. ve II.kalite, 8 örnek de (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11) III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 2 örnek (1A, 5A) III.kalite, 5 örnek de (2A, 3A, 4A, 4B, 7A) IV.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler III.kalite sular sınıfındadır 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 5 örnek (ds 10, 11, 14, 20, 24) I. ve II. kalite, 22 örnek de (ds 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32, 33, 34) III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; en az yağışlı ve 1.dönemlerde çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin üzerindedir. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, tüm örnekler sınır değerin üzerindedirler.



Şekil 4.93 SO_4 kesiti.

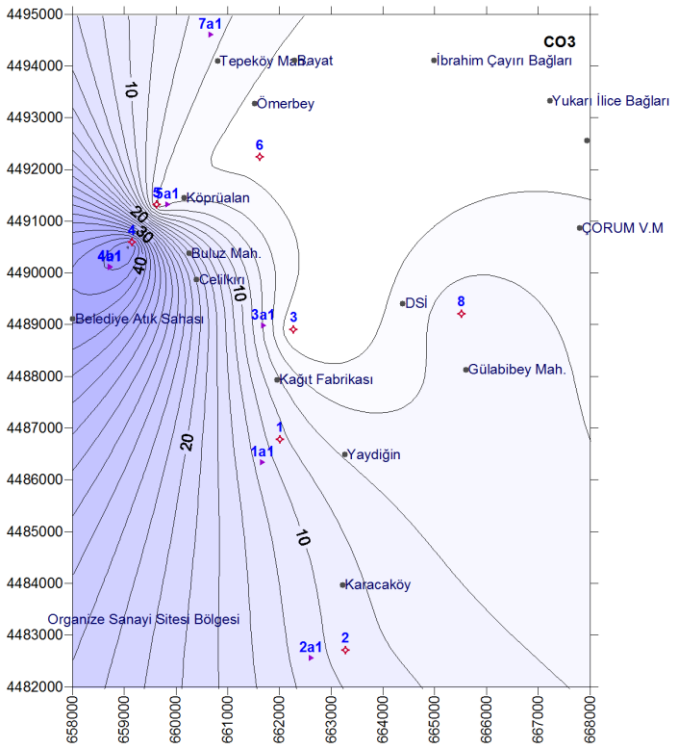
TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için;1.dönemde 6 kuyu örneği (1, 2, 3, 4, 6, 8) ve 7 akarsu örneği (1A, 2A, 3A, 4A, 4B, 5A, 7A) ile 2.dönemde 8 kuyu örneği (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11) ve 3 akarsu (1A, 2A, 5A) sınır değerin üzerindedir. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde, 20 örnek (ds3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 30, 31, 32, 33, 34) sınır değerin üzerindedir.

Karbonat (CO_3)

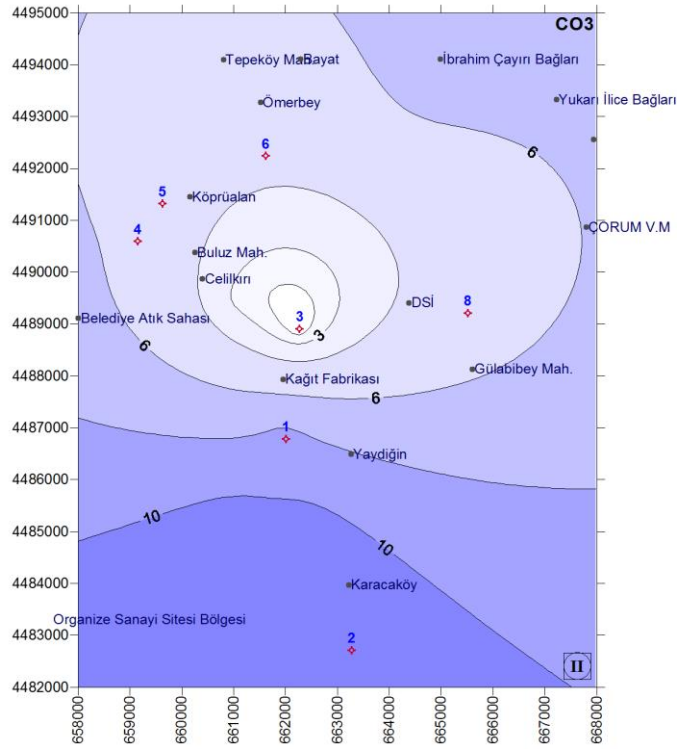
1.dönemde 4 nolu kuyu örneği diğer örneklere göre oldukça yüksek değere sahiptir. 1. ve 2. Dönemde tez örneklerinin bariz olarak bir değişim göstermedikleri görülmektedir. Akarsu örneklerine ait değerlerin genellikle kuyu örneklerine ait değerlerden fazla oldukları görülmektedir. Akarsu ve kuyu örneklerinden yakın değerde olanların benzer kökenden beslendikleri söylenebilir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A ve 4B sızıntı suları lokasyonlarında izlenmekte olup, güneye ve güneydoğuya doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise 4 nolu kuyu lokasyonunda izlenmekte olup, doğuya doğru azalma görülmektedir.2.dönemde akarsu örneklerinde dağılım haritasında en fazla yoğunluk 5A ve 1A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, güneye ve güneydoğuya doğru azalma görülmektedir. Kuyu örneklerinin dağılım haritasında ise nispeten en fazla yoğunluk 2 ve 10, 11 nolu örneklerin lokasyonlarında izlenmektedir. İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds9 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, değer olarak yüksek değildir. Tez örneklerinin dağılım haritası ile hem değer hem de yoğunluk bölgesi olarak uyumsuz görünmektedir (Şekil 4.94, 4.95, 4.96, 4.97, 4.98, 4.99).

Bikarbonat (HCO_3)

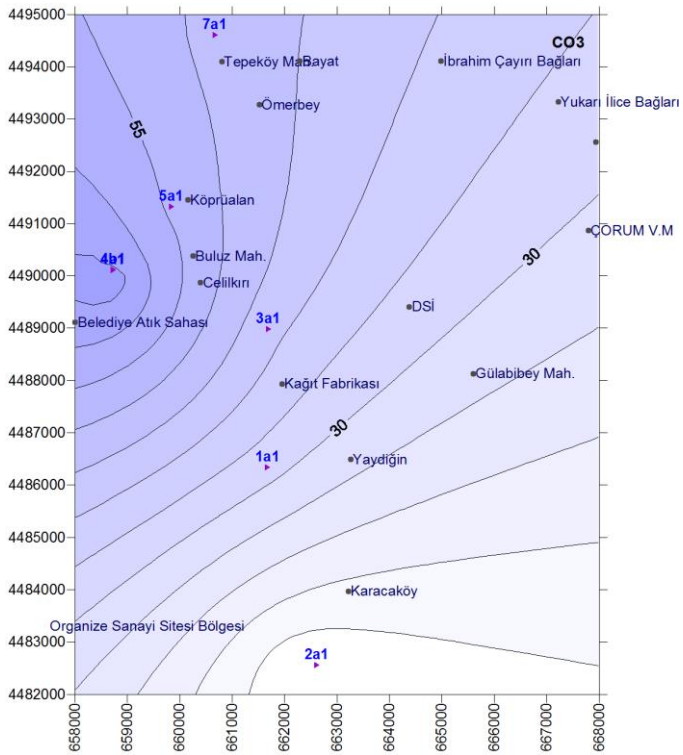
En yüksek değer 1.dönemde en fazla değer 4A nolu sızıntı suyu ile 3A nolu akarsu örneğinde görülmekte olup 2.dönemde ise sırasıyla 10, 11 nolu kuyu örnekleri ile 1A nolu akarsu örneğinde görülmektedir. 2.dönemde kuyu ve akarsu örneklerine ait değerlerin artış gösterdikleri belirlenmiştir.



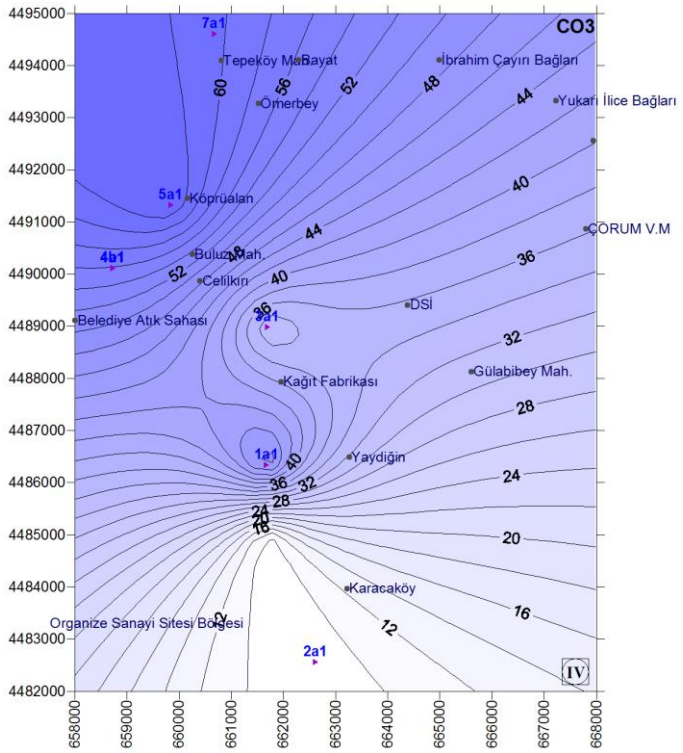
Şekil 4.94. Kuyu 1.dönem CO_3 dağılım haritası.



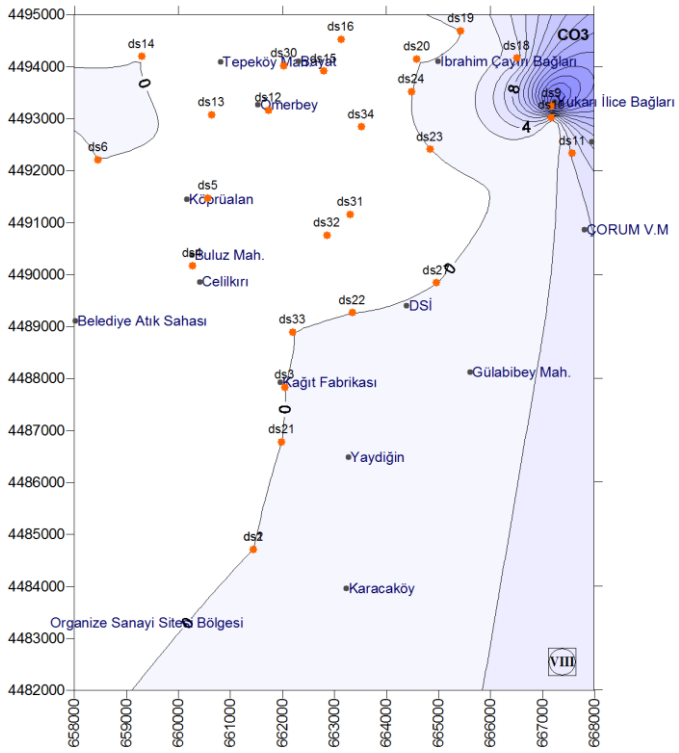
Şekil 4.95. Kuyu 2.dönem CO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.96. Akarsu1.dönem CO_3 dağılım haritası.

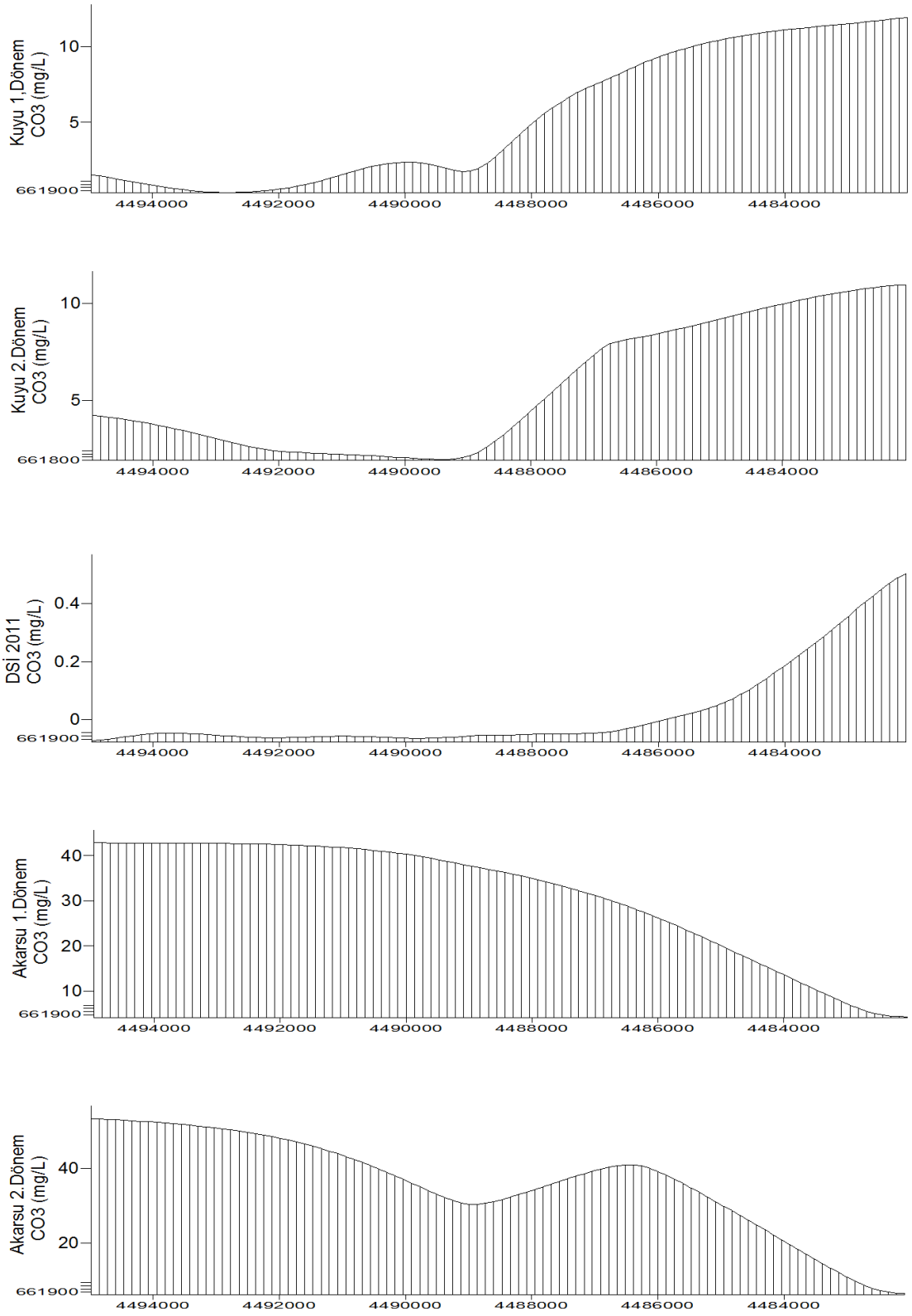


Şekil 4.97. Akarsu 2.dönem CO_3 dağılım haritası.

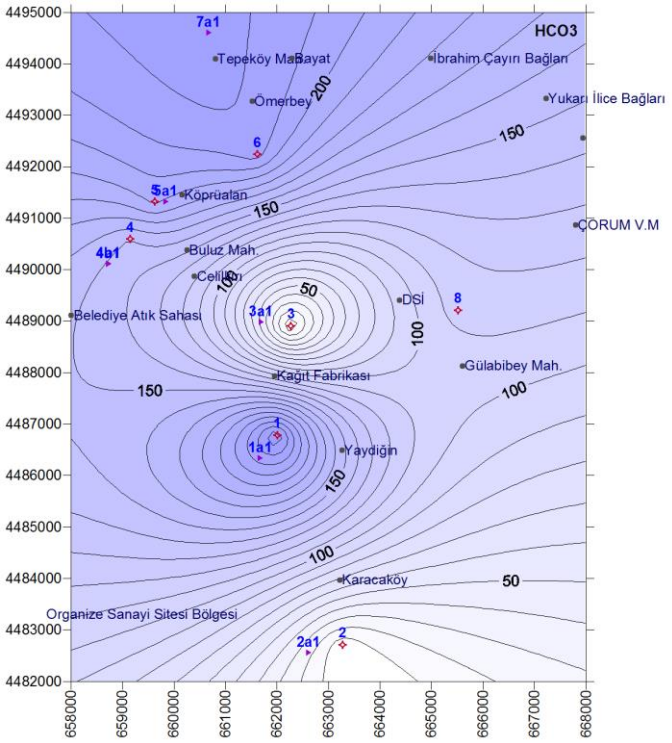


Şekil 4.98. İzleme örnekleri CO_3 dağılım haritası.

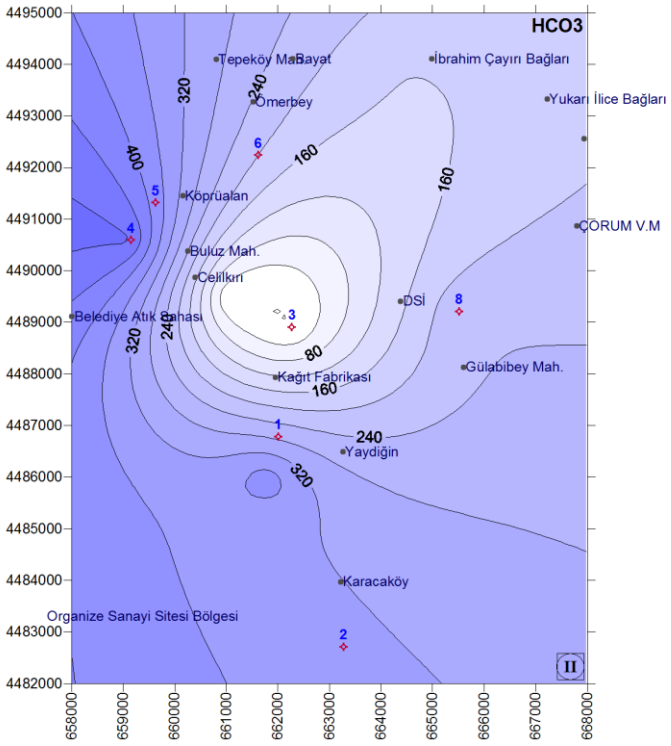
Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, güneye ve güneydoğuya doğru azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk, 1 ve 6 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, güneydoğuya doğru azalma göstermektedir. 2.dönemde ise akarsu örneklerinde nispeten en fazla yoğunluk 1A ve 2A nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, kuzeyde nispeten daha zayıf yoğunluktadır. Kuyu örneklerinde ise, 4 ve 10, 11 nolu örnek lokasyonlarında izlenmekte olup, doğuya doğru nispeten azalma göstermektedir. İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds27 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, kuzeyde, doğuda ve güneyde nispeten daha düşük değerdeki yoğunluk bölgeleri görülmektedir. Bu dağılım haritası da hem değer hem de yoğunluk bölgeleri bakımından tez örneklerinin dağılım haritaları ile uyumlu değildir (Şekil 4.100, 4.101, 4.102, 4.103, 4.104, 4.105).



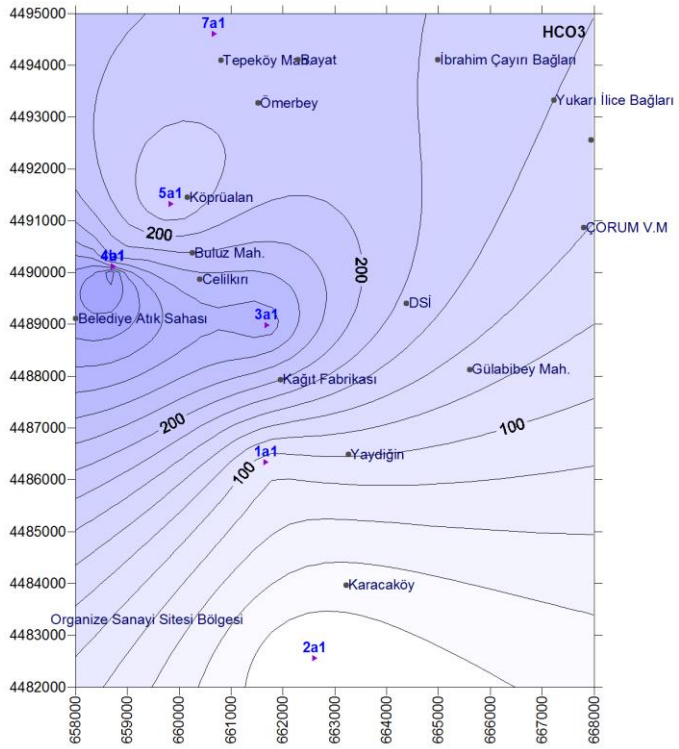
Şekil 4.99 CO_3 kesiti.



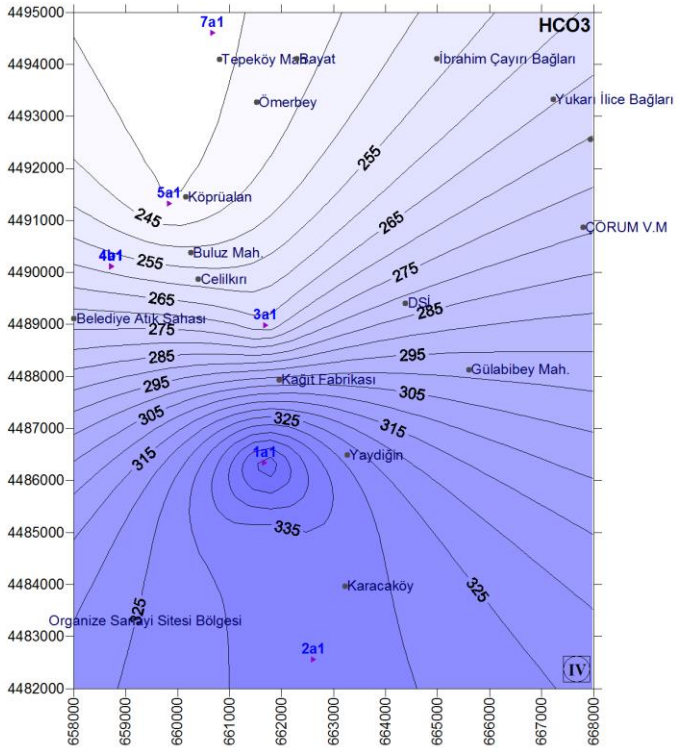
Şekil 4.100. Kuyu 1. dönem HCO_3 dağılım haritası.



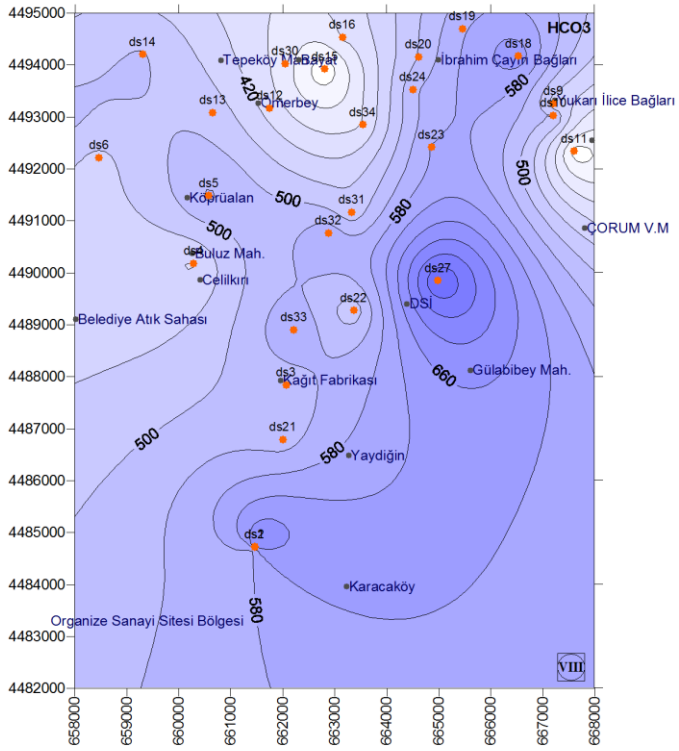
Şekil 4.101. Kuyu 2. dönem HCO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.102. Akarsu 1. dönem HCO_3 dağılım haritası.



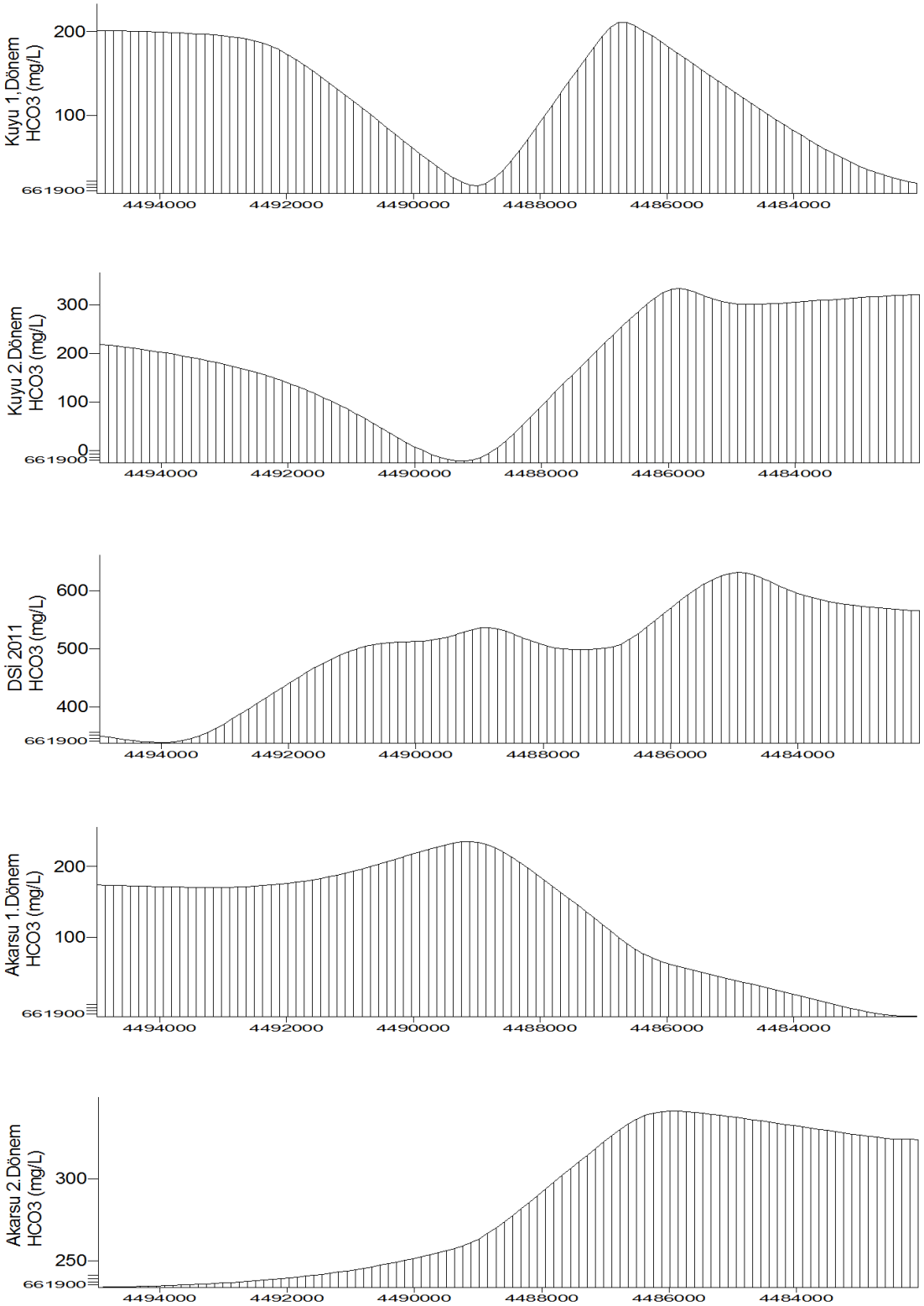
Şekil 4.103. Akarsu 2. dönem HCO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.104. İzleme örnekleri HCO_3 dağılım haritası.

Potasyum (K)

1.dönemde en yüksek değer 4A nolu sızıntı suyunda izlenmiştir. 2 nolu kuyu örneğinin değeri de nispeten diğer kuyu örneklerine göre yüksektir. 2.dönemde tüm kuyu ve akarsu örneklerinin değerleri çok küçük değerdedirler veya tayin limitinin altında değerdedirler. 2 nolu örneğin değeri tez örneklerinin haricinde aynı lokasyondaki diğer örnekler içerisinde en yüksek değere sahiptir. Genel olarak izleme örneklerinin değerlerinin tez örnekleri ve diğer örneklere göre yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup kuzeye doğru değerler ve yoğunluk oldukça azalmaktadır.2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 1A nolu lokasyonda izlenmekte olup, nispeten diğer yönlere doğru daha zayıf yoğunlukta görülmektedir. Kuyu örneklerinde ise, nispeten en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonundadır. 2.döneme ait dağılım haritaları değerler ve yoğunluk bölgeleri bakımından 1.dönemdeki dağılım haritalarıyla uyumlu değildirler (Şekil 4.106, 4.107, 4.108, 4.109, 4.110, 4.112) .



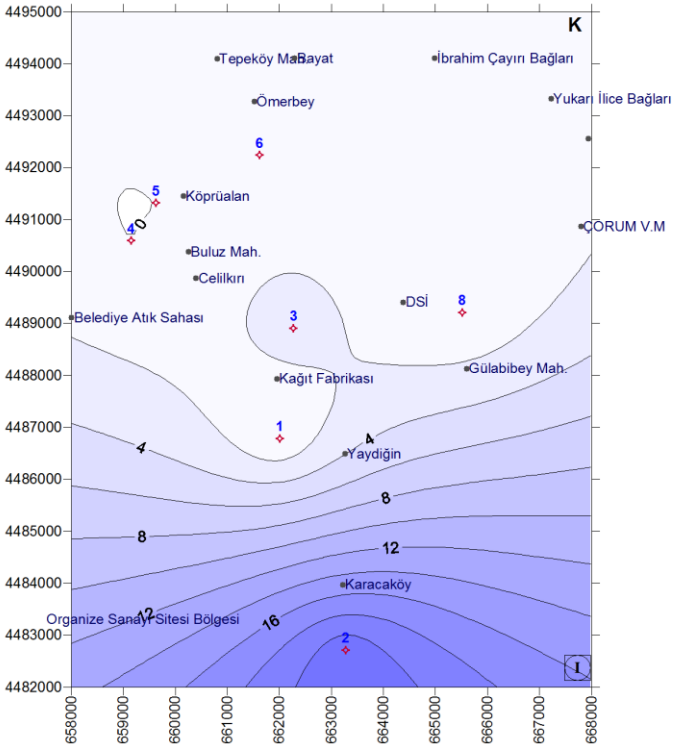
Şekil 4.105 HCO_3 kesiti.

İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds27 nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, batıda yoğunluk azalmakta veya değer yoktur. Tez örnekleri dağılım haritasıyla hem değerler hem de yoğunluk bölgeleri bakımından uyumlu değildir.

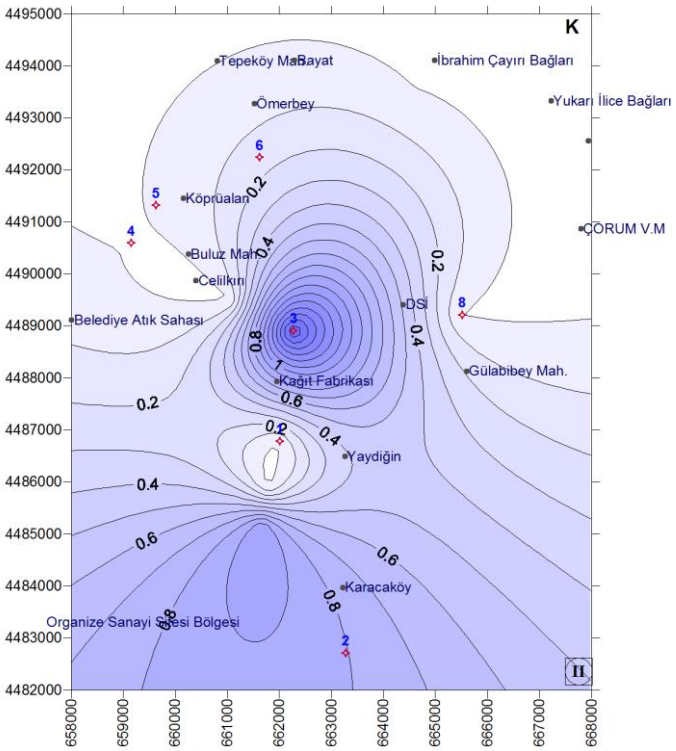
Bor (B)

1.dönemdeki kuyu ve akarsu örneklerine ait değerlerinin 2.dönemde genellikle artış gösterdikleri belirlenmiştir. Bunun nedeninin de muhtemelen taze su beslenmesinin azalmasına bağlı olarak konsantrasyonun göreceli olarak artış göstermesidir. Tez örnekleme lokasyonlarından veya hemen yakınlarından daha önce İzleme örneklerinin değerlerinin de genellikle tez örneklerinin değerlerine göre oldukça artış gösterdikleri grafikten görülebilmektedir. Dağılım haritasında 1.dönemde, akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk sızıntı suyuna ait 4A nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Doğuya, kuzeye ve güneye doğru yoğunlukta azalma görülmektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında görülmektedir. Arada kalan 1 nolu lokasyonda zayıf yoğunlukta görülmektedir. 2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 5A nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Nispeten 2A nolu örnek lokasyonunda da izlenmekte olup, 2A ve 5A lokasyonları arasındaki 1A ve 3A lokasyonlarında oldukça zayıf yoğunluktadır veya yoktur. Kuyu örneklerinde ise 1. Dönemde olduğu gibi en fazla yoğunluk 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. 1 nolu örnek lokasyonunda da benzer şekilde değer veya yoğunluk yoktur. İzleme örnekleri ise tez örneklerininkinden farklı olacak şekilde, yoğunluk bölgelerine ve yüksek konsantrasyon değerlerine sahiptir (Şekil 4.112, 4.113, 4.114, 4.115, 4.116, 4.117).

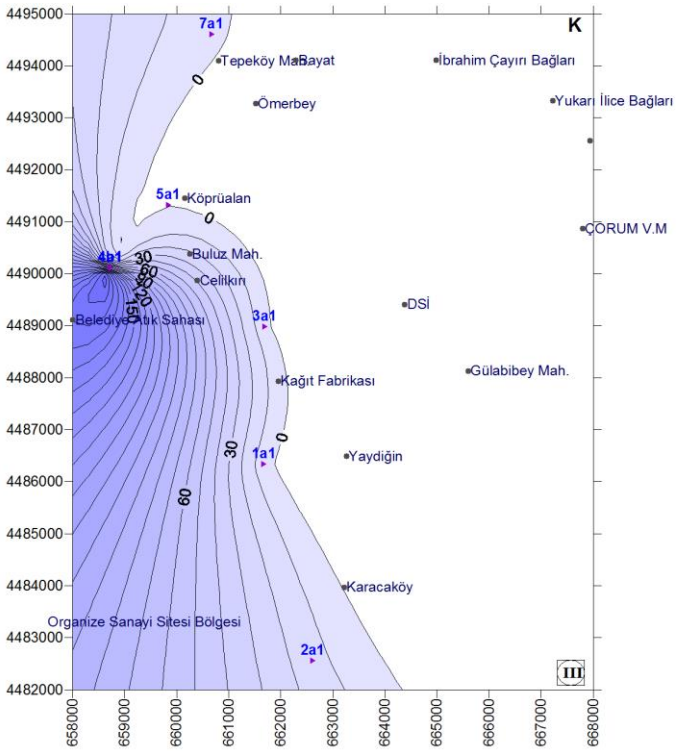
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 6 örnek (1, 3, 4, 5, 6, 8) I. ve II.kalite, 1 örnek III.kalite (2) yeraltısuyu sınıfında ve Bor bakımından hassas olan bitkiler için 5 örnek (1, 2, 3, 4, 8) hassaslık değerinin üzerinde olup, 2.dönemde ise 7 örnek (1, 4, 6, 8, 9, 10, 11) I. ve II.kalite, 2 örnek III.kalite yeraltısuyu sınıfında ve Bor bakımından hassas olan bitkiler için 7 örnek (2, 3, 4, 6, 8, 10, 11) hassaslık değerinin üzerindedir.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 6 örnek (1A, 2A, 3A, 4B, 5A, 7A) I., II. ve III.kalite, 1 örnek (4A) IV.kalite sular sınıfında ve Bor bakımından hassas olan bitkiler için 5 örnek (1A, 2A, 3A, 4B, 5A, 7A) hassaslık değerinin üzerinde olup, 2.dönemde ise tüm örnekler I. ve II.kalite sular sınıfında ve tüm örnekler de Bor bakımından hassas olan bitkiler için hassaslık değerinin



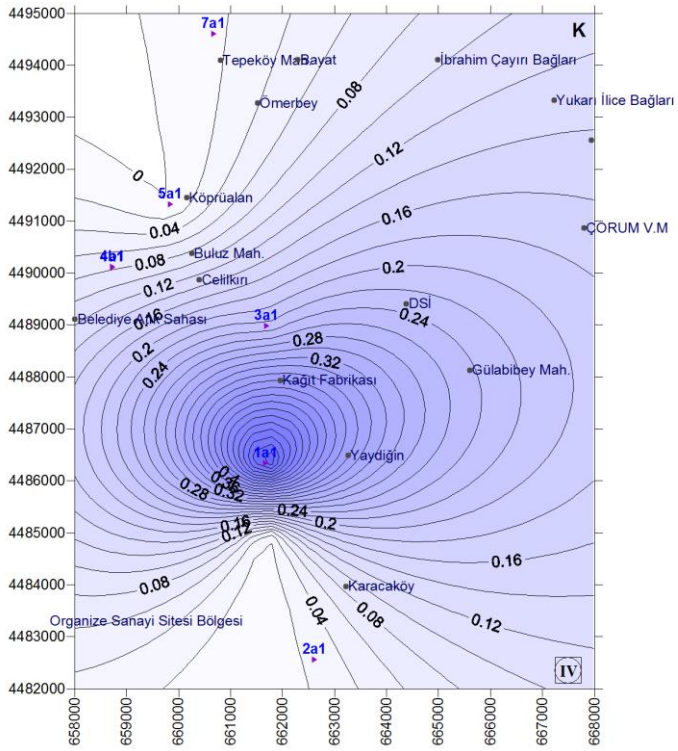
Şekil 4.106. Kuyu 1. dönem K dağılım haritası.



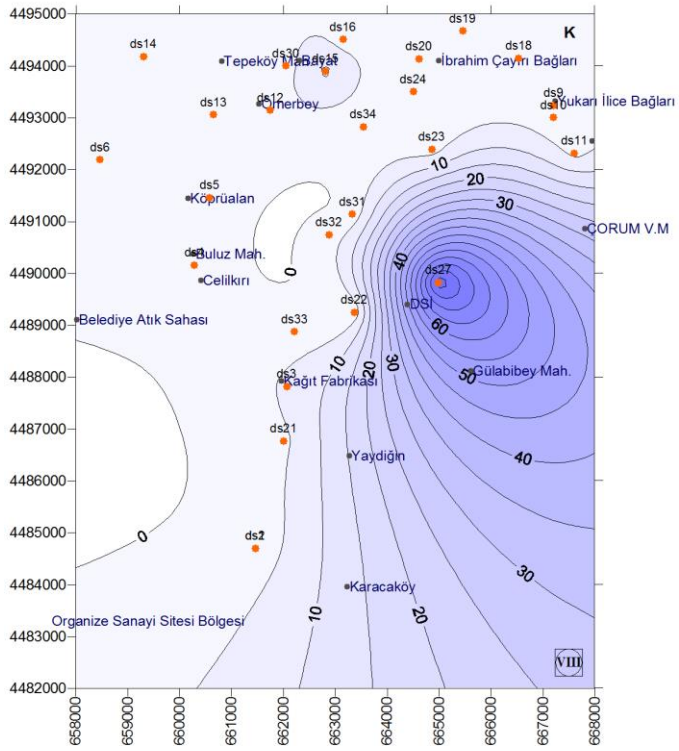
Şekil 4.107. Kuyu 2. dönem K dağılım haritası.



Şekil 4.108. Akarsu 1. dönem K dağılım haritası.



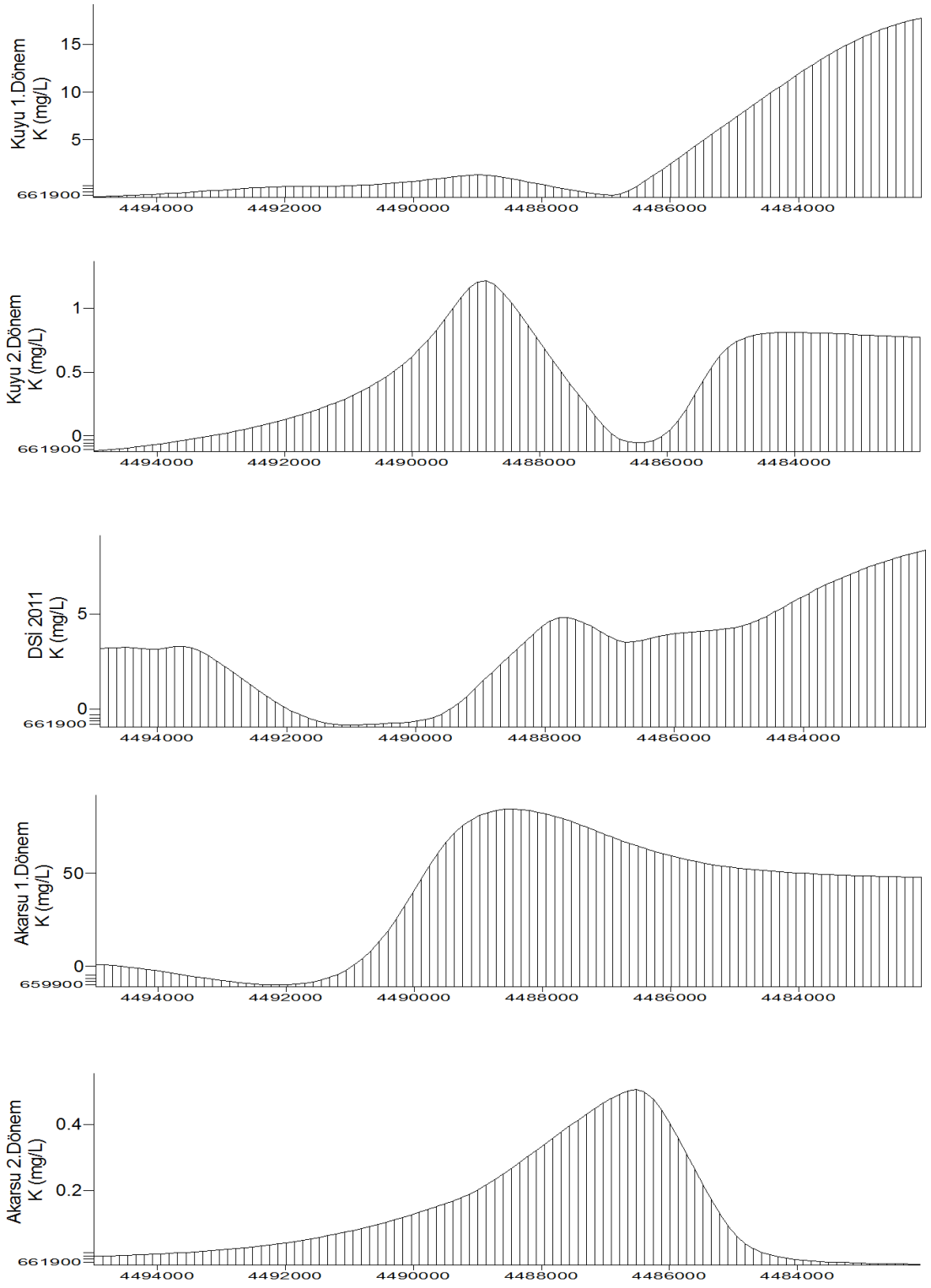
Şekil 4.109. Akarsu 2. dönem K dağılım haritası.



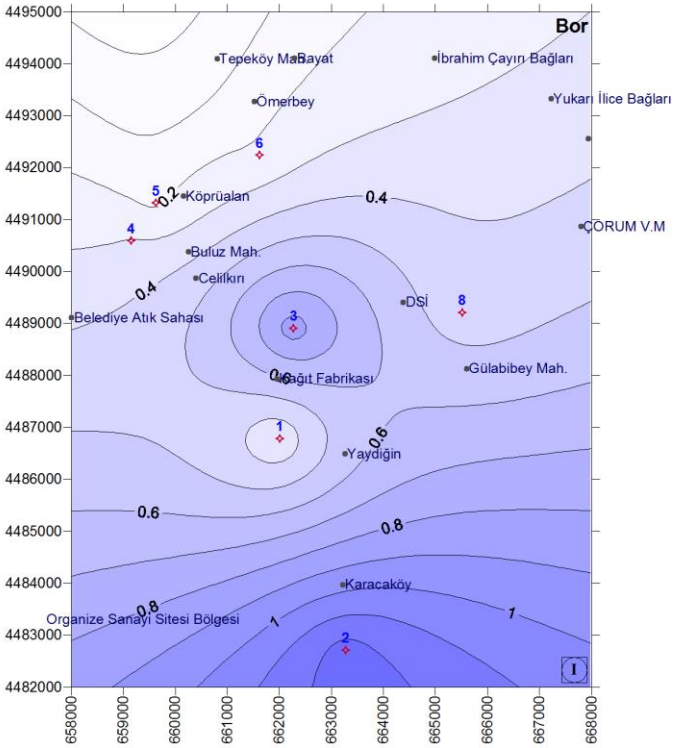
Şekil 4.110. İzleme örnekleri K dağılım haritası.

altındadır. 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde tüm örnekler Bor elementine hassas bitkiler için öngörülen hassaslık sınırının üzerindedir. Ayrıca 15 örnek (ds 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 20, 30, 31, 34) I. ve II. kalite, 12 örnek de (ds 1, 2, 13, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 32, 33) III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

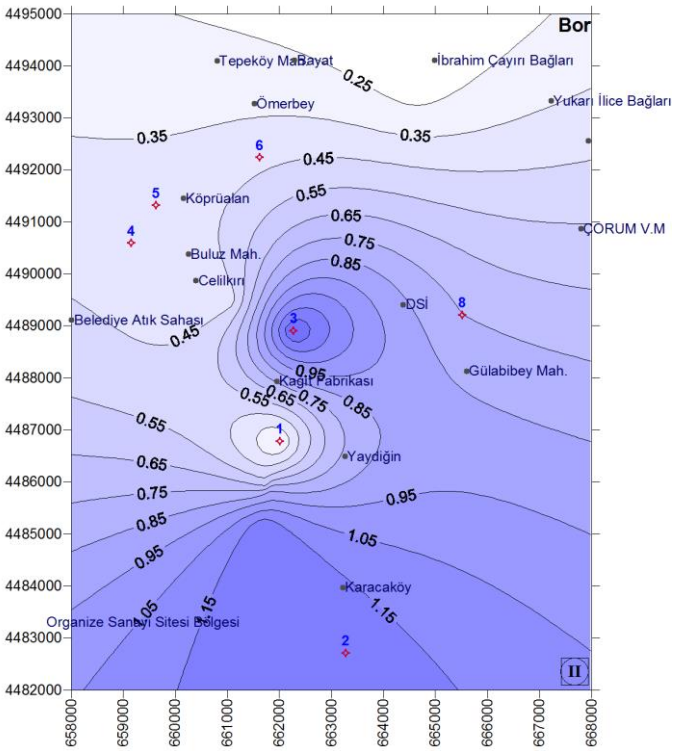
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; 1.dönemde çalışma kapsamında alınan örneklerden 6 kuyu örneği (1, 3, 4, 5, 6, 8) ve 1 akarsu örneği (4A) ile 2.dönemde alınan 2 kuyu örneği (2, 3) ve 1 akarsu örneği (4A) sınır değerin üzerindedir.



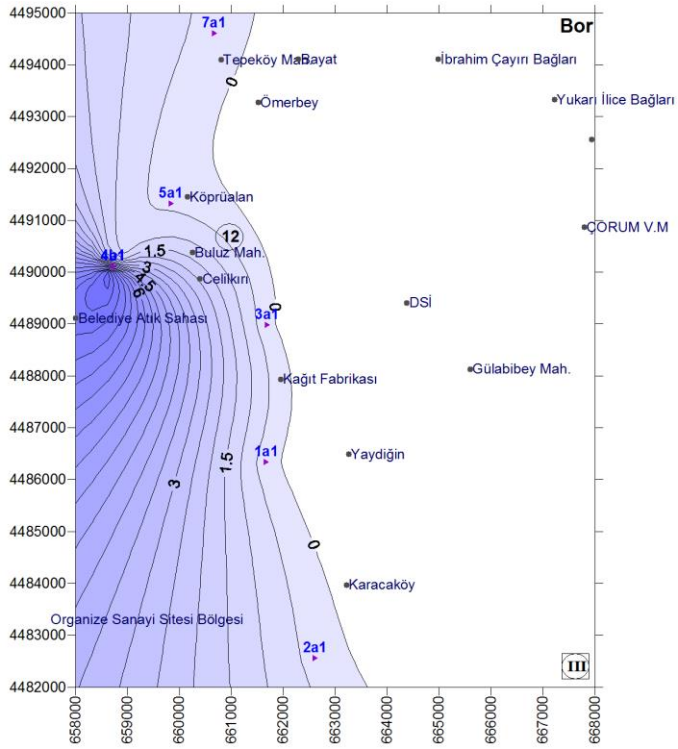
Şekil 4.111 K kesiti.



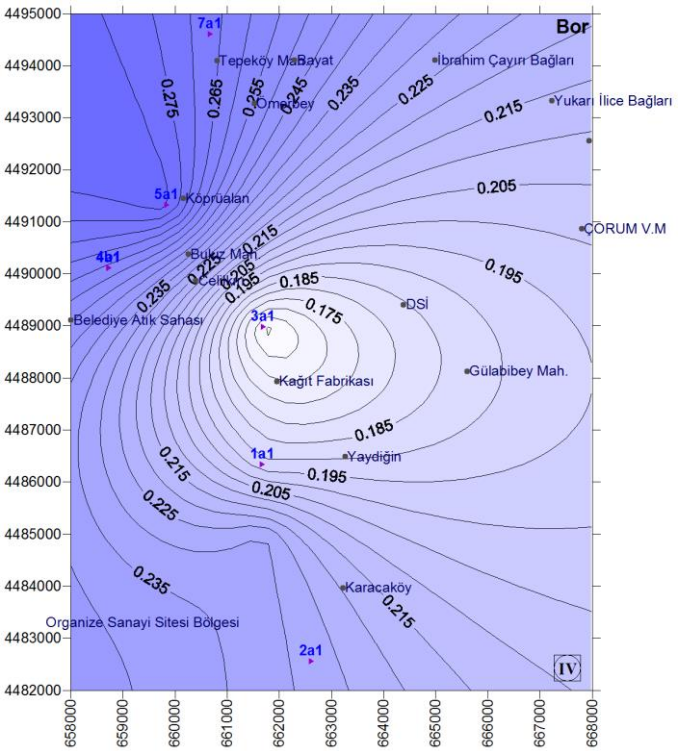
Şekil 4.112. Kuyu 1. dönem B dağılım haritası.



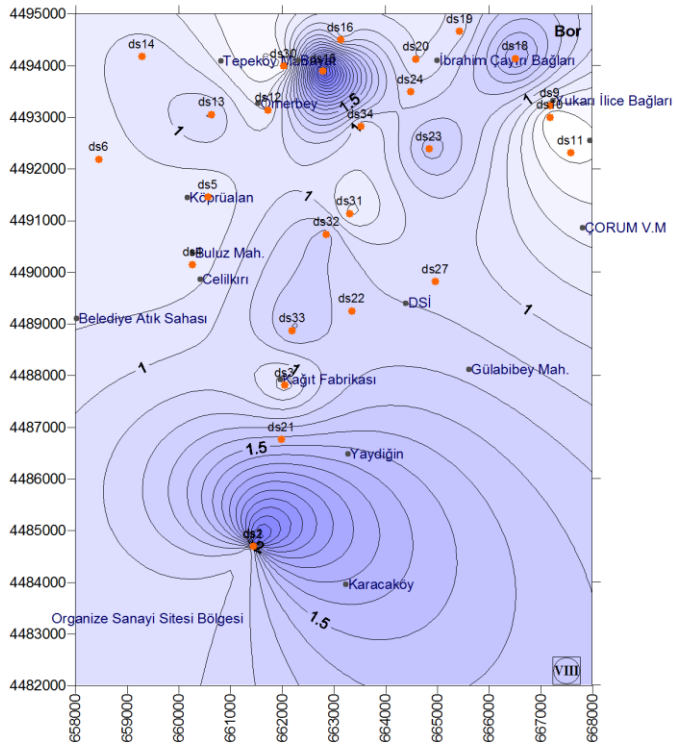
Şekil 4.113. Kuyu 2. dönem B dağılım haritası.



Şekil 4.114. Akarsu 1. dönem B dağılım haritası.



Şekil 4.115. Akarsu 2. dönem B dağılım haritası.

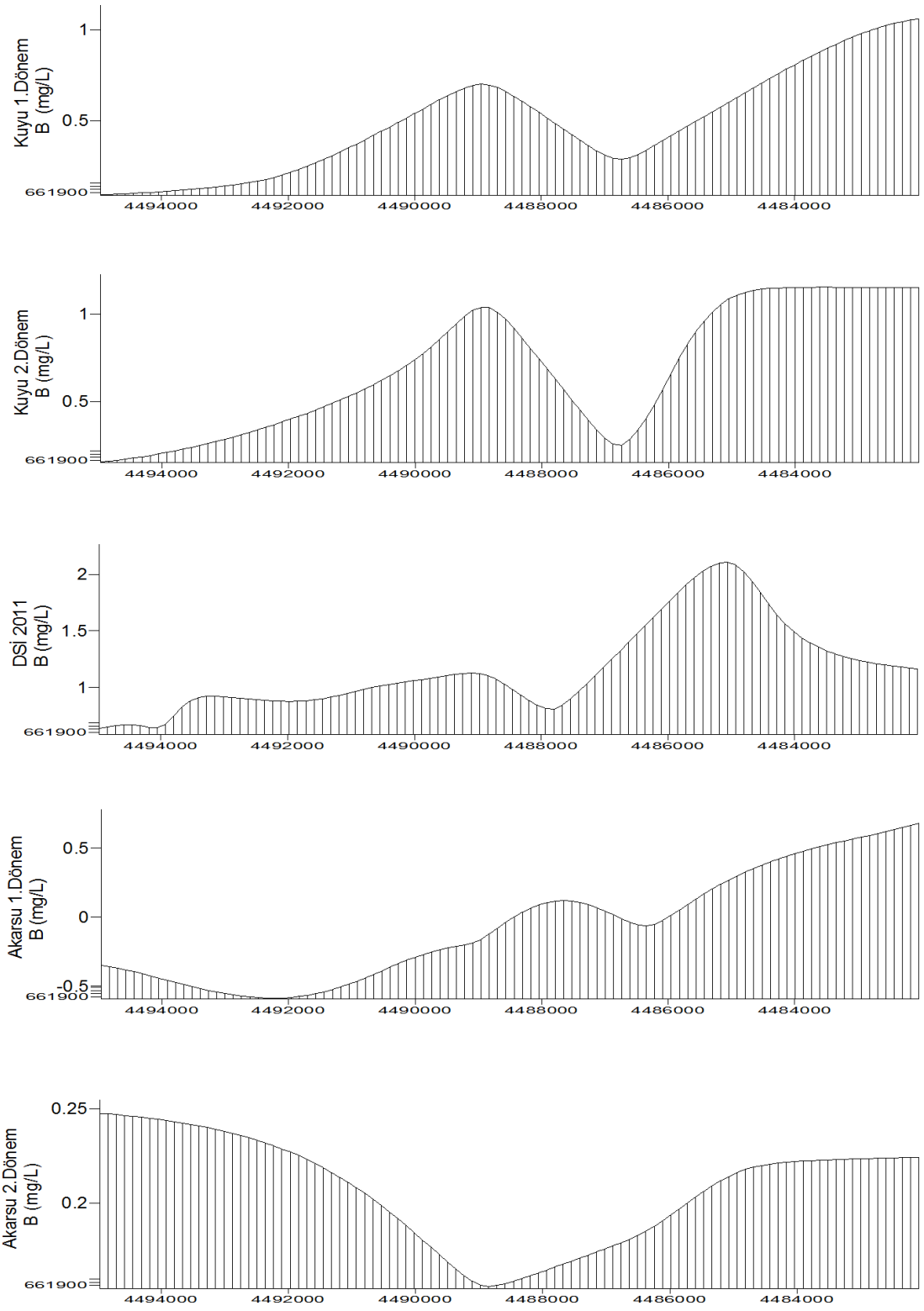


Şekil 4.116. İzleme örnekleri B dağılım haritası.

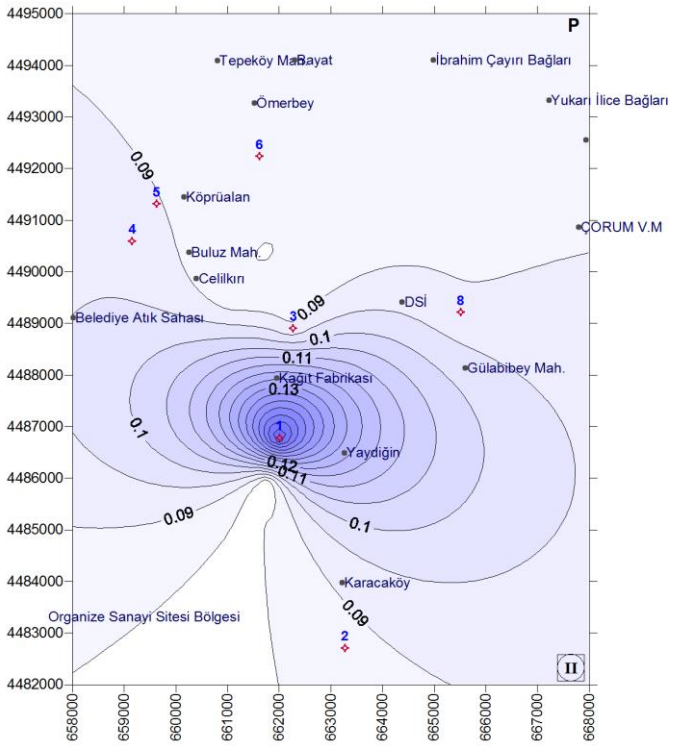
Fosfor (P)

Tez örneklemesi 1.döneminde değer bulunmayıp, 2.dönemde 1 nolu kuyu örneğinin diğer örneklere nispeten yüksek değere sahip olması dikkat çekmektedir. 1 nolu örnek haricinde kuyu örnekleri ve hemen yakınından alınan akarsu örneklerinin değerleri birbirine yakın görünmektedir. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde nispeten en fazla yoğunluk 3A ve 1A nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 1 nolu örnek lokasyonunda görülmektedir (Şekil 4.118, 4.119, 4.120).

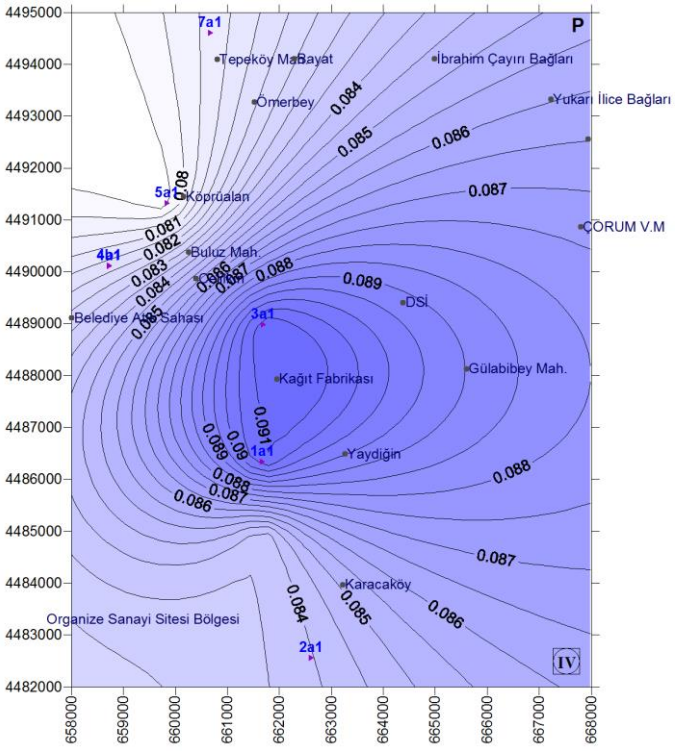
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde 8 örnek (2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11) II.kalite, 1 örnek (1) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde de tüm değerler II.kalite sular sınıfındadır.



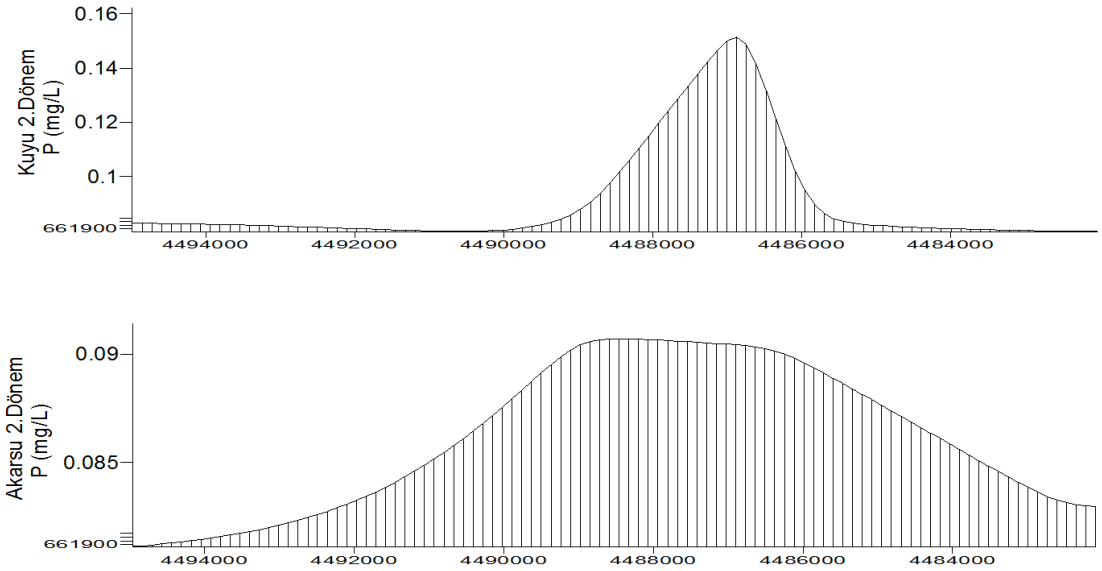
Şekil 4.117 B kesiti.



Şekil 4.118. Kuyu 2.dönem P dağılım haritası.



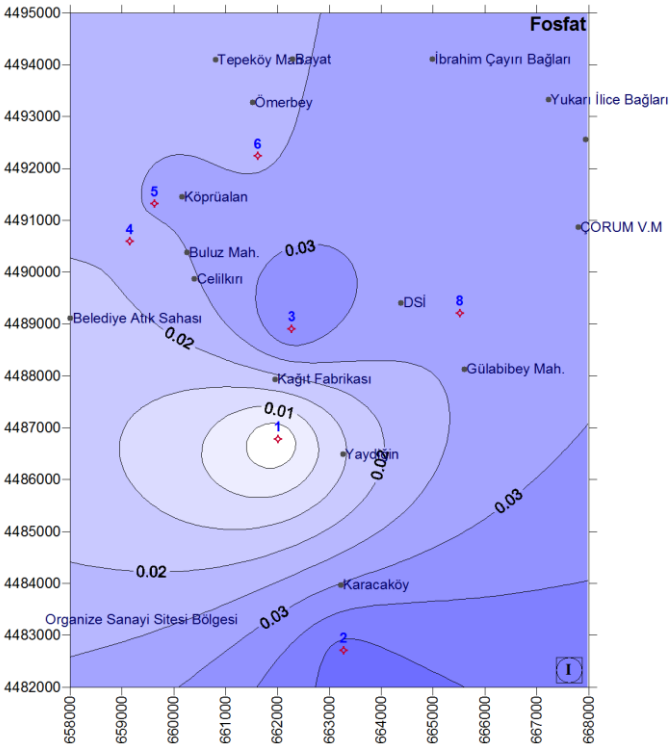
Şekil 4.119. Akarsu 2.dönem P dağılım haritası.



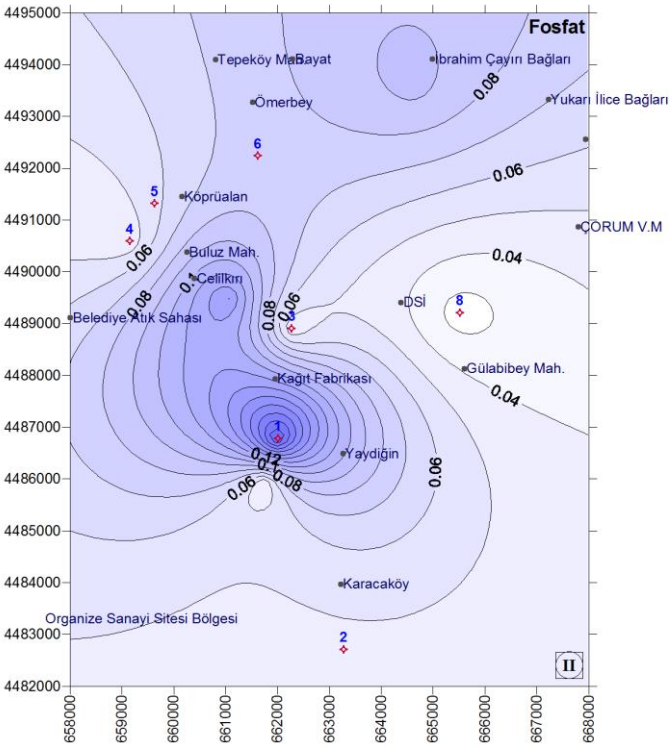
Şekil 4.120 P kesiti.

Fosfat (PO_4)

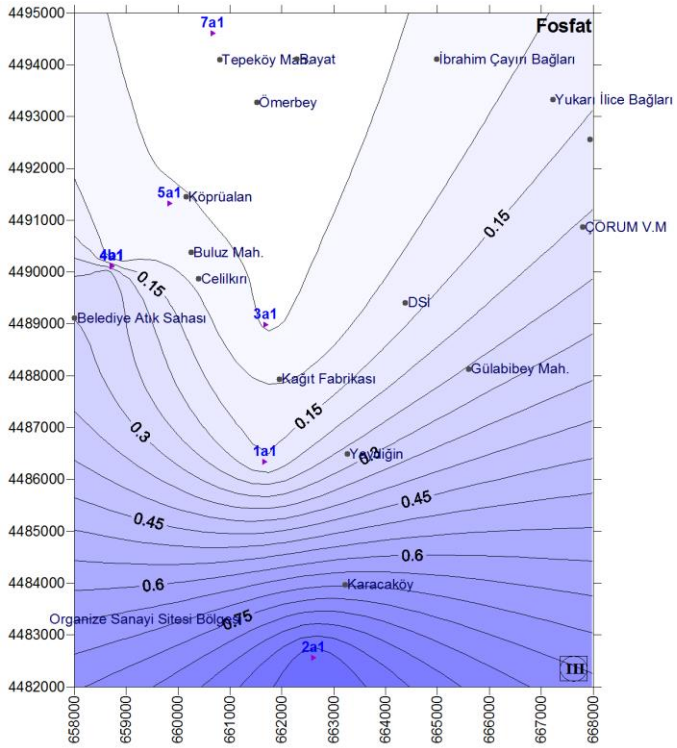
1.dönemdeki en yüksek değerler 2A nolu akarsu ve 4A nolu sızıntı suyu örneklerine aittir. Kuyu örneklerine ait değerler ise 2.dönemde akarsu örneklerinin değerlerinin azalış ve kuyu örneklerinin değerlerinin ise artış eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Tez çalışması akarsu örneklerindeki dağılım haritasında 1.dönemde en fazla yoğunluk 2A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, kuzeye doğru yoğunluk azalması görülmektedir. Kuyu örneklerindeki dağılım haritasında ise en fazla yoğunluk kendi aralarında 2 ve 3 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Bu iki örnek lokasyonu arasındaki bölgede değer yok veya zayıf bir yoğunluk mevcuttur. Bunun nedeni, 2 ve 3 nolu lokasyonların bulunduğu yerler açık ve tarım arazisi olup, buralara tavuk çiftlikleri artıklarının dökülmesi olabilir. 2 nolu örneğin olduğu yer ise endüstriyel işletme bölgesidir. 2.dönemdeki akarsu örneklerinim dağılım haritasında, en fazla yoğunluk 2A nolu lokasyonunda izlenmekte olup, akış yönünün tersi boyunca nispeten azalan bir yoğunluk değişimi görülmektedir (Şekil 4.121, 4.122, 4.123, 4.124, 4.125).



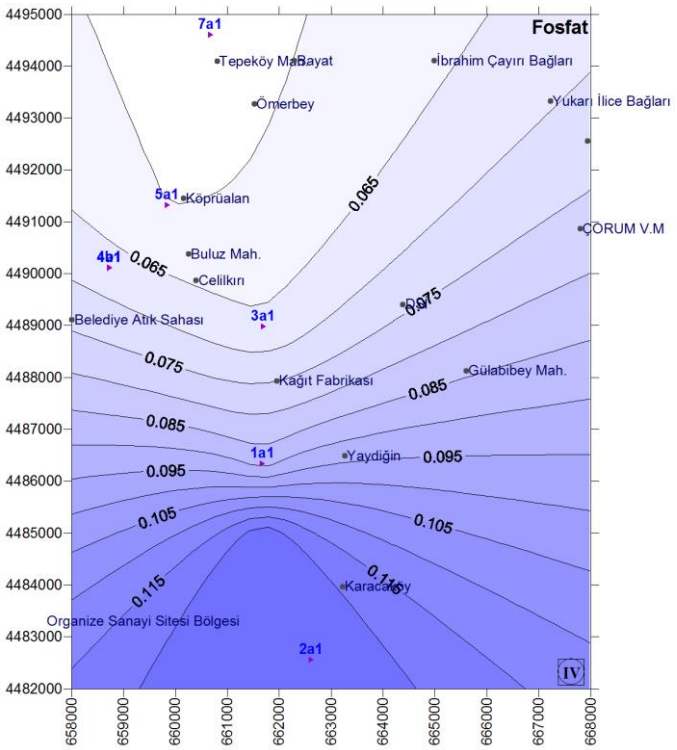
Şekil 4.121. Kuyu 1.dönem Fosfat dağılım haritası.



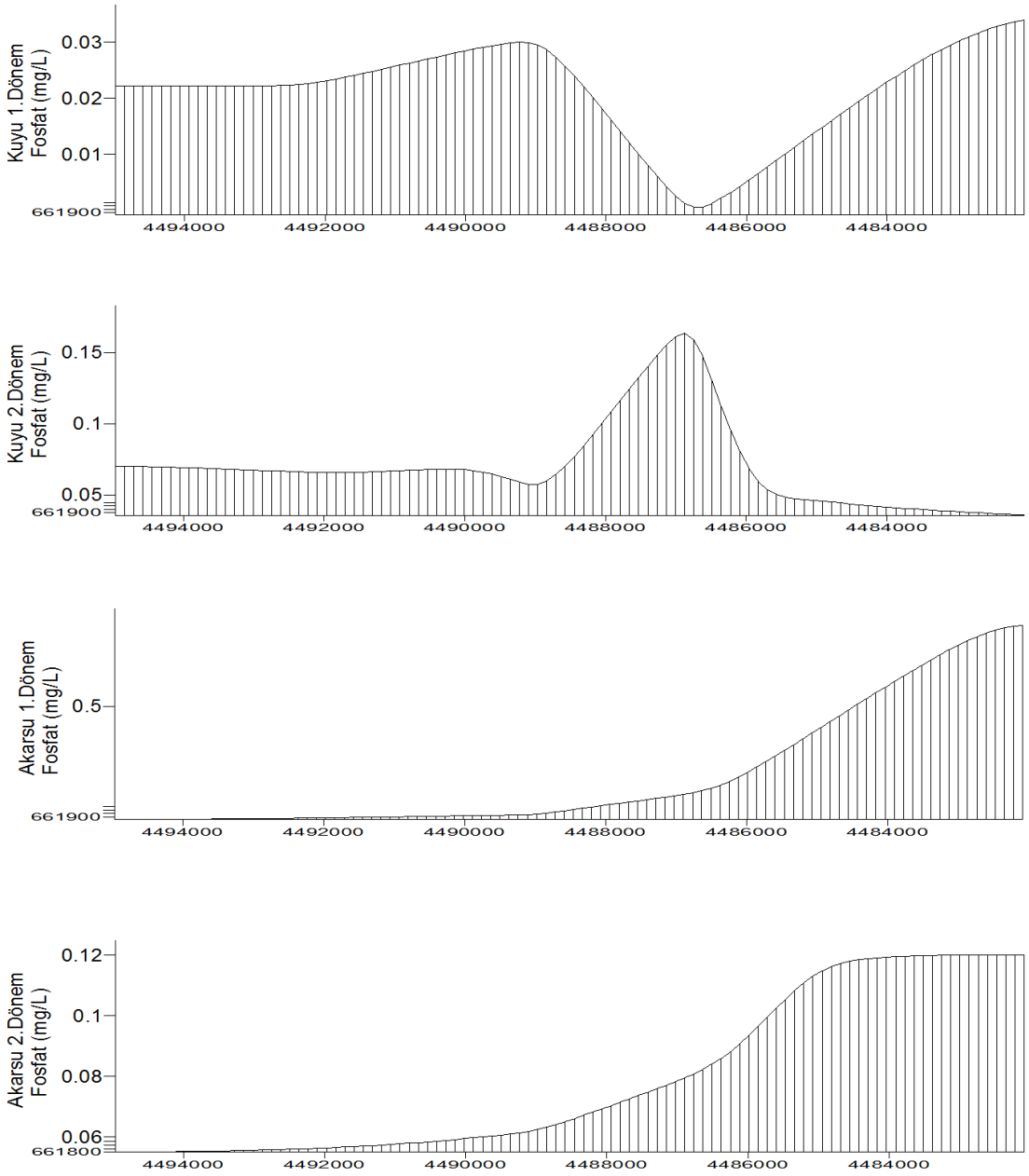
Şekil 4.122. Kuyu 2.dönem Fosfat dağılım haritası.



Şekil 4.123. Akarsu 1.dönem Fosfat dağılım haritası.



Şekil 4.124. Akarsu 2.dönem Fosfat dağılım haritası.



Şekil 4.125 Fosfat kesiti.

Bu dağılım haritası 1.dönemdeki ile benzerlik göstermektedir. Kuyu örneklerinin dağılım haritasında ise, 1 nolu örnek noktasında izlenmekte olup, güneye ve doğuya doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örnekleri 1.dönem dağılım haritası ile benzerlik göstermediği görülmektedir. Bu durum da zaman zaman çiftliklerin artıkların başka alanlara dökülmesi veya dökme işleminin seyrekleşmesi, veya yerleşim yerlerinden gelen kanalizasyona ait suların ortama katılmasını düşündürmektedir.

Selenyum (Se)

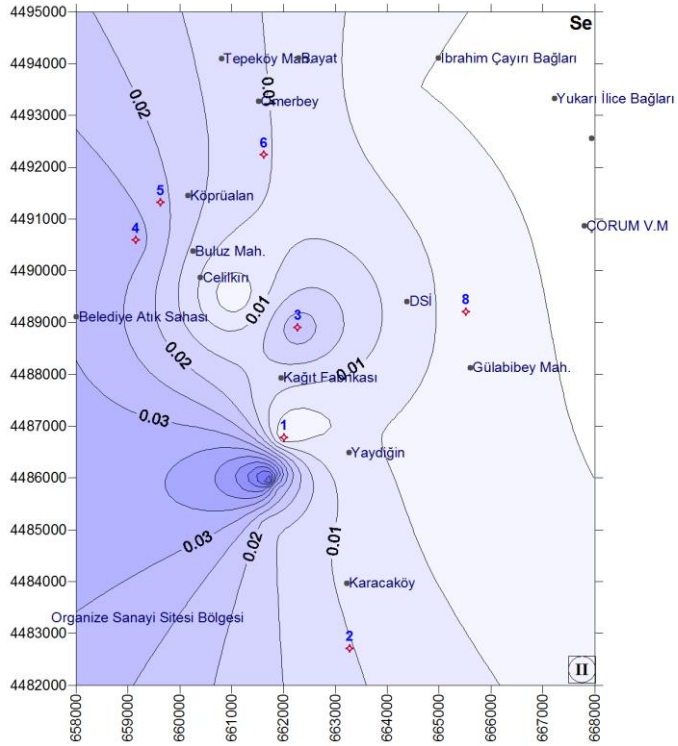
Tez örneklemesinin 1.döneminde tespit edilememiş olup, 2.dönemde ise en yüksek değerler 10 ve 11 nolu örneklere aittir. Bunları 4, 3, 2 ve 1A nolu örnekler takip etmektedir. Diğer örneklerde değer tespit edilememiştir. Tez örnekleri dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla değer yoğunluğu 1A nolu örnek lokasyonunda izlenmekte olup, diğerlerinde tespit edilememiştir. Kuyu örneklerinde ise nispeten en fazla değer yoğunluğu 10 ve 11 nolu örnek lokasyonlarında olup, kuzeye, doğuya ve güneye doğru yoğunluk azalma göstermektedir (Şekil 4.126, 4.127, 4.128).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre;kuyu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde ise 1 örnek (2) I.kalite, 4 örnek (1, 6, 8, 9) II.kalite ve 4 örnek de 2, 3, 4, 10, 11) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde ise 3 örnek (2A, 3A, 5A) I.kalite, 1 örnek de II.kalite sular sınıfındadır.

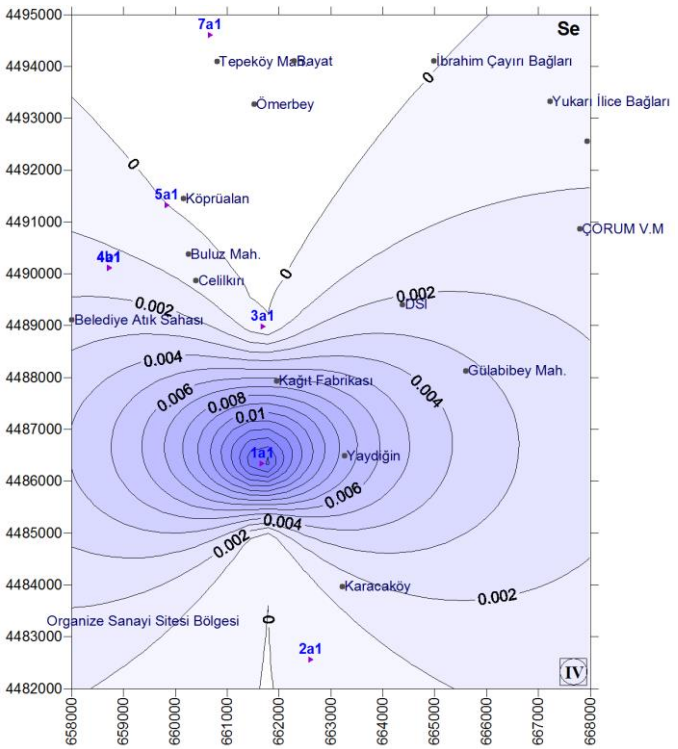
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; 2.dönemde 5 kuyu örneği (2, 3, 4, 10, 11) ve 1 akarsu örneği (1A) sınır değerin üzerindedir.

Nitrat (NO_3)

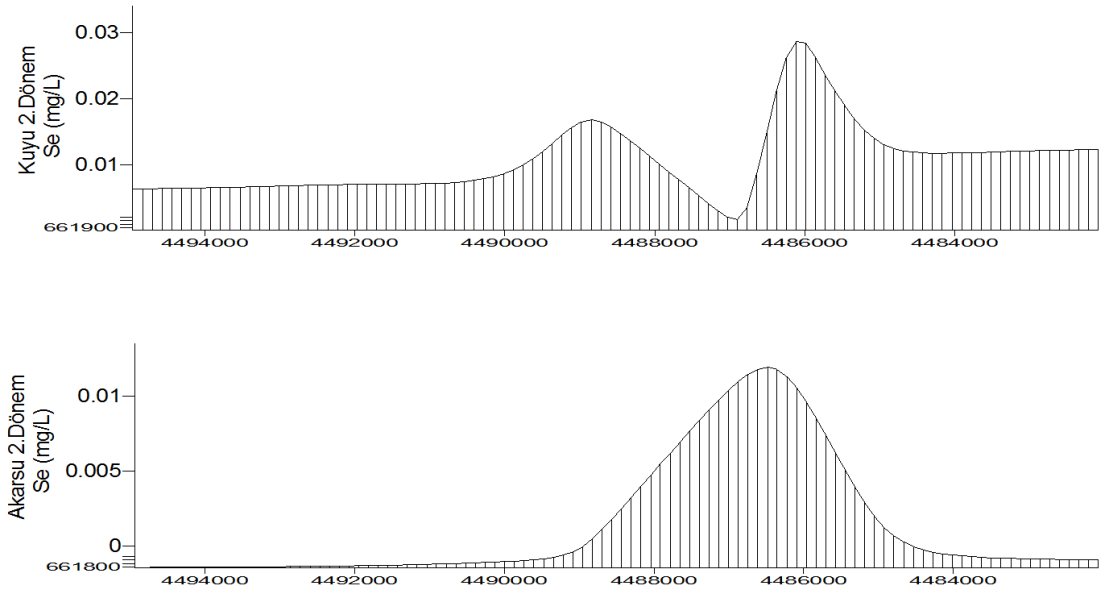
1.dönemde sırasıyla 2, 4, 1A, 5, 5A, 6, 3A, 7A nolu örneklerde diğer örneklere göre nispeten yüksek değerler tespit edilmiştir. 2.dönemde bu değerlerin bariz olarak düştükleri belirlenmiştir. 1.dönemde yüksek değerlerde olmasının nedeninin de muhtemelen tarımsal amaçlı kullanılan gübreler ile tavuk çiftlikleri artıklarının arazilere uygulanması ve yağışlarla birlikte çözünerek akarsu ve iyi tecrid edilmemiş kuyulara taşınması sonucundadır. 2. Dönemde ise çözünmeyi ve taşımayı sağlayacak yağışın ve akışın azalması neticesinde de 1.döneme göre değerlerde düşüş meydana gelmiştir. Tez örnekleri dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 1A ve 5A nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 2 nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir.2.dönemde ise akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 2A nolu lokasyonda izlenmekte olup, değerleri 1.döneme göre daha düşüktür. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 8 ve 10 nolu lokasyonlarda ve 1.döneme nispeten daha düşük değerlerde izlenmektedir (Şekil 4.129, 4.130, 4.131, 4.132, 4.133).



Şekil 4.126. Kuyu 1.dönem Se dağılım haritası.



Şekil 4.127. Akarsu 2.dönem Se dağılım haritası.



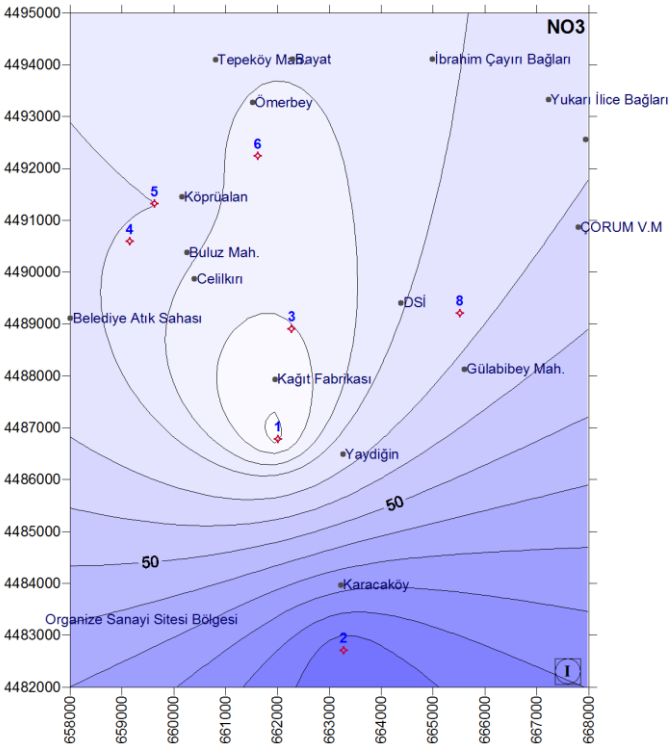
Şekil 4.128 Se kesiti.

İzleme örneklerinin dağılım haritasında en fazla yoğunluk ds15, ds18 ve ds6 nolu lokasyonlarda izlenmekte olup, tez örnekleri dağılım haritaları ile hem değer hem de yoğunluk bölgeleri bakımından örtüşme göstermemektedir.

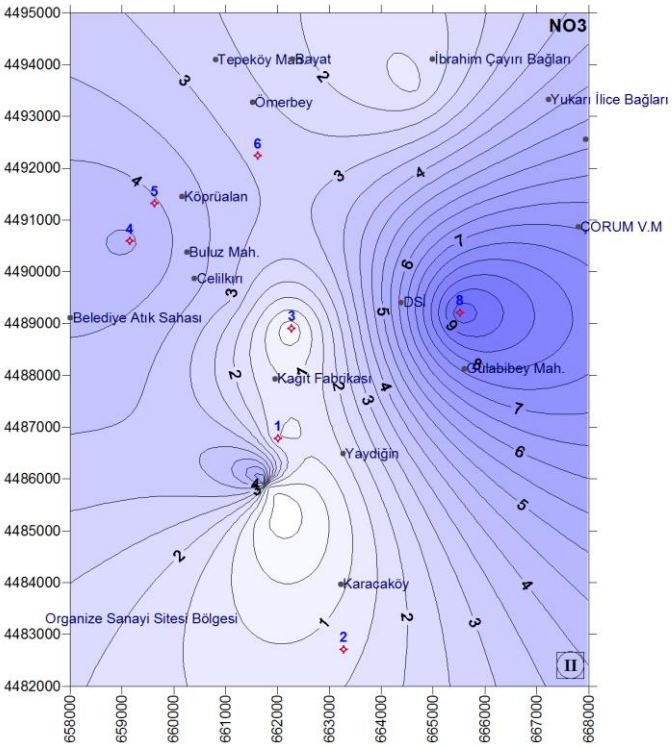
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 4 örnek (1, 3, 5, 6) I.kalite, 1 örnek (4) II.kalite ve 2 örnek de (2, 8) III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 6 örnek (2A, 3A, 4A,4B, 5A, 7A) I.kalite ve 1 örnek (1A) II.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.M. Çeşmeci (2007) tarafından alınan örneklerde, tüm örnekleme dönemlerinde alınan örneklerin hepsi de I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 19 örnek (ds 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 34) I. Kalite, 6 örnek (ds 4, 5, 6, 9, 22, 23) II. kalite ve 2 örnek (ds 15, 18) ise III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.

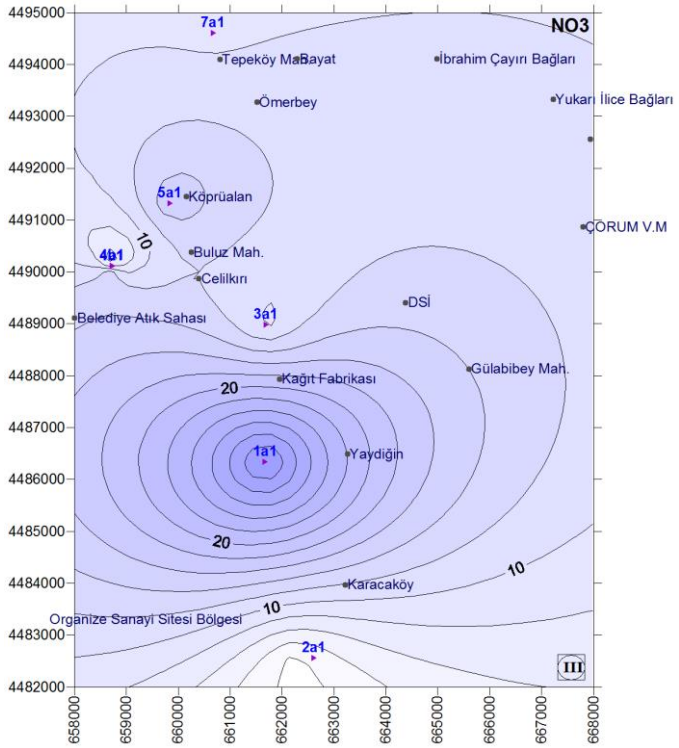
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; 1.dönemde 3 kuyu örneği (2, 4, 8) ve 1 akarsu örneği (1A) sınır değerin üzerindedir. 2.dönemde tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerinin altındadırlar. Çeşmeci (2007) tarafından alınan örneklerde, tüm örnekleme dönemlerinde alınan örneklerin tümü sınır değerin altındadır. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 6 örnek (ds5, 6, 9, 15, 18, 23) sınır değerin üzerindedir.



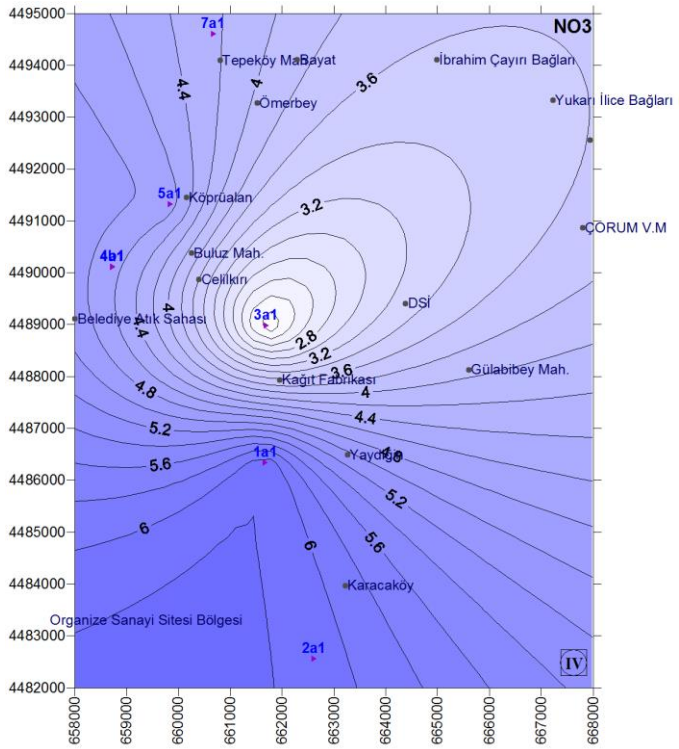
Şekil 4.129. kuyu 1.dönem NO_3 dağılım haritası.



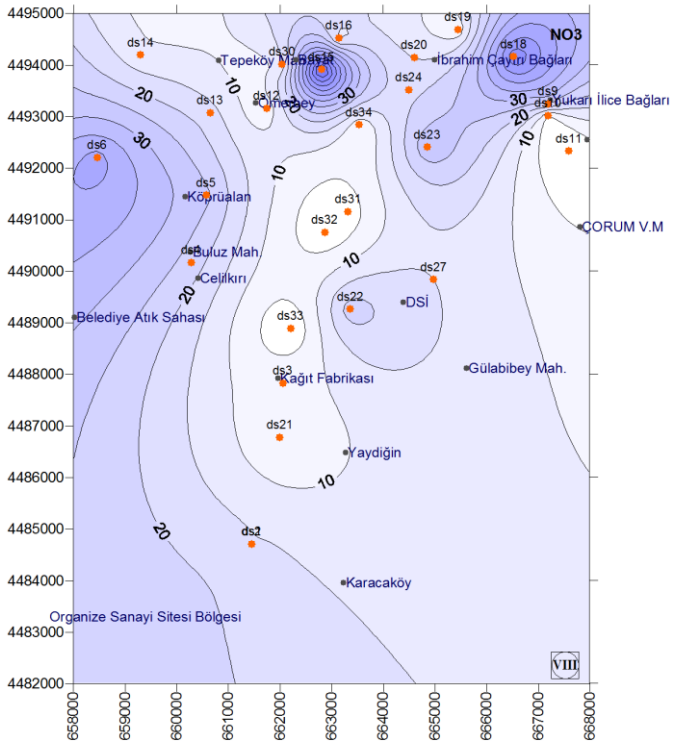
Şekil 4.130. Kuyu 2.dönem NO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.131. Akarsu 1.dönem NO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.132. Akarsu 2.dönem NO_3 dağılım haritası.



Şekil 4.133. İzleme örnekleri NO_3 dağılım haritası.

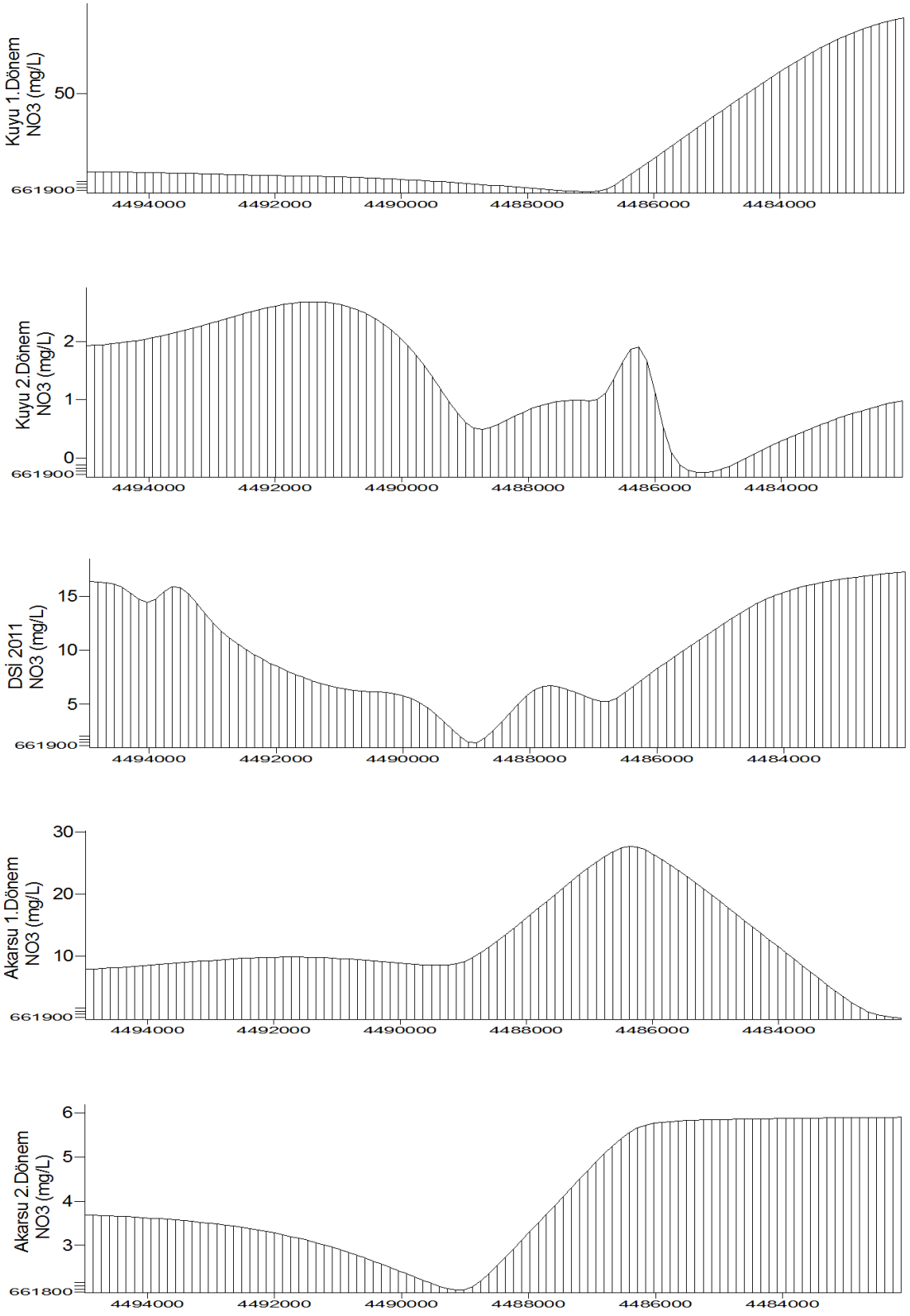
TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için;1.dönemde 1 kuyu örneği (2) sınır değerinin üzerinde olup, diğer kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar. 2.dönemde ise tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar. Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 2 örnek (ds15, 18) sınır değerin üzerindedir.

Nitrit (NO_2)

Tez çalışmasında 1. ve 2.dönemlerinde rastlanmamıştır.

İzleme örneklerinde ise ds3 nolu örnek değeri dikkate değer şekilde yüksek görünmekte olup tez örneklemesindeki 1 nolu örnek lokasyonuna karşılık gelmektedir (Şekil 4.135, 4.136)..

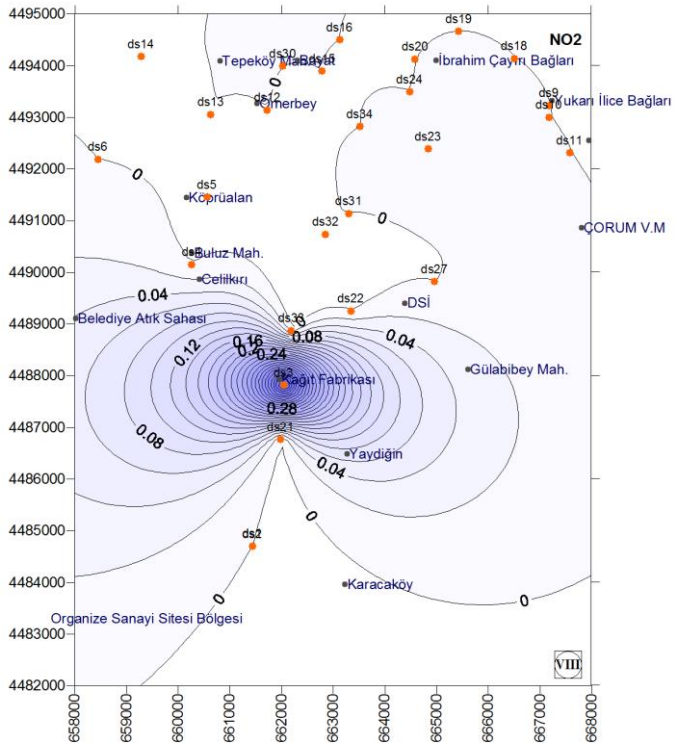
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde toplam 27 örnekten 25 adedi I. kalite, 1 örnek (ds 23) II. kalite ve 1 örnek (ds 3) ise III. kalite yeraltısuyu sınıfındadır.



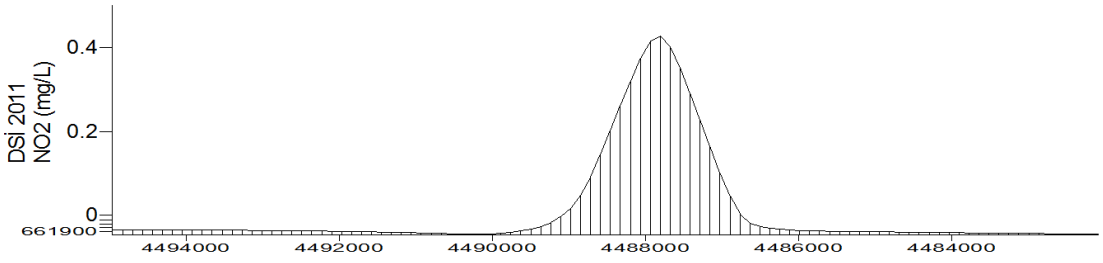
Şekil 4.134 NO_3 kesiti.

TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; M. Çeşmeci (2007) tarafından alınan örneklerde 4. dönemde alınan örnek (15 nolu) haricinde tüm dönemlerdeki (1., 2., 3., 4. dönemler) örnekler sınır değerin altındadırlar.2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 1 örnek (ds3) sınır değerin üzerindedir.

TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; 2009 yılında işletmeye kapatılan Derinçay Havzasının (Kuzey Bölümü) izlenmesi kapsamında 2011 yılının 2.döneminde alınan kuyu örneklerinde 1 örnek (ds3) sınır değerin üzerindedir.



Şekil 4.135. İzleme örnekleri NO_2 dağılım haritası.



Şekil 4.136 NO_2 kesiti.

Alüminyum (Al)

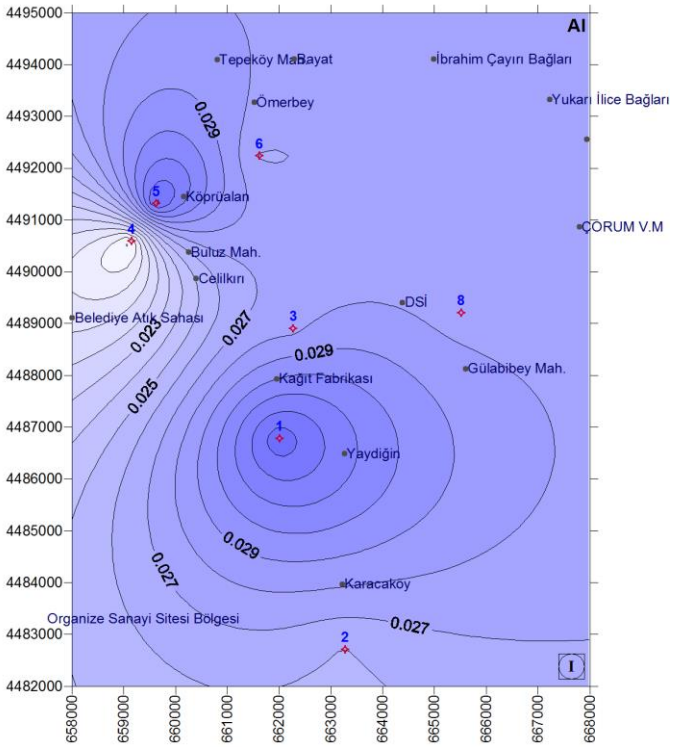
2.Dönemde değer tayin edilememiştir. Kuyu ve hemen yakınlarından alınan akarsu örneklerinin değerleri birbirine yakındır. 4 nolu kuyu örneğinin değeri diğer örneklere göre nispeten düşük olarak izlenmektedir. 1.dönem örneklemesinin dağılım haritasında akarsu örneklerinin değerlerine göre çalışma alanında kuzeye ve doğuya doğru bir yoğunlaşma görülmektedir. Batıya ve güneye doğru ise bir azalma görülmektedir. Kuyu örneklerinin değerlerine göre ise 1 ve 5 nolu örnek lokasyonunun bulunduğu yer daha yoğun olarak görülmektedir. 4 nolu örneğe (batıdaki) doğru gittikçe yoğunluk azalmaktadır (Şekil 4.137, 4.138, 4.139).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise değer bulunmamaktadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise değer bulunmamaktadır.

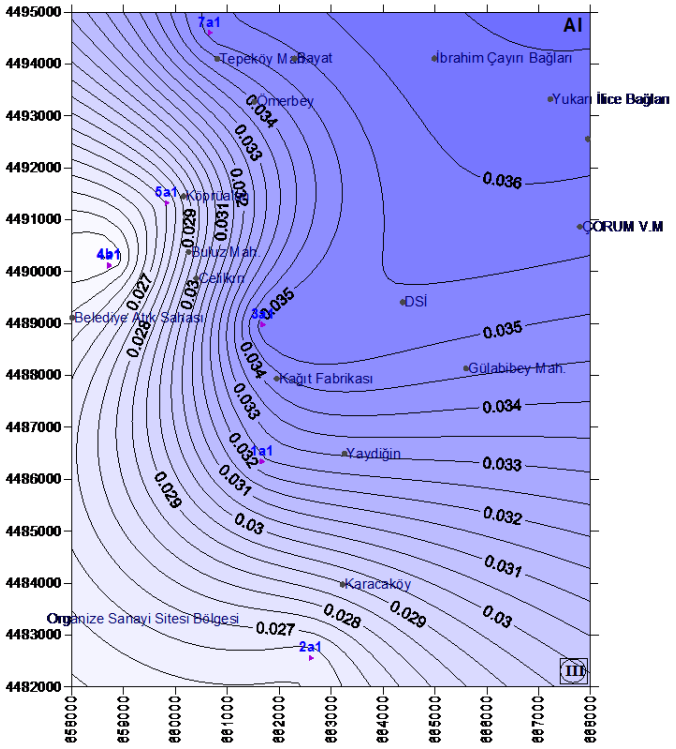
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1)ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri 1. ve 2.dönemlerde sınır değerin altındadırlar.

Kobalt (Co)

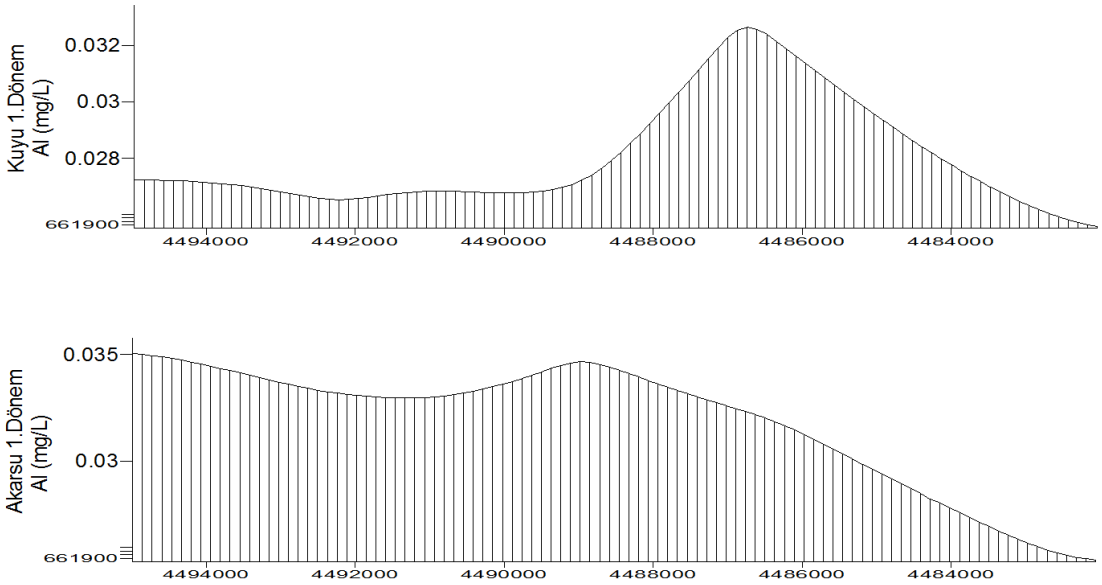
1.Dönemdeki değerlerde kuyu örneklerinden 2 ve 3 nolu örnekler ile akarsu örneklerinden 4A ve 4B nolu atık sahası sızıntı suyu örnekleri dikkat çekmektedir. Kuyu ve akarsu örneklerinin değerleri arasında çok yakınlık ve benzerlik bulunmamaktadır. Kuyular ve akarsuyun birbirleriyle etkileşimlerinin zayıf bir ihtimal olduğu söylenebilir. Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinin değerleri 4B ve 3A nolu örnek lokasyonlarında daha yoğun olarak görünmektedir. Doğuya, kuzeye ve güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Bu durum da kirletici olabilecek kaynaktan uzaklaştıkça yoğunluğun da azaldığını belirtmektedir. Kuyu örneklerinin değerlerine göre ise 3 ve 2 nolu örnek lokasyonları en yoğun bölgeler olarak görünmektedir. 6 ve 8 nolu örnek lokasyonlarına doğüru yoğunlukta azalma görünmektedir (Şekil 4.140, 4.141, 4.142, 4.143, 4.144).



Şekil 4.137. Kuyu1. dönem Al dağılım haritası.



Şekil 4.138. Akarsu 1. dönem Al dağılım haritası.

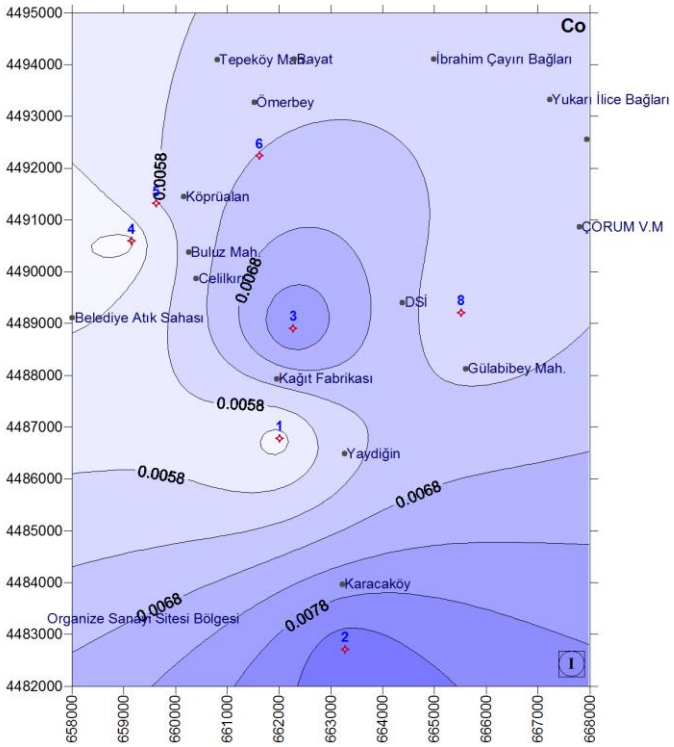


Şekil 4.139 Al kesiti.

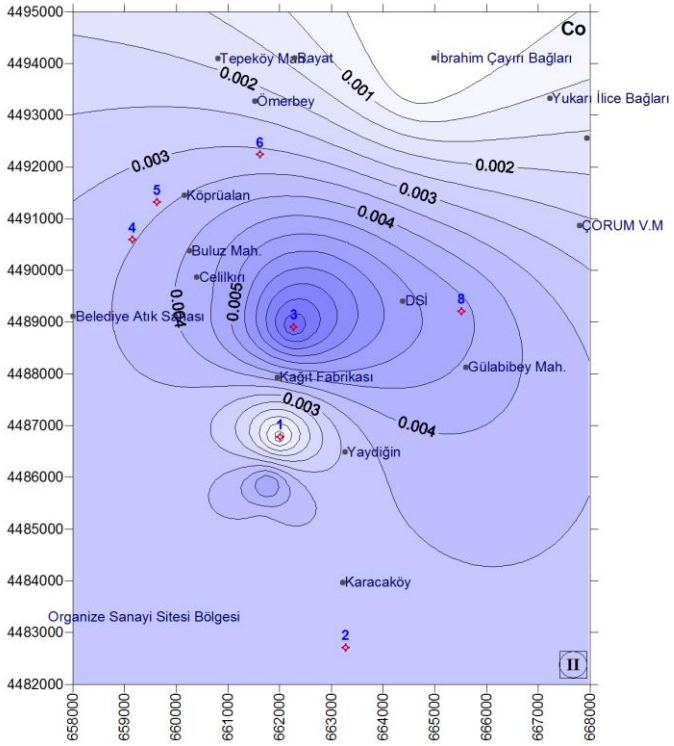
Atık sahası sızıntı suyuna yakın olan 4 nolu örnek lokasyonu da yoğunluk olarak zayıf görünmektedir. Bu durum atık sahasından dolayı kuyuların henüz etkilenmediğine işaret etmektedir. (Yüzeysel akış yapan sularda bir etkilenme var iken henüz kuyularda bir etkilenme söz konusu değil). 2.dönemde akarsu örneklerinin değerlerinde dağılım haritaların göre kuzeye ve kuzey batıya doğru yoğunlaşma artışı vardır. En az yoğunluk 1 nolu örnek lokasyonundadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunlaşma 3 nolu örnek lokasyonundadır. Nispeten diğer bir yoğunlaşma da 10 ve 11 nolu örnek lokasyonlarındadır.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde

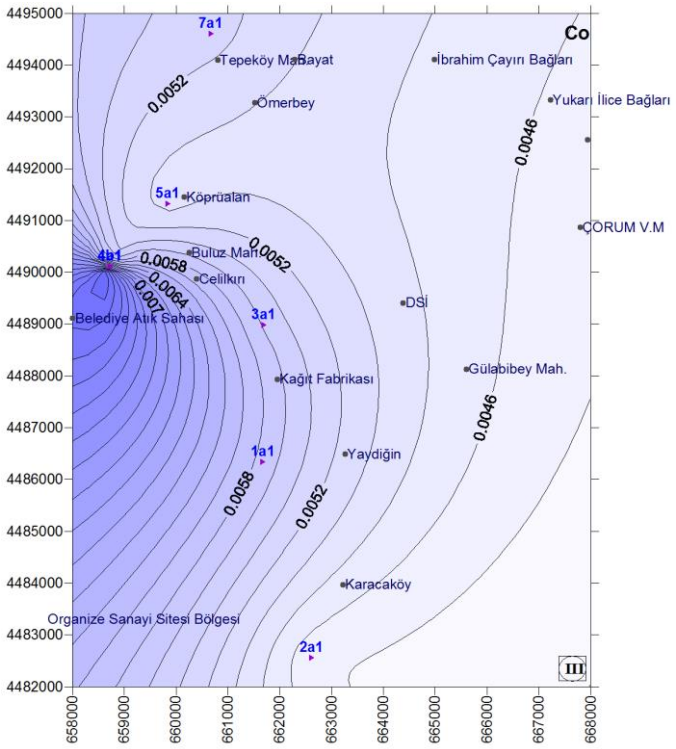
tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.2.dönemde alınan örneklerin kobalt değerinin 1.dönemde alınan örneklerdeki değere göre azalma gösterdiği görülmektedir.



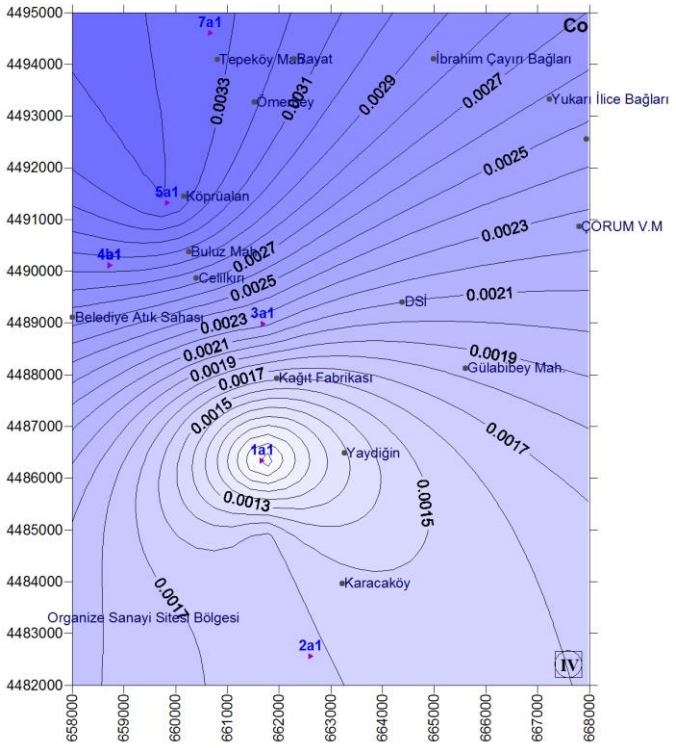
Şekil 4.140. Kuyu 1. dönem Co dağılım haritası.



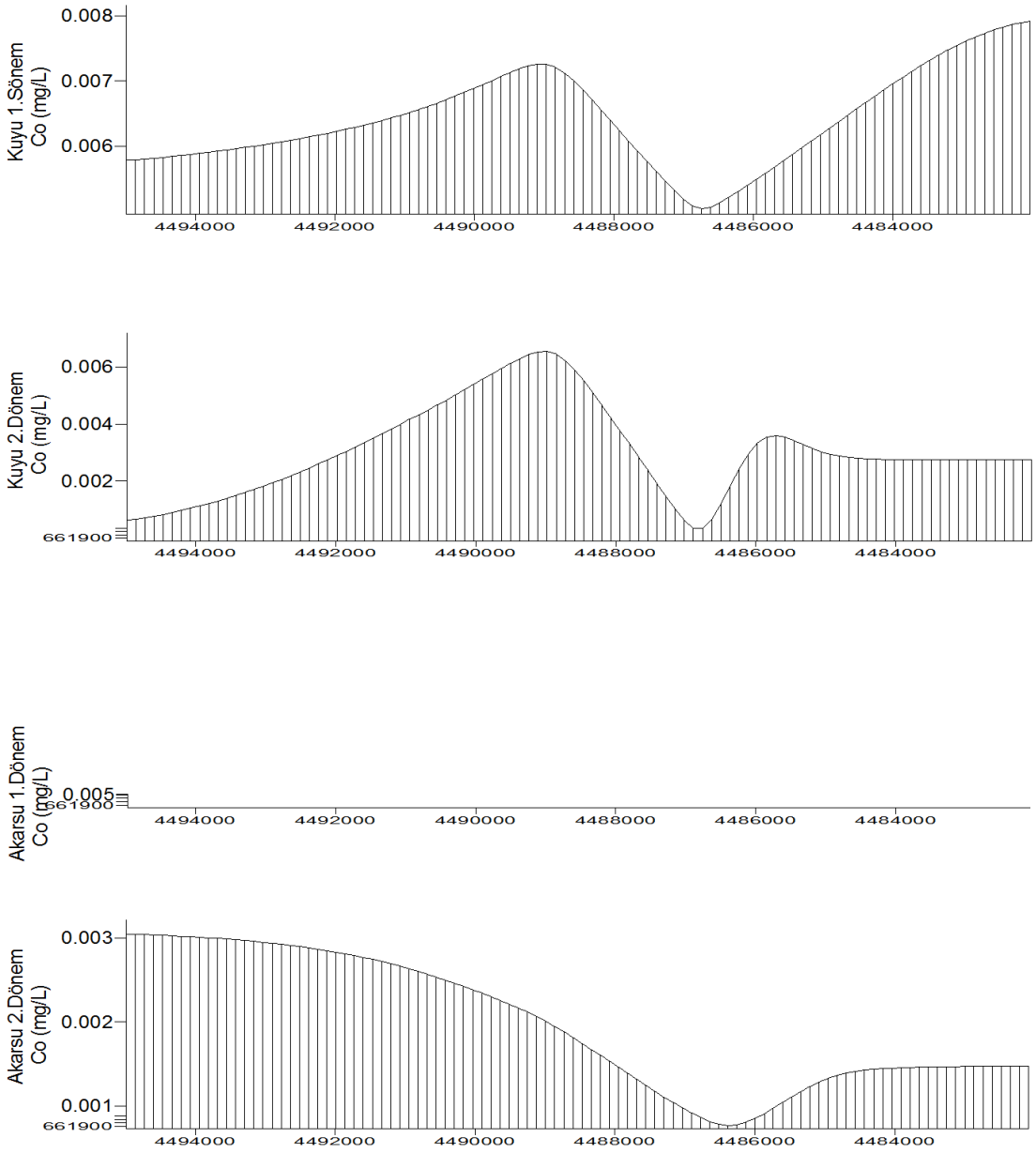
Şekil 4.141. Kuyu 2. dönem Co dağılım haritası.



Şekil 4.142. Akarsu1. dönem Co dağılım haritası.



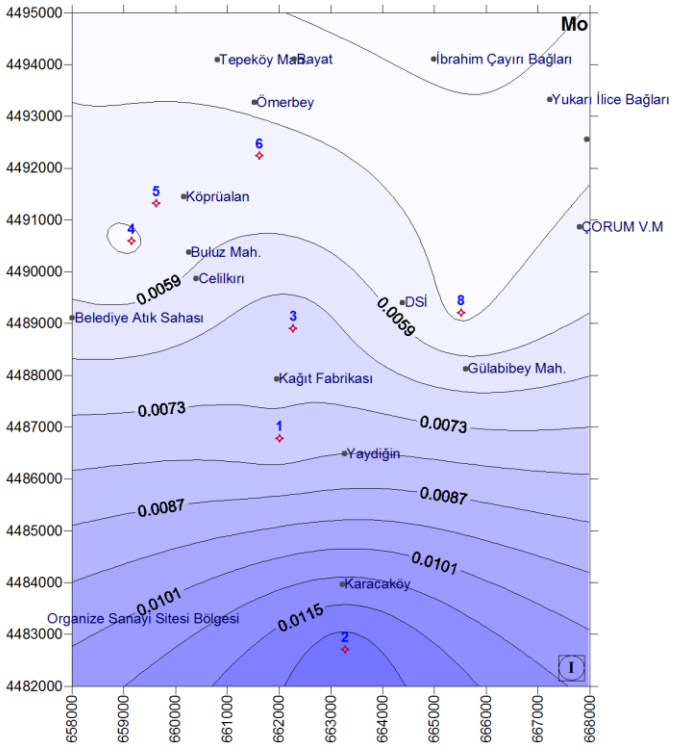
Şekil 4.143. Akarsu 2. dönem Co dağılım haritası.



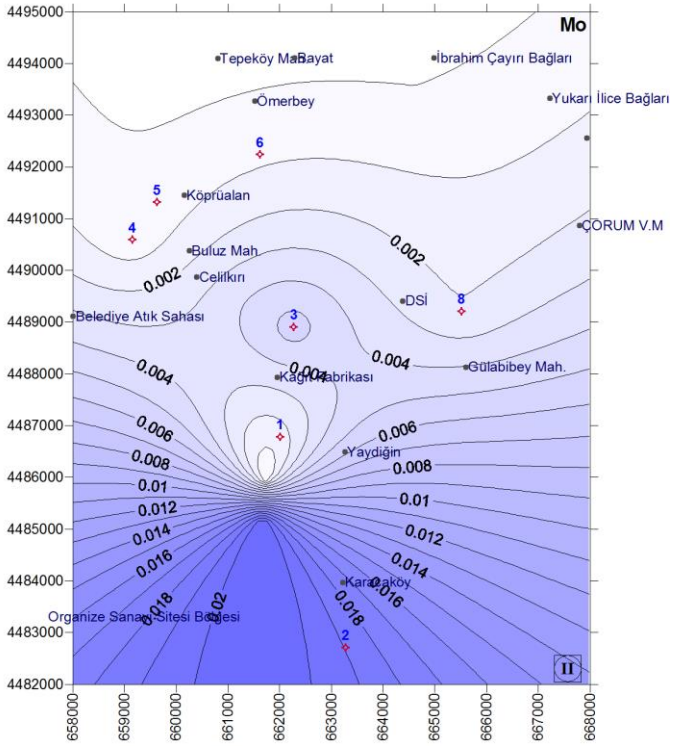
Şekil 4.144 Co kesiti.

Molibden (Mo)

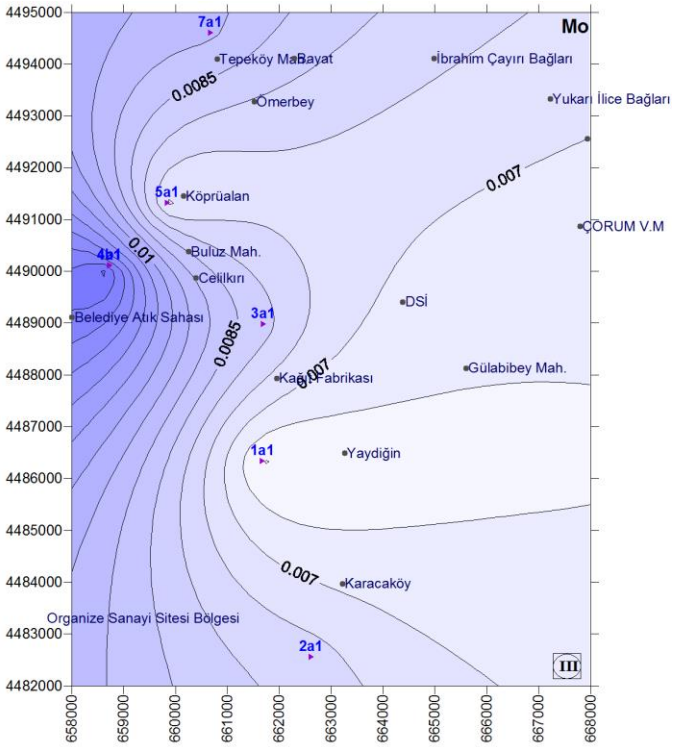
1.dönemde alınan kuyu örneklerinde sırasıyla en fazla 2, 1 ve 3 nolu örneklerde ve akarsu örneklerinde ise sırasıyla en fazla 4A, 4B nolu sızıntı suları ile 7A, 3A,2A ve 1A nolu akarsu örneklerinde izlenmiştir. Genel olarak hem kuyu hem de akarsu örneklerine ait değerlerde 2 nolu kuyu örneği haricinde, 2.dönemde azalmalar gözlenmiştir.



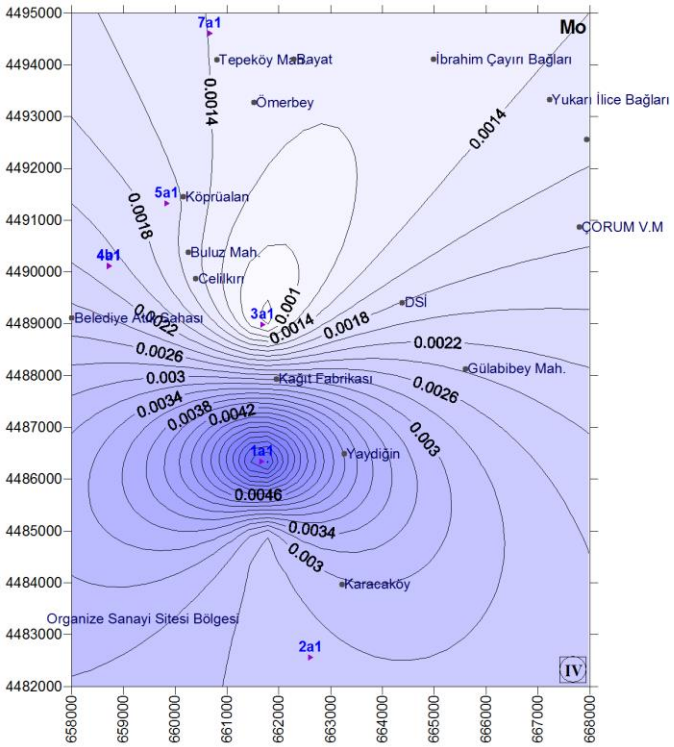
Şekil 4.145. Kuyu1. dönem Mo dağılım haritası.



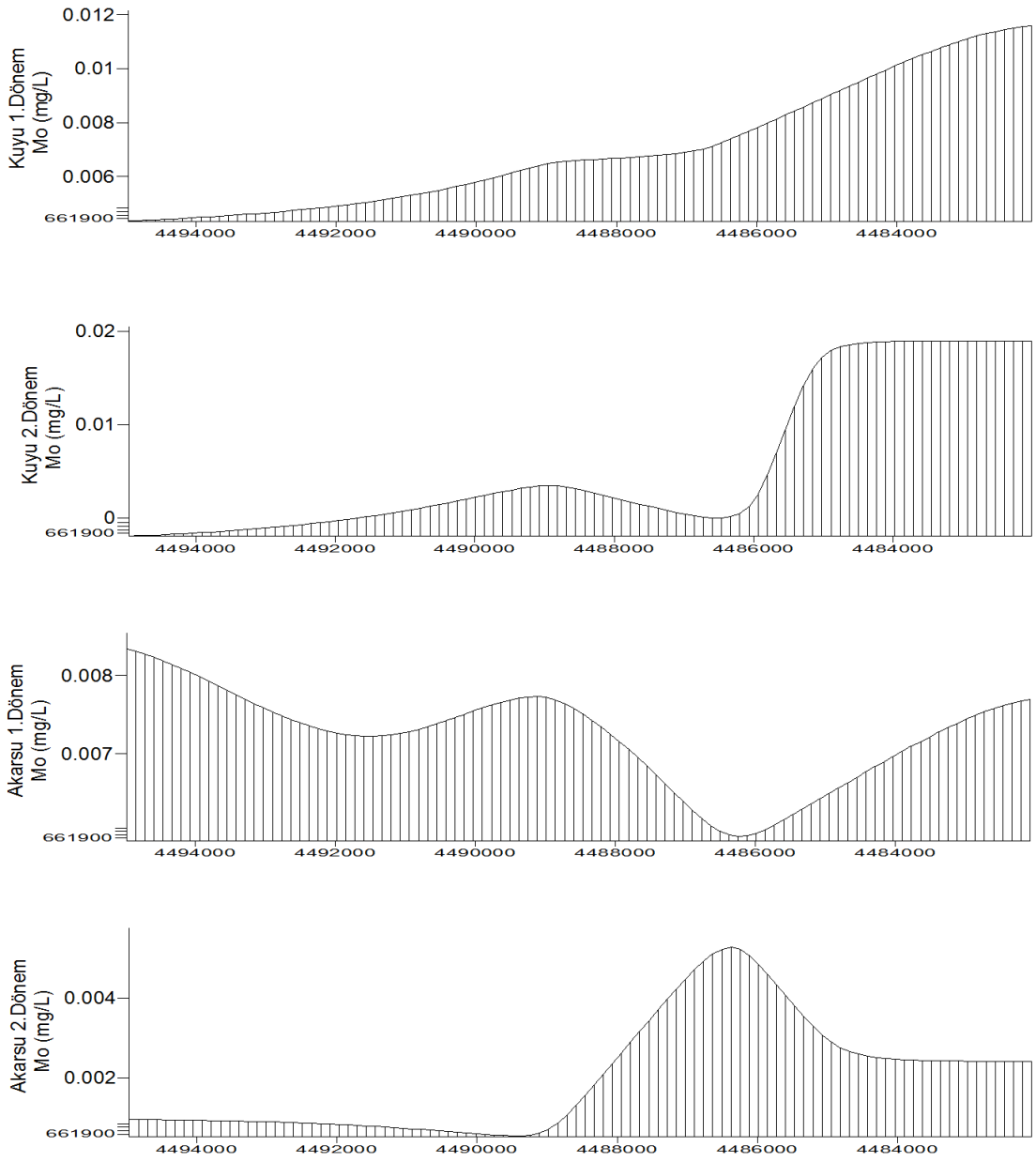
Şekil 4.146. Kuyu 2. dönem Mo dağılım haritası.



Şekil 4.147. Akarsu 3.dönem Mo dağılım haritası.



Şekil 4.148. Akarsu 2.dönem Mo dağılım haritası.



Şekil 4.149 Mo kesiti.

Dağılım haritasında en fazla yoğunluk 1.dönemde atık sahası sızıntı suyu lokasyonunda görülmektedir. Bu durum burasının kirlenme bakımından tehdit oluşturabileceğinin işareti olarak değerlendirilebilir. Kuyu örneklerinin değerlerinde ise en fazla yoğunluk 2 nolu örnek lokasyonunda görülmektedir. Kuzeye doğru değerler daha da zayıf yoğunluktadırlar. 3 nolu örnek lokasyonundan itibaren 3 nolu örnek lokasyonuna doğru daha da yoğunlaşma görülmektedir. Yağışlarla birlikte sanayiden kaynaklanan ve zeminde biriken elementin yıkanarak, tecridi zayıf yapılmış olan kuyulara karışması söz konusu olabilir.2.dönemde ise dağılım haritasında.akarsu örneklerinin değerleri 1A ve 2A nolu örnek lokasyonları arasında daha yoğundur. Sanayiden kaynaklanan etki söz

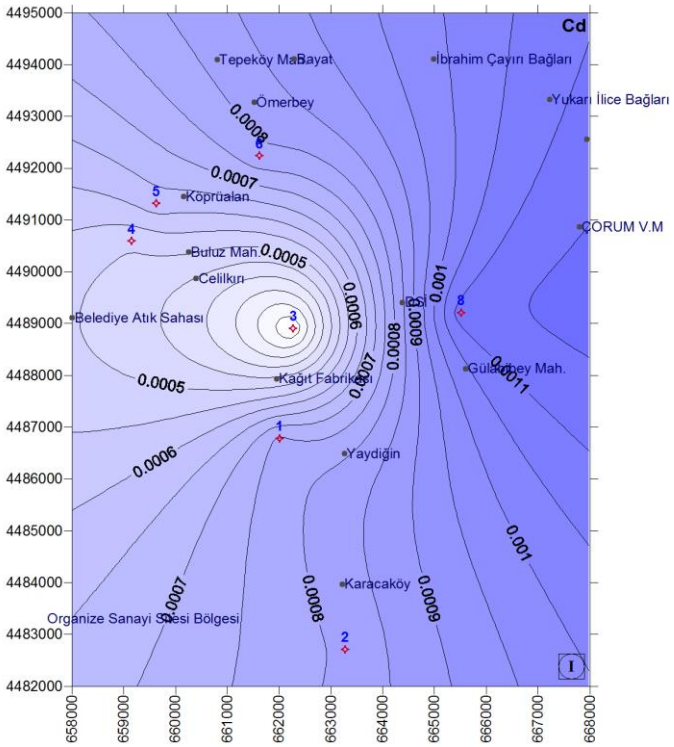
konusu olabilir. Kuyu örneklerinde ise 2 nolu örnek ile 10, 11 nolu örnek lokasyonları arasında fazla yoğunlaşma görülmektedir.Kuzeye ve kuzeydoğuya doğru gittikçe yoğunluk azalmaktadır (Şekil 4.145, 4.146, 4.147, 4.148, 4.149).

Kadmiyum (Cd)

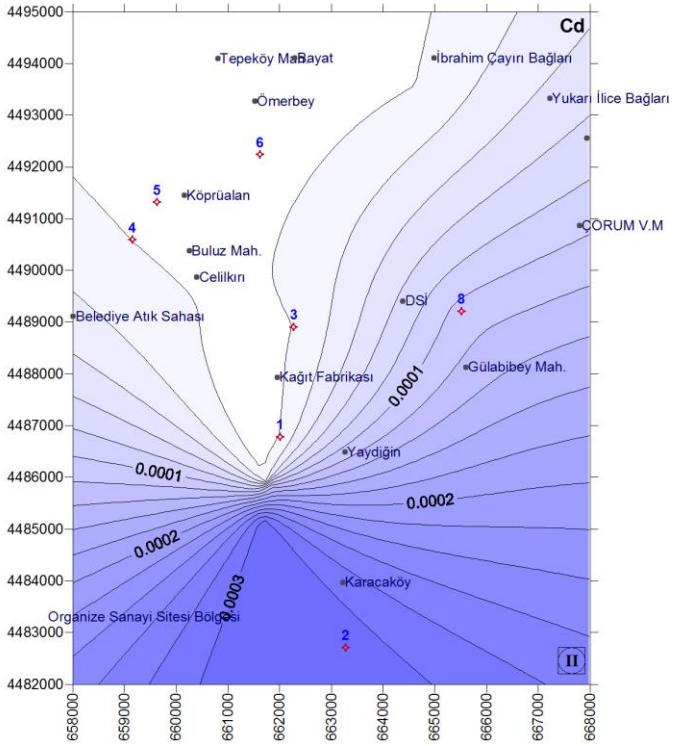
1.dönemde tüm kuyu ve akarsu örneklerinde, 2.dönemde ise yalnızca 2, 8, ve 11 nolu örneklerde tespit edilmiştir. 1.dönemde en fazla değer 8 nolu örnekte tespit edilmiş olup kuyu örneklerinin değerleri yakınlarından alınan akarsu örneklerinin değerlerinden yüksektirler. Bundan dolayı da kuyu ve akarsu arasında etkileşimin zayıf bir ihtimal olduğu söylenebilir. Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinin değerleri en yoğun olarak sızıntı suyuna ait 4B lokasyonunda görülmektedir. Kirlenme noktası işareti olarak değerlendirilebilir. Kuzeye, güneye ve doğuya doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinin değerleri ise en fazla yoğunluk 8 nolu örnek lokasyonunda görülmekte olup batıya doğru azalma olmaktadır. 2.dönemde akarsu örneklerinde değer görülmemiş olup, kuyu örneklerinde ise 3 örnekte belirlenmiştir. Değerler çok yüksek olmamakla birlikte en yoğun olarak 2 nolu örnek lokasyonunda görülmektedir (Şekil 4.150, 4.151, 4.152, 4.153).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

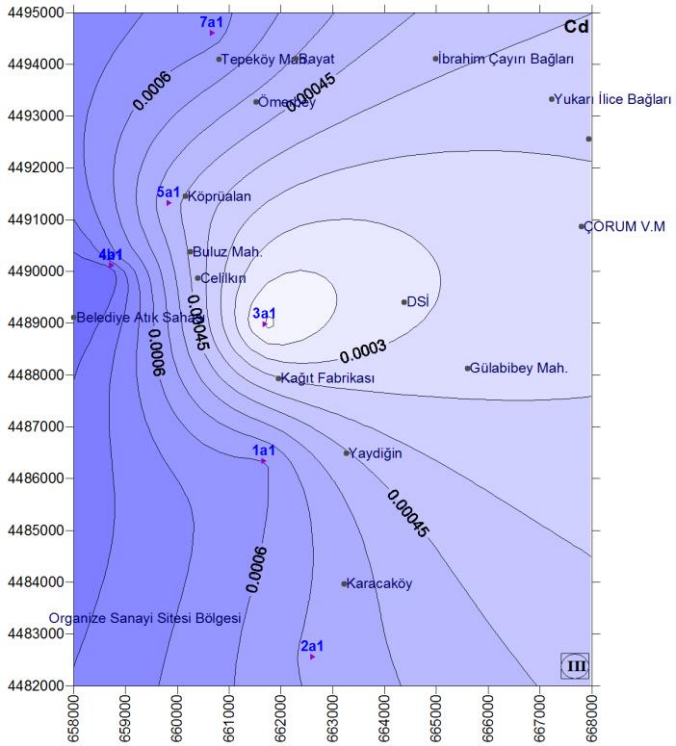
TS 266 ya göre,(Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri en fazla yağışlı ve 2.dönemlerde sınır değerin altındadırlar.



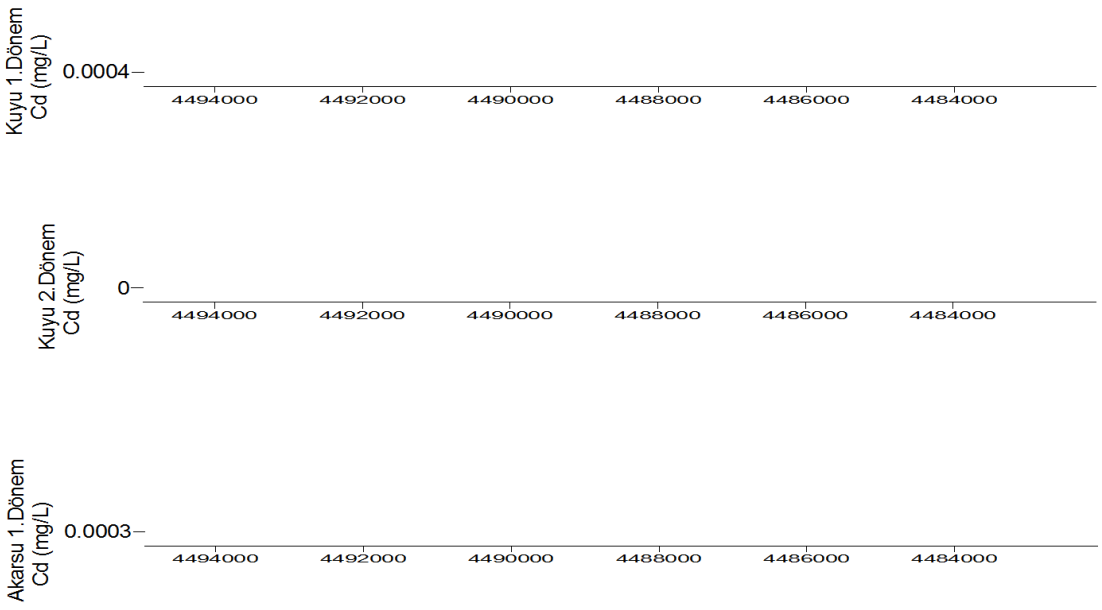
Şekil 4.150. Kuyu 1.dönem Cd dağılım haritası.



Şekil 4.151. Kuyu 2.dönem Cd dağılım haritası.



Şekil 4.152. Akarsu 1.dönem Cd dağılım haritası.



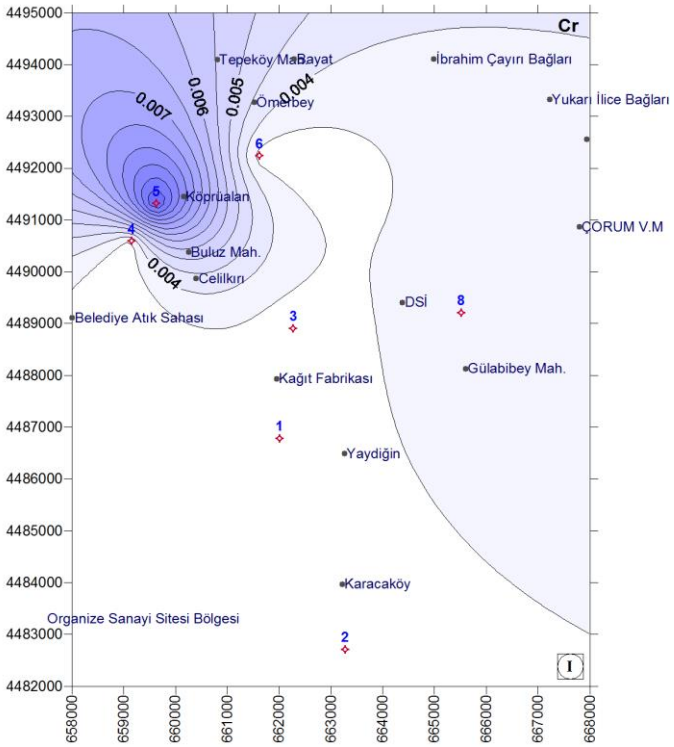
Şekil 4.153 Cd kesiti.

Krom (Cr)

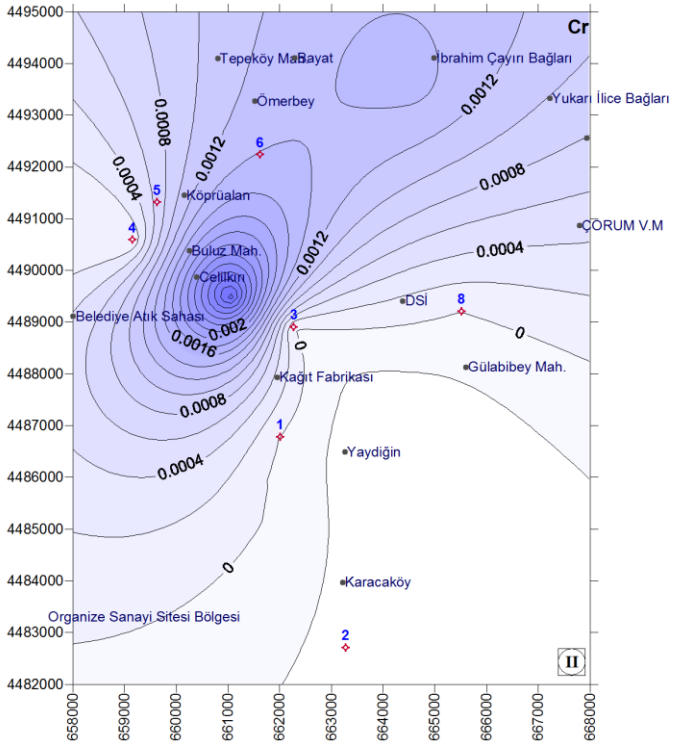
1.dönemdeki örneklerden en fazla değerler 4A nolu sızıntı suyu örneği ile 5 nolu kuyu örneğinde izlenmektedir. 2.dönemde 5A, 6 ve 9 nolu örnekler haricindekilerde krom değeri izlenmemiştir. İzlenenlerin değerleri ise 1.dönemdeki değerler ile yaklaşık aynıdırlar. Sızıntı suyundaki değer izin verilen değerleri geçmemekle birlikte diğer örneklere göre grafik olarak yüksek görünmesi nedeniyle ileriki zamanlarda kirlenme kaynağı olarak nitelendirilebilmesi bakımından dikkat çekicidir. Çünkü zamanla üzerinden akış yaptığı zeminde birikim oluşturacak ve böylece konsantrasyonu aratacağı için kirletme potansiyeli yükselmeye devam edecek, hatta izin verilen değerleri de aşacak düzeye gelebilecektir. Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4B nolu sızıntı suyu lokasyonunda görülmektedir. Kuyu örneklerinde ise en yoğun olarak 5 nolu örnek lokasyonunda görülmektedir. Güneye ve doğuya doğru oldukça azalma görülmektedir. 2.dönemde ise akarsu değerleri en yoğun olarak 5A nolu lokasyonda görülmektedir. Kuzeybatıya doğru yoğunlaşmanın arttığı görülmektedir. Bunun kaynağının da o bölgede bulunan ofiyolitik kayaçlar ve içerisinde muhtemelen var olan Cr cevherleşmesinden dolayı olabileceği söylenebilir. Havzanın güney ve güneybatısında daha zayıf yoğunluktadır. Kuyu örneklerinde ise yalnızca 6 nolu örnek lokasyonunda tayin edilebildiğinden bölgesel yoğunluk dağılımı haritası oluşturulamamıştır (Şekil 4.154, 4.155, 4.156, 4.157, 4.158).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

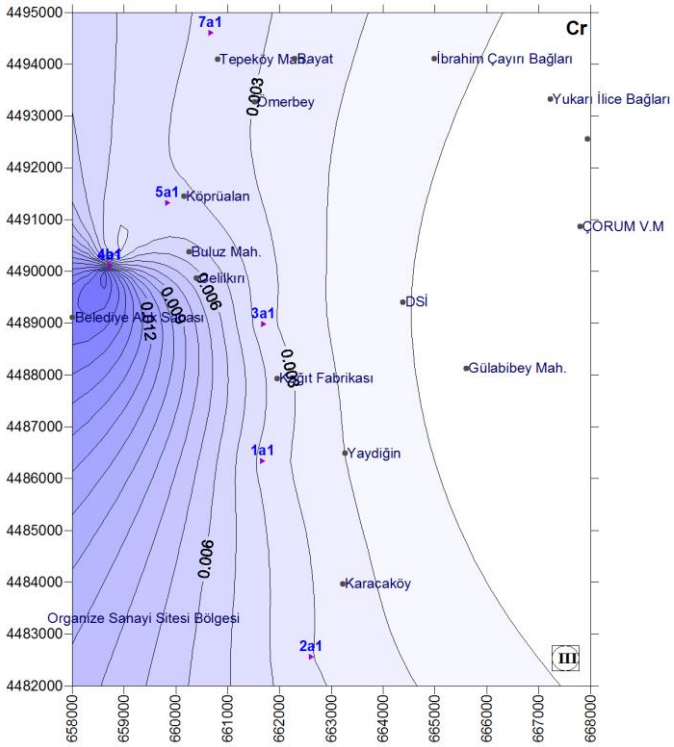
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri en fazla yağışlı ve 2.dönemlerde sınır değerin altındadırlar.



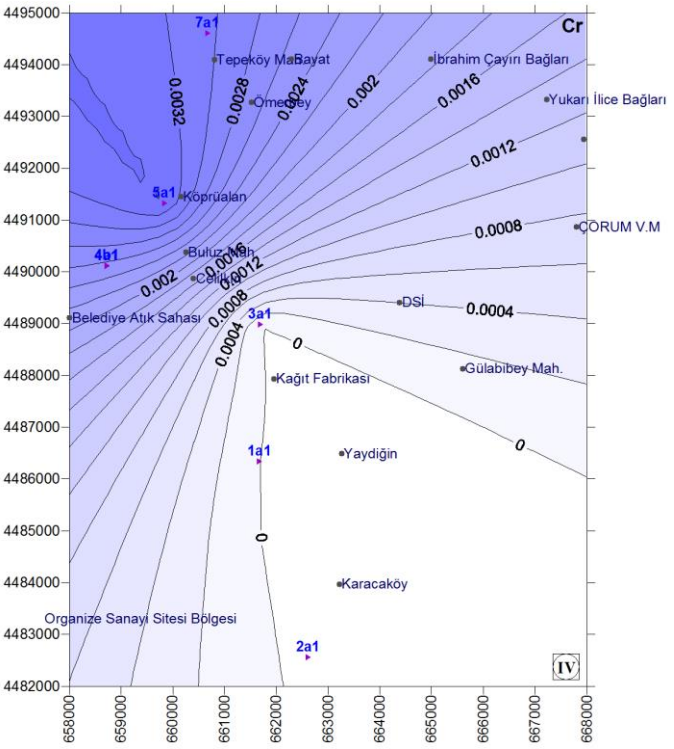
Şekil 4.154. kuyu 1.dönem Cr dağılım haritası.



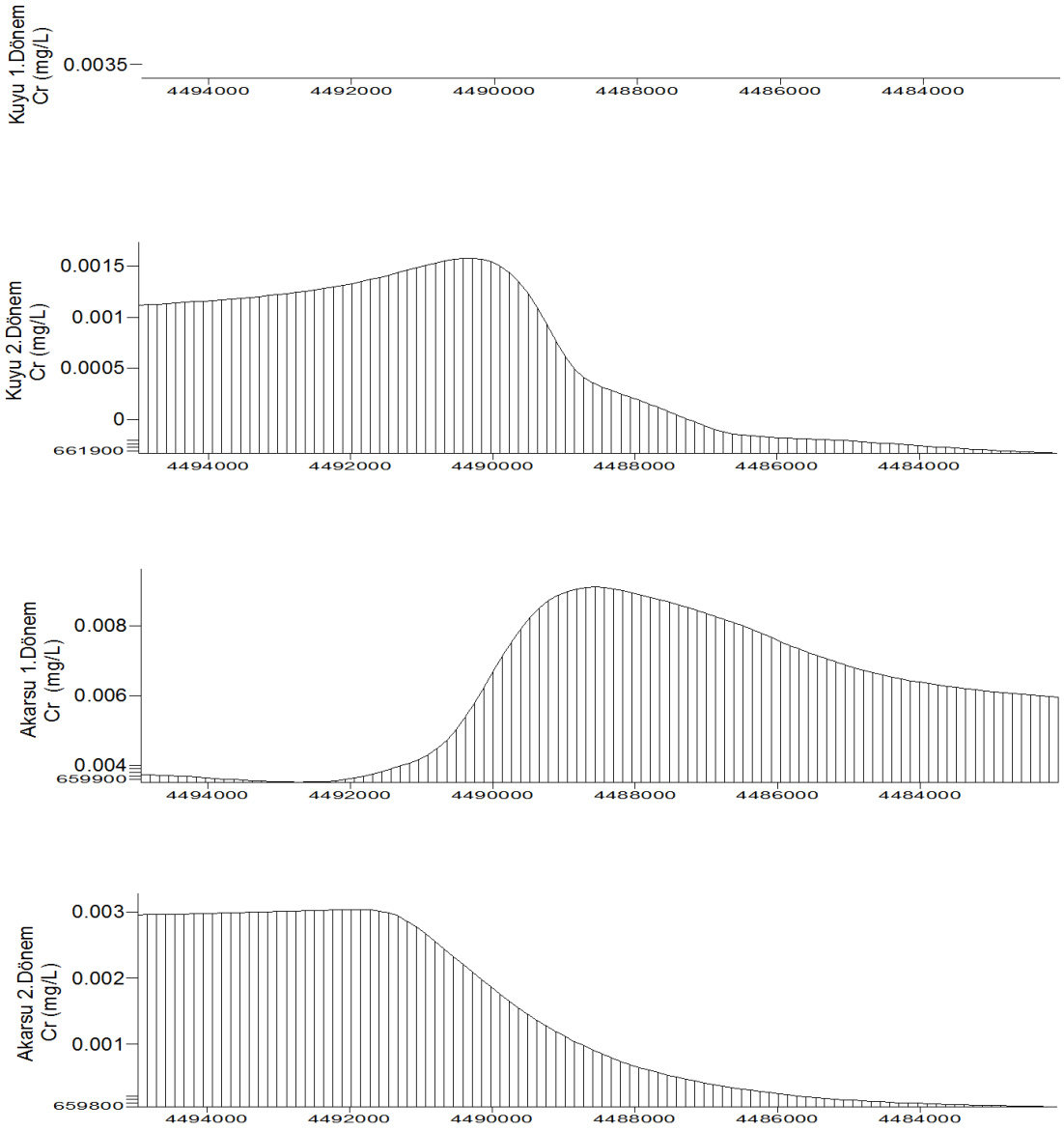
Şekil 4.155. Kuyu 2.dönem Cr dağılım haritası.



Şekil 4.156. akarsu 1.dönem Cr dağılım haritası.



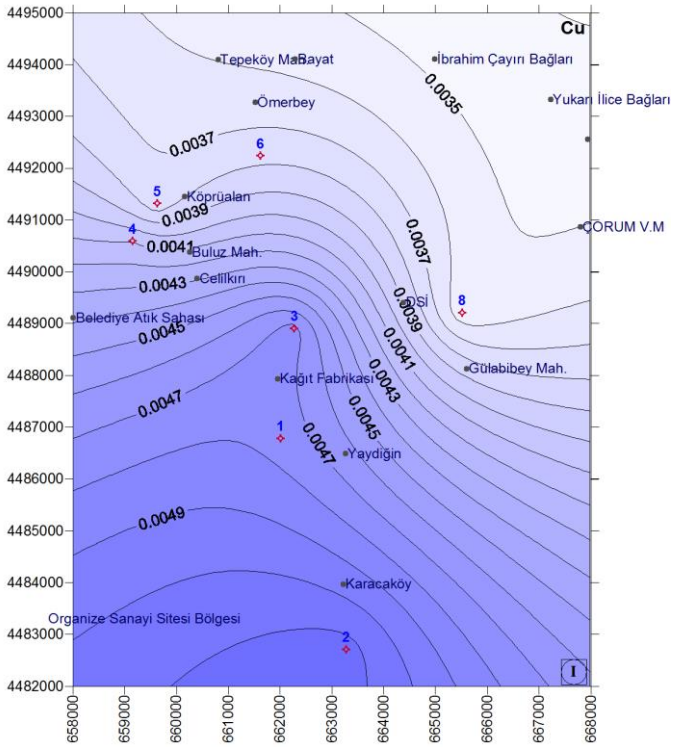
Şekil 4.157. Akarsu 2.dönem Cr dağılım haritası.



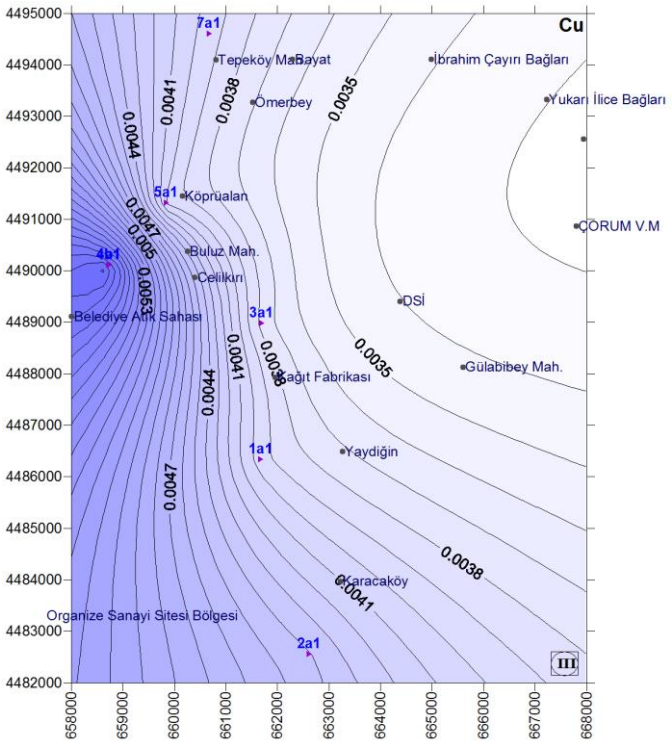
Şekil 4.158 Cr kesiti.

Bakır (Cu)

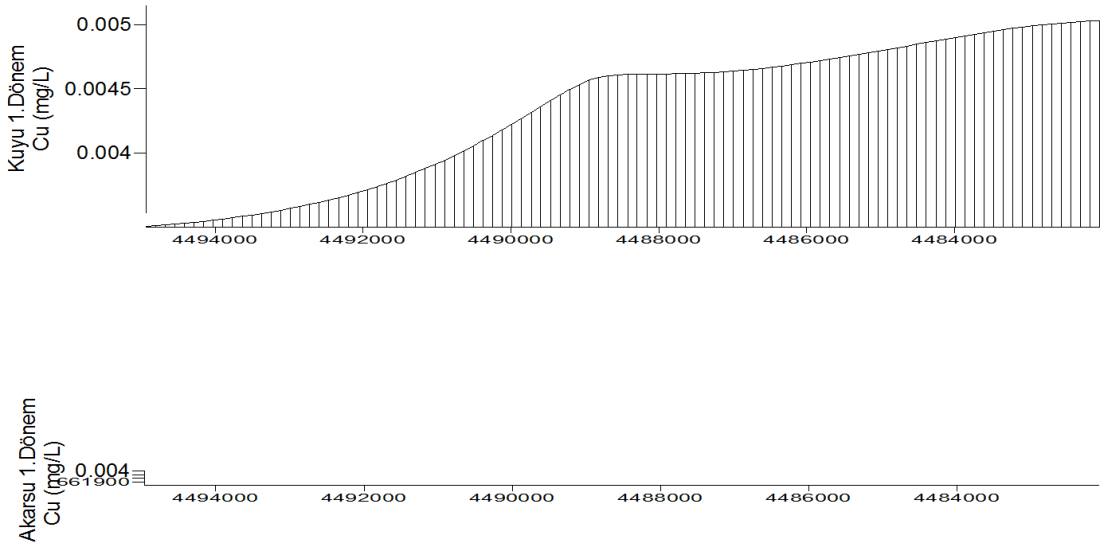
1.dönemde kuyu örneklerinin değerleri birbirine yakın olup en fazla değer sırasıyla 2, 1, 3 ve 4 nolu örneklere ait olup, akarsu örneklerinin değerleri de birbirine yakın ve en fazla değerler sırasıyla 4A, 4B nolu sızıntı suları ile 2A, 7A, 5A ve 1A nolu örneklerin değerlerine aittir. Sızıntı sularının yüksek grafik değerleri görüntüsüne sahip olmaları ileriki zamanlarda kirlenme potansiyeli bakımından işaret olarak görülebilir. 2.dönemde değer yoktur.



Şekil 4.159. Kuyu 1.dönem Cu dağılım haritası.



Şekil 4.160. Akarsu 1.dönem Cu dağılım haritası.



Şekil 4.161 Cu kesiti.

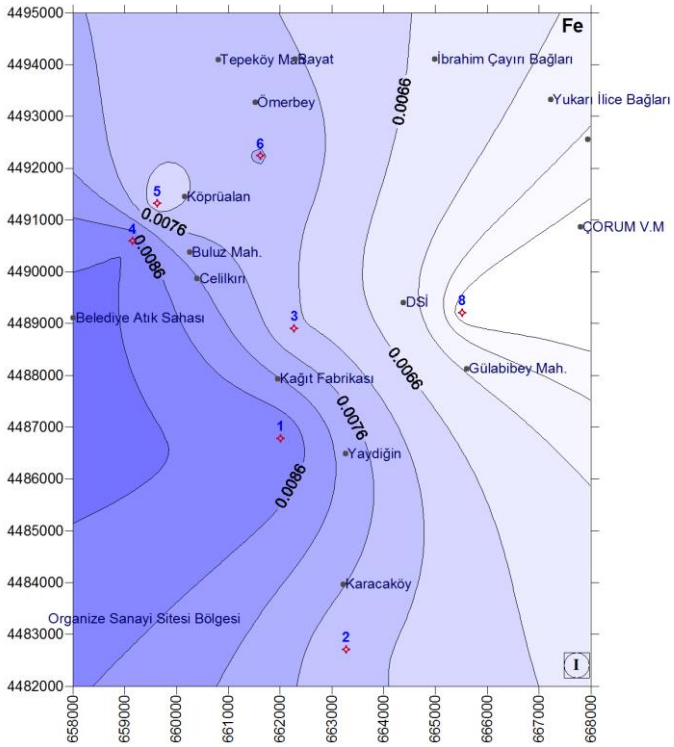
Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en yoğun olarak 4A ve 4B nolu sızıntı suyu lokasyonları görülmektedir. Akarsuların akışı yönünde güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en yoğun olarak 2 nolu örnek lokasyonunda görülmektedir. 6 nolu örnek lokasyonunun olduğu kuzeye doğru yoğunlukta azalma görülmektedir. 2.dönemde ise akarsu ve kuyu örneklerinin değerleri bulunmadığı için dağılım haritası oluşturulamamıştır (Şekil 4.159, 4.160, 4.161).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

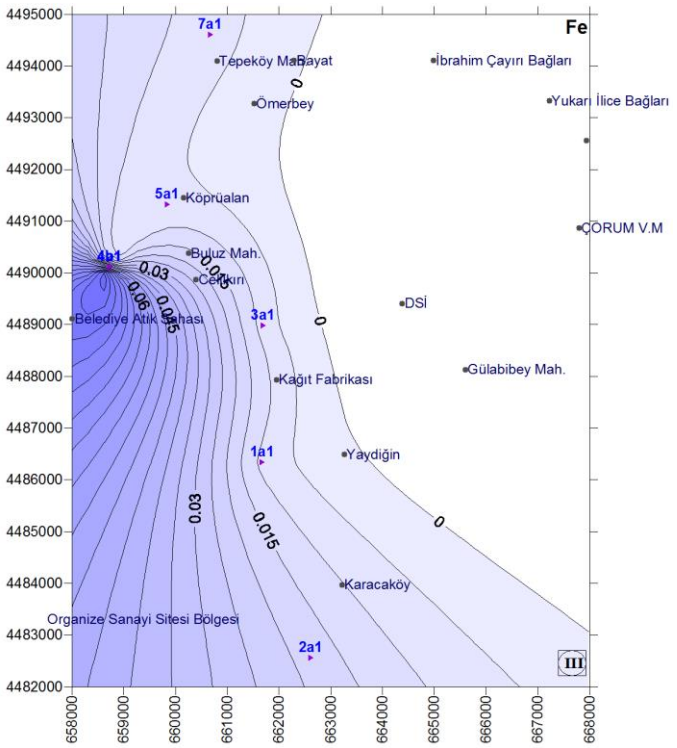
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan tüm kuyu ve akarsu örnekleri en fazla yağışlı ve 2.dönemlerde sınır değerin altındadırlar.

Demir (Fe)

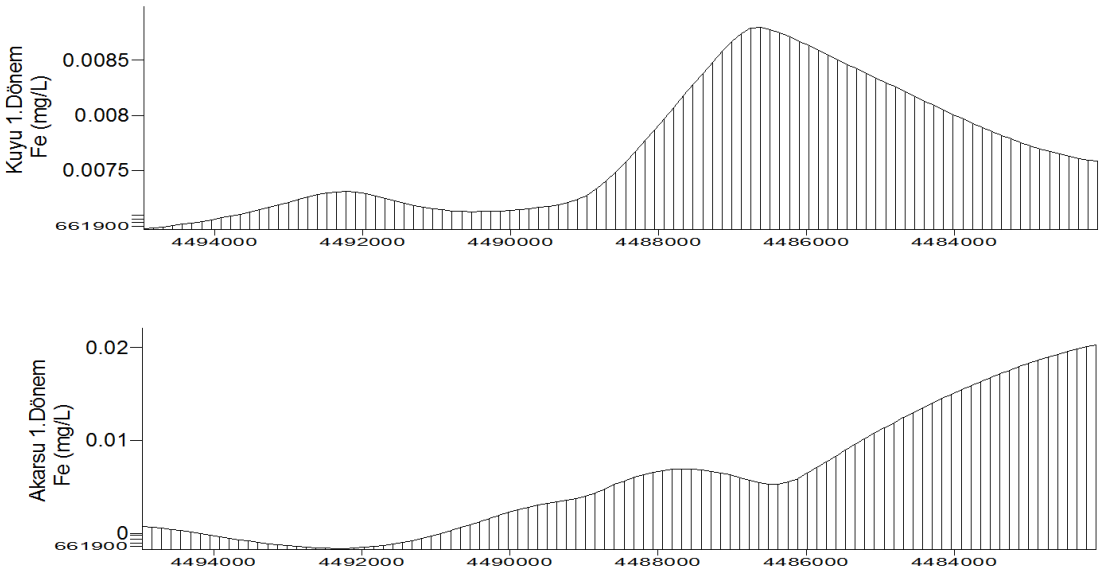
1.dönemde elde değerlere göre oluşturulan grafik görüntüsünden en yüksek değer ile 4A nolu sızıntı suyunun ve 2A nolu akarsu örneğinin dikkat çektiği izlenmektedir. Buna göre atık sahası sızıntı suyu ciddi bir kirletici faktör olarak risk oluşturmaktadır.



Şekil 4.162. Kuyu 1.dönem Fe dağılım haritası.



Şekil 4.163. Akarsu 1.dönem Fe dağılım haritası.



Şekil 4.164 Fe kesiti.

Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinin değerlerinde en fazla yoğunluk 4A nolu sızıntı suyu lokasyonunda izlenmektedir. Akarsu akış yönünde güneye doğru yoğunluk azalmaktadır. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 1 ve 4 nolu örnek lokasyonları civarında izlenmekte olup doğuya, kuzeye ve güneye doğru da yoğunluk azalması görülmektedir. 2.dönemde ise hem akarsu hem de kuyu örneklerinde değer elde edilmediği için dağılım grafiği oluşturulamamıştır (Şekil 4.162, 4.163, 4.164).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise değer bulunmamaktadır.Akarsu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite sular sınıfında olup, 2.dönemde ise değer bulunmamaktadır.

TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemde 1 akarsu örneği (4A) haricinde diğer kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altında olup, 2.dönemde ise tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar.

TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemdeki ve 2.dönemdeki tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar.

Mangan (Mn)

1.dönemde kuyularda 2 nolu örnek ve akarsu örneklerinde de 4A nolu örnek en yüksek değere sahiptir. 2.dönemde ise diğer örneklere göre sırasıyla 3 ve 2 nolu

örneğin değeri yüksek düzeydedir. 3 nolu örneğin değeri 1.dönemde oldukça düşük seviyede iken 2.dönemde dikkate değer bir artış olduğu görülmüştür. Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 4A nolu örnek lokasyonunda görülmektedir. Doğuya ve güneye doğru azalma göstermektedir. Kuyu örnekleri içerisinde de en fazla yoğunluk 2 nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. Kuzeye doğru yoğunluk azalmaktadır. 2.dönemde ise akarsu örneklerinde değer tespit edilemediğinden dağılım haritası oluşturulamamıştır. Kuyu örneklerinde ise bu dönemde en fazla yoğunluk 3 nolu örnek lokasyonunda izlenmektedir. 2 nolu örnek lokasyonunda da 3 nolu kadar olmazsa da nispeten bir yoğunluk görülmektedir. Bu örnekleme noktalarından uzaklaştıkça değerler oldukça azalmaktadır (Şekil 4.165, 4.166, 4.167, 4.168).

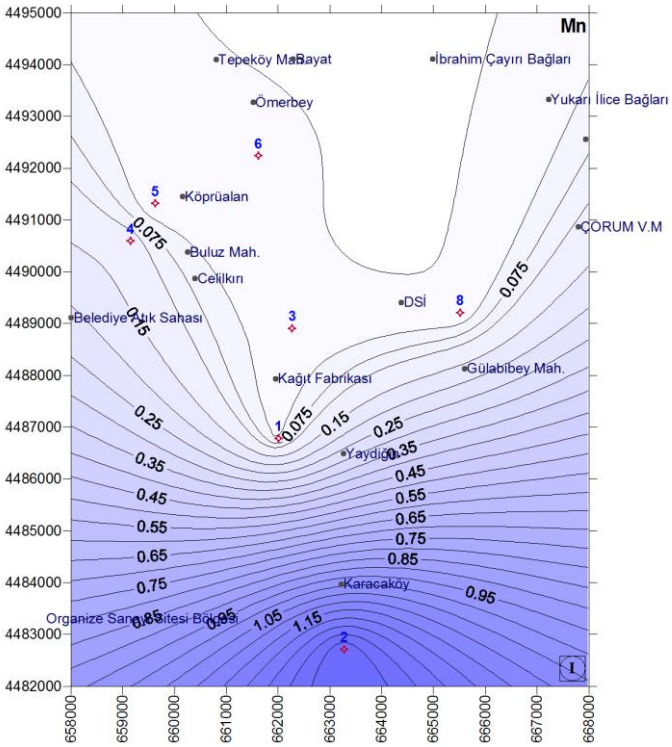
Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde 5 örnek (1, 3, 5, 6, 8) I.kalite,1 (4) örnek II.kalite ve 1 örnek (2) değeri de III.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 2.dönemde ise 7 örnek (1, 4, 6, 8, 9, 10, 11) I.kalite ve 2 örnek de (2, 3) III.kalite yeraltısuyu sınıfındadır.Akarsu örneklerinde,
1.dönemde 6 örnek (1A, 2A, 3A, 4B, 5A, 7A) I.kalite ve 1 örnek de (4A) II.kalite sular sınıfında olup, 1.dönemde ise tüm örnekler 0 mg/l değerine sahiptir ve dolayısıyla da tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemde 7 kuyu örneği (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8) ve 7 akarsu örneği (1A, 2A, 3A, 4A, 4B, 5A, 7A) ile 2.dönemde ise 2 kuyu örneği (2, 3) sınır değerin üzerindedir.

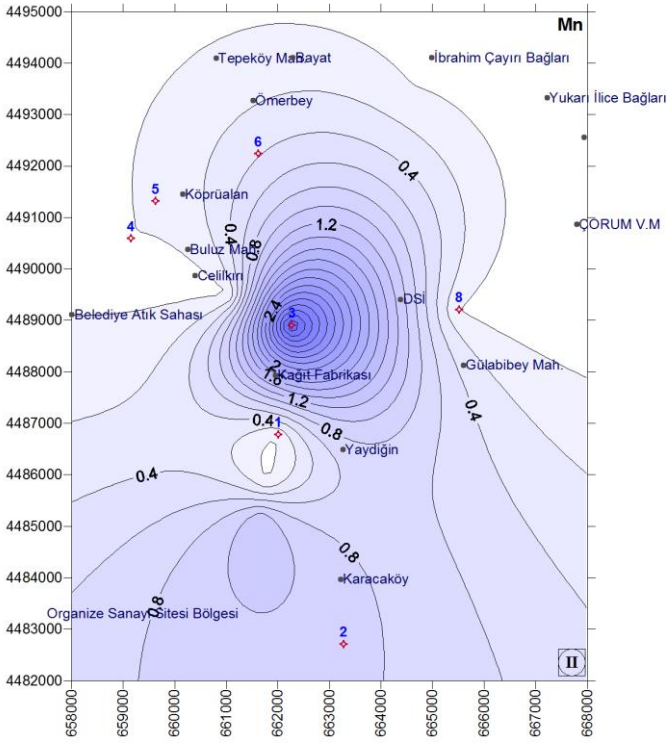
TS 266 ya göre, (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemde 2 kuyu örneği (2, 4) ve 1 akarsu örneği (4A) ile 2.dönemde ise 2 kuyu
1.dönemde tüm örnekler öngörülen sınır değerinin üzerinde olup, 2.dönemde ise tüm örneklerin değeri 0 mg/l dir.

Nikel (Ni)

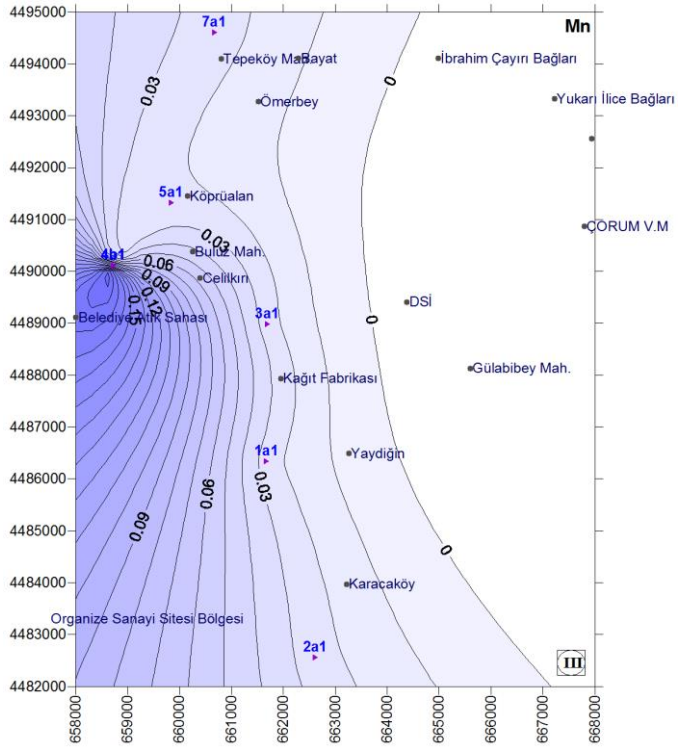
1.dönemde diğer örneklere göre çok yüksek olmamakla birlikte en yüksek değerler 2 nolu kuyu örneğine ve 4A nolu sızıntı suyu örneğine aittir. 2.dönemde ise yalnız 4 adet kuyu örneğinde tespit edilmiş olup, en yüksek değer 4 nolu örneğe aittir. Bu örnek değerinde bir önceki döneme göre bariz bir artış olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Kuyu ve yakınındaki akarsudan alınan örneklerin değerleri arasında benzerlik veya doğrusal ilişki görülmemiştir.



Şekil 4.165. Kuyu 1.dönem Mn dağılım haritası.



Şekil 4.166. Kuyu 2.dönem Mn dağılım haritası.

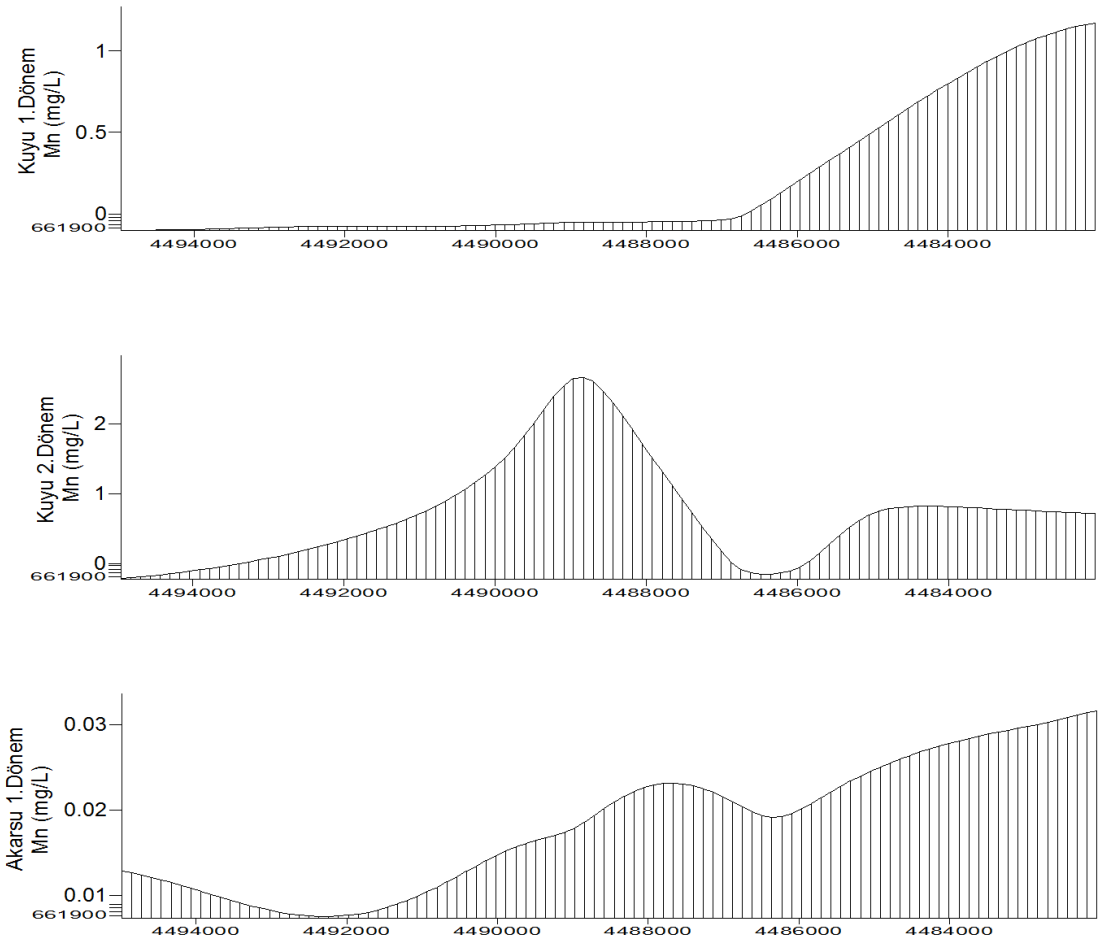


Şekil 4.167. Akarsu 1.dönem Mn dağılım haritası.

Dağılım haritasında 1.dönemde akarsu örneklerinin değerlerinde en yüksek yoğunluk 4A nolu sızıntı suyu örneğinin lokasyonunda izlenmektedir. Kuzeye doğru ve akarsu akış yönü boyunca doğuya ve güneye doğru azalma göstermektedir. Kuyu örneklerinde ise 2 ve 6 nolu örnek lokasyonlarında yoğunlaşma görülmektedir. 2 ve 6 nolu örnek lokasyonları arasında kalan bölgede beklenilenin aksine birbirine doğru dereceli geçiş olmayıp, arada yoğunluğun zayıf olduğu bir bölge izlenmektedir. Yeraltısuyu akış yönü güneye doğru olup, 2 ve 6 nolu örnekler arasındaki bölgede yoğunluğu zayıf olan bir alanın olması bu iki lokasyonun Ni bakımından bağımsız kökenlerden beslendiklerine işaret edebilir. 2.dönemde ise tespit yapılabilen kuyu örnekleriyle ilgili dağılım haritası oluşturulmuştur. En yoğun bölge 4 nolu örneğin lokasyonundadır. Haritaya göre 4, 2 ve 8 nolu lokasyonların oluşturduğu açının arasında kalan bölgede yoğunluk çok zayıf veya yoktur (Şekil 4.169, 4.170, 4.171, 4.172).

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfında olup, 1.dönemde de tüm örnekler I.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde 6 örnek (1A, 2A, 3A, 4B, 5A, 7A) I.kalite ve 1 örnek de (4A) II.kalite sular sınıfında olup, 1.dönemde ise tüm

örnekler 0 mg/l değerine sahiptir ve dolayısıyla da tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

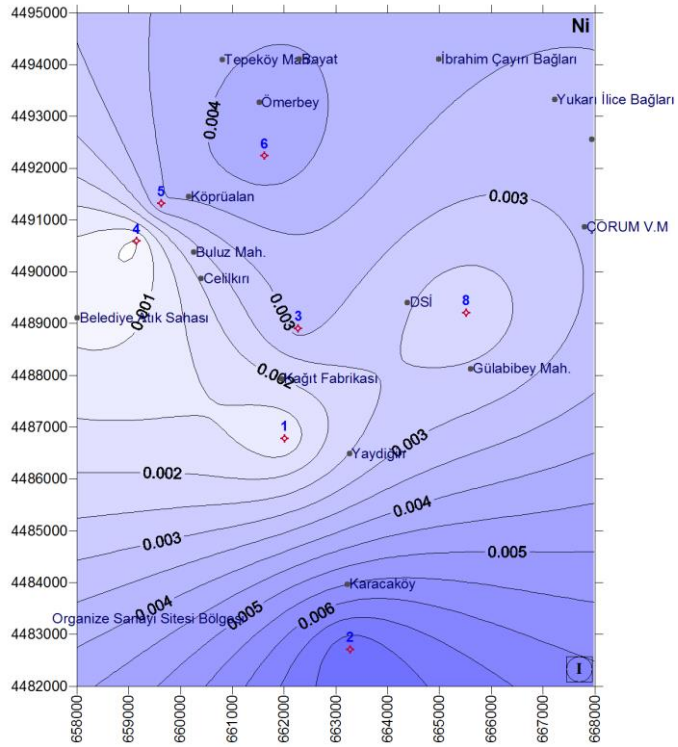


Şekil 4.168 Mn kesiti.

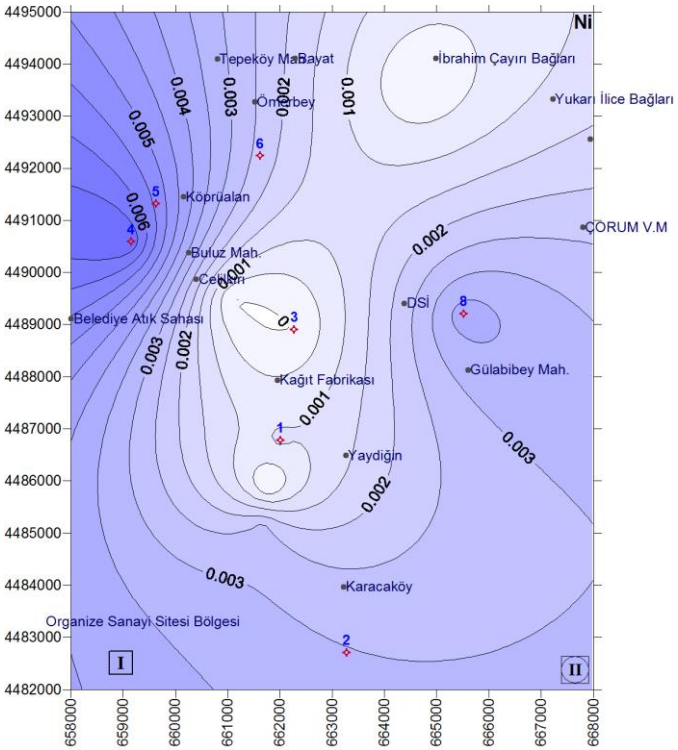
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 1.dönemdeki 1 akarsu örneği (4A) haricinde diğer tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar. 2.dönemde ise tüm kuyu ve akarsu örnekleri sınır değerin altındadırlar.

Kurşun (Pb)

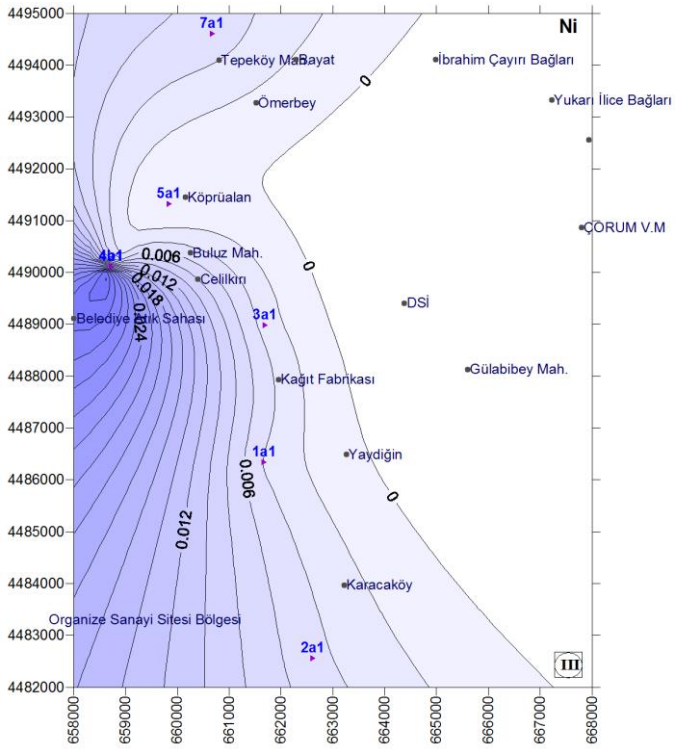
1.dönemde değer ölçülememiştir. 2.dönemde en yüksek değerler sırasıyla 3 ve 2 nolu örneklere aittir. Kuyu ve yakınından alınan örneklerin değerleri arasında doğrusal ilişki görülmemiş olup, etkileşim olmadığına işaret etmektedir.



Şekil 4.169. Kuyu 1.dönem Ni dağılım haritası.

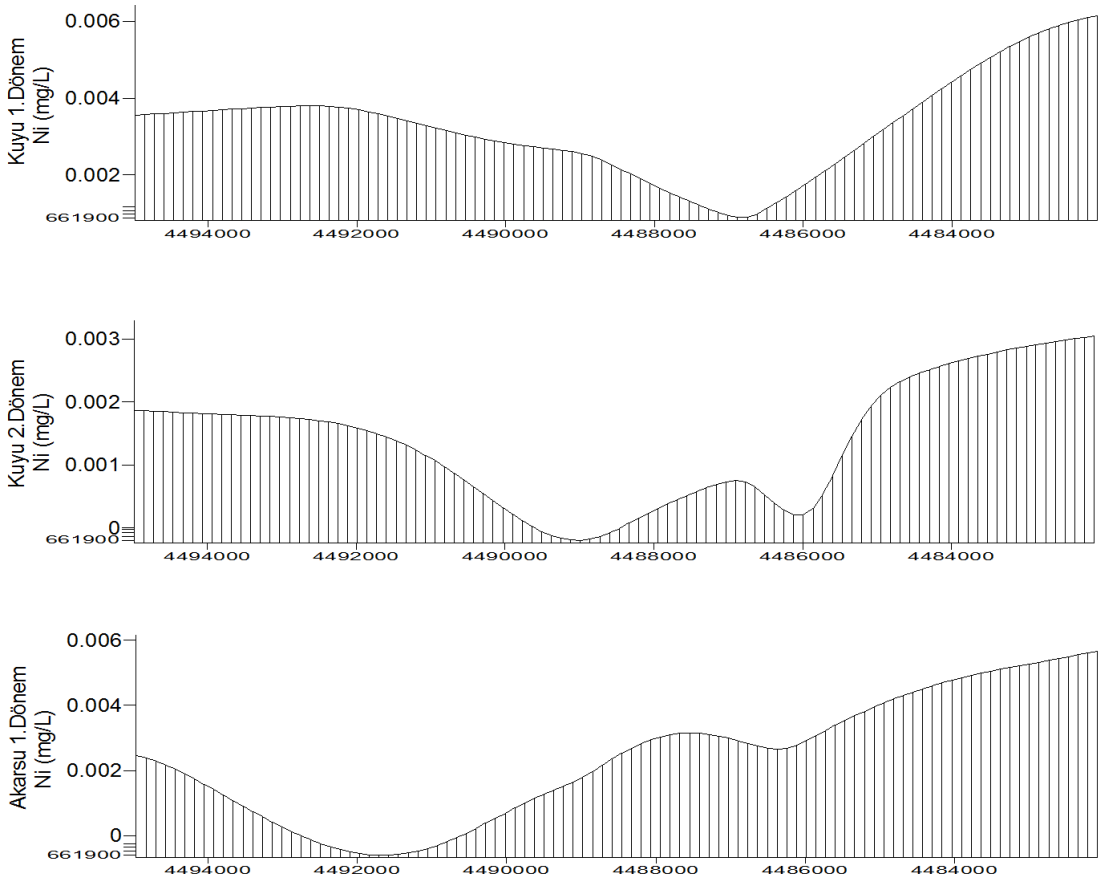


Şekil 4.170. Kuyu 2.dönem Ni dağılım haritası.



Şekil 4.171. Akarsu 1.dönem Ni dağılım haritası.

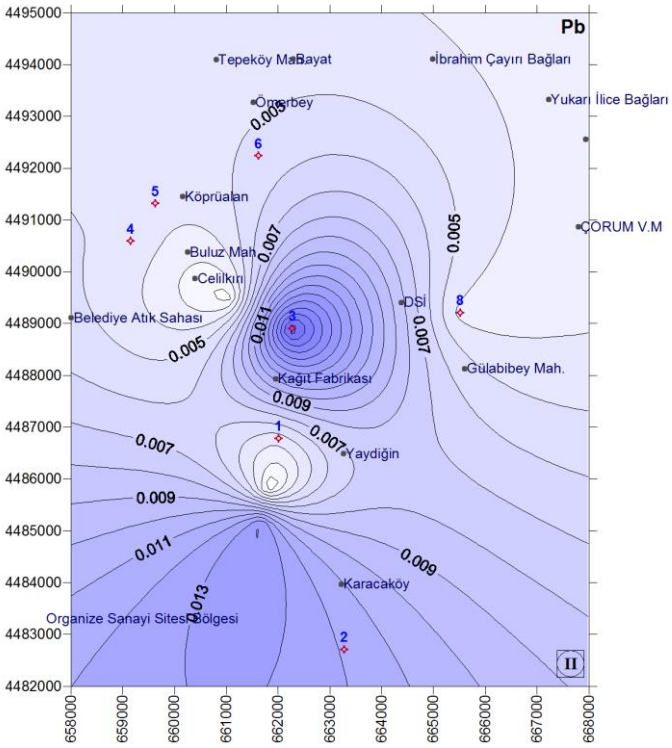
Dağılım haritasında 2.dönemde akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 3A nolu örnek lokasyonundadır. Nispeten 2A örneğinin lokasyonun da diğer örneklere göre zayıf bir yoğunluk görülmektedir. 3A lokasyonundan itibaren güneye doğru yoğunluk azalma göstermektedir. İki örnek lokasyonunun arasında bulunan 1A lokasyonunda ise değer elde edilememiştir. Aradaki bu bölgede su akış yönü itibariyle bir değer elde edilmesinin beklenmesi gerekirdi. Ancak muhtemelen 3A ve 2A lokasyonlarında Pb bakımından ayrı ayrı beslenmenin veya etkilemenin olduğu düşünülmektedir. Kuyu örneklerinin değerlerinde ise 3 nolu ve 10, 11 ve 2 nolu örnek lokasyonlarında yoğunlaşma izlenmekte olup arada kalan 1 nolu örnek lokasyonunda değer diğer nispeten zayıf yoğunlukta izlenmektedir (Şekil 4.173, 4.174, 4.175).



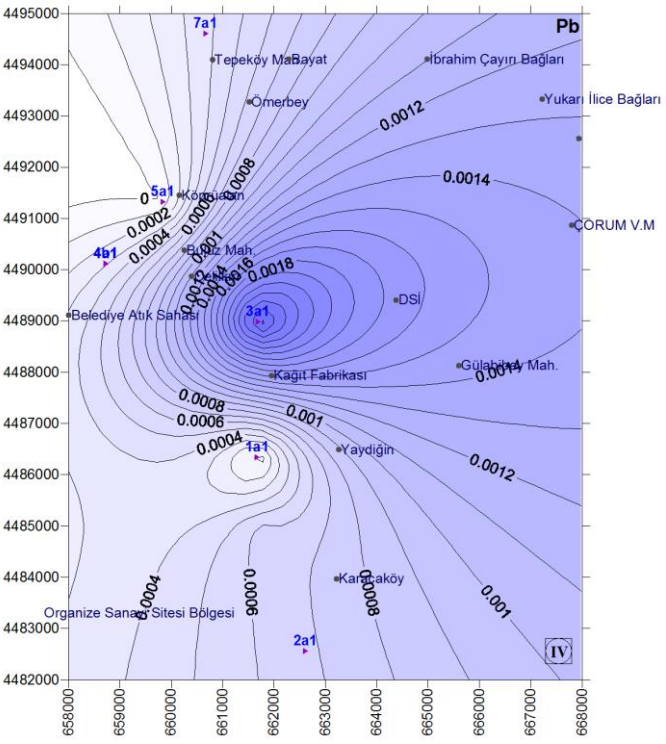
Şekil 4.172 Ni kesiti.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde 7 örnek (1, 4, 6, 8, 9, 10, 11) I.kalite, 2 örnek de (2, 3) II.kalite yeraltısuyu sınıfındadır. Akarsu örneklerinde, 1.dönemde değer bulunmayıp, 2.dönemde de tüm örnekler I.kalite sular sınıfındadır.

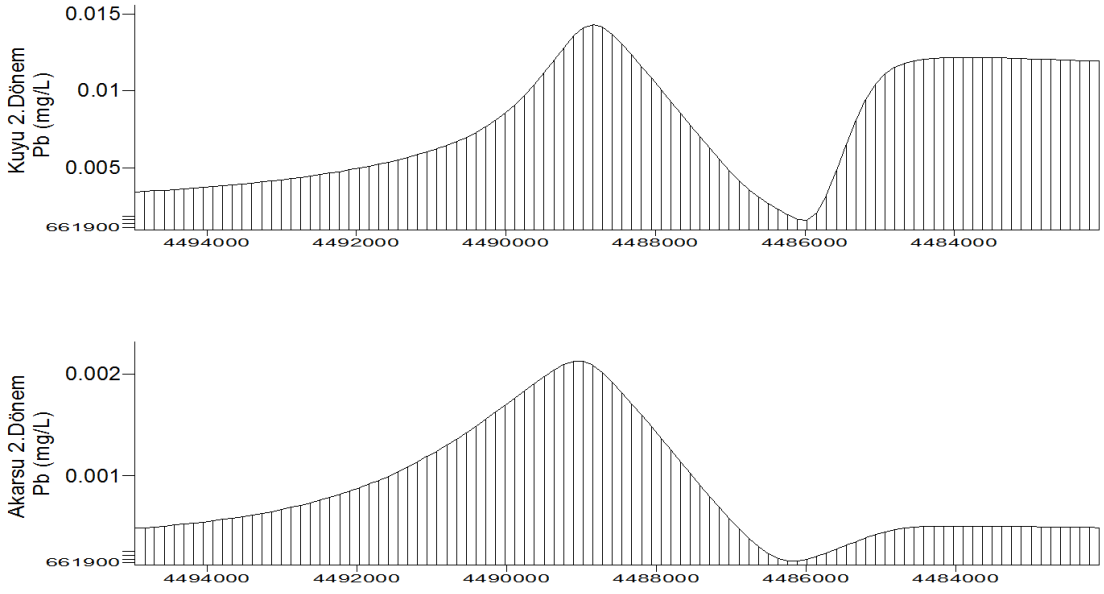
TS 266 ya göre, (Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1) ve (Sınıf 2 Tip 2) için; çalışma kapsamında alınan örneklerde 2.dönemdeki 2 kuyu örneği (2, 3) haricinde diğer tüm kuyu ve akarsu örnekleri en fazla ve 2.dönemlerde sınır değerin altındadırlar.



Şekil 4.173. Kuyu 2.dönem Pb dağılım haritası.



Şekil 4.174. Akarsu 2.dönem Pb dağılım haritası.



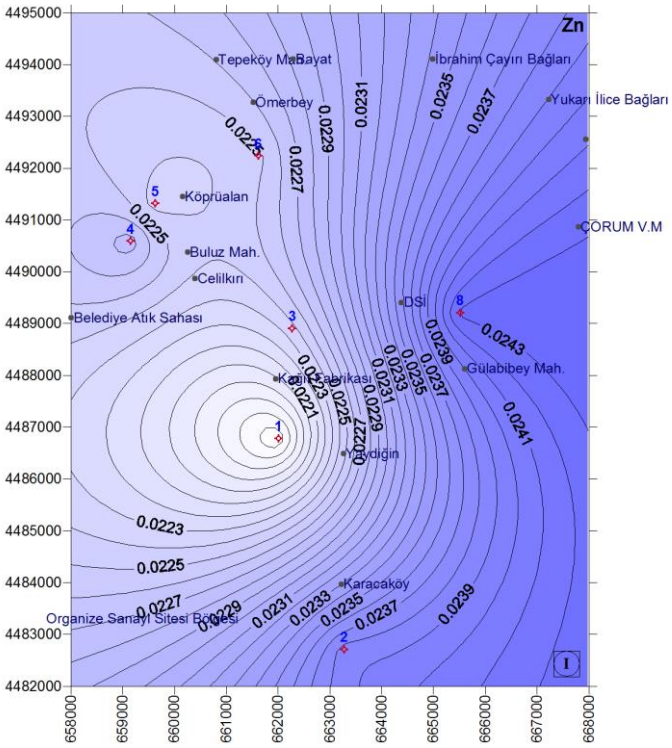
Şekil 4.175 Pb kesiti.

Çinko (Zn)

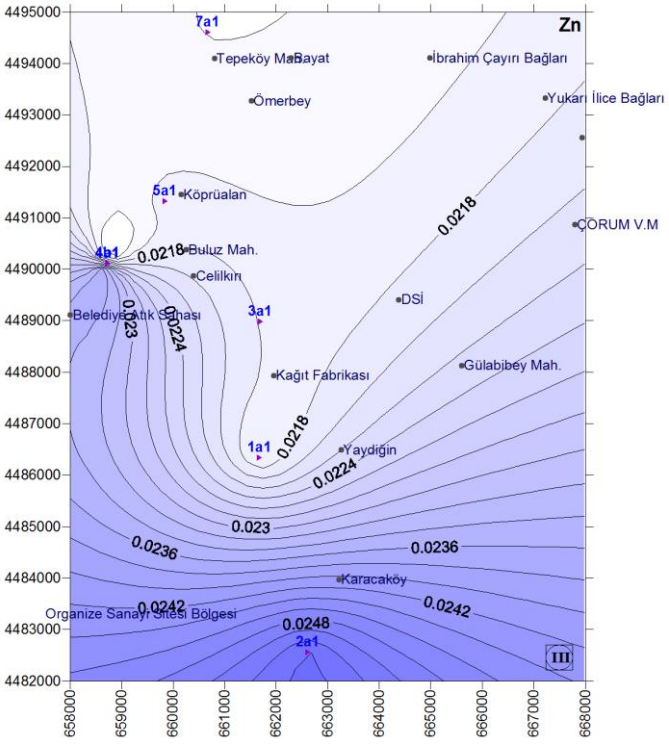
1.dönemdeki tüm kuyu ve akarsu örneklerine ait değerler birbirine yakındır (Şekil 4.176, 4.177, 4.178). 2.dönemde değer elde edilememiştir. Dağılım haritasında (Şekil 4.177, 4.178) akarsu örneklerinde en fazla yoğunluk 3A nolu örneğe ait lokasyonda izlenmektedir. 5A nolu örnekten itibaren çalışma sahasının kuzeyinde yoğunlaşma hiç yoktur. 2A örneğinin lokasyonuna doğru akış yönü boyunca nispeten bir artış söz konusudur. Bunun nedeni de muhtemelen ortama Zn bakımından biraz daha zengin olan akışkanların katılımının güneye doğru artış göstermesi olabilir. Kuyu örneklerinde ise en fazla yoğunluk 8 ve 2 nolu örnek lokasyonlarında izlenmektedir. Çalışma sahasının batısına doğru yoğunlukta azalma görülmektedir.

Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine göre; kuyu ve akarsu örneklerinde tüm örneklerin değerleri en fazla ve 2.dönemlerde I.kalite yeraltısuyu ve sular sınıfındadırlar.

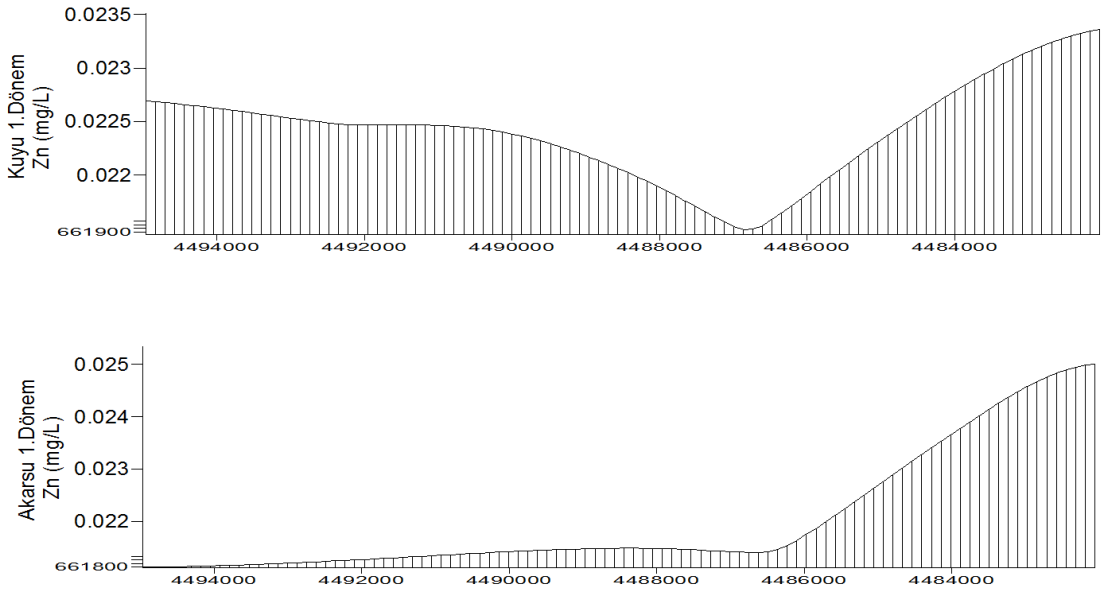
TS 266 ya göre; kuyu ve akarsu örneklerinde tüm örneklerin değerleri en fazla ve 2.dönemlerde tavsiye edilen değerin ve maksimum değerin altındadır.



Şekil 4.176. Kuyu 1.dönem Zn dağılım haritası.



Şekil 4.177. Akarsu 1.dönem Zn dağılım haritası.



Şekil 4.178 Zn kesiti.

4.3 Analiz Sonuçlarının ve Kirlilik Durumunun Değerlendirmesi

Bu bölümde, elde edilen analiz neticeleri olası kirlilik kaynakları ile birlikte korelasyonu yapılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Tiwari (2011) yapmış olduğu çalışmada Hindiatan'da yapmış olduğuçalışmada çevresel etkenlerle yer altı suyu kalitesinin etkilendiğini göstermiştir. Tez kapsamında yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar yeraltısuyunun özellikle insanlar eliyle oluşturulan dış etkenlerden kaynaklanan kirliliğinin aşırı olmadığını göstermiştir. Su kirliliği ve kontrol yönetmeliği, ve TS-266 İçme ve Kullanma Suyu Standartları bakımından değerlendirildiğinde insanlar eliyle oluştuğu düşünülen kirlilik kriterlerinde maksimum izin verilen değerleri aşan örnek değerleri çok az sayıdadır. Ağır metallerin sınır değerlerin üzerine çıkmamasına rağmen insan aktivitelerinin fazla olduğu, özellikle katı atık depolama sahası civarında diğer bölgelerele karşılaşrıldığı zaman daha yüksek değerler gözlenmiştir. Burada aktiteler neticesi açığa çıkan veya toprakta meydana gelen kimyasal değişim, özellikle asitliğin artması, toprak zeminde normalde çözünürlüğü az olan Ca gibi bazı elementlerin çözünürlüğünü arttırarak yeraltısuyundaki konsantarasyonlarının da arttığı gözlenmiştir. Özellikle zemin içine karışan organik kirliliğin biyolojik bozulması sonucu oluşan karbondioksit asiditenin artmasında en önemli faktördür. Normalde kirleticiler içerisinde bulunan birçok metal iyonunun toprak yapısının alkali özelliği ile üst bölgelerde tutulması gerekirken, artan

asitlik özelliği bu metallerin daha alt tabakalara kadar ulaşmasına sepep olmaktadır. Zemin yapısını oluşturan katyonların çözünmesine paralel olarak eşdeğer oranda anyonların çözünmesini sağlayacaktır. Bu yüzden SO_4^{2-}, Cl^- gibi anyonların konsantrasyonlarında da artışlara neden olmuştur. Aynı zamanda zemin yapısının kimyasına bağlı olarak bu iyonlarla birlikte Na, Ca ve HCO_3^- iyonlarının konsantrasyonlarında da artış olmaktadır. Artan bu iyonların konsantrasyonları ise toplam çözünmüş katı ve iletkenlik değerlerinde de artışlara sebep olmaktadır. Özellikle yağışların yüksek olduğu dönemlerde toplam çözünmüş iyon konsantrasyonları artarken, kurak dönemlerde sadece çözünürlüğü yüksek olan Na ve Cl iyonlarında nisbeten yüksek değerler ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre yeraltısularının dış etkenlerden daha çok, özellikle içinden geçmiş oldukları zeminden kaynaklanan kirlenmelere maruz kaldıkları anlaşılmaktadır. Şahinci (1991) de ‘’ Doğal Suların Jeokimyası ‘’ isimli kitabında yeraltısularının mola sürelerine bağlı olarak zeminden itibaren çözülen elementlerin, suların kalitelerinde etkili olduklarını belirtmiştir. Benzer şekilde, tez çalışması kapsamında elde edilen yeraltısuları analiz sonuçları da sülfat ve klorür bakımından oldukça yüksek değerler göstermektedirler.

Aquachem programı tarafından oluşturulan Piper diyagramlarında ve çözümlemelerde havzadaki yeraltısularının ve akarsuların çoğunlukla Halit (NaCl), Silvit (KCl), Anhidrit ($CaSO_4$), Karbonat ($CaCO_3$) ve bazen de Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) minerallerinin çözünmesi sonucunda bunların suda çözünmüş bileşenlerinin ortaya çıkması, bölgenin jeolojik birimleri ile ilgili bilgileri desteklediğini ortaya çıkarmıştır.

Elektriksel iletkenlik, sertlik değerleri tarımsal sulama amaçlı ve içme ve kullanma amaçlı olarak tüketilmesi bakımından yeraltısuyunun kalitesinde kullanılamayacak derecede olumsuzluklar oluşturmaktadır.

Çorum Deresi havzasında bulunan yerleşim yerleri, sanayi tesislerinin , tavuk çiftliklerinin ve mandıraların da atık sularını herhangi bir arıtmaya tabi tutmadan doğrudan akarsuya bırakmaları da akarsuyun kirlenmesine katkı yapmaktadır. Kirlenen bu suyu sulama amaçlı olarak kullanmaya çevredeki yerleşim yerlerinde bulunan ve çiftçilikle meşgul olan insanlar da arazilerindeki sebze ve ürünleri yetiştirmede disiplinsiz olarak devam etmektedirler.

Tez çalışması sırasında akarsudan da örnekler alınarak ağır metal analizleri de yaptırılmıştır. Maksimum düzeyi geçen örnekler olmaması, bu suların risk altında olmadığı anlamına gelmemektedir. Buradaki akarsuların kirlenmesi ve kirlenen suyun

da çevredeki insanlar tarafından kullanılması hem ürünlerde kalitesizlik hem de sulanan yerdeki zemine süzülmeler nedeniyle yeraltısularının kirlenmesi bakımından risk oluşturmaya devam edecektir.

Belediye katı atık sahasında bulunan atıkların içerikleri nedeniyle öncelikle akarsulara, bu suların da sulamada kullanılması nedeniyle her zaman için uzun vadede zeminde oluşabilecek birikmeler nedeniyle yeraltısuyuna kirletici etki yapması ihtimali bulunmaktadır. Bu etkininolup olmadığını anlamak için atık sahasının hemen yakınında bulunan sızıntı suyundan ve yeraltısuyu işletmesi yapılan kuyudan (4 nolu örnek) örnekleme yapılmıştır. Sızıntı suyundaki değerler ileride oldukça yüksek kirlenme riskinin oluşabileceğini göstermiştir. Yakında bulunan kuyu suyunun analiz neticesi atık sahasından etkilendiğine ilişkin belirgin bir sonuç göstermemiştir.

Yeraltısuyu örneklemesine paralel olarak hemen yakınındaki akarsudan da örnekleme yapılarak bir etkileşimin olup olmadığını anlamak bakımından analiz sonuçlarının karşılaştırması yapılmıştır. Yozgat Yerköy'de Delice Irmağı ile hemen yakınındaki komşu akifer arasında bir etkileşimin olup olmadığını anlamak için benzer bir çalışma yapan Çelik 2002), çalışmasında Bor ve toplam çözünmüş katı madde parametrelerini kullanmıştır. Yapılan değerlendirmelerde, kuyulardan ve hemen yakınındakiakarsulardan alınan örneklerin analizlerinin birbirine yakın veya benzer bor ve toplam çözünmüş katı değerlerine sahip olmadıklarının belirlenmesi nedeniyle etkileşimin olduğuna ilişkin bir bulguya rastlanamamıştır. Havzadaki akarsuların tabanları alüvyonun kil örtüsü üzerinde oluşan siltli bir yatak şeklinde olması nedeniyle bu etkileşimin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum hiç etkileşim olmayacağı anlamına da gelmemektedir. Bunu anlamak için de daha ileri tekniklerin (izotop analizleri vs.) kullanılması uygun olacaktır.

En az yağışlı ve en fazla yağışlı dönemde yapılan örneklemelerde yağışın artışıyla birlikte litolojik kirlenme oluşturacak olan zeminlerden itibaren mineral çözünmesi nedeniyle sular olumsuz anlamda mineral veya element zenginleşmesine maruz kalabilmektedirler. Örneğin sodyum, klorür ve sülfat içeriklerinde artışlar meydana gelmektedir. Alüvyonda ve Pliyosen yaşlı birimlerde açılmış kuyulardan yapılan örneklerin sülfatlı ve tuzlu karakterde olmaları, alüvyonun hemen altında bulunan jipsli, tuzlu birimlerden itibaren su beslenimlerinin olabildiğini veya kuyu açılması sırasında bu tür zeminlerin de fazlaca kesilmiş olabileceği ve böylece bu zeminlerden sızan suların da ortama karışmasıyla kalite bozulması sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bazı kuyularda sülfat içeriğinin fazla olması, özellikle alüvyonda açılan

kuyuların (kuyu logları mevcut değil) çevredeki jipsli birimleri de oldukça fazla geçerek su alındığını veya civardaki jipsli birimlerden alüvyona yeraltından sızmalarıönleyecek şekilde kuyu tecrid işlemlerinin yapılmadığını göstermektedir.

Havzanın karakterinin yarı kapalı havza niteliğinde olması su kalitesinin bozulmasının çok ileri düzeyde olmasına da bir anlamda engel olmaktadır. Yani havzada daha üst kotlardan özellikle tuzlu olmayan zeminlerden itibaren yeraltısuyunu beslemelerinin kuvvetli bir ihtimal olması nedeniyle su içerisinde tuz oranı bir şekilde seyreltilmekte, muhtemelen de havzanın açık olan kesiminden de bir alt havzaya boşalım yaparak içerisinde barındırdığı suyun kalitesinin çok fazla olumsuz olmaması sağlanmaktadır.

Yer altı suyu kimyalsal bileşiminde daha çok zeminin kimyasal yapısının önemli olmasına karşılık, yüzeysel sulardan (akarsulardan) alınan örneklerde yapılan analizler, suyun kimyasal özelliklerinin daha çok bölgede gerçekleşen insan aktivitelerden kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle katı atık depolama sahası civarında bulunan yüzeysel suların başta organik kirlilik olmak üzere birçok parametre bakımından diğer örneklere göre daha yüksek oranlarda kirletici parametrelere sahip oldukları görülmüştür. Bölgeden uzaklaştıkça başta organik kirliliğin biyolojik mineralizasyonu ile azalması yanında, diğer kirletici parametrelerin de yan havzacıklardan gelen diğer su kaynaklarının (ana derenin kolları) karışmasından dolayı oluşan seyrelmeye bağlı olarak bariz azalmalar tespit edilmiştir. Ayrıca fabrikalar civarında ve tarımsal aktivitelerin akarsulara yakın olduğu bölgelerde yine bazı kirletici parametrelerde yüksek değerler çıktığı, yağışlı mevsimlede insan aktiviteleriyle çevrede meydana gelen kirleticilerin akarsulara karışmaları ile artışlar olmasına karşılık, ilerleyen periyotlarda seyrelme dolayısıyla kirletici oranlarında azalmalar gözlenmiştir. Kurak periyotlarda ise sudaki buharlaşmalar ile meydana gelen etki yanında dereleredki su miktaının azalmasına paralel olarak suya karışacak düşük oranlardaki kirleticilerin de su kirliliğinde etkili olacağı bir gerçektir.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Analiz sonuçları, akarsu örneklerinin sulamada kullanılabilme özellikleri bakımından en fazla ve en az yağışlı dönemlerde genelde kullanılabilir olduğu belirlenmiştir, Bununu sebebi olarak da insan aktiviteleri ile çevrede meydana gelen kirleticiler yanında yağışların toprak (zemin) yüzeyinde bazı mıneralleri çözdüğü gösterilebilir. Yeraltısuyu örneklerinin ise en fazla yağışlı dönemde yer altı suyuna yüzeyden sızma dolayısıyle zemin yapısında çözünebilir bileşiklerin olması dolayısıyle su özelliğinin C_3S_2 sınıfında olduğu ve bu özelliğin sodyuma duyarlı olan bitki yetiştirilmesi ve hayvanların sulanması için ve işlemden geçirilmeden kullanılmasının uygun olmadığı belirlenmiştir.

Kirlilik ise havzadaki yeraltısuyunda insan eliyle oluşan kirlilikten daha çok suların içinden süzülerek ve çeşitli mineralleri, elementleri özellikle tuzlu karakterde olanları çözerek geçmeleri nedeniyle yeraltısularında ve akarsularda litolojik kirlenme görülmektedir. Özellikle sodyum, klor, sülfat, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde değerlerinin yüksek olması litolojik kirlenmeye işaret etmektedir.

Havzada alüvyonun üst seviyelerinin genellikle alta sızmaları önleyecek olan kil örtüden oluşması nedeniyle, yeraltısuyunun zemine bağlı litolojik kirlenme dışında diğer kirlenme türlerine maruz kalma ihtimalinin zayıf olduğu düşünülmektedir.

Havzada bulunan tarım alanlarındaki bilinçsiz gübreleme, ilaçlama, sanayi tesislerinden metal vb içeriklerin akarsulara arıtma yapılmadan deşarj edilmesi akarsuların kirlenmesine dolaylı olarak da uzun vadede bu suların sulamada kullanılması nedeniyle yeraltısularının kirlenmesine neden olacaktır.

Belediye atık sahasında vahşi depolama yapılması burasının her zaman için hem akarsular hem de uzun vadede yeraltısularına tehdit oluşturması kaçınılmazdır. Bu nedenle burada acilen kirletici etkiyi en aza indiren tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Kalitesiz yeraltısuyunun elde edilerek, sulamada kullanılması da oluşacak tuz çökelimleri nedeniyle toprağın verimsizleşmesine neden olacaktır.

Özellikle alüvyonda kuyu açılırken kuyudaki geçilen zeminin takibi iyi yapılmalı ve olumsuz zeminde fazlaca ilerleme yapılmadan kuyu açma işlemi sonlandırılarak, tecrid işleminden sonra elde edilecek suyun litolojik kirlenmeden daha fazla etkilenmeden kullanılabilir özellikte kalması sağlanmalıdır.

Hazırlanan dağılım haritaları dikkate alınarak bölgelere göre ne tür bir kirlenmeye maruz kalınabileceği tahmin edilebilecektir.

6 KAYNAKLAR

Akarsu, İ.,1959, Çorum Bölgesinin Jeolojisi, TJK yayınları C:7, S:1, Ankara.

Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal , E., Değer, Z., Soysal, Y. Ve Sunu, O., 1979, Eldivan-Şabanözü (Çankırı) dolayında ofiyolit yerleşmesine ilişkin bulgular, Jeoloji Mühendisliği, 9, 5-12.

Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal , E., Değer, Z., Soysal, Y. Ve Sunu, O., 1980, Eldivan-Şabanözü (Çankırı) Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi, MTA, Der Rap.No:6741 (yayınlanmamış).

Anonim, 2004, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği,

Anonim, 2005, TS 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sulara Ait Sınıflar ve Değerleri.

Ateş,Ş.,Erkal,T.,Mutlu,G.,Çelebioğlu,R.,Bulut,A.,Olgun,Ş. veÖzata,A.,2002; Çorum Kenti ile Merkez İlçesi'ninYerbilim Verileri veDoğal Afet Kaynakları. MTA Rap.Derl.No:10593,Ankara.

Apaydın, A., 1993, Derinçay Havzasının hidrojeoloji incelemesi, yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, 127 s.(yayımlanmamış),Ankara.

Apaydın, A., 1997, Kireçtaşı akiferlerinde yağıştan süzülmenin hesabı üzerinde bir araştırma: Triyas kireçtaşları,- Çorum, Türkiye Jeoloji Bülteni, C:40, Sayı:2, S:49-55, Ankara

Bilgin, A., İsmailov, T., Caran, Ş., 2005, Isparta yöresi kaynak sularında flor, iyot, arsenik, düzeyleriyle insan kökenli (antropojenik) kirlenme ve sağlığa etkileri, 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, Ankara.

Birgili,Ş.,Yoldaş, ve Ünalan,G.,1975;Çankırı-Çorum Havzası'nınJeolojisi Ve Petrol Olanakları;MTA Rap. Derl. No:5621(Yayımlanmamış),Ankara.

Bouma,A.H.,1962; Sedimentology of Some Flysch Deposits: Amsterdam, Elsevier Publ.Co.,168p.

Canpolat, F., Çamur, M. Z., Yazıcıgil, H., 1997, Gölbaşı atık sahası yeraltısularının hidrojeokimyası, İlk bulgular, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, Sayı:.50, s. 47-51, Ankara.

Çelik, M., 2002, Water quality assesment and the investigation of the relation ship between the River Delice and the aquifer systems in the vicinity of Yerköy (Yozgat-Turkey), Environmental Geology, Springer Verlag, 42, p 690-700.

Çeşmeci, M., 2007, Çorum ilindeki tavuk çiftliklerinin atıklarının yeraltısuyuna etkisi ve yapay sinir ağı modellemesi, yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri, 93 sayfa (yayımlanmamış), Ankara.

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2012, İl Çevre Durum Raporu, Çorum.

Dellaloğlu,A.A.,Tüysüz,O. ve Kaya,H.İ.,1992; Kalecik (Ankara)-Eldivan (Çankırı)-Yapraklı, İskilip (Çorum) ve Devrez Çayı Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Petrol Olanakları; TPAO ArşiviRap.No:3194,241s.,Ankara.

DSİ, 1996, Derinçay (Çorum) Havzasının Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, Rapor No:1400/25-HJ, Ankara.

Erguvanlı, K. Ve Yüzer, E., 1987, Yeraltısuları jeolojisi (Hidrojeoloji), 3. Baskı, 334 s., İTÜ yayını, İstanbul.

Genç. Ş., Kurt, Z., Küçümen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C., Şenay, M. ve Poyraz,M.,1993, Merzifon (Amasya) Dolayının Jeolojisi, MTA Rapor No:9527, Ankara.

Hakyemez,Y.,Bozkurt.M.Y.,Bilginer,E.,Pehlivan,Ş.,Can,B.,Dağer,Z.VeSözeri,B.,1986; Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-ÇandırDolayınınJeolojisi;MTARap.Derl.No:7966(Yayımlanmamış),Ankara.

Kayabalı, K., Çelik, M., Karatosun, H., Arıgün, Z., Koçbay, A., 1999, The influence of heavily polluted urban rivers on the adjacent aquifer systems, Environmental Geology, Springer Verlag, 38 (3), p 233-243.

Ketin, İ. ve Erentöz, C., 1962, 1:500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sinop Paftası, MTA yayını, Ankara.

Koçbay, A., 1997, Mecitözü-Konaklı(Çorum) çevresinin hidrojeolojisi ve yeraltısuyu kalitesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Sayı:51, S: 17-24, Ankara.

Lahn,E.,1949;Orta Anadolu'nun Jeolojisi Hakkında;TJKBült.,s.1,c.II,90-109,Ankara.

Nalbantçılar, M.T., Konya Yerleşim Alanı yeraltısuyu kalitesi ve kirliliği, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi, 117 s. (yayımlanmamış), Konya.

Özcan,A.,Erkan,A., Keskin,E., Oral,A., Keskin,A., Özer,S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980; Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi ArasınınTemelJeolojisi;MTA Rap.Derl.No:6722(Yayımlanmamış),139 s., Ankara.

Seymen, İ., 1993, Mecitözü dolayının stratigrafik gelişimi, A.Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, S: 129-141, Ankara.

Şahinci, A., 1991, Doğal suların jeokimyası, 548 s., İzmir.

Şengör,A.M.C.,1980;Türkiye'nin Neotektoniği'nin Esasları: TJKYayını,40s.,Ankara.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981; Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach; Tectonophysics, v. 75, p. 181-241.

Şenalp,M.,1981;Çankırı-Çorum Havzası'nın SungurluBölgesindekiKarasal Formasyonların SedimentolojikİncelenmesiTJKBült.,c.24, 65-74,Ankara.

Şengün M., Keskin, H., Akçören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Armağan, F. Ve Acar, Ş., 1990, Kastamonu yöresinin jeolojisi ve Paleotetis'in evrimine ilişkin jeolojik sınırlamalar, Türkiye Jeoloji Bülteni, c. 33, 1-16, Ankara.

Taşkın, C., 1967, Çorum ili mermer imkanları, MTA Derleme Rapor No: 4467, Ankara.

Tekeli, O., 1981 Subduction complex of Pre-Jurassic age, Northern Anatolia, Turkey, Geology, 9, 68-72.

Tiwari, R.N., Assessment of groundwater quality and pollution potential of Jawa BlockRewa District, Madhya Pradesh, India, *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences,* 2011, 1(3-4):202-212.

Tüysüz,O. ve Dellaloğlu,A.A.,1992;Çankırı Havzasının Tektonik Birlikleri ve Havzanın Tektonik Evrimi; Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı,333-349,Ankara.

Ulu Ü., Ateş, M., İmik, M., Arbas, A., Gök, L., Genç, Ş., Poyraz, N. Ve Cevher, F., 2010, Boğazkale-Osmancık (Çorum) Gümüşhacıköy (Amasya) Dolayının Jeolojisi, MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi, 52 s., Ankara.

Yoldaş,R.,1982;Tosya (Kastamonu) ile Bayat (Çorum) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi; Doktora Tezi, İÜFF Genel JeolojiKürsüsü, 311 s.(yayımlanmamış),İstanbul.

7 EKLER

Ek 7.1. Çalışma sahası örneklerine ait analiz sonuçları.

Örnek	Doğu (y)	Kuzey (x)	Al (mg/L)	Co (mg/L)	Mo (mg/L)	Ca (mg/L)	B (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)
1	661988	4486778	0,0337	0,0051	0,0075	114,4	0,3076	0,0008	0,0033
1*	661988	4486778	0	0	0,0015	145,3	0,2296	0	0
1A	661677	4486343	0,0324	0,0057	0,006	141,9	0,1863	0,0006	0,0036
1A*	661677	4486343	0	0,0007	0,0065	171,4	0,1915	0	0
2	663256	4482705	0,026	0,0086	0,0127	386,8	1,2477	0,0008	0,0033
2*	663256	4482705	0	0,0032	0,0211	388,4	1,2307	0,0003	0
2A	662217	4482558	0,0261	0,0044	0,0077	144,8	0,3237	0,0005	0,003
2A*	662217	4482558	0	0,0016	0,0027	155,4	0,2309	0	0
3	662257	4488903	0,0277	0,0078	0,0072	459,1	0,8561	0,0002	0,0032
3*	662257	4488903	0	0,008	0,0056	480,4	1,3658	0	0
3A	661693	4488980	0,0355	0,0056	0,0082	210,4	0,1431	0,0002	0,0034
3A*	661693	4488980	0	0,0022	0,0007	201,3	0,1582	0	0
4	659136	4490588	0,0178	0,005	0,005	339,1	0,3066	0,0005	0,0033
4*	659136	4490588	0	0,0035	0,0003	342,8	0,4297	0	0
4A	658725	4490109	0,0249	0,0087	0,0132	786,4	9,6057	0,0008	0,0191
4B	658730	4490125	0,0242	0,0055	0,012	683,4	0,8349	0,0007	0,0036
5	659611	4491311	0,0334	0,0058	0,0057	53,06	0,1853	0,0006	0,0102
5A	659839	4491324	0,0275	0,0049	0,0069	142,1	0,4498	0,0005	0,0045
5A*	659839	4491324	0	0,0034	0,0017	178,1	0,2825	0	0,0034
6	661601	4492232	0,0269	0,0063	0,0054	295,5	0,2165	0,0008	0,0033
6*	661601	4492232	0	0,0048	0,0037	237,6	0,3952	0	0,0035
7A	660671	4494603	0,0353	0,0053	0,0091	321,2	0,3218	0,0006	0,0038
8	665505	4489207	0,0275	0,0059	0,005	187,2	0,4391	0,0011	0,004
8*	665505	4489207	0	0,0047	0,0021	271,7	0,7526	0,0001	0
9*	664630	4493580	0	0	0	65,96	0,1955	0	0,0015
10*	661753	4485951	0	0,005	0	356	0,6032	0	0
11*	661798	4485896	0	0,0052	0,0028	481,3	0,8183	0,0001	0

Ek 7.1. Çalışma sahası örneklerine ait analiz sonuçları (Devamı).

Örnek	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	Ni (mg/L)	P (mg/L)	Pb (mg/L)
1	0,0048	0,0091	0	29,24	0,0455	67,99	0,0011	0	0
1*	0	0	0	30,63	0	74,92	0,0011	0,1671	0,0044
1A	0,0039	0,0081	2,9295	28,54	0,0244	42,96	0,0037	0	0
1A*	0	0	0,6198	39,45	0	58	0	0,091	0
2	0,0051	0,0073	21,559	50,53	1,3971	215	0,0074	0	0
2*	0	0	0,994	54,07	1,1683	298	0,0026	0,0848	0,0141
2A	0,0044	0,0181	52,924	26,82	0,0247	72,81	0,0047	0	0
2A*	0	0	0,0131	36,25	0	51,47	0	0,0836	0,0006
3	0,0047	0,0072	3,1054	46,18	0,0406	324,9	0,0031	0	0
3*	0	0	1,719	55,3	3,8427	518,5	0	0,0909	0,0199
3A	0,0038	0,0077	2,5898	39,36	0,0244	32,81	0,0031	0	0
3A*	0	0	0,2244	36,51	0	37,64	0	0,0915	0,0025
4	0,0041	0,0091	0	30,42	0,122	64,3	0,0004	0	0
4*	0	0	0	46,29	0	150,9	0,0069	0,0936	0,0049
4A	0,0062	0,1012	339,3	41,71	0,2112	343,7	0,0373	0	0
4B	0,0061	0,006	35,659	31,35	0,0244	129,8	0,0038	0	0
5	0,0037	0,0068	0	27,82	0,0242	31,37	0,0034	0	0
5A	0,004	0,0076	0	27,83	0,0245	34,83	8E-05	0	0
5A*	0	0	0	44,38	0	69,57	0	0,0792	0
6	0,0038	0,0077	1,5074	29,23	0,0283	68,06	0,0043	0	0
6*	0	0	0	48,31	0	135	0	0,0864	0,0016
7A	0,0039	0,0076	3,416	41,97	0,0255	26	0,0054	0	0
8	0,0035	0,0057	0	28,82	0,0247	91,94	0,0021	0	0
8*	0	0	0	45,77	0	212,2	0,0038	0,0912	0,0037
9*	0	0	0	34,67	0	80,55	0	0,0896	0,0045
10*	0	0	0	49,89	0	234,3	0	0,0825	0,0028
11*	0	0	0	52,37	0	288	0	0,081	0

Ek 7.1. Çalışma sahası örneklerine ait analiz sonuçları (Devamı).

Örnek	S (mg/L)	Se (mg/L)	Zn (mg/L)	Cl (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	CO_3 (mg/L)	HCO_3 (mg/L)	KOİ
1	45,11	0	0,0215	55,5	254	3,48	8,7	239,7	8,65
1*	79,88	0	0	76,2	293	1	8,7	274,5	1,85
1A	55,76	0	0,0216	45,9	377	32,9	32,02	87,33	10,1
1A*	117,2	0,0161	0	27,2	294	6,18	48	353,8	2,87
2	195,2	0	0,0238	698,42	619	107,00	9,1	2,9	0,3
2*	582,6	0,0173	0	744	491	0,186	11,8	317,9	4,74
2A	42,13	0	0,0254	83,7	538,394	1,5	6,12	1,8	28,6
2A*	103,7	0	0	42,9	288	6,18	8,999	331,3	3,87
3	172,4	0	0,0224	889,28	764	0,16	0,17	0	12,4
3*	605,4	0,0246	0	1465,5	498	0,075	2,2	0	9,5
3A	51,54	0	0,0218	31	402,832	9,46	41,6	272,6	6,79
3A*	88,67	0	0	139	246	2	31,99	266,5	1,96
4	76,35	0	0,0228	103,6	747	33,40	46,6	149,7	5,04
4*	278,9	0,0279	0	216	400	4,6	5,6	482,7	5,3
4A	131,2	0	0,0236	656,92	1851,97	12,4	69,4	352,4	58,6
4B	126,7	0	0,0211	159	1589,72	3,86	64,2	239,6	13,6
5	25,55	0	0,0224	38	94	20,10	3,4	191,6	6,93
5A	31,75	0	0,0217	28,7	279	15,6	54,1	158,9	8,84
5A*	129,6	0	0	111	304	4,73	64	240	7,67
6	88,19	0	0,0225	55,8	719	13,60	1,7	214,1	4,41
6*	223,9	0	0	181	794,252	3,11	2,8	0	0,19
7A	71,48	0	0,0214	60,153	683,804	9,47	48,3	196,2	5,29
8	63,51	0	0,0243	65,9	567	49.2	5,6	113,9	6,08
8*	234,7	0,0029	0	294,36	681,168	9,9	4,9	229,2	0
9*	27,98	0	0	135	149,028	1,35	6,5	155,9	0
10*	327	0,0691	0	555	471	5,87	8,9	384,6	0
11*	438,7	0,0355	0	872	461	0,161	9,1	387,9	3,38

Ek 7.1. Çalışma sahası örneklerine ait analiz sonuçları (Devamı).

Örnek	BOİ	Fosfat (mg/L)	pH	Çöz. Oks. (mg/L)	Çöz.Oks. (%)	TDS (TÇK) mg/L	Potansiyel (mV)	İletkenlik (EC)	Tuzluluk (%)	Direnç (ohm)	Sertlik (^{0}Fr)	Sertlik (CaCO3 mg/L)
1	7,27	0	7,2	1,31	14,5	846	-11,3	1689	0,85	592	40,56	405,6
1*	1,48	0,19	7,7	8,37	88,5	1290	-18,5	2530	1,31	394	48,86	488,6
1A	8,69	0,15	8,1	7,98	93,5	904	-62,2	1799	0,91	556	47,15	471,5
1A*	2,3	0,09	8,3	10,8	93,7	591	-53,2	1194	0,6	837	59	590
2	0,24	0,04	7,2	1,7	21,4	4240	-9,3	1860	4,37	126,9	117,3	1173
2*	4,03	0,05	7,5	7,87	87	2680	-8,1	5130	2,75	195,7	119,2	1192
2A	22,9	0,99	7,7	1,36	17,1	940	-24,2	1895	0,95	543	47,16	471,6
2A*	3,02	0,13	8,4	10,1	92	621	-57,8	1253	0,63	798	53,68	536,8
3	10	0,04	7,1	1,91	20	3890	-5,1	7270	4,01	137,5	133,6	1336
3*	7,41	0,04	7,3	1,07	11,3	3910	1,6	7300	4,03	137	142,6	1426
3A	5,48	0,04	8,1	7,26	93,4	854	-59,8	1704	0,88	581	68,69	686,9
3A*	1,59	0,07	8,5	9,91	93,5	511	-64	1026	0,51	964	65,24	652,4
4	4,02	0,02	7,2	3,18	35,2	1108	-9,8	2190	1,12	461	97,12	971,2
4*	4,2	0,04	7,5	4,22	7,26	1260	3,7	2520	1,28	404	104,6	1046
4A	46,9	0,28	7,8	3,4	48,7	3720	-44,2	6970	3,82	143,7	213,4	2134
4B	9,98	0,07	8,1	16,4	243	1852	-64,9	3590	1,88	273	183,4	1834
5	5,54	0,03	7,3	7,89	97,2	597	-12,7	1205	0,6	830	24,68	246,8
5A	7,07	0,06	8,3	7,38	99,5	652	-72,8	1327	0,66	773	46,91	469,1
5A*	6,29	0,06	8,1	10,9	95,2	746	-68,8	1501	0,76	669	62,71	627,1
6	3,61	0,02	7,2	7,57	94,7	1269	-9,5	2470	1,2	506	85,75	857,5
6*	0,15	0,13	7,4	2,25	23	1059	-3,9	2097	1,07	477	79,15	791,5
7A	4,23	0,03	7,9	7,43	93,2	1000	51,5	1997	1,01	506	97,42	974,2
8	5,28	0,03	7,2	2,95	32,4	1136	-6,9	2220	1,14	444	58,56	585,6
8*	0	0,03	7,2	2,33	25	1149	4,9	2270	1,16	441	86,62	866,2
9*	0	0,09	7,4	5,82	61	513	-4,7	1042	0,52	960	30,72	307,2
10*	0	0,04	7,4	8,49	91	2320	-2,6	4450	2,38	225	109,4	1094
11*	2,7	0,04	7,3	3,8	40,6	2520	0,8	4810	2,58	207,8	141,7	1417

Ek 7.2. DSİ (2011) örneklerine ait analiz sonuçları.

Örnek No	Doğu (x)	Kuzey (y)	Sıcaklık (Arazi)	pH (Arazi)	pH (Lab)	E.C (µS/m) (mg/L)	TÇK / TDS (mg/L)	Sertlik ^{0}Fr	Na (mg/L)	K (mg/L)
ds1	661753	4485951	14	8,2	7,29	5460	4477,2	285,1	474	1,78
ds2	661798	4485896	14	8,3	8,15	4540	3722,8	243,6	310	2,65
ds3	662053	4487830	15	8	7,37	3100	2325	140,1	258,5	6,14
ds4	660263	4490165	12	8,5	7,39	2280	1710	119,6	173,5	1,78
ds5	660560	4491465	14	8,6	7,42	1606	1204,5	85,9	66,2	1,34
ds6	658436	4492196	15	8,7	7,29	2060	1545	120,1	65,1	2,82
ds9	667219	4493237	19	8,7	7,62	3050	2287,5	79,2	445,5	1,95
ds10	667219	4493008	14	9	7,8	1586	1190	27,8	268,5	2,13
ds11	667624	4492319	27	8,8	7,91	1214	910,5	28,3	143	3,51
ds12	661736	4493147	12	8,8	7,48	2650	1987,5	150	107,4	2,82
ds13	660634	4493061	13	8,6	7,54	2230	1672,5	121,7	89,2	4,43
ds14	659277	4494181	13	8,7	7,6	1008	756	47,3	19,8	1,07
ds15	662803	4493899	12	8,8	7,73	4900	4018	279,7	390	11,16
ds16	663144	4494508	13	8,8	7,72	1485	1113,8	70,1	65,1	3,17
ds18	666546	4494146	15	9,1	7,74	1921	1440,8	17,2	401	0,62
ds19	665461	4494671	15	8,9	7,65	1371	1028,3	55,6	95,9	0,53
ds20	664612	4494134	14	9	7,53	1206	904,5	41,5	84,7	1,95
ds21	661993	4486781	15	8,5	7,44	2840	2130	148,5	162,75	3,93
ds22	663363	4489262	14	8,6	7,36	1984	1488	89	115,6	1,07
ds23	664865	4492396	19	8,8	7,68	2950	2212,5	90,2	331	2,65
ds24	664506	4493502	14	9	7,52	1325	993,8	38,2	93,6	1,07
ds26	664990	4489835	15	8,7	7,69	3000	2250	123,4	220	83,6
ds30	662037	4494000	14	9,1	7,32	2190	1642,5	62	62	3,17
ds31	663323	4491147	20	8,9	7,54	249	1867,5	87	289	1,34
ds32	662869	4490749	17	9	7,44	6770	5551,4	192,8	948	2,56
ds33	662204	4488887	19	8,8	7,41	7790	6387,8	236,9	1126	2,82
ds34	663536	4492827	17	9,4	7,41	1721	1290,8	54,3	178,75	1,51

Ek 7.4. DSİ (2011) örneklerine ait analiz sonuçları.

Örnek No	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	CO_3 (mg/L)	HCO_3 (mg/L)	Cl (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_2 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	Bor (B) (ppm)
ds1	562,4	351,42	0	711,87	462,92	2550	0	15,66	2,66
ds2	540,4	263,87	0	570,35	389,08	1988,85	0	18,14	1,12
ds3	298	159,54	0	520,94	267,67	1158,1	0,559	8,37	0,83
ds4	304,8	105,55	0	415,41	69,58	1030,8	0	22,81	0,83
ds5	122,8	134,25	0	547,17	35,85	469,4	0	26,31	0,81
ds6	228,8	152,97	0	447,13	41,54	833,6	0	42,2	0,84
ds9	153,2	99,47	32,4	431,88	226,14	1006,5	0	26,26	0,73
ds10	46,8	39,16	0	510,57	186,02	179,7	0	2,66	0,48
ds11	57	33,8	4,8	276,94	218,68	69,24	0	0,8	0,57
ds12	428,4	106,52	0	405,65	61,77	1371,9	0	6,86	0,8
ds13	241,6	149,08	0	484,95	65,68	955	0	17,44	1,12
ds14	87,6	61,77	0	504,47	12,07	164,69	0	11,43	0,97
ds15	570	333,67	0	268,4	182,83	2923,25	0	70,19	2,93
ds16	182,8	59,34	0	383,08	29,47	508,23	0	13,49	0,98
ds18	30,4	22,35	3	644,77	95,85	330,05	0	54,74	1,64
ds19	86,4	82,69	0	574,62	30,89	304,1	0	6,73	0,96
ds20	77,2	53,99	0	502,03	63,19	176,99	0	14,97	0,89
ds21	330,8	160,03	0	519,11	210,16	1101,4	0	5,67	1,42
ds22	213,6	86,58	0	470,31	160,82	502,63	0	22,94	1,14
ds23	150	128,17	0	583,77	360,33	624,15	0,02	29,23	1,38
ds24	87,2	39,88	0	531,92	66,74	196,01	0	18,56	1,03
ds26	158	204,04	0	827,16	133,48	1000,4	0	14,97	1,06
ds30	363,6	92,9	0	359,9	56,8	978,85	0	11,82	0,59
ds31	165,2	111,14	0	472,14	181,76	789	0	2,35	0,76
ds32	423,6	211,34	0	572,18	1205,94	1849	0	1,06	1,24
ds33	378,4	346,07	0	578,89	1352,55	2291	0	0	1,32
ds34	102	70,04	0	381,25	118,22	462	0	5,27	0,9

Ek 7.3. Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği Suların Kalite Sınıflandırılması

TABLO 1: KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ				
	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
1) Sıcaklık (^oC)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)[a]	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl^-/L)	25	200	400[b]	> 400
6) Sülfat iyonu (mg $SO_4^=$/L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	0.2[c]	1[c]	2[c]	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na^+/L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri[d]				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr^{+6}/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50

TABLO 1: KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ				
	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F^-/L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl_2/L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg $S^=$/L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000[e]	1000[e]	1000[e]	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (Bq/L)				
Alfa-aktivitesi	0,5	5	5	> 5
beta-aktivitesi	1	10	10	> 10
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH3–N/L değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

Tablo 5: Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	**II**	**III**	**IV**
Genel Şartlar				
Sıcaklık (^oC)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
Renk	**RES 436 nm:** 1.5 **RES 525 nm:** 1.2 **RES 620 nm:** 0.8	**RES 436 nm:** 3 **RES 525 nm:** 2.4 **RES 620 nm:** 1.7	**RES 436 nm:** 4.3 **RES 525 nm:** 3.7 **RES 620 nm:** 2.5	**RES 436 nm:** 5 **RES 525 nm:** 4.2 **RES 620 nm:** 2.8
(A) Oksijenlendirme ***Parametreleri***				
Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)[a]	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	< 0,2[b]	0,2-1[b]	1-2[b]	> 2
Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
C) İz Elementler (Metaller)				
Cıva (µg Hg/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun (µg Pb/L)	≤10	10-20	20-50	> 50
Bakır (µg Cu/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Nikel (µg Ni/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Çinko (µg Zn/L)	≤200	200-500	500-2000	> 2000
D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir.			

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH_3^-N/L değerini geçmemelidir.

(c) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,
2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

1) İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,

2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,

3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,

4) Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sular.

Ek 7.4. TSE 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sulara Ait Sınıflar ve Değerleri (2005).

1. Mikrobiyolojik Özellikler			
Özellik	Değer, En çok		Birim
	Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1	Sınıf 2 Tip 2	
Eschericha coli (E.coli)	0/250	0/100	mL
Enterococci,	0/250	0/100	mL
Pseudomonas aeruginosa	0/250	-	mL
Koloni sayısı, 22 ^{0}C'ta	100	-	mL
Koloni sayısı, 37 ^{0}C'ta	20	-	mL
2. Kimyasal Özellikler			
Antimon	5,0	5,0	µg/L
Arsenik	10	10	µg/L
Benzen	1,0	1,0	µg/L
Bor	1,0	1,0	mg/L
Bromat	10	10	µg/L
Kadmiyum	5,0	5,0	µg/L
Krom	50	50	µg/L
Bakır	100	2000	µg/L
Siyanür	50	50	µg/L
Florür	1,0	1,5	mg/L
Kurşun	10	10	µg/L
Civa	1,0	1,0	µg/L
Nikel	20	20	µg/L
Nitrat	25	50	mg/L
Nitrit	0,10	0,50	mg/L
Selenyum	10	10	µg/L
3. Gösterge Özellikleri			
Alüminyum	200	200	µg/L
Amonyum	0,05	0,50	mg/L
Klorür	30	250	mg/L
İletkenlik (20 ^{0}C'ta)	650	2500	µS/cm
pH	≤6,5 - 9,5≤	≤6,5 – 9,5≤	pH
Demir	50	200	µg/L
Mangan	20	50	µg/L
Sülfat	25	250	mg/L
Sodyum	100	200	mg/L

8 ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ünal DEMİRAY
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Çorum – 1968
Telefon : 0533.6206112
Faks : -
e-mail : unaldemiray@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**Çorum Atatürk Lisesi Merkez Çorum**	**1985**
Üniversite	:	**Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği**	**1990**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**	**1995**
Doktora	:	**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**	**2014**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1990-1994	**MTA Bölge Müdürlüğü Konya**	**Jeo.Müh.**
1994-2003	**Köy Hizmetleri Müdürlüğü Çorum**	**Jeo. Müh.**
2003-2005	**Köy Hizmetleri Müdürlüğü Çorum**	**İl Müdürü.**
2006-2013	**DSİ 54.Şube Müdürlüğü Çorum**	**Jeo.Müh.- Şube Md.**
2013-Halen	**İl Özel İdaresi Çorum**	**Genel Sekreter Yrd**

UZMANLIK ALANI
Jeoloji Mühendisliği
YABANCI DİLLER
İngilizce
BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Demiray,Ü., Karadağ, M.M. ve Öncel, M.S., 1997, Gökçeyazı - Kuşaklıtepe (Ereğli - Konya) sölestin zuhurlarının incelenmesi.S.Ü. Jeol. Müh. Böl. 20. Yıl Sempozyumu. Bildiri Özetleri, s. 25, KONYA (Yüksek Lisans Tezinden yararlanılmıştır.)

Baş, H., Demiray, Ü. ve Dursun, Ş., 2011, Environmental level of Corum Stream Basin, Turkey, International Conference of Ecosystems (ICE), Tirana, Albania,

Karakaya, M.Ç., Karakaya, N., Temel, A., Küpeli, Ş., Tunoğlu, C. ve Demiray, Ü., 2001, Konya-Yunak-Cihanbeyli-Karaman-Niğde-Aksaray Arasında Kalan Havzalardaki Mineralleşmelerin İncelenmesi ve Endüstriyel Hammadde Potansiyelinin Araştırılması. SÜAF DPT 98/001, 20s.