

**BERDAN OVASI (TARSUS-MERSİN-MEZİTLİ) ÇEVRESEL  
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN (CBS) OLUŞTURULMASI ve  
MODELENMESİ**

**ZAFER ÖZER**

**Mersin Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Çevre Mühendisliği  
Ana Bilim Dalı**

**DOKTORA TEZİ**

**Tez Danışmanı  
Prof.Dr. Halil KUMBUR**

**MERSİN  
Haziran – 2007**

## İMZA SAYFASI

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

Tez Danışmanı  
Prof.Dr. Halil KUMBUR

Jüri Üyesi  
Prof.Dr. Selim İNAN

Jüri Üyesi  
Doç.Dr. Zeynel A. DEMİREL

Jüri Üyesi  
Prof.Dr. Ahmet YÜCEER

Jüri Üyesi  
Yrd.Doç.Dr. Cüneyt GÜLER

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

Prof. Dr.Mahir TURHAN  
Enstitü Müdürü

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

## ÖZ

Bu çalışmada, yersel ve uydu verileri kullanılarak, Mersin ili Mezitli Kasabası-Berdan Çayı arasında kalan bölgede çok amaçlı ve dinamik bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu çalışma kapsamında; hızlı ve plansız yerleşim, çarpık kentleşme, gürültü vb. sorunların yoğun olduğu, bu faaliyetlerle paralel olarak, içme, kullanma ve sulama suyu kaynaklarının gittikçe azaldığı, kalitesinin bozulduğu, kirletildiği, sektörel faaliyetlerin yaygın olduğu Mersin ili Mezitli Kasabası ve Tarsus ilçesi sınırları arasında kalan alanda (Berdan ovası), içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı su kaynaklarında (yeraltı su kuyuları ve yüzey sularında) yapılmış olan su kalitesi analiz sonuçları göz önüne alınarak PM-WIN, HYDROWIN, WQMCAL programları ile modeller oluşturulmuştur.

Yerüstü ve yeraltı su kaynaklarındaki su kalitesindeki değişimin incelenmesi ve çözüm önerileri için CBS kullanılmıştır. CBS yazılımı olarak ArcGIS ArcMap 8.1 ve Geostatistical Analyst kullanılmıştır.

Coğrafi koordinatlara bağlı olarak ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma alanında yapılmış gürültü ölçüm sonuçları ve meteorolojik veriler CBS sistemine eklenmiştir.

Bu yönetim sisteminin oluşturulmasının ardından ikinci aşamada CBS'nin fonksiyonları olan sayısal veri analizi, konumsal sorgulama, otomasyon-akıllı harita, görüntüleme, konumsal analizler, karar verme analizleri ve model analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada; çalışma alanında su kalitesi parametrelerinden olan sertlik, elektriksel iletkenlik, sülfat, nitrit, nitrat, klorür, mangan, demir, çinko gibi parametrelerin, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nin analitik araçları kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Uygulama sayesinde, aylık su kalitesi ölçümleri gerek tablo gerekse grafik olarak elde edilebilmekte, bu veriler üzerinde istatistiksel analizler yapılabilmekte ve çeşitli kriterlere göre su kalitesine yönelik tematik haritalar oluşturulabilmektedir.

Söz konusu harita yardımıyla çalışma alanında uygulanması toprak, su ve gürültü kirliliği, planlama, su kaynaklarının seçilmesi gibi konularında önemli yararlar sağlanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Mersin, Berdan Çayı, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), Su Kalitesi, Model

## ABSTRACT

In this work, it was aimed to set up a multi-purpose and dynamic Geographical Information System (GIS) for the area between Mersin province Mezitli town and Berdan River, using the local and satellite data.

Within the scope of this work; the models were formed with PM-WIN, HYDROWIN, WQMCAL programs taking the water quality analysis results into consideration for the water sources (ground and surface waters) covering the need of drinking and domestic use water at the area between Mersin province Mezitli town and Tarsus county borders where fast and settlement without plan, crooked urbanization, problems such as noise, where the drinking, domestic use and irrigation water sources decrease time by time, the quality spoiled, polluted and sectoral activities are dense as parallel to the above mentioned activities.

GIS has been used for the examination of change in water quality at ground and underground water sources, also for the solution proposals. A vector-based GIS software package ArcGIS ArcMap 8.1 and ArcMap's Geostatistical Analyst was used in this study.

Depending on geographical coordinates relative database management system has been formed. In addition noise measurement results and meteorological data at the working field have been added into GIS system.

Following the formation of this management system, at the second step, numerical data analysis which are functions of GIS, positional inquiry, automation-wise map, visualization, positional analysis, decision analysis and model analysis have been done.

In this study, the determination of water hardness, electrical conductivity, sulfate, nitrite, nitrate, chloride, manganese, iron, zinc etc., the most common water quality parameters, was carried using Geographic Information Systems (GIS) a

unique analytical tool within this area.

By using the analysis system, prepare tables and charts for monthly water quality data, analyze these data statistically, and create water quality thematic maps based on several criteria.

It is expected that this settlement suitability map of this area will provide valuable information to decision makers in many specific problems such as soil, water and noise pollution, planning, selections of water source etc.

**Keywords:** Mersin, Berdan River, Geographic Information System (GIS), Water Quality, Model.

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen, titizlik, sabır ve anlayışları için doktora tez danışmanım sayın Prof. Dr. Halil KUMBUR'a,

Çalışmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam Doç.Dr. Zeynel A. DEMİREL'e, tez izleme komitemde çalışmalarımı titizlikle inceleyen ve katkıda bulunan sayın Prof.Dr. Selim İNAN'a,

Yardımlarını esirgemeyen sayın Prof.Dr. Mustafa ÖZYURT'a, oda arkadaşım sayın Arş.Gör. H. Duygu ÖZSOY'a, Arş.Gör. Zübeyde HATİPOĞLU'na ve değerli çalışma arkadaşlarıma,

Tez yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen eşim sayın Olcay ÖZER'e,

Çalışmalarım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan AİLEM'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. [Proje No: BAP -FBE ÇM (ZÖ) 2004-1 DR]

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	SAYFA
<b>ÖZ</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>x</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	<b>xvi</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b>	<b>5</b>
2.1. BERDAN OVASI (TARSUS-MERSİN-MEZİTLİ) HAKKINDA	
GENEL BİLGİLER	5
2.1.1. Yeryüzü Şekilleri	8
2.1.2. Su Kaynakları	8
2.1.3. Bitki Örtüsü	12
2.1.4. Toprak Yapısı	12
2.1.5. İklim	12
2.2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ	14
2.2.1. Temel Birimler	14
2.2.2. Tersiyer Birimler	15
2.2.2.1 Gildirli formasyonu	15
2.2.2.2 Karaisalı formasyonu	15
2.2.2.3 Güvenç formasyonu	15
2.2.2.4 Kuzgun formasyonu	16
2.2.2.5 Handere formasyonu	16
2.2.3. Kuvaterner Birimler	18
2.3. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLJİSİ	21
2.3.1. Yeraltı Suyu ve Vadoz Zon	21
2.3.2. Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri	23
2.3.3. Mersin Alüvyon Akiferinin Su Kalitesi	25
2.3.4. Yeraltı Suyu Akım Yönleri	27



2.4. SU KAYNAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ	28
2.5. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ	30
2.5.1. Coğrafi Veri Yapısı	32
2.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	34
<b>3. MATERYAL METOT</b>	<b>45</b>
3.1. MATERYAL	45
3.2. METOT	46
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>	<b>55</b>
4.1. ÇAVUŞLU DERESİ VE KATI ATIK DEPONİ ALANI SIZINTI SULARININ WQM-CAL MODELİ İLE MODELLENMESİ	55
4.1.1. WQM-CAL Model Sonuçları	58
4.1.1.1. Çavuşlu Deresinin Debi hesabı	58
4.1.1.2. Genel seyrelme eşitliği	59
4.1.1.3. BOİ yıkım modeli	60
4.1.1.4. BOİ eğrisi (Geleneksel model)	63
4.2. MERSİN AKİFERİNİN ŞEHİR MERKEZİNDEKİ SU KALİTESİ, AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE PM-WIN (Processing Modelling for Windows) MODELİ İLE MODELLENMESİ	69
4.2.1. Sıcaklık ve Elektriksel İletkenlik	73
4.2.2. PM-WIN (Processing Modelling for Windows) Model Sonuçları	82
4.3. SU KAYNAKLARININ HYDROWIN İLE DEĞERLENDİRMESİ	88
4.4. BERDAN OVASI CBS'NİN OLUŞTURULMASI	94
4.4.1. Su Kaynaklarında CBS Analizi	94
4.4.2. Mersin Şehir Merkezi Gürültü Mevcut Durumunun Analizi	138
4.4.2.1. Ulaşım gürültüsünün faktörleri	139
4.4.2.2. Taşıtlardaki gürültü kaynakları	140
4.4.2.3. İnsan kaynaklı gürültü	142
4.4.2.4. Mersin Şehir Merkezi Gürültü Mevcut Durumunun CBS Analizi	143
4.4.2.5. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusü Gürültü	

Düzeyinin CBS ile Analizi	153
4.4.3. Berdan Ovası Meteorolojik Verilerin CBS ile Analizi	158
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>164</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>171</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>184</b>
<b>EKLER</b>	<b>196</b>
EK1- CBS VERİLERİ	196

## ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 2.1. Berdan Çayının Denize Döküldüğü Noktadaki 1 Yıllık Debi Değerleri	9
Çizelge 2.2. Berdan Çayı Havzası Numune Noktalarının Koordinatları	10
Çizelge 2.3. Örnekleme Yapılan (Tarsus-Mersin-Mezitli arasındaki) Kuyuların Koordinatları	10
Çizelge 2.4. Meteoroloji İl Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonundaki Ölçüm Sonuçları, (2006 yılı verileri)	13
Çizelge 3.1. Çalışma Alanı Öznitelik Verileri	53
Çizelge 4.1. Çavuşlu Deresi Örnek Alınan Noktaların Koordinatları	57
Çizelge 4.2. Çavuşlu Deresi Analiz Sonuçları (Nisan 2004)	58
Çizelge 4.3. Örnek Noktaları	73
Çizelge 4.4. Kuyularda Baskın Olan İyonlar	88
Çizelge 4.5. Suların Tuzluluk ve Sodyum Miktarlarına Göre Sınıflandırılması	89
Çizelge 4.6. Sulama Suyu Kriterlerine Göre Kuyuların Su Kalitesi	90
Çizelge 4.7. Kuyuların Su Kalitesinin Hydrowin Programına Göre Sınıflandırılması	92
Çizelge 4.8. Sanayi Kuruluşlarının Koordinatları	136
Çizelge 4.9. Gürültü Ölçüm Yerleri	143

## ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 2.1. Çalışma Alanının Uydu Görüntüsü	7
Şekil 2.2. Berdan Ovasının Jeoloji Haritası	17
Şekil 2.3. Berdan Ovasında Formasyonların Birbiri ile İlişkisini Gösteren Şematik Kesit	19
Şekil 2.4. Berdan Ovasının Jeolojik kesiti	20
Şekil 3.1. Mersin İlinin Uydu Görüntüsü	46
Şekil 3.2. CBS’de Veri Toplama İşlemi	48
Şekil 3.3. Grafik Verilerin CBS’ye Girilmesi	49
Şekil 3.4. Grafik Olmayan (Sözel) Verilerin CBS’ye Girilmesi	50
Şekil 4.1. Çalışma Alanı ve Numune Noktaları	57
Şekil 4.2. Çavuşlu Deresinin Debi Hesabı	58
Şekil 4.3. Su Sıcaklığının WQMCAL modeli ile hesaplanması	62
Şekil 4.4. K <sub>2</sub> Değerinin hesaplanması	63
Şekil 4.5. WQMCAL modelinde K <sub>1</sub> değerinin hesaplanması	64
Şekil 4.6. K <sub>1</sub> sıcaklık düzeltmesi hesaplanması	65
Şekil 4.7. BOİ Yıkım Eğrisi	66
Şekil 4.8. Oksijen tüketim eğrisi ve kritik değerler	67
Şekil 4.9. Geleneksel BOİ – ÇO model eğrileri	68
Şekil 4.10. Örnek Noktalarının Konumu	72
Şekil 4.11. Örnek Noktalarındaki Elektriksel İletkenlik ve Sıcaklık Değişimi	74
Şekil 4.12. Örnek Noktalarındaki Kurşun (Pb) ve Nikel (Ni) Değişimi	75
Şekil 4.13. Örnek Noktalarındaki Molibden (Mo) ve Mangan (Mn) Değişimi	77
Şekil 4.14. Örnek Noktalarındaki Krom (Cr) ve Bakır (Cu) Değişimi	79
Şekil 4.15. Örnek Noktalarındaki Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd) Değişimi (µg/L)	80
Şekil 4.16. USA-EPA İçme Suyu Standartları	81
Şekil 4.17. Sulama Suyu Standartları	82
Şekil 4.18. Çalışma Alanının Jeolojisi	83

Şekil 4.19. Tarsus-Mersin-Mezitli'nin jeolojik yapısı	83
Şekil 4.20. Mersin Şehir Merkezinde Mezarlık ile Pozcu Arasındaki Jeolojik Kesit	84
Şekil 4.21. Çalışma alanındaki mevcut su seviyesi (PM-WIN Modeli)	84
Şekil 4.22. Çalışma alanındaki yeraltı suyu akımı ve yönlerinin PM-WIN Modeli ile modellenmesi	85
Şekil 4.23. Yeraltı suyu akımının PM-WIN ile Modellenmesi	86
Şekil 4.24. 1, 3, 6, 7 ve 8. örnek noktalarındaki yeraltı su akımının PM-WIN ile Modellenmesi	87
Şekil 4.25. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışma Alanı	95
Şekil 4.26. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyular	96
Şekil 4.27. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde öznitelik bilgileri	97
Şekil 4.28. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik (EC) Derişimlerinin Değişimi	98
Şekil 4.29. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik (EC) Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	99
Şekil 4.30. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Değişimi	100
Şekil 4.31. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	101
Şekil 4.32. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	102
Şekil 4.33. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sodyum İyonu Derişimlerinin Değişimi	103
Şekil 4.34. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi	

Sisteminde Kuyularda Sodyum İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	104
Şekil 4.35. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	105
Şekil 4.36. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Demir İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	106
Şekil 4.37. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Demir İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	107
Şekil 4.38. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Çinko İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	109
Şekil 4.39. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Çinko İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	111
Şekil 4.40. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Bakır (Cu) Derişimlerinin Değişimi	112
Şekil 4.41. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nikel (Ni) Derişimlerinin Değişimi	113
Şekil 4.42. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Mangan (Mn) İyonu Derişimlerinin Değişimi	115
Şekil 4.43. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Mangan (Mn) İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	116
Şekil 4.44. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Toplam Krom Derişimlerinin Değişimi	117
Şekil 4.45. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Toplam Krom Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	119

Şekil 4.46. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Florür İyonu Derişimlerinin Değişimi	120
Şekil 4.47. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Florür İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	121
Şekil 4.48. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Bromür İyonu Derişimlerinin Değişimi	122
Şekil 4.49. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrit İyonu Derişimlerinin Değişimi	123
Şekil 4.50. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Değişimi	124
Şekil 4.51. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	125
Şekil 4.52. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	126
Şekil 4.53. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Amonyak İyonu Derişimlerinin Değişimi	127
Şekil 4.54. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Amonyak İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	128
Şekil 4.55. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Değişimi	130
Şekil 4.56. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi	131
Şekil 4.57. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi	132
Şekil 4.58. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi	

Sisteminde Kuyularda Kalsiyum İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı	133
Şekil 4.59. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Magnezyum İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı	134
Şekil 4.60. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Kalsiyum ve Magnezyum İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı	135
Şekil 4.61. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Sanayi Kuruluşlarının Yerleri	137
Şekil 4.62. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kavşakların Yerleri	144
Şekil 4.63. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Gürültü Ölçüm Noktaları	145
Şekil 4.64. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde 2004 Yılı Gürültü Ölçüm Sonuçları	146
Şekil 4.65. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde 1998-2004 Yılları Arası Gürültü Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması	147
Şekil 4.66. Yıllara Göre Atatürk Cad. – Uray Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	148
Şekil 4.67. Yıllara Göre İsmet İnönü Bulvarı – Hastane Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	149
Şekil 4.68. Yıllara Göre GMK Bulvarı Topçular Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	150
Şekil 4.69. Yıllara Göre İstasyon Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	151
Şekil 4.70. Yıllara Göre İstiklal Cad. - Sakarya Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	152
Şekil 4.71. Yıllara Göre GMK Bulvarı (I. Çevre Yolu) – Devlet Hastanesi Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi	153
Şekil 4.72. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Ölçüm Sonuçları	154



Şekil 4.73. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusü Gürültü Ölçümü Yapılan Yerler	155
Şekil 4.74. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusü Gürültü Seviyeleri	156
Şekil 4.75. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusu Gürültü Kirliliği Haritası	157
Şekil 4.76. Meteoroloji İstasyonunun CBS'deki Yeri	159
Şekil 4.77. Meteoroloji Ölçüm İstasyonu ve Kavşakların Yeri	160
Şekil 4.78. Mersin İlinin Yıllara Göre Toplam Yağış Miktarı	161
Şekil 4.79. Mersin İlinin Yıllara Göre Ortalama Sıcaklık Miktarı	161
Şekil 4.80. Mersin İlinin Yıllara Göre Ortalama Sıcaklık ve Yağış Miktarının Karşılaştırılması	162
Şekil 4.81. Meteoroloji Ölçüm İstasyonu, Kavşaklar, Önemli Yerler ve Sanayinin CBS'deki Yeri	163

## SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
PM-WIN	Processing Modelling for Windows programı
WQMCAL	Water Quality Modelling CAL version 2.0 programı
HYDROWIN	HYDROWIN version 3.0 programı
Tgü	Güvenç Formasyonu
Tku	Kuzgun Formasyonu
Tha	Handere Formasyonu
Sb	Antimon
Ag	Gümüş
As	Arsenik
Be	Berilyum
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Pb	Kurşun
Mn	Mangan
Hg	Civa
Ni	Nikel
Se	Selenyum
Te	Telyum
U	Uranyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko
Cu	Bakır
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CADD/CAM	Bilgisayar Destekli Kartografya
VTYS	Veritabanı Yönetim Sistemi
Fe	Demir
Si	Silisyum
Al	Alüminyum
Co	Kobalt

Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
TM	Tematik Harita
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
Na	Sodyum
Cl	Klor
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sülfat
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fosfat
DSİ	Devlet Su İşleri
Bi	Bizmut
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
EC	Elektriksel İletkenlik
DW	Inverse Distance Weighting
ASM	Aquifer Simulation Model programı
WELLZ	Yeraltı suyu model programı
SIAM	Spatial Impact of Assessment Methodology
MTA	Maden Tetkik Arama
ICP	Endüktif Kuplajlı Plazma Spektrometresi
UTM	Universal Transvers Mercator
K	Potasyum
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amonyum
Li	Lityum
SiO <sub>2</sub>	Silisyum dioksit
F	Flor
Br	Brom
Mo	Molibden
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bikarbonat
CN	Siyanür
ÇO	Çözünmüş Oksijen

TKM	Toplam Katı Madde
AKM	Askıda Katı Madde
pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması
TS 266	Türkiye İçme suyu standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EPA	Amerika Çevre Koruma Örgütü
F	Toplam Alan
Q	Debi
V	Hız
X	Mesafe
t	Zaman
t <sub>ort</sub>	Ortalama Zaman
D	Oksijen eksikliği
C <sub>0</sub>	Karışımdaki kirletici derişimi
C <sub>S</sub>	Sızıntı suyu deşarjında kirletici derişimi
C <sub>B</sub>	Kirleticinin karışım öncesi derişimi
Q <sub>S</sub>	Karışım öncesi Çavuşlu Deresi debisi
Q <sub>B</sub>	Sızıntı suyu miktarı
L	BOİ
L <sub>0</sub>	Karışımdan önce, başlangıç BOİ'si
K <sub>1</sub>	Organik maddenin biyokimyasal yıkım hızı
K <sub>2</sub>	Havalandırma (Reaerasyon) hızı
f	Düzeltilme katsayısı
t <sub>kritik</sub>	Kritik Zaman
MODFLOW	PM-WIN Alt modülü
MOC3D	PM-WIN Alt modülü
MT3D	PM-WIN Alt modülü
MT3DMS	PM-WIN Alt modülü
PEST	PM-WIN Alt modülü
UCODE	PM-WIN Alt modülü
PMPATH	PM-WIN Alt modülü
MESKİ	Mersin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi

	Müdürlüğü
TDS	Toplam Çözünmüş Katı
N	Azot
P	Fosfor
C	Karbon
GKY	Gürültü Kontrol Yönetmeliği
GMK	Gazi Mustafa Kemal Bulvarı
dBA	Gürültü ölçüm birimi (desibel)

## 1. GİRİŞ

Su kaynaklarını korumak ve bunlardan en verimli şekilde yararlanmak için uzun vadeli işletme planları gereklidir. Bunun sağlanabilmesi için kirleticilerin kaynakları, yayılma mekanizmaları ve etkilerinin bilinmesi gerekir.

Yüzyılımızda su kaynaklarının önemi, korunması ve ekonomik bakımdan değerlendirilmesi sorunu ülkemizin öncelikli sorunları arasında yer almaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak içme ve kullanma başta olmak üzere, tarımda sulama, doğal su ortamı güzellikleri gibi değişik açılardan su kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün biraz daha artmaktadır [1].

Günümüzde yaşanan hızlı nüfus artışı, düzensiz şehirleşme, yerleşim alanlarındaki plansızlık gibi etkenlerin artması, teknolojik gelişmeler, doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması, üretimin hızla artması ve sanayileşme, sanayinin belli noktalarda yoğunlaşması ve insanların refah seviyelerini yükseltme isteği doğal dengenin bozulmasını ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. İnsan ve sanayi atıkları nedeniyle su kaynakları her geçen gün kirlenmektedir. Bu kirlenme su ortamındaki canlı yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir [2].

İnsan faaliyetleri sonucunda, yeryüzünde doğal olarak sürekli sirkülasyon halinde olan suyun nitelikleri ve rejiminde değişiklikler olabilmektedir. Su kaynaklarından büyük ölçüde yararlanılmasını sınırlayacak olan organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif kaynaklı bir kirleticinin suya karışarak suyun nitelik ve yapısında değişikliklere neden olması, su kirliliği olarak tanımlanabilir.

Sanayi tesislerinde herhangi bir arıtma işlemi yapılmadan deşarj edilen suların su kaynaklarına karışması sonucu oluşan sıcaklık artışı ve renk değişimleri gibi fiziksel değişimler; sulara pestisitler, ağır metaller, tuzlar ve deterjanlar gibi bileşiklerin karışması ile oluşan kimyasal değişiklikler ve suya karışan organik materyallerin (kanalizasyon, evsel atıklar, gübreler, petrol türevleri v.b.) oluşturduğu değişiklikler suyun kirlenmesine neden olmaktadır [2, 3, 4, 5].

Yerleşim birimlerinin su gereksinimi yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarından karşılanmaktadır. Buna bağlı olarak su kaynaklarının korunması zorunlu hale gelmiştir. Su kaynaklarının kullanılabilmesi ve maksimum faydanın elde edilebilmesi için kaynakların ve havzaların iyi tanınması, nitelik ve nicelik değişimlerinin bilinmesi gerekir [6, 7, 8].

Yüzey sularının kullanımı açısından uygunluğunun araştırılmasında ağır metaller önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar suların ağır metaller açısından sanayileşme ve yerleşimlerden olumsuz olarak etkilendiğini göstermektedir [6, 7].

Doğal yapısını hızla yitiren dünyamızda, orman yangınları, sanayi tesisleri, yoğun yapılaşma, yalnızca kentleri tahrip etmekle kalmayıp, kırsal alanları, denizleri, akarsuları, gölleri ve etraflarındaki tüm doğal ve tarihi yapıyı tehdit eder hale gelmiştir. Sonuçta pek çok bitki ve hayvan türü, insan faaliyetleri sonucu oluşan ekolojik değişim ve çevre kirliliğinden olumsuz etkilenerek yok olmaktadır. Doğal ve yapay değişimleri izlemek, mevcut yapıyı korumak, bunları gelecek nesillere sağlıklı bir biçimde aktarmak ve sürekli güncelleştirmek ancak çok amaçlı olarak hazırlanmış dinamik bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile mümkün olabilmektedir [8].

Etkin su yönetimi; meteorolojik ve hidrolojik verilerin güvenilirliği ile sağlanmaktadır. Bu veriler; akarsuların su hacmi ve değişkenliği, akarsu havzaları arasında kalan topografik yapının jeolojik, toprak ve bitki örtüsü özellikleri, yüksek dağlık bölgelerdeki kar kalınlığı ve genişliği, sulanacak alanın büyüklüğü, suyun tarımsal kullanım oranı şeklinde sıralanabilir. Sel baskınlarının önem kazandığı bölgelerde, selden etkilenebilecek alan genişliği ve bu konuda erken uyarı olanağına sahip olabilme; ayrıca toprak neminin zamanında ve hassas bir şekilde belirlenmesi, ürün tahmini ve tarımsal planlama için CBS kullanılmaktadır [4, 5].

Teknolojiye bağlı olarak, hızla gelişen CBS'nin insan yaşamını kolaylaştırdığı günümüzde, kent, bölge ve ülke ile ilgili kararlar alınıp, politikalar

üretilip, planlar yapılırken ihtiyaç duyulan verilerin, CBS'nin olanaklarından yararlanılarak kolaylıkla ve hızlı bir şekilde elde edebileceği açıktır.

İnsanın çevresi ile uyum içerisinde yaşayabilmesi, çevreyi en az kirlletmesi, çevreden sağlıklı bir şekilde yararlanması, çevresel kaynakların en uygun kullanımının sağlanması için çevrenin planlaması gerekir. Bu planlama, çevrenin korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi ile çevresel kaynakların koruma ve kullanma dengesini sağlamayı amaçlayan bir planlama sistemidir. Planlama çerçevesinde kullanılan CBS, mekansal verilerin aynı ortamda depolanması, düzenlenmesi, sorgulanması, analizi ve sunumu için kullanılan sistemlerdir [9]. CBS'de haritaya aktarılan bütün objeler öznitelik verileri ile ilişkilidir. Gerek doğal gerekse sosyo-ekonomik birçok çevresel etkinin belli bir özelliği göz önüne alındığında, CBS kirlilik boyutlarının belirlenmesi ve kontrolünde yararlı bir tekniktir [10 11, 12].

Günümüzde yer-gözlem uydularından alınan periyodik sayısal görüntü verileri çevre kirliliğinin tespiti ve kontrolünden şehir ve bölge planlamasına, meteorolojiden, tarım ürünlerinin rekolte tahminine ve doğal kaynak araştırmalarına kadar pek çok konuda kullanılmaktadır [13]. Yeryüzü su kaynaklarının daha akıllıca yönetilmesi için yerüstü ve yeraltı suyu akışları, toplanma yerleri ve suyu biriktirebilmek için baraj inşaa edebilecek yerlerin uygunluğu ile ilgili bilgiye erişme, son yıllarda Uzaktan Algılama ve CBS ile olmaktadır [2, 3].

CBS, sosyal, fiziksel ve çevresel olayların düzenlenmesi, birbirleriyle etkili olarak birleştirilmesi, grafik olarak etkili bir şekilde gösterilmesi ve aynı zamanda bu olayların zamana bağlı olarak değişimlerini incelemek için geliştirilmiştir [14, 15].

CBS; Bilgisayar bazlı verilerin toplanmasını, depolanmasını, güncelleştirilmesini, deneysel olarak kullanımını, analizini ve modellemesini yapabilen, planlamada ve idari sorunların çözümünde kullanılan bir teknolojik sistem bütünüdür.



Mersin; tarım, ticaret, turizm, sanayi, serbest bölge, limanı ile ülkemizin ve Ortadoğu'nun önemli bir ticaret merkezidir [16]. Bu nedenle yurdun çeşitli yerlerinden yoğun bir iç göç almaktadır. Bu yoğun nüfus şehir merkeziyle birlikte şehrin batısına doğru kıyı bandı boyunca yoğun tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşamaktadır. Sanayi kuruluşları Mersin-Adana karayolu üzerinde, Mersin-Tarsus arasında, denizden 0-15 km'lik mesafelerde yer almıştır ve küçüklü büyüklü 200 civarındadır. Bu yoğun sektörel ve tarımsal faaliyetler beraberinde bazı çevre kirliliği sorunlarını da getirmiştir. Hava, su, altyapı-kanalizasyon, toprak, katı atık, gürültü, mimari kirlilik Mersin ilinin en önemli çevre kirliliği sorunları olarak görülmektedir [17, 18, 19].

Bu çalışmada, yersel ve uydu verileri kullanılarak, Mersin ili Mezitli Kasabası-Berdan Çayı arasında kalan bölgede çok amaçlı ve dinamik bir CBS oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu çalışma kapsamında; hızlı ve plansız yerleşim, çarpık kentleşme, gürültü vb. sorunların yoğun olduğu, bu faaliyetlerle paralel olarak, içme, kullanma ve sulama suyu kaynaklarının gittikçe azaldığı, kalitesinin bozulduğu, kirletildiği, sektörel faaliyetlerin yaygın olduğu Mersin ili Mezitli Kasabası ve Tarsus ilçesi sınırları arasında kalan alanda (Berdan ovası), içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı su kaynaklarında (yeraltı su kuyuları ve yüzey sularında) yapılmış olan su kalitesi analiz sonuçları göz önüne alınarak PM-WIN, HYDROWIN, WQMCAL programları ile modeller oluşturulmuştur. Yerüstü ve yeraltı su kaynaklarındaki su kalitesindeki değişimin incelenmesi ve çözüm önerileri için CBS kullanılmıştır. Coğrafi koordinatlara bağlı olarak ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma alanında yapılmış gürültü ölçüm sonuçları ve meteorolojik veriler CBS sistemine eklenmiştir.

Bu yönetim sisteminin oluşturulmasının ardından ikinci aşamada CBS'nin fonksiyonları olan sayısal veri analizi, konumsal sorgulama, otomasyon-akıllı harita, görüntüleme, konumsal analizler, karar verme analizleri ve model analizleri yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

### 2.1. BERDAN OVASI (TARSUS-MERSİN-MEZİTLİ) HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Mersin ili; 1/100 000 ölçekli Mersin O-33 paftasında, Akdeniz Bölgesi'nin Çukurova bölümünün batısında 32° 56' ve 35° 11' doğu boylamları ile 37° 26' ve 36° 01' kuzey enlemleri arasında Toros kuşağının güneydoğu ucunda yer almaktadır. Mersin ili Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan ve Adana ile Antalya il sınırları arasında Akdeniz'e en uzun kıyısı bulunan illerimizden birisidir.

Mersin, Çukurova Bölgesinin batısında alüvyon ovanın daralmaya ve tepelik arazinin kıyıya yaklaşmaya başladığı noktada yer almaktadır. Kent çoğunlukla % 0,5 eğimli bir alüvyon ova üzerine kıyıda yerleşmiş olmakla birlikte daha dik tepelik araziye doğru yayılmaya başlamıştır.

Mersin; tarım, ticaret, turizm, sanayi, serbest bölge, limanı ile ülkemizin ve Ortadoğu'nun önemli bir ticaret merkezidir [16]. Mersin ili'nin nüfusu son yıllarda Doğu ve Güneydoğu Anadolu'dan aldığı göçlerle hızlı bir artış göstermektedir. Turizm ve tarımsal faaliyetler Mersin ili'nin batı kısmında Mersin-Antalya karayolu üzerinde yoğunluk kazanmıştır. Bu alan içerisinde Silifke'ye kadar yer alan dar sahil bandında son 15-20 yıl içerisinde yoğun bir yapılaşma olmuştur. Kentteki yerleşim çoğunlukla çok zengin I. ve II. sınıf sulanabilir tarım alanları üzerine olmuştur. Bu yoğun nüfus şehir merkeziyle birlikte şehrin batısına doğru bir kıyı bandında yoğun tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşamaktadır. Tarım arazileri ve narenciye bahçelerinin yerini çok katlı tatil siteleri almıştır [17, 19].

Düzensiz ve hızlı yapılaşma nedeni ile bu bölgede altyapı hizmetleri, çevre düzenlemesi vb. gibi belediyelerce verilen hizmetler yetersiz kalmıştır. Belediyelerin olanakları sahil sitelerine içme ve kullanma suyu sağlamaya yetmemekte, her siteye belediye şebekesinden ancak bir muslukla su verilmektedir. Sahil kesiminde yer alan sitelerin büyük çoğunluğu su ihtiyacını yeraltı su kaynaklarından karşılamaktadırlar.

Altyapı, kanalizasyon sistemleri tamamlanmayan bu yerleşim birimlerinde içme-kullanma suyu, atıksu ve katı atık gibi çevre sorunları oluşmaktadır [19, 20].

Mersin'de açılan yüzlerce kuyuda herhangi bir hidrojeolojik çalışma yapılmadığı gibi, açılan kuyuların denetimsiz, plansız açılmaları ve aşırı su çekimi nedeni ile deniz ile hidrolik ilişkide olan akiferde kalite, kantite ve deniz suyu girişimi açısından sorunlar oluşmaktadır. Yoğun sanayi amaçlı arazi kullanımı da su kalitesi açısından olumsuz etkilerde bulunmaktadır.

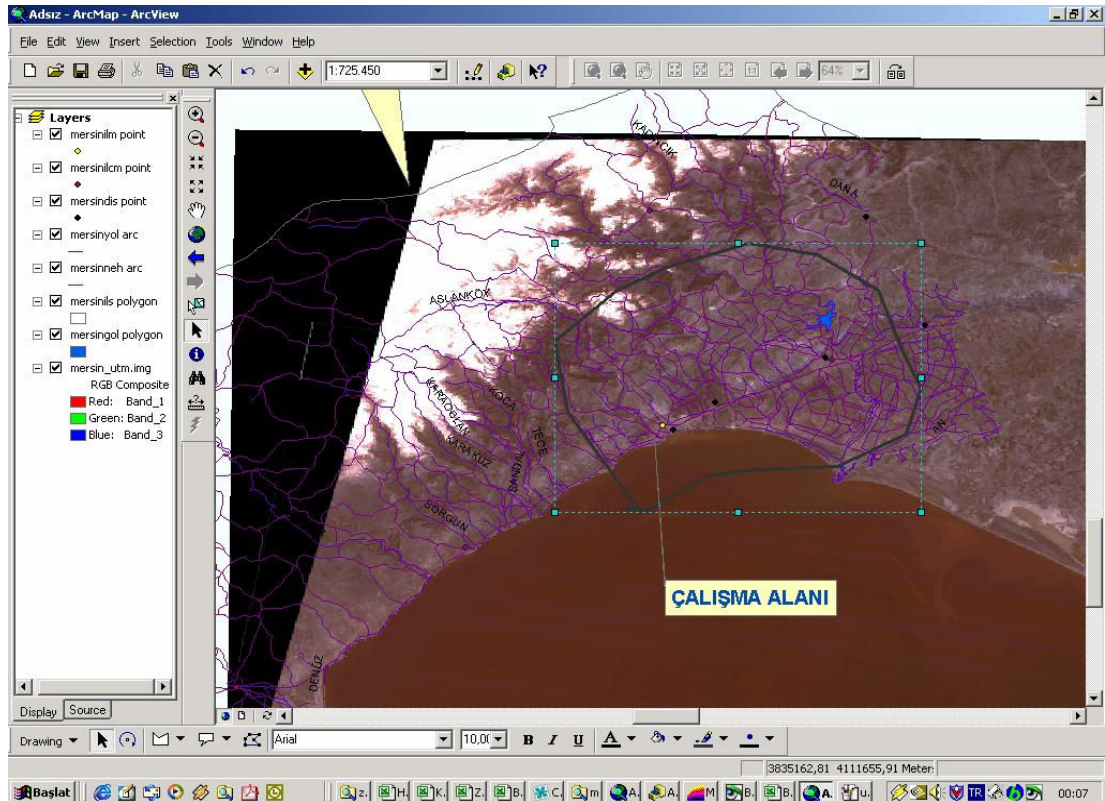
Berdan Nehrinin doğusundan başlayıp, Mersin kentinin batısında Mezitli'ye kadar daralarak devam eden yaygın ve gözenekli akiferi, alüvyal çökeller oluşturmaktadır. Bu akifer içinde çeşitli kuyular yer almakta olup halen yeraltı suyu üretimine devam etmektedir. Tarsus'tan batıya doğru coğrafik olarak Berdan, Deliçay, Efrenk deresi ve Mezitli akiferleri olarak ayrılan bu akiferleri jeolojik ve/veya hidrojeolojik olarak ayırabilecek, sınırlandırabilecek bir oluşum mevcut değildir. Değişik amaçlı çalışmalarda bu şekilde ayrılmış akiferlerin hidrolojik açıdan tek bir ova (Berdan ovası) olarak ele alınması ve araştırılması daha uygun olacaktır.

Tarsus, Akdeniz Bölgesi'nin Çukurova Bölümü'nün batısında 36-37° kuzey enlemleri ile, 34-35° doğu boylamları arasında yer alan Mersin ili'nin alan bakımından en büyük ilçesidir. Kent; Berdan Çayının oluşturduğu alüvyal ve oldukça düz bir ovanın ortasındadır. Toprakları 2699 km<sup>2</sup> ye yayılan ilçeyi, doğuda Adana, batıda Mersin, kuzeyde Niğde ile Konya illeri, güneyde ise boydan boya Akdeniz'in suları çevreler [21].

Mezitli kasabası, Mersin ili sınırları içinde, Mersin şehrinin batısında, 1/25000 ölçekli O 33-d4 paftasında yer almaktadır. Mezitli yerleşkesi içme ve kullanma suyunun temin edildiği serbest bir akifer olan Mezitli akiferi üzerinde doğrudan yer almakta olup, 2140 hektarlık bir alanı kapsamaktadır [22].

Mersin ili ve Tarsus ilçesinin su gereksinimleri Berdan barajından sağlanmakta olup, Mezitli kasabasında içme ve kullanma suyu ihtiyacının bir kısmını Berdan Barajından, bir kısmını ise yeraltı su kaynaklarından karşılanmaktadır. Ayrıca yaz aylarında Mersin kent merkezinde aşırı artış gösteren su ihtiyacı, çok sayıda açılmış yeraltı su kuyularından takviye edilmektedir. Çalışma alanında mevcut bir çok sanayi tesisi ve bir çok yerleşim merkezi su ihtiyacını yeraltı su kaynaklarından karşılamaktadır. Çalışma alanının konumu Şekil 2.1’de verilmiştir.

Mezitli kasabasındaki hızlı nüfus artışına paralel olarak su gereksinimi de artmaktadır. Bu nedenle Mezitli belediyesi su gereksinimini; açtırmış olduğu toplam 17 adet yeraltı suyu işletme kuyusu olmasına rağmen, 12 adet kuyudan karşılamaya çalışmaktadır. Ayrıca özellikle denize yakın siteler de su gereksinimlerini yeraltı suyundan karşılamaktadır. Bu nedenle aşırı ve denetimsiz pompaj sonucunda deniz suyu girişi ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.1. Çalışma Alanının Uydu Görüntüsü

### 2.1.1. Yeryüzü Şekilleri

Tarsus ilçesi sınırları içerisinde yeryüzü şekilleri farklı özellikler gösterir. Topraklarının %51'i dağlık alanlar, %27'si ovalık alanlar, %22'si yaylalarla kaplıdır [21].

Çukurova'nın en batı ucunu oluşturan Berdan Ovası, Berdan Çayı ile çayın batısında kalan Toros etekleri arasında yer alır. 40 bin hektarlık arazisinin bir kısmı merkez ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu ovanın ortalama yüksekliği 50 m, eğimi % 5'in altındadır. Yağışlar daha çok kış ve ilkbahar aylarında düşer. Yaz ayları kuraktır. Burada da taban suyu yüksekliği ve tuzluluk sorunları vardır [21].

### 2.1.2. Su Kaynakları

Mersin ilinde içme, kullanma, tarım ve sanayi amacı ile kullanılacak ve üzerinde ilgili kuruluşlarımızın araştırma yaptığı başlıca akarsularımız Berdan, Göksu, Lemas, Dragon, Efrenk, Deliçay ve diğer küçük akarsu kaynaklarımızdır ve toplam yıllık akış değerleri  $7,2 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/yıl, yeraltı su kaynaklarımızın yıllık potansiyeli  $8,3 \cdot 10^7$  m<sup>3</sup>/yıl olmak üzere su kaynaklarımızın yıllık potansiyeli  $7,28 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/yıl dır [23]. Bu su kaynakları, atıksuların arıtılmadan gelişigüzel çevreye verilmesi sonucu hızla kirlenmektedir. Çalışma alanı içerisinde Efrenk (Müftü Deresi), Deliçay ve Berdan Çayı yer almaktadır.

Berdan Ovasında; Tarsus ilçesi sınırları içerisinde en önemli akarsu Berdan Çayı (Berdan Nehri)'dir. Berdan Nehri, Orta Toroslar'ın Bolkar Dağları ile Gavur Dağlarından beslenmektedir.

Berdan Çayı; Tarsus ve Mersin'in içme ve kullanma suları ile bölgenin sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Tarsus sınırları içerisinde bulunan fabrika ve kuruluşların evsel ve endüstriyel atıksularının büyük bir kısmı DSİ drenaj kanalları ve diğer su kaynakları yolu ile Berdan Çayı'na aktarılmaktadır.

Berdan Çayı'nın toplam uzunluğu 124 km olup çıkış noktası ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır. Berdan Çayı'nın ortalama yıllık debisi 39.472 m<sup>3</sup>/sn'dir [24]. İlçe sınırları içerisinde başlangıç noktası At Dağı olup, Berdan Barajından sonra Kulakköy mevkinde Akdeniz'e dökülmektedir (Çizelge 2.1).

Dağlık kesimlerde dik vadilerden akan çay, daha sonra doğudan güneye doğru bir yay çizer. Kıyı kuşağına kadar vadisi fazlaca genişlemez. Vadinin böyle dik ve dar oluşunun nedeni; 3000 m yükseklikten hızla deniz düzeyine inilmesi ve dirençsiz kalker yapıdan oluşan anakaya yapısının su ile aşınmasıdır.

Çizelge 2.1. Berdan Çayının Denize Döküldüğü Noktadaki 1 Yıllık Debi Değerleri, [24]

<b>Tarih</b>	<b>Debi (m<sup>3</sup>/sn)</b>
Ocak-2000	17,27
Şubat-2000	20,30
Mart-2000	24,23
Nisan-2000	22,32
Mayıs-2000	17,65
Haziran-2000	16,24
Temmuz-2000	14,12
Ağustos-2000	13,84
Eylül-2000	14,81
Ekim-2000	19,12
Kasım-2000	18,99
Aralık-2000	17,20
Ocak-2001	16,65

Kulak köyü güneyinde bir kavis yaparak Tarsus ilçe sınırları içinde Akdeniz'e dökülen Berdan Çayı'nın suyu, Orta Toroslar'ın en çok yağış alan yüksek kesimlerinden, kış ve sonbaharın bol yağışlarıyla, yazın eriyen kar suları ile beslendiğinden boldur (Çizelge 2.1). Bu nedenle nehrin su düzeyi değişmez. Karın yavaş erimesi nedeni ile yüzey akışı yavaştır. Berdan çayı üzerinde Tarsus ilçesi

merkezinine 3 km uzaklıkta bir regülatör ve baraj bulunmaktadır. Berdan Çayı ve çevresinde bulunan yerleşim yerleri ve sanayi kuruluşlarının koordinatları Çizelge 2.2’de, çalışma alanındaki kuyuların koordinatları ise Çizelge 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.2. Berdan Çayı Havzası Numune Noktalarının Koordinatları

Yer	X	Y
Berdan Çayı Baraj Köprüsü	668 740	4091 060
Berdan Çayı NATO Köprüsü	671 250	4087 520
(Berdan Çayı) TD 11 Kanalı	672 060	4087 500
(Berdan Çayı) Kölemusalı Kuşaklama Hattı	672 185	4081 780
Berdan Çayı ile Kölemusalı Kuşaklama Hattının Kesiştiği Yer	672 195	4081 780
Berdan Çayı Denize Deşarjı	666 060	4072 000
Tarsus Belediyesi Şebeke	668 480	4087 320
Kusun Deresi	673 125	4088 750
Tarsus Belediyesi Pis Su Arıtma Tesisi	668 250	4084 250
İş Makinaları Fabrikası	672 360	4088 375
Tekstil Fabrikası (BERDAN II)	675 325	4090 150
İplik Dokuma Fabrikası	676 500	4090 580
Kuruyemiş İmalathanesi	675 250	4089 810
Tarım Makinaları İmalathanesi	676 810	4091 125
Tekstil Fabrikası (BERDAN I)	670 130	4087 950
Yağ Fabrikası	669 625	4088 065
Tavuk Kesimhanesi	672 375	4086 500
Çimsa	657109	4081766
Çukurova Tekstil	665058	4085076
Adanalıoğlu	651498	4075659
Kromsan	653297	4075309
Opet	650444	4076553
Organize Sanayi Bölgesi	659996	4085744
Paşabahçe Cam Sanayi	657586	4081389
Petrol	653398	4075724
Trakya Cam Sanayi	660791	4084862

Çizelge 2.3. Örnekleme Yapılan (Tarsus-Mersin-Mezitli arasındaki)

Kuyuların Koordinatları

KUYU ADI	X	Y
KUYU1	637590	4068440
KUYU2	635675	4067691
KUYU3	636433	4068217
KUYU4	646840	4075575

Çizelge 2.3. (devam)

KUYU5	651919	4078581
KUYU6	652097	4075709
KUYU7	639998	4071748
KUYU8	641692	4072594
KUYU9	643145	4075700
KUYU10	644454	4078760
KUYU11	645829	4074190
KUYU12	653884	4075933
KUYU13	654794	4076346
KUYU14	655832	4077111
KUYU15	656012	4077458
KUYU16	663106	4083000
KUYU17	667320	4077500
KUYU18	670600	4072050
KUYU19	666046	4072006
KUYU20	656520	4080530
KUYU21	658867	4079810
KUYU22	656250	4081000
KUYU23	670037	4089027
KUYU24	661270	4085320
KUYU25	640820	4071445
KUYU26	642833	4078654
KUYU27	642939	4078421
KUYU28	655366	4076198
KUYU29	656798	4075506
KUYU30	642960	4078558
KUYU31	641941	4071947
KUYU32	632275	4071875
KUYU33	635777	4067184
KUYU34	636400	4067750
KUYU35	636982	4067226
KUYU36	635869	4067488
KUYU37	637586	4068341
KUYU38	637498	4068470
KUYU39	637861	4068042
KUYU40	639012	4070368
KUYU41	639719	4070861
KUYU42	651101	4075152
KUYU43	650199	4075730
KUYU44	649779	4076872
KUYU45	635940	4066898
KUYU46	641172	4071693
KUYU47	641875	4072535
KUYU48	644871	4072879
KUYU49	650385	4076527
KUYU50	649751	4077156



### 2.1.3. Bitki Örtüsü

Berdan ovasının kuzey bölümlerinde, yağış azlığı ve aşırı sıcaklar nedeni ile bu şartlara uymuş maki adı verilen bitki türlerine rastlanır. Makiler sert yapraklı, bazıları dikenli, her mevsim yeşil olan bitkilerdir. Ayrıca defne, mersin (murt), keçiboynuzu (harnıp), nane, kekik, lavanta çiçeği, laden, kocayemiş, dut, meşe de bulunmaktadır [21].

Berdan ovasında Akdeniz iklimine uygun bütün ürünler yetiştirilebilmekte, meyvecilik ve sebzeçilik yapılmaktadır.

### 2.1.4. Toprak Yapısı

Tarsus ilçe sınırları içindeki topraklar genellikle alüvyal topraklardır. Ovalık kesimde Berdan Çayı'nın getirdiği alüvyonlu topraklar killi olup, koyu grimsi, kahverengi ve kırmızı renktedir. Toprak kalınlığı 20-30 cm'dir [21].

Ovanın büyük kısmında Terra Rossa denilen kırmızı renkte Akdeniz toprakları bulunmaktadır. Toprağın ana maddesi kireçtaşıdır. Bölgenin taban kayaçlarını kireçtaşları oluşturur. Derinlerde kaba bünyeli kalkerler vardır [21].

### 2.1.5. İklim

Berdan ovası (Mezitli-Tarsus), kıyı kesiminde Akdeniz ikliminin tüm özelliklerini ve meteorolojik şartlarını yansıtır. Yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlıdır. Yükseltinin arttığı iç kesimlerde, karasal iklim görülmektedir. Yeryüzü şekillerinin farklılığına da bağlı olarak değişen bu iklim şartları, yüksek yerlerde yazların serin ve kurak, kışların soğuk ve kar yağışlı geçmesine neden olmaktadır [21].

Yaylalarda sert iklim vardır. Kışın kar yağışı görülür. Ovada ise yağış genel olarak yağmur şeklindedir. Mersin ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 18°C dolayındadır.

En sıcak ay Ağustos, en soğuk ay Ocak'tır (Çizelge 2.4). 50 yıllık gözlemlerle saptanan en yüksek sıcaklık 40°C'dir (21.06.1942), en düşük sıcaklık ise -6,6°C'dir (06.02.1950). Deniz suyu sıcaklık ortalaması 20,8°C'dir. İlde, uzun yılların verilerine göre yıllık yağış toplam miktarı 593,4 kg/m<sup>2</sup> dir (Çizelge 2.4). Yılın büyük bölümünde hava açık ve az bulutlu geçmektedir [25].

Çizelge 2.4. Meteoroloji İl Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonundaki Ölçüm Sonuçları, (2006 yılı verileri) [25]

<b>Aylar</b>	<b>Ortalama sıcaklık (°C)</b>	<b>En yüksek sıcaklık (°C)</b>	<b>En düşük sıcaklık (°C)</b>	<b>Ortalama oransal nem (%)</b>	<b>Ortalama rüzgar hızı (m/s)</b>	<b>Ortalama yağış miktarı (mm)</b>
Ocak	10,7	18,6	2,40	57,6	1,7	46,9
Şubat	11,8	20,8	2,00	66,2	1,6	58,5
Mart	14,8	23,8	7,20	70,3	2,1	31,3
Nisan	18,6	30,2	10,70	70,9	2,1	11,1
Mayıs	22,3	32,0	15,20	73,2	2,3	3,0
Haziran	26,5	31,4	19,20	75,8	2,6	24,1
Temmuz	28,5	32,8	22,20	78,2	2,7	4,4
Ağustos	29,5	35,4	25,10	76,9	2,5	0,2
Eylül	26,8	33,2	17,60	61,7	2,1	21,9
Ekim	22,2	30,6	14,80	64,1	1,7	97,1
Kasım	15,1	22,7	6,90	55,4	1,5	164
Aralık	-	-	-	-	-	-

- : Ölçüm sonuçları alınamadı

## 2.2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

Mersin O33 paftası Toros dağ oluşum kuşağının güneydoğu kesiminde yer alır ve kuşağın belirgin jeolojik özelliklerini taşır. Genellikle kuzeybatı bölümlerde derin vadi içlerinde görülen Mersin ofiyolitik melanji ve Paleozoyik yaşlı Karahamzauşağı Formasyonu temel kayaçları oluşturur. Bu kayaçlarda Neojen birimleri tarafından uyumsuzlukla örtülür. Çalışma alanında hemen hemen yarısını oluşturan Kuvaterner birimleri çalışma bölgesinin doğu ve güney bölümlerinde geniş alanlarda yüzeyler (Şekil 2.2), [26].

Mersin ili sınırları içindeki morfolojik yapı dağlık alanlar, aşınım yüzeyleri, taban dolguları-alüvyal düzlükler ve geçiş kuşağı olmak üzere dört ana birlikten oluşmaktadır. Dağlık alanlar, çalışma alanının kuzey kısımlarını kapsar ve batıya gidildikçe yükseklikler artmaktadır. Dağlık alanlarda akarsular "V" şeklinde derin vadiler ile ayrılmaktadır. Aşınma sonucu ince uzun yüzeyler ve sırtlar oluşmuştur. Karaisalı, Güvenç ve Kuzgun formasyonları üzerinde Miyosen sonrası aşınım yüzeylerine rastlanır. Sırtlar aşınım sonucu ince uzun yüzeylere dönüşmüştür. Alüvyal düzlükler, delta çökelleri ile içerisindeki kanal dolgusu çökellerinden çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Berdan Nehri'nin denize ulaştığı yerde eski lagünlerin karasallaşması ile de değişik çökellerin görülmesine neden olur (Şekil 2.2).

Kazanlı ve civarının büyük kısmında ova tabanında delta çökelleri hakimdir. Kuzeyde Bağcılar Köyü civarında ise kuzey-güney yönlü dereler arasında sırtlar, omuzlar ile yanal ve düşey aşınımından dolayı uzun ve dar sırtlar şeklinde aşınım yüzeyleri mevcuttur. Huzurkent dolaylarında ise KB-GD yönlü dereler arasında ince uzun sırtlar ve az eğimli yamaçlarla bunlar üzerinde yanal ve düşey aşınmadan dolayı ince uzun aşınım yüzeylerine rastlanır.

### 2.2.1. Temel Birimler

Çalışma bölgesinde temel birim olarak, Ziyaret Dağı ve çevresinde görülen, otokton kaya olarak bilinen Permo-Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı formasyonuna

ait metamorfik kireçtaşı ve şistler ile bölgeye Üst Kretase zamanında sürüklenerek gelen Mersin ofiyolitik melanji bulunmaktadır (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4), [26].

### 2.2.2. Tersiyer Birimler

Tersiyer birimleri birbirleriyle yanal ve dikey yöne geçişli olup, Oligo-Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı formasyonu ve Güvenç formasyonu, Orta-Üst Miyosen yaşlı Kuzgun formasyonu ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Handere formasyonu ile temsil edilmektedir. Bu formasyonların genel özellikleri aşağıda verilmiştir. (Şekil 2.2. ve Şekil 2.3).

#### 2.2.2.1. Gildirli formasyonu

Pembemsi-kırmızı renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı aralanımlarından oluşan birim tipik akarsu çökellerini yansıtır. Kalınlığı yer yer 400 metreye ulaşan birim genellikle paleotopografik çukurluklar da oluşmuştur. Oligosen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiştir.

#### 2.2.2.2. Karaisalı formasyonu

Gri, beyazımsı gri renkte genelde kireçtaşlarıyla dilmekte olup, yer yer dolomitli kireçtaşı aralanımları da içerir. Kalınlığı bazı kesimlerde 600 m ye kadar çıkabilen Karaisalı formasyonu genelde karbonatlardan oluşmuştur. Sığ denizel bir ortamda, Alt-Orta Miyosen döneminde çökelmiş olup, aşınımına karşı dayanıklı olması nedeniyle yüksek kısımlarda yüzeyley.

#### 2.2.2.3. Güvenç formasyonu (Tgü)

Yeşilimsi gri, gri, beyazımsı sarı renkli killi kireçtaşı-silttaşı birimlerinin egemen olduğu çökellerden meydana gelmiştir [27].

Alt-Orta Miyosen zamanında bölgede oluşan resif önü, sığ-derin deniz

ortamlarında çökelen Güvenç formasyonu içinde iki birim ayırtlanmıştır. Çoğu yerde bunlar birbirleri ile geçişlidir. Bu birimler ayrı ayrı haritaya geçirilmeyip hepsi bir formasyon altında haritalanmıştır [26].

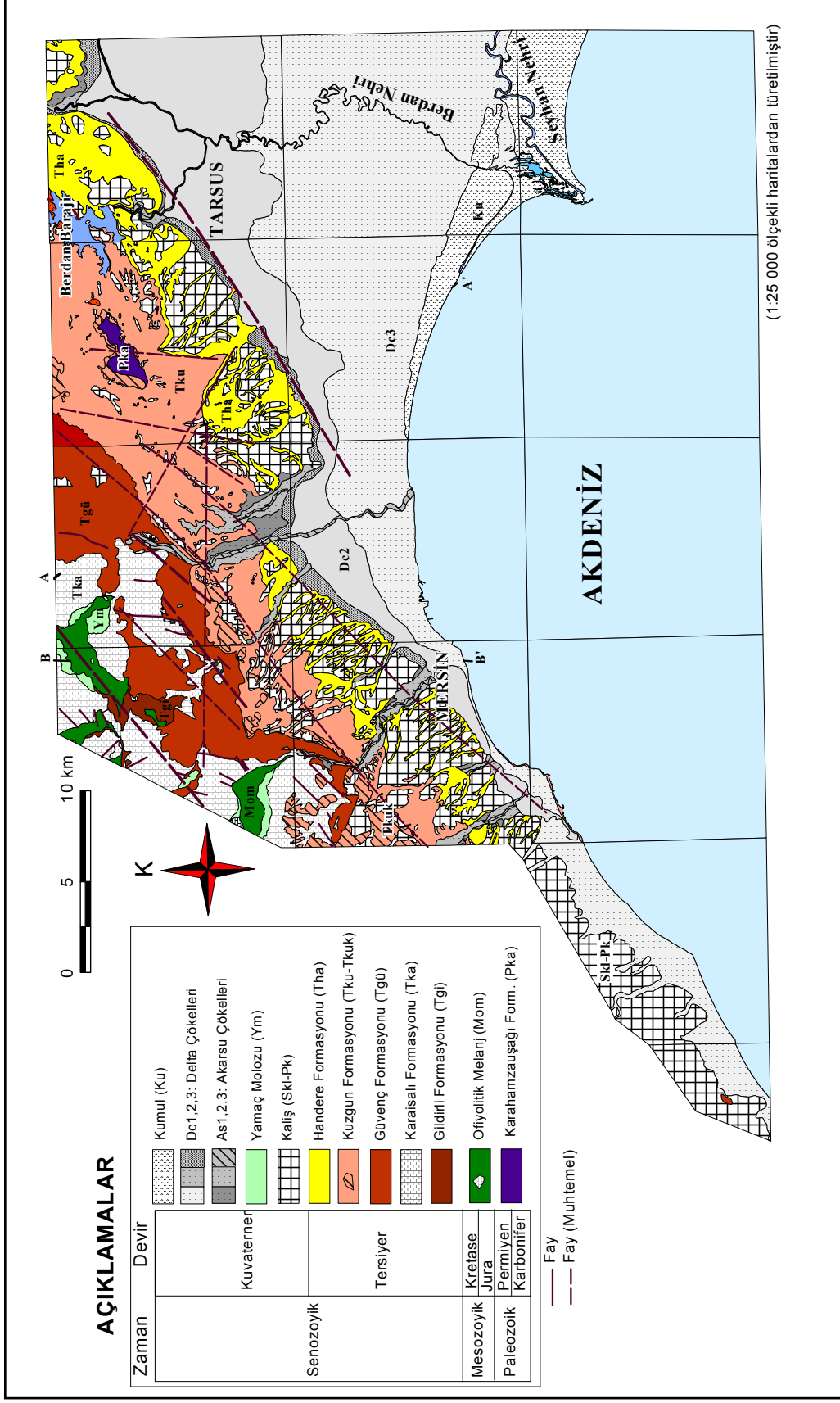
Çalışma alanında bölgede killi kireçtaşı-marn birimi stratigrafik olarak formasyonun orta ve üst bölümlerinde (Kuzgun formasyonu ile geçişli olarak) egemendir. Güvenç formasyonunun görünen kalınlığı 50-600 metre arasında değişmektedir [26].

#### 2.2.2.4. Kuzgun formasyonu (Tku)

Sarımsı beyaz, yeşilimsi, gri-siyah renklerde kumtaşı-konglomera, resifal kireçtaşı, tüfit ve kiltası-marn-silttaşı gibi belirgin dört birimden oluşmuştur [27]. Kuzgun formasyonu alttaki formasyonlar üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelir. Formasyonun üzerine, Handere formasyonu uyumlu ve geçişli olarak gelmektedir. Kuzgun formasyonunun kalınlığı 50-1500 metre arasında değişmektedir. Formasyonun yaşı Tortoniyen-Messiniyen olarak belirtilmiştir [28, 29].

#### 2.2.2.5. Handere formasyonu (Tha)

Beyazımsı, sarımsı, yeşilimsi, gri ve siyah renkli kiltası-marn-silttaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçitaşı (jips) ve kumtaşı-konglomera gibi belirgin dört birimden oluşmuştur (Şekil 2.2 ve 2.3). Bunlar birbirleri ile girişik olup, ilk üçü çoğunlukla formasyonun alt bölümlerinde, diğeri üst bölümlerinde egemendir [27, 28, 29].



Şekil 2.2. Berdan Ovasının jeolojisi haritası [31].

Formasyonun tip yerleri olarak 1/25 000 ölçekli Mersin O33-a4 paftasında Çiftlik Köyü ve Karaisalı Köyü kuzeyindeki vadi içi yamaçları, 1/25 000 ölçekli Mersin O33-a2 paftasında Dikilitaş ve Kürkçü Köyü dolay, Evcı Köyü doğusundaki vadi yamaçları, Taşlık Tepe ve vadi içine kadar olan kuzey bölümleri, Kartal Tepe ve doğu bölümleri, 1/50 000 ölçekli Mersin O33-b2 paftasında Berdan Barajı gövdesinin sağ ve sol bölümlerindeki yamaçlar, Kartal Tepe ile Ara Tepe arası ve Camiliman Köyü doğusundaki vadi içi yamaçlar verilebilir.

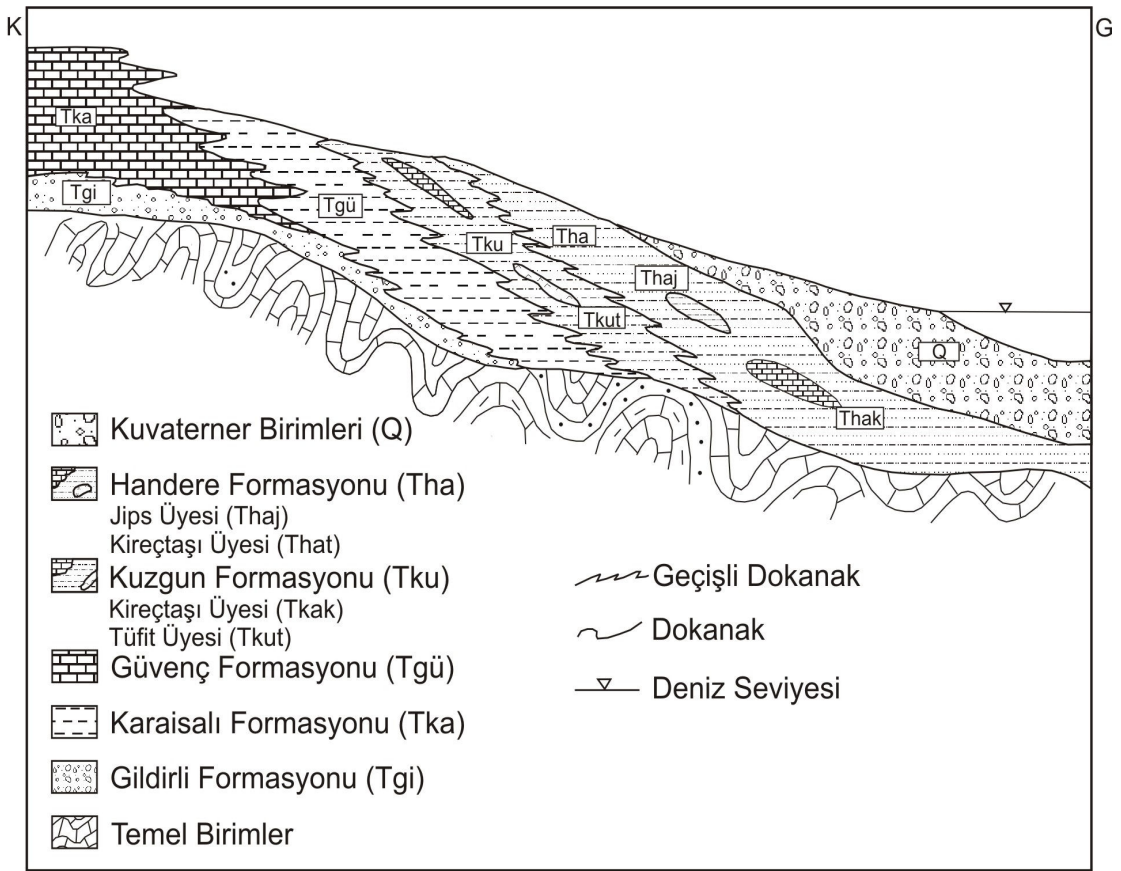
Handere formasyonu alttaki Kuzgun formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir ve geçişli dokanaktır. Bu formasyon üzerine Kuvaterner birimleri uyumsuz olarak gelmektedir. Handere formasyonunun üzeri genellikle Kuvaterner birimleri ile örtülü olduğundan kesin kalınlık verilemez, ancak çalışma bölgesinde 50-500 metre arasında değişen kalınlıklar görülmektedir [26].

### 2.2.3. Kuvaterner birimleri

Kuvaterner zamanında karasal ve geçiş ortamı koşullarının hüküm sürdüğü çalışma bölgesinde oluşan birimler farklı fasiyes özellikleri göstermeleri nedeni ile Kalabriyen-Siciliyen zamanında oluşan birimler ve Tirreniyen-Güncel zamanında oluşan birimler olarak iki bölümde incelenmiştir (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3) [26].

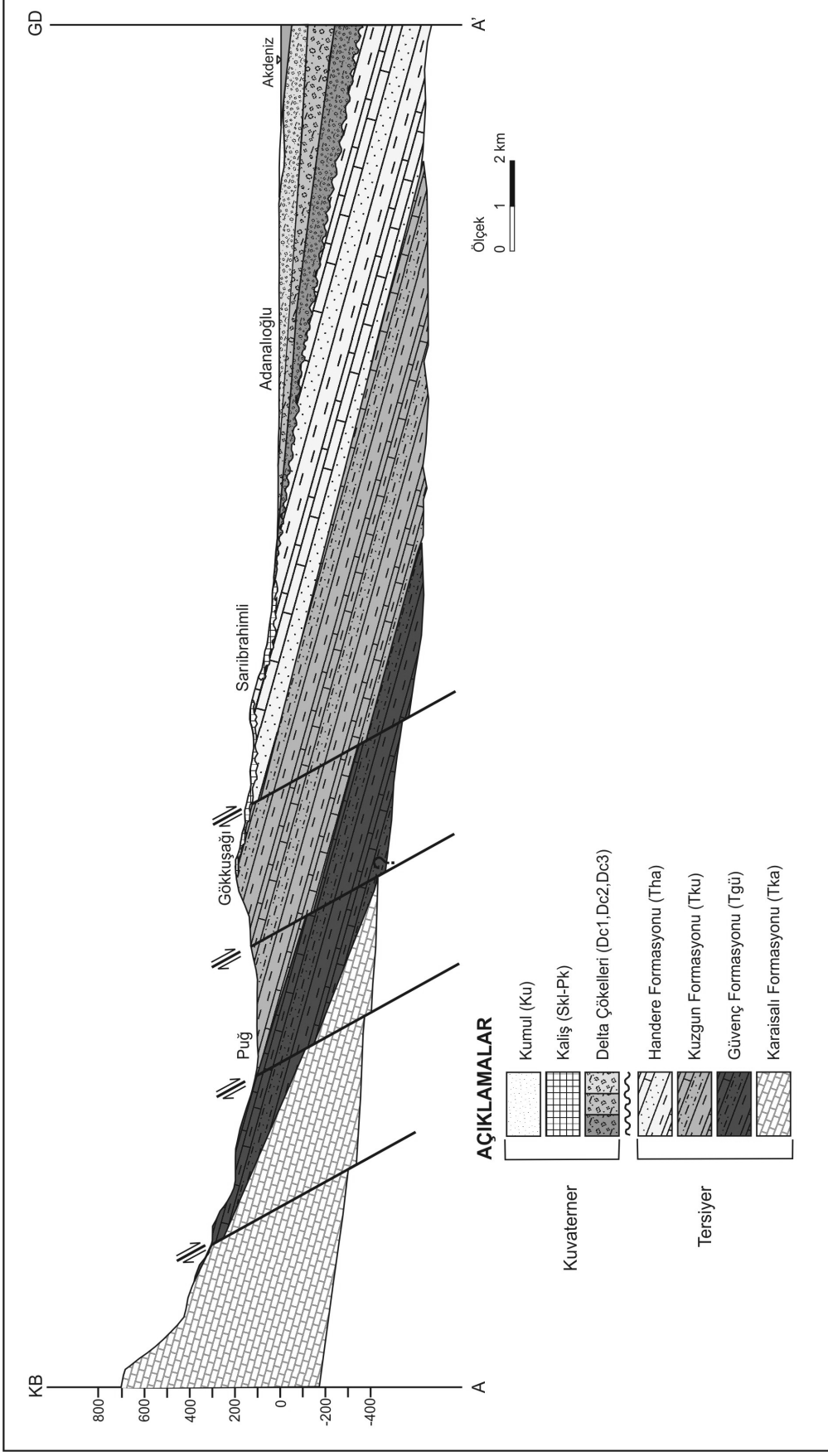
*a- Kalabriyen-Siciliyen birimleri:* Altındaki birimler üzerine açılı uyumsuz olarak oturan ve üstündeki birimler tarafından uyumsuz olarak örtülen Kalabriyen-Siciliyen birimleri; Alüvyon yelpazesi çökelleri (Yüksek Seki Konglomeraları - Ayç), fan delta çökelleri (Fdç) ve kıyı çökelleri (Kç) ile pedolojik oluşukları (Paleosolik kaliş/kolon horizonu Pk), Akdeniz Kırmızı Toprağı (Terra Rossa - Akt) ve sert kaliş (Sk) birimlerini içermektedir (Şekil 2.3) [30]. Bunların yayılımı genellikle çalışma sahasının güney-orta bölümlerinde, alüvyon ovasının kuzey bölümlerinde, Holosen vadi yarılımları arasında irili ufaklı parçalar halinde görülmektedir (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3). Kalişlerin eğimi 1-10° arasında güneye doğrudur.

b- *Tirreniyen - Güncel birimleri*: Alttaki birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Tirreniyen-Güncel birimler; Yamaç molozları (Yml, Ym2, Ym3), Akarsu seki konglomeraları (As1, As2, As3), Delta çökelleri (Dç1, Dç2, Dç3), kıyı çökelleri (Kç1, Kç2, Kç3), kumul (ku) ve pedolojik oluşuklar kahverengi toprak (Gkt), alüvyal toprak (Al) olarak kısımlara ayrılmıştır (Şekil 2.2) [26, 30]. Buna göre karasal ortamlarda ayrışma-aşınma-taşınma ile birlikte morfolojik-pedolojik oluşuklar meydana gelir, geçiş ortamı ve denizel havzada bunlarla eş zamanlı (korelan) jeolojik-stratigrafik birimler çökelmiştir (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4) [26, 31].



**Şekil 2.3.** Berdan Ovasında formasyonların birbiri ile ilişkisini gösteren şematik kesit [26].





**Şekil 2.4.** Berdan Ovasının Jeolojik Kesiti [31].

## 2.3. ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLOJİSİ

### 2.3.1. Yeraltı Suyu ve Vadoz Zon

Herhangi bir kaynaktan zemin yüzeyine verilen kirleticilerin bir kısmı yüzeysel akış ile yüzey sularına taşınırken bir kısmı da süzülme yolu ile yeraltı suyuna (akifere) doğru hareket etmektedir. Bu hareket sırasında mevcut kirli su akifere ulaşmadan önce, anılan bu yolculuk zamanına ve zemin özelliklerine bağlı olarak nicelik ve nitelik bakımından önemli değişikliklere uğramaktadır [32]. Bu değişimde etkili olan mekanizmaların önemli olanları; filtrasyon, adsorpsiyon ve iyon değişimi, kimyasal prosesler, biyolojik ve biyokimyasal proseslerdir [33].

Filtrasyon mekanizması ile askıda maddeler taneli malzemelerin boşluklarında tutularak suyun bulanıklılığının giderilmesini sağlamakta, buna ek olarak da; su içerisindeki demir, mangan ve alüminyum gibi maddeler de okside olup hidroksit yumakları şeklinde filtrasyon mekanizması ile tutulabilmektedir. Zemin tane boyutu, kil içeriği ve kilin türü, filtrasyon mekanizmasında önemlidir.

Kimyasal prosesler, kirleticilerin vadoz (doygun olmayan) zonda tutulmasında etkili olan önemli mekanizmalardan birisidir. Vadoz zon boyunca süzülen kirli su içerisinde ve zemin bünyesindeki iyonların uygun miktarları ve uygun ortam şartları olması durumunda, kimyasal çökelmeler oluşmakta ve böylece pek çok metal iyonları, akifere ulaşmadan vadoz zon içerisinde tutulabilmektedir [33, 34].

Adsorpsiyon ve iyon değişimi, kirleticilerin vadoz zon içinde tutulmasında en önemli iki mekanizmadır. Zemin tane boyutu azaldıkça, kil, metal oksit ve hidroksit ile organik madde içeriği arttıkça, adsorpsiyon ve iyon değişimi o oranda artmaktadır. Killer negatif yüzeylere sahip olduğundan, pozitif yüklü iyonlar (sertlik yapan  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$ ) bu yolla önemli miktarlarda tutulabilmekte, ancak  $NO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  gibi negatif yüklü iyonların tutulmasında pek etkili olamamakta, dolayısıyla da  $NO_3^-$  iyonu vadoz zonda tutulamadan akifere ulaşabilmektedir. Adsorpsiyon mekanizmasında, kirletici tipi ve gözenekli ortam ile bu ortam ile temasta olan çözeltinin, fiziksel,

kimyasal özelliği önemli rol oynamaktadır. Örneğin çözünmüş molibden asidik özellikteki bir toprak zonda çok iyi adsorbe olurken, bazik bir ortamda hiç tutulmadan geçebilmekte, benzer şekilde flor da asidik topraklarda alkalinelere oranla çok daha fazla tutulabilmektedir [33, 34].

Yeraltı suyunun kimyasal bileşimi, yeraltında rezervuara giren suyun kompozisyonuyla suyun kayaçları oluşturan minerallerle girdiği karşılıklı etkileşim sonucunda şekillenir [35]. Yeraltı suyunun, yeraltında dolaşımı esnasındaki uzun ikamet süresi, suyun kimyasal bileşiminin oluşumunda çok etkilidir ve bu olaylar doğrudan gözlenmeyen proseslerdir. Zemin suyunun ve yeraltı suyunun kompozisyonu suyun içinde aktığı kayaç tipine bağlıdır. Kireçli arazilerde  $Ca^{2+}$  baskın katyondur, söz konusu kayaç dolomit olduğunda da muhtemelen  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  eşit derişimlerde bulunacaktır. Bölgede  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  iyonlarının yaklaşık eşit derişimlerde olması arazinin genelde karbonatlı kayaçlardan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Alüvyon akiferde tanecikler sonuçta bu karbonat kayaçların aşındırılıp tanelerinin yığışımından oluştuğundan aynı karakteri yansıtmaktadır [35].

Kum veya kumtaşı akiferleri de karbonat minerallerini içerebilirler veya bu kayaçların çimentoları karbonattan oluşabilir. Karbonat mineralleri yüksek reaktiviteleri nedeniyle su kimyasında oldukça önemli bir yere sahiptirler [35].

Tutturulmamış malzemelerin oluşturduğu akiferler farklı petrografik özelliklerde olabilirler. Bu durumlarda su kalitesinde en önemli rolü sedimantasyon koşulları (denizel, flüvyal, karasal, buzul veya rüzgar gibi) ve ana kayaç üstlenir. Çalışma alanında ana kayaç genelde karbonatlı kayaçlardan oluşmaktadır.  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ve  $HCO_3^-$  iyonlarının derişimi bunu yansıtmaktadır. Ofiyolitik melanj ve jipslerinde etkide olduğu suların kompozisyonuna bakıldığında fark edilebilmektedir. Böylece akiferlerde kayaç ve su arasında büyük kontakt yüzeyleri ve uzun kontakt süresi söz konusudur. Tutturulmamış malzeme kireç ve jips içeriyorsa bu kayaçlarda dolaşan sular yüksek miktarda toprak alkali ve bikarbonat iyonlarına sahip olurlar. Ayrıca bu sulara yüksek sülfat derişimleri de söz konusudur. Çok kötü iletkenliğe sahip olan bu kayaçlarda su hareketi de çok yavaştır. Bu nedenle de çok uzun bir kontakt süresi

sunarlar. Killi, siltli, marn kayaçlardan gelen yeraltı suları çözülmüş katı açısından oldukça zengindirler. Daha çok  $\text{SO}_4^{2-}$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarında zenginleşme söz konusudur [35].

Biyolojik ve biyokimyasal prosesler; kirli sudaki organik maddeler, toprakta yaşayan ve de kirli su bünyesinde yer alan mikroorganizmalar tarafından, vadoz zona özgü aerobik koşullarda parçalanarak kararlı son ürünlere ve humik maddelere dönüşmektedir. Ancak biyolojik ayrışmaları çok zor veya uzun süreler alan klorlu hidrokarbonlar, vadoz zonda tutulmadan akifere ulaşabilmekte ve ayrıca, bunların toksik etkisi ile topraktaki pek çok faydalı mikroorganizmaların, örneğin nitrifikasyonu gerçekleştiren bakterilerin ölümüne neden olabilmektedir. Sızıntı sularındaki amonyak veya amonyum iyonu şeklindeki azot bileşikleri, vadoz zonda, aerobik şartlarda gerçekleşen nitrifikasyon mekanizması ile nitrat'a dönüşebilmektedir [35].

Anılan bu dönüşümler ve biyolojik olarak parçalanabilen organik maddelerin fazlaca olması durumunda, vadoz zondaki ve dolayısıyla akifere ulaşacak olan yeraltı suyundaki çözülmüş oksijen miktarı fazlaca düşmekte ve hatta sıfırlanabilmektedir. Çözülmüş oksijen miktarı 0,5 mg/L'nin altına düştüğünde, nitratlar oksijen temin edici olarak devreye girmekte ve söz konusu ortamda, organik karbonun da bulunması durumunda denitrifikasyon olayı gerçekleşebilmektedir. Su kalitesi açısından bakıldığında, denitrifikasyon istenilen bir süreçtir, ancak yukarıda anılan süreçler sonucunda, yeraltı sularında sıkça rastlanan önemli problemlerden birisi olan Demir ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ve Mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ) sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu sorun, özellikle kağıt, tekstil ve benzeri proseslerin endüstri sularında önemli sorunlar yaratmaktadır. Öte yandan, çözülmüş oksijen miktarı, sudaki yaşam için vazgeçilmez olduğu gibi, içme sularında tat veren önemli bir maddedir [35].

### 2.3.2. Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri

Mermer, şist ve kuvarsitlerin oluşturduğu Paleozoyik yaşlı Karahamzauşağı Formasyonunun özellikle mermer seviyeleri akifer yersel ve bağlantısız verimli karstik

akiferleri oluşturur. Mersin civarında çok büyük derinliklerde olduğu düşünülen bu akifer derin sirkülasyonlu sıcak kaynakların rezervuar kayasını oluşturmaktadır [36]. Formasyon içinde yer alan şist seviyeleri geçirimsizdirler ve sıcak su oluşumunda örtü kaya görevini üstlenmişlerdir. Mersin ofiyolitik melanjında içerilen büyük kireçtaşı blokları da yersel ve bağlantısız sınırlı karstik akiferleri oluşturur.

Gildirli Formasyonunun tabanında yer alan kumtaşı - konglomera birimi de yersel olarak akifer özelliktedir. Formasyonun üst seviyelerinde rastlanan kiltası - silttaşı ve marn seviyeleri ise geçirimsiz olup, yeraltı suyu olmayan kayalar olarak sınıflandırılabilirler [36].

Kireçtaşlarının oluşturduğu Karaisalı Formasyonu yaygın ve verimli bir karst akiferini oluşturur. Formasyonun hidrojeoloji özelliklerinin belirlenebilmesi için karst hidrojeolojisi çalışmalarının yapılması gereklidir. Güvenç Formasyonunun tabanında yer alan killi kireçtaşları da akifer kaya niteliğindedir ve bazı düşük boşalımlı kaynakların oluşumlarına neden olmuştur. Daha üst seviyelerde bulunan Kuzgun Formasyonunun tabanında bulunan kumtaşı-konglomera ve kireçtaşı üyeleri yersel ve sınırlı yeraltı suyu olan, daha üst seviyelerdeki tüfit-marn ve şeyl üyeleri ise yeraltı suyu olmayan kayalar olarak sınıflandırılabilirler. Formasyonun içinden düşük boşalımlı bazı tabaka kaynakları uygun jeoloji koşullarının olduğu yerlerde görülür [37].

Mersin civarında oldukça geniş bir yayılıma sahip olan Handere Formasyonunun tabanında yer alan kil taşı - marn - silt taşı ve jips seviyeleri geçirimsiz daha üst seviyelerde rastlanan konglomera ve kum taşı seviyeleri ise yeraltı suyu bulunduran kayalar olarak sınıflandırılabilir ve Handere Akiferini oluşturur. Mersin-Tarsus arasında Yakaköy civarında açılan bazı kuyularda bu seviyelerden 10 L/s debilere ulaşan verimler rapor edilmiştir. Bu bölgede statik seviye ise 17-25 m arasında verilmektedir. Handere Formasyonu içinden boşalımlar 1-5 L/s arasında olan çok sayıda kaynak bulunmaktadır [37].

Mersin-Tarsus arasında geniş yayılım gösteren sert kalış en fazla 5 m kalınlıkta olup sert olan üst seviyelerinin kırıklı ve çatlaklı kısımlarında bir miktar yeraltı suyu

depolayabilmektedir. Açılmış bazı keson kuyulardan yeraltı suyu üretilmekte ise de özellikle kalınlığının az olması ve birkaç metre derinlikten sonra geçirimsiz özellik kazanması nedeniyle yeraltı suyu üretimi açısından önemsizdir [37].

Berdan Nehrinin doğusundan başlayıp, Mersin şehrinin batısında Mezitli'ye kadar daralarak devam eden yaygın ve verimli gözenekli akiferi alüvyal çökeller oluşturmaktadır. Bu akifer içinde 60' lı yıllardan beri yüzlerce üretim kuyusu açılmış ve günümüzde de yeraltı suyu üretimine devam edilmektedir [37]. Tarsus' tan batıya doğru coğrafik olarak Berdan, Deliçay, Müftü Deresi ve Mezitli akiferleri olarak ayrılan bu akiferleri jeolojik ve/veya hidrojeolojik olarak ayırabilecek, sınırlandırabilecek bir oluşum mevcut değildir. Değişik amaçlı çalışmalarda bu şekilde ayrımlanmış akiferlerin hidrojeolojik açıdan tek bir akifer olarak ele alınması ve araştırılması gerekir. Mersin akiferi olarak isimlendireceğimiz çökeller Neojen sonlarında bölgede meydana gelen çöküntü alanlarının akarsular tarafından getirilen malzemeler ile dolması sonucu oluşan delta çökelleridir. Kil, silt, kum ve çakıl boyutunda tanelerden oluşan birim yanal ve düşey yönde hızlı değişimler gösterir. Birim içinde açılan kuyular çakıllı seviyelerden önemli miktarda yeraltı suyu üretmektedirler. Berdan, Deliçay ve Müftü dereleri yakınında kalınlığı yaklaşık 100 m civarında olan birim batıya doğru incelmekte ve Mezitli civarında 10-30 m kalınlık göstermektedir [37].

### 2.3.3. Mersin Alüvyon Akiferinin Su Kalitesi

Mersin serbest akiferinin Mezitli-Deliçay dereleri arasında kalan kısmı üzerinde Mersin kenti yer almaktadır.

Akiferin serbest bir akifer olması, deniz ve dereler ile hidrolik kontakta olması, vadoz zon (doygun olmayan) kalınlığının yeterince kalın olmaması (1-2 m), yeraltı suyu kalitesini olumsuz yönde etkileyecek antropojenik aktivitelerin tümünün yoğun bir şekilde varlığı (kanalizasyon sisteminin eskiliği, trafiğin yoğun olması, katı atık deponi alanın düzensiz olması, akarsulara ve derelere atık deşarjı vb.) Mersin akiferinde bulunan yeraltı suyunu tehdit etmektedir. Akiferin bu özellikleri ve arazi

kullanımı şehir merkezinde açılan çok sayıda kuyuda su kalitesinin içme ve kullanma suyu açısından olumsuz etkilemektedir [38, 39].

Serbest bir akifer olan Mersin Akiferi başlıca iki dereyle hidrolik ilişkedir ve bu nedenle akiferin beslenmesi Berdan ve Deliçay bölümleri olarak ayrı ayrı değerlendirilir. Serbest akiferler daha önce de değinildiği gibi başlıca yer aldıkları bölgede yüzeyden yağış sularının vadoz zonu geçmesi ve yeraltı su tablasına ulaşmasıyla beslenirler. Mersin Akiferi yanal ve düşey yönde geçişli değişik litolojiler sunduğundan homojen bir beslenme kaynağından söz etmek doğru olmaz. Bazı kesimlerde çakıl ve kum seviyeleri yüzeye kadar ulaşırken, bazı kesimlerde killi litoloji beslenmeyi engelleyecektir. Bunun yanı sıra yerleşimler ve bunlarla ilgili yol vb. altyapı da beslenme miktarının azalmasında etkili olacaktır [36].

Akifer yüzeylenmiş çakıl seviyelerinden, yağış sularının yeraltına sızması sonucu beslenmektedir. Çakıllı seviyelerin yüzeyde oldukları bölümler daha çok kuzey kısımlardadır, denize doğru üst seviyelerde killi birimler baskındır ve beslenme güneyde daha azdır. Tarsus dolaylarında yeraltı suyunun Berdan Nehri'nden de beslendiği belirlenmiştir [36, 37]. Nehre yakın açılan bir kuyuda, kuyudan dere suyunun çekilmesi olayı ile karşılaşmıştır.

Tüm suların kimyasal karakterinde  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ve  $HCO_3^-$  baskın iyon olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum her iki akiferin de beslenme alanlarında karbonat kayaçların yaygın olmasının doğal sonucudur. Kimyasal karakterlerin benzerliği akiferlerin benzer mineralojik bileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Ancak genelde alüvyon akiferde akan yeraltı suyunun kimyasal karakteri Mg-Ca- $HCO_3$ , Handere akiferinde akan yeraltı suyunun kimyasal karakteri ise Ca-Mg- $HCO_3$  şeklindedir.  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  iyonlarının kaynağı olarak karbonat kayaçların yanı sıra biotit ve klorit mineralleri de yeterince mevcuttur. Handere Formasyonunda yer alan jips serileri yeraltı suyundaki  $SO_4^{2-}$  kaynağıdır ve özellikle Mezitli civarında bu iyon da baskın iyon olarak görülmektedir [35].

#### 2.3.4. Yeraltı Suyu Akım Yönleri

Alüvyon akiferde yeraltı suyunun akımının bölgenin topografik, jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri dikkate alındığında kuzeyden güneye doğru olması beklenir. Bölgede yapılan matematiksel modelde de yeraltı suyu akımı kuzeydoğudan güneybatıya doğru çıkmıştır [40, 41]. ASMWin ile yapılmış bir model çalışmada da yeraltı suyunun Tarsus dolaylarında Berdan Nehrinden beslendiğini ve güneye doğru aktığı belirtilmiştir [40].

Deniz ile hidrolik ilişkide bulunan akiferlerde kıyıya yakın kuyularda aşırı pompaj sonucu deniz suyu girişi kaçınılmaz bir sorundur ve dünyada bir çok ülkede bu problem ortaya çıkmaktadır. Yukarıda bahsedilen model çalışmasında kıyıya yakın kuyularda yeraltı suyu akım vektörlerinin kuyulara doğru döndüğünü ve deniz kenarında tuzlu su girişi olduğu belirtilmiştir [40, 42].

#### 2.4. SU KAYNAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ



Toprağın, doğal ve içme suyu kaynaklarının bazı ağır metaller açısından kirlenmesinde kanalizasyon suları, arıtma tesislerinin sıvı ve katı atıkları da önemlidirler. Bu tip maddelerin dolaysız olarak tarım arazilerine veya doğal su kaynaklarına boşaltılması ya da bir içme suyu iletişim hattının yakınından geçmesi, hem toprakta hem de doğal ve içme sularında ağır metal kirlenmesine neden olmaktadır.

Ağır metaller ve iz elementlerin sulama suyundaki miktarları da tarımsal verimlilik ve kalitenin sağlanmasında olumsuz etkiler doğurabilmektedir. Bu elementlerin bazıları bitkiler için iz düzeyde mutlak gerekli elementler olmasına karşın, yüksek konsantrasyonlarda toksik etki göstererek bitkisel gelişmeyi olumsuz olarak etkilemektedirler [43, 44, 45]. Ağır metallerin doğal yerüstü kaynaklarında miktarları çeşitli nedenlere bağlı olarak önemli seviyelere ulaşabilmektedir. Doğal yerüstü kaynaklarının içme ve kullanma amacıyla ağır metallerin tolere edilebilen üst sınır derişimleri aşması durumunda insan yaşamını tehdit etmekte ve çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır [46, 47].

Akarsulardaki doğal orijinli ağır metal kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri toprak erozyonu sonucu sulara karışan katı madde (sediman) ve organik maddelerdir [48, 49]. Ağır metaller bitkilerin büyümesi için gerekli ise de belirli konsantrasyondan sonra hem bitkiler hem de mikroorganizmalar için zehirli olmaktadır. Ağır metallerle ilgili bir başka önemli risk, bu maddelerin uzun vadede toprakta birikim yapmasıdır. Ağır metaller, toprağın adsorbsiyonu, kimyasal reaksiyon ve iyon değişimi sonucu toprakta tutulur. Özellikle yağışların yoğun olduğu aylarda sulara karışan sediman, organik ve inorganik maddeler ağır metal miktarında önemli rol oynamaktadır.

Ağır metallerin çoğunluğu genellikle küçük olan belirli bir derişimden sonra insanlar için zehir etkisi gösterirler. Ağır metallerin sulama amaçlı kullanımını engellemelerinin nedeni bitki gelişimi üzerinde olan etkileri sonucunda bitki bünyesinde biriken miktarların canlı yaşamını tehdit edebilecek boyutlara ulaşabilmesidir [48, 49]. Normal koşullarda sulama sularında veya toprakta çok az

miktarda bulunan ağır metallere bazıları bitki gelişimi için çok az miktarlarda gerekli iseler de bazıları gereksizdir. Ağır metallere bir kısmı ise doğal olarak su ve topraklarda bulunmazlar. Bunlar endüstri atıkları ile su kaynaklarına karışır ve buradan da topraklara geçerler.

Toksik (zehirli) maddeler, suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları halinde bile (örneğin 1,0 g/m<sup>3</sup>), insan sağlığına zarar verecek hastalıklara ve hatta ölüme neden olabilirler. Eser miktarlarda bile sakıncalı olabilen maddeler arasında en önemli grubu “Ağır Metaller” olarak adlandırılan Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, Te, U, V, Zn, Cu gibi elementler oluşturur [50].

Su kirliliğini oluşturan etmenlerin başında kanalizasyon sularıyla sanayi atık suları gelmektedir. Bunun yanında petrol atıkları, nükleer atıklar, katı sanayi ve ev atıkları da önemli kirleticilerdir. Bunlar deniz kenarındaki bitki ve alg gibi kaynakları yok etmektedir.

Gübrelerden kaynaklanan su kirliliğine nitrat kirlenmesi denir. İnsanların tarımsal üretimde gün geçtikçe daha fazla azot kullanmaları toprakta nitrat'ın birikmesine yol açmaktadır. Suyun etkisiyle topraktaki gübreler biriken azotla birlikte yeraltı ve yerüstü sularına karışmaktadır [51, 52, 53].

Çeşitli kirlenici etmenlerin katılması ile birlikte suda doğal olmayan bir şekilde fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Doğal yapıdaki su kaynağına karışan atık maddeler, mikroorganizmaların yardımı ile transformasyon ve mineralizasyona uğramaktadır. Bu durum, suların veya su kaynaklarının biyolojik olarak kendi kendilerini temizleme özelliğidir. Su kaynaklarına katılan çoğu toksik yapıdaki yabancı maddelerin konsantrasyonları, bu tamponlama gücünü aştığı zaman sulardaki organik maddelerin parçalanması, suda çözünmüş oksijen yetmezliği nedeniyle durmakta ve sistem ölmektedir.

## 2.5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi sistemleri genel olarak; bilgi elde etmek için, verileri önceden belirlenmiş biçimde anlık yöntemlerle kullanmak üzere saklayan bir sistem biçiminde tanımlanmaktadır.

CBS; uzayda noktalar, çizgiler ve alanlarla tanımlanabilen sayısal olarak dağılım gösteren olayların, aktivitelerin, özelliklerin gözlemlerinin veri tabanları tarafından içerildiği özel bilgi sistemleridir [54, 55]. Bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli kartografya (CADD/CAM), uzaktan algılama ve veri tabanı yönetimi disiplinlerindeki teknik ve kavramsal sürecin bütünleştirilmesi ile ortaya çıkmıştır.

CBS, dar anlamı ile, coğrafi referanslı bilgilerin girişi, saklanması, yönetimi, analizi ve çıktıların alınması işlemlerini yapabilen bir bilgisayar sistemidir. Geniş anlamı ile ise, CBS, veri analizi, plan ve hazırlık, karar verme ve kararların uygulanmasının izlenmesi için uygun olan kentsel, çevresel ve diğer planlama verilerinin yönetimi için kullanılan gelişmiş bir sistemdir [56, 57, 58, 59].

CBS, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen, grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren, analiz eden ve görüntüleyen bir bilgi sistemidir. [60, 61, 62, 63].

CBS, bilgisayar donanım, yazılım ve kompleks planlama ile yönetim problemlerini çözmek için tasarlanan, mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, işlenmesi, üç boyutlu bilgilerin görüntülenmesi, düzenlenmesi, analizi, yönetimi, modellenmesi, kontrolü ve elde edilmelerini sağlamak amacıyla tasarlanan bir sistemdir [64, 65, 66].

CBS; bilgisayar bazlı verilerin toplanmasını, depolanmasını, güncelleştirilmesini, deneysel olarak kullanımını, analizini ve modellemesini

yapabilen, planlamada ve idari sorunlar çözümede kullanılan bir teknolojik sistem bütünüdür.

Bilgi sistemi terimi geniş anlamda veri ve bilginin depolandığı ve kullanıldığı her şeyi kapsamaktadır. Öyleyse bilgi sistemi terimi bir uygulamayı, kullanılan veri dosyalarını ve bu sistemi çalıştırmak için kullanılan bilgi teknolojisini içermektedir [67].

Bilgi sisteminde veriler, veri tabanlarında depolanmaktadır. Veritabanı, farklı uygulamalarda ortak olarak kullanılabilen, gereksiz yinelemelerden arındırılmış ve ilişkilendirilmiş verilerin oluşturduğu bir veri kümesidir. Veritabanlarının çekirdeğini oluşturan veriler, bilgiye dönüştürülebilen her türlü işaret, çizgi, harf, rakamlar topluluğudur. Verilerin veritabanında depolanması, güncelleştirilmesi ve erişilmesi veritabanı yönetim sistemi (VTYS) yazılımı ile sağlanmaktadır.

Bir CBS'nin temel bileşenleri; donanım, yazılım, yöntemler, personel ve veridir. CBS'nin kurulabilmesi için gerekli olan elemanlar; yazılım, donanım, veri tabanı, yöntemler ve kullanıcılarıdır.

Sistemin bileşenlerinden donanım, yazılım ve veri tabanı riskin en az olduğu elemanlardır. Önemli olan bu bileşenlerin organizasyonunu, planlamasını ve tasarımını doğru biçimde yapabilecek ve yönetecek olan personeldir. Tüm bu bileşenleri transfer ederek uygulamak ve geliştirmek mümkündür. Ancak sistemin başarısı bu teknolojileri kullanacak personel ve yöneticilerin eğitimine bağlıdır ve en önemli faktör, bu konuda yetişmiş insandır. Bir CBS'nin uygulamaya konulmasında veri toplama maliyeti toplam maliyetin yaklaşık %80'i kadardır.

CBS'de bir çok kaynaktan veri toplanabilmektedir. Veri kaynakları arasında; çizgi haritalar, ortofoto haritalar, sayısal haritalar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, arazi ölçümleri, tapu ve kadastro kayıtları, bilgisayar destekli tasarım çizimleri, veritabanı kütükleri, metin dosyası ve diğer kaynaklar bulunmaktadır [68, 69].

Günümüzde hızla güncellenebilen sistematik bilgiye sahip olmak için geliştirilen teknolojiler birçok ülkede kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojilerden olan uzaktan algılama tekniği ile bilgiler kullanışlı bir şekilde güncellemekte ve CBS de bu bilgilerin kullanılması ve farklı analizlerin elde edilmesinde yardımcı olmaktadır [70].

### 2.5.1. Coğrafi Veri Yapısı

CBS veri tabanları grafik ve semantik bilgiler olmak üzere iki tip veriden oluşur. Her iki veri tipinin bilgiyi depolamak, analiz etmek ve çıktı alabilmek için farklı gereksinimleri vardır [63].

Grafik veriler; noktalar, çizgiler, alanlar, yazılar, kısaltmalar, depolama şekli; koordinat, sembol, grafik, pikseller şeklindedir. Grafik veri haritaları bilgisayar ortamında kullanılabilir format sunarlar. Grafik veriler yapı olarak ikiye ayrılırlar. Bunlar:

◆ Semantik veriler; öz nitelikler, coğrafi referans verileri, coğrafi indeksler, mekansal ilişkiler depolama şekli; alfanumerik karakter şeklindedir.

Semantik, öznitelik verileri veri tabanında tanımlayıcı açıklayıcı ve yönetsel olmak üzere iki formda bulunurlar. *Tanımlayıcı, Açıklayıcı*: Yazı bilgileri, bağlı buldukları grafikleri açıklayıcı bilgilerdir. *Yönetsel*: Veri tabanı aynı zamanda grafik ve öznitelik verilerinin kontrolü içinde kullanılırlar.

◆ Öznitelik verileri, harita özellik ve içeriklerinin, kalitelerinin ve ilişkilerinin sunulmasında kullanılan verilerdir. Öznitelik verileri, hem konuma bağlı olmayan hemde topolojik olmayan doğrudan detaya bağlı tanıtıcı verilerdir. Öznitelik verileri, konum ve topolojik verilerden bağımsız olmalıdır.

CBS iki doğrultuda; vektör CBS ve Grid (Raster) CBS olarak gelişme göstermiştir. Vektör CBS; çizelge verilerinin kartografik veriler ile entegre edilmesine

olanak veren mekansal veri modeline dayanırken, grid CBS, mekan üzerindeki bilgilerin X ve Y koordinatları boyunca, düzenli dizilmiş karelere aktarılması ile oluşturulan sistemdir. Sayısal dönüşüm sonunda elde edilen harita bir matriks olup, bu sistemde temel mekansal veri birimi grid karesidir ve kendi içinde homojen bir yapıya sahiptir.

Konum verileri, coğrafi verinin belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerleridir. Geometrik veri olarak adlandırılan bu seriler, iki veya üç boyutlu olabilirler. Bunlar Vektör ve Raster verilerdir.

Vektör veriler: Nokta, çizgi, alan, semboller ve kısaltmalar gibi grafik elemanlarından oluşurlar.

Raster veriler: Vektör CBS sistemlerine karşılık, raster grafik elemanlar pikseller ile temsil edilirler. Piksel, en küçük boyutlu resim elemanıdır. Raster veriler belirli çözünürlükteki grid hücreleri ile temsil edilirler. Veriler grid hücrelerinin matris değerleri ile depolanır. Çözünürlük grid hücrelerinin boyutuna bağlıdır.

## 2.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Girgin ve ark. [7], Kirmir Çayında Haziran 1990'da 16 örnekleme noktasında taban büyük omurgasızları toplamış ve fiziko-kimyasal veriler elde etmiştir. Taban büyük omurgasızlarını kullanarak Belçika Biyotik İndeks'i uygulanmış ve bu biyotik indeks değerleri ile biyolojik su kalite haritası hazırlamışlardır.

Yağız [8], yaptığı çalışmada Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesinin doğal ve yapay çevre değişimlerini belirlemek, incelemek ve sonuçlarını irdelemek amacıyla Çevre grubu, Şehir ve bölge planlama grubu, Tarım grubu, Meteoroloji grubu, Özel çalışma grubu, Hidroloji grubu, Jeoloji grubu, Orman çalışma grubu oluşmuştur. Yersel ve uydu verilerini kullanarak, koruma alanı olan Köyceğiz-Dalyan bölgesinde çok amaçlı ve çok kullanıcı dinamik bir coğrafi bilgi sistemi oluşturmuştur.

Işık ve ark., [71], Kızılırmak deltasının korunması amacıyla yapılan Kızılırmak Deltası Yönetim Planı projesi kapsamında yapılan çalışmada drenaj kanallarında kirlilik düzeylerini araştırmıştır. Bu amaçla Haziran 1995-Mayıs 1996 tarihleri arasında alınan örneklerde iletkenlik, pH, sıcaklık, klorür, toplam çözünmüş madde, askıda katı madde ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametreleri ölçülmüş ve nehir su kalitesi düzeyleri araştırılmıştır. Analiz sonuçları standart değerlerle karşılaştırılmış ve evsel atıksuların drenaj kanallarına verilmesi ile drenaj kanallarının kirlendiğini belirlemişlerdir.

Yüceer ve Ulaşoğlu [72], Seyhan nehri ve Baraj gölünün kirlilik problemlerini ele almış ve çevreye olan etkilerini araştırmıştır. Adana ilinde 90 adet kuyu suyunu besleyen Seyhan nehri ve Baraj gölünün koruma altına alınması gerektiğini vurgulamıştır.

Demirkıran ve ark. [73], yaptığı çalışmada Yeşilirmak nehrinin 11 yıllık su kalitesinin nehir boyunca nasıl değiştiğini CBS ile analiz ederek, nehir boyunca amonyum, nitrit, nitrat, fosfat, çözünmüş oksijen ve Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) parametrelerini analiz etmiş, ArcView programı ile 'Sayısal Yeşilirmak Kalite Haritası' oluşturmuş ve kirlenmenin oluşumunu azaltabilecek önerileri sunmuştur.

Sunil ve ark. [74], Iowa nehrinde yaptıkları çalışmada, kaynağı belli olmayan kirleticilerin su kaynağı kalitesi üzerine etkilerini Landsat Thematic Mapper (TM) ve Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) ile incelemişler, hidrolojik veri katmanları geliştirmişler ve tarımsal aktivitelerin sucül çevreye önemli ölçüde kaynağı belli olmayan kirleticiler verdiğini tespit etmişler ve kirliliğin etkisini minimize etmek için stratejiler geliştirmişlerdir.

Adams ve Bergman [75], Johns nehrinde yaptıkları çalışmada, Kaynağı belli olmayan problemlili alanların belirlenmesinde ve yüzey sularına kaynağı belli olmayan kirletici yükün tahmininde, Azot, Fosfor, Askıda Katı Madde, Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kurşun (Pb) ve Çinko (Zn) parametrelerini analiz etmiş, Johns Nehri Su Yönetim Bölgesi (SJRWMD) oluşturmak için Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) kullanılmış, mevcut alan kullanımı, gelecekteki alan kullanımı, toprak, yağış ve hidrolojik yapı belirlenmiştir.

Trionfante ve Peltz [76], federal ve ulusal vahşi hayatı yönetim alanları, Newlands proje sulama kanalları, koruma alanları, askeri bölgeler, dereler, göller ve su rezervuarlarının yer aldığı Truckee ve Carson nehir havzalarının hidrolojik özelliklerini çıkarmışlardır.

Iausly, F. [77], Wisconsin önemli doğal kaynaklarının bulunduğu 34161 dönüm yüzey alanı, 382 mil kıyı çizgisine sahip ve 14780 dönümlük bir alanı kaplayan Chippewa nehir havzasında, ArcINFO programı kullanılarak Mülkiyetler belirlenmiş, alanlar sınıflandırılmış, rekreasyon alanlarının, doğal hayatın, kültürel ve tarihi yapıların olduğu bir harita oluşturulmuştur.

Yang, F. [78], 1974 ve 1990 yılları arasında Merrimack nehrinden alınan örneklerle nehir su kalitesindeki değişiklikleri incelemiştir. Bu çalışmada; su örnekleme noktaları ve toplanan su örnekleri analiz edilerek sonuçları sayısallaştırılmış ve Merrimack nehir havzası su kalitesi örnekleme noktası haritası oluşturulmuştur.



Singer ve ark. [79], ArcINFO ve Rockworks programları kullanarak, Novo Virje’de yapılması planlanan hidroelektrik güç santralının çevreye olan etkisini belirlemek için Hırvatistan’daki Drava nehrinin üst kısmının CBS tematik birimleri ile hidrojeolojik haritaları üretmişlerdir. Bu çalışmada, alüvyal akiferde bulunan yeraltı su kalitesini ve güç santralının rezervuara kaynak sağlayan yüzey suyuna etkisini araştırmışlardır.

Champely ve Dolodec [80], 1983 ve 1991 yılları arasında Fransa’da bulunan Seine nehrinde sıcaklık, iletkenlik, pH, debi, KOİ, BOİ, Toplam organik karbon, çözülmüş organik karbon, askıda katı madde, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu, kjeldahl azotu, amonyak azotu, nitrit ve nitrat azotu, ortofosfat, toplam fosfat parametrelerini analiz etmişlerdir. Bu parametreler ve analiz sonuçları arasındaki korelasyonlar incelenmiş ve matematiksel model oluşturulmuştur.

Liao ve Tim [81], yaptıkları çalışmada, havzadaki su kalitesini etkileyen tarımsal aktivitelerden kaynaklanan ve kaynağı belli olmayan kirliliğin belirlenmesinde su kalite modeli ve çevresel modellemeyi sağlayan ARC/INFO CBS yazılımlarını kullanmışlardır.

Polat [82], yaptığı araştırmada, Antalya’ya su sağlayan Antalya havzasındaki su kalitesini belirlemek için sertlik, fosfat, nitrat, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), sodyum ( $\text{Na}^+$ ), klor ( $\text{Cl}^-$ ), sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) parametrelerini incelenmiş ve havzada yer alan yeraltı su kaynaklarının tarımsal kirleticiler, endüstri ve evsel atıksular nedeniyle kirlendiğini belirtmiştir.

Yüceer [83], Aşağı Seyhan Ovası yeraltı suyu kaynaklarının kirlenme potansiyelini incelemiştir. Bu bölgede yaklaşık 143 köy içme ve kullanma sularını yeraltı sularından temin etmektedir. Sulu tarımın yapıldığı bu bölgede ürün artışı için önemli miktarda pestisit ve gübre kullanılmaktadır. Bölgede sulama sularında drenaj kanallarında, rasat kuyularında ve içme suyu kuyularında  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{PO}_4^{3-}$  analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulama, rasat ve içme kuyularında bu

oranlar oldukça düşük ( $< 1$  mg/L) drenaj kanallarında ise en fazla 18 mg/L civarında bulunmuştur. Sonuçta yeraltı sularının gübre kullanımından bugüne kadar fazla etkilenmediği görülmüştür. Bunun sebebi ilk aşamada drenaj kanallarının etkisi olarak görülmektedir. Ancak uzun yılların birikimi ve drenaj borularının aralıklarından doğrudan aşağıya inen sızma sularının yeraltı sularına etkileyebilme potansiyeli olduğunu belirtmiştir.

Dökmen [84], İhsaniye yöresi su kaynaklarında ağır metal içeriği ve sulama suyu kullanımına etkilerini araştırmıştır. Bu çalışma, Kocaeli – Gölcük ilçesinin tarımsal üretiminin yoğun olduğu İhsaniye beldesine bağlı köylerde 8 ayrı yerüstü su kaynağında yürütülmüştür. Su kaynaklarından bir yıl boyunca her ay örnek alınarak Ni, Cu, Cd, Pb ve Zn parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Ayrıca her örneklemede pH ölçümü de yapılmıştır. Örnekleme sırasında suyun sıcaklığı, renk ve bulanıklığı yerinde saptamıştır. Analizi yapılan tüm parametrelerin zaman, mevsim, yağış ve çevreye bağlı olarak değişimleri belirlenerek sulama suyu kullanımına etkileri saptanmıştır.

Ünlü [85], Doğu Anadolu Bölgesinin su kirliliği sorunlarını incelemiştir. Bölgede çok önemli su havzaları yer aldığını, sadece üç kentin atık sularının arıtıldığını diğer bütün yerleşim birimlerinin atık suları ile sanayi atık sularının arıtılmaksızın yüzeysel sulara verildiğini, su kirliliğine öncelikle şeker fabrikaları, maden işletmeleri, mezbaha ve et entegre tesisleri, deri sanayi, süt endüstrisi gibi sanayi kuruluşlarının neden olduğunu saptamıştır. Çalışmada DSİ Bölge Müdürlüklerinin, bazı üniversitelerin, Tarım İl Müdürlüklerinin, İl Sağlık Müdürlüklerinin yapmış oldukları yüzeysel su analiz sonuçlarını incelemiş; TS 266 İçme Suyu Standardı ve Su Kirliliği Yönetmeliği ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta bölgedeki yüzeysel suların büyük bir kısmının önemli derecede çökebilir katı madde, organik madde ve bakteriyolojik kirliliğe maruz oldukları görülmüştür. Yeraltı sularının ise bir kısmında bakteriyolojik organik kirlenmeye rastlanmıştır. Yüzeysel ve yeraltı suyu kirliliğinin önlenmesi için gerekli çözüm önerileri sunulmuştur.

Yıldırım ve Aras [86], Ağustos 1994-Temmuz 1996 tarihleri arasında Çoruh Havzası Oltu Çayından alınan 16 farklı su numunesi üzerinde çalışılmıştır. Suyun bulanıklılığının yağışlara bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Çalışma sonucunda havzada erozyon probleminin olduğu saptanmıştır.

Stuart ve Wolfe [87], yeraltı suyu kirleticilerini ve çalışma alanının jeolojik yapısını CBS ile işleyerek, Texas'ta yer altı sularının kirlenmesine neden olan etkenleri araştırmışlardır.

Mitchell ve ark. [88] Amerika Birleşik Devletlerinde yaptıkları çalışmada yörenin iklim, jeoloji, bitki, topoğrafya ve akarsu verilerini CBS ortamında değerlendirerek akarsuların taşıdığı sediment miktarını saptamışlardır.

Bander ve ark. [89] Montana'da gerçekleştirdikleri araştırmada içilebilir su alanlarını saptamışlardır. Kirlenen yeraltı sularını temiz sudan ayırt edebilmek için çalışma alanının jeofizik verileri ile toprak ve su örneklerini CBS ile işlemişlerdir. Çalışma sonucunda içilebilir su alanları ile, çeşitli derecede kirlenmiş ve kirlenme olasılığı olabilecek alanların yer altı su kaynaklarını haritalamışlardır.

Tekdal [90], yaptığı çalışmada Türkiye genelinde güneş enerjisi, meteoroloji ve istatistiksel verileri CBS kullanarak bir bilgi bankası oluşturmuştur. CBS altında bulunan veri tabanını kullanarak tüm Türkiye için sıcaklık, nem ve yağış gibi meteorolojik veriler girilmiş ve güneş enerjisi değerlerini meteorolojik veriden hesaplamak için yeni bir yöntem geliştirmiştir.

Güner [91], Bursa Nilüfer Çayı Su Kalitesini belirlemek için model oluşturmuştur. Nilüfer Çayı ile ilgili 1987 ve 1988 verilerini modelde kullanarak karşılaştırma yaparak modelin doğruluk analizlerini hesaplamıştır.

Kefli [92], Porsuk Nehri su kalitesini belirlemek için debi, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, ortofosfat, amonyak, nitrit, nitrat ve organik azot

analizleri yapmış ve QUAL2E modelini kullanarak Nehrin belirsizlik analizini yapmıştır.

Aktaş [93], Kurtboğazı Baraj Gölü ve yakın çevresinde çevre kaynak envanterini, alanın konumunu, özelliklerini ve sorunlarını CBS yardımı ile çıkartmıştır.

Bilge [94], Porsuk Baraj Gölü su kalitesini belirlemek ve izlemek için askıda katı madde, nitrat azotu, fosfat, klorofil-a analizleri yapmış ve bu analiz sonuçlarını uzaktan algılama tekniği ve CBS'yi kullanmıştır.

Eren [95], Denizli-Çürüklü havzasının jeolojik, hidrojeolojik, hidrolojik, yağış gibi özelliklerini CBS ile birleştirerek hidrolojik model oluşturmuştur.

Kuleli [96], Yumurtalık kıyı bölgesinde fiziksel, biyolojik, iklimik, oşinografik, jeolojik, jeomorfolojik, demografik, sosyal ve ekonomik, kurumsal inceleme, araştırma, ölçüm ve istatistiksel sonuçları kullanarak Adana-Hatay İl sınırlarından Yumurtalık'a kadar olan kıyı şeridi içinde CBS ile kıyı yönetim planı oluşturmuştur.

Kaçaroğlu [97], Eskişehir ovasındaki yeraltı suyu kirliliği düzeyi alansal yayılımı, mevsimsel değişimi ve kirletici kaynaklarla yeraltı suyu kirliliği arasındaki ilişkileri incelemiştir. Ovardan bir çok noktadan alınan su örneklerinde kimyasal analizler yapmıştır. Ovardaki yeraltı suyu kirliliğinin alüvyon akiferde meydana geldiği, Eskişehir'deki endüstri kuruluşları ve mezbaha atıksularının Porsuk Çayının kirlenmesinde önemli rol oynadığını ve ayrıca Kütahya ilinin evsel ve endüstriyel atıksularının da bu kirlili arttırdığını belirtmiştir.

Tekin ve ark. [98], Yeşilirmak'ın Amasya şehir merkezi girişi, çıkışı ve Tersakan Çayı'nın Yeşilirmak ile birleşmeden hemen öncesinde belirlenen örnekleme noktalarından alınan su örneklerinde pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, toplam organik karbon, sertlik, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, kurşun, klorür nitrat, florür,

sülfat, fosfat, amonyak azotu ve buharlaşma kalıntısı (toplam katı madde) miktarları Kasım 1995 – Kasım 1996 tarihleri arasında analiz etmişler, bazı parametrelerin Amasya şehir merkezi girişi ile çıkışında önemli ölçüde arttığını, bazılarının değişmediğini, bazılarının da azaldığını gözlemişlerdir. Ayrıca Tersakan Çayının da önemli ölçüde kirlendiğini ve bu Çayın Yeşilirmak'a oldukça fazla kirletici taşıdığını belirtmişlerdir.

Yılmaz ve ark. [99], Ceyhan nehri su kalitesini belirlemek amacıyla Nisan 1994'ten itibaren 5 istasyondan 12 kez örnekler almış Fe, Zn, Si, Mn, Ni, Pb, Cu, Al, Cd, Co, Cr, Cr, Sb gibi ağır metaller, sertlik, Ca, Mg gibi elementleri analiz etmişlerdir. Ağır metallerin yıl içerisinde değişimlerini incelemişler ve sıcaklık, debi, sulama gibi değişkenlerin konsantrasyonlar üzerinde etkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Analiz sonuçlarına göre asılı katılardaki yüksek Pb, Cd konsantrasyonlarının antropojenik olabileceğini belirtmişlerdir.

Kumbur ve Vural [100], Berdan Çayında yaptıkları çalışmada, Berdan Çayı üzerinde belirledikleri noktalardan Ocak-1989 ile Mayıs-1989 tarihleri arasında ayda iki defa aldıkları örneklerde pH, çözünmüş oksijen, BOİ, toplam katı madde, toplam askıda katı madde, toplam uçucu madde, toplam sabit kalıntı, deterjan, K, Ca, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn elementlerini analiz etmişler ve elde edilen sonuçları sulama suyu ve alıcı ortam standartları ile karşılaştırmışlardır. Berdan Çayında BOİ, Cd, Ni, Fe, Zn, Mn, Pb ve deterjan kirliliğinin mevcut olduğunu belirtmişlerdir.

Pozdnyakova ve Zhang [101], Tarım alanlarında elektriksel iletkenlik (EC) ve sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) da dahil olmak üzere toprak tuzluluğunun tahmin edilmesinde kriging ve co-kriging metotlarını kullanmışlardır.

Kravchenko ve Bullock [102], ABD'nin üç ayrı eyaletindeki 30 ziraat alanından 25-100 m aralıklarla alınan topraklarda P ve K analizi sonuçlarını kullanarak; ordinary kriging, lognormal ordinary kriging ve inverse distance weighting (IDW) metodlarını karşılaştırmış ve toprak özelliklerinin haritalanması için en uygun metodun hangisi olduğunu araştırmışlardır.

Carletti ve ark. [103], Jeostatistiksel metotlardan olan bilinear ve kriging tekniklerinin enterpolasyon tahmin özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, bu metotları İtalya'da yerleşim birimlerinde uygulamışlardır. 117 noktadaki Benzen konsantrasyonlarının bir haftalık ölçüm sonuçlarını kullanarak mekansal dağılım haritaları ve histogramlar oluşturarak karşılaştırmışlardır.

Özer [104], Berdan Çayı'nın çeşitli noktalarından ve yakın çevresindeki drenaj kanallarından aylık periyotta alınan örneklerin analiz sonuçlarını, su kirliliği kontrol yönetmeliği ve sulama suyu standartları ile karşılaştırmıştır.

Nas [105], Konya ili yeraltı suyu kalitesinin ve işletme verilerinin CBS ile izlenmesi için 1998 – 200 yılları arasında 198 kuyunun su kalitesi ile ilgili haritalar oluşturmuştur.

Demirel ve Külege [37], Mersin Dolayının Hidrojeolojisi adlı çalışmasında Mersin-Mezitli ve Tarsus arasında yer alan formasyonların hidrojeolojisini yapmıştır.

Demirel [38], Mersin-Deliçay Akiferinde Arazi Kullanımından Kaynaklanan Kalitatif ve Kantitatif Etkiler isimli çalışmasında serbest bir akifer olan alüvyon akiferde arazi kullanımının yeraltı suyunun kalite ve kantitesine olumsuz etkilerini araştırmışlardır.

Demirel [39], 1984 ile 2000 yılları arasında Mersin-Kazanlı bölgesinde deniz suyu girişimini araştırmıştır. Bunun için Trakya Cam Sanayi'nin kuyularından aldığı su numunelerinin kimyasal analizlerini yaptırarak bölgedeki yeraltı suyunun zamana bağlı deniz suyu girişimi ve elektrik iletkenlik (EC) haritalarını yaparak deniz suyu girişiminin genel profilini ortaya koymuştur.

Demirel [40], Mersin-Tarsus Arasında Bazı Sanayi Tesislerinde Kullanılan Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Sanayiden Kaynaklanan Etkiler adlı

çalışmasında arazi kullanımı ve endüstriyel aktivitenin yeraltı suyu üzerindeki etkilerini araştırmıştır.

Demirel [41], Mersin Akiferinde Yeraltı Su Kirliliği ve ASM (Aquifer Simulation Model) Uygulaması adlı çalışmasında Mersin-Berdan arasında serbest alüvyon akiferde ASM-Win kullanarak bölgesel yeraltı suyunu modellemiştir.

Demirel [42], Mersin-Tarsus Organize Sanayi Bölgesinin Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Üzerinde Olumsuz Etkilerinin WELLz Simulatörü ile İncelenmesi adlı çalışmasında OSB'nin Huzurkent civarındaki kuyulara etkisini WELLz simulatörünü kullanarak incelemiştir.

Demirel [106], Mersin İli Doğal Kaynak (Yeraltı Kaynakları) Potansiyeli ve Madencilikten Kaynaklanan Çevre Problemleri adlı çalışmasında Mersin ilinde doğal kaynakların envanterini çıkarmış ve bunların neden olduğu çevresel problemleri değerlendirmiştir.

Demirel ve ark. [107], çalışmasında ağır metallerin Mersin akiferinde mekansal değişimlerinin sonuçlarını vererek, öncelikli kirleticilerin kaynaklan ve belli zonlarda zenginleşmelerinin hidrojeolojik sebeplerini araştırmıştır.

Hatipoğlu [31], Mersin-Tarsus arasında kıyı akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemeye çalışmıştır.

Türkmen [36], DSİ Genel Müdürlüğü'nden bir ekip bölgenin jeoloji, jeofizik, araştırma kuyuları ve pompaj testleri ile hidrojeolojisini çalışmıştır.

Şenol ve ark. [26], MTA Genel Müdürlüğü'nden bir grup Mersin O33 paftasının jeoloji haritasını yapmışlar ve formasyon oluşum koşullarını ortaya koymuşlardır.

Antunes ve ark. [108], Portekizde Venda de Galizes ve Covilha arasındaki otobanda hava kirliliği ile ilgili olarak SIAM (Spatial Impact of Assessment Methodology) modeli ile hava kalitesini ve gürültü durumunu modellemiş ve CBS veritabanı oluşturmuşlardır.

Çetin ve Tülücü [109], Doğu Akdeniz Bölgesinde Aylık Yağışların Yersel Değişimlerinin Jeostatistik Yöntemle belirlenmesi amacıyla deneysel yarıvariogram analizleri sonucunda, Kriging yöntemi ile uzun yıllık ve aylık noktasal ve alansal yağış serileri ile ilgili haritalar oluşturmuşlardır.

Demirel ve Güler [110], Mersin Erdemli arasındaki yeraltı su sistemlerinin hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal bilgilerini toplayarak PHREEQC jeokimyasal simülasyonu ile modellemiş ve istatistiksel analizler uygulayıp su kalitesini belirlemişlerdir.

Armando ve ark. [111], Avustralya Queensland da Lockyer Valley de CBS ile haritalama çalışmaları yapmışlardır. Çalışmada 1973 v 19977 yılları arasındaki uydu görüntüleri ile arazi kullanım haritasını oluşturmuşlardır. Patch analyst programı ile peyzaj alanlarının toplam miktarını hesaplamışlar ve su havzalarını belirlemişlerdir.

Gurnell, ve Montgomery [112], CBS'nin hidroloji alanında kullanılabileceğini, CBS ve hidrolojik modeller arasındaki ilişkilere bağlı olarak özel problemlerin çözümünde (akım hızının belirlenmesi, toprak erozyonu, sediman taşınımı gibi) kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Doyle ve ark. [113], şehir çevresinin modellenmesinde CBS'yi kullanmışlardır. Bu amaçla interaktif haritalama, geometrik modelleme gibi teknikleri kullanarak, CBS'nin internet ortamında görüntülenmesini sağlamışlardır.

McKinney ve Cai [15], su kaynakları yönetim modeli ile CBS arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Nehir havza sistemlerinde object-oriented methodunu



kullanmışlardır. Kashkadarya havzasında nehir modelleri oluşturup, CBS ile analizlerini yapmışlardır.

Corwin ve ark. [114], çalışmada vadoz zondaki kaynağı belli olmayan pestisit, iz elementler, gübreler, tuzluluk gibi kirleticilerin CBS de NPS (Nonpoint Source) modellerini oluşturmuşlardır. Kirleticilerin vadoz zondaki hareketini incelemişlerdir.

El-Kadi ve ark. [115], Yeraltı sularının modellenmesinde CBS'nin kullanımı belirtmişlerdir. Oahu HI'nin verilerine dayalı olarak sayısal modelleme yapmışlardır.

### **3. MATERYAL ve METOT**

### 3.1. MATERYAL

Mersin ili doğu Akdeniz bölgesinde yer alan ve Adana, Antalya il sınırları arasında Akdeniz'e en uzun kıyısı bulunan illerimizden birisidir. Mersin; 1/100 000 ölçekli Mersin O-33 paftasında Toros kuşaağının güneydoğu ucunda yer almaktadır. Çalışma alanının konumu Şekil 3.1'de verilmiştir [116].

Çalışma alanı ile ilgili verilerin toplanıp, sorgulama işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli teknolojik araçlar olarak; ESRI-ArcGIS 8.1 Coğrafî Bilgi Sistem yazılımı kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan su kalitesi verilerinden, ağır metal analizleri Perkin Elmer AAnalyst 700 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi Grafit sisteminde yapılmıştır. Diğer kaynaklardan alınan ağır metal analizleri ise ICP'de ve major ve minor parametrelerin ölçümü standart metotlara göre ve pH, tuzluluk, iletkenlik parametreleri WTW 340i iletkenlik ve pH ölçer ile analiz edilmişlerdir [117].

Bu çalışmada kullanılan WQMCAL (Water Quality Modelling CAL version 2.0) modeli Geza JOLANKAI ve Istvan BIRO tarafından nehir ve göllerin su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yazılmıştır [118].

PMWIN (Processing MODFLOW for Windows) modeli tüm dünyada kullanılan bir simülasyon sistemidir. Yeraltı su sistemlerinde kullanılmaktadır. Wen-Hsing Chiang ve Wolfgang Kinzelbach tarafından yazılmıştır [119].

HYDROWIN simülasyonu Yeraltı su kalitesinin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. HYDROWIN version 3.0 programı Lukas Calmbach tarafından yazılmıştır [120].



**Şekil 3.1.** Mersin İlinin Uydu Görüntüsü [116]

### 3.2. METOT

Çalışmada öncelikle CBS'nin kurulacağı Berdan Ovası ile ilgili veriler (su kalitesi, jeolojik, meteorolojik, gürültü, katı atık deponi alanı verileri vb.) toplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan veriler: Çalışma alanının jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerine ilişkin veriler, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına ait yapılmış su kalitesi analiz sonuçları, öznitelik ve grafiksel veriler, geçmiş yıllarda açılmış ve halen kullanılan yeraltı kuyu logları ve WQMCAL model sonuçları ile ilgili veriler sisteme girilmiştir. Ayrıca Mersin ili ile ilgili meteorolojik veriler, Mersin şehir merkezi gürültü ölçüm sonuçları da sisteme girilmiştir. Yeraltı suyu kalite modeli için PM-WIN ve HYDROWIN programları kullanılmıştır.

Bu veriler toplandıktan sonra alana ilişkin grafiksel bilgiler bilgisayar ortamına tarayıcı yardımıyla aktarılmıştır. CBS yazılımı yardımıyla vektörel verilerle ilişkili topolojiler kurularak, grafiksel veriler ile öznitelik verileri ilişkilendirilmiştir. Tüm haritalar ülke koordinat sistemine (UTM) dönüştürülmüştür. Topoloji yöntemiyle grafik objelerin ilişkileri kaydedilmiştir. Sayısallaştırma yapıldıktan sonra bütün veriler topoloji kurulmak üzere düzeltilmiştir.

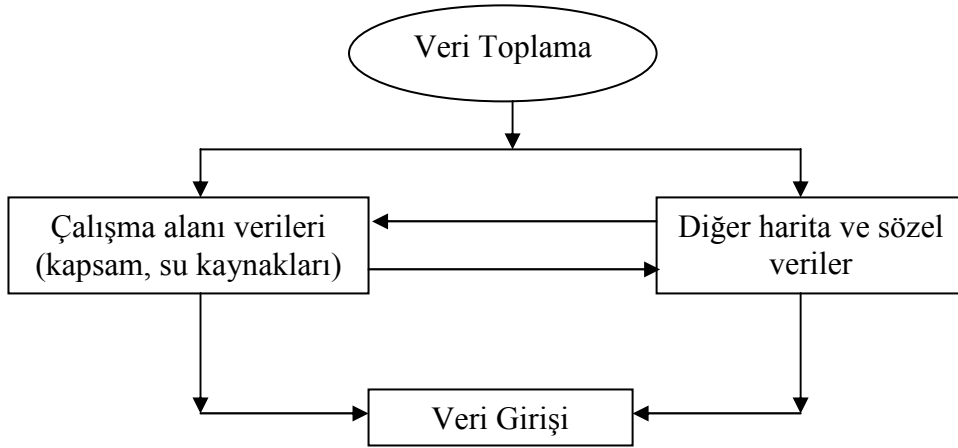
Bu çalışmada, coğrafi veriler toplanmış, belirli bir düzende organize edilmiş ve analizi yapılmıştır. Bu şekilde bir düzenleme ve organizasyon dahilinde çalışma alanının mevcut durumunun tesbiti için öncelikle veritabanı tasarımı yapılmış, ardından çalışma alanı ile ilgili halihazır durumu, uydu görüntüleri, vb. bilgiler toplanarak ArcGIS 8.1 programında CBS ortamına aktarılmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için aşağıdaki yol izlenmiştir.

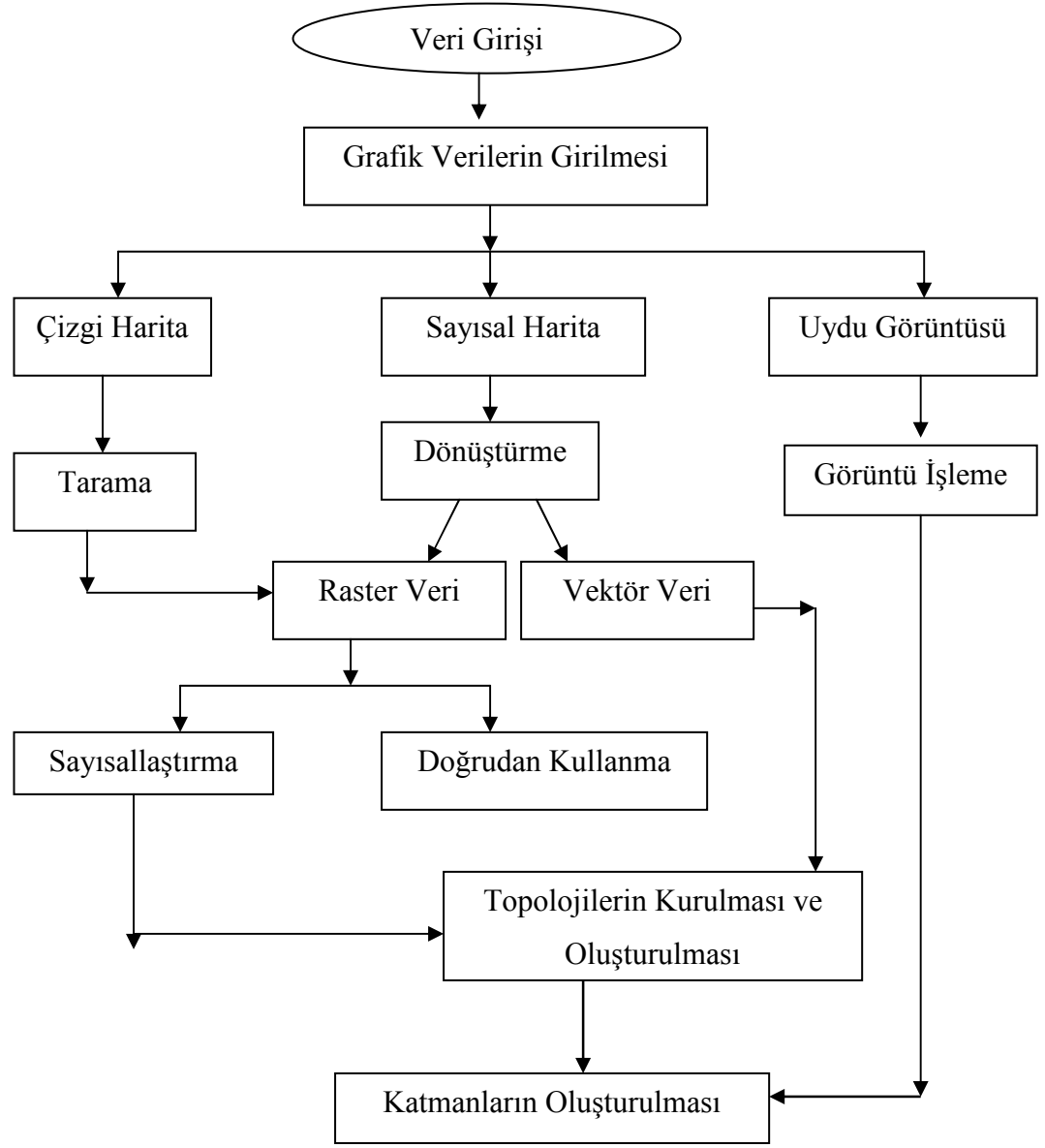
- ◆ Gerekli literatür taraması yapılmış ve Berdan Ovasında yer alan su kaynakları belirlenmiştir. Bilgi sisteminin gerçekleştirilmesi için CBS ile ilgili kavramlar irdelenmiş, parametreler bilgisayar ortamında işlenip, CBS' ye uygun hale getirilmiştir
- ◆ Sistem tasarımı ve kavramsal modelin oluşturulması
- ◆ Veri toplama: halihazır haritalar ve diğer grafik ve grafik olmayan tablosal döküman verilerinin toplanması
- ◆ Veri tabanlarının oluşturulması, verilerin ArcGIS ortamına aktarılması ve gerekli harita altlıklarının üretilmesi
- ◆ ArcGIS ortamında verilerin girilmesi ve işlenmesi, topolojik yapıların ve katmanların oluşturulması
- ◆ Mevcut bilgilerin güncelleştirmesi için uygun arayüzlerin oluşturulması

- ◆ Veri tabanları ile verinin etkileşimli bir şekilde birbiri ile ilişkilendirilmesi
- ◆ Yeraltı su kirliliğinin belirlendiği akifer bölgelerinde PMWIN simülatörleri ile yeraltı suyu akım ve kirlenici transport modellerinin geliştirilmesi ve HYDROWIN simülatörü ile kuyuların su kalitesinin sınıflandırılması
- ◆ WQMCAL simülatörü ile Mersin ili Katı Atık Deponi alanından kaynaklanan kirlenicilerin modellenmesi
- ◆ Konumsal sorgulama ve analiz işlemleri ile sistemin test edilmesi ve sonuçların irdelenmesi
- ◆ Uygun formatlarda (istatistikî rapor, tablo, her türlü ölçekte harita) çıktı ürünlerinin üretilmesi

Veri toplama işlemi ve grafik verilerin girilmesi işlemi aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Şekil 3.2, Şekil 3.3).

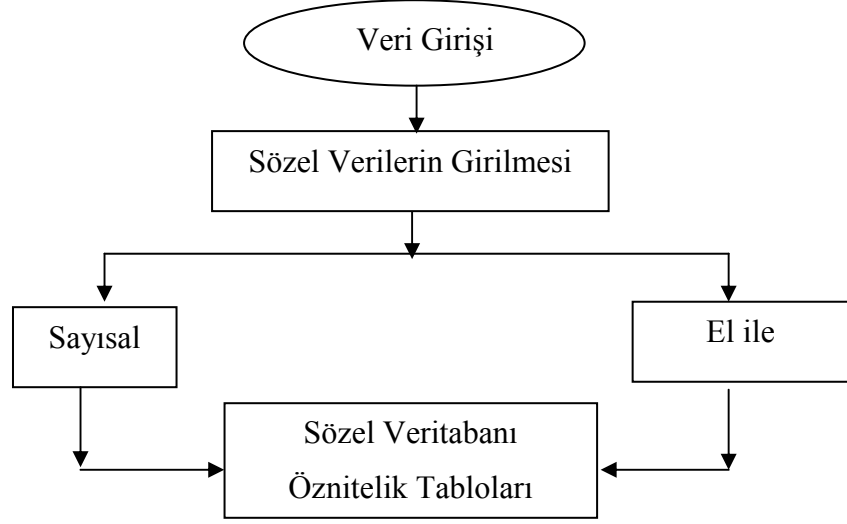


Şekil 3.2. CBS’de Veri Toplama İşlemi



**Şekil 3.3.** Grafik Verilerin CBS'ye Girilmesi

Grafik olmayan verilerin (sözel verilerin) girilmesi işlemi aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Grafik Olmayan (Sözel) Verilerin CBS'ye Girilmesi

Veri toplama işlemi kapsamında; grafik verilerin girilmesi işlemi ve grafik olmayan verilerin (sözel verilerin) girilmesi işlemi yapılmıştır. Çalışma alanındaki yeraltı su kuyularının koordinatları bulunarak sisteme eklenmiştir. CBS'ye uygun kodlama sistemi yapılmıştır.

Bu amaçla, öncelikle

- ❖ Mersin İli,
- ❖ İlçe merkezleri
- ❖ Mersin sınırları
- ❖ Mersin nehirleri
- ❖ Mersin yolları
- ❖ Mersin kasabaları
- ❖ Mersin gölleri
- ❖ Mersin İl sınırı
- ❖ Mersin uydu görüntüsü katmanları sistemde oluşturulmuştur.

Daha sonra Mezitli ve Tarsus arasında çalışma alanındaki su kaynaklarındaki analiz sonuçları toplanmaya çalışılmıştır. Çalışmada aşağıdaki sıra izlenmiştir.

1- Bu amaçla yeraltı suyu ile ilgili olarak; 142 adet kuyunun koordinatları sisteme eklenmiş, bu kuyulardan 73 tanesinin kesitleri ile ilgili jpeg resimleri sisteme entegre edilmiştir. Ayrıca 30 adet kuyuda 3 aylık; 24 parametre ile ilgili {pH, elektriksel iletkenlik (EC), Na, K, NH<sub>4</sub>, Ca, Mg, Fe, Li, Mn, SiO<sub>2</sub>, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni, F, Br, bikarbonat, sülfat, klorür, nitrit, nitrat} analiz sonuçları toplanıp sisteme entegre edilmiştir [13].

2- Çevre Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında yapılmış analizlerin sonuçları sisteme aktarılmış, farklı zamanlarda çalışma alanında yer alan toplam 58 adet sanayinin atıksu analiz sonuçları sisteme entegre edilmiştir [121].

3- Daha önceki yıllarda yapılmış analizlerin (projeler, tezler, araştırmalar); 8 adet noktada 21 aylık ağır metal analiz sonuçlarının (Zn, Mn, Fe, Mo, Ni, Pb, Cu, Co, Cr, Cd) ve kimyasal analiz sonuçlarının (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, AKM, KOİ, sertlik, nitrat, fosfat, sülfat, deterjan) sisteme entegrasyonu yapılmıştır [122].

Çalışma alanındaki yeraltı su kuyularının koordinatları bulunarak sisteme eklenmiştir. Ayrıca kuyular ile ilgili öznitelik bilgileri (isim, yıl, ay, kuyu tipi, sıcaklık, pH, EC, tuzluluk, K, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca, Mg, Fe, Li, Mn, SiO<sub>2</sub>, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni, F, Br, Mo, Co, Al, ÇO, KOİ, BOİ, TKM, AKM, klorür, bikarbonat, sertlik, amonyum, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, deterjan, yağ gres, siyanür) sisteme entegre edilmiştir. Kuyular ile ilgili jpeg resimler hotlink özelliği kullanılarak sisteme girilmiştir.

Enterpolasyon, bir coğrafi bölge üzerinde dağılmış noktasal veri setlerinden sürekli veri (raster veri) oluşturulması işlemidir. Enterpolasyon işlemi, nokta lokasyonlarının çeşitli modellerle değerinin tahmin edilmesini kapsamaktadır. Bu gridleme işlemidir. Gridlenmiş değerler bir raster görüntünün pikselleri olarak ele



alınır. Sürekli bir yüzeyin temsil edildiği kontur ve yüzey modelleme nokta verilerin veri yapısına dönüştürülmesi işlemidir [105].

CBS de, kriging yöntemi çoğunlukla kullanılan enterpolasyon tekniklerinden biridir. Kriging; yüzey değerlerinin, tahmin değerlerini üretir ve bilinmeyen noktaların tahmin değerlerinin bulunmasında son derece uygun ileri enterpolasyon yöntemidir. Çok değişik kriging metodları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kriging ile mekansal yüzey modellemede 3 önemli faktörü hesaba katmak gerekmektedir. Uzaklık, kümelenme (clustering) ve mekansal otokorelasyon'dur. Bu yöntem, mevcut kullanışlı mekansal enterpolasyon yöntemleri arasında en doğru olanıdır.

Hidrojeolojik araştırmalarda yeraltı suyunun kökeni ve farklı su noktalarının birbirleri ile ilişkilerinin belirlenmesinde istatistiksel bir yöntem olan kümeleme analizi kullanılabilir. Bu teknikte örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıkların belirlenmesi amacıyla gruplar oluşturulabilir. Bu yöntemde kimyasal analizler, fiziksel veriler, izotop verileri ve doygunluk indisleri gibi veriler kullanılmaktadır. Bu şekilde birbiri ile ilişkili ya da bağımsız çok sayıda değişken ile ifade edilen bir sistemin hidrojeo-kimyasal yapısının belirlenmesi ve olabildiğince basit bir şekle dönüştürülmesi sağlanmaktadır [123].

Çalışma alanında karmaşık yapıya sahip büyük ölçekli hidrojeolojik sistemlerde yeraltı suyu akım ortamının sürekli olduğu göz önüne alınarak akım dinamiğinin Darcy yasasına dayanan sürekli ortam modelleri ile benzeştirilmesi yapılmıştır.

Yeraltı su kalitesinin mekansal enterpolasyonu, parametrelerin kuyulardaki değişimini ve çalışma alanındaki dağılımını bulabilmek için tüm verilere istatistiksel metot uygulanmıştır. ArcGIS-ArcMap programında Geostatistical Analyst modülünden ordinary kriging'de Gaussian metodu kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışma alanı öznetelik verileri

Öznetelik	Veri
Parseller	Alan
Yapılar	Alan
Su kaynakları (yüzey)	Alan, çizgi, nokta
Kasaba sınırları	Çizgi, alan
Yeraltı su numune noktaları	Nokta
Yerüstü su numune noktaları	Nokta

Çalışmada UTM (Universal Transvers Mercator) koordinat sistemi (36 zone Datum: European\_1950) kullanılmıştır. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel CBS'nde öznetelik bilgileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

pH, EC, tuzluluk, sülfat, klorür, bikarbonat, sertlik, amonyum, nitrit, nitrat, fosfat, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, SiO<sub>2</sub>, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni, F, Br, TKM su kalite parametrelerine göre istatistiksel analizler yapılmış ve kontur haritalar oluşturulmuştur.

Bu yönetim sisteminin oluşturulmasının ardından ikinci aşamada CBS'nin fonksiyonları olan sayısal veri analizi, konumsal sorgulama, görüntüleme yapılmıştır. İstatistik analizin sonunda kullanılabilir, anlamlı analiz sonuçlarının sisteme entegre edilmesi için tematik haritaları oluşturulmuştur.

Kuyulardaki analiz sonuçlarına göre; parametreler TS 266, WHO, EPA İçme suyu standartlarına göre karşılaştırılmış, standartların üzerinde derişime sahip olan kuyular belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanındaki kuyularda su kalite parametrelerinin analiz sonuçlarının ortalama değerlerine göre sınıflandırma yapılmış, derişimi ortalama değer üzerinde olan kuyular belirlenmiştir.

Ayrıca meteorolojik veriler ve gürültü ölçüm sonuçları toplanıp CBS sitemine aktarılmıştır. Mersin ili sınırları içinde Çavuşlu Deresi'nde 4 noktada, katı atık deponi alanında sızıntı suyundan 2 noktada ve o civarda 2 adet kuyudan numuneler

alınmıştır. Alınan numunelerde pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), askıda katı madde (AKM), tuzluluk, iletkenlik parametrelerinin analizleri yapılmıştır [124].

Analizler hataları azaltmak ve standart sapmayı hesaplamak amacıyla 3 paralel olarak çalışılmıştır. pH, tuzluluk, iletkenlik ve sıcaklık parametreleri örneklerinin yapıldığı noktalarda belirlenmiştir. Daha sonra meteorolojik veriler ve gürültü ölçüm sonuçlarına istatistiksel analizler yapıp, tematik haritalar oluşturulmuştur.

#### **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

#### 4.1. ÇAVUŞLU DERESİ VE KATI ATIK DEPONİ ALANI SIZINTI SULARININ WQM-CAL MODELİ İLE MODELLENMESİ

Günümüzde kullanılan su kalitesi modelleri, iki basit denklemin geliştirilmiş biçimleridir. Bu iki denklem, biyolojik olarak çözünebilir bileşenler için Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının (BOİ) ve sonuçta akarsuda oluşan çözünmüş oksijen (ÇO) derişimlerinin tahminine yöneliktir. Daha sonra geliştirilen bu tür basit BOİ/ÇO modelleri seyrelme ve sedimantasyon gibi olaylarda genellikle konservatif ve diğer konservatif olmayan maddeler için birinci dereceden üstel azalma fonksiyonunun (first order exponential decay function) geçerli olduğunu kabul ederler.

Nehir su kalitesi modelleri ve böylece BOİ-ÇO modelleri, genel temel su kalite model denklemlerinden elde edilir. Geleneksel çözünmüş oksijen modeli, bakterilerle ayrışabilen organik maddenin çürümesinden ve reaerasyon prosesinden etkilenen nehirdeki çözünmüş oksijen ile ilgilidir [118].

Organik maddenin çürümesi (yıkımı) ve reaerasyon prosesine ilave olarak akarsuda çözünmüş oksijen içeriğinin kaderini etkileyen birçok proses vardır. Bu proseslerden bazıları aşağıda açıklanmaktadır.

Fiziksel prosesler;

1) dispersiyon etkileri (karışım), dağılma, karıştırma, kirletici maddelerin seyrelmesi, böylece BOİ'nin düşmesi (ve aerasyonun artması, reaerasyon oranı katsayısı  $K_2$ 'nin dahil olduğu proses),

2) partikül organik maddenin çökmesi, akımdaki BOİ değerlerini düşmesidir [118].

Kimyasal, biyolojik ve biyokimyasal prosesler;

1) organik maddenin bentik çözeltilerinin etkileri (kanal tabanının üzerini örterek çökelen organik maddenin çürümesiyle temsil edilen BOİ'nin yayılma kaynağı),

2) sucul bitkilerin fotosentezi ve solunum oksijen kaynakları ve kanalizasyon sistemi,

3) nitrifikasyon gibi biyokimyasal proseslerin oksitlenmesiyle oksijen tüketimidir [118].

WQMCAL modelinde; bakteriler tarafından organik maddelerin ayrışması BOİ'nin, zamanın fonksiyonu olarak bozunmasında ilk sırada belirtilmiştir. Bu modelde oksijen eğrisi (oksijen bükülme eğrisi), aerasyon prosesi oksijen eksikliğini düşürürken, mikroorganizmalar tarafından tüketilen oksijenin, oksijen eksikliğini artırdığı esasına dayanmaktadır [118].

WQMCAL modelinde; suyun doygunluk çözülmüş oksijen derişimi sıcaklığa bağlıdır. Suyun çözülmüş oksijen içeriği en düşük, oksijen eksikliği en yüksek olduğu zaman oksijen tüketim eğrisi üzerinde kritik noktayı gösterir. Kirletici maddenin taşınım zamanı (nehirde aldığı yol, kat ettiği mesafe) oksijen tüketim eğrisinin minimumu bulunarak belirtilebilir. Böylece kritik çözülmüş oksijen derişimi, doygunluk oksijen derişimi ve kritik oksijen eksikliği arasındaki fark olarak elde edilir.

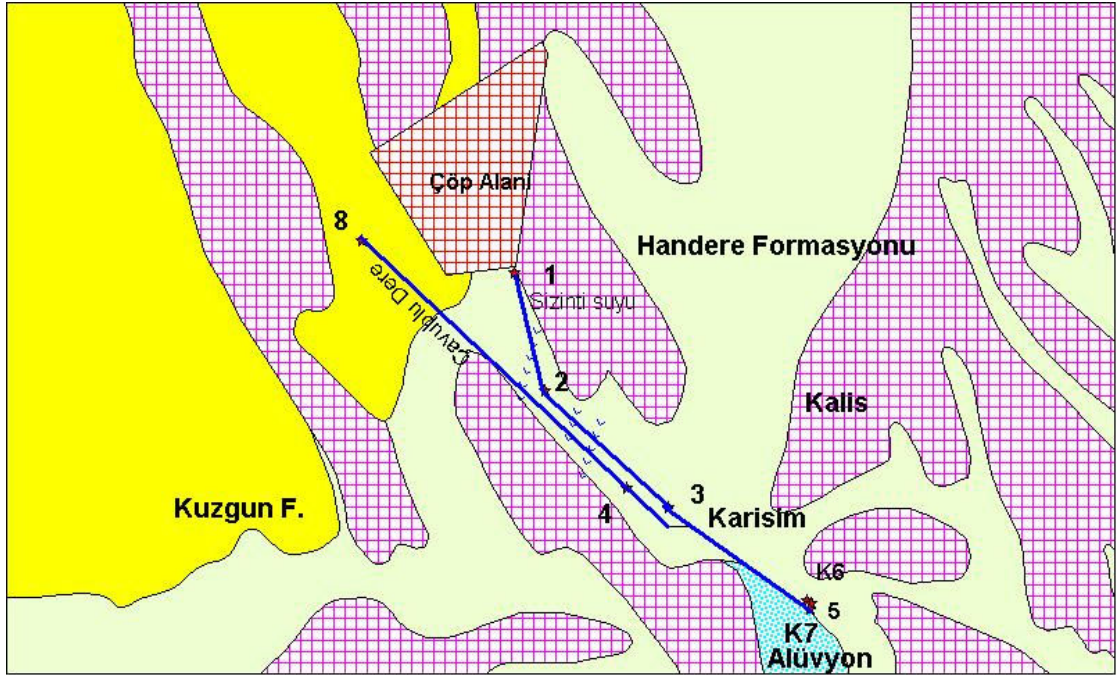
Mersin ili sınırları içinde Çavuşlu Deresi'nde 4 noktada, katı atık deponi alanında sızıntı suyundan 2 noktada ve o civarda 2 adet kuyudan numuneler alınmıştır. Örnek noktalarının koordinatları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Alınan örneklerde pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), askıda katı madde (AKM), tuzluluk, elektriksel iletkenlik parametrelerinin analizleri yapılmıştır.

#### Çizelge 4.1. Çavuşlu Deresi Örnek Alınan Noktaların Koordinatları

Nokta	Numune Yeri	X	Y	Z
1	Sızıntı suyu	642045	4079753	-
2	Katı atık deponi alanı bitişinde sızıntı suyu	642141	4079383	118
3	Sızıntı suyu 500 m uzaklıkta	642530	4079016	92.5
4	Çavuşlu Deresi karışımından önce	642401	4079076	101
5	Çavuşlu Deresi sızıntı suyu karışımından sonra	642967	4078724	69.3
6	Kuyu 1	642978	4078716	82.3
7	Kuyu 2	642972	4078698	84.6
8	Çavuşlu Deresi kaynak	641567	4079853	145

Analizlerdeki hataları azaltmak ve standart sapmayı hesaplamak amacıyla 3 paralel olarak çalışılmıştır. pH, tuzluluk, iletkenlik ve sıcaklık parametreleri örneklerinin yapıldığı noktalarda belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çavuşlu Deresi Örnek Alım Noktaları

Çavuşlu Deresinden ve katı atık deponi alanı sızıntı sularından alınan örneklerin analiz sonuçları Çizelge 4.2. de verilmiştir.

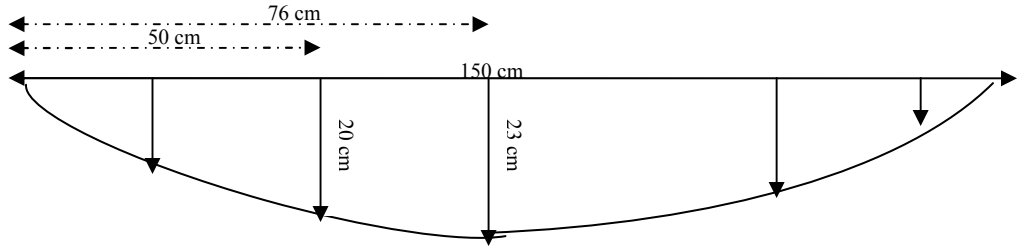
Çizelge 4.2. Çavuşlu Deresi Analiz Sonuçları (Nisan 2004) [124]

Numune Yeri	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (%)	İletkenlik (µs/cm)	ÇO (mg/L)	D (oksijen eksikliği) (mg/L)	BOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)
1	22,1	8,55	8,1	14000	2,39	6,3	5198	9600	518
2	25,0	8,30	7,2	12380	2,47	5,8	5198	5600	302
3	21,8	8,27	1,3	2720	6,74	1,9	3280	3600	320
4	24,8	8,45	0,3	1100	6,76	1,5	2042	2200	110
5	23,3	7,70	0,4	1304	7,13	1,5	990	500	270
6	20,4	7,40	0,2	960	4,40	4,7	817	800	180
7	20,3	7,38	0,4	1213	4,41	4,7	890	600	320
8	17,2	8,3	0,4	1300	8,83	0,8	223	180	100

#### 4.1.1. WQM-CAL Model Sonuçları

##### 4.1.1.1. Çavuşlu Deresinin debi hesabı

WQM-CAL Modelinin yapılabilmesi için öncelikle Çavuşlu Deresinin debisinin belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.2. Çavuşlu Deresinin debi hesabı

Çavuşlu Deresinden alınan bir kesitte debi hesaplaması yapılmıştır (Şekil 4.2). Dere kesitinin boyu 170 cm, eni 150 cm dir. Derenin en derin noktası; 76 cm uzaklıkta derinlik 23 cm ve 50 cm uzaklıkta derinlik 20 cm olarak ölçülmüştür. Kesit üzerinde hızın bulunması için; belirli mesafeler arasında (170 cm) taşınım süreleri ölçüldüğünde;  $t_{ort} = 35.2$  saniye olarak saptanmıştır. Dere kesiti milimetrik kağıda çizilerek "en küçük

kareler” yöntemine göre toplam alanı (F) 0.2135 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır ve V= X/t formülünden;

$$V = \frac{1,7m}{35,2s} \quad \text{buradan } V= 0.5 \text{ m/s} = 43200 \text{ m/gün olarak bulunur.}$$

Çavuşlu Deresinin debisini (Q) hesaplamak için; Q= V x F x 0.8 formülü kullanılarak, burada 0.8 düzeltme katsayısıdır. Çünkü; dere sabit akışlı bir kanal düzlemine sahip olmayıp, derenin tabanı düz değildir ve engebelidir.

$$Q = 43200 \times 0.2135 \times 0.8 = 7370 \text{ m}^3/\text{gün} = 0.0854 \text{ m}^3/\text{s} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

#### 4.1.1.2. Genel seyrelme eşitliği

Bu eşitlik, su kalitesi modellerinde sık kullanılan ve basit bir kütle dengesi eşitliğidir.

Dengeli akım koşullarında Çavuşlu Deresi ve katı atık deponi alanının sızıntı suyu dikkate alındığında zaman içinde akım miktarının ve derişimlerin değişmediğini kabul edelim. Yapılması gereken diğer bir kabullenme de, karışım noktasında sızıntı suyu ile dere suyunun tüm kesit alanı boyunca tamamen karıştığıdır. Bunlara göre akım aşağı (karışım sonrası) derişim;

$$C_0 = \frac{C_S \cdot Q_S + C_B \cdot Q_B}{Q_S + Q_B} \quad (1) \text{ den bulunur.}$$

C<sub>0</sub> = Karışımındaki kirletici derişimi (mg/L)

C<sub>S</sub> = Sızıntı suyu deşarjında kirletici derişimi (2 nolu noktanın BOİ ‘si 5198 mg/L)

C<sub>B</sub> = Kirleticinin karışım öncesi derişimi (8 nolu noktanın BOİ’ si 223 mg/L)

Q<sub>S</sub> = Karışım öncesi Çavuşlu Deresi debisi (0.0854 m<sup>3</sup>/s)

Q<sub>B</sub> = Sızıntı suyu miktarı (0.00065 m<sup>3</sup>/s)

Bu durumda karışım noktası sonrası ;



$$C_0 = \frac{(5198 \times 0,00065) + (223 \times 0,0854)}{(0,00065 + 0,0854)} \text{ den } C_0 = 260 \text{ mg/L bulunur.}$$

Ancak haritaya (Şekil 4.1) bakıldığında 8 nolu noktada 223 mg/l olan BOİ değerinin karışımdan önce 4 nolu noktada 2042 mg/l değerine çıktığı görülür. Bunun anlamı 2 nolu nokta ile K karışım noktası arasında yüzey altı akımlar sonucu sızıntı suyunun Çavuşlu Deresine karıştığıdır. Bu nedenle bulunan 260 mg/l değeri geçersiz olacaktır. En doğrusu 4 nolu ve 3 nolu noktaları dikkate almak olacaktır, böylece aşağıda yapılan hesaplama ile K karışım noktasında BOİ değeri 2051 mg/l olarak hesaplanır.

$$C_0 = \frac{(3280 \times 0,00065) + (2042 \times 0,0854)}{(0,00065 + 0,0854)} \text{ den } C_0 = 2051 \text{ mg/L bulunur.}$$

Bu değer de ölçülmüş olan 2042 mg/L derişimine çok yakın bir değer olarak ortaya çıkmaktadır.

#### 4.1.1.3. BOİ yıkım modeli

BOİ yıkım modeli; biyokimyasal olarak yıkıma uğrayan maddelerin, nehir içinde taşınım süresince ( $t = x/v$ ) zamanın fonksiyonu olarak yıkımlarını tarif etmektedir.

Model;  $L = L_0$  ,  $X = 0$  ( $t = t_0$ ) başlangıç koşulları için, t zamanında derişim hesaplanmasında kullanılır.

$$L = L_0 \cdot e^{-K_1 t} \quad (2)$$

$L$  = Sudaki BOİ (mg/l)

$L_0$  = Karışımdan önce, başlangıç BOİ'si (mg/L)

$K_1$  = Organik maddenin biyokimyasal yıkım hızı (1/gün)

t = Taşınım süresi (gün)

Sızıntı suyunda ve Çavuşlu Deresi boyunca BOİ değerleri ölçüldüğünden bu modelin kullanılmasında en önemli parametre olan  $K_1$  katsayısını hesaplanabilir (3).

Eşitlik modifiye edildiğinde;

$$K_1 = -\frac{\ln(L/L_0)}{t} \quad (3)$$

Bu modelin kullanılabilmesi için taşınım süresi önemlidir. K karışım noktasından 5 nolu noktaya kadar geçen süreyi iki nokta arasındaki X mesafesi ve akım hızından yola çıkarak hesaplayabiliriz.

$$X = 450 \text{ m}, \quad V = 0,5 \text{ m/s} = 43200 \text{ m/gün}; \quad t = x/v \text{ 'den}, \quad t = 0,0104 \text{ gün}$$

Daha sonra BOİ yıkım eşitliğinden ;

$$K_1 = -\frac{\ln(990/2051)}{0,0104} \quad \text{den} \quad K_1 = 70 \text{ l/gün bulunur.}$$

2 ile 3 nolu noktalar arasındaki K katsayısını hesaplarsak;

$$X = 521 \text{ m} \quad V = 43200 \text{ m/gün} \quad t = 0,012 \text{ gün bulunur.}$$

$$K_1 = -\frac{\ln(3280/5198)}{0,012} \quad \text{den} \quad K_1 = 39 \text{ l/gün bulunur.}$$

Karışım noktası ile 5 nolu lokasyon arasında 70 l/gün 2 ile 3 nolu lokasyonlar arasında 39 l/gün çıkmaktadır. K yıkım katsayısını birde grafiksel yol ile hesapladığımızda, yarı logaritmik tüketim için regresyon doğrusunun eğiminden yola çıkarak;

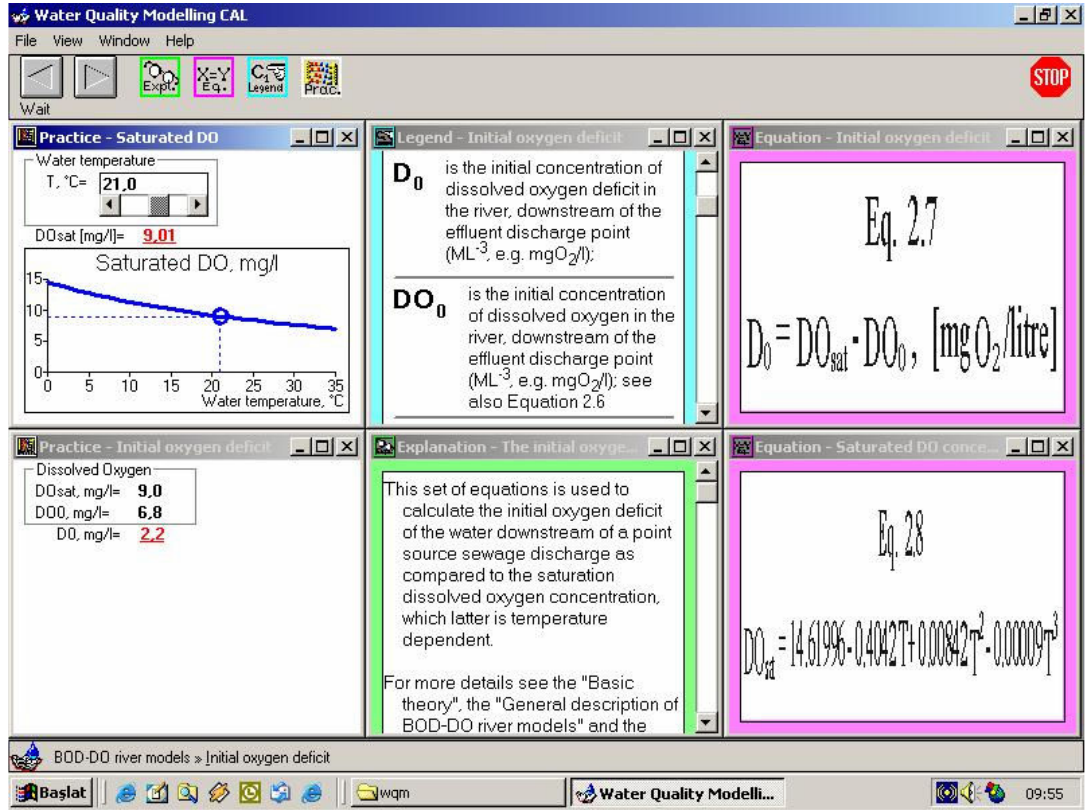
K yıkım katsayısının grafiksel yol ile hesaplanması;

$$K = \frac{V_{(m/gün)} \cdot [\ln(C_2) - \ln(C_1)]}{(X_2 - X_1) \cdot 1000} \quad (4)$$

$$K = \frac{43200x \cdot [\ln 1350 - \ln 2700]}{(1000 - 500) \cdot 1000} \quad \text{den } K = 60 \text{ 1/gün değerini buluruz.}$$

Böylece K için 60 değerini almak doğru olacaktır.

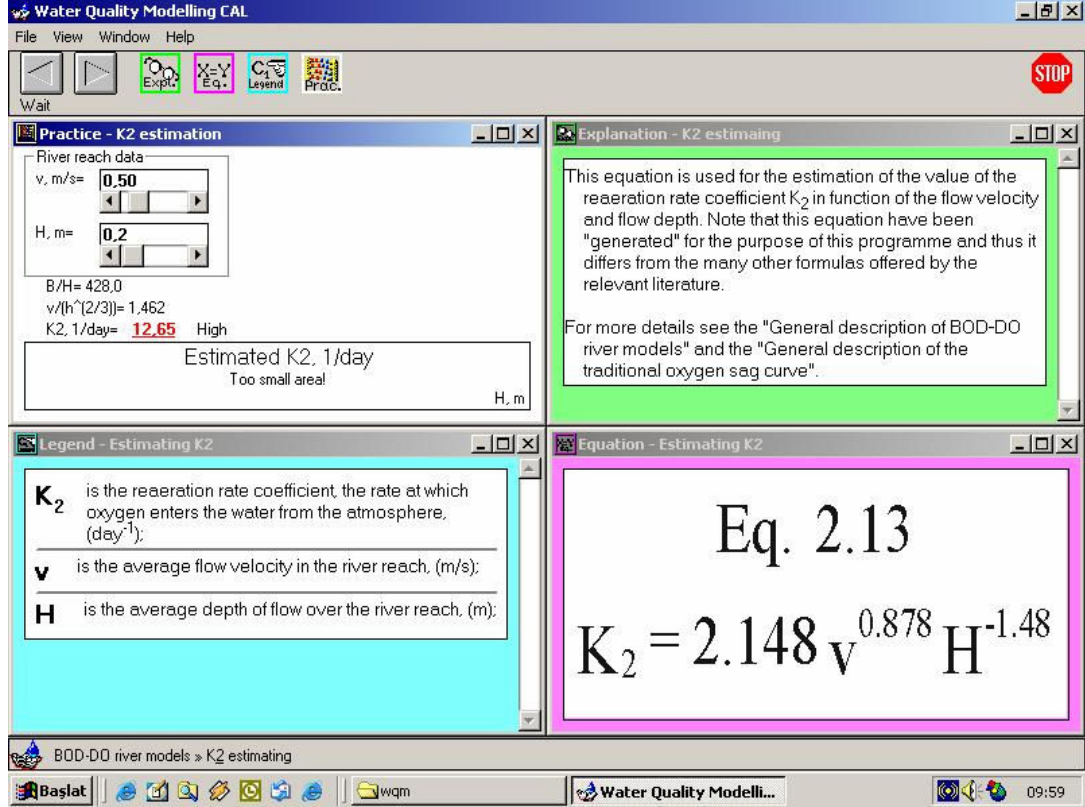
Su sıcaklığı 21<sup>0</sup>C alındığında WQMCAL modelinden oksijen eksikliği 2.2 mg/l olarak bulunur. Bu değer WQMCAL modelinden Şekil 4.3'den hesaplanmıştır.



Şekil 4.3. Su Sıcaklığının WQMCAL modeli ile hesaplanması

K<sub>2</sub> (havalandırma) katsayısının bulunması için; V akarsuyun akım hızı 0.5 m/s olarak ölçülmüştür. H akarsuyun ortalama derinliği ise 0.23 m alırsak; K<sub>2</sub> = 12,65

1/gün olarak hesaplanabilir. Bu değer WQMCAL modelinden Şekil 4.4'den hesaplanmıştır.

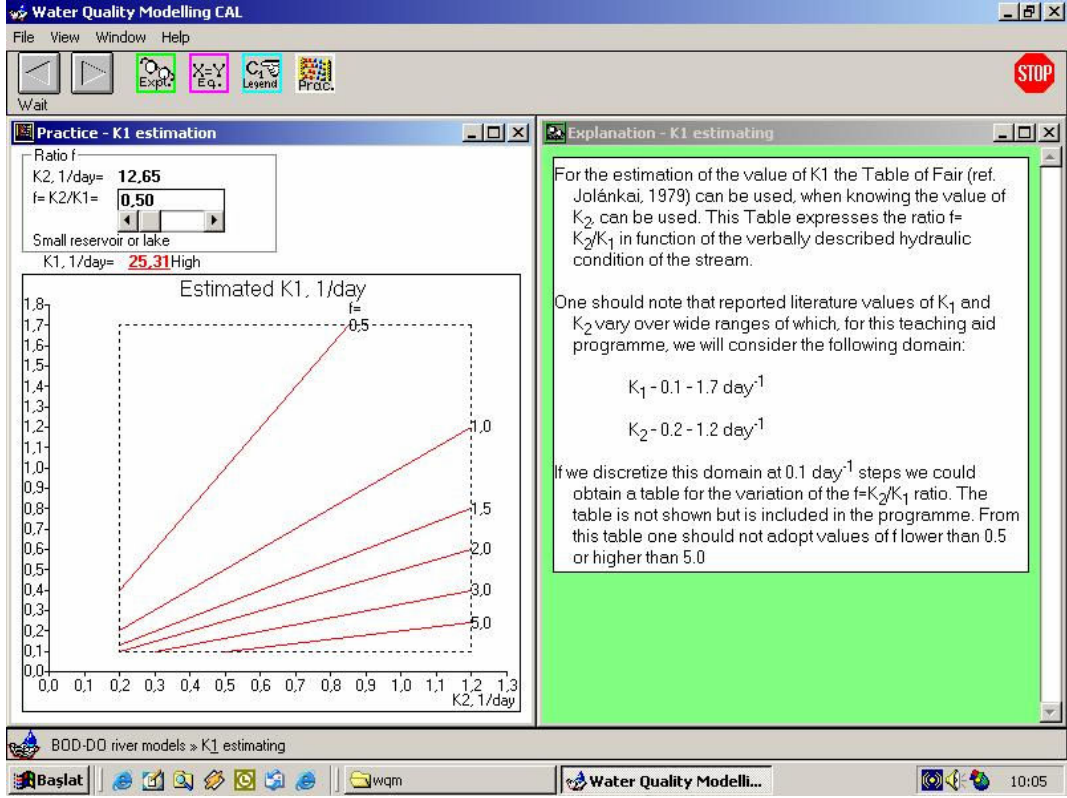


Şekil 4.4. K<sub>2</sub> Değerinin hesaplanması

#### 4.1.1.4. BOİ eğrisi (Geleneksel model)

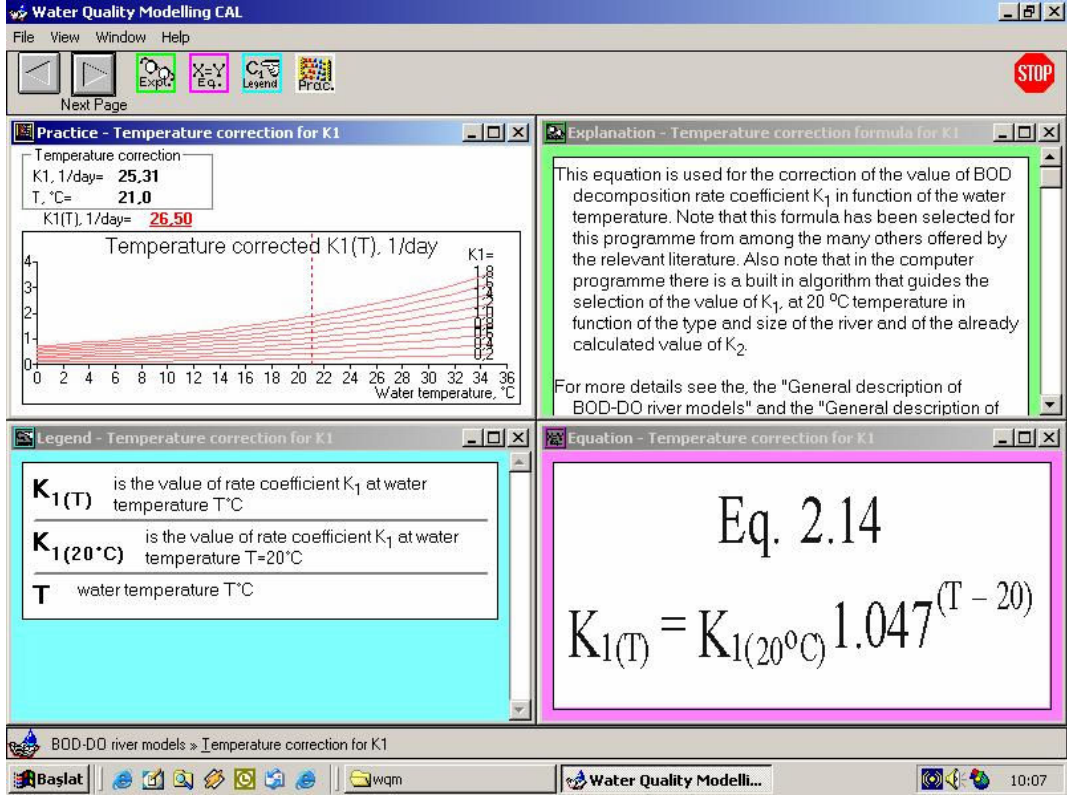
$K_2 / K_1 = f$  düzeltmesiyle ;

$K_1$  için 25.31 değeri bulunmakta ve  $K_1$  değeri oldukça yüksek olarak yorumlanmaktadır [118]. Bu değer WQMCAL modelinden Şekil 4.5'den hesaplanmıştır.



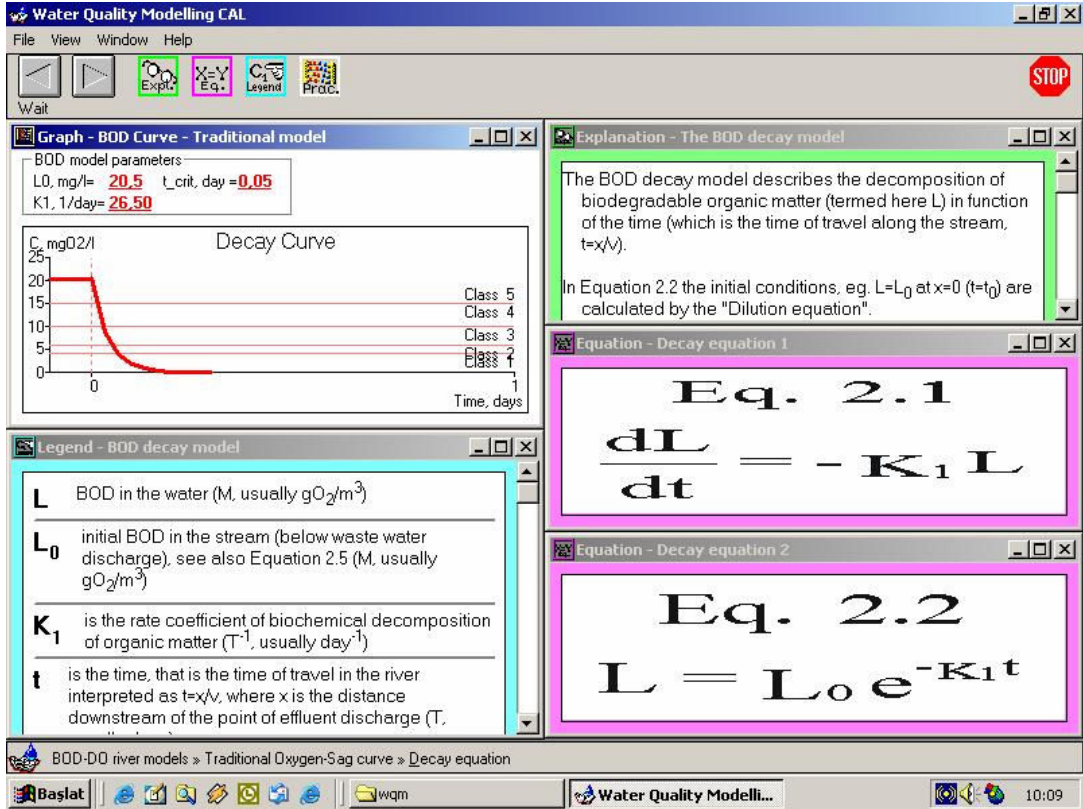
Şekil 4.5. WQMCAL modelinde  $K_1$  değerinin hesaplanması

$K_1$  için sıcaklık düzeltmesi de yapıldığında  $K_1 = 26.5$  1/gün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değer WQMCAL modelinden Şekil 4.6'dan hesaplanmıştır.



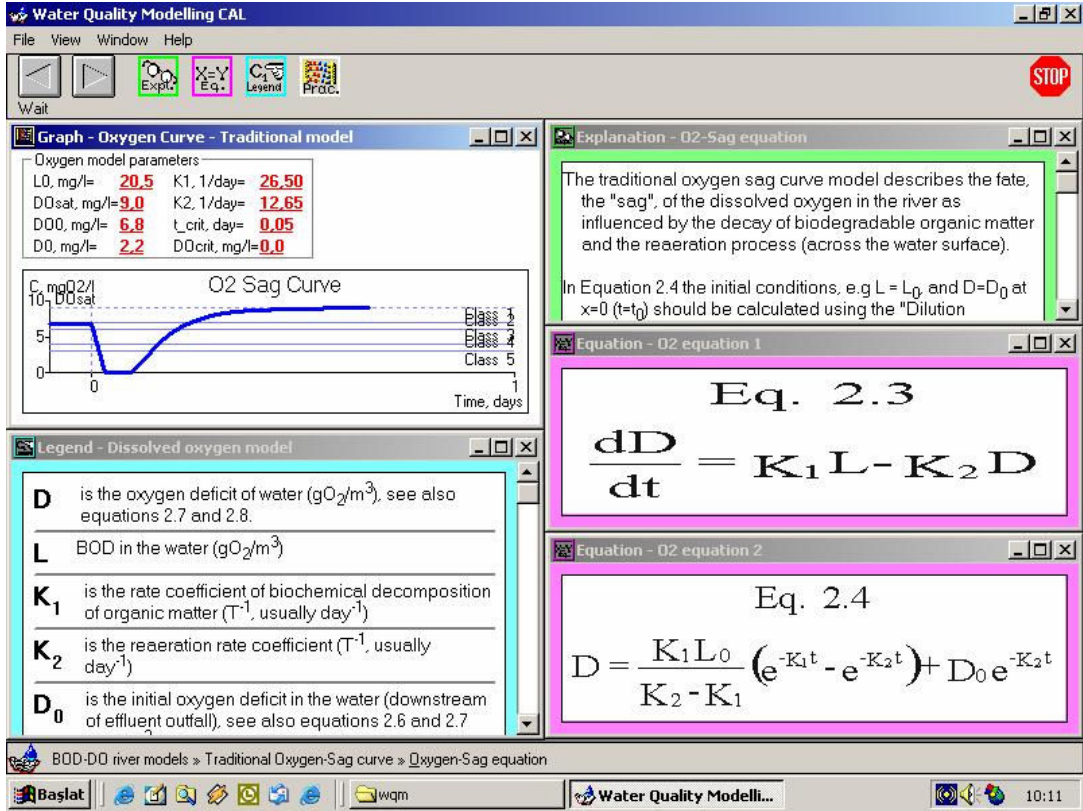
Şekil 4.6. K<sub>1</sub> sıcaklık düzeltmesi hesaplanması

Bu ölçüm ve model değerleriyle BOİ yıkım eğrisi Şekil 4.7 'de görülmekte ve  $t_{\text{kritik}} = 0,05$  gün olarak bulunmaktadır.



Şekil 4.7. BOİ Yıkım Eğrisi

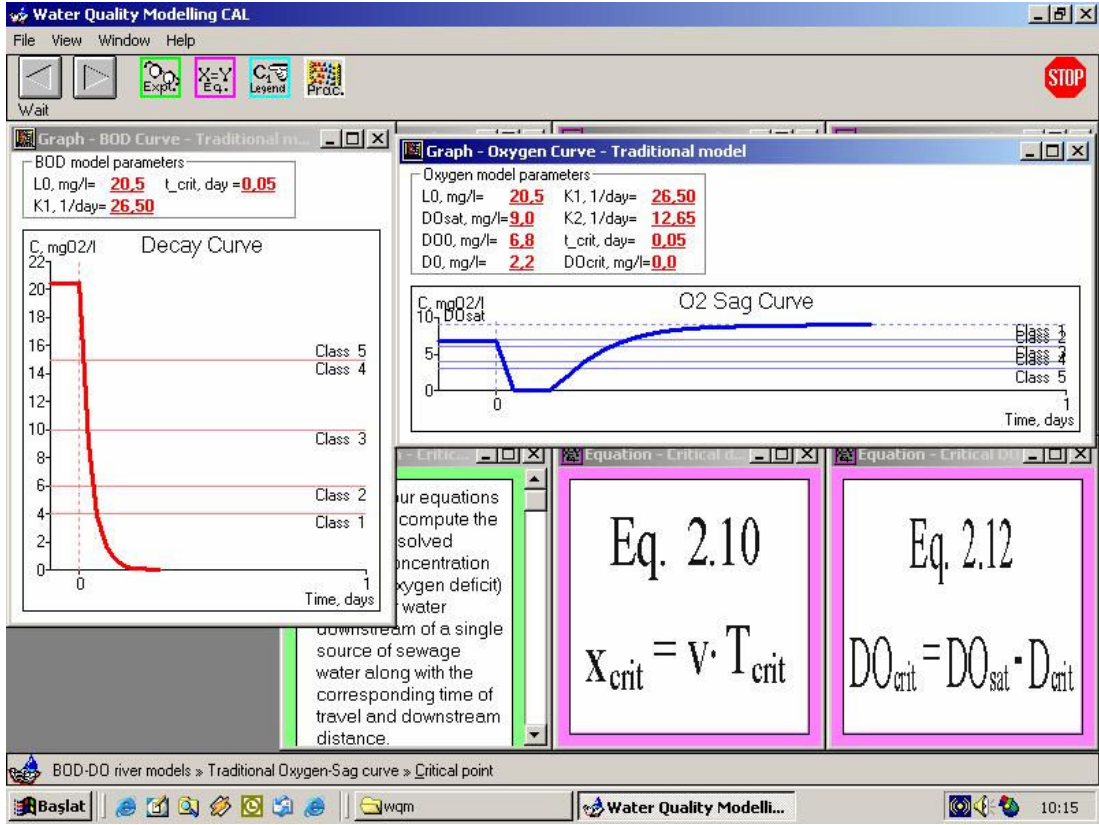
Ayrıca bu değerler ile 0,05 gün sonra Çavuşlu Deresindeki kritik oksijen miktarı 0,0 mg/l değerine düşmektedir, oksijen tüketim eğrisi ve kritik değerler Şekil 4.8 'de görülmektedir.



Şekil 4.8. Oksijen tüketim eğrisi ve kritik değerler

Çavuşlu Deresi için bu deşarj koşullarında ortaya çıkan Geleneksel BOİ – DO model eğrileri Şekil 4.9’ da gösterilmiştir.





Şekil 4.9. Geleneksel BOİ – ÇO model eğrileri

Çalışma bölgesinden alınan numunelerin analizlerinin sonucu ile WQM-CAL Modeli kullanarak bulduğumuz sonuçların aynı olduğu görülmektedir.

#### 4.2. MERSİN AKİFERİNİN ŞEHİR MERKEZİNDEKİ SU KALİTESİ, AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE PM-WIN (Processing Modelling for Windows) MODELİ İLE MODELLENMESİ

Mersin serbest akiferinin Mezitli-Deliçay dereleri arasında kalan kısmı üzerinde Mersin şehri yer almaktadır.

Akiferin serbest bir akifer olması, deniz ve dereler ile hidrolik kontakta olması, vadoz zon (doygun olmayan) kalınlığının yeterince kalın olmaması (1-2 m), yeraltı suyu kalitesini olumsuz yönde etkileyecek antropojenik aktivitelerin tümünün yoğun bir şekilde varlığı (kanalizasyon sisteminin eskiliği, trafiğin yoğun olması, katı atık deponi alanın düzensiz olması, akarsulara ve derelere atık deşarjı vb. gibi) Mersin akiferinde bulunan yeraltı suyunu tehdit etmektedir. Akiferin bu özellikleri ve plansız arazi kullanımı, şehir merkezinde çok sayıda açılan kuyuda su kalitesinin içme ve kullanma suyunu olumsuz etkilemektedir.

Yapılan bir çok çalışmada, şehir merkezinde bazı kuyularda yeraltı suyunda bazı maddelerin konsantrasyonlarının aynı akifer üzerinde başka yerlerde açılan kuyulara göre çok fazla olması dikkatlerin Pozcu civarına çekilmesine neden olmuştur [35, 39, 107]. Alüvyon akiferden üretilen yeraltı suyunun kimyasal karakteri, şehir dışındakinden farklı çıkmaktadır. Bu farklılığın ve Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının yanı sıra ağır metal konsantrasyonlarında da artışların olması deniz suyu girişiminden mi kaynaklanıyor sorusunu akla getirmektedir.

Çalışmanın bu bölümünün temel hedefini ağır metal içeriğinin şehir merkezindeki artışının nedenlerini araştırmak oluşturmaktadır. Su örnekleri Mersin şehir merkezinden Pozcu ve Okan Merzeci Bulvarı (İkinci Çevre yolu) arasından alınmıştır (Şekil 4.10).

Yeraltı suyu modellenmesinde ilk adım modelin amacını belirlemek, uygun bir yazılım programı seçmek, gerekli verileri toplamak, yeraltı suyu kavramsal modelini geliştirmek ve modellenecek sistemde diskritizasyon yapılarak alanı tarif etmektir.

PMWIN modeli, yeraltı suyunun çeşitli etkiler altında ne gibi tepkiler verebileceğini, ne tür taşınımlar gösterebileceğini modelleyen bir yeraltı suyu simülasyon modelidir. PMWIN yeraltı suyunun davranışını ve herhangi bir kirletici partikülün zamana bağlı olarak yeraltı suyunda taşınımını üç boyutlu olarak simüle eder. PMWIN içerisindeki tüm modeller beyaz kutu modelidir. Bunun için modelin ele alacağı alan hücrelere ayrılır. Modellerde 1000 sıklık periyodu ile 80 katman ve her bir katman içerisinde 250000 hücre barındırabilmektedir. Her hücreye farklı veriler girilebilir. Arka plana harita eklenebilir [119].

PMWIN kendi içerisinde başlıca 7 modüle ayrılır. Bunlar sırasıyla; MODFLOW, MOC3D, MT3D, MT3DMS, PEST, UCODE, PMPATH dir.

MODFLOW, yeraltı suyu akımını modelleyen bir modüldür. MODFLOW modeli kuyuların etkilerini, nehirleri, kanalları, başlangıç sınırlarını, beslenme ve buharlaşmayı simüle eder. MODFLOW modelinin çalışması için gerekli verilerin kodlanması gereklidir. Bu veriler, ya programdan paket olarak çağrılıp kodlanır ya da tek tek el ile girilir. Paketler, MODFLOW'la, simüle edilmiş olan hidrolik sistemin her bir özelliğiyle (kuyular, besleme veya nehir gibi) bütünleştirilir [119].

MOC3D ve MT3D, kirletici taşınımını 3 boyutlu olarak modeller. MT3DMS, daha gelişmiş kirletici taşınımını modeller. MT3D, lineer olmayan izotermelerde dikkate alır. İkisini de çalıştırmadan önce gözlem kuyularının tanımlanması gerekir. Ayrıca MT3D için sınır koşulları ve hangi tür hücre olduğu belirlenir. Çünkü bazı hücrelerde konsantrasyon değişir, bazılarında ise değişmez [119].

MOC3D, adveksiyon, dağılım ve basit kimyasal tepkimeleri dikkate alır. Bu modelde boşluklu ortam için moleküler difüzyon katsayısı ile hidrodinamik dispersivite

hızlandırılır. MOC3D, taşınım modeli, seçilen tek bir kimyasal maddenin konsantrasyonundaki değişiklikleri; adveksiyon ile taşınmada, zamana bağlı olarak, (mekanik her iki dağılım ve yayılma dahil) hidrodinamik karışma ile dağılımın olduğu veya akışkan kaynaklardan seyreltme ve matematiğe göre yıkımı kapsayan reaksiyonları, bir geciktirme faktörüyle (reterdasyon faktörü) ele alarak ifade eder. Reterdasyon faktörü sorpsiyon nedeniyle ortaya çıkar. Adsorpsiyon ve desorpsiyon reaksiyonları lineer sıcaklık eğrisi ve sabit dağılım katsayısı tarafından yönetilir [119].

MT3D ve MT3DMS; adveksiyonla, hidrolik dispersiyonla taşınımı, çözülmüş maddelerin taşınım sırasındaki reaksiyonlarını da inceleyerek modeller. MOC3D modelinden farklı olarak lineer izotermin yanı sıra lineer olmayan izotermi de (sıcaklık eğrisini) desteklemektedir.

PEST ve UCODE ise otomatik kalibrasyon modülleridir. Yapılan model değerlerini daha önceden yapılmış değerlerle kalibre edebilmemize yararlar. PEST ve UCODE tersine işlem modülleridir. Tersine işlem yaparak, her tabakadaki hidrolik iletkenliğin homojen ve değerlerinin bilinmediği varsayıldığında, UCODE ve PEST modelleri kullanılarak hidrolik iletkenlik değeri tahmin edilebilir [119].

Bu iki modelde tahmini yapılan parametreler:

- (1) Yatay hidrolik iletkenlik (permabilite) veya transmisivite,
- (2) Düşey yönlü sızıntı,
- (3) Depolama katsayısı,
- (4) Kuyuların pompaj miktarı,
- (5) Nehir, drenaj kanalı, akarsu hidrolik iletkenliği,
- (6) Beslenme,
- (7) Maksimum buharlaşma miktarı,
- (8) Esnek olmayan depolama faktörü

PMPATH modülü yeraltı suyu akım yollarını ve yönünü belirlemeye yarar. Ayrıca adveksiyonla kirleticinin nerden nereye taşındığını belirler. PMPATH



Su örneklerinde Co, Cu, Mn, Cr, Pb, Ni, Cd, Mo analizleri; Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde (Perkin Elmer-AAAnalyst700) Grafit Fırın tekniği ile yapılmıştır.

İnceleme alanında Handere Formasyonu, Kaliş ve alüvyon yer almaktadır. Mersin serbest akiferindeki kirlilik incelenmesi amacıyla sadece alüvyondan üretim yapan kuyular dikkate alınmış, Handere Formasyonundan üretim yapan kuyular değerlendirme dışı bırakılmıştır.

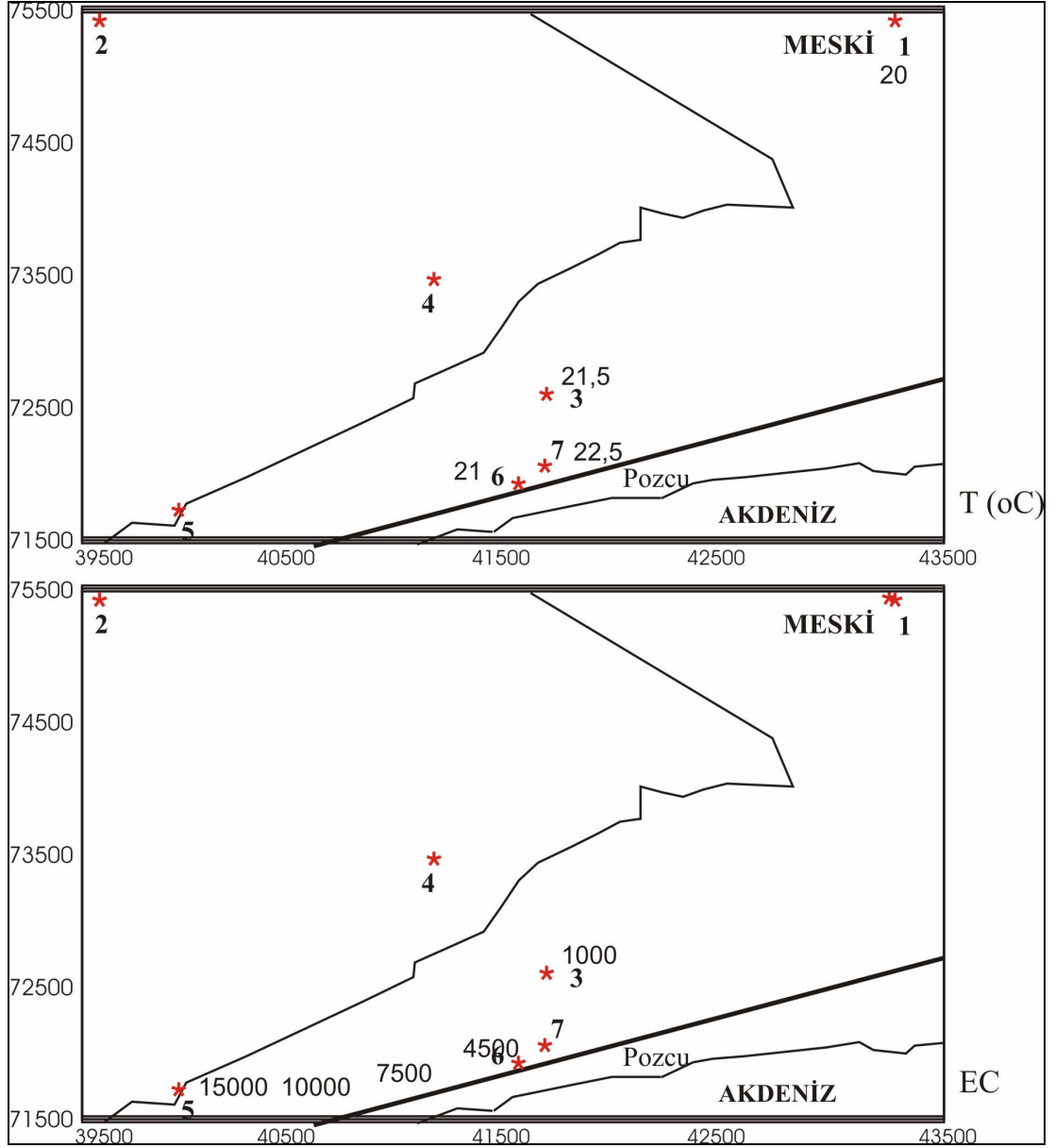
Mersin şehri Pozcu civarında seçilen 7 adet kuyudan alınan örneklerde ağır metal (Co, Cu, Mn, Cr, Pb, Ni, Cd, Mo) analizleri yapılarak mekansal dağılımları incelenmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Örnek Noktaları

<b>Nokta</b>	<b>Örnek Yeri</b>
1	Okan Merzeci Bulvarı MESKİ-Mezarlık Kavşağı
2	Macit Özcan Spor Kompleksi
3	Okan Merzeci Bulvarı Gürel Restoran Kavşağı
4	Cam İş Halı Saha
5	Okan Merzeci Bulvarı Göçmen Kavşağı
6	Pozcu İtfaiye
7	Pozcu Güven Sitesi

#### 4.2.1. Sıcaklık ve Elektriksel İletkenlik

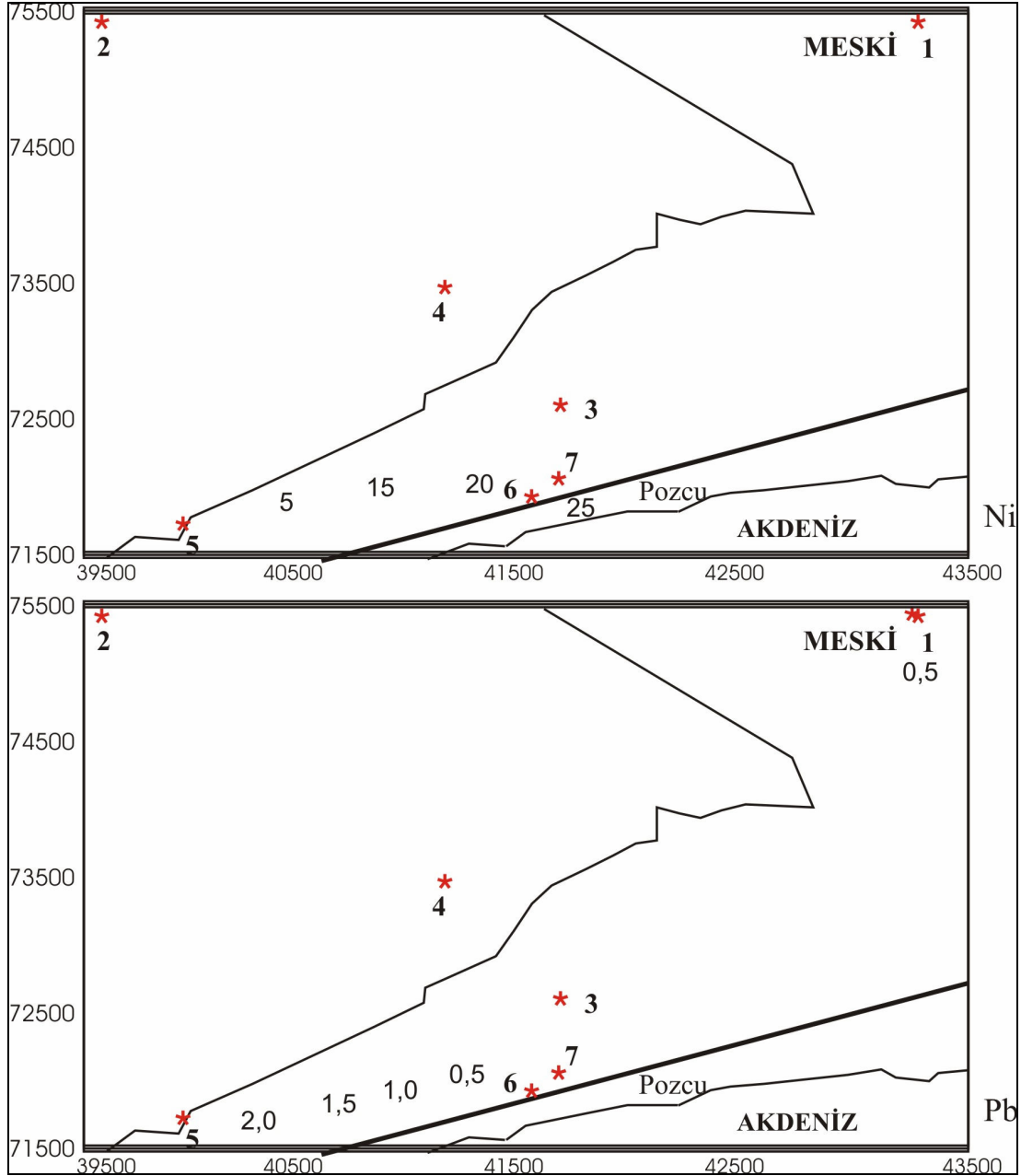
Yeraltı suyu akım yönünün kuzeyden güneye doğru olduğu önceki çalışmalarda da saptanmıştır [35, 37, 39, 107]. Ayrıca yeraltı suyu sıcaklığında Pozcu civarında (6 ve 7 nolu kuyularda) bir artış olduğu ve sıcaklığın kuzeye doğru (yeraltı suyu akımına ters yönde) azalmakta olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, bu bölgede deniz suyu girişimini işaret etmektedir ve simülasyon ile de doğrulanmaktadır. Alüvyon akiferde 20°C civarındaki yeraltı suyu sıcaklığı 24°C'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11.** Örnek noktalarındaki elektriksel iletkenlik ve sıcaklık değişimi

Deniz suyu girişi, yeraltı suyunun normalde 800-900  $\mu\text{s}/\text{cm}$  olan elektriksel iletkenlik (EC) değerini 8 ve 6 nolu kuyular civarında 20000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  değerine kadar çıkartmaktadır. Elektriksel iletkenlik de sıcaklıkta olduğu gibi yeraltı suyu akımının tersi yönünde düşmektedir (Şekil 4.11).

Nikel (Ni) konsantrasyonunun yeraltı suyunda mekansal dağılımı, sıcaklığın dağılımı ile benzer bir görüntü oluşturmakta ve bu da yeraltı suyuna nikel girişinin Pozcu civarında deniz suyundan olabileceğini göstermektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Örnek Noktalarındaki Kurşun (Pb) ve Nikel (Ni) Değişimi (µg/L)

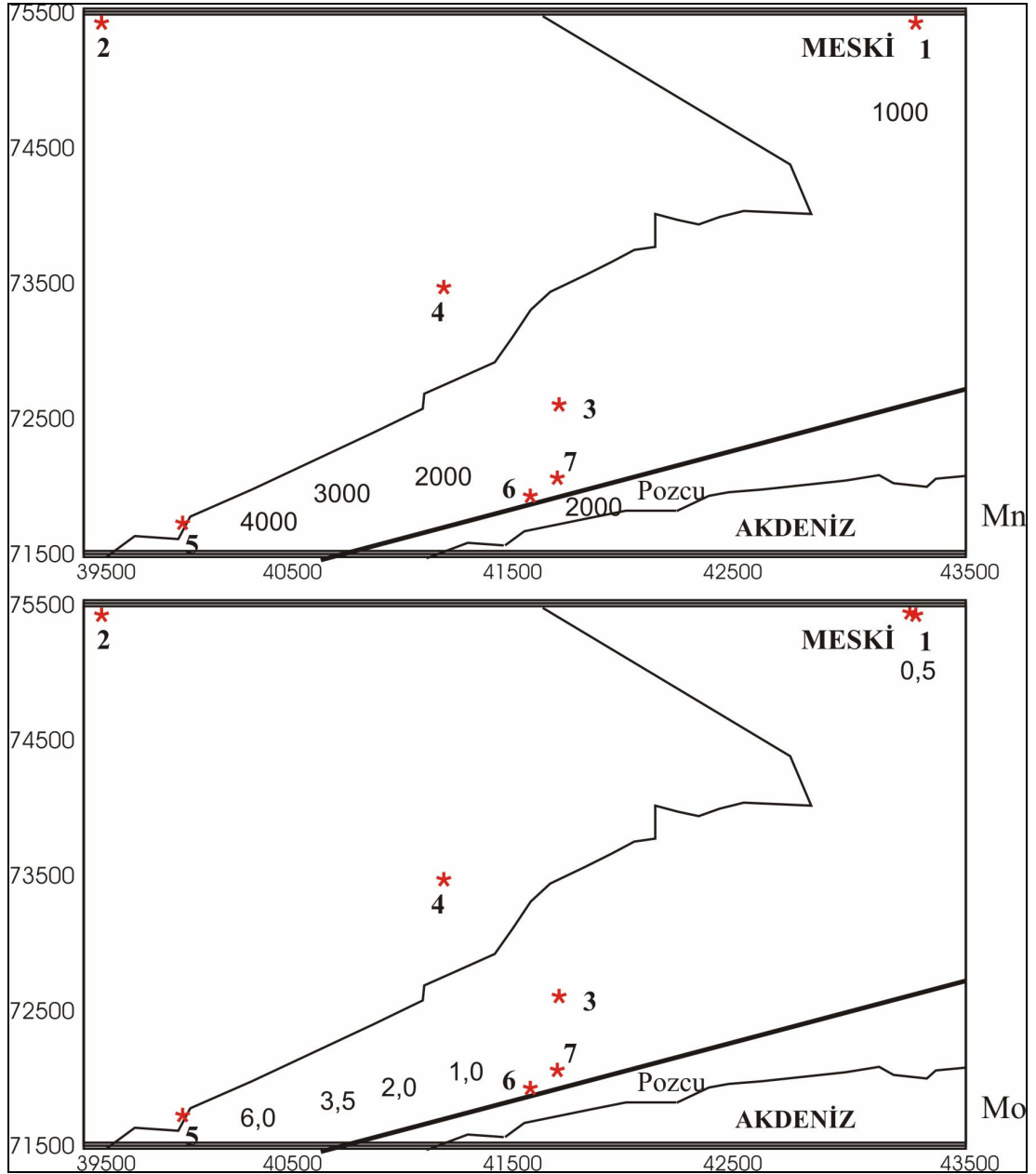
Yeraltı suyunda kurşun'un mekansal dağılımı ise elektriksel iletkenliğin dağılımı benzer şekildedir. Bu dağılıma göre Pozcu-Güvenevler (Güven sitesi) yerleşim merkezinde Pb konsantrasyonları <0.5 ppb iken güneybatı yönünde denize



doğru artmaktadır, bu durum Pb kaynağının da deniz suyundan olabileceğini göstermektedir (Şekil 4.12).

Çok az da olsa kuzeyde Mezarlık yönünde de Pb konsantrasyonunda artış grlmektedir.

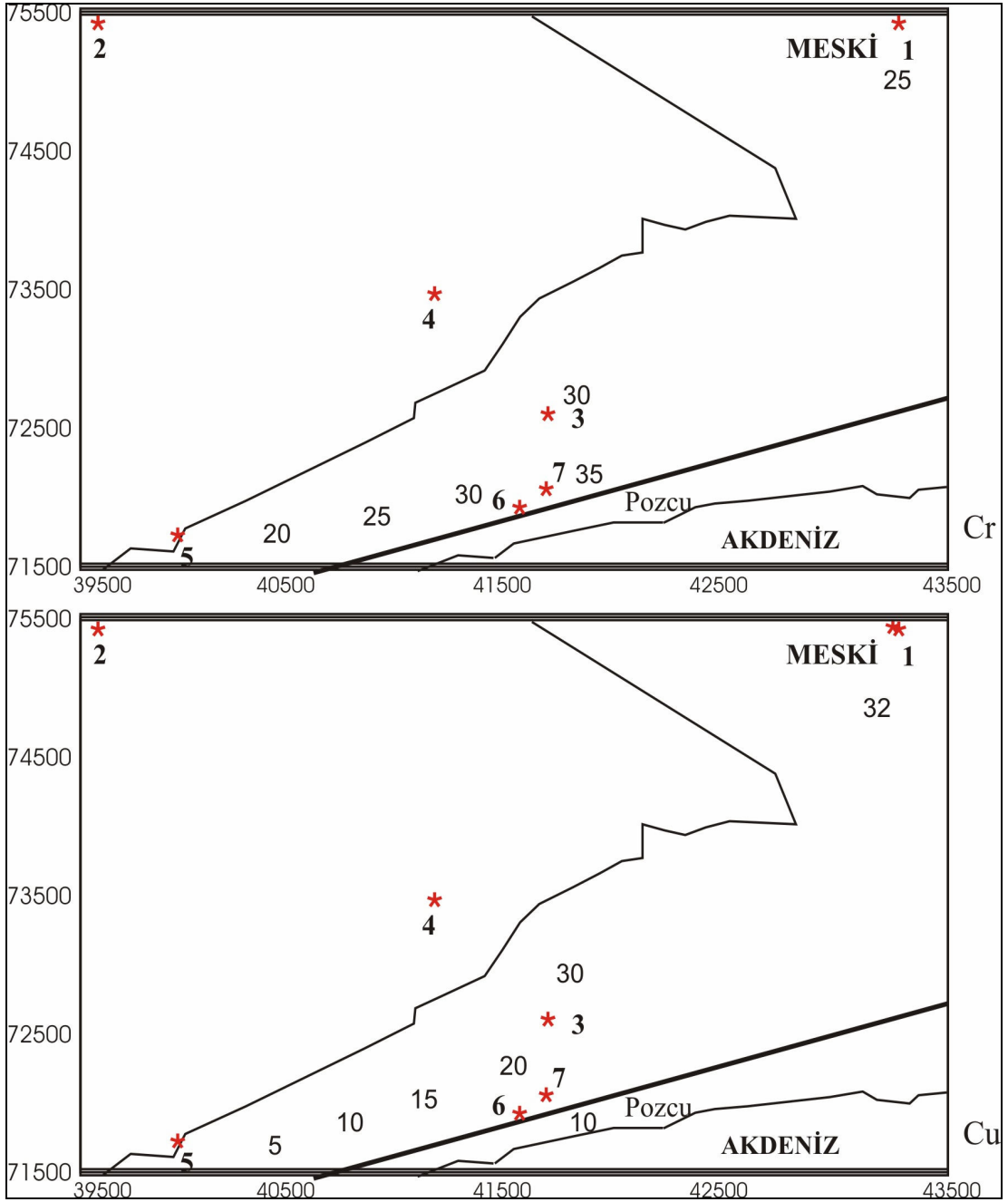
Mangan (Mn) ve molibden (Mo)'in yeraltı suyunda mekansal dağılımı da elektriksel iletkenlik (EC) dağılımına benzer Şekildedir. Bu iki maddenin konsantrasyonları yeraltı suyu akım yönünde artış göstermektedir. Bu durum her iki maddenin de deniz suyu ile yeraltı suyuna taŐınmıŐ olabileceğini göstermektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Örnek Noktalarındaki Molibden (Mo) ve Mangan (Mn) Değişimi (µg/L)

Yeraltı suyunda kromun (Cr) dağılımı sıcaklık değişimine benzer olduğu görölmektedir. Buna göre yeraltı suyuna krom girişi 6 nolu kuyu civarından olmakta, bu durum Pozcu yakın yerlerde yeraltı suyu akım simölasyonunda da görölmektedir. Bu durumda krom (Cr) kaynağının da deniz suyundan olabileceğini göstermektedir (Şekil 4.14).

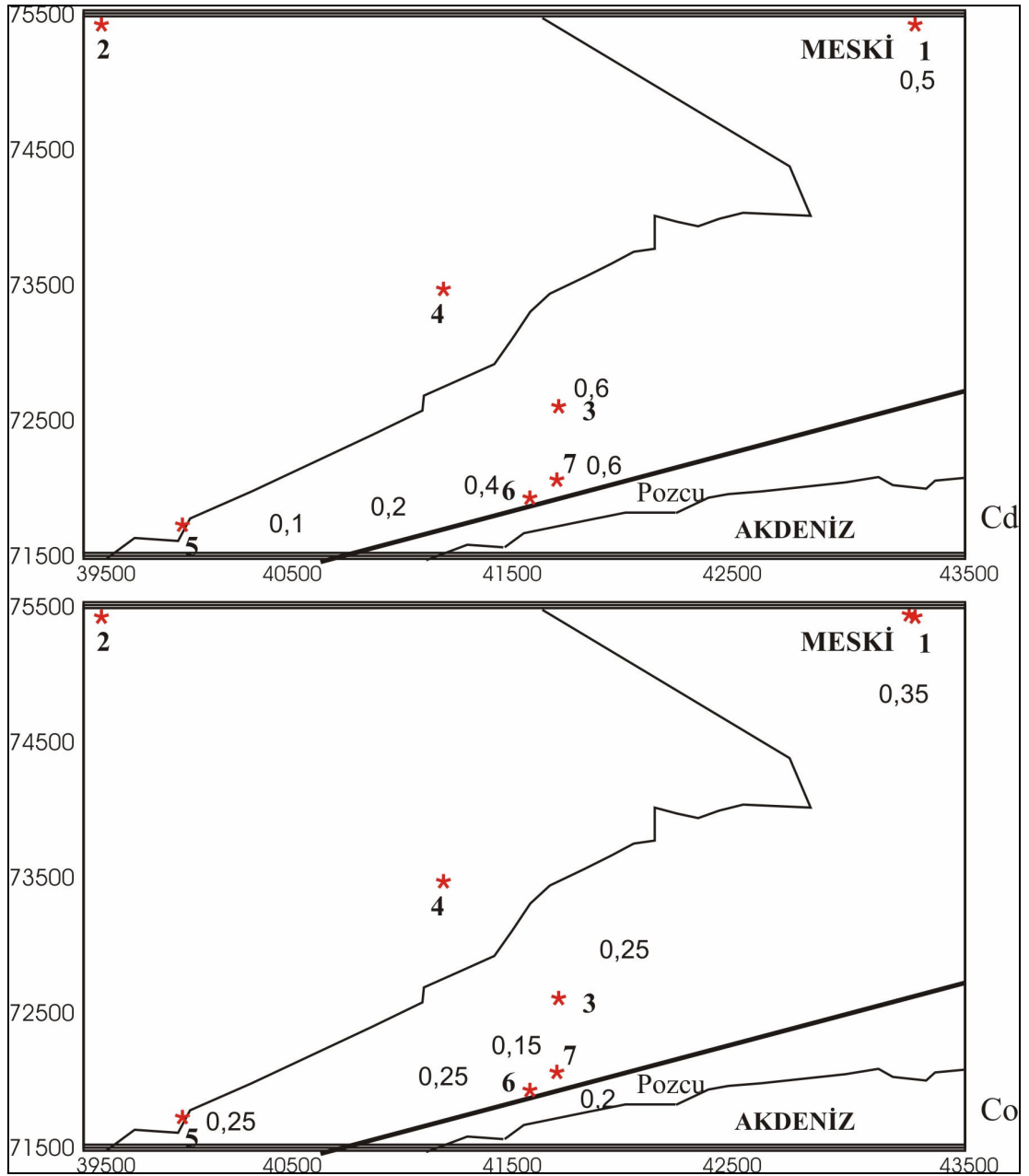
Yeraltı suyunda bakır (Cu) dağılımı diğer tüm maddelerden farklı bir durum ortaya koymakta, Okan Merzeci Bulvarı MESKİ-Mezarlık (Mersin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi) kavşağı civarındaki yüksek konsantrasyon yeraltı suyu akım yönünde seyrelmekte ve Pozcu civarında neredeyse sıfır'a kadar düşmektedir. Bu da bize yeraltı suyuna bakır (Cu) girişinin MESKİ-Mezarlık civarından olduğunu göstermektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Örnek Noktalarındaki Krom (Cr) ve Bakır (Cu) Değişimi (µg/L)

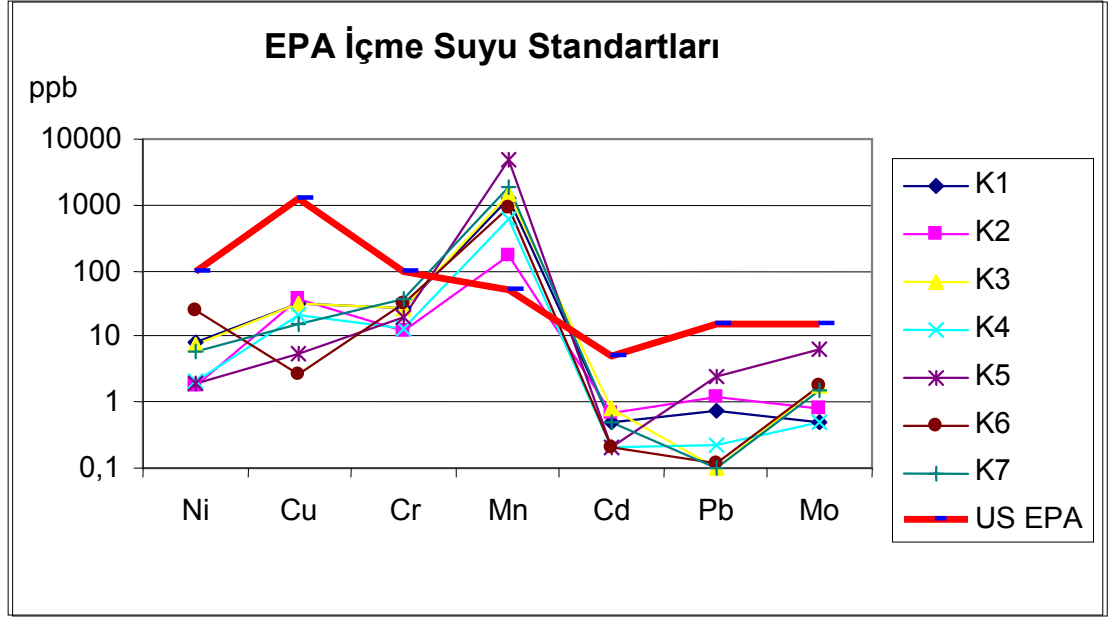
Kadmiyum (Cd) en yüksek konsantrasyonu Pozcu merkezde göstermekte ve yeraltı suyu akımına uygun olarak seyrelmektedir (Şekil 4.15).

Kobalt (Co) ise bakır (Cu)'da olduğu gibi kuzeydoğuda yüksek konsantrasyonda olup, yeraltı suyu akımına uygun bir şekilde güneydoğu yönünde seyrelmektedir.



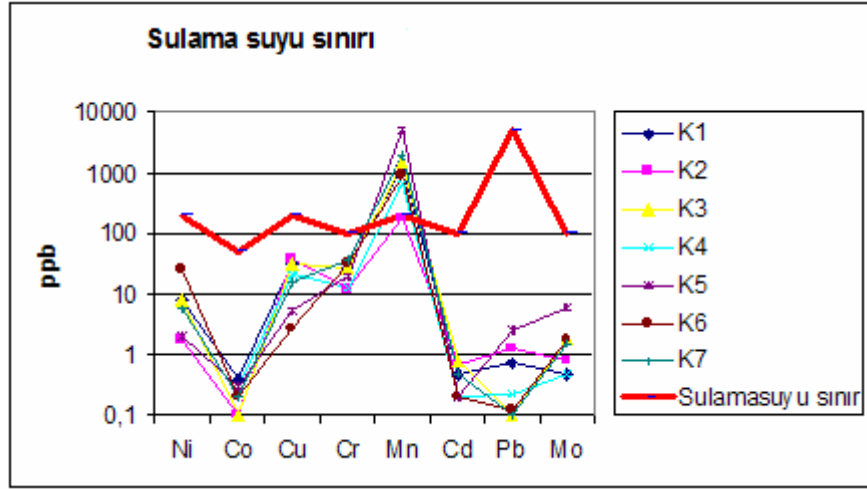
Şekil 4.15. Örnek Noktalarındaki Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd) Değişimi (µg/L)

Sonuç olarak; Pozcu civarındaki kuyuların tamamı, major elementler, TDS açısından içme ve kullanmaya uygun olmayan sulardır. Mangan (Mn) ise USEPA tarafından verilen sınır değeri şu an için aşmış durumdadır (Şekil 4.16 ve 4.17) [125]. Diğer ağır metal içerikleri ise özellikle Cr ve Ni sınır değerine doğru bir artış göstermekte olup yakın gelecekte sınır değerlerine ulaşması beklenebilir.



Şekil 4.16. USA-EPA İçme Suyu Standartları [125]

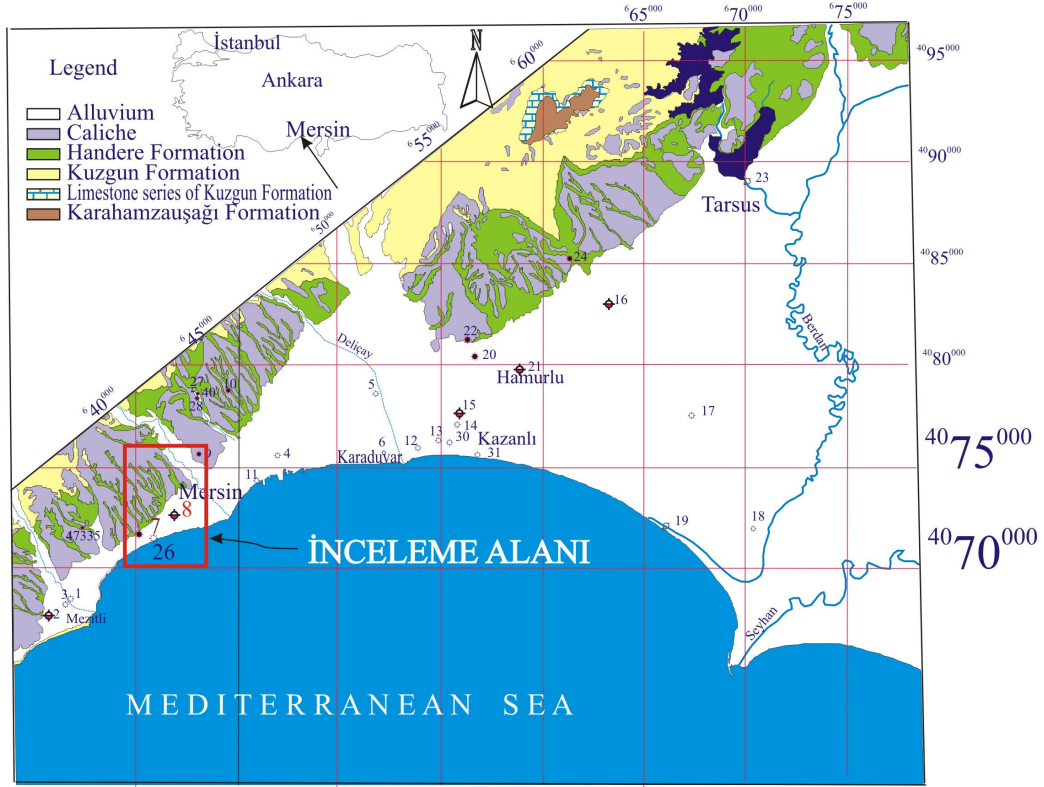
Çalışma alanındaki kuyuların bir kısmı Mersin Büyükşehir Belediyesine ait kuyular olup, sulama suyu olarak kullanılmaktadır, oysa sadece toplam çözünmüş madde ve elektriksel iletkenlik (EC) açısından bile sulama suyu olarak uygun olmayan sular söz konusudur. Ağır metal içerikleri açısından da mangan sınır değerini oldukça aşmış, Ni, Cu ve Cr ise kritik durumda olup, yakın bir gelecekte bitkilere zararlı değerlere ulaşması olanaklıdır.



Şekil 4.17. Sulama Suyu Standartları [126]

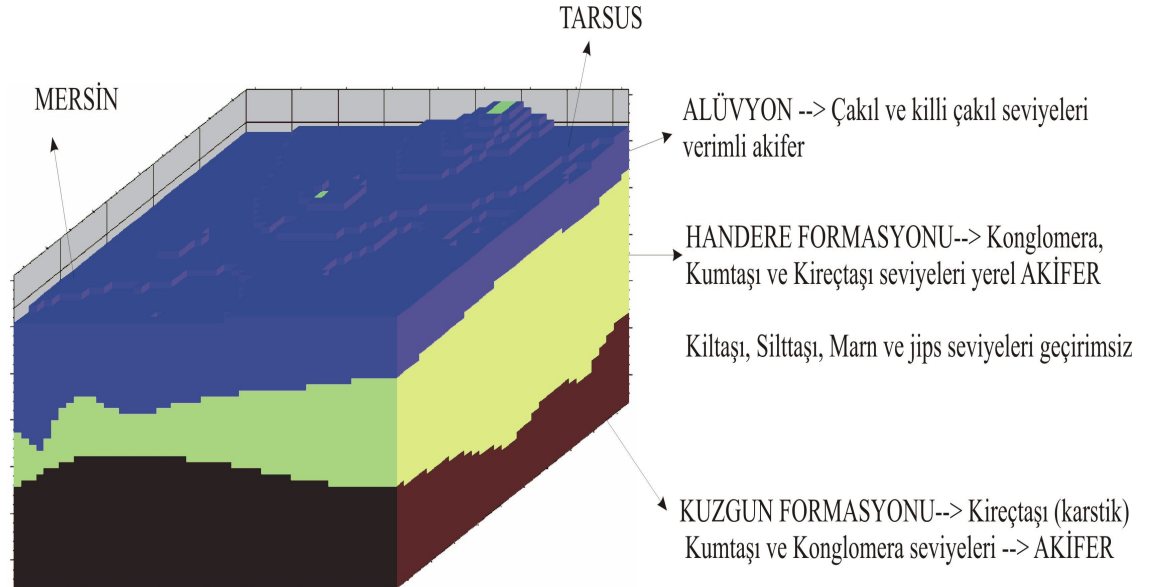
#### 4.2.2. PM-WIN (Processing Modelling for Windows) Model Sonuçları

Çalışma alanının jeolojik haritası (Alüvyon, Kaliş, Handere Formasyonu, Kuzgun Formasyonu ve Karahamzaşağı formasyonu) Şekil 4.18'te, Tarsus-Mersin-Mezitli arasında kaya birimleri ilişkilerini gösteren blok diyagram Şekil 4.19'da ve Mersin şehir mezarlığı ile Pozcu arasındaki kalan kısmın jeolojik kesiti Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Çalışma Alanının Jeolojisi [35]

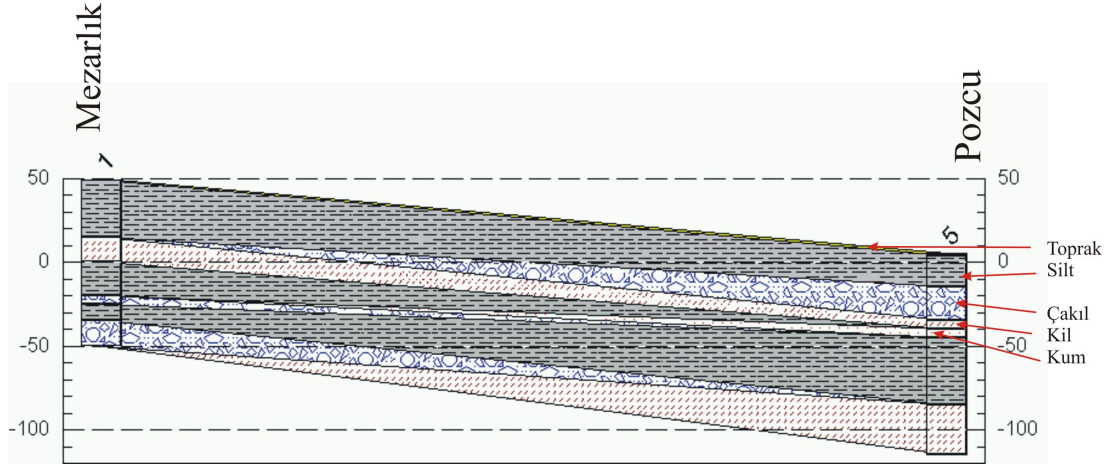
Alüvyonda açılan kuyularda silt-çakıl-kil ve kum ardalanması geçilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.19. Tarsus-Mersin-Mezitli arasında kaya birimleri ilişkilerini gösteren blok diyagram [35]

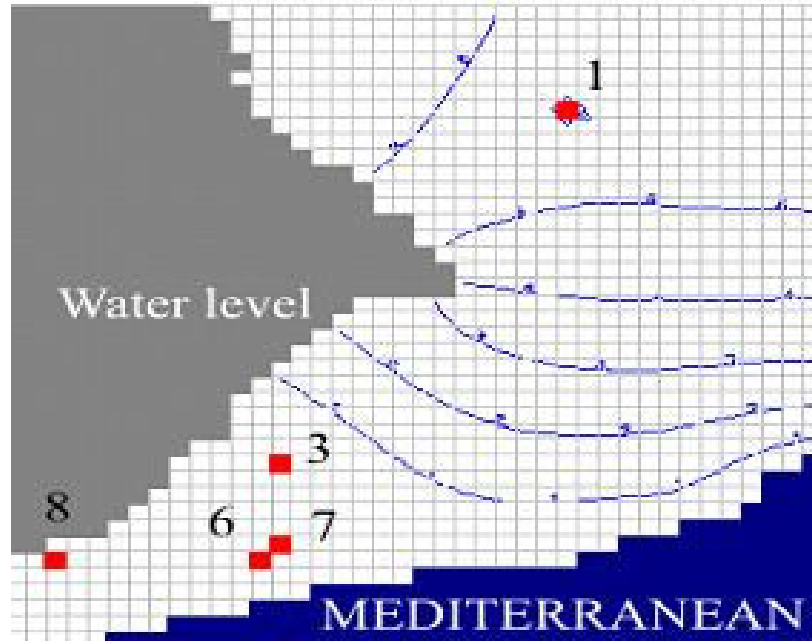


Kuyulardaki statik su seviyeleri, jeolojik yapı (Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20) ve bölgesel yeraltı suyu akımı dikkate alındığında yeraltı suyunun güneye (Akdeniz'e) doğru olması beklenir.



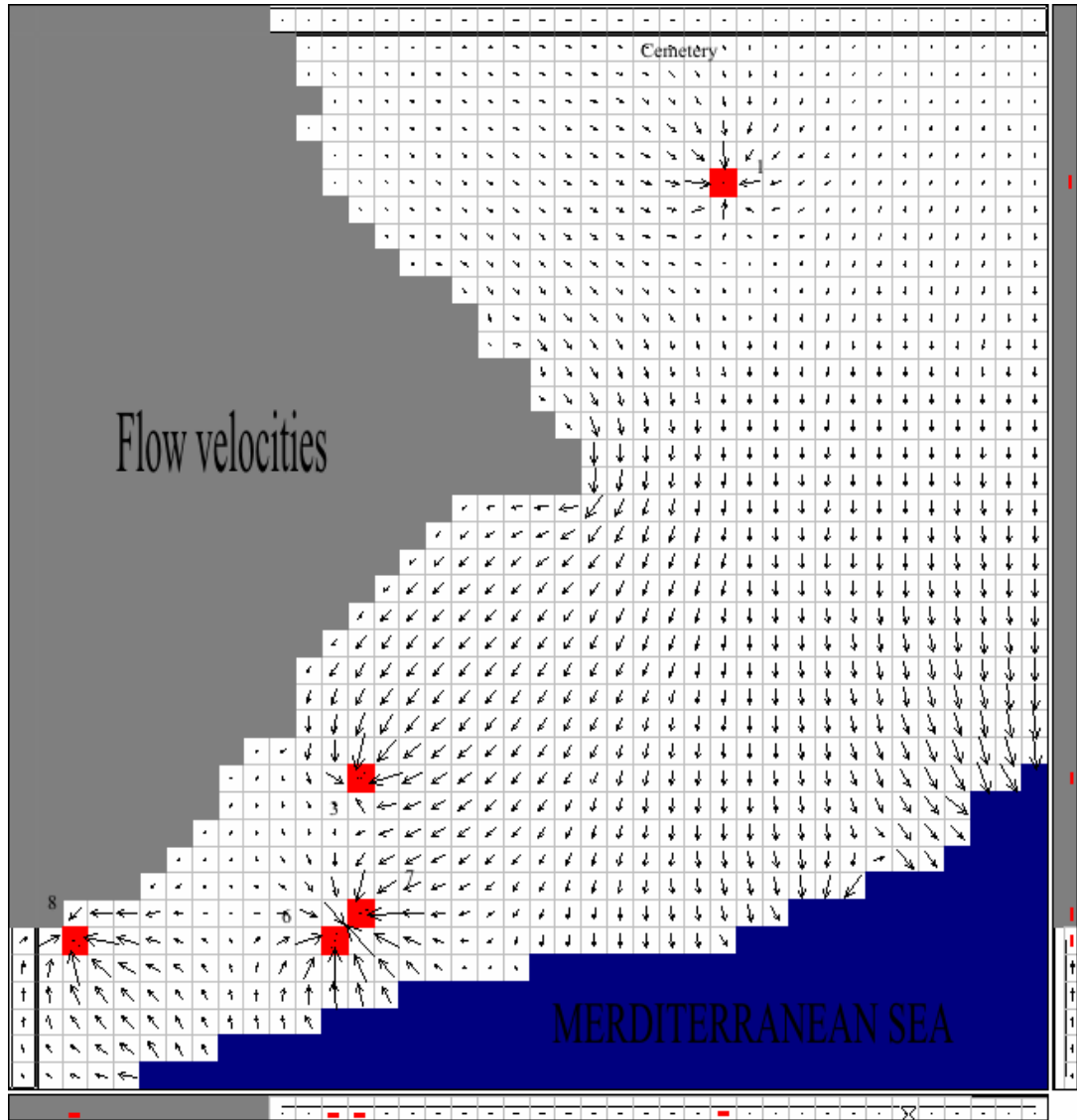
Şekil 4.20. Mersin Şehir Merkezinde Mezarlık ile Pozcu Arasındaki Jeolojik Kesit

PM-WIN (Processing Modelling for Windows) ile yapılan yeraltı suyu akım simülasyonunda yeraltı suyu akımının kuzeyden güneye doğru olduğu ortaya çıkarılmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Çalışma alanındaki mevcut su seviyesi (PM-WIN Modeli)

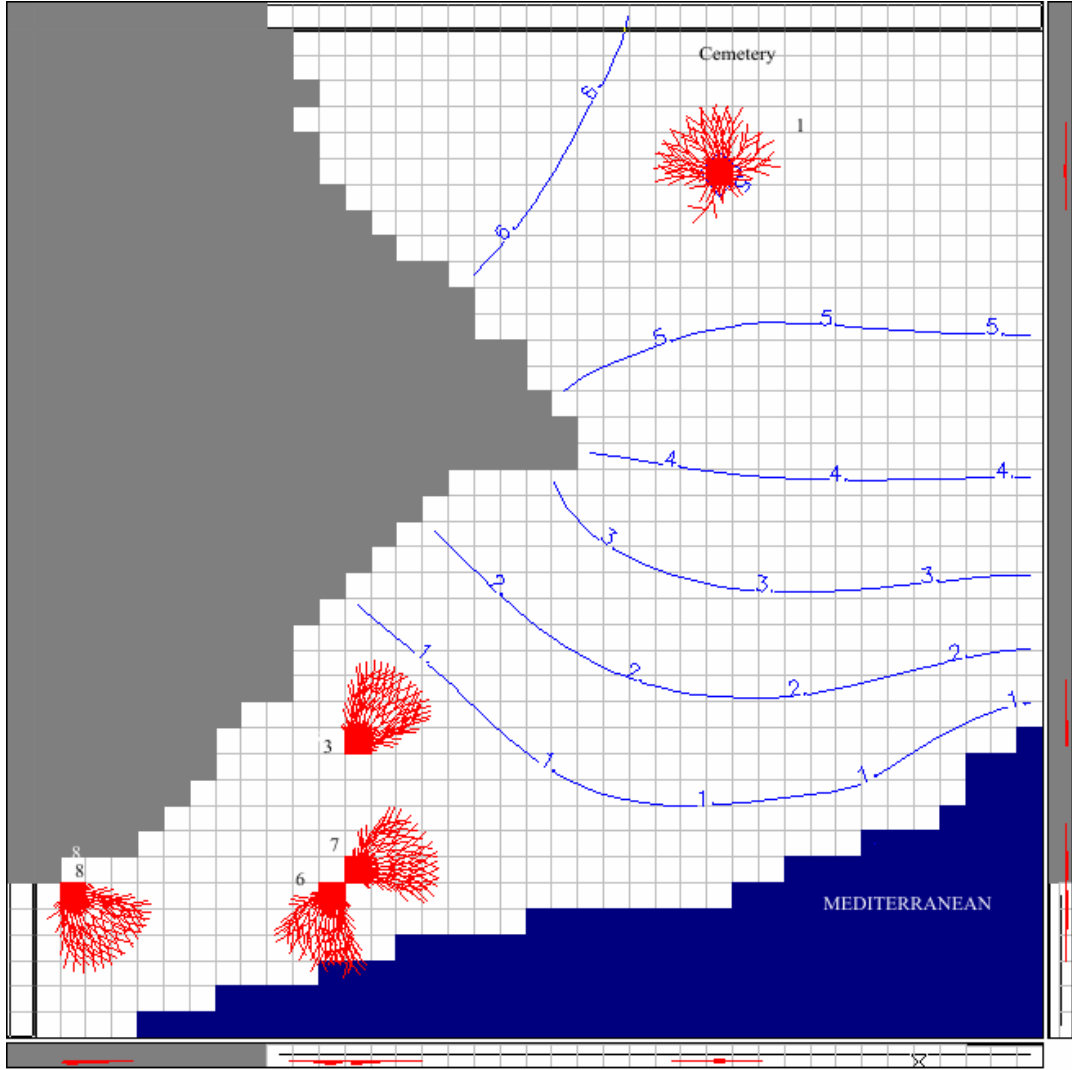
Kirletici yüklerin yeraltı suyunda taşınmaları ve doğal arıtım prosesleri (adsorpsiyon, filtrasyon vb) ile taşınmalarının geciktirilmesi büyük oranda yeraltı suyu akım hızına bağlıdır. PMWIN ile yapılan simülasyonda yeraltı suyu akım hızı vektörlerinin güneyde Pozcu civarında daha şiddetli oldukları ortaya çıkmaktadır. Pozcu civarında denize yakın kesimlerde normalde kuzeyden güneye olan yeraltı suyu akım yönü kuyulardaki aşırı pompaj nedeniyle tersine dönmektedir, yani güneyden kuzeye (denizden karaya) doğru bir akım söz konusudur (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Çalışma alanındaki yeraltı suyu akımı ve yönlerinin PM-WIN Modeli ile modellenmesi

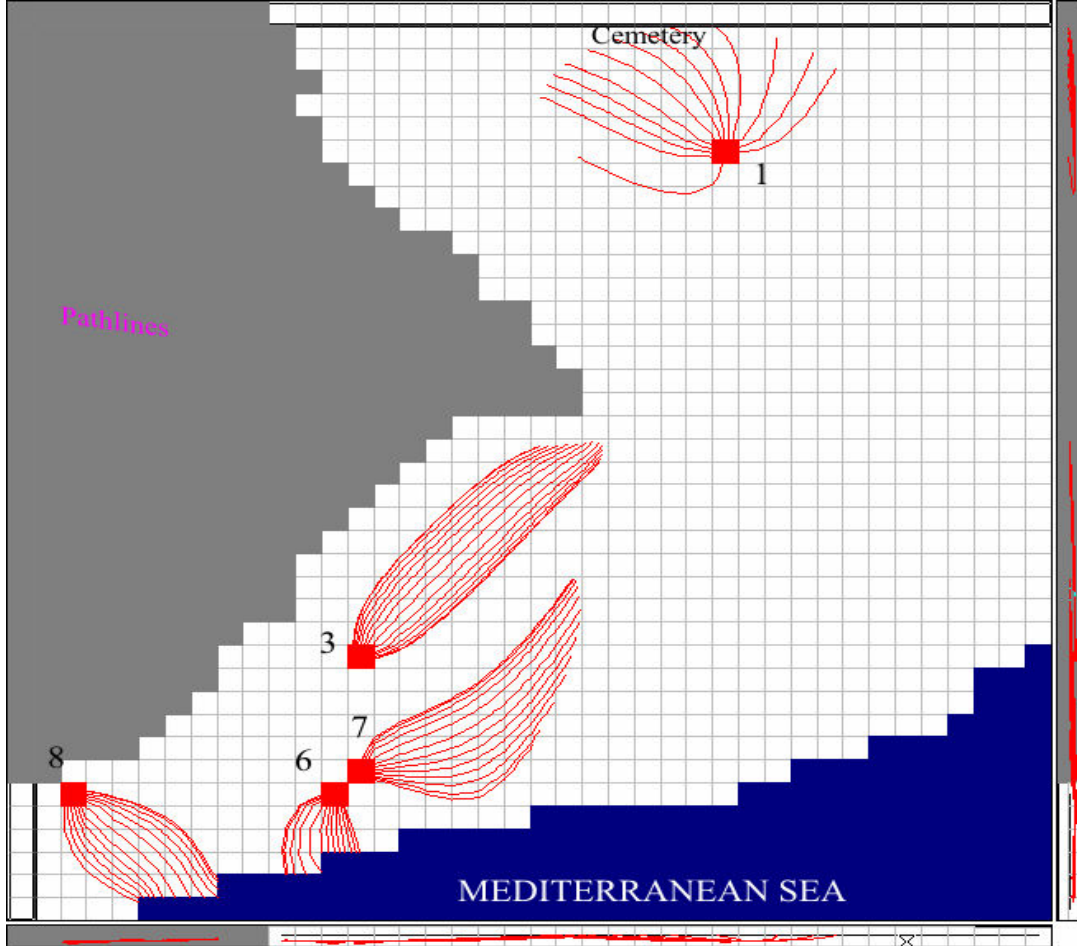
Kuyuların açılış tarihçeleri ile ilgili bilgilere ulaşılamadığından geçişli akım rejimi için bir uygulama yapılamamıştır.

Kuyulardan üretilen yeraltı suyunda yapılan ağır metal analizlerindeki belirlenen çeşitli kirleticilerin bu kuyulara hangi yollardan ulaştığını bulabilmek için PM-WIN simülöründe PM-PATH modülü çalıştırılmıştır. PM-PATH sonuçları kirleticilerin akiferde adveksiyon ile taşınmalarını temel alan bir modüldür. PM-PATH ile kuyularda 1 ve 3 yıllık üretim ile simülasyon yapıldığında kuyuların su toplama bölgeleri (beslenme alanları) ortaya konulmuştur. Buna göre 1 yıllık üretimde 6 nolu kuyunun deniz suyu çekmeye başladığı görülmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Yeraltı suyu akımının PM-WIN ile Modellenmesi

3 yıllık üretimde ise 6 ve 8 nolu kuyuların su toplama alanları da denize ulaşmaktadır. Buna karşı 1 nolu kuyunun su toplama bölgeleri (beslenme alanları) ise Mersin mezarlığı ve hemen kuzey doğusunda bulunan vahşi çöp toplama alanına doğru ulaştığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. 1, 3, 6, 7 ve 8. örnek noktalarındaki yeraltı su akımının PM-WIN ile Modellenmesi

### 4.3. SU KAYNAKLARININ HYDROWIN İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Hydrowin programı suların kimyasal içeriklerini inceleyerek, sudaki major ve minör iyonlar arasındaki korelasyonları dikkate alarak sudaki iyonları oluşturabilecek muhtemel bileşikleri tahmin etmeye yarayan bir programdır. Suyun içerisindeki iyonların hangi kayaç veya kayaçlardan geldiğini tahmin etmektedir [120].

Çalışma alanındaki kuyu sularına ait veriler Hydrowin programı ile incelendiğinde baskın olarak bulunan iyonlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kuyularda Baskın Olan İyonlar

<b>Kuyu No</b>	<b>Fasiyes</b>
69	Ca-Mg
10 ve 21	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>
10	Na-Ca-Mg-Cl
11, 17 ve 18	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl
6, 14 ve 28	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>
4, 6 ve 19	Ca-Mg-Na-Cl-SO <sub>4</sub>
2 ve 24	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl-SO <sub>4</sub>
23 ve 30	Ca-HCO <sub>3</sub>
24	Na-Cl-SO <sub>4</sub>
26	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>
27	Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl
29	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl
4	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl
7	Na-Cl-HCO <sub>3</sub>
10, 16 ve 32	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl
1, 3, 6, 12, 13, 14., 2, 4, 5, 9, 11, 15, 19, 20, 22, 23	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>
13 ve 15	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl
1, 2 ve 22	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>
5, 7, 8, 19, 25	Na-Cl
20 ve 21	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>
63, 65, 70, 73	Mg-Ca-SO <sub>4</sub>

Çizelge 4.4 (devam)

63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 72	Mg-Ca-Cl-SO <sub>4</sub>
63, 65, 66, 67	Mg-Ca-Cl
71, 72, 73	Ca-SO <sub>4</sub> -Cl

Hyrdowin programı kullanılarak kuyuların su kalitesi sınıflandırılmıştır. Suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması Çizelge 4.5’de, sulama suyu kriterlerine göre kuyuların su kalitesi Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması [127]

Tuzluluğa Göre Alt Sınıflar	C1	Az tuzlu su. Bitkilerin çoğu için sulama suyu olarak kullanılabilir.
	C2	Orta tuzlulukta su. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılabilir.
	C3	Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir.
	C4	Çok fazla tuzlu su. Sulama suyu için uygun değil. Ancak çok iyi drenajı yapılmış olanlarda bazı bitkiler yetiştirilebilir.
Sodyum Miktarlarına Göre Alt Sınıflar	S1	Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun
	S2	Orta derecede sodyumlu su. Permeabilitesi iyi olan jipsli arazi için uygun
	S3	Fazla sodyumlu su. Ender hallerde sulama suyu olarak kullanılabilir.
	S4	Çok fazla sodyumlu su. Çok düşük tuzluluk hallerinin dışında sulama suyu olarak kullanılmaz.

Çizelge 4.6. Sulama Suyu Kriterlerine Göre Kuyuların Su Kalitesi

ÖRNEK NO	EC	SAR	GRUP C1	GRUP C2	GRUP C3	GRUP C4
KUY1A	923	0,42			x	
KUY2A	803	0,63			x	
KUY3A	734	0,29		x		
KUY4A	945	0,83			x	
KUY5A	813	0,48			x	
KUY6A	797	0,44			x	
KUY7A	3330	28,43				x
KUY8A	6290	14,64				x
KUY9A	654	0,42		x		
KUY10A	750	1,31			x	
KUY11A	297	0,11		x		
KUY12A	911	0,50			x	
KUY13A	1476	0,83			x	
KUY14A	1031	0,30			x	
KUY15A	1057	0,54			x	
KUY16A	873	1,46			x	
KUY17A	1011	2,12			x	
KUY18A	763	2,23			x	
KUY19A	494	0,75		x		
KUY20A	779	0,92			x	
KUY21A	893	1,60			x	
KUY22A	577	0,61		x		
KUY23A	257	0,17		x		
KUY24A	1941	15,34			x	
KUY25A	6630	17,81			x	
KUY26A	1120	1,86			x	
KUY27A	1283	1,19			x	
KUY28A	1307	0,84			x	
KUY29A	984	14,84			x	
KUY30A	1012	0,97			x	
KUY31A	328	0,15		x		
KUY32A	671	1,51		x		
KUY33A	1075	-			x	
KUY34A	1337	-			x	
KUY35A	1701	-			x	
KUY36A	953	-			x	
KUY37A	762	-			x	
KUY38A	629	-		x		
KUY39A	1060	-			x	
KUY40A	1196	-			x	
KUY41A	459	-		x		
KUY42A	1001	-			x	

Çizelge 4.6 (devam)

ÖRNEK NO	EC	SAR	GRUP C1	GRUP C2	GRUP C3	GRUP C4
KUY43A	856	-			x	
KUY44A	1200	-			x	
KUY45A	3000	-	x			
KUY46A	1539	-			x	
KUY47A	1053	-			x	
KUY48A	498	-		x		
KUY49A	1103	-			x	
KUY50A	1083	-			x	
KUY51A	1067	-			x	
KUY52A	604	-		x		
KUY53A	1280	-			x	
KUY54A	1092	-			x	
KUY55A	922	-			x	
KUY56A	1060	-			x	
KUY57A	945	-			x	
KUY58A	1030	-			x	
KUY59A	903				x	
KUY60A	994	-			x	
KUY61A	1096	-			x	
KUY62A	2000	-	x			
KUY63A	800	-			x	
KUY64A	737	-		x		
KUY65A	774	-			x	
KUY66A	1920	-			x	
KUY67A	6350	-			x	
KUY68A	2210	-			x	
KUY69A	985				x	
KUY70A	872	-			x	
KUY71A	405	-		x		
KUY72A	744	-			x	
KUY73A	492	-		x		

Kuyuların kimyasal özellikleri Hydrowin programında incelendiğinde; İletkenlik, SAR (Sodium Adsorption Ration), Tuzluk miktarları belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Sulama suyu kriterlerine göre; 45 ve 62 nolu kuyuda Grup C1'e, 3, 9, 11, 19, 22, 23, 31, 32, 38, 41, 48, 52, 64, 71, 73 nolu kuyularda Grup C2'e 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58 59, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72 nolu kuyularda Grup C3'e, 7 ve 8 nolu kuyuda Grup C4'e, uygundur.



Hydrowin programında kuyuların kimyasal özelliklerine bağlı olarak major ve minor iyonların hangi kayaçtan gelebileceği ile ilgili simülasyon sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kuyuların Su Kalitesinin Hydrowin Programına Göre Sınıflandırılması

<b>SAMPLE KOD</b>	<b>Halite (NaCl)</b>	<b>Carbonate (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Dolomite (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)</b>	<b>Anhydrite (CaSO<sub>4</sub>)</b>
KUY1A	x		x	x
KUY2C	x		x	x
KUY3A	x		x	x
KUY4C	x		x	x
KUY5A	x		x	x
KUY6C	x		x	x
KUY7A	x	x		x
KUY8B	x			x
KUY9A	x		x	x
KUY10B	x	x	x	x
KUY11A	x	x	x	x
KUY12B	x		x	x
KUY13A	x		x	x
KUY14C	x		x	x
KUY15A	x		x	x
KUY16A	x		x	x
KUY17A	x		x	x
KUY18C	x		x	x
KUY19A	x		x	x
KUY20B	x	x	x	x
KUY21A	x		x	x
KUY22C	x	x	x	x
KUY23A	x			x
KUY24C	x			x
KUY25A	x		x	x
KUY26A	x		x	x
KUY27A	x	x	x	x
KUY28A	x		x	x
KUY29A	x			x
KUY30A	x	x	x	x
KUY31A	x	x	x	x
KUY32A	x	x	x	x

Çizelge 4.7 (devam)

<b>SAMPLE</b>	<b>Halite</b>	<b>Carbonate</b>	<b>Dolomite</b>	<b>Anhydrite</b>
---------------	---------------	------------------	-----------------	------------------

KOD	(NaCl)	(CaCO <sub>3</sub> )	(CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	(CaSO <sub>4</sub> )
KUY63A			X	X
KUY64A			X	X
KUY65A			X	X
KUY66A			X	X
KUY67A			X	X
KUY68A			X	X
KUY70A			X	X
KUY71A		X	X	X
KUY72A		X	X	X
KUY73A		X	X	X

Hydrowin programında yapılan değerlendirme sonucunda, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının Halite (NaCl) mineralinden gelebileceği tahmin edilmiştir. Ancak çalışma alanında Halite (NaCl) minerali bulunmamakta ve kuyular deniz kenarında kıyıya yakın olduğundan Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının kaynağının deniz suyu olabileceği tahmin edilmektedir.

#### 4.4. BERDAN OVASI CBS'İNİN OLUŞTURULMASI

#### 4.4.1. Su Kaynaklarında CBS Analizi

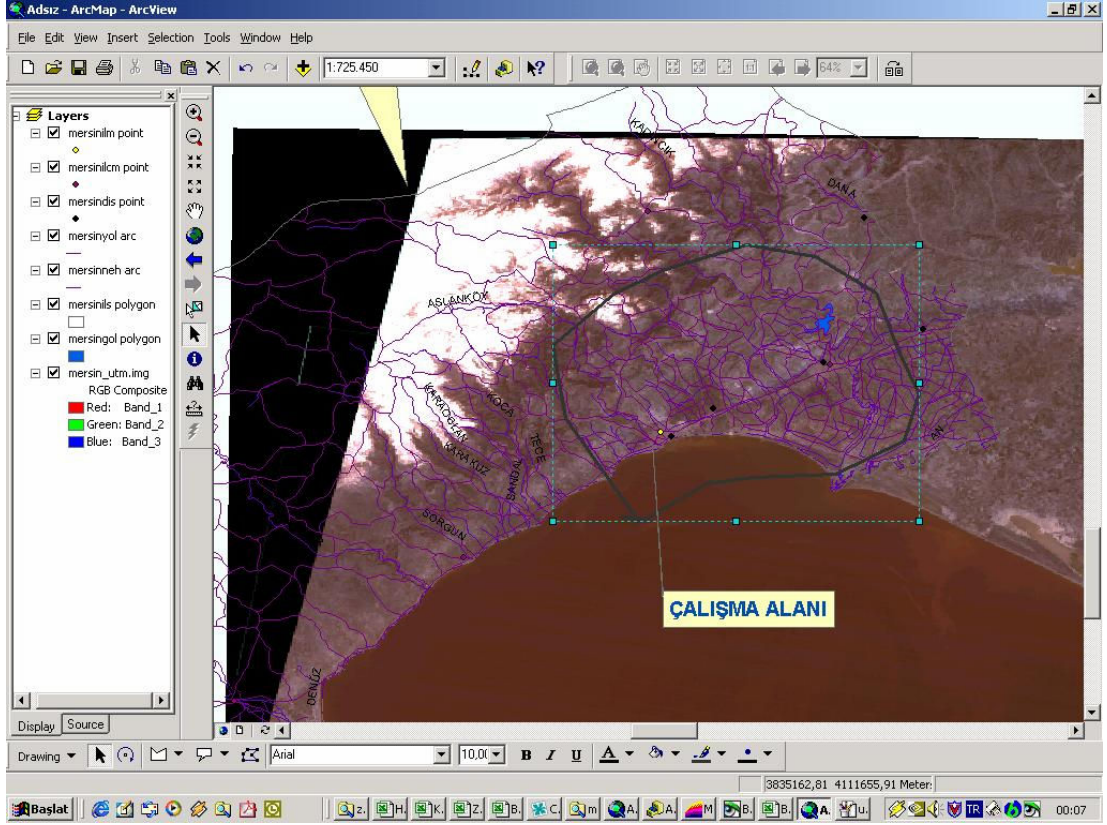
Mezitli ve Tarsus arasında çalışma alanındaki su kaynaklarındaki daha önceki yıllarda yapılmış analiz sonuçları toplanmıştır.

Çalışma alanındaki yeraltı su kuyularının koordinatları bulunarak sisteme eklenmiştir. 142 adet kuyu ile ilgili koordinatlar sisteme eklenmiştir. Ayrıca kuyular ile ilgili öz nitelik bilgileri (isim, yıl, ay, kuyu tipi, Sıcaklık, pH, EC, Tuzluluk, K, Na,  $\text{NH}_4^+$ , Ca, Mg, Fe, Li, Mn,  $\text{SiO}_2$ , Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni, F, Br, Mo, Co, Al, ÇO, KOI, BOI, TKM, AKM, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrit, nitrat, siyanür, sertlik, deterjan, fosfat, yağ gres,) sisteme entegre edilmiştir. Kuyular ile ilgili jpeg resimler hotlink özelliği kullanılarak sisteme girilmiştir. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sistemi çalışma alanı ile ilgili uydu görüntüsü Şekil 4.25'de verilmiştir.

Kuyulardaki pH, EC, K, Na,  $\text{NH}_4^+$ , Ca, Mg, Fe, Mn,  $\text{SiO}_2$ , Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni, F, Br, TKM, bikarbonat, klorür, tuzluluk, sülfat, nitrit, nitrat su kalite parametrelerine göre istatistiksel analizler yapılmış ve kontur haritalar oluşturulmuştur.

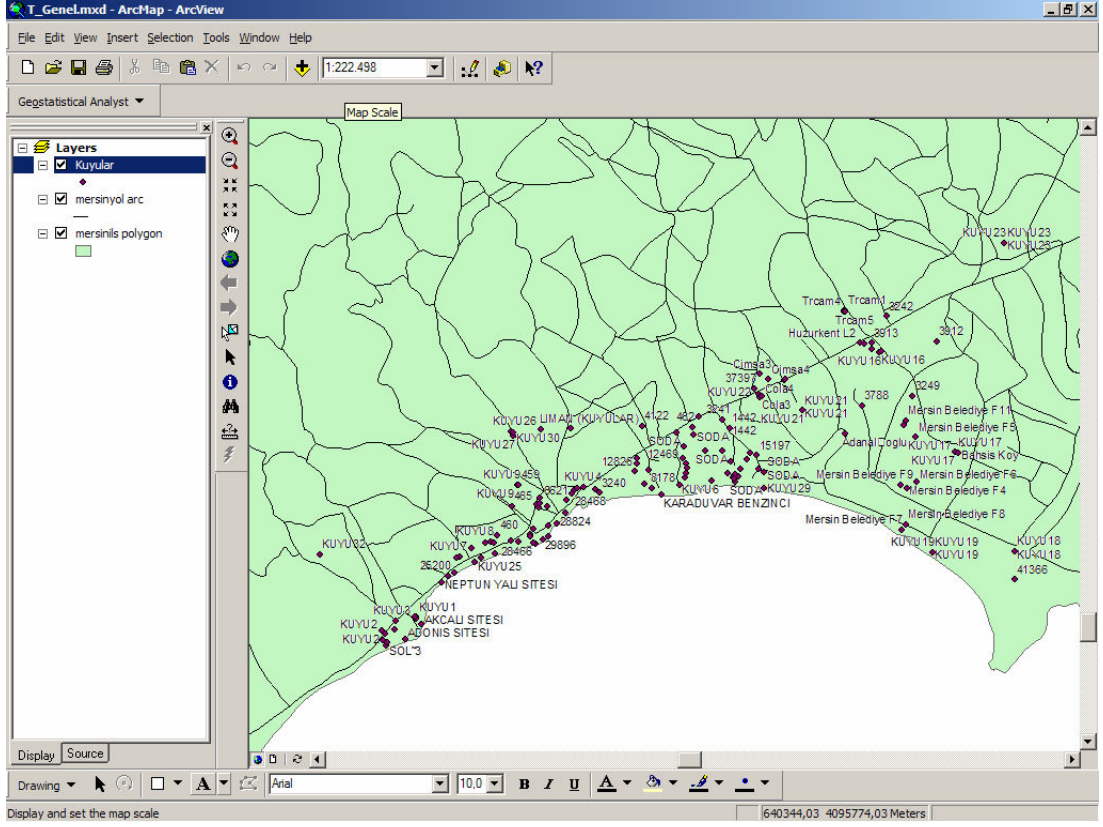
Bu yönetim sisteminin oluşturulmasının ardından ikinci aşamada CBS'nin fonksiyonları olan sayısal veri analizi, konumsal sorgulama, görüntüleme yapılmıştır. İstatistik analizin sonunda kullanılabilir, anlamlı analiz sonuçlarının sisteme entegre edilmesi için tematik haritalar oluşturulmuştur (Şekil 4.26).

Kuyulardaki analiz sonuçlarına göre; parametreler TS 266 İçme suyu standartlarına göre karşılaştırılmış, standartların üzerinde derişime sahip olan kuyular belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanındaki kuyularda su kalite parametrelerinin analiz sonuçlarının ortalama değerlerine göre sınıflandırma yapılmış, derişimi ortalama değer üzerinde olan kuyular belirlenmiştir.

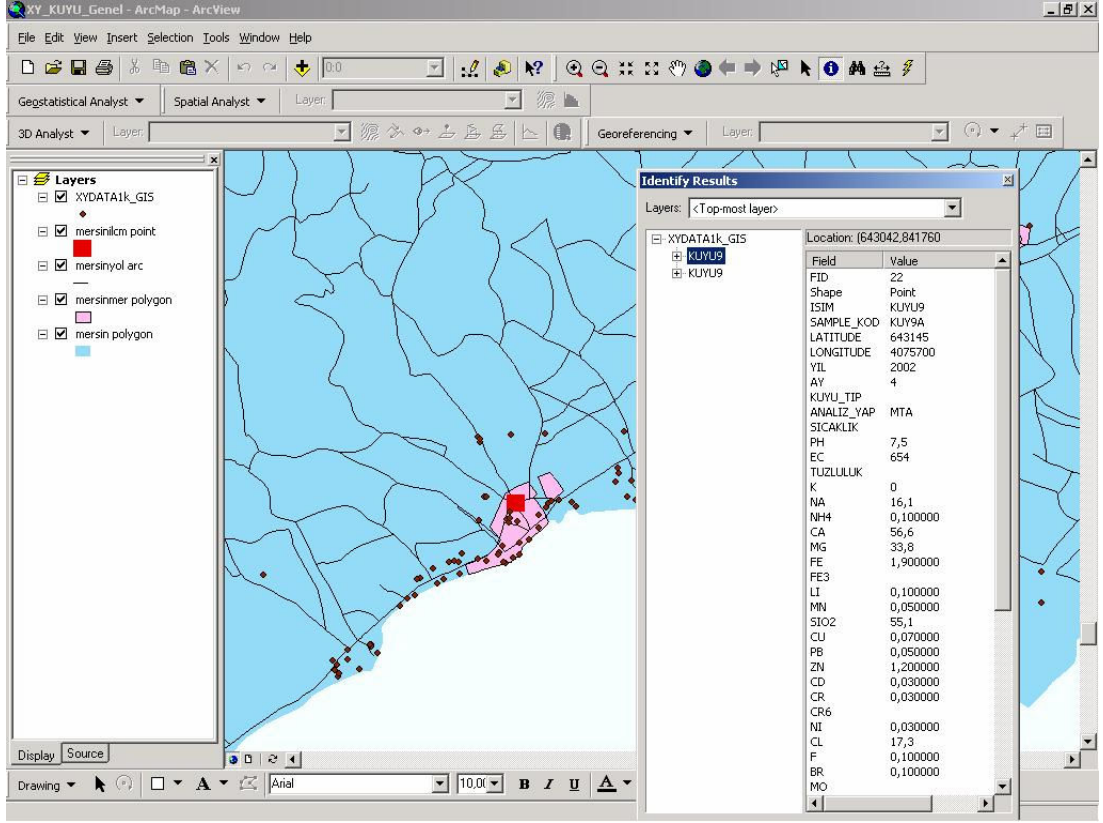


**Şekil 4.25.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışma Alanı

Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyular Şekil 4.26’da ve Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde öznitelik bilgileri Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.26. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyular



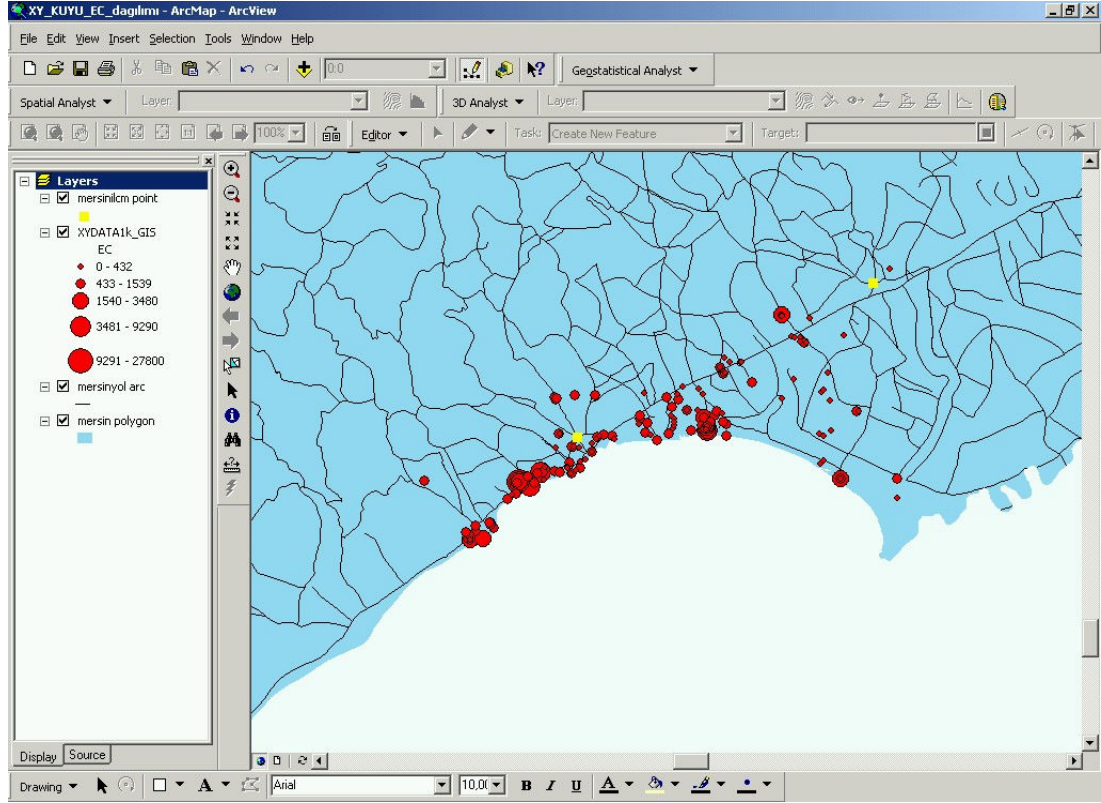
**Şekil 4.27.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde öznitelik bilgileri

Coğrafi Bilgi Sistemi'nin çalışma alanındaki sürekli değişimler nedeniyle güncel tutulması gerekliliği vardır. Bu bakımdan çalışma alanındaki değişikliklerin coğrafi bilgi sistemine aktarılarak güncelleştirmelerin yapılması ile sistem kendi içinde tutarlı ve sürekli bir yapı içerisinde olacaktır. Tüm sayısal veriler ülke koordinat sisteminde yer alacak şekilde sistem oluşturulmuş, konumsal veri tabanına ve sisteme entegre edilerek güncel bir duruma getirilmiştir. Çalışmada UTM (Universal Transvers Mercator) koordinat sistemi (36 zone Datum: European\_1950) kullanılmıştır.

CBS ortamında çeşitli sorgulamalar yapılarak su kalitesi açısından standart değerleri ile ilgili parametreleri aşan noktaları saptamak mümkün olmaktadır. Çalışma alanında kuyu sularının pH değerleri 6,5 ile 8,5 arasında değişmektedir.

Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyulara göre elektriksel iletkenlik (EC) derişimlerinin değişimi Şekil 4.28'de, Berdan Ovası

(Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyularda elektriksel iletkenlik derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değişimi Şekil 4.29’da, Klorür derişimlerinin değişimi Şekil 4.30’da verilmiştir.



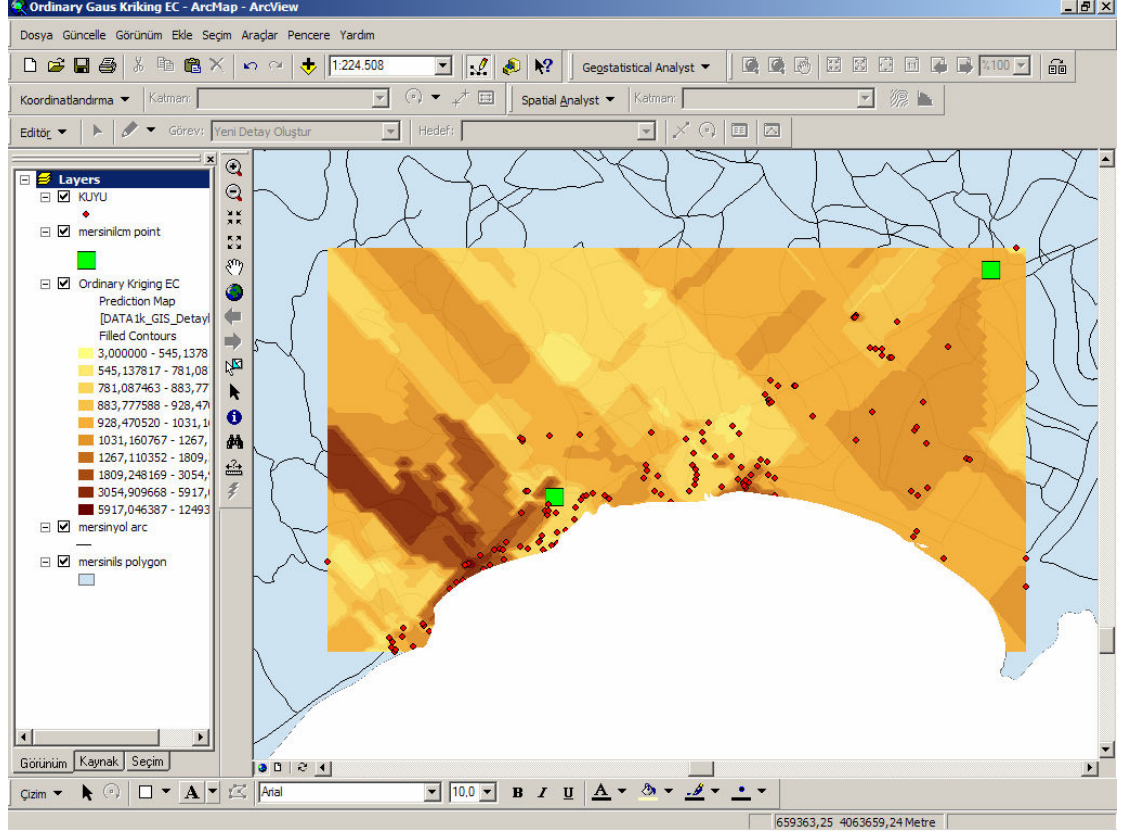
**Şekil 4.28.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik (EC) Derişimlerinin Değişimi

Özgül elektriksel iletkenlik değeri, içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır [23].

Elektriksel iletkenliğin birimi simens'tir. Elektriksel iletkenlik sıcaklığa, su içindeki çözünmüş maddelere (tuz vb.) ve iz haldeki çözelti içeriklerine bağlı olarak değişebilir. Suyun elektriksel iletkenliğinin düşük olması nedeniyle birimi  $\mu\text{S}$  dir.

Çalışma alanında kuyu sularında yapılan elektriksel iletkenlik ölçümlerinde; elektriksel iletkenlik değeri 700 ile 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişmektedir. Deniz suyu girişimi, elektriksel iletkenliğe bağlı olarak alındığında ve sınır değeri de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

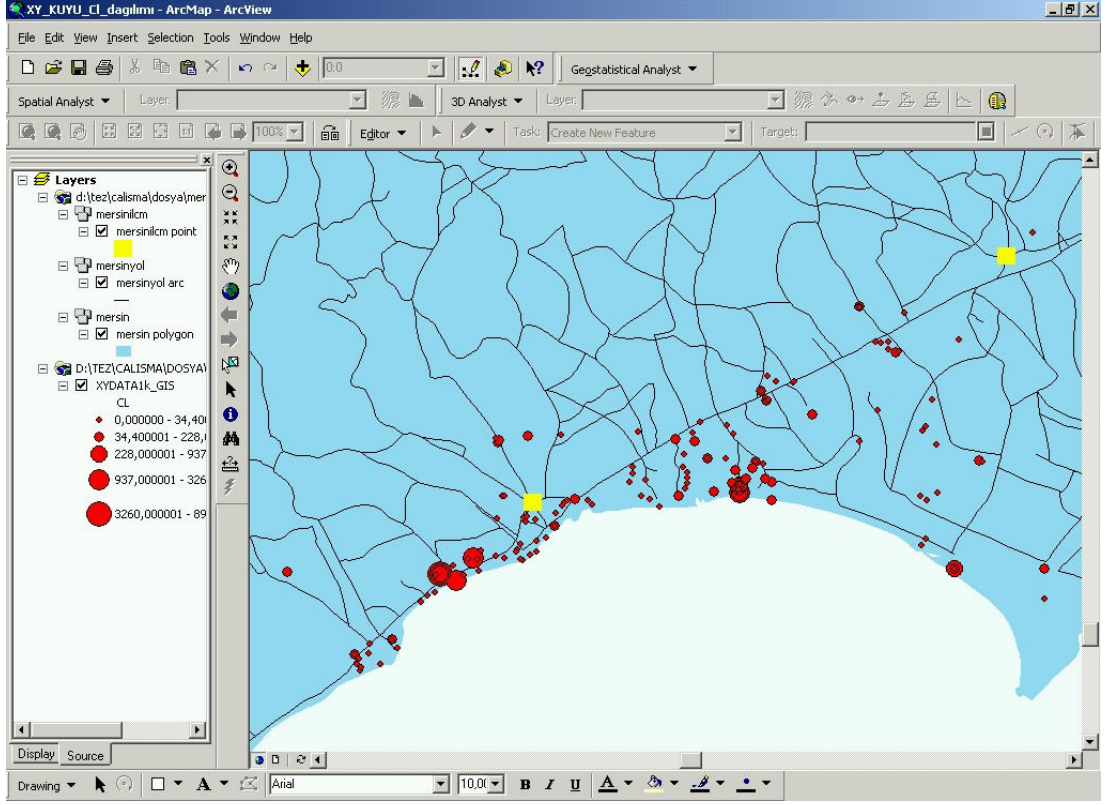
olduğu için çalışma alanındaki Mezitli, Karaduvar, Kazanlı mevkinde 1, 4, 6, 16, 17, 31 nolu kuyuların aylara göre değişken olmak şartıyla deniz suyu girişimi açısından tehlike arz etmektedir. Bu durum diğer kuyuların analiz sonuçları incelendiğinde açık olarak gözlenmektedir.



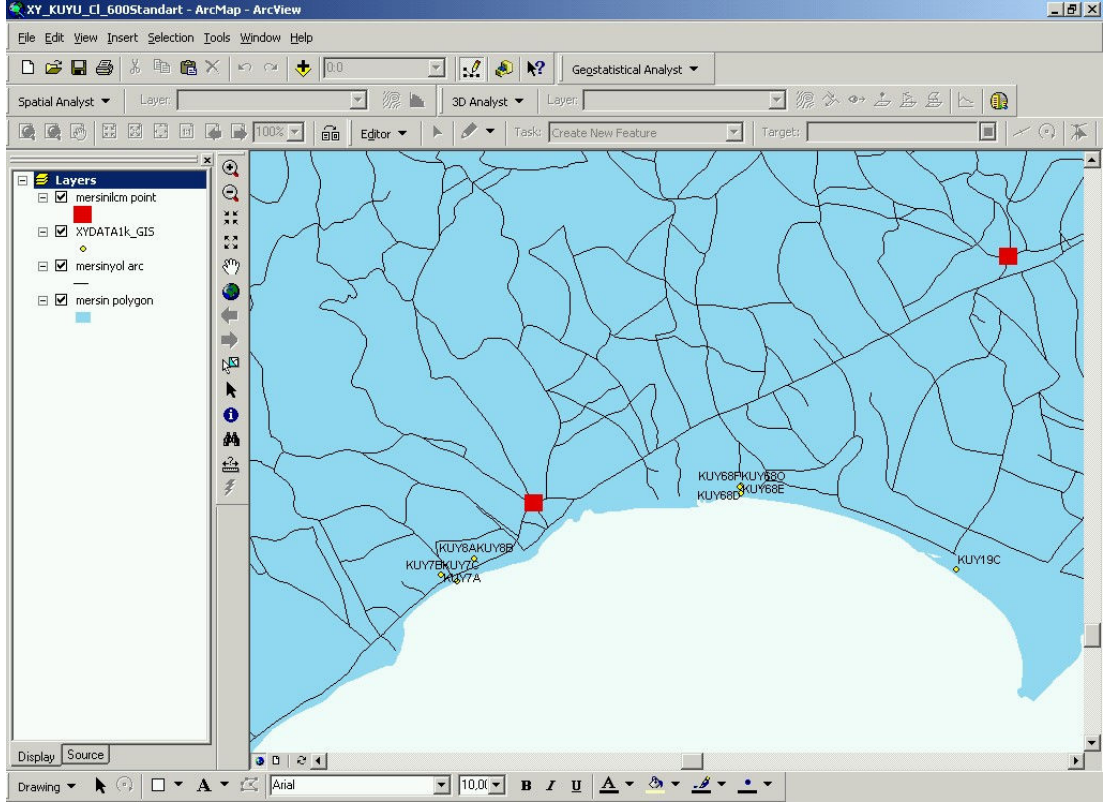
**Şekil 4.29.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik (EC) Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi

Mersin'in batısında sahil kesiminde özellikle Mezitli civarında ve Pozcu, Göçmen mahallesi civarında tuzlanma miktarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Doğuda ise Kazanlı ve Kulak Köyü çevresinde elektriksel iletkenlik değerlerine göre deniz suyu girişimi olduğu görülmektedir.





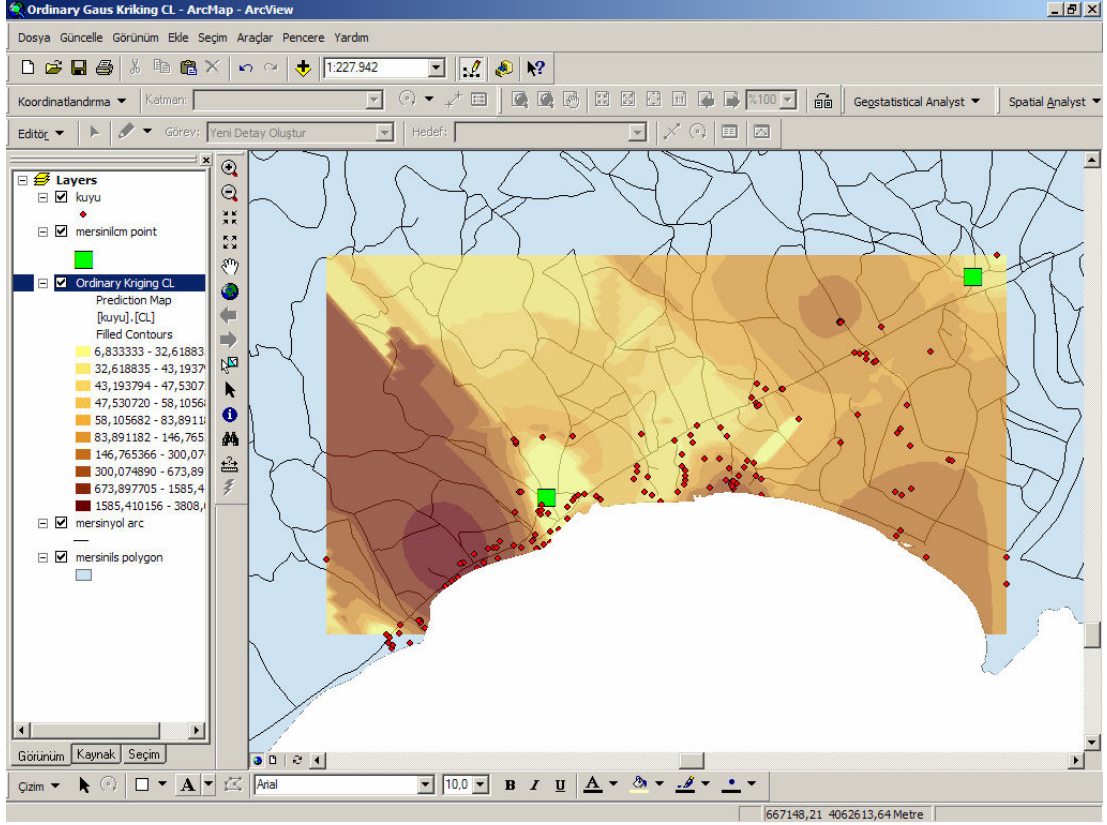
**Şekil 4.30.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Değişimi



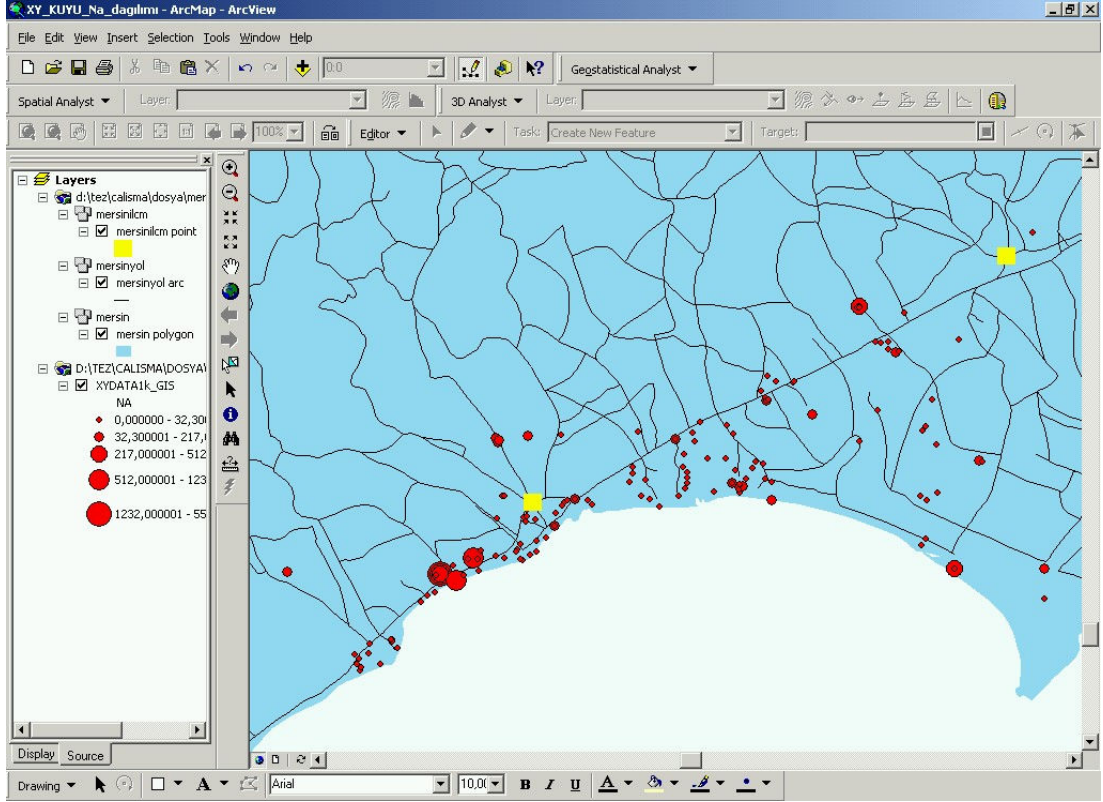
**Şekil 4.31.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

Mezitli, Kazanlı civarındaki 7, 8, 19, 68 nolu kuyulardaki klorür iyonu derişimi, TS 266 ya göre tavsiye edilen standart değer 250 mg/L ve müsaade edilen standart değer olan 600 mg/L sınırını aşımıştır (Şekil 4.31) [128].

Klorür derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değişimi Şekil 4.32’de, Sodyum iyonu derişimlerinin değişimi Şekil 4.33’de, Sodyum iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değişimi Şekil 4.34’de verilmiştir.

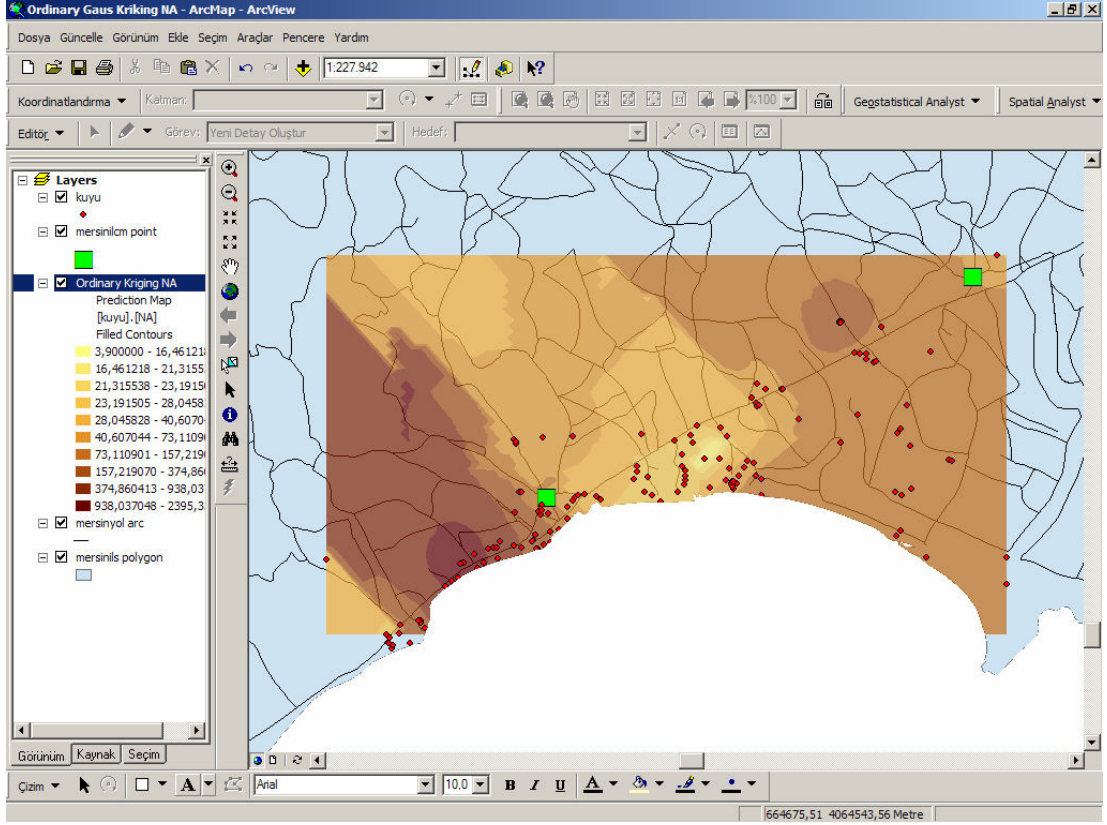


**Şekil 4.32.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Klorür İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi



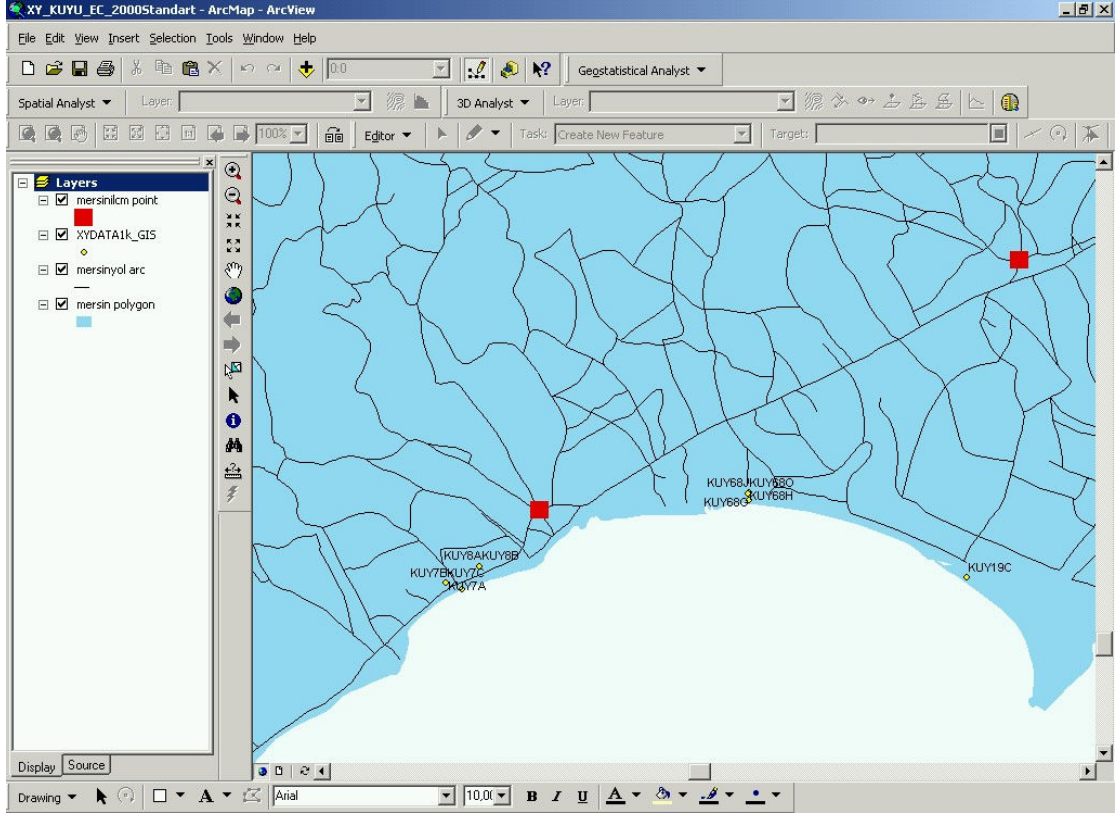
**Şekil 4.33.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sodyum İyonu Derişimlerinin Değişimi

Sodyum ve klorür iyonları ile ilgili grafiklerde yeraltı sularına ait örnekler ve deniz suyu arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Burada gözlenen doğrusal ilişki genellikle yeraltı suyu ile deniz suyu arasındaki karışımı göstermektedir. Bu sonuç, Demirel'in ve Hatipoğlu'nun da yaptığı çalışmada tespit edilmiştir [31, 35].



**Şekil 4.34.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sodyum İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi

Elektriksel iletkenlik değerinin standartlara göre karşılaştırılması yapıldığında TS 266 içme suyu standartlarında sınır değer olan 2000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'den yüksek olan yerler; 7, 8, 19 ve 68 nolu kuyular olarak belirlenmiştir (Şekil 4.35), [129].



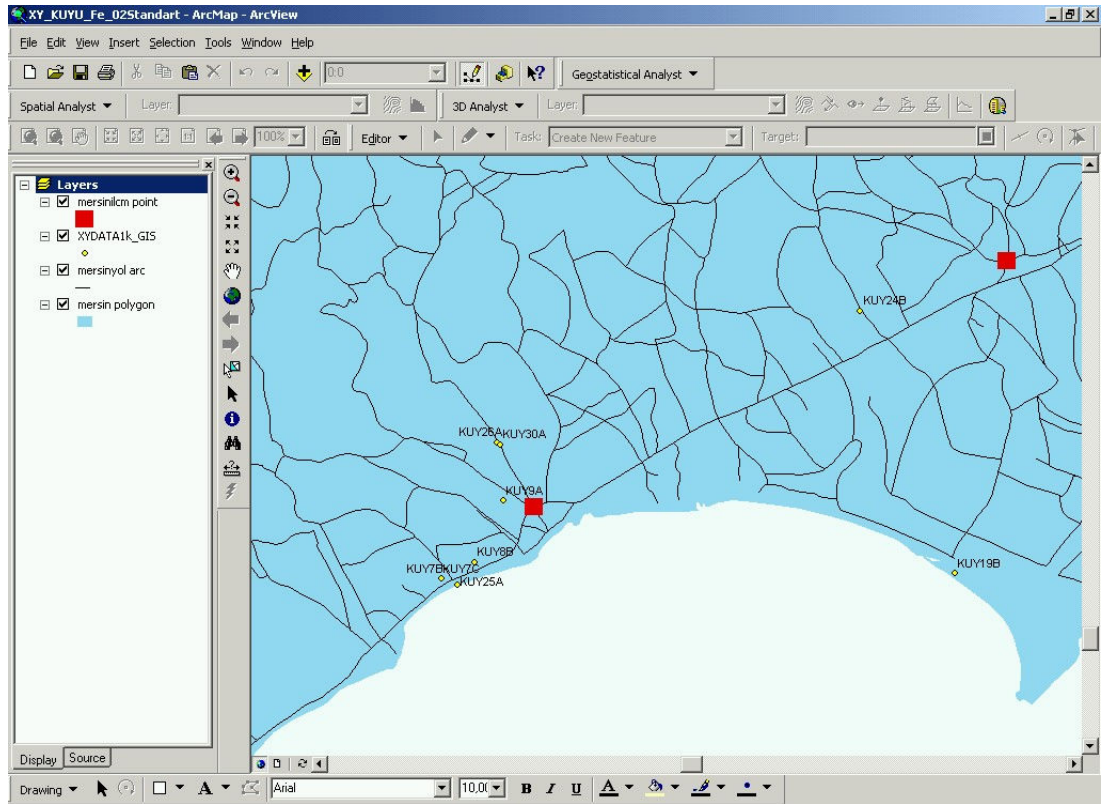
**Şekil 4.35.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Elektriksel İletkenlik Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

Yeraltı suyunda elektriksel iletkenlik değerleri suyun mineralizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Mersin akiferinde yeraltı suyunun elektriksel iletkenlik değerleri 1000 $\mu$ s/cm değerinde iken, deniz suyunun elektriksel iletkenlik değeri 50000  $\mu$ s/cm olarak ölçülmüştür. Mezitli-Kazanlı arası ve Kazanlı bölgesi'nde denize yakın kuyularda ölçülen (7, 8, 19, 68 nolu kuyularda) elektriksel iletkenlik değerlerinin 2000  $\mu$ s/cm değerinin üstüne çıktığı görülmektedir. Bu durum bize akifere deniz suyu girişimini işaret etmektedir (Şekil 4.35).

Elektriksel iletkenlik derişiminin aylara göre değişimi incelendiğinde; sıcaklık artışı veya azalışından etkilendiği görülmektedir. Yaz aylarının sonlarına doğru deniz suyu girişim etkisinin belirgin olduğu görülmektedir. Kış aylarında sıcaklığın düşmesine ve yağışlara bağlı olarak kuyulardaki deniz suyu girişim miktarının azalmasına neden olmaktadır. Elektriksel iletkenlik miktarlarındaki artış deniz suyu girişiminin Mezitli

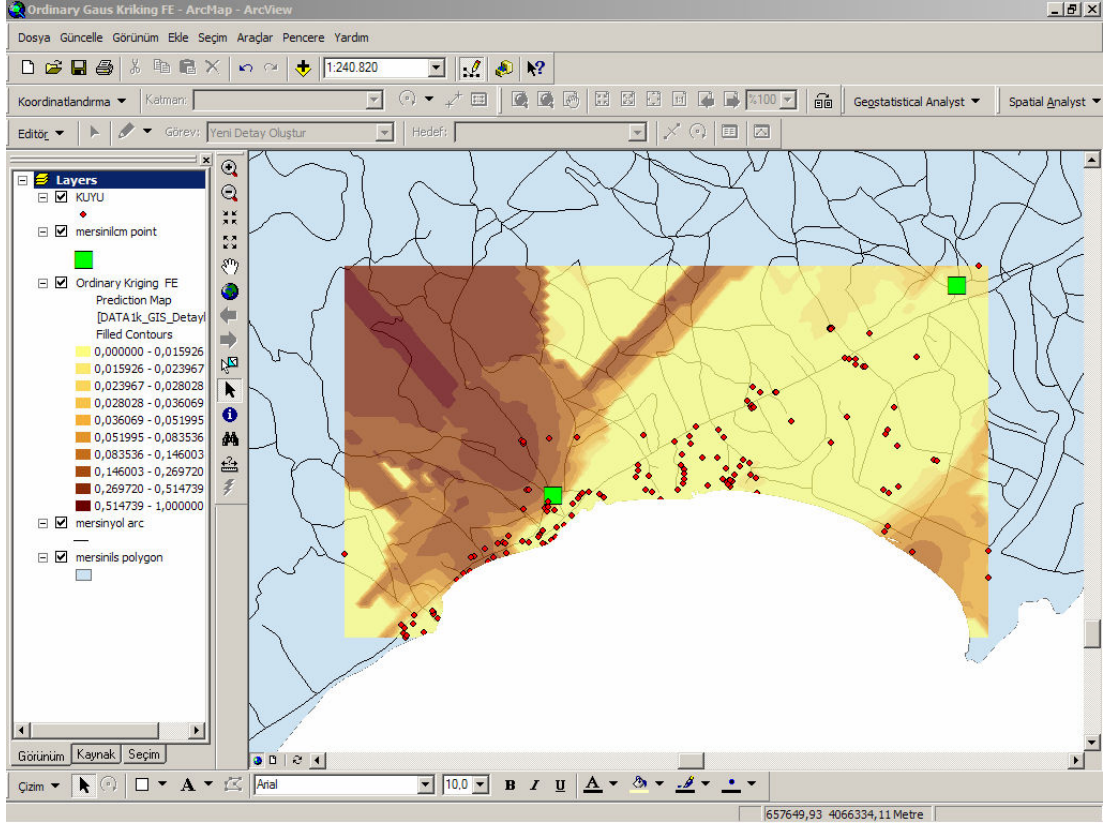
civarında, Mersin şehir merkezinde ve Karaduvar civarında olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

TS-266 içme suyu standardına göre içme sularında müsaade edilebilecek maksimum standart değer demir için 0.3 mg/l, çinko için 5 mg/l, bakır için 3 mg/l, kadmiyum için 0.005 mg/l ve nikel için 1 mg/l'dir [129].



**Şekil 4.36.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Demir İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

Demir iyonu değerinin standartlara göre karşılaştırılması yapıldığında sınır değer olan 0,02 mg/L den yüksek olan yerler; 7, 8, 9, 19, 24, 25, 26 ve nolu kuyular olarak belirlenmiştir (Şekil 4.36). Demir iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değişimi Şekil 4.37'de verilmiştir.



**Şekil 4.37.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Demir İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi (mg/L)

Sınır değerler aşıldığında daha çok içme suyu dağıtım sistemlerinde sorunlar yaşanır. Bazı kuyularda demir iyonu derişimlerinin 0,3 mg/L olarak önerilen değerin çok üstünde oluşu bize kuyulardaki boruların paslanma ihtimalinden ve içme suyu şebeke siteminden kaynaklandığını işaret etmektedir.

Yeraltı sularında Fe (II) iyonun başlıca kaynağı magmatik kayalar ve sülfür çökelleri (pirit,  $FeS_2$ ) olabileceği gibi sedimanter ve metamorfik kayalar da olabilir. Demiroksitler (hematit,  $Fe_2O_3$ ; magnetit  $Fe_3O_4$ ) ve demirhidroksitler (götüt,  $HFeO_2$ ) kumtaşlarından süzülme ile gelebilir.

Çinko iyonunun sülfür (sfalerit,  $ZnS$ ) ve karbonat (simitsonit,  $ZnCO_3$ ) olmak üzere iki önemli kaynağı vardır. Çinko iyonu doğada genellikle bakır-çinko veya bakır-kurşun-çinko gibi sülfürün iki veya daha fazla kombinasyonu ile bulunur.



Kadmiyum ise genellikle sülfür (grenokit, CdS) olarak ve özellikle sfalerit (ZnS) gibi sülfür depozitleri ile birlikte bulunur [129].

Çalışma alanında bazı kuyularda demir iyonunun içeriği artış göstermektedir (Şekil 4.37). Endüstriyel atıklardan kaynaklanan demir iyonunun süzülerek yeraltı suyuna geçmesi bu artışın nedeni olabilir.

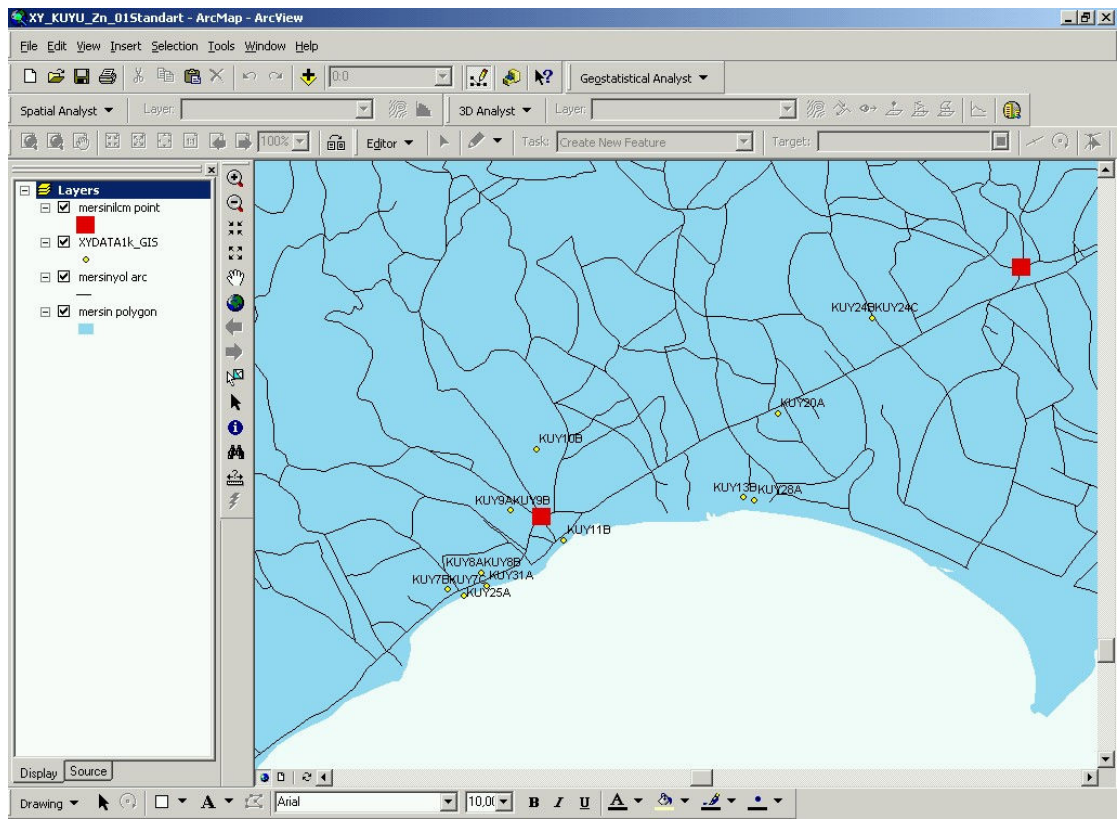
Demir iyonu, doğada çok bulunmasına rağmen, doğal sulara az miktarda bulunur. Bunun nedeni demirin suda hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir +2 değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) halindedir. Ferro demir kararlı bir iyon olmayıp ortamda oksijen varsa reaksiyonu gereğince demir-3-hidroksit halinde çökerek sudan ayrılır. İndirgeyici koşullar altında reaksiyon tersine dönerek, suda bol miktarda ferro demir bulunabilir, pH 6-8 değerleri arasında üç değerlikli ferri demirin çözünürlüğü sınırlandırılmış olup, çözünürlük çarpımı  $4.10^{-10}$  dan  $5.10^{-6}$  dolayında olur. Daha düşük pH değerlerinde ferri demirin çözünürlüğü artar, çoğunlukla alkali karakterdeki sulara ferri demir, koloidal halde görülür. Havanın etkisi veya klor ilavesiyle demir, ferri (+3) haline yükseltgenir ve hidrolize olarak çözünmeyen demir 3 oksit haline döner. Alkali yüzey sularında demir ender olarak 1 mg/L değerinden daha fazla derişimlerde bulunabilir. Diğer taraftan bazı yeraltı suları ve asidik yüzey sularında fazla miktarda demir iyonu bulunabilir. 0.3 mg/L demir içeren suların tadı hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim bakımından kullanılmaya da uygun değildir. Çünkü mikroorganizmaların oluşumuna yardım ettikleri gibi bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkkama tehlikesi vardır.

Su tabakası, şist tabakaları, kum taşı yada diğer bazı kayalar içinde bulunduğu zaman yeraltı sularında yüksek demir ve manganez derişimlerine rastlanır. [35, 129].

EPA'nın içme sularında demir için izin verdiği sınır değer 0,3 mg/L'dir [125]. Sulardaki demirin kaynağı formasyon, demir içeren suni gübreler ve atıklardır. Demir

kirlenmesinin insan sağlığı üzerine etkileri de karaciğer yetmezliği, mide krampları, baş dönmesi, kusma, çok ve komaya girme olarak sıralanabilir.

Yeraltı sularında çinko iyonu, derişimi dşuk olmakla birlikte demir iyonuna göre daha yaygın olarak bulunan bir ağır metaldir. Çinko iyonu asidik pH koşullarında oznme ile yeraltı sularına geçmektedir. Çinko iyonu değerlerinin standartlara göre değerimi Şekil 4.38’de ve çinko iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değerimi Şekil 4.39’da verilmiştir.



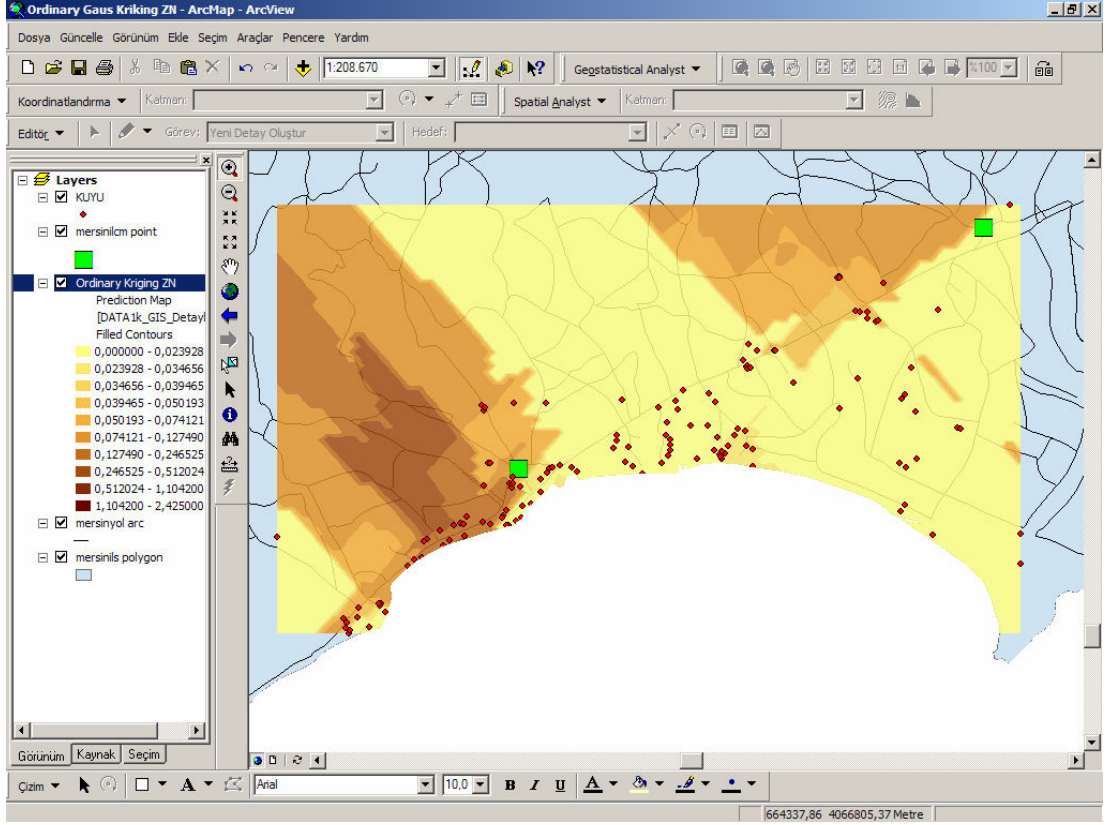
**Şekil 4.38.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) evresel Coğrafı Bilgi Sisteminde Kuyularda inko İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değerimi (mg/L)

Doğada bol miktarda bulunan çinko yeryüzü kabuğunun % 0, 004 n oluşturur. En çok bulunan minerali sfalerit (ZnS)’dir. Bu bileşik Pb, Cu, Cd ve demir sülfürle beraberdir. Topraktaki inko miktarı 1-300  $\mu\text{g/g}$  arasında hesaplanmıştır. Atmosferdeki inko miktarı kaynak noktasına bağlı olarak değerir. Çinko sülfür, oksit ve karbonatları yüksek klorürlü suda oznmekte ve çinko sülfat tuzları çinko hidroksit ve çinko

karbonat şeklinde çözünmektedir. Doğal sulara çinko az bulunur. Adsorbsiyonla çözülmüş çinkonun miktarı düşer. Musluk suyunda çinko miktarı, galvanizli pirinç borular ve diğer çinkolu yapılardan gelen çinko nedeniyle yüzey sularından daha fazladır. Çinko kaynakları formasyon ve çinko ile çalışan sanayi atıklarından kaynaklanmaktadır. Musluk suyunda çinko miktarı 0,01-1mg/L arasında genel olarak değişiklik gösterir. EPA'ya göre içme suyundaki çinko için sınır değeri 5 mg/L olarak verilmiştir. 5 mg/L den fazla çinko insanlarda kusma, su eksikliği, elektrolit dengesizliği, karın ağrısı, bulantı, uyuşukluk, baş dönmesi, adale kondisyonunda eksiklik şeklinde görülür. Çinko klorürün neden olduğu böbrek yetersizliği görülmüştür. İçme suyundaki sınır değer üstündeki çinko damar rahatsızlığı, iştahsızlık ve zehirlenme gibi sağlık problemleriyle ortaya çıkarmaktadır. Çinko suya arzu edilmeyen ilaç tadı verir. Kaynama esnasında yağlı bir film tabakası meydana getirir [33, 34, 35, 129].

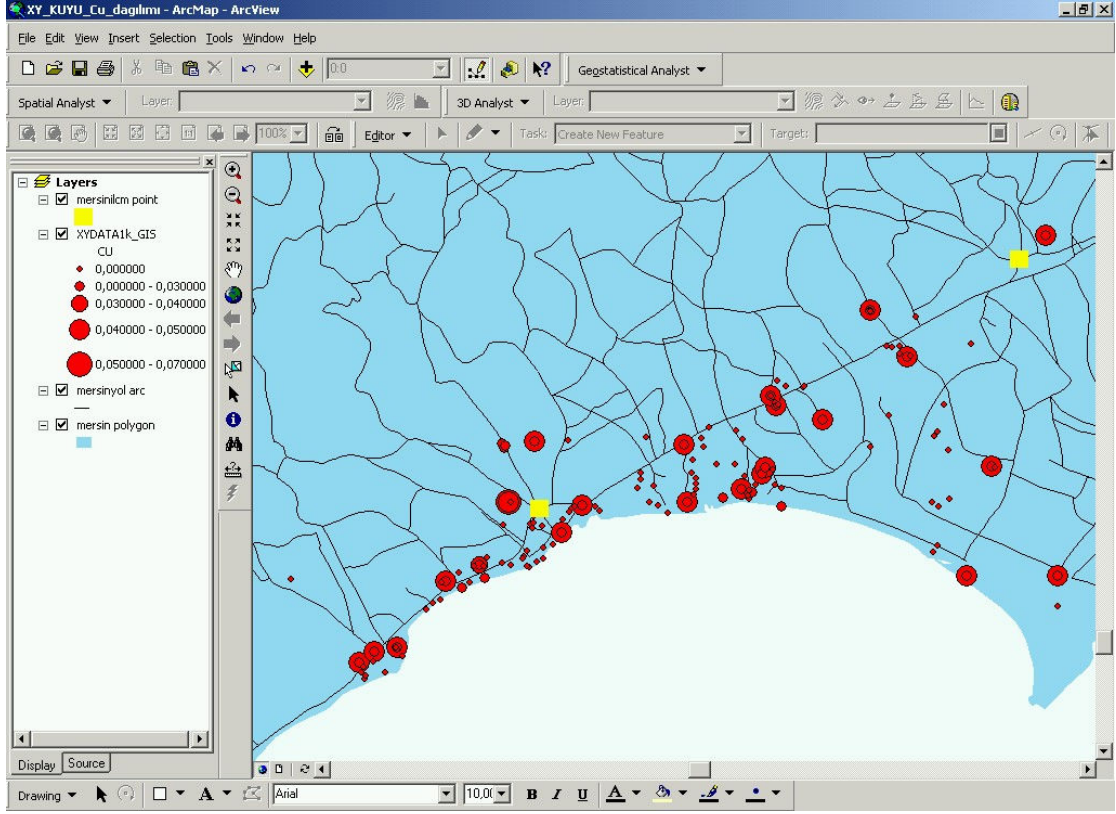
Çalışma alanında yapılan ölçümlerde genel olarak bu sınır değeri hiçbir kuyuda aşılmamıştır. Bahar ve yaz aylarında yapılan analizlerin hepsinde çinko'ya azda olsa rastlanmıştır.

Çinko iyonu değerinin standartlara göre karşılaştırılması yapıldığında sınır değeri olan 0,01 mg/L den yüksek olan yerler; 7, 8, 9, 11, 13, 20, 24, 28, 25 ve 31 nolu kuyular olarak belirlenmiştir (Şekil 4.38).



**Şekil 4.39.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Çinko İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi

TS 266'ya göre; çinko iyonu derişimleri için yeraltı sularında önerilen değer 0,01 mg/L' ve maksimum sınır değeri 5 mg/L'dir[128]. Mezitli, Mersin şehir merkezi, Karaduvar ve Kazanlı'da çinko iyonu derişiminin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak 5 mg/L sınır değerini aşmamaktadır. Galvenize borulardan, montajlardan, boyalardan ve endüstriden kaynaklanabilmektedir (Şekil 4.39).



**Şekil 4.40.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Bakır (Cu) Derişimlerinin Değişimi

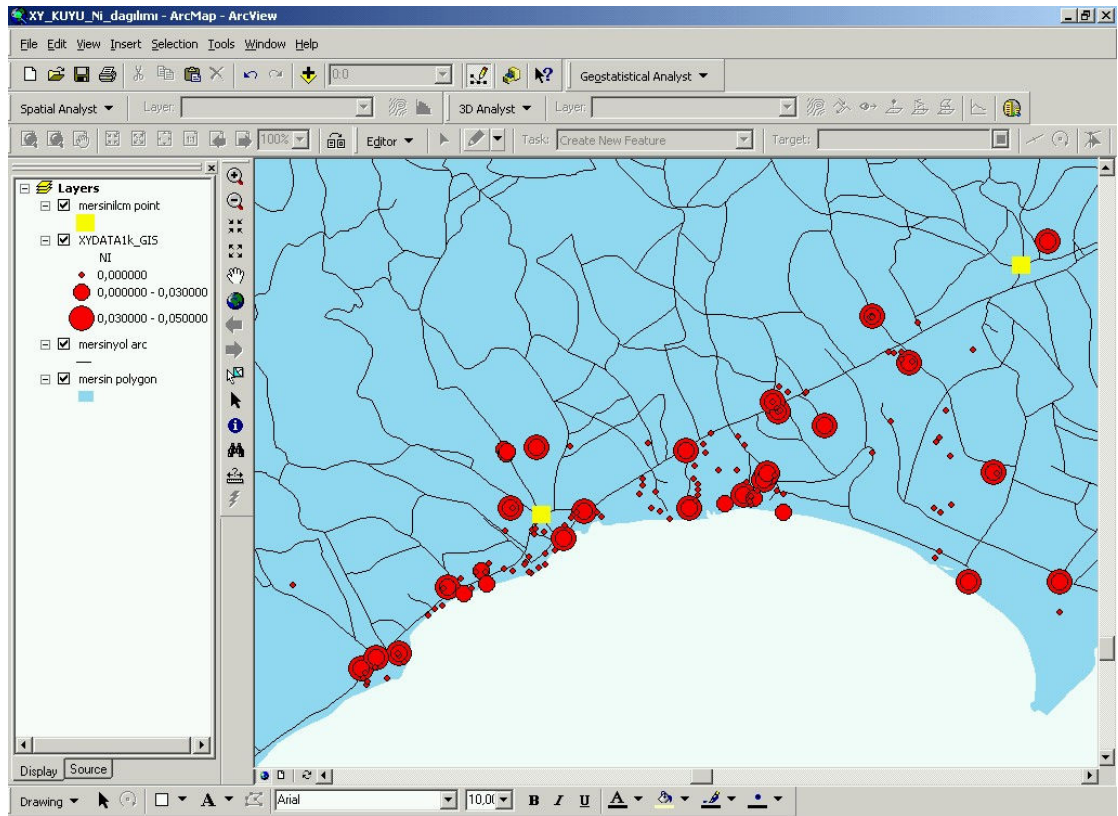
CBS’de bakır (Cu) ile ilgili sorgulama yaptığımızda, standart derişimlerin altında olduğu görülmektedir. Bakır (Cu) derişimleri açısından incelendiğinde; 0,1 mg/L üzerinde olan kuyular bulunmaktadır (Şekil 4.40).

Bakır (Cu) ve bileşikleri çevrede dolayısıyla yüzeysel sularda bulunabilirler. Sudaki bakır, suyun pH’ı ve karbonat derişimi ve diğer anyonlarla ilgilidir. Musluk suyunda bulunan Bakır miktarı ham su kaynağında ve arıtılmış suda bulunan bakır miktarından fazla olabilir. Çünkü bakır tuzları içme suyu dağıtım sistemlerindeki çamur kontrolü ve Manganın yükseltgenmesini katalizlemesi yönünden, depolardaki bakteri büyümelerinin kontrolünde kullanılır. Pirinç, bronz borular ve bağlantılarının korozyonu sonucunda, suda ölçülebilecek miktarlarda bakır bulunabilir.

Bakırın fazla miktarda alınması halinde mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir

sistemi irritasyonları görülebilir. Ayrıca eklem hastalığı ve cücelik gibi sonuçlar da ortaya çıkmıştır. İçme sularında Bakır sınır değeri; TS 266 İçme Suyu Standartlarına göre 1,5 mg/L ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ne göre 2 mg/L'dir. EPA'ya göre ise 1-1,3 mg/L arasında olması gerekmektedir. Bakırın kaynakları endüstriyel sanayi atıkları, borular, bakır içeren suni gübreler yani tarım ve formasyondan kaynaklanabilmektedir [125, 128, 129, 130].

Çalışma alanında yapılan ölçümlerde bakır, yeraltı suyunda sınır değeri aşmamıştır. Fakat bütün kuyularda azda olsa rastlanmıştır. Bunun sebebi de diğer metallerde olduğu gibi tarımsal, endüstriyel ve sanayi kaynaklıdır.



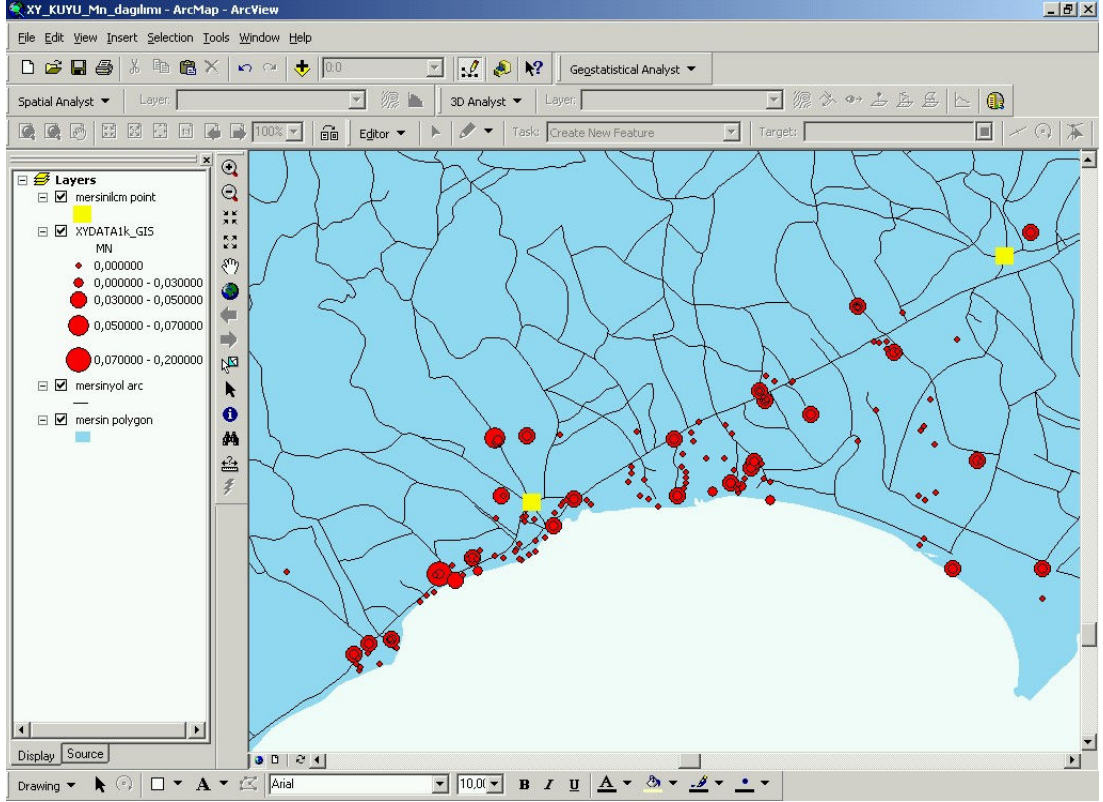
**Şekil 4.41.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nikel (Ni) Derişimlerinin Değişimi

Nikel için yeraltı sularında maksimum düzey 0,2 mg/L olarak verilir ve bu düzey aşıldığında kalp ve ciğer hastalıklarına yol açtığı rapor edilir. Nikel kirliliğine

kaynak olarak da pil atıkları, kimyasal ürünler ve vahşi depolama alanı gösterilebilir (Şekil 4.41). Hemen hemen bütün kuyularda nikel derişimi yüksek çıkmıştır.

Nikel doğada her yerde bulunmaktadır. Madenlerin işlemleri sonucu çevreye yayılabilir. Nikel bazı alaşımlarda metal kaplamalarda kullanılmaktadır. Gıda, konserve ve fabrikalarındaki tesisatta nikel kullanılması gıdalarda kontaminasyon yapabilir. Nikel tuzlarının pek çoğu suda çözünebilir, bu nedenle bulaşma kolay olur, özellikle nikel içeren bileşiklerin nehirlere atılması bu bulaşmada rol oynar. Yapılan çalışmalarda yüzey sularında 1 mg/L gibi yüksek oranlar bildirilmiştir. Normalde bu sulardaki oran 5 - 20 µg/L gibi düşük bir seviyededir. Nikelin insan sağlığı üzerindeki etkileri astım, burun ve gırtlak kanseri, alerjik deri hastalıkları olarak sıralanmıştır. İçme suyundaki nikel sınır değeri TS 266'ya göre 0,02 mg/L, WHO'ya göre 0,02 mg/L ve EPA'ya göre 0,1 mg/L'dir. Yeraltı suyundaki nikel kaynakları formasyon ve endüstriyel atıklar olarak bilinmektedir [125, 128, 130].

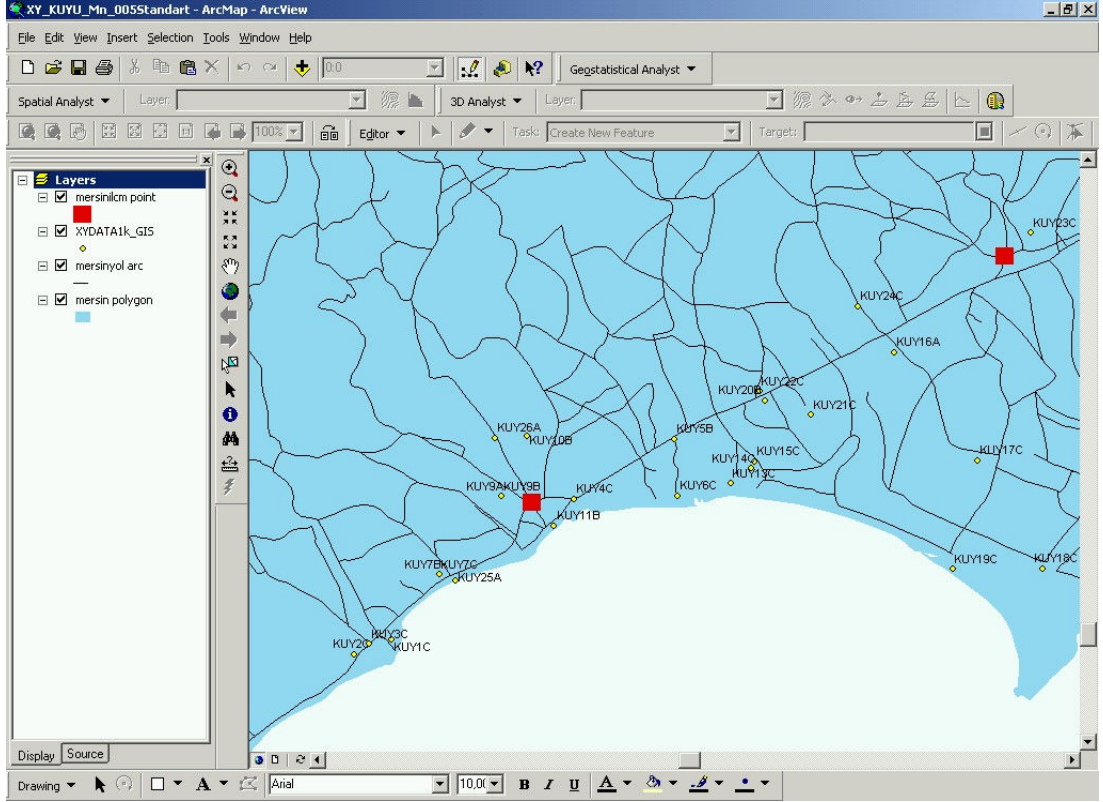
Çalışma alanında yapılan nikel ölçümlerinde bütün kuyularda TS 266 ve WHO'nun içme suyu standartlarına göre sınır değeri aştığı gözlenmektedir [128, 130]. Çalışma alanında nikel kaynaklarının endüstriyel ve sanayi atıklarından meydana geldiği düşünülmektedir.



**Şekil 4.42.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Mangan (Mn) İyonu Derişimlerinin Değişimi

İçme suyunda mangan derişimi TS 266'ya göre 0,05 mg/L, WHO'ya göre 0,4 mg/L ve EPA'ya göre 0,05 mg/L'dir [125, 128, 130]. Mangan iyonuna bakıldığında Mersin şehir merkezinin batısında Mezitli civarında yüksek derişimler göstermektedir (Şekil 4.42). Ayrıca Kazanlı kasabasında bulunan kuyu sularında ve Mersin-Adana Karayolu yakınlarında bulunan kuyularda mangan iyonu derişimi TS266'a göre yüksek olan yerler görülmektedir (Şekil 4.43). Bu durum bize mangan iyonu için arazi dolguları, fabrika, endüstri alanlarından, deponilerden ve yerleşim yerindeki vahşi depolama alanlarından kaynaklandığını işaret etmektedir.





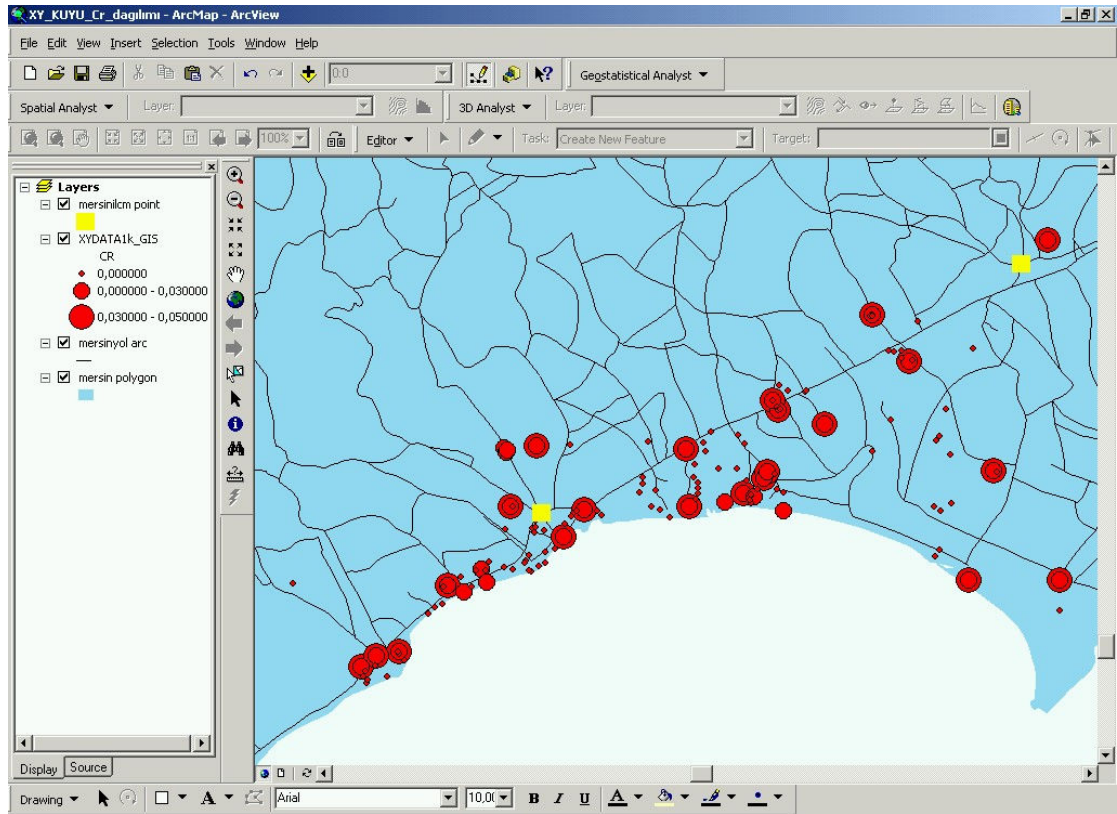
**Şekil 4.43.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Manganez (Mn) İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

Toprakta minerallerden geçmiş manganez rastlanır. Toprak veya tortul kütlelerdeki manganez atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Yeraltı sularında bulunan manganez ortamda oksijenin bulunmaması nedeniyle iki değerlidir. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer. Manganezin suda bulunmasının zararı endüstri sularında hemen hemen demirin etkisinin aynısıdır. İçme sularındaki sınır değeri TS 266'ya göre 0,05 mg/L, WHO'ya göre 0,4 mg/L ve EPA'ya göre ise 0,05 mg/L'dir [125, 128, 130]. İnsan ve hayvanların yapısında manganez esas elementtir. Ancak alınan manganezin % 3 ü absorbe edilir. Kalp damar hastalıklarında ölüme mani olmak için içme sularında manganez bulunması önerilmektedir [33, 34].

Manganez'a yeraltı suyunda rastlanma sebebi formasyon, manganez iyonu içeren suni gübrelerden ve endüstri, sanayi atıklarından kaynaklanmaktadır. Çalışma alanı

tarımsal üretim ve sanayileşme açısından yoğun bir bölge olduğu açıkça görüldüğünden bu mangan iyonu değerlerine rastlanması muhtemeldir.

Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyularda toplam krom (Cr) derişimlerinin dağılımı Şekil 4.44'e verilmiştir. CBS'de krom için sınır değer olan 0,05 mg/L ye sorgulama yapıldığında Mezitli, Karaduvar, Kazanlı civarında sınır değere yaklaşan derişimlerdeir. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde standartlara göre krom bulunan kuyular Şekil 4.45'de verilmiştir.

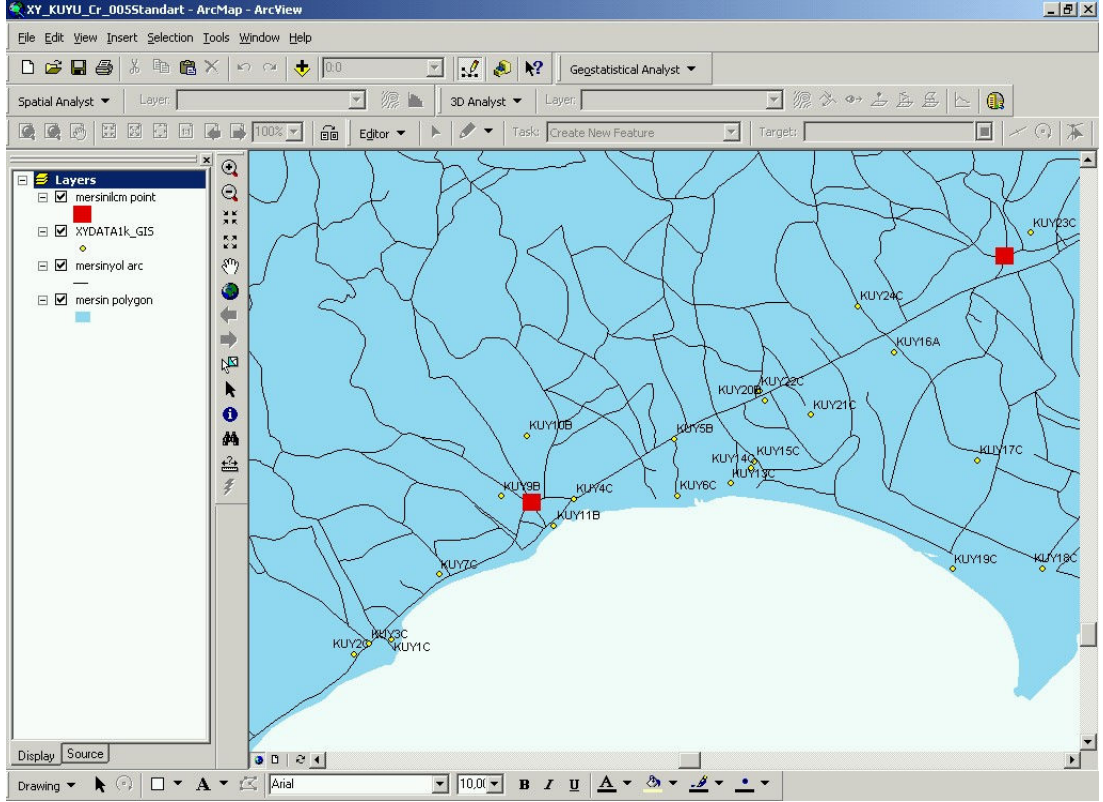


Şekil 4.44. Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Toplam Krom Derişimlerinin Değişimi

Toplam krom değerleri incelendiğinde kuyularda krom miktarı sınır değerden yüksek tespit edilememiştir. Çalışma alanında Mersin ili Kazanlı kasabasında bir krom bileşikleri fabrikası (Kromsan) bulunmaktadır. Kromsan fabrika bahçesinde yaklaşık 1,5 milyon ton  $Cr^{+6}$  içeren atık, serbest bir akifer olan Mersin akiferi üzerinde ve deniz

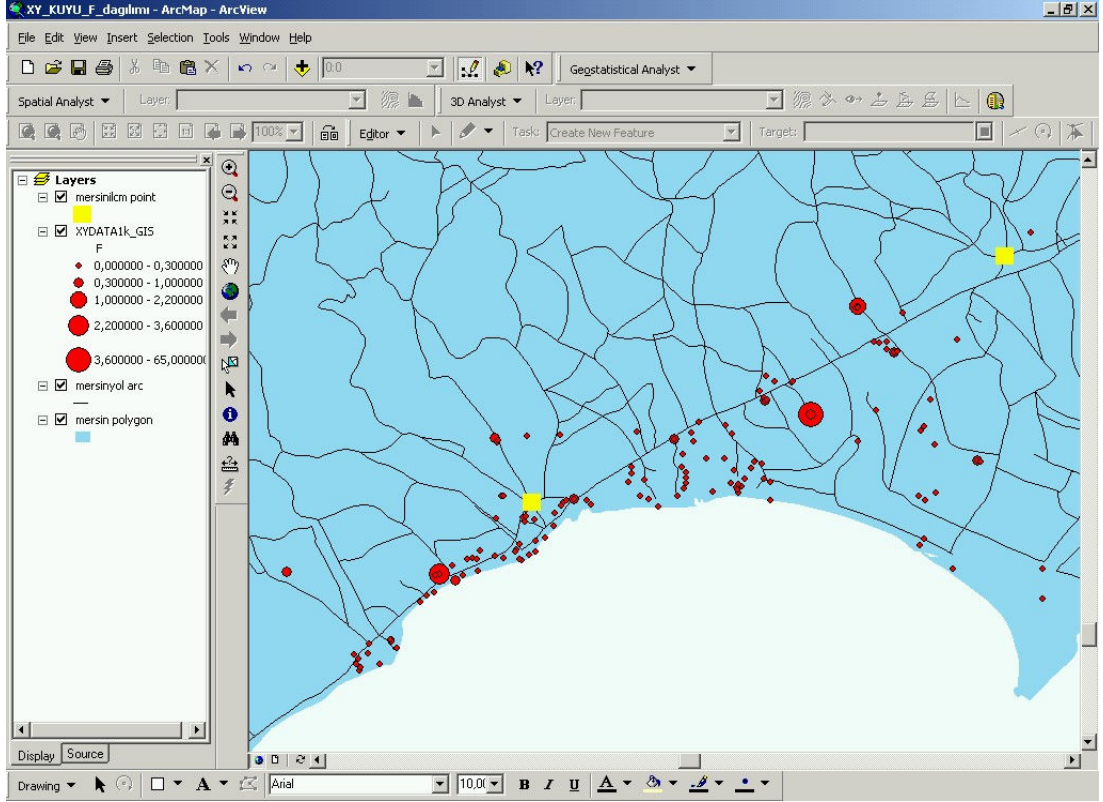
kenarında fabrika sınırları içerisinde depolanmıştır. Bunun başlıca nedenleri  $Cr^{+6}$ 'nın sızıntı suları ile çözülüp, yeraltı suyuna ulaşsa dahi yeraltı suyu akımının denize doğru olması, Kromsan fabrikasının depolama alanının denize çok yakın olması ve depolama alanındaki yeraltı suyunun akış yönünde kuyuların olmamasından kaynaklanmaktadır.

Krom suda +3 ve +6 değerlikli hallerde bulunur. Ancak 3 değerlikli kroma çok nadir rastlanır. Krom +6 tuzları kanserojenik özelliktedir. İnsanlara zararlı etki yapabilecek krom sulardaki hexavalan (+6) kromdur. +3 değerlikli krom ise nispeten daha az toksik ve lokal veya yaygın sistemik bir etkisi olmayan ve gerekli olan krom şeklidir. Nefrit, karaciğer çürümesi ve sindirim yolu kanseri yol açtığı sağlık problemlerindedir. İçme suyunda krom standart değeri TS 266'ya göre 0,05 mg/L, WHO'ya göre 0,05 mg/L ve EPA'ya göre ise 0,1 mg/L'dir [125, 128, 130]. Krom kirlenmesi formasyon ve endüstriyel atıklardan meydana gelmektedir [33, 34]. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. pH değeri düşük doğal sularda eser miktarda bulunabilir. Sularda kromat bileşiklerinin bulunuşu ancak suyun kirlenmesi sonucunda olabilir. Krom tuzları endüstriyel proseslerde çok miktarda kullanılır. Krom tuzları özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, tekstil boyalarında, patlayıcı maddeler, fotoğrafçılıkta, cam ve seramik kağıt gibi endüstrilerde kullanılır.



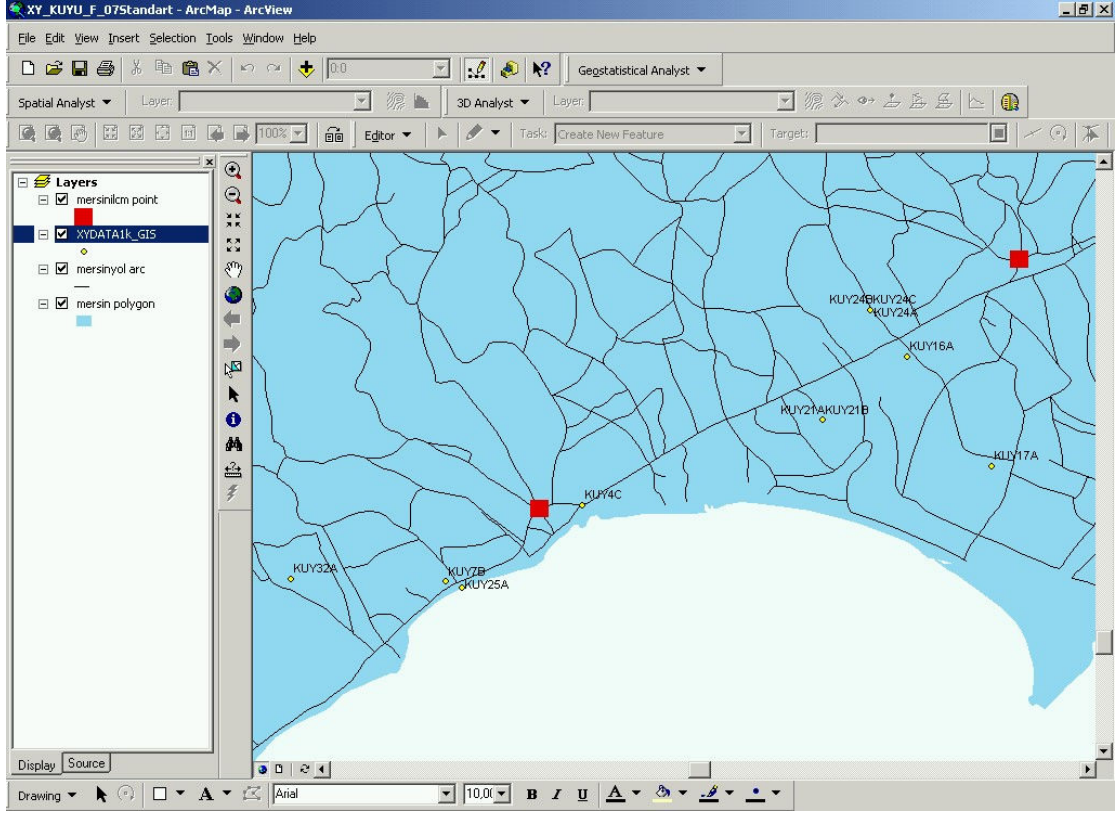
**Şekil 4.45.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Krom Bulunan Kuyular

Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyularda florür iyonu derişimlerinin değişimi Şekil 4.46’da ve Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde kuyularda florür iyonu derişimlerinin standartlara göre değişimi Şekil 4.47’de verilmiştir.



**Şekil 4.46.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Florür İyonu Derişimlerinin Değişimi

Sularda bulunan florür, miktarına bağılı olarak, faydalı veya zararlı olabilir. İçme suyunda florür iyonu için tavsiye edilen değer TS 266'ya göre 1,5 mg/L, WHO'ya göre 1,5 mg/L ve EPA'ya göre 2 mg/L'dir [125, 128, 130]. Bunun yanında yüksek miktarlarda florür içeren sular insan sağlığına zararlıdır.



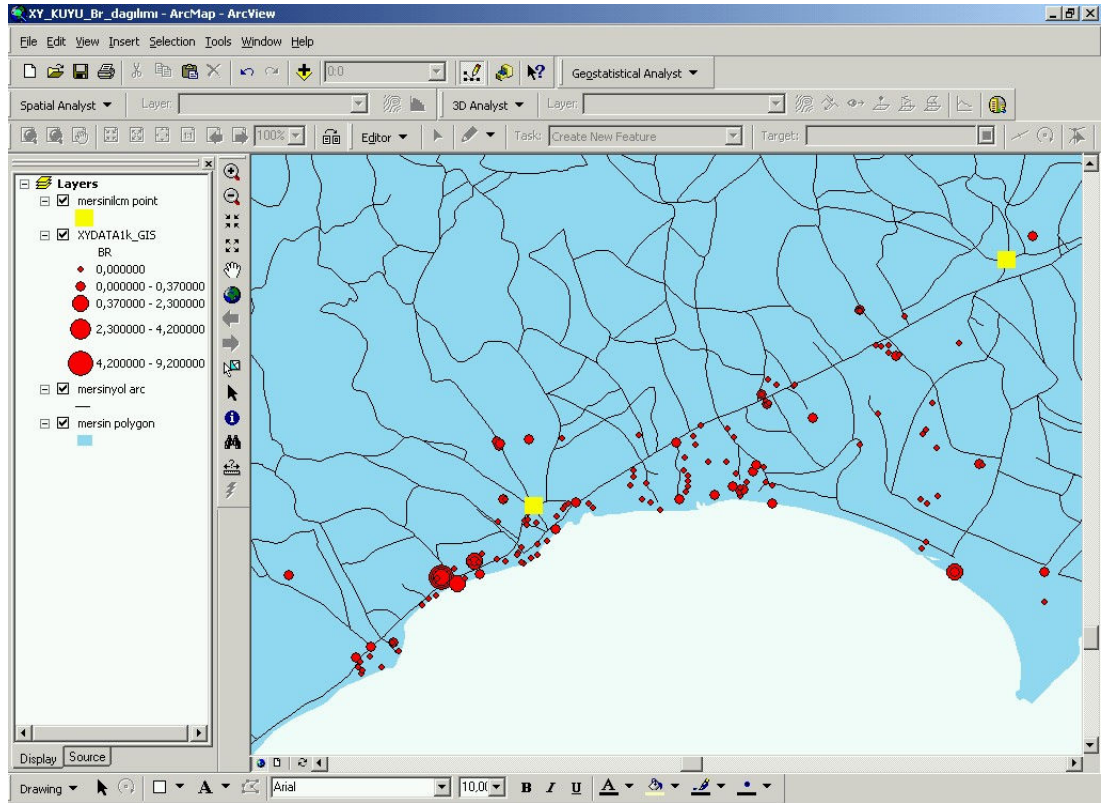
**Şekil 4.47.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Florür İyonu Değişimi

Florür iyonu derişimine baktığımızda en yüksek derişimlere Mezitli, Karaduvar, Huzurkent, Taşkent civarında rastlanmaktadır. Florür dışerde renk bozukluğuna ve kemik hastalıklarına neden olmaktadır. Florür jeolojik kaynaklı da olabilir ancak çalışma alanında, beslenme alanı içinde florür ve diğer F<sup>-</sup> iyonu içeren kayalar olmadığına göre F<sup>-</sup> iyonu derişimi endüstriyel kaynaklı olmalıdır (Şekil 4.47). Mezitli’de deniz suyu girişimi, Huzurkent’te Organize Sanayi Bölgesi, Karaduvar yakınındaki Akgübre Fabrikası kirletici kaynak olabilir.

Doğada brom, klorür iyonu ile birlikte bromür iyonu halinde daha çok tuzlu sularda (deniz sularında yaklaşık olarak %0,01 kadar) ve bazı endüstri atıklarının karıştığı sularda bulunur. Doğal sularda ancak izlenebilecek miktarda bulunabilir. Kıyı kesimlerde açılan kuyu sularında, deniz suyunun kuyu suyuna karışması ile çeşitli miktarlarda bromüre rastlanır. Normal koşullarda içme sularında bulunan bromür

iyonu miktarı ender olarak 1 mg/L değerini aşar. WHO'ya göre içme suyundaki bromür sınır değeri 0,01 mg/L'dir [26].

Çalışma alanında yapılan bromür iyonu ölçümlerinde hemen hemen bütün kuyularda bromüre rastlanmaktadır. Bromür analiz sonuçlarında bütün kuyularda sınır değeri aşmaktadır (Şekil 4.48). Kıyı bölgelerdeki kuyularda aşırı ve bilinçsiz su çekiminden dolayı bromür sonuçlarına da bakılarak deniz suyu girişimi söz konusu olduğunu söyleyebiliriz. Diğer kıyıya yakın olmayan kuyularda da çevredeki endüstri ve sanayi atıklarının yeraltı suyuna karışmasından dolayıdır.

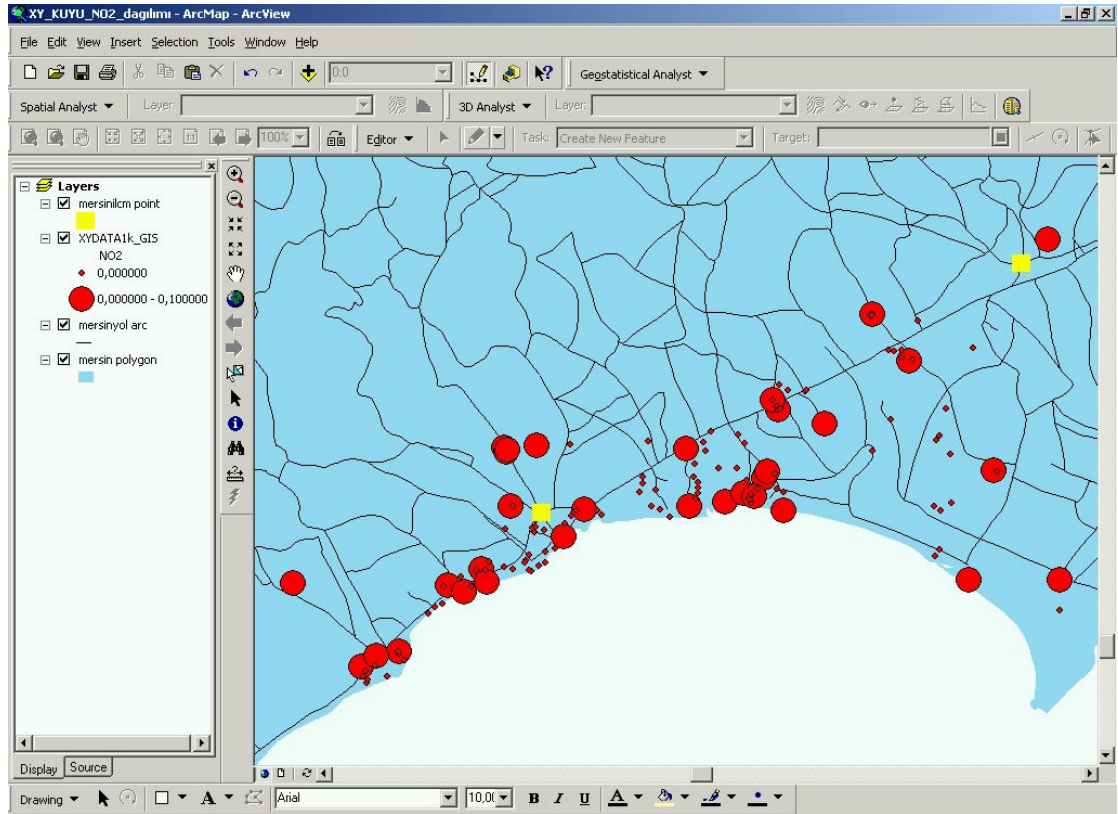


**Şekil 4.48.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Bromür İyonu Derişimlerinin Değişimi

Bromür iyonu derişimi incelenirse, Mezitli ve Karaduvarda bromür iyonu derişiminin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.48). Bu alanda elektriksel iletkenlik derişimleri de yüksek değerlerdedir. Bu da deniz suyu girişimine işaret etmektedir. Yeraltı suyunda bromür iyonu artışının deniz suyu kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır.

Nitrit iyonu içme suyunda kesinlikle istenmeyen parametredir. Güneş ışığı ve bazı bakteriler nitratları nitrite dönüştürür. Nitrit iyonunun içme suyundaki sınır değeri TS 266'ya göre 0,05 mg/L ve WHO'ya göre 0,2 mg/L'dir. Nitrit iyonu ölçümlerinde 1, 2, 6, 10, 11, 17, 32 ve 35 nolu kuyularda rastlanmış olup sınır değeri aşmamıştır [125, 128, 130]. Amonyak kirlenmesi devam ettiği sürece sağlık için risk teşkil etmektedir.

Çalışma alanında kuyulardaki nitrit ve nitrat değişimi Şekil 4.49 ve 4.50'de görülmektedir.

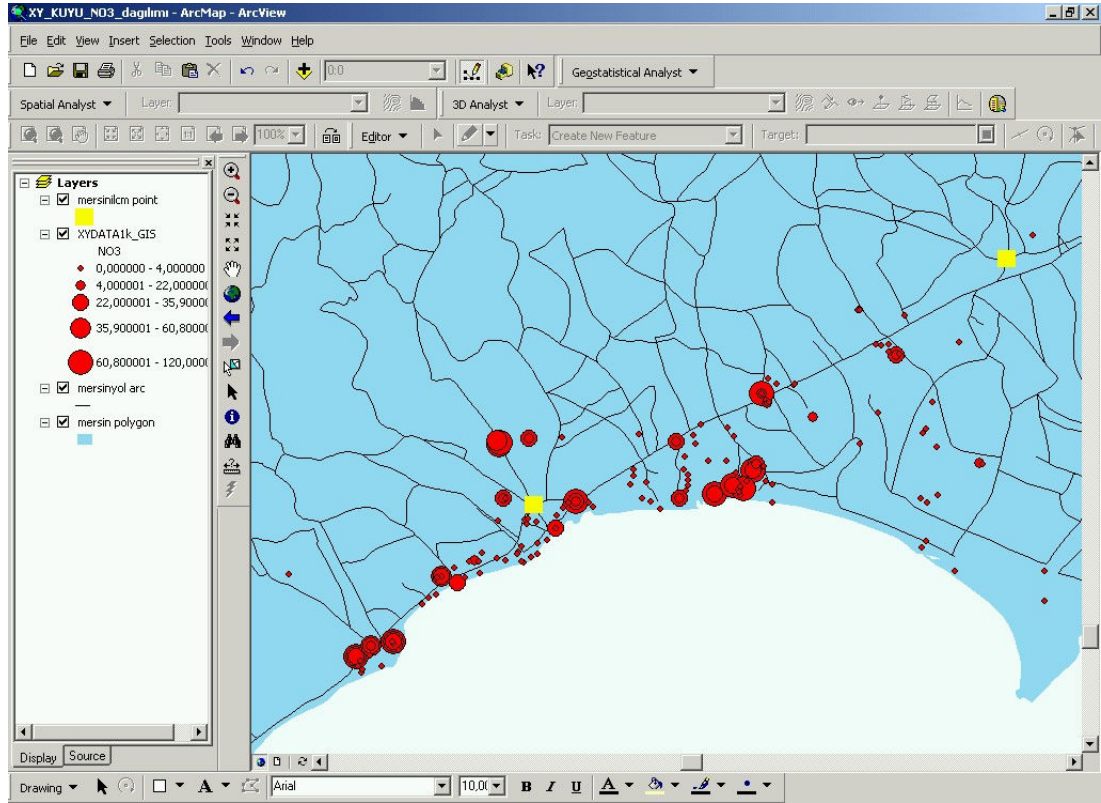


**Şekil 4.49.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrit İyonu Derişimlerinin Değişimi

Yüzey sularının büyük bir kısmı nitrat içermesine rağmen 5 mg/l' yi aşan değerler istenmeyen koşullar yaratabilir. En önemli nitrat iyonu kaynağı insan ve hayvan atıkları, gübrelerdir. Ayrıca endüstriyel atıklar da nitrat içerebilmektedir.



Tarım alanlarında bitki gelişimini hızlandırmak için inorganik nitrat gübreleri kullanılmakta ve bu alanlardan drene edilen su yüksek oranda nitrat iyonu içerebilmektedir. Nitrat iyonu içeriği yüksek suların tüketilmesi kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürdüğünden insan sağlığına zararlı olabilmektedir [129].

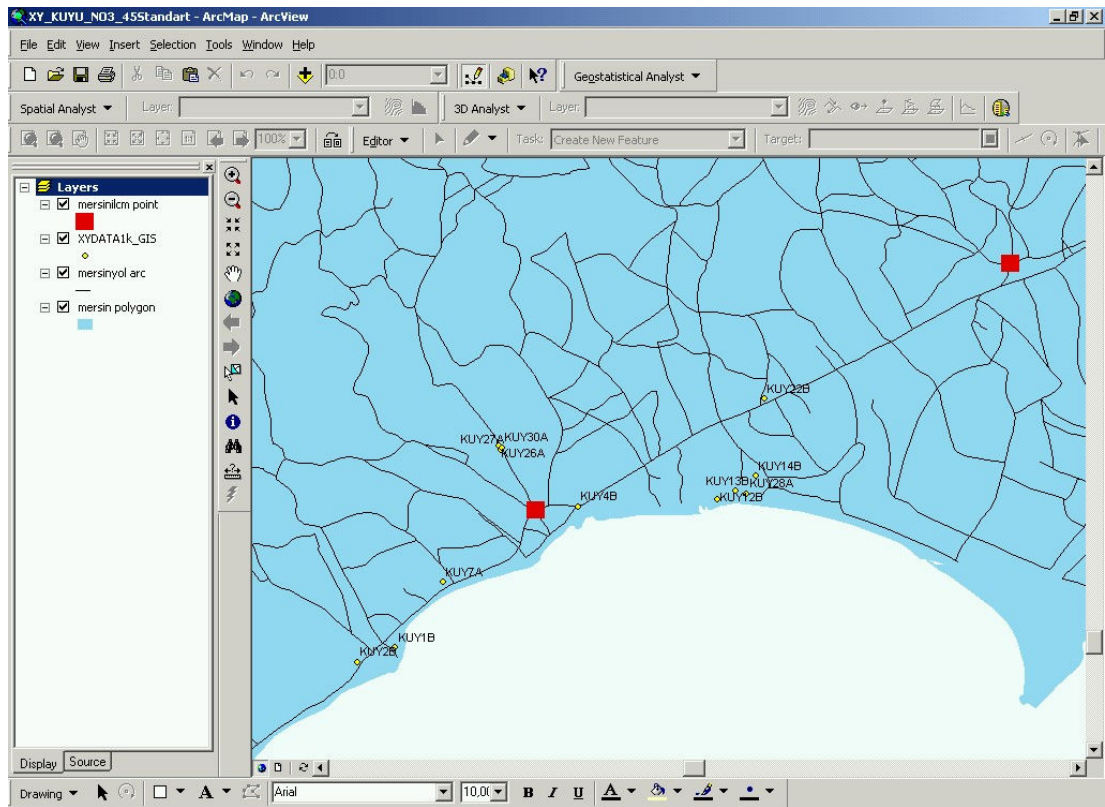


**Şekil 4.50.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Değişimi

Kurak dönem yeraltı suyu kirliliği açısından değerlendirildiğinde azot türevlerinden nitrat kuyuların pek çoğunda gözlenmiştir. Nitrat iyonu, doğal sularda azot bileşiklerinin en çok bulunan biçimi ve en son ürünüdür. Çözünürlüğü yüksek olan nitrat, amonyum veya nitrit iyonunun yükseltgenmesi sonucu oluşur. Azotlu organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünleridir. Kuyu sularında nitrat genelde daha fazla bulunur. Özellikle bebeklerde blue-baby denilen hastalığa neden olur. Vücudu morarmaya başlayan bebeklerde bu hastalık ölüme dahi neden olabilir.

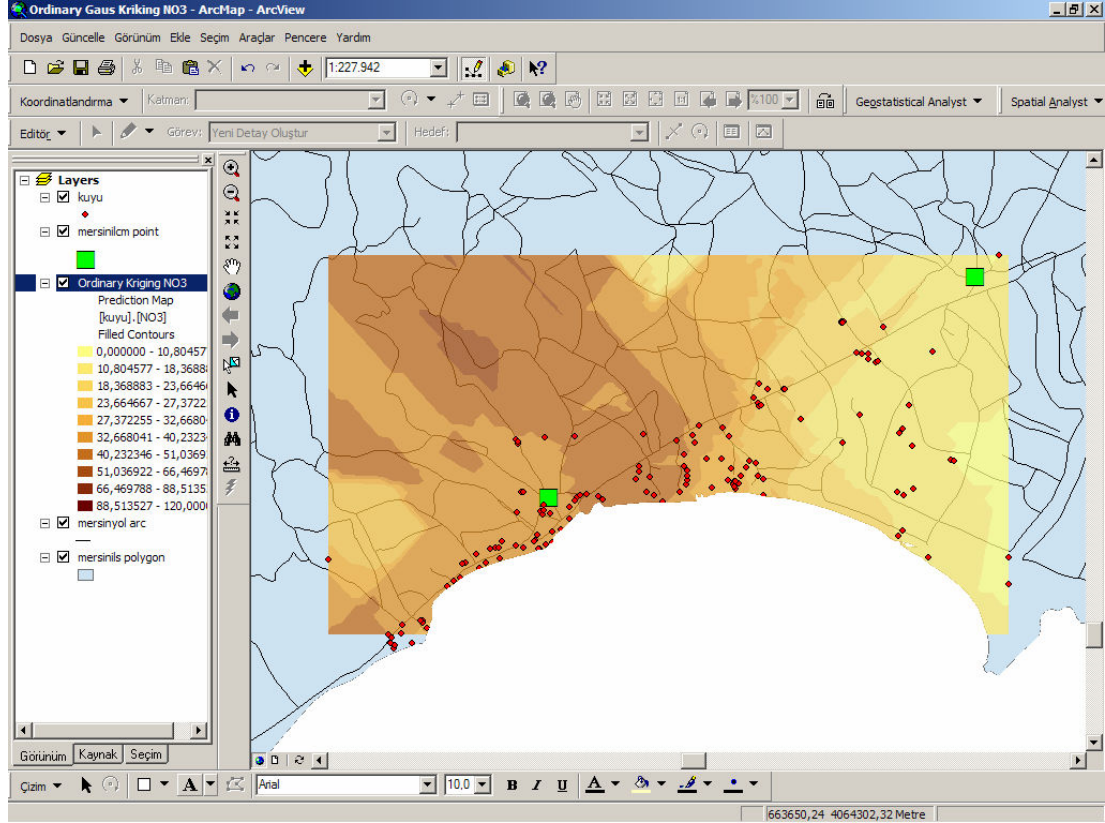
Nitratlar iyonları suya topraktan geçmiş olabilir. Fakat amonyak ve nitritten kaynaklıysa tedbir alınmalıdır. Çünkü suda nitritlerin olması suda yeni bir kirlenme olduğunu ifade etmektedir. Nitritler yüksek miktarda organik madde ile bulunursa daha büyük bir kirlenme söz konusudur. Amonyak ta bazı bakteri türlerinin çoğalmalarına sebep olur ki bunlar suya kötü koku verirler.

Bu azot türleri alıcı ortama aşırı miktarlarda verildiklerinde organizmalar tarafından kullanılırlar. Bu alıcı ortam içerisinde ötrofikasyona (alg patlaması sonucu oksijen azlığı) sebep olur. Biriktirme haznelerinde alg patlamasını önlemek için hazneye giren N, P, C derişimlerini azaltmak ve ışığı kontrol etmek gerekir. Ayrıca haznedeki algleri çeşitli kimyasal maddelerle öldürmek de çözüm yollarından biridir. Ancak haznedeki canlı hayatı da göz önünde bulundurulmalıdır [129].



**Şekil 4.51.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

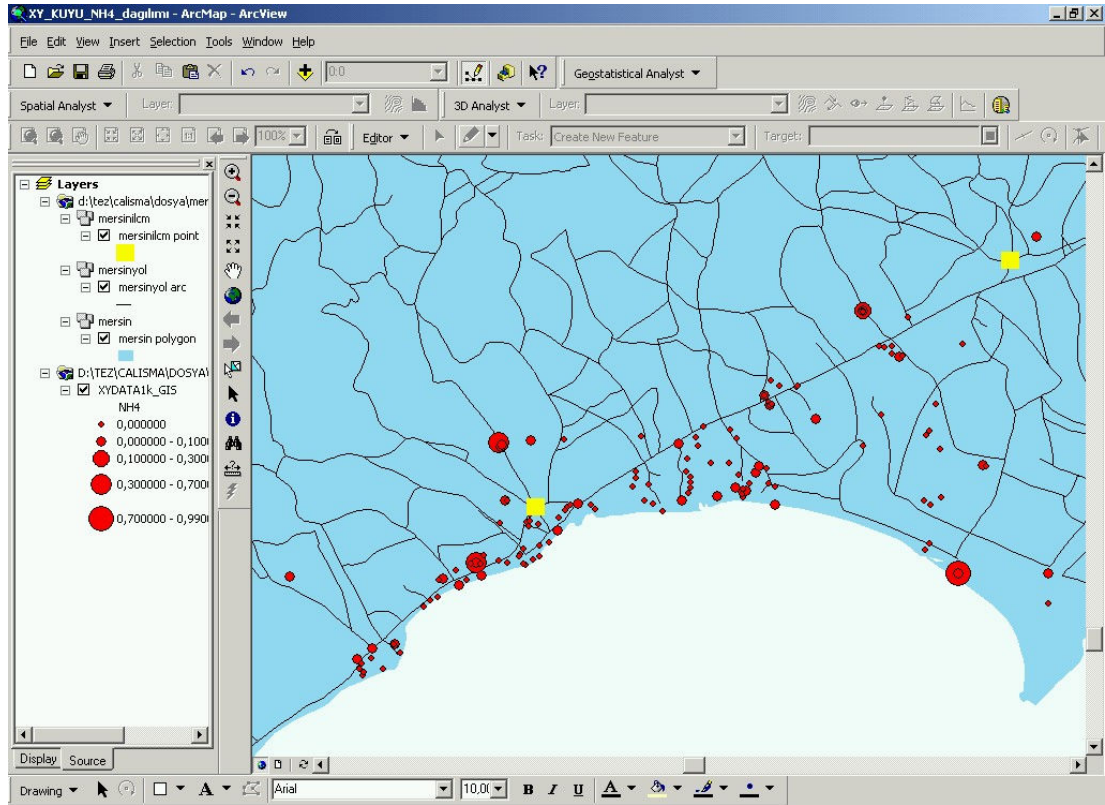
Mezitli, Mersin şehir merkezi, katı atık deponi alanı ve kazanlı civarında 1, 2, 4, 7, 12, 13, 14, 22, 26, 27, 28, 30 nolu kuyularda nitrat iyonu derişimi standart değeri aşmıştır (Şekil 4.51). Nitrat iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değışimi Şekil 4.52’de verilmiştir.



**Şekil 4.52.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Nitrat İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değışimi

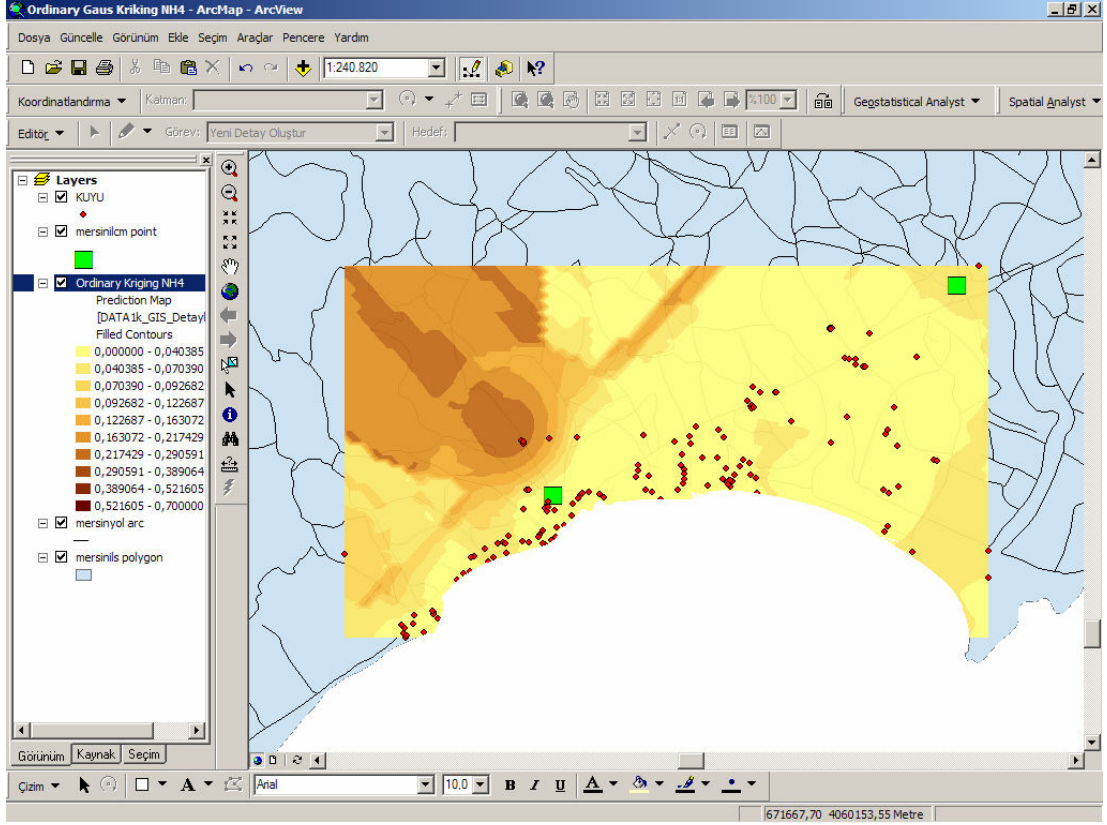
Çalışma alanındaki kuyulardaki nitrit ve nitrat iyonlarının derişimlerinin değışimi incelendiğinde; Mersin şehrinin batısında sahil kesiminde özellikle Mezitli civarında ve Pozcu, Göçmen mahallesi civarında ve doğuda ise Kazanlı, Homurlu kasabası civarındaki kuyularda nitrit iyonu olmaması gerekirken bazı kuyularda tespit edilmiştir. Aynı yerlerde nitrat iyonu derişiminin de oldukça yüksek olduğu (nitrat iyonu sınır değer 45 mg/L den büyük olan yerler) görülmektedir (Şekil 4.50, Şekil 4.51, Şekil 4.52).

Bölgedeki (Mersin şehir merkezi, Karaduvar, Kazanlı) amonyak iyonu değerlerinin yüksek oluşu kirlenmenin olası atıksu sızıntılarından ve bölgedeki rafinerilerden mazot sızıntısından kaynaklanabileceğini işaret etmektedir (Şekil 4.53). Amonyak iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre değişimi Şekil 4.54’de verilmiştir.



**Şekil 4.53.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Amonyak İyonu Derişimlerinin Değişimi

Sularda amonyak, kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak organik madde kaynaklı olma ihtimali bakımından tehlikelidir. Amonyak’ın içme suyundaki sınır değeri TS 266’ya göre 0,05 mg/L ve WHO’ya göre 0,5 mg/L dir [128, 130].



**Şekil 4.54.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Amonyak İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi

Amonyak, nitrit ve nitrat iyonu derişimleri; çalışma alanında yoğun bir tarımsal arazi kullanımı olduğu belirlenmiştir. Bu istatistiki sonuçlara göre Kazanlı bölgesi'nin tarımsal aktivitelerden etkilendiğini söylenebilir.

Yeraltı suyunda nitrit hızla nitrata dönüşmektedir. Nitrit yeni bir kirlenmeyi işaret etmektedir. Nitrit kaynağı olarak foseptikler, gübreleme ve atıksu deşarjları gösterilebilir. Nitrat iyonu derişimleri, uluslararası standartlardaki içme suyu kriterleriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksek değerler göstermektedir.

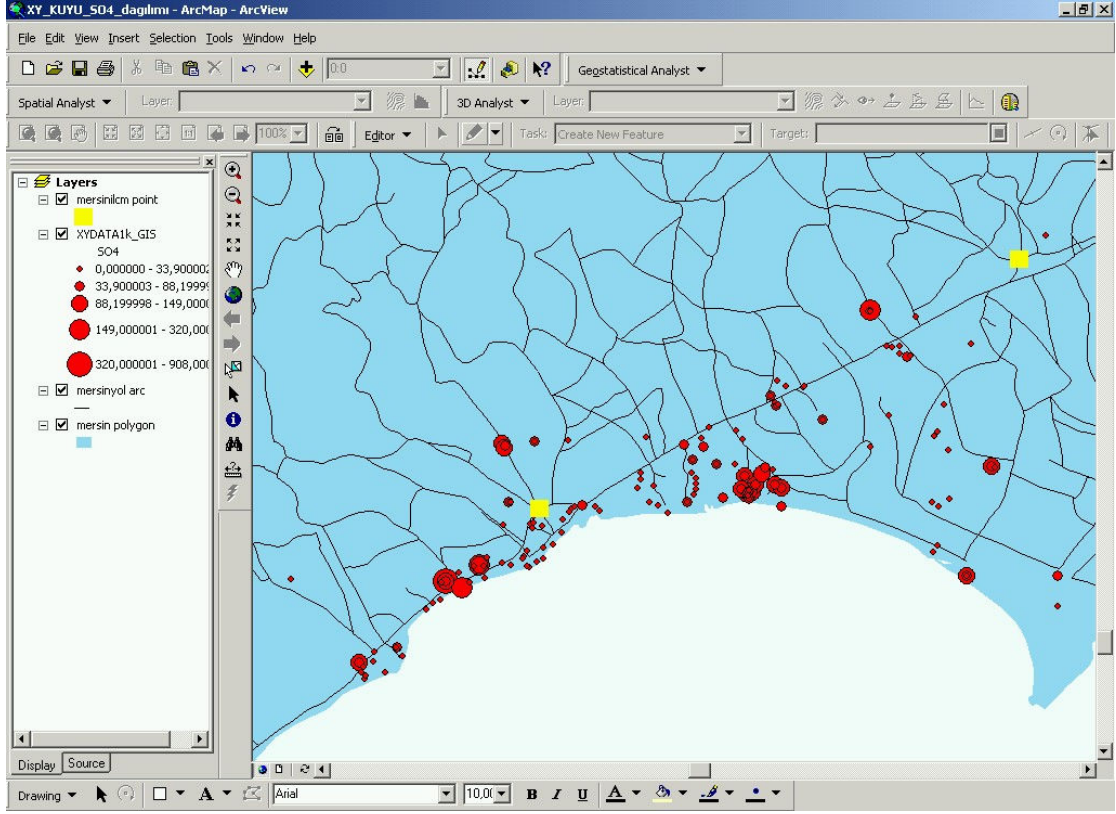
Yüzeysel sular, yer altı suları ve atık sularda en çok bulunan azot bileşikleri amonyak, nitrit, nitrat ve organik azottur. Bu azot çeşitleri ve azot gazı (N<sub>2</sub>) azot çevriminde yer alır ve biyokimyasal olarak birbirine dönüşebilir.

Herhangi bir içme suyunda amonyak iyonu bulunması, o su kütlesine kanalizasyon suyunun karışımını yani taze (yeni) kirlenmeyi gösterir. Nitrit iyonu tespiti kirlenmenin yeni olduğunu (amonyak'tan nitrite geçiş), nitrat iyonu tespiti kirlenmenin uzun süre önce olduğunu gösterir.

Amonyak, nitrit ve nitrat dönüşümü zaman içerisinde gerçekleşir, zamanla suyun kalitesi kendiliğinden yükselir. Oksijen suya kazandırılarak bu dönüşüm gerçekleşir.

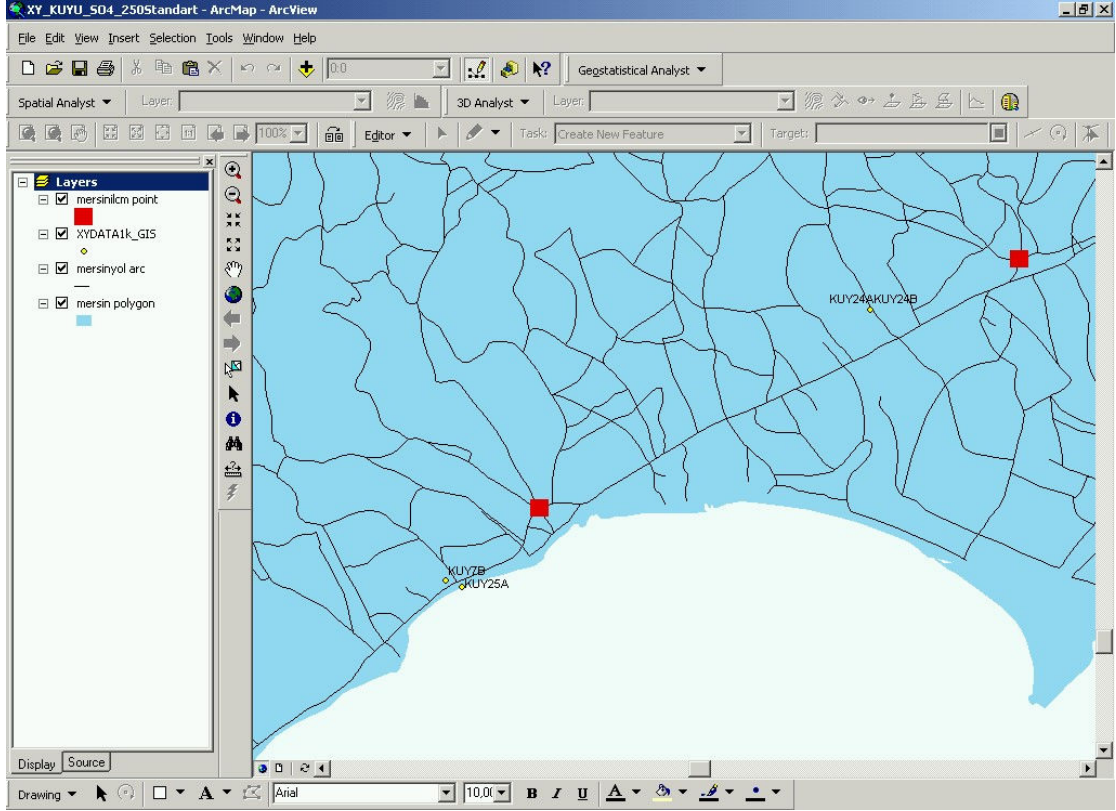
Çalışma alanında amonyak'a bütün kuyularda rastlanmıştır. Buda bize açıkça söylemektedir ki uzun süreli bir kirlenme söz konusudur. İçme suyunda nitrat iyonunun sınır değeri TS 266'ya göre 45mg/L, WHO'ya göre sınır değeri 50 mg/L ve EPA'ya göre 44 mg/L'dir [125, 128, 130]. Buna göre çalışma alanındaki kuyularda bu sınır değeri fazlasıyla aşmış olup sağlık açısından tehlike söz konusudur. Diğer kuyularda aynı şekilde kirlenmeye devam eder ve önlem alınmasa ilerde bu sınır değeri aşabilir ve bu kuyularda sağlık açısından tehlike oluşturabilir.

Çalışma alanındaki kuyularda nitrat yoğun bir şekilde gözlenmektedir. Nitrat kirlenmesi tarımsal sulamadan dolayı gübrelerden, yağmurların yer altına süzülürken beraberinde götürdüğü hem tarımsal hem de endüstriyel atıklardan kaynaklanabilmektedir. Ayrıca vahşi katı atık depolama alanından kaynaklandığını işaret etmektedir.



**Şekil 4.55.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Değişimi

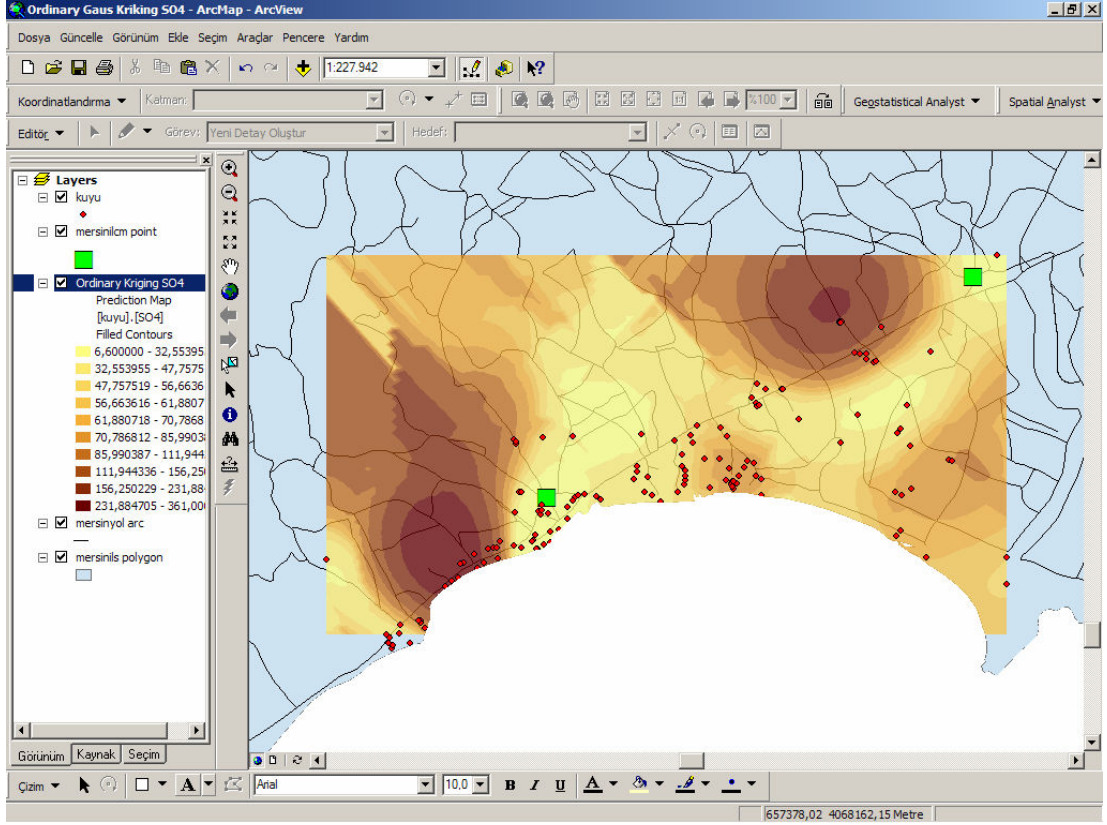
Sülfat iyonu derişimine bakıldığında; Mezitli’de ve Mersin şehir merkezinin batısında yüksek derişimler göstermektedir (Şekil 4.55 ve Şekil 4.56). Ayrıca Kazanlı kasabasında bulunan kuyu sularında ve Mersin-Adana Karayolu yakınlarında bulunan kuyularda ve Huzurkent’te Organize Sanayi Bölgesi civarında sülfat iyonu derişimi açısından yüksek çıkmıştır. Sülfat iyonu derişimlerinin ordinary kriging metoduna göre derişimi Şekil 4.57’de verilmiştir. Mezitli, Mersin şehir merkezi ve Kazanlı civarındaki sülfat derişimi deniz suyu girişimine, Huzurkent’teki Organize Sanayi Bölgesindeki sülfat iyonu derişimi formasyona (jipsli yapı) bağlıdır.



**Şekil 4.56.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Değişimi

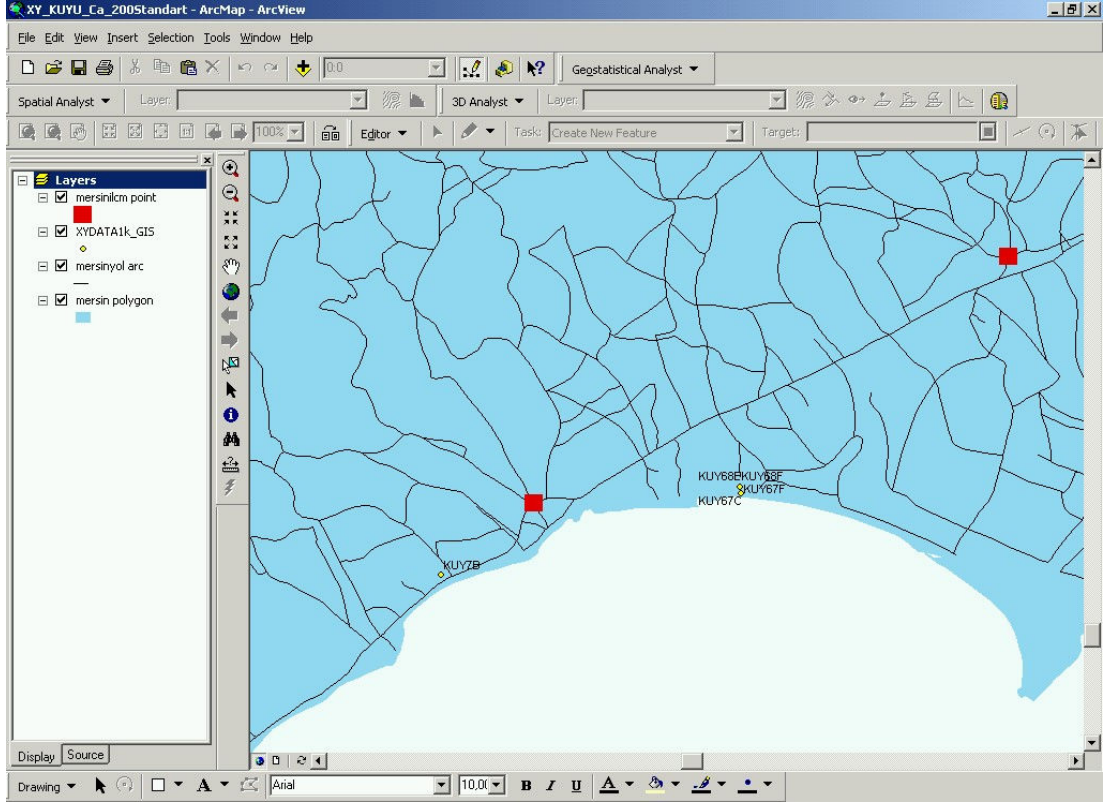
Sülfat iyonu derişimlerinin standartlara göre karşılaştırılması yapıldığında sınır değer olan 250 mg/L den yüksek olan yerler; 7, 24 ve 25 kuyular olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.56 ve Şekil.4.57).





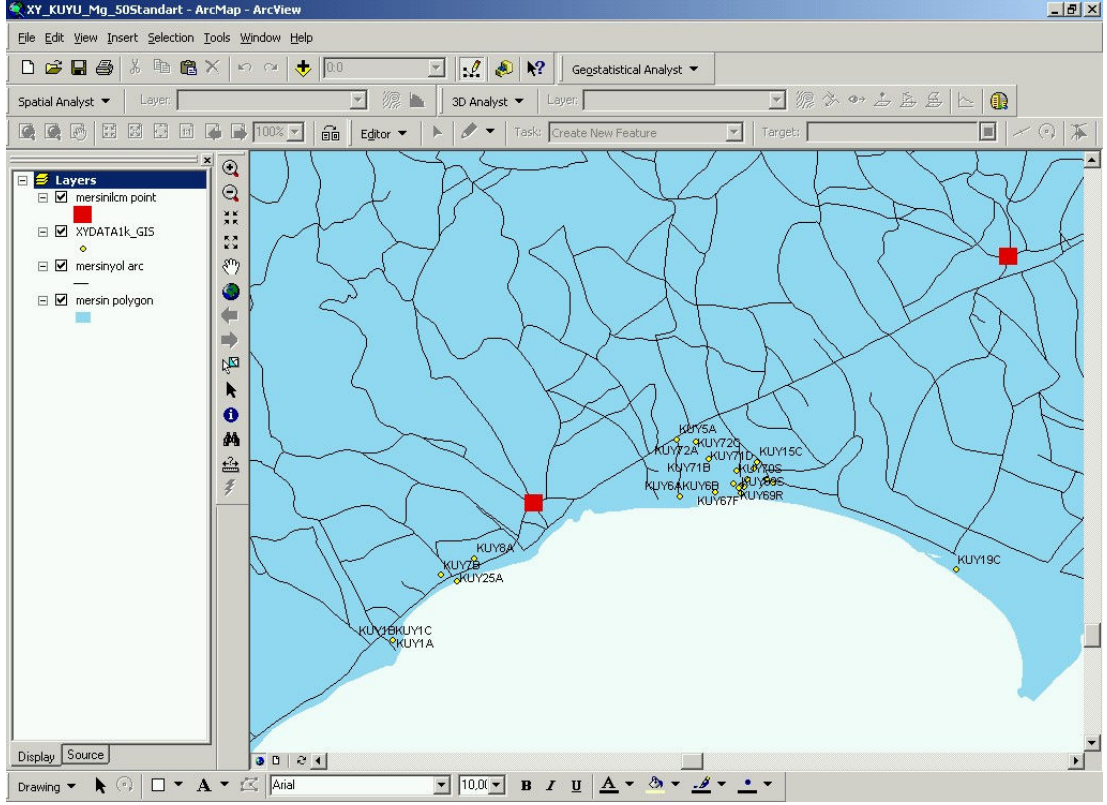
**Şekil 4.57.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Sülfat İyonu Derişimlerinin Ordinary Kriging Metoduna Göre Değişimi

Sülfat iyonu derişiminin zaman içinde değişiminde; sanayi atıklarının yanı sıra Handere Formasyonundan akifere ulaşan yüzey ve yeraltı sularının da etkili olduğu da görölmektedir. Sülfat miktarının fazla olması, toprakta kabuklanmaya neden olmaktadır ve tarım arazisi zarar görmektedir. Sülfatın kaynağı olarak evaporatik çökellerin içerdiği jipsin çözünmesinden kaynaklanmaktadır.

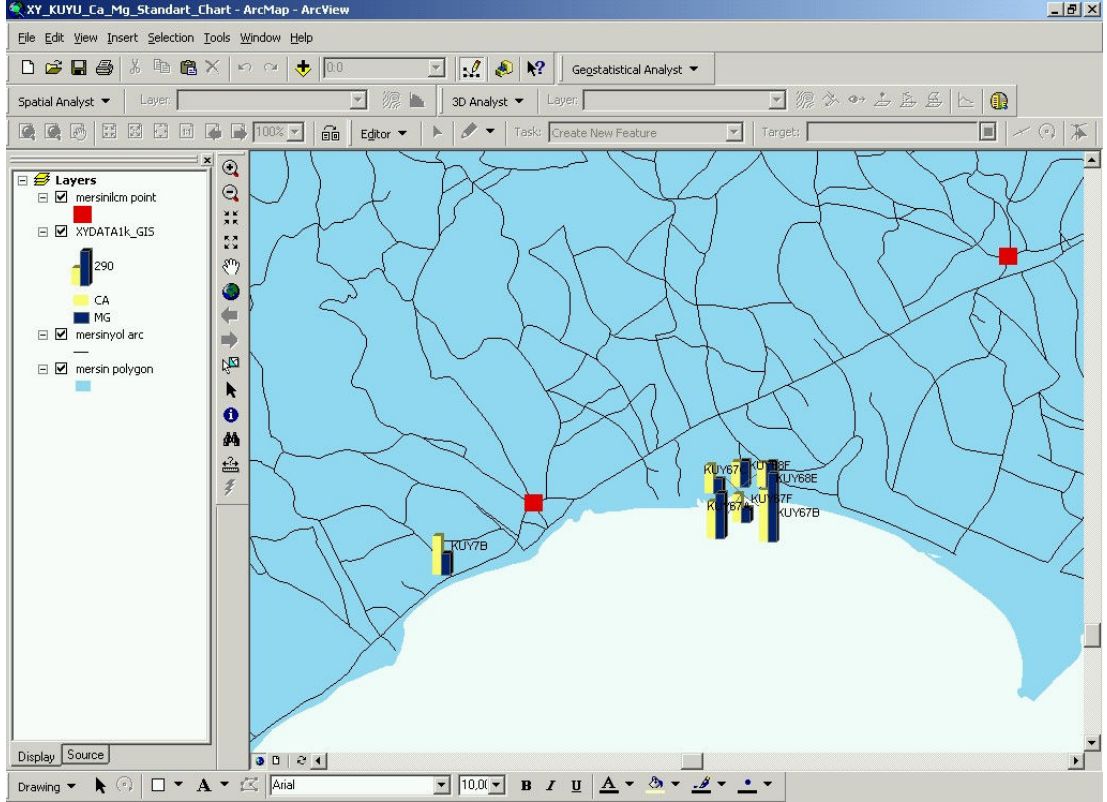


**Şekil 4.58.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Kalsiyum İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı

İçme suyunda kalsiyum iyonu için sınır değer olan 200 mg/L'dir. Çalışma alanında 7, 67 ve 68 nolu kuyular standart değerleri aşmaktadır (Şekil 4.58). İçme suyunda magnezyum iyonu için sınır değer olan 50 mg/L'dir. Çalışma alanında 1, 5, 6, 7, 8, 15, 25, 67, 69, 70, 71 ve 72 nolu kuyular standart değerleri aşmaktadır (Şekil 4.59).



**Şekil 4.59.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Magnezyum İyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı



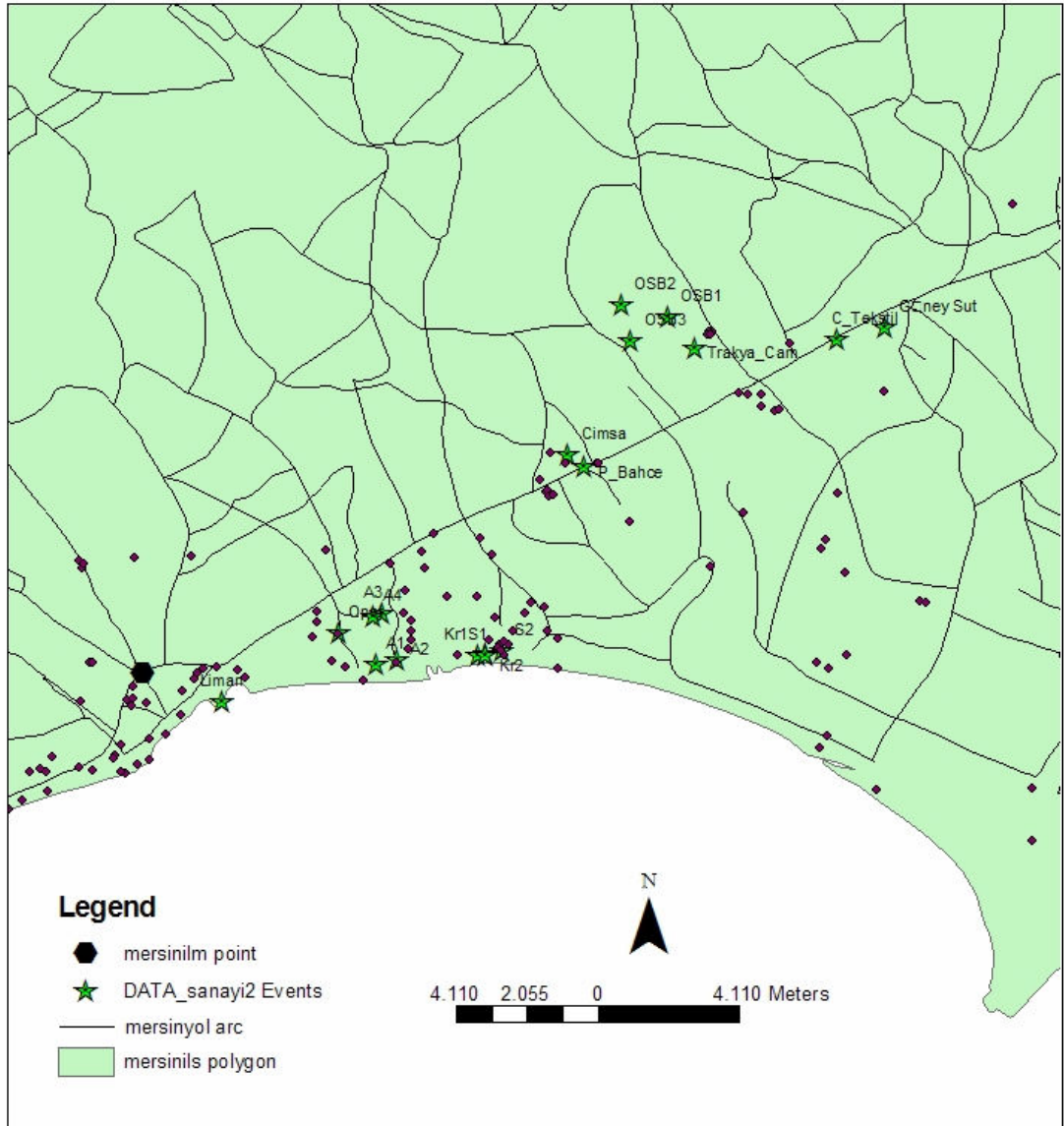
**Şekil 4.60.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kuyularda Kalsiyum ve Magnezyum iyonu Derişimlerinin Standartlara Göre Dağılımı

Kuyu sularının kalsiyum ve magnezyum iyonu içeriği incelendiğinde, kalsiyum ve magnezyum iyonu derişimlerinin Kuyu 7, Kuyu 67 ve 68’de standart değerleri aştığı görülmektedir (Şekil 4.60).

Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde sanayi kuruluşlarının koordinatları Çizelge 4.8’de ve Şekil 4.61’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Sanayi Kuruluşlarının Koordinatları

<b>Yer</b>	<b>İsim</b>	<b>Kod</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Çimsa San.	Cimsa	S1	657109	4081766
Çukurova Tekstil	C_Tekstil	S2	665058	4085076
Adanalıoğlu	A1	S3	651498	4075659
Adanalıoğlu	A2	S4	652120	4075796
Adanalıoğlu	A3	S5	651688	4077133
Adanalıoğlu	A4	S6	651424	4077045
Kromsan Fabrikası	Kr1	S7	653297	4075309
Kromsan Fabrikası	Kr2	S8	653591	4075638
Opet	Opet	S9	650444	4076553
Org. San. Bölgesi	OSB1	S10	659996	4085744
Org. San. Bölgesi	OSB2	S11	658640	4086101
Org. San. Bölgesi	OSB3	S12	658910	4085061
Anadolu Cam Fabrikası	P_Bahce	S13	657586	4081389
Karaduvar	Petrol	S14	653398	4075724
Soda Sanayi Fabrikası	S1	S15	653812	4075287
Soda Sanayi Fabrikası	S2	S16	655167	4076052
Trakya Cam Fabrikası	Trakya_Cam	S17	660791	4084862



**Şekil 4.61.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Sanayi Kuruluşlarının Yerleri

Yeraltı suyu kirliliğinin oluşumu, kirleticiler ve yeraltı suyu akımı arasındaki karşılıklı etkileşimlerin bir sonucudur. Yeraltı suyu kirliliğinin oluşumuna neden olan başlıca etkenler süzülme, doğrudan karışım ve akiferler arası karışımıdır. Süzülme ile meydana gelen kirlilik en yaygın yeraltı suyu kirliliğidir.

Çalışma alanındaki kuyular meyilli ve drenaj problemleri olan bir arazi üzerinde killi, alüvyal bir toprak yapısına sahip tarım arazisi üzerinde yer almaktadır. Arazinin meyilli ve su tutma özelliğinde oluşu kirleticilerin yağmur suları ile sürüklenerek

kuyunun bulunduğu arazide toplanmasına ve zamanla vadoz zondan geçerek kirleticilerin bir kısmının kuyuya sızmasına ve bu kuyularda kirletici parametrelerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Taban toprağına sahip ve drenaj problemi olmayan, kumlu, kolüvyal, dolayısıyla da geçirgen bir arazi üzerinde yer almaları, bu kuyuların kirleticilerden etkilenmelerinin nedeni olarak gösterilebilir.

#### 4.4.2. Mersin Şehir Merkezi Gürültü Mevcut Durumunun Analizi

İnsanın çalışma çevresinin bir bölümünü oluşturan gürültünün, işitme duyusunun yanı sıra, insanı fizyolojik ve psikolojik olarak etkilediğini ve insanın vücut dengelerini bozduğunu biliyoruz [131, 132]. Beden ve ruh sağlığı bozulan bir insanın performans ve verimliliğinin azalması kaçınılmaz olacaktır [133].

Hoşa gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlanan gürültü ne kadar anlamsız, ne kadar şiddetli, ne kadar düzensiz ve ne kadar ani olursa o kadar rahatsız edicidir [134].

Gürültünün insanlar üzerindeki fizyolojik etkilerinin başlıcaları, kas gerilmeleri, stres, kan basıncında artış, kalp atışlarının ve kan dolaşımının değişmesi, göz bebeği büyümesi ve uykusuzluk olarak tespit edilmiştir. Bunların çoğu kısa süren etkileridir. Yalnız stres ve uykusuzluk, gürültünün uzun süreli fizyolojik etkilerindedir. Ayrıca migren, ülser, gastrit vb. hastalıkların ortaya çıkmasında gürültünün de önemli etkisi olabileceği ileri sürülmektedir. Ancak gürültünün, bu hastalıkların baş göstermesinde doğrudan etkili olduğu henüz kanıtlanmamıştır. Gürültünün psikolojik etkilerinin başında ise, sinir bozukluğu, korku, rahatsızlık, tedirginlik, yorgunluk, zihinsel etkinliklerde yavaşlama ve verimin azalması gelmektedir [135].

Zararlı etkilere sahip çevresel ulaşım gürültüsünün önemli bir yüzdesi karayolu ulaşım gürültüsüdür. Taşıtların çalışması ve hareketi sonucu oluşan taşıt ulaşım gürültüsü, motor gürültüsü, şasi ve kaporta gürültüleri, frenlemeden doğan gürültü, tekerleklerin yol yüzeyi ile temasından doğan gürültü ve taşıtın neden olduğu

aerodinamik gürültü gibi bileşenlerden oluşur [136, 137]. Karayolunda oluşan bu gürültü algılanma düzeyine etkiyen faktörler ise; yola olan uzaklık, trafik hacmi, yol seviyesi, yolun kaplama cinsi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarında yapılaşma ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir [138].

Çevresel karayolu ulaşım gürültüsünün üç ana unsuru vardır. Bunlar taşıtın neden olduğu gürültü, aracın yol ve çevre ile etkileşimi sonucu oluşan gürültü ve araçların yanlış kullanımı sonucu oluşan (yani insan kaynaklı) gürültüdür. Bu üç tip gürültünün toplamı toplam gürültüyü oluşturur [138].

#### 4.4.2.1. Ulaşım gürültüsünün faktörleri

Yapılan araştırmalara göre taşıt sayısı ve türü ulaşım gürültüsü seviyesi değişiklik göstermektedir. Kamyon sayılarındaki artış gürültü seviyelerinde artışa neden olup, bir kamyonun neden olduğu gürültü miktarı 4 binek arabasına eşdeğer olduğu tespit edilmiştir [138].

Trafikteki araçların seyir hızları da önemli değişkenlerdendir. Düşük hız, düşük gürültü yaratmaktadır. Düşük hızlarda aracın motor ve egzoz gürültüleri etkili olurken, yüksek hızlarda daha çok yol-teker etkileşimi etkili olmaktadır. Daha az kalınlık ve çaptaki lastikler daha az gürültüye neden olmaktadır. Radyal tip lastikler ile farklı sırt yapılarına sahip lastiklerde etkiler de farklı olmaktadır. Taşıt yaşı da gürültü miktarına etki eden faktörlerdendir. Eski araçların yenilere göre daha fazla gürültüye neden olduğu saptanmıştır [135, 139].

Yolun tek veya çift yönlü olmasına, şerit sayısına, orta refüjde engel olmasına vb. göre gürültü seviyelerinde farklılıklar görülmüştür. Yol kaplama malzemelerinin dokusu, boşluk oranı, yoğunluğu, yüzeyin kuru ya da ıslak olması vb. nedenlere bağlı olarak farklı davranışlar kaydedilmiştir [135].



#### 4.4.2.2. Taşıtlardaki gürültü kaynakları

Taşıtlarda gürültü kontrolü, kaynaklarının çokluğu ve yayılım yollarının çeşitliliği nedeniyle çözümü zor bir akustik problemdir. Hem ses hem de titreşimler taşıtın bütün gövdesi ve donanımları üzerinden yayılmaktadır. Dolayısıyla önce taşıttaki gürültü kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Taşıtlardaki başlıca gürültü kaynakları sekiz tanedir [140].

**Motor Gürültüsü:** Motor silindirindeki yanma olayı ani bir basınç darbesi yaratır. Bu darbe silindir duvarlarının ve motor kafesi aracılığı ile motor yan duvarlarının titreşmesine sebep olur. Bu titreşimler havanın basınç salınımları yapmasına ve ses oluşmasına sebebiyet verir. Motor devir sayısının düşürülmesi, silindir sayısının artırılması ve motor gövdesinin kalınlaştırılması gibi önlemlerin gerçekleştirilmesi yakıt tüketimine, maliyete, performansa ve vergi oranlarına getireceği ek yükler nedeniyle üretici ve kullanıcılar tarafından tercih edilmeyen yöntemlerdir. Daha çok motordan yayılan gürültünün izolasyonu yoluna gidilmektedir.

**Hava Filtresi:** Hava emme ağzı, filtre haznesi boyun uzunluğu ve filtreye bağlantısı hava akış tekniğine uygun tasarlanmalıdır. Hava filtresi haznesi mümkün olduğunca büyük tutularak hava filtresi emme gürültüsü en aza indirilmelidir.

**Fan Gürültüsü:** Motor suyunun soğutulması amacıyla kullanılan fanın gürültüsünü azaltmak için pervane kanatlarının asimetrik tasarlanması ve iyi dengelenmesi gibi önlemler alınmalıdır.

**Egzoz Gürültüsü:** İyi tasarlanmamış bir egzoz sistemi özellikle düşük hızlarda en önemli gürültü kaynağıdır. Egzoz gürültüsünün araçlardan yayılan toplam gürültüye payı, araç ve kullanılan susturucu tipine bağlı olarak değişmekle beraber, düşük hızlarda %40 seviyelerinde olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, özellikle gürültüye duyarlı şehir merkezlerinde araçlar düşük hızla hareket ettiklerinden motorlu

araçlardan yayılan gürültünün azaltılması için üzerinde çalışılması gereken önemli konulardan bir tanesi de egzoz sistemi olmaktadır [141].

Egzoz sisteminin yapması gereken esas görevi, yanma sonrası oluşan gazları en az kayıpla atmosfere atmak, ikinci görevi ise motordan gelen gürültünün çevreye yayılmasını engellemektir. Söz konusu görevleri oluşturan bu iki olay birbirine zıt yönde etki ederler. Gürültü düzeyinin düşürülmesi demek gazın bir iş yapması demektir. Bunun sonucu olarak basınç kaybı ortaya çıkar ki bu da motor performansında azalma demektir. Bu nedenle iyi bir egzoz tasarımında, gürültü azaltılması ile motor performansı ve yakıt ekonomisi arasında optimum bir noktayı bulmak gerekir.

**Vites Kutusu Gürültüsü:** Vites kutusu gürültüsü takırtı ve uğultu şeklinde tanımlayabileceğimiz iki tipte olur. Bunlardan birincisi üzerinden güç aktarılmayan dişli gruplarının gürültüsüdür. Vites kutusu giriş devir sayısı düzgünsüzlüğü, dişli boşlukları, sürtünme kuvvetleri gibi nedenlere bağlıdır. Uğultu olarak algılanan ikinci ses ise güç aktaran dişlilerin neden olduğu gürültüdür ve seçilen vites kademesine bağlıdır.

**Tekerlek Asılı Sistemi Gürültüsü:** Yol bozukluklarının yutulması amacıyla tekerlekler taşıta oynak kollar ve yay sönüm elemanlarıyla bağlanmıştır. Seyir stabilitesi açısından sert olması istenen bu elemanlar belirli bir gürültüye neden olmaktadır.

**Seyir Rüzgarı Gürültüsü:** Rüzgar gürültüsü de ancak yüksek hızlarda önemli olmaktadır. Taşıtın dış gövdesindeki hava akışı ve türbülanslardan oluşmaktadır. Taşıt aerodinamiği düzeldikçe seyir rüzgarı gürültüsü de azalmaktadır. Fakat bu gürültü çevresel etkilerden çok araç içindekileri olumsuz etkilemektedir.

**Lastik Gürültüsü:** Taşıtların şehir içindeki düşük hızda ve ivmeli hareketlerinde motor, aktarma organları ve egzoz sistemi gürültüleri en önemli gürültü kaynaklarını

oluştururken, yüksek hızlı otoyollardaki trafikte lastik yol etkileşiminden kaynaklanan gürültü en yüksek gürültü emisyonunu oluşturmaktadır. Genel olarak, dizel motorlu büyük kamyonlar hariç tüm taşıtlarda 100 km/saat ve üzeri hızlarda lastik-yol gürültü en etkin kaynaktır. Modern küçük taşıtlar için bu değer 60 km/saat seviyesine kadar düşmektedir. Islak zeminde ise aynı lastik gürültüsü seviyesi daha düşük hızlarda oluşmaktadır [142].

Lastik profilleri ile yol yüzeyinin çarpışmaları ve yol kaplamasının pürüzlülüğü, lastik profillerinin titreşmesine ve belli bir gürültü oluşmasına neden olmaktadır. Lastik yanaklarının titreşimleri, lastik-yol gürültüsünün ana kaynağı olarak kabul edilmektedir [142].

Tekerleğe uygulanan tahrik ve fren momentleri, temas yüzeyinde kayma oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumda lastik-yol gürültüsünde büyük ölçüde arttırmaktadır [142].

Yüzey pürüzlülüğü ve gözeneklilik, genel olarak lastik-yol gürültüsünün azalmasına neden olmaktadır. Lastik basıncının nominal değerlerinin üzerinde artması sert lastik etkisi yaratır ve özellikle yüksek frekanslı gürültü seviyesinin artmasına neden olmaktadır [142].

#### 4.4.2.3. İnsan kaynaklı gürültü

Bu tür gürültü genelde aracın hatalı kullanılmasından dolayı oluşur. Normal şartlarda susturucusuz veya ses giderici diğer parçaları olmadan bir motorlu kara taşıtının çalıştırılmasından kaynaklanmaktadır [140, 141]. Fakat diğer yandan en önemli insan kaynaklı gürültü, korna kullanımı sonucu oluşmaktadır. İnsan kaynaklı gürültünün azaltılması ancak iyi bir eğitimle mümkündür [135, 143].

#### 4.4.2.4. Mersin Şehir Merkezi Gürültü Mevcut Durumunun CBS Analizi

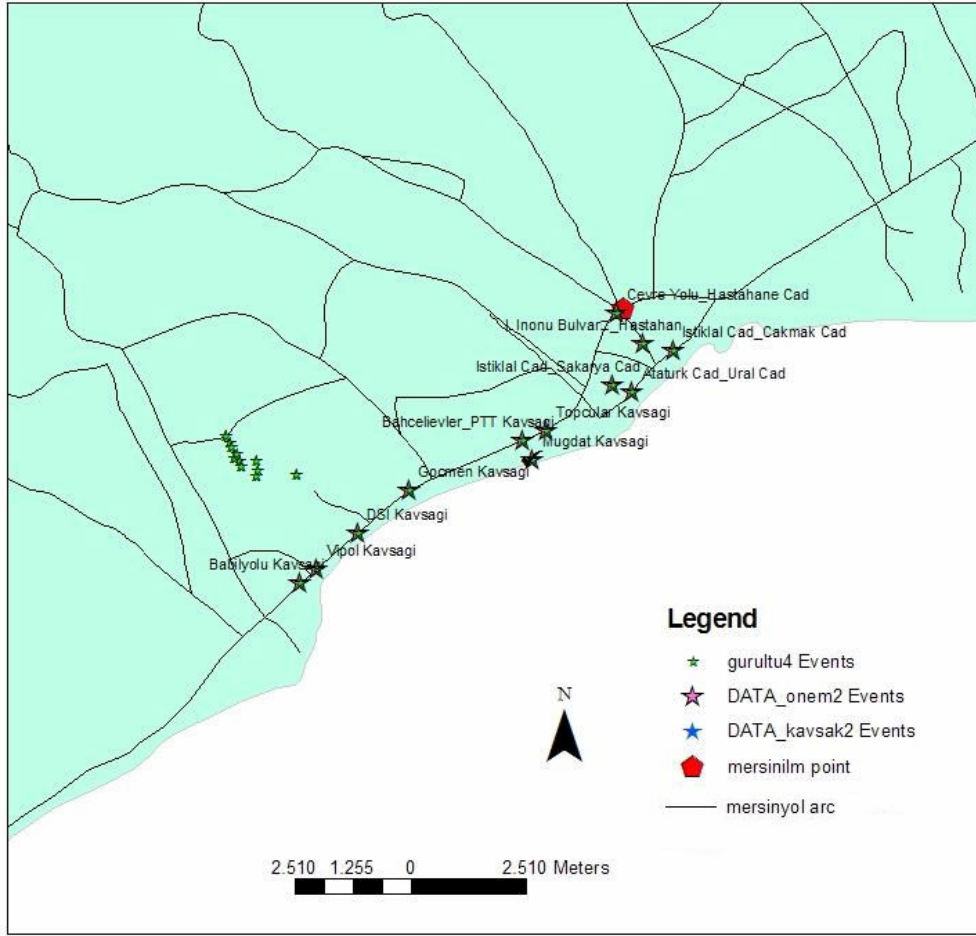
1998-2004 yılları arasında yapılan Mersin şehir merkezi gürültü ölçüm sonuçları CBS sistemine aktarılmıştır. Gürültü ölçümleri 0 m, 7,5 m ve 15 m uzaklıkta; her noktada 5 ölçüm olarak yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının minimum, maksimum ve ortalamaları alınmıştır [143].

Mersin şehri ulaşımdan kaynaklanan gürültü düzeyinin tespiti için 1998-2004 yılları arasında önemli kavşaklarda yapılan gürültü ölçümleri sisteme eklenmiş ve Gürültü Kontrol Yönetmeliğindeki sınır değerleri ile karşılaştırmaları yapılmıştır [143, 144].

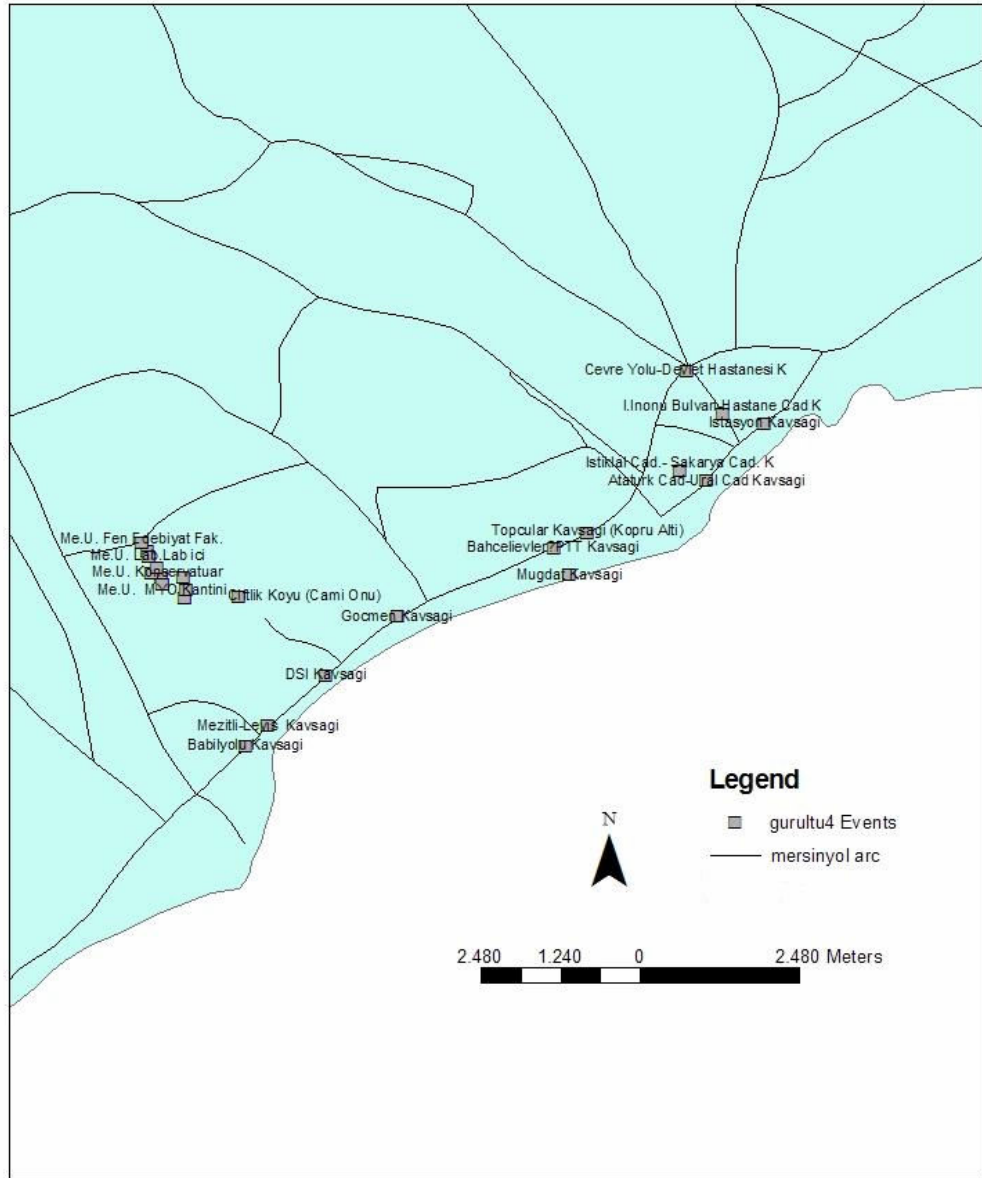
Mersin şehir merkezinde gürültü ölçümleri 12 kavşakta yapılmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.62) [143]. Ayrıca Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusünde gürültü ölçümleri de yapılmıştır (Şekil 4.63) .

Çizelge 4.9. Gürültü Ölçüm Yerleri

No	Ölçüm Yeri
1	Atatürk Caddesi - Uray Cad. Kavşağı
2	İsmet İnönü Bulvarı – Hastane Cad. Kavşağı
3	GMK Bulvarı Topçular Kavşağı
4	İstasyon Kavşağı
5	İstiklal Cad. -Sakarya Cad. Kavşağı
6	GMK Bulvarı (I. Çevre Yolu) – Devlet Hastanesi Kavşağı
7	GMK Bulvarı Göçmen Kavşağı
8	Muğdat Kavşağı
9	GMK Bulvarı Bahçelievler_PTT Kavşağı
10	GMK Bulvarı DSİ Kavşağı
11	GMK Bulvarı Vipol Kavşağı
12	GMK Bulvarı Babilyolu Kavşağı

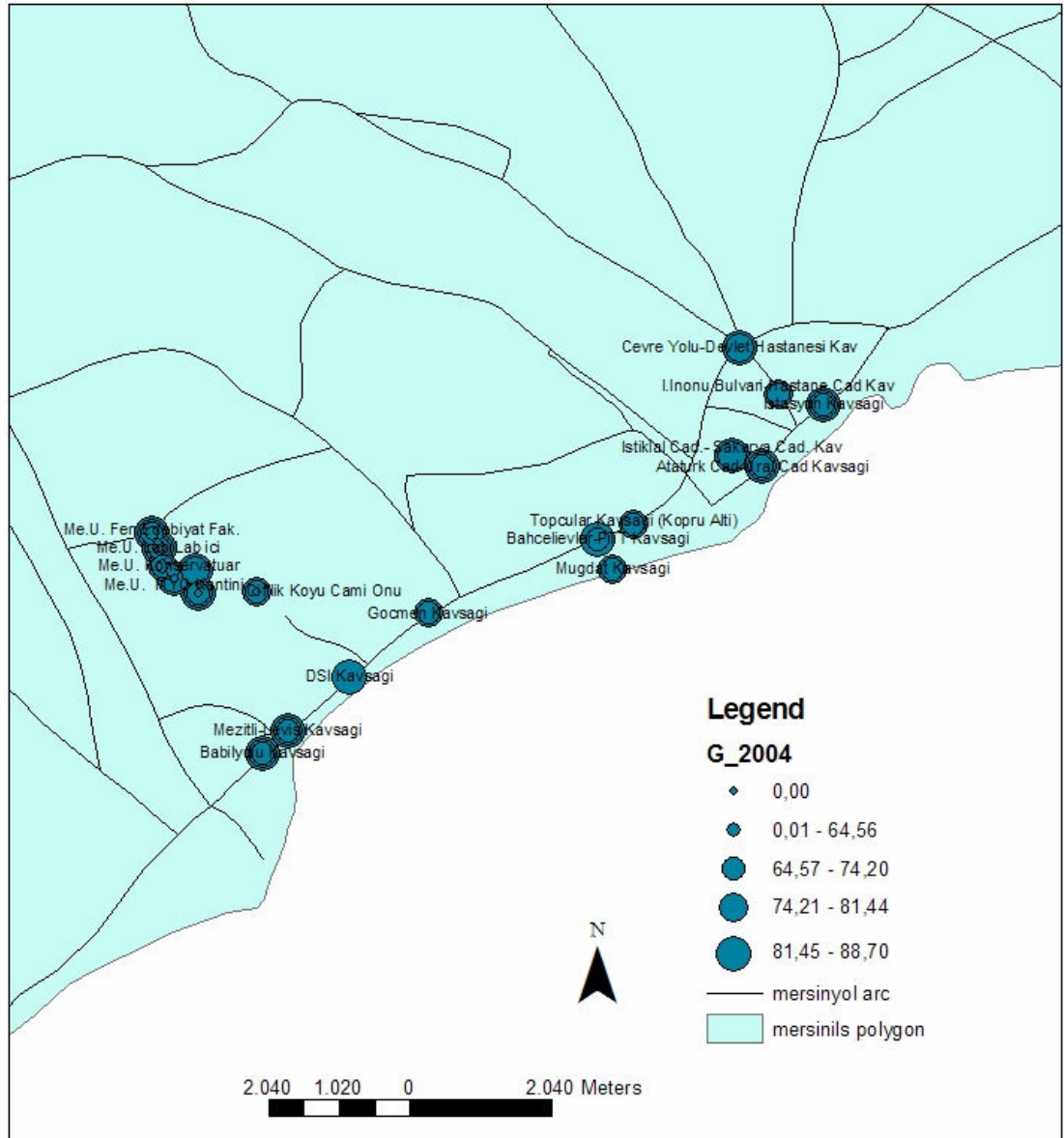


**Şekil 4.62.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Kavşakların Yerleri

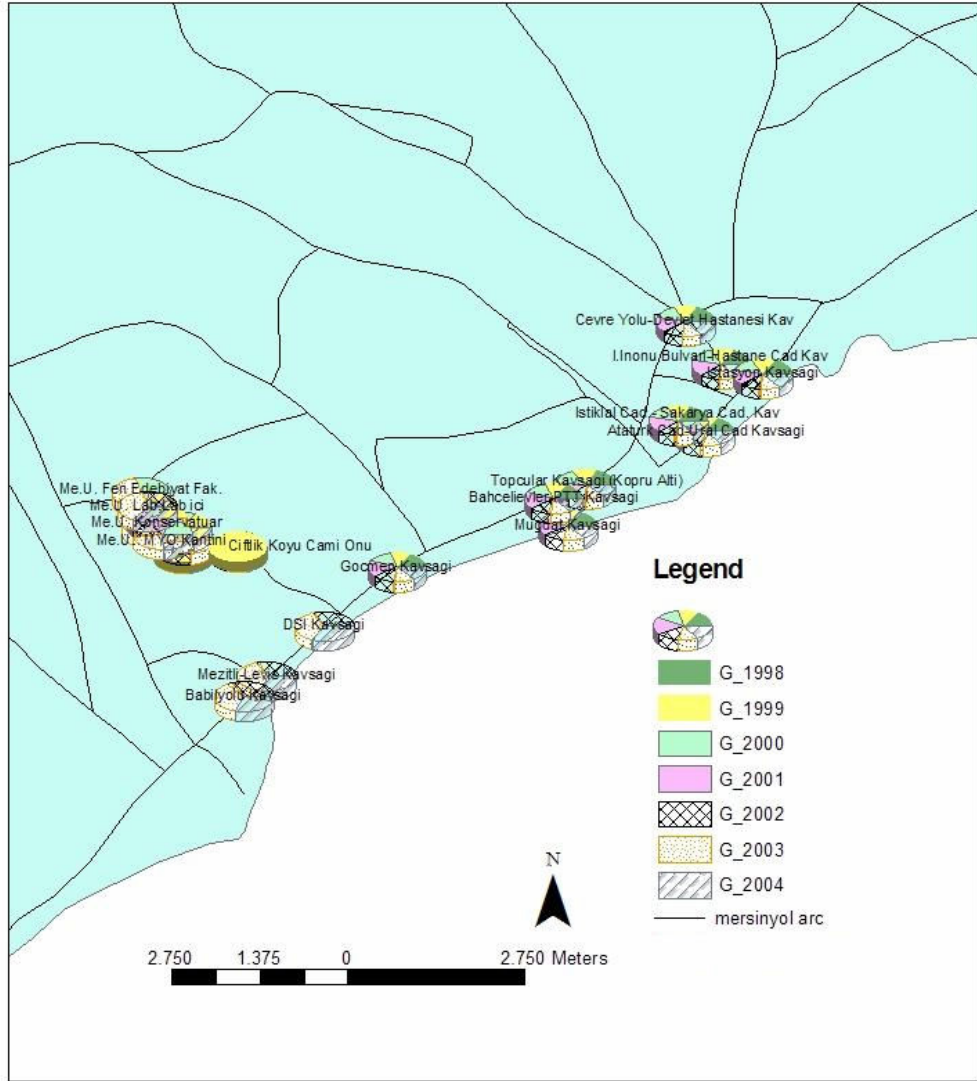


**Şekil 4.63.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde Gürültü Ölçüm Noktaları

2004 yılında yapılan gürültü ölçüm sonuçları Şekil 4.64’de ve 1998 ile 2004 yıllarında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarının karşılaştırması Şekil 4.65’de verilmiştir.



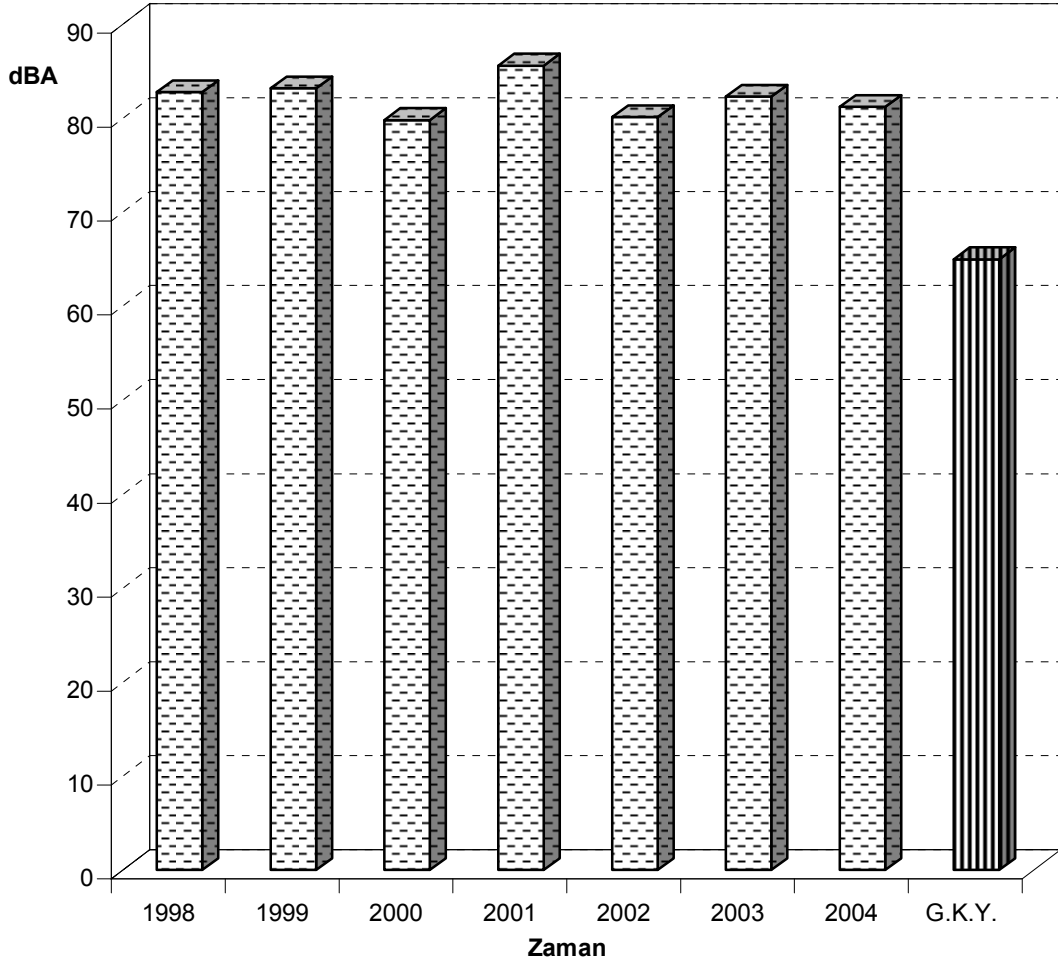
**Şekil 4.64.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde 2004 Yılı Gürültü Ölçüm Sonuçları



**Şekil 4.65.** Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminde 1998-2004 Yılları Arası Gürültü Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

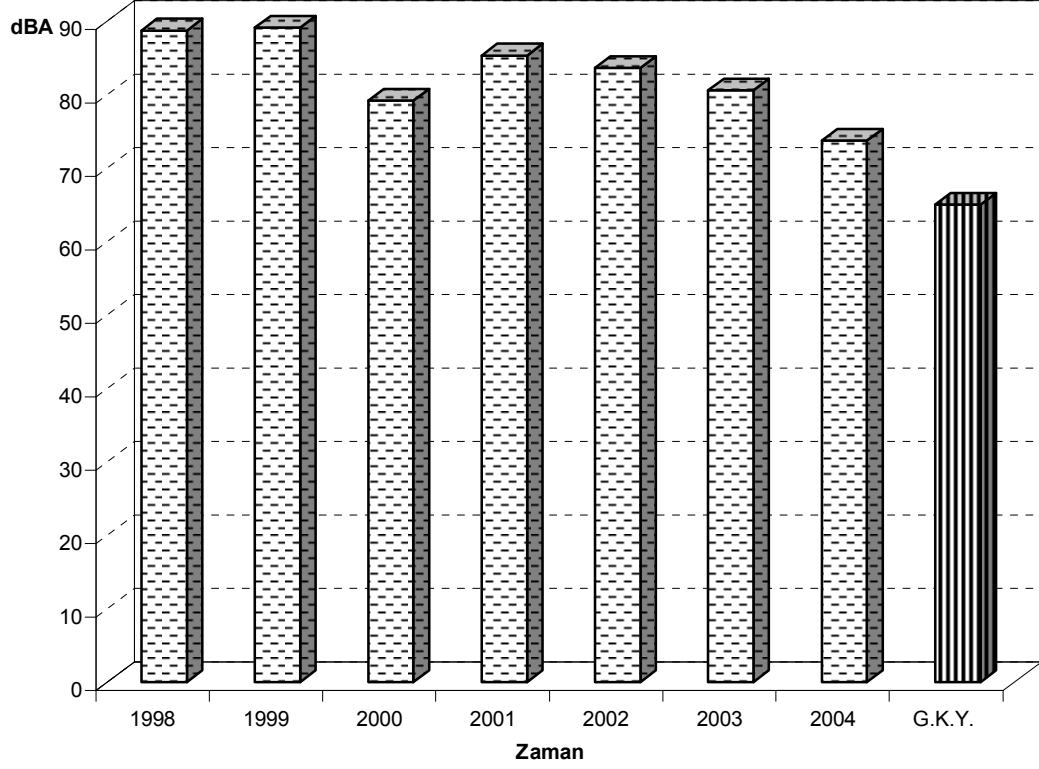


Atatürk Cad. – Uray Cad. kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 85.6 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 82,3 dBA'dır (Şekil 4.66). GKY'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144].



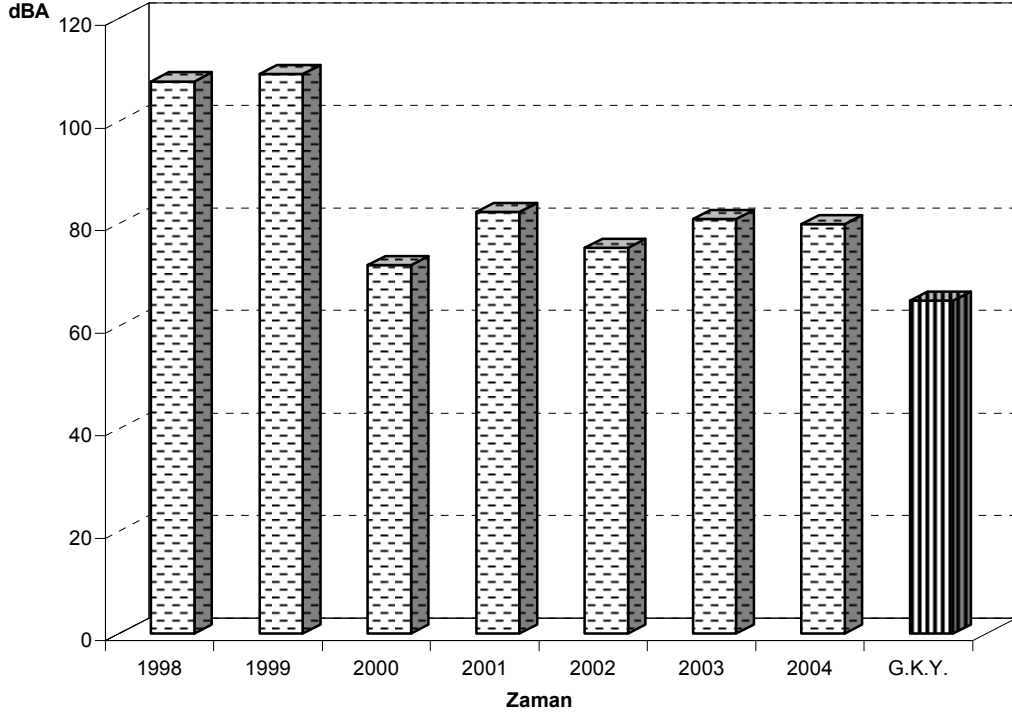
**Şekil 4.66.** Yıllara Göre Atatürk Cad. – Uray Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69]. (GKY= Gürültü Kontrol Yönetmeliği Değeri)

İsmet İnönü Bulvarı – Hastane Cad. kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 89.1 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 83,8 dBA'dır (Şekil 4.67). GKY'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144].



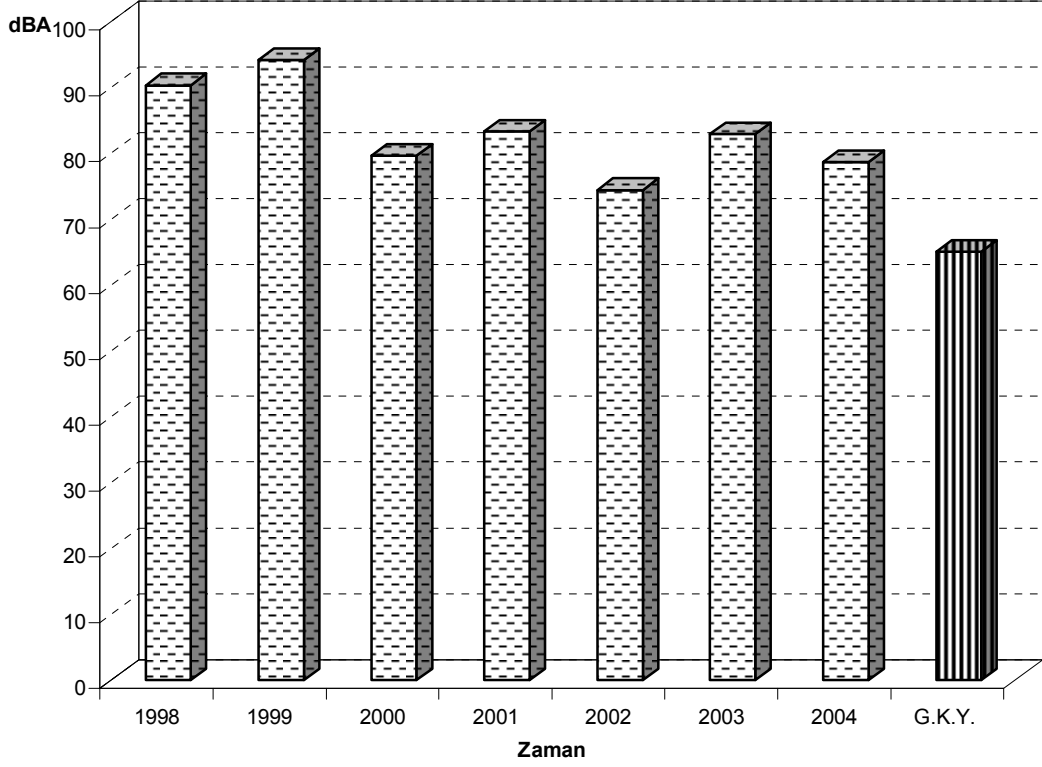
**Şekil 4.67.** Yıllara Göre İsmet İnönü Bulvarı – Hastane Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69].

GMK Bulvarı Topçular kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 107.8 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 87 dBA'dır (Şekil 4.68). GKY'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144]. Topçular kavşağında üst geçidin yapılması ile birlikte gürültü seviyesi düşmüştür.



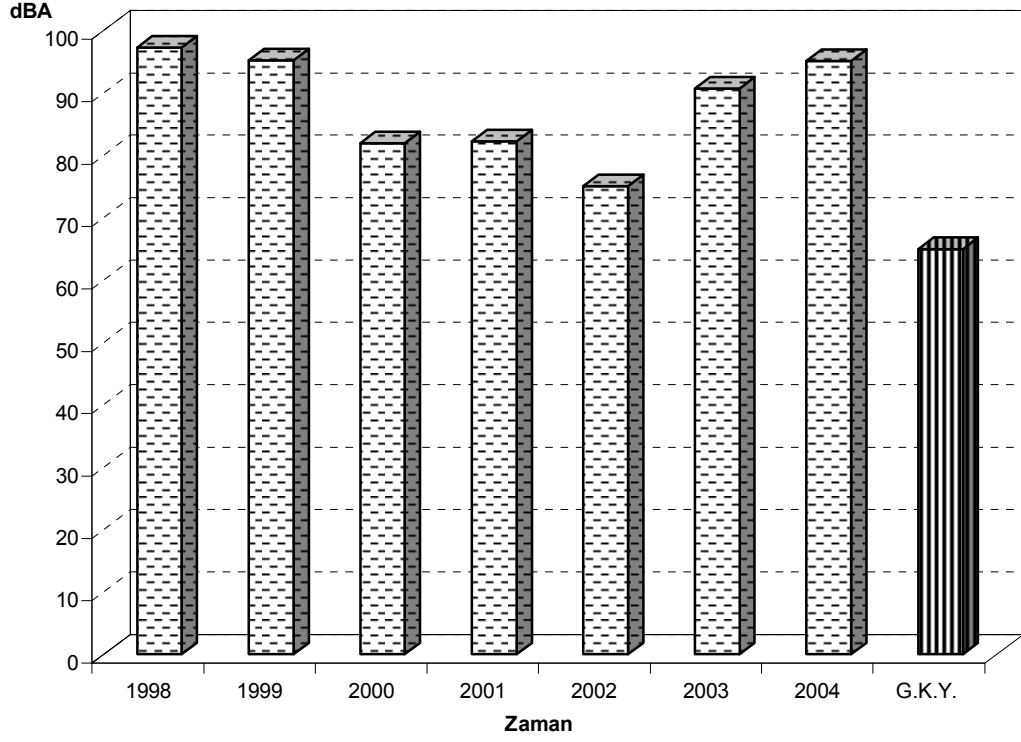
**Şekil 4.68.** Yıllara Göre GMK Bulvarı Topçular Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69].

İstasyon kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 94.1 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 83,9 dBA'dır (Şekil 4.69). G.K.Y.'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144].



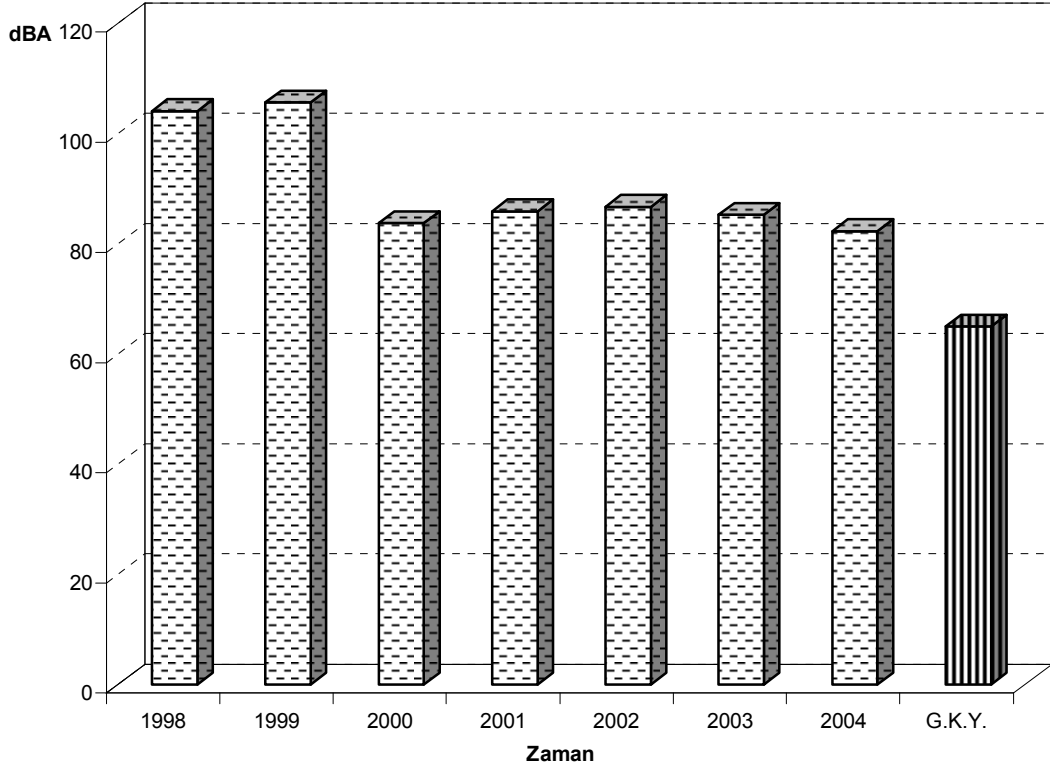
**Şekil 4.69.** Yıllara Göre İstasyon Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69].

İstiklal Cad. -Sakarya Cad. kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 97.3 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 86,8 dBA'dır (Şekil 4.70). G.K.Y.'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144].



**Şekil 4.70.** Yıllara Göre İstiklal Cad. -Sakarya Cad. Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69].

GMK Bulvarı (I. Çevre Yolu) – Devlet Hastanesi kavşağında 1998-2004 yılları arasında yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre maksimum gürültü ölçümü 104.1 dBA olup, ortalama gürültü seviyesi 91,3 dBA'dır (Şekil 4.71). GKY'de belirtilen 65 dBA'yı aşmıştır [144]. Son yıllarda gürültü seviyesi, geçmiş yıllara göre düşüş gözlenmiştir.

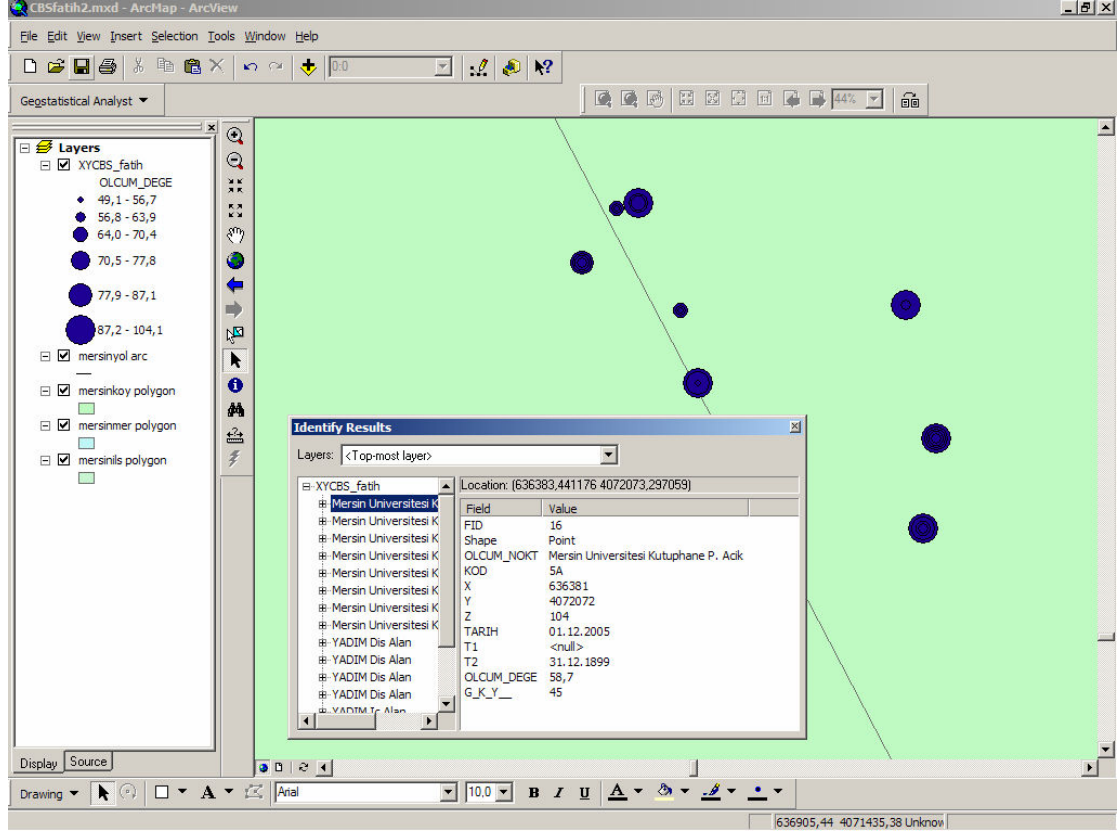


**Şekil 4.71.** Yıllara Göre GMK Bulvarı (I. Çevre Yolu) – Devlet Hastanesi Kavşağı Gürültü Seviyesinin Değişimi [69].

#### 4.4.2.5. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Düzeyinin CBS ile Analizi

Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsünde yapılan gürültü ölçüm sonuçları Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılmıştır. Gürültü ölçüm sonuçları 49,9 ile 104,1 dBA arasında değişmektedir. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy kampüsünde 38 noktada yapılan gürültü ölçüm sonuçları, ArcGIS - ArcMap programı kullanılarak sorgulama

yapıldığında; Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde eğitim alanları için belirtilen 35 dBA sınır değerini aştığı görülmektedir (Şekil 4.72, 4.73, 4.74, 4.75), [144].

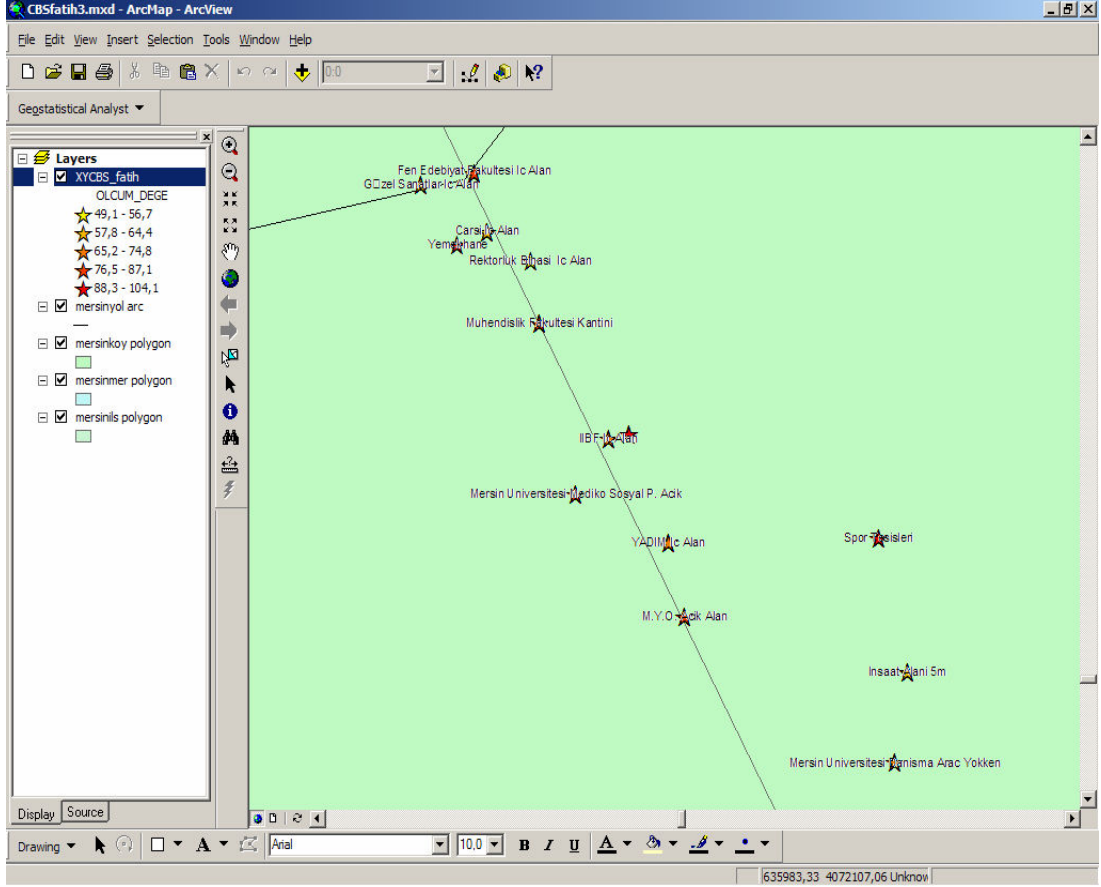


Şekil 4.72. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusü Gürültü Ölçüm Sonuçları

Mersin Üniversitesi kampüs alanında yapılan ölçümler sonucunda en yüksek gürültü düzeylerinin konservatuar (96.90 dB) ve inşaat alanlarından (96.10 dB) kaynaklandığı saptanmıştır.

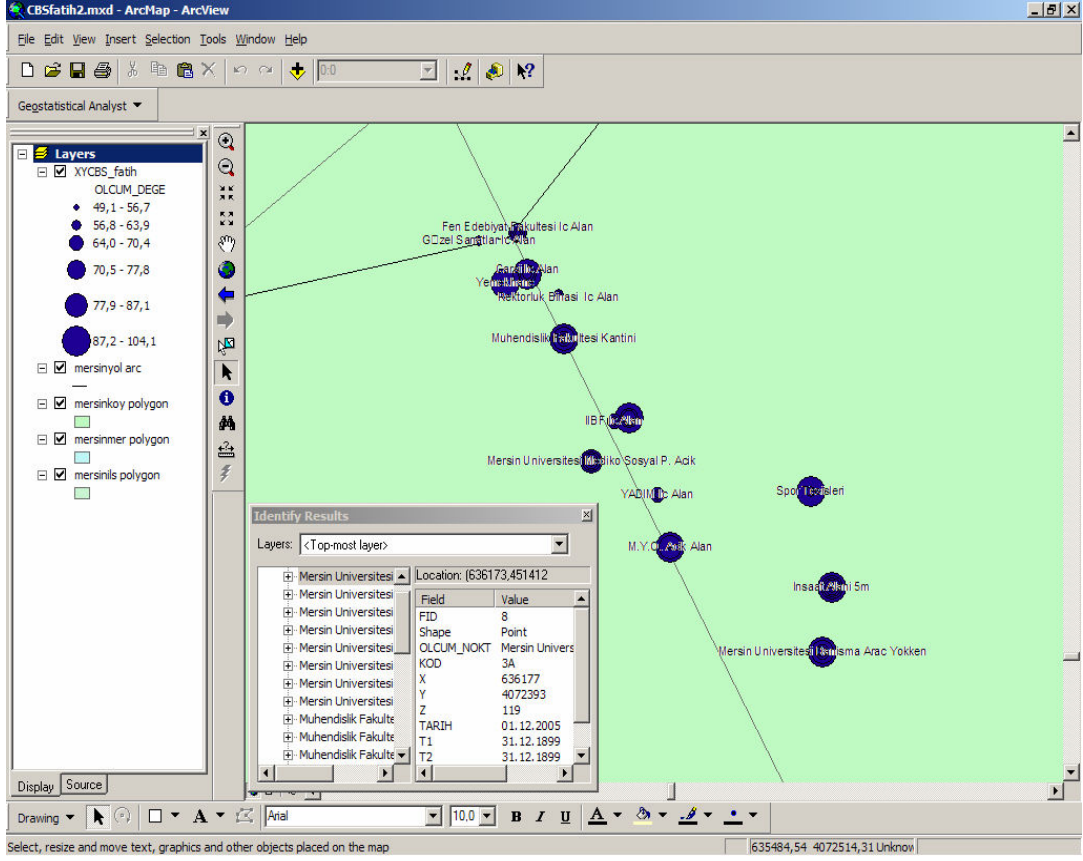
ME.Ü. Çiftlikköy Kampusunda Rektörlük Binası, Müh. Fak., M.M.Y.O, Danışma, Spor Tesisleri, Mediko-Sosyal, Konservatuar, Dersliklerde, Laboratuvarlarda, Kütüphanede, inşaat alanında ve açık alanlarda yapılan ölçüm sonuçlarına göre; açık alanda ölçülen gürültü sonuçları, kapalı alanlarda ölçülen sonuçlardan fazla bulunmuştur. Bunun nedeni ME. Ü. Çiftlikköy Kampusünde inşaat faaliyetlerinin devam etmesi ve dersliklerin inşaat alanına yakın olmasından dolayıdır.

Dersliklerde ölçülen değerler, Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen değerden yaklaşık 20-25 dBA fazla bulunmuştur [143, 144].

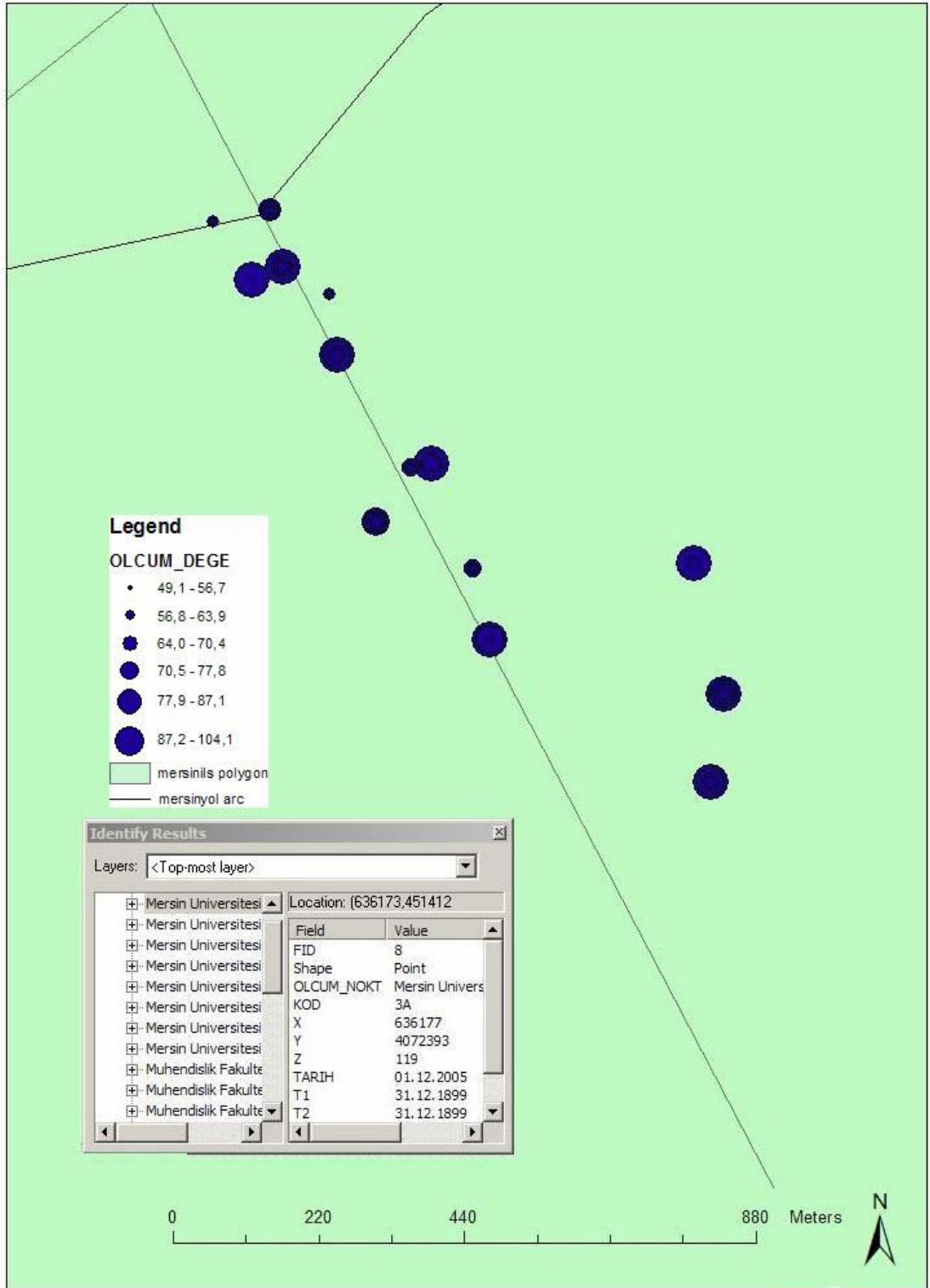


Şekil 4.73. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Ölçümü Yapılan Yerler





Şekil 4.74. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Seviyeleri

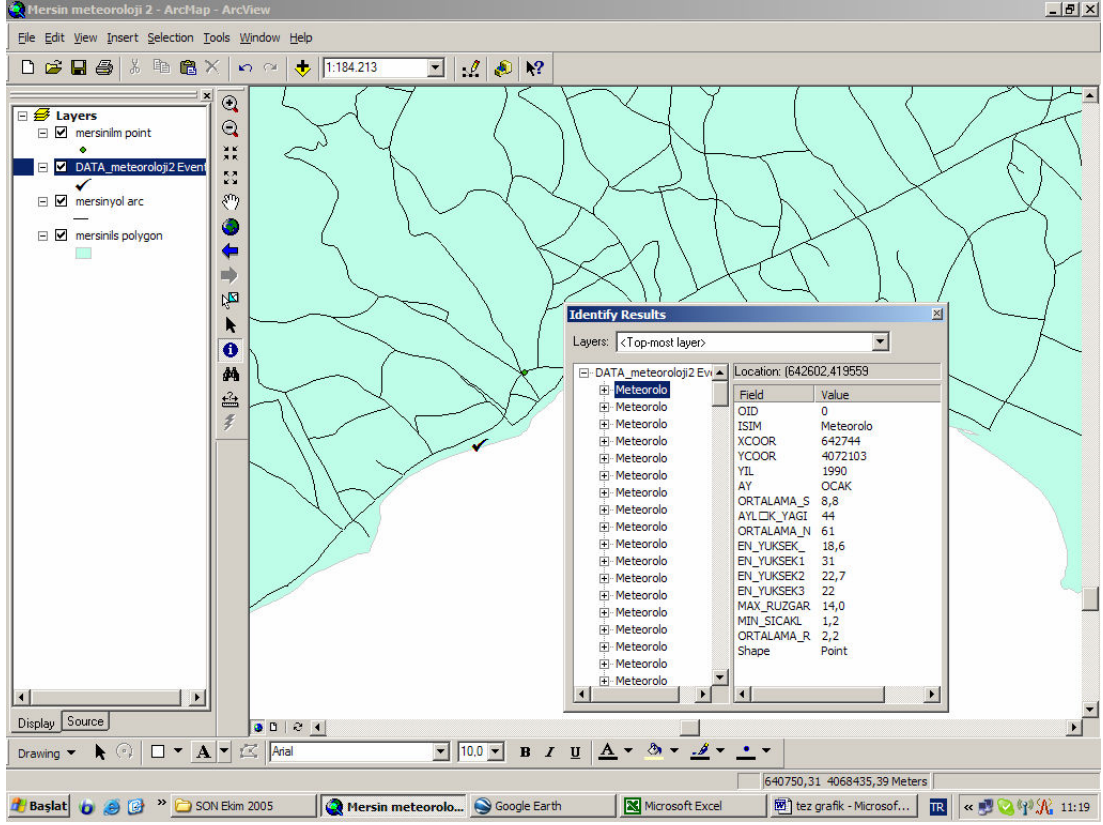


Şekil 4.75. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampusu Gürültü Kirliliği Haritası

Yapılan çalışma sonucunda belirlenen yüksek gürültü düzeyleri, bazı tedbirlerin alınmasının gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Gürültü denetiminde alınacak tedbirlerin başında özellikle kampustaki eğitime yönelik binaların inşasında ses yalıtımına önem verilmeli, kullanılacak malzemelerin buna göre seçilmesi sağlanmalı ve aynı özen kullanılan ofislerde, dersliklerde ve laboratuvarlarda kullanılan cihazlardan kaynaklanan gürültünün giderimi için yapılacak çalışmalarda da gösterilmelidir.

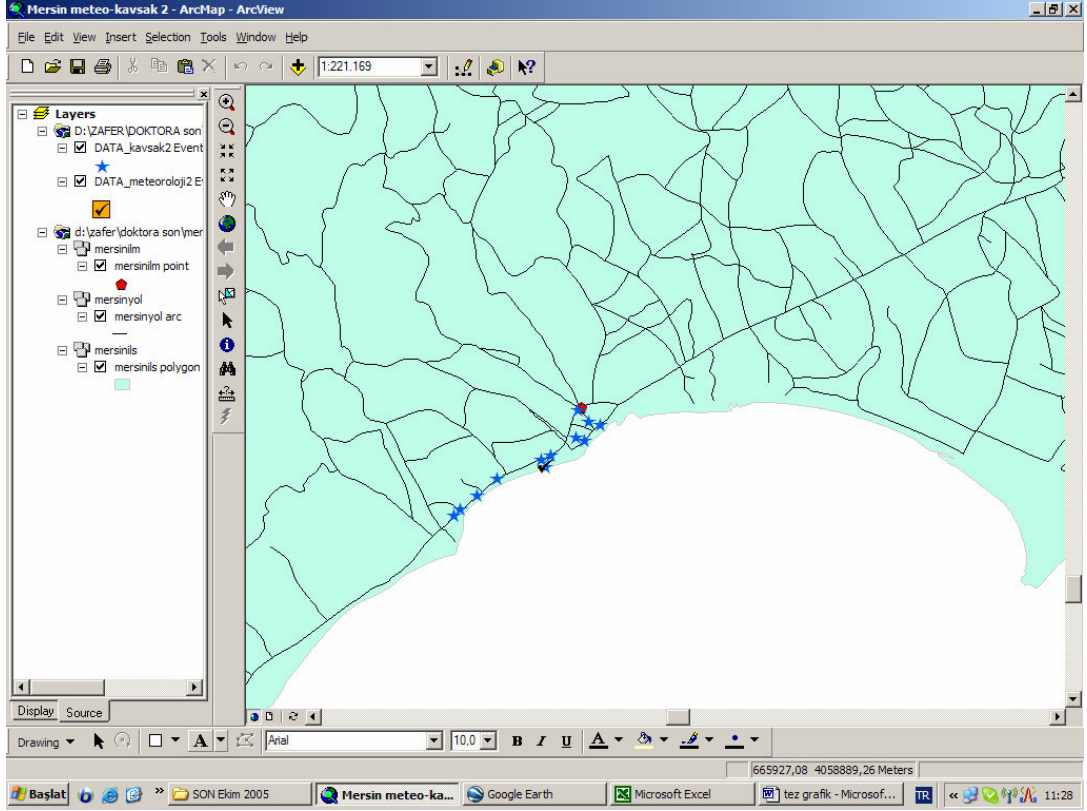
#### 4.4.3. Berdan Ovası Meteorolojik Verilerin CBS ile Analizi

Çalışma alanı ile ilgili meteorolojik veriler, Meteoroloji Mersin İl Müdürlüğünden temin edilmiştir [25]. 1990-2006 Kasım tarihleri arasında yapılan; toplam yağış miktarı, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, ortalama nem, ortalama rüzgar hızı, hakim rüzgar yönü, maksimum rüzgar yönü ve hızı ile ilgili meteorolojik veriler sisteme aktarılmıştır. Meteoroloji ölçüm istasyonu CBS sistemine eklenmiştir (Şekil 4.76 ve 4.77).



Şekil 4.76. Meteoroloji İstasyonunun CBS'deki Yeri

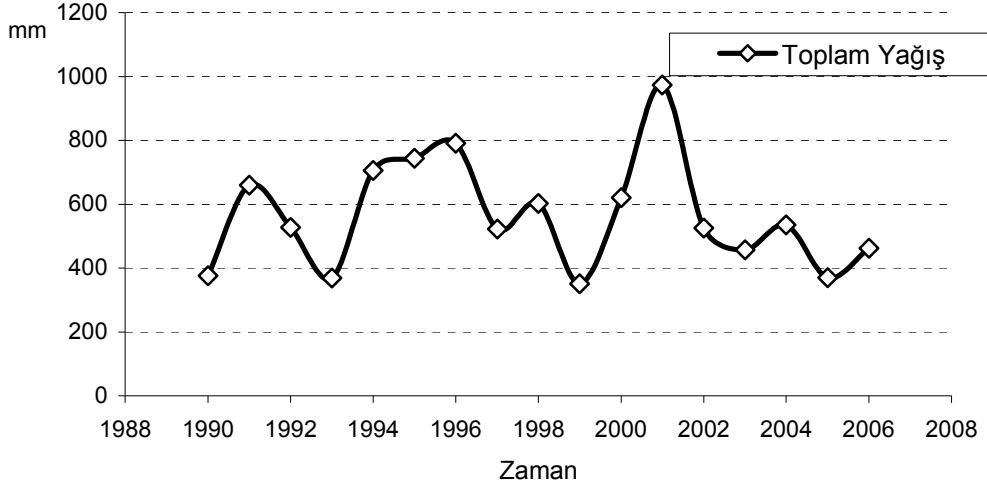
Meteoroloji ölçüm istasyonu ve gürültü ölçümlerinin yapıldığı kavşakların CBS sisteminde yeri Şekil 4.77'de verilmiştir.



**Şekil 4.77.** Meteoroloji Ölçüm İstasyonu ve Kavşakların Yeri

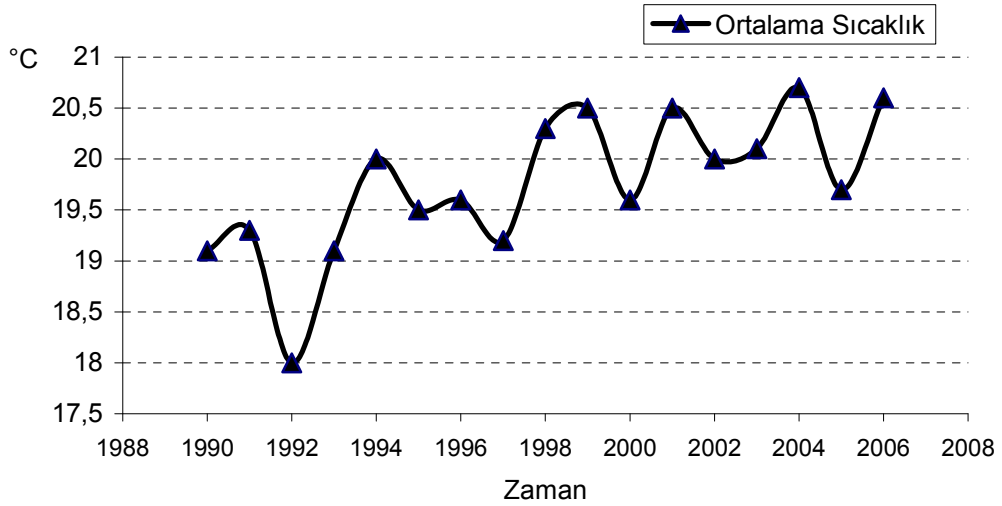
Mersin ilinin 1990-2006 Kasım tarihleri arasında ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarları Şekil 4.78 ve 4.79’da verilmiştir. Mersin ilinin 16 yıllık meteorolojik ölçümler göz önüne alındığında yıllık ortalama sıcaklık 19,7°C ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise yaklaşık 564 mm’dir [25].

Meteoroloji ölçüm istasyonu, gürültü ölçümünün yapıldığı kavşaklar ve önemli yerler ve fabrikalar CBS sistemine aktarılmıştır (Şekil 4.80 ve Şekil 4.81).

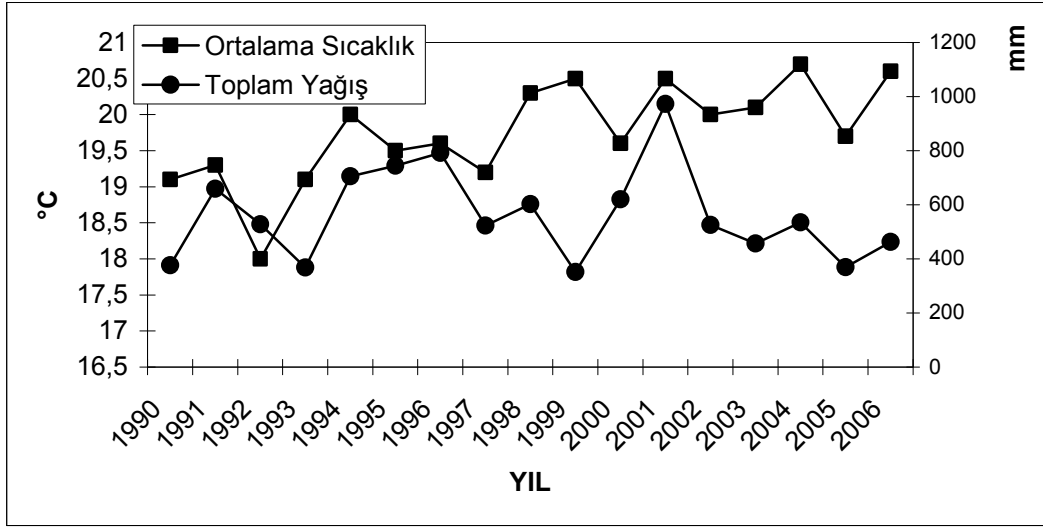


**Şekil 4.78.** Mersin İlinin Yıllara Göre Toplam Yağış Miktarı [25].

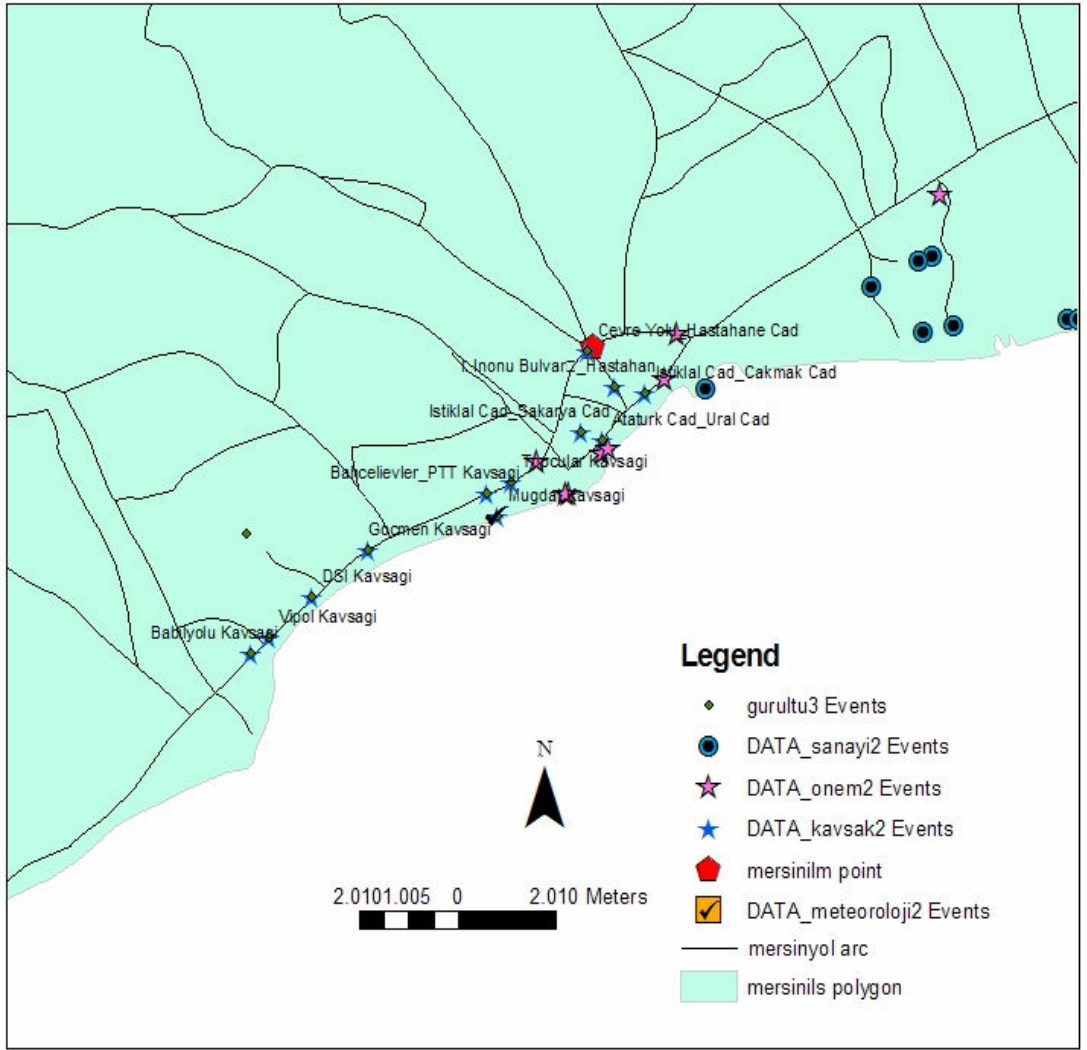
Mersin ilinde son 16 yıllık meteorolojik verilere göre ortalama sıcaklık miktarı artarken, toplam yağış miktarında azalma gözlenmiştir. Bu durum son yıllarda gözlenen kuraklık tehlikesinin Mersin İlinde somut bir örneğini oluşturmaktadır (Şekil 4.78, Şekil 4.79 ve Şekil 4.80).



**Şekil 4.79.** Mersin İlinin Yıllara Göre Ortalama Sıcaklık Miktarı [25].



Şekil 4.80. Mersin İlinin Yıllara Göre Ortalama Sıcaklık ve Yağış Miktarının Karşılaştırılması [25].



**Şekil 4.81.** Meteoroloji Ölçüm İstasyonu, Kavşaklar, Önemli Yerler ve Sanayinin CBS'deki Yeri



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde gerek içerdği biyolojik ve kimyasal kirlilik parametreleri açısından ve gerekse gerekli ve yeterli önlemlerin alınmaması halinde oldukça önemli kirletici unsur olan katı atık deponi sızıntı sularının alternatif arıtma teknolojileri mevcuttur.

İlk aşamada sıralanabilecek olan deponi sızıntı suyu bileşenlerinin konsantrasyonlarına, alıcı ortam deşarj standartlarına, hacmine, arıtma tesisinin kurulacağı alana, v.b. parametrelerine bağlı olarak arıtma teknolojisine karar verecek sızıntı suyu arıtma tesislerinin ülkemizde de bir an önce hayata geçirilmesi kaçınılmazdır. Zira, doğrudan yüzeysel sulara ve yeraltı sularına karışacak olan deponi sızıntı suları kısa vadede sularımızı ve özelliğinden dolayı da uzun vadede yeraltı sularımızın geri dönüşümü mümkün olmayan noktaya getirecektir.

Çalışma alanındaki meteorolojik faktörlerdeki değişimlere bağlı olarak, mevsimsel değişimlere göre Çavuşlu Deresinin su kalitesi üzerinde, özellikle çözülmüş oksijen miktarında negatif değişim olması kaçınılmazdır.

WQM-CAL Modelinde bakteriyolojik ve mikrobiyolojik değişim ile ilgili eşitlik veya uygulama olmadığı için Çavuşlu Deresindeki bakteriyolojik değişimi ölçüm noktalarında tespit edilememiştir. Ancak bu noktalarda; sulama kanalları ve içme suyu kaynaklarında, özellikle Çavuşlu Deresi üzerinde yer alan iki adet kuyuda (6. ve 7. örnekleme noktalarında) bakteriyolojik ölçümlerin yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma ile Mersin ili katı atık deponi alanından kaynaklanan sızıntı sularının; Çavuşlu Deresini kirlettiği, deponi alanı güneyinde Çavuşlu Deresi havzası içerisinde yer alan Çavuşlu Mahallesi bölgesindeki su kaynaklarının, derenin yakınında bulunan kuyuların içme ve kullanma suyu olarak kullanılamaz hale getirdiği tespit edilmiştir. Buna rağmen bu kuyular seralarda, bahçelerde ve tarlalarda sebze ve meyve üretiminde sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Su

kalitesindeki değişimin biyo-akümülyasyon ve biyo-magnifikasyon ile insanlara kadar ulaşması ve canlı hayatına olumsuz etkisinin olması muhtemeledir.

Çalışma bölgesinden alınan numunelerin analizlerinin sonucu ile WQM-CAL Modeli kullanarak bulduğumuz sonuçların aynı olduğu görülmektedir.

*PMWIN simülyasyon sonuçlarına göre:*

- Mersin şehir merkezinde yeraltı suyu akım yönünün kuzeyden güneye doğru olduğu,
- Pozcu civarında 6 ve 8 nolu kuyulardan üretilen yeraltı suyunun kalitesinin deniz suyundan olumsuz yönde etkilendiği ve deniz suyu girişiminin olduğu,
- 7 ve 3 nolu kuyulardan üretilen yeraltı suyunun kalitesinin Güvenevler, Pozcu merkez ve Okan Merzeci Bulvarı (II. Çevre yolu) civarında arazi kullanımı (ağırlıklı olarak şehirleşme, atık su sızıntıları ve trafikten etkilendiği),
- Okan Merzeci Bulvarı MESKi-Mezarlık kavşağında yer alan 1 nolu kuyudan üretilen yeraltı suyunun kalitesinin ise Mersin şehir mezarlığı ve vahşi katı atık depolama alanı ve Çavuşlu mahallesi civarındaki tarımsal aktivitelerden etkilendiği ortaya konulmuştur.

*Hydrowin programında yapılan değerlendirme sonuçlarına göre;*

Hydrowin programında kuyu sularının kimyasal özellikleri incelendiğinde; 1 nolu kuyuda nitrat kirlenmesi belirlenmiştir. 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 29, 32, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73 nolu kuyularda klorür (Cl<sup>-</sup>) iyonunda artış gözlenmiştir. Bu kuyulara, kuyulardan suyun çekim miktarı ve hızına bağlı olarak deniz suyu girişimi olabilmektedir. Adanalıoğlu kasabası civarında yer alan 21 nolu kuyuda florür (F<sup>-</sup>) iyonunda artış gözlenmiştir. 7 nolu kuyu; Okan Merzeci Bulvarı Göçmen kavşağında bulunmakta olup, bu noktaya deniz suyu girişimi olduğu tahmin edilmektedir.

Hydrowin programında kuyuların kimyasal içerikleri incelendiğinde; bu bölgede ana kayaç olan dolomit, jips gibi kayaçların dışında bu kuyulara deniz suyu girişi olduğu görülmektedir. Sularda  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  gibi iyonların varlığı, dolomit ( $CaMg(CO_3)_2$ ) ve jips ( $CaSO_4$ )'in suda çözünmesi ile meydana gelmektedir.

Mersin ve Tarsus kentlerinin su ihtiyacı günümüzde Berdan barajından sorunsuz bir şekilde karşılanmaktadır. Ancak yaz aylarında artan su gereksinimi tam olarak karşılanamamaktadır. Her iki kentte nüfus artışı, aşırı göç sonucunda bir taraftan su ihtiyacı artarken, diğer yandan yeni yerleşim yerlerinin doğudan batıya doğru dar bir şerit halinde uzanan Berdan, Efrenk ve Mezitli akiferlerinin üzerine kurulması yeraltı suyunu nicel ve nitel açıdan olumsuz etkilemektedir. Başlıca olumsuz etkiler, yer yer beslenme alanı üzerinde kurulan konut ve alt yapı tesislerinin yeraltı suyu beslenmesini engellemesi şeklinde görülmektedir. Bunun yanı sıra özellikle sanayi tesislerinin su gereksinimlerini karşılamak üzere çok sayıda kuyu açmaları ve plansız su çekimleri ve aşırı pompajlar da yeraltı su seviyesinin hızla düşmesine neden olmaktadır.

Akiferin beslenme alanında yerleşimlerin, yol-otoyol gibi arazi kullanımlarının artışı ve gelişigüzel ve aşırı pompajın akiferi, nitel olarak etkilediği ve bu periyotlarda su tablasının giderek düştüğünü ve kıyıya yakın yerlerde deniz suyu girişiminin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Berdan, Efrenk ve Mezitli akiferleri deniz ile ilişkili olan akiferlerdir. Aşırı pompaj sonucunda deniz suyu girişi de yeraltı suyundan yararlanmayı nitel açıdan olumsuz etkilemektedir. Akiferin beslenme alanında oluşan kirlilik yeraltı suyuna kolaylıkla ulaşabildiğinden suları kalite açısından olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etki; nitrit, nitrat ve ağır metaller gibi parametrelerden üretilen tematik haritalardan da görülmektedir.

Kuyular değişik derinliklerde olmalarına rağmen hemen hepsi alüvyon akiferi tamamen kapte edememişlerdir. Farklı derinliklerden gelen su örneklerinin analiz sonuçları akiferin derinliği boyunca su kalitesinin bir entegrasyonunu yansıtmaktadır.

Elektriksel iletkenlik (EC) ve klorür derişimin değişiminde antropojenik etkilerin yanı sıra deniz suyu girişiminin de etkisi küçümsenemeyecek ölçüdedir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin değişimi deniz suyu etkisinden kaynaklanmaktadır.

Salinite (tuzluluk) değeri, bize sudaki tuzluluk miktarını belirtmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, denize yakın kesimlerde salinite değerleri yükselirken daha iç kesimlerde bu değerler düşüş göstermektedir.

Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, oksijen değişimleri de iki boyutlu dağılımlarında bu periyotlarda arazi kullanımlarına uygun olarak değişkenlik göstermekte ve yeraltı suyu üzerinde kalitatif olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır. Jipsli seviyeler yeraltı suyunun sülfatça zenginleşmesine neden olabilmektedir.

Sülfat derişiminin değişiminde; sanayi atıklarının yanı sıra derinlerde Handere Formasyonunda içerilen jips seviyeleri ile kontakta olan kuyu sularında yüksek derişimler görülmektedir. Sülfat miktarının fazla olması, toprakta kabuklanmaya neden olmaktadır ve tarım arazisi zarar görmektedir. Sülfatın evaporatik çökellerin içerdiği jipsin çözünmesi ve kromun ise bölgede geniş yayılım gösteren Mesozoyik yaşlı ofiyolitlerden ve kromit yataklarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Yoğun endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı olarak, fabrikalar ve endüstri kuruluşlarının atıkları ve atıksuları yeraltı sularında ağır metal derişimlerinde artışa neden olmaktadır. Bu kirlilik kısmen bazı yerlerde daha yoğundur. Ağır metal kirliliği genelde antropojen kaynaklı olabileceği gibi doğal bir kirletici olan ofiyolitlerden de meydana gelmiş olabilir.

Molibden derişimi; Mezitli-Mersin arasında ve Kazanlı bölgesinin doğu kısmında yüksek çıkmaktadır. Bunun kaynağı; yoğun yapılaşma, şehir altyapı

yetersizliği, Berdan nehrinin akiferi beslemesi ve Berdan nehrine yapılan atıksu deşarjları olabilmektedir.

Mersin Şehir merkezinin içme suyu ihtiyaını Berdan Nehrinden sağlaması, Şehir merkezi içerisinde yer alan kuyuların az olması ve mevcut kuyulardan az su çekilmesi nedeniyle ağır metal kirliliği ve deniz suyu girişimi Şu an için tehlikeli boyutlara ulaşmamaktadır. Ancak gelecekte bu durum ağır metal kirliliği tehlikesini ortaya çıkarabilmektedir.

Kuyu sularının nitrat iğeriiği WHO' nun belirttiği ölçü düzeyinin üzerinde çıkması, kuyu sularının kirlendiğini ortaya koymaktadır. Bu kirlenen kuyu sularının iğilmesinin sağlık açısından çok tehlikeli olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma alanındaki insanları uyararak bu suları iğmemelerini ve kullanmamalarını sağlayarak tedbir alınmalıdır. Nitrat kirliliğini oluşturan nedenleri ortadan kaldırılması ve bu konu üzerinde durulması gereklidir. Yerleşim alanlarında altyapı sistemlerinin oluşturularak; kuyularda foseptiklerden kaynaklanan sızıntıların önlenmesi, kuyu çevrelerinde koruma alanları oluşturulması, kuyu başlarında koruma önlemlerinin alınması gereklidir.

Gürültü düzeyi 82 ile 104 dBA arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda trafik gürültüsünün en yoğun olduğu kavşaklar Topçular kavşağı ile I. Çevre Yolu – Devlet Hastanesi kavşağı olarak belirlenmiştir. Topçular kavşağında ölçülen maksimum gürültü düzeyi 107.8 dBA` ve I. Çevre Yolu – Devlet Hastanesi kavşağında 104,1 dBA dir. Bu değer Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerin yaklaşık 40 dBA üzerindedir [144].

Mersinde yapılan gürültü ölçümleri sonucunda, Şehrin kavşaklarındaki ölçümlerde orijin noktasından uzaklaştığıca gürültünün azaldığı tespit edilmiştir. Ancak bazı kavşakların son ölçüm noktası diğer kavşaklar çakışmakta ve ses girişimi olarak gürültü artmaktadır. Ana caddelerdeki ölçüm değerleri açık alan olduğundan yoğun trafiğe rağmen, kapalı ortamdaki yoğunluğu az ara caddedeki ölçüm değerlerinden düşük olabilmektedir. Çünkü açık hava gürültüsünün yayılımı; binaların çevrelediği kapalı alanda ise sesin tutulması, ses adacıklarının oluşması söz

konusudur. Ayrıca katlara göre ölçümlerde, yükseklik artıkça gürültü düzeyinde azalma görülmüştür.

Şehir içinde trafik sürekliliği, kavşak sinyalizasyon sistemlerinin gürültü değerlerini etkileyen önemli faktörlerdir. Trafik kurallarına uymama, özellikle dolmuş ve minibüslerin gelişigüzel durmaları, yanlış park etme ve diğer nedenlerle trafik akışında gürültüye sebep olan aksamalar olmaktadır. Şehirlerde iç yolların bakımsızlığı, bozuk ve pürüzlü oluşu ile yüksekte bırakılmış rögarlar, taşıtların lastik / yol sürtünmesinden doğan gürültüyü artırıcı etkenlerdir [143].

Mevcut yerleşik düzene, cadde ve sokakların durumuna göre, Mersin de gürültünün önlenmesi için teknik ve idari önlemlerin acilen alınması gerekir. İdari önlemlere hız kontrolü, büyük araçların şehir içine alınmaması ve benzeri; teknik önlemlere ise araçların düzenli fenni muayenelerinin yapılması, egzoz susturucu takması ve hız kontrolü örnek verilebilir.

Yol kenarlarında yeşil çitler oluşturmak etkin önlemlerdir. Gürültü perdelerinde kullanılan bitkilerin gürültü azaltma yetenekleri, yaprak büyüklüğüne, yaprak konumuna, yapraklanma ve dallanma sıklığına bağlı olarak değişmektedir. Araştırmalar bitkilerin azaltma etkinliklerinin, genişliklerinden çok yapıları ile ilgili olduğunu ve bitki türlerini gürültü azaltma yeteneklerinin 0.7 ile 10.7 dB arasında olduğunu ortaya koymaktadır (Bitkisel perdelerin 100 m. si 5-6 dB ses dalgası emebilmektedir).

Kent merkezinde kavşaklarda yapılan gürültü ölçümleri sonucunda yapılan gürültü haritası, Mersin şehir merkezinde hangi kavşaklarında ses düzeylerinin fazla olduğunu ortaya koymuştur. CBS’de oluşturulan gürültü haritaları yerel yönetimlere imar planı hazırlanmasında önemli bir kriter teşkil etmesi açısından önemlidir.

Ayrıca konutlarda, eğitim ve sağlık yapılarında ses yalıtımı yapılmasına teşvik ve destekler verilmelidir. Az gürültülü ekipman alımı teşvik edilmelidir. Ulaşımında toplu taşıma araçlarına geçilmelidir. Toplumsal eğitimin yapılması

gerekmektedir. Bunların en önemlilerinden birisi Gürültü Kontrol Yönetmeliği' ne uymayanlara uygulanacak caydırıcı nitelikli cezaların titizlikle uygulanmasının sağlanması gerekmektedir.

Ulaştırmanın önemli çevresel etkilerinin birisi de insanları ruhsal ve fiziksel açılardan olumsuz yönde etkileyen ve düzeyine bağlı olarak birçok olumsuz etkisi olan gürültüdür. Trafiğin çok yoğun olduğu kesimlerde oldukça yüksek değerlere ulaşan trafik gürültüsünün ülkelerce tanımlanmış olan sınır değerlerin altına çekilmesi gereklidir.

Mersin ilinde son 16 yıllık meteorolojik veriler incelendiğinde ortalama sıcaklık miktarı artarken, toplam yağış miktarında azalma belirlenmiştir.

Oluşturulan Coğrafi Bilgi Sistemi'nin çalışma alanındaki değişiklikler nedeniyle güncel tutulması gerekliliği vardır. Bu bakımdan çalışma alanındaki değişiklikleri Coğrafi Bilgi Sistemine aktararak güncelleştirmeli ve böylece sistem kendi içinde tutarlı ve sürekli güncelleştirilebilen bir yapı içerisinde geliştirilmelidir. Tüm sayısal veriler UTM koordinat sisteminde yer alacak şekilde sistem oluşturulmalı, konumsal veri tabanına ve sisteme entegre edilerek güncel bir duruma getirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Bulut, İ. “Kelkit - Yeşil Irmak Kavuşum Bölgesinde (Erbaa Yöresi) Yatak Değişiminin Bazı Önemli Sonuçları”, Jeoloji Müh. Odası İstanbul Şubesi Bakırköy Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü Su ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 357 - 369, İstanbul, (1997).
- [2] Karadavut U., Şener O. ve Gözübenli H. “Su Kirliliğinin Tarla Tarımı Açısından Değerlendirilmesi”, Jeoloji Müh. Odası İstanbul Şubesi Bakırköy Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü Su ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 511-518, İstanbul, (1997).
- [3] Tanrıvermiş, H. “Sanayinin neden olduğu Çevre Kirliliğinin Tarıma verdiği zararların değerinin ölçülmesi; Samsun Gübre ve Karadeniz Bakır Sanayileri Örneği”, A.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, Ankara, (1996).
- [4] Abdelrahman H.A., Al- Ajmi H. “Heavy metals in some water- and wastewater-irrigated soils of Oman. Commun. Soil Sci. Plant Anal.”, **25: (5&6):** 605- 613, (1994).
- [5] Papadopoulos I., “Use of treated effluents for irrigation: I. Wastewater quality and quality guidelines. Advanced Short Course On Sewage: Treatments-Practices- Management For Agriculture Use In The Mediterranean Countries”, 283- 320, (1993).
- [6] Elbaz-Pouclichet F, Guan D.M., Seyler P., Martin, J.M., Morley, N.H., Stathan P.J., Burton, J.D., Mat, L., Klahre, P. “Dissolved Trace Metals and Metalloids in the Rhone River / Estuary System”, EROS Programme Invest. 395-401, (1988).
- [7] Yılmaz, D. ve Yaman, S. “Ceyhan Nehri Suları ve Asılı Katıların Ağır Metal İçeriği ve Kullanıma Etkileri”, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Bakırköy Çevre Koruma Müdürlüğü, Su ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul, 347-356, (1997).
- [8] Yağız E. “Türkiye’de Bir Koruma Alanında Yersel ve Uzaktan Algılama Verilerine Dayalı Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulması”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (1998).



- [9] Foote, E.K. ve Lynch, M. "Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context Concepts and Definitions", The Geographer's Craft Project, Department of Geography, University of Texas at Austin, (1996).
- [10] Goodchild M.F., Parks B.O. ve Steyaert L.T. "Environmental Modeling with GIS", Oxford University Press. (1993).
- [11] U.S. EPA "National Conference on Environmental Problem-Solving with Geographic Information Systems", USA. (1995).
- [12] U.S. EPA "Environmental Problem Solving with Geographic Information Systems: a National Conference" USA. (1999).
- [13] Lyon J.G. ve McCarthy J. "Wetland and Environmental Applications of GIS", Lewis Publishers. (1995).
- [14] Drever, J.I. "The Geochemistry of Natural Waters, Surface and Ground Water Environments", third ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. (1997).
- [15] Daene C. M. ve Ximing C. "Linking GIS and water resources management models: an object-oriented method", Environmental Modelling & Software **17**: 413-425, (2002).
- [16] MTSO "Mersin Ticaret Odası Ekonomik Raporu", (2000).
- [17] Kumbur, H. ve Özer, Z. "Berdan Çayı'nın Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Çözüme Yönelik Modeller Oluşturulması" Kayseri I. Atıksu Sempozyumu, Erciyes Üniversitesi Sabancı Kültür Merkezi. Kayseri, 193-198, (1998).
- [18] Kumbur, H. ve Özer, Z. "Investigation of Pollution of Berdan River And Developing Solution Models." Fourth International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries. Turkish National Committee on Water Pollution Research and Control. **ISBN 975-561 -141-X (II. Cilt) Volume II**: 99-106, Istanbul- Turkey, (1998).
- [19] Kumbur, H., Özer, Z. ve Savcı, S. "İçel'de Sanayi Kuruluşları, Su Kaynaklarının Mevcut Durumunun Belirlenmesi", Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu USÇS 2001, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 52-62, Hiltonsa, Mersin, (2001).
- [20] Kumbur, H. ve Özer, Z. "İçel (Mersin) Yerel Yönetimlerinde Çevre Durum Envanteri ve Çevre Sorunlarına Olan Katkılarının Araştırılması" Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu-III. Gebze Yüksek Teknoloji

- Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, 56-67, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çayırova Kampüsü, Gebze- İzmit, (1999).
- [21] Tarsus Ticaret Odası Ekonomik Raporu, (1994).
- [22] Demirel, Z. “Mersin Dolayının Hidrojeolojisi”, 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, TMMOB JMO, (2000).
- [23] Mersin DSİ Müdürlüğü Verileri, Adana, (1999).
- [24] DSİ 6. Bölge Müdürlüğü Verileri, Adana, (1999).
- [25] Mersin Meteoroloji İl Müdürlüğü Verileri, (2006).
- [26] Şenol, M., Şahin, Ş., Duman, T., Albayrak, Ş., Akça, İ. ve Taşkın,Ş. “Adana-Mersin Dolayının Jeolojik Etüd Raporu. Maden Tetkik ve Arama Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü”, 46s. (1998).
- [27] Schmidt, G. VII. “Adana Petrol Bölgesinin Stratigrafik Nomenklatürü”, Petrol Der. **Yay. 6:** 47 – 63, Ankara. (1961).
- [28] Nazik, A. “Güvenç Formasyonu Stratigrafik Kesitinin (KB Adana) Planktonik Foraminiferalarla Biyostratigrafik İncelemesi”, A. Ü. Fen Fak. Jeo. Müh. Böl. Yük. Müh. Tezi, 35 s., Ankara, (1983).
- [29] Şafak, Ü. ve Nazik, A. “Eshab – ı Kehf (Tarsus – Mersin) Dolayı Neojen İstifinin Ortamsal Yorumu”, Ç.Ü. 15. Yıl Sempozyumu, 291 – 300, Adana. (1994).
- [30] Şenol, M., Kapur, S. ve Şahin, Ş. “Adana Havzası Kuvaterneri”, İ. T. Ü. Maden Fak. Türkiye Kuvaterneri Workshop Bildiri Özleri, 24 – 27, İstanbul. (1993).
- [31] Hatipoğlu, Z. “Mersin Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası”, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Beytepe, Ankara, (2004). (yayımlanmamış).
- [32] Değirmenci M. “Yeraltı Su Kirliliği ve Türkiye’deki Genel Durum”, Çevre 2000 I. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrol Sempozyumu, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, 147 – 156, (2000).
- [33] Runnells, D.D. “Wastewaters in The Vados Zone of Arid Regions: Geochemical Interactions”, Groundwater, **Vol: 14, No: 6:** 374-385, (1976).

- [34] Freeze, R. A. ve Cherry, J. A. “Yeraltı Suyu”, ISBN:0-13-365312-9, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632, Londra. Çeviren Kamil Kayabalı, Fersa Matbacılık, (2003).
- [35] Demirel Z., Külege K. ve Çalışkan H. “Mersin Bölgesi Yeraltısı Kirliliği Araştırma Projesi”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (2002). (yayınlanmamış).
- [36] Türkmen, G. “Mersin, Berdan ve Efrenk Ovaları Hidrojeoloji Etüt Raporu”, D.S.İ. Genel Müdürlüğü, (1978).
- [37] Demirel Z. ve Külege K. “Mersin Bölgesi Kıyı Akiferinde Hidrojeokimyasal İncelemeler ve Yeraltısı kirliliği”, Mersin Üniversitesi 10. Yıl Sempozyumu, Mersin, (2003).
- [38] Demirel, Z. “Mersin-Deliçay akiferinde Arazi Kullanımdan Kaynaklanan Kalitatif ve Kantitatif Etkiler”. JEO 2000, 53. Türkiye jeoloji kurultayı, ISSN-1019 0821, 111, (2000).
- [39] Demirel, Z. “The Histroy and Evaluation of Saltwater Intrusion Into a Coastal Aquifer in Mersin”, Turkey, Journal of Environmental Management, 70, 275-282, (2004).
- [40] Demirel, Z. “Mersin-Tarsus Arasında Bazı Sanayi Tesislerinde Kullanılan Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Sanayiden Kaynaklanan Etkiler”, Mersin Üniversitesi Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, s18, (2001).
- [41] Demirel, Z. “Mersin Akiferinde Yeraltısı Kirliliği ve ASM (Aquifer Simulation Model) Uygulaması”; İTÜ I. Türkiye Su Kongresi-Bildiri Kitabı, İSKİ Yayınları, 37: 557, İstanbul, (2001).
- [42] Demirel, Z., “Mersin-Tarsus Organize Sanayi Bölgesinin Hidrojeolojisi ve Yeraltısuyu Üzerinde Olumsuz Etkilerinin WELLz Simulatörü ile İncelenmesi”, Mersin Üniversitesi Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, s 630, (2001).
- [43] Uslu O. ve Türkman A. “Su Kirliliği ve Kontrolü” T.C. Başbakanlık Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizini 1, 85 – 97, Ankara, (1987).
- [44] Soner H. “Sularda Ağır Metal Kirliliği” Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu I Bildiriler **I. Cilt:** 380 – 392, İstanbul, (1991).
- [45] Hudson-Edwards, K., Macklin, M.G. ve Taylor, M.P. “200 Years of Sediment-Borne Heavy Metal Storage in The Yorkshire Ouse Basin”, NE England, UK. Hydrological Processes **13:** 1087–1102, (1999).

- [46] Fanfani, L., Zuddas, P. ve Chessa, A. “Heavy Metals Speciation Analysis As a Tool For Studying Mine Tailings Weathering”. *J. Geochem. Explor.* **58**: 241–248, (1997).
- [47] Avila-Perez, P., Balcazer, M., Zarazua-Ortega, G., Barcelo- Quintal, I., Diaz-Delgado, C. “Heavy Metal Concentrations in Water and Bottom Sediments of Mexican Reservoir”. *Sci. Total Environ.* **234**: 185–196, (1999).
- [48] Kishe, M.A. ve Machiwa, J.F. “Distribution on Heavy Metals in Sediments of Mwenza Gulf of Lake Victoria, Tanzania”, *Environ. Int.* **28**: 619–625, (2003).
- [49] Lee, Y.H. ve Stuebing, R.B. “Heavy Metal Contamination in The River Toad, *Bufo Juxtasper* (Inger), Near a Copper Mine in East Malaysia”. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **45**: 272– 279, (1990).
- [50] Karadede, H. ve Unlü, E. “Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey”, *Chemosphere* **41**: 1371–1376, (2000).
- [51] Gümğüm, B., Ünlü, E., Tez, Z., Gülsün, Z. “Heavy Metal Pollution in Water, Sediment and Fish from The Tigris River in Turkey”, *Chemosphere* **29**: 111–116, (1994).
- [52] Helena B., Vega M., Barrado E., Pardo R. and Fernandez L. “A Case of Hydrochemical Characterization of an Alluvial Aquifer Influenced by Human Activities”. *Water, Air, Soil Pollut.*, **112**: 365-387, (1999).
- [53] Nriago, J.O. ve Pacyna, J.M. “Quantitative Assessment of Worldwide Contamination of Air, Water And Soils by Trace Metals”. *Nature* **333**: 134–140, (1988).
- [54] Dueker, K.J. “Land Resource Information Systems, Geo-Processing”, **1**: 105-28. (1999).
- [55] Burrough, P.A. “Principles of Geographic Systems for Land Resources Assesment, (1986).
- [56] Parker, H.D. “The Unique Qualities of a Geographic Information System”, *Photogrammetric Engineering ang Remote Sensing*, **54 (11)**: 1547-1549, (1988).
- [57] Cowen, D.J. “GIS versus CAD versus DBMS: What are the diffrences?”, *Photogrammetric Engineering ang Remote Sensing*, **54**: 1551-1554, (1988).

- [58] Konency, G. "GIS Geographic Information Systems", METU/ UH-GIS Workshop, Ankara, (1995).
- [59] The National Science Foundation of The USA, (1988).
- [60] Tomlin, C. D. "Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning", Ph. D. Dissertation, Yale University, (1983).
- [61] Jensen, R. "Raster Format, Topolojik Format, CBS Elemanları", Remote Sensing and Applications USA, (1986) .
- [62] Burrough, A. "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", Oxford University, 2 ed., (1998) .
- [63] Star, J., Estes, J. "Geographical Information Systems: An Introduction", Prentice Hall, New Jersey, (1990).
- [64] Yomralıoğlu, T. "Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar" ISBN: 975-97369-0-X, Trabzon, (2000).
- [65] Dale, P. F., McLaughlin, J. D. "Land Information Management", Clarendon Press Oxford, (1988).
- [66] AGI "GIS Dictionary", Association for Geographical Information Standards Committee Publication, London, England, (1991).
- [67] ESRI Inc. "Getting Started With ARC/INFO", Redlands California, USA, (1994).
- [68] Uçar, D. "Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Günümüz Problemleri", 6. Harita Kurultayı TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara, (1997).
- [69] Bank, E. ve Taştan, H. "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları, Harita Genel Komutanlığı, Harita dergisi, **Sayı: 112:** 1-29, Ankara, (1994).
- [70] Gitelson, A., Szilayi, F. ve Mittenzwey, K. H. "Improving Quantitative Remote Sensing for Monitoring of Inland Water Quality", Water Resources **Vol: 27, No:7:** 1185-1194, 0043-1354/93, (1993).
- [71] Işık, M., Topaloğlu, B. ve Bakam, G. "Kızılırmak Deltasının drenaj Kanallarında Kirlilik Araştırılması", Ekoloji ve Çevre Dergisi, Nisan-Mayıs-Haziran 1999, ISSN: 1300-1361, **Yıl: 8, Sayı: 31:** 14-19, (1999).
- [72] Yüceer, A. ve Ulaşoğlu, D. "Sulu Tarımın Yapıldığı Bölgelerde Yeraltı Suyu Kirlenmesi ve Potansiyeli, Bir A.S.O. çalışması" Tarım Çevre İlişkileri

- Sempozyumu. Doğal kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı Bildiri Kitabı, Mersin, 217 – 225, (1996).
- [73] Demirkıran, E, “Yeşilirmak 1982-1993 Yılları Arasında Su Kalite Verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Analizi”, Türkiye Dördüncü ARC / INFO ve ERDAS Kullanıcıları Toplantısı, ARC INFO ve ERDAS Kullanıcıları Türkiye Grubu Organizasyonu, S: 120-126, Ankara, (1997).
- [74] Sunil, N., Yingchun Z. ve John, J. “Application of Remote Sensing and Geographical Information System to the Delineation and Analysis of Riparian Buffer Zones” American Water Resource Bulletin, **Vol: 22, No: 1**, (1993).
- [75] Adams C. L. ve Bergman, M. J. “Estimating Nonpoint Source Pollution Loads With a GIS Screening Model” American Water Resources Association System, American Water Resource Bulletin, **Vol: 32, No: 8**, 176-192, (1994).
- [76] Trionfante, J. V. ve Peltz, L. A. “Hydrologic Features of the Truckee Carson River Basins and Adjacent Areas”, ESRI Map Book, Volume ten creating a new world, s: 37, (1995).
- [77] Iausly, F. “The Lower Chippewa River Basin”, ESRI Map Book, Volume ten creating a new world, s: 28, (1994).
- [78 ] Yang, F. “Merrimack River Basin Water Quality Sampling Stations Location Map” ESRI Map Book, Volume eleven geography connects our world, 40, (1996).
- [79] Singer, D., Zelijka, B. ve Biondic, R. “Drava River Drainage Basin GIS”, Institute of Geology, Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Zagreb, ESRI Map Book, Volume eleven geography connects our world, 33, (1996).
- [80] Champely, S. ve Doledec, S. “How to Seperate Log Term Trends From Periodic Variation in Water Quality Monitoring”, Water Resources **Vol: 31, No:11**: 2849-2857, P II: S0043-1354 (97) 00136-X, (1997).
- [81] Liao, H. ve Tim, U. S. “An Interactive Modeling Environmental for Non-Point Source Pollution Control”, Journal of American Water Association, **Vol (33), No: 3**: 591-603, (1997).

- [82] Polat, M. “Antalya Havzasındaki Su Kaynaklarında Kirliliğin Belirlenmesi ve Alınacak Önlemler”, Çevre 2000 I. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, (2000).
- [83] Yüceer, A. “Seyhan Nehri ve Baraj Gölü, Çevreye Etkileri ve Koruma”, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu I, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, Bildiriler Kitabı, 808-905, İstanbul, (1991).
- [84 ] Dökmen F. “İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır – Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri” 2000 GAP Çevre Kongresi, Şanlıurfa, 215 – 226, (2000).
- [85] Ünlü A. “Doğu Anadolu Bölgesinin Su Kirliliği Sorunları” 2000 GAP Çevre Kongresi, Şanlıurfa, 859 – 871, (2000).
- [86] Yıldırım A. ve Aras, S. M. “Oltu Çayı’nın (Çoruh Nehri) Su Kalitesinin Bazı Parametrelerindeki Yıllık Değişimler ve Su Ürünleri Açısından Değerlendirilmesi”, Ekoloji ve Çevre Dergisi, Nisan-Mayıs-Haziran 1999, ISSNO: 1300-1361, **Yıl: 8, Sayı: 31:** 22-28, (1999).
- [87] Stuart, L. H., Wolfe, M. C. “Assessing Water Pollution Potential From Nitrogen Fertilizer Using a Geographic Information System, American Water Resources Bulletin, **Vol: 27, No: 2:** (1991).
- [88] Mitchell, J. K., Engel, B. A., Srinivasan, R., Wang, S. S. “Validation of AGNPS for Small Watersheds Using an Integrated AGNPS / GIS”, American Water Resources Association System, American Water Resource Bulletin, **Vol: 29, No: 5:** (1993).
- [89] Bauder, J. W., Sclair, K.V. ve Lund, R. E. “Physiographic and Land Use Characteristics Associated With Nitrate-Nitrogen in Montana Groundwater” American Society of Agronomy, **Vol: 22:** 255-262, (1993).
- [90] Tekdal, M. “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Türkiye İçin Değişik Bilgilerden Oluşan Veri Tabanının Hazırlanması”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Ana Bilim Dalı, (1996).
- [91] Güner, A. “Nilüfer Çayı Su Kalite Modellemesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1992).

- [92] Kefli, E. F. “Porsuk Nehri Modelinin Belirsizlik Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1994).
- [93] Aktaş, S. “Çevre Kaynak Envanterlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1995).
- [94] Bilge, F. “Porsuk Baraj Gölü Su Kalitesi İzleme Çalışmalarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).
- [95] Eren, T. “Bir Hidrolojik Sistemin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Tanımlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).
- [96] Kuleli, T. “Adana - Hatay İl Sınırından Yumurtalık’a Kadar Olan Kıyı Şeridi İçin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Kıyı Yönetim Planı Oluşturulması”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü, (1998).
- [97] Kaçaroğlu, İ. “Porsuk Çayı, Su Kalitesi Belirsizlik Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).
- [98] Tekin, S., Tozakçı, S. ve Özçimder, M., “Amasya Şehri Yeşilirmak Kirliliği”, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Bakırköy Çevre Koruma Müdürlüğü, Su ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul, 321-329, (1997).
- [99] Girgin S. ve Kazancı N. “Kirmir Çayının su kalitesi üzerine Bir Araştırma”, Jeoloji Müh. Odası, İstanbul Şubesi, Bakırköy Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü, Su ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 339-346, İstanbul, (1997).
- [100] Kumbur, H. ve Vural, N. “Berdan Çayının Metal ve Deterjan Kirliliğinin Araştırılması”, G. Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi **Cilt 2 Sayı 2**: Ankara, (1989).
- [101] Pozdnyakova L., Zhang R., “Geostatistical Analyses of Soil Salinity in a Large Field”, Precision Agriculture, 1, 153-156. (1999)
- [102] Kravchenko A. ve Bullock D.G. “A Comparative Study of Interpolation Methods for Mapping Soil Properties”, Agronomy Journal, **91**: 393-400, (1999).



- [103] Carletti R., Picci M. ve Romano D. “Kriging and Bilinear Methods for Estimating Spatial Pattern of Atmospheric Pollutants”, *Environmental Monitoring and Assessment*, **63**: 341-359, (2000).
- [104] Özer Z. “Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS)’nin Oluşturulmasına Yönelik Kriterlerin Belirlenmesi”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz (2001). Mersin. (yayınlanmamış).
- [105] Nas, B. “Konya Kenti Yeraltı Suyu Kalitesinin ve İşletme Verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle İzlenmesi ve Değerlendirilmesi”, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, (2002). Konya. (yayınlanmamış).
- [106] Demirel, Z. “İçel İli Doğal Kaynak (Yeraltı Kaynakları) Potansiyeli ve Madencilikten Kaynaklanan Çevre Problemleri”, 3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir, (1999).
- [107] Demirel, Z., Özer, Z., Özsoy, H. D., Kumbur, H., “ Mersin Akiferinin Şehir Merkezindeki Su Kalitesi ve Ağır Metal Kirliliği”, 10. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Mersin Üniversitesi, Mersin, (2003).
- [108] Antunes P., Santos R. ve Jordao L. “The Application of Geographic Information System to Determine Environmental Impact Significance” *Environmental impact assessment review*, **21**: 511-535, (2001).
- [109] Çetin M. ve Tülücü K. “Doğu Akdeniz Bölgesinde Aylık Yağışların Yersel Değişimlerinin Jeostatistik Yöntemle incelenmesi”, *J. Of Engineering and Environmental Science*, **22**: 503-514, (1998).
- [110] Demirel, Z. ve Güler, C. “Hydrogeochemical Evolution of Groundwater in a Mediterranean Coastal Region, Mersin-Erdemli Basin (Turkey)”, *Environmental Geology*, **v. 49, no. 3**:477-487. (2006).
- [111] Armando A., Steven R. ve Mark S. P. “Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of The Lockyr Valley Catchment, Queensland, Australia”, *Landscape and Urban Planning* **59**, 43-47, (2002).
- [112] Gurnell, A. ve Montgomery, D. “Preface: Hydrological Applications of GIS”, *Hydrological Processes*, **12**: 821-822, (1998).

- [113] Doyle, S., Dodge M. ve Smith A. “The potential of Web-Based Mapping and Virtual Reality Technologies for modelling Urban Environments”, Computer Environment and Urban Systems **Vol: 22, No: 2**: 137-155, (1998).
- [114] Corwin D.L., Loague K. ve Ellsworth T.R. “GIS-Based Modeling of Non-Point Source Pollutants in The Vadose Zone”, Journal of Soil and Water Conservation. Vol:53, iss:1, 34-35, (1998).
- [115] El-Kadi A. I., Oloufa A.A. ve Malik H.U., “Use of a Geographic Information System in Site-Specific Groundwater Modelling”, Groundwater, **Vol: 32**: 617, (1994).
- [116] Google Earth, Europe Technologies. Image 2006 Terrameters, (2006).
- [117] APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WEF (Water Environment Federation) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. eds A. H. Greenberg, L. S. Clesceri and A. D. Eaton. American Public Health Association, Washington, DC. (1992).
- [118] Jolankai G. ve Biro I. WQMCAL (Water Quality Modelling CAL version 2.0) software.
- [119] Chiang W. H. ve Kinzelbach W., PMWIN (Processing MODFLOW for Windows) software.
- [120] Calmbach L. HYDROWIN version 3.0 software.
- [121] Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Döner Sermaye Analiz Sonuçları, (2006).
- [122] Kumbur, H. Özer, Z., Arslan, H., “İçel’de Çevre Kirliliği Haritasının Çıkarılması ve Çözümüne Yönelik Modellerin Oluşturulması” DPT Proje No: 97K 121910, (2002).
- [123] Atilla O. “Çok Değişkenli İstatiksel Analiz Teknikleri Kullanılarak Hidrojeokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi”. Hacettepe Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Beytepe, Ankara, 145, Ankara. (1996).
- [124] Özer, Z., Kumbur, H., Demirel, Z., Özsoy, H.D. “The Investigation of Solid Waste Landfill of Mersin on The Water Quality and Application of WQM\_CAL Model” EWRA Symposium of Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21 st Century, Dokuz Eylül University, Water

- Resources Management Research and Application Center-EWRA (European Water Resources Association), Izmir, Turkey, 235-241, (2004).
- [125] United States Environmental Protection Agency USEPA. National primary drinking water regulations. <http://www.epa.gov/OGWDrhfacts.html>, (1999).
- [126] Rowe D.R. ve Abdel-Magid I. M. “Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse”. Lewis Pub., ISBN-13:9780873716710, (1995).
- [127] Canik, B. “Hidrojeoloji. Yeraltı Sularının Aranması, İşletilmesi, Kimyası”. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Ankara. (1998).
- [128] TS 266 Türk İçme Suyu Standartları, Ankara, (1984).
- [129] McNeelly, R.N., Neimanis, V.P. ve Dwyer, L. Water Quality Sourcebook, a Guide to Water Quality Parameters, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada. (1979).
- [130] WHO, Guidelines for Drinking Water Quality Vol: 2, Health Criteria and Other Supporting Information, World Health Organization, Genova, (1984).
- [131] Ataş, A., Şahin, E., Belgin, E., Aktürk, N. “Endüstriyel Gürültünün İşitme Eşikleri Üzerindeki Etkileri”, 5. Ergonomi Kongresi, İstanbul, 261-269, (1995).
- [132] Karabiber, Z. “Gürültü-İnsan Etkileşimi”. Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu Bildirileri, **I. Cilt:** 457-469, 21-22 Mayıs 1991, İstanbul, (1991).
- [133] Şahin E. “Gürültü Kontrol Yöntemleri-Bir Uygulama”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. **Cilt 18, No 4:** 67-80, (2003).
- [134] Aktürk, N. ve Ünal, Y. “Gürültü, Gürültüyle Mücadele ve Trafik Gürültüsü”, G.Ü. Fen Bilimleri Enst. Bülteni, **No 3:** 21 – 32, (1998).
- [135] Aktürk N., Akdemir O. ve Üzkurt İ. “Trafik Işık Sürelerinin Neden Olduğu Çevresel Taşıtların Gürültüsü”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. **Cilt 18, No 1:** 71-87, (2003).
- [136] Nas, B. Berktaş A., Aygün A., Ertuğrul T., Işık M. “Konya Kenti Yol Trafik Gürültüsü Seviyeleri'nin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle Görüntülenmesi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 1-10, İstanbul, (2004).

- [137] Zannin, P.H.T., Diniz, F.B.R. ve Barbosa, W.A. “Environmental Noise Pollution in the City Of Curitiba, Brazil” *Applied Acoustics*, **63**: 351–358, (2002).
- [138] Alexandre, A. “Road Traffic Noise, New York-Wiley, A.B.D.”, (1975).
- [139] Lia B., Taoa S., Dawson R.W., Caoa J., Lamb K., A GIS based road traffic noise prediction model. *Applied Acoustics* 63 679–69, (2002).
- [140] Güney, A., “Taşıt Gürültüsü Ölçümü ve Yönetmelikleri”, I. Ulusal Mekanik Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, 151 – 160, (1994).
- [141] Öge, A. ve Ögüt, T. 1998, “Bir Otomobil Egzost Sisteminin İç Performans Analizi”, IV. Ulusal Akustik Kongresi, Antalya / Kaş, (1998).
- [142] Bay, F. ve Güney, A., “Lastik – Yol Gürültüsü”, IV. Ulusal Akustik Kongresi, Antalya / Kaş, (1998).
- [143] Kumbur, H., Özsoy, H.D. ve Özer, Z.” Mersin İlinde Trafikten Kaynaklanan Gürültü Düzeylerinin Son Yedi Yıl (1998-2004) İçerisindeki Değişiminin Araştırılması”, Çevre 2004, 1. Ulusal Çevre Kongresi Bildirileri, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas, (2004).
- [144] Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 1 Temmuz 2005, 25862 sayılı Resmi Gazete, (2005).

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Adı - Soyadı</b>	Zafer ÖZER
<b>Doğum Tarihi</b>	21.07.1977
<b>Adres</b>	Mersin Üniv. Müh. Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü 33343 Çiftlikköy-Mersin
<b>E-Posta</b>	zozer@mersin.edu.tr, zaferozer@yahoo.com
<b>Yabancı Diller</b>	İngilizce

## EĞİTİM DURUMU

<b>Derece</b>	<b>Alan</b>	<b>Üniversite</b>	<b>Yıl</b>
Lisans	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	1997
Yüksek Lisans	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2001
Doktora	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	-

## AKADEMİK DENEYİM

<b>Ünvan</b>	<b>Alan</b>	<b>Birim</b>	<b>Başlangıç</b>	<b>Bitiş</b>
Araş. Gör.	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği	1997	-

## İŞ DENEYİMLERİ

<b>Ünvan</b>	<b>Alan</b>	<b>Birim</b>	<b>Başlangıç</b>	<b>Bitiş</b>
Arş.Gör.	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği	1999	-

## UZMANLIK ALANLARI

Su Kirliliği, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çevresel Modelleme, Gürültü Kirliliği

## SAHİP OLDUĞU BELGELER

- 1- Coğrafi Bilgi Sistemleri Kursu, ESRI, ArcView 3.1., Aralık 1999, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şti., Beysukent, Ankara.
- 2- Çevre Eğitim Projesi, Teşekkür Belgesi, İçel Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 17 Ocak 2001-16 Mart 2001, Mersin.
- 3- Coğrafi Bilgi Sistemleri Kursu, ESRI, ArcInfo 8.1., 21 Ocak 2002-25 Ocak 2002, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şti., Beysukent, Ankara.
- 4- Atomik Absorpsiyon ve ICP Spektrometresi Kursu, Perkin Elmer 20 Haziran 2003, TETRA Teknolojik Sistemler Ltd. Şti., Adana.
- 5- “From Waste Water to Fresh Water: Technical and Socio-Economic Aspects of A Vital Resource”, Envisummer 2003 Yaz okulu, Paderborn Üniversitesi, 27 Temmuz- 8 Ağustos 2003, Paderborn, Almanya, Bursu veren kuruluş: DAAD, Burs Miktarı: 1280 Euro.
- 6- “NETCAD Kursu”na katıldı. 14-16 Haziran 2004, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Laboratuvarı, NETCAD Ulusal CAD ve GIS Çözümleri, Bilgisayar, Mühendislik, Eğitim A.Ş., Mersin.
- 7- “ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve İç Tetkikçi Eğitimi”, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 26-28 Ağustos 2005, Ankara.
- 8- “ArcGIS Kursu, 13-16 Eylül 2006, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şti., Fatih Üniversitesi 4. Coğrafi Bilişim Günleri, FÜSEM Müdürlüğü, Büyükçekmece, İstanbul.
- 9- “OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi İç Denetçi Eğitimi”, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Mersin İl Temsilciliği, 20-21 Ocak 2007, Mersin.

## A. YAYINLAR

### A.1. TEZLER (YÜKSEK LİSANS / DOKTORA)

- 1- “Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)’nin Oluşturulmasına Yönelik Kriterlerin Belirlenmesi”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz 2001.
- 2- Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Oluşturulması ve Modellenmesi” Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, (Devam Ediyor).

### A.2. YURTIÇİ MAKALE

- 1- Zeren, O., **Özer, Z.**, 2001. “Ekolojik Tarım Uygulamasının Göksu Deltası Özel Koruma Alanı Açısından Önemi”. Tabiat ve İnsan Dergisi, Sayfa 3-8, Yıl:35, Sayı 1, 2001, ISSN 1302-1001.

- 2- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “Mersin İlinde Hassas Bölgelerde Gürültü Düzeylerinin 1998-2002 Yılları Arasındaki Değişiminin Araştırılması”, Ekoloji-Çevre Dergisi, Cilt:13, Sayı:49, Ekim-Kasım-Aralık, 2003
- 3- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Mersin Soda Fabrikasında TS EN ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Uygulamaları”, TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, Yıl:43, Sayı:505, 46-52., Ocak 2004
- 4- **Kumbur, H., Özer, Z.** (2005), “Savaş Maddelerinin Özellikleri ve Çevresel Etkileri”, Silahlı Kuvvetler Dergisi, Genelkurmay Askeri Tarih ve Stratejik Etüd ve Genel Kurmay Denetleme Başkanlığı Yayınları, Sayı: 383, Yıl: 124, ISSN: 1300-0063, S: 48-59, Ocak 2005.

### A.3. YURTDIŞI MAKALE

- 1- Özsoy H. D., Kumbur, H., **Özer, Z.** “Adsorption of Copper (II) Ions to Peanut Hulls and *Pinus brutia* Sawdust”, International Journal of Environment and Pollution, Article in Press.

### A.4. YURTIÇİ TEBLİĞ/BİLDİRİ

- 1- Kumbur, H., Zeren,O., Özbek.,A., Arslan, H., **Özer, Z.**, “İçel İlinde Farklı Kıyı ve Su Kirlenici Kaynaklarının CBS ile Envanteri Üzerine Bir Araştırma” Türkiye Beşinci ESRI ve ERDAS Kullanıcıları Grubu Toplantısı 11-12 Haziran 1998, ANKARA-TÜRKİYE
- 2- Kumbur, H., **Özer.,Z.** “Berdan Çayı'nın Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Çözüme Yönelik Modeller Oluşturulması” Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Sabancı Kültür Merkezi. 20-22 Haziran 1998 KAYSERİ Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, KAYSU Genel Müd. Syf 193-198
- 3- Kumbur, H., **Özer.,Z.** “Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Çözümüne Yönelik Uygun Modellerin Oluşturulması”. KIMYA 98, 12. Ulusal Kimya Kongresi 7-11 Eylül 1998, EDİRNE. Sayfa 702
- 4- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “İçel (Mersin) Yerel Yönetimlerinde Kaynak, Kalifiye Personel Durumu, Hizmet ve Çevre Sorunlarının Çözümüne Olan Katkıları”, 17-19 Şubat 1999, Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı, İstanbul, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İSTAÇ Yayını: 6 / 3, ISBN: 975-8215-66-3, Cilt 2, Sayfa: 162-169
- 5- Zeren, O., **Özer, Z.**, 1999. Göksu Deltası Özel Koruma Alanında Ekolojik Tarım Uygulama Olanaklarının Araştırılması. Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu, (21-23 Haziran 1999, İzmir) Bild. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. S.50.
- 6- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Arslan, H., “Turizm Bölgelerinde Altyapı, Kanalizasyon Atıksu Sorunlarının Çözümüne Yönelik Alternatif Yaklaşımlar”, Atıksu Arıtma Sistemleri Semineri ve Sergisi, 22-23 Ekim 1999, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İçel Şubesi ve TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İçel Temsilciliği Girişimi, Merit Otel, MERSİN

- 7- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “İçel (Mersin) Yerel Yönetimlerinde Çevre Durum Envanteri ve Çevre Sorunlarına Olan Katkılarının Araştırılması” Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu-III. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, S: 56-67, 18-19 Kasım 1999 Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çayırova Kampüsü, Gebze- IZMIT.
- 8- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması”, ÇEVRE 2000 - 1. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Organizasyonu, S: 247-254, 4-6 Ekim 2000, Kültür ve Kongre Merkezi ODTÜ/ANKARA
- 9- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Gündem 21 ve Yerel Yönetimlere Uygulanması”, 2000 GAP-Çevre Kongresi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi Organizasyonu, S: 373-384, 16-18 Ekim 2000, DSI XV. Bölge Müdürlüğü Konferans Salonu ve Harran Üniversitesi Mavi Salon, ŞANLIURFA
- 10- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Savcı, S., “İçel’de Sanayi Kuruluşları, Su Kaynaklarının Mevcut Durumunun Belirlenmesi”, Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu USÇS 2001, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, S: 52-62, 25-27 Nisan 2001, Hiltonsa, Mersin
- 11- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Arslan, H., “İçel İli İçme ve Kullanma Suyu Kaynaklarının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Çözümüne Yönelik Modellerin Oluşturulması” I. Türkiye Su Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Su Vakfı, 8-10 Ocak 2001, Syf 515-524
- 12- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Yıldız, M., “İçel İli Sanayi-Çevre Envanterinin Çıkarılması” Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu USÇS 2001, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, S: 651-660, 25-27 Nisan 2001, Hiltonsa, Mersin
- 13- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Topal, S., “İçel’de Gürültü Düzeyinin Yıllara Göre Değişimi ve Gürültü Kirliliğinin Haritasının Çıkarılması”, 25-26 Ekim 2001, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü, 8.Ergonomi Kongresi, IZMİR “*Poster sunum*”
- 14- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Yılmaz, C., “Mersin Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Depolama Alanı Sızıntı Sularının Kimyasal ve Ağır Metal İçerikleri Bakımından Araştırılması” IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 07-10 Kasım 2001, s:585-590, Yenişehir Kampüsü, MERSİN. “*Poster sunum*”
- 15- Çakmak, H., Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “İçel (Mersin)’de Endüstriden Kaynaklanan Hava Kirlenmelerinin Mevcut Durumunun Araştırılması”, Balıkesir Üniversitesi, IV. Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu,103-111, 11-13 Eylül 2002. BALIKESİR
- 16- Özbozkurt, I., Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Sahil Sitelerinin Eysel Atıksularının Değerlendirilmesine Yönelik Model Çalışma”, Balıkesir Üniversitesi, IV. Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, 55-65, 11-13 Eylül 2002. BALIKESİR



- 17- Dizge, N., Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Kent Bilgi Sisteminin Yerel Yönetimlere Uygulanması- Davultepe Belediyesi Örneği”, Balıkesir Üniversitesi, IV. Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, 235-244, 11-13 Eylül 2002 BALIKESİR
- 18- Kınacı, A., Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Soda Fabrikasında ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Uygulamaları”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 8.Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, EKK 2002, 335-342, 18-20 Eylül 2002 İSTANBUL.
- 19- Barıldar, İ., Yılmaz, C., Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “Mersin’in Gürültü Kirliliği Haritasının Oluşturulması”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 8.Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, EKK 2002, 451-458, 18-20 Eylül 2002 İSTANBUL
- 20- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Arslan, H., “Mersin Anamur-Bozyazı İlçelerinde Su Kaynaklarında Kirletici Parametrelerinin Araştırılması”, Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi, 547-553, 18-20 Eylül 2002. ANTAKYA
- 21- Kumbur, H., Bilici, Ö.E., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Mersin Çevresindeki Ekstrem Yağışların Meteorolojik Analizi ve Çevreye Olan Etkileri”, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 1. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 371-380, 16-18 Ekim 2002 ERZURUM. “*Poster sunum*”
- 22- Söğüt, D., Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “Mersin İli Kazanlı Kasabası Su Kaynaklarının Kirlilik Durumunun Araştırılması”, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 1. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 371-380, 16-18 Ekim 2002 ERZURUM.
- 23- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, Akarsu, E., “Mersin İlinde Çeşitli Yapılarda İç Ortam Gürültülerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi”, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 1-4 Ekim 2003, Ankara, 542-550. “*Poster sunum*”
- 24- Kumbur, H., Özyurt, M., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, Ataçağ, H., “Mersin İlinde Güneş Enerji Sistemlerinde Olası Su Kirliliği Problemleri”, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV, 9-10 Ekim 2003, Gebze, 89-94.
- 25- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., Dalaklıoğlu, S., “Mersin İli Mezitli Kasabası İçme Suyu Şebekesinde Klor Derişiminin Araştırılması”, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV, 9-10 Ekim 2003, Gebze, 398-404.
- 26- Demirel, Z., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., Kumbur, H., “Mersin Akiferinin Mersin Şehir Merkezindeki Su Kalitesi ve Ağır Metal Kirliliği”, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10. Yıl Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, 15-18 Ekim 2003, 88
- 27- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., “Mersin İli Şehir Merkezi İçme Suyu Şebekesinde Klor Derişiminin Araştırılması”, Sürdürülebilir Kalkınma İçin Biyoteknoloji Çalıştayı, 21- 24 Ekim 2003, İzmir. “*Poster sunum*”
- 28- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “Mersin İlinde Çeşitli Endüstrilere Ait Gürültü Düzeylerinin İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından İncelenmesi”, 9. Ergonomi Kongresi, 16-18 Ekim 2003, Denizli

- 29- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, “Mersin İlinde Ulaşımın Kaynaklanan Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası IV. Ulaşım ve Trafik Kongresi, Bildiriler Kitabı, Eylül, 2003, 289-295.
- 30- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Belediye Atıksularının Arıtılmasına Yönelik Finans Modellerinin Araştırılması”, III. GAP ve Sanayi Kongresi, 18-19 Ekim 2003, Diyarbakır, 437-445. “*Poster sunum*”
- 31- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sisteminin Uygulanması”, III. GAP ve Sanayi Kongresi, 18-19 Ekim 2003 Diyarbakır, 143-153
- 32- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Nükleer Savaş Maddelerinin Olası Çevresel Etkileri”, VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, 15-17 Ekim 2003, Kayseri, 146. “*Poster sunum*”
- 33- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, (2004),” Mersin İlinde Trafikten Kaynaklanan Gürültü Düzeylerinin Son Yedi Yıl (1998-2004) İçerisindeki Değişiminin Araştırılması”, Çevre 2004, 1. Ulusal Çevre Kongresi Bildirileri, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 13-15 Ekim, Sivas.
- 34- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, (2004), “Mersin İlinde Yer Alan Çeşitli İşletmelere Ait İç Ortam Gürültülerinin Belirlenmesi”, 10.Ergonomi Kongresi, Uludağ Üniversitesi, 7-9 Ekim 2004, Bursa.
- 35- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., (2005), “Tarım İlaçlarının (Pestisitlerin) Çevresel Etkileri ve Mersin İli’nde Kullanım Düzeyleri”, GAP, IV. Tarım Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 21-23 Eylül 2005, 702-707, Şanlıurfa.
- 36- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, Misci, O., Demiray, H. (2005), “Pamuk Kozasının Adsorbent Olarak Kullanımı ile Sulu Çözeltilerinden Cu (II) İyonlarının Gideriminin Araştırılması” , VI. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Çevre Mühendisleri Odası, 23-26 Kasım 2005, 308-313, İstanbul.
- 37- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., Avcı, E.D. (2005), “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması” Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, 32-38, Mersin.
- 38- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., Uslu, A.S., "Mersin ÇİMSA Çimento Sanayi Elektrofiltre Çıkış Tozları Kullanılarak Cu (II) İyonlarının Gideriminin Araştırılması", Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, 11-12 Mayıs 2006, 144-147, Gebze.
- 39- Kumbur, H., **Özer, Z.**, "Mersin İlinde Sahil Belediyelerinin ve Sitelerinin Altyapı Kanalizasyon Arıtma Tesisi Durum Değerlendirmesi", Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, 11-12 Mayıs 2006, 8-13, Gebze.
- 40- **Özer, Z.**, Kumbur, H., Tekinşen H.K., Kuzucu, C., "Mersin İli Silifke İlçesi Evsel Atıksularının ve Göksu Nehrinin WQM-CAL İle Modellenmesi", Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, 11-12 Mayıs 2006, 181-187, Gebze.
- 41- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Avcı, E.D. (2006), “Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Seviyelerinin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) İle Analizi ” 4 th GIS

Days in Turkey, Fatih Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 4. CBS Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, 13-16 Eylül 2006, 389-395, İstanbul/Türkiye.

#### A.5. YURTDIŞI TEBLİĞ/BİLDİRİ

- 1- Kumbur, H., **Özer, Z.** “ Investigation Of Pollution Of Berdan River And Developing Solution Models.” Fourth International Symposium on Waste Management Problems In Agro-Industries. Turkish National Committee on Water Pollution Research and Control. 23-25 September 1998 Istanbul- Turkey. ISBN 975-561 -141-X (II. Cilt) Volume II Page:99-106 “*Poster sunum*”
- 2- **Özer, Z.**, Kumbur, H., Demirel, Z., Özsoy, H.D., “The Investigation of Solid Waste Landfill of Mersin on The Water Quality and Application of WQM\_CAL Model” EWRA Symposium of Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21 st Century, Dokuz Eylül University, Water Resources Management Research and Application Center-EWRA (European Water Resources Association), 2-4 September 2004, Izmir, Turkey, 235-241
- 3- Kumbur, H., Özsoy, H.D., **Özer, Z.**, Karabulut, A., (Removal of Cu (II) From Aqueous Solutions by Peanut Hull”, International Symposium on Earth System Sciences, ISES 2004 September 8-10. İstanbul, Turkey, 877-881 “*Poster sunum*”

#### B. TAMAMLANAN VE/VEYA DEVAM EDEN PROJELER

- 1- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Arslan, H., “ İçel Çevre Kirliliği Haritası Çıkarılması ve Çözüme Yönelik Modeller Oluşturulması”, DPT Projesi Proje No: 1997-2002. MERSİN.
- 2- **Özer, Z.**, Kumbur, H., “Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Coğrafik Bilgi Sisteminin Oluşturulması” ME.Ü.Araştırma Fonu Destekli 1997-2001
- 3- Kumbur, H., **Özer, Z.**, İçel-Sanayi ve Çevre Envanterinin Çıkarılması" (Sanayi Ticaret Müdürlüğü ile ortaklaşa yapılmıştır). 2001.
- 4- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “İçel Sahil Bandı Belediyeleri Pissu ve Katı Atık Hizmetleri Birliği”, Şebeke Ana Kolektör Hattı Atıksu Arıtma Tesisi Ön Projesi Entegre Atıksu ve Katı Atık Projesi, (Proje Devam Ediyor)
- 5- Kumbur, H., **Özer, Z.**, “Kent Bilgi ve Birlik Sisteminin Oluşturulması” (İçel Sahil Bandı Belediyeleri Pissu ve Katı Atık Hizmetleri Birliğine Bağlı Davultepe-Kızıkaiesi Arası 12 Adet Belediye İçin) İçel Sahil Bandı Belediyeleri Pissu ve Katı Atık Hizmetleri Birliği. (Proje Devam Ediyor)
- 6- Aktaş, E., Bilgili, M.E., Atağ, G.A., Akbay, A.Ö., Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D., Torun, B., “İçel İlinde Sera İşletmelerinde Kullanılan Kimyasal Girdi Kullanım Bilinci ve Bunun Çevre Üzerine Olası Etkileri” Projesi. (Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü ve Köy Hizmetleri Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile ortaklaşa yürütülmektedir). 2002 -2005

7- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özsoy, H.D. “Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesinde Su Kalitesinin İzlenmesi Projesi” (Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü - Silifke Özel Çevre Koruma Müdürlüğü). Temmuz 2004 - Aralık 2004.

8- Kumbur, H., Özdemir, C., **Özer, Z.** Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan-UNEP-MAP) Finansörlüğünde “İçel Sahil Bandı Belediyeleri Pissu ve Katı Atık Hizmetleri Birliği Atıksu Arıtma Tesisi Ön Yatırım Fizibilite Projesi”. Şubat 2004-Devam Ediyor.

9- **Özer, Z.**, Kumbur, H., “Berdan Ovası (Tarsus-Mersin-Mezitli) Çevresel Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Oluşturulması ve Modellenmesi” BAP Projesi, Proje No: BAP-FBE ÇM (ZÖ) 2004-1 DR, Mart-2004, ME.Ü.Bilimsel Araştırma Fonu Destekli, (Proje Devam Ediyor)

10- Kumbur, H., Arslan H., Avcı, E.D., **Özer, Z.**, “Göksu Deltası Kuyu Sularında Organik Klorlu Pestisit Kalıntısının Araştırılması”, BAP Projesi, Mayıs 2006.

### C. TEKNİK RAPORLAR

1- Kumbur, H., Demirel, Z., **Özer, Z.**, Şener, S., Ünyayar, A., Özyurt, M., Öncel, T. ve Canbay, C., “Erdemli Belediyesi Esenpınar Beldesi Homurlu Mevkii Taş Ocağı İşletme Tesisi Nihai ÇED Ön Araştırma Raporu”, Şubat 2002.

2- Kumbur, H., Demirel, Z., **Özer, Z.**, Şener, S., Ünyayar, A., Özyurt, M., Öncel, T. ve Canbay, C., “Erdemli Belediyesi Kösbucağı Köyü Hacıhocalı Mevkii Taş Ocağı İşletme Tesisi ÇED Ön Araştırma Raporu”, Ağustos 2001.

3- Şener, S., **Özer, Z.**, Erkal, İ. “Mersin – Anamur İlçesi Güleç Köyü Taşocağı” Mersin İli, Anamur İlçesi, Güleç Köyü, Malotunağı Mevkii Taşocağı Bilirkişi Raporu”, T.C. Mersin İdare Mahkemesi Esas No: 2002/991, 25.06.2004.

4- Şener, S., **Özer, Z.**, Ulubilir, M. “Mersin – Mut İlçesi Çiftlik Köyü Köşk Mevkii Tavuk Çiftliği ve Bağcağz Köyü Sarıcağaz Mevkii Taşocağı Bilirkişi Raporu”, T.C. Mersin İdare Mahkemesi Esas No: 2004/778, 14.02.2005.

5- Kumbur, H., **Özer, Z.**, Özyurt, M., “Mersin İli Erdemli Belediyesi Eysel Atıksu Arıtma Tesisi Projesi” ÇED Proje Tanıtım Raporu”, Aralık 2005

### D. BİLİMSEL ETKİNLİKLER

#### D.1. PANELLER

1- **Özer, Z.**, ME. Müh. Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü ve Çevre İl Müdürlüğü ile ortaklaşa düzenlenen *Çevre Eğitim Projesi* kapsamında 22.02.2001 tarihinde Aydıncık, Çevre Eğitim panelde panelist.

- 2- **Özer, Z.**, 05-11 Haziran Çevre Haftası nedeniyle Atatürkçü Düşünce Derneği İçel Merkez Şubesinin Çevre Haftası etkinlikleri çerçevesinde düzenlenen “Çevre ve Küreselleşme” konulu panelde panelist. Muammer AKSOY Gençlik Merkezi, 09 Haziran 2001, Saat 14:00, Mersin.
- 3- **Özer, Z.**, 05-11 Haziran Dünya Çevre Haftası Etkinlikleri kapsamında düzenlenen “Sanayi ve Çevre” konulu panelde panelist. Tarsus Kültür Merkezi, 10 Haziran 2002, Tarsus
- 4- **Özer, Z.**, 7 Kasım 2003 tarihinde “ İçel Sahil Bandı Belediyeleri Pissu ve Katı Atık Hizmetleri Birliği Anakollektör-Atıksu Arıtma Tesisi Tanıtım Toplantı”ında sunum. Kumkuyu Belediyesi Sosyal Tesisleri, Saat 17:30, Kumkuyu
- 5- **Özer, Z.**, 05-11 Haziran Dünya Çevre Haftası Etkinlikleri kapsamında düzenlenen “Su İki Milyar İnsan Ona Koşuyor”, “Su Sorunları ve Çözüm Önerileri” konulu panelde panelist. Tarsus Kültür Merkezi. 06 Haziran 2003, Saat 14:00, Tarsus
- 6- **Özer, Z.**, 05-11 Haziran Dünya Çevre Haftası Etkinlikleri kapsamında düzenlenen “Su Kirliliği” konulu panelde panelist, Erdemli Öğretmen evi, 11 Haziran 2004, Saat 14:30, Erdemli
- 7- **Özer, Z.**, 05-11 Haziran 2005 tarihleri arasında Dünya Çevre Haftası Etkinlikleri kapsamında düzenlenen “Çevre ve Çevre Sorunları” konulu panelde panelist, Erdemli Öğretmen evi, 10 Haziran 2005, Saat:14:30, Erdemli.

## D.2. SEMİNERLER

- 1- **Özer, Z.**, “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ’nin Çevresel Alanlarda Uygulanması”. Bölüm İçi seminer. Tarih: 16 Şubat 2000, Yer: Mühendislik Fakültesi Seminer Salonu
- 2- **Özer, Z.**, “Uzaktan Algılama Tekniği Uygulamalarında Biyolojik ve Fiziksel Hususlar”. Bölüm İçi seminer. Tarih: 18 Nisan 2001, Yer: Mühendislik Fakültesi Seminer Salonu
- 3- **Özer, Z.**, “Atıksularda Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri”, Bölüm İçi seminer. Tarih: 20 Mart 2002, Yer: Mühendislik Fakültesi Seminer Salonu
- 4- **Özer, Z.**, “İller Bazında Hava Kirleticilerinin Yıllara Göre Envanterlerinin Çıkarılması”. Bölüm İçi seminer. Tarih: 12 Mart 2003, Yer: Mühendislik Fakültesi Seminer Salonu
- 5- **Özer, Z.**, “Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamaları”. Bölüm İçi seminer. Tarih: 12 Mart 2004, Yer: Mühendislik Fakültesi Seminer Salonu
- 6- **Özer, Z.**, “Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çevresel Uygulamaları”. Bölüm İçi seminer. Tarih: 20 Nisan 2005, Yer: Mühendislik Fakültesi Turgut Gür Seminer Salonu

## **E. TOPLANTI KURULU ÜYELİKLERİ (SEMPOZYUM / KONGRE /KONFERANS)**

- 1- Atıksu Arıtma Sistemleri Semineri ve Sergisi, 22-23 Ekim 1999, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İçel Şubesi ve TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Mersin Temsilciliği, Merit Otel, MERSİN, Seminer Düzenleme ve Yürütme Kurulunda görev aldım.
- 2- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 07-10 Kasım 2001, Yenişehir Kampüsü, MERSİN, Sempozyum Düzenleme ve Yürütme Kurulunda görev aldım.
- 3- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 1-4 Ekim 2003, Milli Kütüphane, ANKARA, Sempozyum Düzenleme ve Yürütme Kurulunda görev aldım.

## **F. DİĞER FAALİYETLER (KATILDIĞI KURSLAR, TOPLANTILAR, vb.)**

- 1- Coğrafi Bilgi Sistemleri Kursu, ESRI, ArcView 3.1., Aralık 1999, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şti., Beysukent, ANKARA.
- 2- Coğrafi Bilgi Sistemleri Kursu, ESRI, ArcInfo 8.1., 21 Ocak 2002-25 Ocak 2002, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şti., Beysukent, ANKARA.
- 3- “NETCAD Kursu”na katıldı. 14-16 Haziran 2004, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Laboratuvarı, NETCAD Ulusal CAD ve GIS Çözümleri, Bilgisayar, Mühendislik, Eğitim A.Ş., Mersin.
- 4- “ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve İç Tetkikçi Eğitimi”, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 26-28 Ağustos 2005, Ankara.
- 5- “Hava Kirliliği Konusunda Halkın Bilgilendirilmesi” adlı Televizyon programda konuşmacı, Güney TV, 28.11.2005, Saat 19:30, Tarsus
- 6- “OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi İç Denetçi Eğitimi”, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Mersin İl Temsilciliği, 20-21 Ocak 2007, Mersin.

## **G. ÖDÜLLER / BURSLAR**

- 1- “From Waste Water to Fresh Water: Technical and Socio-Economic Aspects of A Vital Resource”, Envisummer 2003 Yaz okulu, Paderborn Üniversitesi, 27 Temmuz- 8 Ağustos 2003, Paderborn, Almanya, Bursu veren kuruluş: DAAD, Burs Miktarı: 1280 Euro.

## **H. KATILDIĞI KURS, PANEL, KONFERANS VE SEMPOZYUMLAR**

- Türkiye Beşinci ESRI ve ERDAS Kullanıcıları Grubu Toplantısı 11-12 Haziran 1998 ANKARA-TÜRKİYE
- Kayseri I. Atıksu Sempozyumu, Sabancı Kültür Merkezi. Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, 22-22 Haziran 1998 KAYSERİ
- Fourth International Symposium on Waste Management Problems In Agro-Industries. Turkish National Committee on Water Pollution Research and Control. 23-25 September 1998 Istanbul- TURKEY.
- Atıksu Arıtma Sistemleri Semineri ve Sergisi, 22-23 Ekim 1999, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İçel Şubesi ve TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İçel Temsilciliği Girişimi, Merit Otel, MERSİN
- III. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ekim 1999, Atatürk Kültür Merkezi, İZMİR.
- Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu-III. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, 18-19 Kasım 1999 Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çayırova Kampüsü, Gebze- İZMİR.
- ÇEVRE 2000 - I. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Organizasyonu, 4-6 Ekim 2000, Kültür ve Kongre Merkezi ODTÜ/ANKARA
- 2000 GAP-Çevre Kongresi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi Organizasyonu, 16-18 Ekim 2000, DSİ XV. Bölge Müdürlüğü Konferans Salonu ve Harran Üniversitesi Mavi Salon, ŞANLIURFA
- Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu USÇS 2001, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 25-27 Nisan 2001, Hiltonsa, MERSİN
- 8.Ergonomi Kongresi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü, 25-26 Ekim 2001, İZMİR
- IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 07-10 Kasım 2001, Yenişehir Kampüsü, MERSİN.
- IV. Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, Balıkesir Üniversitesi, 11-13 Eylül 2002. BALIKESİR
- Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu. Mustafa Kemal Üniversitesi, 18-20 Eylül. ANTAKYA
- Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 1. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002 ERZURUM.
- V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 1-4 Ekim 2003, Ankara.

- Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV, 9-10 Ekim 2003, Gebze, 89-94.
- Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10. Yıl Sempozyumu, 15-18 Ekim 2003.
- Sürdürülebilir Kalkınma İçin Biyoteknoloji Çalıştayı, 21- 24 Ekim 2003, İzmir.
- III. GAP ve Sanayi Kongresi, 18-19 Ekim 2003, Diyarbakır.
- VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, 15-17 Ekim 2003, Kayseri.
- Çevre 2004, 1. Ulusal Çevre Kongresi Bildirileri, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 13-15 Ekim, Sivas.
- EWRA Symposium of Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21 st Century, Dokuz Eylül University, Water Resources Management Research and Application Center-EWRA (European Water Resources Association), 2-4 September 2004, Izmir, Turkey,
- GAP, IV. Tarım Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.
- Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, 11-12 Mayıs 2006, Gebze.
- 4 th GIS Days in Turkey, Fatih Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 4. CBS Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, 13-16 Eylül 2006, İstanbul/Türkiye.



## **EKLER**

### **EK1- CBS VERİLERİ**