

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALİÇ ISLAH ÇALIŞMALARININ SU KALİTESİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Türker EROĞLU

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim DEMİR

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALİÇ ISLAH ÇALIŞMALARININ SU KALİTESİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Türker EROĞLU
(501971433)**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim DEMİR

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501971433 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi Türker EROĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “HALİÇ ISLAH ÇALIŞMALARININ SU KALİTESİNE ETKİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. İbrahim DEMİR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Halil İbrahim SUR**
İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşegül Baysal TANIK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **22 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **21 Haziran 2012**

ÖNSÖZ

Türkiye’de Haliç ve İzmir Körfezi çevrecilik ve çevre kirlenmesinin sembolü haline gelmiştir. İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi’nde lisans eğitimi gördüğüm yıllarda (1994-1997) mesleğimizle alakalı en güncel konuları Haliç ve İzmir Körfezleri oluşturmaktaydı. Bugün bir Çevre Mühendisi olarak Haliç’in temizlenme süreciyle ilgili bir tez çalışması yapmam kendi açımdan memnuniyet verici bir hadisedir.

Çevre bilincinin çok eski olmadığı ülkemizde Haliç’in kirlenmesinin doğurduğu sonuçlar ortadadır. Haliç’in temizlenme süreci Çevre Mühendisliği uygulamaları bakımından iyi bir misal teşkil eder. Haliç’in kirlenme ve temizlenme sürecinin ortaya koyulduğu ve çok sayıda verinin bir veritabanı şeklinde hazırlanıp yayınlandığı bu çalışma umarım bundan sonraki çalışmalar için iyi bir kaynak teşkil edecektir.

Bu çalışmanın yürütücülüğünü yapan Sayın Doç. Dr. İbrahim DEMİR’e, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Sayın Kim. Yük. Müh. Cevat YILMAM’a, İSKİ çalışanlarına ve Haliç’in temizlenmesinde emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Bir daha Haliç’in kirlenmesi gibi çevre sorunlarının yaşanmaması dileklerimle.

Aralık 2010

Türker EROĞLU
(Çevre Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Haliç'e Genel Bakış	1
1.2 Çalışmanın Anlam ve Önemi	3
1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
2. ISLAH ÖNCESİ HALİÇ ÜZERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR	5
2.1 Haliç'in Dolması ve Temizleme Önerileri	5
2.2 Haliç Suyunun Kirliliği ve Su Kalitesi Tayini Çalışmaları	10
2.3 Haliç Dip Çamurunun Özelliklerinin Belirlenmesi Çalışmaları	23
2.3.1 Fiziksel ve kimyasal özellikler.....	23
3. 1997 YILI HALİÇ ISLAH PROJESİNE AİT ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARI	29
4. HALİÇ ISLAH PROJESİ UYGULAMALARI	51
4.1 Tarama Gemiler.....	51
4.2 Boru Hatları.....	52
4.3 Çamur Barajı	53
4.4 Güney Haliç Projesi	54
4.5 Kuzey Haliç Projesi.....	57
4.6 Haliç Islah Projesi Yatırımlar Toplamı	59
5. ISLAH SONRASI SU KALİTESİ	61
6. ISLAH ÖNCESİ SU KALİTESİNİN ISLAH SONRASI SU KALİTESİ İLE KARSILAŞTIRILMASI	65
6.1 Galata Köprüsü İstasyonu	65
6.2 Unkaparı İstasyonu	68
6.3 Kasımpaşa İstasyonu	71
6.4 Camialtı İstasyonu.....	73
6.5 Eski Köprü İstasyonu	75
6.6 Haliç İstasyonu	77
6.7 Eyüp Sütluçe İstasyonu	80
6.8 Adalararası İstasyonu	82
6.9 Adalar Sonrası İstasyonu.....	84
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	183

KISALTMALAR

AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
TKN	:Toplam Kjeldahl Azotu
TP	:Toplam Fosfor
HDPE	:Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Haliç'e Sıvı Atık Atan İş Yerleri	6
Çizelge 2.2 : Haliç'te Evsel Atıksuların Miktarı (1973) ve Projeksiyonu.....	7
Çizelge 2.3 : Kasımpaşa Deşarjı Suyunun Analiz Sonuçları.....	7
Çizelge 2.4 : Haliç Yüzeyinde Ölçülmüş Çeşitli Parametreler.....	11
Çizelge 2.5 : Haliç yüzey suyunda metal ölçümleri.	12
Çizelge 2.6 : Haliç Yüzey Tabakasında Mayıs ve Aralık 1981'de Ölçülmüş Kirletici Parametreler	12
Çizelge 2.7 : Haliç'te 1982-1983 döneminde gerçekleştirilen su kalitesi ölçümleri.	13
Çizelge 2.8 : Haliç Yüzeyinde ODTÜ Ölçümleri (1985-1989).....	13
Çizelge 2.8 : (devam) Haliç Yüzeyinde ODTÜ Ölçümleri (1985-1989)	14
Çizelge 2.9 : Haliç Yüzeyinde İSKİ Tarafından Yapılmış Ölçümler (1988-1989)...	15
Çizelge 2.9 : (devam) Haliç Yüzeyinde İSKİ Tarafından Yapılmış Ölçümler(1988 - 1989)	16
Çizelge 2.10 : Haliç yüzeyinde ölçülen çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri	21
Çizelge 2.11 : Fiziksel Parametreler (İst 1)	22
Çizelge 2.12 : Fiziksel Parametreler (İst 2)	22
Çizelge 2.13 : Haliç taban çamuru özellikleri	24
Çizelge 2.14 : Haliç dipsel birikim özellikleri.....	24
Çizelge 2.15 : Haliç dip çamurunun kirlilik açısından özellikleri	24
Çizelge 2.15 : (devam) Haliç dip çamurunun kirlilik açısından özellikleri.....	25
Çizelge 2.16 : Dipsel çamur numunelerinin bünyesel özellikleri.....	25
Çizelge 2.17 : Haliç çamuru üzerinde deneysel çalışma sonuçları.....	26
Çizelge 2.18 : Haliç ve Marmara Denizi çökellerinde kurşun, bakır ve çinko konsantrasyonları.....	26
Çizelge 2.19 : Haliç taban çamuru üzerinde yapılan ölçüm sonuçları.	27
Çizelge 3.1 : Haliç çamurlarının özellikler.....	31
Çizelge 3.1 : (devam) Haliç çamurlarının özellikleri.	32
Çizelge 3.2 : Haliç dip çamurunda ağır metal ölçüm sonuçları (mg/kg KA).....	33
Çizelge 3.3 : Haliç taban çamurunun bazı özellikleri.....	33
Çizelge 3.3 : (devam) Haliç taban çamurunun bazı özellikleri.	34
Çizelge 3.4 : Haliç taban çamurunun bazı parametrelere göre kirlilik seviyeleri.	34
Çizelge 3.5 : Çamurlarda Spesifik Direnç Ölçüm Sonuçları (rx10 ¹² m/kg).....	34
Çizelge 3.5 : (devam) Çamurlarda Spesifik Direnç Ölçüm Sonuçları (rx10 ¹² m/kg)	35
Çizelge 3.6 : İstasyonlarda Tespit Edilen Su Bırakma Deneyi Optimum Dozları. ...	35
Çizelge 3.7 : Haliç dip çamurlarının endeks özellikleri.	36
Çizelge 3.8 : Haliç'teki su kalitesi ve çamur özelliklerinin belirlenmesi amacıyla...	36
Çizelge 3.8 : (devam) Haliç'teki su kalitesi ve çamur özelliklerinin belirlenmesi amacıyla seçilen deney istasyonları.....	37
Çizelge 3.9 : Su kalitesi ölçüm sonuçları	39
Çizelge 3.10 : Haliç taban çamurunun bazı kirlilik parametrelerine göre durumu. ..	39

Çizelge 4.1 : Haliçte Yapılan Yatırımlar	60
Çizelge 5.1 : Haliç Su Kalitesi İzleme Çalışması.	61
Çizelge 5.2 : Haliç'te Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Haliç yüzeyinde ölçülen “Tuzluluk” değerleri	16
Şekil 2.2 : Haliç yüzeyinde ölçülen “Çözünmüş Oksijen” değerleri	17
Şekil 2.3 : Haliç yüzeyinde ölçülen “Sıcaklık” değerleri	17
Şekil 2.4 : Haliç yüzeyinde ölçülen “BOI ₅ ” değerleri	18
Şekil 2.5 : Haliç yüzeyinde ölçülen “TAM” değerleri	18
Şekil 2.6 : Haliç yüzeyinde ölçülen “Cıva” değerleri	19
Şekil 2.7 : Örnekleme yapılan istasyonlar	22
Şekil 2.8 : Galata Köprüsü kesitinde kurşun, bakır ve çinkonun derinlikle değişimi	26
Şekil 3.1 : Haliç Islah Projesi çerçevesinde yapılan deneysel çalışmalar için numune alma noktaları.	30
Şekil 3.2 : Su ve çamur örnek alma noktası	38
Şekil 3.3 : Haliç’te 0.5 m derinlikte ölçülen tuzluluk değerleri	40
Şekil 3.4 : Haliç’te ölçülen pH değerleri	40
Şekil 3.5 : Haliç’te 0.5m derinlikte ölçülen Ç.O konsantrasyonları	41
Şekil 3.6 : Kasımpaşa açıklarında Ç.O. konsantrasyonunun derinlikle değişimi	41
Şekil 3.7 : Haliç’te 0.5 m derinlikte ölçülen BOI ₅ değerleri	42
Şekil 3.8 : Haliç’te 0.5m derinlikte ölçülen KOİ değerleri	42
Şekil 3.9 : Haliç’te 0.5m derinlikte ölçülen TKN değerleri	43
Şekil 3.10 : Haliç’te 0.5 m derinlikte ölçülen Cu değerleri	44
Şekil 3.11 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Katı Madde Oranı değerleri	44
Şekil 3.12 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Organik Madde Oranı değerleri	45
Şekil 3.13 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen TKN değerleri	45
Şekil 3.14 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen fosfor değerleri	46
Şekil 3.15 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen sülfür değerleri	46
Şekil 3.16 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cu değerleri	47
Şekil 3.17 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cr değerleri	47
Şekil 3.18 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Pb değerleri	48
Şekil 3.19 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cd değerleri	48
Şekil 4.1 : Haliç’te Tarama Yapan Geminin Şematik Gösterimi	52
Şekil 4.2 : Çamur Depolama Barajı-1 (Küçük Baraj)	53
Şekil 4.3 : Çamur Depolama Barajı-2 (Büyük Baraj)	54
Şekil 4.4 : Güney Haliç Projesi	57
Şekil 4.5 : Kuzey Haliç Projesi	59
Şekil 5.1 : Haliç’te Ölçüm Yapılan İstasyonlar	62
Şekil 5.2 : Haliç’te Sıcaklık, Ç.O. ve Tuzluluk Ölçümleri	63
Şekil A.1 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)	94
Şekil A.2 : Galata Köprüsü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)	94
Şekil A.3 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)	95
Şekil A.4 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi	95
Şekil A.5 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliiform Değişimi(0,5m)	96
Şekil A.6 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)	96

Şekil A.7 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)	97
Şekil A.8 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	97
Şekil A.9 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)	98
Şekil A.10 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)	98
Şekil A.11 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	99
Şekil A.12 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10m)	99
Şekil A.13 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(10m)	100
Şekil A.14 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10m).....	100
Şekil A.15 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(20m)	101
Şekil A.16 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(20m)	101
Şekil A.17 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(20m).....	102
Şekil A.18 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(25m)	102
Şekil A.19 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(25m)	103
Şekil A.20 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(25m).....	103
Şekil A.21 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(35m)	104
Şekil A.22 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(35m)	104
Şekil A.23 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(35m).....	105
Şekil A.24 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	105
Şekil A.25 : Unkapanı İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)	106
Şekil A.26 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	106
Şekil A.27 : Unkapanı İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi	107
Şekil A.28 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)	107
Şekil A.29 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	108
Şekil A.30 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	108
Şekil A.31 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	109
Şekil A.32 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	109
Şekil A.33 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	110
Şekil A.34 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)	110
Şekil A.35 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10m).....	111
Şekil A.36 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(10m).....	111
Şekil A.37 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10m)	112
Şekil A.38 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(20m).....	112
Şekil A.39 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(20m).....	113
Şekil A.40 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(20m)	113
Şekil A.41 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(30m).....	114
Şekil A.42 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(30m).....	114
Şekil A.43 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(30m)	115
Şekil A.44 : Kasımpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	115
Şekil A.45 : Kasımpaşa İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)	116
Şekil A.46 : Kasımpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	116
Şekil A.47 : Kasımpaşa İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi	117
Şekil A.48 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)	117
Şekil A.49 : Kasımpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	118
Şekil A.50 : Kasımpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	118
Şekil A.51 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)	119
Şekil A.52 : Kasımpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	119
Şekil A.53 : Kasımpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	120
Şekil A.54 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)	120
Şekil A.55 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)	121
Şekil A.56 : Camialtı İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)	121

Şekil A.57 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	122
Şekil A.58 : Camialtı İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	122
Şekil A.59 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	123
Şekil A.60 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	123
Şekil A.61 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	124
Şekil A.62 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	124
Şekil A.63 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	125
Şekil A.64 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	125
Şekil A.65 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	126
Şekil A.66 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10-13m).....	126
Şekil A.67 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(10-13m).....	127
Şekil A.68 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10-13m).....	127
Şekil A.69 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	128
Şekil A.70 : Eskiköprü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m).....	128
Şekil A.71 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	129
Şekil A.72 : Eskiköprü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	129
Şekil A.73 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	130
Şekil A.74 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	130
Şekil A.75 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	131
Şekil A.76 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	131
Şekil A.77 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	132
Şekil A.78 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	132
Şekil A.79 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	133
Şekil A.80 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	133
Şekil A.81 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m).....	134
Şekil A.82 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	134
Şekil A.83 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	135
Şekil A.84 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	135
Şekil A.85 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	136
Şekil A.86 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	136
Şekil A.87 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	137
Şekil A.88 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	137
Şekil A.89 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	138
Şekil A.90 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	138
Şekil A.91 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	139
Şekil A.92 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m).....	139
Şekil A.93 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	140
Şekil A.94 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	140
Şekil A.95 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	141
Şekil A.96 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	141
Şekil A.97 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	142
Şekil A.98 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	142
Şekil A.99 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	143
Şekil A.100 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	143
Şekil A.101 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	144
Şekil A.102 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	144
Şekil A.103 : Adalararası İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m).....	145
Şekil A.104 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	145
Şekil A.105 : Adalararası İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	146
Şekil A.106 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	146

Şekil A.107 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	147
Şekil A.108 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	147
Şekil A.109 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	148
Şekil A.110 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	148
Şekil A.111 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	149
Şekil A.112 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	149
Şekil A.113 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m).....	150
Şekil A.114 : Adalarsonrası İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m).....	150
Şekil A.115 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m).....	151
Şekil A.116 : Adalarsonrası İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi.....	151
Şekil A.117 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m).....	152
Şekil A.118 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m).....	152
Şekil A.119 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m).....	153
Şekil A.120 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m).....	153
Şekil A.121 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m).....	154
Şekil A.122 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(5m).....	154
Şekil A.123 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m).....	155
Şekil B. 1 : Ocak 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	156
Şekil B. 2 : Nisan 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	156
Şekil B. 3 : Temmuz 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	157
Şekil B. 4 : Ekim 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	157
Şekil B. 5 : Ocak 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	158
Şekil B. 6 : Nisan 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	158
Şekil B. 7 : Temmuz 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	159
Şekil B. 8 : Ekim 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	159
Şekil B. 9 : Ocak 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	160
Şekil B. 10 : Nisan 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi.....	160
Şekil B. 11 : Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)	161
Şekil B. 12: . Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)	161
Şekil B. 13 : Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).	162
Şekil B. 14 : Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)....	162
Şekil B. 15 : Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)....	163
Şekil B. 16 : Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	163
Şekil B. 17 : Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)....	164
Şekil B. 18 : Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)....	164
Şekil B. 19 : Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	165
Şekil B. 20 : Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)...	165
Şekil B. 21 : Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)...	166
Şekil B. 22 : Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	166
Şekil B. 23 : Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)	167
Şekil B. 24 : Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)	167
Şekil B. 25 : Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).	168
Şekil B. 26 : Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)....	168
Şekil B. 27 : Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)....	169
Şekil B. 28 : Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	169
Şekil B. 29 : Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)....	170

Şekil B. 30 :	Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)....	170
Şekil B. 31 :	Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	171
Şekil B. 32 :	Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)...	171
Şekil B. 33 :	Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)...	172
Şekil B. 34 :	Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	172
Şekil B. 35 :	Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)	173
Şekil B. 36 :	Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)	173
Şekil B. 37 :	Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).	174
Şekil B. 38 :	Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m) ...	174
Şekil B. 39 :	Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m) ...	175
Şekil B. 40 :	Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)	175
Şekil B. 41 :	Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)..	176
Şekil B. 42 :	Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)..	176
Şekil B. 43 :	Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	177
Şekil B. 44 :	Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)....	177
Şekil B. 45 :	Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)....	178
Şekil B. 46 :	Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	178
Şekil B. 47 :	Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m) ...	179
Şekil B. 48 :	Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m) ...	179
Şekil B. 49 :	Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m).....	180
Şekil B. 50 :	Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)	180
Şekil B. 51 :	Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)	181
Şekil B. 52 :	Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)	181
Şekil C. 1 :	Avrupa Yakası III. Kısım Atıksu Tünel Güzergâhı Uydu Görüntüsü..	182

HALİÇ ISLAH ÇALIŞMALARININ SU KALİTESİNE ETKİSİ

ÖZET

Çevre bilincinin çok eski olmadığı Ülkemizde Haliç'in kirletilmesinin doğurduğu sonuçlar ortadadır. Haliç'in temizlenme süreci Çevre Mühendisliği uygulamaları bakımından iyi bir misal teşkil eder.

Bu çalışmada korunma kullanma dengesinin gözetilmemesi sonucu ve yanlış planlama-yapılanma sonucu Haliç'te oluşan kirliliğin geldiği boyutlarla ilgili teknik bilgiler ortaya konulmuş, bu kirliliğin giderilmesi için yapılan çalışmalara yer verilmiş ve bu çalışmalar sonucu gelinen noktanın çalışma öncesi durumla bilimsel verilere dayanarak karşılaştırması yapılmıştır. Bu bağlamda Haliç'te özellikle sanayileşme sonucu oluşan kirlilik ve uygulanan ıslah çalışmaları sonucu su kalitesi değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada, "1997 yılı Haliç Islah Projesi" için yapılan araştırmalar, analiz ve ölçümler, gerçekleştirilen tarama ile 1997 yılı ıslah çalışması öncesindeki su kalitesi parametrelerindeki değişimin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, çalışmanın önemi üzerinde durulmuş, amaç ve kapsam belirtilmiş ve ayrıca Haliç'in geçmişi hakkında genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde ıslah çalışmaları öncesi Haliç'le ilgili yapılan çalışmalar üzerinde durulmuştur. Bu bölümde 1940'lı yıllardan itibaren Haliç üzerine yapılan bilimsel ve teknik çalışmaların özeti derlenerek aktarılmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde Haliç Islah Projesi öncesi çalışmalar, Haliç Islah Projesi kapsamında tarama faaliyetleri, Kuzey/Güney Haliç Projeleri maliyet boyutları ve icra yılı belirtilerek detaylı olarak irdelenmiştir.

Beşinci bölümde ise ıslah faaliyetlerinin büyük kısmının tamamlandığı 1998 yılı başından itibaren Haliç'te yapılan ölçümler derlenmiştir. Yine ölçüm yapılan tüm tarihlerde Haliç boy kesitinde su kalite parametrelerinin değişimini ifade eden grafikler elde edilmiştir. Ayrıca bu bölüm kapsamında oluşturulan grafikler irdelenerek yorumlanmıştır.

Çalışmanın 6.Bölümünde Haliç'teki ıslah çalışmalarının daha anlaşılır biçimde ifade edilmesi amacıyla ıslah öncesi ve ıslah sonrası su kalite parametreleri grafiklerle karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu bölümde karşılaştırmalar istasyon bazında yapılmıştır. Galata Köprüsü, Unkapanı, Kasımpaşa, Camialtı, Eski Köprü, Haliç, Eyüp Söğüt, Adalararası, Adalar Sonrası İstasyonlarında yapılan ÇO, BOİ, AKM, Seki Diski, Fekal Koliform analizleri sonuçları ıslah sonrası ve ıslah öncesi değerleri grafiklerle verilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda Haliç'te ıslah öncesi meydana gelen kirlilik yükleri ve bunun sebep olduğu çevresel etkiler vurgulanmıştır. Bu çalışma kapsamında ayrıntılı

araştırma ve çalışmalarla toplanarak yayınlanan veriler ve oluşturulan grafikler bundan sonraki çalışmalarda iyi bir kaynak teşkil edecektir.

GOLDENHORN REMEDIATION STUDIES EFFECTS ON WATER QUALITY

SUMMARY

In this study, technical information was presented about pollution in Haliç which was occurred result of wrong planning and non-protection of prevention usage balance, studies for pollution removal was examined and comparison between situations before and after study base on scientific data. In this regard, pollution in Haliç originated after industrialization and water quality changing after implemented rehabilitation studies was analyzed. In this study, it is aimed that changing on water quality parameters between surveys for “1997 Goldenhorn Remediation Project”, experiments and measurements and before rehabilitation project situation.

In the first part of the study, general information about Goldenhorn, aim and scope the study were explained. Goldenhorn forms wholeness with its geological structure, historical, cultural and social elements around it. In the past, Goldenhorn provided opportunity to occurrence of historical and cultural elements around it. Rehabilitation studies were being processed because of water quality decay in Goldenhorn. These studies constitute a sample for water areas have similar properties. In this study, both before and after rehabilitation water quality measurements in Goldenhorn were evaluated and cleaning techniques were emphasized. This study is important because it shows process of pollution-cleaning of an environmental area and its costs.

In the second part of the study, detailed rehabilitation studies were reported. The first scientific study was done at 1957. In this study, filling of Haliç was analyzed. In 1977, Goldenhorn Master Plan and Implementation Program Report were prepared and according to this report, factors that cause pollution in Haliç were specified. It was designated that Alibeyköy and Kağıthane Creeks moved pollutants to Haliç. In this part, Pollutant load and amount of waste water of working places around Haliç were given in detail. Domestic waste water was reached to Haliç by infiltration and creeks because of insufficient sanitary sewage system. The first study about sewage systems was an etude study prepared by DAMOC (1971) between 1965 and 1970. This etude study was repeated and enhanced by CAMP-TEK_SER (1975) because of high rapid growth rate of Istanbul. In this section, result of Goldenhorn Water Pollution and Water Quality Measurement Study was examined. Samples were taken from different stations and depth and results of pollution parameters were given in this section. Moreover, this study included information and results about Haliç base sludge.

Research Studies about Goldenhorn Remediation Project were submitted in the third part of the study. In this part, rehabilitation studies of Istanbul Metropolitan Municipality which were happened in 1997, were examined.

There were base sludge samples from 13 stations and 3 different depths (base, 5m and 10 m high from base) of Haliç and Total Kjeldahl Nitrogen , Oxygen Consumption, Solid Matter Rate, Organic Matter Rate, Total Phospor, Total Sulphur, Oil and Grease, Fenol parameters were measured. Locations of the stations were

explained in this section. Experimental results were given as table in detail. Base sludge samples were taken from different depth of total 20 stations by ground exploration for specify the geotechnical properties of base sludge within the Haliç Rehabilitation Project. Experiments which were done at Laboratory of Yıldız Technical University, Department of Geotechnical index properties, consolidation properties and shear strength. Besides, before taking the sludge samples, water samples were taken from 12 stations (S1-S12) in Haliç. Physical and chemical analyses at İSKİ Laboratory were occurred and heavy metal analyses at Istanbul Technical University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry were occurred. Heavy metal analyses were occurred because of its high toxic effects and high discharge rate. Sludge samples were taken from 6 stations was sent to Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Environmental Engineering Laboratory for physical and chemical analyses. According to experimental results, situation of Haliç base sludge was summarized at this section. It was observed that Cu, Cr, Pb and Cd parameters were high at discharge point and after a certain distance concentrations were decreased and zeroised. Low concentration values show complex generation and sedimentation. High concentration at head shows sedimentation rate is low and low concentration at downstream shows sedimentation rate is high. But, current concentrations are at critical level which effect current living systems. Before taking the sludge samples, Solid Matter Rate, Organic Matter Rate, TKN, Sulphur, Cu, Cr, Pb and Cd were analyzed for pollution situation according to some pollutants and results were given by graphics. According to results, Cu concentrations were so high at off the cost of Söğüt-Haliç and Fener. Cr concentrations increased limitedly from head to downstream. Pb concentrations decreased from head to downstream. In this sense, Haliç sludge has taken into consideration in that heavy metals for both sludge disposal and transmission to the Goldenhorn water.

In the fourth part of the study, implementations of Goldenhorn Rehabilitation Projects were examined. The ships which were chosen for this study were absorbed sludge with water and pumped to pipe line. There were no odor and visual pollution due to transfer of water and sludge mixing together to pipe line. Detailed information about the ships were used for the study was specified at this section. Another important point of the project is establishment of pipe lines. Alternatives were studied depending upon less energy consumption of pipe lines and less visual and noise pollution while choosing the points of elevation stations and route. Sludge was transferred by 4 parallel HDPE pipe lines which were laid pipes between Haliç and Sludge Reservoir. Besides, 3 elevation centers were established to equalize the loss of load originated high solid matter content. 2 sludge rock-fill dam were established to storage collected sludge. Cross sections of the dams were given at this section. Rehabilitation studies of Haliç were performed as North Haliç and South Haliç. Within South Haliç Project, wastewater of Zeytinburnu, Bakırköy, Güngören, Esenler, Bağcılar and Bahçelievler districts which flow to sea was connected by collectors to Zeytinburnu Elevation Center and it was transferred to Yenikapı Wastewater Treatment Plant. Within the North Haliç Project, wastewater channels which were established in the past but are inactive at current situation at left side of the Kağıthane Creek were repaired and cleaned and connected to North Haliç Collectors. The North Plant collect all the wastewater generated from Kağıthane, Şişli, Beyoğlu, Beşiktaş and Sarıyer districts and after treatment, the wastewater reach the bottom stream of Bosporus. Discharge Plant includes, coarse screen, fine screen and grit chamber units. Detailed information about studies within the North

and South Goldenhorn Projects, sewage treatment plants, collectors and discharge lines was given in this part. Also investments about these studies were given as a brief.

In the fifth part of the study, results of working on water quality reclamation are examined. To conduct this examination, “a water quality monitoring work” was made by the Marine Science and Management Institute of Istanbul University with request of İSKİ in 2003.

In the frame of mentioned study, various measurements were made on samples taken from different depth in 9 stations. Totally 123 analysis were made, as in the 0,5m Dissolved Oxygen, Biological Oxygen Demand, Suspended Solid, Secchi Disk and fecal coliform analysis were made and in other depths Dissolved Oxygen, Suspended Solid and fecal coli form analysis were carried out. The results of these analyses were given in detailed according to this study. Also database were created with the results of samples between January 1998 and March 2003. Additionally, in 2005 Istanbul Metropolitan Municipality Department of Environmental Protection requested and a study was carried by Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology about benthic fauna and planktonic organisms in Goldenhorn and Bosphorus. The microbiological analysis results were obtained from the study are taken a place in this part.

In the sixth part of the study, comparative analyses of water quality parameters before and after reclamation are given with graphics to express clearly “the remediation of Goldenhorn”. In this part comparison were made on the bases of station. DO, BOD, SS, Secchi Disk, Fecal Coliform analysis were made in Galata Bridge, Unkapanı, Kasımpaşa, Camialtı, Old Bridge, Haliç, Eyüp Söğütçe, between places, after places were given with graphs with values before and after reclamation.

In the final part of the study, pollution load was occurred before rehabilitation of Haliç and environmental effects of the load were emphasized. Dissolved oxygen concentration is decreased to 0.5-1 mg/l at the head and 0 mg/l in the edge of Balat-Taşkızak; Dissolved Oxygen concentration is decreased to 6 mg/l in the surface and 2 mg/l in the floor in the beginning of Haliç. H₂S gas releases are observed at Upside of Valide Sultan Bridge and also odor pollution is started. Through this study, it was aimed that to reach every document about reason of Goldenhorn pollution, rehabilitation studies, especially reports about both before and after rehabilitation project. All the documents were examined and compared systematically.

After rehabilitation, Dissolved Oxygen concentration increased to 4 mg/l at Islands and upper side of Islands, 6 mg/l at Valide Sultan Bridge. In this way, pollution was decreased by rehabilitation studies, quality of water was improved, biological diversity was increased and visual pollution was disappeared.

In the final part of the study, pollution prevention methods in Goldenhorn were highlighted. Cleaning process of Goldenhorn is a good example on environmental engineering implementation. All data collected and produced by detailed investigation and studies within this study will be good sources for the future studies.

1. GİRİŞ

1.1 Haliç'e Genel Bakış

Bu çalışma bir su ortamının kirletilmesi, kirlenmenin etkileri ve kirliliği gidermenin zorluklarının ortaya konması açısından önemlidir. Haliç jeolojik yapısı, etrafındaki tarihi, kültürel ve sosyal varlıklarıyla bir bütündür. Haliç, geçmişte çevresinde tarihi ve kültürel varlıkların oluşmasına imkân sağlamış, aynı zamanda seçkin bir yerleşim ve rekreasyon alanı olarak kullanılmıştır. Haliç bu özellikleri ve görüntüsü nedeniyle Altın Boynuz olarak adlandırılmıştır.

Ancak Haliç'te su kalitesinin bozulmasıyla çevresindeki tarihi doku da olumsuz etkilenmiştir. Haliç'te su kirlenmesinden sonra etrafında oturulamaz hatta oluşan koku nedeniyle etraftan geçilemez hale gelmiştir.

Bu çalışmada, Haliç'in ıslah edilmesiyle su kalitesine ve çevresel iyileşmeye etkisi ele alınmıştır. Haliç'te ıslah öncesi ve ıslah sonrası su kalitesi üzerine yapılan ölçümler özetlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Haliç'te yapılan ıslah, benzer su ortamlarında yapılacak çalışmalar için iyi bir teknik uygulama örneği olmuştur.

Haliç'in dip çamurunun yükselmesi, su ve sediment ortamının kirlenmesi Bizans devrinden beri sorun ve tehlike olarak görülmüştür. Bizans döneminde Haliç'in çeşitli sürüntü ve taşıntı malzemesi ve kentsel atıklarla dolmakta ve kirlenmekte olduğuna dair belge ve kanıtlar bulunmaktadır. Fatih ve II. Beyazıt dönemlerinde Haliç'e sularını boşaltan Kağıthane ve Alibey Dereleri havzalarında erozyon ve sedimentasyona karşı bitki örtüsünü koruyucu nitelikte bazı önlemler alınmış, bu havzalarda ağaçlandırma yapılarak tarım ve hayvancılık yasaklanmıştır. Zira o dönemlerde bile Kağıthane ve Alibey Dereleri Haliç'e önemli miktarda taşıntı malzemesi getirmekteydi (Eroğlu ve diğ., 2001). 1963 yılında yapılan çalışmalarda Haliç in yılda 6,6-10 cm dolarak yükselmekte olduğu tespit edilmiştir(Kor,1963). Alibey deresi önüne inşa edilen baraj Haliç'in dolma sorununun bir kısmını kendi bünyesine almıştır.Bizans döneminden beri mevcut olan Haliç'in rüsübatla dolma

problemine ilaveten, Cumhuriyet Döneminde özellikle 1950'li yıllarda artan sanayileşme ve nüfus artışı, her geçen gün artan şekilde su kirliliğini de gündeme getirmiştir.

Haliç'e ilk gelen sanayi tesisleri tersanelerdir. İlk tersaneler Bizans döneminde küçük tekneler için yapılmıştır. Fatih'ten sonra yeni tersaneler yapılmaya başlanmıştır. Ancak, bu tersaneler daha çok ahşap deniz tekneleri inşa ettikleri için Haliç'i kirliletmemekteydiler. Daha sonra metal levhalarla gemi inşaatına geçilmesi kirliliğin oluşmasına neden olmuştur. Bunların ilklerinden birisi 1861'de kurulan ve 1884'de büyütülen Hasköy Tersanesidir.

1833 yılında inşa edilen Feshane, Haliç'in ilk tekstil endüstrisidir. Bu tesis 1986 yılında Büyükşehir Belediyesi tarafından kapatılana kadar çeşitli tekstil imalatında kullanılmıştır.

Diğer bir sanayi tesisi de Silahtarağa Elektrik Santralidir. Bu tesis 1913'te kurulmuş, 1983 yılına kadar elektrik üretim faaliyetinde bulunmuştur.

1923 yılında hizmete alınan Sütluçe Mezbahası'nın aşırı kirlenmeye neden olmasından dolayı, 1990 yılında mezbaha faaliyetine son verilmiştir.

Silahtarağa Elektrik Santrali'nin de kurulmasıyla zaten ulaşım ve atıksu deşarjı bakımından kolaylıklara sahip olan Haliç sanayi için bir çekim bölgesi olmuştur. Cumhuriyet'ten sonra sanayi gelişmeleri Haliç'te yoğunlaşmıştır. Sanayi yoğunlaşması iskan yerleşmelerine zarar verecek bir bünyeye büründüğünden 1939 senesinde 1953 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu çıkarılmıştır. Ancak bu kanun önleyici ve kontrol edici etkinliği düşünüldüğü ölçüde olmamış, sanayi gelişigüzel gelişmesini sürdürmüştür

1937 yılında yapılan Henri Prost Planı ve 1957'den sonraki diğer şehircilik çalışmaları Haliç'i orta ve ağır sanayi kuruluşlarına resmen açmıştır.

Her ne kadar 1939-1940 senelerinde Prof. H. Prost İstanbul Yarımadası ve Beyoğlu için planlar hazırlamışsa da, bu planlarda sanayi gelişmesi için yer gösterilmemiştir. Sadece, sanayi için Batı yakasında surlardan 500 metre ötede gelişebilir önerisi yapılmıştır. Sanayi faktörünün, çok sınırlı bir görüşle de olsa ilk defa planlarda yer alması, 1954 senesinde uygulamaya konulan Beyoğlu Nazım Planında olmuştur. Bu planda, Haliç'in Beyoğlu yakası 1.sınıf sanayinin (ağır sanayi) yerleşme alanı olarak gösterilmiştir. Haliç'te sanayi gelişmesi böylece planla teşvik edilmiştir. Bu tarihten

sonra, Haliç'te sanayi yerleşmesi hızlanmış, Kağıthane ve Alibeyköy vadilerine taşan yoğun bir yerleşme ortaya çıkmıştır.

Haliç'in sürüntü malzemeleriyle dolması ve etrafındaki ağır sanayinin atıksularıyla kirletilme durumuna ilaveten 1940'lardan sonra yoğun göç alan İstanbul'un evsel atıksularının da Haliç'e verilmesiyle Haliç'teki kirlenme çok tehlikeli boyutlara ulaşmıştır.

1960 yılında Marmara Bölge Planlama Bürosu tarafından yapılan çalışmalarda Haliç'le ilgili olarak bu bölgede organize sanayi için gelişme imkânlarının kalmadığı ortaya konmuştur. 1965 yılında tasdik edilerek yürürlüğe giren İstanbul Sanayi Nazım Planı hazırlanmıştır. Bu planda sanayinin şehir iç merkezinden daha planlı organize bölgelere aktarılması görüşü ortaya konmuştur.

Haliç'te 1950'lerde başlanılan araştırmalar yanında 1980'lerden itibaren ciddi uygulamalar da yapılmıştır. Bunların başında 1984-1989 yılları arasında yapılan Haliç çevresinin sanayiden arındırılması ve boşaltılan fabrika arazilerinin yeşil alana dönüştürülmesi sayılabilir. Ayrıca yine bu dönemde Güney Haliç kolektörlerinin bir kısmının ve Ahırkapı Deniz Deşarjının da yapılması önemli bir adımdır. 1989 yılından 1994 yılına kadar Haliç'te önemli bir yatırım yapılmadığı gibi Eski Galata Köprüsü'nün Hasköy-Balat arasına taşınması ile de önemli bir hata yapılmıştır.

1.2 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Türkiye'nin sanayileşme süreci içerisinde kirletilerek bozulan çevresel ortamlara en bariz örneklerden biri olan Haliç yine temizleme çalışmaları bakımından da iyi bir uygulama örneği olmuş ve uluslararası ödüllerle taltif edilmiştir. Bunlardan en önemlisi 2002 Metropolis Dünya Birincilik Ödülü'dür.

Haliç, özellikle 1950'li yıllardan sonra sanayileşme ve şehirleşme sürecinde koruma-kullanma prensibine dikkat edilmediğinde beraberinde tehlikeli ve rahatsız edici sonuçları getirebilmesi açısından önemli bir örnektir.

Bu çalışmada, ıslah öncesi ve ıslah sonrası Haliç'te yapılan su kalitesi ölçümleri bir araya getirilmiş, ayrıca temizleme teknikleri üzerinde durulmuştur.

Haliç; evsel atıksular, sanayi atıksuları, katı atıklar ve sürüntü malzemeleriyle kirletilmiştir. Kirlenme sonucunda Haliç bir nevi fosseptik halini almıştır. Üzerinde

çamur adaları oluşmuş, Balat-memba kesimi arasında deniz trafiği sona ermiş, canlı yaşamı yok olmuş ve etrafına yaydığı kokudan civarında oturulamaz olmuştur. Haliç bu durumdayken, yapılan ıslah çalışmalarıyla su kalitesi düzeltilmiş, koku ve görüntü kirliliği ortadan kaldırılmış ve deniz trafiğine tekrar açılmıştır. Bu çalışma, tüm yapılan ıslah faaliyetlerinin bir araya getirilmesi açısından önem taşınmaktadır.

Ekonomik ve sosyal kararlar alınırken çevrede meydana gelebilecek tahribatların ileride telafisi güç büyük zararlara neden olabileceği dikkate alınmalıdır. Bu çalışma, çevresel bir ortamın kirlenme-temizleme sürecini göstermesi ve maliyetleri bakımından da önemlidir.

1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, “1997 yılı Haliç Islah Projesi” için yapılan araştırmalar, analiz ve ölçümler, gerçekleştirilen tarama ile 1997 yılı ıslah çalışması öncesindeki su kalitesi parametrelerindeki değişimin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışma, 1960 yılından itibaren Haliç’in temizlenmesi konusunda yapılan önerileri, 1997 yılı öncesi yapılan sınırlı ıslah, su kalitesi ölçümü ve çamur analizlerini, 1997 yılında yapılan kapsamlı ıslah çalışması sonrası su kalitesi ölçümlerini, çamur analizlerini ve geoteknik ölçümleri bunların mukayeselerini ve önerilerikapsamaktadır.

2. ISLAH ÖNCESİ HALIÇ ÜZERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Haliç'te ıslah çalışmaları için kapsamlı araştırmalar 1995 yılında başlatılmıştır. Ancak, Haliç'in ıslah edilmesi gerektiği 1960'lı yıllardan itibaren konuşulmuş ve araştırmalara başlanmıştır. Haliç'in kirlenmesi konusunda ilk bilimsel çalışma 1957 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada Haliç'in dolması incelenmiştir (Yamanlar, 1957). A. Acar ve C. Erol (1956), 1954-1956 yılları arasında Haliç'teki taban yükselmesini incelemişlerdir.

Haliç'in kirlenmesi ile ilgili ilk etüd ise 1960-1962 yıllarında yapılmıştır. Bu tez çalışmasında Haliç'i kirleten unsurlar ve bunların Haliç'teki su kalitesine tesirleri detaylı bir şekilde incelenmiştir (Kor, 1963). Aynı şekilde İ.Ü. Fen fakültesi Hidrobiyoloji Enstitüsü tarafından Haliç'te oşinografik çalışmalar yapılmıştır.

Dünya Sağlık Teşkilatınca hazırlatılan "İstanbul Bölgesi İçme Suyu ve Kanalizasyon Projesi için DAMOC ve DSİ tarafından Haliç'te gerekli etüd ve incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmalarda Haliç'in hidrografik ve oşinografik özellikleri hakkında bilgi verilmiştir (DAMOC, 1971).

Haliç'in kirlenme probleminin matematik modelle çözümüne ait önemli bir çalışma 1971-1974 yılları arasında M. Karpuzcu tarafından yapılmıştır (Karpuzcu, 1975).

Ayrıca, 1975 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, 1976 yılında da Boğaziçi Üniversitesi öncülüğünde Haliç Sempozyumları düzenlenmiştir. 1977 yılında ise Boğaziçi Üniversitesi tarafından Haliç Master Planı ve Uygulama Programı Kesin Raporu hazırlanmıştır.

2.1 Haliç'in Dolması ve Temizleme Önerileri

1977 yılında Boğaziçi Üniversitesi tarafından hazırlanan Haliç Master Planı ve Uygulama Programı Kesin Raporunda Haliç'in kirlenmesine yönelik aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir; Alibey ve Kağıthane derelerinin yamaçlarından katı maddelerin yağmur suları ile derelere sürüklenmesi, feyezan esnasında bu atıkların Haliç'e sürekli olarak taşınmalarına sebep olmaktadır.

Haliç'e bağlı en önemli iki dere Kağıthane ve Alibey dereleridir. Bunlardan Kağıthane deresi 18 160 ha'lık, Alibey deresi ise 19 240 ha'lık bir havzaya sahiptir. Kağıthane deresinden 54 000 m³, Alibey deresinde bulunan barajdan itibaren Haliç'e kadar 17 km²'lik bir alandan 5100 m³ rüsubat Haliç'e taşınmaktadır (Çekirge 1976). Bu rüsubat, Haliç için bir su kirlenme kaynağı olmaktan başka, her geçen yıl Haliç tabanının biraz daha dolmasına sebep olmaktadır. Bu rüsubat, Haliç tabanının senede 6-10 cm dolmasına sebebiyet vermektedir (Acara ve Erol, 1957).

Daha sonra yapılan araştırmalarda, taşınan katı madde miktarı muhtelif zamanlarda Hidrobiyoloji Enstitüsü tarafından ölçülmüş ve Haliç'teki birikimin yılda ortalama 10 cm olduğu saptanmıştır. Haliç'in su sathı takriben 2 632 000 m² olduğuna göre her yıl Haliç'e 263 000 m³ katı madde taşındığı hesaplanabilir.

Haliç'teki iş yerlerinin %53'ü oranında olan 366 iş yerinden 49 365 ton katı atık çıkmakta olup, bu atıkların %79'u Haliç dışına, %18'i başka yerlere nakledilmekte, %2'si yakılmakta ve %1'i ise Haliç'e dökülmektedir.

Çizelge 2.1'den görüleceği üzere Haliç'e toplam 80 iş yeri tarafından atıksu bırakılmakta olup, bir yılda Haliç'e bırakılan atıksu miktarı 1 934 000 tondur. Sıvı atıkların çoğu Defterdar (%47), Eyüp (%16.3), Ayvansaray (%14.5) ve Kağıthane (%11.2) sahillerinden Haliç'e bırakılmaktadır. Buralardan bırakılan sıvı atıklar, tüm Haliç'e bırakılan sıvı atıkların %89'unu teşkil etmektedir. Demek ki, Haliç'te kirlenmenin yoğunlukta olduğu bölgeler memba tarafındadır ve en kirlletici sıvı atıklar kimyasal atıklardır.

Çizelge 2.1 : Haliç'e Sıvı Atık Atan İş Yerleri (B.Ü, 1977)

Sıvı Atık Cinsi	SIVI ATIK MİKTARLARI ⁽¹⁾		
	İş yeri sayısı	bin ton/yıl	oran (%)
Kimyevi atıklar	23	1 292	66.9
Yıkama suyu	35	525	27.1
Soğutma suyu	8	81	4.1
Temizleme suyu	10	18	0.9
Organik atıklar	3	17	0.9
Çamur	1	0.003	0.0
TOPLAM	80	1934	100

⁽¹⁾Sıvı atık cins ve miktarlarını bildiren iş yeri sayısı sadece 80'dir. Haliç'te tüm sıvı atık miktarı takriben 6.2 milyon m³/yıl'dır.

Haliç'in etrafında yaşayan nüfusun evsel atıkları, iki yüzü aşkın irili ufaklı deşarjlarla Haliç'e verilmektedir. Bu deşarjların ne kadar büyüklükte bir nüfusa hizmet ettiği kesin olarak bilinmiyorsa da, 450 ile 700 bin arasında olduğu söylenebilir (Karpuzcu, 1975 ve CAMP. TEK-SER, 1975). Haliç ve çevresindeki kanalizasyon altyapı tesislerinin çok yetersiz oluşu sebebi ile evsel atıksuların çoğu dereler ve sızma yolu ile Haliç'e karışmaktadır.

Kanalizasyon tesisleri ile ilgili olarak ilk çalışma DAMOC (1971) tarafından 1965-1970 tarihleri arasında yapılan etüddür. Bu etüd İstanbul'un büyüme hızının daha yüksek olması dolayısıyla CAMP-TEK-SER (1975) tarafından tekrarlanmış ve geliştirilmiştir. Her iki çalışmanın ana prensibi atıksuların denize ulaşmadan kesici bir kuşaklama kolektörü ile toplanarak belirli ölçülerde arıtıldıktan sonra dip deşarj üniteleri ile Marmara denizinin dip tabakalarına verilmesidir.

İstanbul Kanalizasyon Projesi Master Plan Revizyon Raporu'nda Haliç'te kanalizasyondan istifade eden nüfusun meydana getirdiği atık su miktarı ile bu suyun ihtiva ettiği BOİ yükünün 1973'teki durumu ve gelecekteki projeksiyonu verilmiştir. Bu değerler Çizelge 2.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2 : Haliç'te Evsel Atıksuların Miktarı (1973) ve Projeksiyonu

Yıl	Nüfus	Su sarfiyatı m ³ /gün	BOİ ton/gün
1973	440,000	70,000	26
1990	1000,000	235,000	72
2020	1300,000	390,000	125

Haliç'e akıtılan suların kirlilik derecesini tespit etmek amacı ile Kasımpaşa deşarjından alınan su numunelerinde analizler yapılmış ve çizelge 2.3'te verilen değerler elde edilmiştir. İstanbul için BOİ değerinin 160 mg/l civarında olduğu göz önüne alınırsa, Haliç'e Kasımpaşa'dan akıtılan evsel atıksuların BOİ yükünün, İstanbul'un diğer semtlerine nazaran çok yüksek olduğu anlaşılr.

Çizelge 2.3 : Kasımpaşa Deşarjı Suyunun Analiz Sonuçları.

Su İçindekiler	mg/l	gr/kişi/gün
BOİ	321	68
Askıda Katı Madde	205	43
Ortalama Nitrojen	33	7
Ortalama Fosfat	1	1

Diğer taraftan, Haliç'in temizlenmesi ile bazı kriterler ve Haliç'teki su kalitesi bileşenlerinden BOİ'nin zamanla değişimi incelenmiş, Alibey ve Kâğıthane derelerinden toplam 10 m³/sn'lik temiz su geldiği, taban çamurunun tesirli olmadığı ve bütün kirletici kaynakların önlendiği hipotezlerinden hareketle BOİ'nin 8-10 gün gibi kısa bir zaman sonunda müsaade edilebilir bir limitin altına düşebileceği tespit edilmiştir (Karpuzcu, 1975).

Ayrıca, bu yıllarda Haliç çevresinde yer alan bütün çöp dökme sahalarında düzenli bir depolama olmayıp araziye rastgele atılmaktadır. Bu durumda çöp alanlarından gelen sızıntı suları da derelere oradan da Haliç' e karışarak su kalitesinin bozulmasına, yüzen maddeler de, Haliç' te görsel kirliliğe neden olmaktadır.

Diğer kirlenme nedenleri olarak, tersane ve gemi söküm yerlerinin artıkları, mezbaha organik artıkları ve yer kazanmak için yapılan doldurmalar sıralanabilir.

Diğer taraftan, Haliç ile ilgili olarak 1976 yılında Boğaziçi Üniversitesi tarafından düzenlenen Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu'nda, 1962 yılında Haliç'teki endüstri tesislerinin, 1.270.000 kişinin vereceği atıksu kirliliğini Haliç'e verdiği (Türkmen, 1962), 1973 yılında ise endüstri tesislerinin atıklarının 2 milyon nüfusa eşdeğer bir kirlenmeye sebep olduğu (Peker, 1973) ve Haliç'teki kirlenmenin arttığı belirtilmektedir (Özdeş, 1976).

İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından 1975 yılında düzenlenen Haliç Sempozyumu'nda ise aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

Haliç deniz yolu ulaşımı bakımından da değerlendirilmiş olup, 01.02.1967 tarihine kadar 14 olan iskele sayısının 1975 yılı itibarıyla 6'ya inmiş olduğu ifade edilmiş ve Haliç'in temizlenmesi vs. gibi köklü tedbirler alınmadığı sürece, buradaki deniz yolu taşımacılığının yakın gelecekte sona ereceği belirtilmiştir (Yayla, 1975).

7.5-8 km uzunluğunda ortalama 400 m genişliğinde, su derinliği membadan mansaba doğru 1 ile 40 m arasında değişen Haliç'in su yüzeyi 270 ha büyüklüğündedir (Karpuzcu, 1975).

Yukarıda da belirtildiği gibi, Kağıthane ve Alibey derelerinin, yağış havzalarından getirdikleri sürüntü ve askı halinde katı maddelerin, organik, mineral ve kimyasal menşeli çok değişik atıkların, kanalizasyon şebekeleri veya direkt olarak Haliç'e verilmesi neticesinde, deniz tabanında kalın bir çamur tabakası teşekkül etmiştir. Haliç memba bölgesinden, Taşkızak Tersanesine kadar yıllık taban yükselmeleri 5-6

cm olarak hesaplanmıştır (Kor, 1963). Çamur tabakasının kalınlığı Haliç ortasında 30 m'ye erişmektedir (Erkek, 1975).

Haliç'in taranıp temizlenmesi ile ilgili ilk çalışmalar, 1957 yılında kıyıların ve su derinliklerinin durumunu belirtecek iskandil planlarının hazırlanması ile başlamıştır. Bunu takiben, 1960-1961 yıllarında Bayındırlık Bakanlığı'na, Sötlüce-Silahtarağa elektrik santrali arasında 494000 m³, 1965 yılında Hasköy-Halicioğlu arasında 250000 m³, yine aynı yıl, Alibey deresi mansabında 25000 m³ ve 1974 yılında Eyüp-Silahtarağa santrali arasında 330000 m³ olmak üzere; 14 yıllık sürede 1.094.000 m³ tarama yapılmıştır (Arıcan 1975).

Haliç ile ilgili olarak 1976 yılında Boğaziçi Üniversitesi tarafından düzenlenen Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu'nda ise aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

Boğazın Kefeliköy kısmında bir tünel açılarak Boğaz akıntısını bir tünele almak buradan da bu akıntıyı Kağıthane Deresi vasıtasıyla Haliç'e ulaştırmak şeklinde bir öneri ortaya konulmuştur. Haliç'e gelen akıntı buradan Sarayburnu'na kadar iletilecektir. Böylece seyrelmeyle bir arıtma meydana geleceği ve akıntı ile çökeltme sorununun giderileceği öngörülmüştür (İ. Yalçınlar, 1976).

Haliç'te yapılan tarama işlerinin, daha ziyade Silahtarağa Santrali'ne kömür taşıyan deniz vasıtalarının geçişlerine elverişli bir kanalın açılması için yapılmış olduğu, bu taramalarda taranan kanal genişliğinin 50 m'yi geçmediği, Haliç'in ortasında belirli genişlikte bir kanal açılmasının sahilin diğer kısımlarına yanaşma imkanı sağlamadığı gibi kanalın şevlerindeki çamur kütlesinin açılan kanala kayarak derinliğin kısa sürede azalmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu şekilde 14 yıl süresince yapılan 1.094.000 m³ tarama ile 1957-58 senelerinde mevcut derinlik dahi muhafaza edilememiştir (Arıcan, 1976).

DSİ tarafından İstanbul'un pissu ve yağmursuyu drenajı konusunda 1967-1970 yıllarında Damoc ve Scandiaconsult firmalarına master plan yaptırılmıştır. Bu master planlarda Damoc, Haliç'in sağ ve sol kısmının atıksularının kollektörlerle toplanıp pompa istasyonları vasıtasıyla Yenikapı'ya, oradan da denize deşarjını önermiştir. DSİ Haliç'in Beyoğlu kısmındaki atıksuların ters sifon oluşturacağı nedeniyle Kabataş tarafından denize deşarj edilmesi gerekliliğini ortaya koymuş, Damoc'un bu konudaki görüşünü benimsememiştir. Scandiaconsult ise raporunda Haliç'in feyezan

debisini geçirebilmesi için membaından 3200 metrelik kısmın 4 metre derinlikte, 300 metre genişlikte taranması önerisinde bulunmuştur. Ancak 1974 Mayıs ayında Haliç 405 m³/sn feyezan debisini geçirince taramanın feyezan için değil de limancılık ve insan sağlığı açısından yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Çekirge, 1976).

1977 yılında Boğaziçi Üniversitesi tarafından hazırlanan Haliç Master Planı ve Uygulama Programı Kesin Raporunda genel olarak Haliç'in temizlenmesi için;

- Sanayi tesislerinin nakledilmesi,
- Yağmursuyu ve kanalizasyon altyapısının tamamlanarak faaliyete sokulması,
- Yapılaşmanın kontrol altına alınması,
- Ağaçlandırma ile erozyonun kontrol altına alınması,
- Haliç kıyılarında dolgu yapılmasının önlenmesi,
- Altyapı ile toplanacak atıksuların arıtılması ve deniz deşarjı ile uzaklaştırılmasının sağlanması,
- Haliç'i dolduran ve kirleten Alibey ve Kağıthane Dereleri'nin ıslahı ve rehabilitasyonu,
- Haliç'te etkili bir dip taramanın yapılması şeklinde önerilerde bulunmaktadır.

2.2 Haliç Suyunun Kirliliği ve Su kalitesi Tayini Çalışmaları

Haliç üzerinde su kalitesini konu alan çok sayıda araştırma mevcuttur. İlk çalışma 1961-1962 yıllarında gerçekleştirilmiştir (Kor,1963). Bu çalışmada, su kalitesi bakımından en kirli dönem olarak kabul edilmiş olan 1961 yılı Temmuz, Ağustos ayları ve en iyi dönem olarak tanımlanmış 1962 yılı Ocak, Şubat aylarında yüzey suyunda 15 istasyonda BOİ₅ ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda, 1961 yılı için 39 ölçüm ortalaması olarak BOİ₅ değeri 11 mg/l ve 1962 yılı için 41 ölçüm ortalaması olarak 5 mg/l olarak bulunmuştur. Ayrıca 1961 yılı BOİ₅ ölçüm sonuçlarının bu devrede, Haliç'in önemli tatlı su girdisi kaynakları olan Alibeyköy ve Kağıthane derelerinde buharlaşmanın fazla, buna bağlı olarak da su seviyesinin düşük olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Karpuzcu (1975), 1972 yılında Silahtar-Kağıthane ve Rıhtımlı (Galata Köprüsü) arasında yüzeyden alınan numunelerle, 10 istasyonda BOİ₅ ölçümleri yapmıştır. Bu ölçümler sonucu BOİ₅ değeri 42-63 mg/l aralığında bulunmuştur.

Çetin ve Tunca (1975) Haliç suyunun saydamlık sınırının, atılan katı maddeler sebebi ile çok daraldığını süspansiyon halindeki maddeler yönünden çok daralmış, Galata Köprüsü'nde 1.5 m'ye, Balat- Taşkızak arasında 1 m'ye kadar düştüğünü ifade etmişlerdir.

Yüce (1975), Haliç'in ağız kısmında satıhta erimiş oksijen miktarı 6-8 mg/l iken iç kısımlarda 0.4 mg/l'ye düştüğünü, bazı yerlerde ise 0 mg/l olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla bu oksijen azalmasının atılan ve akan pislik, endüstriyel atıklar ile büyük şekilde artan organik madde miktarlarından ileriye gelmekte olduğunu, Balat-Taşkızak kesitinden sonra oksijen miktarlarının azalması ve bunun yanında satıh suyunun ve satha yakın su tabakalarının havalandırılmasını mümkün kılacak dalga hareketleri, vertikal konveksiyon akıntılarının bu bölgede çok az ve hatta hiç olmamasının da erimiş oksijen azlığındaki faktörlerin başında geldiğini ifade etmektedir. Orhon ve diğ. (1975), 1974 yılında Eyüp-Defterdar arası yüzey suyunda BOİ₅, PO₄-P, NH₃-N, TAM ve deterjan ölçümleri yapmışlardır. Ölçüm sonuçları çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4 : Haliç Yüzeyinde Ölçülmüş Çeşitli Parametreler

İSTASYON	BOİ ₅ (mg/l)	Süspan. Mad. (mg/l)	Deterjan (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₃ - N (mg/l)
Eyüp	65	45	1.1	1.6	3.4
Sütlüce	63	-	-	1.4	2.8
Haliç Köp.	46	-	-	1.2	2.5
Hasköy	45	-	-	1	2.5
Balat	35	-	-	1	1.8
Fener	40	32	0.5	0.4	1.4
Kasımpaşa	62	52	1.9	4	6.5
Unkapanı Köp.	11	-	-	0.3	0.8
Defterdar	-	140	2.1	-	-

Baykut ve diğ. (1980) tarafından Haliç Köprüsü ile Galata Köprüsü arasındaki bölgede çeşitli derinliklerde yapılan ağır metal konsantrasyonları Çizelge 2.5'te verilmektedir.

Çizelge 2.5 : Haliç yüzey suyunda metal ölçümleri.

Cr ³⁺ (ppm)		Cd ²⁺ (ppm)			Cu ²⁺ (ppm)			Zn ²⁺ (ppm)			Hg ²⁺ (ppm)			
Max	Min	Max	Max	Min	Max	Max	Min	Max	Max	Min	Max	Max	Min	Max
0.75	0.08	0.31	0.51	0.04	0.228	0.31	0	0.075	0.34	0.66	0.19	0.08	0	0.025
0.15	0.12	0.14	0.34	0	0.185	0.05	0	0.025	-	-	0.05	0.08	0	0.02
0.17	0.09	0.12	0.36	0.17	0.243	0	0	0	-	-	0.09	0.14	0	0.06
0.2	0.1	0.16	0.3	0.03	0.170	-	-	0.01	0.12	0	0.06	0.27	0.03	0.12
0.22	0.08	0.15	0.51	0.21	0.360	0.02	0	-	0.02	0.02	0.02	0.15	0.13	0.14
0.43	0.09	0.21	0.32	0.04	0.180	-	-	-	-	0.1	0.1	0.05	0	0.02
0.1	0.08	0.09	0.5	0.29	0.395	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.1	0.08	0.09
0.1	0.1	0.1	0.12	0	0.06	-	-	-	0.06	0.03	0.02	0.1	0.1	0.1
0.1	0.06	0.08	0.15	0.1	0.125	-	-	-	0.06	0.02	0.04	0.08	0	0.04
0.13	0.06	0.1	0.15	0.06	0.105	-	-	-	0.07	0.04	0.04	0.06	0	0.026
0.27	0.05	0.15	0.45	0.12	0.243	-	-	-	0.11	0	0.06	0	0	0
0.12	0.05	0.09	0.25	0.09	0.18	-	-	-	0.04	0	0.02	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.03	0.04	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.05	0.06	-	-	-

1981 yılı Mayıs (yağış öncesi) ve Aralık (şiddetli yağış sonrası) aylarında Haliç yüzey suyunda gerçekleştirilen bir çalışmada Kağıthane Cendere Köyü ile Silahtar köprüsü arasında BOİ₅, KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), PO₄-P ve Silahtar-Unkapanı arasında BOİ₅, KOİ, PO₄-P (fosfor), TKN ölçümleri yapılmıştır (Kınacı, 1982). Çizelge 2.6’da verilmiş olan ölçüm sonuçlarına göre, yağış sonrası dönemdeki değerler, yağış öncesi dönemdeki değerlere göre oldukça düşüktür. Söz konusu çalışmalarda, evsel atıksular için 1.6-1.9 aralığında verilen KOİ/BOİ₅ oranını, Aralık 1981 de Balat istasyonu için 23 ve Cibali istasyonu için 42 olarak saptanmıştır. Bu oranın çok yüksek olmasının Haliç çevresindeki yoğun endüstri deşarjlarının organik zehirleyici bileşikleri içermelerinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Çizelge 2.6 : Haliç Yüzey Tabakasında Ölçülmüş Kirlletici Parametreler

İSTASYON	BOİ ₅		KOİ		PO ₄ -P		TKN	
	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
	MAYIS	ARALIK	MAYIS	ARALIK	MAYIS	ARALIK	MAYIS	ARALIK
Kağıthane Cendere Köyü			524		8.5			
Kağıthane Köprüsü	100		1170		5.8			
Silahtar Köprüsü	260		308		4.2			
Silahtar Köprüsü		56		265		0.05		3.2
Sütlüce		23		261		0.25		5.7
Balat		19		444		0.7		3.2
Cibali		11		460		0.12		10.1
Unkapanı		11		261		0.17		11.1

Göknil ve diğ. (1983) üç istasyonda çeşitli derinliklerdeki BOİ₅,TKN, sülfür ve toplam koliform değerlerini ölçmüşlerdir. Sonuçlar çizelge 2.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.7 : Haliç’te 1982-1983 döneminde gerçekleştirilen su kalitesi ölçümleri.

Parametre	İstasyon 1			İstasyon 2		İstasyon 3	
	Derinlik (m)			Derinlik (m)		Derinlik (m)	
	0.2	20	30	0.2	6	0.2	2
8 Temmuz 1982							
BOİ ₅ , mg/l	10	1.5	0.7	18	4	65	12
TKN, mg/l	5.5	0.6	0.4	7.8	2	21.8	4.6
Sülfür, mg/l	0.8	0	0	5.1	0.3	10.4	2.8
T. Koliform/100 ml	2.5x10 ⁵	6.5x10 ³	7.0x10 ³	25x10 ⁵	6x10 ⁵	12x10 ⁶	16.x10 ⁵
13 Ekim 1982							
BOİ ₅ , mg/l	9.2	1	0.8	19	1.3	40	20
TKN, mg/l	4.9	3.1	1	9.8	1.2	3.7	6.5
Sülfür, mg/l	5.6	2.1	2.3	7.9	1.9	13.8	10.3
T. Koliform/100 ml	17x10 ⁴	9x10 ²	10x10 ²	20x10 ⁴	2x10 ⁴	20x10 ⁴	10x10 ⁴
3 Mart 1983							
BOİ ₅ , mg/l	35	7	6	30	5	32	17
TKN, mg/l	2.8	1	0.3	1.4	0.7	1.5	1.1
Sülfür, mg/l	1	1.7	2.9	1	2.1	1.2	1.7
T. Koliform/100 ml	9.3x10 ³	24x10 ³	24x10 ³	11x10 ⁵	46x10 ³	15x10 ⁴	93x10 ³

Haliç’te aynı istasyon ve zamanlarda süreklilik taşıyan karakterdeki su kalite ölçümleri ODTÜ tarafından 1985 ve İSKİ tarafından 1988 yıllarında başlatılmıştır. Bu çalışmalarda yüzeyde ve çeşitli derinliklerde ölçümler yapılmıştır. 1985-1989 yıllarında Haliç ile Galata Köprüsü arasında gerçekleştirilen ODTÜ ölçümlerinde TAM, HM (Hüyük Madde), DDPH (Çözünmüş ve Süspansiyon Halindeki Petrol Hidrokarbonları) ve T-Hg (Toplam Civa) parametreleri ölçülmüştür. Bu ölçümlere ait bazı değerler Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8 : Haliç Yüzeyinde ODTÜ Ölçümleri (1985-1989)

	Toplam Askıda Madde(mg/l)												
İST NO	1985			1986			1987			1988			1989
	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort	
H2	30	3	15.11	34	4	17.00	21.67	1.73	9.06	18.00	1.72	11.22	-
H4	37	4	19.16	37	6	16.00	6.70	6.27	6.49	-	-	-	-
H6	60	7	23.66	43	7	14.80	18.20	1.35	9.12	31.25	8.67	16.41	13.87
H8	24	9	16.80	35	9	17.20	10.54	7.30	8.92	-	-	-	-
H10	33	8	19.50	42	10	18.40	30.67	4.40	15.73	26.80	13.60	19.80	7.00
H12	34	1	20.00	38	8	25.20	17.80	13.75	15.78	-	-	-	-
H14	99	1	32.60	30	7	16.60	22.00	3.10	15.08	20.34	16.40	18.40	-
H16	50	1	22.60	37	11	19.60	24.67	9.47	17.07	10.90	10.90	10.90	9.20
H18	37	4	24.60	49	6	27.80	34.72	10.62	19.53	12.40	10.67	17.79	-
H20	45	3	25.60	65	18	33.70	32.15	25.60	28.87	8.10	8.10	8.10	12.93
H22	34	2	18.80	49	3	24.60	48.90	10.07	26.48	38.67	12.60	26.22	-
H24	31	16	22.70	59	13	38.40	17.40	16.00	16.70	12.00	12.00	12.00	-

Çizelge 2.8 : (devam) Haliç Yüzeyinde ODTÜ Ölçümleri (1985-1989)

H26	38	4	23.80	52	7	30.80	38.40	20.00	27.38	28.40	8.67	20.02	-
H28	38	26	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İST NO	Hümkik Madde (mg/l)												
	1985			1986			1987			1988			1989
	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort	
H2	18	0.7	9.43	9	2	5.500	14.70	0.16	6.999	18.04	0.62	5.900	-
H4	13	7	10.25	10	6	7.250	17.30	0.81	9.055	-	-	-	-
H6	23	1	10.00	11	6	8.350	17.30	0.84	8.013	7.99	0.68	4.573	8.60
H8	16	1	6.75	10	6	8.350	16.70	1.05	8.875	-	-	-	-
H10	23	1	12.00	12	5	9.166	19.68	0.48	9.450	14.96	0.20	7.560	6.45
H12	22	10	15.25	19	6	11.000	17.80	11.32	14.560	-	-	-	-
H14	23	8	13.66	29	7	12.330	20.50	0.88	10.737	11.13	5.20	7.688	11.18
H16	21	9	13.33	14	8	10.600	18.00	13.49	15.745	-	-	-	-
H18	44	8	21.00	22	8	12.660	25.42	5.49	14.095	14.30	1.80	8.200	7.10
H20	38	12	21.33	20	9	14.600	19.00	15.19	17.095	-	-	-	-
H22	50	12	26.00	28	8	14.000	23.00	0.88	13.330	18.48	4.77	12.120	-
H24	17	12	14.50	16	14	15.000	20.00	15.50	17.750	-	-	-	-
H26	67	12	28.00	19	12	14.750	-	-	-	-	-	-	-
İST NO	Toplam Civa (ppm)												
	1985			1986			1987			1988			1989
		max		min	ort		max	min	ort	max	min	ort	
H2	0.021	0.019	0.019	0.019	0.019	0.061	0.004	0.026	0.022	0.011	0.016	-	-
H4	0.044	0.035	0.011	0.026	0.057	0.015	0.036	-	-	-	-	-	-
H6	0.045	0.049	0.034	0.039	0.056	0.011	0.031	0.034	0.012	0.019	0.050	-	-
H8	0.061	0.025	0.009	0.017	0.039	0.032	0.035	-	-	-	-	-	-
H10	0.040	0.035	0.007	0.023	0.049	0.019	0.034	0.032	0.002	0.017	0.020	-	-
H12	0.054	0.054	0.014	0.026	0.043	0.037	0.040	-	-	-	-	-	-
H14	-	0.035	0.006	0.022	0.067	0.013	0.034	0.032	0.002	0.017	-	-	-
H16	0.049	0.049	0.018	0.032	0.039	0.009	0.024	-	-	-	0.011	-	-
H18	-	0.044	0.001	0.024	0.069	0.014	0.039	0.020	0.008	0.012	-	-	-
H20	0.075	0.049	0.005	0.030	0.053	0.053	0.053	-	-	-	0.049	-	-
H22	0.059	0.069	0.019	0.041	0.060	0.012	0.035	0.035	0.014	0.023	-	-	-
H24	-	0.042	0.019	0.031	0.039	0.039	0.039	-	-	-	-	-	-
H26	-	0.082	0.009	0.045	0.044	0.023	0.032	0.021	0.002	0.011	-	-	-
İST NO	DDPH (ppb)												
	max	min	ort	max	min	ort	1990						
H2	23.40	2.28	9.49	38.90	11.20	22.32	-						
H4	24.99	24.99	24.99	14.80	14.80	14.80	-						
H6	34.00	2.59	15.96	72.80	11.31	37.51	37.3						
H8	28.39	23.50	25.95	32.89	12.76	22.83	-						
H10	26.80	6.83	20.15	114	16.80	52.89	57.41						
H12	35.73	35.73	35.73	13.92	13.92	13.92	-						
H14	30.00	26.03	26.03	53.04	15.96	30.28	-						
H16	42.56	42.56	42.56	-	-	-	37.98						
H18	44.00	31.93	31.93	133	17.69	62.50	-						
H20	36.00	36.00	36.00	41.09	13.98	26.97	-						
H22	47.80	33.49	33.49	41.23	13.98	26.97	-						
H24	46.20	46.20	46.20	49.23	49.23	49.23	-						
H26	72.00	8.16	042.98	41.57	6.76	26.08	-						

İSKİ tarafından 1988 ve 1989 yıllarında Kağıthane (Fil) Köprüsü ile Unkapanı Kollektörü arasında toplam 9 istasyonda TAM, T-P, T-G(Yağ-Gres), TKN, BOİ₅, KOİ, TOK ve 1989 yılında 8 istasyonda Cr+3, 9 istasyonda TCN-1 ölçümleri yapılmıştır. Yüzey suyunda ölçülen değerler Çizelge 2.9’da verilmiştir.

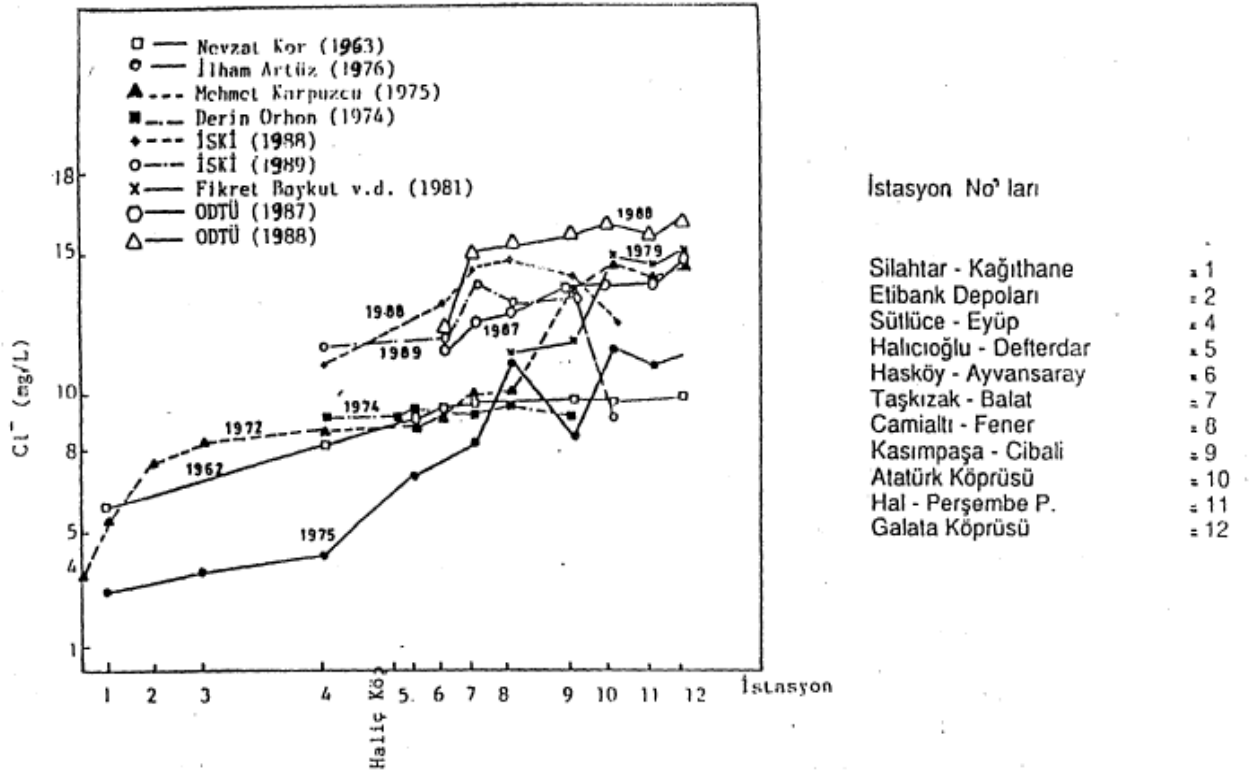
Çizelge 2.9 : Haliç Yüzeyinde İSKİ Tarafından Yapılmış Ölçümler (1988-1989)

	BOİ ₅ (mg/l)						KOİ (mg/l)							
İST NO	1988			1989			1988			1989				
	max	min	Ort	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort		
1	72	15	38.50	45	21	28.50	510	43	201.48	512	95	247.00		
2	45	10	26.83	70	13	34.33	618	20	194.96	640	108	259.00		
3	77	20	49.71	80	15	47.50	520	43	219.29	698	125	247.63		
4	81	15	45.14	70	22	44.00	588	50	203.67	434	105	225.45		
5	250	43	153.20	260	260	260.00	685	260	460.95	865	115	535.00		
6	64	12	38.00	92	20	46.00	220	27	103.50	500	80	193.50		
7	60	24	42.00	70	15	43.75	275	20	110.14	800	90	275.00		
8	58	19	38.50	40	20	27.50	160	80	117.63	330	95	147.85		
9	52	42	47.00	80	30	53.75	150	110	126.75	400	60	205.20		
	Toplam Organik Karbon (mg/l)						TAM (mg/l)							
İST NO	1988			1989			1988			1989				
	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort		
1	14.0	13.5	13.75	36	14	22.00	198	5	76.060	210	30	90.830		
2	12.2	11.5	11.90	18	16	17.00	224	4	49.200	490	33	111.810		
3	32.0	11.8	21.93	30	16	22.50	624	15	100.310	382	75	124.720		
4	23.0	13.0	18.66	32	22	25.66	310	19	66.940	382	50	127.500		
5				42	42	42.00	980	189	446.000	275	60	165.000		
6	21.1	8.3	14.13	16	12	14.00	132	20	47.750	102	10	47.770		
7	13.0	11.0	12.00	15	13	14.00	52	23	32.110	100	24	48.770		
8	15.8	10.0	13.26	19	15	17.00	163	28	63.375	106	10	54.625		
9	21.8	11.0	16.16	24	14	19.00	116	36	61.375	330	40	127.125		
	T-Cr (mg/l)			T-P (mg/l)				TCN ⁻¹ (mg/l)			TKN (mg/l)			
İST NO	1989			1988	1989			1989			1988	1989		
	max	min	ort		max	min	ort	max	min	ort		max	min	ort
1	0.200	0.200	0.200	1.6	1.4	0.4	0.860	0.70	0.03	0.355	11	28	2	14.2
2	0.015	0.015	0.015	3.2	2.5	0.6	1.525	0.60	0.03	0.280	9	32	1.10	9.58
3	0.032	0.032	0.032	2.4	3.5	1.6	2.300	0.80	0.03	0.320	5	20	7	11.33
4	0.040	0.015	0.028	-	4.0	1.2	2.250	0.70	0.10	0.310	13	28	2	11
5	-	-	-	-	9.0	3.0	6.000	0.20	0.12	0.050	-	74	11	42.5
6	0.033	0.015	0.023	6.4	2.5	0.3	0.920	0.60	0.20	0.400	15	22	2	12.2
7	0.030	0.015	0.020	-	1.0	0.2	0.600	0.50	0.20	0.350	-	20	3	11.08
8	0.600	0.010	0.227	2.4	2.0	0.2	1.140	0.13	0.10	0.110	8	44	3	10.28
9	0.050	0.008	0.070	2.4	3.6	0.3	1.940	0.10	0.10	0.100	9	35	2	15.40
	Y-Gres (mg/l)													
İST NO	1988			1989										
	max	min	ort	max	min	ort								
1	108	6	34.06	150	10	56								

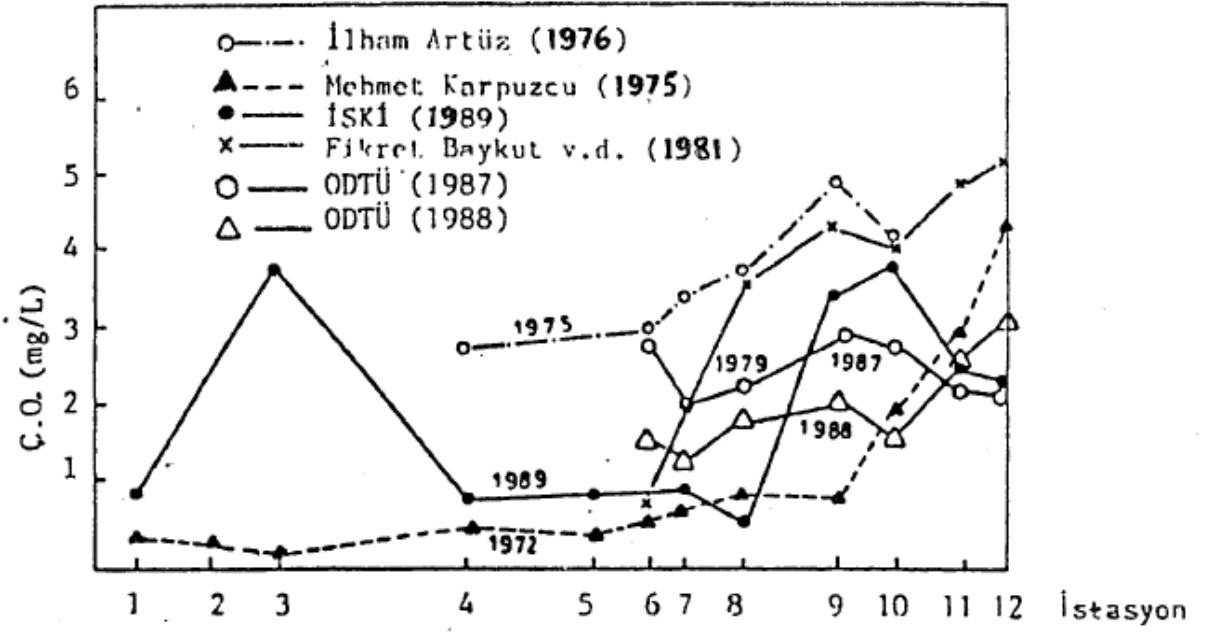
Çizelge 2.9 : (devam) Haliç Yüzeyinde İSKİ Tarafından Yapılmış Ölçümler

2	77	6	26.88	80	10	37.77
3	42	3	21.20	110	20	58.88
4	80	5	28.88	130	10	47.77
5	59	20	37.80	210	30	110
6	20	5	14.25	50	9	24.14
7	25	15	18.66	50	10	24.16
8	40	5	18.75	140	10	46
9	28	10	18.75	40	9	21.14

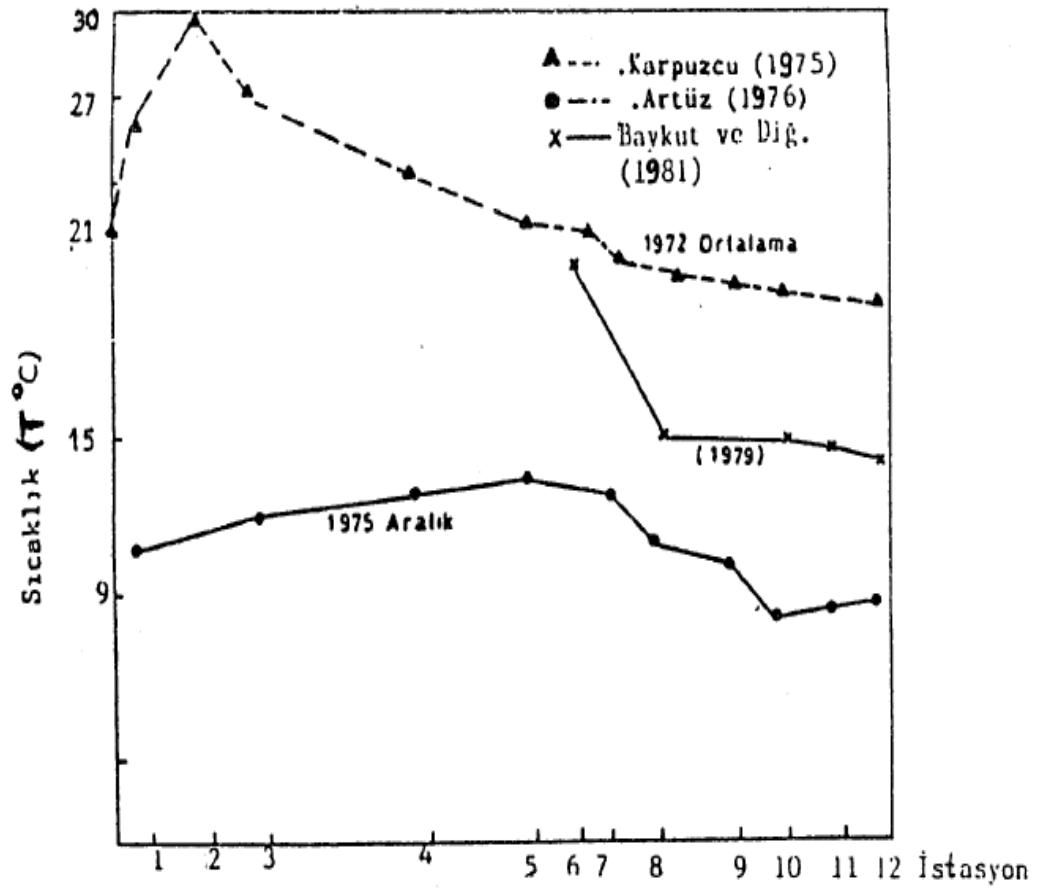
Orhon ve diğ., (1990) tarafından yapılan çalışmada daha önceki çeşitli çalışmalarda yüzey tabakasında ölçülen tuzluluk, Ç.O (çözünmüş oksijen), sıcaklık, BOI₅, TAM (Toplam Askıda Madde) ve Cıva değerleri topluca özetlenmiştir. Sonuçlar Şekil 2.1-2.6’da verilmektedir.



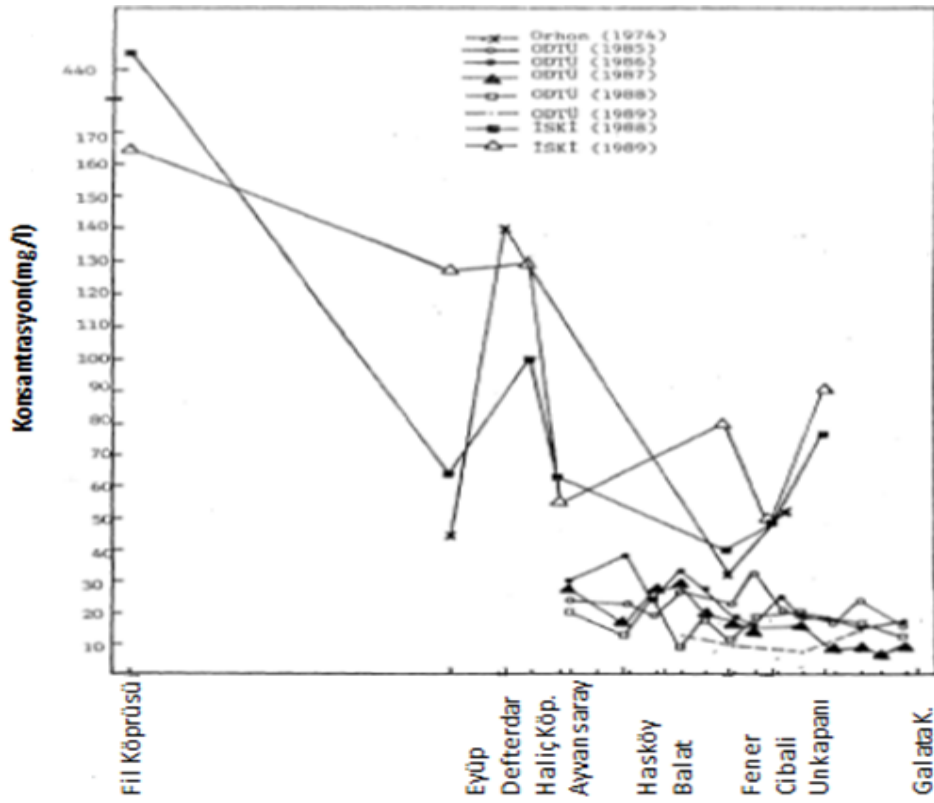
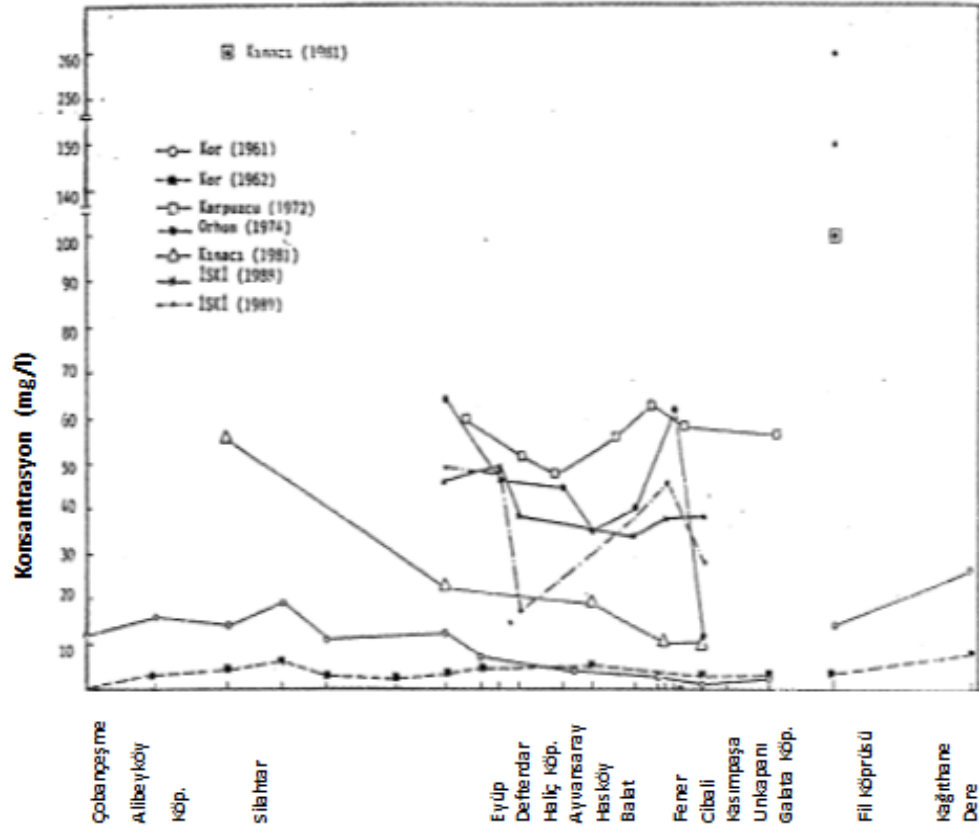
Şekil 2.1:Haliç yüzeyinde ölçülen "Tuzluluk" değerleri

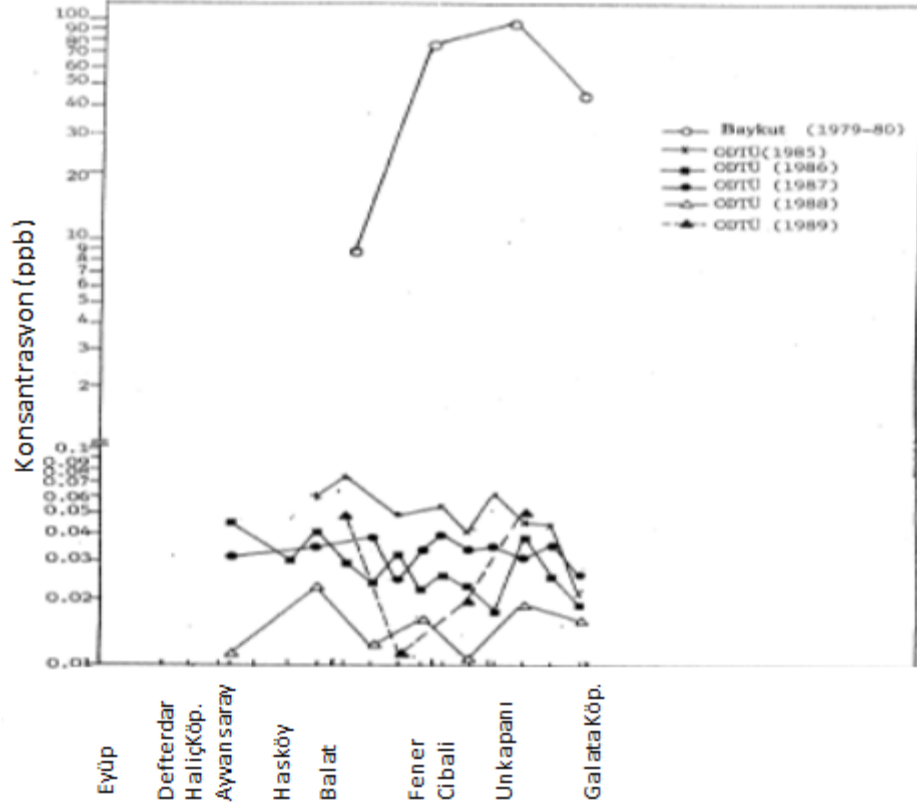


Şekil 2.2:Haliç yüzeyinde ölçülen "Çözünmüş Oksijen" değerleri



Şekil 2.3:Haliç yüzeyinde ölçülen "Sıcaklık" değerleri





Şekil 2.6:Haliç yüzeyinde ölçülen “Cıva” değerleri.

Haliç su kalitesi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen sonuçları, çok düzensiz ve süreksiz olmaları nedeniyle çok az sayıda parametre haricinde ortak değerlendirmek mümkün olmamaktadır (Kınacı, C. ve diğ.1995).

Araştırmacılar, BOİ₅ ölçüm sonuçlarının düzensiz olmakla birlikte 40-60 mg/l aralığında değiştiğini, bu değer “tam arıtılmamış/seyrelmiş atıksu” tanımına uyum gösterdiğini vurgulamışlardır. TAM ölçümlerinin değerlendirilmesinde ise; ODTÜ (1985-1989) değerleri dikkate alınarak yaklaşık 20 mg/l olduğu belirtilmiştir. Bu değer Karadeniz ve Akdeniz’de ölçülen değerlerle kıyaslandığında yüksek kaldığı, bu nedenle Haliç yüzey suyunda henüz tam bir iyileşmenin olmadığı ifade edilmiştir. Hüyük Madde konsantrasyonlarının ise Haliç Köprüsü’nün mansap doğrultusunda giderek azaldığı kaydedilmiştir (Kınacı, C. ve diğ.1995).

BOİ₅ açısından da kirlenme mabdan mansaba doğru seyrelmenin bir sonucu olarak az da olsa azalmaktadır. Aynı değişimi TAM, HM ve DDPH açısından da söylemek mümkündür (Köklü ve diğ., 1997).

Haliç’in giriş kısmındaki deniz suyu özellikleri ile İstanbul Boğazı suları arasında büyük benzerlikler bulunmaktadır. İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi’nde hakimiyi

tabanlı akıntı sistemi Haliç'te de oşinografik özelliklerini aynen devam ettirmektedir. Bu genel tespit, Haliç'in yüzeyindeki 2-3 m kalınlıklı yüzey tabakası için geçerli değildir. Haliç yüzeyindeki bu tabakada dere ve kanalizasyon suları dolayısıyla yoğunluk deniz suyu yoğunluğundan daha düşüktür. Ayrıca AKM (Askıda katı Madde) miktarı da yüksektir. Yüksek AKM yüklü bu tabakada, güneş ışınlarının emilmesi (absorbsiyon) sonucu özellikle yaz aylarında sıcaklık normalden 1-2 °C daha fazla olmakta ve sudaki çözünmüş oksijenin tamamen yakını tüketilmektedir. Coğrafi konumu ve düşük tatlı su girdisi dolayısıyla, Haliç'teki tabakalar yüzeydeki 2-3 m'lik kısım, bu tabakanın altındaki 3-25 m derinlikler arasındaki Karadeniz kaynaklı sular ve 25 m'nin altında Marmara (Akdeniz) kaynaklı dip sularıdır. Yüzey suyunun kirlenmeye bağlı özellikleri dışında Haliç suları Boğaz suyu karakterini taşır (Öztürk ve diğ. 1995).

Haliç'in yüzey tabakası, hemen altındaki su tabakası ile aynı kaynaklı olmasına rağmen çok değişik özellikler göstermektedir. Yüzey tabakasının ortalama sıcaklıkları mevsimsel olarak beklenen sınırlar içerisinde değişmekle birlikte özellikle yaz mevsiminde alt tabakadan birkaç derece daha yüksektir (Saydam ve diğ., 1990). Yüzey suyunun tuzluluğu da yıl boyunca değişmekte özellikle kış ve bahar aylarında büyük miktarlarda azalmaktadır. Haliç'e yağmur suyu girdisinin arttığı bu dönemlerde %0.1 tuzluluk dahi ölçülmüştür. Bu tabakada tuzluluk ortalama olarak alt tabakadan %0.2 daha azdır (Öztürk ve diğ. 1995).

Haliç'in ilk 25 m derinlikli kesimini oluşturan Karadeniz kaynaklı sular İstanbul Boğazı geçişi boyunca değişime uğramış Karadeniz suyunun özelliklerini taşımaktadır. Tuzluluğun binde 18-20 arasında değiştiği bu bölgedeki sıcaklık mevsime bağlı olarak 4-23 °C arasında değişmektedir (Öztürk ve diğ. 1995).

Dip tabaka Marmara Denizi alt suları ile beslenmekte ve bu su kütlelerinin sıcaklık ve tuzluluk özelliklerini, mevsimsel değişim göstermeden taşımaktadır. Sıcaklık 13-14°C arasında tuzluluk ise binde 37-38 olarak sabit kalmaktadır (Öztürk ve diğ. 1995).

Haliç'te yüzey tabakada çözünmüş oksijenin tamamına yakın bir bölümü tüketilmektedir. Üst ve dip tabakadaki oksijen eksikliğinin aksine 3-25 m arasında oksijen doygunluk seviyelerindedir ve mevsimlik değişim göstermektedir. 25 m

derinliğin altında ise, oksijen seviyesi Marmara kaynaklı sular seviyesinde (2-3 mg/l) bulunan bir tabaka mevcuttur (Öztürk ve diğ. 1995).

DAMOC (1971) un çalışmasında çözünmüş oksijen değerinin, yüzeyde memba tarafına gidildikçe 1 mg/l'ye düştüğü, 10-30 m'ler arasında 6-7 mg/l'ye yükseldiği, 40 m derinlikte ise 2 mg/l'de sabit kaldığı kaydedilmiştir.

Güçlüer ve Doğusal (1976) 1970 ve 1975'te beş yıl ara ile yapılan iki gözlemin ilkinde dayanarak, Haliç'in içinde ve yaklaşık 30 m altında, kalınlığı 5-10 m arasında değişen ve tuzluluğu ‰ 30-38 olan Akdeniz suyunun yer aldığını ve aynı günlerde yapılan ölçümlerde Sarayburnu'ndaki ve Haliç'teki Akdeniz suyu tuzluluğunun aynı olduğunu bildirmişlerdir. Beş yıl sonra yapılan ölçümler de yukarıda belirtilen ifadeyi doğrular özellikle bulunmuştur. Çalışmalarda muhtelif akıntı ölçümleri de yapılmıştır.

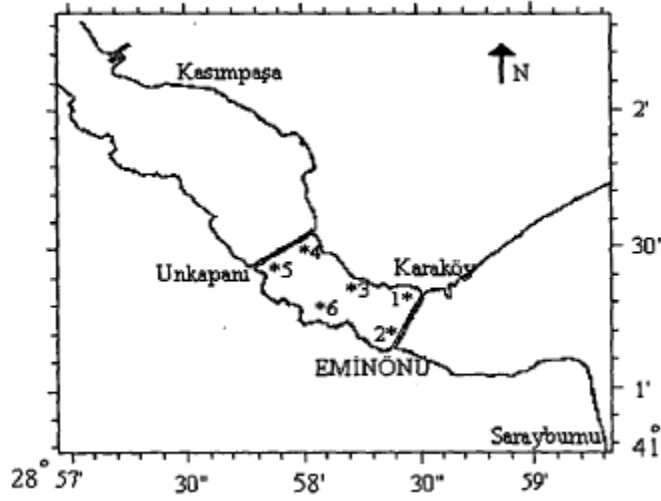
Buna göre, Akdeniz suyunun 1-20 cm/s hızla Haliç'e girmekte olduğu, haliç içinde yaklaşık 25-35 m derinlikte Hasköy yönüne uzanan 5-11 cm/s hızlı bir dip akıntısı olduğu görülmüştür. Karadeniz suyunun ise yüzeyden ancak 2-2.5 m alttan Haliç'e girebildiği, bu durumun köprü dubaları kaldırılmak suretiyle düzeltilebileceği bildirilmiştir. İSKİ (1989), 1988 ve 1989 yıllarında yüzey sularında olmak üzere tuzluluk ve çözünmüş oksijen parametrelerini ölçmüştür. Bu ölçümlere ait değerler Çizelge 2.10'de verilmiştir.

Çizelge 2.10 : Haliç yüzeyinde ölçülen çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri

İstasyon	ÇO			TUZLULUK					
	1989			1988			1989		
	max	min	ort	max	min	ort	max	min	ort
Unkapanı Köprüsü	6.00	2.40	4.00	19.00	8.00	13.08	17.00	8.00	9.04
Fener İskele	5.00	2.00	3.67	21.00	9.00	14.96	16.00	11.00	13.70
Haliç Köprüsü	-	2.50	-	20.50	5.00	13.30	15.00	10.50	12.50
Eyüp Lisesi	-	3.00	-	18.00	6.00	11.89	25.00	6.00	11.63
Kağıthane Deresi	-	2.00	-	1.80	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00
Kasımpaşa/Cibali	8.00	2.50	4.83	17.00	11.00	14.31	11.00	11.00	13.88
Fener/Taşkızak	6.00	2.00	3.30	18.00	11.00	14.71	10.50	10.50	14.27
Ayvansaray /Halıcıoğlu	5.00	1.00	2.86	16.00	8.00	13.56	7.00	7.00	12.37
Sütlüce önü	5.00	1.40	2.67	15.00	4.00	10.87	9.00	9.00	-

İstanbul Üniversitesi tarafından 1996 yılında “Haliç Islahının Biyolojik Etkileri” kapsamında yapılan çalışmada da Haliç'te Şekil 2.7'de verilen istasyonlarda çeşitli

fiziksel parametrelere ait ölçümler (Çizelge 2.11 ve Çizelge 2.12), plankton ve bentoz örneklemeleri yapılmıştır (Okuş ve diğ. 1996).



Şekil 2. 7:Örnekleme yapılan istasyonlar

Çizelge 2.11 : Fiziksel Parametreler (İst 1)

Derinlik (m)	T (°C)	S (ppt)	Sigma-t	İletkenlik
0.5	23.7	17.6	10.6	27
5	20.8	19.5	12.7	28.2
10	20.8	19.5	12.7	28.3
15	20	20.5	13.7	29.1
20	13.2	27.4	20.5	33.1
30	15	38.3	28.5	46.7
35	14.8	38.6	28.8	47

Çizelge 2.12 : Fiziksel Parametreler (İst 2)

Derinlik (m)	T (°C)	S (ppt)	Sigma-t	İletkenlik
0.5	23.8	17.8	10.6	27.3
5	20.9	19.5	12.7	28.2
10	19.5	20.5	13.9	28.9
15	18.8	20.9	14.4	29.1
20	17.8	22	15.4	29.6
30	14.8	38.5	28.7	46.7
35	14.8	38.6	28.8	46.8

Çizelge 2.11 ve Çizelge 2.12’de görüldüğü gibi üst tabak yüzeyde %17.6 tuzlulukla başlayıp yavaşça artarak %22 değerine kadar artmaktadır. Alt tabaka tuzluluğu ve sıcaklığı hemen hemen sabittir (%38.5, 14.8 °C).1 numaralı istasyonda 20 m’de sıcaklık 13.2 °C olarak gözlemlenmiştir. Bu düşük sıcaklık üst tabakanın hemen altında yer alan çok ince soğuk su tabakasıdır.

Ayrıca bu çalışmada plankton ve bentoz örneklemeleri için aşağıdaki tespitler yapılmıştır: Balat’ta suyun tamamen içinde kalan ve dalgalanma zonunda algler

klorofilini tamamen kaybederek ölmüş ve müsilaçlı bir yapıya dönmüşlerdir. Taşkızak civarında ise hiçbir alg türü bulunamamıştır.

Yeni Galata Köprüsü'ne doğru flora ve fauna dağılımı çok az hayat belirtisi göstermektedir. Atatürk Köprüsü'ne doğru bu belirti daha da azalmaktadır. Balat-Hasköy kesitine gelindiğinde çoğu zaman plankton dağılımı dahi tespit etmek mümkün olmamaktadır.

Sonuç olarak; Haliç'te doğal ortam koşulları çok uzun yıllardır tamamen değişmiş ve şu andaki mevcut durumu ile Haliç'i tamamen kirlenmiştir. Bu kirliliğin boyutu biyolojik hayatı bakteriyel faaliyetler haricinde neredeyse tamamen engelleyecek niteliktedir (Okuş ve diğ., 1996).

2.3 Haliç Dip Çamurunun Özelliklerinin Belirlenmesi Çalışmaları

Haliç'e derelerden erozyonla gelen ve çeşitli kaynaklardan deşarj edilen atıksularda bulunan katı maddelerin zamanla çökmesiyle oluşan taban çamuru da çok farklı elemanlardan teşekkül etmiştir. Taban çamuru organik ve inorganik materyallerden oluşmaktadır.

Çamurun özellikle organik kısmı su içindeki çözünmüş oksijeni harcadığından su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Organik maddeler aerobik ortamda ayrışarak kararlı hale geçerken ortamda bulunan oksijeni tükettiklerinden sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu da azalmaktadır.

Sudaki çözünmüş oksijenin bitmesiyle çamurun anaerobik şartlarda ayrışması sonucu CO₂, CH₄ ve H₂S (çürük yumurta kokusu) gazları meydana çıkarak su kalitesini bozmaktadır. Haliç'te çamurun anaerobik ayrışması sonucunda su yüzeyinde su kabarcıkları gözle görülür hale gelmiş ve kötü koku etrafını rahatsız etmiştir.

2.3.1 Fiziksel ve kimyasal özellikler

Haliç taban çamurunun kirlenme etkilerini fiziksel ve biyokimyasal olarak incelemek mümkündür. Haliç'te 1997 yılında gerçekleştirilen ıslah projesinden önce aşağıda özetle değinilen çeşitli çalışmalar yapılmıştır:

Haliç'teki dipsel birikimler üzerinde ilk çalışma Karpuzcu ve San (1975) tarafından yapılmıştır. Değişik metal türleri, yüzücü madde ve azot formlarının ölçüldüğü bu çalışmaya ait deney sonuçları Çizelge 2.13'de görülmektedir.

Çizelge 2.13 : Haliç taban çamuru özellikleri

Parametre (mg/kg KA*)	Konsantrasyon
Cd	0.26
Cr	76.15
Cu	41.65
Hg	15.00
Pb	69.20
Zn	177.75
Yüzücü madde	3054
NH ₃ -N	1344.6
Top. N	1868

Araştırmacılar Çizelge 2.13'de görülen parametrelerden başka Borsa Önü, Eyüp ve Defterdar'dan alınan çamur numunelerinde katı madde, organik madde oranı ve H₂S ölçümü yapmışlardır. Bu çalışmaların sonuçları Çizelge 2.14'de verilmiştir.

Çizelge 2.14 : Haliç dipsel birikim özellikleri.

Numune Yeri	Sulu Çamurda Madde Miktarı (%)	Kuru Çamurda Madde Miktarı (%)	Organik Kuru Çamurda H ₂ S (mg/kg)
Borsa Önü	25.64	16.26	12126
Eyüp	35.41	11.68	7396
Defterdar	34.56	9.58	7283

Haliç taban çamuru üzerinde ilk detaylı çalışma Orhon ve diğ. (1978) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada değişik noktalardan alınan numuneler, geoteknik özellikler ve kirlenme potansiyeli açısından incelenmiştir. Araştırmacıların kirlilik açısından özellikleri Çizelge 2.15'te özetlenmiştir.

Çizelge 2.15 : Haliç dip çamurunun kirlilik açısından özellikleri

PARAMETRE	KONUM						
	Kağıthane Önü	Sütlüce-Kağıthane Arası	Eyüp-Sütlüce Arası	Defterdar	Balat	Fener	Unkapanı
Nem Oranı (%)	63.2	69.0	64.8	44.6	36.0	47.7	34.4
Katı Madde Oranı (%)	36.8	31.0	31.6	55.4	64.0	52.3	65.6
Konsolidasyon Sonrası Nem Oranı (%)	12.0	8.0	7.0	3.3	3.0	-	-
Organik Madde Oranı (%)	9.4	15.4	20.3	31.7	25.6	30.0	29.0
Ayrışma Endeksi mg O ₂ /g KA	13.0	80.5	93.5	38.3	57.1	16.6	55.2

Çizelge 2.15 : (devam) Haliç dip çamurunun kirlilik açısından özellikleri.

Konsolidasyon Sonrası Ayırma Endeksi	7.1	10.6	7.1	10.6	12.6	-	-
PO₄-P mg/g KA	0.1	0.16	0.2	0.25	0.13	0.17	0.40
NH₃-N mg/g KA	0.7	5.8	2.5	0.30	2.5	0.75	7.5
Çamur Suyunda PO₄-P mg/ g KA	-	0.75	-	0.75	2.5	0.50	1.25
Çamur Suyunda NH₃-N mg/ g KA	-	12.5	-	20.0	87.5	20.0	30.0

Orhon ve diğ. (1978) tarafından, Kağıthane ile Unkapanı arasındaki istasyonlardan alınan yüzeysel dip çamuru örneklerinde belirlenen bünyesel özellikler Çizelge 2.16’te özetlenmiştir.

Çizelge 2.16 : Dipsel çamur numunelerinin bünyesel özellikleri.

Numune No	Su Muhtevası (%)	Birim Hacim Ağırlığı (%)	Katı Madde Oranı (%)	Kum Yüzdesi (%)	Organik Madde Oranı (%)	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
1	330	1.09	23.2	10.9	9.4	40	30
2	220	1.19	31.3	5.9	20.3	64	47
3	235	1.16	29.9	3.5	15.0	62	50
4	267	1.20	27.2	7.5	25.6	72	53
5	323	1.16	23.6	4.5	31.7	65	54

Haliç’teki taban çamuru üzerindeki bir başka çalışma Kınacı (1982) tarafından yapılmıştır. Sütluçe, Defterdar ve Ayvansaray önünden 2.5 ile 3 m civarındaki bir derinlikten alınan numuneler çeşitli parametreler açısından incelenmiştir. Numunelerin katı madde oranlarının ağırlıklı olarak %37 ile %46 arasında ve kuru çamurun organik kısmının %11 ile %21 arasında değiştiği belirlenmiştir. pH 7.1 ile 7.4 arasında tespit edilmiştir. Taban çamurunda deneysel olarak tespit edilen parametrelerden sülfür 532 mg/kg KA ile 716 mg/kg KA arasında, KOİ değeri ise 1542 mg/l -2300 mg/l arasında değişmiştir.

Göknil ve diğ. (1983) tarafından İSKİ Genel Müdürlüğü için hazırlanan bir çalışmada Haliç’ten alınan dip çamuru örnekleri üzerinde deneysel çalışma yapılmıştır. Deney sonuçları Çizelge 2.17’te verilmiştir.

Çizelge 2.17 : Haliç çamuru üzerinde deneysel çalışma sonuçları.

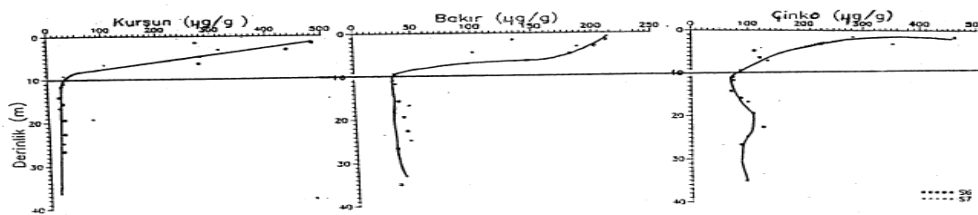
Yer	Numune Alma Tarihi	Sülfür mg/kg	BOI ₅ mg/kg	Krom mg/kg	Cıva mg/kg	Kadmiyum mg/kg	Nikel mg/kg	Çinko mg/kg	Yoğunluk g/ml
Azapkapı-Hal Arası	08.07.1982	1008	442	202	890	6.4	253	320	1.324
	20.07.1983	1521	1374	301	482	9.0	199	747.9	1.22
	18.10.1983	1123	1581	300	485	4.7	140.5	669	1.197
Eyüp-Sütlüce Arası	13.10.1982	1288	1283	271	661	5.7	130	226	1.28
	03.03.1983	1235	1126	466	888	13.6	136	170	1.314
	20.07.1983	1783	1064	295.6	369.5	5.2	92.4	849.9	1.265
Balat-Taşkızak Arası	18.10.1983	920	1088	245	466	3.2	113	402	1.326
	20.07.1983	1283	1366	370.8	385.2	5.8	207	1059	1.217
	18.10.1983	1922	1394	407	493	7.5	153	850	1.216
Yenikapı	21.07.1983	1043	831	462.5	770.9	6.0	1148	1329	1.250
	20.10.1983	979	1156	807	418	7.5	101	648	1.15
Sarayburnu	21.07.1983	368	540	57.7	384.8	4.8	129.1	240.5	1.466
Ahırkapı	21.07.1983	130	457	122.5	297.0	4.2	96.5	222.6	1.487

Haliç taban çamurları üzerinde bir diğer çalışma da Kıratlı (1992) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ağır metallerden kurşun, bakır ve çinkonun tabandaki çökeltinin ilk 10 metresine kadar hemen hemen sabit iken 10. metreden itibaren yüzeye doğru hızla artmakta olduğu belirtilmektedir. Araştırmacının ölçmelerine göre Haliç ve Marmara Denizi tabanındaki çökeltelerde kurşun, bakır ve çinkonun değişim aralıkları Çizelge 2.18’de özetlenmiştir. Bu durum sanayileşme ile birlikte taban çamurunda ağır metal konsantrasyonunun hızla arttığını göstermektedir.

Çizelge 2.18 : Haliç ve Marmara Denizi çökellerinde ağır metal konsantrasyonları.

Parametre	Galata Köprüsü Kesiti	Marmara Denizi
Kurşun (µg/g)	124-702	28-59
Bakır (µg/g)	333-3900	37-55
Çinko (µg/g)	450-8750	79-136

Galata Köprüsü kesitinde kurşun, bakır ve çinkonun derinlikle değişimi Şekil 2.8’de görülmektedir (Kıratlı 1992).



Şekil 2.8:Galata Köprüsü kesitinde kurşun, bakır ve çinkonun derinlikle değişimi.

Çizelge 2.19 : Haliç taban çamuru üzerinde yapılan ölçüm sonuçları.

Element (µg/g)	Sahildeki Zemin	Haliç Çamuru	
		Üst	-3 m
Li	25	28	32
Na	14200	25000	19000
K	24000	13040	16290
Rb	112	50	70
Be	-	1.675	1.775
Mg	16400	11880	13800
Ca	45000	65900	49620
Sr	278	183.2	246.9
Ba	445	274.9	240.7
Al	69300	55000	63000
La	41	24.5	26.0
Ti	3800	3981	4268
V	97	104.3	109.8
Cr	71	389.5	84.5
Mo	1.7	16.5	3
Mn	720	4515	439.5
Fe	35000	55000	42000
Co	13	24.5	20
Ni	49	89.5	54
Cu	32	193.8	273.5
Ag	0.07	13	3.5
Zn	127	889	128.5
Cd	0.2	4500	1.25
Pb	16	508	420
P	610	1470	1612

3. 1997 YILI HALİÇ ISLAH PROJESİNE AİT ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARI

1997 yılında yapılan Haliç Islah Projesi (tarama) için İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından aşağıdaki çalışmalar yaptırılmıştır:

1995 yılında, İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından “Haliç Islah Projesi- Fizibilite Raporu İçin Kirlilik Yükleri, Çamur Aktivitesi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi” Nihai Raporu hazırlanmış olup, 13 istasyondan alınan çamur örnekleri analiz sonuçları (Topacık ve diğ., 1995) söz konusu raporda verilmiştir (Öztürk ve diğ., 1995).

Aynı yıl, Yıldız Teknik Üniversitesi tarafından “Haliç Islah Projesi-Haliç Dip Çamuru Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Araştırılması” Final Raporu hazırlanmış, 20 istasyondan alınan çamur numunelerine ait ölçümler bu raporda değerlendirilmiştir (Aral ve diğ., 1995).

Yukarıdaki raporlar daha sonra Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü tarafından Haliç Islah Projesi Fizibilite Nihai Raporu haline getirilmiştir (Karpuzcu ve diğ., 1996).

Yine 1995 yılında, Haliç Islah Projesi-Haliç Zemin Etüd Sondaj Çalışmaları Raporu hazırlattırılmıştır.

Daha sonra da, tüm bu çalışmaların sonunda İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından Haliç Islah Projesi ÇED Raporu hazırlanmıştır (Öztürk ve diğ., 1996).

Haliç’in çeşitli kesimlerindeki 13 istasyondan (Şekil 3.2) ve 3 farklı derinlikten (taban, tabandan 5 m ve 10 m derinden) dip çamuru numuneleri alınarak başlıca aşağıdaki parametreler ölçülmüştür (Öztürk ve diğ., 1995):

Katı Madde Oranı (%)

Organik Madde Oranı (%)

Toplam P (mg/kg KA)

Toplam Sülfür (mg/kg KA)

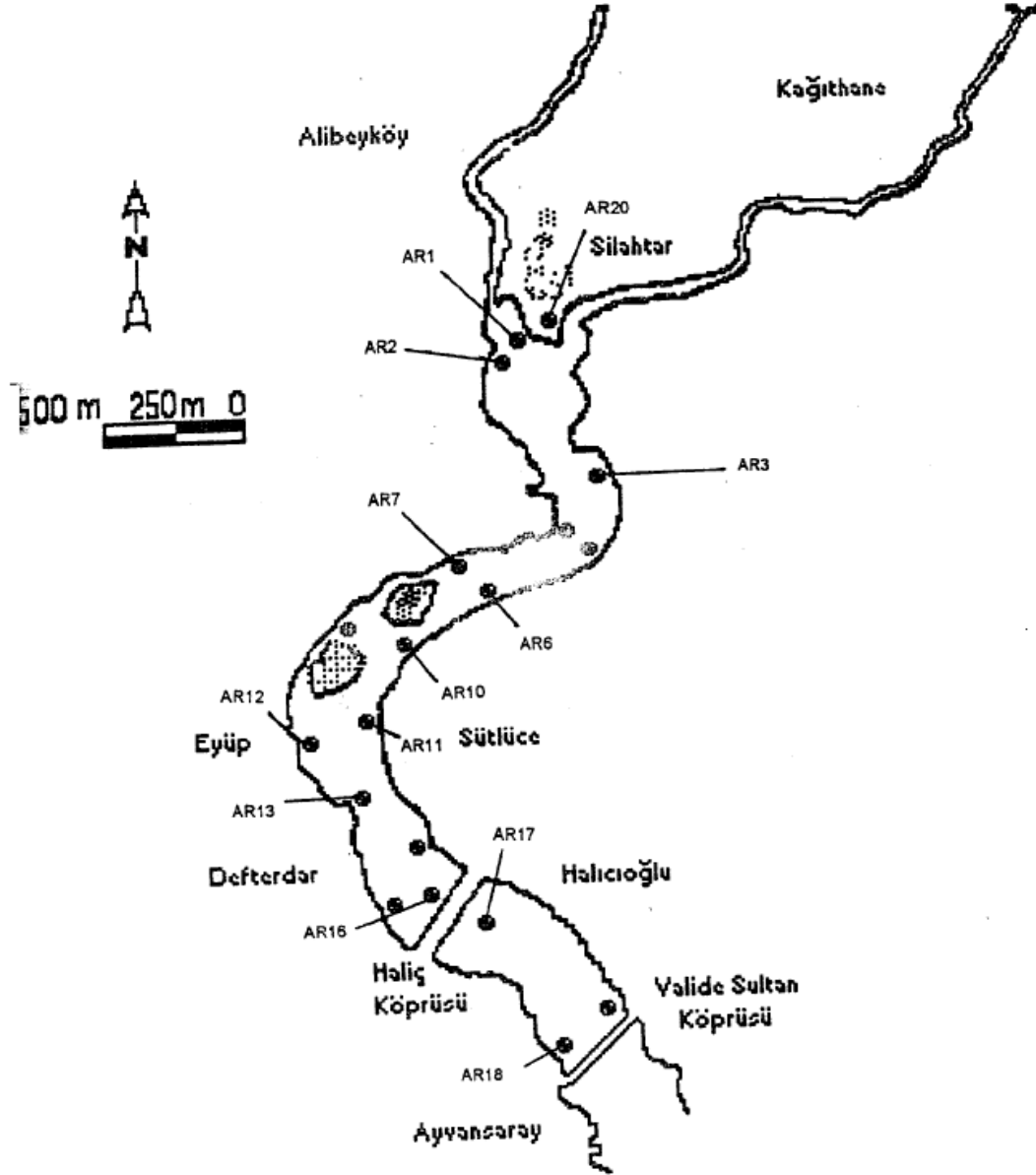
Yağ ve Gres (mg/kg KA)

Fenol (mg/kg KA)

TKN (mg/kg KA)

Oksijen Tüketimi (mg/kg KA)

İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.



Şekil 3.1 : Haliç Islah Projesi çerçevesinde yapılan deneysel çalışmalar için numune alma noktaları.

Çizelge 3.1 : Haliç çamurlarının özellikler

İSTASYON	DERİNLİK (m)	KATI MADDE ORANI (%)	ORGANİK MADDE ORANI (%)	TOPLAM P mg P/kg KA	TKN mg /kg KA	YAĞ VE GRES Mg/ kg IA	SÜLFÜR mg S ²⁻ /kg KA	FENOL mg/kg KA	ÇAMUR O ₂ İHTİYACI mg O ₂ /kg KA		
									BOİ	KİMYASAL	TOPLAM
AR1	0	56.14	11.65	563	56	6599	1125	1.9	9440	7560	17000
	5	51.35	9.51	469	2278	2950	901	0.1	-	-	-
	10	59.34	5.97	104	1547	2860	103	1.4	-	-	-
AR2	0	58.91	13.91	877	102	3740	304	7	4870	2700	7570
	5	72.38	2.64	164	678	3510	87	0.1	-	-	-
	10	60.68	6.24	458	105	1600	289	4.4	-	-	-
AR3	0	32.66	15.00	609	5796	12230	5116	0.1	37460	14800	55260
	5	78.71	2.71	138	752	4440	55	0.1	-	-	-
	10	74.06	1.33	74	185	2440	106	0.1	-	-	-
AR6	0	44.98	11.69	149	4615	12070	4192	1.6	22600	16200	38800
	5	70.84	3.75	357	5407	8000	1775	0.95	-	-	-
	10	67.65	5.37	513	1441	3760	692	2.9	-	-	-
AR7	0	37.83	15.11	1042	4620	13690	5207	4.9	27120	9380	36500
	5	59.14	6.90	95	84	1320	64	0.1	-	-	-
	10	86.80	1.60	34	74	1465	45	0.1	-	-	-
AR10	0	44.22	13.61	341	2546	7699	1851	5	-	-	-
	5	71.54	3.18	394	982	1277	272	0.4	-	-	-
	10	68.35	3.55	448	915	1120	680	1.5	-	-	-
AR11	0	42.70	14.64	349	4244	8600	3332	2.6	13900	11100	25000
	5	68.22	4.05	276	785	4180	2158	3	-	-	-
	10	71.38	6.13	328	748	4200	510	2.3	-	-	-
AR12	0	36.06	15.99	540	5062	12310	4595	0.1	16900	15900	32800
	5	46.26	14.51	533	1127	3730	3254	0.1	-	-	-
	10	64.73	5.76	320	27	1810	727	2	-	-	-
AR13	0	43.61	12.19	279	4596	9685	2094	1.2	14500	13600	28100
	5	66.08	4.40	509	1143	3998	1250	4.9	-	-	-
	7410	62.02	5.94	635	1103	3504	524	3.1	-	-	-

Çizelge 3.1 : (devam) Haliç çamurlarının özellikleri.

İSTASYON	DERİNLİK (m)	KATI MADDE ORANI (%)	ORGANİK MADDE ORANI (%)	TOPLAM P mg P/kg KA	TKN mg /kg KA	YAĞ VE GRES mg/ kg IA	SÜLFÜR mg S ⁻² /kg KA	FENOL mg/kg KA	ÇAMUR O ₂ İHTİYACI mg O ₂ /kg KA		
									BOİ	KİMYASAL	TOPLAM
AR16	0	51.28	5.25	490	1558	4031	1144	0.7	5010	8090	13100
	5	61.90	6.61	542	1311	3585	1170	4.75	-	-	-
	10	65.34	4.59	323	1124	3987	87	2.9	-	-	-
AR17	0	39.16	15.94	360	5661	8120	3583	6.6	24470	7830	32300
	5	58.25	5.24	463	1154	3610	2426	4	-	-	-
	10	60.67	7.04	604	1424	3110	782	0.1	-	-	-
AR18	0	31.01	16.89	231	621	9096	5528	0.75	24910	9690	34600
	5	61.05	5.14	607	1456	2033	519	0.9	-	-	-
	10	59.73	6.58	314	51	4325	4735	2.1	-	-	-
AR20	0	76.18	5.17	748	1358	3760	116	0.1	3460	2530	5990
	5	69.74	3.62	225	657	3150	130	1.2	-	-	-
	10	57.32	6.68	372	83	108	110	3.1	-	-	-

Çizelge 3.1’den görüleceği üzere, Haliç’in katı madde ve organik madde oranlarının değişimi, -5 m ve daha aşağı kısımdaki çamurun oldukça stabil hale geldiğini göstermiştir. En üst tabakanın taranarak uzaklaştırılması halinde kirlilik ve oksijen tüketiminin çok azalacağı tespit edilmiştir.

Aral ve diğ. (1995) tarafından Şekil 3.2’de gösterilen 20 numune alma istasyonundan alınan çamur numuneleri 19 istasyonda yapılan deneysel çalışmalarda Çizelge 3.2-3.6’da gösterilen ağır metaller, toplam katı madde, organik madde, inorganik katı madde, BOİ₅, azot, fosfor, sülfür, yağ-gres parametreleri ölçülmüş ve Haliç taban çamurunun su bırakma özellikleri araştırılmıştır.

Çizelge 3.2 : Haliç dip çamurunda ağır metal ölçüm sonuçları (mg/kg KA)

İSTASYON	Cu	Cr	Zn	Pb	Al	Fe	Ni	Hg	Cd	Ca
AR1	400	130	630	120	30560	3610	350	240	10	48760
AR2	230	60	450	110	30260	13920	210	40	4	18840
AR3	390	110	570	170	30670	11700	410	60	9	48390
AR4	280	70	440	80	23590	12430	240	50	4	64395
AR5	650	130	820	200	38010	4260	460	130	20	56240
AR6	610	180	700	160	34460	4580	380	100	9	64490
AR7	880	190	770	180	30870	8280	430	60	7	54180
AR9	1320	60	1200	110	26010	9200	710	70	6	10280
AR10	740	140	500	110	20910	6120	260	50	6	45170
AR11	230	40	1370	170	32280	3060	350	50	30	10665
AR12	840	20	1250	50	20510	3500	370	60	2	59960
AR13	840	130	630	120	18720	2170	350	70	9	65610
AR14	50	30	80	20	24910	4090	140	40	3	14300
AR15	1660	240	1500	270	57280	26400	800	90	3	13275
AR16	50	40	120	20	22550	2510	130	90	4	24570
AR17	200	30	500	60	22490	9820	210	100	5	15390
AR18	70	30	310	120	30060	16810	40	40	1	5510
AR19	90	130	110	110	28220	6310	140	100	7	10690
AR20	60	50	190	40	41990	5020	250	50	7	7450

Haliç çamurundaki ağır metaller sülfürden dolayı genelde bağlı kompleksler şeklinde olabilmektedir. Asidik şartlarda Haliç çamurlarından su ortamına metal bırakılması da sınırlı kalabilmektedir. Ancak, çamur bünyesinde biriken ağır metaller belirli bir doygunluk değerinden sonra su ortamına geçmektedir. Bu nedenle Haliç’in stabil olmamış üst tabaka çamurunun taranması ile Haliç’te su kalitesinin artmasına katkıda bulunmuş olacaktır.

Çizelge 3.3 : Haliç taban çamurunun bazı özellikleri.

İSTASYON	TKM (%)	Organik (%)	İnorganik (%)	BOİ ₅ (mg/kg)
AR1	33.12	6.72	26.4	1825
AR2	51.74	4.90	46.84	1450
AR3	35.48	6.88	26.8	2900
AR4	46.26	6.00	40.26	2825

Çizelge 3.3 : (devam) Haliç taban çamurunun bazı özellikleri.

AR5	27.40	5.34	22.06	3250
AR6	41.14	4.88	36.26	2200
AR7	31.56	3.82	27.74	2400
AR9	26.20	3.86	22.34	2400
AR10	47.20	4.88	42.32	2950
AR11	37.42	3.48	33.94	1650
AR12	34.44	5.68	28.76	2350
AR13	44.66	4.86	39.80	1200
AR14	53.70	1.88	51.82	980
AR15	36.14	4.18	31.96	3400
AR16	60.96	2.88	58.08	750
AR17	44.12	3.46	40.66	1050
AR18	48.44	3.12	45.32	1100
AR19	45.84	2.92	42.92	1650
AR20	56.56	3.96	52.60	3800

Çizelge 3.4 : Haliç taban çamurunun bazı parametrelere göre kirlilik seviyeleri.

İSTASYON	Azot (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)	Sülfür (mg/kg)	Yağ-Gres (mg/kg)
AR1	2687	141	316.5	0.35
AR2	1752	13	233.4	6.3
AR3	2033	43.1	659.3	33.2
AR4	1460	247	296.9	19.1
AR5	2173	22.2	96.5	28.2
AR6	2853	273	94.4	7.9
AR7	1703	132	55.6	16.6
AR9	1750	134	105.2	46.9
AR10	2505	33.3	95.5	19.5
AR11	324	202	278.4	8.5
AR12	87	130	260.2	8.1
AR13	1127	78	82.1	5.9
AR14	405	30.1	235.4	5.4
AR15	1292	102	183.0	10.8
AR16	265	161	16.1	0.29
AR17	443	68.3	369.3	10.4
AR18	464	40	88.2	7.8
AR19	160	78	92	2.6
AR20	1197	82	5.3	8.5

Çizelge 3.5 : Çamurlarda Spesifik Direnç Ölçüm Sonuçları ($\times 10^{12}$ m/kg)

Kimyasal ilaveleri (mg/l _t çamur)	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR7	AR9
Kimyasal İlavesiz Çamur	0.052	0.027	0.105	0.028	0.032	0.038	0.054
20 mg FeCl ₃	0.025	0.031	0.063	0.019	0.040	0.025	0.037
40 mg FeCl ₃	0.043	0.035	0.040	0.023	0.028	0.023	0.031
70 mg FeCl ₃	0.032	0.018	0.034	0.014	0.019	0.018	0.025
100 mg FeCl ₃	0.024	0.017	0.028	0.012	0.016	0.017	0.019
20 mg Kireç	0.051	0.048	0.101	0.022	0.037	0.031	0.037
40 mg Kireç	0.043	0.032	0.072	0.031	0.039	0.030	0.039
70 mg Kireç	0.043	0.021	0.064	0.019	0.036	0.025	0.037
100 mg Kireç	0.020	0.016	0.040	0.021	0.029	0.023	0.037
20 mg FeCl ₃ + 20 mg Kireç	0.030	0.028	0.046	0.021	0.026	0.030	0.034
40 mg FeCl ₃ + 40 mg Kireç	0.026	0.032	0.027	0.017	0.022	0.020	0.027
70 mg FeCl ₃ + 70 mg Kireç	0.029	0.013	0.020	0.012	0.013	0.015	0.024

Çizelge 3.5 : (devam) Çamurlarda Spesifik Direnç Ölçüm Sonuçları (rx10¹² /kg)

100 mg FeCl ₃ +100 mg Kireç	0.011	0.009	0.013	0.009	0.009	0.013	0.013
Kimyasal ilaveleri (mg/lt çamur)	AR12	AR13	AR14	AR15	AR17	AR19	
Kimyasal İlavesiz Çamur	0.017	0.055	0.023	0.019	0.039	0.038	
20 mg FeCl ₃	0.026	0.038	0.024	0.014	0.039	0.026	
40 mg FeCl ₃	0.025	0.022	0.016	0.018	0.018	0.018	
70 mg FeCl ₃	0.028	0.020	0.013	0.014	0.017	0.020	
100 mg FeCl ₃	0.020	0.009	0.018	0.012	0.020	0.016	
20 mg Kireç	0.037	0.055	0.024	0.013	0.022	0.052	
40 mg Kireç	0.022	0.055	0.019	0.009	0.027	0.025	
70 mg Kireç	0.033	0.055	0.012	0.012	0.023	0.025	
100 mg Kireç	0.029	0.033	0.016	0.012	0.012	0.018	
20 mg FeCl ₃ + 20 mg Kireç	0.020	0.033	0.024	0.007	0.022	0.026	
40 mg FeCl ₃ + 40 mg Kireç	0.025	0.022	0.031	0.009	0.014	0.017	
70 mg FeCl ₃ + 70 mg Kireç	0.022	0.024	0.011	0.008	0.017	0.019	
100 mg FeCl ₃ +100 mg Kireç	0.020	0.013	0.010	0.009	0.013	0.015	

Çizelge 3.6 : İstasyonlarda Tespit Edilen Su Bırakma Deneyi Optimum Dozları.

İstasyon	Optimum Doz	Optimum Dozda Gözlenen Özgül Direnç(rx10 ¹² m/kg)
AR1	20 mg/l FeCl ₃	0.025
AR2	70 mg/l FeCl ₃	0.018
AR3	100 mg/l FeCl ₃	0.028
AR4	100 mg/l FeCl ₃	0.012
AR5	100 mg/l FeCl ₃	0.016
AR7	70 mg/l FeCl ₃	0.018
AR9	100 mg/l FeCl ₃	0.019
AR12		
AR13	100 mg/l FeCl ₃	0.009
AR14	70 mg/l FeCl ₃	0.013
AR15	20 mg/l FeCl ₃ + Kireç	0.007
AR17	40 mg/l FeCl ₃	0.018
AR19	40 mg/l FeCl ₃	0.018

Haliç Islah Projesi kapsamında dip çamurlarının geoteknik özelliklerini belirlemek üzere toplam 20 istasyonda zemin sondajı ile çeşitli derinliklerden dip çamuru numuneleri alınmıştır.

Yıldız Teknik Üniversitesi Geoteknik Anabilim Dalı Laboratuvarında yapılan analizlerde, endeks özellikleri, konsolidasyon özellikleri ve kayma mukavemetleri belirlenmiştir (Özaydın ve Yıldırım, 1995). Söz konusu çalışmanın sonuçları Çizelge 3.7’de sunulmaktadır.

Çizelge 3.7 : Haliç dip çamurlarının endeks özellikleri.

Sondaj No	Derinlik (m)	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Tabii Su Muhtevası (%)
AR1	0.9-9	48-65	34-39	75-91
AR2	0.75-22	61-68	42-36	34-71
AR3	2-10	37-30	27-18	52-25
AR4	3-10	53-47	32-30	90-62
AR5	1-10	55-60	41-42	78-68
AR6	2-8	26	17	149-47
AR7	5-10	26-39	30	48-59
AR9	2-10	48-73	12-22	84-97
AR10	1.5-8	62-28	46-18	128-45
AR11	1.5-10	58-38	49-27	109-50
AR12	2-8	65-68	42-34	74-67
AR13	2-10	36-41	21-24	65-50
AR14	4.9-8.5	50-49	28	69-54
AR15	0.5-10	52-55	42-36	84-71
AR16	2.4-9	45-55	28-35	59-73
AR17	2.5-23	55-60	32-35	76-60
AR18	1-19	62-60	40-47	108-64
AR19	2-25	49-60	40-41	105-61
AR20	3.5-24	32-58	25-39	33-62

Ayrıca, taramanın hemen öncesinde Köklü ve diğ., (1997) tarafından Haliç'te, listesi Çizelge 3.8'de ve konumları Şekil 3.2'de verilen 12 istasyondan (S1-S12) alınan su örnekleri üzerinde, İSKİ laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analizler, İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde ise ağır metal analizleri yapılmıştır. (Ç1-Ç7) istasyonlarından alınan çamur örneklerinde de İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

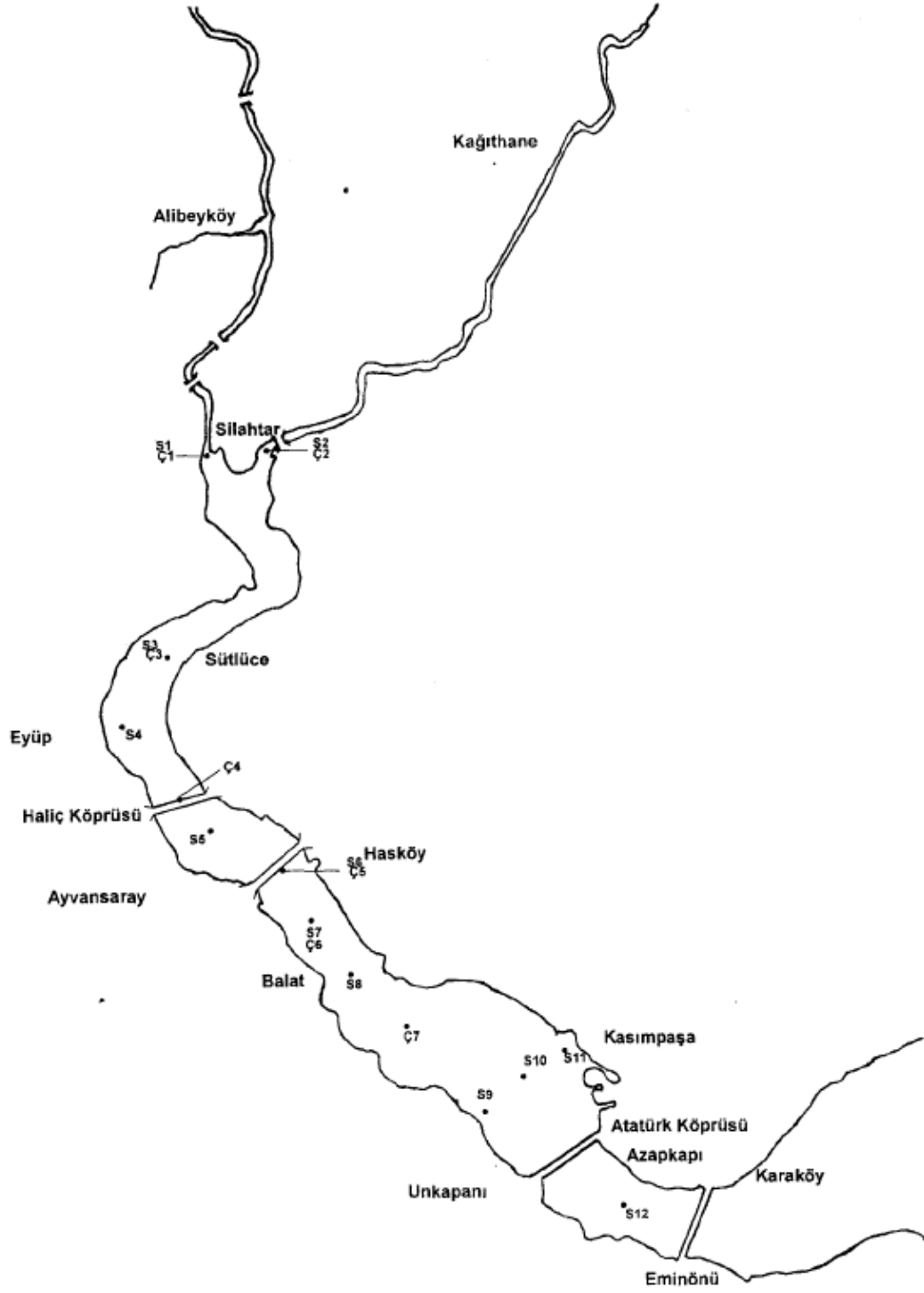
Su kalitesi ölçüm sonuçları Çizelge 3.9'da ve Şekil 3.3-3.10'de, Haliç taban çamurunun bazı kirlilik parametrelerine göre durumu Çizelge 3.10'da ve Şekil 3.11-3.19'da özetlenmiştir.

Çizelge 3.8 : Haliç'teki su kalitesi ve çamur özelliklerinin belirlenmesi amacıyla seçilen deney istasyonları.

İstasyon No	İstasyon Adı	Alınan Örnek	Derinlik (m)
S12	Atatürk-Galata Köprüleri Arası	Su	0.5
		Su	5.0
S11	Kasımpaşa Açıkları	Su	0.5
		Su	5.0
		Su	10.0
S10	Kasımpaşa İskele Önü	Su	0.5
		Su	5.0
S9	Tekel Açıkları	Su	0.5
		Su	5.0
S8	Camialtı Tersanesi Açıkları	Su	0.5
S7	Balat Açıkları	Su	0.5
S6	Valide Sultan Köprüsü	Su	0.5
S5	Haliç Köprüsü Mansap Tarafı	Su	0.25
S4	Haliç Köprüsü Memba Tarafı	Su	0.25
S3	Sütlüce-Eyüp Açıkları	Su	0.25

Çizelge 3.8 : (devam) Haliç'teki su kalitesi ve çamur özelliklerinin belirlenmesi amacıyla seçilen deney istasyonları.

S2	Kağıthane Cendere Köprüsü	Su	0.10
S1	Alibeyköy Fil Köprüsü	Su	0.10
Ç7	Fener Açıkları	Çamur	3.0
Ç6	Balat Açıkları	Çamur	2.5
Ç5	Valide Sultan Köprüsü	Çamur	1.0
Ç4	Haliç Köprüsü Altı	Çamur	1.0
Ç3	Eyüp-Sütlüce Açıkları	Çamur	1.0
Ç2	Kağıthane Cendere Köprüsü	Çamur	0.5
Ç1	Alibeyköy Fil Köprüsü	Çamur	0.5



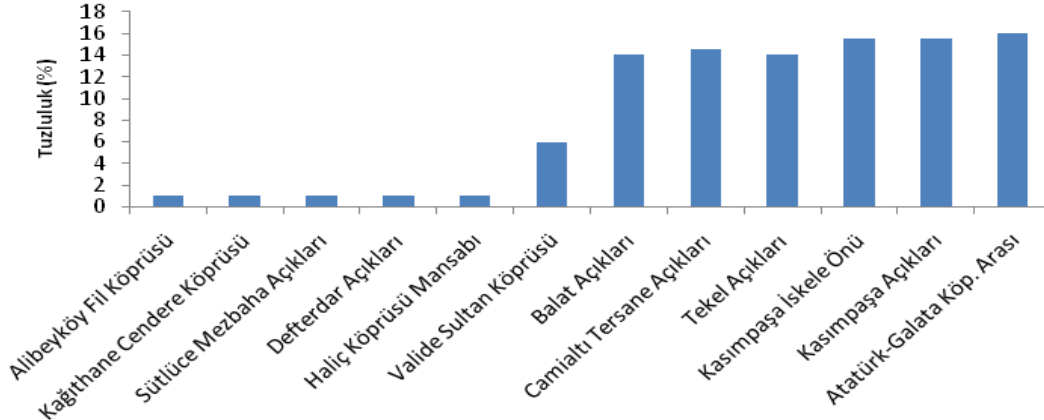
Şekil 3.2 : Su ve çamur örnek alma noktası

Çizelge 3.9 : Su kalitesi ölçüm sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	Tuzluluk (%)	pH	Ç.O (mg/l)	BOİ ₅ (mg/l)	KOI (mg/l)	TKN (mg/l)	TP (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)
S1	Alibeyköy Fil Köprüsü	1.0	-	1.8	260	985	84	1.1	-	-	-	-
S2	Kâğıthane Cendere Köprüsü	1.0	7.31	1.1	130	360	49	1.0	0.5191	0.1582	0.1085	0.0061
S3	Sütlüce Mezbeha Açıkları	1.0	-	0	160	410	35	1.3	-	-	-	-
S4	Defterdar Açıkları	1.0	7.33	0	120	520	38	0.6	0.2283	0.0292	0.217	0.0029
S5	Haliç Köprüsü Mansabı	1.0	7.26	0	210	665	85	1.5	0.6231	0.1911	0.1646	0.0039
S6	Valide Sultan Köprüsü	6.0	6.41	0.7	15	135	8,5	0.1	0.0681	0.0327	0.0257	0.0078
S7	Balat Açıkları	14.0	6.92	2.0	10	150	5,0	0.1	0.0437	0.0122	0.0339	0
S8	Camialtı Tersane Açıkları (0.5 m)	14.5	7.78	1.0	3	90	7,0	0.1	0.0502	0.0220	0.013	0.0056
S9	Tekel Açıkları (0.5 m)	14.0	8.56	0.6	15	150	8,5	0.1	0.0681	0	0.0138	0.0030
	Tekel Açıkları (5.0 m)	18.0	7.70	8.3	5	100	1,0	0.1	0.0023	0	0.0689	0.0082
S10	Kasımpaşa İskele Önü (0.5 m)	15.5	7.76	0.6	8	200	7,0	0.1	0.0379	0.0211	0.0109	0.0099
	Kasımpaşa İskele Önü (5.0 m)	18.0	7.49	8.1	3	160	0,5	0.1	0.0087	0	0	0.0241
S11	Kasımpaşa Açıkları (0.5 m)	15.5	7.57	2.4	5	165	7,0	0.1	0.0425	0.0314	0.0091	0.0042
	Kasımpaşa Açıkları (5.0 m)	17.5	7.78	7.8	3	130	0,5	0.1	0.0246	0	0	0.012
	Kasımpaşa Açıkları (10.0 m)	18.0	7.70	9.4	3	100	0,5	0.1	0.0100	0	0	0
S12	Atatürk-Galata Köp. Arası (0.5 m)	16.0	7.38	3.6	10	225	1,0	0.1	0.037	0.0044	0.005	0.0085
	Atatürk-Galata Köp. Arası (5.0 m)	18.0	7.70	9.2	10	110	1,5	0.1	0	0.0018	0.0019	0.0209

Çizelge 3.10 : Haliç taban çamurunun bazı kirlilik parametrelerine göre durumu.

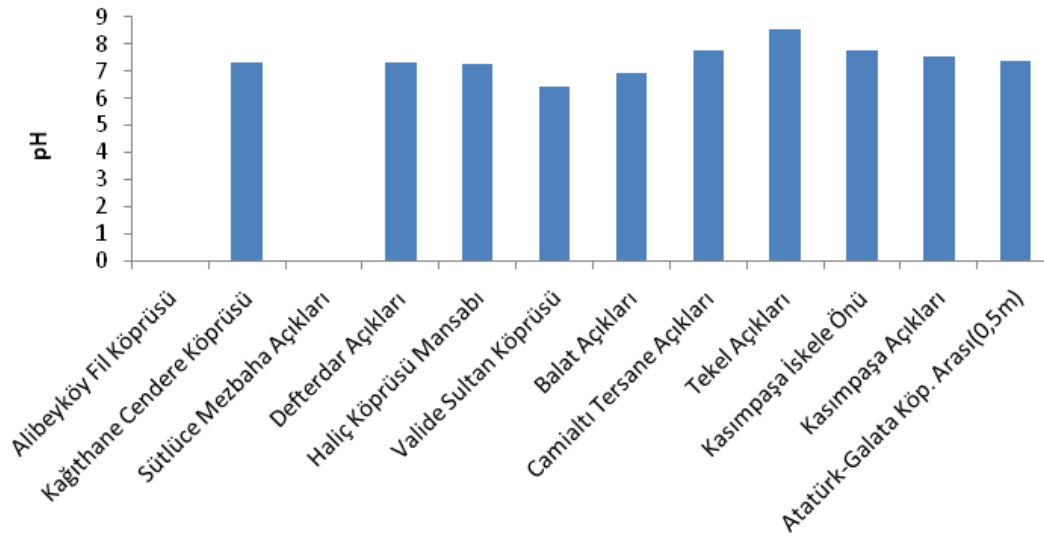
İstasyon No	İstasyon Adı	Katı Madde Oranı (%)	Organik Madde Oranı (%)	TKN mg/kg KA	TP mg/kg KA	Sülfür mg/kg KA	Cu mg/kg KA	Cr mg/kg KA	Pb mg/kg KA	Cd mg/kg KA
Ç1	Alibeyköy Fil köprüsü	42.5	15.6	1100	650	980	319	154	159	8.00
Ç2	Kağıthane Cendere Köp.	45.6	16.8	4880	470	5200	869	382	460	7.25
Ç3	Sütlüce Açıkları	52.3	14.5	3100	360	4860	1834	298	280	11.25
Ç4	Haliç Köprüsü Altı	40.6	13.2	2630	465	2810	1213	382	337	11.25
Ç5	Valide Sultan Köprüsü	38.7	17.3	1890	330	4200	784	423	220	10.00
Ç6	Balat Açıkları	36.9	17.5	2100	310	3760	814	316	225	10.75
Ç7	Fener Açıkları	34.8	16.9	1960	290	3980	1875	250	45	17.50



Şekil 3.3 : Haliç'te 0.5 m derinlikte ölçülen tuzluluk değerleri.

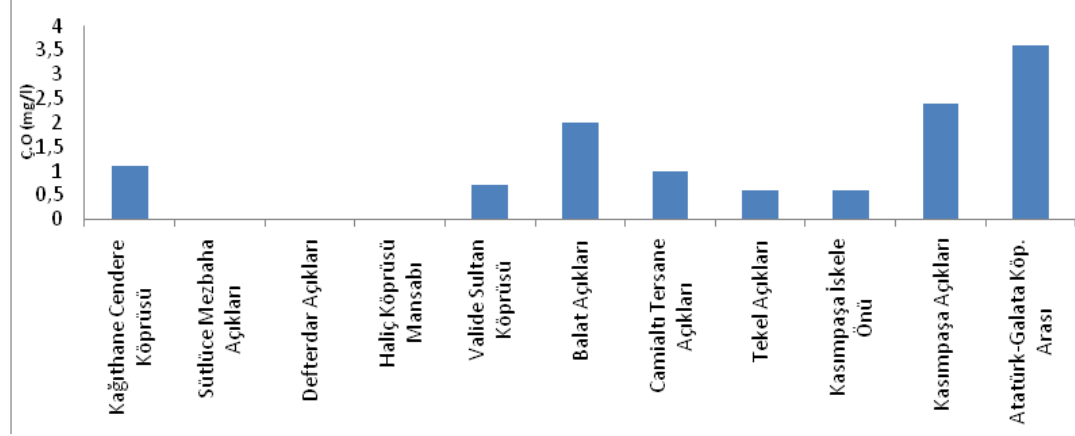
Yukarıdaki Şekil 3.3 ve Çizelge 3.9 incelendiğinde, tuzluluk değerlerinin Valide Sultan Köprüsü'nden memba tarafına doğru çok düşük olduğu ve tatlı su özelliği gösterdiği görülmektedir. Haliç taban profili Valide Sultan Köprüsü'nden mansaba doğru derinleştikçe deniz suyu girişi Valide Sultan Köprüsü'nden membaya doğru mümkün olamamaktadır.

Balat açıkları, Camialtı Tersane açıkları ve Tekel açıklarında ‰14 mertebesindeki tuzluluğun mansaba doğru ve derinlere gidildikçe artmakta olduğu gözlemlenmekte olup, bu durum deniz suyu girişinden kaynaklanmaktadır. Ancak 0.5 m'deki tuzluluk artışının derindeki tuzluluk artışına göre daha az bir profil göstermesi üst tabakaya atıksu deşarjının olduğunu göstermektedir.

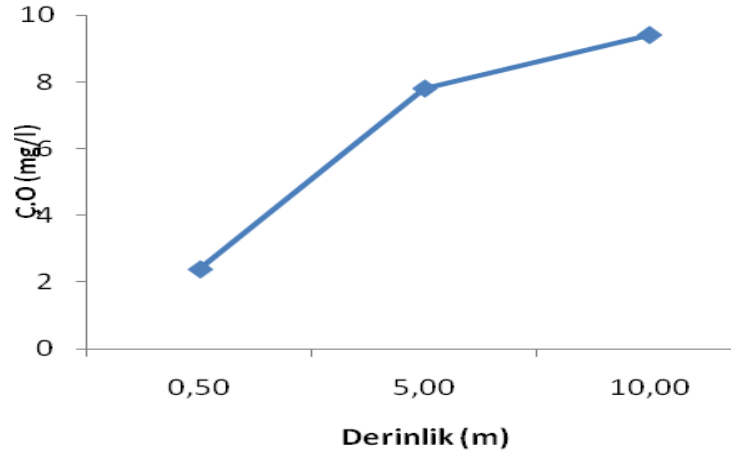


Şekil 3.4 : Haliç'te ölçülen pH değerleri

pH değerleri 7-8 aralığında değişmektedir. Ancak, taban çamurunun seviyesinde anaerobik şartlar hüküm sürdüğünden pH değerinin düşeceği açıktır.



Şekil 3.5 : Haliç'te 0.5m derinlikte ölçülen Ç.O konsantrasyonları.

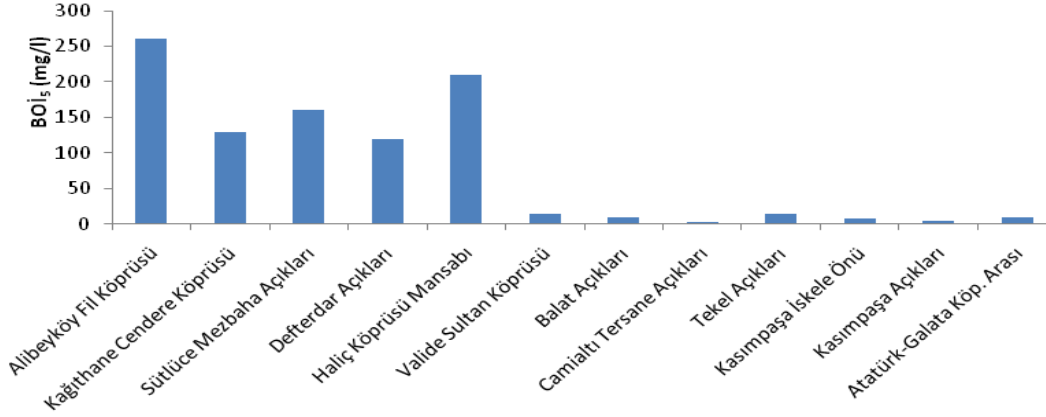


Şekil 3.6 : Kasımpaşa açıklarında Ç.O. konsantrasyonunun derinlikle değişimi.

Ç.O. konsantrasyonu Alibeyköy ile Kağıthane dere girişlerinde 1-2 mg/l mertebesinde olup, aşağı doğru Valide Sultan Köprüsü'ne kadar 0 değerlerine düşmektedir. Girişteki Ç.O. konsantrasyonunun daha yüksek olmasının dere suyundan kaynaklanmakta olduğu, aşağıya doğru gidildikçe ise tamamen anaerobik şartların hüküm sürdüğü görülmektedir. Bu durum Haliç'e giren atıksulardan ve yer yer su sathına kadar yükselen taban çamurunun ayrışmasından kaynaklanmaktadır. Valide Sultan Köprüsü'nden Galata Köprüsü'ne doğru yüzeyde Ç.O. değeri giderek artmakta olup, Galata Köprüsü'nde 3.6 mg/l seviyesine ulaşmaktadır. Bunun nedeni, deniz suyunun içeriye doğru gitmesinden kaynaklanmaktadır. Ç.O. konsantrasyonunun

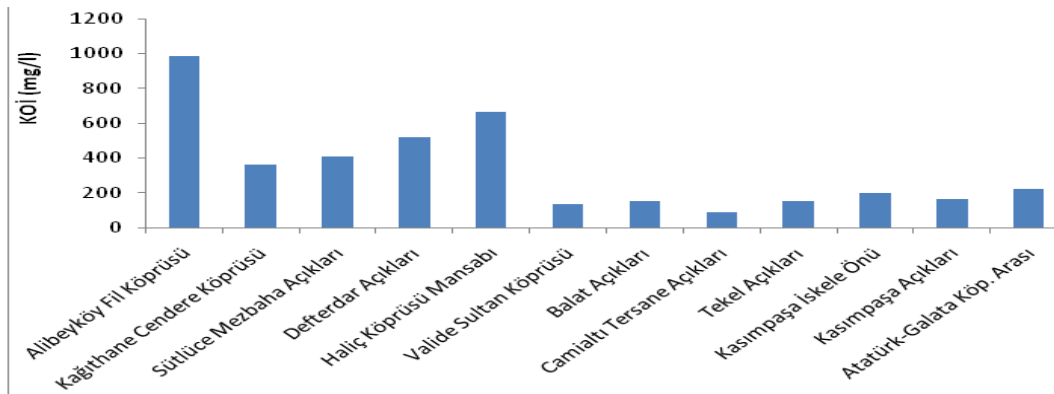
Balat açıklarında 2 mg/l'ye, Tekel ve Kasımpaşa açıklarında 0.6 mg/l'ye düşmesi ise o noktalarda atıksu deşarjlarının olduğunu göstermektedir.

Valide Sultan Köprüsü'nden mansaba doğru 5 m'lik derinliklerde Ç.O. değerleri ise 8-9 mg/l civarlarında değişmektedir. Bu durum atıksu deşarjlarından kaynaklanan kirlenmenin yüzeyde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.7 : Haliç'te 0.5 m derinlikte ölçülen BOI₅ değerleri.

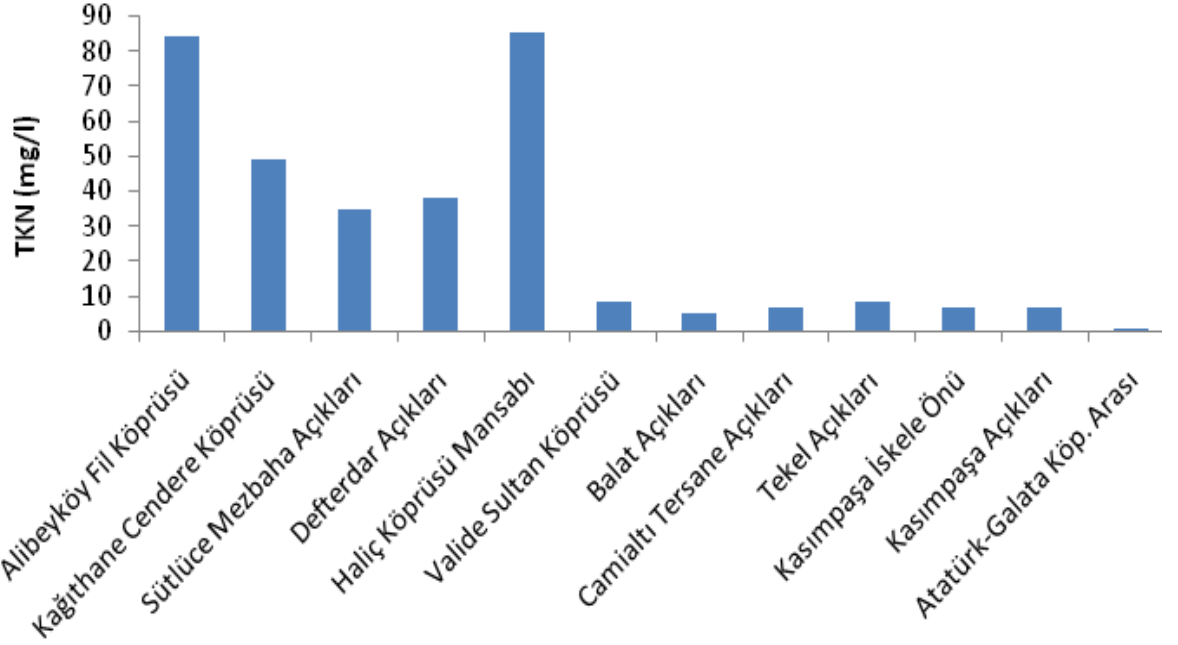
BOI₅ değerlerindeki değişimler Ç.O. değerleri ile tam bir paralellik göstermektedir. Organik maddeler ayrıştırırken oksijen kullandıklarından sudaki Ç.O. miktarının azalmasına neden olunur. BOI₅ organik maddelerin ayrışabilirliğinin bir ölçüsü olduğundan yüksek BOI₅ değeri yüksek miktarda Ç.O. tüketecektir. Haliç'in memba tarafında BOI₅ değerinin 260 mg/l olması atıksuların arıtılmadan derelerle Haliç'e geldiğini göstermektedir. Ancak, deniz suyunda yapılan BOI₅ ölçümleri tuz girişimi elimine edilmeden yapılmış olduğundan sonuçların değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır.



Şekil 3.8 : Haliç'te 0.5m derinlikte ölçülen KOİ değerleri

KOİ değerleri BOİ₅ değerleri ile paralellik göstermektedir. Alibeyköy Fil Köprüsü'nden alınan numunede KOİ değerinin 985 mg/l olması, evsel atıksular ile birlikte endüstriyel atıksuların da Haliç'e verildiğini göstermektedir.

Gerek BOİ₅ gerek KOİ değerlerinin Kağıthane Deresi'nde daha düşük çıkmasının, bu derenin debisinin yüksek olmasından dolayı oluşan seyrelmeden kaynaklandığı söylemek mümkündür.

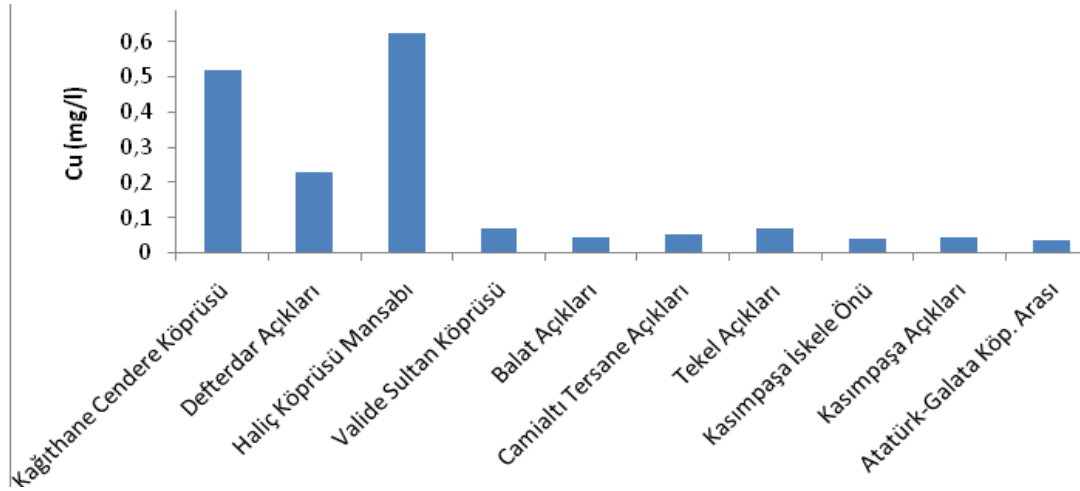


Şekil 3.9 : Haliç'te 0.5m derinlikte ölçülen TKN değerleri

Şekil 3.9'da görüldüğü üzere, Alibeyköy Fil Köprüsü'nde 85 mg/l den başlayan TKN değeri, Sütlüce Mezbaha açıklarında 35 mg/l'ye, Valide Sultan Köprüsü'nde ise 8.5 mg/l'ye düşmektedir. Dere girişindeki 85 mg/l'lik TKN değeri evsel atıksuda bulunan değerın yaklaşık iki katı mertebesindedir. Bu durum derelerle endüstriyel atıksuların da taşındığını göstermektedir.

Valide Sultan Köprüsü'nden mansaba doğru TKN değeri 0.5-1 mg/l'ye kadar düşmektedir.

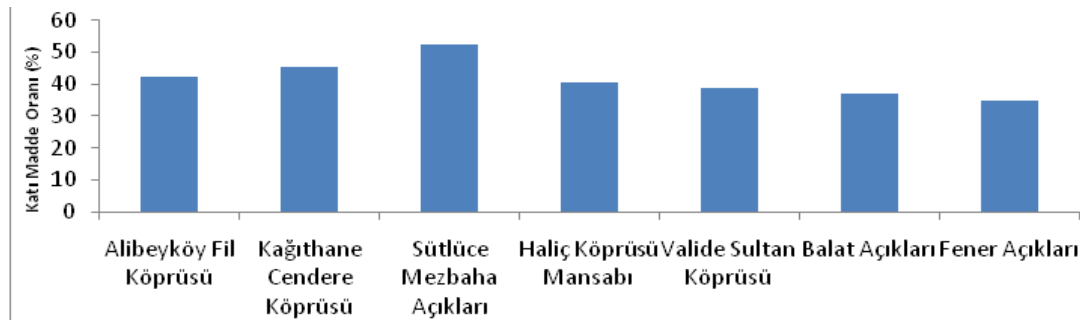
Kasımpaşa açıklarındaki 7 mg/l'lik TKN değeri ise o noktada atıksu deşarjının olduğunu, ancak değerin çok yüksek olmayışı Haliç mansabından giren deniz suyu ile seyreltiğini göstermektedir. TP değerinin ise Haliç'te membadan başlayarak mansaba doğru 1.1-0.1 aralığında değiştiği görülmektedir.



Şekil 3.10 : Haliç'te 0.5 m derinlikte ölçülen Cu değerleri

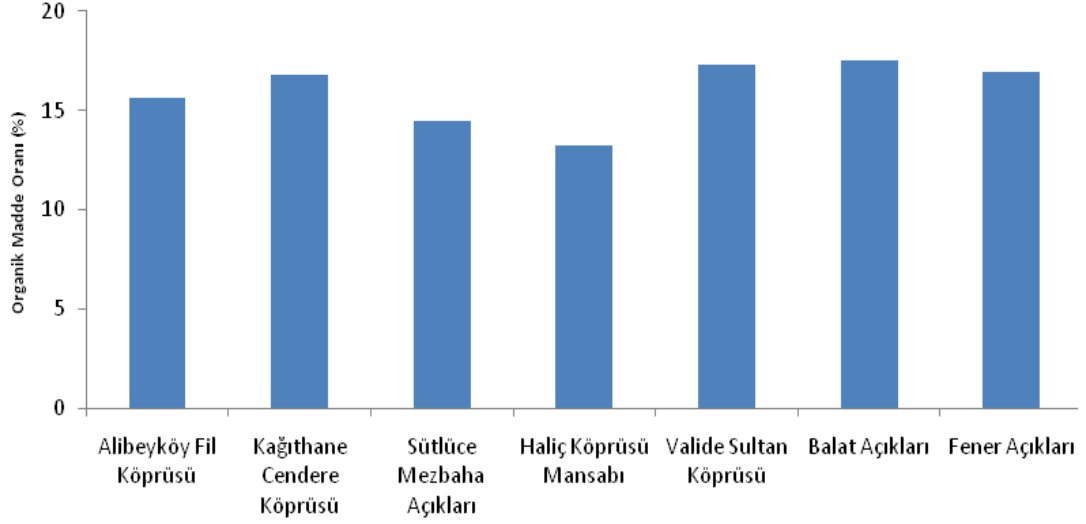
Ayrıca, yüksek toksik etkiye sahip olmaları ve en çok deşarj edilen elementler olmaları nedeniyle Haliç suyunda Cu, Cr, Pb ve Cd parametreleri ölçülmüştür. Bu parametrelerin deşarj yapılan noktalarda yüksek değerde olduğu, belli bir mesafede ise konsantrasyonlarının oldukça düştüğü ve sıfırlandığı görülmektedir. Bu değerlerin düşük olması, kompleks oluşumunu ve çökelmenin oluştuğunu göstermektedir. Memba tarafında konsantrasyonların daha yüksek olması çökelmenin daha az olduğunu, mansab tarafında ise tam tersi bir durumu göstermektedir. Ancak, mevcut konsantrasyonlar dahi Haliç'te canlı hayatını olumsuz etkileyebilecek seviyededir.

Taramadan önce Haliç taban çamurunun bazı kirlilik parametrelerine göre kirlilik durumunu belirlemek amacıyla Çizelge 3.10'da verilen parametreler ölçülmüştür. Şekil 3.2'de gösterilen 7 ölçme istasyonundan çamur örnekleri alınmıştır. Bu çamur örneklerinde Katı Madde Oranı, Organik Madde Oranı, TKN, TP, S, Cu, Cr, Pb ve Cd analizleri yapılmış ve aşağıda verilen grafiklerle yorumlanmıştır.



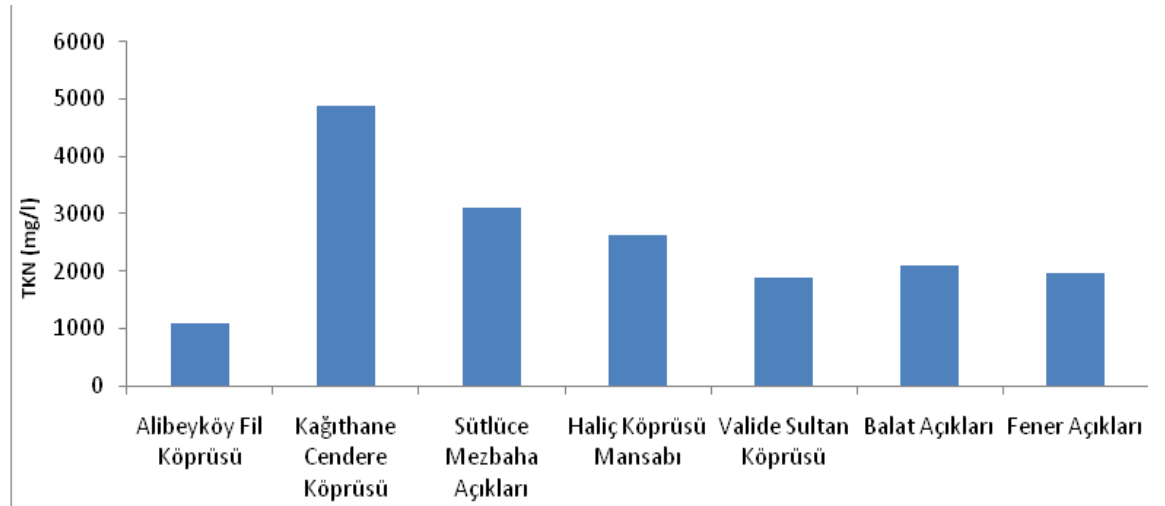
Şekil 3.11 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Katı Madde Oranı değerleri

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi Haliç’teki katı madde oranı %34.8-52.3 arasında değişmekte olup, membadan mansaba doğru bir azalma göstermektedir. Katı madde oranının en yüksek olduğu yer Sütlüce açıklarıdır. Katı madde oranına bakıldığında Fener’den memba tarafına doğru çamurun kararlı bir durum göstermekte olduğu görülmektedir.

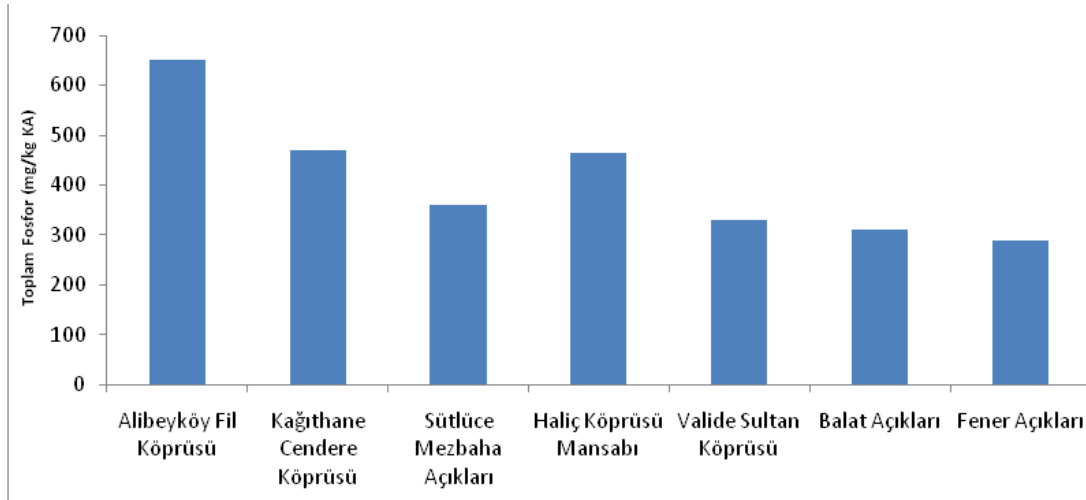


Şekil 3.12 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Organik Madde Oranı değerleri

Alınan çamur örnekleri üzerinde organik madde oranı %13.2-16.9 arasında ölçülmüştür. Bu değerler daha önce yapılan çamur analizlerindeki değerler ile mukayese edildiğinde Haliç çamurunun daha kararlı hale geldiği görülmektedir.

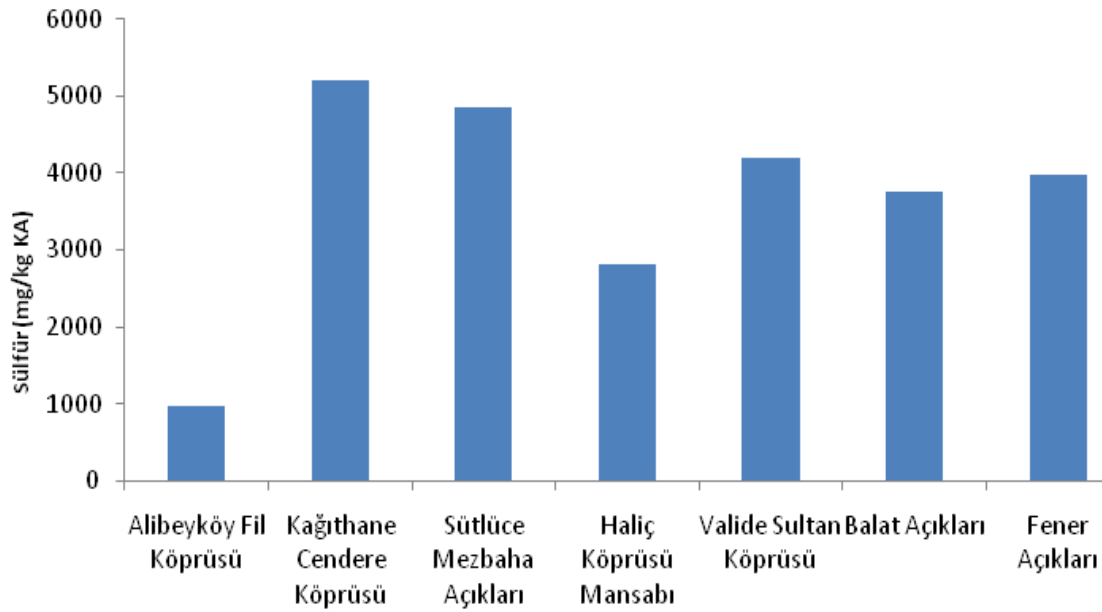


Şekil 3.13 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen TKN değerleri



Şekil 3.14 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen fosfor değerleri.

Çamurdaki ayrışmayı sağlayan bakteriler için gerekli olan besi maddesinin bir ölçüsü olması açısından TKN ve TP parametreleri de ölçülmüştür. TKN değerlerinin Kağıthane Cendere Köprüsü’nden Fener’e doğru oldukça azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde toplam fosfor konsantrasyonunun da membadan mansaba doğru azaldığı görülmektedir.

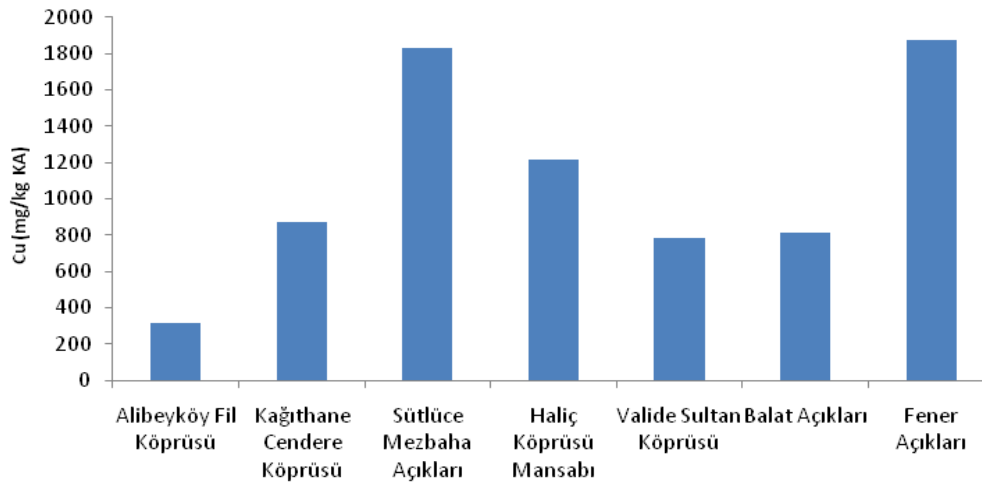


Şekil 3.15 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen sülfür değerleri

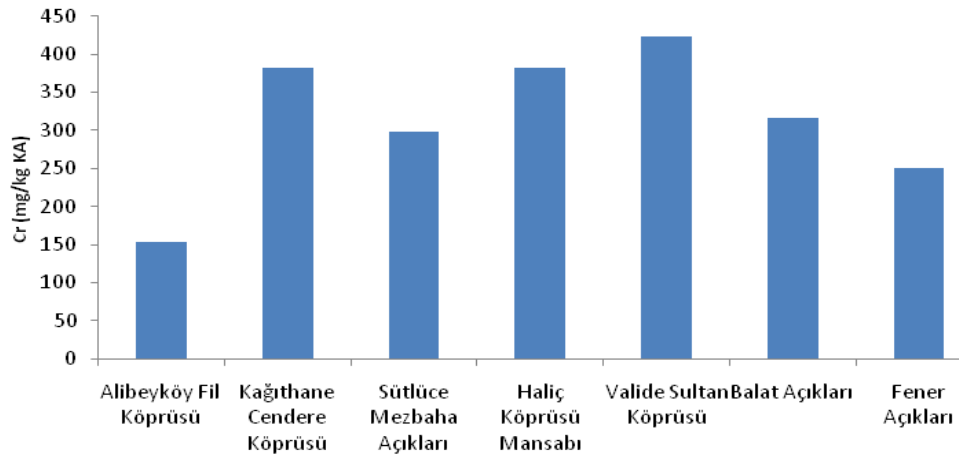
Haliç’teki kokunun en büyük sebebi hidrojen sülfürdür. Anaerobik ortamda H^+ iyonları sülfür iyonları ile birleşerek rahatsız edici koku yayan H_2S gazını oluşturmaktadır. Haliç taban çamurunun koku yayma potansiyelini analiz etmek için

sülfür ölçümleri de yapılmıştır. Sülfürün en yüksek değeri Kâğıthane Cendere Köprüsü'nde ölçülmüş olup, bu noktadan sonra sülfür konsantrasyonunun azaldığı tespit edilmiştir.

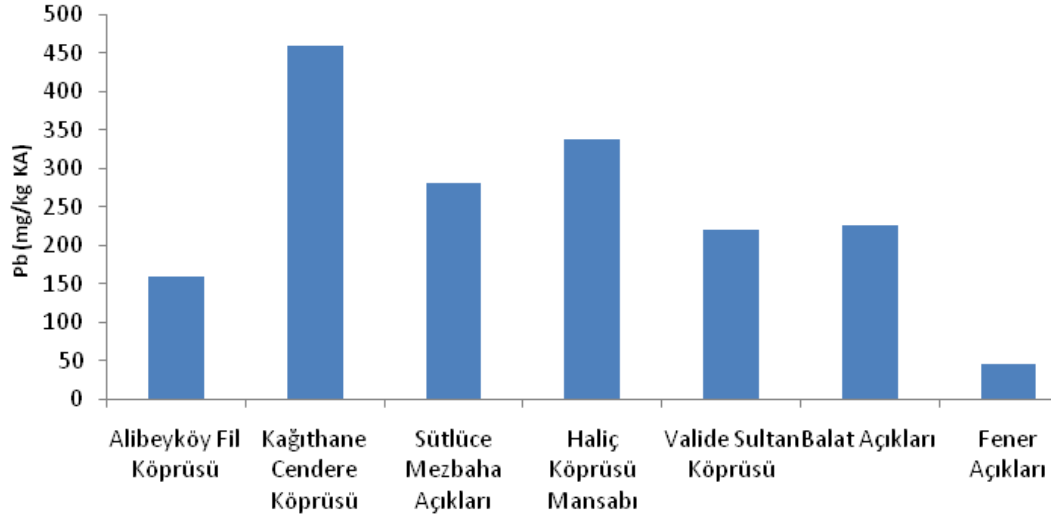
Çamurdaki ağır metaller, çamurun nihai bertarafının belirlenmesinde önemli olmaları ve su ortamına geçmeleri nedeniyle ele alınması gereken parametrelerdir. Ağır metaller çamur bünyesinde birikirler ve belirli bir doygunluk değerinden sonra su ortamına geçerler. Ayrıca, çamurun ayrışması sırasında da bünyesindeki ağır metaller su ortamına geçmektedirler. Bu nedenle Haliç çamurunda ağır metal ölçümleri yapılmıştır(Şekil 3.16-3.19).



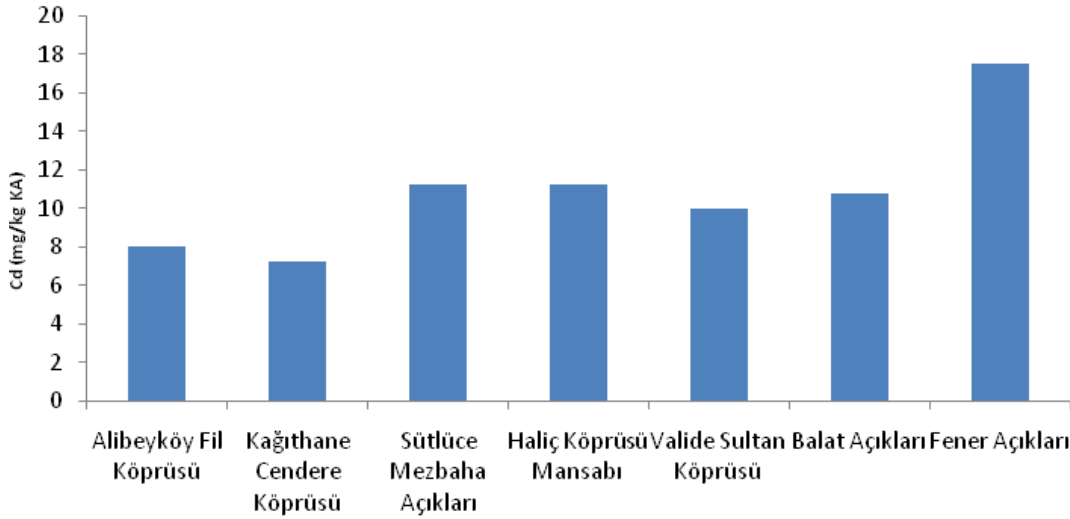
Şekil 3.16 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cu değerleri



Şekil 3.17 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cr değerleri



Şekil 3.18 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Pb değerleri



Şekil 3.19 : Haliç tabanında alınan çamurlarda ölçülen Cd değerleri.

Şekil 3.16’da Cu konsantrasyonunun özellikle Sütluçe-Haliç ve Fener açıklarında oldukça yüksek değerler aldığı görülmektedir. Bu durum, daha önce o yerlerdeki endüstrilerden kaynaklanmıştır. Şekil 3.17’de Cr değerlerinin membadan mansaba doğru sınırlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Şekil 3.18’de Pb değerlerinin membadan mansaba doğru azaldığı görülmektedir. Bu bağlamda, hem çamurun bertarafı için hem de Haliç suyuna geçebilmeleri nedeniyle Haliç çamurunun ağır metaller yönüyle dikkate alınması gerekmektedir. Sonuç olarak, yukarıda açıklanan ölçümlere göre;

- Haliç’ederelerden gelen atıksuların yüksek oranda kirli (evsel atıksulara göre çok daha fazla kirli) olduğu,
- Tarama öncesinde Haliç taban çamurunun henüz tamamen stabilize olmadığı,

- Haliç suyundaki ağır metal konsantrasyonlarının canlıların tolere edebileceği sınırların üstünde olduğu,
- Taban çamurundaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4. HALIÇ ISLAH PROJESİ UYGULAMALARI

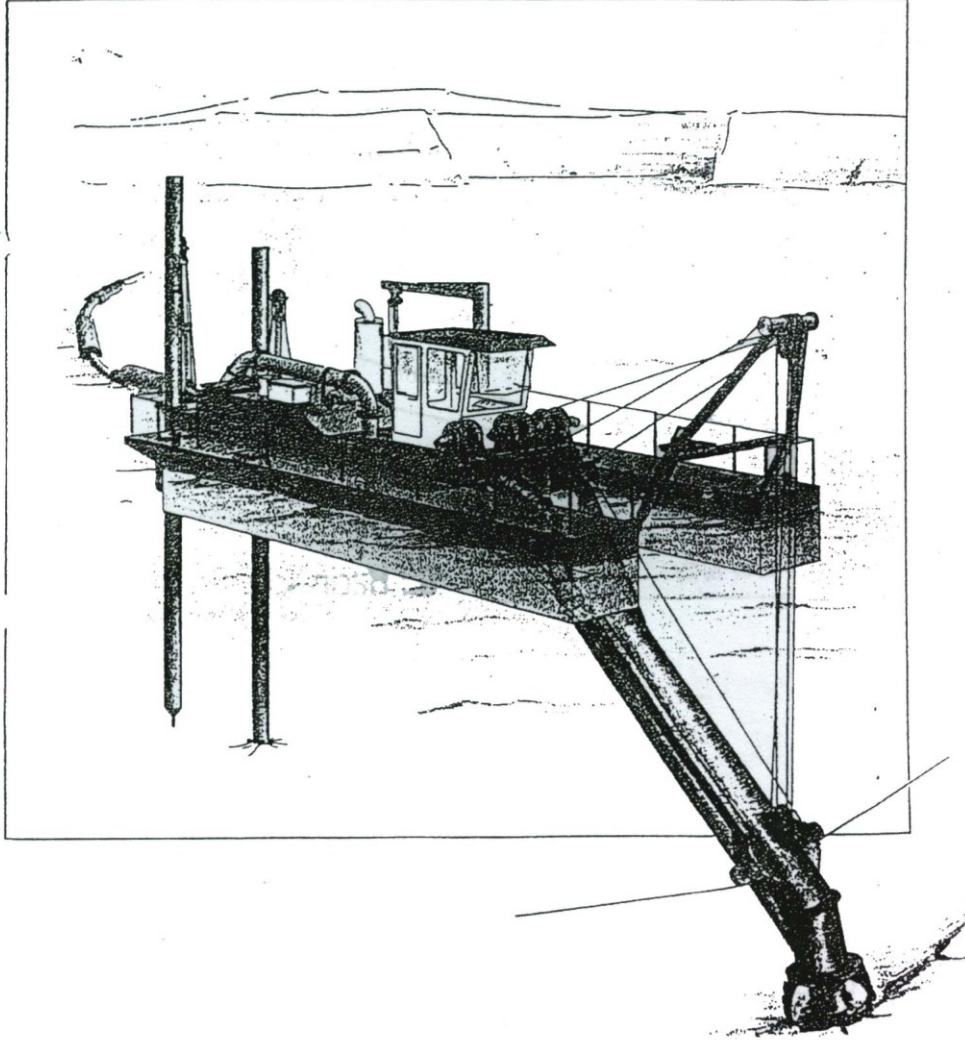
4.1 Tarama Gemiler

Tarama işlemi için çevreye hiçbir zarar vermeyen kesici kafalı emici seçilmiştir. Bu tip gemiler, emici ve kesici kafalarının yardımı ile çamuru yerinden su ile birlikte emerek, pompalar ile boru hatlarına basmaktadırlar. Çamur ile su karışımı direkt boru hatlarına iletiildiğinden, çevrede koku ve görüntü kirliliği oluşturmamaktadır.

Kesici kafalı emici tarama teknesi, 8 m derinlere inebilen merdiven kafasının ucundaki kesici ile çamur veya diğer taranacak dip malzemesini, tereyağ keser gibi kesmekte ve su ile karıştırmaktadır. Tekne üzerindeki 67 hp gücündeki CAT motoru ile oluşturulan vakum sayesinde bu çamur kafadan pompaya doğru çekilmekte ve boru hattına verilmektedir.

Bu tekne, sadece üzerindeki motor ile Haliç çamuru karışımını 1000 m uzağa kadar 500 mm çapındaki HDPE borudan iletebilmektedir. Tekne, sağına ve soluna doğru daireler çizerek çalışmakta ve her çeyrek daireyi, zemin koşullarına bağlı olmak kaydıyla, birkaç sefer yapmaktadır. Daha sonra teknenin arkasındaki kazık arabasının verdiği itme ile bir adım ileriye hareket ederek, yeni çeyrek daire üzerinde çalışmaktadır. Tekne kafasındaki, çamur su karışımı teknenin sağa sola yaptığı salınım ve ileriye doğru hareket ile ayarlanmaktadır.

Teknenin seyir için hiçbir alet edevatı bulunmamaktadır. Çalışılacak saha üzerinde, tekne arkasındaki bir kazık merdiven ucundan kıyılara bağlanan çelik halatlar ile sabitlenmektedir. Çalışma dairesi üzerindeki sağa sola salınımı, halatların birinin çekilmesi ve diğerinin boşalması ile yapılmaktadır. IHC Beaver 600 tarama gemisi şematik olarak Şekil 4.1’de verilmiştir (Baştürk vd, 2001)



Şekil 4.1:Haliç'te Tarama Yapan Geminin Şematik Gösterimi.

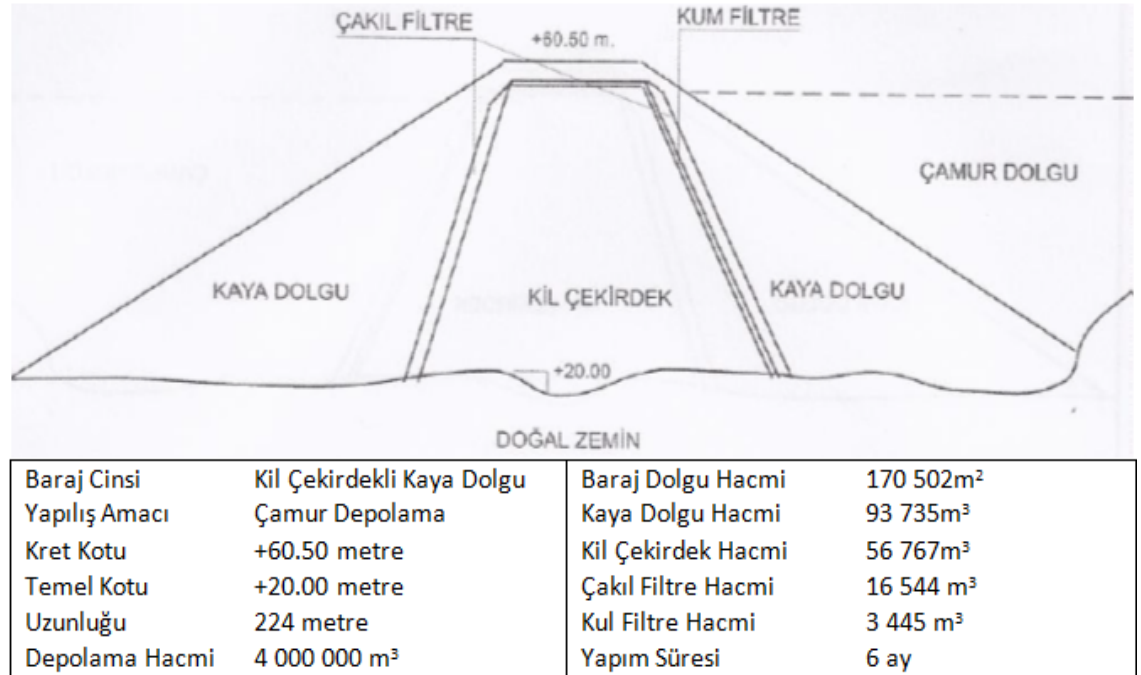
4.2 Boru Hatları

Proje için en az tarama tekneleri kadar önemli başka bir nokta da, boru hatlarının kurulmasıdır. Hatların geçirileceği güzergâh ve terfi istasyonlarının yerleştirilecekleri noktalar seçilirken, boru hatlarında en az güç kaybının sağlanması ile çevreyi görüntü ve gürültü açısından en az rahatsız edecek alternatiflerin incelenmesi gerekmiştir. Boru hatları inşası için, Kanada'dan getirilen HDPE polietilen boruların kullanılması kararlaştırılmıştır. HDPE polietilen borular, sürtünme katsayılarının normal çelik borulardan daha düşük olması, kurulma sökölme kolaylıkları, esneklik ve estetik özellikleri açısından, fiyatlarının normal çelik borulara göre çok daha yüksek olmasına rağmen seçilmişlerdir (Baştürk vd, 2001).

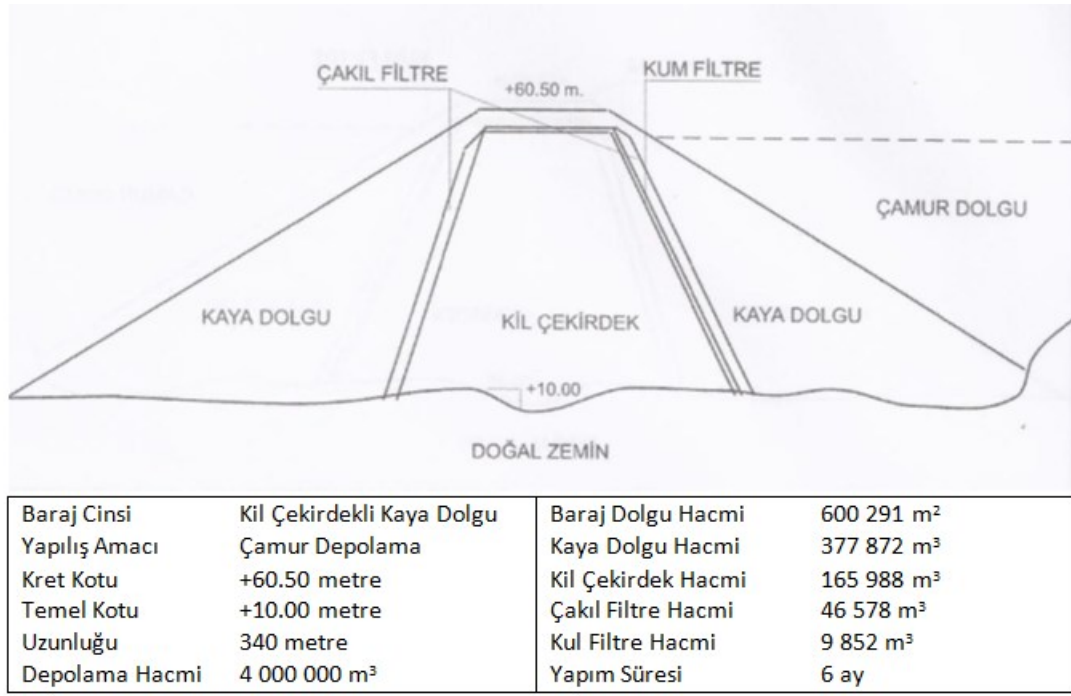
Çamur, Haliç ile Çamur Barajı arasına döşenen 4 paralel HDPE boru hattı ile taşınmıştır. Ayrıca katı madde muhtevasının oldukça yüksek olması sebebi ile oluşan yük kaybını karşılamak için 3 adet ara terfi merkezi inşa edilmiştir (Baştürk vd, 2001).

4.3 Çamur Barajı

Tarandıktan sonra kuru hacmi yaklaşık 5 milyon m³ olan çamuru depolamak için 2 adet kaya dolgu baraj inşa edilmiştir. Barajlarla ilgili teknik bilgiler Şekil 4.2’de verilmiştir (Baştürk vd, 2001). Baraja giden fazla su, baraj altına döşenen drenaj boruları ve yükselen barajla birlikte yükselen dolu savaklardan alınmıştır. Haliç’te 6 tarama gemisi 3 pompa istasyonu 4 paralel döşenmiş her bir hattın uzunluğu yaklaşık 7 km olan sistem prensip olarak şu şekilde çalışmıştır: 8m’ye kadar inebilen başlıklar taşıyan tarayıcılarla taranan dip çamurları deniz suyu ile %50 oranında karıştırılarak taranan bölgenin Baraja uzaklığına bağlı olarak 2 veya 3 ara pompa istasyonu ile baraja basılmıştır (Baştürk vd, 2001). Bu metotla toplam 5 milyon m³ çamur Haliç’ten çıkarılmış ve barajda depolanmıştır. Bu işlem sonucunda Haliç’te asgari derinlik 4 m olmuştur. Haliç’in dip tarama işlemleri 1988 yılında tamamlanmıştır (Baştürk vd, 2001).



Şekil 4.2:Çamur Depolama Barajı-1 (Küçük Baraj)



Şekil 4.3:Çamur Depolama Barajı-2 (Büyük Baraj)

4.4 Güney Haliç Projesi

Zeytinburnu Atıksu Kollektörleri ve Terfi Merkezi: Zeytinburnu, Bakırköy, Güngören, Esenler, Bağcılar ve Bahçelievler İlçeleri'nin kıyıdan denize akan atıksuları, 1465 m (600/2000 mm) kollektörler döşenerek Zeytinburnu Terfi Merkezi'ne bağlanmış ve buradan da arıtılmak üzere Yenikapı Arıtma Tesisi'ne ulaştırılmıştır. Terfi Merkezi; terfi binası, ızgara binası ve her biri 1450 l/sn kapasiteye sahip 3 adet dalgıç tipi atıksu pompasından müteşekkildir. Ayrıca mansap kollektörleri de inşa olunmuştur. Tesisler 1996 yılında hizmete alınmıştır.

Alibeyköy Deresi Sağ ve Sol Sahil Kollektörleri ve Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi: Alibeyköy Deresi'nin sağ ve sol sahilindeki bütün atıksular kollektörlerle toplanarak Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi'ne iletilmekte, burada ızgaralardan geçen atıksular terfi hattı ile Eyüp Tüneli'ne ulaştırılmaktadır. Buradan Yenikapı Arıtma Tesisi'nde ön tasfiyeden geçirilerek Ahırkapı'dan Marmara Denizi'ne deşarj edilmektedir. Bu işin bünyesinde Alibeyköy sağ sahilde 4650 m (1200/2200 mm), Alibeyköy sol sahilde 4225 m (400/1200 mm) ve Silahtarağa Terfi Merkezi ile Güney Haliç Kollektörleri arasında 1291 m (1800 mm) ve toplam olarak 10166 m uzunluğunda kollektör döşenmiştir. Terfi Merkezi; terfi binası, ızgara binası ve her biri 1045 l/sn kapasiteye sahip 4 adet atıksu pompasından müteşekkildir.

Tesisler 1998 yılında hizmete alınmıştır.Kağıthane Deresi Sağ Sahil Kollektörleri: Kağıthane Deresi'ne dolayısıyla Haliç'e sağ sahilden akan evsel ve endüstriyel atıksular, 6347 m (800-1200 mm) uzunluğundaki kollektörler ile toplanıp Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi vasıtası ile Yenikapı Ön Tasfiye Tesisi'ne iletilerek, bu bölgedeki atıksuların Haliç'i kirletmesi önlenmiştir. Tesisler 1998 yılında hizmete alınmıştır.

Eyüp Atıksu Kanalı: Eyüp İlçesi'ndeki gayri fenni veya eksik kalmış atıksu kanalları tamamlanarak Güney Haliç Kollektörleri'ne bağlantısı yapılmıştır. İş bünyesinde toplam 55 km kanal şebekesi (300-600 mm) döşenerek 1988 yılında hizmete alınmıştır.

Küçükköy Tüneli ve Bağlantı Kollektörleri: Küçükköy Deresi'ne boşaltılan atıksular, Haliç'i kirletmemesi için dere yatağına su alma yapısı ile bir tünel inşa edilerek kanalizasyon suları Eyüp Tüneli'ne bağlanmıştır. Toplam 1754 m (600-1800 mm çapında) uzunluğunda kollektör yapılmış ve 1988 yılında hizmete alınmıştır.

Unkapanı-Ayvansaray Atıksu Kollektörleri: Unkapanı Ayvansaray arası Haliç sahil kesiminde 2155 m (1000-1400 mm çaplarında) uzunluğunda kollektör inşaatı tamamlanarak Haliç'e 11 yerden atıksu girişi önlenmiştir. Kollektörler 2000 yılında hizmete alınmıştır.

Haliç Bölgesi Parkları Onarım ve Peyzaj İşleri: Unkapanı-Ayvansaray arasında geçen sahil kollektörünün inşası sırasında bozulan yerlerin onarımı ve peyzaj ve düzenleme işleri yapıp 2000 yılında hizmete alınmıştır.

Eminönü-Unkapanı Atıksu Kollektörleri: Eminönü-Unkapanı arasında karayolu altından yatay delgi metoduyla boru itilerek 1400 mm çapında 1485 m uzunluğunda atıksu kollektör hattı yapılarak 2001 yılında hizmete alınmıştır.

Haliç Havzası Atıksu Toplayıcıları ve Yağmursuyu Kollektörleri: Haliç Havzasına akan atıksuların uzaklaştırılması gayesiyle (300-1800mm çaplarında) 50 km atıksu ve yağmursuyu toplayıcısı yapılarak 2001 yılında hizmete alınmıştır.

Vatan Caddesi Atıksu ve Yağmursuyu Kollektörü: Vatan Caddesi'nde 300-800 mm çaplarında 2486 m atıksu ve 2200-2600 mm çaplarında 2091 m yağmursuyu kanalı ve bir şaft yapılmıştır.

Namık Kemal Caddesi Atıksu Kollektörleri: Namık Kemal caddesinden geçen 3000

mm çapındaki atıksu kollektörleri 1adet muayene bacası, 52.5 m uzunluğunda 1600 mm çapında boru döşenmesi, 1adet şaft ve çift sıra 1200 mm çapında boru döşeme işlemleri yapılarak Yenikapı Atıksu Arıtma Tesisine bağlanmıştır.

Eyüp Tüneli-Ayvansaray Kollektörü, Haliç ve Fatih Tünelleri: Çapları 2200 mm ile 2800 mm arasında değişen atıksu kollektörleri ve tünelleri 1988 yılında hizmete alınmıştır.

Sarayburnu Kollektörü: 1200 mm çapında ve 2800 mm uzunluğundaki kollektör 1988 yılında hizmete alınmıştır.

Yenikapı Atıksu Tasfiye Tesis: Güney Haliç Havzasındaki atıksuları toplayan ve ön arıtmadan sonra da Ahırkapı'daki deniz deşarjı vasıtası ile boğazın dip akıntısına veren bir tesistir. Kaba ızgara, ince ızgara, terfi merkezi, havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitelerinden oluşmuştur. Tesisin kapasitesi 873.000 m³/gündür. Tesisler 1988 yılında faaliyete geçmiştir.

Sarayburnu Deşarj Kara Boru Hattı ve Ahırkapı Deniz Deşarjı: :Yenikapı Atıksu Tasfiye Tesisinde arıtılan atıksular 2 adet 2000 mm çapında ve 2330 m uzunluğunda kara deşarj hattı ile 2 adet 1600 mm çapında ve 1180 m uzunluğundaki Ahırkapı deniz deşarj hattından Boğazın 55 m derinliğinden dip akıntısına verilmektedir. Tesisler 1988 yılında hizmete alınmıştır.

Alibeyköy ve Küçükköy Dereleri Islahı: Alibeyköy Deresi ve Küçükköy Deresi'nin etrafı istimlak edilmek suretiyle boşaltılarak açılmış, etraflarında ağaçlandırma yapılmış ve ihata duvarı ile koruma altına alınmıştır.

Kollektör, Tünel Temizliği ve Dere Islah Çalışmaları: Güney Haliç kollektör sistemi dahilinde bulunan Fil Köprüsü-Çeltik, Çeltik-Eyüp, Eyüp-Ayvansaray, Ayvansaray-Unkapanı arasındaki kollektör ve tünel sistemleri ve 1860 m boyunda 2200 mm çapındaki Eyüp Tüneli temizlenmiştir. Kuzey Haliç Kollektör Sistemi'nde bulunan Kağıthane Sol Sahil Kollektörü'ndeki temizlik çalışması ile birlikte Kağıthane Deresi'ne ve dolayısıyla Haliç'e akan atıksular kollektörlere bağlanarak Kağıthane Deresi ve Haliç'in kirlenmesine mani olunmuştur. Kağıthane Deresi'nde Sadabat Camii ile İsmet Paşa Köprüsü arasındaki kısım temizlenmiş, buradan 43000 m³ rusubat çıkartılarak nihai depoya nakledilmiştir. Daha evvel Cendere Terfi Merkezi'nden Kemerburgaz'a kadar eksik olarak yapılan ve bu sebeple işletmeye alınamayan Kemerburgaz Atıksu Kollektörü'nün eksik kısımları tamamlanmış,

kollektör temizlenerek baca tamiratları yapılmış ve 5600 m uzunluğundaki hat işletmeye alınmıştır. Alibey Deresi'nde Haliç ile Alibey Barajı arasında dere tabanı temizliği yapılarak Haliç'e kum ve rusubat girişi önlenmiştir.

Güney Haliç Projesi'ne ait görünüm aşağıda Şekil 4.4'de verilmektedir.



Güney Haliç Kollektör, Tünel ve Deniz Desarjı Tesisleri

Adı	Çap (mm)	Uzunluk (m)
Kağıthane sağ sahil kollektörü	800-1200	6256
Alibeyköy Sol Sahil Kollektörü	400-1400	4225
Alibeyköy Sağ Sahil Kollektörü	1200-1400	3865
Alibeyköy kollektörü (Fil Köprüsü)	2200	740
Gaziosmanpaşa Kollektörü	1800	2176
Küçükköy Tüneli	2200	137
Güney Haliç Bağlantı Kollektörü	1800-2200	966
Eyüp Atıksu Kanalları	300-500	33383
Eyüp Tüneli	2200	1880
Ayvansaray Kollektörü	2200	1336
Haliç Tüneli	2800	2852
Fatih Tüneli	2800	2645
Zeytinburnu Kollektörü	2600	5470
Sarayburnu Kollektörü	1200	2800
Sarayburnu Desarj Boru Hattı	2000	2x2330
Ahırkapı Deniz Desarjı	1600	2x1184

Şekil 4.4:Güney Haliç Projesi.

4.5 Kuzey Haliç Projesi

Kağıthane Sol Sahil Kollektörleri: Kağıthane Deresi'nin sol tarafına geçmişte yapılmış ancak atıl olarak duran mevcut yaklaşık 3100 m uzunluğundaki 1600/2000 mm çapındaki atıksu mecraları tamir ve temizlenerek Kuzey Haliç Kollektörleri'ne

bağlanmıştır. Ayrıca değişik çaplarda toplam 3288 m (1000/1800 mm) kollektör de döşenmiştir. Tesisler 1999 yılında hizmete alınmıştır (Eroğlu v.d, 2001).

Kağıthane Atıksu Bağlantı Kollektörleri ve Atıksu Şebekesi: 300-600 mm çapında 11000 m ve 700-1200 mm çapında 7000 m atıksu kollektörü döşenerek 2000 yılında hizmete alınmıştır (Eroğlu v.d, 2001).

Kuzey Haliç Kollektörleri ve Tünelleri: Atıksular Kağıthane'den başlayarak açık kazı kollektör, Sütlüce'den itibaren tüneller ile Beşiktaş'a kadar iletilmektedir. Kollektör ve tünellerin uzunluğu 8834 m, çapları 2600-3200 mm arasındadır. Tesisler 1997 yılında hizmete alınmıştır (Eroğlu v.d, 2001).

Kabataş Baltalimanı Tünelleri: Kuzey Haliç Kollektör ve Tünellerinde Gelen atıksular bu bölgede toplananlarla Beşiktaş'tan başlayarak Baltalimanı'na kadar dev tüneller ile iletilmektedir. İşin muhtevasında 3200-3600 mm çaplarında 8800 m tünel, 250 m braşman tüneli, 6 adet giriş yapısı ve deşarj yapıları tamamlanarak 1997 yılında faaliyete geçirilmiştir (Eroğlu v.d, 2001).

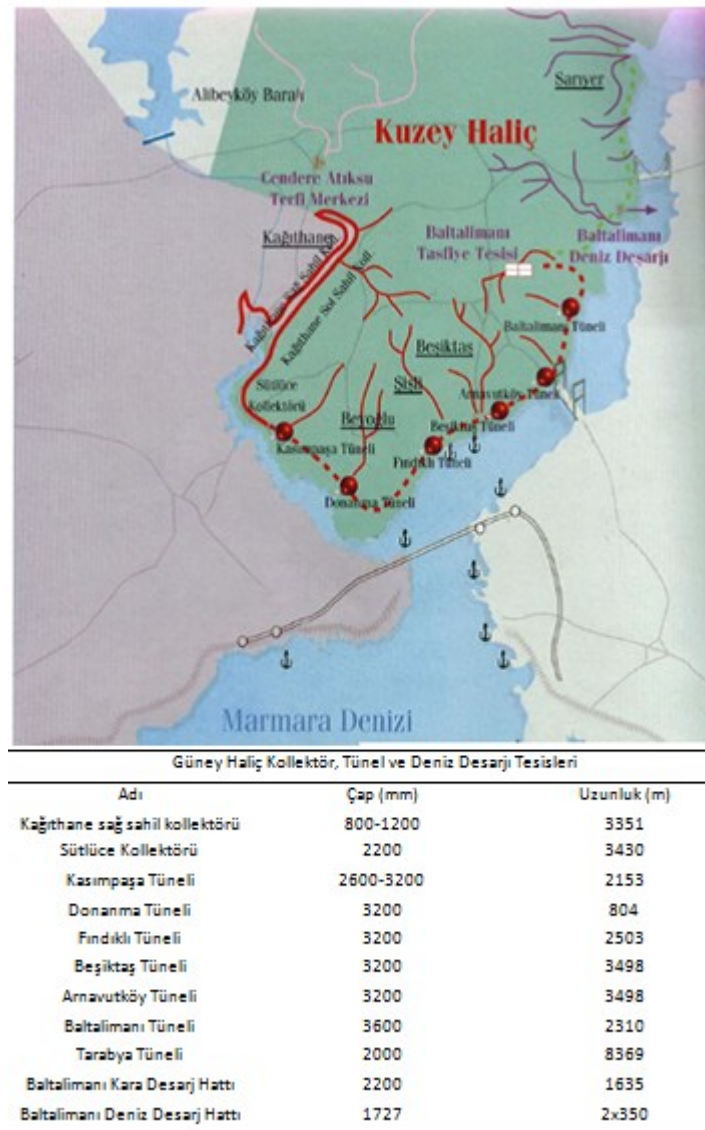
Baltalimanı Atıksu Tasfiye Tesisi, Kara Deşarj Hattı ve Deniz Deşarjı: Kuzey Tesis; Haliç bölgesindeki Kağıthane, Şişli, Beyoğlu, Beşiktaş ve Sarıyer ilçelerinden kaynaklanan bütün atıksuları toplayıp arıtarak Boğazın dip akıntısına vermektedir. Tasfiye tesisi kaba ızgara, ince ızgara, havalandırmalı yağ ve kum tutucu ünitelerinden oluşmaktadır. Kara deşarj hattı 2200 mm çapında ve 1100 m uzunluğundadır. Deniz deşarjı ise ön arıtmadan geçirilmiş atıksuyu 2 adet 1727 mm çapında ve 350 m uzunluğundaki hatla boğazın 70 m dip akıntısına vermektedir. 625000 m³/gün kapasiteli ilk kademe tesisler 1997 yılında faaliyete geçirilmiştir (Eroğlu v.d, 2001).

Kuzey Haliç Tali Kollektörleri: Kuzey Haliç Havzası'nda 11007 m uzunluğunda 300-2000 mm çaplarında kollektör döşenmiş ve 1800 mm çapında 431 m tünel yapılarak 1999 yılında işletmeye alınmıştır (Eroğlu v.d, 2001)..

Cendere Atıksu Terfi Merkezi: Kemerburgaz, Cendere ve Ayazağa bölgelerinden toplanan atıksular Cendere Atıksu Terfi Merkezi'nde toplanıp, Kağıthane Sol Sahil Kollektörü'ne ve buradan da Baltalimanı Arıtma Tesisi'ne iletilmesi sağlanmıştır. Tesisi 1999 yılında işletmeye alınmıştır (Eroğlu v.d, 2001).

Kemerburgaz-Göktürk Odayeri Atıksu Kollektörü: Kemerburgaz-Göktürk Odayeri'nde bulunan çöplüğün suyu 9500m uzunluğunda 300-1000 mm çaplarında

kollektör sistemine alınıp, atıksuların dereye karışıp Haliç'e ulaşması önlenmiştir. Tesis 2002 yılında işletmeye alınmıştır. Kuzey Haliç Projesi'ne ait görünüm aşağıda Şekil 4.6'da verilmektedir.



Şekil 4.5:Kuzey Haliç Projesi

4.6 Haliç Islah Projesi Yatırımlar Toplamı

Haliç Islah Projesi kapsamında yapılan tüm yatırımlar özet olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir. Tarama çalışmaları 36 milyon dolar, Kuzey ve Güney Haliç Projeleri 361,2 milyon dolar, kültürel yatırımlar 112,5 milyon dolar olmak üzere Haliç’te toplam 513,45 milyon dolar yatırım yapılmıştır.

Çizelge 4.1 : Haliçte Yapılan Yatırımlar

Projenin Adı	Başlama Tarihi	Bitirme Tarihi	Maliyet (Milyon US\$)
HALİÇ DİP ÇAMURUNUN TARANMASI			
Tarama, Baraj Yapımı, Çamur terfisi	1997	1998	28
Kıyı Doldu ve Adacıkların Düzenlenmesi	1998	1998	5
Alibeyköy Çamur Barajı Islahı	1998	2000	3
GÜNEY HALİÇ PROJESİ			
Zeytinburnu Atıksu Kollektörleri ve Terfi Merkezi	1992	1996	8,9
Alibeyköy Deresi Sağ ve Sol Sahil Kollektörleri ve Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi	1995	1998	14,8
Kağıthane Deresi Sağ Sahil Kollektörleri:	1996	1998	10,4
Eyüp Atıksu Kanalı	1996	1998	8,2
Küçükköy Tüneli ve Bağlantı Kollektörleri	1995	1998	1,9
Unkapanı-Ayvansaray Atıksu Kollektörleri	1998	2000	1,9
Haliç Bölgesi Parkları Onarım ve Peyzaj İşi	2000	2000	1,5
Eminönü –Unkapanı Atıksu Kollektörleri	1998	2001	3,7
Haliç Havzası Atıksu Toplayıcıları ve Yağmursuyu Kollektörleri	2000	2001	5,9
Vatan Caddesi Atıksu ve Yağmursuyu Kollektörü	1987	1995	5,6
Namık Kemal Caddesi Atıksu Kollektörleri	1994	1998	1,8
Eyüp Tüneli-Ayvansaray Kollektörü, Haliç ve Fatih Tünelleri	1993	1998	11,9
Sarayburnu Kollektörü	1993	1998	3
Yenikapı atıksu tasfiye Tesisi	1985	1988	32,6
Sarayburnu Deşarj Kara Boru Hattı ve Ahırkapı Deniz Deşarjı	1993	1998	20,7
Alibeyköy ve Küçükköy Dereleri Islahı	1999	2000	22,2
Kollektör, Tünel Temizliği ve Dere Islah Çalışmaları	1998	2001	5,2
KUZAY HALİÇ ÇEVRE KORUMA PROJESİ			
Kağıthane Sol Sahil Kollektörleri	1998	1999	10,4
Kağıthane Atıksu Bağlantı Kollektörleri ve Atıksu Şebekesi	1998	2000	3
Kuzey haliç Kollektörleri ve Tünelleri:	1993	1997	44,4
Kabataş Baltalımanı Tünelleri	1987	1997	47,4
Baltalımanı Atıksu Tasfiye Tesisi, Kara Deşarj Hattı ve Deniz Deşarjı	1993	1997	71,3
Kuzey Haliç Tali Kollektörleri	1996	1999	17,8
Cendere Atıksu terfi Merkezi	1999	1999	3
Kemerburgaz-Göktürk Odayeri Atıksu Kollektörü	2001	2002	3,7
HALİÇ’TE KÜLTÜREL YATIRIMLAR			
Sütlüce Mezbahası’nın Kültür merkezine Dönüştürülmesi			60
Feshane Binası Bakım Onarım ve Düzenlenmesi			5
Piyerloti Bölgesi Çevre Düzenlemesi			1,25
Miniatürk			50

5. ISLAH SONRASI SU KALİTESİ

Haliç'in 1997 yılında yapılan kapsamlı ıslah çalışması sonrasında su kalitesindeki iyileşmeyi belirleyebilmek için İSKİ tarafından İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne 2003 yılında Su Kalitesi İzleme Çalışması yaptırılmıştır (İSKİ, 2003).

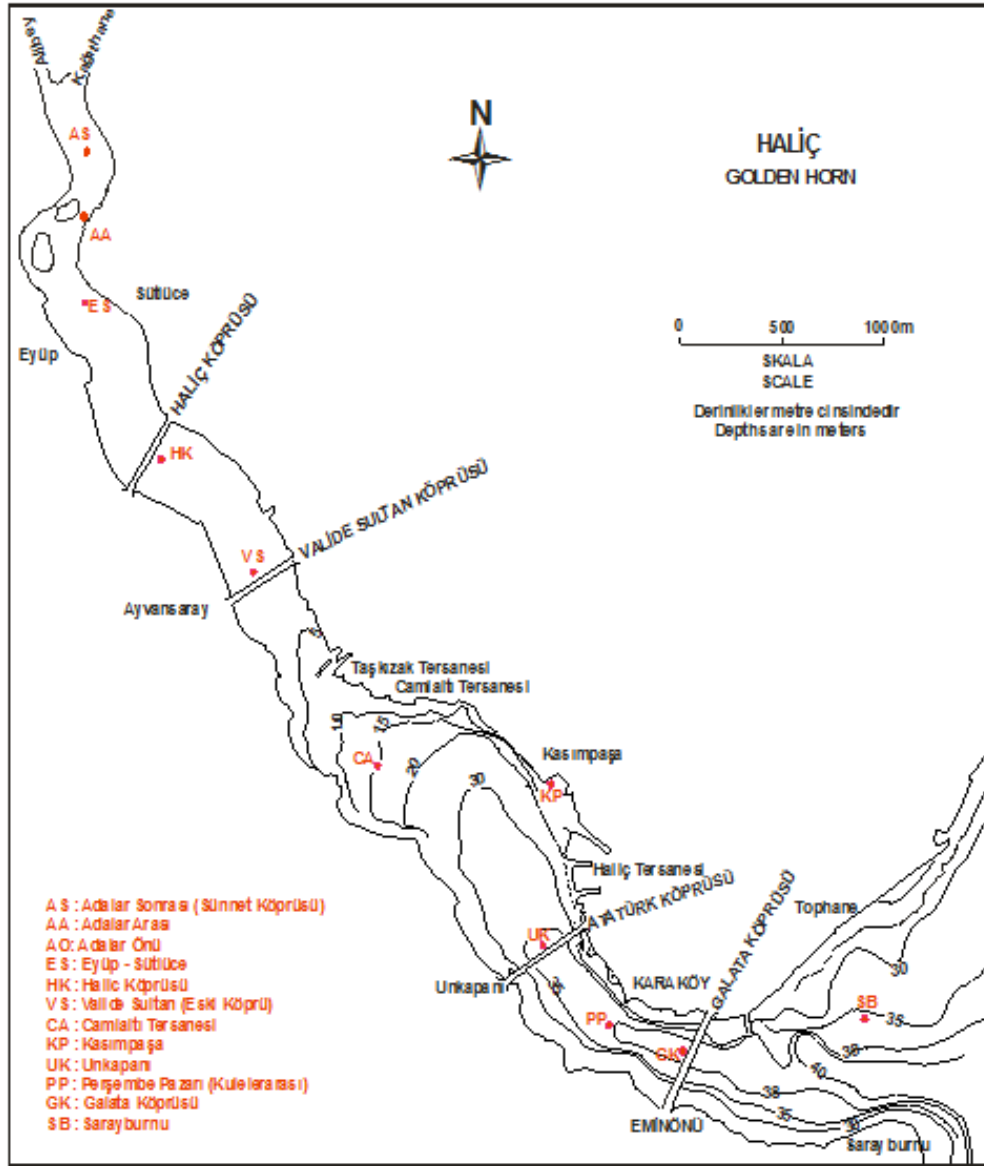
Söz konusu çalışma kapsamında yapılan analizlerin özeti Çizelge 5.1'de verilmektedir. Çizelge 5.1'de görüldüğü gibi 9 istasyonda farklı derinliklerden alınan numuneler üzerinde çeşitli ölçümler yapılmıştır.

0.5 m'de Ç.O., BOI₅, AKM, Seki Diski ve Fekal Koliform analizleri, diğer derinliklerde ise Ç.O., AKM ve Fekal Koliform analizleri olmak üzere toplam 123 adet ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 5.1 : Haliç Su Kalitesi İzleme Çalışması.

İstasyon Adı	Galata	Köprüsü	Unkapanı	Kasımpaşa	Camialtı	Eski Köprü	Haliç	Köprüsü	Eyüp-	Sütlüce	Adalararası	Adalar	sonrası
0.5 m	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.5 m	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5 m	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10 m	x	x			x								
20 m	x	x											
25 m	x												
30 m			x										
35 m	x												

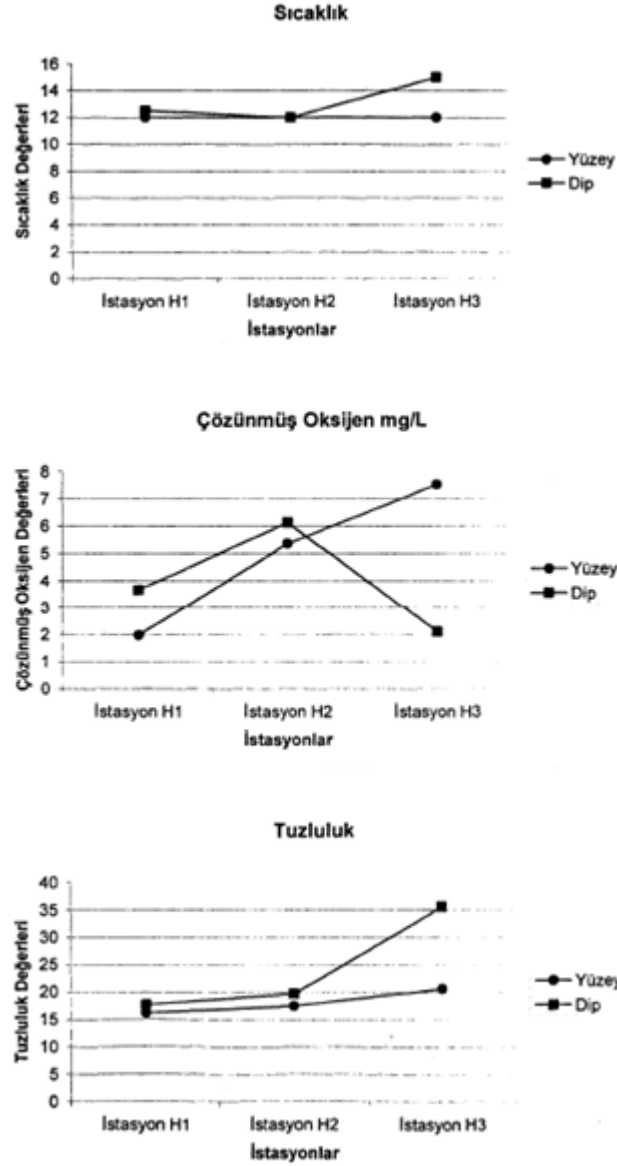
Bu çalışmada, Su Kalitesi İzleme Çalışmasına ait Şekil 5.1'de verilen istasyonlardan alınan numunelerin Ocak 1998 ile Mart 2003 yıllarına ait ölçüm sonuçları derlenerek bir veritabanı oluşturulmuş, EK A, EK B ve EK C'de sunulmuştur.



Şekil 5.1:Haliç’te Ölçüm Yapılan İstasyonlar.

Ayrıca, 2005 yılında İBB Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalına “Boğaz Suyunun Kağıthane Deresi Aracılığı İle Haliç’e Aktarılması Çalışması Nedeni İle İstanbul Boğazı’nda Çayırbaşı Mevkiinde ve Haliç’te Su Kalitesi Analizi İle Denizel Bentik Fauna ve Planktonik Canlıların Durumunun İncelenmesi” isimli bir çalışma yaptırılmıştır.

Söz konusu çalışmada Haliç’te Galata Köprüsü (H3), Valide Sultan Köprüsü (H2) ve Silahtar (Kağıthane-Alibey Dereleri’nin girişi) (H1) noktalarından alınan numunelerde aşağıdaki Şekil 5.2’de verilen ölçümler yapılmıştır (Balkıs ve diğ., 2005).



Şekil 5.2:Haliç'te Sıcaklık, Ç.O. ve Tuzluluk Ölçümleri

Yine yukarıdaki çalışma kapsamında Haliç'te H3 istasyonunda fitoplankton grubundan 64 tür, zooplankton grubundan 11 tür, bentik omurgasızlardan 20 tür belirlenmiştir.

Planktonik canlıların tür çeşitliliği açısından istasyonlar karşılaştırıldığında H1 istasyonunda 20 tür, H2 istasyonunda 54 tür, H3 istasyonunda ise 55 tür belirlenmiştir. Bentik canlıların tür çeşitliliği açısından istasyonlar karşılaştırıldığında H1 istasyonunda 2 tür, H2 istasyonunda 20 tür, H3 istasyonunda ise 5 tür belirlenmiştir. H3 istasyonunda planktonik canlılardan litrede toplam 42810 birey ve 900 koloni, H1 istasyonunda litrede toplam 19230 birey, H2 istasyonunda litrede toplam 23820 birey belirlenmiştir. Bentik omurgasızlar H1 istasyonunda 2

türe ait 23 birey, H2 istasyonunda 20 türe ait 956 birey, H3 istasyonunda 5 türe ait 607 bireyin bulunduğu görülmüştür (Balkıs ve diğ., 2005).

Yukarıda ifade edilen planktonik canlılar ve bentik omurgasızlardaki miktarlar 1997 yılı ıslahı öncesinde bulunamamıştır. Bu durum Haliç Islah Projesi ile su kalitesinde belirgin bir artış olduğunu göstermektedir.

Yukarıdaki çalışmalar ilaveten, İSKİ tarafından İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne 2009 yılında aşağıdaki Çizelge 5.2'de verilen mikrobiyolojik analizler yaptırılmıştır.

Çizelge 5.2 : Haliç'te Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.

İstasyon	Fekal Koliform CFU/100 mL 30/04/2009	Fekal Koliform CFU/100 mL 22/05/2009	Fekal Koliform CFU/100 mL 30/06/2009	Fekal Koliform CFU/100 mL 10/07/2009	Fekal Streptokok CFU/100 mL 30/04/2009	Fekal Streptokok CFU/100 mL 22/05/2009	Fekal Streptokok CFU/100 mL 30/06/2009	Fekal Streptokok CFU/100 mL 10/07/2009
Galata Köprüsü	400	90	21	120	270	250	28	80
Unkapanı	30	22	<1	450	72	7	10	140
Kasımpaşa	20	45	7	70	120	38	30	150
Camialtı tersanesi	24	8	14	60	300	8	12	40
Valide Sultan	200	6	20	300	30	14	3	60
Haliç Köprüsü	110	<1	15	200	30	10	100	500
Eyüp-Sütlüce	20	<1	60	500	80	100	<1	500
Adalar Arası	70	160	100	20000	200	30	<1	2000
Adalar Sonrası	400	80	<1	17500	1200	150	<1	2000

Bu bölümdeki grafikler Bölüm 6'da ıslah öncesi su kalitesi grafikleriyle karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir

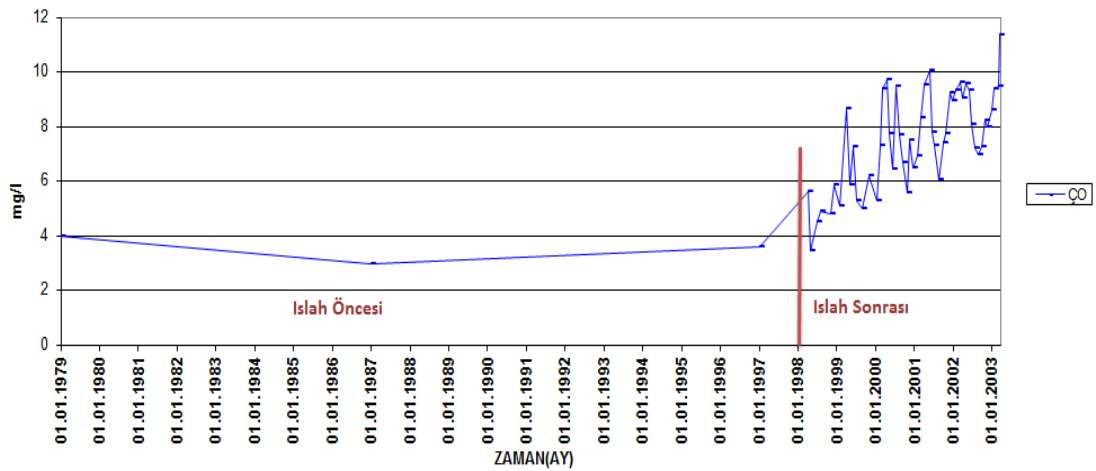
6. ISLAH ÖNCESİ SU KALİTESİNİN ISLAH SONRASI SU KALİTESİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Daha önce yukarıda verilmiş olan, ıslah öncesi su kalitesi analiz sonuçları ile ıslah sonrası Su Kalitesi İzleme Çalışması analiz sonuçları bu bölümde istasyon bazında verilerek karşılaştırma yapılmıştır.

6.1 Galata Köprüsü İstasyonu

Islah öncesi 1997 yılında yapılan analiz çalışmasında Galata Köprüsü'nde Ç.O. konsantrasyonu yüzeyde 3,6 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5). Yine Galata Köprüsü'nde 1987 yılında Ç.O. değeri 3 mg/l civarında, 1979 yılında ise 4 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 2.2).

Islah sonrası Galata Köprüsü İstasyonu 0,5 m derinlikte Ç.O. konsantrasyonu 1998-2000 yılları arasında genellikle 2-6 mg/l aralığında, 2000-2002 yıllarında 6-10 mg/l aralığında değişmiştir. 2003 yılında Ç.O. konsantrasyonu daha da artarak 10-12 mg/l aralığına çıkmıştır. Bu istasyonda ıslah sonrası ölçülen ÇO değerleri Ek A'da bulunan Şekil A.1'de verilmiştir. Aynı istasyonda ıslah öncesi ve ıslah sonrası değerlerin karşılaştırması Şekil 6.1'de gösterilmiştir.

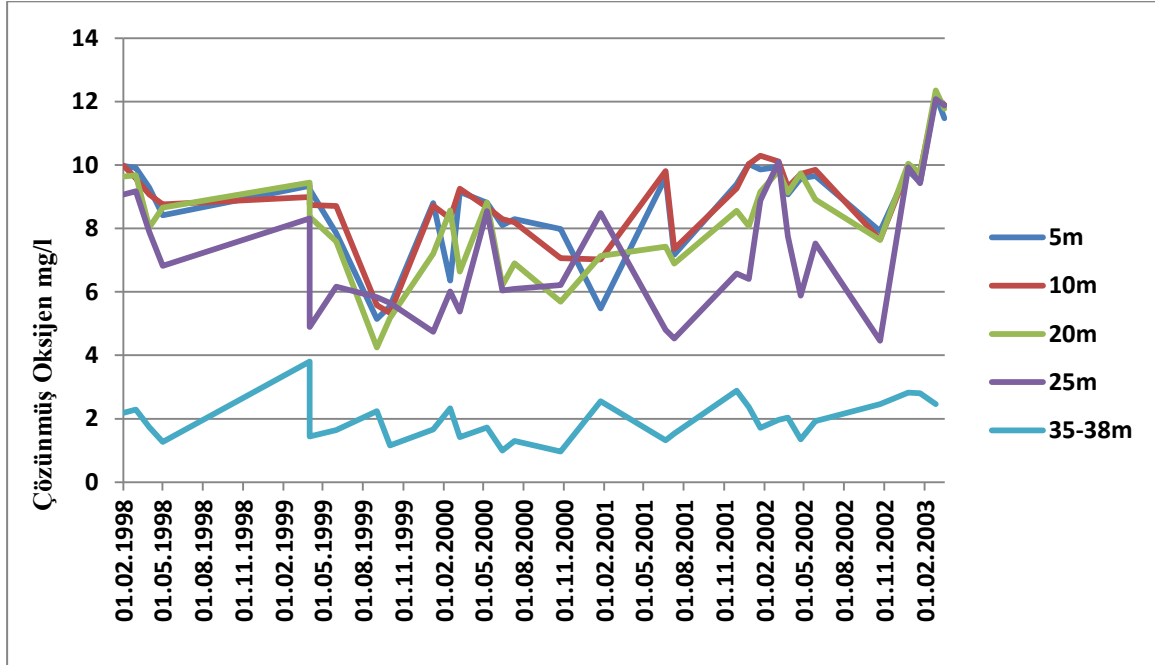


Şekil 6.1 : Galata Köprüsünde ÇO Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Galata Köprüsü İstasyonunda Ç.O. konsantrasyonun derinlikle değişimi incelendiğinde ise 20 m'ye kadar fazla bir değişim olmadığı görülmüş, 25 m'de Ç.O konsantrasyonu 2-8 mg/l aralığında, 35 m'de ise 0.5-2.5 mg/l aralığında ölçülmüştür.

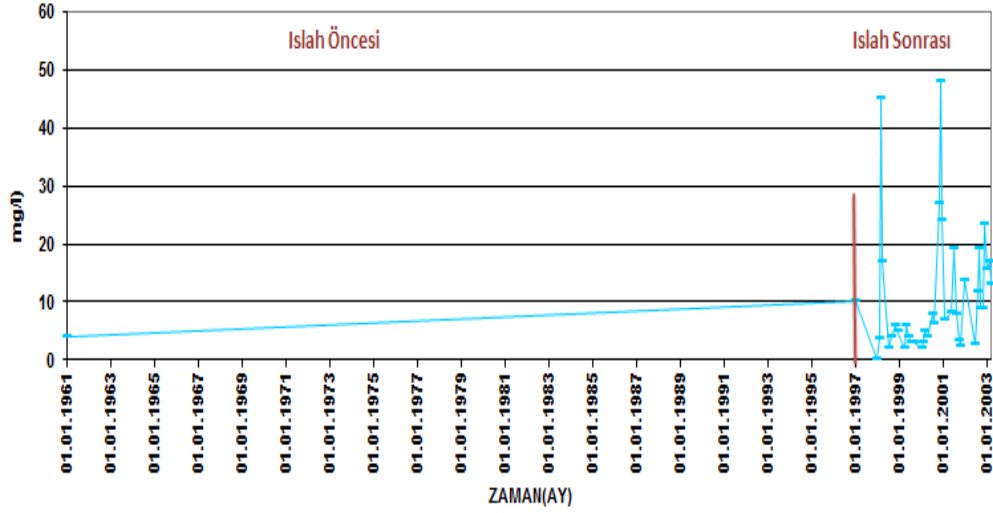
(Şekil A.1-A.6-A.12-A.15-A.18-A.21). 25-35 m'de Ç.O değerinin düşük olmasının bakteriyel ayrışma ile oksijen kullanımının olması ve Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne geçişi süresince oksijen içeriğinin büyük kısmını kaybeden Akdeniz suyunun varlığındandır (Balkıs ve diğ., 2005).

2005 yılında Balkıs ve diğ. tarafından yapılan çalışmada da (Şekil 5.2)Ç.O. konsantrasyonu yüzeyde 7-8 mg/l aralığında, dipte 2 mg/l olarak ölçülmüştür. Galata Köprüsü istasyonunda derinliğe bağlı ÇO değerleri Şekil 6.2'de görülmektedir.



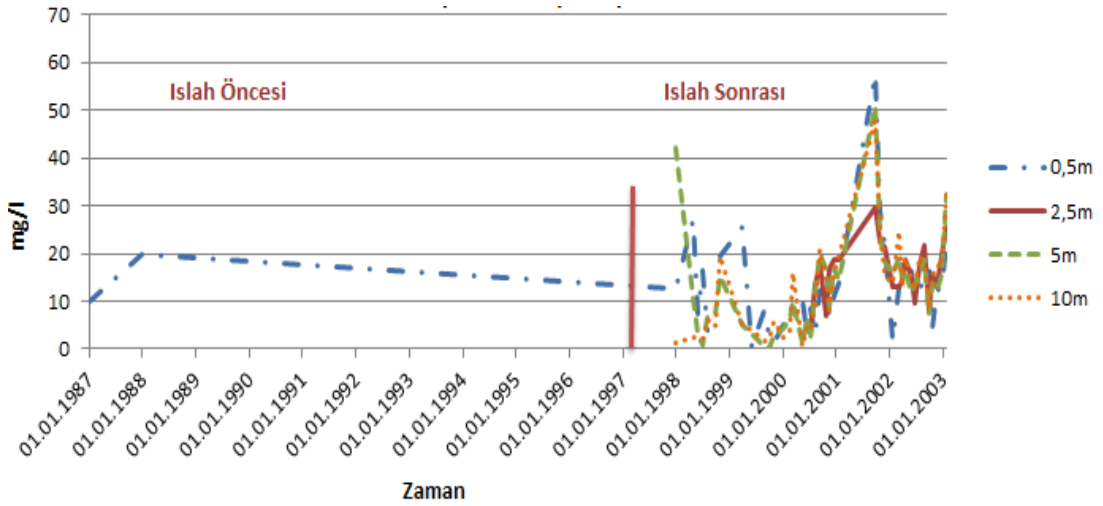
Şekil 6.2 : Galata Köprüsü İstasyonunda Derinliğe Bağlı ÇO

Galata Köprüsü'nde yüzeyde 1961-1962 yıllarında BOI_5 değeri 4-5 mg/l civarında ölçülmüştür (Şekil 2.4).İslah öncesi 1997 yılında yapılan analiz çalışmasında ise Galata Köprüsü'nde BOI_5 konsantrasyonu yüzeyde 10 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.7). BOI_5 değerinin oldukça düşük çıkması nispeten seyrelmeden nispeten ise BOI_5 deneyinde tuz girişiminin elimine edilememesinden kaynaklanmaktadır. İslah sonrasında ise bu değer 1998-2001 yılları arasında yapılan analizde 4-5 mg/l civarında, 2001-2003 yıllarında ise ortalama 2-20 mg/l civarında ölçülmüştür (Şekil A.2). Galata Köprüsü İstasyonunda BOI_5 değerinin ıslah öncesi ve ıslah sonrası karşılaştırılması Şekil 6.3'de görülmektedir.



Şekil 6.3 : Galata Köprüsü BOİ₃ Değerlerinin Değişimi

Daha önce 1987-1988 yıllarında Galata Köprüsü İstasyonu'nda yüzeyde TAM 10-20 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil 2.5). Islah sonrasında 0.5 m'de yapılan ölçümlerde ise AKM yine 20 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.3). Diğer derinliklerde yapılan ölçümlerde ise çok farklı bir değişiklik göstermediği görülmektedir. Galata Köprüsü İstasyonunda ıslah öncesi ve ıslah sonrası AKM değerleri Şekil 6.4'de görülmektedir.

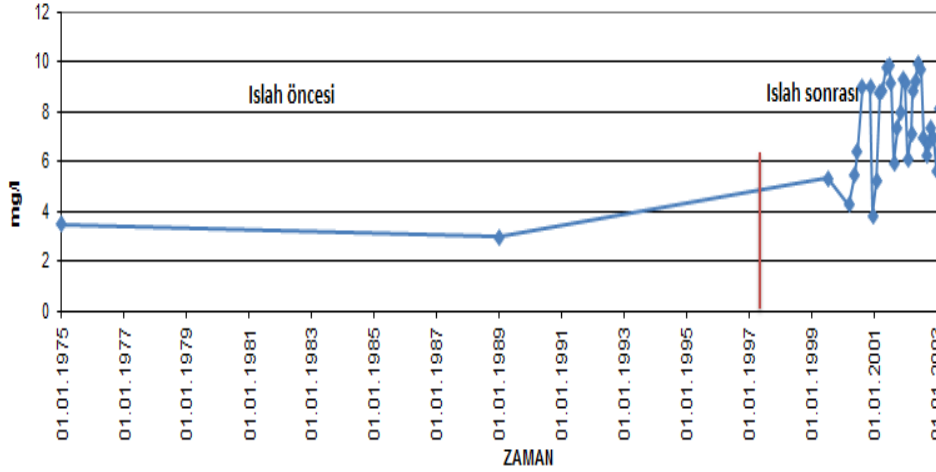


Şekil 6.4 : Galata Köprüsü AKM Değerlerinin Değişimi

Galata Köprüsü İstasyonu'nda ıslah sonrası 2002-2003 yılları arasında yapılan Seki Diski ölçümleri 5-8.5 m arasında değişmektedir (Şekil A.4). Islah öncesi Fekal Koliform değerleri standartların üzerindeyken (Çizelge 2.7). Islah sonrası 2003 ve 2009 yıllarında yapılan ölçümlerde ise bu değer standartların altında çıkmıştır (Şekil A.5) (Çizelge 5.2).

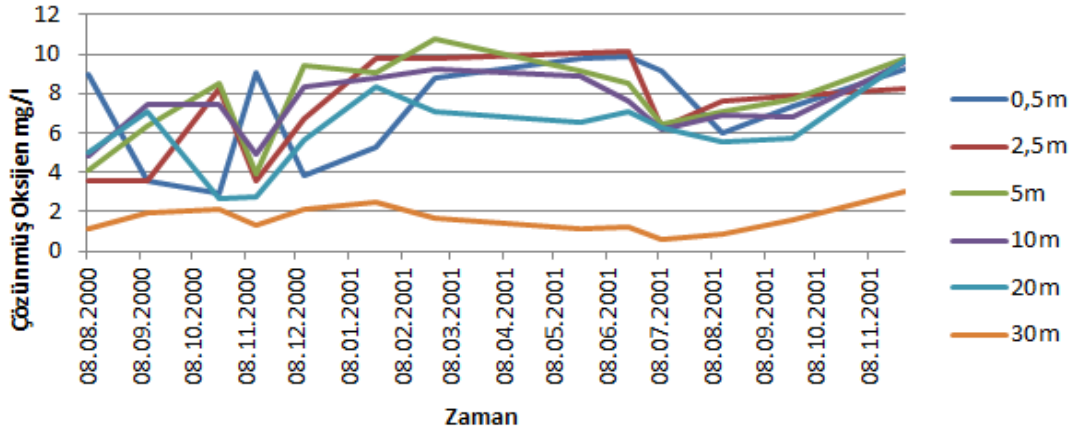
6.2 Unkapanı İstasyonu

Unkapanı İstasyonu'nda Ç.O. konsantrasyonu 1975 yılında 3-4 mg/l, 1988-1989 yıllarında 1-3 mg/l (Şekil 2.2), 1997 yılında 3,6 mg/l (Şekil 3.5) iken, ıslah sonrası 2000-2003 yılları arasında 6-10 mg/l aralığında seyretmiştir (Şekil A.24). Unkapanı İstasyonunda ÇO yıllara göre değişimi Şekil 6.5'de görülmektedir.



Şekil 6.5 : Unkapanı İstasyonunda Yıllara Göre ÇO Değişimi

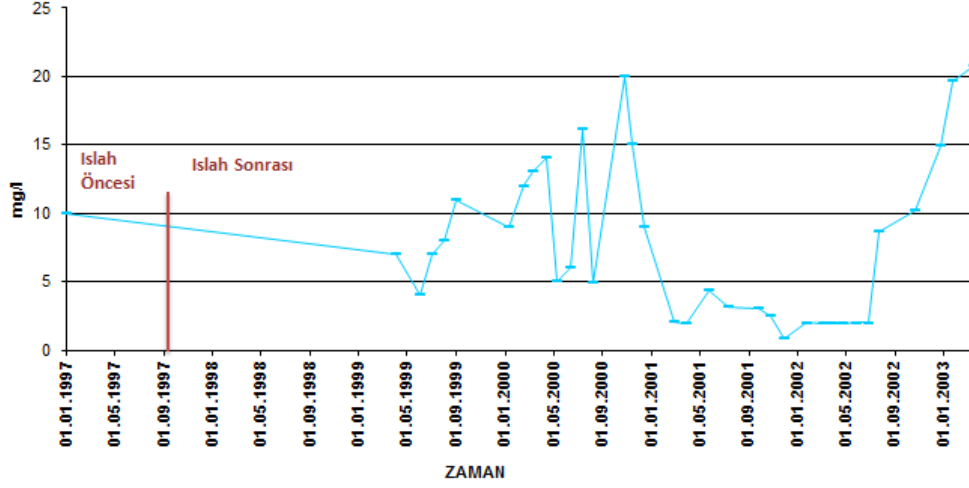
Unkapanı İstasyonunda Ç.O. konsantrasyonunun derinlikle değişimi Ek A.2'de bulunan veriler incelendiğinde 20 m'ye kadar fazla bir değişimin olmadığı, 30 m'de ise bu değer 2 mg/l'ye düştüğü görülmüştür. Şekil 6.6' da 2000-2001 yılları arasında Unkapanı istasyonunda derinliğe bağlı çözünmüş oksijenin değişimi görülmektedir.



Şekil 6.6 : Unkapanı İstasyonunda ÇO Konsantrasyonunun Derinlikle Değişimi

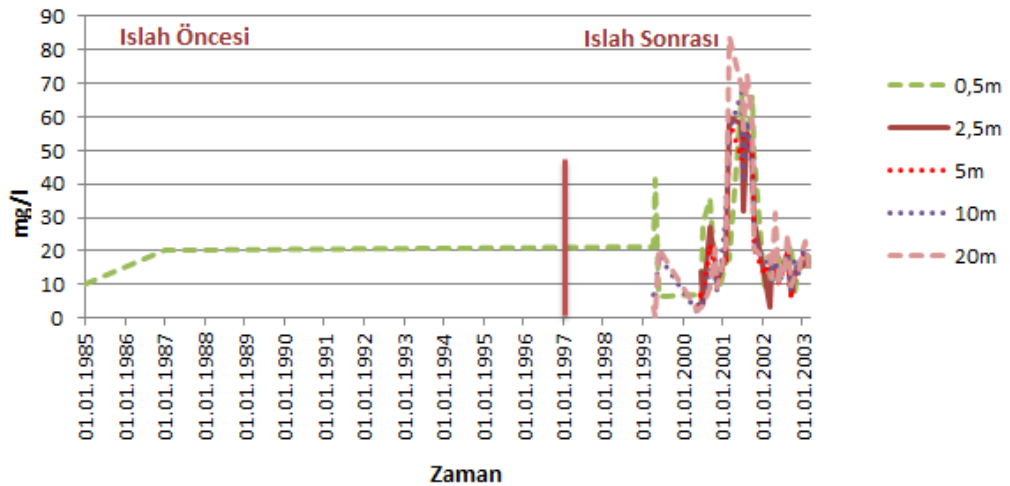
Islah öncesi 1997 yılında yapılan analiz çalışmasında ise Unkapanı İstasyonu'nda BOI_5 konsantrasyonu 10 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.7). Islah sonrasında ise bu

değer 2001-2003 yılları arasında yapılan analizde 6-8 mg/l civarında ölçülmüştür (Şekil A.25). Unkapanı İstasyonunda BOI₅ değerinin ıslah öncesi ve ıslah sonrası değişimi Şekil 6.7’de görülmektedir.



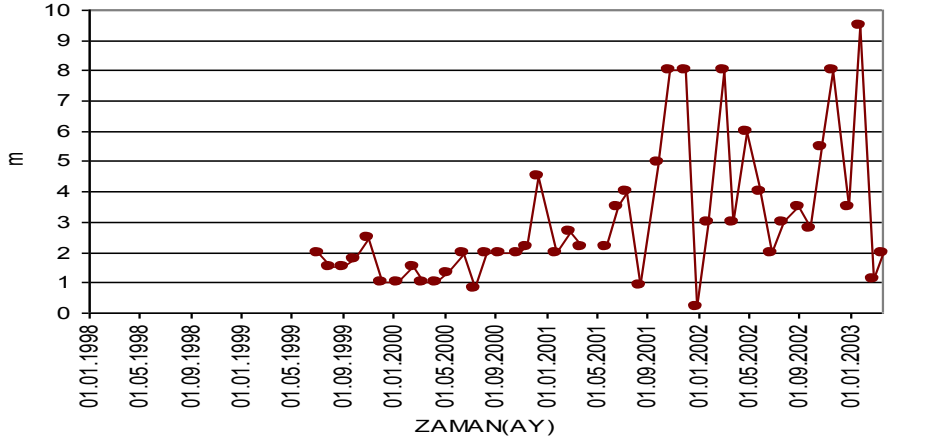
Şekil 6.7 : Unkapanı İstasyonunda BOI₅ Değerinin Yıllara Göre Değişimi

Daha önce 1985-1987 yıllarında Unkapanı İstasyonu’nda yüzeyde TAM 10-20 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil 2.5). Islah sonrasında 0.5 m’de yapılan ölçümlerde ise AKM yine 10-20 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.26). Ek A’da bulunan verilere göre diğer derinliklerde (0.5 m, 2.5 m, 5 m, 10 m ve 20 m) yapılan ölçümlerde ise çok farklı bir değişikliğin olmadığı, ancak 30 m’de AKM konsantrasyonun 20-40 mg/l arasında olduğu görülmektedir.



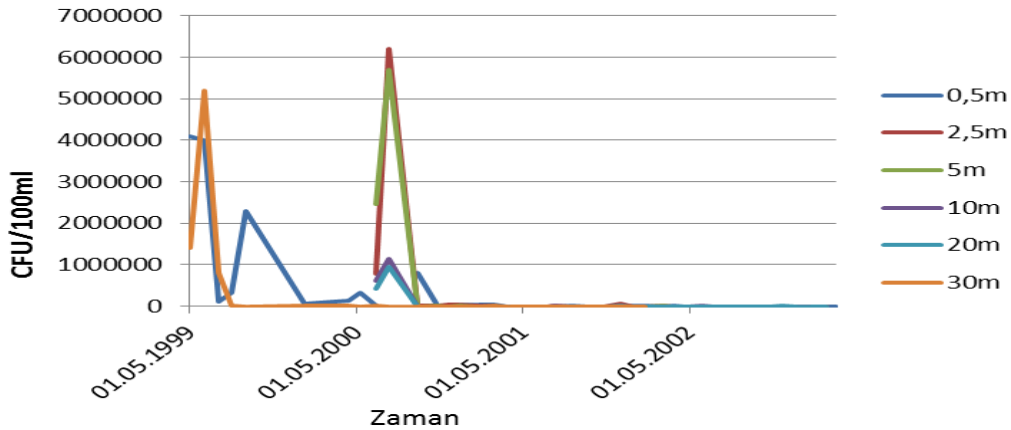
Şekil 6.8 : Unkapanı İstasyonunda ÇO Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Unkapanı İstasyonu'nda ıslah sonrası 2000-2003 yılları arasında yapılan Seki Diski ölçümleri çoğunlukla 3-5 m arasında değişmekle birlikte zaman zaman 8 m olarak da ölçülmüştür (Şekil A.27). Unkapanı İstasyonunda Seki Diskinin yıllara göre değişimi Şekil 6.9'da görülmektedir.



Şekil 6.9 : Unkapanı İstasyonunda Seki Diskinin Yıllara Göre Değişimi

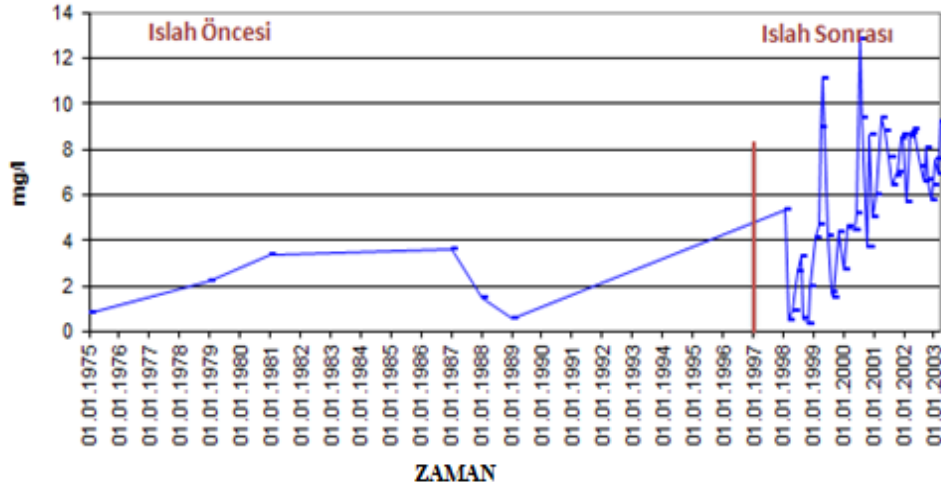
Unkapanı İstasyonu'nda yüzeyde Fekal Koliform değerleri ıslah sonrası 2003 ve 2009 yıllarında yapılan ölçümlerde standartların altında çıkmıştır (Şekil A.28) (Çizelge 5.2). Ek A'da bulunan veriler incelendiğinde Unkapanı İstasyonu'nda ıslah sonrası 2003 yıllarında 2.5 m ve 5 m'de Fekal Koliform değerinde bir değişiklik yokken 10 m'de bazı ölçümlerde limitleri zorladığı, 20 m ve 30 m'de ise yine limitlerde kaldığı görülmektedir. Fekal koliform değerlerinin yıllara ve derinliğe bağlı değişimi Şekil 6.10'da görülmektedir.



Şekil 6.10 : Fekal Koliform Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi

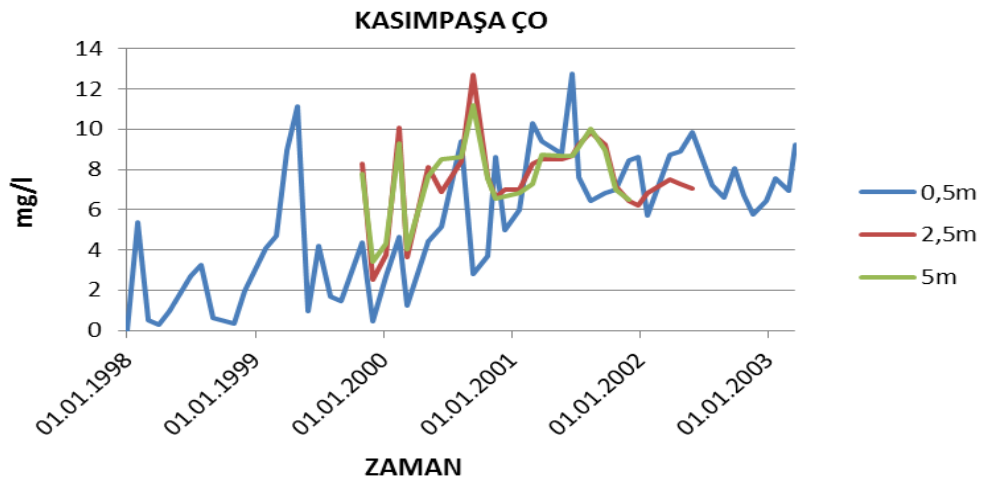
6.3 Kasımpaşa İstasyonu

Kasımpaşa İstasyonu'nda 1980'li yıllarda Ç.O. konsantrasyonu yüzeyde 2-3 mg/l (Şekil 2.2), 1997 yılında 0.5 mg/l (Şekil) iken, ıslah sonrası 2001-2003 yılları arasında 6-8 mg/l aralığında seyretmiştir (Şekil A.44). Kasımpaşa istasyonunda çözünmüş oksijen konsantrasyonunun yıllara göre değişimi Şekil 6.11'de görülmektedir.



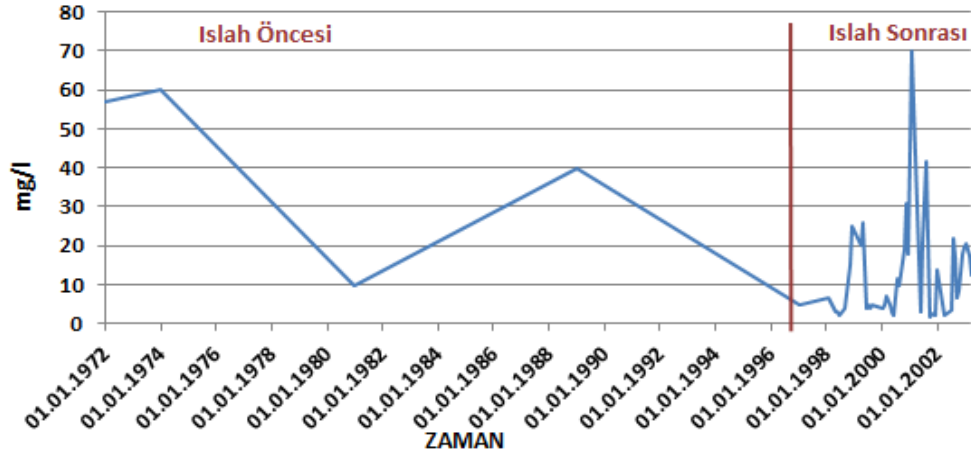
Şekil 6.11 : Kasımpaşa İstasyonunda ÇO Yıllara Göre Değişimi

Ek A'da bulunan veriler incelendiğinde Kasımpaşa İstasyonunda Ç.O. konsantrasyonunun derinlikle değişimi incelendiğinde 2.5 m ve 5 m'de önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür (Şekil A.49-A.52). Şekil 6-12'de Kasımpaşa İstasyonunda ÇO'nin derinlikle değişimi görülmektedir.



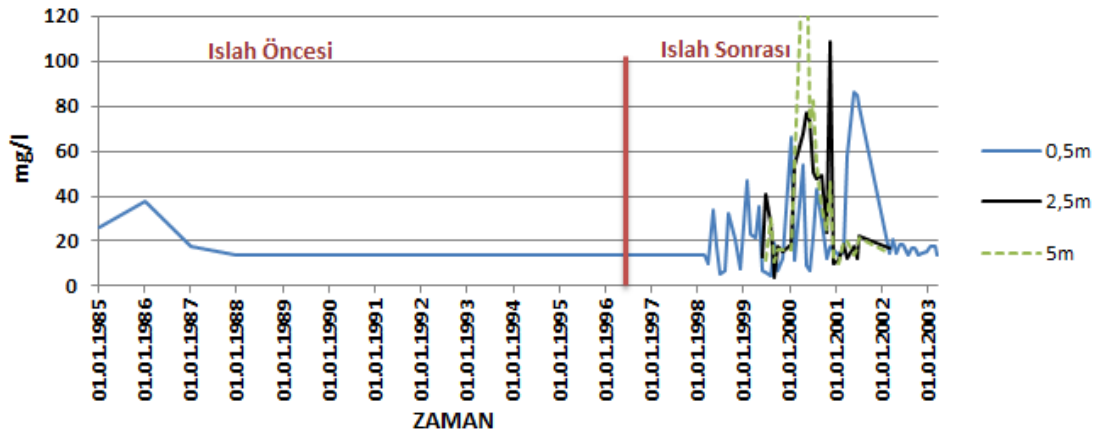
Şekil 6.12 : Kasımpaşa İstasyonunda ÇO Konsantrasyonunun Derinlikle Değişimi

Kasımpaşa İstasyonunda BOI_5 konsantrasyonu ıslah öncesinde 1970’li yıllarda 40-60 mg/l (Şekil 2.4), 1997 yılında 5 mg/l iken (Şekil 3.7.), ıslah sonrasında bu değer 1998-2002 yıllarında 1-2 mg/l olarak ölçülmüştür 2003 yılında değerlerde bir miktar yükselme olmakla birlikte bu durumun tuzluluk sebebiyle meydana gelen girişimden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil A.45). Kasımpaşa İstasyonunda Islah öncesi ve ıslah sonrası BOI_5 konsantrasyonunun değişimi Şekil 6-13’de görülmektedir.



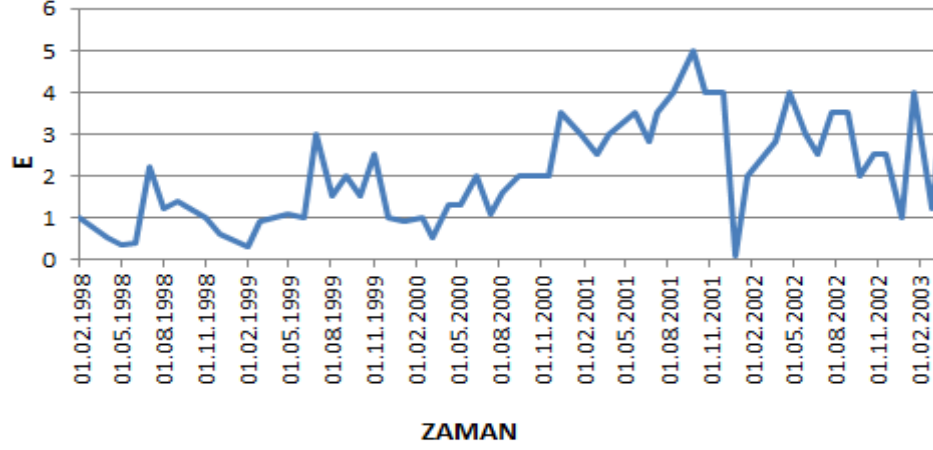
Şekil 6.13 : Kasımpaşa İstasyonunda BOI_5 Konsantrasyonunun Değişimi

Kasımpaşa İstasyonu’nda yüzeyde TAM 1987-1988 yıllarında 15-20 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil 2.5). Islah sonrasında 1998-2001 yıllarında 0.5 m’de yapılan ölçümlerde AKM 15-20 mg/l olmakla birlikte bazı ölçümlerde 30 mg/l olarak da bulunmuş, 2002-2003 yıllarında ise 18-20 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.46). Ek A’da verilen değerlere göre Diğer derinliklerde (2.5 m-5 m) yapılan ölçümlerde ise çok farklı bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Şekil 6-14’te AKM konsantrasyonunun Yıllara göre değişimi görülmektedir.



Şekil 6.14 : AKM Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Kasımpaşa İstasyonu'nda ıslah sonrası 1998-2001 yılları arasında yapılan Seki Diski ölçümleri 1-2 m arasında, 2002-2003 yıllarında 2-4 m arasında ölçülmüştür. Bazı ölçümlerde ise bu değer 1 m'nin altında ölçülmüş olup, bu durumun kış aylarındaki yağışların getirdiği teressübattan kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 6-15'te Kasımpaşa İstasyonunda Seki Diski ölçümünün yıllara göre değişimi görülmektedir.



Şekil 6.15 : Kasımpaşa İstasyonunda Seki Diskinin Yıllara Göre Değişimi

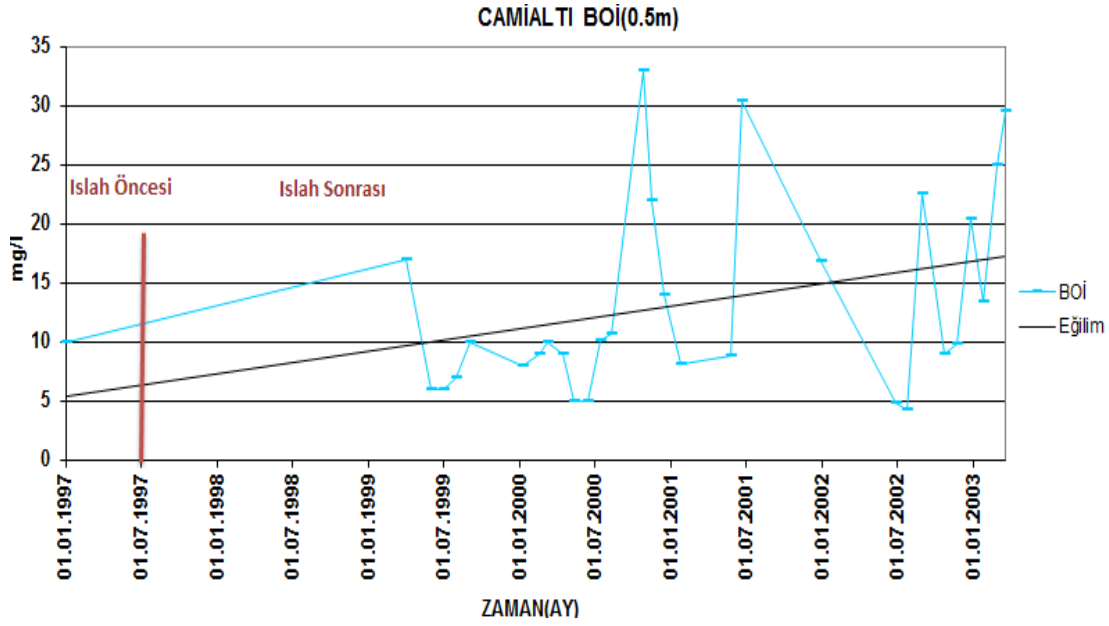
Kasımpaşa İstasyonunda ölçülen Fekal Koliform değeri yüzeyde 2000-2003 ve 2009 yıllarında yapılan ölçümlerde standartların altında çıkmıştır (Şekil A.48) (Çizelge 5.2). 2.5 m'de çoğunlukla limitlerin altında olmakla birlikte bazı değerler yüksek çıkmıştır (Şekil A.51). 5 m'de ise limitlerin altındadır (Şekil A.54).

6.4 Camialtı İstasyonu

Camialtı İstasyonu'nda 1980'li yıllarda 2-3 mg/l olan Ç.O. konsantrasyonu (Şekil 2.2), ıslah öncesi 1997 yılında 0.5 m derinlikte 1 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5). Islah sonrası ise 2001-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte Ç.O. konsantrasyonu 6-10 mg/l arasında değişmiştir (Şekil A.55).

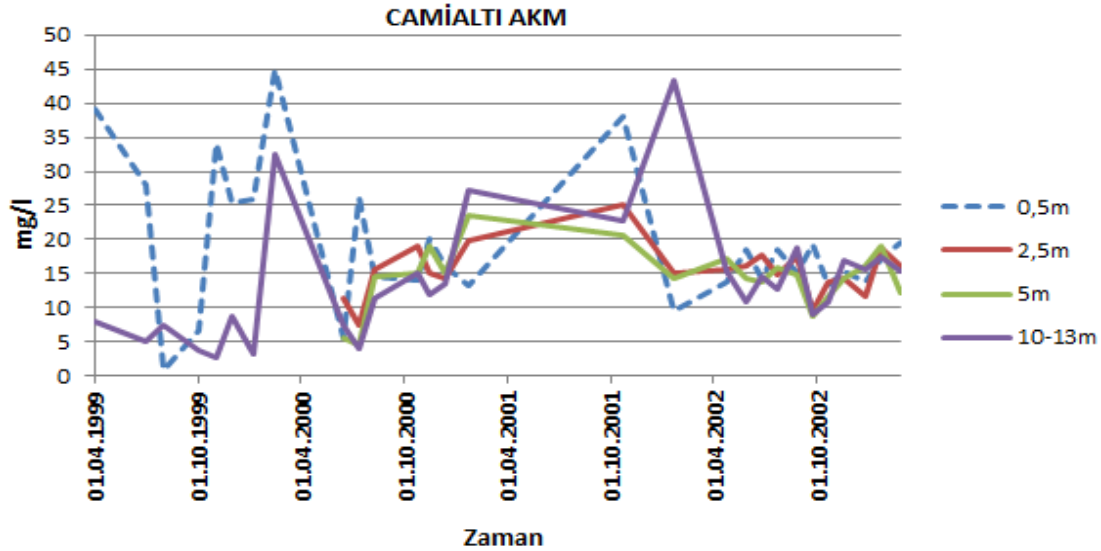
Ç.O. konsantrasyonun derinlikle değişimi incelendiğinde 2.5 m, 5 m ve 10-13 m'de önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür (Şekil A.60-A.63-A.66).

Camialtı İstasyonu'nda BOI₅ konsantrasyonu ıslah öncesinde 1997 yılında 10 mg/l (Şekil 3.7.) olarak, ıslah sonrasında yüzeyde 2001-2003 yıllarında 5-30 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil A.56). Şekil 6-16'da Camialtı İstasyonunda ölçülen BOI₅ konsantrasyonunun ıslah öncesi ve ıslah sonrası değişimi görülmektedir.



Şekil 6.16 : Camialtı İstasyonu'nda BOİ₅ Konsantrasyonunun Değişimi

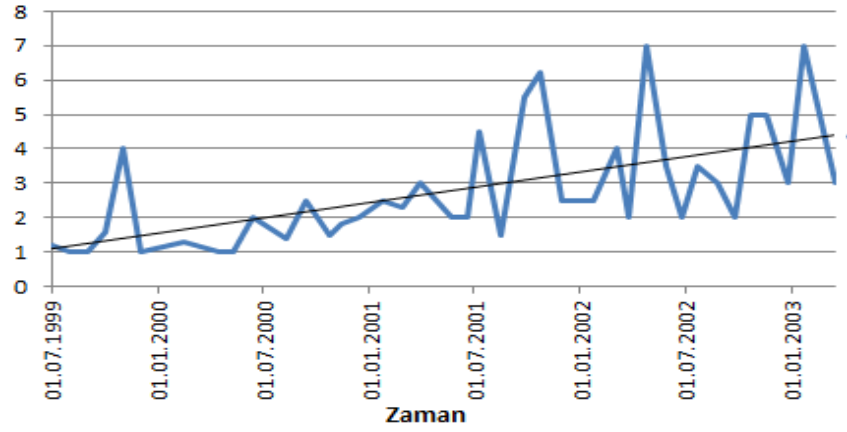
Camialtı İstasyonu'nda yüzeyde AKM ıslah sonrasında 2002-2003 yıllarında 10-20 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.57). Diğer derinliklerde (2.5 m-5 m-10-13 m) yapılan ölçümlerde ise çok farklı bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Şekil 6.17'de Camialtı İstasyonunda derinliğe bağlı askıda katı madde konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi görülmektedir.



Şekil 6.17 : Camialtı İstasyonu'nda AKM Derinlikle Değişimi

Camialtı İstasyonu'nda yapılan Seki Diski ölçümleri ıslah sonrası 2002-2003 yıllarında 2-6 m arasında ölçülmüştür.

Seki Diskinin yıllara göre değişimi Şekil 6-18'de görülmektedir.

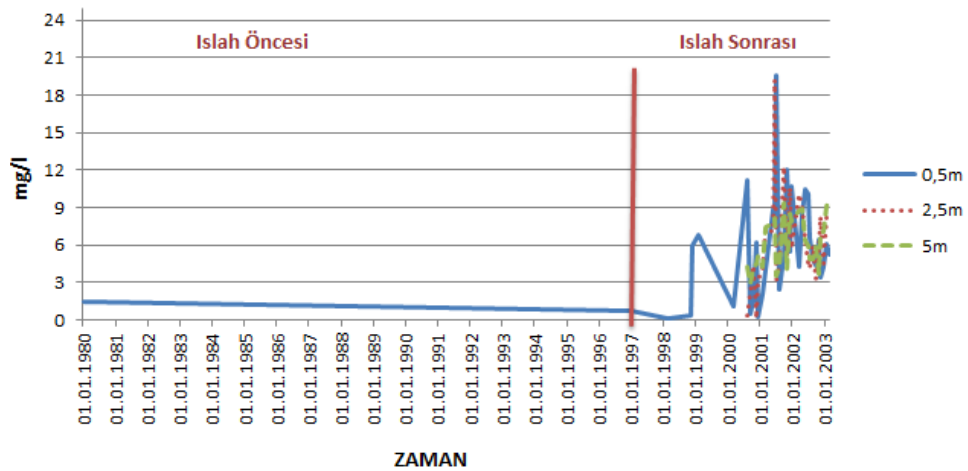


Şekil 6.18 : Camialtı İstasyonu’nda Seki Diskinin Yıllara Göre Değişimi

Camialtı İstasyonu’nda ölçülen Fekal Koliform değeri yüzeyde ve diğer derinliklerde (2.5 m, 5 m, 10-13 m) 2000-2003 ve 2009 yıllarındayapılan ölçümlerde standartların altında çıkmıştır (Şekil A.59-A.62-A.65-A.68) (Çizelge 5.2).

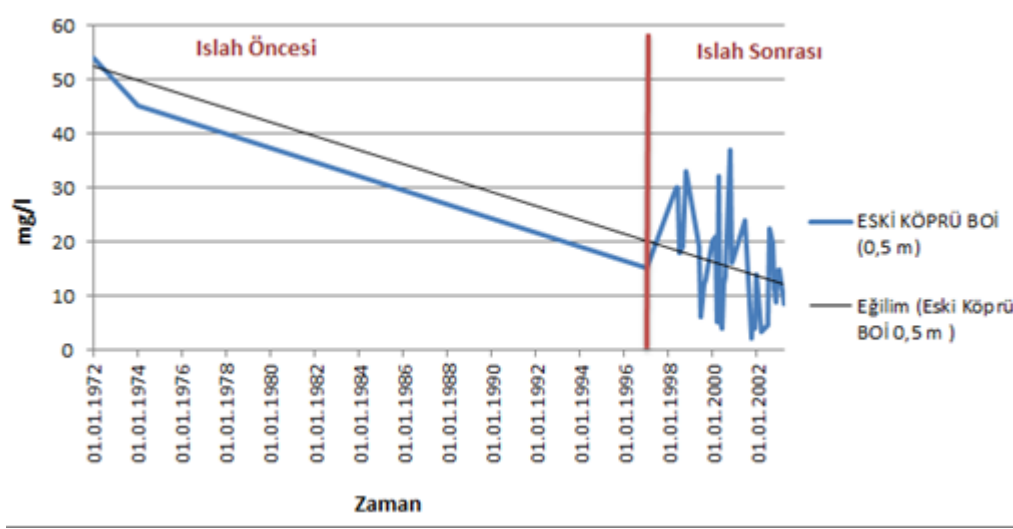
6.5 Eski Köprü İstasyonu

Eski Köprü İstasyonu’nda 1980’li yıllarda 1-2 mg/l olan Ç.O. konsantrasyonu (Şekil 2.2), ıslah öncesi 1997 yılında 0.5 m derinlikte 0.5-1 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5). Islah sonrası ise 2000-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte Ç.O. konsantrasyonu 5-10 mg/l arasında değişmiştir (Şekil A.69). Ç.O. konsantrasyonun derinlikle değişimi incelendiğinde 2.5 m ve 5 m’de önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür (Şekil A.74-A.77). Şekil 6-19’da Eski Köprü İstasyonunda Ç.O. konsantrasyonunu yıllara göre değişimi görülmektedir.



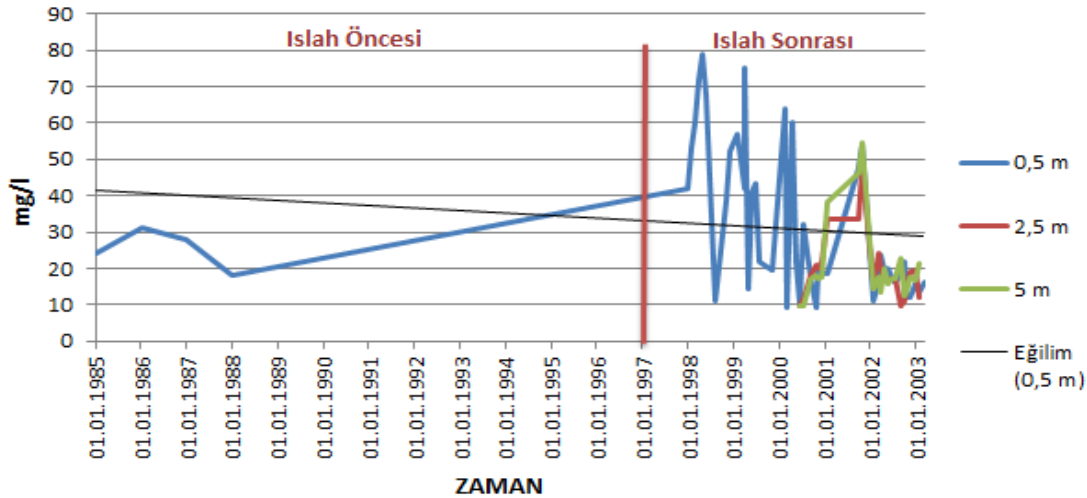
Şekil 6.19 : Eski Köprü İstasyonunda ÇO Konsantrasyonunun Değişimi

Eski Köprü İstasyonu'nda BOI₅ konsantrasyonu 1970'li yıllarda 30-60 mg/l Şekil (2.4), ıslah öncesi 1997 yılında 15 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.7). Islah sonrasında da bu değer 2000-2003 yılları arasında yapılan analizde 15-20 mg/l civarında ölçülmüştür (Şekil A.70). Islah öncesi ve ıslah sonrası BOI₅ konsantrasyonu değişimi Şekil 6-20'de görülmektedir.



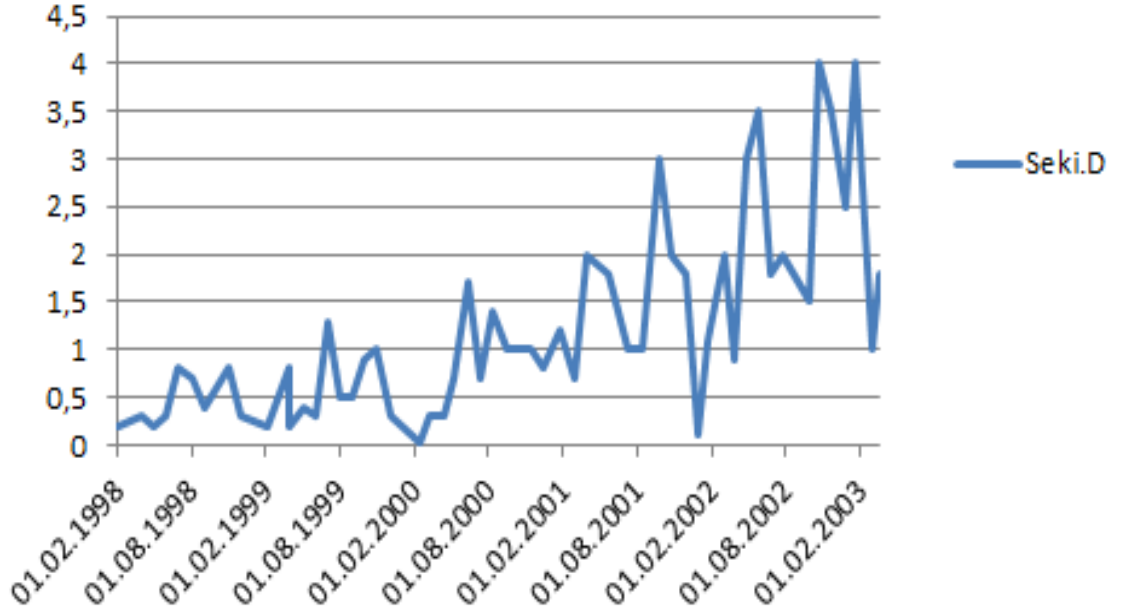
Şekil 6.20 : Eski Köprü İstasyonu'nda BOI₅ Konsantrasyonu Değişimi

Eski Köprü İstasyonu'nda 1980'li yıllarda 30 mg/l olarak ölçülen TAM değeri (Şekil 2.5), ıslah sonrası 0.5 m'de 20 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.71). Diğer derinliklerde (2.5 m-5 m) yapılan ölçümlerde ise çok farklı bir değişikliğin olmadığı görülmektedir (Şekil A.78-A.75). Eski Köprü İstasyonunda ıslah öncesi ve ıslah sonrası akm konsantrasyonunun değişimi Şekil 6-21'de görülmektedir.



Şekil 6.21 : Eski Köprü İstasyonunda AKM Konsantrasyonunun Değişimi

Eski Köprü İstasyonu'nda ıslah sonrası yapılan Seki Diski ölçümleri 2000-2001 yıllarında 1-1.5 m, 2001-2003 yıllarında ise 1-4 m arasında ölçülmüştür. Şekil 6.22'de Eski Köprü İstasyonunda Seki Diski çölümünün yıllara bağlı değişimi görülmektedir.

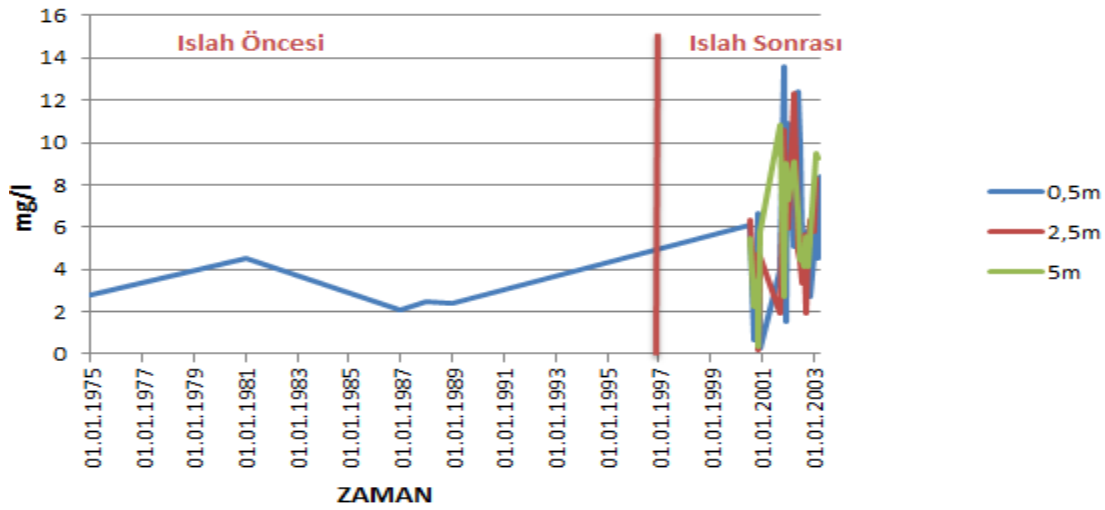


Şekil 6.22 : Eski Köprü İstasyonunda Seki Diski ölçümleri

Eski Köprü İstasyonu'nda 1982-1983 yılları arasında ölçülen Toplam Koliform değerleri standartların çok üzerindeyken (Çizelge 2.7), ıslah sonrası 2000-2003 yıllarında 0.5 m-2.5 m-5 m'de ve 2009 yılında Fekal Koliform standartların altında çıkmıştır (Şekil A.73-A.76-A.79) (Çizelge 5.2).

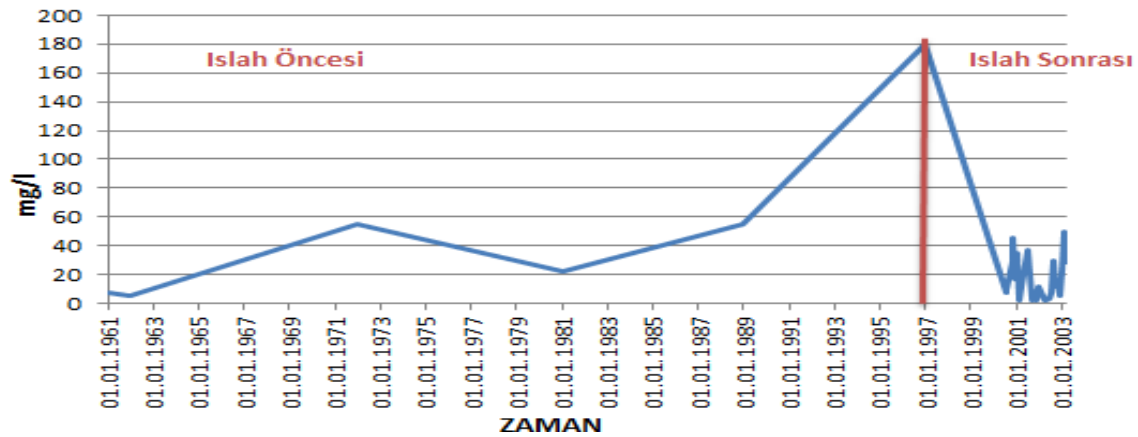
6.6 Haliç İstasyonu

Haliç Köprüsü İstasyonu'nda, 1988-1989 yıllarında 2 mg/l olarak ölçülen Ç.O konsantrasyonu (Şekil 2.2), ıslah sonrası 2001-2003 yılları arasında 0.5 m'de 4-6 mg/l'ye çıkmıştır (Şekil A.80). Ç.O. konsantrasyonun değişimi incelendiğinde 2.5 m ve 5 m'de önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür (Şekil A.85-A.88). Haliç Köprüsü İstasyonunda ÇO konsantrasyonunun derinlikle değişimi Şekil 6-23'de görülmektedir.



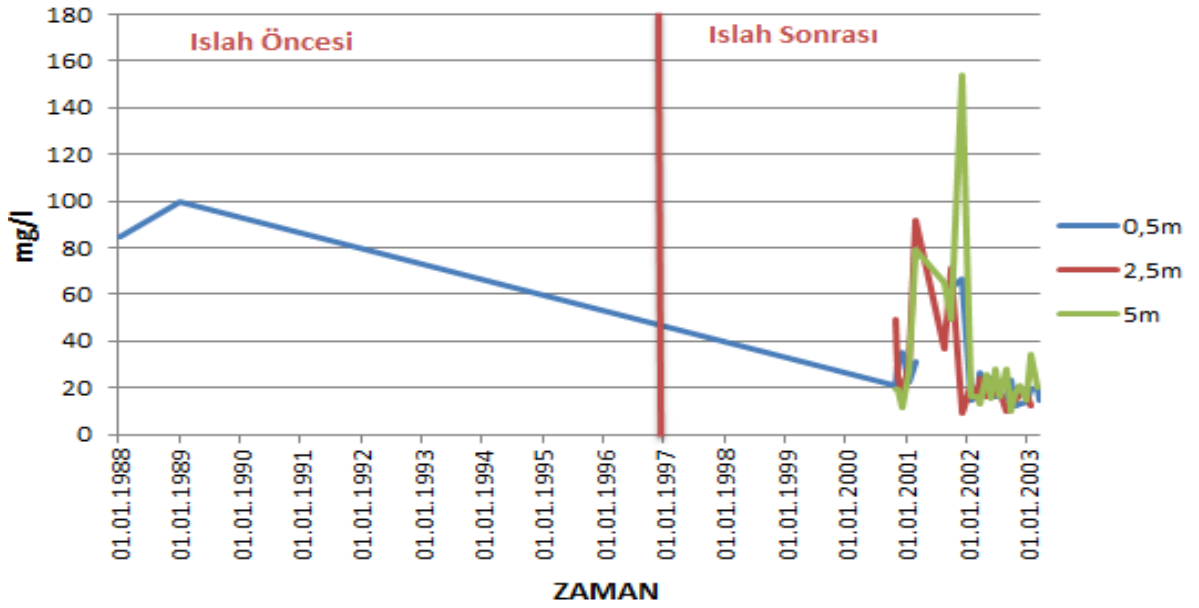
Şekil 6.23 : Haliç Köprüsü İstasyonunda ÇO Konsantrasyonu Değişimi

Haliç Köprüsü İstasyonu'nda BOI₅ konsantrasyonu 1980'li yıllarda 30 mg/l (Şekil 2.4) , ıslah öncesinde 1997 yılında 180 mg/l civarında (Şekil 3.7.), ıslah sonrasında yüzeyde 2002-2003 yıllarında 5-30 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil A.81). Haliç Köprüsü İstasyonu'nda BOI₅ konsantrasyonunun ıslah öncesi ve ıslah sonrası yıllara göre değişimi Şekil 6-24'te görülmektedir.



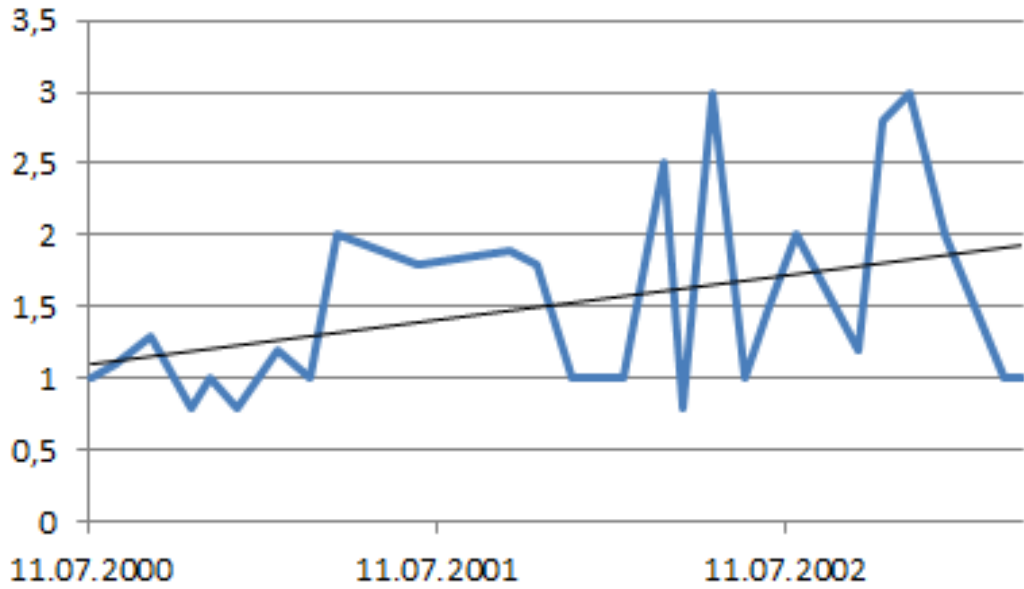
Şekil 6.24 : Haliç Köprüsü İstasyonu'nda BOI₅ Konsantrasyonu Değişimi

Haliç Köprüsü İstasyonu'nda TAM 1980'li yıllarda 20-50 mg/l arasında ölçülmüş iken (Şekil 2.5), ıslah sonrasında 2002-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte 20-25 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.82). AKM konsantrasyonun 2.5 m'de değişmediği (Şekil A.86), 5 m'de ise 25-30 m'ye çıktığı olduğu görülmektedir (Şekil A.89). Şekil 6-25'de AKM konsantrasyonunun ıslah öncesi ve ıslah sonrası değişimi görülmektedir.



Şekil 6.25 : Haliç Köprüsü İstasyonunda AKM'nin Yıllara Göre Değişimi

Haliç Köprüsü İstasyonu'nda yapılan Seki Diski ölçümleri ıslah sonrası 2002-2003 yıllarında 1-3 m arasında ölçülmüştür. Haliç Köprüsü İstasyonunda Seki Diskinin yıllara göre değişimini Şekil 6.26'da görülmektedir.

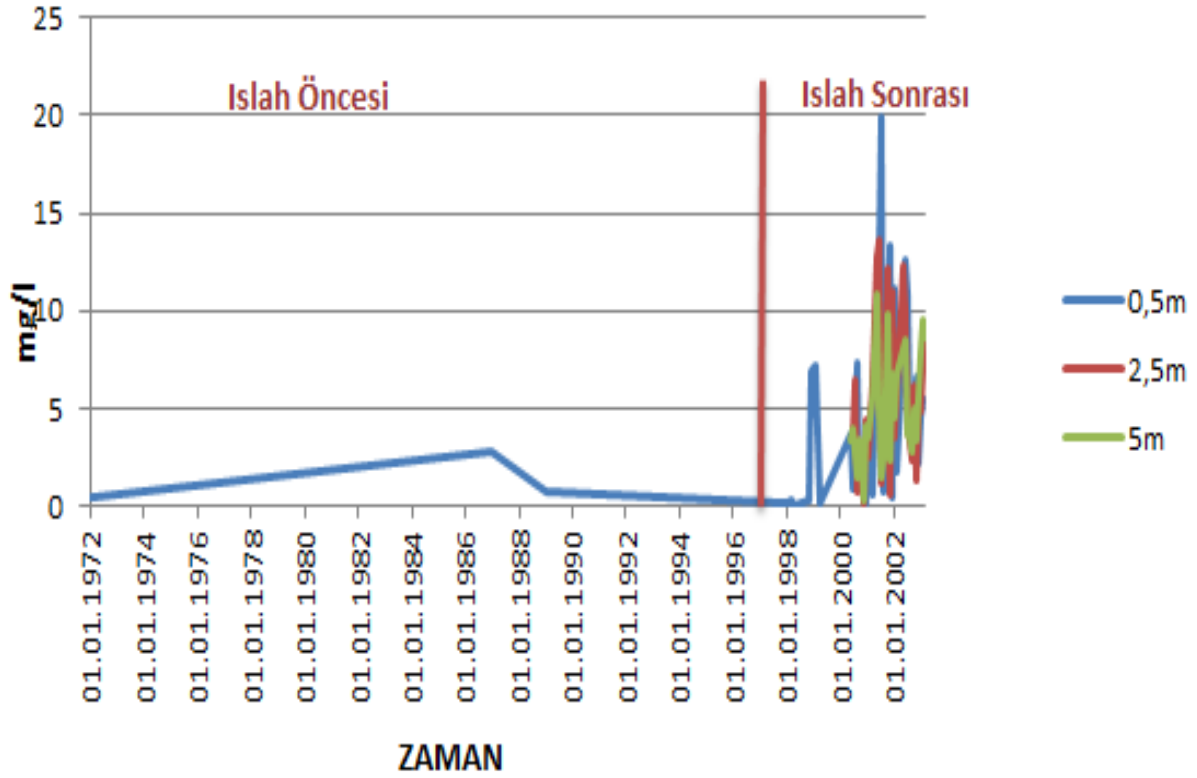


Şekil 6.26 : Seki Diskinin Yıllara Göre Değişimi

Haliç Köprüsü İstasyonu'nda ölçülen Fekal Koliform değeri 2000-2003 yıllarında 0.5 m-2.5 m-5 m'de ve 2009 yılında genel olarak standartların altında çıkmıştır (Şekil A.84-A.87-A.90) (Çizelge 5.2).

6.7 Eyüp Sütölçe İstasyonu

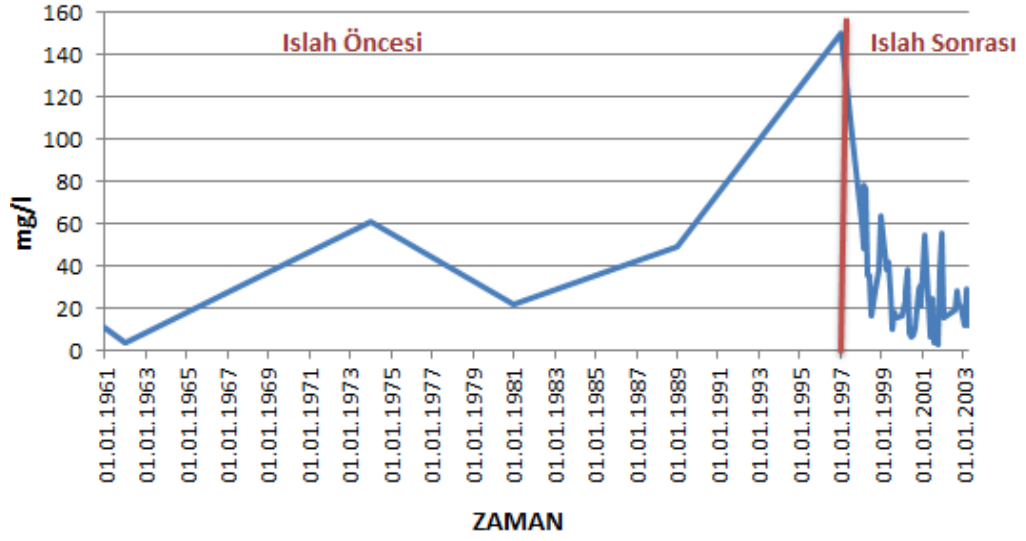
Eyüp Sütölçe İstasyonu'nda 1989 yılında Ç.O. konsantrasyonu 1 mg/l iken (Şekil 2.2), ıslah sonrası 2000-2003 yıllarında 0.5 m'de bu değeri 4-8 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil A.91). Ç.O. konsantrasyonunun derinlikle değişimi incelendiğinde 2.5 m'de (Şekil A.96) bir değişim olmadığı, 5 m'de ise 2-6 mg/l olduğu görülmüştür (Şekil A.99). Şekil 6-27'de ÇO konsantrasyonunun derinlikle değişimi görülmektedir.



Şekil 6.27 : ÇO konsantrasyonunun derinlikle değişimi

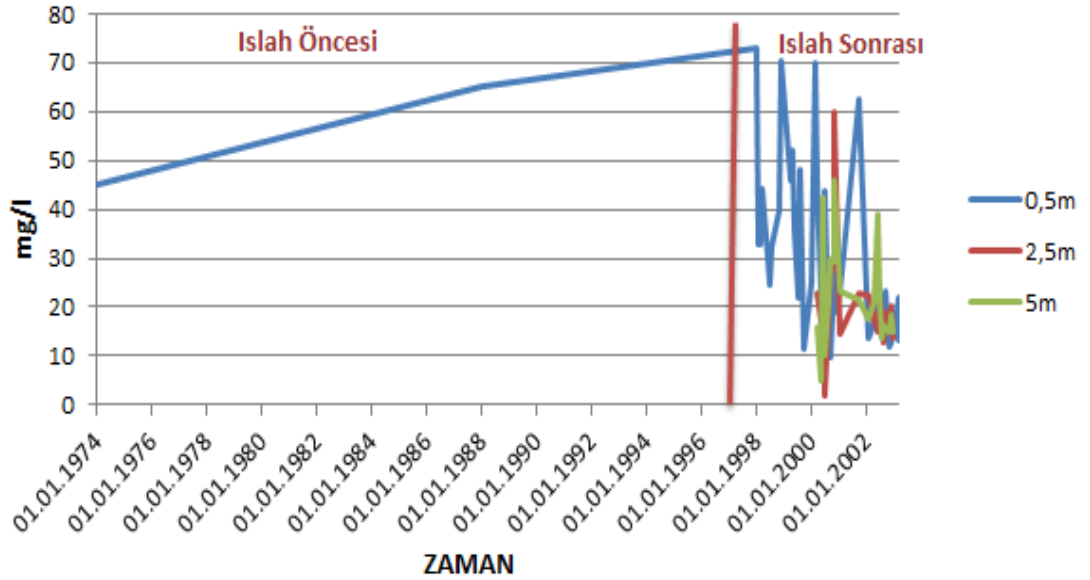
Eyüp-Sütölçe İstasyonu'nda BOI_5 konsantrasyonu 1980'li yıllarda 50 mg/l (Şekil 2.4), ıslah öncesinde 1997 yılında 150 mg/l civarında (Şekil 3.7.), ıslah sonrasında yüzeyde 2002-2003 yıllarında 10-30 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil A.92).

Eyüp Sütölçe istasyonunda BOI_5 konsantrasyonunun ıslah öncesi ve ıslah sonrası yıllara göre değişimi Şekil 6-28'de görülmektedir.



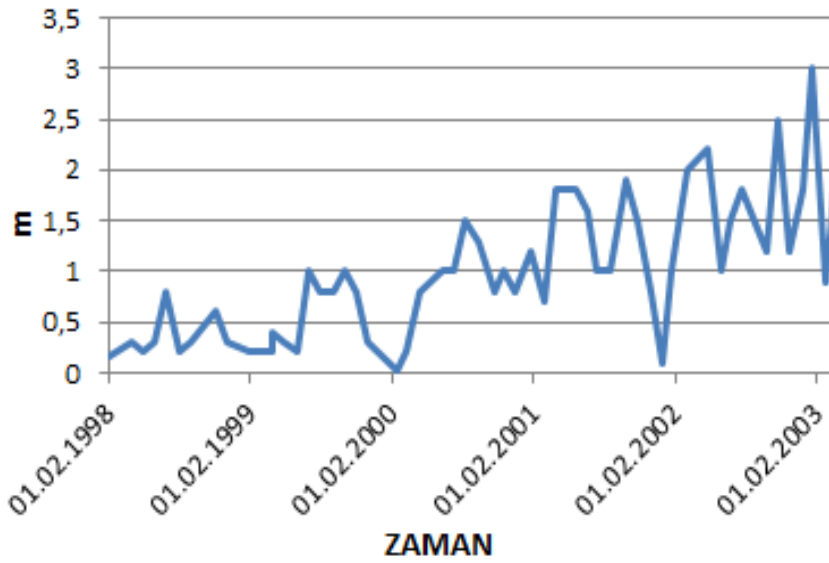
Şekil 6.28 : BOI₅ Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Eyüp-Sütlüce İstasyonu'nda TAM 1980'li yıllarda 60 mg/l arasında ölçülmüş iken (Şekil 2.5), ıslah sonrasında 2002-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte 20-25 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.93). AKM konsantrasyonun 2.5 m-5 m'de önemli ölçüde değişmediği (Şekil A.98-Şekil A.100) görülmektedir. Şekil 6-29'de bu istasyonda AKM konsantrasyonunun yıllara göre değişimi görülmektedir.



Şekil 6.29 : AKM Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Eyüp-Sütlüce İstasyonu'nda yapılan Seki Diski ölçümleri Şekil 6- 30'da görülmektedir. Eyüp-Sütlüce İstasyonu'nda yapılan Seki Diski ölçümleri ıslah sonrası 2002-2003 yıllarında 1-2.5 m arasında ölçülmüştür

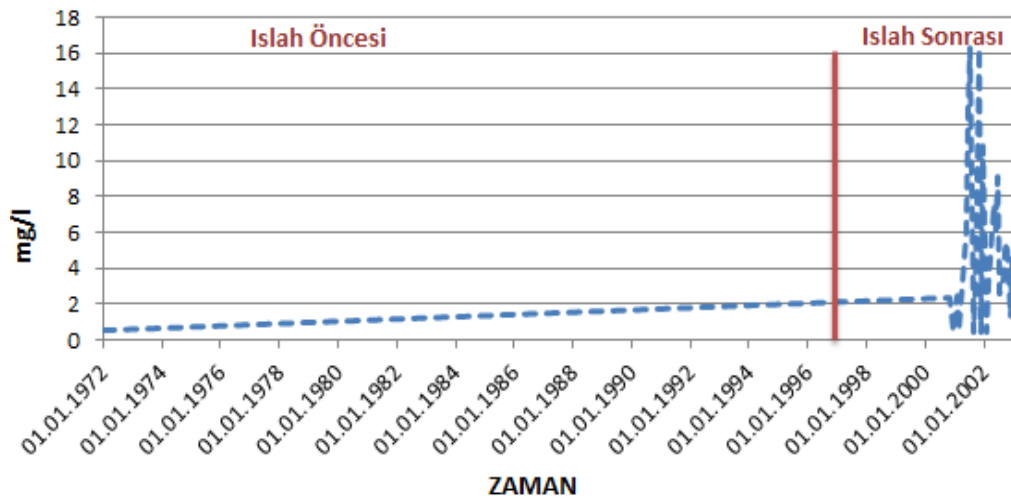


Şekil 6.30 : Seki Diski Ölçümlerinin Yıllara Göre Değişimi

Eyüp-Sütlüce İstasyonu'nda ölçülen Fekal Koliform değeri de 2009 yılındastandartların altında çıkmıştır (Çizelge 5.2)

6.8 Adalararası İstasyonu

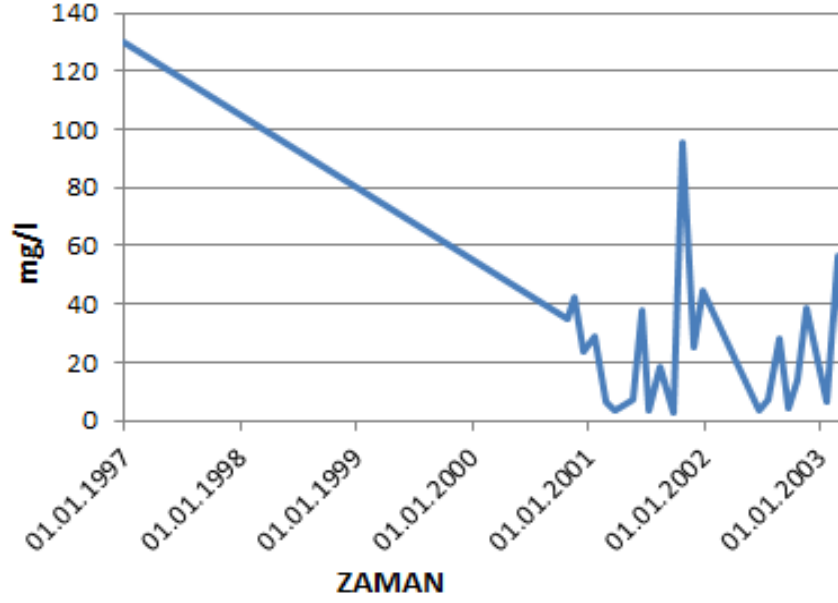
Adalararası İstasyonu'nda 1972 yılında Ç.O. konsantrasyonu 0.5 mg/l iken (Şekil 2.2), ıslah sonrası 2003 yıllarında 0.5 m'de 3-6 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil A.102). Adalararası istasyonda ÇO konsantrasyonunun yıllara göre değişimi Şekil 6-31'da görülmektedir.



Şekil 6.31 : ÇO Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

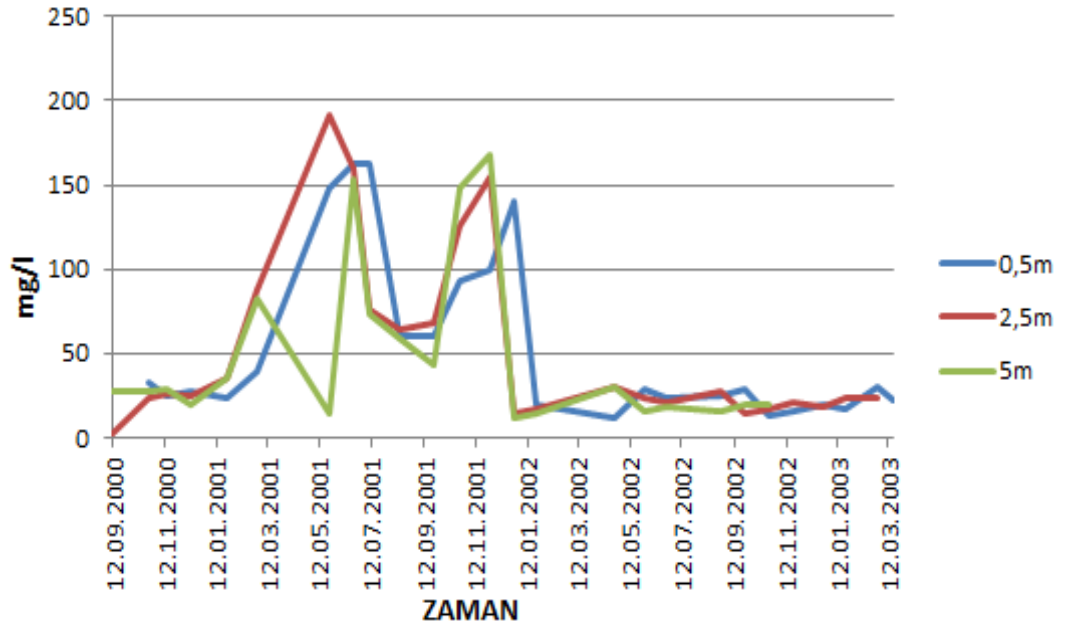
Adalararası İstasyonu'nda BOI₅ konsantrasyonu ıslah öncesinde 1997 yılında 100-150 mg/l civarında (Şekil 3.7.), ıslah sonrasında yüzeyde 2002-2003 yıllarında 20-40

mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil A.103). Adalararası İstasyonunda BOI_5 konsantrasyonu yıllara göre değişimi Şekil 6-32’de görülmektedir.



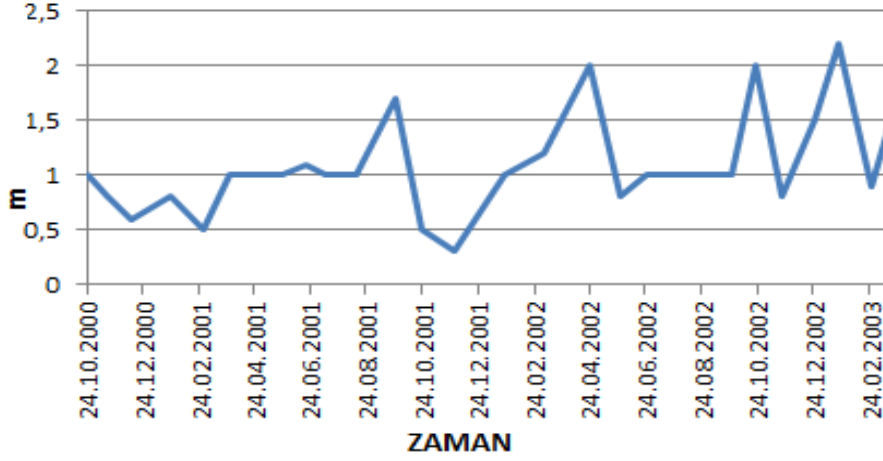
Şekil 6.32 : Adalararası İstasyonu’nda BOI_5 konsantrasyonu

Adalararası İstasyonu’nda ıslah sonrasında 2002-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte 30 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.104). AKM konsantrasyonun 2.5 m-5 m’de önemli ölçüde değişmediği (Şekil A.108-Şekil A.111) görülmektedir. Adalararası İstasyonunda AKM konsantrasyonunun yıllara göre değişimi Şekil 6-33’de görülmektedir.



Şekil 6.33 : Adalararası İstasyonu’nda AKM konsantrasyonu

Adalararası İstasyonu’nda yapılan Seki Diski ölçümleri ıslah sonrası 2000-2003 yıllarında 1-2 m arasında ölçülmüştür. Yıllara bağlı Seki Diski ölçümünün değişimi Şekil 6.34’de görülmektedir.

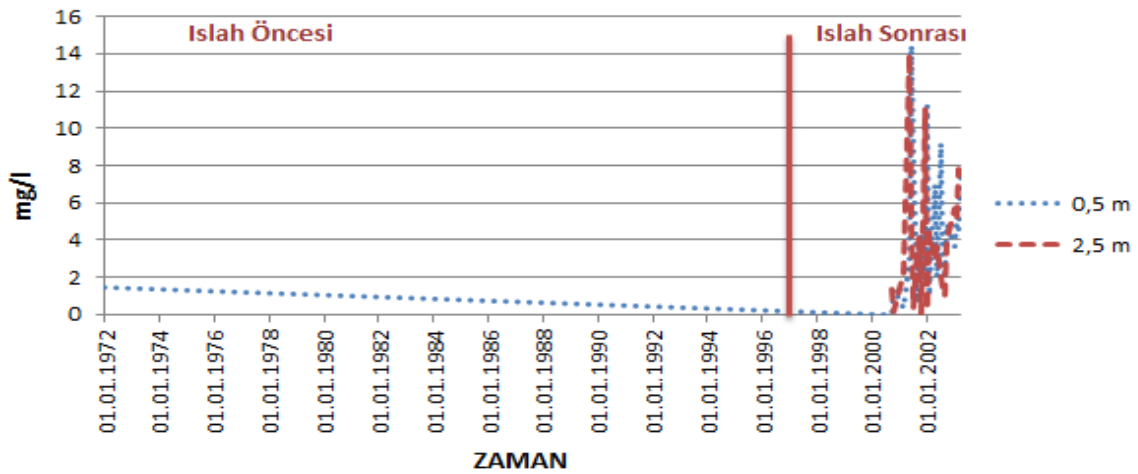


Şekil 6.34 : Adalararası İstasyonu’nda Seki Diski Ölçümü

Adalararası İstasyonu’nda ölçülen Fekal Koliform değeri 2009 yılında standartların altında çıkmıştır (Çizelge 5.2).

6.9 Adalar Sonrası İstasyonu

Adalarsonrası İstasyonu’nda, ıslah öncesi Ç.O. konsantrasyonu 1-2 mg/l iken (Şekil 2.2), ıslah sonrası 2002-2003 yıllarında 0,5 m’de 2-4 mg/l (Şekil A.113), 2,5 m’de 1-4 mg/l (Şekil A.118) ve 5 m’de 1-4 mg/l (Şekil A.121) olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda ÇO konsantrasyonunun yıllara ve derinlikle değişimi Şekil 6-35’de görülmektedir.



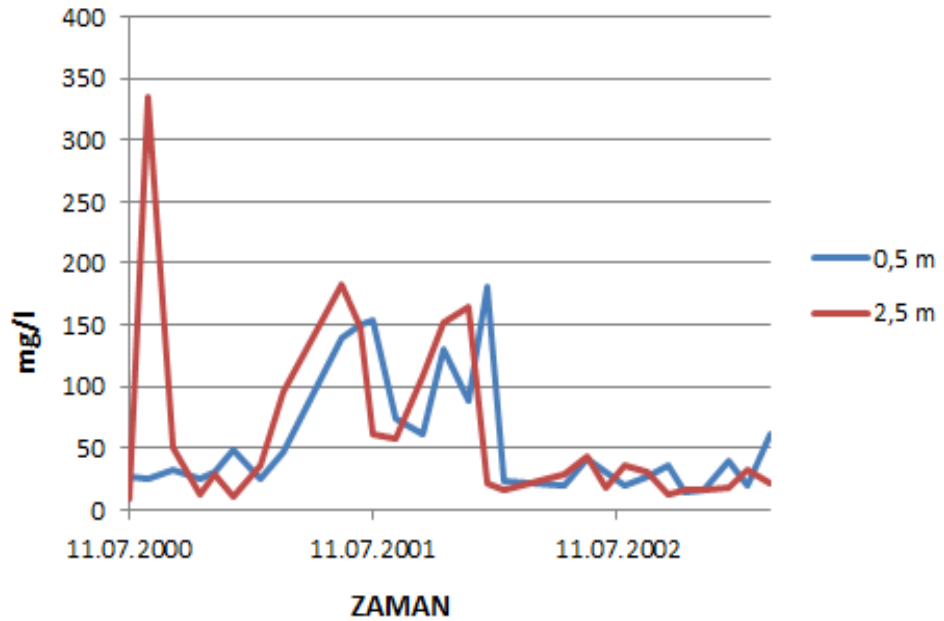
Şekil 6.35 : Adalarsonrası İstasyonu ÇO Konsantrasyonu Değişimi

Adalarsonrası İstasyonu’nda BOI₅ konsantrasyonu ıslah öncesinde 1997 yılında 100-150 mg/l civarında (Şekil 3.7.), ıslah sonrasında yüzeyde 2002-2003 yıllarında 20-30 mg/l arasında ölçülmüştür (Şekil A.114). Bu istasyonda BOI₅ konsantrasyonunun değişimi Şekil 6-36’te görülmektedir.



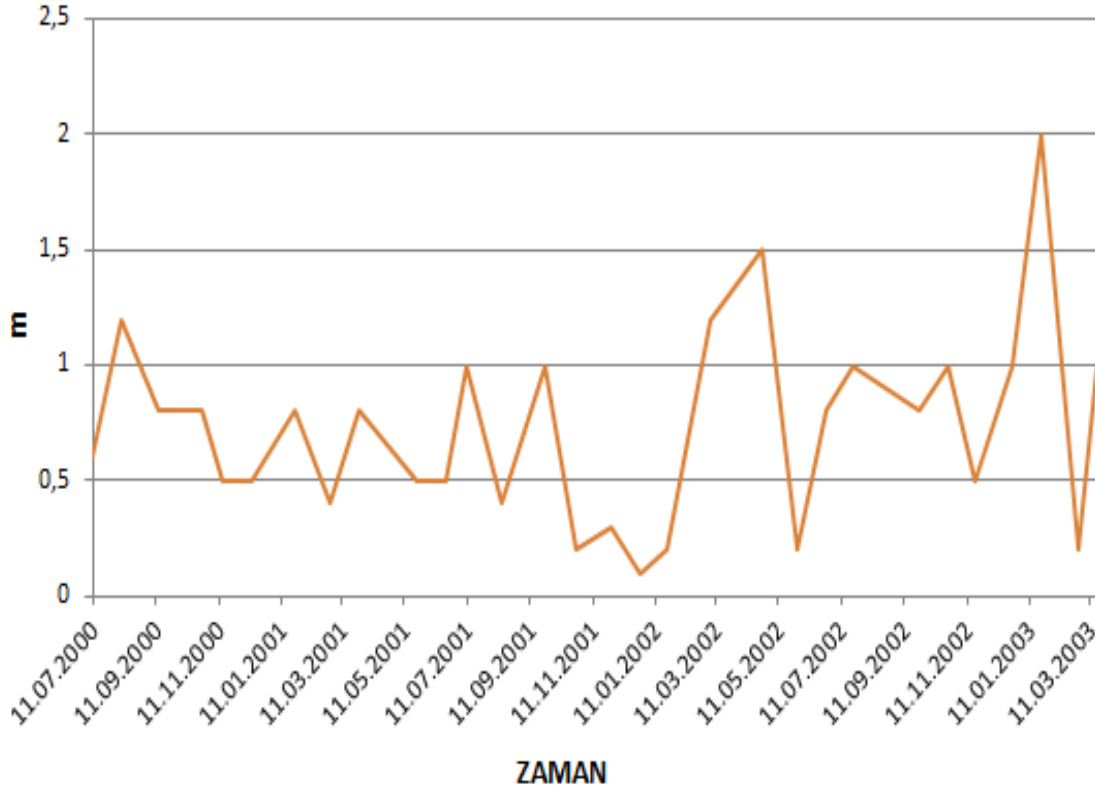
Şekil 6.36 : Adalar Sonrası İstasyonda BOI₅ Konsantrasyonu Değişimi

Adalarsonrası İstasyonu’nda ıslah sonrasında 2002-2003 yıllarında 0.5 m derinlikte 20-40 mg/l civarında bulunmuştur (Şekil A.115). AKM konsantrasyonun 2.5 m-5 m’de önemli ölçüde değişmediği (Şekil A.119-Şekil A.122) görülmektedir. AKM konsantrasyonunun yıllara göre değişimi Şekil 6-37’de görülmektedir.



Şekil 6.37 : AKM Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

Adalarsonrası İstasyonu'nda yapılan Seki Diski ölçümleri Şekil 6-38'de görülmektedir. Buna göre ıslah sonrası 2000-2003 yıllarında 0.5-1 m arasında ölçülmüştür.



Şekil 6.38 : Seki Diskinin yıllara göre değişimi

Adalarsonrası İstasyonu'nda ölçülen Fekal Koliform değeri 2009 yılında standartların altında çıkmıştır (Çizelge 5.2).

Bunun dışında, ıslah öncesinde Haliç'te belirgin bir plankton ve bentik tür görünmezken ıslah sonrasında Bölüm 5'te de değinildiği gibi önemli oranda planktonik ve bentik organizmalar tespit edilmiştir (Okuş ve diğ., 2005). Bu durum da Haliç Islah Projesi ile su kalitesinde belirgin bir artış olduğunu göstermektedir.

Haliç su kalitesindeki iyileşmeye bağlı olarak tespit edilen canlı yaşamı Şekil 6.1'de verilmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Haliç'te sanayinin kontrolsüz olarak aşırı artması, her iki yakadaki su toplama havzalarında plansız yapılaşma ve ağaçların kesilmesi sonucu toprak erozyonu hızlanmış, havzadan taşınan maddeler, derelerin taşıdıkları kirli sular ve katı maddelerle Haliç'in tabanı yükselmiş ve su kirliliği ortaya çıkmıştır. Islah öncesi, Valide Sultan Köprüsü'nden membaya doğru Haliç tabanı yer yer su üstüne kadar yükselmiş, Eyüp ve yukarısı tamamen dolmuş, bu bölgede ulaşım yapılamaz hale gelmiştir. Memba tarafında Ç.O. konsantrasyonu 0.5-1 mg/l, Balat-Taşkızak kesitinde 0 mg/l mertebesine kadar düşmüş, Çözünmüş oksijen değerleri Haliç ağzında ise yüzeyde 6 mg/l tabanda 2 mg/l'ye kadar inmiştir. Valide Sultan Köprüsü'nün yukarısında H₂S gazı çıkışı başlamış ve koku kirliliği başlamıştır. Bu çalışma ile Haliç'in kirlenme sebepleri, ıslah çalışmaları, özellikle de ıslah öncesi ve ıslah sonrası su kalitesi üzerinde yapılan tüm çalışmalara ulaşılmaya gayret edilerek sistematik bir şekilde incelenmiş ve mukayese edilmiştir. Islah sonrası Haliç'te Adalar ve yukarısında Ç.O. konsantrasyonu 4 mg/l, Valide Sultan Köprüsü'nde ise 6 mg/l'ye kadar çıkmıştır. Böylece ıslah çalışması ile kirlenme oldukça azalmış, su kalitesi yükselmiş, biyolojik çeşitlilik artmış, görüntü kirliliği ortadan kaldırılmış, Eyüp ve Söğüt iskelelerinde ulaşım yeniden başlamıştır. Ancak; Haliç'te biyoçeşitlilik artmasına rağmen yapılan çalışmalarda bentik omurgasızların tamamının kirlilik indikatörü türlerden oluşmakta olduğu, Haliç'in iç kesimlerinde dipte kirlenmenin zaman zaman ve yer yer artış göstermesinin toksik alglerin aşırı üremesine yol açtığı, organik maddenin parçalanması ile Ç.O tüketilerek anoksik bir ortamın oluşabileceği, görülmektedir.

Bu nedenle, Haliç'te su akıntısının sağlanması için Marmara suyunun tabandan Eski Galata Köprüsü'nün bulunduğu yerdeki tabii sığ kesimine kadar kolaylıkla girebilmesi amacıyla ileride yapılacak bir değişiklikte Unkapanı Köprüsü'nün kazıklı yapılması önerilmektedir. Ayrıca, Karadeniz suyunun üstten Haliç'in en yukarısına kadar kolaylıkla gidebilmesi için Valide Sultan Köprüsü'nün kazıklı hale getirilmesi, gerekmektedir. Çünkü Galata Köprüsü denizden 40 m yüksekte olmasına rağmen

deniz dibinde 8 m'lik bir eşik meydana getirmiş olup, 4-5 m civarındaki bir derinlikte konumlandırılan Valide Sultan Köprüsü'nün meydana getireceği eşikle Karadeniz suyunun girişini engelleyeceği gibi yukarıdan gelen suların da akışını engelleyeceği açıktır. Yukarıda sıralanan önlemler alınsa dahi eskisi gibi Alibey ve Kağıthane Derelerinden bir su akıntısının olmayışı Haliç'in özellikle üst kesimlerinde canlı hayatının devam ettirmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle İSKİ tarafından yaptırılmakta olan, Ek C'de güzergâhı verilen Avrupa Yakası III. Kısım Atıksu Tüneli İnşaatı'nın bir an önce devreye alınması gerekmektedir. Haliç'e verilecek debi, Haliç'in oşinoğrafikfiziksel ve biyolojik yapısını değiştirmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Aksi takdirde Haliç, haliç özelliğini kaybedecektir. Tünel vasıtasıyla Haliç'e aktarılacak suyun Haliç'teki etkisi izlenmelidir. Ayazağa tünel ağzı ile Haliç arası dere güzergahı geçirimsiz hale getirilmelidir. Ayrıca, Marmara'nın dip suları Haliç'e girdiğinden Yenikapı ve Kadıköy tesislerinden Boğaz'ın alt akıntısına verilen deşarjların da sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. Deşarj suyu kalitesinde olabilecek kötüleşmeler Haliç'in su kalitesini olumsuz olarak etkileyecektir. Alibey ve Kağıthane Derelerinden yağışlı havalarda önemli oranda gelen teressubatın ve atıkların Haliç'e inmesini önlemek için teressubat tutucu ve taşkın bendlerinin yapılması araştırılmalıdır. Tüm önlemlere rağmen Haliç'te memba kesiminde yine de tabanda çamur yükselmesi olabilecektir. Bu nedenle ilgili kurumlarca zaman zaman şu anda yapıldığı gibi çamur tarama işlemlerine devam edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acara A. ve Erol C.,** (1956). “ On the Pollution of Golden Horn Estuary”.
- Acara A. ve Erol C.,**(1957) “ Haliç’in Pollüsyonu Hakkında”, Balık ve Balıkçılık, İstanbul 5 (10).
- Aksoğan, S. ve Yücel, M.,** (1987). Su Getirme-Kanalizasyon ve Suların Arıtılması, Pimaş Yayınları, İstanbul
- Altun, L., Baştürk, A. ve Mete, B.,** (2001). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Haliç Dönüşüm Projeleri, Haliç 2001Sempozyumu, *İSKİ Yayın No:37*, İstanbul, s. 36-63.
- Aral N., Gönüllü T., Ertürk F. Demir A.,**(1995) Haliç Islah Projesi-Haliç Dip Çamuru Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Araştırılması. Final Raporu YTÜ, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.
- Arıcan, G.,** (1975). Haliç’in Taranması-Temizlenmesi ve İstanbul Liman Tıkanıklığının Giderilmesinde Haliç’den Faydalanılması, *Haliç Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, s. 1-6.
- Arıcan, G.,** (1976). Haliç’in Taranıp Temizlenmesi, *Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, s. 299-302.
- Balcı, A.N.,** (1977). Haliç’in Dolması ve Kirlenmesinde Alibey ve Kağıthane Derelerinin Rolü, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, *Boğaziçi Üniversitesi*, İstanbul, s. 279-286.
- Balkıs H., Balkıs N., Albayrak S.,** (2005) “Boğaz Suyunun Kağıthane Deresi Aracılığı İle Haliç’e Aktarılması Çalışması Nedeni İle İstanbul Boğazi’nde Çayırbaşı Mevkiinde ve Haliç’te Su Kalitesi Analizi İle Denizel Bentik Fauna ve Planktonik Canlıların Durumunun İncelenmesi” İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
- Baştürk, A., Dinçer, İ., Erden, Ş.ve Öztürk, M.,** (2001). Haliç’te Rehabilitasyon Projesi, Haliç 2001Sempozyumu, *İSKİ Yayın No:37*, İstanbul, s. 1-20.

Baykut F., (1980) “Haliç’te Çevre Kirliliğini Oluşturan Faktörlerin Tüm Mevsimler Boyunca Dağılımı” TÜBİTAK Araştırma Raporu

CAMP.TEK-SER (1975) “İstanbul Sewerage Project, Master Plan Revision”

Çekirge, A., (1977) İstanbul Haliç’inin yağmur suyu drenajı hakkında önerilerHaliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, *Boğaziçi Üniversitesi*, İstanbul, s. 263-266.

Çetin Ü. ve Tunca N., (1975) Haliç’de Bulunan Sanayi Kuruluşlarının Su Kirliliği Yönünden Genel Etüdü ve 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanununun Tatbikinin Getireceği Yararlar,*Haliç Sempozyumu*, İTÜ

DAMOC (1971) “Master Plan and Feasibility Report for Water Supply and Sewerage for Istanbul Region”, *16 WHO/UNDP/SF/TUR-20* Los Angeles, California

Erkek C., (1975) İstanbul Haliç’inde Kıyı ve Rıhtım Duvarı Yapılarında Tip Seçimi Hakkında, *Haliç Sempozyumu*, İTÜ

Ermış, T., (1975). Haliç ve Benzerlerinin (İzmit ve İzmir Körfezleri) Sorunları ve Çözüm Yolları, Haliç Sempozyumu, *İTÜ*, İstanbul, s. 1-6.

Eroğlu, V., Eldemir, M. ve Sarıkaya, H., (2001). Güney ve Kuzey Haliç Çevre Koruma Projeleri, Haliç 2001 Sempozyumu, *İSKİ Yayın No:37*, İstanbul, s. 21-35.

Eyice, S., (2001). Haliç ve Tarihçesi, Haliç 2001 Sempozyumu, *İSKİ Yayın No:37*, İstanbul, s. 104-130.

Göknil H., (1983) “Alıcı Ortamlarda Kirlenmenin İzlenmesi”, Su ve Endüstriyel Kirlenme Kontrolü ve Eğitimi Projesi, Birinci Geliştirme Raporu, İTÜ

Güçlüer, Ş. ve Doğusal, M., (1976). “Haliç’te Fiziksel ve Oşinografik Durumun İncelenmesi”, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, *Boğaziçi Üniversitesi*

İSKİ, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, (1999). Su Kalitesi İzleme Çalışması Yıllık Rapor, İstanbul

İSKİ, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, (2000). Su Kalitesi İzleme Çalışması Yıllık Rapor, İstanbul

İSKİ, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, (2001). Su Kalitesi İzleme Çalışması Yıllık Rapor, İstanbul

- İSKİ, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, (2002).** Su Kalitesi İzleme Çalışması Yıllık Rapor, İstanbul
- İSKİ, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, (2003).** Su Kalitesi İzleme Çalışması 1.Geliştirme Raporu, İstanbul
- Karpuzcu, M., (1975)** “*Haliç’te Kirlenme Probleminin Etüdü için Uygun Bir Matematik Modelin Araştırılması*” Doktora Tezi, İTÜ.
- Karpuzcu M. ve San H.A.,(1975).** “Taban Çamurunun Su Kalitesine Tesiri: Haliç Taban Çamurunun Bazı Özellikleri”, *Haliç Sempozyumu*, İstanbul.
- Karpuzcu, M., (1991).** Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşriyat, İstanbul
- Kınacı, C., (1995).** Haliç Islah Projesi, I .Ara Rapor, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Kınacı, C., (1995).** Haliç Islah Projesi, II .Ara Rapor, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Kırath N., (1992).** “*Haliç (Geç Holosen) ve Karadeniz Güncel Çökellerine Ait İki Jeokimyasal Yaklaşım*”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Kınacı, C., (1995).** Haliç Islah Projesi, III.Ara Rapor, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Kor, N., (1963).** “*Haliç’in Kirlenmesi ile İlgili Durumların Etüdü,*” Doktora Tezi, İTÜ
- Köklü Ü., Kınacı C., Döner G., Sevimli M.F., Meriç S., Eremektar G., Demir İ., (1997).** Haliç Dip çamurunun ve Suyunun Özelliklerinin Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Müezzinoğlu, A. ve Şengül, F., (1993).** Çevre Kimyası, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, İzmir
- Okuş E., Uysal A., Yüksek A., Altıok H., Taş S. (1996),** “Haliç Islah Projesi-ÇED Haliç Islahının Biyolojik Etkileri”, İstanbul Üniversitesi.
- Orhon D., Tünay O ve Şen Z., (1975),** Haliç ve İstanbul Çevre Suları Zehirliliğinde Temel Faktörler, *Haliç Sempozyumu*, İTÜ
- Orhon D., Özaydın K. Tünay O., (1978).** “Haliç’te Dipsel Çamur Kirliliği ve Uzaklaştırılması Sorunu”. TÜBİTAK MAG-439 Araştırma Raporu, İTÜ

- Özaydın ve diğ.**, (1995) Haliç Islah Projesi-Fizibilite Raporu İçin Taban Çamurunun Geoteknik ve Kirlilik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Çamurun Taranması ve Uzaklaştırılması Projesi, Nihai (Beşinci) Geoteknik Rapor, YTÜ, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Geoteknik Anabilim Dalı
- Öztürk İ., Kınacı C., Kalkan Y., İnanç B., Sevimli M.F., Arıkan O., Yüksel E., Alkan R.**, (1995). Haliç Islah Projesi, Nihai Rapor, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Tezcan S., ve diğ.** (1977) Haliç Master Planı ve Uygulama Programı Kesin Raporu, Boğaziçi Üniversitesi
- Tuncer, G.T ve diğ.** (1993), “Metal Pollution in the Golden Horn, Turkey: Contribution of Natural and Anthropogenic Components since 1913”, *Water Science and Technology*, 28, 59.
- Türkman, A. ve Uslu, O.**, (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü, *T.C.Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi*, Ankara
- Uslu, O.**, (1996). Çevresel Etki Değerlendirmesi, *Türkiye Çevre Vakfı Yayını*, İzmir
- Yalçınlar, İ.**, (1976). İstanbul Haliç’indeki Dolmanın Bir Deniz Kanalıyla Önlenmesi, *Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, s. 287-298.
- Yamanlar O.**, (1957) “Kağıthane ve Alibey Derelerinde Toprak Taşınmaları ve Haliç’in Dolmasını Önleyecek Teknik ve Kültürel Tedbirler Üzerine Araştırmalar”
- Yayla N.**, (1975) Haliç ve Çevresinde Ulaşım Sorunu, *Haliç Sempozyumu*, İTÜ
- Yurttagüler, S.**, (1977). Haliç’in Dip Temizliği Çalışmaları ve Öneriler, *Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, s. 313-315.
- Yücel, Ö.**, (1977). Haliç’in Temizlenmesine İlişkin Bir Seçenek: Dip Taraması Yöntemi, *Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, s. 317-322

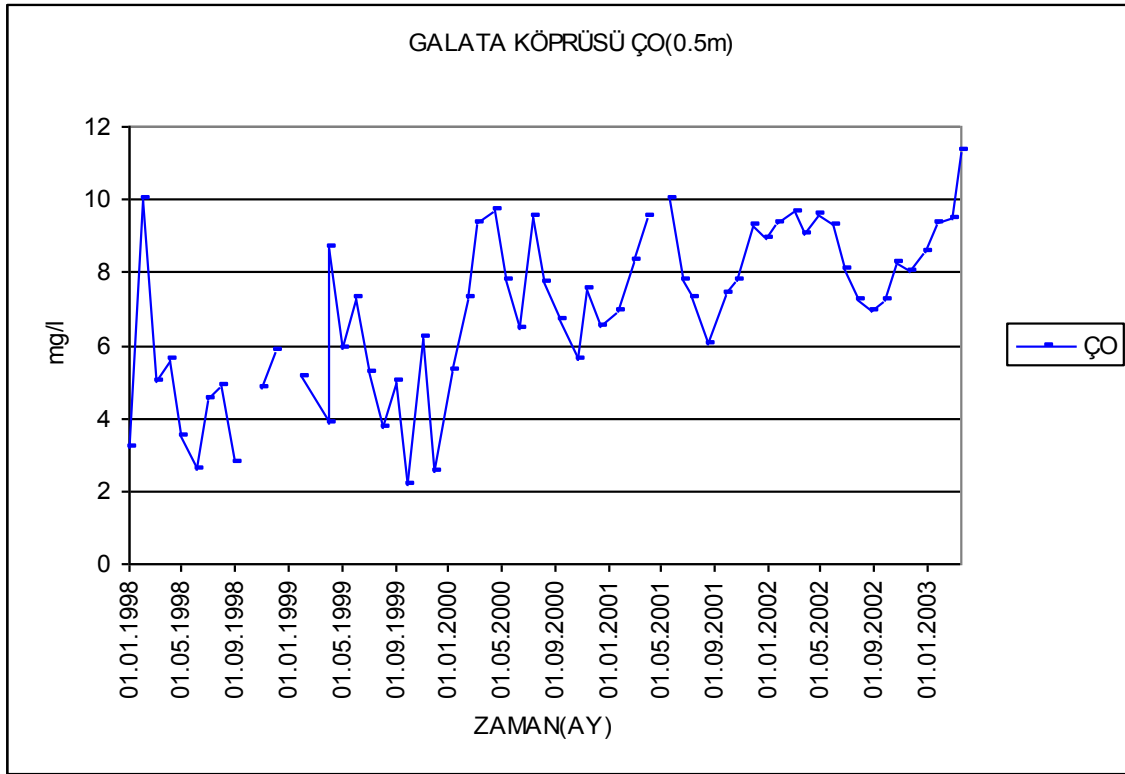
EKLER

EK A: Grafikler

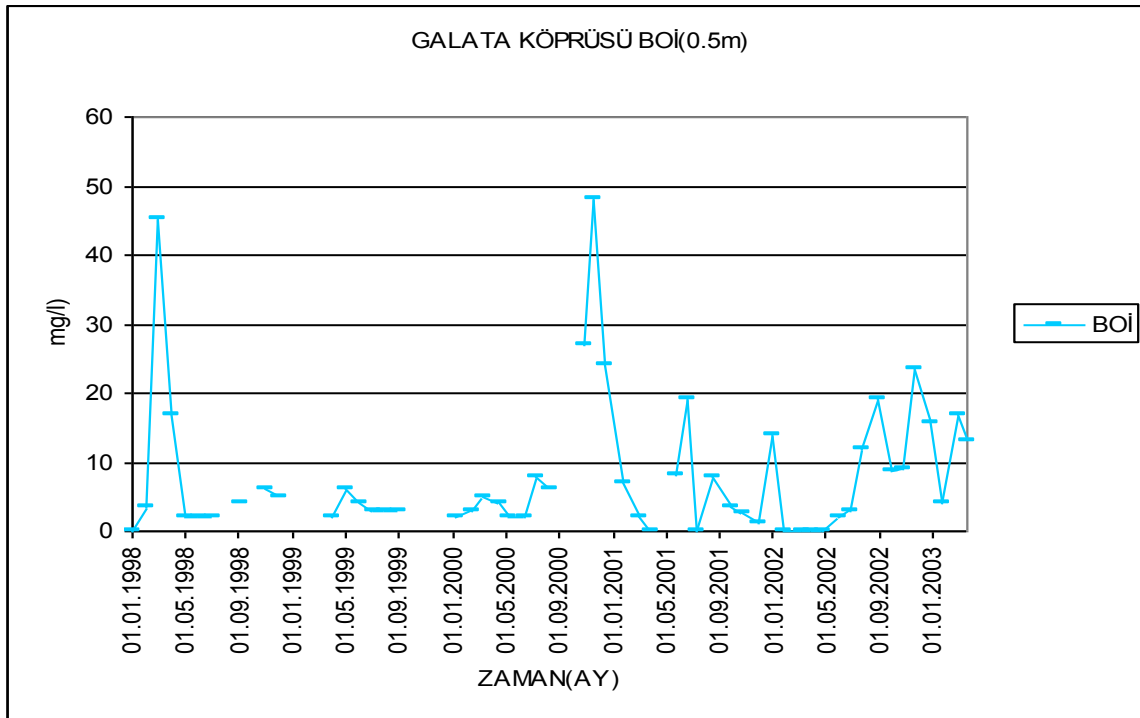
EK B: Grafikler

EK C: Avrupa Yakası III. Kısım Atıksu Tünel Güzergâhı Uydu Görüntüsü

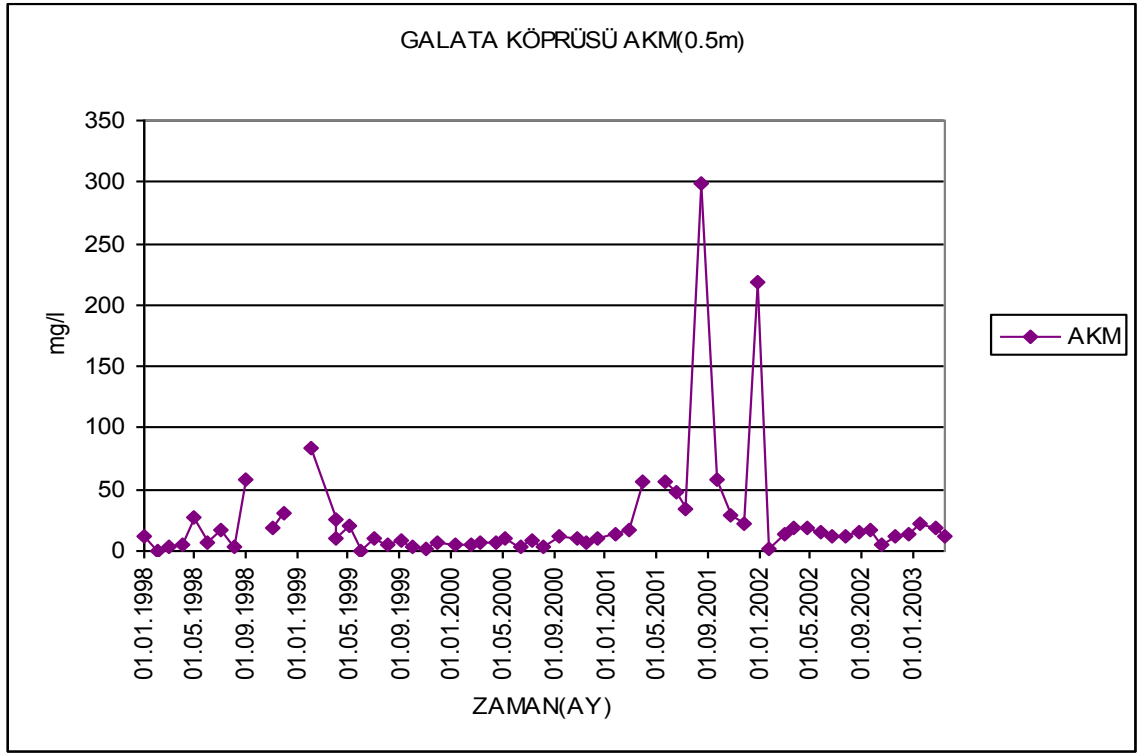
EK A



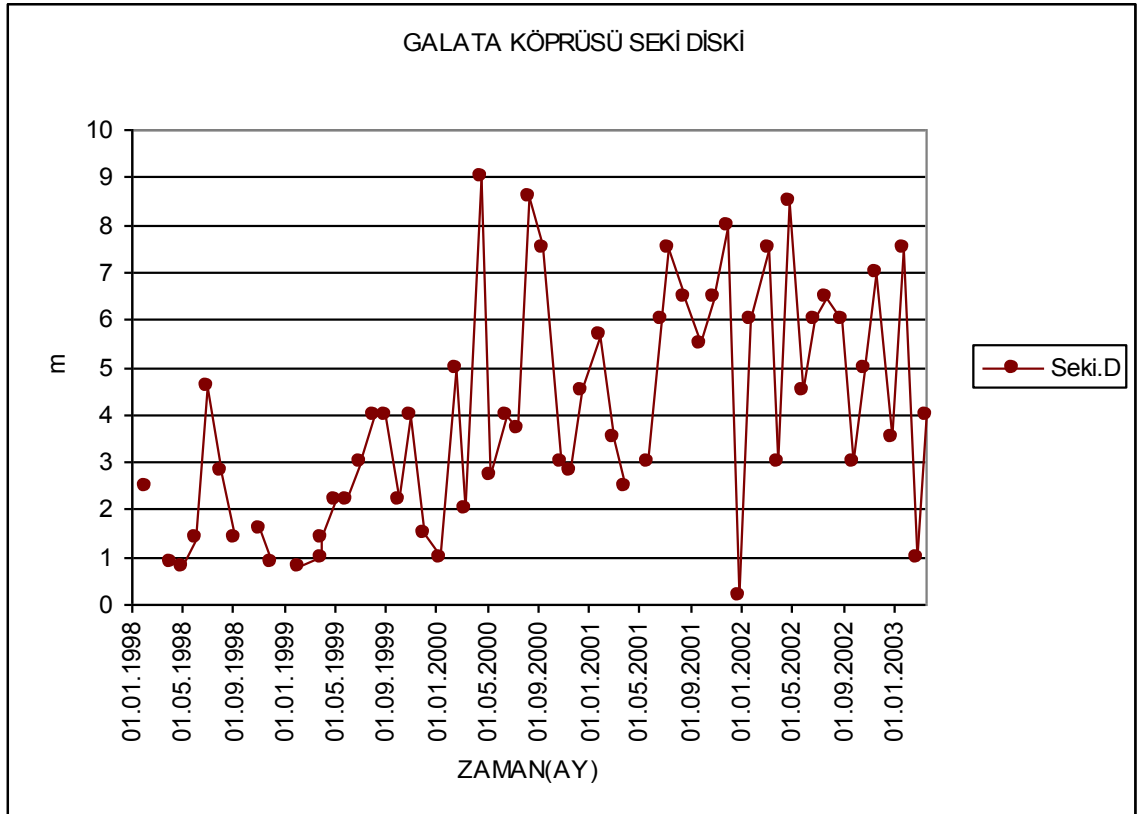
Şekil A.1 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



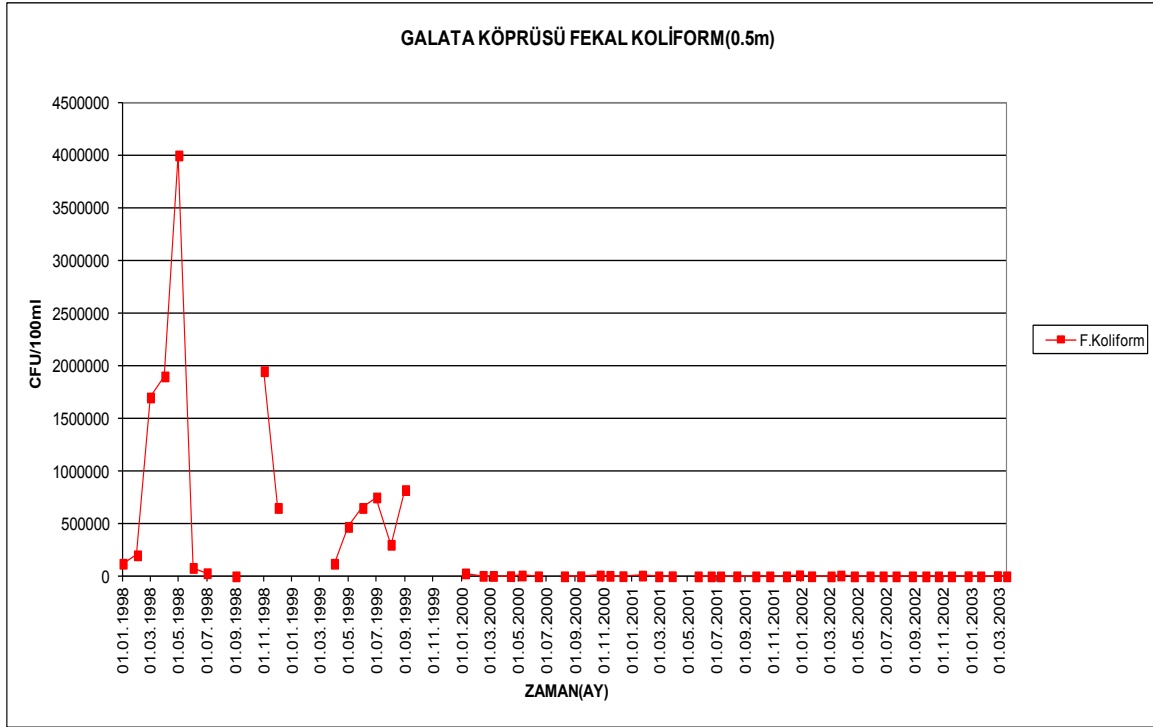
Şekil A.2 : Galata Köprüsü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



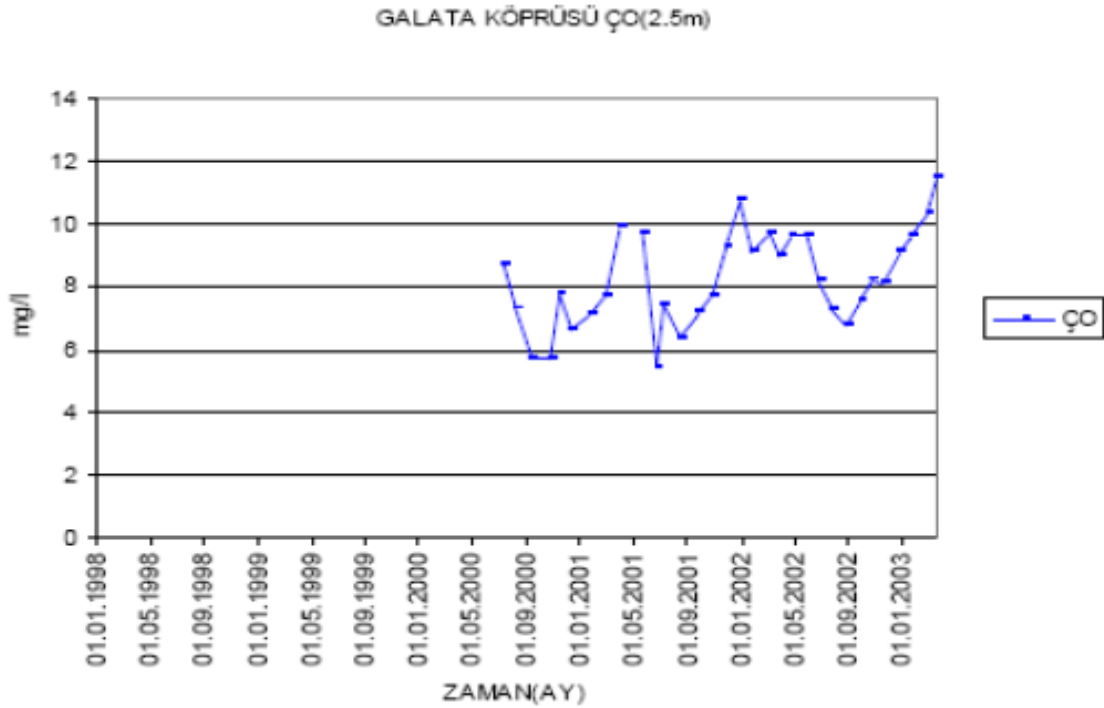
Şekil A.3 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



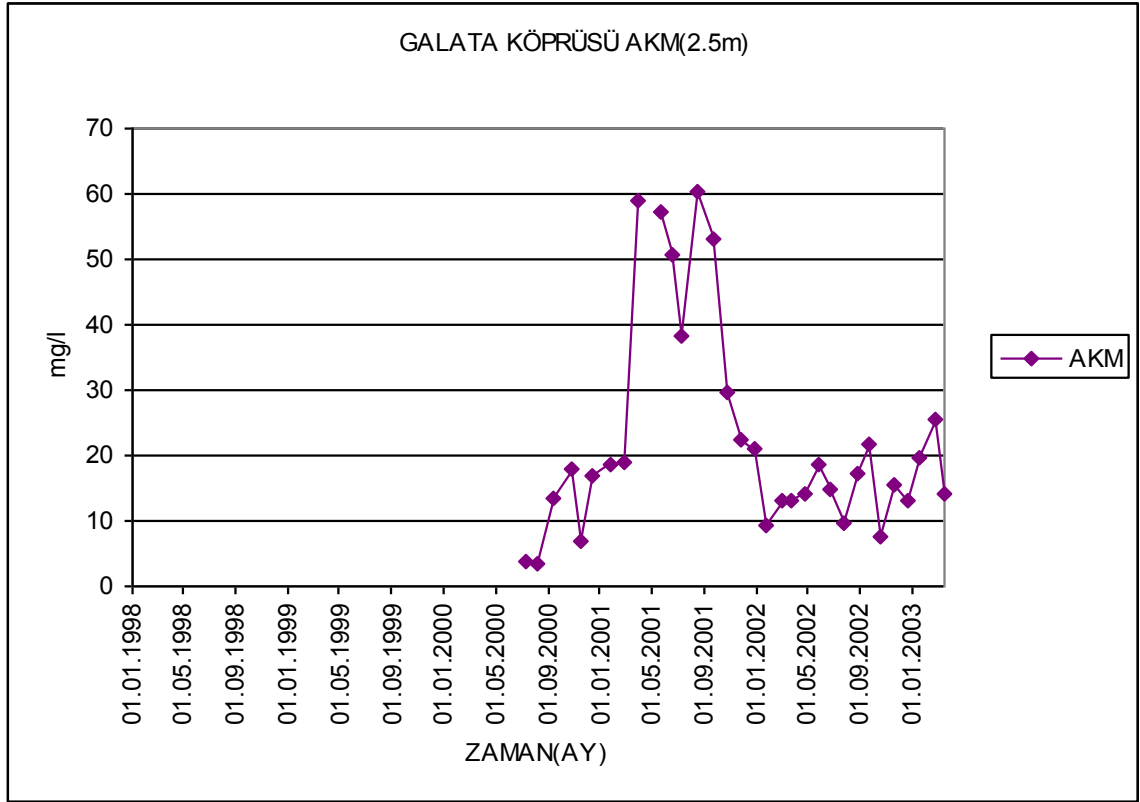
Şekil A.4 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



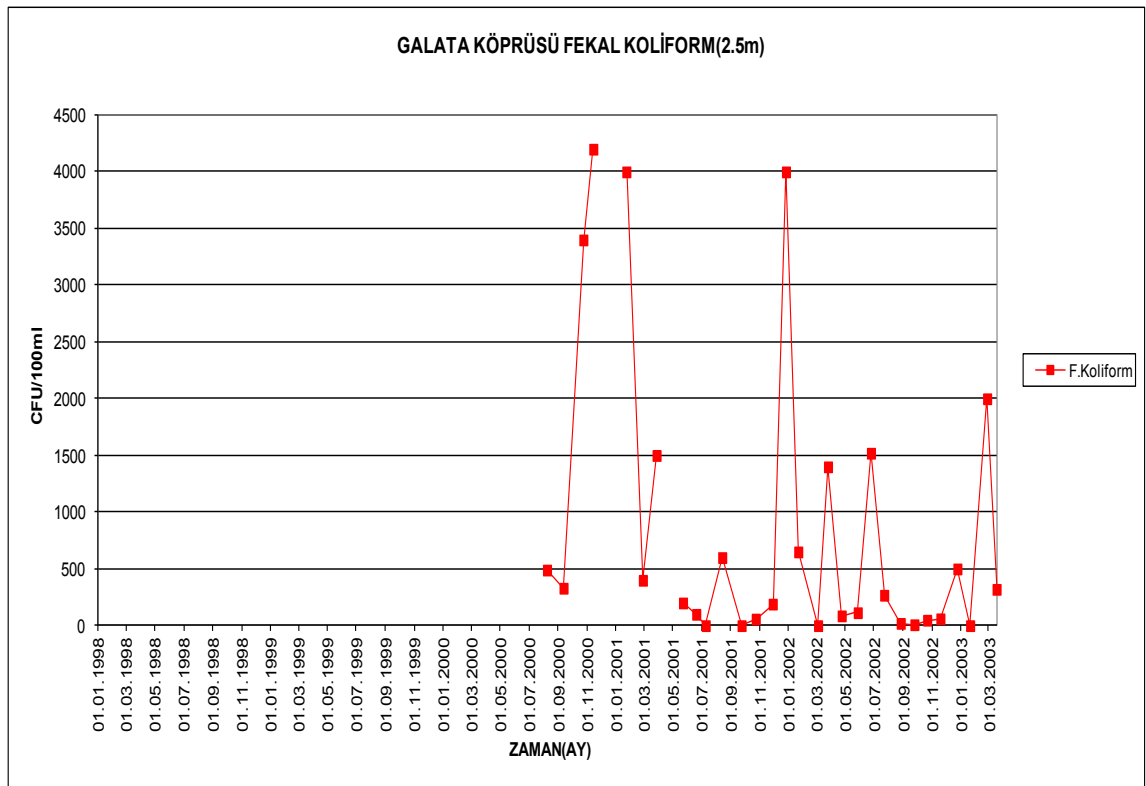
Şekil A.5 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



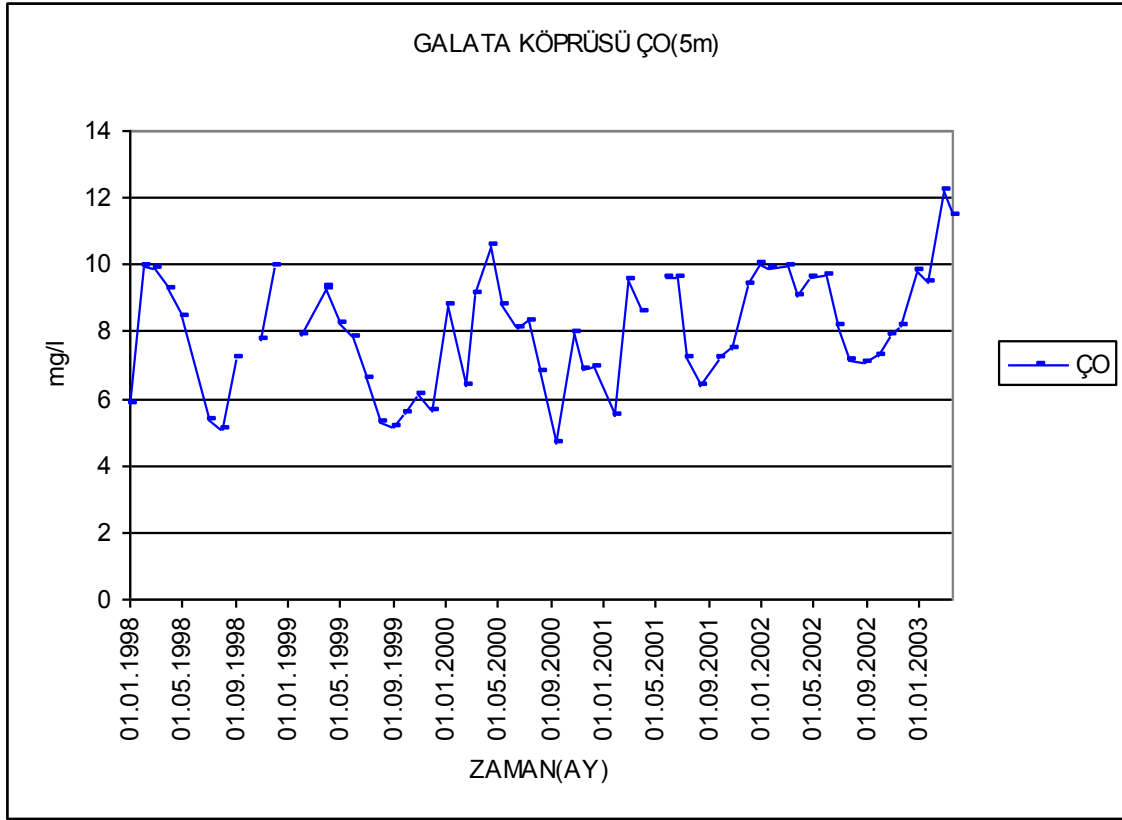
Şekil A.6 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



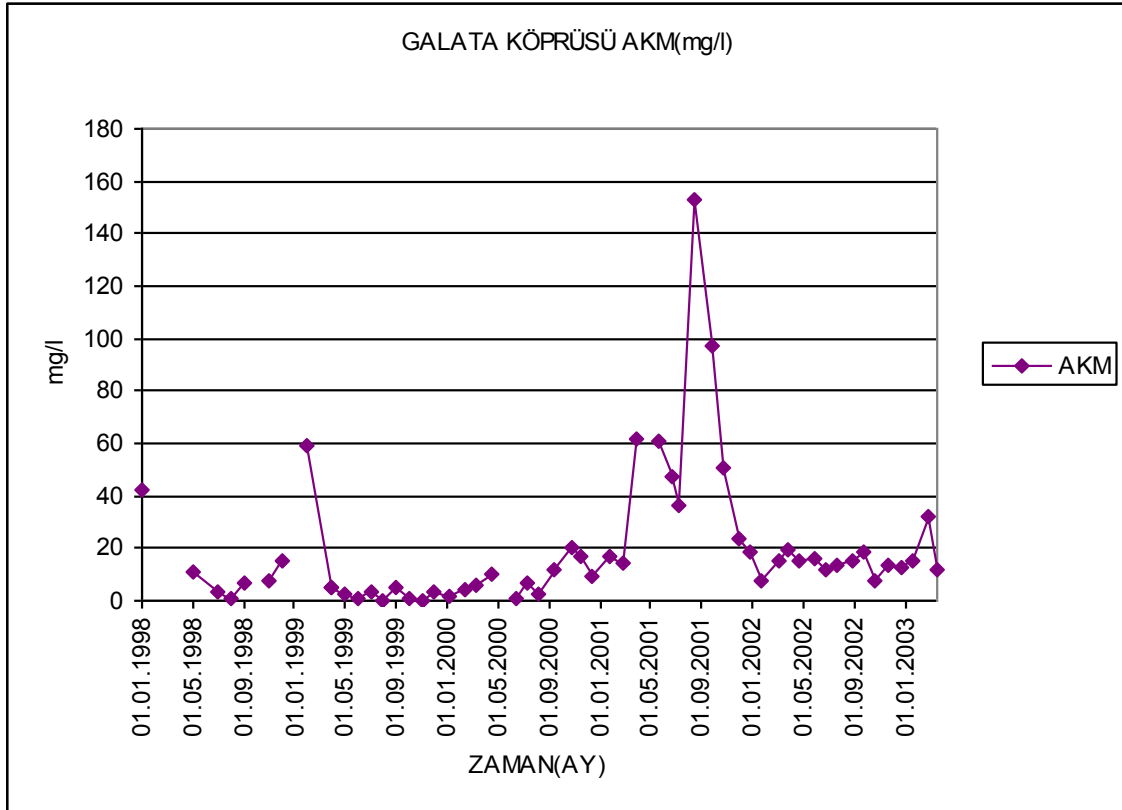
Şekil A.7 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



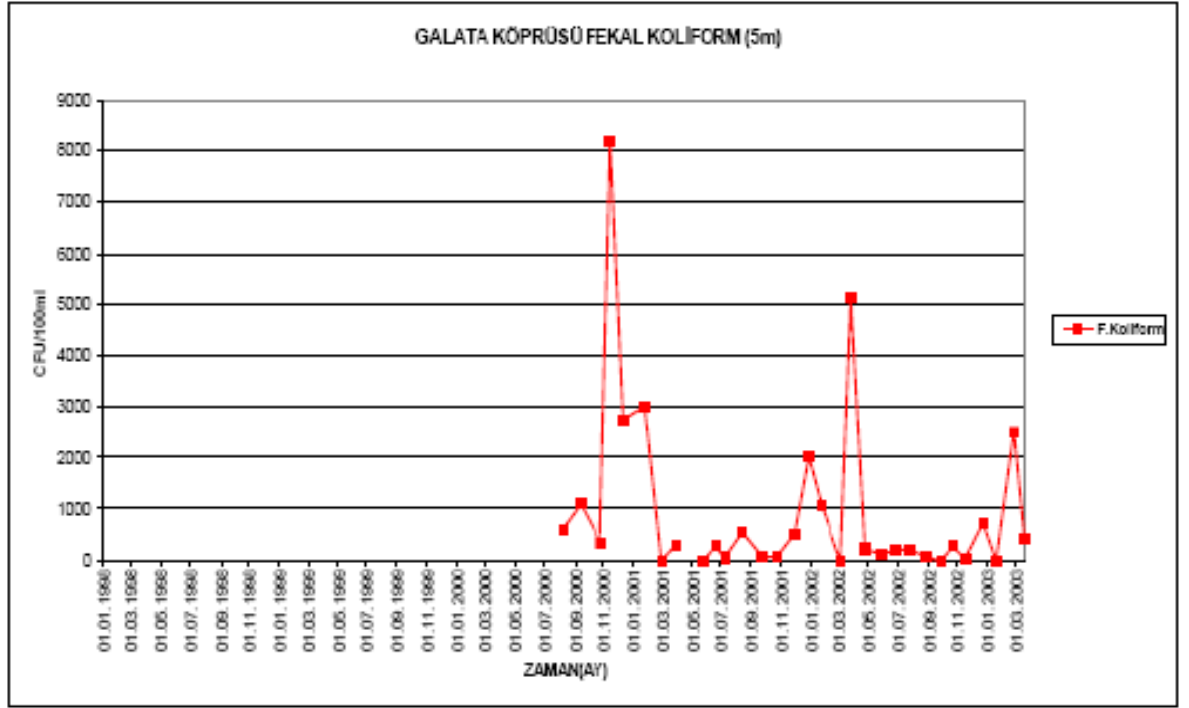
Şekil A.8 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



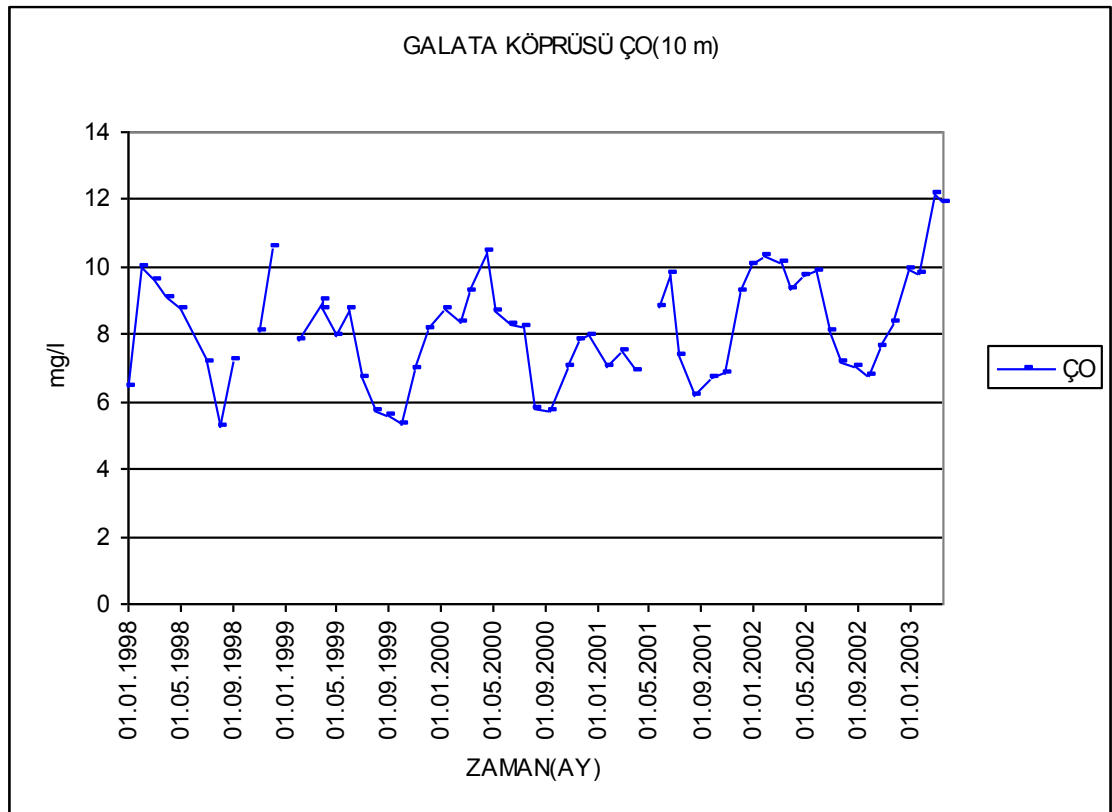
Şekil A.9 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



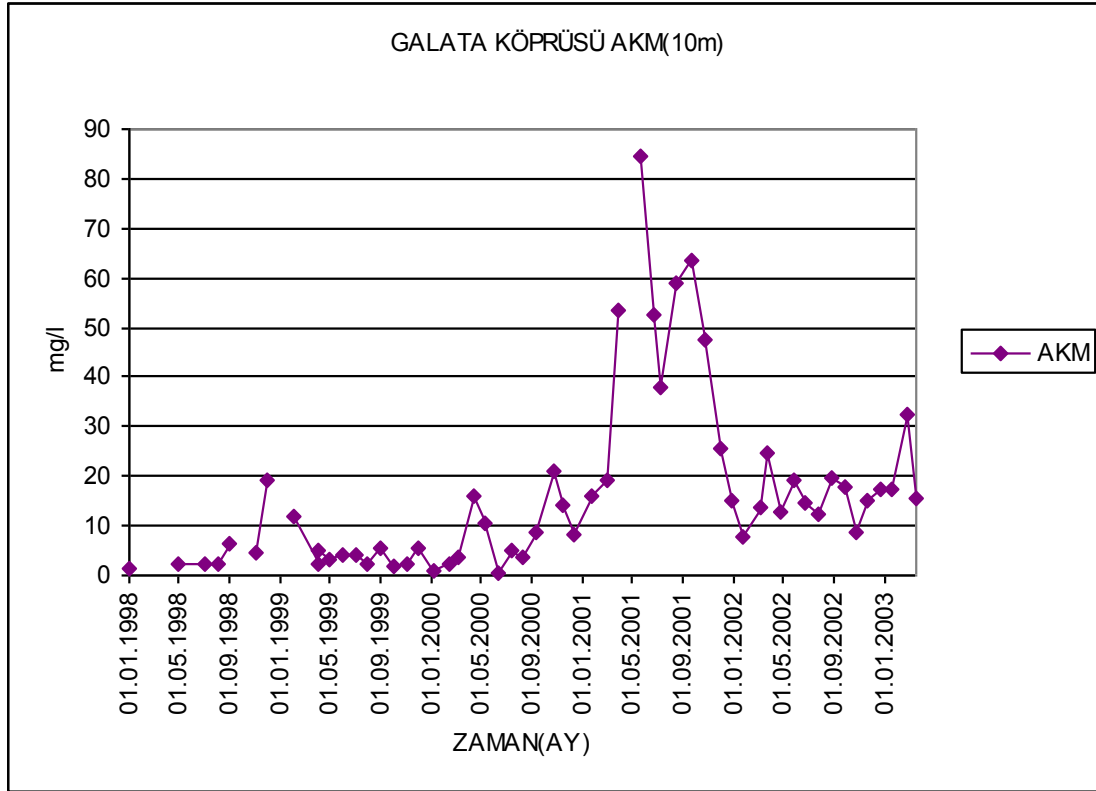
Şekil A.10 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



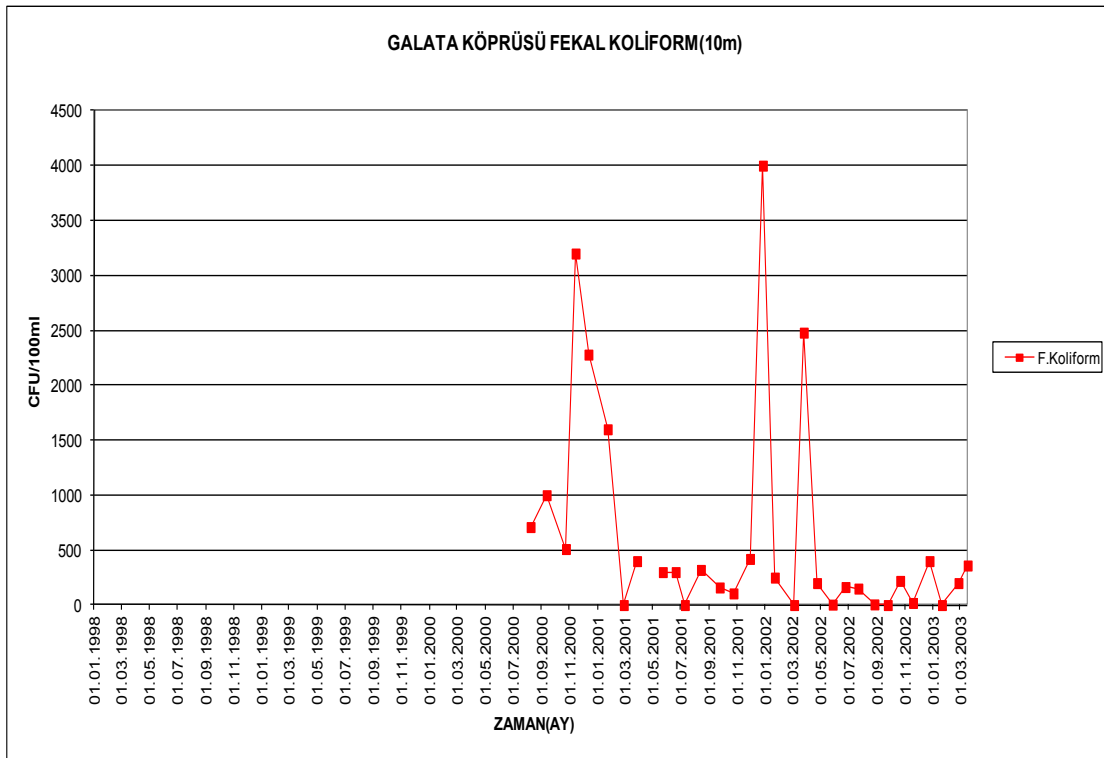
Şekil A.11 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



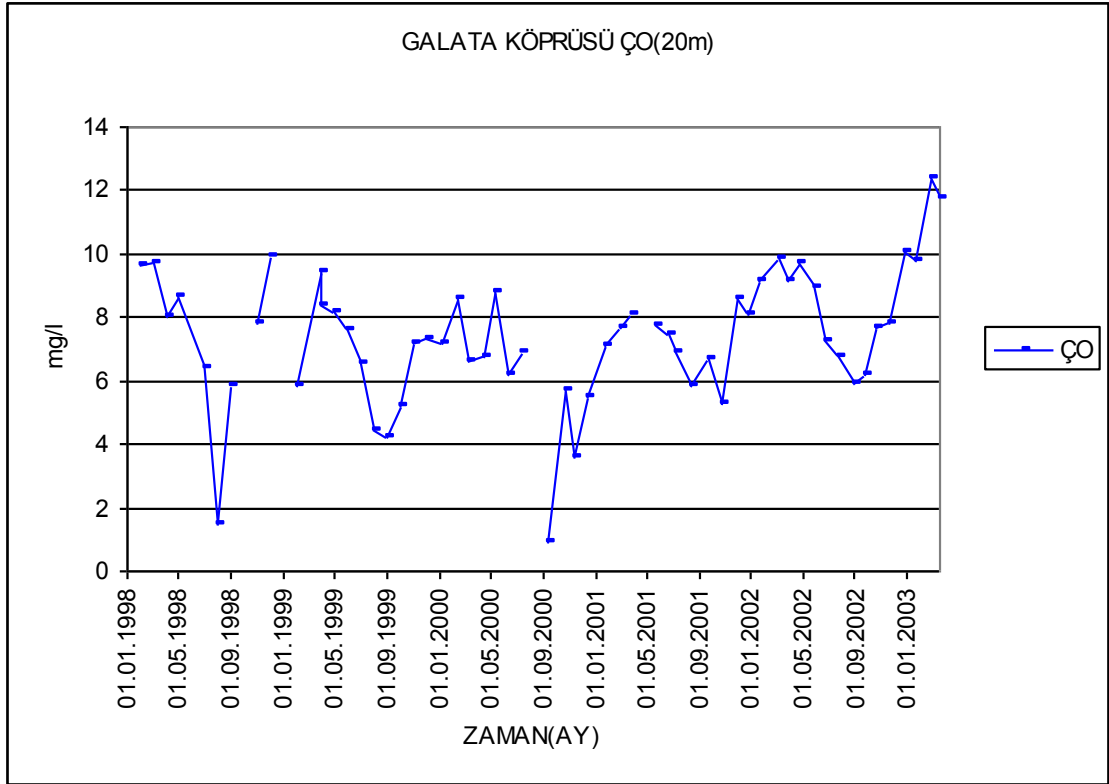
Şekil A.12 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10m)



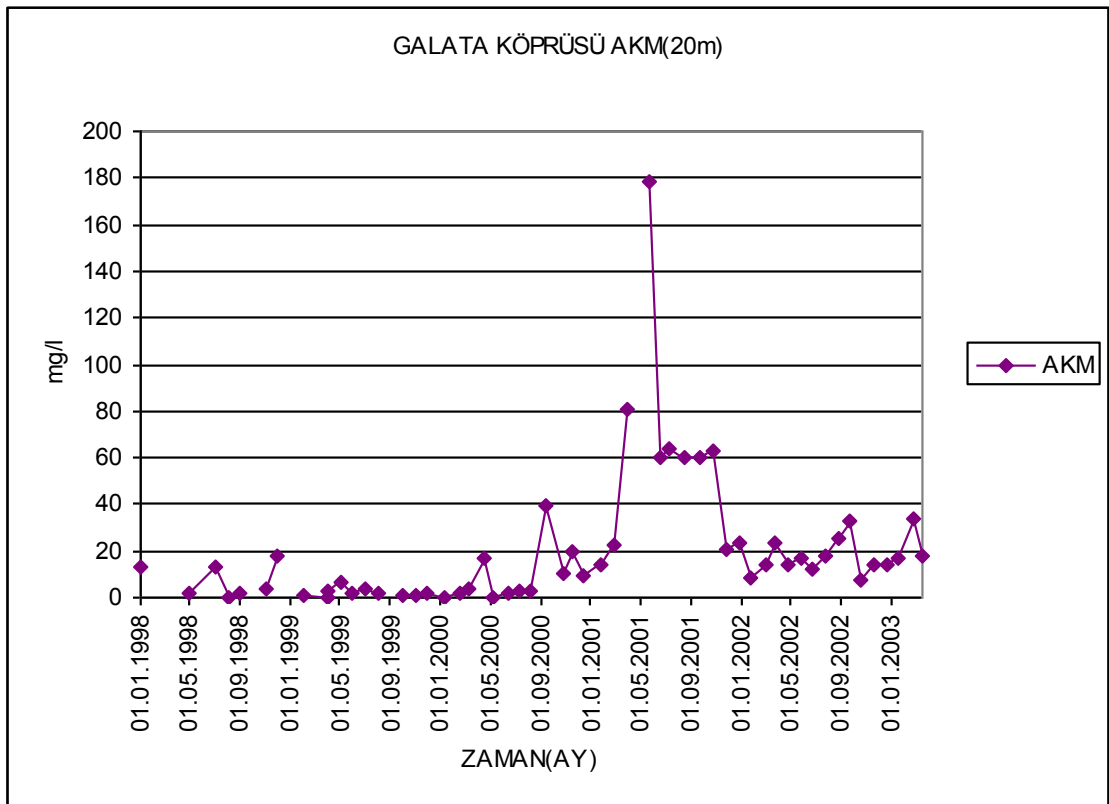
Şekil A.13 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(10m)



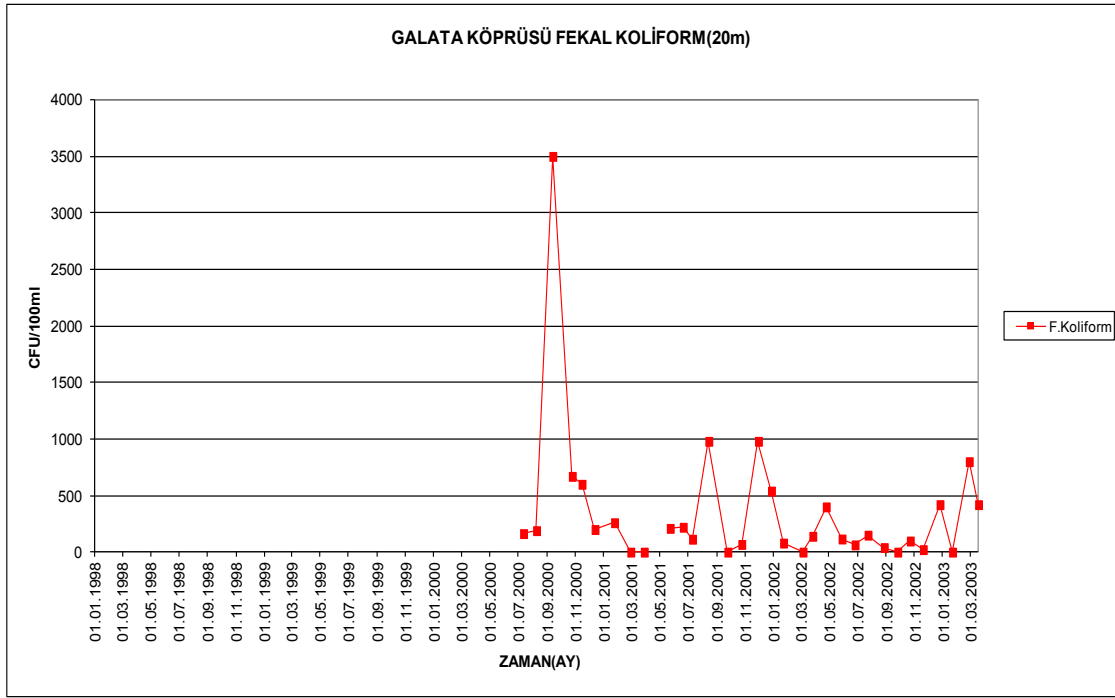
Şekil A.14 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10m)



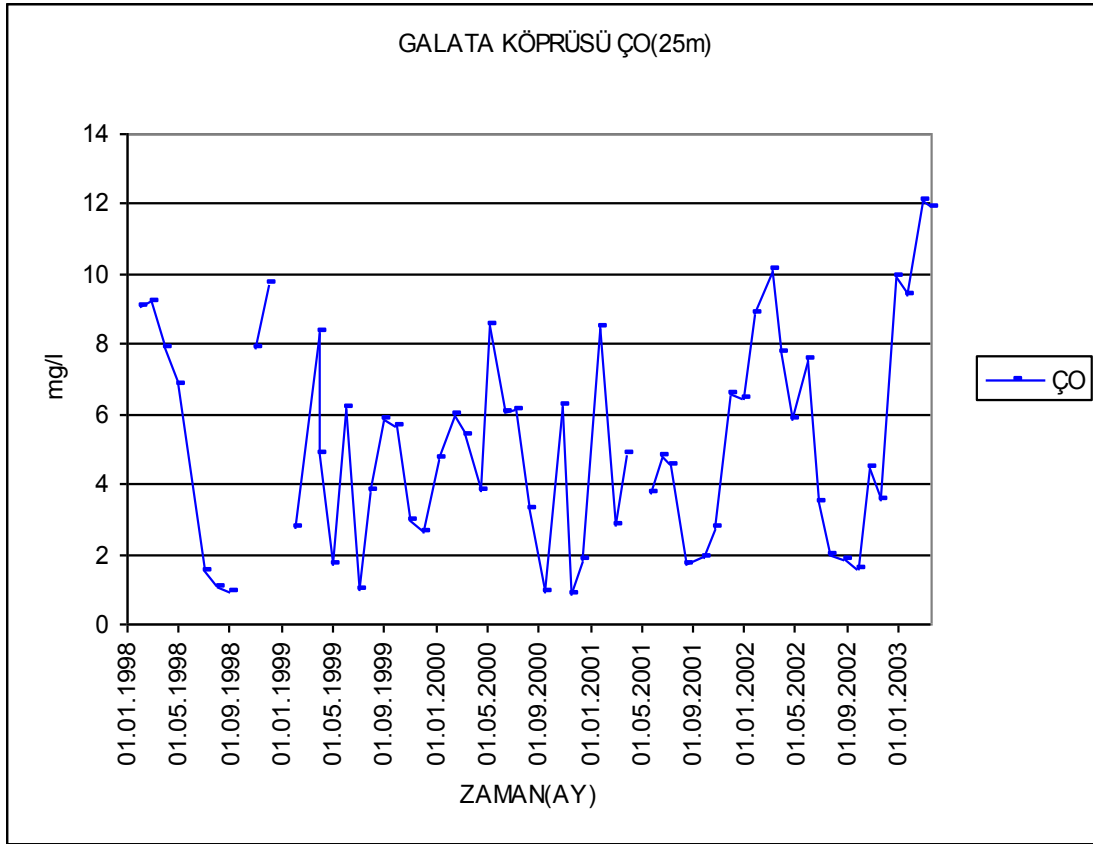
Şekil A.15 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(20m)



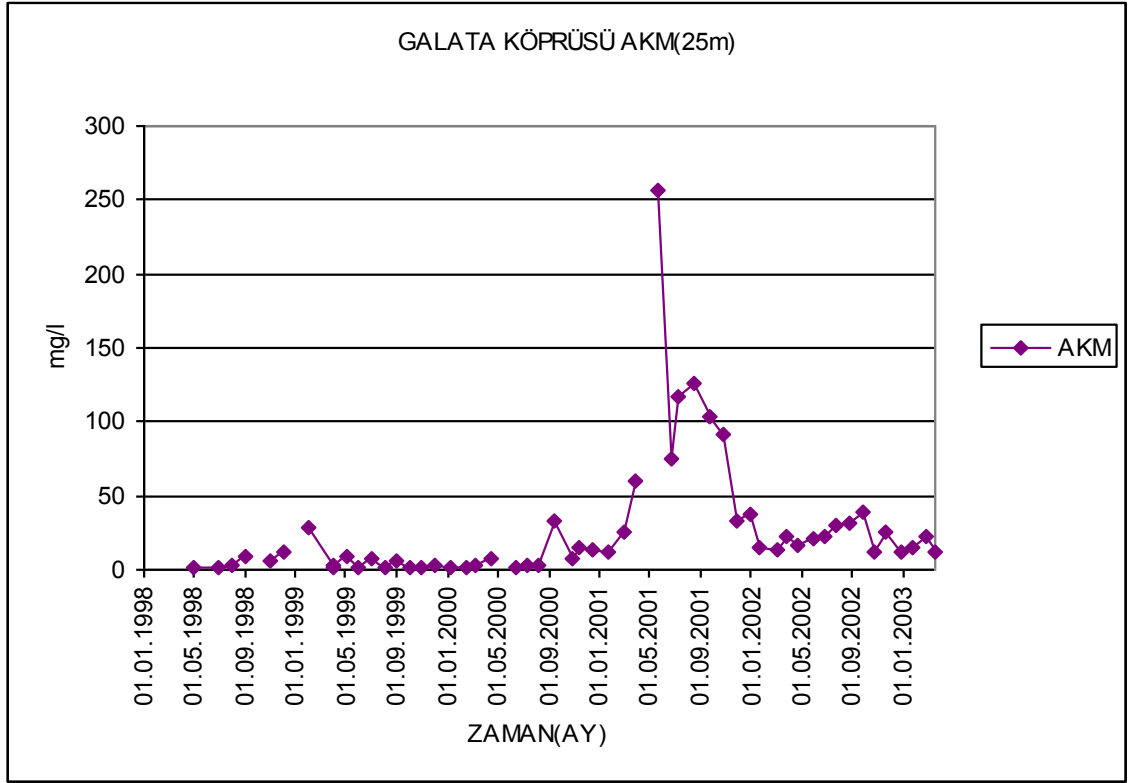
Şekil A.16 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(20m)



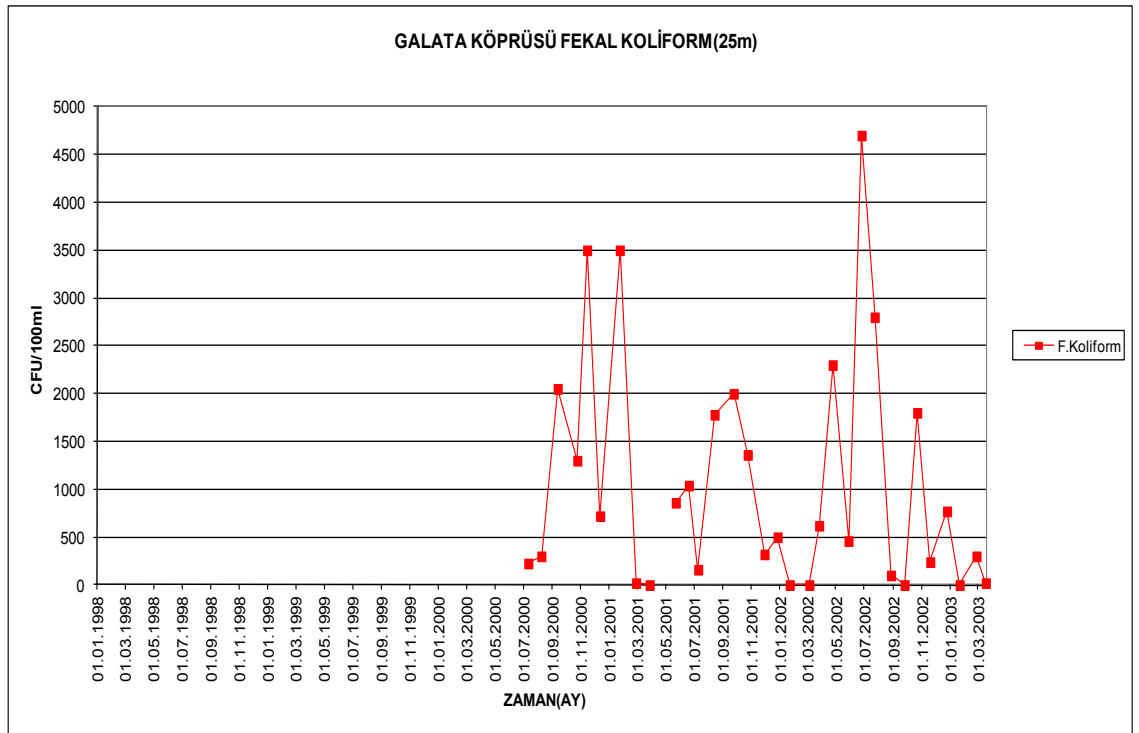
Şekil A.17 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(20m)



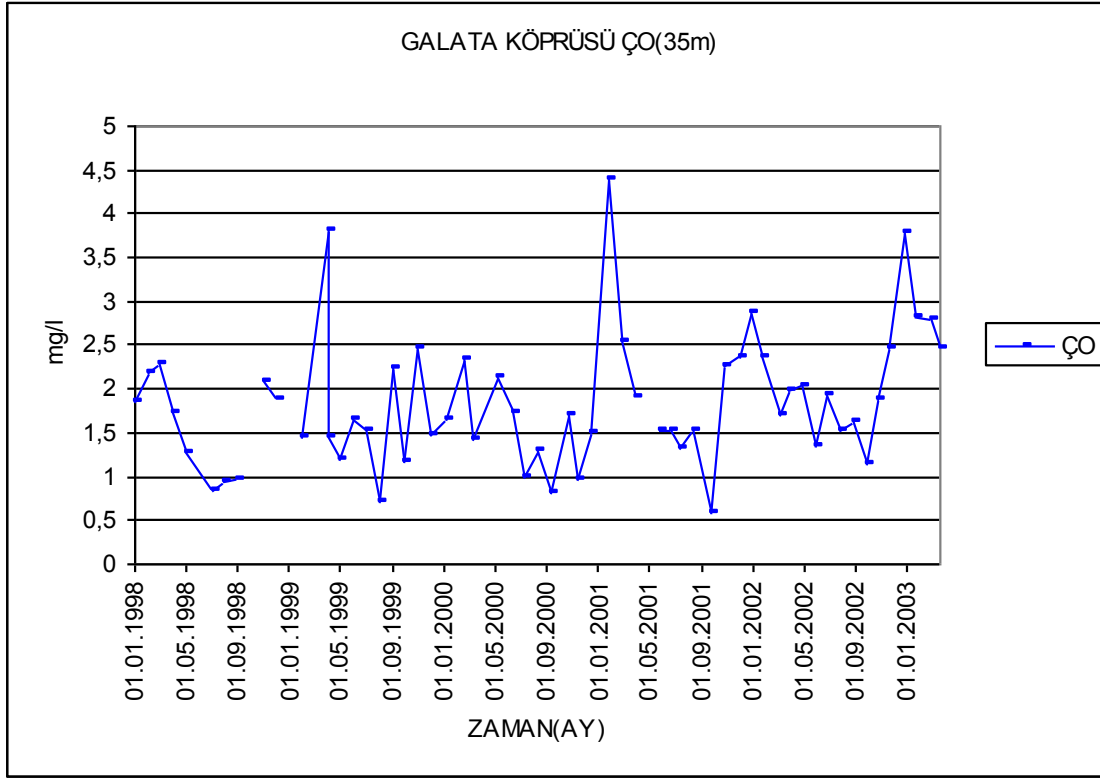
Şekil A.18 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(25m)



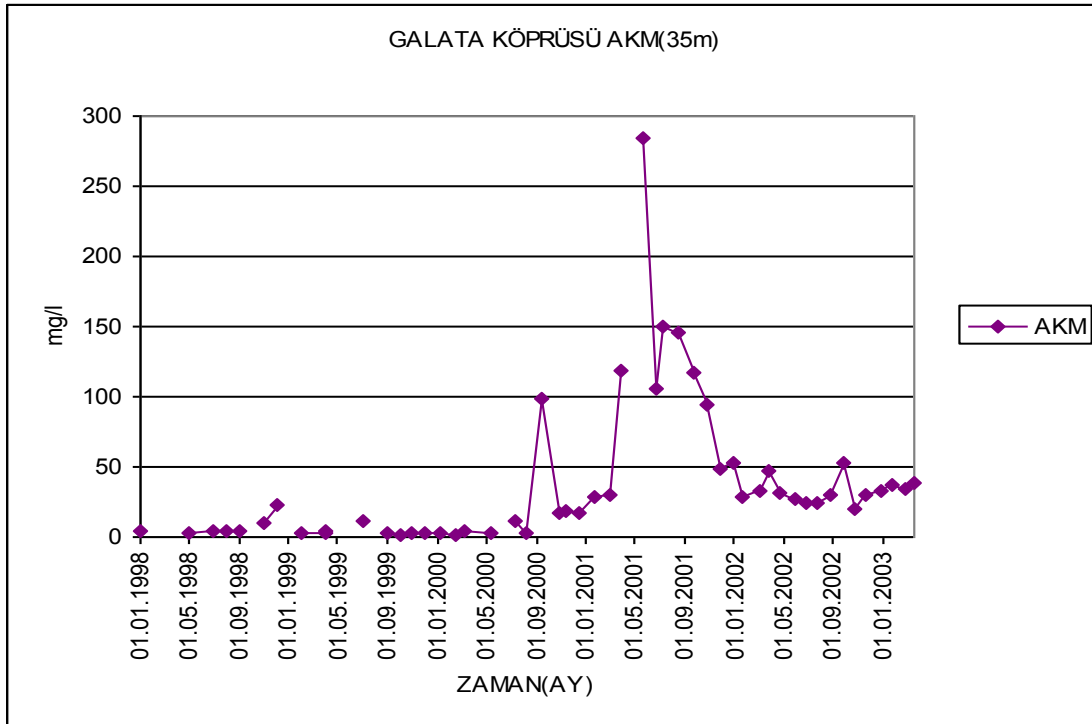
Şekil A.19 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(25m)



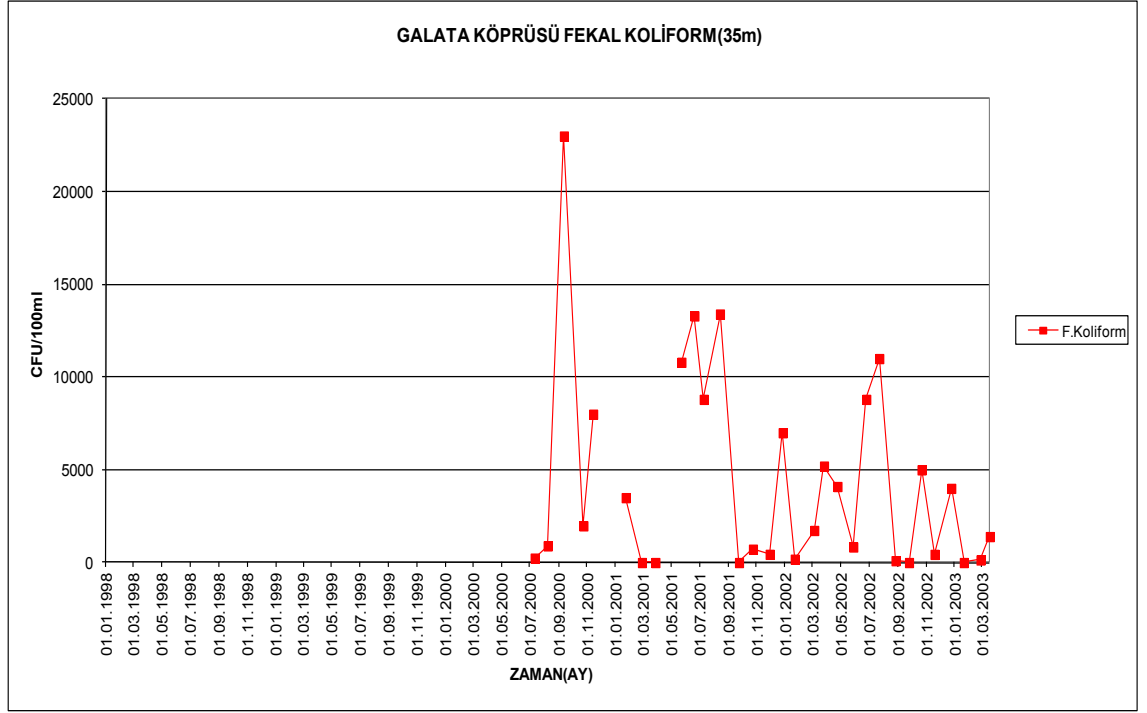
Şekil A.20 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(25m)



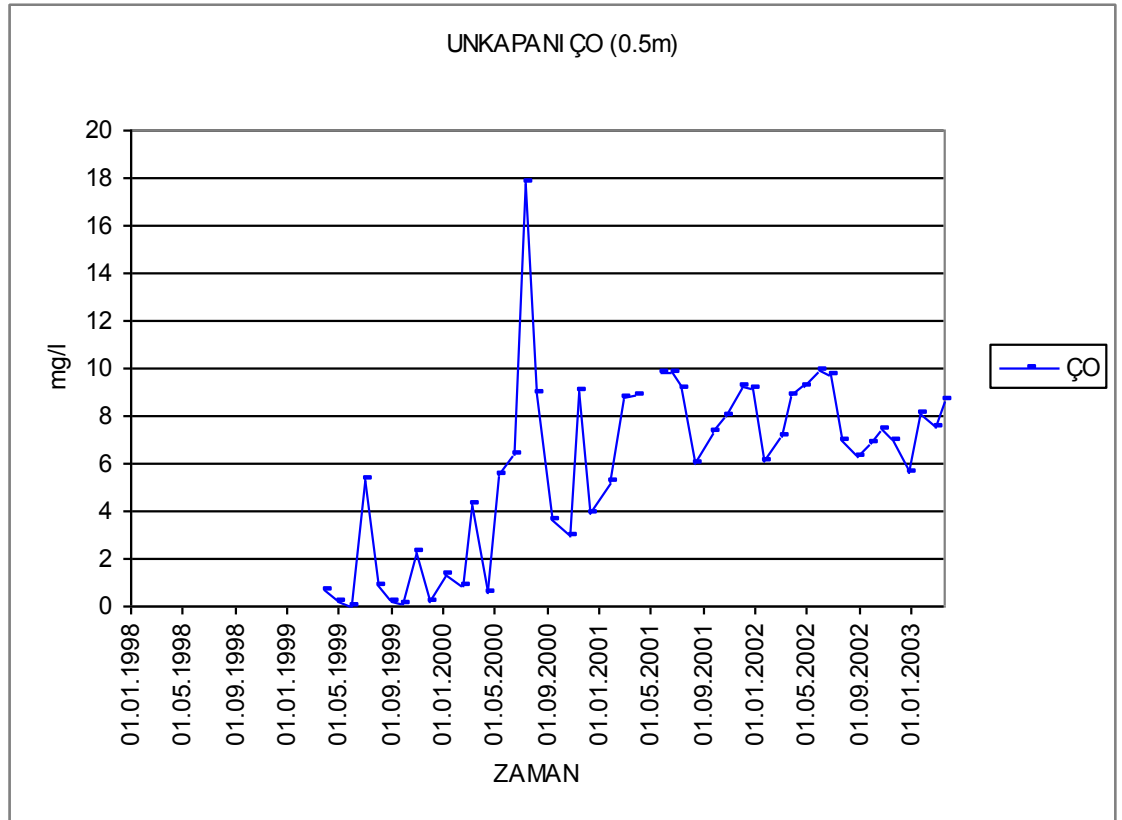
Şekil A.21 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(35m)



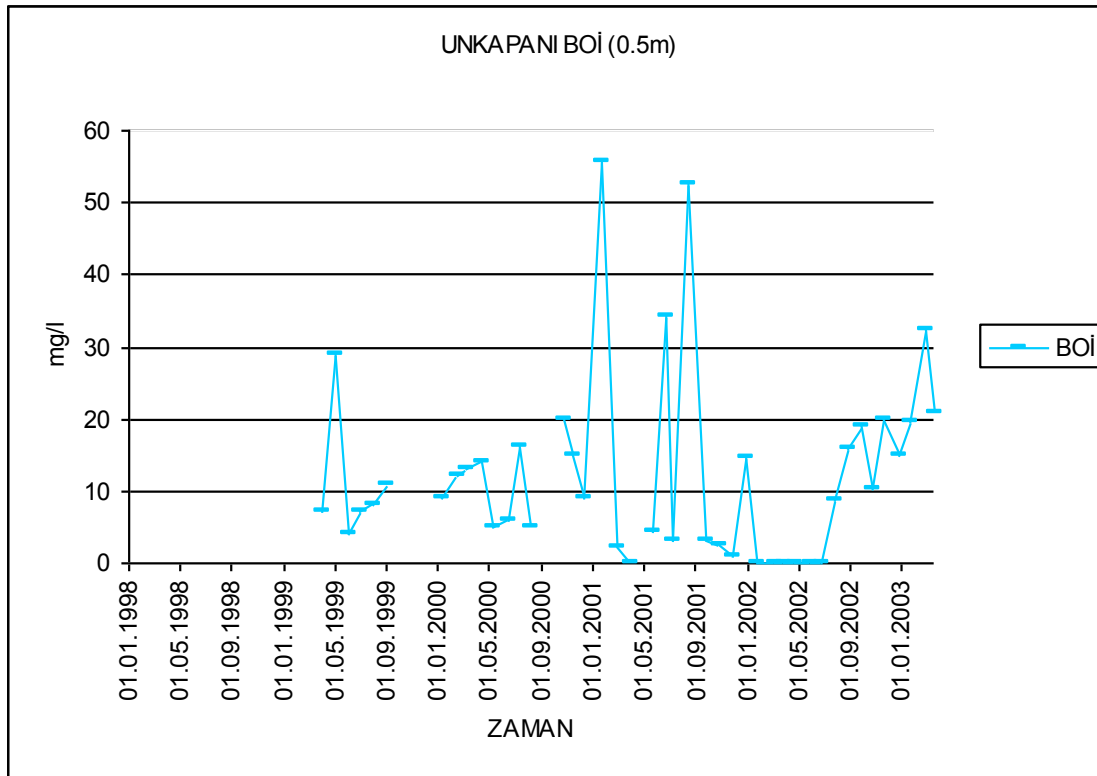
Şekil A.22 : Galata Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(35m)



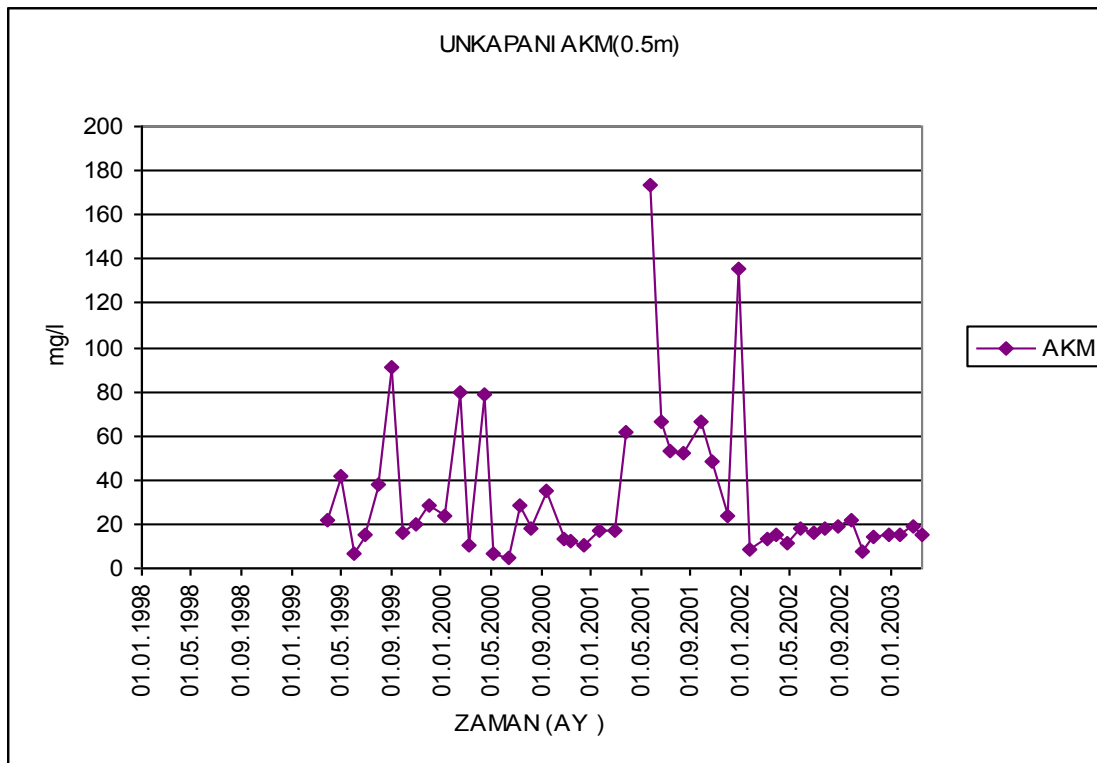
Şekil A.23 : Galata Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(35m)



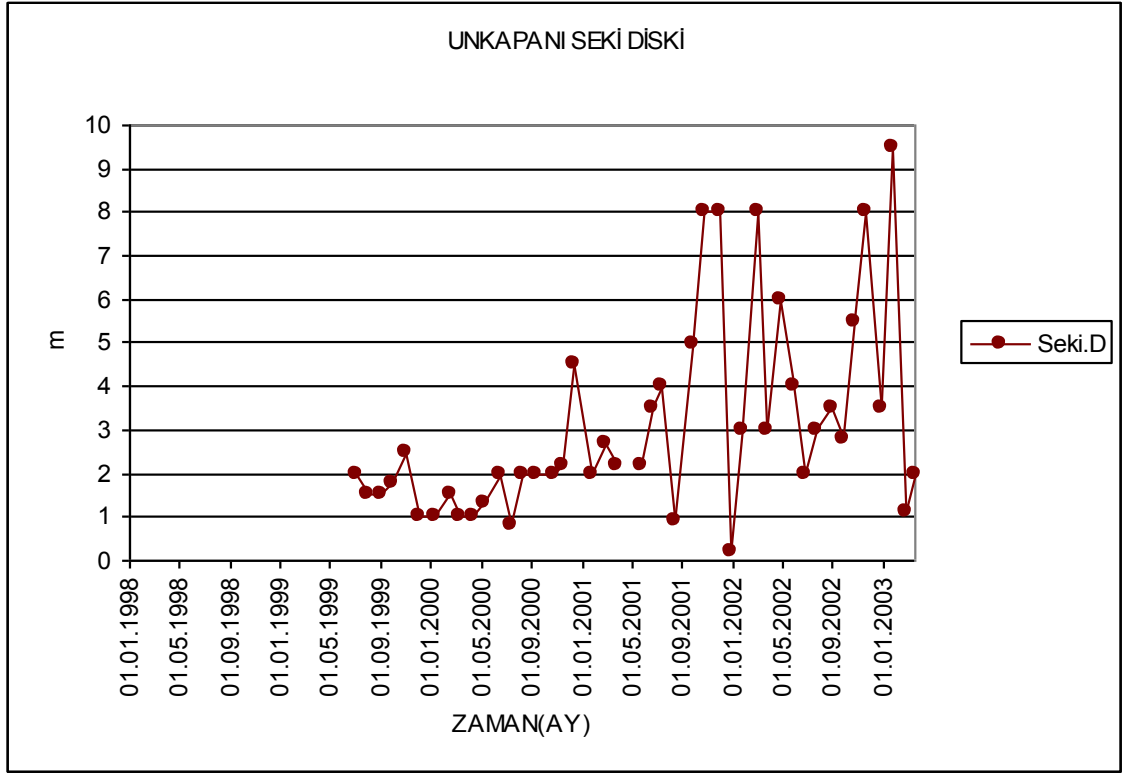
Şekil A.24 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



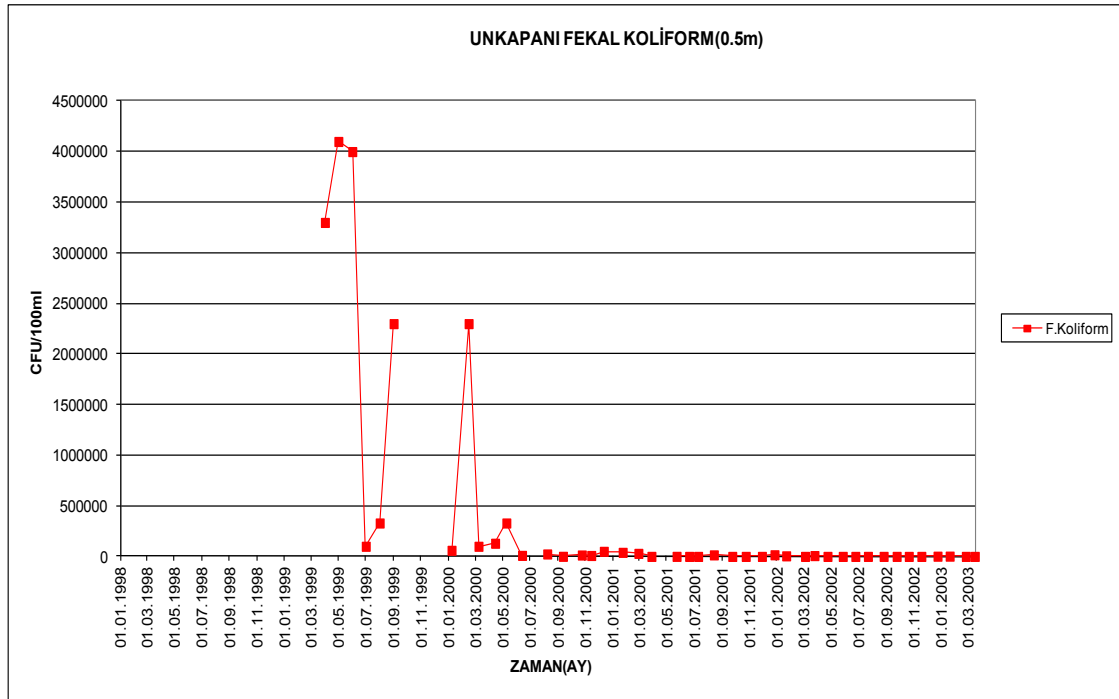
Şekil A.25 : Unkapanı İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



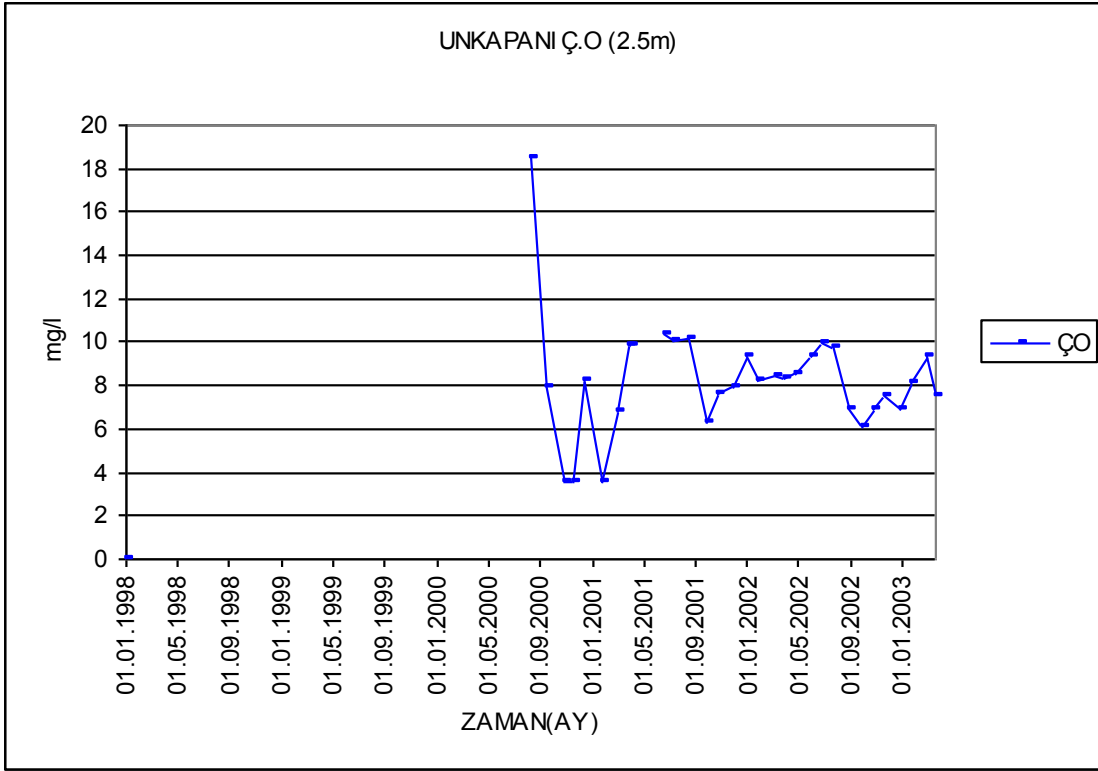
Şekil A.26 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



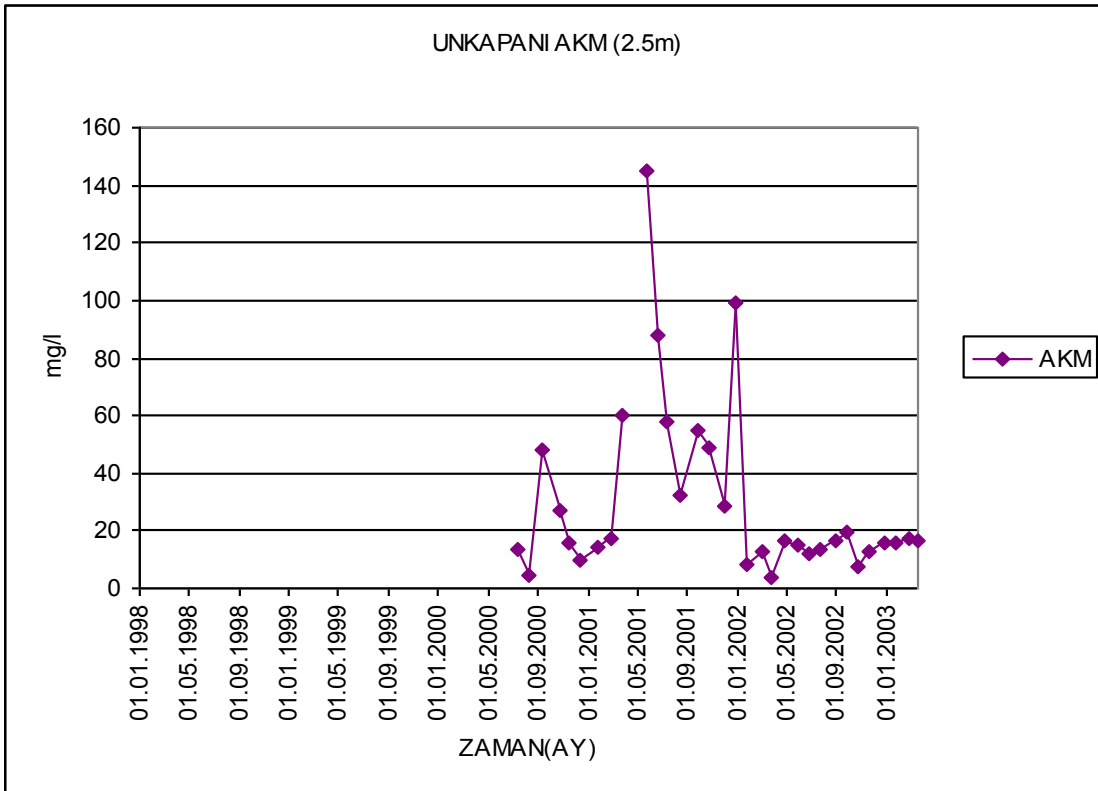
Şekil A.27 : Unkapani İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



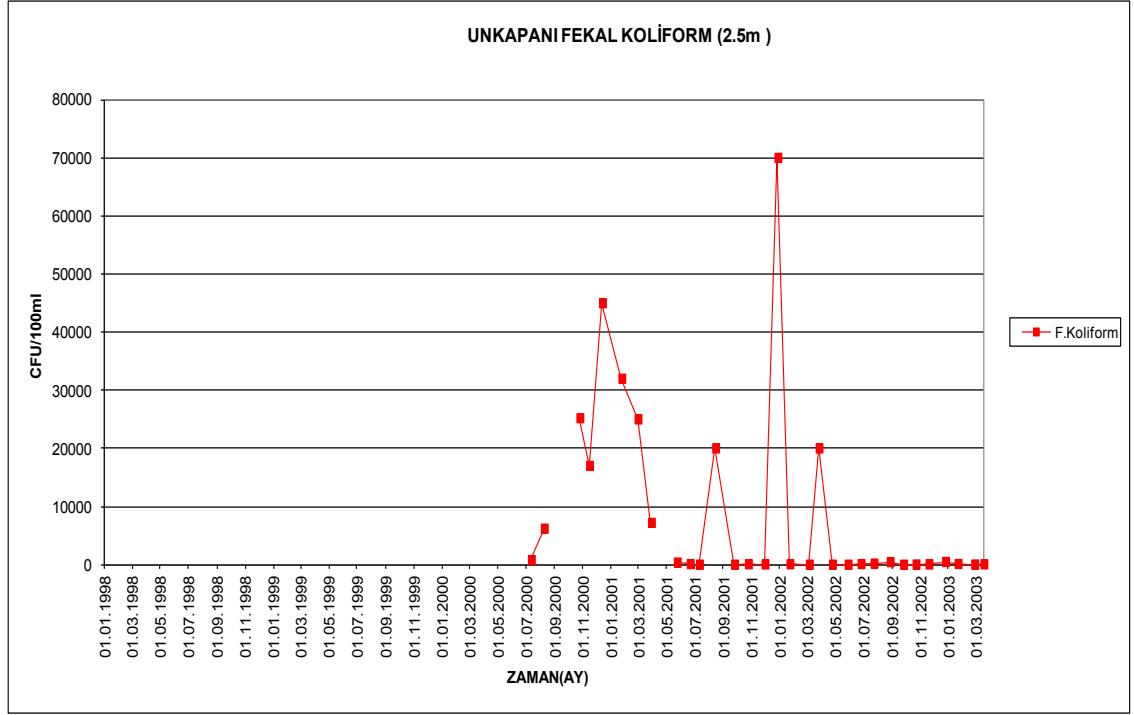
Şekil A.28 : Unkapani İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



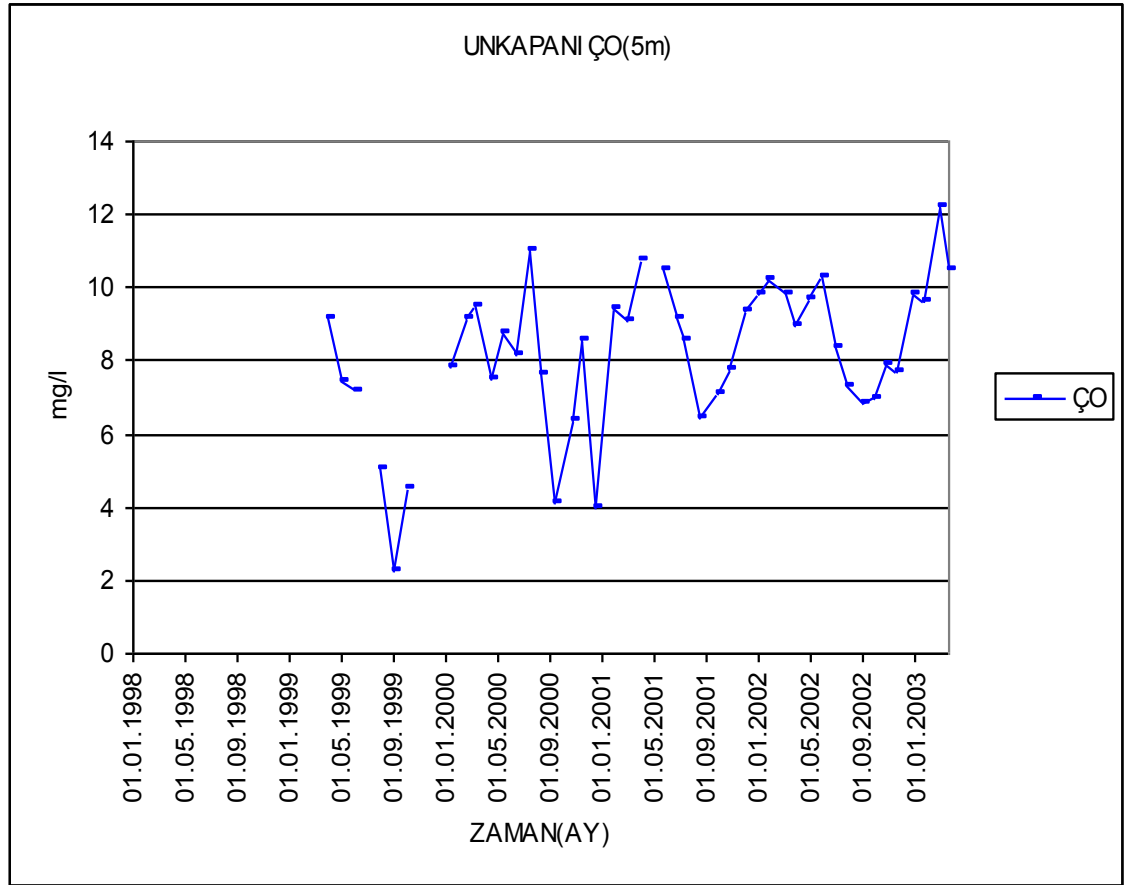
Şekil A.29 : Unkapanı İst. Zamanla Çözülmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



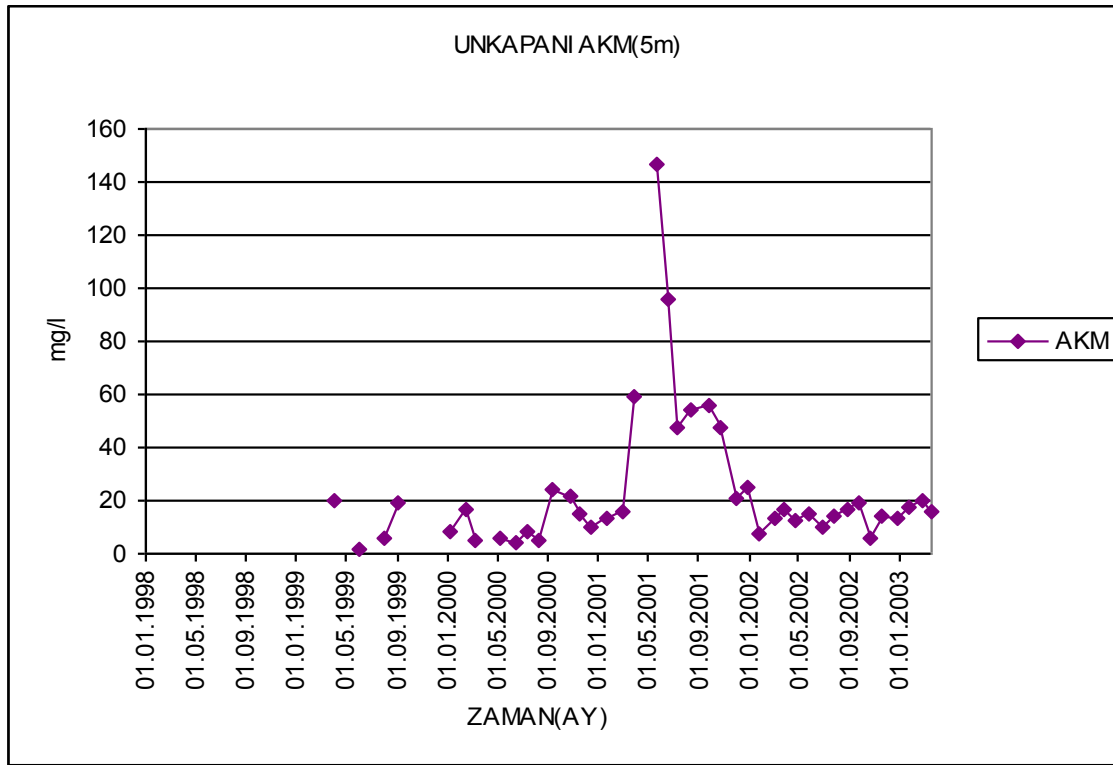
Şekil A.30 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



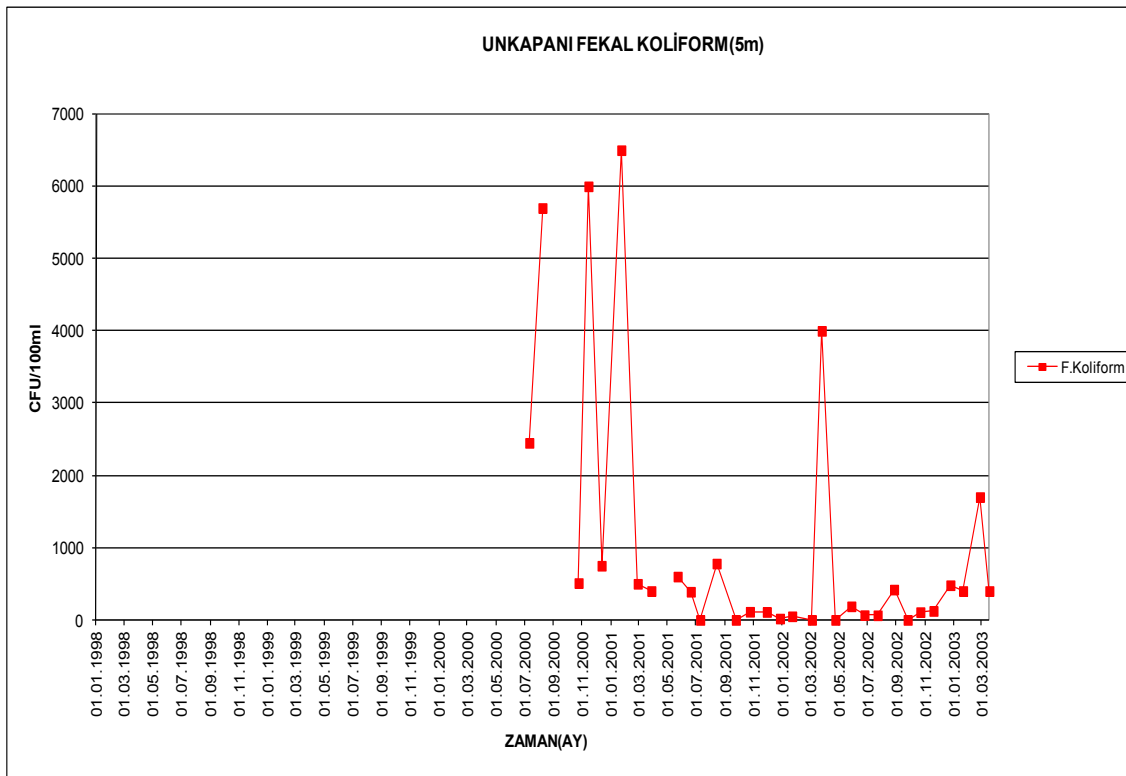
Şekil A.31 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



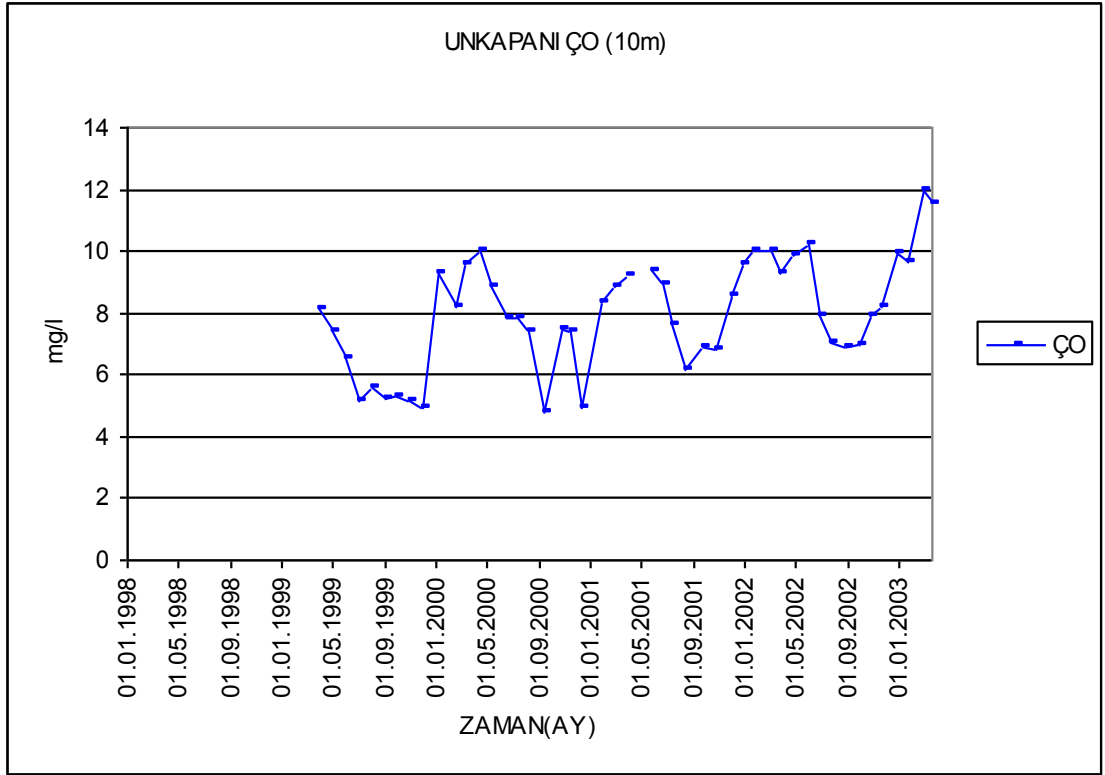
Şekil A.32 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



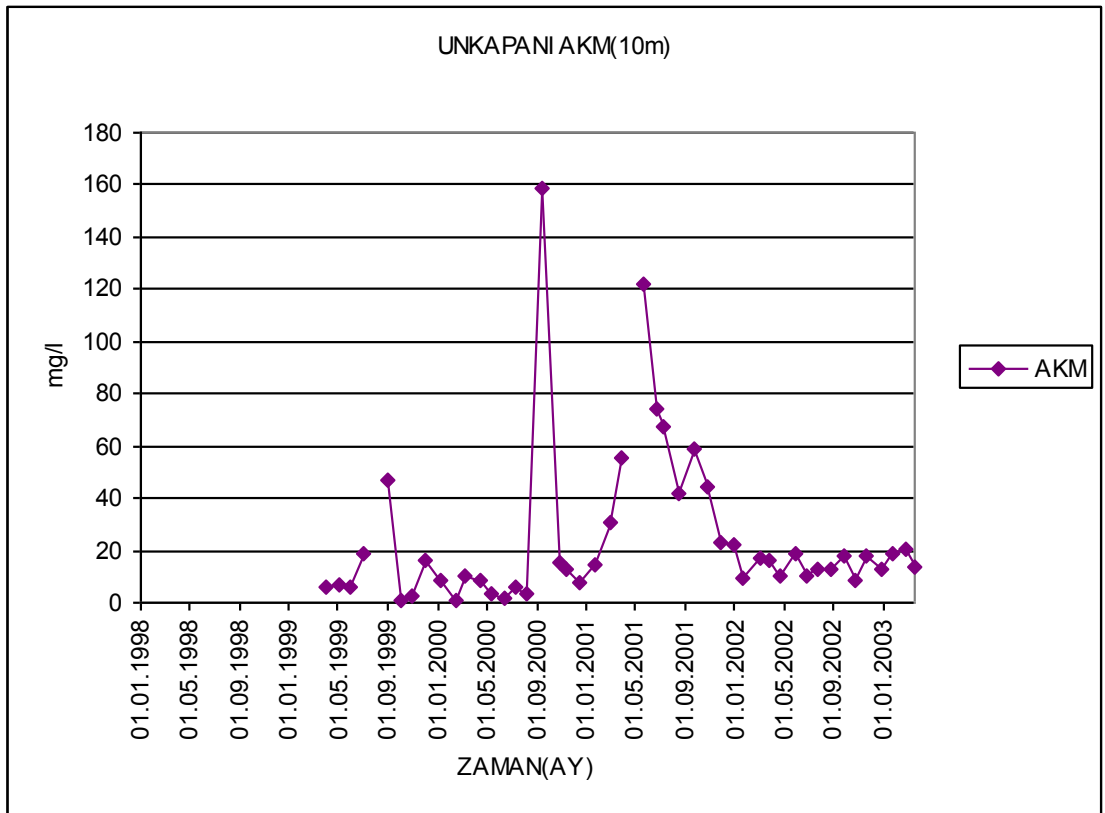
Şekil A.33 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



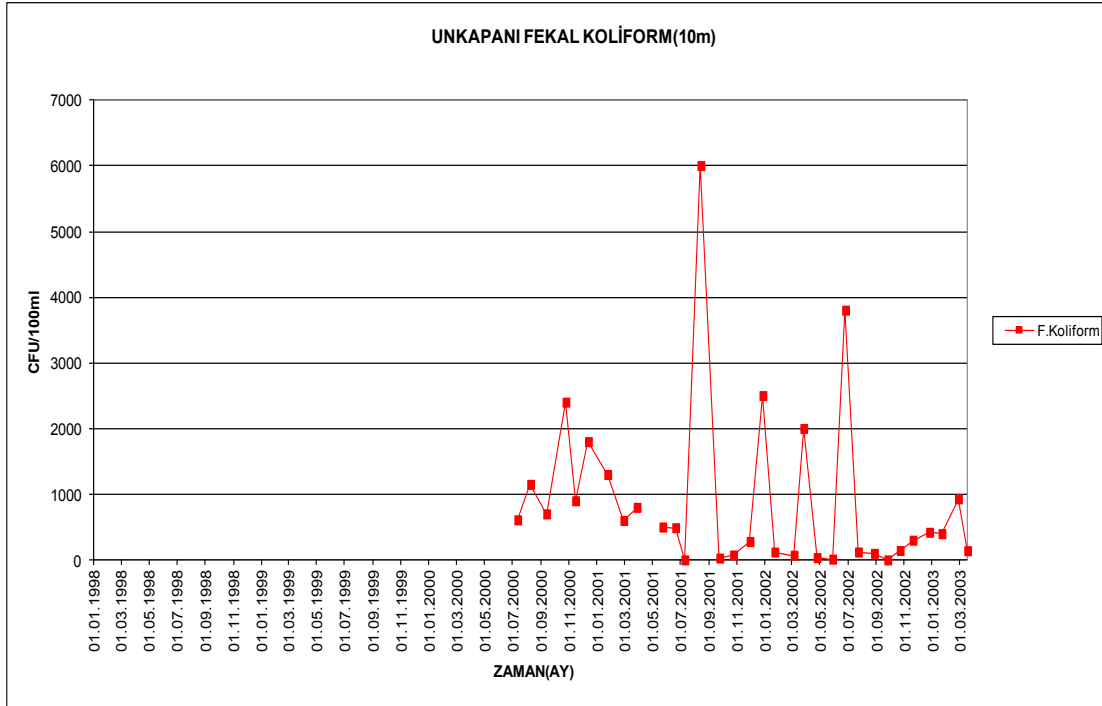
Şekil A.34 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



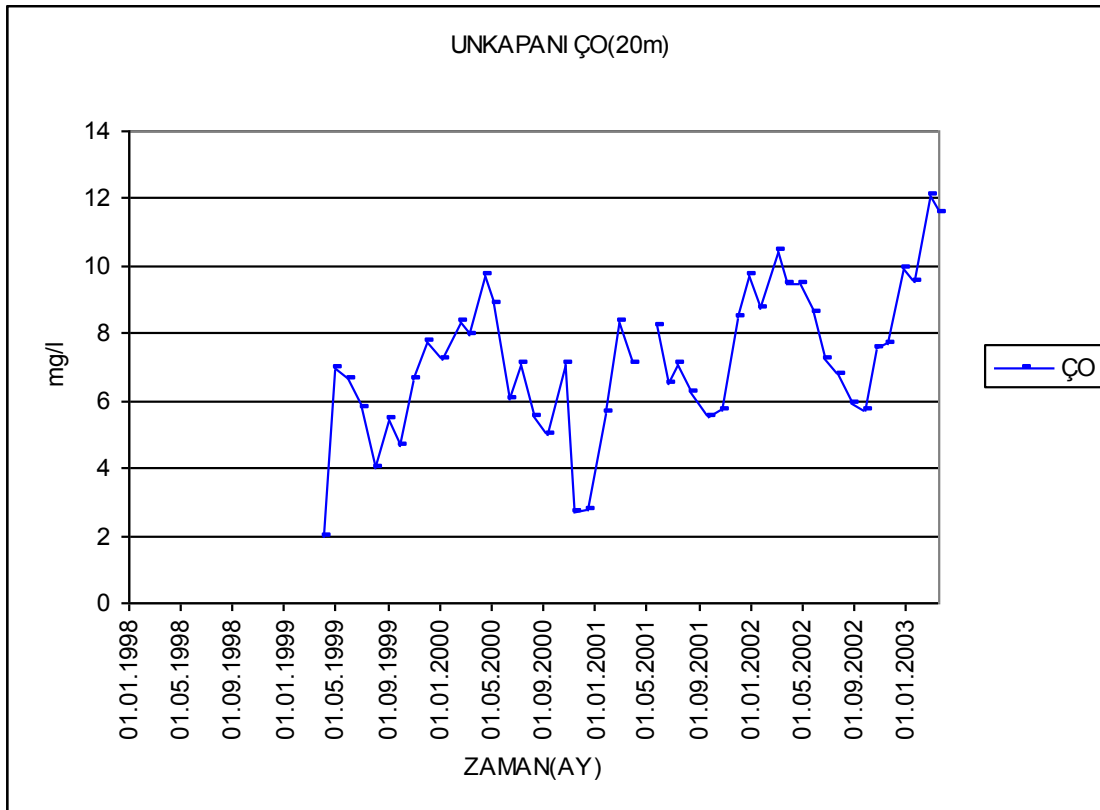
Şekil A.35 : Unkapani İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10m)



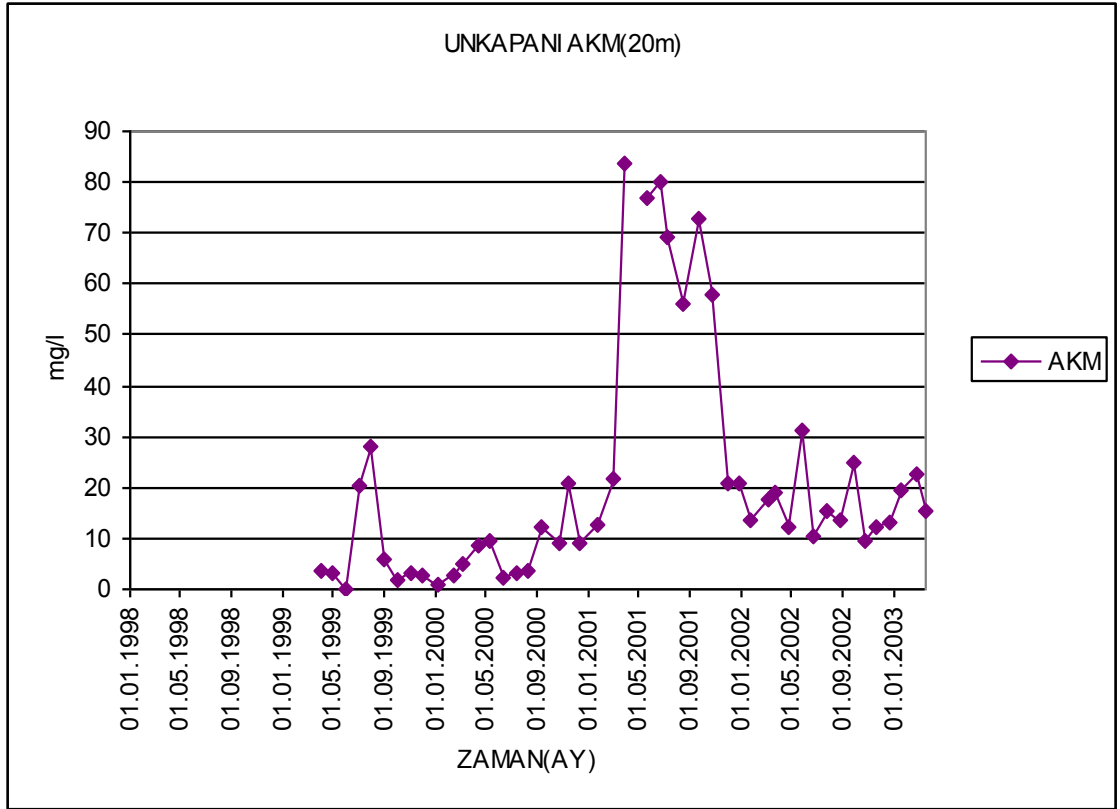
Şekil A.36 : Unkapani İst. Zamanla AKM Değişimi(10m)



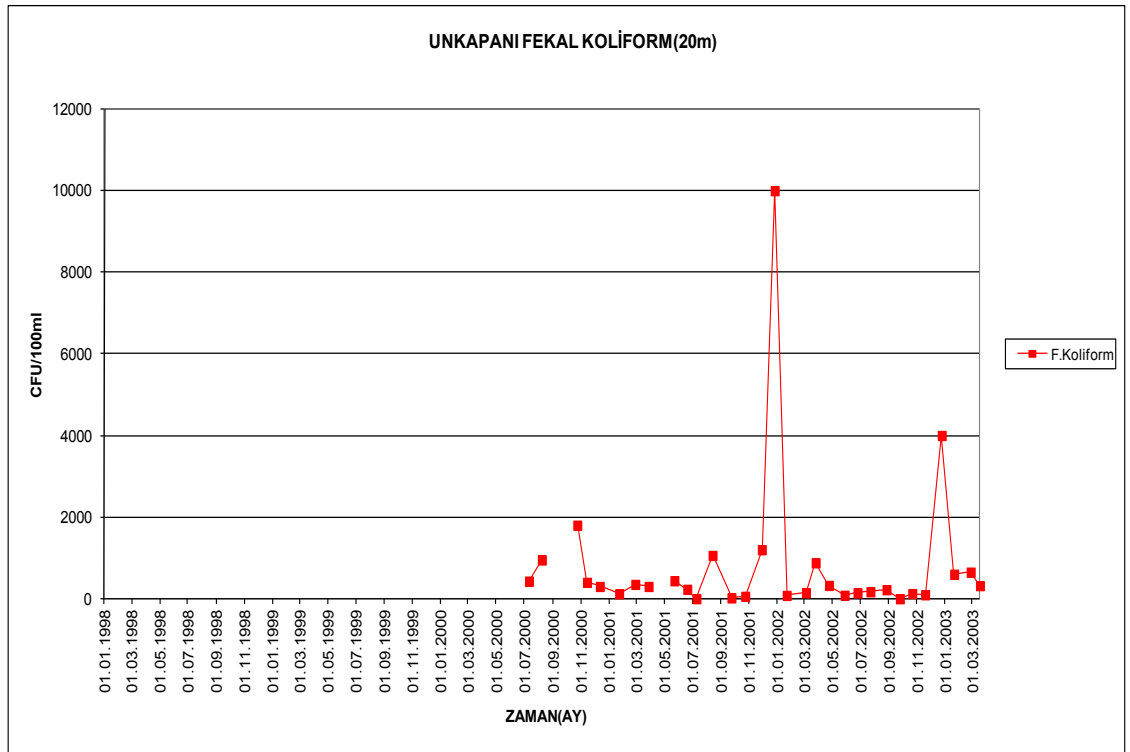
Şekil A.37 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10m)



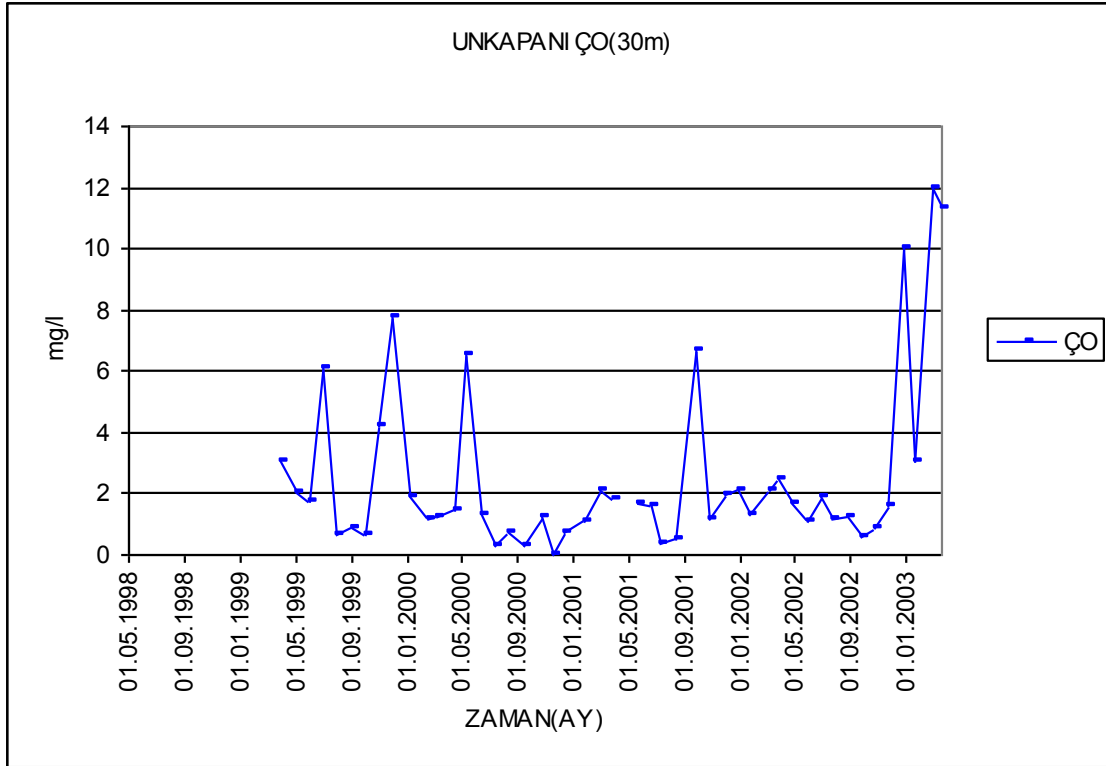
Şekil A.38 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(20m)



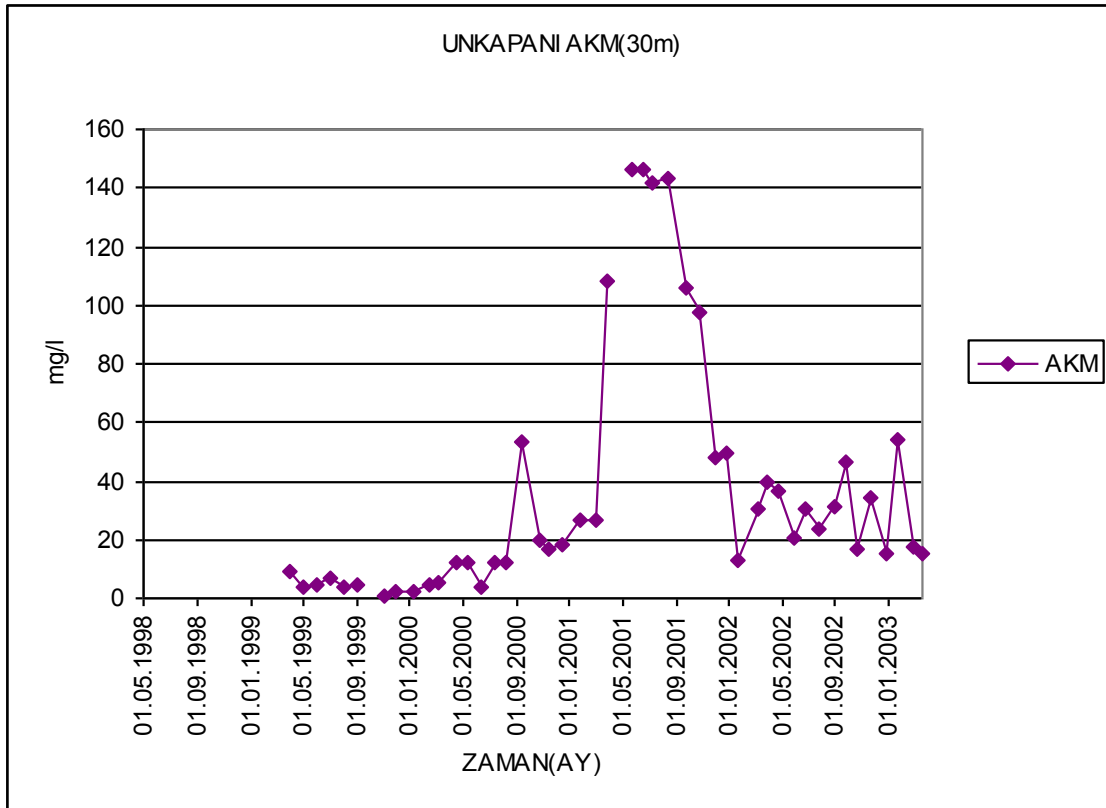
Şekil A.39 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(20m)



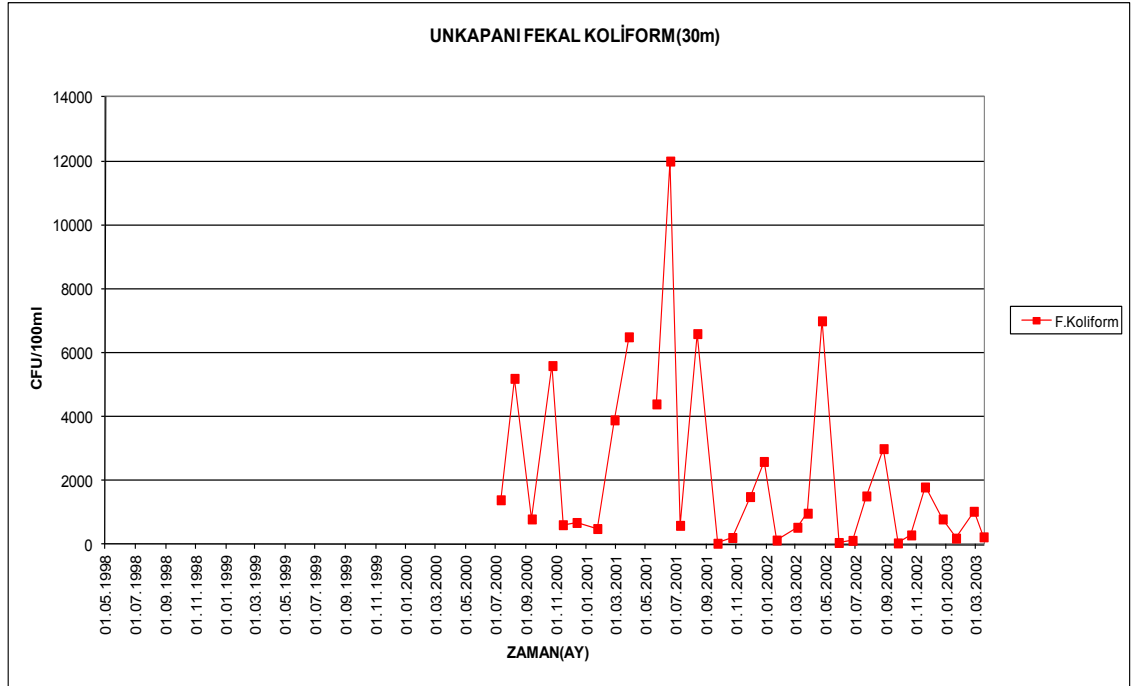
Şekil A.40 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(20m)



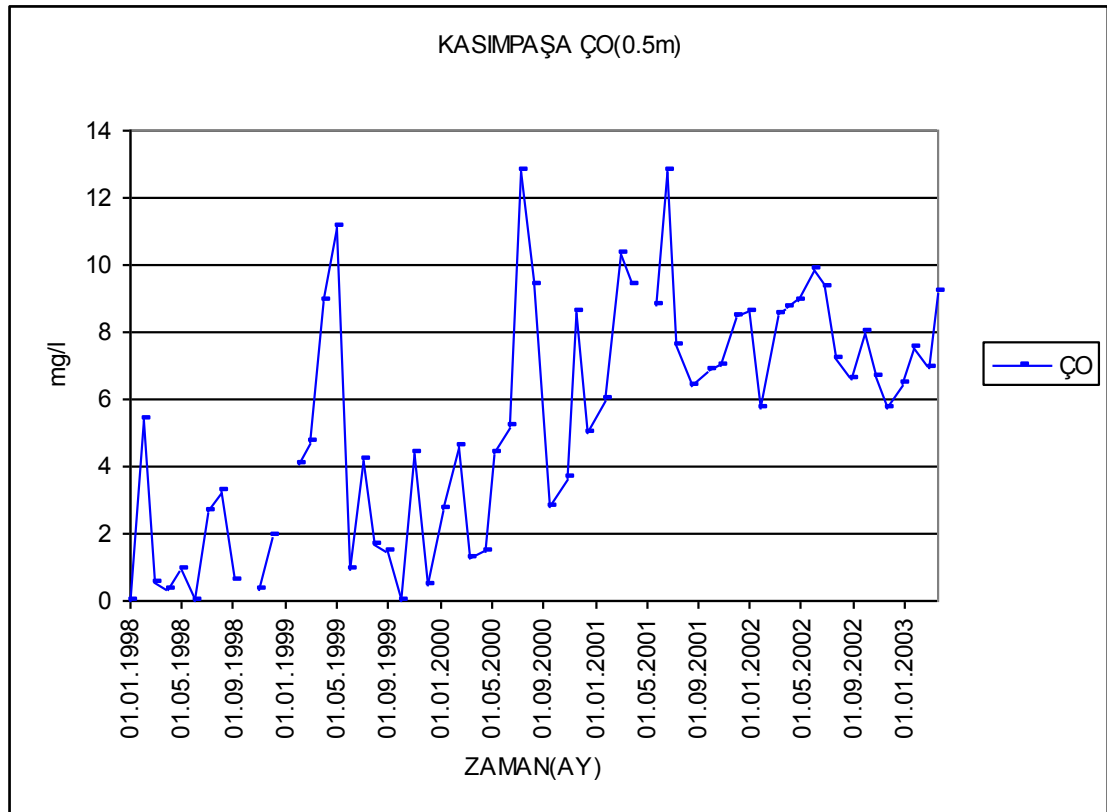
Şekil A.41 : Unkapanı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(30m)



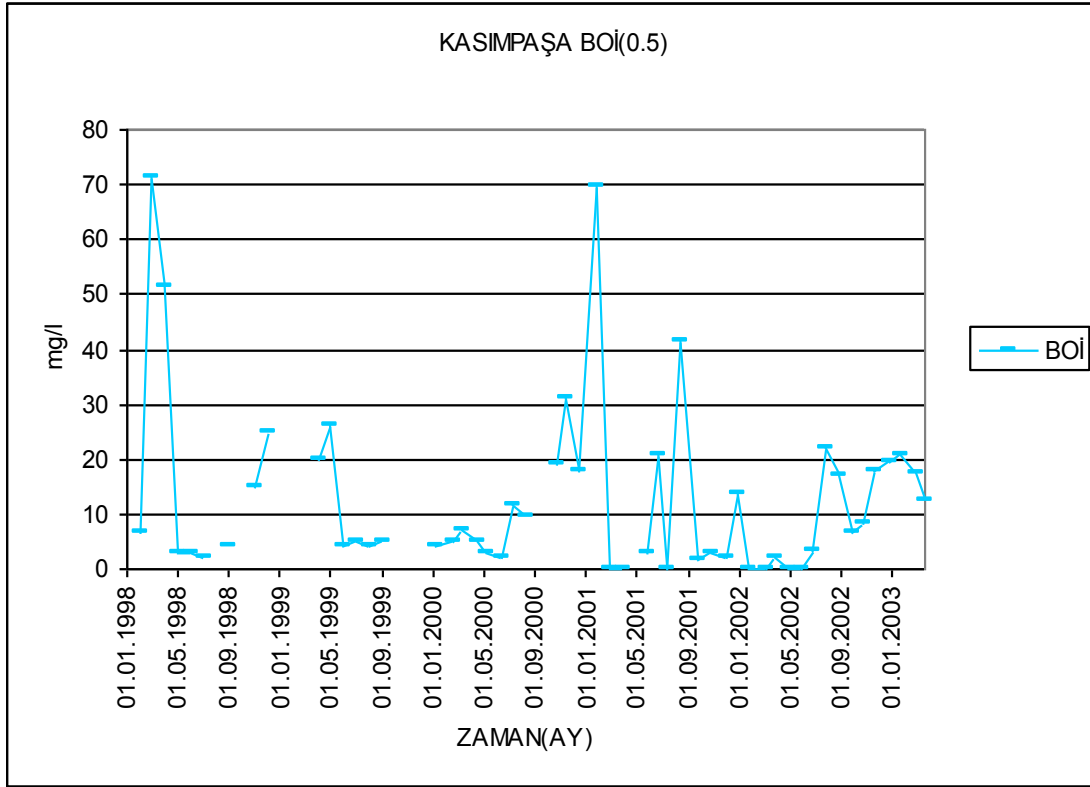
Şekil A.42 : Unkapanı İst. Zamanla AKM Değişimi(30m)



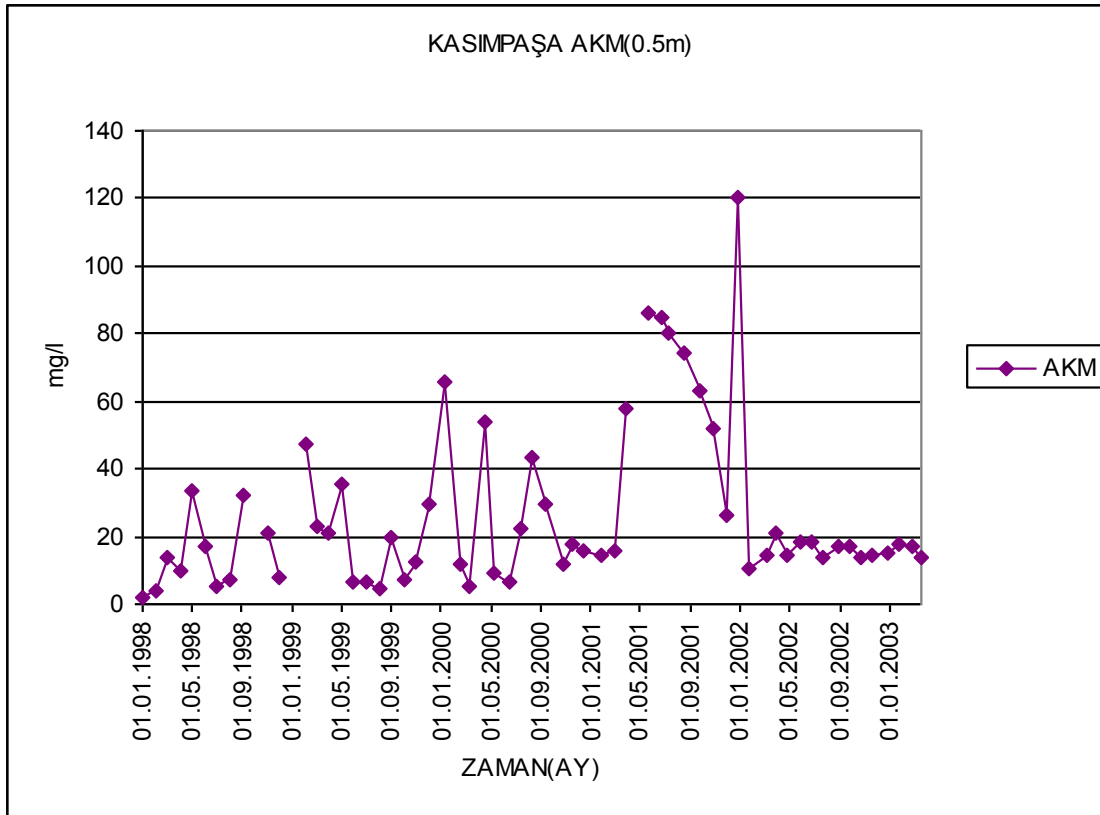
Şekil A.43 : Unkapanı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(30m)



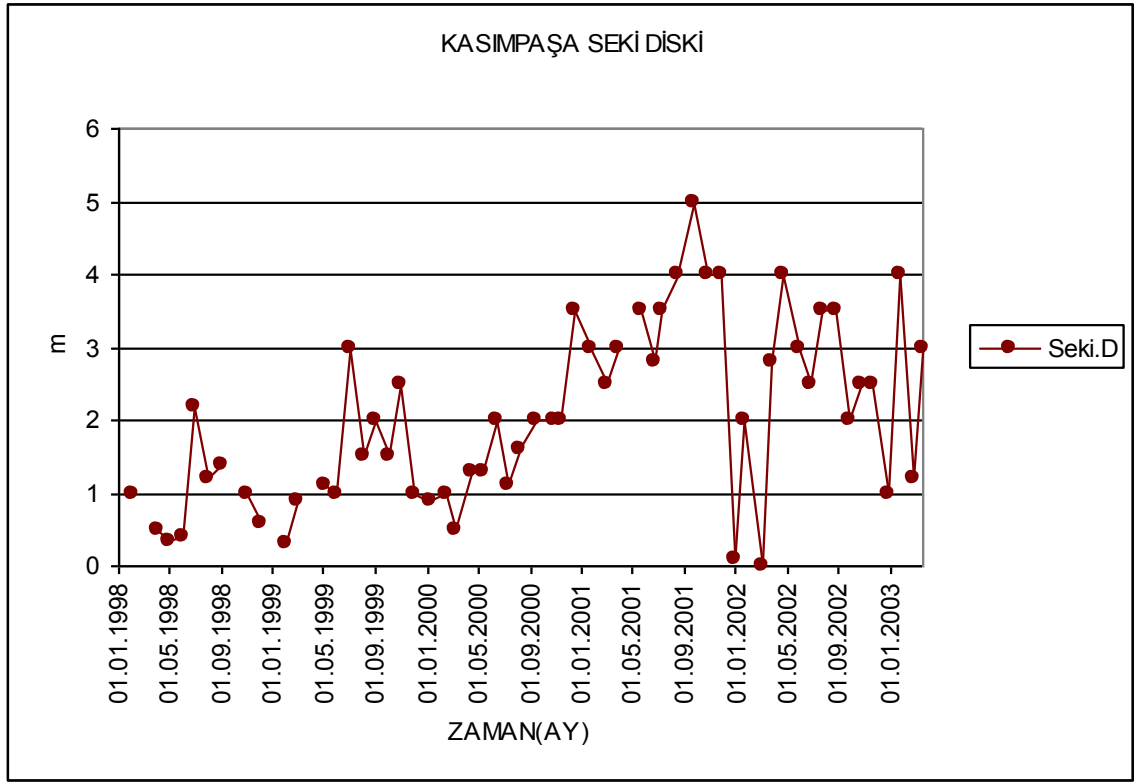
Şekil A.44 : Kasımpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



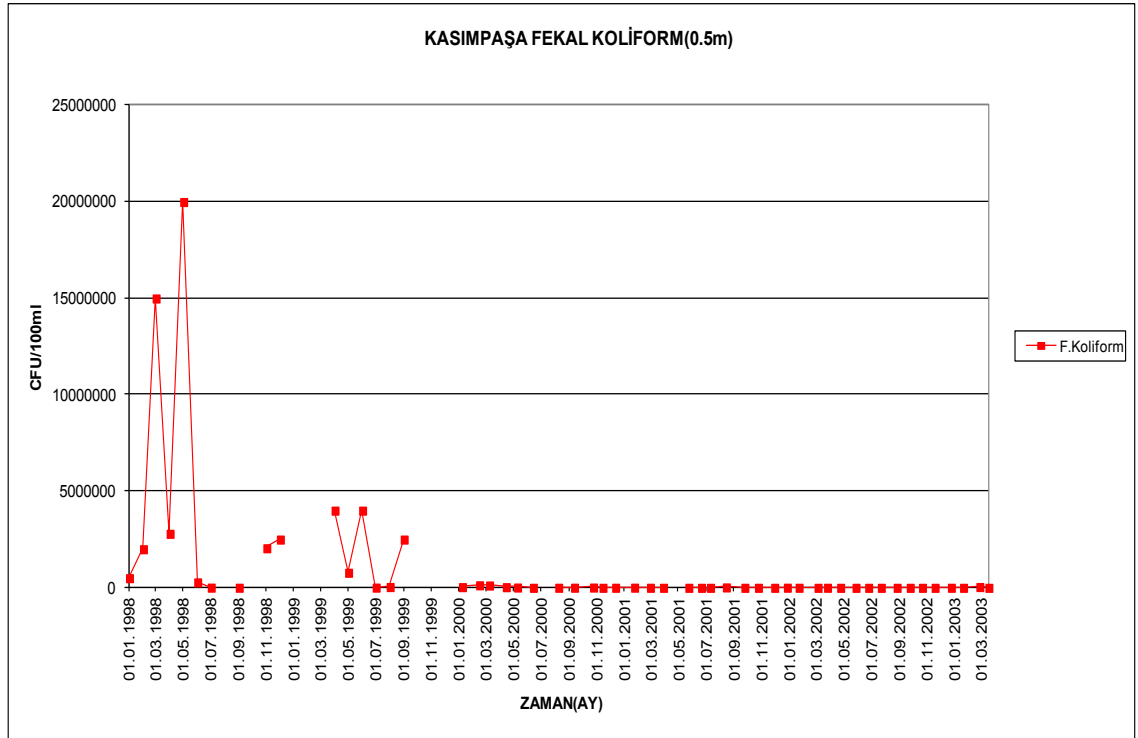
Şekil A.45 : Kasımpaşa İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



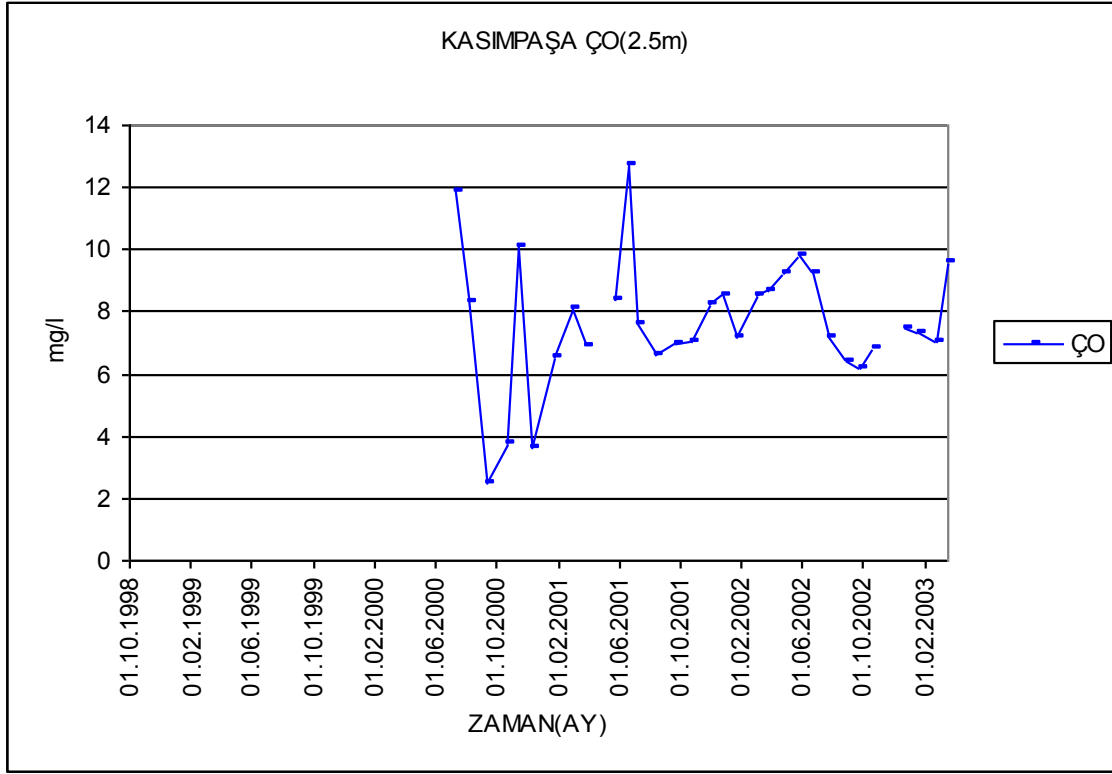
Şekil A.46 : Kasımpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



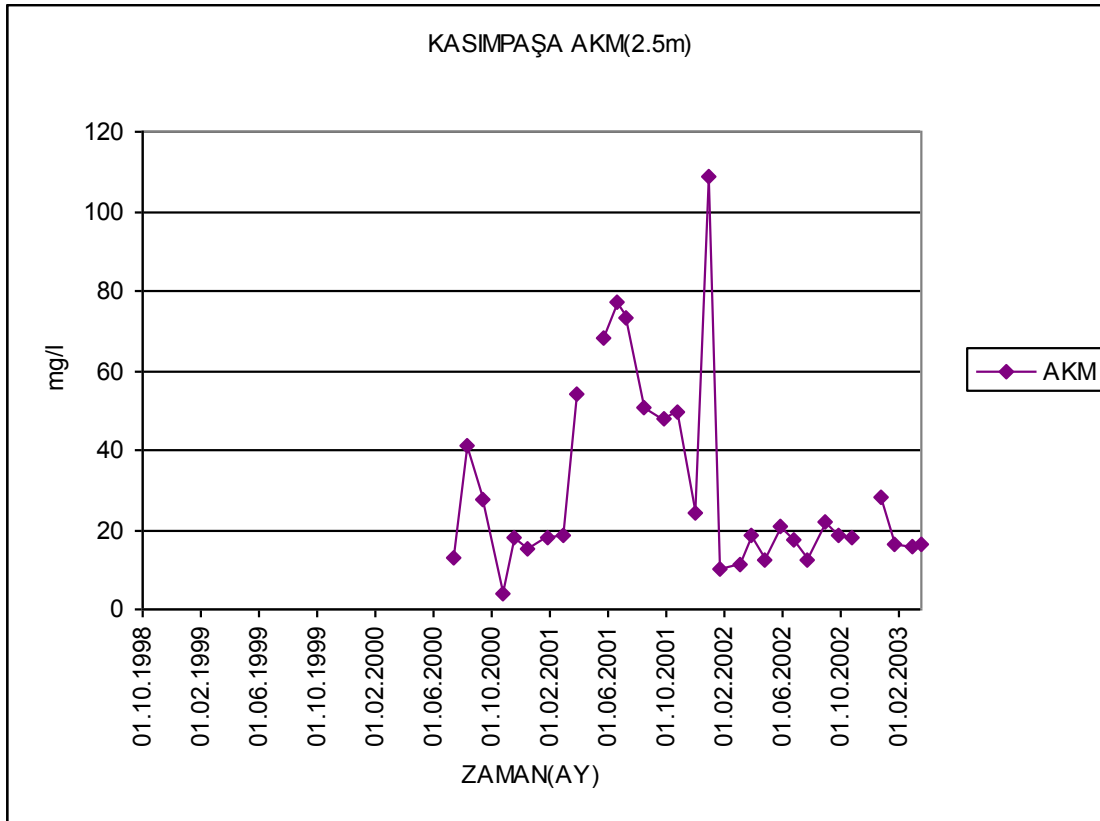
Şekil A.47 : Kasımpaşa İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



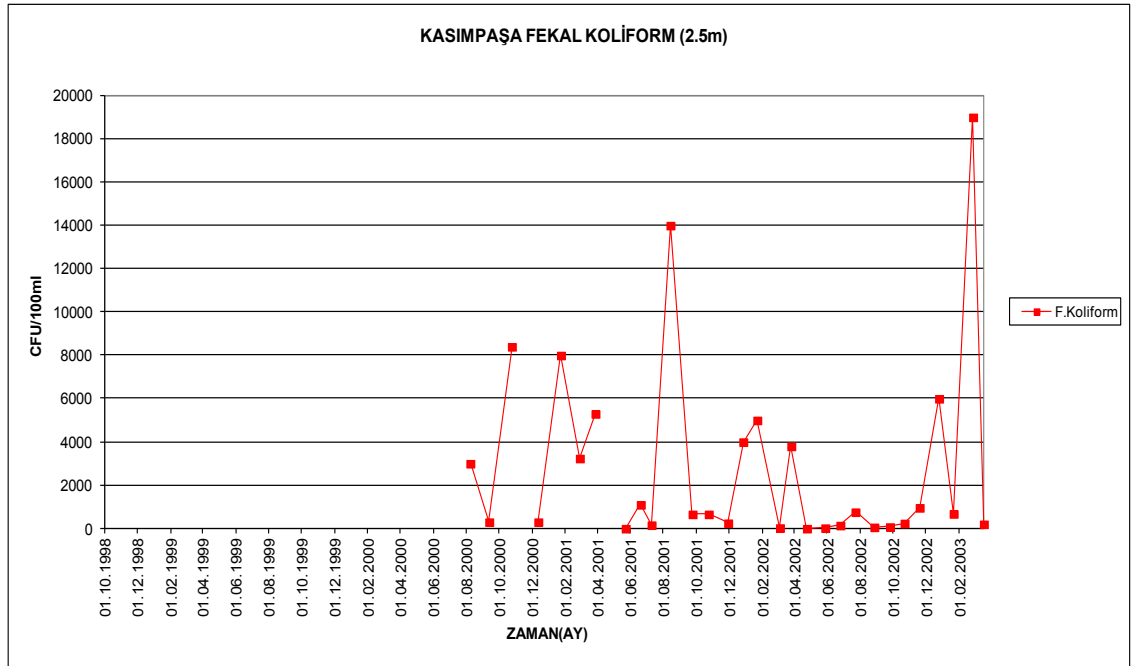
Şekil A.48 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



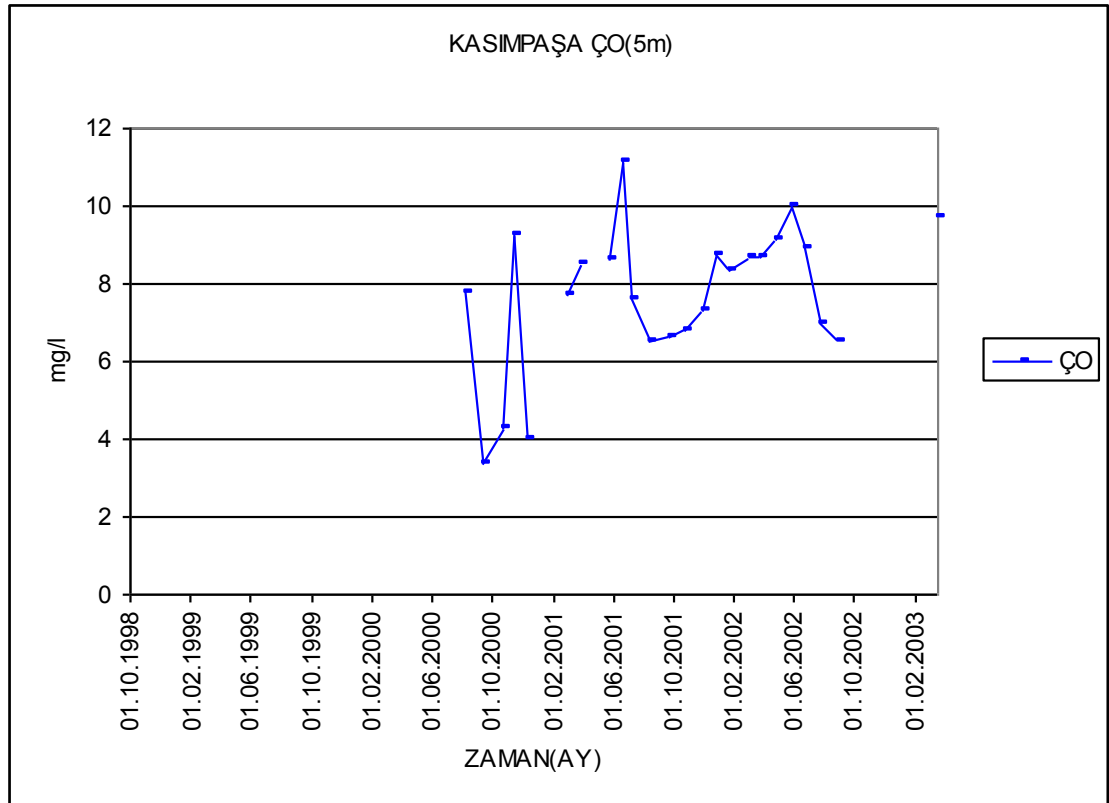
Şekil A.49 : Kasimpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



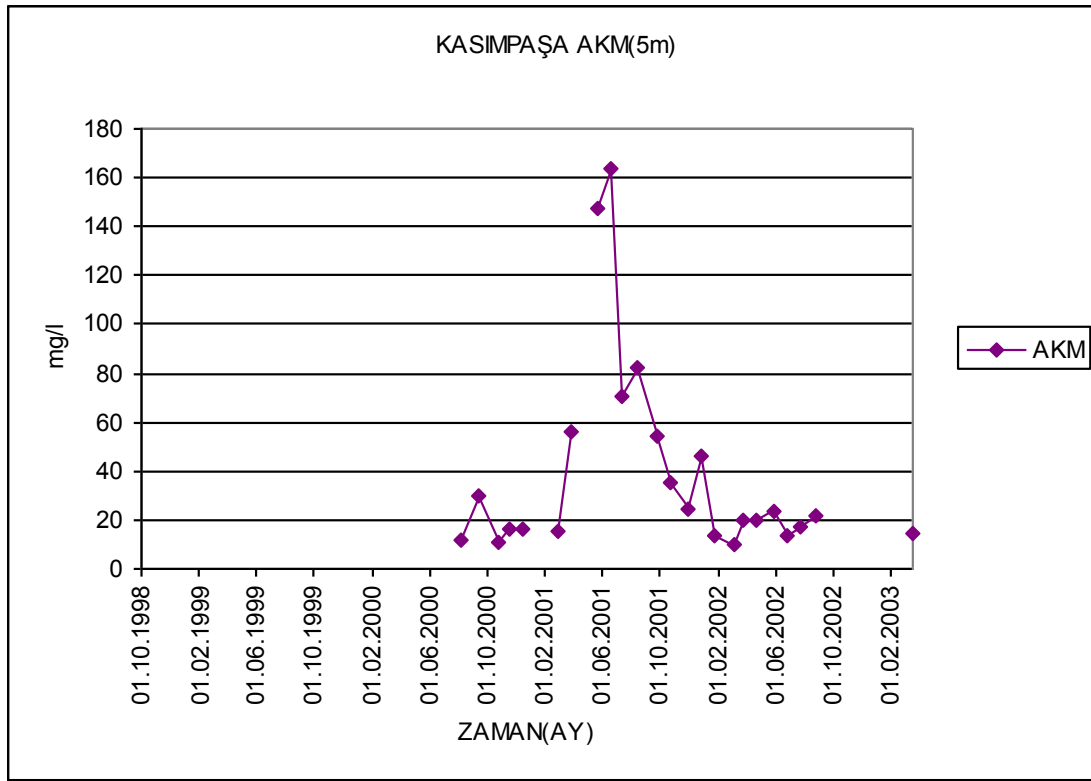
Şekil A.50 : Kasimpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



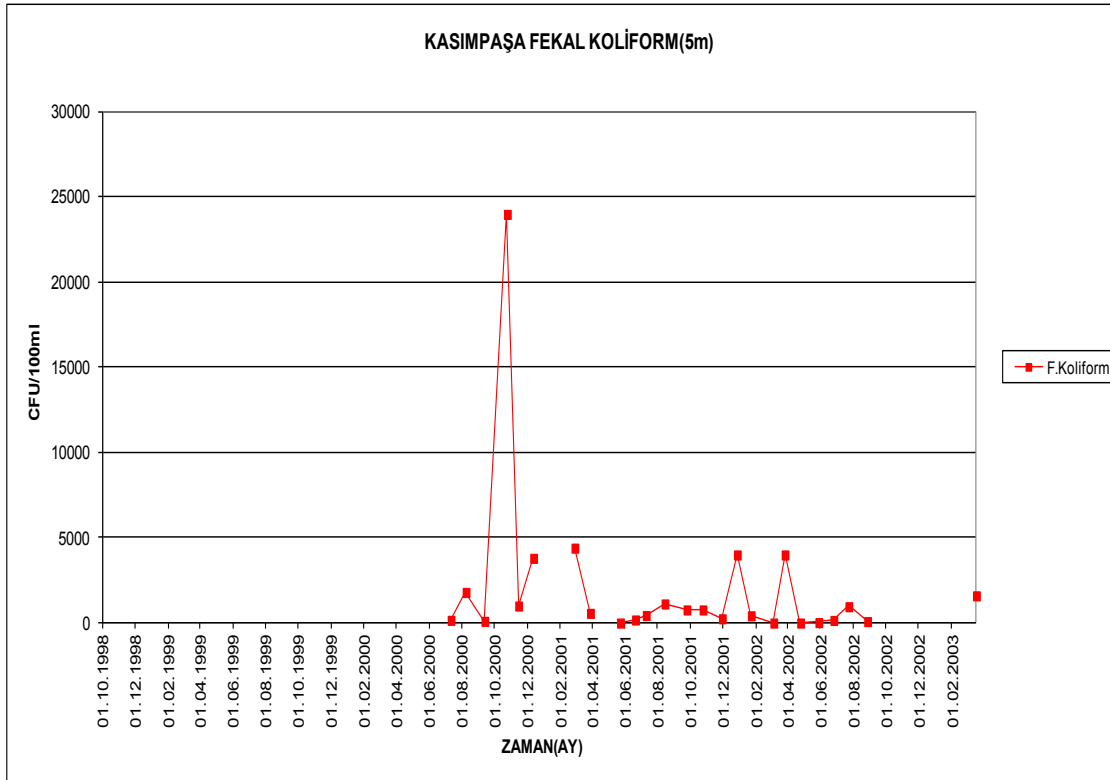
Şekil A.51 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



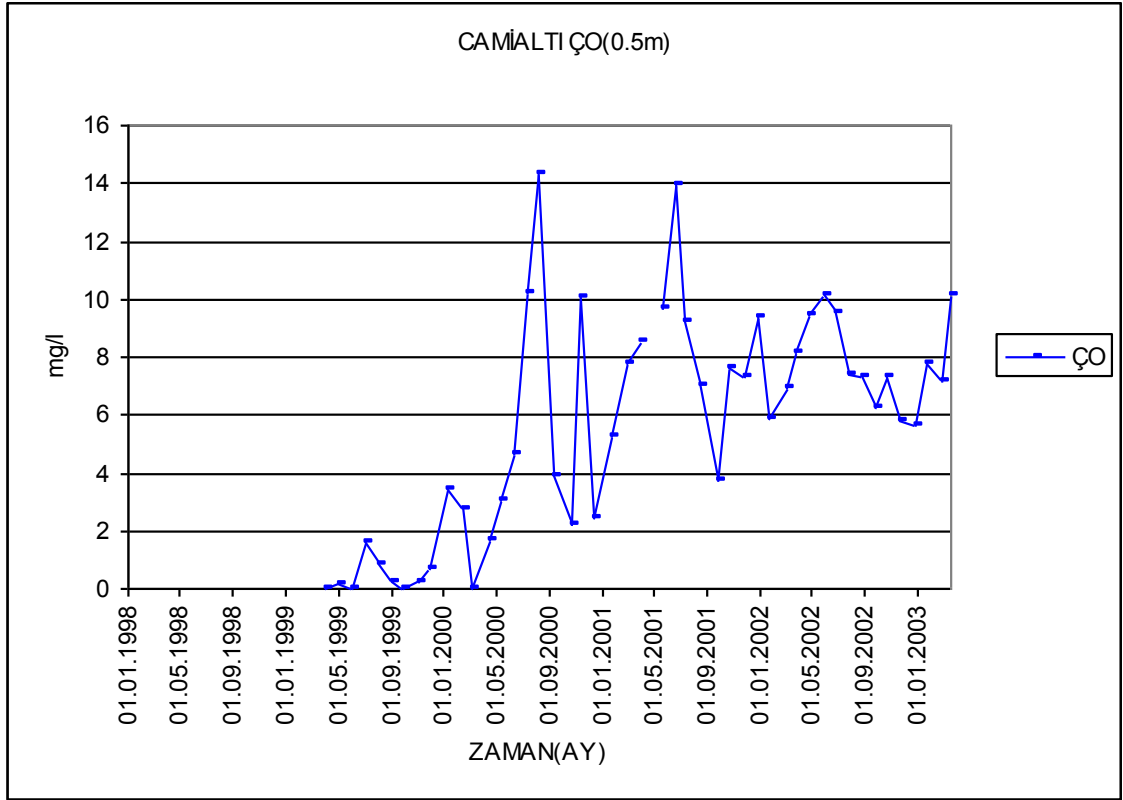
Şekil A.52 : Kasımpaşa İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



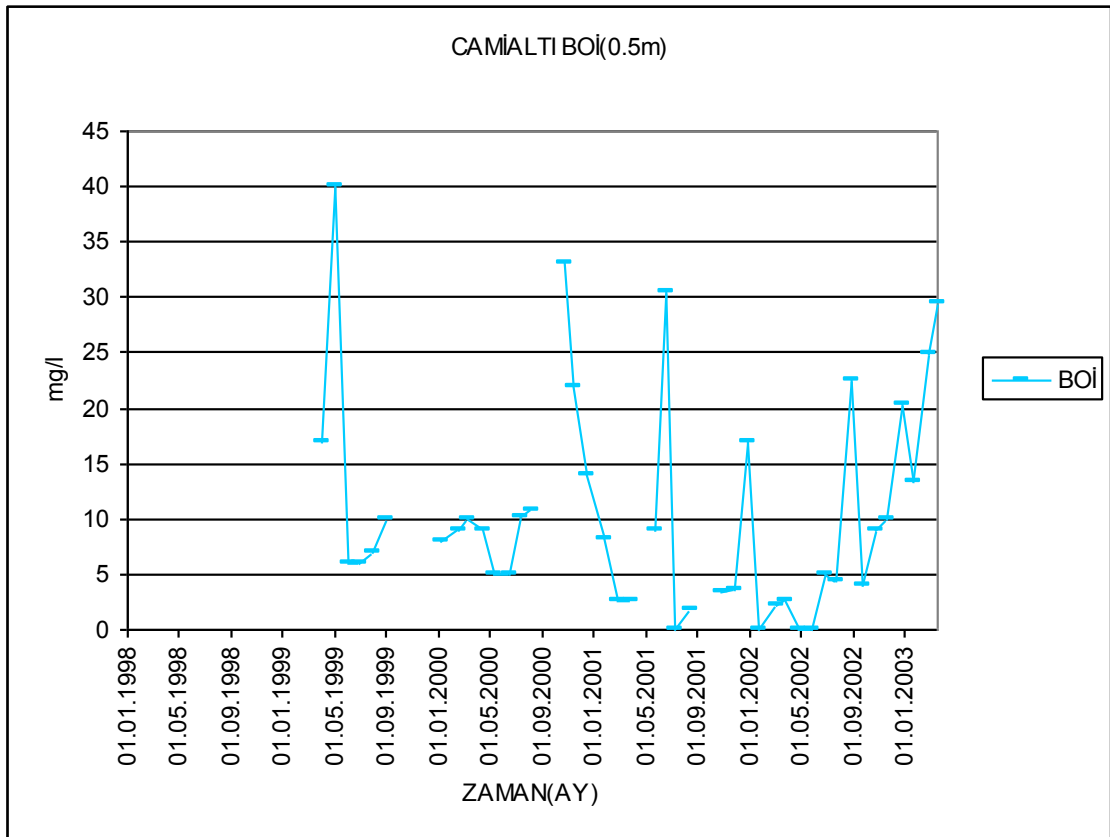
Şekil A.53 : Kasımpaşa İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



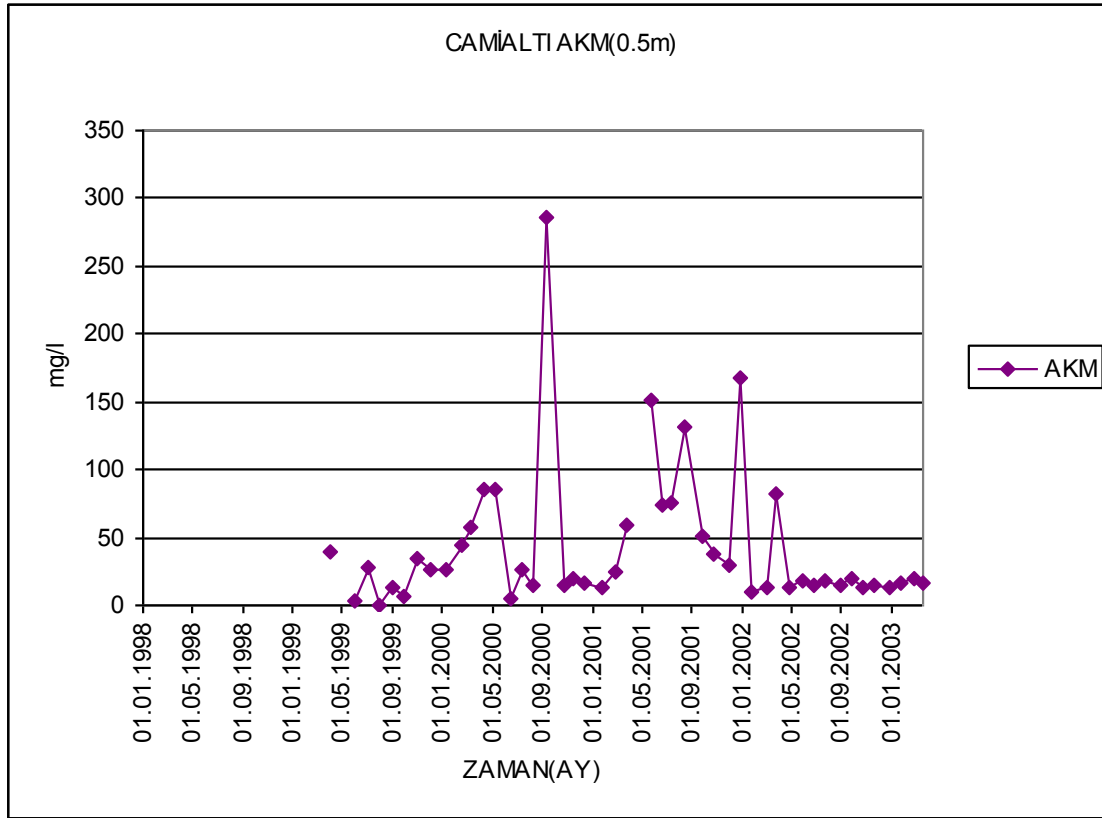
Şekil A.54 : Kasımpaşa İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



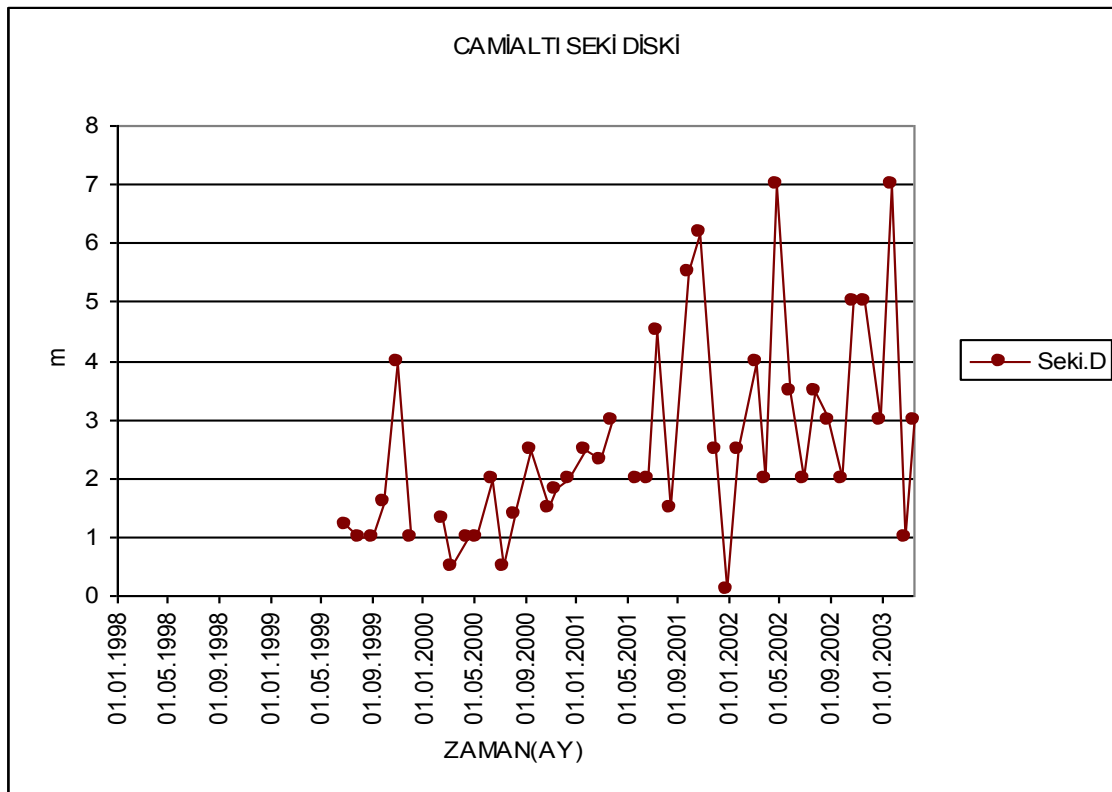
Şekil A.55 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



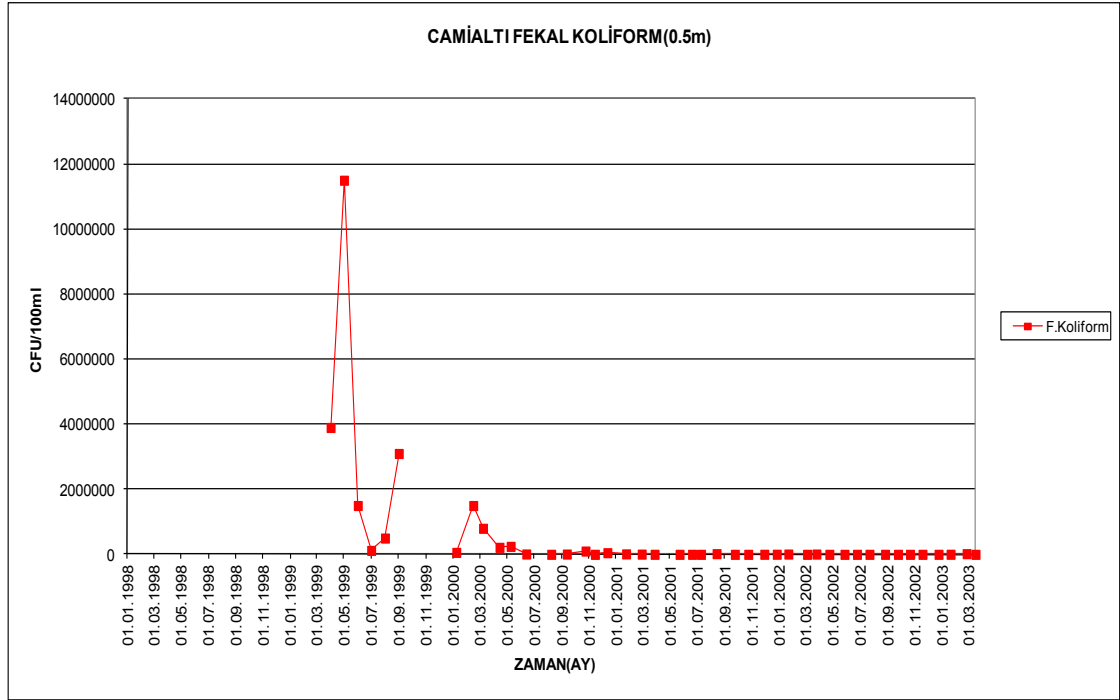
Şekil A.56 : Camialtı İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



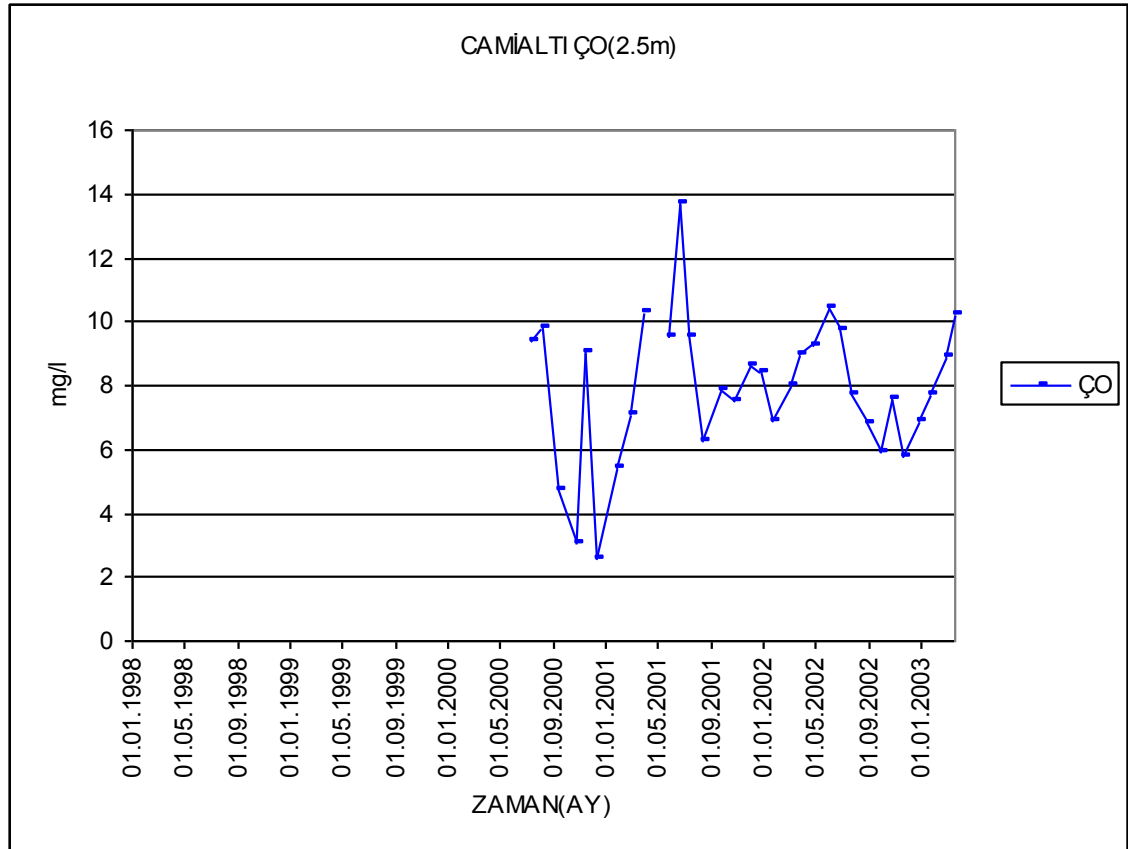
Şekil A.57 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



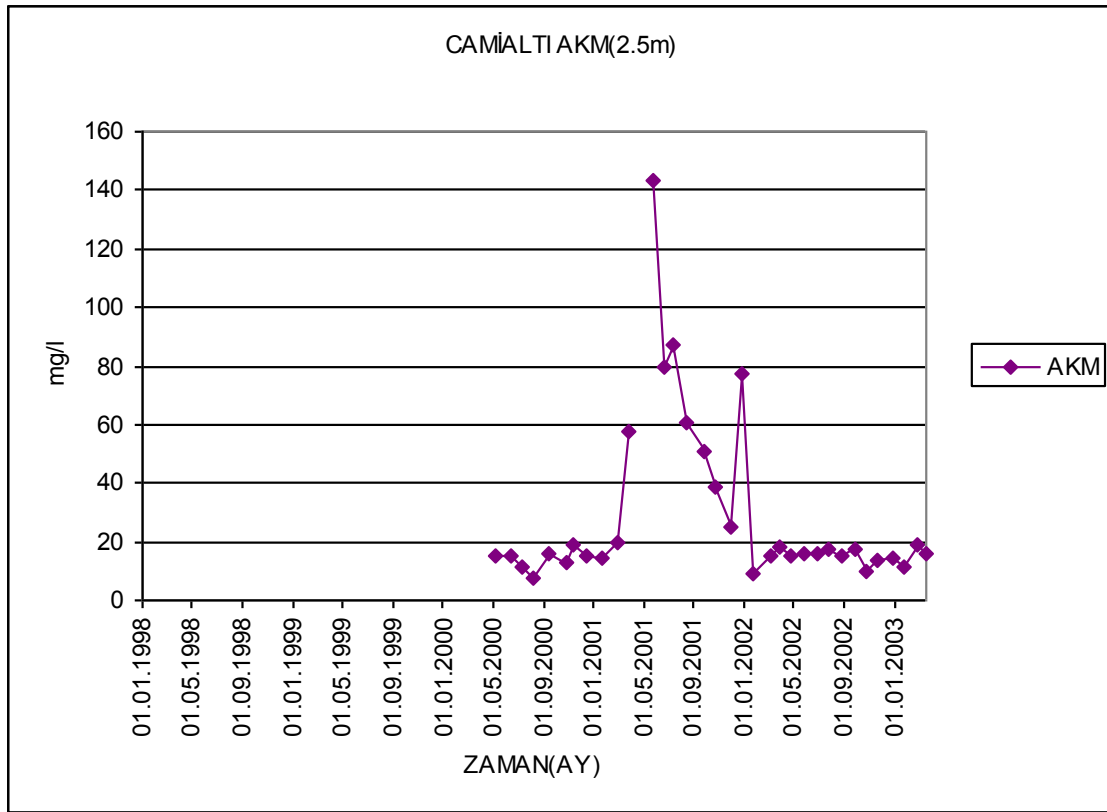
Şekil A.58 : Camialtı İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



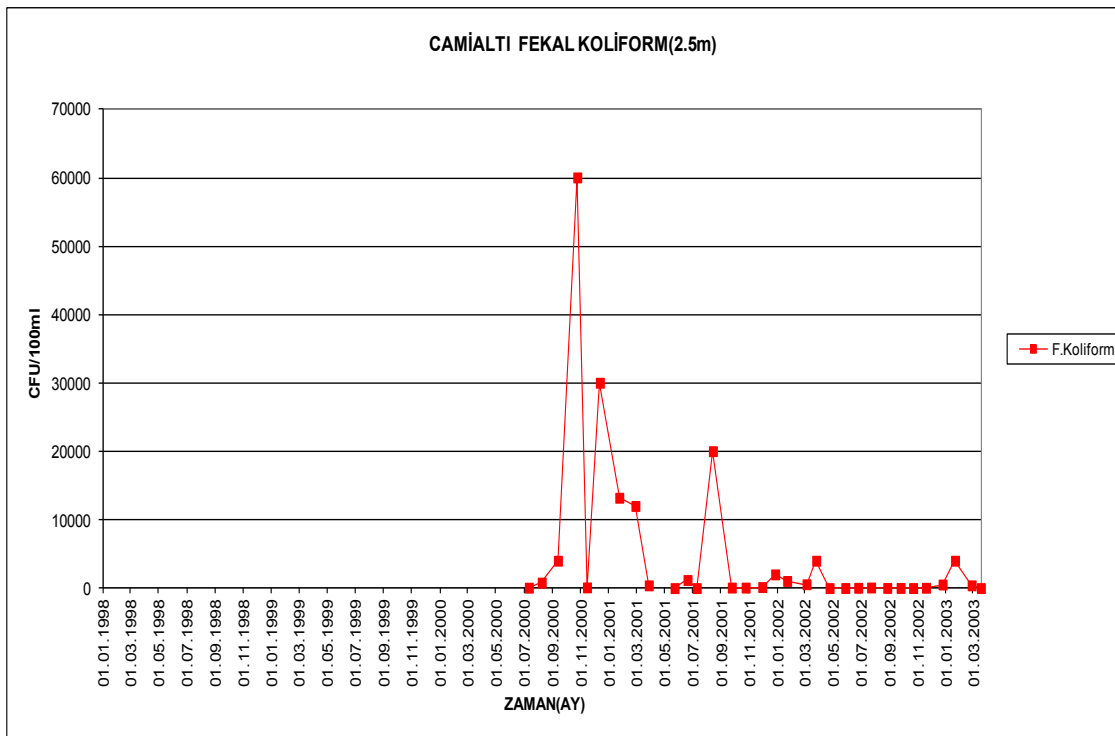
Şekil A.59 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



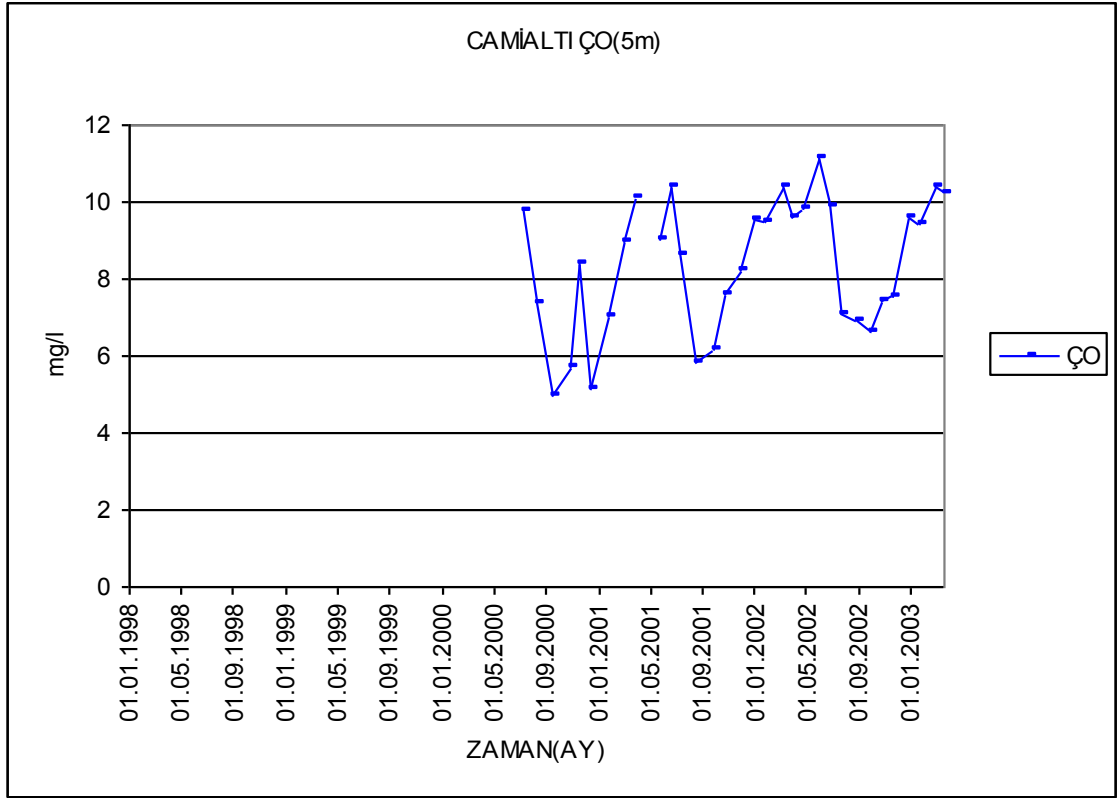
Şekil A.60 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



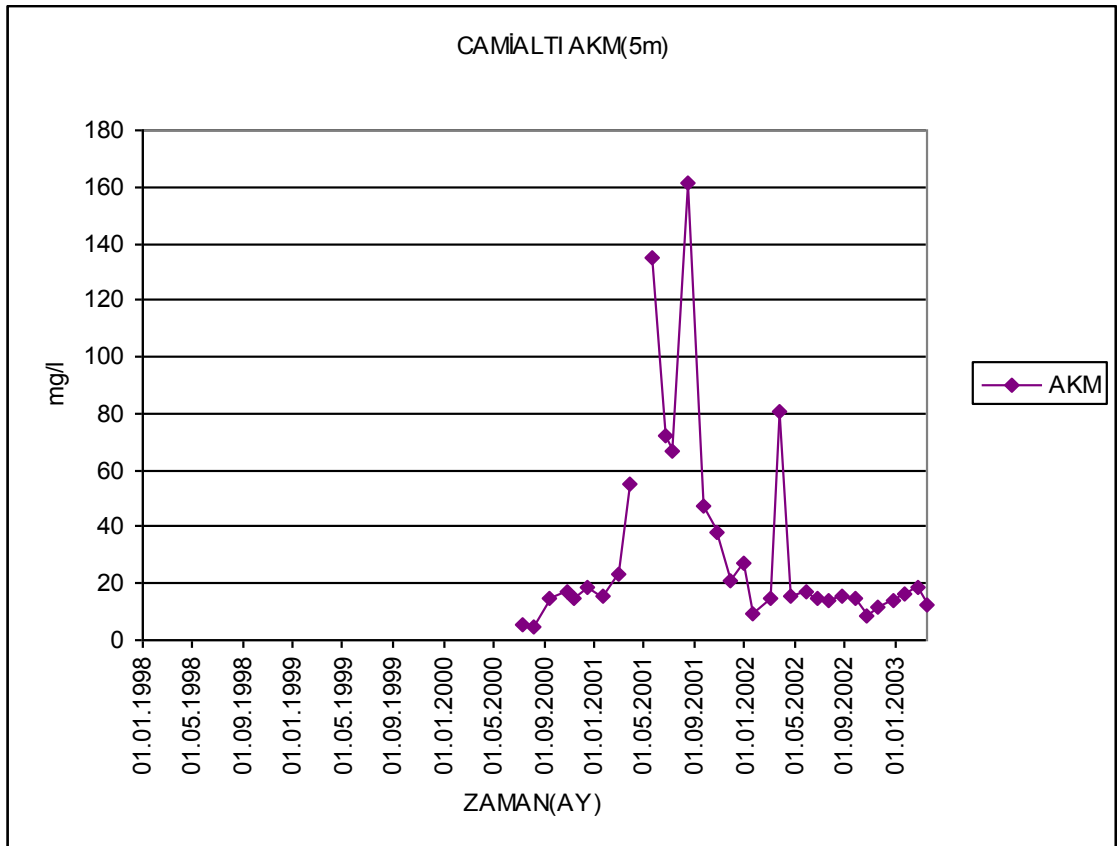
Şekil A.61 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



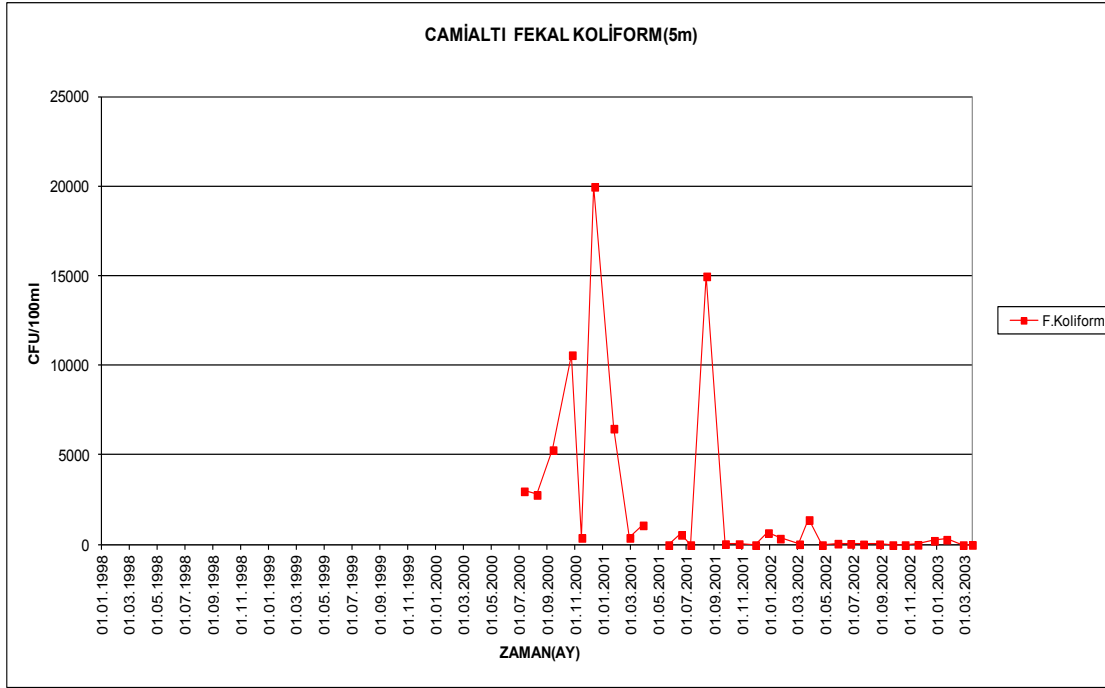
Şekil A.62 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



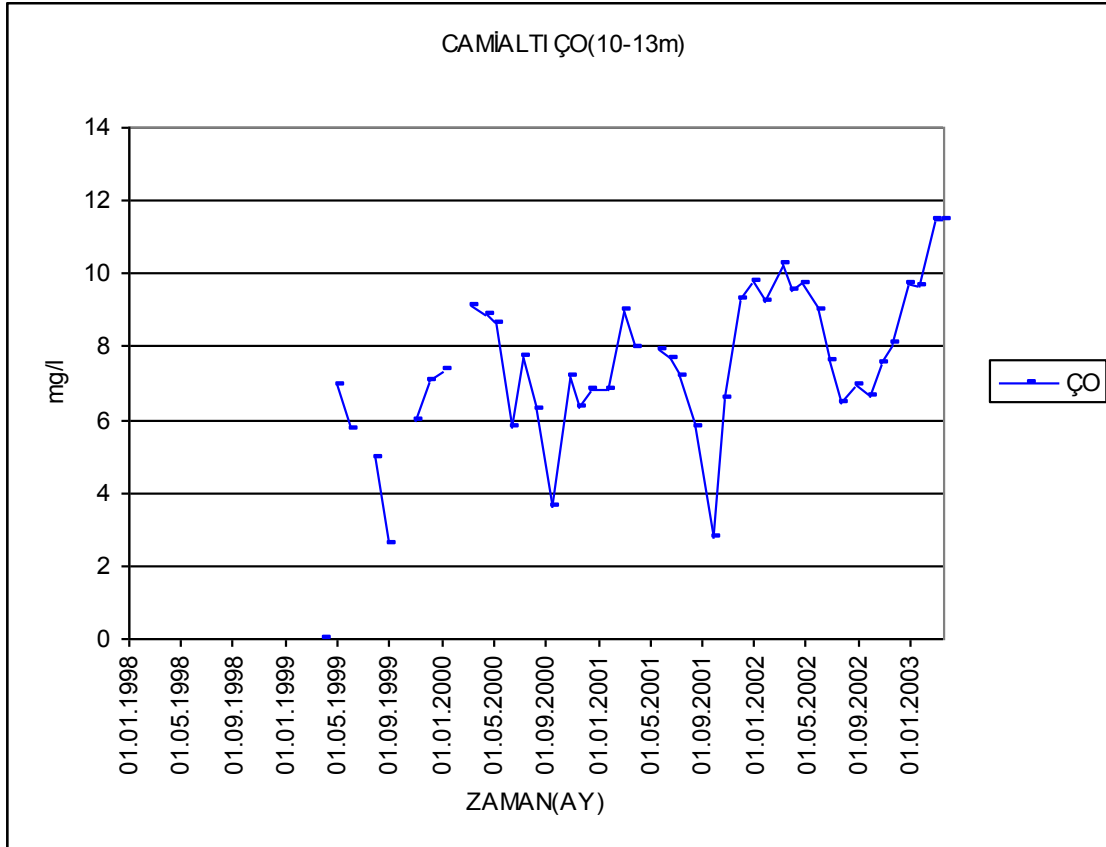
Şekil A.63 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



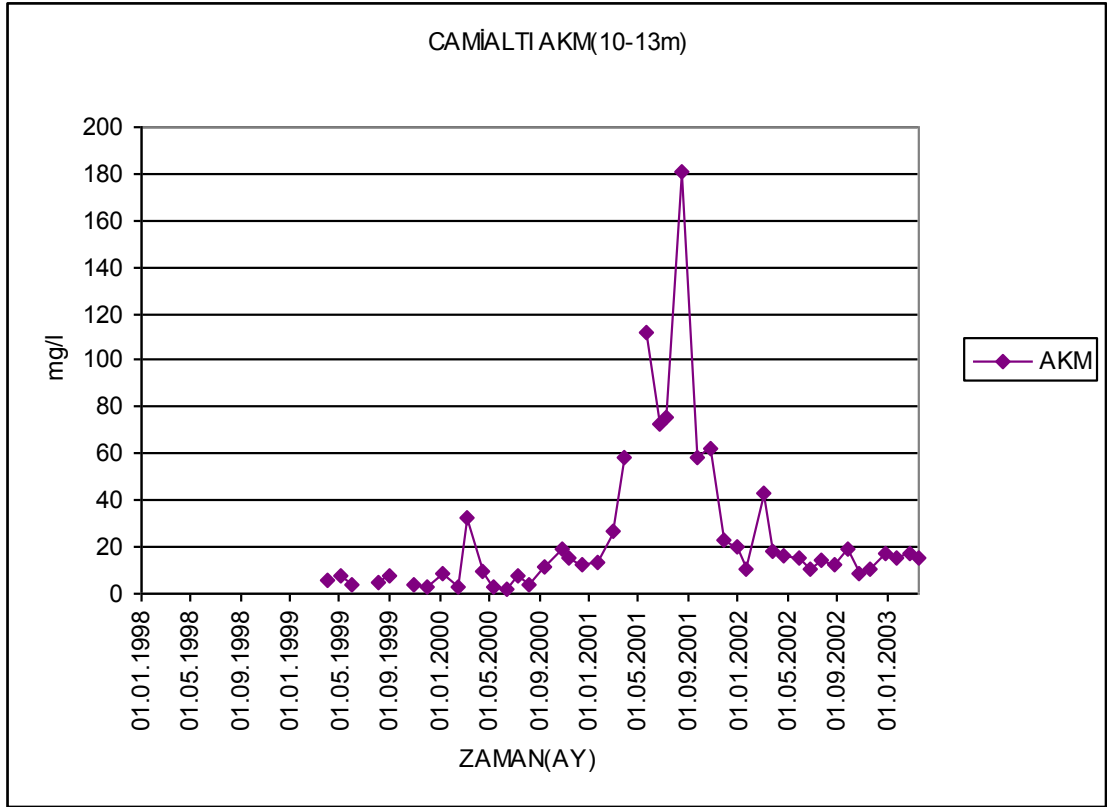
Şekil A.64 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



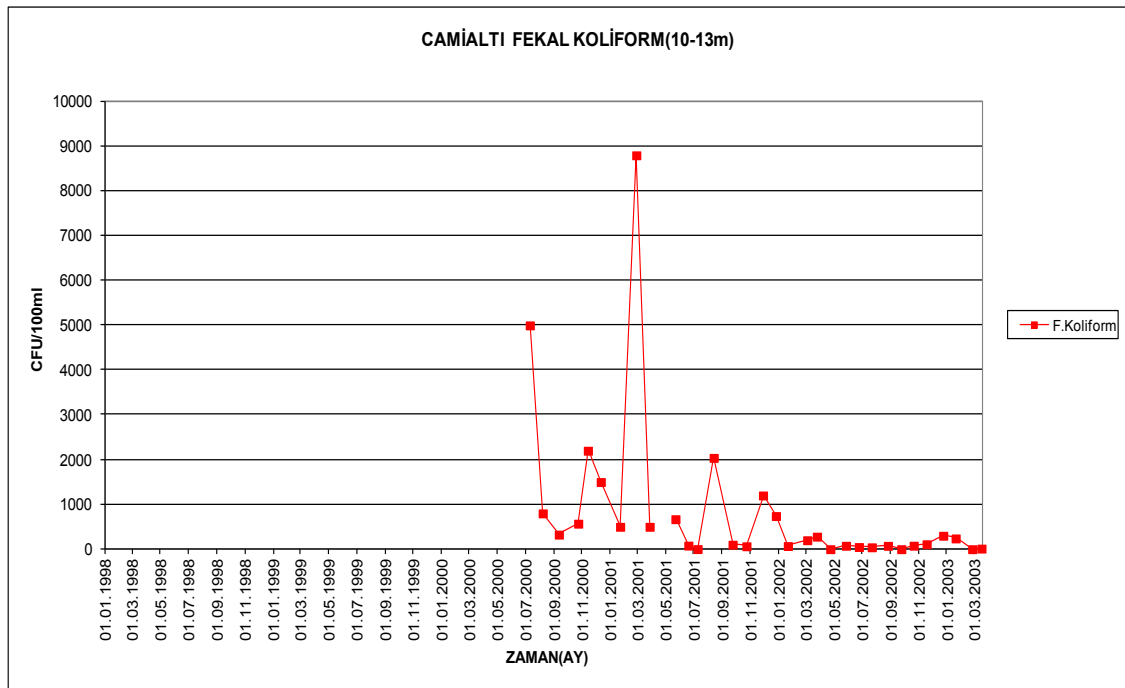
Şekil A.65 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



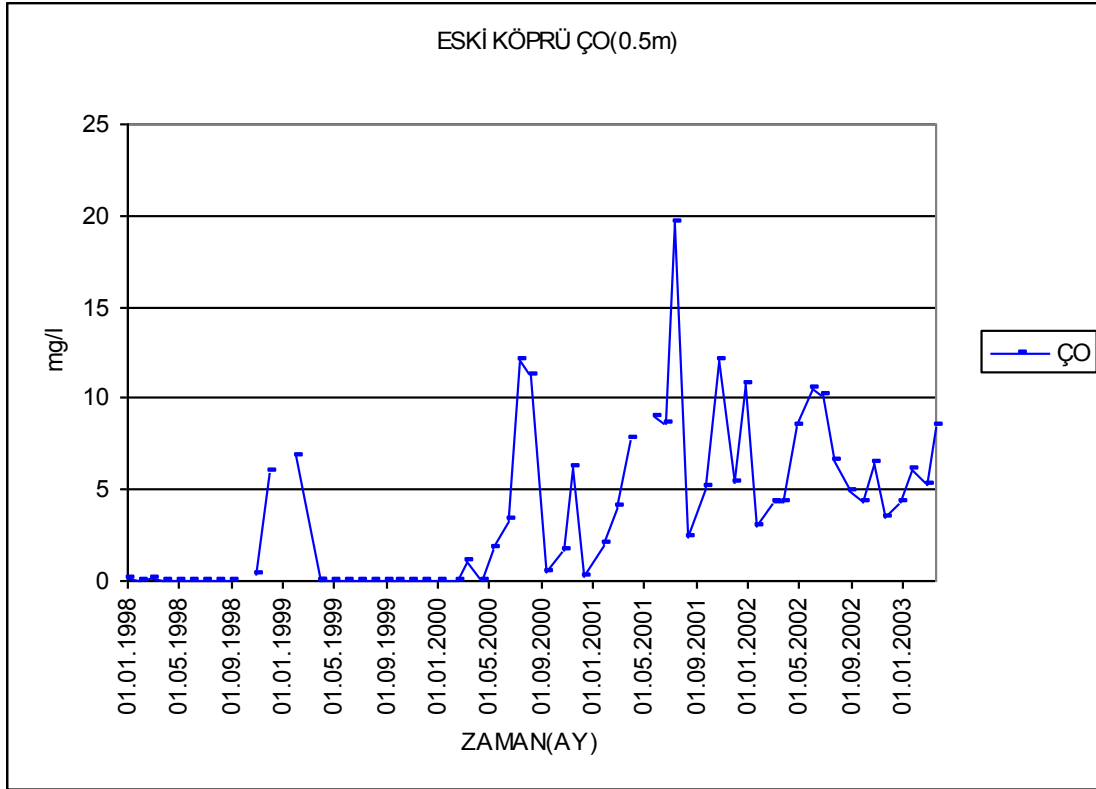
Şekil A.66 : Camialtı İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(10-13m)



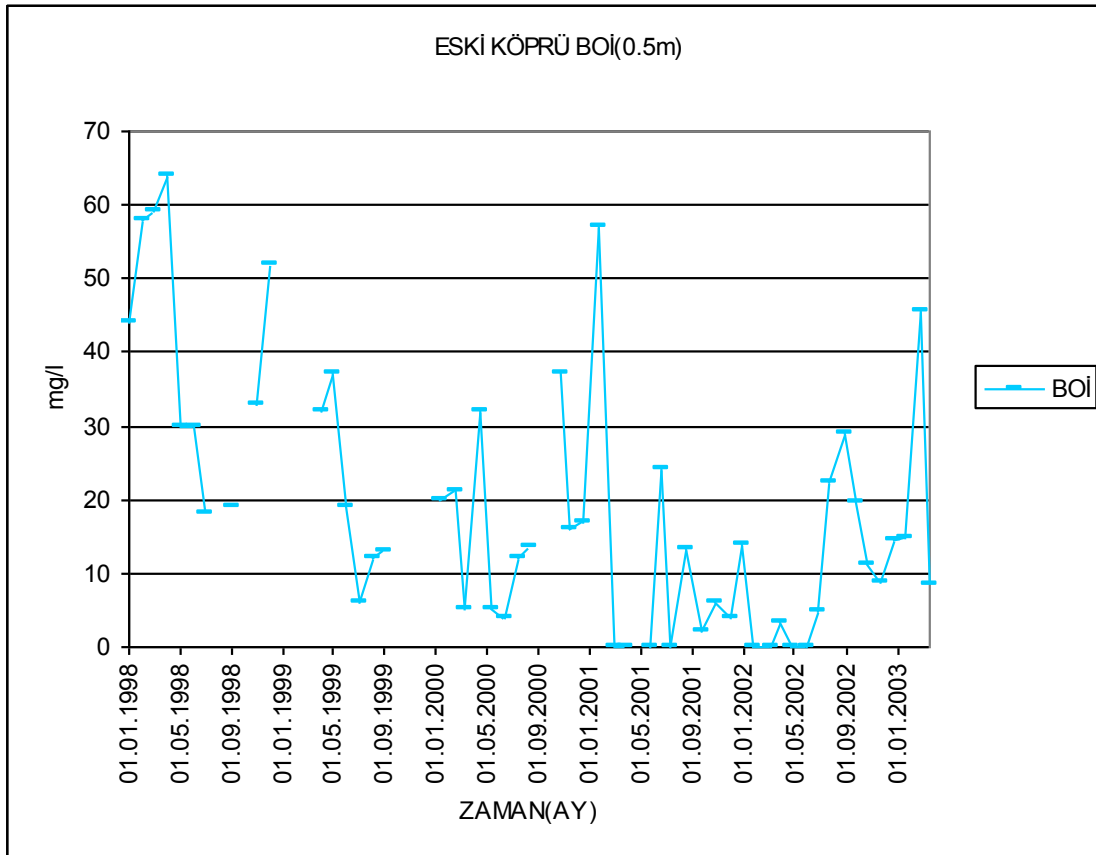
Şekil A.67 : Camialtı İst. Zamanla AKM Değişimi(10-13m)



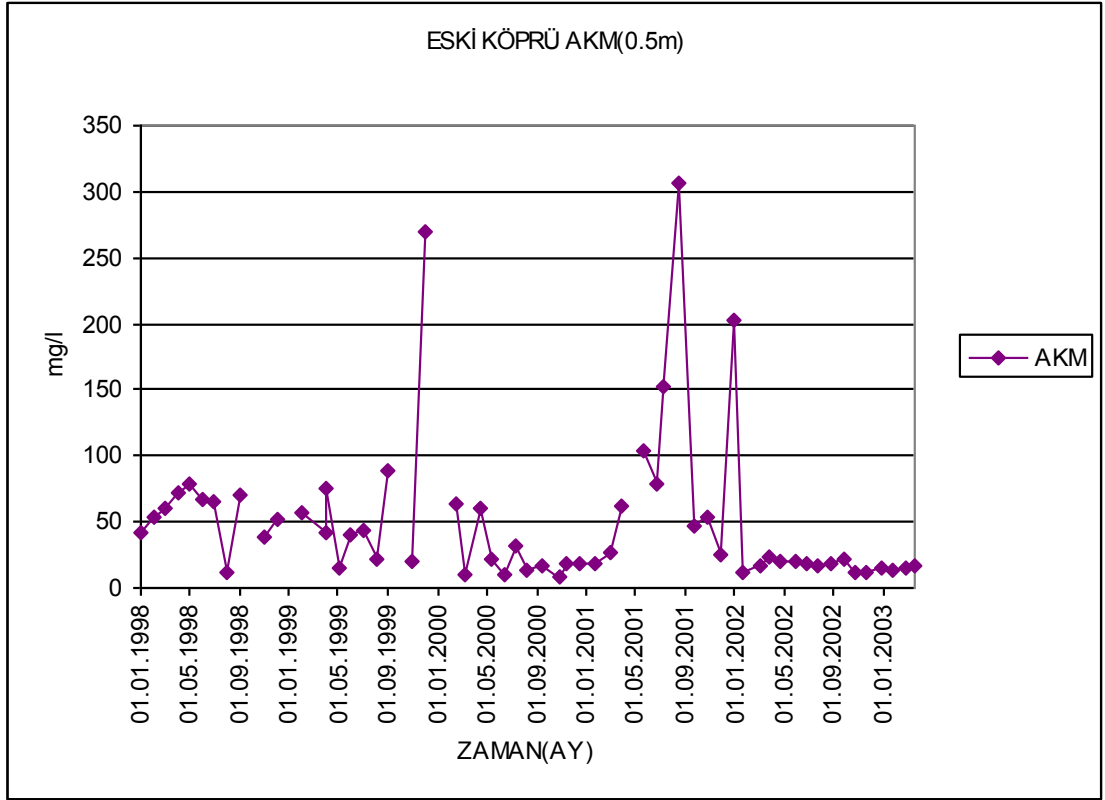
Şekil A.68 : Camialtı İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(10-13m)



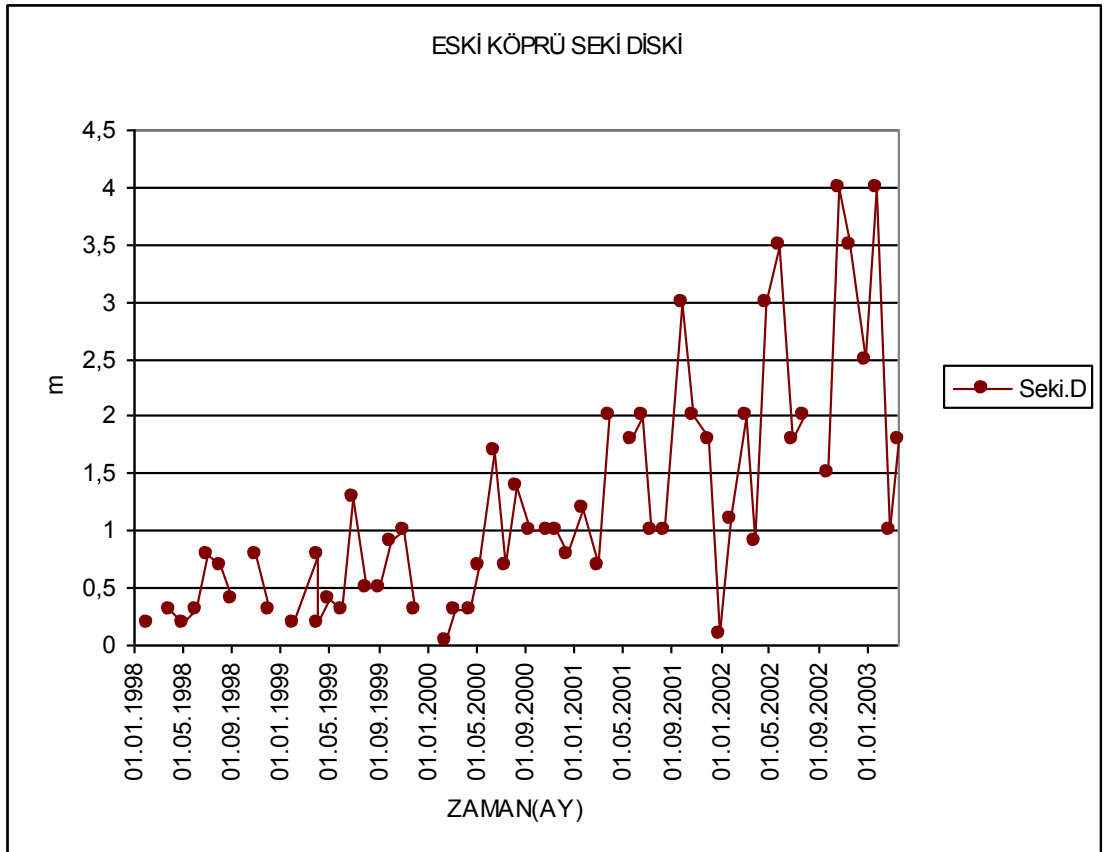
Şekil A.69 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



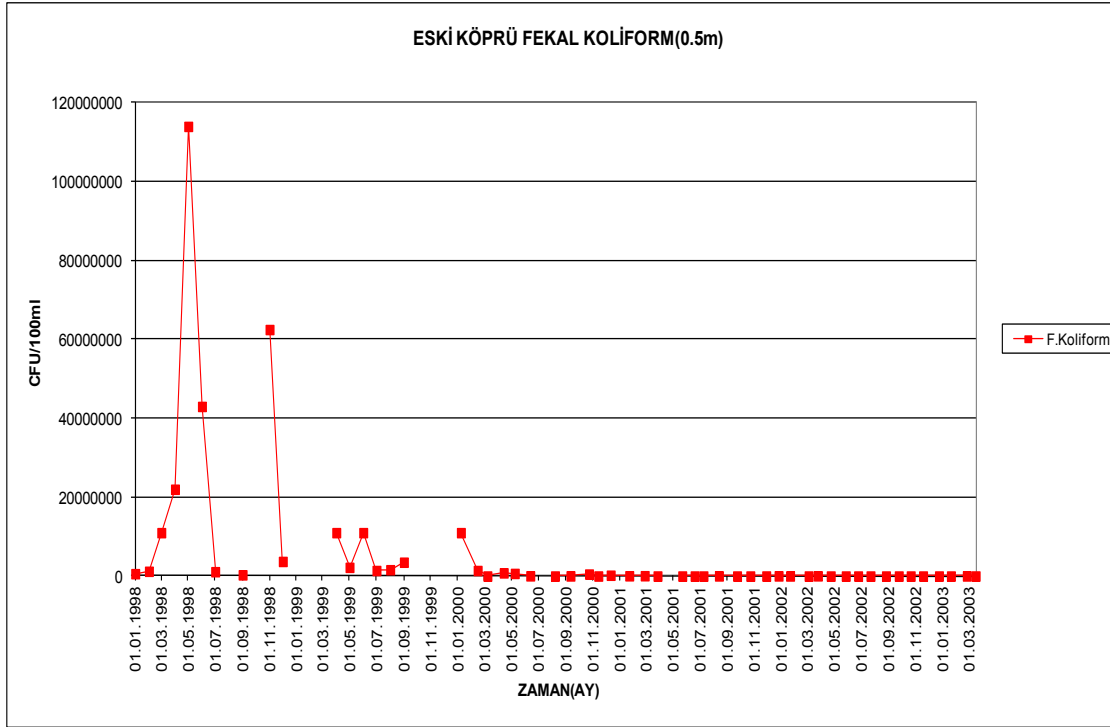
Şekil A.70 : Eskiköprü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



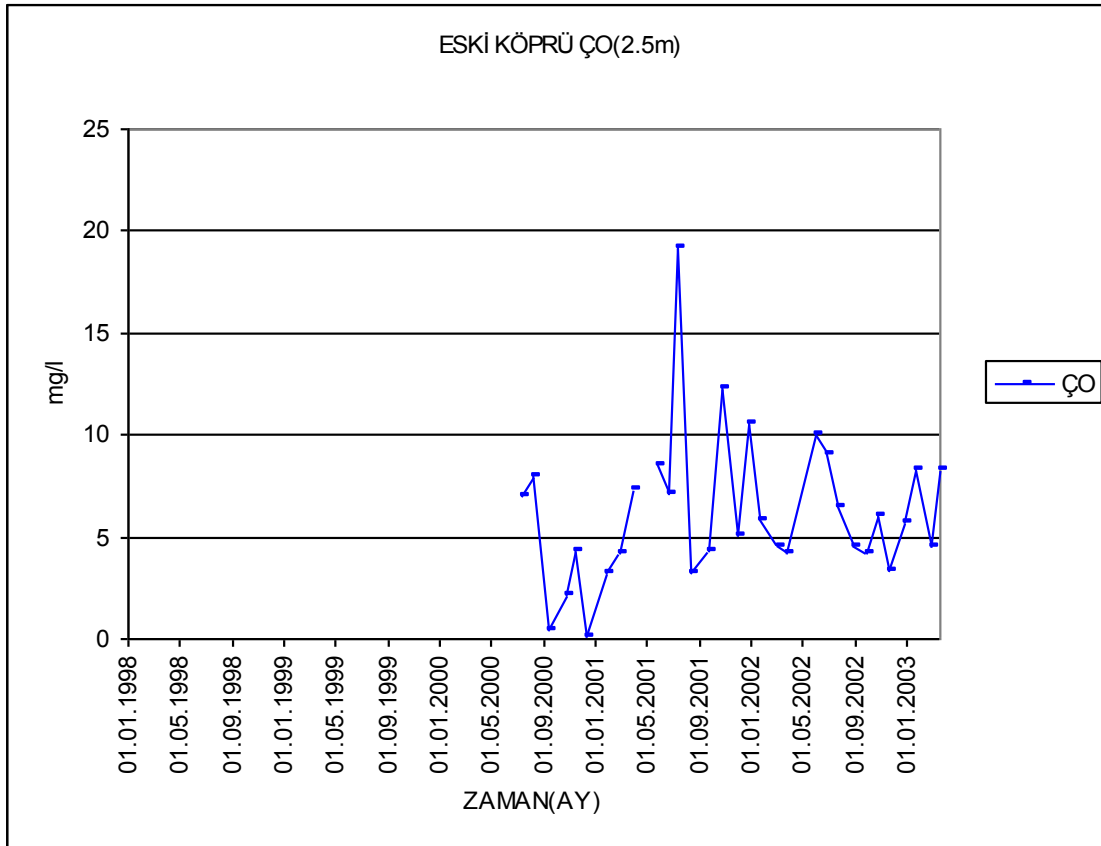
Şekil A.71 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



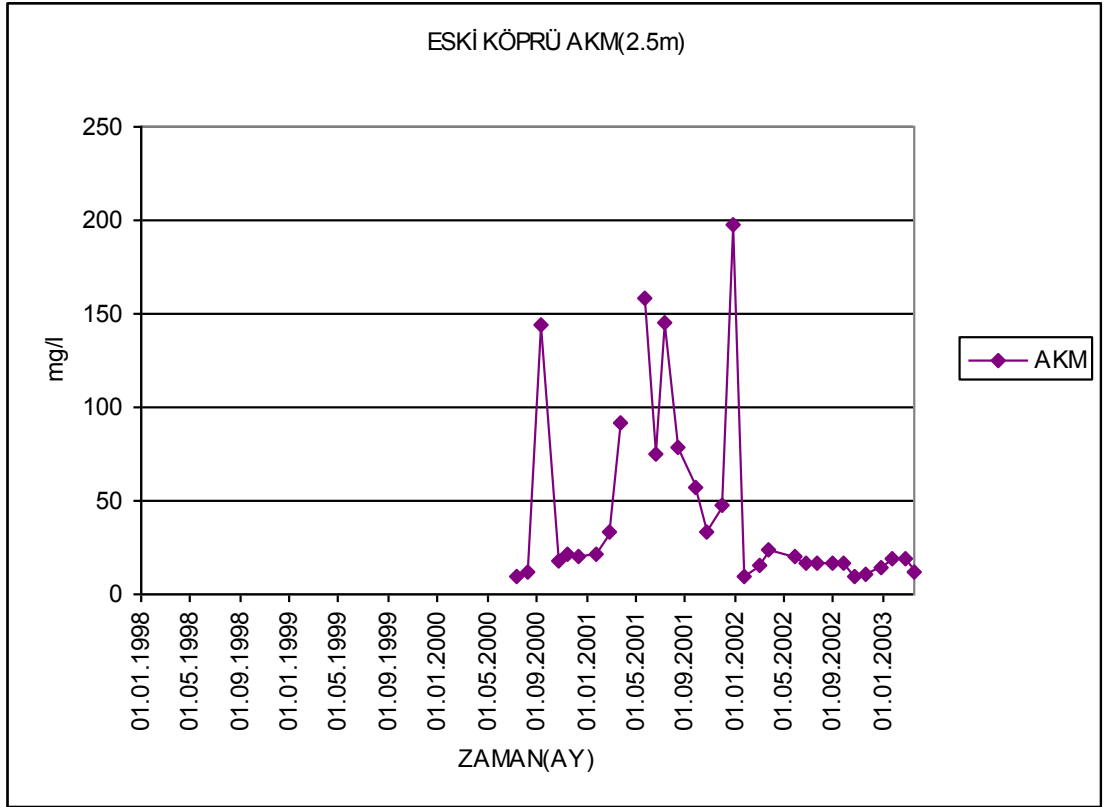
Şekil A.72 : Eskiköprü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



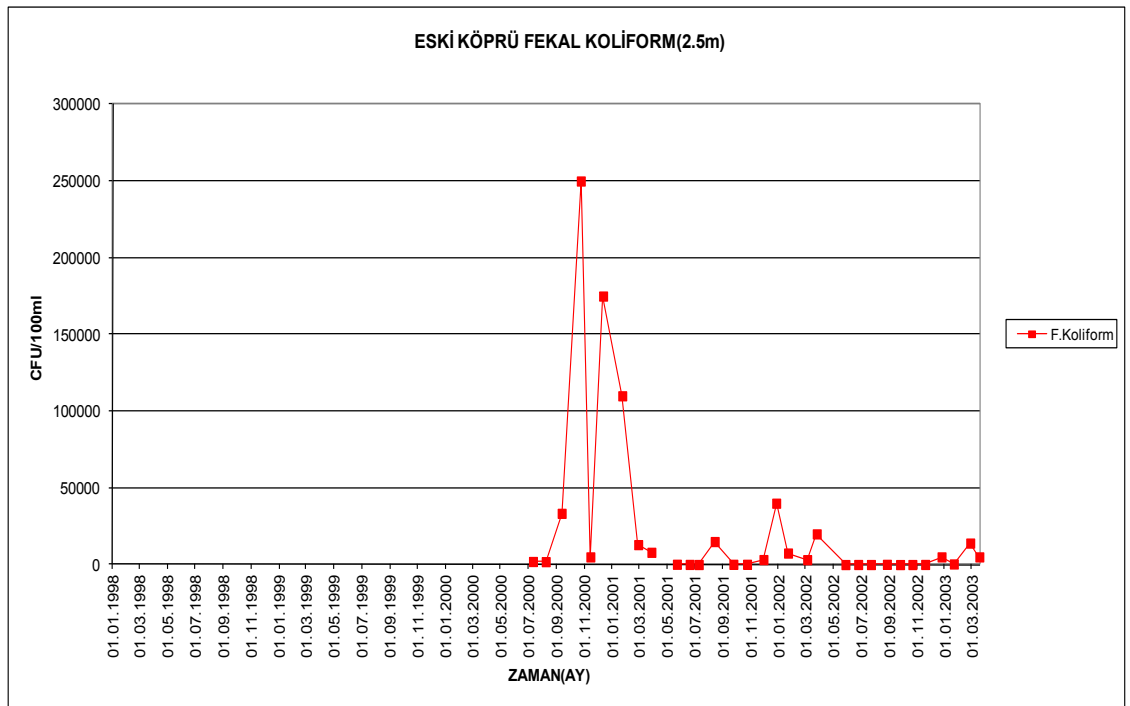
Şekil A.73 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



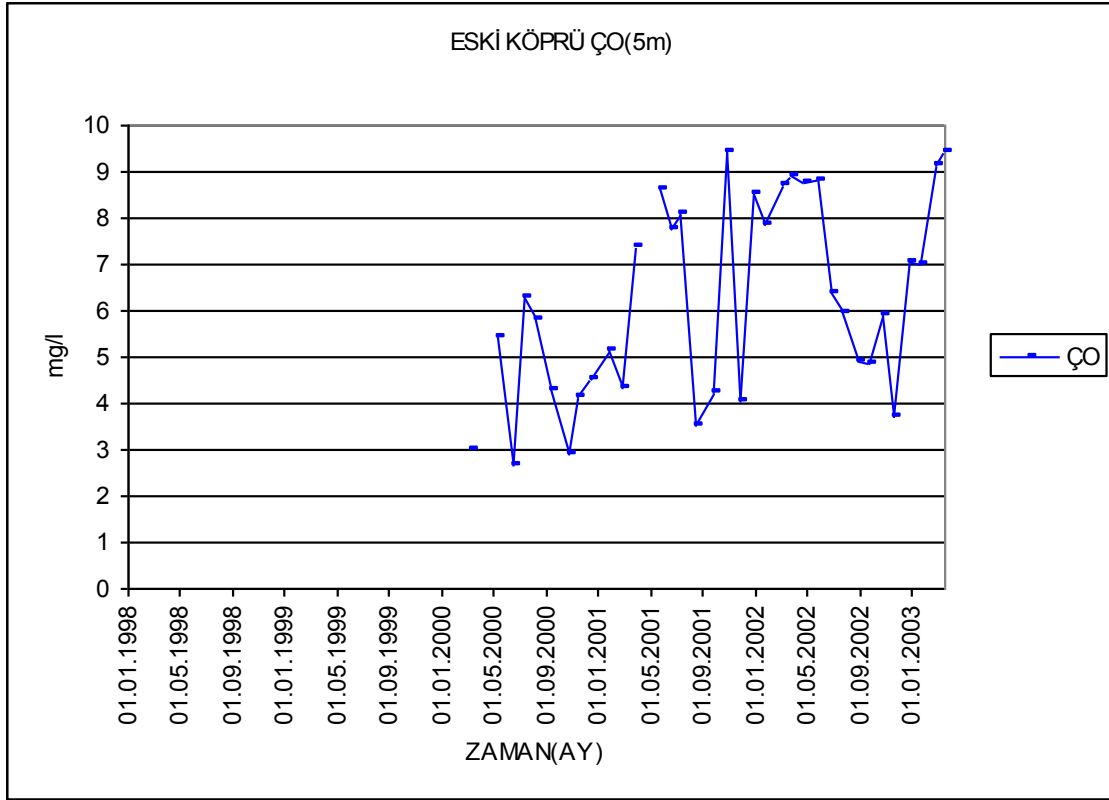
Şekil A.74 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



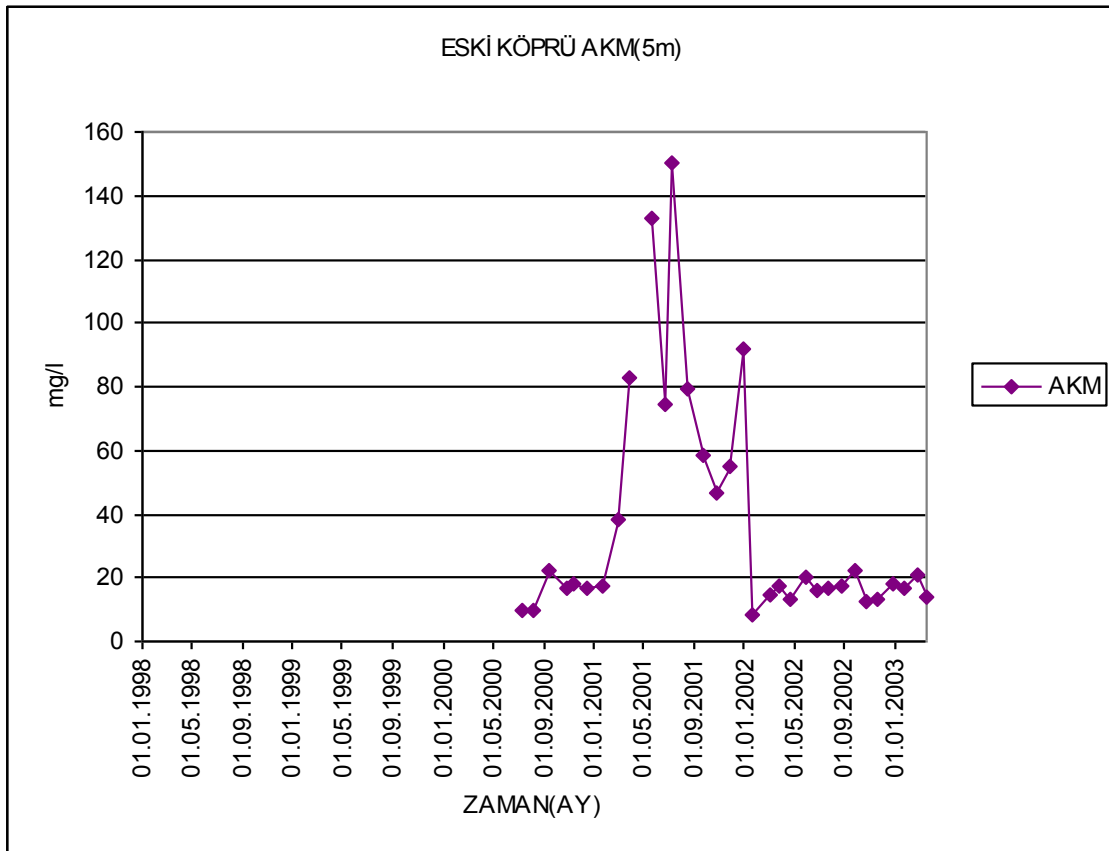
Şekil A.75 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



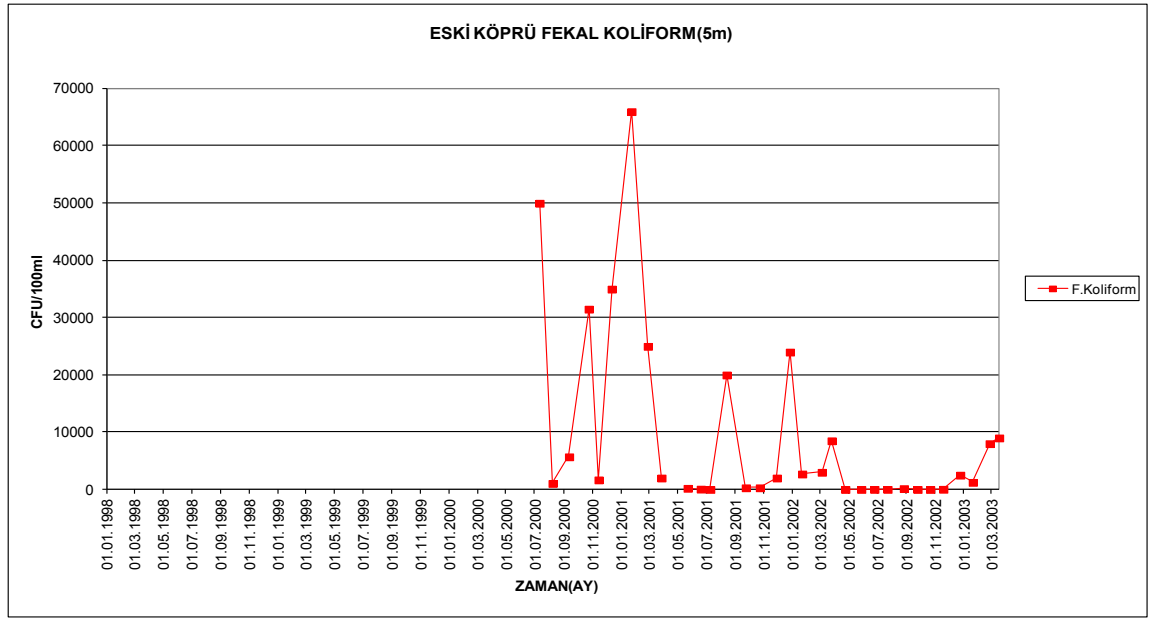
Şekil A.76 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



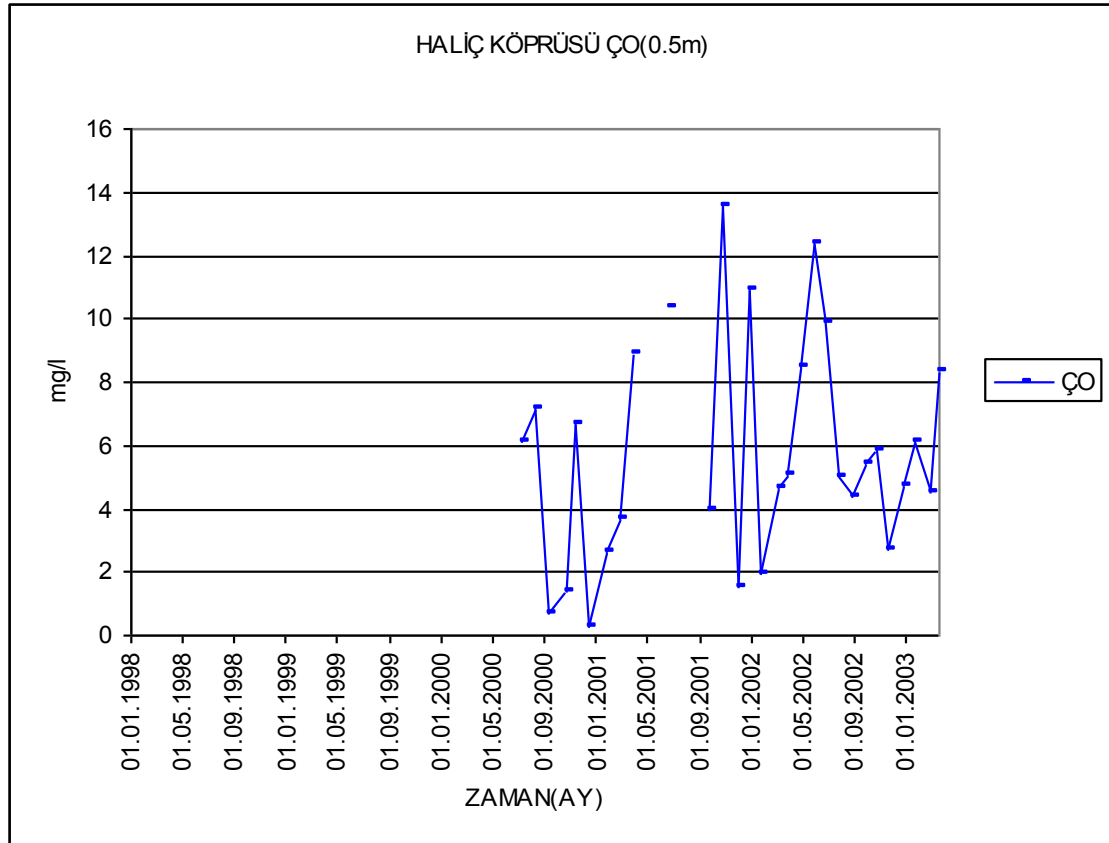
Şekil A.77 : Eskiköprü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



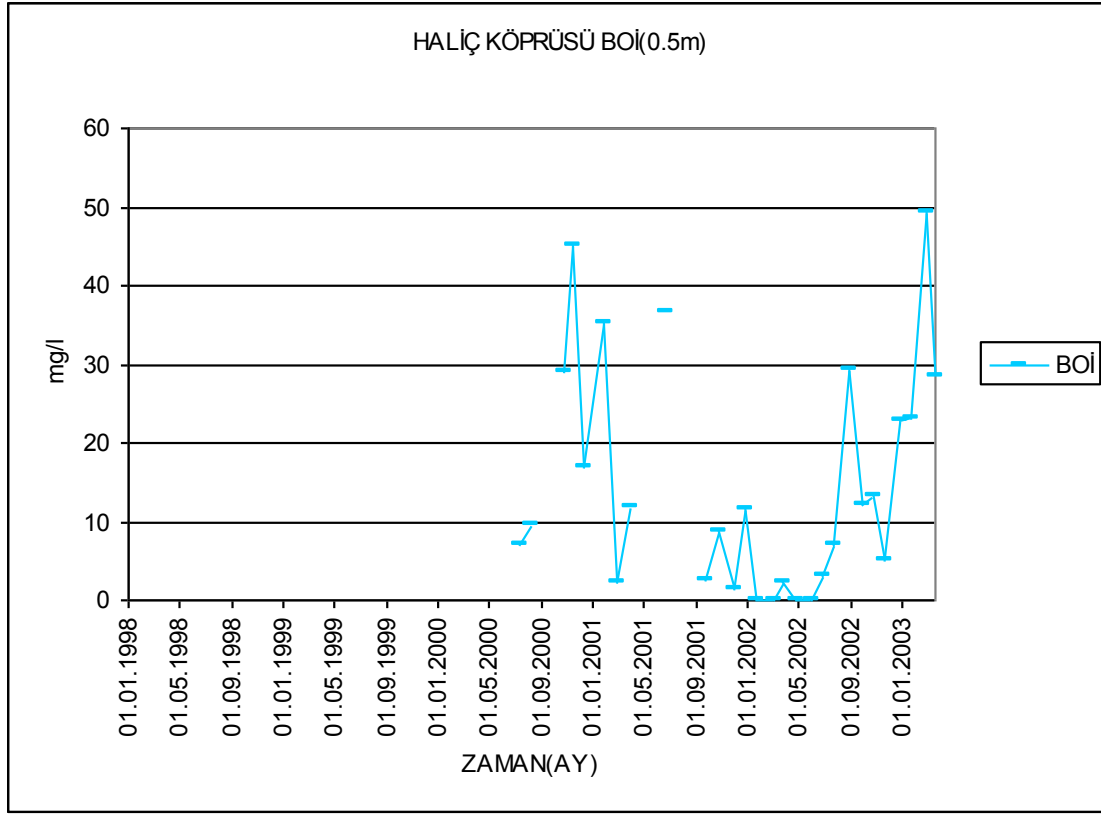
Şekil A.78 : Eskiköprü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



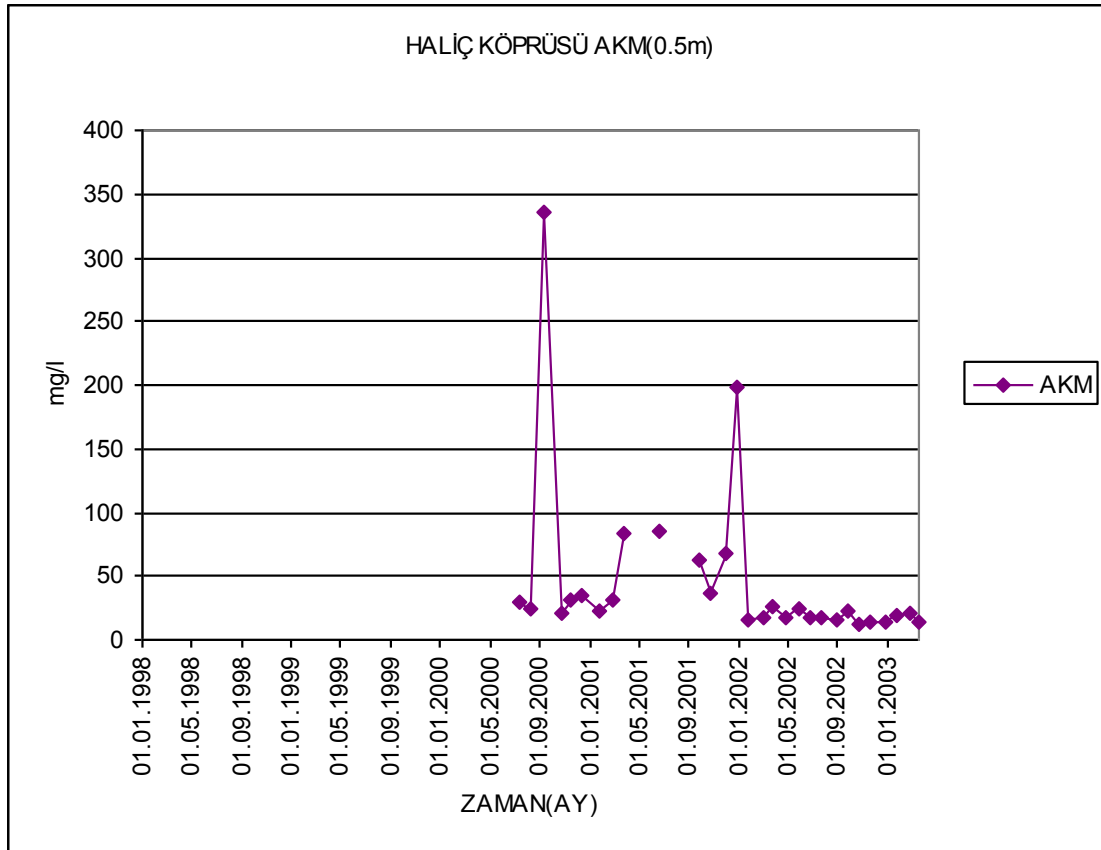
Şekil A.79 : Eskiköprü İst. Zamanla Fekal Koliiform Değişimi(5m)



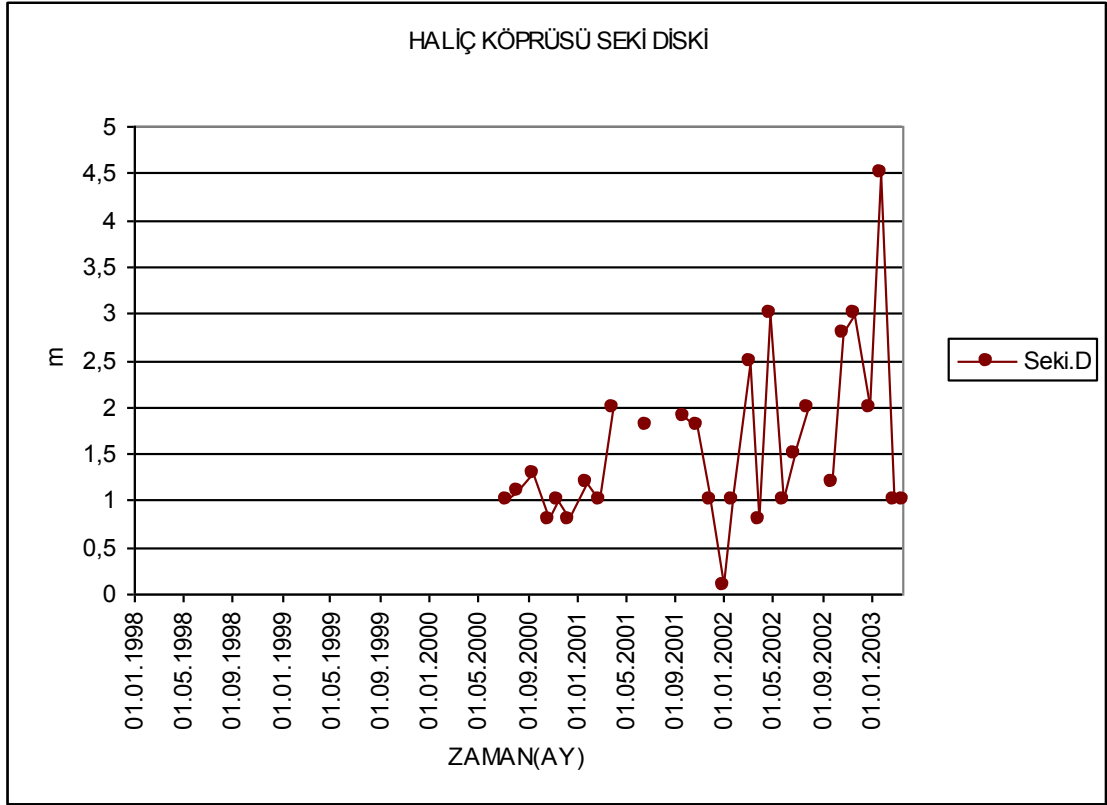
Şekil A.80 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



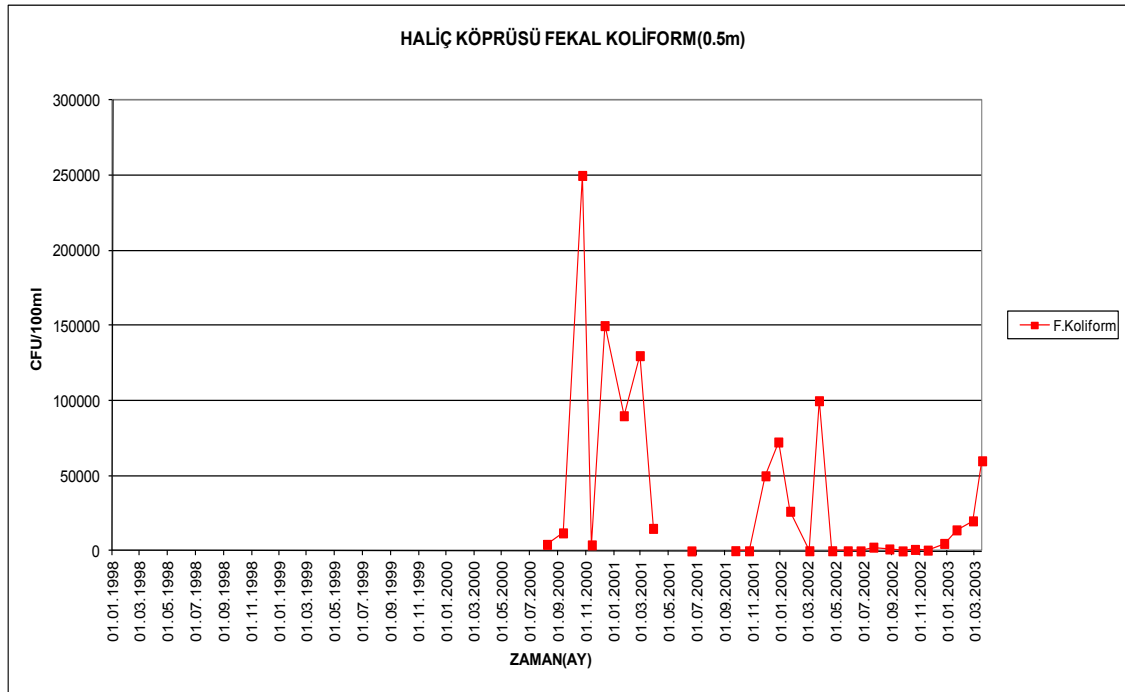
Şekil A.81 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



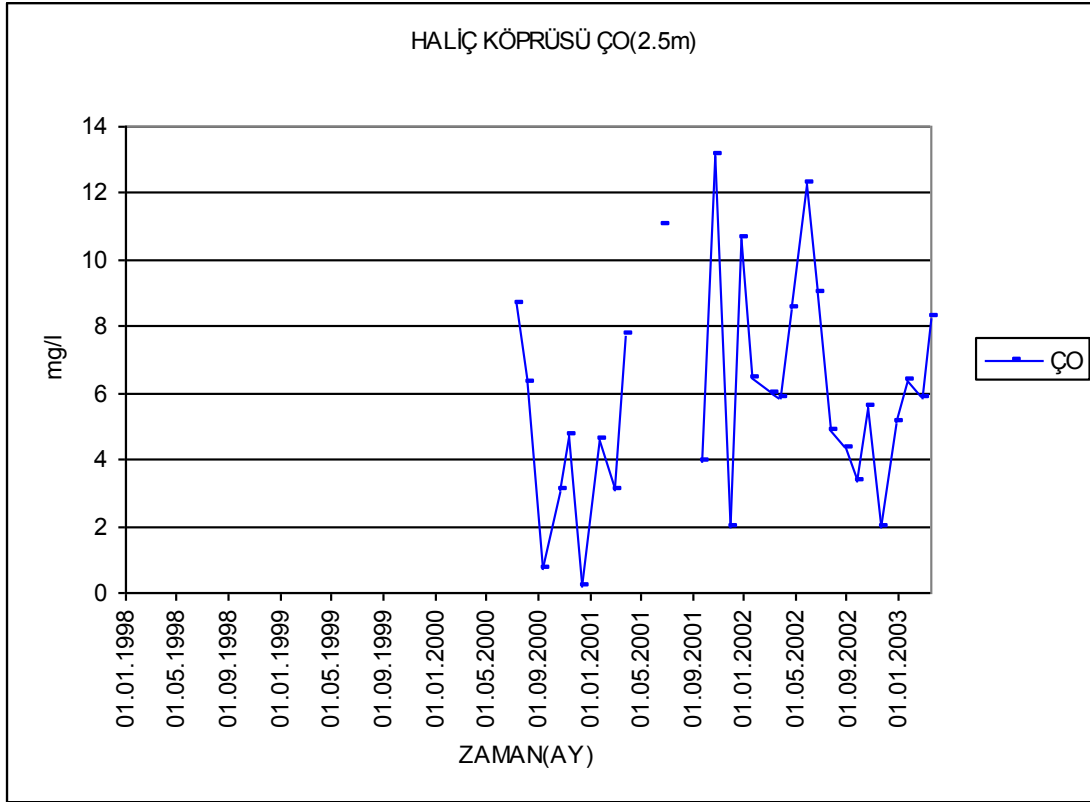
Şekil A.82 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



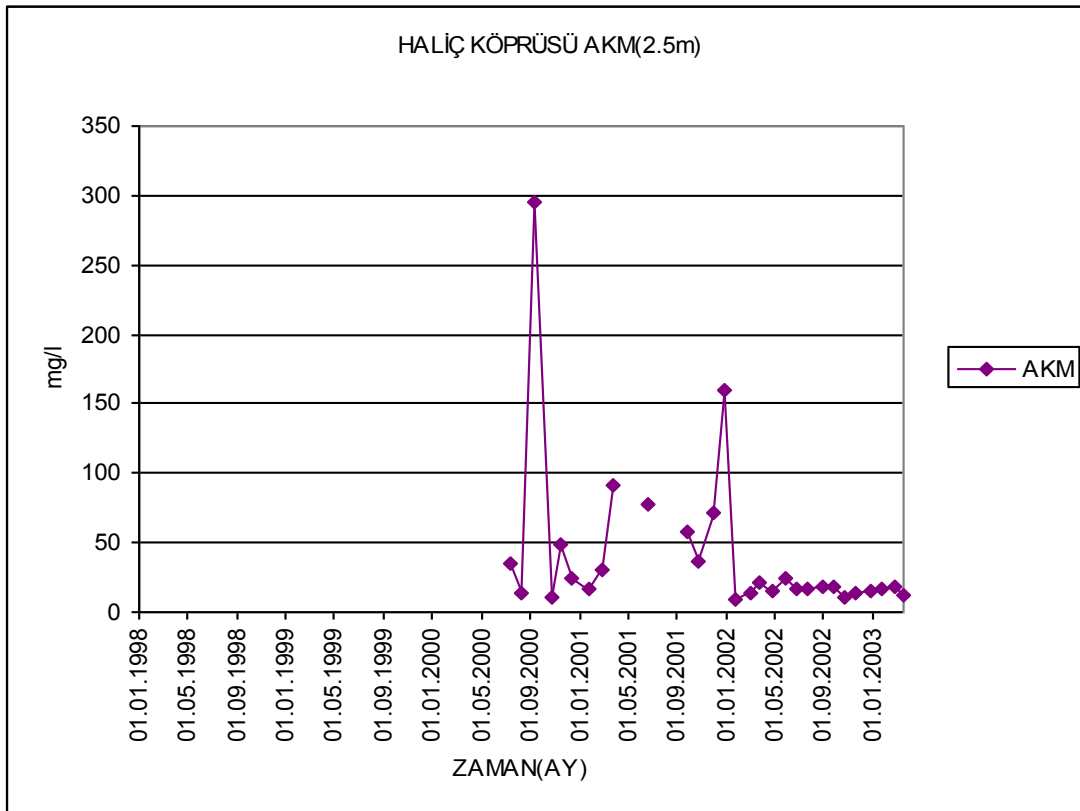
Şekil A.83 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



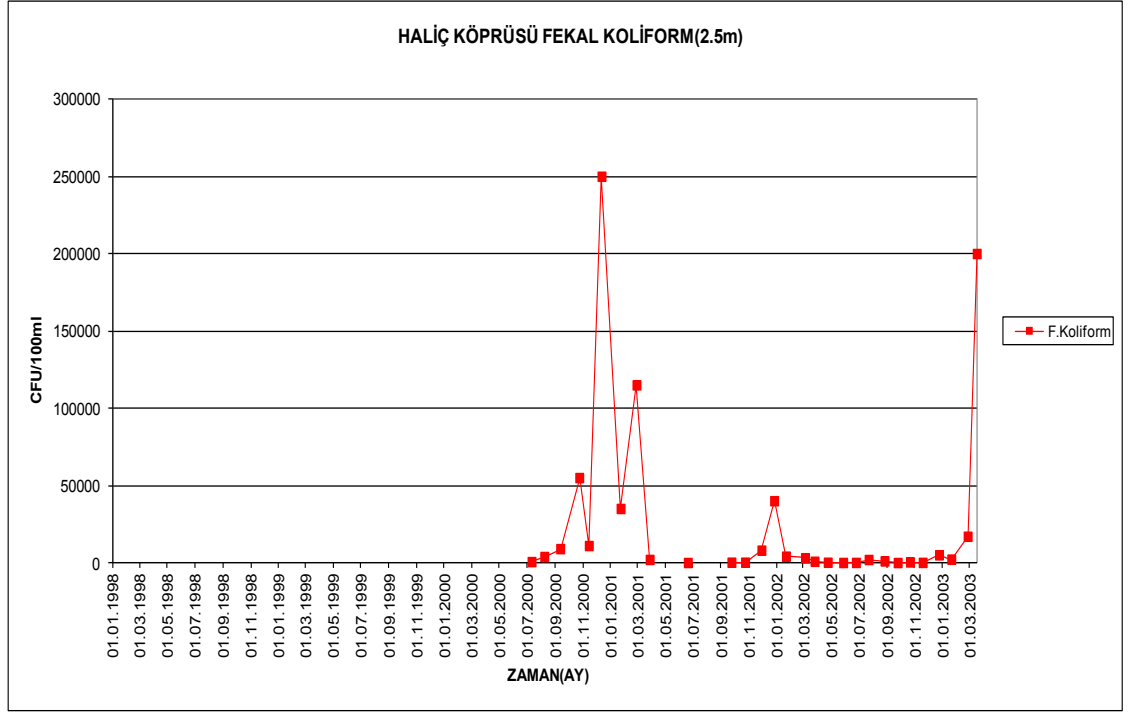
Şekil A.84 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



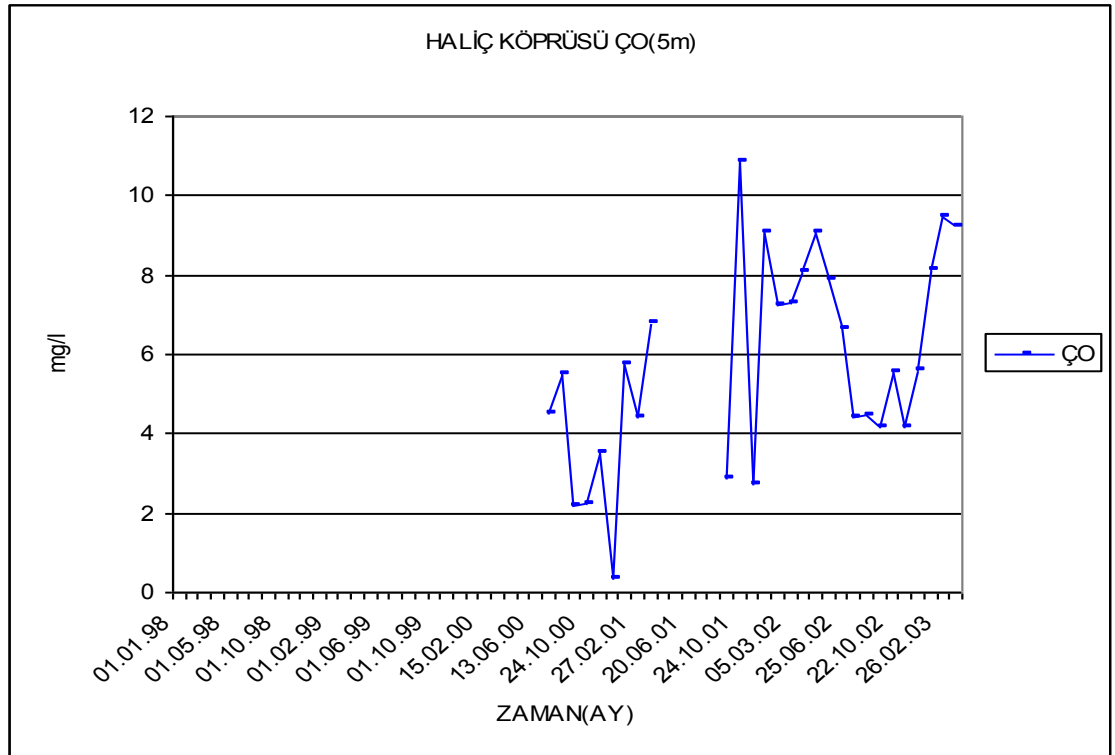
Şekil A.85 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



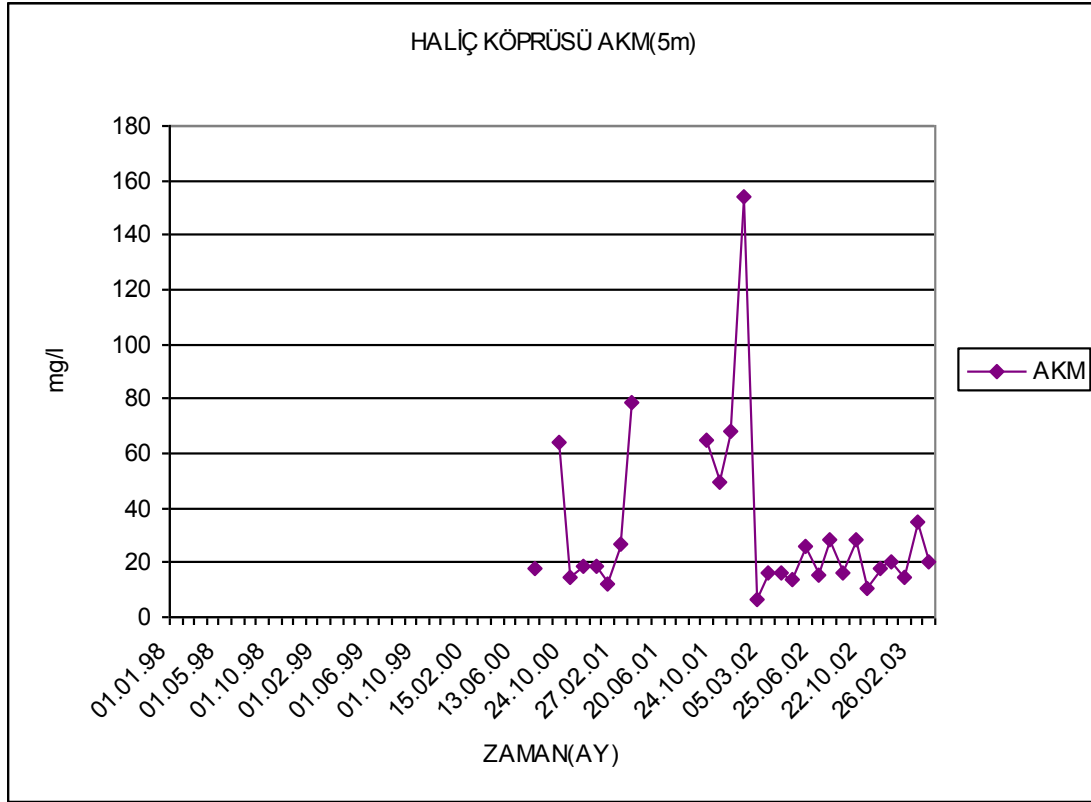
Şekil A.86 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



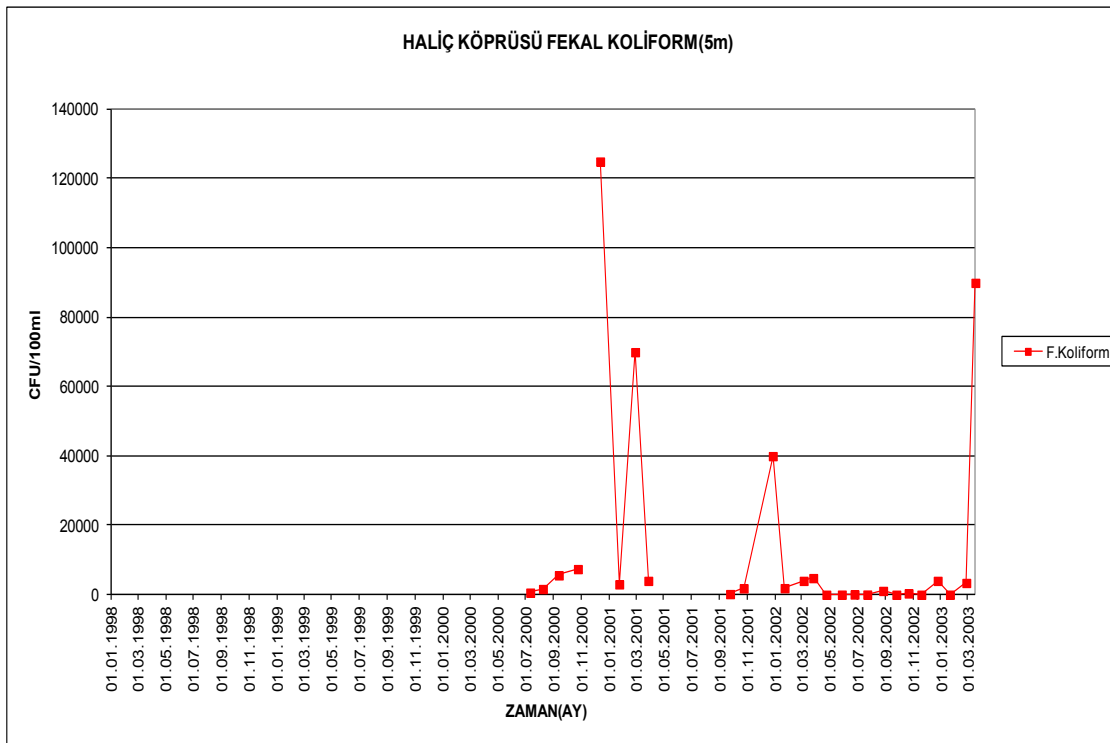
Şekil A.87 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



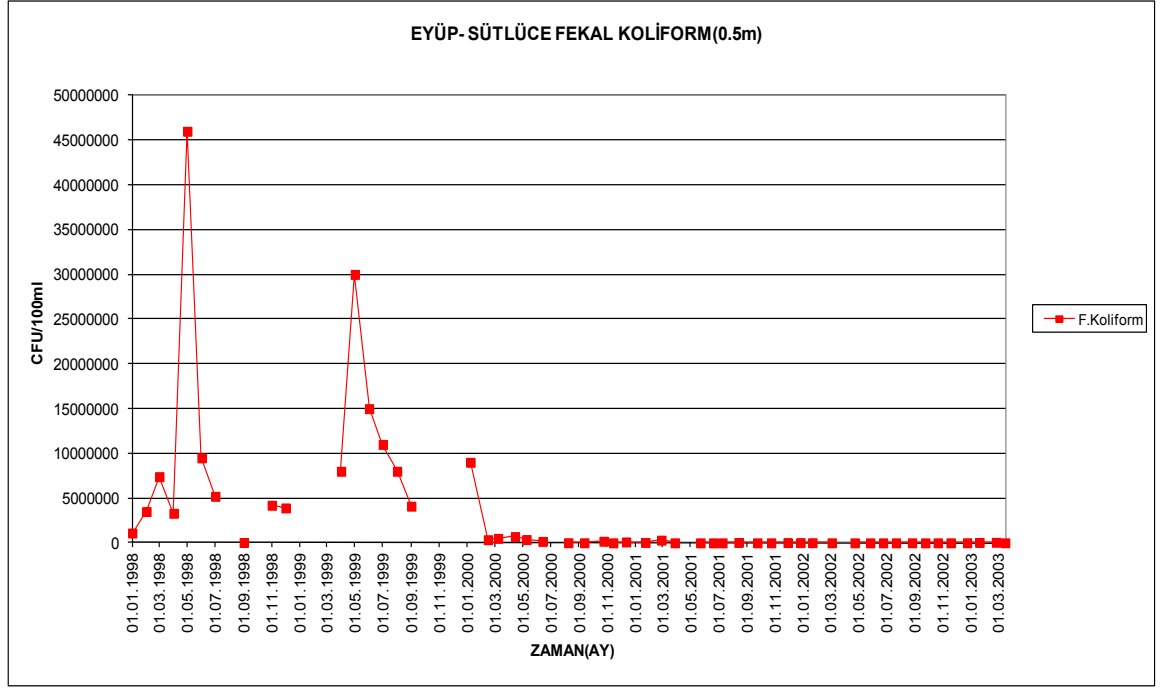
Şekil A.88 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



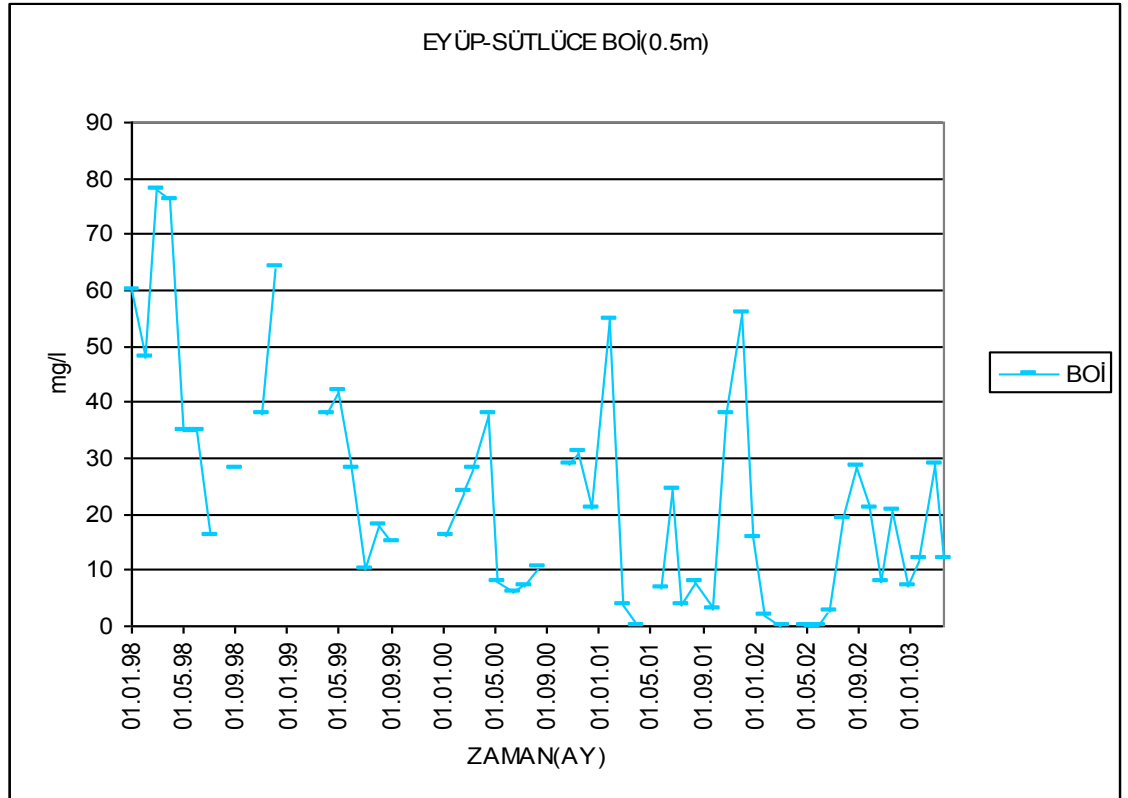
Şekil A.89 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



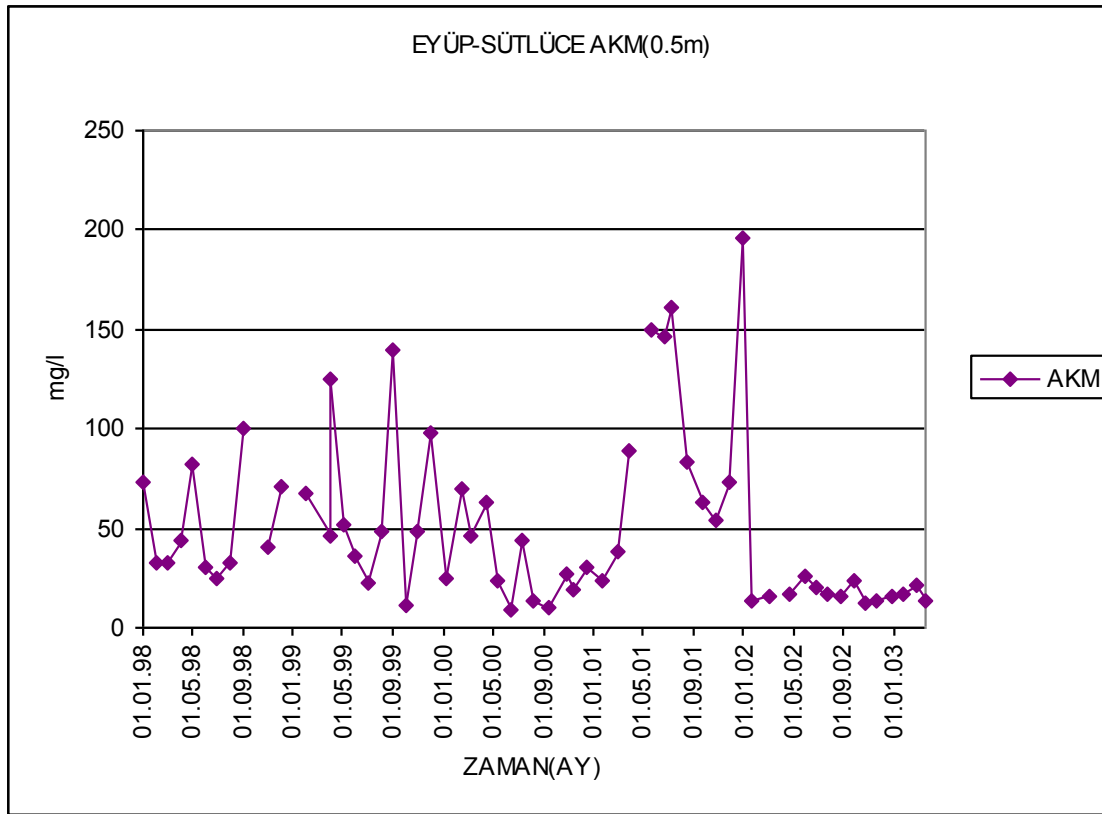
Şekil A.90 : Haliç Köprüsü İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



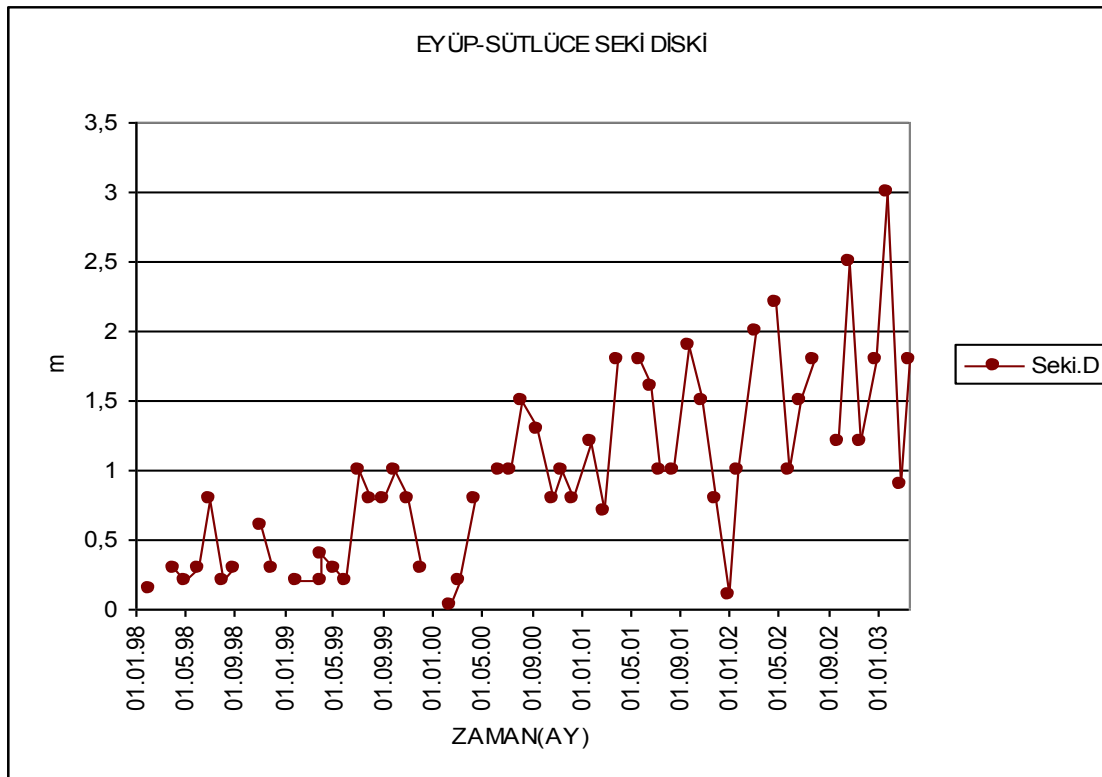
Şekil A.91 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



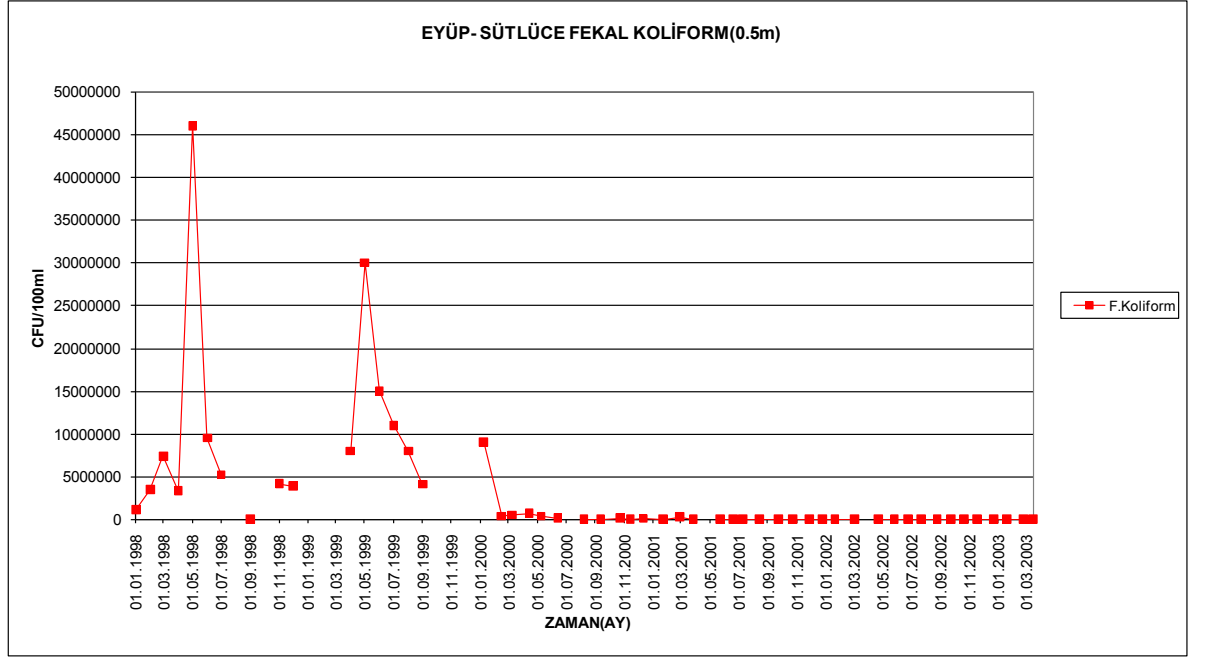
Şekil A.92 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



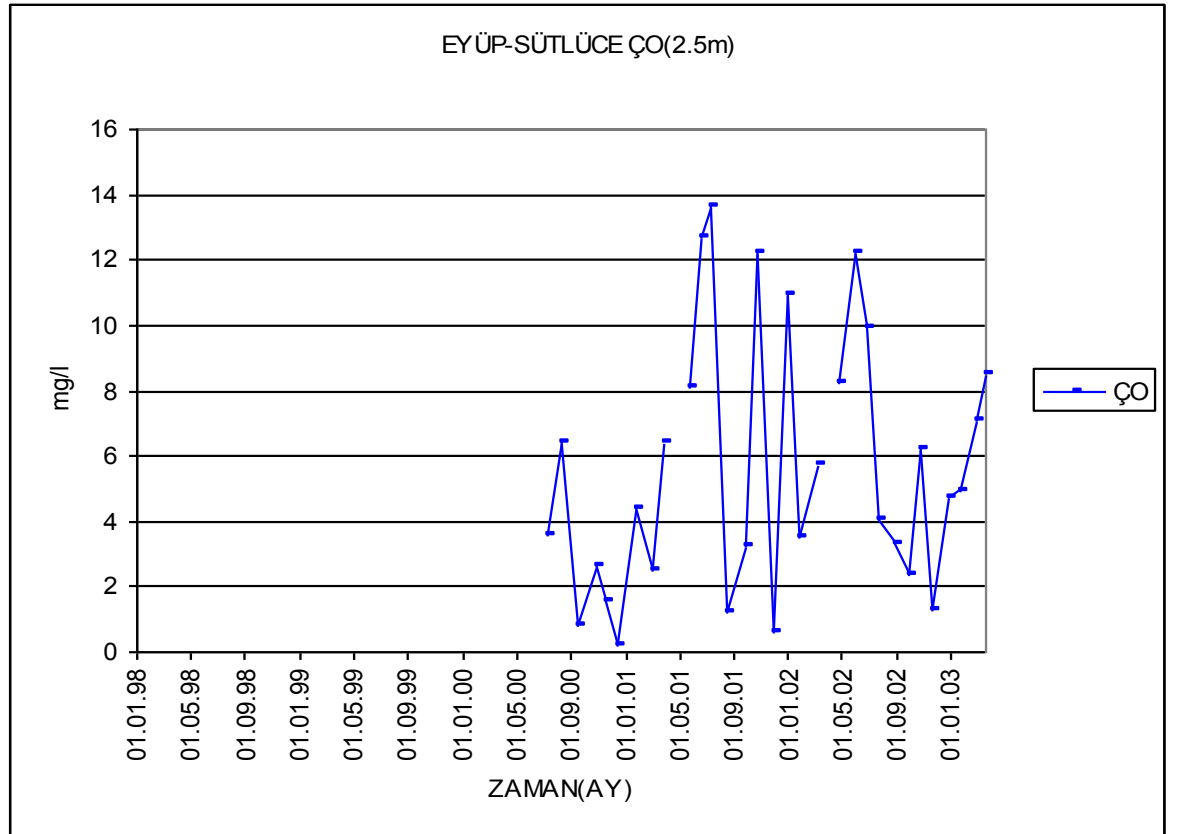
Şekil A.93 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



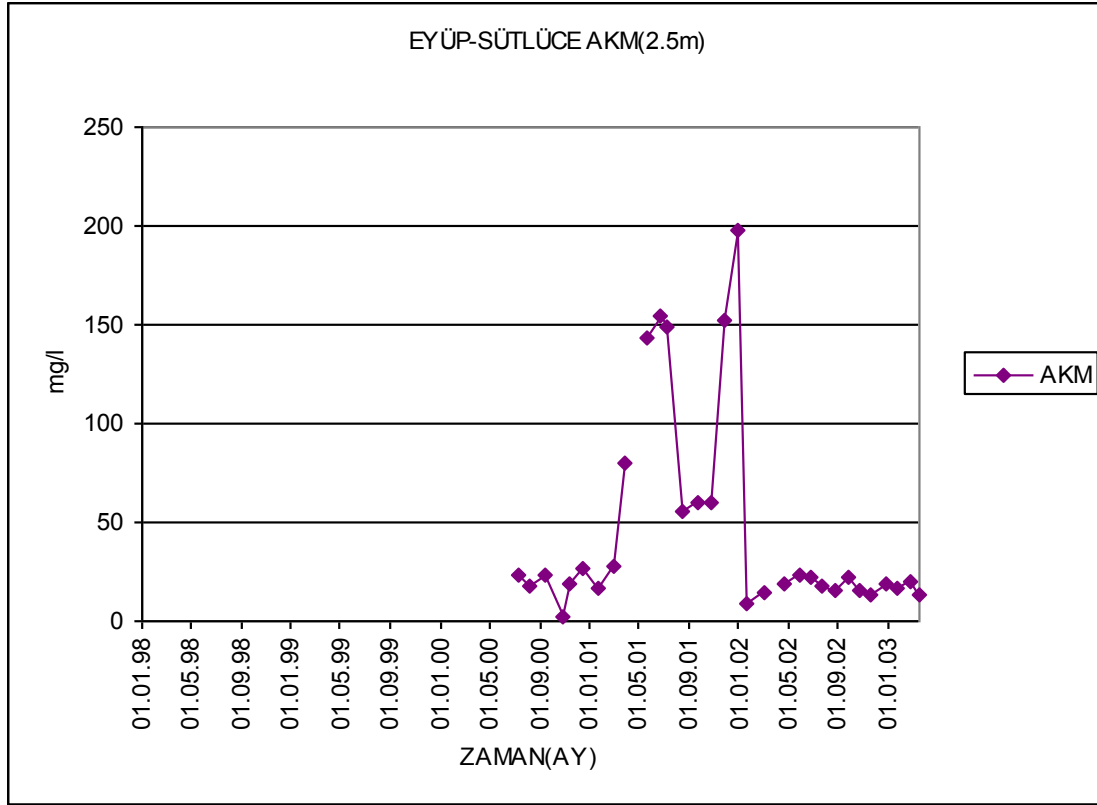
Şekil A.94 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



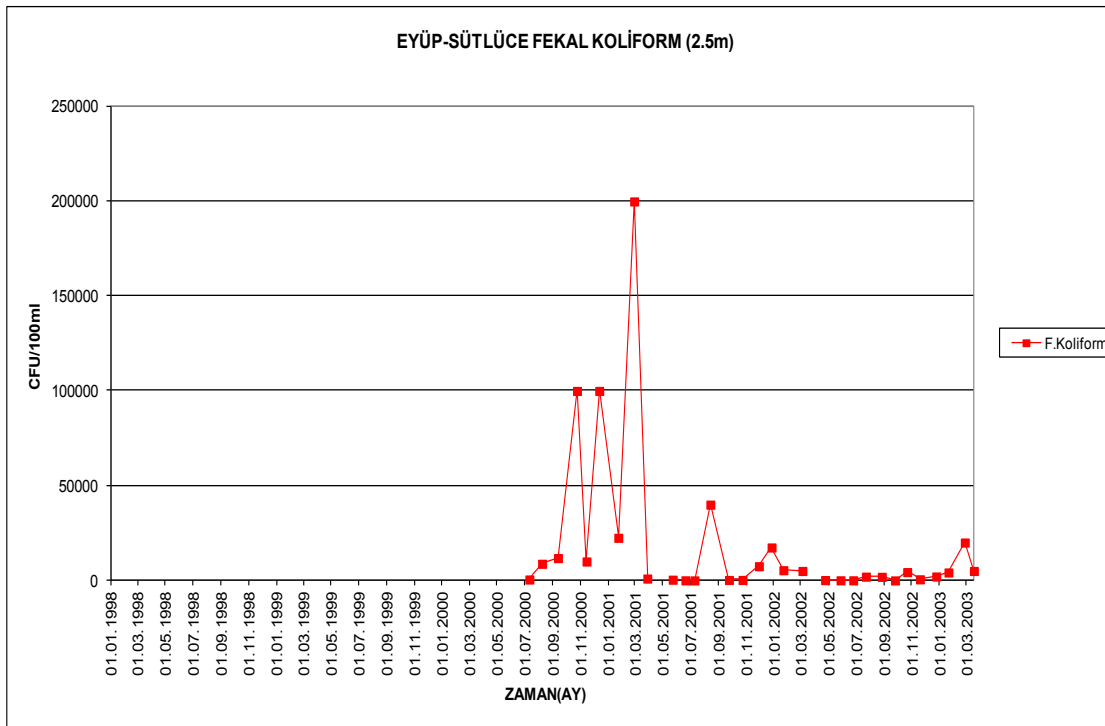
Şekil A.95 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



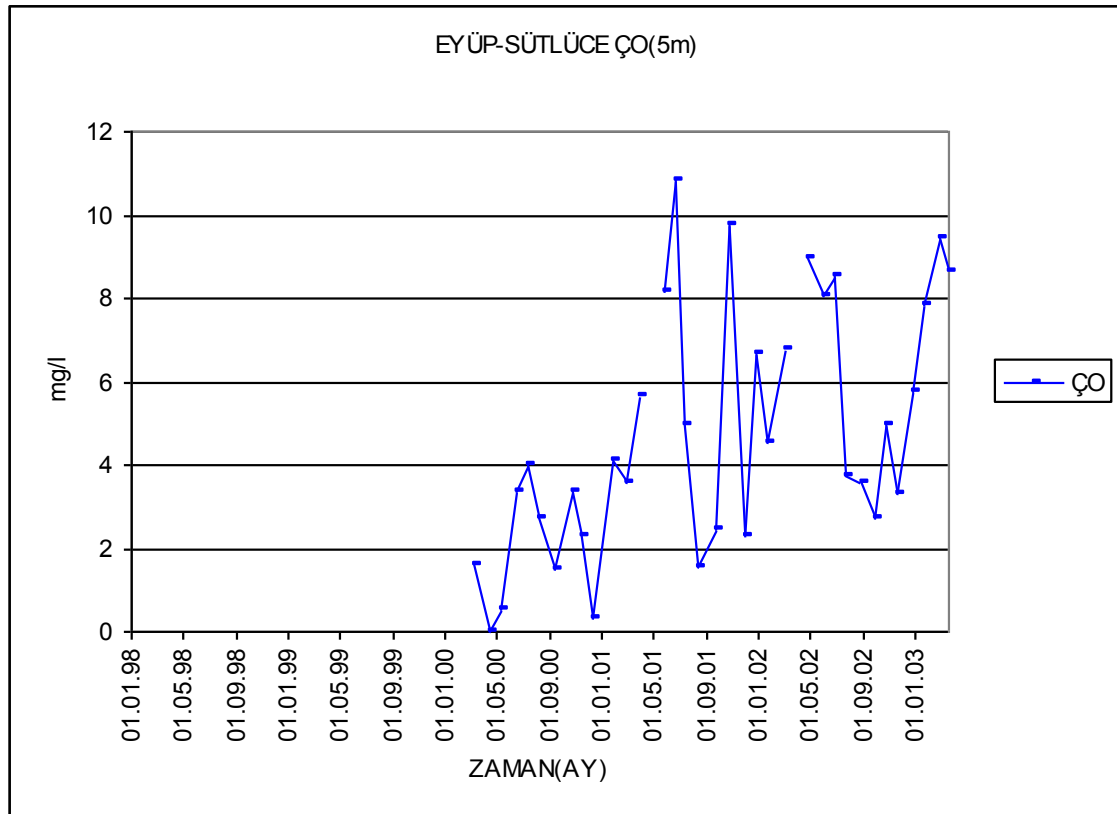
Şekil A.96 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



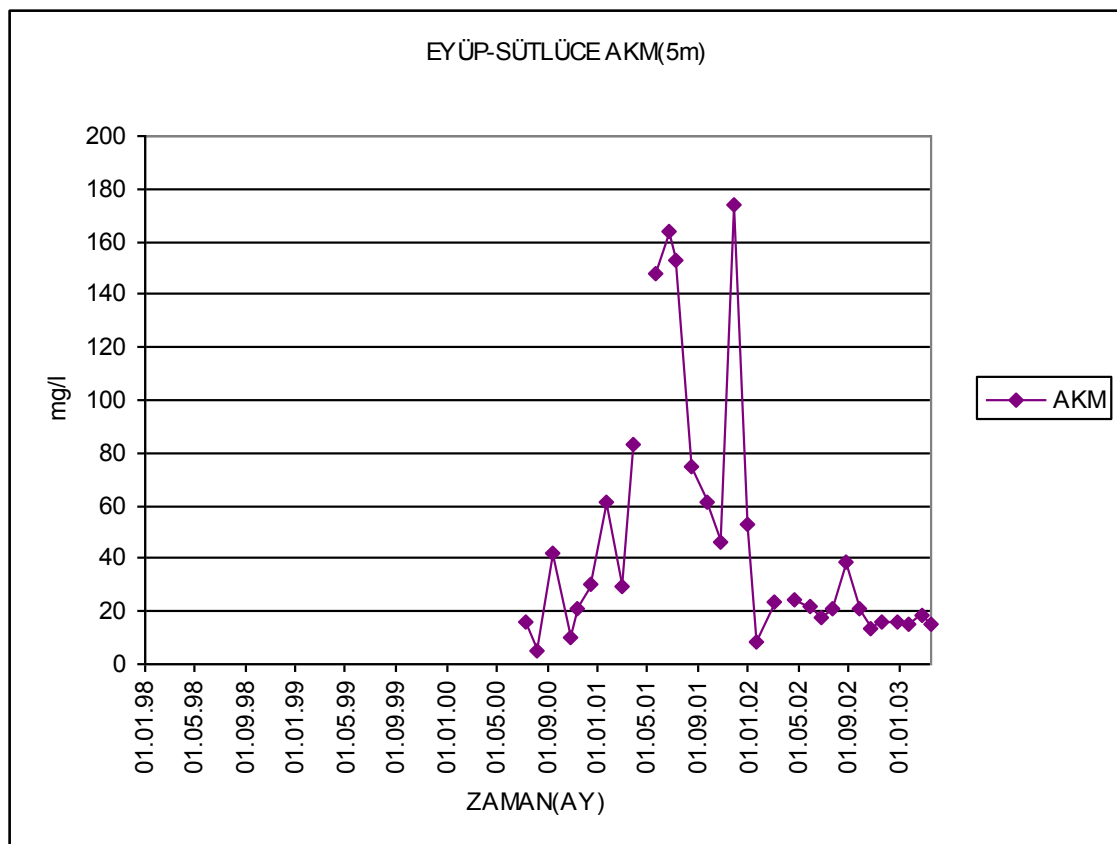
Şekil A.97 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



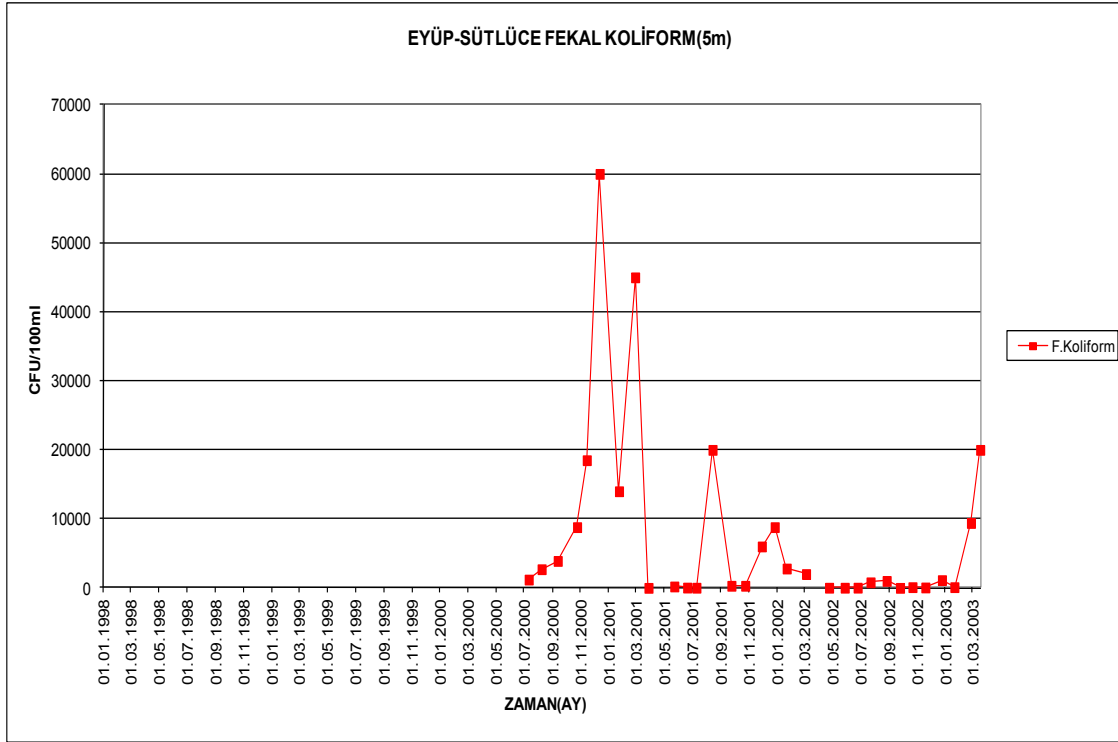
Şekil A.98 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



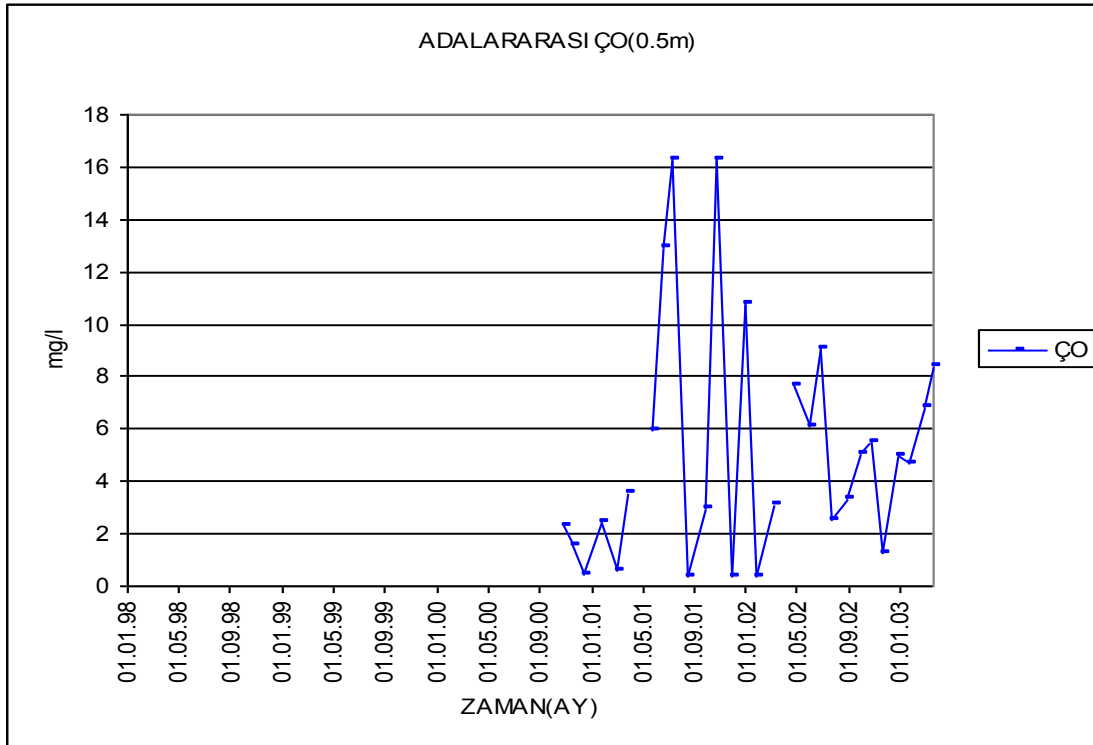
Şekil A.99 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



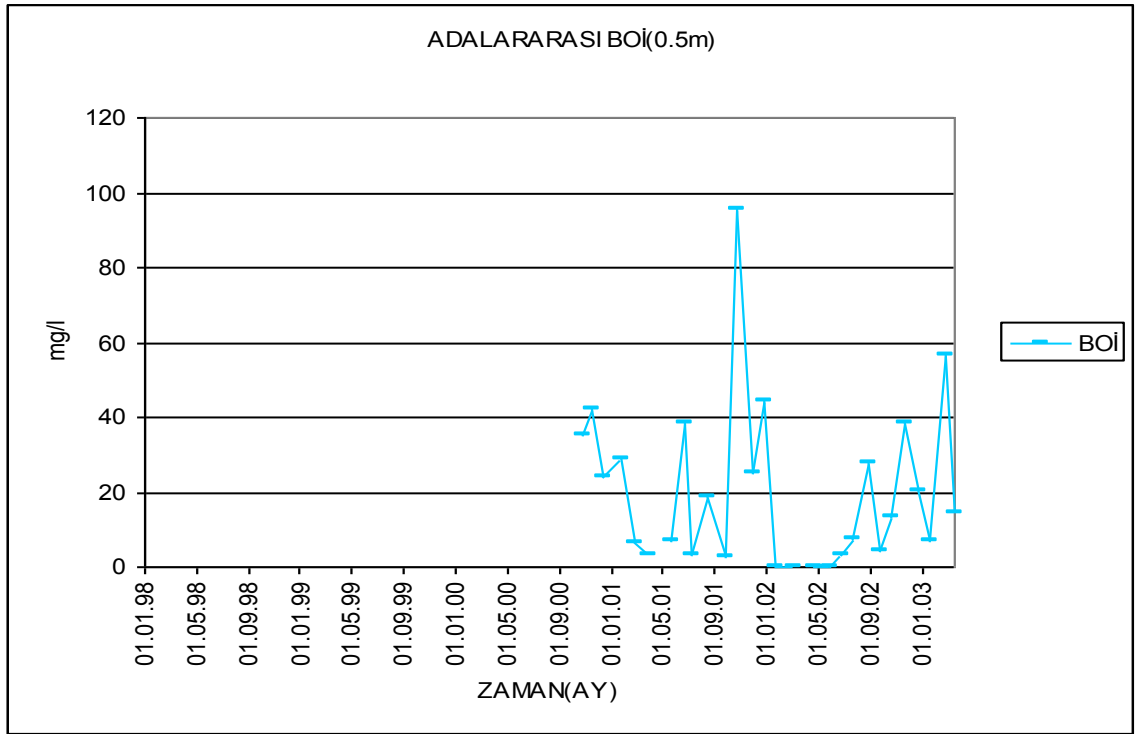
Şekil A.100 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



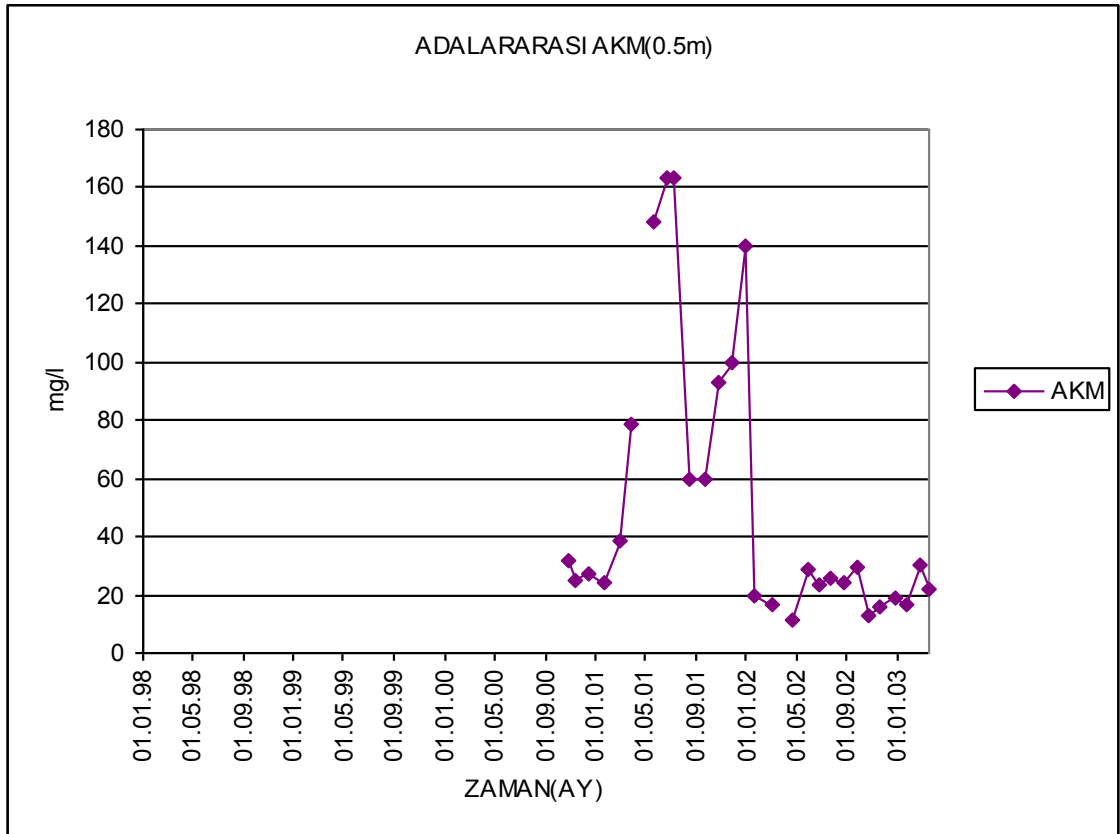
Şekil A.101 : Eyüp-Sütlüce İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



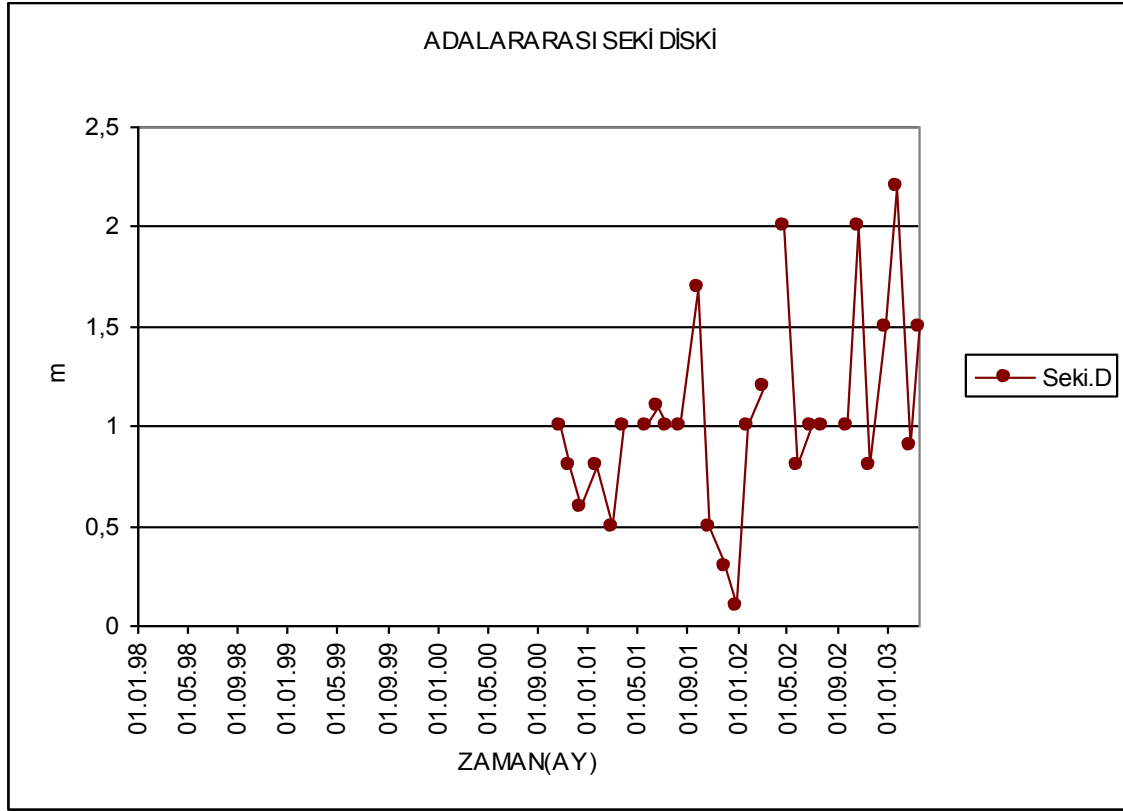
Şekil A.102 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



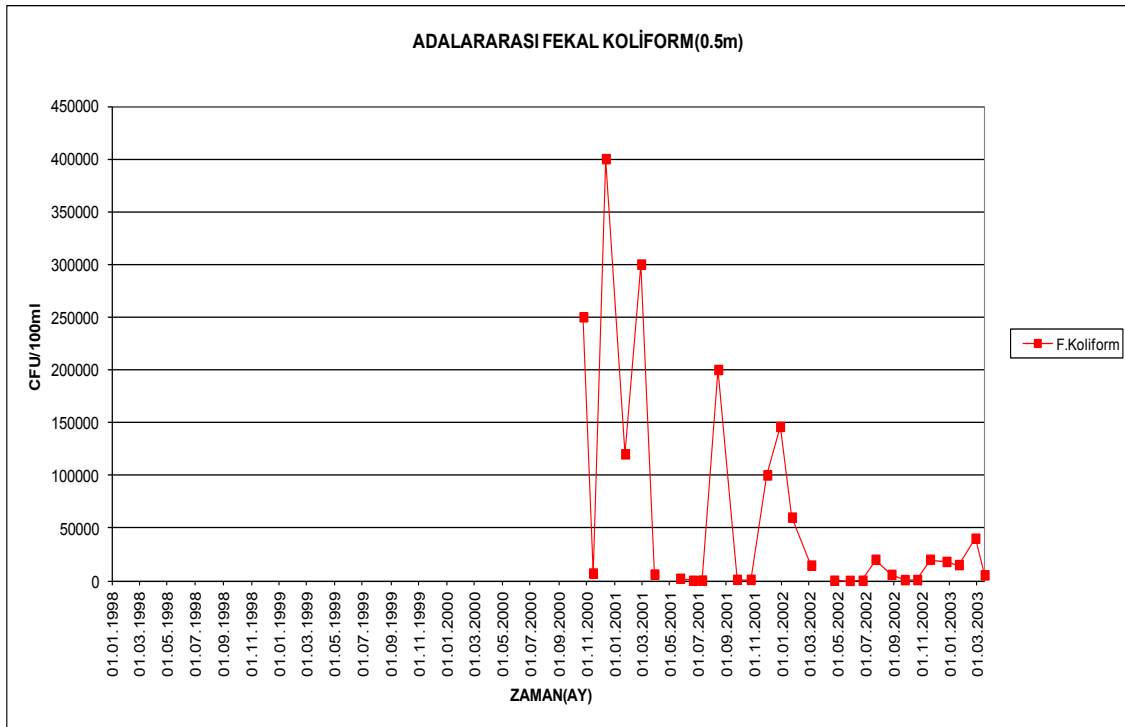
Şekil A.103 : Adalararası İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



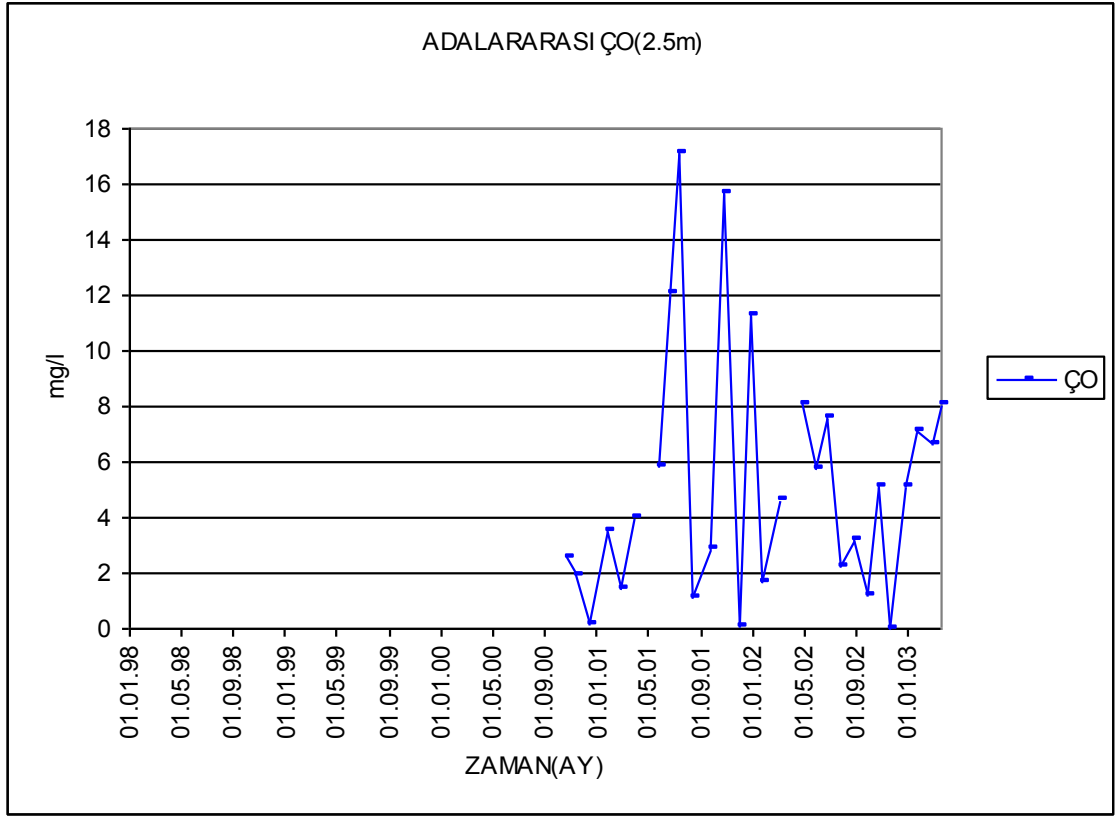
Şekil A.104 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



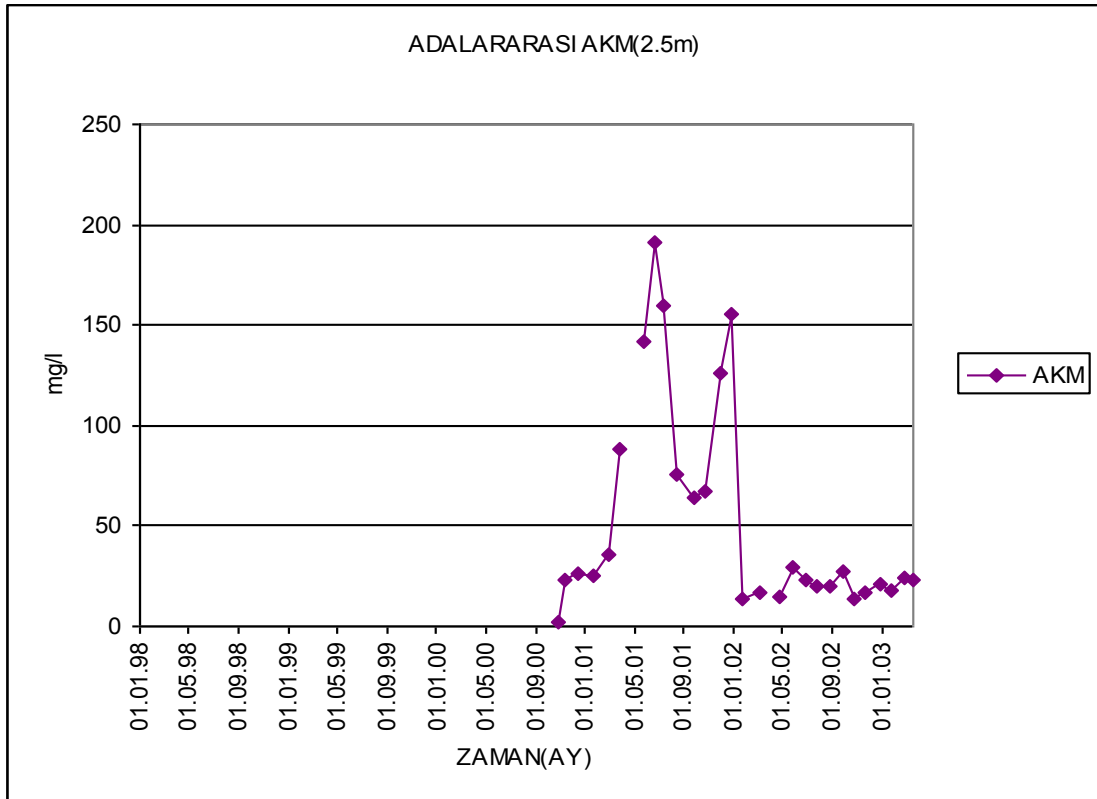
Şekil A.105 : Adalararası İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



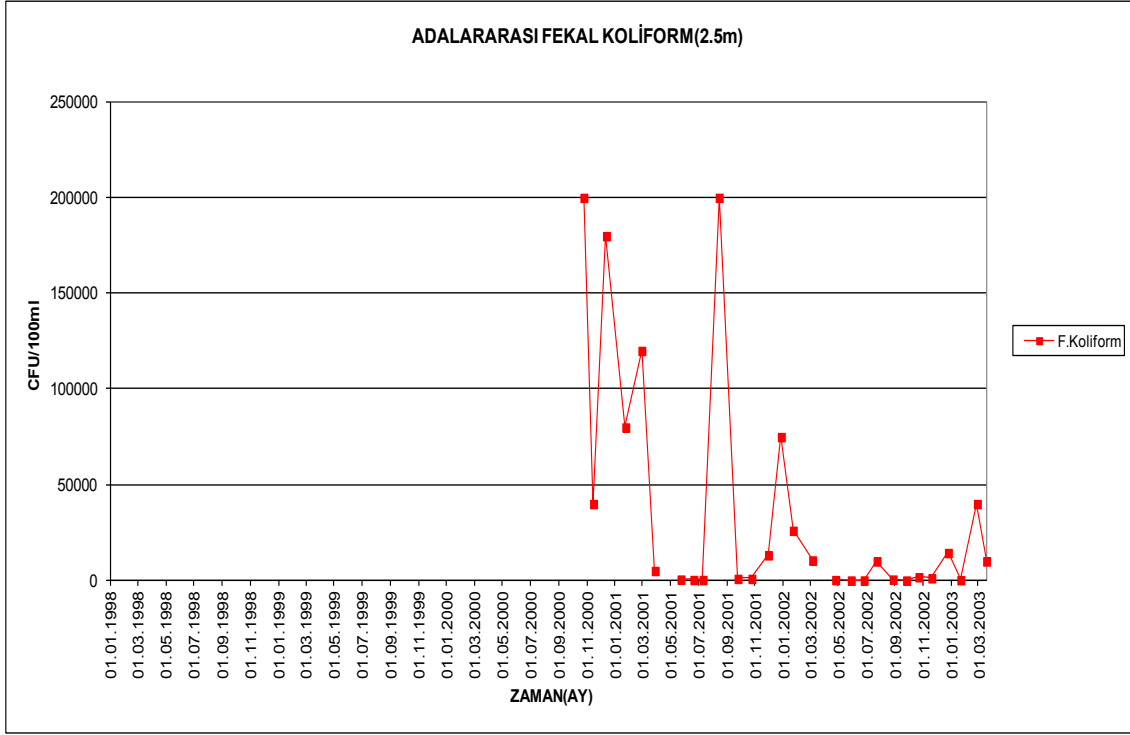
Şekil A.106 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



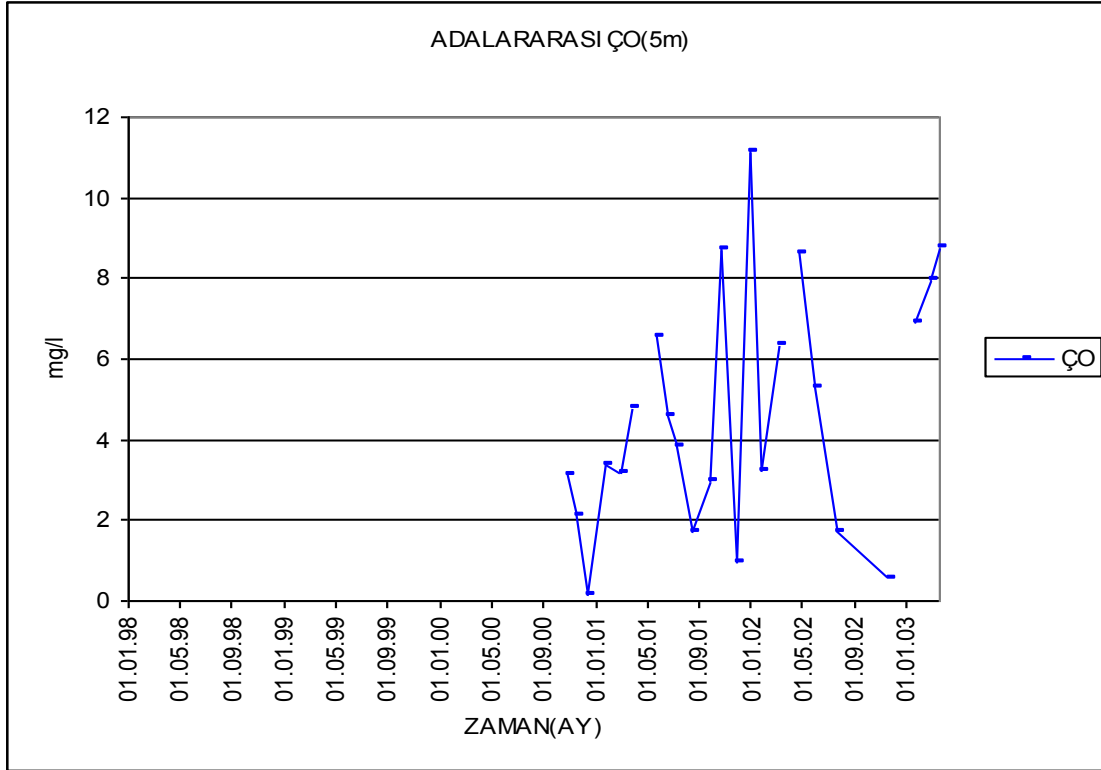
Şekil A.107 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



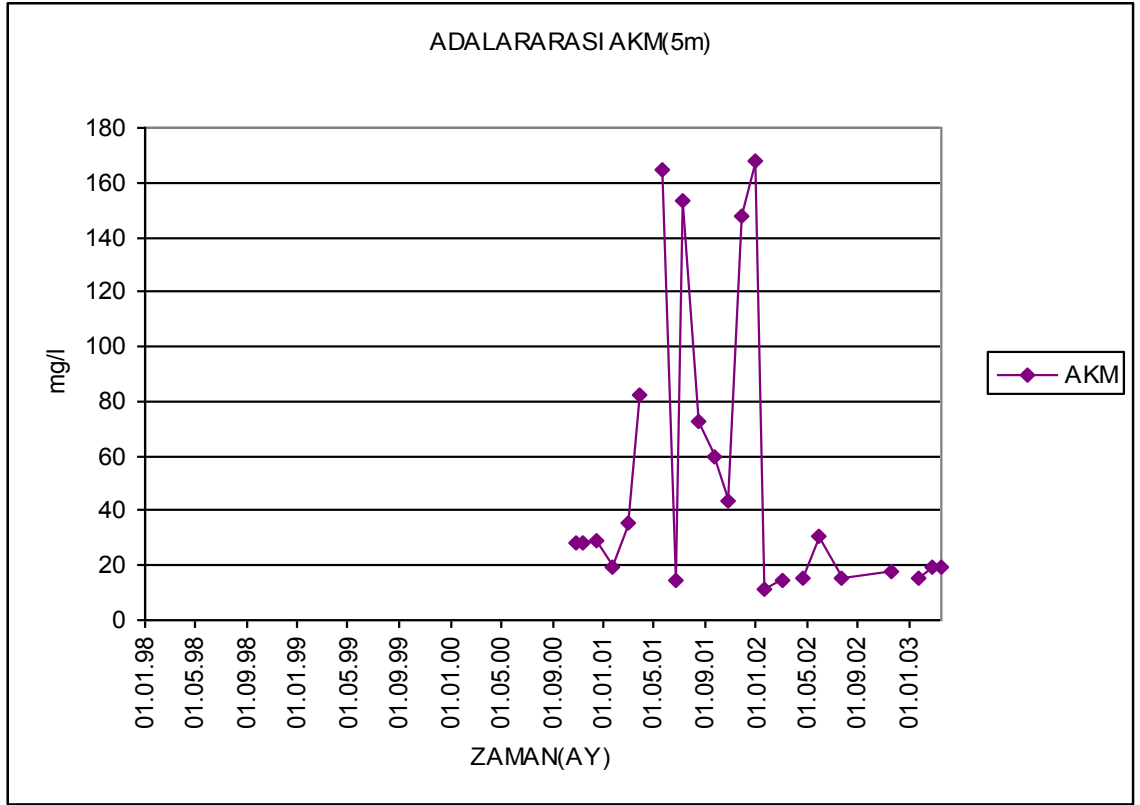
Şekil A.108 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



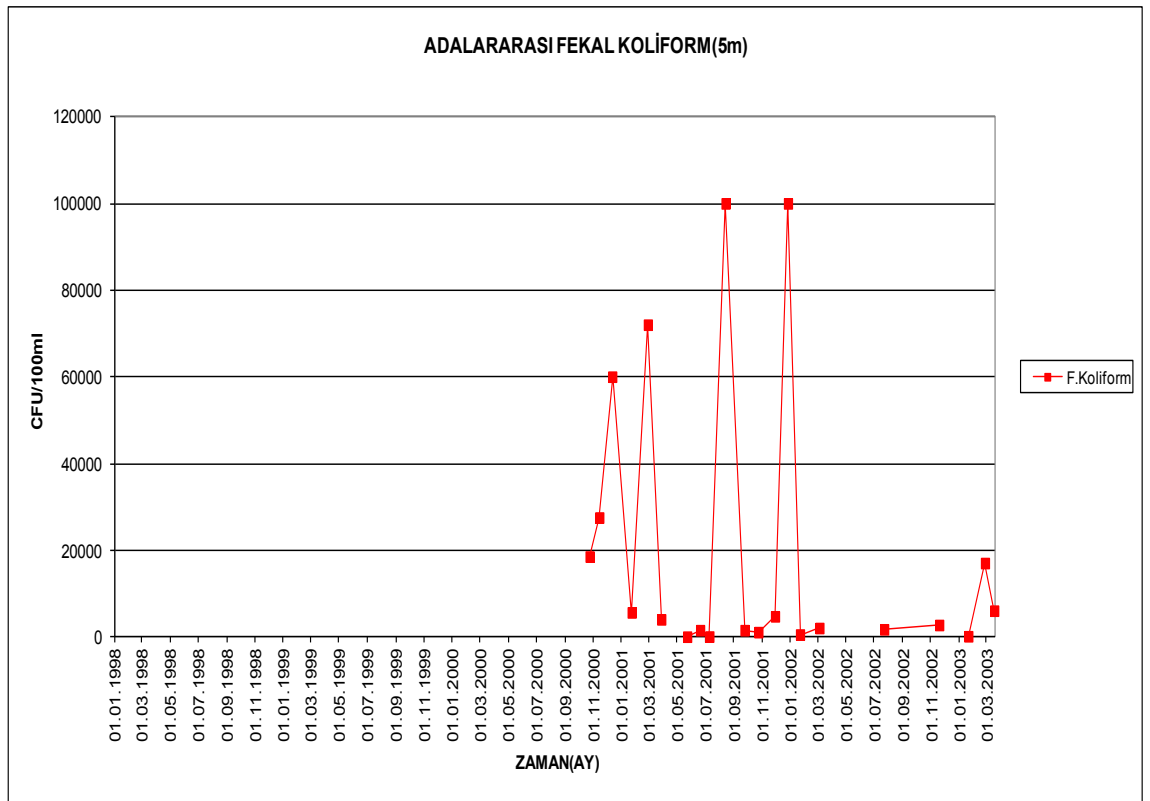
Şekil A.109 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



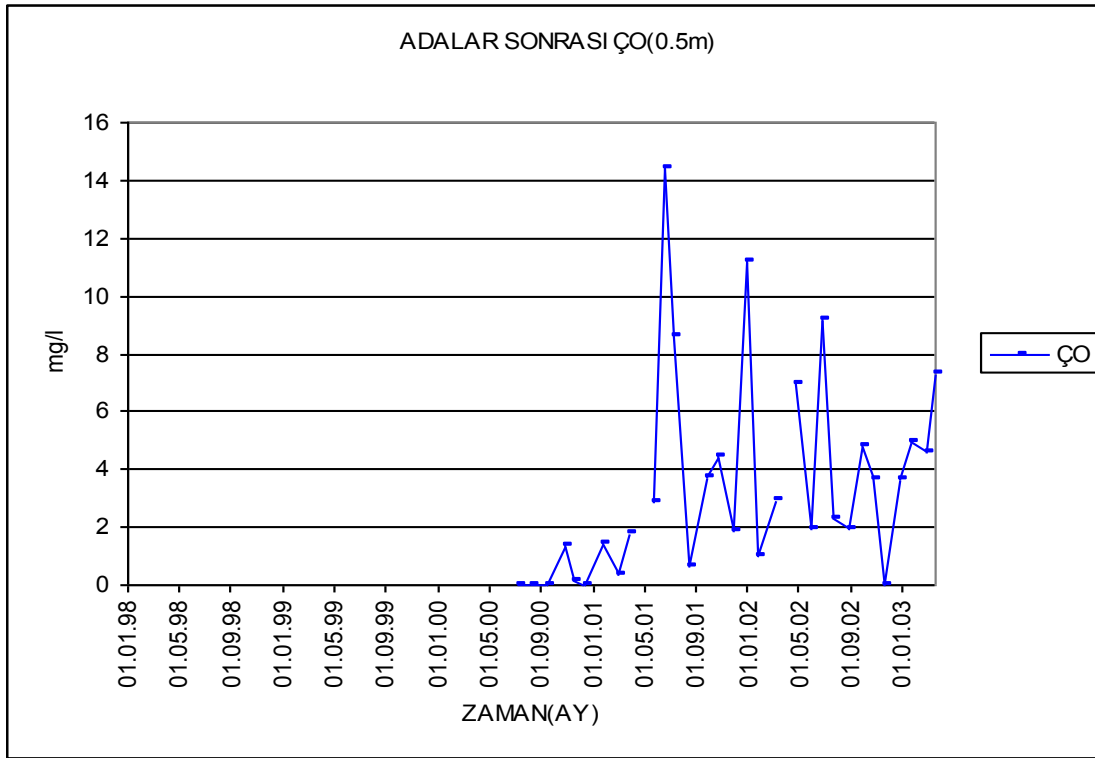
Şekil A.110 : Adalararası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)



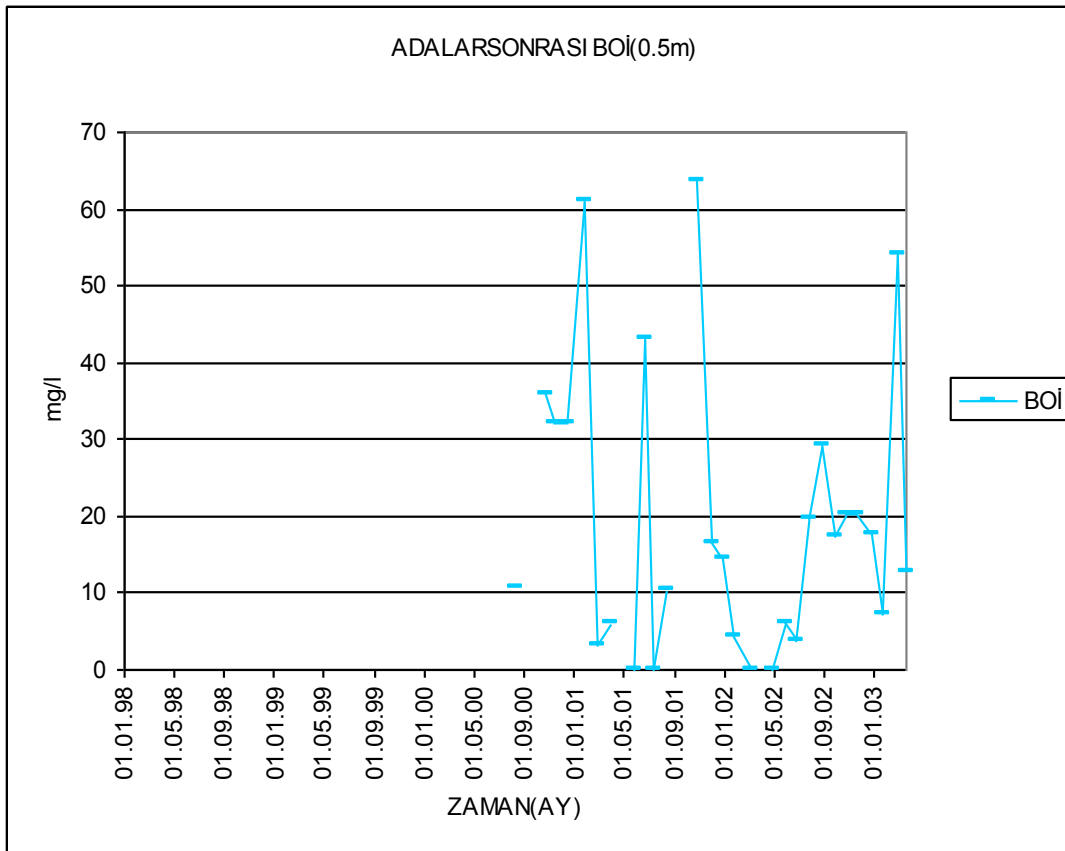
Şekil A.111 : Adalararası İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)



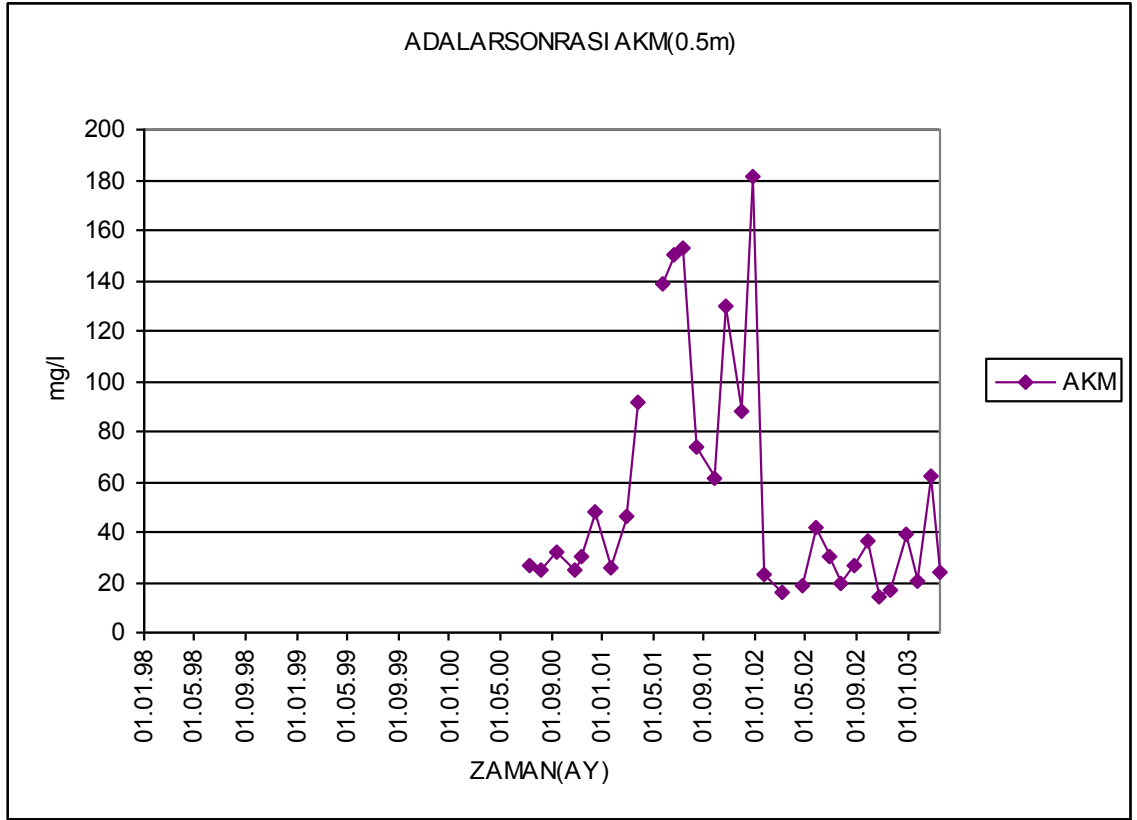
Şekil A.112 : Adalararası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)



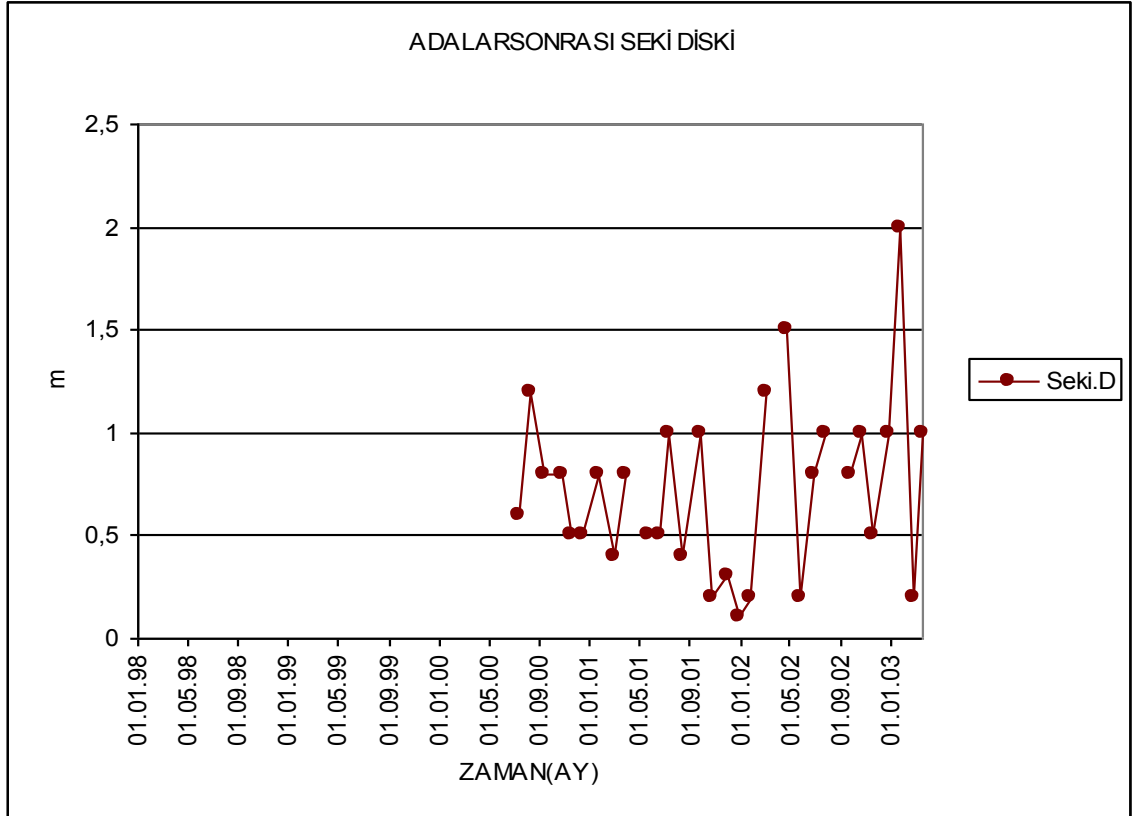
Şekil A.113 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(0,5m)



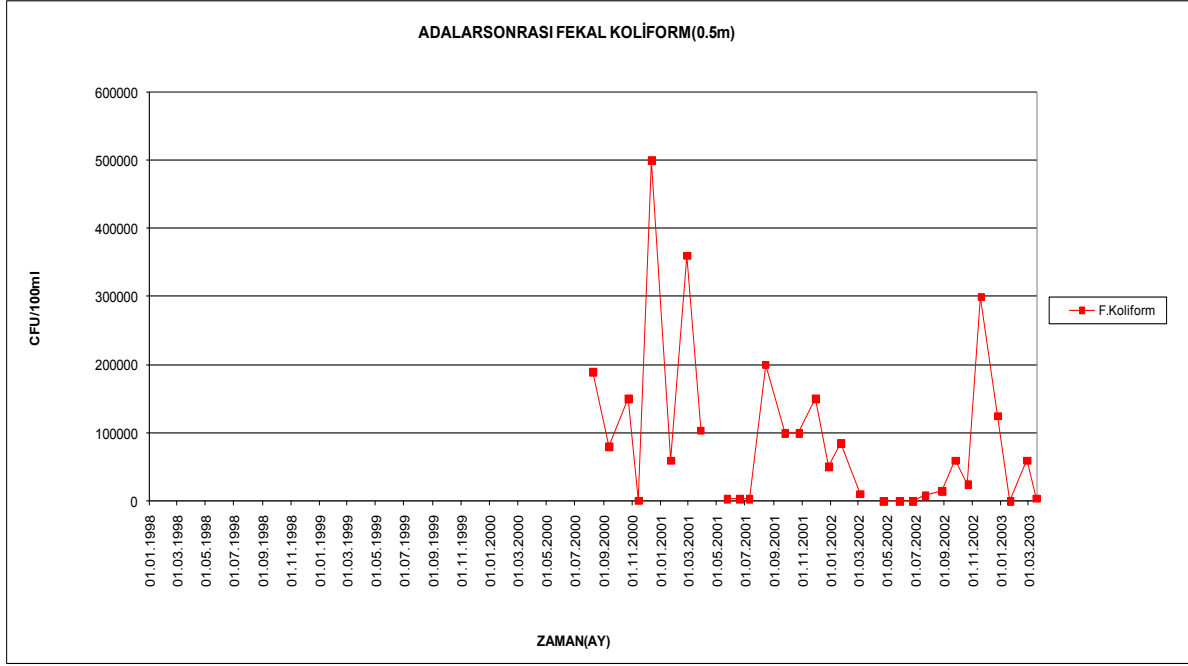
Şekil A.114 : Adalarsonrası İst. Zamanla BOİ Değişimi(0,5m)



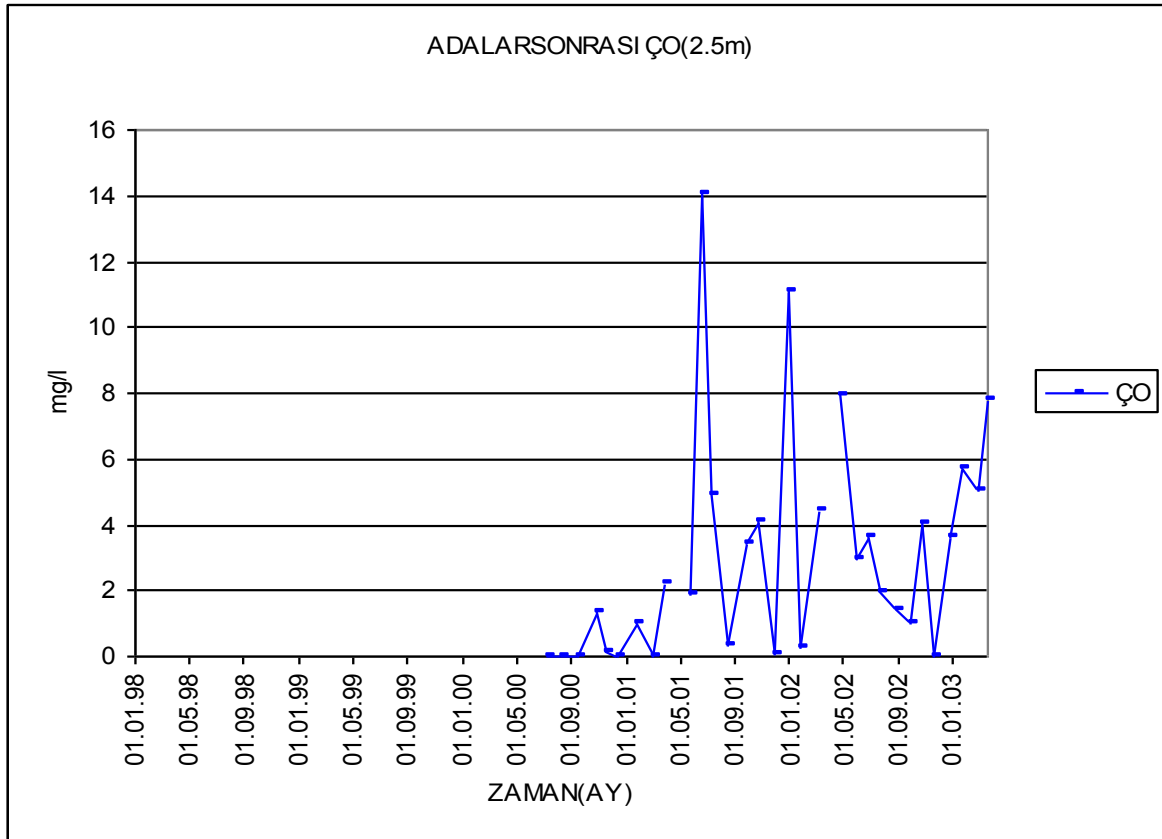
Şekil A.115 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(0,5m)



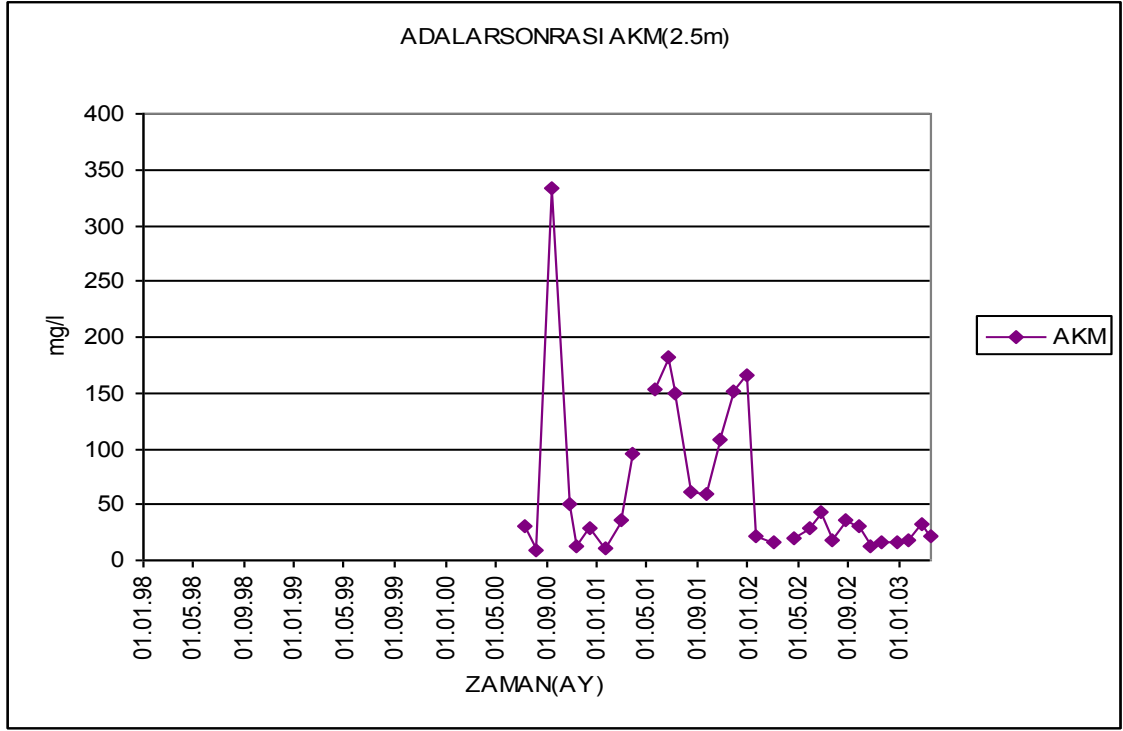
Şekil A.116 : Adalarsonrası İst. Zamanla Seki Diski Ölçümleri Değişimi



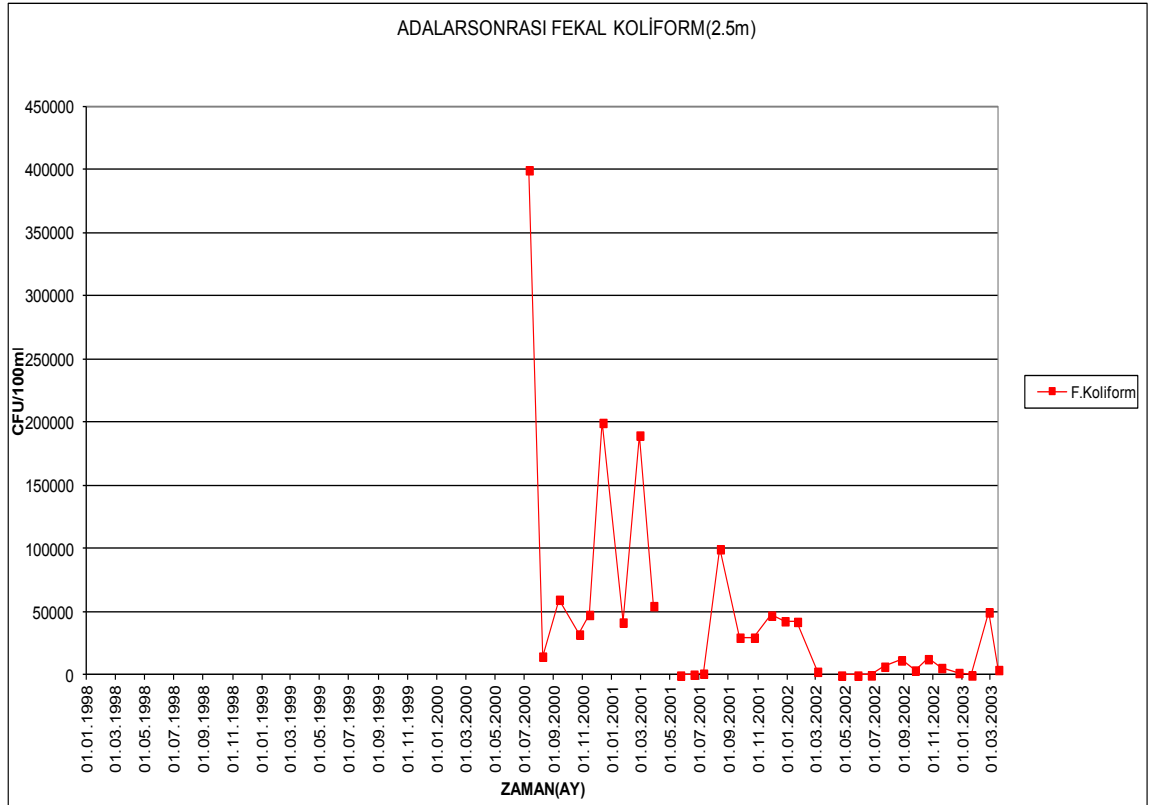
Şekil A.117 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(0,5m)



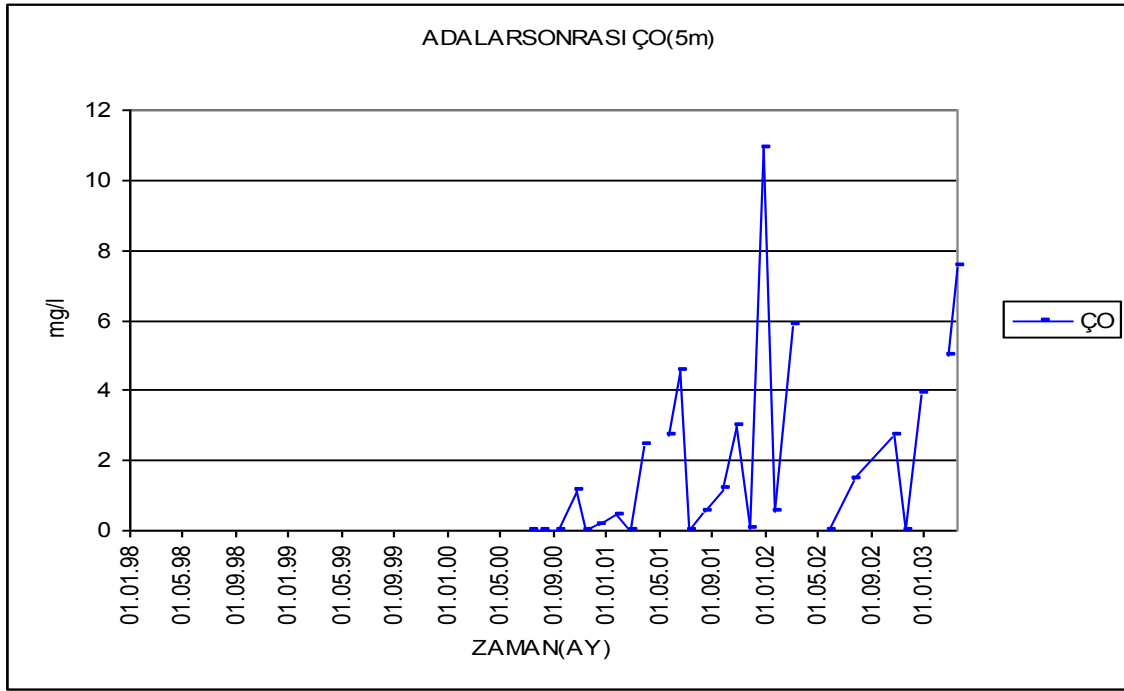
Şekil A.118 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(2,5m)



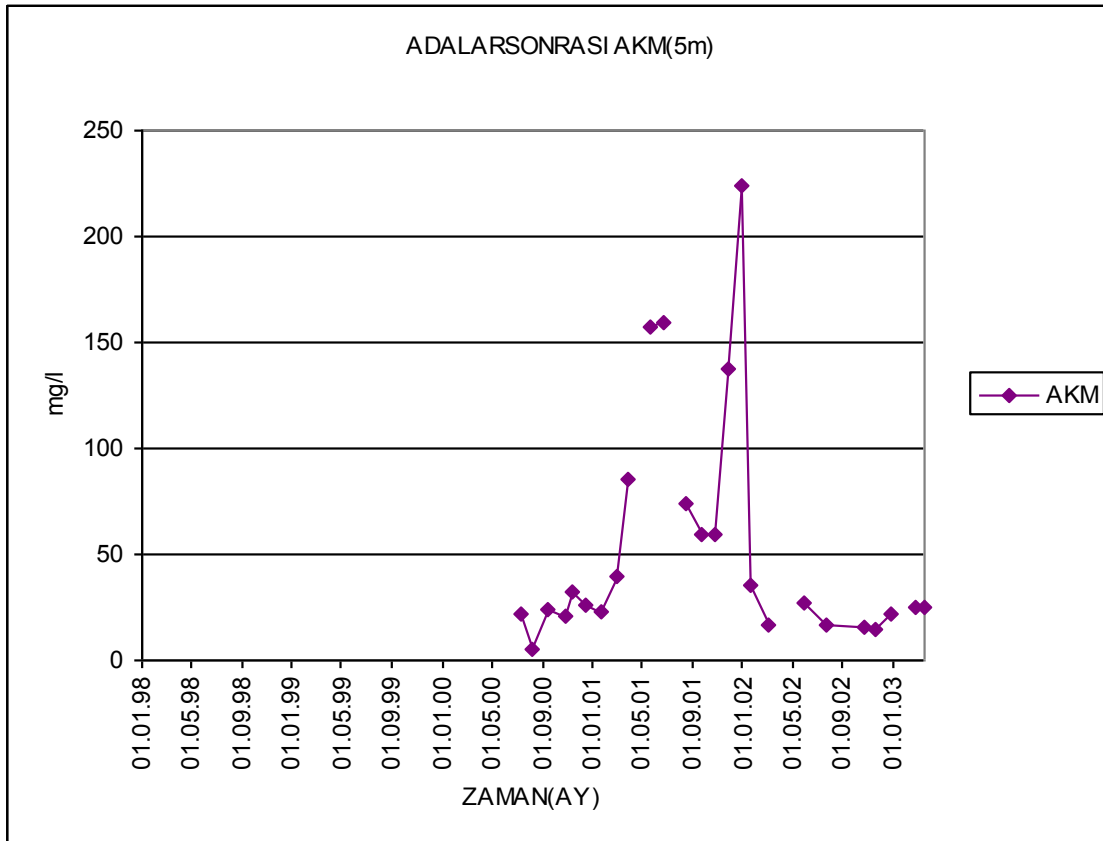
Şekil A.119 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(2,5m)



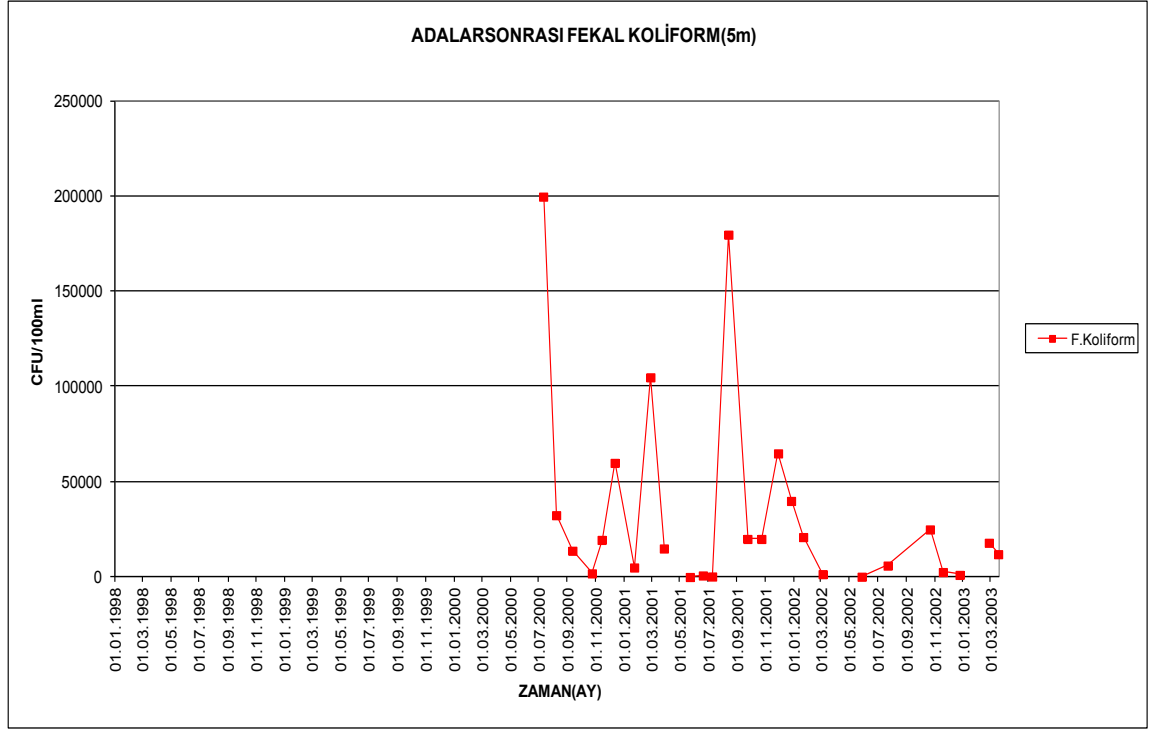
Şekil A.120 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(2,5m)



Şekil A.121 : Adalarsonrası İst. Zamanla Çözünmüş Oksijen Değişimi(5m)

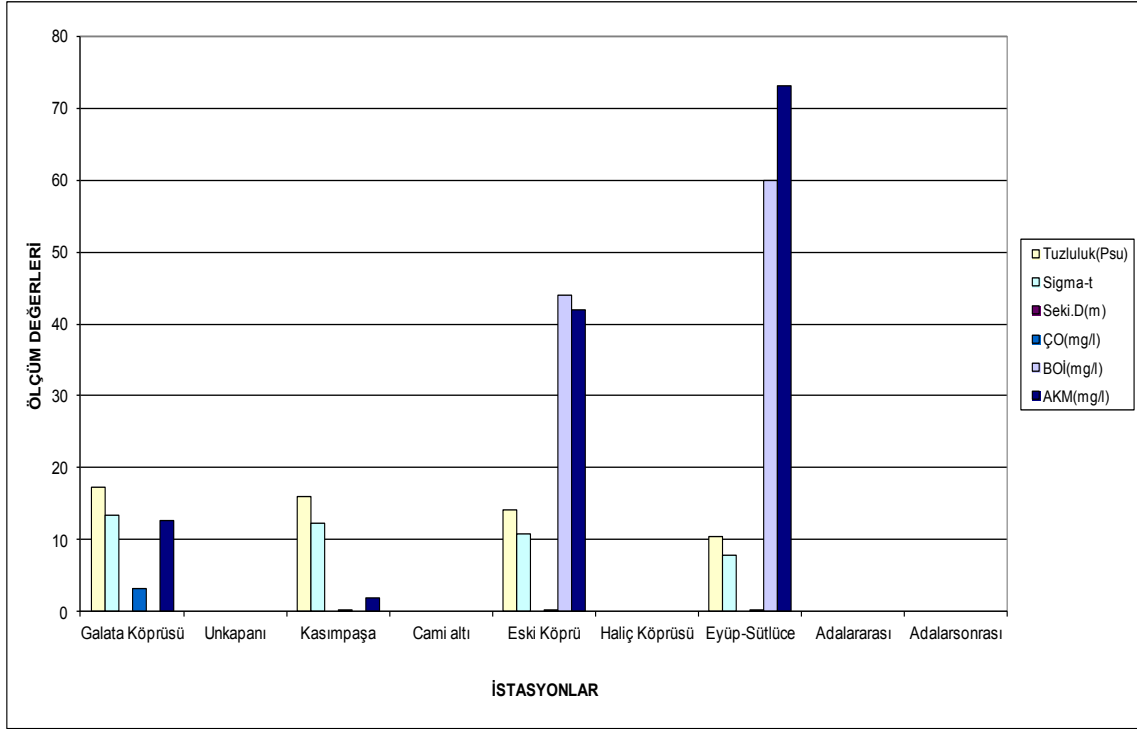


Şekil A.122 : Adalarsonrası İst. Zamanla AKM Değişimi(5m)

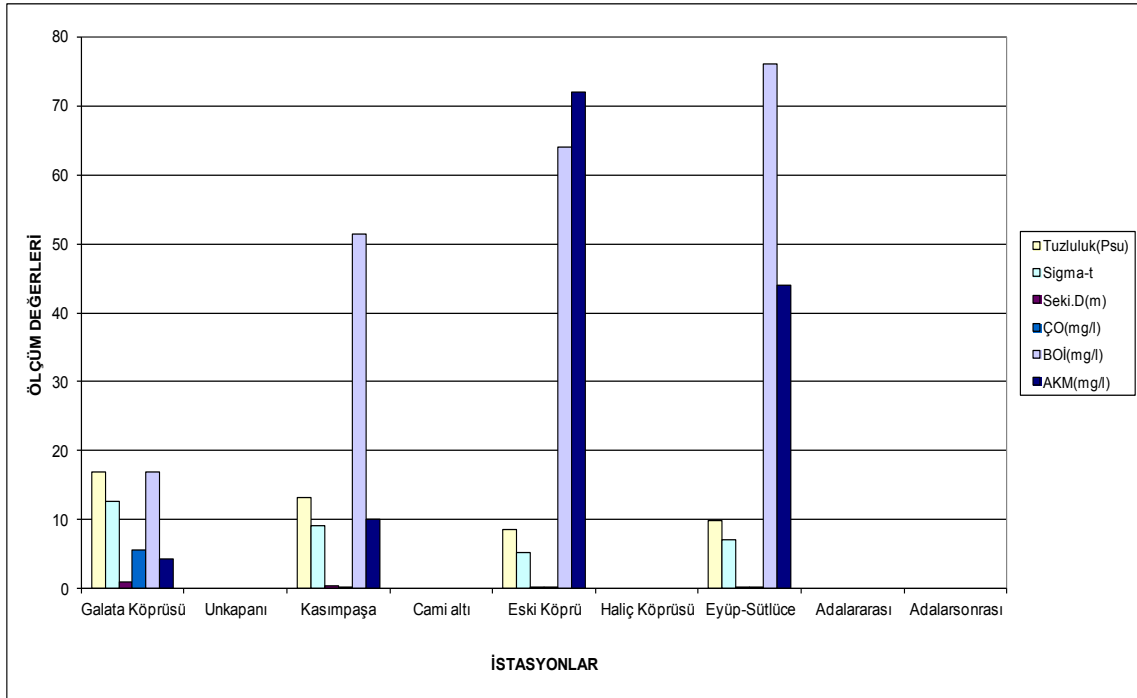


Şekil A.123 : Adalarsonrası İst. Zamanla Fekal Koliform Değişimi(5m)

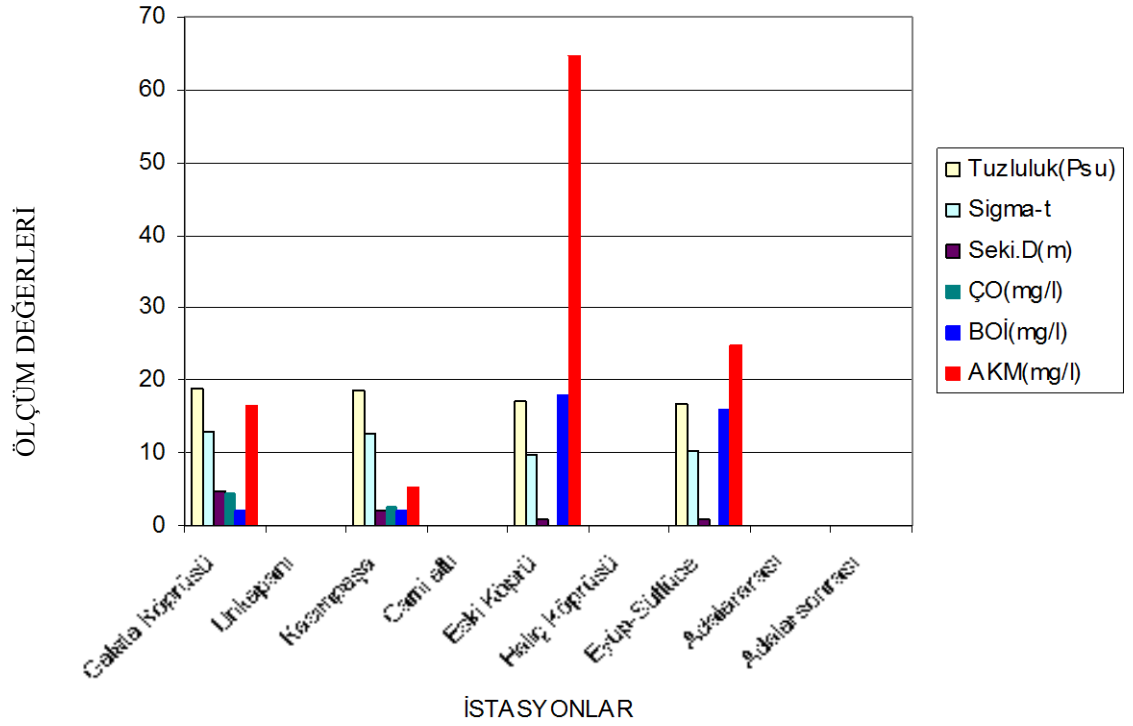
EK B.Grafikler



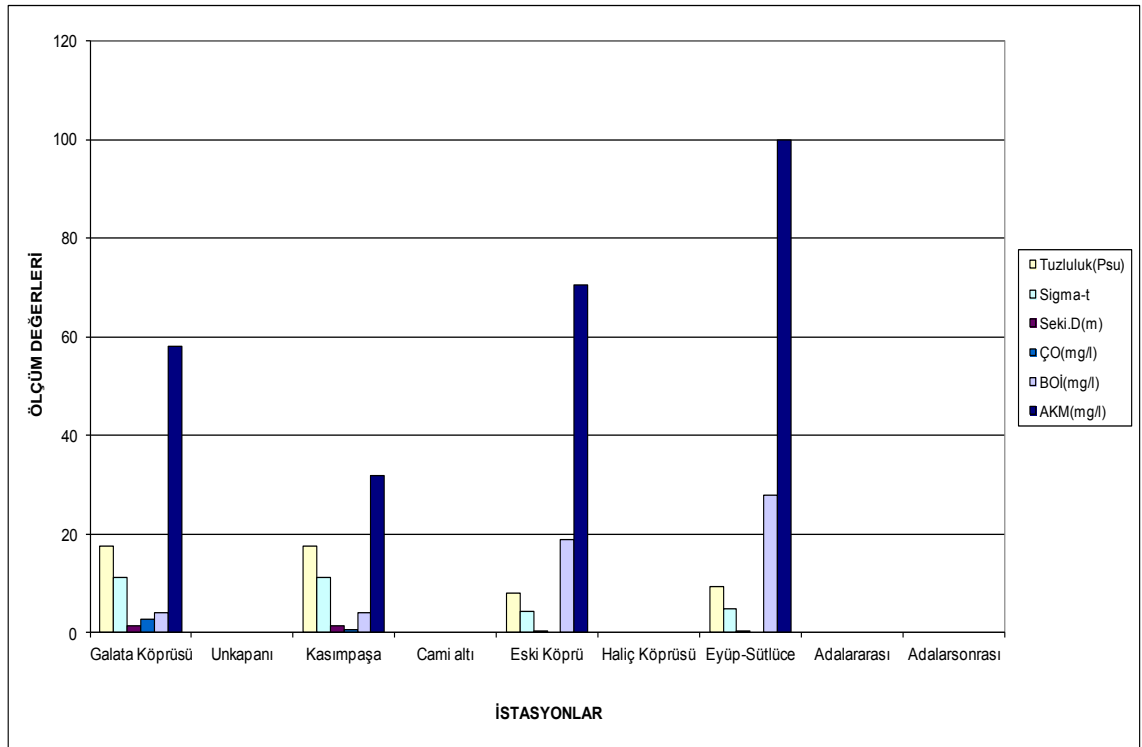
Şekil B. 1: Ocak 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



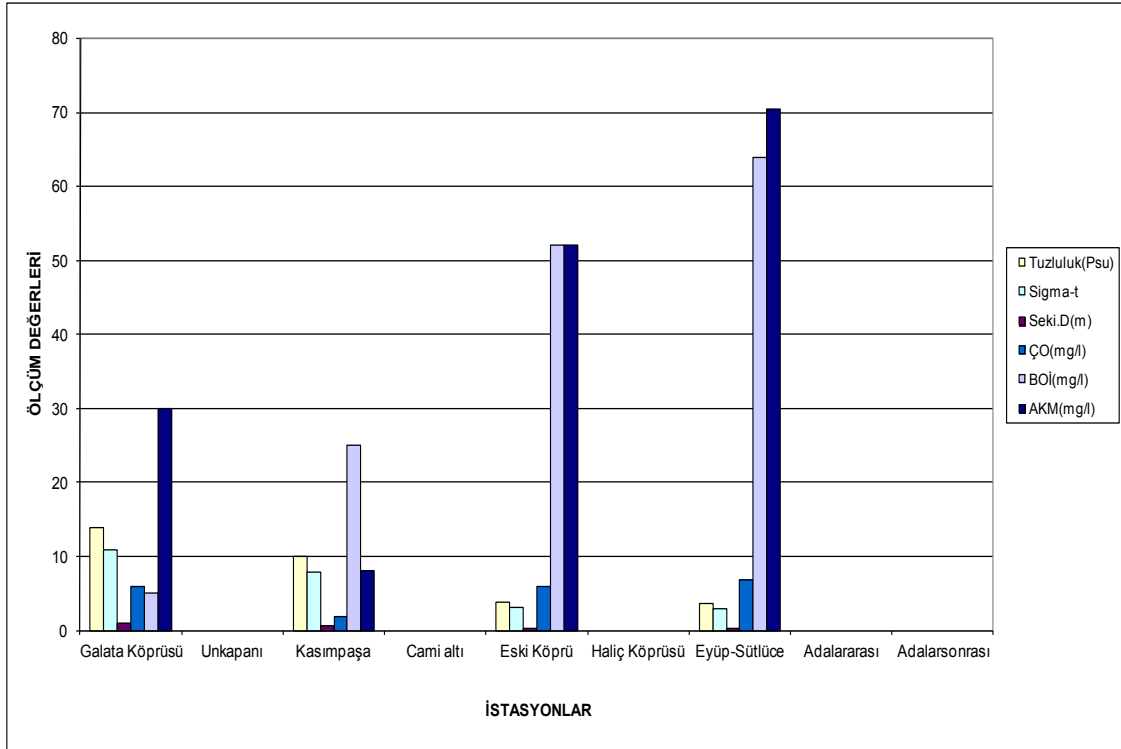
Şekil B. 2: Nisan 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



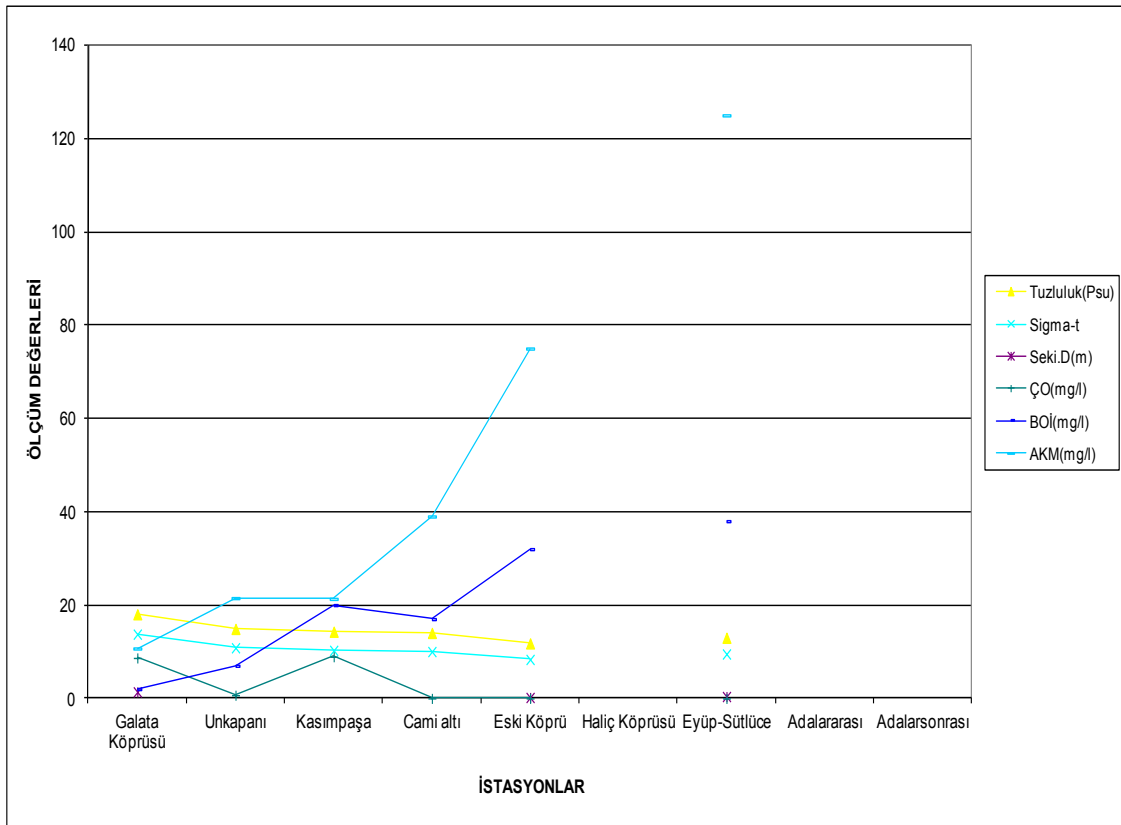
Şekil B. 3: Temmuz 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



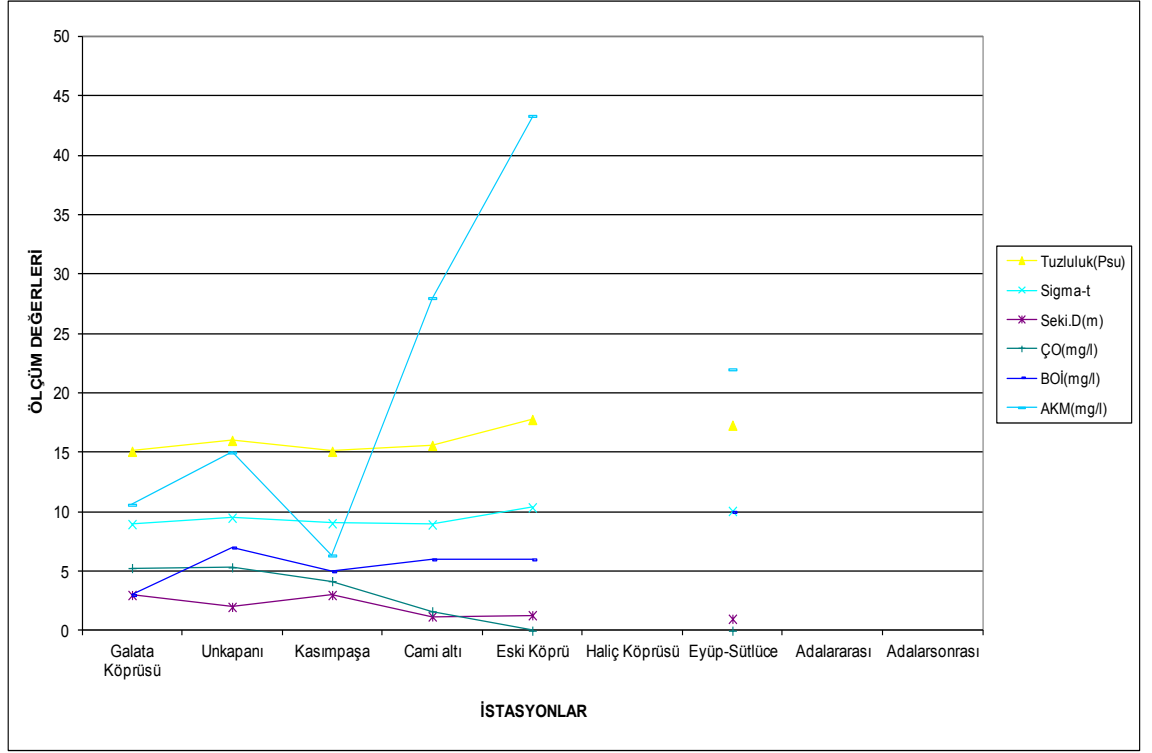
Şekil B. 4: Ekim 1998'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



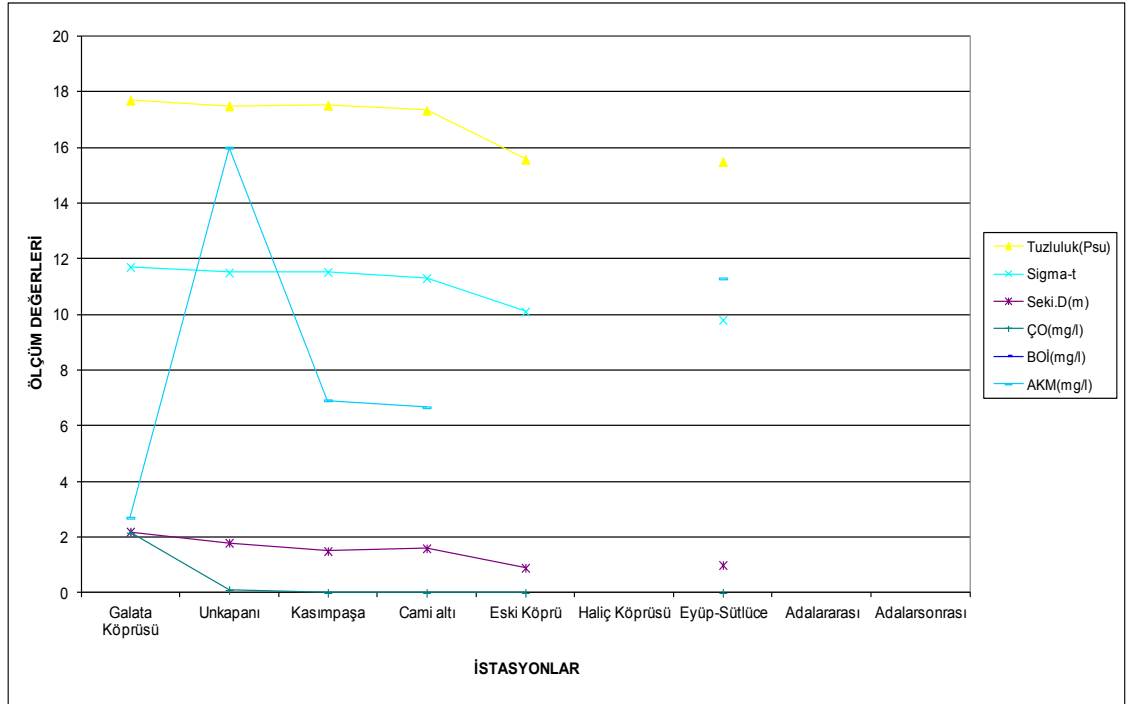
Şekil B. 5: Ocak 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



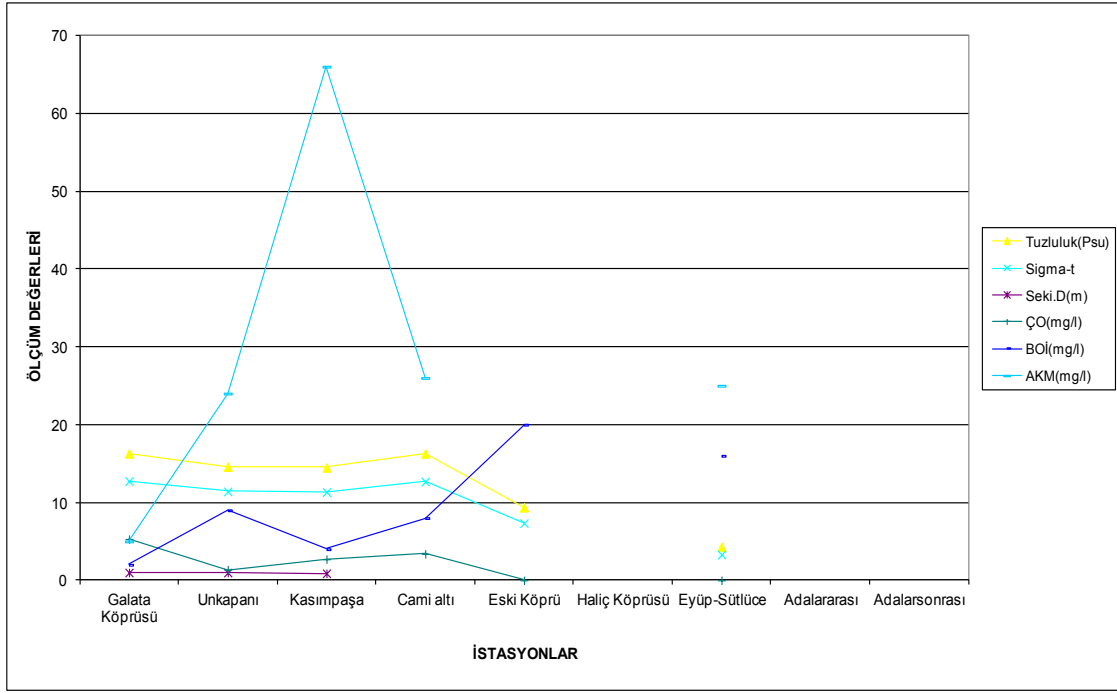
Şekil B. 6: Nisan 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



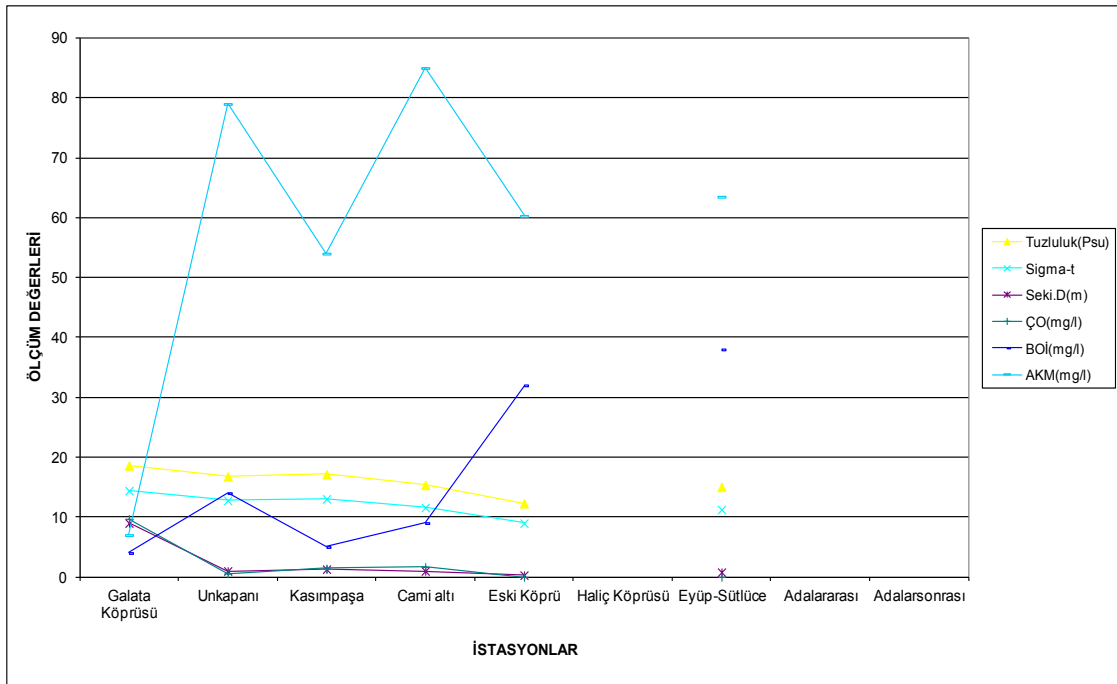
Şekil B. 7: Temmuz 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



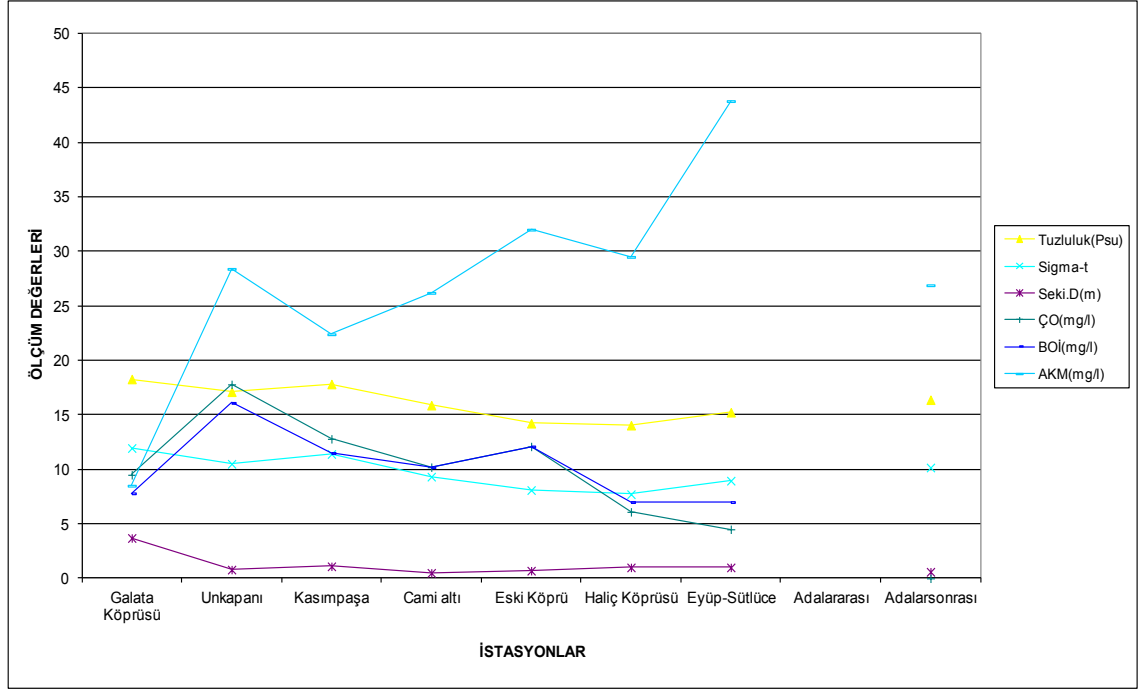
Şekil B. 8: Ekim 1999'da Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



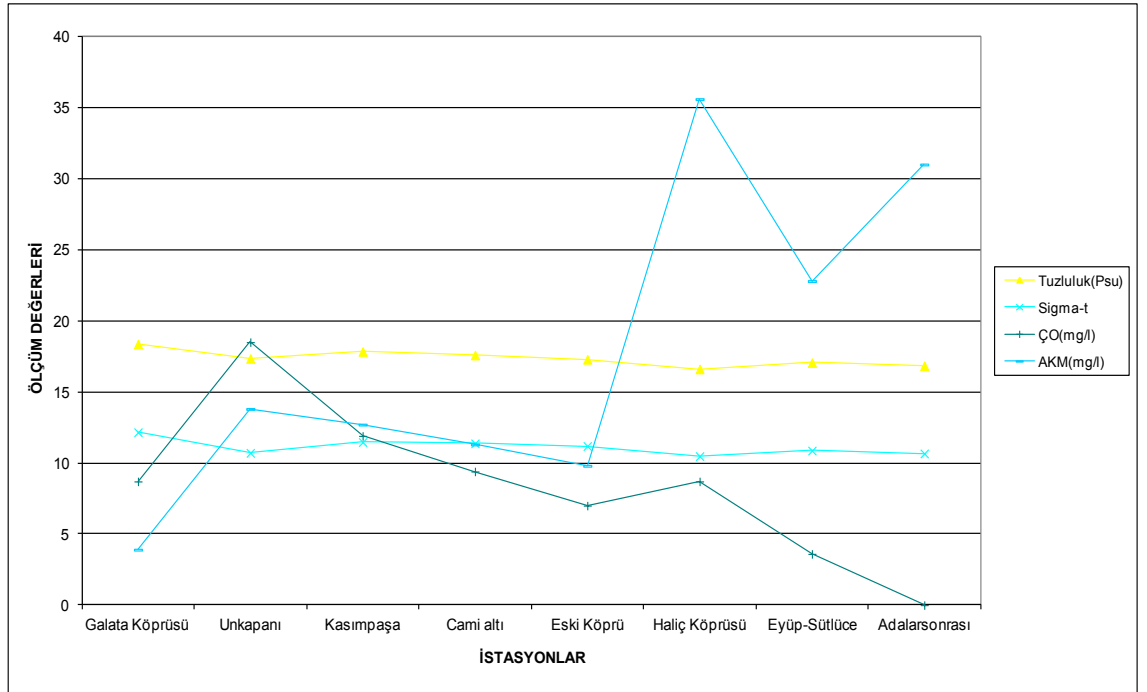
Şekil B. 9: Ocak 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



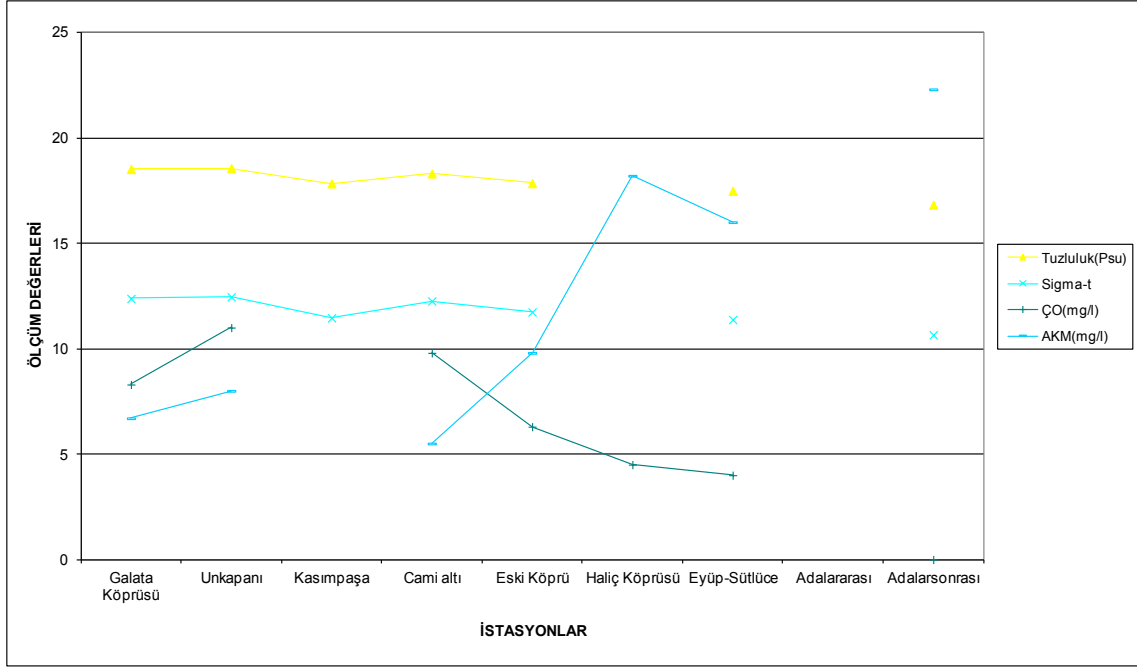
Şekil B. 10: Nisan 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5)



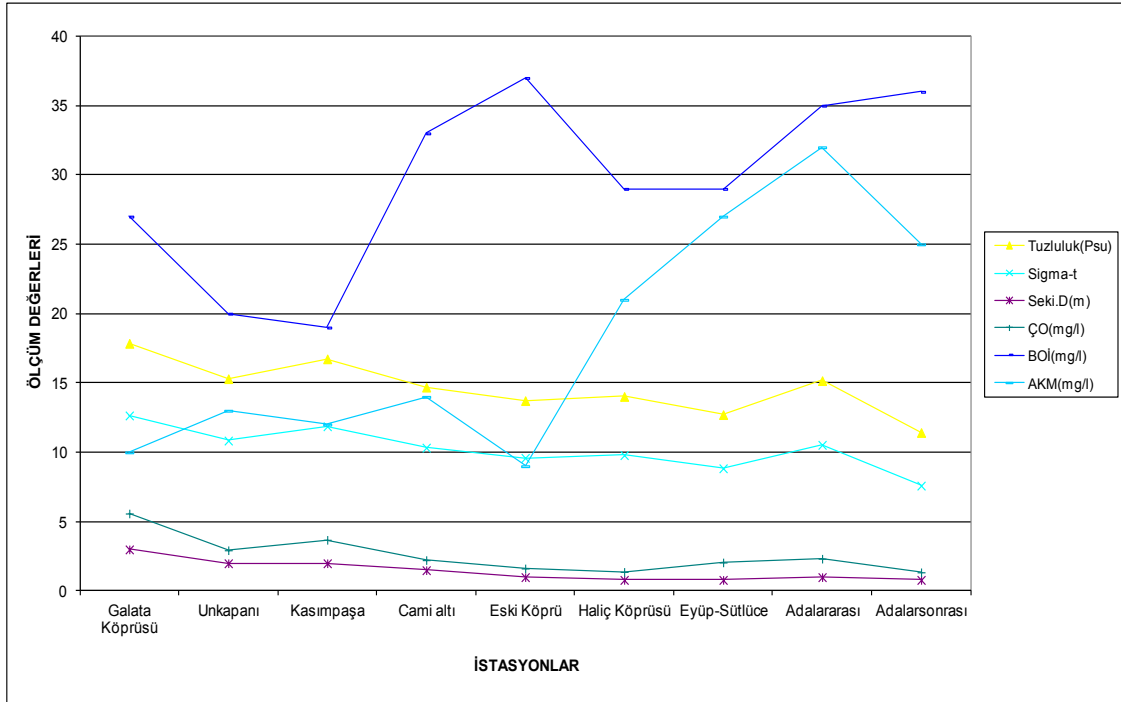
Şekil B. 11: Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



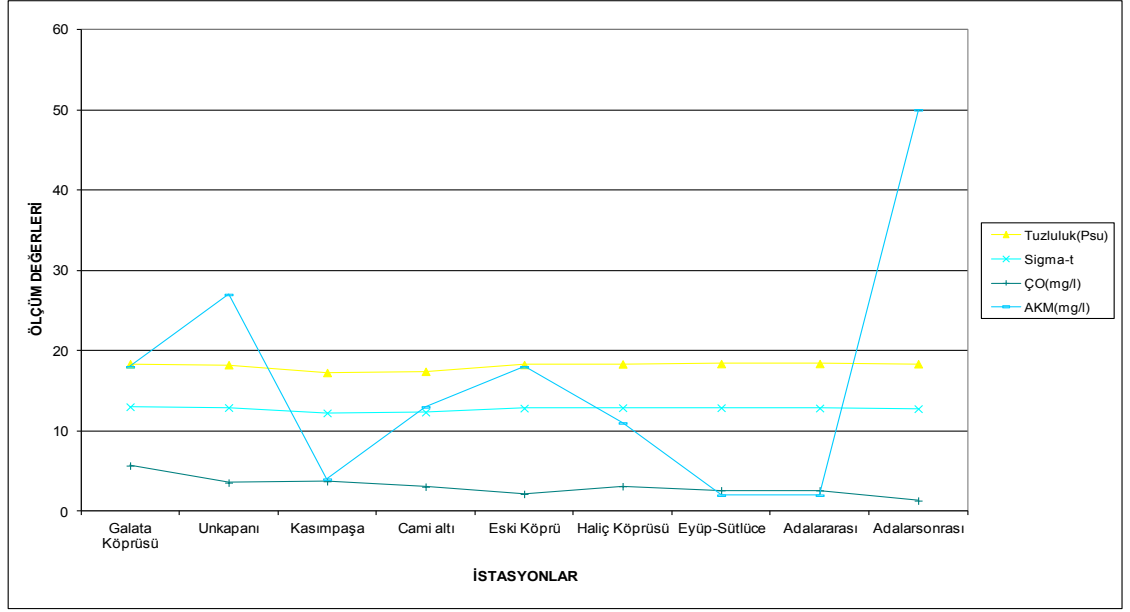
Şekil B. 12: . Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



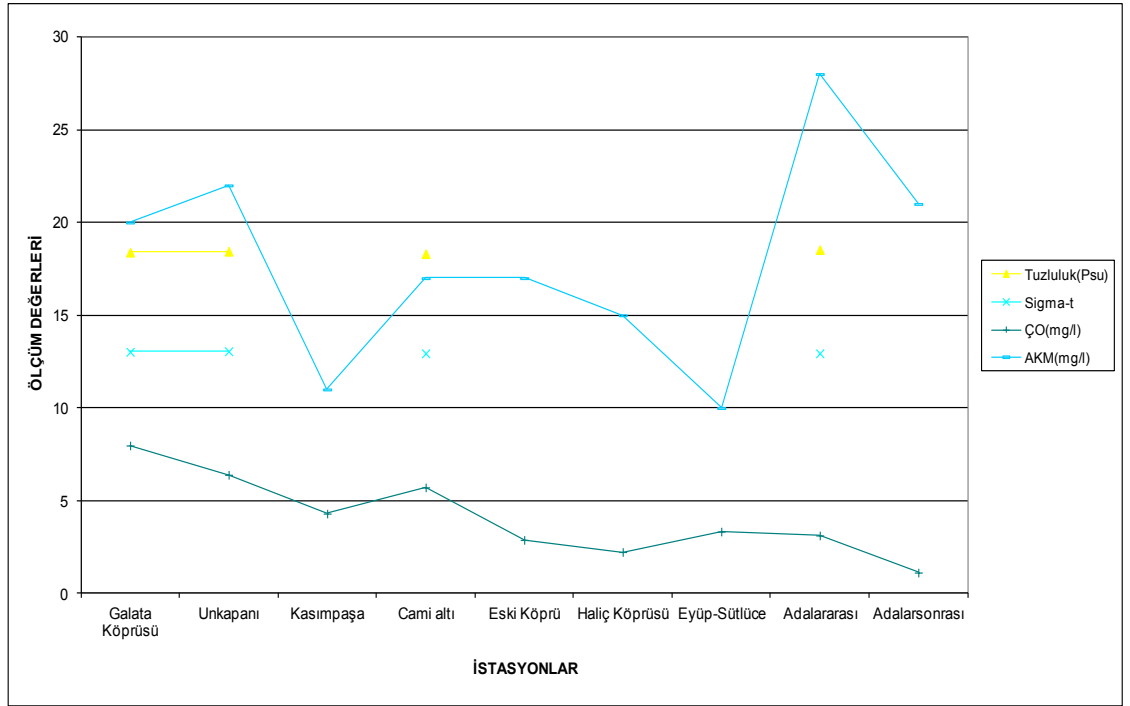
Şekil B. 13: Temmuz 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



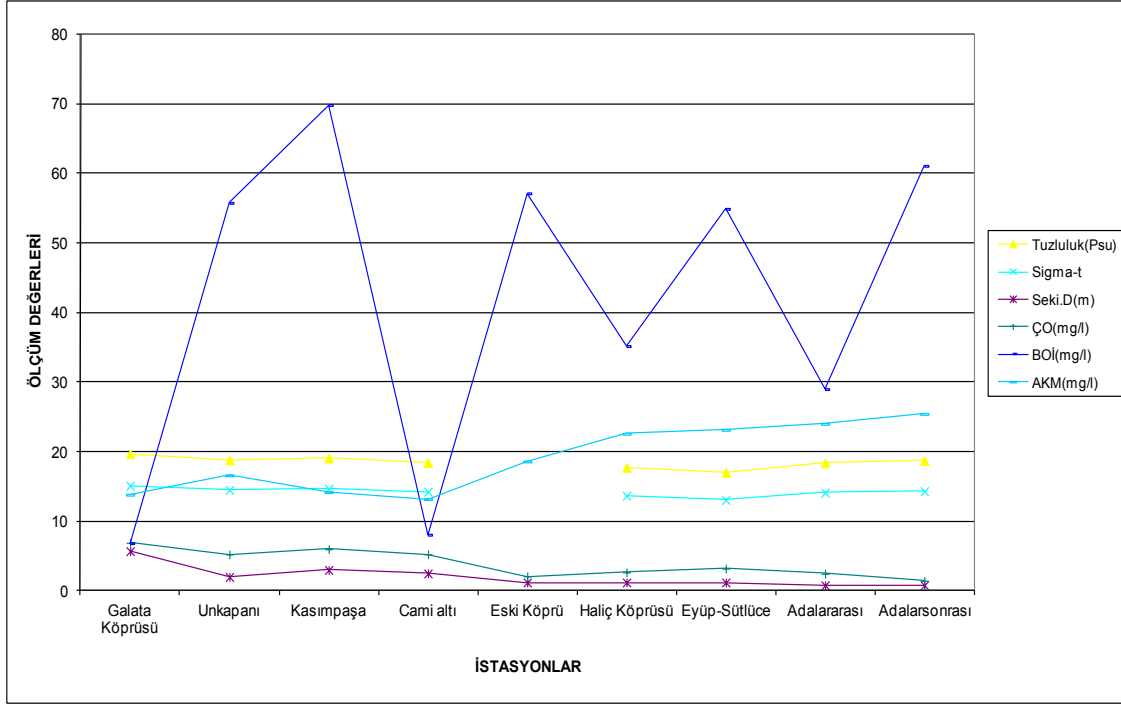
Şekil B. 14: Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



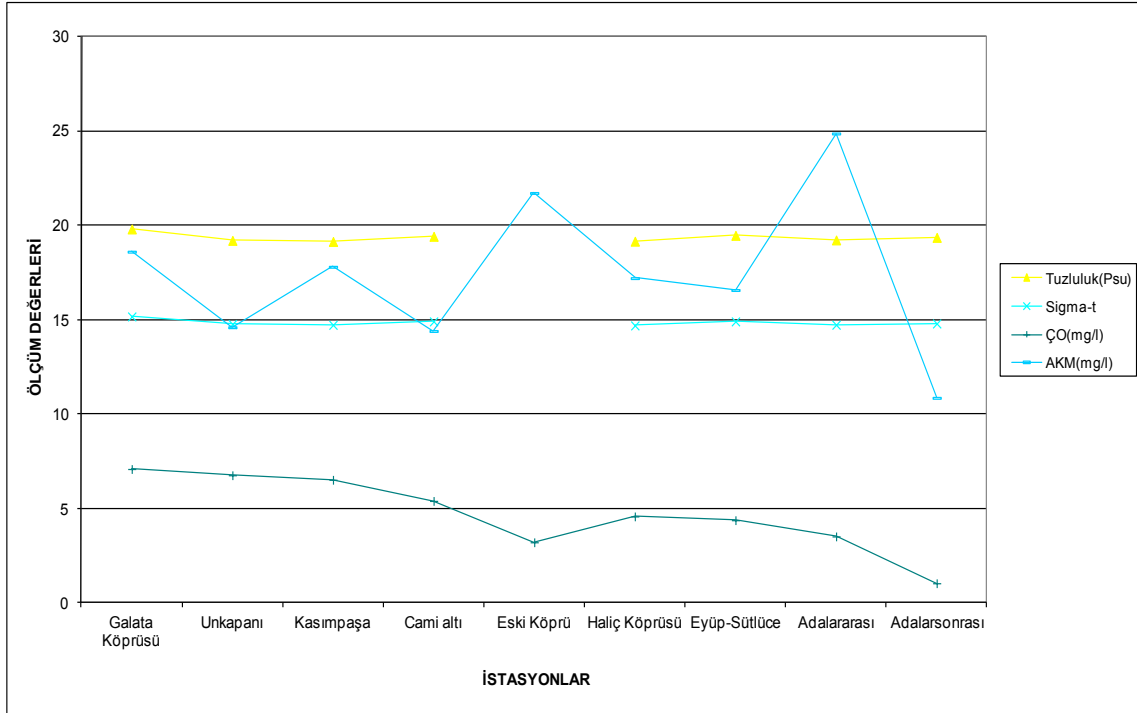
Şekil B. 15: Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



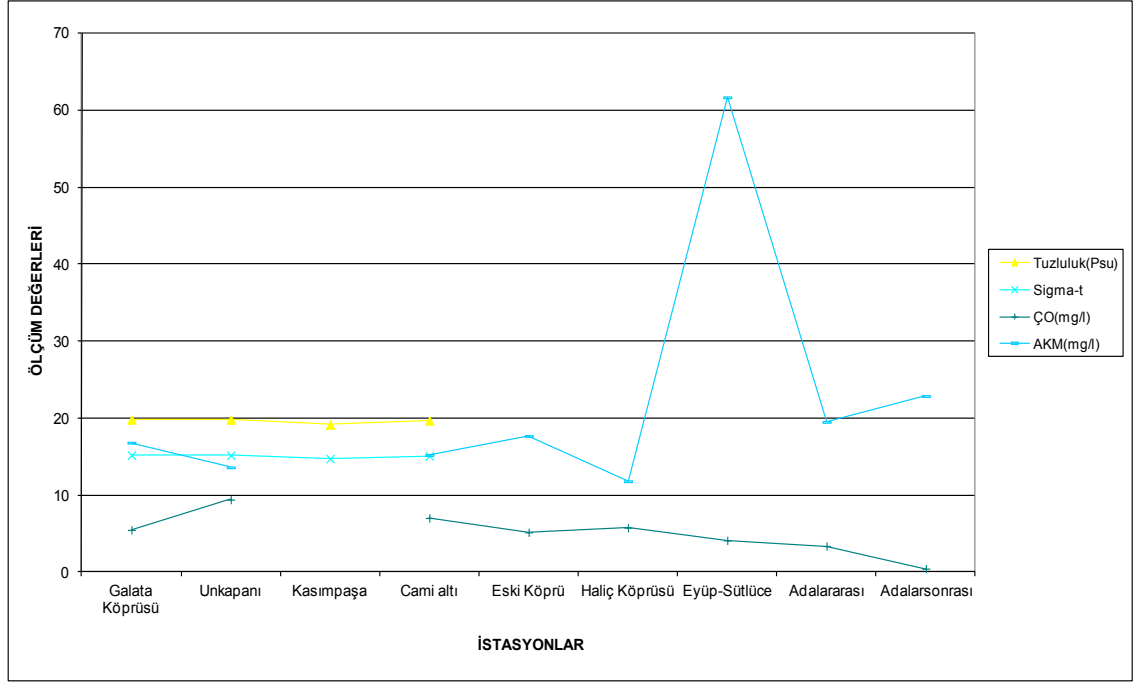
Şekil B. 16: Ekim 2000'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



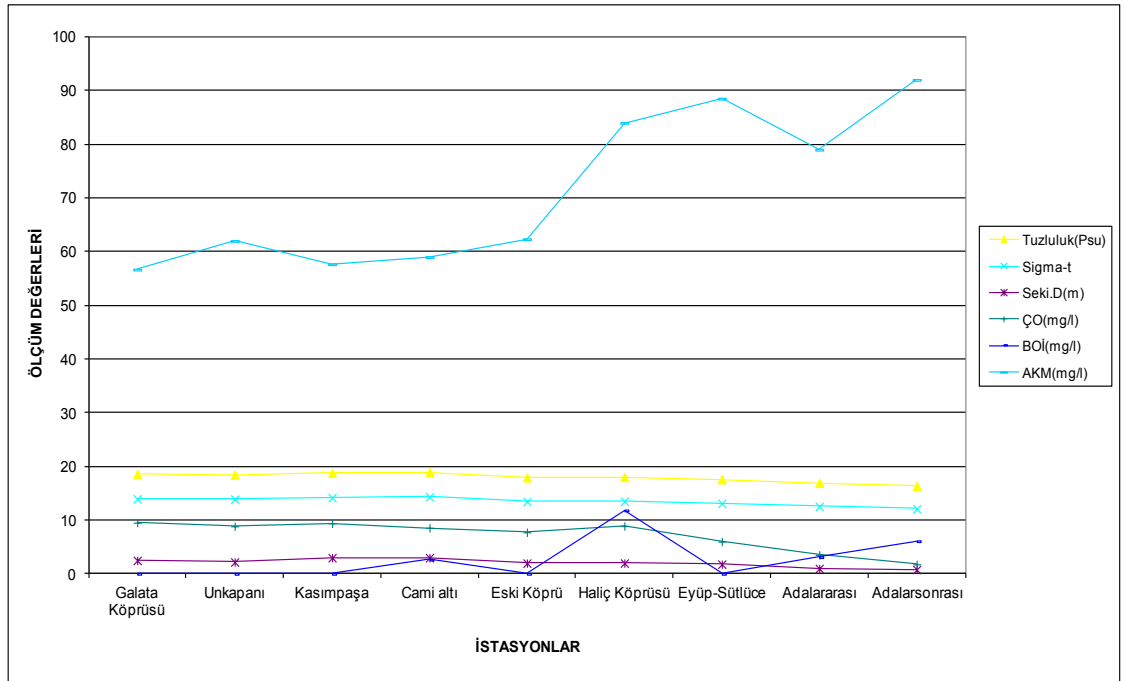
Şekil B. 17: . Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



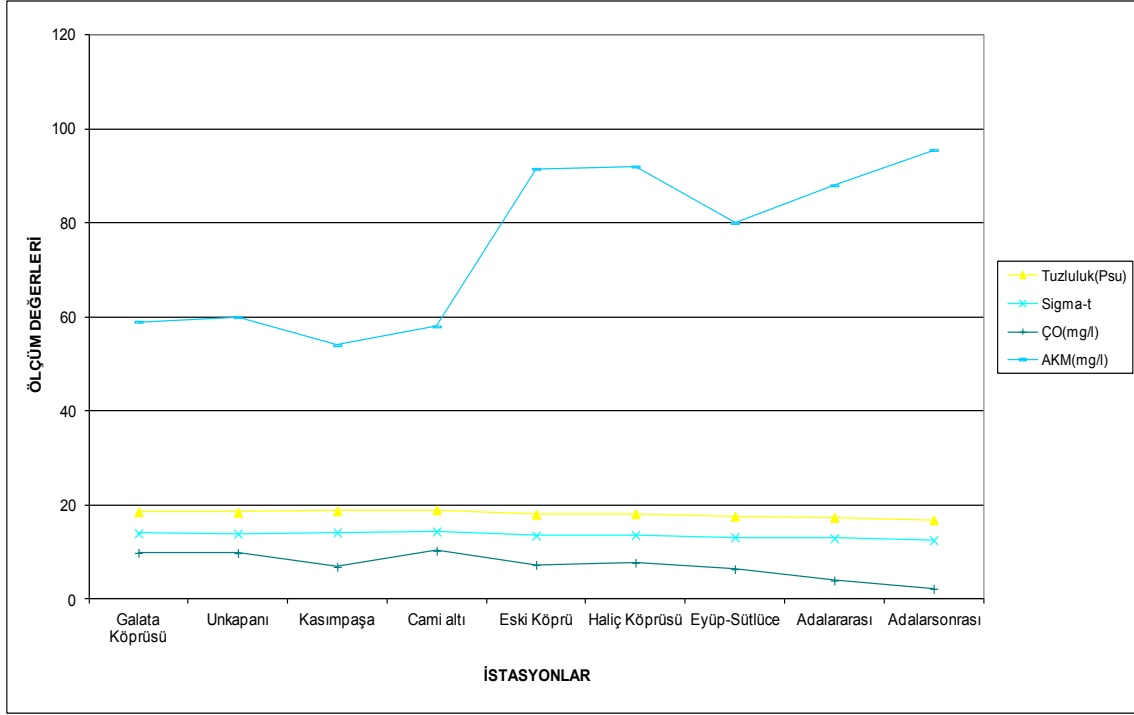
Şekil B. 18: Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



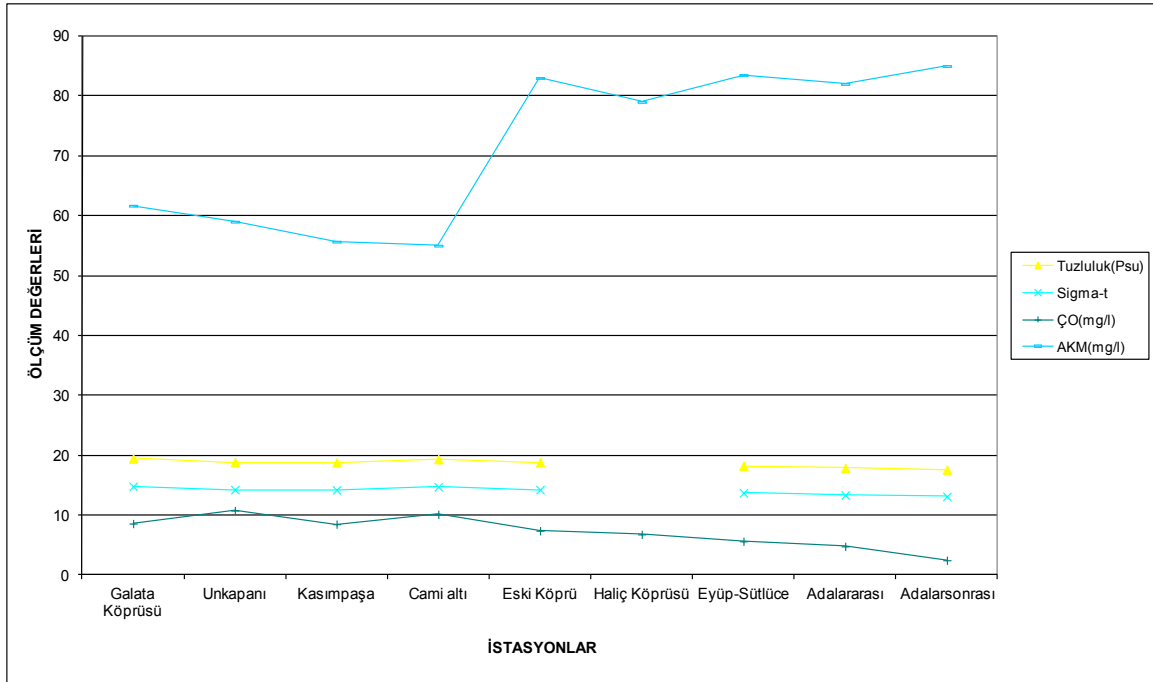
Şekil B. 19: Ocak 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



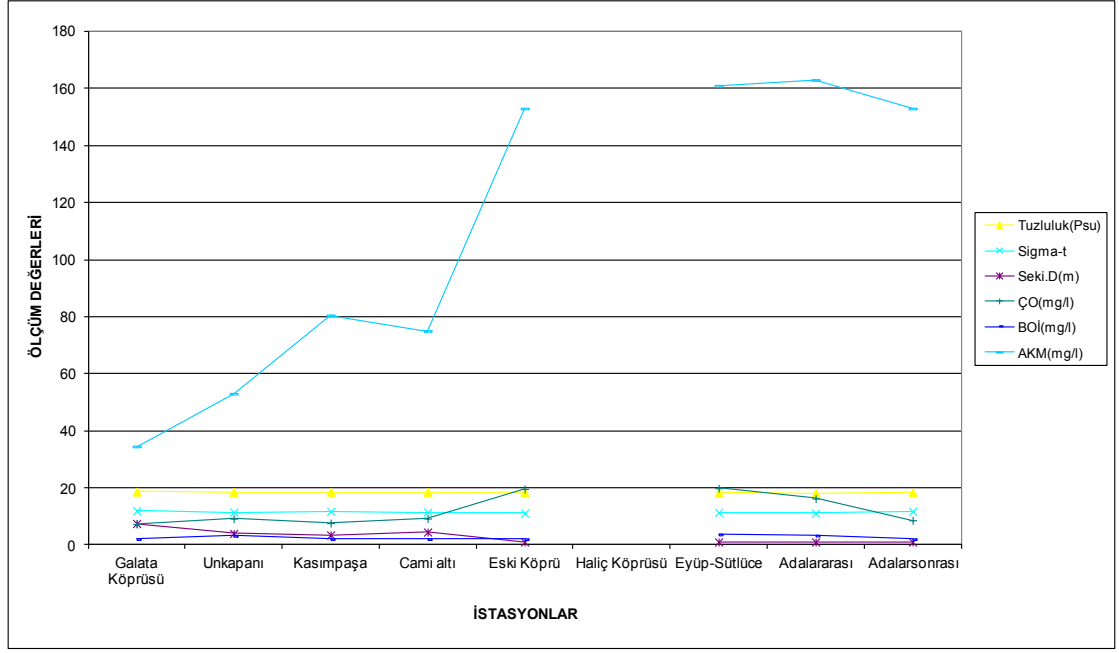
Şekil B. 20: Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



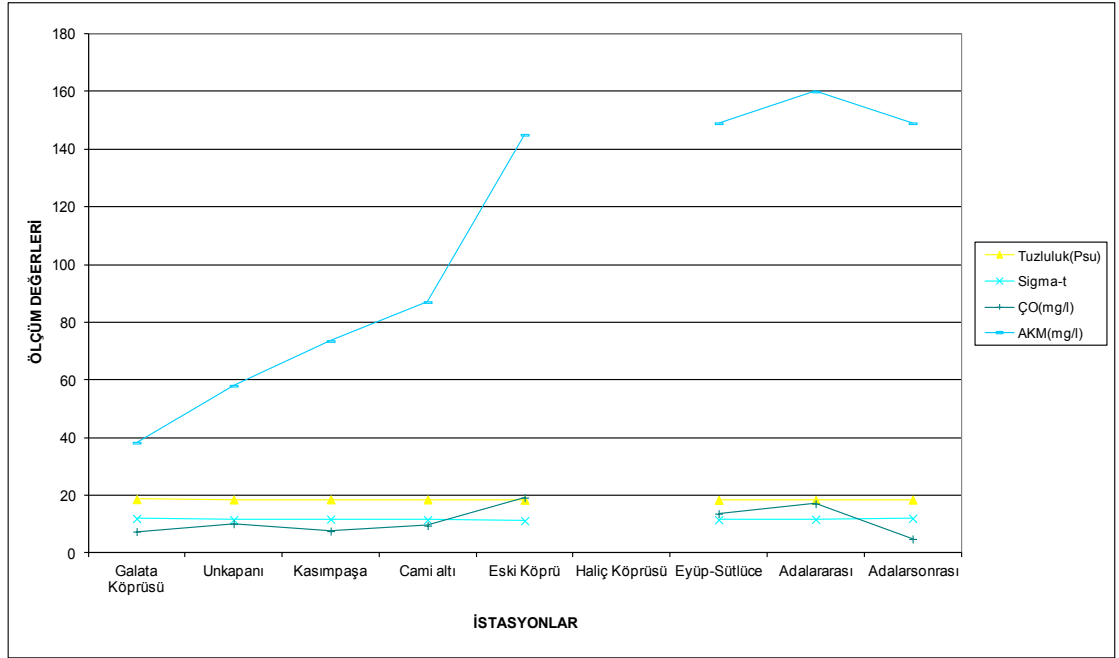
Şekil B. 21: Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



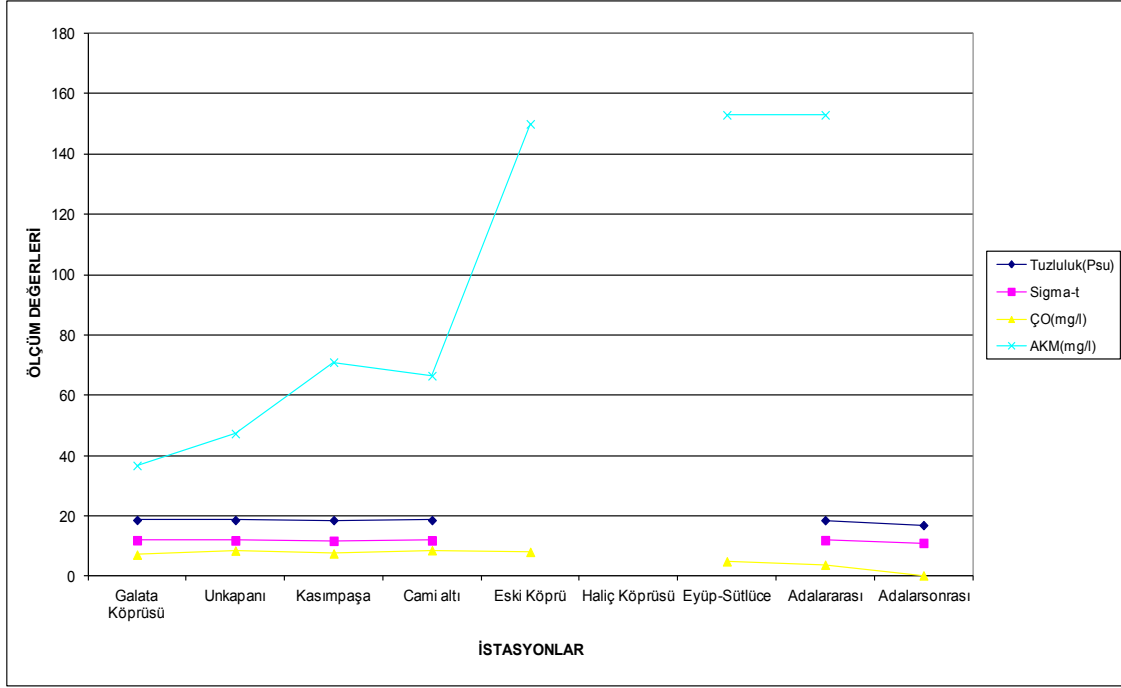
Şekil B. 22: Nisan 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



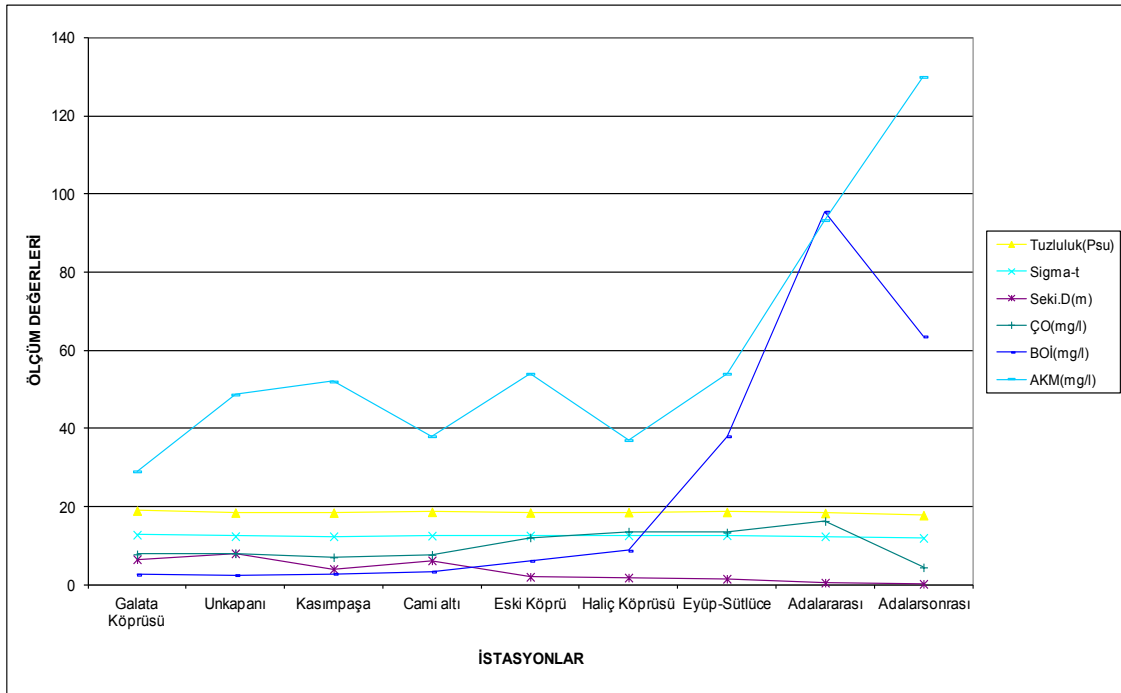
Şekil B. 23: Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



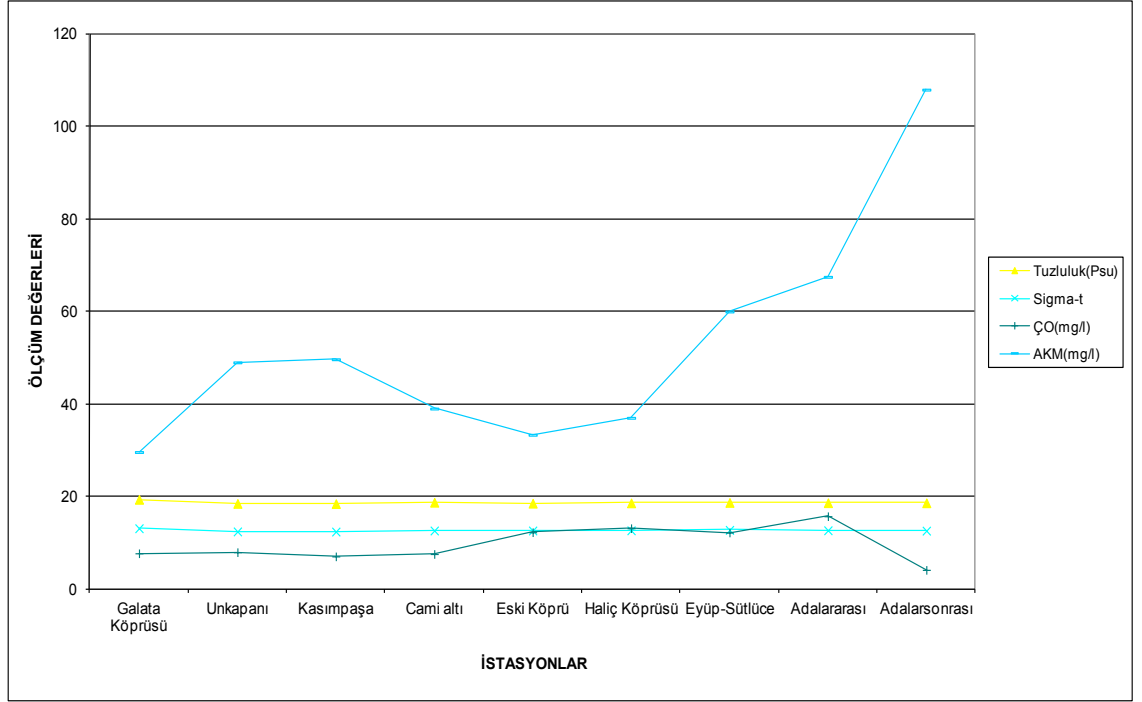
Şekil B. 24: Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



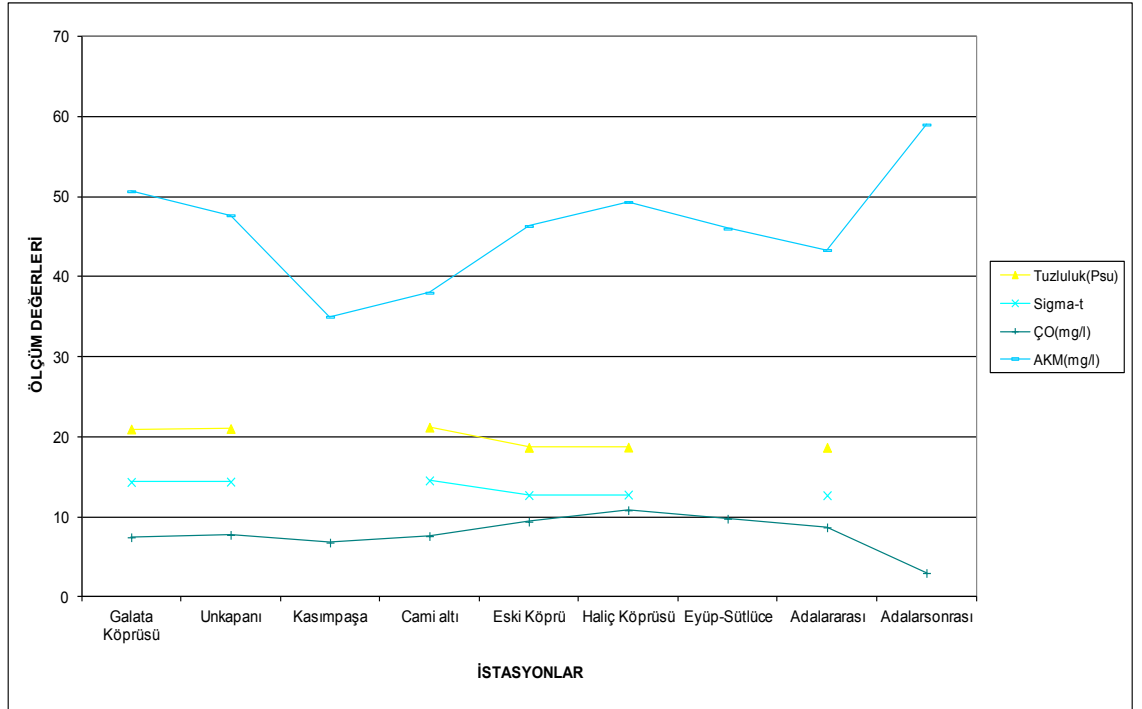
Şekil B. 25: Temmuz 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



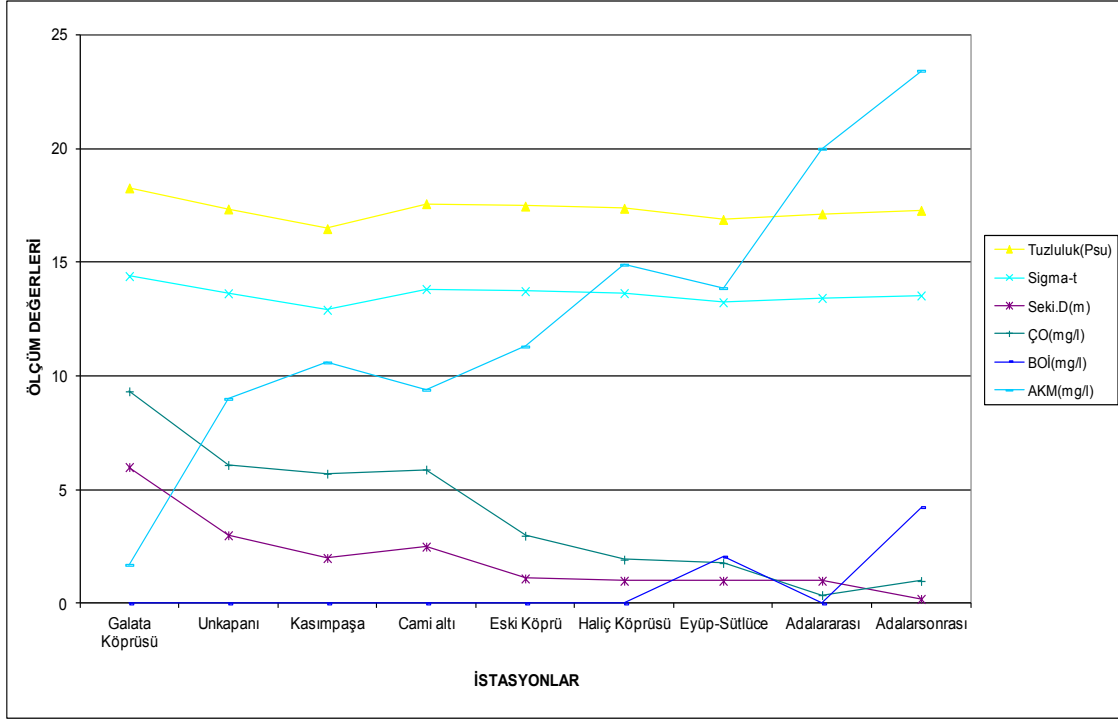
Şekil B. 26: Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



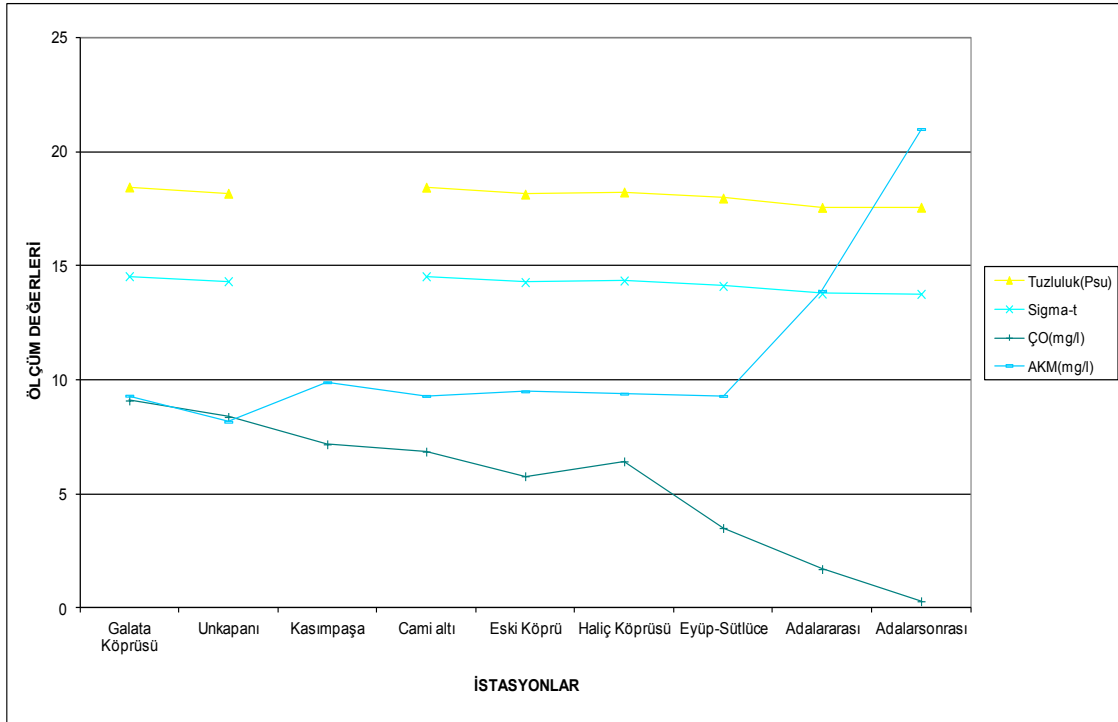
Şekil B. 27: Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5)



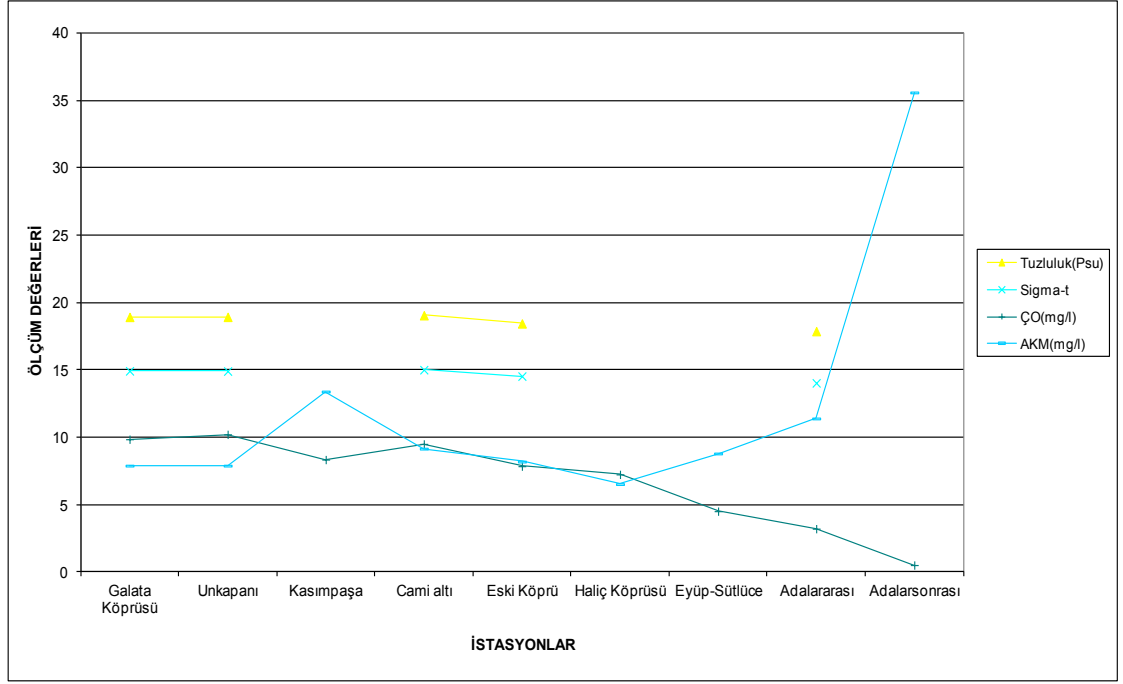
Şekil B. 28: Ekim 2001'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



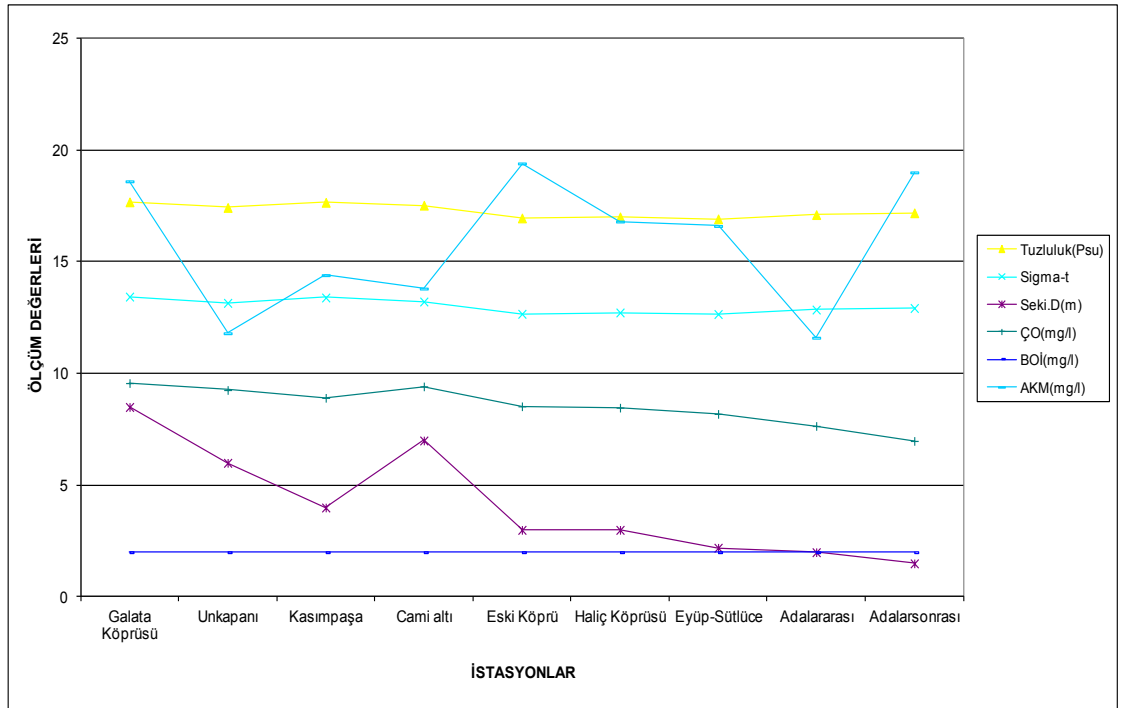
Şekil B. 29: . Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



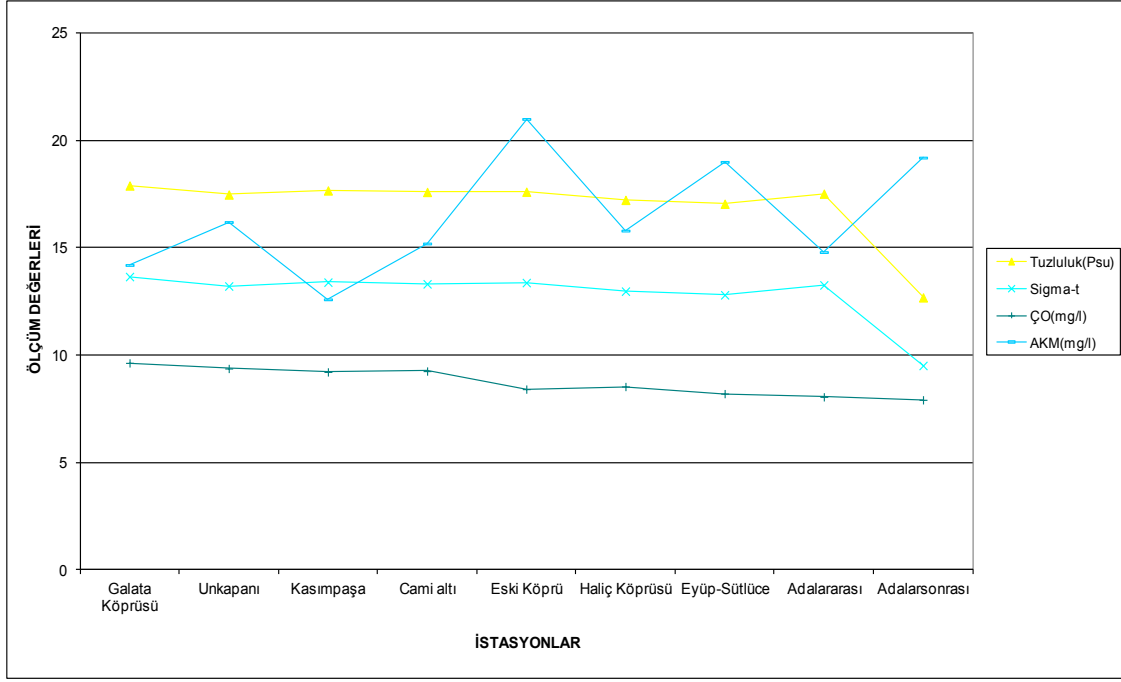
Şekil B. 30: Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



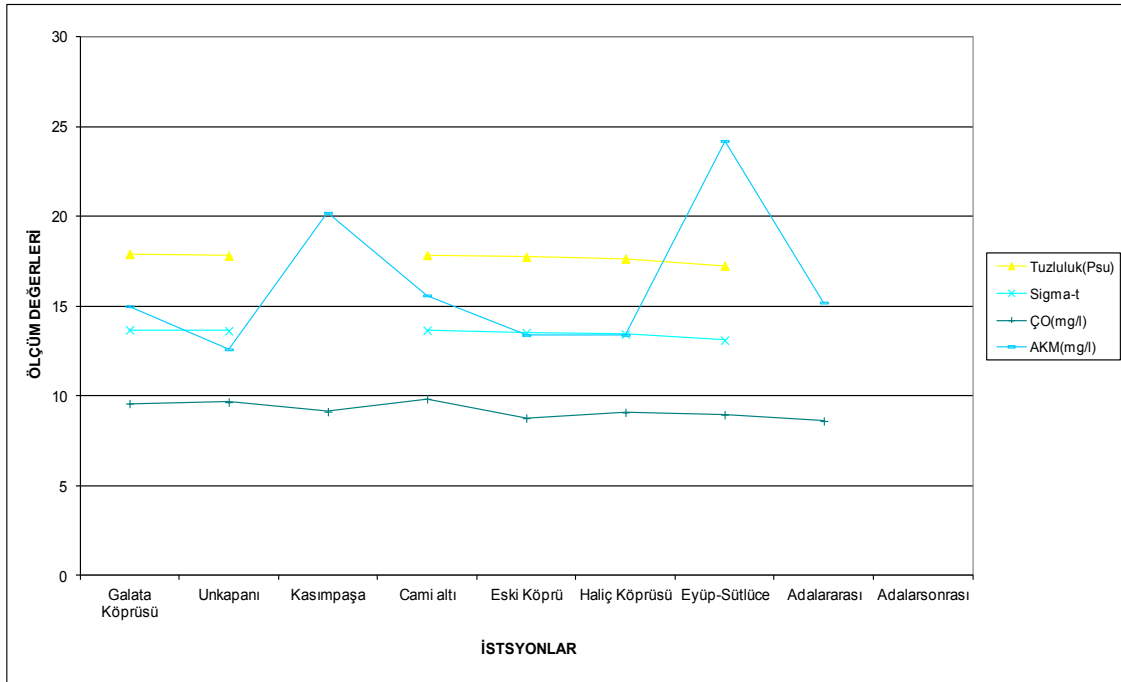
Şekil B. 31: Ocak 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



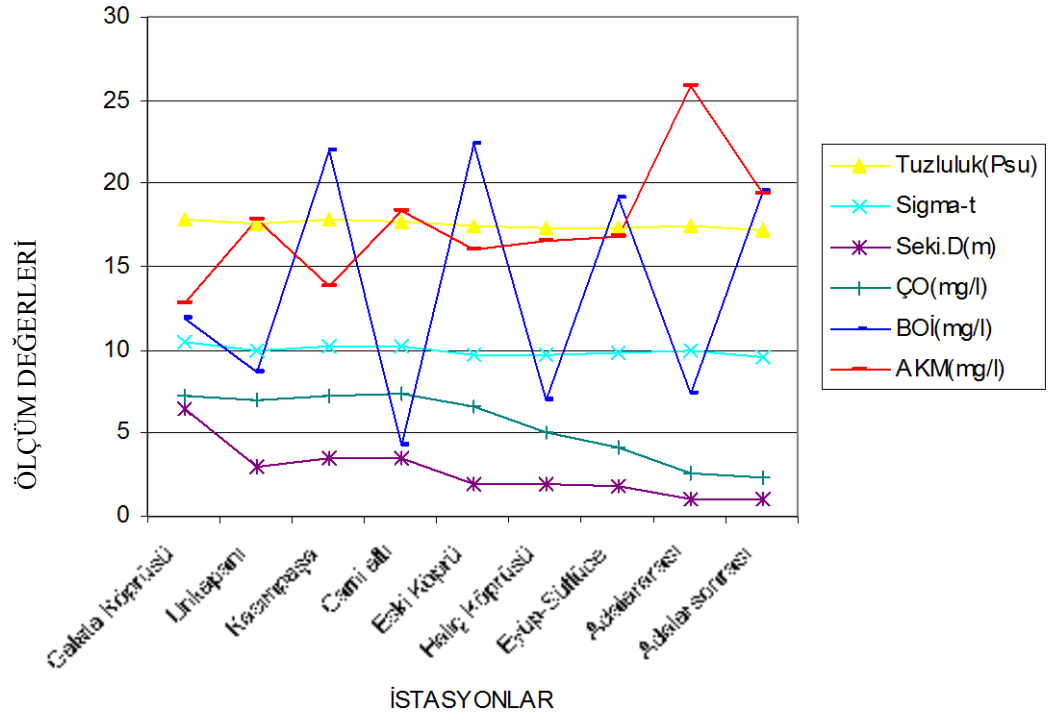
Şekil B. 32: Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



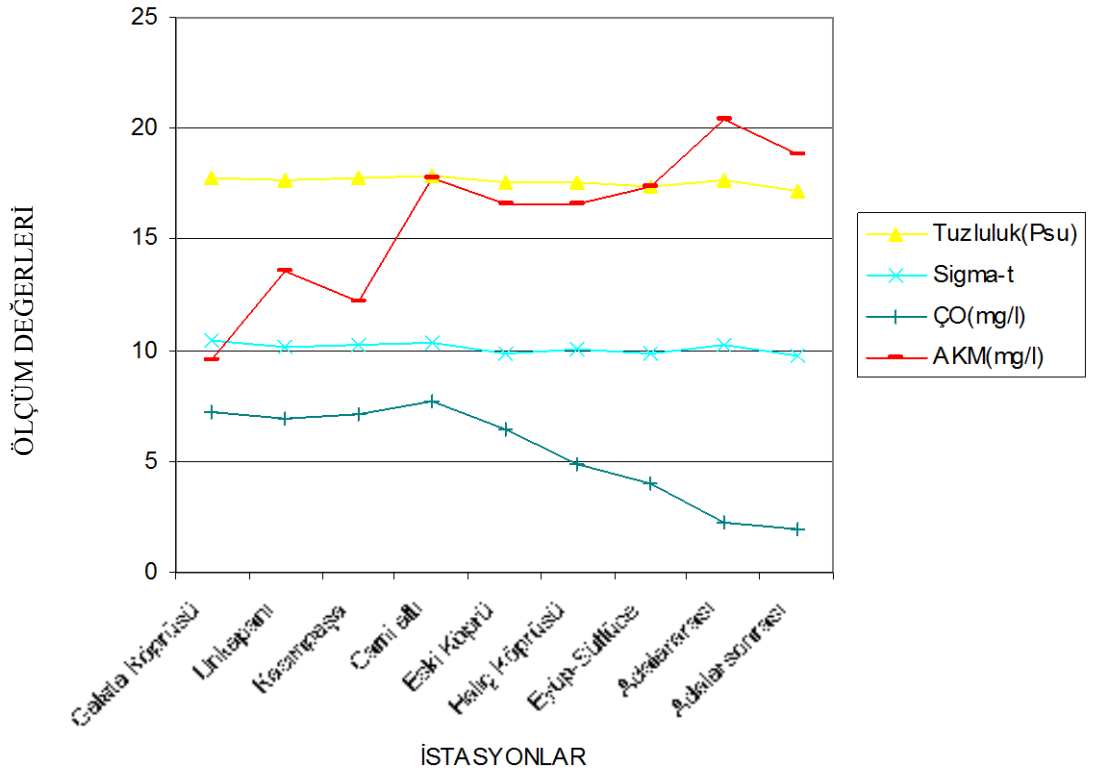
Şekil B. 33: Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



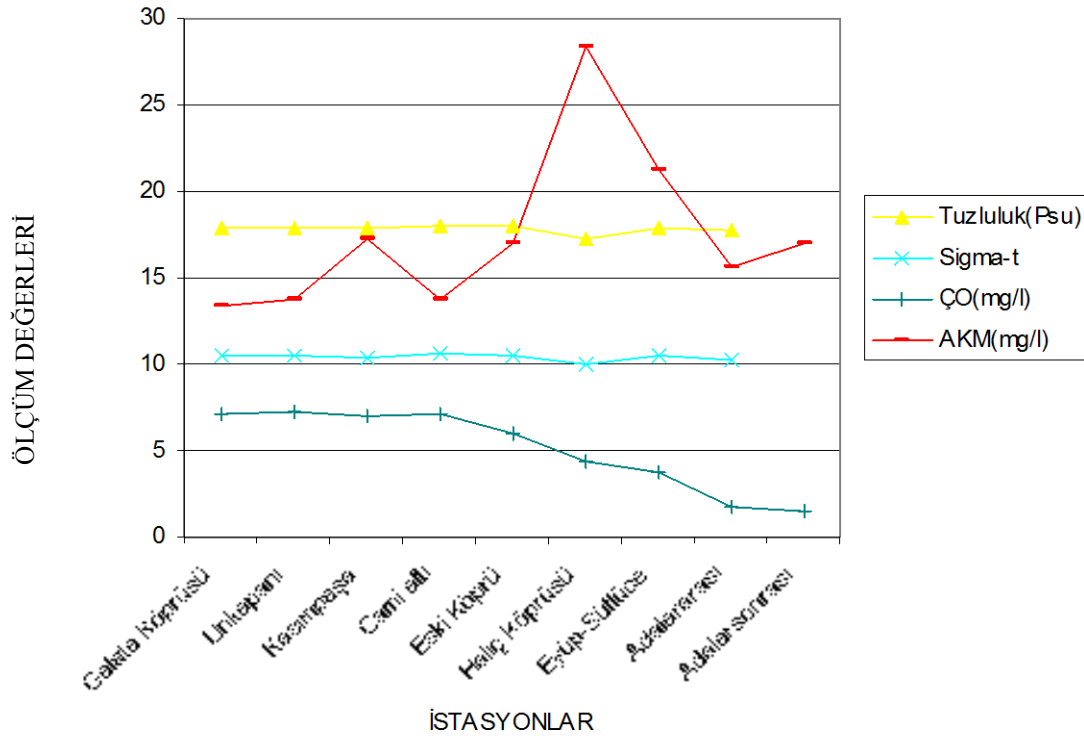
Şekil B. 34: Nisan 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



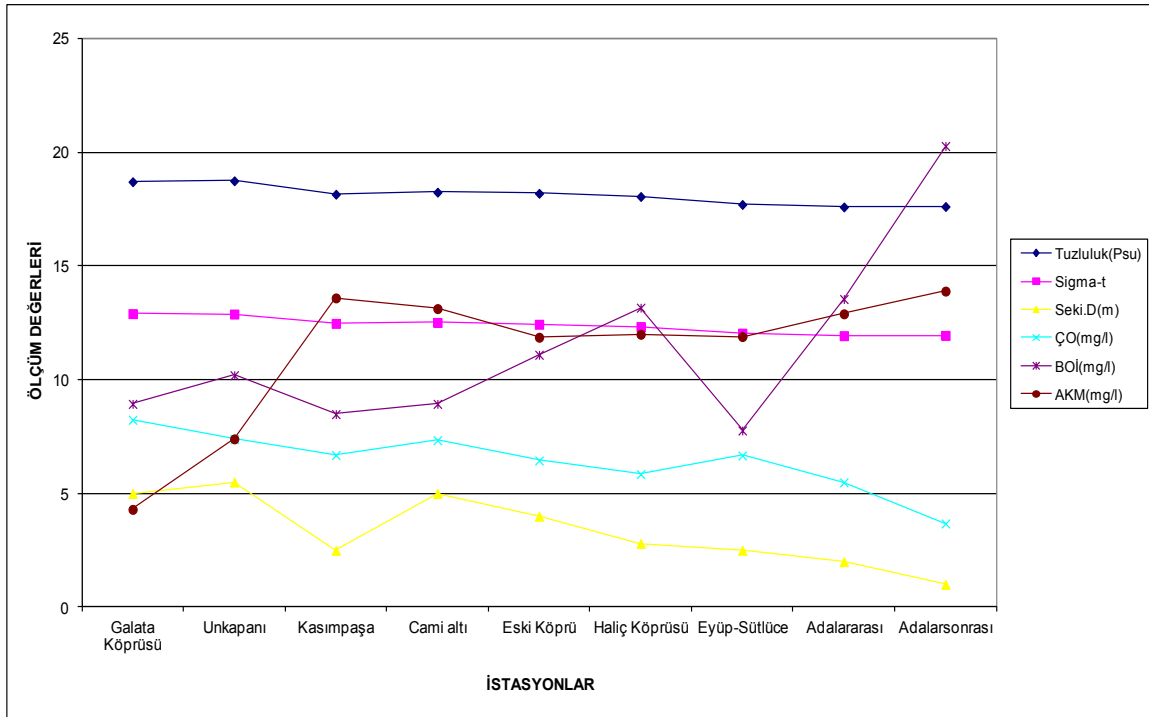
Şekil B. 35: Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



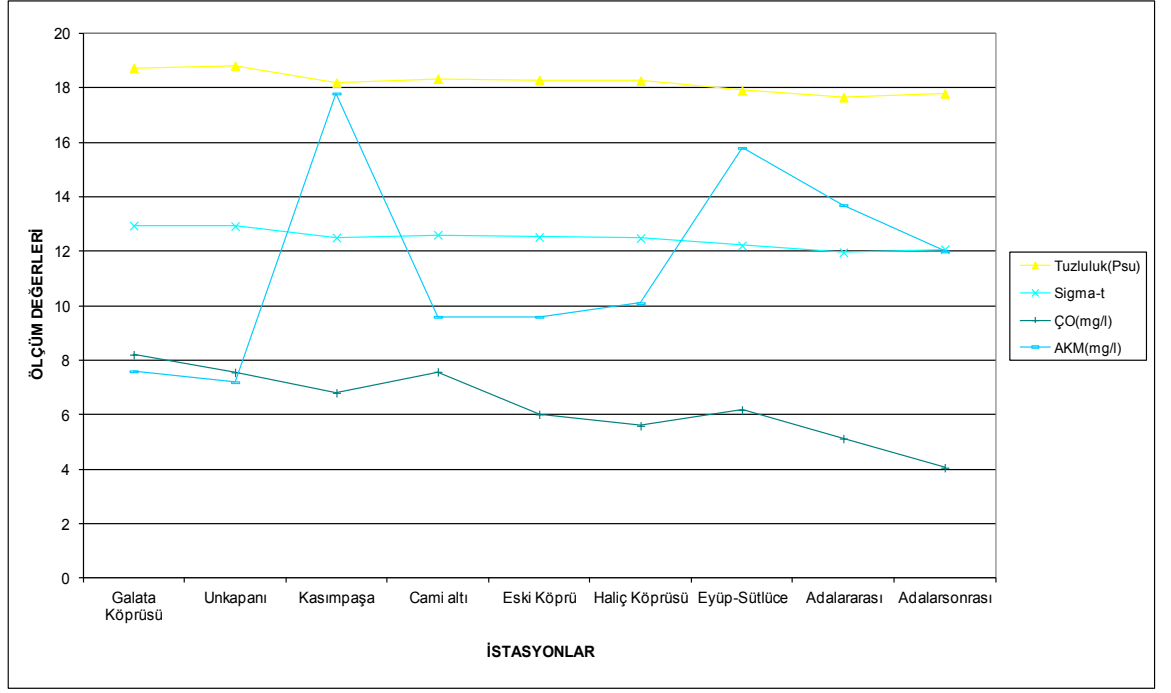
Şekil B. 36: Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



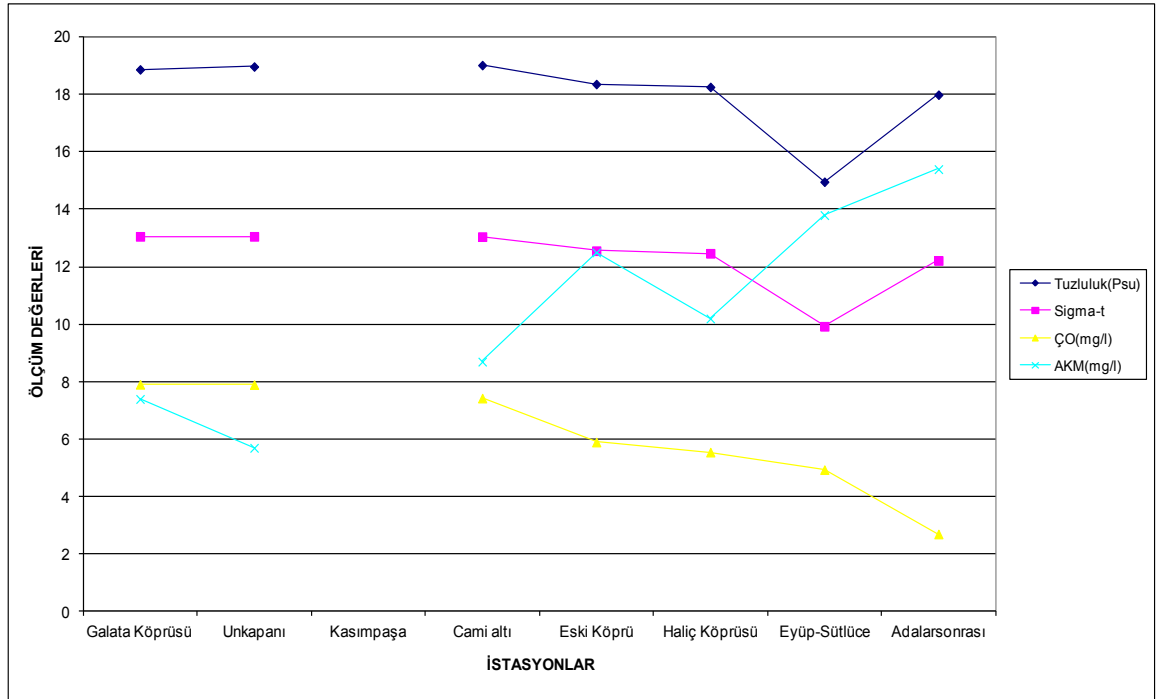
Şekil B. 37: Temmuz 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



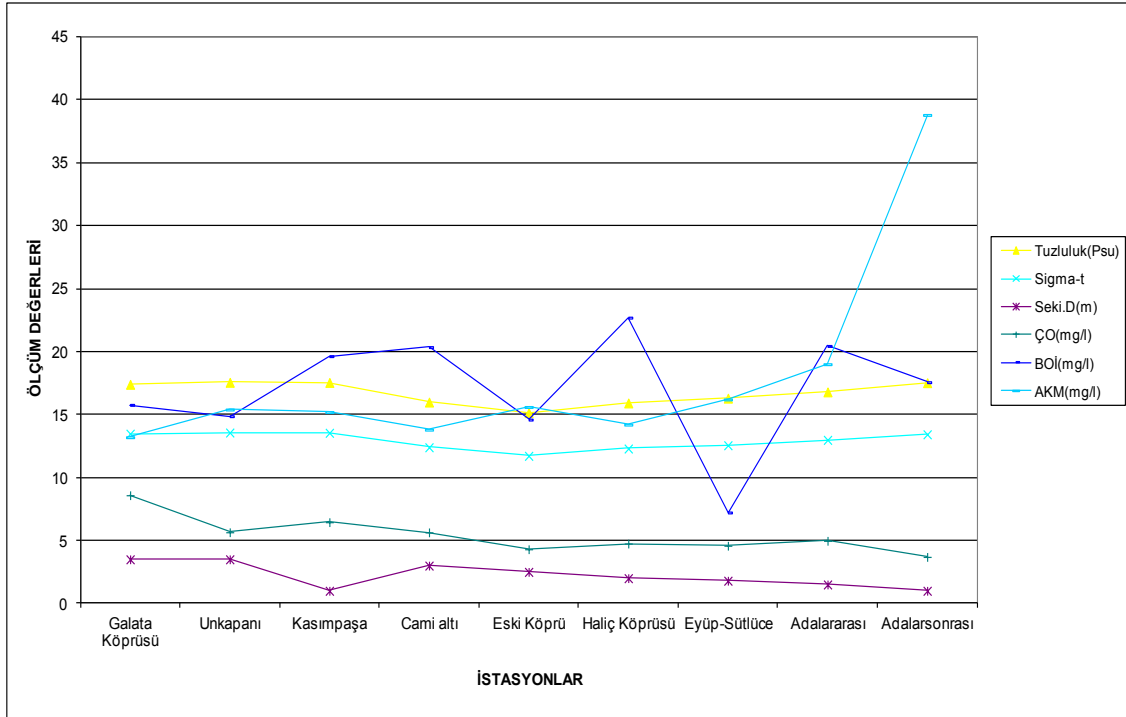
Şekil B. 38: Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



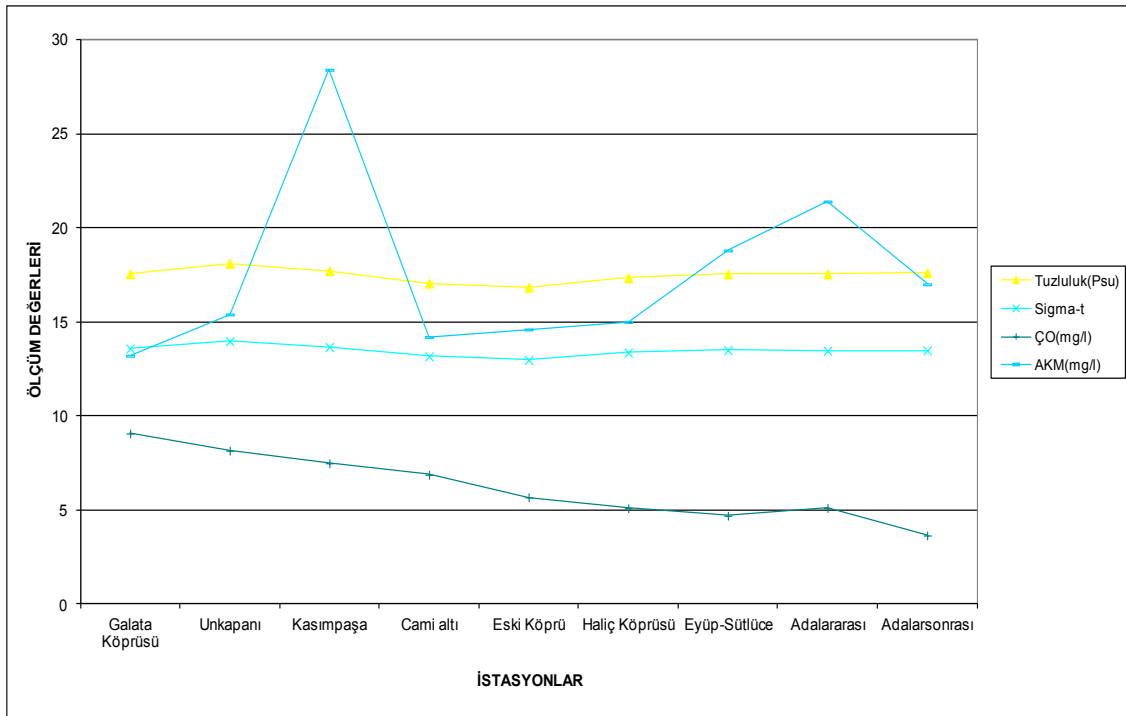
Şekil B. 39: Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



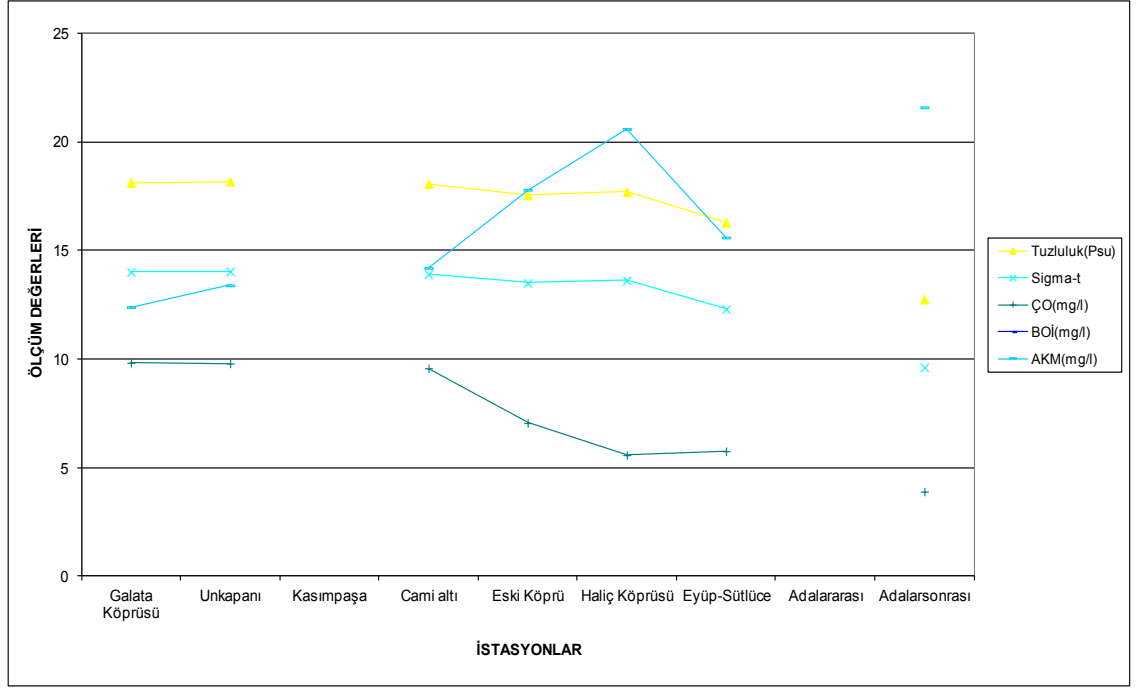
Şekil B. 40: Ekim 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



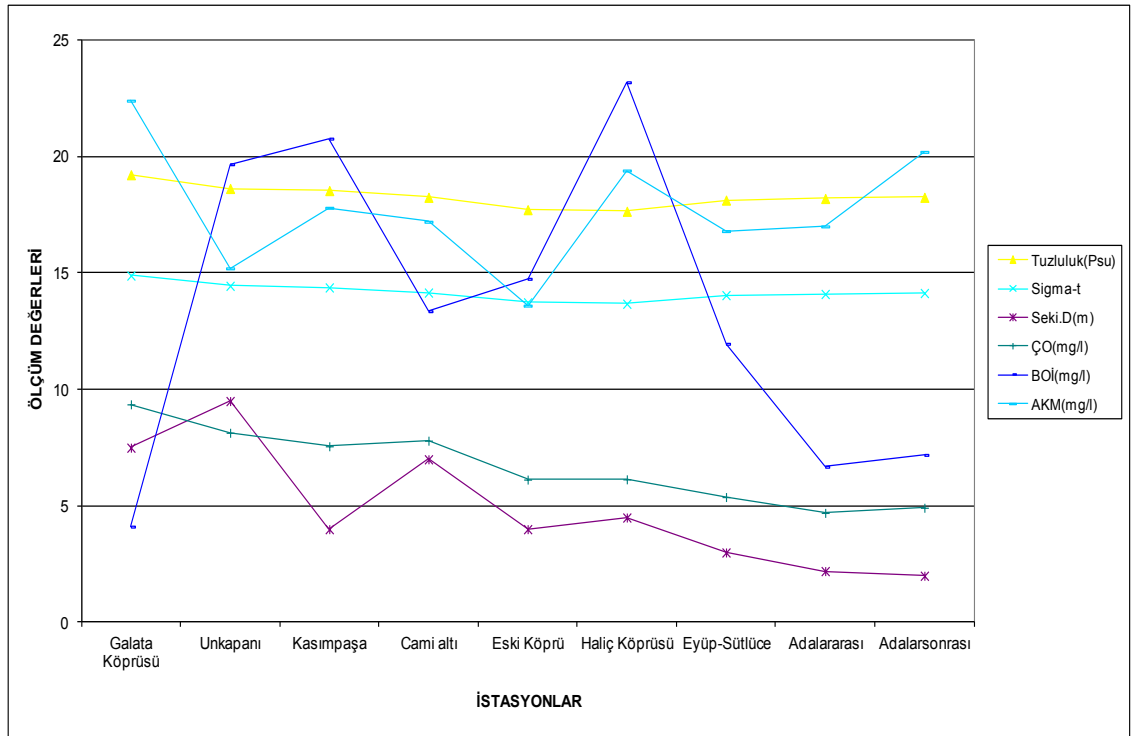
Şekil B. 41: Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



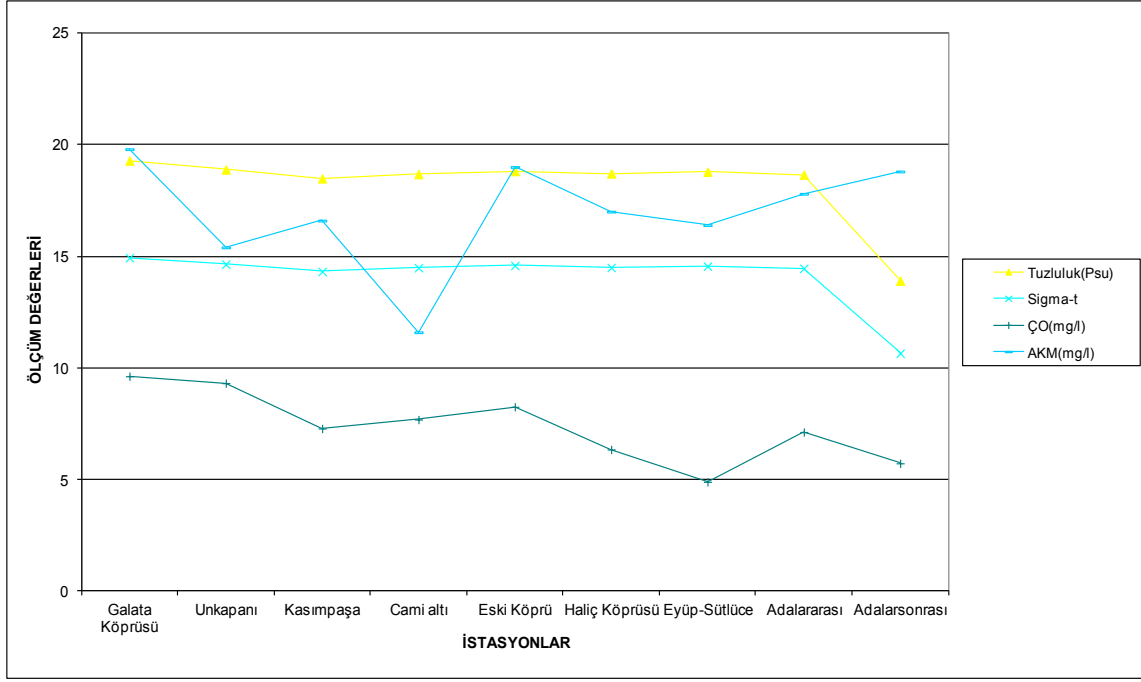
Şekil B. 42: Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



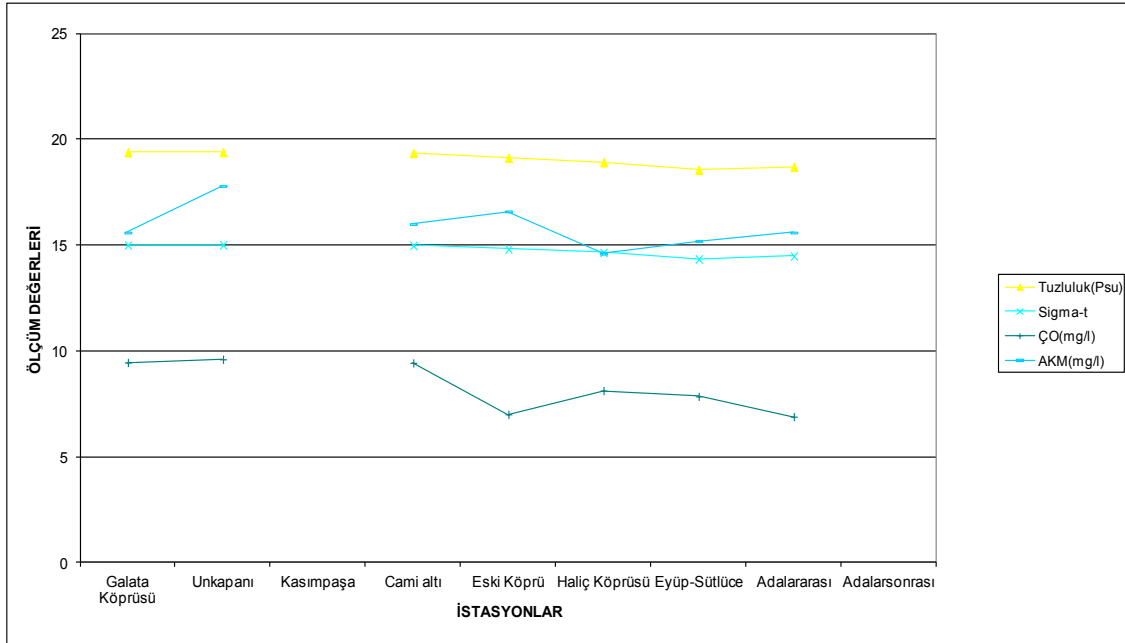
Şekil B. 43: Aralık 2002'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



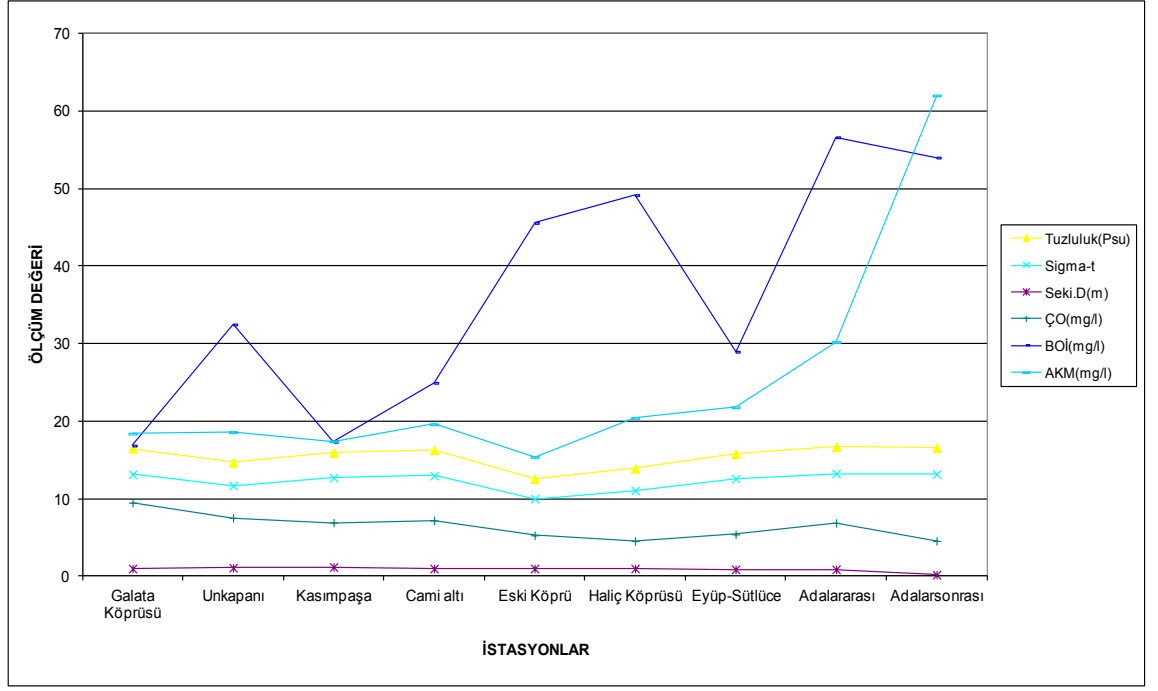
Şekil B. 44: Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



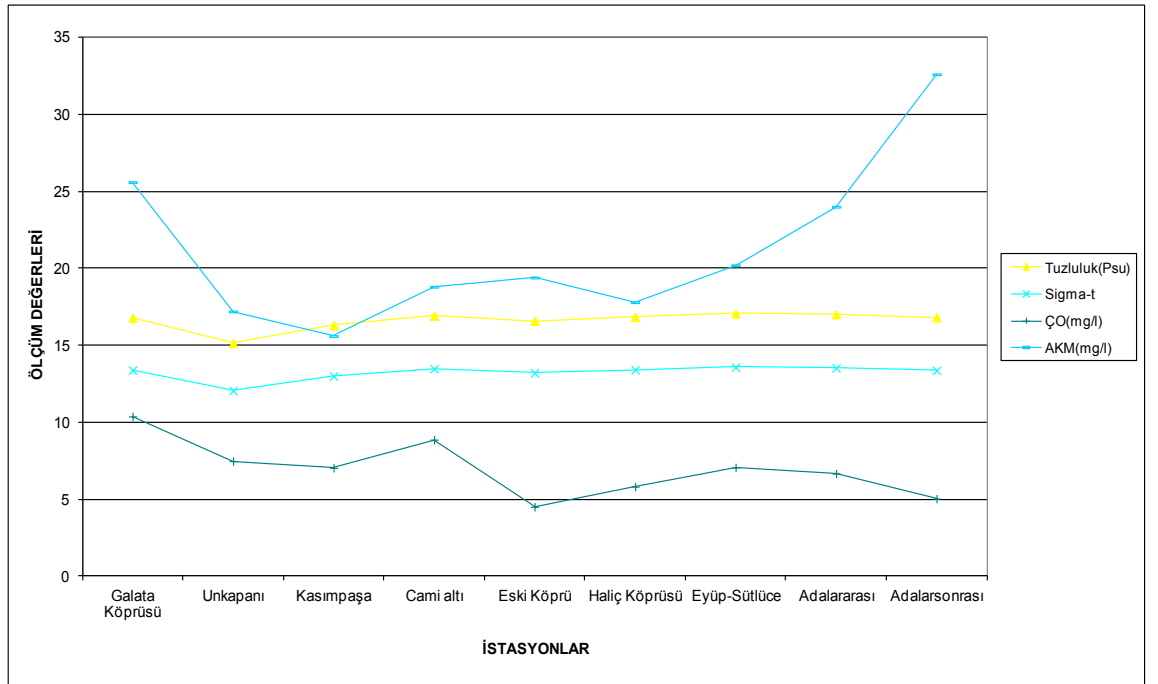
Şekil B. 45: Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



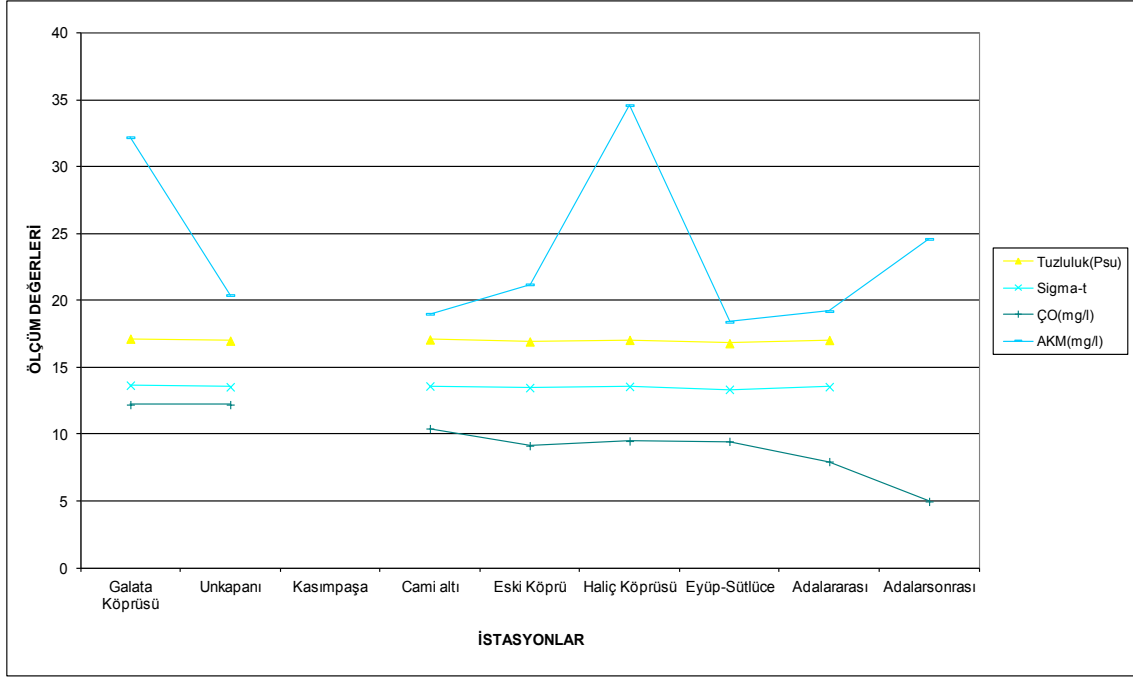
Şekil B. 46: Ocak 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



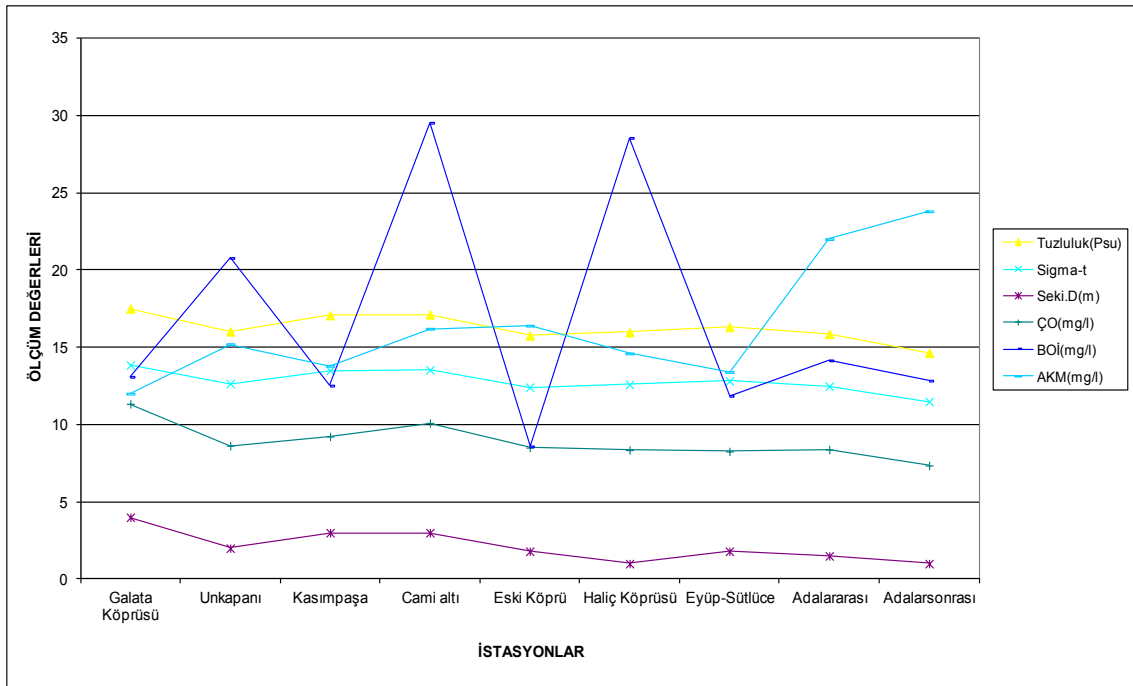
Şekil B. 47: Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



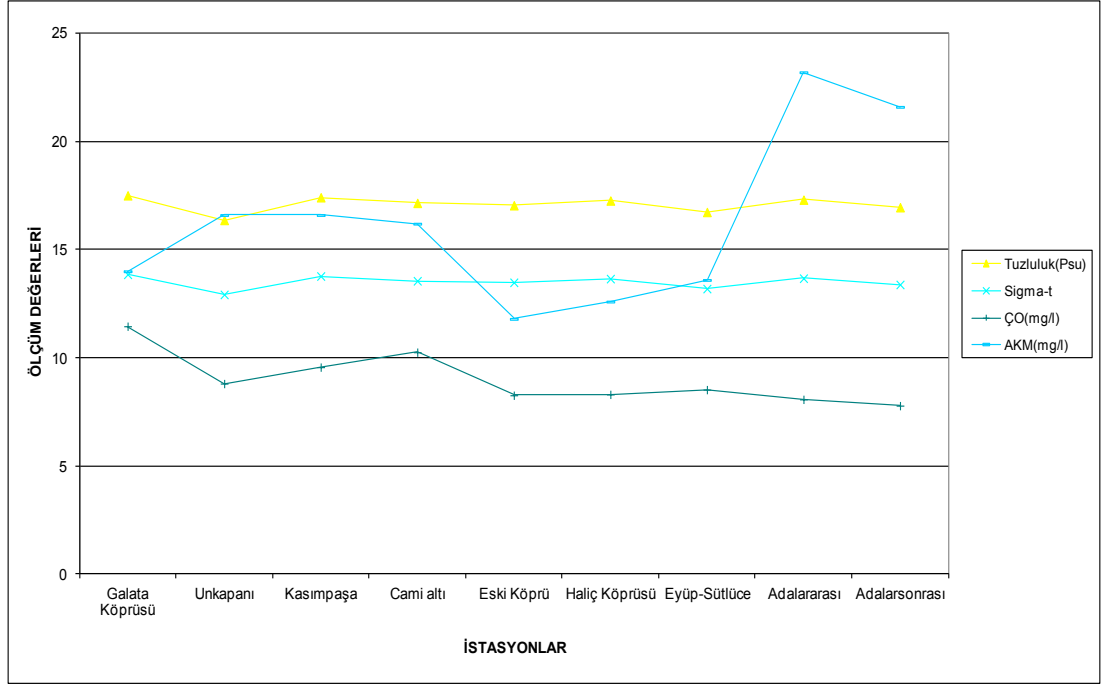
Şekil B. 48: Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



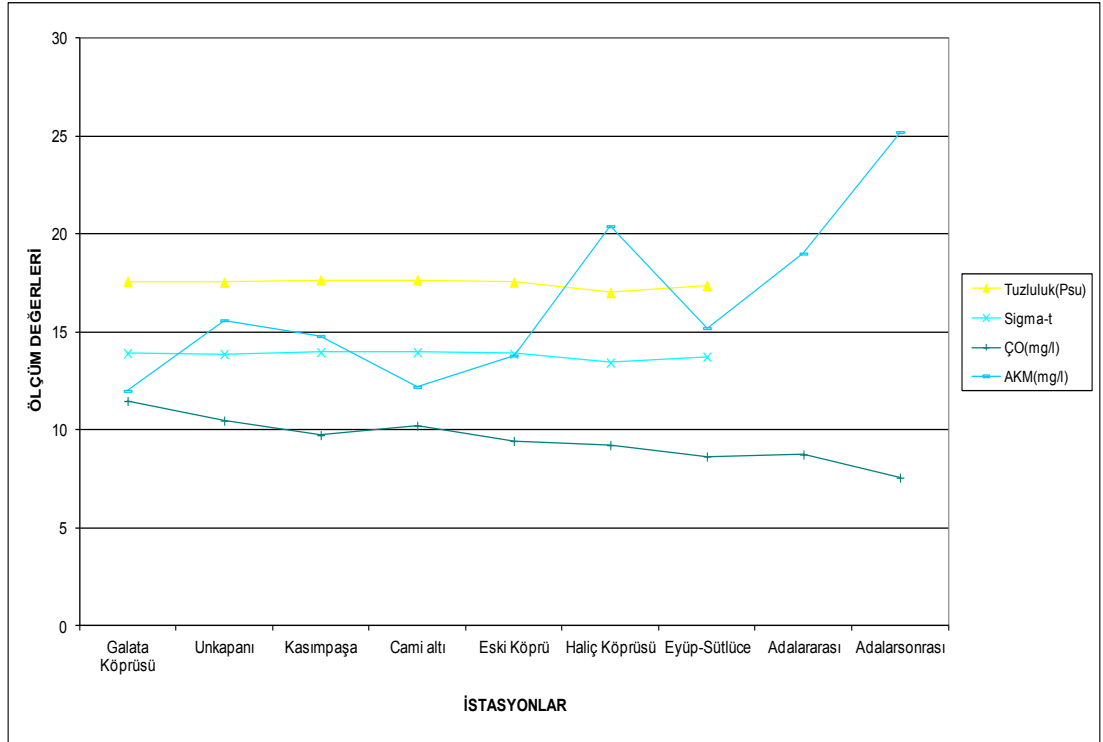
Şekil B. 49: Şubat 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)



Şekil B. 50: Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(0,5m)



Şekil B. 51: Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(2,5m)



Şekil B. 52: Mart 2003'de Parametrelerin Güzergah Boyunca Değişimi(5m)

Ek C



Şekil C. 1 Avrupa Yakası III. Kısım Atıksu Tünel Güzergâhı Uydu Görüntüsü

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Türker EROĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: Afyon/ 1976

E-Posta: turker.eroglu@ibb.gov.tr

Lisans: Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü