

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HALIÇ ISLAH PROJESİ ÇALIŞMA SONUÇLARININ İSTATİKSEL
DEĞERLENDİRİLMESİ**

KADİR KARAKAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. GÜRDAL KANAT**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HALIÇ ISLAH PROJESİ ÇALIŞMA SONUÇLARININ İSTATİKSEL
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kadir KARAKAŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 26.04.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Gürdal KANAT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Gürdal KANAT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ferruh ERTÜRK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Göksel DEMİR
Bahçeşehir Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tez çalışmamı titizlikle yöneten, çalışmamın her adımında teşvik ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Gürdal KANAT' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen kıymetli babam ve annem Zekai – Şahender KARAKAŞ'a ve sevgili eşim Esra KARAKAŞ'a, istatistiki konularda çok yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2011

Kadir KARAKAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	1
BÖLÜM 2	
HALIÇ'IN ÖZELLİKLERİ.....	2
2.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
2.2 Haliç'in Dünü Bugünü	3
2.3 Haliç'in Konumu ve Jeomorfolojik Yapısı	6
2.4 Haliç'in Hidrodinamik Özellikleri.....	8
2.5 Haliç'in Hidrografik Özellikleri	10
BÖLÜM 3	
HALIÇ'IN TARİHTEKİ YERİ VE KİRLİLİK NEDENLERİ	12
3.1 Haliç'in Yapılaşmaya Açılması	12
3.2 Osmanlı Zamanında Haliç İçin Alınan Tedbirler	14
3.2.1 Dünyada İlk Çevre Yönetimi	14

3.2.2	19. Yüzyılda Haliç'in Kirilenmesi Üzerine Alınan Tedbirler.....	15
3.3	Haliç'teki Kirliliğin Temel Nedenleri.....	17
3.3.1	Çevredeki Yamaç ve Beslendiği Derelerden Gelen Süprüntüler	18
3.3.2	Evsel Kaynaklı Atıksular	19
3.3.3	Sanayi Kaynaklı Atıklar.....	19
3.3.4	Katı Atıklar	20
3.3.5	Diğer Atıklar	20

BÖLÜM 4

HALİÇ İÇİN YAPILAN TEMİZLİK ÇALIŞMALARINI.....		21
4.1	Haliç Çevresinin Boşaltılması	21
4.2	Haliç Çevre Koruma Projesi.....	22
4.2.1	Güney Haliç Projesi.....	26
4.2.1.1	Zeytinburnu Atıksu Kolektörleri ve Terfi Merkezi.....	27
4.2.1.2	Alibey Deresi Kolektörleri ve Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi ...	27
4.2.1.3	Kâğıthane Sağ Sahil Kolektörleri	28
4.2.1.4	Eyüp Atıksu Kanal İnşaatı	28
4.2.1.5	Küçükköy Tüneli ve Bağlantı Kolektörleri.....	29
4.2.1.6	Eyüp, Haliç ve Fatih Tünellerinin Devreye Alınması.....	30
4.2.1.7	Unkapanı-Ayvansaray Atıksu Kolektörleri.....	30
4.2.1.8	Eminönü-Unkapanı Atıksu Kolektörleri.....	30
4.2.1.9	Yenikapı Atıksu Arıtma Tesisi ve Ahırkapı Deniz Deşarjı	31
4.2.2	Kuzey Haliç Projesi.....	32
4.2.2.1	Kabataş- Baltalimanı Tünelleri	33
4.2.2.2	Kuzey Haliç Kolektör ve Tünelleri.....	34
4.2.2.3	Kâğıthane Sol Sahil Kolektörleri	34
4.2.2.4	Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisi	34
4.2.2.5	Baltalimanı Deniz Deşarjı ve Difüzörlerinin Kapak Açma İşi	36
4.2.2.6	Baltalimanı Kara Deşarj Hattı ve Dere Islahı	36
4.2.2.7	Baltalimanı Atıksu Arıtma Tesisi 35 Kw'lık Enerji Nakil Hattı	36
4.2.2.8	Nato ve Botaş Boru Hattı Deplaseleri	37
4.2.2.9	Kuzey Haliç Tali Kolektörleri.....	37
4.2.2.10	Cendere Terfi Merkezi İnşaatı	37
4.2.3	Dere Islahları.....	38
4.2.3.1	Kâğıthane Deresi	38
4.2.3.2	Alibeyköy Deresi.....	38
4.2.3.3	Küçükköy Deresi	38
4.3	Haliç Çamuru.....	39
4.3.1	Dereler Yolu ile Haliç'e Gelen Toplam Katı Madde	39
4.3.2	Haliç Islah Projesi Alternatifleri	43
4.3.2.1	Haliç Dip Çamurlarının Karada Depolanması	43
4.3.2.2	Haliç Dip Çamurlarının Denizde Depolanması	44
4.3.3	Taranacak Dip Çamurunun Özellikleri	44
4.3.4	Çamur Tarama Tekniği.....	45
4.3.5	Haliç dip çamuru temizlenmesi çalışmalarını aşamaları	45
4.3.6	Depolanan Çamurun Konsolidasyon Özellikleri	51

BÖLÜM 5

SU KALİTESİNİN İSTATİSTİK ANALİZİ.....	53
5.1 Su Kalitesinin Korunması.....	54
5.1.1 Su Ortamlarının Kalite Sınıflandırılması.....	55
5.1.1.1 Sınıf I - Yüksek Kaliteli Su;.....	57
5.1.1.2 Sınıf II - Az Kirlenmiş Su;.....	57
5.1.1.3 Sınıf III - Kirlenmiş Su;.....	57
5.1.1.4 Sınıf IV - Çok Kirlenmiş Su;.....	57
5.1.2 Su Kalite Sınıfının Belirlenmesi.....	57
5.2 Anova Metodu ile Su Kalitesi İzleme Çalışmaları.....	58
5.2.1 Numune Çalışmaları.....	58
5.2.2 Kâğıthane Deresi.....	59
5.2.3 Alibeyköy Deresi.....	72
5.2.4 Haliç Çalışmaları.....	84
5.2.5 Haliç Kirlilik Yükleri Çalışmaları.....	93
5.2.6 Kâğıthane ve Alibeyköy Dereleri ile Haliç Numunelerinin Birlikte D..	94

BÖLÜM 6

HALIÇ İÇİN YAPILAN DİĞER ÇALIŞMALAR.....	98
6.1 Devam Eden Tarama Çalışmaları.....	98
6.2 Aerojet Sistemi Çalıştırılması.....	100
6.3 Boğaz Aktarma Tüneli.....	100
6.4 Haliç Su Kirliliğinin Uydu Verileriyle İzlenmesi.....	101
6.5 Haliç'e Yeni Bir Kimlik -Mavi Bayrak-.....	102
6.6 Haliç' te Kirlenmeden Önce ve Reh. Sonrası Bulunan Su Ürünleri Tür....	103
6.6.1 Geçmişte Haliç'te Bulunan Su ürünleri.....	103
6.6.2 Rehabilitasyon Süreci, Tarama ve Sonrası Görülen Su Ür. Türleri...	104

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	105
KAYNAKLAR.....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	111

SİMGE LİSTESİ

Al	Alüminyum
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
hp	Horse Power
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
kw	Kilowatt
L	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mg	Miligram
mm	Milimetre
Mn	Mangan
n	Numune sayısı
N	Azot
NH ₄ ⁺	Amonyum
NO ₃ ⁻	Nitrat
ort	Ortalama
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Qort	Ortalama Debi
Qs	Sürüntü debisi
Q _T	Toplam Katı Madde Debisi TKMD
S ⁻²	Sülfür
sn	Saniye
Ss	Standart Sapma
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
X	Aritmetik ortalama

yy	Yüzyıl
Zn	Çinko
°C	Santigrad derece
%	Yüzde oran
‰	Binde oran
µg	Mikrogram
\$	Dolar
>	Büyüktür
<	Küçüktür

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
AKM	Askıda Katı Madde
ANOVA	Analysis of Variance – Varyans Analizi
B.F.	Birim Fiyat
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CPT	Cone Penetration Test - Koni Penetrasyon Deneyi
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
FEEE	Avrupa Çevre Eğitim Vakfı
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İ.Ü.	İstanbul Üniversitesi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İ.T.Ü	İstanbul Teknik Üniversitesi
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MBAS	Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif mad.
ODTÜ	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
SPSS	Statistical package for social sciences
SPT	Standart Penetration Test - Standart Penetrasyon Deneyi
TBM	Tunnel Boring Machine – Tünel Delme Makinası
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TL	Türk Lirası
TOP	Toplam
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
USD	United States of Dolar
WTO	Dünya Turizm Organizasyonu

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Haliç ve tarihi yarımada..... 3
Şekil 2.2	Google Earth programından Haliç haritası..... 5
Şekil 2.3	Haliç ve çevresindeki ilçelerin haritası..... 7
Şekil 2.4	Pierre Loti'den Haliç görünümü.....10
Şekil 3.1	Haliç'in kirli zamanlarına ait bir fotoğraf..... 14
Şekil 3.2	Tarak vapuru ve çamur dubası.....16
Şekil 3.3	Haliç adacıklarının eski hali .....18
Şekil 3.4	Haliç ıslah çalışmaları öncesi Alibeyköy Deresi'ni gösteren fotoğraf..... 20
Şekil 4.1	Haliç çevre koruma projesi'nin kazandığı 2002 METROPOLİS birincilik ödülü 23
Şekil 4.2	Haliç çevre koruma projesi 25
Şekil 4.3	Güney Haliç projesi..... 26
Şekil 4.4	Zeytinburnu terfi merkezi..... 27
Şekil 4.5	Silahtarağa atıksu terfi merkezi. 28
Şekil 4.6	Kağıthane sağ sahil kolektörü çalışmalarına ait fotoğraf..... 29
Şekil 4.7	Tünel şaft imalatı..... 29
Şekil 4.8	Eminönü - Unkapanı arası mikrotünel imalatı çalışmalarına ait fotoğraf..... 31
Şekil 4.9	Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisi..... 31
Şekil 4.10	Kuzey Haliç projesi..... 32
Şekil 4.11	Kabataş – Baltalimanı tüneli 33
Şekil 4.12	Baltalimanı atıksu ön arıtma tesisi..... 35
Şekil 4.13	Baltalimanı deniz deşarjı..... 36
Şekil 4.14	Kuzey Haliç tali kolektörleri imalatlarına ait fotoğraf 37
Şekil 4.15	Haliç Atatürk köprüsü civarı temizlik çalışmaları öncesi duruma ait fotoğraf..46
Şekil 4.16	Haliç dip çamuru temizlik çalışmalarına ait fotoğraf 47
Şekil 4.17	Mavna üzerinde ekskavatörle Haliç dip çamuru çıkartılırken 48
Şekil 4.18	Tarama gemileri çalışırken .....48
Şekil 4.19	Tarama gemileri ile çıkarılan malzemenin çamur barajına pompalanmasını... gösteren ait ilüstrasyon 49
Şekil 4.20	Haliç'in suyu deşarj edilirken 49
Şekil 4.21	Alibeyköy çamur barajı (eski taş ocakları mevkii)..... 50
Şekil 4.22	Haliç temizlik çalışmalarına ait önceki sonraki fotoğraflar 51
Şekil 5.1	Kağıthane deresi ölçüm istasyonları -1..... 59
Şekil 5.2	Kağıthane deresi ölçüm istasyonları -2..... 60

Şekil 5.3	Alibeyköy deresi ölçüm istasyonları	72
Şekil 5.4	Haliç'te ölçüm yapılan istasyonlar	86
Şekil 6.1	Çıkarılan çamurun taşıyıcı dubaya yüklenmesi.....	98
Şekil 6.2	Çekirge kovalı tarama teknesi Haliç'te çalışırken	99
Şekil 6.3	Önce insan teknesi Haliç'te çalışırken	99
Şekil 6.4	Aerojetler çalışırken.....	100
Şekil 6.5	Kazıyı yapacak TBM'in (Tunnel Boring Machine) şafttan indirilmesi.....	101

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1	Güney Haliç Kolektörü tünellerine ait bilgiler.....30
Çizelge 4.2	Kuzey Haliç Kolektörü Tünellerine ait bilgiler..... 34
Çizelge 4.3	Haliç derelerinin katı madde debileri..... 40
Çizelge 4.4	Yıllık ortalama debilere göre katı madde miktarları..... 41
Çizelge 4.5	Haliç dip tabakalarının jeoteknik ve kirlilik özellikleri 52
Çizelge 5.1	Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....56
Çizelge 5.2	Kağıthane Deresi numune alma istasyonları 60
Çizelge 5.3	Kağıthane Deresi Ölçüm Değerleri 61
Çizelge 5.4	Kağıthane deresi ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları.....62
Çizelge 5.5	Yıllara göre Kağıthane deresi ölçüm değerleri 66
Çizelge 5.6	Kağıthane deresi ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi.....71
Çizelge 5.7	Alibeyköy Deresi numune alma istasyonları 72
Çizelge 5.8	Alibeyköy Deresi Ölçüm Değerleri .....73
Çizelge 5.9	Alibeyköy deresi ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları..... 74
Çizelge 5.10	Yıllara göre Alibeyköy deresi ölçüm değerleri .....78
Çizelge 5.11	Alibeyköy deresi ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi..... 83
Çizelge 5.12	Haliç numune alma istasyonları 84
Çizelge 5.13	Haliç Ölçüm Değerleri .....85
Çizelge 5.14	Haliç ölçüm noktalarına göre parametre değ. varyans analizi sonuçları..... 87
Çizelge 5.15	Yıllara göre Haliç ölçüm değerleri..... 89
Çizelge 5.16	Haliç ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi..... 93
Çizelge 5.17	Kağıthane ve Alibeyköy dereleri ile Haliç'ten alınan tüm numunelerin ölçüm değerleri..... 94
Çizelge 5.18	Kağıthane ve Alibeyköy dereleri ile Haliç ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları..... 96

HALIÇ ISLAH PROJESİ ÇALIŞMA SONUÇLARININ İSTATİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

Kadir KARAKAŞ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gürdal KANAT

Haliç'i içinde bulunduğu kirlilikten kurtarmak amacıyla 1960'lı yıllardan itibaren birçok proje hazırlanmıştır. Bu projelerin çoğu uygulanamamıştır. 1995'li yıllarda çeşitli üniversitelere ve enstitülere yeniden hazırlatılan Haliç'i temizleme projeleri uygulanmaya başlanmıştır. Haliç, giderek artan kirlenme sonucunda karşı karşıya kaldığı boğulmuşluk durumundan son yıllarda yapılan çamur taraması sayesinde kurtulmuş ve yeniden nefes almaya başlamıştır. Yapılan çalışmalar sonucu meydana gelen fiziksel ve kimyasal iyileşmeler pek çok çalışmanın konusu olmuşsa da Haliç ve Haliç'e dökülen Kağıthane ve Alibeyköy derelerinin su kalitesinin ıslah çalışmaları sonrasında zamana ve mekana göre değişimi konuları çok fazla incelenmemiştir.

Haliç ve Haliç'i besleyen Alibeyköy ve Kağıthane derelerinin su kalitesi değişiminin zamansal ve mekansal değerlendirilmesi için, 3 yıl (Aralık 2007 – Kasım 2010) boyunca 31 ayrı noktadan alınan 900 civarında su kalitesi verileri, 25 farklı parametre açısından düzenli olarak ölçülmüştür. Çalışılan XTsu sistemlerinin farklı fizikokimyasal özellikleri ve kirlilik düzeylerini görebilmek için, mekansal ve mevsimsel değişimleri gözlemlenmiştir. Ölçümler sonucu elde edilen değerler, One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) testi ve Tukey testi kullanılarak yorumlanmıştır. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu anlamak için Post Hoc Testlerine (HSD) başvurulmuştur. Verilerin değerlendirilmesinde ve hesaplanmış değerlerin bulunmasında SPSS (Statistical package for social sciences) paket programı kullanılmış. Ölçüm değerleri arasındaki fark bazı parametreler için istatistikî olarak anlamlı bulunmuş, kimi parametreler için

ise istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Anlamlı fark bulunan parametreler daha detaylı olarak irdelenmiştir.

Karşılaşılan sorunlarla ilgili yapımı devam eden çalışmalar ve planlanan projelerden bahsedilerek düşünölen çözüm önerileri sunulmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Haliç'i besleyen derelerden halen kısmen gelen kirletici maddelerin durdurulması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Haliç, kirlilik, ANOVA, istatistiksel anlamlılık, ıslah, çamur, dip tarama, Alibeyköy ve Kağıthane Dereleri, Su Kirlenmesi, Su Kalitesi

**STATISTICAL EVALUATION OF THE RESULTS OF THE GOLDEN HORN
RECLAMATION PROJECT**

Kadir KARAKAŞ

Department of Environmental Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Asst. Prof. Dr. Gürdal KANAT

Since 1960, in order to recover the Golden Horn from pollution, many projects has been designed. Most of these projects are implemented. From the year 1995 re-prepared cleaning projects, made by various universities and institutes for Golden Horn has been applied. Golden Horn, being suffocated due to the increasingly continuation of the contamination in recent years has begun breathing again, due to an extensive sludge dredging effort. Physical and chemical improvements which occurred as a result of studies has been a subject for many researches; After water quality improvement researches of Golden Horn, Kağıthane and Alibeyköy streams haven't been examined much according to time and space.

In this case; For the determination of the assessment of temporal and spatial variation of Golden Horn, Alibeyköy and Kağıthane streams that feed the Golden Horn's water quality, circa 900 water quality data, considering 25 different parameters from 31 measurement stations has been measured properly for 3 years (December 2007 - November 2010). To view the different physicochemical characteristics and pollution levels of water systems, spatial and seasonal variations were observed. Values which are obtained as a result of measurements are interpreted with One Way ANOVA and Tukey tests. To understand, between which groups this difference occurred, Post Hoc Tests (HSD) are consulted. For the evaluation of the data and finding the calculated

values, the SPSS (Statistical package for social sciences) software package is used. The difference between some measured values were found statistically significant. The parameters which have significant differences were detailed examined.

Mentioning the ongoing studies and planned projects, proposals for the solutions are presented. As a result of the obtained measurement data, it has been observed that the pollution occurring because of the feeding streams of Haliç, must have been stopped or decreased to desired levels as soon as possible.

Key words: The Golden Horn, pollution, ANOVA, statistical significance, reclamation, sludge, dredge, Alibeyköy and Kağıthane Streams, Water Pollution, Water Quality

1.1 Literatür Özeti

Haliç'i içinde bulunduğu kirlilikten kurtarmak amacıyla 1960'lı yıllardan itibaren birçok proje hazırlanmıştır. Türkiye'de çevre ile ilgili Nevzat KOR tarafından yapılmış ilk doktora tezine (1963) konu olan bölgedir. Haliç'teki kirliliğin önlenmesi için yapılması gerekenler, çalışmalar sonucu meydana gelen iyileşmeler ve Haliç'in farklı kullanım alanları pek çok çalışmanın konusu olmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Haliç ve Haliç'e dökülen Kağıthane ve Alibeyköy derelerinin su kalitesinin, ıslah çalışmaları sonrasında zamana ve mekana göre değişiminin; 3 yıl (Aralık 2007 – Kasım 2010) boyunca 31 ayrı noktadan alınan su kalitesi verilerinin One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) testi ile değerlendirilerek incelenmesi, çıkan sonuçlar ışığında mevcut kaliteyi iyileştirmek için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi ve su kalitesindeki değişikliklerin ölçüm sonuçları ile izlenmesidir.

1.3 Bulgular

Haliç çanağına kirlilik taşıyan Alibeyköy ve Kâğıthane derelerini kirlilik yüklerinin azaltılması gerekmektedir. Dereler sadece yüzeysel suların taşınmasında kullanılmalıdır, atıksuların kolektörlerle toplanarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Çoğu parametre için Haliç ve bağlı derelerdeki su kalitesi "Sınıf IV - Çok kirlenmiş su" kategorisindedir. Sürekli su kalitesi ölçümleri ve denetimleri yapılmalıdır.

HALIÇ'İN ÖZELLİKLERİ

2.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Haliç'te bu güne kadar yapılan koruma ve temizlik çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilmesine ait çok fazla bilimsel çalışmalar bulunmamaktadır. Uzun yıllar aşırı bir kirlenmeye maruz kalan Haliç'in çevresindeki sağlıksız yerleşim, aşırı nüfus artışı, sanayi tesislerinin gelişmiş güzel kuruluşu ve evsel ve sanayi atıklarının hiçbir arıtıma tabi tutulmadan suya bırakılması Haliç'in dibinde zamanla çamur birikimlerine ve hatta yer yer adacıkların teşekkülüne neden olmuştur. Su kalitesindeki aşırı bozulma ve dipte biriken çamurun miktarı bir zamanlar Haliç'in tamamen toprakla doldurulması gibi kimi görüşlerin doğmasına sebep olmuştur.

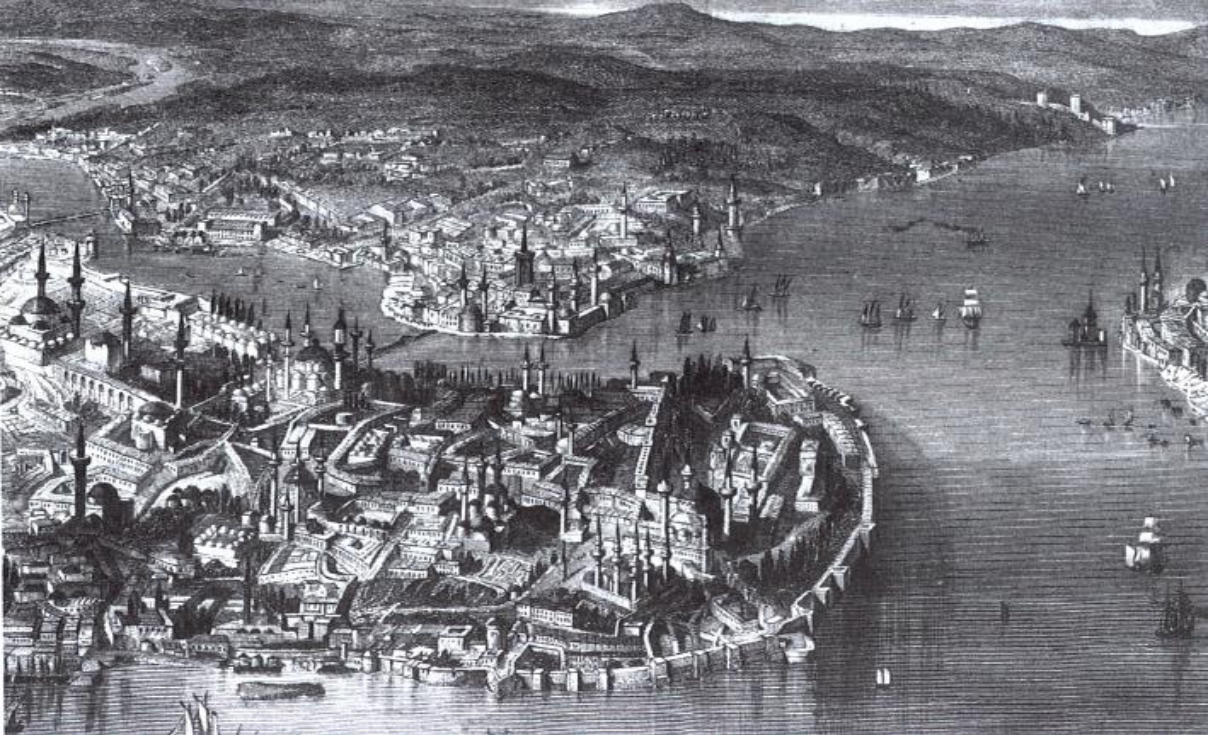
Haliç'e süprüntü maddeleri taşıyan Alibeyköy ve Kâğıthane Derelerinden ve çevresindeki sanayi ve evlerden kaynaklanan atıklar su kalitesini ve dip topoğrafyasını etkileyerek yaşamını çoğu kısımlarında imkansız hale getirmiştir.

Bu çalışmada ise Haliç'te tarih boyunca yaşanan kirlilik süreçlerinde alınan önlemleri ve yapılan iyileştirme çalışmalarının neticeleri araştırılmıştır. Yaşam ortamlarının bir ifadesi olan su kalitesi parametreleri değerlendirilerek; Haliç ve Haliç'e dökülen Kâğıthane ve Alibeyköy Derelerinin kirlilik durumları ölçülen çeşitli parametreler suretiyle karşılaştırılmak istenmiş ve bunun neticesinde de bir fark olup olmadığı, varsa çıkan farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

2.2 Haliç'in Dünü Bugünü

Haliç kelimesi nehir ağzındaki koy anlamına gelmektedir. Haliç Alm. Goldenes Horn (n), Fr. Gorne d'Or (f). İng. Golden Horn. Bizanslılar Chrysokeras, İngilizler Golden Horn ve Fransızlar Gorne d'Or ismini vermişlerdir ki her üç kelime de "Altın Boynuz" anlamına gelmektedir. Haliç'e Altın Boynuz isminin, boynuz benzeyen biçiminden, bir bereket boynuzu gibi kıyılarındaki verimli toprakların ürünlerini kolayca dışarıya ulaştırılmasından dolayı verildiği söylendiği gibi, Haliç'e kuşbakışı bakıldığında Kâğıthane ve Alibeyköy suları ile birlikte bir geyik boynuzu görüntüsünde olması, sularının temiz ve berrak olduğu zamanlarda, akşam güneşi vurunca suları altın rengini aldığı için Haliç'e "Altın Boynuz" ismi verildiği rivayet edilmektedir.

İlk çağda adı Khrysokeras olan adı Miletos'lu Hesykhios'a göre Baştanrı Zeus ile İo'nun kızları ve Byzas'ın annesi Kerossa'dan gelmektedir. Bizans'ta ise Haliç sadece Keras (Boynuz) adıyla söylenirdi. Daha sonraki dönemlerde ise Batı'da "Golden Horn", Osmanlılarda ise Halic-i Konstantiniye ve fetihten sonra da Haliç-i Dersaadet olarak ününü sürdürmüştür.



Şekil 2.1 Haliç ve tarihi yarımada

Haliç'teki tarihi izleri sürerek çeşitli medeniyetlere ulaşmak mümkündür. İstanbul'un fethinden iki yıl sonra ilk tersanesi açılan Haliç zamanla XVI. Yüzyılda Gelibolu'daki donanmanın buraya taşınmasıyla da ana üs haline gelmiş ve hem askeri hem de ticari bir liman olmuştur.

Haliç'in etrafındaki toprakların verimliliği, tabii güzelliği, deniz ve kara ulaşımına çok uygun bulunması, su ürünlerinin bolluğu ve çok emin bir iç liman olması İstanbul'a hükmeden tüm medeniyetlerce özel önem verilip korunmasına neden olmuştur.

Türk idaresinde Haliç, devletin en büyük harp ve ticaret limanı olarak gelişmiş, bir yandan da mimari şaheserlere kavuşmuştur. Köprülerin yapımı, arkasından yelkenli gemilerin yerlerini demir tekneli ve buharlı vapurlara bırakmaları ile Haliç'in romantik görüntüsü değişmiş, tersane yeni şartlara uyarken Haliç'in kıyılarında fabrikalar, atölyeler ve ufak endüstri merkezleri doğmuş, bunlar ile birlikte Osmanlı döneminde meşhur Kâğıthane şenliklerinin, Sadabat eğlencelerinin gözbebeği Haliç ve çevresinin gezinti yeri ve sayfiye olma karakteri de tamamen ortadan kalkmıştır. Osmanlının ilk elektrikli santrali de 1911'te Haliç kıyılarında bulunan Silahtarağa'da kurulmuştur [1].

Haliç çevresiyle birlikte Kâğıthane ve Alibey deresi civarları Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren hem ulaşımı kolay, hem de İstanbul'a yakınlığından dolayı sanayi bölgesi ilan edilmiş ve hızlı bir şekilde yapılaşmıştır. Sanayileşmeyle beraber bu bölgede çarpık kentleşme de başlamış ve İstanbul'un en çok göç alan ve gecekondulaşan bölgeleri arasına girmiştir. Altyapı ve diğer çevresel koruma önlemlerinin yapılaşmaya paralel olarak alınmadığı bu bölgede, endüstriyel ve evsel atıksular arıtılmadan derelere ve Haliç'e doğrudan deşarj edilmiştir. Haliç'i çevreleyen araziler ile Haliç'e dökülen derelerin çevresinde yeterli koruma önlemlerinin alınmaması nedeniyle bölgenin ekosistem dokusu hızlı bir şekilde bozulmuştur. Aynı zamanda evsel ve endüstriyel atıksularla birlikte organik ve inorganik özellikte katı maddeler Haliç'e taşınarak Haliç çanağının çamurla dolmasına neden olmuştur. Zamanla Haliç çanağındaki organik çamur çürüyerek etrafa kötü kokular yaymaya başlamıştır. Böylece Haliç ve çevresi İstanbul'un en büyük çevre sorunu yaşayan bir bölgesi haline gelmiştir.



Şekil 2.2 Google Earth programından Halic

2.3 Haliç'in Konumu ve Jeomorfolojik Yapısı

Haliç, paleozoik kütlesini örten neojen üzerinde epijenik olarak ve büyük bir ihtimalle genç tektonik hatlar doğrultusunda kurulmuş olan Alibey ve Kâğıthane derelerinin deniz altındaki bir uzantısıdır. Bu uzanti, yaklaşık 25 bin yıl önceki son buzullaşma döneminde alçalan deniz seviyesine göre oyulmuş gömük vadilerin ortak aşığı çığırlarının, buzul dönemi sonrasında yaklaşık 7000 bin yıl önce deniz seviyesinin yükselmesiyle Boğazla birlikte sular altında kalmış, böylece bu koy olmuştur. Haliç çökellerinin kalınlıkları çok yüksek bir birikim oranı olduğunu gösterir (7 m/1000 yıl) [2].

Haliç güneye doğru eğimli bir topografya içinde yer almaktadır. Güneye doğru akan Alibey ve Kâğıthane dereleri Haliç'e kuzey ucundan yaklaşık 450 metre genişteki kısmından bağlanır. Bu kısımdan itibaren Haliç güneybatı yönündeki Eyüp'ten Güneydoğuya dönerek Boğaza uzanır(Şekil 1.2). Kâğıthane ve Alibey derelerinin birleşiminden Sarayburnu - Tophane arasına kadar boyu yaklaşık 8 km.dir. Bugün Beyoğlu, Eminönü, Fatih, Eyüp, Kâğıthane, Şişli, G.O. Paşa, ilçeleriyle sınırı bulunan Haliç'in genişlik olarak en geniş yerleri Sarayburnu ve Tophane arası 1000 m., Kasımpaşa-Cibâli arası 700 m. civarındadır. Haliç, kuzeybatı - güneydoğu yönünde uzanmaktadır. En derin yeri Galata Köprüsü bölgesinde 42 metre olarak ölçülmüştür. Halıcioğlu-Eyüp civarında derinliği 2-3 metreye kadar düşen Haliç'te sonlara doğru sığlaşma ve yer yer adacıklar görülür. Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara deniziyle çevrili olan Haliç Kuzeybatı – güneydoğu yönünde 25 milyon metrekarelik bir alanı kaplamaktadır. Haliç'in yüzey alanı 2.632.000 m²'dir [3].

Haliç'in her iki kıyısında da yaklaşık 150 metrelik bir kısım deniz seviyesinden birkaç metre yükseklikte düz arazilerle karşılaşılır. Haliç'in batı kıyılarında 40 – 60 metreye hafif eğimli yükselirken, doğu kıyılarında ise 80 – 140 m. gibi daha yüksek değerlere ulaşan dik yamaçlarla çevrilmiştir. İstanbul'un hâkim rüzgârlarından poyraz kuzeydoğudan, lodos ise bunun tam tersi güneybatıdan yani boylamasına olan yönünden dik istikamette eser. Haliç'in önemli özelliklerinden biri olarak, bölgenin geniş besleme alanına sahip başlıca iki akarsuyu olan Alibeyköy ve Kâğıthane dereleri ile beslenmesidir. Ayrıca, Dolapdere İplikhane Deresi, Piripaşa Deresi gibi su yatakları

ile Haliç'e yağışlı zamanlarda önemli ölçüde tatlı su girdisi olmaktadır. Haliç toplam 380 km² drenaj alanına sahiptir [4].

Haliç'in bulunduğu alan Beyoğlu platosuna doğru dik eğimli olup burada 50 – 100 m. yükseklikte tepeler vardır. İstanbul platosuna doğru daha hafif bir kabartı oluşmuştur. Bu tepeler arasında yer yer Haliç'e dik inen küçük vadiler yer alır, çevresindeki arazi ise kuzeye doğru hafifçe yükselir. Yer yer tepe şeklini alan bu yeryüzü şekillerinin en önemlileri, İstanbul kesiminde Ayasofya-Topkapı Tepesi (40 m.), Beyazıt – Süleymaniye Tepesi (55 m.) ve Fatih – Edirnekapı Tepesi (70-80 m.) adları verilen yükseltilerdir. Beyoğlu platosu içinde ise Şişli – Mecidiyeköy (100-200 m.) ,Taksim (70-80 m.), Okmeydanı'nda (80-100 m.) ve Levent – Maslakta (130-140 m.) civarındaki yükseltiler mevcuttur [5].

Haliç'teki taban yükselmeleri Boğazdakilerden daha yüksektir, bu nedenle Haliç askıda vadi olarak kabul edilebilir. Tektonik hareketler nedeniyle denizin dibinde üç sırtlı bir biçimlenme oluşmuştur. Bu üçüncü sırtı hızlı çökme ve doldurmak için bir sınır seti kabul edilir, bu noktadan sonraki Haliç bölümleri aktif deniz ve güncel çevre etkisi altındadır. Haliç çevresindeki taban formasyonu kumtaşı – silttaşı - kiltası kayalarını içeren grovaktan oluşur. Alüvyon yataklarında kum ve kumlu çakıl ceplerine de rastlanır. Genç alüvyon birikimlerinin üst seviyeleri oldukça kirli ve evsel - endüstriyel atıksu deşarjları nedeniyle organik madde içeriği çok zengindir. Bu genç birikimlerin üzerinde Haliç kıyıları kalın yapay bir dolgu tabakası ile kaplıdır [6].



Şekil 2.3 Haliç ve çevresindeki ilçelerin haritası

2.4 Haliç'in Hidrodinamik Özellikleri

Gerek Haliç'teki kirlenme sorununun anlaşılmasında, gerekse kirlenmesinin giderilmesi için alınacak önlemlerin sağlıklı bir biçimde belirlenmesi için, Haliç'in hidrodinamik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Bu konuda günümüze dek birçok gözlem ve araştırma yapılmış olduğu görülmektedir. Çalışmalarda yüzeyde ve çeşitli derinliklerde tuzluluk, sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametreleri ölçülmüş ve ilgili değerlendirmeler elde edilen verilere göre yapılmıştır.

Haliç'in hidrodinamik özelliklerle ilgili olarak tuzluluk parametresi ölçülmüş ve yüzeyde tuzluluğun Alibeyköy-Perşembe Pazarı arasında ‰ 6-10 arasında değiştiği, Hasköy-Ayvansaray kesitinden sonra da ‰10 değerinde sabit kaldığı görülmüş, memba yönündeki seyrelmeye yağmur suları ve derelerin neden olduğu ifade edilmiştir [7],[11].

Haliç'in oşinografik durumunu fiziksel yönden incelemek amacıyla İ.Ü. Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Enstitüsü tarafından Haziran 1970'de kurulan oşinografik istasyonlarda alınan tuzluluk ve sıcaklık değerlerine göre, Haliç'in giriş kısmında yüzeyde (Galata Köprüsü) 14.52 °C olarak ölçülen sıcaklığın, iç kesimlere doğru gidildikçe arttığı ve Hasköy açıklarında 21.89 °C'ye ulaştığı görülmüştür. Ayrıca ortalama 25-30 m. derinlikten itibaren sabit sıcaklıkta (15 °C) olan deniz suyunun varlığı da tespit edilmiştir. Aynı zamanda yapılan tuzluluk ölçümleri ise tuzluluğun, giriş kısmında (‰ 33-36) bir Akdeniz suyu olduğu da tespit edilmiştir [8],[11].

1970,1973 ve 1974 yıllarında Haliç'te çalışmalarında tuzluluk, sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametreleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları, yüzeyden aşağı doğru inildikçe düzgün tabakalaşmış bir su kitlesinin varlığını ortaya koymuş, özellikle 25 metrenin altında bariz bir yoğunluk artışı gözlenmiştir. Ayrıca iç kısımlara doğru gidildikçe yüzeyde sıcaklığın arttığı, tuzluluğun azaldığı görülmüştür. Marmara yönünden gelen alt akıntının, ‰ 35-36 tuzluluk içeren suları Haliç'in iç kesimlerine kadar sürüklediği, tuzlu suların Haliç'in dip topografyası dolayısıyla Kasımpaşa civarında hapsediği öne sürülmüştür. Ölçümlerde, yüzeydeki çözünmüş oksijen konsantrasyonları Haliç'in ağız kısmında 6-8 mg/l iken iç kısımlarda 0.4 mg/l' ye kadar düşmüştür [9].

Seyir Hidrografi ve Oşinografi Başkanlığınca Ekim 1975 tarihinde yapılan sıcaklık ve tuzluluk ölçümlerinde ise Haliç'in giriş kısmında (Köprü) 6.4 °C olan sıcaklığın, Hasköy açıklarında 21.61 °C' ye ulaştığı ve yine 30 metrenin altında ise sabit sıcaklıkta (15 °C) olan Akdeniz suyunun varlığı tespit edilmiştir. Aynı tarihlerde yapılan çalışmalarda tuzluluğun giriş kısmında ‰ 18.97 olduğu ve iç kesimlere doğru gidildikçe azaldığı ve ‰ 18.01' e düştüğü gözlenmiştir.

1985-1989 yılları arasında, Unkapanı –Haliç Köprüsü arasında seçilen 15 istasyonda Haliç'in hidrodinamik özellikleri incelenmiştir. Özellikle ODTÜ ölçümleri ile açıklığa kavuşturulan önlemler şunlardır:

- Haliç'e, Boğaz'daki çift akıntı sistemi girmektedir. Bu sistem Haliç içinde, sıcaklık, tuzluluk ve çözülmüş oksijen özellikleri esas itibari ile korumaktadır.
- Kara kökenli deşarjlar ve drenaj suları, nispeten düşük yoğunluklu bir yüzey tabakası oluşturmaktadır. Bu tabaka, kirli oluşu ve yüksek askıda katı madde içeriği dolayısıyla radyasyonu üst 1-2 metrede tamamen emmektedir. Bu olay üst akıntının sıcaklığını arttırarak yoğunluğu daha da azalmaktadır.
- Isınma olayı eski Galata Köprüsü' nün dubaları ile Boğaz'da yatay karışımı engellenirken düşük yoğunlukta düşey karışımın mertebesini azaltmakta ve dolayısıyla Boğaz'daki iki tabakalı sistem, Haliç' de üç tabakalı bir sisteme dönüşmektedir:

a) Yüzey tabakası, 2 - 3 m

b) Orta tabaka, 2 - 25m; Karadeniz özelliklerine sahip; yüksek çözülmüş

oksijen, tuzluluk ‰ 18 - 20, sıcaklığın yıllık değişimi 4 - 23°C.

c) Alt tabaka, 25 m.'nin altında; çözülmüş oksijen ara kesitte 6 mg/l, tabanda 2

mg/l, diğer özellikler yıl boyunca sabit, tuzluluk ‰ 38, sıcaklık 13 - 14 °C [10],[11] .



Şekil 2.4 Pierre Loti'den Haliç görünümü

2.5 Haliç'in Hidrografik Özellikleri

Haliç'in yüzey tabakası ile hemen altındaki su tabakası aynı kaynaklı olmasına rağmen çok değişik özellikler göstermektedir. Yüzey tabakasının ortalama sıcaklık dağılımı mevsimsel olarak beklenen sınırlar içinde değişmekte olup, özellikle yaz mevsiminde alt tabakadan birkaç derece yüksektir. Bu da güneş enerjisinin bu tabakada tamamen sönmelenmesinden dolayıdır. Yüzey suyunun tuzluluğu da zamana bağlı olarak değişmekte, özellikle kış ve bahar aylarında büyük miktarda azalmaktadır. Dip tabakası Marmara Denizi alt suları ile beslenmekte ve bu su kütesinin sıcaklık ve tuzluluk özellikleri mevsimsel değişim göstermeden taşımaktadır. Sıcaklık 13 - 14 °C arasında, tuzluluk ise ‰ 37 - 38 olarak sabit kalmaktadır [12].

Haliç'in dip çamuru oksijensizdir ve zehirli gazlar üretmektedir. Dip çamuru üstünde bulunan Marmara alt sularının içerdiği oksijen, çamur tabakasından çıkan zehirli gazların oksidasyonu için yeterli seviyede olup bu kötü kokulu gazların yüzeye ulaşmasına engeldir. Haliç'te derinliğin 2 m. veya daha az olduğu yerlerde ise yüzey suyu evsel ve kanalizasyon atıkları nedeni ile oksijeni çok azaltmakta veya tamamen kaybetmekte ve dolayısıyla dip çamurundan çıkan toksik gazların oksidasyonu olayı oluşmamaktadır [12].

Yapılan çalışmalarında Haliç'in orta kesimlerinden denize doğru ilerledikçe orta su tabakalarında canlıların rahatça yaşamasına yetecek kadar çözünmüş oksijen bulunduğu, buna karşılık yüzey sularının oksijence fakir olduğu görülmüştür. Haliç'te H₂S oluşumu

Marmara alt akıntısının yeteri kadar oksijen sağlayamadığı zaman ve yerlerde görülmektedir. Özellikle yaz aylarında suyun ısınması ile, oksijenin suda çözünme yeteneğindeki azalmaya, alt akıntıdaki zayıflamanın eklenmesi ve su sıcaklık artışının organik materyalin ayrışmasına çabuklaştırması sonucunda dip sularında H₂S gazının oluşumu izlenmektedir [13].

Haliç'te canlıların yaşam şartlarını sınırlandıran faktörlerden biri de sudaki süspansiyon halindeki maddelerin ışığın dikey yayılışını geniş çapta etkilemesidir. Bu nedenle de fotosentez yapan fitoplankton ve yeşil algler gibi bitkiler ve bunlarla geçinen bir çok hayvansal organizmanın yaşaması geniş çapta sınırlanmaktadır. Çeşitli tarihlerde sechi disk ile yapılan suyun geçirgenliği ölçümlerinde Haliç'te fotosentez ve buna bağlı yeşil bitki yaşama alanı 0.20-0.70 m. arasındaki dar su şeridi ile sınırlanmaktadır [13].

HALIÇ'İN TARİHTEKİ YERİ VE KİRLİLİK NEDENLERİ

3.1 Haliç'in Yapılaşmaya Açılması

Haliç, yüzyıllar boyunca İstanbul'un en güzel mesire ve eğlence olma özelliğini sürdürdü. Cumhuriyet'in ilanıyla İstanbul artık planlı döneme girdi ve 1933 yılında yapılan ilk plan Haliç kıyıları boyunca bir yol önerdi; bu öneriyle Haliç'in kentin diğer alanlarıyla ilişkisinin kuvvetlendirilmesi amaçlanıyordu. Ancak 1936 yılında Atatürk'ün davetiyle Türkiye'ye gelen ve İstanbul'un Nazım Planı'nı oluşturmakla görevlendirilen, dönemin önde gelen şehircilerinden Fransız **Henri Prost** tarafından İstanbul'un biçimlenmesinde çok büyük bir önemi olan ünlü Prost planı yapıldı. Prost planının Haliç'i ilgilendiren kararlarını şöyle özetleyebiliriz:

- Galata Köprüsü'nün içe alınarak iki ucunun düzenlenmesi,
- Haliç kıyısında Galata ile Unkapanı köprüleri arasında gıda satış alanlarının geliştirilmesi,
- Sanayinin Haliç'te toplanması (ki bu içlerinde en önemlisidir),
- Tarihi yarımada yüksekliğin sınırlanması ve İstanbul'un silüetinin bozulmaması için Marmara ve Haliç yamaçlarının konut alanı olarak belirlenmesi [35].

Haliç'in katline neden olan esas başlangıç olan Prost planının öngördüğü doğrultudaki gelişmeler Haliç'teki sanayi alanlarının konumunu pekiştirdi ve burası artık giderek hızla bir sanayi koyu haline geldi. Yoğunlaşan bu sanayi alanlarına bağlı olarak Haliç ve çevresinde kirlilik, çevresel sorunlar, kaçak yapılaşma ve giderek tarihi alanların terk

edilmesi sonucu bu alanlar çöküntü alanları haline geldi. Prost planı kararlarıyla desteklenen sanayi işlevi burayı giderek bir kamusal alan olmaktan çıkardı ve Haliç bu anlamda giderek kentin merkezinde yer alan bir sanayi alanına dönüştü. Osmanlı'nın son dönemlerinden itibaren küçük ölçekli sanayi yapılarının yer almaya başladığı Haliç, 1954 senesinde sanayi bölgesi ilan edilmesi ile hızla sanayileşen bölge, çevresel kirlenmenin yaşandığı ilk bölge olarak ortaya çıktı.

Haliç'te 1957 li yıllarda yürürlüğe konan Beyoğlu Nazım planı ile Kasımpaşa-Kâğıthane Deresi arası ve Kâğıthane – Atışpoligonu arası 1. sınıf sanayi için ayrılmış ve bu tarihten itibaren kirliliği oluşturan unsurların artışı hızlanmıştır. Haliç kıyıları plansız yapılanmadan dolayı yoğun bir sanayi bölgesine dönüşmüştür. Birçok tersane, fabrika, depo ve mezbahaların faaliyet göstermesi Haliç'in doğal yapısını ve çevresini çok hızlı bir şekilde değiştirmiştir. Sanayi atıkları ve bölgeye yığılmaya başlayan halkın ortaya çıkardığı atıklar hep Haliç'e akıtılmıştır. 1960 – 1985'li yıllar bu bölgede nüfusun hızlı arttığı, plansız sanayileşmenin ve şehircilik kaideleri düşünülmeden oluşturulan yerleşim birimlerinin hızla kurulduğu yıllar olmuştur. Öyle ki 1985 yılına geldiğinde bölgede 700 sanayi tesisi ve 2000'den fazla işyeri bulunduğu, Haliç çevresindeki bu işyerlerinde yaklaşık 32.600 kişinin çalıştığı bildirilmiştir [14].

Altın Boynuz, kısa sürede sanayileşmeden nasibini alarak kirlenmeye başladı. Uzun yıllar boyunca evsel (çevredeki yoğun yerleşim), endüstriyel (sanayi yapılarının Haliç'teki suyu kullanması ve hiçbir önlem almadan tekrar bırakması) ve gemi kaynaklı kirlenmenin tehdidi altında kalan Haliç adeta bataklığa dönüşmüştü. Canlı yaşamın bitme noktasına geldiği Haliç bir çamur deryasıydı neredeyse. Yapılan bu hatadan geri dönülemeyince, Haliç'i kurtarmak için çözüm arayışlarına girildi.



Şekil 3.1 Haliç'in kirli zamanlarına ait bir fotoğraf

3.2 Osmanlı Zamanında Haliç İçin Alınan Tedbirler

Haliç'in dolmasına ve kirlenmesine mani olmak için Fatih zamanında başlayan çalışmalara Kanuni zamanında da devam edilmiştir.

3.2.1 Dünyada İlk Çevre Yönetimi

Bereketli havzası tarihten bu yana cazibesini korumaya devam eden Haliç bölgesinin gelişmesinin çevreye verebileceği zarar vaktinde anlaşılmış ve bunu önlemek için zamanın idarecileri bazı tedbirler almışlardır. Meselâ, Mustafa Paşanın Netâyic-ül Vukûât kitabında belirtildiği gibi, Haliç ile ilgili bilinen ilk çalışma, İstanbul'un fethini takiben Fatih Sultan Mehmet'in emriyle yapıldı. Fatih Sultan Mehmed, Haliç'in dolma ve kirlenme tehlikesinden korunması için özel bir ferman çıkarmıştır. Bu fermana göre Kâğıthâne sırtları tarımdan men edilmiş ve bu sahada ağaçlandırma faaliyetleri başlatılmış ve ayırık otları ekilmiştir. Ayrıca, Haliç'in etraftan sürüklenen rüsûbâttan (tortu ve çöküntülerden) temizlenmesini teşvik etmek gayesi ile Haliç'in tabanından alınan alüvyonlu çamuru kullanan seramik imalatçıları vergiden muaf tutulmuştu. Haliç Sultan Fatih tarafından Haliç'i korumak üzere uygulamaya konan bu tedbirler, dünyada bilinen ilk çevre yönetimi planı olarak gösterilmektedir [15].

İlklerin suya dönüşüp aktığı bir coğrafya olan Haliç; Dünyada bilinen ilk çevre yönetimi planının uygulandığı yer olması yanında, İstanbul ve Türkiye'de çevre kirliliğinin ilk defa hissedildiği ve aynı zamanda çevre konusunda Türkiye'de çevre ile ilgili yapılmış ilk doktora tezine (1963) konu olan bölgedir [7].

3.2.2 19. Yüzyılda Haliç'in Kirilenmesi Üzerine Alınan Tedbirler

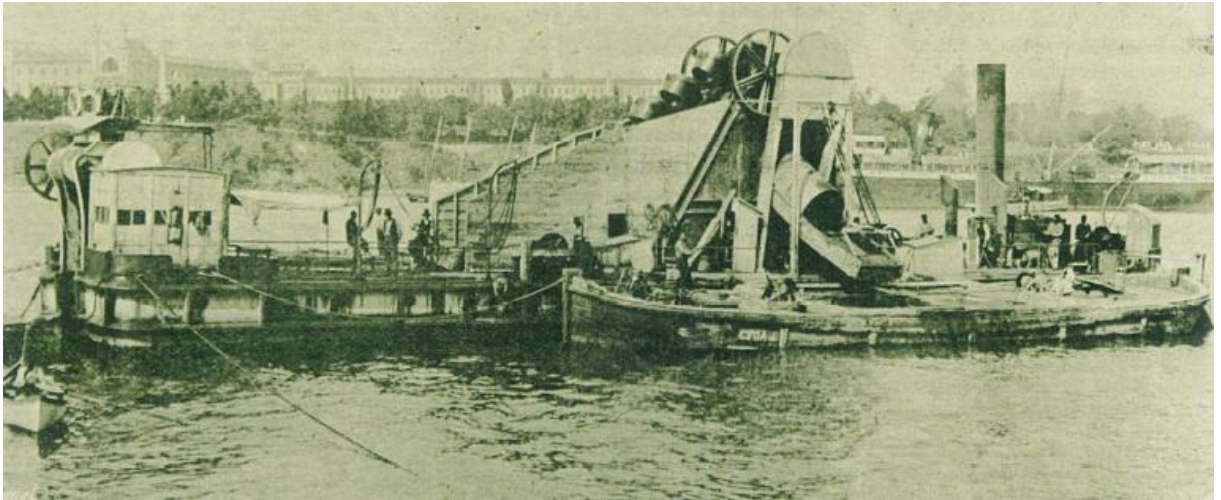
1850'de sadarettten çıkan bir tezkirede bu kirliliğin sebepleri üzerinde durmakta ve çare aranmaktadır. Tezkirede, Haliç'in temizliği konusunda var olan nizama bir süreden beri bakılmadığından Eyüb, Sütlüce, Kağıdhane, Alibeyköy'e varıncaya kadar iki taraşı arazinin toprak ve çamuru ve bazı gemilerin safraları limana dökülmesinden vesair bir takım sebepten dolayı limanın bir kısım yerleri dolmuştur. Ayvansaray ile Piripaşa İskeleleri arasında yapılmış olan köprü ise suların cereyanına mani olmaktadır. Meclis-i Vala'da konu görüşülmüş ve Haliç'in bu duruma gelmesinin en büyük sebebi olarak köprünün sal üzerine yapılmasından ve daha sonra da altına kazık çakılmasından dolayı Kâğıthane tarafından gelen çamurlu sulara sed oluşturmastır. Çare olarak bu köprünün kaldırılması üzerinde durulmuştur. 1855 yılında Kapudanpaşa'ya yazılan yazıda Haliç'teki kirlenmenin önlenmesinin "Bunun şimdiden bir çâresine bakılması ehemmi-i umûrdan bulunduğuna" dikkat çekilmiştir. Yazıda Haliç'in dolmasına ve kirlenmesine mani olmak için Fatih ve Kanuni zamanında yapılan çalışmalara atıfta bulunulmuştur. Yazıda bir müddetten beri nizamlara uyulmadığı, ayrıca bir kısım sebeplerle Haliç'in dolduğu ve kirlendiği belirtilmektedir. Yazının tam metni şöyledir;

"Tathîr-i liman madde-i nâfia-i ma'mûriyet-i mülkiyenin e'âzım-ı esbâb-ı asliyyesinden olup Devlet-i Aliyyece bunun icrâsı mülken ve maslahaten pek ehemmi ve elzem olup husûsuyla Haliç Dâru'l-hilâfeti'l-aliyyenin ehemmiyet-i hâliye ve mevki'iyyesine mebnî hüsn-i vikâyesine tâ feth-i hâkânîden beri bezl-i mesâ'î ve ikdâm olunup hattâ Fâtih Sultan Mehmed Hân-ı aleyhirrahmetü ve'l-gufrân hazretlerinin zamân-ı saltanatlarında Eyüb ve Sütlüce ve Kağıthâne ve Alibey köylerine varınca iki taraşı arâzînin çamur ve toprakları Haliç'e akmamak için zirâ'attan men'î hakkında bir kavî nizâm vaz' olunmuş ve asr-ı hazret-i Sultan Süleymânî'de dahi bu nizâmı müekked olarak arâzî-i mezkûreden derûn-ı Haliç'e bir gün mazarrat ihtimâli kalmamak üzere bu yerlere ayrık kökü dikdirilmiş ve yakın vakte kadar bu nizâmâtın devâm-ı icrâsına takayyüd ve itinâ olunmakta bulunmuş olduğu halde biraz vakitten beri nasıl ise bakılamayıp bu yerler zirâ'at olunmağa başlanılmasıyla yağmurlar yağdıka toprak ve çamur Haliç'e dökülmesinden ve bazı gemiler dahi hilâf-ı usûl ve kâ'ide safralarını limana dökmesinden ve sâir birtakım esbâb-ı muzırradan dolayı limanın biraz yerleri dolmağa yüz tutup ezcümle Mığırdıçın yapırmış olduğu köprü suların cereyânına mâni' olarak

öte tarafını gereği gibi sığlaştırmayışıyla o dahi bir büyük mazarrat bırakmış olduğundan bir müddet daha şu hâl ile kaldığı takdîrde git gide fenâlaşıp tersânece intâc edeceği mazarrattan başka kürre-i arzda misli bulunmayan ve enzâr-ı âlemde memdûh ve müsellemler olan böyle bir limanın fenâlaşması Devlet-i Aliyye'nin şân ve şükûh-ı âlîsine dahi muvâfık olmayacağına ve nizâmât-ı kadîmesinin muhâfazası Tersâne-i Âmire'nin vazîfe-i me'mûriyetiyeti olarak bunun şimdiden bir çâresine bakılması ehemmi umûrdan bulunduğuna binâen iktisâsının serî'an meclis-i bahriyede bi'l-etrâf müzâkere ve sûret-i karâr ve tesviyesi beyân olunmak üzere keyfiyetin savb-ı vâlâ-yı kapudânîlerine havâlesi meclis-i vâlâde tezekkür ve tensîb olunarak bi'l-istîzân irâde-i seniyye-i cenâb-ı pâdişâhî dahi ol merkezde müte'allık ve şeref-sudûr buyurulmuş olmakla ber-mûceb-i irâde-i seniyye-i cenâb-ı pâdişâhî iktizâsının serî'an icrâ ve ifâde buyurulması bâbında emr u irâde hazret-i men lehu'l-emrindir."

Fî 14 Ca sene 7243 [16].

Haliç tabanı, gemi güzergahları ve iskele önleri deniz trafiğinin düzenli yapılabilmesi için zaman zaman tarak vapurları ile taranarak temizlenmiştir.



Şekil 3.2 Tarak vapuru ve çamur dubası [25]

Alınan önlemleri madde madde yazmak gerekirse şu şekilde sıralanabilir:

- Haliç dahilinde odun ve kömür deposu yapılması, süprüntü ve moloz dökülmesi yasaklanmış, şehremaneti odun ve kömür depolarını şehrin başka bölgelerine taşınması için çalışmalara başlamıştır.

- Haliç çevresinde ruhsatsız tesis edilmiş olan fabrikaların kapatılması 1862 tarihli nizamnamenin 17. maddesinde fabrika inşaatı yasak bölgeler tādāt edilmiştir. Buna göre Anadolu yakasına; Anadolu Feneri'nden Fenerbahçe burnuna kadar olan sahil şeridinde, Avrupa yakasında; Rumeli Feneri'nden başlayıp Büyükdere, Kâğıthane, Alibeyköy, Rami Çiftliği, Yedikule ve Ayastafanos sınırına kadar olan sahil şeridi. Yasağın gerekçesi olarak artan deniz trafiğinin geniş ve açık alanlara ihtiyaç duyması gösterilmektedir.
- Haliç'te kışlayan ve çevre kirliliğine yol açan yelkenli gemilerin Boğaziçi'nde Umuryeri, Kireçburnu, Çubuklu, Büyükdere koyları gibi bölgelerde kışlattırılmaları önerilmiştir. Bahriye Nezareti motorlu gemilerin Haliç'i kirletmesi, hem de Haliç'e köprülerin yapılmasıyla büyük gemilerin Haliç'e girişte zorlanmaları sebebiyle tersanenin Haliç dışına taşınması üzerinde durmuş ve daha sonra yapılan incelemeler sonucunda Gölcük seçilmiştir.
- 1861'de Haliç'in İstanbul tarafındaki kıyı şeridinde çöplerin dökülmemesi gereği üzerinde durulmuştur.
- Kasımpaşa deresinin ıslah edilmesi. Kasımpaşa Deresi taşıdığı atıklarla hem kamu sağlığı hem de çevre kirliliğine yol açıyordu. Bu sebeple derenin ıslahı konusunda 1883 yılında ilk olarak Terkos Su Şirketi bir proje önermiştir.
- Haliç'in dolmasına karşı çeşitli tedbirlere başvurulmuştur. Son yirmi yıldır üzerinde ısrarla çalışıldığı halde Haliç'in bitmeyen bu temizleme çalışması konusunda Osmanlı'nın son döneminde ilgili kurumların faaliyetleri olmuştur. Haliç Vapur Şirketi, Haliç'te deniz ulaşımını engelleyen birikintilerin temizlenmesi amacıyla çeşitli teşebbüslerde bulunmuştur.

3.3 Haliç'teki Kirliliğin Temel Nedenleri

Sultan Fatih tarafından başlatılan bu çevre korumacı yönetim anlayışının terk edilmesi ile geçen yüzyılın başından itibaren 1985 yılına kadar Haliç sahilleri ve yakın çevresinde 700 civarında sanayi tesisi ile 2000'den fazla işyeri kurulmuş. Haliç'in her iki yakasındaki plansız yapılaşma sonucu tabii çevre tahrip edilmiştir.

Haliç'te su kirliliğinin temel sebepleri;

- Çevredeki yamaçlardan ve beslendiği derelerden gelen süprüntü maddeleri
- Evsel kaynaklı atıksular
- Sanayi kaynaklı atıksular
- Çöpler, katı atıklar
- Diğer atık maddeler



Şekil 3.3 Haliç adacıklarının eski hali

3.3.1 Çevredeki Yamaç ve Beslendiği Derelerden Gelen Süprüntüler

Haliç'e bağlı en önemli iki dere olan Kâğıthane ve Alibeyköy'ün sahip oldukları 181.600 m² ve 192.400 m²'lik havzalarında oldukça dik meyilli yamaçlar bulunmaktadır. Bu iki derenin havzasında, bitki örtüsünün tahribi, havzada mevcut ve açılmakta olan taş ocakları, mermer ve tuğla ocakları dolayısıyla moloz ve katı maddelerin kolayca sürüklenebilir halde olması ve yağmur suyu drenaj sisteminin bulunmayışı, o araziyi erozyona müsait bir hâle getirmiştir. Her geçen yıl Haliç tabanının biraz daha dolmasına sebep olmaktadır. Bu dolma senede 6-10 santimetrelik derinlik azalmasına sebebiyet vermektedir.

1995'li yıllara kadar Haliç'i besleyen temel iki dereden Alibeyköy Deresi ve Kâğıthane Deresinin çevresindeki ormanlık alanların iskana açılması, dere yataklarının tahrip edilmesi veya değiştirilmesi sonucu dik yamaçlarından yağmurla birlikte taşınan 70.000 m³ / yıl'lık bir sürüntü malzemesi Haliç tabanında 10 cm.lik bir birikime neden olmaktaydı. Bu durum neticesinde Haliç'e akan derelerin sularının aşırı kirli olması daha

önce Haliç'te yaz aylarında anaerobik ayrışma neticesinde son derece kötü kokulara neden oluyordu [17].

3.3.2 Eysel Kaynaklı Atıksular

Haliç bölgesi içerisinde yer alan Eminönü, Eyüp, Fatih, Şişli, Gaziosmanpaşa, Beyoğlu ilçelerinde 1975 yılı nüfus sayımına göre 1.205.180 kişi yaşamakta iken 1980'lere gelindiğinde ise yapılan sayımda bu sayı 2.237.679 kişiye ulaşmıştır [18]. 1995 yılına kadar Haliç'in etrafında yaşayan nüfusun evsel atıkları, 200'ü aşkın irili ufaklı deşarjla artımsız bir şekilde direk Haliç'e verilmekteydi [19].

3.3.3 Sanayi Kaynaklı Atıklar

Haliç'in çevresinde 1990'lı yıllara kadar bulunan sanayi tesislerini sınıflandıracak olursak bunlar; gıda, tekstil, kimya, madeni eşya, Haliç Tersanesi, deri sanayi, gibi irili ufaklı tesislerdir. Bunların belki de en eski ve büyüklerinden sayılabilecek bir tanesi Osmanlılar zamanından kalma 1911 de inşa edilen ve 1983 yılına kadar faaliyette olan Silaharağa Elektrik Santralidir. Bu santral kömürle çalışıyor ve atıklarını direk Haliç'e boşaltıyordu. Yine Osmanlılar döneminde sanayinin çoğu Haliç civarındaydı. Bu nedenle sanayi tesislerinden atılan cıva, kadmiyum, kurşun, bakır, çinko, arsenik gibi zehirli etkiye sahip ağır metal atıkları uzun yıllar Haliç'i kirletmiştir. Haliç'e bir yılda bırakılan endüstriyel sıvı atık miktarı 1,9 milyon tonun üzerindedir. Sütlüce'deki mezbaha tesislerinin atıklarındaki ortalama BOİ değeri ise, 1700 mg/L.den fazla idi.

Haliç ve onu besleyen Kâğıthâne ve Alibeyköy derelerinin kenarlarında bulunan ve artıklarını Haliç'e akıtan; Döküm yapan işyerleri, cam atölyeleri, ham deri işleme sanayileri, elektrolitik kaplama ve galvanize sanayi, yünlü yıkama, boyama ve finisaj yapan tekstil tesisleri, volkanizasyon yapan lastik tesisleri gibi atıksu kirletici yükü yüksek endüstri tesisleri kurulmuştur (700 civarında sanayi tesisi ile 2000'den fazla küçük esnafa âit iş yeri), Haliç'in kirlenmesinde en önemli sebeplerdendi.

Haliç'e akıtılan endüstriyel artıkların BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) yönünden meydana getirdikleri kirlenmenin değeridir üç milyon kişiden daha fazla bir eşdeğer nüfusun meydana getireceği kirlenmeye eş olduğu tahmin edilmektedir.

3.3.4 Katı Atıklar

Sadece 1970'lerin ortalarında Haliç'e bir yıl içinde kara ve deniz yoluyla gelen yük miktarı 11,3 milyon tona ulaşmıştı. Yük boşaltımı için Haliç'te toplam 64 iskele bulunuyordu. 1980 öncesinde belediyelerin katı atık toplama açısından yetersiz olması neticesinde, Haliç'in sahillerinde bulunan birçok kuruluş, çöplerini doğrudan doğruya Haliç'e atmak suretiyle yok etme yoluna başvurmuşlardır. Bu bölgede bulunan endüstri kuruluşlarının senede yaklaşık 49.500 ton katı atık meydana getirdikleri tespit edilmiştir. Haliç çevresinde bulunan birçok kuruluş ve şahıslar İstanbul belediyelerinin katı atık toplama noktasındaki yetersizlikleri yüzünden bu atıkların bir kısmının, Haliç'e atıldığı düşünülürse, katı atıkların da Haliç'in kirlenmesinde önemli bir yeri olduğu anlaşılır. Yine bazı şahıslar Haliç'ten toprak kazanmak maksadıyla moloz gibi maddeleri buralara dökerek kirliliğe neden olmuşlardı.



Şekil 3.4 Haliç ıslah çalışmaları öncesi Alibeyköy Deresi'ni gösteren fotoğraf

3.3.5 Diğer Atıklar

Bunlara ilâveten, Haliç çevresinde bulunan tersane, gemi söküm yerleri, deniz araçlarının atıkları, mezbahalardan denize atılan atıklar bir ek kirleticili kaynağı oldu. Ayrıca çöp dökme yeri olarak kullanılan Habibler Köyü ve Levent Oto Sanayi Sitesinden sızan sular da Haliç'i kirlüten diğer kaynaklardandır.

HALIÇ İÇİN YAPILAN TEMİZLİK ÇALIŞMALARI

4.1 Haliç Çevresinin Boşaltılması

Haliç'in temizliği ile ilgili ilk ciddi teşebbüs, 5 Haziran 1981'de yapılan "Çevre Günü Sempozyumu"ndan sonra oldu. Bu sempozyumdan sonra; Haliç Üst Kurulu, buna bağlı olarak Haliç Çalışma Grubu kuruldu. 1. Ordu ve Sıkıyönetim Komutanlığı, Kuzey Deniz Saha Komutanlığı, İstanbul Belediye Başkanlığı, Boğaziçi Üniversitesi, İTÜ, İÜ, İSKİ Genel Müdürlüğü gibi, 18 kısım ve kuruluşun temsilcilerinden meydana gelen üst kurulun başkanlığı İstanbul Valisi'ne verildi.

Kurul, Haliç çevresinde bulunan, 696 fabrika ve 2020 küçük esnafa ait iş yerini kaldırmaya karar verdi. İstimlâk bedeli, çevre düzenlemesi, kolektör için gerekli maddi kaynak temin edildikten sonra, temizlik hareketine başlandı:

Haliç'in temizlenmesi için Çerkezköy ve Tuzla'da 600 bin metre kare arsa istimlâk edildi. 1984 yılında mahalli idarelerin yetki ve imkânlarında sağlanan kısmi iyileştirmeler neticesinde Büyükşehirlerin Kuruluşu ve İSKİ Kanununun sağladığı imkânlarla Haliç ve çevresindeki sanayi tesisleri faaliyetleri durdurularak, ilk yıkım çalışmaları 23 Mayıs 1984 günü başlamak suretiyle 1985-1986 yıllarında başka yerlere nakledilmişti. Haliç'ten 44 mavna 19 batık gemi çıkarıldı. 696 fabrika ve 2020 küçük esnafa ait işyeri yıkıldı. Böylece çevrede bir milyon metrekarelik alan açıldı.

4.2 Haliç Çevre Koruma Projesi

Haliç'in ve çevresinin yeniden düzenlenmesi, geçmişteki tarihi ve kültürel özelliğinin geri kazandırılabilmesi için İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSKİ tarafından dünyanın en büyük çevre koruma projelerinden "Haliç Çevre Koruma Projesi" başlatılmıştır.

- Haliç için uzun yıllardan beri gerekli tedbirler alınmadığından Memba tarafı dolmuş, Valide Sultan köprüsü ile Eyüp Sultan Camii arasında Su derinliği yer yer 0,5m.'nin altına düşmüş olup, bu kesimde ve Eyüp Sultan Camii memba tarafında çok sayıda adacıklar oluşmuştur.
- Valide Sultan Köprüsü'nden itibaren Haliç belirgin bir şekilde kokmakta, özellikle Eyüp Sultan Camii ve memba tarafında çok keskin ve rahatsız edici koku oluşmaktaydı ve su yüzeyi çamurdan çıkan ayrışma ürünü gazların oluşturduğu kabarcıklarla dolmuş bulunmaktaydı.
- Alibey ve Kâğıthane derelerinin taban kotları Haliç'in memba kısmındaki taban kotunun altında kalmış, dolayısıyla derelerden sağlıklı bir su akışı olmamakta ve nedenle yağmurlu havalarda su taşkınları yaşanmaktaydı.
- Haliç'in Valide Sultan Köprüsü'nden memba kesimine doğru su derinliği çok azaldığından sandalların dahi seyir etme imkanı kalmamıştı.
- Haliç'in koku ve görüntü probleminin giderilmesi, Alibey ve Kâğıthane derelerine sağlıklı bir akış sağlanması, deniz araçları ile Boğazdan Alibey ve Kâğıthane derelerine kadar ulaşılabilmesinin yanı sıra, Haliç'in rekreasyon ve benzeri faydalı amaçlarla kullanılabilmesi, geçmişteki tarihi ve kültürel özelliğinin geri kazandırılması gayesi "Haliç Çevre Koruma Projesi"ni uygulamaya koymuştur.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Uluslararası Metropolis Organizasyonu tarafından ilk kez düzenlenen projeler yarışmasında bu proje ile birinci oldu. Toplam 76 üye kentin oluşturduğu Uluslararası Metropolis Organizasyonu tarafından ilk kez düzenlenen proje yarışmasında, 15 şehirden toplam 30 proje aday gösterildi. Yarışmada çevreye katkısı, İstanbullulara sunduğu dinlenme mekânları, eğlence, kültürel imkânlar ve Haliç kıyısındaki tarihi çevreyi yeniden canlandırma çabaları göz önünde bulundurularak o yıl

ilki verilen Metropolis Ödülü'ne "Haliç Çevre Koruma Projesi" layık görüldü. Proje, Güney Kore'de yapılan Metropolis 2002 Seul Kongresi'nde açıklandı [37].



PARTICIPANTS LIST

www.metropolis.org

Addis Ababa - Barcelona - Belo Horizonte - Esfahan - Guangzhou - Istanbul - La Havana
Lisboa - Mashhad - México - Montreal - Niamey - Rio de Janeiro - Seoul - Shenyang

And the winner is ...
FIRST PRIZE



Metropolis Award

> **Istanbul. Golden Horn Environment Protection Project**

The Golden Horn Environment Protection Project was instigated by the Istanbul Metropolitan Municipality and ISKI with the key objective of cleansing the Golden Horn, thus removing once and for all its unpleasant odours and ugly sights, and to restore and revitalise the historic and cultural features once possessed by the Golden Horn and surrounding area.

The main aim of the Project is to enable this unique stretch of water, famed for its incomparable beauty in the Byzantine and Ottoman periods, to recover its former identity, thereby adding a contemporary dimension to this great undertaking which will be a gift to the generations of the future.

www.iski.gov.tr



Şekil 4.1 Haliç çevre koruma projesi'nin kazandığı 2002 metropolis birincilik ödülü

Haliç'i kurtarmak için öncelikle iki önemli adımın atılması gerekiyordu. Birinci adım, Haliç'e elen atıksuların girişinin önlenerek arıtma tesislerine iletilmesi; ikinci adım ise Haliç'te zaman içinde birikmiş olan çamurun taranarak, uygun bir alanda toplanmasıydı. Ardından da, geçmişteki tarihi ve kültürel özelliğini geri kazandırmak için Haliç ve çevresinin yeniden düzenlenmesi gerekiyordu.

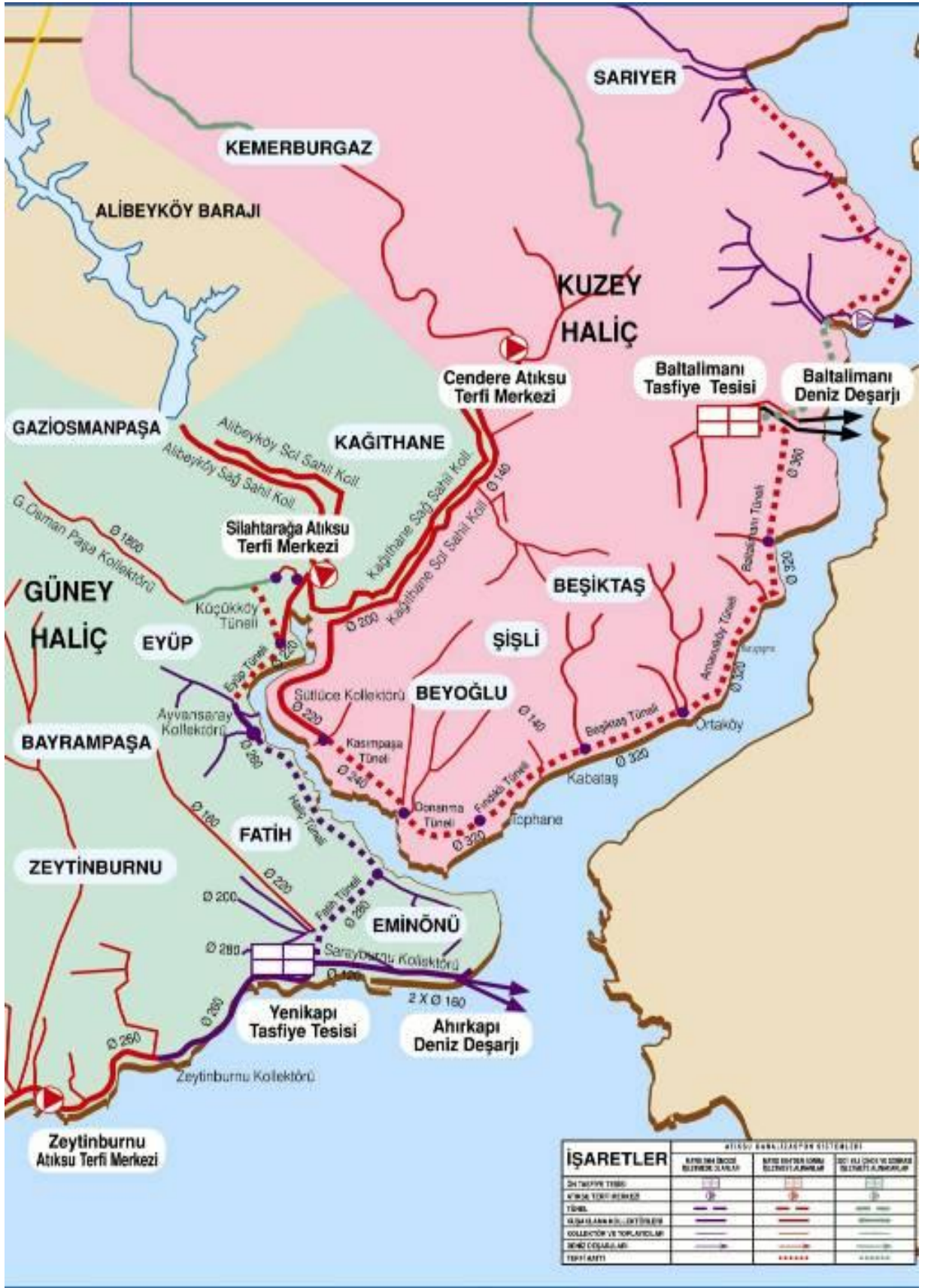
Haliç'i kurtarmak maksadıyla gerçekleştirilen bu dev proje 5 büyük safhaya ayrılmıştır. Bunlar:

- Etüt ve Proje safhası
- Tarama safhası
- Atıksu kuşaklama kolektörleri ve tesislerinin inşası safhası
- Çevre düzenlemesi safhası
- Turizm, kültür, sanat ve rekreasyon vadisi olarak bölgenin tanzimi safhası

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSKİ'nin, Haliç'i kurtarmak ve eski ihtişamlı günlerine geri döndürmek için 12 Temmuz 1988 günü Camp-Tekser Konsorsiyumunca hazırlanan İstanbul Atıksu Kanalizasyon ve Arıtma Sistemi Master Planı çerçevesinde, 1995 yılında " Haliç Çevre Koruma Projesi" kapsamında Kuzey ve Güney Haliç Projeleri'nin uygulamaya kondu. Böylece Haliç'e dökülen tüm atıksular kontrol altına alınmış ve arıtma tesisinde arıtma işlemine tabii tutulmuştur. Atıksu şebekeleri, kolektörleri, deniz deşarjı, kara boru hattı, terfi merkezleri, tünelleri, atıksu arıtma tesisleri inşaatı ve Haliç'e uzun yıllar dökülen atıksuların oluşturduğu çamurun taranması işlemlerini oluşturan proje hayata geçirilmiştir. 10 yılı aşkın yürütülen ortak projeler ile 653 Milyon Dolar harcanarak Haliç'e ve İstanbul Boğazına evsel ve endüstriyel atıksu girişi önlenmiştir. 5 Milyon m³ çamur taranarak Haliç bataklık olmaktan kurtarılmıştır. [21]

Bu projenin safhaları:

- Güney Haliç Projesi
- Kuzey Haliç Projesi

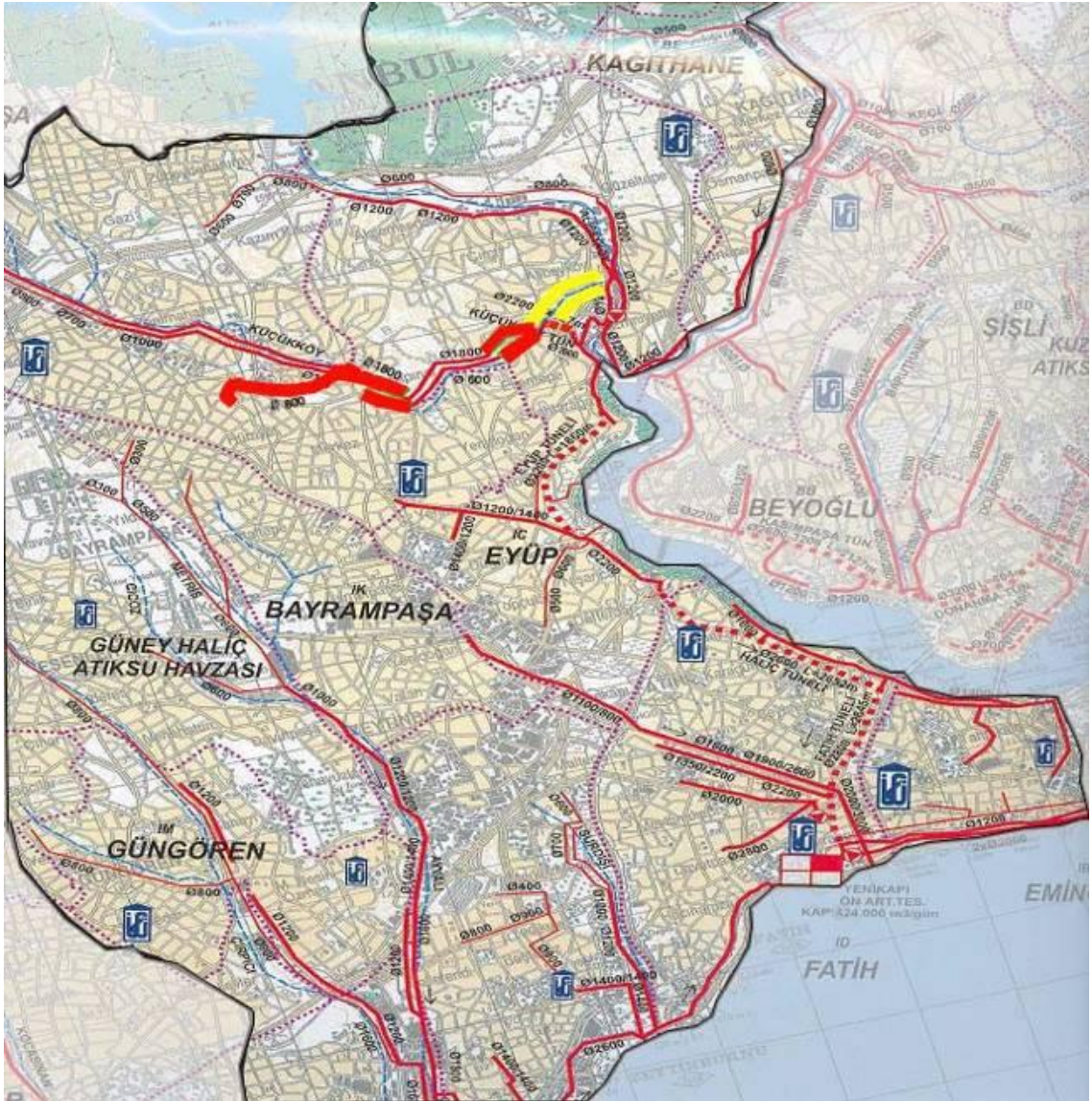


Şekil 4.2 Halic çevre koruma projesi

4.2.1 Güney Haliç Projesi

Haliç'in güneyinden derelerle veya doğrudan Haliç ve Marmara denizini kirleten Bakırköy, Güngören, Esenler, Bayrampaşa, Küçükköy, Gaziosmanpaşa, Eyüp, Alibeyköy, Zeytinburnu, Fatih, Eminönü ilçelerinin atıksuların toplanarak Yenikapı Arıtma Tesislerine iletilmesi gerekiyordu. Bu maksatla Eyüp, Fatih ve Haliç tünelleri, Yenikapı Arıtma ve Ahırkapı Deniz Deşarjı tesisleri daha önce yapılmıştı ancak terfi merkezleri kolektör ve ana toplayıcı kanallar, dere ıslahları yapılmadığından Yenikapı Arıtma Tesisi % 8 kapasiteyle çalışmaktaydı. Tesisin tam kapasiteyle çalışması ve bölgenin atıksuları ve yağmur sularının toplanması için aşağıdaki yatırımlar gerçekleştirilmiştir:

Güney Haliç Projesinin İSKİ'ye maliyeti 2000 yılı rayıçleri ile 92 Trilyon TL'dir.



Şekil 4.3 Güney Haliç projesi

4.2.1.1 Zeytinburnu Atıksu Kolektörleri ve Terfi Merkezi

Güney Haliç projesinin önemli bir halkasını teşkil etmekte olup, Zeytinburnu, Bakırköy, Güngören, Esenler, Bağcılar ve Bahçelievler ilçelerinde toplam 3875 hektarlık geniş bir alanın atıksuları Yenikapı Ön Arıtma Tesisi'ne bağlandı. Tesisler 1995 yılında hizmete alındı.

- Vatan Caddesi'nde, yağmursuyu ve
- kolektörleri olarak değişik çaplarda ($\emptyset 300$ - $\emptyset 800$ mm. arası 2.486 metre atıksu, $\emptyset 2200$ - $\emptyset 2600$ mm. çapları arası 2.091 metre yağmursuyu kanalı ve bir shaft) kanallar döşendi. Malzeme dahil 2000 yılı fiyatları ile tutarı 3.6 Trilyon TL olan bu kolektörler 19 Temmuz 1995'de hizmete açıldı.
- Zeytinburnu Atıksu Terfi Merkezi ve kolektörleri inşaatı bünyesinde ise 5470 m. olmak üzere toplam 9470 m. kolektör döşenmiştir.
- Zeytinburnu Atıksu Terfi Merkezi'nde ise mekanik temizleme ızgarası, 3 adet her biri 1450 litre/sn kapasiteli dalgıç atıksu pompası monte edilmiştir. Zeytinburnu Atıksu Terfi Merkezi'nin debisi $Q_{ort}=27.500$ m³/gün değerine ulaştırılmıştır.



Şekil 4.4 Zeytinburnu terfi merkezi

4.2.1.2 Alibey Deresi Kolektörleri ve Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi

Alibey Deresi'nin sağ ve sol sahilindeki bütün atıksuların toplanarak kolektörlerle Silahtarağa'dan terfi edilmek suretiyle Eyüp Tüneline ulaştırılıyor. Yenikapı arıtma

tesisinde ön tasfiyeden geçirilerek Ahırkapı'dan Marmara Denizine deşarj ediliyor. Proje kapsamında değişik çaplarda ($\emptyset 600$ mm – $\emptyset 2200$ mm çapları arasında) 9.779 m. kolektör doşenmiştir. Silahtarağa Terfi Merkezi'ne ise 1045 lt/sn kapasiteli 4 adet atıksu pompası monte edilmiştir. Atıksu terfi merkezinin günlük ortalama debisi $Q_{ort}=18.700$ m³/gün değerine ulaştırılmıştır. Bu terfi merkezinin inşasına 1995 yılında başlanılmış. Tesisler 1998 yılından beri hizmet veriyor.



şekil 4.5 Silahtarağa atıksu terfi merkezi

4.2.1.3 Kâğıthane Sağ Sahil Kolektörleri

Kâğıthane Deresi'ne, dolayısıyla Haliç'e sağ sahillen atıksu girişi engellenmiştir. Bu atıksular Silahtarağa Terfi Merkezi yardımı ile Yenikapı Tesisleri'ne ileilmektedir. Proje kapsamında değişik çaplarda (800 mm. -1700 mm. arasında) 5256 m. kolektör doşenmiştir.

4.2.1.4 Eyüp Atıksu Kanal İnşaatı

Eyüp ilçesinde doğrudan Haliç'e akmakta olan atıksular fenni atıksu kanalları vasıtasıyla Güney Haliç sistemine bağlanmıştır. 1996 yılında başlatılan inşaatlar bünyesinde toplam 33.385 m. uzunluğunda kanal şebekesi doşenmiştir.



Şekil 4.6 Kâğıthane sağ sahil kolektörü çalışmalarına ait fotoğraf

4.2.1.5 Küçükköy Tüneli ve Bağlantı Kolektörleri

Küçükköy Deresi'nin atık sularının Haliç'i kirletmemesi için dere yatağına acil su alma yapısı ile 2.200 mm. çapında bir tünel inşa edilerek kanalizasyon suları Eyüp Tüneli'ne bağlanmıştır.



Şekil 4.7 Tünel shaft imalatı

4.2.1.6 Eyüp, Haliç ve Fatih Tünellerinin Devreye Alınması

Çapları 2200 ve 2800 mm. arasında ve toplam uzunlukları 6615 m. olan üç ana tünel, yumurta kesitli (Ø1200/1800) toplam uzunlukları 246 metre olan iki tali tünel, 1110 metre beton boru döşenmesi, 4 şaft, 12 menhol, 2 vorteks tipi baca ve deşarj yapısı inşaatı bulunmaktadır.

Eyüp Tüneli Silahtarağa'dan başlayıp Eyüp Camisi önünde bitmektedir. Haliç Tüneli Ayvansaray'dan başlayıp Unkapanı'nda, Fatih Tüneli ile birleşmektedir. Fatih Tüneli ise Unkapanı'ndan Yenikapı Arıtma Tesislerine kadar uzanmaktadır.

Çizelge 4.1 Güney haliç kolektörü tünellerine ait bilgiler

Proje	Tünel İsmi	Uzunluğu	İç Çapı (mm.)	İhale Tarihi	İhale Süresi (Ay)	İhale Bedeli (\$)
Güney Haliç Kolektörü	Eyüp	1865	2200	1985	24	13.746.000
	Haliç	2643	2600			
	Fatih	2046	2800			

4.2.1.7 Unkapanı-Ayvansaray Atıksu Kolektörleri

Fatih'in Haliç'e bakan yakasında meskun nüfusun atıksularını toplayarak tünellere, oradan Yenikapı-Arıtma Tesisi'ne iletecek olan çapları Ø1000 mm ila Ø1400 mm. çapları arasında değişen 2166 m. uzunluğunda kanal hattı yapılmıştır. Böylece Haliç'e 11 yerden atıksu girişi önlenerek kirlenmeye mani olundu.

4.2.1.8 Eminönü-Unkapanı Atıksu Kolektörleri

1999 yılında ihale edilerek yer teslimi yapılan bu iş kapsamında, Ø1400 mm çapında 1500 m. atıksu kolektörü döşenmiştir. Bu hat döşenirken bölgenin tarihi özelliklerine zarar vermeden ve trafik akışı engellenmeden kazısız inşa teknolojileri kullanılmıştır.



Şekil 4.8 Eminönü - Unkapanı arası mikrotünel imalatı çalışmalarına ait fotoğraf

4.2.1.9 Yenikapı Atıksu Arıtma Tesisi ve Ahırkapı Deniz Deşarjı

Yenikapı Atıksu Arıtma Tesisi; Bakırköy, Güngören, Esenler, Bayrampaşa, Küçükköy, Gaziosmanpaşa, Eyüp, Alibeyköy, Zeytinburnu, Fatih, Eminönü gibi, Haliç'in güneyinde ve batısında kalan 10 bin hektarlık alanda yaşayan İstanbulluların atıksularının arıtılacağı tesis olup, 1988 yılında hizmete alındı.



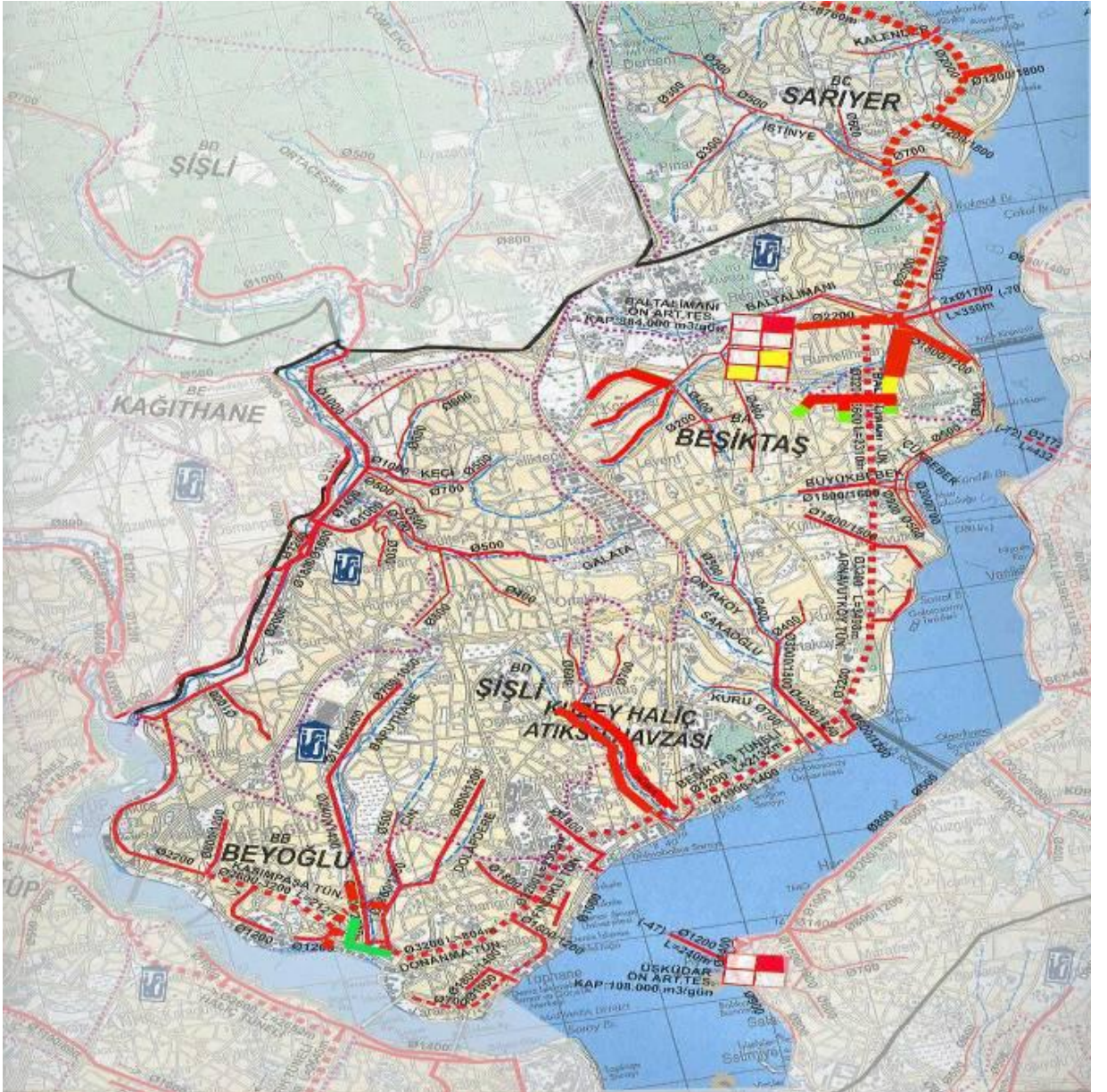
Şekil 4.9 Yenikapı atıksu ön arıtma tesisi

Yenikapı Atıksu Arıtma Tesisinde mekanik olarak temizlenen atıksular, karadaki boru hattı ile iletilerek, Ahırkapı açıklarında kıydan 6200 m açıktaki ve deniz seviyesinden 60 m derinlikte dip akıntısına verilmektedir. 1897 yılında hizmete alındı.

4.2.2 Kuzey Haliç Projesi

Haliç'in kuzeyinden derelerle ve doğrudan Haliç'e akan Kâğıthane, Beyoğlu, Şişli, Beşiktaş, Sarıyer ilçelerinin atıksuların çeşitli çaplardaki boru hatları ve tünellerle toplanarak, Baltalimanı Tasfiye Tesis'i'ne getirilmesi ve burada ön arıtmadan geçirilen suların $\varnothing 1727$ mm. çaplı 2 adet çelik boru ile kıydan 350 metre açıkta Boğaz'ın 170 metre derinliğine verilmesi işleri İSKİ tarafından 23 Mart 1997 tarihinde hizmete alındı.

Kuzey Haliç Projesinin İSKİ'ye maliyeti 2000 yılı rayiçleri ile 118 Trilyon TL'dir.



Şekil 4.10 Kuzey Haliç projesi

4.2.2.1 Kabataş- Baltalimanı Tünelleri

Kâğıthane ve Beşiktaş arasındaki Kuzey Haliç kolektörü 8426 m. uzunluğunda olup 5026 m. tünel ve 3400 m. boru hattını içermektedir. Tonoz ve tünellerin çapları $\text{Ø}2600$ ve $\text{Ø}3200$ mm. olup, ayrıca bu sözleşme toplam uzunlukları 600 m. olan üç yumurta kesitli (1200/1800) tali tüneli, 10 şaft, 12 tane savak ve deşarj yapısı, 62 menhol, 46 m. uzunluğunda tonoz ve çapları 300 mm. ile 3200 mm. arasında toplam 7300 m. uzunluğunda beton tali boru hatlarının döşenmesini kapsamaktadır.



Şekil 4.11 Kabataş – Baltalimanı tüneli

Beşiktaş – Baltalimanı kolektörü toplam 7951 m. uzunluğunda 3 ana tünel, toplam 252 m. uzunluğunda yumurta kesitli (1200/1800) 2 tali tüneli, 6 şaft, 1 vorteks tipi baca, 6 savak tipi baca, 165 menhol, 26 m. uzunluğunda tonoz ve toplam 8470 m. uzunlukta çapları 300 ile 1200 mm. arasında değişen betonarme boruları döşenmiştir. Kuzey Haliç ve Baltalimanı Tünel projeleri kapsamında inşa edilen kolektörler vasıtasıyla toplanan atıksular Baltalimanı'nda arıtılarak, boğaza deşarj edilmektedir[38].

Çizelge 4.2 Kuzey Haliç Kolektörü Tünellerine ait bilgiler

Proje	Tünel İsmi	Uzunluğu	İç Çapı (mm.)	İhale Tarihi	İhale Süresi (Ay)	İhale Bedeli (\$)
Kuzey Haliç Kolektörü	Kasımpaşa	1710	2600	1987	24	19.500.000
	Donanma	1648	3200			
	Fındıklı	1708	3200			
Beşiktaş - Baltalimanı Kolektörü	Beşiktaş	2077	3200	1987	24	21.738.000
	Arnavutköy	3532	3600			
	Baltalimanı	2342	3600			

4.2.2.2 Kuzey Haliç Kolektör ve Tünelleri

Tophane'den Baltalimanı'na kadar yaklaşık 12 km. uzunluğundaki sahilden, doğrudan İstanbul Boğazı'na akmakta olan Kuzey Haliç Havzası'ndaki atıksuların çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması gayesi ile inşa edilmiş olup, değişik çaplarda (Ø2200-Ø3200 mm.) 8834 m. Uzunluğunda tünel açılmıştır.

4.2.2.3 Kâğıthane Sol Sahil Kolektörleri

Atıl olarak duran mevcut 3.100 m. uzunluğundaki Ø1600- Ø2000 mm. çaplarındaki atıksu mecraları tamir edilerek ve temizlenerek Kuzey Haliç Kolektörleri'ne bağlanmıştır. Ayrıca değişik çaplarda toplam 2.650 metre kolektör döşendi.

4.2.2.4 Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisi

Kuzey Haliç Kolektörleri ve Kabataş-Baltalimanı Tünelleri'nden iletilen atıksular, ön arıtma işlemine tabi tutularak deşarj hattı vasıtasıyla İstanbul Boğazı'nın kıyından 350 m. açıktan ve 70 m. Derinlikten deşarj edilmektedir. Kapasitesi gelecekte genişletilebilecek şekilde projelendirilmiş olup, 20.000 m²'lik alanda kurulmuş ve 1. Kademedede ortalama

625.000 m³/gün, (1.5 milyon eşdeğer nüfus), 2. Kademe ise ortalama 1.250.000 m³/gün (3 milyon eşdeğer nüfus) debisindeki evsel atıksuları ön arıtmaya tabi tutabilecek kapasitededir.

Ayrıca nüfus artışına paralel olarak ihtiyacı karşılamak üzere, ileriki yıllarda kurulması düşünülen 3. Kademe ileri biyolojik arıtma tesisleri için de her türlü ön hazırlık dikkate alınmıştır. Proje kapsamında, kaba ızgara, terfi merkez, ön arıtma tesisi, idari ve atölye binaları, TEK satış merkezi ve trafo inşaatı yapılmıştır.

Bu tesisin işletmeye alınmasından sonra Kuzey Haliç'e ve İstanbul Boğazının batısından denize akan bütün atıksular, arıtma tesisine yönlendirildi. Örneğin Kasımpaşa iskelesi yanından Haliç'e, Kabataş'a, Dolmabahçe, Beşiktaş, Ortaköy gibi yerlerden doğrudan boğaza akan atıksular, arıtma tesisine tünellerle bağlanmak suretiyle engellenerek, bu sahiller kurtarıldı.



Şekil 4.12 Baltalimanı atıksu ön arıtma tesisi

4.2.2.5 Baltalimanı Deniz Deşarjı ve Difüzörlerinin Kapak Açma İşi

Ön arıtmadan geçirilerek deniz deşarjına uygun hale getirilen atıksular kara deşarj hattından 1727 mm. dış çaplı her biri 350 m. Uzunluğunda 2 adet çelik boru ile İstanbul Boğazı'nın 70 m. Derinliğinde deşarj edilmektedir.



Şekil 4.13 Baltalimanı deniz deşarjı

4.2.2.6 Baltalimanı Kara Deşarj Hattı ve Dere Islahı

Baltalimanı Ön Arıtma Tesisi'nde arıtılan atıksular, 2200 mm. Çaplı 1200 m. Uzunluğunda ön gerilmeli betonarme borular ile deşarj odasına aktarılmakta, buradan da 2 adet 200 mm. Çaplı 435 m. Uzunluğunda öngerilmeli betonarme boru ile deniz deşarj hattına iletilmektedir. Bu proje kapsamında 1260 m. Uzunluğunda Baltalimanı Deresi ıslahı da yapılmıştır.

4.2.2.7 Baltalimanı Atıksu Arıtma Tesisi 35 Kw'lık Enerji Nakil Hattı

Baltalimanı Tasfiye Tesisine enerji temin etmek maksadıyla lüzumlu olan yaklaşık 3 km. elektrik kablosu temin edildi ve enerji nakil hattı döşendi.

4.2.2.8 Nato ve Botaş Boru Hattı Deplaseleri

Aritma tesisi ve deşarj hattı güzergâhı üzerinde bulunan her biri 1.650 metre uzunluğundaki 16 inçlik Botaş Boru Hattı ve 6 inçlik Nato Boru Hattı deplase edildi.

4.2.2.9 Kuzey Haliç Tali Kolektörleri

Tophane'den Baltalimanı'na kadar sahilden doğrudan İstanbul Boğazına akmakta olan Kuzey Haliç Havzasındaki atıksuların çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması gayesi ile planlanan kolektörlerin inşasına ihaleleri yapıldıktan sonra 1996 yılında başlandı. Ø300 mm. – Ø2000 mm. çaplarında toplam 11.007 metre kolektör döşendi ve Ø1800 mm. çapında 431 metre tünel inşa edilerek hizmete alındı.



Şekil 4.14 Kuzey Haliç tali kolektörleri imalatlarına ait fotoğraf

4.2.2.10 Cendere Terfi Merkezi İnşaatı

5 Mayıs 2000 tarihinde işletmeye alınan merkez; Kemberburgaz, Ayazağa Sol Sahil ve Göktürk beldelerinin atıksularını terfi ederek Baltalimanı Arıtma Tesisine ulaştırıyor.

4.2.3 Dere Islahları

Haliç'e mansaplanan Kağıthane Deresi, Alibeyköy Deresi ve Küçükköy Derelerinde ıslah çalışmaları yapıldı.

4.2.3.1 Kâğıthane Deresi

Sadabad Cami önüne kadar 40 metre genişliğinde ve Haliç'in su seviyesinde (1,70 metre) su tutulacak şekilde İSKİ tarafından ıslah edilmiştir. Bu sayede, Haliç'teki sandalar, Sadabad Camii önüne kadar gidebilmektedir. Bu çalışmadan sonra camii önünde kod farkı oluşturulmuştur, bu kod farkından da şelale olarak faydalanılmaktadır. Islah edilmesi gereken diğer bölümün çalışmaları ise DSİ'ce yürütülmektedir. Kâğıthane Deresi'nin yıllık ortalama debisi 4.559 m³/sn'dir.

4.2.3.2 Alibeyköy Deresi

Kritik noktalarda ıslah çalışmaları İSKİ tarafından yapılmış, dere 1980'li yıllarda DSİ tarafından çakılan fore kazıkların genişliğinde açılmıştır. Alibeyköy Barajından itibaren ıslah edilmesi gereken derenin diğer bölümünün çalışmaları ise DSİ'ce yürütülmektedir. Alibeyköy Deresi'nin yıllık ortalama debisi 0.400 m³/sn.dir.

4.2.3.3 Küçükköy Deresi

Yine çarpık yapılaşmayla dere yatağının işgal edilmesi ve 40 yıl önce yağmursularını toplamak için inşa edilen tonozun yetersiz kalması nedeniyle Alibeyköy'de sık sık sel baskınları yaşanmaktaydı. Kamulaştırma problemleri nedeniyle de uzun yıllar boyunca ıslah edilemeyen Alibeyköy Deresi, her yağmur sonrasında taşarak büyük maddi zararlar vermekteydi. İSKİ'nin Alibeyköy'de hayata geçirdiği proje kapsamında taban genişliği 10.2 m, ağız genişliği 16.2 m ve yüksekliği 3 m olan 265 m uzunluğunda trapez kesitli dere yatağı ve genişliği 15 m, yüksekliği 3.5m olan 1639 uzunluğunda kutu kesit kapalı dere yatağı ile birlikte toplam 1910 m dere yatağı inşa edildi. Kamulaştırma bedeli dahil toplam 49 milyon TL'yi (2006 yılı B.F.) bulan dere ıslah projesinin tamamlanmasıyla Küçükköy Deresi vasıtası ile Alibeyköy Deresine ve dolayısıyla Haliç'e atıksu girişi engellenmiştir. Küçükköy Deresi'nin yıllık ortalama debisi 0.470 m³/sn'dir.

4.3 Haliç Çamuru

Alibey ve Kağıthane dereleri ile gelen teressubat Haliç çamurunun ana kaynağıdır.

4.3.1 Dereler Yolu ile Haliç'e Gelen Toplam Katı Madde

Haliçlerin bilinen en önemli karakteristik özelliği tatlı su girişi ile denizden tuzlu su girişi arasındaki hidrodinamik durumuna bağlı olarak ortaya çıkan girişimin meydana getirdiği sirkülasyondur. Bu oluşum haliçlerin doğal denge karakteristiklerini ve bunun sonucu olarak su kalitesini kontrol etmektir. Tatlı su-tuzlu su doğal dengesinin yapay etkenlerle bozulması haliçte yeni dengeler oluşuncaya kadar devam etmektedir. Ancak İstanbul Haliç'inde bugün meydana gelen sorunların temelinde bu dengenin uzun yıllardan bu yana bozulmuş olması yatmaktadır. İstanbul Haliç'i için aşağıdaki genel tespitlere ulaşılmıştır.

- Haliç'e gelen tatlı su miktarı özellikle Alibeyköy barajı inşaatı ile başlayan süreçte azalmıştır.
- Haliç'e tuzlu su girişi köprülerin dubaları ile engellenmişti. İstanbul Boğazı'nda kuvvetli lodosta su seviyesinin 50 cm kadar yükseldiği bilinmektedir. Buna karşılık kuvvetli poyrazda Sarayburnu ile Salacak arasında yaklaşık 25 cm su kotu farkı meydana gelmektedir. Bu olaylar Haliç'e deniz suyunun girişine yol açabilecek iken dubalar hidrolik eğimin azalmasına neden olarak yeterli su girişini engellemekteydi.
- Haliç'teki tersaneler, ölü bölgelerin oluşumuna neden olmuştu.

Sıralanan sebepler; tatlı ve tuzlu su kamalarının neden olacağı yoğunluk akımlarını, dolayısıyla Haliç'in sularının yenilenmesini ve hareketliliğini önleyerek bir rezervuar gibi davranmasına neden olduğundan Kağıthane deresi ve Alibeyköy deresi ile buna bağlı Küçükköy deresinin getirdiği katı maddeler çökerek Haliç'in dolmasına neden olmaktadır. Çizelge 4.3'den de görüldüğü gibi derelerin Haliç'e taşıdığı katı madde debileri öncelikle farklı tekerrür aralıklı taşkın pik debilerine göre hesaplanmış, ayrıca taşkın süresince ortalama akışlar bulunarak, taşkın süresince taşınacak ortalama katı madde miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 Haliç derelerinin katı madde debileri

	Kâğıthane Deresi		Alibeyköy Deresi		Küçükköy Deresi	
	Sürüntü Debisi (Qs) (ton/gün)	TKMD (QT)(ton/gün)	Sürüntü Debisi (Qs) (ton/gün)	TKMD (QT)(ton/gün)	Sürüntü Debisi (Qs) (ton/gün)	TKMD (QT)(ton/gün)
Q100	7627.95	82802	4890	19691	2589	34285
Qort1 00	3027.87	22864	1123.40	7891	1217.97	12221
Q50	6679.70	68162	4239	16126	2226	28156
Qort5 0	2919	21786	757.27	4715	1096	10666
Q25	5617.59	53709	3540	12667	1841	21706
Qort2 5	2475	17304	746.90	4432	886	7949
Q10	4213.39	36149	2929	9667	1476	16041
Qort1 0	1909	11896	567	3054	661	5565
Q5	3251.97	25176	1952	5555	979	9134
Qort5	1243	6677	417.95	1978	514	3758

Çizelgede Kâğıthane, Alibeyköy ve Küçükköy derelerine ait yıllık ortalama debilerine karşılık katı madde debileri hesaplanarak gösterilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi bu derelerin Haliç'e getirecekleri toplam katı madde miktarı 560 ton/gün'dür, bu değer yıllık 204400 ton/yıl veya 77000 m³/yıl olmaktadır. Bu bölge için daha önce yapılan çalışmalara göre Haliç'e gelen toplam katı madde miktarları 508 ton/gün (70000 m³/yıl) [22] ve 437 ton/gün (59100 m³/yıl) [23] olarak bulunmuştur. Ancak bu araştırmacılar katı maddeleri hangi yöntemleri kullanarak hesapladıklarını belirtmemişlerdir. Cumali ve diğ. (1995) ise iki farklı yöntem kullanmış ve bu çalışmaya göre Egiazaroff metodu 374 ton/gün (51612 m³/yıl), diğer bir yaklaşık metot ise 620 ton/gün (85000 m³/yıl) olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.4 Yıllık ortalama debilere göre katı madde miktarları

Dere	Yıllık Ort. Debi Q (m ³ /s)	Sürüntü Debisi Qs (ton/gün)	Toplam Debi Qt (ton/gün)
Kâğıthane	4.559	99.35	420.17
Alibeyköy	0.400	24.75	75.99
Küçükköy	0.470	23.61	66.03
		TOPLAM	562.19

Yapılan bu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere Haliç'e deşarjı olan derelerin taşıdıkları katı madde miktarları günde toplam 550 ton, yılda 200000 ton (veya 75000 m³) civarındadır.

Ancak derelerin bir yağış sırasında geçirdiği akım miktarının artmasıyla birlikte, sürüklenme güçleri de artmakta böylece taban ve yüzey erozyonundan getirilen katı madde miktarları yıllık ortalama değerlerle karşılaştırıldığında çok büyüktür. Örneğin beş yılda gelmesi muhtemel bir taşkında Kâğıthane deresinin taşıyacağı toplam katı madde miktarı yıllık ortalama katı madde miktarının 16 katı olmaktadır, bu on yıl için 28 katıdır.

Haliç'e dökülen Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinde çevresel koruma önlemleri yeterli şekilde alınmadığı için Haliç'e halen kirletici madde taşınmaktadır. Kâğıthane ve Alibeyköy deresi çevresinde yer alan endüstri ve yerleşim merkezlerinin atıksu deşarjları bu iki dereye kısmen verildiğinden Haliç'i besleyen önemli iki kirletici kaynak durumundadır.

Kâğıthane Deresi; Haliç'e dökülen iki dereден en önemlisidir. Derenin su toplama havzası 131,17 km.'dir. Ana kolu Kemergaz'dan geçer ve toplam uzunluğu 37 km.'dir. Bu kola Cendere mevkiinde Ayazağa kolu katılır. Bahçeköy ile Valide Bendi ve Topuzlu Bendi gibi tarihi bentleri bu kolun başlangıç kısmındadır. Kâğıthane deresi 120 m. kotundaki tepelerden doğmaktadır. Eğimi genellikle 0.001 ile 0.0025 arasında değişmekte ve ortalama debisi 3.155 m³/sn.dir.

Alibeyköy Deresi; Kâğıthane Deresinin batısında olup, boyu 37.5 km.dir. Alibeyköy Deresi, 125 kotundaki bölgelerden doğmakta ve Haliç'e dökülmektedir. 194 km² gibi büyük bir drenaj alanına sahip olduğundan yüksek miktarda katı madde erozyonla Haliç'e taşınmıştır. Haliç'ten membaya doğru 5 km. mesafede bulunan Alibeyköy barajının inşasından sonra katı maddeler Alibeyköy barajı haznesinde tutulduğundan Haliç'e ulaşan katı madde miktarında azalma oluşmuştur. Derenin eğimi genellikle 0.002 civarında bulunmakta ve ortalama debisi 0.962 m³/sn.dir.

Kâğıthane ve Alibeyköy derelerinin sahip oldukları 181.600 m² ve 192.400 m²'lik havzalarında oldukça dik meyilli yamaçlar bulunmaktadır. Bu iki derenin havzasında, bitki örtüsünün tahribi, havzada mevcut ve açılmakta olan taş ocakları, mermer ve tuğla ocakları dolayısıyla moloz ve katı maddelerin kolayca sürüklenebilir halde olması ve yağmur suyu drenaj sisteminin bulunmayışı, o araziye erozyona müsait bir hâle getirmiştir.

Gerek Kâğıthane ve Alibeyköy deresi ile bu dereye mansabında katılan Küçükköy deresinden derelerden sürüklenme yolu ile gelen katı maddeler gerekse altyapı ve diğer çevresel koruma önlemlerinin yapılaşmaya paralel olarak alınmadığı bu bölgede, endüstriyel ve evsel atıksular arıtılmadan derelere ve Haliç'e doğrudan deşarj edilmiştir. Haliç'i çevreleyen arazi ile Haliç'e dökülen derelerin çevresinde yeterli koruma önlemlerinin alınmaması nedeniyle bölgenin ekosistem dokusu hızlı bir şekilde

bozulmuştur. Aynı zamanda evsel ve endüstriyel atıksularla birlikte organik ve inorganik özellikte katı maddeler durgun konumda bulunan Haliç'e taşınarak Haliç için bir su kirletme kaynağı olmaktan başka, her geçen yıl Haliç tabanının biraz daha dolmasına sebep olmaktadır. Haliç'e gelen yıllık yaklaşık 75.000 m³ civarında alüvyon, senede 6-10 santimetrelik derinlik azalmasına (taban yükselmesine) sebebiyet vermektedir [17].

4.3.2 Haliç Islah Projesi Alternatifleri

Projede Haliç dip çamurunun nihai bertaraf ortamı için denizde ve karada depolama olmak üzere başlıca iki ana alternatif dikkate alınmıştı. Bu iki esas alternatif, ilave alt seçenekler de teşkil edilerek maliyet, uygulanabilirlik, çevresel etkiler ve İstanbul halkının muhtemel tepkileri ışığında değerlendirilmişti.

Haliç'te biriken bu dip çamurunun alınması için pek çok alternatif sunuldu.

4.3.2.1 Haliç Dip Çamurlarının Karada Depolanması

Taranacak çamur Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinin Haliç'e ulaştığı kesimde yaklaşık 200.000 m² alanda oluşturulacak kurutma yataklarında bekletilip suyu giderildikten (yoğunlaştırıldıktan) sonra elde edilen çamurun karada depolamak için aşağıdaki seçenekler sunulmuştur.

a. Kamyonlarla 40 km. mesafedeki Kemerburgaz'da terkedilmiş kömür ocaklarında depolanması.

b. Dip çamurun özel pompa ve basınçlı boru hattı ile 40 km. mesafedeki aynı kömür ocaklarına iletilmesi,

c. Dip çamurun suyu alındıktan sonra Halkalı ve Kemerburgaz (Hasdal) çöp depo sahası üzerinde örtü tabakası olarak kullanılması.

d. Dip çamurun Haliç'e 9 km. mesafedeki Küçükköy Cebeci taş ocaklarında teşkil edilecek çamur barajına kamyon ve basınçlı boru hattı ile nakli (Bu alternatif Cebeci taş ocaklarının mülkiyetinin İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne geçmesi üzerine ihale safhasında gündeme gelmiştir.)

4.3.2.2 Haliç Dip Çamurlarının Denizde Depolanması

Haliç dip çamurları organik ve metal kirleticileri açısından atıksu arıtma tesislerinden elde edilen çamurlardan daha kirli değildir. Haliç çamurundaki yüksek amonyak, NH₃ ve sülfür nedeni ile verildiği ortamda ani oksijen tüketimi olabilir. Dolayısıyla tarama ve depolama esnasında çamurun çevre suları ile karışması oranında alıcı ortamın çözünmüş oksijen seviyesinde belli oranda (%13 gibi) düşme olabilir.

a. Karadeniz'in 200 metreden derin kısmında depolanması.

b. Marmara'da belirlenecek bir yerde depolanması,

c. Haliç'in Kasımpaşa açıklarındaki derinliği 25 metreyi geçen çukurda kontrollü depolama.

Fizibilite çalışmalarında çevre etkileri ve İstanbul halkının muhtemel menfi tepkileri dikkate alınarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yönetimi tarafından çamuru karada depolamayı öngören **1.d.** alternatifinin uygulandı.

4.3.3 Taranacak Dip Çamurunun Özellikleri

Haliç dip çamuru oksijensizdir. Biyolojik faaliyet anaerobiktir. Metan, karbondioksit, hidrojen sülfür ve merkaptanlar gibi gazlar üretilmektedir. Dip çamuru üstünde bulunan Marmara alt sularının içerdiği oksijen çamur tabakasından çıkan zehirli gazların oksidasyonu için yeterli seviyede olup bu kötü kokulu gazların yüzeye ulaşmasına engeldir (Saydam). Haliçte derinlik 2 m. ve daha az olduğu yerlerde yüzey suyu evsel ve kanalizasyon atık suları nedeni ile dip çamurundan çıkan toksik gazlar okside edememektedir.

Haliç'in Valide Sultan Köprüsü ile Alibeyköy-Kâğıthane dereleri arasında kalan ve kirlenmenin çok ileri boyutlara ulaştığı üst kısmının deniz trafiğine açılması amacıyla Valide Sultan Köprüsü ile Adacıklar arasında -5m kotuna kadar. Adacıklar ile Alibeyköy-Kâğıthane deresi arasında -4 m derinliğine kadar ve taban genişliği asgari 40 m. olacak şekilde tarama yapılması gerektiği belirlenmiştir. Çalışma bölgesi 4,5 km. boyunda ve 200 m. enindedir. Tarama yapılacak sahanın yüzölçümü 900.000 m²'dir. Kıyılarda göçmelerin önlenmesi için sahillerde -2 m. derinlikte ve ortaya doğru 1/6 eğimde

tarama yapılması gerektiği belirtilmiştir. Taranacak çamur miktarı yaklaşık olarak 5.000.000 m³'dür.

4.3.4 Çamur Tarama Tekniği

Tarayıcı seçimini, zemin özelliği, taranacak çamur hacmi, taranan çamurun uzaklaştırılacağı mesafe, işin süresi, bölgenin topoğrafik özelliği etkiler. Haliç zemini ağırlıklı olarak kum, kil, siltten oluşmaktadır. Tarama işleminde kovalı, kepçeli, pompalı ve alttan emicili tarayıcılar kullanılmaktadır.

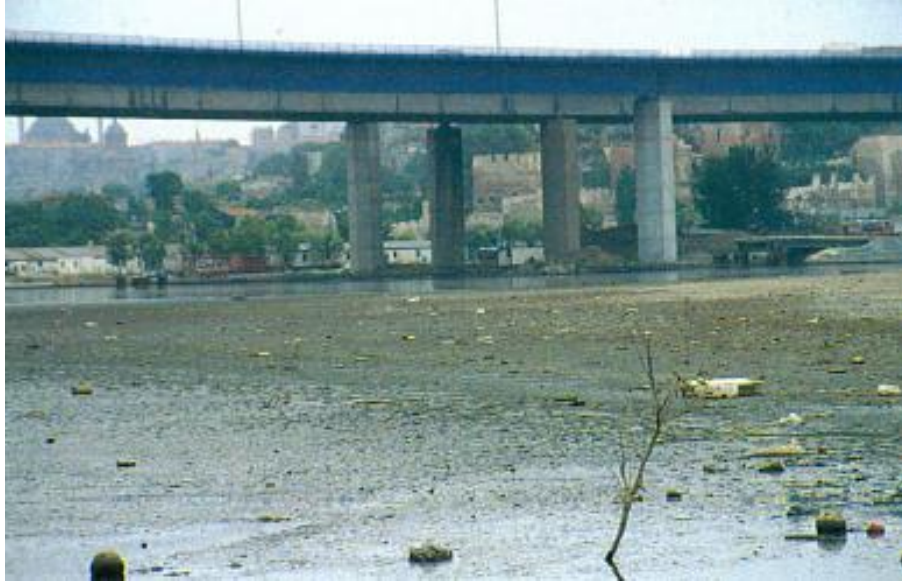
Kovalı tarayıcılar, geniş alanlarda, sert zeminlerin taranmasında, gel git olaylarının yüksek olduğu yerlerde, büyük çaplı taramaların yapılacağı alanlarda ve deniz trafiğinin olmadığı alanlarda verimli olarak kullanılmaktadır.

Kepçeli tarayıcılar, tarayıcı teknesi basit ve küçük boyutlu olduğu için küçük alanlarda, tarama kapasitesinin düşük olduğu yerlerde, daha derin taramaların gerektiği yerlerde verimli olarak kullanılabilirdiği sert zeminlerde kullanılmadığı belirtilmiştir.

Pompalı tarayıcılar, yumuşak zeminlerde kullanılır. Pompalı tarayıcılar taşımayı da kendileri yaptığından dolayı başka deniz taşıyıcıları gerekmez. Sert ve kayalık alanlarda kullanılamaz. Taranan çamurlar borularla daha uzun mesafelere taşınabilmektedir.

4.3.5 Haliç dip çamuru temizlenmesi çalışmaları aşamaları

- Haliç içinde Balat-Hasköy ile Alibeyköy-Silahtar arasındaki bölgede 4 m. ile 5 m. derinliğe ulaşana kadar, dip çamurunun taranması.
- Çamur için depo sahaları inşa edilmesi.
- Taranan çamurun Haliç'e 7 km. kadar uzaklıktaki depo sahalarına nakli
- Depo sahalarında çamur içindeki suyun fiziksel yöntemler ile ayrılması.
- Çamur depolanan sahaların ve Haliç çevresinin ıslahının yapılması şeklindeydi.



Şekil 4.15 Haliç Atatürk köprüsü civarı temizlik çalışmaları öncesi duruma ait fotoğraf

Haliç içinden çıkartılacak çamurun, Haliç kıyısında 250.000 m²'lik alanda yapılacak yapay havuzlarda depolanması ve bu depolama sonrası kamyonlar ile taşınması öngörülmüştü. Bahsi edilen yöntem ile, Haliç kıyısında 250.000 m²'lik bir alanda çamurun dinlendirilmesi görüntü ve koku kirliliğine yol açabileceği gibi, bu alanların emniyetinin sağlanması da büyük bir sorun olacaktı. Ayrıca yapay havuzların inşa edilmesi ve çamurun gemilerden havuzlara, havuzlardan tekrar kamyonlara aktarılması işlemleri projenin maliyetini arttıracaktır. Çamurun kamyonlar ile taşınması düşünüldüğünde, Haliç içinden malzemeyi katı miktarda en yüksek seviyede çıkarmak gerekecek ve bu işlem için, dünyada sadece kum veya çakıl taramasında kullanılan kovalı tip tarama gemilerinin kullanılması gerekecekti. Kovalı gemiler ile yapılan tarama sırasında, dip çamurun bir kısmının akıntılar ile Boğaza sürüklenmesi önlenecekti. Kovalı gemiler ile çıkarılan çamur hava ile temasta olduğundan hem koku hem de çevre kirliliği artmış olacaktı [24].

Etüt ve Projelendirmede mevcut durum tespiti, su kalitesi, çamur miktar ve özellikleri gibi durum tespitleri doğrultusunda alınan verilere en uygun tarama ve çamur iletme teknolojileri kullanılarak;

- Haliç'in Eyüp-Sütlüce Hattını 5 m.ye; Eyüp-Sütlüce hattından Sünnet Köprüsü'ne kadar olan bölgenin de 4 m. derinliğe kadar çamuru tarandı. Taban çamurunun

alınması çamurdan kaynaklanan oksijen sarfiyatını önlemiş; dolayısıyla rahatsız edici kokuların ortaya yayılması da azalmıştır.

- Haliç'te su derinliği en az 5 m.ye çıkarıldığından "Üsküdar-Hasköy" şehir hatları seferi tekrar Eyüp'e kadar uzatılmıştır.
- Haliç'te su akışının sağlanması için şu anda Haliç Köprüsü'nün güneyinde bulunan Eski Galata Köprüsü'nün (Valide Sultan Köprüsü) Haliç dışına taşınması çalışmaları bitirilmiştir.
- Haliç projesinin gerçekleşmesi ile küçük yolcu ve yük motorlarının Eyüp iskelesine kadar; daha küçük motor, sandal ve kayıkların da Silahtar ve Alibeyköy-Kâğıthane derelerinin ağızlarına kadar gitmeleri mümkün olmuştur.



Şekil 4.16 Haliç dip çamuru temizlik çalışmalarına ait fotoğraf

Tarama işlemleri için, biri Amerika, biri Hollanda ve diğer ikisi yerli imalat 4 adet kesici kafalı emici tarama teknesi ve 1 adet Amerika yapımı auger tip tarama teknesi hazırlandı. Haliç mevcut derinliğinin kimi yerlerde 10 cm.ye kadar düşmesi sebebi ile çalışmaları büyük güçlükler ile tamamlanabildi.



Şekil 4.17 Mavna üzerinde ekskavatörle Haliç dip çamuru çıkartılırken

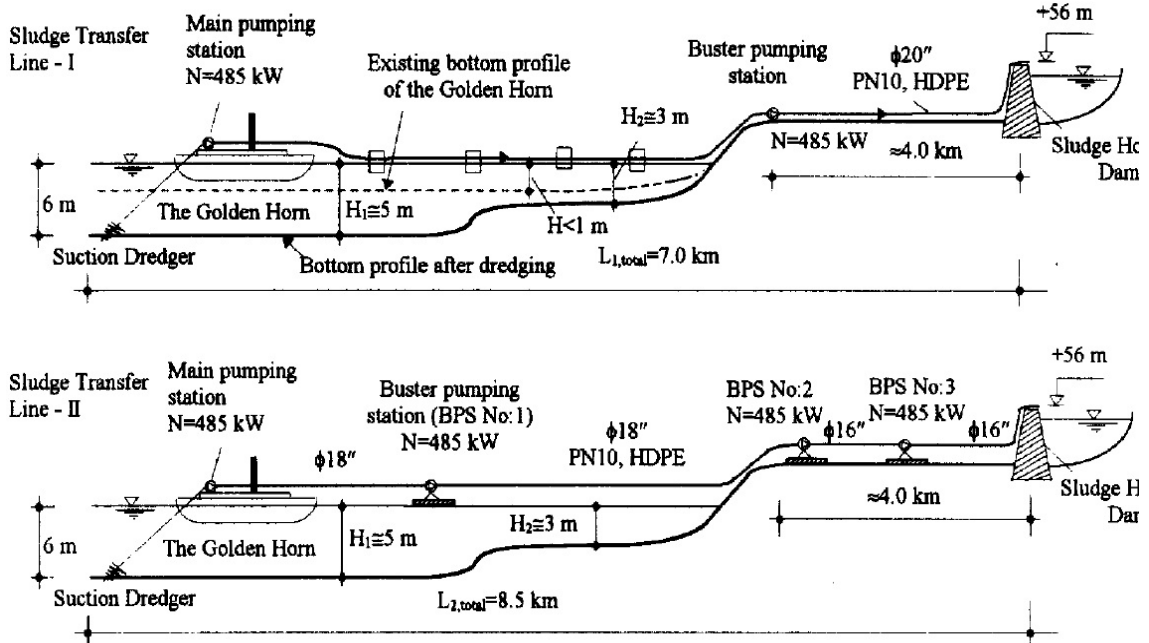
Fatih1 Tarama Gemisi, Sütlüce Mezbahası önündeki tarama çalışmalarına 23 Nisan 1997 günü; Fatih2 Tarama gemisi Haliç Çatal bölgesinde tarama çalışmalarına 9 Haziran günü; Fatih4 Tarama Gemisi Sütlüce-Silahtar arası tarama çalışmalarına 25 Eylül günü; Fatih5 Tarama gemisi Haliç Köprüsü ile Valide Sultan köprüsü arasındaki bölgede tarama çalışmalarına 24 Ekim’de başlamıştır.



Eylül aylıklarında tarama gemisi çalışırken (1997)

Şekil 4.18 Tarama gemileri çalışırken

Tarama yapılırken gemiler üzerindeki 670 hp ve 1000 hp pompalar yardımı ile -6 metre derinlikten çıkartılan çamur, hava ile temas ettirilmeden, çamur boru hattına iletildi. Toplam 4 adet boru hattı çalıştırıldı ve toplam 4.000 m³/saatlik taşıma kapasitesine ulaşıldı. Bu kapasite bir saatte 400 adet kamyonun Haliç kenarındaki yollardan geçişine eşittir. Çamur barajına takriben 30.000.000 m³ katı + su karışım baraj alanına basılmıştır. Taranan çamur karışımı içindeki çökebilen katı madde miktarının % 12 – 18 arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.19 Tarama gemileri ile çıkarılan malzemenin çamur barajına pompalanmasını gösteren ait ilüstrasyon

Yaklaşık 60 cm. iç çapı olan HDPE boru hatları ile taşınan %50 seyrelmiş sulu çamur (%50 taban sedimenti %50 denizsuyu) tarama sahasına yaklaşık 9 km. mesafede bulunan ve eskiden taş ocakları olarak kullanılan Haliç çamurunun depolanması gayesiyle iki adet baraj inşa edilen +56 m.'deki baraja iki terfi merkezli sistemle pompalandı [36].

Katı madde barajda kalırken, depolama sahasında çamur yüzeyinde ve içinde serbest hale gelen su baraja döşenen filtreli boru sistemiyle Küçükköy deresi ile Haliç' e geri döndürülmüştür. Geri döndürülen suda yapılan ölçümde 6 – 7 mg/L. gibi önemli miktarda oksijen bulunduğu tespit edilmiştir



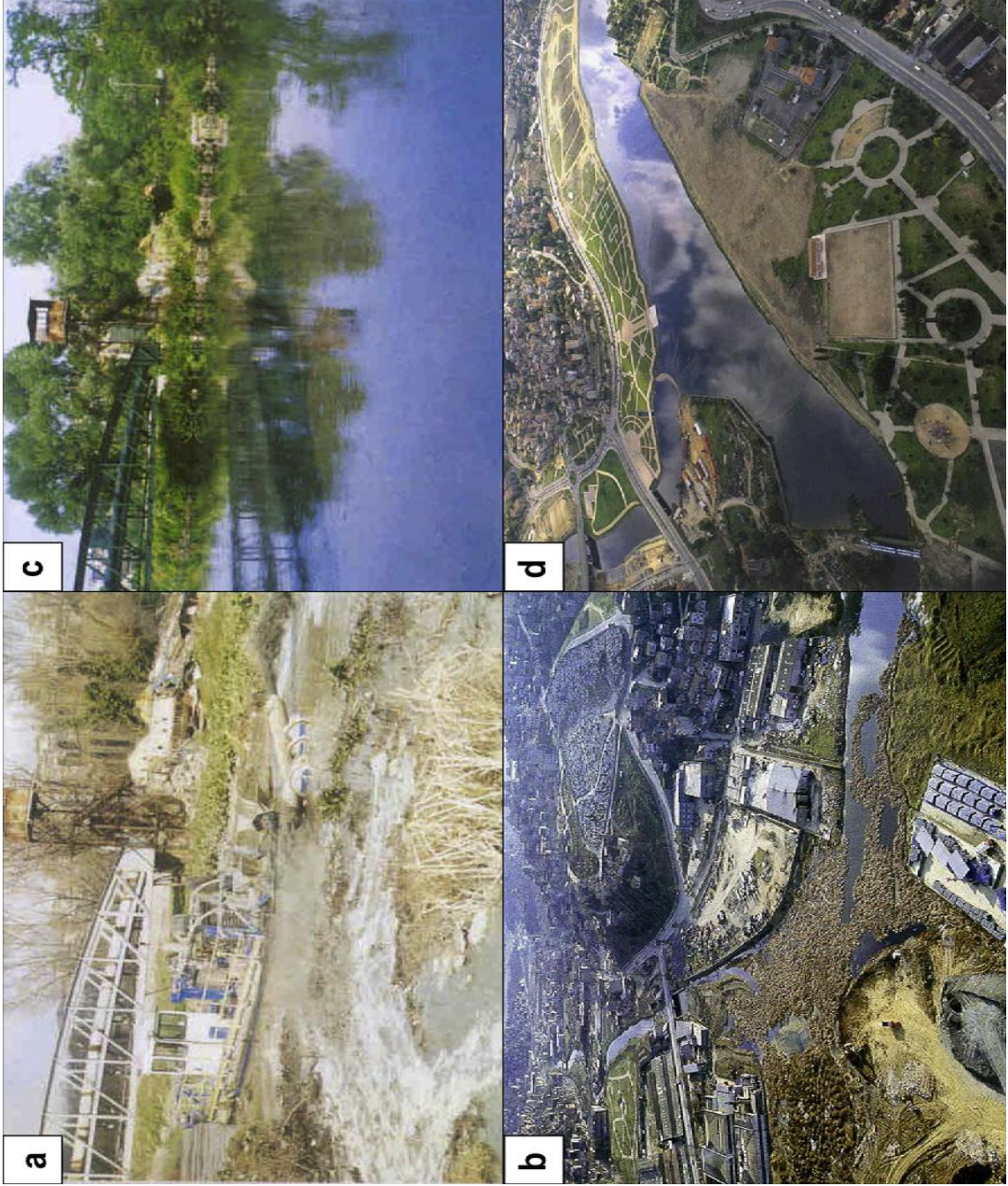
Şekil 4.20 Haliç'in suyu deşarj edilirken

Bu barajların inşasında toplam 850.000 m³ kaya, kil ve filtre dolgu malzemesi kullanıldı. Barajın geçirimsiz çekirdeğini oluşturacak kil Kemerburgaz'dan getirilmiştir. Depo alanlarında koku önleyici klorlama ve kireçleme yapıldı. Taşınan çamurun çökeltilmesi ve üzerindeki duru fazın tekrar Küçükköy deresine verilmesi için inşa edilen çamur barajları su geçirmeyen geotekstil malzeme ile kaplandı. Depolama işi bittikten sonra 180.000 m² olan bu dolgu alanın üzeri uygun örtü toprağı örtülüp ağaçlandırıldı [30].



Şekil 4.21 Alibeyköy çamur barajı (eski taş ocakları mevkii)

Bu çalışma ile Haliç'te yaklaşık 4.5 km. uzunlukta ve yaklaşık 200 m. genişlikte kalan alanda ortalama 5 m. derinlikte, **yaklaşık 5 milyon m³ çamur taranmış** oldu. 28.11.1996 tarihli ihale kararı almış ve iş 15,000,000.-USD+300,000,000,000.-TL bedelle Türk ve Amerikan ortaklı bir konsorsiyuma (Gülermak – SMD) ihale edilmiştir. İhale sonrası 10.01.1997 Tarihinde başlanılan iş 18 ay gibi bir sürede 1998 yazında tamamlanmıştır.



Şekil 4.22 Haliç temizlik çalışmalarına ait önceki sonraki fotoğraflar

4.3.6 Depolanan Çamurun Konsolidasyon Özellikleri

Rehabilitasyon projesi araştırmaları için, kıyı yakınlarında 19 arazi (toplam) ve deniz toprak sondajları, yapılmıştı. Gerekli arazi testler yapılmış ve gerekli yerlerden numuneler alınmıştı. Bu sondajlar Haliç'in çeşitli bölümlerinde toprak profilleri hazırlamak için kullanılmıştır. Arazi sondajları (SPT, CPT ve pervane), geniş bir

laboratuar test programı dahilinde yapılarak Haliç bölgesindeki toprak katmanlarının jeoteknik ve kirlilik karakteristikleri belirlenmiştir. Haliç tarama çamurunun jeoteknik ve kirlilik özellikleri Çizelge 4.5'de sunulmuştur. Bu çalışmalar sonucunda arazi üzerinde depolanan çamurların kendi ağırlıkları ile gösterecekleri konsolidasyonun 800 günden sonra stabil %50 civarlarında olduğu görüldü [6].

Çizelge 4.5 Haliç dip tabakalarının jeoteknik ve kirlilik özellikleri

Organik İçerik (%)	1.88 – 6.72
Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOI5 (mg/kg DW)	BOI5 = 750 – 3800
WL	53
WP	23
Ip	30
GS	2.72
USCS	MH
Ağır Metal Konsantrasyonları (mg/kg DW)	<p>Cu = 50 – 1660</p> <p>Fe = 2170 – 26400</p> <p>Cr = 30 - 240</p> <p>Ni = 40 - 800</p> <p>Zn = 80 - 1500</p> <p>Hg = 40 - 130</p> <p>Pb = 20 - 270</p> <p>Cd = 1 - 30</p> <p>Al = 18720 - 57280</p> <p>Ca = 5510 - 64490</p>

SU KALİTESİNİN İSTATİSTİK ANALİZİ

İstatistik bilim dalında varyans analizi (veya ANOVA, İngilizce "analysis of variance" sözcüklerinin kısaltması), gözlenen varyansı çeşitli kısımlara ayırma yöntemiyle bazı değişkenlerin başka bir değişken üzerindeki etkisini incelemeye yarayan bir grup modelleme türü ve bu modellerle ilişkili işlemlere verilen genel isimdir.

Daha doğrusu ANOVA, anakütle ortalamaları arasında farkın olup olmasını sınar. İki den fazla ana kütle aritmetik ortalamasının karşılaştırılması ile ilgili testte izlenecek süreç ANOVA tablosu ile özetlenebilir. Buna göre F test istatistiği varyans analizi yardımıyla kullanılır: Farklı ana kütlelerden seçilen örnek aritmetik ortalamaları arasındaki farkların karelerinin ortalaması, her bir örneğin kendi içindeki farkların karelerinin ortalamasına bölünür. F test istatistiği belirlendikten sonra sonuca varılır.

Örnek: Bir firma yöneticileri yeni ambalaj makineleri satın almayı planlamaktadır. Buna göre piyasada en çok tutulan üç marka ambalaj makinesinden hangisini satın almaları gerektiğine karar verebilmek için her bir makine beşer saat çalıştırılmış ve saat başına ambalaj miktarları saptanmıştır. Bu verilere dayanarak %1 önem derecesinde firma yöneticilerinin üç makinenin üretim miktarları arasında önemli bir fark olup olmadığını test etmeleri gerekir ve verilere varyans analizi uygularlar [41].

Bu yöntem ilk defa İngiliz istatistikçi ve genetikçi Ronald Fisher tarafından 1920'li ve 1930'lu yıllarda geliştirilmiştir. Genel olarak istatistiksel anlamlılık sınamaları içinde F-dağılımını kullanmaları ile karakterize edildikleri için bazen Fisher'in varyans analizi adı da verilmektedir [42].

5.1 Su Kalitesinin Korunması

Su kalitesinin korunması günümüzdeki en önemli konulardandır. Haliç'e ve Haliç'i besleyen derelerdeki su kalitesi zaman içinde özellikle karadan dökülen atıklar sebebiyle bozulmuştur. Bu atıkların en çok hacimli ve zarar veren kısmı; Evsel ve sanayi atıklarıdır. Evsel atıklar daha çok arıtılmaksızın Haliç ve derelere dökülen kanalizasyon sularıdır. Bu kanalizasyon suları organik madde içerirler. Bu organik maddeler suda bakteriler tarafından kuşatılır, kararlı ve zararsız inorganik bileşik haline dönüştürürler. Bu işlemi yapan bakteriler çoğunlukla aerob bakterilerdir ve sudaki oksijeni kullanırlar. Ancak suda ne kadar çok organik madde varsa bu bakterilerin sayıları da o kadar artar ve dolayısıyla sudaki oksijen miktarı da o kadar azalır. Haliç'te de zamanında bu tarz kirlilik çok uç olduğu için bazı bölgelerde sudaki bütün oksijenin tükendiği, dolayısıyla toplu balık ölümleri gözlenmiştir. Oksijenin olmadığı sularda tek yaşayabilen bakteriler canlı anaerob bakterilerdir. Anaerob bakteriler artık olarak sülfür ürettikleri için suda çok kötü bir kokuya neden olurlar. Bu tarz bir kirlenmenin sonuçlarının Türkiye' deki en iyi örneği de yine Haliç'tir. Sudaki bütün oksijenin bitmesiyle çoğalan anaerob bakteriler Haliç'in o bildiğimiz kokusuna neden olmuştur. Su kirliliğine neden olan en önemli sanayi dalları; kağıt, kimya, ilaç, deterjan, petrol ve demir çeliktir. Bu sanayilerin deşarj suları ile attığı çözülebilen tuzlar, kimyasal ve zehirli maddeler organik moleküllerin arıtıldığı gibi doğal yollarla arıtılamazlar. Bu sanayi atıkları ayrıca kadmiyum, cıva ve kurşun gibi zehirli metaller de içerirler.

Bir bölgedeki su kalitesi büyük ölçüde, karmaşık doğal faktörlerin (yağış oranı, ayrışma süreçleri, toprak erozyonu, katı madde taşınımı, vb) ve insan kaynaklı etkilerin (sanayi, kentsel ve tarımsal faaliyetler) sonucu değişir. Bu değişim genellikle su kalitesi, fiziksel yaşam ve sistemin biyolojik bütünlüğünün bozulması ile sonuçlanır.

Bahsi geçen dereler ve Haliç'in İstanbul'umuz için içme suyu olarak kullanılması haricinde, sulama, balıkçılık, taşımacılık v.b. çoklu kullanım özellikleri vardır. Ama bu özelliklerini kullanabilmeleri su kalitesi değerlerinin belli bir düzeyde tutulması gerekir. Evsel ve endüstriyel atıksu deşarjı sabit bir kirletici kaynağı olarak dururken, büyük ölçüde havzasındaki iklimden etkilenen mevsimlik bir olgu olan yüzey akıntısının

mevsimsel yağışlara bağılı olarak da değişimi sonucu kirletici konsantrasyonu etkileyen en önemli parametrelerdir.

Haliç'te büyük çaplı dip taraması ve tarama sonrası su kalitesinin iyileştirilmesi çalışmaları sırasında çıkacak çevresel etkiler ve alınacak tedbirler içinde, İTÜ ve Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü tarafından "Haliç Islah Projesi Çevresel Etki Değerlendirme Raporu" hazırlandı. "Haliç Islahının Biyolojik Etkileri" ise İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsünce hazırlanan raporla belirlendi.

Haliç, Marmara Denizi ve Karadeniz'de bazı numune alma istasyonları kurmak suretiyle sürekli olarak "Su Kalitesi İzleme" çalışmalarını yürütölmektedir. Bu çalışmalar İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü ve İSKİ ekipleriyle müştereken gerçekleştirilmektedir.

İSKİ Su Arıtma Dairesi Başkanlığına bağılı atıksu laboratuvar birimi, toplam yedi içme suyu havzası ve Haliç ile bu havzaları besleyen 46 dereden ortalama her yıl 759 adet numune almakta ve yine ortalama 14.470 adet parametreye bakmaktadır.

Aynı şekilde Marmara ve Haliç Denetim birimi de, ortalama her yıl 96 adet numune almakta ve ortalama 651 parametreye bakmaktadır. Temiz suları besleyen derelerin her ay düzenli analizleri yapılmaktadır.

5.1.1 Su Ortamlarının Kalite Sınıflandırılması

Kıtaçı yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflama aşağıda verilmiştir.

- Sınıf I : Yüksek kaliteli su,
- Sınıf II : Az kirlenmiş su,
- Sınıf III : Kirli su,
- Sınıf IV : Çok kirlenmiş su.

Çizelge 5.1'de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır.

Çizelge 5.1 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik- Kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (oC)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında < 3
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L)	8	6	3	< 3
4) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2	1	2	> 2
5) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
6) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
B) Organik Parametreler				
1) Kimyasal Oksijen İ. (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Toplam Kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
3) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
4) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif mad. (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
5) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
B) İnorganik Kirlenme Parametreleri				
1) Sülfür (µg S=/L)	2	2	10	> 10
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
5) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
6) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
7) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
8) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
9) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su kullanım alanları için uygun olduğu kabul edilir.

5.1.1.1 Sınıf I - Yüksek Kaliteli Su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,
- 2) Rekreatyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil),
- 3) Alabalık üretimi,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,
- 5) Diğer amaçlar.

5.1.1.2 Sınıf II - Az Kirlenmiş Su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,
- 2) Rekreatyonel amaçlar,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi,
- 4) Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,
- 5) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.

5.1.1.3 Sınıf III - Kirlenmiş Su; gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

5.1.1.4 Sınıf IV - Çok Kirlenmiş Su; Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır.

5.1.2 Su Kalite Sınıfının Belirlenmesi

Su kaynağından alınan numuneler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre 5.1'de görülen her parametre grubu için (A,B,C,D) ayrı ayrı kalite sınıfı tespit edilir. Ayrıca o grup içindeki her bir parametreye göre belirlenir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler. Ölçülen kirlilik parametrelerinin değerlerinden hareketle karakteristik değeri bulabilmek için ortalama, standart sapma ve gerekli istatistikî

parametreler hesaplanır. Uygun olasılık dağılım tablosunda 0.90 olasılık değerine karşı gelen değişken değerine eşit standardize değişken veren parametre değeri karakteristik değeri ifade eder. Karakteristik değerin belirlenmesinde kaza sonunda oluşan durumları yansıtan ve bariz analiz hataları sonucu ortaya çıkan sonuçlar dikkate alınmaz. Ayrıca o grup içindeki her bir parametreye göre belirlenir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler. Herhangi bir su kütlesinin bir noktasında ölçülen kıyaslama parametresinin belirlenecek karakteristik değeri, Çizelge 5.1’de verilen üst sınırlara göre, hangi su kalite sınıfının üst değerinden daha küçük ise, numune alma noktası o sınıfa aittir.

Kıyaslama; pH için o sınıfa ait aralık içinde kalınacağı, çözülmüş oksijen konsantrasyonu ve doygunluk yüzdesi için ise o sınıfta verilen sayılar alt sınır değer olacağı kabul edilerek yapılır.

5.2 Anova Metodu ile Su Kalitesi İzleme Çalışmaları

Haliç ve Haliç’i besleyen Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinin su kalitesi değişiminin zamansal ve mekânsal değerlendirilmesi için, 3 yıl (2007 – 2010) boyunca 31 ayrı noktadan alınan 900 civarında su kalitesi verileri 25 farklı parametre açısından incelenmiştir. One Way Anova (tek yönlü varyans analizi) ve gruplar arası farkı belirleyebilmek için de Tukey testi kullanılarak yorumlanmıştır. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu anlamak için Post Hoc Testlerine (HSD) başvurulmuştur. Verilerin değerlendirilmesinde ve hesaplanmış değerlerin bulunmasında SPSS (Statistical package for social sciences) paket programı kullanılmış. Bütün sınamalar $p = 0.05$ anlamlılık düzeyinde yapılmıştır. Çalışılan su sistemlerinin farklı fizikokimyasal özellikleri ve kirlilik düzeylerini görebilmek için, mekansal ve mevsimsel değişimleri gözlemlenmiştir.

5.2.1 Numune Çalışmaları

Alibeyköy ve Kâğıthane dereleri ile Haliç’teki kirlilik seviyelerinin belirlenmesi, su akışı boyunca kirlilik yüklerinde meydana gelen değişimi görebilmek ve su kalitesini belirlemek amacıyla numune alma istasyonları belirlenmiş ve bu istasyonlardan çeşitli

aralıklarla numuneler alınarak İSKİ Atıksu Laboratuvar Müdürlüğü tarafından çeşitli analizler yapılmıştır.

Her bir dere istasyonundan alınan numunelerde; Sıcaklık, pH, Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu (NH₃-N), Nitrat Azotu, Toplam Fosfor (TOP-P), Kimyasal oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Kjeldahl Azot (TKN), Deterjan, Fenol, Toplam Siyanür (TOP-CN), Toplam Sülfür, Kadmiyum, Kurşun, Bakır, Toplam Krom, Çinko, Demir, Mangan ve Alüminyum parametreleri Haliç'ten alınan numunelerde ise; Sechi Diski, Sıcaklık, Tuzluluk, İletkenlik, pH, Askıda Katı Madde (AKM), Amonyak Azotu (NH₃-N), Nitrat Azotu, Toplam Fosfor (TOP-P), Toplam Kjeldahl Azot (TKN), Yağ – Gres ve Toplam Sülfür parametreleri ayrı ayrı ölçülmüştür.

5.2.2 Kâğıthane Deresi



Şekil 5.1Kâğıthane deresi ölçüm istasyonları -1

Kâğıthane Deresi üzerinden Aralık 2007 ve Kasım 2010 tarihleri arasında alınan numunelerdeki ölçülen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanıp, numune alınan yerlerdeki parametre değerleri ortalamaları arasındaki farkın, sıfırdan anlamlı bir şekilde olup olmadığını test etmek üzere ise varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Bu istatistik uygulamalarında farkın anlamlılığı, $p=0,05$ düzeyinde yorumlanmıştır.



Şekil 5.2 Kâğıthane deresi ölçüm istasyonları -2

Çizelge 5.2 Kâğıthane deresi numune alma istasyonları;

Sıra No	Numune Alım Yeri	Numune Alım Yerleri
1	1	Kemerburgaz Su Kemerleri Mevkii
2	2	Organik Kimya Sonrası Betonsa Fabrikası Yanı
3	3	Boronkay Firması Mevkii
4	4	Alibeyköy Kavşağı Haliç'e Birleşim Yeri
5	9	Sadabat Viyadüğü Altı
6	10	Galata Deresi

Çizelge 5.3 Kâğıthane deresi ölçüm değerleri

Parametreler (mg/L)	Numune Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama (X)	Stan. Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	131	1,27	28,00	15,09	6,23
pH	131	6,60	8,77	7,52	0,41
Çözünmüş Oksijen	131	0,00	12,10	5,21	3,56
Amonyak Azotu	131	0,13	54,00	9,18	10,41
Nitrat	131	0,10	28,26	1,22	3,44
Toplam Fosfor	131	0,04	8,00	0,78	1,17
Kim. Oksijen İht.	131	25,00	2770,00	76,53	244,15
Top. Kjeldahl Azotu	131	0,50	75,10	11,65	12,92
Deterjan	131	0,05	4,25	0,25	0,48
Fenolik maddeler	131	0,00	0,14	0,01	0,02
Toplam Siyanür	131	0,05	1,00	0,08	0,10
Sülfür	131	0,10	4,46	0,25	0,53
Kadmiyum	117	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurşun	130	0,00	0,02	0,01	0,00
Bakır	128	0,00	0,02	0,02	0,00
Toplam Krom	131	0,00	0,05	0,02	0,01
Çinko	131	0,01	0,61	0,10	0,07
Demir	131	0,10	5,79	1,04	0,82
Mangan	131	0,02	2,01	0,44	0,28
Alüminyum	131	0,05	14,99	0,95	1,56

Bu sonuçlar ışığında Kâğıthane Deresi üzerindeki numune alma noktalarından alınan Amonyak Azotu, Toplam Fosfor, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Toplam Kjeldahl Azotu ve Sülfür parametrelerinde ortalama ölçüm değerleri “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” sınıfındadır. Minimum ve maksimum ölçüm değerleri açısından yapılan değerlendirmede ise; Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Nitrat, Toplam Fosfor, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Toplam Kjeldahl Azotu, Deterjan, Fenolik Maddeler, Toplam Siyanür, Sülfür, Demir ve Alüminyum parametrelerinde su kalitesi sınıfının “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.4 Kâğıthane deresi ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları (* p değeri 0.05 düzeyinde anlamlıdır.)

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p*
Çözünmüş Oksijen	Gruplar Arası	753,149	5	150,63		
	Gruplar İçi	895,268	125	7,162	21,031	0,000
	Toplam	1648,417	130			
Amonyak Azotu	Gruplar Arası	3756,01	5	751,202		
	Gruplar İçi	10338,135	125	82,705	9,083	0,000
	Toplam	14094,144	130			
Toplam Fosfor	Gruplar Arası	91,435	5	18,287		
	Gruplar İçi	85,515	125	0,684	26,731	0,000
	Toplam	176,949	130			
Top. Kjeldahl Azotu	Gruplar Arası	7743,999	5	1548,8		
	Gruplar İçi	13940,609	125	111,525	13,887	0,000
	Toplam	21684,607	130			

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p*
	Gruplar Arası	8,676	5	1,735		
Deterjan	Gruplar İçi	21,224	125	0,17	10,22	0,000
	Toplam	29,9	130			
	Gruplar Arası	0	5	0		
Bakır	Gruplar İçi	0,002	122	0	3,59	0,005
	Toplam	0,002	127			
	Gruplar Arası	0,001	5	0		
Toplam Krom	Gruplar İçi	0,004	125	0	3,37	0,007
	Toplam	0,005	130			

Çizelge 5.3’de Kâğıthane deresinden alınan ölçüm sonuçları ile ilgili istatistikler gösterilmektedir. Bu sonuçlar ışığında en düşük ve en yüksek ölçüm değerleri arasındaki büyük farklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu farkın anlamlı olup olmadığının anlaşılabilmesi için her bir parametrenin, ölçüm yapılan tüm noktalardaki değişimini gösterecek şekilde bir gruplandırma yapılarak One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) uygulanmıştır. Ayrıca gruplar arası farkı belirleyebilmek için de Tukey HSD testi kullanılarak elde edilen aşağıdaki bulgulara göre bazı değerlerde anlamlı farkın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.4’de parametre değerlerinin, ölçüm noktalarına göre ANOVA sonuçları verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Kâğıthane Deresi üzerinden alınan Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Toplam Fosfat, Toplam Kjeldahl Azotu, Deterjan, Bakır ve Krom parametreleri için Kemerburgaz Su Kemerleri Mevkii, Organik Kimya Sonrası Betonsa Fabrikası Yanı, Boronkay Firması Mevkii, Alibeyköy Kavşağı Haliç’e Birleşim Yeri, Sadabat Viyadüğü Altı ve Galata Deresi numune alma noktalarında ölçüm değerleri açısından anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir.

Bir başka ifadeyle, alınan numune değerleri ölçüm noktalarına göre bariz farklar göstermektedir. Gruplar arası farkların, hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek amacıyla Tukey HSD testi kullanılmıştır. Bunlara göre;

Çözünmüş Oksijen için $[F(5-125) = 21,031, p<0.05]$; Kemerburgaz Su Kemerleri mevkiinden alınan numunelerde, bu mevkide bulunan Hamidiye Suları A.Ş.'nin zaman zaman yaptığı temiz kaynak suyu deşarjları sonucu Kâğıthane deresi için en yüksek Çözünmüş Oksijen değerleri olan 3,9 – 12,10 mg/L arasında olduğu görülmüştür. Su kemerleri mevkiinden sonra mansaba doğru gidildikçe özellikle Ayazağa bölgesindeki sanayi tesislerinden kaynaklı deşarjlar ve Şişli ilçesi tarafından Kâğıthane'ye bağlanan ancak atıksu kolektörleri tamamlanamadığı için atıksu taşıyan Galata Deresi güzergâhında zaman zaman alınan numunelerde Çözünmüş Oksijen değerleri olan 0,00 mg/L olarak görülmüştür.

Amonyak Azotu için $[F(5-125) = 9,083, p<0.05]$; Zincirlikuyu Mezarlığı bölgesinden itibaren, konut ve sanayi bakımından oldukça yoğun yerleşime sahip Şişli ve Kâğıthane ilçelerinden geçerek Cendere Caddesi üzerinden Kâğıthane Deresi'ne bağlanan kısmen üstü açık Galata Deresi üzerinden alınan numunelerde Amonyak Azotu değerlerinin 2,39 mg/L – 53,8 mg/L arasında olduğu görülmüştür. Amonyak Azotu için 2,00 mg/L.den büyük değerdeki sular "Sınıf IV – Çok Kirli Su" kategorisine girdiğinden Galata Deresi vasıtasıyla büyük kirlilik yükünün Kâğıthane Deresi ve dolayısıyla Haliç'e aktığını görüyoruz. Bir suda amonyak bulunması o suyun kullanılmış sularla kirlendiğini, kirlenmenin ise süre bakımından uzak olamadığını ve muhtemelen sakıncalı mikroorganizma varlığını gösterir. Evsel atıksular içindeki organik maddelerin %40'ı azotlu bileşiklerden oluşur. Bu yoğun Azot değerlerinin sebebi; Çözünmüş Oksijen değerlerinin az olmasında da değinildiği gibi Galata Deresi'ni çevreleyen atıksu kolektörlerinin, bölgedeki yoğun altyapı (doğalgaz, içme suyu, elektrik, haberleşme v.b.) nedeniyle imalatları tamamlanamamıştır. Boru itme metodu ile veyahut başka teknolojik kazısız inşaat metotları ile atıksu kolektörlerinin tamamlanmasına müteakip Galata Deresine atıksu deşarjı önleneceğinden istenilen su kalite standartlarına ulaşılacaktır.

Toplam Fosfor için [F(5-125) = 26,731, p<0.05] ; Galata Deresi üzerinden alınan numunelerde en yüksek Toplam Fosfor değerleri ölçülmüştür. Buradan alınan numunelerin minimum ve maksimum değerlerinin 0,92 mg/L – 8,00 mg/L olduğu görülmüştür. Toplam Fosfor parametresi için 0,65 mg/L.den büyük olduğundan “Sınıf IV – Çok Kirli Su” kategorisindedir. Fosforun, suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, gübreler, bitki ve hayvanların çürümeleri, kanalizasyon suları ve endüstriyel atıklardan geçtiği ve Galata Deresi güzergâhında gübre, erozyon veya hayvan çürümeleri gibi faktörler olmadığından dereye atıksu girişi ile bu parametredeki kalite standartları da düzeltilebilecektir.

Toplam Kjeldahl Azotu için [F(5-125) = 13,887, p<0.05] ; Galata Deresi üzerinden alınan numunelerde en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu değerleri ölçülmüştür. Buradan alınan numunelerin minimum ve maksimum değerlerinin 4,20 mg/L – 75,10 mg/L olduğu görülmüştür. Yine bu değerler 5,00 mg/L olan Sınıf IV – Çok Kirli Su kategorisi standartlarının çok üzerindedir.

Galata Deresi haricinde Kemberburgaz Deresi üzerindeki; Kemberburgaz Su Kemerleri Mevkii, Organik Kimya Sonrası Betonsa Fabrikası Yanı, Boronkay Firması Mevkii, Alibeyköy Kavşağı Haliç’e Birleşim Yeri, Sadabat Viyadüğü Altı mevkilerinden alınan Amonyak Azotu ve Toplam Kjeldahl Azotu ortalama değerlerinin Sınıf IV kalite sınırların 10 katından fazla aştığı görülmüştür. Kemberburgaz ve Göktürk bölgesinden yapılan evsel deşarjlar, bölgede yoğun olarak yaşanan tarımsal faaliyetler (bitki koruma ilaçları, kimyasal gübreler v.b.) ile yağmur sonrası Odayeri Çöp Depolama sahasından olabilecek muhtemel deşarjların, su kalitesine olumsuz etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Kâğıthane Deresi üzerinden Organik Kimya Fabrikası sonrası, Betonsa Fabrikası yanından alınan numunelerde anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir Bakır için [F(5-122) = 3,59, p<0.05] ve Toplam Krom için [F(5-125) = 3,37, p<0.05]. Yüksek konsantrasyonların bölgede yer alan endüstriyel tesislerin noktasal deşarjlarının etkisiyle ortaya çıktığı görülmektedir.

Çizelge 5.5 Yıllara göre Kâğıthane deresi ölçüm değerleri

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	2007	5	8,4	9,15	8,788	0,28473
	2008	27	4,5	26,1	14,7085	3,69985
	2009	48	1,27	28	14,6885	6,73422
	2010	51	6	27,5	16,2829	6,7368
	Total	131	1,27	28	15,0882	6,22632
pH	2007	5	7,38	7,9	7,568	0,1969
	2008	27	6,85	8,41	7,4	0,35608
	2009	48	6,65	8,6	7,5492	0,43163
	2010	51	6,6	8,77	7,561	0,43672
	Total	131	6,6	8,77	7,5237	0,41388
Çözünmüş Oksijen	2007	5	4,22	7,35	5,862	1,36058
	2008	27	0,1	11,8	5,5163	3,50149
	2009	48	0,1	12,1	4,8765	3,59875
	2010	51	0	12,1	5,2876	3,7503
	Total	131	0	12,1	5,206	3,56092
Amonyak Azotu	2007	5	1,09	19,1	7,304	7,42919
	2008	27	0,24	54	9,2807	14,57259
	2009	48	0,27	37	11,1542	10,07617
	2010	51	0,13	40	7,4547	8,02917
	Total	131	0,13	54	9,1808	10,41232

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Nitrat	2007	5	0,75	2,02	1,27	0,54051
	2008	27	0,1	28,26	3,46	7,10316
	2009	48	0,1	4,95	0,6044	0,8857
	2010	51	0,1	2,18	0,5975	0,51644
	Total	131	0,1	28,26	1,2156	3,43807
Toplam Fosfor	2007	5	0,31	2,86	1,304	1,24311
	2008	27	0,19	8	0,9996	1,48938
	2009	48	0,06	4,6	0,6452	0,85133
	2010	51	0,04	7	0,749	1,22829
	Total	131	0,04	8	0,7838	1,16668
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	2007	5	25	55	37	14,40486
	2008	27	25	2770	147,037	527,49637
	2009	48	25	190	54,375	37,05409
	2010	51	25	510	63,9216	74,21128
	Total	131	25	2770	76,5267	244,14678
Toplam Kjeldahl Azotu	2007	5	2,4	23,7	7,6	9,1392
	2008	27	1,3	75,1	12,1667	17,63663
	2009	48	1	45	13,3938	11,10136
	2010	51	0,5	67,5	10,1314	11,93156
	Total	131	0,5	75,1	11,6496	12,91529

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Deterjan	2007	5	0,05	1,35	0,316	0,57817
	2008	27	0,05	0,54	0,1833	0,14491
	2009	48	0,05	0,9	0,1727	0,20378
	2010	51	0,05	4,25	0,3459	0,70949
	Total	131	0,05	4,25	0,2478	0,47959
Fenolik Maddeler	2007	5	0	0,02	0,01	0,00812
	2008	27	0	0,14	0,0105	0,0275
	2009	48	0	0,08	0,0088	0,01287
	2010	51	0	0,12	0,0128	0,02187
	Total	131	0	0,14	0,0107	0,02001
Toplam Siyanür	2007	5	0,05	0,14	0,08	0,03674
	2008	27	0,05	0,44	0,0856	0,0829
	2009	48	0,05	0,4	0,079	0,06251
	2010	51	0,05	1	0,0882	0,13251
	Total	131	0,05	1	0,084	0,09798
Sülfür	2007	5	0,1	0,3	0,14	0,08944
	2008	27	0,1	1,6	0,1704	0,29064
	2009	48	0,1	4,46	0,3471	0,77938
	2010	51	0,1	2,2	0,2118	0,33624
	Total	131	0,1	4,46	0,2501	0,53486

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Kadmiyum	2007	0	.	.	.	.
	2008	18	0	0	0,002	0
	2009	48	0	0	0,002	0
	2010	51	0	0	0,002	0
	Total	117	0	0	0,002	0
Kurşun	2007	5	0	0,01	0,0044	0,00089
	2008	26	0	0,02	0,0088	0,00379
	2009	48	0,01	0,01	0,01	0
	2010	51	0,01	0,01	0,01	0
	Total	130	0	0,02	0,0095	0,00203
Bakır	2007	2	0	0	0,0025	0,00212
	2008	27	0	0,02	0,0154	0,00702
	2009	48	0,02	0,02	0,02	0
	2010	51	0,02	0,02	0,02	0
	Total	128	0	0,02	0,0188	0,00424
Toplam Krom	2007	5	0,01	0,05	0,016	0,02026
	2008	27	0	0,05	0,0186	0,01063
	2009	48	0,02	0,02	0,02	0
	2010	51	0,02	0,02	0,02	0
	Total	131	0	0,05	0,0196	0,006

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Çinko	2007	5	0,02	0,61	0,1398	0,26289
	2008	27	0,01	0,13	0,068	0,04346
	2009	48	0,1	0,28	0,1135	0,04144
	2010	51	0,1	0,4	0,1114	0,04875
	Total	131	0,01	0,61	0,1043	0,06642
Demir	2007	5	0,2	1,73	1,1592	0,57396
	2008	27	0,28	2,04	0,7968	0,49528
	2009	48	0,1	5,79	1,2006	1,11264
	2010	51	0,22	2,54	1,0116	0,6089
	Total	131	0,1	5,79	1,0422	0,81978
Mangan	2007	5	0,32	0,41	0,3762	0,03607
	2008	27	0,12	0,74	0,3368	0,17018
	2009	48	0,02	1,33	0,5025	0,28055
	2010	51	0,05	2,01	0,4524	0,31855
	Total	131	0,02	2,01	0,444	0,2778
Alüminyum	2007	5	1,29	14,99	4,2782	5,9984
	2008	27	0,06	2,75	0,5952	0,62564
	2009	48	0,05	4,9	0,822	1,13044
	2010	51	0,1	3,66	0,942	0,90774
	Total	131	0,05	14,99	0,9539	1,55646

2007 ile 2010 yılları arasındaki parametre değişimleri incelendiğinde sadece azotla ilgili değerlerde 4 yılın ortalamasının altına inilmiştir. Diğer parametrelerde hissedilir bir iyileşme yoktur. Zamanla daralan tarımsal faaliyet alanları ve dolayısıyla gübre kullanımının azalması ile 2010 yılı içerisinde bir kısmı tamamlanan Kemerburgaz – Göktürk bölgesinin atıksu kanalı imalatları sebepleriyle bu parametrelerde kayda değer ilerlenme sağlanmıştır.

Çizelge 5.6 Kâğıthane deresi ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi

Parametre	2007 – 2010 Ort. (mg / L)	2010 Ortalaması (mg / L)	Yüzde Değişim
Amonyak Azotu	9,1808	7,4547	- %18,80
Nitrat	1,2156	0,5975	- %50,85
Top. Kjeldahl Azotu	11,6496	10,1314	- %13,03

5.2.3 Alibeyköy Deresi



Şekil 5.3 Alibeyköy deresi ölçüm istasyonları

Alibeyköy Deresi üzerinden Aralık 2007 ve Kasım 2010 tarihleri arasında alınan numunelerdeki ölçülen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanıp, aralarındaki farkları tespit etmek için, varyans analizleri yapılmıştır.

Çizelge 5.7 Alibeyköy Deresi numune alma istasyonları;

Sıra No	Numune Alım Yer No	Numune Alım Yerleri
1	1	Nato Tesisleri Mevkii
2	2	Çobançeşme Firma Mevkii
3	6	Osmanlı Parkı Mevkii
4	8	Fil Köprüsü Mevkii
5	9	Küçükköy Deresi

Çizelge 5.8 Alibeyköy deresi ölçüm değerleri

Parametreler (mg/L)	Numune Sayısı	Minimum	Maksimu m	Ortalama (X)	Stan. Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	96	5,82	30,50	16,19	6,17
pH	96	4,51	8,65	7,56	0,52
Çözülmüş Oksijen	96	0,00	12,80	5,89	3,84
Amonyak Azotu	96	0,10	26,20	4,58	5,54
Nitrat	96	0,10	6,10	0,99	0,98
Toplam Fosfor	96	0,02	4,28	0,74	0,89
Kim. Oksijen İht.	96	25,00	365,00	46,82	45,05
Top. Kjeldahl Azotu	96	0,50	40,40	7,11	7,00
Deterjan	96	0,05	8,06	0,36	0,90
Fenolik Maddeler	96	0,00	0,07	0,01	0,01
Toplam Siyanür	96	0,05	2,70	0,12	0,31
Sülfür	96	0,10	6,20	0,55	1,11
Kadmiyum	96	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurşun	96	0,00	0,02	0,01	0,00
Bakır	96	0,00	0,50	0,03	0,05
Toplam Krom	96	0,00	0,20	0,02	0,03
Çinko	96	0,01	0,32	0,09	0,04
Demir	96	0,04	5,50	0,61	0,77
Mangan	96	0,05	5,86	0,73	1,17
Alüminyum	96	0,03	450,60	14,69	52,72

Bu sonuçlar ışığında Alibeyköy Deresi üzerindeki numune alma noktalarından alınan Amonyak Azotu, Toplam Fosfor, Toplam Kjeldahl Azotu, Toplam Siyanür, Sülfür ve Alüminyum parametrelerinde ortalama ölçüm değerleri “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” sınıfındadır. Minimum ve maksimum ölçüm değerleri açısından yapılan değerlendirmede ise; Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Nitrat, Toplam Fosfor, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Toplam Kjeldahl Azotu, Deterjan, Toplam Siyanür, Sülfür, Demir, Mangan ve Alüminyum parametrelerinde su kalitesi sınıfının “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.8’de Alibeyköy deresinden alınan ölçüm sonuçları ile ilgili istatistikler gösterilmektedir. Bu sonuçlar ışığında en düşük ve en yüksek ölçüm değerleri arasındaki büyük farklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu farkın anlamlı olup olmadığının anlaşılabilmesi için her bir parametrenin, ölçüm yapılan tüm noktalardaki değişimini gösterecek şekilde bir gruplandırma yapılarak One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) uygulanmıştır. Ayrıca gruplar arası farkı belirleyebilmek için de Tukey HSD testi kullanılarak elde edilen aşağıdaki bulgulara göre bazı değerlerde anlamlı farkın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.9 Alibeyköy deresi ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları (p≤ 0.05)

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Çözünmüş Oksijen	Gruplar Arası	729,327	5	145,865		
	Gruplar İçi	675,025	90	7,5	19,448	0,000
	Toplam	1404,352	95			
Amonyak Azotu	Gruplar Arası	1188,659	5	237,732		
	Gruplar İçi	1728,566	90	19,206	12,378	0,000
	Toplam	2917,225	95			

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
	Gruplar Arası	39,104	5	7,821		
Toplam Fosfor	Gruplar İçi	36,121	90	0,401	19,486	0,000
	Toplam	75,225	95			
	Gruplar Arası	1310,637	5	262,127		
Top. Kjeldahl Azotu	Gruplar İçi	3341,788	90	37,131	7,06	0,000
	Toplam	4652,425	95			
	Gruplar Arası	29,698	5	5,94		
Sülfür	Gruplar İçi	87,742	90	0,975	6,092	0,000
	Toplam	117,441	95			

Çizelge 5.9'da parametre değerlerinin, ölçüm noktalarına göre ANOVA sonuçları verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Alibeyköy Deresi üzerinden alınan pH, Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Nitrat, Toplam Fosfat, Toplam Kjeldahl Azotu ve Sülfür parametreleri için Nato Tesisleri Mevkii, Çobançeşme Firma Mevkii, Osmanlı Parkı Mevkii, Fil Köprüsü Mevkii ve Küçükköy Deresi numune alma noktalarında ölçüm değerleri açısından anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir.

Bir başka ifadeyle, alınan numune değerleri ölçüm noktalarına göre bariz farklar göstermektedir. Gruplar arası farkların, hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek amacıyla Tukey HSD testi kullanılmıştır. Bunlara göre;

Çözünmüş Oksijen için $[F(5-90) = 19,448, p < 0.05]$; Alibeyköy Deresi üzerindeki Fil Köprüsü mevkiinden alınan numunelerde, Çözünmüş Oksijen parametresi için ortalama değer 1,80 mg/L olduğu ve zaman zaman alınan numunelerde Çözünmüş Oksijen değerlerinin 0,00 mg/L olarak ölçüldüğü görülmüştür. Bunun sebebi Kâğıthane Deresi Sağ Sahilinde bulunan yerleşim bölgelerinden, İSKİ Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezi

vasıtası ile Yenikapı Ön Arıtma Tesisine iletilen atıksuları taşıyan kolektör hattı artık ihtiyacı karşılayamadığından su kullanımının yoğun olduğu saatlerde özellikle yağmurlu havalarda karışık sistem çalışan bu kolektör gelen yükü taşıyamadığından fazla debi Bilgi Üniversitesi Santral İstanbul kampüsü karşısı Fil Köprüsü yanındaki savaktan Alibeyköy Deresi'ne deşarj edilmektedir. Bu sorunun çözümü için Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisinden bu hatta paralel Ø3600 mm.lik atıksu kolektörünün inşaatına başlanmış olup TBM (Tunnel Boring Machine) makinesi ile imalat çalışmaları devam etmektedir. Tünel 2013 yılında bitirilmiş olacak ve Alibeyköy Deresi ile Haliç'in sağ sahili kuşaklanarak bu güzergâhtan Haliç'e atıksu deşarjının önüne geçilecektir. Ancak 2013 yılına kadar ise Silahtarağa Atıksu Terfi İstasyonundan pompalanan atıksunun bir kısmının Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisi yerine Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisine gönderilmesi için Silahtarağa Terfi İstasyonundan A1 Su alma Yapısına Cam Takviyeli Plastik borularla basınçlı bir atıksu hattının imalatına 2011 Ocak itibariyle başlanmış olup, az önce bahsi geçen tünel bitene kadar yetersiz olan kolektör hattı nedeniyle karşılaşılabilecek savaklanmaların önüne geçilecektir. Bu hat 2011 Haziranından önce işletmeye alınacaktır.

Amonyak Azotu için $[F(5-90) = 12,378, p<0.05]$; Alibeyköy Deresi, İstanbul'umuzun içme suyu ihtiyacını karşılayan barajlardan olan Alibeyköy Barajının mansabından başlayıp Haliç'e kadar uzanmaktadır. Alibeyköy Barajı'nın bu önemli görevi nedeniyle barajdaki su sadece içme suyu amacıyla kullanılmıştır. Alibeyköy Barajı sadece 2009 yılında 2 kez %100 dolmuş ve fazla su salınmıştır. Alibeyköy Deresine bağlanan Küçükköy Deresi ise yine şehir içinde kalmış, ıslahı yapılarak üzeri kapatılmış bir deredir bu dereden de kuru havada herhangi bir akış yoktur. İşte bu sebeplerle Alibeyköy Deresine yağmurlu havalar haricinde taze su girişi yoktur. Ayrıca Haliç'in kirli suyunun günün belli saatlerinden Küçükköy Deresi bağlantı noktasına kadar yükseldiği ve sonra geri çekildiği görülebilir. Bu sebeple alınan numunelerde amonyak azotu değerleri yukarıda bahsedilen Fil Köprüsü mevkiinde savak zamanlarında en yüksek değer olan 26,20 mg/L değerini görmüşken membaaya doğru değerler gittikçe azalan Haliç sularının etkisi ile daha da düşmektedir. Baraj çıkışındaki Balıklıhavuz bölgesinin Kombine ve Vidanjör araçları için döküm noktası olması ve buradan geçen Yenikapı

Atıksu Ön Arıtma Tesisine bağlanan hattın devamlı dolu olması sebebiyle zaman zaman atıksu deşarjları görülebilmektedir.

Ayrıca bu bölgede Ağaç A.Ş.'nin tüm gübreleme, paketleme v.b. işlerinin yapıldığı geniş çalışma sahaları Alibeyköy Deresi'nin her iki yanına paralel şekilde uzanmış olduğundan tarımsal faaliyetler sonucu kullanılan koruma ilaçları ve gübre gibi maddeler erozyon, yağmur v.b. sebeplerle Dereye karışmaktadır. Bu sebeplerle Fil Köprüsü Mevkii, Küçükköy Deresi, Osmanlı Parkı Mevkii, Çobançeşme Firma Mevkii ve Nato Tesisleri Mevkilerinin hepsinde kalite sınır değerlerinin çoğu zaman aşıldığı görülmektedir.

Alibeyköy Deresi üzerinden Silahtarağa Atıksu Terfi Merkezinin bulunduğu Alibeyköy Osmanlı Parkı mevkii ile Alibeyköy Sağ Sahil kolektörünün savağının bulunduğu Fil köprüsü mevkiinden alınan numunelerde anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir. Toplam Fosfor için $[F(5-90) = 19,486, p<0.05]$ ve Toplam Kjeldahl Azotu için $[F(5-90) = 7,06, p<0.05]$. Ölçülen değerler; Toplam Fosfor için 0,65 mg/L.den, Toplam Kjeldahl Azotu parametresi, için ise 5 mg/L.den büyük olduğundan "Sınıf IV – Çok Kirli Su" kategorisindedir.

Sülfür için $[F(5-90) = 6,092, p<0.05]$; Bu parametreye ait ortalama değerler tüm ölçüm noktaları için "Sınıf IV - Çok Kirli Su" kategorisinde iken Fil köprüsü mevkiinden alınan bazı numunelerde 6,2 mg/L değerleri görülmüştür. Çalışmaları devam eden atıksu tünelinin bitirilmesine müteakip bu hattaki sıkıntılar giderilecektir.

Ayrıca Küçükköy Deresi'nde kuru havada herhangi bir akış bulunmaması gerekirken, akış görüldüğünde yapılan ölçümlerde çok yüksek Toplam Fosfor ve Nitrat değerleri ölçülmüştür. Bu yüksek konsantrasyonların bölgede yer alan endüstriyel tesislerin noktasal deşarjlarının etkisiyle ortaya çıktığı görülmektedir.

Çizelge 5.10 Yıllara göre Alibeyköy deresi ölçüm değerleri

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	2007	4	5,82	10,15	8,1725	2,18954
	2008	28	5,82	30,5	16,555	6,0454
	2009	33	6,83	25,3	14,8909	5,77598
	2010	31	6	26,6	18,2865	6,0529
	Total	96	5,82	30,5	16,1928	6,1735
pH	2007	4	4,51	7,81	6,7175	1,53109
	2008	28	6,76	8,4	7,6746	0,44083
	2009	33	6,8	8,65	7,6221	0,44313
	2010	31	6,56	8,2	7,4958	0,34792
	Total	96	4,51	8,65	7,559	0,51969
Çözülmüş Oksijen	2007	4	3,2	9,92	6,3675	3,48849
	2008	28	0	12,56	6,0243	3,9817
	2009	33	0,1	10,77	6,1267	3,94637
	2010	31	0	12,8	5,4494	3,79535
	Total	96	0	12,8	5,8881	3,84482
Amonyak Azotu	2007	4	0,9	26,2	9,165	11,90354
	2008	28	0,1	23,5	5,4839	5,95397
	2009	33	0,14	20	2,7306	4,2123
	2010	31	0,13	17,3	5,1532	4,95711
	Total	96	0,1	26,2	4,5841	5,54145

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Nitrat	2007	4	0,77	1,97	1,5775	0,55482
	2008	28	0,1	6,1	0,9946	1,25663
	2009	33	0,1	2,72	1,2	0,9452
	2010	31	0,1	2,14	0,7003	0,67112
	Total	96	0,1	6,1	0,9945	0,97924
Toplam Fosfor	2007	4	0,3	2,59	1,0125	1,06897
	2008	28	0,09	4,28	1,2482	1,22454
	2009	33	0,02	2,43	0,4279	0,53664
	2010	31	0,02	2,2	0,5797	0,59315
	Total	96	0,02	4,28	0,7405	0,88986
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	2007	4	30	185	71,25	75,86995
	2008	28	25	365	55,7143	64,94605
	2009	33	25	110	34,3939	18,9472
	2010	31	25	190	48,871	36,66764
	Total	96	25	365	46,8229	45,05038
Toplam Kjeldahl Azotu	2007	4	3,3	40,4	14,85	17,48342
	2008	28	0,9	27,9	8,8179	6,97652
	2009	33	0,5	23,6	4,5061	4,68107
	2010	31	0,5	21,5	7,3323	6,2543
	Total	96	0,5	40,4	7,1073	6,99806

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Deterjan	2007	4	0,05	0,74	0,3425	0,34846
	2008	28	0,05	8,06	0,6266	1,49619
	2009	33	0,05	3	0,2585	0,61409
	2010	31	0,05	0,82	0,2368	0,23801
	Total	96	0,05	8,06	0,3623	0,90247
Fenolik Maddeler	2007	4	0	0	0,002	0
	2008	28	0	0,04	0,0064	0,0089
	2009	33	0	0,01	0,0027	0,00173
	2010	31	0	0,07	0,008	0,01414
	Total	96	0	0,07	0,0054	0,0096
Toplam Siyanür	2007	4	0,07	0,37	0,15	0,14697
	2008	28	0,05	2,7	0,2396	0,56525
	2009	33	0,05	0,13	0,0636	0,02219
	2010	31	0,05	0,1	0,0774	0,02529
	Total	96	0,05	2,7	0,123	0,31273
Sülfür	2007	4	0,1	0,1	0,1	0
	2008	28	0,1	6,2	0,8214	1,55191
	2009	33	0,1	3,12	0,3491	0,65843
	2010	31	0,1	4	0,5903	1,06907
	Total	96	0,1	6,2	0,5544	1,11185

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Kadmiyum	2007	4	0	0	0	0
	2008	28	0	0	0,0013	0,00098
	2009	33	0	0	0,002	0
	2010	31	0	0	0,002	0
	Total	96	0	0	0,0017	0,00071
Kurşun	2007	4	0	0,01	0,003	0,00141
	2008	28	0	0,02	0,0078	0,0047
	2009	33	0,01	0,01	0,01	0
	2010	31	0,01	0,01	0,01	0
	Total	96	0	0,02	0,0091	0,003
Bakır	2007	4	0	0,07	0,0255	0,03379
	2008	28	0	0,11	0,0183	0,01991
	2009	33	0,02	0,02	0,02	0
	2010	31	0,02	0,5	0,04	0,08653
	Total	96	0	0,5	0,0262	0,05106
Toplam Krom	2007	4	0	0,18	0,0465	0,087
	2008	28	0	0,03	0,0148	0,00873
	2009	33	0,02	0,02	0,02	0
	2010	31	0,02	0,2	0,0348	0,0353
	Total	96	0	0,2	0,0244	0,02728

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Çinko	2007	4	0,01	0,14	0,0648	0,05953
	2008	28	0,01	0,1	0,0688	0,03282
	2009	33	0,1	0,32	0,1082	0,03901
	2010	31	0,1	0,17	0,1032	0,01301
	Total	96	0,01	0,32	0,0933	0,03612
Demir	2007	4	0,22	1,03	0,614	0,34545
	2008	28	0,12	5,5	0,9452	1,17649
	2009	33	0,04	2,24	0,4833	0,54113
	2010	31	0,05	1,68	0,4332	0,40005
	Total	96	0,04	5,5	0,6073	0,7715
Mangan	2007	4	0,1	0,84	0,3515	0,33119
	2008	28	0,11	5,86	0,6576	1,06738
	2009	33	0,05	0,93	0,2567	0,17405
	2010	31	0,09	5,18	1,3532	1,61661
	Total	96	0,05	5,86	0,7317	1,17256
Alüminyum	2007	4	0,4	58,8	17,2955	27,90169
	2008	28	0,03	450,6	24,4436	86,01686
	2009	33	0,11	69,8	4,8794	13,07696
	2010	31	0,2	170	15,991	41,06505
	Total	96	0,03	450,6	14,6911	52,72448

2007 ile 2010 yılları arasındaki parametre değişimleri incelendiğinde aşağıda yazılı dört parametre haricinde diğer parametrelerde 4 yılın ortalamasının altına inilememiştir. Aksine Amonyak Azotunda Fil Köprüsü atıksu savağının ve Ağaç A.ř. faaliyetlerinin etkisiyle %12'nin üzerinde değer artışı görülmektedir.

Çizelge 5.11 Alibeyköy deresi ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi

Parametre	2007 – 2010 Ort. (mg / L)	2010 Ortalaması (mg / L)	Yüzde Değişim
Nitrat	0,9945	0,7003	- %29,58
Toplam Fosfor	0,7405	0,5797	- %21,72
Deterjan	0,3623	0,2368	- %34,64
Toplam Siyanür	0,1230	0,0774	- %37,07
Amonyak Azotu	4,5841	5,1532	+ %12,41

5.2.4 Haliç Çalışmaları

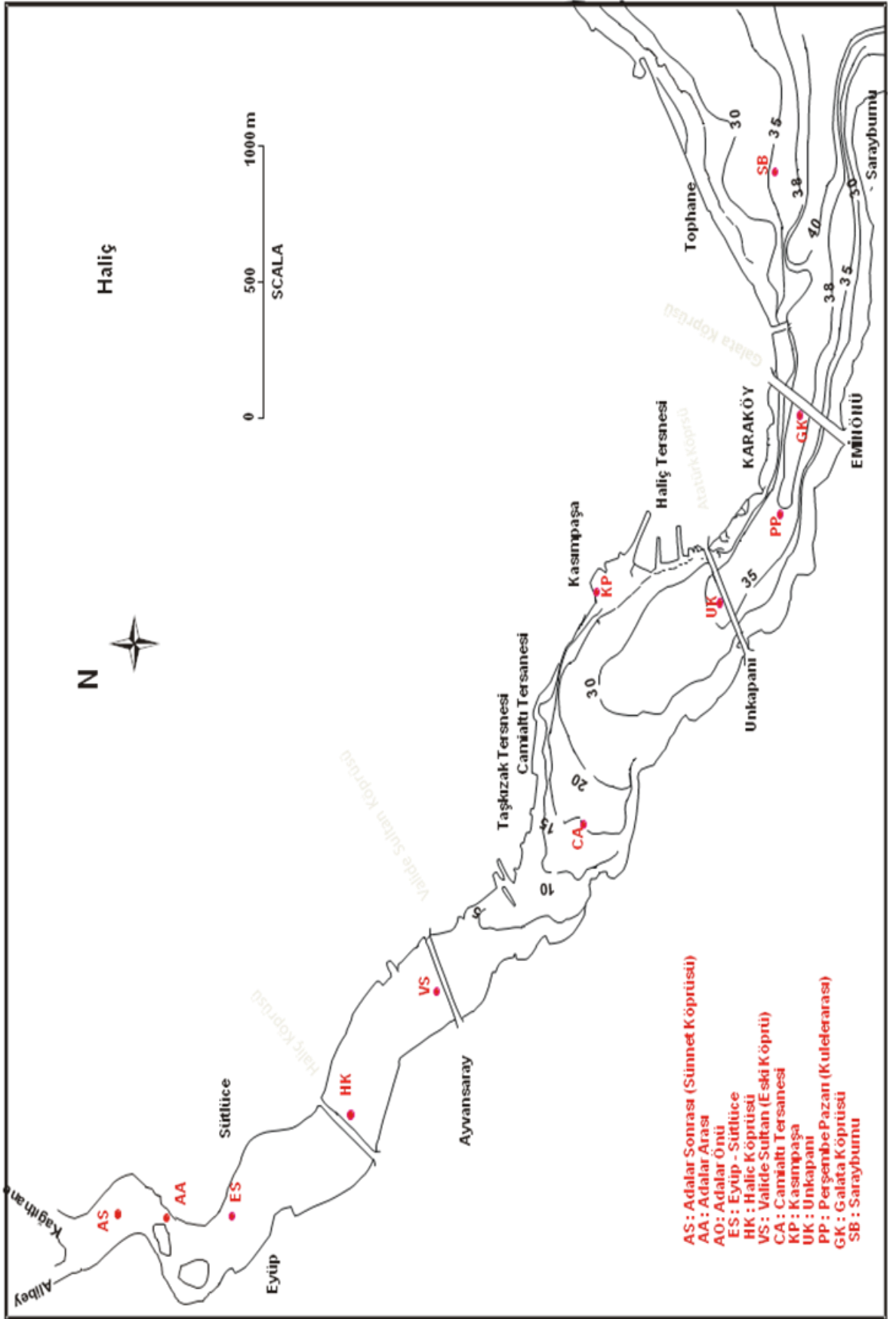
Çizelge 5.12 Haliç numune alma istasyonları:

Sıra No	Numune Alım Yer No	Numune Alım Yerleri
1	1	Adalar Sonrası
2	2	Adalar Arası
3	3	Eyüp Sultan Sütlüce Mevkii
4	4	Haliç Köprüsü Ayvansaray Tarafı
5	5	Valide Sultan Köprüsü Eyüp Sultan Tarafı
6	6	Cami Altı tersanesi
7	7	Kasımpaşa İskele Yanı
8	8	Atatürk Köprü Yanı Kasımpaşa Tarafı
9	9	Atatürk Köprü Yanı Perşembe Pazarı Tarafı
10	10	Galata Köprüsü Perşembe Pazarı Tarafı
11	11	Sarayburnu Tophane Açıkları

Haliç üzerinden Aralık 2007 ve Kasım 2010 tarihleri arasında alınan numunelerdeki ölçülen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanıp, aralarındaki farkları tespit etmek için, varyans analizleri yapılmıştır.

Çizelge 5.13 Haliç ölçüm değerleri

Parametreler (mg/L)	Numune Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	682	5,97	27,29	15,67	5,75
pH	682	4,60	9,70	7,87	0,43
Çözünmüş Oksijen	682	0,00	13,80	5,97	2,83
Amonyak Azotu	682	0,05	12,18	0,82	1,48
Nitrat	682	0,10	1,68	0,21	0,27
Toplam Fosfor	668	0,02	5,70	0,16	0,28
Top. Kjeldahl Azotu	660	0,40	17,20	1,67	2,01
Sülfür	240	0,10	4,50	0,28	0,71
Kadmiyum	44	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurşun	44	0,01	0,01	0,01	0,00
Bakır	44	0,02	0,02	0,02	0,00
Toplam Krom	44	0,02	0,02	0,02	0,00
Çinko	44	0,10	0,10	0,10	0,00
Demir	44	0,02	1,11	0,21	0,28
Mangan	44	0,02	0,25	0,06	0,06
Derinlik	682	0,00	10,00	3,41	4,04
Sechi Diski	341	0,10	9,00	2,53	2,01
Tuzluluk	660	0,68	181,97	16,72	9,97
İletkenlik	660	0,98	31,43	22,71	6,73
Askıda Katı Mad.	660	0,05	195,00	24,01	18,03
Yağ - Gres	77	0,30	1,40	0,39	0,24



Şekil 5.4 Haliç'te ölçüm yapılan istasyonlar

Bu sonuçlar ışığında Haliç üzerindeki numune alma noktalarından alınan numunelerde sadece Sülfür parametresinde ortalama ölçüm değerleri “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” sınıfındadır. Minimum ve maksimum ölçüm değerleri açısından yapılan değerlendirmede ise; Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Toplam Fosfor, Toplam Kjeldahl Azotu, Sülfür ve Yağ-Gres parametrelerinde su kalitesi sınıfının “Sınıf IV – Çok Kirlenmiş su olduğu görülmüştür. Sınıf IV – Çok Kirlenmiş su kategorisindeki sular üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilir yüzeyel sulardır. Bu sularda amaç, uzun vadeli bir havza koruma planı çerçevesinde mevcut kaliteyi iyileştirmektir.

Çizelge 5.13’de Haliç’ten alınan ölçüm sonuçları ile ilgili istatistikler gösterilmektedir. Bu sonuçlar ışığında en düşük ve en yüksek ölçüm değerleri arasındaki büyük farklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu farkın anlamlı olup olmadığının anlaşılabilmesi için her bir parametrenin, ölçüm yapılan tüm noktalardaki değişimini gösterecek şekilde bir gruplandırma yapılarak One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) uygulanmıştır. Ayrıca gruplar arası farkı belirleyebilmek için de Tukey testi kullanılarak elde edilen aşağıdaki bulgulara göre bazı değerlerde anlamlı farkın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.14 Haliç ölçüm nok. göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları (p≤0.05)

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Çözünmüş Oksijen	Gruplar Arası	1526,315	10	152,632		
	Gruplar İçi	3939,581	671	5,871	25,997	0,000
	Toplam	5465,897	681			
Amonyak Azotu	Gruplar Arası	297,803	10	29,78		
	Gruplar İçi	1195,506	671	1,782	16,715	0,000
	Toplam	1493,309	681			

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
	Gruplar Arası	6,381	10	0,638		
Toplam Fosfor	Gruplar İçi	47,635	657	0,073	8,802	0,000
	Toplam	54,016	667			
	Gruplar Arası	606,279	10	60,628		
Top. Kjeldahl Azotu	Gruplar İçi	2068,103	649	3,187	19,026	0,000
	Toplam	2674,381	659			
	Gruplar Arası	12654,471	10	1265,447		
Askıda Katı Madde	Gruplar İçi	201618,31 2	649	310,66	4,703	0,000
	Toplam	214272,78 3	659			

Çizelge 5.14’de parametre değerlerinin, ölçüm noktalarına göre ANOVA sonuçları verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Haliç üzerinden alınan pH, Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Toplam Fosfat, Toplam Kjeldahl Azotu, Sechi Diski, Tuzluluk, İletkenlik ve Askıda Katı Madde parametreleri için Adalar Sonrası, Adalar Arası, Eyüp Sultan Sütlüce Mevkii, Haliç Köprüsü Ayvansaray Tarafı, Valide Sultan Köprüsü Eyüp Sultan Tarafı, Cami Altı tersanesi, Kasımpaşa İskele Yanı, Atatürk Köprü Yanı Kasımpaşa Tarafı, Atatürk Köprü Yanı Perşembe Pazarı Tarafı, Galata Köprüsü Perşembe Pazarı Tarafı ve Sarayburnu Tophane Açıkları numune alma noktalarında ölçüm değerleri açısından anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir.

Çözünmüş Oksijen için [F(10-671) = 25,997, p<0.05] ; Haliç üzerinden tüm numune alma noktalarında alınan değerlere bakıldığında her noktanın minimum ve maksimum değerleri Çözünmüş Oksijen için 0,00 mg/L - 10,00 mg/L skalasında geniş bir aralık görülürken, Valide Sultan Köprüsü tarafından itibaren, Haliç Köprüsü Ayvansaray

Mevkii, Eyüp Sultan Sütluce Mevkii, Adalar Arası ve Adalar Sonrasına doğru ortalama Çözünmüş Oksijen değerlerinin Haliç derinliğinin azalması ve bu noktalarda temiz deniz suyu miktarının azalması sebebiyle 5,66 mg/L.den 3,49 mg/L.ye azaldığı görülmüştür.

Amonyak Azotu için [F(10-671) = 16,715, p<0.05] ; Çözünmüş Oksijen değerlerinde olduğu gibi en yüksek konsantrasyon değerleri Alibeyköy ve Kâğıthane Derelerine daha yakın noktalar olan Adalar sonrasında ortalama 2,15 mg/L, maksimum 12,15 mg/L olarak görülmüştür. Marmara Denizine doğru konsantrasyon değerleri orantılı bir şekilde azalmaktadır, Haliç Köprüsü Ayvansaray tarafından itibaren ortalama konsantrasyon değerlerinin 1 mg/L.nin altına düştüğünü görüyoruz.

Toplam Fosfor için [F(10-657) = 8,802, p<0.05] ; Adalar Sonrası ve adalar arası bölgeleri ile Sütluce mevkiine kadar ortalama değerler “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” kategorisinde iken Sütluce mevkiinden itibaren değerler “Sınıf II – Az kirlenmiş su” sınırlarındadır.

Toplam Kjeldahl Azotu için [F(10-649) = 19,026, p<0.05] ; Ölçülen maksimum değerler Haliç’in başlangıcından Atatürk Köprüsü Perşembe pazarı tarafına kadar “Sınıf IV - Çok kirlenmiş su” sınıfı sınır değeri olan 5 mg/L’nin üzerinde olduğunu görüyoruz.

Askıda Katı Madde Parametresi için [F(10-649) = 4,703, p<0.05] ; Bu parametreye için sadece Adalar sonrası kısma ait ortalama değerler 30,0 mg/L değerinin üstündedir. Diğer noktalarda çok yüksek AKM değerleri görülmez.

Çizelge 5.15 Yıllara göre Haliç ölçüm değerleri

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Sıcaklık °C	2007	22	9,66	10,65	10,0459	0,25902
	2008	154	5,97	26,15	15,2064	5,46502
	009	264	7,26	24,94	15,7371	5,2824
	2010	242	6,03	27,29	16,4021	6,36587
	Total	682	5,97	27,29	15,6696	5,75259

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
pH	2007	22	7,57	8,13	7,9173	0,16605
	2008	154	7,02	8,52	7,7973	0,2902
	2009	264	6,6	8,72	7,8679	0,45185
	2010	242	4,6	9,7	7,9048	0,49852
	Total	682	4,6	9,7	7,8666	0,43389
Çözünmüş Oksijen	2007	22	1,68	8,84	5,6677	2,62975
	2008	154	0,35	13,8	6,8479	2,55309
	2009	264	0,1	11,6	6,0532	2,61324
	2010	242	0	11,8	5,3556	3,0983
	Total	682	0	13,8	5,9727	2,83307
Amonyak Azotu	2007	22	0,05	0,59	0,1982	0,1627
	2008	154	0,05	12,15	0,7773	1,41812
	2009	264	0,05	12,18	0,8934	1,75269
	2010	242	0,05	7,76	0,8217	1,23392
	Total	682	0,05	12,18	0,8193	1,48082
Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (x)	Stan.Sap. (Ss)
Nitrat	2007	22	0,1	0,24	0,1395	0,05367
	2008	154	0,1	0,45	0,1836	0,10204
	2009	264	0,1	1,68	0,2244	0,34078
	2010	242	0,1	1,33	0,2197	0,25715
	Total	682	0,1	1,68	0,2108	0,26667

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Toplam Fosfor	2007	22	0,07	1,6	0,5227	0,53038
	2008	154	0,03	1,17	0,2188	0,17918
	2009	264	0,02	5,7	0,1223	0,36378
	2010	228	0,02	1,01	0,1318	0,13939
	Total	668	0,02	5,7	0,161	0,28458
Toplam Kjeldahl Azotu	2007	22	0,5	5	1,7409	1,37275
	2008	154	0,5	14,2	1,4838	1,76633
	2009	264	0,5	17,2	1,8652	2,42788
	2010	220	0,4	8,9	1,57	1,64064
	Total	660	0,4	17,2	1,6736	2,01451
Sülfür	2007	8	0,1	0,2	0,1125	0,03536
	2008	56	0,1	0,6	0,1268	0,08419
	2009	96	0,1	4,5	0,3073	0,7901
	2010	80	0,1	4,2	0,3663	0,8589
	Total	240	0,1	4,5	0,2783	0,70914
Sechii Diski	2007	11	0,5	3	1,4318	0,91577
	2008	77	0,3	6	2,2708	1,70601
	2009	132	0,1	8	2,5511	2,16723
	2010	121	0,25	9	2,7669	2,06174
	Total	341	0,1	9	2,5283	2,01484

Parametre (mg/l)	Yıllar	Numune Sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama (X)	Stan.Sap. (Ss)
Tuzluluk	2007	22	13,07	20,41	17,9477	2,14909
	2008	154	9,54	20,16	18,529	1,66016
	2009	264	0,68	181,97	17,8275	15,0175
	2010	220	1,4	19,14	14,0046	3,82683
	Total	660	0,68	181,97	16,7209	9,97128
İletkenlik	2007	22	15,69	23,64	20,7932	2,33731
	2008	154	11,36	31,43	24,3003	4,25098
	2009	264	0,98	30,7	24,4961	7,10413
	2010	220	1,81	28,1	19,6319	6,87049
	Total	660	0,98	31,43	22,7056	6,73443
Askıda Katı Madde	2007	22	25	40	29,3182	5,41063
	2008	154	20	185	36,3636	17,77007
	2009	264	10	195	22,5758	19,47002
	2010	220	0,05	60	16,5552	11,45857
	Total	660	0,05	195	24,0108	18,03187
Yağ - Gres	2007	11	0,3	1,1	0,4636	0,28026
	2008	66	0,3	1,4	0,3788	0,22973
	2009	0	.	.	.	.
	2010	0	.	.	.	.
	Total	77	0,3	1,4	0,3909	0,23741

2007 ile 2010 yılları arasındaki parametre değişimleri incelendiğinde Tuzluluk, İletkenlik ve Askıda Katı Madde parametrelerinde bariz azalışlar görülmüşken Sülfür parametresinde %30'un üzerinde ortalama değer artışı görüyoruz.

Çizelge 5.16 Haliç ölçüm değerlerinin yıllara göre değişimi

Parametre	2007 – 2010 Ort. (mg / L)	2010 Ortalaması (mg / L)	Yüzde Değişim
Tuzluluk	16,7209	14,0046	- %26,36
İletkenlik	22,7056	19,6319	- %13,54
Askıda Katı Madde	24,0108	16,5552	- %31,05
Sülfür	0,2783	0,3663	+ %31,62

5.2.5 Haliç Kirlilik Yükleri Çalışmaları

Haliç'te kirlilik yükleri ile ilgili olarak çalışmaların ilk yapıldığı 1960' lı yıllar Haliç'te bilimsel olarak ölçümlerin başladığı ilk yıllardır. Yapılan ilk çalışmada (KOR) BOİ5 değerleri yaz aylarında 11mg/L, kış aylarında 5mg/L olarak ölçülmüştür [7].

1975 yılında Silahtar-Kâğıthane ve Rıhtım altı arasında yapılan çalışmada BOİ5 değeri, 42-63 mg/L olarak ölçülmüştür. Yine 1975 yılında yapılan başka bir çalışmada BOİ5 değeri, 35-65 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir [4].

1979-1980 yılları arasında Haliç Köprüsü ile Galata köprüsü arasında 15 istasyonda yüzeysel suda yapılan bir çalışmada Cr+3; 0.09 – 0.31 mg/L, Cd+2; 0.06-0.396 mg/L, Zn+2; 0.017 – 0.197 mg/L, Hg+; 0.02-0.140 mg/L. olarak tespit edilmiştir [26].

1985-1989 yılları arasında ODTÜ tarafından yüzeysel suda yapılan çalışmada cıva, 0.017-0.053 mg/L, AKM 10-38 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. 1988 yılında yapılan başka bir çalışmada AKM 11-26 mg/L olarak ölçülmüştür [27].

1988-1989 yılları arasında İSKİ tarafından Haliç'in Kâğıthane (Fil) köprüsü ile Unkapanı kolektörleri arasında yüzey suyunda 9 istasyonda gerçekleştirilen çalışmada BOİ5 değeri 1988 yılında ortalama 27-153 mg/L, 1989 yılında ise 30-260 mg/L arasında

değiştirdiği tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada Galata Köprüsü civarında yapılan ölçümlerde kurşun 124 – 702 (mg /kg), Bakır 333 -3900 (mg /kg) ve çinko 450 -8750 (mg /kg) değerleri elde edilmiştir[27].

1998 – 2000 yılları arasında yapılan bir çalışmada Şubat 2000’ e kadar Valide Sultan ile Eyüp arasındaki ÇO miktarı deneysel ölçülebilirlik sınırının altına olup bu bölgede H₂S gazının varlığı belirlenmiştir. Yine bu çalışmaya göre üç yıllık dönemde ÇO miktarı 2 – 11 mg/L arasındadır [28].

Özetlersek 1990 yılına kadar yapılan çalışmalar göstermiştir ki yüzey suyundaki BO₅ değeri 40-60 mg/L, toplam katı madde 20-25 mg/L arasında değişmektedir.

5.2.6 Kâğıthane ve Alibeyköy Dereleri ile Haliç Numunelerinin Birlikte Değerlendirilmesi

Kâğıthane ve Alibeyköy Dereleri ile Haliç üzerinden Aralık 2007 ve Kasım 2010 tarihleri arasında alınan numunelerdeki ölçülen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanıp, aralarındaki farkları tespit etmek için, varyans analizleri yapılmıştır.

Çizelge 5.17 Kâğıthane ve Alibeyköy dereleri ile Haliç’ten alınan tüm numunelerin ölçüm değerleri

Parametreler (mg/L)	Numune Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama (X)	Stan.Sapma a (Ss)
Sıcaklık	909	1,27	30,5	15,6411	5,86805
pH	909	4,51	9,7	7,7847	0,46285
Çözünmüş Oksijen	909	0	13,8	5,8533	3,07458
Amonyak Azotu	909	0,05	54	2,4219	5,42161
Nitrat	909	0,1	28,26	0,4384	1,4159
Toplam Fosfor	895	0,02	8	0,3143	0,64177
Kimyasal Oksijen İ.	227	25	2770	63,9648	188,03457

Parametreler (mg/L)	Numune Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama (X)	Stan.Sapma a (Ss)
Top. Kjeldahl Azotu	887	0,4	75,1	3,7351	6,81202
Deterjan	227	0,05	8,06	0,2962	0,69129
Fenolik Maddeler	227	0	0,14	0,0085	0,01661
Toplam Siyanür	227	0,05	2,7	0,1005	0,21681
Sülfür	467	0,1	6,2	0,3272	0,7767
Kadmiyum	257	0	0	0,0019	0,00045
Kurşun	270	0	0,02	0,0094	0,00229
Bakır	268	0	0,5	0,0216	0,03079
Toplam Krom	271	0	0,2	0,0213	0,01686
Çinko	271	0,01	0,61	0,0997	0,05107
Demir	271	0,02	5,79	0,7522	0,80144
Mangan	271	0,02	5,86	0,4833	0,75738
Alüminyum	227	0,03	450,6	6,7634	34,87382
Yağ - Gres	78	0,3	1400	18,3346	158,4747

Çizelge 5.17’de Kâğıthane ve Alibeyköy Dereleri ile Haliç üzerinden alınan ölçüm sonuçları ile ilgili istatistikler gösterilmektedir. Bu sonuçlar ışığında en düşük ve en yüksek ölçüm değerleri arasındaki büyük farklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu farkın anlamlı olup olmadığının anlaşılabilmesi için her bir parametrenin, ölçüm yapılan tüm noktadaki değişimini gösterecek şekilde bir gruplandırma yapılarak One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) uygulanmıştır. Ayrıca gruplar arası farkı belirleyebilmek için de Tukey testi kullanılarak elde edilen aşağıdaki bulgulara göre bazı değerlerde anlamlı farkın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.18 Kâğıthane ve Alibeyköy dereleri ile Haliç ölçüm noktalarına göre parametre değerlerinin varyans analizi sonuçları ($p \leq 0.05$)

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
pH	Gruplar Arası	18,392	2	9,196		
	Gruplar İçi	176,13	906	0,194	47,305	0,000
	Toplam	194,523	908			
Çözünmüş Oksijen	Gruplar Arası	64,72	2	32,36		
	Gruplar İçi	8518,665	906	9,403	3,442	0,032
	Toplam	8583,385	908			
Amonyak Azotu	Gruplar Arası	8184,942	2	4092,471		
	Gruplar İçi	18504,678	906	20,425	200,37	0,000
	Toplam	26689,62	908			
Nitrat	Gruplar Arası	144,161	2	72,08		
	Gruplar İçi	1676,165	906	1,85	38,961	0,000
	Toplam	1820,326	908			
Toplam Fosfor	Gruplar Arası	62,025	2	31,013		
	Gruplar İçi	306,191	892	0,343	90,347	0,000
	Toplam	368,216	894			
Top. Kjeldahl Azotu	Gruplar Arası	12102,226	2	6051,113		
	Gruplar İçi	29011,414	884	32,818	184,382	0,000
	Toplam	41113,64	886			

Parametre	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
	Gruplar Arası	6,307	2	3,153		
Sülfür	Gruplar İçi	274,817	464	0,592	5,324	0,005
	Toplam	281,124	466			
	Gruplar Arası	0	2	0		
Kadmiyum	Gruplar İçi	0	254	0	13,583	0,000
	Toplam	0	256			
	Gruplar Arası	26,208	2	13,104		
Demir	Gruplar İçi	147,215	268	0,549	23,855	0,000
	Toplam	173,422	270			
	Gruplar Arası	14,059	2	7,029		
Mangan	Gruplar İçi	140,821	268	0,525	13,378	0,000
	Toplam	154,88	270			
	Gruplar Arası	1933791,4	1	1933791,4		
Yağ - Gres	Gruplar İçi	3	76	0,056	343092	0,000
	Toplam	1933795,7	77		03	

Çizelge 5.18’de parametre değerlerinin, ölçüm noktalarına göre ANOVA sonuçları verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Kâğıthane ve Alibeyköy Dereleri ile Haliç üzerinden alınan pH, Çözünmüş Oksijen, Amonyak Azotu, Nitrat, Toplam Fosfat, Toplam Kjeldahl Azotu, Fenol, Sülfür, Kadmiyum, Demir, Mangan, Alüminyum ve Yağ – Gres parametreleri için numune alma noktalarında ölçüm değerleri açısından anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir.

HALIÇ İÇİN YAPILAN DİĞER ÇALIŞMALAR

6.1 Devam Eden Tarama Çalışmaları

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Geliştirme Daire Başkanlığı, Deniz Hizmetleri Müdürlüğüne sürdürülmekte olan dere ağız tarama çalışmaları kapsamında Haliç'te ve Haliç havzasına dökülen Kâğıthane ve Alibeyköy dere ağızlarında tarama çalışmaları 29.05.2006 tarihinden itibaren periyodik olarak devam etmektedir.



Şekil 6.1 Çıkarılan çamurun taşıyıcı dubaya yüklenmesi

Tarama çalışmalarındaki amaç sel ve yağmurlar dolayısıyla taşınan çamur ve teressubatin meydana getirebileceği muhtemel kokunun giderilmesi, gerekli su

sirkülasyonunun sağlanması, Haliçte başlamış olan su altı yaşamının sürdürülebilmesidir.

DLH' dan (Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü) protokol ile temin edilen Çekirge adlı deniz dibi tarama teknesi ile Kâğıthane ve Alibeyköy dere ağızları ile Haliç'ten çıkartılan yılda yaklaşık 60.000m³ çamur, özel olarak imal ettirilen 8 adet çamur taşıma kamyonlarıyla Alibeyköy Yeşilpınar'daki çamur döküm sahasına nakledilmektedir.



Şekil 6.2 Çekirge kovalı tarama teknesi Haliç'te çalışırken

Ayrıca yine Deniz Hizmetleri Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş olan deniz dibini 6 metreye kadar tarayabilen Önce İnsan teknesi ile sığlaşmış Alibeyköy ve Kâğıthane dere yatakları ağızları ve Haliç (Sünnet Köprüsü civarı) taranarak derinleştiriliyor.



Şekil 6.3 Önce insan teknesi Haliç'te çalışırken

6.2 Aerojet Sistemi Çalıştırılması

Tarama ile temizlenen Haliç'te yapılan su tahlillerinde, çözünmüş oksijen oranının normal değerler içinde olduğu, ancak Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinin Haliç'te birleştiği Sünnet köprüsü civarında çözünmüş oksijen miktarının sıfır olduğu belirlendi.

Belirtilen bölgede anaerobik reaksiyon devam etmekte olup oksijensizlikten organik maddelerin parçalanması da uzun sürede oldukça yavaş sürmektedir. Bu durumda çevreye aşırı derecede koku yayılarak çevreyi rahatsız etmektedir.



Şekil 6.4 Aerojetler çalışırken

Biyolojik faaliyetleri aerobik şartlara dönüştürmek, organik maddelerin parçalanmasını hızlandırarak koku problemini ortadan kaldırmak amacı ile söz konusu bölgenin havalandırılması için üçerli guruplardan oluşan 2 adet aerojet sistemi söz konusu bölgede çalıştırılmaktadır.

6.3 Boğaz Aktarma Tüneli

Günümüzde sadece yağmursuları taşıyan Kâğıthane Deresinde, yağış olmadığı dönemlerde ve bilhassa yaz mevsiminde dere ile derenin Haliç'e döküldüğü noktada su sirkülasyonu olmadığından suda çözülmüş oksijen miktarı azalmakta, canlı yaşamı olumsuz etkilenmektedir. Kâğıthane Deresi'ne sürekli su akışının sağlanarak dere suyunun yenilenmesi ve Haliç'e sürekli temiz suyun girmesini sağlamak için Boğaz'ın suları inşa edilen tünelle Kâğıthane Deresi'ne taşınacak, 2200 mm çapında 4100 m uzunluğundaki tünel Ayazağa ile Sarıyer Çayırbaşı arasında inşa edilecek. TBM (Tunnel Boring Machine) yöntemiyle İSKİ tarafından Avrupa Yakası 3. Kısım Atıksu Tünel İnşaatı kapsamında inşası devam eden tünelle 32 metre derinlikten Boğaz'dan Ayazağa'ya

kadar cazibe ile gelen günlük 260 bin m³ deniz suyu Ayazağa Deresi'ne pompa ile terfi ettirilerek Kâğıthane Deresi'ne akıtılacaktır. Böylece 15 Şubat 2008 tarihinde başlanan inşaatın 21 Haziran 2011'de tamamlanması planlanmaktadır. Proje; 38 milyon TL'ye (2008 yılı B.F. ile) mal olacaktır [39].



Şekil 6.5 Kazıyı yapacak TBM'in (Tunnel Boring Machine) şafttan indirilmesi

6.4 Haliç Su Kirliliğinin Uydu Verileriyle İzlenmesi

Yeryüzü kaynaklarının incelenmesi, doğal çevrenin gözlenmesi ve kontrolü gibi amaçlarla uydu verilerinin kullanılmasından oluşan Uzaktan Algılama (Remote Sensing) Teknolojisi, yeryüzü ölçümlerine göre daha hızlı ve kapsamlı bir araştırma imkânı sağlamaktadır.

Yer gerçeği bilgileri desteğinde uzaktan algılanmış uydu verileri işlenerek, Haliç su kirliliğinin zamanla değişimi ortaya çıkarabilmek için ;

Yeryüzü çalışmalarından elde edilen kirlilik parametreleri – askıda madde dağılımı, oksijen dağılımı ve seki-disk ölçümleri - dikkate alınarak, çalışılacak bölgeye ait uydu verileri üzerinde, değişik bant kombinasyonları uygulanarak zenginleştirilir ve eğitimli sınıflandırma (supervised classification) tekniği kullanılarak sınıflandırılır, böylelikle

yapay renkli görüntüler elde edilir. Sınıflandırılmış görüntüler üzerinde, kirlilik dağılımı ortaya konulur.

Sonuç olarak, Haliç'in kirlilik tespitini; Yer gerçeği verileriyle desteklenen, çok bantlı tarayıcılarla elde edilen veriler kullanılarak uzaktan algılama teknolojisi ile geniş görüş alanı, emek, zaman ve maliyet açısından çok büyük avantajlar sağlayacak biçimde gerçekleştirebiliriz [33].

6.5 Haliç'e Yeni Bir Kimlik -Mavi Bayrak-

Mavi Bayrak Projesi, kıyı alanları yönetiminin geliştirilmesi için bazı şartlar gerektirmektedir. Burada gönüllülük ve inisiyatif kullanma önemli yer tutar. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Turizm Organizasyonu'nun (WTO) ortak katılımı ile 1996 yılında kıyusal çevrenin geliştirilmesi ödülü olan "Mavi Bayrak" kabul edilip, yayınlanmıştır. Plaj ve marinalarda çevresel yönetim (eko-etiket) ödülünü almak için kullanılan Mavi Bayrak, Avrupa ülkelerinde denenip, geliştirilerek diğer dünya ülkeleri ile de paylaşılmaktadır.

Mavi Bayrak Projesi kapsamına alınan illerde izlenen mikrobiyolojik parametreler Avrupa Çevre Eğitim Vakfı (FEEE) tarafından Total Koliform, Fekal Koliform ile Fekal Streptokok olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği (AB) uyumlaştırma çalışmalarına ön hazırlık amacıyla 2002 yılı itibarı ile tüm kıyı ölçüm ağında bu üç parametrenin izlenmesine başlanmıştır.

Haliç'te sürdürülen su kalitesini iyileştirme ve Haliç havzası rekreasyon çalışmaları kapsamında son birkaç yıldır önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu çalışmaların en önemli adımlarından olan Kuzey ve Güney Haliç kolektörlerinin inşası, dip çamurunun taranması, Alibeyköy Barajı'ndan temiz su verilmesi ve oksijen konsantrasyonunun artırılmasına yönelik pompalarla havalandırma projeleri hayata geçirilmiş ve eskiye nazaran Haliç'e atık su girişi önemli ölçüde kontrol altına alınmıştır. Ancak Haliç'i besleyen derelerden halen önemli miktarlarda organik bazlı kirlilik gelmeye devam etmektedir. Özellikle yağışlı periyotlarda bu taşınım belirgin şekilde artmaktadır. Haliç'te yaşayan balık türü çıkarken, koliform bakterileri açısından Haliç bölgesinde Avrupa Birliği Mavi Bayrak değerlerinin sağlandığı tespit edilmiştir.

AB standartlarına göre, bir suda yüzülebilmesi için Koliform bakteri oranının 2000'nin altında olması ölçü kabul edilmektedir. Haliç'te bu oran birçok bölgede 1000'e düşmüştür.

Haliç'te bu oranın 1996 yılı öncesi milyarlar seviyesinde olduğu dikkate alınırse temizlik çalışmalarının ne derece verimli olduğu daha net anlaşılmaktadır[34].

6.6 Haliç' te Kirlenmeden Önce ve Rehabilitasyon Sonrası Bulunan Su Ürünleri Türleri

Haliç'teki türler ıslah çalışmalarından önceki ve sonraki durumlarına göre incelendiğinde;

6.6.1 Geçmişte Haliç'te Bulunan Su ürünleri

Haliç' te geçmiş yıllarda bulunan su ürünleri istatistikleri veya burada yapılan avcılık miktarı ile ilgili olarak yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Haliç'te Tarihçilerin verdiği bilgilere göre geçmişte palamut, istiridye, orkinos, mercan, uskumru gibi balıkların çok bol olduğu bildirilmiştir [29]. 1940'lı yıllarda Balat'lı balıkçıların çevirme ağları ile balık avladığı Haliç' te plansız yerleşime bağlı olarak, 1970'li yıllardan sonra aşırı kirlilik, canlı yaşamı ya tamamen yok etmiş ya da Galata Köprüsü civarında, az sayıda tür ile sınırlandırmıştır. Yine 1940'lı yıllarda Haliç'e sürüler halinde yunusların girdiği ve çevrede yaşayan halkın kepçelerle istavrit, izmarit, karagöz tuttuğu belirtmiştir. Ayrıca palamut, orkinos, lüfer, torik gibi balıklarda tutulmakta, Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinde ise bol miktarda tatlı su kefali, kızılkanat, tatlı su levreği bulunduğu belirtilmiştir [40].

Eti lezzetli, bölgesel değeri olan Kolyoz balığının yıllar önce "Chalealburnus chalcoides istanbulensis" türünün Haliç'te Kâğıthane deresinde yaşadığı belirtilmiştir. Eski balıkçıların verdikleri bilgilere göre otuz-kırk yıl öncesine kadar Haliç'te kılıç, pisi, palamut, torik, sardalya, aynalı sazan, kılıç balığı, uskumru gibi çeşit çeşit balıkların bulunduğu hatta bu iç denizimizde karides, ahtapot ve pavurya gibi deniz ürünlerine sıkça rastlanıldığı belirtilmiştir[31].

6.6.2 Rehabilitasyon Süreci, Tarama ve Sonrası Görülen Su Ürünleri Türleri

1996 yılında yalnızca Galata köprüsü civarında istavrit, çaça, ve kefalın görüldüğü, bu türlerin Unkapanı köprüsüne kadar dahi gidemedikleri bildirilmiştir [29].

1998 yılında başlanan Haliç'in biyolojik durumu ile ilgili çalışmalarda 1999 yılına gelindiğinde 24 türün yumurta ve larvalarına rastlanmıştır. Bu çalışma Galata – Unkapanı köprüleri arasında yapılmış ve su kalitesindeki değişme ile 2000 yılı Haziranından itibaren Valide Sultan – Unkapanı köprüleri arası da bu çalışmalara dahil edilmiştir. Bu çalışmaya göre yumurta ve larvasına rastlanan türler; *Sardina pilchardus* (Sardalya), *Sprattus sprattus* (Çaça), *Engraulis engrasicolus* (hamsi), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Mugil(liza) auratus* (Altınbaş kefal), *Mugil (chelo)labrousus*, (Sivri burun kefal), *Mugil cephalus* (has kefal), *Gaidropsarus mediterraneus* (Gelincik), *Merlangius merlangus* (mezgıt), *Trachurus sp.* (istavrit), *Mullus barbatus* (barbunya), *Serranus hepatus* (Hani), *Triglia sp.* (kırlangıç) , *Scorpaena porcus* (iskorpit), *Microchirus variegatus* (lekeli dil), *Buglasidium luteum* (akdil), *Solea solea* (dil), *Platichthyes flesus* (pisi), *Callionymus sp.* (üzgün), *Uranuscopus scaber* (Göğebakan), *Belenius* larvası (horozbina), *Gobius* larvası (Kayabalığı), *Ctenolabrus rupestris* (taraklı çırcır) türleridir [32].

Bugün ise Kadir Has Üniversitesi önünden başlamak üzere Unkapanı köprüsü, Galata Köprüsü ve Sarayburnu'na doğru olta balıkçıları değişik zamanlarda Sarıkuyruk istavrit, karagöz istavrit, Has kefal, Altınbaş kefal, Sivri burun kefal, izmarit, dil balığı, palamut, lüfer, çinekop, mezgıt, hamsi, çaça, iskorpit, Eşkina, levrek, barbunya, kurbağakaya balığı, siyah kaya balığı, zargana, mırmır, kalkan, tekir, gelincik, gümüş, hani, karagöz, kırlangıç, kupes, sarpe, sardalya, tirsi, trakonya, denizatı gibi su ürünleri yakalamaktadırlar. Palamut, levrek, çinekop, ve kefal türlerine daha da içerilerde rastlamak mümkündür. Ayrıca midye, denizanasi, yunus, köpekbalığı türleri de görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kâğıthane ve Alibeyköy dereleri ile Haliç'te su kalitesinin iyileştirilebilmesi için, 3 yıl (Aralık 2007 – Kasım 2010) boyunca 31 ayrı noktadan alınan su kalitesi verileri, One Way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) testi ile elde edilen sonuçlar da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda;

Haliç'e dökülen Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinde çevresel koruma önlemleri yeterli şekilde alınmadığı için Haliç'e halen kirletici madde taşınmaktadır. Çizelgede 4.4'de Kâğıthane, Alibeyköy ve Küçükköy derelerine ait yıllık ortalama debilerine karşılık katı madde debileri hesaplanarak gösterilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi Haliç'e deşarjı olan derelerin taşıdıkları katı madde miktarları günde toplam 550 ton, yılda 200000 ton (veya 75000 m³) civarındadır. Kâğıthane ve Alibeyköy deresi çevresinde yer alan endüstri ve yerleşim merkezlerinin atıksu deşarjları bu iki dereye kısmen verildiğinden Haliç'i besleyen önemli iki kirletici kaynak durumundadır.

Kâğıthane ve Alibeyköy derelerinin mansap bölgelerinde belirlenecek kesitlerde teşkil edilecek regülatör ve kum tutucu gibi yapılar yardımıyla, derelerden gelecek askıdaki katı maddenin büyük ölçüde çöktürülmesi sağlanabilir. Teşkil edilecek bu tip bir yapı hem derelerde taşkın düzenleme hem de katı madde taşınımı açısından Haliç ve bölgesinde yaşanan problemlere kalıcı çözüm getirmiş olacaktır.

Haliç'e akan derelerdeki su özellikleri ile Haliç suyunun fiziksel, kimyasal, ve biyolojik özellikleri evsel atıksu özelliğine benzemektedir. Mevcut durumuyla bu derelerin sulan içme, kullanma, sulama, su ürünleri üretimi, ulaşım, turizm ve spor amacıyla kullanılması uygun değildir. Haliç Islah Çalışması çerçevesinde Haliç çanağına kirlilik

taşıyan bu iki derenin kirlilik yüklerinin azaltılması gerekmektedir. Alibeyköy, Kâğıthane ve Küçükköy dereleri atıksu deşarj edilerek açık atıksu kanal olarak çalıştırılmamalı ve sadece yağışlardan sonra oluşan akışa geçen yüzeysel suların taşınmasında kullanılmalıdır. Derelere bağlanan kanalizasyonlar önemli miktarda organik madde girişine neden olmaktadır, bunun kolektörlerle toplanarak uzaklaştırılması gerekmektedir.

Kâğıthane Deresi için:

Galata Deresi'ni çevreleyen atıksu kolektörlerinin, bölgedeki yoğun altyapı (doğalgaz, içme suyu, elektrik, haberleşme v.b.) nedeniyle imalatları tamamlanamamıştır. Boru itme metodu ile veyahut başka teknolojik kazısız inşaat metotları ile atıksu kolektörlerinin tamamlanmasına müteakip Galata Deresine atıksu deşarjı önleneceğinden istenilen su kalite standartlarına ulaşılacağı düşünülmektedir.

Kemberburgaz ve Göktürk bölgesinden yapılan evsel deşarjlar, bölgede yoğun olarak yaşanan tarımsal faaliyetler (bitki koruma ilaçları, kimyasal gübreler v.b.) ile yağmur sonrası Odayeri Çöp Depolama sahasından (Kemberburgaz çöplüğü) sızabilecek çöp sularının dereye karışmasının, derenin sağ ve sol sahillerine İSKİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen kolektörlere bağlanarak önlenmesi ve arıtma tesisine ulaştırılması sağlanmalıdır.

Alibeyköy Deresi için:

Alibeyköy Deresi'nin Haliç'e birleştiği yerde bulunan Fil köprüsü mevkiinden geçen atıksu kolektör hattının artık ihtiyacı karşılayamadığından su kullanımının yoğun olduğu saatlerde ve özellikle yağmurlu havalarda karışık sistem çalışarak fazla debiyi Fil Köprüsü yanındaki savaktan Alibeyköy Deresi'ne deşarj edilmektedir. Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisinden bu hatta paralel Ø3600 mm'lik atıksu kolektörünün inşaatına başlanmış olup TBM (Tunnel Boring Machine) makinası ile imalat çalışmaları devam etmektedir. Tünel 2013 yılında bitirilmiş olacak ve Alibeyköy Deresi ile Haliç'in sağ sahili kuşaklanarak bu güzergâhtan Haliç'e atıksu deşarjının önüne geçilecektir.

Alibeyköy Deresine yağmurlu havalar haricinde taze su girişi yoktur, sadece zayıf gel-git olayları ile yükselerek içperlere kadar uzanan Haliç suları vardır bu sebeplerle Alibeyköy deresinde su akış hızı çok düşüktür, katı maddeler de sürüklenemeyip tabana çökerek

aneorobik şartlar oluşturduğundan Alibeyköy Deresi üzerindeki bir çok numune alma noktasında kalite sınır değerlerinin çoğu zaman aşıldığı görülmektedir. Alibeyköy barajından zaman zaman su akışına izin verilerek dere yatağında birikmiş organik maddelerin taşınması sağlanmalıdır.

Haliç için:

Çözünmüş Oksijen değerlerinin Haliç'in membasına doğru(adalar sonrası) derinliğin ve bu noktalardaki temiz deniz suyu miktarının azalması sebebiyle 5,66 mg/L'den 3,49 mg/L'ye azaldığı görülmüştür. Amonyak Azotu için de Çözünmüş Oksijen değerlerinde olduğu gibi en yüksek kirlilik değerleri Alibeyköy ve Kâğıthane Derelerine daha yakın olan Haliç'in üst noktalarında ölçülmüştür.

Her parametre için Marmara Denizine doğru kirlilik konsantrasyonu değerleri orantılı bir şekilde azalmaktadır. Amonyak Azotu için Haliç Köprüsü Ayvansaray mevkiinden, Toplam Fosfor için Sütlüce'den, Toplam Kjeldahl Azotu için Atatürk Köprüsü Perşembe pazarı tarafından ve Askıda Katı Madde parametresi için ise adalar sonrası kısımdan itibaren "Sınıf IV - Çok kirlenmiş su" kategorisinden daha iyi değerlerde bir su kalitesi görülmektedir.

Ölçümleri yapılan tüm kirletici parametreler göz önüne alındığında Kâğıthane ve Alibeyköy Derelerinin Haliç'e döküldüğü bölgede derinlik çok az olduğundan ve temiz Boğaz suları yeterli miktarda ulaşamadığından en yüksek kirlilik konsantrasyonları ölçülmüştür. Boğaz suyunun yapımı devam eden tünel vasıtası ile Haliç'e aktarılması ile Kireçburnu'ndan 3 m³/sn debili temiz boğaz suyunun gelmesi ve inşası devam eden diğer atıksu kanal hatlarının bitirilmesi ile savakların da önüne geçilmesi ile su kalitesinde çok iyi noktalara ulaşılabacaktır.

Haliç ile ilgili elde edilen bu önemli başarıya rağmen, Haliç'e kuvvetli kirli suların girmesini önleyecek tedbirler alınmalı ve bunu takiben gerekirse derelere yakın noktalarda tarama yapılmalıdır. Haliç'e kirli atıksular yerine oksijen ihtiva edebilen temiz suların girmesi Haliç'in devam eden kendini düzeltmesini hızlandıracaktır.

Daha sonraki yıllar için de sürekli su kalitesi ölçümleri ve denetimi yapılarak hem derelerin hem de Haliç suyunun iyileşme süreci takibi ve bu veriler ışığında gerekli uygulamaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] İstanbul’ da Suyun Serüveni, İSKİ Yayınları, 39, İstanbul.
- [2] Özaydın, K., Yıldırım, S. ve Yıldırım, M., (1995). Golden Horn rehabilitation project— Feasibility report: Fourth Interim Geotechnical Report. Technical Report, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Teksöz, G., Yetiş, Ü., Tuncel, G. ve Balkaş, T.I., (1991). “Pollution chronology of the Golden Horn sediments”, Marine Pollution Bulletin, 22: 447-452.
- [4] Karpuzcu, M., (1975). Haliç’ te Kirlenme Probleminin Etüdü İçin Uygun Bir Matematik Modelin Araştırılması, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Eyice, S., “Haliç ve Tarihçesi”, Haliç 2001 Semp., 3-4 Mayıs 2001, İstanbul, 104.
- [6] Berilgen, S.A., Biçer, P., Berilgen, M. ve Özaydın K., (2006). Assessment of Consolidation Behavior of Golden Horn Marine Dredged Material, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Kor, N., (1963). Haliç’ in Kirlenmesi ile İlgili Durumların Etüdü, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Güçlüer, Ş. ve Doğusal, M., (1976). “Haliç’ te Fiziksel Oşinografik Durumun İncelenmesi”, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tutanakları, İstanbul.
- [9] Yüce, R., (1975). “Haliç’ in Hidrografik ve Pollusyon (Kirlenme) Durumlarının Etüdü”, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, Sayı: 7.
- [10] Saydam, A.C., Yılmaz, A. ve Ünlüata, Ü., (1986). Golden Horn Oceanographic Investigations First Annual Report, İSKİ yayınları, İstanbul.
- [11] Orhon, D. ve Belek,T., (1990). Haliç’ te Su Kirlenmesi ve Haliç Suyunun Marmara’ ya Taşınması Olayı Temel Bilgiler ve Özellikleri, İstanbul’ un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu Tutanakları, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [12] Saydam, A.C., Yılmaz, A. ve Ünlüata, Ü., (1990). İstanbul Haliç’ inin Kirlilik Durumu Dolaşım ve Yenileme Özellikleri, İstanbul’ un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu Tutanakları, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [13] Artüz, I. ve Korkmaz, K., (1976). “Haliç’ in Kirlenmesinde Su hareketlerinin Rolü”, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tutanakları, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14] İSKİ, (2002). İSKİ Haber Dergisi, Sayı: 91, İstanbul.
- [15] GAZBİR, (2008). Doğalgaz Dünyası Dergisi, Temmuz 2008: 75
- [16] Öztürk, S., Osmanlı Döneminde Eyüp’te Çevrenin Korunması, Eyüp Belediyesi Yayınları, İstanbul.
- [17] Yüksel, Y., Ağaçoğlu, H., Coşar, A.H., Çelikoğlu, Y. ve Gürer, S., Haliç Islah Projesinde Kâğıthane Ve Alibeyköy Derelerinin Etkisinin İncelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] İTÜ, (1995). Haliç Islah Projesi, Nihai Rapor, İstanbul.
- [19] Eroğlu, V., Sarıkaya, H. ve Eldemir, M., (2001). “Güney ve Kuzey Haliç Koruma Projeleri”, Haliç 2001 Sempozyumu, İSKİ Yayınları, 37, İstanbul.
- [20] Mavi Haliç Kitabı, İSKİ Yayınları, 17, İstanbul.
- [21] İstanbul Su ve Kanalizasyon İşletmesi Genel Müdürlüğü, Haliç Islah Projesi, <http://www.iski.gov.tr/Web/statik.aspx?KID=1000470>, 12 Aralık 2010
- [22] Çekirge, A., (1976). “İstanbul Haliç'inin Yağmur Suyu Drenajı Hakkında Öneriler”, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu, İstanbul.
- [23] Öztürk, İ., Yayla, N., Özaydın, K., Karpuzcu, M., Kınacı, C., Alp, K., Hayriren, R., Altay, A., Bayhan, H. ve Sevimci, M.F., (1995). Haliç Islah Projesi Çevresel Etki Değerlendirme Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yayınları, İstanbul.
- [24] Öztürk, M., “Altın Boynuz Masallardaki Haliç Canlanıyor”, Tesisat Dergisi, 80: 140-146
- [25] Türkhan, M.S., “Haliç’te Çevre Sorunları ve Deniz Kirliliği”, Toplumsal Tarih Dergisi, 169: 60 - 66
- [26] İSKİ, (1980). Projeler Daire Başkanlığı Araştırması, İstanbul.
- [27] Kıratlı, N., (1992). Haliç (Geç Holosen) ve Karadeniz Güncel Çökellerine Ait İki Jeokimyasal Yaklaşım, Doktora Tezi, Deniz Bil. Fak. ve Coğ. Enst., İstanbul.
- [28] Sur, İ., Okuş, E., Altıok H. ve Müftüoğlu A.E., (2001). “Haliç’in Fiziksel Oşinoğrafisi ve Islah Çalışmalarının Etkileri”, Haliç 2001 Sempozyumu, İSKİ Yayınları, 37, İstanbul.
- [29] Haliç Eski Günlerine Dönecek mi?, www.arsiv.sabah.com.tr, 21 Kasım 2010
- [30] Coleman, M.H., Kanat G. ve Tünkdogan F.İ., (2009). Restoration of the Golden Horn Estuary (Haliç), YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] Haliç’in Geleceği, www.arsiv.hurriyetim.com.tr, 11 Aralık 2010

- [32] Yüksek, A., Okuş, E., Uysal, A. ve Yılmaz, N., (2001). "Haliç'in Rehabilitasyon Sürecinde Balık Çeşitliliği", Haliç 2001 Sempozyumu, İSKİ Yayınları, 37, İstanbul.
- [33] Kurar, H. ve Aygün M.T., Haliç ve İstanbul Boğazı Su Kirliliğinin Uydu Verileriyle İzlenmesi, TÜBİTAK, MAM Uzay Bil. Böl., Gebze – KOCAELİ.
- [34] Ayan, M., "Kıyı Alanlarının Temizliği, Mavi Bayrak ve Haliç Örneği", Birlik Dergisi, 2008/5: 29 - 39
- [35] Erden, D., (2009). "Haliç'te Dönüşüm ve Tarihsel Süreklilik", Osmanlı Bankası Arşiv ve Araştırma Merkezi, İstanbul.
- [36] İnanç, B., Cumali, K., Öztürk, İ., Sevimli, M.F., Arıkan, O. ve Öztürk M., Pollution Prevention and Restoration in the Golden Horn of İstanbul, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] İstanbul Su ve Kanalizasyon İşletmesi Genel Müdürlüğü, Haliç Çevre Koruma Projesi, <http://www.iski.gov.tr/web>, 13 Mart 2011
- [38] Gümüšoğlu, Ç., İstanbul Kanalizasyon Tünellerinin Kazılarında Kullanılan Modern Teknolojiler, İstanbul.
- [39] İSKİ'den Haberler, İSKİ Yayınları, Boğaz Suyu Tünelle Haliç'e Ulaşacak, İstanbul.
- [40] Güvengiriş, A.Z., (1977). "Deniz Kirlenmesi ve İlgililerin Tutumu", Balık ve Balıkçılık Dergisi, 5: 4-7.
- [41] İstatiksel Analiz, http://www.frekans.com.tr/tr_analizler.html, 26 Şubat 2011
- [42] Varyans Analizi, http://tr.wikipedia.org/wiki/Varyans_analizi, 10 Mart 2011

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kadir KARAKAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri :22.01.1979 İSTANBUL
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :kkarakas@iski.gov.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Çevre Mühendisi	Yıldız Teknik Üniv.	2001
Lisans	İnşaat Mühendisi (Çift Lisans)	Yıldız Teknik Üniv.	2002
Lise	Süper Lise	Orhan Cemal Fersoy	1996

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2007	İSKİ Kanalizasyon Daire Başkanlığı	Kontrol Amiri
2004	İSKİ Atıksu İnşaat Daire Başkanlığı	Kontrol Mühendisi
2004	Envirotek Arıtma Tekn. San. ve Tic. A.Ş.	Proje Mühendisi