

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL YÜZEYSEL SU KAYNAKLARINDAKİ DOĞAL ORGANİK MADDELERİN
KİMYASAL VE FİZİKSEL FRAKSİYON DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ VE
FRAKSİYONLARIN DYÜ OLUŞUMUNDAKİ ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Edip AVŞAR**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı**

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL YÜZEYSEL SU KAYNAKLARINDAKİ DOĞAL ORGANİK MADDELERİN
KİMYASAL VE FİZİKSEL FRAKSİYON DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ VE
FRAKSİYONLARIN DYÜ OLUŞUMUNDAKİ ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

**Edip AVŞAR
(501062703)**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail TORÖZ

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501062703 numaralı Doktora Öğrencisi **Edip AVŞAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İSTANBUL YÜZEYSEL SU KAYNAKLARINDAKİ DOĞAL ORGANİK MADDELERİN KİMYASAL VE FİZİKSEL FRAKSİYON DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ VE FRAKSİYONLARIN DYÜ OLUŞUMUNDAKİ ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İsmail TORÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Miray BEKBÖLET**
Boğaziçi Üniversitesi

Prof. Dr. İdil ARSLAN ALATON
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Elif PEHLİVANOĞLU MANTAŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Vedat UYAK
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **20 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi : **04 Haziran 2013**

Her zaman yanımda olan eşim ve aileme,

ÖNSÖZ

Su tüm canlıların yaşamlarını devam ettirmeleri için gerekli temel bir olgudur. Her geçen gün kirlenen dünyamızda içme suyu temini, önemli bir problem teşkil etmektedir. Ülkemiz, günümüz itibariyle su zengini bir ülke olmayıp su kaynaklarımızın korunması ve bu konuda toplumun bilinçlendirilmesi öncelikli görevlerimiz arasındadır. Suyu temin etme güçlüğüne yanında, su temin edilen kaynağın korunması ve temin edilen suda sürekli belirli bir kalitenin sağlanması da ayrı bir problem teşkil etmektedir.

Bu önemli konuda çalışma yapmak üzere beni yönlendiren, bana yeni bir ufuk açan, bu önemli yolda bir katkı vermemi sağlayan hocam sayın Prof. Dr. İsmail TORÖZ'e, hiçbir zaman benden desteğini esirgemeyen hocam sayın Prof. Dr. Kadir ALP'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimi oluşturmamda ve düzeltmemde yardımlarını esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. Miray BEKBÖLET'e, sayın Prof. Dr. İdil ARSLAN ALATON'a, sayın Doç. Dr. Vedat UYAK'a, sayın Doç. Dr. Tuğba ÖLMEZ HANCI'ya ve sayın Doç. Dr. Elif PEHLİVANOĞLU MANTAŞ'a teşekkür ederim.

Gerekli laboratuvar çalışmalarımı yapmamda bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım Çevre Yük. Müh. Seval Gaye KARADAĞ'a, Çevre Yük. Müh. Ahmet Can BAYRAKTAR'a, Kimya Müh. Merve YILMAZ'a, tez çalışmamda ihtiyaç duyduğum numunelerin tedarikini ve laboratuvar imkânlarıyla tezime katkı sağlayan Kimyager Nigar EYİT ASLAN ve İSKİ çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca sürekli yanımda olan çalışma arkadaşlarıma, ayrıca bugünlere gelmemi sağlayan, bana olan inançlarını hiç kaybetmeyen, her zaman destekleriyle yanımda olan eşime ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2013

Edip AVŞAR
(Çevre Yük. Müh.)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxv
SUMMARY.....	xxvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	1
1.2 Kapsam ve Literatüre Katkı.....	2
1.3 DOM'un Yapısı ve DYÜ Oluşumu.....	3
1.4 DYÜ Oluşum Kimyası.....	6
1.5 ÇOM'un Genel Sınıflandırılması.....	8
2. KONU İLE İLGİLİ LİTERATÜRDEKİ ÇALIŞMALARA BAKIŞ.....	11
2.1 Doğal Organik Maddelerin Karakterizasyonu ve Arıtılabilirliği İle İlgili Çalışmalar.....	11
2.2 Yüzeysel Sularda Dezenfeksiyon Yan Ürünlerinin Oluşumu Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	17
3. YÜZEYSEL SULARDAKİ DOM'LARIN İZOLASYON, FRAKSİYON VE KARAKTERİZASYON GEREKSİNİMİ.....	33
3.1 ÇOM'nin İzolasyon ve Fraksiyon Metotları.....	33
3.1.1 Reçine adsorpsiyon kromatografisi (RAK) ve ters osmoz (RO).....	34
3.1.1.1 Kapsamlı fraksiyonlama.....	35
3.1.1.2 XAD-8 ve XAD-4'ün ardışık kullanılması.....	37
4. ÇALIŞMA ALANI.....	39
4.1 Büyükçekmece Baraj Gölü.....	39
4.1.1 Kirletici kaynakları.....	40
4.1.2 İSKİ Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesisi.....	42
4.2 Ömerli Baraj Gölü.....	44
4.2.1 Kirletici kaynakları.....	45
4.2.2 İSKİ Ömerli İçmesuyu Arıtma Tesisi.....	46
5. MATERYAL VE METOT.....	49
5.1 Kimyasal Fraksiyonlama.....	50
5.1.1 Genel.....	50
5.1.2 Kullanılacak kolon hacmi ve reçine miktarının hesabı.....	50
5.1.3 Reçinelerin hazırlanması.....	52
5.1.4 Reçine adsorpsiyon prosedürü.....	53
5.2 Fiziksel Fraksiyonlama.....	54
5.2.1 Temizleme prosedürü.....	55
5.2.2 UF prosedürü.....	56
5.3 Klorlama ve DYÜOP Belirleme Prosedürü.....	57

5.3.1 Cam malzeme yıkama prosedürü.....	57
5.3.2 Kullanılan kimyasal maddeler.....	58
5.3.3 Klorlama prosedürü.....	58
5.4 Çalışmada Kullanılan Parametrelerin Ölçüm Prosedürleri.....	59
5.4.1 Hamsu kalite parametrelerinin ölçüm prosedürleri.....	59
5.4.1.1 Sertlik, klorür, sülfat, bromür, alkalinite ve iletkenlik ölçümleri.....	59
5.4.1.2 Tuzluluk, TÇK, TKN ve amonyum ölçümleri.....	59
5.4.1.3 ÇOK ölçüm prosedürü.....	60
5.4.1.4 V_{254} ve UV_{272} ölçüm prosedürleri.....	62
5.4.2 DYÜOP Analizleri.....	64
5.4.2.1 THM oluşum potansiyeli (THMOP) ölçüm prosedürü.....	64
5.4.2.2 HAA oluşum potansiyeli (HAAOP) ölçüm prosedürü.....	65
5.4.2.3 AOX oluşum potansiyeli (AOXOP) ölçüm prosedürü.....	67
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	71
6.1 Hamsuyun Karakterizasyonu ve DYÜOP Analizleri.....	71
6.1.1 Hamsuyun Karakterizasyonu.....	71
6.1.2 Hamsuların DYÜOP Analizleri.....	77
6.1.2.1 THMOP analizleri.....	77
6.1.2.2 HAA ₉ OP analizleri.....	79
6.1.2.3 Diğer DYÜOP analizleri.....	81
6.1.2.4 AOXOP analizleri.....	87
6.2 Kimyasal Fraksiyonlama Çalışmaları ve DYÜOP Analizleri.....	91
6.2.1 Hamsuların kimyasal fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi.....	91
6.2.2 Kimyasal fraksiyonların DYÜOP'lerinin belirlenmesi.....	101
6.2.2.1 THMOP analizleri.....	101
6.2.2.2 HAA ₉ OP analizleri.....	106
6.2.2.3 Diğer DYÜOP analizleri.....	115
6.2.2.4 AOXOP Analizleri.....	129
6.3 Fiziksel Fraksiyonlama Çalışmaları ve DYÜOP Analizleri.....	138
6.3.1 Hamsuların fiziksel fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi.....	138
6.3.2 Fiziksel fraksiyonların DYÜOP'lerinin belirlenmesi.....	151
6.3.2.1 THMOP analizleri.....	151
6.3.2.2 HAA ₉ OP analizleri.....	157
6.3.2.3 Diğer DYÜOP analizleri.....	164
6.3.2.4 AOXOP Analizleri.....	178
6.4 Klasik Arıtma Prosesinin Ömerli ve B.Çekmece Hamsuyu'nda ÇOK Giderim Veriminin İncelenmesi.....	186
6.5 Deneysel Çalışmalarla Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi.....	188
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	199
KAYNAKLAR.....	205
EKLER.....	215
ÖZGEÇMİŞ.....	303

KISALTMALAR

AOX	: Adsorplanabilir Organik Halojenler
AOXOP	: Adsorplanabilir Organik Halojen Oluşum Potansiyeli,
BCAA	: Bromokloro asetik asit
BCAN	: Bromokloro asetonitril
BÇ	: Büyükçekmece
BÇOK	: Biyolojik Ayrışabilir Çözünmüş Organik Karbon
BDCAA	: Bromodikloro asetik asit
BDCM	: Bromodiklorometan
ÇOK	: Çözünmüş Organik Karbon
ÇOM	: Çözünmüş Organik Maddeler
DBAA	: Dibromo asetik asit
DBAN	: Dibromo asetonitril
DBCAA	: Dibromokloro asetik asit
DBCM	: Dibromoklorometan
DCAA	: Dikloro asetik asit
DCAN	: Dikloro asetonitril
DCP	: 1,1-Dikloropropanon
DOM	: Doğal Organik Maddeler
DYÜ	: Dezenfeksiyon Yan Ürünleri
DYÜOP	: Dezenfeksiyon Yan Ürün Oluşturma Potansiyeli
ECD	: Elektron Yakalayıcı Dedektör
FEEM	: Fluorescence Emission Excitation Matrices
FK	: Fotokatalitik
FEK	: Fotoelektrokatalitik
GAK	: Granül Aktif Karbon
GC	: Gaz Kromatografisi
HAA	: Haloasetik Asitler
HAAOP	: Haloasetikasit Oluşum Potansiyeli
HAN	: Haloasetonitriller
HANOP	: Haloasetonitril Oluşum Potansiyeli
Hfİ	: Hidrofilik fraksiyon
HFO	: Hidrofobik fraksiyon
HK	: Haloketonlar
HKOP	: Haloketon Oluşum Potansiyeli
HNM	: Halonitrometanlar
HPLC–SEC	: High Performance Liquid Size Exclusion Chromatography
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KH	: Kloral hidrat
KHOP	: Kloral hidrat Oluşum Potansiyeli
KP	: Kloropikrin
KPOP	: Kloropikrin Oluşum Potansiyeli
MAKB	: Moleküler Ağırlık Kesim Boyutu
MBAA	: Monobromo asetik asit

MCAA	: Monokloro asetik asit
MCL	:Maksimum Kirletici Seviyesi
MTBE	: Metil Tersiyer Bütıl Eter
NDIR	: İnfrared Spektrofotometre (Non-Dispersive İnfrared Spectrofotometry)
NDMAOP	: N-nitrosodimetilamin Oluşum Potansiyeli
NPOC	: Uçurulamayan Organik Karbon (Non Purgeable Organic Carbon)
PMMA	: Polimetil Metakrilat
PRAM	: The Polarity Rapid Assessment Method
RAK	: Reçine Adsorpsiyon Kromatografisi
ÖM	: Ömerli
SAOXOP	: Spesifik Adsorplanabilir Organik Halojen Oluşum Potansiyeli
SDOM	: Su Kaynaklı Dayanıklı Organik Madde
SHAAOP	: Spesifik Haloasetikasit Oluşum Potansiyeli
SHANOP	: Spesifik Haloasetonitril Oluşum Potansiyeli
SHKOP	: Spesifik Haloketon Oluşum Potansiyeli
SKHOP	:Spesifik Kloral hidrat Oluşum Potansiyeli
SKPOP	:Spesifik Kloropikrin Oluşum Potansiyeli
STHMOP	: Spesifik Trihalometan Oluşum Potansiyeli
SUVA	: Spesifik Ultraviyole Absorbans
TBAA	: Tribromo asetik asit
TBM	: Bromoform
TCAA	: Trikloro asetik asit
TCAN	: Trikloro asetonitril
TCM	: Kloroform
TCP	:1,1,1- Trikloropropanon
TÇK	: Toplam Çözünmüş Katı
TFİ	: Transfilik fraksiyon
THAA	: Toplam Haloasetik Asitler
THM	: Trihalometanlar
THMOP	: Trihalometan Oluşum Potansiyeli
TDOM	: Toprak Kaynaklı Dayanıklı Organik Madde
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TOK	: Toplam Organik Karbon
TOX	: Toplam Organik Halojenler
TTHM	: Toplam Trihalometanlar
UF	: Ultrafiltrasyon
USEPA	: Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı
UV	: Ultraviyole
UV₂₅₄	: 254 nm Dalga Boyunda Ölçülen Ultraviyole Absorbansı
UV₂₇₂	: 272 nm Dalga Boyunda Ölçülen Ultraviyole Absorbansı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1: Tez çalışması kapsamında ÖM ve BC su kaynaklarından örnekleme yapılan tarihler	49
Çizelge 5.2: Çalışmada kullanılan reçinelerin özellikleri.....	50
Çizelge 5.3: Hesaplama kullanılan değişkenler.	51
Çizelge 5.4: Amicon ultrafiltrasyon hücresine ait özellikler (Url-9).....	55
Çizelge 5.5: Parametreler ve ölçüm metotları.	59
Çizelge 5.6: İletkenlik ölçerle birlikte kullanılan prob özellikleri.....	61
Çizelge 5.7: TOC Vcph cihazına ait teknik özellikler.	62
Çizelge 5.8: UV görünür spektrofotometre cihazı teknik özellikleri.	63
Çizelge 5.9: İnkübatöre ait teknik özellikler.....	64
Çizelge 5.10: EPA 551 metoduna göre ölçülen bileşik grupları ve türler.	66
Çizelge 5.11: GC μ ECD cihazının teknik özellikleri.	66
Çizelge 5.12: EPA 552.3 metoduna göre ölçülen HAA türleri.	67
Çizelge 5.13: AOX ölçüm cihazı teknik özellikleri.....	68
Çizelge 6.1: ÖM ve BÇ hamsularının izleme dönemi hamsu kalite karakterizasyonu.	72
Çizelge 6.2: Kimyasal fraksiyonlama işlemi kapsamında elde edilen % geri kazanılan ÇOK oranları.	91
Çizelge 6.3: Fiziksel fraksiyonlama işlemi kapsamında elde edilen % geri kazanılan ÇOK oranları.....	138
Çizelge 6.4: İSKİ ÖM ve BÇ içmesuyu arıtma tesislerinde uygulanan kimyasal arıtma işlemine yönelik bilgiler.	186
Çizelge 6.5: Hamsulara uygulanan klasik arıtma işlemine ait giderim verimleri....	187
Çizelge 6.6: Pearson korelasyon katsayısının değişimi.	189
Çizelge 6.7: İstatistikî analiz kapsamında incelenen parametreler..	189
Çizelge D.1: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	275
Çizelge D.2: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	277
Çizelge D.3: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	279
Çizelge D.4: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ TFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	281
Çizelge D.5: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	283
Çizelge D.6: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	285

Çizelge D.7: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM TFI fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	287
Çizelge D.8: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFI fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	289
Çizelge D.9: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	291
Çizelge D.10: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ 5-1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	293
Çizelge D.11: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	295
Çizelge D.12: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	297
Çizelge D.13: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM 5-1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	299
Çizelge D.14: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.	301

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Dezenfeksiyon yan ürünlerinin yapısal formülleri (Avşar, 2006).....	5
Şekil 1.2: Haloform reaksiyonu.....	7
Şekil 1.3: Klor oksidasyonu ile aminoasitten aldehit oluşumu.....	7
Şekil 1.4: İkincil DYÜ oluşumu.....	8
Şekil 1.5: Aminoasitten DCAN oluşumu.....	8
Şekil 4.1: İstanbul İli'nde Büyükçekmece ve Ömerli baraj göllerinin konumu.....	39
Şekil 4.2: Büyükçekmece baraj gölünün genel görünümü.....	40
Şekil 4.3: İSKİ Büyükçekmece içmesuyu arıtma tesisi proses akım şeması (İSKİ, 2012).....	43
Şekil 4.4: Ömerli baraj gölünün genel görünümü.....	44
Şekil 4.5: İSKİ Ömerli içmesuyu arıtma tesisleri proses akım şeması (İSKİ, 2012).....	47
Şekil 5.1: Kolon yatak hacmi.....	51
Şekil 5.2: Sokslet düzeneği.....	53
Şekil 5.3: Temizlenmiş reçineler.....	53
Şekil 5.4: Reçine adsorpsiyon sisteminin akım şeması.....	54
Şekil 5.5: Reçine adsorpsiyon düzeneği.....	54
Şekil 5.6: UF hücresi.....	56
Şekil 5.7: UF akım şeması.....	57
Şekil 5.8: Ultra saf su düzeneği.....	58
Şekil 5.9: İletkenlik ölçer.....	61
Şekil 5.10: TOC Vcph analizör cihazı.....	61
Şekil 5.11: UV görünür spektrofotometre cihazı.....	63
Şekil 5.12: İnkübatör.....	64
Şekil 5.13: GC µECD cihazı.....	65
Şekil 5.14: AOX Ölçüm Cihazı.....	68
Şekil 6.1: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon değişimleri.....	73
Şekil 6.2: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki UV ₂₅₄ değişimleri.....	73
Şekil 6.3: Şubat 2010'da Ömerli hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.....	74
Şekil 6.4: 17.02. 2010 tarihinde ÖM ve BÇ hamsuyundan alınan numunelerin 200-600 nm dalga boyları aralığındaki UV tarama sonuçları.....	76
Şekil 6.5: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki THMOP'lerinin dağılımları.....	78
Şekil 6.6: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HAA ₉ OP'lerinin dağılımları.....	80
Şekil 6.7: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HANOP'lerinin dağılımları.....	82
Şekil 6.8: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HKOP'lerinin dağılımları.....	83

Şekil 6.9: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki KHOP'lerinin dağılımları.	84
Şekil 6.10: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki KPOP'lerinin dağılımları.	86
Şekil 6.11: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki AOXOP'lerinin dağılımları.	87
Şekil 6.12: ÖM hamsuyunda AOXOP'yi oluşturan türlerin yüzdesel dağılımları.	88
Şekil 6.13: BÇ hamsuyunda AOXOP'yi oluşturan türlerin yüzdesel dağılımları.	89
Şekil 6.14: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.	92
Şekil 6.15: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.	93
Şekil 6.16: BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.	93
Şekil 6.17: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.	94
Şekil 6.18: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV_{254} absorbans dağılımları.	96
Şekil 6.19: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorbanslarının yüzdesel dağılımları.	96
Şekil 6.20: BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV_{254} absorbans dağılımları.	97
Şekil 6.21: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorbanslarının yüzdesel dağılımları.	98
Şekil 6.22: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.	99
Şekil 6.23: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzdesel dağılımları.	99
Şekil 6.24: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.	100
Şekil 6.25: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzdesel dağılımları.	101
Şekil 6.26: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait THMOP' nin türsel bazda dağılımları.	103
Şekil 6.27: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.	104
Şekil 6.28: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.	105
Şekil 6.29: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların STHMOP'leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arası ilişki.	108
Şekil 6.30: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait $SHAA_9OP$ ' nin türsel bazda dağılımları.	110
Şekil 6.31: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin $SHAA_9OP$ yüzde dağılımları.	112
Şekil 6.32: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin $SHAA_9OP$ yüzde dağılımları.	113
Şekil 6.33: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların $SHAA_9OP$ 'leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arası ilişki.	114
Şekil 6.34: ÖM kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.	115
Şekil 6.35: BÇ kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.	116

Şekil 6.36: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.	117
Şekil 6.37: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.	117
Şekil 6.38: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	118
Şekil 6.39: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	119
Şekil 6.40: ÖM kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.	120
Şekil 6.41: BÇ kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.	120
Şekil 6.42: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	121
Şekil 6.43: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	121
Şekil 6.44: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	122
Şekil 6.45: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	123
Şekil 6.46: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	125
Şekil 6.47: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	125
Şekil 6.48: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	126
Şekil 6.49: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	127
Şekil 6.50: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.	128
Şekil 6.51: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.	128
Şekil 6.52: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	130
Şekil 6.53: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	130
Şekil 6.54: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların AOXOP değerlerinin türsel bazda dağılımları.	134
Şekil 6.55: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.	135
Şekil 6.56: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.	136
Şekil 6.57: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA ₂₅₄ değerleri arası ilişki.	137
Şekil 6.58: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.	139
Şekil 6.59: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.	139
Şekil 6.60: BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.	141
Şekil 6.61: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.	141

Şekil 6.62: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV_{254} absorbans dağılımları.	145
Şekil 6.63: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorbanlarının yüzde dağılımları.	145
Şekil 6.64: BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV_{254} absorbans dağılımları.	146
Şekil 6.65: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorbanlarının yüzde dağılımları.	147
Şekil 6.66: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.	148
Şekil 6.67: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzde dağılımları.	149
Şekil 6.68: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.	149
Şekil 6.69: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzde dağılımları.	150
Şekil 6.70: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların THMOP'lerinin türsel bazda dağılımları.	153
Şekil 6.71: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.	154
Şekil 6.72: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.	155
Şekil 6.73: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arası ilişki.	156
Şekil 6.74: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait SHAA ₉ OP' nin türsel bazda dağılımları.	160
Şekil 6.75: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA ₉ OP yüzde dağılımları.	161
Şekil 6.76: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA ₉ OP yüzde dağılımları.	162
Şekil 6.77: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SHAA ₉ OP'leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arası ilişki.	163
Şekil 6.78: ÖM fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.	164
Şekil 6.79: BÇ fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.	165
Şekil 6.80: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.	166
Şekil 6.81: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.	166
Şekil 6.82: ÖM su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHANOP toplamı ile $SUVA_{254}$ toplamının karşılaştırılması.	167
Şekil 6.83: BÇ su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHANOP toplamı ile $SUVA_{254}$ toplamının karşılaştırılması.	168
Şekil 6.84: ÖM fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.	169
Şekil 6.85: BÇ fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.	169
Şekil 6.86: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	170
Şekil 6.87: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	170
Şekil 6.88: ÖM su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHKOP toplamı ile $SUVA_{254}$ toplamının karşılaştırılması.	171

Şekil 6.89: BÇ su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	172
Şekil 6.90: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	173
Şekil 6.91: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.	174
Şekil 6.92: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	175
Şekil 6.93: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	175
Şekil 6.94: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.	176
Şekil 6.95: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzdesel dağılımları.	177
Şekil 6.96: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	178
Şekil 6.97: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA ₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.	178
Şekil 6.98: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların AOXOP değerlerinin türsel bazda dağılımları.	182
Şekil 6.99: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.	183
Şekil 6.100: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.	184
Şekil 6.101: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA ₂₅₄ değerleri arası ilişki.	185
Şekil 6.102: ÖM hamsuyunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	190
Şekil 6.103: BÇ hamsuyunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	191
Şekil 6.104: ÖM HFO fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	192
Şekil 6.105: BÇ HFO fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	192
Şekil 6.106: ÖM TFI fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	193
Şekil 6.107: BÇ TFI fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	194
Şekil 6.108: ÖM HFI fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	194
Şekil 6.109: BÇ HFI fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	195
Şekil 6.110: ÖM >5kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	195
Şekil 6.111: BÇ >5kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	196
Şekil 6.112: ÖM 5-1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	196
Şekil 6.113: BÇ 5-1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	197
Şekil 6.114: ÖM <1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	197
Şekil 6.115: BÇ <1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.	198
Şekil A.1: TCM için GC-µECD'de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	217

Şekil A.2: TCAN için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	217
Şekil A.3: DCAN için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	218
Şekil A.4: BDCM için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	218
Şekil A.5: KH için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	219
Şekil A.6: DCP için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	219
Şekil A.7: KP için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	220
Şekil A.8: DBCM için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	220
Şekil A.9: BCAN için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	221
Şekil A.10: TCP için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	221
Şekil A.11: TBM için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	222
Şekil A.12: DBAN için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	222
Şekil A.13: MCAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	223
Şekil A.14: MBAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	223
Şekil A.15: DCAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	224
Şekil A.16: BCAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	224
Şekil A.17: TCAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	225
Şekil A.18: DBAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	225
Şekil A.19: BDCAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	226
Şekil A.20: CDBAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	226
Şekil A.21: TBAA için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.	227
Şekil B.1: 2010 yılı Mart ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.	229
Şekil B.2: 2010 yılı Mart ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.	229
Şekil B.3: 2010 yılı Mayıs ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.	230
Şekil B.4: 2010 yılı Mayıs ayı Büyükçekmece hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.	230
Şekil B.5: 2010 yılı Haziran ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.	231

Şekil B.6: 2010 yılı Haziran ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	231
Şekil B.7: 2010 yılı Ağustos ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	232
Şekil B.8: 2010 yılı Ağustos ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	232
Şekil B.9: 2010 yılı Ekim ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	233
Şekil B.10: 2010 yılı Ekim ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	233
Şekil B.11: 2010 yılı Aralık ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	234
Şekil B.12: 2010 yılı Aralık ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbens değerleri.....	234
Şekil C.1: ÖM hamsuyu örnekleme dönemi THMOP'nin türsel bazda yüzdesel dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.	235
Şekil C.2: BÇ hamsuyu örnekleme dönemi THMOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	235
Şekil C.3: ÖM hamsuyu için STHMOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	236
Şekil C.4: BÇ hamsuyu için STHMOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	236
Şekil C.5: ÖM hamsuyu örnekleme dönemi HAA ₉ OP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.	237
Şekil C.6: BÇ hamsuyu örnekleme dönemi HAA ₉ OP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	237
Şekil C.7: ÖM hamsuyu için SHAA ₉ OP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	238
Şekil C.8: BÇ hamsuyu için SHAA ₉ OP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	238
Şekil C.9: ÖM hamsuyu için HANOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	239
Şekil C.10: BÇ hamsuyu için HANOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	239
Şekil C.11: ÖM hamsuyu için SHANOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	240
Şekil C.12: BC hamsuyu için SHANOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	240
Şekil C.13: ÖM hamsuyu için HKOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	241
Şekil C.14: BÇ hamsuyu için HKOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.....	241
Şekil C.15: OM hamsuyu için SHKOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	242
Şekil C.16: BC hamsuyu için SHKOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	242
Şekil C.17: OM hamsuyu için SKHOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	243
Şekil C.18: BC hamsuyu için SKHOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	243

Şekil C.19: OM hamsuyu için SKPOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	244
Şekil C.20: BC hamsuyu için SKPOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	244
Şekil C.21: ÖM hamsuyu için SAOXOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	245
Şekil C.22: BC hamsuyu için SAOXOP ile SUVA ₂₅₄ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.	245
Şekil C.23: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	246
Şekil C.24: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	246
Şekil C.25: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	247
Şekil C.26: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	247
Şekil C.27: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	248
Şekil C.28: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	248
Şekil C.29: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	249
Şekil C.30: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	249
Şekil C.31: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	250
Şekil C.32: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	250
Şekil C.33: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	251
Şekil C.34: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	251
Şekil C.35: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	252
Şekil C.36: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	252
Şekil C.37: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	253
Şekil C.38: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	253
Şekil C.39: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	254
Şekil C.40: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	254
Şekil C.41: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	255
Şekil C.42: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	255
Şekil C.43: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	256

Şekil C.44: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	256
Şekil C.45: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	257
Şekil C.46: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	257
Şekil C.47: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	258
Şekil C.48: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	258
Şekil C.49: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	259
Şekil C.50: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	259
Şekil C.51: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	260
Şekil C.52: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	260
Şekil C.53: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	261
Şekil C.54: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	261
Şekil C.55: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	262
Şekil C.56: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	262
Şekil C.57: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	263
Şekil C.58: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA ₉ OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	263
Şekil C.59: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	264
Şekil C.60: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	264
Şekil C.61: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	265
Şekil C.62: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	265
Şekil C.63: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	266
Şekil C.64: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	266
Şekil C.65: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	267
Şekil C.66: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	267
Şekil C.67: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	268
Şekil C.68: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	268

Şekil C.69: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	269
Şekil C.70: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	269
Şekil C.71: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	270
Şekil C.72: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	270
Şekil C.73: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	271
Şekil C.74: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	271
Şekil C.75: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	272
Şekil C.76: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	272
Şekil C.77: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	273
Şekil C.78: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.	273

**İSTANBUL YÜZEYSEL SU KAYNAKLARINDAKİ DOĞAL ORGANİK
MADDELERİN KİMYASAL VE FİZİKSEL FRAKSİYON
DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ VE FRAKSİYONLARIN DYÜ
OLUŞUMUNDAKİ ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

ÖZET

Tüm yüzeysel ve yeraltı su kaynakları bünyesinde Doğal organik maddeleri (DOM) ihtiva etmektedir. DOM'lar çok çeşitli organik moleküllerin karışımından oluşan karmaşık bir yapı olup, esas olarak su kaynağı ve su kaynağını çevreleyen havzadaki doğal ve insan kaynaklı fiziksel kimyasal ve biyolojik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. DOM'lar içme suyu arıtımı sırasında dezenfeksiyon amaçlı kullanılan klorla etkileşmekte ve insanlar üzerinde kanserojenik etkiler gösterebilen dezenfeksiyon yan ürünlerinin (DYÜ) oluşumlarına neden olmaktadır. Trihalometanlar (THM'ler) ve Haloasetikasitler (HAA'lar) bu yan ürünlerin en bilinenleridir. DOM'u oluşturan bileşiklerin klorla olan reaktivitelerindeki farklılıklardan dolayı içmesularındaki DYÜ oluşum potansiyelinin belirlenebilmesi açısından DOM'un izolasyonu ve fraksiyonlanması gerekmektedir. Ayrıca karakterizasyon çalışmaları içmesuyu arıtma proses seçimi açısından da önem taşımaktadır. Bu kapsamda ABD'deki yönetmeliklerde içmesuyunda DYÜ'ler ile ilgili limitlerin sağlanması açısından DYÜ oluşumunda öncü bileşiklerin toplam organik karbon (TOK) bazında 2 mg/L'nin altına çekilmeleri zorunlu kılınmaktadır.

Bu çalışmada Şubat 2010-Şubat 2011 tarih aralığında Ömerli (ÖM) ve Büyükçekmece (BÇ) Yüzeysel Su Kaynakları'ndan alınan numuneler içeriğindeki DOM'lar reçineler ve UF membranları yardımıyla kimyasal ve fiziksel olarak fraksiyonlanmış ve elde edilen fazlar klorlanmak suretiyle DYÜ oluşum potansiyelleri belirlenmiştir. Kimyasal fraksiyonlama açısından hidrofobik fraksiyon, fiziksel fraksiyonlama açısından da <1kDa fraksiyonunun örnekleme döneminde sudaki organik madde kütlesinin baskın kısmını oluşturduğu görülmüştür. Bununla birlikte spesifik reaktivite açısından bakıldığında sudaki DYÜOP'nin oldukça değişken olduğu, incelenen yan ürünlere göre suda bu yan ürünü oluşturan organik madde fraksiyonunun değişim gösterdiği görülmüştür. Klorlama sonrasında oluşan en önemli yan ürünlerin THM'ler, HAA'lar ve KH türü olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında izleme döneminde AOX üzerinden yapılan toplam yan ürün değerlendirmesinde, her iki suda da tanımlanamayan tür oluşum potansiyelinin mevsimsel bazda değiştiği ve her iki hamsuda da AOX'ın ortalama %50 civarında kısmını oluşturduğu tespit edilmiştir, ÖM ve BÇ sularında gerçekleştirilen konvansiyonel koagülasyon prosesinin organik madde giderim veriminin düşük olduğu göz önüne alındığında bu durumun içme suyu kalitesi ve halk sağlığı açısından üzerinde durulması gereken önemli bir husus olduğu anlaşılmaktadır.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF NATURAL ORGANIC MATTER IN İSTANBUL SURFACE WATERS AND DETERMINATION OF DISINFECTION BY PRODUCT FORMATION POTENTIALS

SUMMARY

All surface and ground waters contain natural organic matter (NOM). NOM is a complex mixture of various organic molecules mainly originating from aquatic organisms, soil and terrestrial vegetation.

Although chlorine has several disadvantages in water treatment, it is widely used for disinfection and oxidation purposes. Chlorine is preferred in water treatment mainly due to its high oxidation state, practical use, and low operation and maintenance cost. When chlorine is applied to drinking water processes, it reacts with NOM and forms various types of chlorinated disinfection by-products (DBPs).

These halogenated by-products are considered to be possible human carcinogens and trihalomethanes (THMs) and haloacetic acids (HAAs) are most widely known DBPs. Through the different reaction reactivity of the NOM components with disinfectants, isolation and fractionation of NOM into more homogenous components is the better way to determining the DBP formation potential (DBFP) of the waters. Characterization of the NOM is also important for drinking water treatment processes selection because US Drinking Water Regulations force water utilities to further increase DBP precursor removal with removing TOC below 2 mg/L.

In this study Omerli and Büyükçekmece Surface water samples which obtained in one year period, NOM content was chemically and physically isolated and characterized by means of XAD resins and UF membranes respectively. Also each fraction was chlorinated separately and each fraction DBFPs were investigated.

Within the aim and scope of this thesis, raw water samples were taken from Büyükçekmece (BC) and Omerli (OM) surface water sources which are being supplied drinking water to Istanbul, in 8 different months between 2010 February and 2011 February. At the first stage water quality parameters were analyzed on the samples. Then, the physical and chemical structure of the waters dissolved organic matter (DOM) content, seasonal variations of this structure, reactivity of this DOMs by means of disinfection by products (DBP) production and the effects of the seasonal variations on this reactivity were investigated. For these investigations, DOMs were physically and chemically fractionated by means of ultrafiltration membranes and resins, characterized, chlorinated and disinfection by product formation potentials (DBFPs) analysis were conducted.

Spectrophotometric scans between 200-600 nm wavelengths were carried out for all of the raw water samples. These scans were showed natural organic matter characteristic according to scan results that increasing absorbance while decreasing wavelength in the UV zone. All of the raw water samples DOM concentrations were measured under 4mg/L except 2010 December sample in the sampling period. According to sampling period average values of the two water sources, BC DOM

average value was a bit higher than OM ones. In terms of water quality parameters monitoring in the sampling period; BC water pH, chloride, bromide, sulphate, hardness, alkalinity, conductivity, salinity and total dissolved solid (TDS) parameter concentrations were higher than that in OM. These differences were the result of sea water intrusion from Marmara to BC.

According to chemical fraction distribution and DBP analysis results;

- Hydrophobic (HPO) fraction is the dominant fraction for both OM and BC waters in terms of DOM mass basis.
- Chemical fractions DOM and UV254 results showed that these values were varied seasonally and this case indicate us these parameters should be monitoring seasonally. Otherwise it would not be possible to evaluate DOM and UV254 characteristics of these waters via one separate sample analysis. Similar to the raw water UV254 absorbance results, OM water chemical fractions UV254 results were higher than BC in the sampling period.
- DBPFP analysis of the chlorinated chemical fractions showed that according to measured by product, chemical fraction that responsible for the formation of this product was changed.
 - In terms of OM chemical fractions; HPO fraction is the responsible from the highest THMs, HAAs, chloropicrin (CPs) and AOX formation potential results, transphilic (TPI) fraction is the responsible for the highest HANs, haloketones (HKs) and chloral hydrate (CH) formation potential (FP) results.
 - In terms of BC fractions; hydrophilic (HPI) fraction is the responsible from the highest THMFP, HAAFP, HANFP, HKFP results, TPI fraction is the responsible for the highest CHFP and HPO fraction is the responsible from the highest CPFP and AOXFP results.
- According to sum of chemical fractions DBPFP results;
 - Dominant THM species is the TCM for both of the waters and the brominated THM species percentage is higher in BC than OM
 - Dominant HAA species is the TCAA for both of the waters and looks like the THM results brominated HAA species percentage is higher in BC than OM
 - Dominant HAN species is the DCAN for both of the waters
 - Undefined by products constituted highest percent of the AOX both of the waters (average values OM: 66.5%, BC: 69.9%) About defined by products, HAA constituted the highest percent of AOX and THM and CH follows the HAA.
- Because of aromatic content was higher in OM than BC water, OM raw waters and chemical fractions DBP results were higher than BC in the sampling period. It was determined that, OM and BC water DBPFPs were increased with increasing aromaticity.
- In terms of AOXFP of the sum of chemical fractions, both AOXFP values and undefined products percentage were increased with increase in rainfall. In this context, It was also understood that soil originated organic matter that entered the water body via rainfall was one of the important factor responsible for the undefined by product formation. Organic material came from anthropogenic activities and industry might be included to water body in small amounts.

- In terms of specific reactivity of the OM chemical fractions, HFO fraction was determined as the most reactive fraction for STHMFP and SHAAFP per mg DOM. TPI fraction was determined as the most reactive fraction for SHANFP, SHKFP, SCHFP, and SCPFP per mg DOM.
- In terms of specific reactivity of the BC chemical fractions, HFO fraction was determined as the most reactive fraction for STHMFP and SHAAFP per mg DOM similarly with OM case. TPI fraction was determined as the most reactive fraction for SCHFP and SCPFP per mg DOM. HPI fraction was determined as the most reactive fraction for SHANFP and SHKFP per mg DOM.
- TPI fraction was also determined as the most reactive part of the DOM in terms of SAOXFP for both waters.

According to physical fraction distribution and DBP analysis results;

- <1kDa fraction is the dominant fraction for both OM and BC waters in terms of DOM mass basis.
- In terms of <1kDa and HPO fractions DOC mass distributions, minimum and maximum values were obtained at the same sampling periods. This result reflected that these two phases might be related each other.
- In terms of physical fractions contribution to the UV₂₅₄ absorbance, It was determined that the most important contribution was came from <1kDa fraction. This result reflected that important part of the aromaticity was constituted by the micromolecules.
- DBPFP analysis of the chlorinated physical fractions showed that according to measured by product, physical fraction that responsible for the formation of this product was changed. This case is similar with the chemical fractions
 - In terms of OM physical fractions; <1kDa fraction is the responsible from the highest THMFP, HAAFP, CHFP CPFP and AOXFP results, >5kDa fraction is the responsible for the highest HANFP, HKFP results.
 - In terms of BC physical fractions; <1kDa fraction is the responsible from the highest THMFP, HAAFP, HANFP CHFP CPFP and AOXFP results, >5kDa fraction is the responsible for the highest HKFP results.
- According to sum of physical fractions DBPFP results;
 - Dominant THM species is the TCM for both of the waters and the brominated THM species percentage is higher in BC than OM that similar with chemical fractions,
 - Dominant HAA species is the MCAA for OM and DCAA for BC and looks like the THM results brominated HAA species percentage is higher in BC than OM
 - Dominant HAN species is the DCAN for both of the waters that similar with the chemical fractions
 - Undefined by products constituted highest percent of the AOX both of the waters similar with the chemical fractions (average values OM: 64.7%, BC: 69.3%) About defined by products, HAA constituted the highest percent of AOX and THM and CH follows the HAA.
- In terms of specific reactivity of the OM physical fractions, <1kDa fraction was determined as the most reactive fraction for STHMFP and SHAAFP and

SCHFP per mg DOM. >5kDa fraction was determined as the most reactive fraction for SHANFP, SHKFP and SCPFP per mg DOM.

- In terms of specific reactivity of the BC physical fractions, <1kDa fraction was determined as the most reactive fraction for STHMFP and SHAAFP and SCHFP per mg DOM similarly with OM case. >5kDa fraction was determined as the most reactive fraction for SCPFP, SHKFP and SHANFP per mg DOM.
- >5kDa fraction was also determined as the most reactive part of the DOM in terms of SAOXFP for both waters.

Both of the waters $SUVA_{254}$ values were increased due to the increase of DOM molecular weight but there was no similar trend in the formation of by-products. The main reason for this situation is the lower $SUVA_{254}$ and DOM values of the waters investigated. In this context, it can be said OM and BC waters has special characteristics.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Doğal organik maddeler (DOM) su kaynağı ve su kaynağını çevreleyen havzadaki doğal ve insani kaynaklı fiziksel kimyasal ve biyolojik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. DOM ifadesi sularda bulunan karmaşık yapıdaki organik maddeleri bütünsel olarak tanımlamak amacı ile kullanılmıştır (Wells Wei – Shih Wu, 1998). Yüzeysel sularda bulunan DOM'un çözünmüş organik madde kısmı; DOM'un 0,45 μm 'lik filtreden geçen, doğal sularda baskın olan ve fraksiyonlama işlemi için esas alınan kısmıdır. Çözünmüş organik madde çok çeşitli ve değişik kimyasal yapıdaki maddelerin bir karışımı olup sudaki çözünmüş organik karbonun (ÇOK) önemli bir bileşenidir. ÇOM'lar sularda;

- renk, tat, koku gibi estetik problemlere yol açmakta,
- organik ve inorganik kirleticilere tutunup taşınma eğilimi göstermekte,
- istenmeyen dezenfeksiyon yan ürünleri (DYÜ) oluşturmakta,
- sulardaki mikrobiyal proseslerde karbon kaynağı olarak işlev görmekte ve su kütlesinde birikime neden olmakta,
- fotokimyasal proseslerin oluşumuna katkıda bulunmaktadır.

Bu olumsuz özelliklerinden dolayı içme suyu arıtımının iyileştirilmesi açısından ÇOM'ların fiziksel ve kimyasal yapıları ile bu yapıların reaktivite özelliklerinin araştırılması gerekmektedir. Ancak bu yapı ve özellikler stabil olmayıp su kaynağının bulunduğu coğrafyaya, su kaynağı çevresindeki faaliyetlere ve mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle elde edilen içme suyunun kalitesinin iyileştirilmesi için; su kaynağındaki ÇOM bileşimi ve DYÜ oluşum reaktivitesindeki mevsimsel değişimlerin bilinmesi gerekmektedir. Geçmişte ÇOM kompozisyon ve karakteristiğinin mevsimsel değişimi üzerine çok az çalışma yapılmıştır (Leenheer ve Crue, 2003; Kanokkantung ve diğ., 2006; Lu ve diğ., 2009; Wei ve diğ., 2008). Ülkemizde ise bu konuyla ilgili yapılmış ve literatüre

girmiş kapsamlı bir çalışma mevcut değildir Bu nedenlerden dolayı ÇOM'un fiziksel ve kimyasal yapısı ile bu yapıdaki mevsimsel değişimin bilinmesi sayesinde dezenfeksiyon yan ürünü oluşum potansiyeli (DYÜOP) kontrol edilebilir. Bu durum içme suyu kalitesinin sürekliliği ve sürdürülebilirliği açısından kilit rol oynamaktadır. Bu konu içme suyu arıtma tesislerinin projelendirilmesinden önce her su kaynağı için izlenmesi ve projelendirme sürecinde dikkate alınması gereken bir durumdur.

1.2 Kapsam ve Literatüre Katkı

Çalışma kapsamında İstanbul'a sağlanan içme ve kullanma suyunun önemli kısmının temin edildiği Ömerli ve Büyükçekmece Yüzeysel su kaynaklarından 2010-2011 yılları arasında mevsimsel bazda sekizer numune alınmış, kimyasal ve fiziksel olarak tüm numunelerin fraksiyon dağılımları ve karakterizasyonları çıkartılmış, daha sonra ise her bir fraksiyon klorlanmış ve her numunede DYÜ'ler ölçülmek suretiyle sularda reaktivite açısından baskın organik madde fraksiyonları belirlenmiş, izlenen DYÜ'lerin oluşumunda fraksiyonların etkinlikleri belirlenmiştir. Ayrıca oluşan DYÜ'lerin tanımlanan ve tanımlanamayan kısımlarının miktarsal olarak belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çeşitli araştırmacılar (Leenheer ve Crue, 2003; Kanokkantung ve diğ., 2006; Lu ve diğ., 2009; Wei ve diğ., 2008) literatürde bu tarzda bir çalışmanın eksikliğinden bahsetmiş olup, ülkemizde de Aydın ve diğ 2012'de de belirtildiği üzere bu konuda çalışma yapılarak, sulardaki DYÜOP'nin ve ÇOM'un bu DYÜ'lerin oluşumundaki etkinliğinin belirlenmesi için mevsimsel izleme çalışmaları yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda, bu çalışma ülkemizdeki bu eksikliğin giderilmesi açısından ilk adımı teşkil etmekte olup uluslararası literatürde de yapılan çalışmaları güçlendirecek ve katkı sağlayacaktır. ÇOM kompleks bir yapı olup halen DYÜOP'deki reaktivitesi tam olarak belirlenememiştir. Türkiye'de ve İstanbul'da ÇOM'un reaktivitesi ile ilgili bu kadar geniş kapsamlı çalışma ilk defa yapılmaktadır. Bu çalışma ÇOM'un reaktivitesinin, su kaynağındaki kütleli dağılımının mevsimsel olarak değişim gösterdiğini, bu kapsamda bu durum göz önüne alınmadan yapılan sabit bir arıtma sisteminin bu yapıların gideriminde ve sabit bir su kalitesinin sağlanması bağlamında yeterli olmayacağını göstermektedir. Ayrıca sadece THM'nin suda bir kalite parametresi olarak incelenmesi DYÜOP'nin kontrol altına alınması açısından yeterli

olmayıp bu konuda da başarılı olunduğuna dair bir gösterge mevcut değildir. Bu çalışmadan THM'nin yanında HAA ve KH'nin de her iki suda önemli miktarda oluştuğu, bunun yanı sıra ölçülen DYÜ'lerin yanında her iki suda da önemli miktarda tanımlanamayan DYÜ oluşumunun söz konusu olduğu görülmektedir.

1.3 DOM'un Yapısı ve DYÜ Oluşumu

DOM, makro moleküllü humik maddeler, küçük molekül ağırlıklı hidrofilik asitler, proteinler, lipitler, karboksilik asitler, aminoasitler, karbonhidratlar ve hidrokarbonları içeren heterojen bir karışımdan oluşmaktadır. Organik maddelerin içme suyu arıtımındaki önemleri klorla etkileşip trihalometanlar (THM) gibi karsinojenliği muhtemel yan ürünler oluşturduklarının belirlenmesiyle daha da önem kazanmıştır. DYÜ araştırma çalışmaları ilk ABD sonra AB olmak üzere 1980'lerden beri birçok ülkede yürütülmektedir. DOM'un klor, kloraminler, klor dioksit ve ozon gibi kimyasal oksidanlarla reaksiyona girmesi sonucu çok sayıda hem halojenli hem halojensiz DYÜ'ler oluştuğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar ışığında klorlanan sularda 700 den fazla DYÜ türü olduğu ve THM'ler ve HAA'ların bu türler içinde en yüksek konsantrasyonda ve en çok tespit edilen türler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmalarda varılan ortak sonuç yüksek klor dozunun ve ön klorlamanın yüksek DYÜ oluşumuna sebep olmasıdır. DYÜ'lerin halk sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri, araştırmacıları;

- Su arıtımında DYÜ oluşumunu önleyici ya da azaltıcı,
- DYÜ öncü bileşiklerini giderici, dezenfeksiyon prosesini kontrol edici ve
- DYÜ'leri giderici

yönde alternatif dezenfeksiyon stratejileri araştırmaya sevk etmiştir (Chen ve diğ., 2008; Kitiş, 2001; Zhao ve diğ., 2006).

Dünya çapında DYÜ oluşumu ile ilgili uygulamaya konan sınırlamalar incelendiğinde en kısıtlayıcıların ABD'de olduğu görülmektedir. Amerika Çevre Koruma Dairesi (USEPA) dezenfeksiyon sonucu oluşan DYÜ'lerin halk sağlığına olan etkisini minimize etmek için Dezenfektanlar/Dezenfeksiyon Yan Ürünleri Yönetmeliği (D/DYÜ) adı altında uyulması zorunlu standartlar oluşturmuştur. Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle çeşitli dezenfektanlar için maksimum bakiye dezenfektan seviyeleri (MRDLs) ve DYÜ'ler içinde maksimum

kirletici seviyeleri (MCLs) belirlenmiştir. D/DYÜ yönetmeliği iki kısımdan oluşur: Aralık 1998’de yürürlüğe konan birinci kısımda dört trihalometan türü yani toplam THM (TTHM) olarak bahsedilen kloroform, bromoform, dibromokloro ve diklorobromo metan için maksimum kirletici seviyesi (MCL) 100’den 80 µg/L’ye düşürülmüştür. Beş adet haloasetik asitin toplamı (monokloro, dikloro, trikloro, monobromo ve dibromo asetik asit) için MCL değeri 60 µg/L olarak belirlenmiştir. İkinci kısımda MCL seviyelerinin ileride; THM’ler için 40, HAA₅’ler için ise 30 µg/L’ye düşeceği beklenmektedir. Buna rağmen uygulanan D/DYÜ yönetmeliği ile EPA’nın içme suyu öncelikli listesi içindeki; HAN, HK, CPN, CH, CNCl ve CNBr olarak adlandırılan DYÜ’lerden CNBr hariç diğerlerine limit getirilmemiştir. Ayrıca gelecekte yapılacak düzenlemelerde DYÜ’lerin gruplar halinde değil, tekil olarak ele alınması hedeflenmektedir. Çünkü en son yapılan toksikoloji çalışmalarıyla, tekil olarak HAA ve THM türlerinin sağlık etkilerinin farklı olduğu; örneğin, bromodiklorometanın kanser riskinin kloroforma göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Wells Wei – Shih Wu, 1998; USEPA, 2001). ABD dışında, DYÜ sınıflamasında yer alan TTHM’lar için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 460 µg/L, Avrupa Birliği (EC) 100 µg/L olarak sınır değerler belirlemiş ve bu değerleri uygulamaya koymuştur (İSKİ, 2009). Zaman içinde yönetmeliklerde yapılacak değişimler sonucu içme suyu arıtma tesislerinde DYÜ oluşumunu minimize etmek amacıyla daha kapsamlı önlemler alınması ve sistemin geliştirilmesi gerekecektir. ABD’deki içme suyu yönetmeliklerinde, limit değerlerin sağlanabilmesi için içme suyu arıtma tesislerinde, dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumunda en önemli rol oynayan ve öncü bileşikler (precursor) olarak adlandırılan toplam organik karbon (TOK) konsantrasyonunun 2 mg/L’nin altına çekilmesi zorunlu kılınmıştır (USEPA, 1994; USEPA, 2001; Hrudey, 2003). DYÜ’lerin yapısal formülleri aşağıda Şekil 1.1’de verilmiştir. DOM’un karmaşık yapısını aydınlatmak ve DOM’u oluşturan bu karmaşık yapıların DYÜ oluşumundaki davranışlarını incelemek için DOM’u fraksiyonlarına ayırmak gerekmektedir. DYÜ oluşumunda öncü bileşik olan ÇOM’lar hidrofilik ve hidrofobik fraksiyonlara ayrılabilir. Hidrofobik fraksiyonlar humik asitleri içerirken hidrofilik fraksiyonlar düşük molekül ağırlıklı karbonhidratlar, proteinler ve amino asitlerden oluşur. Humik madde terimi sıklıkla humik ve fulvik asitlerin bütünü için kullanılmaktadır. Humik asitler seyreltik alkali ortamda çözünmüş haldeyken, asitlendirme sonucu çöker,

fulvik asit ise çözünmüş halde kalır. DYÜ oluşumunda klorla reaksiyon veren özellikle ÇOM'un humik ve fulvik asit kısmıdır.

DEZENFEKSİYON YAN ÜRÜNLERİ				
TRİHALOMETANLAR				
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Br}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Br}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	
Kloroform	Diklorobromo metan	Dibromokloro metan	Bromoform	
HALOASETONİTRİLLER				
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{CN} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{CN} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{CN} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Br}-\text{C}-\text{CN} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
Trikloro asetonitril	Dikloro asetonitril	Bromokloro asetonitril	Dibromo asetonitril	
HALOKETONLAR			HALOALDEHİT	
$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{OH} \end{array}$	
1,1-Dikloropropanon	1,1,1- Trikloropropanon		Kloral hidrat	
HALOASETİKASİTLER				
$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Br}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Monokloro asetik asit	Dikloro asetik asit	Trikloro asetik asit	Monobromo asetik asit	Dibromo asetik asit
$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Br}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	
Tribromo asetik asit	Bromokloro asetik asit	Bromodikloro asetik asit	Dibromokloro asetik asit	
SİYANOJEN HALOJENÜRLERİ			ÇEŞİTLİ	
$\text{Cl}-\text{C}\equiv\text{N}$	$\text{Br}-\text{C}\equiv\text{N}$		$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{NO}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	
Siyanojen klorür	Siyanojen bromür		Kloropikrin	

Şekil 1.1: Dezenfeksiyon yan ürünlerinin yapısal formülleri (Avşar, 2006).

Sudaki humik maddeler yüzeysel sulardaki ÇOK'un %40 ile %80'i arasını oluşturmakla beraber içmesuyunun arıtılması için kullanılan birçok oksidan ve dezenfektanlarla reaksiyon verebilmektedir. Koagülasyon çöktürme ve filtrasyondan oluşan konvansiyonel bir arıtma tesisinin DOM giderim verimi sınırlıdır. Bu nedenle zenginleştirilmiş koagülasyon, granül aktif karbon, membran filtrasyon ya da ileri oksidasyon sistemleri gibi ek işlemlerle organiklerin giderilmesi gerekmektedir. Bu proseslerin her biri spesifik moleküler ağırlıkta, büyüklükte ya da fraksiyonda organik maddenin giderimi üzerine odaklanmaktadır (Kanokkantung ve diğ., 2006; Kim ve Yu, 2007; Zhao ve diğ., 2006). Bu nedenle bir kaynaktan alınan suyun arıtılması için tasarlanacak arıtma tesisinin proses seçim aşamasında suda bulunan çözünmüş organik madde karakterizasyonunun bilinmesi önem arz etmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar sonucu DOM'un yapı ve kompozisyonunun fizikokimyasal arıtma işlemleri ile değiştirilmesi sonucu dezenfektanlarla olan reaktivitesinin değiştiği de görülmüştür (Kim ve Yu, 2007).

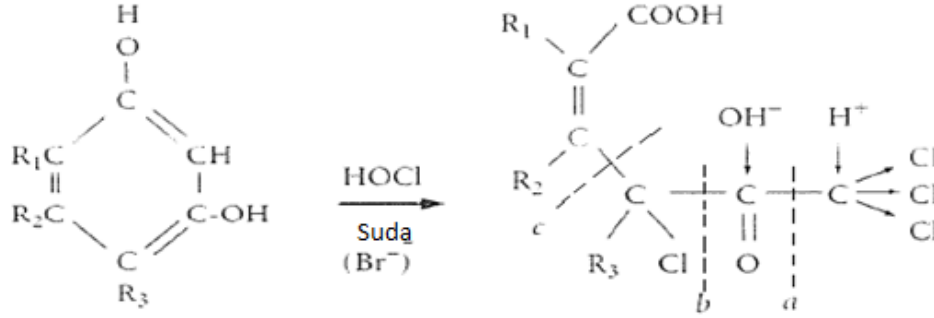
1.4 DYÜ Oluşum Kimyası

Tüm kimyasal dezenfektanlar (klor [Cl_2], monokloramin [NH_2Cl], ozon [O_3], klordioksit [ClO_2]), doğal içme suları içinde bulunan doğal organik maddeler (DOM) ve bromür gibi DYÜ öncülleri ile karşılaştıklarında DYÜ oluşumuna neden olurlar ve bu oluşum pH, sıcaklık, dezenfeksiyon süresi ve dezenfektan dozu gibi çeşitli parametrelerden etkilenir (Krasner, 1999).

Oluşan DYÜler oluşum reaksiyonlarına göre halojenli yan ürünler ve oksidasyon yan ürünleri olarak adlandırılırlar. Bunlara ek olarak farklı dezenfektanların kombinasyonu ile yapılan dezenfeksiyon işlemleri (örneğin ön dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon sonrası işlemler) ikincil yan ürünlerin oluşumuna neden olabilmektedir.

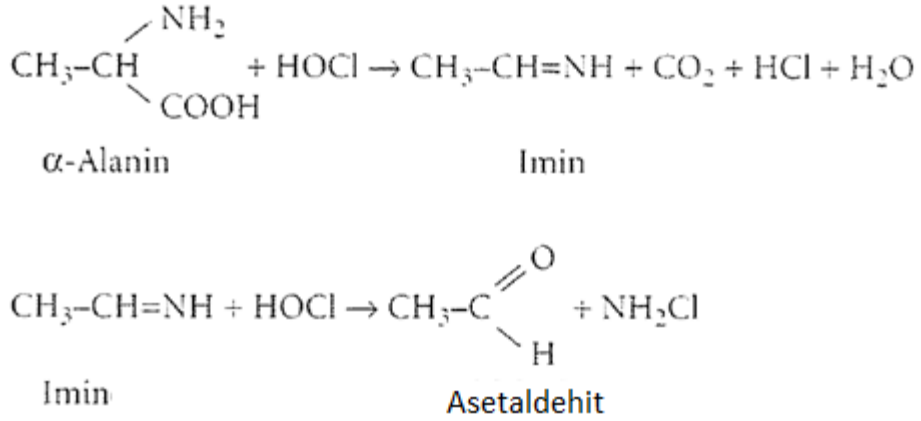
Halojenli yan ürünler, halojen içeren bileşikler kullanılarak yapılan dezenfeksiyon sırasında dezenfektan ile DYÜ öncülleri arasında gerçekleşen haloform reaksiyonları sonucunda oluşmaktadır. Haloform reaksiyonu ise, kendisine bağlı hidroksil (OH) ya da fenoksit (fenollerden türeyen radikal) iyonları sebebiyle aktif olan karbonun hızlı bir şekilde halojenlenmesi reaksiyonudur (Krasner, 1999). Reaksiyon sırasında ilk olarak aktif karbon karbanyon ara ürününü oluşturmakta, sonrasında bu karbon iyonuna halojenler bağlanmaktadır. Şekil 1.2'de haloform reaksiyonlarına örnek

olarak hipokloröz asit (HOCl) ile yapılan dezenfeksiyon sırasında fulvik asitten DYÜ oluşumu verilmiştir. Aromatik yapı halojenlenip açıldıktan sonra (a) bağının kırılması sonucu THM'ler, (b) bağının kırılmasıyla HAA'lar ya da kloral hidrat ve (c) bağının kırılması sonucu haloketonlar oluşmaktadır (Krasner, 1999).



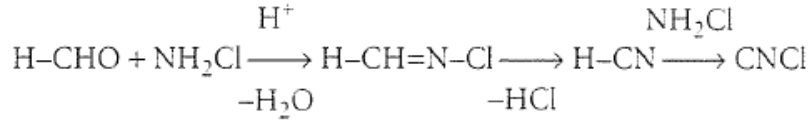
Şekil 1.2: Haloform reaksiyonu (Krasner, 1999).

Oksidasyon reaksiyonları kuvvetli bir okside edici dezenfektan (örneğin, ozon ve klor) kullanıldığında meydana gelmektedir. Şekil 1.3'te klorun aminoasidi oksitlemesiyle aldehit oluşturması oksidasyon reaksiyonlarına örnek olarak verilmiştir (Krasner, 1999).



Şekil 1.3: Klor oksidasyonu ile aminoasitten aldehit oluşumu (Krasner, 1999).

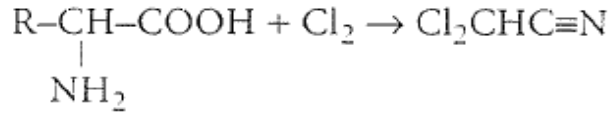
Haloform ve oksidasyon reaksiyonlarıyla oluşan DYÜ'lerin yanı sıra ozonlama ve klorlama işlemleri boyunca oluşan yan ürünlerin dezenfektanla ve diğer maddelerle etkileşiminden ikincil DYÜ'lerin oluşumu da söz konusudur (Krasner, 1999).



Şekil 1.4: İkincil DYÜ oluşumu (Krasner, 1999).

Şekil 1.4'deki reaksiyonda formaldehitin (H-CHO) ozonlama süresince oluşan bir başka aldehit (NH₂Cl) ile ikincil bir DYÜ (CNCl) oluşturduğu görülmektedir.

Organik maddelerin yanında doğal sularda bulunan algler de DYÜ öncülleri olarak bilinmektedir. Ortamdaki alg varlığı amino asit kaynağı olarak değerlendirilmekte ve klorlama sonucunda HAN'lerin oluşumuna neden olabilmektedir. HAN'lerin oluşumuna örnek olarak Şekil 1.5'de DCAN oluşum reaksiyonu verilmiştir (Krasner, 1999).



Şekil 1.5: Aminoasitten DCAN oluşumu (Krasner, 1999).

1.5 ÇOM'un Genel Sınıflandırılması

ÇOM'un, karmaşık yapısından dolayı sınıflandırılabilmesi için çeşitli yaklaşımlar önerilmiş ve uygulanmıştır. Bu karmaşık yapı fizikokimyasal özellikleri temsil eden molekül ağırlığı, aromatiklik ve fonksiyonel gruplara ayırma şeklindedir. ÇOM'u oluşturan her bileşen diğerlerinden yapıca farklı ve düşük konsantrasyonludur. Bu yüzden bileşenlerin tek tek araştırılmaları pratik değildir. Bu nedenle, bir yaklaşım ÇOM'nin humik ve humik olmayan fraksiyonlara ayrılmasını göz önüne almıştır. Humik fraksiyon daha hidrofobik, karboksilik ve fenolik gruplu humik ve fulvik asitleri içermektedir. Diğer taraftan humik olmayan fraksiyon daha düşük hidrofobik karakterde ve hidrofilik asitler, polisakkaritler, proteinler, peptidler, aminoasitler, düşük moleküler ağırlıklı asitler, lipitler ve karbonhidratlar gibi biyokimyasal bileşikler içerir. Humik bileşikler biyolojik aktiviteler sonucu oluşan, heterojen organik maddelerdir. Genellikle, sarıdan siyah renge kadar karakterize edilirler, yüksek molekül ağırlıklı ve dayanıklıdır. Humik bileşiklerin yapıları tek ya da ortak olmadığından dolayı, ileri olarak sınıflandırılabilmesi için, su ortamında pH'a bağlı olan çözünürlükleri temel alınır. Buna göre:

- Fulvik asit fraksiyonu tüm pH aralığında çözünmüş haldedir.
- Humik asit fraksiyonu alkali ortamda çözünmüş haldedir ve pH 1–2 gibi düşük pH değerlerinde çöker.
- Humin fraksiyonu hiçbir pH’da çözünmez ve asit ya da bazla ekstrakte edilemez.

Humik asitler ve huminin çoğu toprakta ve sedimentte katı fazın bir parçası olarak bulunur, fulvik asit ise daha taşınabilir ve doğal sulardaki çözünmüş maddelerin önemli kısmını oluşturur (XAD Background, 2005; Harrington, 1997; Fuji ve diğ., 1998; Tipping, 2002; Swietlik ve diğ., 2003).

Ayrıca humik maddeler orijinlerine bağlı olarak iki gruba ayrılabilir:

- Toprak kaynaklı dayanıklı organik madde (TDOM) toprağın, karasal bitkilerin ve aromatik bileşiklerin (örneğin lignin içeren) karışımıdır. TDOM karasal bitkilerden oluşmaktadır. Doğal sulardaki ÇOM’nin çoğu bu sulara ait boşalma havzalarının topraklarından kaynaklanır. Fırtınalar ve yüzeye yakın yeraltı su akışları ile ÇOM yüzeysel sulara taşınır.
- Su kaynaklı dayanıklı organik madde (SDOM) ise esas olarak alifatik organik maddeleri içerir. Deniz yosunu ve siyanobakterlerin çürümesiyle bunlara ait biyokütle ve hücre içi bileşenler ortaya çıkar, bunlar çoğunlukla alifatik ve düşük fenolik ve aromatik yapılar (örneğin düşük lignin içeriği) olarak SDOM’nin önemli kaynaklarıdır. SDOM, su kütlesinde büyüyen bitki ve hayvanlardan elde edilir. Bu oluşum; oksidasyon reaksiyonları şeklinde enzim yardımıyla (çoğu fenolaz enzimiyle), ya da doğal sularda aminoasitler ve şeker arasında oluşan reaksiyonlarla (Browning reaksiyonları) gerçekleşir.

Sulardaki doğal organik madde boyutsal olarak da sınıflandırılabilir. Partikül fraksiyon, toplam organik karbonun (TOK) yaklaşık %10-20’sini, çözünmüş fraksiyon ise %80-90’ını oluşturur. Çözünmüş fraksiyon işlemsel olarak 0.45 µm filtreden geçen DOM bileşenleri olarak tanımlanır. Gerçekte bu iki fraksiyon arası doğal bir sınır bulunmamaktadır (Kitiş, 2001; XAD Background, 2005).

2. KONU İLE İLGİLİ LİTERATÜRDEKİ ÇALIŞMALARA BAKIŞ

2.1 Doğal Organik Maddelerin Karakterizasyonu ve Arıtılabilirliği İle İlgili Çalışmalar

Yüzeysel sulardaki DOM bitkisel, toprak, evsel ya da endüstriyel kaynaklı olup humik ve humik olmayan maddelerden meydana gelmektedir (Narkis ve Rebhun 1975, Singer ve diğ. 2003). Bu organik maddelerin çok sayıda içme suyu arıtma tesisinin verimini ve tasarımını etkilediği bilinmektedir. Sularda renk, tat ve koku problemlerine yol açmalarının yanı sıra arıtım sırasında dezenfektanlarla reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna neden olmaktadır (Anonymous 1979). Bu etkinin içme suyu endüstrisi yönünden önemi, DOM'nin klor, kloramın ve ozon gibi kimyasal oksidanlarla birleşip trihalometanlar (THM) gibi karsinojenliği muhtemel ürünler oluşturmalarıdır. Bunun yanı sıra arıtım sonrasında suda kalan organik bileşikler dağıtım sisteminde mikroorganizmalar için besin kaynağı olup suyun mikrobiyal kalitesini bozabilmekte, boru yüzeylerinde biyofilm oluşumuna neden olabilmektedir. Ayrıca iletim borularında korozyon oluşumuna, anyon değiştirici reçineler ve membranlarda biyofilm oluşumu gibi problemlere de yol açmaktadır (Gregor ve diğ. 1997). Bu nedenle arıtım sırasında DOM'nin giderimi büyük önem taşımaktadır.

DOM'lar; moleküler ağırlıklarına, yük yoğunluklarına, polaritelerine, çözünürlüklerine, moleküler özelliklerine, ham suyun bulanıklığına bağlı olarak koagülasyon, sedimentasyon ve filtrasyon gibi klasik arıtma işlemleri ile giderilebilmektedir. DOM'i incelemek için fraksiyonlarına ayırmak gerekmektedir. DOM kimyasal özellikleri incelendiğinde genellikle karboksil, hidroksil, amin ve karbonil gruplarını içeren aromatik halkalara bağlı alifatik zincirlerden oluştuğu görülmektedir. DOM literatürde hidrofobisitelerine göre humik ve humik olmayan maddeler olmak üzere ikiye ayrılır. Humik olmayan maddeler, küçük boyutları dolayısıyla hidrofilik olan polisakkarit, protein ve lignin türevleridir. Humik maddeler kendi içlerinde çözünürlüklerine göre humin, humik asit ve fulvik asit olarak üçe ayrılır. Humin, humik maddelerin çözünmeyen ve alkali çözeltisiyle

ekstraksiyonu sonucunda DOM'nin kalan katı fazıdır. Humik ve fulvik asitler ise çözünebilir ve birbirlerinden asidik çözeltideki çözünürlüklerine göre ayrılan yapılardır. Fulvik asitler, düşük pH'larda çözünürken; humik asitler büyük moleküler ağırlıklarına karşın düşük karboksilik asit içerikleri nedeniyle düşük pH'larda çözünemezler. DOM'nin büyük bir kısmını fulvik ve humik asitler oluşturmaktadır (Karnik ve diğ., 2005). Genel olarak humik ve fulvik asitler yapısal olarak birbirine benzer, ancak moleküler ağırlıkları ve içerdikleri elementel ve fonksiyonel gruplar bakımından farklılık gösterirler. Metal iyonları ile kompleks oluşturma kapasiteleri yüksek olan asidik fonksiyonel gruplar, karboksil ve fenolik OH gruplarını içeren humik ve fulvik asitlerin topraktaki metallerle kompleks oluşturma ajanları olarak kullanılması toprak remediasyonu uygulamalarında gelecek vaat etmektedir (Güngör ve Bekbölet, 2010).

Doğal sulardaki humik maddeler dezenfeksiyon sırasında 300'den fazla farklı türde DYÜ oluşturmaları sebebiyle, DOM bileşenleri içinde en önemli grubu oluştururlar ve DYÜ'lerin kontrolü de bu maddelerin yüksek DYÜ oluşturma potansiyelleri sebebiyle genellikle, başta humik maddeler olmak üzere, DOM'lerin giderimi üzerinden yapılmaktadır (Ravindran ve diğ., 2009). DYÜ'lerin öncülleri olan DOM türlerinin de çok çeşitli olması DYÜ'lerin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Humik maddeler, karboksilik asitler, karbohidratlar, amino asitler, proteinler gibi farklı türlerdeki DOM'ler ayrıca aromatik ve alifatik yapıları, hidrofilik ve hidrofobik fazlar içermeleri sebebiyle DYÜ oluşumunun önüne geçmek için birbirinden çok farklı arıtma yöntemleri gerektirirler. DYÜ oluşumunu etkileyen bu karmaşık durumu elimine ederek kuvvetli bir tahmin yapmak amacıyla SUVA₂₅₄ (Spesifik ultraviyole absorbanı) ölçeği geliştirilmiştir. SUVA₂₅₄, numunenin 254 nm dalga boyundaki ultraviyole absorbanı değeri ile ÇOK değerinin birbirine oranlanmasıyla hesaplanır (Pifer, 2012).

Koagülasyon ve flokülasyon DOM'lerin gideriminde yaygın olarak kullanılan iki yöntemdir ve bu yöntemlerin etkinlikleri üzerine çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Xu ve diğ., 2011 tarafından yapılan çalışmada ince partiküllü DOM'lerin koagülasyonla gideriminde, koagülant dozunun ve pH'ın koagülant olarak kullanılan nano-Al₁₃ polimerinin davranışı üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca Al₁₃'ün, DOM'lerin hidrofobik karakterli, yüksek molekül ağırlıklı ve konsantrasyonunun fazla olduğu sulardaki etkinliğinin yüksek olduğu bilindiğinden; düşük SUVA değerine sahip,

içeriğindeki DOM'lerin hidrofilik karakterde ve düşük aromatik yapıda olduğu sulardaki etkinliği araştırılmıştır. Al_{13} ile karşılaştırma yapmak için polialüminyum klorür (PACl) ve alum ($Al_2(SO_4)_3$) da kullanılarak farklı koagülasyon şartlarında flok büyüklüğü, direnci ve flokların yapıları incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, hidrofilik DOM'lerin Al_m ve Al_{13} koagülantlarının düşük ve orta dozlarla (<11 mg/L) ilavesiyle yüksek miktarda giderildiği ve asidite arttıkça DOM gideriminin arttığı gözlenmiştir.

Ravindran ve diğ., (2009) yürüttükleri çalışmada DOM gideriminde kullanılan koagülasyon, fiziksel çöktürme ya da membran gibi klasik yöntemler yerine hibrit membran biyoreaktör (MBR) teknolojisinin etkinliğini araştırmışlardır. Klasik yöntemlerin DOM gideriminde yüksek verimle çalışmadıklarını, ters osmoz ve nanofiltrasyon yöntemlerinin yüksek enerji gerektirdiğini, ultrafiltrasyonun yüksek maliyetli, mikrofiltrasyonun ise kısıtlı DOM fraksiyonları için kullanılabilir yöntemler olduklarını söylemişlerdir. Bunun yanında hibrit MBR prosesinin mikrofiltrasyon ve toz biyoaktif karbon sistemlerinin entegrasyonu ile çalışması sebebiyle çoğu DOM fraksiyonları için kullanılabilirliğini açıklayarak bu yöntemin DOM giderimi için etkin bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Szabo ve Tuhkanen (2010) çeşitli kuyu suları ile yürüttükleri çalışmada DOM giderimi için HPLC-SEC (High Performance Liquid Size Exclusion Chromatography) yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntem, herhangi bir laboratuvar ön işlemine gerek kalmadan DOM içeriklerinin molekül ağırlıklarına dayanarak kantitatif ve kalitatif veriler sağlar, ayrıca nitrat analizi için de kullanılır. DOM karakterizasyonunda daha bağlayıcı sonuçlar elde etmek için HPLC-SEC yöntemi, UV_{254} tespitiyle birlikte numuneleri molekül ağırlıklarına göre, yüksek, orta ve düşük molekül ağırlıklı olmak üzere farklı fraksiyonlara ayırır. Çalışmanın sonunda düşük ÇOK içeren kuyu sularında, kromatogramlardaki pik yüksekliklerine bakılarak orta ve düşük molekül ağırlıklı fraksiyonların etkin olduğu gözlenmiştir. Yüksek molekül ağırlıklı fraksiyonun ise ÇOK içeriği yüksek olan sularda daha etkin olduğu ve pik yüksekliklerine bakılarak bu karakterdeki kuyu sularının yüzey suları ile benzer etkiye sahip olduğu görülmüştür.

DOM'lerin yapı ve kompozisyonlarının çok karmaşık olması sebebiyle bu yapıların karakterizasyonunda kullanılan geçerli tekniklerin uygulama sınırları, DOM'lerin zamanla giderimini ve miktarlarını baz alarak belirlenmektedir. Nkambule ve

diğerleri (2011) Güney Afrika suları ile yürüttükleri çalışmalarında geçerli tekniklerin, özellikle DOM karakterizasyonu için, yetersiz olduğu düşüncesiyle DOM karakterizasyonunda FEEM (Fluorescence Emission Excitation Matrices), PRAM (The Polarity Rapid Assessment Method) ve Biyolojik Ayrışabilir Çözünmüş Organik Karbon (BÇOK) yöntemlerinin etkinliklerini incelemişlerdir. FEEM sonuçları çoğu su numunesinin, hidroforik ve humik asit benzeri madde içerikleri yüksek olduğundan, doğada aromatik bir yapıya sahip olduklarını göstermiştir. Genel olarak karakterizasyon verileri çeşitli noktalardan alınan numunelerin farklı kompozisyonlara sahip olduğunu göstermektedir. PRAM, ÇOM'lerin katı faz üzerine seçici olarak adsorplanması temeline dayanan ve ani karakterizasyon sağlayan bir yöntemdir. PRAM ayrıca; DOM'leri polaritelerine göre fraksiyonlara ayırır, böylece sulardaki DOM'lerin moleküler heterojenliğini ortadan kaldırmış olur. PRAM DOM karakterizasyonunda hızlı sonuç verir, ancak DOM'lerin adsorplandığı katı faz kapasitesi sınırlı olduğundan bu yöntemle analiz edilebilir DOM miktarı da kısıtlıdır. BÇOK yönteminde ise biyolojik olarak aktif bir kum kullanılır ve analiz sonuçları biyolojik olarak ayrışabilen DOM'lerin, biyolojik olarak ayrışamayan DOM'lere oranı şeklinde verilir. Bu analiz yönteminde ÇOM giderimi %12 ile %61 arasında değişir.

DOM gideriminde klasik yöntemler dışında kullanılabilir alternatif yöntemlerden bir diğeri de oksidasyondur. Doğal sularda DYÜ öncülleri olan humik asitlerin giderilmesi için klasik yöntemler yerine gelişmiş oksidasyon tekniklerinin daha etkin araçlar olabileceği düşünülmektedir (Uyguner ve diğ., 2007b). Bekbölet ve arkadaşlarının bu konuda çok sayıda çalışması bulunmaktadır.

Bekbölet ve diğ., (2008) çalışmalarında humik asitlerin giderilmesinde fotokatalitik (FK) ve fotoelektrokatalitik (FEK) yöntemlerin etkinliğini, 254 nm dalga boyunda UV absorbansı ve TOK parametrelerini baz alarak incelemişlerdir. FEK yönteminin asidik, bazik ve nötral şartlar altında, klasik FK yöntemine göre daha fazla humik asit giderdiği gözlenmiştir. Humik asitlerin klor oluşumundan önce fotoanotlar tarafından seçilerek giderildiği ve farklı pH değerleri altında yürütülen çalışmalarda karbonat iyonlarının fotoanotlar üzerinde kısıtlayıcı etkisi olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca TiO₂ ile kaplanmış fotoanotların seçiciliği araştırılmış ve fotokatalitik sistemlerde TiO₂'in elektrokimyasal proses yüzeylerine kaplanması TiO₂'in fotoaktivitesini artırması sebebiyle daha fazla humik asit giderimi sağlanmıştır.

Uyguner ve diğ., (2007) yürüttükleri bir çalışmada TiO₂ nanofilmi ile kaplanmış polimetil metakrilat (PMMA) halkalarının yığıldığı fotokatalitik reaktör kullanılarak humik asit ve DOM'lerin giderim etkinliği UV₂₅₄ parametresi açısından incelenmiştir. Farklı TiO₂ film kalınlıklarının etkisini gözlemlemek için çalışma üç farklı sette yürütülmüş ve reaktörler çalıştırıldıktan 1 saat sonra kalınlığı fazla olan tabakanın (yaklaşık %20), kalınlığı orta ve düşük (sırasıyla %6 ve 1,4) olan tabakalara kıyasla daha fazla humik asit giderdiği gözlenmiştir. Bu çalışmada varılan bir diğer sonuç ise, fotokatalizin humik asitleri indirgeyerek DYÜ oluşturmalarını engelleyen etkin bir oksidasyon yöntemi olmasının yanında ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olması dolayısıyla henüz ticari olarak başarılı bir yöntem olmadığıdır. Çünkü TiO₂'in fotokataliz prosesine dahil edilmesi TiO₂'in sıvı fazdan ayrılmasının zorluğu ve pH şartlarına olan bağımlılığı gibi problemler sebebiyle bir yüzeye kaplanmasını gerektirmektedir. Bu kaplama işlemi ise başlı başına bir proses olması sebebiyle hem fazladan enerji hem de yüksek maliyet ihtiyacı oluşturmaktadır.

Humik maddeler DYÜ oluşturma potansiyelleri yanında ağır metallerle kompleks oluşturma eğilimleri sebebiyle toprakta ağır metal kirliliği meydana gelmesinde de etkilidir. (Güngör ve Bekbölet, 2010). Uyguner ve Bekbölet (2007), humik maddelerin bu özelliğinin DOM gideriminde kullanılan fotokataliz yöntemine etkisini incelemek amacıyla sucul ortamda Cr(VI) ve Mn(II) iyon türlerinin bulunmasının DOM indirgeme verimini değiştirip değiştirmediğini izlemişlerdir. Çalışma sonunda Cr(VI) ve Mn(II) iyonlarının fotokataliz verimini değiştirmediği gözlenirse de bu sonucu doğuran etkenin sucul çevrelerde bulunan humik maddelerin kimyasal yapılarının iyice incelenmesine rağmen bu maddelerin davranışlarındaki belirsizliklerin halen sürmesi olduğu düşünülmektedir. Yine Uyguner ve Bekbölet (2010) yürüttükleri başka bir çalışmada, Bakır (II) varlığında TiO₂ ile desteklenmiş fotokatalitik yöntemle humik asit giderme verimini incelemeyi amaçlamış ve bakır iyonlarının yaptığı etkiyi spektroskopik parametreler (UV₂₅₄ ve Color₄₃₆) ve TOK içeriği ile izlemişlerdir. Çalışma sonunda bakır varlığının fotokatalitik bozunmayı önemli ölçüde etkilediği ancak bu etkinin farklı parametrelerle yapılan incelemelerde humik asitlerin TiO₂ üzerine adsorpsiyonunun farklı davranış göstermesi sebebiyle tutarsız olduğu gözlenmiştir. Bakır iyonları ile humik maddelerin boyutsal fraksiyonları arasındaki etkileşimin molekül içi ve moleküller arası düzeyde olması

sebebiyle böylesi bir değerlendirme için spektroskopik yöntemlerin daha işe yarar olduğu söylenmiştir.

İçme suyu kaynaklarında meydana gelen çeşitli biyojeokimyasal olaylar ÇOM'nin fizikokimyasal yapısını etkilemektedir. Bu olaylar; alglerin ve sudaki bitkilerin karbon fiksasyonu, organik materyalin biyolojik olarak yıkımı ve dönüşümü, sıvı ve katı fazlar arası dağılım, fotodegradasyon ve oksidasyondur. Ayrıca yüzeysel akışlar ve fırtınalar organik materyalin toprak ve bitki artıklarından ayrılıp yüzeysel sulara geçmesini sağlar. Sedimentten difüzyon yolu ile sulara karışan organik maddeler, organik madde çeşitliliğini arttırır. Ayrıca yaşayan ya da çürümüş bitki toplulukları da sulardaki organik maddelerin çeşitliliğini arttıran önemli kaynaklardandır. Organizmalar ÇOM'nin biyolojik parçalanabilir fraksiyonunu büyütmek ve metabolizma faaliyetlerini sürdürmek için enerji kaynağı olarak kullandıklarından, bu faaliyetler sonrası su sistemlerinde çoğu değişik kökenli ve oldukça stabil ÇOM bileşikleri oluşmasına neden olurlar. Bu yüzden mikrobiyolojik olaylar ve fotokimyasal reaksiyonlar gibi bazı mekanizmalar ÇOM'nin kimyasal reaktivitesi ve yapısını yavaş olarak değiştirebilir (Kitiş, 2001; Leenheer ve Croué, 2003).

Doğal organik maddeler fiziksel olarak çözünmüş, kolloidal ve partiküler formda bulunmaktadır. Sulardaki organik karbonun %90'ı ÇOM olarak bulunur. Arıtımın hedefi DOM'nin büyük kısmını gidermek olduğuna göre, ÇOM'nin giderilmesiyle istenen verim elde edilmiş olur.

Doğal sulardaki ÇOM varlığı, içme suyu arıtma tesislerinde ve su dağıtım sistemlerinde geniş çapta problemlere neden olmaktadır. Bu problemler genel olarak özetlenecek olursa; (Avşar, 2006),

- DOM, makrofitler, algler ve bakteriler için karbon ve enerji kaynağıdır;
- Ayrıca çözünmüş oksijen, azot, fosfor, sülfür, birçok iz metal ve asiditeyi kontrol eder;
- ÇOM; hidrofobik organik bileşikler (pestisit gibi), metaller (örneğin kurşun, kadmiyum, bakır ve civa), ve radyonükleitlerin (plütonyum ve uranyum gibi) taşınmasını sağlar. Böylece, su sistemlerinde hemen hemen hareketsiz olduğu düşünülen birçok kimyasal madde, yapı ve aktivite ilişkilerine bağlı olarak, arıtma tesisi ve dağıtım hattı boyunca taşınabilir (bunun nedeni organik maddelerin kuvvetli adsorplama özellikleridir);

- ÇOM, klor gibi kimyasal dezenfektanları tüketerek patojenik mikroorganizmaların dezenfeksiyon sürecini etkiler. Bu mikroorganizmaların sıvı katı ayırma prosesleri olan koagülasyon, flokülasyon, durultma ve filtrasyonla fizikokimyasal gideriminde, gerekli koagülant dozunun arttırmasından dolayı ÇOM'den etkilenir. Ayrıca koagülasyon prosesi ile elde edilmek istenen, bulanıklık renk giderimi gibi estetik standartları negatif yönde etkiler, arıtma tesisinin verimliliğini azaltır (aktif karbon ve membranlarda tıkanma gibi) ve korozyona neden olabilir;

Arıtma tesisi dışında doğal ortamda da ÇOM varlığının su kalitesi üzerine önemli etkileri belirlenmiştir. Bunlar;

- Su sistemlerindeki jeokimyasal proseslerde proton verici ve/veya alıcı olmaları,
- pH tamponlama özelliği, kirleticilerin taşınımı ve bozunması üzerine etkileri;
- Minerallerin çözünmesine ve çökelme reaksiyonlarına katılması nedeniyle genellikle su kalitesini kontrol edebilmeleri,
- Yüzeysel sularda fotik zonun derinliğini kontrol edebilmeleri;
- Nutrientlerin biyolojik olarak kullanılabilirliğini etkilemeleri ve mikrobiyal gelişim için karbon kaynağı vazifesi görmeleri;
- Ayrıca karbonhidrat ve protein gibi mikrobiyal yönden önemli substratlara bağlanabilme yanında biyolojik olarak kullanılabilirlikleri ve jeokimyasal dönüşümlerini değiştirebilmeleri (Leenheer ve Croué, 2003; Harrington, 1997; Kitiş, 2001; Workshop Results, 2001).

şeklinde sıralanabilir.

2.2 Yüzeysel Sularda Dezenfeksiyon Yan Ürünlerinin Oluşumu Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Türkiye'deki içme sularının DYÜ oluşum potansiyellerinin ve bu oluşumu etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine 2000'li yıllardan bu yana birçok çalışma yapılmıştır ve konuya verilen önem giderek artmıştır. Çalışmalar ağırlıklı olarak İstanbul içme suları üzerinde görünmekle birlikte ülke çapında yapılan çalışmalarda mevcuttur. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

ODTÜ grubunun Türkiye çapında su kaynaklarında gerçekleştirdiği çalışmalar mevcuttur.

Şahinkaya ve diğ., (2005), ülke genelinde (İstanbul'da, Ömerli, Alibeyköy, Büyükçekmece, Terkos baraj gölleri dahil) 29 baraj gölü suyu üzerinde su kalite parametreleri (ÇOK, bromür, klor ihtiyacı, UV_{254}) ve buna bağlı olarak trihalometan oluşum potansiyelinin (THMOP) mevsimsel değişimini iki yıl boyunca incelemiştir. İncelemeler sonucu tüm baraj göllerinde ortalama olarak THM'in % 86'sının kloroform, % 11'inin bromodiklorometan, % 2,5'inin dibromoklorometan ve % 0,25'inin ise bromoform olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmanın devamı niteliğinde Ateş ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada aynı baraj göllerinde Türkiye genelinde 29 baraj gölü suyunda klorlama sonucu oluşabilecek HAA, THM ve AOX (adsorplanabilir organik halojenler) miktarlarını tespit etmişlerdir. Bir yıl boyunca baraj suları üzerinde aylık numunelerde yapılan çalışmalarda ortalama toplam HAA, THM ve AOX oluşum potansiyelini sırasıyla 18-149 $\mu\text{g/L}$, 21-189 $\mu\text{g/L}$, ve 378-859 $\mu\text{g/L}$ aralığında değiştiğini belirlemiştir. En yüksek HAA oluşumunun ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde en düşük oluşumun ise yaz aylarında gözlemlendiğini belirlemiştir. THM ve AOX oluşumlarında ise en yüksek düzeyin kış aylarında, en düşük oluşumun THM için yaz mevsiminde AOX için ise ilkbahar aylarında gözlemlendiğini izlemiştir. Genel olarak DYÜ oluşumunun Türkiye'nin batısından doğusuna doğru azaldığını ve en yüksek HAA ve THM oluşumunun ise İstanbul'da bulunan barajlarda tespit edildiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak metropol baraj sularında humik ve fulvik asit tabanlı DOM'lerin dışında sentetik organik maddelerinde bulunma olasılığının yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Tüm baraj sularında HAA ve THM konsantrasyonları arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirleyerek THM/HAA oranının yaklaşık 1,3 olduğunu rapor etmişlerdir. Grup yan ürün oluşum potansiyeli dışında baraj göllerinde mevcut içmesuyu arıtma tesisi çıkışında da çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu amaçla Ateş ve diğ., (2005b) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Türkiye genelinde içme suyu arıtma tesisleri çıkışında THM konsantrasyonları miktarlarını tespit edilmiştir. Üç yıl boyunca devam eden çalışma sonucunda 18 arıtma tesisi çıkışında THM konsantrasyonunun 9,9-65,2 $\mu\text{g/L}$ aralığında değiştiğini belirlenmiştir. Bu değerlerin Türkiye'nin batı kesiminde yer alan arıtma tesislerinde, doğudaki tesislere göre daha yüksek olduğunu tespit

edilmiştir. THM içerisinde tür dağılımı incelemesi sonucu kloroformun baskın olduğu, bromoformun ise en düşük paya sahip bileşen olduğu izlenmiştir. Özellikle denize kıyısı olan arıtma tesislerinde bromlu türlerin (dibromoklorometan ve bromoform) miktarlarının diğer şehirlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında, hamsulardaki yan ürün oluşum potansiyelinin suların arıtılması sırasında %50 mertebelerinde azaldığı ancak THM tür dağılımında değişim olmadığı görülmektedir. Genel olarak yağış miktarının en düşük olduğu yaz mevsiminde yan ürün oluşumunun en düşük düzeye indiği görülmekte olup bu durum yan ürün oluşumunun suya yağışlarla giren organik maddeye bağlı olduğunu ve organik madde miktar ve kompozisyonuna bağlı olarak mevsimsel değişim gösterdiğini işaret etmektedir.

İTÜ grubu tarafından İstanbul yüzeysel sularının DYÜOP'lerinin ve DYÜ oluşumunda etkin parametrelerin belirlenmesi, sularda DYÜ oluşumunda öncü bileşiklerin giderimine etki eden mekanizmaların incelenmesi ve şebeke suyundaki DYÜ'lere maruziyetin risk açısından değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Uyak ve Toröz (2005a), alum ve demir tuzları kullanarak Terkos Gölü sularında zenginleştirilmiş koagülasyon ile TOK, THMOP ve UV₂₅₄ değerlerindeki değişimi incelemiştir. Bu prosesin DOM'nin kimyasal yapısına, koagülant türü, dozajı ve pH'a bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Toröz ve Uyak (2005b), Büyükçekmece içme suyu arıtma tesisi çıkışında ve şebekede THM değişimini izlemiştir. Arıtma tesisi çıkışından uç noktalara doğru gidildikçe THM konsantrasyonunda artış görülmüştür. En uç noktada kış aylarında 15 °C'de nadiren 100 µg/L değerinin aşıldığı, yaz aylarında 24 °C'de ise uç noktalarda limitlerin 1,2-1,8 katı THM konsantrasyonlarına ulaşıldığını belirlemişlerdir.

Uyak ve diğ., (2005c) İstanbul Kağıthane içme suları üzerinde toplam organik karbon (TOK), pH, sıcaklık ve klor miktarlarını izleyerek THM miktarını önceden belirlemek için bir model geliştirmiştir. Verilen parametreler ile geliştirilen modelin uygulanabilir sonuçlar verdiği görülmüştür.

Uyak (2006), THM'in kanser riski taşıması ve zararlı olması nedeni ile İstanbul'da 15 ayrı bölgeden alınan musluk suları üzerinde yapılan analizlerle belirlenen THM konsantrasyonlarını incelenmiştir. Bu sularda sırası ile kloroform, bromoklorometan

(BDCM), ve dibromoklorometan (DBCM) türlerinin baskın olduğu görülmüştür. Yapılan analizler sonucu yüksek konsantrasyonda THM içeren musluk sularının bulunduğu bölgelerde kanser vakalarının yüksek olduğu, dolayısı ile riskinde o oranda yüksek olduğu belirlenmiştir.

Uyak ve Toröz (2006) Terkos gölünden alınan sular üzerinde ÇOK, demir klorür dozajı, klor dozajı, reaksiyon zamanının THM oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir. Zenginleştirilmiş koagülasyon sonrası oluşacak THM konsantrasyonunun önceden belirlenmesi için istatistiksel bir model geliştirilmiştir. Model, tüm değişkenler için oldukça doğru sonuç vermiştir, çoklu lineer model ise verilere en uygun sonucu sergilemiştir. THM değişiminin öncelikle ÇOK'a bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Demir tuzu kullanılarak (120 mg/L; pH 6,3) gerçekleştirilen zenginleştirilmiş koagülasyon sonucu, ÇOK konsantrasyonunda % 62'lik, UV₂₅₄ absorbensinde ise % 74'lük azalmanın olduğu deneylerle izlenmiştir.

Uyak ve diğ., (2007a) Terkos, Büyükçekmece ve Ömerli havzalarında farklı bromür ve organik madde konsantrasyonuna bağlı olarak DYÜ oluşumundaki değişimi incelenmiştir. Temas süresi, pH, klor dozu ve spesifik ultraviyole absoransı izlenmiştir. Çoklu regresyon modeli kullanılarak THM ve HAA konsantrasyonu, pH, temas süresi, klor dozu ve SUVA'ya bağlı olarak önceden belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada daha önceki çalışmalarda olduğu gibi, THM için en baskın tür kloroformdur. HAA türleri içinde ise TCAA en baskın tür olarak tespit edilmiş olup, toplam HAA'nın Terkos'ta % 60, Büyükçekmece'de % 49, Ömerli'de ise % 66'sını oluşturduğu görülmüştür. İkinci baskın tür olarak ise DCAA ölçülmüştür. Büyükçekmece Gölü'ndeki orta seviyede bulunan bromür (160 µg/L), 14,4 µg/L DBAA oluşumuna neden olmuştur.

Uyak ve Toröz (2007b) Terkos, Ömerli ve Büyükçekmece suları üzerinde koagülasyon prosesinde pH değişiminin etkisini incelemiş ve koagülasyonda koagülant dozajından ziyade pH'ın etkili olduğu belirlenmiştir. Bu belirlemeler ışığında optimum koagülant dozajında ve optimum pH'ta, % 74 TOK, % 55 UV₂₅₄, % 36 SUVA, % 53 THMOP giderimi tespit etmişlerdir. Uyak ve Toröz (2007c) çalışmalarında bromürün THM oluşumundaki etkinliğini incelemiştir.

Uyak ve diğ., (2007d) İstanbul içme suyu kaynaklarından olan Terkos gölü suları üzerinde zenginleştirilmiş koagülasyon ve aktif karbon adsorpsiyonunun etkilerini

incelenmiştir. Zenginleştirilmiş koagülasyonla hamsuda ÇOK gideriminin %45 civarında olduğu ve ÇOK'un çoğunlukla negatif yüke sahip fonksiyonel grupları içeren büyük moleküllü kısmının giderildiği tespit edilmiştir. Aktif karbonun ise yüksüz ve düşük molekül ağırlıklı ÇOK'u giderdiği ve bu iki sistemin birlikte kullanılması durumunda giderim veriminin %76'ya çıktığı ve bu proseslerin beraber kullanılmasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir.

Uyak ve diğ., (2008), Kağıthane, Ömerli, Büyükçekmece Baraj Gölü ve arıtma tesislerinden alınan numuneler üzerinde çalışma gerçekleştirmiş olup; hamsularda TOK, UV₂₅₄, SUVA, THMOP, HAAOP parametrelerini incelemiş, arıtma tesisindeki proseslerin THM ve HAA oluşumu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. En az THMOP ve HAAOP'nin kış aylarında olduğunu, baharla birlikte bu değerlerin arttığını, güz döneminde ise maksimum değere ulaştığını belirlemiştir. Bu durum yan ürün oluşumunun sadece sudaki doğal organik madde (DOM) miktarına bağlı olmadığı, aynı zamanda yüzeysel akışla toprağın üst katmanından su kaynağına gelen humik maddelerle yani DOM kompozisyonuyla da ilişkili olduğunu göstermiştir. Suda hidrofobik içeriğin artmasıyla kış ayında organik madde giderimi daha kolaylaşmaktadır.

Aydin ve diğ., (2012) tarafında yapılan çalışmada da BÇ Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında farklı zamanlarda örnekleme yapılmış, su kaynağındaki mevsimsel değişimin DYÜ oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda THMOP ve NDMAOP (N-nitrosodimetilamin) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda ölçülen DYÜ'ler ile suda izlenen kalite parametreleri arasında önemli bir korelasyon sadece NDMAOP ile ÇOK arasında zayıf korelasyon görüldüğü rapor edilmiştir.

İTÜ Grubu tarafından yapılan bu çalışmalar değerlendirildiğinde; İstanbul'da mevcut yüzeysel sularda ÇOK giderimi için zenginleştirilmiş koagülasyonun kullanılabileceği, aktif karbon ile giderim veriminin daha yüksek mertebelere çıkarılabildiği belirlenmiştir. İstanbul sularında THM ve HAA oluşumunda etkin parametreler belirlenmek suretiyle bu parametrelere bağlı olarak suda oluşabilecek THM ve HAA miktarının tahminine yönelik model geliştirilmiştir. İstanbul sularındaki ÇOK'un miktarsal ve türsel olarak mevsimsel değiştiği belirlenmiştir. Su dağıtım şebekesinde yapılan ölçümlerde THM konsantrasyonunun zaman zaman 100 µg/L değerinin üzerine çıktığı belirlenmiştir. 2012 yılı sonu itibarıyla içme sularında THM limitinin 100 µg/L değerine indiği hatırlandığında şebekede bu limitin zaman

zaman sağlanamayacağı görülmektedir. Su kapnağının DYÜOP'si ile su kaynağında izlenen su kalite parametreleri arasında ki ilişkiyi anlamak için sudaki DOM'ların fiziksel ve ya kimyasal fraksiyonlama teknikleri kullanılarak fraksiyonlanması ve karakterizasyonunun gerekliliği vurgulanmıştır.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü grubu da İzmir içme sularında THM ve HAN konsantrasyonlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmıştır.

Baytak ve diğ., (2007) İzmir'de içme suyu olarak kullanılan iki kaynaktan (Konak-Hatay ve Urla) 10 ay boyunca numune alarak bu kaynaklardaki toplam THM ve HAN parametrelerinin mevsimsel değişimlerini incelemişler ve limitlerle karşılaştırılmışlardır. Numunelerin tümünde ölçülen THM konsantrasyonu çalışma yapıldığı tarihte mevcut limit değerin (150 µg/L, T.C. Sağlık Bakanlığı) altında iken, bu örneklerin % 42'sinde ölçülen THM derişimi 2012'de yürürlüğe giren 100 µg/L standart değerini ve % 61'i de USEPA'nın 80 µg/L değerinin üzerinde bulunmuştur. Ayrıca en yüksek toplam THM ve toplam HAN derişimleri ilkbaharda, en düşük derişimler ise yaz aylarında ölçülmüştür.

İstanbul'a benzer olarak İzmir'de de Baytak ve diğ., (2007)'de belirtilmediği üzere şebekede THM konsantrasyonunun limit değeri üzerinde kaldığı görülmektedir. İzmir'de tespit edilen DYÜ derişimlerinin yazın düştüğü, yağışlı mevsimlerde ise artış görüldüğü anlaşılmaktadır.

Ülkemiz dışında Dünya'da yapılan çalışmalara bakıldığında ise sadece dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon yan ürünleri ile ilgili çalışmalar yapılmadığı bu istenmeyen yan ürünlerin oluşumunda etkin olan öncü bileşiklerin de bu oluşuma etkisinin incelendiği görülmektedir.

Marhaba ve Van (2000), tarafından yapılan çalışmada, New Jersey'deki Passaic Nehri'nden alınan hamsular, 6 ayrı fraksiyona (hidrofobik, asit, baz, nötral ve hidrofilik asit, baz, nötral) ayrılmıştır. Suda hidrofilik asit fraksiyonunun diğer fraksiyonlara göre daha baskın olduğu görülmüştür. Hamsuyun arıtıldığı arıtma tesisinde yapılan çalışmada; hidrofilik asit, nötral ve hidrofobik asit fraksiyonun % 65 oranında arıtılarak en iyi giderilen fraksiyonlar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca arıtma tesisi ünitelerinde fraksiyonların değişimi ve DYÜOP'leri incelenmiştir. Hidrofilik asit fraksiyonunun en reaktif fraksiyon olduğu ve en çok THMOP'ne sahip

olduğu, benzer şekilde hidrofobik nötral fraksiyonunda en çok HAAOP'ne sahip olduğu bulunmuştur.

Chang ve diğ., (2001), organik maddelerin, moleküler ağırlık dağılımının ve kimyasal kompozisyonunun DYÜ oluşumu üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçları, DYÜ'lerin büyük bir kısmını moleküler ağırlık boyutu 1 kDa'dan küçük organik maddelerin oluşturduğunu göstermiştir. DYÜ oluşumunda hidrofobik asitlerin en büyük rolü üstlendiğini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında küçük moleküler ağırlıklı organik maddeler ile hidrofobik asitlerin gideriminin DYÜ'lerin oluşumunu oldukça etkileyeceğini belirtmişlerdir. Koagülasyon prosesinin büyük moleküler ağırlığa sahip organik maddeler üzerinde etkin olduğu, konvansiyonel arıtma ile küçük moleküler ağırlıklı maddelerin giderilemediği dolayısı ile DYÜ oluşumunun sınırlı kaldığı ifade edilmiştir.

Goslan ve diğ., (2002), DOM'lerin miktar ve kompozisyonundaki mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi için çeşitli su rezervuarlar ve Yorkshire arıtma tesisi filtrasyon ünitesi çıkışından su numuneleri alarak kimyasal fraksiyonlama çalışması yapmışlardır. Çalışma kapsamında elde edilen hidrofobik asit ve hidrofilik asit fraksiyonlarında ÇOK, UV₂₅₄, SUVA, THMOP parametrelerindeki değişim izlenmiştir. Çalışma sonucunda fraksiyonların reaktivitesinin mevsimsel bazda değiştiği, Ocak ayında reaktivitenin en düşük olmakla beraber, Haziran ayında yükselmeye başladığı ve Kasım'da maksimum'a ulaştığı belirlenmiştir. Bu durumda reaktivitedeki artışın, arıtma verimini de etkileyeceği rapor edilmiştir.

Kim ve Yu (2005a), Han Nehri'nden alınan numunelerde hidrofilik fraksiyonun hidrofobik fraksiyona göre daha baskın olduğunu belirlemişlerdir. Arıtma sonrasında hidrofilik fraksiyonun % 55-70 arasında değişim gösterdiği izlenmiştir. Hidrofilik fraksiyonun HAAOP'nin yüksek olduğu ifade edilmiştir. Klorlama sonrası oluşan DYÜ'ler toplam organik halojenli bileşik oluşum potansiyeli olarak tanımlanmış ve bunun % 43'ü HAAOP, %26'sı THMOP, % 31'i diğerleri olarak rapor edilmiştir. Hamsuyun ultrafiltrasyona (UF) tabi tutulması sonucunda oluşan DYÜ'lerde çok az bir azalma gözlenmiştir. Bu durumda oluşan yan ürün miktarının azaltılabilmesi için UF-NF gibi birleşik membran sistemlerinden oluşan ileri arıtma sistemleri önerilmiş olup bu sistemin granül aktif karbon (GAK) ve zenginleştirilmiş koagülasyona göre en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir.

Kim ve Yu (2005b), tarafından yapılan çalışmada hidrofilik fraksiyonların HAAOP yönünden hidrofobik fraksiyonların ise THMOP yönünden daha aktif olduğu belirlenmiştir. Konvansiyonel arıtmanın hidrofobik fraksiyon üzerinde etkili olduğu, dolayısı ile hidrofilik fraksiyonun giderimi için konvansiyonel arıtmayı hidrofilik fraksiyonu azaltacak bir diğer arıtma prosesinin takip etmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu kapsamda HAAOP'nin kontrolü için ozon/GAK ve NF proseslerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Fenolik fonksiyonel grupları içeren DOM'lerin, yüksek miktarda THM oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Kim ve Yu (2007), önceki çalışmalarında belirttikleri sularda ileri arıtma tekniklerinden ozon/GAK kullanarak sularda DOM'lerin giderimlerini incelemişlerdir. Bu amaçla anılan yöntemler kullanılarak arıtılan sular daha sonra kimyasal olarak fraksiyonlarına ayrılmış ve humik ve humik olmayan maddelerin giderimleri incelenmiştir. Ozon prosesinin DOM'lerin karboksilik fonksiyonel grup içeren kısmını önemli derecede oksitleyememesine rağmen GAK'ın bir miktar karboksilik fonksiyonel grup içeren fraksiyonu giderdiği tespit edilmiştir. Çalışmada humik maddelerin varlığına bağlı olarak THMOP ve HAAOP karşılaştırılmıştır. Humik maddelerin klorlanmasıyla THMOP'nin arttığı belirlenmiştir. Konvansiyonel arıtma ile humik maddelerin humik olmayanlara göre baskın olarak giderildiği, humikler içerisinde ise fenolik fonksiyonel gruba sahip maddelerin karboksil grubu içerenlere göre baskın olarak giderildiği görülmüştür. Ozon prosesinin humik maddeler üzerinde etkin olduğu görülürken, GAK prosesinin humik olmayan maddeler üzerinde de etkin olduğu tespit edilmiştir.

Panyapinyopol ve diğ., (2005), Bangkok'ta günlük 3 milyon m³ içme suyu sağlanan bir su kaynağında yaptıkları çalışmada; DAX-8, AG-MP-50 ve WA-10 reçineleri kullanarak ham suyu kimyasal fraksiyonlarına ayırmışlardır. Hamsudaki kimyasal fraksiyonlar baskın olandan çekinik olana doğru sıralandığında; hidrofilik nötral>hidrofobik asit>hidrofilik asit>hidrofobik nötral>hidrofilik baz>hidrofobik baz şeklinde izlenmiştir. Hidrofilik nötral ve hidrofobik asit fraksiyonlarının THMOP açısından en önemli iki fraksiyon olduğu ifade edilmiştir. Hidrofobik nötral ve hidrofilik nötral fraksiyonların klorlanması sonucu ağırlıklı olarak kloroform olduğu tespit edilmiştir. Suyun THMOP dağılımına bakıldığında en önemli kısmı %32 ile hidrofilik nötral fraksiyonunun oluşturduğu, bu fraksiyonu % 21 ile hidrofobik asit fraksiyonunun takip ettiği, hidrofilik asit, hidrofobik baz ve hidrofilik

baz fraksiyonlarının ise THMOP'nin % 13-15'lik kısmını oluşturduğu tespit edilmiştir. THMOP'si en düşük fraksiyonun hidrofobik nötral fraksiyonu olduğu görülmüştür.

Panyapinyopol ve diğ., (2005) çalışmasının devamı niteliğinde Kanokkantapong ve diğerleri (2006), tarafından yapılan çalışmada da aynı su kaynağı aynı şekilde 6 kimyasal fraksiyona ayrılmış ve bu sefer suda HAAOP incelenmiştir. HAAOP ölçümleri sonucu her bir fraksiyonun farklı reaktivite seviyelerine sahip olması dolayısı ile farklı HAAOP değerleri tespit edilmiştir. Hidrofilik nötral fraksiyonun baskın olduğu ve 5 fraksiyon içinde HAA oluşumunda temel organik maddeleri içerdiği belirlenmiştir. Spesifik HAA oluşumuna bakıldığında ise hidrofobik ve hidrofilik baz fraksiyonlarının en reaktif fraksiyonlar olduğu görülmüştür.

Hua ve Rechow (2007), Şangay'ın önemli su kaynaklarında yaptıkları çalışmalarında XAD reçinelerini ve ultrafiltrasyon membranları kullanarak sularda bulunan organik maddeleri kimyasal ve fiziksel olarak fraksiyonlarına ayırmışlardır. Deneyler klorlama sonucu, yüksek moleküler ağırlıklı ve hidrofobik karakterdeki organiklerin (>0,5 kDa) düşük moleküler ağırlıklı (<0,5 kDa) ve hidrofilik karakterdeki organiklere göre çok daha fazla miktarda tanımlanamayan toplam organik halojen oluşturduğunu göstermiştir. Trihaloasetikasit (THAA) öncü bileşiklerinin, trihalometan öncü bileşiklerine göre ağırlıklı olarak hidrofobik karakterde olduğu ifade edilmiştir. Düşük moleküler ağırlıklı ve hidrofilik karakterdeki DOM'lerin yüksek miktarda HAA oluşturduğu tespit edilmiştir. pH'ın etkisini incelediklerinde ise pH'ın 6'dan 9'a yükselmesi ile hidrofobik karakterdeki ve yüksek moleküler ağırlıktaki organik maddelerin toplam organik halojenleri oluşturma potansiyelinin düştüğü, hidrofilik ve düşük moleküler ağırlıklı organikler üzerinde ise çok az etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ortamda bromür ve iyodürün olması durumunda, hidrofobik ve yüksek moleküler ağırlığa sahip organik maddelerin oldukça fazla tanımlanamayan toplam organik halojen oluşturduğu tespit edilmiştir.

Wong ve diğ., (2007), Çin'in Macau bölgesinde farklı arıtma proseslerini kullanan iki ayrı tesiste DOM giderimine bağlı olarak THM oluşumunu incelemişlerdir. Her iki tesisteki DOM gideriminin değerlendirilebilmesi için tesislerden alınan sular ultrafiltrasyon prosesi kullanılarak fiziksel olarak fraksiyonlanmış ve ÇOK, UV₂₅₄ ve THMOP parametreleri izlenmiştir. Her iki tesisten alınan suda da ÇOK ve UV₂₅₄ değerleri düşük olup organik maddenin büyük kısmını moleküler ağırlığı 3kDa'dan

küçük maddeler oluşturmaktadır. 1 kDa üzerinde konvansiyonel arıtmanın DOM gideriminin % 63,5 verimle gerçekleşebileceği, 3 L/mg.m'den küçük SUVA değerine sahip suların DOM'lerinin fulvik karakterde olacağı ve bu nedenle arıtılmasının da zor olacağı belirtilmiştir. Fulvik asitin genellikle alifatik keton grubu içerdiği ve bromür ile bileşik yapma meyilinde olduğu belirtilmiştir.

Xu ve diğ., (2007), tarafından yapılan çalışmada Şangay'daki en büyük nehir olan Huangpu Nehri'nden alınan hamsuyun DOM karakterizasyonu ve ön ozonlama, koagülasyon, filtrasyon, son ozonlama ve biyolojik aktif karbon prosesleriyle arıtılabilirliği araştırılmıştır. Hamsuyun arıtma sonrası moleküler ağırlık boyutu 3kDa'dan düşük ve genellikle asit olmayan hidrofilik fraksiyonları içerdiği ve klorla dezenfeksiyonu sonucu fazla miktarda THMOP ve HAAOP'ye sahip olduğu izlenmiştir. Bu durum, düşük molekül ağırlıklı ve hidrofilik fraksiyonların klorla dezenfeksiyonda önemli öncü bileşikler olduğunu göstermekle birlikte bu bileşiklerin kaynağının büyük oranda antropojenik aktiviteler olduğu belirtilmiştir. Bu bileşikleri gidermede konvansiyonel arıtma yetersiz kalmakta olup öz ve son ozonlama ve biyolojik aktif karbon proseslerinin kullanımıyla DOM giderimi artırılabilen ve DYÜOP düşürülebilmektedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak moleküler ağırlık arttıkça HAAOP'nin arttığı tespit edilmiştir.

Wei ve diğ., (2008) yaptığı çalışmada Güney Çin'in Doğu Gölü rezervuarından 1 yıllık periyotta mevsimsel bazda alınan numuneler üzerinde kimyasal ve fiziksel fraksiyonlama yapılarak ÇOM konsantrasyonu ve karakterindeki değişim izlenmiştir. Çalışma amacı olarak; ÇOM'un kompozisyonundaki yıllık değişimlerin ve DYÜ oluşumundaki reaktivitelerinin anlaşılması ile daha iyi bir içme suyu arıtımının yapılabilmesi ve daha uygun bir su kalitesi elde edilebilmesinin mümkün olduğu belirtilmiştir. Kimyasal fraksiyon özelliklerinin, fiziksel fraksiyon özelliklerine göre oldukça kararlı olduğu görülmüştür. Kimyasal fraksiyonların mevsimsel bazda ÇOK, UV₂₅₄ ve THMOP'ye katkısının değişmediği belirlenirken, fiziksel fraksiyonların UV₂₅₄ ve THMOP değerlerinin mevsimsel olarak büyük değişim gösterdiği belirtilmiştir. Örnekleme döneminin büyük kısmında suda hidrofobik asit ve hidrofilik maddeler ÇOM'nin baskın türlerini oluşturmuştur. Fiziksel fraksiyonlamada da moleküler ağırlığı 10-30 kDa ve 1kDa'dan küçük fraksiyonların baskın fraksiyonlar olduğu görülmüştür. Kimyasal fraksiyonlama da hidrofobik fraksiyonun SUVA değerlerinin yüksek olduğu tespit edilirken, fiziksel

fraksiyonlamada da aynı durumun 30 kDa'dan büyük moleküler ağırlıklar için geçerli olduğu görülmüştür. Diğer taraftan 1-30 kDa molekül ağırlığında ise SUVA değerinin düşük olduğu görülmüştür.

Chen ve diğ., (2008) yaptığı çalışmada, Kuzey Çin'deki konvansiyonel bir içmesuyu arıtma tesisinde 1 yıllık bir izleme periyodu ile THM ve HAA konsantrasyonları ve oluşum potansiyelleri incelenmiştir. Ayrıca, organik madde fraksiyonları ve su kaynağındaki alglerin öncü bileşiklere katkısı, eser miktarda DYÜ oluşumuna neden olmaları nedeniyle incelenmiştir. Hem algler hem organik maddelerin önemli DYÜ öncü bileşikleri olduğu bulunmuştur. Hidrofobik asit fraksiyonu, THM ve HAA oluşumunda en önemli fraksiyon olarak tespit edilmiştir. Alg patlaması sırasında, alglerin toplam oluşum potansiyeline etkisinin %20 ile %50 arasında değişmekte olduğu rapor edilmiştir. Arıtma tesisinin her bir ünitesinin DYÜ'lere ve öncü bileşiklere etkisi ayrıca incelenmiş ve konvansiyonel arıtma prosesinin öncü bileşikler giderme veriminin kısıtlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ön klorlama ve filtrasyon prosesinin DYÜ oluşumunda ve öncü bileşik gideriminde negatif etkiye sahip olduğu ayrıca belirtilmiştir.

Lu ve diğ., (2009) yaptığı çalışmada, Çin'de ki Songhua nehrinden alınan numunelerde mevcut doğal organik maddelerin fraksiyonlanması ve klorlama ve kloraminleme prosesleri sonucu DYÜ oluşumu araştırılmıştır. Filtrelenmiş nehir suyu içeriğindeki organik madde 6 fraksiyona (hidrofilik, hidrofobik; asit, baz, nötral) ayrılmış ve bu fraksiyonların klorlanması ve kloraminlenmesi sırasında ki THM ve HAA izlenmiştir. Sonuç olarak hidrofobik asit, hidrofilik asit, hidrofobik baz ve hidrofobik nötral fraksiyonların THM ve HAA oluşumunda en önemli öncü bileşikler olduğu belirlenmiştir. Bu fazların 254 nm'deki UV absorbansları ile DYÜOP potansiyelleri arasında yüksek korelasyon elde edilmiştir. Bu sonuç hem hidrofobik hem hidrofilik fazlardaki aromatik yapıların DYÜ oluşumdan sorumlu olduğunu göstermektedir. DOM fraksiyonlarının kloraminlenmesi ile daha az miktarda THM ve HAA oluştuğu gözlenmiştir.

Zhao ve diğ., (2006) yaptığı çalışmada Çin'de ki Pearl Nehri'nden alınan hamsu numunesinde ki çözünmüş organik maddenin boyut dağılımı ve klorlama ve klordioksit ile reaksiyonu sonrası THM oluşumu incelenmiştir. Numune ön işlemden sonra sırasıyla; Amicon marka ZM-500, YM-100, YM-30, YM-10, YM-3, YM-1, YC-05 serisi membranlardan (UF) ve ters osmoz membranından geçirilmiştir. Bu

membranlardan elde edilen her fraksiyonun moleküler ağırlık dağılımı, SUVA'sı belirlenmiş ve bu fazlar klor ve klordioksitle reaksiyona sokulmuştur. RO ile sudan elde edilen fraksiyonun, suyun oldukça yoğun şekilde antropojenik kirlenmeye maruz kaldığını gösterdiği ifade edilmiştir. Diğer yandan moleküler ağırlık azaldıkça SUVA₂₅₄ ve THM konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. Bu da düşük moleküler ağırlıklı fazların klor ve klordioksitle işlemde en önemli THM öncü bileşikleri olduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre insani aktivite iyi şekilde kontrol edilebilirse THM oluşumu önlenabilir. Çalışmada klordioksitin klora göre daha az THM oluşturduğu tespit edilmiştir.

Song ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmada Güney Karolayna'daki 3 arıtma tesisi girişinden alınan hamsularda ters osmoz prosesi (RO) kullanılarak ÇOM izole edilmiş ve RAK kullanılarak kimyasal fraksiyonlanmıştır. ÇOM kütle dengesi kurularak RO etkinliği incelenmiştir. Kolon işletme parametrelerinin (kolon kapasite faktörü k' ve yüzeysel su ÇOM ilk konsantrasyonu) ÇOM kimyasal fraksiyonlanması ve DYÜ oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. RO'nun etkinliğinin izolasyon şartları ve kaynak suyu karakteristiğine bağlı olduğu belirlenmiştir. Genelde RO ve SUVA₂₅₄'ü yüksek olan sularda ÇOM'un daha etkin izole edildiği ve ÇOM gerikazanımının ortam pH'ında (pH=7) düşük pH'a göre (pH=4) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İzole edilen ÇOM'un fraksiyonlanması ile hidrofobik fraksiyonun rölatif miktarının artan k' ile azaldığı görülmüştür. Bununla beraber; ÇOM fraksiyon dağılımının $k'=15$ 'de C_0 'ın 150 mg/L'ye kadar değişmesinden etkilenmediği ancak k' nün 30'a kadar değişiminin THM ve HAA oluşumunu ve çeşitliliğini önemli derecede etkilemediği belirlenmiştir.

Klorlanmış içme sularında THM ve HAA'lar yanında konsantrasyonları onlardan çok daha düşük olan haloetonlar, haloasetonitriller, kloropikrin, siyanojen halojenürleri ve kloral hidrat gibi daha birçok halojenli DYÜ bulunmaktadır. Bu nedenle halojenli DYÜ'lerin tamamını ya da tamamı yakını bir seferde kolektif olarak ölçmek için 1970'lerde yapılan çalışmalar sonucunda TOX Ölçüm Cihazı geliştirilmiştir. TOX sularda bulunan organik yapıya bağlı klor, brom ve iyot içeren türlerin tamamını tanımlamak için kullanılabilen temsil edici bir parametredir (Hua,2006). Genel olarak aktif karbonun pirolizi yoluyla tayin edilen organik halojen miktarının TOX yerine AOX olarak tabir edilmesi daha doğrudur. Bununla birlikte içme suyu yönünden bakıldığında TOX ve AOX parametreleri arasında ki farklılığın

yok denecek kadar az olduğu ve yaklaşık aynı şeyi ifade ettiği düşünölmektedir (Korshin ve diğ., 2004).

DYÜ'ler üzerine yapılan çalışmalarda eğilim yönetmeliklerde sınırlama getirilmemiş halk sağlığı üzerine etkisi tam olarak araştırılmamış yeni nesil DYÜ'ler yönüne kaymaktadır. Krasner ve diğ. (2006) tarafından yapılan çalışmada ABD'de 12 içme suyu arıtma tesisinde DYÜ oluşumu araştırılmıştır. Bu çalışmada yönetmeliklerde olan DYÜ'ler yanında potansiyel toksiklik yönünden yüksek önceliğe sahip 50'nin üzerinde DYÜ' incelenmiştir. Bu öncelikli DYÜ'ler içinde iyot içeren THM'ler yönetmelikte yer almayan bir haloasit, haloasetonitriller, haloketonlar, halonitrometanlar, haloaldehitler, halojenli furanonlar, haloamitler ve halojenli karboniller bulunmaktadır. Çalışmanın amacı yeni DYÜ'ler hakkında sayısal oluşum bilgilerinin elde edilmesi yoluyla bu DYÜ'lerin gelecekte sağlık üzerine etkileri hakkında yapılacak çalışmaların önceliklendirilmesinin sağlanmasıdır. Çalışmada TOK ve/veya bromür içeriği yüksek suların arıtıldığı tesisler seçilmeye çalışılarak brom ve iyot içeren öncelikli DYÜ'lerin tespitine olanak sağlanmıştır. THM'ler ve HAA'lar ağırlık bazında oluşan DYÜ'lerin en önemli iki grubudur. Haloasetaldehitler ise birçok suda oluşan üçüncü en önemli gruptur. Sayısal oluşum verileri yanında tesis ölçeğinde klor alternatif dezenfektanların kullanılması ile DYÜ'lerin oluşum ve kontrolleri konusunda yeni bilgiler bulunmuş ve bilgilerin doğruluğu teyit edilmiştir. Alternatif dezenfektanların (klor dioksit, ozon ve kloraminler) kullanılması yoluyla THM'nin 4 bileşeni, üç halojenli HAA'lar ve TOX oluşumu azaltılsa da alternatif dezenfektan kullanımıyla çeşitli öncelikli DYÜ'ler kloraya nazaran daha fazla miktarda oluşmaktadır. Örnek olarak; yönetmeliklerde geçmeyen iyotlu THM'lere en çok ön klorlama yapmayan ve kloramin kullanan bir tesiste tespit edilmiştir. Dikloroasetaldehitin en yüksek konsantrasyonu kloramin ve ozon kullanan bir tesiste tespit edilmiştir, bununla beraber dezenfeksiyon düzeni trikloroasetaldehiti azaltmıştır. Ön ozonlamanın trihalonitrometanların oluşumunu arttırdığı tespit edilmiştir. Önceden ölçölen klorlu furanönlara ek olarak özellikle yüksek miktarda bromür içeren sularda nadiren yapılan analizlerde bromlu furanonların varlığı tespit edilmiştir. Bromürün varlığı sularda normal şartlarda ölçölmeyen diğ. bromlu DYÜ'lerin (bromlu ketonlar, asetaldehitler, nitrometanlar, asetamidler) oluşumunda artışa neden olmaktadır. Ölçölen halojenli DYÜ'lerin toplamı TOX ve TOBr'nin sırasıyla yaklaşık %30-39

arası kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada 28 yeni önceden bilinmeyen DYÜ tespit edilmiştir.

Literatürde AOX'i oluşturan halojenli organik bileşiklerin halojen türüne göre dağılımı, klora alternatif dezenfektanlarla klor arasında DYÜ oluşumu yönünden farkların ortaya konması amacıyla çalışmalar yürütülmüştür. Kristiana ve diğerleri (2009) yılında yaptıkları çalışmada THM'lerin varlığının değerlendirilmesinde önemli bir yolunda toplam organik halojen (TOX) ölçümü olduğunu ortaya koymuştur. Bu ölçüm daha ileri olarak toplam organik klorür (TOCl), bromür (TOBr) ve iyodür (TOI) olarak sınıflandırılabilir. Çalışmada doğal organik madde izolelerinin iyodür ve bromür varlığında klorlanması ve kloraminlenmesi sonucu TOX'ların oluşum ve dağılımı incelenmiştir. Umulduğu üzere kloraminleme klorlamaya göre oldukça düşük miktarda TOX oluşumuna neden olmuştur. TOCl türleri klorlama ve kloraminleme de en fazla oluşan türlerdir. TOI kloraminlemede her zaman oluşmakla beraber, klorlamada her zaman oluşmaz bunun nedeni ise yüksek klor dozu kullanıldığında fazla klor varlığında iyodürün iyodata dönüşmesi nedeniyle HOI'nin (hipoiyodöz asit) sınırlı bulunması sonucudur. Kloraminleme sırasındaki TOI oluşumu başlangıç iyodür konsantrasyonunun artmasıyla bağlı olarak artmaktadır, başlangıç iyodür konsantrasyonunun en fazla %60'lık kısmı DOM ile bileşik oluşturur. İyodun DOM ile etkileşiminin bromla göre oldukça fazla olması nedeniyle kloraminleme esnasında brom ile iyot arasında ki yarışmalı reaksiyonlar sonucunda HOI ve dolayısıyla TOI'nın TOBr'ye göre daha fazla oluşacaktır. Çalışmada kloraminlemede DOM izolelerinin aromatik karakterleri ($SUVA_{254}$ ve % aromatik C) ile tüm TOX ve halojen spesifik TOX bileşiklerinin korelasyonları incelenmiştir. THM'ler TOX'un sadece bir fraksiyonunu oluşturmakta ve bu fraksiyon kloraminlemede tüm bileşenlerin %7'sini klorlamada ise %47'ye kadar kısmını oluşturmaktadır. Kloramin klora göre daha az TOX oluşturmaya rağmen, klora göre THM'ler ve HAA'lar dışında çok daha fazla bileşik oluşturmaktadır. Bu bileşiklerin çoğunun oluşturabileceği sağlık riskleri hakkında bilgi mevcut değildir. Kloraminlerin kullanımı ile ilgili olarak İyotlu ve bilinmeyen DYÜ'lerin oluşum potansiyelinin yüksekliği dikkate alınarak ve su arıtma tesislerinde yararlar ve riskler dengelenmek suretiyle THM sınır değerlerini sağlamak amaçlı klora alternatif olarak kullanımı göz önüne alınmalıdır.

Colman ve diğerleri (2011) tarafından yürütülen çalışmada içme sularında bulunan DOM'lerin dezenfeksiyon sırasında oluşturdıkları yüzlerce farklı DYÜ arasından

tereddütle seçilen 24 farklı tür kimyasal maddenin hastalık oluşturma potansiyelleri ve etki şekilleri incelenmiştir. Bu 24 kimyasal grubunu; dörtlü trihalometan (THM) grubu (bromodiklorometan, dibromoklorometan, bromoform, kloroform), dokuzlu haloasetikasit grubu, dört tane haloasetonitril, 1,1,3,3- tetrakloropropanon, klor dioksit ve diğer tekil DYÜ'ler (klorit, kloral hidrat, diklorometan, bromometan) oluşturmaktadır. Araştırmada ilk olarak DYÜ'lerin toksik özellikleri incelenmiş ve sonuç olarak insanların bu maddelere maruz kalmaları durumunda toksik etkilerin ortaya çıkmasının yanında çocuk düşürme, kalp-damar rahatsızlıkları, nöral tüp bozuklukları ve düşük ağırlıklı bebeklerin doğması sorunlarının ortaya çıkmasına da sebep oldukları gözlenmiştir. Toplam THM ve bromodiklorometan maruziyetinin hamilelerde hormonal bozukluklar oluşturarak düşük yapmalarına sebep olduğu tespit edilmiş, ancak diğer kimyasalların ortaya çıkan diğer rahatsızlıklar üzerindeki payları hakkında net bir sonuç çıkarılamamıştır.

Hebert ve diğerlerinin (2010) yürüttükleri çalışma ise; DYÜ'lerin halk sağlığını tehdit eden potansiyel risklerini netleştirmek ve bu riskler doğrultusunda sağlık açısından tehlikeli olan DYÜ'leri öncelik sırasına koymak amacıyla yapılmıştır. Öncelikle DYÜ'ler hakkında yayımlanan tüm verileri (toksisite, oluşum mekanizmaları, sağlık zararları, uluslararası ve bölgesel düzenlemeler ve yönetmelikler vb.) içeren bir veri tabanı oluşturulmuş, daha sonra öncelikli DYÜ'lerin belirlenmesine yönelik bir derecelendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu metod, değişik katsayıları içeren bir hesaplama matrisi içermekte olup bu sayede DYÜ'lerin sağlık riski oluşumuna potansiyel katkıları hesaplanabilmektedir. Bu prosedür DYÜ'leri üç farklı gruba ayırma olanağı sağlar. 1. grup, öncelik derecesi en yüksek DYÜ'leri içermekte olup bu DYÜ'ler orta derecede oluşum göstermekle birlikte yüksek toksisiteye sahiptirler. 2. grup, orta derecede oluşuma ve toksisiteye sahiptir. 3. grup ise, az miktarda oluşum göstermekte olup, toksik etkisi çok düşük ya da belirlenemeyen seviyededir. Bu yöntem kullanılarak belirlenmiş en riskli DYÜ'ler 1. gruba dahil olan; N-nitrozodimetilamin (NDMA) ve diğer nitrozaminler, MX ve diğer halofuranlar, klorat, formaldehit ve asetaldehit, 2,4,6-triklorofenol ve pentaklorofenol, hidrazin, diklorometan ve tetraklorometandır. Bu maddelerin toksik ve kanserojen etkilerinin yanında, sinir, sindirim ve dolaşım sistemine ve karaciğere de zararları vardır.

THM'yi oluşturan bileşikler kanser riskini artırmaları sebebiyle DYÜ'ler içindeki en tehlikeli gruptur ve bu sebeple ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından

getirilen düzenlemeyle içme sularındaki THM konsantrasyonu için üst sınır belirlenmiştir. Bu düzenlemeye göre dört farklı tür THM'in toplamının maksimum 80 µg/L olması istenmektedir (Pifer, 2012).

3. YÜZEYSEL SULARDAKİ DOM'LARIN İZOLASYON, FRAKSİYON VE KARAKTERİZASYON GEREKSİNİMİ

Yüzeysel ve yeraltı sularında çok bol miktarda bulunan DOM'un içeriği; su havzası içinde bulunan canlıların çeşidi, toprak jeokimyası ile su kaynağındaki biyolojik aktivite gibi birçok faktöre bağlıdır. DOM'nin yapısını (aromatik, alifatik ya da hidrofilik, transfilik, hidrofobik vs) büyüklüğünü (ortalama molekül ağırlığı ve molekül ağırlık dağılımı) ve yük yoğunluğunu içeren karakteristiği DYÜ'leri oluşturan öncü bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan önemli bir faktördür (Cho, 1999; Harrington, 1997).

DOM'nin doğal sularda ve arıtma tesislerinde oluşturduğu problemlerin çözümü için bu karmaşık yapının çözülmesi gereklidir. Bu nedenle de izolasyon, fraksiyon ve bu işlemlere bağlı karakterizasyon yöntemleri geliştirilmiştir.

3.1 ÇOM'nin İzolasyon ve Fraksiyon Metotları

ÇOM'nin yapısal karakteristiğini ve reaktivitesini belirlemek için yapılacak çalışmalarda öncelikle ÇOM'nin doğal sulardan izole ve konsantre edilmesi gerekmektedir. ÇOM'un fraksiyonlanarak çeşitli özellikler bakımından homojen hale getirilmesi çeşitli karakterizasyon ve reaktivite çalışmalarının yorumlanmasını kolaylaştırır. ÇOM'un doğal sulardan izolasyonu için adsorbanla sorbe etmekten, boyutsal olarak ayırma kadar çeşitli metotlar geliştirilmiş ve denenmiştir. Bu çalışmalarda amaç, ÇOM'un sudan ayrılarak konsantre edilmesidir. Genel olarak ÇOM'un izolasyon ve fraksiyonu için dünya çapında reçine adsorpsiyon kromatografisi (RAK) ile ters osmoz (RO) ya da ultrafiltrasyon (UF) fraksiyonlaması gibi membran prosesler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ultrafiltrasyonda (UF), ÇOM'nin fiziksel ve kimyasal karakteristiği temel alınarak fraksiyonlanmasında kullanılabilir. Daha sonra ise DYÜ oluşumu fraksiyonların karakteristikleri ile ilişkilendirilebilir. (Kitiş, 2001; Kitiş ve diğ., 2002; Maurice ve diğ., 2002).

3.1.1 Reçine adsorpsiyon kromatografisi (RAK) ve ters osmoz (RO)

Kolon kromatografisi metotları ile ÇOM'nin doğal sulardan izolasyonu için çok sayıda farklı reçine değişen başarı oranları ile çalıştırılmıştır. Amerika Jeolojik Araştırmalar Birimi'ndeki (USGS) araştırmacılar ÇOM'nin izolasyonu ve fraksiyonu için detaylı prosedürler geliştirmiş ve yayınlamıştır. İzolasyon ve fraksiyon çalışmaları; ana olarak XAD reçineleri denilen iyonik olmayan, yüksüz, geniş yüzey alanlı makroporlu kopolimerlerden (iki ya da daha çok monomerden oluşan kimyasal bileşik) oluşan reçinelerle yapılır. Bu prosedürlerden biri ve çalışma kapsamında uygulanacak olanı kapsamlı fraksiyonlamadır. Bunun için XAD-8, MSC-1 ya da AG-MP-50 katyon değiştirici ve Duolite A-7 anyon değiştirici reçineler ard arda kullanılır. Bu kromatografik ayırım yönteminde, ÇOM bileşenleri, değişik sentetik reçinelerdeki adsorpsiyon ve geri eluasyon ilgilerine göre izole edilir ve fraksiyonlanır. Bu işlemle, ÇOM hidrofobik asitler (en çok humik ve fulvik asitler), nötraller ve bazlar ile hidrofilik asitler, nötraller ve bazlara fraksiyonlanır. Hidrofobik asitler daha ileri olarak humik ve fulvik asitlere fraksiyonlanabilir.

Humik maddeler şimdiye kadar birçok yöntemle (ultrafiltrasyon, solvent ekstraksiyonu, çöktürme, dondurup kurutma) sudan konsantre edilmişlerdir. Ancak adsorpsiyon kromatografisi için kullanılan makroporlu reçinelerin geliştirilmesiyle bu işlem oldukça basitleşmiş ve büyük hacimlerde kolaylıkla uygulanabilir hale gelmiştir. Reçineler sudaki organik maddeyi inorganik maddelerden ayırır (Thurman ve Malcolm, 1981).

RAK uzun yıllardan beri kullanılmasına rağmen, son yıllarda teknikle ilgili kaygılar artmıştır. Bu kaygılar şunlardır:

- Reçineden kaynaklanan organik madde numuneye karışabilir;
- Bazı humik olmayan materyal de XAD-8 reçinesine tarafından adsorplanabilir;
- XAD reçineleri daha büyük humik asitleri ($MW > 30,000$ A⁰) konsantre edememek gibi boyutsal ayırımlar sergileyebilir;
- XAD reçinelerinin polifenolik maddelere karşı seçici olduğu düşünülmektedir;
- Bazı humik materyal düşük pH'da bozulmayan agregatlar oluşturabilir;

- Daha büyük moleküller eluasyon sırasında küçük porlara girip burada tutulabilir;
- XAD reçineleri ve ÇOM'un aromatik grupları arasında geri dönüşümsüz hidrofobik etkileşimler ve π - π etkileşimleri oluşabilir;
- İzolasyon prosedüründeki zorlu kimyasal koşullar (örneğin kuvvetli asit ve bazlarla yapılan aşırı pH ayarlamaları) ÇOM'un orijinal yapı ve reaktivitesini kimyasal olarak değiştirebilir;
- Prosesteki geri kazanım genel olarak % 58 ile 95 arası değişir, bu nedenle ÇOM'nin bazı bölümünün işlem boyunca reçinede üzerinden kaybı ya da geri kazanılamaması söz konusudur (Kitiş, 2001).

XAD reçineleriyle yapılan fraksiyonlama tarihi gelişimi itibariyle ikiye ayrılır. Bunlar kapsamlı fraksiyonlama ve XAD-8 ile XAD-4'ün ardışık kullanılması şeklindedir.

3.1.1.1 Kapsamlı fraksiyonlama

DOM'nin içme suyu arıtma prosesleri üzerindeki etkisinin kontrollü bir şekilde tespit edilmesi için DOM'nin sudaki inorganik yapılardan ayrılması istenir. DOM'nin sudan % 100 oranında izole edilmesi pratikte imkânsızdır. DOM'i oluşturan yapılar içerisinde en fazla dikkati humik maddeler çekmektedir. Humik maddeler işletme şartları açısından, 0,45 μ m'lik filtreden geçen ve pH=2'de XAD-8 (noniyonik, makro gözenekli poli metil meta akrilat reçinesi) reçinesinin üzerinde adsorbe olan ve 0,1 N NaOH ile desorbe edilen organik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama Thurman ve Malcolm tarafından geliştirilen izolasyon prosedürü baz alınarak yapılmıştır. Bu tanım baz alınarak, ABD'deki su kaynaklarındaki toplam organik karbon (TOK) konsantrasyonunun % 30-70'ini humik maddelerin oluşturduğu tespit edilmiştir (Harrington, 1997; Thurman ve Malcolm, 1981; Leenheer, 1981).

Genel olarak humik maddelerin çözünürlük ve adsorpsiyon özellikleri bakımından üç ana fraksiyona ayrıldığı kabul edilmiştir. Humik asitler bazda çözünmekte ama asitte çözünmemektedir. Fulvik asitler hem asit hem bazda çözünmektedir. Humin, humik asidin mineral madde ile kuvvetli birleşiminden oluşmaktadır. Oldukça yoğunlaşmış çözünmeyen humik maddeden, mantarsı melaninlerden ve parafinik maddelerden

meydana gelmektedir. Geniş olarak, humik asitler ve humin toprakta ve sedimentte katı fazın parçası olarak bulunmakta, fulvik asit daha taşınabilir ve doğal sulardaki çözülmüş maddelerin önemli kısmını oluşturmaktadır. Humik kelimesi genel olarak bütün humik maddeleri kapsamaktadır. Karbon bazında, fulvik asitler yaklaşık olarak su kaynaklarındaki humik maddelerin % 90'ını oluşturmaktadırlar. Humik asitler kimyasal ve fiziksel karakterleri bakımından fulvik asitlerden oldukça farklıdırlar. DOM fraksiyonlarını izole etmek için kullanılan kapsamlı fraksiyonlamada numune birbirini takip eden ardışık reçinelerden geçirilmeden önce ortamdaki pH'larında 0,45 µm filtreden geçirilmesi gerekmektedir. Reçinelerin çalışma mekanizmaları ise aşağıdaki gibidir:

XAD-8 Reçinesi Ortam pH'ında: Bu adım hidrofobik bazlarla, hidrofobik nötral fraksiyonun bir kısmını toplamaktadır. Hidrofobik bazlar 0,1 N HCl kullanılarak reçineden desorbe edilmektedir. Hidrofobik nötraller ise 0,1 N HCl ile desorbe olmaz, metanolle desorbe edilebilir.

XAD-8 Reçinesi pH=2'de: Bu adım hidrofobik asit ve kalan nötral fraksiyonu toplamaktadır. Hidrofobik asitler 0,1 N NaOH ile desorbe edilmektedir. Humik maddeler, hidrofobik asitler olarak tanımlanmaktadır. 0,1 N NaOH ile reçineden desorbe edilemeyen hidrofobik nötraller ise metanol ile desorbe edilmektedir. Bu hidrofobik nötraller bir önceki basamaktan elde edilenlerle birleştirilmektedir.

AG MP-50 Katyon Değiştirici Reçine pH=2'de: Bu güçlü, asit makroporlu, polistiren sülfonat reçine, hidrofilik baz fraksiyonunu absorbe etmektedir. Hidrofilik bazlar reçineden 1 N amonyum hidroksit (NH₄OH) ile desorbe edilmektedir.

Duolite A-7 Anyon Değiştirici Reçine pH=2'de: Bu zayıf baz, makroporlu, polifenolik reçine hidrofilik asit fraksiyonunu absorbe etmektedir.. Hidrofilik asitler reçineden 3 N NH₄OH'la desorbe edilmektedir.

Kalan Çözelti: Hidrofilik nötral fraksiyonu bütün reçinelerden geçebilme özelliğine sahiptir. (Thurman ve Malcolm, 1981; Leenheer, 1981; Harrington, 1997; Leenheer ve Croué, 2003).

Elde edilen fraksiyonlar arasındaki ÇOK konsantrasyon dağılımı birçok suda değerlendirilmiş, suyun döküldüğü havzanın biyojeokimyasal karakteristiği ile çeşitlendiği ve mevsimsel olarak değiştiği görülmüştür.

Amerika’da Fargo, Georgio yakınında bulunan Suwannee nehrinde DOM izolasyonu için RO sistemi kullanmış ve su kaynağındaki TOK’un %90 oranında izole edildiği hesaplanmıştır. Bununla beraber bu prosedürün Suwannee Nehri gibi düşük organik içeriği olan sularda kullanımı sınırlıdır. Ayrıca sülfat DOM ile konsantre olabilmekte ve konsantrasyon prosesi sırasında DOM yapısını değiştirebilmektedir (Harrington, 1997).

3.1.1.2 XAD–8 ve XAD–4’ün ardışık kullanılması

Bu yaklaşımda yapılan modifikasyonla XAD–8 reçinesini takiben XAD–4 reçinesi eklenerek, boyut ve polarlığa göre sınıflanan hidrofobik DOM ve transfilik DOM’un sırasıyla izolasyonu sağlanmaktadır. Hidrofilik fraksiyon ise her iki kolondaki reçinede de tutulamamaktadır. Su numunesi izolasyondan önce pH=2’ye getirilmektedir. Geniş boyutta prosedürler humik maddenin yükünün kontrolüne dayanmaktadır. Moleküllerin yükü arttıkça (yüksek pH’a doğru) çözünürlükleri artmaktadır. Yük azaldıkça çökme ve hidrofobik yüzeye adsorpsiyon için bir yarış oluşmaktadır. ÇOK çalışmalara bağlı olarak, asit, baz nötral özelliğine göre 6 fraksiyona ayrılır. Bunlar, hidrofobik asit, hidrofobik baz, hidrofobik nötral, hidrofilik asit, hidrofilik baz, hidrofilik nötraldır (Leenheer, 2004; Ravichandran, 1999; Tipping, 2002).

XAD–8 reçinenin özellikleri incelendiğinde akrilik ester yapılı, küçük spesifik yüzey alanlı ($140 \text{ m}^2/\text{g}$), geniş por çaplıdır (250 Å^0), hidrofobik asit fraksiyonuna (fulvik asitler) ilgili olduğu görülmüştür. Bu özelliklerinden dolayı fulvik asit gibi büyük moleküller porlara kolayca difüze olabilmektedir. 5–9 karbonlu alifatik karboksilik asitler, 1 ve 2 halkalı aromatik karboksilik asitler, 1–2 halkalı fenoller gibi sudaki humik maddeleri tutabilmektedirler.

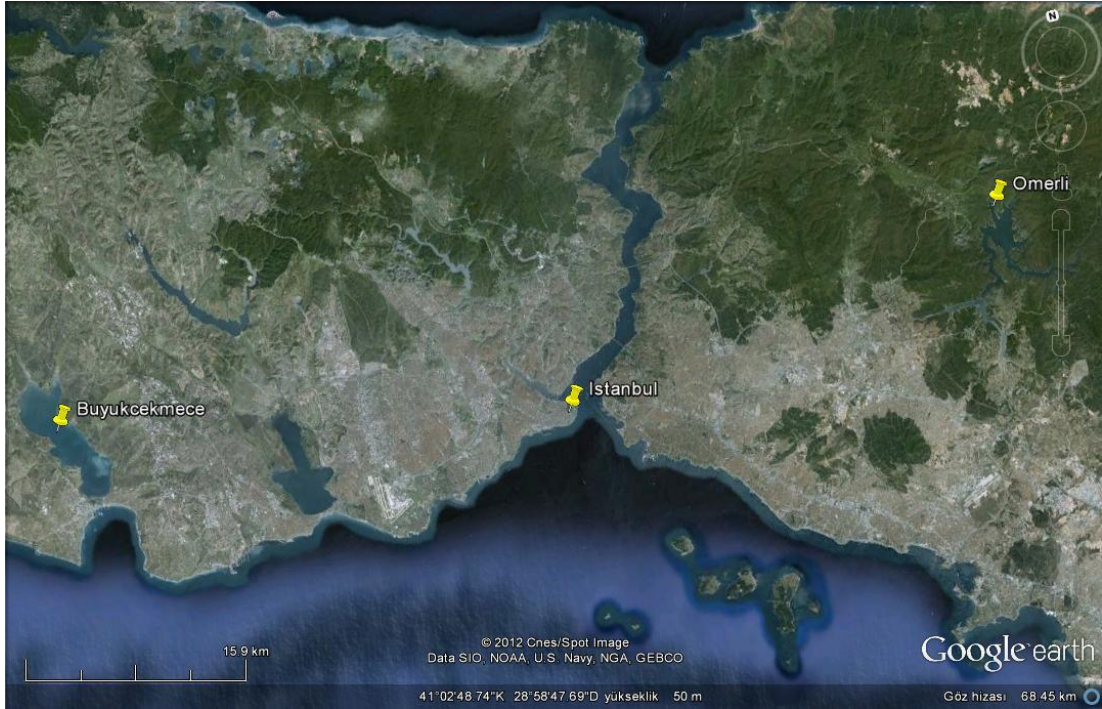
XAD–4 reçinenin özellikleri ise stiren divinil benzen reçine olması, yüzey alanı geniş ($750 \text{ m}^2/\text{g}$) olması ve küçük porlu olması şeklinde sıralanabilir. İlgisi transfilik asit fraksiyonu üzerinedir. Küçük porlu olması yönüyle, küçük organik asitler için daha etkili olmaktadır. Polifonksiyonel organik asitler, 5 ya da daha az karbonlu düşük moleküler ağırlıklı alifatik asit çözeltilerini izole edebilir. Bu ilgi organik maddelerin sudaki çözünürlüğünün ve reçinenin kullanılabilir yüzey alanının bir fonksiyonudur.

Polar olmayan çözülmüş organik maddelerin reçine üzerine sorpsiyonunda sürücü kuvvet hidrofobik etkidir. Her iki reçinede yüksüz haldeki, asitleri adsorplar, desorpsiyon ise asitlerin iyonik formda olduğu durumu tercih etmektedir.

DOM fraksiyonunun kullanılması bize su kaynağındaki tüm DOM kaynağının arıtma prosesine etkisini göstermez. Örneğin humik ve fulvik asit bileşimi verilen sudaki TOK konsantrasyonunun % 30-70'ini temsil eder. Burada ters osmoz (RO) izolasyonun bakış açısı daha iyidir. Çünkü yaklaşık TOK konsantrasyonunun % 90'ını ele alır. RO ve XAD metotlarının temel amaçlarının farklı olduğunu da unutmamak gerekir. RO, DOM'nin büyük kısmını izole etmek için dizayn edildiği halde XAD metodu farklı DOM fraksiyonlarını izole etmek içindir. DOM izolasyonunda diğer bir sakınca DOM'nin fiziksel ve kimyasal bileşimindeki değişim potansiyelidir. Örneğin NaOH ile eluasyon basamağı hidroliz reaksiyonlarının gerçekleşmesi için daha elverişli durum sağlar (Harrington, 1997; Maurice ve diğ., 2002).

4. ÇALIŞMA ALANI

İstanbul yüzeysel su kaynaklarındaki doğal organik maddelerin DYÜ oluşumundaki etkinliklerini belirlemek amacıyla Büyükçekmece ve Ömerli Baraj Gölleri'nden alınan numunelerle çalışılmıştır. Bu iki su kaynağı İstanbul'un su ihtiyacının yaklaşık %55'ini karşılamakta olup, bu önemlerinden dolayı çalışmaya esas olarak seçilmişlerdir (Avsar, 2012).

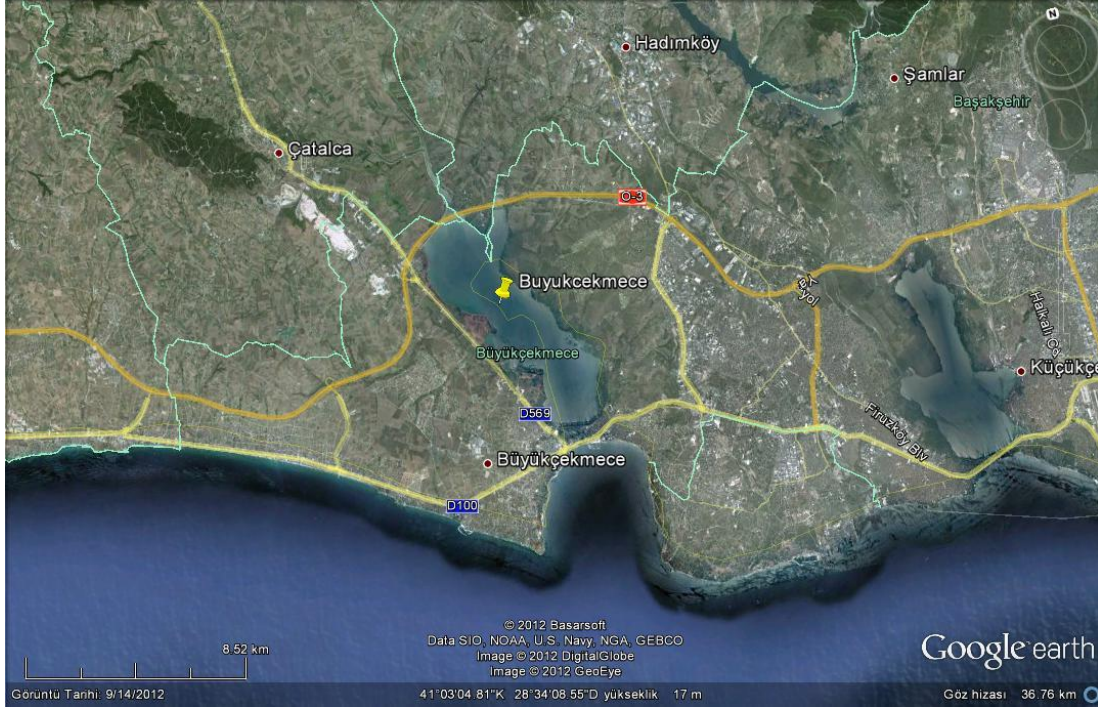


Şekil 4.1: İstanbul İli'nde Büyükçekmece ve Ömerli baraj göllerinin konumu.

4.1 Büyükçekmece Baraj Gölü

Büyükçekmece baraj havzası, Şekil 4.2'de görüldüğü üzere Trakya yarımadasının güneyinde, Marmara denizi kıyısında yer almaktadır. Doğusunda Küçükçekmece gölü, Kuzeyinde Terkos içme suyu havzası, Batısında Tekirdağ ili ve güneyinde Marmara denizi bulunmaktadır. 29 km²'lik alana sahip göl çoğu yerde sığ, bataklık ve deniz seviyesindedir. En derin yeri 3,5 m olmakla birlikte derinliği çoğu yerde 50 cm'dir. Büyükçekmece gölü denizin istilasına uğrayarak önce koy haline gelmiş, sonra lagün özelliği kazanmış eski bir vadi ağzıdır. Eski lagün setinin kuzeyine 1982

yılından itibaren Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından bir baraj gövdesi inşa edilerek bu doğal göl baraj gölüne dönüştürülmüş ve baraj 1989 yılında hizmete alınmıştır. Karasu, Sarısu ve Çakıl dereleriyle beslenen ve 595 km²'lik yağış alanı olan baraj yıllık 100 milyon m³'lük su verme kapasitesine ve 620 km²'lik havza alanına sahiptir (Url-2).



Şekil 4.2: Büyükçekmece baraj gölünün genel görünümü.

4.1.1 Kirlenici kaynakları

İhtiyaç duyulan içme ve kullanma sularının temin edildiği ve edileceği, yüzey ve yeraltı su kaynaklarının çeşitli yollarla kirlenmesini önlemek amacıyla İSKİ Genel Müdürlüğü tarafından uygulanan ‘İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği’ ile hidrolojik su toplama havzasının tümü koruma alanı olarak tanımlanmış ve baraj gölüne olan mesafesine bağlı olarak mutlak (0-300 m), kısa (300-600 m), orta (1.000-2.000 m) ve uzun (2.000 m-havza sınırı) koruma alanlarına ayrılmıştır (Url-2). Ancak, göçün büyük orandaki etkisiyle artan nüfus, şehirleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak bu alanların korunmasında başarılı olunamamış ve sonuçta baraj gölünü besleyen derelerden başlayarak kirlilik sorunu ortaya çıkmıştır.

Havza içinde Silivri, Büyükçekmece ve Çatalca ilçelerine ait yerleşim yerleri vardır (Url-2). 2011 yılında gerçekleştirilen adrese dayalı nüfus sayımı sonuçlarına göre bu ilçelerin nüfusları sırasıyla 144.781, 192.843 ve 63.379’dur (TÜİK, 2011). Çatalca

ilçesine bağlı 9 mahalle, 28 köy bulunmaktadır (Çatalca Kaymakamlığı, 2012). Büyükçekmece, 1988 yılına kadar Çatalca ilçesine bağlı bir belde iken 17.06.1988 tarih ve 3392 sayılı kanunla ilçe olmuştur (Büyükçekmece Kaymakamlığı, 2012). 2007 yılında gerçekleştirilen adrese dayalı nüfus sayımı sonuçlarına göre %79,4 büyüterek 688.774 nüfusa ulaşmıştır. İlçe Merkez, Kumburgaz, Mimarsinan, Tepecik, Gürpınar, Beylikdüzü, Yakuplu, Kıraç, Esenyurt ve Bahçeşehir olmak üzere 10 belediye, 45 mahalle birimine sahipken 2008 yılı başında yerel yönetimlerle ilgili olarak gerçekleştirilen yeni düzenleme doğrultusunda kendi alanı içerisinde iki yeni ilçe daha çıkarmıştır. Bunlar; Esenbahçe ve Beylikdüzü ilçeleridir. Büyükçekmece ilçesi içerisindeki Kıraç, Esenyurt ve Bahçeşehir beldeleri Esenbahçe ilçesini oluştururken Gürpınar, Kavaklı ve Yakuplu beldeleri ise Beylikdüzü ilçesini oluşturmuştur (Keçeli ve diğ., 2008). Büyükçekmece ilçesine bağlı 23 mahalle bulunurken, Silivri ilçesinin 22 mahallesi 13 köyü vardır (Büyükçekmece Kaymakamlığı, Silivri Kaymakamlığı, 2012).

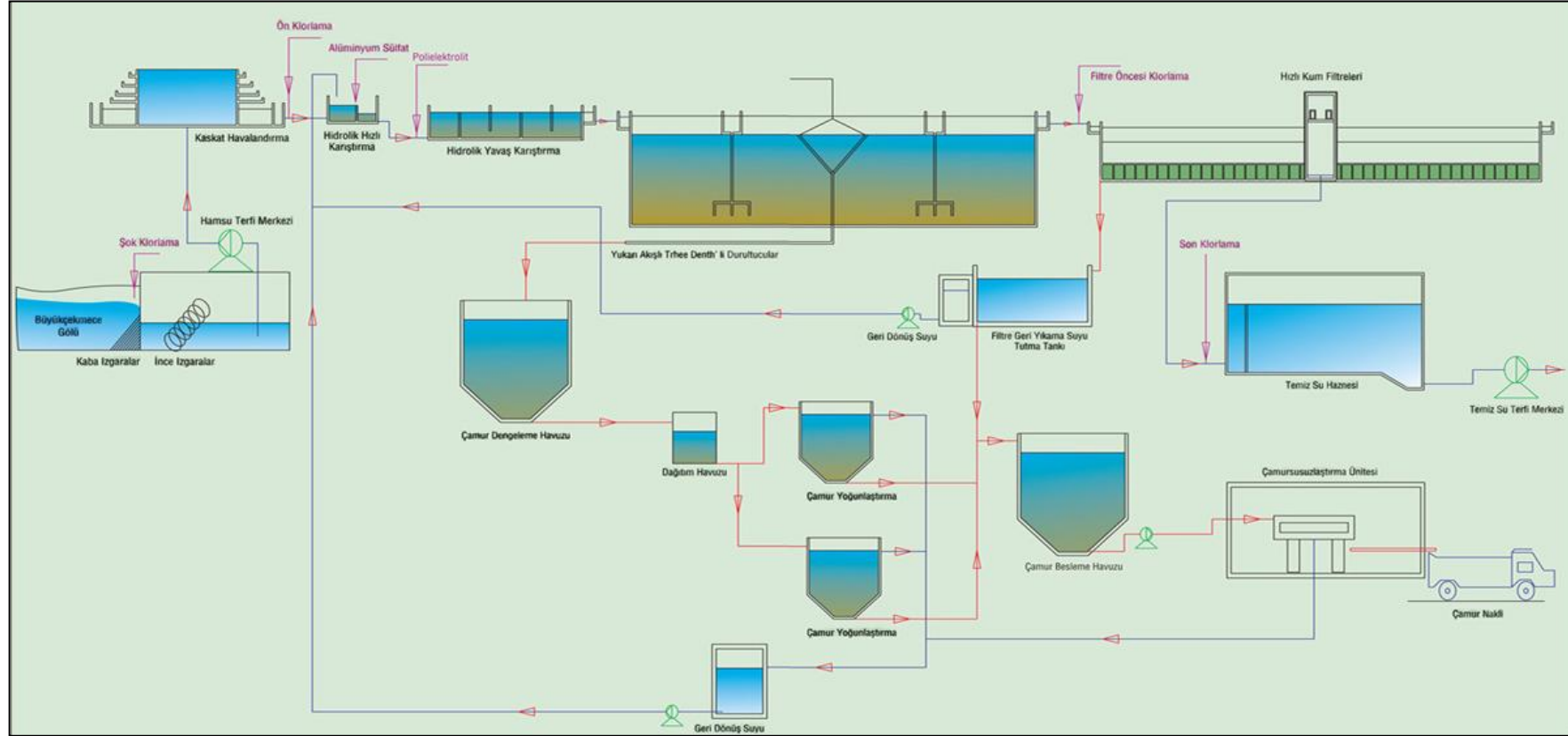
Havza İstanbul'un merkezine 50 km uzaklıktadır ve nüfus yoğunluğu da şehir merkeziyle kıyaslandığında daha azdır. Ancak son yıllarda bölgede sanayileşmenin artması ve lojistik merkezlerin burada yoğunlaşmasıyla beraber yerleşmenin organik dokusu bozulmuş ve çevresinde gelişmeye başlayan birçok toplu konut alanı ve yerleşim alanıyla beraber havza çevresi kentleşme sürecine girmiştir. Havzada etkin olan endüstriyel kirlenme ise hayvan besiciliği başta olmak üzere, tekstil, süt ve süt ürünleri, mezbaha, beton endüstrisi gibi çeşitli endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşmaktadır (Tünay ve diğ., 1997). Aydın ve Talinli (2013) tarafından yapılan çalışmada da Büyükçekmece Gölü ve gölü besleyen dere ve çaylar üzerinde çeşitli farmasötik maddeler, antibiyotikler ve kafein izlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda bu maddelerin sıklıkla örneklenen sularda tespit edildiği, genel olarak dere ve çaylarda konsantrasyonların daha yüksek, gölde daha düşük mertebelerde olduğu rapor edilmiştir. Örnekleme yapılan noktaların öncesinde atıksu arıtma tesis deşarjıda olmadığından hareketle, bu kirleticilerin kaynağının dere ve çaylara yapılan kontrolsüz atıksu deşarjları olduğu belirtilmiştir. Büyükçekmece havzası için bir başka kirletici etken ise baraj üzerinden geçen karayollarıdır. Araçların egzoz dumanları havzada ağır metal kirlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca, kimyasal madde vb. taşıyan araçların kaza yapması durumunda taşınan zararlı maddelerin baraj gölüne dökülmesi halinde geri dönüşü olanaksız kirlenmelerin meydana

gelmesi ya da maliyeti çok yüksek arıtma gereksinimleri oluşması söz konusudur (Kurtar, 1995). Havza üzerinden geçen yollardan geçen taşıtlardan yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan PAH gibi aromatik hidrokarbonlarında meteorolojik koşullara bağlı olarak su kaynağında birikme tehlikesi bulunmaktadır.

4.1.2 İSKİ Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesis

Büyükçekmece Barajı'nın suları İSKİ Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesislerinde arıtıldıktan sonra şehre verilmektedir. Tesisin temeli 1987 Temmuz'unda atılmış, birinci ünitesi (2 adet durultucu ve 10 adet filtre) 1989 Şubat'ında devreye alınmış ve aynı yılın Temmuz-Ağustos aylarında da 4 adet durultucu ile birlikte 11 adet filtre hizmete girmiş ve daha sonra kalan 7 filtre de devreye alınarak tesis, 1989 yılının sonlarına doğru tam kapasite ile çalışır duruma getirilmiştir. Tesisin kapasitesi günlük 400.000 m³ tür. Tesisten beslenen başlıca yerleşim merkezleri; Büyükçekmece, Beylikdüzü, Kıraç, Gürpınar, Esenyurt, Avcılar, Bahçeşehir, Çatalca, Kavaklı, Mimaroba, Sinanoba, Kumburgaz, Selimpaşa, Tepecik'tir. Tesise ait proses akım şeması aşağıda Şekil 4.3'de verilmiştir (Url-2).

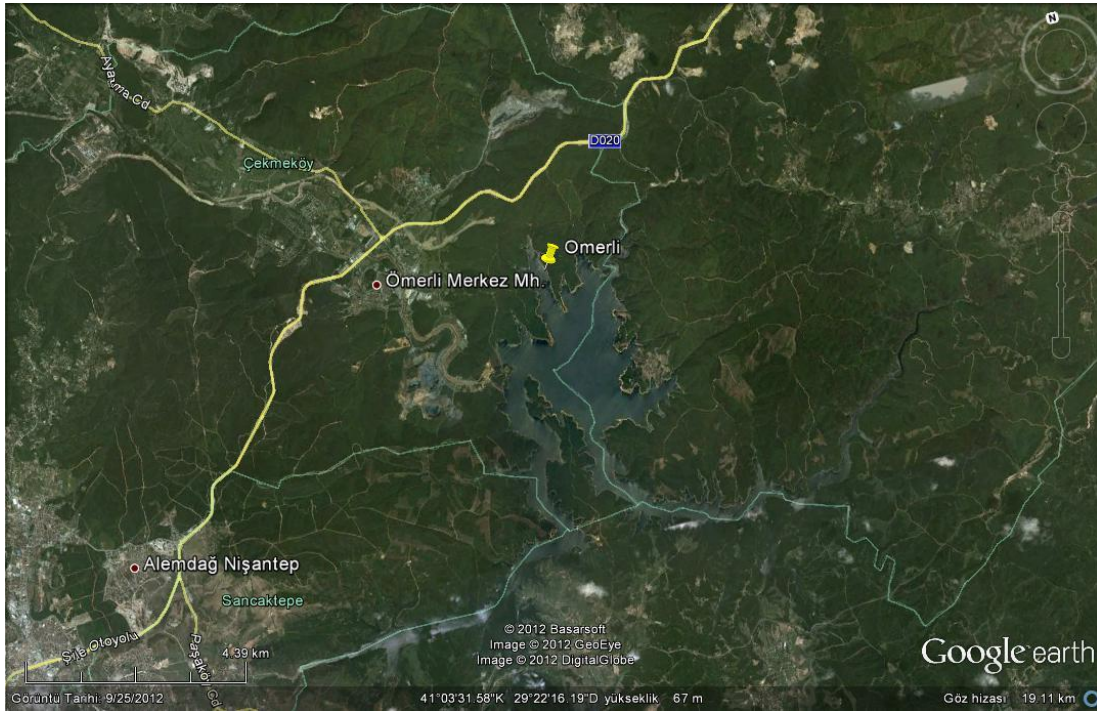
Tesiste koagülasyon flokülasyon prosesi uygulanmakta olup ön klorlama ve dezenfeksiyon amaçlı olarak ise klor kullanılmaktadır. Yapılan arıtmanın ana gayesi hamsuda bulunan askıda ve kolloidal yapıdaki kirleticileri giderip, Fe ve Mn gibi tat ve koku yaratan maddelerin oksitlenmesini sağlamak ve klorla dezenfeksiyon yoluyla mikrobiyolojik kirliliğin önüne geçmek olarak özetlenebilir. Tesiste çözünmüş organik maddelerin giderimine yönelik olarak herhangi özel bir işlem yapılmamakta olup suyun klorlanmadan önce içeriğindeki organik maddenin giderim veriminin takibine yönelik bir veriye de ulaşamamıştır. Bu kapsamda suya dezenfeksiyon amaçlı olarak verilen klor nedeniyle suda önemli miktarda yan ürün oluşum potansiyeli bulunmaktadır. Suda yan ürün olarak sadece THM'ler takip edilmektedir. Bu kapsamda tez çalışması kapsamında yapılan organik madde fraksiyon, karakterizasyon çalışmaları ve yan ürün oluşum potansiyeline yönelik çalışmalar bu su kaynağındaki durumun ortaya konması açısından önem arz etmektedir.



Şekil 4.3: İSKİ Büyükçekmece içmesuyu arıtma tesisi proses akım şeması (Url-2).

4.2 Ömerli Baraj Gölü

Şekil 4.3'te görülen Ömerli barajı havzası, İstanbul'un 28 km. kuzeydoğusunda Riva deresi üzerinde Ömerli köyüne 5 km mesafededir ve Ömerli, Emirli, Ballica, Esenceli ve Kurtdoğmuş köylerinin arazilerinin büyük bir kısmını kapsamaktadır. Yıllık 220 milyon m³'lük kapasitesiyle İstanbul'un en büyük su kaynağı olan Ömerli Barajı 1972 yılında hizmete alınmıştır. Baraj, 621 km²'lik havza alanına sahiptir ve barajı besleyen iki ana su kaynağı, Göçbeyli ve Ozan deresidir (Url-2).



Şekil 4.4: Ömerli baraj gölünün genel görünümü.

Bölge erozyon-birikim dönüşümleri sonucu oluşan ve genellikle hafif kıvrımlar şeklinde görülen orta büyüklükteki birikim tepelerinden oluşmaktadır. Barajın yapıldığı yerin yakınlarında oluşan teras birikintilerinin ve baraj gölünün olduğu vadinin en belirgin özelliği ise ince kum ve killi kumlardan oluşan alüvyon birikintilerinden meydana gelmesidir. Havzadaki dik yamaçlı bölgelerin ve bu bölgelerdeki erozyon nedeniyle oluşan aşınmanın getirdiği birikintiler baraj gölünün aktif hacmi üzerinde etkili olmaktadır (Güvensel, 2006).

4.2.1 Kirletici kaynakları

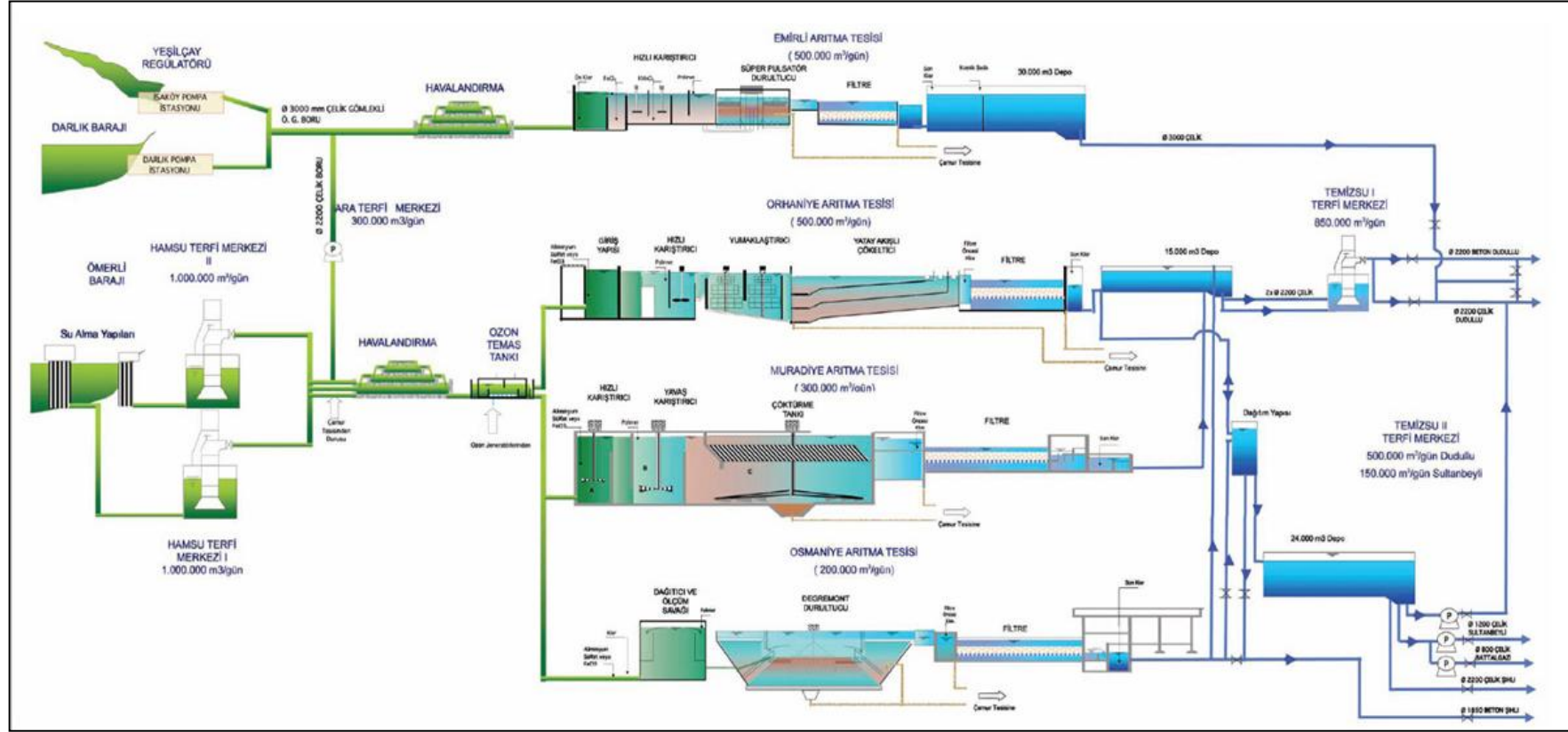
Riva Dere havzası idari açıdan İstanbul ve Kocaeli il sınırları içerisinde kalmaktadır ve Ömerli Barajının güneyinden geçen İstanbul-İzmit otoyolu bölgedeki nüfus hareketlerini etkilemektedir. Yeni yerleşim yerlerinin ortaya çıkmasıyla nüfus artışı büyük bir hız kazanmıştır (Güvensel, 2006). 1935’de 4.000 dolayında olan bölgedeki toplam nüfus 1975 yılında 10.000’i aşmış, bundan 25 yıl sonra nüfusun 50 katın üzerinde bir artışla 570.000’e yaklaşması sahada ciddi bir nüfus baskısı oluşturmuştur. Ancak bu baskı saha içinde her yerde aynı oranda ortaya çıkmamaktadır. Yerleşmelerin İstanbul’a olan yakınlığı ve ulaşım olanaklarının artmasına bağlı olarak havza içinde üç gelişim bölgesi oluşmuştur. Bunlardan birincisi nüfusun hızla arttığı Samandıra, Sultanbeyli, Paşaköy ve Yenidoğan yerleşmelerinin yer aldığı kesimdir. Emirli, Kurna, Tepeören, Akfırat, Balçık, Göçbeyli, Ballica ve Kurtdoğan’ın yer aldığı yerleşmeler ilk gruptaki kadar olmasa da yine de nüfuslanan ve yakın dönemde hızla nüfuslanması beklenen yerlerdir. Üçüncü olarak ayrılan bölge ise Şile ve Gebze ilçelerine bağlı olan kırsal niteliğini kaybetmemiş yerleşmelerin bulunduğu alanlardır (Avcı ve Döker, 2005). Tüm bu yerleşmelerde, özellikle Samandıra, Sultanbeyli, Paşaköy ve Sarıgazi yerleşmelerinde, altyapı hizmetleri hızlı artan nüfusu karşılamakta yetersiz kaldığından evsel atık sular havza için başlıca kirletici konumundadır. Nüfusun artışı bölgedeki orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesine de sebep olmuştur. Ormanların yok olması havzanın su dengesini bozması sebebiyle havzanın geleceği için başlı başına bir risk durumundayken, ormanlar yok edilerek oluşturulan tarım alanları da kullanılan pestisitler dolayısıyla havzadaki başlıca kirletici grupları arasında gösterilmektedir (Özügül, 2006).

Havzada nüfus artışı ve tarımın sebep olduğu kirlenmenin yanında endüstriyel kirlenme de söz konusudur. Metal son işlemleri, hayvan besiciliği ve plastik işleme faaliyetleri başta olmak üzere bölgede çok çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren endüstri kuruluşları bulunmaktadır (Tünay ve diğ., 1997). Ayrıca Fatih Sultan Mehmet Köprüsü’nün Ömerli su toplama havzası içinde yer alması özellikle kış aylarında havza içinde Pb kirliliği oluşmasına neden olmaktadır (Orhon ve diğ., 2002). Büyükçekmece’deki duruma benzer olarak havzadan geçen araçlardan yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan PAH gibi aromatik hidrokarbonların da meteorolojik koşullara bağlı olarak su kaynağında birikme tehlikesi bulunmaktadır.

4.2.2 İSKİ Ömerli İçmesuyu Arıtma Tesis

İstanbul şehrinin artan nüfusuna ve gelişen endüstrileşmeye paralel olarak ortaya çıkan içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacını büyük ölçüde karşılamakta olan Ömerli Su Arıtma Tesisleri; Ömerli Su Alma Sistemi ve Hamsu Terfi Merkezi, Orhaniye Arıtma Tesis, Osmaniye Arıtma Tesis, Muradiye Arıtma Tesis ve Emirli Yavuz Arıtma Tesis olmak üzere 5 ana arıtma tesisinden oluşmaktadır. Ömerli İçmesuyu arıtma Tesisleri'ne ait proses akım şeması Şekil 4.5'de verilmiştir. Bu tesisler farklı tarihlerde dönemin ihtiyaçlarına paralel olarak inşa edilmiş olup tüm tesislerin toplam kapasitesi 1.100.000 m³/gün dür. Anadolu Yakası'nın neredeyse tamamına Ömerli Barajı'ndan su verilmektedir. Ayrıca, Sarayburnu-Salacak arasında bulunan isale hatlarıyla günlük 500.000 m³ içmesuyu Avrupa Yakası'na ulaştırılabilmektedir (Url-2).

Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesisindeki prosese benzer olarak Ömerli'de ki tesislerde de koagülasyon flokülasyon prosesi uygulanmakta olup ön oksidasyon amacıyla ise Büyükçekmece'den farklı olarak ozon kullanılmaktadır. Tesislerde dezenfeksiyon amaçlı olarak ise klor kullanılmaktadır. Büyükçekmece'ye benzer arıtma prosesi esas olarak hamsuda bulunan askıda ve kolloidal yapıdaki kirleticileri gidermektedir. Bu tesiste de çözünmüş organik maddelerin giderimine yönelik olarak herhangi özel bir işlem yapılmamakta olup suyun klorlanmadan önce içeriğindeki organik maddenin giderim veriminin takibine yönelik bir veriye bu tesislerde de ulaşılamamıştır. Bu kapsamda Büyükçekmece'de ki duruma benzer olarak suya dezenfeksiyon amaçlı olarak verilen klor nedeniyle suda önemli miktarda yan ürün oluşum potansiyeli bulunmakta olup bu potansiyelin mevsimsel olarak ortaya konması açısından yapılan çalışma önem kazanmaktadır. Bu su kaynağı için yapılan arıtma işlemi sonrasında arıtılmış suda yan ürün olarak sadece THM'ler takip edilmektedir.



Şekil 4.5: İSKİ Ömerli içmesuyu arıtma tesisleri proses akım şeması (Url-2).

5. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında Ömerli (ÖM) ve Büyükçekmece (BÇ) hamsularındaki organik maddelerin mevsimsel bazda kimyasal ve fiziksel fraksiyonlanması, karakterizasyonu, her bir fraksiyonun yan ürün oluşumundaki etkinliğinin belirlenmesi ve sulardaki mevsimsel değişimlerin fraksiyonların dağılımında ve yan ürün oluşum potansiyeli üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla izleme çalışması yapılmıştır. Çalışma kapsamında her iki su kaynağında da arıtma tesisi giriş noktalarından 2010 yılı Şubat ayı ve 2011 yılı Şubat ayı aralığında farklı mevsimlerde olmak üzere sekizer adet numune alınmıştır. Numunelerin alınış tarihleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.1: Tez çalışması kapsamında ÖM ve BÇ su kaynaklarından örnekleme yapılan tarihler.

Numune No	Numune Alınış Tarihi
1	17.02.2010
2	31.03.2010
3	04.05.2010
4	29.06.2010
5	11.08.2010
6	27.10.2010
7	21.12.2010
8	22.02.2011

Alınan numuneler üzerinde ilk etapta su kalitesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş olup bu kapsamda ÇOK, UV₂₅₄, UV₂₇₂, sertlik, klorür, sülfat, bromür, alkalinite ve iletkenlik Tuzluluk, TÇK, TKN ve amonyum parametreleri ölçülmüştür. Daha sonra hamsular kimyasal ve fiziksel fraksiyonlama işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen fraksiyonlar ÇOK ve UV₂₅₄, UV₂₇₂ analizlerini takiben klorlanmış ve 7 günlük temas süresi boyunca inkubatörde bekletilmiştir. Temas süresi sonunda her bir fraksiyonda UV₂₇₂ ölçümü gerçekleştirilmiş ve daha sonra fraksiyonların DYÜOP'lerinin belirlenmesi amacıyla THM, HAA, HAN, HK, KH, KP ve AOX ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan metotların detayları aşağıda verilmiştir.

5.1 Kimyasal Fraksiyonlama

5.1.1 Genel

ÖM ve BÇ hamsularındaki ÇOM'ların kimyasal fraksiyonlarına ayrılabilmesi için Supelco Supelite DAX-8 ve Amberlite XAD-4 reçineleri ardışık kullanılmıştır. Kullanılan reçinelerin özellikleri Çizelge 5.2'de verilmiştir (XAD Background, 2005; Bio-rad laboratories headquarters, 2005).

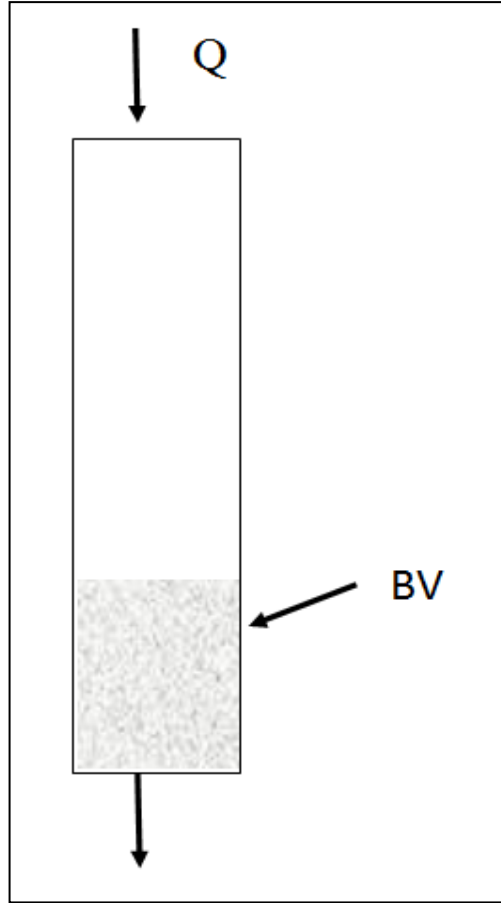
Çizelge 5.2: Çalışmada kullanılan reçinelerin özellikleri.

Özellik	Reçine	
	Supelite DAX-8	Amberlite XAD-4
Bileşim	Akrilik ester	Sitiren divinil benzen
Gözenek çapı	250 angstrom	50 angstrom
Spesifik yüzey alanı	140 m ² /g	750 m ² /g
İlgi	Hidrofobik asit fraksiyonu (fulvik asit) • Alifatik karboksilik asitler (5-9 karbonlu) • 1 ya da 2 halkalı aromatik karboksilik asitler • 1 y ada 2 halkalı fenoller • Sudaki humik maddeler	Transfilik asit fraksiyonu (Zayıf hidrofobik asitler) • Çoklu fonksiyonel grup içeren organik asitler • Alifatik asitler (5 ya da daha az karbonlu) • Düşük molekül ağırlıklı maddeler

Kimyasal karakterizasyonda uygulanan reçine adsorpsiyon işlemi humik maddelerin yük kontrolüne dayanmaktadır. Sistemde pH düştükçe reçinelerin ilgisi olan organik madde yapılarının yükleri azalmakta ve dolayısıyla çözünürlükleri düşmek suretiyle hidrofobik yüzeylere adsorbe olmakta, pH'ın artması ile organik maddelerin yükleri artmakta ve çözünürlükleri artarak desorbe olmaktadır (Tipping, E., 2002).

5.1.2 Kullanılacak kolon hacmi ve reçine miktarının hesabı

Reçine adsorpsiyonu için gerekli reçine miktarları ile ilgili hesaplamalar Avşar, (2006)'ya göre yapılmıştır.



Şekil 5.1: Kolon yatak hacmi.

Hesaplamada kullanılan değişkenler aşağıda Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3: Hesaplamada kullanılan değişkenler.

Değişken	Açıklama
Q	Numune debisi
V	Numune hacmi
BV	Reçinenin yatak hacmi (12 mL maksimum)
V₀	Reçinenin boşluk hacmi (Φ x BV)
Φ	Reçinenin porozitesi (0,65)
V_E	Reçinenin doygunluğa ulaştığı kırılma noktası hacmi
k’	Kolon kapasite faktörü (Reçine üzerinde adsorplanan madde kütlesinin boşluk hacmindeki madde kütlesine oranıdır)

Tasarımda organik madde konsantrasyonun yarısının tutulduğu ve yarısının da tutulmak üzere alıkonulduğu hacim esas alınmaktadır. Bu hacim “V_(0.5r) ile gösterilmekte olup V_E hacminin 2 katıdır.

$$V_{E(0,5r)}=2V_0(1+k'_{0,5r}) \text{ şeklinde ifade edilir.} \quad (5.1)$$

Genel olarak k' 50 olarak kullanıldığında, humik maddenin %95'nin reçineye adsorbe olduğu düşünülür. Bu kapsamda DAX-8 reçinesi için yatak hacmi hesabı aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$V_{E(0,5r)} = 2V_0(1 + k'_{0,5r})$ formülünde $Q=750$ mL numune hacmine göre işlem yapmak için, kolon kapasite faktörü ($k'_{0,5r}$) 50 seçilirse; $V_0=7,3$ mL bulunur.

Reçine boşluklu yapıda bulunduğu için elde edilen değer reçinenin porozite katsayısı olan 0,65 değerine bölündüğü zaman kullanılması gereken reçine miktarı diğer bir deyişle yatak hacmi ise yaklaşık 12 mL olarak bulunur. Yatak hacmi kolon hacminin %50'sini geçmemelidir.

XAD-4 reçinesi için yatak hacmi hesabı ise aşağıdaki şekildedir;

$V_{E(0,5r)} = 2V_0(1 + k'_{0,5r})$ formülünde 530 mL numune hacmine göre işlem yapmak için;

Kolon kapasite faktörü ($k'_{0,5r}$) 50 seçilirse $V_0=5,88$ bulunur. Bu değer reçinenin porozite katsayısı olan 0,65 değerine bölünmesiyle gereken reçine miktarı (yatak hacmi) ise yaklaşık 9 mL olarak bulunur.

5.1.3 Reçinelerin hazırlanması

DAX-8 ve XAD-4 reçineleri kolona yerleştirilmeden önce 4 gün boyunca sokslet düzeneğinde metanolle ekstrakte edilir. Sokslet düzeneğinin görünüşü Şekil 5.2'de verilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sayesinde üzerinde bulunan safsızlıklardan kurtulan reçine kullanıma hazır hale gelmiş olur. Temizlenen reçineler metanolde saklanır. Temizlenmiş reçinelerin görünüşü Şekil 5.3'de verilmiştir.

Metanolde saklanan reçineden yukarıdaki kısımda yapılan hesaplama göre uygun hacim alınarak kolona yerleştirilir. Sonra kolona yerleştirilir. Herbirinden önce 1 L 0,1 N NaOH sonra 1 L distile su sonra 1L NaOH sonra ÇOK düşene kadar (ÇOK $\leq 0,5$ mg/L olana kadar) distile su geçirilir.



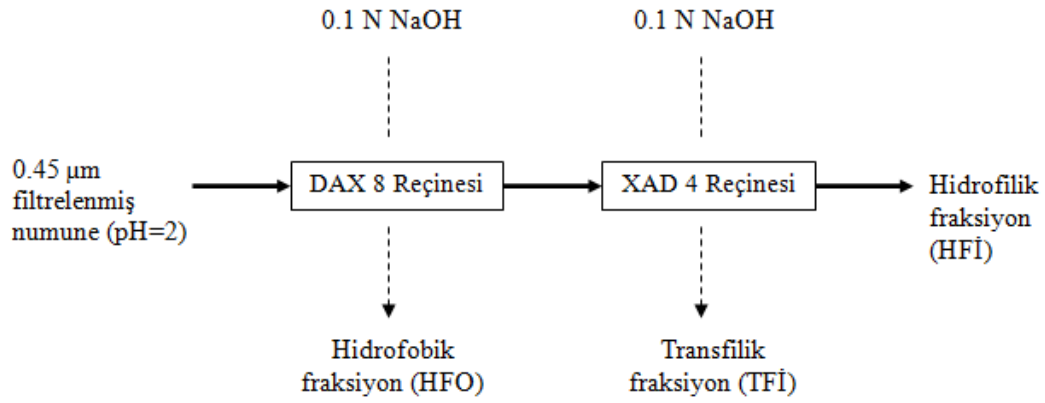
Şekil 5.2: Sokslet düzeneği.



Şekil 5.3: Temizlenmiş reçineler.

5.1.4 Reçine adsorpsiyon prosedürü

Yük kontrolü prensibi doğrultusunda işletilen reçine adsorpsiyon sisteminin şematik görünüşü aşağıda Şekil 5.4’de verilmiştir. Temizleme işlemini takiben reçinelerden 100’er mL 0,1 N HCl geçirilir. Sonra 750 mL pH=2 yapılmış numune DAX-8’den geçirilir. Bu sırada reçinenin ilgisi olan hidrofobik fraksiyon (HFO) reçine üzerinde adsorplanmaktadır. Numune geçiş işlemi tamamlandıktan sonra reçineye adsorbe olan HFO fraksiyonu 300 mL 0,1 N NaOH ile desorbe edilerek alınır, ilk hacme tamamlanarak pH=2’ye olacak şekilde pH ayarlanır.



Şekil 5.4: Reçine adsorpsiyon sisteminin akım şeması.

Sonra DAX-8'den süzölmüş numunenin 550 mL'si XAD-4 reçinesinden geçirilir. Bu reçinede ilgisi olan transfilik asit fraksiyonu (TFİ) ya da diğer bir ifadeyle zayıf hidrofobik asitleri adsorplamaktadır. Burada adsorbe olan TFİ fraksiyonu 100 mL 0,1 N NaOH geçirilerek desorbe edilerek alınır ve ilk hacme tamamlanarak pH=2 olacak şekilde pH ayarlanır. XAD-4 reçinesinden süzülen hamsuda ise her iki reçinede de tutulmayan düşük molekül ağırlıklı hidrofilik maddeler kalmaktadır. Şekil 5.5'te çalışılan reçine adsorpsiyon düzeneği verilmiştir.



Şekil 5.5: Reçine adsorpsiyon düzeneği.

5.2 Fiziksel Fraksiyonlama

DOM'lerin moleküler boyut dağılımlarının belirlenmesinde UF en ucuz ve uygun bir metottur. DOM'lerin ultrafiltrasyon ile fraksiyonizasyonunda genel olarak 500,

1.000, 3.000, 10.000, 30.000 ve 100.000 Dalton gibi farklı moleküler ağırlık kesim boyutları kullanılır. Bazı araştırmacılar bu tekniği farklı çalışmalarında kullanmışlardır (Newcombe et al, 1997; Koechling, 1998; Cai, 1999; Lin et al, 1999). Sonuç olarak fulvik asidin moleküler ağırlığının nadiren 10 kDa'yı geçtiğini görmüşlerdir. Fulvik asit fraksiyonunun büyük bir bölümü 1 kDa'dan küçük veya 5 kDa ile 10 kDa arasında bir özellik sergiler (Rasid, 1985). Bunun yanında humik asit fraksiyonu ise 10 kDa ile 300 kDa arasında bir özellik gösterir (Alberts and Schindler, 1976).

Bu çalışmada ultrafiltrasyon (UF) deneylerinde, moleküler ağırlık kesim boyutuna (MAKB) dayalı ÇOK fraksiyonlaması uygulanmıştır. Bu amaçla Pall Omega marka 5kDa-76mm çaplı (OM005076 kodlu) ve 1kDa çaplı (OM001076 kodlu) polietersülfon (PES) membran filtreler kullanılmıştır. Polietersülfon (PES) membranlar, özel kimyasal yapıları sayesinde biyolojik ve fiziksel bozunmalara karşı oldukça dayanıklı olup yüksek oranda seçicilik ve geçirgenlik sağlarlar. Anizotropik ve poröz yapıya sahip bu membranların temizleme prosedürüne göre asit, baz veya özel temizleme ajanlarıyla temizlenmesi uygundur. Ayrıca, bu membranlar MAKB 1-1000 kDa aralığındaki çalışmalar için de elverişlidir. Çalışma için kullanılan Amicon 8400 kodlu karıştırılmalı UF hücresinin görüntüsü Şekil 5.6'da özellikleri ise Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4: Amicon ultrafiltrasyon hücresine ait özellikler (Url-9).

Parametre	Birim	Değer
Maksimum işlem hacmi	mL	400
Minimum işlem hacmi	mL	10
Membran çapı	mm	76
Efektif membran alanı	cm ²	41,8
Yükseklik	cm	15,5
Taban	cm	11 x 11
Ağırlık	kg	0,6

5.2.1 Temizleme prosedürü

Membranlar Şekil 5.6'da gösterilen ultrafiltrasyon hücresine yerleştirilir. Belirli basınçta azot gazı sürücü kuvveti ile ilk olarak bir hücre hacmi (400 mL) çift distile su düzenekten geçirilir. Daha sonra 1 saat boyunca 0,1 N NaOH düzenekten geçirilir. İşlemi takiben 1 düzenek hacmi distile su ve daha sonra tekrar 45 dk 0,1 N NaOH düzenekten filtrelendir. NaOH ile yıkama işlemi bittikten sonra filtre üzerinde kalan

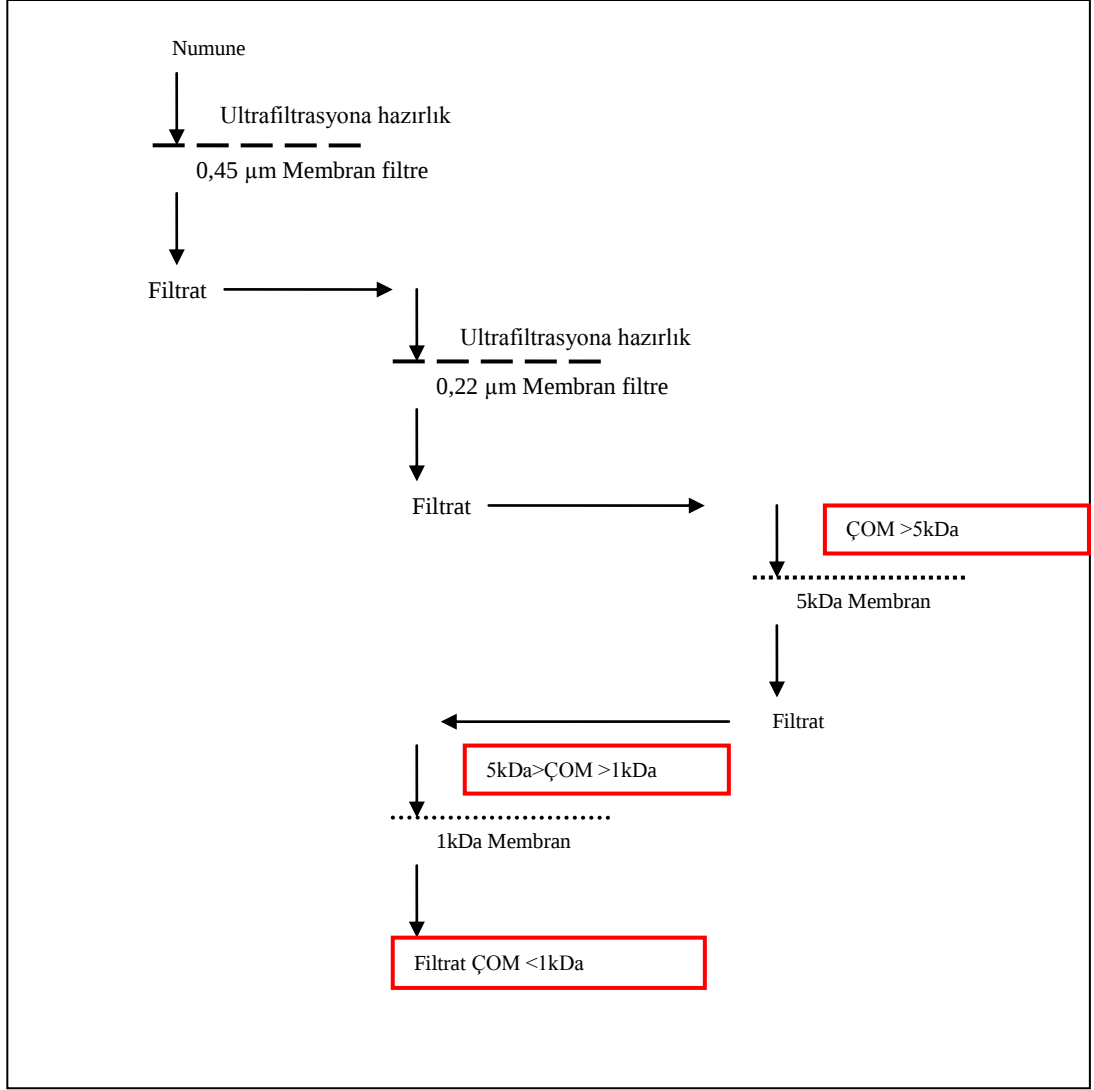
NaOH bakiyesinin temizlenmesi amacıyla 2-3 hücre hacmi distile su düzenekten geçirilir.



Şekil 5.6: UF hücresi.

5.2.2 UF prosedürü

Kaynaktan alınan hamsular ilk olarak 0,45 mikron membran filtreden ve takiben 0,22 mikron membran filtreden süzülerek ultrafiltrasyon işlemine hazır hale getirilir. Daha sonra 300 mL 0,22 mikron filtreden geçirilmiş hamsu 5kDa membran yerleştirilmiş ultrafiltrasyon hücresine alınır ve sabit basınçta (minimum 0,7- maksimum 4,0 bar) azot gazı sürücü kuvveti etkisiyle filtrelendir. Filtrat toplanır. Filtre üstünde kalan 5kDa'dan büyük organik madde ise numune hacminin 3 katı distile su ile yıkanmak suretiyle alınır. Filtrat daha sonra 1 kDa membran yerleştirilmiş ultrafiltrasyon hücresine alınır ve sabit basınçta azot gazı sürücü kuvveti etkisiyle filtrelendir. Filtrat toplanır. Filtrat 1 kDa'dan küçük organik madde fazını içerirken, Filtre üstünde kalan 5kDa küçük 1 kDa'dan büyük organik madde fazı ise yine numune hacminin 3 katı distile su ile yıkanmak suretiyle alınır. UF akım şeması aşağıda Şekil 5.7'da verilmiştir.



Şekil 5.7: UF akım şeması.

5.3 Klorlama ve DYÜOP Belirleme Prosedürü

Reçineler kullanılarak yapılan kimyasal fraksiyonlama ve UF membranları kullanılarak yapılan fiziksel fraksiyonlama sonrası elde edilen tüm fraksiyonlar tek tek klorlanarak DYÜOP'leri belirlenmiştir. Bu amaçla uygulanan prosedürler aşağıda verilmiştir.

5.3.1 Cam malzeme yıkama prosedürü

Analizler sırasında kullanılan bütün cam malzemeler bir gece deterjanlı su banyosunda bekletildikten sonra 4 defa çeşme suyundan ve en az iki defa ultra saf sudan geçirilir. Daha sonra hacim ölçümünde kullanılanlar hariç olmak üzere 550 °C'de 2 saat süreyle kül fırınında bekletilir. Sistemde kullanılan tüm ultra saf su İTÜ

Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda bulunan ve Şekil 5.8'de gösterilen ultra saf su düzeneğinden elde edilmiştir.



Şekil 5.8: Ultra saf su düzeneği.

Bunun yanında THM ölçümleri için kullanılan 60 mL'lik vialler bir gece saf suda bekletildikten sonra birden fazla kez saf su ile çalkalanarak 550 °C sıcaklıkta fırında bekletilir.

5.3.2 Kullanılan kimyasal maddeler

Klorlama işlemi sırasında, Standart Metodlar 5710 B'ye göre hazırlanan 5 mg/mL'lik stok sodyum hipoklorit çözeltisi ile birlikte numunelerin pH'ını ayarlamak için fosfat tampon çözeltisi kullanılır. Reaksiyon bekletme süresi sonunda bakiye kloru tespit etmek için Standart Metodlar 4500-F (DPD ferrous titrasyon metodu) göre hazırlanan DPD çözeltisi ve fosfat tampon çözeltisi numunelere eklenerek demir amonyum sülfat çözeltisi ile titre edilir. Klorlamadan sonra UV absorbans ölçümlerinde klor girişimini önlemek için Standart Metodlar 5710 B'ye göre stok 10 g/100 mL sodyum sülfat çözeltisi hazırlanır.

5.3.3 Klorlama prosedürü

Klorlama deneyleri Standart Metodlar 5710 B'ye göre yürütülür. Bütün su numunelerinin pH'ı klorlamadan önce fosfat tamponu ile pH 7'ye ayarlanır. Standart Metodlar 5710 B'ye göre hazırlanan 5 mg/mL'lik stok sodyum hipoklorit çözeltisinden istenen konsantrasyonlarda (her numunedeki ÇOK konsantrasyonlarının 6 katı olacak şekilde) klor 5-50 µL, 100-1000 µL ve 500-5000 µL aralıklarında bulunan otomatik pipetlerle 100 mL'lik viallere enjekte edilir.

Viallerin kapakları hava boşluğu kalmayacak şekilde sıkı bir şekilde kapatıldıktan sonra numuneler inkubatörde (20-25 °C) 7 gün beklemeye bırakılır. Ayrıca 272 nm dalga boyundaki UV absorbands ölçümlerinden önce numune içinde mevcut olan bakiye klorun oluşturacağı girişimleri engellemek için hazırlanan 10 g/100 mL'lik (100 g/L) sodyum sülfat çözeltisinden 0,1 mL ilave edilir.

5.4 Çalışmada Kullanılan Parametrelerin Ölçüm Prosedürleri

5.4.1 Hamsu kalite parametrelerinin ölçüm prosedürleri

5.4.1.1 Sertlik, klorür, sülfat, bromür, alkalinite ve iletkenlik ölçümleri

Hamsu numunelerindeki sertlik, klorür, sülfat, bromür, alkalinite ve iletkenlik ölçümleri İSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı tarafından yapılmıştır. Parametrelere ait ölçüm metotları Çizelge'de verilmiştir.

Çizelge 5.5: Parametreler ve ölçüm metotları.

Parametre	Kullanılan Metot
Sertlik	Standart Metot 2340 C
Klorür (Cl ⁻)	Standart Metot 4500-Cl ⁻ B
Sülfat (SO ₄ ²⁻)	Standart Metot 4500- SO ₄ ²⁻
Bromür (Br ⁻)	Standart Metot 4110 B
Alkalinite	Standart Metot 2320 B
İletkenlik	Standart Metot 2510 B

5.4.1.2 Tuzluluk, TÇK, TKN ve amonyum ölçümleri

Tuzluluk, toplam çözünmüş katı (TÇK), toplam kjeldahl azotu (TKN) ve amonyum parametrelerinin ölçümleri ise İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda yapılmıştır. TKN parametresi Standart Metotlar 4500 N_{org}-B yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Amonyum iyonunun ölçümü ise amonyumun yüksek pH'larda dönüştüğü amonyak üzerinden, amonyak elektrodu vasıtasıyla yapılmıştır. Amonyak elektrodu içindeki hidrofobik gaz geçirgen membran, çözünmüş amonyağı membran içine difüze ederek amonyağın numune çözeltisinden ayrılmasını sağlar. Difüzyon membranının her iki tarafındaki kısmi basınçlar birbirine eşit olana kadar devam eder ve membrandan difüze olan amonyak elektrodun iç çözeltisinde çözünür.



Amonyağın suda çözünmesi bir denge tepkimesi olduğundan amonyak, amonyum iyonu ve hidroksit konsantrasyonları arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır.

$$([NH_4^+][OH^-]) / [NH_3] = K_{baz} = 1,8 \times 10^{-5} \text{ (25 } ^\circ\text{C için)} \quad (5.3)$$

Elektrot iç çözeltisi içeriğindeki amonyum klorür konsantrasyonu yüksek olduğundan eşitlikteki amonyum konsantrasyonu ihmal edilebilir, böylece amonyak konsantrasyonu elektrot içinde oluşan potansiyel fark yardımıyla ölçülebilir. Potansiyel fark ile amonyak konsantrasyonu arasında logaritmik bir fonksiyon vardır.

Ölçüm öncesinde elektrodun hazırlanması ve kalibrasyonu gerekmektedir. Elektrodun membranı takılır, iç referans çözeltisi doldurulur ve elektrot içinde oluşacak potansiyel farkı ölçen iyonmetre bağlantıları yapılır. Kalibrasyon için de 0,1 M NH_4Cl stok çözeltisi kullanılarak numune konsantrasyonuna yakın aralıkta olacak şekilde kendi aralarında 1/10 oranında seyreltilmiş, en az iki ya da üç adet 100 mL'lik standart çözeltiler hazırlanır. Hazırlanan standart çözeltiler beherlere aktarılır ve elektrot en küçük konsantrasyona sahip olan çözeltiden başlanarak çözeltiler içine daldırılır. Numune içindeki amonyum iyonlarının serbest amonyağa dönüşmelerini sağlamak için elektrot çözelti içindeyken çözeltiliye 5 M NaOH, metanol, EDTA, Thymolphthalein indikatör karışımından oluşan ISA (Ionic Strength Adjustor) çözeltisi ilave edilir. pH 11-14 arasında bir değere çıktığında mavi bir renk belirir ve bu dönüm noktasına kadar harcanan çözelti miktarı da genellikle 2 mL'dir. Bu aşamadan sonra oluşan amonyumdan dönüşen amonyak gazı konsantrasyonu iyonmetre ile ölçülür. Aynı işlem diğer standart numunelere de uygulandıktan sonra oluşan kalibrasyon eğrisinin eğimi iyonmetre tarafından otomatik olarak hesaplanır. Kalibrasyonun doğru olarak kabul edilmesi için bu eğimin -54 ile 60 mV değerleri arasında olması gerekir. Her on numunenin ölçümünden sonra elektrodun kalibrasyonu kontrol edilir ve sapma görüldüğü takdirde kalibrasyon tekrarlanır.

Tuzluluk ve TÇK ölçümleri Şekil 5.9'da görülen HACH markalı HQ40d model cihazla gerçekleştirilmiştir. HACH markalı HQ40d model iletkenlik ölçerle birlikte kullanılan proba ait teknik özellikler Çizelge 5.6'da verilmiştir (Url-1).

5.4.1.3 ÇOK ölçüm prosedürü

Numunelerdeki ÇOK tayinleri, NPOC (Non-Purgeable organic carbon: Uçucu olmayan organik karbon) ölçümleri ile yapılır ve Standart Metotlar 5310 D - Islak oksidasyon metodu (680°C yanma katalitik oksidasyon/NDIR yöntemi) kullanılır. Bu yöntem; suda, suda süspanse sediment karışımında ve deniz sularında ölçüm için uygun olup, yöntemin minimum tayin limiti 0,1 mg /L'dir.

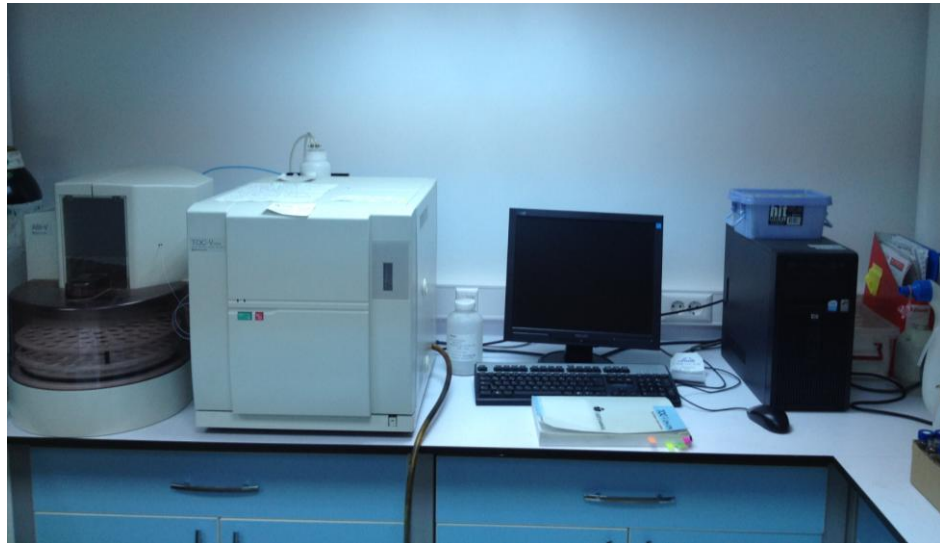


Şekil 5.9: İletkenlik ölçer.

Çizelge 5.6: İletkenlik ölçerle birlikte kullanılan prob özellikleri.

HQd İntellical iletkenlik ölçüm probu	
Prob tipi	Standart
Ölçülen parametreler ve aralıkları	İletkenlik: 0.01 μ S/cm-200 mS/cm TÇK: 0-50000 mg/L NaCl Tuzluluk: 0-42 g/kg Özdirenç: 2.5 Ω ·cm-49 M Ω ·cm
Sıcaklık aralığı	-10-110°C
Boyutları	14 mm×200 mm (D×L)
Sensör tipi	4 kutuplu grafit
Gövde malzemesi	Noril

Ölçümler, Şekil 5.10’da görülen TOC Vcph analizör cihazı kullanılarak yapılmış ve cihaza ait teknik özellikler Çizelge 5.7 ’de verilmiştir.



Şekil 5.10: TOC Vcph analizör cihazı.

Çizelge 5.7: TOC Vcph cihazına ait teknik özellikler.

Özellik	
Modeli	TOC Vcph
Ölçülen parametreler	TC, IC, TOC, NPOC
Enjeksiyon hacmi	10-2000µL
Enjeksiyon sayısı	4 adet
Kullanılan gaz	Yüksek saflıkta kuru hava
Ortam sıcaklığı	5-35°C
Seyreltme faktörü	2-50
Gaz tüketimi	≈ 1440 L/ay
Cihaz minimum tayin limiti	4 µg/L
Ölçüm aralığı	4 µg/L -25000 mg/L

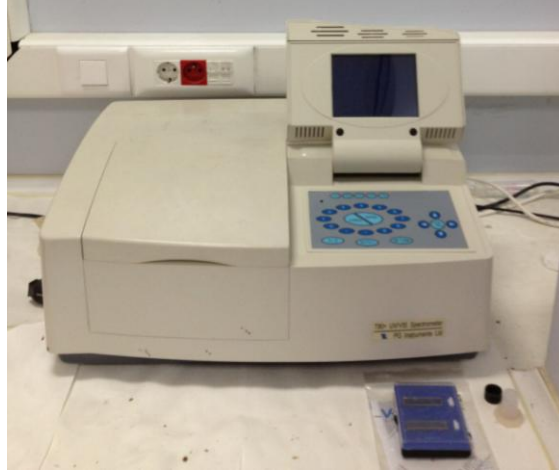
Bu metot uyarınca, 44 mL’lik viallere konulan numunelerin içinde bulunan ve NPOC ölçümüne girişim yapabilecek inorganik karbon bileşenleri asidik şartlarda ($\text{pH} \leq 2$) havalandırma yoluyla karbondioksit (CO_2) çevrilerek numuneden uzaklaştırılır. Daha sonra, kalan organik madde fazı kuvvetli bir oksitleyici olan persülfat ile okside edilir ve oluşan CO_2 ’nin cihazın NDIR Dedektörü (Non-dispersive infrared spectrometry) ile ölçülmesiyle ÇOK sonuçları elde edilir (Karadağ, 2011). Ölçüm kapsamında kalibrasyon eğrilerini elde etmek için TOK standart çözeltisi 2,125 g potasyum hidrojen ftalatın ($\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$) 1L ultra saf suda çözülmesiyle elde edilmektedir. Daha sonra stok çözeltiden 1-2-4-6 ve 10 mg/L olacak şekilde seyreltiler hazırlanarak 0-10 mg/L aralığındaki kalibrasyon eğrisi cihazda çizdirilir.

5.4.1.4 UV₂₅₄ ve UV₂₇₂ ölçüm prosedürleri

UV ölçümleri için PG Instruments şirketinin ürettiği T80 serisinden bir UV Görünür Spektrofotometre kullanılmıştır. T80 model spektrofotometre ile fotometrik ölçümler, spektrum taraması, miktar tayini ve DNA/protein analizleri yapılabilmektedir. Çift ışık yollu bu cihaz, numuneden ve şahitten aynı anda ışık geçmesini sağlayarak numune ve şahit tarafından adsorplanan ışık miktarını aynı anda tespit edip birbirleriyle karşılaştırmasını yapar. İki değer arasındaki farkı otomatik olarak hesaplayıp ölçüm sonucu olarak bir absorbans değeri verir. Şekil 5.11’de görülen cihaza ait diğer teknik özellikler Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Doğal sularda; 254, 272 ve 280 nm dalga boylarındaki UV absorbans ölçümleri sıklıkla uygulanmaktadır. Genel olarak doğal sularda UV absorbansı 254 nm dalga boyu civarında pik yapmakta ve dalga boyundaki artışa karşılık düşmektedir.

DYÜOP'nin tahmininde kullanılan en önemli ve temsil edici parametreler sırası ile UV_{254} ve bu değerin ÇOK konsantrasyonuna bölünmesi ile hesaplanan spesifik UV absorbansı ($SUVA_{254}$) ve ÇOK parametresidir. Yapılan çalışmalar UV_{254} 'le THMOP arasında önemli ilişki olduğunu göstermiştir. $SUVA_{254}$ değeri de humik maddeler gibi yüksek moleküler ağırlığına sahip organik maddelerin hidrofobikliğinin ve aromatik içeriğinin tespitinde kullanılan önemli bir temsil edici parametredir.



Şekil 5.11: UV görünür spektrofotometre cihazı.

Çizelge 5.8: UV görünür spektrofotometre cihazı teknik özellikleri.

PG T80 MODEL UV GÖRÜNÜR SPEKTROFOTOMETRE	
Fotometrik Sistem	Çift ışık saçan optik
Ölçüm Dalgaboyu Aralığı	190–1100 nm
Dalgaboyu Hassasiyeti	$\pm 0,3$ nm
Dalgaboyunun Tekrarlanabilirliği	$\leq 0,2$ nm
Spektral Bant Aralığı	2 nm
Fotometrik Yöntem	İletim, absorbans, enerji yoğunluğu
Fotometrik Aralık	-0,3–3 Abs
Fotometrik Hassasiyet	0,002A (0-0,5A), 0,004A (0,5-1,0A), 0,002A (0-0,5A), 0,004A (0,5-1,0A), 0,3%T (0-100%T)
Fotometrik Tekrarlanabilirlik	0,001A (0-0,5A), 0,002A (0,5-1,0A), 0,001A (0-0,5A), 0,002A (0,5-1,0A), 0,15%T (0-100%T)
Boyutlar	520x420x230 (WxDxH)
Ağırlık	25 kg
Güç Sağlayıcı	Değiştirilebilir 120 - 230V AC 50 - 60Hz

Diğer yandan, DYÜ analizi yerine spektrofotometre kullanarak; daha düşük maliyetle, kısa zamanda ve sürekli şekilde DYÜ'lerin izlenebilmesini sağlayan daha basit ve pratik istatistiksel eşitlikler geliştirilmiştir. Bu amaçla DOM içeren suların

klorlanması sonucunda DOM'nin aromatikliğinin azalması ile suyun UV absorbansında meydana gelen değişiklikler; $UV_{\lambda,ilk}$ (klorlama öncesindeki λ dalga boyundaki UV absorbansı) ile $UV_{\lambda,son}$ (klorlama sonrasındaki λ dalga boyundaki UV absorbansı) arasındaki farktan hesaplanabilmekte olup bu değer ΔUV_{λ} (λ dalga boyundaki diferansiyel UV absorbansı) olarak adlandırılmaktadır. Bu kapsamda yapılan ölçümler literatürde 272 nm dalga boyunda (UV_{272}) yapılmıştır (Kitis, 2001; Özdemir ve Toröz, 2010). Bu kapsamda sulardaki organik maddelerle DYÜOP'nin ilişkilendirilebilmesi açısından tez çalışmasında 254 ve 272 nm dalga boylarında UV absorbans ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

5.4.2 DYÜOP Analizleri

5.4.2.1 THM oluşum potansiyeli (THMOP) ölçüm prosedürü

Numuneler 7 günlük temas süresi sağlandıktan sonra ölçüm aşamasına geçilmiştir. Tüm numunelerin pH'ları 1 N HCl ve 1 N NaOH kullanılarak $7 \pm 0,2$ olacak şekilde ayarlanmıştır. Nötralize edilen çözelti Şekil 5.12'de gösterilen inkübatörde 25 ± 2 °C'de 7 günlük inkubasyona bırakılmadan önce fosfat çözeltisiyle tamponlanmış, 7 günlük sürenin sonunda NH_4Cl kullanılarak deklorinize edilmiştir.

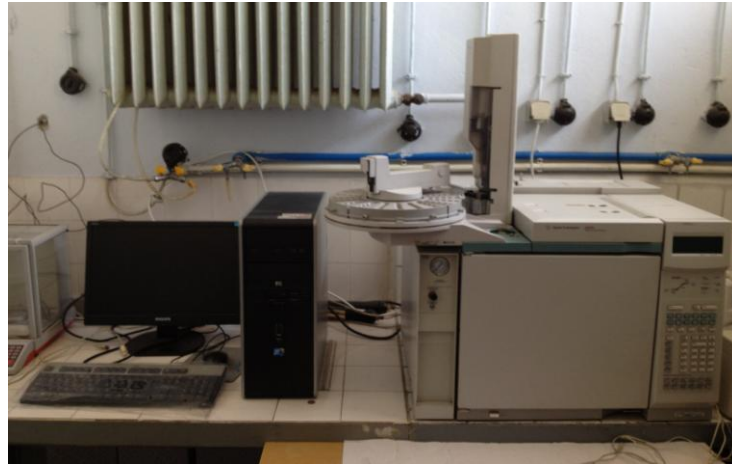
Çizelge 5.9: İnkübatöre ait teknik özellikler.

Özellikler	
Modeli	KB 53
Hacmi	53 L
Raf sayısı	2/4
Raf başına yük	15 kg
Toplam Yük	40 kg
Sıcaklık aralığı	-5 °C – 100°C



Şekil 5.12: İnkübatör.

Bu çalışmada THM ölçümleri EPA 551 metodu kullanılarak yapılmıştır. Metot uyarınca 30 mL numune 44 mL'lik kapaklı vialle konulmuş, daha sonra 8 g sodyum sülfat (Na_2SO_4) su fazındaki iyon şiddetini arttırmak suretiyle THM'lerin MTBE (Metil Tersiyer-Bütil Eter) fazına geçişini arttırmak ve MTBE'nin sudaki çözünürlüğünü azaltmak için eklenmiştir. Her vialle 3 mL MTBE konularak, vialler 2 dk çalkalanmış ve 6 dk bekletilerek faz ayrımı sağlanmıştır. MTBE ekstraktı pastör pipeti kullanılarak 2 mL'lik başka vialle alınmış ve 2 μL 'si Şekil 5.13'de görülen, elektron yakalama dedektörlü (ECD) ve kılcal kanallı gaz kromatograf (Hewlett Packard Gas, 6890 Seri 2) tarafından analiz edilmiştir. EPA 551 metoduyla konsantrasyonları ölçülen yan ürün grupları ve türler aşağıda Çizelge 5.10'da, GC μECD cihazına ait özellikler ise Çizelge 5.11'de verilmektedir. Sistem HP Chemstation yazılımı desteklidir. Taşıyıcı gaz olarak helyum, toplayıcı gaz olarak da azot gazı kullanılmaktadır.



Şekil 5.13: GC μECD cihazı.

Cihaz içerisinde Agilent marka DB-1 kodlu kapiler kolon bulunmakta olup bu kolon; erimiş silis, uzunluğu 30 m, iç çapı 0,32 mm ve 0,30 μm film kalınlığına sahiptir. Cihazın taşıyıcı gaz akımı 1,3 mL/dk'dır. Bu metodun duyarlılığı 0,1 $\mu\text{g/L}$ 'dir (Uyak ve diğ., 2004, Karadağ, 2011).

5.4.2.2 HAA oluşum potansiyeli (HAAOP) ölçüm prosedürü

HAA ölçümleri EPA 552.3 metoduna göre yürütülmektedir. Metot; numunenin ekstraksiyonu ve metanolleme basamaklarını kapsamaktadır. Metot uyarınca 25 mL numune temiz bir mezür yardımıyla 44 mL'lik vida kapaklı vialle konulur. 2 mL sülfürik asit (H_2SO_4) eklenir ve çalkalanır. Daha sonra 10 g sodyum sülfat (Na_2SO_4)

eklenerek çözünene kadar çalkalanır. Her vial 4 mL MTBE (Methyl Tert-Butyl Ether) eklenir ve 3 dakika güçlü bir şekilde çalkalandıktan sonra fazların ayrılması için 5 dakika beklenir.

Çizelge 5.10: EPA 551 metoduna göre ölçülen bileşik grupları ve türler.

Yan Ürün Grubu		Türler	
İsim	Kısaltma	İsim	Kısaltma
Trihalometanlar	THM	Kloroform	TCM
		Bromodiklorometan	BDCM
		Dibromoklorometan	DBCM
		Bromoform	TBM
Haloasetonitriller	HAN	Trikloro asetonitril	TCAN
		Dikloro asetonitril	DCAN
		Bromokloro asetonitril	BCAN
		Dibromo asetonitril	DBAN
Haloketonlar	HK	1,1,1- trikloropropanon	TCP
		1,1-dikloropropanon	DCP
-	-	Kloral hidrat	KH
-	-	Kloropikrin	KP

Çizelge 5.11: GC μ ECD cihazının teknik özellikleri.

Analitik Kolon	
Model	DB 1
Üretici	J&W Scientific Folsom CA
Tip	Erimiş silika kapiler
Uzunluk	30 m
İç çap	0,32 mm
Film kalınlığı	1 μ m
Enjektör	
Enjeksiyon hacmi	2 μ L
Sıcaklık	200 °C
Dedektör	
Tip	μ ECD
Sıcaklık	300 °C
Fırın sıcaklığı	35 °C de 9 dk tutulur daha sonra 1 °C/ dk'lık artışla 5
Programı	dk'da sıcaklık 40 °C'ye çıkarılır. 40 °C'de 3 dk tutulur, 6 °C/ dk artışla 13 dakikada sıcaklık 120 °C'ye çıkarılır, sonra 2 dk bekletilir. En son olarak 60 °C/ dk artışla 0,5 dakikada sıcaklık 150 °C çıkarılır ve 5 dk bekletilir.
Taşıyıcı gaz	
Tip	Helyum
Taşıyıcı akım	1,3 mL/dk
Toplayıcı gaz	
Tip	Azot
Toplayıcı akım	58,7 mL/dk

Pastör pipeti kullanarak, üst fazdaki 3-mL MTBE, 15-mL'lik dereceli konik santrifüj tüpüne aktarılır. Her bir santrifüj tüpüne 3-mL, metanol içinde %10'luk sülfürik asit eklenir ve santrifüj tüpleri 50 °C'lik su banyosuna yerleştirilerek, 2 saat beklenir. Santrifüj tüpleri su banyosundan çıkarılır ve kapaklarını açmadan önce 5-10 dk soğuması beklenir. 150 g/L sodyum sülfat çözeltisinden, her bir santrifüj tüpüne 7-mL eklenir ve her biri kuvvetlice çalkalanır. Ardından fazların ayrılması için beklenir. Bekleme işlemi kısa tutulur ve 1-2 dk.'dan daha uzun süre beklenmez. Her santrifüj tüpüne 1 mL doymuş sodyum bikarbonat çözeltisi eklenir. Nötralizasyon reaksiyonunun tamamlanması için her bir santrifüj tüpü 4 kere, birkaç saniye hızlıca çalkalanır. Oluşan CO₂'yi uzaklaştırmak için, tüplerin kapakları gevşetilir ve 30 sn beklenir. 2 mL'lik viallere üst solvent fazından alınarak, GC µECD cihazına enjekte edilerek HAA türlerinin ölçümleri gerçekleştirilir. EPA 552.3 metoduna göre ölçülen HAA türleri aşağıda Çizelge 5.12'de verilmiştir. Ölçümün gerçekleştirildiği GC µECD cihazına ait teknik özellikler yukarıda, Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.12: EPA 552.3 metoduna göre ölçülen HAA türleri.

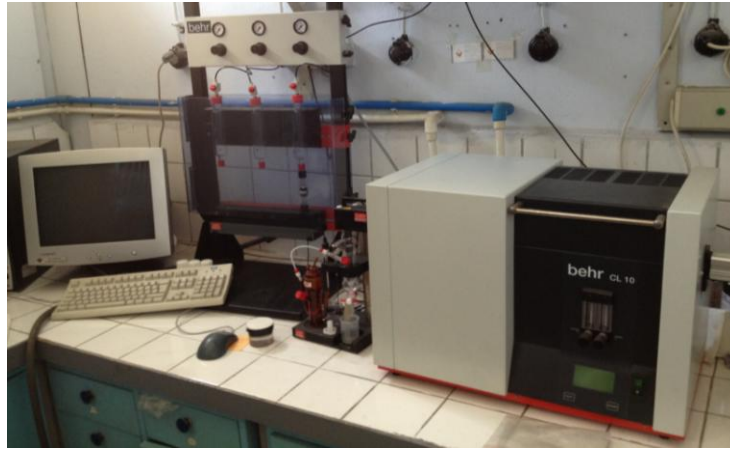
Yan Ürün Grubu		Türler	
İsim	Kısaltma	İsim	Kısaltma
Haloasetikasitler	HAA	Monokloro asetik asit	MCAA
		Dikloro asetik asit	DCAA
		Trikloro asetik asit	TCAA
		Monobromo asetik asit	MBAA
		Dibromo asetik asit	DBAA
		Tribromo asetik asit	TBAA
		Bromokloro asetik asit	BCAA
		Bromodikloro asetik asit	BDCAA
		Dibromokloro asetik asit	DBCAA

5.4.2.3 AOX oluşum potansiyeli (AOXOP) ölçüm prosedürü

AOX ölçümleri ISO 9562:2004 metoduna göre yapılmıştır. Bu metot genel olarak suda bulunan 10µg/L civarındaki aktif karbon üzerine absorplanabilen organik bağlı klor, brom ve iyodun (klorür eşdeğeri olarak) tayininde kullanılmakta olup inorganik klorür iyon konsantrasyonu 1g/L'den düşük numunelere uygulanabilmektedir. Daha yüksek konsantrasyon içeren numunelerde seyreltme ön işlemi uygulanmalıdır.

Bu metot ayrıca halojenlerin üzerinde adsorbe olabildiği katı madde içeren numunelere de uygulanabilmektedir. Numunenin analiz öncesi filtrasyonu ile çözünmüş ve partikül haldeki adsorbe olabilen organik halojenlerin ayrı ayrı tespiti mümkün olmaktadır.

Ölçümler Şekil 5.14'te görülen Behr CI10 marka AOX cihazı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 5.13'de bu cihaza ait teknik özellikler verilmiştir.



Şekil 5.14: AOX ölçüm cihazı.

Yöntemin ölçüm aralığı 10 – 300 µg/L AOX olarak belirlenmiştir. Numunedeki organik karbon içeriği, halojenli bileşiklerin aktif karbona adsorpsiyonuna girişim yapmaktadır. Bu yüzden ÇOK <10 mg/L olmalıdır. Numunedeki inorganik klorür içeriği deneyde pozitif hataya neden olabilmektedir. Bu nedenle Cl⁻ <1 g/L olmalıdır. Analiz edilecek numunenin pH'ı <2 olmalıdır. Numune seyreltilirken en az 5 mL orjinal numune kullanılmalı ve seyreltme 0,02 M HNO₃ (nitrik asit) ile yapılmalıdır.

Çizelge 5.13: AOX ölçüm cihazı teknik özellikleri.

BEHR CI10 MARKA AOX CİHAZI	
Analitik Aralık	AOX/EOX/POX: 0,1-300 µg saf Cl ⁻ AOS: 0,2-300 µg saf S
Gösterilen Kararlılık	0,01 µg saf Cl ⁻
Hassasiyet	<%1
Analiz Süresi	5 dakika (numunede 10 mg Cl olduğunda)
Elektrolit Hacmi	5-20 mL
Örnek Hacmi/Kütlesi	AOX/POX: maks. 100 mL EOX: 10-500 µL enjeksiyon hacmi Katı Numuneler: maks. 5 g
İki Aşamalı Fırın Ünitesi	1. Programlanabilir IR fırın: çok hızlı ısıtma-soğutma yapabilir, maks. Sıcaklık 1150°C. 2. Ardışık aşağı akımlı indirgeme fırını: Cl ₂ 'nin HCl'ye kantitatif dönüşümü için 20-1000°C aralığından seçilen sabit sıcaklık
Proses Gazları	O ₂ (teknik ayarda) Ar (%99,996)
Güç İhtiyacı	230 V, fırınla birlikte (2,4 kVA)
Cihaz Boyutları	440×1035×370 (H×W×D)

Numunenin analiz için hazırlanması amacıyla 5 mL NAÇ (Nitrat ana çözeltisi, 0,2 mol/L) 100 mL numuneye eklenir ve pH kontrol edilir. Eğer pH 2'den küçük değilse HNO₃ ile pH ayarlanır. Her birinde yaklaşık 50 mg aktif karbon olacak şekilde seri bağlı 2 adet aktif karbon kolonu hazırlanır ve numune hazırlama tüpünün altındaki yuvaya yerleştirilir. Elde edilen 105 mL'lik çözelti numune hazırlama tüpüne konulur. Dakikada 3 mL akış olacak şekilde azot gazı basıncı ayarlanır ve adsorpsiyon işlemi yapılır. Tüm numune süzöldükten sonra tüpe 25 mL NYÇ (nitrat yıkama çözeltisi, 0,01 mol/L) çözeltisi eklenir ve yine 3mL/dk. akış ile aktif karbondan geçirilir. Adsorpsiyon işlemi tamamlandıktan sonra kolon içerikleri ayrı ayrı cihazda yakılır. Sonuçlar elde edildikten sonra değerlendirilir, bu kapsamda 2. kolonun AOX içeriği 1. kolonun AOX içeriğinin %10'undan az olmalıdır. Eğer değilse numune tekrar analiz edilmelidir. Şahit deneyinde numune yerine distile su kullanılır. Şahit AOX içeriği 3 µg'dan (30 µg/L) büyük olmamalıdır.

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalar kapsamında, Ömerli (ÖM) ve Büyükçekmece (BÇ) Yüzeysel Su Kaynakları'ndan 8 farklı ayda hamsu numunesi alınmış alınan hamsulardaki su kalite parametreleri izlenmiştir. Alınan numunelerde kimyasal ve fiziksel karakterizasyon çalışmaları yürütülerek elde edilen organik madde fazları klorlanmış ve DYÜ oluşum potansiyelleri incelenmiştir.

6.1 Hamsuyun Karakterizasyonu ve DYÜOP Analizleri

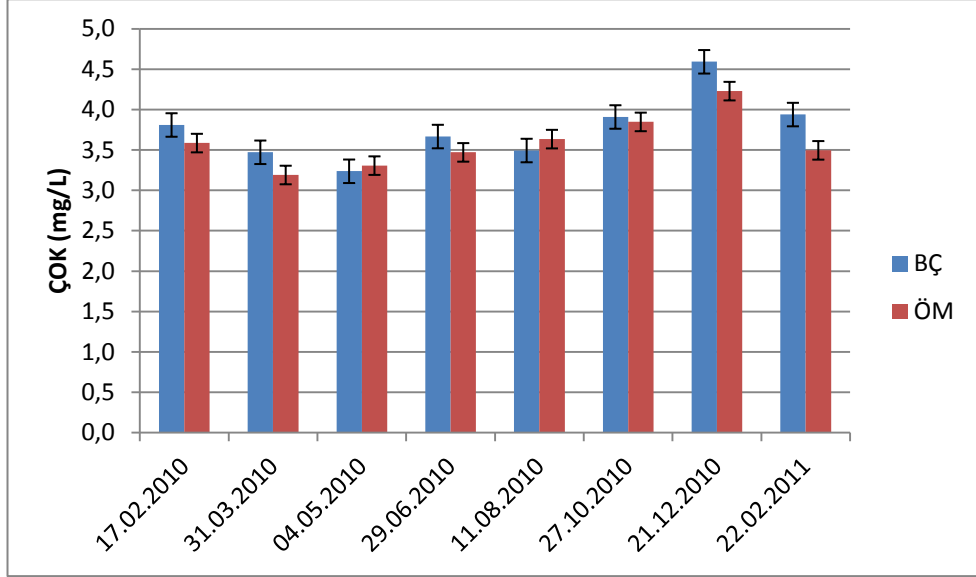
6.1.1 Hamsuyun Karakterizasyonu

Örnekleme periyodu boyunca ÖM ve BÇ su kaynaklarından alınan numunelerin kalite analizleri Çizelge 6.1'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere izleme periyodunda; pH, klorür, bromür, sülfat, serlik, alkalinite, iletkenlik, tuzluluk, TÇK parametreleri konsantrasyonları BÇ hamsuyunda ÖM suyuna göre daha yüksek mertebelerdedir. Anılan parametrelerdeki bu farklılık BÇ su kaynağına deniz suyu girişiminin bir sonucudur. BÇ su kaynağının Marmara Denizi'nden kaynaklanan deniz suyu girişiminin etkisinde olduğu kalite parametrelerinden görülmektedir. ÇOK parametresi bakımından iki su kaynağı arasında ölçülen konsantrasyonlarda ise önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte BÇ suyunda ölçülen ÇOK konsantrasyonları (Mayıs ve Ağustos ayları haricinde) ÖM suyuna göre genel olarak bir miktar daha yüksektir. BÇ ve ÖM hamsularının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları Şekil 6.1'de verilmiştir. İki suda da ölçülen en yüksek ÇOK konsantrasyonları 2010 yılı Aralık ayında elde edilmiştir. ÖM suyunda Mart ayından itibaren ÇOK konsantrasyonunun arttığı görülmektedir. BÇ hamsuyuna bakıldığında Ağustos ayı haricinde bu hamsuyun da ÇOK konsantrasyonunun aynı dönemde arttığı görülmektedir. 1970-2011 yılları arası 30 yıllık dönemde Aralık ayları için en yüksek sıcaklık istatistiklerine bakıldığında 2010 yılı Aralık ayının 25,5 °C ile son 30 yılın en yüksek sıcaklığının ölçüldüğü dönem olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı ortalamalara bakıldığında İstanbul'da havanın Şubat ayında ısınmaya başladığı ve sıcaklığın Temmuz ayına kadar arttığı, Ağustos'ta değişmediği, Eylül ayı ile birlikte düşmeye başladığı ve Aralık'ta yaklaşık Mart'taki sıcaklık seviyesine

Çizelge 6.1: ÖM ve BÇ hamsularının izleme dönemi hamsu kalite karakterizasyonu.

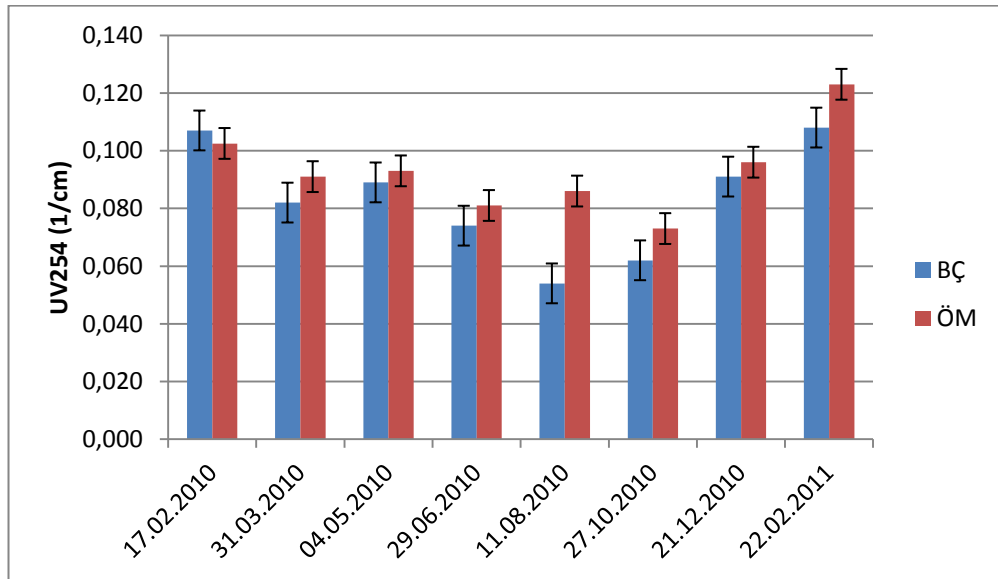
Parametre	Birim	12.02.10		31.03.2010		04.05.2010		29.06.2010		11.08.2010		27.10.2010		27.10.2010		22.02.2011		Ortalama		Std Sapma	
		ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ	ÖM	BÇ
pH	-	7,85	8,07	7,71	8,29	7,93	8,31	7,29	8,23	7,98	8,24	7,78	8,24	7,58	8,17	7,72	8,32	7,73	8,23	0,22	0,08
Cl⁻	mg/L	19,5	27,8	16,9	28,5	13,0	29,0	16,0	33,0	16,0	36,0	23,0	47,0	21,5	46,0	20,0	46,0	18,2	36,7	3,3	8,5
Br⁻	mg/L	0,037	0,082	0,030	0,059	0,020	0,090	0,030	0,110	0,030	0,070	0,011	0,050	0,070	0,180	0,080	0,190	0,038	0,104	0,024	0,053
SO₄²⁻	mg/L	42	52	22	54	12	54	20	52	20	62	23	55	21	53	18	58	22	55	9	3
Sertlik	mgCaCO ₃ /L	140	210	100	196	92	204	100	216	100	184	92	178	79	192	83	216	98	200	19	14
TKN	mgN/L	1,0	1,3	0,8	1,1	1,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8	0,8	0,7	0,9	0,7	0,7	0,3	0,4
NH₃	mgN/L	0,105	0,055	0,145	0,245	-	0,171	0,019	0,082	0,001	0,093	0,388	0,466	0,040	0,150	0,390	0,690	0,155	0,244	0,164	0,223
Alkalinite	mgCaCO ₃ /L	84	150	70	152	76	158	60	150	72	144	131	229	59	132	68	170	78	161	23	30
İletkenlik	(µS/cm)	272	483	233	448	216	483	230	486	236	502	258	528	244	550	217	556	238	505	19	37
Tuzluluk	%	0,012	0,022	0,011	0,021	0,010	0,023	0,011	0,023	0,011	0,022	0,011	0,024	0,011	0,024	0,010	0,025	0,011	0,023	0,001	0,001
TÇK	mg/L	136	258	111	216	102	232	109	233	116	246	126	266	120	270	106	273	116	249	11	21
ÇOK	mg/L	3,586	3,810	3,191	3,472	3,307	3,237	3,471	3,667	3,635	3,494	3,848	3,909	4,229	4,592	3,496	3,939	3,595	3,765	0,325	0,411
UV₂₅₄	cm ⁻¹	0,103	0,107	0,091	0,082	0,093	0,089	0,081	0,074	0,086	0,054	0,073	0,062	0,096	0,091	0,123	0,108	0,093	0,083	0,015	0,020

gerilediği görülmektedir (Url-7). Bu kapsamda, suda ÇOK konsantrasyonunun değişimi ile hava sıcaklığının değişiminin birbirine paralel olduğu söylenebilir. Yine 30 yıllık ortalamalara bakıldığında İstanbul’da en yağışlı ayların sırasıyla Ocak, Aralık ve Şubat ayları olduğu görülmekte olup bu aylarda ÇOK konsantrasyonunun her iki suda da en yüksek mertebelere çıktığı görülmektedir.



Şekil 6.1: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon değişimleri.

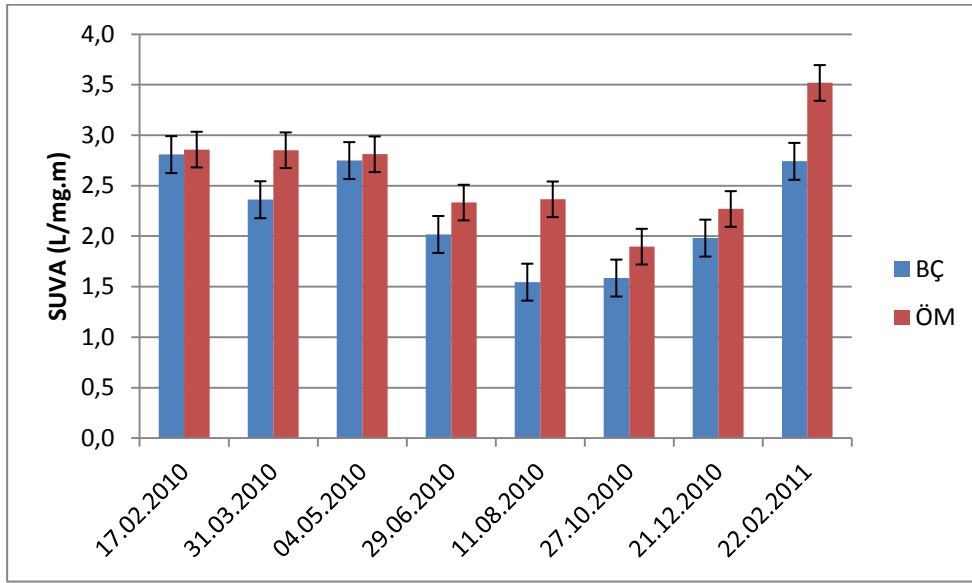
ÖM ve BÇ sularının örnekleme dönemi UV_{254} dağılımları aşağıda Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.2: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki UV_{254} değişimleri.

UV₂₅₄ parametresi açısından bakıldığında ise ÖM suyunun örnekleme periyodu boyunca (Şubat 2010 hariç) BÇ suyundan daha yüksek absorbands verdiği görülmektedir. Bu durum ÇOK konsantrasyonu bir miktar daha düşük olmasına rağmen ÖM suyunun BÇ suyuna göre daha aromatik karakterli olduğunu göstermektedir.

ÖM ve BÇ sularının örnekleme döneminde hesaplanan SUVA₂₅₄ dağılımları aşağıda Şekil 6.3’de verilmiştir.



Şekil 6.3: Şubat 2010’da Ömerli hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbands değerleri.

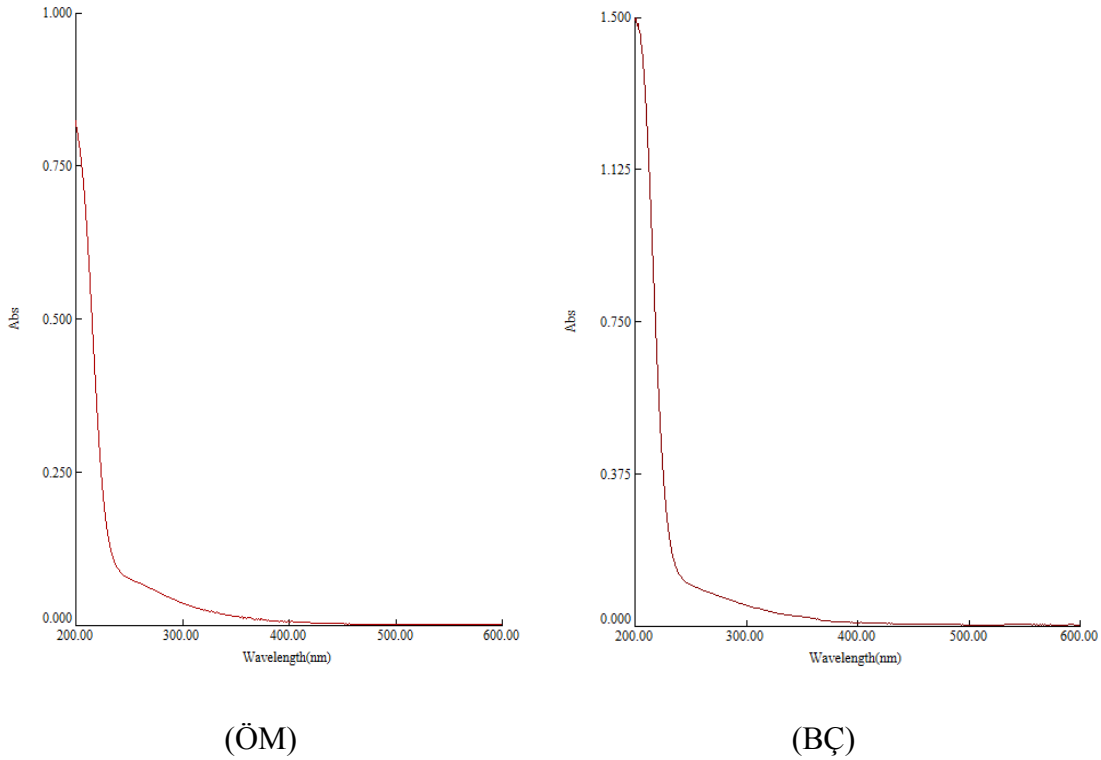
Şekil 6.3’den görüldüğü üzere her iki su da düşük SUVA₂₅₄’lü su (SUVA₂₅₄<3 L/mg.m) özelliği göstermektedir. Örnekleme döneminde ÖM hamsuyu Şubat 2011 numunesi haricinde tüm numunelerde SUVA₂₅₄ değeri 3 L/mg.m değerinin altında kalmıştır.

Literatürde Ateş ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’deki 29 farklı yüzeysel su kaynağı 2004 yılında bir senelik periyotta aylık bazda örneklenmiştir. ÇOK ve UV₂₅₄ değişimleri göz önüne alındığında hamsuların humik içeriğinin düşük ve orta mertebelerde değiştiği (ÇOK değişim aralığı: 0,91-4,42 mg/L, ortalama: 2,58; UV₂₅₄ değişim aralığı: 0,009-0,102 cm⁻¹, ortalama: 0,046) rapor edilmiştir. ÇOK ve UV bakımından kentsel alanlara yakın konumda bulunan BÇ, Terkos ve Atıkhisar hamsularında en yüksek sonuçların elde edildiği rapor edilmiştir. Aynı şekilde hamsularda SUVA₂₅₄ değerlerinin düşük ve orta mertebelerde değiştiği (SUVA₂₅₄ değişim aralığı: 0,934-2,893 L/mg.m, ortalama: 1,722), bu durumun Türkiye’deki

hamsuların içerdği DOM'ların düşük moleküler ağırlıklı, hidrofobik ve aromatik karakterli olduğunu gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışmada ÖM ve BÇ hamsuları için izleme döneminde elde edilen ortalama ÇOK (SM 5310 B'ye göre BÇ:4,08 mg/L; ÖM:3,90 mg/L) ve UV₂₅₄ (BÇ: 0,072 cm⁻¹; ÖM:0,066 cm⁻¹) değerleri ile bu çalışmada elde edilen ÇOK (BÇ:3,765 mg/L; ÖM:3,595 mg/L) ve UV₂₅₄ (BÇ: 0,083 cm⁻¹; ÖM:0,093 cm⁻¹) ortalama değerleri karşılaştırıldığında; 2004'te yapılan örneklemeye göre her iki suda da ÇOK konsantrasyonunun önemli oranda değişmediği, ÇOK ölçümleri arası farkın ölçüm metodu farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak UV₂₅₄ değerinin yani aromatik içeriğin arttığı, bu artışın ÖM'de önemli mertebede olduğu görülmektedir. 2004'te yapılan örneklemeye göre, (BÇ:1,785 L/mg.m; ÖM:1,732 L/mg.m) bu çalışmada belirlenen SUVA₂₅₄ değerinde ki artış da (BÇ:2,224 L/mg.m; ÖM:2,613 L/mg.m) bu tespiti güçlendirmektedir.

Uyak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada ise İstanbul'daki 3 farklı yüzeysel suda (ÖM, BÇ ve Terkos) DYÜ oluşumunda öncü bileşiklerin mevsimsel değişimleri ve bu bileşiklerin arıtma tesislerindeki giderimleri incelenmiştir. İstanbul'da su kaynaklarının bulunduğu havzalarda ormanların tahribatı ve erozyon nedeniyle yağışlı mevsimlerde sudaki renk ve ÇOK konsantrasyonunun artmasının beklendiği belirtilmiştir. Çalışmada ÖM ve BÇ hamsuları için izleme döneminde elde edilen ortalama ÇOK (SM 5310 B'ye göre BÇ:4,55 mg/L; ÖM:3,90 mg/L) konsantrasyonları ve UV₂₅₄ değerleri (BÇ: 0,100 cm⁻¹; ÖM:0,075 cm⁻¹) ile Ateş ve diğ., (2007) ve bu çalışma karşılaştırıldığında; ÖM hamsuyu ÇOK konsantrasyonunda önemli bir değişme olmadığı ancak UV₂₅₄ değerindeki artıştan aromatikliğin yıllar bazında önemli miktarda artış gösterdiği görülmektedir. BÇ hamsuyu için ise ÇOK konsantrasyonunun ÖM'ye göre daha değişken olduğu, ÇOK ve aromatikliğin de yıllar bazında artış ve azalış eğilimleri gösterdiği görülmektedir. BÇ su kalitesindeki bu değişkenliğin arıtmada probleme neden olacağı ÇOK konsantrasyonundaki değişim nedeniyle dezenfeksiyonda kullanılan klor konsantrasyonunun 6 mg/L mertebesine kadar arttırıldığı Uyak ve diğ., (2008) tarafından rapor edilmiştir. Aynı çalışmada elde edilen SUVA₂₅₄ (BÇ: 2,33 L/mg.m; ÖM:1,95 L/mg.m) değerleri ile bu çalışmada elde edilen ortalama değerler karşılaştırıldığında ise, ÖM hamsuyundaki aromatik içeriğin artışı görülmektedir. Genel olarak spektrofotometrik ölçümlerde UV bölgesindeki ışık (180-380 nm arası) basit kromoporlardaki pi-elektron etkileşimi gibi, aromatik halkalarda bulunan bir ya

da birkaç çift bağ tarafından absorplanırken, görünür ışık ise (380-760 nm arası) boyalar ve pigmentler gibi konjuge çift bağlı sistemler tarafından absorplanmaktadır. ÇOK'un UV spektrumu çoğunlukla dalga boyundaki düşüşe karşılık absorbansta eksponansiyel bir artış göstermektedir (Leenher, 2008). Literatürde verilen bu durumun benzeri ÖM ve BÇ'den alınan numunelerin 200-600 nm aralığında gerçekleştirilen spektrofotometrik okumalarında da tespit edilmiştir. Bu bağlamda her iki suda da elde edilen UV taramaları sudaki doğal aromatik yapıların varlığını işaret etmektedir. ÖM ve BÇ hamsularından 17.02.2010 tarihinde alınan numunelerin 200-600 nm arası UV ve görünür bölge tarama sonuçları örnek olarak Şekil 6.4'de gösterilmiş olup diğer aylara ait sonuçlar ise Ek-B'de verilmiştir.



Şekil 6.4: 17.02. 2010 tarihinde ÖM ve BÇ hamsuyundan alınan numunelerin 200-600 nm dalga boyları aralığındaki UV ve görünür bölge tarama sonuçları.

Yang ve diğ., (2012) tarafından yapılan çalışmada HAN'lar ve halonitrometanlar (HNM) gibi azot içeren DYÜ'lerinde klorlama sırasında oluşabildiği ve HAN yapılarının oluşumda rol alan organik azot yapılarının sudaki ÇOK ile arasında oransal ilişki olduğu rapor edilmiştir. Aydın ve diğ., (2012) tarafında yapılan çalışmada da BÇ Gölü ve gölü besleyen 5 adet yan koldan 5 farklı zamanda numune alınmış ve su kaynağındaki mevsimsel değişim ve insan kaynaklı kirliliğin suyun THMOP'si ve NDMAOP (N-nitrosodimetilamin) oluşumu üzerine etkisi

incelenmiştir. Çözünmüş organik azotun NDMA oluşumunda önemli bir öncü bileşik olduğu çalışmada belirtilmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında DYÜOP ile suda izlenen kalite parametreleri arasında önemli bir korelasyon tespit edilemediği sadece NDMAOP ile ÇOK arasında zayıf korelasyon görüldüğü rapor edilmiştir. DYÜOP ile kalite parametreleri arasındaki ilişkiyi anlamak için fiziksel ve ya kimyasal fraksiyonlama tekniklerinin kullanımı tavsiye edilmiştir.

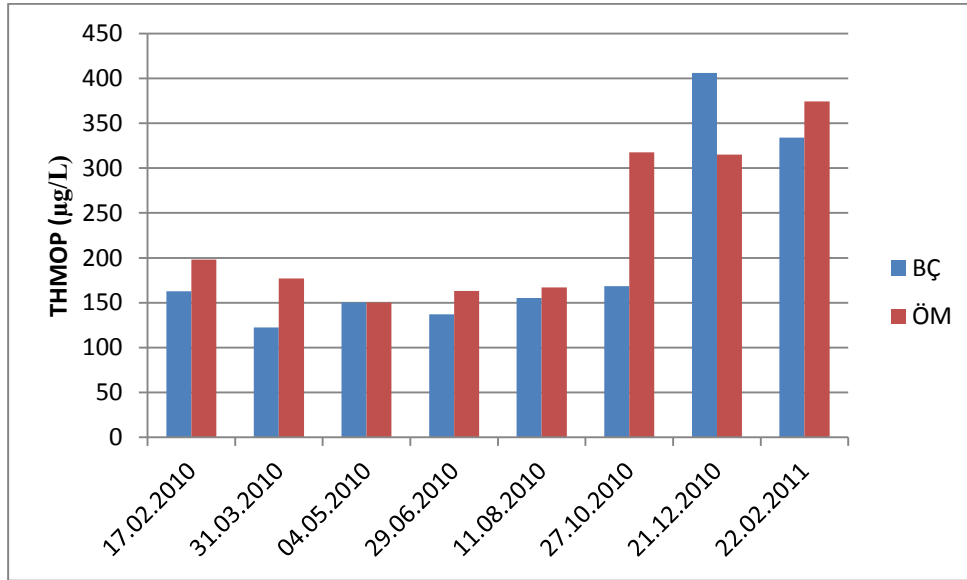
Tez kapsamında yapılan çalışmada BÇ ve ÖM hamsularında TKN ve amonyak parametreleri incelendiğinde ÖM suyunda BÇ suyunda da ayları haricinde TKN parametresinin 1mgN/L mertebesinin altında olduğu görülmektedir. Amonyak parametresi her iki su içinde Ekim ayında maksimum seviyesine (ÖM: 0,388 mgN/L, BÇ:0,446 mgN/L) çıkmıştır. Genel olarak BÇ suyunda ölçülen amonyak konsantrasyonları ÖM’de ölçülen konsantrasyonların iki katı mertebesinde. Her iki suda da organik azot, amonyak azotuna göre miktarsal olarak (Ekim 2010 ve Şubat 2011 numuneleri haricinde) daha fazladır. Organik azot protein, peptid, nükleik asit ve üre gibi doğal maddelerin dışında çok sayıda sentetik organik maddeyi de içerebilmektedir. Organik azot yapısına göl sularında birkaç yüz µg/L mertebelerinde rastlanabilmektedir (Url-8). Bu kapsamda tez çalışması kapsamında incelenen azot parametresi önemli bir fekal ya da tarımsal kaynaklı kirlenmeye işaret etmemektedir. Bu sonuçlar Aydın ve diğ., (2012) tarafından yapılan çalışmayla karşılaştırıldığında BÇ Gölü’nü besleyen kaynaklardan gelen kirliliğin deniz suyu girişimi nedeniyle seyredildiği söylenebilir.

6.1.2 Hamsuların DYÜOP Analizleri

6.1.2.1 THMOP analizleri

Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numunelerinin klorlanması sonucu elde edilen THMOP değerleri aşağıdaki Şekil 6.5’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere her iki suyun THMOP değerleri benzer şekilde mevsimsel bazda değişim göstermektedir. ÖM hamsuyunda en yüksek THMOP konsantrasyonları sonbahar ve kış (Ekim, Aralık 2010 ve Şubat 2011) döneminde, BÇ’de ise yine kış döneminde (Aralık 2010 ve Şubat 2011) tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyonlar ise her iki suda bahar ve yaz aylarında görülmüştür. Mayıs ve Aralık numuneleri haricinde genel olarak ÖM hamsuyu THMOP’sinin BÇ hamsuyuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme döneminde ÖM hamsuyunda tespit edilen THMOP konsantrasyonları 150-374 µg/L aralığında değişmekte olup örnekleme dönemi

ortalaması 233 $\mu\text{g/L}$ 'dir. BÇ hamsuyunda tespit edilen THMOP konsantrasyonları ise 122-406 $\mu\text{g/L}$ aralığında değişmekte olup örnekleme dönemi ortalaması 205 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Bu durum genel olarak yağışlı mevsimlerde THM'nin daha yüksek olduğu ve oluşumunda yağışlarla suya giren organik maddenin etkin olduğuna işaret etmektedir. Her iki suda da baskın THM türüyse TCM olup ÖM'de örnekleme dönemi boyunca THMOP'nin %80'den fazlası BÇ'de ise THMOP'nin %45'den fazlasını tek başına oluşturmaktadır. Bu durum Ateş ve diğ., (2007) ve Baytak ve diğ., (2008) tarafından İzmir'de yapılan çalışmalarda da tespit edilmiş olup bu durum Türkiye'de ki hamsularda bromür konsantrasyonunun düşük olmasına bağlanmıştır. Kim ve Yu, (2005) tarafından Han Nehri'nde yapılan çalışmada da hamsuyun klorlanması sonucunda en fazla oluşan THM türünün TCM olduğu rapor edilmiş olup, TCM'nin THMOP'nin %95'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca TCM'nin anestezik bir madde olduğu ve kazara ya da uzun süreli maruziyetin karaciğer ve böbrek üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir. Tez kapsamında incelenen her iki suda da TCM'yi takiben BDCM ve DBCM oluşumları gözlenmektedir. Hamsuların THMOP'lerinin türsel bazda dağılımı ÖM için EK-C Şekil C.13'de BÇ için ise Şekil C.14'de verilmiştir.



Şekil 6.5: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki THMOP'lerinin dağılımları.

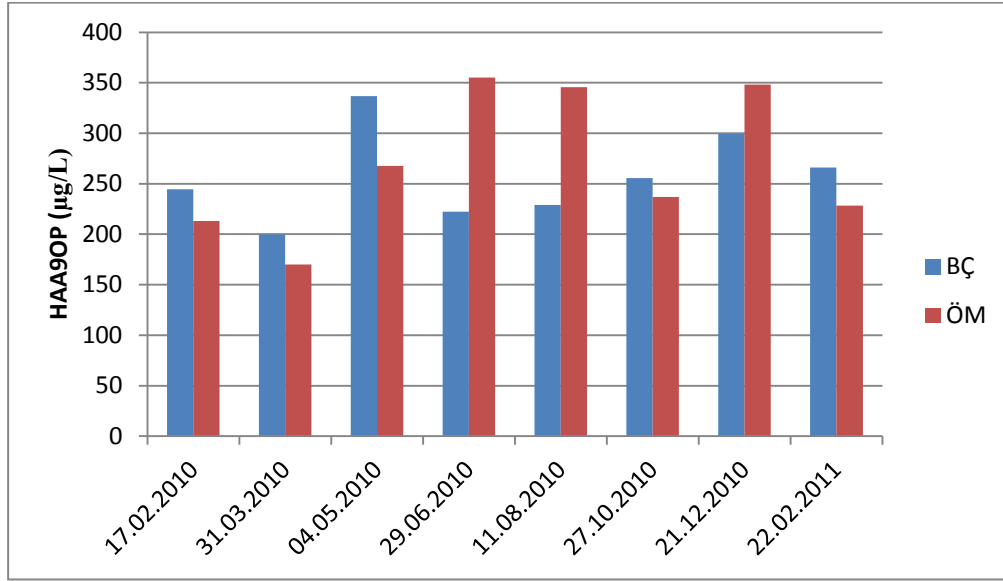
Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Ateş ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada BÇ hamsuyu örnekleme dönemi ortalama THMOP'si 164 $\mu\text{g/L}$ ÖM hamsuyu THMOP'si ise 126 $\mu\text{g/L}$ olarak rapor edilmiştir. Uyak ve diğ., (2008)

tarafından yapılan çalışmada ise BÇ hamsuyu THMOP'si 237 ÖM ise 213 µg/L olarak rapor edilmiştir. Bu değerlerdeki değişim, yukarıda incelenen UV₂₅₄ ve dolayısıyla SUVA₂₅₄ parametresindeki değişimle örtüşmektedir. Bu durum, Uyak ve diğ.,(2008) tarafından, suda bulunan aromatik yapının artışıyla DYÜOP'nin artması şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca ÖM hamsuyundaki aromatikliğin artışına bağlı olarak önceki çalışmalardan farklı şekilde ÖM hamsuyu THMOP'si BÇ hamsuyundan daha yüksek ölçülmüştür. Uyak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada en yüksek THMOP her iki suda da ilkbahar ve son bahar mevsimlerinde, en düşük THMOP ise yaz aylarında görülmüştür. Bu bulgular bu çalışmayla karşılaştırıldığında düşük konsantrasyonların görüldüğü mevsimler benzeşmekte yüksek konsantrasyonların görüldüğü mevsimler ise farklılaşmaktadır. Her iki hamsu için THMOP'yi oluşturan baskın türler her iki çalışmada da aynıdır. Hamsuların THMOP'lerinin ÇOK konsantrasyonlarına bölünmesiyle her fazın mg ÇOK başına oluşturduğu STHMOP (µgTHM/mgÇOK) hesaplanmış SUVA₂₅₄ değerleriyle karşılaştırılmıştır. BC hamsuyunda genel olarak STHMOP ve SUVA₂₅₄ değerlerinin izleme dönemindeki değişim eğilimleri ÖM'ye göre birbiriyle daha uyumludur. ÖM ve BÇ hamsuları için STHMOP ile SUVA₂₅₄ arası ilişkileri gösteren şekiller ÖM için EK-C Şekil C.15'de BÇ için ise Şekil C.16'de verilmiştir. Bromür konsantrasyonu ÖM'ye göre daha yüksek olan BÇ hamsuyunda, bromlu THM türlerinin konsantrasyonları (BDCM, DBCM, TBM) ÖM suyuna göre daha yüksektir.

6.1.2.2 HAA₉OP analizleri

Hamsuların HAA₉OP değerleri ise aşağıdaki Şekil 6.6'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere heriki suyun HAA₉OP'si THMOP'ye benzer olarak izleme döneminde değişkenlik göstermekle birlikte THM'de görülen durumun tersine Haziran, Ağustos ve Aralık numuneleri haricinde genel olarak BÇ hamsuyu HAA₉OP'sinin ÖM hamsuyuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. BÇ hamsuyu için en yüksek konsantrasyonlar Mayıs ve Aralık aylarında en düşük konsantrasyonlar ise Mart ve Haziran aylarında görülmüştür. ÖM hamsuyunda ise en yüksek konsantrasyonlar yaz dönemi (Haziran, Ağustos) ve Aralık ayında, en düşük konsantrasyonlar ise Mart ve Şubat 2010'da görülmüştür. Örneklem döneminde ÖM hamsuyunda tespit edilen HAA₉OP konsantrasyonları 170-355 µg/L aralığında değişmekte olup örneklem dönemi ortalaması 271 µg/L'dir. HAA₅OP konsantrasyonları ise 131-284 µg/L aralığında değişmekte olup ortalama değer 218

$\mu\text{g/L}$ 'dir. BÇ hamsuyunda tespit edilen HAA₉OP konsantrasyonları ise 200-337 $\mu\text{g/L}$ aralığında değişmekte olup örnekleme dönemi ortalaması 257 $\mu\text{g/L}$ 'dir.



Şekil 6.6: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HAA₉OP'lerinin dağılımları.

HAA₅OP konsantrasyonları ise 114-232 $\mu\text{g/L}$ aralığında değişmekte olup ortalama değer 166 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Bu durum örnekleme döneminde sulardaki HAA₉OP'nin genelde THMOP'den daha yüksek olduğunu göstermektedir. Her iki suda da baskın HAA türleri ise DCAA ve TCAA olup ÖM'de örnekleme dönemi boyunca HAA₉OP'nin %65'den fazlası BÇ'de ise HAA₉OP'nin %40'den fazlasını oluşturmaktadırlar. Bromür konsantrasyonu ÖM'ye göre daha yüksek olan BÇ hamsuyunda, bromlu HAA türlerinin konsantrasyonları (TBAA, DBAA, MBAA) ÖM suyuna göre daha yüksektir. ÖM ve BÇ hamsularında örnekleme dönemindeki HAAOP'nin türsel bazda dağılımı EK-C Şekil C.17ve Şekil C.18'da verilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Ateş ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada BÇ hamsuyu örnekleme dönemi ortalama HAA₉OP'si 105 $\mu\text{g/L}$ ÖM hamsuyu HAA₉OP'si ise 80 $\mu\text{g/L}$ olarak rapor edilmiştir. Uyak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada ise BÇ hamsuyu HAA₅OP'si 247 ÖM ise 243 $\mu\text{g/L}$ olarak rapor edilmiştir. Bu değerlerdeki değişim, THMOP sonuçlarındakine benzer bir durum göstermektedir. Uyak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada HAAOP ile THMOP'nin en yüksek ve düşük konsantrasyonlarının görüldüğü mevsimlerin benzeştiği rapor edilmiş ancak bu çalışmada Uyak ve diğ., (2008)'den

farklı sonuçlar elde edilmiştir. Her iki hamsu için HAAOP'yi oluşturan baskın türler her iki çalışmada da aynıdır.

Hamsuların SHAA₉OP ($\mu\text{gHAA}/\text{mg}\text{ÇOK}$) hesaplanmış SUVA₂₅₄ değerleriyle karşılaştırılmıştır. THM'de belirtilen durumun aksine BÇ hamsuyunda genel olarak SHAA₉OP ve SUVA₂₅₄ değerlerinin izleme dönemindeki değişim eğilimlerinin birbiriyle daha uyumlu olduğu ÖM'de ise bu tarz bir ilişkinin söz konusu olmadığı görülmektedir. ÖM ve BÇ hamsuları için STHMOP ile SUVA₂₅₄ arası ilişkileri gösteren şekiller EK-C'de Şekil C.19 ve Şekil C.20'de verilmiştir. THM'dekine benzer olarak bromür konsantrasyonu ÖM'ye göre daha yüksek olan BÇ hamsuyunda, bromlu HAA türlerinin konsantrasyonları (TBAA, DBAA, MBAA) ÖM suyuna göre daha yüksektir.

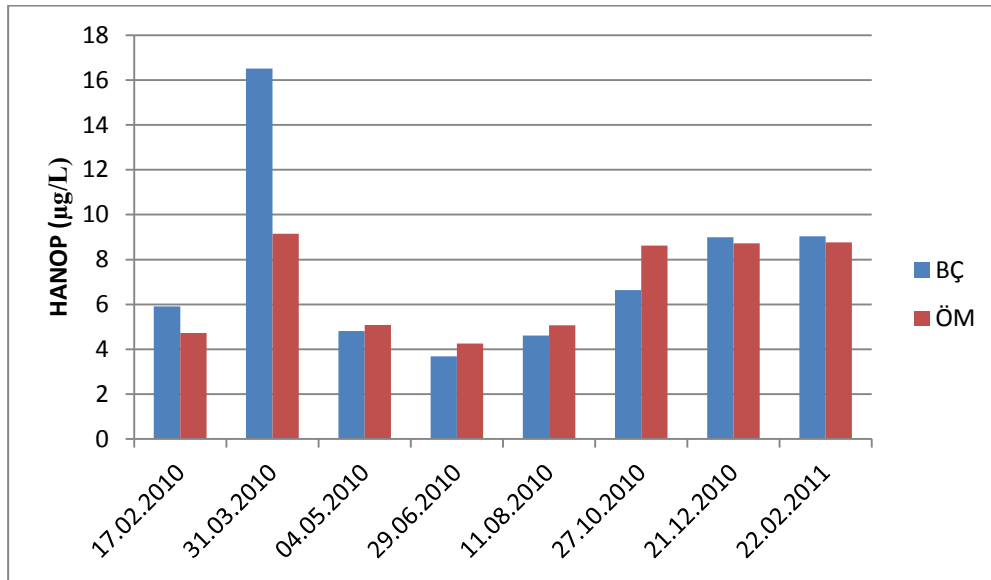
6.1.2.3 Diğer DYÜOP analizleri

Yapılan çalışma kapsamında, THM ve HAA ölçümlerinin yanı sıra haloasetonitril grubunun (HAN) 4 türü, haloketonların (HK) 2 türü, haloaldehit türü olan kloral hidrat (KH) ve bunlara ek olarak kloropikrin (KP) ölçümleri de yapılmıştır. Bu bileşenler suyun klorlanması sonrasında THM ve HAA'lara oranla daha düşük mertebelerde oluşmakla birlikte literatürde öncelikli DYÜ'ler olarak geçmektedirler. Özellikle Amerika'da yapılan potansiyel toksisite belirlemeye ve suda bulunan miktarların belirlenmesine yönelik ulusal bazdaki çalışmalarda araştırma konusu olmaktadır (Krasner ve diğ., (2006); Richardson, (2005)). Ülkemizde ise THM ve HAA dışındaki DYÜ'ler ile ilgili literatüre girmiş çalışmalar yok denecek kadar az olup Baytak ve diğ., (2007), Baytak ve diğ., (2008) ve Aydın ve diğ., (2012) dışında bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan tez çalışması bu anlamda da literatürdeki boşluğu doldurmak ve bu bileşiklerin sularda oluşuyla ilgili sayısal veri elde edilmesi yönünden önem taşımaktadır. Tez çalışması kapsamında yapılan bu bileşik ölçümleri AOX ölçümleriyle de karşılaştırılmış olup böylelikle klorlama sonrası suda oluşan tanımlanan ve tanımlanamayan DYÜ türlerinin oransal bir karşılaştırması yapılmış, böylelikle konuyla ilgili ileri de yapılacak çalışmalara da yol gösterilmesi amaçlanmıştır.

Baytak ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada THM'ler HAA'lar yanında HAN ve HK'larında içmesularında en fazla rastlanan DYÜ'ler oldukları belirtilmiştir. Anılan çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmasında HAN'ların konsantrasyonlarının THM'lerden daha düşük olduğu ve HAN'ların içmesuyundaki

konsantrasyonlarının 3-36 µg/L aralığında değiştiği rapor edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında ise İzmir Konak'ta izleme döneminde yapılan analizlere göre ortalama HANOP'nin 20,78 Urla'da ise 5,27 µg/L olarak tespit edildiği rapor edilmiştir. Baytak ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada da kendi çalışmaları haricinde Türkiye'de HANOP'nin ölçülmediği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada Urla'da tespit edilen DYÜ konsantrasyonlarının İzmir'in diğer ilçelerinde tespit edilen değerlerden daha düşük çıkmasında, buradaki suyun yeraltı suyu olması ve böylelikle yüzeysel akışlardan korunması sebebiyle ÇOK içeriğinin diğer su kaynaklarına göre daha düşük olmasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında ÖM ve BÇ suyunda HAN'ların örnekleme periyodundaki konsantrasyon değişimleri aşağıdaki Şekil 6.7'de verilmiştir.

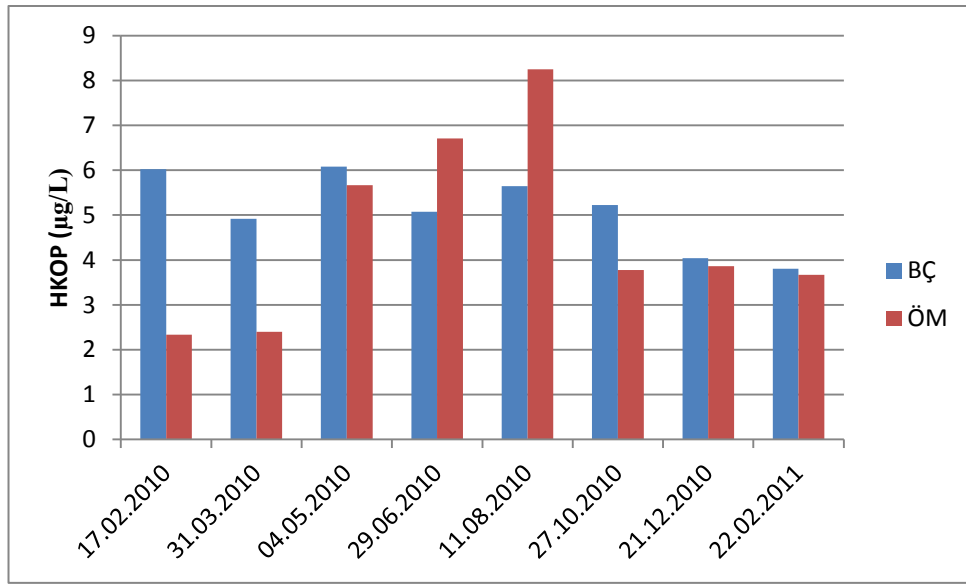


Şekil 6.7: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HANOP'lerinin dağılımları.

Şekilden görüldüğü üzere heriki suyun HANOP'si THMOP ve HAAOP'ye benzer olarak izleme döneminde değişkenlik göstermekle birlikte konsantrasyon bazında bu iki yanürün grubuna göre oluşum potansiyeli oldukça düşüktür. ÖM ve BÇ sularında en yüksek HANOP Mart numunesinde (ÖM: 9,1 µg/L, BÇ: 16,5 µg/L) en düşük konsantrasyonlar ise Haziran numunesinde (ÖM: 4,3 µg/L, BÇ: 3,7 µg/L) tespit edilmiştir. ÖM ortalama HANOP: 6,8 BÇ ortalama HANOP ise 7,2 µg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki kaynakta da sırasıyla DCAN ve takiben DBAN türleri diğer türlere göre daha fazla oluşmuştur. BCAN ve TCAN ise daha düşük konsantrasyonlarda oluşmuş bazı numunelerde ise tespit edilememiştir. ÖM için

türsel dağılım EK-C Şekil C.21 BÇ için ise Şekil C.22’de verilmiştir. Bu çalışmadaki bulguların Baytak ve diğ., (2007) ve Baytak ve diğ., (2008)’de elde edilen bulgularla paralellik gösterdiği görülmekte olup THMOP’de olduğu gibi bromürlü türlerin klorürlü türlere göre daha düşük mertebelerde olduğu bununda sulardaki bromür konsantrasyonunun düşük mertebelerde olmasından ileri geldiği görülmektedir. Hamsuların SHANOP ($\mu\text{gHAN/mg}\text{ÇOK}$) hesaplanmış ve SUVA_{254} değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya ait şekiller EK-C’de ÖM için Şekil C.23’de BÇ için Şekil C.24’de verilmiştir. Şekillerden BC hamsuyunda SHANOP SUVA_{254} ilişkisinin daha uyumlu olduğu ÖM hamsuyunda ise tespit edilen SHANOP’nin SUVA_{254} ile uyumlu bir trend oluşturmadığı görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında ÖM ve BÇ suyunda ölçülen HK’lar olan 1,1-Dikloropropanon (DCP) ve 1,1,1- Trikloropropanon (TCP) toplamının örnekleme periyodundaki konsantrasyon değişimleri aşağıdaki Şekil 6.8’de verilmiştir.

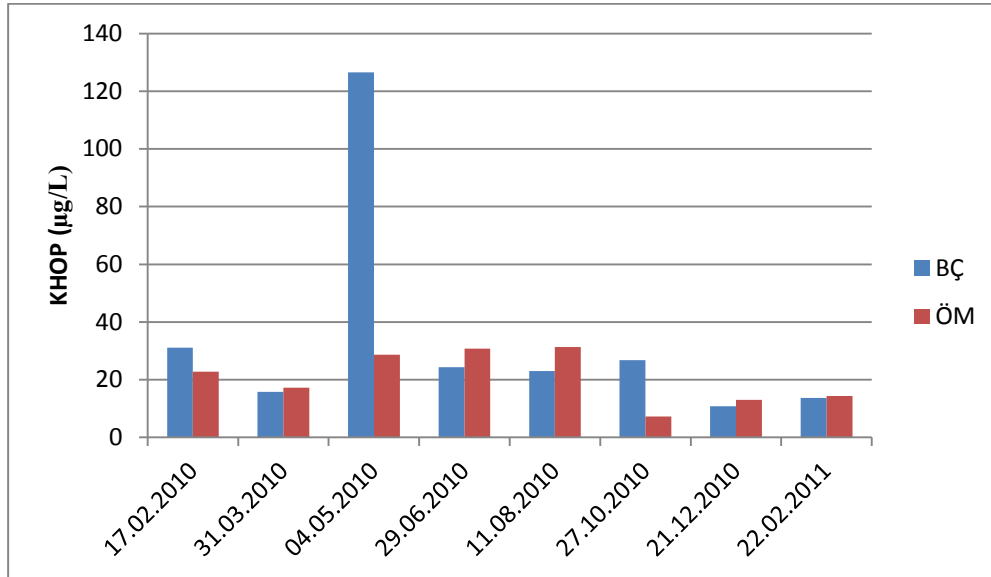


Şekil 6.8: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki HKOP’lerinin dağılımları.

Örnekleme periyodunda ölçülen HKOP konsantrasyonlarının THM, HAA ve HAN konsantrasyonlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ÖM hamsuyunda en yüksek konsantrasyon Ağustos numunesinde ($8,3 \mu\text{g/L}$) elde edilirken, BÇ numunesinde ise Mayıs ayında ($6,08 \mu\text{g/L}$) elde edilmiştir. En düşük HKOP konsantrasyonları ise ÖM hamsuyunda Şubat 2010 ($2,33 \mu\text{g/L}$), BÇ için ise Şubat 2011 ($3,80 \mu\text{g/L}$) numunesinde tespit edilmiştir. Yaz ayları haricinde genel olarak BÇ hamsuyunda ÖM’ye göre HKOP konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu

görülmektedir. Örnekleme döneminde ÖM hamsuyunda ortalama HKOP konsantrasyonu 4,58 µg/L, BÇ'de ise 5,10 µg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki suda da örnekleme döneminde TCP, DCP'ye göre daha yüksek konsantrasyon değerlerine sahiptir. Baytak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada İzmir'in farklı ilçelerinde şebekede HKOP ölçümü gerçekleştirilmiş olup en yüksek konsantrasyonların yeraltı suyunda elde edildiği görülmüştür. İzmir genelinde HKOP'nin şebekede 0,24-10,4 µg/L aralığında değiştiği görülmektedir. Bu kapsamda İstanbul'da şebekede ölçülecek değerlerin de İzmir'de ölçülen sonuçlara benzer olacağı söylenebilir.

Tez çalışması kapsamında ÖM ve BÇ suyunda ölçülen diğer bir DYÜ KH'dir (trikloroasetaldehit). KH'nin örnekleme periyodundaki konsantrasyon değişimleri aşağıdaki Şekil 6.9'da verilmiştir.



Şekil 6.9: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki KHOP'lerinin dağılımları.

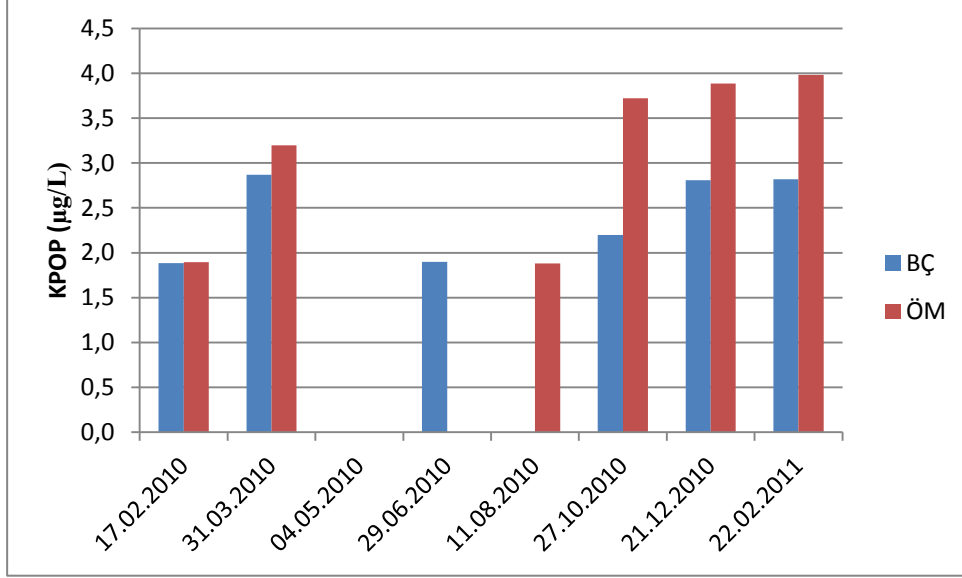
Örnekleme periyodunda ölçülen KHOP konsantrasyonlarının; THM, HAA konsantrasyonlarından daha düşük olduğu ancak HAN ve HK konsantrasyonlarından daha yüksek mertebelerde olduğu tespit edilmiştir. ÖM hamsuyunda en yüksek konsantrasyon Ağustos numunesinde (31,36 µg/L) elde edilirken, BÇ numunesinde ise Mayıs ayında (126,47 µg/L) elde edilmiştir. Sonuçlardaki bu dönemsel değişimler HKOP sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir. En düşük KHOP konsantrasyonları ise ÖM hamsuyunda Ekim 2010 (3,72 µg/L), BÇ için ise Aralık 2010 (10,80 µg/L) numunesinde tespit edilmiştir. Yaz ayları haricinde genel olarak BÇ hamsuyunda

ÖM'ye göre HKOP konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Örnekleme döneminde ÖM hamsuyunda ortalama KHOP konsantrasyonu 20,68 µg/L, BÇ'de ise 33,99 µg/L olarak tespit edilmiştir. BÇ suyundaki ortalama değerin yüksek çıkmasında Mayıs ayında tespit edilen yüksek konsantrasyon etkili olmuştur. Bu kapsamda bu değerlerde ölçüm hatası olabilme ihtimali bulunabilmekle birlikte, Aydın ve diğ., 2012 tarafından BÇ'de yapılan çalışmada THMOP ve NDMAOP ölçümlerinde elde edilen değerlerin geniş bir aralıkta değiştiği rapor edilmiştir. Bunun nedeni olarakta noktasal ya da yayılı antropojenik kirlilik kaynakları (evsel ya da endüstriyel deşarjlar, tarım kaynaklı kirlilik) gösterilmiştir. Bu kapsamda konunun daha detaylı olarak araştırılması gerekmektedir.

Hamsuların SKHOP (µgKH/mgÇOK) hesaplanmış ve SUVA₂₅₄ değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya ait şekiller EK-C'de ÖM için Şekil C.29 BÇ için Şekil C.30'de verilmiştir. Şekillerden BC hamsuyunda SHANOP SUVA₂₅₄ ilişkisinin ÖM göre daha uyumlu olduğu ÖM hamsuyunda ise tespit edilen SHANOP'nin SUVA₂₅₄ ile uyumlu bir eğilim oluşturmadığı görülmektedir.

KH humik ve fulvik asit gibi organik öncü bileşikleri içeren suların klorlanması sonucu oluşabildiği gibi klorlama prosesi içeren atıksu arıtma tesisleri, ilaç hammaddesi olarak KH üreten tesisler ve insektisit ve herbisit gibi pestisitlerin üretiminde KH kullanan tesislerden de kaynaklanabilmektedir Kanada'da 1995-1997 arasında yapılan çalışmalarda içme suyunda KH konsantrasyonunun 22,5 µg/L'ye kadar çıkabildiği ve genel olarak kış döneminde yaz dönemine göre daha yüksek konsantrasyonlar elde edildiği rapor edilmiştir. Amerika'da su kaynaklarındaki ortalama KH konsantrasyonunun 5 µg/L mertebesinde olduğu, şebekede rapor edilen değerlere bakıldığında ise 0,5 µg/L'den 92 µg/L'ye kadar çıkan değerlerin olduğu görülmektedir. Yüzeysel sulardaki KH içeriği (ortanca 4 µg/L) yeraltı sularına göre (ortanca 0,5 µg/L) daha yüksektir (Cotruvo ve diğ., 2005.). Tez kapsamında bulunan sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında BÇ hamsuyunda Mayıs ayında elde edilen değer haricinde genel olarak sulardaki KHOP'nin literatürle benzer mertebelerde olduğu görülmektedir. Krasner ve diğ., (2005) tarafından yapılan çalışmada klorlama yerine alternatif dezenfektanların kullanılmasının DYÜ oluşumunu azalttığı ancak klor yerine kloramin ve ozon kullanan tesislerde KHOP'nin arttığının gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında ÖM ve BÇ suyunda ölçülen diğer bir DYÜ KP'dir Bu yanürün trikloronitrometan olarak da isimlendirilebilmektedir. KP'nin örnekleme periyodundaki konsantrasyon değişimleri aşağıdaki Şekil 6.10'da verilmiştir.



Şekil 6.10: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki KPOP'lerinin dağılımları.

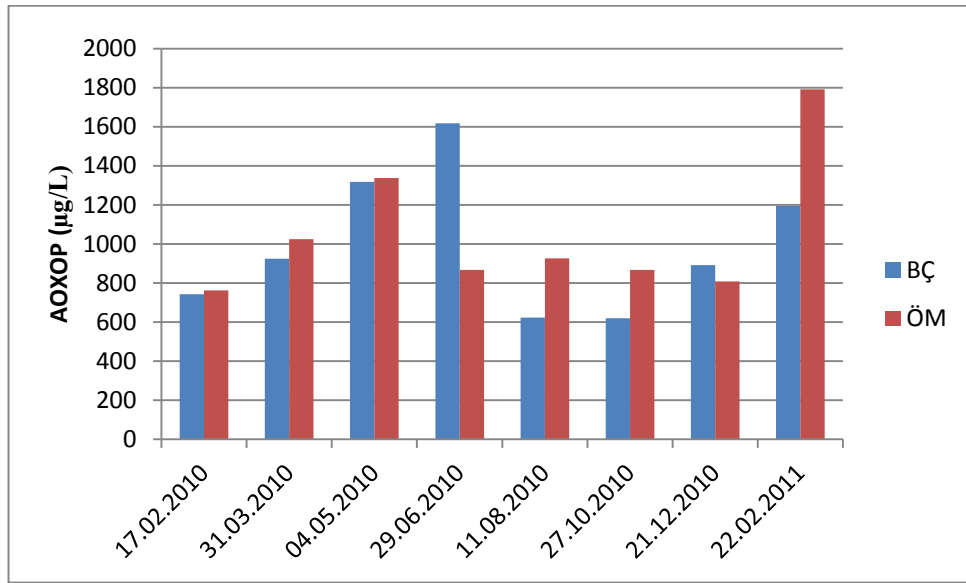
Örnekleme periyodunda ölçülen KPOP konsantrasyonları mertebe olarak ölçülen yan ürünler içerisinde oluşum potansiyeli en düşük tür olarak tespit edilmiştir. Şekil 6.10'dan görüldüğü üzere her iki suda da bazı aylarda KP konsantrasyonu tayin limiti altında kalmıştır. ÖM hamsuyunda en yüksek konsantrasyon Şubat 2011 numunesinde (3,98 µg/L) elde edilirken, BÇ numunesinde ise Şubat 2010 numunesinde (2,87 µg/L) elde edilmiştir. Genel olarak aromatikliği yüksek olan ÖM suyunda KPOP (ortalama 2,32 µg/L) BÇ'ye (ortalama 1,81 µg/L) göre daha yüksek mertebededir. Her iki suda da en düşük değerler yaz aylarında elde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dönemsel bazda THMOP sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. ÖM'de Mayıs ve Haziran 2010 tarihlerinde BÇ'de ise Mayıs ve Ağustos 2010 numunelerinde suda KPOP tespit edilememiştir.

Kloropikrin suya dezenfeksiyon amaçlı verilen klorun sudaki humik asitler, amonoasitler ve nitrofenollerle reaksiyonu sırasında oluşmaktadır. Sudaki nitrat içeriği oluşumu arttırmaktadır. İçmesuyunda bulunmakla birlikte indirgeyici maddelerin varlığında kloroformadönüşmektedir. Literatürde 36 tesiste yapılan çalışmada ortalama konsantrasyon 0,6 µg/L, maksimum konsantrasyonda 5,6 µg/L olarak tespit edilmiştir (Fawel, 2003).

Hamsuların SKHOP ($\mu\text{gKH/mg}\text{ÇOK}$) hesaplanmış ve SUVA_{254} değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya ait şekiller EK-C’de ÖM için Şekil C.31 BÇ için Şekil C.32’de verilmiştir. Şekillerden ÖM hamsuyunda SHANOP SUVA_{254} ilişkisinin BÇ’ye göre daha uyumlu olduğu görülmektedir.

6.1.2.4 AOXOP analizleri

Yapılan çalışma kapsamında klorlama işlemi sonrasında her iki su kaynağında da oluşan tüm halojenli DYÜ’lerin toplamını temsil etmesi bakımından AOXOP ölçülmüştür. Örnekleme döneminde ÖM ve BÇ sularının AOXOP değişimleri aşağıda Şekil 6.11’de verilmiştir.

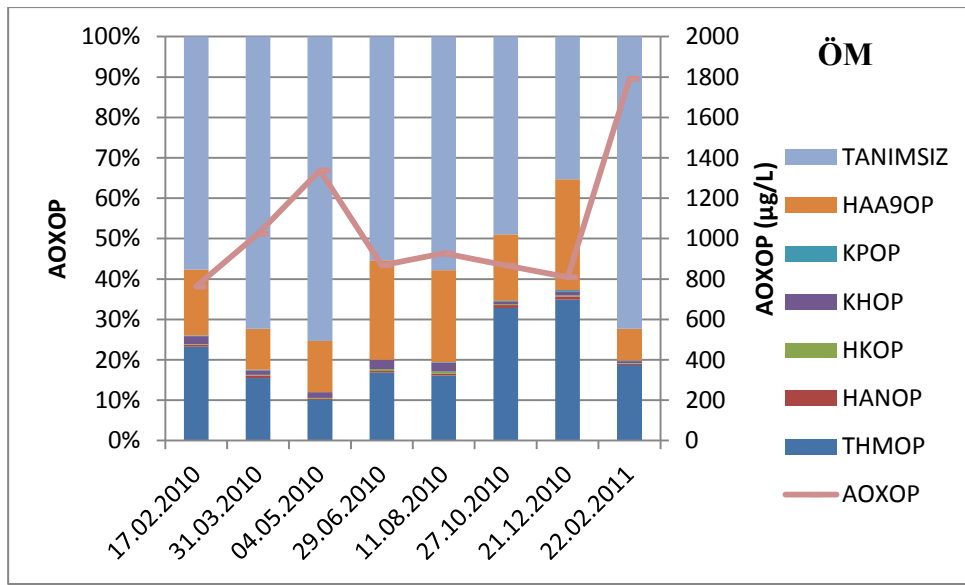


Şekil 6.11: ÖM ve BÇ hamsularının örnekleme dönemindeki AOXOP’lerinin dağılımları.

Şekilden görüldüğü üzere heriki suyun AOXOP değerleri mevsimsel bazda değişim göstermektedir. ÖM hamsuyunda en yüksek AOXOP konsantrasyonları Şubat 2011’de (1791,40 $\mu\text{g/L}$) ve Mayıs 2011 (1337,80 $\mu\text{g/L}$) numunelerinde, BÇ’de ise Haziran (1618,40 $\mu\text{g/L}$) ve yine Mayıs 2011 (1318,20 $\mu\text{g/L}$) numunelerinde tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyonlar ise ÖM’de Şubat 2010 (762,40 $\mu\text{g/L}$) BÇ’de ise Ağustos (620 $\mu\text{g/L}$) ve Ekim (624 $\mu\text{g/L}$) 2010 numunelerinde görülmüştür. Haziran ve Aralık 2010 numuneleri haricinde genel olarak ÖM hamsuyu AOXOP’sinin BÇ hamsuyuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum diğer DYÜOP’lerle benzerlik göstermekte olup, ÖM’nin BÇ’ye göre aromatikliğinin yüksekliğinden ileri gelmektedir. ÖM hamsuyunda AOXOP’nin örnekleme dönemi

ortalaması 1048,39 µg/L'dir. BÇ hamsuyunda ise AOXOP'nin örnekleme dönemi ortalaması 992,05 µg/L'dir.

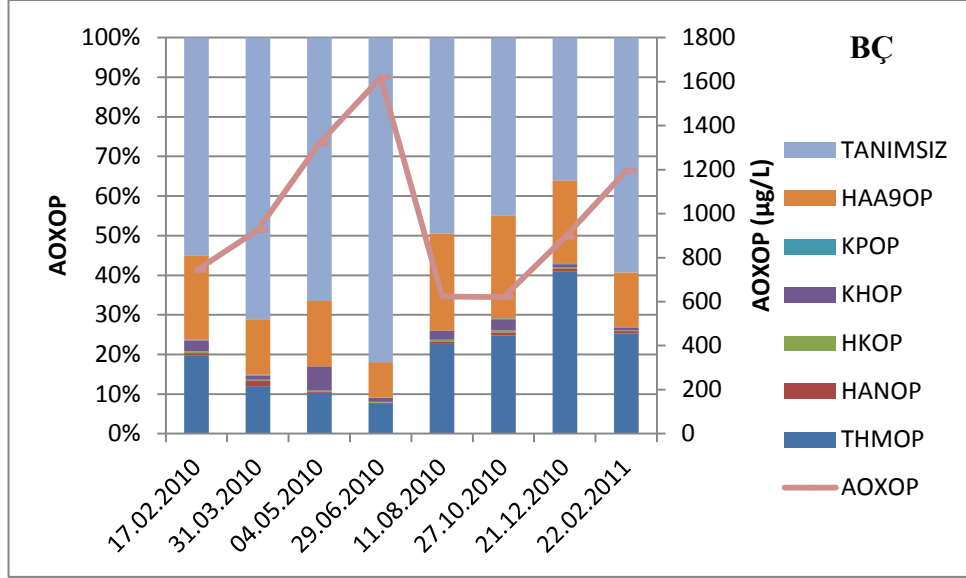
Çalışma kapsamında klorlama sonrası oluşan DYÜ'lerin her birinin konsantrasyonu klorür eşdeğeri cinsinden hesaplanmış ve her numune için elde edilen değerler toplanarak o numunenin AOXOP'si ile oranlanmıştır. Böylelikle ölçülen AOXOP'nin ne kadarının tanımlanabildiği ve ne kadarının tanımlanamadığı belirlenmiştir. ÖM ve BÇ hamsularında örnekleme dönemi boyunca tanımlanan türlerin ve tanımlanamayan kısmın AOXOP içindeki yüzdesel dağılımları aşağıda Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'de verilmiştir.



Şekil 6.12: ÖM hamsuyunda AOXOP'yi oluşturan türlerin yüzdesel dağılımları.

ÖM hamsuyuna bakıldığında türsel bazda AOX'e en önemli katkının THM ve HAA₉ grupları tarafından verildiği görülmektedir. THMOP'nin genel olarak AOXOP'ye katkısı %10,1 (Mayıs)-%34,9 (Aralık) aralığında değişmekte olup izleme döneminde ortalama katkı %21 olarak tespit edilmiştir. THMOP'yi takiben AOXOP'ye ikinci en önemli katkı HAAOP'dir. Genel olarak izleme döneminde AOXOP'ye katkısı %7,8 (Şubat 2011) ile 27,4 (Aralık) aralığında değişmekte olup, izleme dönemi ortalaması ise %17,3 olarak tespit edilmiştir. Diğer türlerin AOXOP'ye katkısı ise %1,1 (Şubat 2011)-%3,3 (Ağustos) aralığında değişmekte olup, izleme dönemi ortalaması %2,3'dür. ÖM hamsuyunda izleme döneminde tanımsız kısım ise %35,3 (Aralık) ile %75,3 (Mayıs) aralığında değişmekte olup ortalaması %59,4'dür. Bu sonuçlar ölçülen türlere rağmen suyun içinde türsel bazda tanımlanamayan önemli bir yan ürün potansiyeli olduğunu göstermektedir.

BÇ hamsuyuna bakıldığında türsel bazda AOX'e en önemli katkının ÖM'ye bezer olarak THM ve HAA₉ grupları tarafından verildiği görülmektedir. THMOP'nin genel olarak AOXOP'ye katkısı %7,7 (Haziran)-%41 (Aralık) aralığında değişmekte olup izleme döneminde ortalama katkı %20,4 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.13: BÇ hamsuyunda AOXOP'yi oluşturan türlerin yüzdesel dağılımları.

THMOP'yi takiben AOXOP'ye ikinci en önemli katkı HAAOP'dir. Genel olarak izleme döneminde AOXOP'ye katkısı %9 (Haziran) ile 25,9 (Ekim) aralığında değişmekte olup, izleme dönemi ortalaması ise %18,2 olarak tespit edilmiştir. Diğer türlerin AOXOP'ye katkısı ise %1,4 (Haziran)-%6,7 (Mayıs) aralığında değişmekte olup, izleme dönemi ortalaması %3,3'dür. BC hamsuyunda izleme döneminde tanımsız kısım ise %36 ile %81,9 aralığında değişmekte olup ortalama değer %58'dir. Bu sonuçlar ÖM ile karşılaştırıldığında, suda tanımlanamayan türlerin ve THM ve HAA dışındaki diğer türlerin BÇ'de ÖM'ye göre AOXOP'nin daha büyük bir yüzdesini oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Literatürde Kristina ve diğ., (2009) tarafından yapılan çalışmada NOM fraksiyonlarının klorlama ve kloraminleme sonrası halojen bazında TOXOP'leri incelenmiştir. Yapılan çalışmada klorlama sonrası oluşan THMOP'nin TOXOP'nin %47'ye kadar kısmını oluşturduğu, kloraminde THMOP oluşumunun %7 civarına düştüğü ancak kloraminde THM dışı DYÜ'lerin klora göre daha fazla oluştuğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada literatürde farklı çalışmalarda ise TOXOP'nin türsel bazda ancak %50'sinin belirlenebildiği belirtilmiştir. Krasner ve diğ., (2006) tarafından yapılan çalışmada Amerika'da 12 içmesuyu arıtma tesisinde DYÜOP

araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ABD’de ki yönetmeliklerde mevcut olan DYÜ’ler yanında potansiyel toksisitesi yönünden yüksek öneme sahip 50’den fazla DYÜ’de araştırılmıştır. Araştırılan bu öncelikli DYÜ’ler içinde tez çalışmasına da konu olan HAN’lar HK’lar KH ve KP’de bulunmaktadır. Bu DYÜ’ler ile ilgili elde edilecek sayısal verilerin ileride bunların sağlık etkileri üzerine yapılacak araştırmalara altlık temin etmesi amaçlanmıştır. Çalışmada klor yerine alternatif dezenfektanların kullanılmasının THMOP, HAAOP (3 halojenliler) ve TOXOP’yi azalttığı belirtilmiştir. Literatürde daha önce yapılan çalışmalarda TOXOP’nin türsel bazda %30-60 aralığındaki kısmının türsel bazda belirlenebildiği kendi çalışmalarında ise ölçülen DYÜ’lerin TOXOP’nin%30-39 aralığındaki kısmını oluşturduğu belirlenmiştir. Kim ve Yu, (2005) tarafından yapılan çalışmada ise Kore’deki HAN Nehri’nde ki DOM’ların karakterizasyonu yapılmış ve UF ve NF membranları ile giderimleri çalışılmıştır. Hidrofilik karakteri yüksek suda klorlama sonrası ölçülen TOXOP’nin %26’sını THM’lerin %43’ünü HAA’ların oluşturduğu, yani TOXOP’nin %69’luk kısmının tanımlanabildiği, tanımlanamayan türlerin ise %31 mertebesinde olduğu görülmüştür. Ateş ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye’deki 29 farklı yüzey su kaynağında DYÜ oluşumu incelenmiş olup sularda oluşan THM ve HAA’ların toplamda AOXOP’nin %10 ile %56 aralığındaki kısmını oluşturduğu ve bu türler dışındaki DYÜ’lerin araştırılmasının gerektiği rapor edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçülen en yüksek AOXOP’nin 652 µg/L ile BÇ suyunda ölçüldüğü rapor edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında bulunan değerlerin literatüre oranla zaman zaman düşük kaldığı tanımlanan türlerin %18 civarına kadar düşebildiği görülmektedir. Kim ve Yu, (2005) tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak ise THM’lerin HAA’lardan daha yüksek yüzde dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Hem ÖM hem BÇ’de AOXOP dağılımının mevsimsel olarak değişim gösterdiği ve tanımsız türlerin bahar mevsiminde en yüksek düzeye çıktığı görülmektedir. Ateş ve diğ., (2007)’de rapor edildiği ve bir miktar daha geliştirildiği üzere suda tanımlanamayan türler mevsimsel bazda oldukça geniş bir aralıkta değişmekte ve bu konunun ayrıca araştırılması gerekmektedir. Yine anılan çalışmada belirtildiği üzere THM, HAA ve AOX oluşum trendleri arasında önemli bir ilişki görülmemiş olup bu da suda THM, HAA ve AOX öncü bileşiklerinin farklılaştığını göstermektedir.

6.2 Kimyasal Fraksiyonlama Çalışmaları ve DYÜOP Analizleri

6.2.1 Hamsuların kimyasal fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi

Su kalite analizlerini takiben su kaynaklarından alınan numuneler asitlendirilmiş ve pH=2'ye getirilmiştir. Numuneler daha sonra ardışık olarak DAX-8 ve XAD-4 reçinelerinden süzülerek hamsuyun içindeki ÇOK'u oluşturan organik maddelerin ilgileri olan reçine üzerinde adsorplanması ve hidrofobik (HFO), transfilik (TFİ) ve hidrofilik fazlara ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra reçineler üzerinde tutulan organik maddeler 0,1 N NaOH çözeltisi ile desorbe edilmiş ve ilk hacme tamamlanmak suretiyle kimyasal fraksiyonlama işlemi tamamlanmıştır. Fraksiyonlamayı takiben fazlarda ÇOK ve UV₂₅₄ ölçümleri yapılmak suretiyle fazların kimyasal karakterizasyonları çıkartılmıştır. Daha sonra hamsulardaki organik madde kütlesi, kimyasal fazlardaki organik madde kütlesine oranlanmak suretiyle her numune için ÇOK geri kazanım oranları belirlenmiş ve aşağıdaki Çizelge 6.2'de verilmiştir.

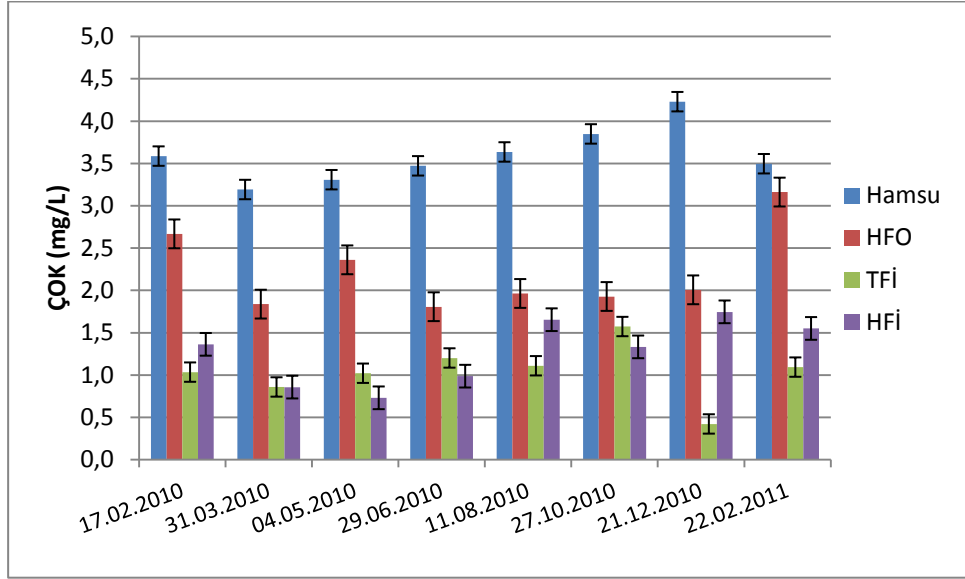
Çizelge 6.2: Kimyasal fraksiyonlama işlemi kapsamında elde edilen % geri kazanılan ÇOK oranları.

Aylar	% geri kazanım	
	ÖM	BÇ
17.02.2010	118,9	115,5
31.03.2010	106,0	94,6
04.05.2010	106,7	105,6
29.06.2010	93,2	88,9
11.08.2010	101,9	88,1
27.10.2010	97,4	96,8
21.12.2010	86,6	84,8
22.02.2010	140,1	117,8

Kitiş ve diğ., (2002) tarafından yapılan çalışmada geri kazanımda elde edilen düşük sonuçların çalışma sırasındaki kütle kayıplarını gösterdiği, yapılan pozitif hataların ise analitik hatalar ya da sulardaki ÇOK konsantrasyonlarının düşük mertebelerde olmasından dolayı düşük organik madde kütleleriyle çalışılmasının bir sonucu

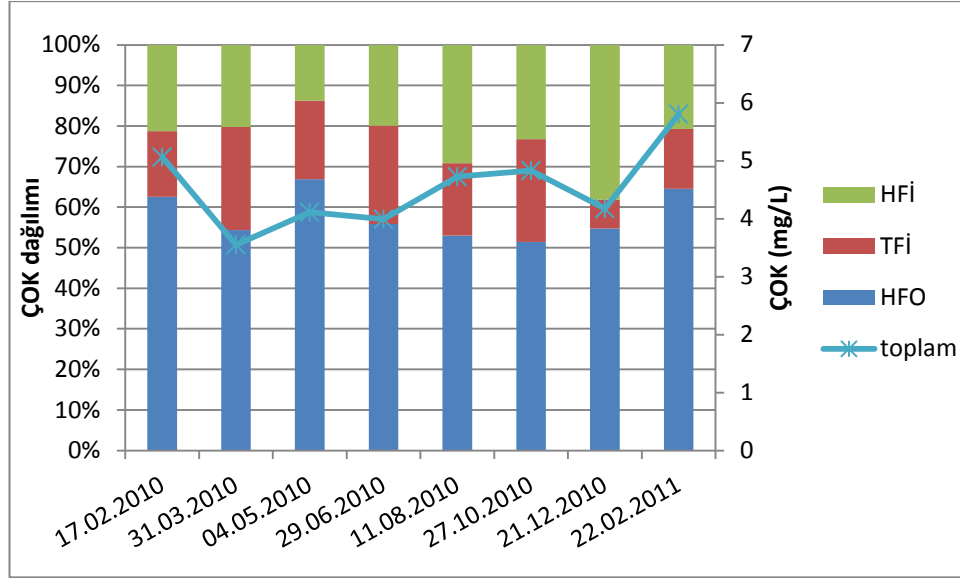
olduğu rapor edilmiştir. Anılan çalışmada reçine adsorpsiyonunda geri kazanım yüzdelerinin %89,9-%105,6 aralığında değiştiği görülmektedir.

Fraksiyonlama işleminden sonra suda ÇOK ve UV₂₅₄ ölçümleri yapılarak fraksiyonların karakterizasyonları çıkartılmıştır. ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları aşağıdaki Şekil 6.14’de verilmiştir.



Şekil 6.14: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.

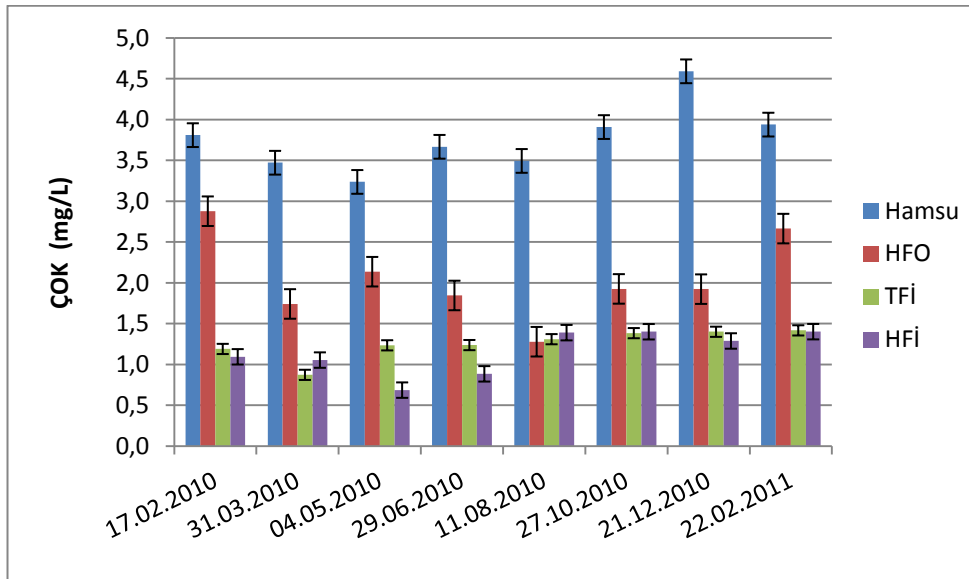
Şekilden görüldüğü üzere hamsuyun ÇOK dağılımının 2010 Aralık ayı numunesi haricinde 4 mg/L’nin altında kaldığı görülmektedir. Konsantrasyon bazında HFO fazı örnekleme döneminde diğer fazlara göre daha yüksek mertebededir. Konsantrasyonlardan hareketle ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların kütlece yüzdesel dağılımları ve fraksiyonların ÇOK toplamaları ise Şekil 6.15’de verilmiştir. Şekil 6.15 incelendiğinde, ÖM hamsuyunda örnekleme döneminde HFO fraksiyonunun baskın fraksiyon olduğu anlaşılmaktadır. Fraksiyonun kendi içinde değişimine bakıldığında ise 2010 Ekim ayı numunesinde %51 ile en düşük, 2010 Mayıs ayında ise %67 ile en yüksek düzeye ulaştığı ve mevsimsel değişim gösterdiği görülmektedir. HFO fazı ÖM hamsuyunda ÇOK’un ortalama %58’ini oluşturmaktadır. TFİ ve HFİ fraksiyonları incelendiğinde ise, HFİ fazının (ortalama: %23) TFİ fazına (ortalama: %19) göre daha baskın olduğu ve her iki fazın da HFO fazı gibi izleme periyodunda değişkenlik sergilediği anlaşılmaktadır.



Şekil 6.15: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.

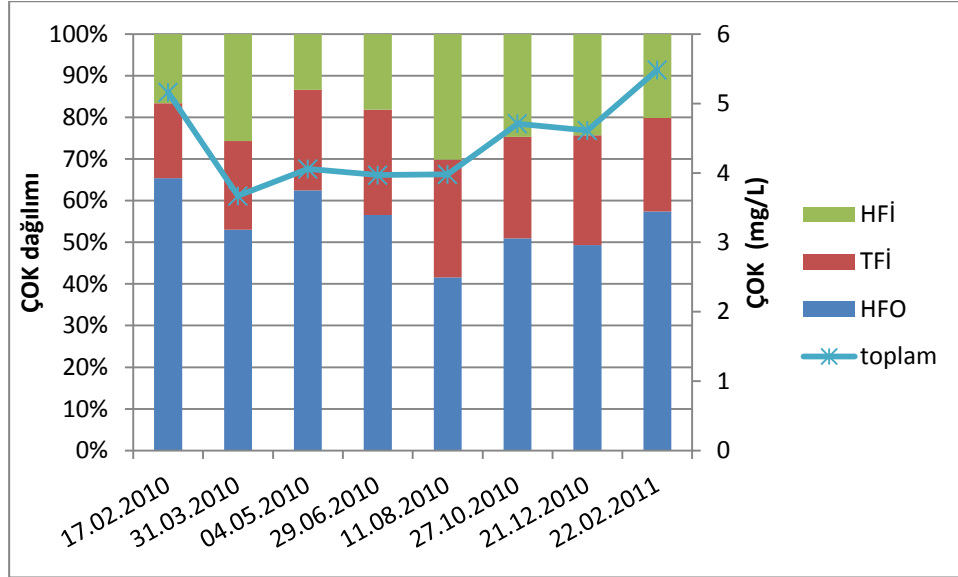
TFİ fazının 2010 yılı Aralık ayında %7 ile en düşük, Mart ve Ekim aylarında ise %25 ile en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. HFİ fraksiyonunun ise Mayıs ayında %14 ile en düşük, Aralık ayında ise %38 ile ÇOK içeriğindeki en yüksek düzeyine çıktığı görülmektedir.

BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örneklem dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları ise aşağıdaki Şekil 6.16'da verilmiştir.



Şekil 6.16: BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örneklem dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.

ÖM hamsuyunda görülen duruma benzer olarak BÇ hamsuyunda da ÇOK konsantrasyon dağılımının 2010 Aralık ayı numunesi haricinde 4 mg/L'nin altında kaldığı görülmektedir. Konsantrasyon bazında ÖM'ye benzer şekilde HFO fazı örnekleme döneminde diğer fazlara göre daha yüksek mertebededir. Fraksiyonların kütlece yüzdesel dağılımları ise Şekil 6.17'de verilmiştir.



Şekil 6.17: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.

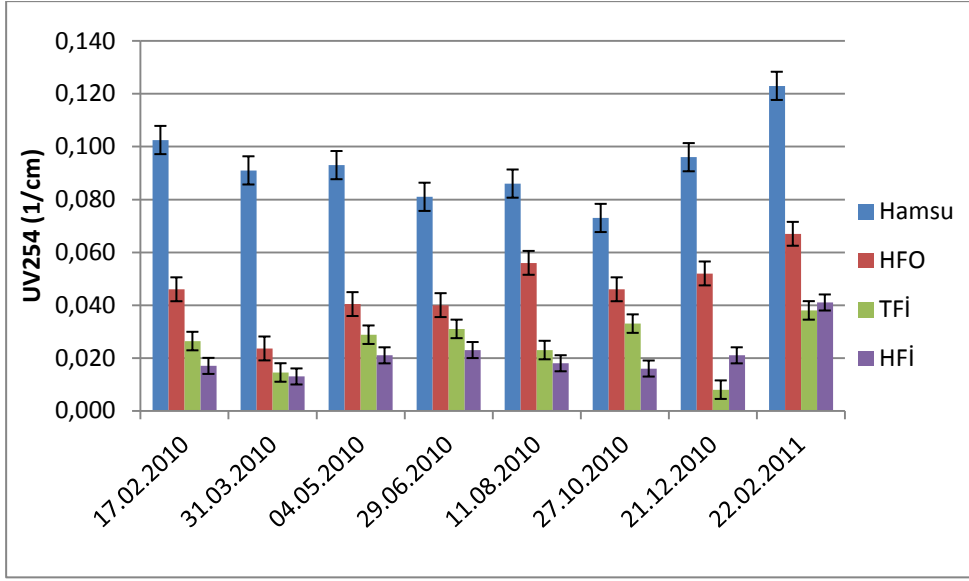
Şekil 6.17 incelendiğinde, BÇ hamsuyunda ÖM hamsuyuna benzer olarak örnekleme döneminde HFO fraksiyonu baskın fraksiyondur. Şekilden fazın mevsimsel olarak değişim gösterdiği görülmektedir. HFO fraksiyonu 2010 Ağustos ayı numunesinde %42 ile en düşük, 2010 Şubat ayında ise %65 ile en yüksek düzeye ulaşmaktadır. HFO fazı BÇ hamsuyunda ÇOK'un ortalama %55'ini oluşturmaktadır. TFİ ve HFİ fraksiyonları incelendiğinde ise, ÖM'deki durumun tersine TFİ fazının (ortalama: %24) HFİ fazına (ortalama: %22) göre daha baskın olduğu ve her iki fazın HFO fazına benzer şekilde izleme periyodunda değişkenlik gösterdiği görülmektedir. TFİ fazının 2010 yılı Şubat ayında %18 ile en düşük, Ağustos ayı numunesinde ise %28 ile en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. HFİ fraksiyonun ise Mayıs ayında %13 ile en düşük, Ağustos ayında ise %30 ile ÇOK içeriğindeki en yüksek düzeyine çıktığı belirlenmiştir.

İki su kaynağındaki en önemli benzerlik her ikisinde de HFO fraksiyonunun yani aromatik yapının baskın olmasıdır. Bu benzerlik dışında bir farklılık ise, ÖM'de HFO fraksiyonunu takiben HFİ fraksiyonunun gelmesiyle, BÇ'de ise HFO

fraksiyonunun takiben ikinci baskın fraksiyon TFİ fraksiyonudur. TFİ fraksiyonu yapısal olarak HFİ fraksiyonuna göre daha aromatik yapıdadır. Yan ürün oluşumunun artışında aromatiklik önemli bir parametredir.

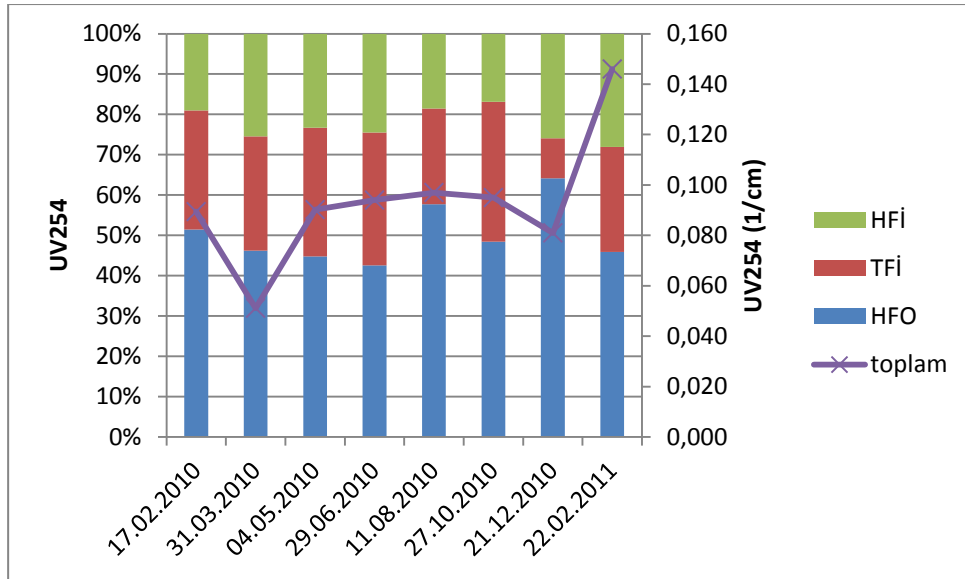
ÖM ve BÇ’de bulunan sonuçlara benzer ve farklı sonuçlar literatürde mevcuttur. Wei ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada Güney Çin’deki önemli bir su kaynağı olan East Gölü’ndeki ÇOK karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Tez çalışmasındakine benzer şekilde HFO asit fazının baskın faz olduğu, bu fazı takiben HFİ fazının geldiği çalışmada tespit edilmiştir. HFO asit fazının tek başına sudaki ÇOK’un %30’dan HFİ fraksiyonunda %20’den fazlasını oluşturduğu, TFİ asit kısmının ise ÇOK’un yaklaşık %15’lik kısmını oluşturduğu raporlanmıştır. Bu yapıların genel olarak göllerde ÇOK’un önemli bir kısmını oluşturduğu, kaynağının da bitki ya da toprak kaynaklı olduğu rapor edilmiştir. Bu su kaynağını besleyen East Nehri’nin organik madde profilinin de göle benzer olduğu ve göldeki profilin oluşmasında esas teşkil ettiği belirtilmiştir. Chiang ve diğ., (2002) tarafından yapılan çalışmada da incelenen yüzeysel su kaynaklarında HFO yapılarının HFİ yapılarına göre daha baskın olduğu rapor edilmiştir. Kitis ve diğ., (2002) tarafından yapılan çalışmada da Amerika’da ki 2 farklı yüzeysel su kaynağı (Tomhannock ve Myrte Beach) incelenmiş olup bunlardan Myrte Beach kaynağında HFO faz daha baskınken diğer kaynakta tam tersi durum söz konusu olup HFİ fazı daha baskın olarak tespit edilmiştir. Leenheer ve Croue (2003) tarafından yapılan çalışmada da ÇOM yapılarının topraktaki humus yapısıyla benzerlik gösterdiği, genel olarak nehir yapılarında humik yapıların ÇOM’un %50 civarında kısmını oluşturduğu rapor edilmiştir. Bu durum Uyak ve diğ., (2008)’de yapılan çalışmayı da doğrulamaktadır. İstanbul’daki su kaynaklarını çevreleyen havzalardaki erozyon ve ormanların tahribatının yağışların da etkisiyle sudaki organik madde karakterini doğrudan etkilediği görülmektedir. Ayrıca bu benzerlik ve farklılıklar her su kaynağının kendine özgü bir yapısı olduğunu göstermektedir.

Sularda fraksiyonların ÇOK dağılımlarının belirlenmesinden sonra UV₂₅₄ ölçümleri yapılmak suretiyle karakterizasyona devam edilmiştir. ÖM hamsuyu ve fazlarının izleme dönemi UV₂₅₄ absorbans ölçümleri aşağıda Şekil 6.18’de verilmiştir. Absorbans ölçümlerinden görüldüğü üzere ÖM hamsuyu ve fazlarının UV₂₅₄ değerleri de ÇOK değerlerine benzer olarak mevsimsel olarak değişmektedir.



Şekil 6.18: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV_{254} absorbans dağılımları.

Şekil 6.18 incelendiğinde HFO fazının diğer fazlara göre daha yüksek absorbans değerleri verdiği görülmektedir. Fraksiyonların UV_{254} absorbans değerlerinden hesaplanan yüzdesel dağılımları ise aşağıda Şekil 6.19’da verilmiştir.

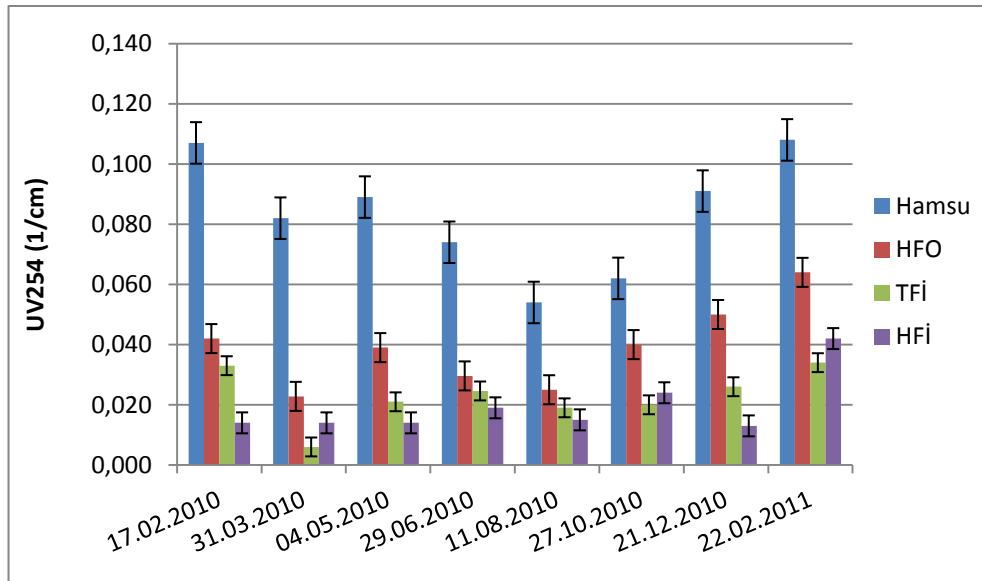


Şekil 6.19: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorbanslarının yüzdesel dağılımları.

ÇOK sonuçlarına benzer olarak ÖM hamsuyundan alınan numunelerin UV_{254} absorbans değerleri de izleme döneminde değişim göstermektedir. UV_{254} dağılımına en önemli katkı HFO fraksiyonundan gelmektedir. Örnekleme döneminde HFO fazı absorbans dağılımı Aralık ayı numunesinde %64’le en yüksek düzeye çıkarken

Haziran ayında ise %43 ile en düşük düzeyine inmiştir. İzleme dönemi ortalama katkısı ise %50 olarak tespit edilmiş olup fazın absorbans değerleri örnekleme döneminde değişkenlik göstermiştir. Diğer fazlara bakıldığında ise TFİ fazının Aralık ve Şubat 2011 numuneleri haricinde HFİ'ye göre UV₂₅₄ absorbansına katkısının daha yüksek olduğu görülmektedir. TFİ fazının izleme döneminde UV₂₅₄ absorbansına katkısı ortalama %27, HFİ fazının ise ortalama katkısı %23'dür. Bu durum ÖM hamsuyu ÇOK sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, HFİ fazının TFİ fazına göre ÇOK'un daha büyük bir yüzdesini oluşturmalarına rağmen UV absorbansı olarak daha düşük mertebede kaldığı görülmektedir. Bunun ana nedeni TFİ fraksiyonunun da düşük moleküler ağırlıklı hidrofobik yapılar içermesi ve bu nedenle aromatikliğinin HFİ'den daha yüksek olmasıdır.

BÇ hamsuyu ve fazlarının izleme dönemi UV₂₅₄ absorbans ölçümleri aşağıda Şekil 6.20'de verilmiştir.

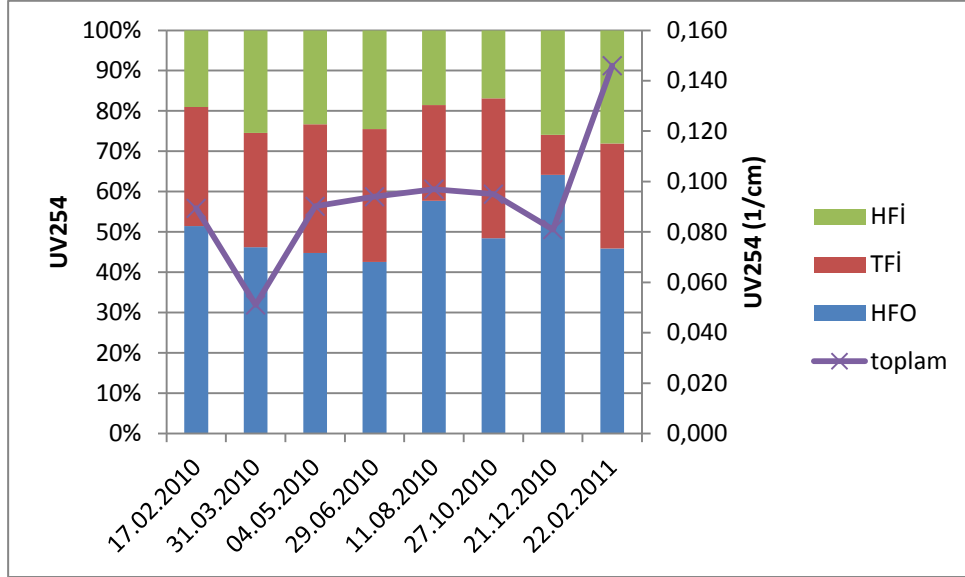


Şekil 6.20: BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV₂₅₄ absorbans dağılımları.

Şekil 6.20'den görüldüğü üzere BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarında UV₂₅₄ absorbans değerleri izleme döneminde mevsimsel değişim göstermektedir. Fraksiyonların UV₂₅₄ absorbans değerlerinden hesaplanan yüzdesel dağılımları ise aşağıda Şekil 6.21'de verilmiştir.

BÇ'de UV₂₅₄ dağılımına en önemli katkı ÖM'dekine bezer olarak HFO fraksiyonundan gelmektedir. Örnekleme döneminde HFO fraksiyonu absorbans dağılımı Aralık ayı numunesinde %54'le en yüksek düzeye çıkarken Haziran ayında

ise %40 ile en düşük düzeyine inmiştir. BÇ hamsuyunda HFO fraksiyonunun bu eğilimi ÖM hamsuyu ile benzerdir. HFO fraksiyonunun izleme döneminde UV_{254} 'e ortalama katkısı ise %48 olarak tespit edilmiştir.



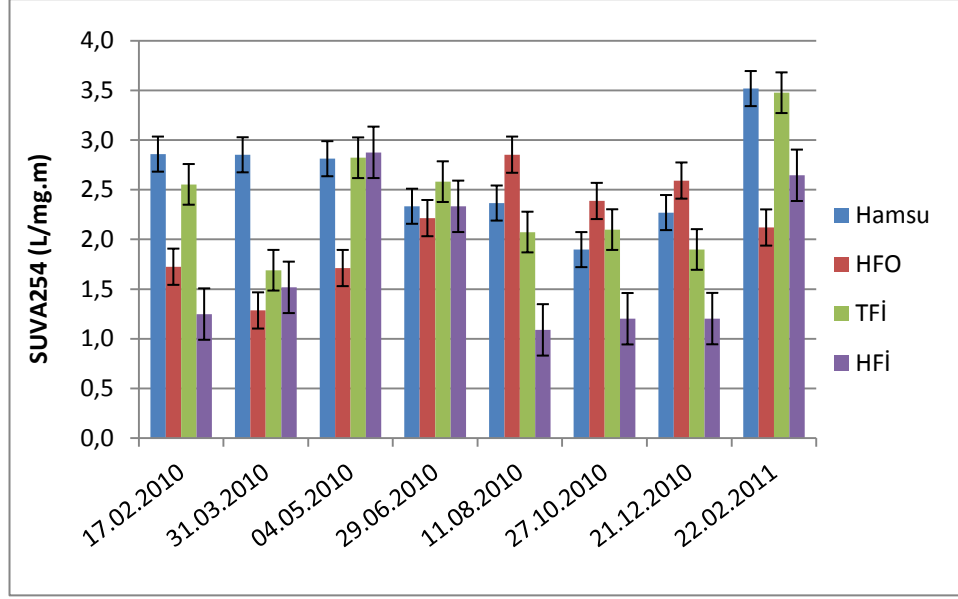
Şekil 6.21: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV_{254} absorpsiyonlarının yüzdesel dağılımları.

Diğer fazlara bakıldığında ise, TFI fazının Mart, Ekim ve Şubat 2011 numuneleri haricinde HFI'ye göre UV_{254} absorpsiyonuna katkısının daha yüksek olduğu görülmektedir. TFI fazının izleme döneminde UV_{254} absorpsiyonuna katkısı ortalama %28, HFI fazının ise ortalama katkısı %24'dür.

Her iki ham suyun ve fazlarının izleme dönemi ÇOK ve UV_{254} absorpsiyon dağılımlarındaki değişim eğilimi, suların mevsimsel olarak izlenmesi gerekliliğine işaret etmekte olup, tek bir aya ait numuneden yola çıkılarak suların ÇOK ve UV_{254} absorpsiyonlarının değerlendirilemeyeceğini göstermektedir. Ayrıca hamsuların UV_{254} absorpsiyon değerlerinde görülen eğilime paralel olarak, tüm fraksiyonlar yönünden de ÖM'de elde edilen absorpsiyon değerleri izleme döneminde BÇ'ye göre daha yüksek olmuştur.

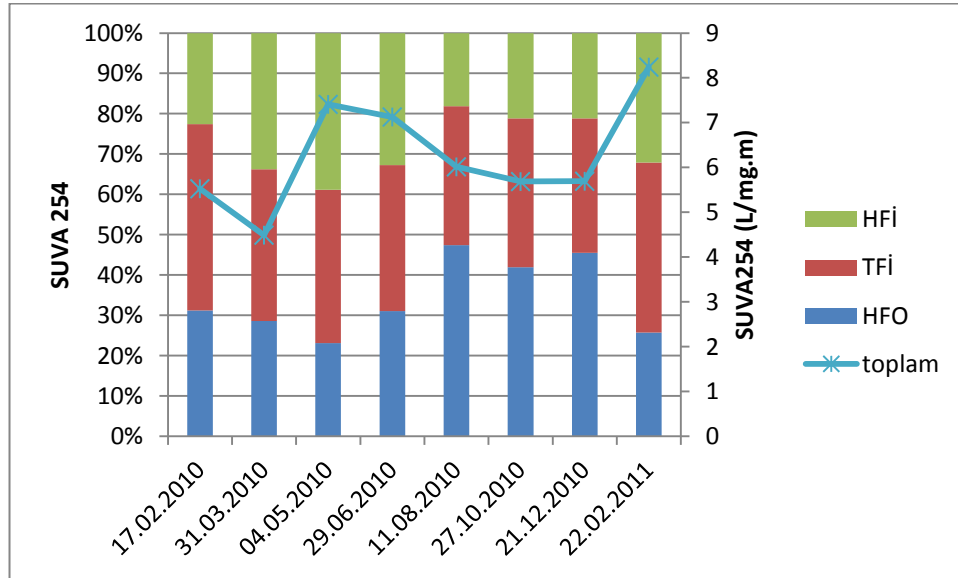
Hamsuların ve fraksiyonların ÇOK konsantrasyonları ve UV absorpsiyonlarından hareketle hesaplanan $SUVA_{254}$ değerleri ve her numune için fraksiyonların $SUVA_{254}$ dağılımına katkısı ise ÖM için aşağıda Şekil 6.22 ve Şekil 6.23'de verilmiştir.

Şekil 6.22'den görüldüğü üzere fraksiyonların $SUVA_{254}$ değerleri Şubat 2011 numunesi TFI fazı hariç genel olarak 1-3 L/mg.m aralığında değişmektedir.



Şekil 6.22: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının SUVA₂₅₄ değerleri.

Zaman zaman fazların SUVA₂₅₄ değerlerinin hamsuyun SUVA₂₅₄ değerinden yüksek çıktığı ve HFO fraksiyonunun SUVA₂₅₄ yönünden her zaman baskın fraksiyon olmadığı, zaman zaman TFi ve HFi fazının da baskın konuma geçebildiği ve Fazların SUVA₂₅₄ dağılımlarının ve birbirine göre baskınlıklarının izleme dönemi boyunca değiştiği görülmektedir.

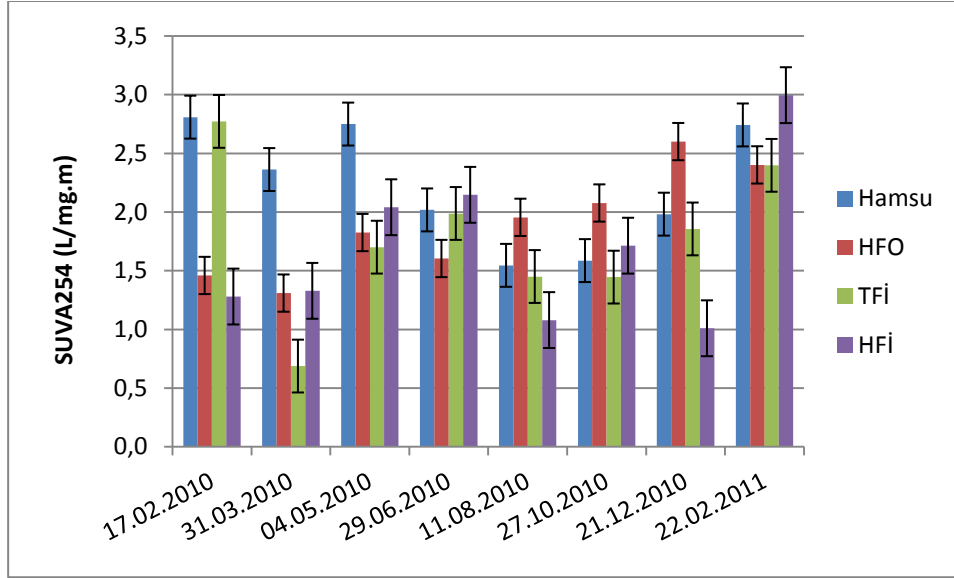


Şekil 6.23: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların SUVA₂₅₄ yüzdesel dağılımları.

Şekil 6.23'den fraksiyonların SUVA₂₅₄ dağılımına katkıları incelendiğinde, en önemli katkının TFi fazından geldiği (ortalama %42) bu fazı takiben HFi fazının

SUVA₂₅₄'e katkısının ortalama %32 civarında olduğu, en düşük katkının ise ortalama %26 ile HFO fazından geldiği görülmektedir.

BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının SUVA₂₅₄ değerlerinin dağılımları ve her numune için fazların SUVA₂₅₄'e yüzde katkısı aşağıda Şekil 6.24 ve Şekil 6.25'de verilmiştir.

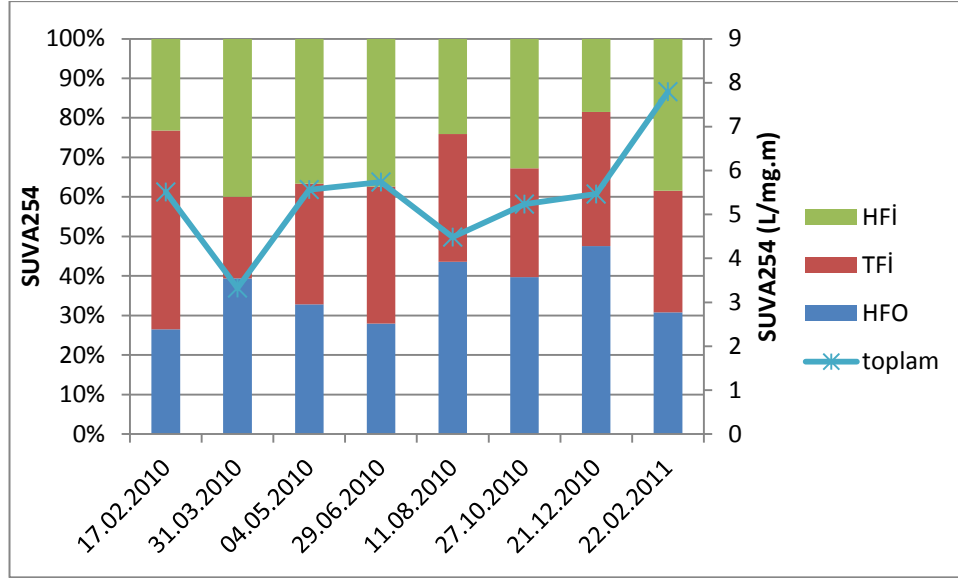


Şekil 6.24: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının SUVA₂₅₄ değerleri.

Şekilden genel olarak fazların SUVA₂₅₄ değerlerinin Şubat 2010, Mart ve Mayıs ayı numuneleri haricinde hamsuyun SUVA₂₅₄ değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak hamsu ve fazların SUVA₂₅₄'lerinin 3 L/mg.m değerinin altında kaldığı, yani ÖM'ye benzer olarak düşük SUVA₂₅₄ özelliği gösterdiği görülmektedir. ÖM ile paralel olarak, HFO fraksiyonunun SUVA₂₅₄ değeri Ağustos, Ekim ve Aralık ayları haricinde diğer fraksiyonlardan düşük kalmıştır.

Şekil 6.25'den fraksiyonların SUVA₂₅₄ dağılımına katkıları incelendiğinde, en önemli katkının HFİ fazından geldiği (ortalama %38) bu fazı takiben TFi ve HFO fazlarının SUVA₂₅₄'e katkısının yaklaşık eşit olduğu ve ortalama %31 civarında olduğu görülmektedir.

Genel eğilim olarak HFO fraksiyonunun SUVA₂₅₄ değerlerinin diğer fazlara göre daha yüksek olması beklenir (Kitis ve diğ., 2002). Ancak bu çalışmada bu durumun tam olarak gerçekleşmediği görülmekle birlikte bu duruma suyun düşük SUVA₂₅₄'lü su olmasının ve düşük SUVA₂₅₄'lü sularda bu parametrenin temsil edici olmamasından ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 6.25: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların SUVA₂₅₄ yüzdesel dağılımları.

TFİ fazı genel olarak sudaki algler ve mikrobiyolojik bozunma kaynaklı bir fazdır ve değişimi bu durumla ilgilidir (Wei ve diğ., 2008). HFİ fazı ise genel olarak insani aktivitelerde dahil olmak üzere bitki ve toprak kaynaklı kirlilikten gelip yağışlı mevsimlerde sudaki miktarı artış gösterebilmektedir (Kim ve Yu., 2005).

6.2.2 Kimyasal fraksiyonların DYÜOP'lerinin belirlenmesi

Kimyasal fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi karakterizasyonlarının çıkarılmasının ardından her bir faz ayrı ayrı klorlanmış ve 7 günlük temas süresinin sonunda DYÜOP'lerinin belirlenmesi için yan ürün ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

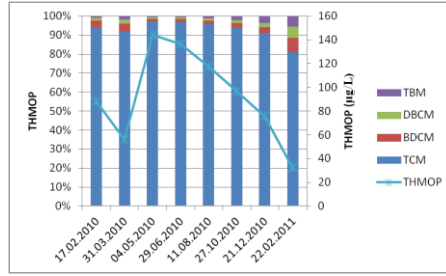
6.2.2.1 THMOP analizleri

Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen THMOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.35, BÇ için ise Şekil C.36'de verilmiştir. Şekillerden, heriki sudan elde edilen fraksiyonların THMOP dağılımlarının, hamsuların THMOP dağılımlarına benzer şekilde mevsimsel bazda değişim gösterdiği görülmektedir. Konsantrasyon bazında en fazla THMOP'ye sahip faz her iki su içinde HFO fazı olup hamsudaki eğilime benzer olarak ÖM'de elde edilen konsantrasyon değerleri BÇ'den daha yüksektir (ortalama bazında ÖM:93 µg/L, BÇ:67 µg/L). HFO fazı her iki suda da Mayıs (ÖM:144 µg/L, BÇ 136 µg/L), Haziran (ÖM:110 µg/L, BÇ 100 µg/L) döneminde en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Ortalama değerlere bakıldığında TFİ ve HFİ fazlarının THMOP'leri ÖM suyunda yaklaşık birbirine eşitken (ortalama bazında TFİ: 33,2

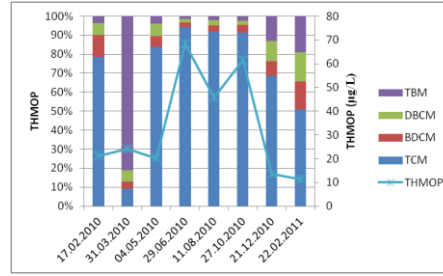
$\mu\text{g/L}$, HFİ: 33,4 $\mu\text{g/L}$) BÇ'de HFİ fazının TFİ fazına göre THMOP'si daha yüksektir (ortalama bazında TFİ: 37 $\mu\text{g/L}$, HFİ: 44 $\mu\text{g/L}$).

Fraksiyonlar kaynaklı THMOP'nin türsel bazda dağılımı aşağıda Şekil 6.26'da verilmiştir. Şekil incelendiğinde her iki suda da;

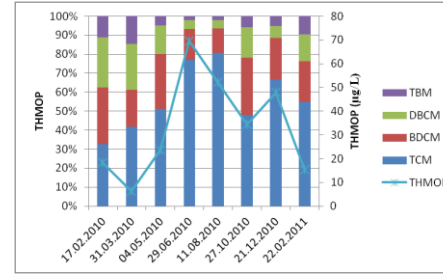
- HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan en önemli THM türünün kloroform olduğu (ortalama ÖM: %94,4, BÇ: %88,2) görülmektedir. Kloroformu takiben ÖM'de %2,5 ile BDCM gelirken bromür konsantrasyonu daha yüksek olan BÇ'de %5,5'la bromoformun geldiği görülmektedir. Her iki suda da BDCM ve DBCM diğer türlere göre daha az miktarda oluşmaktadır. Ancak BÇ'de (BDCM: %2,5 ve DBCM: %1,5) her iki türün bulunma yüzdesi ÖM'ye (BDCM: %4,1 ve DBCM: %2,2) göre daha yüksektir yani BÇ'de bromlu türler ÖM'ye göre THMOP'nin daha büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır.
- TFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu HFO'ya benzer olarak en fazla oluşan türün kloroform olduğu (ortalama ÖM: %80,2, BÇ: %68,5) en önemli ikinci türün ise her iki suda da bromoform olduğu görülmektedir. HFO fraksiyonuyla benzer şekilde, BÇ'de bromlu türlerin ÖM'ye göre THMOP'nin daha büyük bir yüzdesini oluşturduğu görülmektedir.
- HFİ fraksiyonunda ise, kloroform yine THMOP'nin en önemli kısmını oluşturmakla birlikte, içerikteki yüzdesel miktarı (ortalama ÖM: %64,7, BÇ: %32,3) diğer fraksiyonlarla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Ortalamalara bakıldığında her iki suda da BDCM türü yüzdesel bazda en fazla oluşan (ortalama ÖM: %20,8, BÇ: %31,7) ikinci bileşiktir. Bromlu türler BÇ'de ÖM'ye göre yüzdesel bazda daha fazla oluşmaktadır.
- Fraksiyonların toplamına bakıldığında ise BÇ'de kloroform dışı türlerin yani bromlu türlerin ÖM'ye göre THMOP'nin daha büyük bir yüzdesini (ortalama ÖM:%14,8, BÇ: %23,3) oluşturduğu görülmektedir.



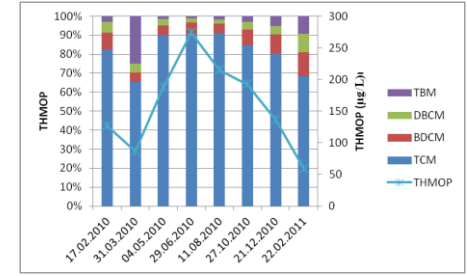
(a) ÖM HFO fraksiyonu



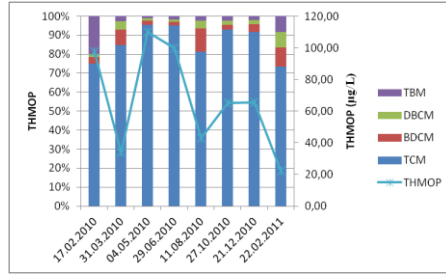
(b) ÖM TFI fraksiyonu



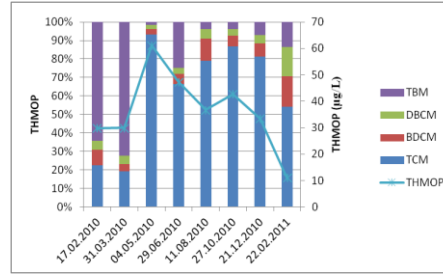
(c) ÖM HFI fraksiyonu



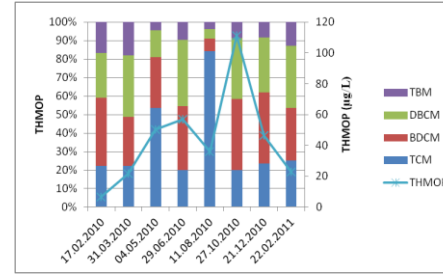
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



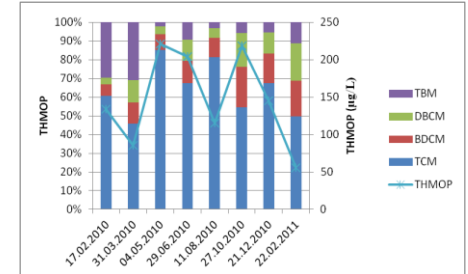
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFI fraksiyonu



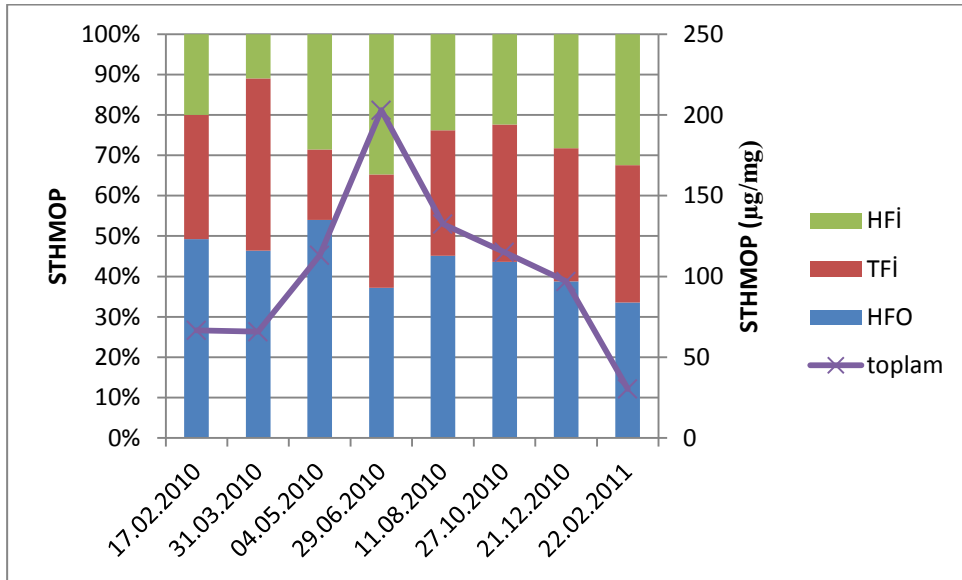
(g) BÇ HFI fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.26: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait THMOP'nin türsel bazda dağılımları.

Diğer önemli bir husus ise fraksiyonların reaktivitelerinin karşılaştırılmasıdır. Fraksiyonların reaktiviteleri karşılaştırılırken DYÜOP'lerine bakmak yerine spesifik oluşum potansiyeli yani mgÇOK başına oluşan yan ürün miktarına bakmak daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu kapsamda hamsular ve fraksiyonların örnekleme döneminde hesaplanan STHMOP'lerine ait grafikler ÖM için EK-C Şekil C.37, BÇ için ise Şekil C.38'da sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun STHMOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmış ve böylelikle mgÇOK başına hangi fraksiyonun THM oluşumunda daha aktif olduğu belirlenmiştir. Fraksiyonların STHMOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.27'da verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında STHMOP'ye en önemli katkının HFO fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

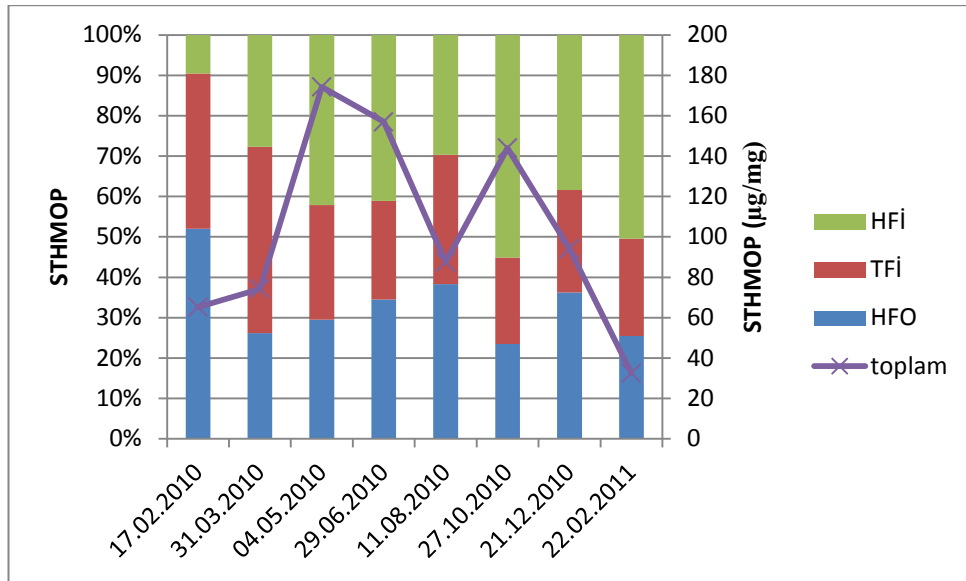


Şekil 6.27: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.

HFO fraksiyonu toplam STHMOP'nin ortalama %43'lük kısmını oluşturmakta olup, Mayıs numunesinde %54'le en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Şubat 2011 numunesinde ise %34'le en düşük katkı düzeyine inmiştir. ÖM'de ortalama %31 katkı değeri ile TFi fazı STHMOP bakımından HFO fazından sonra ikinci sırada gelmektedir. Fazın STHMOP'ye katkısı Haziran ayında %28'le en düşük, Mart ayında ise %43'le en yüksek düzeye ulaşmıştır. HFi fazı ise %25 ortalama katkı ile STHMOP yönünden en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur. Fraksiyonun STHMOP'ye maksimum katkısı %35'le Haziran ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Mart ayında %11 olarak tespit edilmiştir. Fraksiyonların reaktivite toplamaları

açısından sonuçlar incelendiğinde ise en yüksek reaktivitenin 203 µg/mg ile Haziran ayında, en düşük reaktivitenin ise yaklaşık 30 µg/mg değeri ile Şubat 2011 numunesinde elde edildiği görülmektedir.

Fraksiyonların STHMOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.28'de verilmiştir. BÇ hamsuyundan elde edilen fraksiyonların izleme döneminde STHMOP dağılımına bakıldığında ÖM'den farklı olarak HFO fraksiyonunun STHMOP'ye katkısının daha düşük olduğu görülmektedir. bu durumun ÖM'nin BÇ göre daha aromatik karakterli olmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. STHMOP'ye en önemli katkı ortalama %37 ile HFİ fraksiyonundan gelmektedir. HFİ fraksiyonunun STHMOP'ye maksimum katkısı %55 ile Ekim ayında belirlenirken, en düşük katkı ise Şubat 2010 numunesinde %10 olarak gerçekleşmiştir. HFO fraksiyonu ise ortalama %33'le STHMOP oluşumunda ikinci en önemli etkiye sahip fraksiyon olmuştur. Fraksiyon en önemli katkısı %46 ile Mart ayında, en düşük katkısı ise %21'le Ekim ayında vermiştir.



Şekil 6.28: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.

Fraksiyonların reaktivite toplamaları açısından sonuçlar incelendiğinde ise en yüksek reaktivitenin yaklaşık 174 µg/mg ile Mayıs ayında, en düşük reaktivitenin ise yaklaşık 32 µg/mg değeri ile Şubat 2011 numunesinde elde edildiği görülmektedir.

İki hamsu arasında fraksiyonların STHMOP açısından etki mekanizmalarının farklılaştığı aromatik yapısı daha yüksek olan ÖM'nin BÇ'ye göre STHMOP'sinin de daha yüksek olduğu görülmektedir. İki su arasındaki önemli farklardan biri de

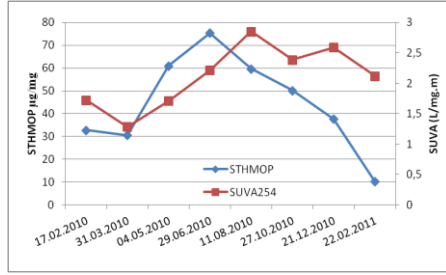
Ekim ayında STHMOP’de görülen farklılıktır. Genel olarak Mayıs-Ekim aralığında İstanbul’da yağışlar minimal düzeye inmektedir. Bu aralıkta ÖM’de de STHMOP’de düşüş görülmekte BÇ’de ise Ağustos ve Ekim arasında bu düşüşe ters olarak artış olduğu görülmektedir. Ekim ayında BÇ’de görülen farklılık haricinde STHMOP’nin yağışlardan etkilendiği ve STHMOP oluşumunu ana olarak yağışlarla suya giren ÇOK’un etkilediği görülmektedir. Ayrıca sudaki ÇOK konsantrasyonunda önemli değişimler görülmese bile her fraksiyonun UV₂₅₄ ve STHMOP’ye katkısının izleme periyodunda değişim gösterdiği ve bu nedenle Wei ve diğ., (2008)’de belirtilenin aksine herhangi bir zamanda alınan bir numunenin STHMOP’nin izlenmesi açısından 4 mevsimi temsil etmeyeceği, suda bu konuda dinamik bir denge olduğu anlaşılmaktadır.

Fraksiyonların STHMOP’leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller aşağıda Şekil 6.29’da verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların STHMOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir. Bu durum Ates ve diğ., (2007)’de de belirtildiği üzere düşük SUVA’lı sularda SUVA ile DYÜ oluşumu arasındaki ilişkinin oldukça zayıf düzeylerde kaldığını göstermektedir. Aydın ve diğ., (2012) tarafından BÇ’de yapılan çalışmada da benzer olarak THMOP ve NDMAOP ile SUVA değeri arasında ilişki bulunamadığı rapor edilmiştir.

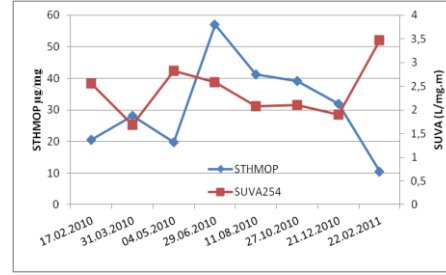
6.2.2.2 HAA₉OP analizleri

Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HAA₉OP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.39, BÇ için ise Şekil C.40’de verilmiştir. Şekillerden, THMOP’ye benzer olarak heriki sudan elde edilen fraksiyonların HAA₉OP dağılımlarının, hamsuların HAA₉OP dağılımlarına benzer şekilde mevsimsel bazda değişim gösterdiği görülmektedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla HAA₉OP’ye sahip fraksiyon, THMOP’de ki duruma benzer olarak HFO fraksiyonudur. Hamsudaki eğilime benzer olarak HFO fraksiyonu için ÖM’de elde edilen konsantrasyon değerleri BÇ’den daha yüksektir (ortalama bazında ÖM:234 µg/L, BÇ:136 µg/L). HFO fazı ÖM’de Haziran ve Ağustos (300 µg/L, 260 µg/L), BÇ’de ise Mayıs ve Haziran (259 µg/L, 129 µg/L) döneminde en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Bu durum THMOP’de görülen eğilime benzerdir. Ortalama değerlere bakıldığında; TFİ ve HFİ fazlarının HAA₉OP’leri BÇ suyunda yaklaşık birbirine eşitken (ortalama bazında TFİ: 80,8

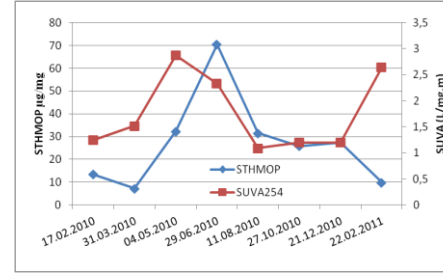
$\mu\text{g/L}$, HFİ: 81,3 $\mu\text{g/L}$) ÖM'de HFİ fazının TFİ fazına göre HAA₉OP'si daha yüksektir (ortalama bazında TFİ: 70,8 $\mu\text{g/L}$, HFİ: 87,6 $\mu\text{g/L}$). Uyak ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada Ömerli, Terkos ve Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesisleri'nden alınan numuneler üzerinde organik maddenin mevsimsel değişiminin THMOP ve HAAOP üzerine etkisi araştırılmış olup, çalışmada en yüksek HAAOP'nin Ömerli İçmesuyu Arıtma Tesisi çıkış suyunda bulunduğu rapor edilmiştir. HFİ fazının HAA oluşumunda önemli bir öncü bileşik olduğunun literatürde yapılan çeşitli çalışmalarda rapor edildiği aynı çalışmada belirtilmiş olup, ÖM'de elde edilen HAAOP'nin diğer tesislerden yüksek olması bu durumla ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada görüldüğü üzere, ÖM'de HFİ fraksiyonu BÇ'ye göre ÇOK'un daha büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu iki çalışma beraber yorumlandığında, arıtma öncesi ve sonrasında ÖM'nin BÇ'ye göre daha yüksek miktarda HAA oluşumunda öncü bileşiği içerdiği görülmektedir. ÖM hamsuyunun içeriğindeki öncü bileşiklerin gideriminde klasik koagülasyon prosesinin BÇ'ye göre daha az etkili olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca bu çalışmadan görüldüğü üzere genel olarak her iki hamsuyun ve fraksiyonlarının HAA₉OP'leri, THMOP'lerine göre de daha yüksektir. Kim ve Yu, (2005) tarafından Han Nehri'nde yapılan çalışmada DOM'un karakterizasyonu ve UF ve NF membranları kullanılmak suretiyle arıtılabilirliği çalışılmıştır. Çalışmada HAAOP oluşumunda etkin olan kısmın humik olmayan kısım olduğu ve önceki yapılan çalışmalarda humik olmayan kısmın içme suyu kalitesi açısından daha önemsiz olduğu düşüncesinin her zaman doğru olmadığına vurgu yapılmıştır. Han Nehri'nden elde edilen suyun karakterizasyonunda HFİ fraksiyonunun (organik maddenin %55-%70 arası kısmı) HFO fraksiyonuna göre daha baskın olduğu ve bu durumun HAAOP'nin THMOP'den daha fazla olmasına zemin hazırladığı belirtilmiştir. Bu kapsamda çalışmada incelenen konvansiyonel ve ileri arıtma proseslerinde HFİ giderimi HFO giderimine göre daha düşük olduğundan aynı durumun arıtılmış suda da ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Fraksiyonlar kaynaklı HAA₉OP'nin türsel bazda dağılımı aşağıda Şekil 6.30'da verilmiştir.



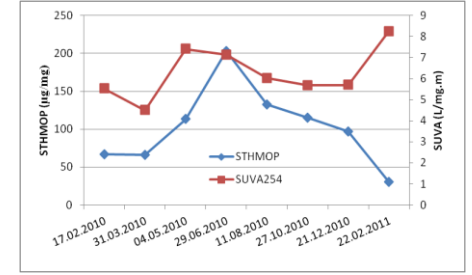
(a) ÖM HFO fraksiyonu



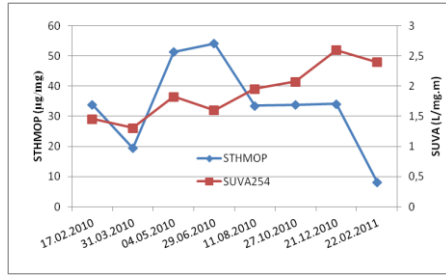
(b) ÖM TFI fraksiyonu



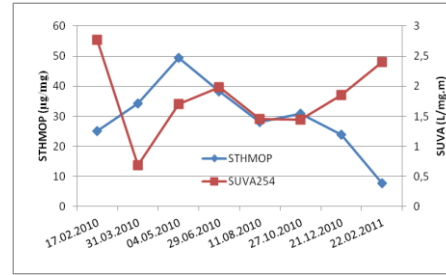
(c) ÖM HFI fraksiyonu



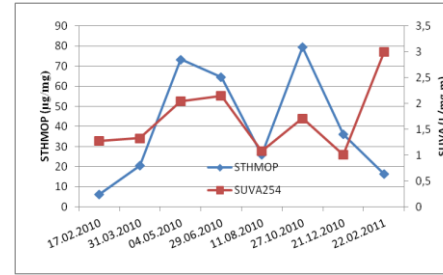
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



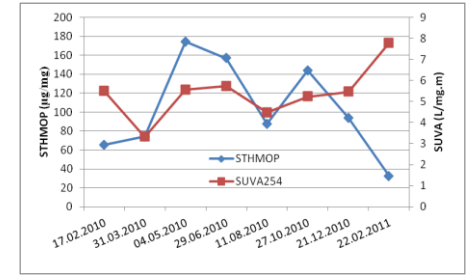
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFI fraksiyonu



(g) BÇ HFI fraksiyonu

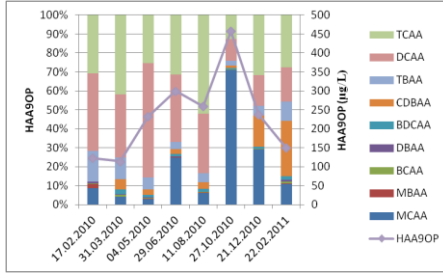


(h) BÇ fraksiyonların toplamı

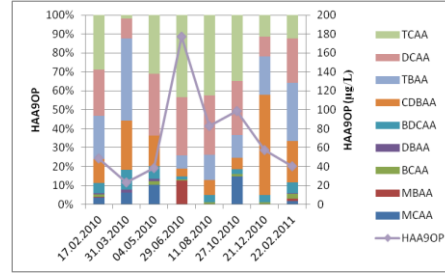
Şekil 6.29: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların STHMOP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arası ilişki.

Şekil incelendiğinde her iki suda da;

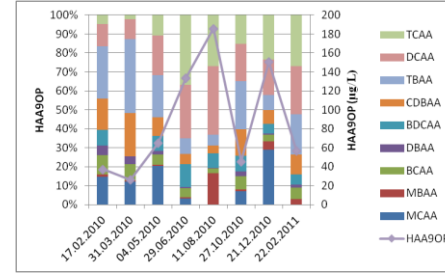
- HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan en önemli HAA₉ türünün TCAA olduğu (ortalama ÖM: %29,3; BÇ: %32,2) görülmektedir. Bu türü takiben her iki suda da DCAA'nın ikinci (ortalama ÖM: %28,5; BÇ: %28,6) MCAA'nın ise üçüncü sırada (ortalama ÖM: %28; BÇ: %16,4) geldiği görülmektedir. Klorlu bu üç türün her iki suda da HAA₉'un önemli kısmını oluşturduğu (ortalama ÖM: %85,8; BÇ: %77,2) görülmektedir. bromlu türler her iki suda da klorlu türlere göre HAA₉'un yüzdesel olarak daha düşük kısmını oluşturmakta olup, bromür içeriği daha yüksek olan BÇ'de bromlu türlerin (ortalama %22,8) ÖM'ye göre (ortalama %14,2) toplam içinde daha fazla paya sahip olduğu görülmektedir. BÇ'de TBAA (ortalama %8,9) en önemli bromlu tür ve onu takiben CDBAA (ortalama %8,8) ikinci önemli bromlu tür olurken, ÖM'de türler değişmemekle birlikte sıralama değişmek suretiyle CDBAA (ortalama %6,3) en önemli bromlu tür ve onu takiben TBAA (ortalama %5,9) ikinci önemli tür olarak tespit edilmiştir.
- TFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan HAA türleri dağılımına bakıldığında, en fazla oluşan türler açısından elde edilen sonuçlar genel olarak HFO fraksiyonunda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. ÖM'de en fazla oluşan tür TCAA (ortalama %32,5), onu takiben en fazla oluşan ikinci tür ise DCAA'dır (ortalama %26,7). BÇ'de ise aynı türler en fazla miktarda oluşmakla birlikte türler (ortalama, DCAA: %27,2; TCAA %26,7) sıralama açısından birbirleriyle yer değiştirmektedir. HFO fraksiyonunda elde edilen sonuçlardan farklı olarak, TFİ fraksiyonun klorlanması sonrasında MCAA (ortalama ÖM: %3,9; BÇ: 8,8) türü her iki suda da daha düşük miktarda oluşmaktadır. Bromlu türler olan TBAA (ortalama ÖM: %14,2; BÇ: 12,5) ve CDBAA (ortalama ÖM: %12,5; BÇ: 12,3), her iki suda da MCAA'dan daha fazla oluşmakta ve BÇ'de bromlu türler HFO fraksiyonunda olduğu gibi ÖM'ye göre toplamda daha büyük paya (ortalama ÖM: 36,8; BÇ: 37,3) sahip olmaktadır.



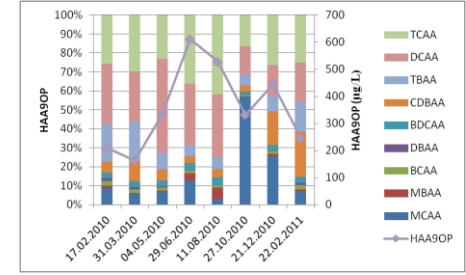
(a) ÖM HFO fraksiyonu



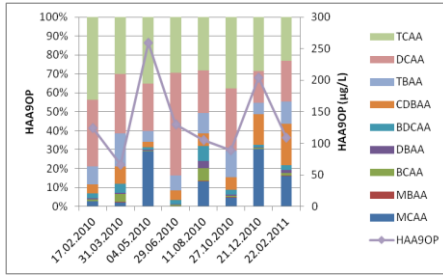
(b) ÖM TFI fraksiyonu



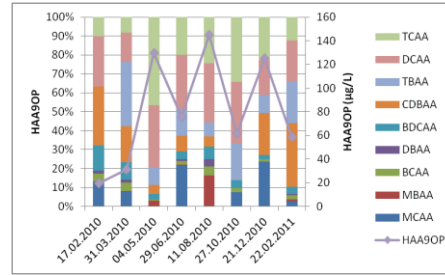
(c) ÖM HFI fraksiyonu



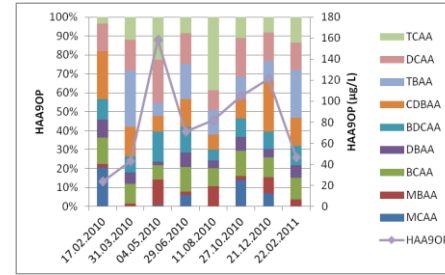
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



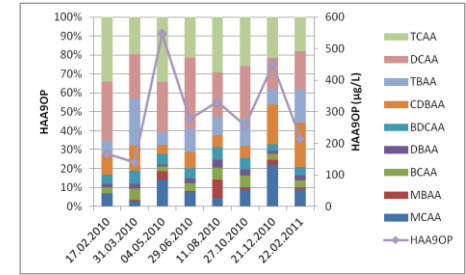
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFI fraksiyonu



(g) BÇ HFI fraksiyonu



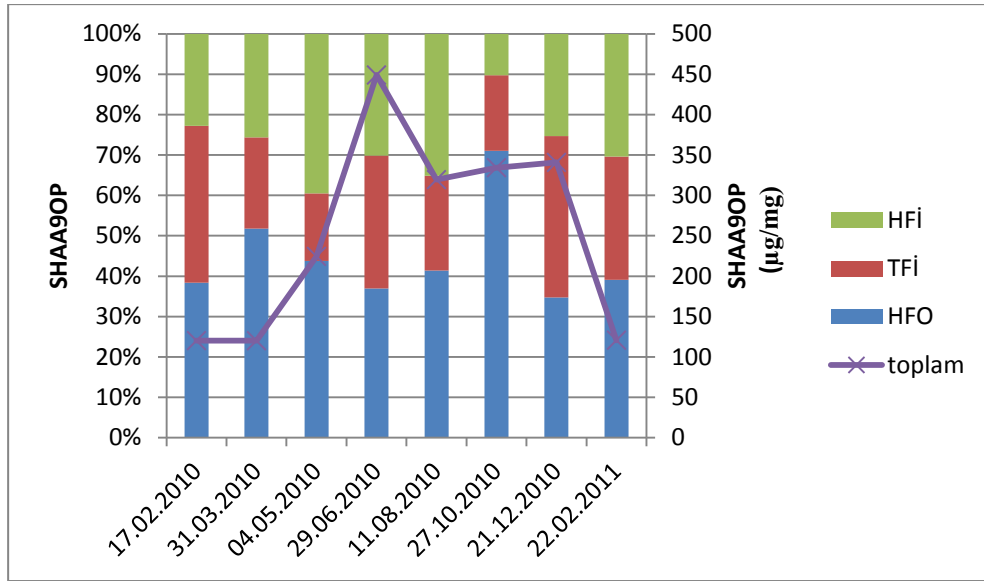
(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.30: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait SHAA₉OP'nin türsel bazda dağılımları.

- HFİ fraksiyonunda ise, diğer fraksiyonlarda elde edilen sonuçlara benzer olarak DCAA (ortalama ÖM: %25,2; BÇ:%17,4) ve onu takiben TCAA (ortalama ÖM: %23,8; BÇ:%16,4) en fazla oluşan türlerdir. Bu fraksiyon bromlu türlerin oluşumu bakımından en aktif fraksiyon olup HFİ'de HAA₉OP'nin yarısına yakın kısmının (%47,9) bromlu türlerden oluştuğu görülürken BÇ'de ise bromlu türlerin (%68,4) klorlu türlerden daha fazla oluştuğu görülmektedir.
- Fraksiyonların toplamına bakıldığında ise BÇ'de bromlu türlerin ÖM'ye göre HAA₉OP'nin daha büyük bir yüzdesini (ortalama ÖM:%34,2, BÇ: %31,2) oluşturduğu görülmektedir. ÖM'de en fazla oluşan tür DCAA, BÇ'de ise TCAA olarak tespit edilmiştir. Her iki suda en fazla oluşan ilk üç tür, klorlu HAA türleri olan TCAA, DCAA ve MCAA'dır.

Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde HAA₉OP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SHAA₉OP) hesaplanmış olup, SHAA₉OP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.41, BÇ için ise Şekil C.42'da sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHAA₉OP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmış ve böylelikle mgÇOK başına hangi fraksiyonun HAA oluşumunda daha aktif olduğu belirlenmiştir. Fraksiyonların SHAA₉OP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.31'de verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında STHMOP'ye benzer olarak SHAA₉OP'ye en önemli katkının HFO fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

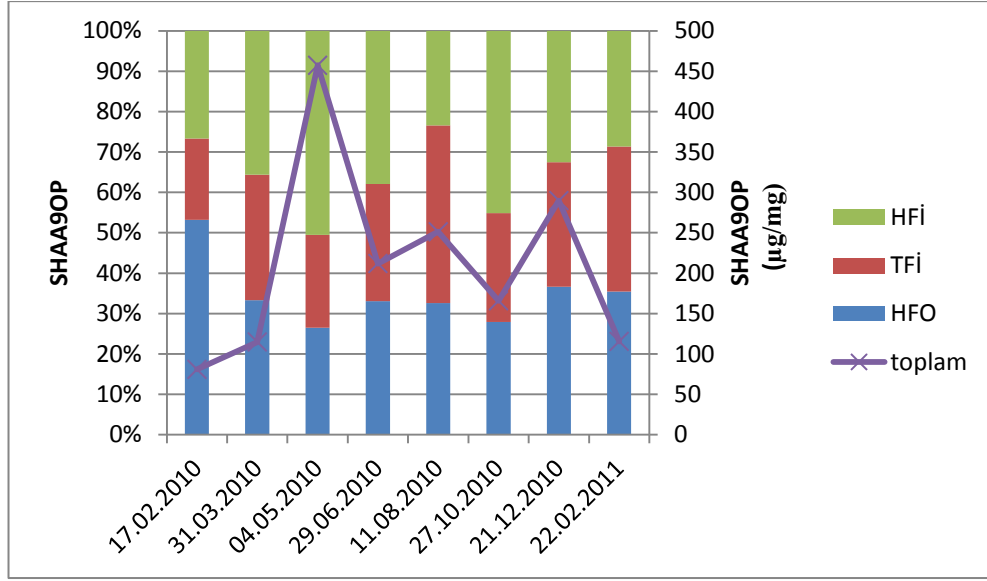
HFO fraksiyonu toplam SHAA₉OP'nin ortalama %44,6'lık kısmını oluşturmakta olup, Ekim numunesinde %71'le en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Aralık numunesinde ise %34,7 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. ÖM'de ortalama %28 katkı değeri ile TFİ fazı, SHAA₉OP bakımından HFO fazından sonra ikinci sırada gelmektedir. Fazın SHAA₉OP'ye katkısı Mayıs ayında %16,8'le en düşük, Aralık ayında ise %39,9'la en yüksek düzeye ulaşmıştır. HFİ fazı ise %27,4 ortalama katkı ile SHAA₉OP yönünden en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur. Fraksiyonun SHAA₉OP'ye maksimum katkısı %39,5'la Mayıs ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Ekim ayında %10,3 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.31: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA₉OP yüzde dağılımları.

Bu sonuçlar STHMOP sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, fraksiyonların reaktivite sıralamalarının aynı olduğu ancak en yüksek reaktivitelerin farklı aylarda görüldüğü anlaşılmaktadır. ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların SHAA₉OP'leri STHMOP'lerine göre yaklaşık 2,5 kat daha yüksektir. Fraksiyonların reaktivite toplamı açısından sonuçlar incelendiğinde ise en yüksek reaktivitenin 449 µg/mg ile Haziran ayında, en düşük reaktivitenin ise yaklaşık 120 µg/mg değeri ile Şubat (2010-2011) ve Mart aylarında elde edildiği görülmektedir. Bu durum ise STHMOP'de elde edilen durumla benzerdir. Sıcak dönemde reaktivitenin maksimum düzeye çıktığı, soğuk dönemde ise en düşük düzeye indiği anlaşılmaktadır.

Fraksiyonların SHAA₉OP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.32'de verilmiştir. BÇ hamsuyundan elde edilen fraksiyonların izleme döneminde SHAA₉OP dağılımına bakıldığında, STHMOP'de tespit edilen duruma bezer olarak reaktiviteye en yüksek katkının ortalama %35,1 ile HFİ fraksiyonundan gelmektedir. HFİ fraksiyonunun SHAA₉OP'ye maksimum katkısı %50,5 ile Mayıs ayında belirlenirken, en düşük katkı ise Ağustos ayında %23,4 olarak gerçekleşmiştir. HFO fraksiyonu ise ortalama %34,8'le SHAA₉OP oluşumunda ikinci en önemli etkiye sahip fraksiyon olmuştur. Fraksiyon en önemli katkısı %53,2 ile Şubat 2010 numunesinde, en düşük katkısı ise %26,5'le Mayıs ayı numunesinde vermiştir.

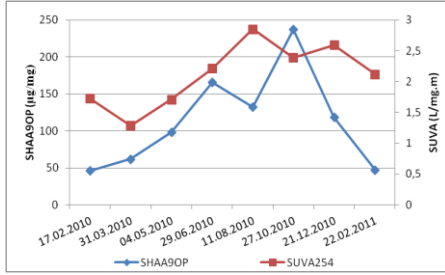


Şekil 6.32: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA₉OP yüzde dağılımları.

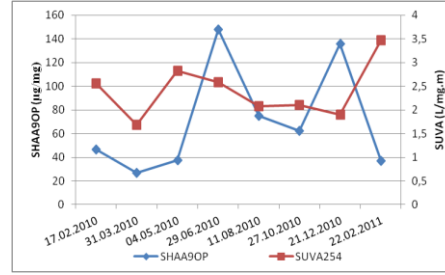
Fraksiyonların reaktivite toplamaları açısından sonuçlar incelendiğinde ise, en yüksek reaktivitenin 457 µg/mg ile Mayıs ayında, en düşük reaktivitenin ise yaklaşık 81 µg/mg değeri ile Şubat 2010 ayı numunesinde elde edildiği görülmektedir.

STHMOP'deki duruma benzer olarak aromatik yapısı daha yüksek olan ÖM'nin BÇ'ye göre SHAA₉OP'sinin de daha yüksek olduğu görülmektedir. İki su arasındaki önemli farklardan biri de Ağustos Ekim ayları arasında toplam reaktivitede görülen eğilim farklılığıdır. Bu aralıkta ÖM'de reaktivite artarken BÇ'de ise reaktivite azalmaktadır. STHMOP'de tespit edilene benzer olarak Ekim ayında BÇ'de görülen farklılık haricinde SHAA₉OP'nin de yağışlardan etkilendiği ve SHAA₉OP'nin oluşumunda ana olarak yağışlarla suya giren ÇOK tarafından kontrol edildiği ve mevsimsel bazda değişim gösterdiği görülmektedir. benzer şekilde Kim ve Yu, (2005) tarafından yapılan çalışmada da yağışlı mevsimde HFİ fraksiyonunun artması bitki ve toprak kaynaklı organik maddenin yağış ve yüzeysel akışlarla su kaynağına girmesine bağlanmış olup bu organik maddeye bölgede yaşayan insanların aktivitelerinden kaynaklanan organik maddenine de dahil olduğu belirtilmiştir.

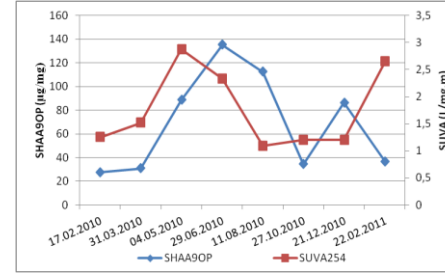
Fraksiyonların SHAA₉OP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller aşağıda Şekil 6.33'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların SHAA₉OP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.



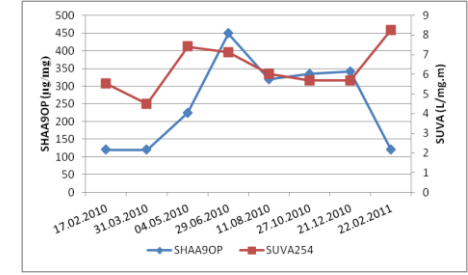
(a) ÖM HFO fraksiyonu



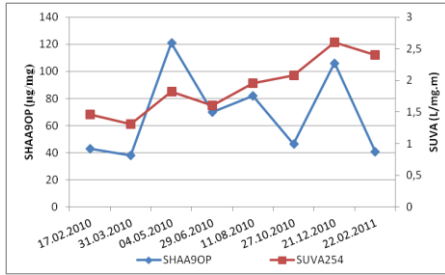
(b) ÖM TFI fraksiyonu



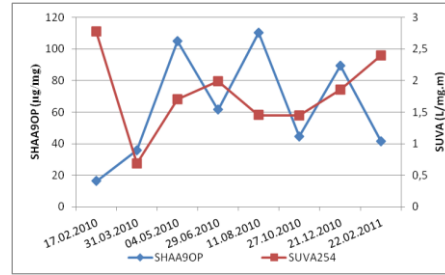
(c) ÖM HFI fraksiyonu



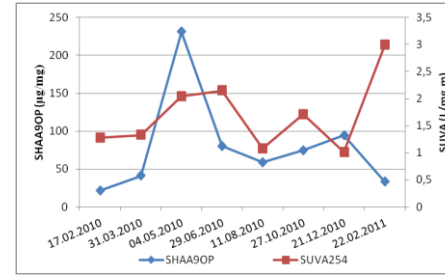
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



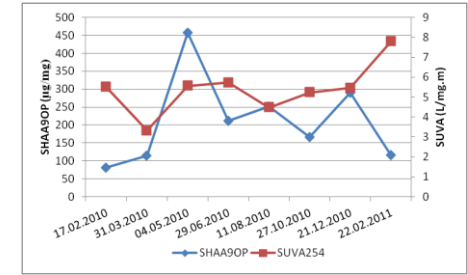
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFI fraksiyonu



(g) BÇ HFI fraksiyonu



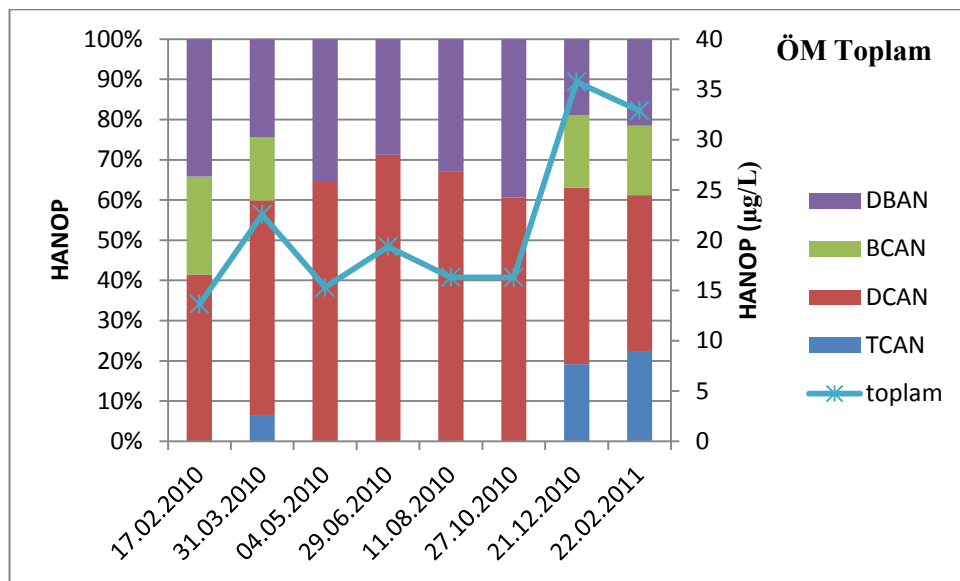
(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.33: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SHAA_{90P}'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arası ilişki.

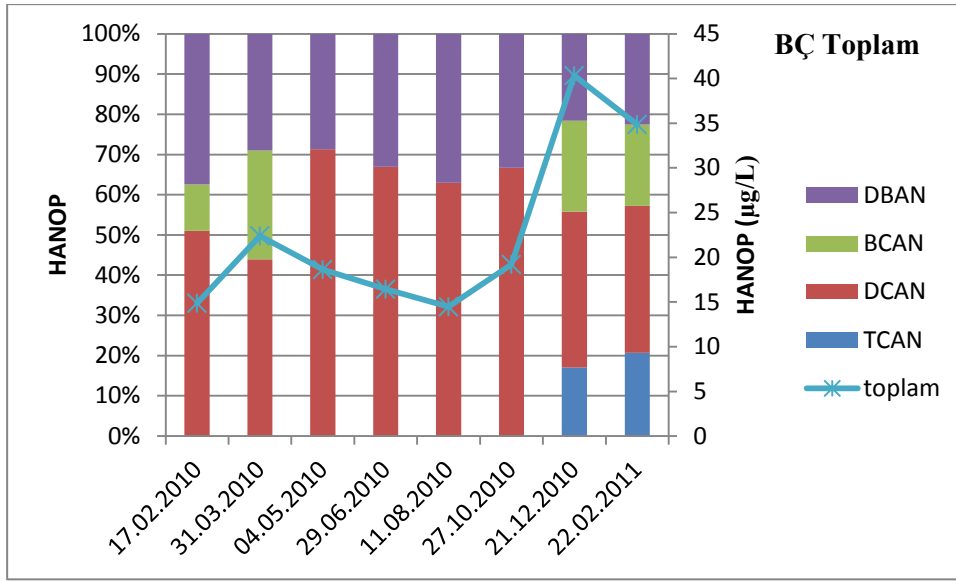
6.2.2.3 Diğer DYÜOP analizleri

Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve kimyasal fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HANOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.43, BÇ için ise Şekil C.44’de verilmiştir. Genel olarak her iki suda da HANOP değerleri THMOP ve HAA₉OP değerlerinden oldukça düşük mertebelerdedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında heriki su ve fraksiyonlarında ortalama HANOP değerleri 10 µg/L değerinin altında tespit edilmiştir. Bu nedenle mevsimsel değişimleri önemsiz düzeydedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla HANOP’ye sahip fraksiyon, THM ve HAA’da olduğu gibi HFO fraksiyonudur (ortalama bazında ÖM: 7,84 µg/L, BÇ: 8,23 µg/L). Bu fazı takiben HFİ fraksiyonu (ortalama bazında ÖM: 7,22 µg/L, BÇ: 7,68 µg/L) gelmekte olup her iki suda en düşük oluşum potansiyeline sahip fraksiyon ise TFİ (ortalama bazında ÖM: 6,44 µg/L, BÇ: 6,73 µg/L) fraksiyonudur. THM ve HAA’daki eğilimin tersine BÇ’de hamsu ve fraksiyon bazında elde edilen konsantrasyon değerleri ÖM’den daha yüksektir (ortalama bazında hamsu değerleri; ÖM: 6,80 µg/L, BÇ: 7,52 µg/L).

HANOP ölçüm sonuçlarının düşük mertebelerde olmasından dolayı, fraksiyonların türsel dağılımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine fraksiyonların toplanması sonucu elde edilen fraksiyon toplamına ait türsel dağılımların değerlendirilmesi daha sağlıklı olacaktır. Bu kapsamda ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım Şekil 6.34’de BÇ’den elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım ise Şekil 6.35’de verilmiştir.



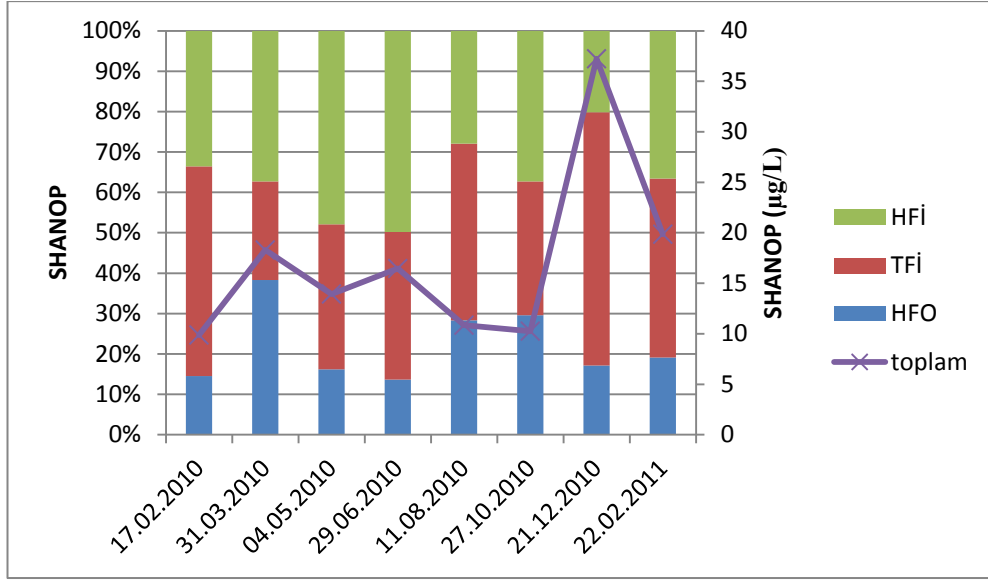
Şekil 6.34: ÖM kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.



Şekil 6.35: BÇ kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.

Şekiller incelendiğinde her iki suda da tespit edilen en önemli HAN türünün DCAN olduğu (ortalama ÖM: %52,7; BÇ: %50,8) onu takiben ise DBAN'ın geldiği (ortalama ÖM: %27,2; BÇ: %28,2) görülmektedir. Sırasıyla BCAN ve TCAN türlerinin ise miktarsal olarak daha düşük olduğu ve her iki suda da toplamda yaklaşık HANOP'nin %20'lik kısmını oluşturdıkları belirlenmiştir.

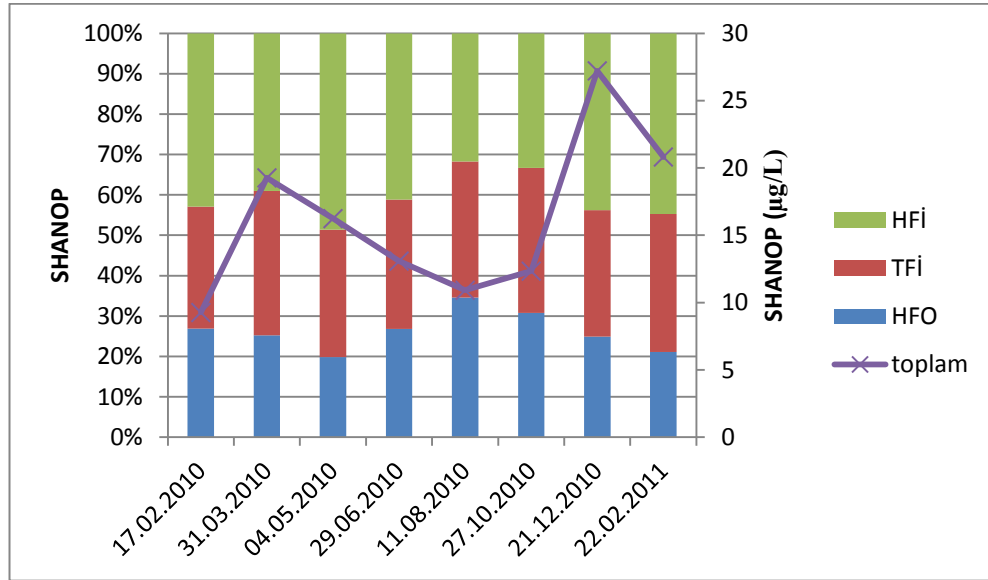
Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde HANOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SHANOP) hesaplanmış olup, SHANOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.45, BÇ için ise Şekil C.46'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHANOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SHANOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.36'da verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SHANOP'ye en önemli katkının TFİ fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFİ fraksiyonunun SHANOP'nin yaklaşık %44,5'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. TFİ fraksiyonunu takiben HFİ fraksiyonu (ortalama %34,1) gelirken, HFO fraksiyonu (ortalama %21,4) ise SHANOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.36: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 37,2 $\mu\text{g/L}$ ile Aralık ayı numunesinde tespit edilmiştir.

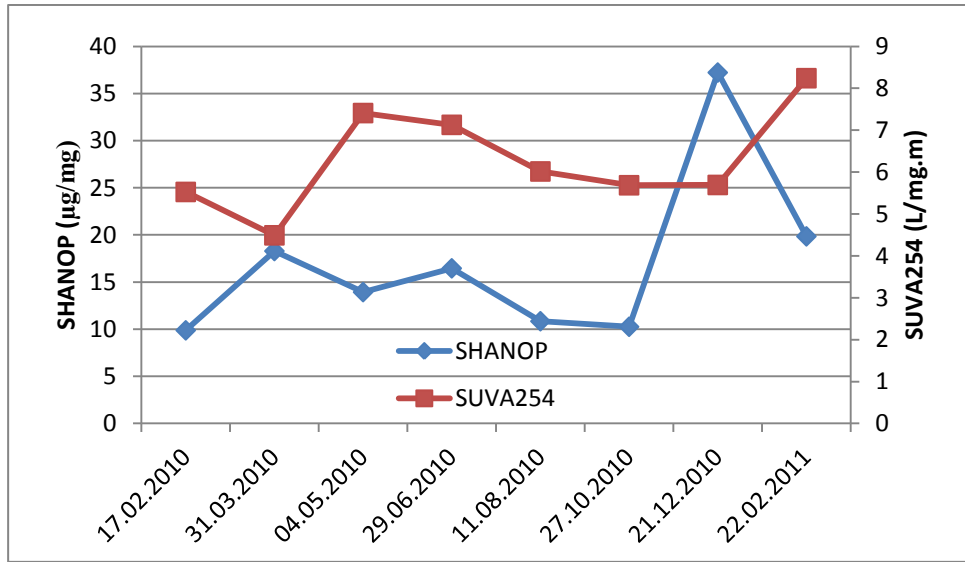
Fraksiyonların SHANOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.37'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SHANOP'ye en önemli katkının HFİ fraksiyonundan geldiği görülmektedir.



Şekil 6.37: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.

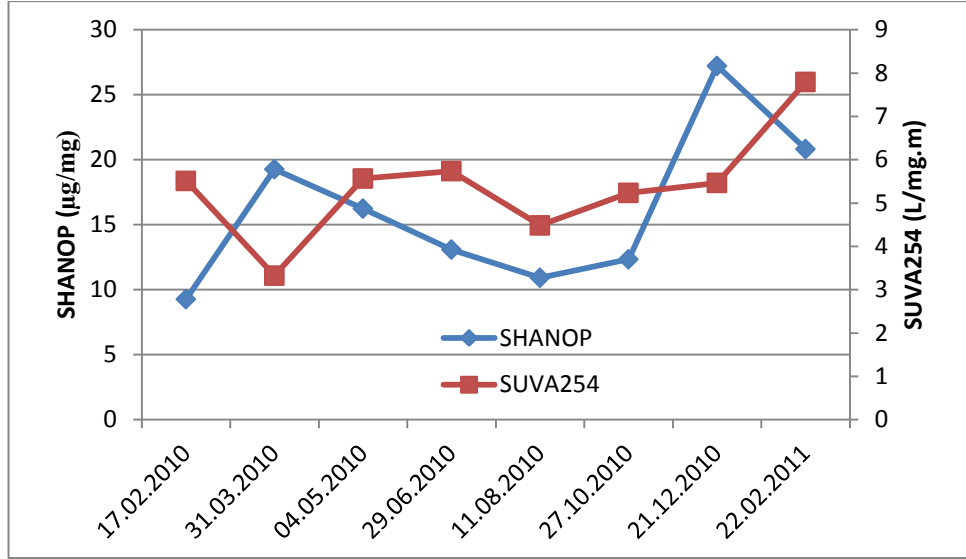
Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında HFİ fraksiyonunun SHANOP'nin yaklaşık %41,5'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. HFİ fraksiyonunu takiben TFi

fraksiyonu (ortalama %33,1) gelirken, HFO fraksiyonu (ortalama %25,4) ise SHANOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin ÖM’de tespit edilen duruma benzer olarak 27,2 µg/L ile Aralık ayı numunesinde tespit edilmiştir. genel olarak her iki suda da sonbahar döneminde SHANOP en düşük düzeye inmiş olup, bahar ve kış aylarında ise daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Her iki su kaynağı karşılaştırıldığında ÖM’de etkin olan transfilik yapının BÇ’de etkin olan HFİ yapıya göre daha reaktif olduğu anlaşılmaktadır. ÖM’de aromatik yapının da BÇ’ye göre daha yüksek olmasının reaktivitede pay sahibi olduğu düşünülmektedir. ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SHANOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.38, BÇ içinse Şekil 6.39’da verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların SHANOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.



Şekil 6.38: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

Çalışma kapsamında ölçülen diğer bir DYÜ grubu ise haloketonlardır (HK). Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve kimyasal fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HKOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.47, BÇ için ise Şekil C.48’de verilmiştir. Genel olarak her iki suda da HKOP değerleri, HANOP değerlerinden daha düşük mertebededir. Örneklemesi dönemi ortalamalarına bakıldığında her iki suda da hamsu ve fraksiyonların HKOP’leri 8 µg/L değerinin altındadır.

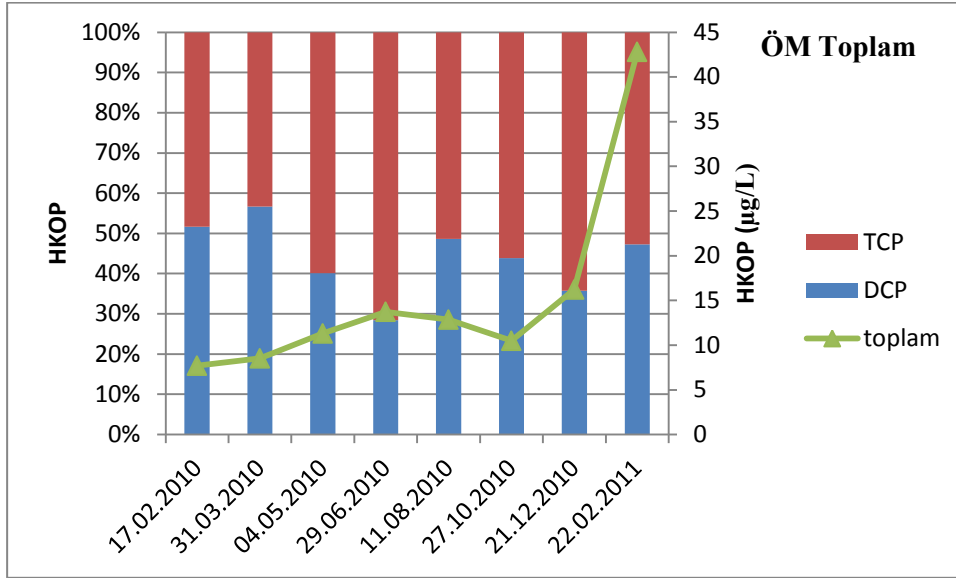


Şekil 6.39: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile $SUVA_{254}$ toplamalarının karşılaştırılması.

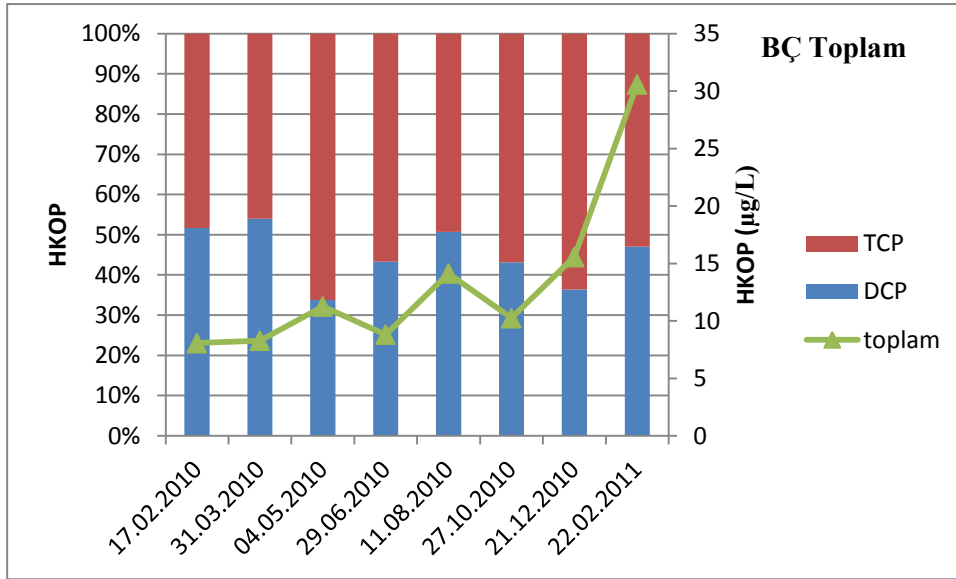
Bu nedenle HANOP'ye benzer olarak HKOP için de mevsimsel değişimler önemsiz düzeydedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla HKOP'ye sahip fraksiyon; THM, HAA ve HAN'da olduğu gibi HFO fraksiyonudur (ortalama bazında ÖM: 7,80 µg/L, BÇ: 5,69 µg/L). Bu fazı takiben HFİ fraksiyonu (ortalama bazında ÖM: 4,32 µg/L, BÇ: 3,84 µg/L) gelmekte olup her iki suda en düşük oluşum potansiyeline sahip fraksiyon ise TFİ (ortalama bazında ÖM: 3,34 µg/L, BÇ: 3,83 µg/L) fraksiyonudur. THM ve HAA'da görülen genel eğilimin aksine hamsular ve TFİ fraksiyonu açısından BÇ'de elde edilen HKOP değerleri ÖM'den daha yüksektir (ortalama bazında hamsu değerleri; ÖM: 4,58 µg/L, BÇ: 5,10 µg/L; TFİ fraksiyonu ÖM: 3,34 µg/L, BÇ: 3,83 µg/L).

HKOP ölçüm sonuçlarının da HANOP sonuçlarına benzer olarak düşük mertebelerde olmasından dolayı, fraksiyonların türsel dağılımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine fraksiyonların toplanması sonucu elde edilen fraksiyon toplamalarının değerlendirilmesi daha sağlıklı olacaktır. Bu kapsamda ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım Şekil 6.40'da BÇ'den elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım ise Şekil 6.41'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde her iki suda da HK türlerinden TCP'nin (ortalama ÖM: %56,2; BÇ: %55,2) diğer tür olan DCP'ye (ortalama ÖM: %43,8; BÇ: %44,8) göre daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde HKOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum

potansiyelleri (SHKOP) hesaplanmış olup, SHKOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.49, BÇ için ise Şekil C.50’de sunulmuştur.



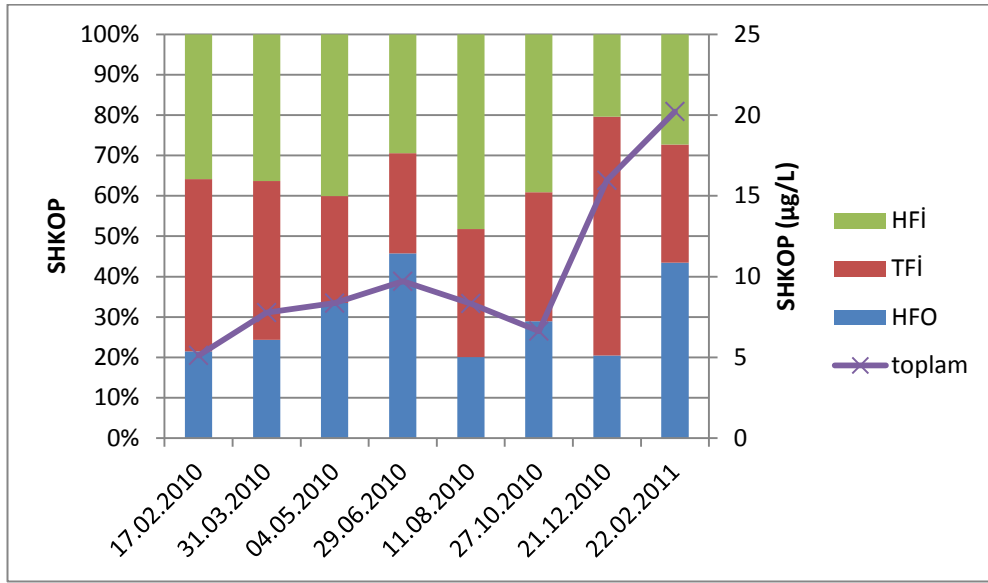
Şekil 6.40: ÖM kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.



Şekil 6.41: BÇ kimyasal fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.

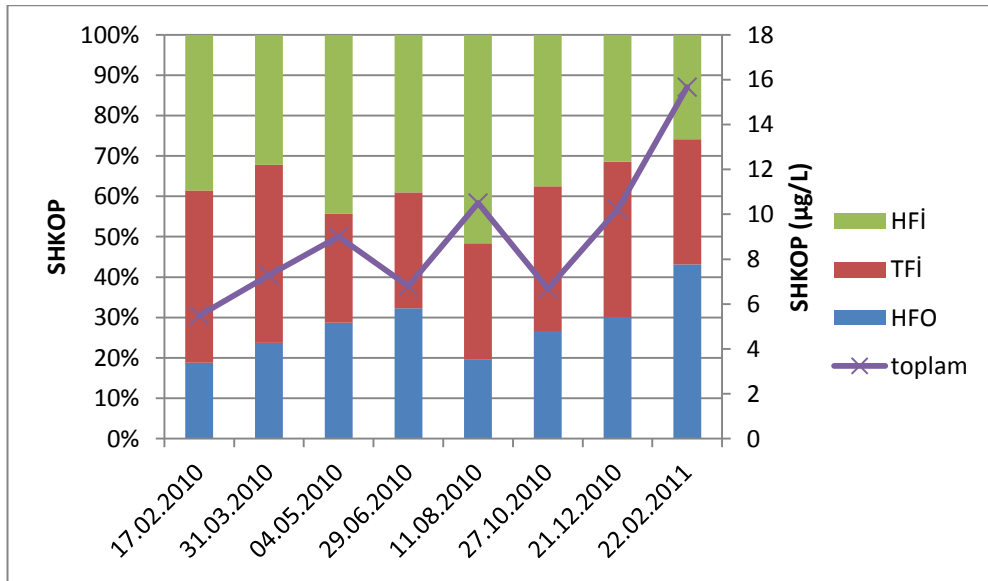
Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHKOP’sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SHKOP’lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.42’de verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SHKOP’ye en önemli katkının SHANOP’ye benzer olarak TFI fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFI fraksiyonu HKOP’nin yaklaşık %36,5’ini oluşturmaktadır. TFI fraksiyonunu takiben HFI fraksiyonu (ortalama %32)

gelirken, HFO fraksiyonu (ortalama %31,5) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.42: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 2011 Şubat ayı numunesinde 20,2 µg/L olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Fraksiyonların SHKOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.43'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SHKOP'ye en önemli katkının HFi fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

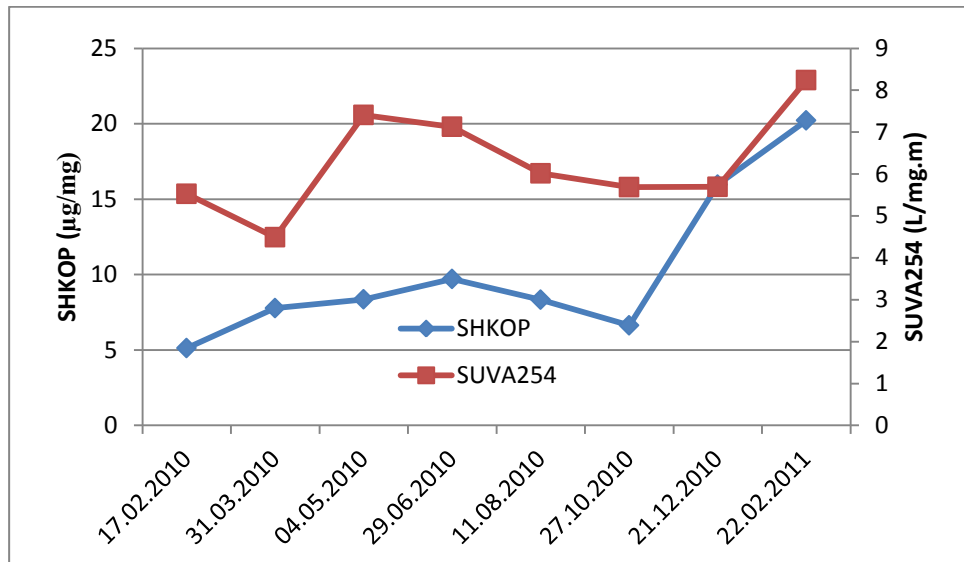


Şekil 6.43: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında HFİ fraksiyonunun HKOP'nin yaklaşık %36,7'sini oluşturduğu anlaşılmaktadır. HFİ fraksiyonunu takiben TFİ fraksiyonu (ortalama %33,7) gelirken, HFO fraksiyonu (ortalama %29,6) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin ÖM'de tespit edilen duruma benzer olarak 15,7 µg/L ile 2011 yılı Şubat ayı numunesinde tespit edilmiştir. ÖM'de tespit edilen HK reaktivitesinin BÇ'den yüksek olduğu görülmekte olup, bu durumun ÖM'de aromatik yapının BÇ'den fazla olması ve reaktiviteyi etkilemesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

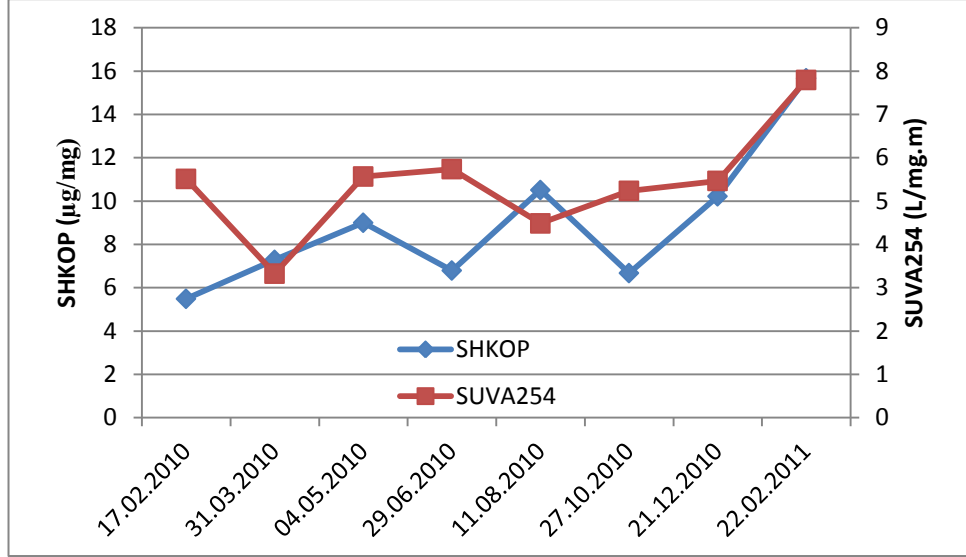
ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SHKOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.44'de, BÇ içinse Şekil 6.45'de verilmiştir.



Şekil 6.44: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

Şekiller incelendiğinde diğer yan ürünlerde görülene benzer olarak fraksiyonların SHKOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.

Kloral hidrat (KH) çalışma kapsamında ölçülen diğer bir DYÜ türüdür. Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve kimyasal fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen KHOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.51, BÇ için ise Şekil C.52'da verilmiştir.



Şekil 6.45: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

Şekiller incelendiğinde; genel olarak her iki suda da HKOP değerleri, HANOP ve HKOP değerlerinden daha yüksek mertebededir. Bu durumda kimyasal fraksiyonlama sonrası elde edilen fraksiyonların klorlanması sonucunda ölçülen tüm yan ürünler göz önüne alındığında HAA ve THM'den sonra en yüksek konsantrasyona sahip üçüncü yan ürünün KH olduğu anlaşılmaktadır. Hamsu ve fraksiyonlara ait KHOP değerleri mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir.

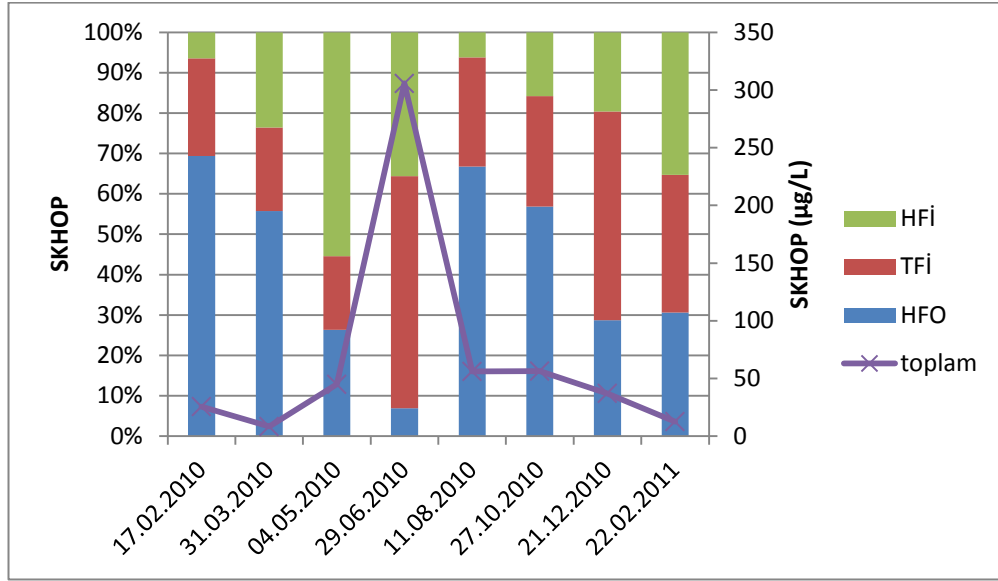
Hamsuların klorlanması sonucunda ölçülen konsantrasyonlara bakıldığında, BÇ hamsuyunun örnekleme dönemi ortalamasının ÖM'den daha yüksek olduğu (ortalama hamsu değerleri; ÖM: 20,7 µg/L; BÇ: 34 µg/L) görülmektedir. ÖM'de konsantrasyon bazında en fazla KHOP'ye sahip fraksiyon HFO fraksiyonudur. Fraksiyonun izleme dönemi ortalama KHOP'si 36,4 µg/L olarak ölçülmüş olup, fraksiyon Ağustos ayı numunesinde en yüksek KHOP düzeyine (73,5 µg/L) çıkmakta, Mart ayında ise (8,5 µg/L) en düşük düzeye indiği görülmektedir. ÖM'de bu fraksiyonu takiben KHOP açısından ikinci önemli oluşumu TFİ fraksiyonu (ortalama 35,1 µg/L) göstermektedir. Fraksiyon Haziran ayı numunesinde örnekleme döneminde tespit edilen en yüksek düzeye çıkmakta (210,9 µg/L), HFO fraksiyonuyla benzer şekilde Mart ayında (1,5 µg/L) ise en düşük KHOP düzeyine inmektedir. HFİ fraksiyonu KHOP açısından ise örnekleme döneminde en düşük katkırı veren (20,8 µg/L) fraksiyondur. Fraksiyona ait en yüksek KHOP, TFİ fazıyla benzer şekilde Haziran numunesinde (107,2 µg/L), en düşük oluşum potansiyeli ise (1,7 µg/L) diğer iki fraksiyonda olduğu gibi Mart ayında tespit edilmiştir. Haziran

ayında hamsu, TFİ ve HFİ fraksiyonlarının KHOP'lerinde ki önemli artışın nedeni belirlenememiştir. Bu durum sularımızda THM ve HAA dışında diğer yan ürünlerinde incelenmesi gerekliliğini teyit eden bir durumdur.

BÇ'de ise konsantrasyon bazında izleme dönemi ortalamalarına bakıldığında en fazla KHOP'ye sahip fraksiyon TFİ fraksiyonudur. Fraksiyonun izleme dönemi ortalama KHOP'si 46,7 µg/L olarak ölçülmüş olup, fraksiyon Mayıs ayı numunesinde en yüksek KHOP düzeyine (314,4 µg/L) çıkmakta, Mart ayında ise (2,5 µg/L) en düşük düzeye indiği görülmektedir. ÖM'de bu fraksiyonu takiben KHOP açısından ikinci önemli oluşumu HFO fraksiyonu (ortalama 20 µg/L) göstermektedir. Fraksiyon Mayıs ayı numunesinde örnekleme döneminde tespit edilen en yüksek düzeye çıkmakta (41 µg/L), TFİ fraksiyonuyla benzer şekilde Mart ayında (6,2 µg/L) ise en düşük KHOP düzeyine inmektedir. HFİ fraksiyonu KHOP açısından ise örnekleme döneminde en düşük katkıyı veren (1,4 µg/L) fraksiyondur. Fraksiyonun 2010 yılı Şubat, Mayıs ve Haziran döneminde KHOP'ye katkısı bulunmamakta olup en yüksek katkıyı ise 2011 yılı Şubat numunesinde (2,7 µg/L) gösterdiği görülmektedir. BÇ'de Mayıs ayında hem hamsu, hem HFO, hem de TFİ fraksiyonunun KHOP'sinde önemli bir artış olmaktadır. ÖM'de de benzer bir artışın Haziran ayında yaşandığı yukarıda belirtilmiştir. Bu durum sularımızdaki organik maddelerin reaktivitelerinin mevsimsel olarak değişim gösterdiğini ve bu kapsamda içme suyu kalitesinde değişkenliği önlemek üzere organik madde karakterinin aylık bazda izlenmesi ve karakterdeki değişime cevap verecek şekilde arıtma prosesinin şekillendirilmesinin gerekliliğini göstermektedir.

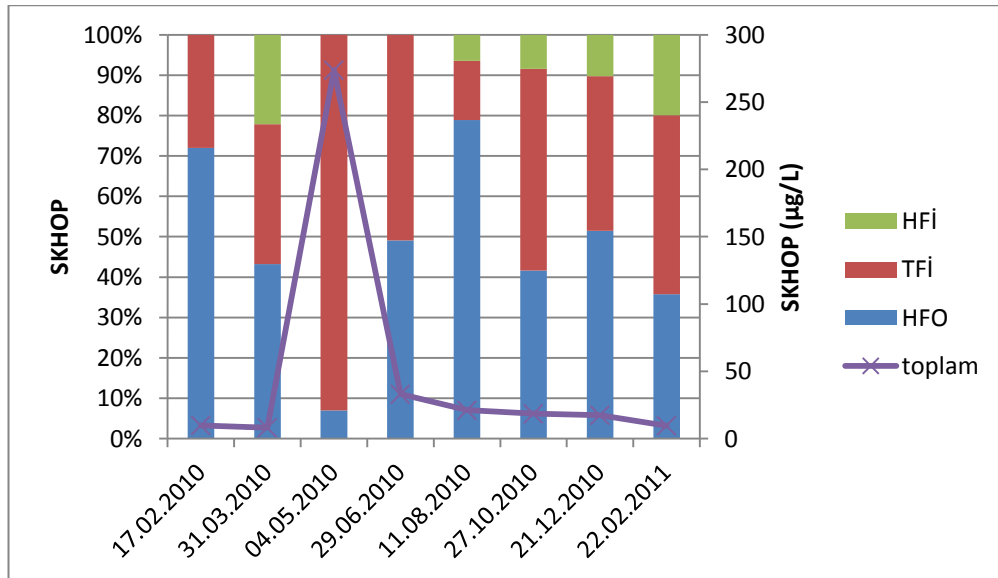
Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde KHOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SKHOP) hesaplanmış olup, SKHOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.53, BÇ için ise Şekil C.54'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SKHOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SKHOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.46'da verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SKHOP'ye en önemli katkının SHANOP ve SHKOP'ye benzer olarak TFİ fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFİ fraksiyonu SHKOP'nin yaklaşık %45'ini oluşturmaktadır. TFİ fraksiyonunu takiben HFİ fraksiyonu (ortalama %29,5) gelirken, HFO fraksiyonu

(ortalama %25,5) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



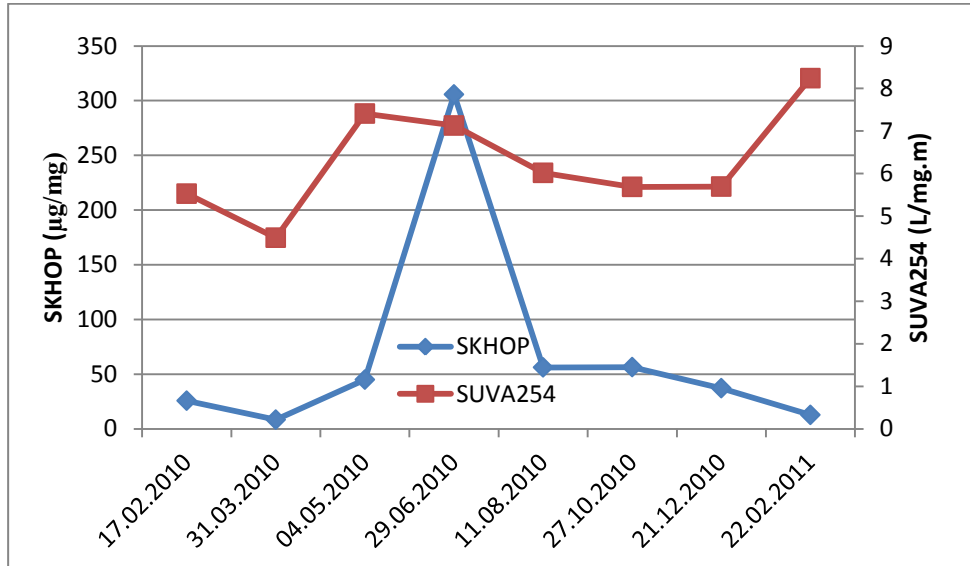
Şekil 6.46: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin Haziran ayı numunesinde 305,7 µg/L olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Fraksiyonların SHKOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.47'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SHKOP'ye en önemli katkının TFi fraksiyonundan geldiği görülmektedir.



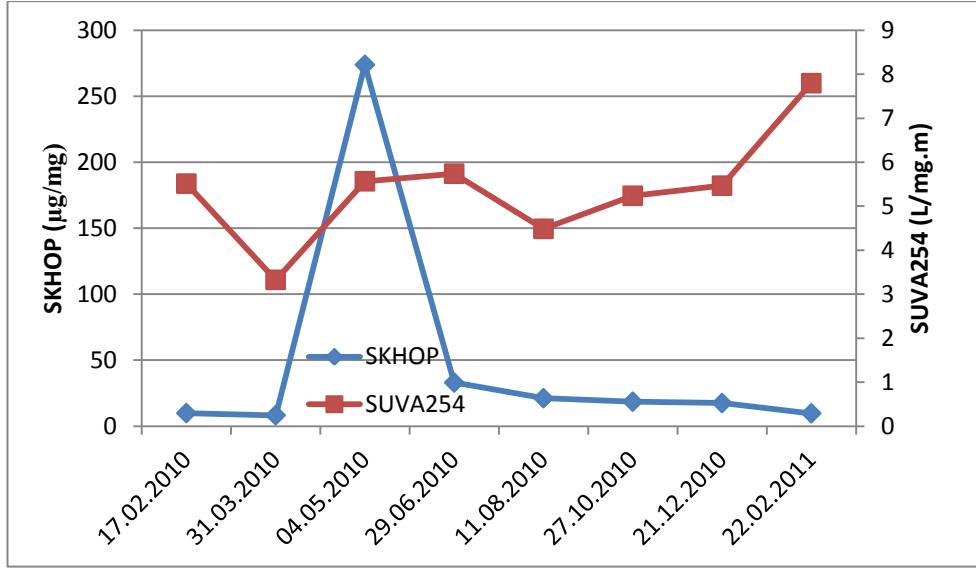
Şekil 6.47: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFİ fraksiyonunun SKHOP'nin yaklaşık %76,7'sini oluşturduğu anlaşılmaktadır. TFİ fraksiyonunu takiben HFO fraksiyonu (ortalama %21,7) gelirken, HFİ fraksiyonu (ortalama %2,2) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 273,8 $\mu\text{g/L}$ ile 2010 yılı Mayıs ayı numunesinde tespit edilmiştir. Diğer yan ürünlerde görülene benzer şekilde ÖM'de tespit edilen HK reaktivitesi BÇ'den yüksektir. ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SHKOP ile fraksiyonların SUVA_{254} toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.48'de, BÇ içinse Şekil 6.49'da verilmiştir. Şekiller incelendiğinde diğer yan ürünlerde görülene benzer olarak fraksiyonların SHKOP değişimleri ile SUVA_{254} değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.



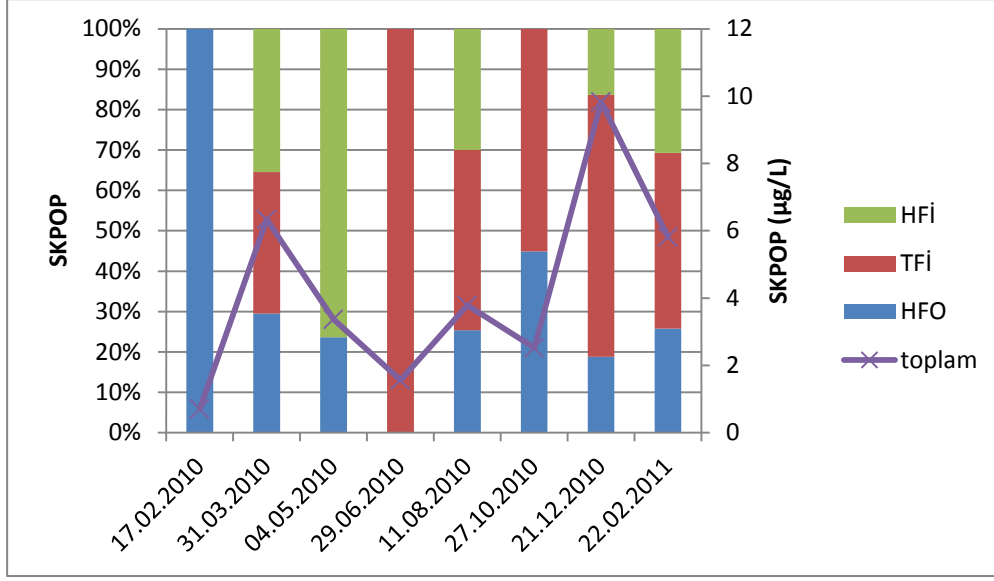
Şekil 6.48: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamı ile SUVA_{254} toplamının karşılaştırılması.

Çalışma kapsamında ölçülen diğer bir DYÜ türü ise kloropikrindir (KP). Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve kimyasal fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen KPOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.55, BÇ için ise Şekil C.56'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde; her iki su içinde KPOP'nin ölçülen yan ürünler arasında konsantrasyon bakımında en düşük mertebeli olanıdır. KPOP'nin düşük mertebelerde olmasından dolayı hamsu ve fraksiyonlardaki mevsimsel değişimler önemsiz düzeydedir.



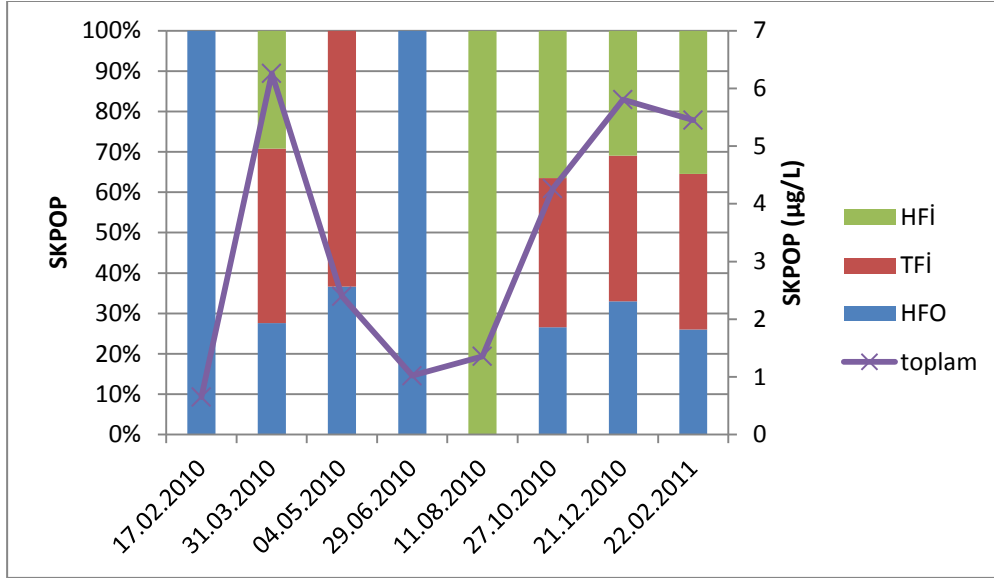
Şekil 6.49: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile $SUVA_{254}$ toplamalarının karşılaştırılması.

Hamsuların klorlanması sonucunda ölçülen konsantrasyonlara bakıldığında, ÖM hamsuyunun örnekleme dönemi ortalamasının BÇ'den daha yüksek olduğu (ortalama hamsu değerleri; ÖM: 2,3 µg/L; BÇ: 1,8 µg/L) görülmektedir. ÖM ve BÇ'de konsantrasyon bazında en fazla KPOP'ye sahip fraksiyon HFO (ortalama değerler, ÖM: 2,5 µg/L; BÇ: 2,3 µg/L) fraksiyonudur. Fraksiyon 2011 yılı Şubat ayı numunesinde en yüksek KPOP düzeyine (ÖM: 4,7 µg/L; BÇ: 3,8 µg/L) çıkmakta, ÖM'de Haziran, BÇ'de ise Ağustos ayında ise suda KPOP'nin tespit edilemediği görülmektedir. TFİ ve HFİ fraksiyonlarının KPOP'leri ise her iki su içinde yaklaşık birbirine eşittir. Bu kapsamda aromatik yapının KPOP'de oluşumunda daha etkin olduğu görülmektedir. Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde KPOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SKHOP) hesaplanmış olup, SKHOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.57, BÇ için ise Şekil C.58'da sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SKPOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SKPOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.50'de verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SKPOP'ye en önemli katkının TFİ fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFİ fraksiyonu SKPOP'nin yaklaşık %46,5'ini oluşturmaktadır. TFİ fraksiyonunu takiben HFİ fraksiyonu (ortalama %27,6) gelirken, HFO fraksiyonu (ortalama %26) ise SKPOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.50: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin Aralık ayı numunesinde 9,8 µg/L olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Fraksiyonların SHPOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.51'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SKPOP'ye en önemli katkının TFi fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında TFi fraksiyonunun SKPOP'nin yaklaşık %36,7'sini oluşturduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6.51: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.

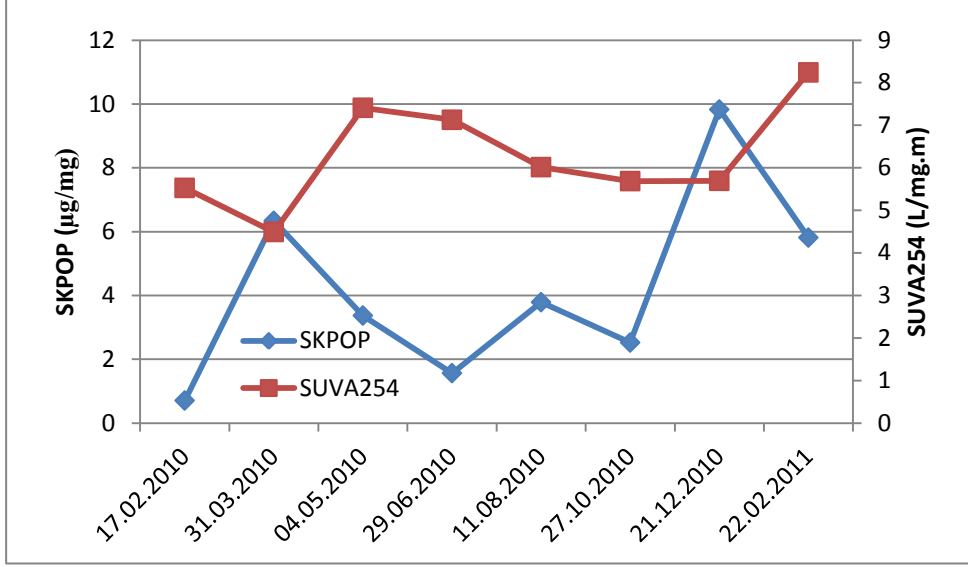
TFİ fraksiyonunu takiben HFO fraksiyonu (ortalama %32,1) gelirken, HFİ fraksiyonu (ortalama %31,1) ise SHPOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 5,8 µg/L ile Aralık ayı numunesinde tespit edilmiştir. Diğer yan ürünlerde görülene benzer şekilde ÖM’de tespit edilen HK reaktivitesi BÇ’den yüksektir. ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SKPOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.52’de, BÇ içinse Şekil 6.53’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde diğer yan ürünlerde görülene benzer olarak fraksiyonların SKPOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.

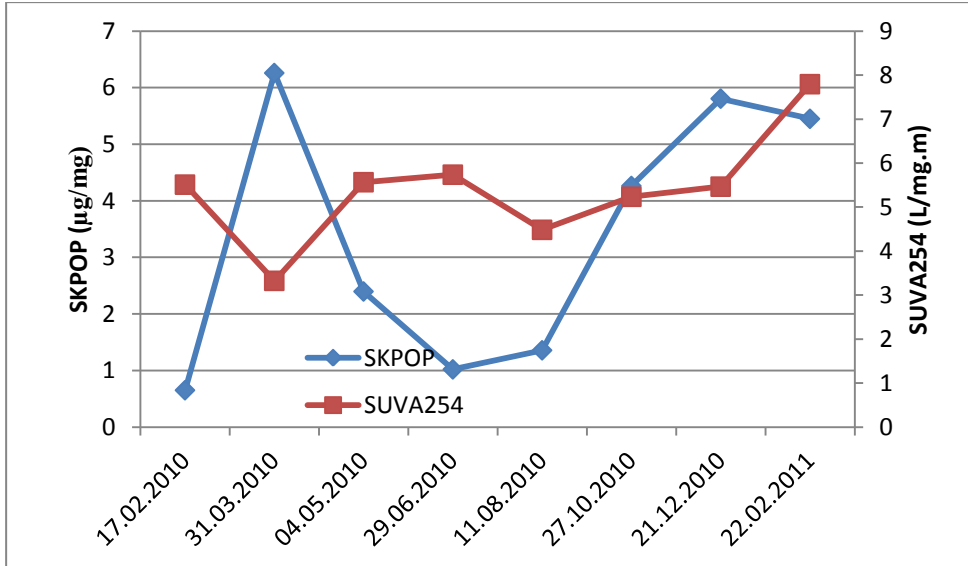
6.2.2.4 AOXOP Analizleri

Mevsimsel bazda alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fraksiyonlarının klorlanması sonucu DYÜ bileşikleri ve bileşik gruplarının ölçümünün yanında oluşan tüm yan ürünlerin toplamını karakterize etmesi açısından AOX₉OP değerleri de ölçülmüş ve ÖM için EK-C Şekil C.59, BÇ için ise Şekil C.60’de verilmiştir. Şekillerden, THMOP ve HAA₉OP’ye benzer olarak heriki sudan elde edilen fraksiyonların AOXOP dağılımlarının, hamsuların AOXOP dağılımlarına benzer şekilde mevsimsel bazda değişim gösterdiği görülmektedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla AOXOP’ye sahip fraksiyon, THMOP ve HAA₉OP’de ki duruma benzer olarak HFO (ortalama bazında ÖM:709 µg/L, BÇ: 619 µg/L) fraksiyonudur. Hamsudaki eğilime benzer olarak fraksiyonlar açısından da ÖM’de elde edilen konsantrasyon değerleri HFİ fraksiyonu hariç BÇ’den daha yüksektir. HFO fazı ÖM’de ve BÇ’de 2011 yılı Şubat ayı numunesinde (ÖM: 1326 µg/L, BÇ: 1127 µg/L), en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Ayrıca aşağıda verilen AOX’in türsel bazda dağılım grafiklerinden de görüldüğü üzere hem hamsuda hem fraksiyonlarda AOX konsantrasyonunun artmasına paralel olarak AOX içeriğindeki ölçülerek tanımlanan türlerin yüzdesel dağılımı azalmakta, tanımlanamayan türler ise artmaktadır. AOXOP bakımından en fazla oluşumun görüldüğü ikinci fraksiyon ise her iki suda da TFİ fraksiyonu (ortalama bazında ÖM:421 µg/L, BÇ: 420 µg/L) olarak belirlenmiş olup, her iki suya ait TFİ fraksiyonlarının ortalama AOXOP’leri yaklaşık eşittir. ÖM’de TFİ fraksiyonu Haziran ayı numunesinde en yüksek AOXOP düzeyine çıkıp Mart’ta en düşük

değerine (ÖM: maksimum 720 $\mu\text{g/L}$, minimum 165 $\mu\text{g/L}$) inerken BÇ'de ise Mayıs numunesinde (BÇ: maksimum 670 $\mu\text{g/L}$, minimum 242 $\mu\text{g/L}$) en yüksek düzeye ulaşmış olup 2010 yılı Şubat ayı numunesinde ise en düşük düzeye indiği tespit edilmiştir.



Şekil 6.52: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.



Şekil 6.53: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

HFİ fraksiyonu ise her iki su içinde en düşük AOXOP'nin görüldüğü fraksiyon olmakla birlikte (ÖM: 258 $\mu\text{g/L}$, BÇ: 319 $\mu\text{g/L}$) BÇ'den elde edilen HFİ fraksiyonunun AOXOP oluşumu açısından ÖM'den daha aktif olduğu ve diğer fraksiyonlardaki sonuçların aksine daha yüksek AOXOP'ye sahip olduğu

görülmektedir. ÖM’de HFİ fraksiyonu Haziran ayı numunesinde en yüksek AOXOP düzeyine çıkıp, 2010 yılı Şubat ayı numunesinde en düşük değerine (ÖM: maksimum 408 µg/L, minimum 111 µg/L) inerken, BÇ’de ise 2011 yılı Şubat ayı numunesinde (BÇ: maksimum 524 µg/L, minimum 191 µg/L) en yüksek düzeye ulaşmış olup Haziran ayı numunesinde ise en düşük düzeye indiği tespit edilmiştir. Kristiana ve diğ., (2009) tarafından yapılan çalışmada Fransa ve Amerika’da çeşitli su kaynaklarından alınan numuneler kimyasal olarak fraksiyonlanmış ve klorlama ve kloraminleme işlemlerinden sonra toplam organik halojen oluşum potansiyelleri (TOXOP) ölçülmüştür. Klorlama sonucu TOX oluşumunun su kaynağındaki aromatik yapıyla ve SUVA₂₅₄’le ilişkili olduğu ve bu parametreler arasında lineer bir korelasyon olduğu çalışmada belirtilmiş olup klorlama ve kloraminleme sonrasında oluşacak TOX’in azaltılabilmesi için suyun klorlanmadan önce aromatik yapıların verimli şekilde arıtılması gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışma sonuçlarına benzer ve paralel olarak burada gerçekleştirilen tez çalışmasında aromatik içeriği ve SUVA₂₅₄’ü diğer fraksiyonlara göre daha yüksek olan HFO fraksiyonunun en yüksek AOXOP’ye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında her bir fraksiyon ve fraksiyonların toplamaları için elde edilen DYÜOP değerleri klorür eşdeğeri cinsinden ifade edilmek suretiyle, her bir fraksiyon ve toplamaları için AOXOP’nin tanımlanabilen ve tanımsız kalan kısımları hesaplanmıştır. Hesaplamalara ait grafikler aşağıda Şekil 6.54’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde;

- ÖM’de HFO fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP’nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında, çalışma sürecinde ortalama %23,8 ile HAA’nın AOX’e en önemli katkısı yaptığı görülmektedir. Bu grubu takiben %15,6 ile THM grubu gelirken KH ise %3,9 ile AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ’lerin %54,8’lik kısmının ise tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. BÇ’de ise ÖM’ye benzer olarak çalışma sürecinde ortalama %14,7 ile HAA’nın AOX’e en önemli katkısı yaptığı görülmektedir. Bu grubu takiben %10,7 ile THM grubu gelirken KH ise %2,3 ile AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ’lerin %70,4’lik kısmının ise

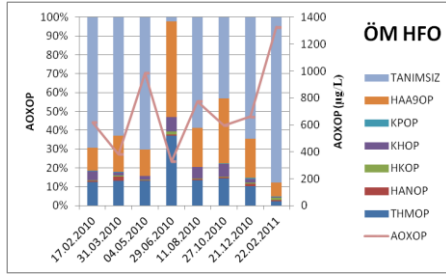
tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. Her iki suya ait HFO fraksiyonunda da 2011 yılı Şubat ayında AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler maksimum düzeyine çıkmakta (ÖM: %87,7; BÇ: % 89,6) ÖM için Haziran (%2,2), BÇ için ise Aralık ayında (%59,9) minimum düzeyine inmektedir. . Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, BÇ’de HFO fraksiyonunun klorlama sonucunda ÖM’ye göre çok daha farklı ve spesifik türlerin oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda bu suda oluşan ve tanımlanamayan türlerin ayrıca araştırılması, neden olabilecekleri sağlık risklerinin aydınlatılabilmesi açısından gereklidir.

- ÖM ve BÇ’de TFİ fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP’nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında sonuçların HFO fraksiyonu ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. , Çalışma sürecinde TFİ fraksiyonu açısından AOXOP’ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %11; BÇ%12) HAA olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben her iki suda da THM grubu (ortalama ÖM;%7,9 BÇ%8,9) ikinci sırada gelirken KH ise (ortalama ÖM %5; BÇ%5,2) AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, TFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ’lerin ÖM için %74,6’lık kısmının, BÇ içinse %71,8’lik kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. TFİ fraksiyonunun AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM’de Mayıs ayında (%91,2), BÇ’de ise 2011 yılı Şubat ayında (%88,1) tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için Haziran (%56,1), BÇ için ise Mayıs ayında (%48,2) minimum düzeye indiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, BÇ ve ÖM’de TFİ fraksiyonu kaynaklı AOXOP’nin dağılımının benzerlik gösterdiği görülmektedir.
- ÖM ve BÇ’de HFİ fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP’nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında sonuçların HFO ve TFİ fraksiyonlarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. , Çalışma sürecinde HFİ fraksiyonu açısından AOXOP’ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %22; BÇ%17,5) HAA olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben her iki suda da THM grubu (ortalama ÖM;%12,1 BÇ%13,8) ikinci sırada gelirken KH ise (ortalama ÖM %5,1; BÇ%4,9) AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına

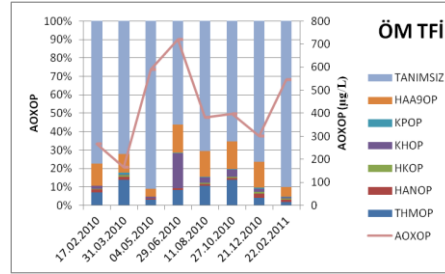
bakıldığında, HFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin ÖM için %58'lik kısmının, BÇ içinse %60,9'luk kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. HFİ fraksiyonunun AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM'de Aralık ayında (%88,5), BÇ'de ise 2010 yılı Şubat ayında (%88) tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için Aralık (%28,1), BÇ için ise Haziran ayında (%35,8) minimum düzeye indiği görülmektedir.

- ÖM ve BÇ'den elde edilen fraksiyonların toplamının AOXOP'si değerlendirildiğinde klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımın hamsu ve tekil olarak fraksiyonlar için elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. fraksiyonların toplamı açısından AOXOP'ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %17,4; BÇ%14,2) HAA olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben her iki suda da THM grubu aynı düzeyde katkı sağlamak suretiyle (ortalama %10,7) ikinci sırada gelirken KH ise (ortalama ÖM %5,1; BÇ%3,7) AOX'e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, kimyasal fraksiyonların klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin ÖM için %64,7'lik kısmının, BÇ içinse %69,3'lük kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. Fraksiyonlar toplamının AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM ve BÇ'de 2011 Şubat ayında (ÖM:%86,6; BÇ:%88,5), tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için Haziran (%40,8), BÇ için ise Mayıs ayında (%55,5) minimum düzeye indiği görülmektedir. Bu kapsamda genel tabloya bakıldığında, yağışların artması ve sıcaklığın azalmasıyla AOXOP'de tanımlanamayan türler artmakta, yağışların azalması ve sıcaklığın artmasıyla ise azalmakta olduğu söylenebilir. Bu kapsamda yapışlarla suya giren toprak kaynaklı organik maddenin tanımlanamayan türlerin oluşumunda önemli pay sahibi olduğu anlaşılmaktadır.

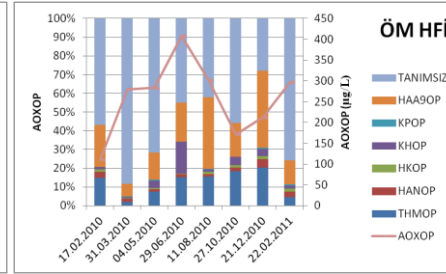
Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde AOXOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SAOXOP) hesaplanmış olup, SAOXOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.61, BÇ için ise Şekil C.62'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SAOXOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı yani reaktivitesi hesaplanmıştır.



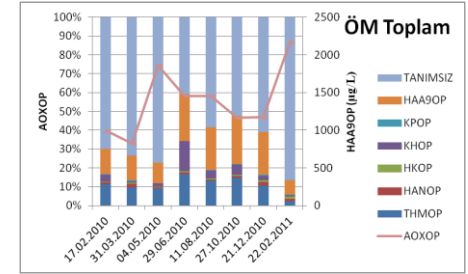
(a) ÖM HFO fraksiyonu



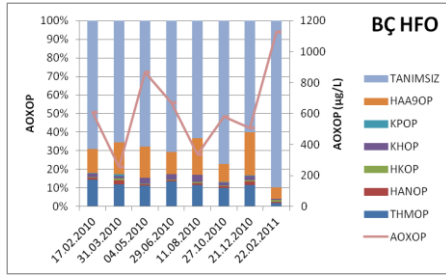
(b) ÖM TFİ fraksiyonu



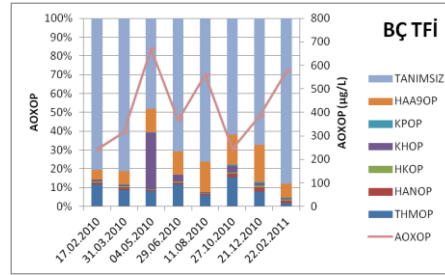
(c) ÖM HFİ fraksiyonu



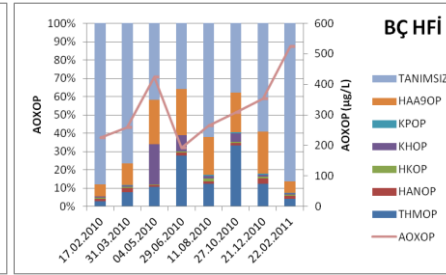
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



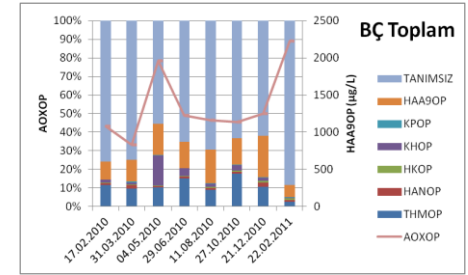
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFİ fraksiyonu



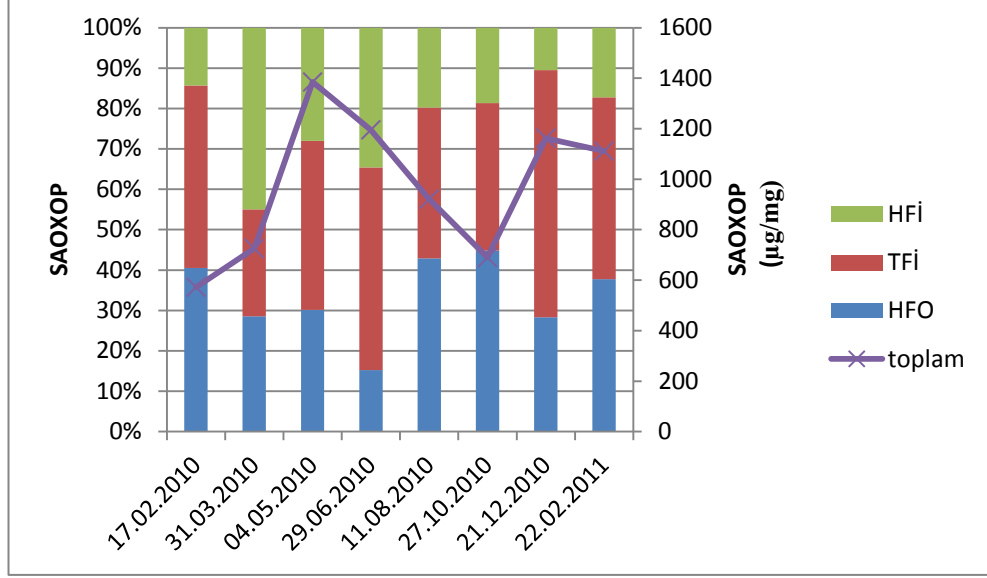
(g) BÇ HFİ fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.54: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların AOXOP değerlerinin türsel bazda dağılımları.

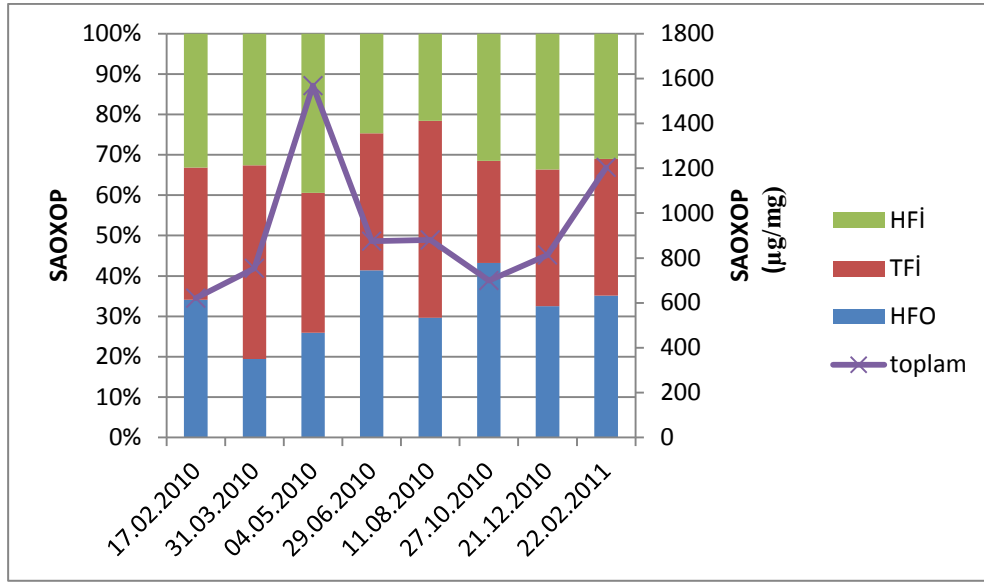
Fraksiyonların AOXOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.55'de BÇ içinse Şekil 6.56'da verilmiştir. ÖM ve BÇ'den elde edilen fraksiyonlara bakıldığında, SKPOP'ye benzer olarak SAOXOP'ye en önemli katkının TFİ fraksiyonundan geldiği görülmektedir.



Şekil 6.55: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.

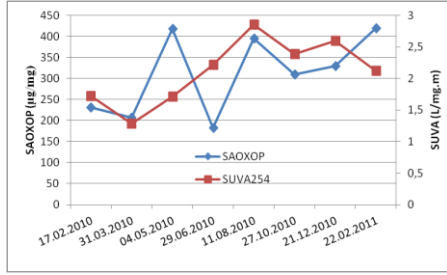
TFİ fraksiyonu toplam SAOXOP'nin ÖM'de ortalama %43'lük kısmını, BÇ'de ise %36,4'lük kısmını oluşturmaktadır. ÖM'de TFİ fraksiyonu Aralık ayında %61,2 ile en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Mart numunesinde ise %26,5 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. BÇ'de ise Ağustos ayında %48,7 ile en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Ekim numunesinde ise %25,3 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. Bu durumda organik madde bazında miktarsal olarak iki suda da HFO fraksiyonu baskın fraksiyon olmakla birlikte reaktivite açısından en baskın fraksiyon ise TFİ fraksiyonu olarak belirlenmiştir. HFO fraksiyonu her iki su kaynağı içinde (ortalama ÖM:%33,5; BÇ:%36,4), SAOXOP'ye katkı bakımından TFİ fazından sonra ikinci sırada gelmektedir. ÖM'de fraksiyonun SAOXOP'ye katkısı Haziran ayında %15,2 ile en düşük, Ekim ayında ise %44,8'la en yüksek düzeye ulaşmıştır. BÇ'de ise HFO fraksiyonunun SAOXOP'ye katkısı Mart ayında %19,4 ile en düşük, Ekim ayında ise %43,2'la en yüksek düzeye ulaşmıştır. HFi fazı ise her iki su kaynağı için (ortalama ÖM:%23,5; BÇ:%31) ortalama katkı ile SAOXOP'ye en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur. ÖM için fraksiyonun SAOXOP'ye maksimum katkısı %44,9'la Mart ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Aralık ayında %10,5 olarak tespit

edilmiştir. BÇ için fraksiyonun SAOXOP'ye maksimum katkısı ise %39,4'le Mayıs ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Ağustos ayında %21,6 olarak tespit edilmiştir. Fraksiyonların reaktivite toplamları açısından sonuçlar incelendiğinde ise; BÇ'de en yüksek reaktivitenin 1568 µg/mg ile Mayıs ayında, en düşük reaktivitenin ise 621 µg/mg değeri ile 2010 yılı Şubat ayında elde edildiği, ÖM'de ise en yüksek reaktivitenin 1385 µg/mg ile BÇ'ye benzer olarak Mayıs ayında, en düşük reaktivitenin ise 572 µg/mg değeri ile 2010 yılı Şubat ayında elde edildiği görülmektedir.

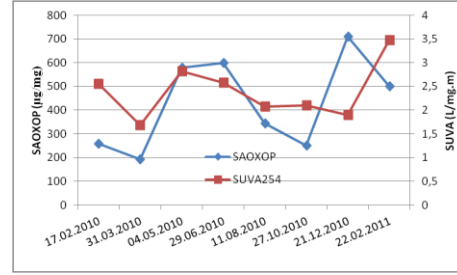


Şekil 6.56: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.

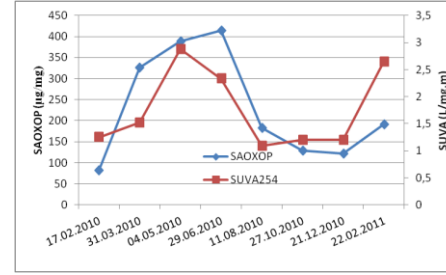
STHMOP ve SHAA₉OP'deki duruma benzer olarak aromatik yapısı daha yüksek olan ÖM'nin BÇ'ye göre SAOXOP'sinin (ortalama ÖM: 970 µg/mg; BÇ: 927 µg/mg daha yüksek olduğu görülmektedir. Fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller aşağıda Şekil 6.57'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların SHAA₉OP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.



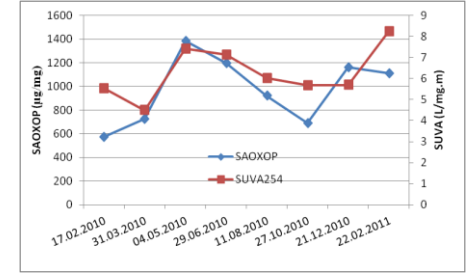
(a) ÖM HFO fraksiyonu



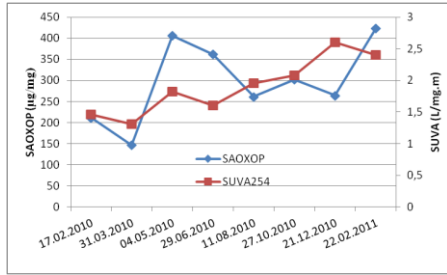
(b) ÖM TFI fraksiyonu



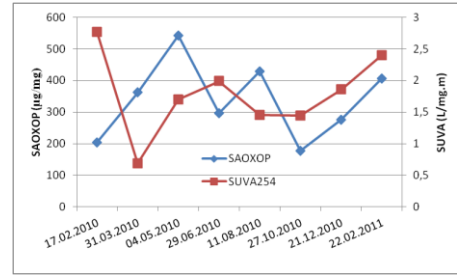
(c) ÖM HFI fraksiyonu



(d) ÖM fraksiyonların toplamı



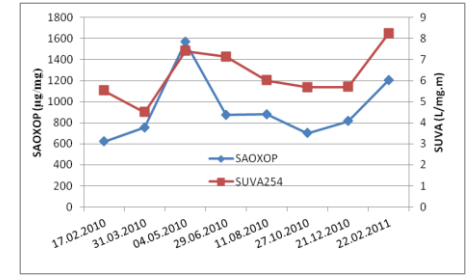
(e) BÇ HFO fraksiyonu



(f) BÇ TFI fraksiyonu



(g) BÇ HFI fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.57: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arası ilişki.

6.3 Fiziksel Fraksiyonlama Çalışmaları ve DYÜOP Analizleri

6.3.1 Hamsuların fiziksel fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi

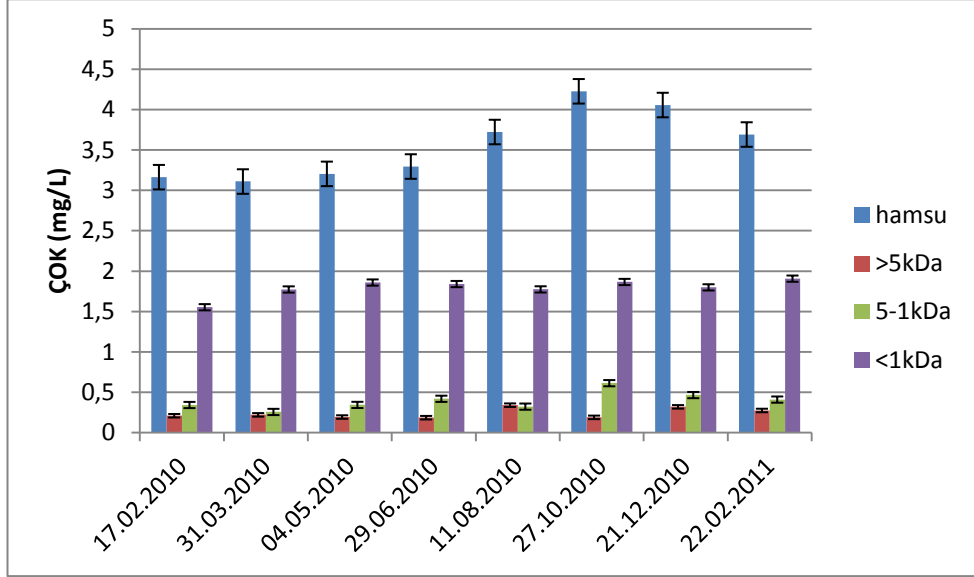
Çalışma kapsamında ÖM ve BÇ'den alınan hamsu numuneleri 0,22 µm membran filtreden süzülerek ön hazırlık yapılmış ve daha sonra ardışık olarak 5kDa ve 1kDa molekül ağırlıklı UF membranlarından süzülerek numune içeriğindeki ÇOK'un molekül ağırlığına göre ayrımı sağlanmıştır. Bu kapsamda 5kDa membran üzerinde kalan organik madde fraksiyonu (>5kDa), 1 kDa membran üzerinde kalan organik madde fraksiyonu (5-1kDa) ve her iki membranda da tutulmayarak süzüntüde kalan fraksiyon (<1kDa) olmak üzere molekül ağırlığına bağlı 3 fiziksel fraksiyon elde edilmiştir. Fraksiyonlamayı takiben fazlarda ÇOK ve UV₂₅₄ ölçümleri yapılmak suretiyle fraksiyonların fiziksel karakterizasyonları çıkartılmıştır. Daha sonra hamsulardaki organik madde kütlesi, fiziksel fraksiyonlardaki organik madde kütlesine oranlanmak suretiyle her numune için ÇOK geri kazanım oranları belirlenmiş ve aşağıdaki Çizelge 6.3'de verilmiştir.

Çizelge 6.3: Fiziksel fraksiyonlama işlemi kapsamında elde edilen % geri kazanılan ÇOK oranları.

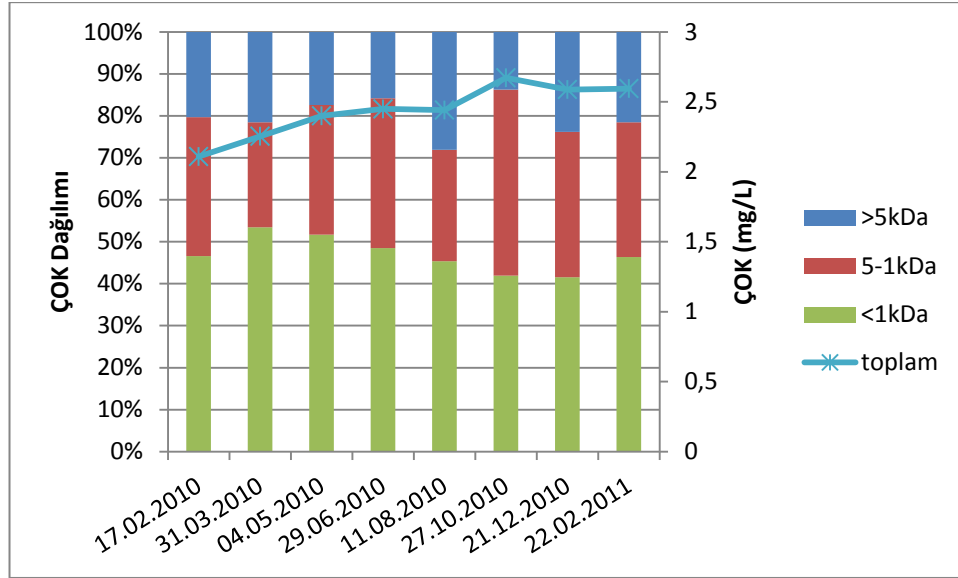
Aylar	% geri kazanım	
	ÖM	BÇ
17.02.2010	98,5	99,5
31.03.2010	99,5	101,7
04.05.2010	104,7	115,1
29.06.2010	107,5	101,5
11.08.2010	98,2	103,3
27.10.2010	98,4	102,7
21.12.2010	99,7	99,4
22.02.2010	104,1	108,2

Kimyasal fraksiyonlama kısmında belirtilen duruma benzer şekilde geri kazanımda elde edilen düşük sonuçlar çalışma sırasındaki kütle kayıplarının bir göstergesidir. Yapılan pozitif hatalar ise, analitik hatalardan yada sulardaki ÇOK konsantrasyonlarının düşük mertebelerde olmasından dolayı düşük organik madde kütleleriyle çalışılmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Fraksiyonlama işleminden sonra suda ÇOK ve UV₂₅₄ ölçümleri yapılarak fraksiyonların karakterizasyonları çıkartılmıştır. ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları aşağıdaki Şekil 6.58’de verilmiştir. Konsantrasyonlardan hareketle ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların kütlece yüzdesel dağılımları ise Şekil 6.59’da verilmiştir.



Şekil 6.58: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.

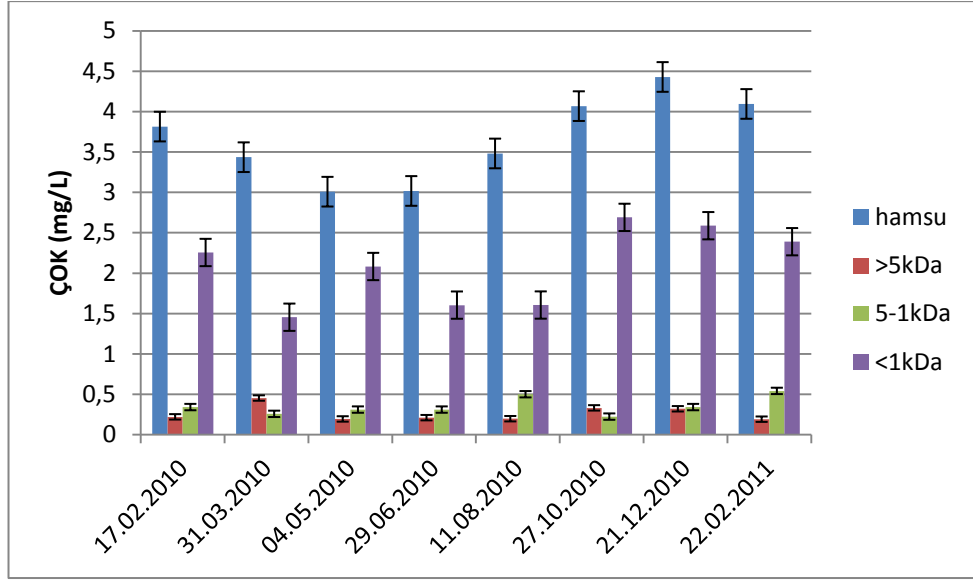


Şekil 6.59: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.

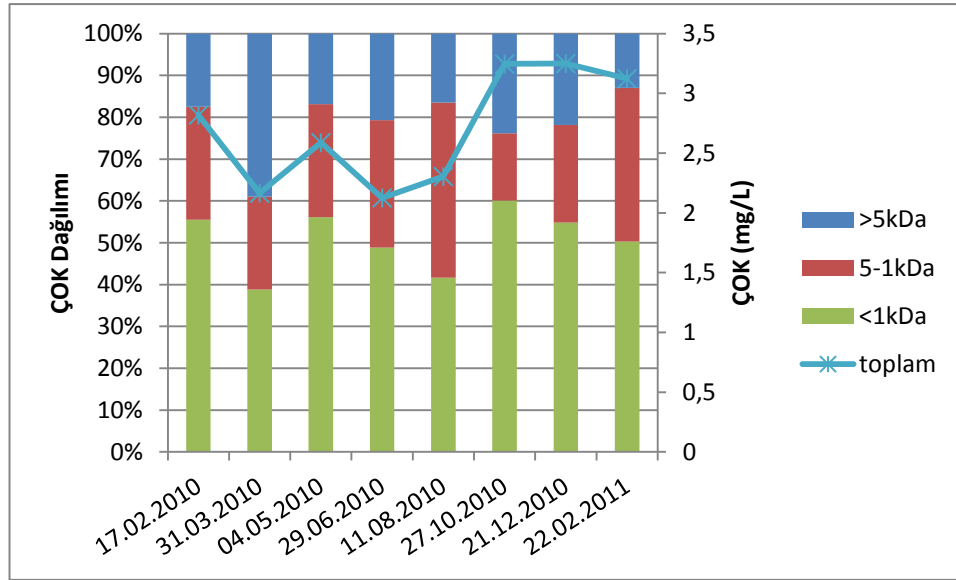
Şekil 6.58'den görüldüğü üzere konsantrasyon bazında <1kDa fraksiyonu ÇOK konsantrasyonları örnekleme döneminde diğer fraksiyonlara göre daha yüksek mertebededir. Konsantrasyon bazında bu fraksiyonu takiben 5-1 kDa fraksiyonu gelmekte olup en düşük ÇOK konsantrasyon değerleri ise >5 kDa fraksiyonuna aittir.

Şekil 6.59 incelendiğinde, ÖM hamsuyunda örnekleme döneminde <1kDa fraksiyonunun baskın fraksiyon olduğu anlaşılmaktadır. Fraksiyonun kendi içinde değişimine bakıldığında ise, 2010 Ekim ve Mayıs ayı numunelerinde ÇOK'un kütle bazda %42'si ile en düşük, 2010 Mayıs ayında ise %52'si ile en yüksek kısmını oluşturduğu ve mevsimsel değişim gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlar, kimyasal fraksiyonlama baskın faz olan HFO fraksiyonu için elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Bu kapsamda her iki fraksiyonun ÇOK kütlesi içindeki payları açısından minimum ve maksimum paylarının aynı aylarda alınan numunelerde tespit edildiği anlaşılmaktadır. <1kDa fraksiyonu ÖM hamsuyunda ÇOK'un ortalama %47'sini oluşturmaktadır. Diğer fiziksel fraksiyonlar incelendiğinde ise, 5-1kDa fraksiyonunun (ortalama: %33) >5kDa fazına (ortalama: %20) göre daha baskın olduğu ve her iki fazın da <1kDa fazı gibi izleme periyodunda değişkenlik sergilediği anlaşılmaktadır. 5-1kDa fraksiyonu 2010 yılı Mart ayında %25 ile en düşük, Ekim ayında ise %44 ile en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. >5kDa fraksiyonun ise Ekim ayında %14 ile en düşük Ağustos ayında ise %28 ile ÇOK içeriğindeki en yüksek düzeyine çıktığı görülmektedir. Fraksiyonların konsantrasyon toplamalarına bakıldığında ise en yüksek konsantrasyon toplamının Ekim ayında, en düşük konsantrasyon toplamının ise 2010 yılı Şubat ayında elde edildiği anlaşılmıştır.

BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları ise aşağıdaki Şekil 6.60'da verilmiştir. Konsantrasyon bazında ÖM'ye benzer şekilde <1kDa fraksiyonu örnekleme döneminde diğer fraksiyonlara göre daha yüksek mertebededir. Bu fraksiyonu takiben ÖM'ye benzer olarak 5-1 kDa fraksiyonu gelmekte olup, aynı şekilde en düşük ÇOK konsantrasyon değerleri ise >5 kDa fraksiyonuna aittir. Fraksiyonların kütlece yüzdesel dağılımları ise Şekil 6.61'de verilmiştir.



Şekil 6.60: BC hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki ÇOK konsantrasyon dağılımları.



Şekil 6.61: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin fraksiyon dağılımları.

Şekil 6.61 incelendiğinde, BÇ hamsuyunda ÖM hamsuyuna benzer olarak örnekleme döneminde <1kDa fraksiyonu ÇOK'un kütleli dağılımında baskın fraksiyon (ortalama %51) olup mevsimsel olarak değişim göstermektedir. <1kDa fraksiyonu 2010 Mart ayı numunesinde %39'la en düşük, Ekim ayı numunesinde ise %60'la ÇOK kütleli dağılımında en yüksek katkıyı oluşturmaktadır. 5-1kDa ve >5kDa fraksiyonları incelendiğinde ise ÖM'deki duruma benzer olarak, 5-1kDa fraksiyonunun (ortalama: %24) >5kDa fraksiyonuna (ortalama: %22) göre daha baskın olduğu ve her iki fraksiyonunda izleme periyodunda değişkenlik gösterdiği

görülmektedir. 5-1kDa fraksiyonunun 2010 yılı Ekim ayında %16 ile en düşük, Ağustos ayı numunesinde ise %42 ile en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. >5kDa fraksiyonun ise 2011 Şubat ayı numunesinde %13 ile en düşük, 2010 Mart ayı numunesinde ise %39 ile ÇOK içeriğindeki en yüksek düzeyine çıktığı belirlenmiştir. Fraksiyonlamada görülen mevsimsel değişikliğin zaman zaman sudaki baskın fiziksel organik madde fraksiyonunun da değişimine neden olduğu görülmektedir. Bu durum kimyasal fraksiyonlama sonuçlarıyla karşılaştırıldığında kimyasal fraksiyonlama sonucu elde edilen fraksiyonlarında mevsimsel olarak değiştiği ancak baskın fraksiyon olan HFO'nun örnekleme yapılan tüm aylarda suda baskın yapı olarak sabit kaldığı, TFI ve HFI fazlarının ise aylara bağlı olarak birbirlerine göre sıralamalarının değişebildiği görülebilmektedir. Bu durumun nereden ileri geldiğinin açıklanabilmesi çözünmüş organik madde (ÇOM) yapısının tanımlanmasıyla mümkündür. Leenher ve Croue, (2003) ve Tipping, (2002) tarafından yapılan çalışmalarda;

- ÇOM'un molekül boyutunun çok değişken bir aralıkta değiştiği (birkaç yüz Da ile 100 kDa arası) ve koloidal boyuta kadar çıkabildiği,
- literatürde önceden yapılan çalışmalarda ki genel kanının humik yapıların makro moleküler yapıda olduğunu işaret ettiği,
- Ancak günümüzde yapılan çalışmalara bakıldığında; toprak ve sudan gerikazanılan ÇOM'un oldukça küçük birincil moleküler yapılar (0,1-2kDa) olduğunun belirlendiği,
- Bu yapıların polar olmayan etkileşimler yanında hidrojen bağları yada çok değerlikli katyonlarla (Na^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Am^{3+}) etkileşerek bağlanmaları gibi nedenlerle agregasyona uğrayıp makromoleküler karakteristik gösterdiğinin tespit edildiği,
- ÇOM'un aromatik ve alifatik hidrokarbonlardan oluşan kompleks bir yapı olması ve bu yapılarda amid, karboksil, hidroksil, keton ve çok çeşitli minör fonksiyonel grupların bulunması dolayısıyla oluşan agregaların oldukça heterojen bir yapı sergilediği ve ÇOM yapısının daha kompleks bir hale gelmesini sağladığı belirtilmiştir.
- Bazı araştırmacıların humik makromoleküler yapıların moleküler bazda karakterize edilemeyeceğine dair görüş belirttiğinin bilindiği ancak yukarıda belirtilen son bulgulara göre küçük birincil yapıların ÇOM'un büyük kısmını

oluşturduğu tespit edildiğinden, moleküler boyutta yapılan karakterizasyonla ilgili problemlerin bu sayede büyük çoğunluğunun ortadan kalktığı rapor edilmektedir.

Bu çalışmalar ışığında; kimyasal fraksiyonlar arasında baskın fraksiyonun değişmemesi yanında fiziksel fraksiyondaki önemli değişimin bu dinamik yapıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Bu dinamik yapının ÇOM'un reaktivitesini direk olarak etkilemesi, dolayısıyla suyun DYÜOP'sinde de değişkenliğe neden olması kaçınılmazdır. Ayrıca yapıdaki değişkenlik suyun arıtımının ve elde edilecek suyun kalitesinin de dinamik olarak değişmesine neden olacaktır.

ÖM ve BÇ'de bulunan sonuçlara benzer ve farklı sonuçlar literatürde mevcuttur. Kim ve Yu, (2005) tarafından Kore'de bulunan ve yaklaşık 18 milyon kişiye içmesuyu temini amacıyla kullanılan Han Nehri'nde yapılan çalışmada yapılan çalışmada organik madde karakterizasyonunun ve DYÜ oluşumundaki reaktivitesinin belirlenmesi yanı sıra DOM'un giderimi açısından konvansiyonel prosesler ve ileri arıtma proseslerinin verimleri de karşılaştırılmıştır. Sudaki ÇOK'un yaklaşık 3,1 mg/L mertebesinde olduğu, ÇOK'un baskın kısmını %55-70'le HFİ fraksiyonunun oluşturduğu geri kalan kısmının ise HFO fraksiyonu olduğu belirlenmiştir. Fiziksel fraksiyonlama sonuçlarında ise sudaki ÇOM'un %80'inin <100kDa boyutunda olduğu, <1kDa'nın ise %38 ile baskın fraksiyon olduğunun belirlendiği ve fraksiyonların mevsimsel bazda değiştiği rapor edilmiştir. Bu değişimin sebebi olarakta sudaki canlı aktivitelerinden kaynaklanan ÇOM yanında toprak kaynaklı ÇOM'un da yağışlarla suya girmesi ve havzada yaşayan insan aktivitelerinden gelen ÇOM'unda sisteme dahil olması gösterilmiştir.

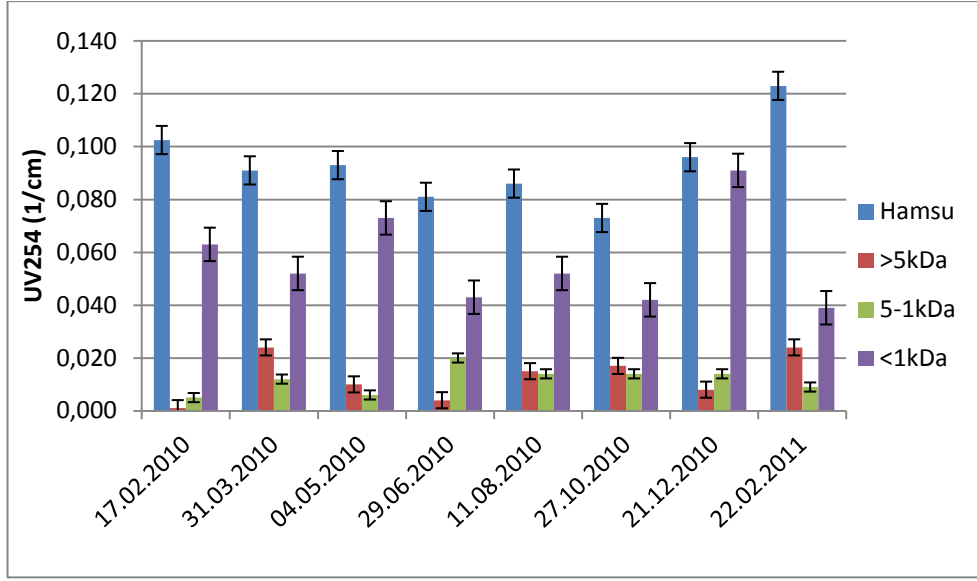
Wei ve diğ., (2008) tarafından yapılan çalışmada ise Güney Çin'deki önemli bir su kaynağı olan East Gölü'nde kimyasal ve fiziksel fraksiyonlama çalışması yapılmıştır. Tez çalışmasındakine benzer şekilde HFO asit fraksiyonun baskın olduğu tek başına sudaki ÇOK'un %30'dan fazlasını oluşturduğu rapor edilmiştir. HFİ fazında ÇOM'un %20'den fazlasını oluşturduğu, TFİ asit kısmının ise ÇOK'un yaklaşık %15'lik kısmını oluşturduğu raporlanmıştır. fiziksel fraksiyonlama sonuçlarına göre ise suda <1kDa fraksiyonunun örnekleme döneminde baskın fraksiyon olarak belirlendiği onu takiben ise 10-30kDa fraksiyonun geldiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda tez çalışmasına benzer olarak; fiziksel fraksiyonların, kimyasal fraksiyonlara göre mevsimsel bazda daha değişken olduğu ve DYÜOP'nin

azaltılması için yapılacak arıtma tesisi proses optimizasyonunda ÇOM'un kimyasal özelliklerinin baz alınması gerektiği tespit edilmiştir. Bu hususu tez kapsamında incelenen ÖM ve BÇ suları içinde geçerlidir.

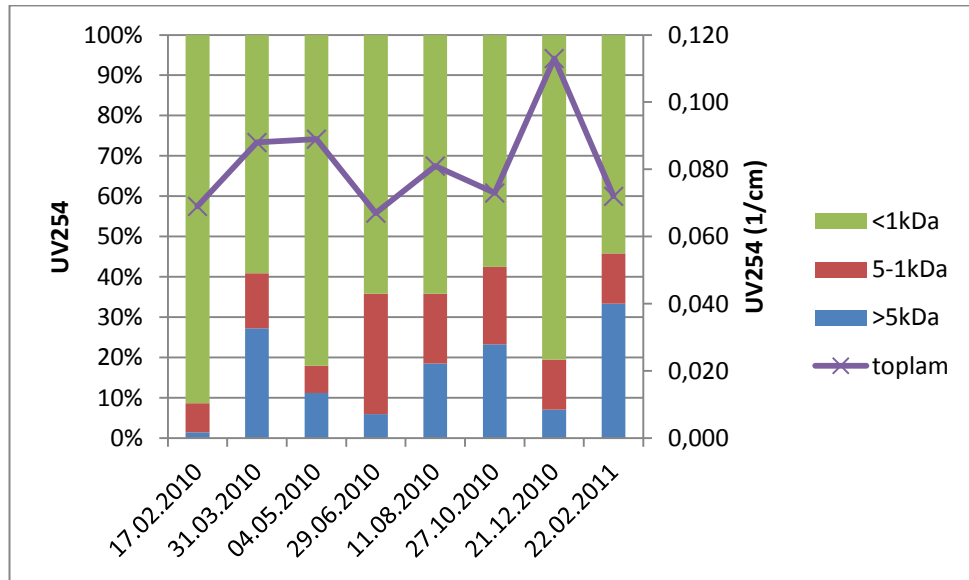
Chang ve diğ., (2001) tarafından yapılan Tayvan'daki Pan-Hsin su kaynağında yapılan çalışmada; en önemli DYÜ öncü bileşiklerini <1kDa fraksiyonunun oluşturduğu ve HFO asitlerin DYÜ oluşumunda etkinliklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. kimyasal fraksiyonlama da HFO asit, fiziksel fraksiyonlamada ise %43'le <1kDa fraksiyonlarının suda baskın olduğu belirlenmiştir. HFO asitlerin ya da küçük moleküllerin efektif şekilde giderimi ile dezenfeksiyon sonrasında DYÜ oluşumunun önüne geçilebileceği belirtilmiştir. Kitis ve diğ., (2002) tarafından yapılan çalışmada da Amerika'da ki 2 farklı yüzeysel su kaynağı (Tomhannock ve Myrte Beach) incelenmiş olup bunlardan Myrte Beach kaynağında HFO faz daha baskınken (%66) diğer kaynakta tam tersi durum söz konusu olup HFİ (%64) fazı daha baskın olarak tespit edilmiştir. her iki kaynakta da <1kDa fraksiyonu ise (Myrte Beach: %44 Tomhannock:%51) fiziksel karakterizasyonda baskın fraksiyon olarak tespit edilmiştir.

Sularda fraksiyonların ÇOK dağılımlarının belirlenmesinden sonra UV₂₅₄ ölçümleri yapılmak suretiyle fiziksel karakterizasyona devam edilmiştir. ÖM hamsuyu ve fiziksel fraksiyonlarının izleme dönemi UV₂₅₄ absorbans ölçümleri aşağıda Şekil 6.62'de verilmiştir. Absorbans ölçümlerinden görüldüğü üzere ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların UV₂₅₄ değerleri de ÇOK değerlerine benzer olarak mevsimsel olarak değişmektedir.

Şekil 6.62 incelendiğinde ÖM'de <1kDa fraksiyonunun diğer fraksiyonlara göre daha yüksek absorbans değerleri verdiği görülmektedir. ÖM'de ÇOK kütlesi bakımından en düşük miktara sahip olan >5kDa fraksiyonunun 5-1kDa fraksiyonundan daha yüksek absorbans verdiği görülmektedir. Humik maddeler makromoleküller olarak tanımlandıklarından dolayı, miktarlarının az olmasına rağmen 5-1kDa fraksiyonundan daha yüksek absorbans vermeleri normal olarak karşılanmaktadır. Fraksiyonların UV₂₅₄ absorbans değerlerinden hesaplanan yüzdesel dağılımları ise aşağıda Şekil 6.63'de verilmiştir. Fraksiyonların UV₂₅₄ absorbansına katkıları incelendiğinde, katkının izleme döneminde değişiklik gösterdiği görülmekte olup, en önemli katkının <1kDa fraksiyonundan geldiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6.62: ÖM hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV₂₅₄ absorbans dağılımları.

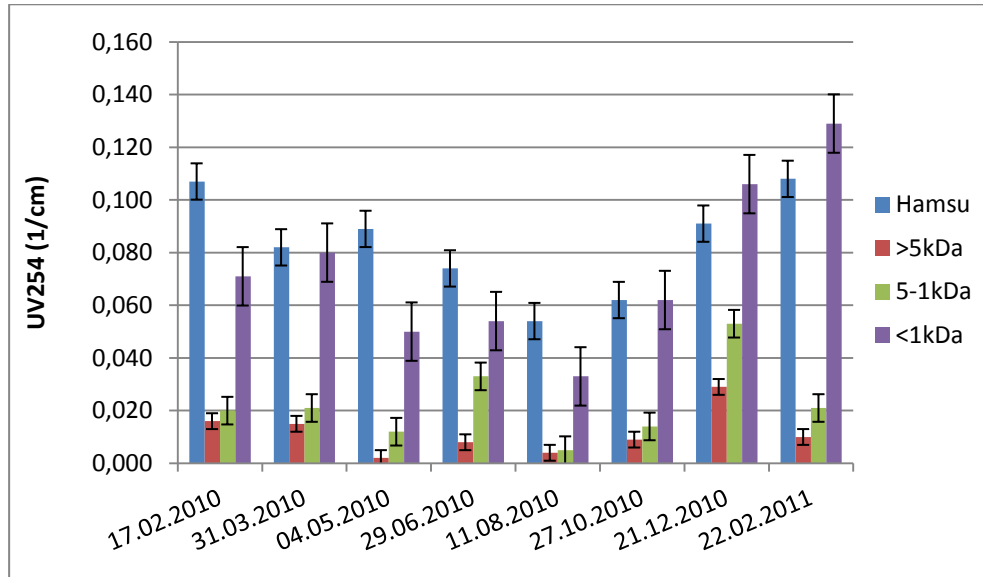


Şekil 6.63: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV₂₅₄ absorbanslarının yüzde dağılımları.

Örnekleme döneminde <1kDa fraksiyonu absorbans dağılımı 2010 yılı Şubat ayı numunesinde %91’le en yüksek düzeye çıkarken 2011 Şubat ayında ise %54 ile en düşük düzeyine inmiştir. Fraksiyonun izleme dönemi ortalama katkısı ise %69,1 olarak tespit edilmiştir. bu durum aromatik yapıya en önemli katkının mikromoleküller tarafından verildiğinin bir göstergesidir. Diğer fazlara bakıldığında ise, >5kDa fraksiyonunun (ortalama: %16) absorbansa ortalama katkısının 5-1kDa fraksiyonundan (ortalama: %14,9) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ÖM ÇOK sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, yukarıda açıklandığı üzere >5kDa

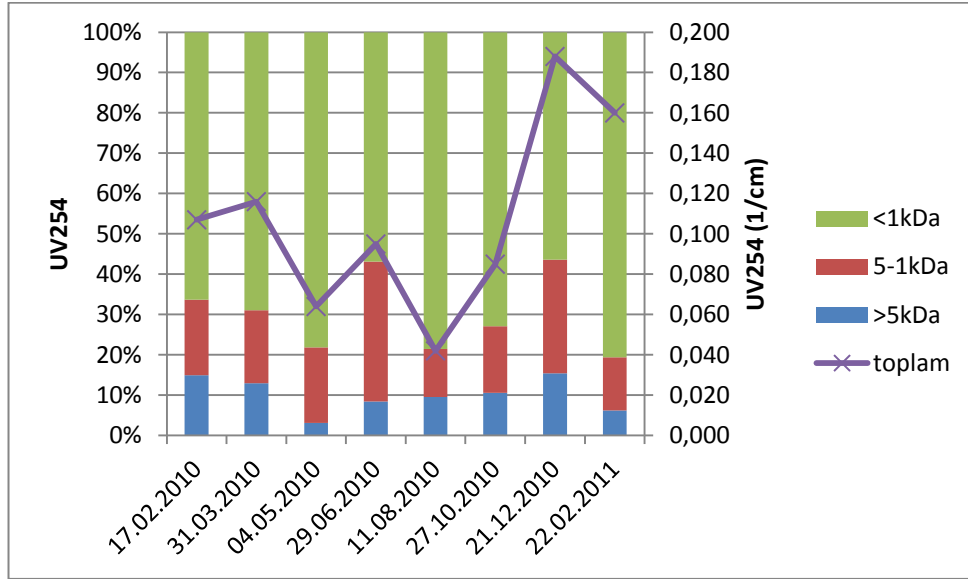
fraksiyonu ÇOK kütlesi olarak düşük miktarda olsa da humik yapısından dolayı 254 nm’de verdiği absorbans değeri 5-1kDa fraksiyonuna göre daha yüksektir. Fiziksel fraksiyonlardan elde edilen toplam UV₂₅₄ değerlerine bakıldığında, en yüksek absorbansın Aralık numunesinde elde edildiği, en düşük absorbans değerinin ise Haziran ayında elde edildiği görülmektedir. Toplam UV₂₅₄ değerinin artış ve azalış eğilimi oldukça değişken olmakla birlikte, genel olarak ilkbaharda yükseldiği bu duruma sıcaklık artışıyla su kaynaklı organik maddede artışın yanı sıra yağışlarla toprak kaynaklı organik maddenin de sebep olduğu düşünülmektedir. Organik maddedeki azalış ve artışın büyük oranda yağışlarla suya giren toprak kaynaklı organik maddenin kontrolü altında olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda suyun reaktivitesinin yağışlarla ve sıcaklık değişimleri nedeniyle mevsimsel olarak izlenmesi gerektiği görülmektedir.

BÇ hamsuyundan elde edilen fiziksel fraksiyonların izleme dönemi UV₂₅₄ absorbans ölçümleri aşağıda Şekil 6.64’de verilmiştir. Şekil 6.64’den görüldüğü üzere ÖM’ye benzer olarak BÇ hamsuyundan elde edilen fiziksel fraksiyonlarında UV₂₅₄ absorbansına katkıları izleme döneminde değişim göstermektedir. Fraksiyonlar içinde en yüksek absorbans değerleri <1kDa fraksiyonunda görülmüştür. Fraksiyonların UV₂₅₄ absorbans değerlerinden hesaplanan UV₂₅₄ yüzdesel dağılımları ise aşağıda Şekil 6.65’de verilmiştir.



Şekil 6.64: BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının örnekleme dönemindeki UV₂₅₄ absorbans dağılımları.

BÇ'de UV₂₅₄ absorbans dağılımına en önemli katkı ÖM'dekine bezer olarak <1kDa fraksiyonundan gelmektedir. Örnekleme döneminde <1kDa fraksiyonu absorbans dağılımı 2011 Şubat ayı numunesinde %81'le en yüksek düzeye çıkarken Aralık ayında ise %56 ile en düşük düzeyine inmiştir. <1kDa fraksiyonunun izleme döneminde UV₂₅₄'e ortalama katkısı ise %69,9 olarak tespit edilmiştir. ÖM'de ki duruma benzer olarak BÇ'de de aromatik yapının çoğunluğunu mikromoleküller oluşturmaktadır.

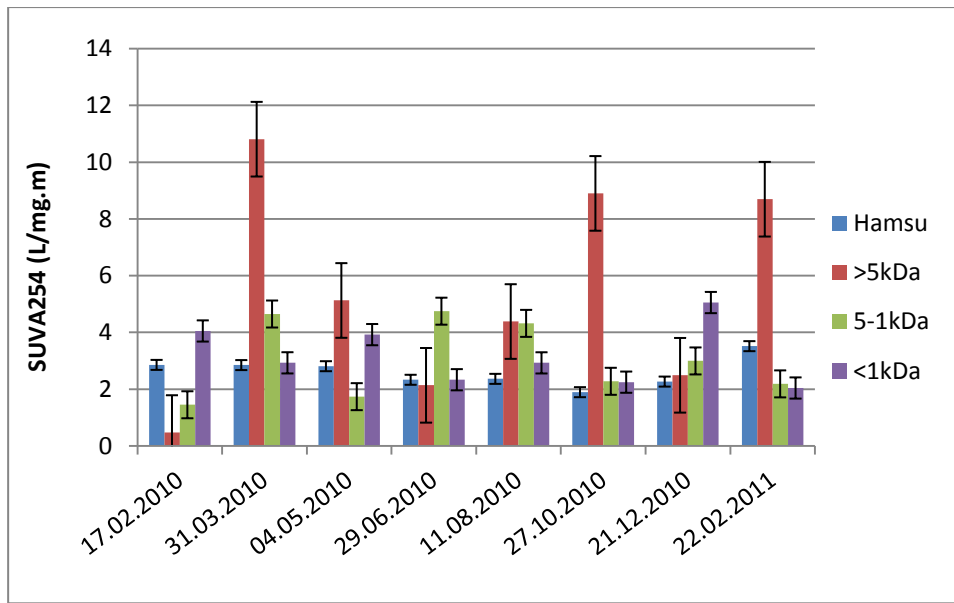


Şekil 6.65: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların UV₂₅₄ absorbanslarının yüzde dağılımları.

Diğer fazlara bakıldığında ise, ÖM'den farklı olarak 5-1kDa fraksiyonunun >5kDa fraksiyonuna göre UV₂₅₄ absorbansına katkısının daha yüksek olduğu görülmektedir. 5-1kDa fraksiyonunun izleme döneminde UV₂₅₄ absorbansına katkısı ortalama %20, >5kDa fraksiyonunun ise ortalama katkısı %10,2'dir. Fraksiyonlarından elde edilen UV₂₅₄ absorbans toplamaları incelendiğinde ise genel olarak yağış miktarının azalmasıyla absorbans değerinin genel olarak düştüğü bazı aylarda ise sıcaklığın artmasına bağlı olarak sudaki canlıların faaliyetlerinden kaynaklanan organik maddenin artışının düşüş eğilimini bir miktar etkilediği (Şubat-Mart 2010 ve Mayıs-Haziran 2010 aralıkları) görülmektedir.

Her iki su kaynağındaki absorbans değişimleri suların reaktivitesinin mevsimsel bazda değişim gösterdiğine işaret ettiğinden suların mevsimsel olarak izlenmesi bu su kaynaklarından elde edilecek içmesuyu kalitesi açısından önemlidir.

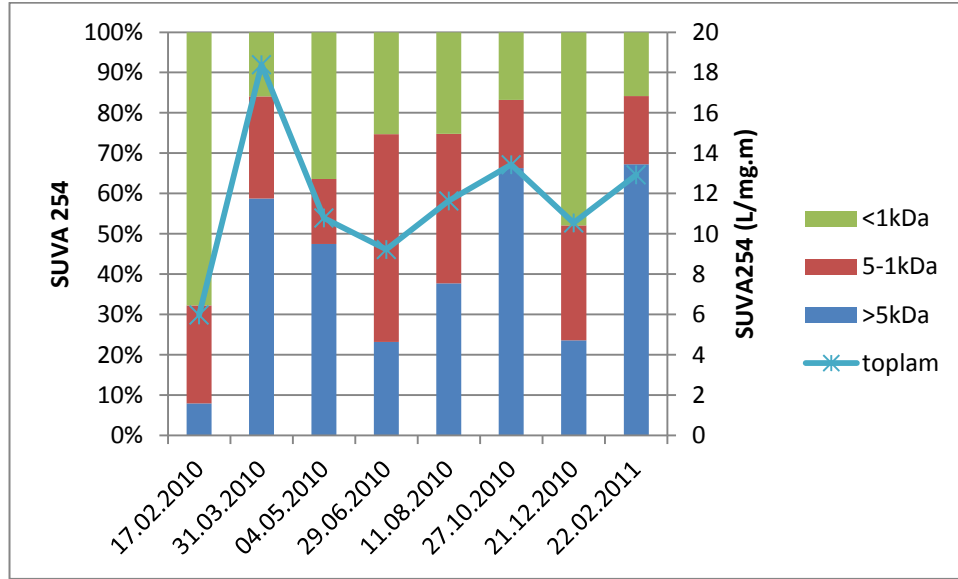
Hamsu ve fiziksel fraksiyonların ÇOK konsantrasyonları ve UV absorbanlarından hareketle hesaplanan $SUVA_{254}$ değerleri ve izleme döneminde her numune için hesaplanan fraksiyonların $SUVA_{254}$ dağılımına katkısı ise ÖM için aşağıda Şekil 6.66 ve Şekil 6.67’de verilmiştir. Şekil 6.66’dan görüldüğü üzere izleme döneminde en yüksek $SUVA_{254}$ değerine sahip fraksiyon >5kDa fraksiyonudur. İzleme döneminde fraksiyonun $SUVA_{254}$ değeri ortalaması 5,378 L/mg.m olarak tespit edilmiş olup, 8,901 L/mg.m değeri ile en yüksek $SUVA_{254}$ değerini Mart ayı numunesinde verdiği tespit edilmiştir. Diğer iki fazın $SUVA_{254}$ değerlerinin ortalamaları ise (5-1kDa fraksiyonu: 3,048 L/mg.m; <1kDa fraksiyonu: 3,191 L/mg.m) yaklaşık eşittir.



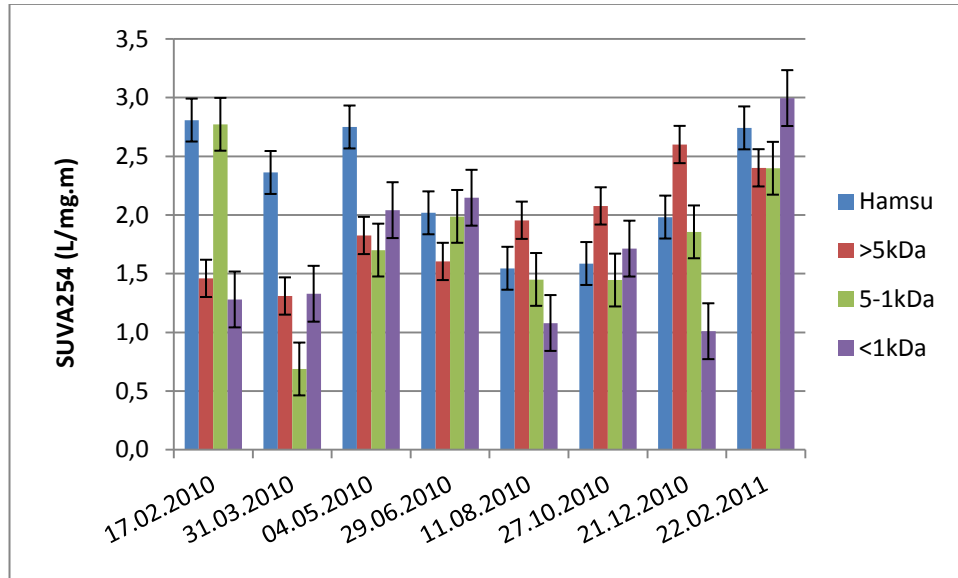
Şekil 6.66: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.

Fraksiyonların $SUVA_{254}$ parametresine katkılarının gösterildiği Şekil 6.67 incelendiğinde ise, izleme döneminde $SUVA_{254}$ ’e en önemli katkının ortalama %41,5’le >5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Fraksiyonun katkısının 2011 yılı Şubat ayı numunesinde %67,3 ile en yüksek düzeye çıktığı ancak bu durumun tersine 2010 yılı Şubat ayı numunesinde ise %7,9’la en düşük düzeyine indiği görülmektedir. İzleme döneminde $SUVA_{254}$ ’e katkı bakımından <1kDa fraksiyonu ise ikinci sırada gelmekte olup, $SUVA_{254}$ ’e ortalama katkısı %31,4 olarak gerçekleşmiştir. 5-1kDa fraksiyonu ise izleme döneminde ortalama %27,1’lik katkı ile $SUVA_{254}$ ’e en düşük katkıyı veren fraksiyondur. Literatürde $SUVA_{254}$ ’ün artan molekül ağırlığıyla birlikte artması boyutla aromatik yapının ilişkili olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Kitis ve diğ., 2002). İzleme dönemi ortalaması

bakımından ÖM'deki bu durumun literatürle tam olarak uyuşmadığı, 5-1kDa fraksiyonunun ortalama $SUVA_{254}$ değerinin <1kDa fraksiyonundan daha küçük olduğu görülmektedir. Fraksiyonların izleme döneminde $SUVA_{254}$ toplamalarının değişimine bakıldığında toplamın izleme dönemindeki değişiminin >5kDa fraksiyonunun $SUVA_{254}$ değişimiyle paralel olduğu görülmektedir. BÇ hamsuyu ve fraksiyonlarının $SUVA_{254}$ değerlerinin dağılımları ve her numune için fazların $SUVA_{254}$ 'e yüzde katkısı ise aşağıda Şekil 6.68 ve Şekil 6.69'de verilmiştir.



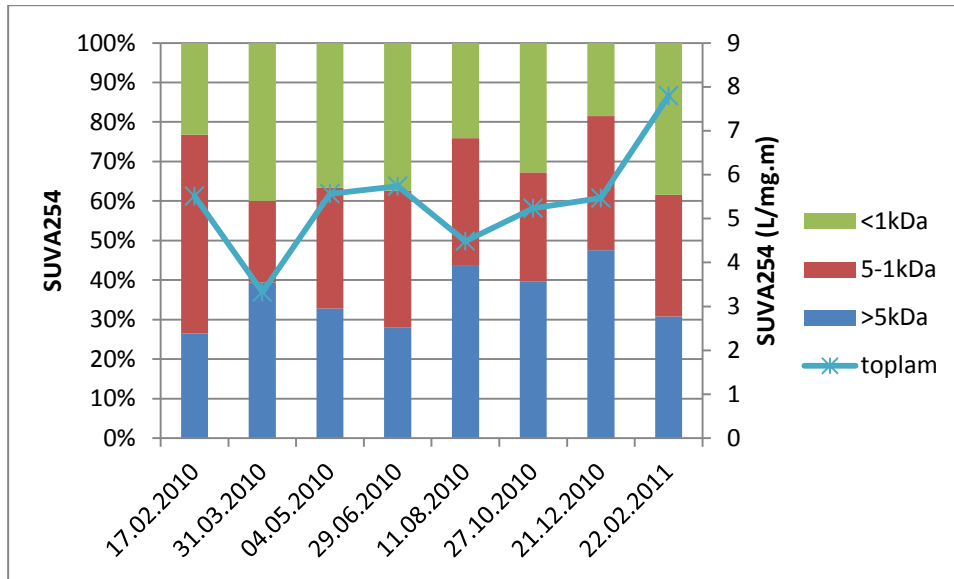
Şekil 6.67: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzde dağılımları.



Şekil 6.68: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin ve fazlarının $SUVA_{254}$ değerleri.

Şekil 6.68 incelendiğinde izleme döneminde BÇ’de fraksiyonların $SUVA_{254}$ değerlerinin ÖM’ye göre birbirine daha yakın ve daha düşük mertebelerde olduğu görülmektedir. ÖM’den farklı olarak ortalama bazında izleme dönemi ortalamaları açısından bakıldığında en yüksek $SUVA_{254}$ değerine sahip fraksiyonun ÖM’ye benzer olarak >5kDa fraksiyonu (ortalama $SUVA$: 1,904 L/mg.m) olduğu görülmektedir. Diğer iki fraksiyona bakıldığında ise ÖM’den farklı olarak izleme döneminde 5-1kDa fraksiyonunun $SUVA_{254}$ değerinin 1,787 L/mg.m, <1kDa fraksiyonunun ise $SUVA_{254}$ değerinin ise 1,699 L/mg.m olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda literatürde belirtilen molekül ağırlığının büyümesi ile $SUVA_{254}$ değerindeki artışın BÇ’de görülebildiği anlaşılmıştır.

Şekil 6.69’dan fraksiyonların $SUVA_{254}$ dağılımına katkıları incelendiğinde, en önemli katkının ortalama %36 ile >5kDa fraksiyonundan geldiği, bu fazı takiben 5-1kDa fraksiyonunun ortalama %32,6 ve son olarak <1kDa fraksiyonunun $SUVA_{254}$ ’e katkısının %31,4 olduğu görülmektedir.



Şekil 6.69: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fazların $SUVA_{254}$ yüzde dağılımları.

Fraksiyonların izleme döneminde $SUVA_{254}$ toplamalarının değişimine bakıldığında ise ÖM’de görülen tersine Mart ayı numunesinde en düşük toplam $SUVA_{254}$ değerinin görüldüğü ve toplam $SUVA_{254}$ ’ün ÖM’ye göre daha düşük mertebede olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak izleme dönemi ortalamaları, her iki suda da moleküler ağırlığın artışına bağlı olarak aromatik yapının arttığı ve dolayısıyla $SUVA_{254}$ değerinin de paralel bir artışın olduğunu işaret etmektedir.

6.3.2 Fiziksel fraksiyonların DYÜOP'lerinin belirlenmesi

Fiziksel fraksiyon dağılımlarının belirlenmesi ve karakterizasyonlarının çıkartılmasının ardından, her bir faz ayrı ayrı klorlanmış ve 7 günlük temas süresinin sonunda DYÜOP'lerinin belirlenmesi için yan ürün ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

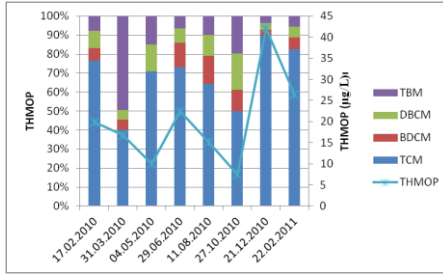
6.3.2.1 THMOP analizleri

İzleme döneminde, BÇ ve ÖM'den alınan hamsu numuneleri ve hamsulardan elde edilen fiziksel fraksiyonların klorlanması sonucu tespit edilen THMOP değerleri ÖM için EK-C; Şekil C.63, BÇ için ise Şekil C.64'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde, heriki sudan elde edilen fiziksel fraksiyonların THMOP dağılımlarının, hamsular ve kimyasal fraksiyonların THMOP dağılımlarına benzer şekilde mevsimsel bazda değişim gösterdiği görülmektedir. Konsantrasyon bazında en fazla THMOP'ye sahip faz her iki su içinde <1kDa fraksiyonu olup, hamsu ve kimyasal fraksiyonlardaki eğilime benzer olarak ÖM'de elde edilen konsantrasyon değerleri BÇ'den daha yüksektir (ortalama bazında ÖM:394 µg/L, BÇ:382 µg/L). Her iki suda da molekül ağırlığının düşmesiyle THMOP artmaktadır. <1kDa fraksiyonu için en yüksek THMOP değeri her iki suda da 2010 yılı Şubat ayı numunesinde (ÖM: 694 µg/L, BÇ: 594 µg/L), en düşük konsantrasyon değeri ise Ağustos ayı numunesinde (ÖM: 158 µg/L, BÇ: 280 µg/L) tespit edilmiştir. THMOP bakımında 5-1kDa fraksiyonu ise her iki suda da ikinci sırada gelmekte olup (ortalama bazında ÖM: 61 µg/L, BÇ: 35 µg/L), ortalama Aralık ayında her iki suda da (ÖM: 157 µg/L, BÇ: 91 µg/L) maksimum düzeye çıkarken, ÖM'de Mayıs ayı (12 µg/L), BÇ'de ise Mart ayında (8 µg/L) en düşük düzeye inmiştir. THMOP açısından en düşük değerler ise her iki suda da >5kDa fraksiyonunda (ortalama bazında ÖM: 20 µg/L, BÇ: 14 µg/L) tespit edilmiştir. Fraksiyonların SUVA₂₅₄ sonuçlarıyla THMOP sonuçları karşılaştırıldığında SUVA₂₅₄'ü yüksek olan fraksiyonların daha düşük THM oluşturduğu görülmekte olup, bu durumun sebebi ise SUVA₂₅₄'ü yüksek olan fraksiyonların ÇOK'larının düşük olmasıdır.

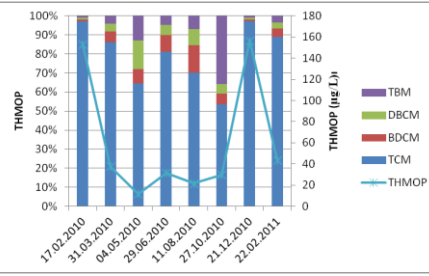
Fiziksel fraksiyonlar kaynaklı THMOP'nin türsel bazda dağılımı aşağıda Şekil 6.70'de verilmiştir. Kimyasal fraksiyonlamaya benzer olarak fiziksel fraksiyonlama sonucu elde edilen sonuçlarda kloroformun en fazla oluşan THM türü olduğunu işaret etmektedir. Şekiller incelendiğinde her iki suda da;

- <1kDa fraksiyonun klorlanması sonucu oluşan en önemli THM türünün kloroform olduğu (ortalama ÖM: %91,8; BÇ: %74,5) görülmektedir. Kloroformu takiben her iki suda da BDCM (ortalama ÖM: %6; BÇ: %15,5) ikinci sırada gelmektedir. Her iki suda da DBCM (ortalama ÖM: %1,7; BÇ: %8) ve bromoform (ortalama ÖM: %0,5; BÇ: %2) diğer türlere göre daha az miktarda oluşmaktadır. Bromlu türler BÇ’de ÖM’ye göre toplam içinde daha büyük paya sahiptirler.
- 5-1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu <1kDa’ya benzer olarak en fazla oluşan türün kloroform olduğu (ortalama ÖM: %89,8, BÇ: %84,1) en önemli ikinci türün ise ÖM’de bromoform iken (%4,4) BÇ’de ise BDCM olduğu (%6,6) görülmektedir. <1kDa fraksiyonuyla benzer şekilde, BÇ’de bromlu türlerin ÖM’ye göre THMOP’nin daha büyük bir yüzdesini oluşturduğu görülmektedir.
- >5kDa fraksiyonunda ise, kloroform yine THMOP’nin en önemli kısmını oluşturmakla birlikte, içerikteki yüzdesel miktarı (ortalama ÖM: %76,7, BÇ: %60) diğer fraksiyonlarla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Ortalamalara bakıldığında ÖM’de bromoform (%15,3), BÇ’de ise BDCM (%17,1) türü yüzdesel bazda en fazla oluşan ikinci bileşiktir. Bromlu türler BÇ’de ÖM’ye göre yüzdesel bazda daha fazla oluşmaktadır.
- Fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen toplam THMOP incelendiğinde ise kloroformun her suda da (ortalama ÖM: %91,8; BÇ: %74,5) fraksiyonlar bazında en fazla oluşan tür olduğu, her iki suda da BDCM’nin en fazla oluşan ikinci tür olduğu (ortalama ÖM: %6; BÇ: %15,5) görülmektedir. Bromlu türler BÇ’de ÖM’ye göre toplam içinde daha büyük paya sahiptir.

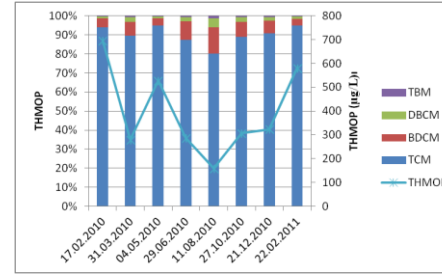
Diğer önemli bir husus ise fraksiyonların THMOP açısından reaktivitelerinin karşılaştırılmasıdır. Bu kapsamda hamsular ve fiziksel fraksiyonların örnekleme döneminde hesaplanan STHMOP’lerine ait grafikler ÖM için EK-C Şekil C.65, BÇ için ise Şekil C.66’da sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun STHMOP’sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmış ve böylelikle mgÇOK başına hangi fraksiyonun THM oluşumunda daha aktif olduğu belirlenmiştir.



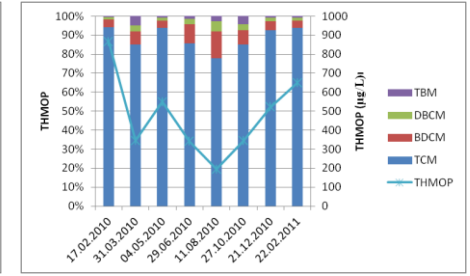
(a) ÖM <5kDa fraksiyonu



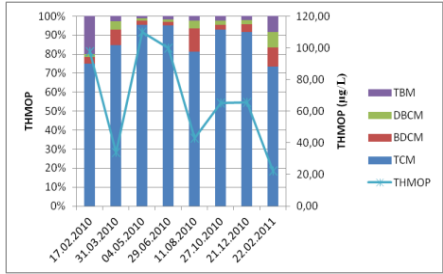
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



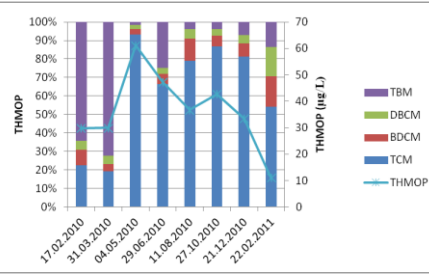
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



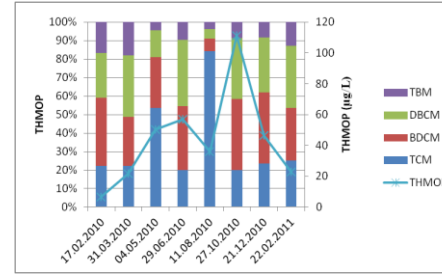
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



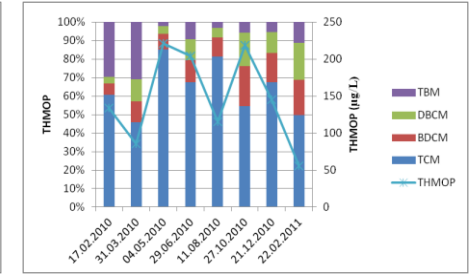
(e) BÇ <5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu



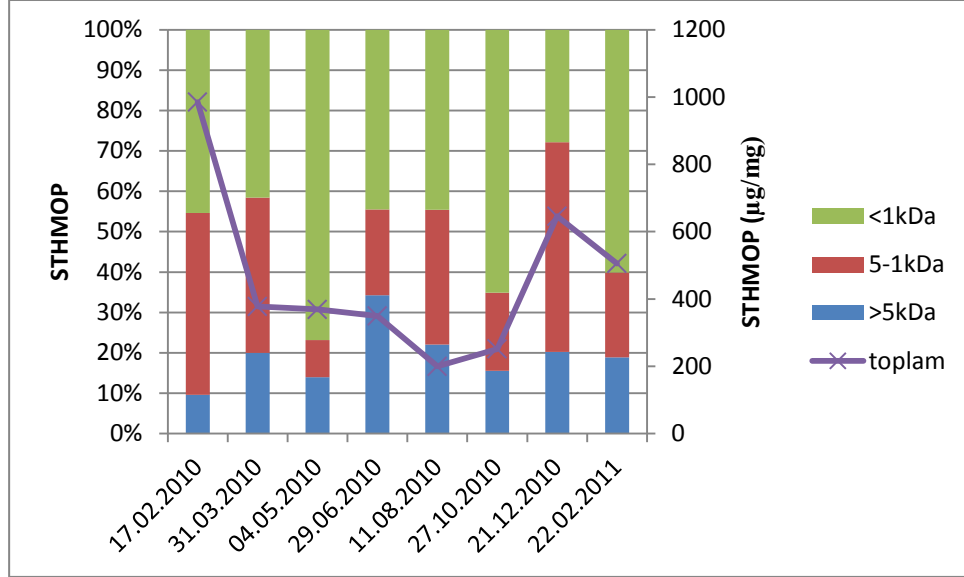
(g) BÇ <1kDa fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

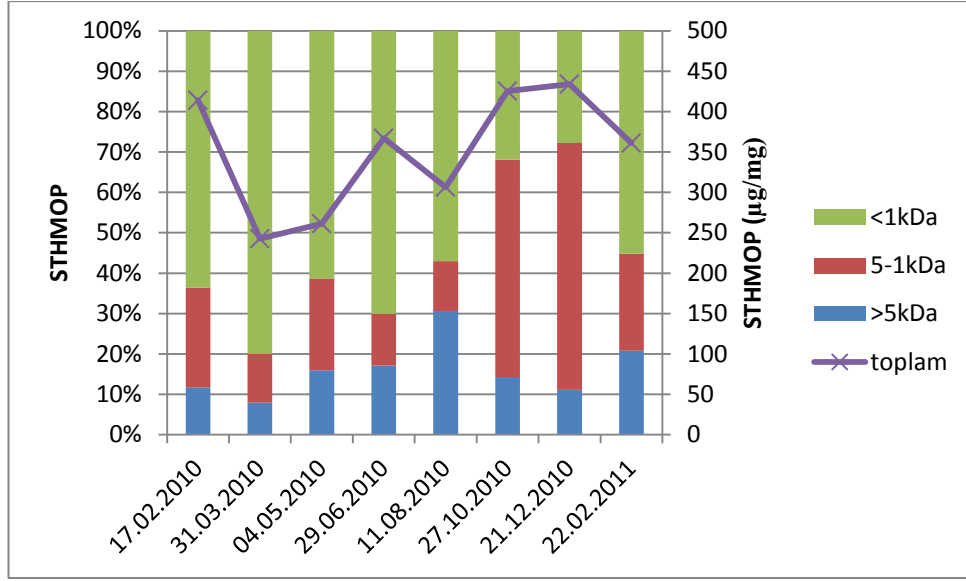
Şekil 6.70: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların THMOP'lerinin türsel bazda dağılımları.

Fraksiyonların STHMOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.71'de BÇ için ise Şekil 6.72'de verilmiştir. Her iki suda da STHMOP'ye en önemli katkının <1kDa fraksiyonundan geldiği ve molekül ağırlığının düşmesine paralel olarak STHMOP'de (ortalama ÖM: %50,7; BÇ: %55,9) artış görülmektedir.



Şekil 6.71: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.

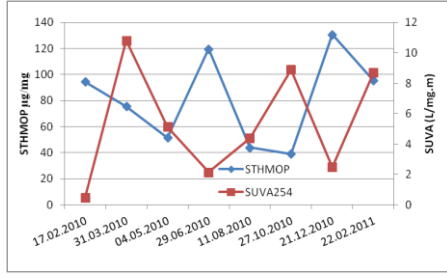
ÖM'de Mayıs numunesinde (%76,8) BÇ'de ise Mart numunesinde (%80) en yüksek katkı düzeyine çıkmış, her iki suda da (ÖM: %27,8; BÇ: %27,7) Aralık numunesinde ise en düşük katkı düzeyine inmiştir. Her iki suda da 5-1kDa fraksiyonu (ortalama ÖM: %29,9; BÇ: %27,9) STHMOP katkı bakımında <1kDa fraksiyonundan sonra ikinci sırada gelmektedir. Fazın STHMOP'ye katkısı her iki suda da Aralık ayında en yüksek (ortalama ÖM:%51,9; BÇ: %61,1), ÖM'de Mayıs (%9,2) BÇ'de ise Mart ayında (%12) en düşük düzeye inmiştir. >5kDa fraksiyonu ise (ÖM: %19,3; BÇ: %16,2) STHMOP yönünden en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur. Fraksiyonun STHMOP'ye maksimum katkısı ÖM için Haziran (%34,2), BÇ içinse Ağustos (%30,6) aylarında gerçekleşirken, en düşük katkı ÖM için Şubat ayında %9,6; BÇ içinse %8 ile Mart ayında tespit edilmiştir. Fraksiyonların reaktivite toplamaları açısından sonuçlar incelendiğinde ise, ÖM'de en yüksek reaktivitenin 985 µg/mg ile 2010 yılı Şubat ayında, BÇ'de ise 434 µg/mg'la Aralık ayında elde edildiği görülmektedir. En düşük reaktivite ise, ÖM'de yaklaşık 200 µg/mg değeri ile Ağustos ayında, BÇ'de ise Mart ayı numunesinde 243 µg/mg olarak elde edildiği görülmektedir.



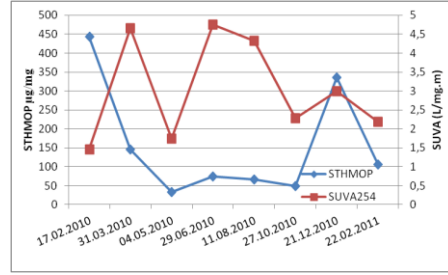
Şekil 6.72: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin STHMOP yüzde dağılımları.

İki hamsu arasında fraksiyonların STHMOP açısından reaktiviteler karşılaştırıldığında; ÖM’de reaktivitede izleme döneminde genel bir düşüş durumunun hakim olduğu görülmektedir. Reaktivitenin sadece sonbahar döneminde arttığı bu durum dışında STHMOP açısından toplam reaktivitenin sürekli azaldığı görülmektedir. Bu durum STHMOP reaktivitesinin ÖM’de artması yada azalmasının mikromoleküller değil makromoleküllerin kontrolünde olduğunu işaret etmektedir. Suda makromoleküllerin yani aromatik yapının artmasıyla STHMOP’nin artışa geçtiği azalmasıyla ise azaldığı düşünülmektedir. BÇ’de ise toplam reaktivitenin ilkbahar ve sonbahar döneminde yükseldiği yaz ve kış dönemlerinde ise düştüğü görülmektedir. toplam reaktivite açısından STHMOP’nin ÖM’de BÇ’ye göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Kimyasal fraksiyonlama da yapılan tespitte benzer olarak sulardaki reaktivitenin değişken olduğu anlaşılmaktadır.

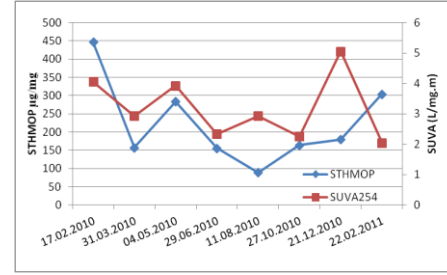
Fraksiyonların STHMOP’leri ile $SUVA_{254}$ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller aşağıda Şekil 6.73’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde tez genelindeki duruma benzer olarak fraksiyonların STHMOP değişimleri ile $SUVA_{254}$ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir. Kitis ve diğ., (2001) tarafından yapılan çalışmada molekül ağırlığının artışına paralel olarak $SUVA$ ’da da artış elde edilen Myrtle Beach su kaynağında THM ve HAA oluşumunda benzer bir eğilim izlediği ve molekül ağırlığı daha yüksek olan fraksiyonların daha fazla yan ürün oluşturduğu ve literatürde de buna benzer tespitler olduğu belirtilmiştir.



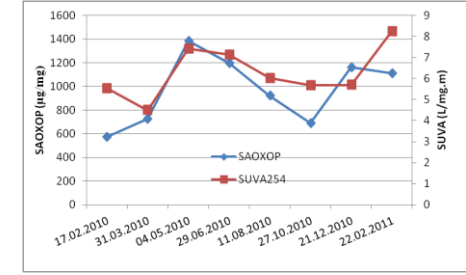
(a) ÖM >5kDa fraksiyonu



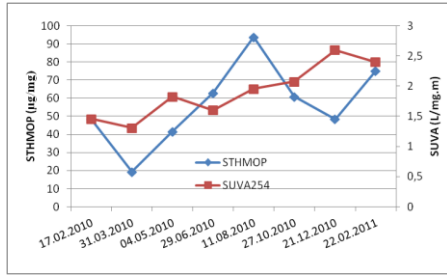
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



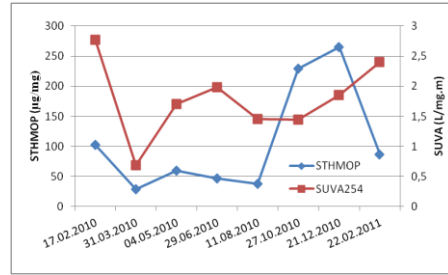
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



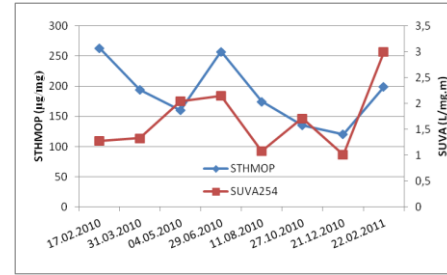
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



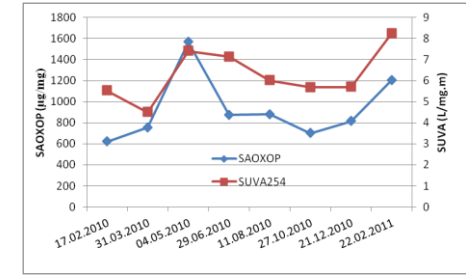
(e) BÇ >5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu



(g) BÇ <1kDa fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.73: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arası ilişki.

Tez çalışmasına bakıldığında ise molekül ağırlığının artışına bağlı olarak SUVA₂₅₄ değerinin arttığı ancak yan ürün oluşumunda bu eğilimin izlenemediği görülmektedir. bu durumun en önemli sebebi olarak izlenen hamsulardaki ÇOK ve SUVA₂₅₄ değerlerinin düşük olması görülmektedir. Amerika’da ki Myrtle Beach suyunda çalışma yapıldığı dönemde suyun ÇOK değeri 20,2 mg/L ve UV değerinin ise 0,939 cm⁻¹ olarak tespit edildiği ve bu değerlerin ÖM ve BÇ’ye göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen ÖM ve BÇ su kaynaklarının kendine has bir karakteri olduğunu göstermektedir.

6.3.2.2 HAA₉OP analizleri

İzleme döneminde alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HAA₉OP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.67, BÇ için ise Şekil C.68’de verilmiştir. Şekillerden, hamsu ve kimyasal fraksiyonlara benzer olarak heriki sudan elde edilen fiziksel fraksiyonların HAA₉OP dağılımlarında mevsimsel bazda değişim gösterdiği ve ÖM’de elde edilen değerlerin BÇ’den daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla HAA₉OP’ye sahip fraksiyon, THMOP’de ki duruma benzer olarak <1kDa (ortalama bazında ÖM:410 µg/L, BÇ:319 µg/L) fraksiyonudur. <1kDa fraksiyonu ÖM’de yaz mevsiminde Haziran ve Ağustos (533 µg/L, 627 µg/L), aylarıyla 2011 Şubat ayında (615 µg/L) BÇ’de ise 2010 Aralık ve Şubat ile 2011 Şubat aylarında (509 µg/L, 434 µg/L, 513 µg/L) en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Bu durum THMOP’ sonuçlarıyla karşılaştırıldığında; ÖM’de THMOP’nin yaz aylarında düşük düzeyde seyrettiği ancak kış aylarında daha yüksek düzeye çıktığı bu nedenle tam olarak birbirine benzer sonuçların elde edilmediği görülmektedir. BÇ’de ise THMOP’nin kış aylarında yüksek olduğu ancak HAA₉OP’den farklı olarak yaz aylarında da yüksek sonuçlar görülebildiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle her iki suda da en yüksek oluşum potansiyeline sahip <1kDa fraksiyonu açısından THMOP ile HAA₉OP arasında tam bir ilişki kurulması söz konusu değildir. Diğer fraksiyonlara bakıldığında ise ortalama değerler açısından molekül ağırlığı arttıkça HAA₉OP’nin düştüğü görülmektedir (5-1kDa; ÖM: 53 µg/L, BÇ: 42 µg/L; >5kDa; ÖM 42 µg/L, BÇ22 µg/L). Bu veriler Kim ve Yu, (2005) tarafından bulunan sonuçlarla birlikte düşünüldüğünde, molekül ağırlığı yüksek yapıların humik yapılar olduğu ve HAA oluşumunda ise humik olmayan yapıların daha aktif olduğu bilindiğinden, molekül ağırlığının artmasıyla HAA oluşumunun

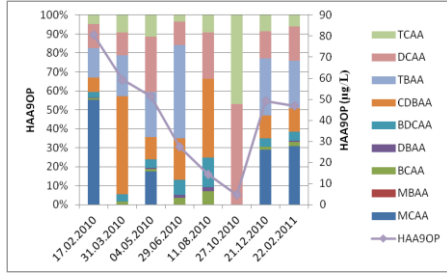
düşmesi normal olarak karşılanmaktadır. ÖM’de HFİ yapısı da BÇ’ye göre organik maddenin daha büyük bir yüzdesini oluşturduğundan ÖM’de elde edilen sonuçlar BÇ’den daha yüksek olmuştur. Fraksiyonlar kaynaklı HAA₉OP’nin türsel bazda dağılımı aşağıda Şekil 6.74’de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde;

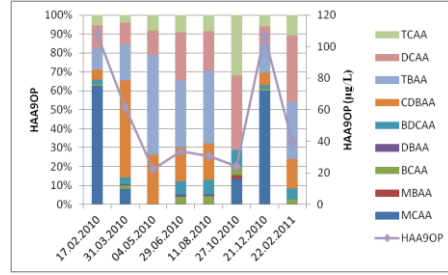
- <1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu ÖM’de oluşan en önemli HAA₉ türlerinin; MCAA, DCAA ve MBAA (ortalama %50,2, %20,6, %12,8) BÇ’de ise en önemli türlerin DCAA ve MCAA ve MBAA (ortalama %34,8, %20,4 ve %15,6) olduğu görülmektedir. Bu üç türün her iki suda da HAA₉’un önemli kısmını oluşturduğu (ortalama ÖM: %83,6; BÇ: %70,7) görülmektedir. Bromlu türler her iki suda da klorlu türlere göre HAA₉’un yüzdesel olarak daha düşük kısmını oluşturmakta olup, bromür içeriği daha yüksek olan BÇ’de bromlu türlerin (ortalama %33,7) ÖM’ye göre (ortalama %23,8) toplam içinde daha fazla paya sahip olduğu görülmektedir. Her iki suda da MBAA en önemli bromlu tür olarak tespit edilmiştir.
- 5-1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan HAA türleri dağılımına bakıldığında, ÖM’de MCAA’nın yine en fazla oluşan tür olduğu onu takiben TBAA DCAA’nın geldiği (sırasıyla %32,9; %20,5; %16,6) görülmektedir. BÇ’de ise en fazla oluşan tür yine MCAA olup onu takiben DCAA ve CDBAA (sırasıyla %25,9; %21,1; %17,9) gelmektedir. Bromlu türler ÖM’de toplamın %42,5’ini oluştururken BÇ’de ise %43,6’sını oluşturmaktadır. Bu durumla yukarıda <1kDa fraksiyonu için yapılan tespit karşılaştırıldığında, molekül ağırlığı arttıkça bromlu türlerin toplam içinde daha büyük bir yüzdeyi kapladığı görülmektedir.
- >5kDa fraksiyonun klorlanması sonucu oluşan HAA türlerinin dağılımına bakıldığında, ÖM’de yine MCAA’nın (%24,7) en fazla oluşan tür olduğu onu takiben ise TBAA’nın ve CDBAA geldiği (%23,2; %19,9) görülmektedir. BÇ’de ise en fazla oluşan türün CDBAA olduğu onu takiben ise TCAA ve TBAA’nın geldiği (sırasıyla; %24,4; %21,6; %20,8) görülmektedir. Bu fraksiyon en düşük HAA₉OP’ye sahip olmakla birlikte bromlu türlerin oluşumu bakımından (ÖM %50,2 BÇ:%63,1) ise en aktif fraksiyon olup ayrıca tüm fraksiyonlarda olduğu gibi BÇ’de bromlu türlerin toplam içindeki yüzdesi ÖM’ye göre daha yüksektir.

- Fraksiyonların toplamına bakıldığında ise kimyasal fraksiyonlamada elde edilen sonuçlara benzer şekilde BÇ'de bromlu türlerin ÖM'ye göre HAA₉OP'nin daha büyük bir yüzdesini (ortalama ÖM:%36,5; BÇ: %27,9) oluşturduğu görülmektedir. Toplam bazında ÖM'de en fazla oluşan tür MCAA'yken (%46,2) BÇ'de ise DCAA'dır (%32,5). ÖM'de DCAA ve MBAA en fazla oluşan (%19,9; %10,4) diğer türler olurken BÇ'de ise MCAA ve MBAA (%20,3; %14,1) gelmektedir. Yani her iki suda da en fazla oluşan ilk üç tür aynı olmakla birlikte kendi içlerindeki sıralamaları değişmektedir. Kimyasal fraksiyonlama sonuçlarıyla karşılaştırıldığında her iki suda da en fazla oluşan üçüncü tür olan TCAA'nın yerini MCAA'nın aldığı görülmektedir. Bromlu türler ÖM'de toplamın %27,9'unu oluştururken BÇ'de ise 36,5'ini oluşturmakta olup bu durumda BÇ'de bromlu türlerin toplam içerisinde daha büyük paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Kimyasal fraksiyonlama sonucunda toplam içindeki bromlu tür payının da her iki suda da yaklaşık aynı mertebelerdedir (ÖM%: 24,2; BÇ: % 37,2).

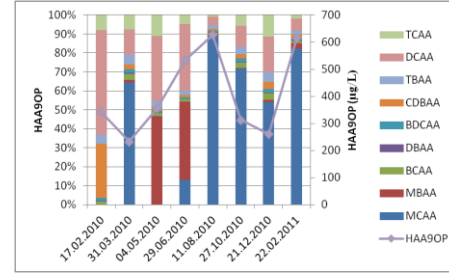
Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde HAA₉OP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SHAA₉OP) hesaplanmış olup, SHAA₉OP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.69, BÇ için ise Şekil C.70'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHAA₉OP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. ÖM için fraksiyonların yüzdesel bazda dağılımı Şekil 6.75'de verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında STHMOP'ye benzer olarak SHAA₉OP'ye en önemli katkının <1kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir. <1kDa fraksiyonu STHMOP'de ki duruma benzer olarak SHAA₉OP'nin ortalama %45,5'lik kısmını oluşturmakta olup, Ekim numunesinde %71'le en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Mart numunesinde ise %20,6 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. STHMOP'den farklı olarak ise ÖM'de ortalama %30 katkı değeri ile >5kDa fraksiyonu, SHAA₉OP bakımından ikinci sırada gelmektedir. Fraksiyonunun SHAA₉OP'ye katkısı Ağustos ayında %8,6'yla en düşük, Mayıs ayında ise %50,6'yla en yüksek düzeye ulaşmıştır. 5-1kDa fraksiyonu ise %24,5 ortalama katkı ile SHAA₉OP yönünden en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur.



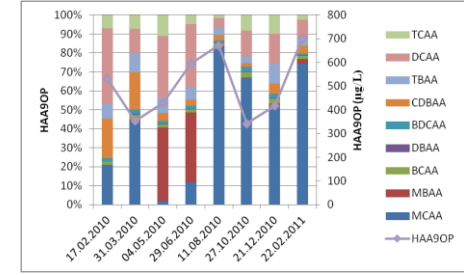
(a) ÖM >5kDa fraksiyonu



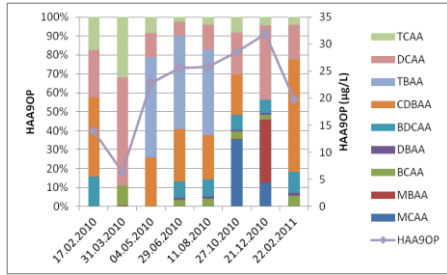
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



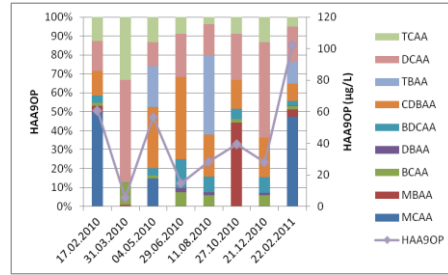
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



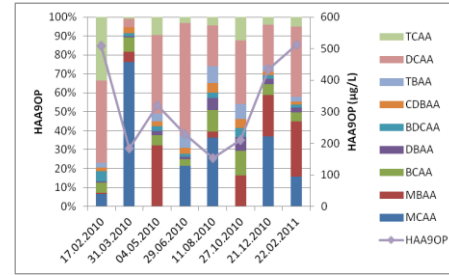
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



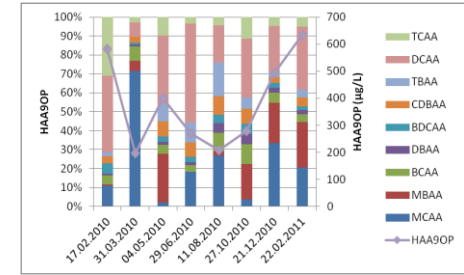
(e) BÇ >5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu

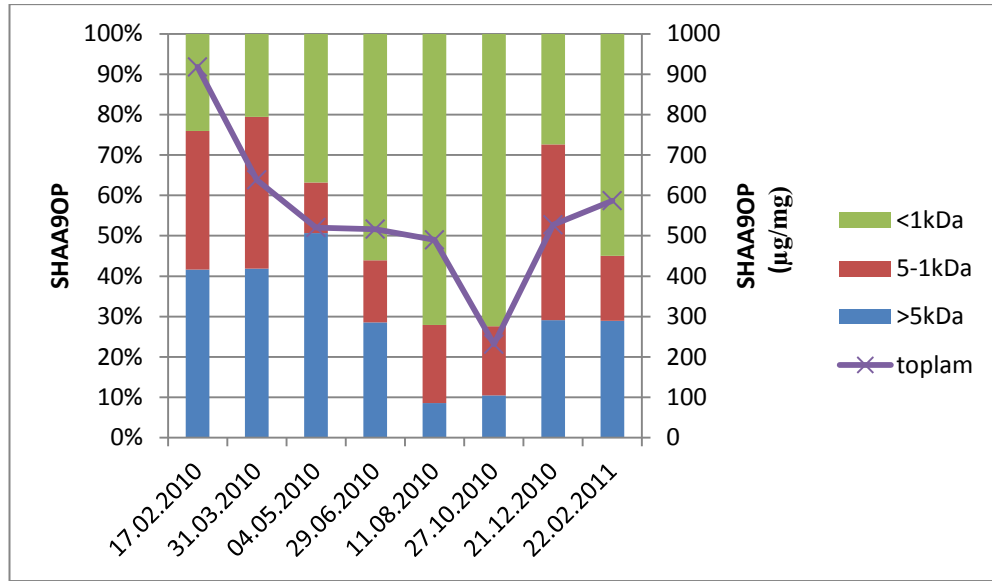


(g) BÇ <1kDa fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.74: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonlara ait SHAA₉OP'nin türsel bazda dağılımları.



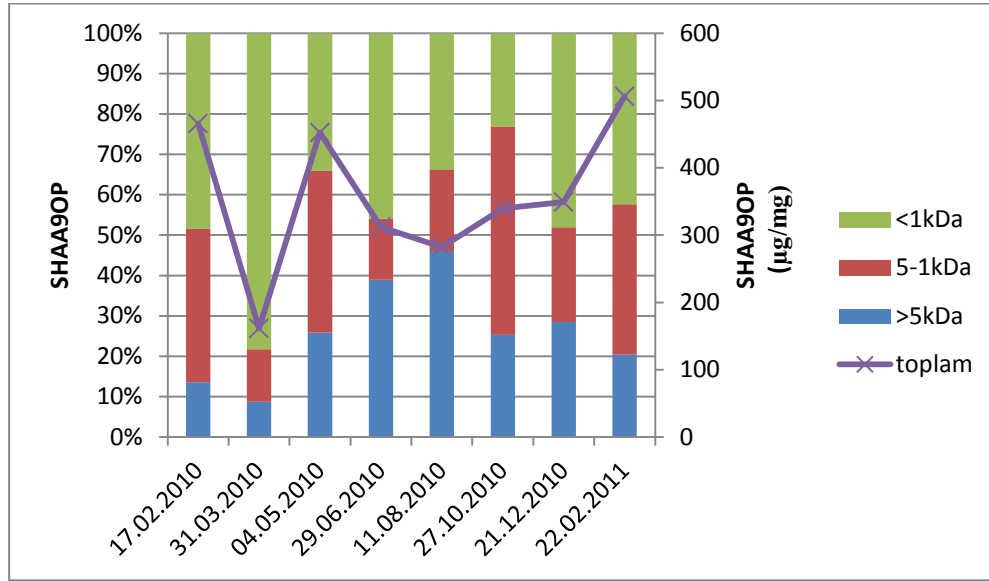
Şekil 6.75: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA₉OP yüzde dağılımları.

Fraksiyonun SHAA₉OP'ye maksimum katkısı %43,5'le Aralık ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Mayıs ayında %12,5 olarak tespit edilmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında en yüksek değerin 918 µg/mg ile 2010 Şubat yılında elde edildiği, reaktivitenin Ekim ayına kadar düşüş eğiliminde olduğu ve 232 µg/mg değeri ile en düşük reaktivitenin Ekim ayında kaydedildiği daha sonra da artışa geçtiği görülmektedir.

Bu sonuçlar STHMOP sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, ÖM'de STHMOP bakımından molekül ağırlığı düştükçe reaktivite artarken, SHAA₉OP'de ise 5-1kDa fraksiyonunun reaktivitesinin >5kDa fraksiyonundan daha düşük olduğu görülmektedir. Toplam reaktivite bakımından SHAA₉OP, STHMOP'den yaklaşık 1,2 kat daha yüksektir. Her iki parametre için en yüksek reaktiviteler 2010 yılı Şubat ayında görülürken, en düşük reaktiviteler ise STHMOP açısından Ağustos, SHAAOP açısından ise Ekim ayında kaydedilmiştir.

Fraksiyonların SHAA₉OP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.76'da verilmiştir. BÇ hamsuyundan elde edilen fraksiyonların izleme döneminde SHAA₉OP dağılımları incelendiğinde, STHMOP'de tespit edilen duruma bezir olarak, reaktiviteye en yüksek katkı ortalama %44,3 ile <1kDa fraksiyonundan gelmektedir. <1kDa fraksiyonunun SHAA₉OP'ye maksimum katkısı %78,3 ile Mart ayında belirlenirken, en düşük katkı ise Ekim ayında %23,1 olarak gerçekleşmiştir. 5-1kDa fraksiyonu ise ortalama %29,8'le SHAA₉OP reaktivitesi açısından ikinci en

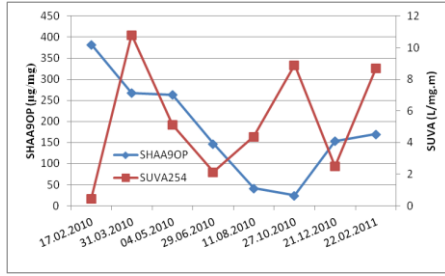
önemli etkiye sahip fraksiyon olmuştur. Fraksiyon reaktiviteye en önemli katkısı %51,6 ile Ekim numunesinde, en düşük katkısı ise %13'le Mart ayı numunesinde vermiştir. >5kDa fraksiyonu ise ortalama %25,9 katkı ile SHAA₉OP reaktivitesi açısından en düşük katkısı veren fraksiyondur. Fraksiyon reaktiviteye en önemli katkısı %46,1 ile Ağustos numunesinde, en düşük katkısı ise %8,8'le Mart ayı numunesinde vermiştir.



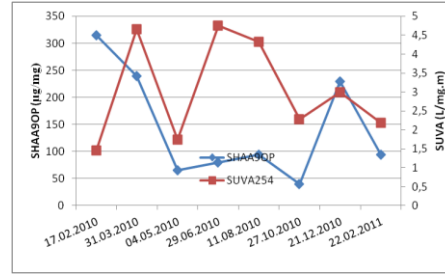
Şekil 6.76: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHAA₉OP yüzde dağılımları.

Fraksiyonların reaktivite toplamaları açısından sonuçlar incelendiğinde ise, en yüksek reaktivitenin 506 µg/mg ile 2011 yılı Şubat ayında, en düşük reaktivitenin ise yaklaşık 161 µg/mg değeri ile Mart ayı numunesinde elde edildiği görülmektedir. BÇ’de elde edilen THM ve HAA reaktiviteleri karşılaştırıldığında her iki parametre yönünden, molekül ağırlığı düşüğe reaktivitenin arttığı görülmektedir.

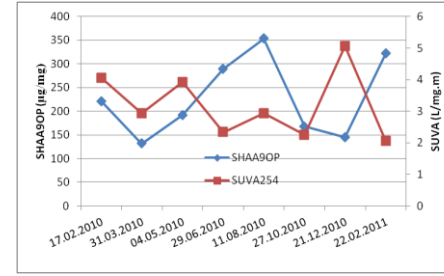
Fraksiyonların SHAA₉OP’leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller aşağıda Şekil 6.77’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların SHAA₉OP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.



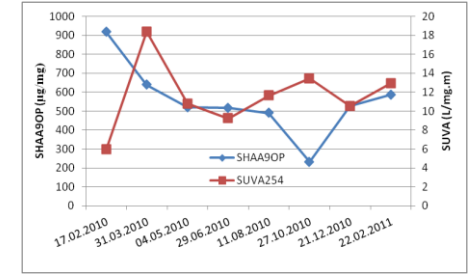
(a) ÖM >5kDa fraksiyonu



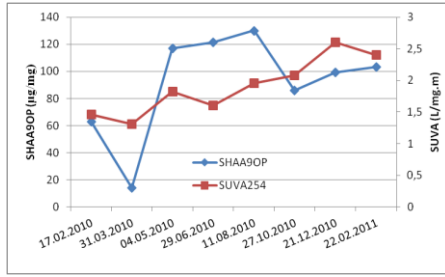
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



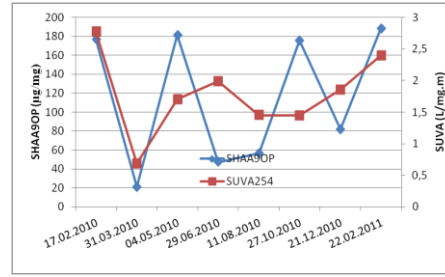
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



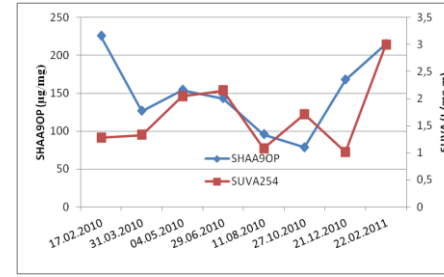
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



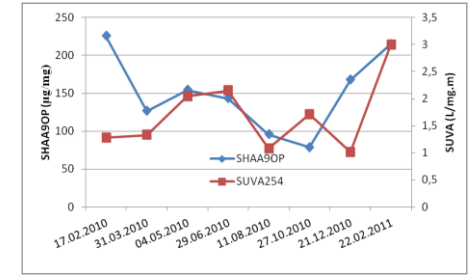
(e) BÇ >5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu



(g) BÇ <1kDa fraksiyonu

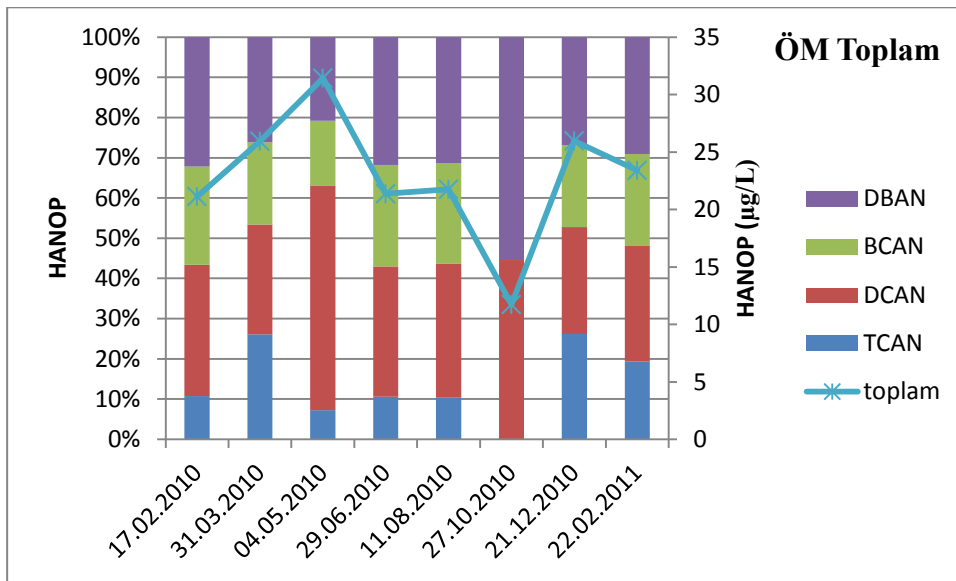


(h) BÇ fraksiyonların toplamı

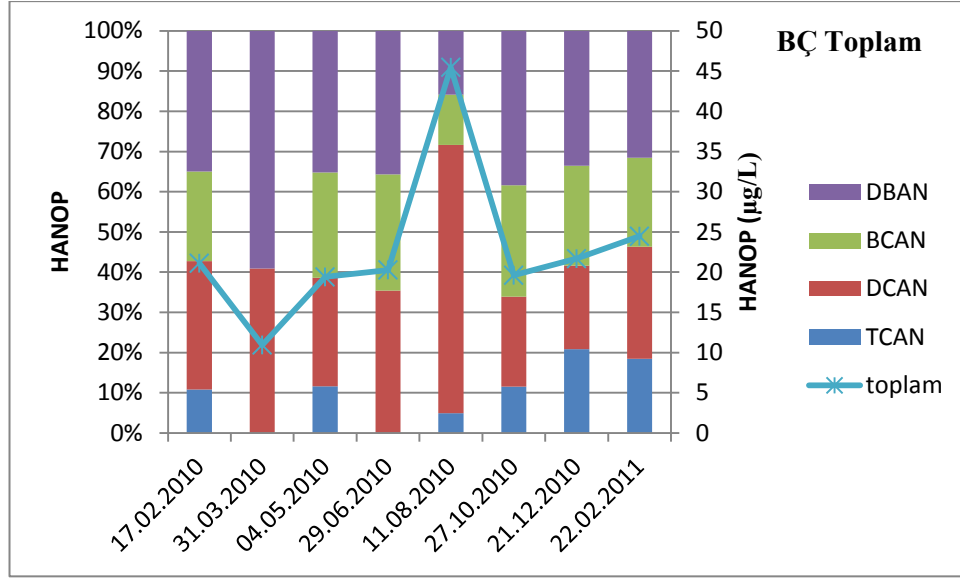
Şekil 6.77: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SHAA_{90P}'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arası ilişki.

6.3.2.3 Diğer DYÜOP analizleri

İzleme döneminde alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HANOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.71, BÇ için ise Şekil C.72’de verilmiştir. Kimyasal fraksiyonlarda tespit edilen duruma benzer olarak her iki suya ait fiziksel fraksiyonların HANOP değerleri THMOP ve HAA₉OP değerlerinden oldukça düşük mertebelerdedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında her iki suya ait fiziksel fraksiyonların ortalama HANOP değerleri 10 µg/L değerinin altında (ÖM Mayıs ayı >5kDa ve BÇ Ağustos <1kDa numuneleri haricinde) tespit edilmiştir. Bu nedenle kimyasal fraksiyonlama da olduğu gibi fiziksel fraksiyonlarında mevsimsel değişimleri önemsiz düzeydedir. Her iki su kaynağı için konsantrasyon bazında en fazla HANOP’ye sahip fraksiyonlar incelendiğinde, ÖM’de >5kDa fraksiyonu (ortalama bazında 8,23 µg/L), BÇ’de ise THM ve HAA’da olduğu gibi <1kDa fraksiyonu en yüksek HANOP’ye sahip fraksiyonlardır (ortalama bazında 10,18 µg/L). HANOP ölçüm sonuçlarının düşük mertebelerde olmasından dolayı, kimyasal fraksiyonlama çalışmasında yapıldığı üzere fiziksel fraksiyonların türsel dağılımlarının da ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine fraksiyonların toplanması sonucu elde edilen fraksiyon toplamına ait türsel dağılımların değerlendirilmesi daha sağlıklı olacaktır. Bu kapsamda ÖM hamsuyundan elde edilen fiziksel fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım Şekil 6.78’de BÇ’den elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım ise Şekil 6.79’da verilmiştir.



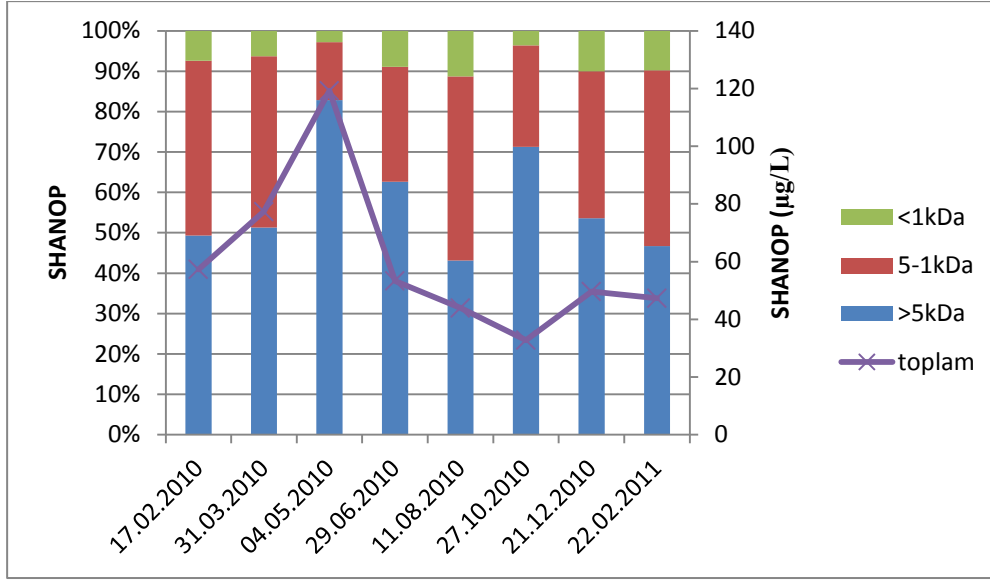
Şekil 6.78: ÖM fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.



Şekil 6.79: BÇ fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HAN türsel dağılımları.

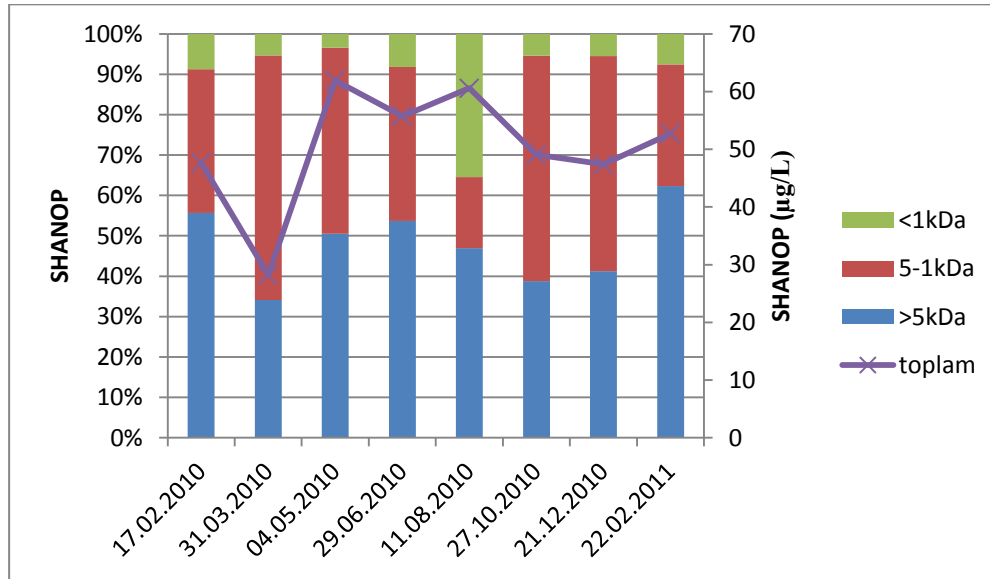
Şekiller incelendiğinde her iki suda da tespit edilen en önemli HAN türü kimyasal fraksiyonlamada olduğu gibi DCAN olarak belirlenmiş olup (ortalama ÖM: %35,3; BÇ: %38,1) onu takiben ise yine kimyasal fraksiyonlamayla aynı şekilde DBAN'ın geldiği (ortalama ÖM: %29,6; BÇ: %31,5) görülmektedir. Sırasıyla BCAN ve TCAN türlerinin ise her iki suda da miktarsal olarak daha düşük mertebelerde olduğu görülmektedir.

Fiziksel fraksiyonların örnekleme döneminde HANOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SHANOP) hesaplanmış olup, SHANOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.73, BÇ için ise Şekil C.74'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHANOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SHANOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.80'de verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SHANOP'ye en önemli katkının >5kDa fraksiyonundan geldiği ve fraksiyonun örnekleme döneminde SHANOP'nin yaklaşık %60,5'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. >5kDa fraksiyonunu takiben 5-1kDa fraksiyonu (ortalama %32,6) gelirken, <1kDa fraksiyonu (ortalama %6,9) ise SHANOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 119,2 µg/L ile Mayıs ayı numunesinde tespit edilmiştir.



Şekil 6.80: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.

Fraksiyonların SHANOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.81'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SHANOP'ye en önemli katkının ÖM'ye benzer olarak >5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

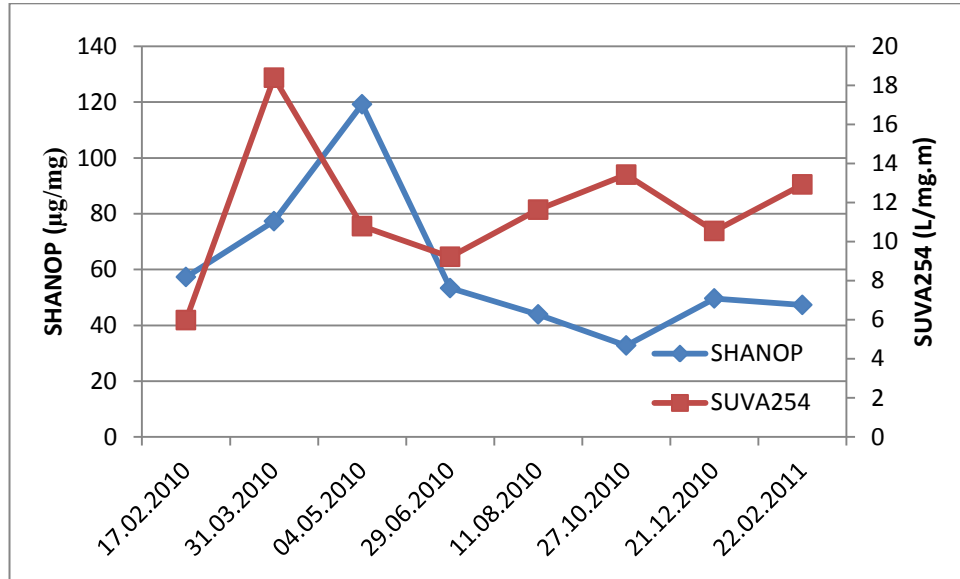


Şekil 6.81: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHANOP yüzde dağılımları.

Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında >5kDa fraksiyonunun SHANOP'nin yaklaşık %48,9'unu oluşturduğu anlaşılmaktadır. >5kDa fraksiyonunu takiben ÖM'de ki sıralamaya benzer olarak 5-1kDa fraksiyonu (ortalama %40,4) gelirken, <1kDa fraksiyonu (ortalama %10,7) ise SHANOP açısından en az katkıyı veren

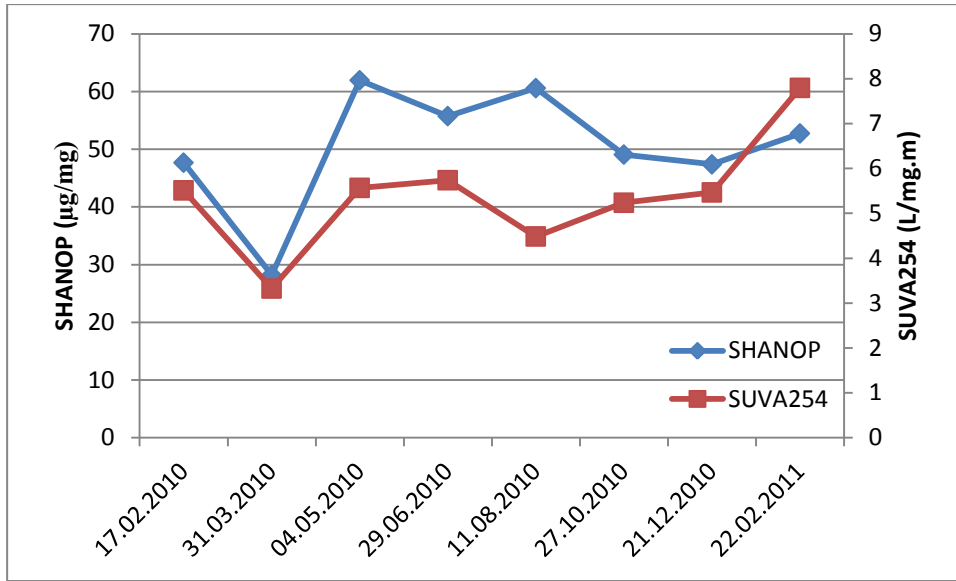
fraksiyon olarak belirlenmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivite ÖM’de tespit edilen duruma benzer olarak 61,9 µg/L ile Mayıs ayı numunesinde tespit edilmiştir. İzleme dönemine bakıldığında ÖM’deki reaktivite düzeyinin BÇ’ye göre daha yüksek olduğu (ortalama ÖM: 60,1 µg/mg; BÇ: 50,4 µg/mg) görülmektedir.

ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SHANOP ile fraksiyonların $SUVA_{254}$ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.82, BÇ içinse Şekil 6.83’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde ÖM ve BÇ su kaynaklarından elde edilen fraksiyonların SHANOP toplamalarının değişimleri ile $SUVA_{254}$ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.



Şekil 6.82: ÖM su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile $SUVA_{254}$ toplamalarının karşılaştırılması.

Fiziksel fraksiyonlama çalışması kapsamında ölçülen diğer bir DYÜ grubu ise HK’dır. İzleme döneminde alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen HKOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.75, BÇ için ise Şekil C.76’de verilmiştir. Kimyasal fraksiyonlama da olduğu gibi fiziksel fraksiyonlama açısından da her iki suda HKOP değerleri, HANOP değerlerinden daha düşük mertebededir.



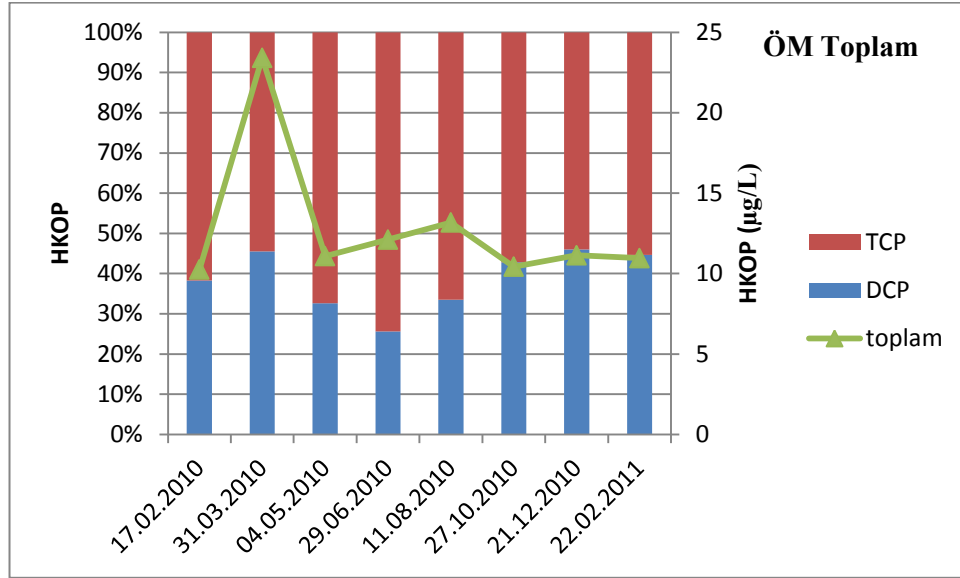
Şekil 6.83: BÇ su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHANOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında her iki suda da hamsu ve fraksiyonların HKOP'leri 6 µg/L değerinin altındadır. Bu nedenle fiziksel fraksiyonlama açısından da HKOP için mevsimsel değişimler önemsiz düzeydedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla HKOP'ye sahip fraksiyon; HAN'da olduğu gibi >5kDa fraksiyonudur (ortalama bazında ÖM: 5,71 µg/L, BÇ: 4,0 µg/L). HK yönünden fraksiyonlar arası konsantrasyon farklılıkları çok düşük mertebelerde olmakla birlikte genel olarak molekül ağırlığı düştükçe oluşum potansiyeli de (ortalama değerler ÖM: 5-1kDa: 3,86 µg/L; <1kDa:3,25 µg/L; BÇ: 5-1kDa: 3,74 µg/L; <1kDa:3,67 µg/L) azalmaktadır.

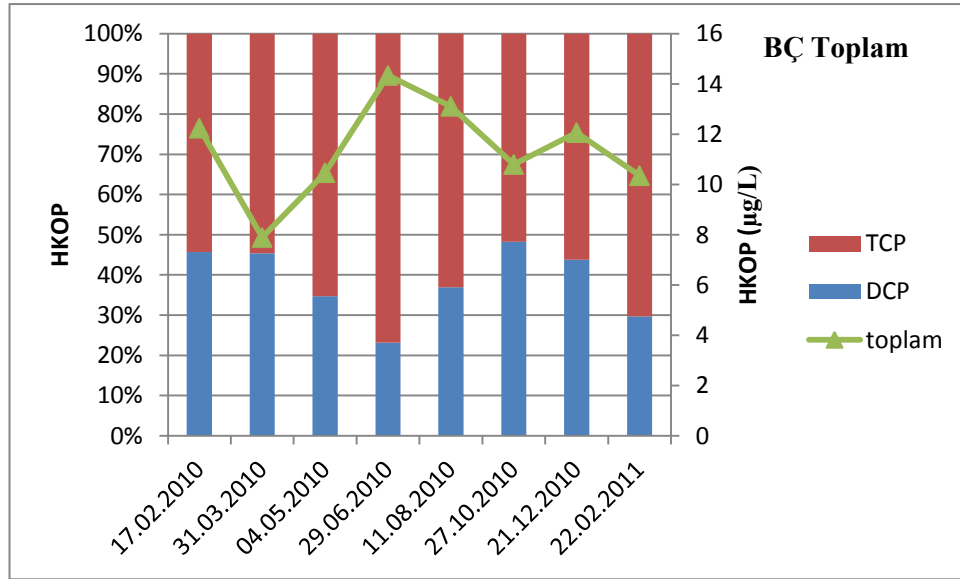
Kimyasal fraksiyonlama da uygulandığı üzere, HKOP ölçüm sonuçlarının düşük mertebelerde olmasından dolayı, fiziksel fraksiyonların türsel dağılımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine fraksiyonların toplamaları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda ÖM hamsuyundan elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım Şekil 6.84'de BÇ'den elde edilen fraksiyonların toplamına ait türsel dağılım ise Şekil 6.85'de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde, her iki su için kimyasal fraksiyonlama da olduğu gibi fiziksel fraksiyonlamada da HK türlerinden TCP'nin (ortalama ÖM: %52,5; BÇ: %60,9) diğer tür olan DCP'ye (ortalama ÖM: %32,4; BÇ: %37,5) göre daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde HKOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum

potansiyelleri (SHKOP) hesaplanmış olup, SHKOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.77, BÇ için ise Şekil C.78’da sunulmuştur.



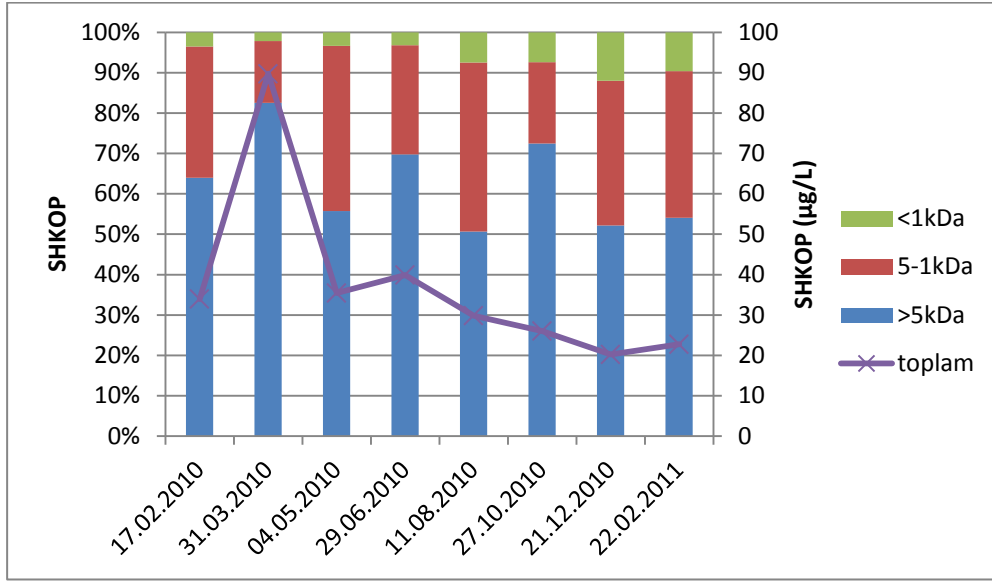
Şekil 6.84: ÖM fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.



Şekil 6.85: BÇ fiziksel fraksiyonlarının toplamına ait HK türsel dağılımları.

Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SHKOP’sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SHKOP’lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.86’da verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SHKOP’ye en önemli katkının SHANOP’ye benzer olarak <5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında <5kDa fraksiyonu HKOP’nin yaklaşık %67,2’sini oluşturmaktadır. <5kDa fraksiyonunu takiben 5-1kDa

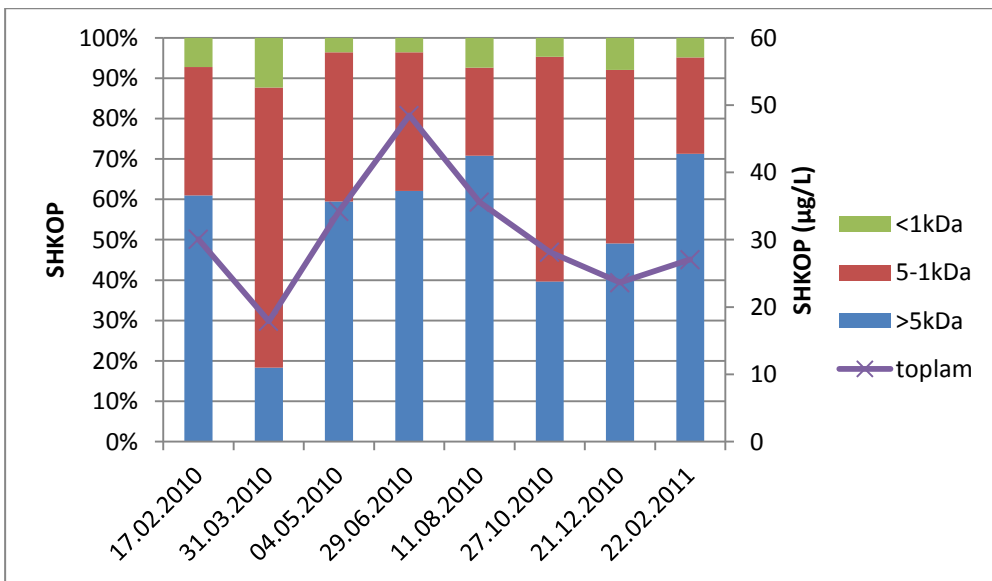
fraksiyonu (ortalama %27,9) gelirken, <1kDa fraksiyonu (ortalama %4,8) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.86: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivitenin 2011 Mart ayı numunesinde 89,7 µg/L olarak görüldüğü anlaşılmaktadır.

Fraksiyonların SHKOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı BÇ için ise Şekil 6.87'de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SHKOP'ye en önemli katkının ÖM'deki duruma benzer olarak yine >5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

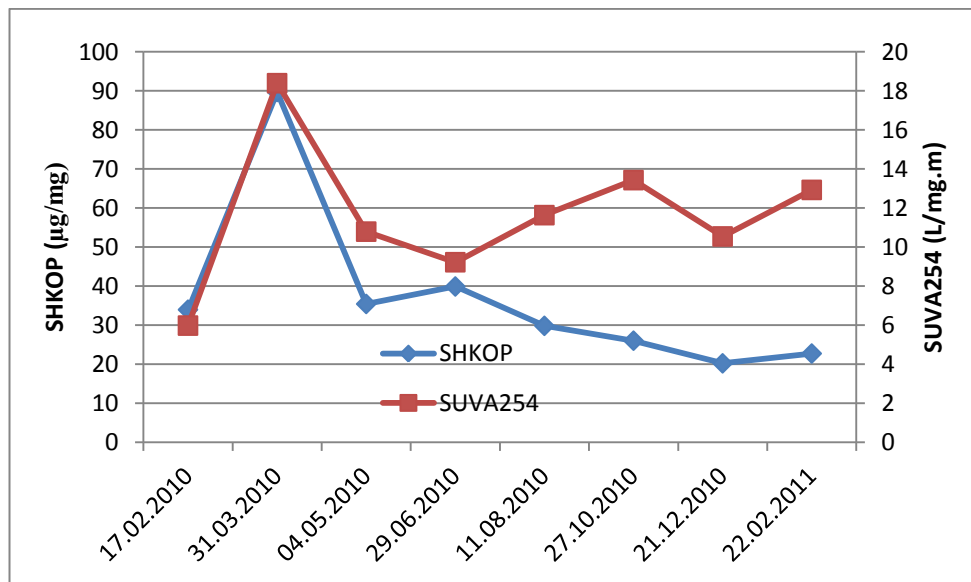


Şekil 6.87: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SHKOP yüzde dağılımları.

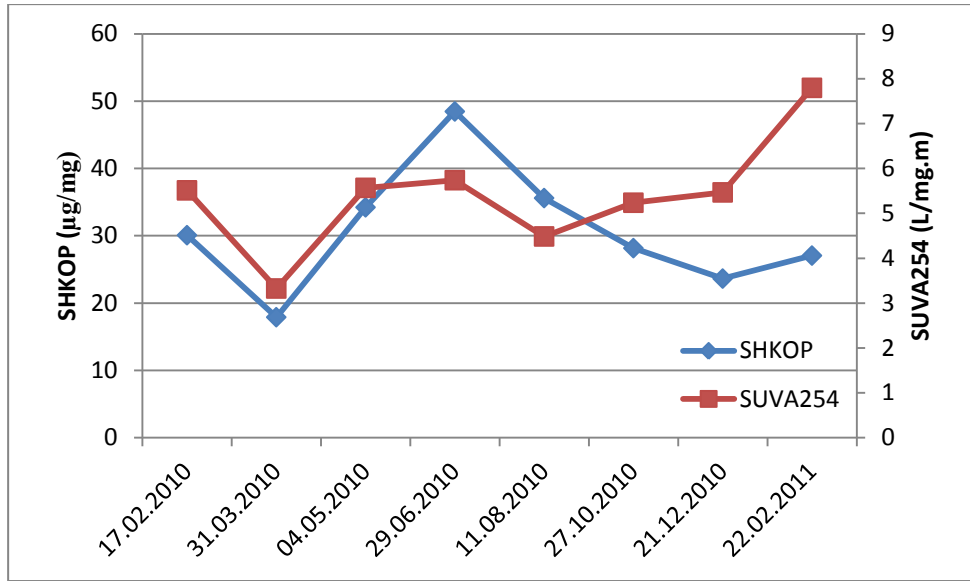
Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında >5kDa fraksiyonunun HKOP'nin yaklaşık %56,8'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. >5kDa fraksiyonunu takiben 5-1kDa fraksiyonu (ortalama %37,2) gelirken, <1kDa fraksiyonu (ortalama %5,9) ise SHKOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir. Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivite ise 48,5 µg/L ile Haziran ayı numunesinde tespit edilmiştir. Kimyasal karakterizasyondaki sonuca benzer olarak ÖM'de tespit edilen HK reaktivitesinin BÇ'den yüksek olduğu görülmekte olup, bu durumun ÖM'de aromatik yapının BÇ'den fazla olması ve reaktiviteyi etkilemesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Kimyasal fraksiyonlamada her iki suda SHKOP açısından baskın fraksiyonlar farklılaşırken fiziksel fraksiyonlamada ise baskın fraksiyon her iki suda da aynı olup, her iki suda da molekül ağırlığı küçüldükçe reaktivitede azalmaktadır.

ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SHKOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.88'de, BÇ içinse Şekil 6.89'da verilmiştir. Şekiller incelendiğinde diğer yan ürünlerde görülene benzer olarak fraksiyonların SHKOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 6.88: ÖM su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.



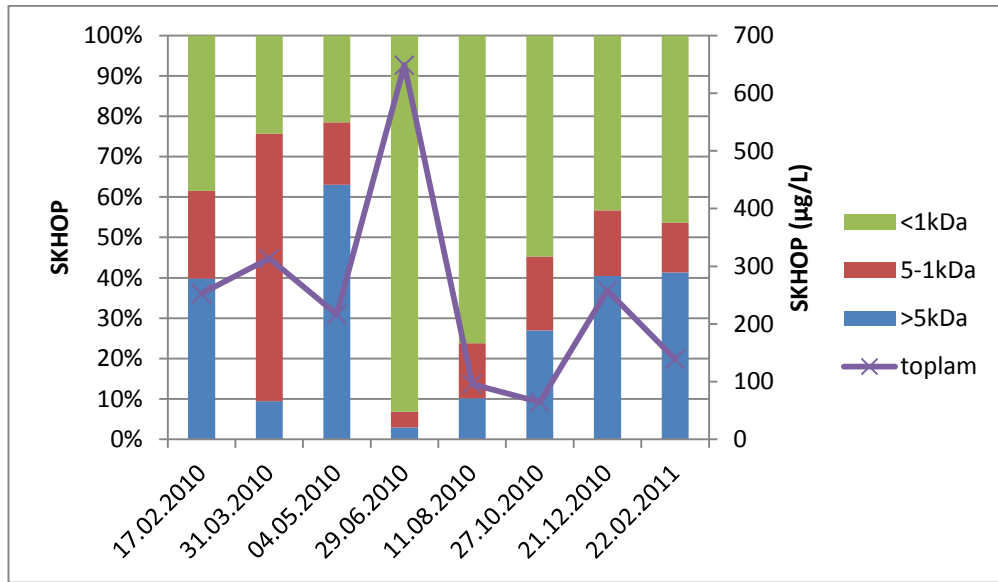
Şekil 6.89: BÇ su kaynağı fiziksel fraksiyonlarının SHKOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

KH fiziksel fraksiyonlar açısından incelenen diğer bir DYÜ türüdür. İzleme döneminde BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının klorlanması sonucu ölçülen KHOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.79, BÇ için ise Şekil C.80’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde; genel olarak her iki suda da kimyasal fraksiyonlamadaki duruma benzer şekilde, fiziksel fraksiyonlar için ölçülen KHOP değerleri de, HANOP ve HKOP değerlerden daha yüksek mertebededir. Bu durumda kimyasal fraksiyonlama da olduğu gibi fiziksel fraksiyonlar bazında tüm yan ürünler göz önüne alındığında, HAA ve THM’den sonra en yüksek konsantrasyona sahip üçüncü yan ürünün KH olduğu anlaşılmaktadır. Hamsu ve fraksiyonlara ait KHOP değerleri mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir.

ÖM ve BÇ’de konsantrasyon bazında en fazla KHOP’ye sahip fraksiyon <1kDa fraksiyonudur. Fraksiyonun izleme dönemi ortalama KHOP’si ÖM’de 250,5 µg/L, BÇ’de ise 425,2 µg/L olarak ölçülmüş olup, fraksiyon ÖM’de Haziran (1112,5 µg/L) BÇ’de ise 2011 yılı Şubat (999,3 µg/L) aylarında en yüksek KHOP düzeyine çıkmakta, ÖM’de Ekim (65,8 µg/L) BÇ’de ise Mart (2,3 µg/L) aylarında en düşük düzeye inmektedir. Her iki suda da molekül ağırlığı düştükçe KHOP artmaktadır. ÖM ve BÇ’de <1kDa fraksiyonunu takiben KHOP açısından ikinci önemli oluşumu 5-1kDa fraksiyonu (ortalama ÖM: 16,6 µg/L; BÇ: 37,8 µg/L) göstermektedir. >5kDa fraksiyonu ise örnekleme döneminde heriki suda da KHOP açısından en düşük katkıyı veren (ortalama ÖM: 14,3 µg/L; BÇ: 11,3 µg/L) fraksiyondur. Örnekleme

dönemi içinde <1kDa fraksiyonunun her iki suda da zaman zaman çok yüksek düzeyde KHOP'ne neden olduğu görülmektedir. Bu durum dikkat çekici olup halk sağlığı açısından ayrıca araştırılması gereken bir konudur. Bu durum sularımızdaki organik maddelerin reaktivitelerinin mevsimsel olarak önemli oranda değişim gösterdiğini ve bununda su kalitesine yansiyabileceğinin göstergesidir.

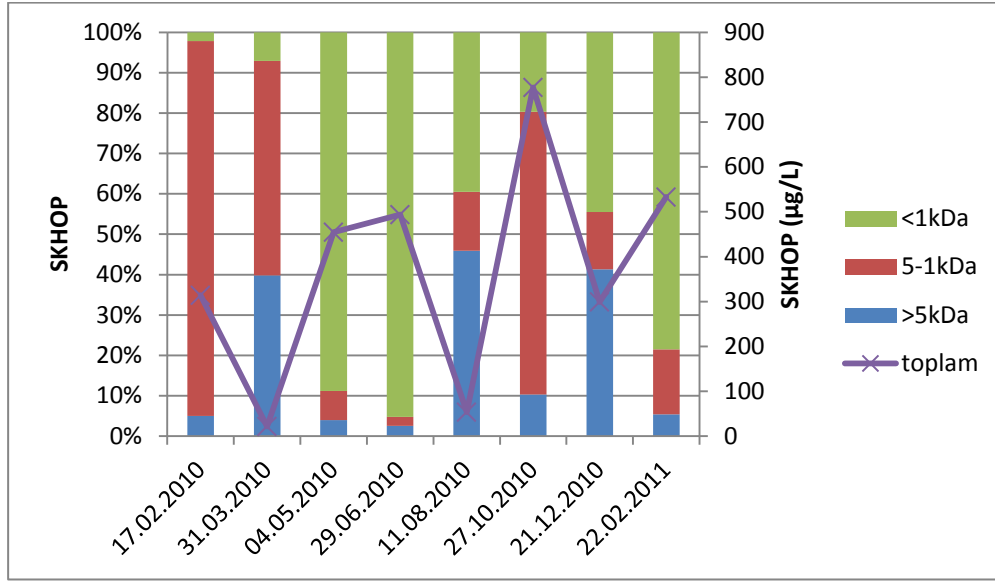
Hamsuların ve fraksiyonların örnekleme döneminde KHOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SKHOP) hesaplanmış olup, SKHOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.81, BÇ için ise Şekil C.82Şekil C.37'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SKHOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SKHOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.90'da verilmiştir. ÖM hamsuyuna bakıldığında SKHOP'ye en önemli katkının SHANOP ve SHKOP'den farklı olarak <1kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında <1kDa fraksiyonu SKHOP'nin %55,7'sini oluşturmaktadır. <1kDa fraksiyonunu takiben >5kDa fraksiyonu (ortalama %23,9) gelirken, 5-1kDa fraksiyonu (ortalama %20,4) ise SKHOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.90: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKHOP yüzde dağılımları.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, kimyasal fraksiyonlamaya benzer olarak en yüksek reaktivitenin Haziran ayı numunesinde 648,4 µg/L olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Fraksiyonların SHKOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı

BÇ için ise Şekil 6.91’de verilmiştir. BÇ hamsuyuna bakıldığında SKHOP’ye en önemli katkının ÖM’ye benzer olarak <1kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir.

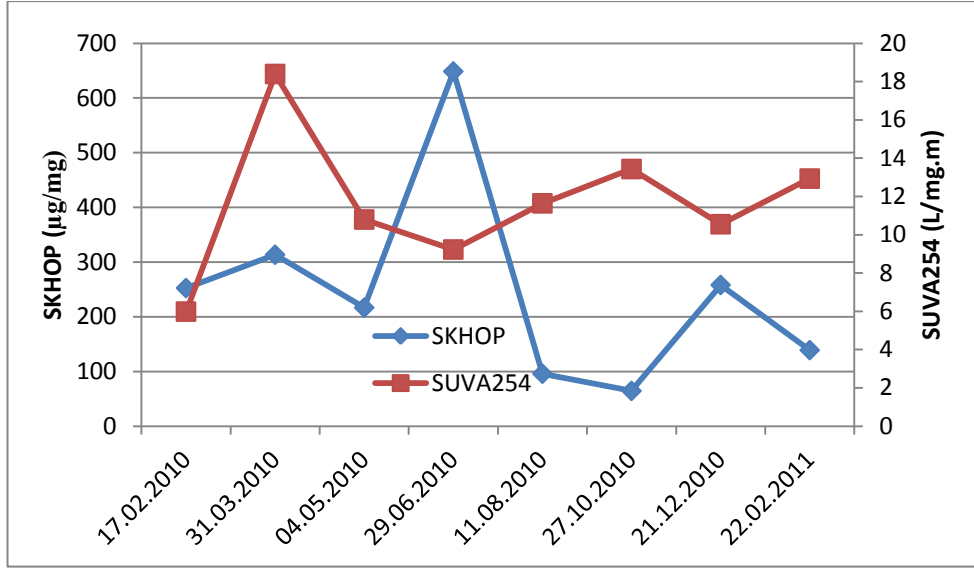


Şekil 6.91: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKHOP yüzde dağılımları.

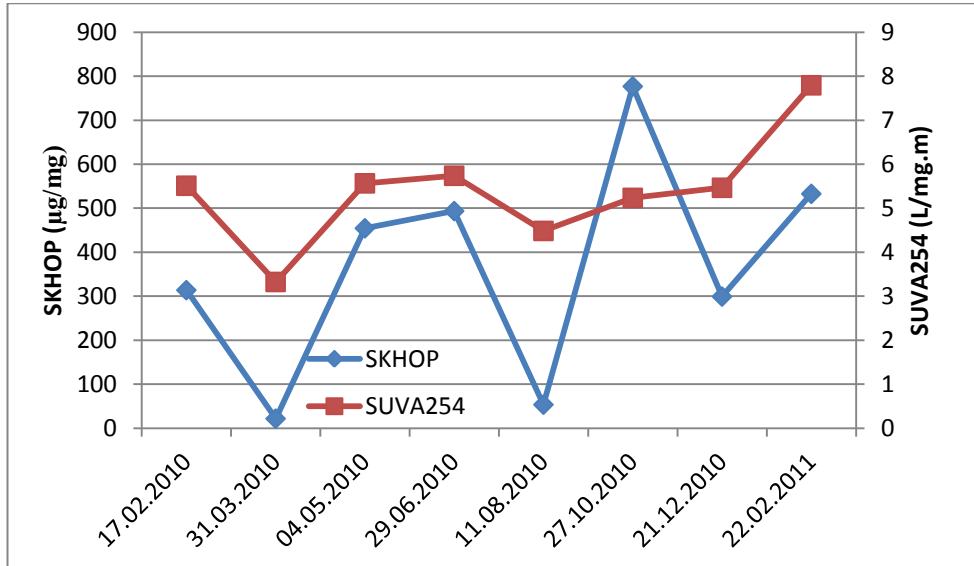
Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında <1kDa fraksiyonunun SKHOP’nin yaklaşık %54,6’sını oluşturduğu anlaşılmaktadır. <1kDa fraksiyonunu takiben 5-1kDa fraksiyonu (ortalama %34,8) gelirken, >5kDa fraksiyonu (ortalama %10,6) ise SKHOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir.

Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, en yüksek reaktivite 777 µg/L ile 2010 yılı Ekim ayı numunesinde tespit edilmiştir. Diğer yan ürünlerde görülen tersine ÖM’de tespit edilen toplam spesifik KH reaktivitesi BÇ’den düşüktür. ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SKHOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.92’de, BÇ içinse Şekil 6.93’de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde ÖM’de diğer yan ürünlerde görülene benzer olarak fraksiyonların SKHOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı BÇ’de ise Aralık ayı hariç SKHOP ile SUVA₂₅₄ arası eğilimin benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 6.92: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile $SUVA_{254}$ toplamalarının karşılaştırılması.

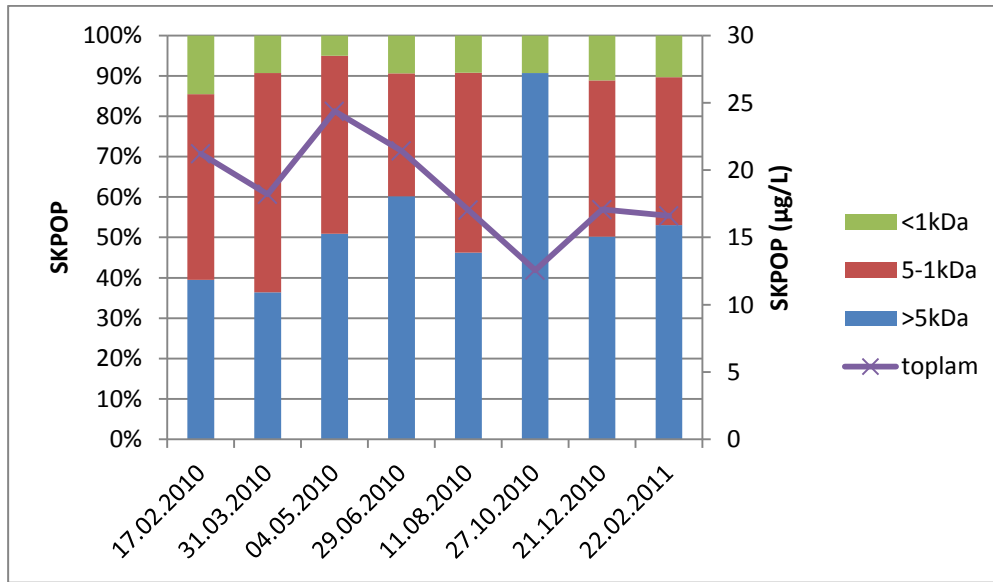


Şekil 6.93: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKHOP toplamaları ile $SUVA_{254}$ toplamalarının karşılaştırılması.

Fiziksel fraksiyonlama kapsamında ölçülen diğer bir DYÜ türü ise KP'dir. İzleme döneminde alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının klorlanması sonucu elde edilen KPOP değerleri ÖM için EK-C Şekil C.83, BÇ için ise Şekil C.84'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde; ÖM ve BÇ hamsu ve kimyasal fraksiyonlarında elde edilen sonuca benzer şekilde, fiziksel fraksiyonlama açısından da KPOP'nin konsantrasyon bazında en düşük mertebeli yan ürün olduğu tespit edilmiş olup mevsimsel değişimleri de önemsiz düzeydedir.

ÖM ve BÇ’de fiziksel fraksiyonlar bazında en fazla KPOP’ye sahip fraksiyon <1kDa (ortalama değerler, ÖM: 3,2 µg/L; BÇ: 2,8 µg/L) fraksiyonudur. Fraksiyon 2010 yılı Şubat ayı numunesinde en yüksek KPOP düzeyine (ÖM: 4,8 µg/L; BÇ: 5,3 µg/L) çıkmış, ÖM’de Ekim ayında en düşük düzeye inmiştir (2,2 µg/L), BÇ’de ise Mart ayında suda KPOP’nin tespit edilememiştir. 5-1kDa ve >5kDa fraksiyonlarının KPOP’leri ise kimyasal fraksiyonlama da olduğu gibi her iki suda da yaklaşık birbirine eşittir. Bu kapsamda düşük molekül ağırlıklı organik maddenin KPOP’lerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Fiziksel fraksiyonların örnekleme döneminde KPOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, SKPOP değerleri hesaplanmış olup, SKPOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.85, BÇ için ise Şekil C.86’de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SKPOP’sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı hesaplanmıştır. Fraksiyonların SKPOP’lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.94’de, BÇ için ise Şekil 6.95’de verilmiştir. Her iki suda da SKPOP’ye en önemli katkının >5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında >5kDa fraksiyonu ÖM ve BÇ’de SKPOP’nin sırasıyla %51,8 ve %53,5’ini oluşturmaktadır.

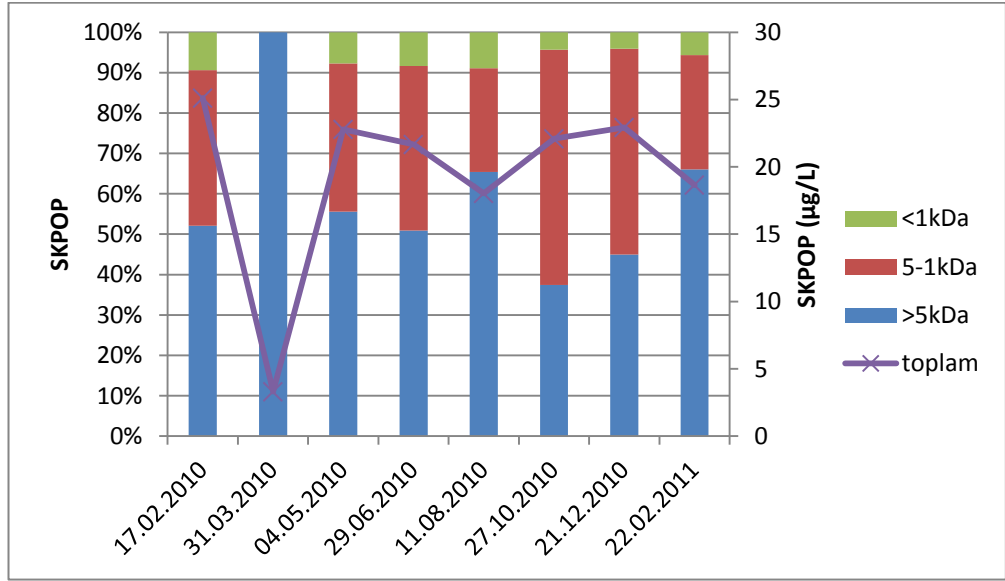


Şekil 6.94: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzde dağılımları.

>5kDa fraksiyonunu takiben 5-1kDa fraksiyonu (ÖM %38,5; BÇ:%39,7) gelirken, <1kDa fraksiyonu (ÖM %9,7; BÇ:%6,8) ise her iki suda da SKPOP açısından en az katkıyı veren fraksiyon olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar KPOP değeri ile

karşılaştırıldığında aslında molekül ağırlığı büyüdükçe fraksiyonların SKPOP açısından reaktivitesinin arttığı ancak molekül ağırlığı büyük fraksiyonların organik madde miktarlarının az olmasından dolayı KPOP'lerinin düşük olduğu görülmektedir.

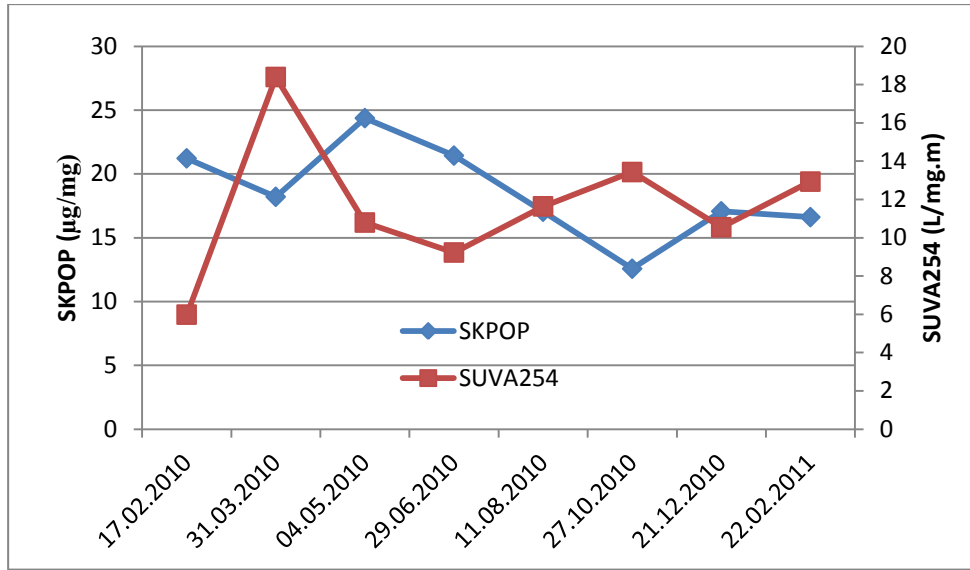
Toplam reaktivite açısından bakıldığında ise, ÖM'de Mayıs ayında (24,4 µg/L) BÇ'de ise 2010 yılı Şubat ayında (25,1 µg/L) en yüksek reaktivitelerin Aralık ayı numunesinde görüldüğü anlaşılmaktadır.



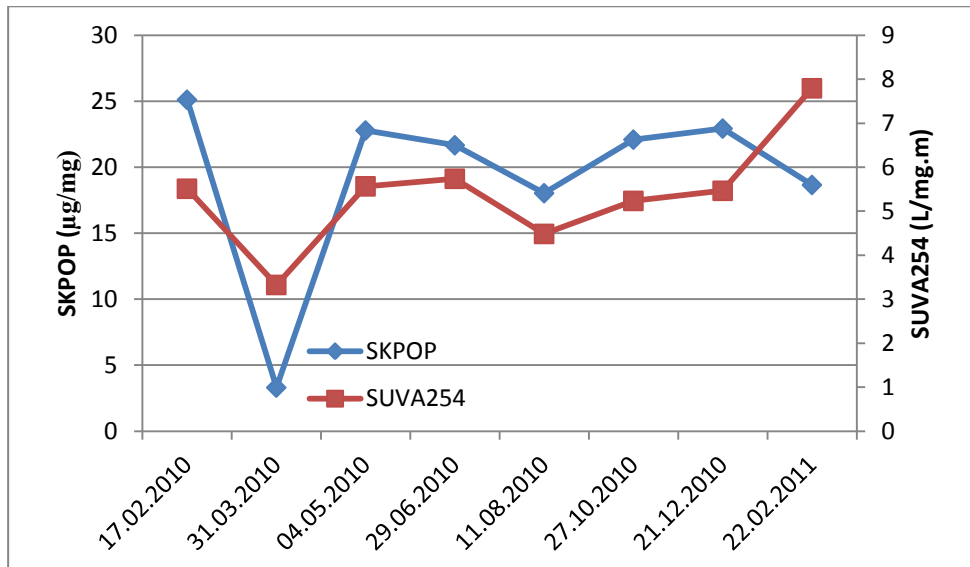
Şekil 6.95: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SKPOP yüzdesel dağılımları.

Diğer yan ürünlerde görülenin tersine BÇ'de tespit edilen SKPOP, ÖM'den yüksektir. ÖM ve BÇ için fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen SKPOP ile fraksiyonların SUVA₂₅₄ toplamı arasındaki ilişkileri gösteren şekiller ÖM için Şekil 6.96'da, BÇ içinse Şekil 6.97'de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde ÖM'de fraksiyonların SKPOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı BÇ'de ise Şubat 2011 numunesi haricinde SUVA₂₅₄ ve SKPOP'deki değişim eğilimlerinin birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 6.96: ÖM su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.



Şekil 6.97: BÇ su kaynağı kimyasal fraksiyonlarının SKPOP toplamaları ile SUVA₂₅₄ toplamalarının karşılaştırılması.

6.3.2.4 AOXOP Analizleri

İzleme döneminde alınan BÇ ve ÖM hamsu numuneleri ve fiziksel fraksiyonlarının AOXOP değerleri ölçülmüş ve ÖM için EK-C Şekil C.87, BÇ için ise Şekil C.88’da verilmiştir. Şekillerden, diğer yan ürünlere benzer olarak fiziksel fraksiyonların AOXOP dağılımlarında izleme dönemi boyunca değişim gösterdiği görülmektedir. Her iki su kaynağı içinde konsantrasyon bazında en fazla AOXOP’ye sahip fraksiyon, THMOP ve HAA₉OP’de ki duruma benzer olarak <1kDa (ortalama bazında ÖM:1472 µg/L, BÇ: 1748 µg/L) fraksiyonudur. Hamsudaki ve kimyasal

fraksiyonlamadaki (HFİ hariç) eğilimin tersine BÇ’de elde edilen değerler ÖM’den daha yüksektir. <1kDa fraksiyonu ÖM’de ve BÇ’de 2011 yılı Şubat ayı numunesinde (ÖM: 2418 µg/L, BÇ: 3387 µg/L), en yüksek, ÖM’de Ekim (601 µg/L) BÇ’de Mart ayında (910 µg/L) ise en düşük konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır.

Örnekleme döneminde her iki su içinde >5kDa fraksiyonu AOXOP bakımından en fazla oluşumun görüldüğü ikinci (ortalama bazında ÖM:745 µg/L, BÇ: 907 µg/L) fraksiyondur. Her iki suda da 2011 Şubat numunesinde en yüksek AOXOP düzeyine çıkıp, ÖM’de Ekim (53 µg/L) BÇ’de ise Mayıs (234 µg/L) numunesinde en düşük düzeye indiği tespit edilmiştir. 5-1kDa fraksiyonu ise her iki su içinde en düşük (ÖM:708 µg/L, BÇ: 1061 µg/L) AOXOP’nin görüldüğü fraksiyondur. 5-1kDa fraksiyonu her iki suda da 2011 Şubat ayı numunesinde en yüksek (ÖM: 1610 µg/L; BÇ: 3854 µg/L) AOXOP düzeyine çıkıp, ÖM’de Ekim (179 µg/L) BÇ’de ise Mayıs (339 µg/L) ayı numunesinde en düşük değerine indiği tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında her bir fraksiyon ve fraksiyonların toplamaları için elde edilen DYÜOP değerleri klorür eşdeğeri cinsinden ifade edilmek suretiyle, her bir fraksiyon ve toplamaları için AOXOP’nin tanımlanabilen ve tanımsız kalan kısımları hesaplanmıştır. Hesaplamalara ait grafikler aşağıda Şekil 6.98’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde;

Kimyasal fraksiyonlamadaki duruma benzer olarak aşağıda verilen AOX’in türsel bazda dağılım grafiklerinden de görüldüğü üzere hem hamsuda hem fraksiyonlarda AOX konsantrasyonunun artmasına paralel olarak AOX içeriğindeki tanımlanan türlerin yüzdesel dağılımı azalmakta, tanımlanamayan türler ise artmaktadır.

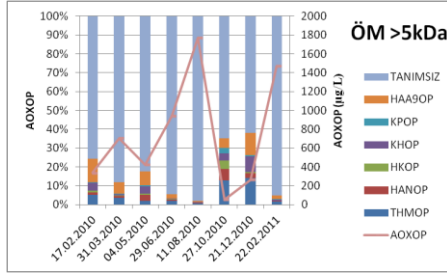
- ÖM’de <1kDa fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP’nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında, çalışma sürecinde ortalama %27,3 ile THM’nin AOX’e en önemli katkısı yaptığı görülmektedir. Bu grubu takiben %14,8 ile HAA grubu gelirken KH ise %10,4 ile AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, <1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ’lerin %46,7’lik kısmının ise tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. BÇ’de ise ÖM’ye benzer olarak çalışma sürecinde ortalama %22,1 ile THM’nin AOX’e en önemli katkısı yaptığı görülmektedir. Bu grubu takiben %15,5 ile KH gelirken HAA ise %10,5 ile AOX’e katkı bakımından üçüncü sırada

gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin %51,2'lik kısmının ise tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. Her iki suya ait <1kDa fraksiyonunda da Ağustos ayında AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler maksimum düzeyine çıkmakta (ÖM: %72,9; BÇ: % 71,9) ÖM için Ekim (%22,8), BÇ için ise Haziran ayında (%21,9) minimum düzeyine inmektedir. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, BÇ'de <1kDa fraksiyonunun klorlama sonucunda ÖM'ye göre çok daha farklı ve spesifik türlerin oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir.

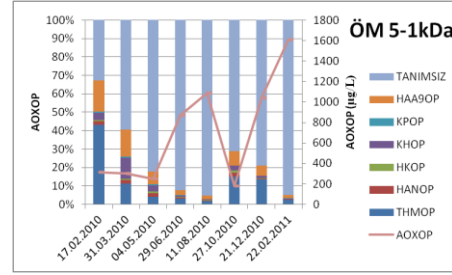
- ÖM ve BÇ'de 5-1kDa fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP'nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında, <1kDa fraksiyonuna göre ortalama bazında her iki suda da tanımlanamayan türlerin toplam içindeki payının arttığı, tanımlanan türlerin payının ise azaldığı görülmektedir. Çalışma sürecinde 5-1kDa fraksiyonu açısından AOXOP'ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %11,8; BÇ%4,4) THM olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben ÖM'de HAA grubu (%7,2) en fazla oluşan ikinci DYÜ grubu olurken, BÇ'de ise KH türü (%4,3) en fazla oluşan ikinci tür olarak tespit edilmiştir. ÖM'de KH (2,9), BÇ'de ise HAA grubu (%3,6) ise en fazla oluşan üçüncü tür olmuştur. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, 5-1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin ÖM için %75,9'luk kısmının, BÇ içinse %86,3'lük kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. 5-1kDa fraksiyonunun AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM'de Ağustos ayında (%95,1), BÇ'de ise Mart ayında (%97,1) tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için 2010 yılı Şubat (%32,8), BÇ için ise Ekim ayında (%59) minimum düzeye indiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, BÇ'de 5-1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan tanımlanamayan yan ürünlerin ÖM'ye göre daha fazla olduğu görülmektedir.
- ÖM ve BÇ'de >5kDa fraksiyonun klorlanması sonucu AOXOP'nin klorür eşdeğeri cinsinden türsel dağılımına bakıldığında tanımlanamayan türlerin AOX içeriğindeki yüzdesinin diğer fraksiyonlara göre arttığı görülmektedir. Çalışma sürecinde >5kDa fraksiyonu açısından AOXOP'ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %6; BÇ%3,2) HAA olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben her iki suda da THM grubu (ortalama ÖM;%5,4 BÇ%2,5)

ikinci sırada gelirken KH ise (ortalama ÖM %2,7; BÇ%1,3) AOX'e katkı bakımından üçüncü sırada gelmektedir. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, >5kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin ÖM için %82,5, BÇ içinse %91,3'lük kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. >5kDa fraksiyonunun AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM ve BÇ'de 2011 Şubat ayında (ÖM: %95,2; BÇ:%98,8), tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için Aralık (%62,1), BÇ için ise Ekim ayında (%81,5) minimum düzeye indiği görülmektedir.

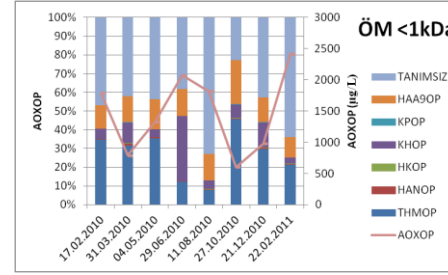
- ÖM ve BÇ'den elde edilen fraksiyonların toplamının AOXOP dağılımı, kimyasal fraksiyonlamada elde edilen AOXOP toplamıyla karşılaştırıldığında, tanımlanan ve tanımlanamayan türlerin yüzdelik değerlerinin benzerlik gösterdiği ancak türsel bazda farklılıklar olduğu görülmektedir. Fraksiyonların toplamı açısından AOXOP'ye en önemli katkıyı yapan DYÜ grubu (ortalama ÖM %19,1; BÇ%13,6) THM olarak tespit edilmiştir. Bu grubu takiben ÖM'de HAA grubu (ortalama %10,8) ikinci sırada gelirken, BÇ'de ise KH (%10,4) en önemli ikinci tür olmuştur. Örnekleme dönemi ortalamasına bakıldığında, fiziksel fraksiyonların klorlanması sonucu oluşan DYÜ'lerin ÖM için %62,4'lük kısmının, BÇ içinse %67,9'luk kısmının tanımlanamadığı anlaşılmaktadır. Fraksiyonlar toplamının AOXOP içeriğindeki tanımlanamayan türler incelendiğinde; ÖM'de Ağustos ve BÇ'de Aralık ayında (ÖM:%87,6; BÇ:%85,4), tanımlanamayan türlerin maksimum düzeye çıktığı, ÖM için Ekim (%35,9), BÇ için ise Mayıs ayında (%44,5) minimum düzeye indiği görülmektedir. Bu kapsamda genel tabloya bakıldığında, yaz ve kış mevsiminde toplam AOX'in arttığı ilkbahar ve son baharda ise azaldığı görülmektedir. Tanımlanamayan türler içeriğinin de aynı şekilde AOX'in artmasına paralel arttığı görülmektedir.



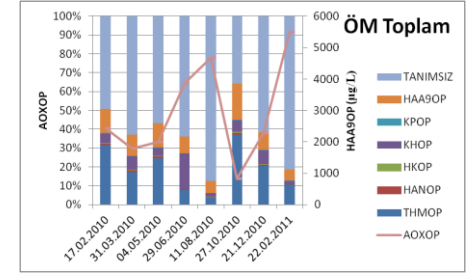
(a) ÖM >5kDa fraksiyonu



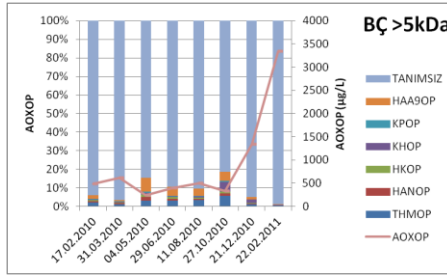
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



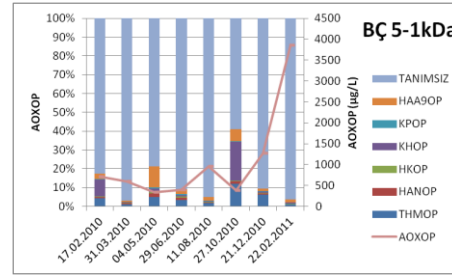
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



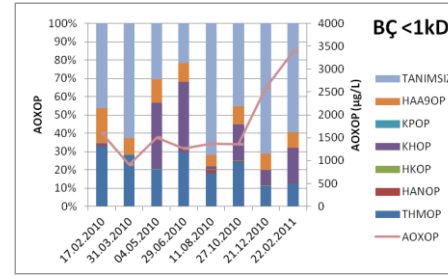
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



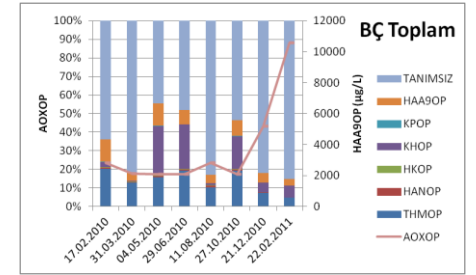
(e) BÇ >5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu



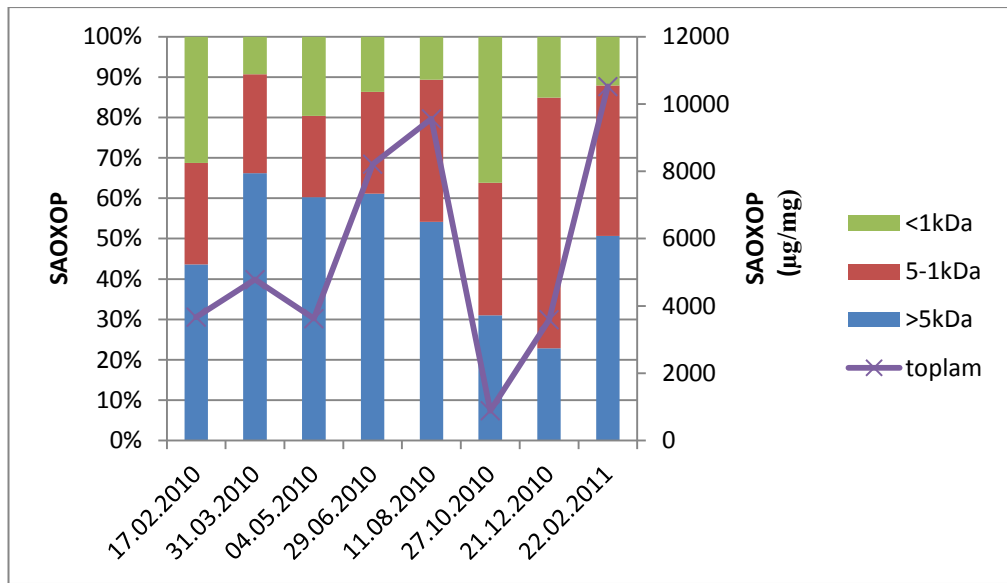
(g) BÇ <1kDa fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.98: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların AOXOP değerlerinin türsel bazda dağılımları.

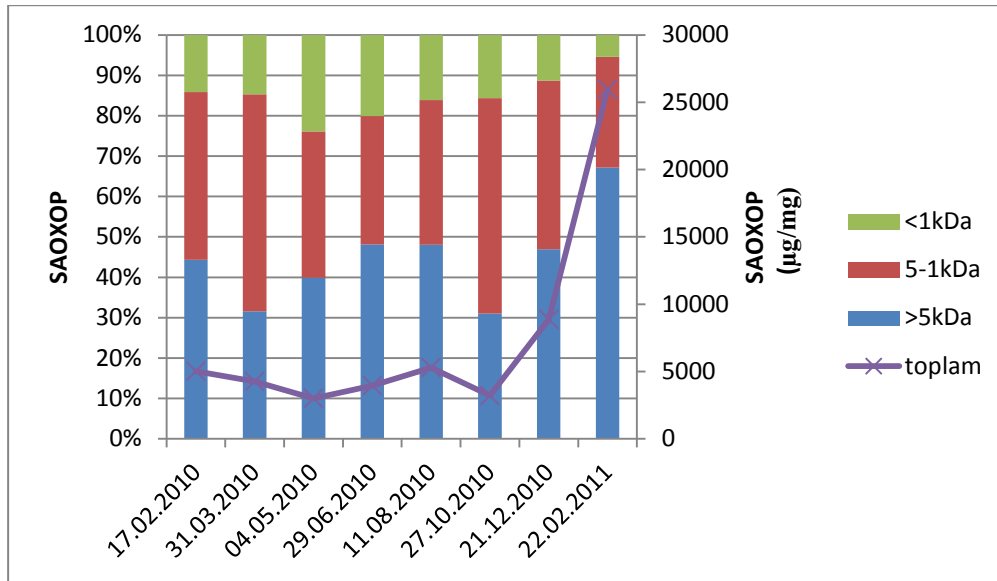
Fiziksel fraksiyonların örnekleme döneminde AOXOP bakımından reaktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla, spesifik oluşum potansiyelleri (SAOXOP) hesaplanmış olup, SAOXOP grafikleri ÖM için EK-C Şekil C.89, BÇ için ise Şekil C.90'de sunulmuştur. Bu değerlerden hareketle her fraksiyonun SAOXOP'sinin toplam içindeki yüzdesel dağılımı yani reaktivitesi hesaplanmıştır. Fraksiyonların AOXOP'lerinin yüzdesel bazda dağılımı ÖM için Şekil 6.99'da BÇ içinse Şekil 6.100'de verilmiştir. ÖM ve BÇ'den elde edilen fraksiyonlara bakıldığında; SHANOP, SHKOP, SKPOP'ye benzer olarak SAOXOP'ye en önemli katkının >5kDa fraksiyonundan geldiği görülmektedir.



Şekil 6.99: ÖM su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.

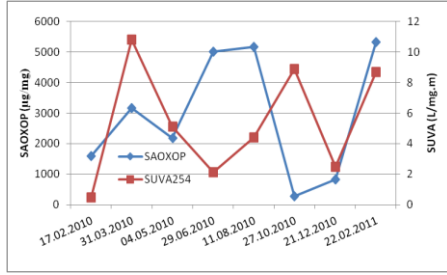
>5kDa fraksiyonu toplam SAOXOP'nin ÖM'de ortalama %52,6'lık kısmını, BÇ'de ise %53,4'lük kısmını oluşturmaktadır. ÖM'de >5kDa fraksiyonu Mart ayında %66,2 ile en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Aralık numunesinde ise %22,8 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. BÇ'de ise Aralık ayında %67,1 ile en yüksek katkı düzeyine çıkmış, Ağustos numunesinde ise %31 ile en düşük katkı düzeyine inmiştir. Bu durumda organik madde miktarı bazında iki suda da <1kDa fraksiyonu baskın fraksiyon olmakla birlikte reaktivite açısından en baskın fraksiyon ise >5kDa fraksiyonu olarak belirlenmiştir. her iki suda da spesifik reaktivite molekül ağırlığı arttıkça artmaktadır. bu kapsamda 5-1 kDa fraksiyonu her iki su kaynağı içinde (ortalama ÖM:%32,8; BÇ:%35,5), SAOXOP'ye katkı bakımından >5kDa fraksiyonundan sonra ikinci sırada gelmektedir. ÖM'de fraksiyonun SAOXOP'ye

katkısı Mayıs ayında %20,1 ile en düşük, Aralık ayında ise %62'yle en yüksek düzeye ulaşmıştır. BÇ'de ise 5-1kDa fraksiyonunun SAOXOP'ye katkısı Aralık ayında %27,4 ile en düşük, 2010 yılı Şubat ayında ise %53,7'yle en yüksek düzeye ulaşmıştır. <1kDa fraksiyonu ise her iki su kaynağı için (ortalama ÖM:%14,7; BÇ%11,1) ortalama katkı ile SAOXOP'ye en düşük katkıyı veren fraksiyon olmuştur. ÖM için fraksiyonun SAOXOP'ye maksimum katkısı %36,1'le Ekim ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Mart ayında %9,3 olarak tespit edilmiştir. BÇ için fraksiyonun SAOXOP'ye maksimum katkısı ise %23,9'la Mart ayında gerçekleşirken, en düşük katkı Aralık ayında %5,5 olarak tespit edilmiştir. Fraksiyonların reaktivite toplamaları açısından sonuçlar incelendiğinde ise; BÇ'de en yüksek reaktivitenin 25954 µg/mg ile 2011 Şubat ayında, en düşük reaktivitenin ise 2009 µg/mg değeri ile Mayıs ayında elde edildiği, ÖM'de ise en yüksek reaktivitenin 10517 µg/mg ile BÇ'ye benzer olarak 2011 Şubat ayında, en düşük reaktivitenin ise 891 µg/mg değeri ile Ekim ayında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 6.100: BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelerin SAOXOP yüzde dağılımları.

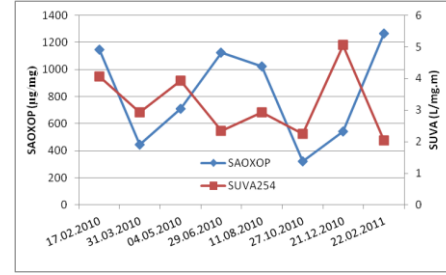
Elde edilen sonuçların kimyasal fraksiyonlama da elde edilen sonuçlara göre daha yüksek mertebelerde olduğu, ayrıca kimyasal fraksiyonlama sonucu elde edilen toplam reaktivitelere ters şekilde BÇ'deki toplam reaktivite ortalamalarının ÖM'den daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durumun organik maddeler arası yarışmalı reaksiyonlardan dolayı oluştuğu ve organik maddenin ayırım tekniğine göre reaktivitenin değiştiğini işaret etmektedir.



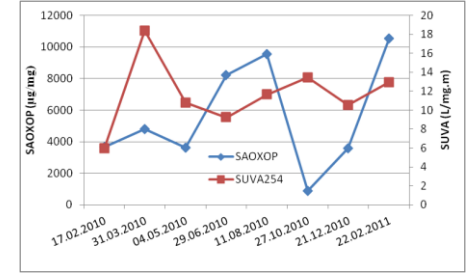
(a) ÖM >5kDa fraksiyonu



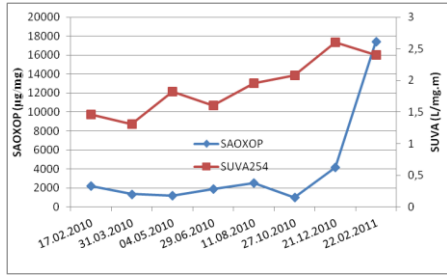
(b) ÖM 5-1kDa fraksiyonu



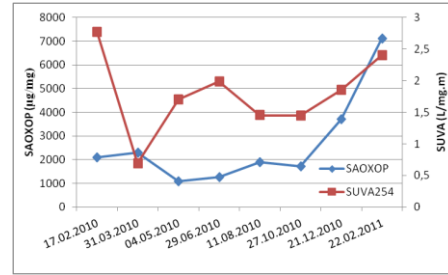
(c) ÖM <1kDa fraksiyonu



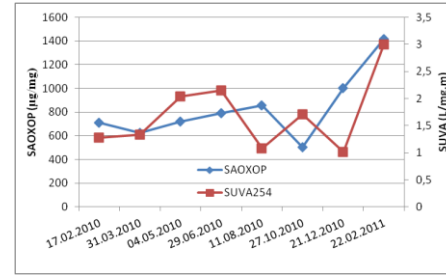
(d) ÖM fraksiyonların toplamı



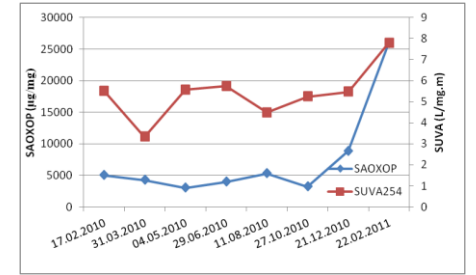
(e) BÇ >5kDa fraksiyonu



(f) BÇ 5-1kDa fraksiyonu



(g) BÇ <1kDa fraksiyonu



(h) BÇ fraksiyonların toplamı

Şekil 6.101: ÖM ve BÇ su kaynağından izleme döneminde alınan numunelere ait fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arası ilişki.

Fraksiyonların SAOXOP'leri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasındaki ilişkileri gösteren şekiller yukarıda Şekil 6.101'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde fraksiyonların SAOXOP değişimleri ile SUVA₂₅₄ değerleri arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir.

6.4 Klasik Arıtma Prosesinin Ömerli ve B.Çekmece Hamsuyu'nda ÇOK Giderim Veriminin İncelenmesi

Hamsuların fiziksel ve kimyasal fraksiyonlanması ve DYÜOP'lerinin belirlenmesinden sonra, suların halihazırda arıtımı için kullanılan konvansiyonel arıtmanın ÇOK giderimi üzerindeki verimi incelenmiştir. Tez çalışmasında elde edilen veriler incelenen sulardaki organik maddelerin ağırlıklı olarak <1kDa molekül ağırlığında ve HFO karakterli olduğunu göstermiş olup bunun yanında suyun karakteri de mevsimsel olarak değişim göstermektedir.

İncelenen hamsuların arıtımında kullanılan koagülasyon prosesinin ÇOK giderim veriminin belirlenmesi ve giderim sonrası ÇOK konsantrasyonunun EPA'nın DYÜ oluşumunun azaltılmasına yönelik öngördüğü 2mg/L'nin değerini sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi amacıyla bir setlik deneysel çalışma yürütülmüştür. Çalışma kapsamında ÖM ve BÇ hamsularının arıtıldığı İSKİ'ye bağlı Ömerli ve Büyükçekmece İçmesuyu Arıtma Tesisleri'nde halihazırda uygulanan kimyasal dozajları ve arıtma şartları uygulanarak (hızlı ve yavaş karıştırma süre ve karıştırıcı devir/dk) laboratuarda jar test uygulanmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan kimyasal dozajları ve arıtma şartları aşağıda Çizelge 6.4'de verilmiştir.

Çizelge 6.4: İSKİ ÖM ve BÇ içmesuyu arıtma tesislerinde uygulanan kimyasal arıtma işlemine yönelik bilgiler.

Hamsu	pH Ayarlama	Hızlı Karıştırma			Yavaş Karıştırma			Durultma
		Alum Dozajı (mg/L)	Karıştırma Devri (devir/dk)	Süre (dk)	Poli Dozajı (mg/L)	Karıştırma Devri (devir/dk)	Süre (dk)	Bekleme Süresi (dk)
ÖM	-	35	100	5	-	30	30	60
BÇ	-	70	100	5	0,14	30	30	60

Yukarıda verilen kriterlere göre ÖM ve BÇ hamsularından 2011 yılı Şubat ayında alınan numuneler üzerinde jar test gerçekleştirilmiş olup elde edilen ÇOK ve UV bazındaki giderim verileri Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Çizelge 6.5: Hamsulara uygulanan klasik arıtma işlemine ait giderim verimleri.

Hamsu	Kimyasal arıtma öncesi ÇOK mg/L	Kimyasal arıtma sonrası ÇOK mg/L	Giderim verimi %	Giriş UV 1/cm	Çıkış UV 1/cm	Giderim verimi %
ÖM	3,496	2,831	19,0	0,123	0,049	60,2
BÇ	3,939	3,056	22,4	0,108	0,048	55,6

Elde edilen organik madde sonuçlarından görüldüğü üzere hâlihazırda uygulanan konvansiyonel sistemin organik madde giderim verimi düşük olup giderim sonucu elde edilen organik madde miktarları EPA'nın belirlediği sınırların üzerinde kalmaktadır.

Genel olarak yüksek molekül ağırlıklı (>5kDa) ÇOK fraksiyonlarının gideriminde koagülasyon prosesi kullanılabilir. Büyük molekül ağırlıklı maddeler granül aktif karbon (GAK) porlarına tutunamadıkları için bu organik maddelerin gideriminde GAK tercih edilmemektedir. Orta molekül ağırlığındaki organik maddelerin (1-5kDa) gideriminde adsorpsiyon prosesi verimli şekilde kullanılabilir. Düşük molekül ağırlıklı maddeler ise hidrofilik karakterleri nedeniyle koagülasyon yada adsorpsiyon yöntemleriyle etkin şekilde giderilememektedir. Ancak zenginleştirilmiş koagülasyon prosesiyle yüksek koagülan dozajlarında (120mg FeCl₃/L) efektif organik madde giderimi sağlanabilmekte olup zenginleştirilmiş koagülasyon prosesi mevcut en iyi teknikler arasındadır (Zhao ve diğ., 2006; Yan ve diğ., 2008). Uyak ve diğ., (2007) tarafından yapılan çalışmada da Terkos Gölü'nden alınan numunede organik madde giderimi çalışılmış olup, zenginleştirilmiş koagülasyon prosesinin toz aktif karbon ile desteklenmesi sonucu organik madde giderim veriminin %76 civarına çıktığı ve düşük molekül ağırlıklı yüksüz bileşiklerin giderildiği rapor edilmiştir. bu sayede UV₂₅₄ ve THMOP'nin de önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Bu yöntem dışında membran proseslerde (NF ya da RO) organik madde giderimi için kullanılacak prosesler arasındadır. Uyak ve diğ., (2008) tarafından Terkos, ÖM ve BÇ su kaynaklarındaki DYÜ oluşumunda aktif öncü bileşiklerin mevsimsel değişimlerinin ve arıtma tesislerinde giderimlerinin incelendiği çalışmada da, sulardaki organik maddelerin daha çok hidrofobik ve toprak kaynaklı organik madde olduğu ve giderimleri için zenginleştirilmiş koagülasyon, aktif karbon adsorpsiyonu, membran prosesler gibi yöntemlerin kullanımının tavsiye edildiği görülmektedir.

Bu kapsamda ÖM ve BÇ arıtma tesislerinde uygulanan arıtma proseslerinin organik madde karakteri ve bu karakterdeki mevsimsel değişimler göz önüne alınarak yapılacak çalışma kapsamında düzeltilmesi gerekmekte olup bu kısım tez kapsamı dışında ayrı bir çalışma konusudur. 2013 yılı itibariyle içmesularındaki THM standardının 150 µg/L'den 100 µg/L'ye düştüğü ve bu kapsamda içme suyundaki yan ürün standartları her geçen gün daha da sıkılaştığı unutulmamalıdır. Bu kapsamda yönetmeliklerdeki revizyonlara paralel olarak arıtma prosesleri de bu yönetmelik revizyonlarını sağlayacak şekilde geliştirilmelidir. Aksi takdirde yönetmelik gereklerinin uygulama basamağı eksik kalacaktır. Çalışma kapsamında yapılan AOX ölçümleri de sularımızda oluşan yan ürünlerin içerisinde önemli oranda tanımlanamayan bileşikler olduğunu göstermekte olup, bunların yaratabileceği sağlık risklerinin önlenmesi de efektif organik madde giderimine bağlıdır.

6.5 Deneyisel Çalışmalarla Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Korelasyon, iki sayısal sürekli değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesi için kullanılan bir tekniktir. Pearson korelasyon katsayısı (r) iki değişken arasındaki ilişki derecesinin bir ölçüsüdür. İki sürekli değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ilk adım değişkenlerin doğrusallık açısından dağılım grafiğinin çizilmesidir. Eğer dağılım doğrusal değilse korelasyon katsayısı hesaplanamaz. Korelasyon hesabında değişkenlerin hangi ekseninde olduğunun değil doğrusallığın önemi vardır. Bununla beraber bağımsız değişken x ekseninde, bağımlı değişken ise y ekseninde gösterilir. Dağılım düz bir çizgiye yakınsa, değişkenler arası ilişki en üst seviyededir. Bunun yanında kullanılan birimler önemsizdir. Katsayı, sürekli veride -1 ile +1 arasında değişmektedir. Katsayının değişim aralığı aşağıda Çizelge 6.6'da verilmiştir. Pozitif korelasyon her iki değişkenin birlikte artıp azaldığını gösterirken, negatif korelasyon ise bir değişken artarken diğ erinin azaldığını göstermektedir (Url-10). Tez çalışması kapsamında hamsular ve fraksiyonlar için istatistiki analiz çalışması yapılmıştır. İlk etapta, ÖM ve BÇ hamsularında ölçülen kalite parametrelerinin kendi arasında ve bu suların klorlanması sonrasında ölçülen DYÜOP'lerle arasındaki istatistiki ilişkiler incelenmiştir. İkinci etapta ise, fiziksel ve kimyasal fraksiyonlardan elde edilen karakterizasyon verilerinin kendi arasında ve fraksiyonların klorlanması sonrası ölçülen DYÜOP verileri ile arasındaki ilişkinin istatistiki incelemesi yapılmıştır.

İlişkilerin istatistiki olarak anlamlılığı IBM SPSS 20 (Statistical Package for the Social Sciences) paket bilgisayar programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Çizelge 6.6: Pearson korelasyon katsayısının değişimi.

$r = -1$		Veriler negatif eğimli düz bir çizgi oluşturmaktadır
$r = 0$		Değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur
$r = +1$		Veriler pozitif eğimli düz bir çizgi oluşturmaktadır

Bu kapsamda hamsular ve fraksiyonlarda istatistiki ilişki yönünden analiz edilen parametreler Çizelge 6.7’de verilmiştir.

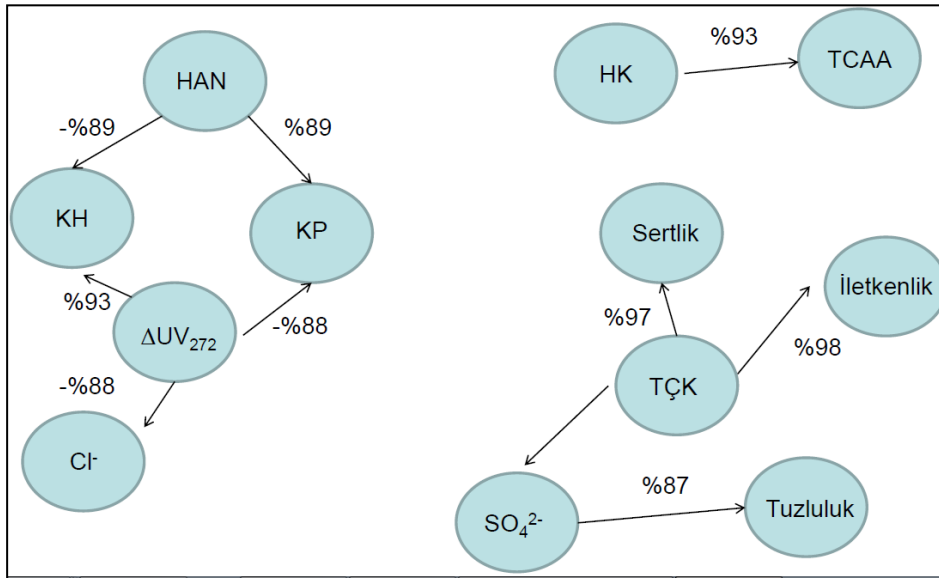
Çizelge 6.7: İstatistiki analiz kapsamında incelenen parametreler.

Hamsu		Fraksiyonlar	
Kalite parametreleri	DYÜOP	Kalite parametreleri	DYÜOP
pH	TCM	UV ₂₅₄	AOX
Cl	THM	ΔUV ₂₇₂	TCM
Br	HAN	ÇOK	THM
SO ₄	HK	SUVA ₂₅₄	HAN
Sertlik	KH	SUVA ₂₇₂	HK
TKN	KP		KH
NH ₃	DCAA		KP
Org. N	TCAA		DCAA
Alkalinite	HAA ₅		TCAA
İletkenlik	HAA ₉		HAA ₅
Tuzluluk	AOX		HAA ₉
TÇK			
UV ₂₅₄			
ΔUV ₂₇₂			
ÇOK			
SUVA ₂₅₄			
SUVA ₂₇₂			

Tüm örnekleme zamanı içinde toplanan veriler programa girdi olarak aktarılmış ve parametrelerin birbirlerine olan etkilerini yorumlayabilmek amacıyla Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayıları bakarak her fazda birbiriyle anlamlı şekilde (tek kuyruk (%95 güven aralığı), çift kuyruk (%99 güven aralığı)) istatistiksel olarak ilişkili olan parametreler saptanmıştır.

Hamsular ve fraksiyonlar için yapılan istatistiki analize ait çıktılar EK-D’de tablolar halinde verilmiş olup, bu tablolardan istatistiki olarak anlamlı bulunan ilişkiler aşağıda hamsu ve fraksiyon bazında aşağıda değerlendirilmiştir.

ÖM hamsuyunda klorlama öncesi ve sonrası ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.102’de gösterilmektedir.

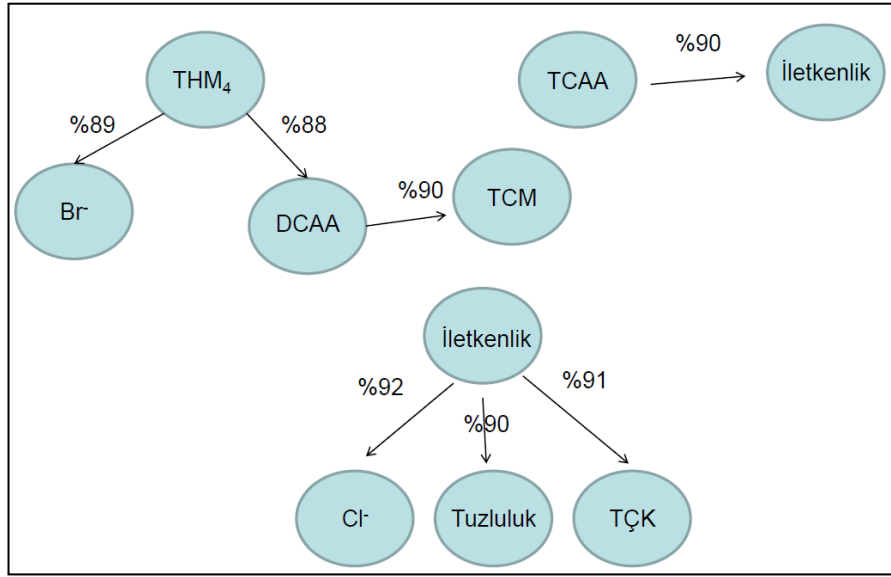


Şekil 6.102: ÖM hamsuyunda ölçülen parametreler arası istatistiksel ilişkiler.

ÖM hamsuyunda ölçülen parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde su kalite parametrelerinin kendi arasında ilişkili olduğu görülmektedir. Genel olarak, sudaki TÇK arttıkça suyun sertliği, iletkenlik ve sülfat parametreleri de artmaktadır. Ayrıca sudaki sülfat parametresinin artışına bağlı olarak suyun tuzluluğunda da artış izlenmektedir. Yan ürünlerin oluşumunda, sudaki aromatik yapıyla yan ürünler arasında tam bir ilişki kurulamadığı sadece ΔUV_{272} parametresiyle KH ve KP yanürünleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilebildiği, diğer yan ürünlerle sudaki aromatik yapı arasında bir ilişki kurulamadığı görülmektedir. Bu durumun suların düşük $SUVA_{254}$ seviyesinden ve düşük ÇOK konsantrasyonundan ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca sudaki organik madde giderimi arttıkça sudaki klorüründe

azaldığı dolayısıyla, organik madde miktarı azaldıkça klorlu yan ürünlerin arttığı söylenebilir. Sudaki HAN'larla KP oluşumunun sudaki aynı tür yapıların kontrolünde olduğu anlaşılmaktadır. HAN oluşumuyla KH oluşumunun ise farklı yapıların kontrolünde olduğu, .HK ile TCAA oluşum mekanizmalarının da benzer olduğu görülmektedir.

BÇ hamsuyunda klorlama öncesi ve sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.103'de gösterilmektedir.

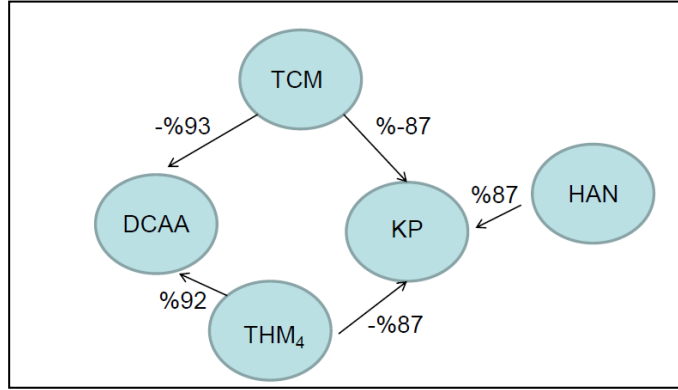


Şekil 6.103: BÇ hamsuyunda ölçülen parametreler arası istatistiksel ilişkiler.

ÖM ye benzer olarak BÇ hamsuyunda da benzer su kalite parametreleri arası ilişki görülmektedir. BÇ'de bromür konsantrasyonunun ÖM hamsuyundan daha fazla olduğu ve bromlu THM türlerinin ÖM'ye göre daha yüksek mertebelerde olduğu hatırlandığında, istatistiksel ilişkide de bu durumu doğrular şekilde THM ve bromür konsantrasyonları arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir. BÇ'de en fazla bulunan THM türü olan TCM ve en fazla bulunan HAA türü olan DCAA arasında da anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu durum hamsuda THM oluşumu arttıkça HAA oluşumunun da arttığı ve bu iki yapının oluşumu için gerekli şartların benzeştiğini göstermektedir. Sudaki iletkenlik artışı da HAA türü olan TCAA'nın artışına neden olmaktadır. Bu durum sudaki klorürün artışının, sudaki bromürlü türlerin oluşumunu azaltabildiği ve yerine klorlu türlerin oluşum potansiyelinin arttığının bir göstergesidir.

ÖM ve BÇ hamsuyundan elde edilen HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan yan ürünlerin, su kalite parametreleri ile anlamlı istatistiksel ilişkisi tespit

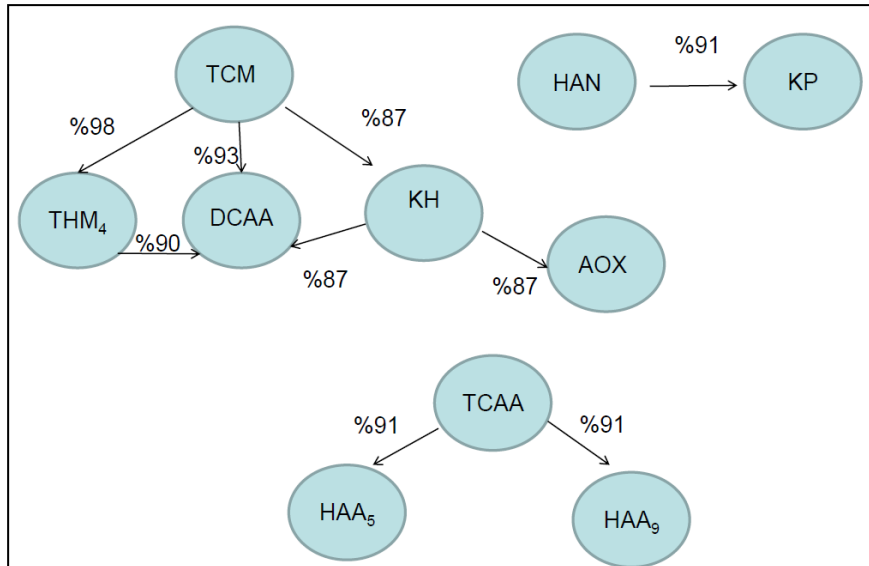
edilememiştir. ÖM HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan yan ürünler arası ilişkiler ise Şekil 6.104’de gösterilmektedir.



Şekil 6.104: ÖM HFO fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

Şekil incelendiğinde TCM ve dolayısıyla THM azaldıkça KP’nin arttığı görülmekte olup bu ilişkide TCM ile KP arası dönüşüm reaksiyonlarının ana etken olduğu düşünülmektedir. Ayrıca hamsuya benzer olarak HFO yapısında da HAN’la KP arasında ilişki olduğu, yani oluşumlarında HFO fraksiyonunun etkisinin benzer olduğu anlaşılmaktadır.

BÇ hamsuyundan elde edilen HFO fraksiyonun klorlanması sonucu oluşan yan ürünler arası istatistiksel ilişkiler Şekil 6.105’de gösterilmektedir.



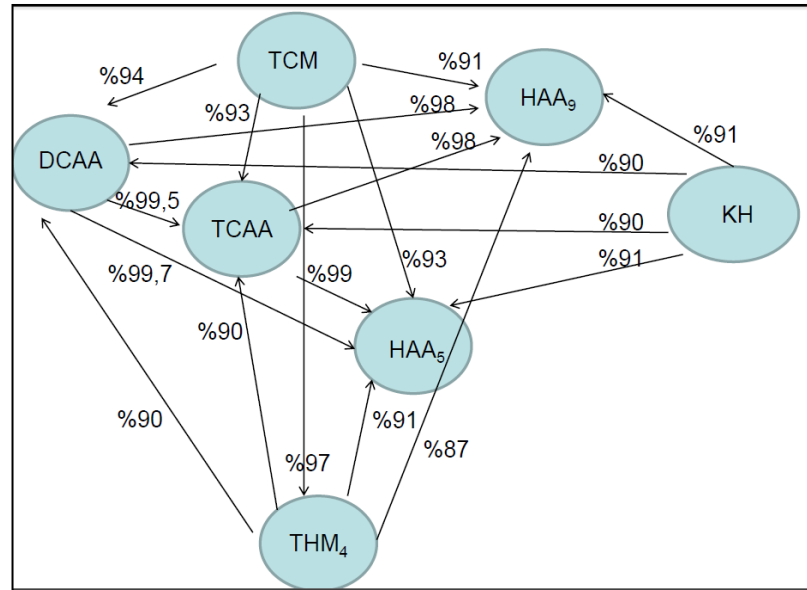
Şekil 6.105: BÇ HFO fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

İstatistiki ilişkiler incelendiğinde en fazla oluşan HAA türü olması dolayısıyla TCAA’nın HAAOP’nin artış ve azalışında birincil derecede etkili olduğu

görülmektedir. Aynı şekilde TCM'de THM'nin artış ve azalışında etkindir. TCM, DCAA ve KH'nin oluşumundaki mevsimsel değişimler birbiriyle benzer olup bu fazın bu türlerin oluşumunda benzer etki gösterdiği görülmektedir. Aynı şekilde, HFO fazının klorlanması sonucu oluşan KP ve HAN'ların mevsimsel değişimlerinin de benzer olduğu görülmektedir.

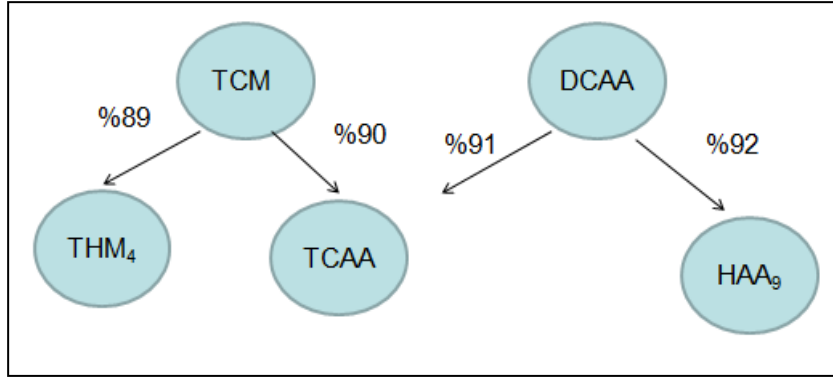
ÖM ve BÇ hamsuyundan elde edilen TFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu oluşan yan ürünlerin HFO fraksiyonuna benzer olarak su kalite parametreleri ile arasında anlamlı istatistiki bir ilişki tespit edilememiştir.

ÖM TFİ fraksiyonunun klorlanması sonrası ölçülen yan ürünler arası istatistiksel ilişkiler Şekil 6.106'da gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde TFİ fraksiyonunun klorlanması sonrasında oluşan THM, HAA ve KH'nin mevsimsel değişimlerinin benzer olduğu, fraksiyonun bu yan ürünlerin oluşumunda benzer etkinliği gösterdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6.106: ÖM TFİ fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

BÇ TFİ fraksiyonunun klorlanması sonrasında ölçülen yan ürünler arası istatistiksel ilişkiler Şekil 6.107'de gösterilmektedir.

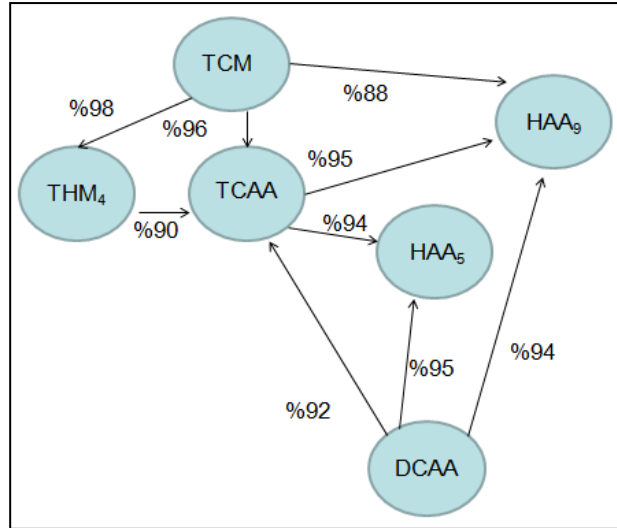


Şekil 6.107: BÇ TFİ fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

BÇ TFİ fraksiyonunununda ÖM'ye benzer olarak THM ve HAA oluşumlarında mevsimsel olarak benzer etkinliği gösterdiği görülmektedir.

Diğer kimyasal fraksiyonlara benzer olarak HFİ fraksiyonunun klorlaması sonucu elde edilen yan ürünlerle su kalite parametreleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

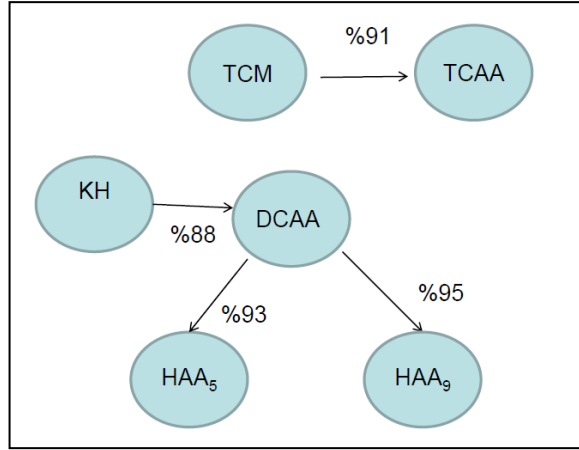
ÖM hamsuyundan elde edilen HFİ fraksiyonunun klorlanması sonrasında ölçülen yan ürünler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.108'de gösterilmektedir.



Şekil 6.108: ÖM HFİ fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

İlişkiler incelendiğinde fraksiyonun genel olarak THM ve HAA oluşumda benzer etkinliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır.

BÇ HFİ fraksiyonunun klorlanması sonrasında ölçülen yan ürünler arasındaki istatistiksel ilişkiler ise Şekil 6.109'de gösterilmektedir.

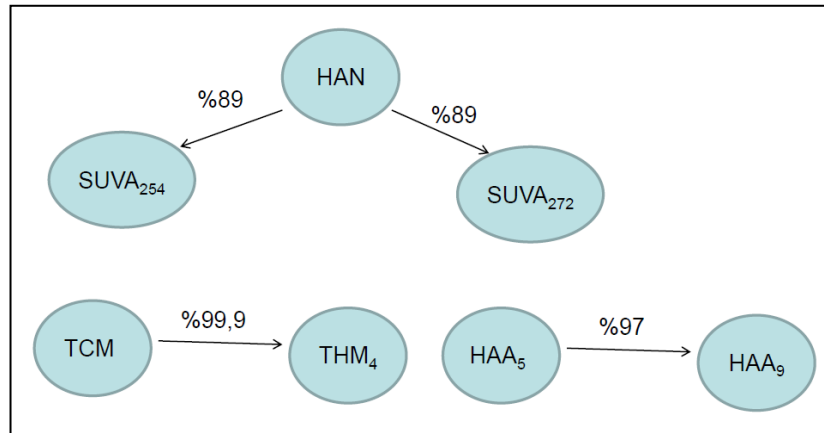


Şekil 6.109: BÇ HFİ fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

Şekilden fraksiyonun klorlanması sonucu oluşan klorlu THM ve HAA türleri olan TCM ve TCAA'nın mevsimsel değişimleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. DCAA ve KH oluşumlarının mevsimsel değişimleri de anlamlı istatistiki ilişki sergilemektedir.

Çalışma kapsamında fiziksel karakterizasyon sonrasında elde edilen fazların klorlama öncesi ve sonrasında ölçülen parametreleri arası istatistiki ilişki durumları da incelenmiştir. Kimyasal fraksiyonlamadan farklı olarak fiziksel fraksiyonlama da bazı fraksiyonlarda kalite parametreleri ile yan ürünler arası ilişki tespit edilmiştir.

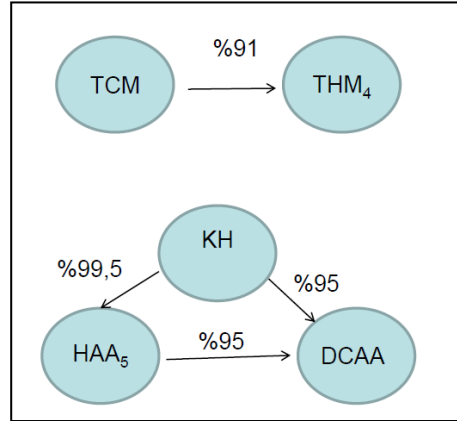
ÖM hamsuyundan elde edilen >5kDa fraksiyonunda klorlama öncesi ve sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.110'de gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde HAN parametresinin oluşumunun SUVA₂₅₄ parametresi ile yani sudaki aromatik yapıyla ilişkili olduğu görülmektedir.



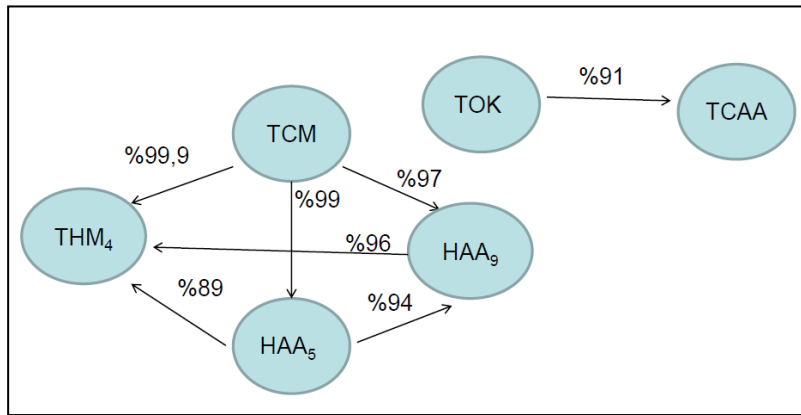
Şekil 6.110: ÖM >5kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

BÇ >5kDa fraksiyonunda su kalite parametreleri ile yan ürünler arası ilişki tespit edilememiş olup klorlama sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler ise Şekil 6.111’de gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde fraksiyonunun KH ve HAA oluşum reaktivitesinin benzer olduğu görülmektedir.

ÖM hamsuyundan elde edilen 5-1kDa fraksiyonunda klorlama öncesi ve sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.112’de gösterilmektedir



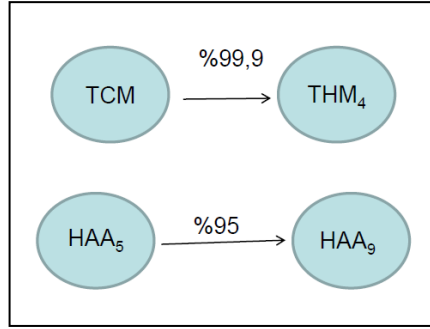
Şekil 6.111: BÇ >5kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiksel ilişkiler.



Şekil 6.112: ÖM 5-1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiksel ilişkiler.

Bu fraksiyonun azın organik madde içeriğindeki değişimle TCAA oluşumunun ilişkili olduğu görülmektedir. Yan ürünlerin kendi arasındaki ilişkiler incelendiğinde fraksiyonun THM ve HAA oluşum mekanizmasındaki mevsimsel değişimlerin benzer olduğu göze çarpmaktadır.

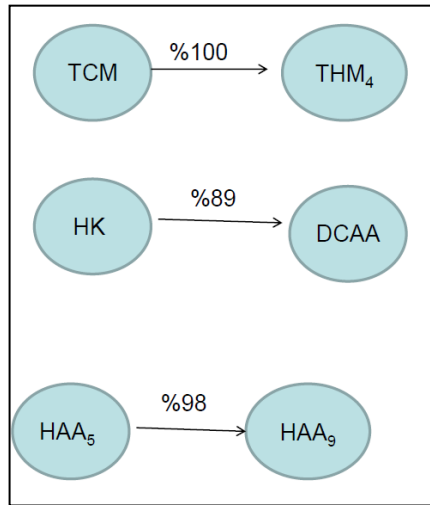
BÇ hamsuyundan elde edilen 5-1kDa fraksiyonunda su kalite parametreleri yönünden herhangi bir ilişki tespit edilememekle birlikte klorlama sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler ise Şekil 6.113’de gösterilmektedir.



Şekil 6.113: BÇ 5-1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

Şekil 6.113 incelendiğinde konsantrasyonu en yüksek THM bileşeni olan TCM'nin artması ya da azalmasının tespit edilen THM konsantrasyonunu birincil derece etkilediği görülmektedir.

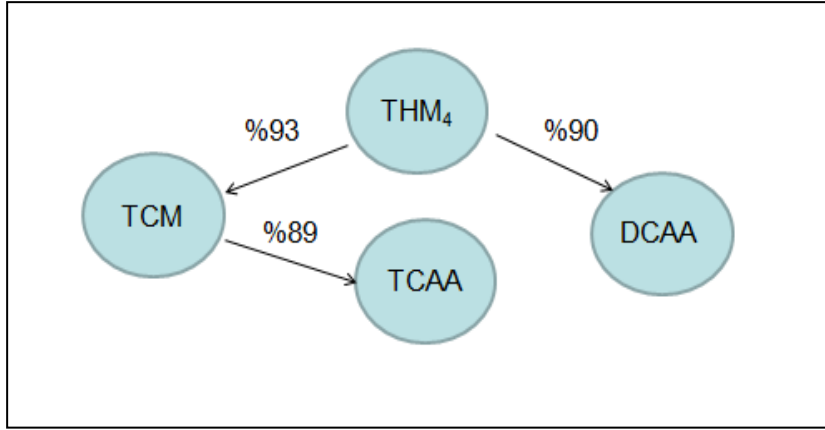
En fazla yan ürün oluşumu görülen <1kDa fraksiyonu incelendiğinde yan ürünlerle su kalite parametreleri arasında bir ilişki tespit edilemediği görülmüştür. ÖM hamsuyundan elde edilen <1kDa fraksiyonunda klorlama sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 6.114'da gösterilmektedir.



Şekil 6.114: ÖM <1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

Fraksiyonun HK ve DCAA oluşumlarının anlamlı bir istatistiksel ilişki gösterdiği ve bu yan ürünlerin mevsimsel değişimlerinin benzer olduğu görülmektedir. bu durum haricinde oluşan yan ürünler arası bir ilişki tespit edilemediği şekilden görülmektedir.

BÇ hamsuyundan elde edilen <1kDa fraksiyonunda klorlama sonrasında ölçülen parametreler arasındaki istatistiksel ilişkiler ise Şekil 6.115'de gösterilmektedir.



Şekil 6.115: BÇ <1kDa fraksiyonunda ölçülen parametreler arası istatistiki ilişkiler.

ÖM'ye benzer olarak BÇ <1kDa fraksiyonu da yan ürün oluşumu bakımından en aktif fiziksel fraksiyon olmasına rağmen THM ve HAA türleri arasındaki ilişki haricinde diğer yan ürünler arası anlamlı bir istatistiki ilişki tespit edilememiştir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması amaç ve kapsamı dahilinde İstanbul'a içme suyu temin edilen Ömerli ve Büyükçekmece yüzeysel su kaynaklarından, 2010 yılı Şubat ayı ile 2011 yılı Şubat ayı arasında 8 farklı ayda ham su numuneleri alınmıştır. Alınan numunelerde ilk etapta su kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hamsuların içeriğindeki organik maddelerin; fiziksel ve kimyasal yapıları, bu yapılardaki mevsimsel değişimler ve bu yapıların DYÜ oluşumundaki etkinliklerinin belirlenmesi ve yapılardaki mevsimsel değişikliklerin bu etkinliğe olan etkilerinin incelenmesi için hamsularda fiziksel kimyasal fraksiyonlama, karakterizasyon, klorlama ve DYÜOP'nin belirlenmesine yönelik deneysel çalışmalar yürütülmüştür.

Örnekleme döneminde her iki hamsudan alınan numunelerin 200-600 nm dalga boyu aralığında yapılan spektrofotometrik taramalarda UV bölgede dalga boyundaki düşüşe karşılık absorbansta elde edilen artış, her iki sudaki organik maddelerin çoğunlukla doğal organik madde karakterinde olduğunu göstermiştir. İzleme döneminde her iki suyun ÇOK konsantrasyonları 2010 Aralık ayı numuneleri haricinde 4 mg/L değerinin altında kalmıştır. Örnekleme dönemi ortalamalarına bakıldığında BÇ hamsuyu ÇOK değeri ÖM'den az miktar daha yüksektir. İzleme periyodunda izlenen diğer kalite parametrelerine bakıldığında; pH, klorür, bromür, sülfat, serlik, alkalinite, iletkenlik, tuzluluk, TÇK parametreleri konsantrasyonları BÇ hamsuyunda ÖM suyuna göre daha yüksek mertebelerdedir. Anılan parametrelerdeki bu farklılık BÇ su kaynağına deniz suyunun girişiminin bir sonucudur.

Kimyasal fraksiyon dağılımı ve yan ürün analiz sonuçları incelendiğinde;

- HFO fraksiyonunun ÇOK kütlesi bazında her iki suda da baskın fraksiyon olduğu görülmektedir.
- Kimyasal fraksiyonların izleme dönemi ÇOK ve UV₂₅₄ absorbans dağılımlarındaki değişim eğilimi, suların mevsimsel olarak izlenmesi gerekliliğine işaret etmekte olup, suların reaktivitesi mevsimsel bazda değiştiğinden tek bir aya ait numuneden yola çıkılarak suların ÇOK ve UV₂₅₄ absorbanslarının değerlendirilemeyeceği sonuçlardan görülmektedir.

Hamsuların UV₂₅₄ absorbans değerlerinde görülen eğilime paralel olarak, tüm fraksiyonlar yönünden de ÖM’de elde edilen absorbans değerleri izleme döneminde BÇ’ye göre daha yüksek olmuştur.

- Kimyasal fraksiyonların klorlanması sonucundan yapılan yan ürün analizlerinde ise, ölçülen yan ürüne göre suda bu yan ürünü en çok oluşturan fraksiyonun değiştiği görülmektedir.
 - Örnekleme döneminde; ÖM’de en yüksek THMOP, HAAOP, KPOP ve AOXOP konsantrasyonlarının HFO fraksiyonunun klorlanması sonucu oluştuğu; en yüksek HANOP, HKOP ve KHOP konsantrasyonlarının ise TFİ fraksiyonunun klorlanması sonucu elde edildiği tespit edilmiştir.
 - BÇ’de ise en yüksek THMOP, HAAOP, HANOP ve HKOP konsantrasyonlarının HFİ fraksiyonunun klorlanması sonucunda ölçüldüğü, en yüksek KHOP konsantrasyonun TFİ fraksiyonunda, KPOP ve AOXOP’nin oluşumunda ise HFO fraksiyonunun daha aktif olduğu belirlenmiştir.
- Her iki suda da elde edilen kimyasal fraksiyonların toplamaları incelendiğinde;
 - baskın THM türü TCM olarak tespit edilmiş olup BÇ’de bromlu türlerin toplam içindeki payı ÖM’ye göre daha fazladır.
 - HAA yönünden ise TCAA her iki suda da baskın tür olup THM’deki duruma benzer olarak bromlu türlerin BÇ’de ÖM’ye göre toplam içindeki payı daha yüksektir.
 - HAN yönünden ise DCAN her iki suda da baskın tür olarak tespit edilmiştir.
 - AOX yönünden incelendiğinde; her iki suda da HAA’nın tanımlanan türler içerisinde AOX’e en fazla katkıyı veren grup olduğu ve bu grubu takiben THM’nin ve KH’nin geldiği görülmüştür. Her iki suda da AOX’in en büyük kısmını ise tanımlanamayan türlerin (ÖM:%66,5 BÇ:%69,9) oluşturduğu görülmektedir. En fazla tanımlanamayan tür içeriğine sahip fraksiyonun TFİ fraksiyonu olduğu görülmüştür.
- ÖM’de ölçülen yan ürün sonuçlarının BÇ’ye göre daha yüksek olduğu görülmüş olup, bu duruma ise ÖM’de aromatik yapının BÇ’den daha fazla olmasının neden olduğu anlaşılmıştır. Sulardaki aromatik yapı arttıkça yan ürün oluşumunun arttığı tespit edilmiştir.

- AOXOP parametresi için kimyasal fraksiyonların toplam değerleri mevsimsel bazda incelendiğinde; yağışların artmasıyla hem toplam konsantrasyonun hem de içerikteki tanımlanamayan türlerin arttığı, yağışların azalmasıyla ise azaldığı söylenebilir. Bu kapsamda yağışlarla suya giren toprak kaynaklı organik maddenin tanımlanamayan türlerin oluşumunda önemli pay sahibi olduğu anlaşılmaktadır. Bu toprak kaynaklı organik maddeye bölgedeki insani faaliyetler ve sanayide bir ölçüde dahil olabilir.
- Fraksiyonların spesifik reaktiviteleri yönünden bakıldığında ise ÖM'de STHMOP ve SHAAOP reaktivitesi bakımından mgC başına en yüksek reaktiviteye sahip fraksiyon HFO fraksiyonu olarak tespit edilmiştir. SHANOP, SHKOP, SKHOP, SKPOP açısından ise en reaktif fraksiyon TFİ fraksiyonudur.
- BÇ'de STHMOP ve SHAAOP reaktivitesi bakımından ÖM'ye benzer olarak HFO fraksiyonu en aktif fraksiyon olarak tespit edilmiştir. SKHOP ve SKPOP açısından ise en reaktif fraksiyon TFİ fraksiyonu olarak belirlenmiştir. SHANOP ve SHKOP açısından ise HFİ fraksiyonu en reaktif fraksiyondur.
- Her iki suda da SAOXOP açısından ise en reaktif fraksiyon TFİ fraksiyonu olarak belirlenmiştir.

Fiziksel fraksiyon dağılımı ve yan ürün analiz sonuçları incelendiğinde;

- Her iki suda da ÇOK kütlesi bazında <1kDa fraksiyonu baskın fraksiyon olarak tespit edilmiştir.
- <1kDa ve HFO fraksiyonları birlikte incelendiğinde, ÇOK kütsel dağılımında minimum ve maksimum payı aldıkları aylar birbiriyle aynı olup bu durum fraksiyonların birbiriyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.
- Fiziksel fraksiyonlamada UV₂₅₄'e en önemli katkının <1kDa fraksiyonundan geldiğini görülmekte olup bu durum aromatik yapının önemli kısmının mikromoleküller tarafından oluşturulduğunun göstergesidir.
- Fiziksel fraksiyonların klorlanması sonucundan yapılan yan ürün analizlerinde ise, kimyasal fraksiyonlamadaki duruma benzer olarak ölçülen yan ürüne göre suda bu yan ürünü en çok oluşturan fraksiyonun değiştiği görülmektedir.

- Örnekleme döneminde; ÖM’de en yüksek THMOP, HAAOP, KHOP, KPOP ve AOXOP konsantrasyonlarının <1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu oluştuğu; en yüksek HANOP ve HKOP konsantrasyonlarının ise >5kDa fraksiyonunun klorlanması sonucu elde edildiği tespit edilmiştir.
- BÇ’de ise en yüksek THMOP, HAAOP, HANOP, KHOP, KPOP ve AOXOP konsantrasyonlarının <1kDa fraksiyonunun klorlanması sonucunda ölçüldüğü, en yüksek HKOP konsantrasyonunun ise >5kDa fraksiyonunda tespit edildiği belirlenmiştir.
- Her iki suda da elde edilen fiziksel fraksiyonların toplamaları incelendiğinde;
 - Kimyasal fraksiyonlamadaki duruma benzer olarak baskın THM türü TCM olarak tespit edilmiş olup BÇ’de bromlu türlerin toplam içindeki payı ÖM’ye göre daha fazladır.
 - HAA yönünden ise kimyasal fraksiyonlamadan farklı olarak ÖM’de MCAA, BÇ’de ise DCAA baskın tür olup kimyasal fraksiyonlama ve THM’deki duruma benzer olarak bromlu türlerin BÇ’de ÖM’ye göre toplam içindeki payı daha yüksektir.
 - HAN yönünden ise yine kimyasal fraksiyonlama da olduğu üzere DCAN her iki suda da baskın tür olarak tespit edilmiştir.
 - AOX yönünden incelendiğinde; yine kimyasal fraksiyonlama ile benzer olarak her iki suda da HAA’nın tanımlanan türler içerisinde AOX’e en fazla katkıyı veren grup olduğu ve bu grubu takiben THM’nin ve KH’nin geldiği görülmüştür. Her iki suda da AOX’in en büyük kısmını ise tanımlanamayan türlerin (ÖM:%64,7 BÇ:%69,3) oluşturduğu ve molekül ağırlığı arttıkça tanımlanamayan yan ürünlerin AOX içeriğindeki yüzdesinin arttığı görülmektedir.
- Fraksiyonların spesifik reaktiviteleri yönünden bakıldığında ise; ÖM’de STHMOP, SHAAOP ve SKHOP reaktivitesi bakımından mgC başına en yüksek reaktiviteye sahip fraksiyon <1kDa fraksiyonu olarak tespit edilmiştir. SHANOP, SHKOP ve SKPOP açısından ise en reaktif fraksiyon >5kDa fraksiyonudur.
- BÇ’de ise ÖM’ye benzer olarak STHMOP, SHAAOP ve KHOP reaktivitesi bakımından ÖM’ye benzer olarak <1kDa fraksiyonu en aktif fraksiyon olarak

tespit edilmiştir. SKPOP, SHKOP ve SHANOP açısından ise en reaktif fraksiyon >5kDa fraksiyonu olarak belirlenmiştir.

- Her iki suda da SAOXOP açısından ise en reaktif fraksiyon >5kDa fraksiyonu olarak belirlenmiştir.

Her iki suda da molekül ağırlığının artışına bağlı olarak SUVA₂₅₄ değerinin arttığı ancak yan ürün oluşumunda bu eğilimin tam olarak izlenemediği görülmektedir. Bu durumun en önemli sebebi, izlenen hamsulardaki ÇOK ve SUVA₂₅₄ değerlerinin düşük olmasıdır. Bu kapsamda incelenen su kaynaklarının kendine has bir karakteri olduğu söylenebilir.

Her iki suda da, hem kimyasal hem fiziksel fraksiyonlama da organik madde fraksiyonlarının reaktiviteleri mevsimsel olarak değişmektedir. Ayrıca oluşan DYÜ türüne bağlı olarak o türün en fazla oluşmasını sağlayan fiziksel ya da kimyasal fraksiyonunda değiştiği görülmektedir. Her iki suda yan ürün oluşumunda THM ve HAA yanında KH'de en fazla oluşan üçüncü yan ürün türüdür. Bu kirleticilerin yanında, her iki suda da önemli miktarda tanımlanamayan yan ürünün olduğu da göz önüne alınmalı ve bu yan ürünlerin tanımlanması ve sağlık etkilerinin belirlenmesi açısından ayrıca çalışma yapılması gerekmektedir.

Fiziksel fraksiyonların toplanmasıyla elde edilen yan ürün sonuçlarının, kimyasal fraksiyonlama da elde edilen sonuçlara göre daha yüksek mertebelerde olduğu, bu durumun organik maddeler arası yarışmalı reaksiyonlardan dolayı oluştuğu ve organik maddenin ayırım tekniğine göre reaktivitenin değişebildiğini işaret ettiği düşünülmektedir.

Sularda reaktivite değerlendirilirken, AOX parametresi üzerinden değerlendirilmesi tavsiye edilmekte olup, sadece THM ya da HAA gibi gruplar üzerinden yapılan reaktivite değerlendirmelerinin ya da yan ürün izlemelerinin yan ürün oluşum potansiyelinin değerlendirilmesi yönünden eksik bilgi vereceği düşünülmektedir.

Her iki suda da kimyasal fraksiyonlama da tüm aylar bazında HFO baskın fraksiyon olurken, fiziksel fraksiyonlama da baskın fraksiyonun tüm izleme döneminde <1kDa fraksiyonu olarak gerçekleşmediği, bazı aylarda bu durumun değişebildiği görülmektedir. Örneklem döneminde sudaki organik maddenin kimyasal yapısında önemli değişimler görülmezken fiziksel yapının izleme döneminde değişkenlik göstermesi, sudaki organik maddenin mikromoleküler yapıda olduğunun ancak bazen

mikromoleküllerin birbiriyle etkileşip agregasyonla makromoleküler yapılar oluşturabildiğinin göstergesidir. Bu durum fraksiyonların reaktivitesini de etkilemektedir.

Her iki suda da DOM'un kimyasal karakterizasyon sonuçları HFO fraksiyonun, fiziksel karakterizasyon sonuçları ise suda <1kDa fraksiyonunun kütsel bazda baskın fraksiyonlar olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar literatürde farklı çalışmalarda da (Wei ve diğ., 2007; Chang ve diğ., 2001) görülmüştür. Bu özellikler daha çok düşük organik madde içerikli ve düşük SUVA₂₅₄'lü suların ortak özelliğidir. Bu kapsamda sularımız düşük humik ve aromatik karakterde ve düşük molekül ağırlıklı organik maddeleri içermektedir. Bu tarz sularda SUVA₂₅₄ ve ΔUV₂₇₂'nin yan ürün tahmininde kullanılabilirliği sınırlı kalmaktadır. Bu sonuçlar yönünden bulgular Ates ve diğ., 2007'de elde edilen sonuçlarla da benzerlik göstermektedir. Hem kimyasal hem de fiziksel fraksiyonlama da ölçülen yan ürünlerle UV ve SUVA₂₅₄ parametreleri arasında anlamlı istatistiki ilişki görülmemiştir.

ÖM ve BÇ'de yapılan çalışma fiziksel fraksiyonların, kimyasal fraksiyonlara göre mevsimsel bazda daha değişken olduğunu göstermekte olup literatürde benzer çalışmalar mevcuttur (Wei ve diğ., 2008). Bu çalışmalarda, DYÜOP'nin azaltılması için yapılacak arıtma tesisi proses optimizasyonunda ÇOM'un kimyasal özelliklerinin baz alınması gerektiği tespit edilmiştir. Bu hususu tez kapsamında incelenen ÖM ve BÇ suları içinde geçerlidir. Tez kapsamında yapılan koagülasyon flokülasyon denemesinde klasik prosesin çözünmüş organik madde giderimi üzerine etkisinin yaklaşık %20 civarında olduğu dolayısıyla hem ÖM hem BÇ hamsuyunda koagülasyon sonrası ÇOK konsantrasyonunun EPA tarafından tavsiye edilen 2 mg/L değerinin üzerinde kaldığını göstermiştir. Bu durumda arıtma tesislerinde DYÜ oluşumunu azaltmak açısından organik madde giderimine yönelik çeşitli modifikasyonlar yapılması (membran prosesler (NF), zenginleştirilmiş koagülasyon ya da aktif karbon gibi) gerektiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alberts, J.J., ve Schindler, J.E.** (1976). Elemental infrared spectrophotometric and electron spin resonance investigation of non-chemically isolated humic material, *Geochimica et. Cosmochimica Acta*, 40: 369.
- Anonymous** (1979). Organics removal by coagulation: a review and research needs. committee report, American Water Works Association, USA.
- Ates, N., Kitis, M., Yetis, U.** (2007a). Formation of chlorination by-products in waters with low SUVA correlations with SUVA and differential UV spectroscopy, *Water Research*, 41 (18), 4139-4148.
- Ateş, N., Kaplan, Ş., Şahinkaya, E., Yetiş, Ü., Dilek, F.B., ve Kitiş, M.** (2007). Occurrence of disinfection by-products in low DOC surface waters in Turkey, *Journal of Hazardous Materials*, 142, 526–534.
- Ateş, N., Şahinkaya, E., Atlı, E., Çapar, G., Tokmak, B., Sanin, F.D., Onur, A.K., Baltacı, F., Kitiş, M., Yetiş, Ü., Dilek, F.B.** (2005). İçme suyu arıtma tesislerinde tri-halometan (THM) oluşumu, *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 6. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İstanbul.
- Avcı, S. ve Döker, F.** (2005). Ömerli Havzası-İstanbul’da mekansal değişimin uzaktan algılama metodları ile belirlenmesi, *Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İzmir.
- Avsar, E., Toroz, I., Hanedar, A., Yılmaz, M.** (2012). Chemical Characterization of Natural Organic Matter and Determination of Disinfection By Product Formation Potentials. İstanbul Ömerli and Büyük Çekmece Surface Waters Case Study, *IWA 4th Eastern European Young and Senior Water Professionals Conference*, Saint Petersburg, Russia.
- Avşar, E.** (2006). *Yüzeysel sulardaki doğal organik maddelerin kimyasal karakterizasyonu ve THM oluşumuna etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydin, E., Yaman, B.F., Ates-Genceli, E., Topuz, E., Erdim, E., Gurel, M., Ipek, M., Pehlivanoglu-Mantas, E.** (2012). Occurrence of THM and NDMA precursors in a watershed: Effect of seasons and anthropogenic pollution, *Journal of Hazardous Materials*, 221-222, 86-91.
- Aydin, E., Talinli, I.** (2013) Analysis, occurrence and fate of commonly used pharmaceuticals and hormones in the Buyukcekmece Watershed, Turkey, *Chemosphere* 90, 2004–2012
- Baytak, D., İnal, F., Sofuoğlu, A., Sofuoğlu, S.C.** (2007). İzmir içme suyundaki dezenfeksiyon yan ürünü derişimlerinin mevsimsel ve kaynağa göre değişkenliği, *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İzmir.

- Baytak, D., Sofuaoğlu, A., Inal, F., Sofuoğlu, S.C.** (2008). Seasonal variation in drinking water concentrations of disinfection by-products in IZMIR and associated human health risks, *Science of The Total Environment*, 407, 286-296.
- Bio-rad laboratories headquarters** (2005). Analytical Grade Resin Selection Guide, 1000 Alfred Nobel Drive Hercules, CA, USA.
- Cai, Y.** (1999). Size distribution measurements of dissolved organic carbon in natural waters using ultrafiltration technique, *Water Research*, 33, 13, 3056-3060.
- Chang, E.E, Chiang, PC, Ko, YW., Lan, WH.** (2001). Characteristics of organic precursors and their relationship with disinfection by-products., *Chemosphere*, 44, 1231-1236.
- Chiang, P.C., Chang, E. E., Liang, C.H.** (2002). NOM characteristics and treatabilities of ozonation processes, *Chemosphere*, 46, Issue 6, 929–936
- Chen, C., Zhanga, X., Zhu, L., Liua, J., He, W., Han, H.** (2008). Disinfection by-products and their precursors in a water treatment plant in North China: Seasonal changes and fraction analysis, *Science of The Total Environment*, 397, 140–147.
- Colman, J., Rice, G.E., Wright, J.M., Hunter, H.S., Teuschler, L.K., Lipscomb, J.C., Hertzberg, R.C., Simmons, J.E., Fransen, M., Osier, M., Narotsky, M.G.** (2011). Identification of developmentally toxic drinking water disinfection byproducts and evaluation of data relevant to mode of action, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 254, 100-126.
- Cotruvo, J., Fawell, J.K., Giddings, M., Jackson, P., Magara, Y., Ohanian, E.** (2005). Chloral Hydrate in Drinking-Water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization.
- Croue, J.P., Benedetti, M.F., Violleau, D., Leenheer, J.A.** (2003). Characterization and copper binding of humic and nonhumic organic matter isolated from the South Platte River. evidence for the presence of nitrogenous binding site, *Environmental Science & Technology*, Jan 15; 37, 2, 328–336.
- Fawell, J.K., Lund, U., Mintz, B.** (2003). Chloropicrin in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization.
- Fujii, R., Ranalli, A.J., Aiken, G.R., Bergamaschi, B.A.** (1998). Dissolved organic carbon concentrations and compositions, and trihalomethane formation potentials in waters from agricultural peat soils, Sacramento-San Joaquin Delta, California: *Implications for Drinking-Water Quality*, *Water-Resources Investigations Report*, U.S. Geological Survey.
- H. Goslan, E.H., Fearing, D.A., Banks, J., Wilson, D., Hills, P., Campbell, A.T., ve Parsons, S.A.** (2002). Seasonal variations in the disinfection by-product precursor profile of a reservoir water, *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 51,8, 475-482.

- Gregor J.E, Nokes C.J, Fenton E.** (1997). Optimising natural organic matter removal from low turbidity waters by controlled pH adjustment of aluminium coagulation, *Water Research*, 31, 12, 2949-2958.
- Gungor, E.B., Bekbolet, M.** (2010). Zinc release by humic and fulvic acid as influenced by pH, complexation and DOC sorption, *Geoderma*, 159, 131-138.
- Güvensel, T.** (2006). *Ömerli baraj gölü su kalitesinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Harrington, G.W.** (1997). *Characteristics of natural organic matter and their influence on alum coagulation*, (Doctoral dissertation), University of North Carolina, Chapel Hill, NC.
- Hebert, A., Forestier, D., Lenes, D., Benanou, D., Jacob, S., Arfi, C., Lambolez, L., Levi, Y.** (2010). Innovative method for prioritizing emerging disinfection by-products (DBPs) in drinking water on the basis of their potential impact on public health, *Water Research*, 44, 3147-3165.
- Hrudey S.E., Payment P., Huck P.M.** (2003). A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: comparison with other waterborne outbreaks in the developed world. *Water Science and Technology*, 47, 3, 7-14.
- Hua, G., ve Rechow, D.A.** (2007). Characterization of disinfection by product precursors based on hydrophobicity and molecular size., *Environmental Science and Technology*, 41, 3309-3315.
- Hua, G.** (2006). Characterization Of Total Organic Halogen Produced By Chlorine, Chloramines, and Chlorine Dioxide, (Doctoral dissertation), University Of Massachusetts Amherst, MA.
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik**, 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete.
- İSKİ** (2009). Mayıs Su Kalite Raporu. Erişim tarihi 12.07.2012, Erişim adresi http://www.iski.gov.tr/Web/UserFiles/File/su_kalite_raporu/swf/sukalite_mayis2009t.swf
- Isolation of Aquatic Humic and Fulvic Acids, (2005).** International Humic Substances Society Official Web Page.
- Kanokkantapong, V., Marhaba, T.F., Pavasant, P., Pinyaphol, B.P.** (2006). Characterization of haloacetic acid precursors in source water, *Journal of Environmental Management*, 80, 214-221.
- Karadağ, S.G.** (2011). Klor dioksinin dezenfeksiyon amaçlı kullanımında yan ürün oluşumunun araştırılması: İstanbul Ömerli ve Büyükçekmece ham suları (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karnik, BS., Davies, SH., Baumann, MJ., Masten, SJ.** (2005). The effects of combined ozonation and filtration on disinfection by-product formation, *Water Research*, 39, 13, 2839-2850.
- Keçeli, A., Karakuyu, M., Kocaman, S., Kara, F.** (2008). Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasındaki sahanın arazi kullanım değişimlerinin şehir planlaması açısından değerlendirilmesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 17, 138-153.

- Kim, M.H., ve Yu, M.J.** (2005a). Characterization of NOM in the HAN River and evaluation of treatability using UF-NF membrane, *Environmental Research*, 97, 116-123.
- Kim, H.C., ve Yu, M.J.** (2005b). Characterization of NOM in conventional water treatment processes for selection of treatment processes focused on DBP's control., *Water Research*, 39, 4779-4789.
- Kim, H.C., ve Yu, M.J.** (2007). Characterization of aquatic humic substances to DBP's formation in advanced treatment processes for conventionally treated water, *Journal of Hazardous Materials*, 143, 486-493.
- Kitiş, M., (2001).** *Probing chlorine reactivity of dissolved organic matter for disinfection by-product (DBP) formation: Relation with specific ultraviolet absorbance (SUVA) and development of the DBP reactivity profile* (Doctoral dissertation), The Graduate Scholl of Clemson University, Clemson, South Carolina.
- Kitiş, M, Karanfil, T., Wigton, A., Kilduff, J.E.** (2002). Probing reactivity of dissolved organic matter for disinfection by-product formation using XAD-8 resin adsorption and ultrafiltration fraction, *Water Reasarch*, 36, 3834-3848.
- Koechling, M.T.** (1998). *Assessment and modeling of chlorine reactions with natural organic matter,,: Impact of source water quality and reaction condutions* (Doctoral dissertation), University of Cincinnati, Ohio.
- Korshin, G. V., Benjamin M. M., Chang H.** (2004). Modeling DBP Formation Kinetics: Mechanistic and Spectroscopic Approaches, American Water Works Association Research Foundation.
- Krasner, S.W., Weinberg , H., Richardson, S., Pastor, S.J., Russell, C., Chlimenti, M.S., Onstad, G.D., Thruston, A.** (2006). Occurrence of a New Generation of Disinfection Byproducts, *Environ. Sci. Technol.* , 40, 7175-7185.
- Krasner, S.W. ve diğ.** (1999). Formation and Control of Disinfection By-Products in Drinking Water, American Water Works Association, s. 27-52, Ed. Singer, P.C.,USA.
- Kristianaa, I.** Gallard, H., Joll, C., Croue', J.P. (2009). The formation of halogen-specific TOX from chlorination and chloramination of natural organic matter isolates, *Water Research*, 43, 4177 – 4186
- Kurtar, B.** (1995). İstanbul'un su sorunu ve havzalardaki çevresel durum, *TMMOB Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 21.
- Leenheer JA, Croue JP.** (2003). Characterizing aquatic dissolved organic matter *Environmental Science & Technology*, 37, 1, 18A-26A.
- Leenheer, J. A.** (2009). Systematic Approaches to Comprehensive Analyses of Natural Organic Matter, *Annals of Environmental Science*, 3, 1-130
- Lin, C.W., Huang, F.J., ve Hao, O.J.** (1999). Ultrafiltration processes for removing humic substances: effect of molecular weight fractions and PAC treatment, *Water Research*, 31, 5, 1252-1264.

- Lu, J., Zhang, T., Ma, J., Chen, Z.** (2009). Evaluation of disinfection by-products formation during chlorination and chloramination of dissolved natural organic matter fractions isolated from a filtered river water, *Journal of Hazardous Materials*, 162, 140–145
- Marhaba, T.F., ve Van, D.** (2000). The variation of mass and disinfection by-product formation potential of dissolved organic matter fractions along a conventional surface water treatment plant., *Journal of Hazardous Materials*, A74, 133-147.
- Marhaba, T.F., Pu, Y., Bengraïne, K.** (2003). Modified dissolved organic matter fractionation technique for natural water, *Journal of Hazardous Materials B101*, 43-53.
- Maurice, P.A. , Pullin, M.J., Cabanniss, S.E., Zhou, Q., Dejanovic, K.N., Aiken, G.R.** (2002). A comparison of surface water natural organic matter in raw filtered water samples, XAD, and reverse osmosis isolates, *Water Research*, 36, 2357-2371.
- Narkis, N., Rebhun, M.** (1975). Mechanism of flocculation processes in presence of humic substances, *Journal American Water Works Association*, 67, 2, 101-108.
- Newcombe, G., Drikas, M., and Hayes, R.,** (1997). Influence of characterizes natural organic material on activated carbon adsorption: II effect on pore volume distribution an adsorption of 2-Methylisoborneol, *Water Research*, 31, (5), 1065-1073.
- Nkambule, T.I., Krause, R.W.M., Haarhoff, J., Mamba, B.B.** (2011). Treatability and characterization of Natural Organic Matter (NOM) in South African waters using newly developed methods, *Physics and Chemistry of the Earth*, 36, 1159-1166.
- Orhon, D., Sözen, S., Üstün, B., Görgün, E., Gül, Ö.** (2002). Su yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma-Ön rapor, *Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli*, İstanbul.
- Özdemir, K., Toröz, İ.** (2010). İçme suyu kaynaklarında klorlama yan ürünlerinin diferansiyel UV spektroskopi yöntemi ile izlenmesi, *İtü Dergisi/E Su Kirlenmesi Kontrolü*, 20, Sayı:2, 59-69.
- Özügül, M.D.** (2006). Ekolojik planlamada kullanılabilecek analitik bir model önerisi-Ömerli içme suyu havzası örneği, *Y.T.Ü Mimarlık Fakültesi e-dergisi*, 4.
- Panyapinyopol, B., Marhaba, T.F., Kanokkantung, V., Pavasant, P.** (2005). Characterization of precursors to THM's formation in Bangkok source water, *Journal of Hazardous Materials*, B120, 229-236.
- Pifer, A.D., Fairey, J.L.** (2012). Improving on SUVA₂₅₄ using fluorescence PARAFAC analysis and asymmetric flow-field flow fractionation for assessing disinfection byproduct formation and control, *Water Research*, 46, 9, 2927-2936.
- Richardson, S. D.** (2005). New disinfection by-product issues: Emerging DBPs and alternative routes of exposure, *Global Nest Journal*, 1, 43-60.

- Rasid, M.A.** (1985). *Geochemistry of Marine Humic Compounds*, Springer Verlag, New York, NY.
- Ravichandran, M.** (1999). Interactions between mercury and dissolved organic matter in the Florida Everglades, *PhD Thesis*, Faculty of The Graduate Scholl of The University of Colorado, Boulder, Colorado.
- Ravindran, V., Tsai, H., Williams, M.D., Pirbazari, M.** (2009). Hybrid membrane bioreactor technology for small water treatment utilities: Process evaluation and primordial considerations, *Journal of Membrane Science*, 344, 39-54.
- Rizzo, L., Uyguner, C.S., Selcuk, H., Bekbolet, M., Anderson, M.** (2007). Activation of solgel titanium nanofilm by UV illumination for NOM removal, *Water Science & Technology*, 55, 12, 113-118.
- Safety Data Sheet**, (1998). Procedures for prepairing and using columns of amberlite XAD, Diaion, Dowex, MCI GEL, Sepabeads, and Supelite DAX adsorbent resins, SUPELCO Bellefonte, PA.
- Selcuk, H., Bekbolet, M.** (2008). Photocatalytic and photoelectrocatalytic humic acid removal and selectivity of TiO₂ coated photoanode, *Chemosphere*, 73, 854-858.
- Singer, PC., Arlotta, C., Snider-Sajdak, N., Miltner, R.** (2003). Effectiveness of pre- and intermediate ozonation on the enhanced coagulation of disinfection by-product precursors in drinking water, *Ozone-Science & Engineering*, 25, 6, 453-471.
- Song, H., Orr, O., Hong, Y., Karanfil, T.** (2009). Isolation and fractionation of natural organic matter: evaluation of reverse osmosis performance and impact of fractionation parameters, *Environmental Monitoring and Assessment*, 153:307–321
- Swietlik, J., Dabrowska, A., Stanislawiak, U.R., Nawrocki, J.** (2003). Reactivity of natural organik matter fractions with chlorine dioxide and ozone, *Water Research*, 38, 547-558.
- Szabo, H.M., Tuhkanen, T.** (2010). The application of HPLC–SEC for the simultaneous characterization of NOM and nitrate in well waters, *Chemosphere*, 80, 779-786.
- Şahinkaya, E., Ateş, N., Atlı, E., Tokmak, B., Çapar, G., Sanin, F.D., Celtemen, P., Baltacı, F., Yetiş, Ü., ve Dilek, F.B.** (2005). İçme suyu amaçlı baraj göllerinde trihalometan oluşum potansiyeli, *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 6. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İstanbul.
- Tipping, E.** (2002). *Cation binding by humic substance*, Cambridge Environmental Chemistry Series, (No. 12), pp: 1-10, Cambridge University Press, Cambridge.
- Toröz, İ. ve Uyak, V.** (2005b). Seasonal variations of (THMs) in water distribution networks of Istanbul City, *Desalination*, 176, 1-3, 127-141.
- Tünay, O., Meriç, S., Babuna, F.G., Taşlı, R., Orhon, D.** (1997). Ömerli ve Büyükçekmece su toplama havzalarında endüstriyel kirlenmenin değerlendirilmesi, *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İstanbul.

- Url-1** < <http://www.hach.com/> >, erişim tarihi 05.07.2012.
- Url-2** < <http://www.iski.gov.tr/web/> >, erişim tarihi 12.07.2012.
- Url-3** < <http://www.tuik.gov.tr/> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-4** < <http://www.catalca.gov.tr/> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-5** < <http://www.silivri.gov.tr/> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-6** < <http://www.buyukcekmece.gov.tr/> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-7** < <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISTANBUL#sfB> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-8** < <http://web.itu.edu.tr/~itucevrelab/dokuman/Foyler/AZOT.pdf> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-9** < <http://www.millipore.com/catalogue/module/C3259#1> >, erişim tarihi 12.07.2012
- Url-10** < <http://hsc.uwe.ac.uk/dataanalysis/quantinfasspear.asp> >, erişim tarihi 12.07.2012
- US Environmental Protection Agency** (1994). National Primary Drinking Water Regulations, Disinfectants and Disinfection By Products, Proposed Rule, Fed. Reg. , 59, 145, 38668-38829.
- US Environmental Protection Agency Office of Water** (2001). Stage 1 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule: A Quick Reference Guide, EPA 816-F-01-010.
- Uyak, V. ve Toröz, İ.** (2005a). Enhanced coagulation of disinfection by-products precursors in İstanbul water supply, *Environmental Technology*, 26, 3, 361-266.
- Uyak, V., Toröz, İ., Meriç, S.** (2005c). Monitoring and modeling of trihalomethanes (THMs) for a water treatment plant in İstanbul, *Desalination*, 176, 91-101.
- Uyak, V.** (2006). Multi-pathway risk assessment of trihalomethanes exposure in İstanbul drinking water supplies, *Environment International*, 32, 12 – 21.
- Uyak, V. ve Toröz, İ.** (2006). Modeling the formation of chlorination by-products during enhanced coagulation, *Environmental Monitoring and Assessment*, 121, 503–517.
- Uyak, V., Özdemir, K., Toröz, İ.** (2007a). Multiple linear regression modeling of disinfection by-products formation in İstanbul drinking water reservoirs, *Science of the Total Environment*, 378, 269–280.
- Uyak, V., ve Toröz, İ.** (2007b). Disinfection by-product precursors reduction by various coagulation techniques in İstanbul water supplies, *Journal of Hazardous Materials*, 141, 320-328.
- Uyak, V., ve Toröz, İ.** (2007c). Investigation of bromide ion effects on disinfection by products formation and speciation in İstanbul water supply, *Journal of Hazardous Materials*, 149, 445-451.

- Uyak, V., Yavuz, S., Toröz, İ., Özeydin, Ş., Genceli, EA. (2007d). Disinfection by-products precursors removal by enhanced coagulation and PAC adsorption, *Desalination*, 216, 334–344.
- Uyak, V., Özdemir, K., Toröz, İ., (2008). Seasonal variation of disinfection by-product precursors profile and their removal through surface water treatment plants, *Science of the Total Environment*, 390, 417-424.
- Uyguner, C.S., Bekbolet, M. (2007). Contribution of metal species to the heterogeneous photocatalytic degradation of natural organicmatter, *International Journal of Photoenergy*, Article ID: 23156.
- Uyguner, C.S., Bekbolet, M. (2010). TiO₂-assisted photocatalytic degradation of humic acids: effect of copper ions, *Water Science & Technology*, 61, 10, 2581-2590.
- Uyguner, C.S., Suphandag, S.A., Kerc, A., Bekbolet, M. (2007). Evaluation of adsorption and coagulation characteristics of humic acids preceded by alternative advanced oxidation techniques, *Desalination*, 210, 183-193.
- Wei, Q.S., Feng, C.H., Wang, D.S., Shi, B.Y., Zhang, L.T., Wei, Q., Tang, H.X. (2008). Seasonal variations of chemical and physical characteristics of dissolved organic matter and trihalomethane precursors in a reservoir: a case study, *Journal of Hazardous Materials*, 150, 257–264.
- Wells Wei – Shih Wu. (1998). *The effect of structural characteristics of humic substances on disinfection by-product formation*, (Doctoral dissertation), University of Florida, Gainesville, FL.
- Wong, H., Moh, K.M., Fan, X.J. (2007). Natural organic matter and formation of trihalomethanes in two water treatment processes. *Desalination*, 210, 44-51.
- Workshop Results (2001). Utilization of NOM characteristics to improve process selection and performance, Berlin, October 10-12.
- XAD Background (2005). Colorado University, Department of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, Engineering Center ECOT 441, UCB 428 Boulder.
- XAD Procedure (2005). Colorado University, Department of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, Engineering Center ECOT 441, UCB 428 Boulder.
- XAD Resin Cleaning (2005). Colorado University, Department of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, Engineering Center ECOT 441, UCB 428 Boulder.
- Xu, B., Gao, N.Y., Sun, X.F., Xia, S.J., Simonnot, M.O., Causserang, C., Rui, M., Wu, H.H. (2007). Characterization of organic material in Huangpu River and treatability with the O₃-BAC process, *Seperation and Purification Technology*, 57, 348-355.
- Xu, B., Gao, N.Y., Wang, Y., Yang, Z., Bo, X. (2011). Role of Al₁₃ species in removal of natural organic matter from low specific UV absorbance surface water and the aggregates characterization, *Chemical Engineering Journal*, 171, 926-934.

- Yan, M., Wang, D., Yu, J., Ni, J., Edwards, M., Qu, J.** (2008). Enhanced coagulation with polyaluminum chlorides: Role of pH/Alkalinity and speciation, *Chemosphere* , 71, Issue 9, 1665–1673.
- Zhao, Z., Gu, J., Fan, X., Li, H.** (2006). Molecular size distribution of dissolved organic matter in water of the Pearl River and trihalomethane formation characteristics with chlorine and chlorine dioxide treatments, *Journal of Hazardous Materials*, 134, 60–66.

EKLER

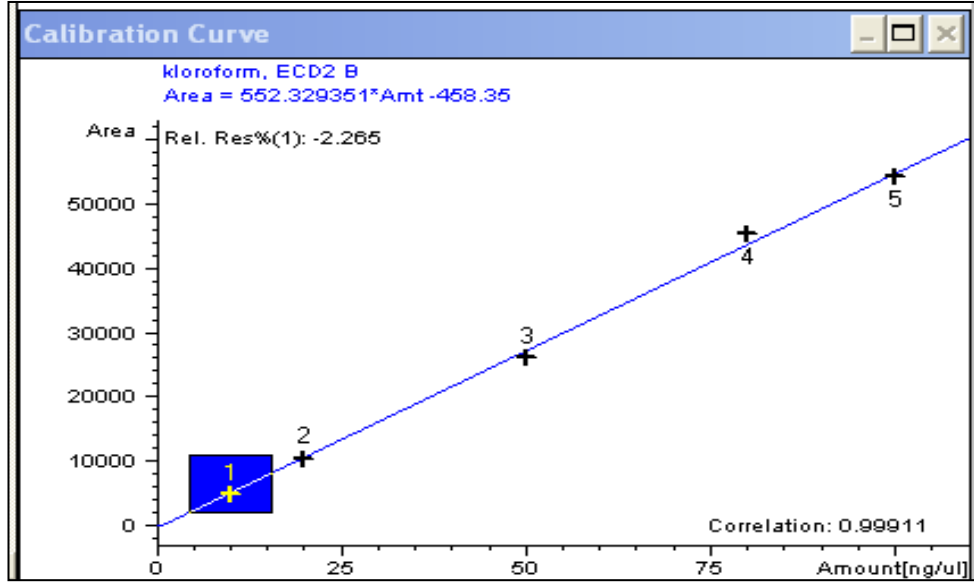
EK A: GC- μ ECD’de Elde Edilen Kalibrasyon Eğrileri

EK B: Numunelerin UV Absorbans Tarama Sonuçları

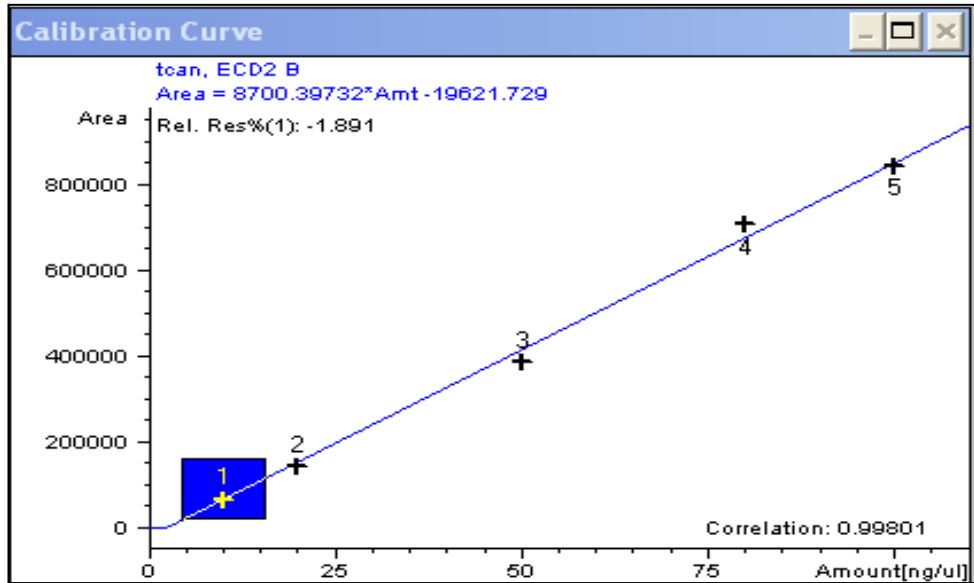
EK C: BÇ ve ÖM İçin DYÜOP İle İlgili Diğer Grafikler

EK D: IBM SPSS 20’de Elde Edilen Pearson Korelasyon Katsayıları

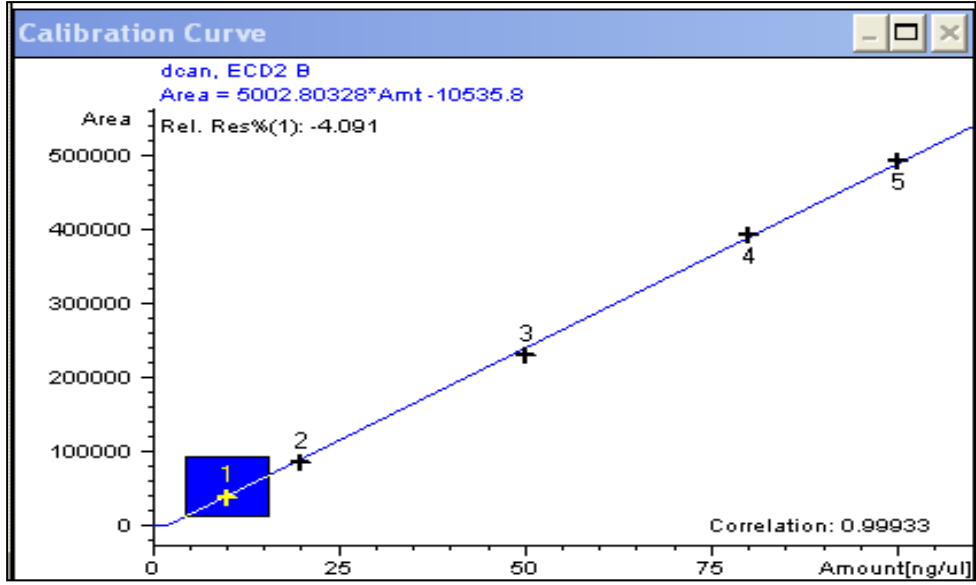
EK A: GC-μECD’de Elde Edilen Kalibrasyon Eğrileri.



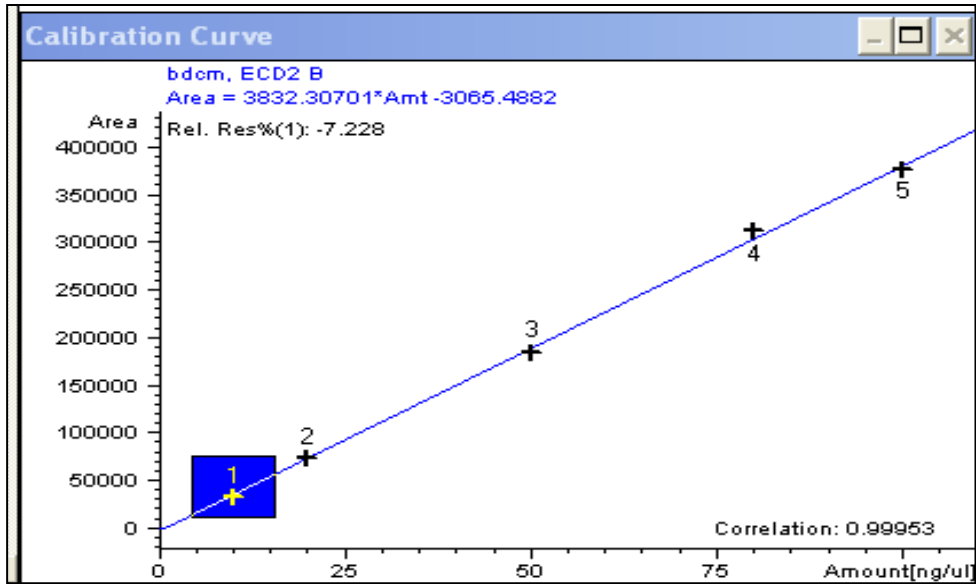
Şekil A.1: TCM için GC-μECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



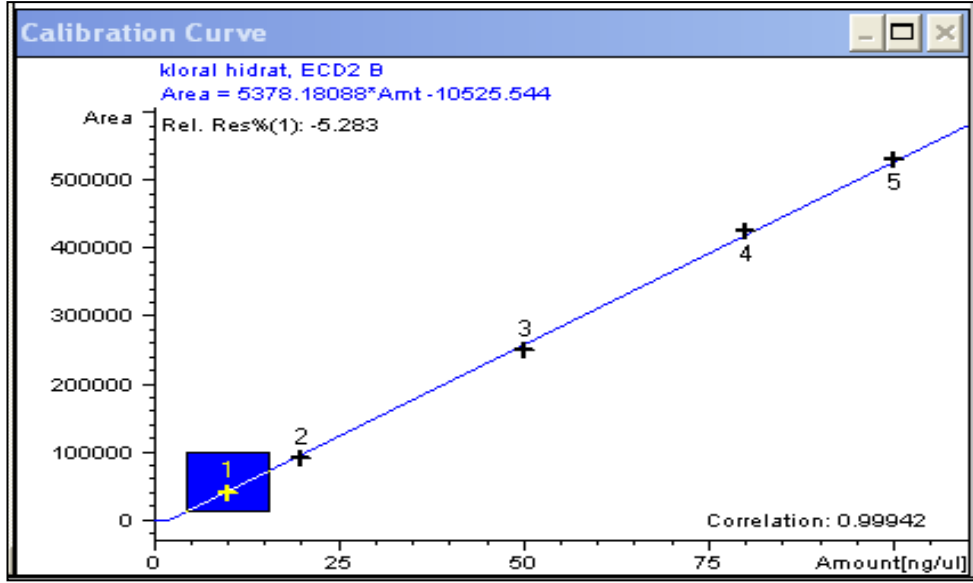
Şekil A.2: TCAN için GC-μECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



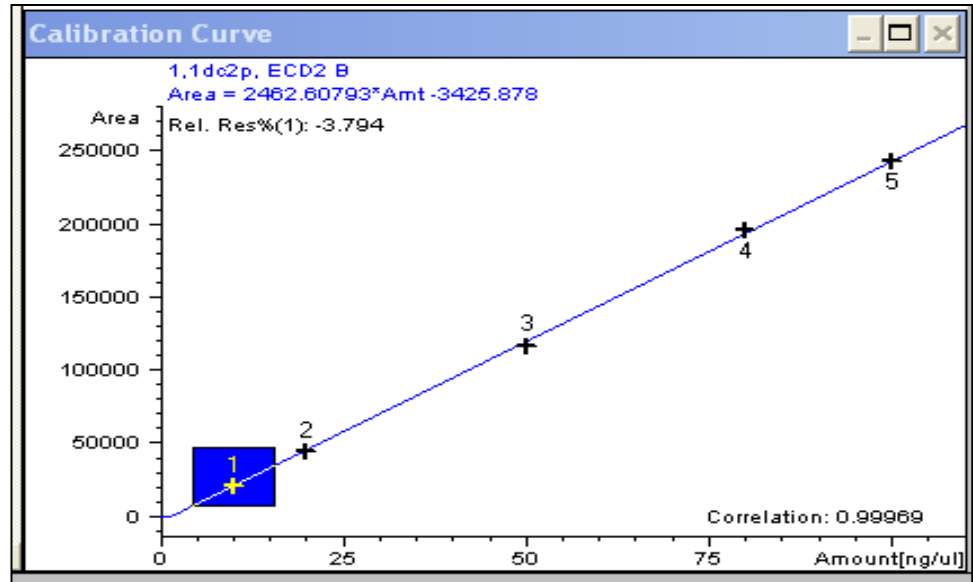
Şekil A.3: DCAN için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



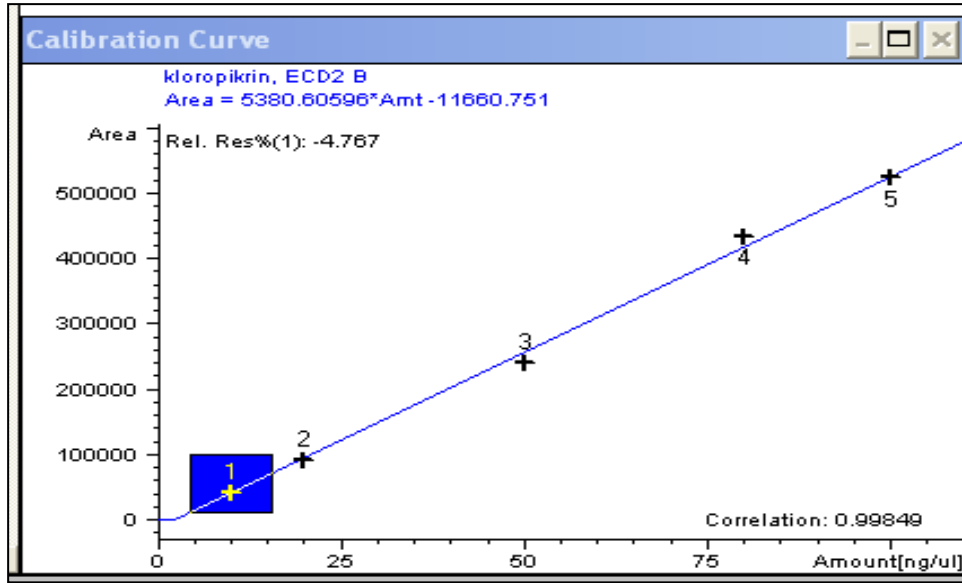
Şekil A.4: BDCM için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



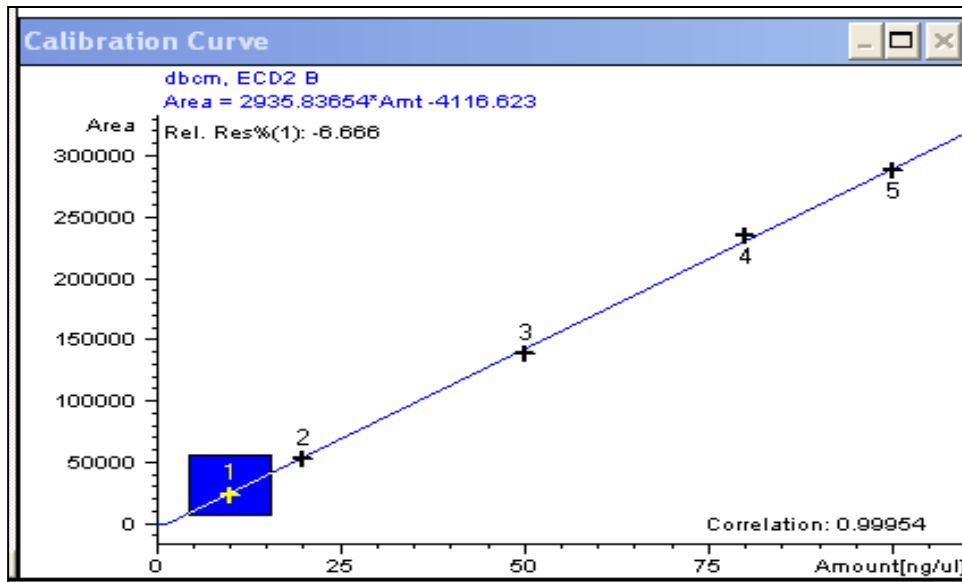
Şekil A.5: KH için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



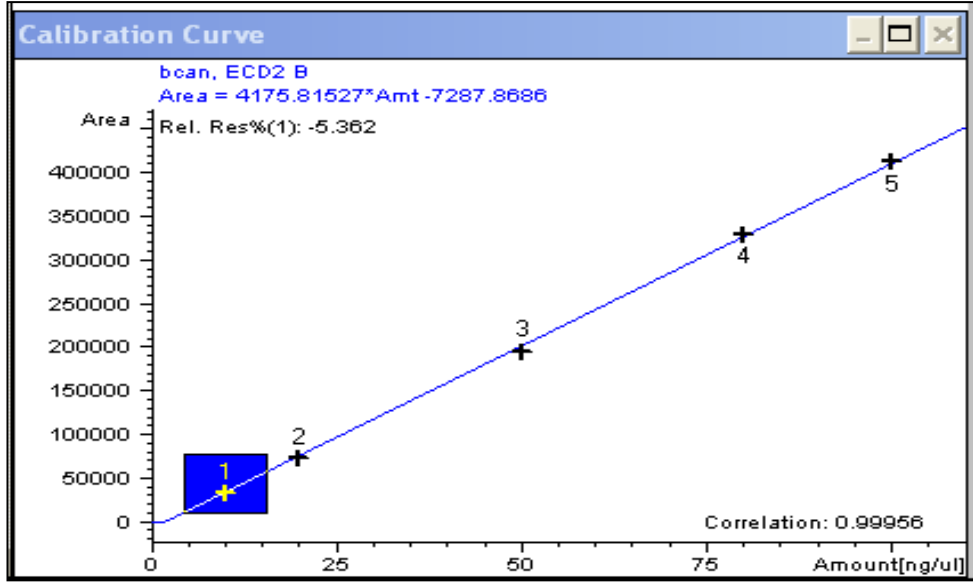
Şekil A.6: DCP için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



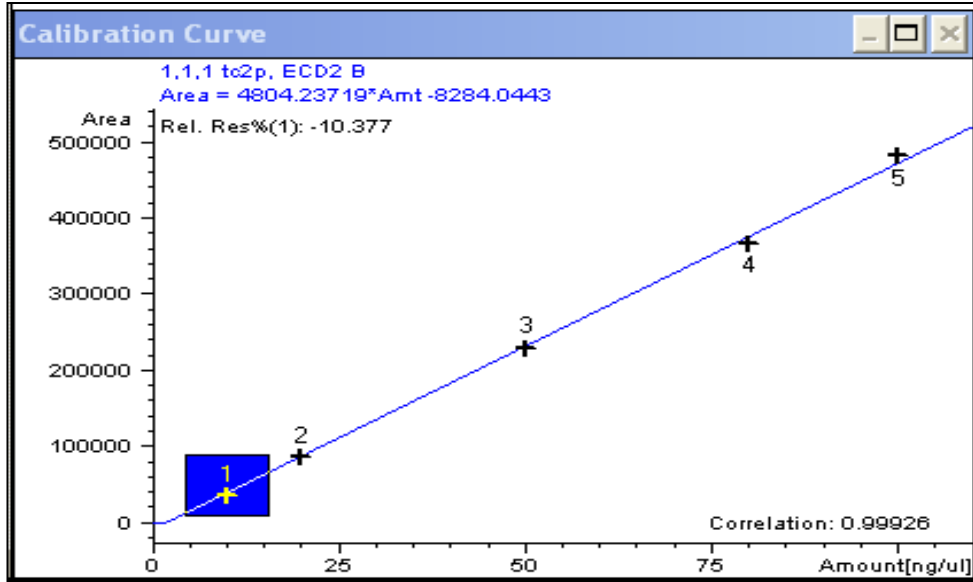
Şekil A.7: KP için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



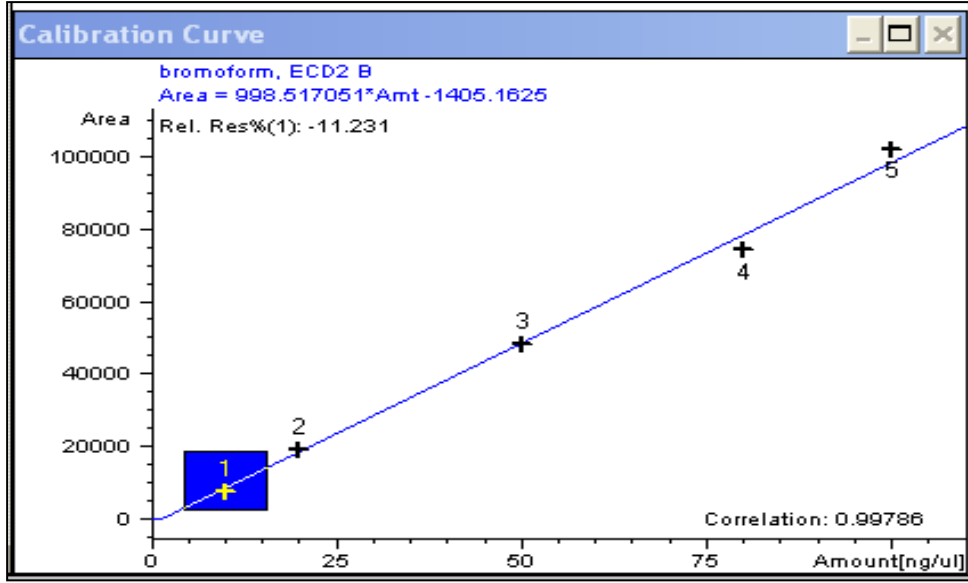
Şekil A.8: DBCM için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



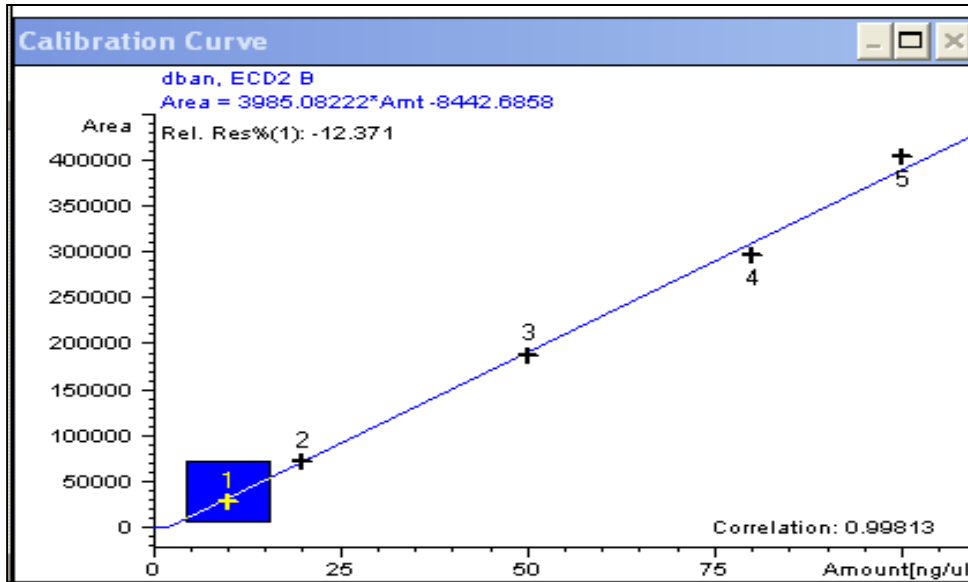
Şekil A.9: BCAN için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



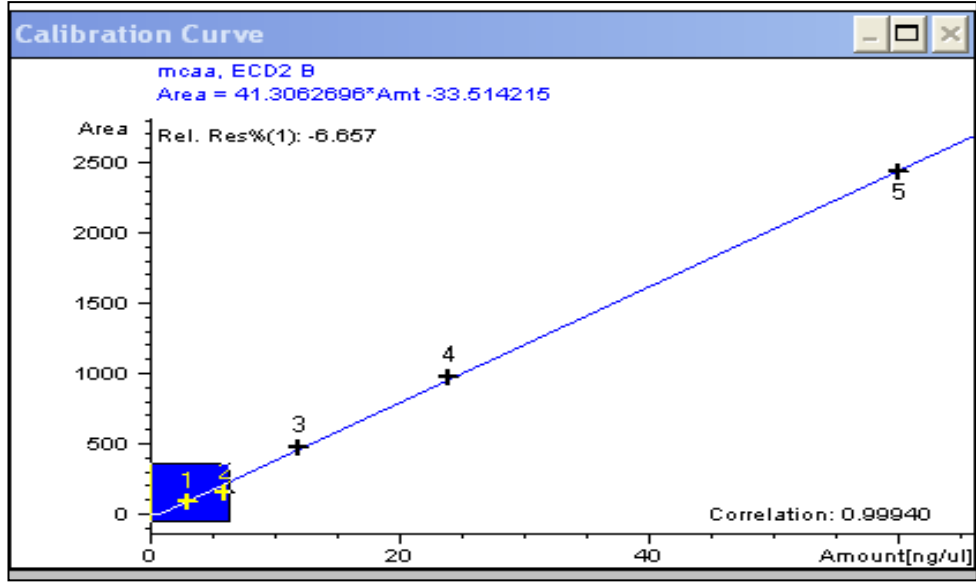
Şekil A.10: TCP için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



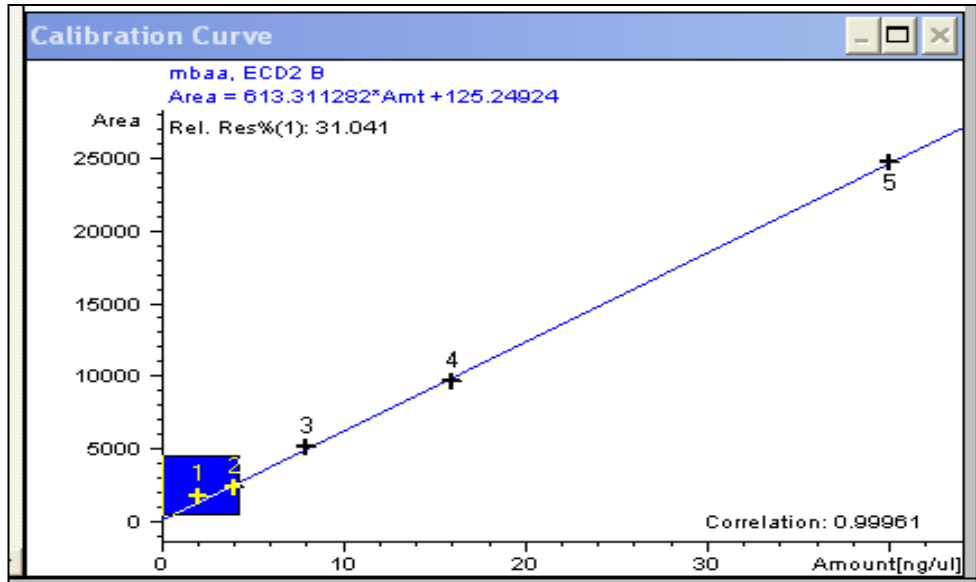
Şekil A.11: TBM için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



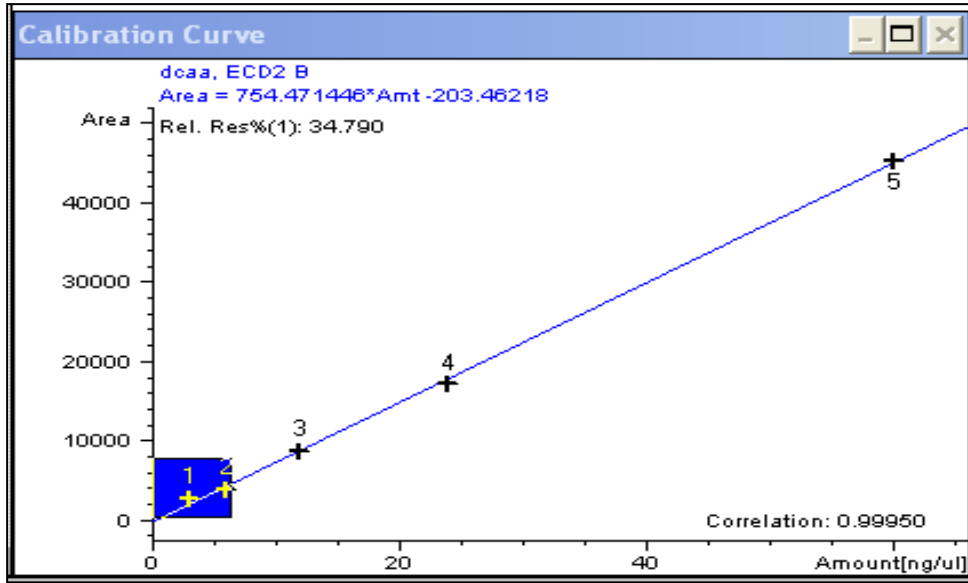
Şekil A.12: DBAN için GC- μ ECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



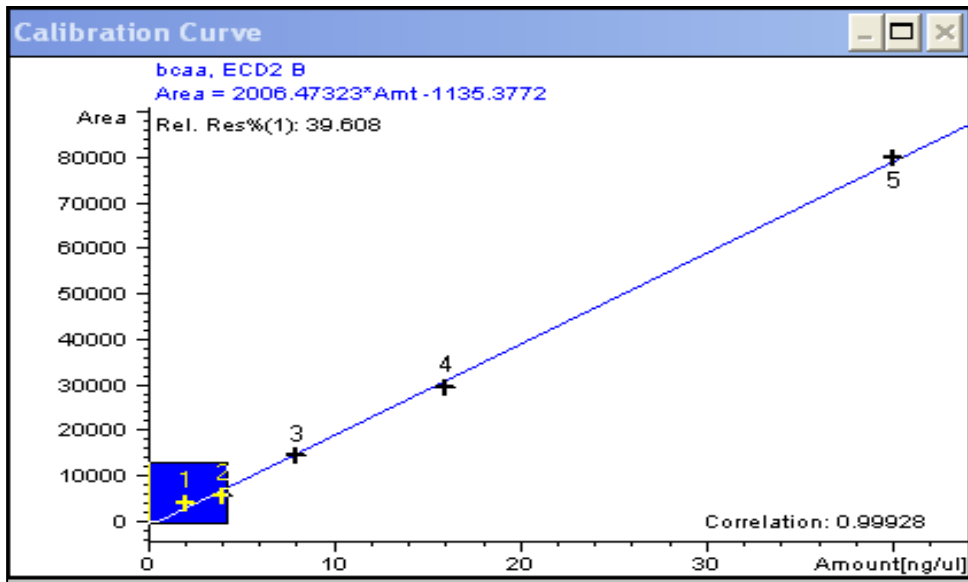
Şekil A.13: MCAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



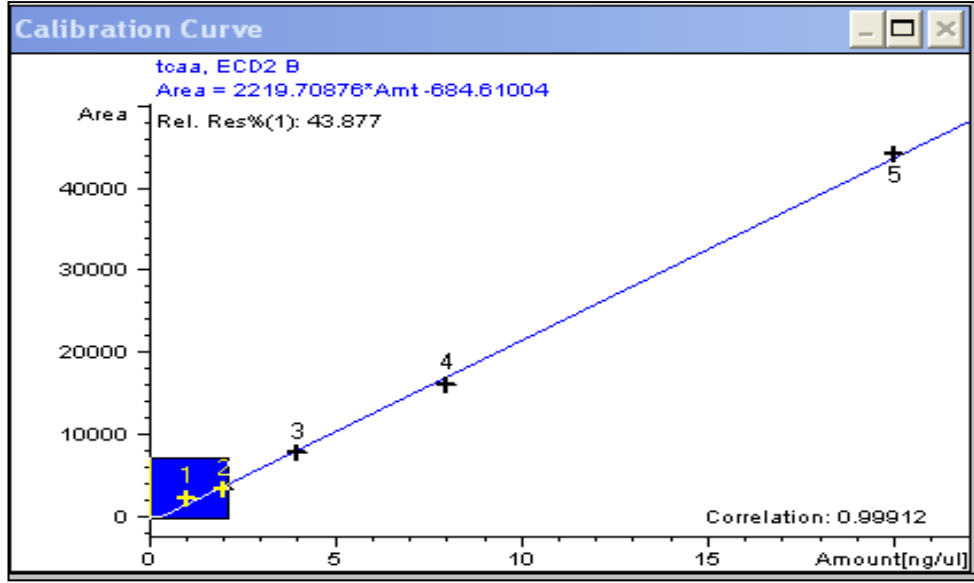
Şekil A.14: MBAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



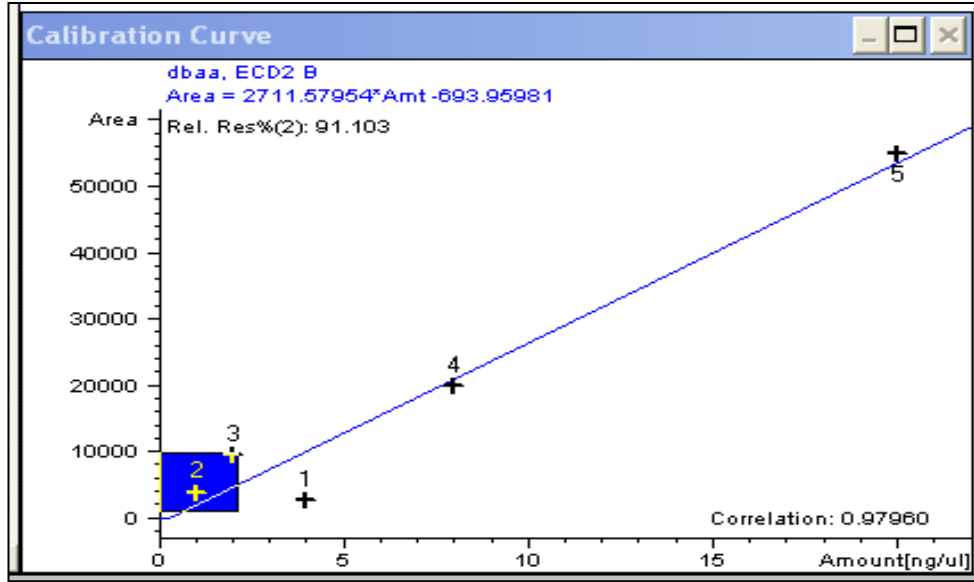
Şekil A.15: DCAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



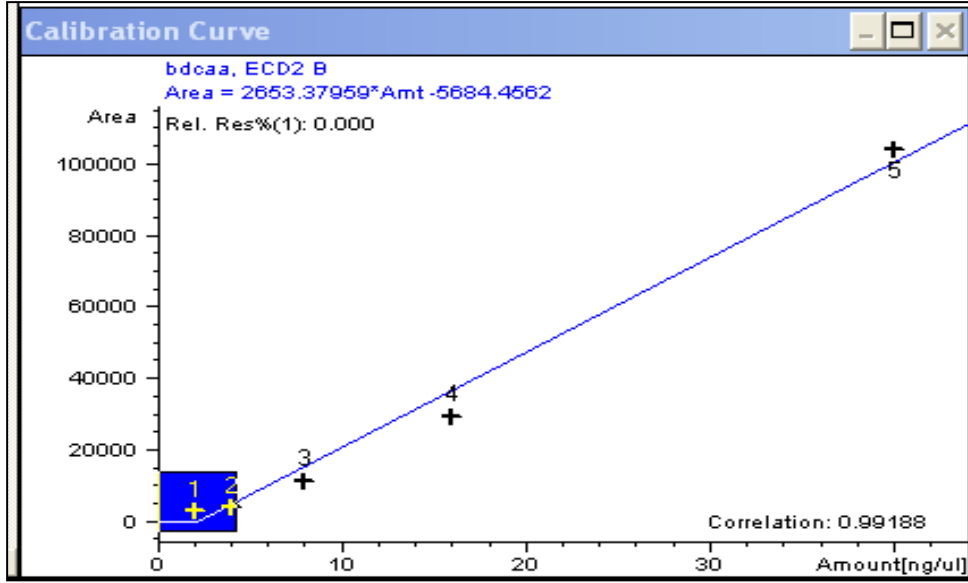
Şekil A.16: BCAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



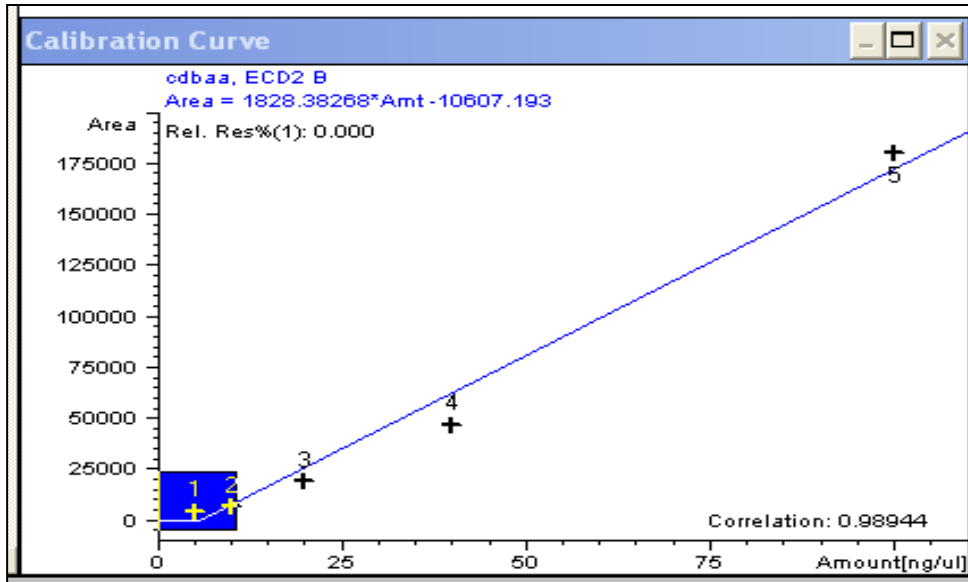
Şekil A.17: TCAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



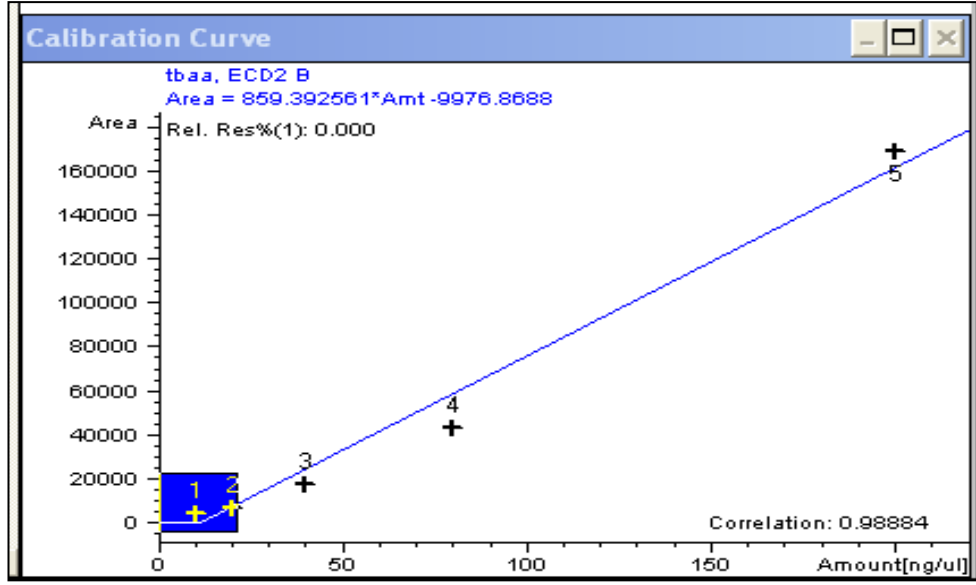
Şekil A.18: DBAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.



Şekil A.19: BDCAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.

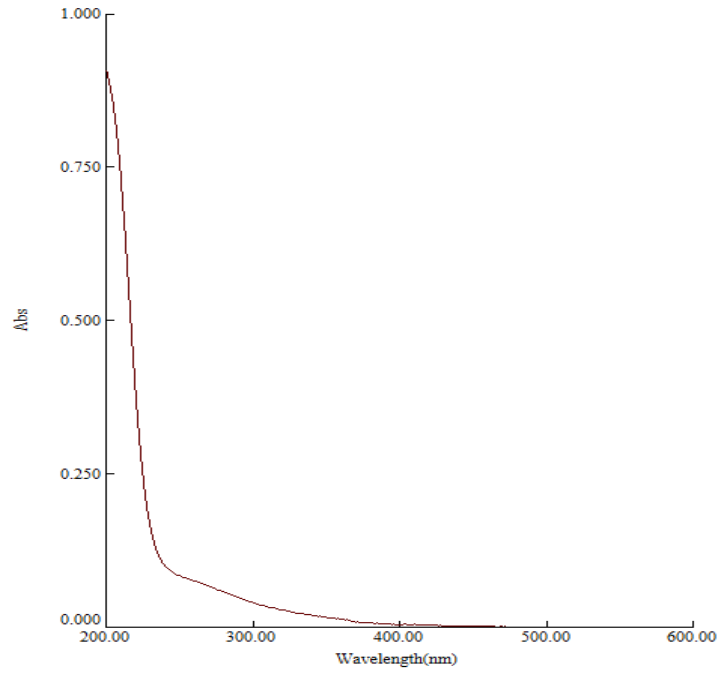


Şekil A.20: CDBAA için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.

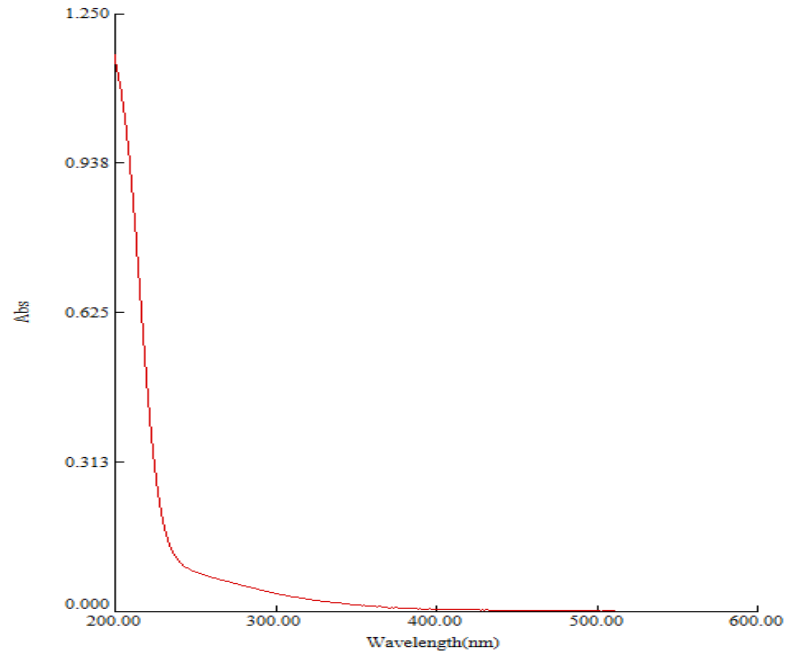


Şekil A.21: TBAa için GC-µECD’de 5 noktalı kalibrasyonla elde edilen kalibrasyon eğrisi.

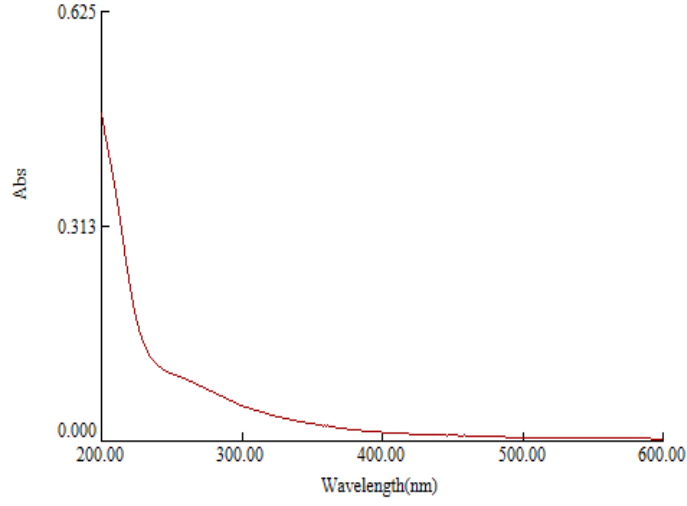
EK B: Numunelerin UV Absorbans Tarama Sonuçları.



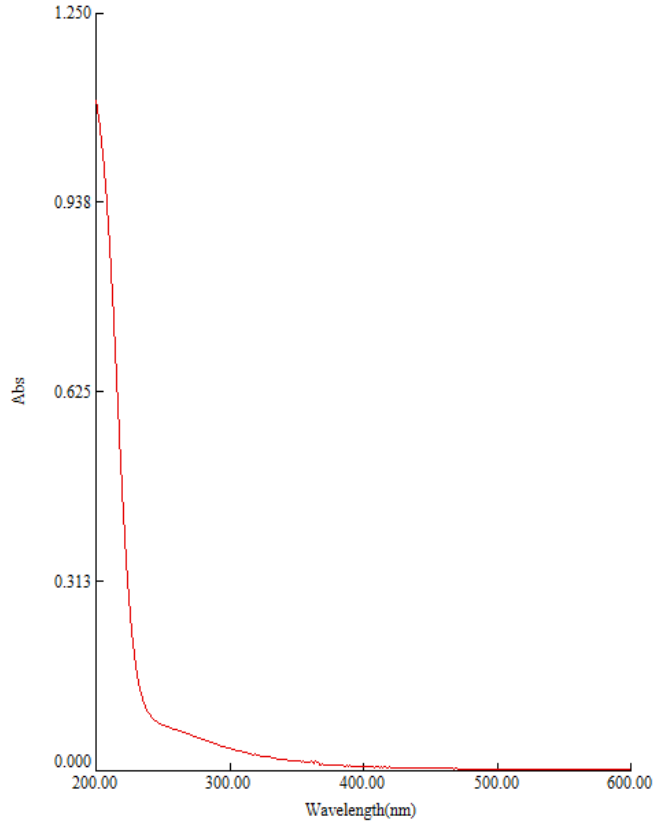
Şekil B.1: 2010 yılı Mart ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



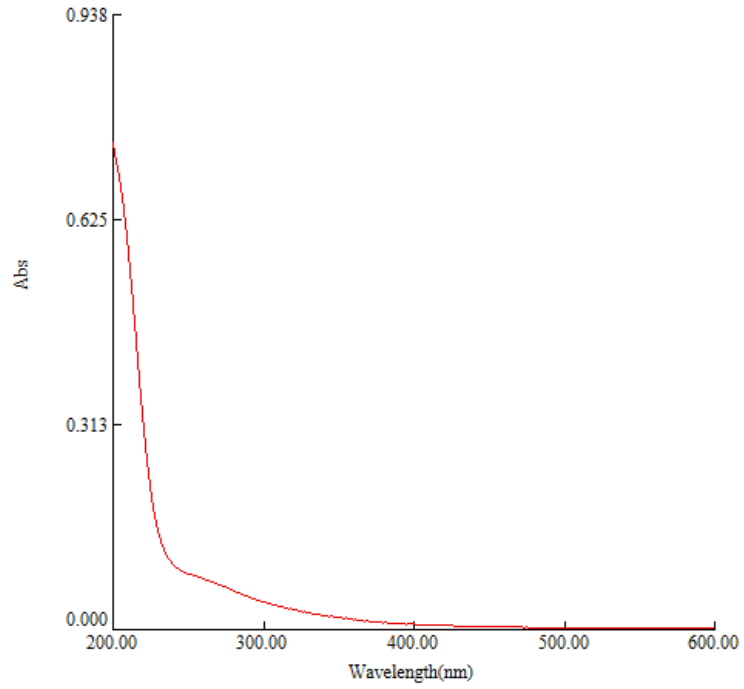
Şekil B.2: 2010 yılı Mart ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



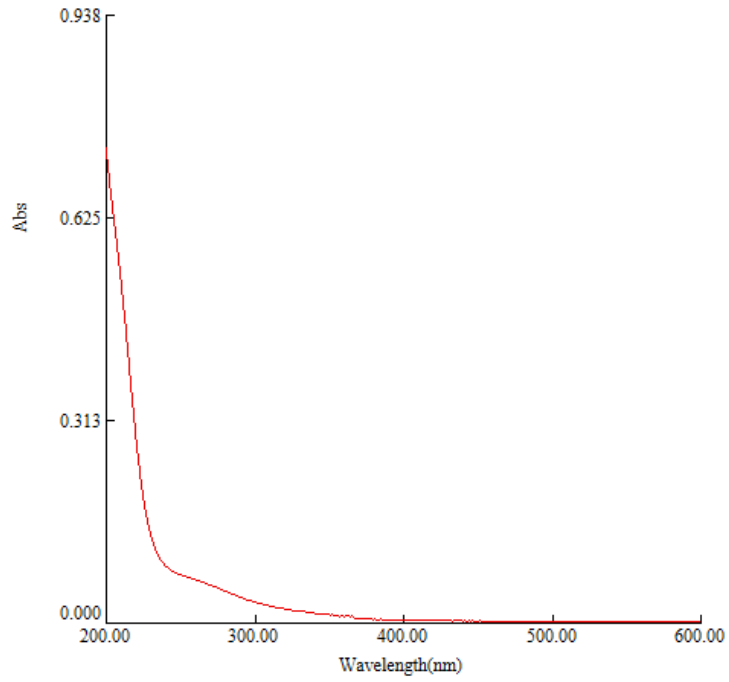
Şekil B.3: 2010 yılı Mayıs ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV absorbans değerleri.



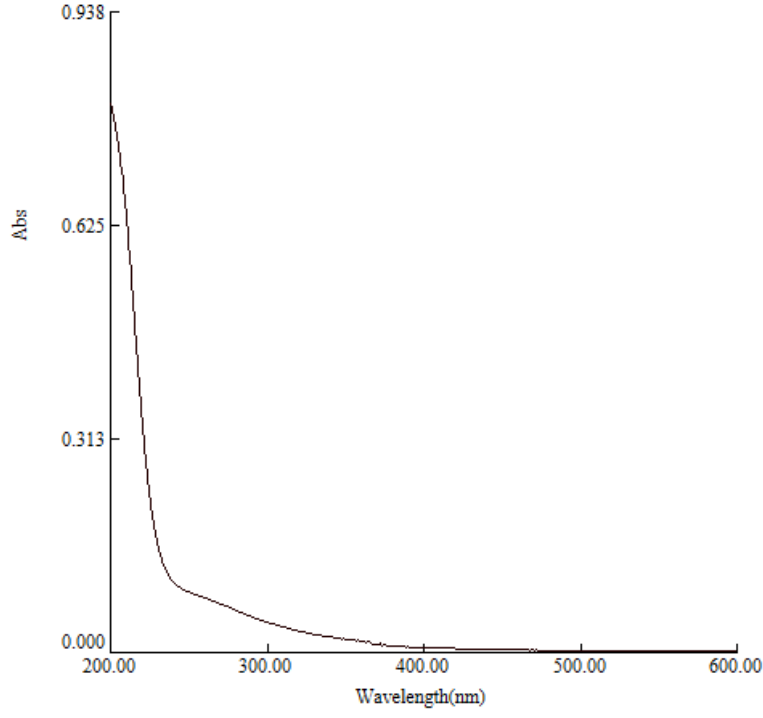
Şekil B.4: 2010 yılı Mayıs ayı Büyükçekmece hamsuyunun farklı dalga boylarındaki ve görünür bölge UV absorbans değerleri.



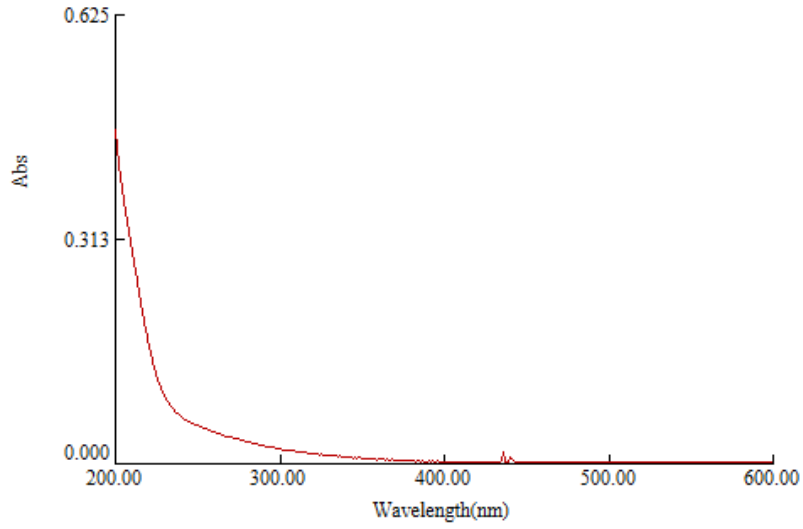
Şekil B.5: 2010 yılı Haziran ayı ÖM hamsusunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



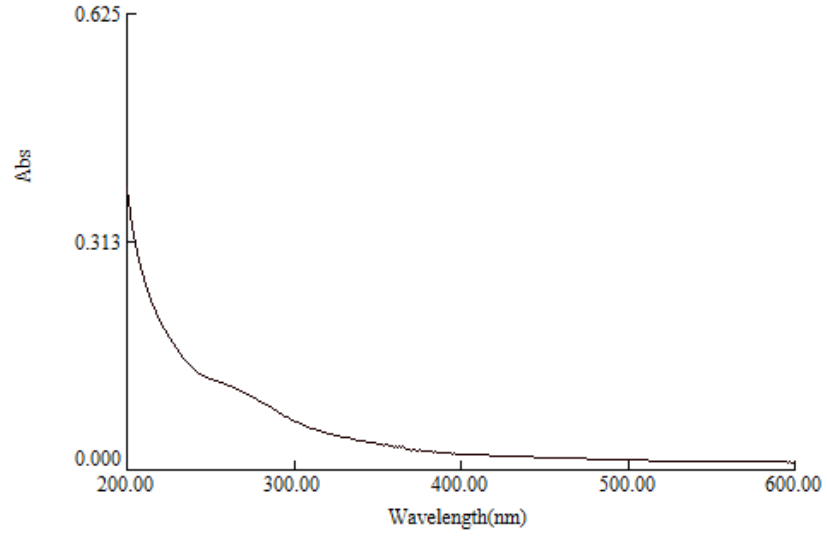
Şekil B.6: 2010 yılı Haziran ayı BÇ hamsusunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



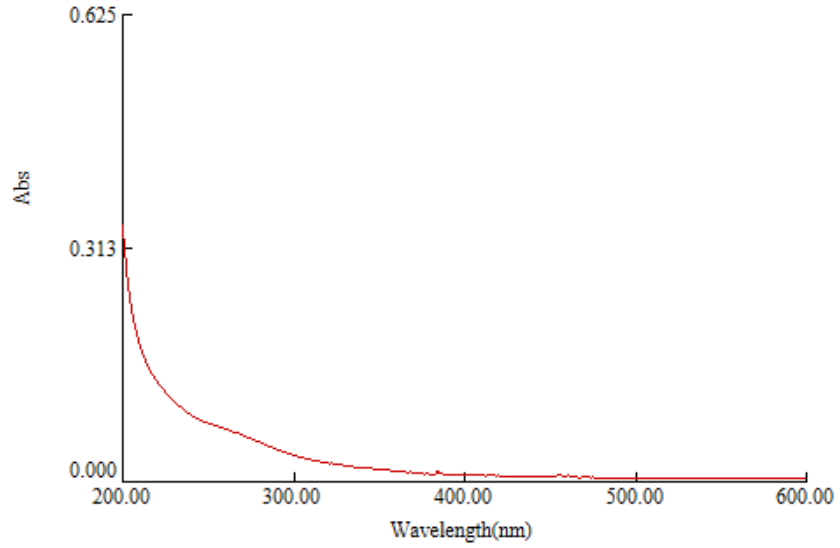
Şekil B.7: 2010 yılı Ağustos ayı ÖM hamsusunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



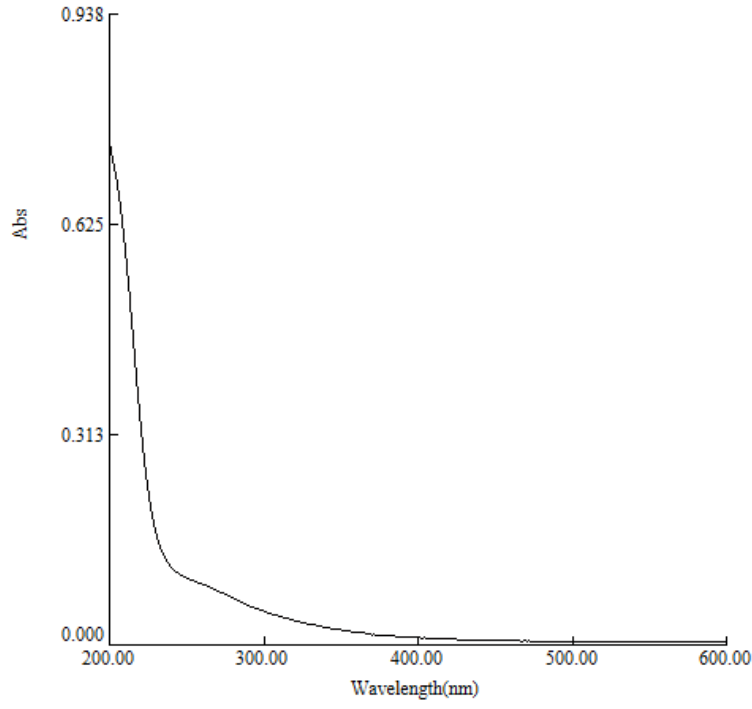
Şekil B.8: 2010 yılı Ağustos ayı BÇ hamsusunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



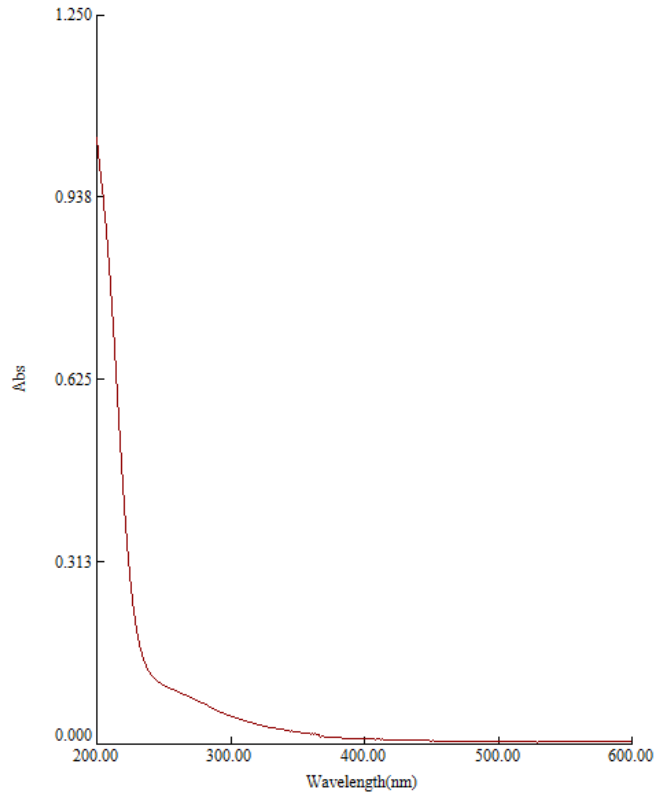
Şekil B.9: 2010 yılı Ekim ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.



Şekil B.10: 2010 yılı Ekim ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.

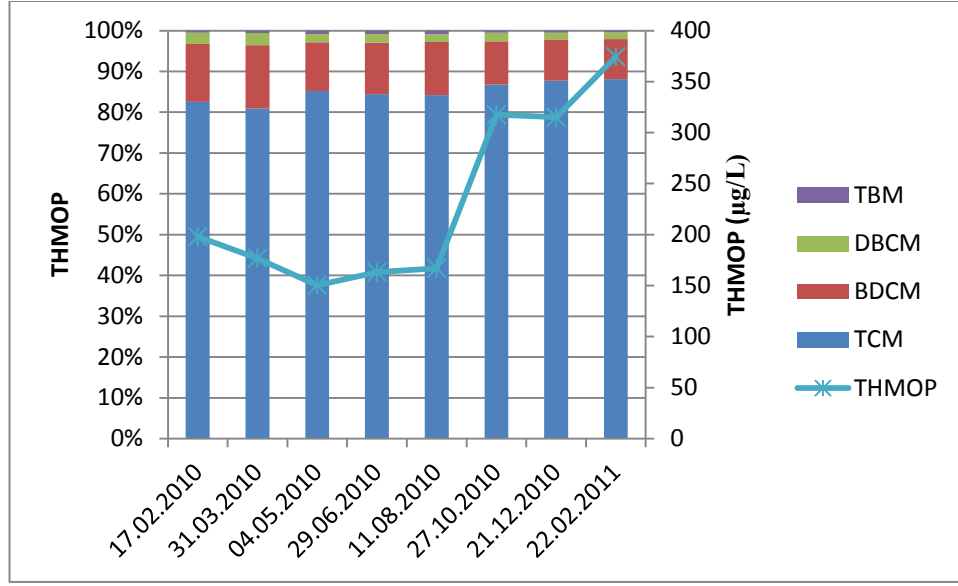


Şekil B.11: 2010 yılı Aralık ayı ÖM hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.

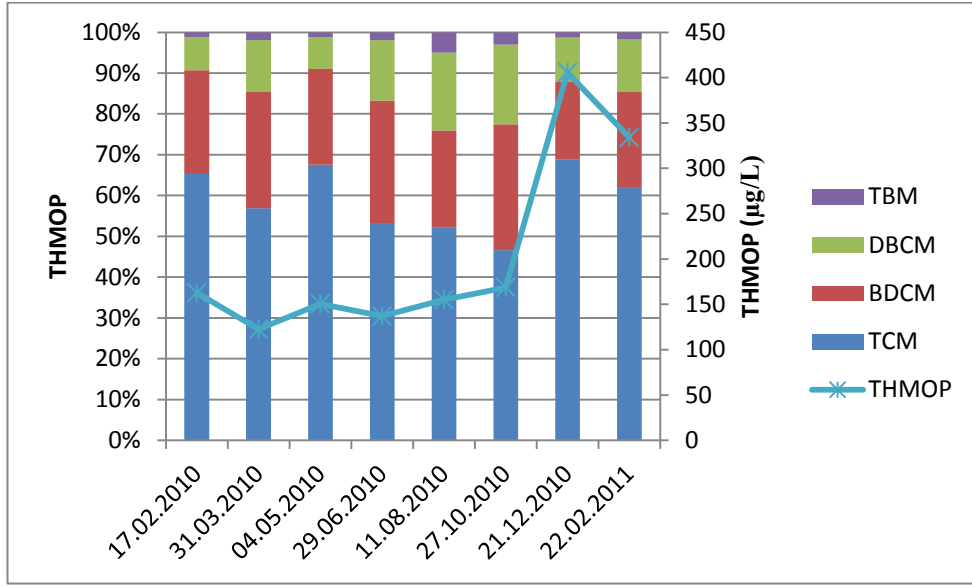


Şekil B.12: 2010 yılı Aralık ayı BÇ hamsuyunun farklı dalga boylarındaki UV ve görünür bölge absorbans değerleri.

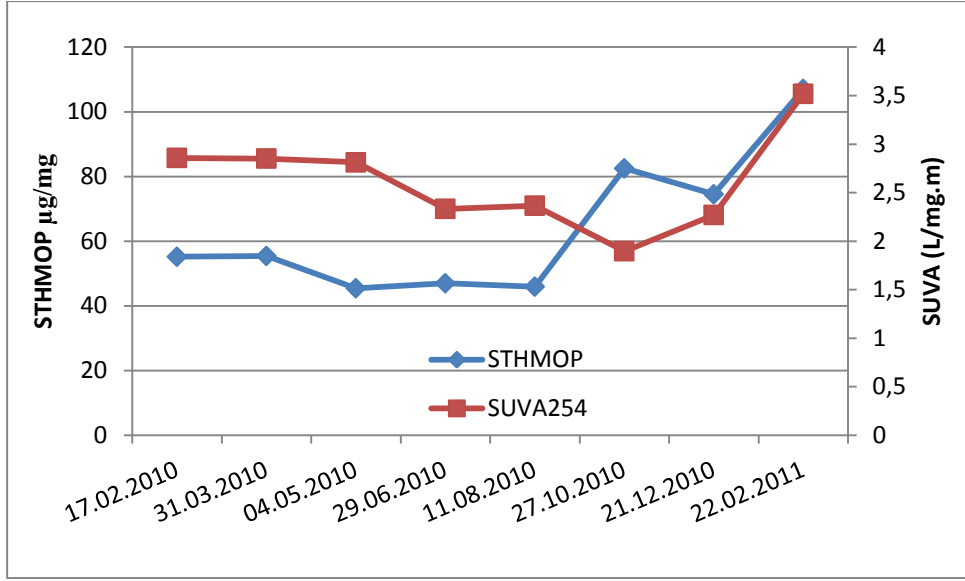
EK C: BÇ ve ÖM İçin DYÜOP İle İlgili Diğer Grafikler.



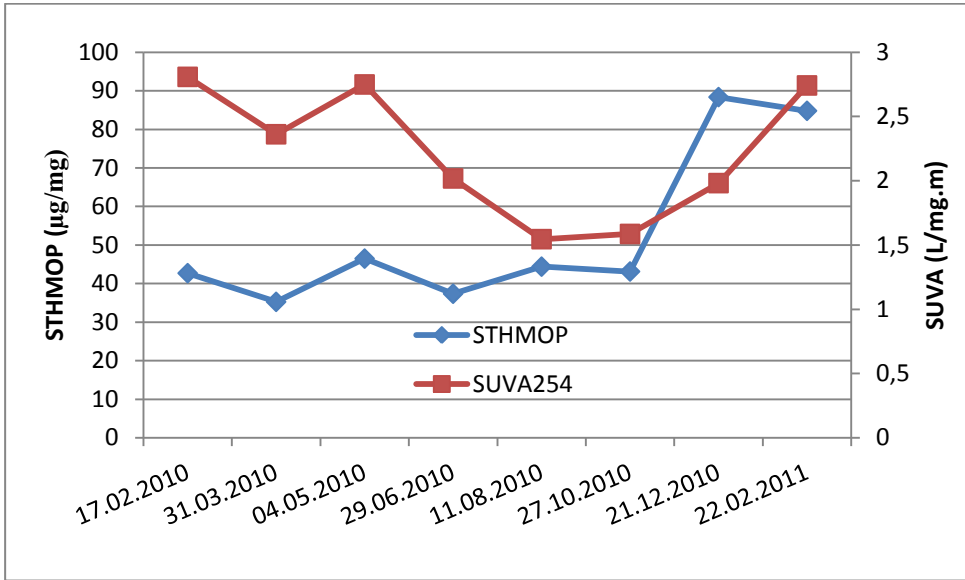
Şekil C.13: ÖM hamsuyu örnekleme dönemi THMOP'nin türsel bazda yüzdesel dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



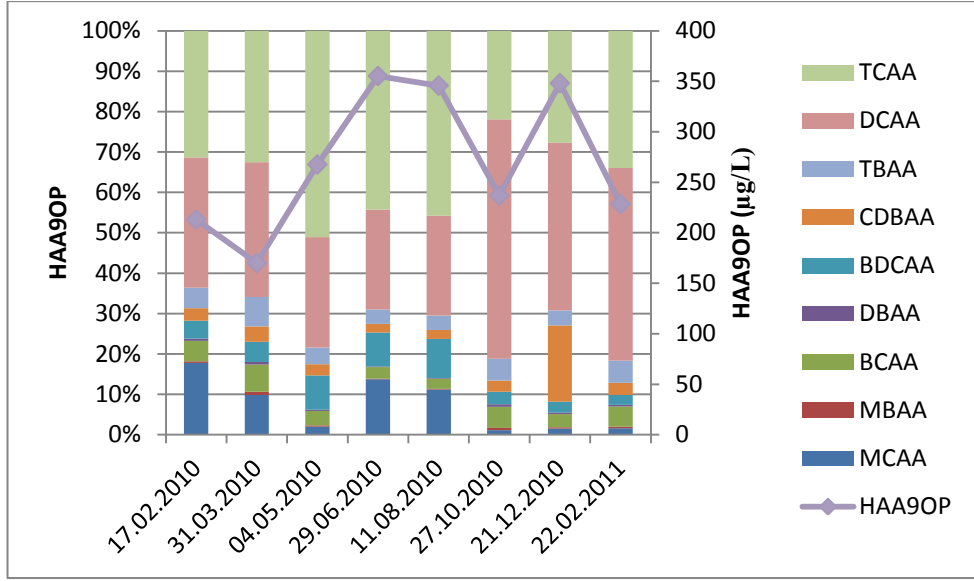
Şekil C.14: BÇ hamsuyu örnekleme dönemi THMOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



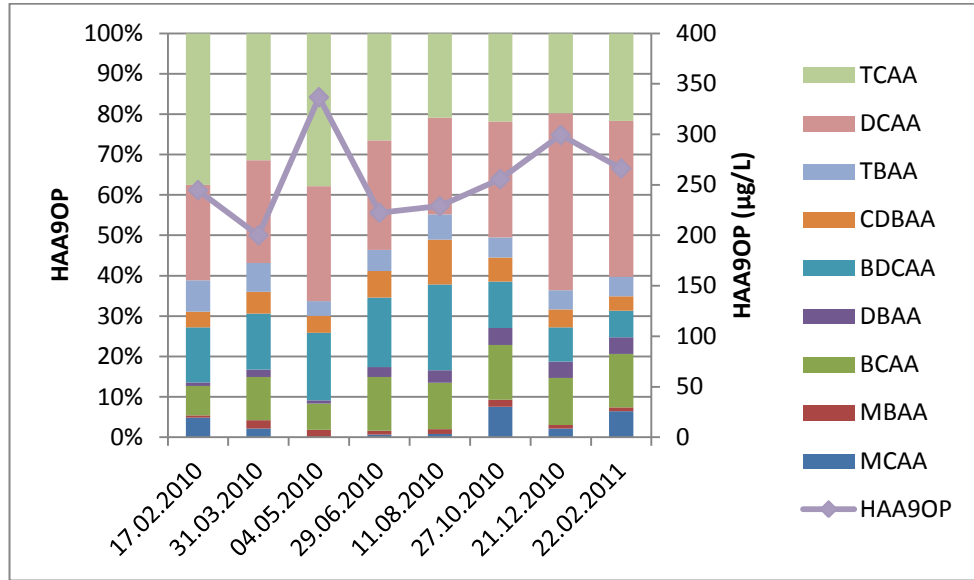
Şekil C.15: ÖM hamsuyu için STHMOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



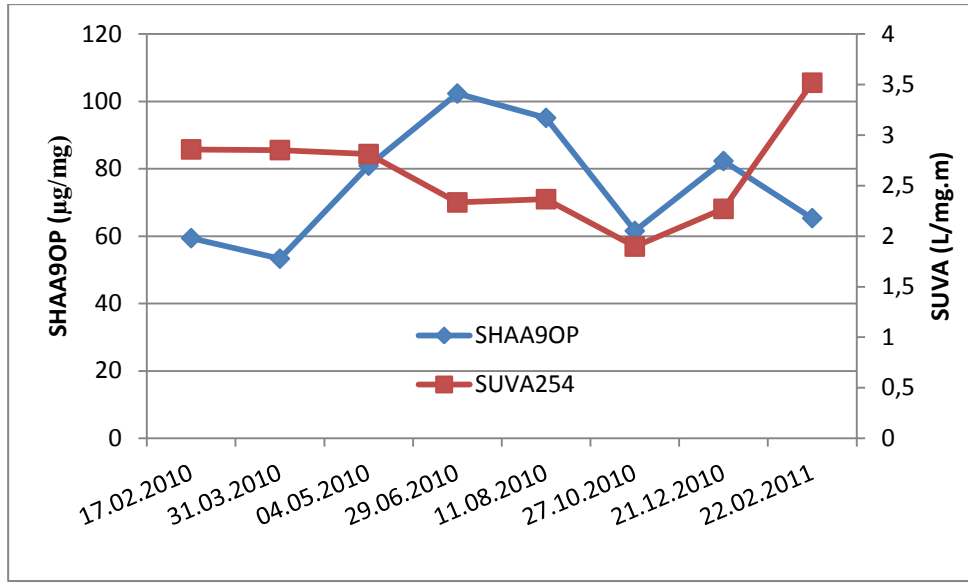
Şekil C.16: BÇ hamsuyu için STHMOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



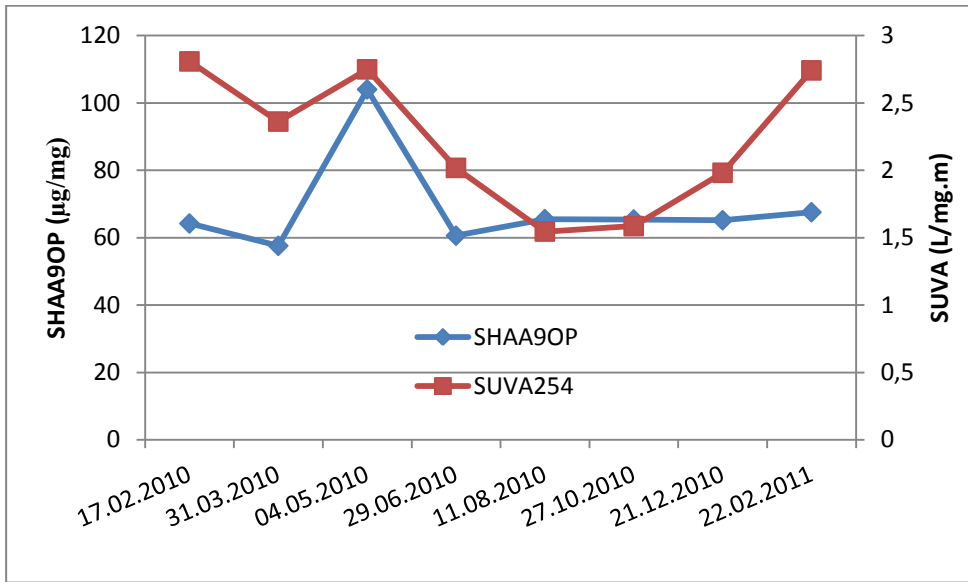
Şekil C.17: ÖM hamsuyu örnekleme dönemi HAA₉OP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



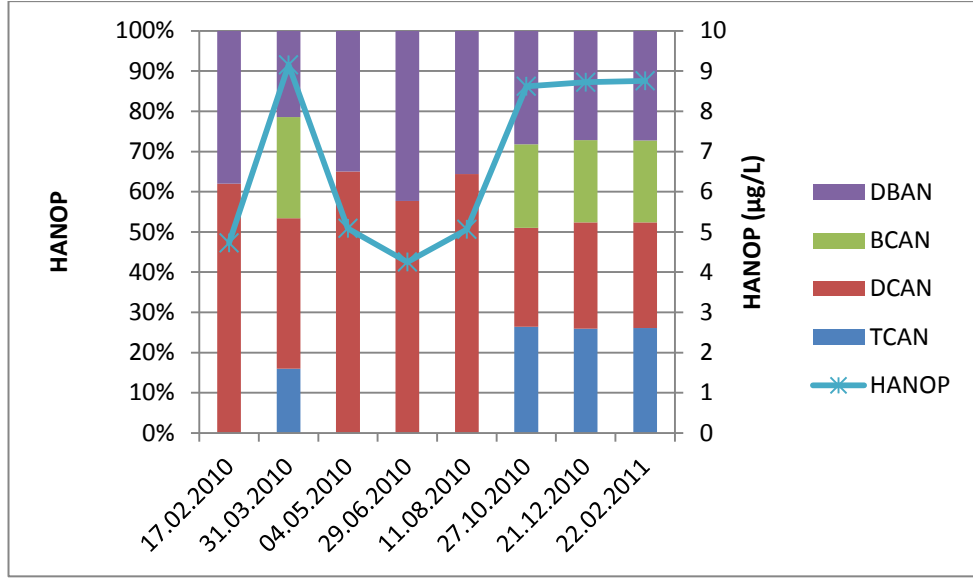
Şekil C.18: BÇ hamsuyu örnekleme dönemi HAA₉OP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



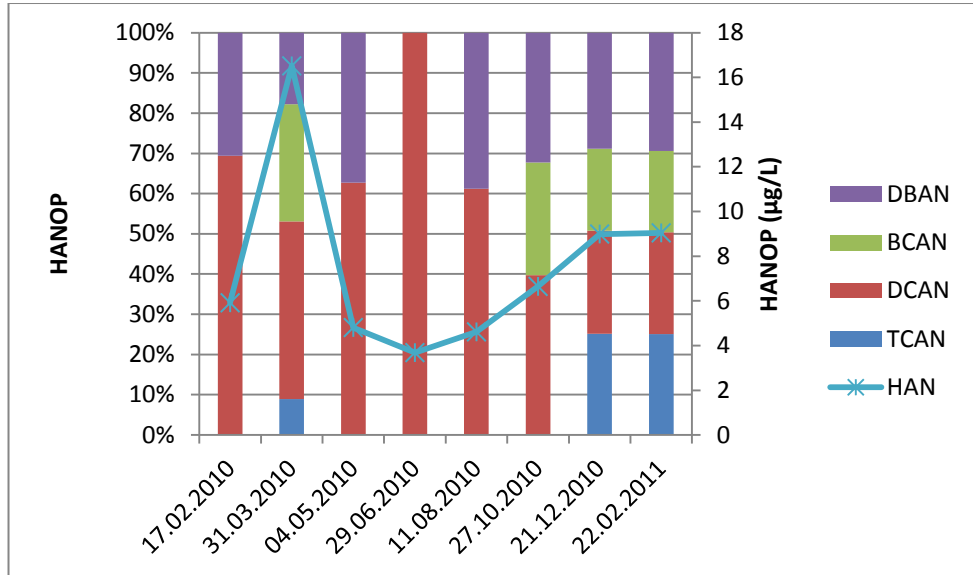
Şekil C.19: ÖM hamsuyu için SHAA₉OP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



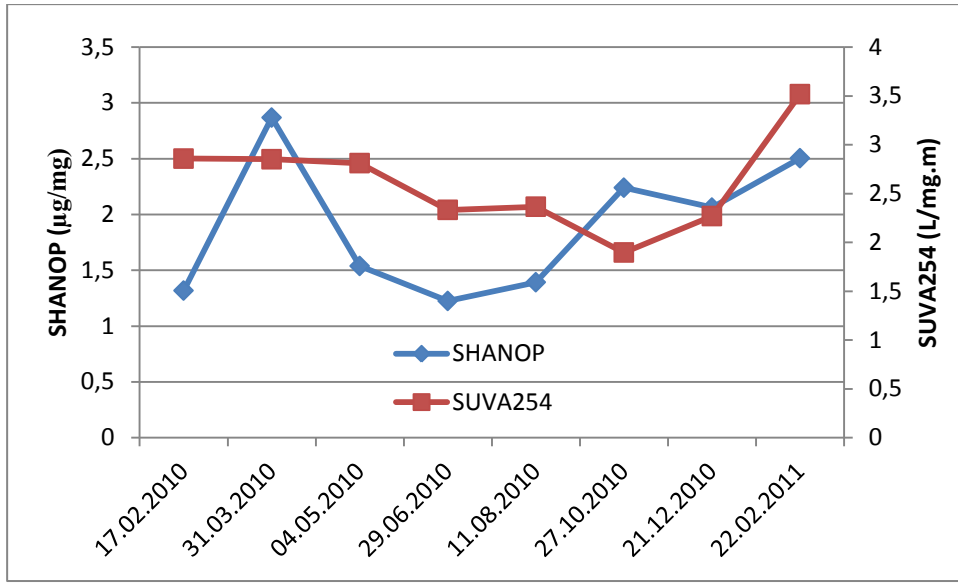
Şekil C.20: BÇ hamsuyu için SHAA₉OP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



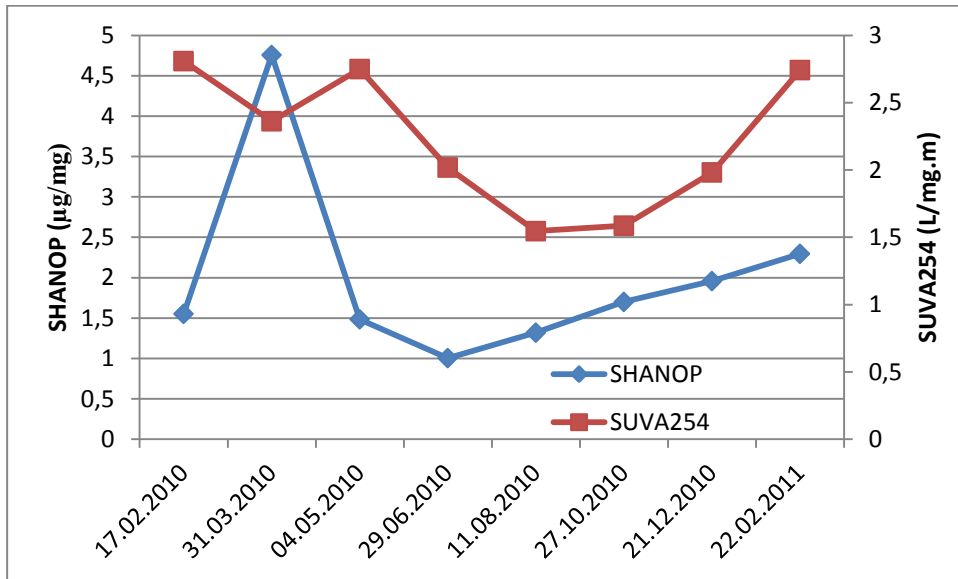
Şekil C.21: ÖM hamsuyu için HANOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



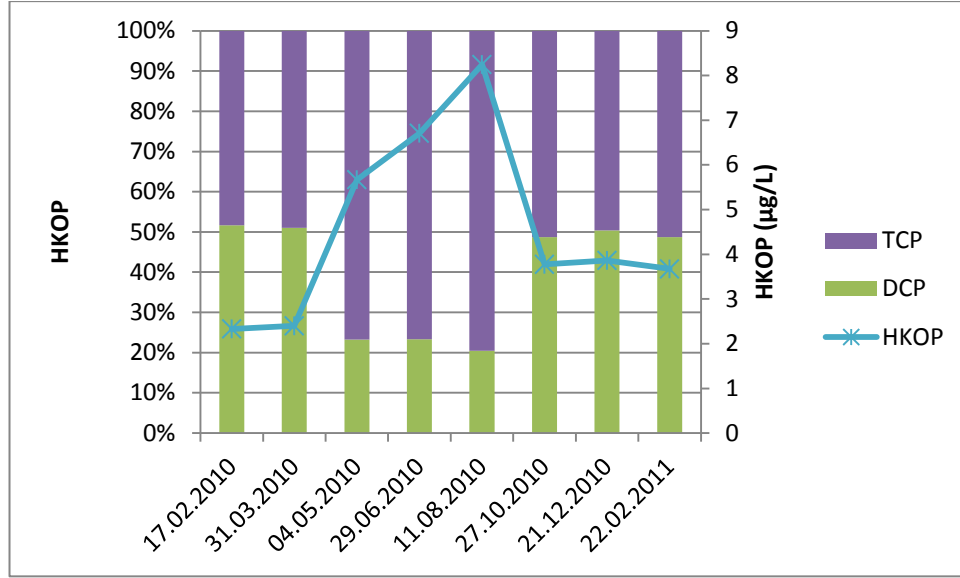
Şekil C.22: BÇ hamsuyu için HANOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



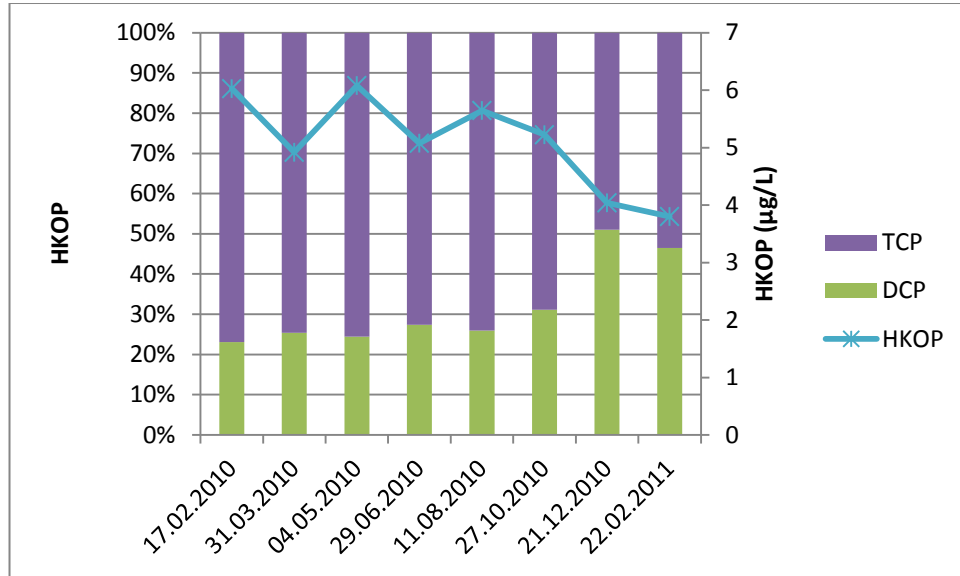
Şekil C.23: ÖM hamsuyu için SHANOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



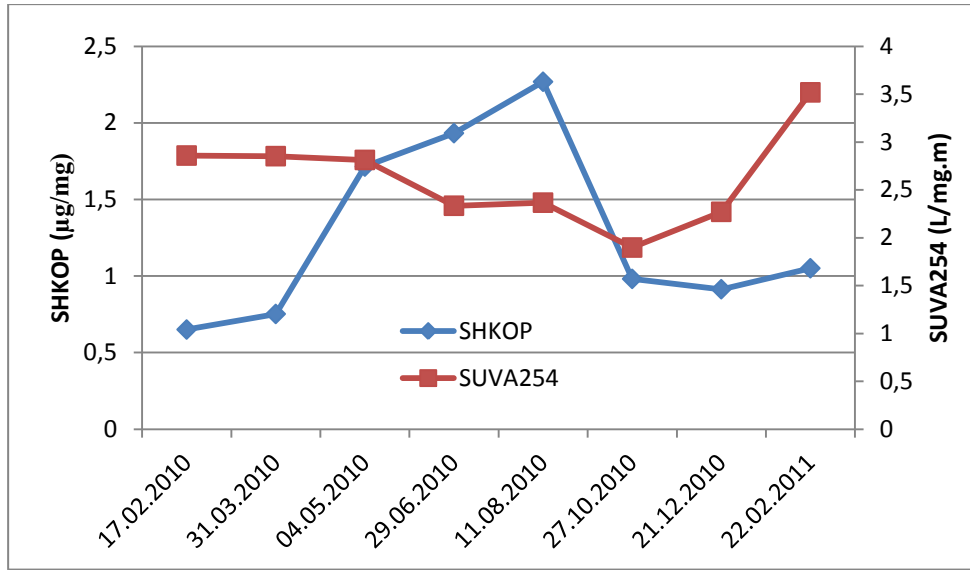
Şekil C.24: BC hamsuyu için SHANOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



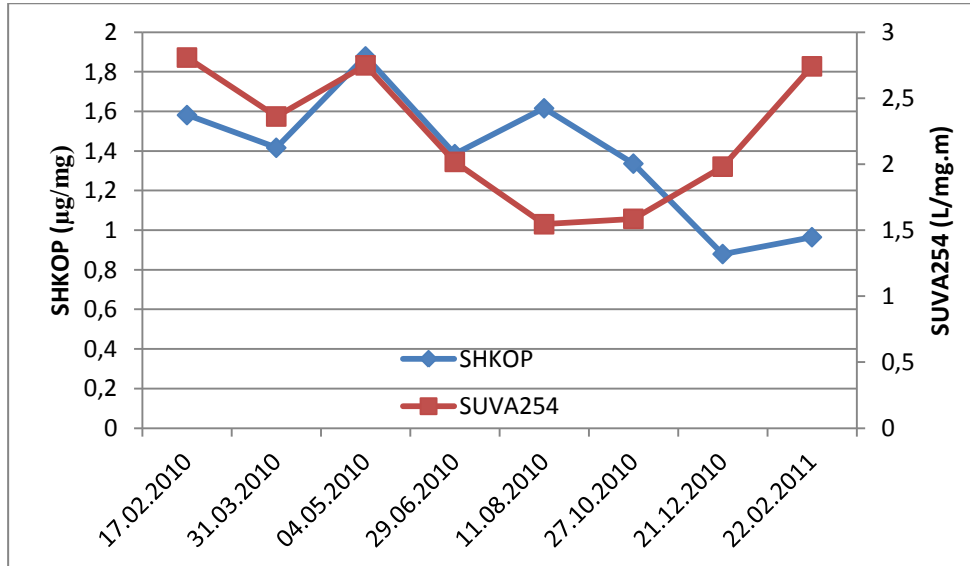
Şekil C.25: ÖM hamsuyu için HKOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



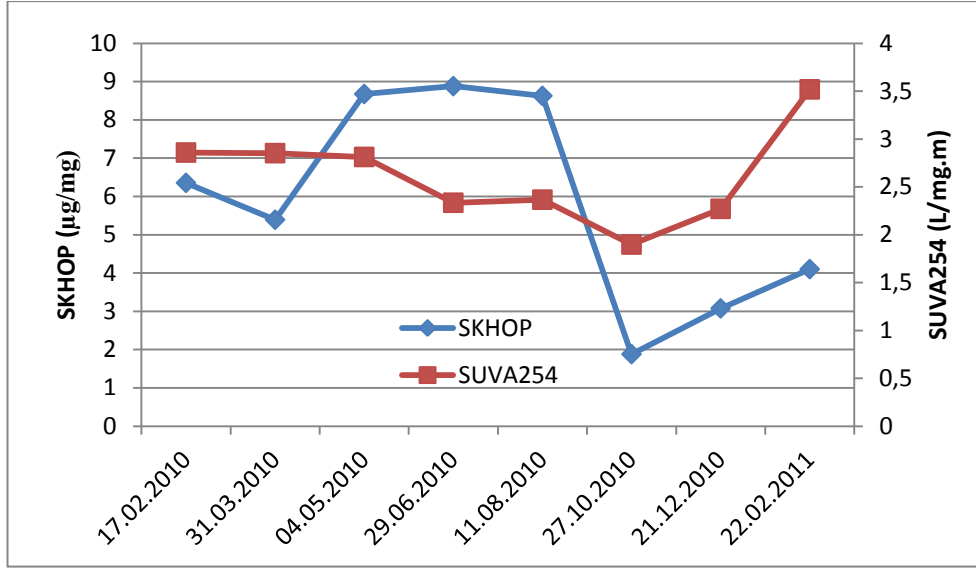
Şekil C.26: BÇ hamsuyu için HKOP'nin türsel bazda yüzde dağılımı ve toplam konsantrasyon değerleri.



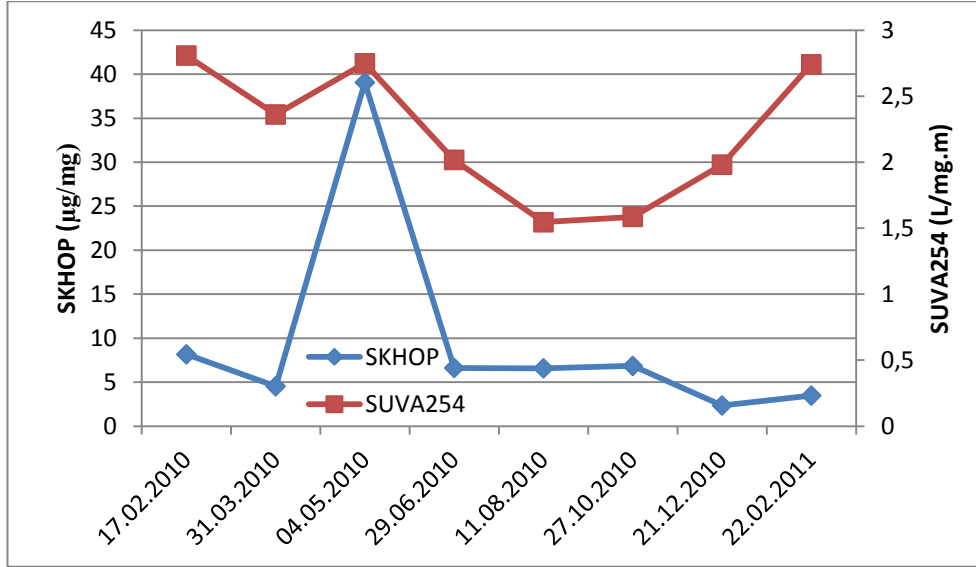
Şekil C.27: OM hamsuyu için SHKOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



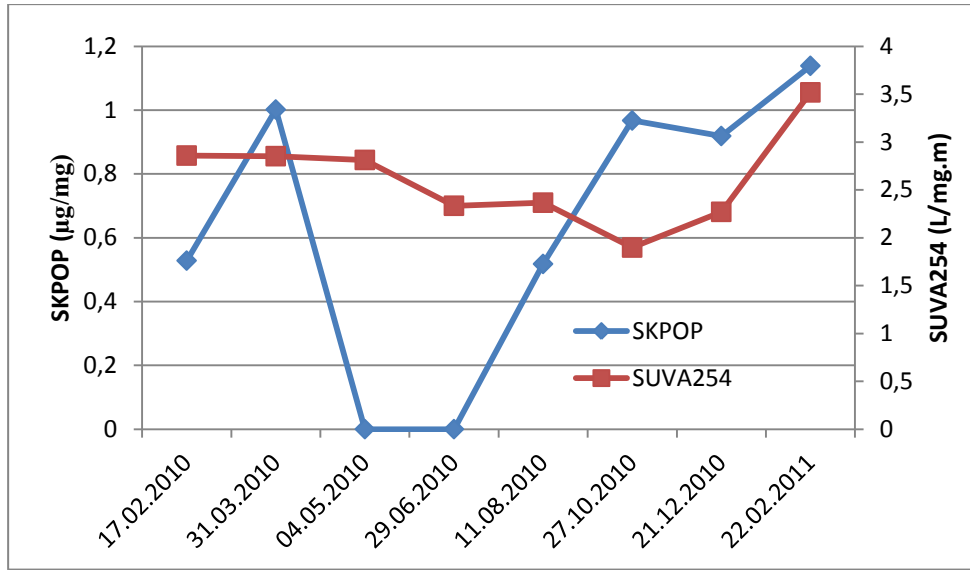
Şekil C.28: BC hamsuyu için SHKOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



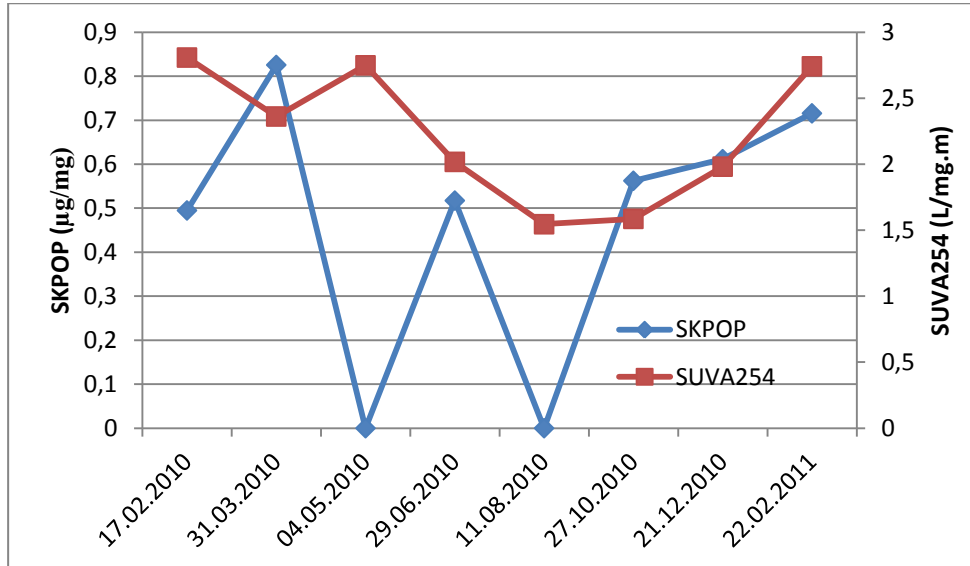
Şekil C.29: OM hamsuyu için SKHOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



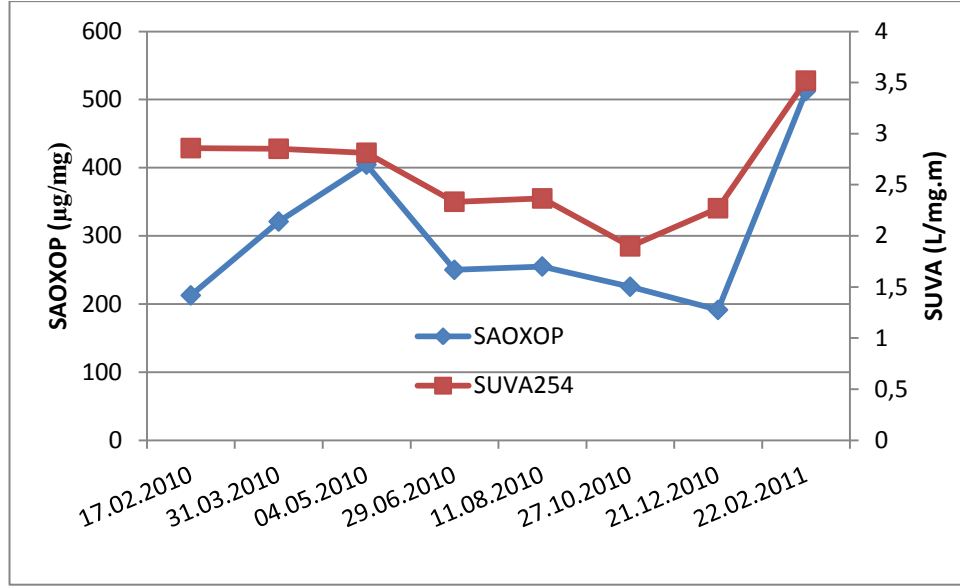
Şekil C.30: BC hamsuyu için SKHOP ile $SUVA_{254}$ 'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



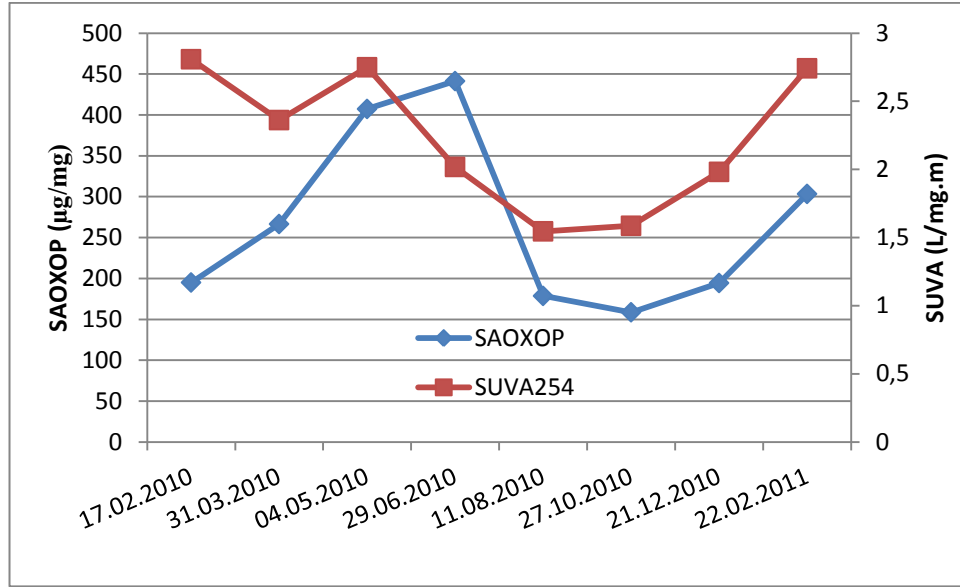
Şekil C.31: OM hamsuyu için SKPOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



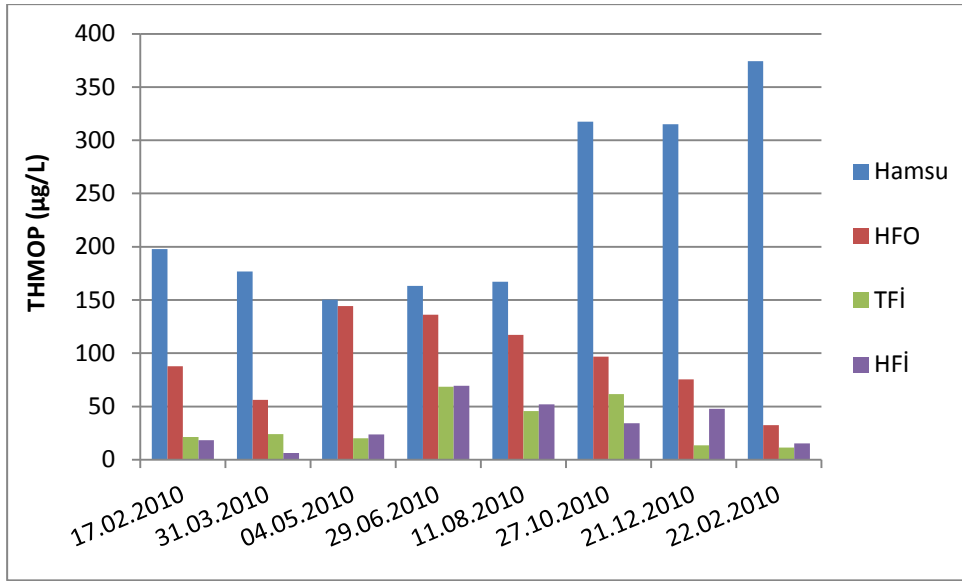
Şekil C.32: BC hamsuyu için SKPOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



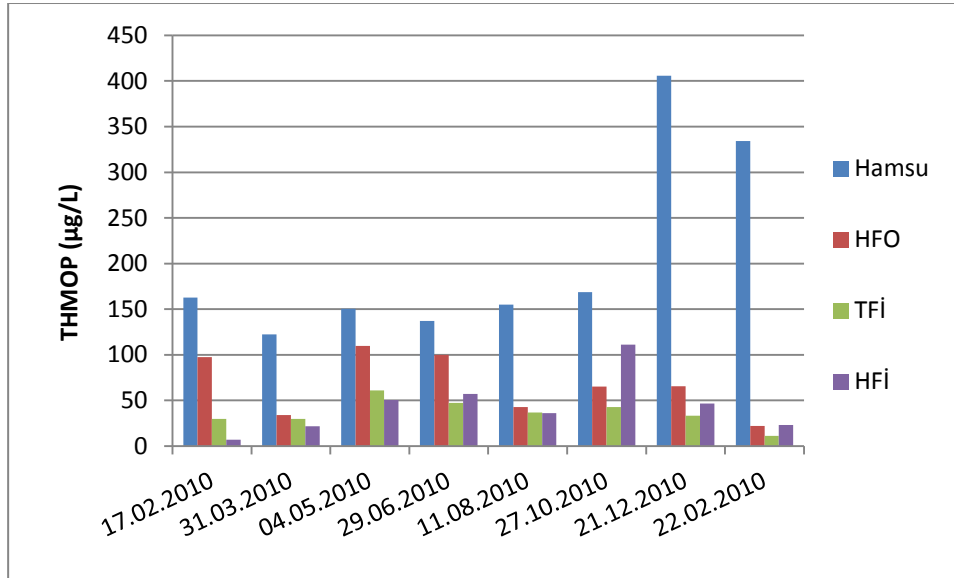
Şekil C.33: ÖM hamsuyu için SAOXOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



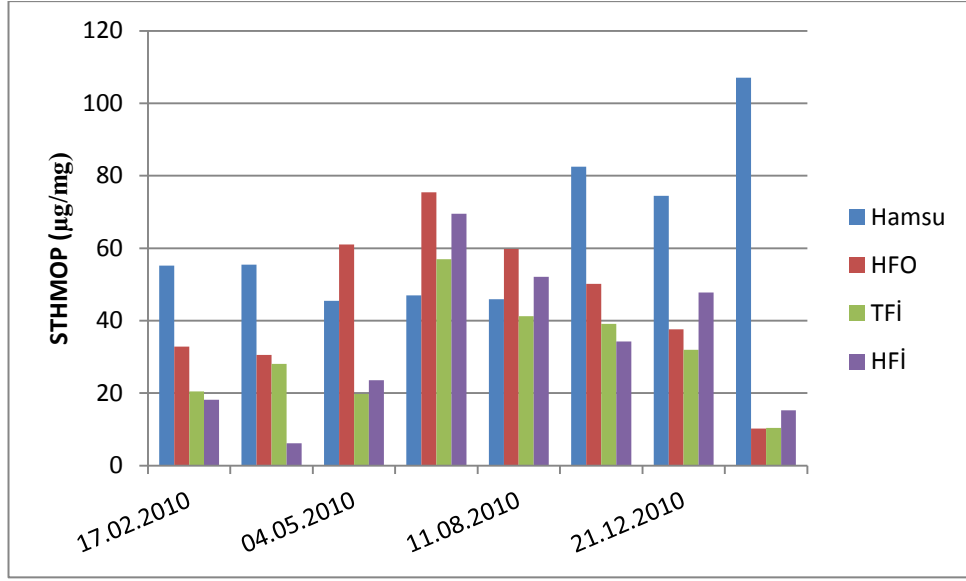
Şekil C.34: BC hamsuyu için SAOXOP ile SUVA₂₅₄'ün örnekleme dönemindeki değişimi.



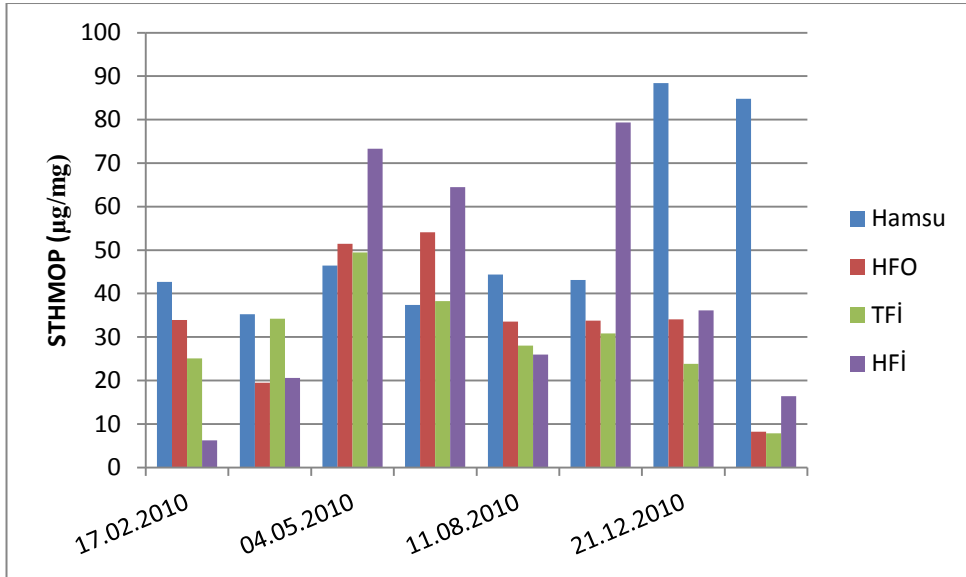
Şekil C.35: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



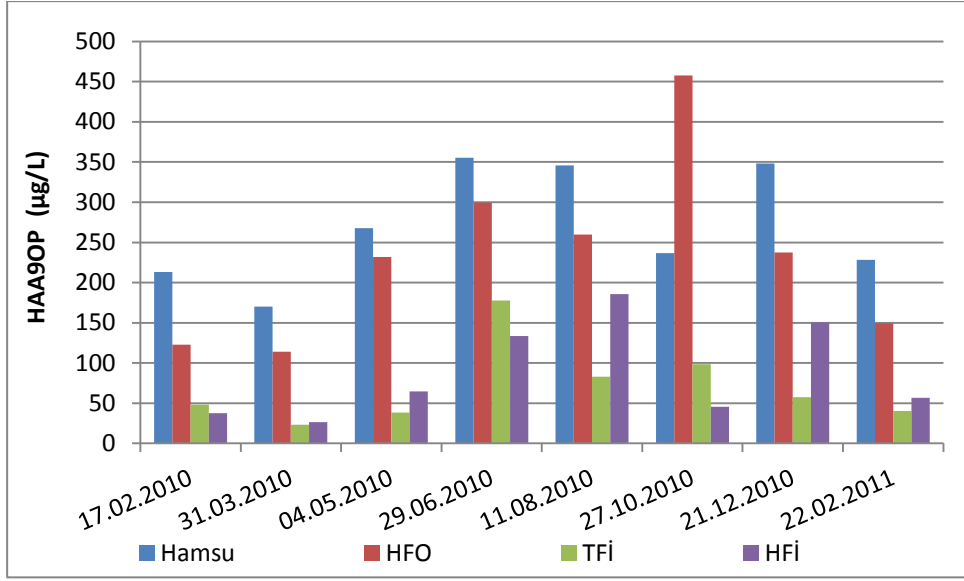
Şekil C.36: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



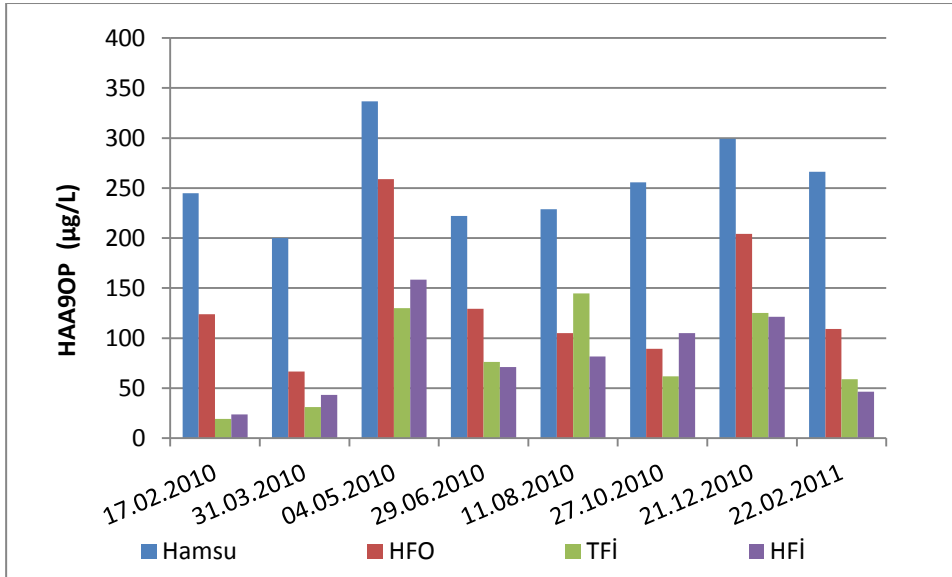
Şekil C.37: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



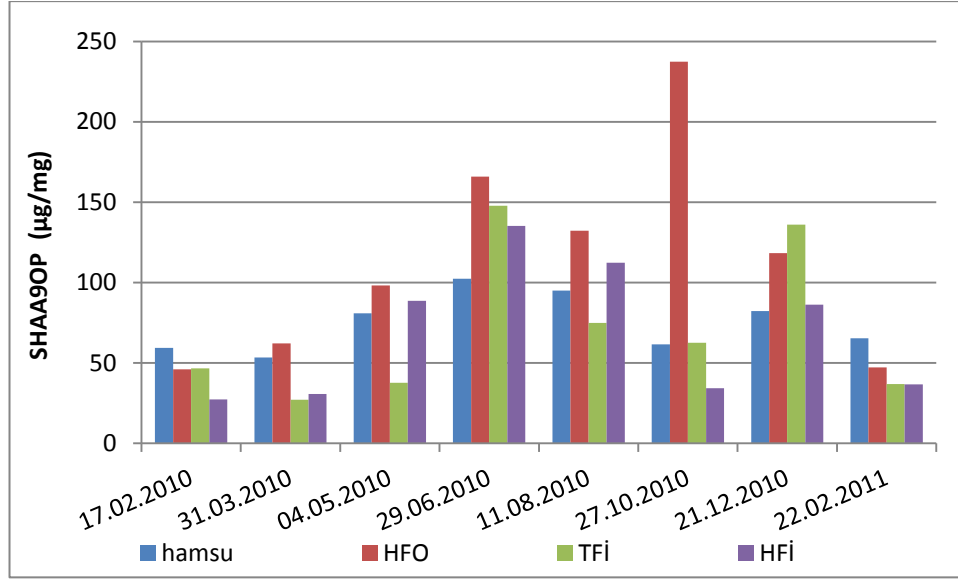
Şekil C.38: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



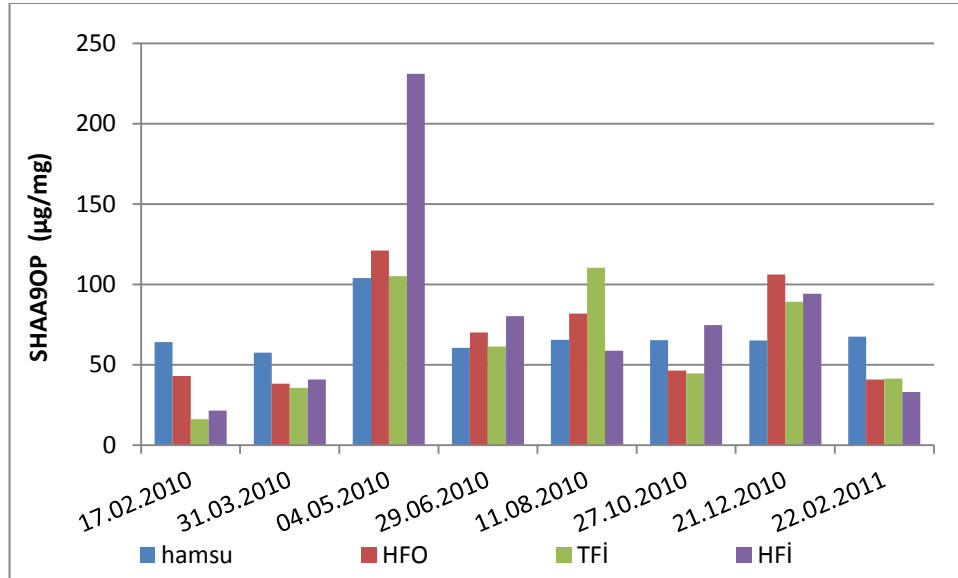
Şekil C.39: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



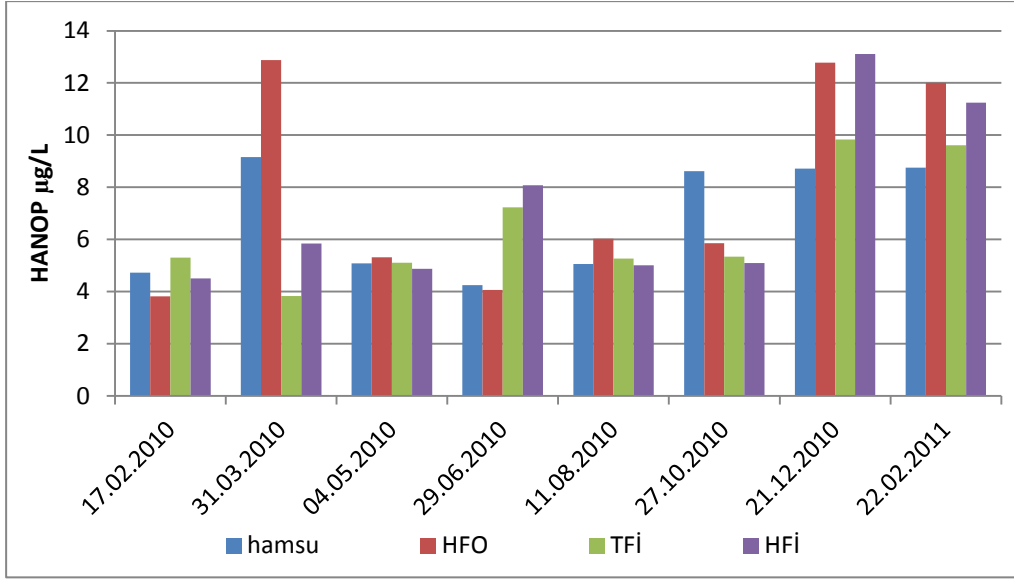
Şekil C.40: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



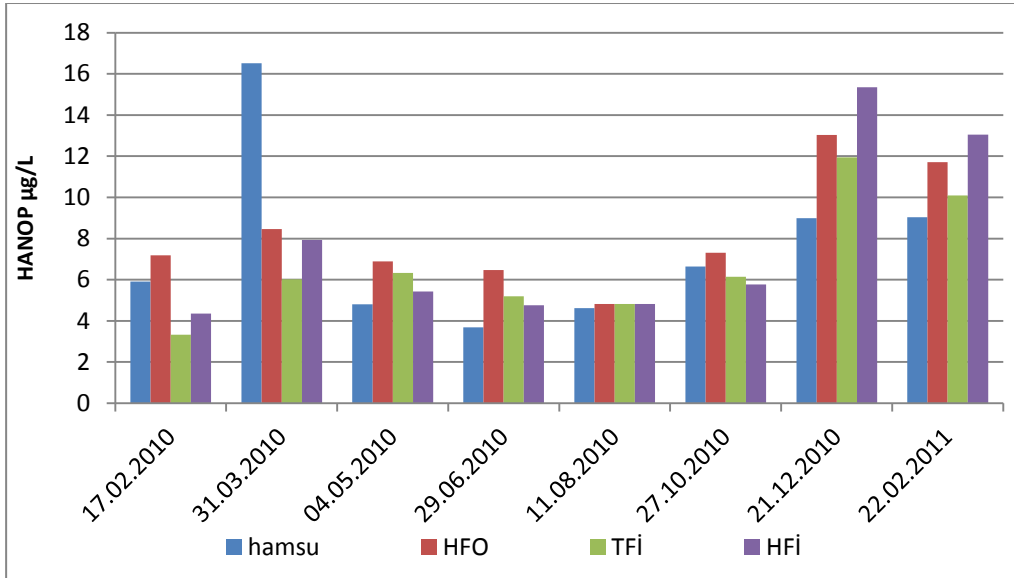
Şekil C.41: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



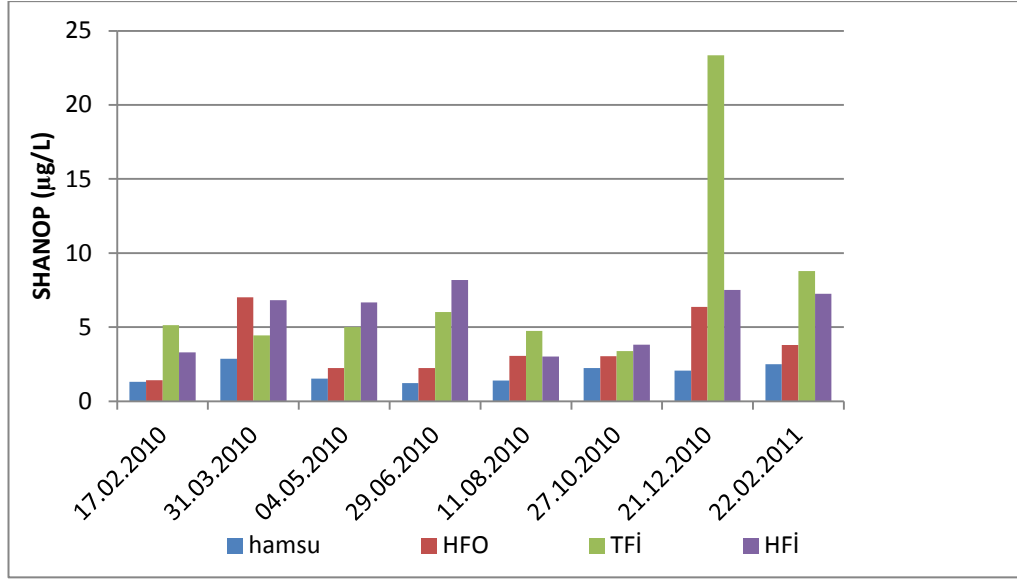
Şekil C.42: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



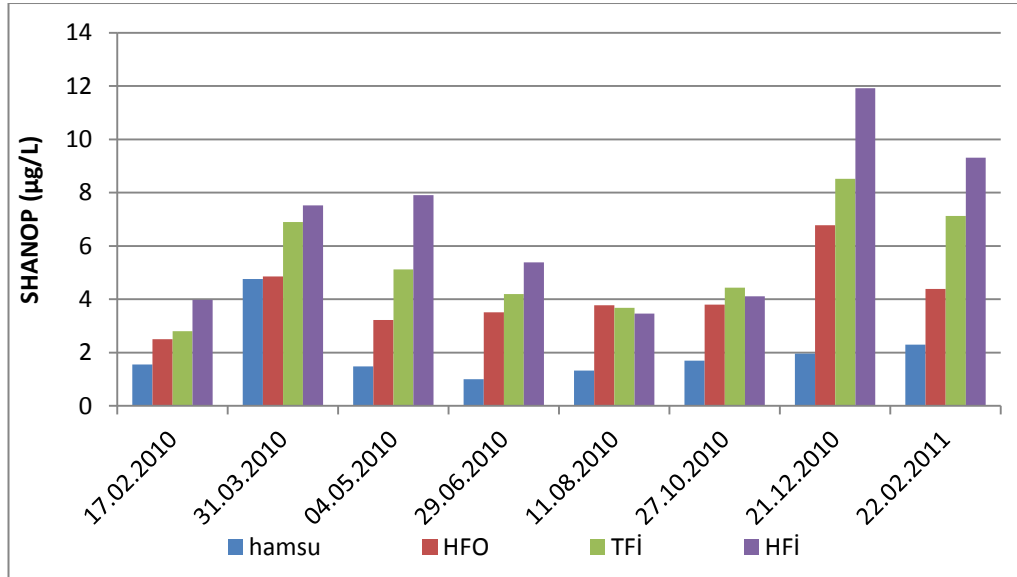
Şekil C.43: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



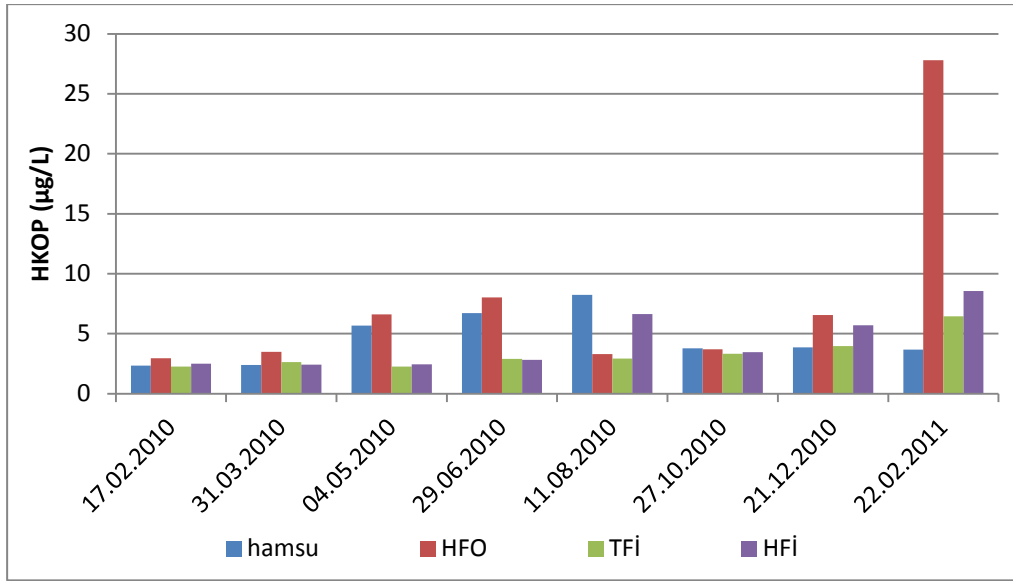
Şekil C.44: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



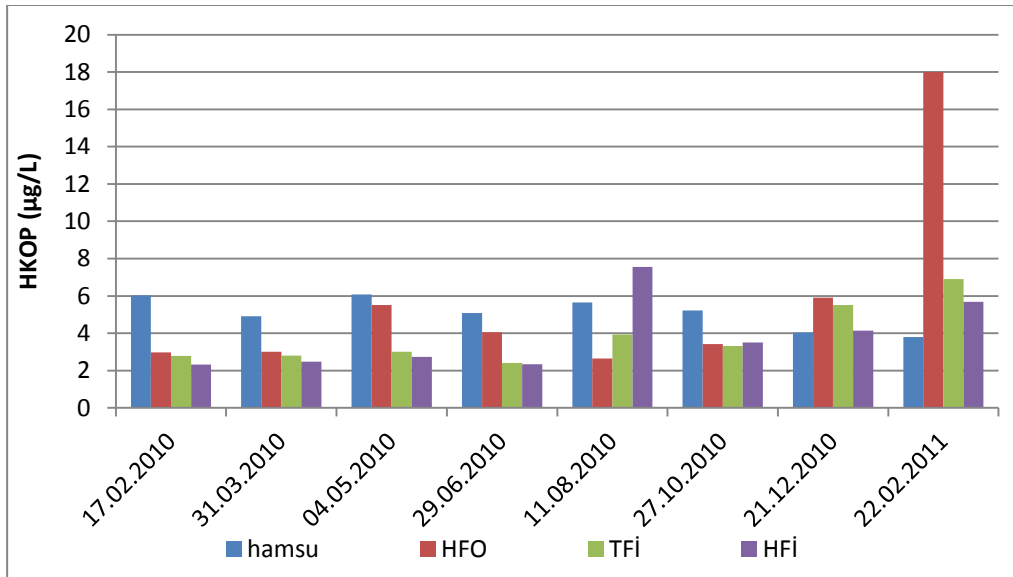
Şekil C.45: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



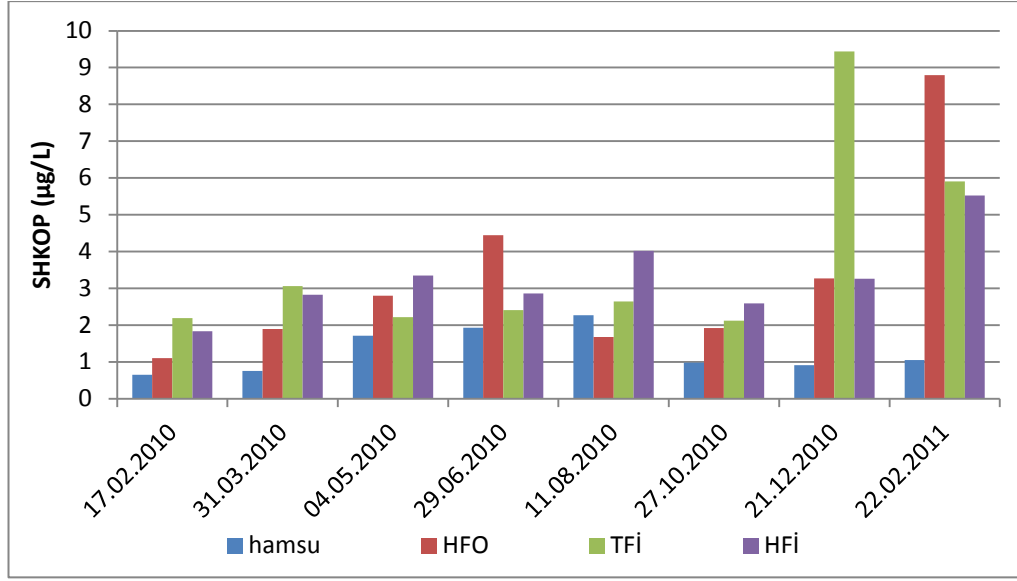
Şekil C.46: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



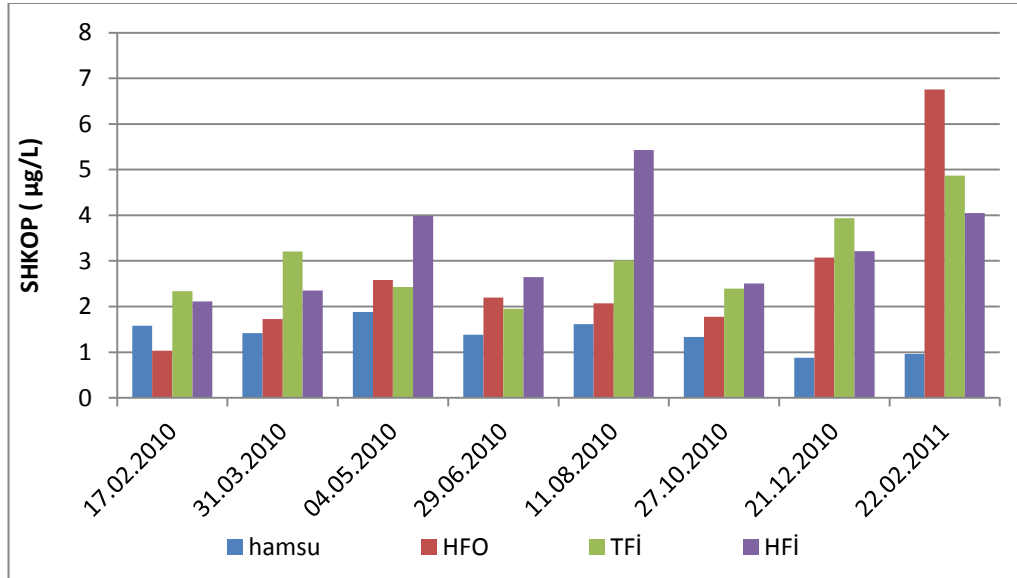
Şekil C.47: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



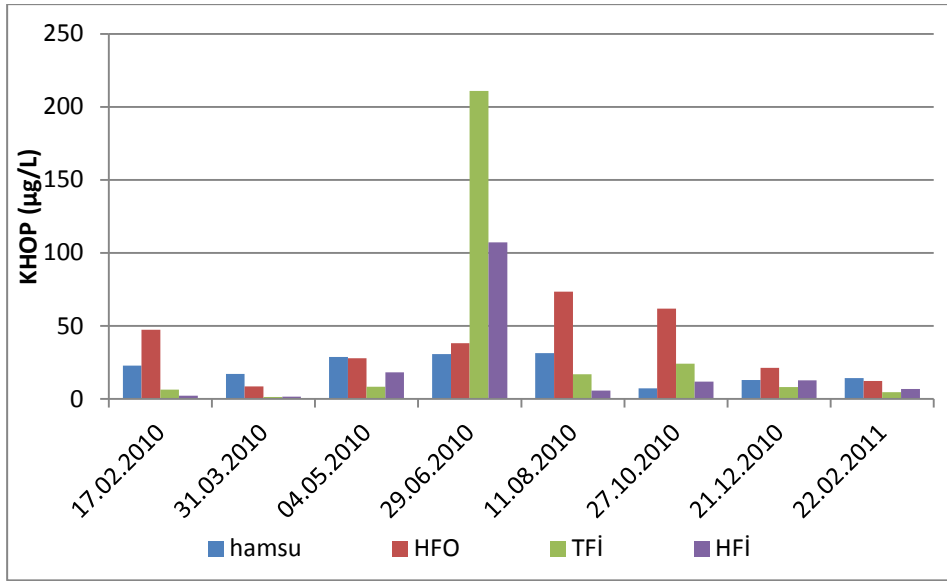
Şekil C.48: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



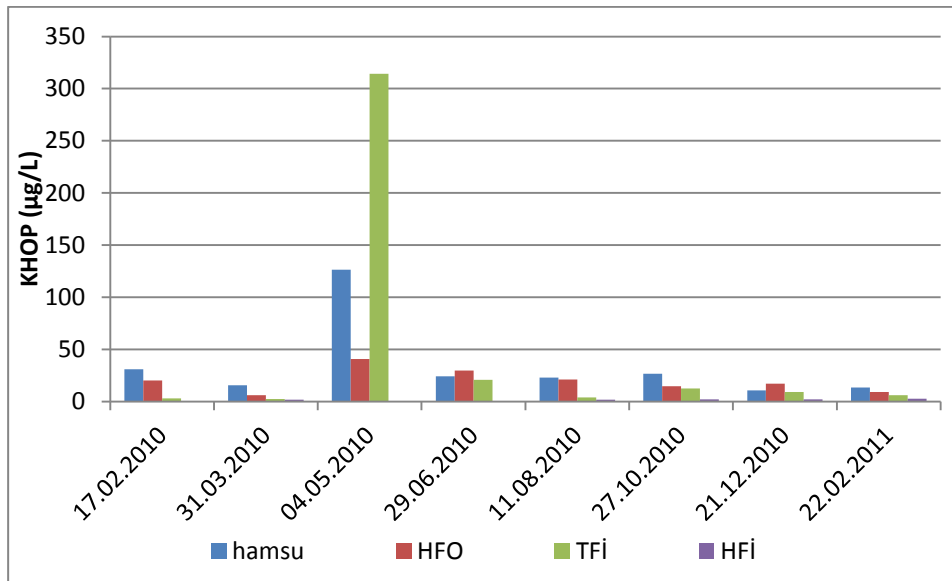
Şekil C.49: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



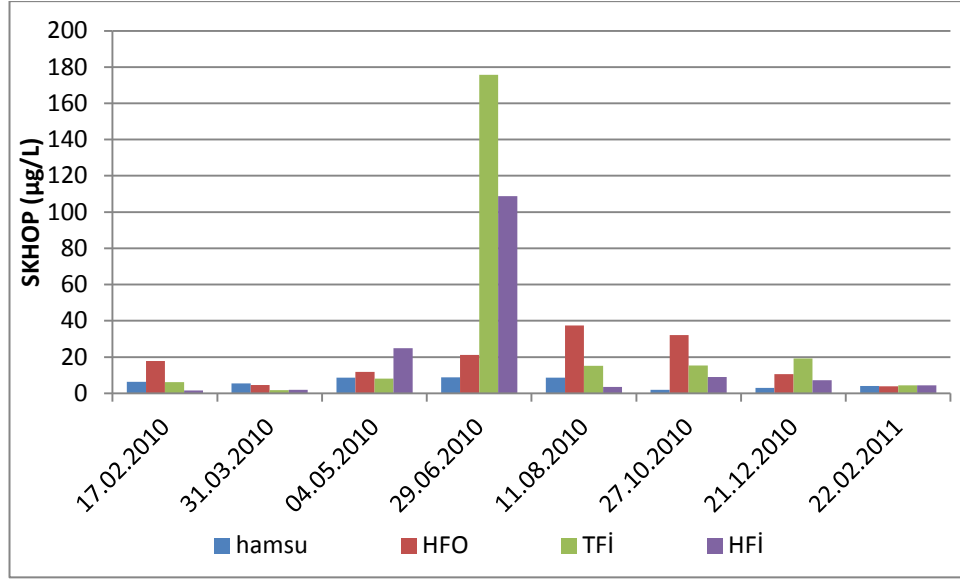
Şekil C.50: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



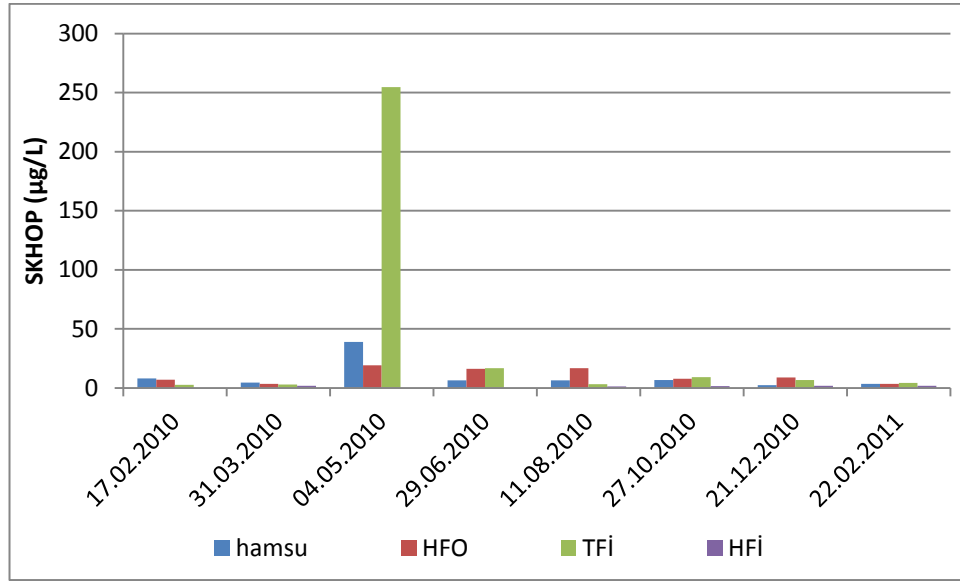
Şekil C.51: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



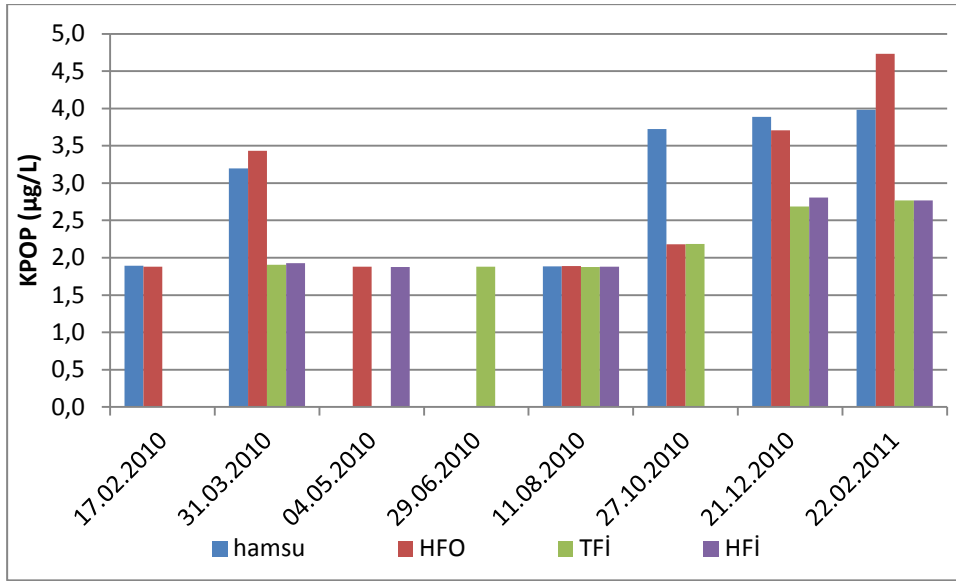
Şekil C.52: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



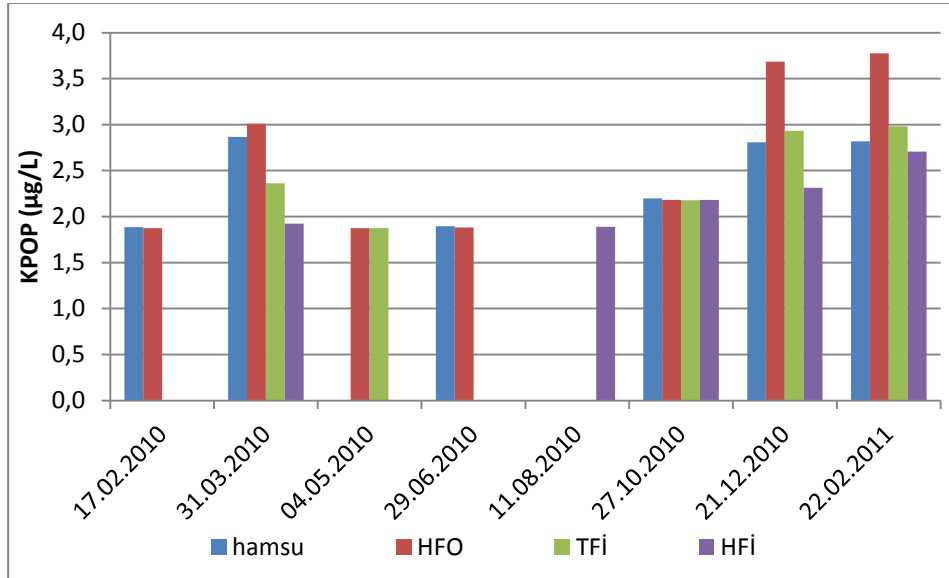
Şekil C.53: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



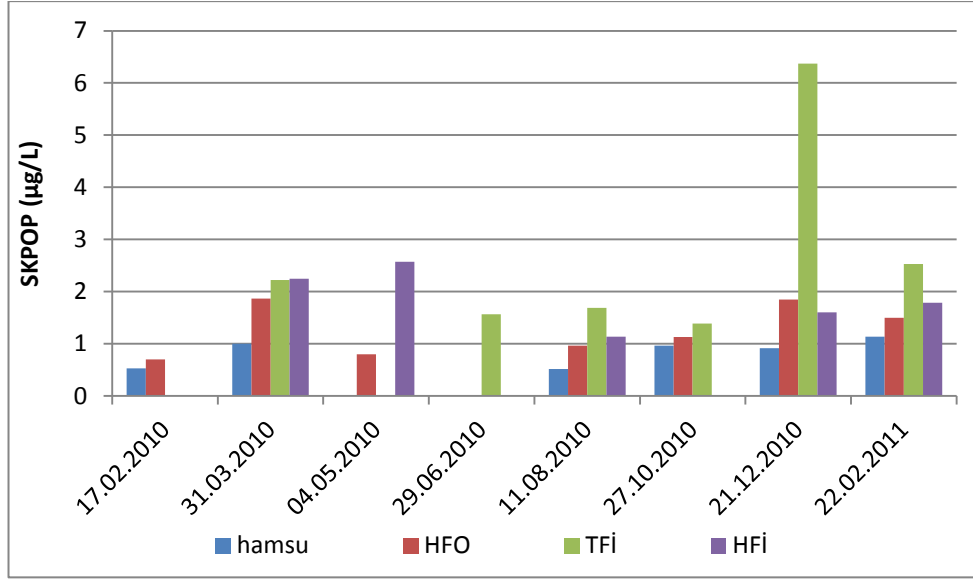
Şekil C.54: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



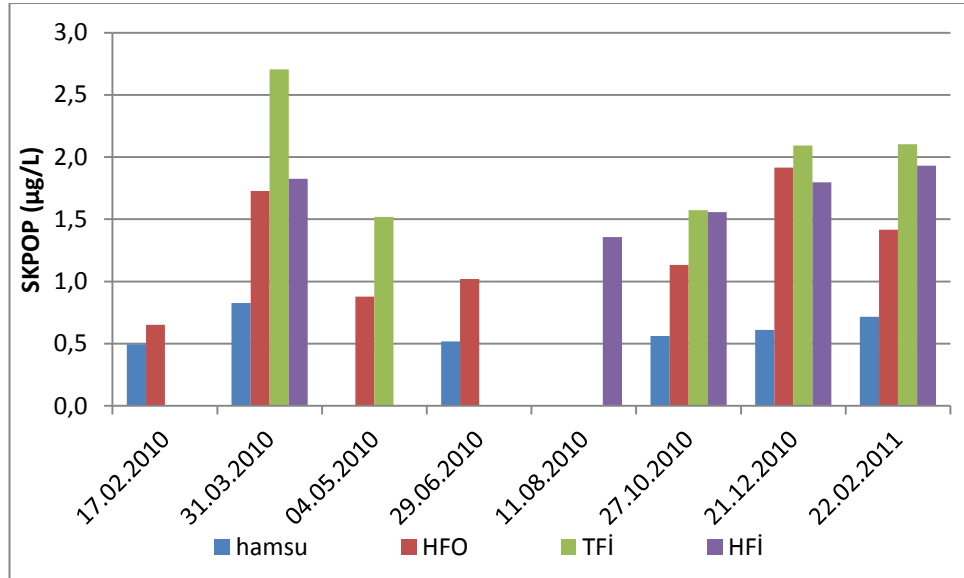
Şekil C.55: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



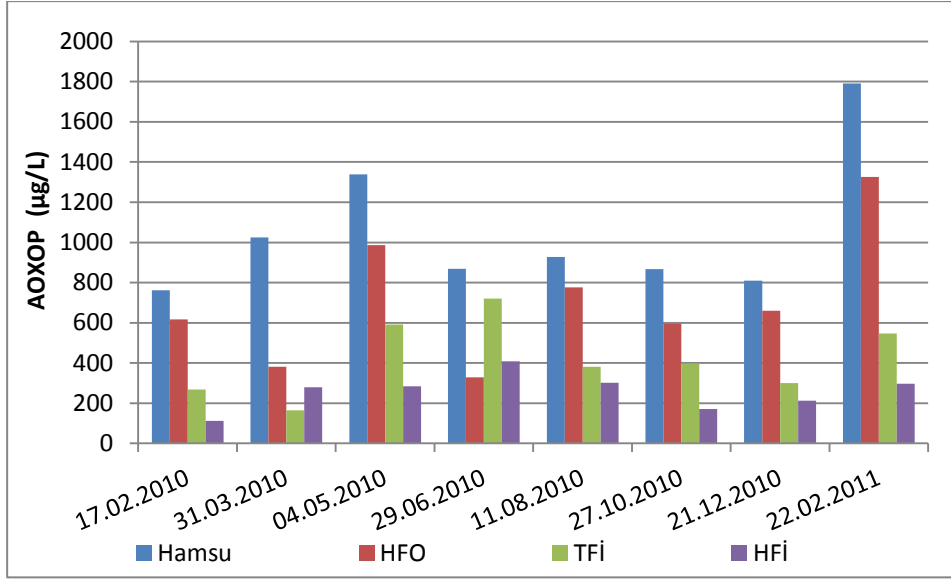
Şekil C.56: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



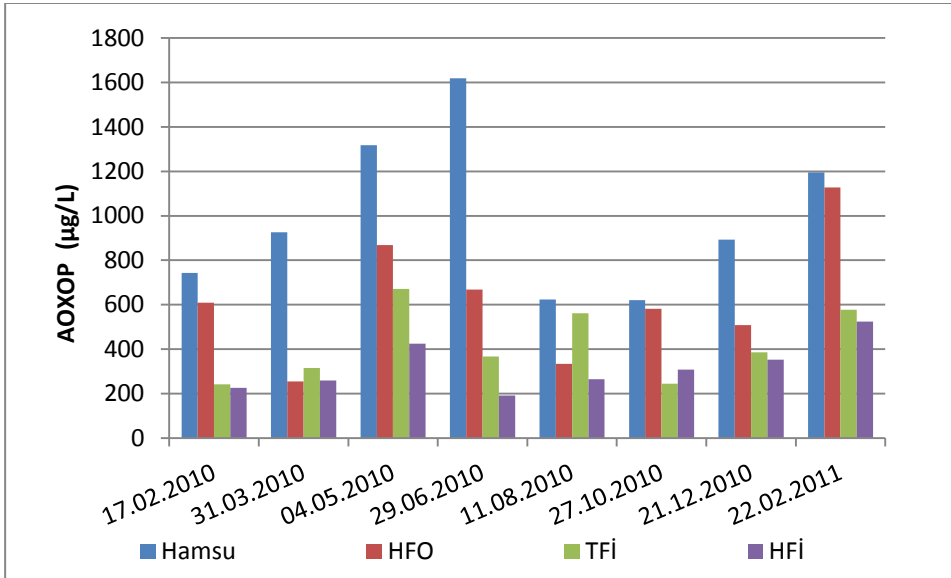
Şekil C.57: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



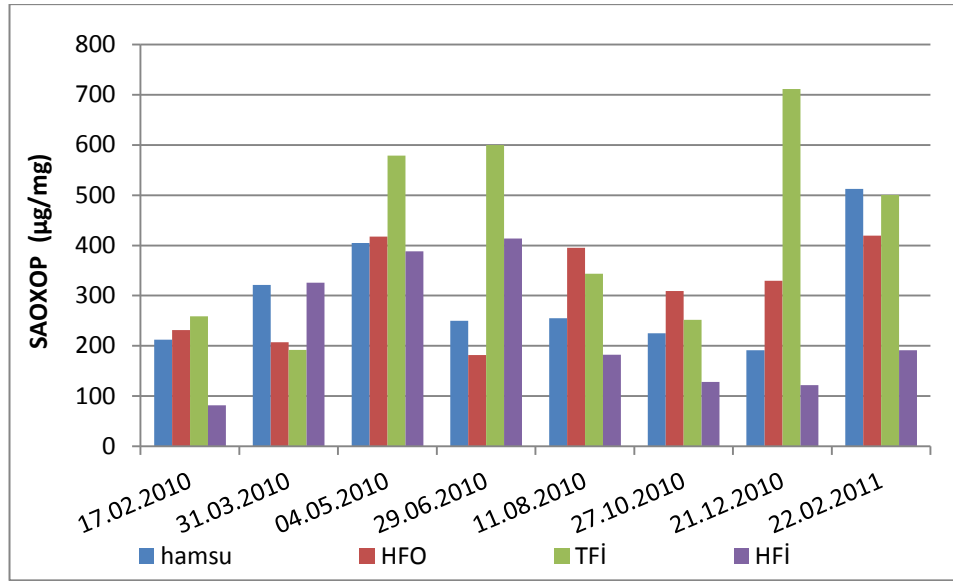
Şekil C.58: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



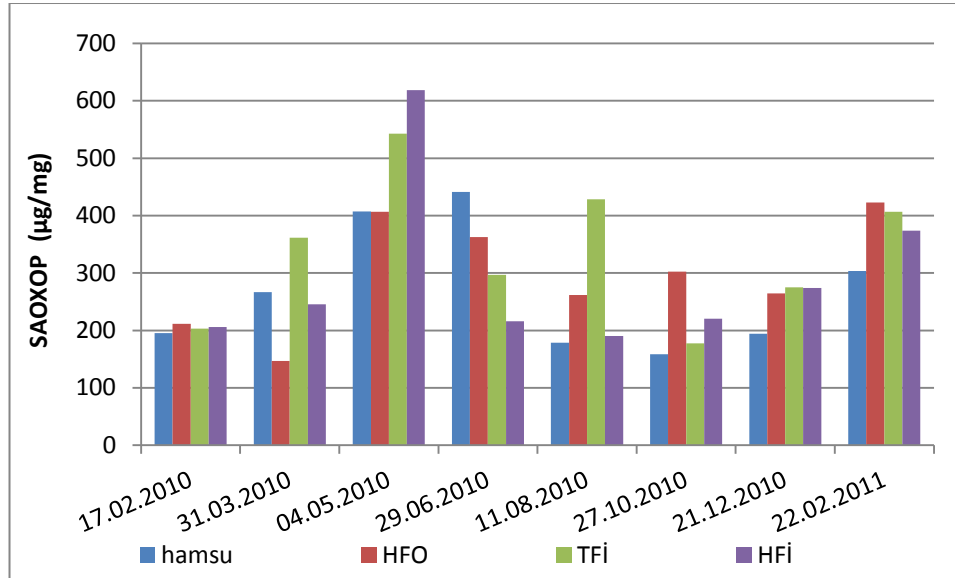
Şekil C.59: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



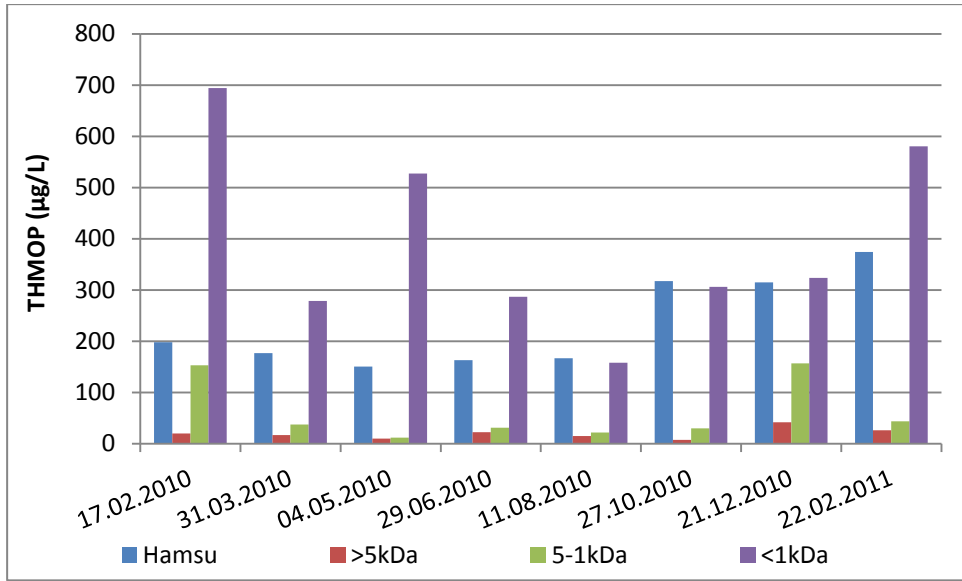
Şekil C.60: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



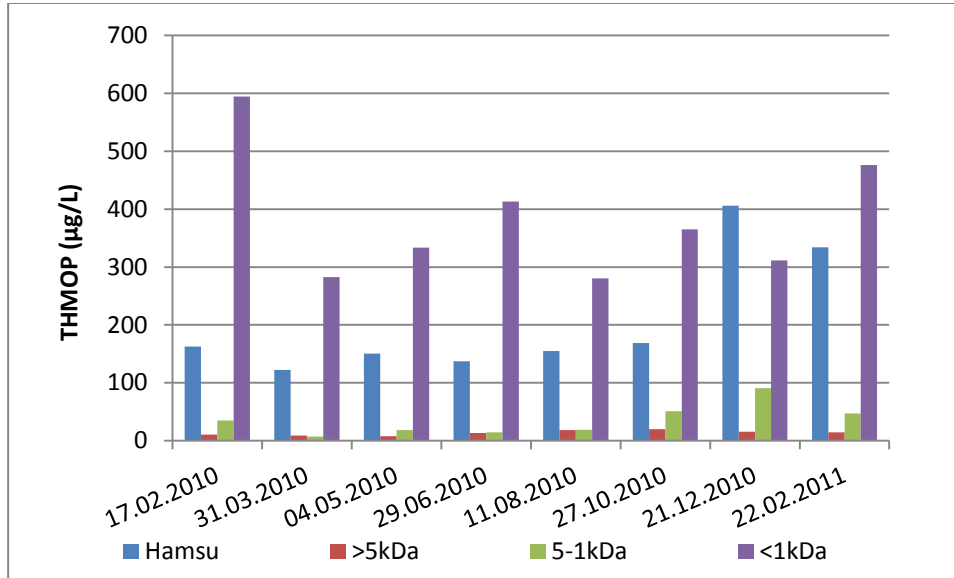
Şekil C.61: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



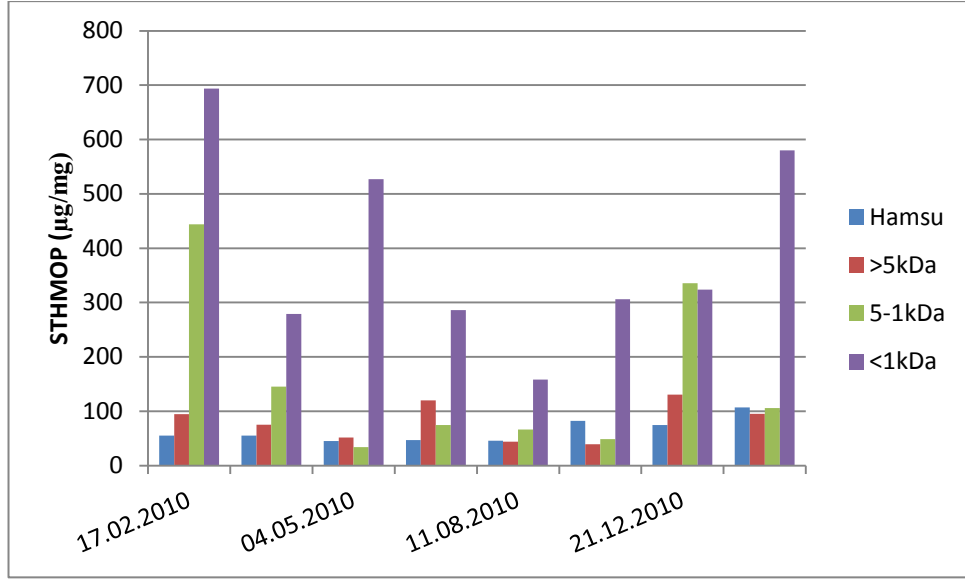
Şekil C.62: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



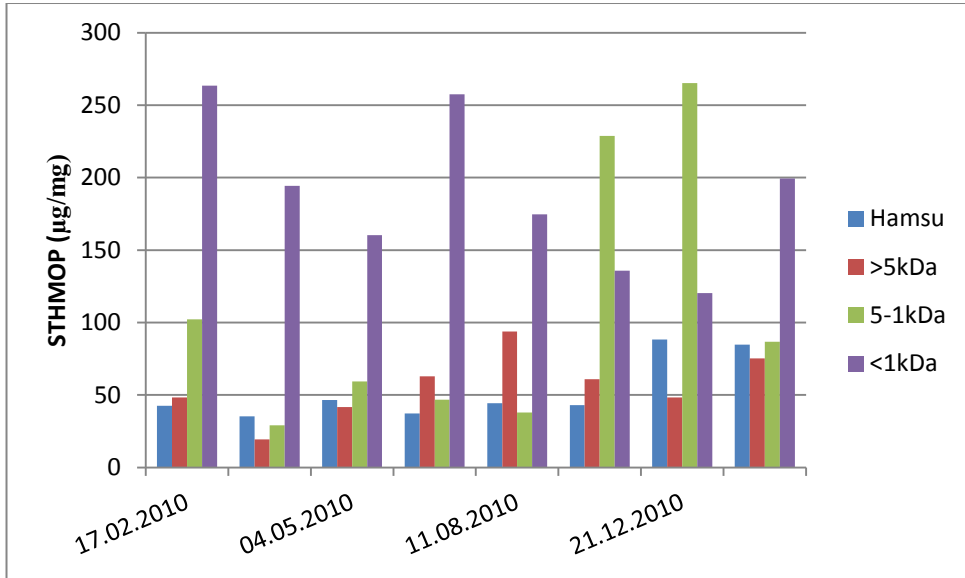
Şekil C.63: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



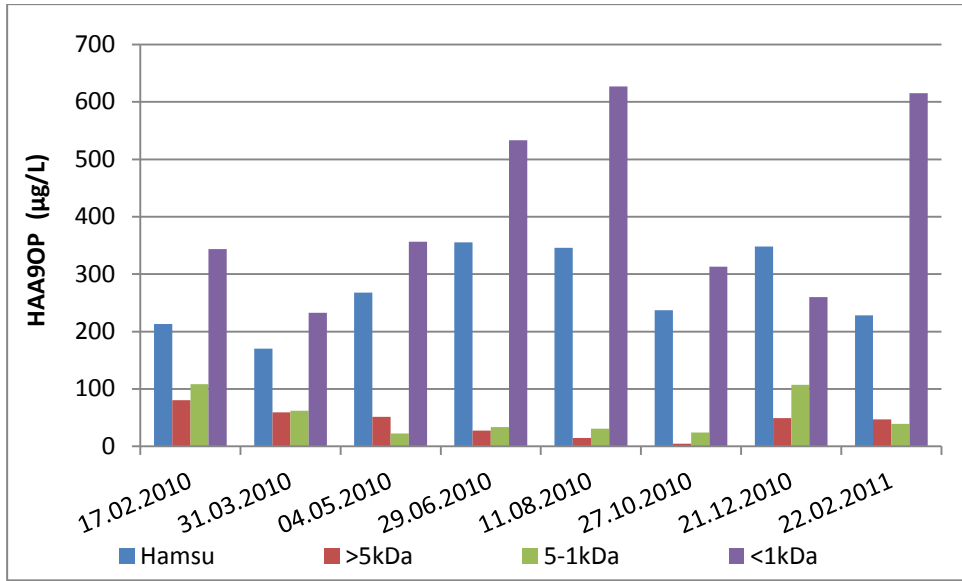
Şekil C.64: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için THMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



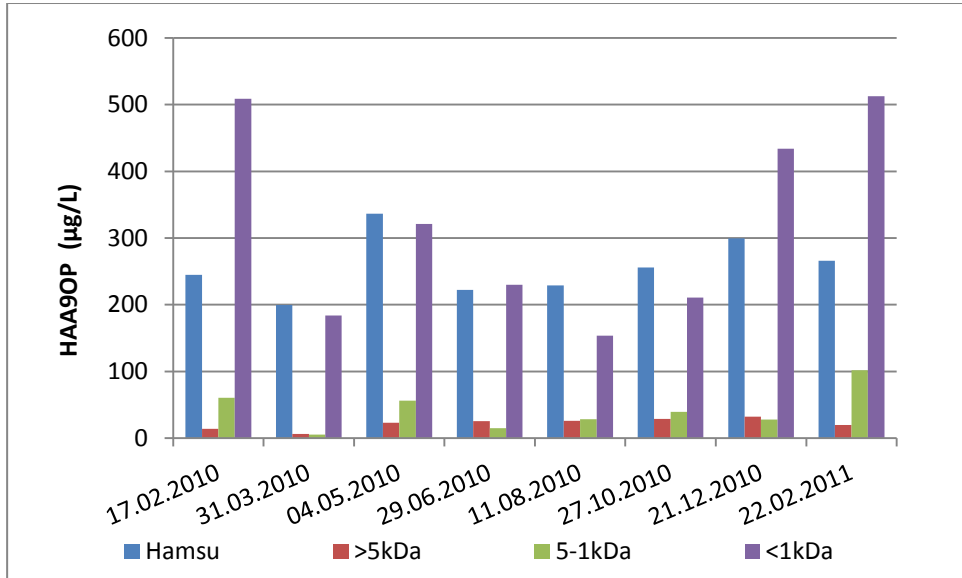
Şekil C.65: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



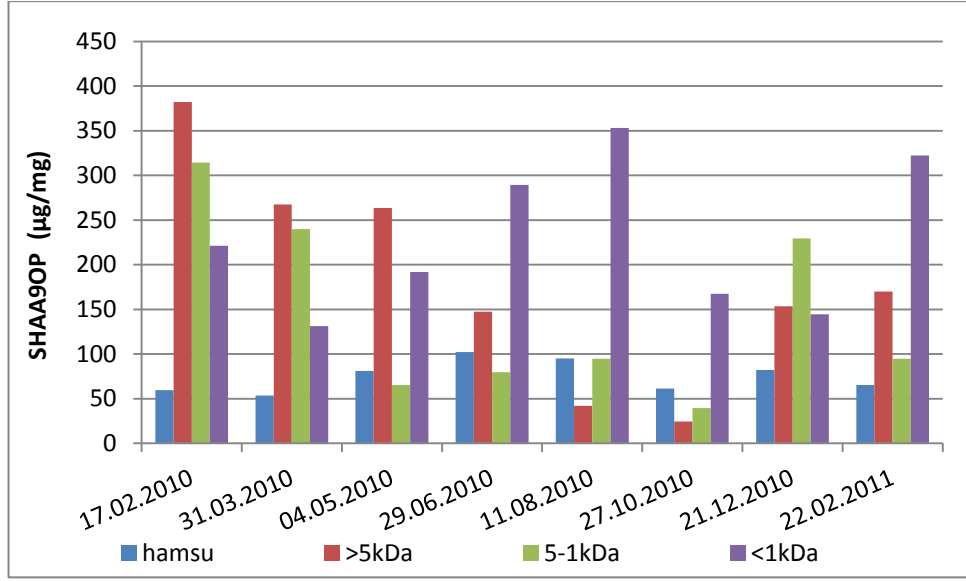
Şekil C.66: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için STHMOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



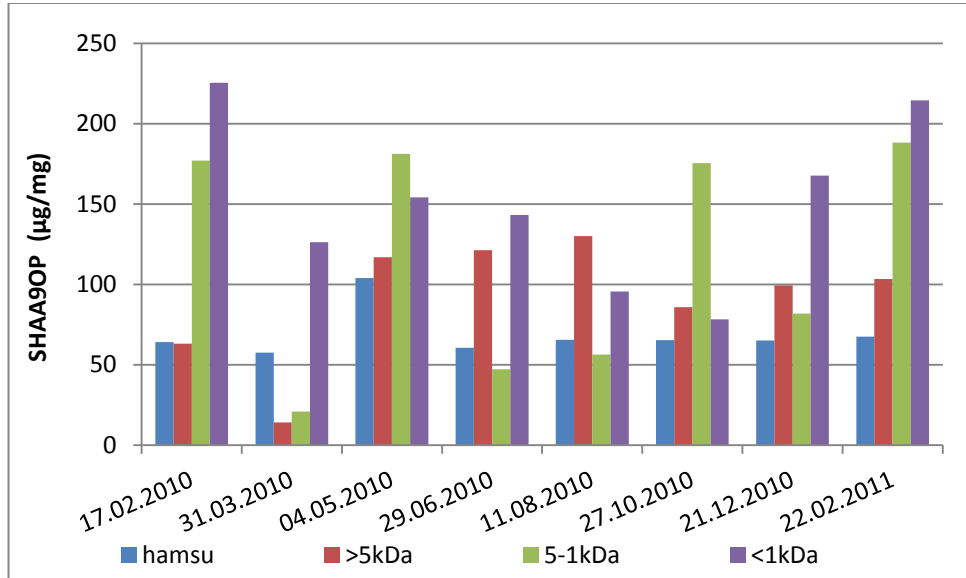
Şekil C.67: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



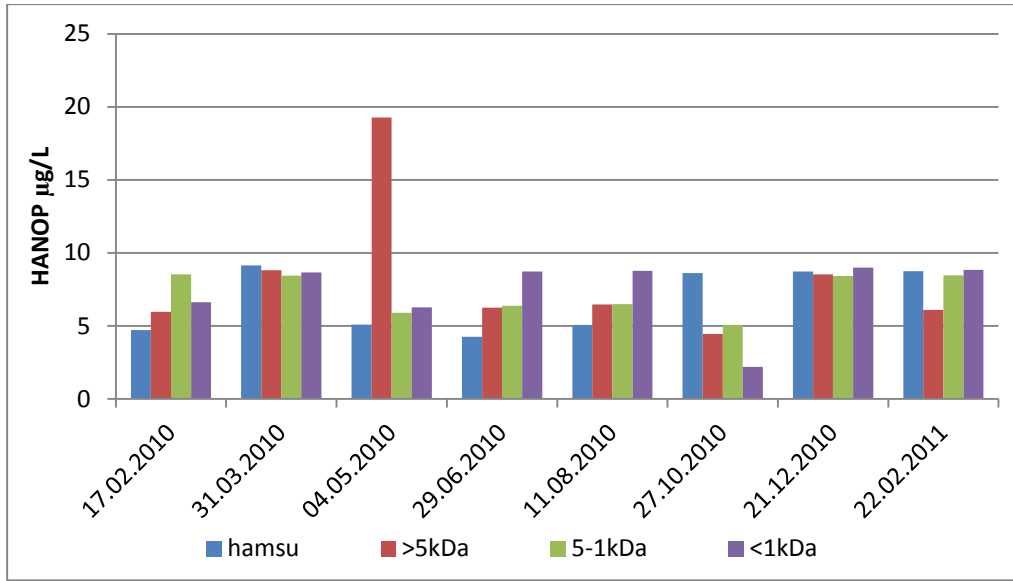
Şekil C.68: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



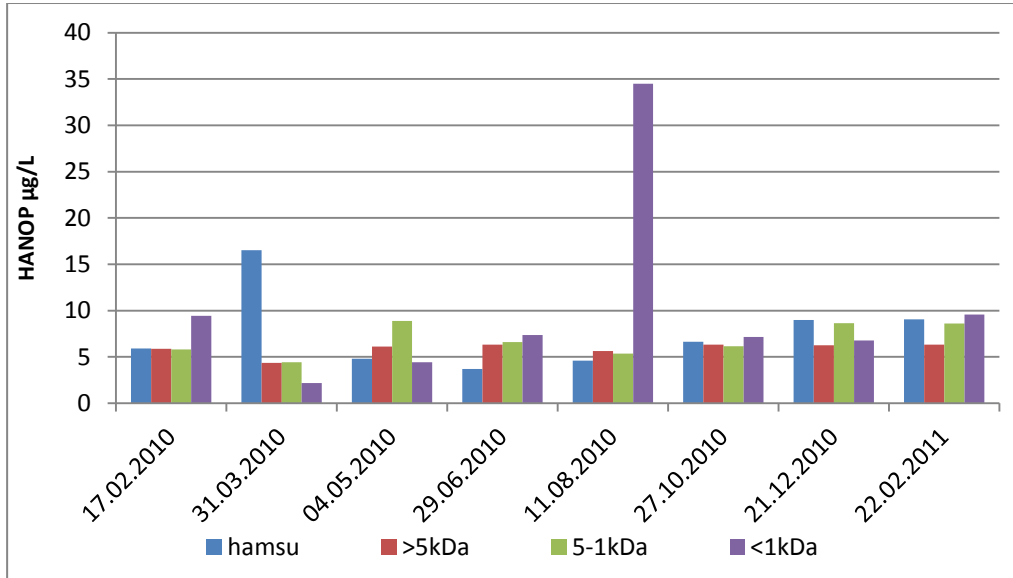
Şekil C.69: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



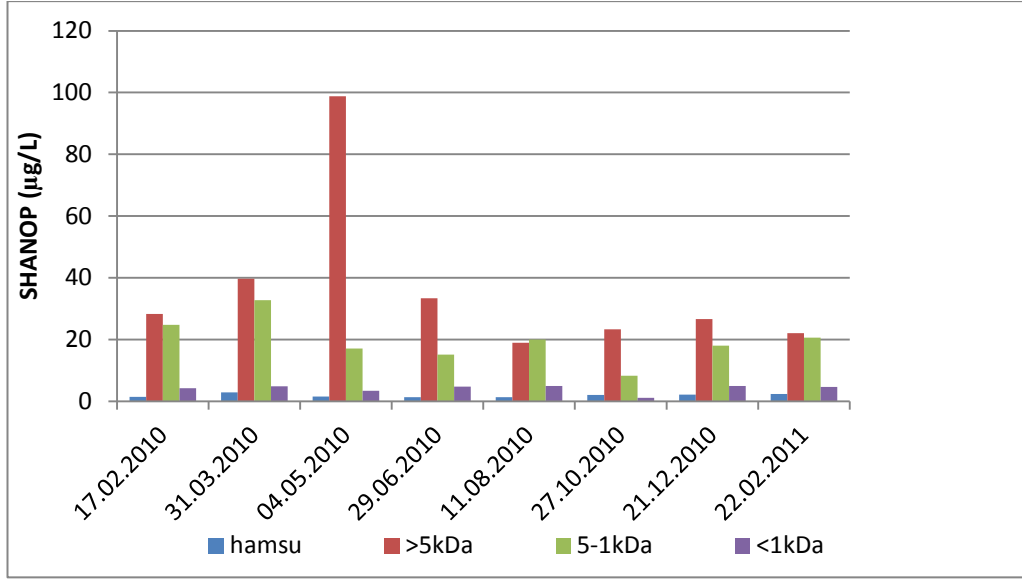
Şekil C.70: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHAA₉OP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



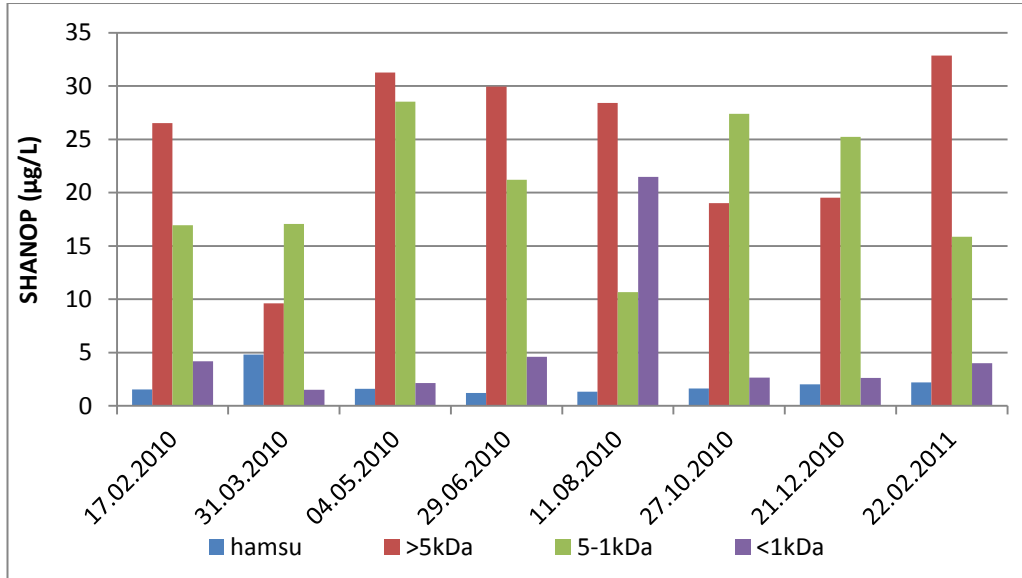
Şekil C.71: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



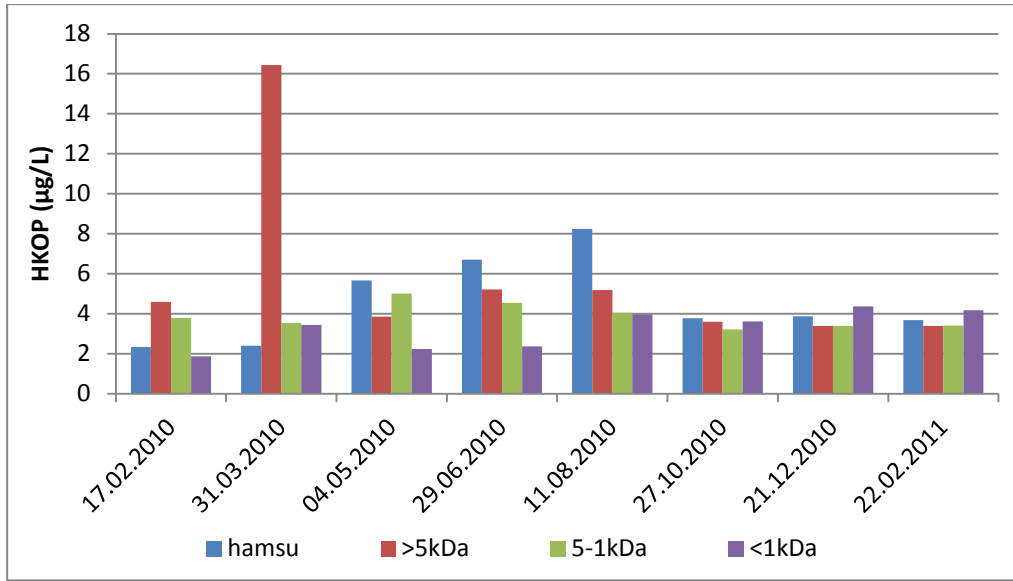
Şekil C.72: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



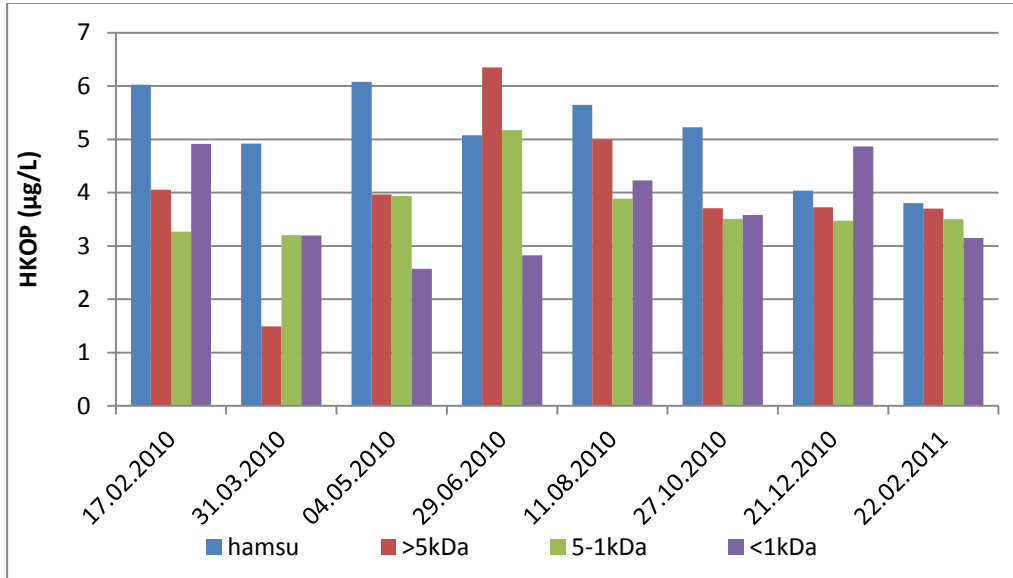
Şekil C.73: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



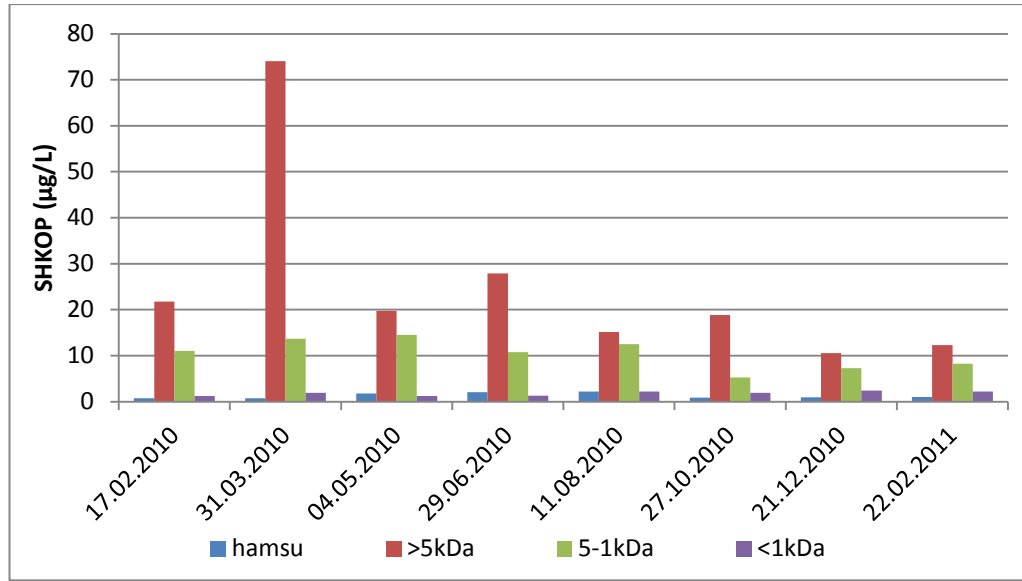
Şekil C.74: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHANOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



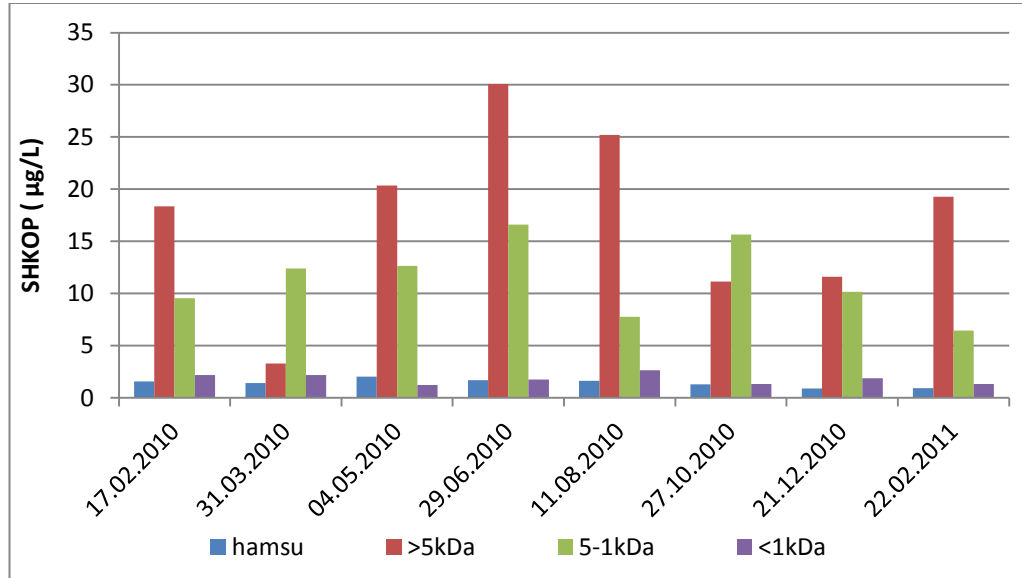
Şekil C.75: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



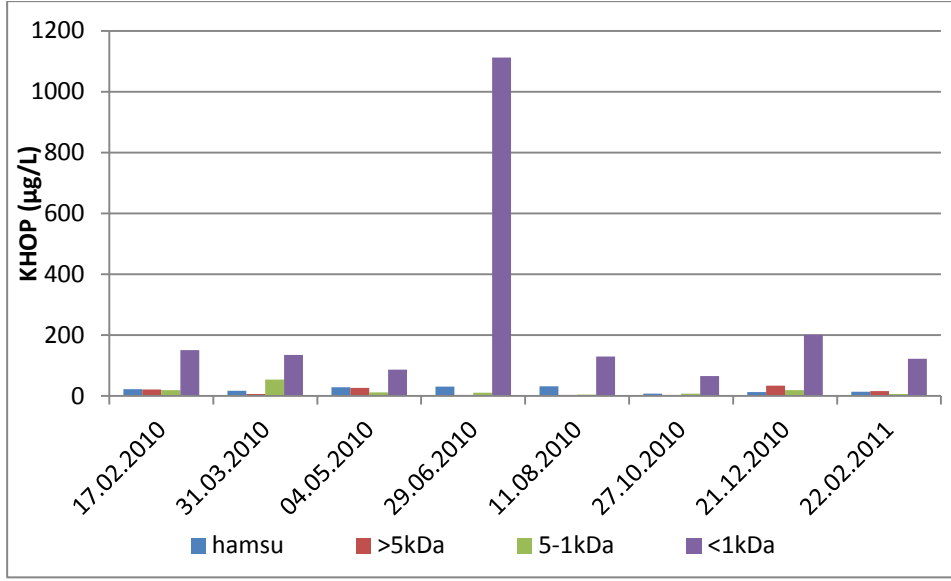
Şekil C.76: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için HKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



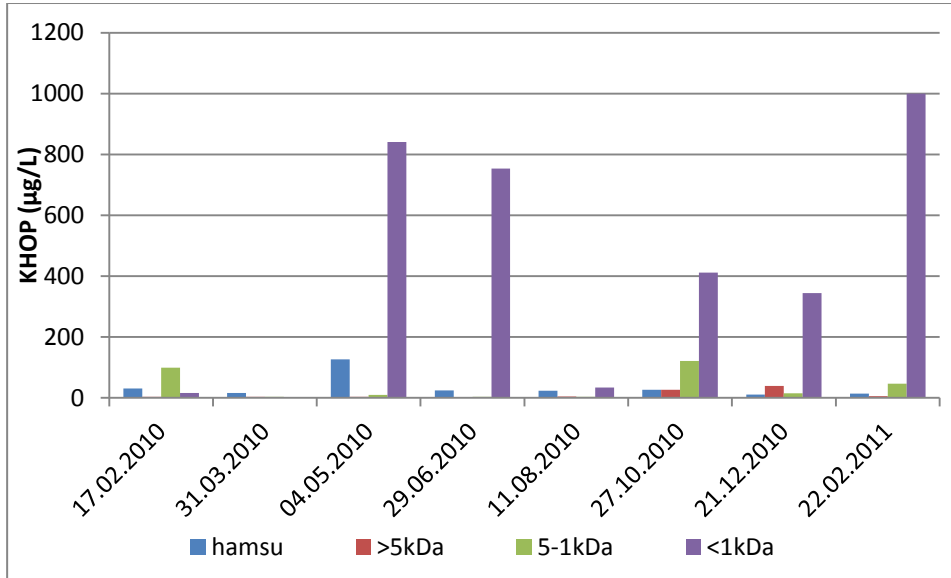
Şekil C.77: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



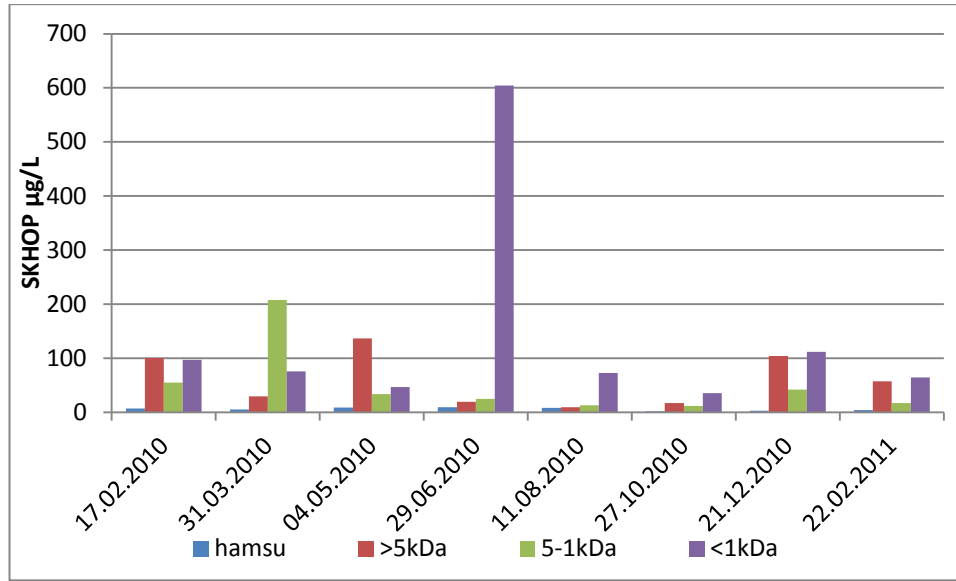
Şekil C.78: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SHKOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



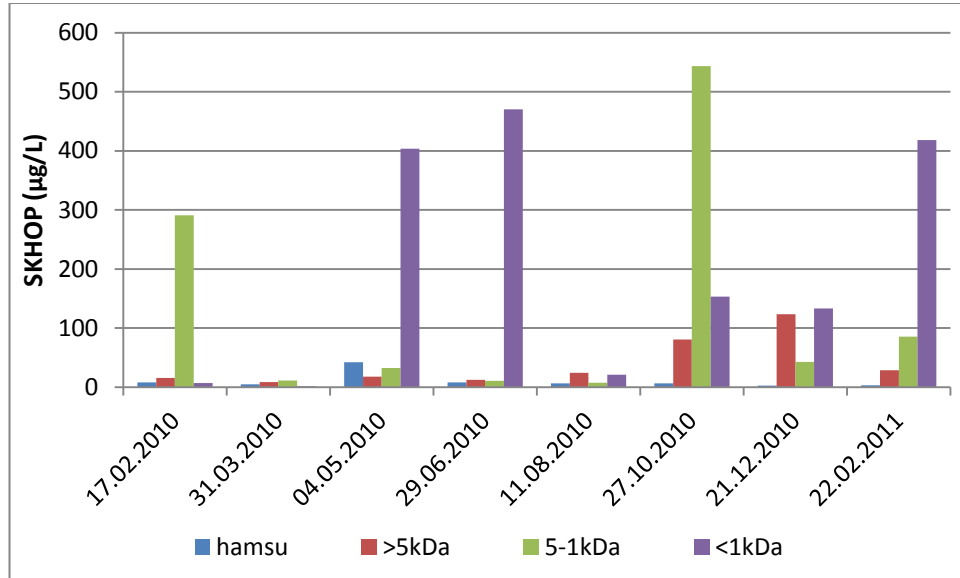
Şekil C.79: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



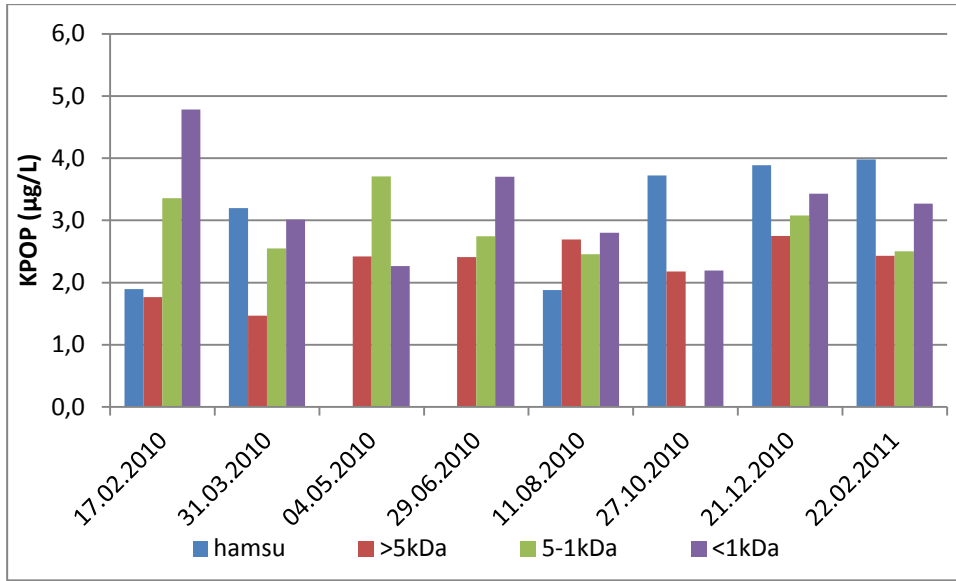
Şekil C.80: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



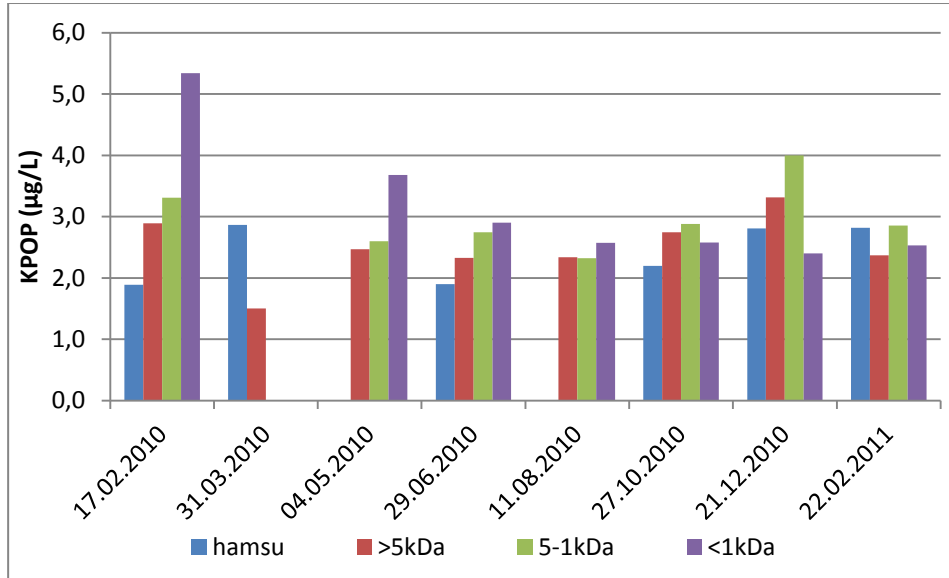
Şekil C.81: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



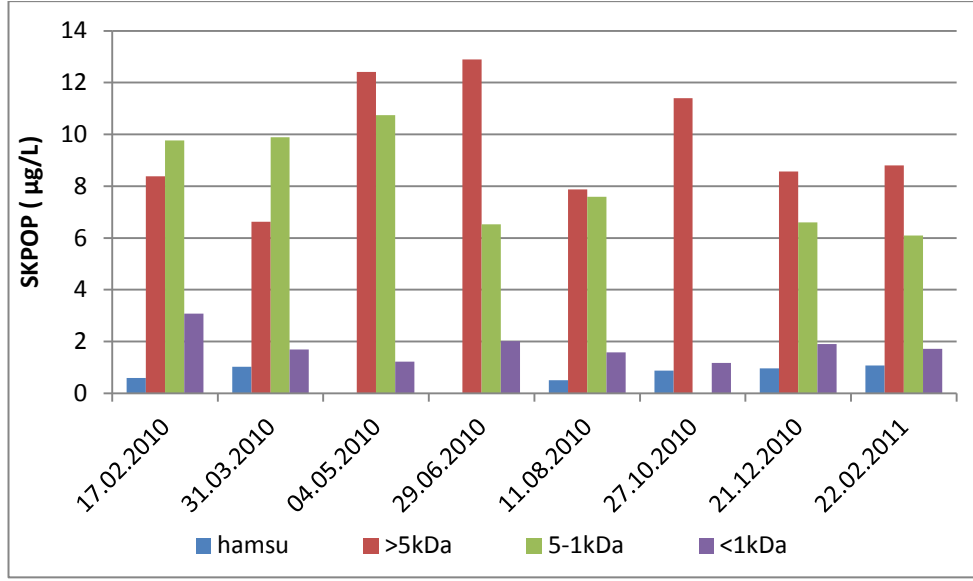
Şekil C.82: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKHOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



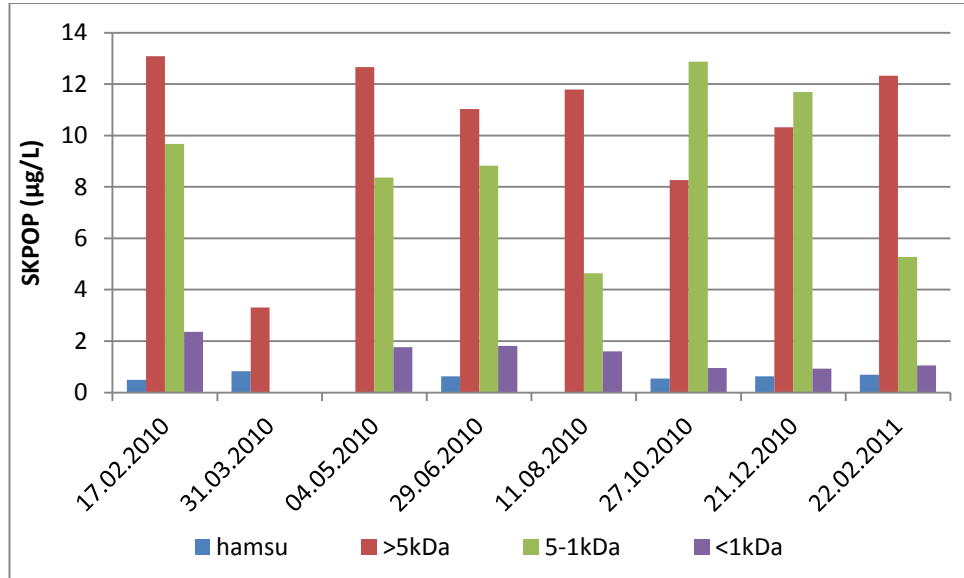
Şekil C.83: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



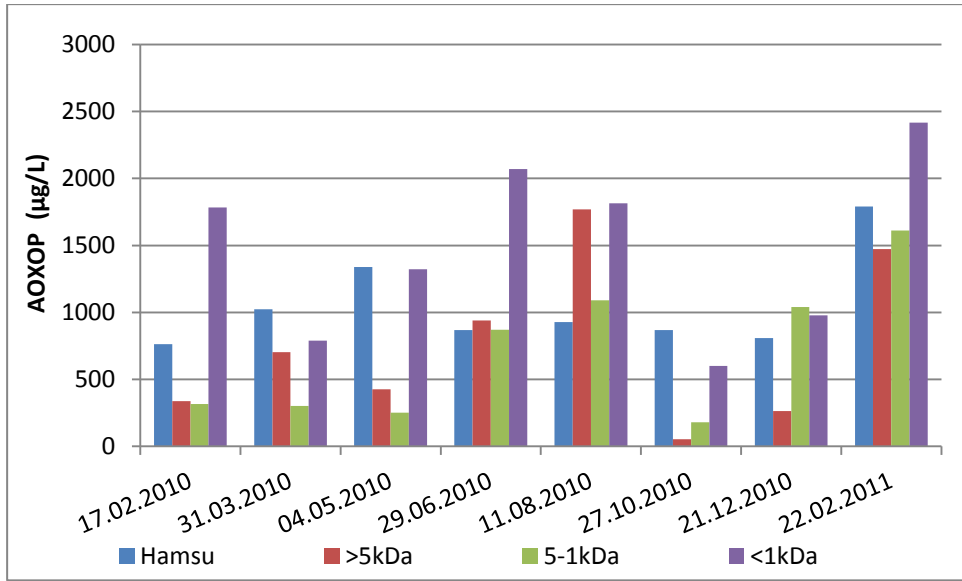
Şekil C.84: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için KPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



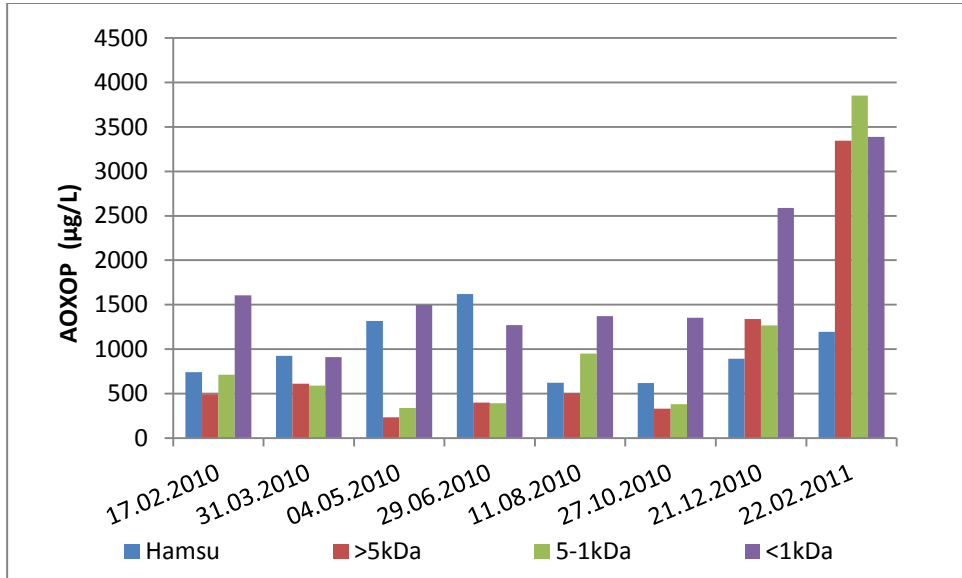
Şekil C.85: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



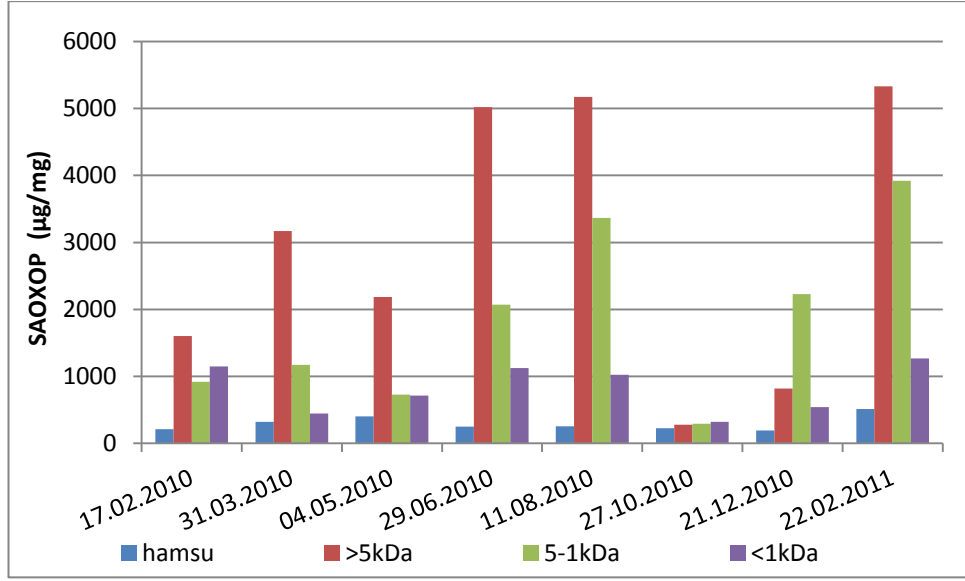
Şekil C.86: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SKPOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



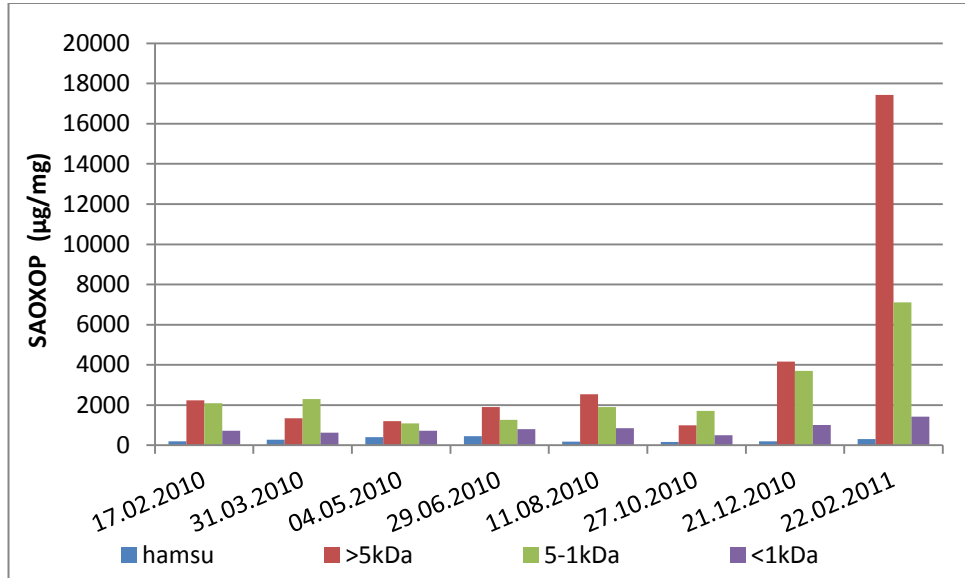
Şekil C.87: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



Şekil C.88: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için AOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



Şekil C.89: ÖM hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.



Şekil C.90: BÇ hamsuyu ve fraksiyonları için SAOXOP'nin örnekleme dönemindeki değişimi.

EK D: IBM SPSS 20’de Elde Edilen Pearson Korelasyon Katsayıları.

Çizelge D.1: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		pH	Cl	Br	SO ₄	sertlik	TKN	NH ₃	Org. N	alkalinite	iletkenlik	tuzluluk	TÇK	UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
pH	P.Corr.	1	-.139	-.233	.086	.214	.247	.044	.187	.353	.104	-.071	.176	.130	.231	-.130	.173	.126	.172	-.114	-.110	-.050	.015	.048	.078	-.224	-.118	-.311	-.339
	Sig.		.743	.579	.839	.611	.556	.917	.657	.391	.806	.867	.677	.759	.583	.759	.683	.766	.683	.789	.795	.906	.972	.910	.855	.593	.781	.454	.411
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Cl	P. Corr.	-.139	1	.335	.404	-.098	-.286	.670	-.511	.476	.594	.320	.628	.073	-.877**	.706	-.242	-.272	-.186	.808*	.823*	.612	-.538	-.857**	.813*	.752*	-.685	-.225	-.157
	Sig.	.743		.418	.321	.817	.492	.069	.195	.233	.121	.440	.096	.864	.004	.050	.564	.515	.659	.015	.012	.107	.169	.007	.014	.031	.061	.592	.710
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Br	P. Corr.	-.233	.335	1	-.004	-.333	.131	.181	.034	-.564	-.230	-.225	-.135	.809*	-.513	.335	.537	.556	.444	.631	.626	.385	-.241	-.278	.497	.323	-.123	.007	.107
	Sig.	.579	.418		.993	.420	.757	.668	.937	.145	.584	.591	.749	.015	.194	.417	.170	.152	.271	.094	.097	.346	.566	.504	.210	.436	.771	.987	.801
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SO ₄	P. Corr.	.086	.404	-.004	1	.853**	.044	.066	.010	.207	.859**	.871**	.872**	.127	-.252	.144	.020	-.031	-.493	-.048	-.021	-.185	-.492	-.101	.136	-.171	-.442	-.313	-.319
	Sig.	.839	.321	.993		.007	.917	.876	.982	.623	.006	.005	.765	.548	.734	.962	.942	.214	.910	.961	.661	.215	.811	.749	.685	.272	.450	.441	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
sertlik	P. Corr.	.214	-.098	-.333	.853**	1	.160	-.209	.218	.131	.639	.756*	.624	-.005	.226	-.274	.088	.043	-.436	-.504	-.482	-.554	-.225	.335	-.329	-.588	-.134	-.241	-.315
	Sig.	.611	.817	.420	.007		.705	.620	.604	.758	.088	.030	.098	.991	.590	.511	.835	.919	.280	.202	.226	.154	.592	.417	.426	.125	.752	.565	.447
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TKN	P. Corr.	.247	-.286	.131	.044	.160	1	-.209		-.208	-.134	-.196	-.133	.455	.034	-.251	.502	.475	.276	-.137	-.139	-.055	-.446	.037	-.206	-.331	-.176	-.457	-.380
	Sig.	.556	.492	.757	.917	.705		.619		.620	.751	.642	.753	.257	.936	.549	.205	.235	.508	.746	.743	.896	.268	.931	.624	.423	.676	.255	.354
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
NH ₃	P. Corr.	.044	.670	.181	.066	-.209	-.209	1		.589	.102	-.201	.136	.245	-.748*	.063	.199	.172	.428	.759*	.773*	.649	-.498	-.774*	.681	.423	-.710*	-.497	-.557
	Sig.	.917	.069	.668	.876	.620	.619			.124	.809	.632	.748	.559	.033	.883	.637	.684	.290	.029	.025	.082	.209	.024	.063	.297	.048	.211	.151
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
org.N	P. Corr.	.187	-.511	.034	.010	.218			1	-.413	-.153	-.080	-.166	.277	.334	-.234	.335	.323	.054	-.425	-.431	-.311	-.167	.347	-.450	-.447	.144	-.177	-.088
	Sig.	.657	.195	.937	.982	.604				.309	.718	.851	.695	.506	.418	.577	.417	.435	.899	.294	.286	.453	.693	.400	.263	.266	.734	.675	.836
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
alkalinite	P. Corr.	.353	.476	-.564	.207	.131	-.208	.589	-.413	1	.513	.169	.491	-.442	-.262	.155	-.431	-.484	-.188	.239	.250	.196	-.231	-.494	.253	.324	-.493	-.304	-.380
	Sig.	.391	.233	.145	.623	.758	.620	.124	.309		.194	.689	.217	.273	.531	.713	.286	.224	.656	.569	.550	.642	.582	.213	.546	.434	.215	.464	.353
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
iletkenlik	P. Corr.	.104	.594	-.230	.859**	.639	-.134	.102	-.153	.513	1	.892**	.989**	-.270	-.305	.454	-.443	-.497	-.740*	.045	.069	-.046	-.406	-.303	.243	.173	-.465	-.189	-.161
	Sig.	.806	.121	.584	.006	.088	.751	.809	.718	.194		.003	.000	.518	.463	.259	.272	.211	.036	.916	.871	.913	.319	.466	.562	.682	.246	.653	.704
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
tuzluluk	P. Corr.	-.071	.320	-.225	.871**	.756*	-.196	-.201	-.080	.169	.892**	1	.863**	-.291	-.080	.259	-.383	-.415	-.841**	-.263	-.238	-.238	-.257	.011	.031	-.121	-.237	-.066	-.039
	Sig.	.867	.440	.591	.005	.030	.642	.632	.851	.689	.003		.006	.485	.851	.536	.349	.307	.009	.529	.571	.571	.538	.979	.942	.775	.572	.877	.927
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TÇK	P. Corr.	.176	.628	-.135	.872**	.624	-.133	.136	-.166	.491	.989**	.863**	1	-.167	-.332	.494	-.375	-.431	-.672	.117	.140	-.027	-.400	-.318	.305	.204	-.469	-.185	-.155
	Sig.	.677	.096	.749	.005	.098	.753	.748	.695	.217	.000	.006		.692	.422	.214	.360	.287	.068	.783	.742	.950	.326	.443	.463	.629	.242	.661	.714
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
UV ₂₅₄	P. Corr.	.130	.073	.809*	.127	-.005	.455	.245	.277	-.442	-.270	-.291	-.167	1	-.334	-.119	.897**	.890**	.685	.412	.413	.197	-.371	-.117	.293	-.108	-.224	-.326	-.303
	Sig.	.759	.864	.015	.765	.991	.257	.559	.506	.273	.518	.485	.692		.418	.779	.003	.003	.061	.310	.309	.641	.366	.782	.481	.799	.594	.431	.466
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.1 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		pH	Cl	Br	SO ₄	sertlik	TKN	NH ₃	Org. N	alkalinite	iletkenlik	tuzluluk	TÇK	UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.231	-.877**	-.513	-.252	.226	.034	-.748*	.334	-.262	-.305	-.080	-.332	-.334	1	-.429	-.112	-.092	-.117	-.839**	-.857**	-.827*	.766*	.934**	-.878**	-.575	.830*	.508	.417
	Sig.	.583	.004	.194	.548	.590	.936	.033	.418	.531	.463	.851	.422	.418		.289	.791	.828	.783	.009	.007	.011	.027	.001	.004	.136	.011	.199	.304
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	-.130	.706	.335	.144	-.274	-.251	.063	-.234	.155	.454	.259	.494	-.119	-.429	1	-.543	-.550	-.406	.568	.561	.259	-.019	-.453	.472	.860**	-.090	.361	.491
	Sig.	.759	.050	.417	.734	.511	.549	.883	.577	.713	.259	.536	.214	.779	.289		.164	.158	.318	.142	.148	.535	.964	.259	.238	.006	.832	.380	.216
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.173	-.242	.537	.020	.088	.502	.199	.335	-.431	-.443	-.383	-.375	.897**	-.112	-.543	1	.997**	.775*	.115	.119	.087	-.320	.073	.063	-.458	-.170	-.456	-.490
	Sig.	.683	.564	.170	.962	.835	.205	.637	.417	.286	.272	.349	.360	.003	.791	.164		.000	.024	.786	.779	.837	.439	.863	.883	.253	.687	.256	.217
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.126	-.272	.556	-.031	.043	.475	.172	.323	-.484	-.497	-.415	-.431	.890**	-.092	-.550	.997**	1	.786*	.106	.108	.086	-.277	.101	.046	-.457	-.122	-.411	-.444
	Sig.	.766	.515	.152	.942	.919	.235	.684	.435	.224	.211	.307	.287	.003	.828	.158		.000	.021	.803	.799	.840	.507	.813	.913	.255	.774	.312	.271
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.172	-.186	.444	-.493	-.436	.276	.428	.054	-.188	-.740*	-.841**	-.672	.685	-.117	-.406	.775*	.786*	1	.375	.362	.258	-.034	-.079	.125	-.063	-.030	-.226	-.289
	Sig.	.683	.659	.271	.214	.280	.508	.290	.899	.656	.036	.009	.068	.061	.783	.318	.024	.021	.021	.361	.378	.537	.936	.852	.767	.881	.943	.591	.487
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.114	.808*	.631	-.048	-.504	-.137	.759*	-.425	.239	.045	-.263	.117	.412	-.839**	.568	.115	.106	.375	1	.999**	.704	-.384	-.809*	.798*	.799*	-.505	-.149	-.095
	Sig.	.789	.015	.094	.910	.202	.746	.029	.294	.569	.916	.529	.783	.310	.009	.142	.786	.803	.361	.000	.051	.348	.015	.018	.017	.201	.725	.822	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.110	.823*	.626	-.021	-.482	-.139	.773*	-.431	.250	.069	-.238	.140	.413	-.857**	.561	.119	.108	.362	.999**	1	.718*	-.412	-.825*	.816*	.788*	-.536	-.179	-.124
	Sig.	.795	.012	.097	.961	.226	.743	.025	.286	.550	.871	.571	.742	.309	.007	.148	.779	.799	.378	.000	.045	.310	.012	.014	.020	.171	.672	.769	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	-.050	.612	.385	-.185	-.554	-.055	.649	-.311	.196	-.046	-.238	-.027	.197	-.827*	.259	.087	.086	.258	.704	.718*	1	-.585	-.885**	.891**	.486	-.713*	-.535	-.420
	Sig.	.906	.107	.346	.661	.154	.896	.082	.453	.642	.913	.571	.950	.641	.011	.535	.837	.840	.537	.051	.045		.127	.004	.003	.223	.047	.171	.300
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HK	P. Corr.	.015	-.538	-.241	-.492	-.225	-.446	-.498	-.167	-.231	-.406	-.257	-.400	-.371	.766*	-.019	-.320	-.277	-.034	-.384	-.412	-.585	1	.706	-.567	-.033	.927**	.864**	.777*
	Sig.	.972	.169	.566	.215	.592	.268	.209	.693	.582	.319	.538	.326	.366	.027	.964	.439	.507	.936	.348	.310	.127		.050	.143	.938	.001	.006	.023
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.048	-.857**	-.278	-.101	.335	.037	-.774*	.347	-.494	-.303	.011	-.318	-.117	.934**	-.453	.073	.101	-.079	-.809*	-.825*	-.885**	.706	1	-.878**	-.650	.845**	.534	.442
	Sig.	.910	.007	.504	.811	.417	.931	.024	.400	.213	.466	.979	.443	.782	.001	.259	.863	.813	.852	.015	.012	.004	.050		.004	.081	.008	.173	.273
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.078	.813*	.497	.136	-.329	-.206	.681	-.450	.253	.243	.031	.305	.293	-.878**	.472	.063	.046	.125	.798*	.816*	.891**	-.567	-.878**	1	.565	-.734*	-.446	-.344
	Sig.	.855	.014	.210	.749	.426	.624	.063	.263	.546	.562	.942	.463	.481	.004	.238	.883	.913	.767	.018	.014	.003	.143	.004		.144	.038	.268	.404
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.224	.752*	.323	-.171	-.588	-.331	.423	-.447	.324	.173	-.121	.204	-.108	-.575	.860**	-.458	-.457	-.063	.799*	.788*	.486	-.033	-.650	.565	1	-.182	.278	.358
	Sig.	.593	.031	.436	.685	.125	.423	.297	.266	.434	.682	.775	.629	.799	.136	.006	.253	.255	.881	.017	.020	.223	.938	.081	.144		.666	.506	.383
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	-.118	-.685	-.123	-.442	-.134	-.176	-.710*	.144	-.493	-.465	-.237	-.469	-.224	.830*	-.090	-.170	-.122	-.030	-.505	-.536	-.713*	.927**	.845**	-.734*	-.182	1	.860**	.804*
	Sig.	.781	.061	.771	.272	.752	.676	.048	.734	.215	.246	.572	.242	.594	.011	.832	.687	.774	.943	.201	.171	.047	.001	.008	.038	.666		.006	.016
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.311	-.225	.007	-.313	-.241	-.457	-.497	-.177	-.304	-.189	-.066	-.185	-.326	.508	.361	-.456	-.411	-.226	-.149	-.179	-.535	.864**	.534	-.446	.278	.860**	1	.971**
	Sig.	.454	.592	.987	.450	.565	.255	.211	.675	.464	.653	.877	.661	.431	.199	.380	.256	.312	.591	.725	.672	.171	.006	.173	.268	.506	.006		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.339	-.157	.107	-.319	-.315	-.380	-.557	-.088	-.380	-.161	-.039	-.155	-.303	.417	.491	-.490	-.444	-.289	-.095	-.124	-.420	.777*	.442	-.344	.358	.804*	.971**	1
	Sig.	.411	.710	.801	.441	.447	.354	.151	.836	.353	.704	.927	.714	.466	.304	.216	.217	.271	.487	.822	.769	.300	.023	.273	.404	.383	.016	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.2: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		pH	Cl	Br	SO ₄	sertlik	TKN	NH ₃	Org. N	alkalinite	iletkenlik	tuzluluk	TÇK	UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
pH	P. Corr.	1	.143	.064	.404	.004	-.368	.552	-.634	.237	.021	.212	-.313	-.192	-.368	-.431	.016	.048	.383	-.111	-.063	.248	-.263	.281	-.113	.106	-.009	.081	.115
	Sig.		.736	.880	.321	.992	.370	.156	.092	.571	.961	.614	.451	.648	.370	.287	.970	.910	.348	.793	.881	.553	.528	.500	.789	.803	.982	.849	.786
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Cl	P. Corr.	.143	1	.515	.257	-.338	-.210	.647	-.543	.435	.923**	.830*	.794*	-.094	-.700	.716*	-.430	-.399	-.221	.605	.718*	-.015	-.707*	-.432	.401	.605	-.563	.253	.222
	Sig.	.736		.191	.539	.413	.617	.083	.165	.282	.001	.011	.019	.826	.053	.046	.287	.328	.598	.112	.045	.971	.050	.285	.325	.112	.146	.545	.598
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Br	P. Corr.	.064	.515	1	-.077	.465	.086	.339	-.110	-.350	.711*	.695	.550	.583	-.654	.640	.289	.317	.376	.894**	.893**	.020	-.771*	-.225	.404	.794*	-.140	.512	.397
	Sig.	.880	.191		.857	.246	.840	.412	.795	.395	.048	.056	.158	.129	.079	.087	.488	.444	.359	.003	.003	.962	.025	.592	.321	.019	.741	.194	.330
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SO ₄	P. Corr.	.404	.257	-.077	1	-.385	-.188	.277	-.320	.087	.234	.031	.129	-.450	-.540	-.254	-.379	-.412	-.380	-.099	-.015	-.107	-.021	-.116	-.435	-.148	-.382	-.306	-.143
	Sig.	.321	.539	.857		.346	.656	.507	.439	.837	.577	.941	.760	.263	.167	.544	.354	.310	.354	.816	.973	.801	.961	.785	.282	.726	.350	.461	.736
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
sertlik	P. Corr.	.004	-.338	.465	-.385	1	.198	.025	.162	-.372	-.103	.121	-.101	.707*	-.041	-.111	.753*	.743*	.759*	.117	.062	-.111	-.120	.119	.162	.047	.322	.170	.035
	Sig.	.992	.413	.246	.346		.638	.954	.701	.365	.808	.774	.811	.050	.922	.794	.031	.035	.029	.782	.884	.794	.777	.779	.702	.912	.437	.688	.935
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TKN	P. Corr.	-.368	-.210	.086	-.188	.198	1	.106		-.194	-.126	-.264	.138	.674	-.103	.177	.582	.497	-.380	.222	.169	.596	-.103	-.279	.469	-.053	.102	.057	-.183
	Sig.	.370	.617	.840	.656	.638		.803		.646	.767	.527	.745	.067	.808	.675	.130	.210	.353	.598	.688	.119	.808	.504	.241	.901	.810	.893	.665
	N	8	8	8	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
NH ₃	P. Corr.	.552	.647	.339	.277	.025	.106	1		.621	.565	.666	.466	.214	-.701	.186	.120	.115	-.013	.267	.372	.297	-.590	-.193	.443	.309	-.262	.234	.089
	Sig.	.156	.083	.412	.507	.954	.803			.101	.144	.072	.244	.611	.053	.658	.778	.785	.976	.523	.365	.475	.124	.646	.272	.457	.532	.578	.834
	N	8	8	8	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
org.N	P. Corr.	-.634	-.543	-.110	-.320	.162			1	-.512	-.423	-.602	-.131	.486	.293	.057	.455	.381	-.336	.052	-.053	.371	.232	-.144	.178	-.217	.234	-.077	-.213
	Sig.	.092	.165	.795	.439	.701				.195	.297	.115	.756	.222	.481	.893	.258	.352	.416	.903	.902	.366	.581	.734	.674	.605	.576	.856	.613
	N	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
alkalinite	P. Corr.	.237	.435	-.350	.087	-.372	-.194	.621	-.512	1	.233	.379	.288	-.274	-.032	-.035	-.252	-.234	-.254	-.299	-.191	-.060	.039	.026	.128	-.105	-.110	.025	.004
	Sig.	.571	.282	.395	.837	.365	.646	.101	.195		.579	.354	.490	.511	.941	.934	.547	.577	.543	.471	.651	.887	.927	.950	.763	.804	.795	.954	.993
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
iletkenlik	P. Corr.	.021	.923**	.711*	.234	-.103	-.126	.565	-.423	.233	1	.904**	.908**	.159	-.703	.740*	-.189	-.150	-.122	.761*	.842**	-.197	-.653	-.298	.281	.742*	-.361	.449	.421
	Sig.	.961	.001	.048	.577	.808	.767	.144	.297	.579		.002	.002	.707	.052	.036	.655	.723	.773	.028	.009	.640	.079	.473	.501	.035	.379	.265	.299
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
tuzluluk	P. Corr.	.212	.830*	.695	.031	.121	-.264	.666	-.602	.379	.904**	1	.765*	.246	-.566	.568	-.005	.060	.209	.633	.707*	-.260	-.601	-.059	.278	.744*	-.144	.578	.529
	Sig.	.614	.011	.056	.941	.774	.527	.072	.115	.354	.002		.027	.557	.143	.142	.990	.888	.619	.092	.050	.534	.115	.889	.505	.034	.734	.133	.178
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TÇK	P. Corr.	-.313	.794*	.550	.129	-.101	.138	.466	-.131	.288	.908**	.765*	1	.278	-.535	.759*	-.085	-.073	-.349	.666	.734*	-.235	-.448	-.346	.305	.574	-.277	.397	.332
	Sig.	.451	.019	.158	.760	.811	.745	.244	.756	.490	.002	.027		.505	.171	.029	.842	.864	.397	.071	.038	.576	.266	.402	.462	.136	.506	.331	.421
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
UV ₂₅₄	P. Corr.	-.192	-.094	.583	-.450	.707*	.674	.214	.486	-.274	.159	.246	.278	1	-.144	.267	.891**	.880**	.270	.522	.447	.218	-.267	.071	.412	.413	.421	.564	.326
	Sig.	.648	.826	.129	.263	.050	.067	.611	.222	.511	.707	.557	.505		.734	.523	.003	.004	.517	.185	.267	.603	.522	.867	.310	.309	.299	.146	.431
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	-.368	-.700	-.540	-.041	-.103	-.701	.293	-.032	-.703	-.566	-.535	-.144	1	-.425	.091		.124	.063	-.566	-.662	-.259	.819*	.557	-.401	-.387	.626	-.003	.081
	Sig.	.370	.053	.079	.167	.922	.808	.053	.481	.941	.052	.143	.171	.734		.294	.830	.770	.883	.144	.074	.536	.013	.152	.325	.344	.097	.994	.848
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.2 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ hamsuyuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		pH	Cl	Br	SO ₄	sertlik	TKN	NH ₃	Org. N	alkalinite	iletkenlik	tuzluluk	TÇK	UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
ÇOK	P. Corr.	-.431	.716*	.640	-.254	-.111	.177	.186	.057	-.035	.740*	.568	.759*	.267	-.425	1	-.192	-.180	-.216	.813*	.843**	.102	-.680	-.577	.641	.648	-.434	.298	.172
	Sig.	.287	.046	.087	.544	.794	.675	.658	.893	.934	.036	.142	.029	.523	.294	.649	.670	.607	.014	.009	.809	.063	.134	.087	.082	.282	.473	.684	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.016	-.430	.289	-.379	.753*	.582	.120	.455	-.252	-.189	-.005	-.085	.891**	.091	-.192	1	.991**	.390	.160	.064	.176	.057	.390	.113	.153	.673	.484	.303
	Sig.	.970	.287	.488	.354	.031	.130	.778	.258	.547	.655	.990	.842	.003	.830	.649	.000	.339	.705	.880	.677	.894	.340	.790	.717	.067	.225	.466	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.048	-.399	.317	-.412	.743*	.497	.115	.381	-.234	-.150	.060	-.073	.880**	.124	-.180	.991**	1	.442	.193	.094	.118	.062	.475	.071	.236	.733*	.577	.413
	Sig.	.910	.328	.444	.310	.035	.210	.785	.352	.577	.723	.888	.864	.004	.770	.670	.000	.273	.647	.826	.781	.884	.234	.866	.573	.038	.134	.309	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
AOX	P. Corr.	.383	-.221	.376	-.380	.759*	-.380	-.013	-.336	-.254	-.122	.209	-.349	.270	.063	-.216	.390	.442	1	.014	-.024	-.187	-.152	.326	.000	.159	.286	.200	.178
	Sig.	.348	.598	.359	.354	.029	.353	.976	.416	.543	.773	.619	.397	.517	.883	.607	.339	.273	.973	.955	.657	.720	.430	.999	.707	.493	.635	.674	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
TCM	P. Corr.	-.111	.605	.894**	-.099	.117	.222	.267	.052	-.299	.761*	.633	.666	.522	-.566	.813*	.160	.193	.014	1	.987**	.143	-.725*	-.245	.433	.899**	-.128	.616	.502
	Sig.	.793	.112	.003	.816	.782	.598	.523	.903	.471	.028	.092	.071	.185	.144	.014	.705	.647	.973	.000	.735	.042	.558	.284	.002	.762	.104	.204	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
THM	P. Corr.	-.063	.718*	.893**	-.015	.062	.169	.372	-.053	-.191	.842**	.707*	.734*	.447	-.662	.843**	.064	.094	-.024	.987**	1	.133	-.789*	-.331	.470	.880**	-.250	.554	.444
	Sig.	.881	.045	.003	.973	.884	.688	.365	.902	.651	.009	.050	.038	.267	.074	.009	.880	.826	.955	.000	.754	.020	.424	.240	.004	.550	.154	.271	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
HAN	P. Corr.	.248	-.015	.020	-.107	-.111	.596	.297	.371	-.060	-.197	-.260	-.235	.218	-.259	.102	.176	.118	-.187	.143	.133	1	-.448	-.364	.638	-.005	-.223	-.111	-.327
	Sig.	.553	.971	.962	.801	.794	.119	.475	.366	.887	.640	.534	.576	.603	.536	.809	.677	.781	.657	.735	.754	.265	.375	.088	.991	.596	.794	.429	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
HK	P. Corr.	-.263	-.707*	-.771*	-.021	-.120	-.103	-.590	.232	.039	-.653	-.601	-.448	-.267	.819*	-.680	.057	.062	-.152	-.725*	-.789*	-.448	1	.604	-.742*	-.578	.586	-.149	.021
	Sig.	.528	.050	.025	.961	.777	.808	.124	.581	.927	.079	.115	.266	.522	.013	.063	.894	.884	.720	.042	.020	.265	.113	.035	.134	.127	.725	.960	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
KH	P. Corr.	.281	-.432	-.225	-.116	.119	-.279	-.193	-.144	.026	-.298	-.059	-.346	.071	.557	-.577	.390	.475	.326	-.245	-.331	-.364	.604	1	-.679	.118	.899**	.548	.676
	Sig.	.500	.285	.592	.785	.779	.504	.646	.734	.950	.473	.889	.402	.867	.152	.134	.340	.234	.430	.558	.424	.375	.113	.064	.780	.002	.160	.066	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
KP	P. Corr.	-.113	.401	.404	-.435	.162	.469	.443	.178	.128	.281	.278	.305	.412	-.401	.641	.113	.071	.000	.433	.470	.638	-.742*	-.679	1	.229	-.451	-.005	-.291
	Sig.	.789	.325	.321	.282	.702	.241	.272	.674	.763	.501	.505	.462	.310	.325	.087	.790	.866	.999	.284	.240	.088	.035	.064	.586	.262	.991	.484	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
DCAA	P. Corr.	.106	.605	.794*	-.148	.047	-.053	.309	-.217	-.105	.742*	.744*	.574	.413	-.387	.648	.153	.236	.159	.899**	.880**	-.005	-.578	.118	.229	1	.123	.838**	.784*
	Sig.	.803	.112	.019	.726	.912	.901	.457	.605	.804	.035	.034	.136	.309	.344	.082	.717	.573	.707	.002	.004	.991	.134	.780	.586	.771	.009	.021	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
TCAA	P. Corr.	-.009	-.563	-.140	-.382	.322	.102	-.262	.234	-.110	-.361	-.144	-.277	.421	.626	-.434	.673	.733*	.286	-.128	-.250	-.223	.586	.899**	-.451	.123	1	.612	.632
	Sig.	.982	.146	.741	.350	.437	.810	.532	.576	.795	.379	.734	.506	.299	.097	.282	.067	.038	.493	.762	.550	.596	.127	.002	.262	.771	.106	.093	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
HAA ₅	P. Corr.	.081	.253	.512	-.306	.170	.057	.234	-.077	.025	.449	.578	.397	.564	-.003	.298	.484	.577	.200	.616	.554	-.111	-.149	.548	-.005	.838**	.612	1	.947**
	Sig.	.849	.545	.194	.461	.688	.893	.578	.856	.954	.265	.133	.331	.146	.994	.473	.225	.134	.635	.104	.154	.794	.725	.160	.991	.009	.106	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
HAA ₉	P. Corr.	.115	.222	.397	-.143	.035	-.183	.089	-.213	.004	.421	.529	.332	.326	.081	.172	.303	.413	.178	.502	.444	-.327	.021	.676	-.291	.784*	.632	.947**	1
	Sig.	.786	.598	.330	.736	.935	.665	.834	.613	.993	.299	.178	.421	.431	.848	.684	.466	.309	.674	.204	.271	.429	.960	.066	.484	.021	.093	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	

Çizelge D.3: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	,715*	.697	,714*	,753*	,780*	-.172	-.154	,743*	,823*	-.178	.650	-.114	.155	.173	.264
	Sig.		.046	.054	.047	.031	.022	.684	.717	.035	.012	.673	.081	.788	.714	.682	.528
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	,715*	1	.549	.505	.542	.234	-.374	-.304	.647	.397	-.612	.591	-.472	-.229	-.309	-.238
	Sig.	.046		.158	.202	.165	.577	.362	.465	.083	.331	.107	.123	.238	.585	.456	.571
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.697	.549	1	.016	.137	.666	.087	.204	.357	.496	-.053	.456	.136	.243	.128	.121
	Sig.	.054	.158		.969	.746	.072	.837	.629	.385	.211	.901	.257	.749	.562	.762	.775
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	,714*	.505	.016	1	,956**	.387	-.244	-.311	.655	.562	-.133	.386	-.262	.075	.183	.315
	Sig.	.047	.202	.969		.000	.344	.560	.454	.078	.147	.753	.344	.531	.860	.664	.447
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	,753*	.542	.137	,956**	1	.487	-.123	-.177	.547	.530	-.030	.319	-.193	.204	.263	.367
	Sig.	.031	.165	.746	.000		.221	.772	.675	.161	.176	.943	.441	.647	.629	.529	.371
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	,780*	.234	.666	.387	.487	1	.147	.129	.320	,803*	.245	.365	.315	.296	.342	.359
	Sig.	.022	.577	.072	.344	.221		.729	.761	.439	.016	.558	.374	.448	.477	.407	.382
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.172	-.374	.087	-.244	-.123	.147	1	,979**	-.343	-.426	,874**	-.253	,932**	,777*	,753*	.656
	Sig.	.684	.362	.837	.560	.772	.729		.000	.406	.292	.005	.545	.001	.023	.031	.077
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.154	-.304	.204	-.311	-.177	.129	,979**	1	-.368	-.452	,838**	-.288	,900**	,772*	,707*	.607
	Sig.	.717	.465	.629	.454	.675	.761	.000		.370	.261	.009	.489	.002	.025	.050	.111
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	,743*	.647	.357	.655	.547	.320	-.343	-.368	1	.622	-.458	,914**	-.303	-.020	.061	.183
	Sig.	.035	.083	.385	.078	.161	.439	.406	.370		.100	.254	.001	.466	.963	.887	.665
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge C.3 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	,823*	.397	.496	.562	.530	,803*	-.426	-.452	.622	1	-.273	.589	-.209	-.148	-.049	.041
	Sig.	.012	.331	.211	.147	.176	.016	.292	.261	.100		.514	.125	.619	.727	.908	.924
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	-.178	-.612	-.053	-.133	-.030	.245	,874**	,838**	-.458	-.273	1	-.471	,873**	,802*	,823*	,751*
	Sig.	.673	.107	.901	.753	.943	.558	.005	.009	.254	.514		.239	.005	.017	.012	.032
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.650	.591	.456	.386	.319	.365	-.253	-.288	,914**	.589	-.471	1	-.192	-.063	-.003	.070
	Sig.	.081	.123	.257	.344	.441	.374	.545	.489	.001	.125	.239		.648	.882	.995	.869
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.114	-.472	.136	-.262	-.193	.315	,932**	,900**	-.303	-.209	,873**	-.192	1	.668	.700	.612
	Sig.	.788	.238	.749	.531	.647	.448	.001	.002	.466	.619	.005	.648		.070	.053	.107
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.155	-.229	.243	.075	.204	.296	,777*	,772*	-.020	-.148	,802*	-.063	.668	1	,968**	,936**
	Sig.	.714	.585	.562	.860	.629	.477	.023	.025	.963	.727	.017	.882	.070		.000	.001
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	.173	-.309	.128	.183	.263	.342	,753*	,707*	.061	-.049	,823*	-.003	.700	,968**	1	,987**
	Sig.	.682	.456	.762	.664	.529	.407	.031	.050	.887	.908	.012	.995	.053	.000		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	.264	-.238	.121	.315	.367	.359	.656	.607	.183	.041	,751*	.070	.612	,936**	,987**	1
	Sig.	.528	.571	.775	.447	.371	.382	.077	.111	.665	.924	.032	.869	.107	.001	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.4: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ TFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.312	.685	.971**	.917**	.095	-.143	-.318	.214	.467	-.083	-.107	-.110	-.125	-.106	-.063
	Sig.		.452	.061	.000	.001	.822	.736	.443	.612	.244	.846	.800	.795	.768	.803	.882
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.312	1	.764*	.121	-.006	-.002	.210	-.083	.468	.445	-.346	.150	.209	.046	.244	.327
	Sig.	.452		.027	.776	.989	.995	.618	.845	.243	.269	.402	.722	.620	.914	.560	.429
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.685	.764*	1	.516	.357	.276	.309	-.078	.467	.608	-.018	.144	.370	.304	.390	.451
	Sig.	.061	.027		.191	.386	.509	.457	.855	.243	.110	.965	.734	.367	.465	.339	.262
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.971**	.121	.516	1	.982**	.017	-.188	-.262	.033	.287	-.050	-.251	-.180	-.179	-.184	-.174
	Sig.	.000	.776	.191		.000	.968	.655	.530	.938	.491	.907	.549	.670	.671	.663	.681
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.917**	-.006	.357	.982**	1	-.006	-.264	-.265	-.065	.188	-.053	-.332	-.246	-.252	-.259	-.258
	Sig.	.001	.989	.386	.000		.989	.527	.525	.878	.655	.900	.422	.556	.547	.536	.538
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.095	-.002	.276	.017	-.006	1	.405	.152	.259	.386	.614	.135	.696	.670	.628	.673
	Sig.	.822	.995	.509	.968	.989		.320	.720	.535	.345	.105	.750	.055	.069	.095	.068
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.143	.210	.309	-.188	-.264	.405	1	.892**	-.041	-.286	.738*	-.059	.802*	.902**	.802*	.696
	Sig.	.736	.618	.457	.655	.527	.320		.003	.923	.492	.037	.889	.017	.002	.017	.055
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.318	-.083	-.078	-.262	-.265	.152	.892**	1	-.359	-.670	.703	-.301	.615	.731*	.617	.456
	Sig.	.443	.845	.855	.530	.525	.720	.003		.382	.069	.052	.469	.104	.039	.103	.256
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.214	.468	.467	.033	-.065	.259	-.041	-.359	1	.826*	-.056	.813*	-.032	.093	.113	.295
	Sig.	.612	.243	.243	.938	.878	.535	.923	.382		.012	.896	.014	.939	.827	.790	.478
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HK	P. Corr.	.467	.445	.608	.287	.188	.386	-.286	-.670	.826*	1	-.225	.611	-.035	-.062	.012	.203
	Sig.	.244	.269	.110	.491	.655	.345	.492	.069	.012		.593	.108	.934	.885	.977	.629
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge C.4 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ TFI fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
KH	P. Corr.	-.083	-.346	-.018	-.050	-.053	.614	.738*	.703	-.056	-.225	1	.093	.557	.800*	.525	.427
	Sig.	.846	.402	.965	.907	.900	.105	.037	.052	.896	.593		.826	.151	.017	.182	.292
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	-.107	.150	.144	-.251	-.332	.135	-.059	-.301	.813*	.611	.093	1	-.217	.028	-.132	-.006
	Sig.	.800	.722	.734	.549	.422	.750	.889	.469	.014	.108	.826		.606	.947	.755	.988
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.110	.209	.370	-.180	-.246	.696	.802*	.615	-.032	-.035	.557	-.217	1	.906**	.968**	.922**
	Sig.	.795	.620	.367	.670	.556	.055	.017	.104	.939	.934	.151	.606		.002	.000	.001
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	-.125	.046	.304	-.179	-.252	.670	.902**	.731*	.093	-.062	.800*	.028	.906**	1	.918**	.857**
	Sig.	.768	.914	.465	.671	.547	.069	.002	.039	.827	.885	.017	.947	.002		.001	.006
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.106	.244	.390	-.184	-.259	.628	.802*	.617	.113	.012	.525	-.132	.968**	.918**	1	.976**
	Sig.	.803	.560	.339	.663	.536	.095	.017	.103	.790	.977	.182	.755	.000	.001		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.063	.327	.451	-.174	-.258	.673	.696	.456	.295	.203	.427	-.006	.922**	.857**	.976**	1
	Sig.	.882	.429	.262	.681	.538	.068	.055	.256	.478	.629	.292	.988	.001	.006	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.5: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.416	.452	.835**	.652	.643	-.205	.061	.365	.337	-.207	.472	-.218	-.258	-.289	-.268
	Sig.		.305	.261	.010	.080	.085	.627	.886	.374	.414	.622	.238	.603	.537	.488	.521
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.416	1	.267	.335	.331	.447	.390	.808*	.133	.049	.254	.455	.533	.172	.442	.474
	Sig.	.305		.523	.418	.424	.267	.340	.015	.753	.909	.544	.257	.173	.684	.273	.236
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.452	.267	1	-.105	-.304	.177	-.013	.131	.409	.689	-.720*	.831*	-.451	-.215	-.296	-.278
	Sig.	.261	.523		.805	.464	.675	.975	.756	.315	.059	.044	.011	.262	.609	.477	.505
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.835**	.335	-.105	1	.898**	.606	-.131	.058	.133	-.004	.245	.011	.085	-.089	-.071	-.060
	Sig.	.010	.418	.805		.002	.111	.757	.892	.753	.993	.559	.979	.842	.834	.867	.889
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.652	.331	-.304	.898**	1	.679	-.076	-.075	.066	-.107	.471	-.052	.239	.088	.069	.031
	Sig.	.080	.424	.464	.002		.064	.858	.859	.876	.800	.239	.902	.569	.835	.871	.942
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.643	.447	.177	.606	.679	1	.075	-.028	.601	.333	.321	.436	.346	.239	.293	.316
	Sig.	.085	.267	.675	.111	.064		.861	.947	.115	.420	.438	.280	.401	.568	.482	.446
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.205	.390	-.013	-.131	-.076	.075	1	.536	-.353	.439	.523	-.012	.621	.907**	.832*	.716*
	Sig.	.627	.340	.975	.757	.858	.861		.171	.391	.276	.184	.977	.100	.002	.010	.046
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	.061	.808*	.131	.058	-.075	-.028	.536	1	-.142	-.069	.233	.141	.562	.196	.521	.573
	Sig.	.886	.015	.756	.892	.859	.947	.171		.737	.871	.579	.739	.147	.642	.185	.138
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.365	.133	.409	.133	.066	.601	-.353	-.142	1	.247	-.275	.673	-.048	-.269	-.118	.084
	Sig.	.374	.753	.315	.753	.876	.115	.391	.737		.556	.510	.068	.910	.519	.782	.842
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.5 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ HFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.337	.049	.689	-.004	-.107	.333	.439	-.069	.247	1	-.287	.601	-.208	.416	.089	.019
	Sig.	.414	.909	.059	.993	.800	.420	.276	.871	.556		.491	.115	.622	.305	.835	.964
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	-.207	.254	-.720*	.245	.471	.321	.523	.233	-.275	-.287	1	-.512	.879**	.680	.809*	.742*
	Sig.	.622	.544	.044	.559	.239	.438	.184	.579	.510	.491		.194	.004	.064	.015	.035
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.472	.455	.831*	.011	-.052	.436	-.012	.141	.673	.601	-.512	1	-.217	-.120	-.148	-.063
	Sig.	.238	.257	.011	.979	.902	.280	.977	.739	.068	.115	.194		.605	.777	.726	.882
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.218	.533	-.451	.085	.239	.346	.621	.562	-.048	-.208	.879**	-.217	1	.644	.934**	.945**
	Sig.	.603	.173	.262	.842	.569	.401	.100	.147	.910	.622	.004	.605		.085	.001	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	-.258	.172	-.215	-.089	.088	.239	.907**	.196	-.269	.416	.680	-.120	.644	1	.845**	.710*
	Sig.	.537	.684	.609	.834	.835	.568	.002	.642	.519	.305	.064	.777	.085		.008	.049
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.289	.442	-.296	-.071	.069	.293	.832*	.521	-.118	.089	.809*	-.148	.934**	.845**	1	.960**
	Sig.	.488	.273	.477	.867	.871	.482	.010	.185	.782	.835	.015	.726	.001	.008		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.268	.474	-.278	-.060	.031	.316	.716*	.573	.084	.019	.742*	-.063	.945**	.710*	.960**	1
	Sig.	.521	.236	.505	.889	.942	.446	.046	.138	.842	.964	.035	.882	.000	.049	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.6: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.031	.605	.663	.649	.733*	-.271	-.259	.073	.634	.205	.358	-.255	.169	-.024	.142
	Sig.		.943	.112	.073	.082	.039	.516	.536	.864	.092	.626	.384	.542	.688	.954	.737
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.031	1	-.601	.652	.577	-.417	.451	.465	-.366	-.648	.713*	-.412	.123	.499	.538	.486
	Sig.	.943		.115	.080	.134	.304	.262	.245	.373	.082	.047	.311	.772	.208	.169	.222
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.605	-.601	1	-.187	-.149	.810*	-.458	-.459	.105	.739*	-.293	.491	-.252	-.540	-.572	-.466
	Sig.	.112	.115		.658	.725	.015	.253	.252	.805	.036	.482	.216	.546	.167	.138	.244
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.663	.652	-.187	1	.944**	.134	.175	.191	-.103	.035	.587	-.092	-.012	.722*	.549	.643
	Sig.	.073	.080	.658		.000	.752	.679	.650	.809	.934	.126	.828	.977	.043	.159	.086
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.649	.577	-.149	.944**	1	.129	.189	.205	-.110	.184	.442	-.138	.035	.601	.595	.709*
	Sig.	.082	.134	.725	.000		.761	.654	.626	.795	.663	.273	.745	.934	.115	.120	.049
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.733*	-.417	.810*	.134	.129	1	-.288	-.285	.208	.743*	-.179	.558	-.048	-.195	-.285	-.141
	Sig.	.039	.304	.015	.752	.761		.490	.493	.621	.035	.671	.150	.911	.643	.494	.740
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.271	.451	-.458	.175	.189	-.288	1	1,000**	-.786*	-.526	.521	-.874**	.926**	.523	.841**	.722*
	Sig.	.516	.262	.253	.679	.654	.490		.000	.021	.181	.185	.005	.001	.183	.009	.043
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.6 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFO fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
THM	P. Corr.	-.259	.465	-.459	.191	.205	-.285	1,000**	1	-,786*	-.526	.529	-,873**	.921**	.530	.846**	.730*
	Sig.	.536	.245	.252	.650	.626	.493	.000		.021	.181	.177	.005	.001	.177	.008	.040
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.073	-.366	.105	-.103	-.110	.208	-,786*	-,786*	1	.403	-,713*	.868**	-.650	-.260	-.515	-.366
	Sig.	.864	.373	.805	.809	.795	.621	.021	.021		.322	.047	.005	.081	.534	.192	.373
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HK	P. Corr.	.634	-.648	.739*	.035	.184	.743*	-.526	-.526	.403	1	-.486	.549	-.278	-.294	-.318	-.140
	Sig.	.092	.082	.036	.934	.663	.035	.181	.181	.322		.222	.159	.505	.480	.443	.741
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.205	.713*	-.293	.587	.442	-.179	.521	.529	-,713*	-.486	1	-.570	.252	.589	.470	.364
	Sig.	.626	.047	.482	.126	.273	.671	.185	.177	.047	.222		.140	.546	.124	.240	.375
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.358	-.412	.491	-.092	-.138	.558	-.874**	-,873**	.868**	.549	-.570	1	-.719*	-.450	-.739*	-.584
	Sig.	.384	.311	.216	.828	.745	.150	.005	.005	.005	.159	.140		.045	.263	.036	.128
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.255	.123	-.252	-.012	.035	-.048	.926**	.921**	-.650	-.278	.252	-,719*	1	.386	.736*	.650
	Sig.	.542	.772	.546	.977	.934	.911	.001	.001	.081	.505	.546	.045		.344	.037	.081
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.169	.499	-.540	.722*	.601	-.195	.523	.530	-.260	-.294	.589	-.450	.386	1	.792*	.788*
	Sig.	.688	.208	.167	.043	.115	.643	.183	.177	.534	.480	.124	.263	.344		.019	.020
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.024	.538	-.572	.549	.595	-.285	.841**	.846**	-.515	-.318	.470	-,739*	.736*	.792*	1	.972**
	Sig.	.954	.169	.138	.159	.120	.494	.009	.008	.192	.443	.240	.036	.037	.019		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	.142	.486	-.466	.643	.709*	-.141	.722*	.730*	-.366	-.140	.364	-.584	.650	.788*	.972**	1
	Sig.	.737	.222	.244	.086	.049	.740	.043	.040	.373	.741	.375	.128	.081	.020	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.7: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM TFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.134	,807*	,772*	.682	.663	.393	.320	.010	.310	.258	-.117	.429	.347	.399	.290
	Sig.		.752	.015	.025	.062	.073	.335	.439	.982	.454	.537	.783	.289	.400	.327	.486
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.134	1	.554	-.371	-.389	-.033	.609	.594	-.201	-.091	-.063	.255	.307	.288	.302	.308
	Sig.	.752		.155	.366	.341	.939	.109	.121	.632	.830	.882	.542	.460	.490	.467	.459
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	,807*	.554	1	.251	.154	.376	.682	.689	-.392	-.059	.267	-.101	.565	.507	.552	.435
	Sig.	.015	.155		.548	.715	.358	.062	.059	.337	.890	.522	.813	.145	.200	.156	.282
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	,772*	-.371	.251	1	,964**	.667	-.092	-.230	.409	.533	.104	-.146	.083	.011	.044	-.012
	Sig.	.025	.366	.548		.000	.071	.828	.583	.315	.174	.806	.730	.846	.979	.917	.977
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.682	-.389	.154	,964**	1	,725*	-.002	-.178	.502	.469	.224	-.165	.195	.139	.154	.124
	Sig.	.062	.341	.715	.000		.042	.996	.673	.205	.242	.593	.697	.643	.743	.715	.769
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.663	-.033	.376	.667	,725*	1	.500	.380	.317	.203	.665	-.022	.671	.620	.649	.602
	Sig.	.073	.939	.358	.071	.042		.207	.354	.444	.630	.072	.958	.068	.101	.082	.115
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	.393	.609	.682	-.092	-.002	.500	1	,967**	-.153	-.262	,708*	.069	,935**	,929**	,933**	,910**
	Sig.	.335	.109	.062	.828	.996	.207		.000	.717	.531	.049	.870	.001	.001	.001	.002
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	.320	.594	.689	-.230	-.178	.380	,967**	1	-.287	-.318	.706	.119	,900**	,899**	,908**	,874**
	Sig.	.439	.121	.059	.583	.673	.354	.000		.490	.442	.050	.779	.002	.002	.002	.005
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.010	-.201	-.392	.409	.502	.317	-.153	-.287	1	,778*	.126	.580	-.015	-.034	-.032	.116
	Sig.	.982	.632	.337	.315	.205	.444	.717	.490		.023	.767	.132	.971	.936	.940	.784
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.7 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM TFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV254	ΔUV_{272}	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.310	-.091	-.059	.533	.469	.203	-.262	-.318	.778*	1	-.144	.699	-.182	-.238	-.215	-.133
	Sig.	.454	.830	.890	.174	.242	.630	.531	.442	.023		.734	.054	.666	.570	.610	.754
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.258	-.063	.267	.104	.224	.665	.708*	.706	.126	-.144	1	.095	.896**	.904**	.911**	.913**
	Sig.	.537	.882	.522	.806	.593	.072	.049	.050	.767	.734		.824	.003	.002	.002	.002
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	-.117	.255	-.101	-.146	-.165	-.022	.069	.119	.580	.699	.095	1	.069	.059	.063	.192
	Sig.	.783	.542	.813	.730	.697	.958	.870	.779	.132	.054	.824		.870	.891	.883	.648
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.429	.307	.565	.083	.195	.671	.935*	.900**	-.015	-.182	.896**	.069	1	.995**	.997**	.975**
	Sig.	.289	.460	.145	.846	.643	.068	.001	.002	.971	.666	.003	.870		.000	.000	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.347	.288	.507	.011	.139	.620	.929*	.899**	-.034	-.238	.904**	.059	.995**	1	.994**	.980**
	Sig.	.400	.490	.200	.979	.743	.101	.001	.002	.936	.570	.002	.891	.000		.000	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	.399	.302	.552	.044	.154	.649	.933*	.908**	-.032	-.215	.911**	.063	.997**	.994**	1	.980**
	Sig.	.327	.467	.156	.917	.715	.082	.001	.002	.940	.610	.002	.883	.000	.000		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	.290	.308	.435	-.012	.124	.602	.910*	.874**	.116	-.133	.913**	.192	.975**	.980**	.980**	1
	Sig.	.486	.459	.282	.977	.769	.115	.002	.005	.784	.754	.002	.648	.000	.000	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.8: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV254	ΔUV272	ÇOK	SUVA254	SUVA272	AOX	TCM	THM4	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	-.231	.285	.627	.657	.326	-.018	-.055	.613	.718*	.100	.428	.026	.132	.015	.023
	Sig.		.581	.494	.096	.077	.430	.966	.897	.106	.045	.814	.290	.950	.756	.973	.957
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	-.231	1	.125	-.118	-.024	-.002	.393	.483	.228	-.017	.082	.178	.276	.313	.451	.464
	Sig.	.581		.767	.780	.956	.997	.336	.226	.587	.969	.847	.674	.509	.450	.262	.247
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.285	.125	1	-.526	-.418	-.323	.226	.242	.492	.758*	-.330	.290	.417	.389	.507	.480
	Sig.	.494	.767		.181	.303	.435	.591	.563	.216	.029	.424	.486	.304	.340	.200	.229
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.627	-.118	-.526	1	.977**	.563	-.083	-.117	.151	.029	.375	.193	-.183	-.086	-.240	-.207
	Sig.	.096	.780	.181		.000	.146	.846	.782	.721	.945	.359	.647	.665	.840	.566	.623
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.657	-.024	-.418	.977**	1	.528	.033	.021	.176	.075	.426	.138	-.084	.019	-.129	-.090
	Sig.	.077	.956	.303	.000		.179	.938	.960	.678	.860	.292	.745	.844	.964	.761	.833
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.326	-.002	-.323	.563	.528	1	.572	.451	.197	.154	.673	.192	.491	.592	.403	.424
	Sig.	.430	.997	.435	.146	.179		.139	.262	.641	.716	.068	.648	.217	.122	.322	.296
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.018	.393	.226	-.083	.033	.572	1	.981**	.211	.146	.709*	-.150	.837**	.956**	.857**	.881**
	Sig.	.966	.336	.591	.846	.938	.139		.000	.615	.731	.049	.723	.010	.000	.007	.004
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.055	.483	.242	-.117	.021	.451	.981**	1	.204	.082	.711*	-.244	.762*	.901**	.806*	.836**
	Sig.	.897	.226	.563	.782	.960	.262	.000		.629	.846	.048	.560	.028	.002	.016	.010
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.613	.228	.492	.151	.176	.197	.211	.204	1	.600	.129	.584	.089	.339	.313	.314
	Sig.	.106	.587	.216	.721	.678	.641	.615	.629		.115	.760	.128	.834	.412	.451	.449
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.8 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM HFİ fraksiyonuna ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.718*	-.017	.758*	.029	.075	.154	.146	.082	.600	1	-.261	.636	.433	.385	.433	.407
	Sig.	.045	.969	.029	.945	.860	.716	.731	.846	.115		.532	.090	.284	.346	.284	.317
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.100	.082	-.330	.375	.426	.673	.709*	.711*	.129	-.261	1	-.434	.287	.556	.282	.332
	Sig.	.814	.847	.424	.359	.292	.068	.049	.048	.760	.532		.282	.490	.152	.499	.421
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.428	.178	.290	.193	.138	.192	-.150	-.244	.584	.636	-.434	1	.150	.088	.256	.225
	Sig.	.290	.674	.486	.647	.745	.648	.723	.560	.128	.090	.282		.723	.836	.541	.593
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.026	.276	.417	-.183	-.084	.491	.837*	.762*	.089	.433	.287	.150	1	.920**	.946**	.942**
	Sig.	.950	.509	.304	.665	.844	.217	.010	.028	.834	.284	.490	.723		.001	.000	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.132	.313	.389	-.086	.019	.592	.956*	.901**	.339	.385	.556	.088	.920**	1	.939**	.951**
	Sig.	.756	.450	.340	.840	.964	.122	.000	.002	.412	.346	.152	.836	.001		.001	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	.015	.451	.507	-.240	-.129	.403	.857*	.806*	.313	.433	.282	.256	.946**	.939**	1	.998**
	Sig.	.973	.262	.200	.566	.761	.322	.007	.016	.451	.284	.499	.541	.000	.001		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	.023	.464	.480	-.207	-.090	.424	.881*	.836**	.314	.407	.332	.225	.942**	.951**	.998**	1
	Sig.	.957	.247	.229	.623	.833	.296	.004	.010	.449	.317	.421	.593	.000	.000	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.9: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.578	.628	-.144	-.144	.083	-.401	-.326	-.130	-.456	.535	.352	.678	.326	.601	-.134
	Sig.		.134	.095	.734	.735	.845	.325	.431	.759	.256	.172	.392	.065	.431	.115	.752
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.578	1	.370	.101	.101	.106	-.226	-.379	-.064	-.537	.116	.302	.196	.741*	.192	-.419
	Sig.	.134		.366	.812	.812	.803	.590	.355	.879	.170	.785	.467	.641	.035	.650	.302
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.628	.370	1	-.619	-.610	-.290	.072	-.027	-.550	-.520	.324	-.068	.355	.519	.382	-.380
	Sig.	.095	.366		.102	.109	.486	.865	.950	.158	.187	.434	.874	.388	.187	.351	.353
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	-.144	.101	-.619	1	1,000**	-.132	-.498	-.514	.175	-.017	-.210	.008	-.194	.151	-.198	.057
	Sig.	.734	.812	.102		.000	.756	.209	.193	.678	.968	.617	.984	.645	.721	.638	.893
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	-.144	.101	-.610	1,000**	1	-.152	-.497	-.515	.170	-.015	-.209	.009	-.196	.163	-.197	.057
	Sig.	.735	.812	.109	.000		.718	.211	.192	.687	.972	.619	.983	.642	.700	.640	.893
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.083	.106	-.290	-.132	-.152	1	.017	.111	.236	-.153	.068	.052	.160	-.474	.037	-.011
	Sig.	.845	.803	.486	.756	.718		.968	.793	.574	.717	.873	.903	.706	.235	.932	.980
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.401	-.226	.072	-.498	-.497	.017	1	.908**	.328	.183	.370	.195	.140	.008	.308	.455
	Sig.	.325	.590	.865	.209	.211	.968		.002	.428	.665	.368	.643	.741	.985	.458	.257
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.326	-.379	-.027	-.514	-.515	.111	.908**	1	.428	.322	.521	.382	.359	-.243	.454	.678
	Sig.	.431	.355	.950	.193	.192	.793	.002		.290	.437	.185	.351	.382	.561	.258	.065
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	-.130	-.064	-.550	.175	.170	.236	.328	.428	1	.659	.348	.744*	.226	-.298	.293	.785*
	Sig.	.759	.879	.158	.678	.687	.574	.428	.290		.075	.398	.034	.591	.474	.481	.021
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.9 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	-.456	-.537	-.520	-.017	-.015	-.153	.183	.322	.659	1	-.144	.340	-.237	-.567	-.201	.590
	Sig.	.256	.170	.187	.968	.972	.717	.665	.437	.075		.734	.409	.572	.142	.633	.123
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.535	.116	.324	-.210	-.209	.068	.370	.521	.348	-.144	1	.670	.954**	.130	.995**	.630
	Sig.	.172	.785	.434	.617	.619	.873	.368	.185	.398	.734		.069	.000	.759	.000	.094
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.352	.302	-.068	.008	.009	.052	.195	.382	.744*	.340	.670	1	.655	.082	.672	.690
	Sig.	.392	.467	.874	.984	.983	.903	.643	.351	.034	.409	.069		.078	.848	.068	.058
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.678	.196	.355	-.194	-.196	.160	.140	.359	.226	-.237	.954**	.655	1	.091	.967**	.504
	Sig.	.065	.641	.388	.645	.642	.706	.741	.382	.591	.572	.000	.078		.830	.000	.202
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.326	.741*	.519	.151	.163	-.474	.008	-.243	-.298	-.567	.130	.082	.091	1	.201	-.362
	Sig.	.431	.035	.187	.721	.700	.235	.985	.561	.474	.142	.759	.848	.830		.633	.379
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	.601	.192	.382	-.198	-.197	.037	.308	.454	.293	-.201	.995**	.672	.967**	.201	1	.568
	Sig.	.115	.650	.351	.638	.640	.932	.458	.258	.481	.633	.000	.068	.000	.633		.142
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.134	-.419	-.380	.057	.057	-.011	.455	.678	.785*	.590	.630	.690	.504	-.362	.568	1
	Sig.	.752	.302	.353	.893	.893	.980	.257	.065	.021	.123	.094	.058	.202	.379	.142	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.10: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ 5-1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.546	-.167	.912**	.909**	.098	.649	.643	.376	.100	-.206	.400	.308	-.090	-.084	-.213
	Sig.		.162	.693	.002	.002	.817	.082	.085	.359	.814	.625	.326	.458	.833	.843	.612
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.546	1	-.342	.614	.601	-.414	-.156	-.179	-.364	.393	-.216	-.232	-.472	-.384	-.477	-.656
	Sig.	.162		.407	.105	.115	.308	.712	.672	.375	.336	.607	.580	.238	.347	.232	.077
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	-.167	-.342	1	-.542	-.544	.520	-.036	-.002	.047	-.137	.041	.290	.345	.289	.517	.552
	Sig.	.693	.407		.165	.163	.187	.932	.996	.912	.747	.923	.486	.402	.487	.189	.156
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.912**	.614	-.542	1	.999**	-.146	.576	.559	.224	.125	-.176	.211	.095	-.270	-.320	-.459
	Sig.	.002	.105	.165		.000	.730	.135	.149	.595	.769	.678	.617	.823	.518	.439	.252
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.909**	.601	-.544	.999**	1	-.169	.591	.574	.235	.133	-.158	.244	.094	-.255	-.326	-.459
	Sig.	.002	.115	.163	.000		.690	.123	.136	.575	.753	.708	.560	.825	.543	.431	.252
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.098	-.414	.520	-.146	-.169	1	.311	.331	.440	-.243	.010	.180	.807*	.115	.757*	.739*
	Sig.	.817	.308	.187	.730	.690		.454	.423	.276	.561	.981	.669	.015	.787	.030	.036
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	.649	-.156	-.036	.576	.591	.311	1	.999**	.518	-.358	.338	.700	.741*	.199	.337	.236
	Sig.	.082	.712	.932	.135	.123	.454		.000	.189	.385	.413	.053	.036	.636	.414	.573
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	.643	-.179	-.002	.559	.574	.331	.999**	1	.528	-.344	.312	.714*	.748*	.186	.336	.245
	Sig.	.085	.672	.996	.149	.136	.423	.000		.178	.404	.452	.047	.033	.659	.416	.558
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.376	-.364	.047	.224	.235	.440	.518	.528	1	.118	-.111	.630	.669	.494	.424	.570
	Sig.	.359	.375	.912	.595	.575	.276	.189	.178		.782	.794	.094	.070	.213	.295	.140
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.10 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ 5-1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.100	.393	-.137	.125	.133	-.243	-.358	-.344	.118	1	-.406	.142	-.403	-.365	-.396	-.275
	Sig.	.814	.336	.747	.769	.753	.561	.385	.404	.782		.319	.737	.322	.374	.331	.510
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	-.206	-.216	.041	-.176	-.158	.010	.338	.312	-.111	-.406	1	.342	.355	.419	.554	.395
	Sig.	.625	.607	.923	.678	.708	.981	.413	.452	.794	.319		.407	.388	.301	.154	.332
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.400	-.232	.290	.211	.244	.180	.700	.714*	.630	.142	.342	1	.582	.397	.378	.413
	Sig.	.326	.580	.486	.617	.560	.669	.053	.047	.094	.737	.407		.130	.330	.356	.310
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.308	-.472	.345	.095	.094	.807*	.741*	.748*	.669	-.403	.355	.582	1	.438	.834**	.789*
	Sig.	.458	.238	.402	.823	.825	.015	.036	.033	.070	.322	.388	.130		.277	.010	.020
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	-.090	-.384	.289	-.270	-.255	.115	.199	.186	.494	-.365	.419	.397	.438	1	.618	.670
	Sig.	.833	.347	.487	.518	.543	.787	.636	.659	.213	.374	.301	.330	.277		.103	.069
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.084	-.477	.517	-.320	-.326	.757*	.337	.336	.424	-.396	.554	.378	.834**	.618	1	.945**
	Sig.	.843	.232	.189	.439	.431	.030	.414	.416	.295	.331	.154	.356	.010	.103		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.213	-.656	.552	-.459	-.459	.739*	.236	.245	.570	-.275	.395	.413	.789*	.670	.945**	1
	Sig.	.612	.077	.156	.252	.252	.036	.573	.558	.140	.510	.332	.310	.020	.069	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.11: Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	,722*	.492	,798*	,856**	,823*	.036	.253	-.434	.140	.300	-.195	.322	.024	,738*	,708*
	Sig.		.043	.216	.018	.007	.012	.932	.545	.282	.740	.471	.643	.436	.954	.036	.049
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	,722*	1	.527	.470	.570	.699	.557	,772*	-.473	-.060	.536	.356	,823*	.441	,846**	,843**
	Sig.	.043		.179	.239	.140	.053	.152	.025	.236	.887	.171	.386	.012	.275	.008	.009
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.492	.527	1	-.093	-.001	.583	.056	.320	-.263	.349	.259	.374	.405	.297	.537	.592
	Sig.	.216	.179		.827	.999	.129	.895	.440	.529	.397	.535	.361	.320	.475	.170	.122
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	,798*	.470	-.093	1	,988**	.431	-.011	.077	-.455	-.119	.111	-.542	.038	-.155	.409	.342
	Sig.	.018	.239	.827		.000	.287	.980	.857	.257	.779	.794	.165	.929	.714	.314	.407
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	,856**	.570	-.001	,988**	1	.531	.051	.169	-.483	-.089	.195	-.433	.166	-.093	.527	.462
	Sig.	.007	.140	.999	.000		.176	.905	.688	.226	.835	.643	.283	.694	.828	.180	.249
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	,823*	.699	.583	.431	.531	1	.101	.306	-.038	.169	.514	.131	.500	.028	,777*	,766*
	Sig.	.012	.053	.129	.287	.176		.812	.461	.928	.689	.193	.757	.207	.948	.023	.027
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	.036	.557	.056	-.011	.051	.101	1	,928**	.023	.278	-.091	,720*	,787*	,888**	.549	.574
	Sig.	.932	.152	.895	.980	.905	.812		.001	.957	.506	.831	.044	.021	.003	.159	.137
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	.253	,772*	.320	.077	.169	.306	,928**	1	-.182	.218	.148	,716*	,902**	,825*	.682	,710*
	Sig.	.545	.025	.440	.857	.688	.461	.001		.666	.605	.726	.046	.002	.012	.062	.049
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	-.434	-.473	-.263	-.455	-.483	-.038	.023	-.182	1	.338	-.324	.112	-.235	-.080	-.316	-.290
	Sig.	.282	.236	.529	.257	.226	.928	.957	.666		.413	.433	.791	.576	.850	.446	.487
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.11 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen BÇ <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.140	-.060	.349	-.119	-.089	.169	.278	.218	.338	1	-.656	.318	.081	.524	.306	.352
	Sig.	.740	.887	.397	.779	.835	.689	.506	.605	.413		.077	.443	.848	.183	.461	.393
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.300	.536	.259	.111	.195	.514	-.091	.148	-.324	-.656	1	.124	.453	-.292	.314	.289
	Sig.	.471	.171	.535	.794	.643	.193	.831	.726	.433	.077		.770	.260	.482	.449	.488
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	-.195	.356	.374	-.542	-.433	.131	.720*	.716*	.112	.318	.124	1	.789*	.780*	.479	.534
	Sig.	.643	.386	.361	.165	.283	.757	.044	.046	.791	.443	.770		.020	.022	.229	.173
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.322	.823*	.405	.038	.166	.500	.787*	.902**	-.235	.081	.453	.789*	1	.690	.813*	.829*
	Sig.	.436	.012	.320	.929	.694	.207	.021	.002	.576	.848	.260	.020		.058	.014	.011
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.024	.441	.297	-.155	-.093	.028	.888**	.825*	-.080	.524	-.292	.780*	.690	1	.560	.606
	Sig.	.954	.275	.475	.714	.828	.948	.003	.012	.850	.183	.482	.022	.058		.149	.111
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	.738*	.846**	.537	.409	.527	.777*	.549	.682	-.316	.306	.314	.479	.813*	.560	1	.996**
	Sig.	.036	.008	.170	.314	.180	.023	.159	.062	.446	.461	.449	.229	.014	.149		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	.708*	.843**	.592	.342	.462	.766*	.574	.710*	-.290	.352	.289	.534	.829*	.606	.996**	1
	Sig.	.049	.009	.122	.407	.249	.027	.137	.049	.487	.393	.488	.173	.011	.111	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.12: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	,947**	-.288	,954**	,961**	-.001	-.546	-.566	,829*	.081	.199	.036	.610	.590	-.317	-.274
	Sig.		.000	.489	.000	.000	.997	.162	.144	.011	.849	.636	.932	.108	.124	.444	.511
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	,947**	1	-.240	,914**	,913**	-.225	-.494	-.517	,781*	.142	.183	-.101	.555	.658	-.261	-.236
	Sig.	.000		.567	.001	.002	.592	.214	.190	.022	.738	.665	.813	.153	.076	.532	.574
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	-.288	-.240	1	-.477	-.455	.313	.376	.378	-.271	-.024	.240	.162	-.047	.016	.464	.426
	Sig.	.489	.567		.233	.257	.450	.358	.355	.516	.955	.567	.702	.911	.971	.247	.293
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	,954**	,914**	-.477	1	,999**	-.171	-.470	-.492	,893**	-.023	.244	.040	.649	.570	-.282	-.253
	Sig.	.000	.001	.233		.000	.686	.240	.216	.003	.957	.561	.925	.082	.141	.499	.545
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	,961**	,913**	-.455	,999**	1	-.151	-.459	-.481	,892**	-.038	.261	.052	.665	.573	-.271	-.244
	Sig.	.000	.002	.257	.000		.721	.252	.227	.003	.929	.532	.903	.072	.137	.516	.561
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	-.001	-.225	.313	-.171	-.151	1	-.258	-.239	-.195	.045	-.401	.318	-.231	-.463	-.432	-.406
	Sig.	.997	.592	.450	.686	.721		.537	.569	.643	.915	.325	.443	.583	.248	.286	.318
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.546	-.494	.376	-.470	-.459	-.258	1	,999**	-.234	-.172	.450	-.278	.300	.118	.635	.626
	Sig.	.162	.214	.358	.240	.252	.537		.000	.577	.684	.263	.505	.471	.780	.090	.097
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.566	-.517	.378	-.492	-.481	-.239	,999**	1	-.254	-.157	.429	-.283	.279	.100	.625	.619
	Sig.	.144	.190	.355	.216	.227	.569	.000		.544	.711	.289	.497	.503	.814	.097	.102
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.12 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM >5kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HAN	P. Corr.	.829*	.781*	-.271	.893**	.892**	-.195	-.234	-.254	1	.016	.516	.101	.787*	.712*	.053	.110
	Sig.	.011	.022	.516	.003	.003	.643	.577	.544		.970	.190	.813	.020	.047	.901	.795
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HK	P. Corr.	.081	.142	-.024	-.023	-.038	.045	-.172	-.157	.016	1	-.348	-.723*	-.044	.369	-.273	-.077
	Sig.	.849	.738	.955	.957	.929	.915	.684	.711	.970		.398	.043	.918	.369	.513	.856
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	.199	.183	.240	.244	.261	-.401	.450	.429	.516	-.348	1	.241	.721*	.630	.840**	.831*
	Sig.	.636	.665	.567	.561	.532	.325	.263	.289	.190	.398		.565	.044	.094	.009	.011
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.036	-.101	.162	.040	.052	.318	-.278	-.283	.101	-.723*	.241	1	-.156	-.394	.193	.056
	Sig.	.932	.813	.702	.925	.903	.443	.505	.497	.813	.043	.565		.712	.334	.646	.894
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.610	.555	-.047	.649	.665	-.231	.300	.279	.787*	-.044	.721*	-.156	1	.805*	.303	.370
	Sig.	.108	.153	.911	.082	.072	.583	.471	.503	.020	.918	.044	.712		.016	.465	.367
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.590	.658	.016	.570	.573	-.463	.118	.100	.712*	.369	.630	-.394	.805*	1	.354	.469
	Sig.	.124	.076	.971	.141	.137	.248	.780	.814	.047	.369	.094	.334	.016		.390	.241
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.317	-.261	.464	-.282	-.271	-.432	.635	.625	.053	-.273	.840**	.193	.303	.354	1	.973**
	Sig.	.444	.532	.247	.499	.516	.286	.090	.097	.901	.513	.009	.646	.465	.390		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.274	-.236	.426	-.253	-.244	-.406	.626	.619	.110	-.077	.831*	.056	.370	.469	.973**	1
	Sig.	.511	.574	.293	.545	.561	.318	.097	.102	.795	.856	.011	.894	.367	.241	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.13: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM 5-1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P. Corr.	1	.293	.020	.496	.454	.126	-.196	-.201	-.236	.436	-.155	.071	-.049	-.225	-.232	-.225
	Sig.		.482	.963	.211	.259	.765	.642	.633	.574	.281	.714	.866	.909	.593	.580	.591
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ΔUV ₂₇₂	P. Corr.	.293	1	.244	.382	.272	.246	-.035	-.020	.141	-.545	.260	-.461	.317	.324	-.068	-.009
	Sig.	.482		.560	.351	.515	.556	.935	.963	.739	.163	.533	.250	.444	.433	.872	.983
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ÇOK	P. Corr.	.020	.244	1	-.473	-.603	-.183	.256	.300	-.371	-.413	-.462	-.638	.418	.909**	.378	.092
	Sig.	.963	.560		.236	.114	.665	.541	.470	.366	.309	.250	.088	.302	.002	.356	.828
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₅₄	P. Corr.	.496	.382	-.473	1	.976**	.227	-.384	-.395	-.007	.078	.359	-.046	-.339	-.492	-.465	-.243
	Sig.	.211	.351	.236		.000	.589	.348	.333	.988	.855	.382	.913	.411	.216	.246	.561
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P. Corr.	.454	.272	-.603	.976**	1	.140	-.409	-.427	-.010	.226	.427	.099	-.493	-.628	-.501	-.252
	Sig.	.259	.515	.114	.000		.742	.315	.292	.981	.591	.292	.816	.214	.095	.206	.547
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AOX	P. Corr.	.126	.246	-.183	.227	.140	1	.058	.041	.358	-.182	-.378	.154	.389	-.116	-.041	-.020
	Sig.	.765	.556	.665	.589	.742		.891	.923	.384	.665	.355	.716	.341	.784	.924	.963
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCM	P. Corr.	-.196	-.035	.256	-.384	-.409	.058	1	.999**	.666	-.357	.165	.361	.556	.514	.986**	.968**
	Sig.	.642	.935	.541	.348	.315	.891		.000	.072	.385	.697	.380	.153	.192	.000	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
THM	P. Corr.	-.201	-.020	.300	-.395	-.427	.041	.999**	1	.641	-.385	.153	.315	.569	.555	.992**	.963**
	Sig.	.633	.963	.470	.333	.292	.923	.000		.086	.346	.718	.447	.141	.153	.000	.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	-.236	.141	-.371	-.007	-.010	.358	.666	.641	1	-.397	.517	.497	.547	-.001	.570	.759*
	Sig.	.574	.739	.366	.988	.981	.384	.072	.086		.330	.189	.210	.161	.998	.141	.029
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.13 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM >5k fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
HK	P. Corr.	.436	-.545	-.413	.078	.226	-.182	-.357	-.385	-.397	1	-.217	.567	-.663	-.701	-.391	-.380
	Sig.	.281	.163	.309	.855	.591	.665	.385	.346	.330		.606	.143	.073	.053	.338	.352
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	-.155	.260	-.462	.359	.427	-.378	.165	.153	.517	-.217	1	.175	-.112	-.198	.114	.396
	Sig.	.714	.533	.250	.382	.292	.355	.697	.718	.189	.606		.679	.793	.639	.789	.332
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.071	-.461	-.638	-.046	.099	.154	.361	.315	.497	.567	.175	1	-.169	-.568	.250	.392
	Sig.	.866	.250	.088	.913	.816	.716	.380	.447	.210	.143	.679		.688	.142	.550	.337
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	-.049	.317	.418	-.339	-.493	.389	.556	.569	.547	-.663	-.112	-.169	1	.613	.570	.489
	Sig.	.909	.444	.302	.411	.214	.341	.153	.141	.161	.073	.793	.688		.106	.140	.219
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	-.225	.324	.909**	-.492	-.628	-.116	.514	.555	-.001	-.701	-.198	-.568	.613	1	.615	.402
	Sig.	.593	.433	.002	.216	.095	.784	.192	.153	.998	.053	.639	.142	.106		.105	.324
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.232	-.068	.378	-.465	-.501	-.041	.986**	.992**	.570	-.391	.114	.250	.570	.615	1	.941**
	Sig.	.580	.872	.356	.246	.206	.924	.000	.000	.141	.338	.789	.550	.140	.105		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.225	-.009	.092	-.243	-.252	-.020	.968**	.963**	.759*	-.380	.396	.392	.489	.402	.941**	1
	Sig.	.591	.983	.828	.561	.547	.963	.000	.000	.029	.352	.332	.337	.219	.324	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Çizelge D.14: Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
UV ₂₅₄	P.	1	,866**	-.247	,970**	,947**	-.327	.136	.129	.200	.054	-.270	.111	.032	.634	-.509	-.512
	Corr.																
	Sig.		.005	.555	.000	.000	.429	.747	.762	.635	.899	.518	.793	.939	.092	.198	.194
ΔUV ₂₇₂	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P.	,866**	1	-.195	,838**	,783*	-,710*	-.233	-.240	.031	.154	-.283	-.119	-.183	.492	-.681	-,738*
	Corr.																
ÇOK	Sig.	.005		.644	.009	.022	.049	.578	.567	.942	.716	.497	.780	.665	.215	.063	.037
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P.	-.247	-.195	1	-.469	-.517	-.013	-.328	-.343	-.051	.476	.105	-,742*	-.467	-.136	.446	.286
SUVA ₂₅₄	Corr.																
	Sig.	.555	.644		.242	.190	.976	.427	.406	.905	.233	.805	.035	.244	.748	.268	.492
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SUVA ₂₇₂	P.	,970**	,838**	-.469	1	,990**	-.302	.205	.202	.167	-.102	-.250	.276	.175	.641	-.579	-.544
	Corr.																
	Sig.	.000	.009	.242		.000	.467	.626	.631	.692	.811	.551	.508	.678	.087	.132	.164
AOX	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P.	,947**	,783*	-.517	,990**	1	-.228	.265	.262	.192	-.176	-.269	.300	.224	.639	-.535	-.487
	Corr.																
TCM	Sig.	.000	.022	.190	.000		.588	.526	.531	.648	.677	.519	.471	.593	.088	.172	.221
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P.	-.327	-,710*	-.013	-.302	-.228	1	.348	.353	.506	-.155	.383	.462	.383	-.241	,759*	,846**
	Corr.																
	Sig.	.429	.049	.976	.467	.588		.398	.391	.201	.713	.348	.249	.349	.566	.029	.008
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P.	.136	-.233	-.328	.205	.265	.348	1	1,000**	-.123	-.460	-.248	.449	.463	.416	-.203	-.070
	Corr.																
	Sig.	.747	.578	.427	.626	.526	.398		.000	.771	.252	.554	.264	.248	.306	.629	.870
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Çizelge D.14 (devam): Tüm örnekleme zamanında elde edilen ÖM <1kDa fazına ait değişkenler için SPSS’de elde edilen Pearson korelasyon katsayıları.

		UV ₂₅₄	ΔUV ₂₇₂	ÇOK	SUVA ₂₅₄	SUVA ₂₇₂	AOX	TCM	THM	HAN	HK	KH	KP	DCAA	TCAA	HAA ₅	HAA ₉
THM	P. Corr.	.129	-.240	-.343	.202	.262	.353	1,000**	1	-.128	-.470	-.237	.464	.477	.412	-.204	-.068
	Sig.	.762	.567	.406	.631	.531	.391	.000		.763	.240	.572	.246	.232	.310	.627	.874
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAN	P. Corr.	.200	.031	-.051	.167	.192	.506	-.123	-.128	1	.219	.310	.393	.003	-.170	.354	.348
	Sig.	.635	.942	.905	.692	.648	.201	.771	.763		.602	.456	.335	.994	.687	.389	.398
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HK	P. Corr.	.054	.154	.476	-.102	-.176	-.155	-.460	-.470	.219	1	-.341	-.362	-.891**	-.585	.233	.138
	Sig.	.899	.716	.233	.811	.677	.713	.252	.240	.602		.408	.378	.003	.128	.578	.745
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KH	P. Corr.	-.270	-.283	.105	-.250	-.269	.383	-.248	-.237	.310	-.341	1	.323	.590	.124	.307	.296
	Sig.	.518	.497	.805	.551	.519	.348	.554	.572	.456	.408		.435	.124	.769	.459	.477
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KP	P. Corr.	.111	-.119	-.742*	.276	.300	.462	.449	.464	.393	-.362	.323	1	.615	.090	-.128	.033
	Sig.	.793	.780	.035	.508	.471	.249	.264	.246	.335	.378	.435		.104	.832	.763	.937
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
DCAA	P. Corr.	.032	-.183	-.467	.175	.224	.383	.463	.477	.003	-.891**	.590	.615	1	.580	-.094	.019
	Sig.	.939	.665	.244	.678	.593	.349	.248	.232	.994	.003	.124	.104		.132	.825	.964
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TCAA	P. Corr.	.634	.492	-.136	.641	.639	-.241	.416	.412	-.170	-.585	.124	.090	.580	1	-.550	-.542
	Sig.	.092	.215	.748	.087	.088	.566	.306	.310	.687	.128	.769	.832	.132		.158	.165
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₅	P. Corr.	-.509	-.681	.446	-.579	-.535	.759*	-.203	-.204	.354	.233	.307	-.128	-.094	-.550	1	.980**
	Sig.	.198	.063	.268	.132	.172	.029	.629	.627	.389	.578	.459	.763	.825	.158		.000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
HAA ₉	P. Corr.	-.512	-.738*	.286	-.544	-.487	.846**	-.070	-.068	.348	.138	.296	.033	.019	-.542	.980**	1
	Sig.	.194	.037	.492	.164	.221	.008	.870	.874	.398	.745	.477	.937	.964	.165	.000	
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Edip AVŞAR
Doğum Yeri ve Tarihi: İzmit, 22.09.1981
E-Posta: avsared@itu.edu.tr
Lisans: Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği
Yüksek Lisans : İTÜ Çevre Bilimleri ve Mühendisliği

Yayın ve Patent Listesi:

SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler

Tugba Saatcioglu, Kadir Alp, Asude Hanedar, and **Edip Avşar** Effect of the Marmaray Project on Air Pollution in İstanbul: An Ive Model Application, Fresenius Environmental Bulletin, PSP Volume 20-No 9a, 2011.

Hanedar A., Alp K., Kaynak B., Baek J., **Avsar E.**, Odman, M. T., (2010) Concentrations and sources of PAHs at three stations in Istanbul, Turkey, Atmospheric Research, DOI: 10.1016/j.atmosres.2010.11.017

E. Avsar, A. Hanedar, İ. Toröz, K. Alp, B. Kaynak., (2010), Investigation Of P10 Concentrations And Noise Levels Of The Road Sweepers Operating In Istanbul-Turkey: A Case Study, Fresenius Environmental Bulletin, PSP Volume 19-No 9b, 2010.

Diğer dergilerde yayınlanan makaleler

Erdem USLU, **Edip AVŞAR**, İsmail TORÖZ 2011. Otomotiv Endüstrisi Kimyasal Arıtma Çamurlarının Tuğla Üretiminde Kullanılabilirliğinin Ürün Kalitesi Yönünden Araştırılması, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 3, 141-148.

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

Hanedar, A., Alp, K., **Avşar, E.**, 2011. Kırsal Kıyı Alanlarında Atmosferik Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Seviyesi ve Kaynak Tespiti - Kilyos Örneği. Kıyı Bölgelerinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 17-20 Kasım 2011, Tekirdağ

Gülçiçek, G., Toröz, İ., Alp, K., Hanedar, A., **Avşar, E.**, Karaca, G., 2011. The Study of Applicability of Limit Values for PAHs on Soil in Turkey. CAPAC 19-23 September 2011, Antalya Turkey

Ahmet Can Bayraktar, **Edip Avşar**, İsmail Toröz, Kadir Alp, Asude Hanedar, Elektrik Ark Ocağı Baca Tozunun Düşük Kalite MgO Katkısıyla Stabilizasyonu ve Solidifikasyonu, 3. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi 7-10 Eylül 2011, Girne, KKTC

Zeynep Özbek, İsmail Toröz, Kadir Alp, **Edip Avşar**, İstanbul'da Topraklardaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, 3. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi 7-10 Eylül 2011, Girne, KKTC

S. G. Karadağ, **E. Avşar** İ. Toröz, İstanbul Ömerli Ham Suyunda Klor Dioksitin Dezenfeksiyon Amaçlı Kullanımında Yan Ürün Oluşumunun Araştırılması, 9. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Çevre Yönetimi, 05-08 Ekim 2011, Samsun

E. Avsar, A. Bayraktar, Z. Ozbek, I. Toroz, A. Hanedar, 2011. Evaluation of the Waste Added Brick Manufacturing Process in Terms of Product Toxicity, Solid Waste Treatment and Disposal: Leading Edge Technologies 31 May-2 June 2011 Moscow, Russia.

E. Avsar, A. Bayraktar, Z. Ozbek, I. Toroz, A. Hanedar, 2011. Evaluation of the Usage of Chemical Treatment Sludge As An Additive in Brick Manufacturing Process in Terms of Product Toxicity, 8th IWA International Symposium on Waste Management in Agro Industries 22-24 June 2011 İzmir Turkey.

F. Germirli Babuna, I. Toroz, **E. Avsar** and U. Yetis, 2011. Hazardous Waste Generation Factors for Pesticide Active Ingredients Manufacturing Industry, 8th IWA International Symposium on Waste Management in Agro Industries 22-24 June 2011 İzmir, Turkey .

E. Avsar, İ. Toröz, A. Hanedar, E. Uslu., (2010) Investigation of The Usability Of Automotive Industry Chemical Wastewater Treatment Sludge As An Additive To Brick Raw Material In Terms Of Firing Process Stack Gas Emissions, 2nd International Conference on Hazardous and Industrial Waste Management (5-8 October, 2010 - Chania, Crete, Greece)

Öztürk, H. İ., Alp, K., Hanedar, A., **Avşar, E.** (2010). Tıbbi Atık Yakma Tesisi'nden Kaynaklanan Ağır Metal Emisyonları, IV. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, ODTÜ , 25-27 Ekim 2010, Ankara

Kadir Alp, Özgür Uyar, Asude Hanedar, **Edip Avşar**, Amonyak İçeren Atıkgazların Biyofiltrelerde Arıtılması, İ.T.Ü. 12. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, İstanbul, Haziran 2010

Avşar E., Toröz İ., Uyak V. (2009), Ömerli Yüzeysel Su Kaynağındaki Doğal Organik Maddelerin Kimyasal Karakterizasyonu ve THM Oluşumuna Etkileri, ÇMO 8. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Antalya, 12-14 Kasım.

Edip AVŞAR, İsmail TORÖZ, Asude HANEDAR, Kadir ALP An Investigation About PM10 And Noise Emissions Of The Road Sweepers Operated In Istanbul-TURKEY: A Case Study, 15th International Symposium On Environmental Pollution And Its Impact On Life In The Mediterranean Region, Bari-Italy, October 7th To 10th 2009

E. Uslu, **E. Avşar**, İ. Toröz, Otomotiv Endüstrisi Kimyasal Arıtma Çamurlarının Tuğla Üretiminde Kullanılabilirliğinin Ürün Kalitesi Yönünden Araştırılması, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi (Türkay 2009) Sempozyumu, İstanbul, Haziran 2009

E. Avşar, İ. Toröz, E. Uslu, Otomotiv Endüstrisi Kimyasal Arıtma Çamurlarının Tuğla Üretiminde Kullanılabilirliğinin, Tuğla Kurutma Fırını Emisyonları Yönünden Araştırılması, Ulusal Katı Atık Yönetimi (UKAY 2009) Kongresi, Eskişehir, Mayıs 2009

E. Avşar, İ. Toröz, K. Alp, V. Uyak, Metal İşleyen Bir Tesiste İçortam Hava Kalitesinin Belirlenmesine Yönelik Bir İnceleme, İTÜ 11. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu, İstanbul, Haziran, 2008

K. Alp, **E. Avşar**, A. Hanedar, M. D. Köşeler, Konya’da Eski ve Yeni Hava Kirliliği İzleme Çalışmalarının Değerlendirilmesi, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, Konya, Mayıs 2008

K. Alp, **E. Avşar**, İ. Toröz, T. Çankaya, İstanbul İlinde Kullanılan Yol Temizleme Araçlarının Gürültü ve Toz Emisyonları Yönünden İncelenmesi, Kocaeli Çevre Sorunları Sempozyumu, Kocaeli, Mayıs 2008.

V. Uyak, İ. Toröz, **E. Avşar**, İstanbul İçme Sularında Oluşan Trihalometan Seviyesinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi, Ulusal Çevre Sempozyumu, Mersin, Nisan 2007.

Avşar, E., Ozdilek, H., G., 2006. Modeling Methane Emission From Çanakkale Open Dumpsite And Its Effect On Global Warming: A Landgem Use Approach, International Conference on Environment: Survival and Sustainability, Near East University, Nicosia- Northern Cyprus

H. G. Özdilek ve **E. Avşar**, Türkiye’de Radyoaktif Kazalara Bir Bakış (1980-2005), Radyasyon ve Çevre Sempozyumu, Çanakkale, Haziran 2006.

H. G. Özdilek, Z. S. Çetiner ve **E. Avşar**, Monazitin Nükleer Atıkların Yönetiminde Kullanılabilirliği, Radyasyon ve Çevre Sempozyumu, Çanakkale, Haziran 2006.

E. Avşar, A. Demirci, H. G. Özdilek, M.A. Kaya ve T. Bekler, Çevre ve Jeofizik Açısından Yeraltındaki Radyoaktif Radon Gazının İncelenmesi, Radyasyon ve Çevre Sempozyumu, Çanakkale, Haziran 2006.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Avsar, E., Toroz, I, Hanedar, A., Yılmaz, M. 2012. Chemical Characterization of Natural Organic Matter and Determination of Disinfection By Product Formation Potentials. İstanbul Ömerli and Büyük Çekmece Surface Waters Case Study, IWA 4th Eastern European Young and Senior Water Professionals Conference, Saint Petersburg, Russia