



KONYA ANA TAHLİYE KANALINDA TRIHALOMETAN POTANSİYELİ

*(POTENTIAL of TRIHALOMETHANE (THM) in
MAIN DISCHARGE CHANNEL of KONYA)*

Celalettin ÖZDEMİR *

ÖZET/ABSTRACT

Konya Ana Tahliye Kanal'ı atık suyu yılın belirli dönemlerinde Tuz Gölü'ne ulaştığı için oldukça önemlidir. Ayrıca kanal çevresindeki çiftçiler, tarım arazileri için, kanal suyunu sulama amaçlı kullanmaktadır. Bu çalışmada, Konya Ana Tahliye Kanalı Terfi Merkezinden, iki gün boyunca birer saat arayla 48 (2x24) adet, üç hafta boyunca alınan günlük 21(3x7) adet ve haftalık numunelerden sonra yıl boyunca her ay alınan dokuz adet numune incelenmiştir. Çalışmada bu numunelerin klorlu alifatik bileşik içerip içermediği, içme suyu temininde kullanılan klor tipinin ve dozlama şeklinin THM derişimlerine olan etkisi araştırılmıştır.

Wastewater Konya main discharge channel of which were analyzed in this research is important because it is discharged to Tuz Gölü (Salt Lake) in certain periods of a year. In addition, it is used for irrigation purpose along the channel route. In order the investigate, whether the wastewater contains chlorinated, the channel water sampled along one year period. The samples were collected one hour every for two days (2x24). The samples were collected for three weeks (3x7) daily. Then the samples were distributed to one year period with nine samples (ones a month). In this research it is determined also if the chlorine type and its level in drinking water in Konya effects concentration of chlorinated aliphatics compounds in Konya wastewater.

ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Dezenfeksiyon, Klorlu alifatik, Klor, Atıksu
Disinfection, Chlorinated aliphatics, Chlorine, Wastewater

1. GİRİŞ

Suların dezenfeksiyonunda ve evlerde dezenfeksiyon amacıyla kullanılan klor, kuvvetli bir oksitleyicidir. Bunun yanında klor ve kloroaminler önemli ölçüde sübstitüsyon tepkimesi verirler. Sübstitüsyon tepkimesi veren bir dezenfektan, daha büyük miktarda klorlu alifatik derişimi oluşturur. Dezenfeksiyon işleminde dozaj kontrolü yapılmadan hipoklorit uygulaması sonucunda şebekenin bazı noktalarında, özellikle hipokloritin uygulandığı depo yakınlarında yüksek kalıntı klor derişimleri bulunmaktadır. Klorlama sonucunda oluşan en önemli yan ürün THM'lerdir (Montgomery, 1985). Klorlu alifatiklerin en önemli kaynağı, klorlama prosesleri ve endüstriyel faaliyetlerden oluşan katı ve sıvı atıklardır (Galapate vd., 1997). Bu bileşiklerin oluşumunda pH, klor dozu (bakiye klor bırakmadaki başarısızlıklar), sıcaklık ve temas süresi de etkili parametrelerdir (Mowry, 1982; Singer, 1989). THM seviyeleri pH azalırken düşmektedir. Yüksek klor dozlarında yükseltgenme ve parçalanma ürünleri (özellikle THM'ler) artmaktadır (Miller ve Uden, 1983). Pek çok araştırmacıya göre temas süresi, kloroformun artışına pozitif etkimektedir. Arıtma tesislerinde en yaygın bulunan organikler, 1,4-diklorobenzen, diklorometan, kloroform ve tetrakloroetilendir. Bunların yanında başka organik bileşiklere de rastlamak mümkündür. Bu bileşikler uçucu yapıda olup, toksik ve kanserojen etkiye sahip klorlu metanlardır (Verschveren, 1977; Graham vd., 1998; Cantor vd., 1998; King ve Marret, 1996). Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalar klor yan ürünlerinin idrar torbasında kanser riskini artırdığını ortaya koymuştur (McGeehin vd., 1993; Zierler vd., 1988). Yaptığımız deneysel çalışmalarda araştırılan bileşikler Çizelge 1'de verilmiştir. Atık su ile arıtma tesisine gelen bu bileşikler, aneorobik çamur çürütme ünitesinde performans düşüklüğüne veya yüksek derecede inhibisyona ve nihayet ünitenin faaliyetinin durmasına yol açmaktadırlar (Swanwick ve Foulkes, 1971).

İnceleme yapılan kanal atıksuyu, yılın belli dönemlerinde Tuz Gölü'ne dökülmesi açısından oldukça önemlidir. Kanal, en az debiye Ekim ayında ulaşmakta ve göle 0,3 milyon m³/ay su katılmaktadır. En fazla Mart ayında su bulunduran kanal vasıtası ile, göle 11 milyon m³ su taşınmaktadır (Ayhan vd., 1993). Kanalın Tuz Gölü'ne döküldüğü Gölyazı bölgesinden kanala karışan kaynak suları, yılın iki veya üç ayı dışında Konya atıksularını içermemektedir. Ayrıca kanal boyunca oluşturulan tarım arazilerinde, atıksular pompalar yardımı ile sulama amaçlı kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, adı geçen bileşikler 24 saatlik iki set (her bir saatte alınan numuneler ayrı ayrı incelenmiştir), günlük üç hafta (her gün saat 16.00'da alınan 21 adet numune) ve 12 ay boyunca alınan numuneler (ayda bir defa Pazartesi günleri alınan 9 adet numune) ile izlenmiş ve kullanılan dezenfektan tipi ve dozlama şekline göre klorlu alifatiklerin oluşumunda ortaya çıkan farklılıklar da araştırılmıştır. Numuneler, Belediyenin yaptığı işlemlere göre kanal sonundan alınmıştır.

2. YÖNTEM

İlk 24 saatlik izlemede, içme suyu arıtma tesisi bakımında olduğundan su ihtiyacı kuyulardan sağlanmış ve klorlamada gelişigüzel (debiye dikkat etmeden ve verilen sodyumhipoklorit miktarı hesapsız) bir dozlama ile sodyumhipoklorit kullanılmıştır. İkinci 24 saatlik, günlük ve aylık numuneler, arıtma tesisi devreye girdikten on iki gün sonra alınarak, kuyulardan kullanılan suyun şebekeden tamamen çekilmesi beklenmiş ve daha sonra alınmıştır. Arıtma tesisi devredeyken içme suyunun %80'i arıtma tesisinden (gaz klor ile 2 mg/l dozda, pH=6.5-8.0 ve otokontrollü dozlama), geri kalanı ise kuyulardan (kontROLSÜZ sodyum hipoklorit dozlanmakta) temin edilmektedir.

Toplam katı madde, uçucu katı madde, toplam çökelebilen katı madde ve toplam askıda katı madde tayinleri kurutma ve tartım yapılarak, volumetrik ve gravimetrik metotlarla yapılmıştır. Analizi yapılan numunenin pH ve sıcaklık değerleri seygar pH metre ile numunenin alındığı yerde yapılmıştır. Nitrit ön işlemleri yapıldıktan sonra spektro fotometre ile analiz edilmiştir. Yağ-gres tayini, triklorofloretan ile ekstrakte edildikten sonra kurutma ve tartım işlemleri esas alınarak yapılmıştır (Samsunlu, 1999; Clesceri vd., 1989). Ağır metal analizleri ise belediye tarafından yaptırılmıştır.

Deneylede Tuz Gölüne giden Konya Ana Tahliye Kanalı'nın başlangıcı olan terfi merkezinden, iki gün boyunca birer saat ara ile alınan 48 adet, üç hafta boyunca günde bir defa alınan 21 adet ve daha sonra her ay alınan dokuz adet atıksu numunesi kullanılmıştır. Numunelerin alındığı kanal üzerinde, hemen başlangıçta bir Terfi merkezi (numune alma noktası) ve üç adet pompa istasyonu bulunmaktadır. Kanal, 120 km mesafe ile Tuz Gölüne ulaşan ve çoğunluğu evsel, bir miktarı da endüstriyel atıksuyu taşıyan bir açık kanaldır. Numuneler, renkli ve hava ile teması olmayan, 1 Litrelik cam şişelerde muhafaza edilmiştir.

Endüstriyel atıksuların terfi merkezine ulaşması düşünüldüğünden, hem saatlik hem de günlük numuneler çarşamba günleri öğleden sonraları alınmıştır. Analizler numunelerin alınmasından sonraki ilk gün yapılmıştır.

Numunelerin ekstraksiyonu (THM analizi için) petrol eteri ile yapılmıştır. 100 ml numune balon içine koyulduktan sonra üzerine 2 ml petrol eteri ilave edilip düzenli bir şekilde 4 dk karıştırılarak ekstrakte edilmiş ve enjeksiyonla alınmıştır (eğer ekstraksiyon, bu işlemlerle sağlanamamış ise balona 2 ml daha petrol eteri ilave ederek tekrar 4 dk daha karıştırılmıştır). Klorlu alifatik bileşikler analizinde Hewlett Packard 5890 Series II gaz kromatografi cihazı kullanılmıştır (Brown ve Thomas, 1997). Cihaz kapiler kolon (HP-624, i.ç. 0.25 mm, 30 m, film kalınlığı 1.4 µm) ve ECD (electron capture detector) ve FID (flame ionization detector) ile donatılmıştır. Sıvı örnekler hipodermik şırıngalarla, silikon kauçuğundan yapılmış bir septumdan örnek odasına 'kolon' enjekte edilmiştir. Enjeksiyon miktarı 0.1-0.5 µL arasında değişebilmektedir (Hışıl, 1994). Solvent ekstraksiyonu ile hazırlanan numunelerden, 1 µL cihaza enjekte edilerek, analitik sonuçlar HP 3399 integratör ile elde edilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanılmıştır.

Numuneler enjekte edilmeden önce cihaz kalibre edilmiştir. Cihazın akım ayarları sabun köpüklü hacim ölçerle düzenlenmiştir. Analiz için uygulanan gaz kromatografik şartlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. Atıksu örneklerinde aranan klorlu alifatikler

Bileşikler	Bileşikler	Bileşikler
Diklorometan (DCM)	1,2 Dikloroetan (DCA)	1,2 Dikloropropan
Dibromklorometan	Cis 1,2 Dikloroetilen	Cis 1,3 Dikloropropen
Triklorometan	Trikloroetilen (TCE)	1,2 Diklorobenzen
Tetraklorometan	1,1 Dikloroetilen	Trans 1,3 Dikloropropen
Tribrommetan	Trans 1,2 Dikloroetilen	1,3 Diklorobenzen
Kloroform	Tetrakloroetilen	1,4 Diklorobenzen
Bromoform	1,1 Dikloroetan	1,1,2,2 Tetrakloroetan
1,1,1 Trikloroetan	1,2 Dibrometan	1,1,2 Trikloroetan

Taşıyıcı gaz = azot, taşıyıcı gaz basıncı = 5 kg/cm², gaz akış hızı = 1,4 ml/dk, kolon = 0.25 mm i.ç., 30 m uzunlukta, fırın sıcaklığı = 240 °C, enjektör sıcaklığı = 250 °C, detektör sıcaklığı = 300 °C, cihazın ölçüm hassasiyeti = 0.001 µg/L'dir.

Ekstraksiyon işlemi ile ön hazırlıkları yapılan numunelerin klorlu alifatik tayinleri, gaz kromatografi cihazında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar integratörde okunmuştur. Okunan sonuçların değerlendirilmesi, integratörden alınan pik boyları ve alanları kullanılarak aşağıdaki formül ile yapılmıştır.

$$\text{Kons.}, \mu\text{g/L} = \text{Pik alanı/stand.alan} \times 200$$

3. SONUÇLAR

Diklorometana sadece ikinci sette rastlanmıştır. Derişim değeri, değişimi ve aralığı en yüksek ve geniş olarak gözlenmiş olup, standart sapması da en yüksek olan bileşik olarak diğerlerinden en büyük farklılığı göstermiştir (Çizelge 2).

1,2 dikloroetan ve trikloroetilen de sadece ikinci sette bulunan bileşikler olmuştur. Özellikle trikloroetilen sadece sekiz numunede ve düşük seviyede bulunmuştur.

Trans-1,2 dikloroetan, ilk sette sadece iki kere gözlenmiş ve ikinci sette de oldukça yüksek derişimlerde bulunmuştur (84.6 µg/L). Ayrıca derişim değişimi de kararlı özellik göstermiştir. Trans-1,2 dikloroetanın derişim değişimleri Şekil 1'de verilmiştir.

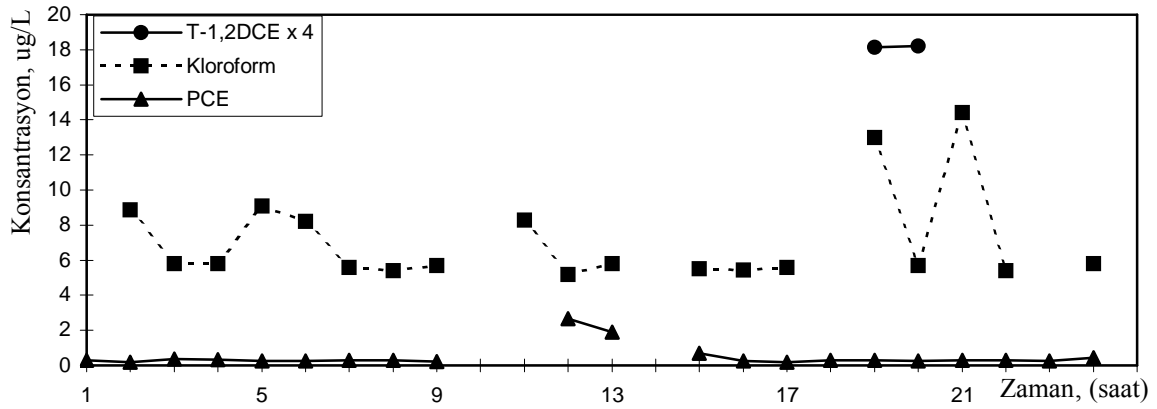
Diğer bileşikler arasında en toksik etkiye sahip olan kloroform, iki sette de numunelerin büyük çoğunluğunda bulunmuştur. Birinci sette içmesuyu dezenfeksiyonu elle kontrol edilen sodyumhipoklorit dozlaması yapılmıştır. Bu da derişimlerin önemli derecede yüksek çıkmasına neden olmuştur. İkinci sette ise, uygun şartlarda otomasyona dayalı gaz klor dozlaması yapıldığından klorlu alifatik derişim oranları ve farklılığı daha düşük seviyelerde çıkmıştır (0.31-1.5 µg/L, Şekil 2).

Çizelge 2. Bulunan klorlu alifatik bileşiklerin ortalama değerleri, standart sapması ve derişim aralıkları

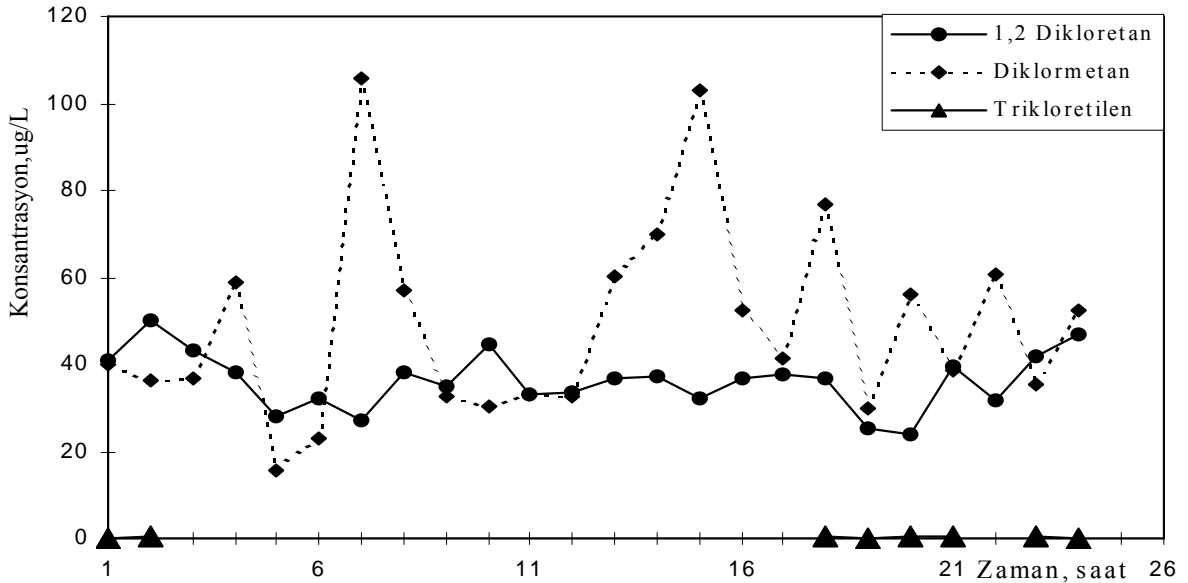
Bileşik	Ortalama Derişim (µg/l)	Standart Sapma	Derişim Aralığı
Diklorometan *	49.130	20.6280	15.8 - 105.6
Trans-1,2Dikloroetan *	72.750	19.7900	49.8 - 84.6
**	62.050	0.4123	72.6 - 72.9
Kloroform *	7.080	2.6700	5.2 - 14.4
**	0.785	0.4110	0.25 - 1.5
1,2Dikloroetan *	37.100	17.3000	25.2 - 47.0
Trikloroetilen *	0.301	0.1500	0.09 - 0.46
Tetrakloroetilen *	0.489	0.6183	0.19 - 2.67
**	0.590	0.0932	0.04 - 1.96

* Arıtma tesisi devrede değil,

** Arıtma tesisi devrede

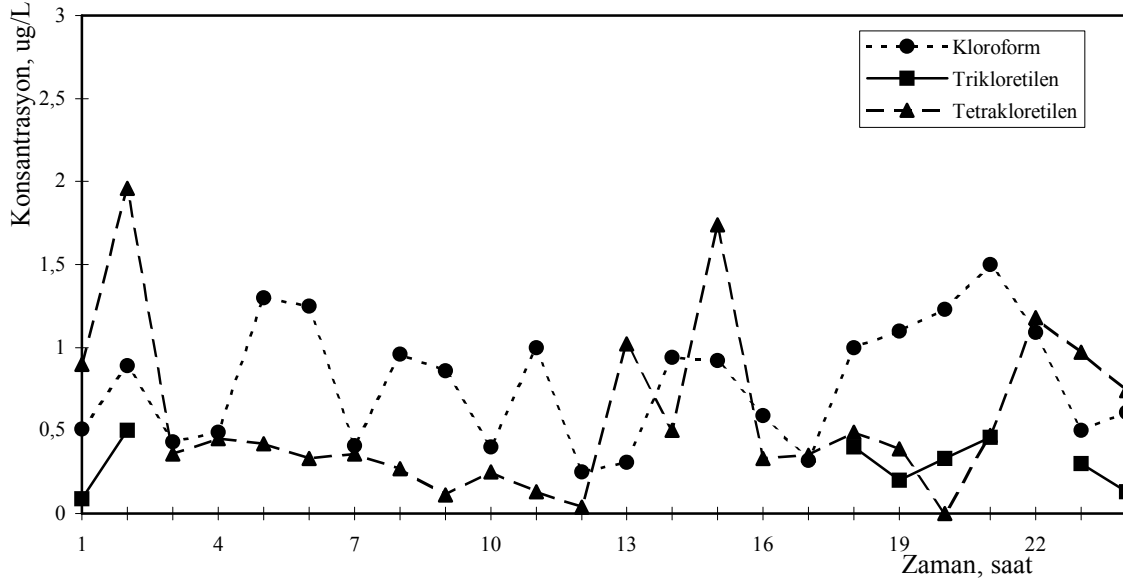


Şekil 1. Konya kanalizasyon sistemi çıkışında 1. Set saatlik numunelerdeki klorlu alifatik derişimleri



Şekil 2. Konya kanalizasyon sistemi çıkışında 2. Set saatlik numunelerdeki klorlu alifatik derişimleri

Tetrakloroetilen ise düşük seviyelerde olsa da, her iki sette de bulunmuştur. Birinci sette 12.00-15.00 saatleri arasında daha yüksek çıkmıştır (0.69-2.67 $\mu\text{g/L}$, Şekil 1). İkinci sette ise 0.04-1.96 $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Konya kanalizasyon sistemi çıkışında 2. Set saatlik numunelerdeki klorlu alifatik derişimleri

Çizelge 3. Günlük numunelerdeki klorlu alifatiklerin derişim oranları ve buldukları numune adedi (Derişim; µg/L; (-) olan veriler cihazın ölçüm sınırının altındadır)

Bileşikler	1. hafta		2. hafta		3. hafta		1. Set	2. Set
	Derişim aralığı	Bulunan numune adedi	Derişim aralığı	Bulunan numune adedi	Derişim aralığı	Bulunan Numune adedi	Derişim aralığı	Derişim aralığı
Diklorometan	-	-	-	-	-	-	-	-
Kloroform	7-31	tamamı	1.0-3.4	tamamı	4-6	tamamı	14,01-38,81	0,79-4,75
Tetraklorometan	5-7	2	-	-	-	-	-	-
Dibromklorometan	0.3	1	0.05-0.13	2	0.2	1	-	-
Bromoform	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1 Dikloroetilen	-	-	-	-	-	-	-	-
Trans-1,2-Dikloroetilen	-	-	-	-	-	-	-	-
Trikloroetilen	1.7-26	tamamı	0.2-1.3	5	0.5-4	tamamı	-	0,34-1,88
Tetrakloroetilen	1.2-19	tamamı	0.2-5	tamamı	2.3-16	tamamı	0,68-9,49	0,09-4,43
1,1 Dikloroetan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2 Dikloroetan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1 Trikloroetan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,2 Triklroetan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,2,2Tetrakloroetan	42-45	2	-	-	-	-	-	-
1,2 Dibrommetan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2 Dikloropropan	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4 Diklorobenzen	9-24	6	13-279	5	6-96	tamamı	-	-

Günlük ve 24 saatlik iki set olarak alınan numunelerde bulunan bileşiklerin derişim aralıkları ve buldukları numune adedi Çizelge 3'de verilmiştir. Günlük numunelerde bulunan bileşik sayısı saatlik numunelerde bulunan bileşik sayısından daha fazla çıkmıştır.

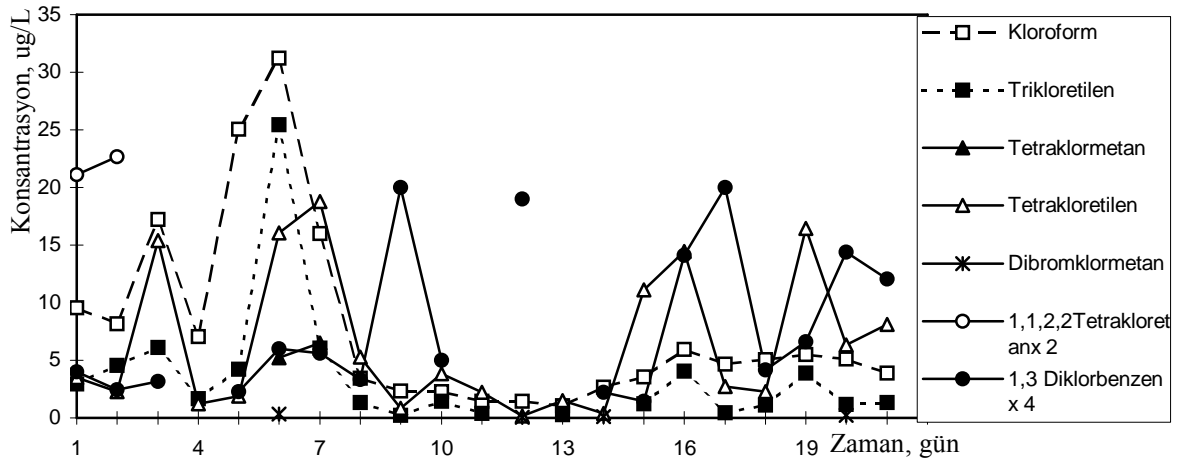
Bileşikler bulunma sıklıklarına göre iki grupta incelenmiştir. Birinci grup bileşikler daha sık bulunanlardır (Kloroform, trikloretilen, tetrakloretilen ve 1,4-diklorbenzen). İkinci grup ise, daha az bulunanlardır (Tetraklorometan, dibromklorometan ve 1,1,2,2-tetrakloretilen).

Bileşiklerin derişimleri limitlerle karşılaştırıldığında kabul edilebilir düzeylerde çıkmıştır (1,4-diklorbenzen bir defa 200 µg/L çıkarak bu yargının dışında kalmıştır, Çizelge 3).

Her ay alınan numuneler dikkate alındığında, diklorometan (şubat), Trans1,2-dikloretilen (şubat), 1,2-dikloretilen (şubat) ve dibromklorometan (mart) on ay içerisinde sadece bir kere bulunmuştur. Tetrakloretilen, trikloetilen ve kloroform ise günlük ve saatlik numunelerde olduğu gibi aylık numunelerde de bulunmuştur (Şekil 4).

Çizelge 4. Doğrudan Deşarj Edilmeyen Kentsel Atıksuları Arıtma Planı (Alman Standardı) standartları ile bulunan uçucu organiklerin derişimlerinin karşılaştırılması (Türk Standartları yok)

Bileşikler	Max Derişim, mg/L	Alman deşarj standartları, mg/L
Kloroform	38.8	200
Trikloroetilen	25.5	200
Tetrakloroetilen	18.8	200
1,3-Diklorobenzen	279.4	200
1,1,2,2-Tetrakloroetan	45.4	200
Tetraklorometan	6.5	200
Dibromoklorometan	0.3	200



Şekil 4. Konya kanalizasyon sistemi çıkışında günlük numunelerdeki klorlu alifatik derişimleri (1.Hafta; 2-9.1997, Hava sıcaklığı: 11.7°C. su sıcaklığı: 11.0°C 2. Hafta; 10-17.1997, Hava sıcaklığı: 11.8°C. su sıcaklığı: 11.0°C, 3. Hafta; 18-25.1997, Hava sıcaklığı: 12°C. su sıcaklığı: 11.2°C)

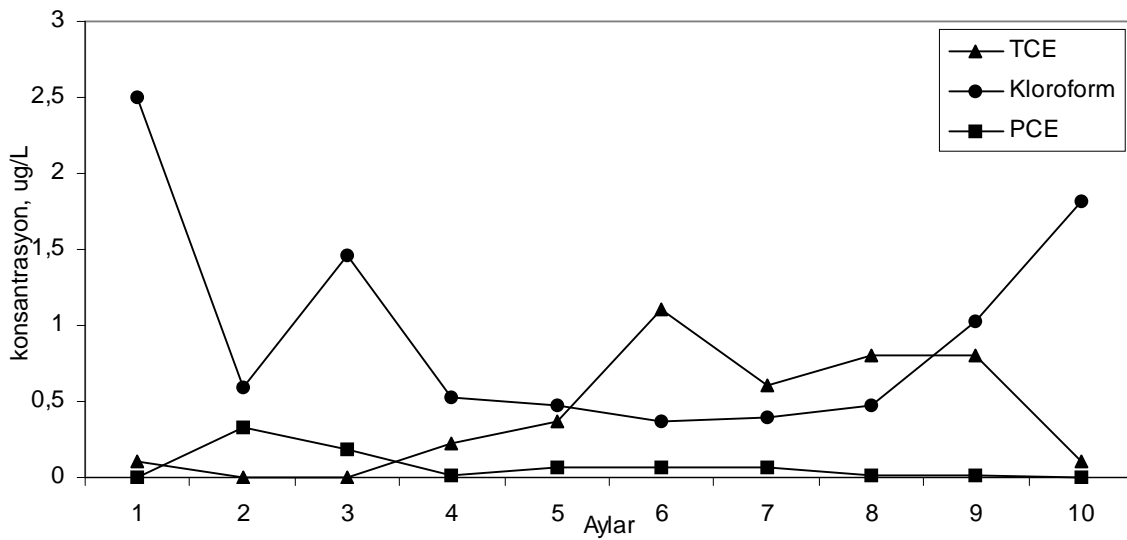
Elde edilen analiz sonuçlarına göre; BOİ, KOİ, T. Katı madde, organik madde, TAKM ve yağ-gres değerleri standartların üzerinde, ağır metal, pH, sıcaklık ve nitrat ise kabul edilebilir düzeyde çıkmıştır (Çizelge 6).

Yapılan çalışmada, ilk sette üç (DCM, 1,2 DCA, TCE), ikinci 24 saatlik numunelerde altı klorlu alifatik (DCM, 1,2 DCA, TCE, tetrakloroetan, kloroform, trans-1,2 dikloroetan) bileşik bulunmuştur. Bunlardan diklorometan ve kloroformun birinci 24 saatlik numunelerde en büyük derişim değışimlerinde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 5. Bulunan klorlu alifatiklerin aylara göre değışimi, $\mu\text{g/L}$

Bileşikler	TCE	Kloroform	DCM	T1,2 DCE	DBCM	1,2 DCE	PCE
Ocak	0.1	2.5	-	-	-	-	-
Şubat	-	0.59	52.2	61.5	-	36.0	0.33
Mart	-	1.46	-	-	0.05	-	0.19
Nisan	0.23	0.52	-	-	-	-	0.01
Mayıs	0.37	0.48	-	-	-	-	0.06
Haziran	1.1	0.37	-	-	-	-	0.07
Temmuz	0.6	0.40	-	-	-	-	0.07
Ağustos	0.8	0.48	-	-	-	-	0.01
Eylül	0.8	1.02	-	-	-	-	0.01
Ekim	0.1	1.82	-	-	-	-	0.006

TCE; Trikloroetilen, PCE; Tetrakloroetilen, DCM; Diklorometan, DBCM; Dibromklorometan, T1,2DCE; Trans1,2-dikloroetan, 1,2-DCE; 1,2-Dikloroetan
Not : (-) olan veriler cihazın ölçüm sınırının altındadır.



Şekil 5. Konya kanalizasyon sistemi çıkışında 10 aylık numunelerde bulunan klorlu alifatiklerin derişimleri

Kloroform ilk sette (arıtma tesisi devrede değil) geniş bir derişim aralığında seyretmiş ve ikinci sette (arıtma tesisi devrede) de en kararlı derişim değişimini göstermiştir. İlk sette, kontrolsüz sodyum hipoklorit, ikinci sette ise, 0.6 mg/L bakiye klor kalacak şekilde gaz klor dozlaması yapılmıştır. Burada, dozlama şeklinin önemi ortaya çıkmıştır. İlk 24 saatlik numuneler alındığında içme suyu arıtma tesisi bakımında olduğundan, su temini kuyulardan sağlanmıştır.

Günlük numunelerde bulunan klorlu alifatiklerin sayısı 7'dir. Bunların çoğu ilk hafta alınan numunelerde gözlenmiştir. Çalışmada en sık rastlanan bileşikler; kloroform, trikloroetilen, tetrakloroetilen ve 1,4-diklorobenzendir. Kloroform ve tetrakloroetilene her iki çalışmada da (saatlik ve günlük) rastlanmıştır. Trans-1,2-dikloroetilen, dibromklorometan ve 1,1,2,2-tetrakloroetan nadiren karşılaşılan bileşikler olmuştur. Aylık numunelerde ise trikloroetilen, kloroform ve tetrakloroetilen en çok rastlanan bileşikler olmuştur.

Çizelge 6. Konya Ana Tahliye Kanalı atıksuyunun 1997 yılı Ocak-Haziran ayları arasında yapılan analiz sonuçları (T.Çevre Mevzuatı, 1992).

Parametreler	Analiz Sonuçları						Deşarj Standartları
	01.01	20.02	11.03	10.04	10.05	11.06	
Numune Alma Tarihi, 1997							
BOİ ₅ (mg/L)	-	-	672	442	487	365	-
KOİ (mg/L)	-	-	1020	854	970	750	4000
T. Katı Madde (mg/L)	1710	540	648	937	570	475	-
Uçucu Katı Madde (mg/L)	480	128	156	248	195	220	-
T. Çökelebilen Madde (ml/l)	18	20	9	4.5	18	21.5	-
T. Askıda Katı Madde (mg/L)	348	106	421	246	124	127	500
PH	7.5	7.8	7.6	7.8	8.3	8.2	6,5-10
Nitrat (mg/L)	-	-	0.25	0.32	0.45	0.7	-
Sıcaklık (°C)	10.8	10.8	11.2	13	13.8	15.1	40
Yağ-Gres (mg/L)	-	-	284	240	234	196	250
Çinko (µ/L)	87	130	93	-	-	-	10000
Bakır (µ/L)	2	17	10	-	-	-	2000
Kadmiyum (µ/L)	<1	<1	<1	-	-	-	2000
T. Krom (µ/L)	20	69	10	-	-	-	5000
Cıva (µ/L)	1	2.4	0.5	-	-	-	200

4. TARTIŞMA

Klorlu alifatiklere kaynak olarak, içme suyu klorlamasının yanında, evlerde temizlik amacı ile kullanılan dezenfektanlar da katkıda bulunmaktadır. Yapılan bir araştırmada, arıtma tesislerinde 32 organik bileşiğe rastlanmıştır (Suschka vd., 1996). Bu noktada, gece ve gündüz saatleri arasında derişim farkı önemli derecede olmamıştır. Ayrıca ilk sette sadece üç bileşiğe rastlanmıştır. Dolayısıyla bu durum, klorlu alifatiklerin klorlama ünitesinde,

sonrasında ve evsel atık sularından oluştuğunu, endüstriyel atık sularından önemli bir girişim olmadığını göstermiştir. Ayrıca iki günde de aynı sayıda bileşiğin elde edilmemesi, klorlamada kullanılan madde cinsinin (gaz klor, hipoklorit, vs.), klorlu alifatiklerin oluşma mekanizmasına farklı etki ettiğini göstermektedir.

Konya Ana Tahliye Kanalı'ndaki mevcut kirlilik yükünü oluşturan kaynaklar, evsel, endüstriyel ve yağmur sularıdır. Ancak klorlu alifatikler açısından incelendiğinde, kirletici kaynakları daha da özelleştirmek gerekir. Çalışmanın ilk aşamasında elde edilen sonuçlara göre klorlu alifatiklerin en önemli kaynağı, içme suyu arıtma tesisinde uygulanan klorlama ünitesinden şebekeye verilen bakiye klorun, meskenlerdeki organik atıklarla tepkime vermesindedir. İçme sularının klorlanması sırasında ve sonrasında, klorun sudaki organik maddelerle girdiği reaksiyonlar sonucu oluşan klorlu alifatik bileşikler, deşarj noktalarına kadar taşınabilmektedir (Rook, 1974). Hüyük maddeler, THM ve klorlu alifatiklerin oluşumuna yol açan öncü maddelerdir (Tınkılıç, 1987) (Çizelge 7). Arıtma tesisi dışında, evlerde kullanılan klorlu temizleyiciler kaynak teşkil etmektedir. İncelenen klorlu alifatikler, daha çok dezenfektan veya temizlik amaçlı kullanılan klorlu alifatikler içeren evsel atıksulardan kaynaklanmaktadır (Özdemir ve Dorum, 1997).

Türkiye'de ozon ve UV sistemlerinde olduğu gibi dezenfektan verimi oldukça iyi olan fakat bakiye dezenfektan bırakılması söz konusu olmayan dezenfeksiyon metotlarının kullanılmamasının en önemli nedeni, sağlıklı döşenmemiş şebekelere dışarıdan herhangi bir patojen mikroorganizma gireceği endişesidir. Bu metotların kullanılmasıyla sağlıklı olarak döşenmiş şebekelere bırakılacak bakiye dezenfektan oranı %65 civarında azalacaktır, dolayısı ile oluşacak klorlu alifatiklerin ve kloroaminlerin derişimi minimuma indirilmiş olacaktır. Klorlu alifatiklerin giderilmesi konusunda arıtma tesislerinde herhangi bir proses kullanılmamaktadır. Ancak Özdemir 1989'un klorlu alifatiklerin giderimi ile ilgili çalışmasında demir metali yardımı ile klorlu alifatiklerin giderilmesi konusunda olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür. Başka bir araştırmacı grubuna göre ise; uçucu klorlu alifatikler atıksu arıtma tesislerinde biyolojik proseslerde bozunmaya uğramaktadırlar (Bell vd., 1993). Bunların dışında klorlu alifatiklerin, havalandırma ile de giderilmektedir. Ayrıca iyi bir dezenfektan olup, amonyakla tepkime vermeyerek kloroaminleri oluşturmayan ClO₂ (Lykins, 1986), klora alternatif olarak son zamanlarda kullanım alanı bulmuştur. Çoğunlukla açık kanalda deşarj edilen Konya atıksularındaki klorlu alifatik miktarı mesafe ile azalıp yok olmaktadır. Ancak yakın mesafelerde atıksuların sulama amaçlı kullanımı neticesinde toprak ve tarım ürünlerinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı ayrı bir çalışma konusudur.

Numunelerde aranan klorlu alifatik bileşikler Çizelge 1'de verilmiştir. 24 saatlik iki set halinde analiz edilen numunelerde bulunan bileşiklerin ortalama, standart sapma ve derişim aralıkları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre, toplam altı bileşik bulunmuş, ilk 24 saatlik sette ise sadece üç bileşik bulunmuştur.

Çizelge 7. THM ve klorlu alifatiklerin oluşumundaki öncü maddeler (Tınkılıç, 1987)

Kaynaklar	
Bitkiler	Fülvik ve Hüyük asitlerin bozunma ürünleri (rezorsinol, vanilik asit, siringik asit, 3,5-dihidroksibenzoik asit) Bitki pigmentleri (klorofil, floroasetofenon)
Algler	Algli biyomaddeler Aminoasitler ve pirimidinler (Triptofan, prolin urasil) Çok hücreli canlılar ve proteinler
Endüstriyel	Fenolik maddeler

Atık sularındaki klorlu alifatiklerin gözlenmemesi için öncelikle THM olarak bilinen bu kanserojen bileşiklerin oluşumunda önemli bir rol alan organik maddelerin giderilmesi ve dolayısı ile bakiye klor miktarının azaltılması gerekmektedir. Ancak Alman Standartları dikkate alındığında tespit edilen THM derişimlerinin yüksek olmadığı sonucuna varılmaktadır. Kanalizasyon şebekelerinde THM'ler çok farklı nedenlerden dolayı farklı derişimlerde veya hiç olmayabilmektedir. Farklı zamanlarda alınan numunelerde aynı parametrelerin göstermiş olduğu farklılığın nedeni ayrıca araştırılabilir.

Klorlu alifatiklerin dışında analizi yapılan parametrelerden BOİ, KOİ, T. Katı madde, organik madde, TAKM ve yağ-gres Türk Çevre Mevzuatı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Çizelge 25'e göre standartların altında çıkmıştır. Nitrat, pH, sıcaklık ve ağır metaller ise bu standartlara göre kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Çizelge 25'e göre değerlerin düşük çıkmış olmasına rağmen, İstanbul, İzmir, Ankara ve Adana gibi illerin atıksu karakteristikleri incelendiğinde BOİ ve KOİ'nin yüksek olduğu görülmektedir. Yaptığımız araştırmalardan edindiğimiz bilgilere göre bunun sebebi, Atıksu şebekelerinin eski ve betonarme olması sebebi ile suların, özellikle akışın yavaş olduğu bölgelerde sızarak katı madde yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca müstakil evlerin çok olması ve bu evlerde kullanılan suların bahçelere verilmesi ve bu bölgelerden çoğunlukla sadece katı madde içeriği fazla suların şebekeye verilmesi, bu iki parametrenin yüksek çıkmasında önemli etkenlerdir. Ağır metal derişimlerinin düşük çıkmasının nedeni, Konya atıksularının önemli kısmının evsel nitelikli olmasıdır.

KAYNAKLAR

- Ayhan A., Güzel A., Küçüköyük M., Göçmez G. (1993): "Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölünde Kirliliğin Tespiti ve Giderilmesi Projesi", T.C. Çevre Bakanlığı, S. Ü. Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, Konya.
- Bell. J., Melcer H., Monteith H., Osinga I., Steel P. (1993): "Stripping of Volatile Organic Compounds at Full-Scale Municipal Wastewater Treatment Plants", Water Environmental Research.
- Brown K.W., Thomas J.C (1997): "Fate of Volatile Organic Compounds and Pesticides in Composted Municipal Solid Waste", Compost Science and Utilization, 5 (4), 6.
- Cantor K.P., Lynch C.F., Hildesheim M.E., Dosemeci M., Lubin J., Alavanja M., Craun G.F. (1998): "Drinking Water Source and Chlorination Byproducts in Iowa", Risk of Bladder Cancer, Epidemiology 9:21-28.
- Clesceri L.S., Greenberg A.E., Trussel R.R. (1989): "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association", Part-3, Boston, USA.
- Galapate R.P., Kitanaka Ito K., Mukai T., Shoto E., Okada M. (1997): "Origin of Trihalomethane Precursors in Kurose River Hiroshima", Water Science and Technology, V. 35, N. 8, p. 15-27.
- Graham N.J.D., Wardlaw V.E., Perry R, Jiang J.Q., (1998): "The Significance of Algae as Trihalomethane Precursors", Water Science and Technology, V.1, p. 631-638.
- Hışıl Y. (1994): "Enstrümantal Gıda Analizleri-II", Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- King W.D., Marrett L.D. (1996): "Case-Control Study of Bladder Cancer and Chlorination Byproducts in Treated Water", Cancer Causes Control 7:596-604.
- McGeekin M.A., Reif J.S., Becher J.C. (1993): "Case-Control Study of Bladder Cancer and Water Disinfection Methods in Colorado", Am J Epidemiol., 138:492-501.
- Miller J.W., Uden P.C. (1983): "Environmental Science Technologies", V. 17.
- Montgomery J.M. (1985): "Water Treatment Principles and Design", John Wiley and Sons Inc., USA.

- Mowry B.A. (1982): "Treatment Technology to Meet the Drinking Water Standards for Trihalomethanes for Jackson", Mississippi, Mississippi State University, Phd.
- Rook J. J. (1974): "Journal Water Treatment Exam", V. 23, p. 234-243, U.S.A.
- Özdemir M. (1989): "Demir Metali Yardımı İle Sulardaki Klor Artıklarının Giderilmesi", Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdemir C., Dorum A. (1997): "Konya Kanalizasyonunda Klorlu Alifatikler Üzerine Bir Çalışma", S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, V. 12, p. 9-15, Konya.
- Samsunlu A. (1999): "Çevre Mühendisliği Kimyası", Sam-Çevre Tekn. Mrk. Yayını, p. 214-271, İstanbul.
- Singer P.C. (1989): "Complying With Trihalomethane Reduction Requirements in Water Treatment Facilities", Pollution Technology Review, V. 167.
- Suschka J., Mrowiec B., Kuzmider G. (1996): "Volatile Organic Compounds (VOC) at Same Sewage Treatment Plants in Poland", Water Science & Technology, V. 33, p. 12, UK.
- Swanwick J. D., Foulkes M. (1971): "Inhibition of Aneorobic Digestion of Sewage Sludge by Chlorinated Compounds", Wat Poll Control, p. 58-70, U.S.A.
- Türk Çevre Mevzuatı, (1992): Türk Çevre Vakfı Yayını, Ankara.
- Tinkılıç N. (1987): "On Dokuz Mayıs Üniversitesi Gölet ve İçmesuyunda Kirlilik Araştırması ve Klorlu Organik Bileşiklerden Triklotoetilenin Gaz Kromatografisi ile Tayini", On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Verschverren K. (1977): "Handbook of Environmental Data on Chemicals", Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Zierler S., Feingold L., Danley R.A. (1988): "Bladder Cancer in Massachusetts Related to Chlorinated and Chloraminated Drinking Water: a Case Control Study", Arch Environ Health, 43:195-200.