T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA KONVANSİYONEL İÇME SUYU ARITMA TESİSİNİN TOPLAM ORGANİK KARBON BAKIMINDAN ARITMA VERİMİNİN BELİRLENMESİ

Abdurahman CANPOLAT

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR danışmanlığında, Abdurahman CANPOLAT'ın hazırladığı "**Şanlıurfa Konvansiyonel İçme Suyu Arıtma Tesisinin Toplam Organik Karbon Bakımından Arıtma Veriminin Belirlenmesi**" konulu bu çalışma 02/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR ……..

Üye : Doç. Dr. A. Dilek ATASOY ..……

Üye : Doç. Dr. Orhan Taner CAN ……..

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 18083

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2.KURAMSAL TEMELLER 6
2.1. Organik Maddelerin Kaynakları 6
2.2. Toplam Organik Karbon 9
2.3. TOK Ölçüm Yöntemi 10
2.4. TOK Giderme (Arıtma) Yöntemleri 10
2.4.1. Koagülasyon 11
2.4.2. Aktif karbon 11
2.4.3. Membran sistemleri 12
2.5. Konvansiyonel Arıtma Yöntemi 12
2.6. TOK Mevzuattaki Değerleri 16
3.MATERYAL ve YÖNTEM 19
3.1. Materyal 19
3.1.1. Şanlıurfa ili içme suyu temini 19
3. 1.2. Tünel çıkış ağzı 19
3.1.3. Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisi 20
3.1.4. Havalandırma ve ön klorlama 22
3.1.4.1. Havalandırma 22
3.1.4.2. Kaskat havalandırma yapısı 23
3.1.4.3. Havalandırma verileri 23
3.1.4.4. Ön klorlama 24
3.1.5. Hızlı karıştırma (koagülasyon-pıhtılaştırma) 24
3.1.5.2. Karıştırıcılar türbin tipi 25
3.1.6. Yavaş karıştırma (flokülasyon –yumaklaştırma) 27
3.1.6.1. Yavaş karıştırma yapısı 28
3.1.6.2. Flokülasyon tankı boyutlandırması 28
3.1.7. Durultucular (Çöktürme) 29
3.1.8. Filtre Tesisi 32
3.1.8.1. Genel 32
3.1.8.2. Filtre Tesisi Boyutlandırması 32
3.1.8.3. Hızlı Kum Filtresi 33
3.1.8.4. Hızlı kum filtrelerinin geri yıkanması 34
3.1.8.5. Filtre geri yıkama suyu tankı 34
3.1.9. Klorla dezenfeksiyon 35
3.1.10. Klor temas tankı ve arıtılmış su deposu 36
3.1.10.1. Klor temas tankı 36
3.1.10.2. Klor temas tankı boyutlandırması 36
3.1.10.3. Su deposu 37
3.1.10.4. Su tankı boyutlandırması 37
3.1.11. Çamur yoğunlaştırma, susuzlaştırma ve presleme üniteleri 38
3.2. YÖNTEM 39
3.2.1. Numune alımı ve analizler 40
3.2.2. Numunelerin muhafazası 41
3.2.3. Toplam organik karbon analizi 42
3.2.4. Arıtma veriminin hesaplanması 43
4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA 45

4.1. TOK Analiz Sonuçları 46
4.2. TOK Standart Değerleri 48
4.3. Arıtma Veriminin Hesaplanması 51
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER 56
5.1. Sonuç 56
5.2. Öneriler 58
KAYNAKLAR 60
ÖZGEÇMİŞ 63
EKLER 64

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA KONVANSİYONEL İÇME SUYU ARITMA TESİSİNİN TOPLAM ORGANİK KARBON BAKIMINDAN ARITMA VERİMİNİN BELİRLENMESİ

Abdurahman CANPOLAT

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR
Yıl:2019, Sayfa:67

Türkiye İstatistik Kurumun 2016 yılı Belediye Su İstatistikleri sonuçlarına göre, Türkiye'deki su kaynaklarından, içme ve kullanma suyu şebekelerine, 5.8 milyar metreküp su çekilmektedir. Bu suyun 3.4 metreküplük kısmı arıtılmaktadır. Suyun %92.9'unun konvansiyonel, %6.1'inin ileri, %1'inin ise fiziksel arıtıma tabi tutulmaktadır. Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri genel olarak havalandırma, kimyasal arıtma (Koagülasyon-Flokülasyon-Durultucu), filtrasyon, dezenfeksiyon işlemleri uygulanmakta olup aynı arıtma üniteleri mevcut çalışmanın konusu olan Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisi içerisinde de kullanılmaktadır. Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisi içerisinde 1 adet havalandırma ünitesi, I. Kademe Arıtma Tesisinde 2 ve II. Kademe arıtmada 4 olmak üzere toplam 6 adet Hızlı Karıştırma Ünitesi; I. ve II. Kademelerde eşit olmak üzere 2 bölmeli toplam 8 adet Yavaş Karıştırma Ünitesi; lamelli tip yukarı akışlı I. ve II. Kademede eşit olmak 4'er adet Durultucu Ünitesi; Sabit Hızlı, Sabit Seviyeli ve Tek Bataryalı (Gözlü) her kademede eşit şekilde 76 metrekare alanlı toplam 2x16 adet Hızlı Kum Filtreli ünitelerden oluşmaktadır. Toplam Organik Karbon (TOK), su kalitesi belirleme yöntemlerinden (BOİ, KOİ ve TOK) biridir. Suda çözünmüş ya da asılı halde bulunan organik maddeleri ifade etmektedir. Bu tez çalışmasıyla; Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisi özelinde arıtma veriminin TOK parametresine göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak, Ocak - Mayıs dönemi için deneysel verilerin mukayesesi ile performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre; verim ortalaması %28,51 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bu performans değeri bu tip konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri için ortalama bir arıtma verimi olduğu sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Toplam organik karbon (TOK), arıtma sistemi, konvansiyonel içme suyu arıtma tesisi, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF TREATMENT EFFİCİENCY OF SANLIURFA CONVENTIONAL DRINKING WATER TREATMENT PLANT FOR TOTAL ORGANIC CARBON

Abdurahman CANPOLAT

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR
Year:2019, Page:67

According to the Turkey Statistical Institute's 2016 Municipal Water Statistics result, 5.8 billion cubic meters of water is drawn from the water resources in Turkey for drinking and potable water network. 3.4 cubic meters of this water is treated. 92.9% of the water is subjected to conventional treatment, 6.1% is advanced and 1% is subjected to physical treatment. Conventional drinking water treatment plants generally include ventilation, chemical treatment (coagulation-flocculation-sludge clarifier), filtration, disinfection, and the same treatment units are currently being applied in Sanliurfa drinking water treatment plant. Purification Plant has 1 ventilation unit and A total of 6 quick mixing units (2 of them in I. Stage Purification System and 4 of them from II. Purification System). I. and II. Stage Systems has 8 slow mixing units with a total of 2 compartments, equally. Also, both Stage systems have Rectangular up flow type planned with lamella equally four Sludge clarifier unit accompanied by Constant Speed, Fixed Level and Single Battery (Eyed) is composed of 2x16 Quick Sand Filter units with 76 m^2 area equally on each stage. Total Organic Carbon (TOC) is one of the water quality determination methods (BOD, COD, and TOC). It refers to organic substances dissolved or suspended in water Conventional drinking water treatment plants are generally applied for ventilation, chemical treatment (coagulation-flocculation-clarifier), filtration and disinfection processes and the same treatment units are also used in Sanliurfa drinking water treatment plant which is the subject of the present study. 1 ventilation unit in Sanliurfa Drinking Water Treatment Plant, 2 and II. A total of 6 Quick Mixing Units; I. and II. A total of 8 slow mixing units with 2 chambers equal in stages; lamellar type upstream I. and II. To be equal in the level 4 each of the rinsing units; It consists of 2x16 units of Quick Sand Filter with constant speed, constant level and single battery (with chamber) equal to 76 square meters in all levels. Total Organic Carbon (TOC) is one of the water quality determination methods (BOD, COD and TOC). Refers to organic substances dissolved or suspended in water. With this thesis; the treatment efficiency of Sanliurfa drinking water treatment plant was evaluated according to TOC parameter. As a result, performance evaluation was made by comparing experimental data for January - May period. According to this; average efficiency was determined as 28.51%. Therefore, this performance value is concluded to be an average treatment efficiency for such conventional drinking water treatment plants.

KEY WORDS: Total organic carbon (TOC), treatment system, drinking water treatment plant, Sanliurfa

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleni yapan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Orhan Taner CAN ile Doç. Dr. A. Dilek ATASOY'a teşekkür ederim. Çalışmalarımda bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren Çevre Mühendisliğinin değerli hocalarına, Arıtma tesisi ve proje bilgilerine ulaşmam konusunda gerekli bilgi ve izinleri veren değerli kurumum olan DSİ 15. Bölge Müdürü Ahmet ERSİN GÖKÇE'ye, Şanlıurfa Belediyesi İçme Suyu Arıtma Tesisinde çalışan değerli personellerine, Arıtma Tesisleri Şube Müdürü Mustafa ASOĞLU ile Su Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü Cumali TÜRKOĞLU'na, Grafik ve çizelgeler konusun da Halil CUMHUR ile Ömer Faruk Budak'a, sayın Prof. Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI 'ya, meslektaşım Yüksel KARVAR'a ve bu çalışmalarda zaman ayıramadığım ve büyük bir sabırla daima desteğini hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Abdurahman CANPOLAT

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Doğal Organik Maddelerin Sınıflandırılması…… 9
Şekil 3. 1. Tünel Çıkışı (T1 ve T2)……. 20
Şekil 3. 2. Ham Su Pompa İstasyonu……... 20
Şekil 3. 3. İçme Suyu Arıtma Tesisinin (İSAT) Genel Yerleşimi…… 22
Şekil 3.4. Havalandırma Havuzu……... 23
Şekil 3.5. Havalandırma Havuzu Çıkışında Klorlama ve Koagülant Dozajı…… 24
Şekil 3.6. Şanlıurfa İSAT I. Kademe Hızlı Karıştırma Ünitesi…… 26
Şekil 3.7. Şanlıurfa İSAT II. Kademe Hızlı Karıştırma Ünitesi……. 27
Şekil 3.8. Şanlıurfa İSAT Yavaş Karıştırma Ünitesinde Polielektrolit Dozajı…….. 28
Şekil 3.9. Şanlıurfa İSAT Yavaş Karıştırma Ünitesi……. 29
Şekil 3.10. Şanlıurfa İSAT Durultucu Ünitesi…… 31
Şekil 3.11. Şanlıurfa İSAT Durultucu Su Toplama Kanalı……. 32
Şekil 3.12. Şanlıurfa İSAT Hızlı Kum Filtre Ünitesi……. 34
Şekil 3.13. Klorinatörler……. 35
Şekil 3.14. Klor Tankları……. 36
Şekil 3.15. Su Deposu …… 38
Şekil 3.16. Arıtılmış Su Pompaları……... 38
Şekil 3.17. Çamur Yoğunlaştırma ……. 39
Şekil 3.18. Havalandırma Havuzunda Numune Alma…… 40
Şekil 3.19. Filtre Çıkışı Numune Alma Noktası……. 41
Şekil 3.20. Arıtma tesisi çıkışı temiz su numune alma noktası ve adlandırılması……. 42
Şekil 3.21. TOK cihazında numune analizi…… 43
Şekil 4.1. TOK analiz sonuçlarının zamanla değişimi…… 48
Şekil 4.2. TOK analiz sonuçları ve standart değerler…… 49
Şekil 4.3. TOK analiz sonuçları ve İSKAY standart değeri…… 50
Şekil 4.4. TOK analiz sonuçları ve İrlanda (IE) - EPA standart değeri…….. 51
Şekil 4.5. TOK ortalama ile filtre - çıkış arıtma verim değerlerinin zamanla değişimi ….. 53
Şekil 4.6. USEPA max. değeri ile arıtma verimlerinin zamanla değişimi……. 54
Şekil 4.7. USEPA en düşük muhtemel değeri ile arıtma verimlerinin zamanla değişimi….. 55
Şekil 4.8 Arıtmanın TOK bakımında verim yüzdesinin zamanla değişimi……. 55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.4.1 TOK için önerilen bazı arıtma yöntemleri ve giderim verimleri…….. 11
Çizelge 2.6.1. TOK için su kalite değerleri……. 17
Çizelge 2.6.2. TOK İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Durumu…….. 17
Çizelge 4.1.USEPA birincil içme suyu standartları (TOK giderimi)……..... 45
Çizelge 4.2. Arıtma Tesisi pH ve TOK analiz sonuçları…… 47
Çizelge 4.3. TOK analiz sonuçları ile filtre ve çıkış suyundaki arıtma verim değerleri…… 51
Çizelge 4.4.Arıtmanın TOK bakımından filtre ve çıkış verim değerleri…… 52
Çizelge 4.5. TOK için USEPA ve arıtma verim değerleri…….. 53

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A	Alan
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Dak	Dakika
DSİ	Devlet Su İşleri
DYÜ	Dezenfeksiyon Yan Ürünleri
H	Yükseklik
HAA	Haloasetik Asit
H_{su}	Suyun Yüksekliği
IE	İrlanda
İSAT	İçme Suyu Arıtma Tesisi
İSKAY	İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik
İTASHY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
İYKDY	İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik
L	Uzunluk
M	Metre
M^3	Metre Küp
NTU	Nefelometrik Bulanıklık Birimi
Ppb	Milyarda bir
Ppm	Milyonda bir
Ppt	Binde bir
Q	Debi
Sa	saat
Sn	Saniye
T	Süre
TAK	Toz Aktif Karbon
THM	Trihalometan
TOK	Toplam Organik Karbon
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	United Nations Development Program (Birleşmiş Milletler Çalışma Programı)
USEPA	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
UV	Ultraviyole
V	Hacim
V_{su}	Suyun Hacmi
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1.GİRİŞ

Bilindiği üzere su insan yaşamı için hayati önem taşımaktadır. İnsan vücudunun büyük çoğunluğu sudan oluşmakta olup, suya erişim olmadan insan yaşamının devam etmesi mümkün değildir.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) 2017 projeksiyonlarına göre yaklaşık 7,5 milyar olan dünya nüfusuna, 40 sene içinde bu nüfusun yaklaşık %30 üzerinde bir artışın olacağı ve dünya nüfusunun 10 milyar kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Nüfustaki bu artış göz önünde bulundurulduğunda, dünyanın karşı karşıya olduğu en önemli temel problemlerden biri doğal kaynakların yetersizliği ve artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaktaki zorluklardır. Su, bu ihtiyaçların en başında gelmesine rağmen günümüzde 1,1 milyar insan sağlıklı içme suyu kaynaklarına ulaşamamaktadır (Anonim 1, 2017).

Doğada mevcut su kaynakları ise genelde içme, kullanma ve sanayi su ihtiyaçları için doğrudan doğruya kullanılmaya uygun değildir. Bu yüzden suların bir tasfiye işleminden geçirilmesi sağlanmalıdır. Türkiye'deki içme suyu arıtımı konusunda 2017 yılı kasım ayında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından açıklanan veri ile 2016 yılı Belediyeler tarafından su kaynaklarından alınan 5,8 milyar metreküp suyun 3,4 milyar metreküpü içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtıldığı, arıtılan suyun %92,9'una konvansiyonel, %6,1'ine gelişmiş (ileri arıtım), %1'ine ise fiziksel arıtıma tabi tutulduğu durumu belirtilmiştir (URL-1). Bu tez çalışması Şanlıurfa Büyükşehir'in Merkez belediyelerinin içme ve kullanma suyunu sağlayan toplam arıtma kapasitesi 540 000 m^3/gün, hidrolik kapasite ise 600 000 m^3/gün olarak yapılmıştır. Bu Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisinin Toplam Organik Karbon (TOK) üzerinden arıtma tesisinin veriminin değerlendirilmesi yapılacaktır. Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri genel olarak havalandırma, koagülasyon - flokülasyon, durultucu, filtrasyon, dezenfeksiyon işlemleri uygulanmakta olup aynı arıtma üniteleri Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisinde de mevcutta uygulanmaktadır.

Toplam Organik Karbon parametresi sudaki organik madde miktarının belirlenmesi için kullanılan kolektif bir parametre olup, sudaki organik maddelerin

konsantrasyonunu ölçmektedir. İçme suyunda organik madde bulunması her ne kadar sağlığa zararlı bir duruma yol açması beklenmese de dezenfeksiyon sonrası kanserojen yan ürünlerini oluşturduğu bilindiğinden içme suyundaki varlığı sınırlandırılmıştır.

Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığınca 2015 - 2017 yılları arasında Türkiye'de İçme Suyu Kaynakları ve Arıtma Tesislerin değerlendirmesi projesi çalışması yapılmıştır. Bu proje kapsamında Türkiye'de toplam 489 adet içme suyu arıtma tesisi olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Bu arıtma tesislerinin 2017 tarihi itibariyle 397'si aktif olarak işletilmekte olduğu tespit edilerek bu arıtmalarda 193'ü hakkında bu tesisler ile ilgili genel ve işletme bilgileri konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu 193 tane içme suyu arıtma tesisinin 35 tanesinin paket arıtma, 28 tanesinin fiziksel arıtma, 12 tanesinin ileri arıtma ve 118 tanesinin konvansiyonel arıtma tesisi olduğu belirlenmiştir.

Bakanlığın bu içme suyu arıtma tesislerin değerlendirmesi çalışmasında; yüzey sularında yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiş olan TOK, içme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkışlarında da yüksek değerlerde gözlenmiştir. Dünya'da dezenfeksiyon yan ürünü oluşumunu en aza indirgeme maksadıyla içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu litrede 3 mg olarak sınırlanmış olduğu, bu çerçevede yapılan izleme sonuçlarına göre Türkiye'deki içme suyu arıtma tesislerinin her biri en az bir kez bu değeri sağlamamış olduğu bildirilmiştir (Anonim 1, 2017).

Tınkılıç (1993) tarafından yapılmış olan çalışmada, TOK ve serbest klor değişimlerinin içme sularında trihalometanların (THM) oluşumuna etkilerinin incelenmesi ve Samsun Ondokuz mayıs üniversitesi içme sularında THM'ler ile organik madde, serbest klor, UV- absorbans arasındaki ilişkinin araştırılması yapılmıştır.

Yıldız (1996) tarafından yapılan çalışmada, Şanlıurfa il merkezi içme suyu sistemi kalite kontrol parametreleri açısından incelenmiş, kaynak, depo ve şebeke sisteminde ciddi sorunlar olduğu tespit edilmiştir.

Pektaş (1996) tarafından yapılan çalışmada, İçme suyu arıtımında kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu ve Konya içme suyu arıtma tesisi incelenmiş, deneysel çalışmalarda tesiste kullanılan kimyasal maddelerin tesis verimini bozmadan mümkün olduğunca azaltılabilmesi veya optimum hale getirilmesi şartları araştırılmış, kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu ile işletme masraflarında yaklaşık % 15 oranında tasarruf sağlanacağı sonucuna varılmıştır.

Özden (2002) tarafından yapılan çalışmada, "İçme Sularında Trihalometan Oluşumu ve Organik Maddelerin Giderilmesi" araştırılmıştır. Bu bağlamda, TOK'un önemi vurgulanmıştır.

Kırıkçı (2006) tarafından yapılan çalışmada, ön dezenfeksiyon sonrasında oluştuğu bilinen, ve kanserojen madde olarak dünyada ciddi sınırlamalar getirilen Trihalometanların Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisinden sağlanan suda oluşumunun gözlemlenmesi amaçlanmış ve öngörülenin çok altında olduğu belirtilmiştir.

Doğada mevcut su kaynakları, genelde içme, kullanma ve sanayi su ihtiyaçları için doğrudan doğruya kullanılmaya uygun değillerdir. Bu yüzden suların bir tasfiye işleminden geçirilmesi gerekmektedir (Eroğlu, 2008). Şanlıurfa hızlı kentleşme, yüksek doğum oranı ile GAP'ın merkezi olmasına bağlı olarak nüfusu hızla artmıştır.

Buna paralel olarak da içme-kullanma suyu ihtiyacı artmıştır, içme-kullanma suları miktarının yanı sıra, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler yönünden suyun uygun olması ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik" kapsamında mevzuata da uygun olması gerekmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu 2017 yılında açıkladığı 2016 yılı Belediye Su İstatistikleri sonuçlarına göre; su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekelerine 5,8 milyar m^3 su çekildiği, bu alınan suyun 3,4 milyar m^3'ü içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtıldığı, arıtılan suyun %92,9'una konvansiyonel arıtma tabi

tutulduğu verisi bildirilmiştir (URL-1). Bu istatistiki bilgilerde de görüldüğü gibi yüzey suyundan içme suyu elde edilmesi için en fazla kullanılan arıtma yöntemi olan konvansiyonel arıtma tesislerin arıtma verimi hakkında fikir edinmek kısa ve hızlı bir şekil de sonuca gidilen parametre olan Toplam Organik Karbon üzerinden yapılması önemlidir. Bilindiği gibi içme suyu arıtma tesislerinde kullanılan dezenfektanların oluşturduğu yan ürünlerinin oluşması ve bunların sağlık etkileri bakımından önem arz etmekte toplum sağlığını etkilemektedir. Aynı şekilde konvansiyonel arıtmalarda uygulanan koagülasyon prosesinde TOK ve bulanıklık değeri, koagülasyonu etkileyen parçacıkların ve çözünmüş organik maddelerin ölçütüdür. Arıtma sisteminde bazı işletme problemlerine de neden olan TOK giderimi önemli gösterge olması beklenmektedir (Anonim 1, 2017).

Atatürk Barajından temin edilen ve Şanlıurfa Sulama Kanalları tüneli çıkışındaki mevcut ham su pompa istasyonundan sağlanan ve toplam arıtma kapasitesi 540.000 m^3/gün olacak şekilde yapılmış bulunan, Şanlıurfa Büyükşehir'in Merkez belediyelerinin içme ve kullanma suyunun temin edildiği; Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisinin Toplam Organik Karbon parametresi üzerinden arıtma tesisinin veriminin değerlendirilmesi yapılacaktır.

Konvansiyonel içme suyu arıtma tesislerinde kullanılan koagülant maddelerine göre kirleticilerin giderimi değişmektedir. Arıtma tesisinde mevcutta koagülant olarak Polialüminyum Klorür Hidroksit Sülfat (PACS) kullanılmakta ve yardımcı koagülant

olarak polielektrolitler kullanılmaktadır. Arıtma tesisinde kullanılan bu koagülantlar çerçevesinde tesis giriş ve çıkışında yapılacak analizler ile arıtma tesisin verimi ve bulgular çerçevesinde içme sularında su kalitesinin bozulmasına, arıtma çıkışındaki son klorlama ile kanserojenik dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşması ve dolasıyla arıtma sisteminde bazı işletme problemlerine neden olan TOK' un gideriminin gözlenmesi hedeflenmektedir.

Doğal su kaynaklarında organik karbon ölçümü, kirliliğin izlenmesi çalışmalarında hızlı ve basit bir yöntemdir. Ayrıca içme suyu arıtma tesislerin TOK ölçümleri, çıkış suyunda THM ile organik madde arasındaki ilişkinin gözlemlenmesini sağlar. Bu nedenle arıtma tesisinin TOK giderimi ve veriminin bilinmesi önemli olup, tezde bu durumun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2.KURAMSAL TEMELLER

Kurumsal temeller; altı başlık altında incelenerek yorumlanmıştır. Bunlar; organik maddelerin kaynakları, TOK, TOK ölçüm yöntemleri, TOK giderme (arıtma) yöntemleri, konvansiyonel arıtma yöntemi, TOK' un mevzuat içerisindeki değerleridir.

2.1. Organik Maddelerin Kaynakları

Doğal organik maddelerin fizikokimyasal kompozisyonları incelendiğinde özellikle su ortamı içerisinde meydana gelmiş olan bazı biyojeokimyasallardan etkilendiği görülmektedir. Buna örnek vermek gerekirse karbonun alg ve sudaki bitkiler tarafından bağlanmasının sağlanması, organik maddelerin biyolojik olarak bozularak dönüşümünün gerçekleşmesi, sıvı ve katı fazlar arasında dağılımın görülmesi, ısının kullanılarak bozulmanın oluşumu (fotodegredasyon) ve oksidasyon gibi süreçlerin etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bunlara ilave olarak özellikle toprak ve bitki kalıntılarındaki organik maddelerin yağmur ile yüzeysel akımla taşınmasının sağlanması, canlı ya da çürümüş bitkilerde doğal sulardaki organik madde içeriğine katkı sağlamaktadırlar.

Doğal organik maddeler biyolojik olarak parçalanabilen kısmı organizmaların büyüme ihtiyaçları için hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Su ortamı içerisinde bulunan doğal organik maddeler ise farklı kaynaklı kararlı bileşenlerden meydana gelmektedir. Yalnız; bazı mekanizmalar (mikrobiyal prosesler ile fotokimyasal reaksiyonlar) yavaşta olsa doğal organik maddelerin kimyasal reaktivitesi ve yapısı değişebilmektedir (Harman, 2006).

Yüzeysel sular içerisinde bulunan organik maddelerin vejetatif, toprak, evsel veya endüstriyel orjinli olduğu görülmektedir. Doğal olarak meydana gelen stabil toprak organik maddesinin genellikle humik maddedir. Humik madde toprak organik maddesinin yaklaşık olarak %35-%65'ini oluşturmaktadır. Renkli yüzeysel sular içerisinde bu oranın %80'e kadar çıkabilmektedir.

Farklı büyüklükte ya da farklı fonksiyonel gruplara sahip organik moleküllerin karışımından doğal organik madde oluşmaktadır (Teksoy, 2006). Doğal organik maddelerin bileşimi ile fizikokimyasal karakterinin hem konum hem de zaman açısından çok çeşitlilik gösterebildiği görülmektedir. Doğal sular içerisinde en çok bulunan çözünmüş organik maddeler doğal organik maddelerdir.

Doğal organik maddelerin varlığı; doğada ve mühendislik sistemleri içerisinde kullanılan su kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Doğal organik maddelerin su sistemleri içerisinde bulunan jeokimyasal reaksiyonlar tarafından kontrol edilme nedenleri şu şekilde sıralanmaktadır. Bunlar;

-Doğal organik maddelerin proton alıcı ve/veya verici olması,
-pH tamponlayıcı olması,
-Kirleticilerin bozulması ve taşınımları üzerindeki etkileri,
-Çökelme reaksiyonları ve minerallerin çözünmesidir.

Doğal organik maddeler; yüzeysel sularda ışık bölgesinin derinliğini kontrol etmektedir. Besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğini etkilemektedir. Bu mikrobiyal büyüme için karbon kaynağı sağlamaktadır. Karbonhidratlar, proteinler önemli mikrobiyal substratlar olarak görülmektedir. Doğal organik maddeler bunları yapılarına bağlayarak çalıştırabilmektedir. Doğal organik maddeler özellikle organikler, metaller, radyonükleotitlerin hareket kabiliyetini arttırarak bunların taşınmasını sağlamaktadır. Bu şekilde su ortamı içerisinde hareketsiz olarak kabul edilen kimyasallar, yapı ve aktivite ilişkileri kullanılarak tahmin edilen mesafelerden daha uzaklara taşınabilmektedir. Bu şekilde doğal organik maddeler ve kompleks oluşturduktan sonra bu kimyasalların biyolojik olarak kullanılabilirlikleri ve jeokimyasal dönüşümlerinin de değişebildiği tespit edilmiştir (Harman, 2006).

Doğal olarak suda bulunan organik maddeler üç ana kaynak içerisinde doğmaktadır. Bunlar;

-Su içinde doğal olarak oluşan organik maddeler,

-Suların arıtılması, dezenfeksiyonu ve dağıtımı sırasında ortaya çıkan organik maddeler,

-Su kaynaklarının endüstriyel ve tarım faaliyetleri sonucu kirlenmesi ile ortaya çıkan kirleticilerdir (Özden, 2002).

Doğal organik maddeler; hidrokarbonlar, makro moleküler humik yapılar, küçük molekül ağırlıklı hidrofilik asitler, yağlar, proteinler, karboksilik asitler, amino asitler ve karbonhidratlar gibi organik maddeleri içeren heterojen bir karışım olarak tanımlanmaktadır. Doğal organik maddeler ile ilgili sınıflandırma 2003 yılında Leenheer ve Croue tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırma Şekil 2.1.'de gösterilmektedir (Leenheer ve Croue, 2003; Özyonar ve ark. , 2011).

Doğal organik maddelerin kompozisyonu ve fizikokimyasal karakteri hem zamansal hem de yersel açıdan bir çok çeşitlilik gösterebilmektedir. Doğal organik maddeler doğal sular içerisinde içinde en çok bileşeni 0,45 mikronmetrelik filtreden çözünmüş organik bir maddedir (Gümüş ve Akbal, 2013).

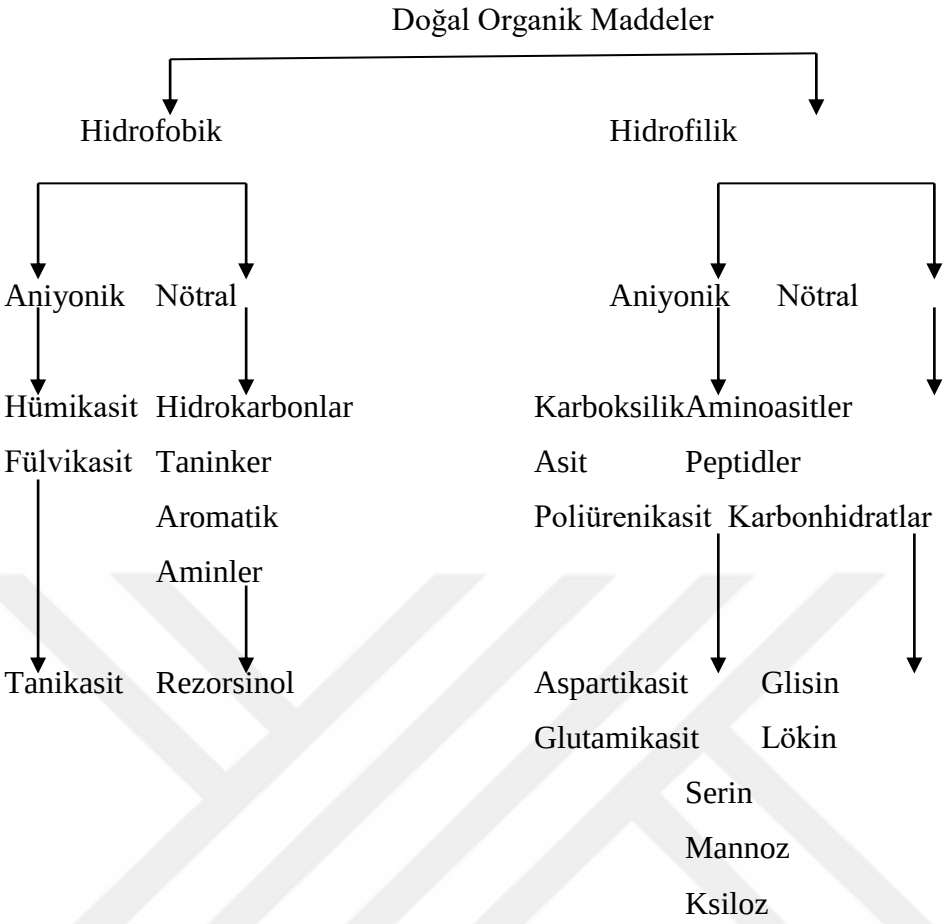
Doğal organik maddeler; kompleks olan organik maddelerin heterojen bir karışımıdır. Bu nedenle doğal organik maddelerin sınıflandırılmasında çeşitli yaklaşımlar ve önerilerin kullanıldığı görülmektedir. Bu yaklaşımlardan biri incelendiğinde doğal organik maddelerin ikiye ayrıldığı belirlenmiştir. Bunlar;

-Hümik fraksiyon,

-Hümik olmayan fraksiyondur.

Hümik fraksiyon; daha hidrofobik bir yapı göstermektedir. Hümik fraksiyon içerisinde fenolik ve karboksilik bileşikler içeren fulvik asit ile humik asit bulunmaktadır.

Hümik olmayan fraksiyon ise hidrofilik bir yapı göstermektedir. Humik olmayan fraksiyon içerisinde polisakkaritler, proteinler, aminoasitler, daha düşük molekül ağırlıklı asitler, yağlar, karbonhidratlar gibi biyokimyasal olarak iyi belirlenmiş bileşikler bulunmaktadır (Harman, 2006).



Şekil 2.1. Doğal Organik Maddelerin Sınıflandırılması (Leenheer ve Croue, 2003)

2.2. Toplam Organik Karbon

TOK suların saflığının belirlenebilmesi için insan sağlığı, ilaç endüstrisi, yarı iletken üretimi ile enerji üretimi gibi birçok endüstri kolu için büyük bir değere sahiptir. Bu sebeple sularda bulunan organik bileşik varlığının tespiti önemli bir konu olarak görülmektedir.

TOK sulu bir örnek içerisinde bulunan organik bileşik ile kirleticilerin miktarının ölçümünün yapılmasıdır. TOK ölçüm birimi sudaki organik kirleticilerin miktarına göre ppb ile ppt olarak kullanılsa bile yoğunlukla ppm olarak ifade edilmekte bu değerde mg/L eşdeğer olmaktadır. Toplam Organik Karbon ölçümü yapıldıktan sonra elde edilen sonucun kirleticinin türünden bağımsız bir şekilde örnek içerisindeki toplam karbon miktarını vermektedir.

Bu metot herhangi bir sulu numune içerisindeki organik bileşenlerin toplam miktarının belirlenmesi için en yaygın şekilde kullanılan ve güvenilirliği en yüksek olan yöntem olarak görülmektedir. Toplam organik karbon metodu organik bileşiklerin oksidasyonu sonucu ortaya çıkan toplam karbondioksit miktarının ölçümüne dayanmaktadır. Organik karbonların oksidasyonunun yapılabilmesi için öncelikle fotokatalitik oksidasyon, kimyasal oksidasyon ve yüksek sıcaklık altında yakma gibi metodlar kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında persülfatın sıcaklık yada UV ışığı gibi katalizlenmesi sonucunda oluşan oksidasyon metodu hızlı ve yüksek doğrulukta sonuç vermesi nedeniyle en çok kullanılan ve tercih edilen metot olarak önümüze çıkmaktadır (Görmez, 2018).

2.3. TOK Ölçüm Yöntemi

Genel olarak organik olan yabancı maddelerin iyonik olmadığı görülmektedir. Bu nedenle standart iletkenlik ölçümleri ile tespit edilemediği belirlenmiştir.

TOK çevrim içi ve çevrim dışı uygulamalar sonucunda ölçülebilmektedir. Bu noktada çevrimdışı ölçümler genel olarak yüksek konsantrasyonlar için kullanılmaktadır (>1 ppm). Çevrim içi ölçümler ise genel olarak alt ppm (<1000 ppb) algılaması için ve laboratuvar yöntemlerine göre daha hızlı yanıt almak üzere kullanılmaktadır (URL-2).

TOK için çeşitli ölçüm yöntemleri bulunmakta olup toplam karbon ve inorganik karbon ölçülmesi ile bunların farkı alındığında TOK parametre değeri ortaya çıkar. Ayrıca ölçümlerde bu çalışmada kullandığı gibi cihazdan direk TOK ölçümü de yapılabilmektedir. TOK metodu sudaki organik maddeleri katalitik olarak yüksek sıcaklıkta yakarak Karbondioksit haline getirme ve oluşan CO_2 ölçülerek suda ki TOK miktarı belirlenmesi yapılmıştır.

2.4. TOK Giderme (Arıtma) Yöntemleri

TOK giderme yöntemleri genel olarak üçe ayrılır. Bunlar;

- Koagülasyon

- Aktif karbon
- Membran sistemleri

TOK konvansiyonel arıtma yöntemleri ile genelde düşük verimle giderilebilmektedir. TOK için derlenen arıtma yöntemleri ve giderim verimleri Çizelge 2.4.1'de verilmiştir (Çakmakçı, 2017).

Çizelge 2.4.1 TOK için önerilen bazı arıtma yöntemleri ve giderim verimleri

Arıtma Yöntemi	Verim (%)	Kaynak
Ozon/koagülasyon	10	Amirsardari vd. (1997)
Aktif karbon	38-57	Luukkonen vd. (2012)
Membran	60	Li ve Chu (2003)
Ters Ozmoz	66,1	Rajamohan vd. (2014)
Kimyasal oksidasyon	67-79	Alshevab (2007)

2.4.1. Koagülasyon

Koagülasyon işlemi, askıda bulunan maddelerin kimyasal bazı maddelerin ilave edilmesiyle bir araya getirilmesi işlemidir. Amacı bulanıklığın giderilmesi, patojenlerin giderilmesi, alglerin giderilmesi ve tat-koku oluşturan maddelerin uzaklaştırılmasıdır.

2.4.2. Aktif karbon

Aktif karbon inorganik ve gazları hemen tutan, özelikle tat ve koku kontrolü amacıyla kullanılması yanında organik maddeleri de tutar. Toz şeklindeki aktif karbonun istenilen dozajın daha iyi şekilde elde edilmesi ve tasfiyenin daha kolay yapılması bakımından üstünlüğe sahiptir. İster toz ister daneli aktif karbon kullanılsın etkisi fiziki bir tutma şeklindedir ve herhangi bir kimyasal tepkime olmamaktadır.

Aktif karbon su tasfiyesinde kullanılan şekilleri genel olarak 500 ile 1500 m^2/g yüzey alanlarına sahiptir ve yüzey alanı su içindeki maddeleri tutarak işlem yapıldığından verime etki eder. Bunun yanında aktif karbon gözenekleri de verime etki eden bir diğer parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Gözenekler genelde

konik ve silindirik şeklindedir. Giderilecek kirleticilerin danecik çapları ile gözenek çap ve büyüklükleri uygun olmalıdır (Eroğlu, 2008).

2.4.3. Membran sistemleri

Membran filtrasyon sistemleri, büyüklüklerine bağlı olan partikül halindeki bileşiklerin, gaz ve sıvılardan ayrılma işlemidir. Membran sistemleri bununla beraber çözünmüş maddeleri de sıvılardan ve gazlardan ayırmayı mümkün hale getirmiştir. Özelikle son yıllarda hem atık su hem de içme suyu arıtma sistemlerinde yaygın olarak membran filtrasyon yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu gruptaki sistem incelendiğinde membran filtrasyon sistemlerin ortak özelliği kirleticilerin azaltılması veya kirletici maddelerin tamamen giderilmesi ile kendiliğinden parçalanabilir formlara dönüştürmektir. Bu yöntemler;

-O_3 ile oksidasyon
-Fenton reaksiyonu
-Elektrokimyasal oksidasyon
-H_2O_2 ile oksidasyon
-Islak hava oksidasyonu-
-Süper kritik su oksidasyonu
-UV ışını ile reaksiyon
-UV ışınının diğer yöntemlerle birlikte kullanımı (Umar ve ark., 2010).

2.5. Konvansiyonel Arıtma Yöntemi

Konvansiyonel arıtma genel olarak havalandırma, koagülasyon, flokalasyon, durultma, filtreleme ve bunu takip eden dezenfeksiyon proses ve işlemlerden oluşur. Konvansiyonel arıtmanın önünde çoğunlukla ön çökeltme bulunur. Toz Aktif Karbon (TAK) ilavesi yapılabilir. Konvansiyonel arıtmanın önünde oksidasyon bulunur ve oksidasyon eşzamanlı olarak gerçekleşir. Konvansiyonel arıtmada genel olarak kullanılan oksitleyiciler klor, klor dioksit, kloramin veya permanganattır (Anonim 1, 2017).

Konvansiyonel arıtma tesislerindeki; Nötralizasyon (pH ayarlama), koagülasyon - flokülasyon, kimyasal oksidasyon - redüksiyon ve dezenfeksiyon kimyasal arıtma yöntemleri kapsamında yer alabilir. Kimyasal arıtma yöntemleri arasındaki koagülasyon - flokülasyon üzerinde durulmakta; arıtmalardaki dezenfeksiyon yöntemleri ise kimyasal maddelerin yanı sıra fiziksel işlemler (UV) de dikkate alınması gerkmektedir. Koagülasyon – flokülasyon ve çökeltim süreçleri;

1-Renk giderimi
2-İnorganik ve organik kirliliklerin giderimi
3-Kolloidal maddelerin uzaklaştırılması
4- Koku ve tat oluşturan maddelerin uzaklaştırılması
5-Hastalık yapan patojen organizmaların kontrolü
6-Plankton ve alg giderimi
7- Sertlik giderimi vb. amaçlarla uygulanmaktadır (Dölgen ve ark., 2009).

Koagülasyonda, pozitif yüklü koagülan (genel olarak bir alüminyum veya demir tuzu) ham suya eklenir ve hızlı karıştırma ünitesinde karıştırılır. Koagülan kullanılması ile negatif yüklü parçacıkları, çözünmüş ve kolloidal kirleticileri değiştirir veya kararsız hale getirir. Koagülasyon prosesinin etkinliğini artırmak için genelde yardımcı koagülan madde olarak polimerler veya asit ilave edilir. TOK ve Bulanıklık koagülasyonu etkileyen parçacıkların ve çözünmüş organik maddelerin ölçümüdür.

Flokülasyon ünitesinde yavaş karıştırma hareketi ile çarpışan parçacık miktarını artırır, kararsız haldeki parçacıkları toplanır ve bu şekilde büyük topaklara dönüştürür. Flokülasyon ünitesi; karıştırma süresi, karıştırma hızı ve karıştırma yoğunluğu gibi çeşitli parametreler etkilidir. Karıştırma süresinin ve karıştırma yoğunluğunun çarpımı, sık olarak flokülasyon işlemini tanımlamak için kullanılmaktadır (Anonim 1, 2017).

Flokülasyon sonrasında topaklanmış haldeki parçacıklar durultma ünitesine girerler, bu durultma ünitesinde yerçekimi ile çökelerek uzaklaştırılırlar veya

yüzdürülüp su yüzeyinden prosesten dışarı alınırlar. Bu durultma ünitesindeki çökeltme işlemlerinde, katı maddelerin çoğunluğu yer çekimi ile çöktürülerek giderilir ancak çökmeyen ve hala su içinde asılı halde kalan parçacıklar filtreleme işlemi sırasında çıkarılarak giderilir. Çökeltme işlemi genel olarak dikdörtgen veya dairesel havuzlar ile gerçekleştirilir. Çözünmüş hava ile yüzdürme ise, havanın su içine çok küçük kabarcıklar halinde verildiği, asılı parçacıkların yüzeye çıkarılarak yüzdürüldüğü ve sıyırma yoluyla yüzeyden arındırıldığı durultma işlemidir. Genel olarak, bu çözünmüş hava ile yüzdürme, alg gibi küçük, ince, düşük yoğunluklu parçacıklar için en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Konvansiyonel çökeltme de olduğu gibi, çözünmüş hava ile yüzdürme tarafından arındırılmayan katı maddeler filtreleme ünitesinde yakalanırlar (Anonim 1, 2017).

Filtrasyon işlemi hemen hemen konvansiyonel içme suyu arıtma yönteminde olmazsa olmaz proseslerden biri olup, sudaki safsızlıkların filtre malzemesi arasındaki boşluklarda tutulması şeklinde etki etmektedir. Filtrasyon sırasında hem süzme hem de çökeltim, yumaklaşma, adsorpsiyon ve biyolojik süreçler etkili olmaktadır. Bu işlemler sonucunda suda bulunan askıda katı maddelerin, organik bileşiklerin, bulanıklığın, demir ve mangan gibi inorganik maddelerin ve patojen mikroorganizmaların uzaklaştırılması sağlanmaktadır (Dölgen ve ark., 2009).

Konvansiyonel arıtma da genellikle kullanılan filtre türü antrasit ve kumdan oluşan çift ortamlı filtredir. Ancak bununla beraber tek ortamlı (kum), çok ortamlı (kum ve antrasit) ve bazı durumlarda granül aktif karbon kullanımı da dahil diğer ortam malzemeleri ile yapılan düzenlemeler içme suyu arıtma tesislerinde kullanılmaktadır. Filtre ünitesi sırasında askıdaki parçacıkların çoğu filtre malzemesinde tutulur. Bu filtreler daha sonra filtre yatağında sıkışmış parçacıkları yerinden sökmek ve uzaklaştırmak, yük kaybını azaltmak ve filtre malzemesini temizlemek için ters akışla yıkanırlar (Anonim 1, 2017).

Dezenfeksiyon; su içinde bulunan sağlığa zarar verebilecek hastalık yapıcı mikroorganizmaların yok edilmesi işlemidir. Hücre aktivitasyonundaki bozulma, organizmaların artmasını engelleyerek ortadan yok olmasına sebep olur. Kullanılan

dezenfektanlar organik maddelerin parçalanmasına sebep olup, besin maddesi eksikliği oluşturarak yok olmalarına sebep olur. Dezenfeksiyon amacıyla uygulanabilecek yöntemler arasında;

1- Fiziksel yöntemler (elektromanyetik, ses, ısı, güneş, UV.)
2- Mekanik yöntemler (eleme, çökeltim vb.)
3- Kimyasal yöntemler (Alkali ve asitler, klor ve bileşikleri, ozon, permanganat, fenolik bileşikler, hidrojen peroksit, vb.)

sayılabilir.

İçme suların da genel olarak en fazla kullanılan dezenfeksiyon yöntemi kimyasalların kullanıldığı yöntemlerdir . En yaygın kullanılan dezenfektanlar klor bileşenleri ve ozondur. Ozon (O_3) çok güçlü dezenfektandır. Bununla birlikte suda dezenfektan bırakmaması ve etkili olmaması nedeniyle genellikle klor ile birlikte uygulanmaktadır. Son yıllarda ortaya konulan dezenfeksiyon yan ürünlerinin ortaya koyacağı sağlık riskleri nedeniyle dezenfeksiyon yan ürünlerinin kontrolüne yönelik önlemlerin göz önünde bulundurulmalıdır.

Klor kullanılması durumunda organik bileşiklerle reaksiyona girerek yan ürünler oluşturması riski önemine dikkat çekilmektedir. Bu nedenle, ilk aşamada ozon kullanılması tercihi ve uygulamaları görülmektedir. Ayrıca literatürde demir tuzlarının kullanılması durumunda arıtılmış çıkış suyundaki kalıntı demir konsantrasyonunun 0.3 mg/L'nin üzerinde olması; alüminyum konsantrasyonunun ise 0.2 mg/L'den büyük olması halinde sorunların ortaya çıkabileceğine dikkat çekilmektedir (WHO, 2004 ; Dölgen ve ark., 2009).

Organik madde ile dezenfektan olarak kullanılan klor arasındaki reaksiyon sonrası oluşan THM ve diğer dezenfeksiyon yan ürünlerinin sağlık açısından olumsuz etkileri söz konusudur. Bu yan ürünlerin bir kısmının da kanserojen olduğu belirtilmektedir (EPA, 2012 ; Çakmakçı, 2017).

2.6. TOK Mevzuattaki Değerleri

Toplam Organik Karbon, 1970'ler den bu yana, içme suyu arıtma işlemleri sırasında su kalitesini belirlemek için kullanılan analitik bir parametre olarak kullanılmaktadır (Çakmakçı, 2017).

TOK ülkemizde çeşitli yönetmeliklerde yer almasına rağmen İSAT'da sağlanması gereken bir sınır değer belirlenmesi yapılmamıştı. Ancak son olarak Tarım ve Orman Bakanlığınca 06/07/2019 tarihli ve 30823 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik (İSKAY) ile içme suyu temin edilen veya temin edilmesi planlanan suların kalite kategorisi, suların dâhil olduğu kategoriye göre uygulanacak arıtma sınıfları, bu sularda izlenmesi gereken parametreler için numune alma ve analiz sıklıkları ile içme suyu arıtma tesislerinin arıtma veriminin tespitine ilişkin hususları kapsayarak yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, "içme suyu temin edilen veya temin edilmesi planlanan sular ile ilgili esasları, kalite kriterleri ile suların içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için belirlenmesi gereken arıtma sınıflarını ve arıtma veriminin tespitine ilişkin hususları belirlemektir" denilmektedir. Bu yönetmeliğin yayımlanması ile yürürlükten kaldırılan 29/06/2012 tarih ve 28338 sayılı İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik'te (İYKDY) İçme Suyu kalite sınıfları için verilen TOK değeri Çizelge 2.6.1. 'de verilmiştir.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik ve eski mülga yönetmeliğe göre iyi kaliteden kötü kaliteye doğru Su Kalite sınıfları A1, A2 ve A3 olmak üzere üç kalite sınıf bulunmaktadır. A1 kalite basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir suları, A2 kalitedeki su fiziksel arıtma kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon uygulandıktan sonra içilebilecek su kalitesinin temsil ederken, A3 fiziksel ve kimyasal arıtma arkasından ileri arıtma teknikleri uygulandıktan sonra dezenfekte edilip insani tüketim için şebekeye verilecek su kalitesini göstermektedir.

Çizelge 2.6.1. TOK için su kalite değerleri

		A1	A2	A3
İYKDY 29/06/2012 tarih ve 28338 sayılı Mülga Yönetmelik	Toplam organik karbon (TOK) (mg /L)	5	8	12
İSKAY 06/07/2019 tarih ve 30823 sayılı Yönetmelik	Toplam organik karbon (TOK) (mg /L)	4	4.7	10

TOK için 25730 sayı ve 17.02.2005 tarihli Resmî Gazete 'de yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY) ekinde gösterge parametreler içinde gösterilmiş olup aşağıda Çizelge 2.6.2 .'de gösterildiği gibi içme suyu için belirli bir sınır değeri belirtilmemiştir. Aynı şekilde İnsani Tüketim Suları başlıklı TS-266 standartlarında da TOK için fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir denilmektedir.

Çizelge 2.6.2. TOK İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Durumu

Parametre	Parametrik Değer	Birim	Notlar
Toplam Organik Karbon	Anormal değişim yok		

Ancak yeni yayımlanan İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliğin kalite kategorileri ve arıtma sınıfları başlıklı 6. Maddesi "(3) İçme ve kullanma suyu temin edilen veya temin edilmesi planlanan suların; kategorilere göre verilmiş olan arıtma sınıflarında arıtıldıktan sonra nihai olarak, İTASHY ile belirlenmiş olan içme suyu standartlarını sağlaması esastır. İTASHY yer almayan parametreler için ise çıkış suyu kalitesinin Ek-1'de belirlenen A1 sınıfına getirilmesi esastır" denilmektedir. Bu esas çerçevesinde yönetmelikte belirtilen A1 Kalite için belirlenen 4 mg/L değeri arıtma tesislerinde ve Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisi çıkışında sağlanması gereken limit değer olarak belirlenmiş olmaktadır.

Orman ve Su İşleri Bakanlığınca yapılan Türkiye'deki İçme Suyu Kaynakları ve Arıtma Tesislerin Değerlendirilmesi Projesi çalışmalarında; Dünyada dezenfeksiyon yan ürünü oluşumunu en aza indirgeme maksadıyla içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimim toplam organik karbon konsantrasyonu A1, A2 ve A3 kılavuz değeri İrlanda-EPA tarafından TOK giderimi için bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma dikkate alınarak kılavuz değer 3 mg/L olarak kabul edilmiştir. TOK' un 3 mg/L olarak sınırlandırıldığı belirtilmiş ve bu çerçevede arıtma tesisleri için değerlendirilmelerde bulunulmuştur. Bakanlığın 2015 ve 2017 yılları arasında ki bu çalışmasında; yüzey sularında yüksek konsantrasyonlar da gözlenmiş olan TOK, içme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkışlarında yüksek değerlerde gözlendiği, dünyada dezenfeksiyon yan ürünü oluşumunu en aza indirgeme maksadı ile içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu 3mg/L olarak sınırlanmış olup, bu çerçevede yapılan izleme sonuçlarına göre Türkiye'deki içme suyu arıtma tesislerinin her biri en az bir kez bu değeri sağlamamış olduğu bildirilmiştir (Anonim 1, 2017).

Şanlıurfa Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisinin Toplam Organik Karbon parametresi (TOK) değeri İrlanda-EPA tarafından TOK 3 mg/L ve İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik belirtilen A1 Kalite için belirlenen TOK 4 mg/L değeri üzerinde karşılaştırma ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Şanlıurfa ili içme suyu temini

Şanlıurfa İçme suyu temini nüfus artışı ile beraber temiz ve sağlıklı su ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla ilki 2003 ve ikincisi 2015 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) kurumu tarafından 2045 yılı nüfusuna yeteceği öngörüsüyle projelendirilmiş ve DSİ kontrollüğünde tamamlanmış olup, işletme için ilgili Şanlıurfa Büyükşehir Belediye Başkanlığına teslim edilmiştir.

Atatürk Barajından sağlanan ham su; tünel çıkısı yanından alınıp yaklaşık 1,5 km. uzunluktaki Ø 2400 çapındaki hat ile arıtma tesisine iletilmektedir. Ham su, özelikle kış aylarında kanal sulamasının yapılmadığı zamanlarda pompa kullanılmaksızın cazibe hattıyla tesise alınabilmektedir (İSAT Kesin Proje Raporu, 1998).

3. 1.2. Tünel çıkış ağzı

Atatürk Barajı göl rezervuarından alınan su, her biri 26.5 km uzunluğunda, 7,62 m çapında ve toplamda 328 m^3 kapasiteli iki adet T1 ve T2 alarak adlandırılan kanallarından, ana sulama kanalına buradan 2400 mm boru ile Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisine (İSAT) su alınmaktadır. Atatürk Barajı Şanlıurfa Sulama Kanalları tüneli T1 ve T2 Şekil 3.1.'de ve mevcut ham su pompa istasyonu Şekil 3.2.'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Tünel Çıkışı (T1 ve T2)



Şekil 3. 2. Ham Su Pompa İstasyon

3.1.3. Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisi

Çalışmanın amacı ve konusunda belirtildiği gibi kullanılan materyal Şanlıurfa İli Merkez İlçelerinin suyunun sağlandığı İçme Suyu Arıtma Tesisidir. Bu İSAT' ta tesis girişinde ham su, arıtma tesisinde filtreden hemen sonra ve temiz su

depolarından sonra tesis çıkışında olmak üzere her bir numune alımı periyodunda üç adet numune alınmıştır. Bu alınan numunelerin TOK analizi yapılmış ve veriminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Arıtma tesisin genel yerleşimi Şekil 3.3.'de görülmektedir.

Arıtma tesisinde su sıcaklığının özelikle yaz aylarında yüksek olması nedeniyle Demir (3) Klorür ($FeCl_3$) koagülantın yeterli arıtıma ulaşmak için kullanılan dozun artırılması gerektiği bunun ekonomik olmadığı, fazla çamur oluşturduğu ve özelikle yüksek düzeyde suda bakiye demir bırakması vb. olumsuz özelikleri nedeniyle 2012 yılından itibaren yaz aylarında 2014 yılından sonra ise sürekli olarak $FeCl_3$ yerine sadece Polialüminyum Klorür Hidroksit Sülfat (PACS) koagülant olarak kullanıldığı belirtilmiştir.

Arıtma tesisinde ham su bulanıklık kalite özeliklerine göre 3 ppm ve genelde 5 ppm PACS, yardımcı koagülant olarak anyonik polielektrolit 1/1000 çözeltide 0,02 ppm dozlanmaktadır. Tesiste genel olarak ön klorlama havalandırma kısmında 0,8 ile 1 ppm ve filtrasyon sonrasında son klorlama yapılarak çıkış suyunun yaklaşık 1.2 ppm olması istenmektedir.

Ham su kaynağı olan barajın su kalitesi genel olarak değişmemekle beraber yaz aylarında sulama sezonun başlaması ile su kalitesinde bulanıklık değerinin değiştiği belirtilmiştir. Ham suda bulanıklık parametresi ölçümü yapılmakta ve genel olarak ortalama 1-10 NTU aralığında seyretmektedir. Sulama ve benzer durumlar dışında genel olarak yılın büyük bölümünde bulanıklık değeri 1 NTU civarında ölçülmektedir. Bu durumda arıtma tesisinde ham suya sadece klorlama yapıldığı ve hızlı kum filtrelerinden geçirildiği, diğer koagülant ve kimyasalların ise kullanılmadığı belirtilmektedir (Asoğlu, 2018).



Şekil 3. 3. İçme Suyu Arıtma Tesisinin Genel Yerleşimi

3.1.4. Havalandırma ve ön klorlama

3.1.4.1. Havalandırma

Havalandırmadan hedef gazların sulara transferi veya sulardan giderilmesi işlemidir bu işlemle suya Oksijen kazandırmak, Karbon Dioksit gidermek veya kazandırmak, Hidrojen Sülfür ve Metan'ın giderilmesi ile Uçucu Yağlar ve Kimyasal maddelerin giderilmesi sağlanmaktadır.

Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisinde; içme suyu tasfiyesinde en çok kullanılan havalandırıcı çeşidi olan ve suyun bir basamaktan aşağı düşürülme işlemi olan Kademeli (Kaskat) Havalandırıcı olarak yapılmıştır (Eroğlu, 2008).

Havalandırma girişinde debimetre, By-Pass hattı ve motorlu vana bulunmakta, suyun pH ve bulanıklığı online analizör ile ölçülebilmektedir. Kaskat ünitesi By-Pass edilebilecek şekilde inşa edilmiş ve zaman zaman temizlik maksadıyla py-pass edilerek temizlenmektedir.

3.1.4.2. Kaskat havalandırma yapısı

Havalandırma yapısı 1 adet debisi (Q) 600 000 m^3/gün olup, 2003 yılında hem I. Kademe hem de II. Kademe Arıtma tesisi için yeterli kapasitede yapılmıştır.

Her biri 44, 40, 40, ve 32 cm düşü sağlayan dört kademeli savaktan oluşan kaskat havalandırma ile minimum % 60'lık oksijen konsantrasyonu sağlanması hedefi ile yapılmıştır Kaskat yapısı iki taraftan savaklama olacak şekilde düzenlenmiştir (İSAT Kesin Proje Raporu, 1998).

3.1.4.3. Havalandırma verileri

Havalandırma ünitesi sayısı : 1

Havalandırma ünitesinin toplam Debi kapasitesi (tasarım) : 600 000 m^3/gün

Havalandırıcıdaki bölüm sayısı : 2

Her bir havalandırma bölüm için debi (tasarım) 600 000 m^3/gün / n.2 x 24 saat/gün : 12 500 m^3/saat

Her bir havalandırma bölümündeki düşü sayısı : 4

İlk basamak yüksekliği : 0.44 m

İkinci basamak yüksekliği : 0.40 m

Üçüncü basamak yüksekliği : 0.40 m

Dördüncü basamak yüksekliği : 0.32 m'dir.

Her bir kaskatın taşkın uzunluğu ise 21.3 metre'dir (İSAT Kesin Proje Raporu, 1998). Şekil 3.4.'de havalandırma havuzunun iki hattı görülebilmektedir.



Şekil 3.4. Havalandırma Havuzu

3.1.4.4. Ön klorlama

Arıtma tesisinde havalandırmadan hemen sonra tesiste alglerin oluşmasını engelleme ve patojenlerin dezenfeksiyon vb. için ön klorlama yapılmaktadır (Çakmakçı ve ark., 2013).

Kaskat çıkışında ön klorlama ve koagülant eklenmesi yapılmakta olup Şekil 3.5' de klorlama ve koagülant dozajı görülmektedir.



Şekil 3.5. Havalandırma Havuzu Çıkışında Klorlama ve Koagülant Dozajı

3.1.5. Hızlı karıştırma (koagülasyon-pıhtılaştırma)

Havalandırma yapısından sonra teşkil edilen hızlı karıştırma ümitesi; bu yapıda suya karıştırılan, flokülasyon için gerekli pıhtılaştırmayı sağlayacak olan alüminyum ve demir tuzları gibi yumaklaştırıcıların suyla homojen ve efektif karışımını sağlamaktadır. Klorlanan ham su birbirine paralel olarak inşa edilmiş hızlı karıştırıcı ünitesine gelmektedir. Birinci kademe arıtmada 2, ikinci kademede 4 adet hızlı karıştırıcı bulunmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

Arıtma tesisinde koagülant eklenmesi projede hızlı karıştırma girişinde, mevcutta ise havalandırma çıkışında klorlama ile beraber Şekil 3.5' de dozajı görülmektedir. Hızlı karıştırma üniteleri fazla elektrik tüketiminden tasarruf etmek için ve yeterli karışımın hidrolik olarak sağlandığından dolayı tesiste havalandırma çıkışında koagülant eklenmektedir. Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma tesisinde suya

koagülant olarak Polialüminyum Klorür Hidroksit Sülfat (PACS) kullanılmaktadır (Asoğlu, 2018).

Duruma ve şartlara göre Hızlı Karıştırma ünitelerinde genel olarak temas süresi 0.5-5 dakika ve hız gradyanı ise G = 300 sn^{-1} ile 1000 sn^{-1} arasında değişmektedir **(**Eroğlu, 2008).

Arıtma tesisinde ise öngörülen bekletme süresi 50 sn ve hız gradyanı 500 sn^{-1} 'dir. Buna göre ön hidrolik boyutlandırma hesapları aşağıda verilmiştir. Her bir tanka giren debi tasarım debisi, filtre geri yıkama suyu (yaklaşık %2,2) ve çamur yoğunlaştırıcıdan gelen üst duru suyu (690 m^3/gün =Q girişin yaklaşık %0,25) olarak hesaplanmış olup bu çerçevede geri devirler nedeni ile Debi % 2,5 artmaya göre projelendirilmiştir (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.5.2. Karıştırıcılar türbin tipi

İçmesuyu Arıtma tesisinde:

I. Kademe arıtmada 2 tank

II. Kademede 4 tank olarak yapılmıştır.

Q = 270 000 (m^3/gün) x 1.025 = 3.20 m^3/sn

Tank Sayısı : 2 adet ve Hızlı karıştırıcı sayısı : 2 adet

Bekletme süresi (tasarım) : 50 sn

Su Hacmi Vsu : 3.20 m^3/sn / 2N*50 sn =80

Su Yüksekliği Hsu: 5 m

Ünite ebatları kare olacak şekilde L=W: 4 m ve

Sabit hız gradyanı (G) : 500 sn^{-1} (İSAT Kesin Proje Raporu, 1998) I.Kademede bulunan iki adet hızlı karıştırma ünitesi ve pompaları şekil 3.6.'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Şanlıurfa İSAT I. Kademe Hızlı Karıştırma Ünitesi

II. Kademe Arıtmanın

Tank Sayısı N = 4 adet ve Vsu = 3.20 (m^3/sn) x 50 (sn) / 4 = 40.13 m^3

Bir tank hacmi : 40.13 m^3 ve Ünite ebatları kare olacak 3.20 x 3.20 m = 10.24 m^2

Su yüksekliği Hsu = 4.00 m alındı. Bu durumda Hacim = 4.00 x 10.24 = 40.96 = 41 m^3 olmuştur (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011) II. Kademe de bulunan 4 adet hızlı karıştırma ünitesi ve pompaları şekil 3.7.'de görülmektedir.



Şekil 3.7. Şanlıurfa İSAT II. Kademe Hızlı Karıştırma Ünitesi

3.1.6. Yavaş karıştırma (flokülasyon –yumaklaştırma)

Yumaklaştırmanın (flokülasyonun) verimli ve etkili bir şekilde uygulanması için kolloidlerin özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Suda kil gibi suda çözünmeye daneciklere suyu sevmeyen anlamında hydrophobic (hidrofobik) ile nişasta, proteinler, organik polimerler gibi suda çözünen daneciklere de "suyu seven" anlamında hydrophilic (hidrofilik) kolloidler olarak adlandırılmaktadır. Yumaklaştırmada amaç, kendiliğinden çökelemeyen daneciklerin yumaklar haline getirilip çöktürülmesidir**.** Bunun için birtakım kimyasal koagülant ve kil ile polielektrolit gibi koagülant yardımcı maddelerin kullanılması gerekmektedir (Eroğlu, 2008). Arıtma tesisinde bir yavaş karıştırma ünitesinde polielektrolit dozajın yapıldığı nokta Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. Şanlıurfa İSAT Yavaş Karıştırma Ünitesinde Polielektrolit Dozajı

3.1.6.1. Yavaş karıştırma yapısı

Yumaklaştırma da bekleme süresi (15 - 45 dakika) ve hız gradyanı (10 -100 sn^{-1}) tasarımda önemlidir **(**Eroğlu, 2008). İyi bir yumaklaşma elde etmek amacıyla iki bölmeli olarak dizayn edilmiş olup bir flokülasyon tankı iki flokülasyon aşamasını ve bölümü kapsar. Her bir bölmedeki karıştırıcının hız gradyanı ve devri farklı olacaktır. Suyun bulanıklığına göre karıştırıcı hızları ayarlanabilmektedir. Su girişi 1000 milimetrelik bir boruyla gerçekleşmektedir (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.6.2. Flokülasyon tankı boyutlandırması

1. Flokülasyona gelecek debi= (270 000 m^3/gün x 1.025) /n.4* 24 =2 883 m^3/sa = 0.80 m^3/sn

Bakımda ünite 1 ve çalışan 3 üniteye göre projelendirme yapılmış olup;

Q = 2 883 x4 /3 = 3 844 m^3/sa = 64 m^3/dak = 1.08 m^3/sn

Bekletme süresi (t) = 17 dak. = 1 020 sn

Flokülasyon tankı hacmi =V = 64 m^3/dak x 17 dak = 1 089 m^3

Tank uzunluğu = L = 20 m ve Tank genişliği = W = 8.40 m

Su yüksekliği Hsu = 6.50 m

Bir tank hacmi; V = 20 x 8.40 x 6.50 = 1 092 m^3

Bir bölme hacmi; V1 = 1092 / 2 = 546 m^3

Yeni Bekleme süresi = 17.1 dak olmaktadır.

Her 4 Tankın devrede olması halinde bekleme Süresi = t= 4*1 092/2 883*60 =25 dakika olmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011) yavaş karıştırma ünitesi ve yumakları şekil 3.9.'da görülmektedir.



Şekil 3.9. Şanlıurfa İSAT Yavaş Karıştırma Ünitesi

3.1.7. Durultucular (Çöktürme)

Durultucu havuzları içme suyu arıtma tesislerinde suda bulunan askıda çökebilen katı maddelerin miktarlarının çöktürülerek azaltılmasında kullanılır. Durultuculardа verim genel olarak giderilecek olan asılı maddelerin özelliklerine ve çöktürme havuzunun hidrolik karakteristiklerine bağlıdır. Çöktürme havuzlarının hidrolik karakteristiklerini havuzun geometrisi ve suyun havuzdaki akış şekli belirler (Eroğlu, 2008).

Arıtmada Durultucu tankı kare bir çökeltim havuzu Lamelli tip seçilmiştir. Her çökeltme tankı prizmatik PVC plakalardan oluşan 60º eğimli lamel modülleriyle

teçhiz edilmiştir Şekil 3.10.'da durultucu ünitesi ve teçhiz edilmiş lameller görülmektedir.

Seçilen Durultucu özellikleri her bir arıtma kademesi için;

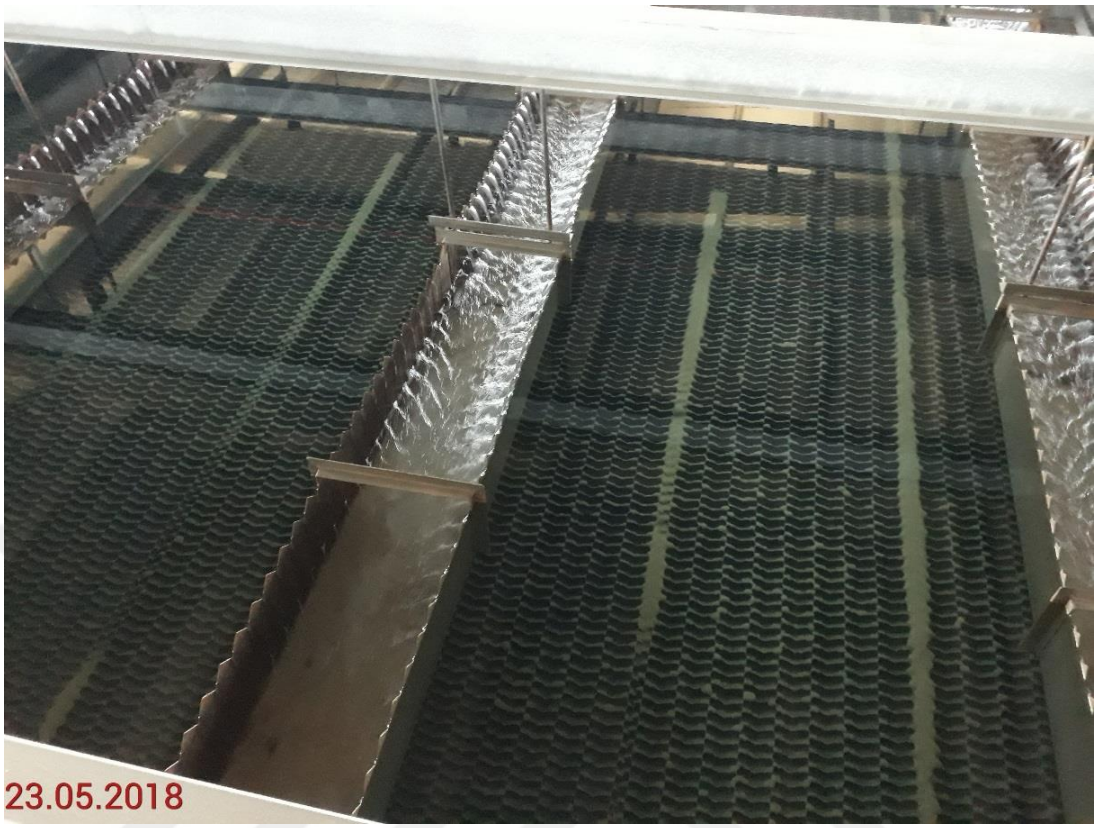
Debi : 270 000 x 1.025/24 =11 531 m^3/sa = 3.20 m^3/s
Durultucu sayısı : 4 adet (3 + 1 Bakımda)
Uzunluk =L= 20 m
En = W = 20 m
Nominal debide ve 4 durultucu devrede iken yüzey yüklemesi Sn =11 531 /4*20*20=7.21 m^3/m^2 . sa
Nominal debide ve 3 durultucu devrede iken yüzey yüklemesi;
Sn-1=11.531 /3*20*20=9.61 m^3/m^2 . sa
Durultucularda varsayılan su yüksekliği h = 6.30 m olarak alınmıştır. Bu durumda 1 adet durultucu hacmi;
V =20m *20m *6.30m =2 520 m^3 / adet olacaktır.
Nominal debide ve 4 durultucu devrede iken bekletme süresi; t=4 *2 520 m^3 /11531 m^3/sa=0.87sa=52 dak

Nominal debide ve 3 durultucu devrede iken bekletme süresi;
t=3 *2 520 m^3 /11 531 m^3/sa =0.66 sa =39 dak
Lamella Modül buyutu
Yükseklik = H =1.2 m
Eğim 60^0
Paket Hacmi=400 m^2 *1.2 =480m^3 olmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).



Şekil 3.10. Şanlıurfa İSAT Durultucu Ünitesi

Duru su, durultma tankının üstündeki 6 adet toplama kanalıyla Şekil 3.11'de görüldüğü gibi toplanır. Bu toplama kanalları durultma tankının yanındaki bir kolektörü besler. Bu kollektörden su, durultmayı filtrasyon aşamasına bağlayan 1 200 mm'lik boruya gider. Gerektiğinde hızlı karıştırıcılardan su, flokülatör ve durultucular By-Pass ederek direkt filtrasyon birimine geçilebilmektedir (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).



Şekil 3.11. Şanlıurfa İSAT Durultucu Su Toplama Kanalı

3.1.8. Filtre Tesisi

3.1.8.1. Genel

İçme Suyu Arıtma Tesisindeki filtreler sabit hızlı ve sabit seviyeli tek bataryalı (gözlü) hızlı kum filtreler tipindedir. Filtre tesisi boru galerisi boyunca uzanan filtre bloğundan ve arıtmada sadece filtrelerden oluşan kapalı bir alandan oluşmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.8.2. Filtre Tesisi Boyutlandırması

Tek gözlü, hızlı kum filtre ünitesi boyutlandırılması her bir kademe için

Ünite sayısı : 16 adet

Filtreleme hızı tasarım : Vmax =10.8 m^3 / m^2. sa

Debi tasarım = Q= 270 000 / 24 m^3 / sa *(1.022)=11 498 m^3 / sa

16 ünitenin 14 tanesinin çalışması durumunda bir adet yıkamada ve 1 adeti de bakımda olmak üzere;

Alan = A : (11498 m^3/ sa) /14* 10.8 m^3 /m^2. sa =76 m^2
Uzunluk= L seçilen =11.10 m
En: W seçilen = 6.85 m
A =76 m^2

Bu durumda Toplam Filtrasyon Alanı:11.1*6.85*n.16 =1216 m^2 olarak hesaplanmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.8.3. Hızlı Kum Filtresi

Filtre ünitelerinde kullanılan kum DSİ Podima kuartz kumu olup filtre kum – çakıl durumu aşağıda verilmektedir.

Filtre Kum ve Çakıl tabakası yüksekliği		1.20 m
Çakıl	10 - 22 mm	0.1 m
İnce Çakıl	6 – 9.5 mm	0.15 m
Kalın Kum	2.4 – 4.8 mm	0.15 m
Kum	0.8 – 1.2 mm	0.80 m

Toplam kum ve Çakıl hacmi =1216*1.20 = 1 459 m^3

Her bir kademede 16 adet olmak üzere toplam 2x16 adet hızlı kum filtresi bulunmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011). Kum filtreleri örnekleri Şekil 3.12'de yana yana iki filtre görülmektedir.



Şekil 3.12. Şanlıurfa İSAT Hızlı Kum Filtre Ünitesi

3.1.8.4. Hızlı kum filtrelerinin geri yıkanması

Filtrelerin geri yıkanması filtre yatağında ki malzeme üzerinde bulunan kirleticilerin, filtreyi tersten yani aşağıdan yukarı doğru yıkamak suretiyle temizlenmesi işlemidir. Geri yıkama işlemi sırasında filtre malzemelerin kaybının olmaması önemli bir esastır (Eroğlu, 2008).

3.1.8.5. Filtre geri yıkama suyu tankı

Hızlı Kum Filtreler; filtrelenmiş su ile geri yıkanmakta olup filtre boru galerisinin sonunda tertip edilmiş bulunan filtrelenmiş su çıkış tankı filtre geri yıkama suyu stok havuzu görevini yerine getirecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu tankta her zaman 2 adet filtreyi geri yıkamaya yeterli su hacminin garanti altına alınması için tesis çıkışında savak kontrollü bir dengeleme havuzu olarak projelendirilerek tesis edilmiştir (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.9. Klorla dezenfeksiyon

Çakmakçı ve ark. (2013), dezenfektan kullanımının en önemli iki amacı sudaki patojen yani hastalık yapan mikroorganizmaların giderilmesi ile su dağıtım sisteminde muhtemel mikrobiyal faaliyetlerin oluşumunu engelleyebilmektir (EPA, 1999)

Arıtmada filtrelerden geçen su daha sonra şebekede olası mikrobiyal oluşumların önlenmesi için son dezenfeksiyon yapılmaktadır. Klor binası ayrı olarak inşa edilmiş olup klor binasında kontrol panosu, varillerin bulunduğu depo, evaporatör (sistemden çekilen sıvı klorun gaz klor olarak sisteme verilmesi için) ve klorinatörler bulunmaktadır. Otomatik olarak klor dozajı yapılan klorinatörler Şekil 3.13. ve klor tankları 3.14.'de görülmektedir.



Şekil 3.13. Klorinatörler



Şekil 3.14. Klor Tankları

3.1.10. Klor temas tankı ve arıtılmış su deposu

3.1.10.1. Klor temas tankı

Klor dezenfeksiyonundan sonra arıtılmış su, klor temas tankına geçer. Temas tankı her biri tesisin bir kademesi için iki bölmeye ayrılmıştır. Temas tankının tasarlanan toplam hacmi 8 500 m^3' tür. Temas tankında aynı zamanda arıtma tesisinin genel By-Passı yürütülür. Temas tankı, günlük 600 000 m^3'lük bir debiyi yaklaşık 21 dakikalık bir bekletme süresi sağlamak üzere projelendirilmiştir (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.10.2. Klor temas tankı boyutlandırması

Temas tankı sayısı 1 ve bölme sayısı 2
Su hacmi (tasarım) 8 500 m^3
Uzunluk 66 m
Genişlik 26.50 m
Su yüksekliği 5.04 m
Su hacmi: 66 x 26.50 x 5.04 = 8 814 m^3
Debi oranı (600 000 m^3/gün/24 sa) = 25 000 m^3/sa = 416.7 m^3/dak

Temas süresi: 8 814 m^3/416.7 m^3/dak 21.15 dak Olarak yaklaşık 21 dakikalık bir klor teması sağlanmaktadır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

3.1.10.3. Su deposu

Arıtılmış su tankı da iki bölüme ayrılmış ve tesisin debisi olan günlük 600 000 m^3 çıkışla toplam 40 000 m^3 'lük bir depo kapasitesi vardır.

3.1.10.4. Su tankı boyutlandırması

İki bölmeli bir adet arıtılmış su tankın:

Debi (600 000 m^3 /gün/24 sa) =25 000 m^3/sa
Su hacmi 40 000 m^3 ve her bir bölmenin su hacmi 20 000 m^3
Uzunluk 114 m
Genişlik 70.50 m
Su yüksekliği 5 m olacak şekilde yapılmıştır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).

Su deposu havalandırma gibi ortak tesis olup I. Kademe inşaatında yapılmıştır. Şekil 3.15.'de Su deposu görülmektedir. Su deposundan sonra su şehre Şekil 3.16.'da görülen Arıtılmış Su Pompalama İstasyonu ve buradan şehrin muhtelif yerlerinde bulunan su depolarına verilmektedir.

Ayrıca tesiste depoların üzerini de kapsayacak şekilde 2017 yılanda yaklaşık 0.700 kw'lık Güneş Enerjisinden elektrik elde etmek üzere güneş panelleri Şekil 4.15.'de görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. Bu güneş panelleri arıtma tesisinin yaklaşık %10'luk elektrik ihtiyacını karşılamaktadır (Asoğlu, 2018).

.



Şekil 3.15. Su Deposu



Şekil 3.16. Arıtılmış Su Pompaları

3.1.11. Çamur yoğunlaştırma, susuzlaştırma ve presleme üniteleri

Her etapta 1 adet olmak üzere 2 adet dairesel çamur yoğunlaştırma Şekil 3.17' de ve 2 adet 15 m^3/sa kapasiteli filtre pres inşa edilmiştir. Yoğunlaştırılan

çamur buradan şartlandırma tankına alınarak polielektrolit eklenmekte ve susuzlaştırılarak bertaraf edilmektedir. Üst sular ise geri kazanım tankına ve buradan tesis girişine verilmektedir. Çamur şartlandırmanının yapıldığı çelik tankın kapasitesi 25 m^3'tür ve temas süresi yaklaşık 10 dakikadır. Buradan çamur, filtre prese pompalanır ve Filtre presler 1500 x 1500 tipinde 117 adet plakalardan oluşmuşlardır. Her biri 30 mm kalınlığında çamur kekleri oluşturabilmektedir. Filtre presin süzüntü suyu ise dalgıç pompalar aracılığıyla tekrar çamur yoğunlaştırıcıya pompalanır (İSAT Kesin Proje Raporu, 2011).



Şekil 3.17. Çamur Yoğunlaştırma

3.2. YÖNTEM

Şanlıurfa içme suyu arıtma tesisinde veriminin belirlenmesi için Toplam Organik Karbon parametresi ölçümü yapılmıştır. Arıtma tesisinde her bir ölçüm periyodu farklı üç noktadan ham su, filtre çıkışı ve arıtma çıkışında numune alınarak arıtmada filtre ve tesis çıkışında veriminin gözlemlenmesi amaçlandı.

3.2.1. Numune alımı ve analizler

TOK Arıtma tesisinin girişinde havalandırma kısmında ham su, Şekil 3.18.' de, arıtmanın filtre çıkışındaki numune alma noktasında (filtre çıkışı Şekil 3.19.) ve üçüncü ölçüm noktası tesis çıkışındaki numune alma noktasında Şekil 3.20.'de üç noktadan Ocak-Mayıs aylarında farklı zamanlarda sekiz numune alınmıştır. pH analizi numune alma noktaları olan tesis girişinde ham suda ve tesis çıkışında yerinde ölçüm yapılmıştır. Bu şekilde TOK' un ham su, filtre çıkışı ve tesis çıkışı arasındaki değişimlerin gözlemlenmesi ve verimin hesaplanması yapılmıştır.



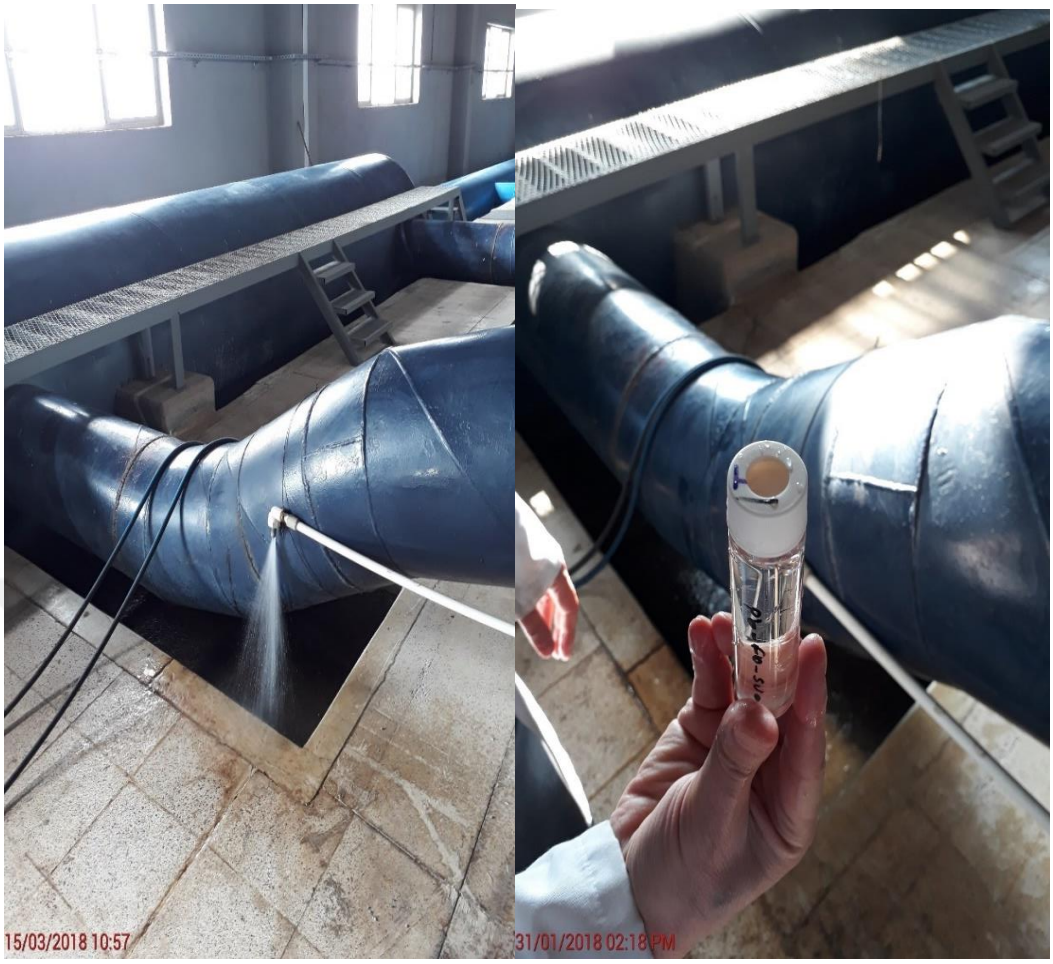
Şekil 3.18. Havalandırma havuzunda numune alma



Şekil 3.19. Filtre Çıkışı Numune Alma Noktası

3.2.2. Numunelerin muhafazası

TOK analizleri için numuneler havalandırma, filtre çıkışı ve arıtma tesis çıkışı sıralaması ile alınmıştır. Alınan numuneler herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan cihaz kalibrasyonu bulunan EK 1 de görülen TOK cihazı ve cam numune kapları (EK 2) ile yapılmıştır. Alınan numune kaplarının karışmaması için Ham Su (H), Filtre Çıkışı (F) ve arıtma tesisi çıkışı Temiz Su (T) olarak adlandırılmıştır. Numune alımları laboratuvara bu numune kapları ile ulaştırılmış ve ölçümler bu cam numune kaplarda yapılmıştır. İçme suyu arıtma çıkışında Şekil 3.20.' de temiz su numune alınma noktası ve numune alma kabın T ile adlandırılması görülmektedir. pH ölçümü tesis giriş ve çıkışında yerinde yapılmıştır.



Şekil 3.20. Arıtma tesisi çıkışı temiz su numune alma noktası ve adlandırılması

3.2.3. Toplam organik karbon analizi

TOK analizi cihazda gerekli ayarlamalar yapılarak sadece TOK parametre değeri ölçülmüştür. TOK metodunda sudaki organik maddeleri katalitik olarak yüksek sıcaklıkta (680°C) yakarak Karbondioksit (CO_2) haline getirilir. Oluşan CO_2 ölçülerek numunedeki TOK miktarı belirlenir. Bu analiz, TS 8195 EN 1484 Yürürlükteki Su Kalitesi TOK Tayin Metodu çerçevesinde arıtma tesisi bünyesinde bulunan Belediyeye ait laboratuvarda TOK analiz cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan bir TOK analizi ölçümünde cihaz sıcaklığının 680°C 'de olduğu Şekil 3.21.' de görülmektedir.



Şekil 3.21. TOK cihazında numune analizi

3.2.4. Arıtma veriminin hesaplanması

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik (İSKAY) 8. Maddede; içme suyu arıtma tesislerinin giriş suyu (ham su) ve çıkış suyu bu yeni yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan parametrelerden biri olan TOK parametre değeri için giderim yüzdesi çerçevesinde hesaplanmıştır. Ayrıca filtre çıkışında da TOK analizi için numune alınmıştır. Bu analizler sonucu TOK parametresinin arıtma verimi giderim yüzdesi yine İSKAY yönetmeliğinde genel olarak verilen arıtma verimi formülü TOK için aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. TOK içme suyu arıtma tesisi çıkış suları için İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte standardı bulunmadığından, yeni yayımlanan İSKAY yönetmeliğin

ekinde yer alan tabloda verilen A1 Kalite için belirlenen sınır değeri olan 4 mg/L sağlamak zorunluluğu getirilmiştir.

İSKAY Yönetmelik ekinde verilen genel formül TOK arıtma verimi giderim yüzdesi filtre ve tesisi çıkışı için;

$$\text{Arıtma Verimi}(\%) = \frac{(\text{Giriş Konsantrasyonu} - \text{Çıkış Konsantrasyonu})}{\text{Giriş Konsantrasyonu}} * 100$$

formülü ile hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA

Günümüzde özellikle son zamanlarda içme suyu arıtma tesislerinde en önemli problemlerinden biri sudaki organik maddelerin ve buna bağlı TOK parametresinin klorlama işlemi ile oluşturduğu haloasetik asit (HAA) ve THM gibi insan sağlığına zararlı olduğu bir çok çalışma ile belirtilen dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ) meydana getirdiği için giderilmesi ve azaltılması sorunudur. Koagülasyonla organik maddenin giderilmesi işlemi su ortamlarındaki organik maddelerin miktarına, organik maddenin özelliğine ve yapısına, kullanılacak koagülanta, koagülantın dozuna ve suyun pH'ına bağlıdır (Uyak ve Toröz, 2006).

Birçok bilimsel verilerde Alkalinite ve pH arttıkça TOK gideriminin azaldığı, TOK içeriği ve miktarının arttıkça ise giderilme veriminin arttığı belirlenmiştir (Gümüş ve Akbal, 2013).

Saatçi ve ark. (2015), belediyeler için hazırlanan kitaplarında USEPA içme sularına ait su kalite standartlarını bildirmişlerdir. Sağlık üzerinde olumsuz etkileri gösterebilenleri 'birincil standartlar' ile suyun estetik ve ekonomik kalitesini etkileyebilenleri 'ikincil standartlar' olarak sınıflandırmaktadır. USEPA birincil standartlar arasında yer verilen TOK değeri alkaliniteye göre arıtılmış koagülasyon ve yumuşatma giderimi verimi mevcut değerleri çizelge 4.1.'de verilmiştir (AWWA, 2012).

Çizelge 4.1.USEPA birincil içme suyu standartları (TOK giderimi)

Ham su TOK değeri (mg/L)	Ham su alkalinitesine göre TOK giderim verimi (mg/L)		
	0 – 60	>60 – 120	>120
> 2 – 4	35	25	15
> 4 – 8	45	35	25
>8	50	40	30

Şanlıurfa arıtma tesisine ortalama ham su kalitesinin TOK parametresi bakımından yakın olduğu Teksoy (2006) çalışmada; ham su 4.88 mg/L TOK girişi olduğunda koagülasyondan sonra 3.46 mg/L Hızlı Kum Filtrasyonu sonra ise 3.03

mg/L ve aktif karbon ve klorlama ile TOK değerinin 2.73 olduğu ölçülmüştür. Bu değerler üzerinde ham su pH'nın 7 olduğu bu durumda koagülasyon veriminin %29.1, aktif karbon arıtımı ve klorlama durumunda verimin %44 olduğu Filtrasyon sonrasında ise %37.9 TOK giderim veriminin olduğu ölçülmüştür.

Kırıkçı (2006) tarafından bu arıtma tesisinde ön dezenfeksiyon sonrasında oluştuğu bilinen ve kanserojen madde olarak dünyada ciddi sınırlamalar getirilen Trihalometanların gözlemlenmesi amaçlanarak çalışma yapılmıştır. Arıtma tesisinde koagülant olarak $FeCl_3$'ün kullanıldığı bu çalışmada; Ham su 10.98 mg/L, Filtre Çıkışında 8.56 mg/L ve Tesis Çıkışında 7.96 mg/L olarak TOK değerleri ölçülmüştür. Bu değerler çalışmamızda ölçüm yapılan TOK değerlerimizin farklı ve yüksek olsa da, TOK bakımından arıtma veriminin filtrasyon sonrası için %22 ve tesisi çıkışı için %27.5 olduğu görülmüştür.

Çakmakçı (2017), TOK'un konvansiyonel arıtma yöntemleri ile çok düşük verimle giderilebildiği giderim veriminin %15 olarak değerlendirmiştir.

Bu durumlarla beraber arıtma tesisinde kullanılan PACS kogülantın Eskişehir İçme suyu arıtma tesisinde; pH'ın 8.31 mg/L, TOK ham suyun 4.69 mg/L ve giderim veriminin %28.1 olduğu ölçülmüştür (Anonim 2, 2017).

4.1. TOK Analiz Sonuçları

Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisinde TOK Arıtma tesisinde her bir ölçüm periyodu farklı üç noktadan numune alma şeklinde belirlenmiştir. Ham su, filtre ve tesis çıkışındaki arıtılmış suyun numune alım tarihlerine göre TOK değişimi Çizelge 4.2.'de tesis girişindeki ham su ve arıtılmış suyun (filtre ve çıkışta) ölçüm değerleri görülmektedir. Ayrıca bu alınan numunelerde yapılan analiz sonuçları incelendiğinde;

-İSAT 'da havalandırma kısmındaki ham suda TOK değeri en yüksek Ocak ayında 4.63 mg/L ve en düşük 19 Nisan tarihin de 3.73 mg/L olarak ölçmüştür.

- Filtrede arıtıldıktan sonra alınan TOK değeri analiz sonucu en yüksek Ocak ayında 3.41 mg/L, en düşük Mart ayında 2.73 mg/L olarak ölçülmüştür filtre

çıkışında tüm analizlerin aritmetik ortalaması 3.09 mg/L olduğu tespit edilmiştir.

-Arıtma tesisi çıkış suyunda TOK en yüksek değeri yine Ocak ayında 3.36 mg/L ve en düşük değeri 7 Şubat ayında 2.37 mg/L olarak ölçülmüştür.

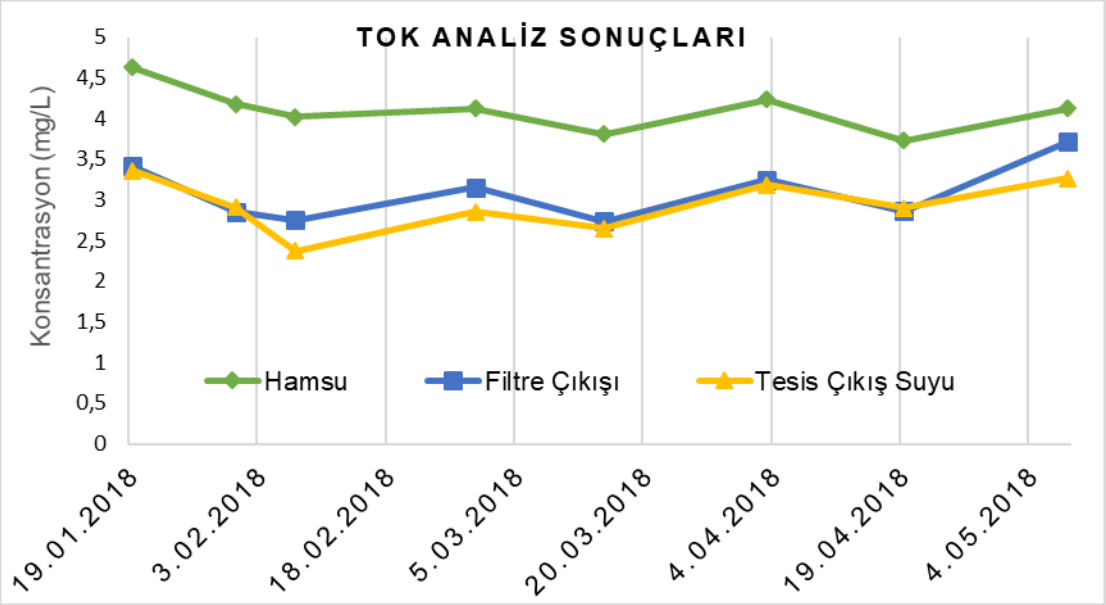
-İSAT 'da havalandırma kısmında ham su ortalama TOK değeri 4.11 mg/L olarak ölçülmüştür. TOK 'un ortalama arıtma tesisi çıkış suyundaki değeri ise 2.94 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu değer arıtma tesisinde denetim amaçlı yapılan ve belediye laboratuvarı dışında yapılan ölçümlerde; arıtma tesisi çıkışı ve yakın yerleşimlerdeki Nisan ve Mayıs 2017 tarihindeki 4 noktadaki TOK analiz sonuçları ölçümlerinde ortalama TOK değeri 3.025 mg/L olarak ölçülmüştür (Asoğlu, 2018). Bu ortalama ölçüm değerleriyle arıtma çıkışı 2.94 mg/L ve filtre 3.09 mg/L değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

-Arıtma Tesisinde Havalandırma ünitesinde pH ham su ve şehir ana şebekesine verilmesi sırasındaki çıkış kısmındaki pH çıkış değerleri incelendiğinde tesis giriş ve çıkışında anlamlı bir azalma ve artmanın olmadığı alınan ölçümlerin dördünde azalma olurken dördünde artma olduğu, yerinde ölçüm yapılan bu parametrenin ham su ve arıtılmış sudaki değerlerin ortalamasının 7.47 ve 7.55 olarak birbirine çok yakın olduğu değerlendirilmiştir. Ham suda pH Mayıs ayında minimum 7.11 ve maksimum değeri ise 7.83 olarak Ocak ayında ölçülmüştür. Arıtılmış Çıkış suyunda ise maksimum 8.16 pH ile Şubat ayında ve 7.15 pH olarak Ocak ayının sonunda ölçülmüş olduğu Çizelge 4.2.'de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Arıtma Tesisi pH ve TOK analiz sonuçları

ÖLÇÜM NO	ÖLÇÜM TARİHİ	pH HAMSU	pH ÇIKIŞ	HAMSU TOK mg/L	FİLTRE TOK mg/L	ÇIKIŞ SUYU TOK mg/L
1	19.01.2018	7.83	8.1	4.63	3.41	3.36
2	31.01.2018	7.56	7.15	4.18	2.85	2.91
3	07.02.2018	7.67	8.16	4.02	2.75	2.37
4	28.02.2018	7.39	7.27	4.12	3.15	2.85
5	15.03.2018	7.32	7.26	3.81	2.73	2.65
6	03.04.2018	7.46	7.33	4.23	3.25	3.18
7	19.04.2018	7.44	7.61	3.73	2.86	2.9
8	08.05.2018	7.11	7.52	4.12	3.71	3.26
Ortalama	Değerler	*7.47*	*7.55*	*4.11*	*3.09*	*2.94*

Arıtma tesisindeki ham su, filtre ve tesis çıkışındaki numune alım tarihlerine göre TOK değişimi Şekil 4.1.'de tesis girişindeki ham su ve arıtılmış suyun (filtre ve çıkışta) arıtılma akış yönüne göre değerinin azalarak değiştiği görülmektedir. Ayrıca TOK' un filtre ve son çıkış konsantrasyon değerlerinin birbirine paralel ve yakın olduğu tespit edilmiştir.

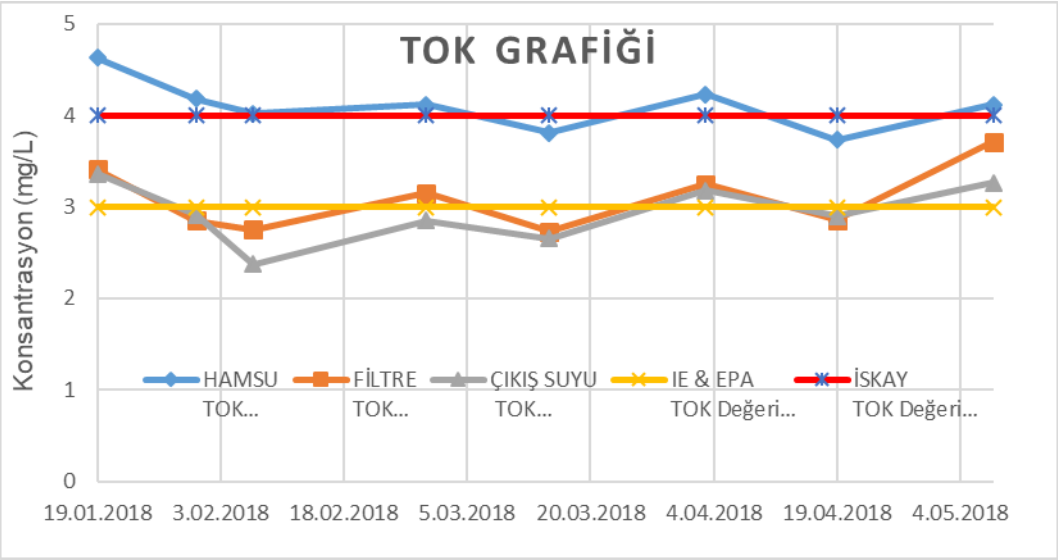


Şekil 4.1. TOK analiz sonuçlarının zamanla değişimi

4.2. TOK Standart Değerleri

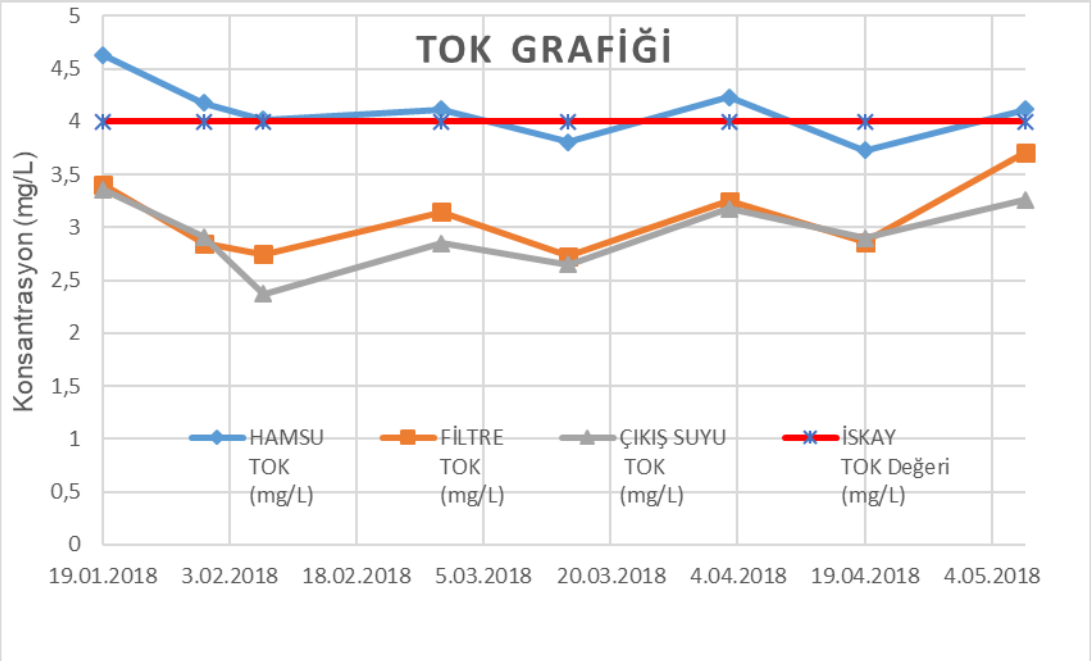
Dünyada dezenfeksiyon yan ürünü oluşumunu en aza indirgeme maksadıyla içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu sınırlandırma ve azaltma gerekliliği konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu çerçevede İrlanda-EPA tarafından TOK giderimi için bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma dikkate alınarak kılavuz değer 3 mg/L olarak kabul edilmiştir (Çakmakçı, 2017). Orman ve Su İşleri Bakanlığınca 2015 ve 2017 yılları arasında ki çalışmasında da; içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu 3 mg/L olarak sınırlandırılmış ve değerlendirmelerde bulunulmuştur (Anonim 1, 2017) .

Şanlıurfa Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisinin TOK değeri İrlanda (IE) - EPA tarafından TOK 3 mg/L ve İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelikte belirtilen A1 Kalite için belirlenen TOK 4 mg/L değeri üzerinden değerlendirilmeler yapılmıştır. Ocak- Mayıs ayları arasındaki ölçüm sonuçları konsantrasyonları belirtilen standartlar ile birlikte Şekil 4.2.' de verilmiştir.



Şekil 4.2. TOK analiz sonuçları ve standart değerler

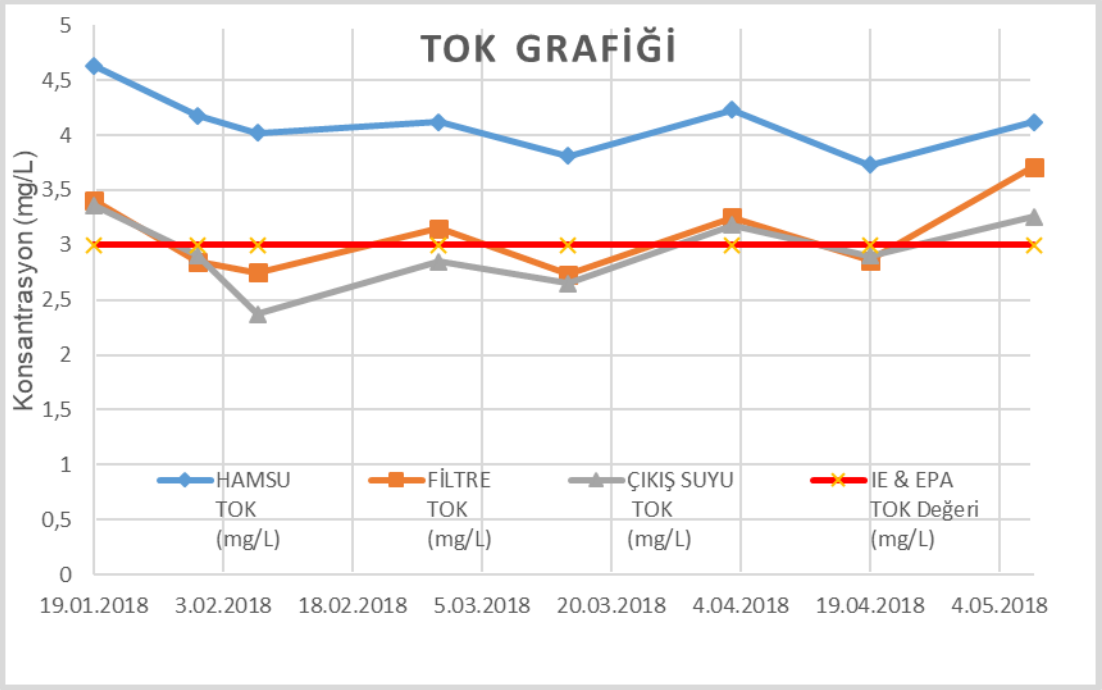
TOK için İçme Suyu Arıtma tesislerinde sağlanması gereken bir sınır değer belirlenmesi yapılmamıştı. Ancak son olarak Tarım ve Orman Bakanlığınca 06/07/2019 tarihli ve 30823 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik ile içme suyu temin edilen veya temin edilmesi planlanan suların kalite kategorisi, yönetmeliğin Ek-1 Kategoriler Göre Su Kalite Standartları 33. sırasında Toplam Organik Karbon parametresine yer verilmiş ve Kılavuz Değerler A1 Kalite için belirlenen TOK 4 mg/L değeri arıtma tesisleri çıkışında sağlanması gereken limit değer olarak belirlenmiştir. Bu standart çerçevesinde Şekil 4.3.'de arıtma tesisinde arıtılmış suyun filtre ve tesis çıkışı değerlerin bu TOK 4 mg/L standardın altında olduğu ve arıtma tesisi ham su değerini kestiği ve bu ham su analiz sonucuna yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. TOK analiz sonuçları ve İSKAY standart değeri

Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığının 2015 ve 2017 yılları arasında yapılan çalışması sonucu önerilen; içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu A1 Kalite Sınıfı için 3 mg/L olarak verilmiş olup bu çalışmada değerlendirilen arıtma tesisinde bu standart değer çerçevesinde değerlendirmelerde bulunulmuştur (Anonim 1, 2017). Ayrıca bu değerin baz alınmasında kılavuz değer olan İrlanda (IE) - EPA tarafından TOK 3 mg/L değeri üzerinde Şanlıurfa Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisinin ocak-mayıs ayları arasındaki ölçüm sonuçları konsantrasyonları Şekil 4.4.' de verilmiştir.

Şanlıurfa arıtma tesisinde İrlanda - EPA standarttı olan TOK 3 mg/L değerinin Filtre ve Tesis çıkışı analiz sonucu değerlerini kestiği; bu değerin genel olarak arıtılmış su çıkış değerine yakın olduğu ancak filtre çıkış değerini dört ve tesisi çıkış suyunda ise üç ölçüm sonucunda bu sınır değerinin aşıldığı tespitinde bulunulmuştur.



Şekil 4.4. TOK analiz sonuçları ve İrlanda (IE) - EPA standart değeri

4.3. Arıtma Veriminin Hesaplanması

Şanlıurfa İSAT' da belirtilen İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalite ve Arıtılması Hakkında Yönetmelikte de belirtilen arıtma verimi giderimi çerçevesinde tesisinin giriş suyu (ham su), hızlı kum filtre çıkışı ve arıtma çıkış suyu TOK analizleri ve bu analiz sonuçları verimi aşağıdaki Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. TOK analiz sonuçları ile filtre ve çıkış suyundaki arıtma verim değerleri

ÖLÇÜM NO	ÖLÇÜM TARİHİ	HAMSU TOK mg/L	FİLTRE TOK mg/L	ÇIKIŞ SUYU TOK mg/L	VERİM (FİLTRE) %	VERİM (ÇIKIŞ) %
1	19.01.2018	4.63	3.41	3.36	26.35	27.43
2	31.01.2018	4.18	2.85	2.91	31.82	30.38
3	07.02.2018	4.02	2.75	2.37	31.59	41.04
4	28.02.2018	4.12	3.15	2.85	23.54	30.83
5	15.03.2018	3.81	2.73	2.65	28.35	30.45
6	03.04.2018	4.23	3.25	3.18	23.17	24.82
7	19.04.2018	3.73	2.86	2.9	23.32	22.25
8	08.05.2018	4.12	3.71	3.26	9.95	20.87
Ortalama	Değerler	*4.11*	*3.09*	*2.94*	*24.76*	*28.51*

Çizelge 4.3. incelendiğinde ham su ile hızlı kum filtre ve çıkış üniteleri arasındaki arıtma veriminin; en düşük mayıs ayında %9.95 ve en yüksek arıtma veriminin TOK parametresi için % 31.82 olarak ocak sonu itibarı ile kaydedildiği, arıtma çıkış veriminin en düşük mayıs ayı % 20.87 ve en yüksek şubat başındaki ölçümde % 41.04 olarak ölçüldüğü görülmektedir. Mayıs ayındaki en düşük arıtma verimi olan %9.95'lik değerin; verim değerlerinden % 50'de fazla bir değerle ayrıldığı ayrıca kendisinden sonra gelen arıtma verim çıkış değeri arasındaki farkında fazla olması nedeniyle ölçüm hatası olabileceği değerlendirilmiştir.

İçme suyu arıtma tesisi ham su ile TOK bakımından arıtma verimi; filtre çıkışında tüm ölçümlerin ortalamasının % 24.76, arıtma çıkışı arasındaki TOK arıtma veriminin % 28.51 olduğu yine Çizelge 4.4.' de görülmektedir.

Çizelge 4.4.Arıtmanın TOK bakımından filtre ve çıkış verim değerleri

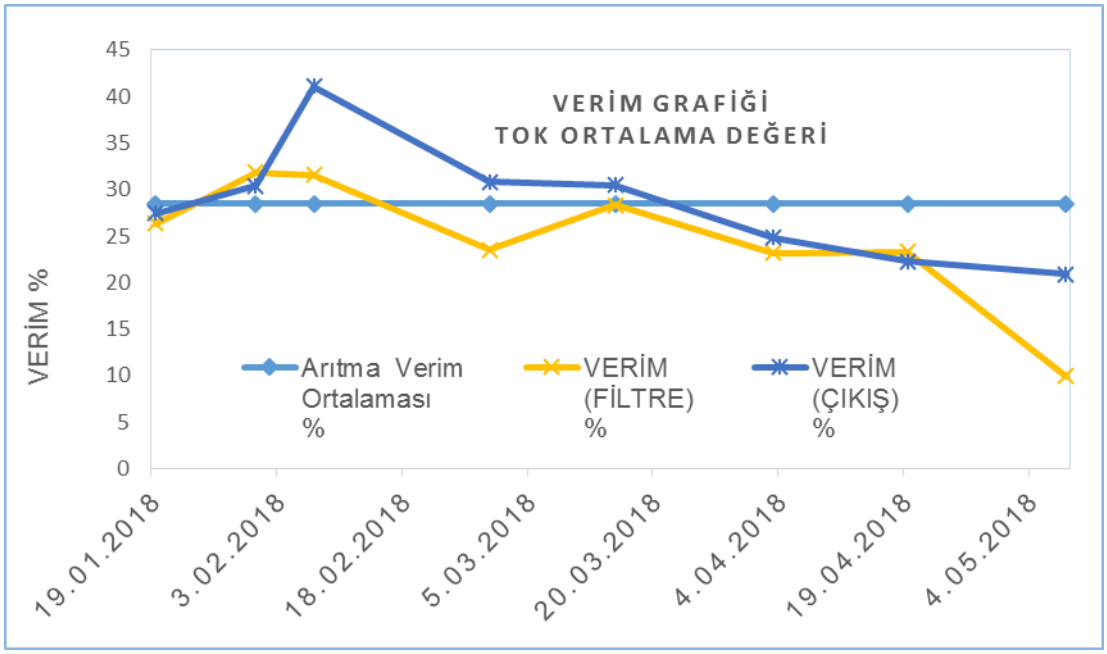
ÖLÇÜM NO	ÖLÇÜM TARİHLERİ	VERİM (FİLTRE) %	VERİM (ÇIKIŞ) %
1	19.01.2018	26.35	27.43
2	31.01.2018	31.82	30.38
3	07.02.2018	31.59	41.04
4	28.02.2018	23.54	30.83
5	15.03.2018	28.35	30.45
6	03.04.2018	23.17	24.82
7	19.04.2018	23.32	22.25
8	08.05.2018	9.95	20.87
Ortalama	*Değerler*	*24.76*	*28.51*

USEPA içme sularına ait TOK' un su kalite standartlarında çizelge 4.1.'de bildirdiği; arıtmanın ham su ortalama TOK değerin 4.11 ve pH'ın 7.47 olduğu göz önüne alındığında verimlerden minimum ve maksimum TOK ortalama Çizelge 4.5.' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. TOK için USEPA ve arıtma verim değerleri

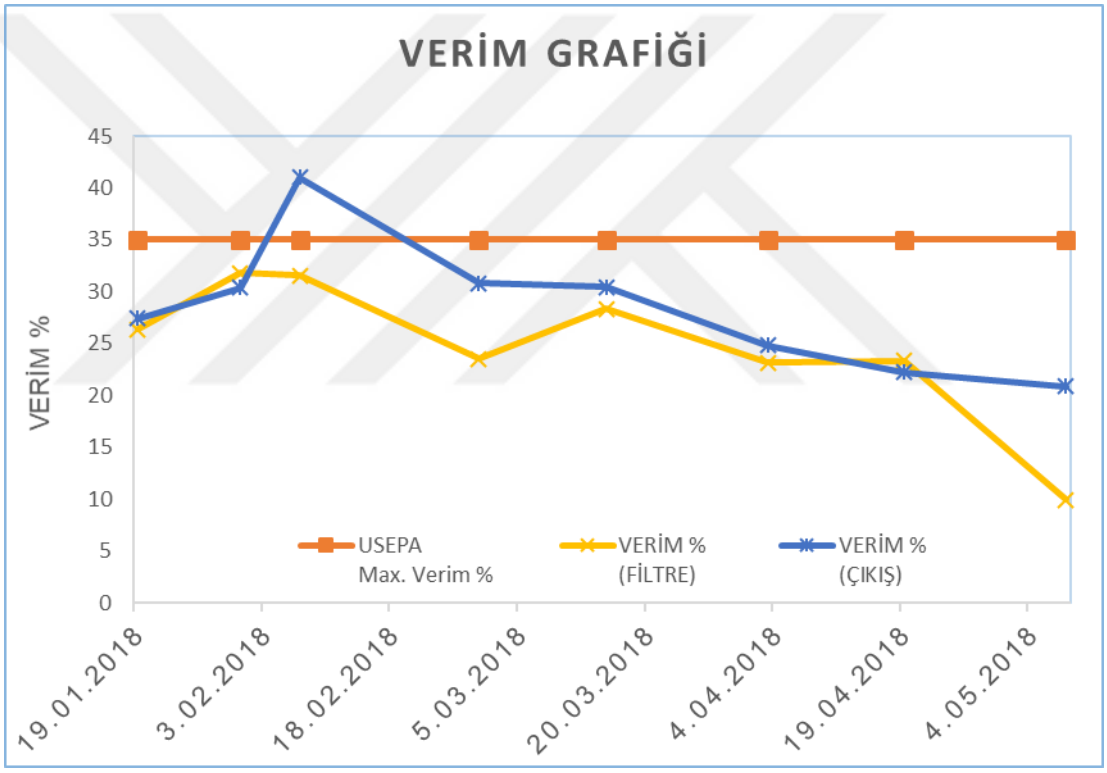
ÖLÇÜM NO	ÖLÇÜM TARİHLERİ	USEPA Min. Verim %	USEPA Max. Verim %	VERİM (FİLTRE) %	VERİM (ÇIKIŞ) %
1	19.01.2018	25	35	26.35	27.43
2	31.01.2018	25	35	31.82	30.38
3	07.02.2018	25	35	31.59	41.04
4	28.02.2018	25	35	23.54	30.83
5	15.03.2018	25	35	28.35	30.45
6	03.04.2018	25	35	23.17	24.82
7	19.04.2018	25	35	23.32	22.25
8	08.05.2018	25	35	9.95	20.87
Ortalama	*Değerler*	*25*	*35*	*24.76*	*28.51*

Çizelge 4.5'de, daha önce belirtilen ölçüm hatası olduğu değerlendirilen %9.95 verim dışındaki değerlerin yaklaşık %20 ile %40 aralığında olduğu, arıtma verimlerin Filtre için yaklaşık %25 ve TOK giderim veriminin arıtma çıkış ortalama değerinin %28,51 (Şekil 4.5.) ve USEPA tarafında verilen değerlere çok uzak olmadığı görülmektedir.



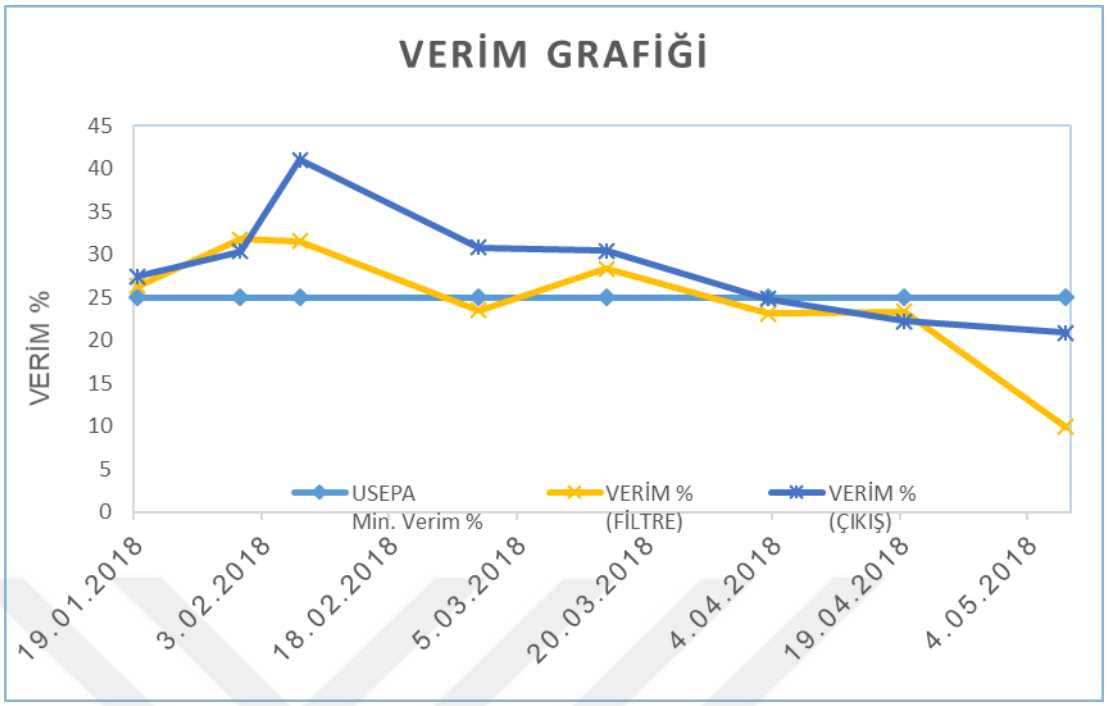
Şekil 4.5.TOK ortalama ile filtre - çıkış arıtma verim değerlerinin zamanla değişimi

İçme suyu arıtma tesisindeki ölçülen ortalama 4.11 mg/L TOK ve alkalinite PH ilişkisine göre 0-60 alkaliniteye göre muhtemel değerin USEPA' nın verdiği %35 verim değerin olması gerekliği ile arıtma verim değerlerin zamanla değişimi Şekil 4.6.'de verilmiştir. Arıtma veriminin sadece bir ölçümde bu değerin üstüne çıktığı diğer tüm ölçümlerde TOK bakımından arıtma veriminin bu değerin altında kaldığı görülmektedir.



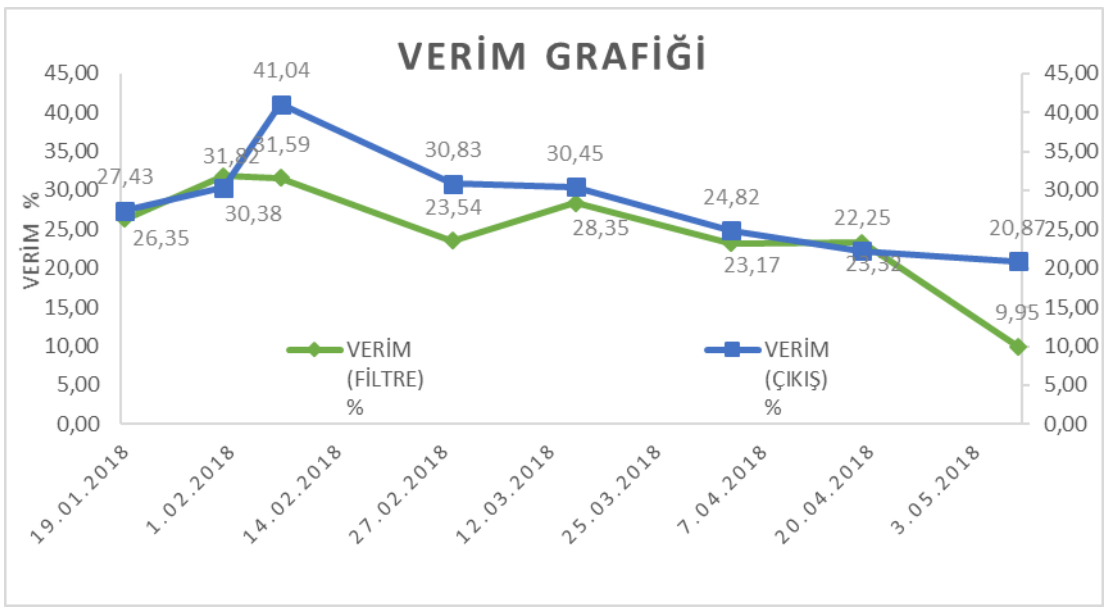
Şekil 4.6. USEPA max. değeri ile arıtma verimlerinin zamanla değişimi

İçme suyu arıtma tesisinin muhtemel en düşük değer göz önüne alındığında USEPA' nın verdiği %25 değere göre arıtma ölçüm sonuçları ile kesiştiği ve çoğunlukla bu arıtma TOK verim yüzdesinin üzerinde kaldığı Şekil 4.7.'de görülmektedir.



Şekil 4.7. USEPA en düşük muhtemel değeri ile arıtma verimlerinin zamanla değişimi

Arıtmanın TOK bakımından verim yüzdesinin zamanla özellikle Şubat – Mayıs aylarına doğru azaldığı Şekil 4.8.'de görülmektedir. Arıtma veriminin azalmasının su sıcaklığının artması ile açıklanabileceği değerlendirilmiştir.



Şekil 4.8. Arıtmanın TOK verim yüzdesinin zamanla değişimi

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Arıtma tesisinin çıkışında ve ham suda yılın ilk beş ayında farklı zamanlarda alınan Toplam Organik Karbonun gözlemlenmesi çalışmasında;

Ham su kaynağı olan barajın su kalitesi genel olarak değişmemekte yaz aylarında (genelde mart ayı ortasında) sulama sezonunun başlaması ile su kalitesinde bulanıklık değerinin değiştiği belirtilmiştir. Tesiste özellikle ham suda bulanıklık parametresi ölçümü yapılmakta ve ölçüm sonucuna göre arıtma şekillenmektedir. Sulama ve benzer durumlarda bulanıklık değerinin artması dışında genel olarak yılın büyük bölümünde bulanıklık değeri 1 NTU civarında ölçülmektedir. Bu durumda arıtmada ham su, sadece klorlama ve hızlı kum filtrelerinden geçirilmekte, diğer kimyasalların (koagülantların vb.) ise kullanılmadığı belirtilmiştir (Asoğlu, 2018).

İçme suyu arıtma tesisine gelen ham suda ölçüm yapılan TOK değerinin 3.73 mg/L ile 4.63 mg/L aralığında ve ortalama değerin 4.11 mg/L olduğu ölçülmüştür.

Arıtma Tesisi çıkışında ise TOK değeri 2.37 mg/L ile 3.36 mg/L aralığında ve 2.94 mg/L ölçüm ortalaması olduğu görülmüştür. Bu çıkış değerleri; Orman ve Su İşleri Bakanlığının içme suyu arıtımı ve çözüm önerileri çalışması çerçevesinde belirtilen içme suyu arıtma tesisi çıkışında gözlenmesi gereken maksimum toplam organik karbon konsantrasyonu A1 Kalite Sınıfı için 3 mg/L ve bu değerin baz alınmasında kılavuz değer olan İrlanda (IE) - EPA tarafından TOK 3 mg/L değeri (Anonim 1, 2017) baz alındığında üç ölçüm değerinin buna yakın olmakla beraber (3.18 mg/L, 3.26 mg/L ve 3.36 mg/L) bu değerlerin üzerinde ölçülmüştür.

Ham suda ve tesis çıkışında alınan numunelerde pH değeri ise 7.11 ile 8.16 aralığında olduğu; ham su ve çıkışta ölçüm değerlerinin yarısında artığı, diğer yarısında azaldığı ve genel olarak önemli bir farkın olmadığı, suyun ise genel olarak alkali olduğu değerlendirilmiştir.

Saatçi ve ark. (2015), USEPA 'nın TOK parametresi için içme sularına ait su kalite standartların da, Sağlık üzerinde olumsuz etkileri gösterebilenlerin birincil standartlar olarak adlandırılan gurup içinde yer verildiği bildirilmiştir.

İçme suyu arıtma tesisinde TOK bakımından arıtma verimi; filtre çıkışında tüm ölçümlerin ortalamasının % 24.76, arıtma tesisi çıkışında TOK arıtma veriminin % 28.51 olduğu bu tez çalışmasında ortaya çıkmıştır. Bu arıtma tesisimizin ortalama ham su kalitesine yakın olduğu diğer çalışmalarda; Teksoy (2006) konvansiyonel arıtmada filtrasyon sonrası için %37.9 TOK giderim veriminin olduğu, Kırıkçı (2006) tarafından bu arıtma tesisinde farklı koagülant ve TOK değerleri olsa da arıtma verimleri; filtrasyon için %22 ve tesis çıkışı için %27.5 değerleri olduğu ölçülmüştür. Arıtma tesisinde kullanılan PACS kogülantın kullanıldığı Eskişehir içme suyu arıtma tesisinde TOK bakımından giderim veriminin %28.1 olduğu ölçülmüştür bu değerler İçme Suyu Arıtma Tesisine yakın olduğu değerlendirilmiştir.

İçme suyu arıtma tesisindeki ölçülen TOK ve pH ilişkisine göre muhtemel USEPA' nın verdiği %35 değerin olması gerekliği ile değerlendirildiğinde verimin sadece bir ölçümde bu değerin üstüne çıktığı diğer tüm ölçümlerde TOK bakımından arıtma veriminin bu değerin altında kaldığı görülmektedir. Arıtma tesisinde TOK veriminin bu değerden düşük olması gelen ham suda bulanıklık değeri düşük çıkması durumlarında koagülasyon flokülasyon ünitelerinin bay pas edilerek suyun havalandırma ünitesinden sonra sadece filtarasyona tabi tutulmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

TOK konusunda ülkemizde daha önce belirtilen çeşitli yönetmeliklerde yer almasına rağmen, İçme Suyu Arıtma tesislerinde sağlanması gereken bir sınır değer belirlenmesi yapılmamıştı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğünce son yıllarda yürütülen çalışmalar sonucunda 6 Temmuz 2019 yılında yürürlüğe giren yönetmelikle (İSKAY); su kalite kriterleri ile suların içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için sağlanması gereken arıtma sınıflarını ve veriminin tespitine ilişkin hususları belirlenmesi yapılmıştır. Ayrıca yeni çıkarılması beklenen tebliğ ile bu yönde gelişmeler kaydedilmesi beklenmektedir. İSKAY ile arıtma tesisleri

çıkışında A1 su kalite sınıfının sağlaması gerektiği, burada verilen 4 mg/L TOK standart değerin yapılan tüm arıtma tesisi çıkış analiz sonuçlarının üzerinde olduğu ve arıtma tesisinde bu değerin sağlandığı belirlenmiştir.

Bu İSKAY ile Sağlık Bakanlığının İTASHY yönetmeliğinde TOK parametresinin klorlama işlemi ile oluşturduğu haloasetik asit ve trihalometan gibi insan sağlığına zararlı olduğu bir çok çalışma ile belirtilen dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ) meydana getirdiği etkilerin azaltılması için revize olması veya TOK arıtma tesisi için IE-EPA verilen 3 mg/L standart değeri baz alındığında ileride bu çıkış suyunun arıtma tesisinde aktif karbon vb. uygulanması gerekliliği ve kullanılması durumu ortaya çıkabilecektir.

5.2. Öneriler

İçme suyu arıtma tesisinin TOK bakımından arıtma verimi; filtre çıkışında tüm ölçümlerin ortalaması % 24.76 ve arıtma çıkışında TOK arıtma verimi ortalması % 28.51'dir. TOK değerinin ise arıtma tesisi çıkışında ortalama değerinin ise 2.94 mg/L ve üç ölçümün 3 mg/L'nin biraz üstünde olduğu bu değerin yeni yönetmeliğin standartı olan 4 mg/L'yi ise sağladığı belirlenmiştir. Ancak dezenfeksiyon yan ürünlerini kontrolü için güvenli tarafta kalma adına TOK ölçümlerin yapılması ve 3 mg/L değerin sağlanmasına çalışılmasının uygun olacağı ve bu durumun arıtmanın TOK veriminin göz önünde bulundurarak ham sudaki TOK değerine göre arıtmada koagülantların optimum kullanılması ile sağlanabileceği değerlendirilmiştir.

Arıtmada günlük ölçüm yapılan sıcaklık, debi, pH, bulanıklık vb. parametrelerin yanında ham su ve arıtılmış suda TOK ölçümünün yapılması oluşacak DYÜ içinde bir gösterge olması nedeniyle takip edilmesi uygun olacağı değerlendirilmiştir. Bu durum Saatçi ve ark. (2015), günlük takip edilmesi gereken parametreler içinde ham su ve arıtma çıkış suyunda TOK 'a yer verilmiştir.

Arıtma tesisinde özelikle yaz aylarında; TOK konsantrasyonunun sulama sezonu ile su kalitesinin bozulması, su sıcaklığının artması ile arıtma veriminin olumsuz etkilenmesine neden olacağından TOK analiz ölçümlerinin bu dönemleri de

kapsayacak şekilde yapılması ve arıtma veriminin gözlemlenmesi daha sağlıklı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Benzer şekilde arıtma tesislerin verimlerinin belirlenmesi çalışmaların yapılması ile arıtma çıkışında sağlanması istenen TOK standart parametre değerinin sağlanıp sağlanmayacağını belirleyecek ve olumsuz durumlarda gerekli önlemlerin ve tedbirlerin alınmasını da sağlayacağı değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

ANONİM 1, 2017. Türkiye'de İçme Suyu Arıtımı, Yaşanan Problemler ve Çözüm Önerileri Kitabı. Orman Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 114s

ANONİM 2, 2017. Eskişehir İçme Suyu Arıtma Tesisleri Jar Testi Raporu, Eskişehir, 5s

ALSHEYAB, M.A., and MUÑOZ, A.H., 2007. Comparative study of ozone and MnO_2/O_3 effects on the elimination of TOC and COD of raw water at the Valmayor station. Desalination, 207: 179-183.

AMİRSARDARİ, Y., YU,Q., and WİLLİAMS, P., 1997. Effects of Ozonation and Coagulation on Turbidity and TOC Removal by Simulated Direct Filtration for Potable Water Treatment. Environmental Technology, 18: p1143-1150.

ASOĞLU, M. , 2018. Sözlü Görüşme, Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi ŞUSKİ Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı İçme Suyu Arıtma Tesisleri Şube Müdürü

ÇAKMAKÇI, M. , 2017. Türkiye'de İçme Suyu Kaynaklarının ve Arıtma Tesislerinin Değerlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 3s.

ÇAKMAKCI, M., ÖZKAYA, B., YETİLMEZSOY, K., ve DEMİR, S., 2013. Su Arıtma Tesislerinin Tasarım ve İşletme Esasları, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 532s.

DÖLGEN, D. SARPTAŞ, H. ve ALPASLAN, M.N. , 2009. Merkezi İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Sistemlerinde Uygulanan Yöntemlerin Değerlendirilmesi. İzmir Kent Sempozyumu, İzmir, 391-402.

EPA. 2012. Drinking Water Guidance on Disinfection By-Products, Advice Note No. 4. Version 2. Disinfection By-Products in Drinking Water, İrlanda. ISBN: 978-1-84095-444-9.

EROĞLU, V., 2008. Su Tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, Ankara, 407s.

GÜMÜŞ, D., ve AKBAL F., 2013. Removel Of Natural Organıc Matter In Drınkıng Waters And Preventıon Of Trıhalomethanes Formatıon. Journal of Engineering and Natural Sciences. On dokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 31(26): 529-553.

GÖRMEZ, Ö., 2018. Düşük Molekül Ağırlıklı Ftalatların Subkritik Su Oksidasyon Metoduyla Bozunmasının İncelenmesi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mersin, 118s.

HARMAN, B. İ., 2006. MIEX Reçinesi İle İçme Sularından Doğal Organik Madde Giderimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 94s.

İSAT, 2011. Şanlıurfa 2. Kademe İçme Suyu Arıtma Tesisi Proje Yapımı Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu Dairesi Başkanlığı, Erbil Proje Müşavirlik Mühendislik Ltd., Ankara, 156s.

İSAT, 1998. Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisi Kesin Proses Tasarım Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, E.M. I. T ve Sistem Yapı İnş. ve Tic. A.Ş. , Ankara, 43s.

KIRIKÇI, A. , 2006. Şanlıurfa İli İçme Suyunda Trihalometan Potansiyelinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 56s.

LEENHEER, J. A., and CROUE, J.P., 2003. Characterizing Aquatic Dissolved Organic Matter, Environmental Science&Technology, 37(1): 18-26.

Li, X., ve CHU, H.P., 2003. Membrane bioreactor for the drinking water treatment of polluted surface water supplies, Water Research, 37: 4781-4791.

LUUKKONEN, T., HUKKANEN, R., PELLİNEN, J., RÄMÖ, J., ve LASSİ, U.,2012. Reduction of Organic Carbon in Demineralized Make-up Water with Activated Carbon Filtration, Power Plant Chemistry, 14 (2): 112-119.

ÖZDEN, S. 2002. İçme Sularında Trihalometan Oluşumu ve Organik Maddelerin Giderilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 121s.

ÖZYONAR, F., KARAGÖZOĞLU, B., ve ATMACA, E., 2011. İçme suyundan elektrokoagülasyon prosesi ile doğal organik madde giderimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 27(4): 309-316.

PEKTAŞ, M., 1996. İçme suyu arıtımında kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu ve Konya içme suyu arıtma tesisi örneği. Selçuk Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 67s.

RAJAMOHAN, R., VENUGOPALAN, V.P., DEBASİS, M., ve USHA, N., 2014. Efficiency of reverse osmosis in removal of total organic carbon and trihalomethane from drinking water, Research Journal of Chemistry and Environment, 18 (12): p6.

SAATÇI, A.M., AKGİRAY, Ö., SOYER, E., ERDİM, E., ve YİĞİTHUNCE, S., 2015. Su Arıtma Tesisleri İşletimi. Türkiye Belediyeler Birliği, Ankara, 154s.

TINKILIC, N., 1993. Serbest Klor ve Toplam Organik Karbon Derişimlerinin İçme Sularında Trihalometanların (THM) Oluşumuna Etkilerinin İncelenmesi ve Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi İçme Sularında THM'lerin Gaz Kromatografisi İle Tayini, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun, 79s.

TEKSOY, A., 2006. İçme Sularından Organik Madde Giderimi ve Trihalometan Oluşumunun Önlenmesi İçin Arıtma Proseslerinin Optimizasyonu. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 120s.

UMAR, M., ABDULAZİZ H., and YUSOFF, M.S., 2010. Trends in the use of Fenton, electro- Fenton and photo-Fenton for the treatment of landfill leachate. Waste Management 30: 2113-2121

UYAK, V. ve TORÖZ, İ. , 2006. İçme suyu kaynaklarındaki doğal organik maddelerin zenginleştirilmiş koagülasyon yöntemi ile giderilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi, 16 (1- 3): 115-122.

YILDIZ, N., 1996. Şanlıurfa İçme Suyu Sisteminin Kalite Kontrol Parametreleri Açısından İncelenmesi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 75s.

WHO, 2004. Guidelines for drinking-water quality, 3rd ed, World Health Organization, Geneva. 391-402

URL-1, 2018. www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24874 (Erişim Tarihi: 15.03.2018)

URL-2, 2018. https://www.mt.com/tr/tr/home/library/know-how/process-analytics/thor_toc_faq.html (Erişim Tarihi: 15.06.2019)

URL-3, 2012. İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 1-9s.

URL-4, 2019. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,1-12s.
URL-5, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, T.C Sağlık Bakanlığı, 1-10s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Abdurahman CANPOLAT

Uyruğu **:** TC

Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek / 1974

Telefon **:** 0414 317 52 92

e-mail **:** acanpolat111@gmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı,**	**İlçe,**	**İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	: Siverek Lisesi/	Siverek	ŞANLIURFA	1991
Üniversite	: Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü		ŞANLIURFA	1998
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı		ŞANLIURFA	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2002-2005	Hakkari İl Çevre Müdürlüğü	Mühendis
2005-2012	Şanlıurfa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü	Mühendis
2012 -	DSİ 15. Bölge Müdürlüğü	Mühendis

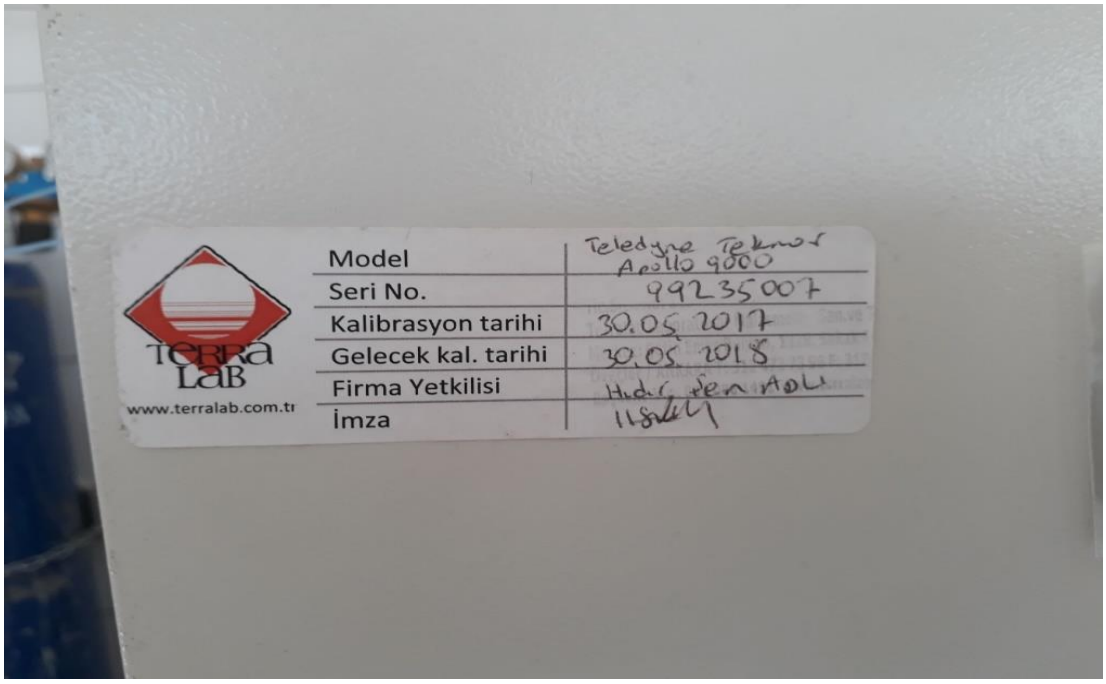
YABANCI DİLLER

İngilizce

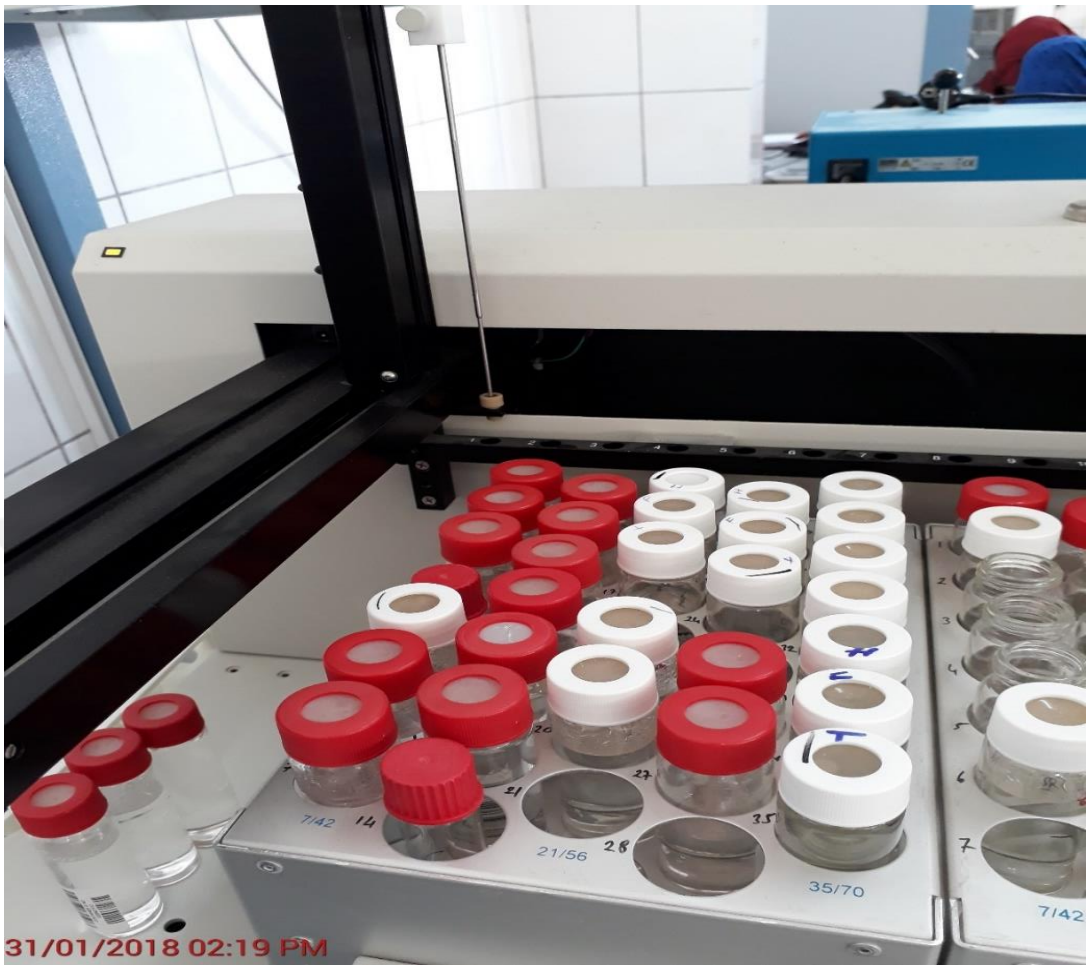
EKLER

EK 1. Tok Cihazı ve kalibrasyon etiketi görünümü





Ek 2. TOK Numune Alma Kabı



EK 3. İzin Belgeleri

3.1- Belediye İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 09/01/2018-E.327

T.C.
ŞANLIURFA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI
ŞUSKİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanlığı
İçme Suyu Arıtma Tesisleri Şube Müdürlüğü

ŞUSKİ

Sayı : 35769316-752.01.01
Konu : Yasal İzin Talebi

Sayın Abdurrahman CANPOLAT

İlgi : 05/01/2018 tarihli, 277 sayılı, "yasal izin talebi" konulu yazı

İlgi tarih ve sayılı dilekçenizde bahsettiğiniz konuda yükseklisans çalışması yapmanızın kurumumuz açısından herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır.
Gereğini bilgilerinize rica ederim.

E-İmzalı
Mehmet KIZILELMA
Genel Müdür a.
Genel Müdür Yardımcısı

Mahmut ÇALIŞKAN
Büro Görevlisi
Güvenli Elektronik İmzalı
Aslının Aynısıdır
11/01/2018

Evrakı Doğrulamak İçin: http://212.175.248.3/enVision/Dogrula/6PNL1H
Ertuğrul Gazi Mah. N.Fazıl Kısakürek Cad. No:35/C Haliliye-Şanlıurfa
Telefon No: 0414 318 58 00 Faks No: 0414 318 58 08
E-Posta: İnternet Adresi: www.suski.gov.tr
Bilgi İçin: Mustafa ASOĞLU
Dâhili: 91751

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

3.2- DSİ İzin Belgesi

T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü GAP 15. Bölge Müdürlüğü

Sayı : 24113513-622.03-**486959** 30.07.2019
Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

Sn. Abdurrahman CANPOLAT
(DSİ 15 Bölge Müdürlüğü İçmesuları ve Atıksu Şube Müdürlüğü ŞANLIURFA)

İlgi : 23.07.2019 tarihli ve bila sayılı dilekçe.

İlgi dilekçenizde Bölge Müdürlüğümüzde Çevre Mühendisi olarak görev yaptığınızı belirterek 1. ve 2. Kademe Şanlıurfa İçmesuyu Arıtma Tesisi ile ilgili olarak "Şanlıurfa Konvansiyel İçmesuyu Arıtma Tesisinin Toplam Organik Karbon Bakımından Arıtma Veriminin Belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezi için proje raporu vb. dökümanlardan faydalanmak için gerekli iznin verilmesini talep etmektesiniz.

Konu Bölge Müdürlüğümüzce incelenmiş olup kurumumuzun gerekli yerlerde referans gösterilmesi ve bir tez örneğinin verilmesi durumunda, söz konusu tez için 1. ve 2. Kademe Şanlıurfa İçmesuyu Arıtma Tesisi işine ait dökümanlardan faydalanmanız uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi rica ederim.

Mehmet Fayiz HATİPOĞLU
Bölge Müdür Yardımcısı

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Orjinal elektronik belge adresi: 'https://evrakdogrula.dsi.gov.tr' Doğrulama Kodu: ACNL-VH13-VC61-0240

Adres : DSİ 15. Bölge Müdürlüğü Hamidiye Mah. Emniyet Cad. 63300 ŞANLIURFA
Telefon : (414) 317 50 00 Belgegeçer (Fax) : (414) 317 50 30
Kep Adresi : dsi.15blgmud@hs01.kep.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

Bilgi İçin:
Fatime KANDEMİR TÜYSÜZ Mühendis
Telefon :
e-posta : fatimekant@dsi.gov.tr