

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAKARYA İLİ KENTSEL ATIKSU ARITMA
TESİSİNİN KOLİFORM BAKTERİ GİDERİM
VERİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurbanu YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurtaç ÖZ

Haziran 2016

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAKARYA İLİ KENTSEL ATIKSU ARITMA
TESİSİNİN KOLİFORM BAKTERİ GİDERİM
VERİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurbanu YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 30.06.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr.
Gülgün DEDE
Jüri Başkanı


Doç. Dr.
Nurtaç ÖZ
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Ayşe Bengü SÜNBÜL
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

NURBANU YILDIRIM

30.06.2016

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca araştırmamın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu katkılardan dolayı değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nurtaç ÖZ'e tezin istatistiksel değerlendirme aşamasında yardımcı olan Sayın hocam Doç. Dr. Bayram TOPAL ve değerli arkadaşım Fatma YILDIRIM'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca deneysel çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen Karaman Atıksu Arıtma Tesisi personellerine teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca hep yanımda oldukları gibi bu araştırma boyunca da maddi ve manevi desteklerinden dolayı Sevgili Babam Metin YILDIRIM, Annem Nuriye YILDIRIM ve Kardeşim Merve YILDIRIM'a sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2015-50-01-026) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
 BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
 BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÇALIŞMASI	4
 BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOD	10
 3.1. Karaman Atıksu Arıtma Tesis	11
3.1.1. Kaba ızgaralar	11
3.1.2. Giriş terfi istasyonu.....	11
3.1.3. TOC – TN analizatörü.....	12
3.1.4. Step ince ızgaralar.....	12
3.1.5. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu	13
3.1.6. Havalandırma havuzları	14
3.1.7. Son çöktürme havuzları	15
3.1.8. Geri devir istasyonu	16

3.1.9. Yoğunlaştırma tankları	17
3.1.10. Mekanik susuzlaştırma ünitesi	17
3.1.11. Laboratuvar	18
3.1.12. Scada sistemi.....	18
3.1.13. Sürekli atıksu izleme sistemi (Sais) kabini	19
3.2. Kullanılan Besiyerleri Ve Kimyasallar	19
3.2.1. Laktoz broth	19
3.2.2. Brilllant green bile broth.....	19
3.3. Numunelerin alınması ve analize hazırlanması	21
3.4. Koliform ve E.Coli bakterilerinin sayımı	21
3.5. Aktif çamurda protozoa sayımı	22
3.6. Atıksu örneklerinin fizikokimyasal analizi.....	22
 BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULAR.....	23
 BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	29
5.1. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşlemlerinin Koliform Bakteri Giderimine Etkisinin Regresyon Modeli İle Analizi	29
5.2. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşlemlerinin Fekal Koliform Giderimine Etkisinin Regresyon Modeli İle Analizi	30
5.3. Koliform ve Fekal Koliform Gideriminin Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması	
5.4. Biyolojik Arıtma İşleminde Koliform ve Fekal Koliform Giderimi Üzerinde Etkili Ökaryotik Mikroorganizmaların Araştırılması.....	33
 KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	41

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AKM	: Askıda katı madde
BOİ	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
ÇO	: Çözünmüş oksijen
gr	: gram
⁰ C	: Santigrat derece (celsius)
FC	: Fekal koliform
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
mL	: Mililitre
Mw	: Polimer molekül ağırlığı
TP	: Toplam fosfor

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Karaman atık su arıtma tesisi.....	10
Şekil 3.2.	Karaman Atıksu arıtma tesisi giriş terfi istasyonu.....	11
Şekil 3.3.	TOC-TN Analizatörü.....	12
Şekil 3.4.	Step İnce Izgaralar	13
Şekil 3.5.	Havalandırılmalı Kum Ve Yağ Tutucu.....	14
Şekil 3.6.	Havalandırma havuzları	15
Şekil 3.7.	Son Çöktürme Havuzları	16
Şekil 3.8.	Geri Devir İstasyonu	17
Şekil 3.9.	Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi	18
Şekil3.10.	Scada Sistemi	19
Şekil3.11.	Laktoz Broth Pozitif ve Negatif Sonuç.....	20
Şekil3.12.	Brillant Green Laktoz Broth Pozitif ve Negatif Sonuç.....	20
Şekil3.13.	<i>E.Coli</i> SEM Görüntüsü.....	22
Şekil3.14.	Fekal Koliform SEM Görüntüsü.....	22
Şekil 4.1.	Arıtma tesisi giriş, fiziksel arıtma çıkış ve çıkış sularının koliform değerleri.....	25
Şekil 4.2.	Arıtma tesisi giriş, fiziksel arıtma çıkış ve çıkış sularının <i>E.coli</i> değerleri.....	26
Şekil 4.3.	Arıtma tesisi giriş, ve arıtma tesisi çıkış sularının BOI, KOI, AKM ve pH sonuçları.....	27
Şekil 4.4.	Protozoa Sayım Sonuçları.....	27
Şekil 4.5.	Protozoa Işık Mikroskobu Görüntüsü.....	28
Şekil 4.6.	Protozoa Işık Mikroskobu Görüntüsü.....	28
Şekil 4.7.	Protozoa Işık Mikroskobu Görüntüsü.....	28

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 3.1.	Kaba Izgaralar.....	11
Tablo 3.2.	İnce Izgaralar.....	13
Tablo 3.3.	Havalandırma Havuzları	15
Tablo 3.4.	Son Çöktürme Havuzları.....	16
Tablo 4.1.	İncelenen Atıksu Numunelerinde Tespit Edilen Bakterilerin Sayımları (EMS/100ml).....	23
Tablo 5.1.	Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşleminin Koliform Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Sonuçları.....	29
Tablo 5.2.	Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşleminin Coliform Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Katsayıları.....	30
Tablo 5.3.	Fiziksel ve Biyolojik arıtma İşleminin FC Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Sonuçları.....	30
Tablo 5.4.	Fiziksel ve Biyolojik arıtma İşleminin FC Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Katsayıları	31
Tablo 5.5.	Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Giderim Verimi.....	31
Tablo 5.6.	Coliform ve FC Gideriminin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Değişimi Üzerine Etkisi İçin Korelasyon Katsayıları.....	32
Tablo 5.7.	Coliform ve FC Giderimine Ökaryotik Mikroorganizmaların Etkisi İçin Korelasyon Katsayıları.....	33
Tablo 5.8.	Koliform Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları.....	34
Tablo 5.9.	Koliform Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları.....	34

Tablo 5.10.	Koliform Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları (Stepwise Regresyon Metodu).....	34
Tablo 5.11.	Koliform Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları (Stepwise Regresyon Metodu).....	35
Tablo 5.12.	FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları	35
Tablo 5.13.	FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları.....	36
Tablo 5.14.	FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları (Backward Metodu).....	36
Tablo 5.15.	FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları (Backward Metodu)	37

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kentsel Atıksu arıtma, koliform, fekal koliform, giderim verimi

Bu çalışmada; Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğ’inde deşarj parametresi olarak bulunmayan fakat arıtılmadan alıcı ortama verildiğinde kolera, tifo gibi hastalıklara neden olan koliform ve fekal koliform bakterilerinin arıtma tesisindeki giderim verimi araştırılmıştır. Sakarya İli Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinin ham atıksu girişı, fiziksel arıtma atıksu çıkışı, arıtma tesisi atıksu deşarj noktalarından periyodik olarak atıksu numuneleri alınmıştır. Atıksuda BOD, COD SS, pH fiziksel ve kimyasal parametreler ile koliform ve fekal koliform analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda aktif çamurdaki ökaryotik canlılar tespit edilmiştir. Atıksuyun koliform yükü En Muhtemel Sayı (MPN) yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Koliform ve fekal koliform giderimine fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ökaryotik mikroorganizmaların etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır.

INVESTIGATION OF COLIFORM BACTERIA REMOVAL EFFICIENCY IN THE URBAN WASTEWATER TREATMENT PLANT OF THE CITY OF SAKARYA

SUMMARY

Keywords: Urban Wastewater Treatment, coliform, fecal coliform, removal efficiency

The aim of this study was to investigate the the removal efficiency of coliform bacteria which are not found in “Regulation on Urban Wastewater Treatment ” but causes diseases as cholera and typhoid if given to the receiving environment, from treatment plant in Sakarya. Wastewater samples were taken periodically from the raw wastewater influent, physical treatment wastewater effluent, and plant wastewater discharge points of Urban Wastewater Treatment Plant. BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), SS (Suspended Solids), pH physical and chemical parameters and coliform and FC analyses were conducted on the wastewater. Also, eukaryotic microorganisms in the active sludge were determined. A most probable number (MPN) method was studied for determination of coliforms. Effects of physical and chemical parameters and eukaryotic microorganisms on coliform and FC removal were statistically investigated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Su yaşamın en temel öğelerden biridir. Bir besin maddesi olmasının yanı sıra, bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki bütün biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Canlıların vücudundaki pH dengesinin korunmasından başlayarak, hücrelerdeki moleküllere ve organelle dağılma ortamı oluşturmaya; besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görev alır. Bu nedenle susuz hayat düşünülemez. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam ortamıdır [1].

Yeryüzünün $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü verebilir fakat içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0.74 dir. 18. yüzyılın sonlarında, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyar, 2005 sonunda ise yaklaşık 6.5 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin çok hızlı gelişmesi, ve çevre bilincinin yaygınlaşmaması gibi nedenler içilebilir su miktarının giderek azalmasına neden olmaktadır. Bunların dışında, içilebilir su kaynaklarının kirletilmesi, telafisi mümkün olmayan sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır [2]. Tahminler, artan su ihtiyacı ile gün geçtikçe azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceğini öngörmektedir [3].

Yakın geçmişe kadar su kirlenmesinin incelenmesi sağlık açısından değerlendirilmekteydi. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için bu durum hala böyle olsa da toplumların ihtiyacı olan içme ve kullanma suyunun temin edilmesi gerekmektedir. Bunu, kullanılmış suların uygun yollarla uzaklaştırılması ve diğer çevre sorunlarının çözümü izlemektedir.

Günümüzde, su kirliliği sadece sağlığa etkisi yönünden değil kaynakların korunması ve uygun bir şekilde kullanılmasının yollarının araştırılması yönünden de çok önemlidir [4].

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzeyaltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sular atıksu olarak adlandırılır [5].

Atık suların herhangi bir işlemde geçmeden yüzey sularına verilmesi, su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Akarsu, göl ve diğer su kaynaklarının kirlenmesinden sonra oluşan durumun düzeltilmesi çok büyük maliyet gerektirmektedir. Bütün bu nedenlerden, atık suların bir arıtma işlemine tabii tutulması mecburiyeti gündeme gelmiştir [6].

Evsel atık sular evlerden, ticari işletmelerden, kurumlardan ve benzer binalardan boşaltılan atık sulardır. Bu sular özellikle insan ve hayvan dışkısı ve idrarı ile gri su denilen banyo, lavabo ve yıkamadan gelen ve çözünabilen, çözünemeyen maddeler içeren sulardır. Bakteri, protozoa, virus, helmint gibi patojenik olabilecek canlıları da barındırabilirler. Bu atık suların doğal su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek ve insan sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde arıtılması gerekmektedir. Evsel atık suların arıtılmasında uzun süredir fiziksel, biyolojik ve bazen de kimyasal arıtma sistemleri kullanılmaktadır [7].

Evsel atık sulara bulunan belirgin organizma grupları; bitkiler, hayvanlar, fungi, protozoa, virüsler, bakteriler ve algler gibi mikroorganizmalardır. Evsel atık sudaki mikroorganizmaların çoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliğe sahiptir. Koliform bakterileri insan atıklarından kaynaklanan fekal bir kirlenmenin göstergesidir. Algler ise tat ve koku problemlerine neden olmaktadır. Atık suyun arıtımı sırasında organik maddeler bakteriler aracılığıyla parçalanmaktadır [8].

Bakteri, protozoa, virus, helmint gibi patojenik olabilecek canlıları da barındırabilirler. Bu atık suların doğal su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek ve insan sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde arıtılması gerekmektedir Evsel atık suların arıtılmasında uzun süredir fiziksel, biyolojik ve bazen de kimyasal arıtma sistemleri kullanılmaktadır [9].

SASKİ Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinde arıtılan sular Çark Deresi'ne deşarj edilmekte sonrasında da Sakarya Nehri'ne karışmaktadır. Arıtılmadan alıcı ortama verilen koliform ve fekal koliform bakterileri kolera, tifo gibi hastalıklara neden olmaktadır ve Atıksu Arıtma Tesisi çok yüksek nüfus yoğunluğuna sahip bir bölgeye hizmet ettiği için mikrobiyal giderim veriminin araştırılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada SASKİ Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinde koliform ve fekal koliform giderimine kimyasal parametrelerin ve ökaryotik mikroorganizmaların etkisi istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Birleşmiş Milletler Örgütü'ne göre 2025'e kadar 48 ülkede 2.8 milyar insanın "su yetersizliği" veya "kıtlığı" yaşayacağını göstermektedir. Bu ülkelerin 40'ı Batı Asya ve Kuzey Afrikada bulunmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içinde Orta Doğu ve bazı Akdeniz ülkelerinin "su kıtlığına" yaşayacakları öngörülmektedir. Akdeniz Ülkelerinden Portekiz ve Yunanistan mevcut kaynak 6000 m³/kişi/yıl'ın üstünde, Türkiye ile birlikte Fransa ve İtalya 3000'in üstünde, İspanya ve Suriye 2000'in üstünde, Kıbrıs, Mısır, Lübnan ve Fas yaklaşık 1000 iken, kalan 6 ülkeler Cezayir, İsrail, Ürdün, Libya, Malta ve Tunus'da 500'ün altındadır. Dolayısıyla, su kaynaklarının korunması ve daha etkin kullanımını hedefleyen, hatta özellikle küçük yerleşimlerde, atıksuların doğal yollarla arıtılıp yeniden kullanılmasını amaçlayan çok sayıda çalışma yürütülmektedir [10].

Günümüzde konut, ticari ve endüstriyel su tüketicilerinden kaynaklanan atık suların bir kanalizasyon şebekesi ile toplanıp bir kentsel arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra bir nehre veya denize deşarj edilmesi hedeflenmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu uygulamaların, gereğince arıtım hedefi dışında yaygınlaştığı söylenebilir. Ancak gelişmekte olan ülkelerde söz konusu prosesin tüm aşamalarında eksiklikler bulunmaktadır. Ülkemizin nüfusunun %87'sinin kanalizasyona bağlı olduğu, kanalizasyona ulaşan 2,9 milyar m³/yıl atık suyun ancak %65'inin arıtılabildiği, arıtılmayan atık suyun ise %53'ünün akarsulara ve %17'sinin denizlere aktığı, arıtma tesislerinin de çoğunlukla Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinin, özellikle kıyı

illerinde bulunduğu bilinmektedir. Bunların dışında, mevcut arıtma tesislerinin 46'sı birincil veya fiziksel arıtma, 74'ünün biyolojik arıtma ve ancak 9'unun ileri arıtma olarak işletildiği bilinmektedir. Toplam 3250 mertebesinde belediyemiz bulunduğu dikkate alınırsa hem tesis hem de proses açığımızın önemli boyutlara ulaştığı ortaya çıkar. Dolayısıyla çok önemli atıksu altyapı yatırımlarının gerekliliği aşikârdır [11].

Murat TOPAL, E. Işıl ARSLAN TOPAL 2013 yılında yayınladıkları makalede Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi'nin 2010-2011 kış sezonunda mevcut durumunu değerlendirmiş ve tesisin pH, sıcaklık, debi, Çözünmüş Oksijen (ÇO), Askıda Katı Madde (AKM) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametrelerinin değışimin incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre; pH değerlerinin yönetmelikte verilen (pH=6-9) sınır değerler arasında olduğu, AKM konsantrasyonlarının yönetmelikte verilen sınır değerin (AKM=40 mg/l) altında kaldığı, KOİ konsantrasyonlarının ise 24. gün hariç yönetmelikte verilen sınır değerin (KOİ=120 mg/l) altında olduğunu tespit etmişlerdir. 2010-2011 kış sezonunda, en yüksek AKM verimi %96,3, en yüksek KOİ verimini ise %54,7 olarak hesaplamışlardır [14].

M.Sara TUNÇ ve Ayhan ÜNLÜ 2005 yılında yaptıkları çalışmada mikrobiyal kirliliği ölçmüşlerdir. Bu amaçla Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan atıksu örneklerinin bakteriyolojik analizlerini yaparak tesisin ve ön çökeltme havuzunun koliform bakteri giderme verimini, arıtma tesis çıkış suyu ve alıcı ortam olan Kehli Deresi'nin mikrobiyolojik kalitesini araştırmışlardır. Ön çökeltme havuzunda toplam koliformun %43.33 – 91.87 ve fekal koliformun %44.44 verimle giderildiği ve arıtma tesisinde toplam koliformun %72.0 – 99.5 ve fekal koliformun %98.13 – 99.88 verimle giderildiğini tespit etmişlerdir. Ancak alıcı ortama verilen arıtma tesisi çıkış suyunda mikrobiyolojik kirlenmenin yüksek olduğunu görmüşlerdir. Kehli Deresi deşarj öncesinde fekal koliform $1.3 \times 10^3 - 7 \times 10^4$ EMS/100 ml iken deşarjdan sonra $1.3 \times 10^6 - 9 \times 10^6$ EMS/100 ml seviyesine yükselmiştir [6].

Aysel UĞUR, Fevzi YILMAZ ve Aysu BESLER'in 2000 yılında yayınladıkları makalede Muğla Üniversitesi atık su arıtma tesisini incelemiş, bakteriyolojik (toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok), protozoolojik (protozoa, helmint, alg ve

mantar) ve fiziko-kimyasal (nitrit, nitrat, fosfat, pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık ve BOI5) analizleri yapmış ve elde edilen sonuçları değerlendirmişlerdir. Su örneklerini steril şartlarda atık su arıtma tesisi giriş ve arıtma tesisi çıkışından almışlar yarım saat içinde +4°C’de laboratuvara getirmiş daha sonra Membran filtrasyon tekniği kullanmışlardır. Arıtma tesisi girişinden alınan atık su numunesinde bulunan toplam koliform sayısı 1,3x10⁸/100 ml iken, arıtma tesis çıkışından alınan atık su numunesinde 2,3x10⁶/100 ml seviyesine düştüğünü tespit etmişlerdir. Fekal koliform sayısı ise arıtma tesis girişinde 2,6x10⁶/100 ml iken, arıtma tesis çıkışında 2,0x10⁴/100 ml olarak saptanmıştır. Fekal streptokok sayısı da 1,2x10⁵/100 ml’den 8,2x10⁴/100 ml’ye düşmüştür. Organizmalar içinde patojen olabilen *Giardia*, *Ascaris*, *Oxyuris*, *Fasciola* ve *Taenia sp.* gibi organizmaları tespit etmişlerdir. Arıtma tesisinde protozoa, alg ve rotifer türlerinden oluşan bir poli-kültürün varlığını tespit etmişlerdir. Aktif çamurda bulunan belli başlı organizmaların *Aspidisca*, *Vorticella*, *Trachelophyllum*, *Philodia* olduğu, ayrıca *Vorticella* ve *Stylonchia* bulunan kültürlerin iyi çalıştığını belirtilmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca *Aspergillus* ve *Penicillium* tespit etmişlerdir [15].

M.Sara TUNÇ ve Ayhan ÜNLÜ 2007 yılında yayımladıkları makalede keban Baraj Gölü’ne dökülen Kehli Deresi’nin su kalitesinin mesafeye değişimini incelemek amacıyla su kalitesi parametreleri Nisan ve Haziran 2006 tarihleri arasında analiz etmişlerdir. Su örneklerini Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suları Kehli Deresi’ne deşarj edilmeden önce bir noktada ve deşarj edildikten sonra beş farklı noktadan almışlardır. Arıtma tesis çıkış suları deşarj edilmeden önceki noktada Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOİ), Toplam Kjeldahl Azotu(TKN) ve Toplam Fosfor(TP) değerleri sırasıyla 10-55 mg/L, 0.47-3.36 mg/L ve 1.84-3.18 mg/L arasında değişirken, deşarjdan sonra KOİ, TKN ve TP değerleri sırasıyla 80-420 mg/L, 4.92-41.16 mg/L ve 7.23- 23.93 mg/L arasında değişmiştir. Arıtma tesis çıkış sularının deşarj edilmeden önceki noktada organik kirlilik açısından Nisan ayında I. sınıf kaliteli su iken Mayıs ayında IV. ve Haziran ayında II. sınıf kaliteli bir su seviyesinde olduğunu tespit etmişlerdir. Deşarjdan sonra bütün noktalarda her üç ayda da IV. sınıf kaliteli su tespit etmişlerdir. Bakteriyolojik parametreler açısından deşarjdan önce ve deşarjdan sonra bütün noktalarda IV. sınıf kaliteli bir su seviyesi gözlemlenmiştir.

Çalışmanın yapıldığı dönemde kentin atıksularının bir kısmının arıtılarak bir kısmının da arıtılmadan dereye verildiğini tespit etmişlerdir [16].

Ayla ARSLAN, Savaş AYBERK'in 2005 yılında yaptığı bir çalışmada Bu çalışmada, "İzmit Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesis" atıksularının karakterizasyonu ve tesisin mevcut verimi incelenmişlerdir. Konvansiyonel karakterizasyon çalışmasında, bir yıl boyunca aylık periyotlar olarak alınan anlık numuneleri kullanışlardır. Atıksu karakterinin çok geniş bir aralıkta değiştiğini gözlemlemişlerdir. KOİ parametresiyle ifade edilen organik madde konsantrasyonu, 580-1822 mg.L-1 aralığında değişmektedir. Ortalama değerler bazında, atıksuyun KOİ/N/P oranı 272/27/1 olmakta ve bu oran biyolojik arıtılabilirlik açısından fosfor eksikliğini göstermektedir. Konvansiyonel karakterizasyonda, giriş akımında BOİ5 /KOİ oranını ortalama olarak 0,20 bulmuşlardır [17].

Biyolojik kentsel su arıtma tesisleri mikroorganizmaları atık su temizliği için kullandığından, sürecin mikrobiyolojik tanımı çok önemlidir. Yeniden kullanılmak için atık sulardan çıkarılması da oldukça önem taşır. Bu makale bakteri ve parazitlerin atık su arıtma tesislerindeki (WWTP (ing): Atık Su Arıtma Tesis: ASAT) süreçteki varlıklarını tanımlamayı ve temizlenen suyun tanım için kullanılması ihtimalini incelemeyi amaçlamaktadır. Sonuçlar suda yüksek miktarda Escherichia coli (kalın bağırsakta enfeksiyona neden olan bir bakteri) olduğunu gösteriyor. Tamamen ortadan kaldırılamamış olsalar da su ve çamur arıtma alanlarında bakterinin varlığı 2.34 ve 1.36 oranlarında azaltılmıştır. Bakteri karşısında en etkili yöntemler damıtmalı filtre (TF) ve ototermal termofilik oksijenli çürütme (ATAD) olmuştur. Oksijenin bulunmadığı çamur arıtma alanlarında ve yıkama sularında E. coli kadar olmasa da grampozitif çubuksu bakteri ve dışkısal pislikler tespit edilmiştir. Salmonella spp, Entamoeba ve Kriptosporidyuma hiçbir örnekte rastlanmamış olmakla birlikte iki örnekte Giardia duodenalis saptanmış ama su arıtma tesis çıkışında ve çamurda buna da rastlanmamıştır. En sık rastlanan tak hücreli Acanthamoeba olmuştur [18].

İspanya'nın Madrid şehrindeki on aktif çamur tesisinde silli protozoa tek hücreliler tespit edildi. Her tesisteki en yoğun siliyate grupları incelendi ve en fazla bulunan grubun serbest hareket eden silliler olduğu ortaya çıktı. Siliyateler ile hem fiziko kimyasal hem de tesislerin işletme parametreleri arasındaki ilişkileri incelemek adına çok değişkenli istatistik analizleri gerçekleştirildi. Yarı korelasyon analizleri: (1) serbest hareket eden silliler siliyatelerin aktif çamur süreçlerindeki yönetim ve performanslarını, (2) yüzen siliyatelerin kısa süreli ya da daha az kaliteli çamurlarla olan ilişkisini ve (3) yüzen-sürüne siliyatelerin çamurun kötü şartlarıyla arasındaki direkt bağı ortaya çıkardı. Faktör analizleri en çok bulunan siliyate türlerinin tesislerin işletme parametreleriyle olan bağı gösterip bazı türlerin göstergelerini ortaya koydu: *Vorticella striata* kötü kaliteli çamurlarla, *Aspidisca cicada* sabit tesis şartlarıyla ve *Litonotus Lamella* kusurlu yerleşik çamurlarla bağlantılıydı [19].

Bu çalışmada yazarlar aktif bir çamurdaki *Vorticella sp.*'lerin bir yıl süresince tam hücreli element miktarlarını ölçmüş ve *Aspidisca cicada* ile *Opercularia coarctatay* bir örnekleme tarihinde incelemişlerdir. Amaç kapsamı, mevsimsel farklılıkları, metal alımı ve birikimini öğrenmek, elementlerin dinamikleri ve kaderleriyle ilgili yeni bilgiler vermek ve ağır metallerine dağılımına maruz kalmış çevrelerde türler arasında hepsinin nasıl bağlantılı olduğunu ortaya çıkarmaktır. Aktif çamurlardan her ay örnekler toplanmış ve vorticellidlerin tüm hücre elementsel seviyeleri elektron mikroskopları ile taranmıştır. Fosfor ile sülfür, potasyum ve demir arasında bağlantılar keşfedilmiştir. Potasyum ve kalsiyum seviyesi sülfür seviyesiyle oldukça ilişikti. Demir seviyesi ise potasyum seviyesi ile bağlantılıydı. Aktif çamurlardan edinilen *A. cicade* seviyeleri aynı türün daha önce aynı tip yerlerden alınıp laboratuvarda izole edilmiş örnekleriyle karşılaştırıldı. Aynı çevredeki türler arasındaki hücresel element oranları zamanla oldukça değişkenlik göstermektedir. *Vorticella sp.*'ler farklı oranlardaki alüminyum, bakır, demir ve çinkoya direnebiliyordu. Düşük demir seviyeleri ise düşük fosfor ve düşük potasyum seviyeleri ile doğru orantılıydı [20].

Leeds bölgesindeki iki aktif çamur alanının mikro fauna araştırması haftalık olarak devam etti. Varlık gösterdikleri sıklıklar ve farklı türlerin önem sıralaması açıklandı. Tek hücrelilerin dağılımının çevresel faktörlere ve tesisin işletim şartlarına bağlı

olduğu ortaya çıktı. Bunlar finaldeki çamurun kalitesini de kontrol ettiği için tesis performansını aktif çamur reaktörleriyle ilişkilendirmek mümkündü. Çamur kalitesi ve tek hücreli topluluklarının işletim şartları çoklu regresyon analizleriyle anlaşıldı. Başarılı bir tahmin için tek hücreli oranı regresyon teknikleri kullanılıp fazla bir kayıp olmadan 31'den 20'ye indirildi [21].

Aktif çamurlardaki silli protozoaların sayımı için yeni bir yöntem uygulanmış. Türlerin tam sayımı ve saptanması için her örnekten her biri en az 20 ile 40 dakika gerektiren 24-24 mm standart kaymalı rutin analizler yapılmıştır. Az yoğunluktaki nadir türleri göz ardı edilmiştir. En az 8 kopya ile analiz tekrarlanmış 6 tür mükemmel bir arıtma sağlamıştır Daha önceki su arıtma çalışmalarında yapıldığı gibi sadece iki kopya kullanıldığında sonuç çok güvenilir çıkmamıştır [22].

Bu araştırmanın amacı silli protozoaların aktif çamur sürecindeki önemini incelemek ve açıklamaktır. Bu çalışma süresince atık suda 21 tür silli protozoa kaydedilmiş ve 19 fiziko dinamik farklı türe rastlanmıştır. Silli protozoaların en çok rastlanan türünün varlığı tesisin işletim parametrelerine bağlıdır. Tüm biyolojik ve biyolojik olmayan bilgiler altı bileşen faktörün tüm sürecin değişkenliğine %73 oranında etkili olduğunu göstermiştir. İlk faktörün biyolojik olarak önemi büyüktür; silli protozoaların gruplandırıp atık su tesisinin değişkenliğinin %25'ini açıklamıştır. Bu araştırma bu organizmaların ekolojisinin ve aktif çamur sürecinin yönetimsel ve kontrol metotlarının anlaşılmasını yardımcı olmaktadır [23].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Karaman Atıksu Arıtma Tesisi

Karaman Atıksu Arıtma Tesisi'nin temeli 1997 yılında Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından atılmıştır.

1.Kademe; 2015 yılına kadar 750.000 kişilik eşdeğer nüfusa hizmet verebilecek kapasiteye sahiptir.

2.Kademe; 2035 yılına kadar 1.625.767 kişilik bir nüfusa hizmet verebilecek kapasiteyesahiptir.Tesisimizde; Adapazarı, Erenler, Serdivan, Arifiye, Sapanca ilçelerinden gelen evsel nitelikli atıksular arıtılmaktadır.



Şekil 3.1. Karaman atık su arıtma tesisi

3.1.1. Kaba ızgaralar

Atıksuyun tesise ilk giriş yaptığı bölümdür. Bu bölüme kanalizasyon sistemi ile gelen atıksuyun yanısıra yoğunlaştırma havuzlarından savaklanan su ve mekanik sususlaştırma ünitesinden çıkan sentrat suları da gelmektedir.

Tesis girişinde bulunan kaba ızgaralar, atıksudaki 5 cm'den büyük parçacıkların tutulmasını sağlayarak ince ızgaraya gelecek atık yükünü azaltmak amacıyla tasarlanmıştır.

Tablo 3.1. Kaba Izgaralar

KABA IZGARALAR

Parametre	Birim	2015	2035
Kaba Elek Sayısı	Parça	3+1	7+1
Elek Başına Kapasite	m3 / sa	5400	5400
Izgara Aralığı	Mm	50	50
Elek Genişliği	M	2	2
Kanal Genişliği	M	6.5	6.5
Kontenyer Hacmi	m3	10	10

3.1.2. Giriş terfi istasyonu

Tesisin bu bölümünde yer alan kesintisiz sarmal pomplar ile atıksuyun kotu yükseltilerek kendi cazibesi ile prosesteeki çevriminin tamamlaması sağlanmaktadır.



Şekil 3.2. Karaman Atıksu arıtma tesisi giriş terfi istasyonu

3.1.3. TOC – TN analizatörü



Şekil 3.3. TOC-TN Analizatörü

Giriş terfi merkezinde bulunan TOC-TN Analizörü 9 dakikada bir giriş suyundan numune alarak atıksudaki Toplam Organik Karbon ve Toplam Azot değerlerini ölçmektedir. Ayrıca sisteme entegre edilmiş olan ölçüm problemleriyle giriş suyu sıcaklık, iletkenlik ve pH değerleri sürekli takip edilmektedir. Analizörde okunan değerlere göre Atıksu Arıtma Tesisi proseslerinde gerekli tedbirler alınmaktadır.

3.1.4. Step ince ızgaralar

Bu ekipman ile birlikte atıksuda bulunabilecek 6 mm'den büyük katı parçacıkların tutulması sağlanır. Böylece arıtma birimleri arasındaki boru ve vanalarda oluşabilecek tıkanıklıklar önlenmiş olur. Bu ekipmandan geçen atıksu, havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesine geçmektedir.



Şekil 3.4. Step İnce Izgaralar

Tablo 4.2. İnce Izgaralar

İNCE IZGARALAR			
Parametre	Birim	2015	2035
Elek Sayısı	Parça	3+1	7+1
Izgara Aralığı	mm	6	6
Genel Elek Genişliği	m	2.25	2.25
Kanal Genişliği	m	1.8	1.8
Su seviyesi	m	1.07	1.07
Konteyner Sayısı	parça	3	6
Konteyner Kul.Süresi	Sa	24	10.8
Doldurma Kapasitesi	G	3	2.7

3.1.5. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu

Fiziksel arıtmanın son bölümünü oluşturan havalandırılmalı kum ve yağ tutucu havuzu, atıksu içerisindeki kum, kil ve silt gibi kolay çökelebilen inorganik maddelerin ve yağların sistemden uzaklaştırılması amacı ile tasarlanmıştır. Bu işlem ile boru, vanalarda oluşabilecek tıkanma ve pompa kavitasyonları gibi sorunlar engellenmiş olur. Atıksu bu bölümden geçtikten sonra geri devir çamuru ile karışarak biyolojik arıtma ünitesi olan havalandırma havuzlarına gönderilmektedir.



Şekil 3.5. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu

3.1.6. Havalandırma havuzları

Tesis “Uzun Havalandırılmalı Aktif Çamur Sistemi” ile işletilmektedir. Biyolojik arıtma işleminin gerçekleşebilmesi amacıyla mikroorganizmalara gerekli oksijen, blower ünitesinden gelen havanın havuz tabanında yer alan difüzörlere aktarılması ile sağlanır. Mikroorganizmalar atıksu içerisindeki kirleticileri yeni mikroorganizma sentezi ve yaşama faaliyetleri için kullanması sağlanır.

Havuz içerisindeki karışım ve dolaşım işlemi havuz içerisinde yer alan mikserler vasıtasıyla sağlanmaktadır.



Şekil 3.6. Havalandırma havuzları

Tablo 3.3. Havalandırma Havuzları

HAVALANDIRMA HAVUZLARI			
Parametre	Birim	2015	2035
Tankların Hacmi	m ³	150000	300000
Tank Sayısı	Parça	4	8
Tankların Derinliği	m	6.3	6.3
Volumetrik Yükleme Hızı	kgBOI ₅ /m	0.298	0.325
Çamur Yükleme Hızı	kgBOI ₅ /kgTS.d	0.07	0.077

3.1.7. Son çöktürme havuzları

Havalandırma havuzlarında biyolojik olarak arıtılan atıksu son çöktürme havuzlarına geçmektedir. Bu havuzlarda arıtılan atıksudaki aktif çamur dibe çökmekte, yüzeyde kalan arıtılmış atıksu ise savaklanarak Çark Deresi'ne deşarj edilmektedir. Dibe çöktürülen çamur, tam köprü sıyrıcılar ile sıyrılarak geri devir istasyonuna gönderilmektedir.



Şekil 3.7. Son Çöktürme Havuzları

Tablo 3.4. Son Çöktürme Havuzları

SON ÇÖKTÜRME HAVUZLARI

Parametre	Birim	2015	2035
Su akışı	m ³ /sa	9363/12411/16068	19789/26619/34816
Tank Sayısı	adet	8	16
Çap	m	48	48
Toplam Yükseklik	m	4.2	4.2
Su Yüksekliği	m	3.6	3.6
Savak Taşma Hızı max	m ³ /sa	7.22	7.22
Taban Eğimi	Derece	5.71	5.71
Tank Hacmi	m ³	7806	7806

3.1.8. Geri devir istasyonu

Atıksuyun geri devir çamuruyla karıştırıldığı ve havalandırma havuzlarına gönderildiği ünedir. Bu üniteye geri devir çamurunun bir kısmı fazla çamur pompaları ile sistemden uzaklaştırılmak üzere yoğunlaştırma tanklarına gönderilmektedir.



Şekil 3.8. Geri Devir İstasyonu

3.1.9. Yoğunlaştırma tankları

Fazla çamur pompaları ile sistemden uzaklaştırılan çamur, yoğunluğunun artırılması amacı ile bu tanklarına gönderilir. Bu tanklarda bekletilen çamur dibe çökmekte tank yüzeyinden savaklanan su arıtılmak üzere tesis girişine verilmektedir. Yoğunlaştırılan çamur susuzlaştırma ünitesine gönderilmek üzere bekletme tankına alınmaktadır.

3.1.10. Mekanik susuzlaştırma ünitesi

Mekanik susuzlaştırmanın amacı atık çamurun su muhtevasını en aza indirmektir. Susuzlaştırma işlemi için bekletme tankından alınan çamura %0,2 lik katyonik polielektrolit çözeltisi dozlanarak çamurun susuzlaştırılma işlemi için şartlandırılması sağlanmaktadır. Daha sonra dekantör ve/veya belt pres vasıtasıyla çamur susuzlaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Susuzlaştırılma işlemi sonrası %22-25 oranında katı madde muhtevasına sahip susuzlaştırılmış çamur, düzenli depolama alanına gönderilmektedir.



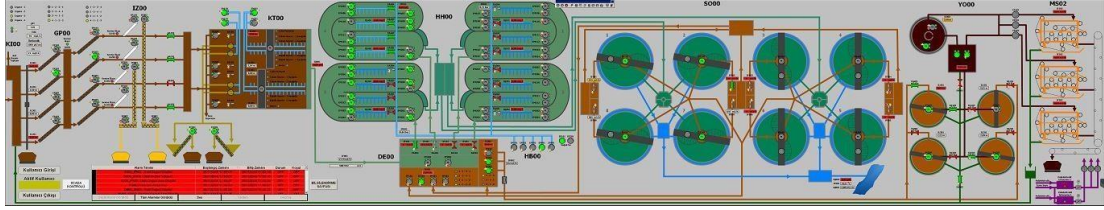
Şekil 3.9. Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi

3.1.11. Laboratuvar

Laboratuvar da, tesis işleyişinin günlük kontrolünün yapılabilmesi için tesisin belirlenen bölgelerinden alınan numuneler analiz edilmektedir. Analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre tesis işleyişi kontrol edilebilmekte ve S.K.K.Y evsel nitelikli atıksular (Sınıf 4:Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 6000 kg/G'den Büyük, Nüfus>100.000)'de belirtilmiş olan standart sınır değerlerin altında arıtılmış olan atıksu alıcı ortama deşarj edilmektedir. Alınan numuneler ayrıca belirli periyotlarda TÜRKAK akrediteli SASKİ Genel Müdürlüğü Su ve Atık su Kontrol Laboratuvarında analiz edilmektedir.

3.1.12. Scada sistemi

Tesiste kurulan SCADA sistemi ile tesis; 24 saat uzaktan online olarak kontrolu sağlanarak rapor edilebilmekte, proseste çıkan sorunlar anında görülebilmekte ve gerekli müdahalelerin anında yapılması sağlanabilmektedir.



Şekil 3.10. Scada Sistemi

3.1.13. Sürekli atıksu izleme sistemi (Sais) kabini

Kabin içerisine kurulan analizörler ile birlikte arıtma tesis çıkış suyu analiz edilerek, analiz değerleri anlık olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından online olarak izlenmektedir [24].

3.2. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

3.2.1. Laktoz broth

Pepton:5g/l

Meat (beef) extract 3,0 g/l

Lactose 5,0 g/l

Dehidre besiyeri, tek kuvvette 13,0 g/L, çift kuvvette 26,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde eritilir, içinde Durham tüpü bulunan tüplere 10'ar mL dağıtılıp, otoklavda 121 °C'da 15 dakika sterilize edilir. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarımsı olup, 25 °C'da pH'sı $6,9 \pm 0,2$ 'dir.

3.2.2. Brilliant green bile broth

Peptone: 10.0 g/l

Lactose: 10.0 g/l

Ox bile: 20.0 g/l

Brilliant Green: 0.0133 g/l

Bütün malzemeler 1 litreye 40 g olacak şekilde steril su içerisinde eritilerek durham tüp içeren tüplere 10'ar ml olacak şekilde dağıtılıp 121 °C'de 15 dakika otoklavlanmıştır. Hazırlanan besiyerleri berrak yeşil renkte olmaktadır.



Şekil 3.11. Laktöz Broth pozitif sonuç (sol) negatif sonuç (sağ)



Şekil 3.12. Brillant Green Laktöz Broth pozitif Sonuç (sağ)

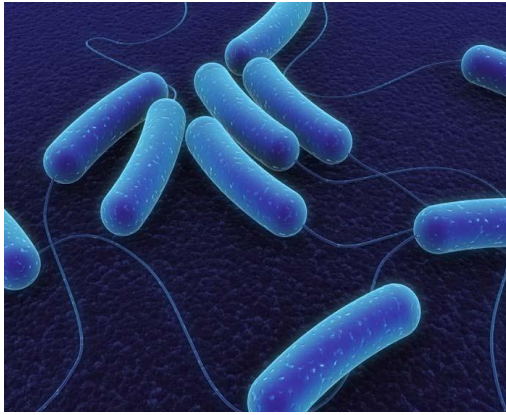
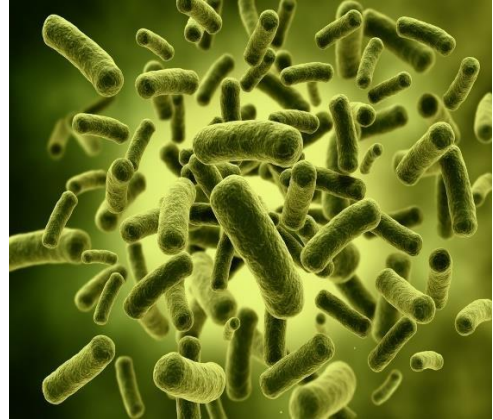
3.3. Numunelerin Alınması ve Analize Hazırlanması

Atıksu numuneleri Sakarya İli kentsel atıksu arıtma tesisinin giriş, fiziksel arıtma çıkışı ve arıtma tesisi çıkışından alınmış ve kısa sürede laboratuvara getirilmiş daha sonra uygun dilüsyonlar yapılarak analizlere başlanmıştır. Ayrıca protozoa sayımı için aktif çamur numunesi alınarak laboratuvara getirilmiştir [25].

3.4. Koliform ve *E.Coli* Bakterilerinin Sayımı

Koliform grubu bakterilerin sayımı En muhtemel sayı (EMS) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. En muhtemel sayı yöntemi, tüp dilüsyon yönteminin geliştirilmiş şeklidir. Bu yöntemde, materyalden FTS ile standart 1:9 oranında dilüsyon yapılır. Dilüsyonlardan uygun sıvı besiyerlerine ekim yapıldıktan sonra üreme sonuçları kontrol edilerek sayı hesaplanır [26].

Numuneler uygun şekilde seyreltildikten sonra EMS yöntemine göre içinde durham tüpü ve 10 ml çift kuvvetli laktoz broth besiyeri bulunan 5 adet tüpe 10 ml örnek, içinde durham tüpü ve 10 ml tek kuvvetli laktoz broth besiyeri bulunan 5 adet tüpe 1 ml ve içinde durham tüpü ve 10 ml tek kuvvetli laktoz broth besiyeri bulunan 5 adet tüpe 0.1 ml inoküle edilerek 36.5 °C de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Belirtilen süre sonunda koliform varlığı asit ve gaz oluşumu görülen örneklerden tespit edilmiştir [26].

Şekil 3.13. *E.Coli*

Şekil 3.14. Fekal koliform

Pozitif gelişim görülen örneklerde öze ile alınıp içerisinde durham tüpü ve brillant green laktoz broth bulunan deney tüplerine inokülasyon yapılmıştır. Tüpler koliform için 36,5⁰C'de ve *E.coli* için ise 44,5⁰C'de 24-48 saat süreyle inkübe edilmiştir. Belirtilen süre sonunda pozitif sonuç gaz oluşumuna bakılarak tespit edilmiştir. Bakteri sayımı sonuçlar EMS tablosuna göre değerlendirilerek 100 ml de bulunan koliform ve *E.coli* bakteri sayısı hesaplanmıştır [27, 28].

3.5. Aktif Çamurda Protozoa Sayımı

SASKİ Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinden alınan aktif çamur numunesindeki ökaryotik mikroorganizmalar Olympos Model BX50 ışık mikroskopunda 40X objektif kullanılarak tespit edilmiştir.

3.6. Atıksu Örneklerinin Fizikokimyasal Analizi

Arıtma tesisinin giriş ve arıtma tesis çıkış suyu numunelerinin BOI, KOI, AKM ve pH analiz sonuçları Sakarya İli kentsel atıksu arıtma tesisinden istenilerek değerlendirilmiştir. Tüm matematiksel ve istatistiksel hesaplamalar Excel 2003, SPSS 13.0 kullanılarak yapılmıştır [29].

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Arıtma tesisinin giriş, fiziksel arıtma çıkış ve arıtma tesis çıkışından alınan numunelerde bulunan koliform ve *E.coli* sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir. İncelenen numunelerde arıtma tesis girişinde en yüksek koliform sayısı 09.06.2015 tarihinde $17,2 \times 10^8$ EMS/100 ml en düşük koliform sayısı ise şubat ayı verilerinde $0,8 \times 10^8$ EMS/100 ml olarak görülmüştür. Arıtma tesis giriş suyundaki en yüksek *E.coli* sayısı $5,42 \times 10^8$ EMS/100 ml 28.01.2014 tarihinde en düşük *E.coli* sayısı ise $0,2 \times 10^8$ EMS/100 ml ile şubat ve mart aylarında olmuştur. Tesis fiziksel arıtma çıkış suyundan alınan numunelere bakıldığında en yüksek koliform sayısı $16,09 \times 10^8$ EMS/100 ml.

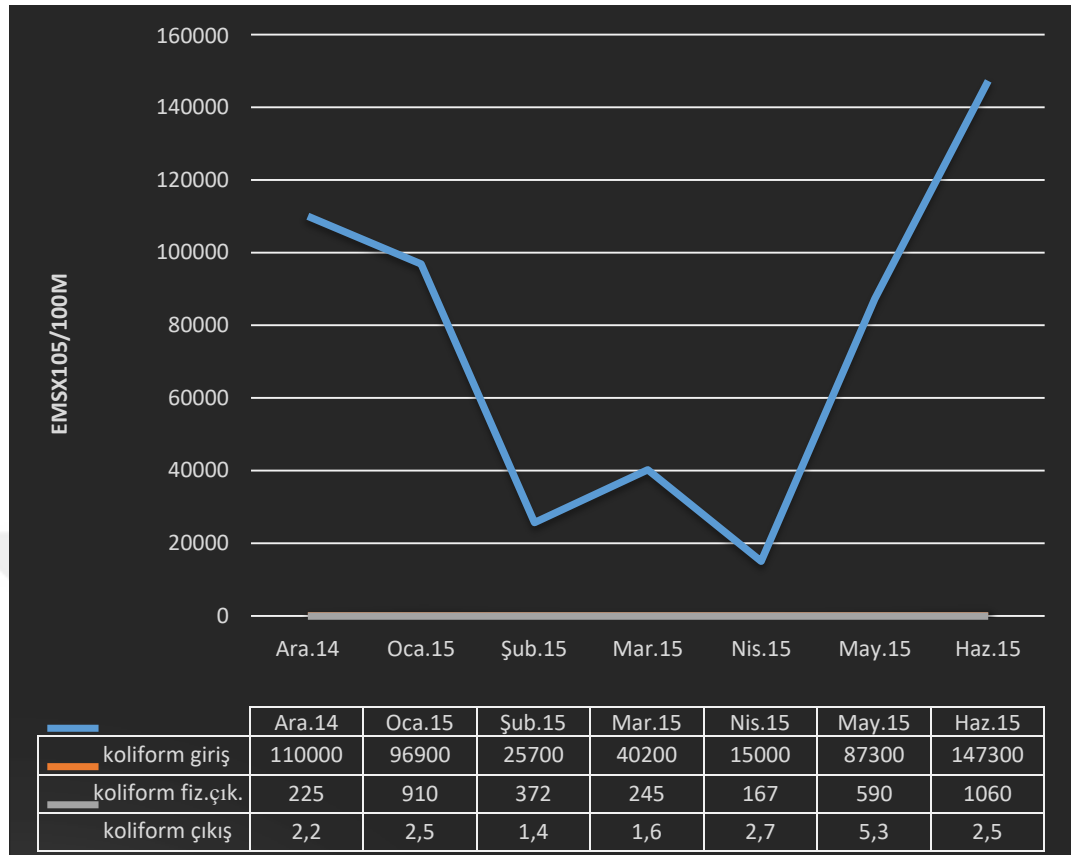
Tablo 4.1. İncelenen Atıksu Numunelerinde Tespit Edilen Bakterilerin Sayımları (EMS/100ml)

Tarih	koliform giriş	koliform fiz. çık.	koliform çıkış	<i>E.coli</i> giriş	<i>E.coli</i> fiz. çık.	<i>E.coli</i> çıkış
8.12.2014	$7,9 \times 10^8$	$2,2 \times 10^6$	$1,7 \times 10^4$	$3,2 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	$0,7 \times 10^4$
29.12.2014	$14,1 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$	$2,7 \times 10^4$	$0,4 \times 10^8$	$0,4 \times 10^6$	$0,2 \times 10^4$
21.1.2014	$3,3 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$	$0,8 \times 10^4$
28.1.2015	$16,09 \times 10^8$	$16,09 \times 10^6$	$3,9 \times 10^4$	$5,42 \times 10^8$	$2,4 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$
4.2.2015	7×10^8	$10,9 \times 10^6$	$3,9 \times 10^4$	$1,3 \times 10^8$	$10,9 \times 10^6$	$3,3 \times 10^4$
11.2.2015	$0,8 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$	$0,4 \times 10^8$	$0,2 \times 10^6$	$0,9 \times 10^4$
18.2.2015	$1,7 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	$0,7 \times 10^4$	$1,4 \times 10^8$	$0,9 \times 10^6$	$0,2 \times 10^4$
25.2.2015	$0,8 \times 10^8$	$1,4 \times 10^6$	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^8$	$0,4 \times 10^6$	$0,2 \times 10^4$
4.3.2015	$0,8 \times 10^8$	$0,9 \times 10^6$	$3,3 \times 10^4$	$0,2 \times 10^8$	$0,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^4$
11.3.2015	7×10^8	$2,1 \times 10^6$	$2,1 \times 10^4$	$0,8 \times 10^8$	$1,4 \times 10^6$	$2,1 \times 10^4$
18.3.2015	$4,9 \times 10^8$	$4,6 \times 10^6$	$0,4 \times 10^4$	$1,7 \times 10^8$	$1,7 \times 10^6$	$0,2 \times 10^4$

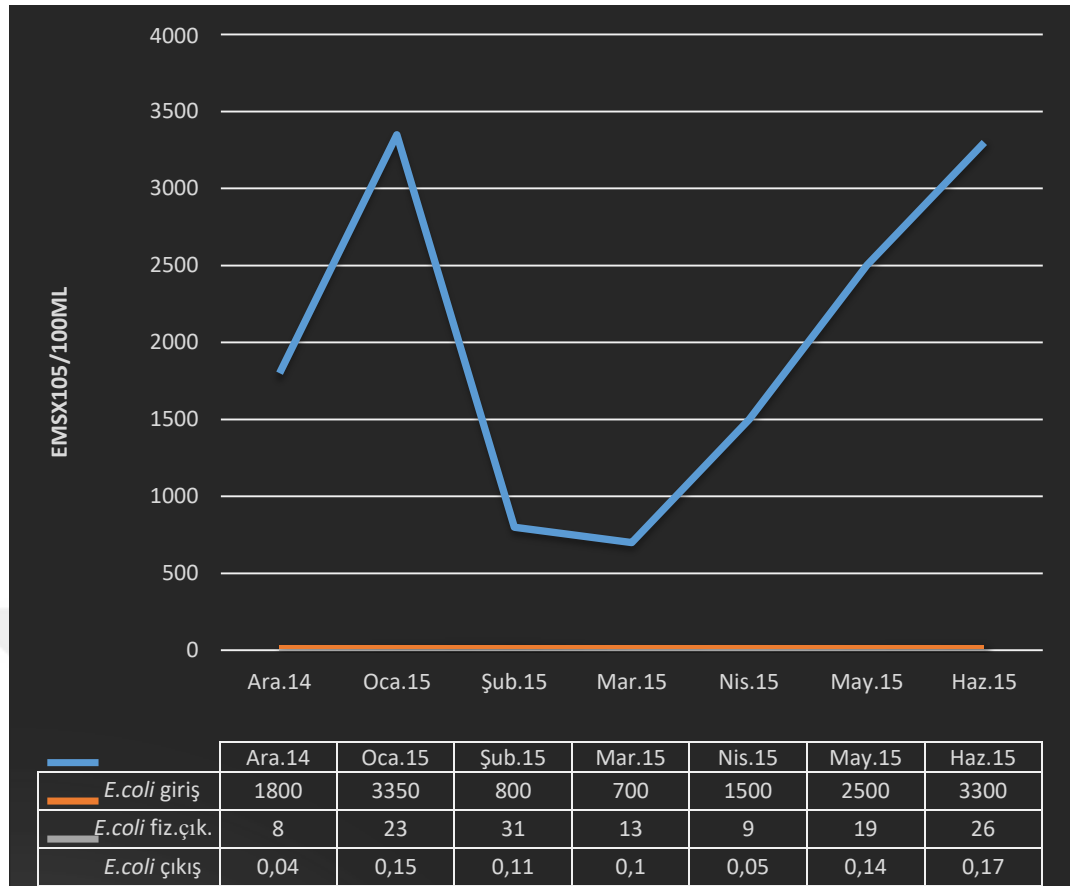
Tablo 4.1. (Devamı)

Tarih	koliform giriş	koliform fiz.çık.	koliform çıkış	<i>E.coli</i> giriş	<i>E.coli</i> fiz.çık.	<i>E.coli</i> çıkış
25.3.2015	2,1x10 ⁸	2,2x10 ⁶	0,7x10 ⁴	0,4x10 ⁸	1,7x10 ⁶	0,6x10 ⁴
6.4.2015	2,3x10 ⁸	2,2x10 ⁶	1,1x10 ⁴	2,3x10 ⁸	0,9x10 ⁶	0,2x10 ⁴
13.4.2015	0,8x10 ⁸	2,3x10 ⁶	0,2x10 ⁴	0,8x10 ⁸	1,4x10 ⁶	0,2x10 ⁴
20.4.2015	1,7x10 ⁸	0,9x10 ⁶	9,4x10 ⁴	1,4x10 ⁸	0,7x10 ⁶	0,8x10 ⁴
27.4.2015	1,3x10 ⁸	1,3x10 ⁶	0,2x10 ⁴	1,7x10 ⁸	0,8x10 ⁶	0,8x10 ⁴
6.5.2015	4,6x10 ⁸	13x10 ⁶	1,7x10 ⁴	1,7x10 ⁸	0,8x10 ⁶	0,8x10 ⁴
12.5.2015	3,9x10 ⁸	4,6x10 ⁶	1,3x10 ⁴	2,3x10 ⁸	3,4x10 ⁶	0,9x10 ⁴
18.5.2015	17,2x10 ⁸	4x10 ⁶	17,2x10 ⁴	4x10 ⁸	2,1x10 ⁶	2,7x10 ⁴
28.5.2015	9,4x10 ⁸	2,3x10 ⁶	1,3x10 ⁴	2,1x10 ⁸	1,3x10 ⁶	0,8x10 ⁴
3.6.2015	10,9x10 ⁸	13x10 ⁶	2,3x10 ⁴	1,3x10 ⁸	2,1x10 ⁶	1,3x10 ⁴
9.6.2015	17,2x10 ⁸	7,9x10 ⁶	1,4x10 ⁴	4x10 ⁸	2,4x10 ⁶	2,7x10 ⁴
15.6.2015	16,09x10 ⁸	10,9x10 ⁶	3,9x10 ⁴	4,6x10 ⁸	3,4x10 ⁶	1,3x10 ⁴

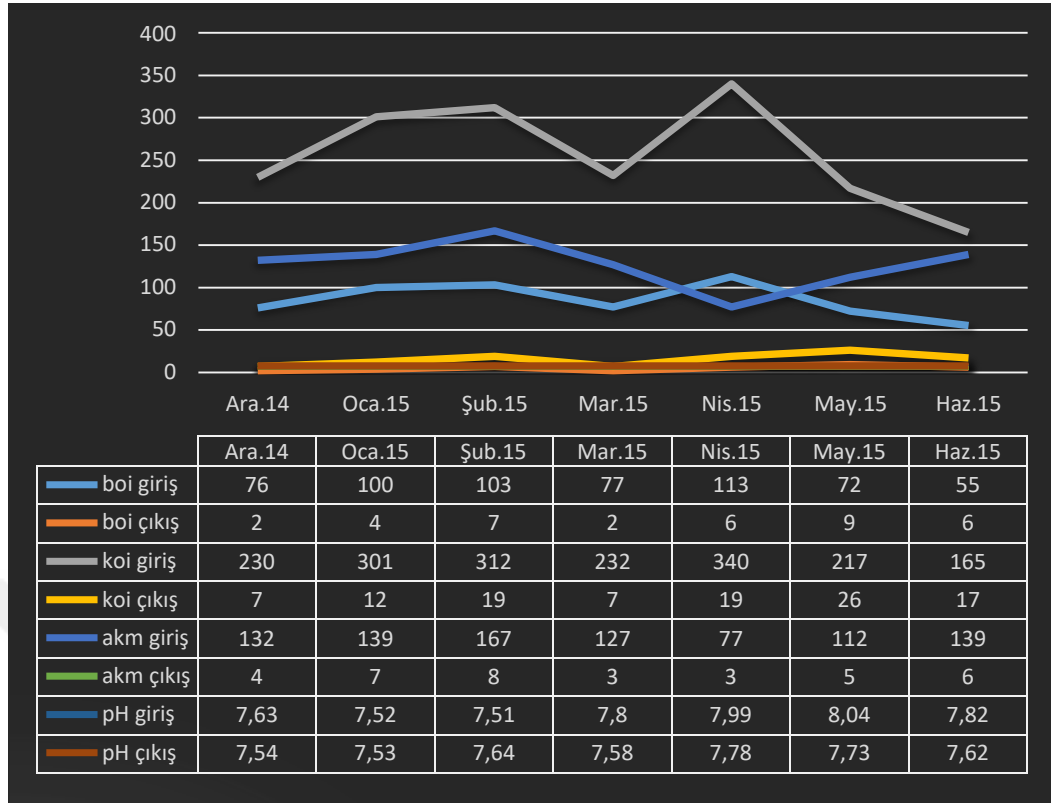
28.01.2015 tarihinde en düşük koliform sayısı ise 0,9x10⁶ EMS/100 ml 04.03.2015 tarihinde en yüksek *E.coli* sayısı 10,9x10⁶ EMS/100 ml 04.02.2015 de en düşük *E.coli* sayısı 0,2x10⁶ EMS/100 ml 11.02.2015 tarihinde sayılmıştır. Son olarak arıtma tesis çıkış suyundaki en yüksek koliform sayısı 3,9x10⁴ EMS/100 ml 15.06.2015 de en düşük koliform sayısı ise 0,2x10⁴ EMS/100 ml şubat ve nisan aylarında , en yüksek *E.coli* sayısı 3,3x10⁴ EMS/100 ml 04.02.2015 en düşük *E.coli* sayısı 0,2x10⁴ EMS/100 ml ile şubat mart ve nisan aylarında görülmüştür . Sakarya İli Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi'nden temin edilen arıtma tesis giriş ve arıtma tesis çıkış sularının KOİ, BOİ, AKM ve pH ölçüm sonuçları Şekil 5.3'de verilmiştir. Bu tabloya göre pH en düşük 7,53 en yüksek 7,78 ölçülmüştür.



Şekil 4.1. Arıtma tesisi giriş, fiziksel arıtma çıkışı ve arıtma tesisi çıkış sularının koliform değerleri



Şekil 4.2. Arıtma tesisi giriş, fiziksel arıtma çıkışı ve arıtma tesisi çıkış sularının *E.coli* değerleri



Şekil 4.3. Arıtma tesisi giriş ve arıtma tesisi çıkış sularının BOİ, KOİ, AKM ve pH sonuçları

Tarih	Vorticella sp.	Euclanis sp.	Arcella sp.	Peranema sp.	Euplotes sp.	Philodina sp.	Habrotracha sp.	Notommata sp.	Spirostomum sp.	Trachelophyllum sp.
8.12.2014	30	28	680	120	400	36	10	4	86	126
29.12.2014	160	66	900	24	700	18	24	8	240	28
21.1.2015	62	120	1000	36	650	7	12	20	64	260
28.1.2015	48	33	1111	24	339	3	4	2	5	10
4.2.2015	232	44	1325	36	1400	38	20	18	30	18
11.2.2015	360	130	2900	160	2200	80	22	8	60	230
18.2.2015	265	120	1200	96	1200	66	12	22	36	200
25.2.2015	154	98	1484	266	483	36	24	3	120	420
4.3.2015	230	130	1120	60	330	26	12	2	300	750
11.3.2015	64	9	1360	100	460	7	3	2	740	916
18.3.2015	320	320	400	64	440	42	18	4	126	280
25.3.2015	900	26	372	56	700	43	30	12	400	690
6.4.2015	1450	40	260	100	1090	16	19	10	212	142
13.4.2015	770	70	910	90	1900	14	10	12	78	180
20.4.2015	640	68	1190	300	1150	10	8	12	200	325
27.4.2015	910	72	260	270	570	8	6	6	184	214
6.5.2015	940	80	1000	1100	840	10	4	6	96	114
12.5.2015	1056	40	564	780	1176	76	52	37	254	318
18.5.2015	780	30	1000	520	1240	42	33	35	60	84
28.5.2015	810	56	900	620	1050	97	32	54	98	144
3.6.2015	160	72	1250	40	1300	37	26	16	24	50
9.6.2015	1100	80	300	380	1400	140	85	53	36	48
15.6.2015	900	98	750	420	1020	86	66	46	22	38

Şekil 4.4. Protozoa sayım sonuçları

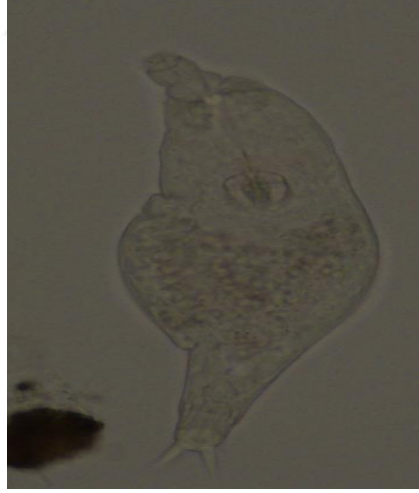
Aktif çamurda yaşayan protozoaların incelenmesi sonucunda tespit edilen protozoalardan en çok tespit edilenler sırasıyla *Euplotes sp*, *Arcella sp*, *Vorticella sp.*, *Peranema sp.*, *Trachelophyllum sp.*, *Spirostomum sp.*, *Euclanis sp.*, *Philodina sp.*, *Habrotrocha sp.*, *Notommata* dır.



Şekil 4.5. *Arcella sp.*



Şekil 4.6. *Vorticella sp.*



Şekil 4.7. *Notommata sp.*

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

SASKI Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinden numuneler 7 ay boyunca yaklaşık her hafta alınarak analiz edilmiş ve incelenmiştir. Fiziksel ve biyolojik arıtma işlemlerinin koliform ve FC bakterileri giderimi üzerindeki etkileri regresyon modeli ile araştırılmıştır. Bunun için kukla değişken kullanılarak regresyon modeli oluşturulmuştur.

5.1. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşlemlerinin Koliform Bakteri Giderimine Etkisinin Regresyon Modeli İle Analizi

Fiziksel ve biyolojik arıtma işlemlerinin koliform giderimine etkisi regresyon analizi ile araştırılmış ve Tablo 5.1. ve Tablo 5.2.'deki model elde edilmiştir. Modelde arıtma seviyesini tanımlamak üzere Dummy değişkenleri kullanılmıştır.

Tablo 5.1. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşleminin Koliform Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Sonuçları

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F		Durbin-Watson
					F	Sign	
1	,682 ^a	,465	,449	340305715,41	28,69	0,000	1,15

Predictors: (Constant), D2, D1

(D1 and D2 Dummy variables)

Tablo 5.2. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşleminin Coliform Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Katsayıları

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	660434782,61	70958646,85		9,307	,000
1 D1	-656317826,09	100350680,74	-,680	-6,540	,000
D2	-660407913,04	100350680,74	-,684	-6,581	,000

Bağımlı değişken: Koliform giriş

Coliform giderimi elde edilen modelin açıklama gücünün yaklaşık % 45 olduğu (Adjusted R²=0,449) görülmektedir. Regresyon modeline göre arıtma tesisine giren ham atık suda ortalama 660434782,6 MPN/100ml koliform bulunurken, fiziksel arıtmada 656317826,1 MPN/100ml koliform giderildiği, arıtma tesisi atıksu deşarj noktasında ise toplam 660407913 MPN/100ml koliform giderildiği görülmektedir. Bu durumda biyolojik arıtmada ortalama 4090087 MPN/100ml koliform giderimi sağlanmıştır.

5.2. Fiziksel ve Biyolojik Arıtma İşlemlerinin Fekal Koliform Giderimine Etkisinin Regresyon Modeli İle Analizi

Fiziksel ve biyolojik arıtma işlemlerinin FC giderimine etkisi regresyon modeli ile araştırılmış ve Tablo 6.3. ve Tablo 6.4.'deki model elde edilmiştir.

Tablo 5.3. Fiziksel ve Biyolojik arıtma İşleminin FC Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Sonuçları

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F		Durbin-Watson
					F	Sign.	
1	,708 ^a	,501	,485	81850380,07	33,079	0,000	1,777

Predictors: (Constant), D2, D1

Tablo 5.4. Fiziksel ve Biyolojik arıtma İşleminin FC Giderimine Etkileri İçin Regresyon Modeli Katsayıları

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	170956521,739	17066984,041		10,017	,000
1 D1	-169073913,043	24136360,299	-,704	-7,005	,000
D2	-170945565,217	24136360,299	-,711	-7,082	,000

Dependent Variable: Coliform bakteri sayısı (ham atıksu girişi)

FC giderimi için yapılan regresyon modelinin açıklama gücünün yaklaşık % 49 olduğu (adjusted R²=0,485) görülmektedir. Regresyon analizine göre fiziksel ve biyolojik arıtmanın önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tesise giren ham atık suda ortalama 170956521,7 MPN/100ml FC bakterisi bulunurken, fiziksel arıtmada 169073913 MPN/100ml FC giderildiği, arıtma tesisi atıksu deşarj noktasında ise toplam 170945565,2 MPN/100ml giderildiği görülmektedir. Bu durumda biyolojik arıtmada ortalama 1871652 MPN/100ml FC giderimi sağlanmıştır.

Tablo 5.5. Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Giderim Verimi

Bacteria	Fiziksel Arıtma Giderim Verimi		Biyolojik Arıtma Giderim Verimi		Toplam Giderim Verimi	
	%	Log ₁₀	%	Log ₁₀	%	Log ₁₀
Coliform	99.4	2.2	99.3	2.19	99.996	4.39
FC	98.9	1.96	99.4	2.35	99.994	4.19

5.3. Koliform ve Fekal Koliform Gideriminin Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Coliform ve FC gideriminin fiziksel ve kimyasal parametrelerin değişimi üzerine etkileri korelasyon analizi ile belirlenmiş ve korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Tablo 5.6.).

Tablo 5.6. Coliform ve FC Gideriminin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Değişimi Üzerine Etkisi İçin

Korelasyon Katsayıları

Coliform ve FC Bakteri Sayıları (EMS/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
Coliform bakteri sayısı farkı (ham atıksu giriş-arıtma tesisi atıksu deşarj)	,168	,167	-,215
Coliform bakteri sayısı farkı (ham atıksu giriş-fiziksel arıtma atıksuyu çıkış)	-,168	-,167	,215
Coliform bakteri sayısı farkı(fiziksel arıtma atıksuyu çıkış - arıtma tesisi atıksu deşarj)	-,169	-,168	,213
FC bakteri sayısı farkı (ham atıksu giriş-arıtma tesisi atıksu deşarj)	-,030	-,030	,430*
FC bakteri sayısı farkı (ham atıksu giriş-fiziksel arıtma atıksuyu çıkış)	,110	,108	,239
FC bakteri sayısı farkı(fiziksel arıtma atıksuyu çıkış - arıtma tesisi atıksu deşarj)	,108	,107	,235

(*) %5 anlam düzeyi için anlamlı korelasyon

Tablo 5.6.'da coliform ve FC gideriminin fiziksel ve kimyasal parametreler üzerinde genel olarak önemli bir etkilerinin olmadığı anlaşılmaktadır. Biyolojik arıtma neticesinde FC miktarındaki değişimin SS parametresi üzerinde istatistik açıdan % 5 anlam düzeyinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Yani FC miktarı azalırken SS'de azalmaktadır.

5.4. Biyolojik Arıtma İşleminde Koliform ve Fekal Koliform Giderimi Üzerinde Etkili Ökaryotik Mikroorganizmaların Araştırılması

Coliform ve FC giderimine biyolojik arıtmada bulunan ökaryotik mikroorganizmaların hangisinin ne ölçüde etkili olduğunu araştırmak amacıyla önce korelasyon analizi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 5.7.'de verilmiştir.

Tablo 5.7. Coliform ve FC Giderimine Ökaryotik Mikroorganizmaların Etkisi İçin Korelasyon Katsayıları

Ökaryotik Mikroorganizmalar	Coliform	FC
<i>Vorticella sp.</i>	,052	,156
<i>Euchlanis sp.</i>	-,098	-,160
<i>Arcella sp.</i>	-,037	-,379*
<i>Peranema sp.</i>	,111	,120
<i>Euplotes sp.</i>	-,089	-,137
<i>Philodina sp.</i>	,297	,247
<i>Habrotrocha sp.</i>	,457**	,376*
<i>Notommata sp.</i>	,416**	,333
<i>Spirostomum sp.</i>	-,308	-,350**
<i>Trachelophyllum sp.</i>	-,498**	-,481**

(*) %10 anlam düzeyi için anlamlı

(**) %5 anlam düzeyi için anlamlı

Coliform gideriminde *Habrotrocha sp.* ve *Notommata sp.* pozitif etkili olurken, FC gideriminde *Habrotrocha sp.*'in pozitif etkili olduğu anlaşılmıştır.

Ökaryotik mikroorganizmaların coliform ve FC giderimindeki etkilerini analiz etmek amacıyla oluşturulan regresyon modelleri aşağıda verilmiştir:

Tablo 5.8. ve Tablo 5.9.'da regresyon modelinde tüm ökaryotik mikroorganizmalar coliform giderimini etkileyen bağımsız değişkenler ele alınmıştır. Modelde tüm ökaryotik mikroorganizmaların coliform giderimi üzerinde etkili olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5.8. Koliform Gideriminin Biyolojik Artıcılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F		Durbin-Watson
					F	Sign	
1	,887 ^a	,787	,61	368168219,28	4,438	0,009	2,962

Predictors: (Constant), *Trachelophyllum sp.*, *Arcella sp.*, *Euchlanis sp.*, *Philodina sp.*, *Peranema sp.*, *Euplotes sp.*, *Vorticella sp.*, *Notommata sp.*, *Habrotrocha sp.*, *Spirostomum sp.*

Tablo 5.9. Koliform Gideriminin Biyolojik Artıcılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	981430973,478	387996740,319		2,529	,026
<i>Vorticella sp.</i>	-369133,275	358439,377	-,253	-1,030	,323
<i>Euchlanis sp.</i>	-202037,777	1484532,776	-,023	-,136	,894
<i>Arcella sp.</i>	365304,530	216068,686	,374	1,691	,117
<i>Peranema sp.</i>	-228039,674	379238,039	-,108	-,601	,559
<i>Euplotes sp.</i>	-611919,565	240153,197	-,517	-2,548	,026
<i>Philodina sp.</i>	-6271682,252	6231923,547	-,379	-1,006	,334
<i>Habrotrocha sp.</i>	22199982,613	9436185,986	,782	2,353	,037
<i>Notommata sp.</i>	14196125,519	10107161,693	,420	1,405	,186
<i>Spirostomum sp.</i>	2738708,016	1264958,148	,769	2,165	,051
<i>Trachelophyllum sp.</i>	-2880714,520	843821,816	-1,194	-3,414	,005

Dependent Variable: Coliform bakteri sayısı farkı (biyolojik arıtma atıksu giriş - arıtma tesisi atıksu deşarj)

Bu sebeple stepwise regresyon yöntemi ile coliform gideriminde etkili mikroorganizmaların belirlenmesi için oluşturulan regresyon modeli Tablo 5.10. ve Tablo 5.11.'de verilmiştir.

Tablo 5.10. Koliform Gideriminin Biyolojik Artıcılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları (Stepwise Regresyon Metodu)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F		Durbin-Watson
					F	Sign	
1	,85 ^a	,723	,642	352719240,24	8,886	0,000	2,779

a. **Predictors:** (Constant), *Vorticella sp.*, *Spirostomum sp.*, *Euplotes sp.*, *Habrotracha sp.*, *Trachelophyllum sp.*

Tablo 5.11. Koliform Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları (Stepwise Regresyon Metodu)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1364492829,742	231384841,81		5,897	,000
<i>Trachelophyllum sp.</i>	-3427357,192	746959,945	-1,421	-4,588	,000
<i>Habrotracha sp.</i>	19113081,316	4322074,979	,674	4,422	,000
<i>Euplotes sp.</i>	-395413,907	169415,990	-,334	-2,334	,032
<i>Spirostomum sp.</i>	3430390,995	1110769,041	,963	3,088	,007
<i>Vorticella sp.</i>	-714649,729	244881,601	-,491	-2,918	,010

a. **Dependent Variable:** Coliform bakteri sayısı farkı (biyolojik arıtma atıksu giriş - arıtma tesisi atıksu deşarj)

Tablo 5.10. ve Tablo 5.11.'deki modelin açıklama gücü % 64.2 olup model istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (F=8,886). Oluşturulan regresyon modeline göre coliform gideriminde 5 ökaryotik mikroorganizmanın etkin olduğu özellikle *Habrotracha sp.* ve *Spirostomum sp.*'un coliform gideriminde pozitif etki gösterdikleri anlaşılmaktadır. Artan her bir *Habrotracha sp.* 18993025 MPN/100ml coliform giderimine, *Spirostomum sp.* ise 3410538 MPN/100ml coliform giderimine sebep olmaktadır.

FC gideriminde etkin ökaryotik mikroorganizmaların belirlenmesi için de Tablo 5.12. ve Tablo 5.13.'deki regresyon modeli oluşturulmuştur.

Tablo 5.12. FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F		Durbin-Watson
					F	Sign.	
1	,788 ^a	,62	,304	118279358,54	1,96	0,134	2,22

a. **Predictors:** (Constant), *Trachelophyllum sp.*, *Arcella sp.*, *Euchlanis sp.*, *Philodina sp.*, *Peranema sp.*, *Euplotes sp.*, *Vorticella sp.*, *Notommata sp.*, *Habrotracha sp.*, *Spirostomum*

Tablo 5.13. FC Gideriminin Biyolojik Arıtlara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	502499283,560	124649557,345		4,031	,002
<i>Vorticella sp.</i>	-119121,326	115153,827	-,340	-1,034	,321
<i>Euchlanis sp.</i>	-609139,717	476927,598	-,283	-1,277	,226
<i>Arcella sp.</i>	-94521,083	69415,186	-,402	-1,362	,198
<i>Peranema sp.</i>	8850,417	121835,698	,017	,073	,943
<i>Euplotes sp.</i>	-90922,757	77152,683	-,319	-1,178	,261
<i>Philodina sp.</i>	1847814,108	2002095,458	,464	,923	,374
<i>Habrotrocha sp.</i>	1405373,036	3031511,052	,206	,464	,651
<i>Notommata sp.</i>	-2566195,401	3247071,689	-,316	-,790	,445
<i>Spirostomum sp.</i>	318383,262	406386,077	,372	,783	,449
<i>Trachelophyllum sp.</i>	-567756,304	271089,947	-,979	-2,094	,058

a. **Dependent Variable:** FC sayısı farkı (biyolojik arıtma atıksu giriş - arıtma tesisi atıksu deşarj)

Bütün ökaryotik mikroorganizmaları dikkate alarak oluşturulan Tablo 5.12. ve Tablo 5.13.'deki model de yeterince açıklayıcı çıkmamıştır ($F=1,96$, $\text{sign}=0,134$). Ayrıca Tablo 5.13.'de görüldüğü üzere bir kısım katsayılar anlamsız çıkmıştır. FC gideriminde etkin ökaryotik mikroorganizmaların belirlenmesi için backward regresyon yöntemi uygulanmış ve Tablo 5.14. ve Tablo 5.15.'deki model elde edilmiştir.

Tablo 5.14. FC Gideriminin Biyolojik Arıtlara Bağlı Regresyon Modeli Sonuçları (Backward Metodu)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	:F		Durbin-Watson
					F	Sign.	
	,727 ^a	,529	,424	107542575,17	5,055	0,007	1,765

Predictors: (Constant), *Trachelophyllum sp.*, *Euchlanis sp.*, *Philodina sp.*, *Euplotes sp.*

Tablo 5.15. FC Gideriminin Biyolojik Arıticılara Bağlı Regresyon Modeli Katsayıları (Backward Metodu)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	404481954,067	75502334,961		5,357	,000
<i>Euchlanis sp</i>	-676039,856	358106,952	-,314	-1,888	,075
<i>Euplotes sp.</i>	-160780,699	54830,536	-,564	-2,932	,009
<i>Philodina sp.</i>	1646221,187	728183,211	,413	2,261	,036
<i>Trachelophyllum sp.</i>	-359679,080	100573,770	-,620	-3,576	,002

Dependent Variable: FC sayısı farkı (biyolojik arıtma atıksu giriş - arıtma tesisi atıksu deşarj)

FC giderimi ve ökaryotik mikroorganizma çeşit ve sayıları arasındaki ilişkiyi belirlemek için oluşturulan en uygun model yukarıda verilmiştir. Modelin açıklama gücü % 42,4 olup modelin istatistik açıdan geçerli olduğu görülmüştür (F=5,0055 olup olasılığı 0,007). Oluşturulan regresyon modeline göre 4 ökaryotik mikroorganizmanın FC gideriminde etkin olduğu görülmektedir. Ancak bu mikroorganizmalardan *Philodina sp.* FC gideriminde olumlu etki göstermektedir. Buna göre artan her *Philodina sp.* yaklaşık 1646221 MPN/100ml FC giderimi sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada SASKİ Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinin toplam bakteri giderim veriminin coliform için % 99.996 (4.39 - log10) ve FC için % 99.994 (4.19 – log10) olduğu görülmüştür. Buna rağmen az da olsa arıtma tesisi çıkışında belirli miktarda bakteri yükü alıcı ortama verilmektedir.

Ülkemizde Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'nde atıksu deşarj kriteri olarak coliform ve FC parametreleri bulunmamaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde evsel nitelikli atıksuların alıcı ortamlara deşarj kriterleri KOİ, BOİ, SS ve pH parametreleri ile sınırlandırılmıştır [30].

Bundan dolayı atıksuların deşarj edildiği akarsular, göller ve denizlerin kirlenmeden korunması için fiziksel ve kimyasal parametrelerin yanında mikrobiyolojik deşarj kriterlerinin belirlenmesi şarttır.

KAYNAKLAR

- [1] Baysal, A. ,Genel Beslenme Bilgisi, Ankara: Hatipoğlu Yayınevi. Ankara, 1989.
- [2] Kaya, F. , Ağrı Kenti'nin Uzun Vadeli Su İhtiyacının Karşılmasında Yazıcı Barajı'nın Yeri Ve Önemi, International Journal of Social Science Doi Number: 27 , p. 55-75, 2014.
- [3] Akın, M. Akın, G. Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47, 2007.
- [4] Karpuzcu, M. Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü Kitabı, İstanbul, 35, 2007.
- [5] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. ,Tc. Resmi Gazete, 25867,31.12.2004.
- [6] Tunç, M. Sara ve Ünlü, A. , Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisinin Koliform Bakteri Giderme Veriminin Araştırılması, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., c.20, s.4, 2005, Elazığ.
- [7] Aminfarzaneh, H., Siyanobakterilerde Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Biyokütle Üretimi Ve Pestisit Giderimi Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ergin DUYGU , Ankara, 2010.
- [8] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı ,Aile Ve Tüketici Hizmetleri Atıksular, Ankara, 2011.
- [9] Alkan, U., Taşdemir, Y., Karaer, F. ve Teksoy, A., Evsel atıksuların mikrobiyolojik kompozisyonu ve halk sağlığına etkileri. I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 22-28, Kayseri,1998.
- [10] Alcalde, L. , Implementation of Natural Wastewater Treatment Technologies for Wastewater Reclamation and Reuse for Small Communities in the Mediterranean Region (Akdeniz Bölgesinde Küçük Yerleşimler için Atıksu Geri Kazanım ve Kullanımı için Doğal Arıtma Teknolojileri Uygulamaları), Tem. 2004.

- [11] Tekeli, S. Avrupa Birliği Arıtma Kriterleri, Ankara Üniversitesi Çalıştay, Çağrılı Bildiriler 243, Ekim, 2007.
- [12] Yüce, M. Arıtımı Yapılmamış Atıksulardan İzole Edilen Mikroorganizmalarla Reactive Black B Ve Krom(VI) Giderimi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, 2007.
- [13] Calabro, V. Drioli, E. And Matera, F Membrane Distillation in the Textile Wastewater Treatment. Desalination, 83; 209-224.
- [14] Topal, M., Topal I., 2010-2011 Kış Sezonunda Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisinin Bazı Parametrelerle Değerlendirilmesi, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ, C. U. Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 32, No.2 (2011).
- [15] Uğur, A., Yılmaz, F., Besler, A., Muğla Üniversitesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fizikokimyasal Bir Araştırma, Muğla Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 2000.
- [16] Ünlü, A. , Tunc, M. S. , Evsel atıksu deşarjı öncesinde ve sonrasında Kehli Deresi'nin su kalitesi değişiminin incelenmesi, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ, itüdergisi/e su kirlenmesi kontrolü Cilt:17, Sayı:2, 65-75 Temmuz 2007.
- [17] Arslan, A. , Ayberk, S., Ayla ARSLAN, İzmit Endüstriyel Ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Atıklarının Konvansiyonel Karakterizasyonu Ve Değerlendirilmesi, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü 41040, İzmit-Kocaeli.
- [18] I. Marinn , P. Goni , A.M. Lasheras , M.P. Ormad ,Efficiency of a Spanish wastewater treatment plant for removal potentially pathogens: Characterization of bacteria and protozoa along water and sludge treatment lines, Department of Chemistry Engineering and Environmental Technologies, EINA, University of Zaragoza, C/María Luna, 3, 50018 Zaragoza, Spain.
- [19] Martin, M. , Serrano, S. , Guinea, A. A comparative study of ciliated protozoa communities inactivated-sludge plants, Departamento de Microbiologia IIL Facultad de Biología, Uniuersidad Complutense de Madrid, Madrid 28040. Spain.
- [20] Abraham-Peskir J. V., Butler, 1 R. D. , and Sigee D. C. , Seasonal Changes in Whole-Cell Metal Levels in Protozoa of Activated Sludge, School of Biological Sciences, University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PT, United Kingdom Received May 26, 1997.
- [21] S. M., and Horan And N. J. , The Performance Of Activated Sludge Plants Al-Shahwanı Department Of Civil Engineering, The University, Leeds Ls2 9jt, England (First Received September 1989; Accepted İn Revised Form November 1990).

- [22] Gray, N.F. , Enumeration of protozoan ciliates in activated sludge: Determination of replicate number using probability Donata Dubber*, Centre for the Environment, Trinity College, College Green, Dublin 2, Ireland.
- [23] Esteban , G., Carmen , T., Dynamics Of Ciliated Protozoa Communities in Activated Sludge Process, Centro de Investigaciones del Agua, CSIC, La Poveda, 28500 Arganda del Rey, Madrid, 2Departamento de Microbiologia, Facultad de Biologia, 28040 Madrid and 3Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Jos6 Gutierrez Abascal, 2, 28006 Madrid, Spain (First received June 1990; accepted in revised form January 1991).
- [24] www.saski.gov.tr, Erişim Tarihi: 01.05.2016.
- [25] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma Ve Analiz Metodları Tebliği ,Tc. Resmi Gazete, 27372,10.10.2009.
- [26] Akman, A. , Su, Süt ve Türevlerinin Rutin Bakteriyolojik Muayeneleri, .RSMHE (Refik Saydam Merkez Hıfzıssıhha Enstitüsü) Yayın No:24, Sh:87,Ankara-1961.
- [27] APHA, AWWA, WEF, . Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Twenty-first ed. American Public Health Association, Washington DC., 2005.
- [28] Kadam, A. M., Oza, G.H., Nemade, P.D. and Shankar, Pathogen removal from municipal wastewater in constructed soil filter. Ecol. Eng. 33, 37-44. H.S. 2008.
- [29] SPSS (1999). AnwerTree algorithm summary. SPSS, USA.
- [30] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004). T.C. Resmi Gazete, 25867.

ÖZGEÇMİŞ

Nurbanu YILDIRIM, 25.08.1989'da Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2007 yılında Figen Sakallıoğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Anadolu Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nü bir yıl İngilizce hazırlık eğitimiyle birlikte 2013 yılında bitirdi. İkinci üniversite olarak 2009-2011 yılları arasında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Laborant ve Veteriner Sağlık bölümünü tamamladı. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı zamanda Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümünde de yüksek lisansı devam etmektedir. 2015 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi bünyesindeki Sakarya Teknokent AdapTTO TÜBİTAK 1513 destekli teknoloji transfer ofisinde 1 yıl Üniversite Sanayi İşbirliği uzmanı olarak çalıştıktan sonra görevine AdapTTO'da Patent Uzmanı olarak devam etmektedir.

