

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ İLİ KENTSEL ATIK SULARINDA ORGANİK KİRLİLİK
YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

Yunus AYDIN

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Bülent ŞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ,2009

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ İLİ KENTSEL ATIK SULARINDA ORGANİK
KİRLİLİK YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

Yunus AYDIN

Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / oy çokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Bülent ŞEN

Üye: Yrd. Doç.Dr. Feray SÖNMEZ

Üye: Yrd. Doç.Dr. Nuri ÇAKMAK

Bu tezin kabulü , Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../ 2009 tarih vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tezin konu seçiminde ve çalışmalarımda yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Bülent ŞEN'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışması esnasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Özgür CANPOLAT'a, araştırma imkanlarından faydalandığım Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı'na çok teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım esnasında manevi desteğinden ve özverisinden dolayı eşim Hilal AYDIN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	II
TABLolar LİSTESİ.....	III
KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	4
3. MATERYAL VE METOD	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Çalışma alanı ve özellikleri.....	8
3.1.2. Çalışma alanının iklimsel özelliği	9
3.2. Numune alımı	11
3.3. Analiz Metotları	11
3.3.1. Askıda Katı Madde Analizi	11
3.3.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Analizi	12
3.3.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Analizi	13
3.3.4. Amonyak Azotu Tayini	14
3.3.5. Yağ ve Gres Analizi	14
3.3.6. Fekal Koliform, Total Koliform ve <i>Escherichia coli</i> analizleri.....	15
4. BULGULAR	19
4.1. Debi	19
4.2. Sıcaklık	20
4.3. Çözünmüş Oksijen.....	22
4.4. pH	23
4.5. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)	24
4.5.1. BOİ Organik Madde Yüğü.....	25
4.6. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	26
4.6.1. KOİ Organik Madde Yüğü.....	27
4.7. Askıda Katı Madde (AKM)	28
4.7.1. Askıda Katı Madde Yüğü	29
4.8. Amonyum Azotu	29
4.8.1. Amonyum Azotu Yüğü	31
4.9.Yağ ve Gres	31
4.10.Fekal Koliform, Total Koliform ve <i>Escherichia Coli</i>	31
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	35
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	45

SEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışma istasyonlarının yerlerini gösteren harita.....	9
Şekil 4.1. Aylara göre istasyonlardaki debi değişimi.....	20
Şekil 4.2. Aylara göre istasyonlardaki sıcaklık değişimi	21
Şekil 4.3. Aylara göre istasyonlardaki çözünmüş oksijen değişimi.....	22
Şekil 4.4. Aylara göre istasyonlardaki pH değişimi	23
Şekil 4.5. Aylara göre istasyonlardaki biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değişimi.....	24
Şekil 4.6. Aylara göre istasyonlardaki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değişimi.	26
Şekil 4.7. Aylara göre istasyonlardaki askıda katı madde (AKM) değişimi	28
Şekil 4.8. Aylara göre istasyonlardaki amonyum azotu değişimi	30
Şekil 4.9. Aylara göre istasyonlardaki yağ ve gres değişimi.....	32

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 3.1. Elazığ iline ait meteorolojik veriler	10
Tablo 3.2. Kirlilik durumuna göre alınacak numune hacmi ve faktörü.....	12
Tablo 3.3. İMVİC testi değerlendirme şeması (FDA/BAM,2002)	17
Tablo 3.4. Tüp sayı tablosu (FDA/BAM,2002)	18
Tablo 4.1. Atık su debisi miktarı ($m^3/gün$)	19
Tablo 4.2. Kişi başı günlük atık su debi miktarı (L/N.gün)	20
Tablo 4.2. Atık suyun sıcaklık durumu ($^{\circ}C$)	21
Tablo 4.3. Atık suda tespit edilen oksijen konsantrasyonu (mg/L)	22
Tablo 4.4. Atık suda tespit edilen pH değerleri	23
Tablo 4.5. Atık suda belirlenen biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değerleri (mg/L)	24
Tablo 4.6 Atık suda biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)'na göre organik madde yükü(kg/gün)	25
Tablo 4.7 Atık suyun biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) 'na göre kişi başı organik madde yükü (g/N.gün).....	25
Tablo 4.8 Atık suda belirlenen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L)	26
Tablo 4.9 Atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)'na göre organik madde yükü (kg/gün).....	27
Tablo 4.10 Atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) 'na göre kişi başı organik madde yükü (g/N.gün)	27
Tablo 4.11 Atık suda belirlenen askıda katı madde (AKM) değerleri (mg/L)	28
Tablo 4.12 Atık suda belirlenen askıda katı madde yükü (kg/gün).....	29
Tablo 4.13 Atık suda kişi başı askıda katı madde yükü (g/N.gün)	29
Tablo 4.14. Atık suda tespit edilen amonyum azotu değerleri (mg/L)	30
Tablo 4.15 Atık suda tespit edilen amonyum azotu yükü (kg/gün).....	31
Tablo 4.16. Atık suda belirlenen yağ ve gres değerleri (mg/L)	31
Tablo 4.17 Atık suda tespit edilen yağ ve gres yükü (kg/gün).....	32
Tablo 4.18 Atık sudaki <i>Escherichia coli</i> değerleri (EMS/mL)	33
Tablo 4.19 Atık sudaki fekal ve total koliform değerleri (EMS/mL)	33
Tablo 5.1 Tipik kişi başına katkı olarak esas alınmış evsel atıksu kirlenici karakteristikleri (Akal,1998)	35

KISALTMALAR LİSTESİ

BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
SKKY	Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği
E.N.	Eşdeğer Nüfus
DSİ	Devlet Su İşleri
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
AKM	Askıda Katı Madde
EMS	En Muhtemel Sayı
FDA	Food and Drug Administration
BAM	Bacteriological Analytical Manual
APHA	American Public Health Association
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELAZIĞ İLİ KENTSEL ATIK SULARINDA ORGANİK KİRLİLİK YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

Yunus AYDIN

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent ŞEN
Yıl: 2009, Sayfa: 45

Bu çalışmada, Elazığ Kenti ve Elazığ Kenti kanalizasyon sistemine bağlı olan beldelerin evsel atık sularında organik maddelerden, koliform ve *E.coli*'den kaynaklanan kirliliğin miktarı mevsimsel (ekim, ocak, nisan, temmuz ayları) olarak incelenmiştir. Araştırma kapsamında atık suyun debi, sıcaklık, çözünmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), amonyum azotu, yağ ve gres, askıda katı madde, total koliform, fekal koliform ve *Escherichia coli* parametreleri incelenmiştir. Araştırma neticesinde debi 40.711-52.170 m³/gün, BOİ 60,4-540 mg/L, KOİ 242,4-812 mg/L, AKM 65-388 mg/L, amonyum azotu 0,93-2,1 mg/L, yağ ve gres 32-54,4 mg/L aralıklarında, fekal koliform, total koliform ve *Escherichia coli* değerleri hepsi için 1100 EMS/mL 'den daha büyük miktarlarda tespit edilmiştir.

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda arıtılmadan sucul ortama verilecek atık suyun günlük ortalama meydana getireceği yükler 12.343 kg/gün BOİ , 27.135 kg/gün KOİ, 11.541 kg/gün AKM, 71 kg/gün amonyum azotu ve 2.031 kg/gün yağ ve gres olarak hesaplanmıştır. Yıllık ortalama meydana getirecekleri yükler ise 4.505 ton/yıl BOİ, 9.904 ton/yıl KOİ, 4.212 ton/yıl AKM, 25 ton/yıl amonyum azotu, 741 ton/yıl yağ ve gres olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik kirlilik, BOİ, KOİ, AKM, Amonyum azotu, Yağ ve gres, Fekal Koliform, Total Koliform, *E.coli*, Evsel atıksu, Elazığ

ABSTRACT

Masters Thesis

The Organic Pollution Load of the Urban Sewage Water of Elazığ City

Yunus AYDIN

Fırat University

Science Graduate School

Fisheries Basic Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Bülent ŞEN

Year: 2009, Page: 45

In this study, the level of pollution in the domestic sewage water of Elazığ City originated from organic matters, coliform bacteria and *Escherichia coli* has been investigated monthly (October, January, April, July). In the coverage of the study values belonging to the parameters of the flow rate, water temperature, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammonium nitrogen, oil and grease, suspended solid matters, total coliform, fecal coliform and *Escherichia coli* in the sewage water have been measured and/or analysed. The values for the above mentioned parameters have been determined within the following ranges; the flow rate 40.711-52.170 m³/day, BOD 60,4-540 mg/L, COD 242,4-812 mg/L, suspended solid matters 65-388 mg/L, ammonium nitrogen 0,93-2,1 mg/L, oil and grease 32-54,4 mg/L. The values for all fecal coliform, total coliform and *E. coli* have been determined in quantities more than 1100 EMS/mL.

In accordance with the calculations performed, the daily average loads of the raw sewage water were found as follows; 12,343 kg/day for BOD, 27,135 kg/day for COD, 11,541 kg/day for suspended solid matters, 71 kg/day for ammonium nitrogen and 2,031 kg/day for oil and grease. The annual loads have been calculated as 4,505 tons/year for BON, 9,904 tons/year for CON, 4,212 tons/year for suspended solid matters, 25 tons/year for ammonium nitrogen and 741 tons/year for oil and grease.

Keywords: Organic Pollution, BON, CON, Suspended Solid Matters, Ammonium Nitrogen, Oil and Grease, Fecal Coliform, Total Coliform, *Escherichia coli*, Domestic Sewage Water, Elazığ.

1.GİRİŞ

Tüm canlılar canlılıklarını devam ettirebilmek için suya bağımlıdır. Dünyadaki suyun % 97,6 sı okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Okyanuslar $3,6 \times 10^8$ km² alan kaplamakta ve 13×10^8 km³ su içermektedir. Her yıl okyanuslardan $3,8 \times 10^{14}$ ton su buharlaşarak atmosfere karışır. Ancak yağmur her zaman buharlaşma olan yere yağmaz. Kutuplarda ve buzullarda bağlanmış olan su ise dünyada insanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olarak geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına da neden olmuştur. Su kaynakları giderek azalmakta, su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Dünyanın yaklaşık dörtte üçünü kapsayan su için kıt sözcüğünün kullanılması yadırgatıcı olabilir. Ancak, giderek yeraltı su tablasının seviyesi düşmekte, yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır. Buna göre, insanın kullanabileceği su dünyadaki toplam suyun yalnızca % 0.5' ini oluşturur. Yeraltı suyu, topraktaki nem, akarsular ve göller, hepsi bu oranın içindedir. Her yıl göllerde ve akarsularda yaklaşık $0,63 \times 10^{14}$ ton su buharlaşır. Yağışlarla yeryüzüne yılda yaklaşık $3,5 \times 10^4$ ton su ulaşır. Kutuplardaki buzullar kapladıkları $1,5 \times 10^7$ m² lik alanla yeryüzünde en büyük tatlı su deposunu oluştururlar. Yeryüzünde kullanılacak suyun sınırlı olması ve teknolojinin ilerlemesiyle insanların su ihtiyaçlarının artmasından dolayı buzullardan ve deniz suyundan tatlı su eldesi çalışmaları uzun yıllardan beri devam etmekte, ancak çok pahalı olan bu yöntemlerden sınırlı olarak yararlanılabilmektedir (Güler,1997).

Türkiye'nin kullanılabilir toplam su miktarının 110 milyar m³/yıl olduğu belirtilmiştir (DSİ, 2001). Mevcut su kaynaklarımız öncelikli olarak tarımda sulamada, ikinci olarak içme ve kullanma suyunda ve son olarak da endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaktadır. Sulama suyu kullanımındaki aşırı miktar, çoğunlukla salma sulama sisteminin kullanımından kaynaklanmaktadır. Evlerde, tarımda ve endüstride kullanılan su ise kirlenmiş olarak ortama verilir. Bu suyun ortama arıtılmadan verilmesi başta alıcı su ortamları olmak üzere çevresel kirliliğe neden olmaktadır (DPT,2001). Gerçekten kullanılabilir su kaynakları giderek azalmakta ve su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Ayrıca giderek yer altı su tablasının seviyesi de düşmektedir.

Kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyelinde; dünya ortalaması 7.600 m³/yıl, Asya ortalaması 3.000 m³/yıl, Batı Avrupa ortalaması 5.000 m³/yıl, Güney Amerika ortalaması 23.000 m³/yıl ve Afrika ortalaması 7.000 m³/yıl iken Türkiye'de bu miktar 1.735 m³/yıldır. Türkiye, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı bakımından diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su sıkıntısı bulunan ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir (DPT,2001). Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisiyle su

kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynaklarını çok iyi koruyup, akılcı kullanması gerekmektedir. Gerçekten toplumun yapısı değişip kentleşme ve endüstrileşme süreci geliştikçe, su kaynaklarının çok yönlü kullanımı artmakta ve karmaşık bir hal almaktadır. Örneğin, toplumların yaşama düzeyi yükseldikçe kişi başına kullanılan su miktarı arttığı gibi, teknolojik gelişmeye bağlı olarak etkileri henüz bilinmeyen birçok kirletici de sulara karışmaktadır. Bunun sonucunda su kaynaklarının sulama, su ürünleri, dinlenme ve spor gibi amaçlarla kullanılabilirliği azalmaktadır (URL 2).

İnsanlar ihtiyaçları için su kaynaklarından aldıkları temiz suları kullanırlar ve doğaya kullanılmış su olarak iade ederler. Kullanılmış sular arasında ise en önemli yeri evsel atık sular tutmaktadır. Evsel atık su konutlardan, okul, hastane, otel gibi küçük işletmelerden kaynaklanan insanların günlük normal yaşam faaliyetlerindeki ihtiyaç ve kullanımları nedeniyle oluşan sulara denir. Evsel suların takriben %90-99'u su olup %1-5'lik kısmı organik ve inorganik maddeleri ihtiva etmektedir. Evsel atık sular; banyodan, mutfaktan ve tuvaletten gelen sulara ibarettir. Tuvaletlerden gelen sular mutfak ve banyodan gelen sulara nazaran fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak daha kirli ve içeriğindeki katı maddeler daha fazladır (Yılmaz, 1998).

Evsel atık sular gerçekten alıcı su ortamları için çok önemli kirlilik kaynaklarıdır. Evsel atık sular içindeki organik ve anorganik maddeler, alıcı su ortamındaki kirleticilerin büyük ve önemli bir kısmını oluştururlar. Ayrıca bazı endüstriyel atıkların büyük bir kısmı da bozulabilir, kararsız organik maddelerdir. Endüstriyel sıvı atıklar daha fazla organik kirletici kaynağıdır. Bu kirlilikler; fabrikanın atık suyunda bir işlem yaparak atık suyu serbest bırakma şeklinde olabileceği gibi, herhangi bir işlem yapmadan direkt olarak su kaynağına verilmesi şeklinde olabilir. Endüstriyel organik atıklar arasında gıda işleme yapan fabrikalar, bira endüstrisi, süthane, mezbaha, tabakhane, tekstil ve kağıt yapım fabrikaları çok önemli yer tutmaktadır.

Doğa, ölü bitki ve hayvanlardan gelen organik maddeleri özellikle bitkiler tarafından kullanılabilir ve biyolojik yaşamın devamı için gerekli kararlı maddelere dönüştürürler. Bu dönüşüm için gerekli oksijen ortamdaki serbest oksijenden sağlanır. Bu nedenle herhangi bir ortamdaki organik kirlilik yükü, biyokimyasal dönüşüm için gerekli olan serbest oksijen miktarının bir fonksiyonu olarak ölçülebilir.

Endüstriyel ve evsel atık sular içerdikleri organik maddeler yüzünden deşarj oldukları alıcı su ortamlarında organik madde miktarının sürekli olarak artmasına neden olurlar. Su içerisinde mikroorganizmalar için besin olarak rol oynayan organik madde miktarı, besin olarak kullanılacak olan miktardan fazla olduğu zaman ise ortamda organik kirlenme başlar. Bu durumun aynı şartlarda devam etmesi durumunda ortamdaki organik madde kirliliği sürekli artar. Organik madde kirliliğinin artması ise, ortamda mikroorganizmaların sayıca artmasına ve

daha fazla serbest oksijenin organik maddenin parçalanması işlemi sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılmasına yol açar. Bu durum ise, ortamdaki serbest oksijen miktarının giderek azalmasına ve sonunda tamamen tükenmesine neden olur. Sonuçta serbest oksijenin yokluğunda ortaya çıkan toksik gazlar yüzünden ortamdaki başta hayvansal organizmalar olmak üzere bütün canlıların yaşamı olumsuz etkilenir. Anlaşıldığı üzere, organik madde kirliliği ortaya çıktıkları ekosistemler için büyük tehlike arz etmektedir. Bu nedenle organik madde kirliliğinin canlıların yaşam alanlarını teşkil eden bütün ekosistemlerde düzenli takip edilmesi gerekmektedir. Özellikle büyük miktarlarda organik madde içeren evsel atık suların deşarj edildiği göller gibi durgun su karakterindeki alıcı su ortamlarında organik maddelerden kaynaklanan kirliliğin ciddi bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir.

Elazığ il merkezinin kentsel atık sularının tamamı kollektörler ve kanallar vasıtasıyla bir arıtma tesisine gelmekte ve iki kademeli bir arıtmadan sonra Kehli Çayı'na deşarj edilmektedir. Kehli Çayı'na boşalan tasfiye edilmiş atık sular ise Uluova bölgesinden Keban Baraj Gölü'ne karışmaktadır. Bu tez çalışmasında arıtma tesisine gelen Elazığ il merkezinin kentsel atık sularının taşıdığı organik madde miktarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak organik madde yükünün hesaplanması amaçlanmıştır. Ayrıca kentsel atık suların bakteriyolojik yönden incelenmesi de tezin konuları arasında yer almıştır. Bu kapsamda kentsel atık sular içinde fekal koliform, total koliform ve *Escherchia coli* miktarları belirlenmiştir.

Bu tez, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (FÜBAP) tarafından 1584 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Yerleşim yerlerinde yoğun nüfus artışı, endüstrileşme, tarım sektöründeki gübre ve ilaç kullanımındaki artışlar, hayvansal ürünlerin üretimini temin için kurulan dev çiftlikler ve tesisler çevreye büyük bir kirlilik olarak geri dönmektedir. Bu sebeple geleceğe daha yaşanabilir bir ortam bırakmak için kirlilik unsurlarının iyi tespit edilerek, alıcı ortamlara verilmeden önce neler yapılması gerektiği konusunda birçok araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

Alıcı su ortamına pis su toplama şebekesi ve atık toplama sistemlerinden geçmeden ulaşan tüm kentsel atıklar kontrol edilemeyen kirlilik kaynaklarını oluştururlar. Kontrol edilemeyen kaynaktan alıcı su ortamına kirletici taşınması genellikle değişiktir. Bu taşıma yağmur suları ve kentte oluşan diğer yüzeysel akışlarla olur. Kentsel kaçakların bileşenleri belli ki çok değişken olup; bunlar atık sıvı, köpek dışkısı, askıda madde, ağır metaller ve mevsimsel olarak yol tuzlama çalışmalarındaki tuzu içerebilir. Bu yüzey akarların özelliği çok değişken olmakla beraber BOİ değeri 7.700 mg/L gibi yüksek değerler kaydedilmiştir (Ellis ve Walesh, 1989). Anlaşıldığı üzere, kaçak olarak doğrudan akarsulara akan lağımaların meydana getirdiği kirlilik, kirlenmemiş bir nehire hızlı bir drenaj olacağından şiddetli olabilir. Ayrıca karayolları üzerinde trafik yoğunluğunun olduğu yerlerdeki su kaynaklarında kirliliğe neden olabilecek unsurlar da oldukça fazladır. Bu tür yolların kenarında bulunan birikinti sular yoğun bakteriyel tabakasına sahip olup genellikle oksijenden yoksundur.

İngiltere ve Galler Ülkesi'nde lağım ihtiva eden atık suların büyük bir kısmı nehirlerle salınmakta bir kısmı ise doğrudan denizlere deşarj edilmektedir. Benzer davranışlar gelişmiş dünya ülkelerinin tipik bir özelliğidir. Herhangi bir işlemde geçmeden su kaynaklarına deşarj edilen lağım suları tüm dünyada hala önemli bir problemdir. Gerçekten dünyadaki hastalıkların üçte birinin yetersiz ve sağlıklı suların kullanımı sonucunda oluştuğu rapor edilmiştir (Mason, 1991). Bu nedenle milyonlarca insana sağlıklı su temin etmek öncelikli şart olmalıdır.

Kentsel alanlarda özellikle yoğun hava kirliliği yaşanan dönemlerde ortaya çıkan rüzgarlı ve/veya fırtınalı durumlarda evlerden, fabrikalardan kaynaklanan katı maddeler kirlilikle sonuçlanabilir. Fabrika atıkları ve lağım suyu atıkları arıtma tesislerinde arıtılsa bile, San Francisco ve Kaliforniya'daki kimyasalların %70'inin günlük insan aktivitelerinden kaynaklanan araba metalleri ve yağı ile çimler için kullanılan kimyasalların, kanalizasyon sistemine girmeden fırtınanın/yağmurun neden olduğu yüzey akışlarla doğrudan su kaynaklarına karıştığı mutlak göz önünde bulundurulması gerektiği ileri sürülmüştür. Ayrıca yağmur sularının oluşturduğu kentsel akışlar kanalizasyon sistemine karışacak yol izleyebileceği gibi,

doğrudan yakın çevredeki nehirlere ve derelere akabileceği için, lağım sistemlerinde fırtına süresince aşırı yüklenmeler olabildiği rapor edilmiştir (Ellis ve Walesh, 1989).

Çiftlik atık suları özellikle son yıllarda yoğunlaştırılmış çiftlik hayvanları yetiştiriciliği artan kirlilik problemi oluşturmaktadır. İngiltere'nin kuzeybatısındaki süt üreten bir işletme günde 600.000 insanın üreteceği lağım miktarını 84.000 büyükbaş besleyerek Torridge Nehri'ne vermektedir. Hayvan ve insan lağımları karşılaştırıldığında hayvan sulu çamurlarında BOİ 20.000 mg/L, insanların arıtım görmemiş lağım suyunda ise ortalama BOİ'nin 250 mg/L olduğu görülmektedir. Özellikle kışın büyükbaş hayvanların katı yiyecekleri kısmen mayalanmış yemlerdir. Herhangi bir arıtım işleminden geçmemiş yem alkolü lağımı 200 kat daha fazla kirlilik unsuruna sahiptir. Bütün çiftlik kirliliği olaylarının yarısı, yem atıkları tarafından meydana getirilmektedir (Mason, 1991).

1978-1985 yılları arasında İngiltere ve Galler Ülkesi'nde çiftlik kirlilik olayı sayısının ikiye katlandığı rapor edilmiştir. 1988-1992 periyodunda İngiltere'de organik çiftlik lağımı kirliliği tüm kirliliğin %20'sini içerdiği hesaplanmıştır. Ağustos 1994'te Cornwall'da bir süt besiciliği çiftliğinden nehre gelen akıntı ve bu nehir suyunun bir balık çiftliğinde kullanılması nedeniyle 100.000 olgulaşmamış alabalık yumurtası ölmüştür. Çok yoğun ve makineleşmiş sebze üreticiliği de kirlilik sebebidir. Makineleşmiş bezelye hasadı, özellikle bezelye yeminin akarsulara deşarjı mevsimsel bazı problemlere neden olabilir. Böyle bir atık suyun BOİ'si ise 15.000 mg/L' ye kadar yükselebilmektedir (Mason, 1991).

Arkadiusz ve diğerleri (2007) tarafından 1997-2000 yılları arasında Polonya'da Dabie Gölü'nde ve bu göle su taşıyan Batı Odra ile Doğu Odra Nehirleri'nde yapılan organik madde tespiti çalışmalarında 6 adet istasyon kurulmuştur. İstasyonlardan mevsimsel olarak örnekler alınmış ve alınan su örneklerindeki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değeri 10,0-49,2 mg/L arasında, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değeri ise 1,1-7,4 mg/L arasında bulunmuştur

Ülkemizde su kirliliği ile ilgili çalışmalar son yıllarda sayıca oldukça artmıştır. Bu çalışmalar ülkemizin çeşitli bölgelerindeki yüzey su kaynaklarında değişik zamanlarda gerçekleştirilmiştir.

Topkaya ve Şen (1992), Keban Baraj Gölü ötrofikasyonu deşarj sınır konsantrasyonlarını belirledikleri çalışmada, Keban Baraj Gölü'ne giren besin maddesi yüklerini N için evsel atık sular 9,48 g/m² göl yüzeyi, yıl tarım 0,93 g/m² göl yüzeyi,yıl, hayvancılık 5,80 g/m² göl yüzeyi,yıl ve toplam 16,28 g/m² göl yüzeyi,yıl olarak belirlemişlerdir. P için ise evsel atık sular 1,14 g/m² göl yüzeyi, yıl tarım 0,11 g/m² göl yüzeyi,yıl, hayvancılık 2,76 g/m² göl yüzeyi,yıl ve toplam 4,61 g/m² göl yüzeyi,yıl olarak tespit etmişlerdir.

Ünlü ve diğ. (1998), tarafından Elazığ Organize Sanayi Bölgesi'ndeki atık su incelenmiştir. Çalışma sonucunda; pH 7.43-7.48, KOİ 330-390 mg/L, BOİ 271-304 mg/L,

askıda katı madde 184-193 mg/L, yağ ve gres 69-71 mg/L aralıklarında tespit edilmiştir. Bulunan değerler kg cinsinden günlük yük olarak değerlendirilmiş ve KOİ olarak atık yük 33-39 kg/gün, BOİ olarak atık yük 27.1-30.4 kg/gün, askıda madde olarak atık yükü 0.184-0.193 kg/gün ve yağ ve gres olarak atık yükü 0,069-0,072 kg/gün olduğu belirtilmiştir.

Şen ve diğ. (1999), Hazar Gölü'ne taşınan bitki besin maddeleri ve organik madde miktarlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda Zıkkım Deresi ile göle taşınan yıllık bitki besin maddesi ve organik madde miktarlarını müsaade edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Ünlü ve Uslu (1999) tarafından Elazığ Hazar Gölü'nün su kalitesi çalışmasında gölün fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olarak incelenmesi için DSİ tarafından 4 yıl boyunca belli periyotlarla örnekler alınmıştır. Analiz sonuçları ötrofikasyon sınır değerleriyle karşılaştırılmış ve göl suyunun kalite kriterlerinin genel olarak 1. ve 2. sınıf suların özelliğinde olduğu belirtilmiştir.

Yonsel ve diğ. (1999), İstinye Deresi'nin İstanbul Boğazı'na taşıdığı kirlilik yükünü tespit etmek için aldıkları su örneklerinde pH, sıcaklık, tuzluluk, fosfat, nitrit ve nitrat anyonları, askıda katı madde, toplam organik karbon ve mikrobiyolojik değerlerini incelemişlerdir. Pilot bölgede yapılan bu çalışma neticesinde bölgenin yoğun bir kirlilik yüküne maruz kaldığı belirtilmiştir.

Solak ve diğ. (2002) tarafından Muğla Akçay'da Haziran 2001 ile Eylül 2002 tarihleri arasında aylık olarak 6 istasyondan alınan su örneklerinde Bacillariophyta dışındaki algler incelenmiş ve araştırma sonucunda Akçay'daki 2. istasyonda organik kirliliğe rastlanıldığı bildirilmiştir. *Microcystis aeruginosa*'nın ortamdaki baskınlığında organik kirliliğin yanında, su sıcaklığının da etkili olduğu düşünülmüştür

Yılmaz (2004), Bodrum İlçesi Mumcular Kasabası'nda bulunan Mumcular Baraj suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmada; beş istasyondan her ay su örnekleri alınmış, elde edilen değerler (minimum, maksimum, ortalama) şeklinde bulunmuştur. Alınan örneklerde su sıcaklığı, pH, fosfat, sülfat, klorid, asit bağlama kapasitesi, toplam sertlik, toplam alkalinite, kalsiyum, magnezyum, konduktivite, amonyum, buharlaşma kalıntısı, seki disk, turbidite, renk ve BOİ₅ (ALA-6,6-1,8 mg/L) parametrelerine bakılmıştır. Sonuçta baraj göl suyunun ılıman, iyi sayılabilecek bir kalitede olduğu, önemli bir kirlilik probleminin olmadığı belirtilmiştir.

Verep ve diğ. (2005) tarafından Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon ve Rize illerine sınır olan İyidere'nin su kalite parametrelerini belirlemek için 4 istasyondan su örnekleri alınmıştır. Yedi aylık ölçümlerde ortalama su sıcaklığı 7,20 °C, BOİ₅ 2,40 mg/L, pH 7,50, elektriksel iletkenlik 57,60 µS/cm, çözülmüş oksijen 11,10 mg/L ve akış hızı 2,10 m/sn olarak

tespit edilmiştir. Sonuçta İyidere'nin 1. sınıf su kalitesinde olduğu, herhangi bir kirlilik unsurunun olmadığı belirtilmiştir..

Özdemir ve diğ. (2007), tarafından Muğla ili Dalaman Çayı üzerinde kurulu olan Bereket Hidroelektrik Santrali Baraj Gölü'nün su kalitesi ve balık faunasının belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, klorür, çözünmüş oksijen, nitrat, toplam sertlik ve fosfat parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre baraj gölü sıcaklık, pH, klorür, fosfat değerleri bakımından 1. sınıf, nitrat değeri bakımından müsaade edilebilir sınırlar içerisinde ve toplam sertlik bakımından “yumuşak sular” sınıfına dahil edilmiştir. Baraj gölünde önemli bir kirliliğin olmadığı belirtilmiştir.

Ankara Çayı'nda Kazancı ve Girgin (1996) tarafından Nisan 1991-Kasım 1992 tarihleri arasında organik kirliliğin biyolojik indikatörü olan Oligochaeta türleri ile örneklemelerin fiziksel ve kimyasal parametrelerini karşılaştıran bir çalışma yapılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Çalışma yeri olan Elazığ İli Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında, Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Yüzölçümü 8.455 km² si kara, 826 km² si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9.281 km²'dir. Denizden yüksekliği 1067 metre olan Elazığ, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. İl sahası, 40° 21' ile 38° 30' doğu boylamları, 38° 17' ile 39° 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Bu çerçeve içinde şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ ili topraklarının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 km kuzey-güney yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 km. civarındadır. Coğrafi konumu itibariyle, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illerinin arazileri çevrelemektedir. İl sınırları içindeki en önemli akarsu Fırat ve kollarıdır. 86 km² yüzölçümü olan Hazar Gölü, il merkezine 30 km mesafededir. Elazığ ili ayrıca Keban, Karakaya, Kralkızı ve Özlüce gibi önemli baraj gölleri ile çevrilidir (URL 4).

Bu çalışmada, Elazığ ili ve kanalizasyon sistemine bağlı beldelerinin atık su kirlilik yükünü tespit etmek için 2 adet istasyon seçilmiştir. 1.istasyon Elet Et Kesim Fabrikası atık sularının kanalizasyona karışmadan önceki bir yer olup; sadece Elazığ İlinin kentsel atık su yükünü ihtiva etmektedir. 2. istasyon ise Elazığ ili kanalizasyonu ile birlikte Organize Sanayi, Yazıkonak Beldesi, Yurtbaşı Beldesi ve Akçakiraz Beldesi atık sularının geldiği yer olan arıtma tesisi girişidir (Şekil 3.1). Atık su arıtım tesisi, Elazığ ili ve beldelerinin atık sularını arıtmak için kurulmuş bir tesistir. Tesiste kısmen arıtılan sular Kehli Deresi'ne deşarj edilir. Kehli Deresi arıtma tesisi sularını aldıktan yaklaşık 3 km sonra Keban Baraj Gölü'ne akmaktadır.

Elazığ ili konumu itibari ile çok göç alan illerden biridir. Çalışmanın yürütüldüğü tarih itibariyle Elazığ il merkezi 319 381 kişilik nüfusa sahiptir. Ayrıca Elazığ arıtma tesisine atık su veren Yurtbaşı Beldesi 7 486, Yazıkonak Beldesi 7 922, Akçakiraz Beldesi 6 688 kişilik nüfusa sahiptir. Böylece 1. istasyondaki kirlilik yükü hesapları, yalnız Elazığ nüfusu olan 319 381 kişi üzerinden yapılmıştır. 2. istasyondaki kirlilik yükü hesapları ise beldelerle birlikte 341 477 kişilik nüfusa göre yapılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışma istasyonlarının yerlerini gösteren harita

3.1.2. Çalışma Alanının İklimsel Özelliği

Geçmişte karasal iklimin hüküm sürdüğü Elazığ, yapılan ve yapılmakta olan barajların etkisi ile ılıman bir iklime geçiş yapmıştır.

Çizelge 3.1 Elazığ iline ait meteorolojik veriler (URL 3)

Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2006)												
ELAZIG	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0,6	0,6	5,5	12	16,9	22,6	27,3	26,6	21,3	14,2	6,8	1,8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3	5	10,9	17,8	23,3	29,3	34,2	33,9	29,3	21,3	12,2	5,3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,6	-3,2	0,7	6,3	10,3	14,8	19,1	18,7	14	8,5	2,7	-1,1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,8	4,1	5,6	6,9	9,3	11,8	12,5	11,9	11	7,2	4,8	2,4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,8	11,5	12	12,4	11,1	4,1	2,1	1,7	2,6	7,5	9,2	11,9
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2007)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	12,2	17,3	26,4	30	34,4	37,2	42,2	40,1	37,8	31,7	21,8	15,2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-16,5	-19,4	-17	-5,8	0	6,7	6,7	11	1	-1,5	-15,2	-17,7

Tablo 3.1 de görüldüğü gibi en fazla yağış ilkbahar aylarında gerçekleşmektedir. En düşük sıcaklıklar ocak ayında, en yüksek sıcaklıklar ise temmuz ayında kaydedilmiştir. Kasım ayından başlamak üzere kış ayları boyunca don olabilir. Hatta nisan ayında bile don tehlikelerine rastlanmıştır. Yaz ayları son yıllarda çok kurak geçmekte sıcaklıklar bazı günler 40 °C'nin üzerine çıkmaktadır. Son yıllardaki yağışların azlığı nedeniyle Keban Baraj Gölü su seviyesi düşmüştür.

3.2. Numune Alımı

Elazığ ilinin atık sularını arıtma tesisine taşıyan kolektör 200 cm çapındadır. 1. istasyon açık olan bir rögardır. Açık olan bu rögardan bir kova sarkıtılmış ve kolektörden geçen atık sudan, 2. istasyondan ise atık suların arıtma tesisine girdiği noktadan numuneler alınmıştır.

Çalışma Ekim 2007- Temmuz 2008 tarihleri arasında yürütülmüştür. Örnekler mevsimsel olarak Ekim 2007, Ocak 2008, Nisan 2008 ve Temmuz 2008 aylarında ve saat 10:30 ile 11:30 saatleri arasında alınmıştır. BOİ, KOİ, askıda katı madde, amonyak azotu, yağ ve gres analizleri için 5 L'lik kap, koliform ve *E.coli* analizleri için 250 ml'lik steril cam kaplar kullanılmıştır. Numune alımı sırasında kaplar önce alınacak atık su ile çalkalanmış, daha sonra kaplar atık suyla doldurulmuştur. Alınan su örnekleri, hiç bekletilmeden analizleri yapılmak üzere Elazığ İl Kontrol Laboratuvarı'na götürülmüştür.

Atık su örneklerindeki pH, pH NEL 890 cihazı ile, sıcaklık termometre ile, çözünmüş oksijen DO₂ Meter 9071 cihazı ile ölçülmüştür. Atık su debisi ise 1. istasyonda tespit edilememiş, 2. istasyonda da arıtma tesisi kayıtlarından alınmıştır.

3.3. Analiz Metotları

Elazığ İl Kontrol Laboratuvarı'nda yaptırılan analizler için kullanılan metotlar aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Askıda Katı Madde Analizi

Pens kullanılarak 103°C'de 1 saat kurutulmuş filtre kağıdı, desikatörde soğutulup darası alınır. Süzme tertibatına yerleştirilir ve vakum uygulanır. Belirli hacimde numune geçirilir. Numune kabı 10 ml saf su ile yıkanır. Pens ile filtre kağıdı alınır ve kurutma kabına konur. 103 °C'de 1 saat kurutulur. Desikatörde soğutulup tartımı alınır. İki tartım arasındaki fark askıda katı madde miktarı olarak belirlenmiştir (APHA, 1995).

3.3.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Analizi

OXİTOP cihazı ile BOİ ölçümü basınç farkı ölçümü tekniğine dayanmaktadır. Bu basınç farkı ölçümü elektronik basınç sensörü ile yapılmaktadır. Sıcaklıkları yaklaşık olarak 15-20°C olan numunelerin ölçümleri; numunenin, numune şişesine ve sonrasında inkübatöre konulmasına müteakip en az 1 saat en fazla 3 saat içerisinde ölçülmeye başlar. Normal olarak evsel atıklar toksik maddeler ihtiva etmediği için ve içinde yeterli besleyici tuzlar ve uygun mikroorganizmalar ihtiva ettiği varsayıldığı için hiçbir seyreltme işlemine gerek duyulmaksızın ölçümü yapılabilir.

Tablo: 3.2 Kirlilik durumuna göre alınacak numune hacmi ve faktörü

Analiz edilecek suyun tahmini kirliliğine göre yandaki tabloya göre numune alınır. Eğer kirliliği bir suda ölçüm yapılacaksa o suyun fazla miktarda biyolojik oksijene ihtiyacı olacağı için numune miktarı az, temiz suda ölçüm yapılacaksa az miktarda biyolojik oksijene ihtiyacı olacağı için fazla miktarda numune alınır.	Numune Hacmi (ml)	Ölçüm Aralığı (mg/L)	Faktör
	432	0-40	1
	365	0-80	2
	250	0-200	5
	164	0-400	10
	97	0-800	20
	43,5	0-2000	50
	22,7	0-4000	100

Numune dolu olan şişe çalkalanır. Manyetik karıştırma çubuğu numune şişesine konur. Numune şişesinin üstüne plastik kılıf yerleştirilir. Plastik kılıfın içine 2 adet NaOH tableti konur. Ancak tabletin numuneyle temas etmemesine dikkat edilmelidir. OXİTOP numune şişesinin üzerine yerleştirilir. S ve M tuşlarına 2 saniye kadar aynı anda basılır. Ekranda (--00) görülünceye kadar S ve M tuşlarına basılı tutularak hafızadaki değerler sıfırlanır. Numune inkübatöre konur. Herhangi bir anda o anki değeri görmek için numune şişesi inkübatörden çıkarılarak OXİTOP üzerindeki S tuşuna 1 saniye kadar basılır. S tuşuna her basışta ekranın sol tarafında gün sağ tarafında BOİ₅ değeri görülür. Tablo 3.2' deki gibi numune şişesine konulan numune miktarına göre okunan değerler tabloda belirtilen katsayılara göre çarpılır ve netice BOİ₅ olarak bulunur (APHA, 1995).

3.3.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Analizi

Kimyasal Oksijen İhtiyacı tayininde reaktifler: Standart potasyum bikromat çözeltisi, sülfürik asit çözeltisi, standart demir amonyum sülfat çözeltisi, ferroin belirteç çözeltisi ve civa sülfattır.

Örnek kabı iyice karıştırılarak 20 ml si 250 ml'lik silifli erlene aktarılır. Örneğin KOİ'nin yüksek olduğu tahmin ediliyorsa daha az bir hacim alınır. Damıtık suyla 20 ml'ye tamamlanır. Erlene birkaç damla temiz kaynama taşı 0,4 gr civa sülfat konur. Erleni soğutarak ve çalkalayarak azar azar 5 ml gümüşlü sülfürik asit reaktifi konur. Bu adımda civa sülfatın tamamı çözünmelidir. 10 ml standart potasyum bikromat çözeltisi konur ve karıştırılır. Erlen soğutucuya takılır soğutma suyu açılır. Soğutucunun üst ağzından 25 ml gümüşlü sülfürik asit reaktifi yavaşça boşaltılır. Asit reaktifi konulurken bir yandan da erlen çalkalanıp karıştırılır. Soğutucunun tepesine ters çevrilmiş bir beher kapatılır. Isıtıcı açılır, kademeli olarak yükseltilerek 5 dakika en yükseğe getirilir. Erlenin içindekiler geri soğutma altında 2 saat süreyle kaynatılır. Reaksiyon sırasında soğutma suyu çıkışının fazla ısınmamasına dikkat edilmelidir. Isıtıcı kapatılarak kaynamanın tamamen durması beklenir. Az miktar suyla soğutucunun içi ve şilifi erlenin içine yıkanır. Erlene 60 ml kadar saf su konur, ağzına bir beher kapatılarak oda sıcaklığına soğutulur. 2-3 damla ferroin belirteci konur. Standart demir amonyum sülfat çözeltisiyle mavi yeşilden kırmızı renge kadar titre edilir (APHA, 1995).

Şahit: Örnekler dışında bir erlene de 20 ml saf su ile reaktifler konularak bir şahit hazırlanır ve yukarıdaki bütün işlemlerden geçirilir.

Demir Amonyum Sülfat Ayarı: Bir erlene 10 ml standart bikromat çözeltisi konur, damıtık suyla yaklaşık 100 ml ye seyreltilir. Erlen çalkalanarak azar azar 30 ml derişik sülfürik asit (gümüşlü sülfürik asit reaktifi değil) eklenir. Ferroin belirtecine karşı standart demir amonyum sülfatla titre edilir. Standart demir amonyum sülfat çözeltisinin normalitesi N=2,5/ demir amonyum sülfat sarfiyatı.

$$\text{Hesaplama: } KOİ \text{ (mg/L)} = \frac{(a-b) \cdot N \cdot 8000}{\text{Örnek (ml)}}$$

a: Şahidin demir amonyum sülfat sarfiyatı

b: Örneğin demir amonyum sülfat sarfiyatı

N: Demir amonyum sülfat çözeltisinin normalitesi

3.3.4. Amonyak Azotu Tayini

Amonyak azotu tayini için gerekli reaktifler; nessler reaktifi, amonyum klorür stok çözeltisi, standart amonyum klorür çözeltisi, sodyum hidroksit çözeltisi, Potasyum tartarat çözeltisi, çinko sülfat çözeltisidir.

Standart Eğrinin Çizilmesi: Standart amonyum klorür çözeltisinden 0-0,2-0,5-1,0-2,1-2,5-3,0-3,5-4,0-4,5-5,0-6,0 ml alınarak saf su ile 50 ml'ye tamamlanır. Böylece 0-0,002-0,005-0,01-0,02-0,025-0,03-0,035-0,04-0,045-0,05-0,06 mg amonyak azotu serisi hazırlanmış olur. Bu çözeltinin her birine 1 ml nessler çözeltisi konur. 10-30 dakika sonra 425 nm'de spektrofotometrede okuma yapılır.

100 ml numuneye 1 ml çinko sülfat çözeltisi konur. İyiye karıştırılır ve pH değeri 2 N NaOH ile 10,5 'e ayarlanır. Tekrar iyice karıştırılır, birkaç dakika bekletilip süzülür. İlk 25 ml atılarak 50 ml numune alınır. 1-2 damla potasyum tartarat çözeltisi ve 1 ml nessler çözeltisi konur ve okuma yapılır. Bulunan değer standart eğriye uygulanarak mg amonyak azotu bulunur. Standart eğrideki ml N değerinin 20 ile çarpımı numunedeki N oranını vermektedir (AOAC, 1990).

3.3.5. Yağ ve Gres Analizi

Kullanılan Araç ve Gereçler: Soksalet cihazı, vakum pompası, bucher hunisi (12 cm), su banyosu, kartuş, filtre kağıdı, ipek bez.

Reaktifler: HCl ,Hekzan ,Diatom-silika

Geniş ağızlı bir cam şişeye 1 litre civarında örnek alınır. Daha sonra örnek hacminin belirlenebilmesi için örneğin şişedeki düzeyi işaretlenir. Örnek pH 2 'nin altına düşecek kadar asitlenir (genellikle 5 ml HCl yeterlidir).

Bucher hunisinin içine önce ipek bez, sonra filtre kağıdı konur ve ıslatılır. Vakum kullanılarak 100 ml süzme yardımcısı, süspansiyondan geçirilir. 10 ml saf suyla 3 kez yıkanır. Su damlası kesilene kadar vakum uygulamaya devam edilir. Asitlenmiş örnek, hazırlanan filtreden süzülür. Su damlası kesilene kadar vakum uygulamaya devam edilir. Pense kullanılarak filtre kağıdı bir saat camı üzerine alınır. İpek bezin kenarına yapışan maddeler kağıdın üzerine aktarılır.

Hekzanla ıslatılmış adi filtre kağıdı parçalarıyla örnek kabının içi ve bucher hunisindeki yağ filmleri ve katı madde parçaları alınır, kağıt parçaları da saat camındaki filtre kağıdının üzerine konur. Filtre kağıdının üzerindeki kağıt parçalarıyla birlikte kıvrılır ve bir özütleme

kartuşunun içine konur. Kompozit örnekler yağ ve gres tayini yapmak gerektiğinde tayinin yapılacağı örnek parçası, hacim ölçümü ve asitleme içine mezür yerine işaretlenmiş geniş ağızlı bir behere alınmalıdır. Böylece cidara yapışan yağ ve katı maddelerin kartuşa aktarılması kolaylaşmış olur.

Dolu kartuş 103 °C’de 30 dakika kurutulur. Ağızına kadar cam yünü doldurulur. Ekstraksiyon balonu tartılır. Bir soksalet aygıtında hekzan kullanılarak, saatte 20 sifon hızla 4 saat özütleme yapılır. Süre ilk sifonlamadan başlar.(Hekzan miktarı ısıtıldığında balonda bir miktar hekzan kalacak şekilde ayarlanmalıdır). Hekzan soksalet balonu su banyosunda 70°C de damıtılır. Balon 15 dakika buhar banyosu üzerinde kurutulur. Son bir dakika da içinden vakum yardımıyla hava geçirilir. Tam 30 dakika süreyle desikatörde soğutulur ve tartılır (APHA, 1995).

Hesaplama:

$$\text{Yağ ve Gres (mg/L)} = \frac{(A-B)*1000}{\text{Örnek Hacim (ml)}}$$

A : Balon +Yağ ve gres ağırlığı (mg)

B : Balon darası (mg)

3.3.6. Fekal Koliform, Total Koliform ve *Escherichia coli* Analizleri

Koliform grubu bakteriler, Enterobacteriaceae familyası içinde yer alan, fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmayan, 35°C de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan, çubuk şeklindeki bakterilerdir (URL 1).

Metodun Prensibi; koliform grubu bakterilerin laktoz fermentasyonu sonucu oluşturduğu katı besi yerindeki pembe renkli kolonilerin ya da durhaym tüpleri bulunan sıvı besi yerinde gaz oluşumu gözlenen tüplerin doğrulanması esasına dayanır (FDA/BAM,2002).

Alet ve Ekipmanlar: Otoklav, Sterilizatör (160±5°C), İnkübatörler (35±1°C), Mikroprosesli su banyosu (44,5±0,2 °C, 45,5±0,2 °C), analitik teraziler (0,01 g hassasiyette), su banyosu (80-100°C), stomacher, pH metre, bunzen beki, steril bıçak, pens, spatül, tüp karıştırıcı, plastik steril petriler (15x90 mm), otomatik pipet ve steril pipet ucu, cam tüpler, erlen, beher, mezür, mikrodalga, koloni sayacı.

Kullanılan Besi Yerleri: Maksimum Recovery Diluent,Violet Red Bile Agar (VBRA),Laury Tryptose (LTS) Broth,EC Broth, Brilliant Gren Laktose Bile (BGLB) Broth, Levine’s Eosine- Methylene Blue (L-EMB) Agar.

Kullanılan Biyokimyasal Besi Yerleri: İndol Besi Yeri, Kovacs Ayıracı, Mr-Vp Broth, Metil Kırmızısı Ayıracı, Koser's Cytrate Broth, Nütrient Agar.

EMS Yöntemine Göre:

25 ml örnek 225 ml (ya da numune miktarı x 9 dilisyon sıvısı) maksimum recovery dilüent ile gıda mikrobiyolojisi laboratuvar kurallarına uygun olarak homonize edilir. Böylece 10^{-1} 'lik dilüsyon hazırlanır. İçerisinde dührham tüp bulunan 10 ml LST broth tüplerden 3-3-3 şeklinde 9 adet hazırlanır (3 tüp metodu). Her tüpe $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ 'lük dilüsyondan 1 ml inoküle edilir. Bakteri yoğunluğu fazla bekleniyor ise dilüsyon sayısı artırılabilir. Bu tüpler $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 48 ± 2 (24+24) saat inkübasyona bırakılır. Gaz oluşumu gözlenen tüpler pozitif sonuç olarak değerlendirilir. Su ve kabuklu deniz ürünü numunelerinde 5-5-5 şeklinde kullanılır (5 tüp metodu) (FDA/BAM,2002).

a) Koliform Bakteri Analizi: Gaz oluşumu gözlenen LST tüplerinden durham tüpü bulunan 10 ml Brilliant gren laktoz broth tüplerine öze ile inokülasyon yapılır. $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 48 ± 2 saat inkübe edilir. Gaz oluşumu gözlenen tüpler koliform bakteri için pozitif sonuç olarak değerlendirilir. Sonuç olarak gaz veren tüpler kaydedilir ve EMS tablosuna göre sayısal değerlendirme yapılarak koliform sayısı belirlenir. (FDA/BAM,2002).

b) Fekal Koliform Analizi: Gaz oluşumu gözlenen LST tüplerinden dührham tüpü bulunan 10 ml EC broth tüplerine öze ile inoküle edilir. 48 ± 2 saat $45,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ de su banyosunda inkübe edilir. Su ve kabuklu deniz ürünlerinde ise $44,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ de su banyosunda inkübasyona bırakılır. Gaz veren tüpler pozitif kabul edilir. Bu tüpler fekal koliform sayısını belirtir. Gaz veren tüpler kaydedilir ve EMS tablosuna göre sayısal değerlendirme yapılarak fekal koliform sayısı belirlenir. (FDA/BAM,2002).

c) *E.coli* Analizi: Fekal koliform analizinde gaz veren EC broth'lu tüplerden L-EMB agar petrilere öze geçirilir. $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 24 ± 2 saat inkübe edilir (FDA/BAM,2002). *E.coli* için karakteristik koloniler 2-3 mm çapında küçük siyah merkezli, metalik yeşil, parlak renkli kolonilerdir.

d) *E.coli* Biyokimyasal Doğrulama Testleri: EMB agarda karakteristik *E.coli* kolonilerinden teşhis için tek koloni alınarak nutrient agara geçirilerek 35°C de 24 ± 2 saat inkübasyonla zenginleştirme yapılır. Bu zenginleştirilen kolonilere İMVİC testi uygulanır.

İndol Testi: İndol besiyeri olan sıvı besi yerine zenginleştirdiğimiz karakteristik kolonilerden öze ile geçilir. 35°C de 24 ± 2 saat inkübe edilir. İnkübasyon için kontrol, test için de tüp konulmalıdır. İnkübasyon sonrası tüpüne 0,5 ml kovacs ayıracı damlatılarak karıştırılır. Tüpteki sıvı karışımın yüzey kısmında pembe-kırmızı bir halka oluşursa indol pozitif kabul edilir.

Metil-red (MR) ve voes- proskauer (VP) Testi: MR-VP broth besi yerine zenginleştirdiğimiz karakteristik kolonimizden öze ile inoküle edilir. 35°C de 48±2 saat inkübe edilir. İnkübasyon sonrası aseptik koşullarda inkübe edilen sıvı besi yerinden 1 ml alınarak VP testi ve geri kalan kısma da MR testi uygulanır.

MR testi: Kontrol ve kültür konmuş tüplere 5-6 damla Metil-red damlatılarak tüpler çalkalanır.Parlak kırmızı renk oluşursa test pozitifdir.

VP testi: İnkübasyon sonu 1 ml kültür bulunan tüplere 0,6 ml naftol solüsyonu 0,2 ml KOH solüsyonu katılarak çalkalanır. 10-15 dakika içinde sonuç okunur. Pozitif tüpler 5 dakika içinde parlak kırmızı renk verirler.

Sitrat testi: Zenginleştirilmiş karakteristik kolonilerden öze ile sitra besi yerine inoküle edilir.35 °C de 96 saat inkübe edilir. İnkübasyon sonucu negatif kültürlerde üreme görölmezken, pozitif kültürlerde üreme ve besi yerinde mavi renge dönüşüm gözlenir.

Tablo 3.3. İMVİC testi değerlendirme şeması (FDA/BAM,2002).

	Tip	İndol	Metil-red	Voges-Proskauer	Citrat
<i>E. coli</i>	Biotip 1	+	+	-	-
<i>E. coli</i>	Biotip 2	-	+	-	-

Hesaplama:

Koliform bakteri sayısı için Brillant gren laktoz broth gaz oluşturan tüp sayısı EMS tablosuna bakılarak yazılırken, *E. coli* sayısı için EC. Broth da gaz veren tüplerden EMB ve İMVİC testlerini pozitif verenlerin tüp sayısı tablosu (Tablo 3.4)'na bakılarak yazılır.

Tablo 3.4. Tüp sayı tablosu (FDA/BAM,2002)

0,1-0,01-0,001 ml 'lik dilisyonlardan 1'er ml miktarlar kullanılarak üç tüp metoduna göre her ml'deki En Muhtemel Sayı (EMS) Cetveli															
0,1	0,01	0,001	EMS/ml	0,1	0,01	0,001	EMS/ml	0,1	0,01	0,001	EMS/ml	0,1	0,01	0,001	EMS/ml
0	0	0	< 3	1	0	0	3,6	2	0	0	9,1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7,2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	15	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7,3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6,1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9,2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	1	3	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6,2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9,3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9,4	1	3	0	16	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

4. BULGULAR

Araştırma süresince Elazığ kentsel atık suyunun kirlilik durumunu ortaya koyacak önemli kirlilik parametrelerinin analizleri sonucunda elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

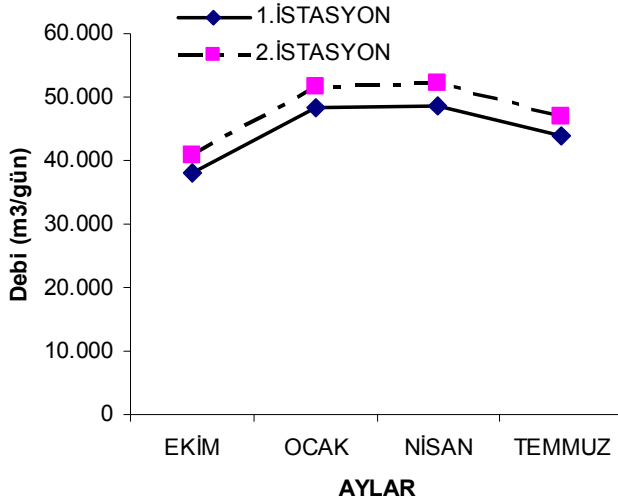
4.1. Debi

Elazığ İli'nin ve beldelerinin toplam atık su debisi, ikinci istasyondaki arıtma tesisi kayıtlarından alınmıştır. Kayıtlar 24 saat esası ile toplam günlük debi miktarını vermektedir. Birinci istasyondaki debi değerleri ise ikinci istasyondaki toplam nüfusa denk gelen debi ile orantılanarak Elazığ ili atık su miktarı hesaplanmıştır. Aylık debi değişimleri Tablo 4.1 ve Şekil 4. 1'de verilmiştir.

Debi değerleri dikkate alındığında ekim ayında 1. istasyonda 38.076 m³/gün, 2. istasyonda 40.711 m³/gün, ocak ayında 1. istasyonda 48.310 m³/gün, 2. İstasyonda 51.653 m³/gün, nisan ayında 1. istasyonda 48.739 m³/gün, 2. istasyonda 52.170 m³/gün, temmuz ayında ise 1.istasyonda 43.948 m³/gün, 2. istasyonda 47.000 m³/gün olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ışığında en düşük değer ekim ayında, en yüksek debi değerinin de nisan ayında olduğu görülmüştür. Ocak ve nisan aylarındaki yüksek değerler yağışlardan ve kar sularının erimesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo: 4.1. Atık su debi miktarı (m³/gün).

	1.İstasyon	2.İstasyon
Ekim	38.076	40.711
Ocak	48.310	51.653
Nisan	48.739	52.170
Temmuz	43.948	47.000



Şekil 4.1. Aylara göre istasyonlardaki aylık debi değişimi.

Elazığ il nüfusuna göre aylar bazında kişi başı hesaplanan debi (L/N.gün) değerleri Tablo 4.2’de görülmektedir.

Tablo 4.2. Kişi başı günlük atık su debi miktarı (L/N.gün)

AYLAR	DEBİ
Ekim	119
Ocak	151
Nisan	152
Temmuz	137

4.2. Sıcaklık

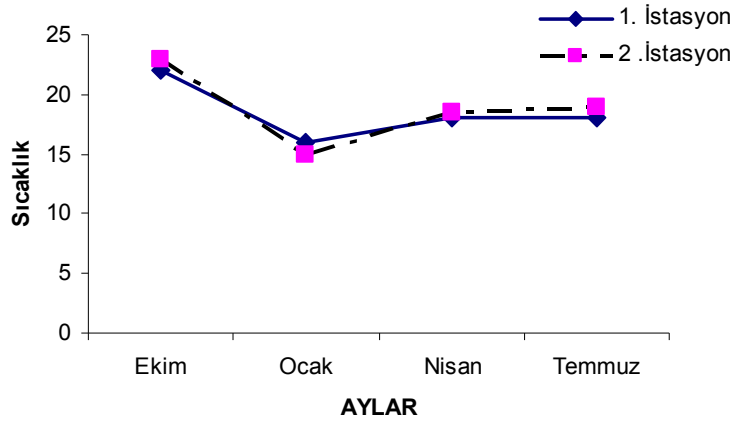
Sıcaklık ölçümleri termometreyle yapılmış olup, sıcaklık değişimleri Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Sıcaklık değerleri ekim ayında 1. istasyonda 22 °C, 2. istasyonda 23 °C, ocak ayında 1.istasyonda 16 °C, 2. istasyonda 15°C, nisan ayında 1. istasyonda 18 °C, 2. istasyonda 18.5 °C, temmuz ayında 1. istasyonda 18 °C, 2. istasyonda 19 °C olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri ekim ayında 23 °C ile en yüksek, ocak ayında 15 °C ile en düşük değerde ölçülmüştür. Mevsimsel bazda da sıcaklıklar arasında belirgin bir farklılık görünmemektedir.

Atık sular kapalı sistemle geldiği için dış ortam sıcaklıklarından önemli ölçüde etkilenmemişlerdir. Meteoroloji verilerine göre Elazığ İli ekim ayı sıcaklık ortalaması 14.2 °C iken atık su sıcaklığı birinci istasyonda 22 °C, ikinci istasyonda 23 °C’dir. Ocak ayı ortalama hava sıcaklığı -0,6 °C iken, atıksu için birinci istasyonda 16 °C, ikinci istasyonda 15 °C ‘dir.

Nisan ayı ortalama hava sıcaklığı 12 °C olurken, atıksuda birinci istasyonda 18 °C, ikinci istasyonda 18,5 °C olarak ölçülmüştür. Temmuz ayı sıcaklık ortalaması 27,3 °C iken, birinci istasyonda 18 °C, ikinci istasyonda 19 °C ‘dir.

Tablo 4.2. Atık suyun sıcaklık durumu (°C).

	1. İstasyon	2 .İstasyon
Ekim	22	23
Ocak	16	15
Nisan	18	18,5
Temmuz	18	19



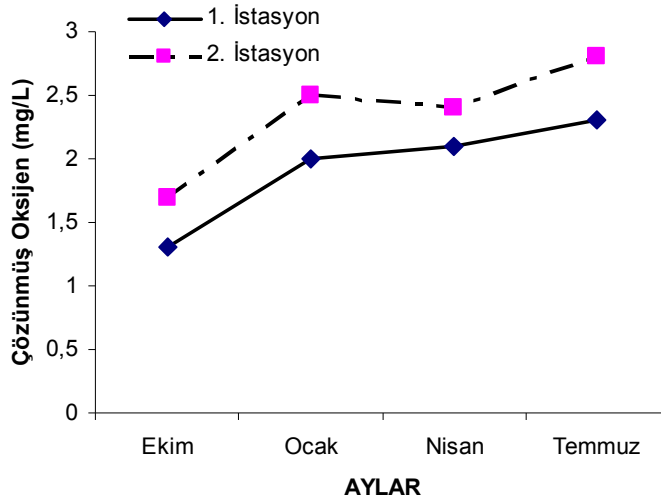
Şekil 4.2. Aylara göre istasyonlardaki sıcaklık değişimleri (°C).

4.3. Çözünmüş Oksijen

1.ve 2. istasyonlarda çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 1,3-2,8 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3).Çözünmüş oksijen ekim ayında 1. istasyonda 1.3 mg/L, 2. istasyonda 1.7 mg/L; ocak ayında 1. istasyonda 2 mg/L, 2. istasyonda 2.5 mg/L; nisan ayında 1. istasyonda 2.1 mg/L, 2. istasyonda 2.4 mg/L; temmuz ayında 2.3 mg/L, 2. istasyonda 2.8 mg/L olarak ölçülmüştür. 1. istasyonun kapalı sistem oluşu nedeniyle çözünmüş oksijen değerleri açık olan 2. istasyona göre daha küçük değerlerde ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değişimleri mevsimsel olarak ve istasyon bazında Tablo 4.3 ve Şekil 4.3’de görülmektedir.

Tablo 4.3. Atık suda tespit edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/L).

	1. İstasyon	2. İstasyon
Ekim	1,3	1,7
Ocak	2	2,5
Nisan	2,1	2,4
Temmuz	2,3	2,8



Şekil 4.3. Aylara göre istasyonlardaki çözünmüş oksijen değişimi

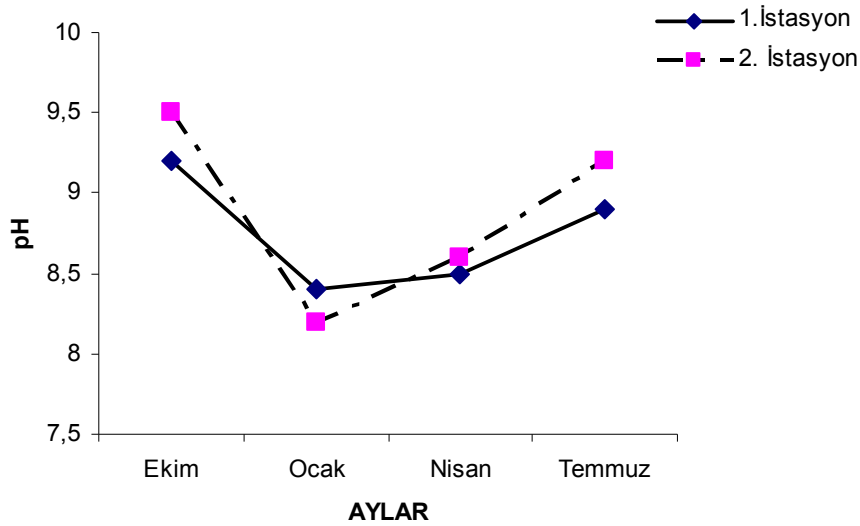
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ne göre 3 mg/L’den küçük çözünmüş oksijen değerine sahip sular, 4. kalite sularıdır. Örneklerimizin tümünden alınan çözünmüş oksijen sonuçları 3 mg/L’nin altındadır.

4.4. pH

Atık sularda pH değeri ekim ayında 1. istasyonda 9.2, 2. istasyonda 9.5; ocak ayında 1. istasyonda 8.4, 2. istasyonda 8.2; nisan ayında 1. istasyonda 8.5, 2. istasyonda 8.6; temmuz ayında 1. istasyonda 8.9, 2. istasyonda 9.2 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.4). pH değerleri mevsimsel olarak birbirlerine yakın olmakla beraber ocak ve nisan aylarında daha düşük değerde olduğu görülmektedir. Aylık pH değişimleri Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Atık suda tespit edilen pH değerleri.

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	9,2	9,5
Ocak	8,4	8,2
Nisan	8,5	8,6
Temmuz	8,9	9,2



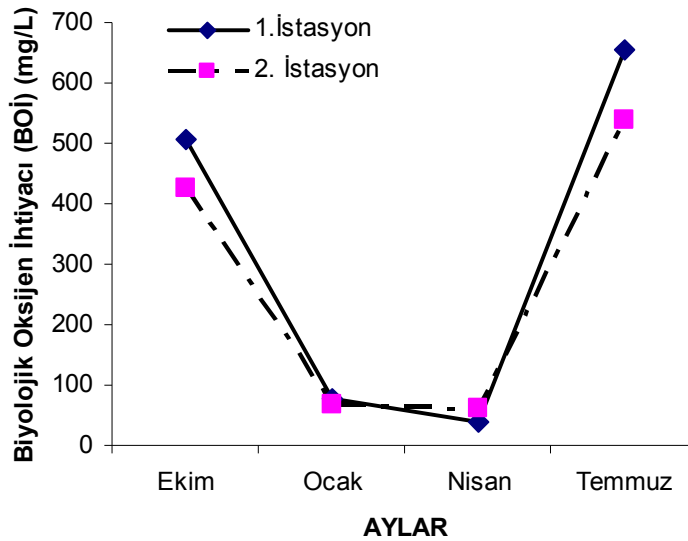
Şekil 4.4. Aylara göre istasyonlardaki pH değişimi

4.5.Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Mevsimsel ve istasyonlara göre BOİ değerlerinin değişimi Tablo 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre BOİ değerleri, ekim ayında 1. istasyonda 508 mg/L, 2. istasyonda 427 mg/L; ocak ayında 1. istasyonda 76 mg/L, 2. istasyonda 67 mg/L; nisan ayında 1. istasyonda 40,1 mg/L, 2. istasyonda 60,4 mg/L; temmuz ayında ise 1. istasyonda 654 mg/L, 2. istasyonda 540 mg/L olarak ölçülmüştür. BOİ değerlerinin ocak ve nisan aylarında düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Atık suda belirlenen biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değerleri (mg/L).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	508	427
Ocak	76	67
Nisan	40,1	60,4
Temmuz	654	540



Şekil 4.5. Aylara göre istasyonlardaki biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değişimi

Saatçi ve diğ. (1998), Elazığ İli Atık Su Arıtma Tesisi'nde yaptıkları çalışmada; arıtma tesisi giriş suyu BOİ değerlerinin 188-390 mg/L arasında, arıtma tesisi çıkış suyundaki BOİ değerlerinin ise 125-190 mg/L arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Değerler bizim çalışmamızdaki 60,4-540 mg/L değerlerine yakındır.

4.5.1 BOİ Organik Madde Yüğü

Atık su debi (Tablo 4.1) değerleri dikkate alınarak istasyonlara ve aylara göre BOİ₅ cinsinden organik madde yüğü hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.6'da verilmiştir. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacına göre organik madde yüğü 1. istasyonda 1.954-28.741 kg/gün, 2. istasyonda ise 3.151- 25.380 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Her iki istasyonda da en yüksek değerler temmuz ayında, en düşük değerler ise nisan ayında edilmiştir.

Tablo 4.6 Atık suda biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)'na göre organik madde yüğü (kg/gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	19.342	17.383
Ocak	3.671	3.460
Nisan	1.954	3.151
Temmuz	28.741	25.380

BOİ₅ ve istasyonlara denk gelen nüfus miktarları kullanılarak aylar itibari ile günlük kişi başı organik madde yüğü Tablo 4.7'deki gibi hesaplanmıştır. Nüfusa göre kişi başı biyokimyasal oksijen yüğü (Tablo 4.7) 1. istasyonda 6 -90 gr/N.gün, 2. istasyonda 9-74 gr/N.gün olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7 Atık suyun biyokimyasal oksijen ihtiyacına (BOİ₅) göre kişi başı organik madde yüğü (g/N.gün).

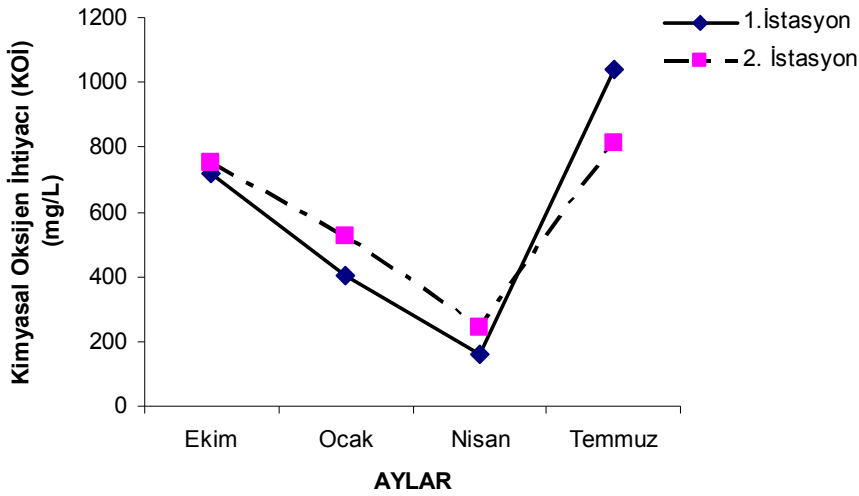
	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	61	51
Ocak	12	10
Nisan	6	9
Temmuz	90	74

4.6. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Aylara göre istasyon bazında KOİ değişimi Tablo 4.8 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. KOİ değerleri dikkate alındığında ekim ayında 1. istasyonda 720 mg/L, 2. istasyonda 752 mg/L; ocak ayında 1. istasyonda 404 mg/L, 2. istasyonda 525 mg/L; nisan ayında 1. istasyonda 161,6 mg/L, 2. istasyonda 242,4 mg/L, temmuz ayında 1. istasyonda 1.037 mg/L, 2. istasyonda 812 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8 Atık suda belirlenen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L)

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	720	752
Ocak	404	525
Nisan	161,6	242,4
Temmuz	1037	812



Şekil 4.6. Aylara göre istasyonlardaki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değişimi

Saatçi ve diğ. (1998) tarafından Elazığ ili Atıksu Arıtma Tesisi’nde yapılan çalışmada; arıtma tesisi giriş suyu KOİ değerinin 630-940 mg/L arasında, arıtma tesisi çıkış suyundaki KOİ değerinin ise 320-560 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Değerler bizim çalışmamızdaki 242,4-812 mg/L değerlerine yakındır.

4.6.1 KOİ Organik Madde Yüğü

Atık su debi (Tablo 4.1) miktarlarına ve KOİ (Tablo 4.8) değerleriyle aylara göre hesaplanan günlük KOİ organik madde yüğü Tablo 4.9 da verilmiştir. Buna göre; KOİ olarak organik madde yükünün 1. istasyonda 7.876-45.574 kg/gün, 2. istasyonda ise 12.646-38.164 kg/gün arasında değışim gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da en yüksek KOİ değerleri BOİ’de olduğu gibi temmuz ayında, en düşük değerler ise nisan ayında gerçekleşmiştir.

Tablo 4.9. Atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)’na göre organik madde yüğü (kg/gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	27.414	30.614
Ocak	19.517	27.117
Nisan	7.876	12.646
Temmuz	45.574	38.164

Nüfus değerleri ve istasyonlara göre KOİ organik madde yüğü değerleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen günlük kişi başına düşen KOİ organik madde yüğü miktarı Tablo 4.10’da verilmiştir. KOİ değerlerine göre kişi başı organik madde yüğü 1. istasyonda 25-142 gr/N.gün, 2. istasyonda 37-112 gr/N gün arasında hesaplanmıştır.

Tablo 4.10. Atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)’na göre kişi başı organik madde yüğü (g/N.gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	85	90
Ocak	61	79
Nisan	25	37
Temmuz	142	112

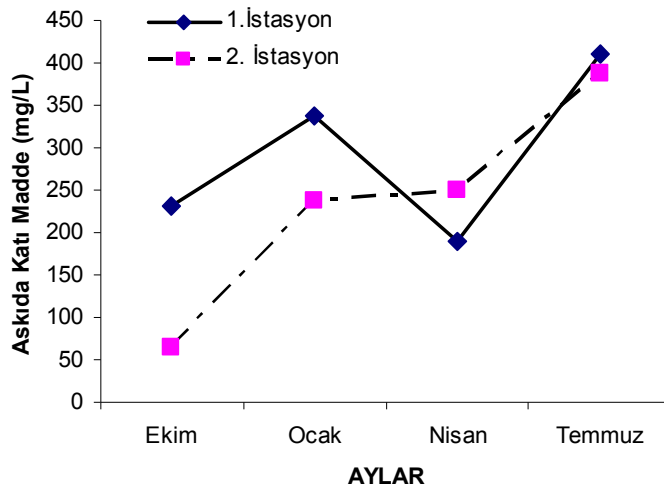
Kimyasal Oksijen İhtiyacına göre organik madde yüğü çoğunlukla 2. istasyonda daha yüksek çıkmıştır.

4.7. Askıda Katı Madde (AKM)

İstasyonlara göre aylık askıda katı madde değişimleri Tablo 4.11 ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Askıda katı madde konsantrasyonu; ekim ayında 1. istasyonda 231 mg/L, 2. istasyonda 65 mg/L, ocak ayında 1. istasyonda 338 mg/L, 2. istasyonda 237 mg/L, nisan ayında 1. istasyonda 190 mg/L, 2. istasyonda 250 mg/L, temmuz ayında 1. istasyonda 410 mg/L, 2. istasyonda 388 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.11 Atık suda belirlenen askıda katı madde (AKM) değerleri (mg/L).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	231	65
Ocak	338	237
Nisan	190	250
Temmuz	410	388



Şekil 4.7. Aylara göre istasyonlardaki askıda katı madde (AKM) değişimi

4.7.1 Askıda Katı Madde Yüğü

Atık su debi (Tablo 4.1) ve askıda katı madde (Tablo 4.11) değeri kullanarak aylara göre hesaplanan askıda katı madde yükleri Tablo 4.12’de gösterilmiştir. Askıda katı madde yükü 1.istasyonda 8.795-18.018 kg/gün, 2. istasyonda 2.646-18.236 kg/gün olarak tespit edilmiştir. Askıda katı madde yükü temmuz ayında en yüksek, ekim ayında en düşük seviyededir.

Tablo 4.12. Atık suda belirlenen askıda katı madde yükü (kg/gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	8.795	2.646
Ocak	16.328	12.241
Nisan	9.260	13.042
Temmuz	18.018	18.236

İstasyonlar bazında nüfus değeri ve askıda madde günlük yükü kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen kişi başı günlük askıda katı madde yükü Tablo 4.13’de gösterilmiştir. Askıda katı madde kişi başı yükü; 1.istasyonda 28-56 gr/N.gün, 2.istasyonda 8- 53 gr/N.gün olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.13. Atık suda kişi başı askıda katı madde yükü (g/N.gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	28	8
Ocak	51	36
Nisan	29	38
Temmuz	56	53

4.8. Amonyum Azotu

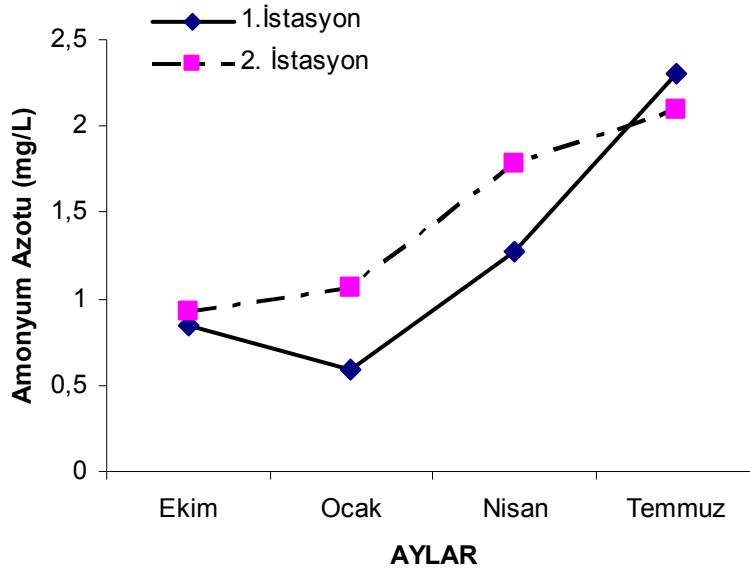
Amonyum azotu büyük oranda organik azot içeren bileşiklerin deaminasyonu ve ürenin hidrolizi sonucunda meydana gelmektedir. Amonyak azotu konsantrasyonu, yüzey ve yeraltı sularında 10 µg/L’den atık sularda 30 mg/L’ye kadar değişen aralıklarda bulunabilmektedir (URL 5).

Amonyum azotu değeri ve istasyonlara göre değişimi Tablo 4.14 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

İstasyonlardan alınan örneklerin analizleri neticesinde amonyum azotu konsantrasyonu ekim ayında 1. istasyonda 0,84 mg/L, 2. istasyonda 0,93 mg/L, ocak ayında 1. istasyonda 0,59 mg/L, 2. istasyonda 1,06 mg/L, nisan ayında 1. istasyonda 1,27 mg/L, 2. istasyonda 1,78 mg/L, temmuz ayında 1. istasyonda 2,3 mg/L, 2. istasyonda 2,1 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük değerin ocak ayında, en yüksek değerin ise temmuz ayında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Atık suda tespit edilen amonyum azotu değerleri (mg/L).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	0,84	0,93
Ocak	0,59	1,06
Nisan	1,27	1,78
Temmuz	2,3	2,1



Şekil 4.8. Aylara göre istasyonlardaki amonyum azotu değişimi

4.8.1. Amonyum Azotu Yüğü

Atık su debi (Tablo 4.1) ve amonyum azotu (Tablo 4.14) değerleri kullanılarak hesaplanan günlük amonyum azotu yük miktarları Tablo 4.15’de gösterilmiştir. Amonyum azotu yükü 1. istasyonda 29-101 kg/gün, 2. istasyonda 38-99 kg/gün aralığında tespit edilmiştir.

Tablo 4.15. Atık suda tespit edilen amonyum azotu yükü (kg/gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	32	38
Ocak	29	55
Nisan	62	93
Temmuz	101	99

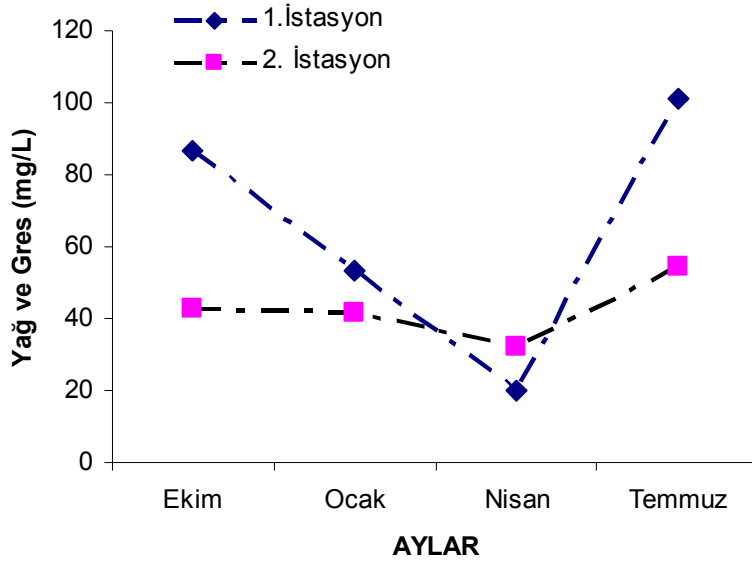
4.9.Yağ ve Gres

Yağ ve gres konsantrasyonlarının aylara ve istasyonlara göre değişimi Tablo 4.16 ve şekil 4.9’da verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre yağ ve gres değerleri ekim ayında 1. istasyonda 86.6 mg/L, 2. istasyonda 43 mg/L, ocak ayında 1. istasyonda 53.2 mg/L, 2. istasyonda 41.6 mg/L, nisan ayında 1. istasyonda 20 mg/L, 2. istasyonda 32 mg/L, temmuz ayında ise 1. istasyonda 101 mg/L, 2. istasyonda 54.4 mg/L olarak llmştir. En düşük yağ ve gres değeri nisan ayında, en yüksek değeri ise temmuz ayında tespit edilmiştir.

Tablo 4.16. Atık suda belirlenen yağ ve gres değerleri (mg/L).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	86,6	43
Ocak	53,2	41,6
Nisan	20	32
Temmuz	101	54,4



Şekil 4.9. Aylara göre istasyonlardaki yağ ve gres değişimi

Atık su debi, yağ ve gres değerleri kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda aylara göre yağ ve gres yükü Tablo 4.17’de verilmiştir. Yağ ve gres yükünün; 1. istasyonda 974–4.439 kg/gün, 2. istasyonda 1.669-2.557 kg/gün arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.17. Atık suda tespit edilen yağ ve gres yükü (kg/gün).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	3.297	1.751
Ocak	2.570	2.148
Nisan	974	1.669
Temmuz	4.439	2.557

4.10. Fekal Koliform, Total Koliform ve *Escherichia coli*

Suda görülen dışkı koliformlarından *E. coli* lağım suyunun karıştığı sularda toplam koliformdan daha iyi bir indikatördür. İnsan dışkısında daima yüksek sayıda *E. coli* vardır. Bu bakteriler diğer koliformlardan daha kolay ayırt edilebilirler. *Salmonella* gibi hastalık yapan organizmaların sayısı ve *E. coli* sayısı arasında direkt ilişki kurulmaktadır. Yüzme sularındaki indikatör bakteri yoğunluğu ile yüzücülerde görülen bağırsak hastalıkları (kusma, diyare, mide ağrısı ve buna bağlı ateş) arasında doğrudan bir ilişki vardır.

Sıcak sularda çoğalabildiğinden sıcak iklimlerde dışkı kirlilik indikatörü olarak *E. coli* kullanıldığında dikkatli çalışılması gerekir. Kesinlikle hiçbir dışkı bakterisi 44°C 'de gelişemez ve tembellik gösterir. Dolayısıyla kriter olarak *E. coli* özdeşliği kullanılır (Mason,1991).

Atık su örneklerinin analizleri sonucu elde edilen *E. coli* miktarı Tablo 4.18'de verilmiştir. *E. coli* miktarı, analiz yapılan aylarda ve bütün istasyonlarda 1100 EMS/mL değeri ile en yüksek düzeydedir.

Tablo 4.18. Atık sudaki *Escherichia coli* değerleri (EMS/mL).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	>1100	>1100
Ocak	>1100	>1100
Nisan	>1100	>1100
Temmuz	>1100	>1100

Koliform bakteriler gram negatif, negatif oksitlenme, 44,5°C'de laktoz mayalayabilen sporsuz çubuklardır. Geçmişten beri toplam koliform sayımı dışkı kirliliğinin bir indikatörü olarak kullanılmaktadır (Mason,1991).

Dışkı streptokokları da dışkı kirlenmesi indikatörleri olarak kullanılabilirler, hayvan ve insan kaynaklı streptokoklar arasındaki farkı görmek mümkündür. *Streptococcus faecalis* insan bağırsağında dominant streptokoktur. Ancak diğer hayvanların bağırsağındakine oranla nispeten azdır. Dışkı streptokoklarının oranı dışkı koliformlarına oranı (FC/FS oranı) suya bulaşım olduğunun bir göstergesi olarak kullanılabilir. FC/FS oranının 4'ten büyük olması insan kaynaklı bir kirlenmenin göstergesidir. Bu oran 0,7'den daha düşük bir oranda ise, hayvanlardan kaynaklanan kirlenme olduğunu gösterir (Mason,1991).

Atık su örneklerinin analizleri sonucunda fekal koliform ve total koliform miktarları 1100 EMS/ mL'den daha yüksek değerlerle, en yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Atık sudaki fekal ve total koliform değerleri (EMS/mL).

	1.İstasyon	2. İstasyon
Ekim	>1100	>1100
Ocak	>1100	>1100
Nisan	>1100	>1100
Temmuz	>1100	>1100

Koliform grubu mikroorganizmaların hepsi dışkı kökenli değildir. Bu grupta bulunan bakterilerden normal florası insanların ve sıcak kanlı hayvanların alt sindirim sistemleri olanlar "fekal koliform" olarak tanımlanmakta ve bunlar fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilmektedirler. Koliform grup içinde fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin büyük çoğunluğunun *E. coli* olduğu bilinmektedir. Grubun diğer üyeleri toprak ve bitki kökenli olabilmektedir. Herhangi bir örnekte *E. Coli* 'ye ve/veya fekal koliform bakterilere rastlanması oraya doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaştığının ve yine bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerin de olabileceğinin bir göstergesidir. Bu nedenle hiçbir gıda maddesinde, içme ve kullanma sularında, denizlerde ve göllerde *E. coli* ve fekal koliform bulunmasına izin verilmezken, bazı gıdalarda belirli sayıda koliform bakteri bulunmasına izin verilebilmektedir (URL 1).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elazığ evsel atık sularının ve kanalizasyona bağlı beldelerinin meydana getirdiği kirlilik yükünün tespiti için iki ayrı istasyondan örnekler alındı. 1. istasyon Elazığ ilinin kirlilik yükünü, ikinci istasyon ise Elazığ iline ilaveten Yurtbaşı, Yazıkonak ve Akçakiraz beldelerinin kirlilik yükünü vermektedir. 2. istasyon, ayrıca Kehli Deresi'ne ve dolayısıyla Keban Baraj Gölü'ne akacak kirlilik yükünü de içermektedir.

Kuzey Amerika'da belediye su kullanımı ve nihai atık su debisi yaklaşık olarak küçük yerleşim bölgelerinde 280 L/N.gün, esas olarak büyük endüstrileşmiş belediye yerleşim bölgelerinde de 900 L/N.gün civarındadır (Akal ve Yonar, 1998). Türkiye'de de bu değerler 90-250 L/N.gün olarak kullanılmaktadır. Ancak debi değerleri günden güne değişmektedir. Evsel atık suların kalitesi yerel, ticari ve endüstriyel ürünlerin oranıyla ve sisteme giren endüstriyel atıkların özellikleriyle değişir (Akal ve Yonar, 1998). Yerleşim bölgelerinden gelen atık sulardaki kirletici konsantrasyonları, eğer su kullanımı biliniyorsa kişi başına tüketimden yaklaşık olarak hesaplanabileceği belirtilmiştir. Kişi başına esas alınmış evsel atık su karakteristikleri Tablo 5.1 'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Tipik kişi başına katkı olarak esas alınmış evsel atıksu kirletici karakteristikleri (Akal ve Yonar,1998).

Parametre	Kişi Başına Değer (g/gün)	Konsantrasyon (mg/L)
BOİ ₅	76	190
AKM	90	225
KOİ	128	320

Akal (1998)'ın ülkemiz için belirttiği 90 - 250 L/N.gün değerine göre; Elazığ ili nüfusu olan 319.381 kişinin meydana getirdiği atık su debisi 28.744 - 79.845 m³/gün arasında olmaktadır. Bu değerler gerçek ölçümle karşılaştırıldığında (Tablo 4.1) 38.076 - 48.739 m³/gün aralığında olup ülkemiz için belirtilen değerler arasında olduğu görülmektedir.

Akal (1998)'a göre; 2. istasyon debisini içeren Elazığ ili, Yazıkonak, Akçakiraz ve Yurtbaşı Belde nüfuslarının toplamı 341.477 kişi olup, bu nüfusa denk gelen debi 30.732-85.369 m³/gün aralığında hesaplanır. 2. istasyon debi değerleri olan 40.711-52.170 m³/gün debi değerleri, hesaplama debi değerleri arasında yer almaktadır. Böylece Akal ve Yonar (1998)'ın ülkemiz için verdiği 90-250 L/.gün değeri ile yapılan debi hesaplamaları, gerçek debi değerlerine yakın değerlerdir.

Elazığ ili için kişi başı atık su debisi 119-152 L/N.gün şeklindedir. Akal ve Yonar (1998)'ın ülkemiz için belirlediği debi değerleri açısından değerlendirildiğinde kişi başı günlük atık su üretiminde Elazığ ilinin orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Atık suların debi değerleri dikkate alındığında en yüksek debi miktarlarının ocak ve nisan aylarında olduğu belirlenmiştir. Bu aylardaki yüksek debiler, Tablo 3.1 deki meteorolojik verilerden de anlaşıldığı gibi, muhtemelen en fazla yağışın bu aylarda olmasından kaynaklanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre günlük kişi başına BOİ₅ değerleri ekim ayında 1. istasyonda 61 g/N.gün, 2. istasyonda 51 g/N.gün, ocak ayında 1. istasyonda 12 g/N.gün, 2. istasyonda 10 g/N.gün, nisan ayında 1. istasyonda 6 g/N.gün, 2. istasyonda 9 g/N.gün, temmuz ayında 1. istasyonda 90 g/N.gün, 2. istasyonda 74 g/N.gün olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada belirlenen kişi başına günlük BOİ₅ değerleri (6-90 g/N.gün), Akal ve Yonar (1998)'ın belirttiği BOİ₅ değerine (76 gr/N.gün) yakındır.

Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nin 32. maddesinde evsel nitelikli atık su kaynaklarından doğrudan ve/veya kentsel arıtma tesislerinden arıtılmış olarak çıkan suların alıcı ortama deşarjında organik madde miktarının bir belirteci olan BOİ 'in 100.0000 fazla nüfus için 6.000 kg/gün olması istenmektedir. Ortama verilecek arıtılmış veya arıtılmamış atık sulardaki BOİ organik madde yükü hesaplamaları 2. istasyondaki 60.4- 540 mg/L aralığındaki değerlere göre yapılmıştır. Bu değerler doğrultusunda BOİ organik madde yükü 3.151-25.380 kg/gün değerleri arasındadır. Yönetmeliğin, eşdeğer nüfusu 100.000'den fazla ve 6000 kg/gün BOİ organik madde değeri, atık suların direkt sucul ortama verilmesi durumunda ekim ve temmuz ayları döneminde oldukça yüksek miktara ulaşmaktadır.

Elazığ İli Arıtma Tesisi'nin arıtma verimiyle ilgili Saatçi ve diğ. (1998) tarafından yapılan çalışmada tesis verimliliği BOİ bakımından % 23-51 arasında bulunmuştur. % 51 tesis verimliliği baz alınarak günlük BOİ organik madde yükü hesabı yapıldığında; ekim ayında 8.517 kg/gün, ocak ayında 1.695 kg/gün, nisan ayında 1.544 kg/gün, temmuz ayında 12.436 kg/gün olur. Dört ayın aritmetik ortalaması alındığında ise ortalama BOİ organik madde yükü 6.048 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Bu hesap doğrultusunda yılda 2.207 ton BOİ organik maddenin yükünün Kehli Deresi'ne akıtılacağı, buradan da Keban Baraj Gölü'ne ulaşabileceği anlaşılmaktadır.

Atık suyun arıtma tesisinde herhangi bir işlemten geçmeden Kehli Deresi'ne verilmesi durumunda günlük ortalama BOİ organik madde yükü 12.343 kg olur. Bu değer Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği evsel nitelikli atık su kaynaklarından doğrudan ve/veya kentsel arıtma tesislerinden arıtılmış olarak çıkan suların alıcı ortama deşarjında istenen 6.000 kg/gün miktarını aşmaktadır. Yıllık ortalama BOİ organik madde yükü ise 4.505 ton olarak hesaplanır.

Alıcı ortama konu olan 2. istasyon BOİ₅ değerleri ekim ayında 427 mg/L, ocak ayında 67 mg/L, nisan ayında 60,4 mg/L, temmuz ayında 540 mg/L'dir. Arıtma tesinin BOİ organik madde arıtım verimliliği, Saatçi ve diğ.(1998) tarafından yapılan çalışmada tespit ettikleri % 51'lik oran üzerinden yapılacak hesaplamada; alıcı ortama verilecek BOİ organik madde değerleri ekim ayında 209 mg/L, ocak ayında 33 mg/L, nisan ayında 30 mg/L, temmuz ayında 264 mg/L olur. Nüfusu 100.000'den fazla olan yerleşim yerlerinin alıcı ortama deşarj standartlarında BOİ değeri 40 mg/L olarak verilmektedir. Bu değerlere göre alıcı ortama verilecek BOİ organik madde sınır değerleri ekim ve temmuz aylarında aşılmaktadır.

Yapılan analiz sonuçlarına göre Kimyasal Oksijen İhtiyacının, 161.6-1037 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. KOİ değerinin günlük olarak meydana getirdiği yük ekim ayında 1. istasyonda 27.414 kg/gün, 2. istasyonda 30.614 kg/gün, ocak ayında 1. istasyonda 19.517 kg/gün, 2. istasyonda 27.117 kg/gün, nisan ayında 1. istasyonda 7.876 kg/gün, 2. istasyonda 12.646 kg/gün, temmuz ayında 1. istasyonda 45.574 kg/gün, 2. istasyonda 38.164 kg/gün olarak hesaplanmıştır. **Arıtım işleminden geçmeden sucul ortama verilecek bu atık su, günlük olarak ortalama 27.135 kg KOİ organik madde yükü meydana getirecektir.**

Günlük kişi başına KOİ değerleri, ekim ayında 1. istasyonda 85 g/N.gün, 2. istasyonda 90 g/N.gün, ocak ayında 1. istasyonda 61 g/N.gün, 2. istasyonda 79 g/N.gün, nisan ayında 1. istasyonda 25 g/N.gün, 2. istasyonda 37 g/N.gün, temmuz ayında 1. istasyonda 142 g/N.gün, 2. istasyonda 112 g/N.gün olarak hesaplanmıştır. Günlük kişi başı KOİ değerleri 25-142 g/N.gün aralığında olup, Akal ve Yonar (1998)'ın belirttikleri 128 gr/N.gün değerine yakındır.

Çalışmamız sonucunda deşarja konu olacak 2. istasyondaki KOİ değerleri 242.4-812 mg/L aralığındadır. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre nüfusu 100.000'den fazla olan yerleşim yerlerinin evsel atık su deşarj sınırı KOİ için 120 mg/L'dir. Saatçi ve diğ. (1998), Elazığ İli Arıtma Tesisi'nin KOİ organik madde yükünün arıtma verimliliği ile ilgili yaptıkları çalışmada tesisin arıtım verimliliğini % 40-49 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmaya göre Elazığ İli Atıksu Arıtma Tesisi'ne giren atık sulardaki KOİ organik madde yükünün ancak % 40-49 'u arıtılabilmekte, % 51-60 oranındaki KOİ organik madde yükünün Kehli Deresi'ne deşarj edildiği belirtilmektedir.

Tesisin KOİ organik madde arıtım verimliliğinin % 49 olduğu kabul edilerek bir hesap yapılırsa; ekim ayında 15.613 kg/gün, ocak ayında 13.830 kg/gün, nisan ayında 6.450 kg/gün, temmuz ayında 19.463 kg/gün organik madde yükü alıcı ortama verilecektir. Dört mevsimin aritmetik ortalaması alındığında günlük organik madde deşarjı 13.840 kg/gün şeklinde olur. Yıllık olarak alıcı ortama verilen KOİ organik madde yükü ise 5.052 ton/yıl olarak hesaplanır. Eğer atık su arıtma tesisine verilmeden direkt sucul ortama deşarj edilirse yılda ortalama 9.904 ton KOİ organik madde yükü, Kehli Deresi'ne oradan da Keban Keban Baraj Gölü'ne akar.

Alıcı ortama konu olan 2. istasyon KOİ değerleri ekim ayında 752 mg/L, ocak ayında 525 mg/L, nisan ayında 242,4 mg/L, temmuz ayında 812 mg/L'dir. Tesisin KOİ organik madde arıtımı bakımından verimliliği Saatçi ve diğ.(1998) 'ne göre % 49 kabul edilirse; alıcı ortama verilecek KOİ organik madde değerleri ekim ayında 383 mg/L, ocak ayında 268 mg/L, nisan ayında 124 mg/L, temmuz ayında 414 mg/L olur. Nüfusu 100.000'den fazla olan yerleşim yerlerinin alıcı ortama deşarj standardı KOİ organik madde yükü değeri bakımından 120 mg/L olarak verilmektedir. Bu değere göre, KOİ organik madde tesis verimliliği % 49 olursa bütün aylarda sınır değeri olan 120 mg/L değerinin aşıldığı görülmektedir.

Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği göller, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri dikkate alındığında rekreasyon amaçlı göllerde kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sınır değeri 3 mg/L, çeşitli amaçlar için kullanılan göller için ise sınır değeri 8 mg/L olarak belirtilmiştir. Bu değerler ışığında, alıcı ortama konu olan 2. istasyon KOİ değerlerine bakıldığında oldukça yüksek değerler görülmektedir. Ötrofikasyon sınır değerlerine ulaşmak için arıtma tesisinde KOİ'nin % 99'undan fazlasının arıtılması gerekmektedir.

Atık sularda yapılan ölçümler sonucunda pH değerleri 8,2-9,5 aralığında bulunmuştur. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde nüfusu 100.000'den fazla olan evsel atıkların ortama deşarjlarında pH sınır değerleri 6-9 aralığında verilmiştir. Ayrıca sucul canlılar için uygun yaşam ortamı için pH aralığının 6-9 arasında olması istenmektedir. Bu sınır değerleri, ekim ayında 9,5, temmuz ayında 9,2 ile aşılmıştır. Herhangi bir işleme tabi tutulmadan ortama verilecek olan bu sular Yönetmeliğe aykırı değerlerde olup; ortamdaki su canlılarına olumsuz etkiler yapacaktır.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinde 3 mg/L'den küçük değerler 4. sınıf yani en kalitesiz su olarak değerlendirilmektedir. Bu araştırmada 2. istasyonda çözünmüş oksijen değerlerinin, 1,7-2,8 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Herhangi bir işlem yapılmadan ortama verilecek bu sular doğal ortamdaki su kalitesini olumsuz yönde etkileyerek su canlılarının toplu ölümlerine neden olabilirler.

Bir ortamdaki amonyum azotu oranının yüksekliği o bölgeye atık su karışımının habercisi olabilir. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinde amonyum azotu için 2 mg/L'den büyük değerler 4.sınıf kalitede sular olarak değerlendirilir. Bu araştırmada ise 2 mg/L amonyum azotu sınır değeri sadece temmuz ayında aşılmıştır.

Arıtma tesisinde arıtım işleminden geçmeden sucul ortama verilecek bu atık suyun meydana getireceği amonyum azotu yükü günlük 71 kg, yıllık 25 ton olarak hesaplanmıştır.

pH değeriindeki 1 puanlık artış bile iyonize olmamış amonyumun etkisini 10 kat artırır. pH ın 8,5 ten büyük olduğu değerler amonyum azotundaki amonyak yüzdesinin artışıyla birlikte hızlı bir toksisiteye neden olur (Uslu ve Türkman, 1987). Dolayısıyla amonyum azotu ve pH değerleri birlikte ele alınmalıdır. Sucul ortamlardaki amonyum azotunun etkisini minimuma indirmek için arıtma tesisinde tam bir nitrifikasyon işlemi gerçekleştirilmelidir.

Askıda katı maddenin meydana getirdiği kirlilik yükü ekim ayında 1. istasyonda 8.795 kg/gün, 2. istasyonda 2.646 kg/gün, ocak ayında 1. istasyonda 16.328 kg/gün, 2. istasyonda 12.241 kg/gün, nisan ayında 1. istasyonda 9.260 kg/gün, 2. istasyonda 13.042 kg/gün, temmuz ayında 1. istasyonda 18.018 kg/gün, 2. istasyonda 18.236 kg/gün olarak hesaplanmıştır.

Askıda katı madde analiz sonuçları 2. istasyonda 65-388 mg/L aralığında bulunmuştur. Arıtma tesisinde askıda katı maddenin % 60 oranındaki arıtımı hesabıyla birlikte AKM değerleri 26-155 mg/L arasında değişecektir. Su Kirliliği Yönetmeliği'nin 100.000 nüfustan daha fazla nüfusu olan yerleşim yerlerinin evsel atık su deşarj izninde belirtilen askıda katı madde üst sınırı 40 mg/L'dir. Bu sınır değer, atık suyun herhangi bir işleminden geçirilmeden alıcı ortama verilmesi durumunda bütün aylarda aşılmaktadır. Askıda katı maddenin % 60 oranında arıtıldığı düşünülürse Yönetmeliğe göre bu sınır değer ocak, nisan ve temmuz aylarında aşılmaktadır.

Herhangi bir arıtma işleminden geçmeden alıcı sucul ortama verilecek bu atık suyun; günlük ortalama olarak 11.541 kg, yıllık olarak ta 4.212 ton askıda katı madde yükü meydana getireceği hesaplanmıştır.

Günlük kişi başına düşen askıda katı madde yükü, ekim ayında 1. istasyonda 28 g/N.gün, 2. istasyonda 8 g/N.gün, ocak ayında 1. istasyonda 51 g/N.gün, 2. istasyonda 36 g/N.gün, nisan ayında 1. istasyonda 29 g/N.gün, 2. istasyonda 38 g/N.gün, temmuz ayında 1. istasyonda 56 g/N.gün, 2. istasyonda 53 g/N.gün şeklinde hesaplanmıştır.

Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği göller, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinde rekreasyon amaçlı göllere askıda katı madde sınır değeri 5 mg/L, çeşitli amaçlar için kullanılan göller için ise sınır değer 15 mg/L olarak belirtilmiştir. Buna göre arıtma tesisine verilen atık suya ait askıda katı madde değerleri % 99 oranında arıtılmadığı takdirde, yılın her ayında ötrofikasyon sınır değerleri aşılmaktadır.

Askıda katı maddeler, fotosentez yapan organizmalar için gerekli olan ışığı azaltırlar. Ayrıca dibe çökerek sucul ortamın karakteristik özelliklerini değiştirirler. Bir çok omurgasız hayvan için uygun olmayan ortamlar meydana getirdikleri gibi çoğu zaman toksik amonyak da içerirler. Sucul ortamlarda bu denli olumsuz etkilere neden olan askıda katı maddeler arıtma tesisinde tamamen arıtılmalıdır.

Yağ ve gresin günlük yükü, ekim ayında 1. istasyonda 3.297 kg/gün, 2. istasyonda 1.751 kg/gün, ocak ayında 1. istasyonda 2.570 kg/gün, 2. istasyonda 2.148 kg/gün, nisan ayında 1. istasyonda 974 kg/gün, 2. istasyonda 1.669 kg/gün, temmuz ayında 1. istasyonda 4.439 kg/gün, 2. istasyonda 2.557 kg/gün olarak hesaplanmıştır.

Yağ ve gres yükü 1. istasyonda 974-4.439 kg/gün, 2. istasyonda 1.669-2.557 kg/gün aralığında bulunmuştur. Arıtma tesisinin yağ ve gres bakımından verimliliği % 60 kabul edilirse; ekim ayında 700 kg/gün, ocak ayında 859 kg/gün, nisan ayında 667 kg/gün, temmuz ayında 1.022 kg/gün yağ ve gres alıcı ortama verilir. Yıl ortalaması alınırsa bu değer 812 kg/gün olur. Yılda alıcı ortama 296 ton yağ ve gres karışımı gerçekleşir.

Arıtma tesisinde işleme tabi tutulmadan sucul ortama deşarj edilecek bu atık suyun meydana getireceği yağ ve gres yükü ortalama olarak günlük 2.031 kg, yıllık 741 ton olarak hesaplanmıştır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen 0.5 mg/L'den fazla yağ ve gres miktarı, 4. sınıf kalitede suyu işaret etmektedir. Analizler sonucunda ortaya çıkan yağ ve gres miktarları 2. istasyonda 20-54.4 mg/L şeklindedir. Atık sulardaki yağ ve gresin arıtma tesisinde %60 oranında temizlenmesi varsayımı ile birlikte yine de doğal ortama 8-24.8 mg/L aralığında değişen yağ ve gres verilecektir. Bu da doğal su kaynaklarının su kalite kriterleri açısından kötüleşmesine neden olacaktır.

Yağ ve gres öncelikle kanalizasyon sistemlerinde diğer atıkları tutarak sistemlerde tıkanıklara yol açmaktadırlar. Yağ ve gresin suda ayrışması zor olduğundan girdikleri ortamdan kolayca gitmezler. Anaerobik parçalanmaya karşı dirençlidirler. Çamur içerisindeki çürükçüllerde aşırı köpüklenmeye neden olarak bunların aktivitelerini engellerler ve böyle çamurların arazide kullanım kalitesini düşürebilirler. Biyolojik arıtım yapan tesislerde bakteri aktivitelerini engellediğinden arıtım sularında BOİ ve KOİ miktarlarının artışına neden olurlar.

Bu nedenle yağ ve gresin atık sulara olması istenmez. Yağ ve gresin atık sulara verilmemesi konusunda halkın bilinçlendirilmesi gerekir. Yağ ve gresin ayrı bir atık gibi değerlendirilerek toplanması ve lavabolardan kanalizasyon suyuna karıştırılmaması en doğru yol olacaktır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen bakteriyolojik parametrelerden fekal koliform 20 EMS/ mL'den büyük, total koliform 1000 EMS/mL'den büyük değerlerde kirlenmiş sular, 4. sınıf olan en kalitesiz su özelliğini göstermektedir. Analiz sonuçlarımıza göre fekal ve total koliform değerlerimiz 1100 EMS/mL'den daha büyük değerde çıkmıştır. Su kalite kriter değerleri bazında, analiz sonuçlarımıza göre fekal koliform değerleri her mevsimde oldukça yüksek çıkmıştır. Bu değerlerin arıtma tesisinde azaltılmadan ortama verilmesi neticesinde sucul ortamlarda büyük bir biyolojik kirlilik meydana gelecektir.

İnsan dışkı koliformu olan *E.coli*, tüm istasyon ve tüm aylardaki analizlerde 1100 EMS/mL 'den daha yüksek bir değerde çıkmıştır. Arıtma tesisinde *E.coli*'den temizlenmeyen atık sular, Kehli Deresi'ne oradan da Keban Baraj Gölü'ne karışacaktır. *E.coli* karışmış olan sulara temas eden insanlarda kusma, diyare, yüksek ateş vs. gibi rahatsızlıklar görülebilir. Ayrıca Kehli Deresi'nin Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeye yakın yerlerden tarım için sulama suyu kullanımı mevcuttur. Bu sularla yetiştirilen tarımsal ürünler, halk sağlığını tehdit edebilir.

Ayrıca arıtma tesisi çıkış sularının akıtıldığı Kehli Deresi'nin Keban Baraj Gölü'ne ulaştığı (baraj gölünün çekildiği) yerlerde tarım yapanlara rastlanmaktadır. Yüksek oranda koliform bakterileri içeren bu ortamlarda yapılacak tarım engellenmelidir. Aksi takdirde bu bölgelerden elde edilen tarım ürünleri halk sağlığını tehdit edebilir.

Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği göller, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinde rekreasyon amaçlı göller ve çeşitli amaçlarla kullanılan göller için toplam koliform sınır değeri 1000 EMS/100 mL olarak belirtilmiştir. Buna göre 2. istasyondaki her ay gerçekleşen 1100 EMS/mL'den büyük değer, gerek rekreasyon ve gerekse çeşitli amaçlar için kullanılan göllerin ötrofikasyon sınır değerleri için oldukça yüksek değerlerdir. Böyle bir atık suyun % 99 oranında koliformlardan temizlenerek alıcı ortama verilmesi gerekir.

Atık su arıtım tesisleri ön arıtma ve ikincil arıtma ünitelerini içermektedir. Ön arıtma bölümünde, arıtma tesisinde tıkanmalara neden olacak büyüklükte kaba organik ve inorganik maddeleri atık sudan ayıran ızgaralar, arıtma tesislerinde kolayca çökebilen ve kanallarda, borularda, çökeltme havuzlarında tıkanmalara neden olan, pompalarda aşınmalara yol açan kum, çakıl vs. şeyleri tutan kum tutucular, atık suyu pompalayan terfi ünitesi yer alır. Ayrıca bu bölümde atık suyu çamur ve çökelmiş atık suya ayırmaya yarayan ön çökeltme havuzları da bulunur. Ön çökeltme havuzlarında askıdaki katı maddenin % 50-70'i ve BOİ'nin % 25-40'ı uzaklaştırılabilir. Ön çökeltme havuzlarında suyun bekletilme süresi 1,5-2,5 saat arasında değişmektedir.

İkincil arıtma ünitesi, ön arıtma metotları ile uzaklaştırılamayan çözünmüş ve kolloidal organik maddelerin uzaklaştırıldığı arıtma basamağıdır. Çözünmüş ve kolloid organik maddeler basit çökeltme metotları ile arıtılamayacağı için, bu maddelerin çökelebilen katılara dönüştürülmesi gerekmektedir. Söz konusu dönüşüm bu maddeler ile mikroorganizmaları (bakteriyi) bir araya getirmekle gerçekleşir. Mikroorganizmalar çözünmüş ve kolloid maddeler üzerinde beslenirken büyürler ve çoğalırlar bu arada da çözünmüş ve kolloid maddeleri de çökelebilen katılar haline dönüştürürler. İşte ikincil arıtım yöntemleri bu işlemleri gerçekleştiren biyolojik prosesler ve gerekmesi durumunda kullanılan son çökeltme tanklarını içerirler. Ön

arıtma ünitelerinden geçirildikten sonra atık su stabilizasyon havuzlarına alınır. Temel prensip sisteme dışarıdan enerji vermeden (havalandırma yapmadan) doğal ortamda arıtımın gerçekleştirilmesidir. Sistemin avantajları, aşırı derecede basit ve işlemin güvenilebilirliğinden kaynaklanmaktadır. Doğal arıtma neticesinde oluşan çamur miktarı diğer atık su arıtma yöntemlerine kıyasla çok daha azdır ve oluşan çamur stabil halde olduğu için ayrıca bir çamur arıtım işlemine tabi tutmaya gerek yoktur. Bununla birlikte, doğal arıtma yavaş cereyan ettiğinden büyük havuz hacimlerine ihtiyaç vardır. İklimin ise sıcak olması gerekir.

Sonuç olarak çalışmamız neticesinde elde ettiğimiz veriler yüksek değerlere sahiptir. Bu değerlerin minimuma indirilerek doğal ortama verilmesi için tesiste ikincil arıtım ünitesinin işlevsellik kazanması gerekmektedir. **Aksi takdirde yukarıda belirtildiği gibi yalnız birincil arıtım üniteleri ile yüksek olan değerlerin çok azı bertaraf edilebilmektedir. Bu da tam olarak temizlenmemiş atık suların doğal ortamlara deşarjı anlamına geliyor.**

Konutlardan veya yerleşim bölgelerinden kaynaklanan ve insanların yaşam süreçlerinde ihtiyaç ve kullanımları nedeniyle oluşan evsel atık sular kanalizasyon yardımı ile yerleşim dışındaki bir alıcı ortama boşaltılır. Kullanılmış suyla birlikte alıcı su ortamlarına karışan maddeler sucul ekosistemlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek su kirliliğini meydana getirirler. Üretimi artan evsel atık sular tabiatın özümleyebileceği miktarı aşmış ve diğer faydalı kullanımları engelleyecek bu durumu önlemek için evsel atık suları uzaklaştırmadan önce arıtma zorunluluğu doğmuştur. Bundan dolayı atık sular uygun şekilde arıtıldıktan sonra alıcı ortama verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akal, S.K.,Yonar, T., 1998,Evsel Atıksuların Su Kaynakları Üzerindeki Olumsuz Etkilerini Önleme Teknikleri,I.Atıksu Sempozyumu,Kayseri,77 s
- AOAC,1990, Official Methods of Analysis 15 th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- APHA (American PublicHealth Association), 1995, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington,DC
- Arkadiusz, N., Jacek K., Agnieszka, T., 2007, Organic Pollution of Lake Dabie Waters in 1997-2000, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Volume:10, Issue:3
- DPT, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Yayın No: DPT: 2555, ÖİK:571
- FDA,2002, U.S. Food and Drug Administration
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997, Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Ankara, Sayfa: 7
- Kazancı,N. ve Girgin S., 1996, Organik kirlilik biyoindikatörü olan Oligochaeta türlerinin Ankara Çayı’nda dağılımı ve biyolojik izlemede kullanımı, Tr.J. of Zoology, 22(1998), 83-87
- Mason,C.F., 1991, Biology of Freshwater Pollution, London, 48-52
- OECD, Türkiye Çevre Politikaları, Paris, 1992. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Haritalı istatistik Bülteni 1999 Verileri, 2001
- Özdemir, N., Yılmaz F., Yorulmaz, B., 2007, Dalaman Çayı üzerindeki Bereket Hidro- Elektrik Santralı baraj gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması, Ekoloji Dergisi, 16, 62, 30-36
- Saatçi Y., Cuci Y.,Cici M.,1998, Elazığ Atık Su Arıtma Tesisi’nin Keban Baraj Gölü su Kalitesine Etkisi, I.Kayseri Atıksu Sempozyumu, Kayseri,331 s
- SKKY , 2004, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği (31 Aralık 2004), Sayı: 25687 Çevre Yayınları ,Cilt:114,Sayılar:1-3,Mart 2006,Sayfa:391-417
- Solak, N., C., Barlas, M., Papuçcu, K., 2007, Akçay’ın (Büyük Menderes-Muğla) Bacillariophyta dışındaki epilitik algleri, Ekoloji Dergisi, 16, 62, 16-22
- Şen, B., Özrenk, F., Alp, M.T., Ercan, Y., Yıldırım, Y., A., 1999, Study on The Amount of Plant Nutrients and Organic Matters Carried into the Hazar Lake (Elazığ-Türkiye), Journal of the Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection (FEB), 8, 272-279
- Topkaya, B.,Şen, B., 1992, Keban Baraj Gölü Ötrofikasyonu Deşarj Sınır Konsantrasyonlarının Tespiti, XI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Elazığ, 239-252

Uslu, O. Ve Türkman, A., 1987, Su kirliliği kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara

Ünlü A., Hasar H., İpek U., 1998, Elazığ Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karakterizasyonu , I.Kayseri Atıksu Sempozyumu, Kayseri,380 s

Ünlü, A. Ve Uslu,G.,1999, Hazar Gölü'nde su kalitesinin değerlendirilmesi, Ekoloji Dergisi, 8,32,7-13

Verep, B., Serdar O., Turan D., Şahin C., 2005, İyidere(Trabzon)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 14, 57, 26-35

Yılmaz,H.R. ve İleri,R., 1998 ,Eysel atıksuların fiziksel arıtımında yeni bir yaklaşım bant sistemi, I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı,Kayseri, 32 s

Yılmaz,F.,2004, Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri, Ekoloji Dergisi, 13, 50, 10-17

Yonsel F, Bilgin C, Gülşen C., İstinye Deresinin İstanbul Boğazına Taşıdığı Kirlilik.UKMK-IV Bildiri Kitabı 2. Cilt S, 769-774, 4-7 Eylül 2000, İstanbul Üniversitesi Avcılar-İstanbul ISBN: 975-404-615-8

URL 1: www.orlab.net/mikrobiyoloji/210011201.pdf

URL 2: www.cedgm.gov.tr/dosyacevreatlasisu

URL 3: www.dmi.gov.tr

URL 4: www.elazig.gov.tr/

URL 5: www.ins.itu.edu.tr/cevre/labor/dokuman/Foyler/AZOT.pdf

ÖZGEÇMİŞ

1972 tarihinde Elazığ'da doğdum. İlk ve orta öğrenimini Elazığ'da tamamladım.1990 Yılında Fırat üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ni kazandım.1994 yılında bu bölümden mezun olarak Su Ürünleri Mühendisi unvanını aldım.1997 yılında memuriyet hayatına Bingöl'de başladım. 2006 yılında Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimime başladım. Şu an Elazığ İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nde Su Ürünleri Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

Yunus AYDIN