

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ KENTİ EVSEL ATIKSULARINDA BULUNAN
AZOT BİLEŞİKLERİNİN
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gülşad USLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ
1993

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ KENTİ EVSEL ATIKSULARINDA BULUNAN
AZOT BİLEŞİKLERİNİN
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gülşad USLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından
Oybirliği / Oyçokluğu İle Başarılı / Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)

(İmza)

(İmza)

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Bekir SOLMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELAZIĞ KENTİ EVSEL ATIKSULARINDA BULUNAN
AZOT BİLEŞİKLERİNİN
MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gülşad USLU

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

1993, Sayfa: 54

Bu çalışmada, "Elazığ Kenti Evsel Atıksularında Bulunan Azot Bileşiklerinin Mevsimsel Değişimi" araştırılmıştır. Elazığ kenti evsel atıksularının deşarj edildiği noktadan alınan atıksu örneğinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Atıksu örneğinin analizinde standart metodlardan yararlanılmış ve elde edilen sonuçlar, istatistiksel olarak değerlendirilerek azotlu bileşiklerin mevsimsel değişimi incelenmiştir. Yapılan çalışma Elazığ kenti evsel atıksularını karakterize etme bakımından önem taşımaktadır.

Çalışmaların sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, azotlu bileşiklerin mevsimlere bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Keban Baraj Gölü'ne verilen evsel atıksular, bitki besin maddeleri bakımından gölü olumsuz yönde etkilemektedir. Atıksuların, ağır metal yönünden gölü kirletici etkileri olmadığı fakat bununla beraber evsel atıksuların ihtiva ettiği mikroorganizmaların göl kirliliğinde büyük önem taşıdığı belirlenmiştir. Göle giren mikroorganizmalar, su canlılarını ve dolayısıyla da besin zincirini olumsuz yönde etkileyerek gölün ekolojik dengesini bozabilmektedir. Gerekli tedbirler alınmadığı takdirde, şimdi olmasa bile ileride Keban Baraj Gölü, organik bir kirlilikle karşı karşıya kalacaktır.

ANAHTAR KELİMELELER: Evsel atıksu, azotlu bileşikler, nitrat, nitrit, amonyak, nitrifikasyon, denitrifikasyon, göl kirliliği

SUMMARY

Master Thesis

**THE STUDY OF SEASONAL CHANGES OF NITROGEN
COMPOUNDS FOUND IN
DOMESTIC WASTEWATER OF ELAZIĞ**

Gülşad USLU

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

1993, Page: 54

Physical, chemical and microbiological analysis carried out of surface water samples taken from of Elazığ wastewater. Standard methods have been used for the analysis of the water samples. Data obtained from the seasonal changes of nitrogen compounds have been checked.

Evaluating the data obtained from the studies, the changes of nitrogen compounds with season have been determined. Domestic wastewater discharged into Keban Dam Lake affects the lake in negative sense. Although the base metals in the wastewater don't pollute the lake but microorganisms in the domestic wastewater pollute the lake. Microorganisms contaminated into lake affect the life in it and nutrient cycle. So it disturbs this ecological balance of the lake. Some precautions should be taken. Unlike it will become a big pollution problem for the lake in the future.

Key Words: Domestic wastewater, nitrogen compounds, nitrate, ammonium, nitrification, denitrification, lake pollution.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmasının planlanıp yürütülmesinde büyük yardımlarını gördüğüm, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Sayın Bekir SOLMAZ'a, bilgilerinden ve tecrübelerinden yararlandığım Çevre Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof. Dr. Sayın Sücaattin KIRIMHAN'a, Doç. Dr. Sayın Bülent TOPKAYA' ya, Yrd. Doç. Dr. Sayın Ayhan ÜNLÜ' ye ve Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma süresince mikrobiyolojik analizlerin yapılmasına yardımcı olan Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat. Fakültesi Biyoloji Bölümü Arş. Gör. Sayın Dilek TURGUT'a, arazi çalışmalarına katkıda bulunan Jeoloji Mühendisi Sayın Nesrin ÇAKMAK'a, Kimya Mühendisliği Bölümü personelinden Sayın Atilla Aslan'a, arkadaşlarıma ve manevi desteklerini benden esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim.

Gülşad USLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	III
SUMMARY	IV
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2. 1. Azot Devri	3
2. 1. 1. Azotun bağlanması	4
2. 1. 2. Amonifikasyon	5
2. 1. 3. Nitrifikasyon	5
2. 1. 3. 1. Nitrifikasyon oksijen ihtiyacı	7
2. 1. 3. 2. Nitrifikasyonu etkileyen faktörler	7
2. 1. 4. Denitrifikasyon	8
2. 1. 5. Yüzeysel sulara verilen azot bileşiklerinin kaynakları	10
2. 1. 6. Azot bileşiklerinin yüzeysel sulara etkileri	12
2. 1. 7. Azot bileşikleri	13
2. 1. 7. 1. Amonyak azotu (NH ₃ - N)	13
2. 1. 7. 2. Nitrit azotu (NO ₂ ⁻ - N)	14
2. 1. 7. 3. Nitrat azotu (NO ₃ ⁻ - N)	15
2. 1. 7. 4. Organik azot	15
2. 1. 8. Azotlu bileşiklerin çevresel önemi	16
2. 2. Evsel Nitelikli Atıksuların Özellikleri	17
2. 2. 1. Fiziksel özellikler	17
2. 2. 2. Kimyasal özellikler	17
2. 2. 2. 1. Organik maddeler	18
2. 2. 2. 2. İnorganik maddeler	19
2. 2. 3. Biyolojik özellikler	20
2. 3. Çalışma Alanı ve Alıcı Ortamın Tanıtımı	21
3. MATERYAL ve METOD	23
3. 1. Materyal	23

3. 2. Metod	23
3. 2. 1. Fiziksel ve kimyasal analizler	25
3. 2. 2. Mikrobiyolojik analizler	25
3. 2. 2. 1. Koliform bakteri sayımı	25
3. 2. 2. 2. Toplam canlı bakteri sayımı	27
3. 2. 2. 3. Proteolitik bakteri sayımı	27
3. 2. 2. 4. <i>Salmonella spp.</i> ' nin sayımı	27
4. BULGULAR	28
4. 1. Sıcaklık	28
4. 2. pH	30
4. 3. Elektriksel İletkenlik	31
4. 4. Çözünmüş Oksijen	32
4. 5. Alkalinite	33
4. 6. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	34
4. 7. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	35
4. 8. Çökebilen Katı Madde	36
4. 9. Toplam Katı Madde	37
4. 10. Amonyak	38
4. 11. Nitrit	39
4. 12. Nitrat	40
4. 13. Sodyum	41
4. 14. Potasyum	42
4. 15. Kalsiyum	42
4. 16. Magnezyum	43
4. 17. Ağır Metaller	44
4. 18. Mikrobiyolojik Analizler	45
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	46
6. ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2. 1. Azot Devri	4
Şekil 2. 2. Aerobik Şartlarda Kirletilmiş Sularda. Azotlu Bileşiklerin Zamansal Değişimi	16
Şekil 3. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Yeri	23
Şekil 4. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu Sıcaklığının Aylara Göre Değişimi	28
Şekil 4. 2. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu pH'sının Aylara Göre Değişimi	30
Şekil 4. 3. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu İletkenliğinin Aylara Göre Değişimi	31
Şekil 4. 4. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksudaki Çözünmüş Oksijen Miktarının Aylara Göre Değişimi	32
Şekil 4. 5. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Alkalinitenin Aylara Göre Değişimi	33
Şekil 4. 6. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Biyolojik Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi	34
Şekil 4. 7. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Kimyasal Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi	35
Şekil 4. 8. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Çökebilir Katı Madde Miktarının	

Aylara Göre Değişimi	36
Şekil 4. 9. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Toplam Katı Madde Miktarının Aylara Göre Değişimi	37
Şekil 4. 10. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Amonyak Azotunun Aylara Göre Değişimi	38
Şekil 4. 11. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Nitrit Azotunun Aylara Göre Değişimi	39
Şekil 4. 12. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Nitrat Azotunun Aylara Göre Değişimi	40
Şekil 4. 13. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Sodyumun Aylara Göre Değişimi	41
Şekil 4. 14. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Potasyumun Aylara Göre Değişimi	42
Şekil 4. 15. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Kalsiyumun Aylara Göre Değişimi	43
Şekil 4. 16. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Magnezyumun Aylara Göre Değişimi	44
Şekil 5. 1. Elazığ Kenti Eysel Atıksularında Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı İle Kimyasal Oksijen İhtiyacı Arasındaki İlişki	47

Şekil 5.2. Elazığ Kenti Eysel Atıksularında Amonyak Azotu İle Sıcaklık Arasındaki İlişki	48
Şekil 5.3. Elazığ Kenti Eysel Atıksularında İletkenlik İle Toplam Katı Madde Miktarı Arasındaki İlişki	49



TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2. 1. Yüzeysel Sulara Kanalizasyon ve Diğer Kaynaklardan Karışan Azot Miktarları	11
Tablo 3. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında İncelenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	26
Tablo 3. 2. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında İncelenen Mikrobiyolojik Parametreler	27
Tablo 4. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	29
Tablo 4. 2. 1993 Yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs Aylarında Elazığ Kenti Evsel Atıksularında yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	45

1. GİRİŞ

İnsan ihtiyaçları, hem artan nüfusa ve hem de yaşam standartlarının yükselmesine bağlı olarak artış gösterirken, bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla kaynak kullanımını artmakta, endüstriyel üretim birimleri yaygınlaşmakta, tarım alanları asıl amaçlarının dışında kullanılmakta, hızlı kentleşme nedeniyle, yerleşim yerlerindeki alt yapı yetersiz kalmakta, su temini güçleşmekte, enerji kaynaklarının yetersizliği nedeniyle düşük kaliteli yakıtların kullanımı zorunlu hale gelmekte, doğal kaynaklar optimum kullanım hedefleri dışında kullanılır hale gelmektedir. Bu istenmeyen durumların ortaya çıkmaması için sadece ihtiyaç-kaynak ilişkisinin değil çok önemli olan çevre faktörünün de dikkate alınması zorunludur (Kırımhan, 1989).

İnsanlar, hayatları ve ekonomik ihtiyaçları için, suyu hidrolojik çevrimden alırlar ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu işlemler sırasında suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek, su kirliliğine sebep olurlar. Artan nüfus ve gelişen endüstrileşme sonucunda yoğunlaşan su kullanımı, su kirliliğini hızlandıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde içme, kullanma, endüstri ve su canlıları için uygun su temini büyük bir önem kazanmıştır. Buna rağmen gelişen endüstri ve nüfus artışına bağlı olarak atıksuların hiçbir tasfiye işlemi görmeden alıcı ortam olan, sun'î ve tabii göllere, denizlere ve nehirlere deşarjları, bu ortamları kirletmekte dolayısıyla da su canlılarını tehdit etmektedir.

Su kirliliği kontrol önlemlerinin alınabilmesi için, bir yandan alıcı ortamların niceliksel özelliklerinin diğer yandan da su kalitesinin hangi amaçlar için korunmak istendiğinin tespiti gereklidir.

Elazığ kenti, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünde 9.151 km² genişliğindeki ilin merkezidir. İl, doğuda Bingöl, kuzeyde Tunceli, batıda Malatya, güneyde ise Diyarbakır ile çevrilmiştir.

Yapımı süren kanalizasyon şebekesinin tamamı 1993 yılı sonunda bitirilerek bütün şehrin ana kollektöre bağlanması sağlanacaktır. Atıksular, ana kollektörle, Keban Baraj Gölü' nün yakınlarında Uluova mevkiine getirilmekte ve buradan, birkaç kilometre sonra göle karışan Haringet Çayı'na deşarj edilmektedir. Gölün bu bölümüne yoğun bir şekilde hem şeker fabrikası hem de Elazığ kentinin atıksuları deşarj edilmektedir. Bir önlem olarak İller Bankası tarafından hazırlanmış ve ihalesi yapılmış olan, mekanik ve biyolojik kademelerden oluşan Elazığ kenti atıksu tasfiye tesisinin inşaa edilmesine başlanmıştır. Verilen bilgilere göre yapımı 1993 yılında tamamlanacak olan tasfiye tesisi, Keban Baraj Gölü ve çevresinde meydana gelebilecek kirliliği önleyebilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Azotlu bileşikler, su kirliliği açısından ilk aranması gereken kirlilik parametrelerindedir. Atıksu tasfiye tekniklerinin gerçekleşmesi için, sudaki karbonlu maddenin % 5'inden daha fazla miktarda azotlu bileşiğin suda bulunması gerekmektedir. Evsel atıksuların içerdiği karbon ve azot miktarları arasında genel olarak bu oranlar mevcuttur. Çünkü bir kişinin günde kanalizasyona verdiği karbonlu atıksuyun BOİ karşılığı ortalama 54 g/kişi-gün olduğu halde, toplam azotlu madde miktarı 10 g/kişi-gün olmaktadır (Samsunlu vd., 1982).

Azot içeren atıksular herhangi bir tasfiyeye maruz kalmadan, alıcı ortamlara deşarj edildikleri takdirde, alıcı ortamlarda tehlikeli boyutlara ulaşan çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Evsel atıksuların meydana getirdiği azot kirliliğini gidermek hem çok zor hem de pahalı olan ileri tasfiye metodları kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, Elazığ kenti evsel atıksularının içerdiği azotlu bileşiklerin konsantrasyonlarının belirlenerek, Keban Baraj Gölü'nde meydana gelecek azot kirliliğini önleyici tedbirlerin alınması ve alıcı ortamın korunmasıdır. Yapılan çalışmayla bu kirliliğin derecesi önceden belirleneceği için, gerekli tedbirler alınabilecek ve maliyet önemli derecede azaltılacaktır. Bulunan kirlilik parametreleri, tasfiye tesisinin çalışmasında kriter teşkil edebilmesi bakımından da önemlidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2. 1. Azot Devri

Azot, canlılardaki temel elemanlardan biri olup, bütün canlılar aminoasitlerini ve proteinlerini yapabilmek için, azota ihtiyaç duyarlar. Bu sebepten de azot, canlı besin maddelerinin vazgeçilmez bir bileşeni teşkil eder.

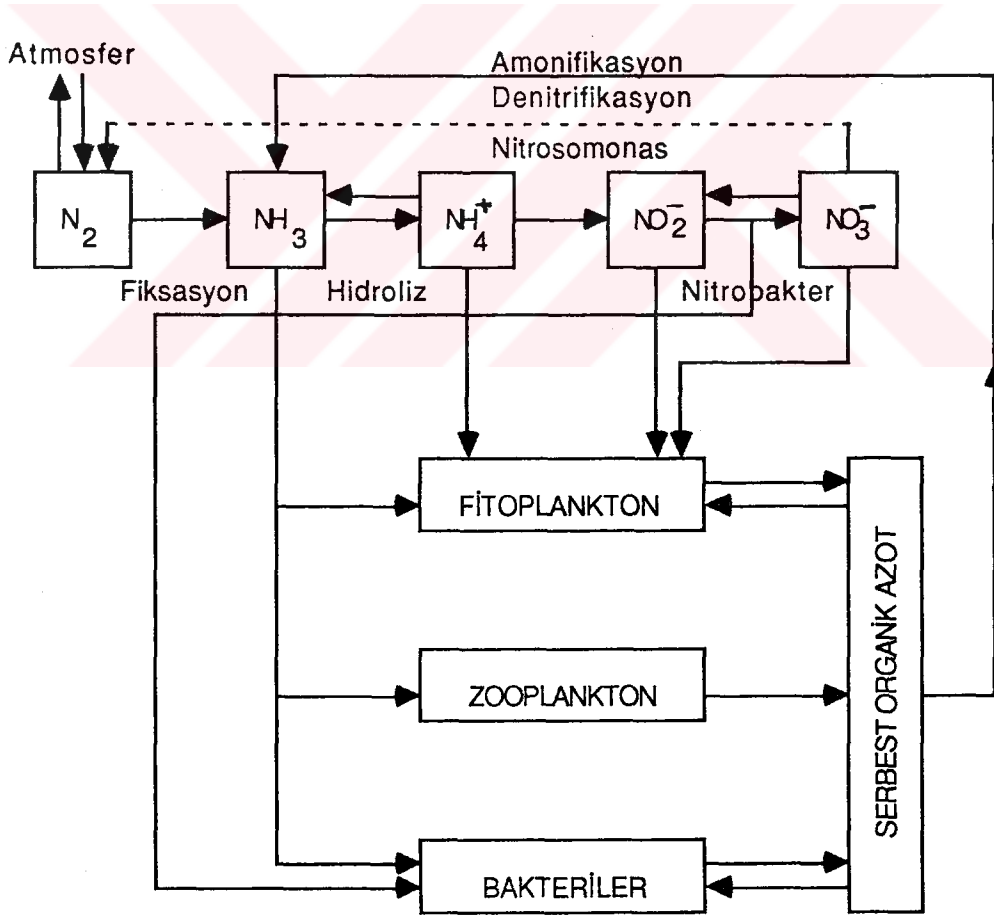
Atmosferin % 78' ini oluşturan azot, pasif bir element olduğu için, çok zor reaksiyona girer ve azot bağlayan bakterilerle, simbiyotik biçimde azot bağlayan bakteriler dışındaki canlılar, moleküler azottan yararlanamazlar. Azot bağlayan organizmalar dışındaki canlılar, azotu nitrat iyonları veya amonyum iyonları halinde ya da aminoasitler şeklinde dışarıdan almak zorundadırlar. Belirli mikroorganizmalar, moleküler azotu indirgeyerek, protein sentezinde kullanabilirler. İnsanlar, hayvanlar ve birçok mikroorganizmalar, azot ihtiyaçlarını organik azot bileşiklerinden karşılamaktadırlar. Bu sebeple bu canlılar azot bağlayan mikroorganizmalara bağımlıdırlar. Pekçok bakteri, mantar, alg ve yüksek bitkiler azot kaynağı olarak; organik azotu, amonyumu ve nitratı kullanırlar. Nitrit ise, çok düşük konsantrasyonlarda dahi azot kaynağı olarak kullanılabilir (Uslu ve Türkman, 1987).

Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot çevrimi dediğimiz bir döngü içinde sürekli dolanım halindedir. Azot devri Şekil 2. 1.'de gösterilmektedir. Azot devri, çevre şartlarının etkisiyle, kimyasal kanunlar çerçevesinde gerçekleşmektedir. Azot devrinde izlenen süreçlerin yükseltgenme yönünde olanları aerobik, indirgenme yönünde olanları anaerobiktir (Şengül vd., 1986).

2. 1. 1. Azotun bağlanması

Moleküler azotun, amonyak şeklinde indirgenmesi azot bağlanması olarak tanımlanmaktadır. Azot bağlanmasında iş gören enzime, nitrogenaz enzimi denir. Bütün bakterilerdeki nitrogenaz sistemi oksijene karşı büyük ölçüde duyarlıdır (Baltepe, 1987).

Atmosferdeki azotun hücre proteinine bağlanması mavi - yeşil algler ve birkaç bakteri türü tarafından yapılır. Bu bakteriler; aerob *Azotobakter*, *Nocardia*, *Nostoc*, *Anabaena*, anaerob *Clostridium* türleri, simbiyoz *Rhisobium* türleri, fakültatif *Clebsiella* ve *Achranobacter'* dir. Mikroorganizmalar tarafından bağlanan azot miktarı, endüstriyel olarak bağlanan azot miktarından daha fazladır (Topacık, 1982).



Şekil 2. 1. Azot Devri (Arceivala, 1981).

2. 1. 2. Amonifikasyon

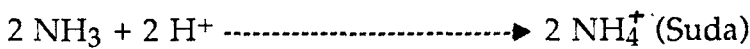
Amonyum tuzları ve nitratlar, sürekli olarak organik azot bileşiklerinin parçalanması yoluyla yenilenmektedirler. Organik azot bileşiklerinin kaynağını ise, ya canlıların metabolik atıkları ya da ölü bünyeleri teşkil eder. Bu süreçler içinde proteinlerin parçalanması çok önemlidir. Proteinlerin parçalanması olayına amonifikasyon denir. Amonifikasyonda üre, üreas enzimi vasıtasıyla amonyağa parçalanır (Uslu ve Türkman, 1987).

Amonifikasyon hem aerobik hem de anaerobik şartlarda gerçekleşmektedir. Her iki durumda da proteinler, proteolitik enzimler yardımıyla polipeptidlere, polipeptidlerde peptidazlar yardımıyla aminoasitlere parçalanırlar. Bu parçalanma sırasında aminoasitler, amin gruplarını amonyağa ya da başka bileşiklere verirler. Anaerobik şartlar altında protein moleküllerinin, ancak bir kısmı amonyağa dönüşür. Geriye kalan aminoasitler karboksil gruplarını kaybederek, CO₂ ile primer aminleri oluştururlar (Uslu ve Türkman, 1987).

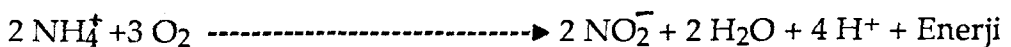
2. 1. 3. Nitrifikasyon

Amonifikasyon ile oluşan amonyum iyonları hem bitki besin maddesi olarak tüketilir hem de oksijenli ve yeterli tampon kapasitesi olan ortamlarda, belirli kemoliototrof organizmalar tarafından önce nitrite, daha sonra da nitrata yükseltgenir. Bu olaya nitrifikasyon denir. Nitrifikasyon hem ototrof hem de heteretrof bakteriler tarafından gerçekleştirilebilmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Amonyanın nitrifikasyonu, iki farklı mikroorganizmayı ihtiva eden iki basamaklı bir işlemdir.

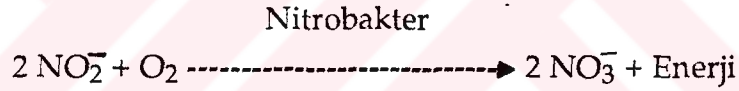


Nitrosomonas



Nitrosomonas tipi bakteriler, organik karbondan yoksun su ortamlarında yaşarlar. Bu sebeple de amonyak oksidasyonu ancak karbonlu madde oksidasyonunu tamamlandıktan sonra gerçekleşir. Nitrosomonas grubu bakteriler aerob ve ototrof olup, optimum yaşam şartları pH= 8-9, sıcaklık 25 - 30 °C' dir (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Nitrobakter tipi bakteriler ise, nitriti nitrate dönüştürürler. Nitrobakterler, organik karbonun bulunmadığı ortamlarda yaşayabilmektedirler ve faaliyete geçebilmeleri için de ortamda amonyum iyonlarının bulunmaması gerekir. Aksi takdirde nitrobakterler, amonyum tuzlarının bulunduğu basit şartlarda yaşamlarını sürdüremezler. Optimum yaşam şartları pH = 7,6 - 8,6; sıcaklık ise, 25 - 28 °C arasındadır. Aerobik süreçler çerçevesinde ortaya çıkan kimyasal enerji, azot bakterileri tarafından CO₂ asimilasyonunda kullanılır. Nitrifikasyon sırasında oluşan enerji, oldukça düşüktür. Bunun sonucu olarak da azot bakterileri, çok yavaş büyürler (Uslu ve Türkman, 1987).



Wezernak ve Gannon (1967), yapmış oldukları ölçümler sonucunda; her iki reaksiyonda 1 g NH₄⁺ - N için toplam 4,33 g O₂ tüketildiğini bulmuşlardır. Bu değer stokiyometrik hesaplar sonucunda elde edilen değer, % 95' i mertebesindedir. Oksijen tüketimindeki bu farklılığa neden olarak, CO₂ indirgenmesinde ortaya çıkan oksijenin nitrifikasyon reaksiyonlarında kullanılması gösterilmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrifikasyon bakterileri, ortamın sıcaklığına, pH'sına ve çözülmüş oksijen miktarına bağlı olarak, sudaki aktivitelerini artırır. Nitrifikasyon bakterilerinin popülasyonunun büyüme hızı, heterotrofik bakterilere kıyasla oldukça düşüktür. Bakteri büyüme hız sabiti k = 0,21 gün⁻¹ dir. Bu sebeple atıksularda nitrifikasyon reaksiyonlarının başlangıcı oldukça geçtir (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Nitrifikasyon, aerobik şartlarda gerçekleşen, şartların elverişli olması halinde meydana gelen, yüzeysel sularda, bunlara karışan tasfiye edilmiş sularda ve biyolojik tasfiye tesislerinde fazladan çözünmüş oksijen kaybına yol açan, istenmeyen bir proses olmakla beraber, amonyağın tasfiyesi için uygun bir yöntemdir (Metcalf ve Eddy, 1985).

2. 1. 3. 1. Nitrifikasyon oksijen ihtiyacı

Nehirlerde ve tasfiye tesislerinde, nitrifikasyonun meydana gelebilmesi için ilave oksijene ihtiyaç vardır. Bu ilave oksijen miktarına nitrifikasyon oksijen ihtiyacı (NOI) denir . Ham atıksuda bulunan ve organik azot ihtiva eden proteinler, aminoasitler ve üre gibi maddeler, bakteriler tarafından amonyağa dönüştürülür. Bu sebeple şehir kanalizasyon sularındaki organik azotu, amonyak azotu gibi düşünmek gerekir. Şayet şartlar nitrifikasyonun meydana gelmesi için uygunsa, NOI ' yi ihmal etmemek gerekir. Aksi takdirde istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Arceivala, 1975).

Viel tarafından 1930'larda yapılan araştırmalar sonucunda, parçalanabilir organik maddenin oksitlendiği akarsu kesimleri ile nitrifikasyonun gerçekleştiği kesimler arasında, kesin bir ayırım yapılmaktadır. Mikrobiyal açıdan da böyle bir ayırımın yapılması gereklidir. Çünkü nitrifikasyon bakterileri, karbonlu organik maddeyi parçalayan heteretrof bakterilerin dominant olduğu ortamlarda, etkin olamamaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

2. 1. 3. 2. Nitrifikasyonu etkileyen faktörler

Nitrifikasyon bakterileri, çevre şartlarına karşı çok hassastırlar. Bu sebeple de atıksu tasfiyesi sırasında nitrifikasyonun gerçekleşmesi için ortamda bazı şartların mevcut olması gerekir. Bu şartları şu şekilde özetleyebiliriz.

- pH = 8 civarında olmalıdır.
- Sıcaklık 25 - 30 °C' dir. Nitrifikasyon hızı takriben doğrusaldır ve 15 °C'den 20 °C'ye yükselmesi durumunda bu hız değeri iki katına çıkar.
- Karbonlu maddelerin oksitlenmiş olması gerekir.
- Bekletme süresi, nitrifikasyonu yapacak organizmaların tasfiye sıcaklığındaki üreme ve faaliyete geçme süresinden daha fazla olmamalıdır. Aksi halde bu organizmalar tasfiyeden çıkan su ile beraber sistemi terkederler (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Nitrifikasyon kinetiği pek çok araştırmacı tarafından, nehirler ve uygun matematiksel modeller kullanılarak toprak, biyolojik atık işlemlerinde, nitrifikasyon oranını tayin etmek için çalışılan sıcaklık ve pH, nitrifikasyon oranı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Arceivala, 1981).

2. 1. 4. Denitrifikasyon

Nitrifikasyon sonucunda meydana gelen nitrat, moleküler azota kadar biyokimyasal olarak indirgenebilir. Böylece azot, atıksudan uzaklaşmış olur. Ama amonyak doğrudan doğruya denitrifikasyona maruz kalmaz, öncelikle nitrifikasyonun gerçekleşmesi gerekir.

Denitrifikasyon, fakültatif özellikte olan ve kanalizasyon sularında bol bulunan *Pseudomonas*, *Micrococcus* ve *Achinobacter* gibi mikroorganizmaları kapsar. Fakültatif özellikte olan bu organizmalar, nitrifikasyon bakterilerine oranla daha geniş çevre şartlarına uyum sağlama kabiliyetindedirler. Fakat oksijeni elde etmek için, nitratı ürettikleri esnada anaerobik şartlara ihtiyaç duyarlar. Nitratlar, çözünmüş oksijen yokluğunda heterotrofların solunumunda hidrojen tutucu olarak görev yaparlar (Arceivala, 1981).

Denitrifikasyon anaerobik şartlar altında, nötrale yakın pH değerlerinde ve organik hidrojen vericilerinin bulunması durumunda gerçekleşir (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Denitrifikasyon sırasında nitrat nitrite ve azotoksitler aracılığı ile de moleküler azota indirgenir. Bu durum solunumu andırdığı için, nitrat solunumu olarak adlandırılır. Birçok fakültatif bakteri türleri, anaerobik şartlar altında, nitrat solunumunu gerçekleştirebilirler. Fakat nitrat solunumunu gerçekleştirecek enzimler, oksijen yokluğunda faaliyete geçerler. Buna karşılık, nitrat solunumundan normal oksijen solunumuna dönüş, ani olarak gerçekleşir. Nitrat solunumunda organik substratlar, CO₂ ve H₂O gibi son ürünlere oksitlenirler (Uslu ve Türkman, 1987).

Denitrifikasyon da karbon kaynağı büyük önem taşır ve karbon kaynağını ya metanol ya da karbonu zengin, azotu eksik herhangi bir endüstriyel atıksu oluşturur (Arceivala, 1981).

Denitrifikasyon iki aşamada gerçekleşir.



Metanol



Nitrat veya nitrit, azot gazına denitrifiye edilirken, bikarbonat üretilmekte ve karbonik asit harcanmaktadır. Alkalinite konsantrasyonu arttığı ve karbonik asit azaldığı için denitrifikasyonun eğilimi, biyolojik sistemin pH' sını yükseltme eğilimindedir. Bu nedenle denitrifikasyon prosesi, pH ve alkalinite bakımından nitrifikasyonun tersi etkilere sahiptir (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Amonyacı nitrite oksitlemek için stokiyometrik olarak mg amonyak azotu başına 3,43 mg oksijen, nitriti nitrata oksitlemek için ise mg nitrit azotu başına 1,14 mg oksijen olmak üzere toplam olarak 4,57 mg oksijen gerekmektedir. Oksidasyon sırasında üretilen hidrojen iyonlarını nötralize etmek için ise 1 mg amonyak azotu başına 7,2 mg CaCO₃ eşdeğeri

bikarbonat alkalinitesi gerekmektedir (Williamson and Mc Carty, 1976; Adams and Eckenfelder, 1977; Sutton et all, 1979; Kınılı' dan 1987).

Klasik atıksu arıtma prosesleri besin maddesi gidermede pek etkili değildirler. Bu nedenle özel olarak tasarımlanmış biyolojik, kimyasal ve fiziksel proseslerden oluşan üçüncül arıtma tesisleri fosfor ve azot bileşiklerinin verimli bir şekilde arıtılması amacı ile kullanılmaktadır. Anorganik azot bileşikleri atıksularda algal fotosentez yoluyla giderilebilir (Şengül, 1987).

Nitrifikasyon ve denitrifikasyon metodu ile azot biyolojik olarak atıksulardan giderilmiş olur. Biyolojik yöntemlerle azotun ancak % 30 - 50'si giderilebilmektedir. İzmir'de yapılan bir çalışmada; pilot tesis model çalışmaları stabilizasyon havuzları sisteminde, azotun ortalama % 55 - 70 oranında tasfiye edilebileceği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda ilkbahar ve yaz mevsimlerinde alglerin gelişimi hızlandığından, azot giderimi daha büyük oranlarda gerçekleşebilecektir. Yine aynı çalışmada; stabilizasyon havuzları model sisteminde anaerobik havuzlarda, azot giderme verimi % 25 - 30; fakültatif havuzlarda % 30 - 40; olgunlaştırma havuzlarında ise, % 20 - 30 olarak belirlenmiştir (Şengül ve Müezzinoğlu, 1986).

Azot çevriminde etkili olan bakterilerin sayısında mevsimsel değişimler görülmektedir. Proteolitik bakterilerin sayısı kış mevsiminde yüksektir. Diğer tip bakterilerin sayıları ise, yaz mevsiminde sıcaklığa bağlı olarak değişir. Bu nedenle, proteinlerin parçalanması yaklaşık olarak yaz ve kış aylarında aynı olur. Nitrosomonas tipi bakteriler ise, sıcaklığa bağlı bakteriler olup, sayıları yaz aylarında artar. Bu nedenle de tabii sulardaki amonyak konsantrasyonu kış aylarında daha yüksektir (Topacık, 1982).

2. 1. 5. Yüzeysel sulara verilen azot bileşiklerinin kaynakları

Yüzeysel sulara karışan azot bileşikleri, doğal ya da antropojen kökenli olabilir. Toplama havzasının özelliklerine göre suların azot yükünün bileşimi büyük farklılıklar gösterir. Bu farklılıklara rağmen, yüzeysel

sularda antropojen kökenli azot yükleri, doğal kökenli olanlara kıyasla çok daha büyük öneme sahiptir.

Yüzeysel suların doğal azot yükleri, bu ortamlarda bulunan mikroorganizmaların bağladığı ve yağışların getirdiği azot bileşiklerinden oluşur.

Yüzeysel sulara çeşitli kirlenici kaynaklardan karışan azot bileşikleri hakkında literatürde farklı veriler bulunmaktadır. Yüzeysel sularda azot yükü nüfus yoğunluğu artışına bağlı olarak değişmektedir (Tablo 2.1.). Ayrıca kanalizasyon ve çeşitli kaynaklardan yüzeysel sulara karışan azot miktarları da nüfus yoğunluğuna bağlı olarak artmaktadır.

Tablo 2. 1. Yüzeysel Sulara Kanalizasyon Ve Diğer Kaynaklardan Karışan Azot Miktarları (Erençin ve Köksal, 1981).

Nüfus Yoğunluğu Nüfus/km	g/m ² yıl Azot(N)
50	0,22
100	0,44
150	0,66
200	0,88
300	1,32
500	2,20
1.000	4,40
2.500	11,00
5.000	22,00

Antropojen etkilerden uzak bölgelerdeki yağmur sularının getirdiği azot yüklerine literatürde aşağıdaki örnekler verilmektedir.

0,2 g/ m³ toplam azot (İsveç' te yağmur sularında ölçülmüştür).

0,18 g / m³ toplam azot (Sierra Nevada, A.B.D.' de kar ölçümleri).

Antropojen azot yüklerinin belirlenmesinde ise kaynaklar, noktasal ve dağınık olarak iki grupta sınıflandırılır.

Noktasal kaynakları, kentsel ve endüstriyel atıksu kanalizasyonu çıkışları oluşturmaktadır. Ayrıca yağmur suyu kanalizasyonları, bileşik kanalizasyon sistemleri ve çöp deponileri de önemli noktasal azot kaynaklarıdır.

Dağınık kaynaklar, azot yükünün verilme şekline göre iki gruba ayrılır. Birincisi; toprak drenajından yıkanma yoluyla gelen azot yüklerinin oluşturduğu kaynaklar, ikincisi ise, su kütlesine azot yükünün doğrudan girdiği dağınık kaynaklardır (Uslu ve Türkman, 1987).

2.1.6. Azot bileşiklerinin yüzeysel sulara etkileri

Su ve atmosfer, akışkan ortamlardır ve bu ortamlara deşarj edilen kirleticiler, uzak mesafelere taşınarak, olumsuz etkilerini kirlilik kaynağından çok uzaklara götürebilirler.

Azotlu bileşikler, su kirliliği olaylarında ilk aranması gereken kirlilik unsurlarıdır. Azotlu atıkların, arılmadan alıcı ortamlara deşarjları, önemli ölçüde çevre, ekoloji, halk sağlığı ve ekonomi problemlerini beraberinde getirmektedir (Kınlı, 1987). Su ortamına geçen azot bileşiklerinin, en önemli etkileri;

- Nitrifikasyon nedeni ile sularda oksijen bilançosunun azalması,
- Sularda birincil üretimin artması ve ötrofikasyon,
- Sularda yaşayan organizmalara serbest amonyak ve nitratın yaptığı toksik etkiler,
- Atıksuların tasfiyesi sırasında ortaya çıkan güçlükler,
- İçme sularında nitrat derişiminin artması ve bunun yarattığı toksik etkiler, şeklinde ifade edilmektedir (Demircioğlu ve Samsunlu, 1986).

Alıcı ortamlarda oksijen tüketimi, oksijen kazanımından daha fazla olursa, doğal denge bozulur ve aerobik yaşam yerini anaerobik yaşama bırakır. Anaerobik mikroorganizmalar, sularda bulunan organik maddeyi tüketmekle birlikte, bu mikroorganizmaların metabolizmaları, aerobik mikroorganizmaların metabolizmalarına oranla çok farklı özellikler taşır. Anaerobik ortamlarda balık ve diğer yüksek canlıların yaşaması mümkün değildir (Uslu vd., 1991).

2. 1. 7. Azot bileşikleri

Çeşitli içme ve kullanma sularıyla, yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği çeşitli organik ve anorganik azotlu bileşiklerin ölçümü birçok bakımdan önem taşır (Samsunlu vd., 1982).

2. 1. 7. 1. Amonyak azotu ($\text{NH}_3 - \text{N}$)

Amonyum iyonları, suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik etkiye sahip değildir. Amonyak ise, düşük konsantrasyonlarda dahi toksik etki yapmaktadır. Amonyak içeren atıksular, alıcı ortama verildiği takdirde, suda yaşayan canlılar özellikle alabalıklar üzerinde olumsuz etki yapar. Balıkçılık yapılan sularda amonyak için tolerans sınırı $0,1 \text{ g NH}_3 - \text{N} / \text{m}^3$ değerine düşebilir. Amonyakın toksik etkisi, sularda oksijen eksikliği, sıcaklığın artışı ve başka toksik maddelerin bulunması ile daha da artar (Arceivala, 1981).

Amonyak, sularda kirlenme indikatörü görevi yapmaktadır. Bu sebeple içilecek suyun amonyak konsantrasyonu sıfır olmalıdır (Muslu, 1985). İçme suyunda bulunan amonyak konsantrasyonları taze kirlenmeyi ve sakıncalı mikroorganizma sayısını işaret etmektedir (Samsunlu vd., 1982).

Metcalf ve Eddy' e (1979) göre; amonyak içeren atıksular, direk olarak alıcı ortama deşarj edilirlerse, amonyak nitrata oksitlenerek, alıcı ortamda

oksijen kullanımına neden olur. Eğer amonyak deşarj edilmeden önce nitrata oksitlenirse, bu oksijen kullanımına engel olunabilir (Kınlı, 1987). Bu sayede atıksularda bulunan amonyağın sebep olduğu diğer zararlı etkilerde ortadan kalkmış olur.

2. 1. 7. 2. Nitrit azotu (NO_2^- - N)

Nitrit amonyum ve nitrata kıyasla sularda daha düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bunun sebebi ise, nitrit iyonlarının nitrat iyonlarına dönüşümünün, amonyum iyonlarının nitrit iyonlarına dönüşüm oranlarına göre daha hızlı olmasıdır (Arceivala, 1981).

Nitrit, indirgenme - yükseltgenme reaksiyonlarının ara ürünü olup, kararsız bir bileşiktir. Ya oksitlenerek nitrata ya da indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Ayrıca tam nitrifikasyona uğramamış atıksuların, alıcı ortama verilmesi durumunda ortamda nitrit konsantrasyonu artmakta ve bu durumda nitrit iyonları sudaki canlılar için toksik etki yapmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrit, proteinli maddelerin bozulması sonucunda suya geçer. Normal olarak içme sularında 0,1 mg/l'nin üzerinde nitrit bulunmaz. Evsel atıksularda bulunan amonyaklı bileşeklerin nitrifikasyonu sonucu ara bileşik olarak nitrit oluşur (Şengül ve Türkman, 1991).

Nitrit de amonyak gibi sularda kirlenme indikatörü görevi yapmaktadır. Bu sebeple içilecek suyun nitrit konsantrasyonu sıfır olmalıdır (Muslu, 1985).

Suda nitrit bulunması eskimiş bir kirlenmeye ve muhtamelen daha az zararlı mikroorganizma sayısına işaret etmektedir (Samsunlu vd., 1982).

2. 1. 7. 3. Nitrat azotu ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)

İçme suları ile bünyeye giren nitrat iyonları, barsak kanalında 4 - 12 saat içinde absorbe olur ve böbrekler aracılığıyla vücuttan dışarı atılır. İçme suyu standartlarına göre, İçme suyunda nitrat konsantrasyonu en fazla 45 mg/l olabilir. 45 mg/l'den fazla olması durumunda yetişkinlerde barsak, sindirim ve idrar sistemlerinde iltihaplanma; bebeklerde ise methaemoglobinaemi hastalığı görülmektedir.

Kullanılmış sularda nitrat azotu konsantrasyonu 0 - 20 mg/l arasında bulunabilir. Normal olarak atık sular 15 - 20 mg/l nitrat azotu ihtiva etmektedir (Muslu, 1985).

2. 1. 7. 4. Organik azot

Organik azot ve amonyak azotu, azotun tasfiye edilmemiş sulardaki başlıca şekilleridir (Kınlı, 1987). Azotun bağlanmış formu organik azottur.

Ham evsel atıksular, azot içerikleri bakımından incelendiğinde organik azot, toplam azotun % 40' ı kadardır. İşleme tabii tutulmuş atıksularda ise, organik azot toplam azotun % 10' undan daha azdır (Arceivala, 1981).

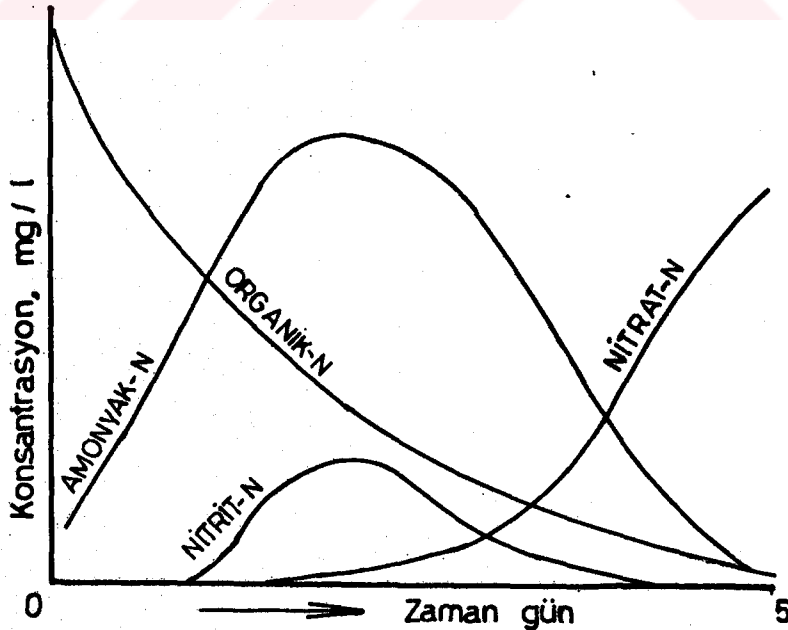
Organik azot türleri, genel olarak protein, aminoasit ve amin gibi temel organik maddeleri oluşturarak, hayvan ve bitki yaşamının temel taşlarını teşkil etmektedir. Amonyak ve nitrat, fotosentetik mikroorganizmalar için zorunlu bir besin kaynağıdır. Elementer azot, bazı özel bakteri ve alg türleri tarafından protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Amonyak, nitrit ve nitrat zinciri atıksuların biyolojik yollarla arıtılmasında göz önüne alınması gereken en önemli süreçtir. Evsel atıksular ortalama olarak 10 mg/l organik azot ve 30 mg/l de amonyak azotu içerir (Kumbur, 1986).

2.1.8. Azotlu bileşiklerin çevresel önemi

Çeşitli içme ve kullanma sularıyla yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği çeşitli organik ve azotlu bileşiklerin ölçümü bir çok yönden önem taşımaktadır. Kirlenmenin yaşı mikrobiyolojik su kalitesi ile ilgilidir. Bu ilgi sulardaki mikroorganizmaların konsantrasyonunun zaman boyunca logaritmik bir ifadeyle azalmasından kaynaklanmakta, böylece yeterince eskimiş bir fekal kirlenme halinde suyun kalitesi kendiliğinden yükselmektedir. Azotlu bileşikler zamana bağlı olarak gelişim gösterirler. Sularda zamana göre çeşitli azotlu bileşiklerinin konsantrasyon değişimi Şekil 2. 2.' de verilmiştir (Şengül vd., 1982).

Hem aerobik hem de anaerobik ortamda organik azot amonyum azotuna dönüşür. Bu nedenle organik azot azalırken amonyum azotu artmaktadır. Daha sonra nitrit ve son ürün olarak nitrat meydana gelmektedir. Nitrit konsantrasyonu bir miktar arttıktan sonra tekrar azalır ve nitrata dönüşerek nitrat konsantrasyonunu sürekli arttırır (Karpuzcu, 1991).

Amonyak suda oksitlendiği zaman çok miktarda oksijene ihtiyaç gösterir, bundan dolayı azot çevriminin su içindeki biyolojik işlemlerde önemli bir yeri vardır (Topacık, 1982).



Şekil 2. 2. Kirlenmiş Sularda Azotlu Bileşiklerin Zamansal Değişimi

2. 2. Eysel Nitelikli Atıksuların Özellikleri

Kullanılmış sular, tanelerin bir araya gelmesinden meydana gelen süspansiyonlar ve kolloidal veya suda çözünmüş haldeki maddeleri ihtiva ederler (Muslu, 1985).

2. 2. 1. Fiziksel özellikler

Eysel atıksuların fiziksel özelliklerinin belirlenebilmesi için toplam katı madde, koku ve renk tayini yapmak gerekir. Ayrıca sıcaklık, tat, bulanıklık ve elektriksel iletkenlik de atıksuların fiziksel özelliklerindedir.

Katı maddeler, askıda ve çözünmüş halde bulunabilirler. Orjinleri itibarıyla organik ve inorganik olabilirler. Toplam çözünmüş katı maddeler, çözünmüş maddelerden, askıdaki katı maddeler ise, ince ve geçirgen kağıttan süzülerek ölçülebilen münferit maddelerden oluşmaktadır. Organik karakterli çözünmüş atık maddeler, koku ve tat doğururlar. Organik maddelerin ayrışması sırasında üretilen gazlar, atıksularda kokuya sebep olurlar. Bu özellikler subjektif olup, ölçümleri zordur.

Kimyasal reaksiyonların hızlanması veya yavaşlaması, gazların çözünmeleri, tat ve kokuyu etkilediği için önemlidir. Bu çözeltinin geçirgenliği, içerisinde bulunan tuz miktarına bağlıdır.

2. 2. 2. Kimyasal özellikler

Organik maddeler ve inorganik maddeler, evsel nitelikli atıksuların özelliklerini belirlemede kullanılan parametreleri içerir.

2. 2. 2. 1. Organik maddeler

Evsel nitelikli atıksuların kimyasal özelliklerinde organik maddelerin özel bir yeri vardır. Organik maddeler, karbonun öncelikle hidrojen ve oksijen, ikinci derecede de azot, fosfor, kükürt ve buna benzer elementlerle oluşturduğu bileşiklerdir (Uslu ve Türkman, 1987).

Metcalf'e (1983) göre, atıksularda bulunan belli başlı organik madde gruplarının % 40 - 60'ını proteinler, % 25 - 20 'sini karbohidratlar, % 10'unu ise, yağlar oluşturmaktadır (Türkman ve Gürel, 1986).

Yeryüzünde bulunan organik bileşik türlerinin sayısı milyoları aşmaktadır. Bu nedenle de organik bileşiklerin, suda varlığını analiz yoluyla ayrı ayrı belirlemek imkansızdır.

Evsel atıksuların içerdiği organik maddelerin, parçalanma reaksiyonlarının, birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği yapılan birçok deneysel çalışma sonucunda bulunmuştur. Suda organik maddenin bulunması değil, organik maddenin parçalanmasının sonuçları, sorunlar yaratmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

Üre, evsel atıksularda bulunan önemli bir organik bileşiktir. Proteinlerle birlikte azotun önemli bir kaynağını teşkil ederler. Atıksuda büyük miktarda protein bulunuyorsa, bunların ayrışması çok kötü kokuların oluşmasına neden olmaktadır.

Tabiatta oldukça fazla bulunan karbohidratlar; şeker, nişasta, sellüloz ve tahta lifleri gibi maddelerin içinde bulunurlar ve atıksularda hepsine rastlanır. Katı ve sıvı yağlar ise, evsel atıksuya tereyağından, margarinden, bitkisel ve sıvı yağlardan karışır. Atıksularda bulunan yüzey aktif maddeler, suda hafif çözünebilen, büyük organik moleküllerdir ve atıksu tasfiye tesislerinde, atıksuyun deşarj edildiği yüzeysel sularda köpüklenmeye neden olurlar (Türkman ve Gürel, 1986).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, atıksularda en çok bulunan ve biyolojik olarak oksitlenebilen organik maddelerin oksitlenebilmeleri için harcanan oksijen miktarının ölçülmesi prensibine dayanır. BOİ₅, sudaki

organik maddenin ilk beş günlük oksijen tüketimini göstermektedir. 20 °C'de beş gün sonunda harcanan oksijen miktarı ölçülerek suyun organik maddece zenginliği tespit edilir (Fair ve Geyer, 1971).

BOİ₅, tasfiye metodunun seçiminde karar vermeyi kolaylaştırır ve birimlerin büyüklüklerini belirleyen faktördür. Damlatmalı filtreler ve aktif çamur havuzlarında BOİ₅' in önemi büyüktür. Ayrıca BOİ₅, tasfiye tesisinin verimi hakkında da fikir vermektedir (Sawyer ve Mc Carty, 1987).

KOİ, yaklaşık olarak sudaki tüm maddelerin (organik ve inorganik), oksidasyonu için gerekli oksijen miktarını vermektedir ve 2-3 saat içinde netice alınması bakımından önemlidir.

Sulardaki oksijen ihtiyacını ifade eden BOİ ve KOİ arasında bir ilişki kurmaya yönelik bir çok çalışma yapılmıştır. KOİ değeri BOİ değerinden her zaman daha yüksektir. Bunun nedeni ise, suda bulunan ve biyokimyasal yoldan parçalanması güç veya imkansız olan bileşiklerdir. Bu bileşikler kimyasal olarak kolaylıkla oksitlenebilmektedir. KOİ sonuçları, BOİ sonuçları ile birleştirildiğinde, toksik maddeler ile biyolojik indirgenemeyen organik maddelerin varlığını tespit etmeye yararlıdır (Sawyer ve Mc Carty, 1987). Doğal şartlar altında organik maddenin biyolojik indirgenmesi bakteri ve protozoonlar tarafından gerçekleştirilir .

2. 2. 2. 2. İnorganik maddeler

Azot, biyolojik sistemlerin önemli elementlerindedir. Atıkların biyolojik tasfiyesi, sadece yeterli azot bulunması halinde mümkün olmaktadır. Azot, protein sentezinde esas yapıyı teşkil ettiğinden, atıksuların tasfiyesinde azot değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Azot, atıksularda amonyak azotu, nitrit azotu ve nitrat azotu formlarında bulunmaktadır.

Atıksularda bulunan fosfor, alg ve diğer biyolojik organizmaların oluşması için gereklidir. Evsel atıksular, 4 - 15 mg/l arasında fosfor

içermekte olup, fosfor bileşiklerince zengin sulardır. Organik olarak bağlanmış fosfor, evsel atıksularda az önem taşımaktadır.

Nikel, mangan, kurşun, krom, kadmiyum, çinko, bakır, demir, ve civa gibi ağır metaller, atıksularda çok küçük miktarlarda dahi önem taşımaktadırlar (Türkman ve Gürel, 1986).

Morper, vd.'ne (1984) göre; metallerin % 5 - 20' si ilk tasfiyede sedimentasyonla, % 30 - 90'ı mikrobiyolojik yolla ortamdan alınmaktadır. Havasız kültürle geri kazanılan metaller arasında başlıca bakır, nikel, krom, çinko ve civa sayılabilir. Bu metaller yaklaşık % 75 - 99 verimlilikte geri kazanılmaktadırlar (Büyükgöçer, 1986).

Türkman ve Gürel (1986) tarafından yapılan, İzmir şehri evsel nitelikli atıksularını karakterize etme amacını taşıyan bir çalışmada; İzmir şehrinin çeşitli yerlerinden beş değişik tarihte alınan atıksu örnekleri biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot, fosfor, yağ, ağır metal, pH ve sıcaklık yönünden analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, İzmir evsel nitelikli atıksularının, yüksek kirlilik konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle İzmir kenti atıksuları kuvvetli olarak nitelendirilmiştir. Kuvvetli bir atıksu toplam azot konsantrasyonu 85 mg/l iken, İzmir için tipik değer 90 mg/l' dir.

2. 2. 3. Biyolojik özellikler

Tasfiye sistemlerinin tasarımından önce, atıksuyun bazı biyolojik özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler, yüzeysel ve atıksularda bulunan belli başlı mikroorganizma grupları, biyolojik tasfiyeyi gerçekleştiren mikroorganizmalar, atıksulardaki patojen mikroorganizmalar ve kirlilik göstergesi olarak kullanılan organizmalardır (Türkman ve Gürel, 1986).

Atıksularda karşılaşılan mikroorganizmaların başlıcaları, bakteriler ve protozoonlardır. Bakteriler, atıksularda ve bunların tasfiye işlemlerinde bulunan organizmaların en önemli grubudur.

Protozoonlar ise, hayvanlar gibi beslenen ve hareket eden tek hücrelilerdir. Protozoonlar hem tatlı sularda hem de kullanılmış su tasfiye tesislerinde rahatlıkla yaşarlar ve bazı önemli hastalıklara sebep olabilirler.

Mikroskop yardımıyla görülebilen, çoğunlukla tek hücreli, basit yapıdaki organizmalara mikroorganizma denir. Önemli mikroorganizma grupları; bakteriler, funguslar, algler, protozoonlar ve belirli şartlarda canlılık özelliği gösteren virüslerdir (Özçelik, 1985).

Mikroorganizmalar, tabiatta organik ve inorganik maddeler arasındaki geçişleri sağlarlar. Karbon, oksijen, azot, kükürt, ve fosfor gibi maddelerin, biyojeokimyasal çevrimleri, mikroorganizma faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Mikroorganizmalar, atık maddelerin tasfiyesi ve yeniden kullanılabilir hale gelebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

Evsel atıksular, organik ve inorganik maddelerce zengin olduklarından, mikroorganizmaların gelişmesi için mükemmel bir ortam oluştururlar. Bazı mikroorganizmalar, kanalizasyona kaynaktan karışır. Bununla beraber çoğu da topraktan sızma yoluyla kanalizasyona gelir. Kanalizasyon suyunda her tip mikroorganizmaya rastlamak mümkündür. Atıksulardaki mikroorganizmaların fonksiyonu büyük ölçüde çevre şartlarına bağlıdır. Taze kanalizasyon suyunda mikroorganizmaların konsantrasyonu yaklaşık olarak 10^5 bakteri/ml iken, eskimiş kanalizasyon sularında ise bu konsantrasyon 10^7 bakteri/ml'dir (Samsunlu, 1986).

2.3. Çalışma Alanı ve Alıcı Ortamın Tanıtımı

Karasal bir iklime sahip bulunan Elazığ kentinde, genel olarak yazlar sıcak ve kurak, kışlar kar yağışlı, bulutlu, sisli ve zaman zaman yağmurludur. Yağmur halindeki yağışlar, daha çok ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmektedir. Elazığ kentindeki meteoroloji istasyonu kayıtlarına göre, yıllık sıcaklık ortalaması $13\text{ }^{\circ}\text{C}$, yıllık ortalama nispi nem % 53, yıllık yağış 433 mm, yıllık ortalama rüzgar hızı 2 m/s ve yıllık buharlaşma miktarı ise, 1331 mm dolayındadır (Kırımhan, 1989).

Keban Baraj Gölü' nün oluşmasıyla birlikte, Elazığ' da bazı iklimsel değişimler gözlenmiştir. Bu durum buharlaşmada % 10,4' lük bir azalma, nispi nemde % 51' den % 53' e % 2' lik bir artmaya karşın, ilkbaharda % 7' ye kadar varan artışlar sonbahar ve kışta değişmezlik veya % 2' lik azalmalar gözlenmiştir (DMİ, 1990).

Keban Baraj Gölü, Elazığ ilinin 45 km kuzeybatısında , Malatya ilinin 45 km kuzeydoğusunda Keban ilçesi civarında yer almaktadır. Keban Baraj Gölü, Fırat Nehri üzerinde inşa edilen ilk baraj gölü olup, mansabında Atatürk ve Karakaya Barajları bulunmaktadır.

Haringet Çayı, Elazığ kenti evsel atıksularını Keban Baraj Gölü'ne kadar taşımaktadır. Haringet Çayı'nda ilk önemli çalışma, Elazığ Atıksu Tasfiye Tesisleri Proje Raporu hazırlanırken yapılmıştır. Bu araştırmada şehrin nüfusu, nüfus artış hızı, atıksuyun miktarı ve özellikleri ile alıcı ortamın özümleme kapasitesi göz önüne alınarak, atıksu tasfiye tesislerinin projelendirilmesine çalışılmıştır (Topkaya ve Tümen, 1988).

Yapılan diğer bir çalışmada da, deşarj edildiği noktadan Haringet Çayı' na karışan Elazığ kenti evsel atıksularının ve Kehli Köyü' nün, çay üzerindeki etkileri araştırılmış ve sonuçta evsel atıksuların hiç bir tasfiye işlemi görmeden alıcı ortam olan Keban Baraj Gölü' ne deşarj edilmesi durumunda, alıcı ortamda meydana gelecek kirliliğin çok büyük değerlere ulaşacağı ve bu durumun hem insan sağlığını hem de ülke ekonomisi olumsuz yönde etkileyeceği kanaatine varılmıştır (Harlıoğlu, 1989).

Say (1991), tarafından yapılan bir çalışmada ise, kanalizasyon atıklarının Keban Baraj Gölü' ne ağır metal yönünden yaptığı etkiler incelenmiştir. Sonuç olarak; kanalizasyon atıklarını taşıyan Haringet Çayı' nın, göle döküldüğü bölgeyi, azda olsa ağır metal yönünden etkilediği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

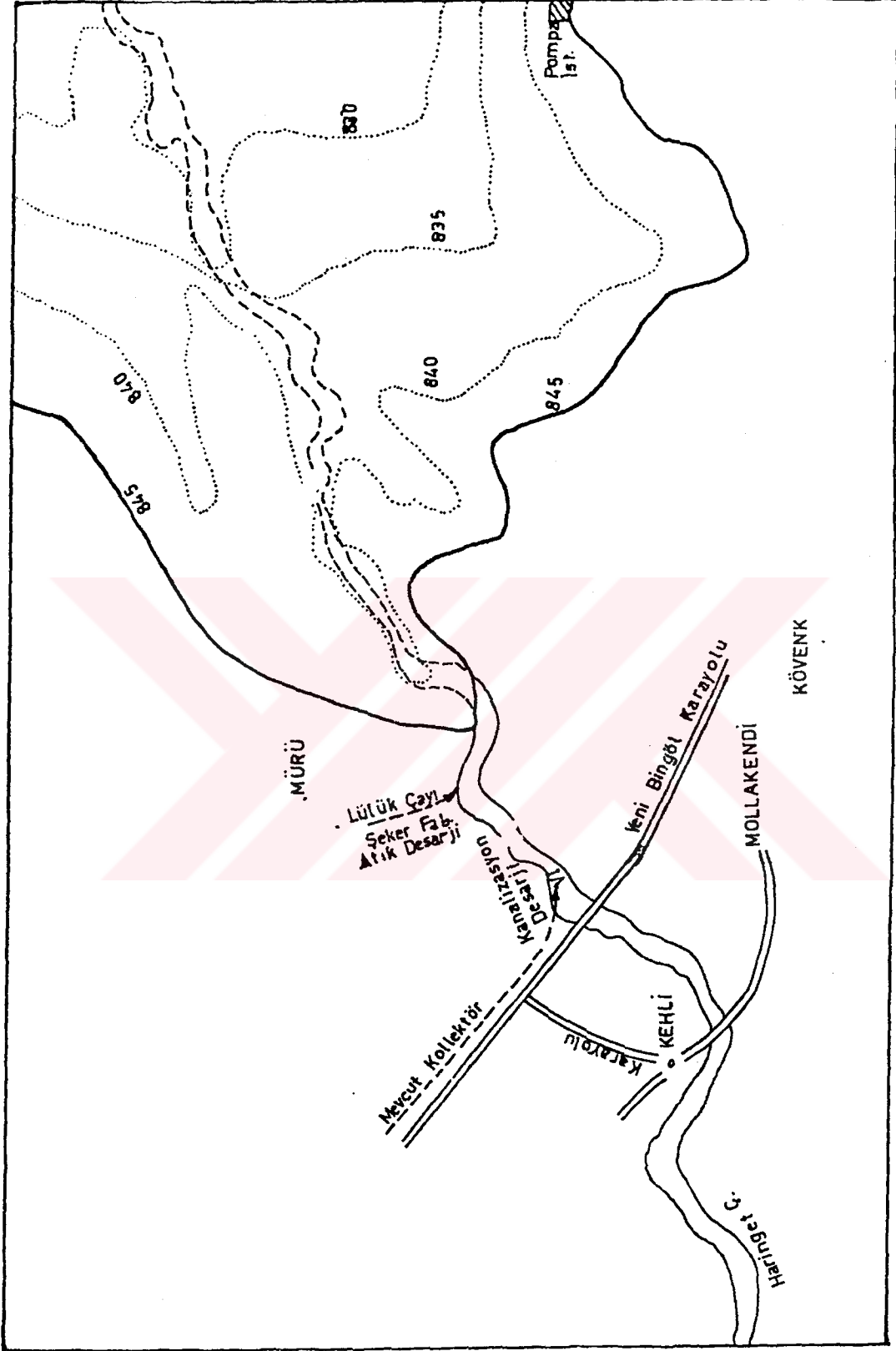
Bu çalışma, Elazığ kenti kanalizasyon atıklarının deşarj edildiği noktada yapılmıştır. Çalışmada su örneklerinin alınması, 15 Haziran 1992 - 15 Mayıs 1993 tarihleri arasındaki periyodu kapsamaktadır. Fakat Kasım ve Aralık aylarında hava muhalefeti sebebi ile örnek alınamamıştır. Elazığ kenti evsel atıksuları deşarj edildikten sonra, Haringet Çayı' na karışmaktadır. Haringet Çayı, Hankendi kasabasının güneyinden doğmakta ve kuzeydoğu yönünde ilerleyerek, Elazığ'ın güneydoğusunda bulunan Mürü Köyü yakınlarından Keban Baraj Gölü'nün ova kısmına ulaşmaktadır. Çayın uzunluğu yaklaşık 10 km'dir. Haringet Çayı ve örnekleme noktası Şekil 3. 1.' de harita üzerinde gösterilmiştir.

Atıksu örneği, her ayın 15. gününde sabah 9.00 - 10.30 saatleri arasında, litrelik cam kavanozlara, örnek alma şartlarına uygun olacak şekilde alınmıştır. Atıksu örneği alınmadan önce, kavanoz birkaç kez çalkalanıp, hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulmuş ve etiketlenerek, incelenmek üzere aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Alınan atıksu örneğine herhangi bir koruyucu madde ilave edilmemiştir. Laboratuvara getirilen atıksu örneği, mavi filtre kağıdından süzöldükten sonra gerekli analizler yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik, pH, toplam alkalinite, çözönmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, nitrat azotu, nitrit azotu, amonyak azotu, çökebilen katı madde miktarı, toplam katı madde miktarı, ağır metaller ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

3.2. Metod

Çalışmada fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin analizlerinde, ABD' de AWWA, APHA ve EPA tarafından önerilen standart yöntemleri içeren "Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater" adlı kitaptan faydalanılmıştır (AWWA, APHA ve EPA, 1985).



Şekil 3. 1. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Yeri

3. 2. 1. Fiziksel ve kimyasal analizler

Elazığ kenti evsel atıksuyunda incelenen fiziksel ve kimyasal parametreler ve inceleme yöntemleri Tablo 3.1' de gösterilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı her ay, suyun sıcaklığı termometre ile ölçülmüştür. Elektriksel iletkenliği ve pH' ı arazide ölçme imkanı olmadığı için laboratuvara getirir getirmez ilk olarak bu iki parametrenin ölçümü yapılmıştır.

Çalışmanın esasını teşkil eden azotlu bileşiklerin analizleri ise, örneğin alındığı gün yapılmasına dikkat edilmiştir. Hem nitrat azotu hem nitrit azotu hem de amonyak azotu için standart seriler hazırlanmıştır. Spektrofotometre' de şahit ile 100 ve 0 ayarları yapılarak, her bir parametre için literatürde verilen nanometrelerde numune okuması yapılmıştır.

Okunan standartlar ile kalibrasyon eğrisi çizilerek, atıksu numunesindeki nitrat, nitrit ve amonyak azotu konsantrasyonları mg/l olarak belirlenmiştir.

3. 2. 2. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler, atıksu örneği alındıktan sonra, 6 saat içinde standart metotlara uygun olacak şekilde yapılmış ve incelenen mikrobiyolojik parametreler Tablo 3. 2.' de gösterilmiştir.

3. 2. 2. 1. Koliform bakteri sayımı

E. coli ve diğer koliform bakterilerin kalitatif belirlenmesinde 10^{-1} lik dilüsyonlardan 0,1, 1,0 ve 10,0'ar ml' lik örnekler alınarak, içinde Durham tüpleri ve Laktozlu Buyyon bulunan deney tüplerine üçer paralel halinde ekimleri yapılmıştır. Tüpler 37°C ' de 24 - 48 saat süreyle inkübe edilmiştir. Belirtilen süre sonunda *E. coli* varlığını belirlemek için asit ve gaz

oluşumu görülen örneklerden EMB besiyerine öze ile sürme ekim yapılmıştır (Colloni ve Lyne, 1987; Harrigon ve Mc Cance, 1967; Özçelik'ten, 1992).

Tablo 3. 1. Elazığ Kenti Eysel Atıksularında İncelenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

Parametreler	Birimi	İnceleme Yöntemi
Sıcaklık	°C	Termometre
Elektriki İletkenlik	µmhos/cm	Kombine Elektrotlu İletkenlik Ölçer
Ç. O.	mg/l	Winkler Metodu
pH	-	pH Metre
BOİ	mg/l	Seyreltme Metodu
KOİ	mg/l	Titrimetrik Metod
Alkalinite	mg/l	Titrimetrik Metod
Toplam Katı Madde	mg/l	Gravimetrik Metod
Çökebilin Katı Madde	ml/l	Volumetrik Metod
Sodyum	mg/l	Alev Emisyon Spektrometrik Metod
Potasyum	mg/l	Alev Emisyon Spektrometrik Metod
Kalsiyum	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Magnezyum	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Nitrat Azotu	mg/l	Brusin Metodu
Nitrit Azotu	mg/l	Kolorimetrik Metodu
Amonyak Azotu	mg/l	Nesslerizasyon Metodu
Demir	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Manganez	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Bakır	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Kobalt	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Çinko	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Nikel	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Krom	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Kadmiyum	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod
Kurşun	mg/l	Atomik Abs. Spektrometrik Metod

3. 2. 2. 2. Toplam canlı bakteri sayımı

Toplam mikroorganizma kalitatif olarak Plate Caunt Agar besiyerinde belirlenmiştir. Uygun dilüsyonlardan 1 ml alınarak steril petri kutularında 48 °C'de yaklaşık 10 ml besiyeri ile karıştırılıp, petri kutuları 30 °C'de inkübe edilmiştir (Özçelik, 1992).

3. 2. 2. 3. Proteolitik bakteri sayımı

Proteolitik bakteri Jelatinli Besiyerinde belirlenmiştir. 1 ml atıksu örneği petri kutularına pipetlenmiştir. Jelatinli Besiyeri 37 °C'ye kadar soğuduktan sonra petri kutularına yaklaşık 10 ml kadar dökülüp, atıksu örneği ile karıştırılmıştır. Jelatinli besiyeri dökülmüş petri kutuları, kapak üste gelecek şekilde 20 °C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir (Özçelik, 1992).

3. 2. 2. 4. *Salmonella spp.*'nin sayımı

Salmonella gibi patojen mikroorganizmalar Bismut - Sülfite Agarda belirlenmiştir. Bunun için steril petri kutularına 45 - 50 °C'deki besiyerlerinden yaklaşık 10 ml dökülerek, petri kutuları oda sıcaklığında bir gece bekletilmiştir. Uygun dilüsyonlardan alınan 0,1 ml örnek, katı besiyeri üzerine damlatılarak, Drigalski Spatülü ile iyice yayılmıştır. Petri kutuları 37 °C'de 48 saat süre ile inkübe edilerek koloniler sayılmıştır (Özçelik, 1992).

Tablo 3. 2. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında İncelenen Mikrobiyolojik Parametreler

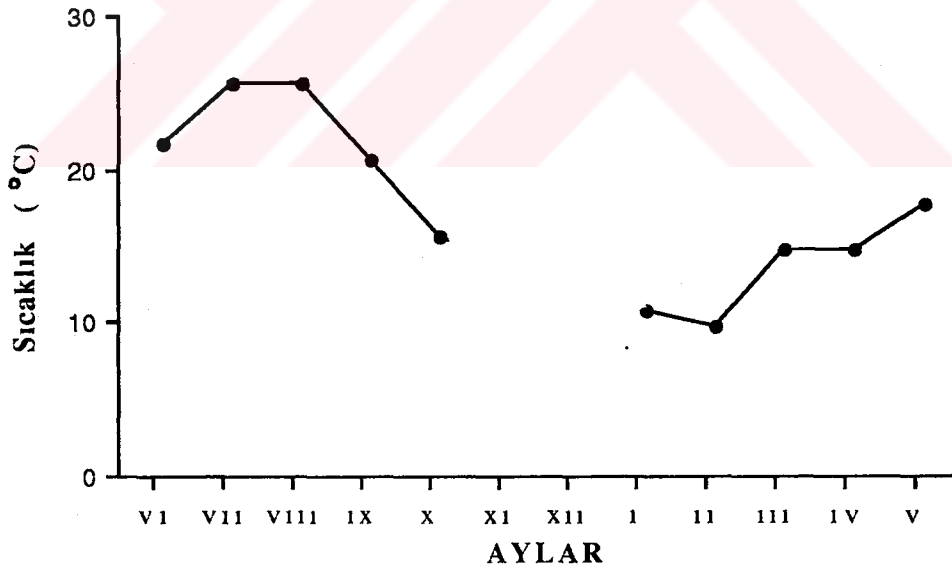
Parametreler	Birimi	Kullanılan Besiyeri
Toplam Koliform	Mikroorganizma/ml	Laktozlu Buyyon
<i>E. coli</i>	Mikroorganizma/ml	Eosin-Methylen-Blue(EMB) Agar
Top. Canlı Bakteri	Mikroorganizma/ml	Plate Count Agar
Proteolitik Bakteri	Mikroorganizma/ml	Jelatinli Besiyeri
<i>Salmonella spp.</i>	Mikroorganizma/ml	Bismut - Sülfite (Wilson Blair)

4. BULGULAR

Elazığ kenti evsel nitelikli atıksularında Haziran 1992 - Mayıs 1993 tarihleri arasında yapılan fiziksel ve kimyasal parametreler ve sonuçları Tablo 4. 1' de verilmiştir.

4.1. Sıcaklık

Çalışma süresince, en yüksek sıcaklık 25 °C ile Ağustos ayında; en düşük sıcaklık, 9 °C ile Şubat ayında; sıcaklık ortalaması ise, 16,40 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 1' de verilmiştir.



Şekil 4. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu Sıcaklığının Aylara Göre Değişimi

Tablo 4. 1. Elazığ Kenti Evsel Atıksuyunda Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

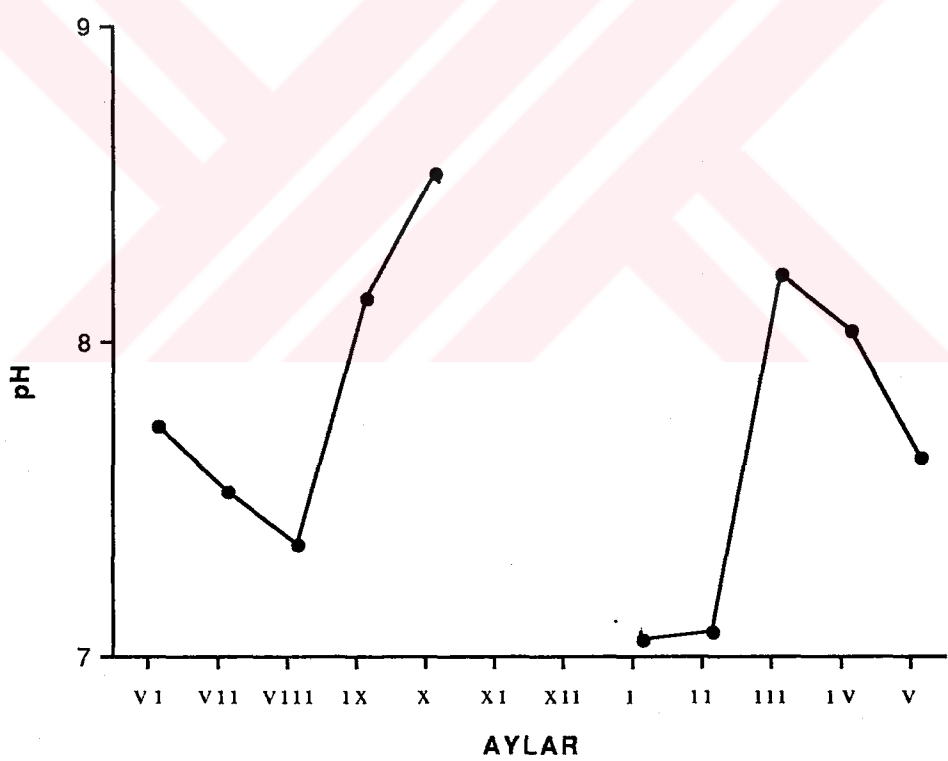
AYLAR	Sic. oC	pH	EC μ hos/cm	Alkal. mg/l	Ç.O. mg/l	KOI mg/l	BOİ mg/l	Ç.K.M* ml/l	T.K.M** mg/l	NO ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NH ₃ -N mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l
Haziran	21	7,70	1200	116	6,30	220	158	7,0	900	7,10	0,32	2,42	10	11	200	88
Temmuz	25	7,49	1101	280	6,40	228	170	7,3	826	7,15	0,56	8,90	11	13	209	52
Ağustos	25	7,32	964	263	6,48	216	170	7,5	723	10,96	0,81	9,20	13	10	157	27
Eylül	20	8,10	700	380	7,02	200	153	7,4	525	24,35	1,67	7,70	78	23	151	20
Ekim	15	8,50	750	350	7,50	230	180	7,4	563	20,00	0,25	2,30	53	20	148	15
Ocak	10	7,02	580	360	8,00	160	130	6,0	435	23,61	0,47	1,49	15	10	350	55
Şubat	9	7,04	560	480	8,80	180	137	6,5	420	23,13	0,18	1,69	20	6	143	11
Mart	14	8,18	677	450	7,44	194	120	6,4	508	15,06	0,26	2,04	29	6	124	18
Nisan	14	8,22	871	440	7,48	265	170	6,8	653	48,00	0,59	4,02	35	17	171	29
Mayıs	17	7,60	1079	466	5,10	160	125	7,0	809	25,65	2,51	5,61	35	23	153	23

* Ç.K.M. : Çökebilin Katı Madde Miktarı, ** T.K.M. : Toplam Katı Madde Miktarı

4.2. pH

Bir suda mevcut olan hidrojen iyon konsantrasyonunun eksi logaritması pH olarak isimlendirilmektedir. pH sıcaklığa bağımlı olup, sularda kolaylıkla değişebilmektedir. Endüstriyel ve evsel atıksuların tasfiyesinde biyolojik yaşamı sağlamak üzere çok iyi bilinmeli ve kontrol edilmelidir.

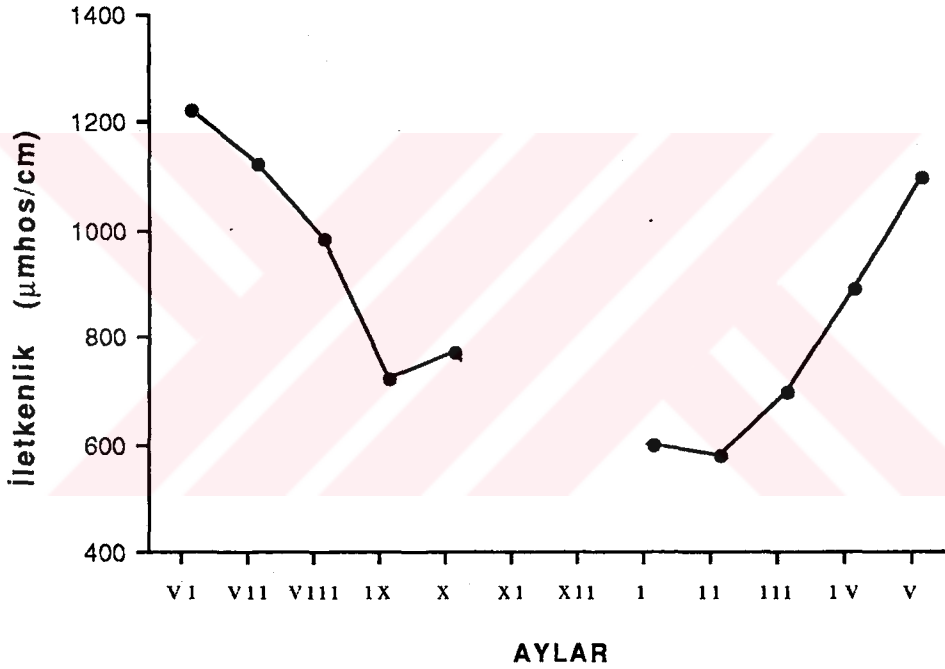
Çalışmanın yapıldığı aylarda pH = 7 - 8,5 aralıklarında belirlenmiştir. Ortalama değer ise, 7,7 olarak kaydedilmiştir. pH değerleri literatürde verilen sınır değerler içine düşmektedir. pH'ın aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 2.' de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi pH'ın en yüksek değeri Ekim ayında, en düşük değeri ise, Ocak ayındadır.



Şekil 4. 2. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu pH'ının Aylara Göre Değişimi

4. 3. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini gösterir. İyonların yer değiştirmesi üzerinde sıcaklığın etkisi vardır. Bu nedenle iletkenlik ölçümlerinin sabit bir sıcaklıkta ya da sıcaklık 25 °C değilse bulunan değerlerin, sıcaklık düzeltme faktörü ile çarpılarak, muayyen sıcaklıktaki değer bulunması gerekmektedir. Hesaplama aletin hücre sabiti de hesaba katılmalıdır. Elektriksel iletkenliğin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 3.' de verilmiştir.



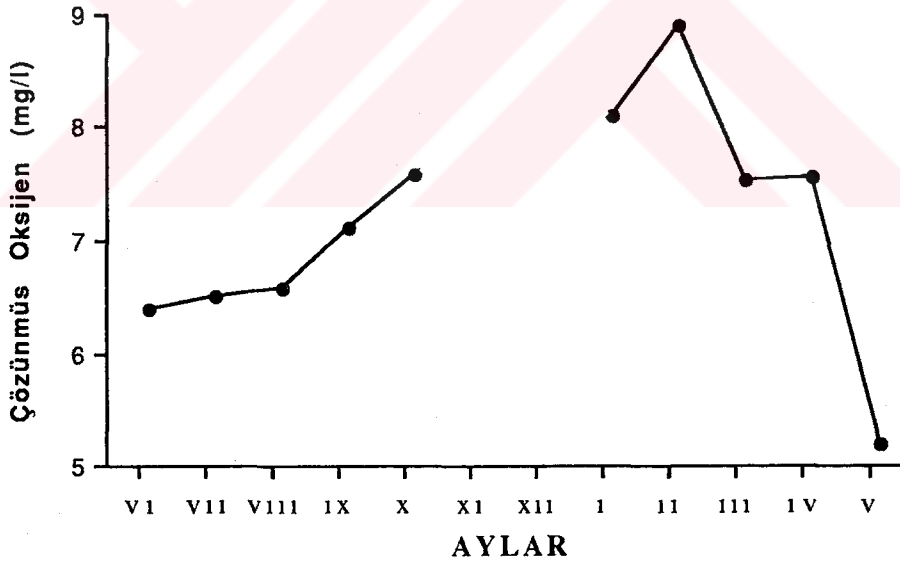
Şekil 4. 3. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksu İletkenliğin Aylara Göre Değişimi

Şekil 4. 3.' de görüldüğü gibi çalışma periyotlarında en yüksek değer 1200 µmhos/cm ile Haziran ayında, en düşük değer, 560 µmhos/cm ile Şubat ayındadır. Ortalama değer ise, 848 µmhos/cm' dir.

4. 4. Çözünmüş Oksijen

Canlı organizmalar yaşamlarını sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duyarlar. Mikroorganizmalar da yaşamaları ve üremeleri için gerekli enerjiyi oksijenden sağlarlar ve uygun oksijen formlarına ihtiyaç duyarlar. Çözünmüş oksijen, su içinde çözünmüş olarak bulunan oksijen konsantrasyonu olup, mg/l olarak ifade edilmektedir. Oksijenin sudaki çözünürlüğü çok az olduğundan, verilen sıcaklıkta atmosferik basınç ile doğrudan değişmektedir.

Yaptığımız çalışmada çözünmüş oksijen, aylara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Sıcaklık arttıkça, çözünmüş oksijen miktarı azalmaktadır. Çalışma süresince en yüksek çözünmüş oksijen miktarı 8,8 mg/l ile Şubat ayında, en düşük miktar ise 5,1 ile Mayıs ayındadır. Çözünmüş oksijenin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 4.' de verilmiştir..

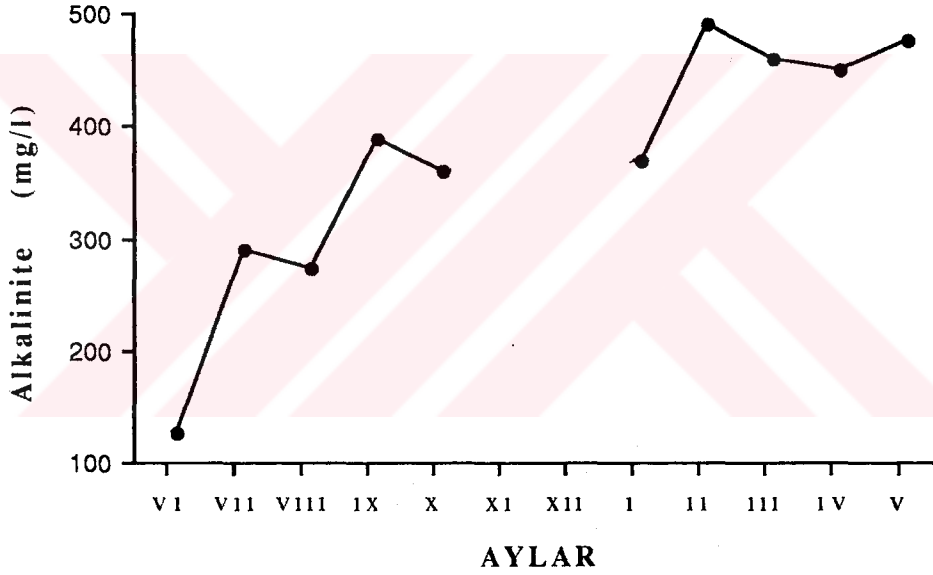


Şekil 4. 4. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksudaki Çözünmüş Oksijen Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 5. Alkalinite

Alkalinite, belirlenen bir pH değerine kadar suyun kuvvetli asitlerle reaksiyona girmesinin kantitatif kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Ölçülen alkalinite değeri kullanılan pH değerine bağlı olarak değişmektedir.

Yaptığımız çalışmada, alkalinite değeri aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. Toplam alkalinite Şubat ayında maksimum, Haziran ayında ise, minimum değerine ulaşmıştır. Alkalinitenin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 5.' de verilmiştir.

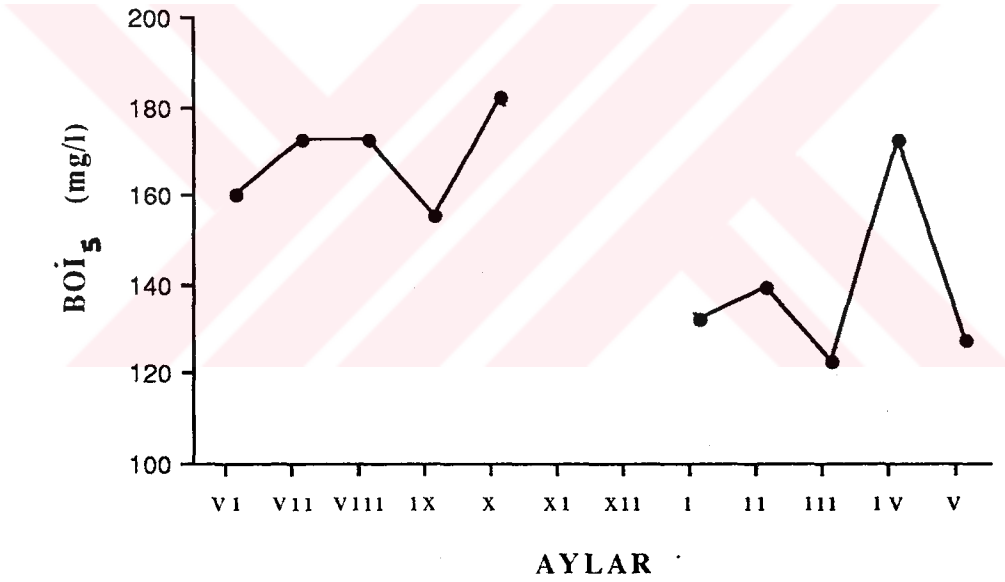


Şekil 4. 5. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Alkalinitenin Aylara Göre Değişimi

4. 6. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

BOİ₅, aerobik şartlarda, bakterilerin organik maddeyi parçalayarak, stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarıdır. BOİ₅, evsel ve endüstriyel atıkların kirlilik derecesini belirlemede yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Tasfiye tesislerine gelen kirlilik yüklerinin ve tasfiye tesislerinin veriminin hesabında BOİ₅ testi kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmada BOİ₅, zamana ve aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. BOİ₅ Ekim ayında 180 mg/l ile maksimum, Mart ayında ise, 120 mg/l ile minimum değerine ulaşmıştır. BOİ₅' in aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 6.' da verilmiştir.

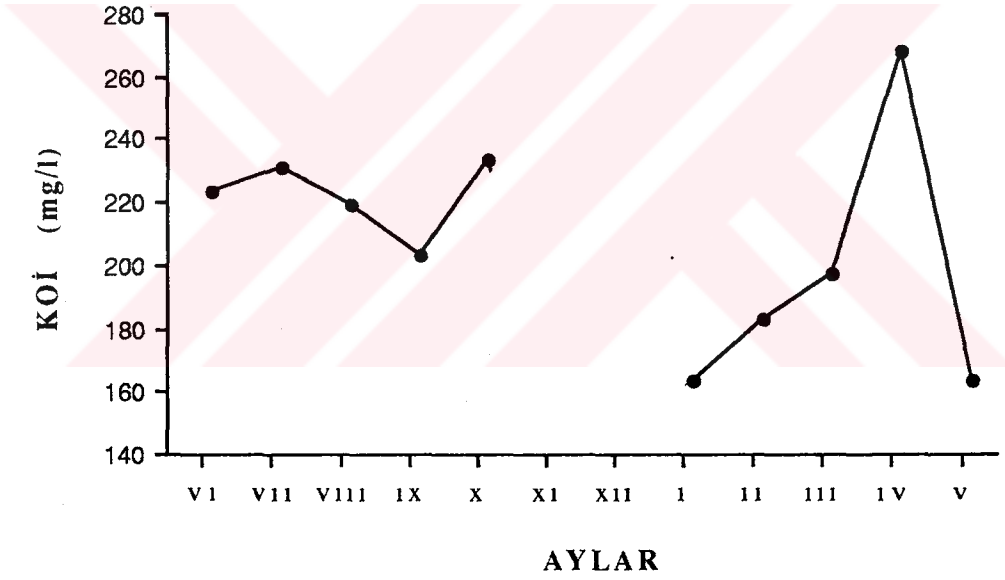


Şekil 4. 6. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi

4. 7. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

KOİ ile, atıksuların bünyesindeki organik maddeler, kimyasal oksidasyonları için gerekli oksijen miktarı cinsinden belirlenir. Oksidasyon ortamında karbonlu organik maddeler, CO_2 ve H_2O 'ya; azotlu organik maddeler ise, NH_3 ' a dönüşürler.

Yapılan çalışmada KOİ, 265 mg/l ile en yüksek; 160 mg/l ile en düşük değerine ulaşmıştır. Topkaya ve Tümen'in (1987) yaptığı çalışmada; KOİ maksimum 800 mg/l ye kadar çıkarken, minimum 200 mg/l'ye kadar da düşmüştür. KOİ' nin zamana ve aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 7.' de verilmiştir.

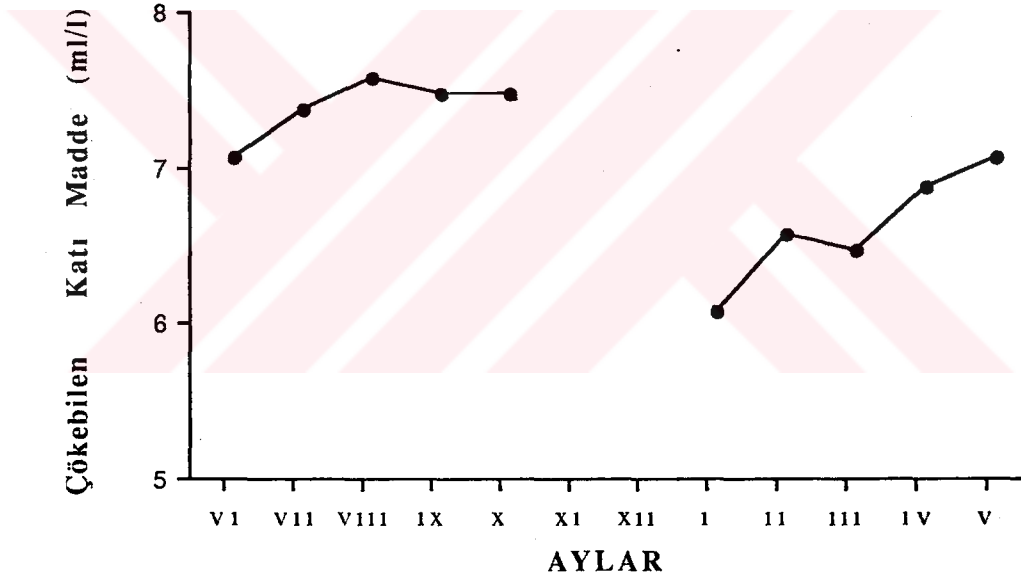


Şekil 4. 7. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Kimyasal Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi

4. 8. Çökebilin Katı Madde

Kendi ağırlıklarıyla çökebilin maddelerdir. Çökelme hızı parçacıkların büyüklüğüne ve yoğunluğuna bağımlıdır. Çökebilin katı maddelerin tayini, evsel, endüstriyel ve yüzeysel sularda önem taşır. Aylara göre çökebilin katı madde miktarı Şekil 4. 8.' de verilmiştir.

Şekilde de görüldüğü gibi değerler birbirine çok yakındır. Maksimum değer 7,5 ml/l iken, minimum değer 6,4 ml/l dir. Sıcaklığın artışına ve azalışına paralel olarak çökebilin katı madde miktarı artmakta ya da azalmaktadır.

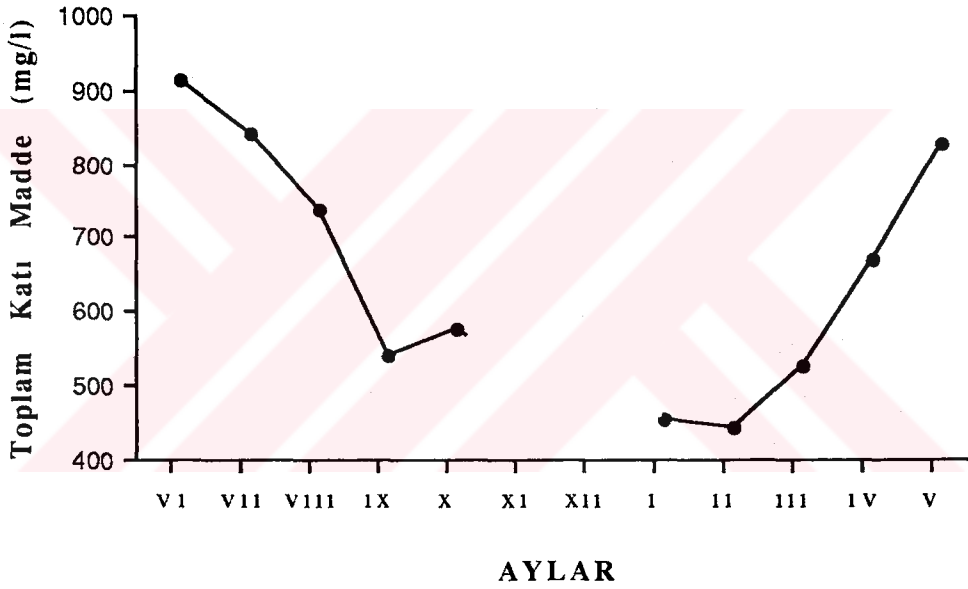


Şekil 4. 8. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Çökebilin Katı Madde Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 9. Toplam Katı Madde

Suyun doğrudan buharlaştırılıp, kalıntının kurutulup tartılmasıyla bulunan toplam katı madde içeriği, kirletilmiş suların analizlerinde az değere sahiptir. Çünkü hassasiyetini belirlemek çok güçtür.

Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz bulgulara göre, maksimum toplam katı madde miktarı 900 mg/l, minimum toplam katı madde miktarı ise, 420 mg/l' dir. Toplam katı madde miktarı aylara bağlı olarak değişim göstermektedir (Şekil 4. 9).



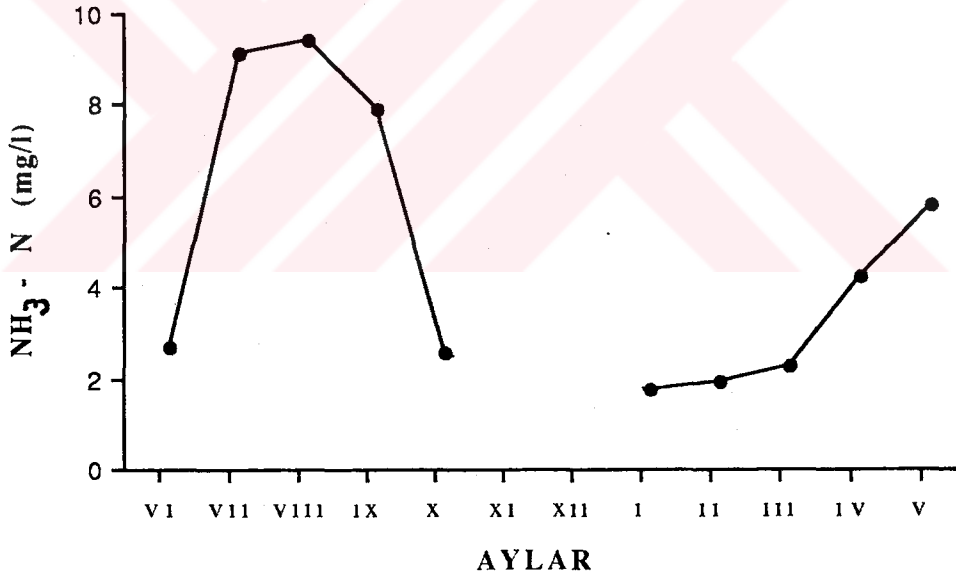
Şekil 4. 9. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Toplam Katı Madde Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 10. Amonyak Azotu

Amonyak, karasız bir yapıya sahiptir ve tabii sulara ya hiç bulunmaz ya da iz halde bulunur. Sulara amonyak miktarının yüksek oluşu ortamda organik maddenin de yüksek olduğunu gösterir.

Yapılan çalışmada amonyak azotu aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. Amonyak azotu Ağustos ayında en yüksek, Ocak ayında ise en düşük değere ulaşmıştır. Ayların ortalaması da 4,28 mg/l' dir. $\text{NH}_3 - \text{N}$ ' nun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 10.' da verilmiştir.

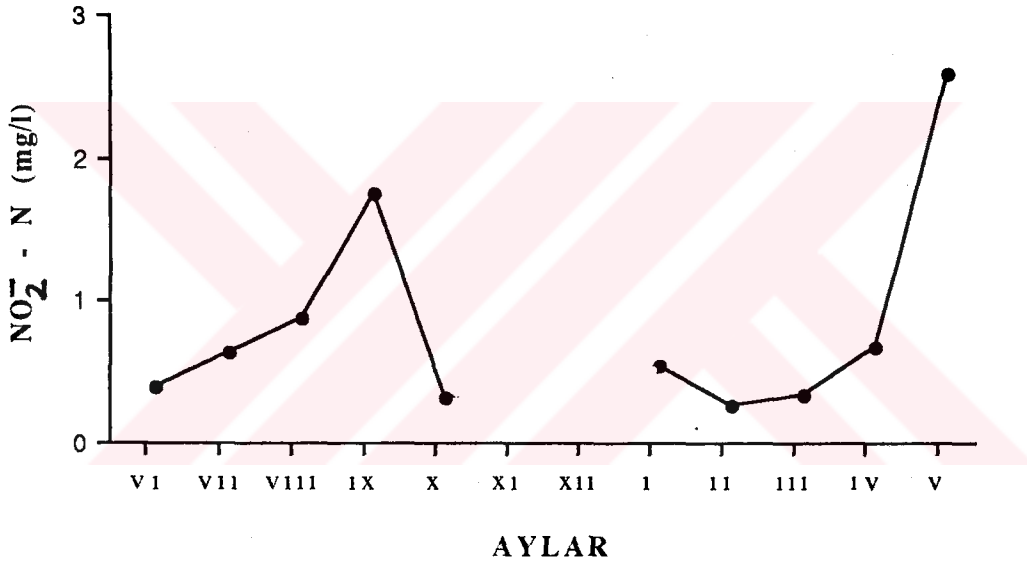
Metcalf ve Eddy, yapmış oldukları sınıflandırmada atıksuları kirlilik durumlarına göre kuvvetli, zayıf ve orta olarak nitelendirmişlerdir. Bu durumda Elazığ kenti evsel atıksuları, azotlu bileşikler bakımından kuvvetli sular sınıfına girmektedir.



Şekil 4. 10. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Amonyak Azotunun Aylara Göre Değişimi

4.11. Nitrit Azotu

Nitrit, indirgenme-yükseltgenme reaksiyonlarının ara ürünü olup, karasız bir bileşiktir. Oksijen ile temas eden yüzeylerde iz halinde bulunur. Kararsız bir bileşik olduğu için oksijen ile teması sonucu hemen nitrata yükseltgenir. Aylara bağlı olarak değişim gösteren nitrit azotu, Şubat ayında en düşük, Mayıs ayında ise, en yüksek değerine ulaşmıştır. Ortalama değer, 0,75 mg/l'dir. Nitrit azotunun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 11.' de verilmiştir.

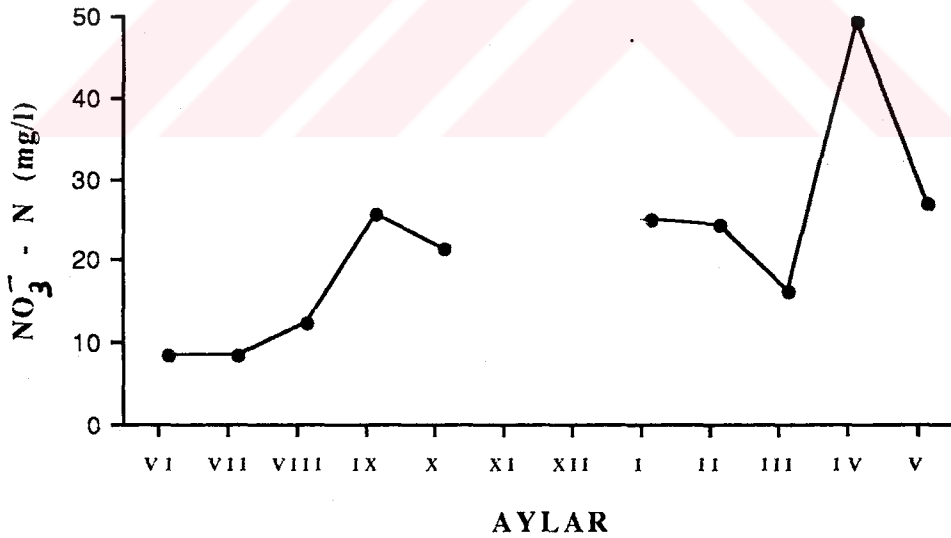


Şekil 4. 11. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Nitrit Azotunun Aylara Göre Değişimi

4. 12. Nitrat Azotu

Nitrat, azotun son oksidasyon ürünü olup, organik maddelerin sularda ayrışmaya maruz kaldığını göstermesi bakımından önemlidir. Yapılan analizler sonucunda, nitrat azotu, nitrit azotu ve amonyak azotuna oranla daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ise, karasız azotlu bileşik olan amonyak ve nitrit, oksijen ile temas edince kararlı son ürün olan nitrata yükseltgenmiştir.

Yapılan çalışmada nitrat azotu aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. En düşük değer Haziran ayında, en yüksek değer ise, Nisan ayında çıkmıştır. Ortalama değer 20,85 mg/l' dir. Nisan ayında yağın yoğun yağmur, çevredeki kalıntıları da beraberinde getirmiş ve nitrat azotunda belirgin bir artış görülmüştür. Nitrat azotunun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 12.' de verilmiştir.



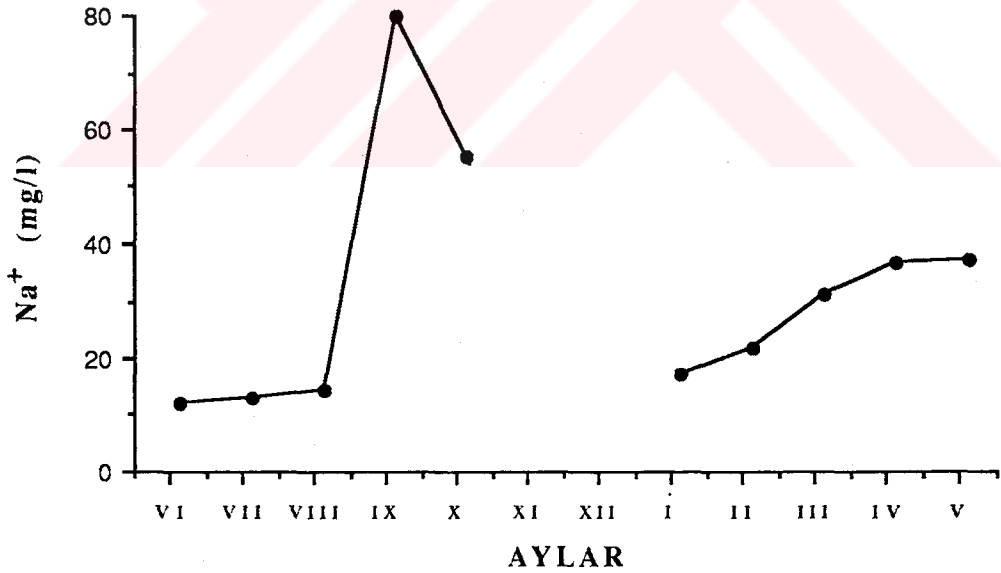
Şekil 4. 12. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Nitrat Azotunun Aylara Göre Değişimi

4. 13. Sodyum

Elazığ kenti evsel atıksularının deşarj edildiği noktadan alınan su örneklerinde, sodyum miktarı aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. Sodyum miktarı Eylül ayında en yüksek, Haziran ayında ise en düşük değerine ulaşmıştır. Yaz aylarında Haziran ayına paralel bir artış gösterirken, sonbahar aylarında maksimum değerlere ulaşmıştır. Kış aylarında düşmeye başlarken, ilkbaharda tekrar yükselmeye başlamıştır. Sodyumun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 13' de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda maksimum sodyum değeri 78,2 mg/l ile Eylül ayında, minimum değer ise, 10,02 mg/l ile Haziran ayındadır.

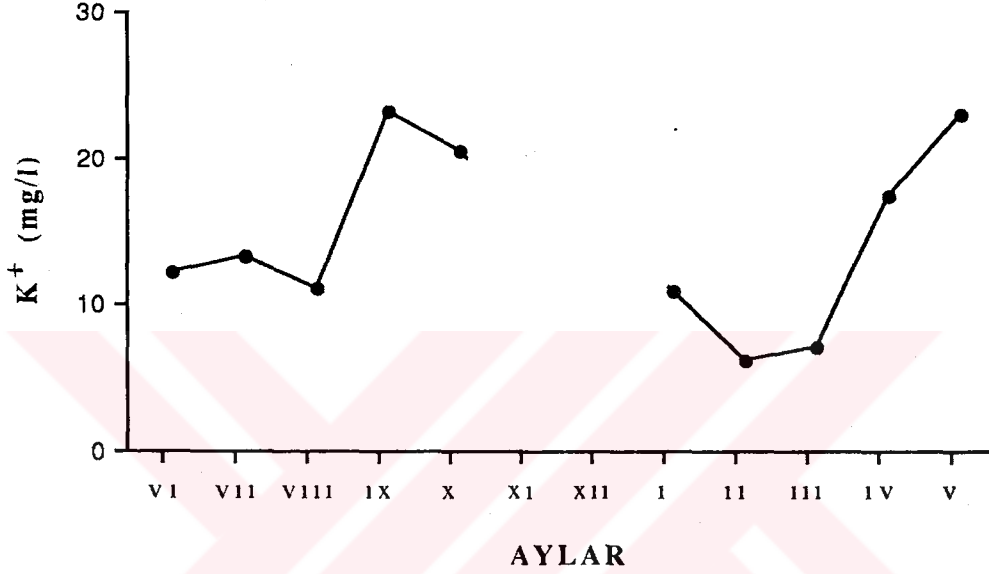
Sulama sularında, özellikle kil bünyeli topraklarda yüksek sodyum, son derece kritiktir. Bol miktarda değişebilen sodyum içeren toprağa alkali toprak denir. Bu topraklar tarıma elverişsizliği düşük hava miktarı ve zayıf geçirgenlik ile karakterize edilirler (Kaplan, 1983).



Şekil 4. 13. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Sodyum Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 14. Potasyum

Aylara bağlı olarak değişim gösteren potasyumun en düşük değeri Şubat, en yüksek değeri ise, Eylül ayındadır. Potasyumun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 14.' de gösterilmiştir.

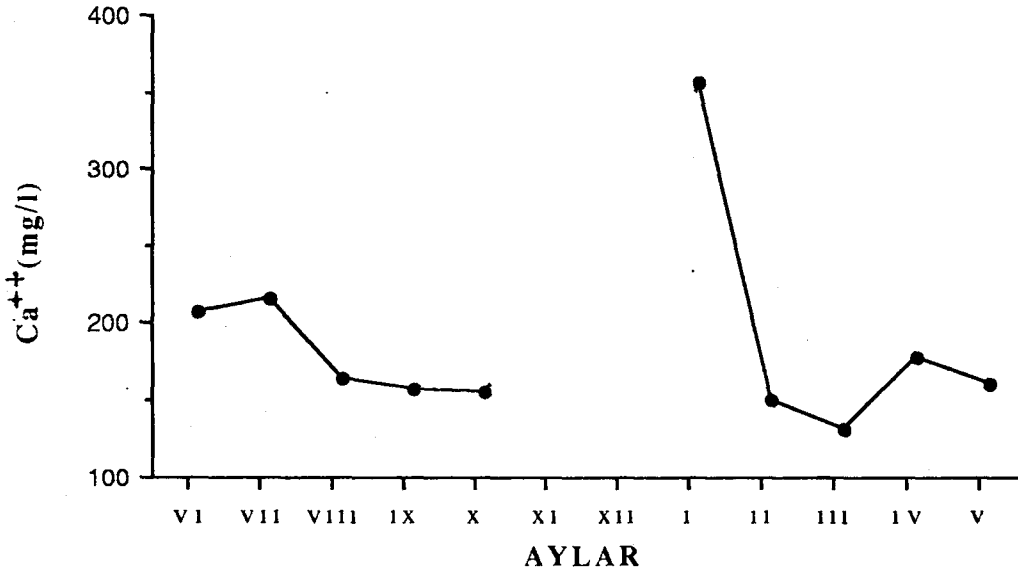


Şekil 4. 14. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Potasyum Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 15. Kalsiyum

Kalsiyum da sodyum ve potasyum gibi aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. Ayların ortalaması 183,71 mg/l'dir. Kalsiyumun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4. 15.' de gösterilmiştir.

Bitki gelişmesinde kalsiyum esastır ve bir sulama suyunda bol miktarda bulunması yüksek sodyum tehlikesini azaltır. Wilcox' a (1957) göre sert su toprağı yumuşak, yumuşak su toprağı sert yapar (Ayyıldız, 1983).



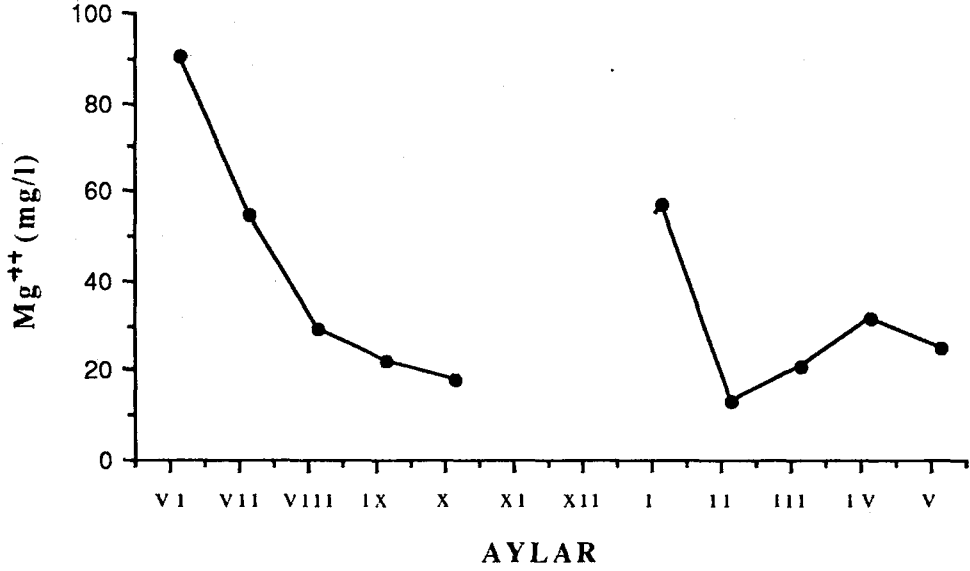
Şekil 4. 15. Elazığ Kenti Eysel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Kalsiyum Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 16. Magnezyum

Kalsiyum ve magnezyum, suların sertliği ile ilgili parametrelerdir. Magnezyum, kalsiyuma paralel olarak ya artış ya da azalış göstermektedir.

Analizler sırasında, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okuma yapılırken, standartların hatalı okunduğu anlaşılmıştır. Hata kaynağı araştırılarak, gerekli hata bulunmuştur ve rakamlar 10'a bölünerek düzeltme yapılmıştır. Ayrıca titrimetrik metod kullanılarak magnezyum analizi yapılmış ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde yapılan okuma ile karşılaştırılmıştır. Magnezyumun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4.16.' da gösterilmiştir.

Sulama suyunda magnezyum, bitki gelişimi için esestir. Sulama suyunda 24 mg/l konsantrasyona kadar magnezyum katyonunun bitki gelişmesini ve toprak durumuna kötü bir etki yapmadığı belirlenmiştir (Ayyıldız, 1983).



Şekil 4. 16. Elazığ Kenti Evsel Atıksularının Deşarj Edildiği Noktadaki Atıksuda Magnezyum Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. 17. Ağır Metaller

Ağır metallerden olan demir ve mangan analizleri Haziran 1992 tarihinden itibaren; bakır, kobalt, çinko, kurşun, nikel ve kadmiyum analizleri ise, Ocak 1993 tarihinden itibaren yapılmaya başlanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, Elazığ kenti evsel atıksularında sadece demir ve mangana rastlanmıştır. Hem demir hem de mangan atıksuda çok düşük miktarlarda bulunmaktadır. Maksimum demir miktarı 0,7 mg/l ile Mayıs ayında, minimum demir miktarı, 0,55 mg/l ile Ekim ayında; maksimum mangan miktarı 4,92 mg/l ile Nisan ayında, minimum mangan miktarı ise, 0,52 mg/l ile Ekim ayındadır. Ayların ortalaması; demir için, 0,65 mg/l, mangan için de 1,79 mg/l dir. Çalışmanın ilk dört ayında demir ve mangana da rastlanılmamışken, son altı ayda iz miktarda demir ve mangan görülmüştür.

4. 18. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler, Ocak 1993 tarihinden itibaren beş ay süreyle yapılmıştır. Evsel atıksuda toplam koliform, toplam bakteri, *E. coli*, *Salmonella sp.* ve Proteolitik bakterilere bakılmıştır. Atıksuda sözü geçen mikroorganizmaların hepsi bol miktarda bulunmaktadır.

Toplam koliform sayımında *E. coli*' nin dışında *Klebsiella sp.* ve *Enterobacter sp.*' ye de rastlanmıştır. *Klebsiella* ve *Enterobacter* toplam koliform bakterileri olduğu için miktarları ayrıca verilmemiştir. Fakat beş ay süre ile yapılan sayımlarda her iki bakterinin varlığı da bariz bir şekilde görülmüştür (Tablo 4. 2.).

Patojen mikroorganizmalar, su canlıları için büyük tehlike teşkil etmektedirler. Patojen mikroorganizmalar su canlılarına bulaşırsa, bunlarla beslenen insanlara taşınır ve bu mikroorganizmalar belirli sayıya ulaşıncı insanlarda hastalığa sebep olurlar. Elazığ kenti evsel atıksuları, Keban Baraj Gölü' ne bol miktarda mikroorganizma taşımaktadır. Dolayısıyla da bu atıksular, gölde yaşayan canlılar üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Atıksu ile göle bulaşan mikroorganizmalar ekolojik dengeyi bozarak zararlı etkilerini insanlara kadar taşıyabilmektedirler.

Tablo 4. 2. 1993 Yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs Aylarında Elazığ Kenti Evsel Atıksularında Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (Mikroorganizma / ml)

Örnekleme Ayları	Koliform Bakterileri	<i>E. coli</i>	Toplam Canlı Bakteri X 10 ³	<i>Salmonella spp.</i>	Proteolitik Bakteriler
Ocak	≥ 2400	+	1300	+	+
Şubat	≥ 2400	+	1400	+	+
Mart	≥ 2400	+	1440	+	+
Nisan	≥ 2400	+	1520	+	+
Mayıs	≥ 2400	+	1580	+	+

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, Elazığ kenti evsel atıksularının deşarj edildiği noktadan alınan su örneği fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak analiz edilmiş ve deneysel bulgular Tablo 4. 1 ve 4. 2' de verilmiştir. Elde edilen tüm veriler, istatistiksel olarak analiz edilip, değerlendirilmiştir.

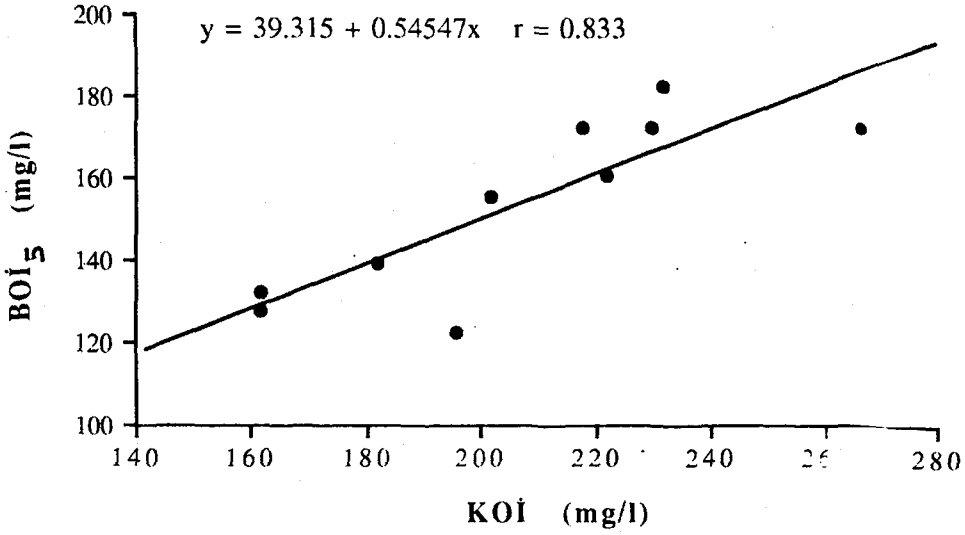
Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda, Elazığ kenti evsel atıksularının yüksek kirlilik konsantrasyonuna sahip olduğu gözlenmiştir. Bu değerler Metcalf - Eddy sınıflandırmasına göre, kuvvetli atıksu olarak nitelendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, amonyak azotu ile sıcaklık, iletkenlik ile toplam katı madde ve KOİ ile BOİ₅ arasında bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin ortalaması alındığında Elazığ kenti için 205,3 mg/l değeri bulunmaktadır. Kimyasal oksijen ihtiyacından daha önemli bir parametre de KOİ/BOİ₅ oranıdır. Elazığ kenti için bu oran 1,4 olarak bulunmuştur ki bu da atıksuyun biyolojik yöntemlerle çok kolay ayrıştırılabileceğini göstermektedir. Normal olarak evsel atıksular için bu değer 2,2 civarında olmaktadır. Büyüklüğü daha güç ayrışmayı işaret eden bu oran, ayrışabilirliği en iyi olan sularda 1,5 olmaktadır. Evlerde kullanılan çeşitli detarjanların, atıksuların ayrışabilirliğini olumsuz yönde etkileyeceği düşünülse de KOİ/BOİ₅ oranı böyle bir sorun olmadığını göstermiştir.

İstatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kimyasal oksijen ihtiyacı ile biyokimyasal oksijen ihtiyacı arasında bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacı ile biyokimyasal oksijen ihtiyacı arasındaki bu ilişki, istatistiksel olarak % 5 hata düzeyinde önemlidir.

Şekil 5. 1.' de de görüldüğü gibi biyolojik oksijen ihtiyacı arttıkça, kimyasal oksijen ihtiyacı da buna bağlı olarak artmaktadır. KOİ, BOİ₅' e oranla çok daha kısa zamanda sonuç vermektedir. KOİ sonuçlarına bakılarak BOİ₅ hakkında yorum yapabilmek mümkündür.



Şekil 5.1. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı İle Kimyasal Oksijen İhtiyacı Arasındaki İlişki

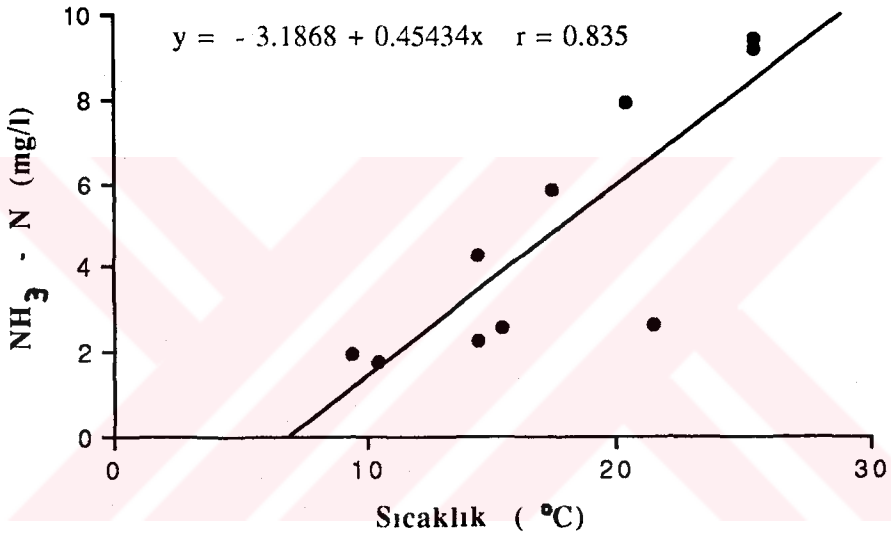
Elazığ kenti evsel atıksularında araştırılan ağır metaller; bariyum, kobalt, çinko, nikel, krom, kadmiyum, kurşun, demir ve manganezdır. Ağır metal analizleri Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile yapılmıştır ve sadece demir ve manganeze rastlanmıştır. Araştırılan diğer ağır metaller aletin okuma sınırı içerisinde bulunamamıştır. Buda göstermiştir ki; Elazığ kenti evsel atıksuları, Keban Baraj Gölü'nü ağır metal yönünden kirlenici etkiye sahip değildir. Eğer Organize Sanayi Bölgesi' nin atıksuları tasfiye edilmeden Keban Baraj Gölü' ne deşarj edilirse, gölde ağır metal kirliliği görülebilir.

Elazığ kenti evsel atıksuyu mikrobiyolojik olarak incelendiğinde, yüksek mikroorganizma yüküne sahip olduğu anlaşılmıştır. Atıksuda tespit edilen mikroorganizmalar, normal sınırların üzerindedir ve bu mikroorganizmalar, Keban Baraj Gölü'nün ekolojik dengesini bozarak tehlikeli boyutlara ulaşan çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Elazığ kenti evsel atıksuları azotlu bileşikler yönünden incelendiğinde; azotlu bileşiklerin aylara göre değişim gösterdiği görülmüştür. Yağlı ve kış aylarında amonyak azotu miktarı düşük çıkarken, yaz aylarında ise, yüksek

çıkmiştir. Yağış sebebiyle atıksuyun miktarı artmış ve atıksu derişik hale gelmiştir. Buna bağlı olarak da amonyak azotu miktarı azalmıştır. Yaz aylarında ise, atıksu miktarı daha azdır ve dolayısıyla da amonyak azotu miktarı daha yüksektir.

Azotlu bileşikler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; amonyak azotunun sıcaklıkla ilişkili olduğu ve bu ilişkinin % 5 hata düzeyinde önem taşıdığı tesbit edilmiştir. Amonyak azotunun sıcaklıkla olan ilişkisi Şekil 5. 2.' de verilmiştir.



Şekil 5. 2 Elazığ Kenti Eysel Atıksularında Amonyak Azotu İle Sıcaklık Arasındaki İlişkisi

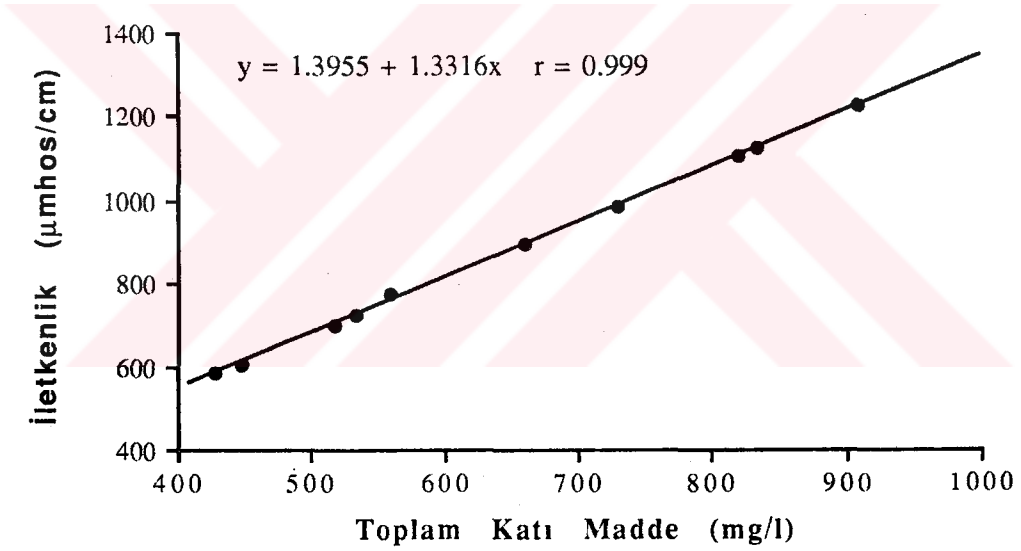
Nitrit azotu çok kararsız bir bileşiktir ve oksijenle temas edince hemen nitrata dönüşmektedir. Arazinin laboratuvara olan uzaklığı gözönüne alındığında ve atıksu örneğinde anında nitrit analizi yapamadığımız için, nitrit azotunun bir kısmı nitrat azotuna dönüşmüştür.

Yağmurlu günde fakat yağmurdan yaklaşık dört saat sonra alınan atıksu örneğinde yapılan ölçümler sonucunda azotlu bileşiklerin oldukça yükseldiği görülmüştür. Bunun sebebi ise, yağmurdan sonra, yağmur

suyunun, kanallar içinde kalan suyu, kanal içinde çökelmiş durumda bulunan diğer maddeleri ve çevredeki katı atıkları da sürükleyerek taşımasıdır. Bu da hem azotlu bileşiklerin hem de BO_5 değerinin yükselmesine sebep olmuştur.

Resmi Gazete 1991' de yayınlanan sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterlerine göre Elazığ kenti evsel atıksuları, üçüncü sınıf kullanılabilir sulama suyu sınıfına girmektedir.

İstatistiksel analiz sonuçları göstermiştir ki; toplam katı madde arttıkça iletkenlik artmaktadır. İletkenlik ile toplam katı madde istatistiksel olarak % 1 hata düzeyinde önemlidir (Şekil 5. 3).



Şekil 5. 3. Elazığ Kenti Evsel Atıksularında İletkenlik ile Toplam Katı Madde Miktarı Arasındaki İlişki

6. ÖNERİLER

Elazığ kenti evsel atıksularını karakterize etme amacını taşıyan bu çalışmada, Elazığ kenti için tipik atıksu bileşimi belirlenmiştir.

Yapılan çalışmadan elde edilen en önemli bulgu, Elazığ kenti evsel atıksularının biyolojik olarak ayrışabilirliğidir. Bu bilginin ışığı altında yapımı hala devam etmekte olan Elazığ kenti atıksu tasfiye tesisi için biyolojik tasfiye kademesi önerilmektedir. Elazığ kenti evsel atıksuları biyolojik olarak tasfiye edilebilecek niteliktedir.

Organize Sanayi Bölgesi ve Şeker Fabrikası atıksularının, tasfiye edildikten sonra alıcı ortama verilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde Keban Baraj Gölü' nün yakın bir gelecekte ötrofik göl durumuna geçmesi kaçınılmaz bir sonudur. Bu durumu önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Keban Baraj Gölü' nün korunabilmesi için hem Elazığ kenti evsel atıksularının hem Şeker Fabrikası atıksularının hem de Organize Sanayi Bölgesi atıksularının tasfiye edilmesi gerekmektedir.

Deşarj edilen atıksular, alıcı ortam olan Keban Baraj Gölü için büyük bir tehlike teşkil etmektedir. Doğal kaynakları korumak için, kaynakların kirlenmesini beklemek oldukça yanlıştır. Bu nedenle doğal kaynakları korumaya yönelik tedbirler, önceden alınmalıdır. Çevre Kanunu ve buna bağlı olarak çıkarılan yönetmeliklere uygun olarak çevre koruma çalışmalarına ağırlık verilmeli, İl Çevre Kurulu ve Mahalli Çevre Kurulu tarafından çevre koruma konusunda planlar hazırlanmalı, programlar yapılmalı ve uygulamalara geçilmelidir.

Kirlilik kontrolü çalışmalarına temel olması için benzeri çalışmaların Elazığ dışındaki şehirlerde de yapılması gereklidir. Mümkün olabirirse deterjan ve fosfor gibi ölçümlerin yapılarak tasfiye metodunun belirlenmesinde kullanılabilir bütun verilerin oluşturulması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- ARCEIVALA, S. J., (1975). Basit Pis Su Tasfiye Metodları, Çeviren S. Soyupak No: 14, Ankara
- ARCEIVALA, S. J., (1981). Wastewater Treatment and Disposal Marcel Dekker. INC., New York, USA.
- AYYILDIZ, M., (1983). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara.
- AWWA, APHA, EPA, (1985). "Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater". 16 th Edition, Washington.
- BALTEPE, Ş., (1987). "Biyokimya". Fırat Üniversitesi Fen - Edb. Fak. Biyoloji Bölümü Basılmamış Ders Notları, Elazığ.
- BÜYÜKGÜNGÖR, H., (1986). "Atıkların İşlenmesinde Mikrobiyolojik Proseslerin Rolü", Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Çevre' 86 Sempozyumu Tebliğleri, 2 -5 Haziran 1986, İzmir. Sa: 1-9.
- DEMİRCİOĞLU, C., SAMSUNLU, A., (1986). "Evsel Atıksuların Nitrifikasyon - Denitrifikasyon Metodu İle Arıtılması ve İzmir Arıtma Tesisi Azot Sorununa Bir Yaklaşım", Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Çevre' 86 Sempozyumu Tebliğleri, 2 - 5 Haziran 1986, İzmir, Sa: 1 - 9.
- ERENÇİN, Z., KÖKSAL, G., (1981). İç Sular Temel Bilimleri, Ankara Üniversitesi Veteriner Fak. Yayınları, No: 135, Ankara.
- FAİR, G. M., GEYER, J., (1985). Elements of Water Supply and Wastewater Disposal, John Willey and Sons. New York.
- HARLIOĞLU, M. M., (1989). Haringet Çayı' nda Kanalizasyon Atıklarının Meydana Getirdiği Bazı Kirlilik Parametrelerinin

İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

KAPLAN, A., (1983). " Su Kimyası", DSİ Hidrolojik Eğitim Semineri.

KARPUZCU, M., (1985). Su Temini ve Çevre Sağlığı, İTÜ İnşaat Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

KINLI, H., (1987). "Döner Biyolojik Diskte Nitrifikasyon", Uluslararası Çevre' 87 Sempozyumu, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, İzmir, Sa: 363 - 385.

KIRIMHAN, S., (1987). "Arıtım Tesislerinden Çıkan Temizlenmiş Atıksuların Tarımsal Amaçlı Sulamada Kullanılmasının Sulama Suyu ve Toprak Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi", Çevre' 87 6. Çevre Sempozyumu, 26 - 28 Ekim 1987, İzmir. Sa: 21.

KIRIMHAN, S., (1989). "Elazığ İlinin Genel Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri", 5. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran 1989, Adana, Sa: 21.

KUMBUR, H., (1986). " Su Kirliliği ve Su Kirliliğini Kantitatif Olarak Tanımlanmasında Kullanılan Parametreler", İller Bankası Dergisi. Kasım 1986, Sayı 11, Ankara, Sa: 15 - 25.

MUSLU, Y., (1985). Su Temini ve Çevre Sağlığı, İTÜ İnşaat Fakültesi, Cilt III, İstanbul.

METCALF, A., EDDY, F., (1983). Wastewater Engineering, Mc Graw Hill Company, New Delhi, India.

ÖZÇELİK, S., (1985). Genel Mikrobiyoloji, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Konya.

ÖZÇELİK, S., (1992). Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvar Klavuzu, Fırat Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Ders Notları, Elazığ.

- SAMSUNLU, A., MÜEZZİNOĞLU, A., ŞENGÜL, F., (1982). Çevre Mühendisliği Kimyası. Ege Üniversitesi İnşaat Fakültesi Ders Notları, No: 39, İzmir.
- SAMSUNLU, A., (1986). Çevre Mikrobiyolojisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, İzmir.
- SAY, H., (1991). Elazığ Kanalizasyonunun ve Ferrokrom Fabrikası Atıklarının Keban Baraj Gölü'ne Döküldüğü Bölgelerde Ağır Metal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- SAWYER, C., MC CARTY, A., (1987). Chemistry for Enviromental Engineering, Mc Graw Hill. Inc., New York.
- ŞENGÜL, F., MÜEZZİNOĞLU, A., SAMSUNLU, A., (1986). Çevre Mühendisliği Kimyası. Ege Üniversitesi İnşaat Fakültesi Ders Notları, No: 39, İzmir.
- ŞENGÜL, F., MÜEZZİNOĞLU, A., (1986). "Stabilizasyon Havuzlarında Azot ve Fosfor Giderimi", Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Çevre' 86 Sempozyumu Tebliğleri, 2 - 5 Haziran 1986, İzmir, Sa: 1 - 10.
- ŞENGÜL, F., (1987). "Atıksularda Fosfor Arıtımı", Uluslararası Çevre' 87 Sempozyumu, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, İzmir.
- TÇSV Yayını (1991). Türkiye'nin Çevre Sorunları, Ankara.
- TOPACIK, D., (1982). Çevre Mikrobiyolojisi, İTÜ İnşaat Fak. Ders Notları, İstanbul.
- TOPKAYA, B., TÜMEN, F., (1987). "Evsel Atıksu Tasfiye Tesis Tasarımında Laboratuvar Doneleri Kullanımı", Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, İnşaat Mühendisliği, Sayı 3, Sa: 1-9.

TÜRKMAN, A., GÜREL, N., (1986). "Evsel Nitelikli Atıksuların Özelliklerinin Zamansal ve Yerel Değişiminin Belirlenmesi". Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Çevre' 86 Sempozyumu Tebliğleri, 2-5 Haziran 1986, İzmir, Sa: 1-13.

USLU, O., TÜRKMAN, A., (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları. No: 1, Ankara.

