



ERZİNCAN KENTİ ATIKSULARININ KARAKTERİZASYONU ve GPS-X BİLGİSAYAR PROGRAMI KULLANILARAK MODELLENMESİ

Alper NUHOĞLU, Tuba TURAN

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
25000, Erzurum, tuba@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi:04.01.2011

Kabul Tarihi: 11.03.2011

ÖZET

Erzincan Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nde yürütülen bu çalışma üç ana kademede gerçekleştirilmiştir. İlk olarak tesisin mevcut işletme stratejisi ve arıtma performansı değerlendirilmiş ve iyi işletilmediği sonucuna varılmıştır. İkinci kademede Erzincan kenti evsel atıksuları karbonlu ve azotlu maddelere göre karakterize edilmiş ve giriş suyunda ölçülen parametrelerin ortalama değerleri şu şekilde bulunmuştur; TKOI: 430mg/ L, ÇKOI: 233 mg/L, NO₃-N: 0.36 mg/L, NH₄-N: 32 mg/L, çözülmüş organik N: 11 mg/ L, toplam N: 43 mg/L ve AKM: 199 mg/L. İncelenen periyotta çeşitli parametrelere göre tesisin arıtım performansı şu şekildedir; TKOI giderme verimi %80-87, ÇKOI giderme oranı %73-89 ,TN giderim oranının %6,6-36,8 ve NH₄-N giderme veriminin %87,3-95,4 arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü kısmında GPS-X bilgisayar programı kullanılarak mevcut tesis matematiksel olarak modellenmiş ve ölçülen değerlerle modelin hesapladığı değerler arasında iyi bir uyum olduğu tespit edilmiştir. Modelde biyokinetik reaksiyonlar için IAWQ Çalışma Grubu 1No'lu modeli, çöktürme havuzu için katmanlı çöktürücü modeli kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: atıksu arıtımı, nitrifikasyon, denitrifikasyon, GPS-X bilgisayar programı.

CHARACTERIZATION of ERZİNCAN CITY WASTEWATER TREATMENT PLANT and MODELLED by USING GPS-X COMPUTER PROGRAM

ABSTRACT

There are three major steps in this study in which it was performed at the Erzurum City Wastewater Treatment Plant. Firstly, current operational strategies and treatment performance were evaluated for the plant and it was concluded that the plant was poorly operated. At the second stage, domestic wastewater of Erzincan City were characterized for carbonaceous and nitrogenous substances, and average values of parameters measured in influent were found as follows; TCOD:430 mg/L, SCOD:233 mg/L, NO₃-N: 0.36 mg/L, NH₄-N: 32 mg/L, dissolved organic N: 11 mg/ L, Total N: 43 mg/L and SS:199 mg/L. During the field study period, removal rates for TCOD was varied between 80-87 %, SCOD removal rates varied between 73-89%, TN removal rates varied between 6,6-36,8% and NH₄-N removal rates varied between 87,3-95,4%. As a third stage of the study, treatment plant was modelled mathematically by using GPS-X computer software and for various parameters it was observed that there was a good agreement between measured and computed values. In mathematical modelling, IAWQ Task Group Model No 1 was used for biochemical reactions and layered settler model was chosen for final settling tank.

Keywords: wastewater treatment, nitrification, denitrification, GPS-X computer program.

1. GİRİŞ

Canlı yaşamının sürmesi için gerekli olan bileşiklerden biri olan su, tüm canlılardaki metabolizmanın büyük bir kısmını oluşturur. Dünya yüzeyinin % 70 ten fazlası sularla kaplı olmasına rağmen, bu miktarın çok küçük bir kısmı (% 0.5) içme, kullanım ve zirai amaçlar için uygundur. Bu kısıtlı kaynaklar da günden güne azalmakta ve kirletilmektedir. İlk zamanlarda kurulan atıksu arıtma tesislerinde amaç, karbonlu maddelerden kaynaklanan

organik kirliliği gidermek ve bazen de ortamdaki amonyum azotunu nitrat azotuna dönüştürmek olmuştur. Ancak nüfus artışı ve endüstrileşmenin yoğun bir şekilde devam etmesi, özellikle göl ve haliç gibi durgun su ortamlarında ötrofikasyon probleminin hızlı bir şekilde ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu nedenle özellikle son 10-15 yılda atıksu artımında karbonlu maddelerle birlikte azotlu ve fosforlu maddelerin giderimi de önem kazanmış ve son derece sıkı atıksu deşarj limitleri uygulamaya konulmuştur[5]. Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse de ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot çevrimi dediğimiz bir döngü içinde sürekli bir dolanım halindedir. Bu biyojeokimyasal döngü sırasında azot, çeşitli oksidasyon aşamalarından geçer. Bu çevrimdeki en önemli aşamalar moleküler azotun bağlanması, amonyaklaşma, nitrifikasyon ve denitrifikasyondur. Azot deneyleri genellikle biyolojik arıtmanın arıtma verimini kontrol için yapılır. Arıtma tesislerinin dizaynında ve işletilmesinde azot kontrolü önemlidir [4].

1912 yılında Ardenn ve Lockett'in çalışmaları neticesinde İngiltere'de geliştirilen Aktif Çamur prosesi, biyolojik atıksu arıtımı için bir dönüm noktası niteliğindedir. Çünkü bu tarihten itibaren bütün dünyada popülerliği artan bu proses hızlı bir şekilde gelişmiş ve gerek evsel ve gerekse de endüstriyel atıksuların arıtımı için çeşitli tip ve işletme şekillerinde birçok aktif çamur tesisi kullanılmaya başlamıştır. A.B.D. de tüm atıksu arıtma tesislerinin 9000'i, İngiltere'de 501'i ve Fransa'da 600 den fazlası aktif çamur tipindeki tesislerden oluşmaktadır [1].

Aktif çamur prosesinin dinamiklerinin araştırılmasında proses modellemesi son derece etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Başlangıçta kullanılan klasik (üç bileşenli) aktif çamur modelleri, oksijen kullanım hızı ve sistemde üreyen çamur miktarlarının tahmininde yetersiz kalmaktaydı. Bu nedenle özellikle 70'li yıllardan itibaren çok bileşenli modeller geliştirilmiş ve 1987 yılında Çalışma Grubu 1 no'lu modeli olarak adlandırılan ve 13 bileşen ve 8 procesten oluşan oldukça kapsamlı bir model geliştirilmiştir. Bu model evsel atıksular için tek çamurlu sistemlerde karbonlu ve azotlu madde giderimini başarılı bir biçimde ortaya koyan ve en geniş kabul gören modeldir [2,3]. Özellikle son yıllarda bilgi işlem teknolojisinde yaşanan çarpıcı gelişmeler neticesinde, yüksek işlem gücü gerektiren uygulamalar, özel ve pahalı bilgisayar sistemleri yerine rahatlıkla kişisel bilgisayarlarda gerçekleştirilebilmektedir. Buna bağlı olarak, atıksu arıtma tesislerinin modelleme ve simülasyonu ile ilgili yazılımlarda yaygınlaşmış ve gün geçtikçe daha geniş kapsamlı programlar pazara çıkmıştır. Atıksu arıtım tesislerinin modelleme ve simülasyonunda, kendi sınıfında en gelişmiş program olan GPS-X programı, atıksu arıtım tesisinde yer alan hemen hemen tüm arıtım birimlerini modelleme olanağı sunmakta ve programda duyarlılık analizi, optimizasyon ve kontrol gibi önemli bölümler bulunmaktadır[6].

Bu çalışmada, Erzincan Kentin'de işletmeye açılan atıksu arıtma tesisinin, karbonlu ve azotlu maddeleri arıtım performansı ortaya konulmuş ve tesis giriş suyu çok bileşenli modelde kullanılmak üzere karakterize edilmiştir. GPS-X programı ile tesis matematiksel olarak modellenmiş ve programın tahmin ettiği değerlerle, ölçülen değerler kıyaslanarak gerekli parametreler üzerinde kalibrasyon yapılmıştır. Daha sonra tesisin farklı işletme şartlarında nasıl davranacağı GPS-X programı yardımıyla incelenmiş ve buna göre gerekli öneriler yapılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Erzincan Kenti Atıksu Arıtma Tesisi bölgede inşa edilmeden önce genel anlamda atıksu arıtılması hiç yapılmamıştır ve bu arıtma tesisi, Türkiye'nin doğusunda bu tip ilk tesislerden birisidir. 1995 yılının Ekim ayında işletmeye alınan tesiste aktif çamur esasına dayalı olan biyolojik arıtım yapılmaktadır. Şehrin güneyinde yer alan atıksu arıtma tesisi 124.000 kişiye karşılık gelen hidrolik ve kirlilik yükü için tasarlanmıştır.

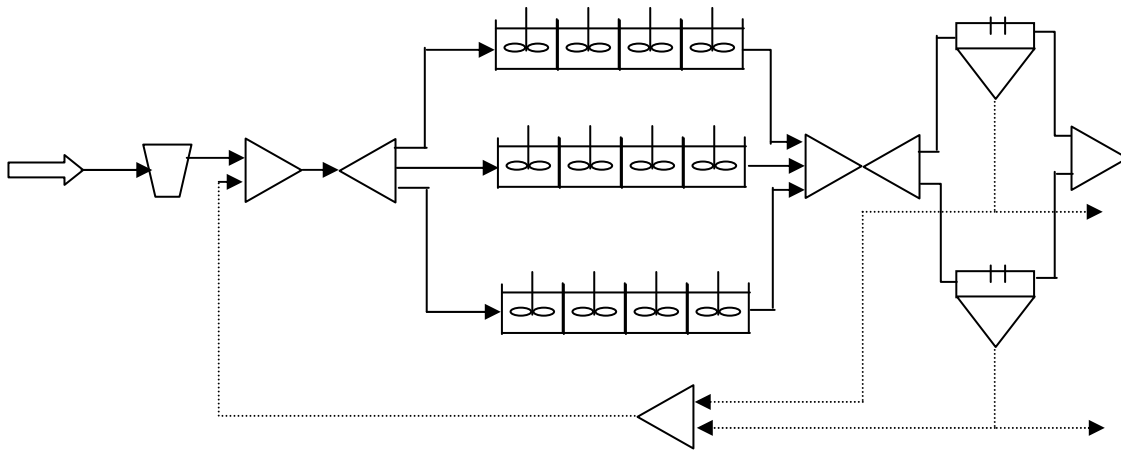
2.2. Metot

2.2.1. GPS-X bilgisayar programı kullanılarak Erzincan kenti evsel atıksu arıtma tesisinin modellenmesi

Erzincan Kenti Atıksu arıtma tesisi için yürütülen modelleme çalışmaları GPS-X bilgisayar programının NT.4.0 işletim sistemi altında çalıştırılan 2.3 versiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GPS-X ortamında Erzincan Kenti Atıksu arıtma tesisini modellemek için öncelikle tesisin akış diyagramı ve bu diyagramda yer alan birimler GPS-X'in uygun proses birimi seçme menüsünden seçilerek ekrana grafiksel olarak aktarılmış ve aralarındaki bağlantılar gerçeğine benzer bir biçimde yapılmıştır. Kullanılan akış diyagramında bir adet kum tutucu, üçer adet

dağıtma ve birleştirme yapısı, üç adet havalandırma havuzu ve iki adet de son çöktürme havuzu yer almaktadır. Carrousel tipindeki havalandırma havuzlarından her biri, birbirine seri olarak bağlanmış dört adet tam karışımli reaktörle gösterilmiştir. Tesisi grafiksel olarak sembolize eden akış diyagramı oluşturulduktan sonra GPS-X klasörü içine (lyt uzantılı) bir dosya olarak kaydedilmiştir. Bu aşamadan sonra tesisin GPS-X ortamına aktarılan akış diyagramında yer alan birimler için uygun modeller seçilmiş (giriş suyu için KOİ tabanlı, havalandırma havuzu için IAWQ No1. ve son çöktürme havuzu için de bir boyutlu olan ve Takacs ve arkadaşlarının geliştirdiği model) ve fiziksel özellikler (hacimler, reaktör derinlikleri, son çöktürücünün yüzey alanı), su sıcaklığı, deniz seviyesinden olan yükseklik, kullanılan havalandırıcının (Mammoth tipi rotor) gücü gibi bilgiler programın veri girme bölümüne aktarılmıştır. Sitokiyometrik ve kinetik parametreler için 20°C su sıcaklığında evsel atıksular için tavsiye edilen değerler başlangıç için uygun olarak kabul edilmiştir. Son olarak da programın menülerinde yer alan kur (build) seçeneği işaretlenerek grafiksel olarak kurulan model çalıştırılabilir yapıdaki programa dönüştürülmüştür. Şekil 1'de Erzincan kenti atıksu arıtma tesisinin GPS-X programı grafik ekranına aktarılmış olan akış diyagramı gösterilmektedir. Çizelge 1'de başlangıçta kullanılan sitokiyometrik ve kinetik parametreler, Çizelge 2'de ise tesiste yer alan birimlerin fiziksel özellikleriyle birlikte havalandırıcıya ait özellikler gösterilmiştir.

Şekil 1. Erzincan Kenti Atıksu Arıtma Tesisi için GPS-X programında kullanılan akış diyagramı



Çizelge 1. GPS-X programında Erzincan Kenti Atıksu arıtma tesisinin modelleme çalışmasında kullanılan sitokiyometrik ve kinetik parametrelerin başlangıç değerleri

Kinetik Parametreler

Heterotroflar için maksimum spesifik üreme hızı	6g^{-1}
Heterotroflar için yarı doygunluk katsayısı	20 g KOI/m^3
Heterotroflar için bozunma hızı	0.62 g^{-1}
Anoksik hidroliz faktörü	0.37
Maksimum spesifik hidroliz hızı	2.81 g^{-1}
Amonifikasyon hızı	0.08 g^{-1}
Ototroflar için maksimum spesifik üreme hızı	0.75 g^{-1}
Ototroflar için yarı doygunluk katsayısı	1 gN/m^3
Ototroflar için bozunma hızı	0.04 g^{-1}
O ₂ yarı doygunluk katsayısı (heterotroflar için)	$0.2\text{ gO}_2/\text{m}^3$
O ₂ yarı doygunluk katsayısı	$0.4\text{ gO}_2/\text{m}^3$
Nitrat için yarı doygunluk katsayısı	0.5 gN/m^3

Sitokiyometrik Parametreler

Patiküler KOİ'nin VSS ye oranı	1.48 gKOİ/gVS
VSS'nin TSS'ye oranı	0.75 gVSS/gTSS
Aktif biyokütlenin azot içeriği	0.086 gN/gKOİ
Endojen kütle için azot içeriği	0.06 gN/gKOİ
Heterotroflar için dönüşüm oranı	
Ototroflar için dönüşüm oranı	0.24

Çökmeyle İlgili Parametreler

Çökelemeyen katıların maksimum miktarı	20 gTSS/m ³
Maksimum çökme hızı	274 m/gün
Maksimum Vesilind çökme hızı	410 m/gün

Çizelge 2. Tesiste yer alan havalandırma havuzu ve son çöktürme havuzunun fiziksel özellikleriyle birlikte havalandırıcıya ait bazı özellikler

Havalandırma Havuzu	Son Çöktürme Havuzu
Sayı: Üç adet	Sayı : İki adet
Hacim : 5000 m ³	Yüzey alanı : 1017.36m ²
Havalandırma havuzu derinliği :3.85 m	Maksimum su yüksekliği : 3.5m

Havalandırıcı ^(77,78)

Tip :Mammoth tipi yüzey havalandırıcı
Sayı :Herbir havuzda dört adet
Güç :40 kw
Özgül oksijenlenme kapasitesi :1.5kg O₂/kwh

Modelden elde edilen sonuçları(hesaplanan sonuçları), ölçümü yapılan sonuçlara olabildiğince yaklaştırmak gayesiyle çeşitli kinetik ve sitokiyometrik parametreler kalibre edilmiştir. Bu amaçla, çıkış suyunda ilgilenilen değişkenle ilgisi olduğu bilinen parametreler için ayarlamalar yapılmıştır. Bu ayarlamalarda kullanılan parametrelerin değerleri, literatüre uygun aralıklar dahilinde, belirli miktarlarda arttırılarak, modelden elde edilen değerlerin ölçülmüş olan değerlere ne ölçüde yaklaştığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çizelge 3'te kalibre edilen parametreler ve bunların değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. Kalibre edilen parametreler ve bunların değerleri

Heterotroflar için maksimum spesifik üreme hızı	5.5 gün ⁻¹
Heterotroflar için yarı doyumluk katsayısı	35 g KOİ/m ³
Ototroflar için maksimum spesifik üreme hızı	0.19 gün ⁻¹
Ototroflar için yarı doyumluk katsayısı	2.5 gN/m ³

2.2.3.Erzincan kenti evsel atıksu arıtma tesisi giriş suyunun karbonlu ve azotlu maddelere göre karakterizasyonu

Erzincan kenti atıksu arıtma tesisi için yürütülen modelleme çalışmasında, tesiste meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar ve bu reaksiyonlarda yer alan bileşenler, çok bileşenli bir model olan IAWQ Çalışma Grubu 1 modeliyle gösterilmiştir. Aktif çamur sistemlerinde çok bileşenli modelleri doğru bir şekilde kullanabilmek ve biyolojik olarak farklı biçimde ayrışma özellikleri olan bileşenleri belirleyebilmek için atıksuyun biyolojik olarak parçalanabilen ve parçalanamayan (inert) kısımlarına ayrılması gerekmektedir. Atıksuların bu şekilde karakterizasyonu hem mevcut proseslerin kontrol ve optimizasyonunda faydalanılan bir yöntem olduğu gibi hem de nitrifikasyon-denitrifikasyon ve biyolojik fosfor giderimi gibi yeni proseslerin geliştirilmesi için kullanılabilir.

Sistemde giriş yapısına monte edilen otomatik numune alma cihazı sayesinde, iki saatte bir günde toplam oniki numune alınıp tek bir şişede toplanarak kompozit örnekler elde edilmiştir. Öncelikle, giriş suyundan elde edilen numunelerde karbonlu maddeler için klasik parametrelerden olan TKOİ, ve ÇKOİ analizleri, azotlu maddeler

için de NO₃-N, NH₄-N, organik azot ve toplam azot analizleri yapılmıştır. Bu analizlere ait sonuçlar, ortalama değerler ve standart sapmalar giriş suyu AKM değerleri ile birlikte Çizelge 4'te yer almaktadır.

Çizelge 4. Çalışma periyodu boyunca ölçülen çeşitli parametrelerin günlük değerleri, ortalamaları, standart sapmaları ve değişim aralığı

Deney No	Giriş top. COD	Giriş çöz. COD	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Çöz.org-N	Toplam N	Akm	
1	552	381	0.27	26.17	-	-	188	
2	335	218	0.18	35.78	-	-	200	
3	632	298	0.61	30.80	-	-	-	
4	383	196	0.34	35	-	-	205	
5	733	345	0.39	41.53	7.88	49.8	222	
6	664	319	-	-	-	-	-	
7	401	211	-	-	-	-	170	
8	418	202	0.29	31.27	14.44	46	190	
9	392	181	-	-	-	-	193	
10	401	280	0.23	39.67	9.70	49,6	202	
11	423	236	-	-	-	-	228	
12	488	263	-	-	-	-	190	
13	379	181	-	-	-	-	190	
14	461	230	0.27	30,02	11,11	41,4	168	
15	394	229	0.27	30,33	7,6	38,2	192	
16	377	218	0.37	37,72	10,61	48,7	202	
17	434	231	-	-	-	-	-	
18	477	239	-	-	-	-	228	
19	396	242	0.43	28,54	8,83	37,8	202	
20	392	173	-	-	-	39	-	
21	348	206	-	-	-	-	178	
22	402	216	-	23,18	-	-	-	
23	436	234	0.30	31,52	8,38	40,2	202	
24	377	202	0.32	25,43	16,75	42,5	200	
25	412	230	0.32	26,76	10,42	37,5	208	
26	394	235	-	-	-	-	218	
27	402	242	0.25	28,39	13,36	42	-	
28	418	248	-	-	-	-	188	
29	388	248	0.20	29,87	14,33	44,4	171	
30	465	303	0.29	29,34	14,37	44	-	
31	351	142	-	-	-	-	248	
32	426	266	-	-	-	-	210	
33	440	228	-	-	-	-	202	
34	436	218	0.46	33,15	11,59	45,2	202	
35	406	200	-	-	-	-	195	
36	384	169	0.78	31,78	8,27	40,83	-	
37	399	214	-	-	-	-	-	
38	408	259	-	-	-	-	182	
39	384	165	0.58	39,21	6,88	46,67	-	
40	409	219	-	-	-	-	200	
Ortalama		430.43	232.93	0.36	31.69	10.91	43.16	199.13
Standart sapma		81.91	47.96	0.15	4.92	2.97	4.07	17.78
Aralık		335-733	202-440	0.18-0.78	23.18-41.53	6.88-16.75	37.5-49.8	168-248

Çizelge 4'ten de görüldüğü gibi yaklaşık 3.5 ay boyunca alınan 40 adet kompozit numunenin ortalama TKOİ, ÇKOİ, NO₃-N, NH₄-N, Çözünmüş organik-N, Toplam N ve AKM değerleri sırasıyla 430.43 mg/L, 273.075 mg/L, 0.36 mg/L, 31.69 mg/L, 10.91 mg/L, 43.16mg/L ve 199.13 mg/L olarak bulunmuştur. Bulunan bu ortalama değerler, evsel bir atıksu için olması gereken tipik konsantrasyon aralıkları içindedir. Tesis giriş suyunun NO₂-N'e rastlanmamıştır.

2.2.4. Tesisin denitrifikasyon kapasitesinin araştırılması

Erzincan Kenti Atıksu arıtma tesisinde nitrifikasyon prosesi, karbonlu maddelerin oksidasyonu ile birlikte başarılı bir şekilde yürütülmektedir. Öyle ki giriş suyunun ortalama konsantrasyonu 31.69 mg/L olan NH₄-N nitrifiye edilmektedir; Çalışılan 41 günlük periyot boyunca çıkış suyunun NH₄-N konsantrasyonlarının sadece 1.49-4.10 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Nitrifiye edilen çıkış suyunun NO₃-N konsantrasyonunun ise 26.75- 31.60 mg/L arasında değiştiği ve çıkış suyunun NO₂-N'e rastlanmadığı tespit edilmiştir. Ancak sistem bu şekliyle toplam azot giderimi açısından göz önüne alınırsa, bu oranın %7-34 (çıkış suyu toplam N =30.59-38.11 mg/L) arasında değiştiği görülmektedir. Toplam azot deşarjı açısından Su Kirliliği kontrol yönetmeliği (Limit 30 mg N /L) ve İSKİ (limit 35 mg N /L) deşarj limitleri dikkate alınır ise tesisin 41 günlük periyot boyunca ortalama değerleri itibarıyla bu limit değerlerini karşıladığı söylenebilir. Atıksu arıtma tesisinin işletme giderlerinin Erzincan Belediyesi için büyük bir yük oluşturduğu ve yeni ekipman alımı için ayrılacak kaynakların son derece kıt olduğu bilindiğinden, tesiste denitrifikasyon prosesi için olabildiğince ekonomik çözüm bulunmalıdır. Bu nedenle denitrifikasyon prosenin, nitrifikasyon ve karbonlu maddelerin giderilmesiyle birlikte tek bir reaktör içinde (tek çamurlu) gerçekleşmesinin uygun olacağı düşünülmüş ve önde denitrifikasyonun yer alacağı reaktör sistemleri göz önüne alınmıştır. Bu amaçla her bir reaktörün giriş bölgeleri (atıksuyun geri devir çamuruyla birlikte reaktöre girdiği kısım) anoksik olarak ayarlanmalı ve geri kalan bölgeler nitrifikasyon ve karbonlu madde oksidasyonunu gerçekleştirecek biçimde aerobik olarak bırakılmalıdır. Ayrıca evsel atıksudan oluşan giriş sularında nitrat azotu hemen hemen mevcut olmadığından, öndeki anoksik bölgeye nitrat temin edilmesi gereklidir. Bu da aerobik bölgeden ve son çöktürücüden uygun geri devir oranında geri devir yapılarak sağlanabilir. Önde denitrifikasyon yapan tek çamurlu sistemlerde anoksik bölge, oluşan nitratın en fazla %80 ini giderebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Aksi takdirde çok yüksek geri devir oranları gerekli olacaktır (R>4). Bütün bunlar dikkate alınarak, GPS-X programında denitrifikasyon prosesi için bir senaryo tasarlanmış ve bu senaryoda her bir havalandırma havuzunun giriş bölgesindeki (reaktör hacminin dörtte biri hacimde) rotor havalandırıcılar kapatılmıştır (bu durum havalandırıcıların gücü 0 kw ya ayarlanarak gerçekleştirilmiştir). Bununla birlikte havalandırma havuzlarının sonunda yer alan bölgeden, denitrifikasyonun gerçekleşeceği giriş bölgesine 600 m³ /gün hacminde içsel geri devir yapılmış ve ayrıca geri devir debisi (son çöktürmeden havalandırma havuzuna) 40000 m³/güne çıkartılmıştır (R=2.67). Son olarak giriş suyu debisi, tesiste 41 gün boyunca ölçülen debi (dinamik) olarak ayarlanmış ve daha önce belirtilen giriş suyu değerleri, sitokiyometrik ve kinetik parametreler aynen programa girilmiştir.

Denitrifikasyon senaryosu için çıkış suyunun TN, NO₃-N, NH₄-N ve Org-N konsantrasyon değerlerinin zamanla değişimi TN giderimi açısından belirgin bir iyileşme olmuş ve çıkış suyunun TN değerlerinin 15.48-15.77 mg/L arasında değişim gösterebileceği tahmin edilmiştir. Bu değerlerin ortalama olarak Avrupa Birliği TN deşarj limit değerlerini nispeten karşıladığı söylenebilir. Giriş suyu ortalama TN değeri 43.16 mg/L olduğundan, denitrifikasyonla sistemde %65 ler civarında bir TN giderimi mümkün olabilecektir. Yine tek çamurlu sistemde nitrifikasyon prosesi de başarılı bir şekilde yürümekte ve çıkış suyunun NH₄-N değeri 2.62-3.83 mg/L aralığında değişmektedir. Literatürde tek çamurlu sistemler için, debi salınımlarına göre, kontrol değeri olarak 3mg/L NH₄-N değerinin uygun olduğu belirtilmektedir. Buna göre denitrifikasyon senaryosunda tahmin edilen NH₄-N değerleri literatüre uygunluk göstermektedir. Denitrifikasyon senaryosu için, çıkış suyunun daha düşük NH₄-N değerleri, ototrofik mikroorganizmaların maksimum spesifik üreme değerleri yükseltilebilir (μ_{maxA} = 0.75 için çıkış suyu NH₄-N 0.1 mg/L civarında seyretmiştir). Ancak ölçülmüş olan verilerle yapılan kalibrasyon çalışmasında μ_{maxA} =0.19 olarak tespit edilmiş, bu sebeple denitrifikasyon senaryosu için de bu değer kullanılmıştır. Denitrifikasyon prosesi uygulandığından, çıkış suyunun NO₃-N değerlerinin 11.4-12.37 arasında değişeceği tahmin edilmiştir ve bu değerler sadece nitrifikasyon uygulandığında 26.75-31.60 mg/L arasında değişmektedir.

Denitrifikasyon senaryosunda, çıkış suyunda TKOİ ve ÇKOİ değerlerine de bakılmıştır. ÇKOİ değerleri 40 gün boyunca 48.90 mg/L civarında kalırken TKOİ ise 87.30-94.16 mg/L değerleri arasında değişmektedir. Havalandırma havuzları denitrifikasyon için değiştirilip, her bir havuzun 1250 m³ lük hacmi anoksik bölge olarak ayarlandığı için, karbonlu maddelerin gideriminde havalandırma süresinin azalmasına bağlı olarak düşüş beklenebilir. Ancak denitrifikasyon prosesinde elektron verici olarak giriş suyundaki karbonlu maddeden faydalanıldığı için karbonlu madde giderim performansında denitrifikasyon yapılmayan duruma göre dikkate değer bir değişim olmamıştır. Böylece Erzincan için tek çamurlu olan ve denitrifiye edici bölgenin önde yer aldığı proses alternatifinin azotlu maddelerle birlikte karbonlu maddeleri de başarılı bir şekilde arıtılabileceğini söylemek mümkün olmaktadır.

Denitrifikasyon prosesi uygulandığında tesis çıkış suyu ve havalandırma havuzunda MLSS konsantrasyonunun ne şekilde değişeceğine bakılmış, artan geri devir debisine bağlı olarak denitrifikasyon prosesinde havalandırma havuzundaki MLSS konsantrasyonu 3865 mg/L ye kadar çıkmıştır. Son çöktürme havuzuna gelen AKM yükü, denitrifikasyonun uygulanmadığı duruma göre biraz artsa da son çöktürme havuzu çıkış suyundaki AKM değerleri (35-41 mg/L arasında değişmekte) 45 mg/L olan çıkış suyu evsel atıksu deşarj limitlerini sağlamaktadır.

Denitrifikasyon prosesi esnasında havalandırma havuzunda denitrifikasyonun gerçekleştiği anoksik bölge ve karbonlu madde oksidasyonu ile birlikte nitrifikasyonun gerçekleştiği bölgeler için Ç.O. değerlerinin değişimi için denitrifikasyonun gerçekleştirildiği bölgenin havalandırıcısının kapatılması sebebiyle, bu bölgede (reaktör toplam hacminin dörtte biri) Ç.O. derişimleri arzu edildiği gibi 0 ya da 0'a çok yakın değerler almaktadır. Havalandırıcıların kapatılmadığı havuzun diğer bölgelerinde ise Ç.O. derişimlerinin 2.80-3.20 mg/L aralığında değiştiği görülmektedir. Bu değerler tavsiye edilen 2 mg/L'lik değerlerin üzerindedir. Bu durum karbonlu maddelerin bir kısmının havalandırma havuzunun anoksik bölgesinde denitrifikasyon prosesi için elektron verici olarak kullanılmasından ve karbonlu madde oksidasyonu için kullanılan bölgelere daha az karbonlu madde yükü gelmesinden kaynaklanmaktadır. Uzun vadede yüksek Ç.O. değerleri çamurun çökeltme özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir.

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Türkiye'nin doğusunda aktif çamur prosesi uygulayan ilk tesislerden biri olan Erzincan Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nde yürütülen bu çalışmada denitrifikasyon prosesinin ne oranda başarılı olabileceği araştırılmıştır. Gün geçtikçe sıkılaştıran standartlar düşünüldüğünde ve Avrupa topluluğu içinde toplam N için deşarj standartının 15 mg/ L alındığında Erzincan Kenti Atıksu Arıtma Tesisi için denitrifikasyon prosesinin ne ölçüde başarılı olacağı GPS-X programında kurulan model ile Erzincan için en ekonomik çözüm olduğuna inanılan, önde anoksik bölgenin olduğu tek çamurlu bir sistemin performansı araştırılmıştır. Sonuç olarak model, böyle bir sistemde çıkış suyu TN değerlerinin 15.48- 15.77 mg/ L arasında değişebileceğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

- [1] U. Jeppson., 1996., Modelling Aspects of Wastewater Treatment Processes., Phd Thesis., Department of Industrial Electrical Engineering and Automation, Lund Institute of Technology, Sweden, p 12-85
- [2] M. Henze., C.P.L. Grady., W.Gujer., G.V.R. Marais., T. Matsuo., 1987., Activated Sludge No.1-IAWPRC Scientific and Technical Report No.1, London, UK, p 1-35
- [3] M. Puteh., K. Minekawa., N. Hashimoto., 1999., Modelling of Activated Sludge Wastewater Treatment Processes., Bioprocesses Eng., 21,(2) 249.
- [4] G. Tchobanoglous and F.L., Burton, "Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse., McGraw-Hill International Editions, p 529-603
- [5] M. Henze., 1992., Characterization of Wastewater for Modelling of Activated Sludge Processes., Wat.Sci.Tech., 25, (6), 1.

- [6] B.B. Baykal and D. Bükte., 1992., Canlılığın Dahil Edildiği Modellerle Aktif Çamur Sistem Simülasyonları., SKKD., 2, (1), 29.

