

KAMPÜS ATIKSULARI ÇİN YÜZEYALTI AKI LI YAPAY SULAK ALAN TASARIMI

Sinan UYANIK, Harran Üni. Çevre Müh. Böl., 63300-anlıurfa, suyanik@harran.edu.tr
Bülent ARMA AN, Harran Üni. Çevre Müh. Böl., 63300-anlıurfa, armagan@harran.edu.tr
Halil ARI, Harran Üni. Çevre Müh. Böl., 63300-anlıurfa, ari@harran.edu.tr
Mustafa ASLAN, Harran Üni. Çevre Müh. Böl., 63300-anlıurfa, maslan@harran.edu.tr
Nuray GÖK, Harran Üni. Çevre Müh. Böl., 63300-anlıurfa, ngok@harran.edu.tr

Özet

Atıksu arıtma sistemlerinden olan do al arıtma sistemi, tüm arıtma sistemleri arasında her açıdan ekonomik olu u, i letiminin kolay olması, koku probleminin nispeten az olması, çıkı suyu kalitesinin sulama amaçlı kullanılabilir olması gibi özelliklerinden dolayı kullanım alanı geli mekte olan bir metottur.

Bu çalı ma, Harran Üniversitesi, Osmanbey Kampüsünde olu an ve ileriki yıllarda olu acak olan atıksuların çevreye zarar vermeden arıtılması ve alıcı ortama verilmesi amacıyla, hazırlanacak arıtma tesisine ait tasarım bilgilerini içermektedir. Bu do rultuda, öncelikli olarak Osmanbey Kampüsü'ne yapılması dü ünülen yüzeyaltı yapay sulakalanlar hakkında genel ve dizayn bilgileri verilmi tir. İkinci adımda nüfusa ba lı olarak debi hesaplamaları yapılmı tir. Nüfus, debi, co rafi ve ekonomik artlar ı ında, arıtma alternatiflerinin de erlendirilmesi yapılarak, mevcut artlara uygun arıtma metodunun seçimi yapılmı tir. Üçüncü adımda ise seçilen arıtma alternatifi olan arazide arıtma alternatifine ait detaylar verilerek, i letme sırasında kar ıla ılabilecek sorunlar için çözüm önerileri getirilmi tir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sulak alan, yüzey altı akı , kampüs atıksuları.

DESIGN OF A TREATMENT PLANT WITH SUBSURFACE FLOW SYSTEM FOR CAMPUS WASTEWATER

Abstract

Natural treatment system is getting widely used among all other wastewater treatment systems because of its following advantages. It is economic, easily managed, has comparatively less odour problem, and has high effluent quality which can be used for irrigation.

This study includes information about a proposed wastewater treatment plant for Osmanbey Campus of Harran University, which will be constructed in order to treat wastewater without giving any harm to the environment. With this regard, general and design informations of the wetland systems were given first. Population projection of Osmanbey Campus was determined and wastewater flow rates were calculated according to future years. Alternative treatment plants were evaluated in the light of geographic and economic considerations. As a result, a favorable treatment method was chosen in the second step. And in the third step, while giving detailed information on chosen treatment alternative, which is constructed subsurface wetland, useful informations about how to solve the problems which may occur during operation.

Keywords: Constructed wetland, subsurface flow, campus wastewater

1.Giri

Türkiye'de kabul edilen sulak alan tanımı Ramsar Sözleşmesi tanımıdır. Ramsar tanımı u ekilde geçmektedir: "Derinli i 6 metreyi geçmeyen, do al veya insan yapımı, sürekli veya geçici, dura an veya akan, tatlı, alkali veya tuzlu sazlık, bataklık, turbalık, sucul, göl ve denizel alanlardır...sulak alanlar kom u ırmak ve kıyı zonlarını, sulak alan ile çevrili 6 metreden daha derin sucul ve denizel ortamları da içerir". ABD'de sulak alanlar Mühendisler Gücü tarafından "...suya do ygun toprak ko ullarına uyum sa lamı bitkilerin bolca bulunması için yeterli, veya normal ko ullar altında yeterli, süre ve aralıkla yeraltı veya yerüstü suyu ile do ygun veya örtülü alanlar..." olarak tanımlanmaktadır [1].

Do al sulak alanlar genelde dünyanın akci eri olarak tanımlanır. Çünkü atıksular okyanuslara, nehirlere, ve alıcı ortam olan göllere ula madan, bu alanlar tarafından süzülürler, temizlenirler. Sulak alanlar, ortamdaki güne enerjisini kullanabilme ve kendi kendini yenileyebilme özelli ine sahiptir. Organik ve inorganik

kirlenmeleri, askıda katı maddeyi, toksik maddeleri, ağır metalleri ve hastalık yapıcı mikroorganizmaları yüksek miktarda arıtım kapasitesine sahiptirler. Doğal sulak alanlar hem insanlık için hem de doğal hayata faydası olan fonksiyonları icra eder. Bunlardan en önemlisi su filtrasyonudur. Su sulak alan boyunca ilerlerken hızı azalır ve su içerisindeki askıda katı maddeler ya bitkiler tarafından tutulur veya çökelirler. Akışı sırasında aynı anda, çözünmüş organikler bitkiler tarafından özümselenebilecek forma dönüşür. Sulak alan bitkileri mikroorganizmalar için ideal ortamlardır. Bir dizi kompleks proses boyunca, bu mikroorganizmalar sudaki kirliliği zararsız formlara dönüştürür veya ortamdan tamamen giderilebilirler. Azot, fosfor gibi ötrofikasyona neden olabilecek kirlilikler içeren atıksulardaki besinler, sulak alan toprağı tarafından absorblanır, bitkiler tarafından tüketilebilir veya ortamdaki bakteriler tarafından nitrifikasyon ve denitrifikasyonla giderilebilir.

Bu sistemlerin suyu temizleme kapasitesini gören mühendisler ve bilim adamları doğal sulak alanları taklit edici sistemler olan yapay sulak alanları geliştirmeye başlamışlardır. Yapay sulak alanlar, doğal sulak alan bitkilerini, toprağını, ve bunlarla ilişkili mikroorganizmaları kullanarak arıtımı gerçekleştiren sistemlerdir.

2. Yapay Sulak Alanlar

Çevredeki doğal malzeme kullanılarak ihtiyaç büyüklüğünde hazırlanan havuzlarda atıksuyun filtre edilmesi ve yetiştirilen sulak alan bitkileri ile suyun arıtılması esasına dayanan bu sistem, doğal yapının küçük taklitleridir. Yapay sulak alanlar, doğal sulak alanların sahip olduğu arıtma kapasitesinin tamamına sahiptir.

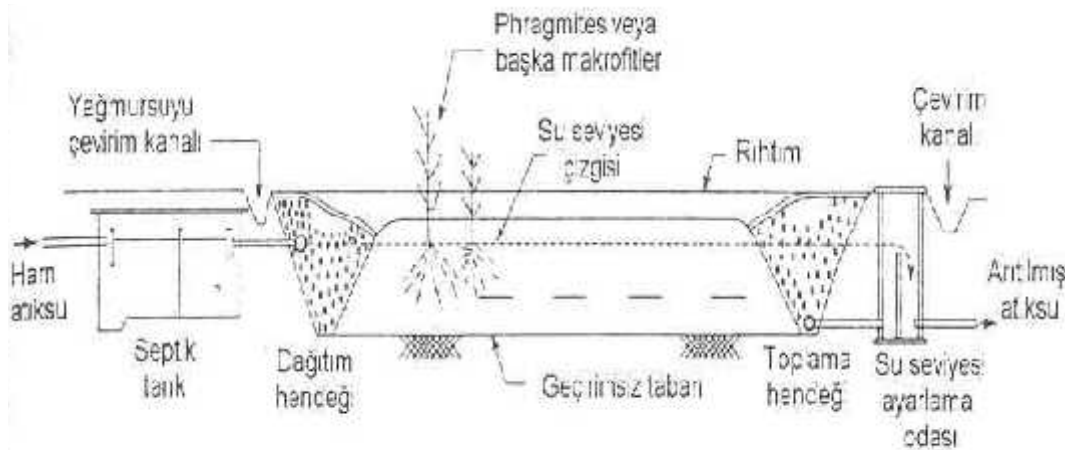
Yapay sulak alanların birkaç çeşidi vardır. Bunlar:

- Yüzeysel akıllı sulak alanlar,
- Yüzeysel akıllı sulak alanlar, ve
- Bunların birleşiminden oluşan sistemler [2].

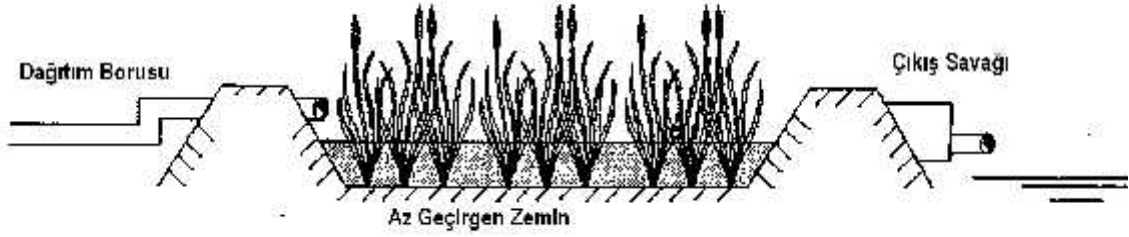
Bunlardan ilk ikisi en yaygın kullanılanlarıdır. Her iki tipinde de arıtım için, suda gelişen bitki topluluğundan yararlanılır. Ancak atıksuyun, arıtım esnasında tesis dışına atıldığı yollar farklıdır. Birincilerden anlaşılacağı üzere, yüzeysel akıllı sistemlerde atıksu görünmezken (ekil 1), yüzeysel akıllı sistemlerde atıksu, toprak yüzeyinde bitki kökleri arasında akışını gerçekleştiren (ekil 2) [3].

Yüzeysel akıllı yapay sulak alanlar, yüzeysel akıllı sulak alanlara kıyasla daha fazla avantajlara sahiptir. Enerji seviyesi yüzeyin altında olacak şekilde sistem kontrol edilirse, koku oluşumu ve hastalık bulaştırıcı sinek barındırma riski yoktur. Bunun yanı sıra, yüzeysel akıllı sistemlerde atıksuyun girişten çıkışına doğru ilerlerken arıtım gerçekleştirilen aktif ortamla olan teması, yüzeysel akıllı sisteme kıyasla daha fazladır. Bu nedenle aynı özelliklere sahip atıksuyun arıtımı için gerekli alan ihtiyacı, yüzeysel sistemler için daha azdır. Yapay sulak alanlarda su sıcaklığının azalmasıyla verim azalmayacaktır. Soğuk havalarda yüzeysel akıllı sistemler de yüzeydeki bitki yaprakları ve parçaları sayesinde arıtılan su soğuktan korunmaktadır. Bu ise yüzeysel akıllıların bir avantajıdır [3].

Yüzeysel akıllı sistemlerde ana amaç, suyun yüzey altında oluşturulan yataktan ilerlemesini sağlamaktır. Ancak faal haldeki yüzeysel yapay sulak alanların bir kısmında atıksuların yüzeyin üzerinde akışını gözlemlenmiştir. Bu sistemin iyi tasarlanmadığı ve uygun malzeme kullanılmadığının bir göstergesidir. Bu durum, suyun akışının olması gereken boşlukların, ya bitki kökleri ile ya da atıksulardaki askıda katı maddelerin çökmesi neticesinde tıkanmasıyla oluşur.



ekil 1. Yüzeysel akıllı yapay sulak alan



ekil 2. Yüzeysel akılı yapay sulak alan [4]

3. Yüzeysel Akılı Sulak Alanların Tasarımı

Sulak alan tasarlanırken dikkat edilen bazı dizey kriterleri öyledir:

- Hidrolik ve hidrolojik ko ullar,
- BO_5 ve toplam askıda katı madde mekanizmaları,
- Azot uzakla tırma oranı,
- Bitki seçimi ve yönetimi,
- Yapım detayları, ve
- Ekonomik analizi [5].

Bu dizayn kriterleri kontrol edilip a a ıdaki sıra takip edilerek yapay sulakalanlar boyutlandırılabilir.

1. Sistemde kullanılacak, yatak derinli i, dolgu malzemesi, bitki türü belirlenir,
2. Laboratuarda veya pilot ölçekli bir tesiste, kullanılacak malzemeye ait porozite ve hidrolik kondüktivite belirlenir,
3. stenilen BO_5 giderim verimine ba lı olarak, gerekli alan ihtiyacı Tablo 1'de verilen parametreler kullanılarak, formülle belirlenir [6]. Çıkı suyu olarak $BO_5 < 5$ mg/l geçerli de ildir. Çünkü, sulakalanlarda, bitki çürümesi nedeniyle çıkı suyunda hiçbir zaman bu de erin altına ula ılamaz,
4. Arazinin durumuna ba lı olarak uzunluk:geni lik oranı seçilir ($L:W= 0.4:1$ idealdir, ancak 3:1 e kadar kabul edilebilir.)
5. Atıksuyun arazide üniform da ılması gerekmektedir. Bu nedenle giri yapısı ve dağıtım yapısı iyi dizayn edilmelidir. Çıkı yapısının da sistemdeki su seviyesini kontrol edebilecek özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Tablo 1. Yapay Sulak Alanlar ın Tipik Boyutlandırma De erleri

Boyutlandırma Parametresi	Birimi	Sistemin Tipi	
		Serbest Yüzey Akılı Sistem	Yüzeysel Akılı Sistem
Hidrolik Bekletme Süresi	gün	4-15	4-15
Su Derinli i	metre	0,1-0,6	0,3-0,75
BO_5 Yükleme Hızı	Kg/ha-gün	<67	<67
Hidrolik Yükleme Hızı	m^3/m^2 -gün	0,014-0,05	0,014-0,05
Spesifik Alan	ha/1000 m^3 -gün	7-12	7-12

4. Sulakalanlarda Kirlilik Giderme Mekanizmaları

Askıda katılar; sulakalanlara gelen atıksulardaki askıda katı maddeler, yemek atıkları, fekal maddeler ve atık ka it ürünlerinden olu ur. Giderimleri, ayrı ma ve floku olu turma yöntemleri ile stabilizasyonlarının bozulmasıyla olu an çökme, a açların suyu filtre etmesi ve çöken maddelerin geri yüzer hale gelmesini önleme amaçlı, su hareketinin dü ük hızda tutulması yoluyla sa lanabilir.

Organik maddelerin giderimi; bir kısmı askıda katıların giderimiyle birlikte, di er kısmı ise bitki üzerinde olu an biyofilm ve bitkilerce özümsemeleri neticesinde, adsorbsiyon, absorpsiyon mekanizmaları ve sudaki çe itli aerobik parçalanmalar vasıtasıyla sa lanabilir.

Azot su içerisinde, nitrat azotu, amonyak azotu ve organik azot olarak bulunur. Giderimleri ise; bir kısmı askıda katıların giderimi sırasında, adsorbsiyon, absorpsiyon, iyon de i ikli i, bitkilerin biyolojik faaliyetleri sonucu ve nitrifikasyon ve denitrifikasyonla sa lanabilir.

Fosfor suda fosfat olarak, partikül halde veya çözültü haldeki orto-fosfat olarak bulunur. Giderimleri; çökelme, adsorbsiyon, absorpsiyon mekanizmaları ile ve sulakalanlarda olu abilen biyolojik döngüyle sa lanabilir.

Di er kirletici maddeler olan bor, berilyum, kur un, kadmiyum, nikel, molibden gibi belli bir konsantrasyonun üstünde bulunması halinde zehirli oldu u bilinen kirletici maddelerin giderimleri ise askıda katıların giderimiyle birlikte, bitki köklerinde çökelme ve adsorbsiyon yollarıyla sa lanabilir [7].

5. Sulak Alanlarda Kullanılan Bitki Tipleri

Yapay sulakalanlarda en çok kullanılan bitki türleri a a ıda belirtilmi tir:

Bulrushes (*scirpus*) (saz, hasırotu),

Spikerush (*efeocharis*) (ince kamı , bataklıkotu),

Other sedge (*cyperus*) (di er kamı lar),

Rushes (*Juncus*) (sazgiller),

Common reed (*phragmites*) (yaygın kamı lar),

Cattails (*typha*) (su kamı ıdır) [2].

6. Osmanbey Kampüsü Atıksu Arıtma Tesisi

Yapılması tasarlanan proje için öncelikle, Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'ne ait proje debileri belirlenmi tir (Tablo 2). Daha sonra arıtma sistemi olarak uygulanabilirli i olası metotlar dü ünülmü ve bunlardan en uygun olan iki sistemin kar ıla tırılmasına gidilmi tir.

Tablo 2. Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü için tahmini nüfus de erleri ve yıllar itibariyle proje debileri

Yıllar	Nüfus	Ki i Ba ına Debi (L/gün)	Ortalama Eysel Debi (m ³ /saat)	Maksimum Debi (m ³ /saat)	Sanayi Debi (m ³ /saat)	Proje Debi (m ³ /saat)	Proje Debi (m ³ /gün)
2007	7000	50	14,58	21,875	0,4375	15,0201	360,5
2010	15000	50	31,25	46,875	0,9375	32,19	772,5
2015	25000	50	52,08	78,125	1,5625	53,65	1287,5

Osmanbey Kampüsü için, ülkemizde uygulanması mümkün olan iki farklı arıtma alternatifi dü ünülmü tür. Bunlardan her ikisi de, askıda halde bulunan organik ve inorganik katıların kısmen giderecek izgara ve ön çökeltim proseslerini içermekte olup, biyolojik arıtma sürecinde farklılıklar ta imaktadır. Bunlar;

1. Izgara, ön çökeltim, aktif çamur,
2. Izgara, ön çökeltim, do al arıtım (yapay sulak alan)'dır.

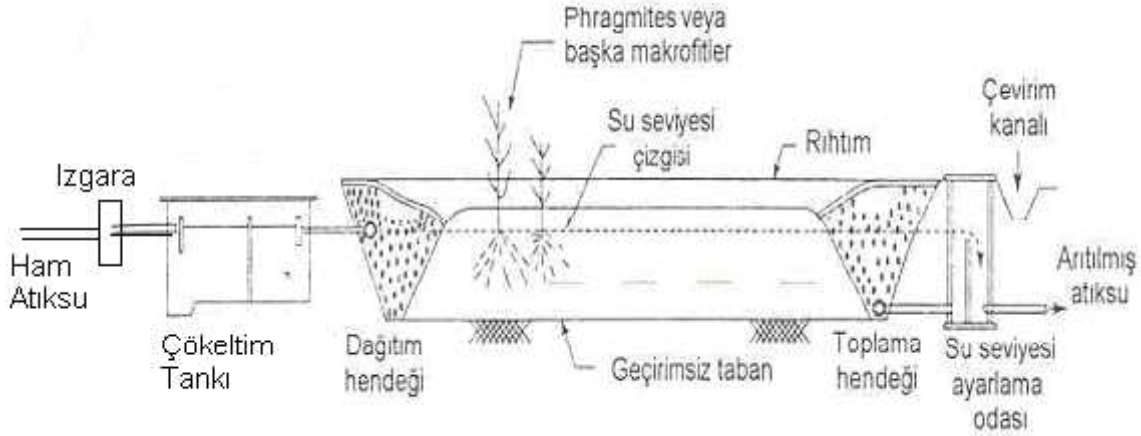
Bu iki alternatiften, u sebeplerden dolayı ikinci sistemin yapılması tasarlanmı tir.

- Ortamdaki güne enerjisini kullanabilme ve kendini yenileyebilme özelli ine sahiptir. Organik ve inorganik kirleticiler, askıda katı madde, toksik maddeler ve hastalık yapıcı mikroorganizmaları giderebilmesinden dolayı yüksek miktarda arıtım kapasitesine sahiptirler,
- Bu sistem do al yapının küçük taklitleridir,
- Sı olarak in a edilen bir havuz kazısından ibarettir. Dolayısıyla ilk yatırım maliyeti dü üktür,
- Mekanik ekipmana ihtiyaç duymamasının yanı sıra kendini yenileyebilme özelli ine sahiptir,
- Toplam maliyet (yatırım, işletme, bakım) olarak da çok ekonomiktir,
- Çıkı suyu, Su Kirlili i Kontrol Yönetmeli i (SKKY)'ne uygun de erlerin altındadır,
- Sistem bir çiçek bahçesine benzemektedir,
- Oluması olası çamurlar (Önerilen sistemde yalnızca ön çökeltim çamurları olu acaktır. Aktif çamur prosesinin yapılması durumunda olu abilecek biyolojik çamurların tasfiyesi için ek olarak çamur tasfiye üniteleri yapılmalıdır.) a açlandırma bölgelerinde de erlendirilebilmektedir.

İkinci sistemin tek dezavantajı ise,

- Arıtım için gereken yüksek arazi ihtiyacıdır. Ancak Osmanbey Kampüsü içinde alan sorunu ya anmadı ından, bu durum ihmal edilebilir.

Yapılan ara tırmalar ve kıyaslamalar sonucunda, Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü için arıtma sistemi olarak do al arıtımı içeren bir sistemin yapılmasına karar verilmi ve bu sistem için yapılması dü ünülen ünitelerin a a ıda verilen ekilde yerle tirilmesi planlanmı tır (ekil 3). Seçilen sisteme ait proje detayları ise Tablo 3'de özetlenmi tir.



ekil 3. Osmanbey Kampüsü için yapılması tasarlanan sistem

Tablo 3. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Arıtma Tesisinde Yıllara Göre Unite ve Alan İhtiyaçları

Izgara Ünitesi	Adedi	Boyutları (m)
2007	1	1x0.90
2010	2	1x0.90
2015	2	1x0.90
Ön Çöktürme Havuzu		
2007	1+1	3x2x5 (hxVxL)
2010	2	3x2x5 (hxVxL)
2015	2	3x2x5 (hxVxL)
Yüzealtı akı lı yapay sulakalan için alan ihtiyacı		
2007	20 146 m ²	
2010	43 171 m ²	
2015	71 952 m ²	

Yapılması dü ünülen yüzealtı akı lı yapay sulakalanlara ait olu abilecek i letme sorunlarının ortadan kaldırılması için dizayndan önce a a ıdaki önlemler alınmalıdır;

- Sistemde atıksu akı ının gerçekle ece i ortam için, kullanılacak dolgu malzemesinin uygunlu u (malzeme tipi, çapı, hidrolik kondüktivitesi ve porozitesi) sistem dizaynından önce laboratuar da testlerle belirlenmelidir,
- Sistemde kullanılacak bitki türü iyi belirlenmelidir. Sucul bitkiler de i ik kök uzunlu u olu turabilir. Bu durumun literatürden ve araziden ara tırılması gerekmektedir,
- Atıksuların yapay sulakalanlara verilmeden önce bir ön arıtmadan geçirilmesi gerekmektedir. Böylece, atıksuda bulunabilecek ve sistemde çökerek tıkanmalara neden olabilecek askıda katı maddeler giderilecektir,
- Giri ve da ıtım yapılarının iyi dizaynı neticesinde üniform da ılım sa lanacaktır. Çıkı yapısının, sistemdeki su seviyesini kontrol edebilecek ekilde ayarlanabilir olarak yapılması gerekmektedir.

7. Sonuç

Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsünde olu an ve önümüzdeki 10 yılda olu acak atıksuların artırılması amacıyla dü ünülen arıtma alternatiflerinin kar ıla tırılmasından, arazide arıtma metoduna göre yapılacak arıtmanın, a a ıda sıralanan avantajlarından dolayı, aktif çamur metoduna göre daha fizibil oldu u sonucuna varılmış tır.

- Ekonomiktir,
- Çamur tasfiyesi sorunu olmayacaktır,
- İletimde koku sorunu olmayacaktır,
- Rekreasyoneldir,
- İletimi kolaydır,
- Çıktı su kalitesi, sulama suyu kalitesinde olacaktır.

Kaynaklar

[1] Özesmi, U., Özesmi, S. L., 1997. *Amerika Birlesik Devletlerinde Sulak Alan Tanımı ve Korunması: Türkiye için Getirdikleri*, III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Eylül 1997.

[2] EPA, A Handbook of Constructed Wetlands for Wastewater in the Middle Atlantic Region, General Consideration (Volume 1), 1995.

[3] EPA, Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment. EPA 832-R-93-008, Office of Water, July 1993.

[4] EPA,ETI, Free Water Surface Wetlands for Wastewater Treatment: USEPA Office of Water, June, 1999.

[5] EPA, Guiding Principles for Constructed Treatment Wetlands: Providing for Water Quality and Wildlife Habitat, October, 2000.

[6] Metcalf & Eddy Inc 1991, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 3rd edn, revised by G. Tchobanoglous and F.L. Burton, McGraw-Hill Inc, Singapore.

[7] EPA, Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, September 2000.