



BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ



BARKISAN HOLDİNG

ÇEVRE KORUNMASINDA

KİREÇ

Editör

Prof. Dr. Kriton Curi

İstanbul 1997

EVSEL ATIKSULARIN KİREÇ İLE ARITILABİLİRLİĞİ

M. Necdet Alpaslan, Deniz Dölgen
Filiz Hacalođlu, Dilek Çatalkaya
Dokuz Eylül Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Bölümü
Bornova, İzmir

GİRİŞ

Çevre kirliliği kontrolü faaliyetlerinin en önemli bileşenlerinden biri olan atıksu arıtımı ile ilgili olarak çeşitli yöntemler ve teknolojiler geliştirilmiş olup, bunlar uzun süreden beri başarıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemler atıksu içinde bulunan kirliliklerin çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik ve bunların süperpozisyonunu içeren arıtma süreçleriyle uzaklaştırma prensibine dayanmaktadır. Ülkemizde arıtılması gereken kirlilik kaynaklarından biri de evsel atıksulardır. Evsel atıksu arıtma tesisleri, atıksuyun biyolojik olarak kolayca parçalanabilir olması sebebiyle genelde biyolojik arıtma prensiplerine göre yapılmaktadır. Ancak biyolojik arıtma süreçleri tesisin devreye alınmasında belli bir süreye ihtiyaç duyulması, gelebilecek şok debi ve kirlilik yükleri karşısında yeterli olamaması, gerekli hassasiyetle çalıştırılmaması sonucunda ortaya çıkabilen koku problemi gibi nedenlerle, özellikle mevsimsel veya kesikli ve kısa süreli faaliyet gösteren yerleşimlerde beklenen verimi ve performansı verememekte, çoğu kez işletmeciler

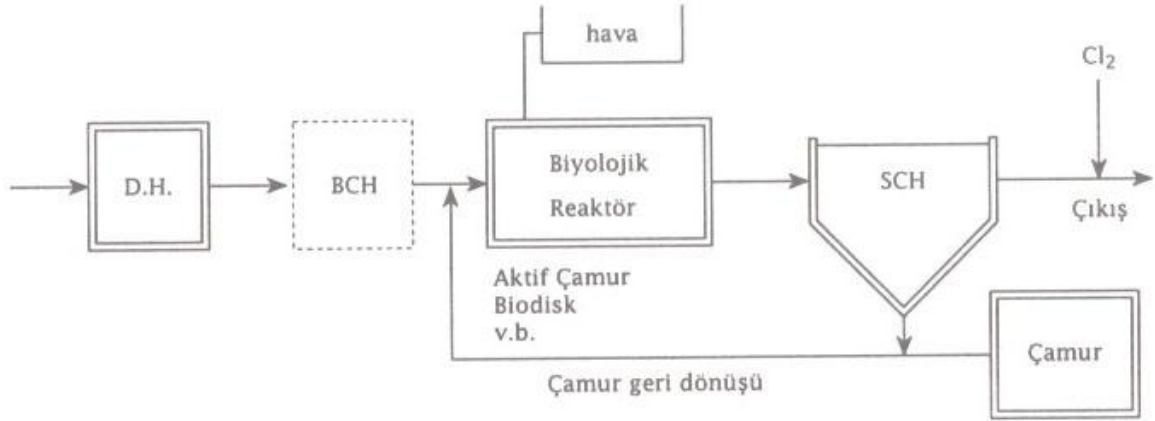
tarafından eleştirilmektedir. Buna ilave olarak, son yıllarda su arıtımında kullanılan kimyasal maddeler konusunda ortaya çıkan gelişmeler de göz önüne alındığında, tatil siteleri, yazlık oteller vb. yerleşimler için kolaylıkla işletmeye alınabilen fizikokimyasal arıtma yöntemleri potansiyel bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu noktadan hareketle sunulan çalışma, söz konusu küçük ve kesikli atıksu üreten yerleşimler için, basit olan, istenildiği zaman kolaylıkla devreye alınıp istenildiği zaman devre dışı bırakılabilecek bir arıtma seçeneği üzerinde yapılmış olan bir araştırmayı ve bu araştırma sonucu ortaya çıkan görüş ve önerileri özetlemektedir. Çalışma başlangıçta konunun temel prensiplerini tanıtmakta, daha sonra evsel atıksulara belirli konsantrasyonlarla verilen kireç dozlamaları sonucu, KOI (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) cinsinden arıtma verimlerinin araştırıldığı bir seri laboratuvar deneylerini ve sonuçlarını içermektedir. Yapılan araştırmalar, kimyasal arıtmanın özellikle mevsimsel yerleşimlerin atıksuların arıtımı için bir seçenek olabileceği düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

BİYOLOJİK ARITMA

Biyolojik arıtma süreçleri, fiziksel olarak giderilemeyen çözünmüş kirliliklerin (organik madde) mikroorganizmalar tarafından besin maddesi olarak kullanılmasını sağlamak, bunun sonucunda bir taraftan CO₂, H₂O, metan gibi son ürünlere dönüştürmek, diğer taraftan mikroorganizmaları tutarak (çamur halinde) bunları kontrollu bir şekilde bertaraf ederek, atıksuların arıtılması prensibine dayanır. Organik kirleticilerin yok olması çok sayıda ve değişik mikroorganizma tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu mikroorganizmalar yaşam ortamlarına göre aerobik, anaerobik ya da fakültatif olarak gruplandırılabilirler. Doğada herhangi bir organik kirletici akarsu, göl, deniz gibi bir alıcı ortama verildiğinde, öncelikle burada bulunan aerobik mikroorganizmaların faaliyeti ile parçalanarak bertaraf edilebilir. Bu proses, ortamda yeterli oranda oksijen bulunduğu müddetçe devam edebilir. Ancak organik kirleticinin fazla miktarda olması durumunda, kullanılan ok-

sijen ihtiyaca göre daha fazla olmakta ve ortama ihtiyaç duyulan miktarda oksijen transferi yapılmadığı için, sistem anaerobik hale dönüşmektedir. Anaerobik şartların geçerli olduğu durumlarda biyolojik parçalanmayı sürdüren bakteriler bu seri reaksiyon neticesinde metan, karbondioksit gibi gaz ürünlere dönüştürülmektedir. Aerobik ya da anaerobik şartlar altında biyolojik reaktörde gerçekleşen bu reaksiyonlardan sonra mikroorganizmalar, yumaklaşma özelliklerinden yararlanılarak çökeltim yoluyla sistemden uzaklaştırılırlar. Bu şekilde çalışan klasik bir aerobik-biyolojik arıtma tesisinin akım şeması Şekil 1 ile verilmektedir.



DH: Dengeleme Havuzu, BÇH: Birinci Çökeltim Havuzu,
SCH: Son Çökeltim Havuzu

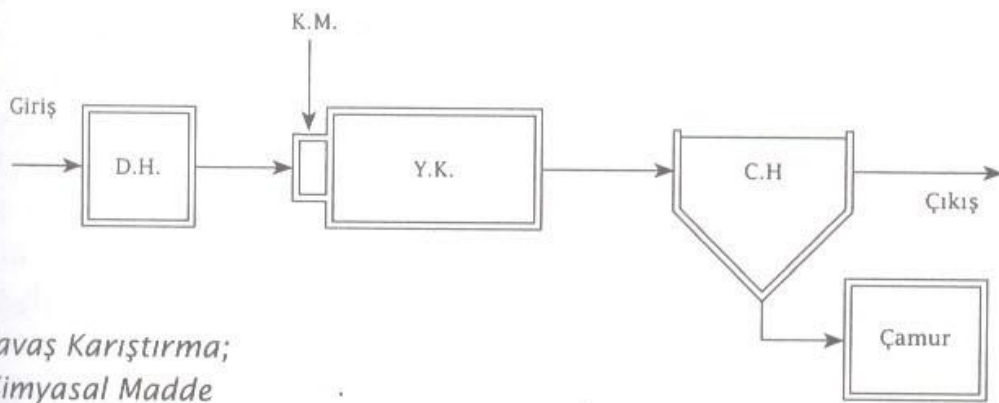
Şekil 1. Mevsimsel Yerleşimlerde Biyolojik Atıksu Arıtımı İçin Tipik Bir Akım Şeması

KİMYASAL ARITMA

Kimyasal arıtma süreçleri atıksuların nötralizasyonu veya atıksu içinde normal koşullar altında çökmeyen veya yüzmeyen kolloidal özellikteki maddelerin uzaklaştırılması amacıyla uygulanır. Yatırım maliyeti düşük, işletme maliyeti yüksek olan kimyasal arıtma işlemlerinde amaç, atıksuya koagülant denilen muhtelif kimyasal maddeler ilave etmek suretiyle, kolloidal partiküllerin birbirlerini iten çeşitli kuvvetlerini ortadan kaldırmak, daha sonra

bir araya gelmelerini sağlayarak yumaklaştırmak suretiyle çökeltmesidir.

Pihtılaştırma-yumaklaştırma süreçlerinde Şekil 2'den de görüleceği üzere önce kimyasal maddenin homojen olarak karıştırıldığı "hızlı karıştırma" ünitesi, onu takiben kimyasal reaksiyonların yer aldığı "yavaş karıştırma" ünitesi ve sonuçta kolloidlerin atıksudan ayrıldığı çökeltim ünitesi yer almaktadır. Hızlı karıştırma üniteleri, 1 dakika civarında çok düşük bekleme süresi (dolayısıyla çok küçük hacimli) olan ve dozlanan kimyasal maddenin çok hızlı bir biçimde homojen olarak karışımının sağlandığı ünitelerdir. Karıştırma genelde düşey milli pervanelerle yapılır. Bazı uygulamalarda ise hava vermek suretiyle karıştırma veya "in-line-mixer"de denilen iletim hattı içinde karıştırma görülebilir. Dozlanan kimyasal maddeler genellikle, kireç (CaO veya Ca(OH)_2), demir ve alüminyum tuzları (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ve gerek bu maddelerle birlikte, gerekse de yalnız olarak kullanılabilen çeşitli polielektrolitlerdir. Yavaş karıştırma üniteleri yarım saat civarında bekleme süresine göre tasarlanan, dozlanmış kimyasal madde ile atıksu içindeki kolloidlerin reaksiyonu sonucu daha büyük partikül ve yumakların oluştuğu havuzlardır. Karıştırma işlemi yatay veya düşey milli karıştırıcılarla, ender durumlarda ise hava ile gerçekleştirilir. Oluşan yumaklar, yavaş karıştırma ünitesini takip eden çökeltim havuzunda çökeltilerek sistemden uzaklaştırılırlar.



YK: Yavaş Karıştırma;
KM: Kimyasal Madde

Şekil 2. Mevsimsel Yerleşimlerde Fizikokimyasal Yöntemlerle Atıksu Arıtımı İçin Tipik Bir Akım Şeması

KİMYASAL VE BİYOLOJİK ARITMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Nüfusun mevsimsel olarak büyük salınımlar gösterdiği tatil siteleri, oteller gibi yerleşimlerden kaynaklanan evsel atıksular için kimyasal ve biyolojik arıtma prosesleri birbirleriyle karşılaştırıldıklarında, kimyasal arıtmanın bazı üstünlükleri ortaya çıkabilmektedir. Bunların başında kimyasal arıtma tesislerinin anında işletmeye alınabilmesi gelmektedir. Bir başka deyişle, kimyasal arıtma tesislerinin günlük (veya haftalık) "start-stop" imkanı vardır. Buna karşılık biyolojik proseslerde, arıtma işleminden mikroorganizmalar sorumlu olduklarından, istenen mikroorganizma konsantrasyonununun oluşması için haftalar, hatta ay mertebesinde gerçekleşen büyüme ve gelişme sürelerine ihtiyaç duyulması, biyolojik proseslerin özellikle bu tür yerleşimler için en büyük dezavantajını oluşturmaktadır. Ayrıca biyolojik arıtmada sistemin herhangi bir arıza vb. nedenle durdurulması halinde bazı özel önlemler almak gerekirken, kimyasal arıtma için böyle bir önlemin alınmasına gerek yoktur. Kimyasal arıtma prosesleri toksik yüklere karşı hassas olmadıklarından ve debi-yük salımlarına karşı daha iyi cevap verebildiklerinden ötürü sistemin bozulma riski biyolojik arıtma mekanizmalarına oranla çok daha azdır. Kimyasal arıtmada geçerli olan arıtma mekanizması ile biyolojik olarak ayrışmayan maddeler de giderilebilmektedir. Ayrıca çamur bünyesine alınma suretiyle (biyolojik prosese göre oluşan çamur miktarı fazla olduğundan) daha fazla fosfor giderme imkanı olmaktadır. Biyolojik mekanizmalarda mikroorganizmaların büyüme ve gelişmesine bağlı olarak hava sıcaklığı gibi birtakım dış etkiler, özellikle sistemin işletmesinde sorunlar yaratabilirken, kimyasal arıtmanın hava koşullarına karşın çok az duyarlı olması kolaylık sağlamaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında kimyasal arıtma tesisleri biyolojik arıtmaya oranla üçte bir gibi oranda daha az araziye ihtiyaç duymakta ve bu nedenle, arazi rantlarının yüksek olduğu tatil siteleri ve buna benzer turistik yerleşimlerde tercih edilebilmektedir (İbrişim, 1987). İlk yatırım masraflarının düşük olmasına karşın tesisin ekonomik ömrü boyunca kimyasal madde (kireç vb.) kullanılacağı için yüksek işletme maliyeti çıkabilmektedir. Kimyasal madde ilavesine dayalı olarak ortaya çıkan, kimyasal maddenin saklanması, hazırlanması, dozlanması

gibi işlerden dolayı işletme zorluğu olmakta ve eğitilmiş personele ihtiyaç duyulmaktadır. Kimyasal madde ilavesi kullanılan kimyasal maddeye göre değişmekle birlikte, genel olarak bütün kimyasallar için biyolojik arıtmaya göre daha fazla çamur çıktısı olmaktadır. Çamur uzaklaştırılması, çamur nitelik ve niceliği yönüyle dikkatle yapılması gereken bir işlemdir. Kireçle yapılan kimyasal arıtmada dezenfeksiyon kendiliğinden gerçekleşmekte olduğundan bu suların kimyasal arıtmadan sonra uygun seyrelmelerin sağlanması halinde deniz deşarjı sistemleriyle de uzaklaştırılabileceği düşünülebilir. İleri arıtmanın gerekli olduğu durumlarda (aktif karbon vb.) fizikokimyasal arıtmanın biyolojik arıtmaya üstünlükleri olduğu ileri sürülmektedir (Morris, 1983).

Fizikokimyasal arıtma, evsel nitelikli ve yükü fazla değişmeyen atıksular için kullanılan koagülant maddeye de bağlı olarak biyolojik arıtmadan daha az verimli olabilmektedir. Ancak biyolojik sistemlerin kaza ile gelebilecek toksik yüklere ya da şok debi ve BOI yüklerine karşı dayanıklılığı az olduğundan sistem kolaylıkla bozulabilmekte ve verimi düşebilmektedir. Sistem bozulduktan sonra tekrar istenen verime ulaşması için günler mertebesinde zamana ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca kötü işletme neticesi ve/veya çamurun çökeltilememesi halinde verim düşüklüğü ve alıcı ortamda ciddi koku problemi ortaya çıkabilir. Ancak biyolojik arıtma süreçleri, arıtma verimlerinin yüksek olması, klasik olarak cazip ve bilinen bir arıtma süreci olması, ayrıca oluşan çamur miktarının kimyasal arıtmaya oranla daha düşük, işletme için yapılan harcamaların az olması, işletim süresince kullanılacak kimyasal maddenin saklanması, hazırlanması ve dozlanması gibi işletim problemlerinin olmaması gibi sebeplerden ötürü alışageldiği üzere tercih edilmektedir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Evsel atıksuların kimyasal yöntemler ile arıtılabilirliğinin belirlenmesi amacı ile laboratuvar ölçeğindeki araştırmalar, jar testi aletinin kullanıldığı bir seri deneysel çalışmayı kapsamaktadır. Bu çalışmalarda öncelikle jar testi beherlerine alınan eşit miktarlardaki atıksu numunelerinin pH değerleri ölçülmüş ve önce

0.1 g ile 10 g arasında, daha sonra da 10 g'dan 25 g'a kadar değişen dozlarda kireç (koagülant madde olarak) ilave edilmiştir. Deneyler sırasında hızlı karıştırma işlemi 1 dakika, yavaş karıştırma işlemi 30 dakika ve çökeltme işlemi 1 saat süre ile yapılmıştır. Çökeltme süresi sonunda pH, KOL ve oluşan çamur miktarları her bir doz için ölçülmüştür. Giriş suyu KOL değerlerine göre uygulanan herbir doz için, arıtma verimleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ilgili referansta verilmekle beraber (Çatalkaya ve Hacalođlu, 1995) tüm sonuçlar bir grafik ile de ifade edilmeye çalışılmıştır. Şekil 3'te uygulanan kireç dozuna karşı elde edilen arıtma verimi değerleri gösterilmektedir. Ayrıca jar testi sonrasında, çeşitli dozlarda yapılan denemeler sonucu Imhoff konisinde yarım saatlik çökeltme süresi sonunda çökelen çamur miktarı mL/L cinsinden belirlenmiş ve bu değerler de Şekil 4'de uygulanan kireç dozuna karşılık oluşan çamur miktarı biçiminde işlenmiştir.

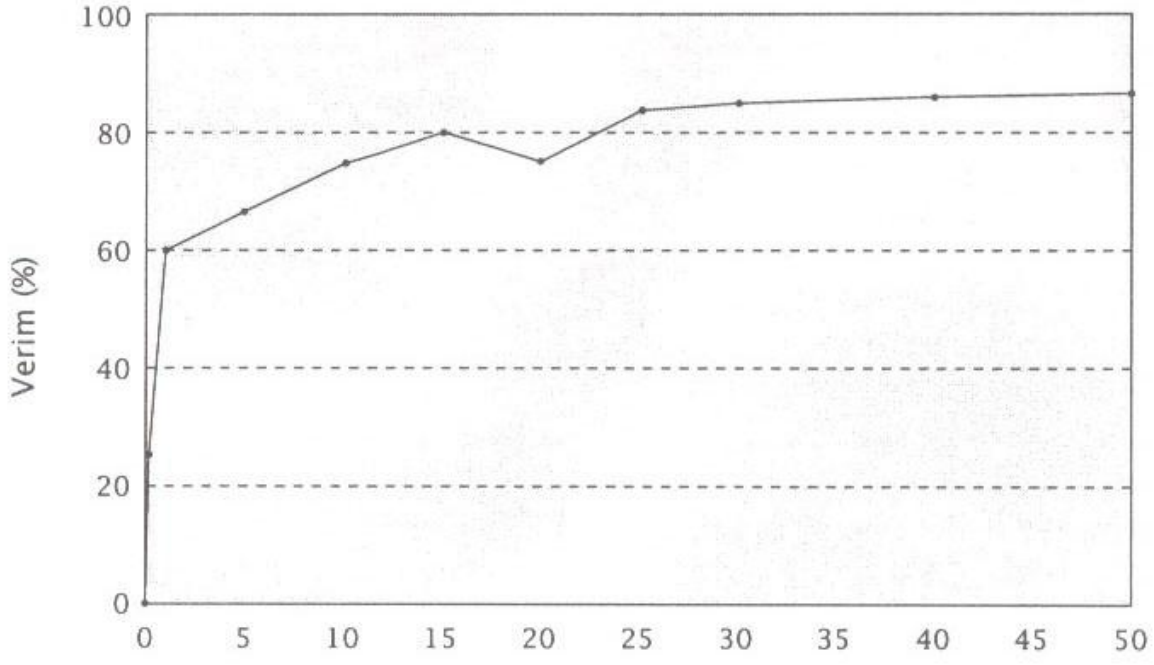
Yapılan analizlerin neticesinde, Şekil 3 ve 4'den de görülebileceği üzere 15 g/L civarında belirlenen optimum kireç dozuna karşılık % 80 oranında arıtma verimi ve 60 mL/L civarında çamur miktarı elde edilmiştir. Elde edilen verim tatminkar seviyededir. Ancak dozaj ve bunun neticesi çıkan çamur yüksektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

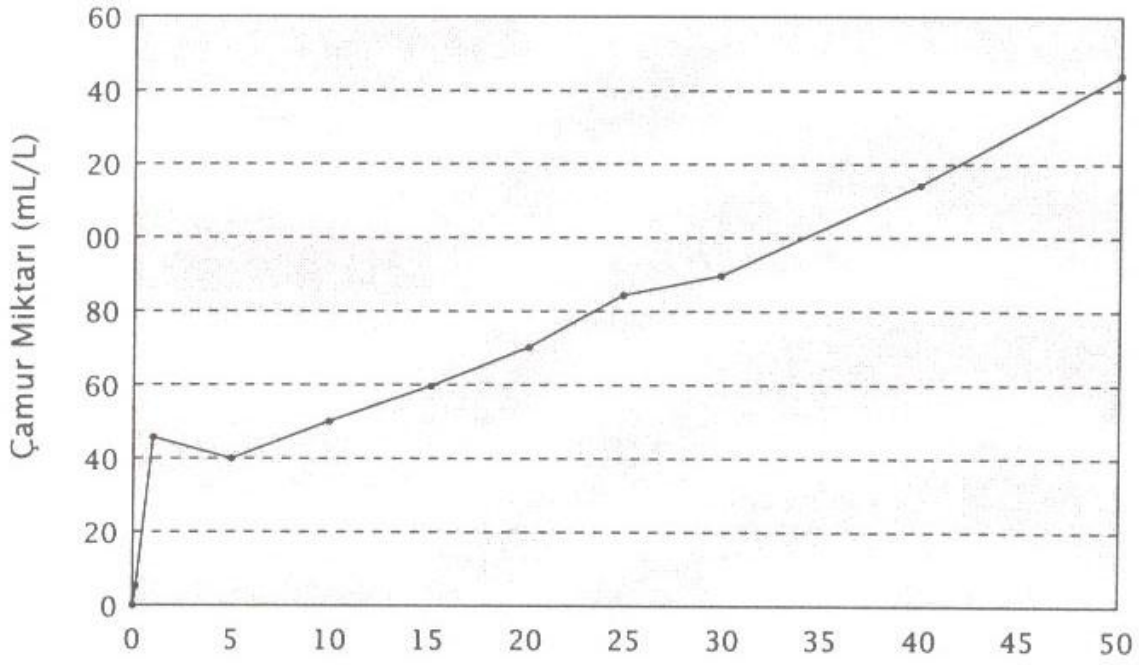
Yapılan çalışma ve araştırmalar sonucu özellikle mevsimsel yerleşimlerin şartları da göz önüne alınarak aşığıdaki öneri ve düşünceler ortaya çıkmıştır.

1. Kimyasal arıtma "start-stop" kolaylığı yönüyle özellikle tatil siteleri, oteller ve tatil köyleri gibi birimler için cazip bir seçenek olarak daha detaylı incelenmelidir.

2. Tesisin ekonomik ömrü süresince ihtiyaç duyulacak kimyasal maddenin temini ve oluşan fazla miktardaki çamurun uzaklaştırılması tek bir şirket veya kuruluş tarafından sağlanabildiği takdirde, hem işletmecinin işi çok kolaylaşabilir, hem de çıkan çamur atık borsasında değerlendirilebilir.



Şekil 3. Kireç Dozu - Verim Grafiği



Şekil 4. Kireç Tozu - Oluşan Çamur Miktarı Grafiği

3. Yapılacak araştırmalar ile oluşan çamurun niteliğinin belirlenerek değerlendirilmesi prosesin seçiminde etkili olacaktır.

4 n çökeltimi takiben ve/veya kademeli arıtma seçenekleri ir-delenmelidir.

Sonuç olarak evsel atıksuların kireç kullanmak suretiyle kimyasal olarak arıtılabilirliğinin özellikle tatil yerleşimlerinde potansiyel bir arıtma yöntemi olarak değerlendirilebileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu arıtma şekli büyük ölçekli tesisler için ön arıtma biçiminde; otel, site, tatil köyleri gibi mevsimsel salınımlar gösteren küçük ölçekli arıtma tesisi gerektiren yerlerde biyolojik arıtmaya alternatif olarak tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

The American Water Works Association, Inc., *Water Quality and Treatment - A Handbook of Public Water Supplies*, Third Edition, USA 1971.

Çatalkaya, D., Hacalođlu, F., Evsel Atıksuların Kireç ile Arıtılabilirliği. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakóltesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Diploma Tezi, İzmir1995.

Türkman, A., Biyolojik Olarak Ayrışabilir Özellikteki Atıksuların Fizikokimyasal Yöntemlerle Arıtılabilirliğinin İncelenmesi, *Çevre 87 Sempozyumu Yayınları*, İzmir, 1987.

Wames, G.V., *Water Treatment, A Survey of Current Methods of Purifying Domestic Supplies and of Treating Industrial Effluents and Domestic Sewage*, Fourth Edition, Scotland, 1971.

Weber, W.J. Jr., "Pysicochemical Processes for Water Quality Control", *Environmental Science and Technology*, A Wiley-Interscience Series, 1972.