



Doğa Dostu Ürünlerle

ÇEVRE KİRLİLİĞİ KONTROLÜ

Dr. Levent LOKMAN

PAKSAN 1998

EVSEL ATIKSULARIN KIREÇLE ARITILABİLİRLİĞİ

Prof.Dr. M.Necdet ALPASLAN
Arş.Gör. Deniz DÖLGEN

Dokuz Eylül Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

1. GİRİŞ

Evsel atıksuların arıtımı günümüzde genellikle fiziksel ve biyolojik yöntemler uygulanarak yapılmaktadır. **Fiziksel yöntemlerde atıksu içindeki yüzebilir ve çökebilir maddeler uzaklaştırılmakta, erimiş veya çözünmüş özellikteki kirliliklerin giderimi için ise biyolojik yöntemler kullanılmaktadır.** Biyolojik yöntemlerde temel prensip, arıtma yapılan havuzda (veya reaktörde) mikroorganizma geliştirmek, mikroorganizmaların çözünmüş maddeleri besin maddesi (substrat) olarak kullanımını ve dolayısıyla tüketimini sağlamak, daha sonra mikroorganizmaları yumak (flok) yapma özelliğinden yararlanarak çökeltmek, üstte kalan (çözünmüş maddelerden arındırılmış olan) suyu "arıtılmış su olarak" deşarj etmektir Kesikli veya sürekli şekilde uygulanabilecek bu süreç için gerekli olan mikrobiyolojik reaksiyonlar havalı "aerobik" veya havasız "anaerobik" ortamlarda gerçekleşir. Eğer aerobik biyolojik arıtma tercih edilmiş ise ortama dışarıdan hava vermek gerekirken anaerobik arıtmada havasız koşullar uygun biçimde sağlanmalıdır. Değişik modifikasyonları olan biyolojik arıtmanın esası mikroorganizmaların faaliyetine dayalıdır. Mikroorganizmalar olmaksızın biyolojik arıtma yapılamaz. Ancak gerek mikroorganizmaların oluşumu, ve mikroorganizmaların kararlı halde zaman içinde korunumu, gerekse mikroorganizmalardan istenen verimin temin edilmesi, hem zaman, hem ihtisas, hem de iyi işletme koşulları isteyen oldukça hassas bir iştir. Biyolojik arıtma sistemleri ile elde edilen yüksek arıtma verimine karşın dezavantaj olarak yorumlanabilecek bu özellikler alternatif teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesi yönünde bazı çalışmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

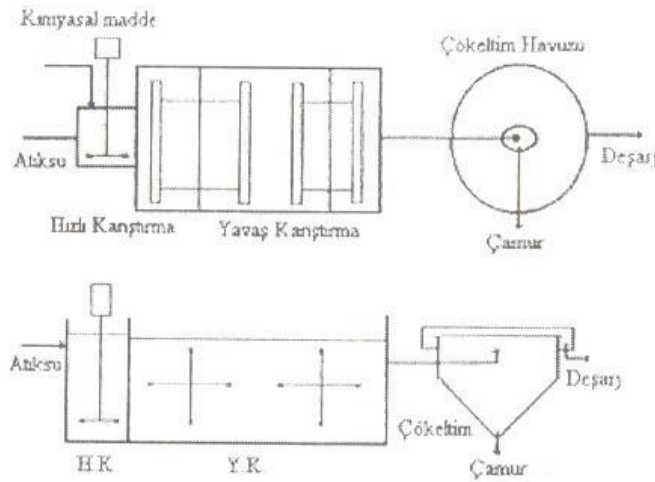
Bu anlamda yapılan çalışmaların birisi de kimyasal arıtma seçeneğidir. Aslında kimyasal arıtmayı sadece biyolojik arıtmaya alternatif olarak ortaya koymak yanlışır. Kimyasal arıtma biyolojik arıtmaya alternatif olarak ele alınabileceği gibi, onunla birlikte, kombine olarak kullanılabilir veya atıksuyun karakteristiğine bağlı olarak tek bir arıtma seçeneği olarak da ortaya konulabilir. Sunulan çalışma bu üç yaklaşımdan hareket edilerek atıksu arıtımında genelde kimyasal arıtma teknolojilerinin, özelde ise atıksuyun kimyasal arıtımının kireç kullanılarak yapılabilirliğini irdelemektedir. Bu amaçla bir taraftan konunun temel prensipleri tanıtılmakta, diğer taraftan yapılan bazı laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular sunulmakta, irdelenmekte ve bazı öneriler ortaya konmaktadır.

2. 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 kuvvetlerini ortadan kaldırmak, böylece bir araya gelmelerini sağlayarak yumaklaştırmak**

suretiyle çökeltilmesidir. Aynı süreçte kolloidal maddelerin yanısıra çeşitli reaksiyonlar sonucunda çözünmüş kirliliklerin de uzaklaştırılması mümkün olabilmektedir. Bunun yanısıra, bazı durumlarda verilen koagulant ile suyun içinde bulunan bazı maddelerin reaksiyonları sonucunda farklı arıtma süreçleri elde edilmiş olur. Su arıtımında sertliğin kireçle giderilmesi bu tür bir arıtmanın tipik örneğidir.

Pıhtılaştırma yumaklaştırma süreçlerinde **Şekil 1**'den de görüleceği üzere önce kimyasal maddenin homojen olarak karıştırıldığı "hızlı karıştırma" ünitesi, onu takiben kimyasal reaksiyonların yeraldığı "yavaş karıştırma" ve sonuçta oluşan yumakların atıksudan ayrıldığı çökeltim havuzu yer almaktadır. Hızlı karıştırma 1 dakika civarında düşük bekleme süresi (dolayısıyla çok küçük hacimli havuzlar) olan ve dozlanan kimyasal maddenin hızlı biçimde homojen olarak karışımının sağlandığı ünitelerdir. Karıştırma genelde düşey milli pervanelerle yapılır. Bazı uygulamalarda ise havuza tabandan hava vermek suretiyle veya boru içi (inline-mixer) karıştırıcılarla bu işlem sağlanır. Dozlanan kimyasal maddeler genellikle, kireç (CaO veya Ca(OH)_2), demir ve alüminyum tuzlarıdır, (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Ayrıca gerek bu maddelerle birlikte, gerekse de yalnız olarak daha etkili bir yumaklaştırma sağlamak üzere polielektrolitler kimyasal arıtmada kullanılan diğer kimyasal maddelerdir. Hızlı karıştırma ünitelerini takip eden yavaş karıştırma üniteleri yaklaşık olarak 30-40 dakika bekleme süresine göre tasarlanan, dozlanmış kimyasal madde ile atıksu içindeki kolloidler reaksiyonu sonucu daha büyük partikül ve yumakların oluştuğu havuzlardır. Yavaş karıştırma işlemi yatay veya düşey milli karıştırıcılarla, ender durumlarda ise hava ile gerçekleştirilir. Yavaş karıştırma işlemi sırasında iki noktaya dikkat edilmelidir; bunlardan birincisi karışımın yumakları askıda tutmaya yeterli şiddette olması, ikincisi ise karışım hızının oluşan yumakların bozulup dağılmasına neden olmamasıdır. Bu süreç sonunda yumaklar, yavaş karıştırma ünitesini takip eden çökeltim havuzunda çökelti olarak ortamdaki uzaklaştırılırlar.



Şekil 1. Kimyasal arıtmanın şematik gösterimi

Kimyasal arıtma prosesleri anında devreye alınabilme, günlük ya da haftalık sürelerle kesikli olarak işletilebilme, çok fazla teknik bilgiye ve personele ihtiyaç duyulmaması gibi özellikleriyle caziptirler. Ayrıca tesis için gerekli alan ihtiyacı diğer sistemlere oranla daha az olduğundan arazinin kısıtlı, rantlarının yüksek olduğu yerleşimlerde tercih edilebilirler. İlk yatırım masraflarının düşük olmasına karşın, tüm işletme süresince (ekonomik ömür) kimyasal maddeye gereksinim duyulması, bu nedenle işletme giderlerinin yüksek olma ihtimali ve proseste oluşan çamur miktarının fazlalığı ve dolayısıyla çamur uzaklaştırılması için gerekli bir sistemin tasarımını zorunlu kılması gibi konular bilinen ve çözüm getirilmesi gereken sakıncalarıdır.

3. ATIKSU ARITIMINDA KİREÇ KULLANIMI

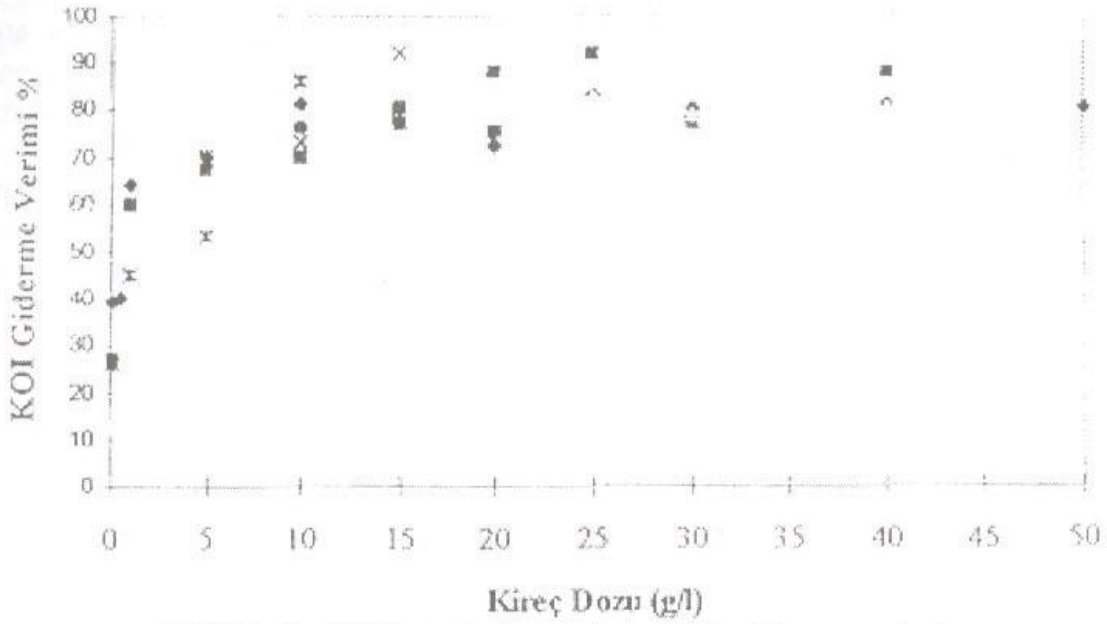
Evsel atıksuların genelde kimyasal madde, özelde kireç kullanılarak arıtılma potansiyelinin araştırılması için farklı zamanlarda Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği laboratuvarlarında bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda 2.Bölümde belirtilen sistemin (hızlı karıştırma+yavaş karıştırma+çökeltme) küçük bir modeli kurularak fiziksel simulasyonu teşkil edilmiştir. Simulasyonun yapıldığı ekipman "jar testi ekipmanı" olup, bu ekipman beherlerin içine konan atıksuyun belli hızlarda (yavaş/hızlı) karıştırılabilmelerini sağlayan pervanelerden oluşmaktadır. Araştırmalar amacıyla alınan ham atıksu numuneleri, karakteristikleri analiz edildikten sonra, beherlere konmuş, çeşitli konsantrasyonlarda kireç dozlamaları yapıldıktan sonra önce hızlı (1 dakika), sonra yavaş (30 dakika) karıştırılmış, takiben 1 saat süre ile çökeltme bırakılmıştır. Bu süre sonunda kireçli çamur beherlerin dibine çökmüştür. Arıtılmış üst sudan numuneler alınarak, ham atıksu için yapılan analizler tekrarlanarak, bu sürecin arıtma verimi saptanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular **Tablo 1**'de özetlenmiş, bunların grafik gösterimi ise **Şekil 2**'de sunulmuştur. Tablo 1'de verilen verim yüzdeleri çeşitli zamanlarda farklı atıksularla yapılan analiz sonuçlarının ortalamasıdır. Bu sayının altında () parantez içinde verilen değer bu ortalamanın kaç veriden üretildiğini (veri sayısını), bunun altında [] parantez içinde verilen değerler ise ölçümlerin alt ve üst limitlerini göstermektedir.

Tablo 1 ve **Şekil 2**'nin incelenmesinden görülebileceği gibi 0.5-1.0 g kireç/l dozları için arıtma verimi %40-50 arasında değişmekte, dozajın artırılmasıyla verim artmakta ancak bu artışta bir lineerlik olmamaktadır. Bu arada bütün dozlarda %90'ların üzerinde askıda katı madde (AKM) ve fosfor giderimi sağlandığı görülmüştür. Bugün için Çevre Kanununun amir yönetmeliklerinden biri olan Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde atıksuların alıcı ortama deşarjı için fosfor parametresi aranmamaktadır. Ancak bilindiği gibi fosfor alıcı ortamlar için önemli kirletici parametre olabilmekte ve bu nedenle gelişmiş ülkelerin tümü ile bazı gelişmekte olan ülkelerin deşarj standartlarında fosfor limiti bulunmaktadır. Dolayısıyla pek yakın gelecekte ülkemizde de atıksuların alıcı ortama verilmesi için fosfor giderimi yapılması kaçınılmaz olacaktır. Öte yandan Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununda azot ve fosfor sınırları bulunmakta ve su ürünleri yetiştirme potansiyeli olan bölgelerde bu kanun işletilebilmektedir. Bu durumda kireç ile yapılan kimyasal arıtma ile bir taraftan %40-60 oranında biyolojik verim sağlarken diğer taraftan %90'ın üzerindeki AKM ve fosfor giderme verimi elde edilmesiyle çok cazip bir hale gelebilecektir.

Tablo 1. Evsel atıksularla, çeşitli kireç dozlamaları altında farklı zamanlarda yapılan kimyasal arıtma süreci için KOI giderme verimleri.

Kireç Dozu (g/l)	0.1	0.5	1	5	10	
KOI verimi	26	40	54	64	74	
(veri sayısı)	(3)	(1)	(5)	(5)	(7)	
[alt-üst limitler]	[13-39]	[40]	[45-64]	[53-70]	[55-86]	
Kireç Dozu (g/l)	15	20	25	30	40	50
KOI verimi	77	75	86	79	83	80
(veri sayısı)	(9)	(7)	(3)	(3)	(3)	(1)
[alt-üst limitler]	[64-92]	[68-88]	[83-92]	[77-80]	[77-80]	[80]



Şekil 2. Çeşitli kireç dozlarına karşı KOI giderme verimi

4.KİREÇ İLE ATIKSU ARITIMININ BİYOLOJİK YÖNTEMLERLE KIYASLANMASI ve İRDELENMESİ

Yukarıda belirtildiği üzere, gerek mevcut deneyim ve gözlemlerden, gerekse laboratuvar sonuçlarından elde edilen bilgilere göre evsel atıksuların arıtımında kimyasal yöntemlerin kullanılması organik kirliliklerin uzaklaştırılması yönüyle biyolojik arıtmaya göre daha düşük verim göstermektedir. Ancak nüfusun ve dolayısıyla atıksu üretiminin 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 günlük (veya haftalık) işletilebilme (start-stop) edilebilme özelliği gelmektedir. Buna karşılık biyolojik proseslerde, arıtmanın sürekliliği esastır. Kesiklilik mikroorganizmaların ölmesine veya performanslarının düşmesine neden olur. **Biyolojik süreçlerde arıtma işleminden mikroorganizmalar sorumlu olduklarından, istenen mikroorganizma konsantrasyonunun oluşması için haftalar, hatta ay mertebesinde gerçekleşen büyüme ve gelişme sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır.** İstenen mertebede mikroorganizma üretildiği zaman ise bunların yaşamının devamı için besin maddesine yani atıksuya ihtiyaçları vardır. Dolayısıyla atıksuyun kesikli geldiği yerleşimler için biyolojik proseslerin uygulanması büyük işletme problemleri doğurabilmektedir. Ayrıca biyolojik arıtmada sistemin herhangi bir arıza vb. nedenle durdurulması halinde bazı özel önlemler alınması gerekirken, kimyasal arıtma için böyle bir tedbire gerek yoktur. Ayrıca, kimyasal arıtma prosesleri toksik yüklere karşı hassas olmadıklarından bozulma riski biyolojik arıtma tesislerine oranla çok daha azdır. Kimyasal arıtmada geçerli olan arıtma mekanizması ile biyolojik olarak ayrışmayan maddeler de giderilebilmektedir. Biyolojik mekanizmalarda mikroorganizmaların büyüme ve gelişmesine bağlı olarak hava sıcaklığı gibi birtakım dış etkiler, özellikle sistemin işletmesinde sorunlar yaratabilirken, kimyasal arıtmanın hava koşulları veya benzeri dış etkilere karşı daha az duyarlı olması bu sistemlerin bir başka avantajıdır. Arıtma tesisinin kapladığı arazi açısından değerlendirme yapıldığında, kimyasal arıtma tesislerinin biyolojik arıtmaya oranla üçte bir oranında daha az alana ihtiyaç gösterdiği ve bu nedenle, arazi fiyatlarının çok yüksek olduğu tatil siteleri ve buna benzer turistik yerleşimlerde çok daha cazip olabileceğini göstermektedir.

İlk yatırım masraflarının düşük olmasına karşılık tesisin ekonomik ömrü boyunca kimyasal madde (kireç, vb.) kullanılacağı için yüksek işletme maliyeti çıkabilmektedir. Ayrıca kimyasal maddenin saklanması, hazırlanması, dozlanması, gibi işletme detayları nedeniyle eğitilmiş personele ihtiyaç duyulabilmektedir. Buna karşılık sistemin tamamen otomatik olarak teşkil edilmesi daha kolaydır. Dolayısıyla kimyasal arıtma üniteleri, gerektiğinde imalatçı firma müşavirliğinde, işletme personeli olmaksızın işletilebilirler. Kullanılan kimyasal madde miktarı kimyasal maddenin türüne göre değişmekle birlikte, genel olarak bütün kimyasallar için biyolojik arıtmaya göre daha fazla çamur çıktısı olup, evsel atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamurlar genellikle çöp depolama alanlarında ayrılan yerlere gönderilirler. Çamur uzaklaştırılması, çamur nitelik ve niceliği yönüyle dikkatle yapılması gereken bir işlemdir. Kireçle yapılan kimyasal arıtma işleminde dezenfeksiyon kendiliğinden gerçekleşmekte olduğundan, bu suların kimyasal arıtmadan sonra alıcı ortamda uygun seyrelmeleri sağlanması halinde deniz deşarjı sistemleriyle uzaklaştırılabileceği düşünülebilir. İleri arıtmanın gerekli olduğu durumlarda (Aktif karbon v.b.) fizikokimyasal arıtmanın biyolojik arıtmaya üstünlükleri olduğu ileri sürülmektedir.

5. SONUÇ

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 BOİ yüklerine karşı dayanıklılığı az olduğundan kolaylıkla bozulabilmekte ve bu durumda arıtma verimi düşülebilmektedir. Sistem bozulduktan sonra tekrar istenen verime ulaşması için günler mertebesinde zamana ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca kötü işletme neticesi ve/veya çamurun çökmemesi 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.

Ancak yapılan çalışma ve araştırmalar, evsel atıksuların kireç kullanmak suretiyle kimyasal olarak arıtımının potansiyel bir arıtma yöntemi olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Arıtmada kireç kullanımı konusunda bugüne kadar öne sürülen olumsuz görüşler, akılcı yönetim ve temel mühendislik bilgileriyle desteklendiği takdirde geçerliliğini kaybedebilecektir. Böylelikle, özellikle mevsimsel kullanımı olan yörelerde atık sulardan kaynaklanan çevre kirliliği problemleri, basit, uygulanabilir ve işletilebilir kimyasal atıksu arıtma tesisleriyle çözümlenebilecektir.