

SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ TEKNİK USULLER TEBLİĞİ

Bu Tebliğ, 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Yasal Dayanak

Amaç, Kapsam ve Yasal Dayanak

Madde 1 - Bu Tebliğ, 9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ile mezkur kanunda ek ve değişiklik yapan kanun hükümlerine uygun olarak hazırlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin 7, 19, 23, 28, 30, 35 ve 51 inci maddeleri gereğince hazırlanmış olup, atıksu arıtımı için uygulanabilir olduğu genelde kabul edilmiş metotları; derin deniz deşarjındaki seyrelmelerin tespiti için gerekli bilgileri; arıtılmış atıksuların sulamada kullanılmasında aranan sulama kriterlerini; sahil kum bandı üzerinde veya yakınında inşa edilen fosseptiklerden kıyı sularının kirlenmesinin önlenmesi için gerekli teknik sınırlamaları ve düzenlemeleri kapsamaktadır.

Bu Tebliğde verilen, atıksu arıtımı için uygulanabilir olduğu genelde kabul edilmiş metotlar, bu prosesleri tanımlayıcı ve genel nitelikte olup, bu Tebliğde yer almayan fakat uygulanabilirliği tecrübeyle sabit, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde öngörülen deşarj standartlarını karşılayabilecek mevcut ve/veya yeni diğer metotların kullanılmasını kısıtlanmaz.

İKİNCİ BÖLÜM

Fosseptiklerle İlgili Teknik Sınırlamalar

Kanalizasyon Sistemi Bulunmayan ve İnşası Mümkün Olmayan Yerlerde Uygulanacak Teknik Esaslar

Madde 2 - Kanalizasyon sistemi bulunmayan ve inşası mümkün olmayan yerlerde Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığınca 19 Mart 1971 gün ve 13783 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmış bulunan “Lağım Mecrası İnşası Mümkün Olmayan Yerlerde Yapılacak Çukurlara Ait Yönetmelik” hükümleri geçerlidir. Ancak bu uygulamada aşağıda verilen şart ve ilkelere uyulmalıdır:

a) a) Nüfusu 500 kişiden fazla olan yerleşimler ile tatil sitesi ve sanayi tesislerinin atıksularının bertarafında yukarıda belirtilen Yönetmelikte yer alan fosseptik çukurları kullanılamaz. Bu durumda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde atıksu deşarjları hususunda getirilen hükümlere uyulur.

b) b) Turizm mevsiminde nüfusu 500 den fazla olan turistik yörelerde su kullanımının fazla olması ve bu tür tesislerin yakın çevresinin kirlenme yönünden daha fazla önem taşıması dolayısıyla, çok gözlü fosseptik çukurları kullanılamaz. Bu gibi yerlerde, bu Tebliğde tanımlanan, teknik açıdan verimliliği ve uygulanabilirliği ispatlanmış arıtma teknolojileri kullanılarak atıksu arıtımı yapılmalıdır.

c) c) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve bu Tebliğ çerçevesinde yapılacak uygulamalarda atıksu arıtma tesislerinin projesi değil, arıtılmış su kalitesi esas ölçüdür.

d) d) 500 den az nüfuslu yerlerde bile mekanik arıtmanın fazla bir arıtma verimi sağlayamaması sebebiyle fosseptik çukurlar, biyolojik arıtma ile ilgili tedbirlerin alındığı ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde öngörülen şartların noksatsız yerine getirildiği durumlarda kullanılabilir.

e) e) Nüfusu 500-1000 arası olan yerleşimlerde ise atıksular, çok gözlü fosseptik çukurların grup halinde inşa edildiği, çıkış sularının basınçlı veya cazibeli bir kanalla yerleşim yeri dışına iletildiği sistemlerde arıtılabilir. Ancak bu durumda da Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin

getirdiği sınırlamalara uyulur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM Atıksu Arıtma Metotları

Atıksu Arıtma Tesislerine Ait Teknik Genel Esaslar

Madde 3 - Atıksu bünyesinde kirliliğe neden olan yabancı maddeler, tane boyutlarına göre çökebilir, askıda, kolloidal ve çözünmüş halde bulunabilirler. Her madde grubu değişik metotlarla atıksudan uzaklaştırılabilirler.

Atıksu arıtımında uygulanan Metotları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç ana grupta toplamak mümkündür. Bunlardan fiziksel arıtmada çökeltim ve flotasyon işlemleriyle çökebilir veya yüzebilen tanecikler ayrılmakta; kimyasal arıtmada çözünmüş ya da kolloidal boyuttaki tanecikler pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmekte; biyolojik arıtmada ise çözünmüş maddeler kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilir yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüşür.

Biyolojik ve kimyasal arıtma ünitelerinin yükünü azaltmak için, öncelikte fiziksel ön işlemler uygulanır. Mekanik arıtma olarak isimlendirilen ve genellikle ızgara, kum tutucu ve ön çökeltim ünitelerinden meydana gelen ön işlemlerden sonra, biyolojik ve/veya kimyasal arıtma uygulanabilir. Biyolojik ya da kimyasal arıtmada oluşan yumaklar, mekanik işlemlerle sudan uzaklaştırılır.

Fiziksel Arıtma Üniteleri

Madde 4 - Arıtma tesislerinde uygulanan fiziksel arıtma üniteleri ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzer madde tutucular, dengeleme, çökeltim ve yüzdürme havuzlarıdır.

Izgaralar

Madde 5 - Su içerisinde bulunan kaba maddelerin pompa, boru ve teçhizata zarar vermemesi; diğer arıtma kısımlarına gelen yükün hafifletilmesi veya yüzücü kaba maddelerin sudan ayrılması gibi amaçlarla ızgaralar kullanılır. Izgara yapıları çubuk aralıklarına göre ince ve kaba ızgaralar; temizleme şekline göre ise, elle veya mekanik yolla temizlenen ızgaralar olarak sınıflandırılır. Çubuk aralıkları ince ızgaralarda 15-30 mm, kaba ızgaralarda 40-100 mm'dir. Izgara kanallarındaki hızların minimum kurak hava debisinde 0.5 m/sn değerinin altına düşmemesi, ızgara çubukları arasındaki hızların ise hiçbir koşulda 1.2 m/sn'yi aşmaması uygundur.

Izgaralarda tutulan maddeler arıtma tesisi sahasında depolanamazlar. Evsel katı artıklar ile birlikte yakma, depolama kompostlaştırma ve benzeri metotlarla bertaraf edilirler.

Elekler

Madde 6 - Elekler, atıksu tesislerinde özellikle elyaflı maddelerle, askıdaki tanecikleri tutmak için kullanılırlar. Bu üniteler tutulan maddelerin boyutlarına göre kaba ve ince elekler olarak sınıflandırılırlar. Elek aralığı kaba eleklerde 5-15 mm, ince eleklerde 0.25-5 mm, mikro eleklerde 0.020-0.035 mm'dir.

Eleklerden toplanan atıklar da ızgara atıkları için uygulanan metotlarla bertaraf edilirler.

Kum Tutucular

Madde 7 - Kum, çakıl gibi anorganik maddeleri atık sudan ayırmak, arıtma tesislerindeki pompa ve benzeri teçhizatın aşınmasına ve çökeltim havuzlarında tıkanma tehlikesine engel olabilmek için kum tutucular kullanılır. Kum ve benzeri madde içermeyen endüstriyel atıksuların uzaklaştırılmasında bu yapılara gerek duyulmayabilir. Bunlar, yoğunluğu 2650 kg/m³ ve tane çapları 0.1-0.2 mm'den daha büyük olan katı maddelerin tam olarak tutulmasını sağlamak için kullanılır. Kum tutucular, belli büyüklükteki katı maddeleri tutmak ve daha ilerideki ünitelerde arıtılması amaçlanan küçük taneli maddelerin çökmesini engellemek için gerekli yüzey alanına

sahip olmalıdır. Ünitelerdeki suyun yatay hızı tesise gelecek tüm debiler için 0.3 m/sn olacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Kum tutucular, dikdörtgen planlı - uzun paralel akışlı veya dairesel planlı - radyal akışlı olabilirler. Ayrıca birçok uygulamada havalandırılmalı kum tutucular da başarıyla kullanılmaktadır.

Kum tutucularda toplanan kum ve çakıl, büyük tesislerde basınçlı hava ile çalışan pompalar veya bantlı, kovalı ve helezonlu mekanizmalar ile sürekli olarak, küçük tesislerde ise kürek ile zaman zaman temizlenirler.

Kum tutucu tabanında biriken maddeler az da olsa bir miktar organik madde ve patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden bunların gelişigüzel atılmaları sakıncalıdır. Bunlar da ızgara atıklarında olduğu gibi evsel katı atıklarla beraber bertaraf edilirler.

Yüzer Madde Tutucular

Madde 8 - Atıksuda bulunan ve yoğunluğu sudan küçük olan yağ, gres, solvent ve benzeri yüzen maddeleri sudan ayırmak için yüzer madde tutucular (yağ kapanları) kullanılır. Ön çökeltim havuzunun olmaması veya bu gibi maddelerin oranının çok yüksek olması halinde, gerek bu maddeleri geri kazanmak, gerekse arıtma verimini yükseltmek amacıyla yüzer madde tutucular yapılmalıdır.

Yüzebilenler dışındaki diğer katı maddelerin tabana çökelmeleri söz konusu olduğunda yüzer madde tutucular, çamur hazneli olarak yapılırlar ve çökelen çamurun ve yüzen maddelerin kolayca alınabilecekleri bir düzende inşa edilirler. Emülsiyon halindeki yüzer maddeleri ayırmak için ise, disperse hava flotasyonu ya da, çözünmüş hava flotasyonu gibi üniteler kullanılır. Kentsel atıksu arıtma tesisleri için en uygun çözüm, kombine çalışan havalandırılmalı kum ve yüzer madde tutuculardır. Yüzer madde tutucularda toplanan atıklar yakma ve değerlendirme tesislerine iletilirler.

Dengeleme Havuzları

Madde 9 - Dengeleme havuzları, atıksularda debi, bileşim ve kirlilik yükünün zaman içindeki değişimlerinin dengelenmesini ve arıtma tesisine giden atıksu debisinin düzenli olmasını sağlar. Dengeleme havuzlarında bileşimin homojenleştirilmesi ve askıdaki katı maddelerin çökmesinin engellenmesi için karıştırma uygulanır.

Çökeltim Havuzları

Madde 10 - Çökeltme işlemi, sudan daha yoğun olan askıda katı maddelerin veya kimyasal ve biyolojik işlemlerle çökebilir hale getirilen katı maddelerin yerçekimi etkisiyle çökeltmesi suretiyle sudan ayrılmasıdır. Böylece kirleticiler çökebilir katı maddeler halinde sudan uzaklaştırılarak diğer arıtma ünitelerine geçişleri engellenir.

Kendiliğinden çökelebilen askıda katı maddelerin giderilmesi ön çökeltim havuzunda; biyolojik arıtma sırasında oluşan biyolojik yumakların giderilmesi son çökeltim havuzunda; kimyasal pıhtılaştırma ve yumaklaştırma kullanıldığında oluşan kimyasal yumakların çökeltmesi ise kimyasal çökeltim havuzlarında sağlanır. Çökeltmede amaç, katı maddeleri yeterince uzaklaştırılmış bir arıtılmış atıksu ve kolayca işlenebilecek kadar yüksek katı madde konsantrasyonuna sahip bir arıtma çamuru elde etmektir. Çökeltim havuzlarında sınıflandırma akış şekli esas alınarak yapılabilir. Buna göre, çökeltim havuzları üç grupta toplanabilir:

- Yatay ve paralel akımlı
- Yatay ve radyal akımlı
- Düşey ve radyal akımlı

Çökeltim havuzları suyun üniform dağıtımını ve akımını sağlayacak giriş-çıkış yapıları ile teçhiz edilmiş olmalıdır. Yüzeydeki köpük ve tabandaki çamur birikintilerinin uzaklaştırılması için uygun bir sıyırma tertibatı bulunmalıdır. Çamur haznesinin büyüklüğü çamurun özelliklerine ve çamur boşaltma aralıklarına uygun olmalıdır.

Flotasyon (Yüzdürme)

Madde 11 - Flotasyon, atıksularda bulunan gerek sıvı gerek katı maddelerin yüzdürülerek su yüzeyinde toplanması ve sıyrılmasını sağlayan bir işlemdir. Flotasyon işlemi sıvı ortama verilen gaz (genellikle hava) kabarcıklarının, yüzdürülecek tanelere tutunarak bunları yukarıya doğru birlikte hareket ettirmeleri şeklinde olur. Flotasyonu kolaylaştırmak üzere katı durumlarda suya uygun kimyasal maddelerin de eklenmesi mümkündür. Yüzeyde toplanan köpük halindeki yüzdürülmüş maddeler bir yüzey sıyırma tertibatı ile toplanarak uzaklaştırılır. Taneleri yüzdürmek için kullanılan hava kabarcıkları şu üç yoldan biri ile elde edilebilir:

a) a) Atmosferik basınç altındaki sıvıya basınçlı havanın kabarcıklar halinde verilmesiyle (disperse hava flotasyonu),

b) b) Basınç altında sıvıda havanın çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılmasıyla (çözünmüş hava flotasyonu),

c) c) Sıvının atmosferik basınç altında, havaya doymun hale getirilmesini takiben vakum uygulanmasıyla (vakum flotasyonu)

Kimyasal Arıtma

Madde 12 - Kimyasal arıtma, atıksularda kirliliğe neden olan çözünmüş, kolloidal ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını temin veya hızlandırmak amacıyla, çeşitli kimyasal reaksiyonlardan yararlanılması esasına dayanan genel metotlardır. Kimyasal arıtma suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin, kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya kolloidal ve askıdaki taneciklerin pıhtı ve yumaklar oluşturarak çöktürülmesinin sağlanmasını amaçlar.

Pıhtılaştırma işlemi genellikle hızlı karıştırma ünitelerinde yapılır. Atıksuyun bu ünitelerde kalış süreleri 0.5-5 dakika arasında değişmektedir. Pıhtılaştırma işlemi sonucunda, suda bulunan kolloidler ve kimyasal reaksiyon sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Bu aşamadan sonra suyun yavaş bir şekilde karıştırılması, pıhtılaştırma ile oluşmuş bu parçacıkların birleşerek daha kolay çökebilen büyük yumaklar oluşturmasını sağlar. Yumaklaştırma ünitelerinde suyun kalış süresi 15-60 dakika arasında değişim gösterir.

Yumaklaştırma işlemi hızlandırmak, kullanılan yumaklaştırıcıların miktarlarını azaltmak veya arıtma verimini artırmak için kil, kalsit, polielektrolit, aktif silika, çeşitli alkali ve asitler gibi yumaklaştırmaya yardımcı maddeler (koagülant yardımcısı) kullanılır. Yumaklaştırıcı (koagülant) olarak en çok kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, CaO , $Ca(OH)_2$ olup, yumaklaştırma yardımcı maddesi olarak en fazla polielektrolitler kullanılmaktadır.

Kimyasal yumaklaştırma sonucunda oluşan yumakların çöktürülmesi için çöktürme havuzları kullanılır. Hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çöktürme havuzları ayrı birimler olarak inşa edilebildiği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemler de mevcuttur.

Diğer fiziko-kimyasal arıtma işlemleri olan adsorpsiyon, dezenfeksiyon ve iyon değiştirme İleri Arıtma Metotları kapsamında verilmiştir.

Biyolojik Arıtma Sistemleri

Madde 13 - Atıksu bünyesinde bulunan organik ve kısmen de anorganik kirleticiler maddelerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılmaları esasına dayanan metotlardır. Organik maddelerin bir kısmı mikroorganizma hücrelerine, bir kısmı da enerjiye dönüşür.

Aerobik Prosesler

Madde 14 - Aerobik prosesler arıtmanın oksijenli ortamda gerçekleştiği proseslerdir. Bu prosesler, mikroorganizmaların konumuna göre askıda büyüme, bağlı büyüme ve ikisinin birlikte uygulandığı kombine sistemler olarak sınıflandırılır. Birden fazla prosesin ardarda kullanıldığı ardışık sistemler de mevcuttur.

Askıda büyüme sistemlerinde mikroorganizmaların oksijen ihtiyacı çeşitli tipteki havalandırıcılarla karşılanır. Bazı durumlarda ise oksijenin biyolojik olarak alglerle sağlanması mümkündür.

Aktif Çamur Metodu

Madde 15 - Organik kirliliğin, askıda bulunan mikroorganizmalar yardımıyla giderildiği bir arıtma metodudur. Aktif çamur havuzu içindeki karışık sıvıda mikroorganizmaların askıda tutulması esastır. Bu amaçla, genellikle difüzörler veya yüzeysel havalandırıcıların kullanımı yeterli olmaktadır. Tam karışimli veya piston akımlı olarak projelendirilebilen aktif çamur tesislerinde atıksu biyolojik üniteyi takiben bir çökeltim havuzuna geçer. Burada büyük oranda mikroorganizmalardan oluşan çökeltim özelliği arttırılmış biyolojik yumaklar sudan ayrılır. Böylece arıtılan su gerekli standartları sağladığı takdirde tesisi terk eder. Çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu korumak üzere geri gönderilir, artan fazla çamur ise çamur işleme ünitelerine gönderilerek bertaraf edilir. Biyolojik kütlenin aktif çamur sisteminde kalış süresi, organik maddeyle yüklenme miktarı ve atıksuyun sistemdeki bekleme süresine göre çeşitli aktif çamur alternatifleri kullanılabilir. Bunların başlıcaları klasik, yüksek hızlı ve uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleridir.

Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon Sistemleri

Madde 16 - Aktif çamur tesislerinde temel amaç, karbonlu organik maddelerin giderilmesidir. Ancak BOİ yaratan azotlu maddelerin de oksidasyonu istenebilir. Söz konusu azot bileşiklerinden en önemlisi amonyumdur. Nitrifikasyon işlemiyle amonyak biyolojik olarak nitrate yükseltgenir.

Pratikte nitrifikasyon işlemi organik karbonlu maddenin giderilmesi için kullanılan reaktörde gerçekleştirilebileceği gibi, onu izleyen ayrı bir reaktörde de sağlanabilmektedir. Denitrifikasyon ise, azot bileşiklerinin nitrate oksitlenmesinden sonra, nitratın oksijensiz şartlarda parçalanarak azot gazına dönüştürülmesi işlemidir.

Stabilizasyon Havuzları Sistemi

Madde 17 - Bu arıtma sistemleri atıksuların ağırlıklı olarak doğal metotlarla arıtıma tabi tutulduğu, büyük hacimli geniş alanlı, uzun bekleme süreli arıtma üniteleridir. Bu tesisler arıtımı gerçekleştiren biyokimyasal faaliyetlerin özelliklerine göre çeşitli sınıflara ayrılabilirler. Söz konusu faaliyetler sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi ortam özelliklerine bağımlı oldukları gibi, havuzların hacimsel kirlilik yüklemeleri ve geometrik özelliklerine de bağımlıdır. Genellikle toprak yapılar şeklinde inşa edilirler. Bu takdirde bu havuzlar lagün olarak da adlandırılmaktadır. Stabilizasyon havuzları başlıca aşağıdaki gruplara ayrılır:

- Anaerobik stabilizasyon havuzları
- Fakültatif stabilizasyon havuzları
- Aerobik stabilizasyon havuzları
- Olgunlaştırma havuzları

Anaerobik Stabilizasyon Havuzları

Madde 18 - Fazla miktarda organik madde ve katı madde içeren atıksuların arıtımında kullanılırlar. Hacimsel organik madde yükü yüksek olan bu havuzlar, tipik olarak derin toprak yapılar olup, ısı kaybını önlemek ve anaerobik reaksiyon şartlarını sağlamak amacıyla 6 m derinliğe kadar inşa edilebilirler. Havuzlarda askıdaki maddeler dibe çökerek stabilize olurlar. Bu tür havuzların hacimsel kirlilik yükü 100-400 g BOİ₅/m³. gün mertebesindedir. Anaerobik havuzlarda, atıksuların ortalama bekleme süresi 5 günden azdır.

Fakültatif Stabilizasyon Havuzları

Madde 19 - Fakültatif havuzlarda aerobik bakterilerin ve alglerin bulunduğu bir yüzey tabaka ile dip kısımda anaerobik bakterilerin faaliyet gösterdiği bir alt anaerobik tabaka vardır. Bu iki tabaka

arasında ise kısmen anaerobik bir ortam ile her iki ortama da adaptasyon gösterebilen fakültatif bakteriler bulunur. Fakültatif stabilizasyon havuzlarının derinliği 1-2.5 m kadar, bekleme süresi ise 7-20 gün arasındadır. Bekleme süresi iklim şartlarına bağlı olarak 100 güne kadar çıkabilir. Alansal kirlilik yükü 50-280 kg BOİ₅/hektar.gün mertebesindedir.

Aerobik Stabilizasyon Havuzları

Madde 20 - Aerobik stabilizasyon havuzuna gelen organik maddelerin ayrıştırılması bakteriler ve alglerin yardımı ile olur. Algler fotosentez sırasında, güneş enerjisini de kullanarak, anorganik besin maddeleri ve karbon dioksitle hücre sentezi yaparken oksijen açığa çıkarırlar. Açığa çıkan oksijen, heterotrof bakteriler tarafından kullanılır. Bakteriler atıksu da bulunan organik maddeyi enerji kaynağı olarak kullanırlar.

Aerobik stabilizasyon havuzları genellikle düşük hacimsel organik madde yüküne sahip, 1.5 metreden sığ havuzlardır. Böylece, havuzun tüm derinliği boyunca oksijen sağlanması mümkün olur. Bekleme süresi 10-40 gün olup, yüzeysel kirlilik yükü 40-120 kg BOİ₅/hektar.gün kadardır.

Olgunlaştırma Havuzları

Madde 21 - Olgunlaştırma havuzlarının amacı, arıtılmış atıksuların kalitesinin daha iyileştirilmesi tesislerin toplam organik madde giderim veriminin yükseltilmesi ve bakteri gideriminin sağlanmasıdır. Bu tür sistemler fakültatif veya aerobik stabilizasyon işlemlerinden sonra kullanılacakları gibi, klasik biyolojik arıtma sistemlerini takiben de kullanılabilirler. Atıksuların bu sistemlerdeki bekleme süreleri 5-20 gün arasında değişebilir, alansal kirlilik yükü 15 kg BOİ₅/ha.gün'den küçük olmalıdır. Olgunlaştırma havuz veya lagünlerinde çeşitli su bitkilerinin yetiştirilmesi ve/veya balık üretimi bu sistemlerdeki arıtma verimlerini arttırabileceği gibi, üretilen bitkisel veya hayvansal protein de ekonomik olarak değerlendirilebilir. Bu havuzlar 1.5 m den sığ havuzlardır.

Havalandırılmalı Lagünler

Madde 22 - Havalandırılmalı lagünler, esasta aktif çamur metoduna benzer özellikler gösterirler. Ancak bunlarda son çökeltim havuzundan sonra biyolojik çamur geri dönüşü uygulanmaz. Ayrıca; havalandırılmalı lagünlerdeki atıksu bekleme süreleri diğer aktif çamur sistemlerine kıyasla çok daha uzundur. Bu tür sistemlerde oksijen temini dışarıdan suni olarak verilenin yanı sıra, sistemdeki fotosentez reaksiyonlarıyla da gerçekleşir. Havalandırılmalı lagünlerde havuz hacmi başına verilen organik madde, diğer aktif çamur sistemlerine kıyasla çok düşüktür. Havalandırılmalı lagünlerden sonra bir çökeltme işlemi yer alır. Bu lagünlerin derinlikleri genellikle 3-5 m arasındadır. Havalandırma işlemleri sonucunda tüm lagün derinliği boyunca oksijenli bir ortam yaratılması durumunda bu tür lagünlere tam aerobik havalandırılmalı lagünler denir. Sadece yüzeye yakın tabakaları oksijenli, dip tabakaları ise oksijensiz olan sistemlere fakültatif havalandırılmalı lagün adı verilir.

Damlatılmalı Filtre

Madde 23 - Organik atıkların bir yüzeye bağlı mikroorganizmalar tarafından giderildiği bir arıtma metodudur. Damlatılmalı filtreler taş veya plastik dolgu malzemesinden oluşurlar. Atıksu bu filtre yatağından geçerken; dolgu malzemesi üzerinde bakteriler bir biyofilm tabakası oluşturur. Kullanılan dolgu malzemesinin arasında boşluklar bulunur. Böylece, mikroorganizmaların dolgu malzemesi üzerinde bir tabaka halinde yaşamaları, organik maddelerle beslenmeleri ve hava geçişi sağlanır. Mikroorganizmalar belirli bir kalınlığa ulaştıktan sonra, dolgulardan koparlar, çıkış suyundaki bu biyofilm parçacıkları son çökeltim havuzlarında çökeltilerek sudan ayrılırlar.

Damlatılmalı filtrelerin boyutlandırılması yüzeysel hidrolik yük ($m^3/m^2/gün$), hacimsel organik yükleme (kg BOİ₅/m³/gün) ve geri dönüş oranı esas alınarak yapılır.

Damlatılmalı filtreler üniteye sağlanan yüzeysel hidrolik yük ve hacimsel organik yükün büyüklüğüne göre yüksek hızlı ve büyük hızlı olmak üzere iki tip olabilmektedir.

Biyodisk ve Biyokafes Sistemleri

Madde 24 - Biyodisk tesisleri, bakterilerin üzerinde üremesi için uygun bir yüzeyi sağlayacak şekilde yapılmış, gelen atıksuyun muhtemel korozif özelliğinden etkilenmeyecek, mesela plastik (stropor gibi) malzemelerin diskler halinde, döner bir şaft üzerine yerleştirildiği veya içi dolgu malzemesi ile dolu tambur şeklindeki silindirik bir yapıdan oluşur. Bu silindirlerin genelde uygulanabilir çapları 1.5-3.0 metredir. Şaftın her 1 metresine 2 cm aralıklarla 20-30 adet disk yerleştirilebilir. Şaftın uzunluğu 6 m'ye kadar olabilir. Dolgulu tambur tiplerinde ise istenen toplam yüzey sağlanacak şekilde boyutlandırma yapılır. Bunların her biri ayrı bir silindir haznesine, % 45'i su içinde batık olacak tarzda monte edilir.

Dolgu Yataklı Reaktörler

Madde 25 - Dolgu yataklı reaktörler, mikroorganizmaların tutunması için bir dolgu maddesi içeren biyofilm sistemleridir. Tipik bir dolgu yataklı reaktörde hava alt kısmından havalandırıcılar yardımıyla verilir.

Aktif Çamur/Damlatmalı Filtre Ardışık Sistemleri

Madde 26 - Çeşitli arıtma metodlarının kombinasyonunu yapmak suretiyle çok sayıda arıtma akım şeması çıkarmak mümkündür. Böylece tek başına yeterli arıtmayı sağlayamayan aktif çamur ya da damlatmalı filtre sistemleri bir arada kullanılarak belli bir çıkış suyu kalitesini sağlamak mümkün olur. En sık kullanılan iki arıtma şeması damlatmalı filtreyi takiben aktif çamur havuzu ile, aktif çamur havuzunu takiben damlatmalı filtre kombinasyonlarıdır.

Anoksik Sistemler

Madde 27 - Anoksik sistemler, anaerobik sistemlerden biyokimyasal adımların aerobik işlemlere benzemeleri, ancak oksijensiz ortamda gerçekleştirilmeleri ile ayrılırlar. Nitratın azot gazına dönüştürülmesi suretiyle yapılan azot giderimi, anoksik (oksijensiz) bir işlem olup, bu arıtma askıda büyüme ya da bağlı büyüme şeklinde gerçekleştirilebilir. Ortamda hidrojen sülfür oluşumu başladıktan sonraki ortam koşulları anaerobik olarak kabul edildiğinden, anoksik koşullar yalnızca denitrifikasyon için geçerlidir.

a) a) Askıda büyüme denitrifikasyonu : Askıda büyüme denitrifikasyonu, genellikle pis ton akışlı aktif çamur sistemlerinde gerçekleştirilir. Anaerobik bakteriler, büyüme için gerekli enerjiyi nitrifikasyon sonucu oluşan nitratın azot gazına dönüşmesi sırasında temin eder, ancak hücre gelişimi için bir dış karbon kaynağı gereklidir. Nitrifikasyonun gerçekleştiği ortamlarda karbonlu maddelerin az olması nedeniyle, karbon kaynağı olarak ham atıksu (evsel), metanol veya azot ve fosfor açısından zengin olmayan endüstri atıksuları kullanılabilir.

b) b) Bağlı büyüme denitrifikasyonu : Bağlı büyüme denitrifikasyonu, içerisinde taş veya plastik dolgu malzemesi bulunan bir ortamda gerçekleştirilir. Dolgu maddesinin boyutlarına bağlı olarak, bu işlem bir çökeltim havuzu tarafından izlenebilir. Dolgu yatakta tıkanmaların engellenebilmesi için periyodik olarak geri yıkama gerekebilir. Bu işlemde de, askıda büyüme denitrifikasyonunda olduğu gibi, bir dış karbon kaynağı genellikle gereklidir.

Anaerobik Sistemler

Madde 28 - Anaerobik sistemler, organik maddenin anaerobik koşullarda ayrıştırıldığı işlemler olup, mikroorganizmaların konumuna göre askıda büyüme ve bağlı büyüme ünitelerinden oluşabilir.

Bu sistemlerde organik ve anorganik maddeler moleküler oksijensiz ortamda ayrıştırılır. Çoğunlukla arıtma çamurları ve yüksek konsantrasyonda organik madde içeren endüstriyel atıksular için uygulanan bu işlemde, organik madde biyolojik olarak metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂) dönüştürülür.

Organik atıklar ısıtılan (35 °C - 60 °C) bir çürütme tankında anaerobik ayrışma yaratan mikroorganizmalar yardımıyla ayrışmaya bırakılır. Basit karıştırmasız çürütücülerde 30-60 gün bekleme süresi gereklidir. Yüksek hızlı çürütücülerde bekleme süresi daha kısa (10-20 gün) olup,

sistem sürekli karıştırılır. Çürütme tankları silindirik veya yumurta kesitli olarak yapılırlar. Gerekğinde sistemi terk eden katı maddeler geri çevrilir.

Anaerobik Filtreler

Madde 29 - Damlatmalı filtrelere benzerler, burada giriş suyu tabandan verilir. Mikroorganizmalar dolgu malzemesi yüzeylere ve duvarlara yapışarak büyürler. Yüksek konsantrasyondaki çözünmüş organik atıkların arıtılması için uygundur. Anaerobik filtreler diğer anaerobik işlemlere göre daha düşük sıcaklıklarda çalışırlar. Anaerobik filtreler orta derecede kuvvetli atıksuların arıtılmasında da kullanılabilirler.

Ardışık Aerobik/Anoksik ya da Anaerobik Sistemler

Madde 30 - Ardışık sistemler, birden fazla arıtma işleminin ardarda ünitelerde gerçekleştirildiği sistemlerdir. Ardışık aerobik/anoksik ya da aerobik/anaerobik sistemler, anaerobik, fakültatif, olgunlaştırma havuzları veya lagünlerinin herhangi bir kombinasyonu şeklinde uygulanabilir. Nitrifikasyon-denitrifikasyon işlemleri de ardışık ünitelerde yapılabilir.

DÖRDÜNCÜ BÜLÜM

İleri ve Son Arıtma Metotları

Genel Esaslar

Madde 31 - İleri ve/veya son arıtma genelde, klasik biyolojik arıtmadan çıkan atık suyun kalitesini daha fazla iyileştirmek için uygulanan arıtma olup, burada, azot ve fosfor giderme, filtrasyon, adsorpsiyon, dezenfeksiyon, iyon değiştirme, ultrafiltrasyon, ters ozmoz ve kimyasal çöktürme Metotları verilmektedir.

Azot Giderme

Madde 32 - Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrit ve sonra nitrate dönüştürülür, daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı halinde (N_2) sudan uzaklaştırılır. Nitrifikasyon için yüksek çamur yaşları ve düşük çamur yükleri gereklidir.

Fosfor Giderme

Madde 33 - Atıksularda bulunan fosfor bileşiklerini arıtmak için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Fosfor bileşiklerinin kimyasal olarak arıtılmasında alüminyum tuzları, demir tuzları ya da kireç kullanılabilir. Bu işlemlerde fosfor, yüksek pH değerlerinde fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metotlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile olur. Aktif çamur işlemi ile atıksudan 2-3 mg/1 fosfat fosforu uzaklaştırılabilmektedir. Diğer bir metot da kimyasal arıtmanın biyolojik arıtma ile birlikte kullanılmasıdır. İleri fosfor arıtımı için alglerin yoğun olarak üretilerek hasat edildiği sığ alg lagünleri de kullanılabilir. Hasat edilen algler, hayvan yemi veya biyogaz üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilir.

Filtrasyon

Madde 34 - Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerini takip eden çökeltim havuzlarında yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kolloidlerin tutulması için uygulanan bir işlemdir. Granüle filtre yatağı içinde biriken askıda katı maddelerin giderilmesi için, filtre geri yıkama işlemine tabi tutulur.

Atıksu arıtımında son işlem olarak kullanılan filtreler akış doğrultusuna göre aşağı akışlı ve yukarı akışlı olarak; kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı veya tek tip malzemedan oluşan filtreler olarak; hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılırlar.

Filtrelerde kum, çakıl, granit, antrasit ve benzeri türden dolgu malzemeleri kullanılır. Diğer bir filtrasyon metodu ise, arıtılacak atıksuyu sentetik veya metal elyaflı dokuma elek yüzeylerinden geçirmektir. Mikroelek olarak anılan bu tambur eleklerde tutulan katı maddeler sürekli olarak

uzaklaştırılabilirler.

Adsorpsiyon

Madde 35 - Adsorpsiyon işlemi, klasik arıtma ile arıtılması güç olan ve zehirlilik, renk, koku kirliliği yaratan kimyasal maddelerin adsorplayıcı bir katı madde (adsorban) yüzeyinde kimyasal ve fiziksel bağlarla tutunmasıdır. Bazı durumlarda istenen bir çıkış suyu kalitesinin sağlanabilmesi için; biyolojik ve/veya kimyasal arıtmadan çıkan su, bir aktif karbon ortamından geçirilerek suda kalan kirletici maddeler giderilebilir. Yerine göre adsorpsiyon bir ara kademe işlemi de olabilir.

Aktif karbon toz veya taneli (granül) olarak kullanılır, Taneli aktif karbonla iyi bir temas sağlamak için, atıksu, ya sabit yataklı bir kolona yukarıdan aşağıya, ya da sabit veya akışkan bir yatağa aşağıdan yukarıya verilir. Aşağı akışlı kolonlarda biriken maddelerin neden olduğu aşırı yük kaybını önlemek amacıyla, geri yıkama işlemi yapılır, akışkan yatakta tıkanma söz konusu olmadığı için geri yıkama gerekmemektedir. Ekonomik kullanım için adsorplama kapasitesi tükenen taneli aktif karbonun rejenere edilmesi gerekir: Çıkış suyu kalitesinde belli bir sınır değere ulaşıldığında kolon boşaltılarak, aktif karbon dejenerasyona alınır.

Toz haldeki aktif karbon kullanımı ise bir temas havuzunda olur. Biyolojik veya fiziko kimyasal arıtmadan çıkan suya toz aktif karbon ilave edilir, yeterli temas süresi sonucunda karbonun havuzun dibine çökmesi sağlanır, arıtılmış su havuzdan uzaklaştırılır. Bazı özel uygulamalarda, toz aktif karbonun biyolojik üniteye ilave edilmesi de mümkündür. Toz aktif karbonun rejenerasyonu mümkün değildir.

Dezenfeksiyon

Madde 36 - Hastalık yapan patojen mikroorganizmaların öldürülmesi işlemidir. İyi bir dezenfeksiyon için yeterli temas süresi sağlanmalıdır.

Dezenfektan olarak kullanılan kimyasal maddeler: klor ve bileşikleri, brom, iyot, ozon, fenol ve fenolik bileşikler, alkoller, ağır metaller ve tuzları, boyalar, sabunlar ve sentetik maddeler, kuaterner amonyum bileşikleri, hidrojen peroksit, çeşitli asitler ve alkalilerdir. Bu maddelerin içinde gerek içme suyu arıtımında gerekse atıksu arıtımında en çok kullanılanı klor ve bileşikleridir. Ozon çok etkili fakat pahalı bir dezenfeksiyon maddesidir. $pH \geq 11$ ve $pH \leq 3$ şartları bakterilere toksik etki yaptığından bazı asitler ve bazlar da patojenik bakterilerin yok edilmesinde etkilidir. Nötralizasyonla atıksu normal pH durumuna getirilmelidir.

Fiziksel metotlarda ise su pastörizasyon noktasına kadar (67 °C) ısıtılarak spor teşkil etmeyen patojen bakterilerin büyük kısmı yok edilir. Morötesi ışınlar ve güneş ışığı da iyi bir dezenfeksiyon aracıdır.

İyon Değiştirme Metodu

Madde 37 - Özel durumlarda endüstriyel atıksu arıtımında ve endüstriyel proses sularının hazırlanmasında kullanılan bir ileri arıtma metodudur.

Sistemin prensibi, su veya atıksu bünyesindeki istenmeyen anyon veya katyonların uygun bir anyon veya katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulmasıdır. İyon değişimi sağlayan maddeler: alüminyum silikatlar, zeolit, sentetik reçineler ve sülfolanmış karbonlu maddelerdir.

İyon değiştirici ortamının faydalı ömrü, değiştirilen iyon miktarına, geçen atıksu debisine ve bu ortamı rejenere etmek için gerekli çözeltinin konsantrasyonuna bağlıdır. Çoğunlukla anyon ve katyon değiştiriciler ayrı ayrı kullanılırlar. Suların bulanık olması ve kolloid içermesi, reçinenin aktif yüzeyini azalttığı için sakıncalıdır.

Ters Ozmoz Metodu

Madde 38 - Özellikle tatlı su kaynaklarının sınırlı olduğu yerlerde, deniz suyundan içme suyu temininde, atıksuyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak ve/veya yüksek kalitede su elde etmek ve kirlenme Kontrolü gibi amaçlarla çoğunlukla endüstriyel atıksuların arıtılmasında uygulanan

bir ileri arıtma metodudur.

Endüstriyel uygulamalarda değerli bileşikler içeren atıksu, ters ozmoz işleminden sonra geri devir edilerek üretimde tekrar kullanılabilir. Elektronik endüstrisi gibi çok saf su gerektiren endüstrilerde, yüksek kalitede su gerektiren gıda ve meşrubat sanayi kullanma suları için veya kazan besleme sularının arıtılmasında ters ozmoz işlemi kullanılabilir.

Kentsel atıksuların yeniden kullanımı düşünüldüğünde ikincil arıtma çıkış sularında ters ozmoz uygulanabilir.

Ters ozmozda; birinde tatlı su, diğerinde arıtılacak atıksu bulunan iki hazne yarı geçirgen sentetik bir membran ile birbirinden ayrılmıştır. Arıtılacak atıksudaki çözünmüş tuzların neden olduğu ozmotik basınçtan daha büyük bir basınç uygulamak suretiyle, suyun yarı geçirgen membrandan tatlı su haznesine geçişi sağlanır. Uygulamada ters ozmoz sistemlerinde, dengedeki ozmotik basıncın 4-20 misli bir basınç kullanılır. Bu değer atıksu için yaklaşık 4000 kPa'dır.

Ultrafiltrasyon Metodu

Madde 39 - Ultrafiltrasyon işlemi yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters ozmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Ters ozmoz işlemine göre daha düşük basınç uygulanır.

Bileşiminde makromolekül ve kolloid özellikte madde bulunan atıksular ultrafiltrasyon yöntemi ile arıtılabilirler. Bu maddelerin geri devri veya geri kazanımı istenirse, konsantre hale getirilen katı maddeler yan ürün olarak değerlendirilebilir. Genellikle endüstriyel proses suları için kullanılması düşünülebilir.

Kimyasal Çöktürme Metodu

Madde 40 - Kimyasal çöktürme; çözünmüş ve askıdaki katı maddelerin fiziksel ve/veya kimyasal durumunu kimyasal madde ilavesiyle değiştirerek çökelmeyi kolaylaştırma işlemidir. Çöktürme temel olarak ilave edilen kimyasal maddenin kirletici maddeyi sürüklemesi ile veya çökebilir hale getirmesiyle gerçekleşir. Bazı durumlarda kimyasal madde ilavesi, atıksudaki çözünmüş madde konsantrasyonunun artışına neden olabilir.

Kimyasal çöktürme standartlara uyum sağlamak için aşağıdaki durumlarda kullanılabilir;

- Atıksu özellikleri mevsimsel değişimler gösterirse,
- Orta derecede bir arıtma gerektiğinde,
- Çökeltim işlemini kolaylaştırmak ve/veya iyileştirmek için.

Ayrıca ağır metal ve diğer toksik maddelerin giderilmesi amacıyla ön arıtma işlemi olarak kimyasal çöktürme uygulanabilir. Alıcı ortamın özelliğine bağlı olarak çıkış suyunda özel fosfor giderimi gerektiğinde, kimyasal çöktürme iyi bir çözüm niteliğindedir.

Kimyasal çöktürmede kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $Ca(OH)_2$, $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ ve polielektrolitlerdir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Arıtma Çamurlarının Arıtma Metotları

Genel Esaslar

Madde 41 - Atıksuların arıtılması sırasında, kendiliğinden çökelebilen katı maddeler ile biyolojik veya kimyasal işlemler sonucunda çökebilir veya yüzebilir hale getirilen katı maddeler çökeltilerek veya yüzdürülerek atıksudan ayrılırlar. Böylece konsantre hale getirilmiş olarak ayrılan kirliliğin oluşturduğu 'arıtma çamurları'nın da yeni çevre kirlenmelerine neden olmaması için tedbirler alınması gerekmektedir.

Organik madde içeriği yüksek çamurların anaerobik çürütülmesi ile metanca (CH_4) zengin biyogaz elde edilmesi mümkündür. Biyogaz üretimi yapan çürütme kulelerinin hacimce ekonomik sınırı 400-12000 m^3 arasındadır. Gerekli reaktör hacmi 400 m^3 den büyük olan tesislerde çamur çürütme için anaerobik stabilizasyon, daha küçük tesislerde ise aerobik

stabilizasyon metodu uygulanır. 20 bin eşdeğer nüfustan büyük ısıtmalı anaerobik çamur çürütme tesislerinde biyogaz değerlendirilmesi yapılması uygun olur.

0.2 kg BOİ₅/m³.gün'den küçük hacimsel organik yüke sahip ön çökeltimsiz uzun havalandırmalı aktif çamur sistemlerinde yapılan atıksu arıtılmasında oluşan çamurlar yeterince stabilize olduklarından ilave bir çamur stabilizasyon işlemine ihtiyaç duyulmaz.

Arıtma çamurlarına uygulanan işlemler sırasında, her kademede ayrılan çamur suyu; arıtma sisteminin başına geri verildiğinden ve arıtma üniteleri için ilave bir yük oluşturduğundan arıtma tesisinin boyutlandırılması sırasında bu durumun göz önüne alınması gerekmektedir.

Çok sayıda küçük arıtma veya ön arıtma tesislerinin bulunduğu yörelerde çamur stabilizasyonu ve su alma işlemleri merkezi tesislerde yapılabilir. Ancak bu durumda çamur su alma işleminden sonra çıkacak çamur suyunun getireceği kirlilik yükü ve giderme esasları dikkate alınmalı ve gerekli tedbirler getirilmelidir.

Çamur Yoğunlaştırma

Madde 42 - Arıtma tesislerinin çökeltim havuzlarında çökeltilecek çamurların katı madde içerikleri düşük (% 0.6-2 katı madde) olduğundan, bu oranı arttırmak ve çamur hacmini azaltmak için yoğunlaştırma işlemi uygulanır. Bu işlemlerle çamurların katı madde içerikleri % 6.5-12 katı maddeye çıkarılır.

Çamur yoğunlaştırma işlemleri çözünmüş havalı flotasyon sistemleriyle de sağlanabilir. Bilhassa fazla aktif çamur ve kaba floklu kimyasal çamurlar flotasyonla daha kolay yoğunlaşabilmektedir.

Ayrıca yoğunlaştırıcı santrifüjler, mikro elekler veya elek tamburları kullanılarak mekanik olarak yoğunlaşma sağlanması da mümkündür.

Çamur Stabilizasyonu

Madde 43 - Yoğunlaştırılan çamurun kimyasal olarak stabilizasyonu kimyasal madde ilavesiyle, biyolojik olarak stabilizasyonu ise anaerobik veya aerobik stabilizasyon ya da kompostlaştırma işlemi ile yapılır. Bu metotlar aşağıda kısaca tanıtılmıştır:

a) a) Anaerobik çamur stabilizasyonu: Bu amaçla aşağıdaki çamur çürütme kuleleri kullanılabilir:

- Basit çürütme kuleleri: Genelde ısıtma ve karıştırma yapılmaz ve çürütülmekte olan çamurdaki katı madde miktarı kontrol edilmez;

- Isıtmalı ve karıştırılmalı çamur çürütme kuleleri: Çamur yoğunlaştırıcıdan gelen veya son çürütme bölmesinden geri dönen çamurun katı madde miktarları kontrol edilerek çamur yükü ve konsantrasyonu ile sıcaklık kontrol altında tutulabilmektedir.

Çürütme kuleleri boyutlandırılırken teknik olarak öngörülen gazlaşmanın en az % 90'ının gerçekleşmesi sağlanmalıdır. Anaerobik çürütme işlemi sıcaklık, pH değişimleri ve toksik maddelere karşı çok hassastır. Özellikle çamur çürütme işlemi yapılan arıtma tesislerinde toksik madde Kontrolü sıkı bir şekilde yapılmalıdır. Toksik madde içeren atıksu kaynaklarının ön arıtma işlemleri yapılarak, anaerobik olarak stabilize edilecek arıtma çamurlarında oluşacak toksik madde miktarlarının Tablo 1'de verilen değerlerin altında kalması sağlanmalıdır.

Çamur çürütme tesislerinden elde edilen biyogazın kullanımına göre gaz deposu yapılır. Depo hacmi günlük üretilen gazın en az % 25'ini depolayacak kadar olmalıdır. Biyogaz, yalnızca arıtma tesisinin kompresör ve pompalarını tahrik eden gaz motorlarında kullanılıyor ise, haftalık dengeleme yapılmalıdır.

Biyogazın oluştuğu, iletiildiği ve depolandığı yerlerde gaz kaçakları ve patlamalara karşı yeterli tedbirler alınmalıdır.

b) b) Aerobik çamur stabilizasyonu: Aerobik çamur stabilizasyonu tesisleri, anaerobik sistemlere nazaran toksik madde ve şok besleme durumlarına karşı daha toleranslıdır. Aerobik olarak stabilize olmuş çamurların su atma ve yoğunlaştırma işlemleri genellikle daha kolay ve

daha verimlidir. Stabilizasyon süresinin ve veriminin tespitinde; sıcaklık, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve karıştırma belirleyici olmaktadır. 45 °C'nin üstünde iletilen termofilik aerobik sistemlerde hem bekleme süresi kısalmakta, hem de termik dezenfeksiyon sağlanabilmektedir. Şayet ön çökeltim çamurları birlikte stabilize edilecekse koku sorunu için yeterli tedbir alınmalıdır.

c) c) Kompostlaştırma: Kompostlaştırma, su muhtevası % 50-60 olan organik maddelerle yapılan doğal bir aerobik stabilizasyon işlemidir. Taze veya çürütülmüş arıtma çamurları; ağaç talaşı, saman, evsel çöp gibi organik karbon içeriği yüksek olan maddelerle karıştırılıp; gözenekli ve daha az sulu hale getirilerek havalandırıldıklarında termolitik olarak ayrışmakta ve stabilize olmaktadır.

Çamur Nemini Alma İşlemleri

Madde 44 - Nem alma işlemleri doğal ya da mekanik metotlar uygulamak suretiyle yapılır. Bu metotlar aşağıda verilmiştir:

a) a) Doğal nem alma Metotları; Doğal nem alma yataklarına yalnız aerobik, anaerobik veya kimyasal olarak stabilize edilmiş arıtma çamurları verilebilir. Aşırı koku etkileri nedeniyle, stabilize edilmemiş organik içerikli arıtma çamurları kurutma yataklarına ve çamur lagünlerine verilemezler.

Doğal nem alma; çakıl ve kum yatak üstüne ortalama 20 cm'lik tabaka halinde verilen sulu çamurun, suyunu kum tabakada drenajla ve kısmen de buharlaşma ile kaybetmesi işlemidir. Su alma işlemi 20-30 günde tamamlanır ve bu süre sonunda oluşan çamur keki kürek veya makineyle küreyerek uzaklaştırılır. Aynı alan yeniden kullanılır. Doğal nem alma yataklarında iklim ve mevsim şartlarına göre çamur yükü 150-400 kg KM/m²-yıl arasında değişmektedir. Nem alma amacıyla çamur lagünleri de kullanılabilir. Çamur lagünlerinde küreme yapılmaz, lagün doluncaya kadar işletmeye devam edilir. Dolunca terk edilir veya çamur keki boşaltılarak başka yere taşınır.

b) b) Mekanik nem alma Metotları: Koku sorunu ve fazla alan gereksinmesi nedeniyle doğal su alma yerine mekanik nem alma Metotları kullanılabilir. Mekanik nem alma metotlarında;

- Santrifüjler

- Filtrepres

- Belt filtre (Bant filtre)

- Torba filtre

üniteleri kullanılmaktadır. metot seçiminde çamurun özellikleri cinsi, ulaşılmak istenen katı madde konsantrasyonu, tesis kapasitesi ve kullanılan çamur şartlandırma maddelerinin cinsi ve miktarı etkili olmaktadır.

Mekanik nem alma ünitelerinin kapasitelerinin belirlenmesinde gerekli değerler deneysel olarak pilot tesisler ve laboratuvar denemeleri yardımı ile bulunur. Bu amaçla, çeşitli uygulama sonuçlarından elde edilmiş olan ve Tablo 2'de verilen ortalama değerler de kullanılabilir.

ALTINCI BÖLÜM

Derin Deniz Deşarjında Seyrelmelerin tespiti

Genel Esaslar

Madde 45- Denize karışım sırasında atıksular öncelikle kıyıdaki son pompajdan veya kanalizasyon sisteminin son bölümündeki düşüden kaynaklanan enerji yardımıyla difüzör deliklerinden denize püskürtülürler. "Birinci seyrelme" olarak tanımlanan ilk faz, atıksuyun kendi taşıdığı bu enerji ve atıksuyun deniz suyu ile yoğunluk farkından kaynaklanan deniz içindeki hareketinden ve bu hareket sırasında temiz deniz suyuyla karışımından meydana gelir ve atıksuyun başlangıçta sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjinin tümüyle alıcı ortama transfer olduğu noktada sona erer. Bu şekilde meydana gelen atıksu ve deniz suyu karışımının oluşturduğu "atıksu bulutu" deniz

ortamının doğal hareketlerine terk edilir. Atıksu bulutunun deniz dibi veya derinlik boyunca herhangi bir tabakada gömülü kalması mümkün olduğu gibi, derinliğin yetersiz olduğu deniz kesimlerinde veya özel deniz koşulları altında bulut yüzeye de çıkabilir. Atıksu bulutunun hareketi, bulunduğu derinlikteki akıntılarla ilgilidir. Çok durgun ve hareketsiz bir denizde, bulut ilk meydana geldiği noktayı merkez alarak çok yavaş bir hızla yayılıp seyrelir. Derinlerde gömülü kalan batık atıksu bulutları, o derinlikteki akıntılara kapılarak yüzeydeki gözlemlere göre farklı yönlerde de uzaklaşabilir. Atıksu bulutunun büyüme ve uzaklaşma hareketi sırasında bulutu çevreleyen deniz suyu ile karışarak seyrelmesi “ikinci seyrelme” olarak adlandırılır.

Denize boşaltılan atıksularda, bulunan kirlilik parametrelerinin “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin 34’üncü maddesine göre verilen Tablo 22’deki kriterlere uyması gereklidir. Atıksu deniz ortamına verildikten sonra “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin eki Tablo 23’te ve 4’te verilen deniz ortamına ait özelliklere uyum sağlamalıdır. Ayrıca, derin deniz deşarjlarında Suda Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tebliği’nde getirilen kısıtlamalara uyulması gerekir.

Deniz deşarj projelerinde, denizin bakteriyolojik kalitesi, indikatör olarak kullanılan toplam veya fekal koliform grubu canlıların belirti bir konsantrasyonun altında tutulması ile sağlanır. Deniz ortamında bu türden kirleticilerin, atıksuların deniz içerisine boşaltıldığı andan itibaren, projeye korunması hedef alınan bölgeye, mesela bir plaja, ulaşmasına kadar geçecek zaman boyunca miktarının kendi kendine azalması da “Üçüncü seyrelme” olarak adlandırılır. Üçüncü seyrelme sadece deniz ortamında fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlara girerek nitelik değiştiren kirletici parametreler için söz konusudur.

Yukarıda açıklanan birinci, ikinci ve üçüncü seyrelmeler, topluca, bir derin deniz deşarj sisteminin alıcı ortama verilen atıksuların içerdikleri kirletici unsurları seyreltme kapasitesini belirlerler. Deniz deşarj projesi ile “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin 35 inci maddesi uyarınca birinci seyrelme 100 civarında bulunmalı ancak hiç bir surette 40’ın altına düşmeyecek şekilde mühendislik tedbirleri alınmış olmalıdır.

YEDİNCİ BÖLÜM

Arıtılmış Atıksuların Sulamada Kullanılması

Arıtılmış Atıksuların Sulamada Kullanılması

Madde 46 - Atıksuların araziye verilmeye veya sulamaya uygun olup olmadığını belirlemek için incelenmesi gereken en önemli parametreler şunlardır;

- - Suyun içindeki çözülmüş maddelerin toplam konsantrasyonu ve elektriksel iletkenlik
- - Sodyum iyonu konsantrasyonu ve sodyum iyonu konsantrasyonunun diğer katyonlara oranı
- - Bor, ağır metal ve toksik olabilecek diğer maddelerin konsantrasyonu,
- - Bazı şartlarda Ca^{++} ve Mg^{++} iyonlarının toplam konsantrasyonu,
- - Toplam katı madde, organik madde yükü ve yağ gres gibi yüzen maddelerin miktarı,
- - Patojen organizmaların miktarı.

Atıksuyun içindeki çözülmüş tuzlar, bor, ağır metal ve benzeri toksik maddeler yörenin iklim şartlarına toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak ortamda birikebilir, bitkiler tarafından alınabilir veya suda kalabilir. Bu nedenle, arıtılmış atıksuların arazide kullanılması ve bertarafı söz konusu ise, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından öngörülen sınır değerlere uygunluğunun yanı sıra, bölgenin toprak özellikleri de dikkate alınır.

Sulama sularındaki çözülmüş tuzların toplam konsantrasyonu, elektriksel iletkenlik (EC) değeri yardımıyla kolaylıkla belirlenebilir. Toplam tuz konsantrasyonu ile elektriksel iletkenlik arasındaki oran katsayısı (M), deneysel çalışmalar sonucunda bir kere belirlendikten sonra sürekli kullanılabilir. Bu katsayı 25 °C’deki iletkenlikler (mikromho) ve tuz konsantrasyonları

(mg/l) ile ifade edildiğinde 0.6-0.7 arasında bir değer alır.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksudaki sodyumun sulanan toprakta tutulması sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ile tanımlanır. SAR oranı, suyun sodyum (veya benzer alkaliler) açısından zararlılığının bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır.

Sodyum adsorbsiyon oranı aşağıdaki eşitlikle belirlenir;

$$SAR = Na^+ / ((Ca^{++} + Mg^{++})/2)^{1/2}$$

Burada Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} milieşdeğer gram (Meq/t) cinsinden su içi konsantrasyonlardır.

Elektriksel iletkenlik ve sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) esas alınarak sulama sularının sınıflandırılması Şekil 1'deki diyagrama göre yapılır. Bu diyagram yardımı ile atıksuyun sınıfını $C_1S_1 - C_4S_4$ arasındaki sulama su sınıfları arasında bulmak mümkündür. Tarımsal sulamada kullanılacak değişik sınıf sular için istenen sulama suyu kalite kriterleri de Tablo 4'de verilmiştir.

Sulama sularında izin verilebilecek maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları değişik elementlere göre Tablo 5'de özetlenmiştir.

Herhangi bir madde toprakta mg/kg olarak C_o konsantrasyonuna sahipse sulanan topraktaki bu maddenin toplam değeri kg/ha olarak ($4.2 \times C_o$) ifadesi ile belirlenebilmektedir. Tablo 5'in birinci sütununda verilen "Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar" ancak ($4.2 \times C_o$) ifadesi ile hesaplanan topraktaki mevcut miktarın çıkarılmasından sonra kullanılır.

Örnek: Topraktaki bor konsantrasyonu $C_o = 80$ mg/kg ise ve kabul edilebilir maksimum bor değeri 680 kg/ha olduğuna göre $4.2 \times C_o = 336$ kg/ha olur. Buna göre birim alana toplam olarak en çok $680 - 336 = 344$ kg/ha borun sulama yoluyla eklenmesine izin verilebilir.

Atıksuların tarımda kullanımı ile ilgili esaslar ve teknik sınırlamalar Tablo 6'da, çeşitli endüstrilerde oluşan atıksuların sulama suyu olarak kullanılabilme şartları Tablo 7'de ve arıtılmış evsel atıksuların dezenfekte edilmeden sulamada kullanılıp kullanılmayacağı Tablo 8'de verilmiştir.

Sulama Suyunda Bor Problemi

Madde 47- Ülkemizde bazı yörelerde bor elementinin taşıdığı önem dolayısı ile yukarıdaki sulama suyu sınıflamalarına ek olarak bitkilerin bora dayanıklılığını göz önünde bulunduran ek bir atıksu - sulama suyu sınıflandırmasına gerek duyulmaktadır.

Aslında, bütün bitkilerin normal gelişmeleri için az bir miktar bora ihtiyaçları vardır: Ancak borun bitkilere gerekli miktarı ile zehirlilik yaratan miktarı arasında çok dar bir sınır vardır ve bu sınır bitki türlerine göre değişmektedir. Ancak, toprakta veya sulama suyunda bu belirti sınırların üstünde bor bulunması bitki yapraklarında sararma, yanma ve yarılmalara, olgunlaşmamış yapraklarda dökülme ve büyüme hızının yavaşlaması ile verimde azalmaya neden olur. Tablo 9'da bitkilerin bora karşı dayanıklılık derecelerine göre sulama sularının sınıflandırması yapılmıştır. Arıtılmış atıksuların sulamada kullanılmasında bu sınıflandırmanın göz önüne alınması gerekir.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

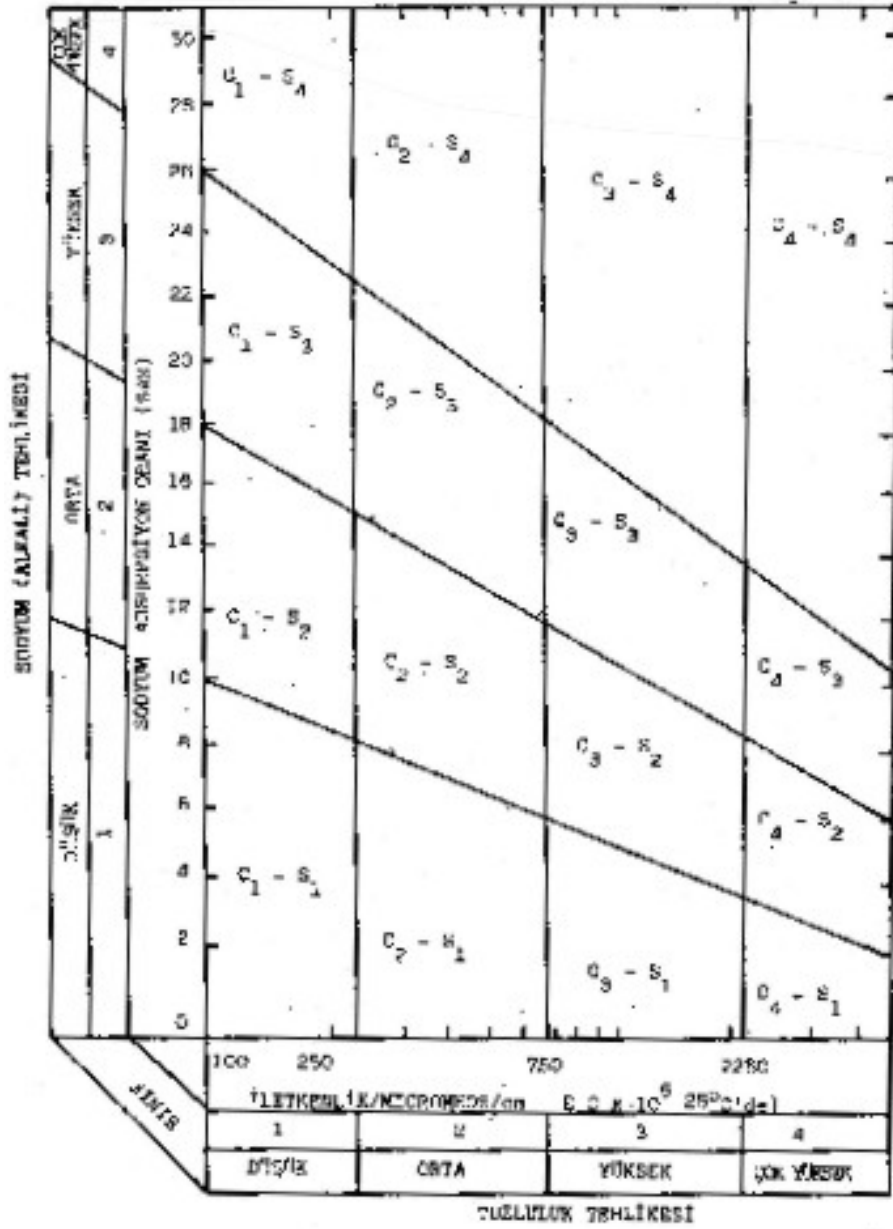
Yürürlük, Yürütme

Yürürlük

Madde 48- Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

Madde 49- Bu Tebliğ hükümlerini Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı'nın bağlı bulunduğu Devlet Bakanı yürütür.



Şekil 1 : Sulama sularının sınıflandırılmasında kullanılan diyagram

Tablo 1 : Anaerobik Ayrışmada Toksik Etki Yapan Maddelerin Çamur Katı Maddesi (KM) Bileşimindeki Üst Sınır Değerleri

Madde	gr/kg KM
Amonyak	20
Benzol	10
Fenol	3
Klorlu hidrokarbonlar	0.1
Siyanür (CN ⁻)	0.1
Organik Sülfür	1.0
Kadmiyum	2
Krom (III)	10
Krom (VI)	2
Bakır	3
Nikel	5
Çinko	3
Kurşun	2

Tablo 2 : Mekanik Su Alma Ünitelerinin Kapasiteleri

Sistem	Kapasite	Enerji Sarfı
Santrifüj	200-1500 kg KM/saat	2 kwh/m ³ çamur
Filtrepres	2-10 kg KM/m ² saat	2-3 kwh/m ³ çamur
Belt filtre	100-200 kg KM/m.saat	1 kwh/m ³ çamur
Torba filtre	300-2000 kg KM/gün	0.1 kwh/m ³ çamur

Tablo 3 : İlk Seyrelmeden Sonra Deniz Ortamında Sağlanması Gereken Su Kalite Kriterleri Konsantrasyon Limitleri

	Ölçüm Birimi	Ortalama	Günlük Maksimum	Herhangi Bir Andaki Maksimum
Arsenik	mg/l	0.008	0.032	0.08
Kadmiyum	mg/l	0.003	0.012	0.03
Toplam Krom	mg/l	0.002	0.008	0.02
Bakır	mg/l	0.005	0.020	0.05
Kurşun	mg/l	0.008	0.032	0.08
Cıva	mg/l	0.00014	0.00056	0.0014
Nikel	mg/l	0.02	0.08	0.2
Gümüş	mg/l	0.00045	0.0016	0.0045
Çinko	mg/l	0.020	0.08	0.2
Siyanür	mg/l	0.005	0.02	0.05
Fenolik Bileşikler	mg/l	0.03	0.12	0.3
Toplam Kalıntı Klor	mg/l	0.002		
Amonyak Azotu	mg/l	0.6	2.4	6.0
Toplam Klorlu Pestisidler ve PCB'ler	mg/l	0.002	0.004	0.006

Tablo 4: Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri

	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı uygun değil)
Kalite kriterleri					
EC ₂₅ x10 ⁶	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l	> 1.25	1.25-2.5	> 2.5		
mg/l	< 66	66-133	> 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/l	0-142	142-249	249-426	426-710	> 710
Sülfat (SO ₄ ⁻) meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/l	0-192	192-336	336-575	575-960	> 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı *	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000

BOİ₅ (mg/l)

> 100 □ □ pH □ 6.5-8.5 □ 6.5-8.5 □ 6.5-8.5 □ 6.5-9 □ < 6 veya > 9 □ □ Sıcaklık □ 30 □ 30 □ 35 □ 40 □ > 40 □ □ * Şekil 1 'den bulunur

** Bitki türüne göre daha az veya çok olabilir (Bak. Tablo 8).

Tablo 5: Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları

Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
		Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değerler mg/1	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, mg/1
Alüminyum (Al)	4600	5.0	20.0
Arsenik (As)	90	0.1	2.0
Berilyum(Be)	90	0.1	0.5
Bor (B)	680	- ³	2.0
Kadmiyum (Cd)	9	0.01	0.05
Krom (Cr)	90	0.1	1.0
Kobalt (Co)	45	0.05	5.0
Bakır (Cu)	190	0.2	5.0
Florür (F)	920	1.0	15.0
Demir (Fe)	4600	5.0	20.0

Kurşun (Pb)	4600	5.0	10.0
Lityum (Li) ¹	-	2.5	2.5
Manganez (Mn)	920	0.2	10.0
Molibden (Mo)	9	0.01	0.05 ²
Nikel (Ni)	920	0.2	2.0
Selenyum (Se)	16	0.02	0.02
Vanadyum (V)	-	0.1	1.0
Çinko (Zn)	1840	2.0	10.0

¹Sulanan narenciye için 0.075 mg/l'dir.

²Yalnız demir içeriği fazla olan asitli killi topraklarda izin verilen konsantrasyondur.

³Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 6 : Atıksuların Tarımda Kullanılması ile İlgili Esaslar ve Teknik Sınırlamalar

Tarım Türü	Teknik Sınırlamalar
Meyvecilik ve Bağcılık	- Yağmurlama metodu ile sulama yasaktır. - Yere düşen meyveler yenmemelidir. - Fekal koliform sayısı 1000/100 ml
Elyafli Bitki ve Tohum Üretimi	- Salma veya yağmurlama sulama yapılabilir. - Yağmurlama sulamada biyolojik olarak arıtılmış ve klorlanmış atıksular kullanılabilir. - Fekal koliform 1000/100 ml
Yem Bitkileri, Yağ Bitkileri, Çiğ Yemeyen Bitkiler ve Çiçekçilik	- Salma sulama, mekanik arıtılmış atıksu

Tablo 7 : Endüstriyel Atıksuların Sulama Suyu Olarak Kullanılmaya Uygunluğu

I	II	III
Yakınında uygun arazi varsa, sulama suyu olarak kullanılabilir	Belirli koşullarda sulama suyu olarak kullanıma uygun ^x	Sulama suyu olarak kullanım için uygun değil
Bira, Malt, Şarap, Patates, Sebze Konserve, Marmelat, Meyve Konserve, Süt, Patates Nişastası Fabrikaları	Maya, Şeker, Pirinç ve Tahıl nişastası, Deri tutkalı, Kemik Tutkalı Fabrikaları, Mezbaaha, Et kombina Tesisleri, Tabak-hane, Margarin Fabrikası, Kağıt Fabrikası, Karton Fabrikası, Tekstil Sanayii (Ağartma, Merseze, Boyahane, Baskı-hane v.s.) Yün Yıkama, Balık Unu, Balık Konserve, Madencilik.	Cila ve Boya Fabrikaları, Sabun Fabrikası, Anorganik Ağır Kimyasal Madde Sanayi; İlaç Fabrikaları, Metal Fabrikası, Sülfid Selüloz Fabrikası, Viskoz Suni İpek Fabrikası, Piroliz Tesisi, Havagazı Tesisleri Jeneratör Gaz Türbinleri, Madeni Yağ Sanayi, Kömür Yıkama, Dinamit Sanayi, Odun Koklaştırma Tesisleri.

^x Bu Endüstrilerin Atıksularının Tablo 5 ve 6'daki Değerlere Kadar Artırılması Durumunda

Tablo 8 : Arıtılmış Eysel Atıksuların Dezenfekte Edilmeden Sulamada Kullanılıp Kullanılmayacağını Gösteren Tablo (- İşaret Suyun Kullanılmayacağını, + İşaret İse Kullanılabileceğini Gösterir.)

	Tarla		Çayır-Mera		Sebze		Yem Bitkisi		Meyvecilik		Koru Ormanlık
	BY	BV	BY	BV	BY	BV	BY	BV	BY	BV	
Biyolojik Arıtma tesisi veya en az 2 saat beklemeli çökeltim havuzu şeklindeki ön arıtma tesisi çıkış suları	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
Aerobik stabilizasyon havuzları veya lagünlerin çıkış suları	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+

Tablo 9 : Bitkilerin Bor Mineraline Karşı Dayanıklılıklarına Göre Sulama Sularının Sınıflandırılması

Sulama Suyu Sınıfı	Sulama Suyundaki Bor Konsantrasyonu (mg/l)		
	Duyarlı Bitkiler ¹	Orta Derecede ²	Dayanıklı ³

	(mg/l)	Dayanıklı Bitkiler	Bitkiler
I	0.33'ten az	0.67'den az	1.0'den az
II	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
III	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
IV	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
V	1.25'ten fazla	2.50'den fazla	3.75'den fazla

¹ : Örnek ; Ceviz, Limon, İncir, Elma, Üzüm ve Fasulye

² : Örnek : Arpa, Buğday, Mısır, Yulaf, Zeytin ve Pamuk

³ : Örnek : Şeker Pancarı, Yonca, Bakla, Soğan, Marul ve Havuç