

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

AİLE VE TÜKETİCİ HİZMETLERİ

**ARITMA ÇAMURLARI
850CK0101**

Ankara, 2011

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. ARITMA ÇAMURLARI	2
1.1. Arıtma Çamurları Tanımı ve Özellikleri	2
1.1.1. Çamur Kaynakları	3
1.1.2. Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri	6
1.2. Arıtma Çamurlarının Geri Kazanımları	7
1.3. Bertaraf Yöntemleri	9
1.3.1. Stabilizasyon	10
1.3.2. Şartlandırma	11
1.3.3. Yoğunlaştırma	11
1.3.4. Susuzlaştırma	11
1.3.5. Kurutma	13
1.3.6. Nihai Bertaraf	14
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	20
2. ARITMA ÇAMURLARININ KULLANIM ALANLARI	20
2.1. Tarımsal Alanlarda Kullanılması	20
2.2. Ormanlık Arazilerde Kullanılması	21
2.3. Arazi İyileştirme	22
2.4. Kompostlaştırma	23
2.5. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	25
UYGULAMA FAALİYETİ	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	38
MODÜL DEĞERLENDİRME	40
CEVAP ANAHTARLARI	41
KAYNAKÇA	42

AÇIKLAMALAR

KOD	850CK0101
ALAN	Aile ve Tüketici Hizmetleri
DAL/MESLEK	Çevre Hizmetleri
MODÜLÜN ADI	Aritma Çamurları
MODÜLÜN TANIMI	Aritma çamurlarının bertaraf süreci işlemlerinin anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Katı Atıklar modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Aritma çamurların bertaraf sürecini yürütmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam ve koşullar sağlandığında arıtma çamurlarının bertaraf süreci işlemlerini mevzuata uygun yürütebileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Arıtma çamurlarının geri dönüşümünü mevzuata uygun sağlayabileceksiniz.2. Arıtma çamurlarını mevzuata uygun şekilde kullanabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Uygun koşullarda sınıf ortamı Donanım: Yazılı, görsel yayınlar, İnternet, tepegöz, konuyla ilgili afiş, broşür vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Atık suların arıtma işleminden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan arıtma çamurlarının alıcı ortamlara verilebilmesi için işlenmesi gerekmektedir. Arıtma çamurları uygun bir şekilde uzaklaştırılıp zararsız hâle getirilmezse arıtma süreci amacına ulaşmamış olur. Bu nedenle çamur arıtımının arıtma sürecinin entegre bir parçası olduğu ve bunun gereğince yerine getirilmemesi hâlinde arıtma işleminin de amacına ulaşamayacağı unutulmamalıdır.

Arıtma çamurları organik maddeler, azot, fosfor gibi bileşiklerce zenginleştirilmiş bir son üründür. Günümüzde gelişen çevre bilinci sayesinde çamur, bir yerde depolanıp uzaklaştırılmak yerine geri kazanılmakta ve pek çok alanda yeniden kullanılmaktadır.

Bu modülü tamamladığınızda arıtma tesislerinde oluşan çamurların kaynağını, özelliklerini kavrayarak değerlendirme yöntemleri ile ilgili sürecin nasıl işlediği konularında bilgi sahibi olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam ve koşullar sağlandığında arıtma çamurlarının geri dönüşümünü mevzuata uygun sağlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Arıtma çamurlarının özellikleri hakkında bilgi toplayınız.
- Arıtma çamurlarının geri kazanımları hakkında bilgi toplayınız.
- Elde ettiğiniz bilgileri düzenleyerek arkadaşlarınız ile paylaşınız.

1. ARITMA ÇAMURLARI

Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra çamurun işlenmesi ve giderilmesi konusu en karmaşık sorunlardan biridir. Çünkü:

- Arıtılmış atık su içinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu özelliğini veren maddeleri içerir.
- Biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamur, ham atık su içerisindeki organik maddelerin bileşimi hâlinde fakat başka bir yapıda, bozulma ve kokuşma eğilimindedir.
- Çamurun yalnızca küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı sudur, bu nedenle büyük hacimler kaplar.

1.1. Arıtma Çamurları Tanımı ve Özellikleri

Atık su arıtımında, fiziksel ve kimyasal arıtma süreçlerinde atık su içinden yüzdürülerek veya çöktürülerek uzaklaştırılan maddeler ile biyolojik arıtma sonunda çözülmüş hâldeki maddelerin (kirliliklerin) mikroorganizma bünyesine geçirilmesiyle mikroorganizmaların sistemden yüzdürülerek veya çöktürülerek alınması sonucu ortaya çıkan % 95–99,5 oranında su içeren akışkan özellikteki atıklar “arıtma çamuru” olarak isimlendirilir.

Arıtma çeşitlerine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri değişiklik gösterir. Çökebilen katı maddelerin oluşturduğu ön çökeltme çamurları, kimyasal arıtım ve pıhtılaşma sonucu oluşan kimyasal çamurlar, biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan biyolojik çamurlar ve içme suyu arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurlar gibi atık yapısındaki kirlilik oluşturan maddeler üç grup altında toplanabilir:

- Çökebilen katı maddeler
- Askıda katı maddeler
- Çözünmüş katı maddeler

Çökebilen katı maddeler ızgara, kum tutucu ve ön çökeltme havuzlarında tutulur. Özellikle ızgaralarda tutulan kaba nitelikte çökebilen katı maddeler evsel katı atık niteliğinde olduğundan herhangi bir işleme gerek duyulmadan kentsel katı atıklarla birlikte uzaklaştırılır. Kendiliğinden çökebilen katı maddeler ise ön çökeltme havuzlarında tutularak su ortamından uzaklaştırılır. Bunların organik madde içeriği % 60 ile % 80 arasındadır, su içeriği oldukça yüksektir.



Resim 1.1: Arıtma çamuru

Mekanik arıtma işlemleri ile giderilemeyen askıda ve çözünmüş hâldeki katı maddeler ise ya kimyasal yumaklaştırma işlemleri veya biyolojik arıtma işlemlerinde oluşturulan yumaklar yardımıyla çökeltilecek veya yüzdürülerek su ortamından uzaklaştırılır. Çözünmüş organik maddeler ise biyolojik arıtmada bakteri bünyesinde tutularak canlı hücrelere yani biokütleyle dönüştürülür. Oluşan biyolojik çamur son çökeltme havuzlarında çökeltilecek sudan ayrılır. Son çökeltme işlemleri sonucu oluşan arıtma çamurlarının su içeriği ve organik madde içeriği oldukça yüksektir.

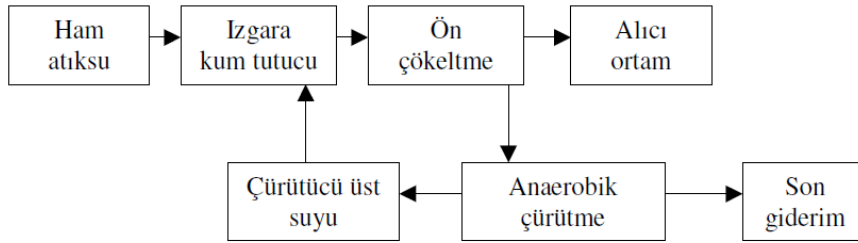
Mekanik ve biyolojik yöntemlerle giderilemeyen çözünmüş hâldeki organik maddeler veya metal tuzları kimyasal madde eklenmesi ile yapılan kimyasal yumaklaştırma işlemi ile sudan ayrılır.

1.1.1. Çamur Kaynakları

Atık su arıtma tesisleri, evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların alıcı ortamlara doğrudan verilmesi hâlinde doğal çevrede oluşabilecek olumsuz etkileri azaltmak için işlev yapmaktadır. Farklı atık su özelliklerinden dolayı her atık suyun arıtımı için uygulanan arıtma işlemleri de farklı olmaktadır. Genel olarak kentsel atık su arıtımında üç temel arıtma sistemi uygulanmaktadır.

➤ Birincil arıtım (ön arıtma)

Bu yöntem daha çok fiziksel yöntemleri kapsar ve özellikle büyükşehirlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ön arıtmanın temel ilkesi, çökebilir hâldeki katı maddelerin atık sudan uzaklaştırılmasıdır. Ön arıtma sistemleri ile oksijen gereksinimi olan maddelerin giderilmesi temel değildir ancak biyolojik oksijen ihtiyacının (BOİ) bir kısmı çökebilir katı maddeler ile birlikte giderilir. Kendiliğinden çökebilir nitelikli katı maddeler kum tutucularda tutulur. Ön çökeltme havuzu kendiliğinden çökebilecek katı maddelerin tabanda, yüzebilen maddelerin ise yüzeyde toplanmasını sağlar. Yüzebilen katı maddelerin miktarı önemli değildir. Bunlar köpük olarak isimlendirilir; ya çökebilir katı maddeler ile birlikte uzaklaştırılır ya da herhangi bir arıtma işlemine sokulmadan en yakın giderilme sahasına iletilir. Çökeltme havuzu tabanında toplanan maddeler ise “ham ön çökeltme çamuru” olarak isimlendirilir ve su içeriği oldukça yüksektir. Bu çamur genellikle çürütülür ve “çürük ön çökeltme çamuru” olarak bilinir. Su içeriği çok yüksek olan bu çamurun kararlaştırılmasında genellikle anaerobik çürütme yöntemi kullanılmaktadır. Çürütücülerde oluşan üst sıvı arıtma tesisi başına geri döndürülür. Çürütücü üst suyu, yüksek katı madde derişimine sahiptir ve bu katı maddelerin arıtma sistemi girişine geri döndürülmesi bazı işletme sorunlarına neden olabilir. Anaerobik çürütme ile uçucu katı maddelerin % 50’si giderilir, koku azaltılır ve önemli oranda hastalık yapıcı organizmaların giderimi sağlanır. Çürümüş çamur doğrudan araziye verilebilir, kurutma yataklarında suyu alınabilir veya mekanik olarak suyu alındıktan sonra son giderim yapılır.

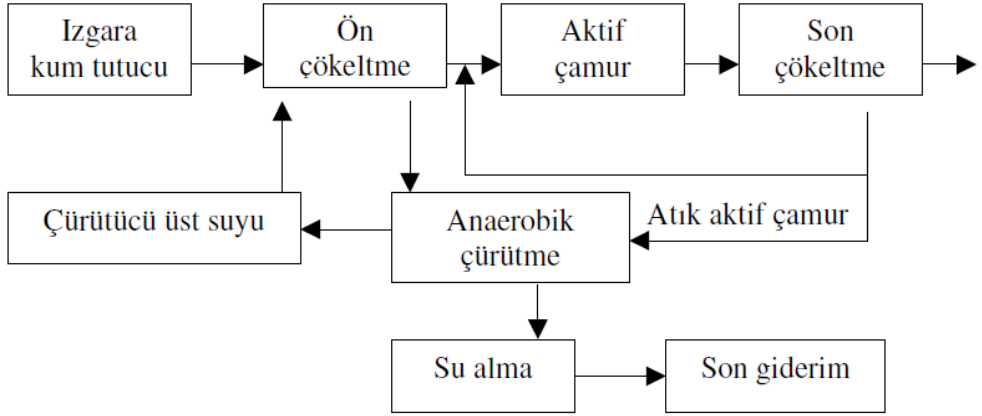


Şekil 1.1: Ön arıtma sistemine örnek akım şeması

➤ İkincil arıtım

İkincil arıtmada temel, çözünebilir nitelikteki biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) giderimidir. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), biyokimyasal yollarla giderilir fakat fiziksel ve kimyasal arıtma işlemleri de bu amaç için kullanılabilir. En yaygın şekilde kullanılan ikincil arıtım sistemleri aktif çamur ve damlatmalı filtrelerdir.

Aktif çamur sistemi: Bu sistem genellikle büyükşehirlerde atık suların arıtımında kullanılmaktadır.



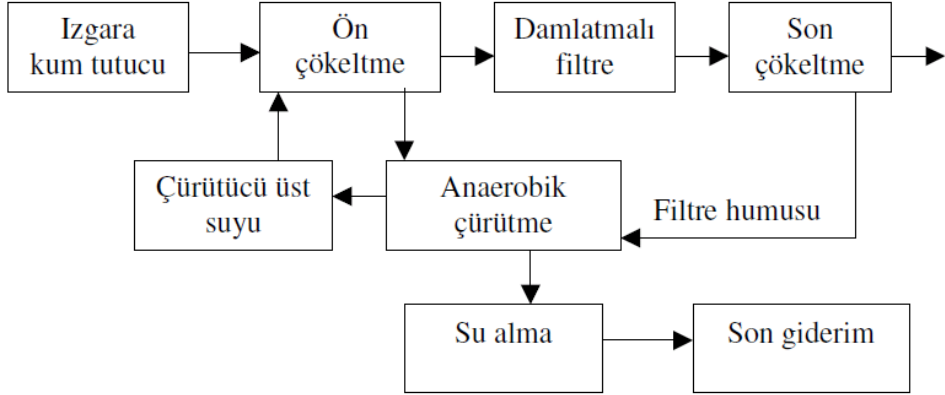
Sekil 1.2: Biyolojik arıtma işlemi olarak aktif çamur sisteminin kullanıldığı ikincil arıtma tesisi akış şeması

Oksijen açığını yaratan maddeleri gideren biyokütle, sıvı içinde askıda bulunur, biyokütle çeşitli bakteri türlerinden ve aynı yapı içindeki protozoalardan oluşmaktadır. Havalandırma tankındaki biyokütle kültürü son çökeltme havuzunda çökeltilmek zorundadır ve bir kısmı yeniden kullanılmak üzere tesis basına gönderilir. Aktif çamur sisteminde oluşan mikroorganizma miktarı sistem için gerekli olan miktarı aşarsa bu durumda fazla katı maddelerin sistemden atılması gerekir. Bu atık, biyolojik madde “atık aktif çamur” olarak bilinir ve arıtma tesisi için gerçek sorunlardan biridir. Anaerobik çürütücüye seçenek olarak atık aktif çamur aerobik olarak çürütülür. Atık aktif çamur ayrı bir tank içine alınır ve birkaç gün süre ile havalandırılır. Böylece çamur içindeki uçucu katı maddeler biyolojik olarak kararlı hâle gelir. Sonuçta oluşan çamur “aerobik çürük çamur” adını alır.



Resim 1.2: Aerobik çürük çamur

Damlatmalı filtre sistemi: Bu sistem küçük yerleşim yerlerine ait atık suların ve biyolojik olarak ayrışabilen endüstri sularının arıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Filtre yataklarından kopan katı parçacıklar son çökeltme havuzunda arıtılmış sudan ayrılır. Bu çamur “filtre humusu” olarak bilinir ve miktarı azdır. Filtre humusu ve atık aktif çamur genellikle ham ön çökeltme çamuru ile karıştırılır ve anaerobik çürütücülerde çürütülür. Sonuç maddesi “karışık çürük çamur” olarak isimlendirilir ve son giderimden önce suyunu almak gerekir.



Sekil 1.3: Biyolojik arıtma işlemi olarak damlatmalı filtre sisteminin kullanıldığı ikincil arıtma tesisi

➤ Üçüncül arıtım (fiziksel – kimyasal arıtım)

İkincil arıtmadan daha yüksek kalitede arıtım sağlamak üzere uygulanan ileri arıtım basamağıdır. Oksijen tüketen maddelerin giderilmesi önemli olduğu kadar azot ve fosfor giderimi de önemlidir. Bu noktada fiziksel – kimyasal arıtma işlemleri önem kazanır. Ön çökeltme havuzuna demir ve alüminyum tuzları eklenmesi sonucu ikincil arıtmadaki biyolojik çamurlara benzer özelliklere sahip çamurlar oluşur.

İkincil arıtma çıkış suyuna kimyasal madde eklenmesi ile içme suyu arıtma tesislerindeki benzer özellikte çamurlar oluşur. Her iki durumda da bu çamurların suyunun alınması ve işlenmesi zordur.

Başka bir çamur kaynağı da içme suyu arıtma tesisi çamurlarıdır. Arıtma tesisinde pıhtılaştırma ve yumaklaştırma için yaygın olarak kullanılan alüminyum sülfat (alüm) “atık alüm çamuru” olarak bilinen çamuru oluşturur.

1.1.2. Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri

Atık suların işlendiği arıtma tesislerinde kendiliğinden çöken, sıvı veya yarı katı hâlde, kokulu, uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça % 0,25 ile % 12 katı madde içeren atıklar “ham arıtma çamuru” veya kısaca “ham çamur” olarak isimlendirilmektedir. Ham çamurlar stabilize edilerek ekolojik yönden kullanıma uygun hâle getirildikten sonra “arıtma çamuru” olarak tanımlanmaktadır.

Atık su arıtma tesislerinde oluşan çamurlarının yapısı, tesiste uygulanan fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ileri arıtma proseslerine göre farklılık göstermekte, çıkan yüksek karbonlu organik yapıda potasyum, azot, fosfor, kükürt ve metal bileşikleri de bulunabilmektedir. Çıkan çamur hacimce büyük olup işlenmesi ve bertarafı atık su arıtma alanında oldukça karmaşık bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Resim 1.3: Arıtma çamurlarının toplanması

Arıtma tipine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri farklılık gösterir. Bunlar:

- Çökebilir katı maddelerin oluşturduğu ön çökeltim çamurları
- Kimyasal arıtma ve koagülasyon sonucu oluşan kimyasal çamurlar
- Biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan biyolojik çamur
- İçme suyu arıtma işlemleri sonucu oluşan inorganik çamur

Çamur işlenmesi ve bertarafında; graviteli yoğunlaştırma, şartlandırma, susuzlaştırma ve kurutma kullanılan başlıca arıtma metotlarıdır. Çürütme, kompostlama, yakma, ıslak-hava oksidasyonu ve derin şaft reaktörleri çamurdaki organik maddeleri stabilize etmek veya arıtmak amacıyla kullanılır.



Resim 1.4: Biyolojik çamur

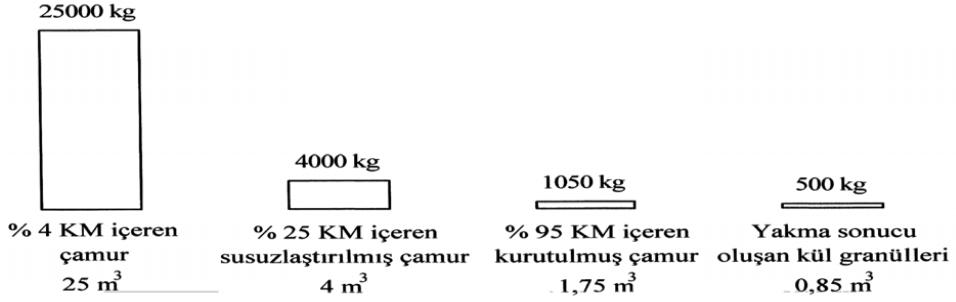
1.2. Arıtma Çamurlarının Geri Kazanımları

Günümüzde pek çok ülkede arıtma çamurlarının bir daha kullanılmamak üzere bertarafı yerine yeniden kullanımı üzerinde durulmaktadır. Arıtma çamurunun yeniden kullanım olanakları arasında; tarım alanlarında, toprak ıslahında, yeşil alanlarda, ağaçlandırma ve orman alanlarında kullanımı sayılabilir. Örneğin Amerika'da 1993 yılı itibarıyla oluşan 5,4 milyon ton (kuru madde/yıl) arıtma çamurunun % 33'ü arazide kullanılmıştır. Bunun % 67'si tarım alanlarında, % 9'u yeşil alanlarda, % 9'u toprak ıslahında, % 3'ü orman alanlarında ve % 12'si ise torbalanarak satılmıştır. Avrupa'da ise 1993 yılında oluşan 7 milyon ton KM/yıl arıtma çamurunun % 37'si tarım alanlarında

değerlendirilmiştir. Bu oran Danimarka, Fransa, İngiltere, Norveç, İsveç ve İspanya'da % 50 civarındadır.

Atık su arıtma tesislerinde ön çökeltim ve son çökeltim havuzlarında taze çamurlar oluşmaktadır. Bu taze çamurlar ya doğrudan biyolojik işlem ünitelerine (kompostlaştırma ve/veya biyogaz üretimi) gönderilir orada stabilize edilir ve aynı zamanda değerlendirilebilecek ürünlere dönüştürülür ya da termik işlem ünitelerine gönderilir tek başına veya çöp ile birlikte kurutulduktan sonra termik dönüştürme (yakma veya piroliz) gerçekleşir ve enerjisinden yararlanır. Biyogaz ünitesinden gelen kalıntı ya doğrudan tarımsal alanlara verilir ya da yapay ve/veya doğal olarak suyu alındıktan sonra depoya gönderilir.

Arıtma işlemi sonucunda ortaya çıkan çamur tabakasının insanlara ve çevreye verdiği değişik zararlar bulunmaktadır. İçerdiği organik maddeler, mikroorganizmaların çoğalmasına fırsat tanır. Bu mikroorganizmalar değişik hastalıklara neden olacağından mutlaka bu çamurun deponi alanlarına taşınması gerekmektedir. Fakat hiçbir işleme tabi tutulmamış çamurun taşınması ve deponisi kuru madde (KM) oranının çok düşük olmasından dolayı pek akılcı bir yaklaşım değildir.



Şekil 1.4: 1 ton kuru madde (KM) içeren atık çamurun farklı işlem düzeylerindeki miktarları

Ayrıca bu çamur, bazı mekanik ve termal işlemlerden geçtikten sonra depo alanlarına götürülürse hacim azalmasından dolayı daha az yer kaplamaktadır. Arıtma çamurunun içermiş olduğu organik maddelerin bir ısıl değerinin oluşu veya bu çamurun tarım arazilerinde kullanılabilir oluşu nedeni ile arıtma çamurlarının çevreye vermiş olduğu zararların da önüne geçebilmek için değişik giderme metotları kullanılmaktadır. Bu metotlar:

➤ **Açık alanda değerlendirme imkânları**

- Tarımsal alanda değerlendirme
- Orman alanlarında değerlendirme
- Bozulmuş alanlarda (kömür ve maden yatakları, taş ocakları) değerlendirme
- Park, bahçe ve rekreasyon alanlarında değerlendirme

- **Kurutulmuş çamurun değerlendirilmesi**
 - Tarımsal gübre ve toprak iyileştiricisi olarak
 - Yakma
 - Isı ve elektrik elde etmek için
 - Çimento üretiminde ek yakıt olarak
 - Kömürlü santralde ek yakıt olarak
- **Çamurdan biyogaz eldesi (ileri aşamada biyogazdan metanol eldesi)**
- **Gazlaştırma (piroliz, diğer çöpler ile beraber)**
- **Alternatif metotlar**
 - Yaş oksidasyonu
 - Hidroliz
 - Hidrotermal oksidasyon
 - Mikrodalga-yüksek basınç işlemi

1.3. Bertaraf Yöntemleri

Evsel ve endüstriyel arıtma tesislerinden çıkan atık çamurların nihai bertarafa verilmeden önce mutlaka arıtılması gerekmektedir. Arıtma tesisleri dizayn edilirken çamur sorunu önceden dikkate alınıp en uygun arıtma metodu seçilmeli ve çıkan çamur da tehlikeli atık özelliği taşıyıp taşımadığı dikkate alınarak bertaraf edilmelidir.



Resim 1.5: Arıtma çamurunun bertaraf için özel poşet ve torbalarda toplanması

Ön arıtma işlemlerinde kullanılan basit çöktürme, kimyasal çöktürme ve biyolojik çöktürme birimleri ayrı özelliklerde ve kalitede çamur biriktirir. Biriken bu çamurun atık su arıtma tesisinden alınması ve uygun tekniklerle zararsız hâle getirilerek uzaklaştırılması gerekmektedir. Atık su tesisinin üniteleri seçilirken bu atıkların daha sonra nasıl bertaraf edileceği konusu mutlaka göz önüne alınmalıdır. Atık su arıtma tesislerinden açığa çıkan çamurun arıtılması ve depolanması için uygulanacak yöntemler ham atık suyun karakterizasyonuna, arıtma proseslerine, kullanılan kimyasallara, yönetmeliklere ve diğer

pek çok özel koşullara bağlıdır. Ayrıca, çamur bertaraf sisteminin maliyeti ve işletme gerekleri atık su arıtma tesisine yakın hatta belki de daha fazla olabilmektedir. Özellikle arıtma çamurları, tehlikeli atık sınıfına giren tesislerde bu atıkların normal atıklarla karıştırılmadan özel yollarla bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Avrupa Birliği atık politikası da yönetim önceliklerinin hiyerarşisini baz almaktadır:

- Minimizasyon
- Geri kazanım
- Enerjiyi tekrar kazanarak yakma
- Düzenli depolama

Çamur bertaraf yöntemleri řu şekilde sıralanabilir:

- Stabilizasyon
- Şartlandırma
- Yoğunlaştırma
- Susuzlaştırma
- Kurutma
- Nihai bertaraf

1.3.1. Stabilizasyon

Çamur stabilizasyonu; organik madde içeriğinin azaltılması, patojen organizmaların giderilmesi ve koku potansiyelinin azaltılması amacıyla çamura uygulanan birim işlemlerdendir. En yaygın kullanılan biyolojik stabilizasyon yöntemleri, anaerobik çürütme ve aerobik çürütmedir. Bu yöntemler, bir çok avantajlara sahip olmakla birlikte stabilizasyon sonrasında elde edilen çamur, zayıf su verme özelliklerine sahiptir. Bu da mekanik su alma işlemleri sırasında daha fazla şartlandırıcı kimyasal madde tüketimi ve çamur kekinde düşük katı madde içeriği ile birlikte daha yüksek işletme ve bertaraf etme maliyetlerine neden olur. Atık su arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurlarının suyunu güç vermesindeki biyolojik nedenler üzerine son dönemde yapılan birçok araştırma mevcuttur.

Çamurun stabilizasyonu özellikle hacim azaltılması ve yan ürün olarak gaz üretiminde etkilidir. Özellikle istenmeyen koşulların önlenmesi için çamurun kokuşmasının engellenmesi gerekmektedir. Bu da parçalanabilen organik maddelerin biyolojik, fiziksel ve kimyasal gibi yöntemlerle giderilmesi ile sağlanır. Stabilizasyon metodunun seçimi çamur susuzlaştırma ve arıtma ve nihai bertaraf metodlarının üzerindeki metodların kombinasyonuna bağlıdır. Aerobik ve anaerobik çürütme gibi stabilizasyon metodları, ayrıca çamur kütlesini azaltmakta ve susuzlaştırma proseslerini önemli ölçüde değiştirebilir dolayısıyla bu değişiklikler stabilizasyon prosesinin seçimi ve dizaynında dikkate alınmalıdır.

1.3.2. Şartlandırma

Şartlandırma, çamurun suyunun alınmasını kolaylaştırmak için geliştirilmiş bir prosestir. Kimyasal şartlandırma ve ısı arıtımı en yaygın yöntemlerdir. Elütrasyon da kimyasal şartlandırıcı ihtiyacının azaltılması için kullanılan bir yıkama prosesidir.

Kimyasal şartlandırmada kullanılan kimyasal maddelerin uygun dozajı laboratuvar testleriyle belirlenmelidir.

1.3.3. Yoğunlaştırma

Sistemde oluşan çamuru daha konsantre hâle getirmek, dolayısıyla daha küçük hacimdeki çamurla uğraşmak ve daha ekonomik çürütücü tankı elde etmek için çamur yoğunlaştırma sistemleri kullanılır. Yoğunlaştırma sonucunda katı madde konsantrasyonu 25 kat artabilir. Yoğunlaştırma işlemi, çöktürme ve yüzdürme gibi metotlarla yapılabilmektedir.



Resim 1.6: Çamur yoğunlaştırma tankı

Yoğunlaşan çamurun hacmi bu sayede azalır ve susuzlaştırma maliyeti azaltılabilir. Çamur yoğunlaştırma prosesinin projelendirmesinde çamurun tipi, yoğunlaştırılacak çamurun konsantrasyonu, stabilitesi, kimyasal arıtma ihtiyacı, konsantre çamurun pompalanması, ilk yatırım ve işletme maliyeti, kesikli veya sürekli bir sistem olup olmadığı dikkate alınmalıdır. Yoğunlaştırmada özellikle ağırlıklı çökeltme iyi sonuçlar vermektedir. Çökeltimin hızlandırılması için kimyasal koagulantlar ilave edilebilir.

1.3.4. Susuzlaştırma

Arıtma tesisinizden çıkan çamurun kolayca uzaklaştırılabilmesi için sıvı hâliinden çıkıp katı hâle dönmesi gerekmektedir. Bu nedenle çamurun içerdiği su miktarının azaltılması için değişik işlemlere tabi tutulması gerekir. Arıtma çamurları genellikle yoğunlaştırma işlemi sonrasında susuzlaştırma işlemine tabi tutulur. Susuzlaştırıcı olarak seçilecek olan ünitenin verimli olmasına dikkat edilmelidir. Filtre presler kesikli çalışmasına rağmen arıtma çamurlarının suyunun giderilmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu sistemle diğer yöntemlere göre daha fazla katı madde oranına sahip olmak mümkündür. Filtre pres otomatik mikroprosesör sistemli olduğu için eleman ihtiyacına gerek yoktur. Arıtma çamurlarının polielektrolitlerle şartlandırılması sonucu büyük yumakların elde

edilebilmesi sürekli tarzda basınçlı filtrasyon için belt filtre preslerin geliştirilmesine yol açmıştır.

➤ **Belt preslerin filtre preslerin hemen ardından gelen bir kullanım yaygınlığına ulaşmalarının başlıca nedenleri**

- Kullanım kolaylığı ve filtrasyonun gözle takibi imkânı
- Yatırım giderlerinin filtre preslerden düşük olması
- Prosesin ve filtrasyon kayışlarının yıkanmasının sürekli oluşu
- Mekanik tasarımın basitliği
- Kuru madde içeriği filtre pres keki kadar yüksek olmamakla birlikte katı olarak taşınabilir çamur keki elde edilmesi



Resim 1.7: Arıtma çamuru pres keki

➤ **Santrifüjler ile çamur susuzlaştırmanın avantajlarından bazıları**

- Sürekli çalışma
- Kokuyu minimize edecek şekilde kapalı çalışma
- Çamurun homojen olması koşuluyla işletme iş gücü ihtiyacının azlığı

➤ **Santrifüjler ile çamur susuzlaştırmanın dezavantajlarından bazıları**

- Gürültü
- Enerji sarfiyatının yüksek oluşu
- Personel ihtiyacı
- Hızlı aşınma

Mekanik su giderme tekniklerinin en eskisi olan vakum filtrasyonu, bugün çok sınırlı bir uygulamaya sahiptir. Vakum filtrasyonunun çok sınırlı bir uygulamaya sahip olmasının nedenlerinin başında vakum yaratmak için enerji kullanımının azlığı ve şartlandırma için kimyasal madde ihtiyacının yüksek oluşudur.

Kurutma yatakları, yüksek işçilik giderleri, geniş arazi kullanımı ve performansın hava şartlarına bağlı olması nedeniyle pek fazla kullanılmamaktadır.



Resim 1.8: Arıtma çamuru susuzlaştırma

1.3.5. Kurutma

Bu uygulamada arıtma çamurları tek başına ya da diğer atıklarla birlikte yakılmalıdır. Arıtma çamurlarının doğrudan zirai amaçlı olarak kullanılması ya da düzenli depolama sahasına gönderilerek bertaraf edilmesi giderek artan yasal kontrollere tabi olmaktadır. Bu nedenle yakma sistemlerindeki yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına, yakma ölçütlerinin sıklığına, emisyon gazlarının işlenmesi ile ilgili maliyetlerin artmasına ve uçucu küllerle yanma ürünü olarak ortaya çıkan küllerin bertarafı işlemlerinin zorlaşmasına rağmen arıtma çamurlarının yakılarak bertaraf yönteminin giderek daha fazla kullanılacağı beklenmektedir.



Resim 1.9: Arıtma çamuru kurutma ünitesi

Evsel katı atıkların ve atık çamurların belirli oranlarda karıştırılması ile yakma tesislerinin işletilmesi optimize edilebilir. Yakma sonucunda hacimsel azalma meydana gelmektedir. Küllerin tekrar kullanım imkânları ile düzenli depolamaya gönderilecek yanmış madde miktarının da az olması önemli hususlar arasındadır.

Düzenli depolama alanları ile ilgili tercihler yapılırken en iyi yerleşim koşullarında ve en iyi işletme koşullarında bile toprak kirliliği olması muhtemeldir. Eğer çamur tehlikeli

madde özelliği gösteriyorsa muhtemel yeraltı suyu ve toprak kirliliği nedeniyle bu yöntem seçilmemelidir. Evsel ve evsel nitelikli endüstriyel çamurlar da su muhtevası % 65 ve altında tutulmalıdır.

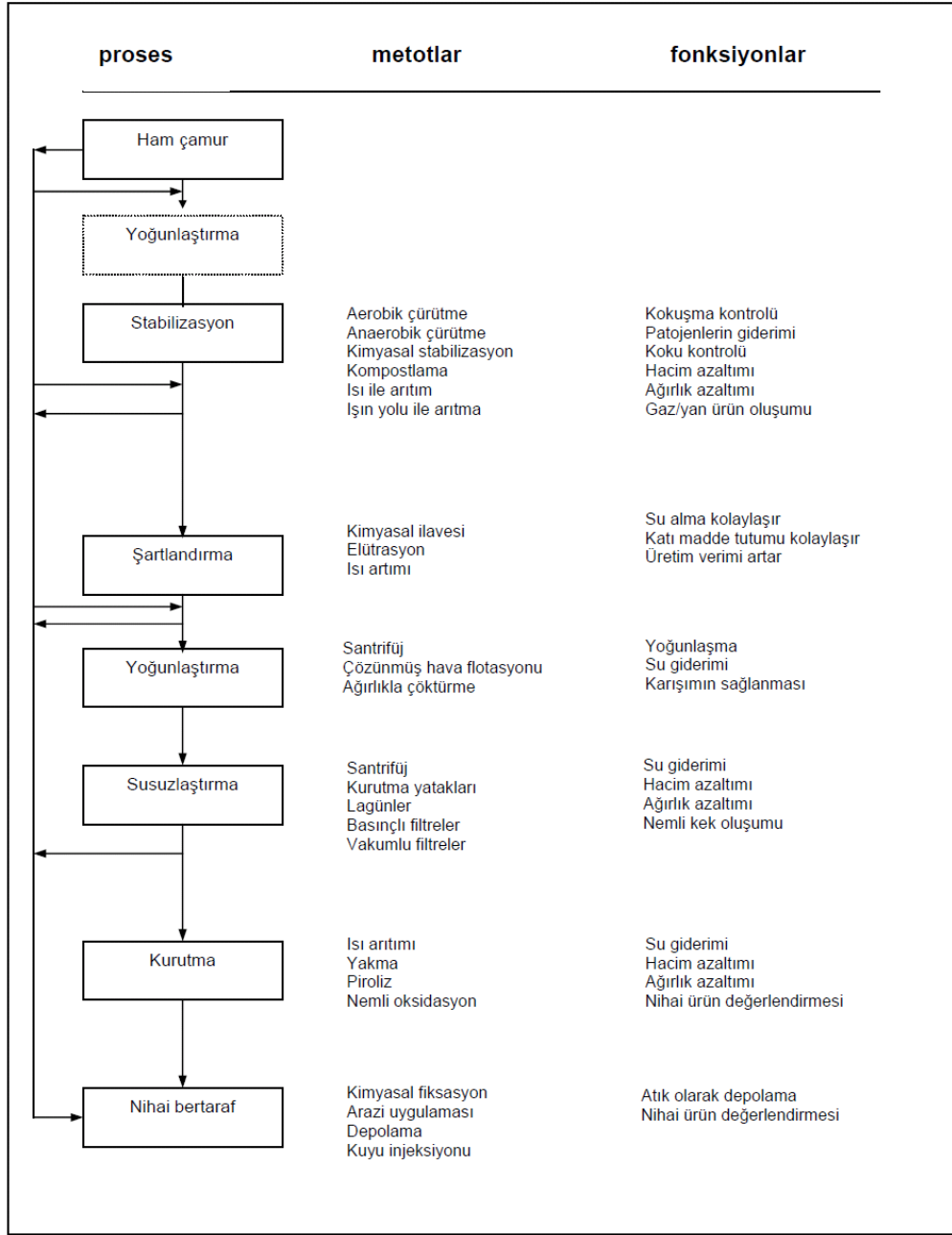
1.3.6. Nihai Bertaraf

Yasal mevzuatların yanı sıra arıtma çamurunun işlenmesine ilişkin kararda maliyet önemli bir ölçüttür. Maliyetler yerel şartlara ve işleme tesisinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir.

Arıtma çamurunun işlenmesi ve bertarafı ile ilgili değişik seçeneklerin doğru bir karşılaştırmasını yapabilmek için üç ana faktörden etkilenen yıllık maliyetleri ele almak önemlidir. İlk olarak toplam yatırım miktarına, finansman metoduna, amortisman süresine ve borç alınan miktarın faiz oranlarına bağlı olan yıllık yatırım maliyetleri gelir. İkinci sırada enerji, kimyasal madde, bakım, personel maaşları, vergi ve sigortadan oluşan işletme maliyetleri yer alır. Üçüncü sırada da bertarafa veya kalıntı veya son ürünün tekrar kullanımına bağlı maliyetler gelir. Bu maliyetlerin hepsi, arıtma çamurunun işleme tesisinde veya proseste yer alan daha sonraki aşamalarda ortaya çıkar. Eğer arıtma çamurunun işlenmesi evsel atık işleme tesisinin kendisinden etkileniyorsa bu durumda genellikle nakliye maliyetleri ve nakliye metotlarına bağlı depolama maliyetleri göz ardı edilmemelidir. Maliyet karşılaştırmaları yapılırken girdi olarak kullanılan arıtma çamurundan beklenen kalitenin ve dolayısıyla ön işleme maliyetlerinin bir yöntemden diğerine değişebileceğini düşünmek gerekir.



Resim 1.10: Arıtma çamurunun bertarafı



Şekil 1.5: Arıtma çamurlarının bertaraf yöntemleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Arıtma çamurlarının oluşumu, özellikleri ve geri kazanımları ile ilgili bir duvar panosu hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Arıtma çamurlarının oluşumu hakkında bilgi toplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yazılı ve görsel kaynaklar ile İnternette yararlanabilirsiniz.➤ Su arıtma tesislerinde inceleme yapabilirsiniz.➤ Elde ettiğiniz dokümanları karşılaştırarak hidrojen enerji kaynaklarının günümüzdeki durumu hakkında değerlendirme yapabilirsiniz.➤ Dokümanlarınızı destekleyecek görseller araştırabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Arıtma çamurlarının özellikleri hakkında bilgi toplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yazılı ve görsel kaynaklar ile İnternette yararlanabilirsiniz.➤ Su arıtma tesislerinde inceleme yapabilirsiniz.➤ Elde ettiğiniz dokümanları karşılaştırarak hidrojen enerji kaynaklarının günümüzdeki durumu hakkında değerlendirme yapabilirsiniz.➤ Dokümanlarınızı destekleyecek görseller araştırabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Arıtma çamurlarının geri kazanımları hakkında bilgi toplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yazılı ve görsel kaynaklar ile İnternette yararlanabilirsiniz.➤ Su arıtma tesislerinde inceleme yapabilirsiniz.➤ Elde ettiğiniz dokümanları karşılaştırarak hidrojen enerji kaynaklarının günümüzdeki durumu hakkında değerlendirme yapabilirsiniz.➤ Dokümanlarınızı destekleyecek görseller araştırabilirsiniz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elde ettiğiniz bilgi ve dokümanlardan yararlanarak duvar panosu çıkarmak için hazırlık yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elde ettiğiniz bilgi ve dokümanları konu başlıklarına göre gruplandırabilirsiniz. ➤ Panonuz için gerekli olan kâğıt, kalem vb. malzemeyi temin etmek için bir liste oluşturabilirsiniz. ➤ Dokümanlarınızı destekleyecek görselleri bilgilerle eşleştirebilirsiniz. ➤ Zaman ve enerjinizi verimli kullanmaya dikkat edebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Duvar panonuzu oluşturunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hedef kitlenin dikkatini çekmek için konu başlıklarına göre bilgi ve dokümanları farklı renklerde fon kartonu ve kalemler kullanarak düzenleyebilirsiniz. ➤ Görsel öğelerle dikkat çekebilirsiniz. ➤ Başlık veya bir slogan kullanabilirsiniz. ➤ Planlı ve düzenli çalışabilirsiniz. ➤ Zaman ve enerjinizi verimli kullanmaya dikkat edebilirsiniz. ➤ Duvar panonuzu hedef kitlenin görebileceği bir mekânda sergilemeye dikkat edebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Duvar panonuz ile ilgili hedef kitlenin yorumlarını alarak çalışmalarınızı değerlendiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yorumları almak için görüş kutusu hazırlayabilirsiniz. ➤ Yorumları yüz yüze görüşerek alabilirsiniz. ➤ Anket formu düzenleyebilirsiniz. ➤ Arkadaşlarınızla çalışmanızın benzer ve farklı yönlerini tartışabilirsiniz. ➤ Değerlendirmeleri dikkate alarak bir rapor hazırlayabilirsiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. “Atık yapısındaki kirlilik oluşturan maddeler üç grupta toplanabilir.” aşağıdakilerden hangisi bu maddelerden değildir?
 - A) Çökebilin katı maddeler
 - B) Askıda katı maddeler
 - C) Çözünmüş katı maddeler
 - D) Yağ içerikli maddeler
2. Kendiliğinden çökebilin katı maddeler ön çökeltme havuzlarında tutularak su ortamından uzaklaştırılır. Bunların organik madde içeriği % kaç olmalıdır?
 - A) % 20-%30
 - B) % 60-%80
 - C) % 30-%50
 - D) % 50-%60
3. Atık suların işlendiği arıtma tesislerinde kendiliğinden çöken, sıvı veya yarı katı hâlde, kokulu, uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça % 0,25 ile % 12 katı madde içeren atıklara verilen isim nedir?
 - A) Atık çamur
 - B) Yaş çamur
 - C) Ham çamur
 - D) Kuru çamur
4. Arıtma çamurlarının çevreye vermiş olduğu zararların da önüne geçebilmek için değişik giderme metotları kullanılmaktadır. Aşağıdakilerden hangisi bu metotlardan birisidir?
 - A) Açık alanda değerlendirme
 - B) Sıvılaştırarak değerlendirme
 - C) Denize boşaltarak değerlendirme
 - D) Nehirlere boşaltarak değerlendirme

5. Aşağıdakilerden hangisi arıtma çamurlarının değerlendirilmesinde alternatif metotlardan biri değildir?
- A) Yaş oksidasyon
 - B) Hidroliz
 - C) Hidrotermal oksidasyon
 - D) Yoğunlaştırma
6. Arıtma çamurunun organik madde içeriğinin azaltılması, patojen organizmaların giderilmesi ve koku potansiyelinin azaltılması amacıyla çamura uygulanan birim işleme ne denir?
- A) Şartlandırma
 - B) Stabilizasyon
 - C) Yoğunlaştırma
 - D) Susuzlaştırma
7. Aşağıdakilerden hangisi santrifüjler ile çamur susuzlaştırmanın dezavantajlarından değildir?
- A) Gürültü
 - B) Personel ihtiyacı
 - C) Hızlı aşınma
 - D) Sürekli çalışma

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ARAŞTIRMA

Uygun ortam ve koşullar sağlandığında arıtma çamurlarını mevzuata uygun şekilde kullanabileceksiniz.

AMAÇ

- Arıtma çamurlarının kullanım alanlarını inceleyiniz.
- Arıtma çamurlarının kullanılacağı yerleri belirlerken dikkat edilen noktaları araştırınız.
- Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

2. ARITMA ÇAMURLARININ KULLANIM ALANLARI

Miktarı her geçen gün artan arıtma çamurlarının çevresel sorunlar yaratmaması için uygun yöntemlerle bertarafı gerekmektedir. Çamur bertarafı konusunda uzun yıllardan beri çeşitli yöntemler denenmiş ve çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Bu yöntemler arasında arıtma çamurlarının toprağa verilerek bertarafı, ekonomiye katkısı bakımından üzerinde önemle durulan bertaraf tekniklerinden birisidir. Organik gübre ve toprak düzenleyici olarak uygun özellikler taşıyan arıtma çamurlarının tarımda kullanılmaları ile hem çamur bertarafı gerçekleştirilmekte hem de tarımsal üretimde ekonomik kazanç sağlanabilmektedir.

Arıtma çamurlarının araziye uygulanmasında çamur bitki, besin elementleri içeren organik bir kaynak olarak ele alınmaktadır. Çiftlik gübresiyle karşılaştırıldığında arıtma çamurlarının azot ve fosfor içeriği yönünden tarımsal anlamda değerli olduğu ancak potasyum değerinin çiftlik gübresine göre her zaman daha düşük değerler gösterdiği görülmektedir. Tipik bir şehir atık su arıtma tesisinden alınan çamurdaki azot, fosfor ve potasyum yüzdeleri arasındaki oran 3:2:0'dır.

2.1. Tarımsal Alanlarda Kullanılması

Arıtma çamurlarının tarımsal alanlara uygulanması ile çamurun gübre besin elementleri kaynağı olarak ve/veya toprak şartlandırıcı olarak kullanılması ve tarımsal üretimin artırılması amaçlanmaktadır. Arıtma çamurlarından tarımsal faydalanmanın temel prensibi çamurun tarım arazilerine agronomik oranlarda uygulanmasıdır. Yani yıllık yükleme bazında çamur ile verilen ve üründeki mevcut N ve/veya P miktarı, ürünün ihtiyacı

olan yıllık N ve/veya P miktarını geçmeyecek şekilde çamur yüklemesi yapılmalıdır. Arıtma çamuru uygulanacak toprağın pH'sının 6,5 veya daha yüksek olması istenir. Böylece ağır metallerin toprak içerisindeki hareketleri sınırlandırılmış olur. Toprağın katyon değişirme kapasitesi, toprağın ağır metalleri bağlama yeteneğinin bir göstergesi olduğu için arıtma çamuru uygulanacak toprakların bu açıdan da incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca toprağın geçirgenliği ve yapısı bölgenin drenaj özelliklerini belirlediği için çamur uygulamalarında yol gösterici toprak özelliklerindedir. Arıtma çamurunun tarımsal uygulamalarındaki diğer önemli bir husus da arazinin yeraltı su kaynaklarına olan uzaklığıdır.



Resim 2.1: Arıtma çamurlarının tarımsal alanlarda kullanılması

- Arıtma çamurlarının tarımsal kullanımına yönelik çalışmalar

Arıtma çamurlarının bitki besin elementi kaynağı olarak değerlendirilmesi ve tarımsal alanlara uygulanarak tarımsal ve dolayısıyla ekonomik kazanç sağlanması konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak Türkiye'deki genel duruma bakıldığında arıtma çamurlarının genellikle katı atık olarak uzaklaştırıldığı görülmektedir. Arıtma çamurlarının tarımda kullanılarak yeniden kazanılması açısından kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Çamur uzaklaştırma masraflarını azaltmak, üstelik çamuru faydalı bir malzeme hâline getirmek için tarım alanlarında kullanılmasının teşvik edilmesi, çiftçilerin bu yönde eğitilmesi ve yönlendirilmesi için teknik alt yapının oluşturulması gerekmektedir. Son yıllardaki genel eğilim, çevreci bir yaklaşımla çamurun tarım alanlarında kullanılarak bitki besin maddelerinin ve organik maddelerin doğal çevrime en kısa yoldan sokulması şeklindedir.

2.2. Ormanlık Arazilerde Kullanılması

Arıtma çamurlarının ormanlık alanlara uygulanmasıyla genellikle makro ve mikro bitki besin elementleri yönünden fakir olan orman topraklarına takviye sağlanmaktadır. Ayrıca çamur organik madde içeriğiyle yumuşak killi toprakların geçirgenliğini ya da kumlu toprakların su tutma kapasitesini artırarak ormansal toprakların özelliklerini geliştirmektedir. Arıtma çamurlarının ormanlık alanlara uygulanması ormanların insan besin zincirinin bir parçası olmaması sebebiyle tarımsal uygulamalara kıyasla insan sağlığı açısından daha az risk taşımaktadır. Ayrıca araştırmalar bazı ağaç türlerinin tarımsal ürünler için oldukça zararlı olabilecek bazı çamur bileşenlerine karşı oldukça toleranslı olduğunu göstermektedir.

- Arıtma çamurlarının ormanlık arazilere uygulanmasına yönelik çalışmalar

Aritma çamurlarının ormanlık alanlara uygulanması tarımsal uygulamalar kadar yaygın olmasa da son yıllarda önemli bir gelişme göstermiştir.

2.3. Arazi İyileştirme

Yüzeysel kömür madenciliği, mineral araştırma çalışmaları, yeraltı madenciliğinden kaynaklanan atıklar ve madencilik işlemleri esnasında oluşan tortular civardaki toprakları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu verimsiz arazilerin özellikleri bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Aritma çamurlarının verimsiz arazilerin iyileştirilmesinde başarıyla kullanılabilmesini sağlayan çamur özelliklerinin başında çamurun organik madde içeriği gelmektedir. Çamurdaki organik madde, topraktaki taneli yapı oluşumunu geliştirir. Plastisite ve kohezyonu azaltır. Su tutma kapasitesini ve katyon değiştirme kapasitesini ve toprağın pH'sını artırır. Çoğu arıtma çamurunun pH'sı ve doğal tamponlama kapasitesi asidik ve bazik toprak şartlarını geliştirmektedir. Ayrıca arıtma çamuru uygulanan verimsiz topraklardaki mikroorganizmaların sayısı ve aktiviteleri de artmaktadır. Arazi iyileştirme amaçlı yapılan tek seferlik uygulamalarda araziye verilen çamur miktarı genellikle tarımsal amaçlı kullanımlarda verilen miktardan fazla olmaktadır. Ancak bu durumda uygulanan çamur miktarının gelecekte bitki fitotoksitesi için ciddi bir risk oluşturmaması ya da içme suyu kaynağı olarak kullanılan yeraltı akiferlerine kabul edilemez seviyelerde bir nitrat sızıntısının olmaması sağlanmalıdır.

- Aritma çamurlarının arazi iyileştirme amaçlı kullanımına yönelik çalışmalar

Son yıllarda arıtma çamurlarının bir kaynak olarak değerlendirilmesi görüşünün benimsenmesiyle birlikte arazi iyileştirme amaçlı kullanıma ilişkin araştırmalar da hız kazanmıştır. Bu araştırmaların sonuçları genel olarak sabitleştirilmiş şehir arıtma çamurlarının toprağın ıslah edilmesinde bitki örtüsü, toprak ve yeraltı suyu kalitesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmaksızın çevresel açıdan güvenli bir şekilde kullanılabileceği yönündedir.

Aritma çamurlarının fiziksel özellikler yönünden zayıf olan toprakların ıslah edilmesinde başarıyla kullanılabildiğini gösteren pek çok çalışma mevcuttur. Şehirselsel atık çamurların maden ocağı iyileştirme bölgeleri üzerindeki etkileri incelendiğinde çamurun ıslah edilecek araziye uygulanması ile topraktaki bitki besin düzeylerinin arttığı, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin geliştiği görülmüştür.

Aritma çamurları düşük besin maddesi içeren toprakların takviye edilmesi açısından da değerli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Arazi iyileştirme çalışmalarında inorganik azotlu gübrelerin kullanımı çok etkili bir çözüm değildir. Çünkü bu gübreler tamamen çözünebilir ve yarayışlılıkları çok yüksektir. Bu nedenle olası sızıntı problemlerinden kaçınmak için arazinin ihtiyacı olan azotu bir kerede değil yıl içindeki birkaç uygulamayla vermek gerekir. Aritma çamurunda ise mevcut azot ve fosforun büyük kısmı organik formdadır ve minerilizasyon sonucu bitkiler tarafından kullanılabilir formlara dönüşür. Böylelikle ıslah edilecek arazinin ihtiyacı olan 1000 kg N/ha değerini sağlayabilecek miktarda çamurun bir defada uygulanması mümkün olmaktadır. Maden işlemlerinden olumsuz yönde etkilenmiş verimsiz bir toprakta yapılan denemelerde farklı

dozlarda arıtma çamuru uygulanmış ve çimendeki büyümenin istenilen nitelikte olduğu görülmüştür.



Resim 2.2: Arazi iyileştirmede kullanılmak üzere hazırlanan arıtma çamuru

Önümüzdeki dönemde ülkemizdeki sanayileşme sürecinin devam edeceği ve sanayi kuruluşlarının hızla artacağı ortadadır. Hızlı sanayileşmeye ve dolayısıyla arıtma tesisi sayısındaki artışa paralel olarak ortaya çıkan büyük miktarlardaki arıtma çamurlarının nasıl bertaraf edileceğine ilişkin sorunlar dikkat çekmektedir. Bu bağlamda evsel çamurların ve gıda sanayi çamurları gibi evsel nitelikteki bazı sanayi çamurlarının araziye uygulanarak bertarafı önem kazanmaktadır. Araziye uygulama çamur içeriğindeki azot, fosfor ve potasyum gibi bitki besin elementlerinin doğal döngülerine tekrar kazandırılması yönünden en akılcı ve en ekonomik yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak araziye uygulanması düşünülen çamurların ağır metal içeriği ve tuzluluk yönünden toprağa yapacağı etkiler göz ardı edilmemeli ve gerekli değerlendirme sınır değerler baz alınarak yapılmalıdır.

2.4. Kompostlaştırma

İyi çürütülmüş olsalar bile atık su arıtma çamurlarının doğrudan tarımsal amaçlı kullanımı veya arazide bertaraf edilmeleri uygun değildir. Çürütülmüş ve kum yataklarda kurutulmuş çamurlar bile hâlâ bir miktar patojenik organizma ve/veya kimyasal toksinler içerebilir. Kompostlaştırma, sağlık ve estetik açıdan kullanıma uygun ürün elde edilen hayvan gübresi ve kereste tozu gibi ikincil ürünler ile karıştırılmış çamurların havalandırıldığı aerobik biyolojik çamur stabilizasyon yöntemidir.

Kompostlaştırma üç tip olarak uygulanmaktadır:

- Çamur keki ve kompost kütlesi büyük yığınlarda karıştırılır. Kompost yığını hava girişinin sağlanması ve aşırı ısınmanın önlenmesi amacıyla mekanik olarak karıştırılır. Bu yöntem için geniş bir alana ihtiyaç duyulmaktadır.
- Çamur keki ve kompost kütlesi karıştırılır ve hava verilen kanallar üzerine serilir.
- Kompost kütlesi karıştırıldıktan sonra çamur keki bir karıştırıcı ile eşit dağılım sağlayacak şekilde havuz üzerine verilir. Çok düşük seviyede hava verilir ve son ürün havuzun tabanında toplanır.

İyi işletilen kompostlaştırma sistemlerinde bozunma sırasında sıcaklık yaklaşık olarak 700°C'ye kadar yükselir. Reaksiyon başlangıcında ilk türler mezofilik bakterilerdir, yaklaşık bir hafta sonra termofilik bakteriler, aktinomisetler ve termofilik mantarlar ortaya çıkar. Bozunma yavaşlarken sıcaklık düşer ve tekrar mezofilik bakteriler ve mantarlar görülmeye başlar. Son kademelerde protozoalar, kurt yumurtaları vb. türler de mevcuttur. Termofilik kompostlaştırma sonucu elde edilen nihai ürün patojenlerden tamamen arınmıştır. Bozunma sırasında yüksek mikro biyel aktiviteden dolayı bakteriler için yüksek azot gereksinimi vardır. Aktif çamur için karbon/azot (C/N) oranı yaklaşık olarak 6,3/1 iken karışık çürük çamur için 15,7/1 civarındadır. Atık su arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurları gerekli azottan daha fazlasını içerir. Çamur kompostlaştırma işlemlerinin çoğunda PH=8 civarında olduğundan mevcut azotun tamamı tutulamaz.

Kompost yığını için gerekli olan zaman; beslemeye, sağlanan izolasyon ve havalandırmaya, C/N oranına, partikül boyutu ve diğer koşullara bağlıdır. Genellikle kentsel arıtma çamurları için iki hafta yeterli kompostlaştırma için minimum süre olarak kabul edilmektedir. Daha önceden kompostlaştırılmış olan materyalin kullanıldığı mekanik kompostlaştırma tesislerinde 2-3 günde bozunma sağlanabilir. Ancak bu materyal hâlâ aktiftir ve sabitleştirilmiş olması gerekmektedir. İşlemin tamamlanması sıcaklıktaki düşüş ve rengin koyu kahve olmasından anlaşılır.

Arıtma çamurlarından kompost üretiminin araştırıldığı çalışmalarda sosyal ve çevresel problemlerin önemi belirtilerek kompostun kullanımına yönelik düzenlemelerin gerekliliği vurgulanmıştır. 620°C'de 48 saat bekletilen çamurlarda patojen mikroorganizmaların giderildiği, mikro biyel aktivitenin hızı için C/N oranının 17-24-35 aralığında uygun olduğu ifade edilmiştir.

Arıtma çamurlarının tarımsal kullanımının neden olduğu yerel problemler ve emisyonlar incelenmiş ve özellikle uygun mineral seviyeleri ve ekonomik olmaları nedeniyle çiftçiler tarafından tercih edilmesine rağmen uygulamanın risk ve kazançları bulunmaktadır.



Resim 2.3: Arıtma çamurunun kompostlaştırılması

2.5. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

➤ Amaç

Yönetmeliğin amacı; alıcı ortam olarak toprak kirlenmesinin önlenmesi, kirliliğin giderilmesi, arıtma çamurlarının ve kompostun toprakta kullanımında gerekli tedbirlerin alınması esaslarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde ortaya koymaktır.

➤ Kapsam

Yönetmelik, toprak kirliliğine neden olan faaliyetler ile tehlikeli maddeler ve atıkların toprağa deşarjına, atılmasına, sızmasına ve evsel ve kentsel atık suların arıtılması sonucu ortaya çıkan arıtma çamurlarının ve kompostun toprağa, bitkiye, hayvana ve insana zarar vermeyecek şekilde toprakta kontrollü kullanımına ilişkin teknik, idari esasları ve cezai yaptırımları kapsar.

➤ Tanımlar

Bu Yönetmelikte geçen;

- Bakanlık: Çevre ve Şehircilik Bakanlığını,
- Kanun: 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununu,
- Atık: 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan yönetmeliklerle belirlenen;
 - 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 3'üncü maddesinde yer alan atık, atık su, endüstriyel atık su, evsel atık su, fekal atıklar, organik atık tanımına giren tüm maddeleri,

- 14.3.1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nin 3’üncü maddesinde yer alan katı atık, iri katı atık, evsel katı atık (çöp), zararlı ve tehlikeli atık tanımına giren tüm maddeleri,
- 20.5.1993 tarihli ve 21586 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nin 4’üncü maddesinde yer alan tıbbi atık, evsel nitelikli atıklar, enfekte atık, patojen atık ve patolojik atık tanımına giren tüm maddeleri,
- 14.3.2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nin 4’üncü maddesinde yer alan tehlikeli atık tanımına giren tüm maddeleri,
- Ham çamur:
 - Evsel ya da kentsel atık suları işleyen arıtma tesislerinden ve evsel ve kentsel atık sulara benzeyen bileşimdeki atık suları arıtan diğer arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurlarını,
 - Fosseptik tanklarından ve evsel ya da kentsel atık suları arıtmak için kullanılan diğer tesislerden gelen arıtma çamurlarını,
 - (1) ve (2)’de atıfta bulunulanlar dışındaki diğer arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurlarını,
- Stabilize arıtma çamuru: Fermente edilebilirliğini ve kullanımından kaynaklanan sağlık tehlikelerini önemli ölçüde azaltılmak üzere biyolojik, kimyasal ya da ısıtma işleminden, uzun süreli depolama ya da diğer uygun işlemlerden geçirilmiş arıtma çamurlarını,
- Fırın kuru toprak: 105 °C’de fırında kurutularak sabit ağırlığa gelmiş toprak kütlesini,
- Gübre: Toprakların verimini yükseltmek, toprak yapısını düzeltmek, ürünün nitelik ve niceliğini artırmak amacıyla toprağa verilen mineral ve organik bitki besinlerini,
- Kentsel atık su: Evsel atık su ya da evsel atık suyun endüstriyel atık su ve/veya yağmur suyu ile karışımı,
- Kompost: Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen toprak iyileştirici maddeyi,
- Kullanım: Stabil arıtma çamurunun ve kompostun toprağın üzerine serilmesi veya toprağın üstüne ve içine herhangi bir biçimde uygulanmasını,
- Kuru madde: Arıtma çamuru veya kompostun kurutma fırınında 103 °C’de yaklaşık 24 saat süre ile sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulması sonucunda geride kalan katı madde miktarını,
- Mikrobiyal gübre: Bitki için gerekli olan bitki besin elementlerinin topraktan alınmasında rol oynayan canlı mikroorganizmaların tarımsal üretimde kullanılmak üzere hazırlanan ticari ürünleri,
- Tarım: Hayvancılık dâhil bütün ticari gıda ürünlerinin yetiştirilmesini,

- Taşkın alanları: Normal zamanlarda su altında bulunmayan, akarsu yatağı dışında bulunan, yağıştan meydana gelen aşırı akış neticesinde taşkınlara maruz kalmış ve tekrar maruz kalması muhtemel olan alanları,
- Tehlikeli madde: 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan 11/7/1993 tarih ve 21634 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği'nin 4'üncü maddesinde yer alan Zararlı Madde ve 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 3'üncü maddesinde yer alan tehlikeli ve zararlı maddeler tanımına giren tüm maddeleri,
- Toprak: Minerallerin ve organik artıkların parçalanarak ayrışması sonucu oluşan, yeryüzünü ince bir tabaka hâlinde kaplayan, canlı doğal bir kaynağı,
- Toprak kirliliği: Toprağın, insan etkinlikleri sonucu oluşan çeşitli bileşikler tarafından bulaştırılmasını takiben, toprakta yaşayan canlılar ile yetişen ve yetiştirilen bitkilere veya bu bitkilerle beslenen canlılara toksik etkide bulunacak ve zarar verecek düzeyde anormal fonksiyonda bulunmasını, toprağa eklenen kimyasal materyalin toprağın özümleme kapasitesinin üzerine çıkması, toprağın verim kapasitesinin düşmesini,
- Yanma kaybı: Arıtma çamuru veya kompostun kurutulduktan sonra kül fırınında 775 °C'de üç saat süre ile yakılması sonucu yanan veya kaybolan madde miktarını ifade eder.

➤ **Stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılması ile inceleme ve değerlendirme komisyonunun oluşumu**

Evsel ve kentsel atık suların arıtılması sonucu elde edilen ve verilen sınır değerleri aşmayan stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılabilmesi için;

- Arıtma tesisini işleten özel ve resmî kuruluşların, toprakta kullanılacak stabilize arıtma çamurunun, stabilize arıtma çamuru analiz belgesi formunda verilen parametrelerin analizlerini günlük kuru çamur miktarı elli (50) tona kadar olanlar altı ayda bir, elli (50) tonun üzerinde olanlar üç ayda bir analiz sonuçlarını belgelendirmesi zorunludur. Ancak arıtma kapasitesi günlük beş bin (5000) kişi ya da üç yüz (300) kg biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ5) altında olan ve temelde evsel atık suların arıtıldığı arıtma tesisi işletmecileri, stabilize arıtma çamuru analiz belgesi formunda verilen parametrelerin analizlerini on iki ayda bir yaptırmakla yükümlüdür.
- Stabilize arıtma çamurlarının toprakta kullanılması izne tabidir. Stabilize arıtma çamuru üreticileri kullanıma sunacakları stabilize arıtma çamuru için "Stabilize Arıtma Çamuru Kullanım İzin Belgesi" talebiyle aşağıda belirtilen bilgi ve belgelerle birlikte valiliğe başvuruda bulunur;

- Stabilize arıtma çamurunun kullanılacağı bölgenin il, ilçe ve köy olarak yeri, parsel numarası ve kaç dekar olduğu,
- Bu topraklarda yetiştirilecek ürünün cinsi,
- Yıllık üretilen arıtma çamuru miktarı ve kuru madde yüzdesi,
- Kullanılacak stabilize arıtma çamurunun analiz belgesi,
- Uygulanacak toprağın analiz belgesi ile başvuru yapılır.

Stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanımına yönelik yapılan başvurularda müracaat dosyası inceleme ve değerlendirme komisyonu tarafından incelenir. İnceleme ve değerlendirme komisyonu; il çevre ve orman müdürlüğünün başkanlığında il tarım ve Köyişleri müdürlüğü, il sağlık müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü taşra teşkilatı ve gerekli görülürse valilikçe stabilize arıtma çamurunun kullanım alanına göre başka kurumlardan dâhil edilecek üyelerden oluşur.

İnceleme ve değerlendirme komisyonu, stabilize arıtma çamurunun toprağın fiziksel özelliklerinin düzenlenmesine etkisi ile toprağa getireceği ağır metal yük miktarı, toprağın ve yer üstü/yer altı sularının kalitesini bozucu etkisini dikkate alarak incelemeyi yapar.

Bu doğrultuda hazırlanan “Stabilize Arıtma Çamuru Kullanım İzin Belgesi” mahalli çevre kurulunun alacağı karar doğrultusunda mahallin en büyük mülki amiri tarafından üç yıllığına verilir.

➤ **Stabilize arıtma çamuru üreticilerinin yükümlülükleri**

Arıtma tesisini işleten özel ve resmî kuruluş işletmecileri, stabilize arıtma çamurlarıyla ilgili analizleri yapmak ve kayıtları tutmakla yükümlüdür.

● **Tutulacak kayıtlarda bulunması gereken bilgiler**

- Arıtma çamurunun stabilize hâle getirilmesi için uygulanan yöntem
- Stabilize arıtma çamurunun EK II-B’de belirtilen parametre değerleri
- Üretilen stabilize arıtma çamuru miktarı ve toprakta kullanılmak üzere sağlanan miktar kullanım miktarları
- Stabilize arıtma çamuru alıcılarının adları ve adresleri ile çamurun kullanılacağı yer
- Stabilize arıtma çamurunun kullanılacağı alanda yetiştirilecek ürün çeşidi

Bu kayıtlar yetkililere açık olacak ve bu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren her üç yılda bir toprakta stabil arıtma çamurunun kullanımına ilişkin olarak; yukarıda (a) bendindeki tüm bilgileri ve uygulamada karşılaşılan güçlükleri belirten raporu arıtma çamuru üreticileri hazırlayarak valiliğe sunar. Arıtma tesisini işleten özel ve resmî

kuruluş işletmecileri arıtma çamurunun arıtma metotları ve analiz sonuçları hakkındaki bilgileri talepleri hâlinde yetkililere vermekle yükümlüdür.

- Arıtma tesisini işleten özel ve resmî kuruluşların, stabilize arıtma çamuru kullanılan toprağın EK II-A'daki "Toprak Analiz Belgesi"nde yer alan parametrelerin analizlerini on iki ayda bir valiliğe belgelendirmesi zorunludur. Eğer stabilize arıtma çamurunun birinci kullanım öncesinde topraktaki tüm ağır metallerin konsantrasyonu bu Yönetmeliğin belirtilen sınır değerlerin % 50'sinden daha az ise stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanımında topraktaki ağır metal analizlerinin izin verilen süre içerisinde ikinci ve üçüncü yıl tespiti yapılmayabilir.
- Stabilize arıtma çamuru üreticileri, stabilize arıtma çamurunun kullanıma sunulmasından önce kullanıcılara aşağıdaki belgelerin bir örneğini vermekle yükümlüdür. Gerektiğinde kullanıcılar, denetimler esnasında yetkililere belirtilen belgeleri ibraz etmekle yükümlüdür.
 - Stabilize Arıtma Çamuru Kullanım İzin Belgesi
 - Stabilize Arıtma Çamuru Analiz Belgesi
- Ancak arıtma kapasitesi günlük beş bin (5000) kişi ya da üç yüz (300) kg biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ5) altında olan ve temelde evsel atık suların arıtılması için tasarlanmış arıtma tesisleri işletmecileri bu maddenin birinci fıkrasının (a) bendinin (3) numaralı alt bendi ve (c) bendinin (1) numaralı alt bendi hariç olmak üzere (a), (b), (c) bentlerinden valiliğin izniyle muaf tutulabilir.
- Stabilize arıtma çamuru üreticileri tuttukları kayıt ve belgeleri en az 10 yıl saklamakla yükümlüdür.

➤ **Ham çamurun kullanma yasakları**

Ham çamurun toprakta kullanılması yasaktır.

➤ **Stabilize arıtma çamurunun kullanma sınırlamaları ve yasakları**

Stabilize arıtma çamurunun kullanılmasında aşağıda belirtilen sınırlama ve yasaklara uyulması zorunludur.

- Stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılabilmesi için verilen değerleri aşmaması zorunludur.
- Stabilize arıtma çamurunun uygulanacağı toprakta ağır metal içeriğinin verilen değerleri aşmaması zorunludur. Topraktaki ağır metal konsantrasyonlarından birinin dahi verilen sınır değerleri aşması durumunda stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılması yasaktır.

- Atık su arıtma tesislerinden çıkan evsel ve kentsel arıtma çamurlarının toprakta kullanılmayacaksa 14/3/1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri doğrultusunda katı atık depolama sahalarında bertaraf edilmesi gerekmektedir.
- Tehlikeli atık sınıfına giren arıtma çamurlarının ise 14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri kapsamında bertaraf edilmesi gerekmektedir.
- Stabilize arıtma çamurunun meyve ağaçları hariç olmak üzere toprağa temas eden ve çiğ olarak yenilen meyve ve sebze ürünlerinin yetiştirilmesi amacıyla kullanılan topraklarda kullanılması yasaktır.
- Stabilize arıtma çamuru, bitkilerin besin gereksinimleri ve yerüstü, yeraltı sularının kalitesinin bozulmaması dikkate alınacak şekilde, su kaynaklarının korunmasıyla ilgili yasalarla düzenlenmiş hükümlere uygun kullanılmalıdır.
- Toprağın pH değeri 5’ten küçükse stabilize arıtma çamuru toprağa uygulanamaz. pH değeri 5–6 arasında olan topraklarda stabilize arıtma çamurunun kullanılması hâlinde, artan taşınabilirlik dikkate alınarak gerekli görülürse belirlenmiş sınır değerler Bakanlık tarafından düşürülebilir.
- Stabilize arıtma çamurunun uygulanmasından belli bir süre geçmeden otlama yapılması ya da hayvan yemlerinin hasadının yapılması söz konusu ise otlak ya da hayvan yemi ürünlerinde özellikle coğrafi ve iklim durumları dikkate alınarak belirlenecek olan süre, hiçbir durumda üç haftadan az olmayacaktır.
- Stabilize arıtma çamurlarının, içme suyu havzalarının mutlak koruma alanlarında ve diğer yüzey sularına 50 metreden yakın olan alanlara uygulanması yasaktır.
- Stabilize arıtma çamurlarının taşkın alanlarında ve taşkın tehlikesi olan alanlarda, don ve karla kaplı alanlarda toprağa uygulanması yasaktır.
- Yüzey akış tehlikesi olan alanlarda toprak muhafaza tedbirleri alınmadan stabilize arıtma çamurunun uygulanması yasaktır.
- Stabil arıtma çamurunun toprakta on yıllık ortalama esas alınarak her yıl uygulanması hâlinde toprağa verilebilecek maksimum ağır metal miktarları EK I-C’de verilen değerleri aşmaması zorunludur.
- Eşdeğer nüfus kapasitesi bir milyon kişinin üzerinde olan tesislerde oluşan arıtma çamurlarının en az % 90 kuru madde değerine kadar kurutulması zorunludur.

➤ **Kompostun toprakta kullanılması**

Kompostun toprakta kullanılabilmesi için;

- C/N oranının 35'ten daha büyük olması hâlinde kompost reaksiyonunun optimum şartlarda cereyan edebilmesi için reaktörde komposta azot beslemesinin yapılması,
- Kompostun, organik madde muhtevasının kuru maddenin en az % 35'i oranında olması,
- Piyasaya sürülen kompostun su muhteva oranının % 50'yi geçmemesi,
- Piyasaya sürülen kompost içinde cam, cüruf, metal, plastik, lastik, deri gibi seçilebilir maddelerin toplam ağırlığın % 2'sini geçmemesi,
- Üretilen kompostun ağır metal muhtevaları en az altı aylık aralarla ihtiva ettikleri kurşun, kadmiyum, krom, bakır, nikel, cıva ve çinko yönünden analizlerinin yapılması,
- Kompostun kullanılacağı toprağın Toprak Analiz Belgesi'nde yer alan parametre analizlerinin on iki ayda bir belgelendirilmesi,
- Toprak ve kompost numunelerinin usulüne ve tekniğine uygun olarak alınması ve tüm kütleyi temsil edici olması,
- Toprak analizleri sonucu, topraktaki ağır metal içeriklerinin yer alan değerleri aşması hâlinde söz konusu toprakta kompostun kullanılmaması,
- Kompostun toprakta 10 yıllık ortalama esas alınarak her yıl uygulanması hâlinde, ağır metaller itibari ile toprağa verilen yükün verilen değerleri aşmaması gerekir.

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg/kg Fırın Kuru Materyal)
Kurşun	1200
Kadmiyum	40
Krom	1200
Bakır	1750
Nikel	400
Çinko	4000
Cıva	25

Tablo 2.1: Toprakta kullanılacak stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal muhtevaları

Toprak Örneğinin Alındığı	İl	
	İlçe	
	Köy	
Faaliyet Sahibi (Adı Soyadı)		
Faaliyet Türü		
Toprak Örneğinin Alındığı Derinlik		
Numunenin Alındığı Tarih		
Numune Alan Kişinin Adı		
Yetiştirilecek Ürün Çeşidi		
Parsel Nu		
Numune Alınan Alanın Büyüklüğü (Dekar)		
Toprak Analizleri	Sonuçlar	Analiz Metodu
Kurşun (mg/kg Fırın Kuru Toprak)		
Kadmiyum "		
Krom "		
Bakır "		
Nikel "		
Cıva "		
Çinko "		
Azot "		
Fosfor "		
PH		
Organik Madde		

Numune Analiz Tarihi: .../.../....

Açıklama:

Analizi Yapan

.....

.....

Analizi Yapan

.....

.....

Kontrol Eden

.....

.....

Onaylayan

.....

.....

Tablo 2.2: Toprak analiz belgesi

Ağır Metaller	Aritma Çamuru Analizi	Analiz Metotları
Kurşun (mg/kg Fırın Kuru		
Kadmiyum "		
Krom "		
Bakır "		
Nikel "		
Cıva "		
Çinko "		
Azot "		
Fosfor "		
pH		
C/N		
Kuru Madde		
Yanma Kaybı		
Organik Madde		
Aritma Çamurunun Stabilizasyonu İçin Uygulanan Aritma Yöntemi		

Numune Analiz Tarihi: .../.../....

Açıklama:

Analizi Yapan

.....

.....

Analizi Yapan

.....

.....

Kontrol Eden

.....

.....

Onaylayan

.....

.....

Tablo 2.3: Stabilize arıtma çamuru analiz belgesi

İzin Belgesinin		Tarihi:../../.....	Sayı:.....
Arıtma Çamuru Üreticisinin	Adı Soyadı		
	Ticari Unvanı		
	Adresi		
Arıtma Tesisinin	Adı		
	Adresi		
Kullanılacak Arazinin	Adresi		
	Parsel Nu		
	Alanı (da)		
Yetiştirilecek ürün çeşidi			
Kullanılmasına İzin Verilen Maksimum Stabilize Arıtma Çamurunun Kuru Madde Miktarı (ton/da/yıl)			
İzin Verilen Alanda Stabilize Arıtma Çamuru Kullanımının Tekrarlanma Süresi (yıl)			

Açıklama:

Bu izin belgesi yukarıda adı ve soyadı/unvanı yazılı müracaat sahibine ../../.....tarih ve sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nin 10’uncu maddesine istinaden 3 (üç) yıllığa verilmiştir.

Yetkili Amir
İmza-Mühür-Tarih

Tablo 2.4: Stabilize arıtma çamuru kullanım izin belgesi

➤ **Örnek alma ve analiz metotları**

- **Toprak örneği alma:** Analiz için alınan temsili toprak örnekleri normalde aynı amaçla tarım yapılan 50 dekarı aşmayan bir arazi üzerinden alınan 25 örneğin karıştırılmasıyla meydana getirilecektir. Ancak büyük ölçekli aynı amaçla tarım yapılan alanlardan valiliğin onayı ile 200 dekarı aşmayan bir arazi üzerinden 25 örneğin karıştırılmasıyla temsili toprak örneği alınabilir.
Örneklerin toprak derinliği 25 cm'nin altında olması hâli hariç, 25 cm derinlikten alınması gereklidir. Toprak derinliğinin bu değer altında olması hâlinde örneğin alındığı derinlik 10 cm'nin altına düşmemelidir.
- **Stabilize arıtma çamuru örneği alma:** Stabilize arıtma çamuru örneği stabilizasyon işleminden sonra kullanıcıya gönderilmesinden önce ve çamur üretimini temsil edecek şekilde en az 25 farklı numunenin karıştırılmasıyla oluşturulur.
- **Analiz metotları:** Ağır metal analizi kuvvetli asit parçalanmasını takiben gerçekleştirilmelidir. Referans analiz metodu, asgari atomik absorpsiyon spektrometri olmalı ve her bir metal için tespit sınırı uygun sınır değerinin % 10'undan yüksek olmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Arıtma çamurlarının kullanım alanlarını gösteren duvar panosu hazırlayınız.

İşlem basamakları	Öneriler
➤ Arıtma çamurlarının kullanım alanlarını inceleyiniz.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz. ➤ Yaşadığımız yerleşim yerindeki il ve ilçe çevre koruma müdürlüklerinden yardım alabilirsiniz.
➤ Tarımsal alanlarda kullanılmasının özelliklerini araştırınız.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz. ➤ Yaşadığımız yerleşim yerindeki il ve ilçe çevre koruma müdürlüklerinden yardım alabilirsiniz.
➤ Ormanlık arazilere kullanılmasının özelliklerini araştırınız.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz. ➤ Yaşadığımız yerleşim yerindeki il ve ilçe çevre koruma müdürlüklerinden yardım alabilirsiniz.
➤ Arazi iyileştirme de kullanılmasının özelliklerini araştırınız.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz. ➤ Yaşadığımız yerleşim yerindeki il ve ilçe çevre koruma müdürlüklerinden yardım alabilirsiniz.
➤ Kompostlaştırmada kullanılmasının özelliklerini araştırınız.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz. ➤ Yaşadığımız yerleşim yerindeki il ve ilçe çevre koruma müdürlüklerinden yardım alabilirsiniz.
➤ Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'ni inceleyiniz.	➤ İnternet ve yazılı basın kaynaklarından yararlanabilirsiniz.
➤ Elde ettiğiniz verileri sıralayınız.	➤ Araştırdığımız bilgileri birbiri ile ilişkilendirebilirsiniz. ➤ Önem sırasına göre sıralama yapabilirsiniz.
➤ Elde ettiğiniz verilerle ilişkili resim, şema vb. görsel araştırması yapınız.	➤ İnternet, dergi broşür gazete haberleri vb. kaynaklardan yararlanabilirsiniz.

<p>➤ Hazırlayacağınız panonun taslağını oluşturunuz.</p>	<p>➤ Düşündüğünüz şekil, büyüklük, kullanacağınız araç gereç için ön hazırlık yapabilirsiniz.</p> <p>➤ Elde ettiğiniz verileri nasıl yerleştireceğinize karar verebilirsiniz.</p>
<p>➤ Karar verdiğiniz pano üzerine bilgi verilerinizi yerleştiriniz.</p>	<p>➤ Verilerinizin bir kompozisyon oluşturmaya dikkat edebilirsiniz.</p>
<p>➤ Karar verdiğiniz pano üzerine görsel verilerinizi yerleştiriniz.</p>	<p>➤ Verilerinizi vurgulayıcı nitelikte olmasına dikkat edebilirsiniz.</p>
<p>➤ Panonuza başlık yazınız.</p>	<p>➤ İlgi çekici ve merak uyandırıcı olmasına dikkat edebilirsiniz.</p>
<p>➤ Çalışmanızı arkadaşlarınız ile paylaşınız.</p>	<p>➤ Yaptığınız çalışmanın süreci ve amacından söz edebilirsiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Miktarları her geçen gün artan arıtma çamurlarının çevresel sorunlar yaratmaması için uygun yöntemlerle bertarafı gerekmektedir.
2. () Organik gübre ve toprak düzenleyici olarak uygun özellikler taşıyan arıtma çamurlarının tarımda kullanılmaları ile hem çamur bertarafı gerçekleştirilemez hem de tarımsal üretimde ekonomik kazanç sağlanamaz.
3. () Arıtma çamurlarının araziye uygulanmasında çamur, bitki besin elementleri içeren inorganik bir kaynak olarak ele alınmaktadır.
4. () Çiftlik gübreleriyle karşılaştırıldığında arıtma çamurlarının azot ve fosfor içeriği yönünden tarımsal anlamda değerli olduğu ancak potasyum değerinin çiftlik gübrelerine göre her zaman daha düşük değerler gösterdiği görülmektedir.
5. () Arıtma çamurlarından tarımsal faydalanmanın temel prensibi çamurun tarım arazilerine agronomik oranlarda uygulanmasıdır.
6. () Arıtma çamuru uygulanacak toprağın pH'sının 5,5 veya daha yüksek olması istenir.
7. () Arıtma çamuru uygulanacak toprakların anyon değiştirme kapasitesi, toprağın ağır metalleri bağlama yeteneğinin bir göstergesi olduğu için bu açıdan da incelenmesi gerekmektedir.
8. () Arıtma çamurunun tarımsal araziye uygulanmalarında yeraltı su kaynaklarına olan uzaklığı önemli değildir.
9. () Ülkemizde arıtma çamurları genellikle katı atık olarak bertaraf edilmektedir.
10. () Arıtma çamurlarının ormanlık alanlara uygulanmasıyla organik madde içeriğiyle yumuşak killi toprakların geçirgenliğini ya da kumlu toprakların su tutma kapasitesini arttırarak ormansal toprakların özelliklerini geliştirmektedir.
11. () Arıtma çamurlarının ormanlık alanlara uygulanması ormanların insan besin zincirinin bir parçası olmaması sebebiyle tarımsal uygulamalara kıyasla insan sağlığı açısından daha az risk taşımaktadır.
12. () Arıtma çamurlarının verimsiz arazilerin iyileştirilmesinde başarıyla kullanılabilmesini sağlayan çamur özelliklerinin başında çamurun organik madde içeriği gelmektedir.
13. () Arazi iyileştirme amaçlı yapılan tek seferlik uygulamalarda araziye verilen çamur miktarı genellikle tarımsal amaçlı kullanımlarda verilen miktardan az olmalıdır.
14. () Arıtma çamurları düşük besin maddesi içeren toprakların takviye edilmesi açısından da değerli bir kaynaktır.
15. () Araziye uygulanması düşünülen çamurların ağır metal içeriği ve tuzluluk yönünden toprağa yapacağı etkiler göz ardı edilmemelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Arıtma çamurunun yalnızca küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı sudur; bu nedenle büyük hacimler kaplar.
2. () Ön çökeltme havuzu kendiliğinden çökebilecek katı maddelerin tabanda, yüzebilen maddelerin ise yüzeyde toplanmasını sağlar.
3. () Anaerobik çürütme ile uçucu katı maddelerin % 50'si giderilir, koku azaltılır ve önemli oranda hastalık yapıcı organizmaların giderimi sağlanır.
4. () Arıtılmış atık çamur içinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu özelliğini veren maddeleri içerir.
5. () Farklı atık su özelliklerinden dolayı her atık suyun arıtımı için uygulanan arıtma işlemleri de farklı olmaktadır.
6. () Birincil arıtım yöntemi daha çok fiziksel yöntemleri kapsar ve özellikle büyükşehirlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.
7. () Aktif çamur sistemi, küçük yerleşim yerlerine ait atık suların ve biyolojik olarak ayrışabilen endüstri sularının arıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.
8. () İyi işletilen kompostlaştırma sistemlerinde bozunma sırasında sıcaklık yaklaşık olarak 600°C'ye kadar yükselir.
9. () Çamur kompostlaştırma işlemlerinin çoğunda PH=5 civarında olduğundan mevcut azotun tamamı tutulamaz.
10. () Kompostlaştırma, sağlık ve estetik açıdan kullanıma uygun ürün elde edilen hayvan gübresi ve kereste tozu gibi ikincil ürünler ile karıştırılmış çamurların havalandırıldığı biyolojik çamur stabilizasyon yöntemidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	A
5	D
6	B
7	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	D
6	Y
7	Y
8	Y
9	D
10	D
11	D
12	D
13	Y
14	D
15	D

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	D
3.	D
4.	Y
5.	D
6.	D
7.	Y
8.	Y
9.	Y
10.	Y

KAYNAKÇA

- AYVAZ Z., “**Atık Su Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesi**”, ÇEVKOR Dergisi, 9 (35): 3–12, 2000.
- BİLGİN N., H. EYÜPOĞLU, H. ÜSTÜN, “**İkinci Kademe Arıtılmış Kentsel Nitelikli Atık Su Arıtma Çamurlarının Arıtımında Kullanılma Olanakları**”, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü, 12-15, Ankara, 2000.
- BİLGİN N., H. EYÜPOĞLU, H. ÜSTÜN, “**Biyokatıkların (Arıtma Çamurlarının) Arazide Kullanımı**”, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü – ASK, 1 – 72, Ankara, 2002.
- DAVIS R., J. HALL, “**Production, Treatment and Disposal of Wastewater Sludge in Europe from UK Perspective**”, European Water Pollution Control, 7 (2): 9-17, 1997.
- EPA–625/1–83–016, **Land Application of Municipal Sludge Proces Design Manual**, USEPA, 59 – 65, 1983.
- EYÜPOĞLU F., “**Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu**”, Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, T-67: 35 – 47, Ankara, 1999.
- FAO, “**Wastewater Treatment and Use in Agriculture**”, FAO Irrigation and Drainage, 47: 77, Rome, 1992.
- FİLİBELİ A., “**Arıtma Çamuru Tanımı ve Çamur Kaynakları**”, Arıtma Çamurlarının İşlenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 1 – 25, İzmir, 1998.
- FİLİBELİ A., “**Arıtma Çamurlarının İşlenmesi ve Bertarafı**”, Arıtma Tesislerinin Tasarım ve İşletim Esasları Kursu, İzmir, 1998.
- FİLİBELİ A., N. BÜYÜKKAMACI, “**Arıtma Çamurlarının Bertarafında Mevcut Yasal Mevzuat ve Eksiklikleri**”, 3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, 1–11, 1999.

- GÜNEŞ T. S., **Arıtılmış Atık Suyun ve Arıtma Çamurlarının Geri Kazanımı**”, Çevre Mühendisliği Uygulamaları, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 188 – 189, Ankara, 2002.
- HARRİS P., E. F. REDENTE, K. A. BARBARİCK, **“Sewage Sludge Application Effectson Runoff Water Quality in Semiarid Grassland”**, Journal of Environmental Quality, 24:1, 1995.
- HARRİSON E., M. MCBRİDE, D. BOULDİN, **“Land Application of Sewage Sludges: An Appraisal of the US Regulations”**, International Journal of Environmentand Polution, 11 (1): 1-36, 1999.
- KIZILKAYA R., T. ASKIN, C. GÜLSER, S. GENÇOĞLU, **“Extractable Heavy MetalConstentsin Alkaline Risky Soils of Çarsamba Plain”**, 2rd International Symposium and New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications, 25-32, Tekirdağ, 2000.
- LİNDEN D., W. LARSON, D. DOWDY, C. CLAPP, **“Agricultural Utulization ofSewage Sludge”**, A Twenty Year Study at The Rosemount AgriculturalExperiment Station University of Minnesota, Minnesota, 53-57, 1996.
- RAGAZZİ M. **“Production, Treatment and Disposal of Sludge in Italy”**, European Water Pollution Control, 7(2): 42–46, 1997.
- SMİTH S. R. **“Agricultural Recycling of Sewage Sludge and The Environment”**, CAB International, Guildford, 6:8, 1996.
- SORT X., ALCANİZ J. M., **“Contiribution of Sewage Sludge to Erosion Control inThe Rehabilitations of Limestone Quarries”**, Land-Degration and Devolopment, 7:1, 1996.
- STEFFEN H. **“Evsel Atık Su Nitelikli Arıtma Tesisleri Atıklarının İşlenmesine Ait Tasarılar”**, Su ve Atık Sular Ekonomisi Sempozyumu, 24 – 29, Ankara, 1995.
- **Tarsus Atık Su Arıtma Tesisinden Çıkan Biyokatının Arazide Kullanım Olanakları**, Taslak Rapor, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü, 15–18, Ankara, 2002.

-
- TOPRAK H., “**Aritma Çamurlarının Nihai Bertaraf Yöntemleri**”, Atık Su Aritma Sistemlerinin Tasarım Esasları 2, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 1–18, İzmir, 2000.
 - TOPRAK H., **Çamurların Susuzlaştırılması**, Çevre Mühendisliği Uygulamaları, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 153 – 160, Ankara, 2002.
 - Türk Çevre Mevzuatı, “**Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**”, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2, 775–831, Ankara, 1999.
 - Türk Çevre Mevzuatı, “**Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**”, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2, 855–877, Ankara, 1999.
 - U.S. EPA, “**Land Application of Biosolids, Process Design Manual**”, USEPA, Cincinnati Ohio, 12–21, 1994.
 - <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc81.htm>
 - <http://e-kutuphane.cmo.org.tr/pdf/500.pdf>
 - <http://www.mam.gov.tr/>
 - <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum08.pdf>