

Sızıntı Suyunun Elektrokoksidasyon Prosesi İle Arıtılması

^{1*}Ceyhun Akarsu, ¹Fadime Taner and²Azize Ayol

¹Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Mersin Üniversitesi, Türkiye

² Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Özet

Sızıntı suyu kompleks yapıda ve yüksek kirletici özellikte kirlilik yüküne sahiptir. Bu çalışmada arıtımı zor olan sızıntı suyunun elektrokoksidasyon prosesi ile arıtılması çalışılmıştır. Laboratuvar ölçekli çalışmada kimyasal oksijen ihtiyacı ve katı madde parametrelerinin zamana bağlı giderim analizleri yapılmıştır. Çalışma için gerekli sızıntı suyu İzmir çöp deponi alanından alınmıştır. Titanyum, anot ve katot elektrot olarak kullanılmıştır. Çalışmada elektriksel iletkenlik 20 ms/cm, pH 8,5 – 9,5 elektriksel potansiyel fark 15V olarak ayarlanmıştır. Belirtilen şartlarda işletilen proseste 30. ve 60. dakikalarda örnekler alınmış ve bu örnekler üzerinde standart metodlar kullanılarak analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda 30 dakika işletilen reaktörde KOİ gideriminin %83, katı madde gideriminin ise %33 olduğu saptanmıştır. 60 dakika işletilen reaktörde ise KOİ gideriminin %85, katı madde gideriminin ise %31 olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektro oksidasyon, titanyum elektrot, sızıntı suyu, KOİ, katı madde

Application Of Electrooxidation Process For Treating Leachate

^{1*}Ceyhun Akarsu, ¹Fadime Taner and²Azize Ayol

¹Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Mersin University, Turkey

²Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Dokuz Eylul University, Turkey

Abstract

Leachate has high pollute characteristics and a very complex structure. Many treatment methods have been used to treat but it is hard to supply discharge standards. Study is carried out to reduce COD and suspended solids in leachate by using electrooxidation process in a laboratory scale. The samples of leachate were taken from landfill site in İzmir. Titanium electrode was used as an anode and cathode for both. Effect of parameters including electrical conductivity (20 mS/cm), initial pH (8,5 – 9,5), reaction time (30 – 60 min.), electrical potential difference (15V), were investigated. The results showed that COD removal efficiency was determined 83% and suspended solids removal efficiency was determined 33% for 30 min of reaction time. After 60 min of reaction time, the results showed that COD removal efficiency was determined %85 and suspended solids removal efficiency was determined 31%.

Keywords: Electrooxidation, titanium electrode, leachate, COD, SS

1. Giriş

Türkiye’de ve dünyada sanayileşmenin artması ve temiz su kaynaklarının giderek azalmasından dolayı düşük maliyet ve yüksek verim sağlayan alternatif arıtma teknolojilerine ilgi giderek artmaktadır. Gün geçtikçe farklı arıtma metodları ortaya çıkmaktadır. Geliştirilmeye çalışılan bu tekniklerin gelişen sanayiye ayak uydurabilmesi en önemli etkidir. Son zamanlarda geliştirilmeye çalışılan bu teknolojilerden biride elektrooksidasyonprosesidir. Proses avantajlarından dolayı birçok atıksu ile çalıştırılmaktadır.

Sızıntı suyu kompleks yapıda ve yüksek kirletici özellikte kirlilik yüküne sahiptir. Diğer atıksu çeşitlerine göre daha konsantre yapıya sahiptir. Organik ve inorganik yapıda kirletici yüküne sahip sızıntı suyunun deşarj standartlarını sağlaması için birden fazla proses ile arıtılması uygundur.Bu nedenle sızıntı sularının elektrooksidasyon ile arıtılabilirliği önem taşımaktadır.

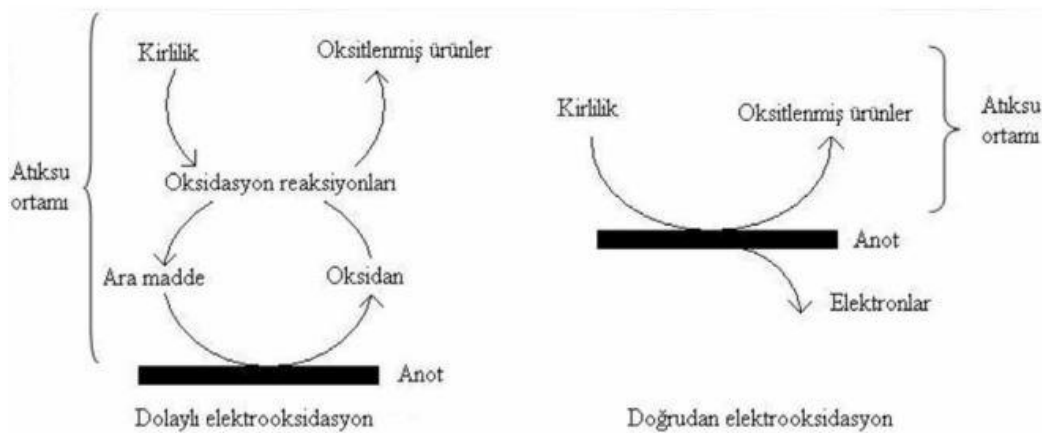
Çalışma kapsamında elektro oksidasyonprosesinin sızıntı suyundaki organik ve inorganik maddelerin giderilebilirliği üzerine çalışılmıştır.

2. ElektrooksidasyonProsesi

Bu proses temelinde inert özellik gösteren metal elektrotların kullanıldığı reaktörde organik maddelerin dolaylı veya doğrudan oksitlenmesine dayanır.

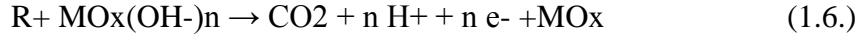
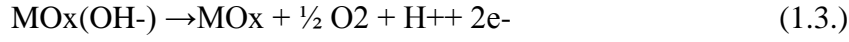
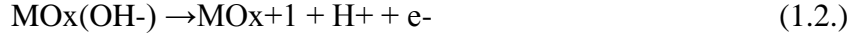
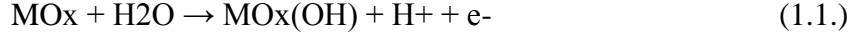
Doğrudan anodikproseste kirleticiler ilk önce anot yüzeyine adsorbe olurlar ve daha sonra anot yüzeyinden elektron transferi gerçekleşir[1]. Organik kirleticilerin doğrudan oksidasyon hızı, anodun aktif noktalarına organik bileşiklerin difüzyon hızı ve uygulanan akım şiddeti yardımıyla anodun katalitik aktivitesine bağlıdır.

Dolaylı elektrooksidasyon süresince organik maddelerin oksidasyonununda etkili olan klor, hipoklorit, hidrojen peroksit ve ozon gibi ajanlar anodik olarak üretilebilir[2,3]



Şekil 1.Elektrooksidasyonprosesinde kirleticilerin parçalanması[3].

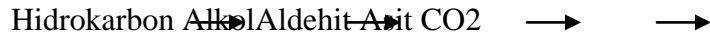
Metal yüzeyinde gerçekleşen elektrooksidasyon reaksiyonları genel olarak şu şekilde gerçekleşmektedir[4]:



Elektrooksidasyonun gerçekleşmesini sağlayacak ikinci bir yol ise organik molekülün dışında bazı iyon ya da moleküllerin elektrokimyasal tepkimeye katılması ve bu tepkime sonucu oluşan radikallerin oksidasyonu sürdürmesidir.

Bu durumda organik maddenin oksidasyonu metal yüzeyindeki elektrokimyasal tepkimeden sonra ama dolaylı olarak elektrokimyasal tepkimenin devamı şeklinde çözüldüğü gerçekleşecektir. Böyle bir oksidasyonu doğrudan elektrooksidasyon olarak adlandırmak yerinde bir tanım olmayabilir. Olay bir kimyasal oksidasyon olup elektrokimyasal bir tepkimenin devamı niteliğindedir. Asıl tepkimenin (organik maddenin oksidasyonu) kimyasal basamakta yürüdüğü çok basamaklı bir elektrokimyasal tepkime mekanizması söz konusudur. Bundan dolayı elektrooksidasyon olarak kabul edilmektedir(4).

Diğer taraftan oksidasyon doğrudan organik molekülün anoda adsorplanıp okside oluyorsa anodik oksidasyon olarak adlandırılır. Bir alifatik hidrokarbonun anodik yükseltgenmesindeki basamaklar şöyledir.



Elektrooksidasyon prosesinin alternatif arıtma teknolojilerine kıyasla birçok avantajı vardır(5).

a) Basit araç gereç gerekmektedir. Ayrıca basit işletme parametreleri ile iyi bir verim elde edilebilmektedir.

b) Elektrooksidasyon arıtım yöntemleriyle birçok kirletici bir arada giderilebilir. Yani alternatif proseslerde belli kontaminantları gidermede birkaç proses ardarda kullanılabilir. Ancak elektrooksidasyon prosesinde bu kirleticiler tek bir prosesle giderebilmektedir.

c) Düşük enerji ihtiyacından dolayı gereken enerji kolayca karşılanabilir.

d) Elektrokimyasal arıtım prosesleri düşük bakım maliyeti ve iş gücü gerektirir.

e) Yüksek sıcaklıklar proses için herhangi bir problem oluşturmamaktadır,

f) Elektrooksidasyon sonucu oluşan anodik klor, dezenfektan gibi davranır,

2.1 Elektrooksidasyonprosesi işletme parametreleri

Elektrooksidasyonprosesi verimi belirli faktörlerin kontrolü ile optimize edilebilmektedir. Bu faktörler aşağıdaki gibidir.

2.1.1 Elektrot tipi

Elektrooksidasyonprosesinin verimini etkileyen en önemli parametrelerden birtanesidir. Elektrooksidasyonprosesinde yaygın olarak titanium, platin ve alüminyum oksit gibi elektrotlar kullanılmaktadır.

2.1.2 Akım yoğunluğu

Yapılan çalışmalarda en çok dikkat edilmesi gereken parametrelerden biridir. Prosesin verimi ile birlikte işletme maliyeti üzerine etkisi vardır. Bununla birlikte reaktöre uygulanan akım arttıkça arıtım süresi azalmaktadır.

2.1.3 Arıtma süresi

Diğer arıtma proseslerinde olduğu gibi elektrooksidasyon prosesinde de arıtma süresi reactor işletmesinde önemli parametredir. Çünkü arıtma süresi olması gerekenden az olursa istenilen verimde arıtma gerçekleştirilemeyecektir. Eğer bu süre uzun olursa da maliyet üzerine istenilmeyen etkileri olacaktır.

2.1.4 pH

pHelektrooksidasyonprosesinde hidroksil radikallerinin oluşumunda önemli etkisi vardır. Elektrooksidasyonprosesinde serbest haldeki OH⁻ 'lerin radikaller ile birleşmesi sonucu pH zamanla azalmaktadır. Bu sebeple giderim verimi başlangıç pH'ıyla birlikte son pHlara da bağlıdır.

2.1.5 Diğer parametreler

Yukardaki tüm bu parametreler dışında reaktördeki kimyasal reaksiyonların istenildiği gibi gerçekleşmesi için sıcaklık ve elektriksel iletkenlik gibi parametrelerin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

2.2.Sızıntı suyunun elektrooksidasyonprosesi ile arıtılması

Çöp deponi alanlarında, çöp döküm ve preslenme işlemleri sonrasında oluşan sızıntı suyunun depolama alanının tabanından drenaj boruları ile ayrılarak havuzlarda toplanması sağlanmaktadır. Sızıntı suyu özelliği; katı atık bileşenleri, depo yaşı, depo alanının hidrojeolojik durumu, depo içindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktiviteler, katı atıktaki su miktarı, ısı, pH, redox potansiyeli, stabilizasyon derecesi, katı atık depolama yüksekliği, depolama sahasının işletilmesi ve iklim şartlarına göre değişir[6].

Sızıntı suyunun diğer elektrokimyasal prosesler ile arıtılması üzerine yapılmış çalışmalar olsa da elektrooksidasyon prosesini ile sızıntı suyu arıtımı üzerine yapılan çalışmalar çok kısıtlıdır.

2.3 Materyal ve metod

Çalışmalar süresince 600 mL' lik bir reaktör (cam beher) kullanılmış olup bu reaktörde kesikli olarak çalışılmıştır. Çalışma boyunca Titanyum elektrotlar kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar süresince elektrotlar arası mesafe 6,5 cm'dir. Yapılan çalışmalarda elektrotun mevcut yüzey alanının %80 ile 90'lık kısmı su içinde kalması sağlanmıştır. Reaktöre besleme çalışma öncesinde gerçekleştirilmektedir.

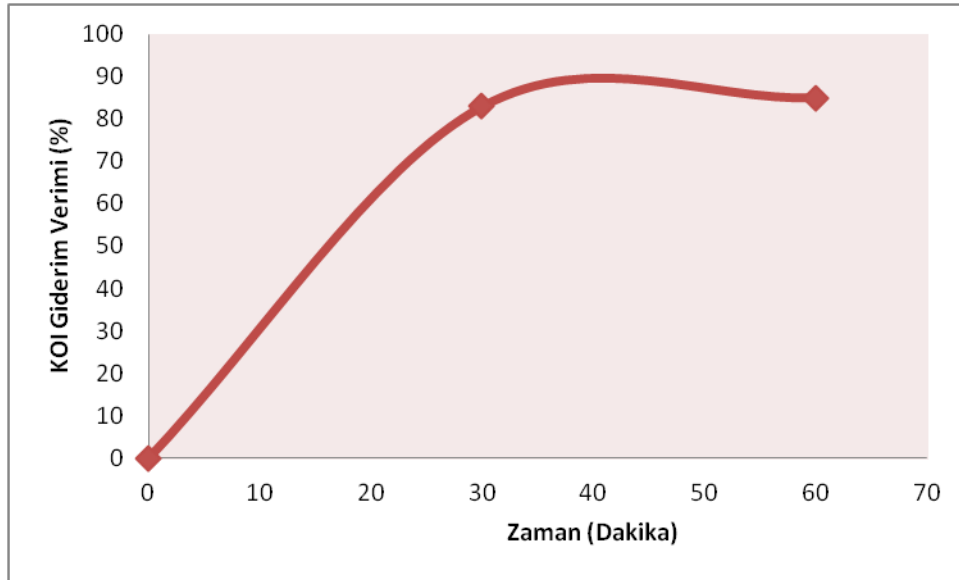
Tablo 1. Katı Atık Depolama Alanı sızıntı suyunun özellikleri

Parametre	Birim	Değer
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg O ₂ /L	38000
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	7200

600 mL'lik beherde elektrooksidasyon prosesine maruz bırakılan numuneden 30. ve 60. dakikada örnekler alınıp analiz yapılmıştır. Analizler Standart Methods' a göre yapılmıştır.

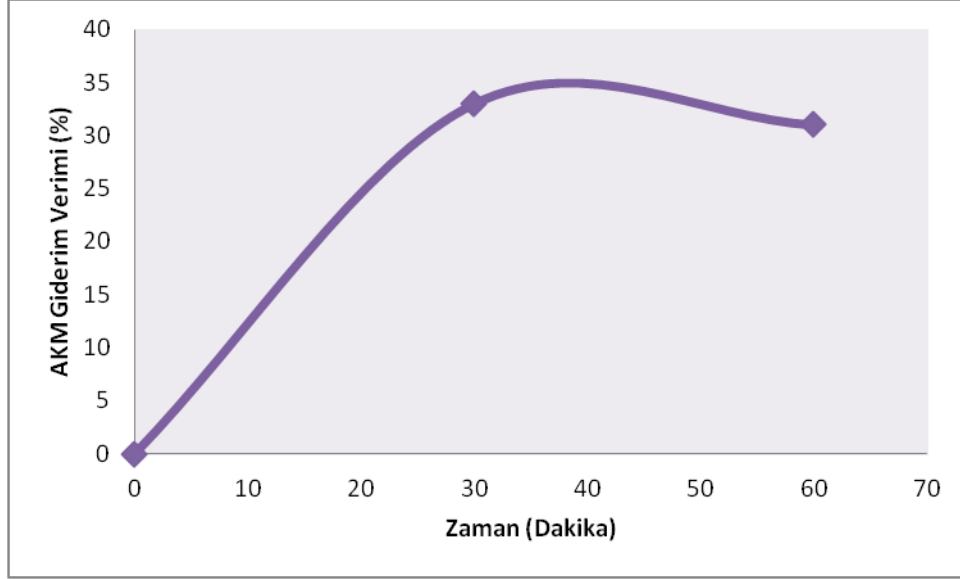
3. Sonuçlar

Çalışmada elektriksel iletkenlik 20 ms/cm, pH 8,5 – 9,5 elektriksel potansiyel fark 15V olarak ayarlanmıştır. Bu parametreler ile çalıştırılan reaktörde 30 dakikada ve 60. dakikada giderim aşağıdaki gibidir.



Şekil 2. Sızıntı suyunda KOİ giderimi

Bu çalışmada işletme parametrelerinden biri olan akım süresinin arıtım verimi üzerine etkisi de araştırılmıştır. KOİ giderim sonuçları incelendiğinde giderim veriminin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. 60. dakika sonunda giderim verimi daha fazla olsa da iki sonucun birbirine yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Sızıntı suyunda AKM giderimi

Aynı numuneler için 30. ve 60. dakikalarda AKM giderimine bakıldığında yüksek AKM konsantrasyonuna sahip sızıntı suyunda sonuçlar şekildeki gibidir.

4. Değerlendirme

Reaktörde gerçekleşecek reaksiyonlar için uygun şartlar sağlandığında elektrooksidasyonprosesi ile sızıntı suygideriminin mümkün olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma sonucunda 30 dakika gibi kısa sayılabilecek arıtma süresinde 38.000 mg O₂ / L KOİ yüküne sahip sızıntı suyunda %83 giderim olduğu saptanmıştır. Aynı sürede AKM' de %31 giderim olduğu belirlenmiştir.

Elektrooksidasyonprosesi işletme kolaylığı, düşük maliyeti ve görüldüğü üzere yüksek giderim verimi ile birçok avantaja sahip ve farklı sanayi atıksularında çalışılmaya yatkın bir prosestir. Sanayi bakımından gelişmiş ülkelerde elektrokimyasal arıtma metotları büyük önem kazanmıştır. Bu sebeple çalışma kapsamında prosesin genel işleyişi, avantajları- dezavantajları ile ilgili bilgi verilmiş ve yüksek organik ve inorganik madde içeriğine sahip sızıntı suyunun arıtma parametrelerinden biri olan zamana bağlı giderilebilirliği üzerine çalışılmıştır.

Tüm bu verilen bilgiler ve araştırma sonuçları göstermiştir ki elektrooksidasyon sızıntı suyunun arıtımında kullanılabilecek bir prosestir.

Kaynaklar

- [1] Chiang, L.C., Chang, J.E., Wen, T.C. Indirect oxidation effect in electrochemical oxidation treatment of landfill leachate. *Water Research* 1995;29(2):671-678.
- [2] Vlyssides, A.G., Israilides, C.J., Loizidou, M., Karvouni, G., Mourafeti, V. Electrochemical treatment of vinasse from beet molasses. *Water Sciences and Technology* 1997;36(2-3):271-278.
- [3] Fil, A.B., Boncukluođlu, R., Yılmaz, A.E., Bayar, S. Antep Fıstığı İşleme Atıksularının Elektrokimyasal Yöntemiyle Ön Arıtım Çalışmaları. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 2012;2(2): 29-36.
- [4] Avcu F. Atık Sulardaki Fenolün Elektrokimyasal Arıtılması İçin Elektroaktif Elektrot Geliştirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi* 2010:14.
- [5] İlhan, F., Kurt, U., Apaydin, O., Gonullu, M.T. Elektrokimyasal Arıtım Uygulamaları: Katı Atık Sızıntı Suyu Çalışmaları. *TÜRKAY* 2007.
- [6] Yıldız, Ş. Depolama Sahalarında Sızıntı Suyu Ve Depo Gazinin Yönetimi. *Katı Atıkların Düzenli Depolanması & Vahşi Depolama Sahalarının Rehabilitasyon Eğitimi* 2006.