

AĞIR METAL İÇEREN ENDÜSTRİYEL ATIK SULARIN EVSEL ATIK SULARLA BİRLİKTE AKTİF ÇAMUR YÖNTEMİYLE ARITILMASI

Ayşe SELEK MURATHAN¹ . M. Ercengiz YILDIRIM²

ÖZET: Metal iyonları ihtiva eden endüstriyel atık sular, evsel atık sularla birlikte aktif çamur yöntemiyle arıtmaya çalışıldı. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam askıda katı madde değerleri saptandı ve arıtma etkinlikleri elde edildi. Ayrıca atık sularda bulunan bakır ve krom metallerinin arıtmaya etkileri yorumlandı.

ANAHTAR KELİMELELER: Aktif çamur yöntemi, Endüstriyel ve evsel atık sular, Ağır metal iyonları

CO-TREATABILITY OF DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTEWATERS CONTAINING HEAVY METAL IONS BY ACTIVATED-SLUDGE METHOD

ABSTRACT: Co-treatment of domestic and industrial wastewaters containing heavy metal ions has been investigated by activated sludge proces. Biological oxygen demand, chemical oxygen demand, and total suspended solid values were determined and the treatment efficiency was evaluated. It was also studied the effects of copper and chromium metals in wastewaters on the treatment efficiency.

KEYWORDS: Activated sludge method, Industrial and domestic wastewater, Heavy metal ions

¹ Ayşe SELEK MURATHAN, Türk Standartlar Enstitüsü Necatibey Cad. No: 112, 06100 ANKARA

² M. Ercengiz YILDIRIM, Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi, Kimya Müh. Bölümü, Meşelik Kampüsü, 26480 ESKİŞEHİR. Tel: 239 28 40

1. GİRİŞ

Atık suların menşei evsel ve endüstriyel atık sular olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bir şehirden kanalizasyona verilen atık suların evsel kökenli oldukları varsayılırsa da şehirde bulunan ticarethane, imalathane, hastane vb. kaynaklardan zehirli ve mikroplu atık suların da kanalizasyona verildiği unutulmamalıdır. Fabrikalar kurulurken kolay su temini amacıyla akarsulara yakın yerler tercih edilir. Özellikle çevre konusunda hassas olunmadığı zamanlarda kurulan tesislerde herhangi bir arıtma gereği duyulmadan, atıksular doğrudan akarsulara verilebilmekte idi. Endüstriyel tesis sayısının artması ve bunun yanında hiçbir arıtma tesisinin kurulmaması, birçok problemi beraberinde getirmiştir. Sonuçta atık su alıcı ortama verilmeden önce fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemlerden geçirmek gereği önem kazanmıştır. Uygulanacak bir işlem üzerine atık suyun ihtiva ettiği kimyasal maddelerin tesirlerinin bilinmesi önemlidir [1].

Cıva, krom, bakır, çinko ve alüminyum bileşiklerinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) üzerindeki zehirlilik etkisi bir respirometre kullanılarak incelenmiştir. Bu metallerin bileşikleri yapay bir ortama verildiğinde, havalandırma sistemindeki bakteri büyümesi ve buna bağlı olarak BOİ olumsuz olarak etkilenmektedir. $HgCl_2$, $HgSO_4$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $K_2Cr_2O_7$, $ZnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ bileşiklerinin zehir etkisi bilinmektedir [2].

Bir laboratuvar çalışmasında ağır metal gideriminin fizikokimyasal ve biyolojik mekanizmaları, aktif çamurda etkin ve etkin olmayan tutulma, metal tutulmasını etkileyen biyolojik faktörler ve metal adsorplayıcı olarak aktif çamur potansiyeli incelenmiştir [3].

Evsel atık suda aktif çamurun oksijen tutma yeteneği, değişik derişimlerde kobalt, antimon, çinko ve kalsiyum içeren ortamlarda incelenmiştir. Çinkonun oksijen tutmasını önemli ölçüde etkilemediği, çamur derişimi artarken metal etkisinin azaldığı ve oksijen tutulmasının orantılı olarak artmadığı görülmüştür [4].

Cu^{2+} , Zn^{2+} ve Ni^{2+} metallerinin aktif çamur üzerindeki etkileri, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) giderme etkinliği açısından incelenmiştir. Deneyler değişik ağır metal derişimlerinde yürütülmüş ve bakırın en fazla etkili olduğu, bunu sırasıyla çinko ve nikelin izlediği bulunmuştur. Bu ağır metallerin karışımları, ayrı ayrı olan etkilerinin toplamından daha az etki göstermiştir [5].

Endüstri atık sularının evsel atık sularla birlikte arıtılabilmelerinin indirgenebilirlik faktörü yardımıyla belirlendiği bir çalışmada, aktif çamur sisteminin yüksek bir arıtma verimi sağladığı ve birlikte arıtımın ayrı ayrı arıtmadan daha ekonomik olduğu vurgulanmıştır [6].

Evsel ve endüstriyel atık suların birlikte arıtılarak tekrar kullanılmasının incelendiği başka bir çalışmada, ön çöktürücüden alınan evsel atık suyun % 50 ' si doğrudan doğruya havalandırma tankına, geri kalanı da endüstriyel atık suyun bulunduğu fenol giderme havuzuna verilmiştir. Endüstriyel atık suya bir berraklaştırıcıda sülfürik asit katılarak pH 6 ' da tutulmuş ve yağ giderimi sağlanmıştır. Atık su aktif çamur tankından geçirildikten sonra ağır metalleri gidermek için iki kademeli havuz kullanılarak önce indirgenme, ikinci kademede nötürleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir; hem BOİ ve KOİ istenilen seviyeye düşürülmüş, hem de ağır metallerde hemen hemen tam giderme sağlanmıştır [7].

Kesikli çalışan biyolojik arıtma sisteminde çeşitli endüstri atık sularının kirlilik konsantrasyon değişiminin bakterilerin solunum etkinliklerine etkisi; çalışma solunumu ve özgül solunum etkinlikleriyle incelenmiş ve biyolojik indirgenebilirlikleri araştırılmıştır. Petrol ve metal endüstrisi atık sularının kent arıtma tesislerinde arıtılamıyacağı sonucuna varılmıştır [8].

Kanalizasyon atık suyunda metal gideriminin mekanizmalarının incelendiği kadmiyum, krom ve bakır iyonlarının giderimi araştırılan çalışmada; aktif çamur arıtımında oluşan kadmiyum ve bakır çözünebilirliği, aktif çamurun bulunduğu tanktaki taşmada bulunan aneorobik katıların ilavesine göre muhtemelen önemli miktarda olduğu, benzer şekilde kromun etkilenmediği gözlenmiştir. Başka bir çalışmada ise aynı mekanizmayla kurşun, nikel ve çinkonun davranışını incelemişlerdir. Kurşunun aktif çamurdaki katılarla önemli ölçüde birleştiği, çözeltideki nikel ve çinkonun prosesin herhangi bir kısmında önemli ölçüde etkilenmediği belirlenmiştir [9-10].

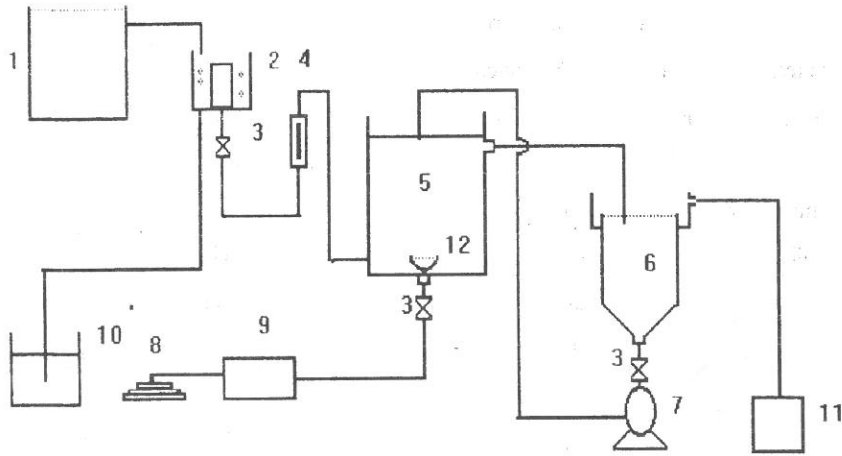
Özellikle metal endüstrisi atık sularının çeşitli ağır metal iyonları içerdikleri bilinmektedir. Endüstriyel atık suların içerdikleri ağır metal iyonlarının biyolojik arıtıma etkisi, endüstriyel ve evsel atık sularla birlikte arıtılması konusuna açıklık getirmesi bakımından önemlidir.

Bu çalışmada evsel atık suların endüstriyel atık sularla birlikte arıtılmasına ağır metallerin etkileri incelendi. Çeşitli parametreler belirlenerek arıtma etkinliği belirlenmeye çalışıldı.

II. MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmanın yapıldığı düzenek Şekil 1'de görülmektedir. Endüstriyel atık sular, Eskişehir Organize Sanayii ve Lokomotif Fabrikası atık sularının Porsuk çayına boşaltım noktalarından alındı. Giderek azalan oranlarda evsel atık suyla karıştırılarak endüstriyel atık suların aktif çamur yöntemiyle arıtımları yapıldı. Endüstriyel atık suyun arıtımında, ortama biyolojik arıtım için gerekli azot ve fosforu sağlamak amacıyla hesaplı miktarlarda $(NH_4)_2 HPO_4$ ilave edilerek gerektiğinde pH ayarında yapıldı. Atık su yavaş yavaş beslenerek bakterilerin ortama uyumu sağlandı. Daha sonra atık su besleme hızı 1.3 l/h olarak sabit tutuldu. Bu besleme hızı sistemde 5.2 saat kalma süresine

karşılık geldi. Sistem yatışkın hale 5 saat içerisinde geldiği için artılmış su örnekleri bu süreden sonra alındı. Çalışma süresince yapılan bütün deneylerde havalandırma hızı 97 l/h, çamur hacim indeksi 30 l/kg dolayında sabit tutulmaya çalışıldı. Atık su numunesi alınmasından hemen sonra sıcaklık ve pH ölçümleri ile çözülmüş oksijen tayinleri yapıldı. BOİ, KOİ, askıda katı madde (TAK), toplam katı madde tayinleri ise laboratuvarında arıtmadan önce ve arıtmadan sonra olmak üzere iki kez gerçekleştirildi. Ağır metallerin tayini, Shmadzu-210 UV-Spektrofotometreyle yapıldı. Deney metodları Tablo 1`de verilmiştir. Evsel atık suyun, organize sanayii ve lokomotif fabrikasının atık sularının özellikleride Tablo 2`de verilmiştir.



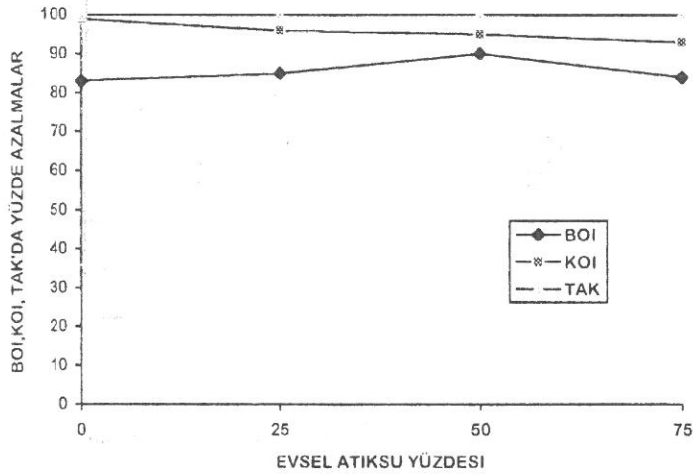
Şekil 1. Deney düzeneği: 1. Besleme tankı, 2. Sabit debi düzeneği, 3. Cam musluklar, 4. Rotametre, 5. Havalandırma tankı, 6. Çöktürme tankı, 7. Peristaltik pompa, 8. Hava pompası, 9. Kuru gaz sayacı, 10. Fazla atık su toplama kabı, 11. Arıtılmış su toplama kabı, 12. Hava dağıtıcısı

III. TARTIŞMA VE SONUÇ

Şekil 2`de organize sanayii, Şekil 3`te lokomotif sanayii için toplam atık su içindeki evsel atık su yüzdesine karşı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam askıdaki katı maddede yüzde azalmalar verilmiştir. Organize sanayii atık suyu için Şekil 2 incelendiğinde BOİ`de görülen olumlu durum, KOİ için az da olsa değişmektedir. Bu da endüstriyel atık suda bulunan ve yükseltgenen kimyasalların varlığından ileri gelmektedir. TAK`da ise %100 arıtım sağlanmıştır.

Tablo 1. Spektrofotometre cihazıyla yapılan analizlerin metodları

| Madde | Deney metodu |
|----------------|-------------------------------|
| Fosfat-Fosforu | Kalay klorür-Amonyum molibdat |
| Amonyum-Azotu | Nessler metodu |
| Nitrit-Azotu | Sülfanilik asit-Naftilamin |
| Nitrat-Azotu | Sülfanilik asit-Naftilamin |
| Nikel | Hidroksilamin-Hidroklorür |
| Siyanür | Pridin-prizalon |
| Bakır | Fenantrolin |
| Çinko | Ditizon |
| Kadmiyum | Ditizon |
| Kurşun | Ditizon |
| Krom | Difenilkarbazid |

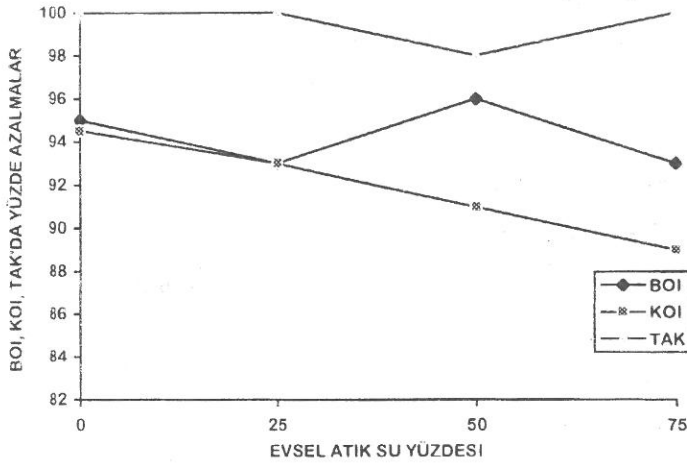


Şekil 2. Organize sanayii atık suyunun evsel atık su ile birlikte arıtımında, evsel atık su yüzdesine karşı, BOI, KOI, TAK' da yüzde azalma.

Tablo 2. Evsel atık su ile organize sanayii ve lokomotif fabrikası atık sularının analiz sonuçları

| Parametreler | Evsel atık su | Lokomotif Fabrikası | Organize Sanayii |
|-----------------------------|---------------|---------------------|------------------|
| ÇÖ, mg/l | 4.5 | 3.8 | 5.4 |
| Sıcaklık, °C | 24 | 24 | 18 |
| pH | 7.9 | 7.9 | 7.5 |
| Çökebilir katılar, ml/l | 5.0 | < 1.0 | < 1.0 |
| Toplam askıdaki katı, mg/l | 44 | 28 | 36 |
| Toplam katı, mg/l | 1568 | 528 | 732 |
| BOİ ₅ , mg/l | 172 | 230 | 217 |
| KOI, mg/l | 342 | 660 | 484 |
| Organik azot, mg/l | 15.30 | 36.00 | 3.20 |
| Amonyum- azotu, mg/l | 30.00 | 27.00 | 3.20 |
| Nitrit-azotu, mg/l | 0.00 | 0.015 | 0.012 |
| Nitrat-azotu, mg/l | 0.40 | 1.70 | 2.00 |
| Toplam fosfat-fosforu, mg/l | 0.4 | 0.10 | 0.04 |
| Yağ - Gres, mg/l | - | 141 | 62 |
| Siyanür, mg/l | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Toplam Krom, mg/l | 0.00 | 0.45 | 0.70 |
| Bakır, mg/l | 0.00 | 4.50 | 0.00 |
| Çinko, mg/l | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Kurşun, mg/l | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nikel, mg/l | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Lokomotif sanayii atık suyu için Şekil 3 incelendiğinde, artmış atık suların izin verilen üst sınır değerlerinin altında özellikler taşıdığı ve artmanın BOİ, KOİ ve TAK'da azalmalar açısından olumlu olduğu görülmektedir. Lokomotif sanayii atık suyunda 4.5 mg/l bakır, 0.45 mg/l krom ve 141 mg/l yağ ve gres, organize sanayii atıksuyunda ise 0.70 mg/l krom, 62 mg/l yağ ve gres bulunmasının biyokimyasal artım üzerine olumsuz bir etkisi görülmemiştir.



Şekil 3. Lokomotif fabrikası atık suyunun evsel atık su ile birlikte arıtımında, evsel atık su yüzdesine karşı, BOİ, KOİ, TAK' da yüzde azalma

Çalışma şartlarımıza göre evsel ve endüstriyel atık suların birlikte arıtımında herhangi bir olumsuz durum gözlenmemiştir. Yağ-gres, renk gibi özelliklerin önemli ölçüde azaldığı kalitatif olarak gözlenmiştir.

SEMBOLLER

BOİ : Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

ÇO : Çözünmüş oksijen

KOİ : Kimyasal oksijen ihtiyacı

TAK : Toplam askıdaki katı madde

KAYNAKLAR

- [1] Selek, A., *Eskişehir evsel ve endüstriyel atık suların aktif çamur yöntemiyle birlikte arıtılabilirliği*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1988.
- [2] Berkün, M., "Effect of inorganic metal toxicity on BOD-I, methods for the estimation of BOD parameters II", *Water Research*, vol: 16, pp. 559-564, 1982.
- [3] Lester, J.N. and Sterrit, R.R., "Microbial accumulation of heavy metals in wastewater treatment processes", *Soc. Appl. Bacteriol Symp. Ser.*, vol: 14, pp.141-153, 1985.

- [4] Hartz, K.E., Zone, A.T., Bhagat, S.K., "The effect of selected metals and water hardness on oxygen uptake of activated- sludge", *JWPCF*, vol: 57 (a), pp. 942-947, 1985.
- [5] Vian, A., Mirada, F., Rodrigez, J.J., "Copper, zinc and nickels effects on activated sludge", *Journal of Environmental Science Health, Part A*, vol: 20, no: 7, pp. 823-835, 1985.
- [6] Samsunlu, A., "Kullanılmış Suların Evsel Pis Sularla Birlikte Arıtılabilmesi", TÜBİTAK. 7. Bilim Kongresi, ÇAG Teblięleri, ss. 259-265, İstanbul, 1980.
- [7] Sloan, W. H., "Irrigation of public use areas by land aplication of combined industrial and domestic waste effluent", *JWPCF*, vol: 56, no: 5, pp. 474-481, 1984.
- [8] Kestioęlu, K. ve şengül, F., "İzmir yöresindeki bazı endüstriyel sıvı atıklarının biyolojik ayrışabilirliklerinin incelenmesi", Çevre 83, II. Ulusal Çevre Mühendislięi Sempozyumu. İzmir, 1983.
- [9] Goldstone, M.E., Kirk, P.W.W., Lester, J. N., "The behaviour of heavy metals during wastewater treatment 1. Cadmium, chromium and copper", *Sci. Toptal Environ.*, vol: 95, pp. 233-252, 1990.
- [10] Goldstone, M.E., Kirk, P.W.W., Lester, J. N., "The behaviour of heavy metals during wastewater treatment 2. Lead, nickel and zinc", *Sci. Toptal Environ.*, vol: 95, pp. 253-270, 1990.