



TMMOB ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
2 ULUSAL ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ
İstanbul, 4-5 Aralık 1997

SANAYİLEŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE ATIKSU YÖNETİMİ

Meltem SARIOĞLU, U BALI

Bildirinin tar: metni elimize ulaşmamıştır



TMMOB ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
2. ULUSAL ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ
İstanbul, 4-5 Aralık 1997

**GLOBALLEŞEN EKONOMİDE EŞİTSİZLİK (DENGESİZ) TEKNOLOJİ-
FİNANSMAN POLİTİKALARI**

Nurhan AL TINAKAR

Bildirinin tam metni elimize ulaşmamıştır.



TMMOB ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
2 ULUSAL ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ
İstanbul, 4-5 Aralık 1997

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ANLAYIŞINDA YENİ TEKNOLOJİLERE BİR ÖRNEK

İpek Bakkaloğlu

Çevre Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara

ÖZET: Yirminci yüzyıl, geçmişten gelen birikimlerin de yardımıyla teknoloji çağı olmuştur ve dolayısıyla endüstri son dönemde çok hızlı gelişme göstermiştir. Ancak bu hızlı gelişme sürecinde insan, varoluşunun temelini oluşturan doğayı ikinci plana itmiştir. Kontrolsüz gelişen endüstrilerin yan etkileri bu endüstriler yaygınlaşmadan farkedilememiş ve yaşanan felaketler sonrasında ancak 1980'lerde, gelişmiş ülkelerde oluşmaya başlayan çevre bilinci ile sürdürülebilir kalkınma tanımı ortaya atılmıştır. Pek çok uzmanlık alanının ortak çalışmasını gerektiren sürdürülebilir kalkınma anlayışını gerçekleştirilmede çevre mühendislerine büyük görev düşmektedir. Bu anlayış dahilinde atık minimizasyonunu ön plana çıkaran yeni "temiz teknoloji"lerin önem kazanmasına rağmen, halen artım gerektiren pek çok teknoloji bulunmaktadır ve bu nedenle binlerce araştırma projesi yeni artım teknolojileri üretmek amacıyla çalışma yapmaktadır. Unutulmaması gereken en önemli gerçek, bu bilimsel çalışmaların ve sonuçlarının gerçek hayatta uygulanabilirliği yani ekonomik yükümlülükleridir. Bu anlayış dahilinde geliştirilen artım teknolojilerine verilebilecek önemli örneklerden bir tanesi biyoteknoloji başlığı altında bulunan, ağır metal içeren atıksuların biyosorpsiyon yöntemiyle arıtılmasıdır. Örnek olarak incelenen teknoloji; ağır metallerin atık biyokütle yardımıyla sudan ayrıştırılması, biyokütle üzerinde biriken metallerin bir solüsyon yardımıyla biyokütleden ayrılarak küçük bir hacimde konsantrasyonu ve konsantre olmuş metallerin elektroliz yöntemiyle geri kazanımını içermektedir. Henüz gelişmekte olan bir ülke olması bakımından, Türkiye, yeni artım teknolojilerinden ve sürdürülebilir kalkınma anlayışından uzak durmamalı, günümüzün gelişmiş ülkelerinin düştüğü yanlışlara düşmemelidir ki bu da ancak çevre bilincinin geliştirilmesi ve çevre mühendisliğine gereken önemin verilmesi ile gerçekleştirilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: sürdürülebilir kalkınma, çevre mühendisliği, yeni teknoloji, artım, ağır metal, biyosorpsiyon

AN EXAMPLE FOR INNOVATIVE TREATMENT TECHNOLOGIES WITHIN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT

SUMMARY: The twentieth century, together with the gathered experience from the past, has been the century of technology, inducing rapid industrialisation. In this rapid development stage, humanity disregarded the nature which is the very basis of his being. The harmful side effects of the uncontrolled industries have not been realised until they were widespread and eventually, only after some unfortunate disasters, in the 1980's, with the evolving environmental consciousness in the developed countries, sustainable development concept was put forward. The realisation of

sustainable development concept requires a multi-dimensional approach, in which a significant role is given to environmental engineers. Although new "clean technologies" favouring waste minimisation is gaining importance, there are still numerous industries in need of treatment for their wastes and due to this reason, thousands of research projects are implemented on the design of new treatment processes. The most important fact that should be considered during these studies is the applicability of these scientific studies and their results to reality, that is, the financial burden associated with them. An important treatment technology developed regarding the stated criteria, uses biosorption technology for the removal of heavy metals from industrial wastewaters. The stated technology involves; removal of heavy metals from the wastewater by waste biomass, desorption of the metals from the biomass using a solution therefore concentrating the metals in a small volume and lastly recycling of the metals via electrolysis. Being a developing country, Turkey should not stay away from the new treatment technologies and sustainable development concept so that the same mistakes that the developed countries made would not be repeated. This can only be realised with the development of environmental consciousness and by showing environmental engineering the importance that it deserves.

KEYWORDS: sustainable development, environmental engineering, innovative treatment technology, heavy metals, biosorption

GİRİŞ

İnsanoğlu, çok eski zamanlardan bu yana, zekası ve araştırmacı doğası dolayısı ile sürekli bir gelişme süreci içindedir. Yapılan her yenilik ve gerçekleştirilen her buluş, ardından binlercesini doğurmaktadır. Özellikle yirminci yüzyıl, geçmişten gelen birikimlerin de yardımıyla teknoloji çağı olmuştur. Endüstri, son dönemde çok hızlı gelişme göstermiş ve en kaliteliyi en ucuz elde etmeyi amaçlayan teknolojiler geliştirilmiştir. Ancak bu hızlı gelişme sürecinde insan, kendi varoluşunun temelini oluşturan doğayı ikinci plana itmiştir.

Geliştirilen yeni teknolojilerin yan etkileri ancak bu teknolojiyi kullanan endüstriler yaygınlaştıktan sonra anlaşılabilmiş, yeni gelişmelerin dünyanın ve insan yaşamının temel taşlarını oluşturan öğelere zarar verdiği çok geç farkedilebilmiştir. Bu gelişmelerin verdiği zararlar, ancak insanlara kadar ulaştığında çözüm alternatifleri üzerinde durulmaya başlanmıştır. Örneđin, geliştirildiğinde Nobel ödülünü kazanan ve sonradan kullanımı çok yaygınlaşan kimyasal DDT'nin insan vücudunda kanser oluşumu ile olan potansiyel ilişkisinin ortaya çıkışı, Japonya'nın Minemata koyunda yaşanan ve geniş bir kitleyi etkileyen cıva zehirlenmesi veya İngiltere'nin Times ırmağının endüstriyel atıklar dolayısı ile tamamen ölü bir nehir durumuna gelmesi, bu ilgisizlik ve bilgisizliğe binlercesi arasından verilebilecek birkaç örnektir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA TANIMININ DOĞUŞU VE ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında, hızlanarak artmaya devam eden teknolojik gelişmelerin yan etkileri, öncelikle bunların gerçekleştiği gelişmiş ülkelerdeki insanlar tarafından algılanmaya ve tepki ile karşılanmaya başlamıştır Bunun sonucunda ise çokca sorulan ‘Teknoloji yararlı mıdır, zararlı mı?’ sorusu gündeme gelmiştir Oysa sorgulanan “teknoloji”nin tanımı olmalıdır Teknolojinin tanımının, yalnızca üzerinde teknolojik gelişmeler uygulanan cismin, ya da prosesin tek odak noktası olan insana etkisinin ötesinde, doğanın diğer tüm öğelerine olan etkilerini kapsamı gerektiği gerçeği anlaşılmalıdır

Teknolojik gelişmelerin, yalnızca daha çok üretmek, kapasiteyi daha çok arttırmak ya da daha lüks yaşamak doğrultusunda değil de, insana ve yaşadığı çevreye olan etkilerinin, bugün ve geleceği de içine alan bir zaman dilimi içinde değerlendirilmesi gerektiği düşünülerek, gelişme ile çevre arasında bir bağlantı eksikliği olduğu saptanmış ve 1980’lerin ilk yarısında Brutland Raporu ile ilk kez “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ortaya atılmıştır Sürdürülebilir kalkınma, teknolojik boyutu ile düşünüldüğünde, en genel anlamıyla, yapılan teknolojik gelişmelerin, çevre ve dolayısıyla insan sağlığı ile uyumlu olarak gerçekleştirilmesi ve gelecek nesillere şu anda sahip olduğumuz doğal kaynakların tahrip edilmeden bırakılması gerektiğini açıklamaktadır Bu boyut çerçevesinde ekonomi, çevre yönetimi, kaynakların doğru kullanımı, geri kazanım, “temiz teknolojiler”, atık minimizasyonu, artma gibi pek çok öge düşünülmelidir Çevre mühendisliği, işte tam bu noktada kaçınılmaz olarak karşımıza çıkmaktadır Pek çok uzmanlık alanının ortak olarak çalışmasını gerektiren sürdürülebilir kalkınma anlayışını gerçekleştirebilmek için, tüm bu değişik uzmanlık alanlarının çevre bilinci önkoşulu altında toplanması gerekmektedir Doğal kaynakların dengeli kullanımı, eski teknolojilerin iyileştirilmesi ve/veya yeni “temiz teknoloji”lerin geliştirilebilmesinde çevre mühendislerine büyük görev düşmektedir Özellikle insan yaşamından ve endüstrilerden kaynaklanan atıkların en sağlıklı ve en ucuz biçimde bertaraf edilmesi çevre mühendislerinin görevi olarak karşımıza çıkmaktadır

Son yıllarda, özellikle gelişmiş ülkelerde, çevre mühendisliği çok büyük önem kazanmıştır Amerika’da yapılan son araştırmalar, mühendislik dalları arasında çevre mühendisliğinin en çok ilgi gören ve çok yüksek ekonomik kaynaklara sahip olan dallardan biri olduğunu göstermektedir

YENİ ARITIM TEKNOLOJİSİ

Çevre mühendisliğinde, sürdürülebilir kalkınma anlayışı dahilinde, prosesler ve öncelikleri değişmiştir Geçmişte, herhangi bir atık için ilk önce düşünülen bertaraf alternatifleri iken, artık, sorunları kaynağından çözmeye yöntemleri öncelikli olarak kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 1)



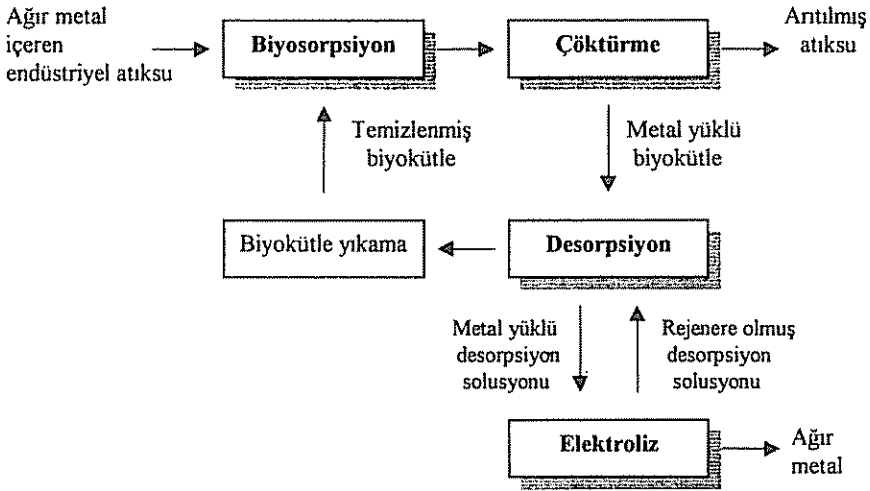
Şekil 1. Atık Yönetim Hiyerarşisi (Haas ve diğerleri, 1991)

Esas olan, büyük oranda atık üreten teknolojilerde yapılacak değişiklikler ile atık minimizasyonu sağlamak ve geri kazanımı ön plana çıkartmaktır. Bu hiyerarşi dahilinde, arıtma (toksisite azaltılması) sonlarda yer almaktadır, buna rağmen yeri yadsınamaz düzeyde büyüktür çünkü günümüzde, atığın kaçınılmaz olduğu pek çok teknoloji bulunmaktadır. Bu nedenle, binlerce araştırma projesi yeni arıtma teknolojileri üretmek amacıyla çalışma yapmaktadır. Tüm bu araştırmalar sırasında unutulmaması gereken en önemli gerçek, bu bilimsel çalışmaların ve sonuçlarının gerçek hayatta uygulanabilirliği yani ekonomik yükümlülükleridir, çünkü günümüzde parasal kaynak, bu projelerin gerçekleştirilmesindeki en önemli parametrelerden birisidir.

Ekonomik ve etkin arıtma teknolojilerine verilebilecek önemli örneklerden bir tanesi biyoteknoloji başlığı altında bulunan, ağır metal içeren endüstriyel atıksuların biyosorpsiyon yöntemiyle arıtılmasıdır. Biyosorpsiyon, genel olarak metallerin, organik maddelerin veya başka elementlerin biyolojik maddeler tarafından sudan arındırılmasıdır (Gadd, 1992). Ağır metallerin biyosorpsiyonu ilk olarak 1949'da Ruchoft tarafından araştırılmış ve sonrasında özellikle 1980'lerde başlayan yoğun çalışmalar ile bu teknoloji önem kazanmıştır. Geliştirilen arıtma teknolojisinin gerçek hayata uygulanabilir olması için biyosorpsiyonda kullanılan maddenin ucuz ve büyük oranlarda elde edilebilir olması çok önemlidir. Avrupa Topluluğu (AT) ülkeleri, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde çalışılan bu teknolojinin, ticari boyutta denemesi dahi yapılmıştır (Brierley ve diğerleri, 1986; Brierley, 1990). Bu teknolojiye, bir fermentasyon endüstrisi atığından oluşturulan öğütülmüş *Bacillus*, ağır metallerin atıksudan temizlenmesi için kullanılmıştır.

Her alanda atık minimizasyonunun gündemde olduğu şu dönemde, arıtım sonunda yeni bir atık üretilmemesi çok önemlidir. Maddenin yokolamayacağı gerçeğinden yola çıkılırsa, geriye kalan tek alternatif geri kazanma olmaktadır. Biyosorpsiyon yöntemiyle atıksu arıtımı sağlayan ve İngiliz-Yunan ortak çalışmasıyla ortaya çıkan bir başka arıtma teknolojisi, son yıllarda yapılan çalışmalar ile özellikle belirtilen koşulları sağlaması bakımından büyük başarı sağlamıştır. Bu teknoloji, ağır

metallerin atık biyokütle yardımıyla sudan ayrıştırılması, biyokütle üzerinde biriken metallerin bir çözelti yardımıyla biyokütleden ayrılarak küçük bir hacimde konsantrasyonu ve konsantre olmuş metallerin elektroliz yöntemiyle geri kazanımını içermektedir (Şekil 2) (Butter ve diğerleri, 1995; Butter ve diğerleri, 1997; Sheikh ve diğerleri, 1996)



Şekil 2. Biyosorpsiyon-Desorpsiyon ve Elektroliz ile ağır metallerin endüstriyel atıksulardan arıtılması teknolojisinin genel proses şeması (Butter ve diğerleri, 1995)

Şekilde görüldüğü gibi, ağır metallerin arıtımında ilk aşama, endüstriyel atıksuyun biyokütle ile karşılaştırılmasıdır. Burada gerek reaktör tasarımı, gerekse de biyokütlenin formu çok önemlidir. Bu aşamada, endüstrilerden atık madde olarak sağlanan biyokütle, proseste kullanılmadan önce yıkama dışında hiçbir ön hazırlamaya tabi tutulmamaktadır. Böylelikle, biyokütle, taşınma masrafları haricinde sisteme hiçbir ekonomik yükümlülük getirmemekte ve arıtımın en önemli kademesinde büyük bir verim sağlamaktadır. Proses dahilinde değişik endüstrilerden sağlanan atık biyokütlelerin biyosorpsiyon verimi de denenmiştir (Bakkaloğlu ve diğerleri, 1997), böylelikle yalnızca bir tür değil, değişik biyokütlelerin de farklı metallerin arıtımındaki ve sistemdeki genel verimi gözlenmiştir. İkinci aşamada ağır metal yüklü biyokütle arıtılmış olan atıksudan çöktürme ile ayrılmakta ve yeniden kullanılmasını sağlamak amacıyla desorpsiyona gönderilmektedir. Desorpsiyon aşamasında yüksek konsantrasyonda tuz çözeltisi ile metaller küçük hacimde, konsantre bir şekilde suya geçirilerek biyokütle temizlenmektedir. Metal geri kazanımının sağlandığı elektroliz aşamasında ise biyokütleden metalleri ayrıştırmak için kullanılan çözeltiden yararlanılmaktadır. Sonraki aşamalarda aynı çözelti, yeniden biyokütleden metal ayrıştırılması için kullanılabilir.

Geliştirilen bu arıtım teknolojisinin en önemli özelliği, ağır metalleri sudan uzaklaştırırken, herhangi bir yeni atığa sebep olmaması ve yeniden kazanımı ön plana almasıdır. Bu sayede, ağır metal içeren endüstriyel atıksu arıtılmakta, ağır metaller de yeniden kullanılabilir şekilde geri kazanılmakta ve aynı zamanda atık olarak elden çıkarılmak istenen biyokütle yararlı bir amaç için kullanılmaktadır. Sistemdeki tüm su, her yeni döngüde temizlenip kullanılabilir olduğundan, arıtma sırasında hiçbir atık oluşmamaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere, yapılan araştırmaların gerçek hayatta uygulanabilirliği ancak ekonomik açıdan kabul edilebilirlikleri ile ölçülebilir. Ticari boyutta denendiğinde ekonomik sorunlar ile karşılaşmadan, geleneksel arıtma teknolojileri ile boy ölçüşebilmesi için yeni teknolojinin ekonomik açıdan avantajlı olması çok önemlidir ve geliştirilen bu prosese parasal değeri olmayan atık biyokütle kullanılması ve ağır metal geri kazanılması bu avantajı sağlamaktadır.

SONUÇ

Yeni atık oluşturmadan, geri kazanım ve atık minimizasyonunu temel alarak arıtma sağlayan biyosorpsiyon teknolojisi, sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde endüstriyel atıksu arıtımında geçerli bir seçenek olma yolundadır.

Türkiye, henüz gelişmekte olan bir ülke olması bakımından, sürdürülebilir kalkınma anlayışından ve avantajlı yeni teknolojilerden uzak durmamalıdır. Şimdiye dek gelişme uğruna yapılan hataların düzeltilmesi ve yeni gelişmelerin de çevre ile paralel bir biçimde yürütülmesi, Türkiye'nin gelecekte, diğer gelişmiş ülkelerin düştüğü yanlışlara düşmemesini ve daha sağlıklı bir gelişme ortaya koymasını sağlayacaktır. Bu da ancak genel çevre bilincinin geliştirilmesi ve işinde uzman ve yetkili çevre mühendislerinin varlığı ile başarılabılır.

KAYNAKLAR

Bakkaloğlu, İ., Butter, T. J., Evison, L. M., Holland, F. S. ve Hancock, I. C. (1997) Screening of Various Types of Biomass for Removal and Recovery of Heavy Metals (Zn, Cu, Ni) by Biosorption, Sedimentation and Desorption, değerlendirme aşamasında.

Brierley, J. A., Brierley, C. L. ve Goyak, G. M. (1986) AMI-BIOCLAIM: A New Wastewater Treatment and Metal Recovery Technology, R. W. Lawrence, R. M. R. Branion ve H. G. Ebner (editörler) *Process Metallurgy 4. Fundamental and Applied Biohydrometallurgy*, Elsevier, Amsterdam, 291-304.

Brierley, J A (1990), Production and Application of a *Bacillus*-Based Product for use in etals Biosorption, Volesky, B (editör), **Biosorption of Heavy Metals**, CRC Press, Boca Raton, 305-312

Butter, T J , Evison, L M , Hancock, I C ve Holland, F S (1995) Removal and Recovery of Cadmium From Diluted Aqueous Streams by Biosorption, Elution and Electrolysis, **Proceedings of 9th Forum for Applied Biotechnology**, Med Fac Landbouww Univ Gent, 2581-2584

Butter, T J , Evison, L M , Hancock, I C , Holland, F S , Matis, K A , Philipson, A , Sheikh, A I ve Zouboulis A I (1997) The Removal and Recovery of Cadmium From Dilute Aqueous Solutions by Biosorption and Electrolysis at Laboratory Scale, **Wat. Res.**, basım aşamasında

Gadd, G M (1992) Biosorption, **J.Chem.Technol. and Biotechnol.**, **55(3)**: 302-304

Haas, C N ve Vamos, R J (1995) **Hazardous and Industrial Waste Treatment**, Prentice – Hall Inc , USA, 57-59

Sheikh, A I , Holland F S , Evison L M and Anderson G K (1996) Electrochemical abstraction of cadmium from dilute solutions using the Rotating Cathode Cell, **51st Purdue Industrial Waste Conference Proceedings**, Lewis Publishers Inc , Chelsea, Michigan

