

TEHLİKELİ ATIKLAR

Çalmazsa olmaz cep telefonları, her gün daha da güzelleşmek için yığınla para yatırdığımız kozmetikler, ufacık bir baş ağrısına bile çözüm olsun diye kullandığımız ilaçlar, evlerimiz hoş koksun, pırıl pırıl ve hijyenik olsun diye hiç kısımadan bol bol kullandığımız temizlik malzemeleri, dünyadan daha kolay haberdar olabilmek için başından kalkmadığımız bilgisayarlarımız... Bunlar yalnızca, vazgeçemediğimiz kalabalık bir listenin bir yerine iliştirdiklerimiz. İşte, sanayi tüm bu vazgeçemediğimiz tüketim maddelerinin üreticisi. Yani, bizim gereksinimlerimize yanıt veren büyük bir alan. Ancak, tüm bu gereksinimlerin üretimi sürecinde bir de istenmeyen yan ürünler çıkıyor:

Tehlikeli atıklar. Elbette tüm sanayi atıkları bu sınıfa girmiyor. Tehlikeli olması için, patlayıcı, çürütücü, aşındırıcı, kolay reaksiyona giren ve zehirli olması gerekiyor. Asbest, boya atıkları, PCB'ler, ağır metaller, boya atıkları, çözücüler, bu atıklardan yalnızca bir kısmı. Bir zamanlar, gelişmenin ve sanayileşmenin kaçınılmaz bir sonucu olduğu düşünülen bu atıklarla baş edebilmek için tüm dünyada alarm zilleri çalmaya başladı. Peki ya Türkiye'de siren sesleri duyuluyor mu?

Yoksa, "şimdilik her şey yolunda" mı diyoruz?

1950'li yıllar... ABD'de Niagara Şelalesi'ne yakın, Aşk Kanalı diye çok romantik bir adla bilinen eski bir kanal. Bu kanal, 1950'li yıllara kadar yakınındaki büyük bir kimya fabrikasının atıklarına ev sahipliği yapmış. Kanal dolunca, fabrika sahibi şirket de, oluşturduğu kimyasal çöplüğün üstünü güzelce kapatıp belediyeye hibe etmiş. Zamanla, eski çöplüğün üstüne bir mahalle kurulmuş, bir de okul inşa edilmiş. 1970'li yıllara gelindiğinde, mahallelerin bodrum katlarında esrarengiz kimyasal sızıntılar başlamış. Önce çocuklarda, sonra da yetişkinlerde birbiri ardına çıkan sağlık sorunları mahalle sakinlerini dehşete düşürmüştü. Bunların nedeniyse, yıllarca süren bir dizi iz kovalamaca sonunda ancak ortaya çıkarılabildi.

Buna benzer olaylar, Amerika'nın başka bölgelerinde ve Hollanda, Almanya gibi çeşitli Avrupa ülkelerinin pek çok yerinde de izlendi ve hâlâ da izleniyor. İleri kimya sanayiine sahip ülkelerde, sızıntı yaptığı ancak son yıllarda keşfedilen yüzlerce sanayi çöplüğü bulunuyor. Ancak, bu olayların tümünde de, sorun ortaya çıktığında çok geç kalınmış oluyor. Çünkü toprağa ve yer altı sularına karışmış bu kimyasal zehirleri, varillerine yeniden koymaya olanak yok.

Peki, kimya sanayii daha yeni yeni gelişen Türkiye bu konuda ne yapıyor? Gönlümüzden geçen, duymak istediğimiz yanıt şu: Gelişmiş ülkelerin geçirdiği acı deneylerden ders alarak kendi sanayi atıklarını denetliyor. İleride topluma çok daha pahalıya mâl olabilecek zehirli atık sorununa, şimdiden temiz bir üretimle çözüm getiriyor. Gelelim sorunun gerçek yanıtına!

Türkiye'nin bu konuda ak pak bir ülke olmadığını biliyoruz. Aslında, atıklarımızın akıbetinin ne olduğunu da çok bilmiyoruz. Nereden, ne kadar, hangi tehlikeli atık çıkıyor? Bunları bile doğru dürüst bildiğimiz söylenemez. Bildiğimizize, "tahminen" yılda en az iki milyon ton sanayi atığı çıktığı. Yani, ciddi bir sorunla karşı karşıyayız. Neyse ki, henüz yeni gelişmekte olan bir sanayiye sahibiz ve önlem almak için de hiç geç değil. Henüz patlamış bir petrol sanayimiz ya da zehirler yayan bir arka bahçemiz yok. Ancak, yine de denizlerimiz can çekişmeye ve tehlikeli atıklarımızın büyük bir kısmı, bilinme-



İZAYDAŞ'a gelen tehlikeli atıkların bir kısmı

Büyük Sınava Hazırlık

1987 yılında Karadeniz'e boşaltılan ve kıyılarına vurduktan sonra Sinop ve Samsun'da iki depoya kaldırılan, İtalya'ya ait tehlikeli atık varilleri hakkında pek çok haber yayımlandı, eylem ve kampanyalar düzenlendi. Bu sayede de, gözler bu atıklar üzerine çevrildi. Şu günlerde, bu atıkların akıbeti üzerine bir karar verilecek. Biz de, nefeslerimizi tuttuk ve heyecanla sonucu bekliyoruz! Acaba, İtalya atıklarını geri alacak mı?

Denizin dibinde bulunduğu tahmin edilen binlerce varilden yalnızca 367'si kıyılara vurmuş ve sonra depolara kaldırılmış. Geri kalanlarsa Karadeniz'in dibinde yatıyor. Bu atıkların sahibinin İtalya olduğu kanıtlanmış olsa da, ısrarlı davranılmadığı için, sorun uzun bir süre çözümsüz kalmış. Geçen zaman içinde, bu varillerin Türkiye'de yok edilmesi için bazı çalışmalar da hazırlanmış. Ancak, varillerin sahibi olan İtalya'nın kendi varillerine sahip çıkması gerektiği düşünüldüğü için, bu çalışmalar yerini hukuki bir savaşa bırakmış. İtalya, atıklarının sorumluluğunu almak ve kendi ülkesinde yok etmek zorunda. Yalnızca bu da değil, bunca yıldır varillerin beklediği bölgede oluşan kirlenmeyi de temizlemek zorunda! İşte, Türkiye şu sıralar savunduğu bu düşüncenin savaşını veriyor. Şu ana kadar toplan-

yene gitmeye devam ediyor. Tehlikeli atıklarla dolu variller Karadeniz kıyılarına vuruyor, Aliğa'daysa zehir yüklü hurda gemiler sökülme bekliyor. Ama, elimiz kolumuz bağlı da oturuyoruz. Çevre ve Orman Bakanlığı, belediyeler, sanayi odaları, araştırma enstitüleri kolları sıvamış durumda. Bu konuda başı çekenlerden biri de Greenpeace. Projeler yazılıp çiziliyor, kampanyalar hazırlanıyor... Bu arada, bilim de üzerimizden ışığını eksik etmiyor. Türkiye, sırat köprüsünü geçmeye hazırlanıyor!

Türkiye'de Durum

Canlılar ya da çevre için tehlike oluşturan atıklara, tehlikeli atık deniyor. Bu atıklar, kimyasal etkinlik ya da zehirlilik nedeniyle tehlikeli adını alıyor. Patlayıcılık, çürütücülük ya da zehirlilik gibi özellikler, atıkların tek baş-

mış 35 bin kişi ve 142 sivil toplum kuruluşunun imzaları da "Türkiye, gelişmiş ülkelerin çöplüğü olmayacak!" mesajını veriyor.

22-23 Ocak tarihlerinde, iki ülkenin konuyla ilgili uzmanlardan oluşan heyetleri Roma'da buluştu. Yapılan toplantıda her iki taraf da, kendi tekliflerini ortaya koydu. Görünen o ki, İtalya bu atıkların geri almaktan yana değil. Önerileri, bedellerinin verilmesi karşılığında bu tehlikeli atıkların Türkiye'de çaresine bakılması. Bir sonuca varılmayan bu büyük buluşmanın devamı Ankara'da yapılacak. Özetle, atıkların kaderi bir süre daha belirsiz kalacak.

Peki, bu varillerin kaynağı ne? Çevre ve Orman Bakanlığı'na göre bu atıklar, kimyasal madde üreten pek çok İtalyan şirketi, ve küçük çaplı kuru-temizleme işletmelerine ait. Varillerin içinde, imalat artıkları, kuru temizleme artıkları, yağ, boya atıkları, tarım ilacı DDT içeren atıklar, çözücü kimyasal artıkları, klorlu organik bileşikler (çözücüler ve heksaklorobenzen (HCB), klorobenzen asitleri, trimetilbenzen), aseton gibi klorobenzenler ve kurşun içeren karışık atıklar bulunuyor.

Zehirli, yanıcı, doğada kalıcı ve yağ dokularında biriken bu atıkların sonu nasıl bitecek? Türkiye, bu büyük sınavdan hangi notu alacak? Anlaşılacak o ki, bu soruların yanıtları için, nefeslerimizi biraz daha tutmamız gerekiyor.

larına ya da başka bir atıkla birleştiklerinde sağlığımıza ya da çevreye zarar vermelerine yol açıyor. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Dünya Bankası ve Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Grubu (UNEP) tarafından kullanılan tehlikeli atık gruplandırmasında, asidik ve bazik atıklar, siyanürlü atıklar, ağır metal içeren atıklar ve asbest kalıntıları gibi inorganik atıklar, madeni atıklar, kirlenmiş klorlu çözücüler, PCB'ler, boya ve reçine atıkları, pestisitler gibi kimyasal kökenli organik atıklar, biyolojik kökenli organik atıklar ve enfekte atıklar listenin başlarına yerleşmiş.

Türkiye'de, tüm bu atıkları tanımlayan, zehirli kabul edilen miktarları belirleyen, bunların nasıl taşınması ve nasıl yönetilmesi gerektiğini gösteren iki yönetmeliğimiz var: "Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" ve "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği". Her iki yö-



İZAYDAŞ- Örnek Bir Tesis

İZAYDAŞ, Türkiye'de tek lisanslı klinik ve tehlikeli atık yakma tesisi. Yönetmeliğe göre tehlikeli atık olarak kabul edilen atıklar bu tesiste yakılıyor. Tehlikeli atıkların bu tesiste geçirildiği işlemleri, fabrikanın müdürü Saim Salman'dan dinledik.

Atıklar, özel lisanslı tehlikeli atık taşıma araçlarıyla buraya getiriliyor. Buraya atık gönderen ya da göndermek isteyen her firma, önce 1 kg'lık numune gönderiyor. Tesiste bulunan laboratuvarında atıkların, pH'ından ağır metal içeriğine kadar 21 parametreye göre analizleri yapılarak, yönetmeliğe göre yanabilenler yakılıyor, yanamayanlar da yine tesis içinde bulunan düzenli depolama sahalarına depolanıyor. Bu tesise, patlayıcı maddeler, radyoaktif atıklar, mezbaha atıkları, dışkı ve kadvralar kabul edilmiyor. Atıklar tehlikeli atık taşıma araçlarıyla tesise geldiklerinde, ilk olarak kapının girişindeki sabit radyasyon ölçüm ünitesinden geçiyor. Burada, gelen atıkların radyoaktivitesi ölçülüyor. Radyoaktif atıklar tespit edildiğinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na bildiriliyor.

Yakma tesisine gelen atıklar, yanma özelliklerine göre ayrı ayrı depolanıyor. Yakma tesisinde üç şekilde atık beslemesi yapılıyor. Pompalanabilir kıvamda olup depolama özelliği olan sıvı atıklar, tank çiftliği denen bölümde depolanıyor. Dökme atıklar, karıştırma yapılarak homojenize hale getiriliyor. Kamyonla taşınabilen ve karışmasında sakınca olmayan atıklar da ayrı bir depoda toplanıyor. Klinik atıklar, fiçlar içinde kapalı olarak getiriliyor ve kimseyle temas etme-

den kapalı fiçlar içinde doğrudan fırına gönderiliyor. Fiçlarda gelen toz şeklindeki ve başka bir maddeyle birleştiğinde sorun yaratabilecek tipte atıklar, fiçi alanında toplanıyor. Bu fiçlar ayrı bir alanda özelliklerine göre ayrıca dizilerek hazırlanıyorlar.

Yakma, iki aşamada gerçekleşiyor. İlk yakma işlemi, döner fırında yaklaşık 1100°C'de yapılıyor. Yanma sonucu oluşan cüruf alınıyor ve analizleri yapılıyor. Sonuçlara göre ya evsel depolama alanında ya da düzenli depolama alanlarında depolanıyor. İlk yakma odasından çıkan gaz, ikinci yakma odasına geçiyor. Burada, içindeki furan ve dioksin gibi kirlenmelerin tümüyle parçalanmaları için 1200°C minimum sıcaklıkta yeniden yakılıyor. Oluşan gaz, parçalanmış da olsa kirlenmiş, kül ve toz içeriyor. Bunların da çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi için temizlenmesi gerekiyor. Sıcak gazla işlem yapılamıyor. Bir de elde bir enerji var. Son kısımda (Boylar) bu gaz hem soğutuluyor hem de içindeki ısı enerjisi alınıp sıcak-soğuk su ısı geçişinden dolayı buhar elde ediliyor. Buhar da türbin jeneratörüyle elektrik enerjisine dönüştürülüyor. Boylerde kül-



İZAYDAŞ'ın kontrol odası

leri alınmış ve soğudukça içerisindeki parçacıklardan arındırılmış, ancak kimyasal bakımdan halen kirli bir gaz var. Bu gaz, içerisinde halen hidroklorik asit, furan, dioksin, kükürtoksit gibi kirlenmeleri barındırıyor. Bu nedenle, gazın yolculuğu devam ediyor. Hidrostatik filtreye, tozdan tümüyle arındırılıyor. Gazın içindeki kimyasalların tozlarla yayılması engelleniyor. Kirlenmiş kimyasalları almak için bir yıkama işlemiyle ağır metaller alınıyor. Bir işlemle de kalan ağır metaller toplanıyor. Parçalanmış dioksin ve furan gibi kirlenmeler de son olarak bu işlemle yıkanarak tutuluyor. Gaz, son kez furan ve dioksin ünitesinden geçirilerek, kalan dioksin ve furanlardan (halen varsa) arındırılıyor. Son olarak, gaz içinde kalan bir şey var mı diye son bir kontrol yapılıyor. Kalan gaz da bacadan atmosfere veriliyor. Bu analizler, otomatik olarak sürekli bilgisayar ortamında takip ediliyor ve yakma işlemi kontrol ediliyor. Bu sonuçları il çevre müdürlüğü de takip edilebiliyor. Yıkama işlemi sırasında, her üniteden çıkan kirli yıkama suları toplanarak fiziksel kimyasal arıtma ünitesinde arıtılıyor. İçerisindeki kirlilikler alınıp çamur haline getiriliyor. Arıtılan su, iki dengeleme tankında toplanıp üç reaktörde çeşitli kimyasallarla tepkimeye sokuluyor. Bu kimyasalların kimi demiri, kimi kloru tutuyor. Buradan çıkanlar durultucudan geçiriliyor. Buradan arıtılmış su arıtma tesisine, çamur da çamur tankına gidiyor. Çamur içinde tüm kirlenmeler bloklaşıp dibe çöküyor. Çamur susuzlaştırılıp depolama kriterleri çerçevesinde analizleri yapılıyor. Ve çıkan sonuçta göre depolama alanına götürülüp depolanıyor.

Tesisin kapasitesi yılda 35.000 ton. Ancak Çevre ve Orman Bakanlığı'nın envanterlerine göre Türkiye'de yılda minimum 2 milyon ton tehlikeli atık üretiliyor. Bu 35.000 ton bile İZAYDAŞ'a gelmezken milyon tonluk atıkların ne olduğu konusunda kayıt yok.

netmeliğin de, Avrupa'da hazırlanmış yönetmeliklerden hiçbir eksiği yok. Ancak, uygulamaya gelindiğinde şöyle bir duraksıyoruz. Yapılanlar yanında yapılması gerekenler listesi de oldukça kalabalık...

Denizlerimizin Payı

Dünyada her yıl yaklaşık 600 hurda gemi, gemi söküm fabrikalarında sökülüyor. Bunların büyük bir kısmının Türkiye'de Aliğa gemi söküm alanına geldiği söyleniyor. Türkiye'ye neden bu kadar büyük talep olduğunun yanıtıysa üzücü. Bu gemileri Türkiye'de söktürmenin maliyeti daha az; çünkü Çevre Mühendisleri Odası'nın yaptığı bir incelemeye ve Greenpeace sözcülerine göre, Aliğa'daki temel iş ve çevre sağlığı koşulları yerine getirilmiyor. Sökülmek üzere başka bir ülkeye gönderilen hurda gemilerin, gönderilmeden önce mut-

laka tehlikeli atıktan arındırılmış olması gerekiyor. Ancak, bu kurala da uyulmuyor. Aslında, zehirli atıkların sınır ötesi dolaşımının önlenmesini ve denetimini amaçlayan "Basel Sözleşmesi"ne taraf olan Türkiye, her türlü tehlikeli atığın ithalini yasaklıyor. Ama bu-

TÜBİTAK'tan Bir İlk!

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü'nde (EŞCAE) artık, büyük masraflarla yurt dışına gönderilerek analizleri yaptırılmak zorunda olan, bilinen en zehirli en tehlikeli atıklardan olan dioksin ve furanlar ölçülebiliyor. Kütle spektrometre laboratuvarında yüksek çözünürlüklü GCMS aygıtıyla, artık dioksin ve furan analizleri de yapılabilecek. Dioksin ve furan, yalnızca atık yakma tesislerinin sorunu değil. Bu kirlenmeler, gıda ürünlerinde de birikiyor. Yurt dışına ihracat yapılmak istendiği zaman, dioksin analizi yapılması da isteniyor. Bu ölçümlerin tümü artık Türkiye'de çok daha ucuz bir maliyetle yapılabilecek. Böylece, dış piyasada rekabet şansız da artacak.

na karşın, gemiler zehirlerinden arındırılmamış şekilde ülke sularımıza girme çabalarına devam ediyorlar. Başımızda yasadışı yollardan geldiğini bildiğimiz üç büyük bela var: Karadeniz'deki İtalyan atıkları, İspanyollara ait zehirli atıklar ve Aliğa gemi söküm bölgesinde sökülme üzere bekletilen Fransız gemisi Sea Beirut. Neyse ki, bu konuda denetimimiz giderek artıyor. İtalya ve İspanya'ya ait atıkları sahiplerine geri verme savaşımız sürüyor. Yakın zamanda yine sökülmesi amacıyla Türkiye'ye doğru yasadışı yollardan yola çıkan başka bir Fransız gemisi de Sicilya açıklarında durdurularak gerisin geriye gönderildi. Sea Beirut'un da geri gönderilme çabaları sürüyor.

Hurda gemilerle gelen en büyük tehlike asbest. Yanmazlık kalitesi, yalıtım gücü ve kimyasal olarak nötr olmasından dolayı birçok gemide asbest kullanılıyor. Asbest, derli toplu durduğun-

da hiçbir zarar vermeyen bir madde. Ancak, kesim ve sökümler sırasında çevreye yayılan lifleri, akciğerde yara benzeri dokuların oluşmasına ve sürekli nefes alma zorluklarına yol açıyor. Uzun dönemdeyse, akciğer kanseri ya da solunum organlarını çevreleyen tabakalarda görülen kanserlerle sonuçlanıyor. Amerika'da asbest içeren izolasyon malzemelerinin sökümlü, astrotot giysilerine benzeyen özel giysilerle donanmış işçiler tarafından yapılıyor. Türkiye'deyse, yine Çevre Mühendisleri Odası raporuna göre, sökümler yeterli güvenlik donanımına sahip olmayan işçilerce yapılıyor.

Önemli bir başka deniz kirlenmesi sorunu da cıvayla karşılaşıyor. Kimyasal reaksiyonlara kolay girmeyen, termometremizde uslu uslu oturan cıva, doğada bakteriler aracılığıyla kimyasal değişimlere uğruyor ve ekosistemlerde biriken, zehirli bir madde haline giriyor. Cıvanın başlıca zehirli türevi olan metilli cıvanın insanlara etkisi, sinir sisteminin zehirlenmesi yoluyla oluyor. Metilli cıva, teknik adıyla nörotoksik bir madde. Önce dokunma duyusunu, sonra görme duyusunu etkiliyor. Daha sonraysa merkezi sinir sistemini zehirleyerek felç ve ölüme yol açıyor.

Marmara Denizi de bu tehlikeyle karşı karşıya. Tehlikenin insanlara yayılmasına neden olan başlıca canlılar midyeler (*Mytilus sp.*). Midyeler deniz suyunu süzerek besleniyorlar. Marmara'da yaşayan midyeler beslenirken, sudaki ağır metallerin bir kısmını vücutlarında biriktiriyorlar. Bu nedenle, uzmanlar bu midyelere dikkatli yaklaşılması gerektiğini vurguluyorlar. Marmara'nın değişik bölgelerinden toplanan midyelerde yapılan cıva analiz sonuçlarına göre, İzmit Körfezi'nde ve Haliç'te cıva kirlenmesi Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın hazırladığı sınır değerlerini geçiyor. Biz de, Çiçek Pasajı'nın vazgeçilmez keyfi olan bu midyelerin içinden ne çıkacağını görmek istedik. Bunun üzerine, 1 kg midye alıp TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde bunların cıva ve kurşun analizlerini yaptırıldı. Sonuçlar korktuğumuz gibi çıkmadı: Cıva 0,011 mg/kg, kurşunsa 0,296 mg/kg. Kabul edilen değerlerse, cıva için 0,5 mg/kg, kurşun için 1 mg/kg. Yani, bu midyelerdeki cıva ve kurşun miktarı, kabul edilen sınırların altında.

Ancak, konunun uzmanına sorduğumuzda, bize yapılan tek bir ölçümle sonuca varılamayacağını söyledi. Yani, bu leziz midyelere karşı bir süre daha temkinle yaklaşmakta yarar var.

Bugüne kadar deneyimler, önemli sorunlar çıkıncaya kadar, hiçbir ülkenin bu atıkları ciddi bir denetim altına alamadığını gösteriyor. Bunun başlıca nedeniyse, etkilerinin geç ortaya çıkması. Atıklar genellikle en kolay yoldan çelik variller içinde çeşitli yerlerdeki çöplüklere atılıyor ya da gömülüyor. Sorunların ortaya çıkması, genellikle bu varillerin çürüyüp delinmesiyle başlıyor. Bu da, en azından 20-30 yıl alıyor. Yani, bir o kadar zaman "şimdilik her şey yolunda" rahatlığıyla bekliyoruz. Ama ondan sonra gerçek yakamıza yapıyor. Biliyoruz ki, doğada hiçbir şey yok olmaz.

Atık Borsası

Endüstriyel atıklar arasında aslında yüksek miktarlarda de-

ğerlendirilebilir malzeme bulunuyor. Bu malzemeleri, geri kazanmak ve hatta hammadde olarak tekrar kullanmak mümkün. Bunları düzenli depolamaya göndermek yerine, ikincil hammadde olarak kullanarak ekonomiye kazandırmak, hem çevre koruma, hem de kaynak kaybını önleme açısından çok önemli. Dünya'da, bu atıkları değerlendiren ilginç bir sistem kurulmuş: "Atık Borsası".

Atık Borsası, endüstriler ve sanayiciler için faydalı olabilecek bir sistem. Bu sistemin temelini, atıklardan maksimum yarar, maksimum geri kazanım ve minimum yok etme amacı oluşturuyor. Yani, atık borsası, pek çok endüstri için atıktan bedelsiz kurtulma ve ucuz hammadde, atıkların sürekli döngü içinde dolaşımı, daha az doğal kaynak kullanımı ve çevre kirliliğinin önlenmesi anlamına geliyor.

Atık borsaları, atık üreticileriyle bu atıkların geri dönüşümü ve tekrar kullanımıyla ilgilenen şirketleri karşı karşıya getiriyor. Yani, küçük ve büyük sanayi kuruluşlarının değerlendirilebilir atıkları için bir pazar meydana çıkıyor. Bu pazarda, atık satıcısı ve alıcısı kuruluşlar için internet ortamında bir forum oluşturulmuş. Bu sayede, atıkların arz-talep takipleri daha kolay yapılabilir. Hammadde olarak kullanılabileceği ucuz bir malzeme arayan alıcı, internet'ten gerekli bilgilere kolayca ulaşabiliyor. Böylece başka şekilde değerlendirilemeden çöpe gidecek atıklar tekrar ekonomiye geri kazandırılmış oluyor. Bu sayede, hem alıcı firma pahalı hammadde almak yerine daha az maliyetli hammadde temin edebiliyor, hem de satıcı firma atıklarını yok etmek için ödemek zorunda olduğu bedelden kurtulmuş oluyor.

Temele İnnek...

Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi'nin yanı sıra, Kimya Sanayicileri Derneği, sanayi odaları, Greenpeace gibi sivil toplum kuruluşları, Türkiye'de tehlikeli atıklar sorunuyla, farklı yönlerden başa çıkmaya çalışıyorlar. Her nokta üzerinde tam bir uyum olmasa da, hepsinin "ilk" vurguladığı, Türkiye'de acilen bir envanter çalışmasının yapılmasının gerekliliği. Yani, ilk olarak "nerede, hangi atıktan ne kadar üretiliyor?" sorusunun yanıtlanması gerekiyor. Türkiye'de sanayinin büyük bir bölümünü küçük ve orta



Avru-

pa'da birçok ülkede ucuz hammadde gereksinimine yanıt vermek üzere kurulmuş olan atık borsaları, artık yalnızca bununla kalmayıp, zor atıkların nasıl değerlendirilebileceğinin araştırılması ve hatta eskimiş olan ekipmanların da transferi gibi daha ileri amaçlara da hizmet eder hale gelmiş durumda. Atık borsası sistemleri, bol miktarda bulunan endüstriyel atıkların geri dönüşümü ve tekrar kullanımını kolaylaştırarak atık yönetiminde arıtma ve yok etme gibi yöntemlere seçenek olarak kabul ediliyor.

Türkiye'de de toplam 6 atık borsası var. Bunlar, İstanbul, Kocaeli, Bursa, Gaziantep, Adana, Ege Bölgesi Sanayi Odası ve Kayseri Ticaret Odası bünyesinde faaliyet gösteriyorlar. Atık borsası, ülkemizde henüz yeterli bir performansla işleymiyor. Bunun nedenleri, atık borsasının ülkemizde daha yeni yeni oluşmaya başlaması ve sanayinin atık borsasıyla henüz tanışmamış olması. Ancak, buna karşın yine de özellikle, İstanbul, Gaziantep ve Kocaeli Sanayi Odalarının bünyesinde geri bildirimler almaya devam ediyor. Tüm bu odalar, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği çatısı altında ortak bir platformda birleştirilmiş. Her odanın geliştirmiş olduğu atık sistemi, internet ortamında birleştirilmiş durumda. 2003 yılında başlatılan bu yeni sistemle, tıpkı yurtdışı örneklerinde olduğu gibi, üye sanayiciler internet ortamında alım satım işlemlerini de yapabilecekler. Geçtiğimiz yıl alt yapıyı hazırlanan bu sistemin, bu yıl tümüyle oturması bekleniyor. Bu sayede, temiz üretim çabasında atılan adımlara bir yenisi eklenmiş olacak.

Çevreci Mineral

Büyükşehir Belediyesi Çevre Sağlığı Şube Müdürü Selami Bekmezci'yle görüştüğümüzde, bize ilginç bir yöntemden söz etti. Bekmezci, atıkların yer altı sularına ve toprağa sızmasını önlemek için ne kullanabiliriz diye bir araştırma yapmış ve araştırma sonunda mucizevi bir minere rastlamış "Klinoptilolit". Ankara'da, tıbbi atıklar düzenli depolama alanına döküldükten sonra üzerine bir de klinoptilolit dökülüyor.

Klinoptilolit, zeolit grubundan hidratlı sodyum-potasyum-kalsiyum aluminosilikat minerali. Zeolitli tortul kayalarda, özellikle de pekişik volkanik kül çökelleri olan tüflerde en yaygın rastlanan minerallerden biri. En önemli özelliği kristalinde kanal şeklinde boşluklu yapıları olan klinoptilolit, pek çok sektörde kullanılabiliyor. Kullanıldığı alanlardan biri de, iyon değiştirme ve adsorbsiyon özellikleri nedeniyle kirlilik kontrolü. Radyoaktif atıkların, atık suların, baca gaz-

larının temizlenmesi işlemlerinde kullanılmasının yanında, klinoptilolit, çöp depolama alanlarının da gözdelelerinden. Düzenli çöp depolama alanlarında, zeminde kullanılacak astar malzemenin zemini sağlamlaştırıcı, geçirgen olmayan bir yapı göstermesi gerekir. Bunun için de, geçirgenliği az olan kil kullanılır. Ancak, kilin zamanla şişerek jelleşmesi ve asitli ortamlardan etkilenmesi nedeniyle sorunlar yaşanabilir. Yapılan araştırmalar, betonit türü killere klinoptilolit türü zeolitlerin birlikte kullanılmasının hem zemin kararlılığına olumlu etki yaptığını hem de daha ince astar malzemesi ile zemin oluşturulabileceğini göstermiş. Aynı zamanda zeolit, sızabilecek sulardaki zararlı iyonları tutarak filtre görevi de görür.

ABD, Japonya, Küba, Çin ve Avustralya'da çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılan klinoptilolit, özellikle Amerika ve Japonya'da şehir ve sanayi atık sularının temizlenmesinde de kullanılıyor.

ölçekli işletmeler oluşturuyor. Elbette, envanter için zaman ve büyük emek gerektirecek bir çalışma. Bu çalışmada, sanayi odalarının ve sanayicilerin de büyük destekleri gerekiyor. Türkiye'de gerçek bir tehlikeli atık yönetimi, ancak böyle bir envanter hazırladıktan sonra uygulanabilir. Bu envanterle, tehlikeli atıkların denetimi ve yok edilmesi için de güvenli çözümler üretmek mümkün olabilir. Yani, çözüm için sorunun temelinden yola çıkmak gerekiyor.

Tehlikeli atık envanterimiz yok diye, elimiz kolumuz bağlı da oturuyoruz elbette. "Arka bahçe"de biriken tehlikeli atıkların çok küçük bölümünden de olsa, kurtulmak için bir yöntemimiz var: Atık yakma ve düzenli depolama. Türkiye'de, atık yakma ve düzenli depolama yoluyla atıklardan kurtulma görevini İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendime A.Ş. (İZAYDAŞ) üstlenmiş. Ancak, kendi deyimleriyle, büyük bir deliğin ancak küçücük bir noktasını yamayabiliyorlar. Bunun nedenlerinden biri, İZAYDAŞ'ın yalnızca yılda 35.000 tonluk bir yakma ve düzenli depolama kapasitesine sahip olması. Üstelik, tam kapasiteyle de çalışmıyor. Çünkü, atıkları İZAYDAŞ'a göndermek, sanayicilere ek bir masraf kapısı açıyor. Sanayiciler, yalnızca

Evimizdeki Tehlike!



Tehli-

keli atıkların yalnızca fabrikalardan ve hastanelerden çıktığını mı düşünüyorsunuz? Oysa, çok yorulmadan, hemen oturduğumuz yerde, evimizde kullandığımız malzemeleri düşündüğümüzde pek de öyle olmadığını görüyoruz. Bunları, saymaya kalkıştığımızda, liste uzadıkça uzar: Temizlik tozu, deterjan, çamaşır suyu, spreyli deodorant, saç spreyi, aseton, böcek öldürücü ilaçlar, fare zehiri, makine yağı, pillerin içindeki asit, ilaç dolabınızdaki ilaçların çoğu, yağlıboya, cila ve vernikler... Arabamızla, fotoğrafçılık, bahçecilik, boyacılık gibi hobilerimizle ilgili zehirli maddeleri saymadık bile. Tüm bunlar atıldığı zaman nereye gidiyor?

Aslında çok farkında olmasak da, bu atıklar da endüstriyel tehlikeli atıklarla benzer kimyasalları barındırıyorlar içlerinde. Tek fark, evlerimizdeki atıklar, sanayi atıkları gibi dağlar oluşturuyor. Dağ oluşturuyorlar; ama, hiç fark edilmeden açık çöp alanlarına ulaşmayı başarıyorlar.

ürettikleri ürünlerden değil, tehlikeli sınıfına giren atıklarından da sorumlular. Atıklarını, yok etmek için lisanslı bir tesise göndermeleri gerekiyor. Zaten kazancıyla ancak kendi üretimini çevirebilen küçük ölçekli sanayilerse, hiç olmazsa bu masraftan kurtulmak için denizleri ya da arka bahçesini kullanma yolunu seçiyor.

Atıklarımızı Yakıyoruz!

Atık yakma tesisleri, her ne kadar şimdilik küçük bir açığı yamama görevini yerine getirse de bir yandan da tepkiler alıyor. Bu tepkilerin nedenlerinin başında, yakma tesislerinin yararları yanı sıra, arka planda tutulan zararları geliyor: Baca gazı, kül ve cürufur. Yakarak yok ettiğimizi sandığımız tehlikeli atıklar, yalnızca şekil değiştirerek, daha küçük bir hacimde belki de daha zararlı olduğu düşünülen kimyasal yapılara dönüşüyorlar. Bu kimyasalların arasında "Dioksinler", "Poliklorlu Bifeniller (PCBler)", "Poliklorlu Naftalin", "Klorlu Benzen", "Poliaromatik Hidrokarbonlar (PAHlar)", çeşitli "Uçucu Organik Bile-

Bir de evimizde küçük çocuğumuz ya da hayvanımız varsa, evimizdeki en büyük "gizli tehlike" oluyolar.

Her ne kadar, ülkemizde henüz evsel tehlikeli atıklara yönelik atılmış bir adım olmasa da, son yıllarda pek çok yerde bu konuda programlar başlatılmış durumda. Bu programlar sayesinde hem tehlikeli atıklar evsel atıklardan ayrıştırılıyor, hem de halkın bilinçlenmesi sağlanıyor. Halkın katılımı sağlanan programlar biri, Kanada'nın Peterborough kentinde başladı. Evdeki tehlikeli atıkların depolanması ve yok edilmesinde doğru yöntem uygulanmasını sağlamak ve daha güvenli alternatifler kullanarak atık oluşumunu azaltmak amacıyla, Peterborough kenti, evsel tehlikeli atıklar için özel atık toplama zamanları düzenliyor. Kentin uygun yerlerinde belirli zamanlarda özel toplama alanları oluşturuluyor. Her türlü atık için geri kazanım programları ve özel yok etme yöntemleri uygulanıyor, ayrıca insanlar yok edilmesi için getirdikleri malzemelerin çoğuna karşı çevre dostu olan alternatifler konusunda bilgilendiriliyorlar.

Türkiye'de de üniversitelerde bu programların ön çalışmaları niteliğinde kabul edilebilecek tez çalışmaları yapılıyor. Tez kapsamında, anketler yapılıyor ve sonuçları değerlendiriliyor.

Türkiye Geri Kazanıyor!



Fotoğraf: Serpil Yıldız

Türkiye’de tehlikeli atıkların az da olsa bir kısmı ekonomiye geri kazandırılıyor. Ancak, bu işlemi yapabilmek için öncelikle Çevre ve Orman Bakanlığı’ndan lisans almak gerekiyor. Lisans almaksa çok kolay bir iş değil. Çevreye zehir saçmayacak tüm donanıma sahip olmanız gerekiyor.

ABAK Ticaret ve Sanayi Komandit Şirketi, okside olmuş çinko metali, atık yağ ve çözücülerini geri kazanıyor. Bu sayede, ekonomiye kaynak sağlıyor. Aslında işlemlere bakıldığında çok kolay gibi görünse de, bu işlemi güvenli ve lisanslı biçimde yapan yaklaşık 35 işletmeden biri. Fabrikada, kirliliği çinko oksit önce rafine edilip kirliliğinden arındırılıyor. Bu işlem yüksek hararetili bir fırında ya-

pılıyor. Bu yüksek ısıda, malzemelerin içindeki kirleticiler gaz fazına geçiyor ve çinko oksidin kendisine torba filtrelerde partikül olarak birikiyor. Elde edilen yeni ürün, kauçuk malzemesi olarak kullanılıyor. Bunlar, lastikçilere satılıyor. Yeterince saf bir ürün elde edildiğinde, pomatların yapımında da kullanılabilir.

Bu işlemler sonunda, fabrikadan da yine atık çıkıyor. Bu atıklar, Ankara Üniversitesi’nde tahlil ediliyor. Çıkan atık da yine inşaatlarda blokaj taş olarak kullanılıyor. Ayrıca, çimento sanayisinde ara işlemden geçtikten sonra çimento imalatında da kullanılabilir. İşletmenin sahibi Yunus bey, bu atıkların Çekoslovakya’da bordür taşı üretimini-

de kullanıldığını söylüyor.

Atık yağlar, fabrikalardan ya da gemilerin sinitesinden alınıyor ve yine burada geri kazanılıyor. Örneğin, araba fabrikalarında motorlara yağ konup denemeler yapılıyor. Bu denemeler sonrasında, kirliliği tekrar kullanamadıkları için motor üzerinde bırakıyorlar. Bu kirliliği yağlar ya atılacak ya da geri kazanılacak. Gemilerden çıkan atık yağların da yine işlemde geçirilip geri kazanılması gerekiyor. Yalnızca fiziksel arıtım yapılan bu tesis, yine bu yağları da işliyor.

Beyoğlu Boya, oto sanayi, elektrik elektronik sanayi, matbaalar ve savunma sanayiinden aldığı atık çözücü ve boya çamurunu geri kazanma işlemi yapıyor. Buradan çıkan boya filtre atıklarıyla yakılmak üzere İZAYDAŞ’a gidiyor.

Fabrikalarda sağa sola giden boya artıkları, bir su havuzunda toplanıyor, ve üzerinde yüzdürülüyor. Daha sonra bu boyalar su üzerinden sıyrılarak toplanıyor ve variller içinde bu işletmeye getiriliyor. Burada, bu atık yağlar işleniyor ve ekonomiye geri kazandırılıyor.

Geri kazanım işleminde, gelen boya atığına kalsiyum karbonat, kalsiyum barit gibi dolgu malzemeleri ekleniyor. Eğer, yapışması, kuruması zayıf sa reçine de eklenebiliyor. Malzeme karıştırıldıktan sonra tinerle inceltme işlemi yapılıyor. Malzeme önce ezilerek iyice karışması sağlanıyor. Daha sonra süzme işlemi yapılıyor. Çökme olmaması için, malzemenin her aşamada karıştırılması gerekiyor.

Kirli tiner de, paslanmaz çelik tanklarda, yani arıtım reaktörlerinde işleniyor. Kirli tiner reaktöre yükleniyor. Burada karışırken aynı zamanda ısınıyor. Isınan tiner, buhar kolonundan çıkıyor. Burada soğutulmuş temiz buhar olarak elde ediliyor. Tinerin içindeki boya uçmadığı için dipte kalıyor. Üstten temiz tiner elde edilirken, kazanın altından da boya alınıp, ayrıştırılıyor. Son olarak tiner dindiriliyor ve buharı alınıyor. Yeni tiner, ambalajlandıktan sonra müşteriye teslim ediliyor.

Beyoğlu boya, yakın bir zamanda yeni bir üretime başlayacak. Bunun da müjdesini verelim. Sıbazlı sanayi boyaları üretme hazırlıkları içinde olan Beyoğlu Boya’nın sahibi Coşkun Beyoğlu, boyanın test aşamasında olduğunu ve MAM’ın onayından çıkınca hemen üretime başlayacaklarını söylüyor. Yani, Beyoğlu Boya temiz üretime geçiyor. Bu yolla, hem atmosfer bir kirlilikten daha kurtulacak, hem de kaynaktan kirlilik önlenecek.

şikler (VOCs)" ve kurşun, kadmiyum, cıva gibi ağır metaller bulunuyor. Bunların çoğu, doğada çözülemeyecek kadar dayanıklı, canlı organizmaların hücrelerinde toplanarak birikebilen zehirli kimyasallar. İşte bu üç özellikten dolayı söz konusu kimyasalların, belki de doğal sistemlerin maruz kalabileceği en tehlikeli maddeler olduğu biliniyor. Çok iyi kurulmuş tesislerde, (ki İZAYDAŞ’da bu tesislerden biri bulunuyor), yeterince yüksek sıcaklık uygulandığında hiçbir organik kimyasalın dayanamayacağı da söyle-

niyor. Ancak, sonuçta ağır metaller ve pek çok başka kirleticinin de küllerde ve cürufu birikmesi engellenemiyor. Elde kalan, yalnızca %45 gibi bir oranda küçültülmüş "tehlikeli atık". Bunlar da yakma işlemi sonrasında, yakılması riskli olan öteki tehlikeli atıklarla, tabanı sıvı geçirmeyen bir malzemeyle kaplı ve üzeri betonla kapatılan, tehlikeli atık hapishanesi görevini gören düzenli depolama alanlarında depolanıyor.

Atık yakmaya karşı oluşan tepkilerin bir nedeni de, ekonomik kayıp.

Çünkü, atıkları yakarak geri kazanımın önünü baştan kesiyoruz. Geri kazanım seçeneğini benimsemeyerek kaynağımızı kaybediyoruz. Doğadaki kaynaklar zaten artık kısıtlı, bu nedenle de, aslında ürettiğimiz bu atıkları "atık" değil, "kaynak" olarak görmemiz gerek. Bu nedenle ister tehlikeli, ister tıbbi atık olsun, atık azaltma en önde gelmeli. Bunun da yolu, "atıkları nasıl mümkün olduğunca bu çemberin içinde tutarım" ve "en fazla ne kadar kullanırım"ı düşünmekten geçiyor. Aslında, Türkiye’de bu alan küçük çaplı da olsa

gelişmeye açık. Pek çok alanda çıkan atıklar başka bir alanda hammadde olarak ya da geri kazanılarak tekrar kullanılıyor. Bu süreçte en büyük rolse, "Atık Borsası"na düşüyor.

Tüm dünya'da atık yakmayla ilgili bir takım önlemler alınıyor. Pek çok ülkede bu konuda tesis kapatma ya da mahkeme kararıyla bir takım kısıtlamalar getiriliyor. Örneğin, Filipinler'de atık yakma işlemi mahkeme kararıyla tamamen yasaklanmış. Pek çok Avrupa ülkesinde de yeni atık tesisleri kurma plan ve projeleri sürüyor. Türkiye'deyse, birkaç yerde daha, ama iki üç tane den fazla olmamak kaydıyla yeni yakma tesislerini kurmak gerektiği düşünülüyor. Bunun için de yine envanter

çalışması yapılması ve böylece bu tesise gereksinim duyulan bölgelerin belirlenmesi gerekiyor.

Bu arada, Türkiye'de uygulamaya konulan büyük bir çalışmanın da müdesini verelim. Çevre ve Orman Bakanlığı'nca, Akdeniz'e ve Karadeniz'e karadan gitmiş tüm kirleticilerin envanterinin hazırlanma çalışmaları başlatılmış. Bu çalışma sonucunda, hangi bölgede hangi kirletici olduğu, bu kirleticilerin kime ait olduğu ve kaynağı ortaya çıkacak. Bu sayede, kaynaktan çözüm bulma çalışmaları da yapılabilecek. Uluslararası bir kapsamı olan bu çalışmayla, denizlerin kirlenmesinde hangi ülkenin ne oranda katkısı olduğu da ortaya çıkacak.

Ya Tıbbi Atıklar?

Türkiye'de tıbbi atıklar, tehlikeli atıklara oranla daha şanslı. Elbette, tüm Türkiye'de tıbbi atıkların akıbetinin ortak olduğunu söyleyemeyiz; ancak, bu atıklar belediyeler gibi küçük birimlerin denetimi altında olduğu için kontrol altında tutulabiliyor. Tıbbi atıklar, Ankara'da Büyükşehir Belediyesi Çevre Sağlığı Şubesinin kontrolünde TEK firması tarafından, İstanbul'daysa, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İşletme Müdürlüğü kontrolünde İSTAÇ firması tarafından düzenli olarak toplanıyor ve yok etme işlemleri yapılıyor.

TEK, 2001 yılından beri Ankara ve yakın çevresi içindeki 700 hastane, po-



Türkiye'de kullanıma girmemiş olsa da Dünyanın pek çok yerinde kullanılıyor. Bu işlemin en büyük avantajı, pek çok tıbbi aletin tekrar kullanılmasını ya da geri kazanımını sağlaması. Otoklav aygıtları, masa üzeri boyundan, endüstriyel boya kadar çeşitli boylarda bulunuyor.

120 ve 165°C'lerde 30-90 dakikalık sürelerde basınçlı buharla işlem yapılıyor. Buhar, bakterilerin ve patojenik mikroorganizmaların zarar görmesine neden oluyor. Atıklar bu yöntemle geri kazanılırken, gömülmeye gönderilecek atık hacminde de yaklaşık %75 oranında bir azalma sağlıyor.

Süper ısıtılmış Buharla Dezenfeksiyon: Bu sistem, ısıtılmış, hareketli kırıncı ve bir dezenfeksiyon ünitesinden ibaret. Dezenfeksiyon ünitesi, yüksek sıcaklık ve atmosferik basınçta tekrar buhar oluşturma işlemi esasına göre çalışıyor. Dönüşümde süper ısıtılmış buhar kullanılıyor. Tıbbi atıkları parçalama işlemi sırasında sıcaklık 480-800°C'ye kadar ulaşıyor. Uçucu organik maddeler, sıcaklık 1550°C'ye kadar ulaştığında parçalanıyor ve uçucu hale geliyor. Tıbbi atık içindeki organik maddeler buharlaştığından, atığın ağırlığı %50 oranında azalıyor.

Bu dezenfeksiyon yöntemi radyoaktif tıbbi atıklar dışında her türlü tıbbi atığın yok edilmesinde kullanılabilir. İşlemin toplam süresi, üründeki karbon monoksit konsantrasyonuna bağlı olarak değişiyor.

Mikrodalgalar: Mikrodalgalar, enfekte ajanları tahrip etmek için kullanılıyor. 1980'lerde Almanya'da geliştirilen bu yöntem halen 40'dan fazla ülkede kullanılıyor.

Atık içinde bulunan su, mikrodalgalarla hızlı olarak ısıtılır ve çoğu mikroorganizmalar, dalgaboyu 12,24 ve frekansı 2450 mHz olan ışınla tahrip ediliyor. Bu tesiste, atıklar küçük parçalara bölündükten ve nemi oranı düşürülüp ışınlamaya maruz bırakıldıktan sonra, mikrodalgalar ünitesinde 90°C'de 2 saat ısıtılıyor. Mikrodalgalar, enfekte ajanları tahrip ediyor. Uçucu maddeler ve su alınıyor. Böylece atığın hacmi, yaklaşık %80 azalıyor. Sistem tam olarak kapalı, bu nedenle herhangi bir emisyon neden olmuyor. Ancak, mikrodalgalar yöntemi, sıvı kan ya da zararlı sıvı kimyasalları dezenfekte etmede kullanılamıyor.

Yakmaya Alternatif

Tıbbi atıkların büyük bir kısmı PVC (polivinilklorür) içerikli atıklar. Bu nedenle, yakıldıkları zaman büyük miktarda dioksin açığa çıkarıyorlar. Aslında her ne kadar endüstriyel atıklar için bunu söyleyemsek de, tıbbi atıkların daha güvenli şekilde yok edilme yöntemleri mevcut. Özellikle Batı ülkelerinde pek çok alternatif yöntem uygulanıyor. En başta, Avusturya, Almanya ve Danimarka'da pek çok hastane, atıkların sterilizasyon sonucu yeniden kullanıma kazandırılabilen ürünlerle değiştirerek kaynaktan azaltıyor. Özellikle PVC'li ürünler yerine kullanılabilir alternatif ürünler seçmek müm-

kün. Örneğin, Muayene eldivenlerinde PVC yerine, PE (polyester) ya da PE kopolimerler tavsiye ediliyor. Latekslerinde daha kaliteli ve virüsler için daha güçlü bir önlem olacağı söyleniyor. Tek kullanımlık ziyaretçi galoşlarını da yine PE'den üretmek mümkün. Enjektörler içinse PE ve PP (polipropilen), bazen ABS (Akrilnitril-butadiyen-stiren) ve doğal lastik ve kan alımı için cam kullanımı tavsiye ediliyor. Bu ürünler eskilerinden %20-30 oranında daha pahalı. Ancak, atıkların yakma ya da düzenli depolanma ve taşınma ücretleri göz önünde bulundurulursa, ücretler birbirini dengeliyor. Daha sağlıklı bir yaşam da yanımıza kâr kalıyor.

Otoklav: Temel olarak, yüksek basınçlı buhar kullanarak sterilizasyon yöntemi. Bu yöntem henüz

Fotoğraf: Serpil Yıldız

Örnek Bir Uygulama

İnsanlara bulaşma açısından günlük uygulamada en sık rastlanılan yollar, hastalarda kullanılan iğnelerin ele batması ve kanla bulaşmış diğer kesici aletlerle yaralanma şeklinde oluyor. Hemşire, doktor kullandığı iğneyi özel enfekte atık kovasına attığı zaman, olası bir çok tehlike önceden önlenmiş olacak. Ne yazık ki, pek çok hastanede bu uygulamalar hemşire ve doktorlarda bile henüz bir alışkanlık haline gelememiş. Ancak, Ankara'da Hacettepe Erişkin Hastanesi'nde Doç. Dr. Yeşim Çetinkaya Şardan ve ev idaresi koordinatörü Gülten Akman kontrolündeki iki ekip sayesinde işler yürümeye başlamış.

Hacettepe Hastanesi'nde öncelikle tıbbi atık poşetlerinin doğru yerlere konulup konulmadığına dikkat ediliyor. Bu konuda tüm personele gerekli bilgilendirme yapılmış. Tehlikeli atıkları geçici atık depolama alanına taşıyanlar da ayrıca bilgilendirilmiş. Bunun yanında, üzerinde önemle durulan başka bir konuya, kesici delici aletlerin nasıl uzaklaştırılacağı. Kesici-delici aletlerin özel atık kutularına

konulmaları gerekiyor. Bu aletler normal çöp kovalarına atıldığında yaralanmalara neden olabiliyor. Bu yaralanmalar, hepatit b, c ya da AIDS'li bir hastaya kullanılan bir iğne sonucunda da olabilir. Personeli bu riskli yaralanmalara karşı korumak çok önemli. Bu nedenle, kesici-delici aletlerin ayrı kutularda biriktirilmeleri gerekiyor. Hacettepe Hastanesi'nde de, bu kutulardan her hasta odasına birer tane konmuş. Ancak bu, soruna pek de bir çözüm getirmemiş. Çünkü kutuların kullanışlı olabilmesi için masa üzerinde durması gerek. Ancak, ortaya çıkan çirkin görüntüden dolayı kutular yine masa altına atılmış ve orada unutulmuş. Yaralanmalar devam edince, hastanede cezai uygulamalar başlamış. Tüm bölümlerin atıkları ayrı ayrı etiketlenmeye başlamış. Ayrıştırma odalarında, mavi poşetler kontrol edilip, rapor hazırlanmaya başlamış. Kontroller sonucunda, yanlış uygulama yapan bölümlere para cezası uygulanmış. Sonra da hastane içerisinde bir iyileştirme takımı oluşturulmuş. Yanlış kullanımın sebepleri incelenmiş ve en önemli sorunun atık kutusunun bulunduğu yer olduğu saptanmış. Ona göre yeni bir atık kutusu yapılmış. Nor-



Tıbbi atık geçici depolama alanı

mal çöp kutusu büyüklüğünde bir kutu. Doç. Dr. Çetinkaya Şardan, bu yeni kutular sayesinde çok ciddi bir aşama kaydettiklerini söylüyor. Şu anda herkes uygun boyutlardaki atık kutularını kullanıyor. Bu kutular dolunca, kapakları kapatılıyor, üzerinden flasterleniyor ve öylece kırmızı poşet içerisine konulup, dikkatli şekilde günün belirli saatlerinde odalardan toplanıp geçici depolama alanına götürülüyor.

liklinik, sağlık ocağı, diyaliz merkezi gibi kurumlarının tıbbi atıklarını topluyor. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun tasarlanmış 5 adet araçla toplanan atıklar, Sincan Çadırtepe'de düzenli gömme yöntemiyle yok ediliyor. Yani çok büyük havuzlar açılıyor. Bu havuzların altlarında sıvıyı bir yerde toplayan drenaj sistemleri kuruyor. Havuzun alt tabanı izole ediliyor. Tabana, sızdırmayı engelleyici bir zar döşeniyor. Buralara tıbbi atıklar boşaltılıyor. Üzerine emici bir madde olan "klinoptilolit" dökülüyor. Onun üzerine de bir tabaka kireç atılıyor. Son olarak, üzeri toprakla örtülüyor. Büyük hastaneler hergün, bazı küçük sağlık ocaklarına da iki üç gün de bir giden TEK araçları, üzerlerindeki Uydu takipli Coğrafi Konumlandırma Sistemi (GPS) aygıtları sayesinde kolayca izlenebiliyor.

İstanbul'da da tıbbi atıkların akıbeti benzer. Katı atık projesi kapsamındaki tesislerin teknik çalışmaları, bakım-onarımları, yeni sıhhi depolama sahalarına gelen katı atıkların yok edilmesi ve geri kazanım işi İstanbul'da İSTAÇ A.Ş. (İstanbul Çevre Koruma ve Atık maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret Anonim şirketi) tarafından yapılıyor ve 2005 yılına kadar da sürecek. Ancak İstanbul'da, tıbbi atıkların yok edilmesi yakılarak sağlanıyor. Kapasitesi günde 24 ton olan yakma tesisi, Kemerburgaz'da Odayeri'nde düzenli depolama alanının yakınında. Hemen hemen tam kapasiteyle çalışıyor. Müdür yardımcısı Metin Dökmeci, tıbbi atıkların, imhasın-

dan sonra çevreye bir zararın söz konusu olmadığını söylüyor. Yani, baca gazı emisyonları, yönetmelikte izin verilen eşikleri tutuyor. Küller de düzenli depolama alanına gömülüyor. Yakma tesisinden elde edilen 0,5 megawatt elektrik enerjisi de kâr kalıyor. İSTAÇ, 12 aracıyla yalnızca 20 yatak ve üstüne sahip olan 175 hastanenin tıbbi atıklarını topluyor. 20 yatak altı hastaneler, muayenehane, laboratuvarlar ve kliniklerin tıbbi atıklarını da ilçe belediyeleri topluyor. Belediyeler topladıkları tıbbi atıkları, kendi araçlarıyla haftada bir iki gün İSTAÇ A.Ş.'ye getiriyorlar.

Belediyeler adına tıbbi atıkların toplanmasını sağlayan bu firmaların karşılaştıkları en büyük güçlük, açık bırakılan enjektör uçları. Bu enjektör uçları, kullanılan eldivenlerin kalınlığı ne olursa olsun personelin ellerine batabiliyor. Kalın poşetler daha maliyetli olduğu için çoğu devlet hastanesi, gerekli korumaya işlemini doğru şekilde yapamıyor. Sistemin doğru uygulanmasında sorun çıkaran kurumlaraysa cezai yaptırımlar uygulanıyor. İlk yıllarda, alışma süresi olarak yalnızca sözlü ya da yazılı uyarı yapılmış. Ancak, bundan sonra belediyeler yaptırımlar konusunda daha acımasız olacağına benziyor.

Tek sorun bu değil elbette! Özellikle veterinerlik fakültelerinde, parçalanmadan ve ince poşetlerle atılmış kadvralar da, işlerin yolunda gitmesini engelleyen yanlışlardan biri. Bir de, küçük muayenehanelerde denetimlerin yapılamaması, işleri zorlaştırıyor. Aslında, sistem çok karışık gibi görünse de,

yapılması gereken tek şey, enjektörlerin kutularda ve tüm tıbbi atıkların doğru kalınlıktaki özel kırmızı poşetlerde biriktirilmesi. Eysel hastane atıklarının, bu poşetlere konmaması gerekiyor. Böylece, hem tıbbi atıkların miktarı azaltılmış, hem de ödenen bedel azalmış olacak. Çünkü, ürettikleri tıbbi atık karşılığında, sağlık kurumları da belediyelere bir bedel ödüyorlar.

Radyoaktif tıbbi atıklar

Radyoaktif tıbbi atıklar, belli bir süre zararsız hale gelene, yani yarı lanma ömürleri dolana kadar bekletildikten sonra öteki tıbbi atıklarla birlikte atılıyor. Örneğin, uyarılmış durumda teknezyum-99'un (Tc-99m) yarılanma süresi 6 saat. Teknezyum, kurşun bir kutunun içinde biriktiriliyor ve 1 hafta bekletiliyor. Bu süre sonunda, radyoaktivitesi kalmadığı için, normal tıbbi atıkla atılabilir. Hastanelerde kullanılan radyoaktif maddelerin başında İyot 131 (yarılanma süresi 8 gün), talyum (yarılanma süresi 3 gün) ve galyum (yarılanma süresi 5 gün) geliyor. Bunlar, bir haftanın sonunda radyoaktif atık bekletme odasında 10 yarı ömür bekletiliyor. Bu sürede aktivitesi hemen hemen sıfırlanıyor ve çok daha az zarar potansiyeli taşır hale geliyor. Oradan da tıbbi atık depolama sahasına gönderiliyor. Bu atıklar, hastalara enjekte edilen maddelerin kullanıldığı kaplar. Örneğin, enjektörler, bardaklar... İyot 125 (yarı ömrü 3 ay) gibi deneylerde hormonlarla çalışılan sıvı atıklar da bi-



Ekolojik Gemi

BSEC Marmara-1 Ukrayna gemisi. 1999 yılında Şubat ayında kiralanmış ve 2000 yılının ekim ayında 3 yıllık lisansla ekolojik amaçlı çalışmaya başlamış. Dünyada 6 gemiden biri. Bu gemi yalnızca atık toplamakla kalmıyor, aynı zamanda seygar bir atık artım tesisi niteliğinde. Ağustos ayı 2003'e kadar 20.000 metrik ton civarında ara suyu, sintine suyu, yıkama suyu, slop gibi atık toplamış ve 3700 metrik ton artılmış ürün elde edilmiş.

Geminin teknolojik sistemi çok gelişmiş. 10 separatorü, 2 kademeli filtre sistemi var. Günde 500 ton suyu arıtıp denize basabilecek bir kapasiteye sahip. Ayrıca, suyu arıttıktan sonra kalan yağlı kısmı da günde 80-90 tona kadar geri kazanabiliyor. Ancak, gemi de yalnızca fiziksel arıtma yapıldığı için elde edilen en son ürün, yakıt olarak kullanılmaya müsait değil. Bu nedenle, elde edilen yakıt,

çıkan sonuca göre ya lisanslı geri kazanım tesislerine veriliyor ya da İZAYDAŞ'a veriliyor.

Gemideki iki kazan, yüksek kapasiteyle çalışıyor ve içerisindeki suyu ısıtıp buhar haline getiriyor. Buradan elde edilen buharla ısıtıcılar çalışıyor. Denizden alınan su, ısıtıcılar tarafından ısıtılarak, elde edilen yaklaşık 85°C'ye kadar ısınmış deniz suyuyla yandaki geminin yakıt tanklarını yıkama işlemi de yapılabiliyor. Gemi, şimdiye kadar 6 kez yıkama işlemi yapmış. Gemide kaptanla birlikte 11 kişi çalışıyor. Ancak tank yıkama yapılacağı zaman piyasadaki taşarınlar vasıtasıyla adam toplanıyor. O adamlar, yıkanan tankların bulunduğu gemiyi inip tankların içerisinde taşlanmış halde bulunan Sludge adı verilen, slopların artık dibe otmuş, tankların duvarlarından aşağıya inip birikmiş çamuru kürekle kazıyıp çuvalara dolduruyorlar. Bu çuvalar da vinçlerle gemiyeye getiriliyor.

İşlem yapılacak geminin yakıt tankından alınan artık yakıt, ilk olarak hortum vasıtasıyla 250 ton kapasiteli bir tanka alınıyor. Sonra tank yıkıyor. Gelen mal yükseldikçe, yağ bu tanktan ikinci tankın içerisine kaçıyor. Alttaki kalan su da başka iki tanka (7,8) alınıp 4 saat bekletiliyor. 4 saat sonra alttaki boru devresi vasıtasıyla başta bulunan iki tanka (1,2) geliyor. Orada içerisindeki yağ biraz daha bırakıyor. Oradan da 3,4 nolu tanklara geliyor. 4 numaralı tanktan itibaren filtre edilmeye hazır, içerisindeki yağ mümkün olduğu kadar azal-

mış bir sarımsı bir su haline geliyor. Ondan sonra o su, kum filtrelerinin bulunduğu dairenin içerisine alınıyor. İkili ikili 5 grup filtrenin içinden geçince ppm ölçer cihazına geliyor. Su ppm ölçer cihazına geldiğinde aşağı yukarı 9 ppm oluyor, yani denize basılabilir hale geliyor. Ancak su denize basılmadan önce, numune alınarak üniversiteye götürülüyor. Burada suyun analizi yapıldıktan sonra, suyu denize boşaltıyoruz. Gemide bulunan 10 tanktan yalnızca 9 ve 10 numaralı tanklar da yakıt birikiyor. Belki içerisinde %4-5 civarında su var. Su, bir separator sistemine alınıyor ve orada elimine ediliyor. Ondan sonra, elde kalan yakıtlarda sahilde taşıma lisanslı kamyonlarla atık alma lisanslı tesislere geri kazanım için yollanıyor.

BSEC Marmara 1, seygar bir atık kabul tesisi. Yalnızca atık geri kazanımı yapmakla kalmıyor. Aynı zamanda, denizin üzerine dökmüş petrol yakıtlarını da vakum balonlarıyla emerek temizleyebiliyor. Yani, aslında petrol ya da gemi kazalarında acil önlem alabilecek de bir gemi.

Gemi Marmara Denizi'nde Ambarlı'ya kadar her tarafa gitmiş. Ancak şimdi, Denizcilik müşerharlığından kaçakçılığı ve rekabeti önlemek amacıyla, yalnızca kendi bağlı oldukları bölgelerden atık toplayabiliyor. Halbu ki, gemi yalnızca körfez için değil, ihtiyaç duyulduğunda Marmara ve diğer yerlere de gidebilecek durumda geliştirilmiş. Büyüklüğü de buna müsait.

donlara konuluyor. Bidonlar etiketlenip 10 yarı ömür yine depoda bekletilip tıbbi atıklarla gönderiliyor. Hastanelerdeki asıl radyoaktif kaynak, bu maddelerin sağıldığı jeneratörler. Bunlar da işleri bittiğinde, getiren lisanslı firmalar tarafından geri alınıyor ve Türk Atom Enerjisi Kurumuna teslim ediliyor.

Çare Temiz Üretimde!

Şu anda, bu atıklardan kurtulmak için daha çok kontrollü yakma ve düzenli depolama yöntemlerini uyguladı-

ğımızdan söz ettik. Bu yöntemlerin sonuna çözüm değil, yalnızca küçük bir yama olduğunu da biliyoruz. Tıbbi atıklar için daha güvenli ve kolay alternatif çözümler mevcut. Peki ya endüstriyel atıklar için? İşte bu sorunun yanıtı ne yazık ki havada kaldı. Endüstriyel atıklardan kurtulmanın da daha güvenli bir yöntemi var elbette. Ancak, bunun için devlet kurumları, STK'lar, araştırma enstitüleri ve halkın el birliğiyle çalışması gerekiyor. Kesinlikle zor bir yöntem değil! Ancak, uzun vadeli bir çalışma gerektiriyor. Özetle, kirliliği kayna-

ğında önle, geri kazan ve arıt. En sonunda, hala elinde tehlikeli atık varsa, yok etmeye çalış. Yani, temiz üretim.

Temiz üretimde, üretici üzerine büyük bir sorumluluk düşüyor. Bu üreticinin, üretim süreci ve ürettiği ürün üzerindeki sorumluluğunu, ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca da sürdürmesi anlamına geliyor. Yani, daha az ve yenilenebilir kaynaklar kullanmak, üretim süreçlerinde temiz teknolojiler kullanarak atık oluşmasını önlemek, çıkan az miktarda ve çevreye zararlı olmayan atığı dönüştürmek ve sa-

Kirli Düzine

Türkiye, kalıcı organik kirleticilerin (KOK) kullanımını kaldırmayı hedefleyen uluslararası bir anlaşma olan Stockholm anlaşmasına 2001 yılında imza attı. Bu anlaşma gereğince de, KOK dediğimiz dünyanın en tehlikeli 12 kimyasalının kullanımı, üretimi ve depolanmasını önlenecek. Bu kirleticilere yol açan bütün sanayiciler, üretimlerinde değişiklik yaparak, buna son vermek zorunda kalacaklar. Türkiye'de bu kirleticilerin giderilmesine yönelik bir uygulama planı için ilk adımları atmış bulunuyor.

Kirli Düzine listesinde sekiz böcek öldürücü yer alıyor. Bunlar, aldrin, endrin, toksafen, kloridan, dieldrin, heptakol, mireks, DDT. Bu pestisitlerin çoğunun üretimi ve kullanımı zaten birçok ülkede yasaklanmış olsa da stoklar halen mevcut. Anlaşma, stokların yeni KOK'lar üretmeksizin ya da KOK'ların doğada kalıcı olmasına yol açmaksızın yok edilmesini gerektiriyor. Bunun yanında, bazı ülkelerin,

örneğin sıtma kontrolü için DDT gibi bazı KOKların kontrollü kullanımına izin veriyor. Endüstrinin yan ürünü olarak çevreye yayılan kimyasallardan olan PCBler, heksaklorobenzenler, dioksinler ve furanlar da listenin kalanını oluşturuyor.

Doğal sistemlerin maruz kalabileceği en sorunlu kimyasallar olarak kabul edilen KOK'ların bu unvanlarının nedeni, zehirlilik, kalıcılık ve vücutta birikme. Çeşitli zehirli etkilere yol açarak biyolojik sistemleri sekteye uğratan bu kimyasalların, aynı zamanda çevrede kalıcı olma ve zehirli etkilerini çok uzun süre koruma gibi kötü huyları da var. KOK'lar yalnızca üretildikleri yerlerde kalmayıp kilometrelerce uzaklara da yayılabilirler. Yayıldıkları yakın çevreyi kirlettikleri gibi, nehirlerle, hava akımları ve okyanus akıntılarıyla da binlerce kilometre yolculuk yapabiliyorlar. Bunların yanında, KOK'lar canlıların bedenlerinde artarak biriken kimyasallar. KOK'lar besin olarak tüketilen sıvı yağlar, süt, tereyağı, et, balık ve insan dokuları gibi yağlı maddelerde birikiyor ve yoğunlaşıyor. En

yüksek KOK düzeylerine besin zincirinin tepesinde yer alan kutup ayısı, dişi balina, fok ve insan gibi avcı hayvanlarda rastlanıyor. Bunun nedeni de, KOK'ların bir hayvanın bedeninde, kirlenmiş bir diğer hayvanı yemesi sonucunda birikmesi. Endokrin bozuklukları, öğrenme bozuklukları, kısırılık gibi üreme sorunları, bağışıklık sistemi değişimleri ve şeker hastalığı sıklığında artışa neden olmanın yanında, bu kirleticiler aynı zamanda henüz doğmamış bir çocuğa bile zarar verebiliyor. Bu kirleticiler, plasenta yoluyla anne rahmindeki fetusa, anne sütü yoluyla da bebeğe geçiyorlar. Anne sütü emen bebeklerin, Dünya Sağlık Örgütü'nün kalıcı organik kirletici dioksinler için belirlemiş olduğu günlük üst sınırı oldukça fazla aştığı söyleniyor.

Bu yükümlülükleri yerine getirebilmek için gerekli yardımlar da yine anlaşma kapsamına alınmış. Yani, gelişmekte olan ve ekonomik geçiş yapan ülkeler, bu kirleticilerden kurtulabilmek için zengin ülkelerden maddi ve teknik yardımlar da alabilecekler.

tilan ürün tüketildikten sonra oluşan atığın yönetimini de üstlenmek. Bu elbette, temiz üretimde hedeflenen nokta. Ancak bu noktaya gelebilmek için, öncelikle kolları sıvayıp, ürettiğimiz ya da kullandığımız hangi ürünlerin neden tehlikeli olduğunu öğrenmemiz gerekiyor.

Bundan sonra, üretimini yapacağımız malzemenin nasıl daha güvenli hale getirilebileceğini ya da tehlikeli olan malzemeler yerine hangi daha güvenli malzemeyi kullanabileceğimizi düşünmeye gelecek sıra. Elbette, her üretimde uygulanacak yöntemler de farklı olacak. Bazı üretimlerde kullandığımız teknolojilerin de değiştirilmesi gerekecek. İlk etapta, teknoloji değişimi için bir bedel ödenecek tabii. Ancak, daha az hammadde, su ve enerji kullanımını da içinde barındıran bu yeni teknolojilerin geri bildirimini için 1-2 yıl gibi bir

süre veriyor uzmanlar. Bu kirliliği kontrol etmeye çalışmak yerine, kirliliği önleyici sistemleri hayata geçirmek, atık borularının sonundaki pahalı arıtma sistemlerinin ve yakma maliyetlerinin de ortadan kalkmasını sağlayacak. Böylece temiz teknolojiler sayesinde hem doğa ve kirlilikten etkilenen insanlar, hem de üreticiler kazanacak.

Dünya'da pek çok yerde bu uygulamaya geçişler başladı ve hatta pek çok firma bu sayede büyük kazançlar elde etmeye başladı bile. Türkiye'de de önümüz oldukça açık görünüyor. Şuanda biz sanayisini geliştirmeye ve üretimini arttırmaya çalışan bir ülkeyiz. Bu nedenle de aslında şanslıyız. Çünkü, büyük teknolojik değişimlere gerek duyan ağır sanayimiz yok ve küçük sanayiye teşviklerle destekleyerek doğru şekilde yönlendirebilecek bir sınırdayız. Hatta, bazı yasal yaptırım ve düzenle-

melerin etkisiyle de olsa, son yıllarda bazı kuruluşlar bu yönde yatırımlar yapmaya başladı bile.

Çevrenin bir bütün olarak korunmasını, en etkili şekilde ve ekonomik olarak da uygulanabilecek teknolojileri ve uygulama biçimlerini ön plana çıkaran çalışmalardan biri de, "BAT" (Mevcut en iyi teknikler uygulaması). Türkiye'de buna en büyük örnek PETKİM.

Avrupa komisyonu tarafından ilk etapta, klor üretiminde kullanılan teknikler çevresel etkileri açısından incelenmiş ve cıvalı hücre yönetiminin uygun bir teknik olmadığı, zar hücre yönetimininse mevcut en iyi yöntem olduğu belirtilmiş. Bunun üzerine cıvalı hücre yöntemini kullanan PETKİM-Petrokimya Holding Aliğa Tesislerinde bulunan Klor-alkali Fabrikasında bir teknoloji değişikliğine gidilmiş ve cıvalı hücre yöntemi yerine zar hücreli yönetime geçilmiş. Bu tesisten kurulan yeni teknoloji, 40 milyon dolarlık bir yatırıma mülk olmuş. Ancak, firmanın, yenilenen teknolojiyle düşen enerji tüketimi, artan ürün kalitesi ve düşen arıtım maliyetleri sayesinde 2-6 yıl içinde kâra geçmesi bekleniyor.

Benzer şekilde, kağıt üretiminde be yazlatma işlemi için kullanılan klor yerine oksijen kullanmanın mümkün olduğu söyleniyor. Böylece, klorun tüm yan etkilerinden de böylece kurtulmak mümkün. Yeni üretim biçimine ilk geçişte, bunun bir maliyeti olacak. Ancak daha sonrasında sağlayacağı kazançlar çok daha büyük. Baştan doğru üretim biçimine geçildiğinde hem parasal maliyet hem de toplumsal ve çevresel maliyet düşecek. O vakit, sanayici de çok büyük kar elde etmeye başlayacak. Çünkü temiz üretimde yalnızca bir kimyasal al öbürünü koy değil, enerji verimliliği, üretim verimliliği, herşey içinde olduğu için, bazen bir düğmeyi kapatarak oradan müthiş bir kar da elde edebiliyor. Önemli olan onlara bu ortamı sağlayabilmek.

Özetlenecek olursa, Türkiye, sırat köprüsünde bir sınav veriyor. Ya kendi politikamızı belirleyip, tehlikeli atıklarımızın sonunu kendimiz belirleyeceğiz, ya da gelişmiş ülkelerin yürüdüğü engeli yolda ilerleyip önce kirletip sonra daha pahalı yöntemlerle temizlemeye çalışacağız...

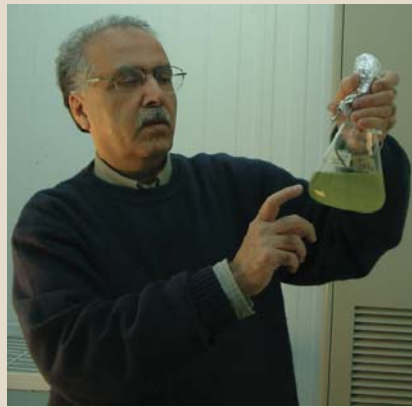
Banu Binbaşaran Tüysüzöğlü

Becerikli Bitkiler

Dünya, kirlilikten kurtulmak için kolları sıvamış durumda. Eskiden, toprağı temizlemek için ya kimyasallar kullanılıyordu, ya da kirlenen toprak alınıp başka bir yere atılıyordu. Bu yöntemler hem pahalıydı hem de geçici çözümler getirdi. Dünyada bu tehlikeli atıklardan kurtulmak için çalışmaları yapılan ve hatta kullanımına başlanılan alternatif güvenli yöntemlerden biri de biyolojik tedavi. Yani biyoremediasyon. Türkiye'de de, henüz oldukça yeni olan bu alanda çalışmaların öncülüğünü TÜBİTAK Gen Mühendisliği ve Biyoteknolojiler Araştırma Enstitüsü'nden Prof. Dr. Abdulrezzak Memon ve ekibi yapıyor.

Gen mühendisliğinde, bunun için üç farklı yöntem kullanılmış. Bunlardan biri, bakterileri kullanarak su temizlemek. Atık suların ağır metalleri toplayabilen ağır metal toplayıcı bakteri *Zoogloea ramigera*, bu bakteriler içinde en kolay çalışılabileni. Bu bakteri, hücre dışına saldığı fazla miktardaki zayıf asidik polisakaritlerle, bakır ve kadmiyum gibi metal katyonlarını yüksek oranda bağlıyor. Bunlardan başka, demir, kurşun, çinko, kobalt gibi öteki ağır metalleri toplayan bakteriler de var. Yalnızca bakteriler değil, alglerle de bu metallere kurtulmak mümkün. Üstelik, bu işlem alglerle yapıldığında, bir de gliserol elde edilebiliyor. Çünkü bu algler, metal stresi verildiğinde, hücreleri bozulmasın diye gliserol üretiliyorlar. Bu alglerden biri *Dunaliella viridis*. Alglerle yapılacak başka bir çalışma da, bunlara ilave gen aktarımı yapıp, daha güçlü metal toplayıcıları üretmek.

Topraktaki ağır metalleri toplamak için, bitkilerden de yararlanılabiliyor. Bazı bitkiler, ağır metal stresinde ölüyor, bazılarıysa metali bünyesine almadan kökte topluyor. Bir başka bitki türüyse, metali gövdesinde biriktirebiliyor. Amerika'da uygulanan bu yöntemle büyük kazançlar elde edilmiş bile. Prof. Dr. Abdulrezzak Memon, Türkiye'de de çok yakında bu yöntemin kullanılmasını umutlu.



Memon ve ekibi, Diyarbakır'daki Ergani maden ocaklarının etrafından 100 tür farklı bitki örneği toplamış. Bu türler içinde 4 tanesi metal toplayabilen bitkiler. Bunların içinden de, bir tür seçmişler: *Brassica nigra*. Bu bitki, geçen yıl insan genomundan sonra, gen dizilimi açıklanan bir bitki ailesinden. Yani, genomu belli. Böylece, bu bitkiye hangi genin ne için kullanıldığını anlayabilecekler.

Öncelikle bitkinin metalleri nasıl topladığına ve kendini nasıl koruduğuna bir bakalım. Bu bitkiler, topladıkları metalle zehirlenmemek için ilginç bir yöntem geliştirmişler. Bitki ilk olarak metali hücre duvarında bağlanmış olarak biriktiriyor. Yani hücre içine girmesine izin vermiyor. Bitkinin kullandığı başka bir yöntem de, bu metalleri vakuolda biriktirmek. İlk önce, hücredeki malatla, manganezi tutuyor ve manganez malat yapıyor. Manganez bu haliyle hücre zarından geçip vakuola geliyor. Burada manganezi bu kez oksalat bağlıyor. Böylece manganez oksalat olarak burada birikiyor. Malat da yenilerini getirmek için taşıyıcı olarak tekrar işinin başına dönüyor.

Memon ve ekibinin şu anda yaptıkları bir çalışma da, *Brassica nigra*'ya, enzim yüklemesi yapmak. Bu sayede, bitkinin daha fazla metal toplamasını sağlamaya çalışıyorlar.