



YAŞAMIN HER ALANINDA

KİL

Kil dendiğinde hemen çoğumuzun aklına insanlığın en eski kültür ürünü olan seramikler, sonra da tuğla, çimento gibi yapı malzemeleri geliyor. Gerçekten de dünyada üretilen kilin dörtte üçlük kısmı pişirilen ve biçim verilen seramik ürünlerde kullanılırken, dörtte birlik kısmı da, kilin özelliğine göre tuğla, çimento, sondaj çamuru, dolgu ve kaplama malzemesi olarak değerlendiriliyor. Ama bu dörtte birlik kısımda temizlik, gıda, ilaç sanayilerinde ana malzeme olarak kullanılan killer de var. Ayrıca yağları ağartmak, içeceklerdeki istenmeyen renkleri uzaklaştırmak gibi üretim akışında devreye giren killer, nanomalzemelerin hazırlanmasını sağlayan killer, radyoaktif atık yönetiminde kullanılan killer de var. Kilin bu denli önemli alanlarda kullanımını sağlayan da elbette biliminsanları. Doğanın bizlere sunduğu değerlerin bilimle, teknolojiyle yoğrulduğunda ne kadar olağanüstü sonuçlar ortaya çıkardığını çok iyi bilen biliminsanları kili, endüstrinin farklı alanlarında hammadde olarak değerlendirme konusunda uğraş verip duruyorlar. Toprağın oluşumunda ve gelişimindeki işlevselliği ve taneciklerinin toz halinde dağılması nedeniyle olsa gerek, “yerkürenin tozu” olarak nitelendirdikleri bu taneciklerden olağanüstü malzemeler elde ediyorlar. Ve artık kil dendiğinde yalnızca pişmiş toprak ürünleri akla gelmiyor.

Killer, çapları iki mikrometreden küçük taneler içeren sulu alüminyum silikatlar. Bu tanecikler, büyük ölçüde kil mineralleri, değişik ölçülerde kil dışı mineraller ve az miktarda da çeşitli organik maddelerden oluşuyor. Kilin oluşumu dendiğinde de, sıcak su kaynaklarının neden ol-



duğu bozuşma ürünleri ve sedimentasyon yoluyla çökelmiş taneler akla geliyor. Yani kil, kayaların ve maden kütlelerinin fiziksel nedenlerle parçalanmasından kaynaklanan iki mikrometreden küçük çaplı taneciklerin yığılmasıyla oluşan tortul kayalara verilen ad.

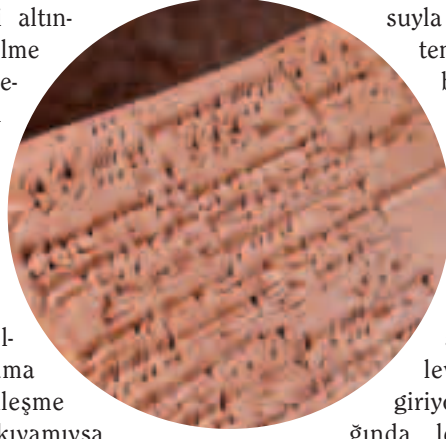


Kilin bileşiminde bulunan kil mineralleri, kimyasal bileşimleri birbirine benzeyen, hepsi tabakalı yapıda olan, alüminyum silikatlardan oluşuyor. Kil içinde rastlanan kil dışı minerallerse kil mineralleriyle aynı yoğunluğa sahiptirler; kil işlenirken uzaklaştırılmaları da çok zor. Bu nedenle, nitelik ve nicelikleriyle kaliteyi etkileyip, kilin ticari değerinin düşmesine bile yol açabiliyorlar. Zaten endüstride kil mineralleri ve kil dışı minerallerin oranlarının oldukça önemli olmasının nedeni de bu. Bu oran, hammaddenin pişme özelliklerini, dolayısıyla işlenen ürünlerin fiziksel özelliklerini belirliyor.

Bu mikron boyutundaki taneciklerden nasıl yararlandığımıza gelince... Kil, su içeriği miktarına göre plastikleşen; ısıtıldığında da sertleşen bir ya-

pı. Plastikleşme (plastisite) yalnızca killi zeminlerin ve de killi malzemenin gösterdiği bir özellik. Bir malzemenin, etkisi altında bulunduğu gerilme ya da basınç nedeniyle, kırılmadan ve hacminde herhangi bir değişiklik olmadan deforme olması, gerilme ya da basınç kalkmasından sonra da deforme olmuş şeklini koruma özelliğine plastikleşme deniyor. Plastik kıvamıysa, kil-su karışımlarının üzerine bastırıldığında parmaklara yapışmadan kolaylıkla şekil verilebilen kil-su içeriği olarak belirlenmiş. Plastiklik, seramik

malzemelerin şekillendirilmesi, kurutulması ve pişirilmesi açısından önemli. Bu özellik sayesinde kil, suyla yoğrulduğunda istenen şekle giriyor ve bu şeklini sürekli koruyabiliyor. Kilin plastiklik özelliği, kristallerinin ince levhacıklar şeklinde olmasından ileri geliyor. Kile su eklendiğinde, su levhacıklar arasında giriyor, baskı uygulandığında levhacıklar birbiri üzerinden kayarak verilen şekli alıyor. Bu özellik sayesinde kilden, pişmiş toprak ürünler, ateşe dayanıklı ürünler, fayanslar, grenli ürünler,



Frank Giorgini, udu yapımcısı Abbas'ın iznini alarak ürettiği davul serisine "claytone" adını verdi ve böylece dünya, kilden yapılmış, Nijeryalı Ibo insanların biçimlendirdiği ilk vurmali çalgı olan uduyla tanıştı. Udu, bizim dilimizde çömlekçilik ve barış anlamını taşıyor. Bu çalgıyı Nijeryalı kadınlar, atalarının sesi olduğuna inandıkları için törenlerde çalıyorlar.



Udular

Biliminsanları, "kil olmasaydı evrenin döngüsü başlamayacak ve canlıların yaşam platformu oluşamayacaktı; bu gerçekten hareketle diğer canlılar gibi insan da yaşam bulmasını kile borçlu" diyor; Türk biliminsanları da, killere bir armağan sundular. Çalgı yapımcısı Frank Gi-

orgini'nin, 1974'te, Zaireli Abbas Ahuava'dan öğrenip, farklı kil pişirme tekniklerini kullanarak yaptığı ve bir süre sonra seri üretime soktuğu kil davulunu, ülkemizin Avanos kiliyle ürettikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü atölyesinde, değişik boyutlarda, ses kalitesi ve kuvveti bakımından oldukça başarılı udular yapıldı. Yani udular artık ülkemizde de var.



porcelainler, sıhhi seramikler elde ediliyor.

Killer, su moleküllerini ya da özel birtakım iyonları emdikçe, hacimleri değişebiliyor. Bu durum, kilin şişme özelliği olarak tanımlanıyor ve killer, şişip şişmemelerine göre de ayrılıyorlar. Şişen killer "simektit" olarak adlandırılıyorlar. Bunlardan yararlandırıldığı alanlardan biri, ilaç sanayii. İlaç üretiminde, etken madde olarak ağız yoluyla ya da bölgesel olarak sürülerek ve katkı maddesi olarak kullanılıyorlar. Örneğin, şişen killer, yüksek emiş güçleri sayesinde dermatolojik koruyucuların üretiminde kullanılıyor. Bu koruyucular genellikle toz, krem ve merhem şeklinde oluyor ve bir film şeridi gibi kapladıkları deriyi dış ve iç etkenlerden, deriden akan salgılardan koruyorlar. Ayrıca deri salgılarını emerek temiz bir yüzey oluşturuyor ve bakteri gelişimini engelliyorlar.

Killer, yüzeylerine suyu çekme ve suyu tabakalar arasında tutma (adsorpsiyon) özelliğine de sahipler. Tu-

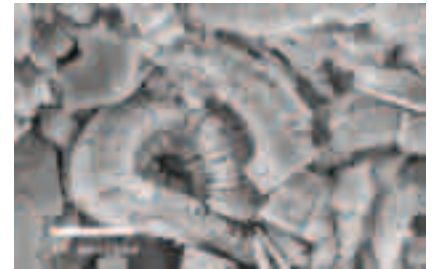
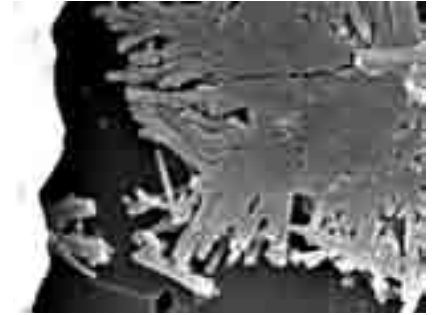


tulan su, ortamdan kolayca uzaklaşmıyor. Killerin bu özelliği, pek çok alanda kullanılmalarını sağlıyor. Örneğin, aflatoksinler, oldukça zehirli ve kansere yol açan maddeler. Biliminsanları aflatoksin bulaşmış besinlere belirli killeri ekleyerek, sindirim sisteminde zehirlerin emilimini azaltmış bulunuyorlar. Killer diyetteki aflatoksinin bağlayarak aflatoksinlerin sindirim sisteminden emilimini azaltıyorlar. Bu çalışma özellikle hayvan besleme alanında oldukça önemli katkılar yaptı. Aflatoksinle bulaşık hale gelmiş hayvan yemlerinin kullanılmasında ortaya çıkan sorunlar, yemlere kil içeren maddelerin katılmasıyla engellendi; böylece bu tür bulaşık yemleri tüketen hayvanların süt, yumurta ve etini yiyen insanlarda ortaya çıkacak olumsuzlukların da önüne geçilmiş oldu.

Kilin 'tutma' özelliğine odaklanan bir diğer çalışma da, çevre kirliliğine çözümler sunuyor. Gıda, pestisit, ilaç ve parfüm sanayiinde tepkime ortamı olarak yaygın bir şekilde kullanılan benzaldehit ve türevleri, işlem bittikten sonra atık olarak çevreye verilmekte ve organik çevre kirliliğine yol açmakta. Organik kirleticilerin temizlenmesinde oldukça yaygın biçimde kullanılan yöntemde en çok tercih edilen temizleyici, aktif karbon. Odun, turba, linyit, kömür, mangal kömürü, kemik, Hindistancevizi kabuğu, pirinç kabuğu, fındikkabuğu ve yağ ürünlerinden elde edilen karbonların çeşitli işlemlerden geçirilerek aktive edilmesiyle elde edilen aktif karbon bazı, üstün özelliklere sahip olsa da ekonomik anlamda pahalı bir malzeme. Bu sorun, araştırmacıları daha ucuz ve etkin alternatif materyaller ortaya çıkarmaya yönlendirdi ve bentonit, sepiyolit gibi killer bu alternatif kaynakları oluşturdu. Artık,

istenmeyen tad ve kokuların uzaklaştırılması, tarımsal savaşlarda kullanılan birtakım maddelerin alıcı sulara gitmemesi için arıtma, küçük miktarlarda zehirli bileşiklerin (fenol vb) sudan uzaklaştırılması gibi arıtımla ilgili alanlarda kilden yararlanılıyor.

Petrol, petrokimya ve fenol üretim endüstrilerinde meydana gelen fenolik bileşikler, atık sularındaki yaygın kirleticilerden. Fenoller düşük derişimlerde bile, organizmalara zararlı etkileri nedeniyle kirletici olarak değerlendiriliyorlar. Atık suların fenolik bileşiklerden arındırılmasında çeşitli yöntemler var. Biliminsanları, killeri katyonik ve yüzey aktif maddelerle kimyasal olarak değiştirip, tutma ka-



pasitelerini artırdılar. Katyonik yüzey aktif maddelerle değişikliğe uğratan killer (bentonit, kaolinit, illit), şimdi sulu çözümlerden fenol, klorofenoller, pestisitler gibi organik kirleticilerin gideriminde kullanılıyor.

Kil mineralleri hem dağıtıcı hem de dağılan faz özelliklerine sahipler. Bu özellikleri sayesinde de killerden değişik nanokompozitler hazırlanabiliyor. Örneğin, simektitler yanında halloysit, sepiyolit ve paligorskit gibi doğal kil mineralleri, nanokompozit niteliğinde. Kilin kendisi dağıtıcı madde; emdiği su molekülleri ve değişebilen katyonlar da dağılan faz niteliğini taşıyor. Değişebilen katyonlar yerine farklı katyonlar sokulup, sonra bu yapı kaynaştırılarak gözenekli yapısı daha da gelişmiş, sütunlanmış killer ya da organokiller elde ediliyor. Sütunlanmış killer, yapılarından dolayı seçici-

Su ve Topağa Karışan Antibiyotikler de Killerle Temizleniyor

Son zamanlarda antibiyotik tüketiminin artmasıyla antibiyotikler ve bozunma ürünleri, çeşitli ekolojik akımlarla su ve toprağa karışmış durumda. Bu durum sucul yaşamı ve topraktaki mikrobiyal süreci etkileyerek çevre kirliliğine neden olmakta. Kirliliğin önlenmesi amacıyla ilaçların ve bozunma ürünlerinin killer üzerine tutunması sağlanıp antibiyotik kirliliği önlenmeye çalışılıyor. Bu tür kirliliklerin geldiği noktaya ilgili kesin bilgiler olmadığı gibi, bu konuda yapılmış fazla araştırma da yok. Ancak Almanya'daki tarım alanlarında ve bazı göl sularında, Hollanda'daki atık su akıntılarında ve İsveç'teki hastane lağım sularında yapılan araştırmalarda, bir antibiyotik türü olan Trimethoprim'e rastlanmış. Gelecekte bu tür kirliliklerin daha büyük boyutlara ulaşması bekleniyor. Trimethoprim'in sudan uzaklaştırılmasıyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, kilin, Trimethoprim tutma kapasitesinin yüksek olduğu ortaya çıkarılmış durumda. Ucuz ve bol bulunmaları da killeri bu konuda rakiplerinin arasında cazip hale getiriyor.

Özellikle çok düşük dozları bile zehirli olabilen kurşun ve kadmiyum gibi ağır metal kirlilik-

lerinin azaltılmasında, killerin yüksek tutma kapasitesinin rolü olduğu biliniyor. Ayrıca boyar maddelerle de ilgili önemli bir kullanım alanları var. Yün, ipek, deri ve pamuk gibi tekstil ürünlerinin boyanmasında kullanılan bazı boyalar, kanserojen etkiye sahip. Bu tür özelliklerinden dolayı, özellikle balık çiftliklerinde mantar öldürücü olarak kullanılıyorlar. Boyarmaddelerin kontrolü, tüketimlerinin yüksek olması ve taşıdıkları sağlık risklerinden dolayı önemli bir sorun. Çevre ve canlı sağlığı için özellikle su kaynaklarından uzaklaştırılmalarında etkili, ucuz ve bol bulunan kaynak olarak, karşımıza yine killer çıkıyor. Benzer şekilde, tarım ilacı olarak kullanılan ve kanserojen özellikleri yanısıra bozunma süreleri de uzun olan çeşitli bitki ve böcek öldürücülerinin etkilerinin azaltılmasında, yine killer kullanılıyor. Tarım ilaçlarının killerle karıştırılarak kullanılması, ilaçların killer üzerinden daha uzun sürede salınım yapmasını sağlıyor. Böylelikle hem daha az ilaç kullanılıyor, hem de ilaçların doğaya doğrudan zarar vermesi önlenmiş oluyor. Kullanılan tarım ilacı su kaynaklarına karışmış olsa bile, suyun zehirlerinden arındırılması yine killerle mümkün olabiliyor.

Killerin tutma kapasitelerinin yüksek olmasında, genel olarak kil yüzeylerinin negatif yüklü olması, killerin sodyum, potasyum gibi değiştirilebilir metal katyonlarını içermeleri ve tabakalararası boşlukların etkisi olduğu söylenebilir. Pozitif yüklü bir madde, negatif yüklü yüzeyler tarafından çekileceğinden killerin bu tür maddeleri tutma kapasitesi daha yüksek. Negatif yüklü maddelere kil yüzeyleri tarafından itildiklerinden, tutma kapasiteleri görece düşük. Ancak bu zafiyet, şişebilen killerin çeşitli uzun zincirli amin tuzlarıyla değişime uğratılmasıyla ortadan kaldırılabiliyor. Bu işlemin gerçekleşmesinde killerde bulunan sodyum ve potasyum iyonlarının etkisi var. İşlemin sonunda, uzun zincirli amin katyonları killerin tabakaları arasına girerek, tabakalararası mesafenin artmasına yol açabiliyorlar. Böylelikle su-sever yapıdaki kilin bu özelliği azaltılarak, farklı bir özelliğe sahip olması sağlanıyor. Bu da killer için yeni kullanım alanları demek.

Araş. Gör. Yoldaş Seki

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Edebiyat
Fakültesi Kimya Bölümü

ci katalizör, katalizör desteği, ayırma elemanı, ve tutucu (adsorplayıcı) olarak kullanılan küçük ve orta ölçekte gözeneğe sahip katılar. Yani bu yapılar, moleküler elek ve katalizör olarak kullanılabilir. Organokiller de, bazı organik sistemlerin reolojik özelliklerinin, yani cisimlerin yük, şekil değiştirme ve zaman faktörleri arasındaki davranış özelliklerinin ayarlanmasında kullanılıyor. Örneğin, epoksi reçineler, uzay ve denizcilik sektöründeki yapısal kompozit bileşenler için

en önemli malzemelerden. Epoksi reçine hazırlanmasında farklı organokiller kullanıldığında, yine farklı özelliklerde polimer nanokompozitler hazırlanabiliyor. Bu malzemeler de, yüksek tokluk (darbe dayanımı) ve daha üstün yüksek sıcaklık özelliklerine (mukavemet, kimyasal etkilenmezlik, vb.) sahip olduklarından birçok mühendislik, biyomedikal, otomotiv, askeri, havacılık ve deniz uygulamalarında kullanım buluyor. Ayrıca kendi ağırlıklarının binlerce katına kadar şi-

şebilen, yapay toprak üretiminde kullanılan ve polimerik yapılardan oluşan super-emicilerin termal ve mekanik kararlılıklarını iyileştirmek için de killer kullanılmakta. Killer, bu tür malzemelerin daha düşük maliyete sahip olmasını da sağlamış oluyor. Üretilen bazı süper-emici-kil kompozitlerinin nem algılayıcılarının geliştirilmesi gibi farklı kullanım alanları da var.

Killerin, radyoaktif sıvıların temizlenmesinde uygulanan kimyasal çöktürme sürecine olumlu katkıda buldukları da saptandı. Kimyasal çöktürmede pahalı kimyasal çöktürücüler yerine belirli oranlarda doğal kil minerallerinin kullanılması, oldukça olumlu sonuçlar veriyor. Bu sayede atık yönetiminin maliyetinin aşağı çekilmesi sağlandığı gibi, temizlenen sıvının içeriğindeki zararlı kimyasal madde miktarı da kontrol altına alınıyor.

Gülgun Akbaba

Kaynaklar
Yakupoglu T., Acalan M., Köse O., "12. Ulusal Kil Sempozyumu Kil 2005, Bildiriler Kitabı", Van, 2005.
<http://www.fbe.deu.edu.tr/tezler/2003/YL-41596.pdf>
[http://www.dicle.edu.tr/fakulte/tip/dergi/yayin/2004\(31-2\)15.Kil-mineralleri.pdf](http://www.dicle.edu.tr/fakulte/tip/dergi/yayin/2004(31-2)15.Kil-mineralleri.pdf)
<http://www.cem.yildiz.edu.tr/adsorpsiyon.doc>
Bekci Z., Seki Y., Yurdakoc K., Equilibrium studies for trimethoprim adsorption on montmorillonite KSF, Journal of Hazardous Materials, in press.

