

TÜBİTAK 2002 BİLİM ÖDÜLÜ SAHİPLERİ

DR. AYŞE ERDEM ŞENATALAR

Zeolitler, endüstride, adsorban, iyon değiştirci ve şekil seçici katalizör olarak çok çeşitli kullanımları olan malzemelerden. Bu olağanüstü malzemelerin özelliklerindeki çeşitlilik her geğen gün artıyor. Artık neredeyse uygulamaya özel zeolitler tasarlanıp geliştirilebiliyor. Son yıllarda yapılan çalışmalarla, zeolitlerden optik, elektronik, optoelektronik, termoelektrik ve manyetik özellikleri olan ileri malzemeler, gaz/sıvı karışımlarını ayırmakta kullanılabilecek membranlar, sensörlerde kullanılabilecek ince filmler, ısı pompalarında ve difüzyon sınırlamalı reaktörlerde kullanılabilecek kaplamalar hazırlanabiliyor. Bu araştırmaları gerçekleştiren dünya çapındaki bilim insanlarından biri de Prof. Dr. Ayşe Erdem şenatalar.



Zeolitleri, kısaca, yapılarında moleköl boyutlarında gözenekler içeren kristaller olarak tanımlayabiliriz. Doğada buldukları gibi yapay olarak da üretilebilen zeolitlerin bugün 130'u aşkın iskelet topolojisi biliniyor ve bunların birçoğunun doğal karşılığı da yok.

Günümüzde birçok sentetik zeolit yapılarındaki silisyum/alüminyum oranı, sentez sırasında ya da sonradan yapılan işlemlerle denetlenebiliyor. Dolayısıyla elde edilen malzemelerin özelliklerindeki çeşitlilik de artıyor. Son on yıldır, nanometrik tanecik boyutlarında zeolitlerin sentezleri, ince filmlerin ve kaplamaların hazırlanması ve uygulamaları üzerinde araştırmalar yürütölüyor. Bu araştırmalar sayesinde, membran ayırma sistemlerinin ve membran reaktörlerin, zeolit elektrodların, kimyasal sensörlerin geliştirilmesi, ileri malzemelerin hazırlanması mümkün olacak. şimdilerde zeolitler, gözeneklerinde karbon nanotüpler, polimer zincirleri ve yarıiletkenler gibi misafir yapıların, nanodüzeyde düzenlenebileceği malzemeler olarak da görölüyor.

TÜBİTAK'ın Mühendislik Bilimleri alanında, 2002 yılı Bilim Ödölü'nü alan Dr. Ayşe Erdem şenatalar'ın, zeolitlerin

sentezi, zeolit ince film ve kaplamalarının hazırlanması ve uygulama alanlarının geliştirilmesi konularında uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları var.

şenatalar'ın zeolitlerle tanışması, yüksek lisans çalışmasını yaptığı yıllarda başlar. Yüksek lisans tezi ZSM-5 olarak bilinen, Mobil şirketince patenti alınan yüksek silika zeolit sentezine ilişkindir. Kendi ifadesine göre ZSM-5, metanolden tek bir adımda benzin üretilmesini sağlayabilen, benzin aralığındaki hidrokarbon ürünlere olan seğiciliğiyle ve ksilen izomerlerini ayırabilmesiyle ön plana çıkmış bir zeolittir. "Karışık katyon sistemlerinden ZSM-5'in sentezinin incelendiği bu ilk çalışmalarım, gerek ZSM-5, gerekse diğer yüksek silika zeolit fazlarının sentezine ilişkin daha sonra yürütölen çok sayıda çalışmaya temel oluşturdu."

şenatalar'ın, zeolitlere karşı duyduğu hayranlıkla karışık ilgi, bugün de sürüyor. Zeolitlerin yapılarındaki muhteşem düzeni, bu düzenin neredeyse sınırsız çeşitliliğini, kristal morfolojilerini çok etkileyici buluyor. Bu olağanüstü organizasyonun ortaya çıkmasındaki aşamalar; çekirdeklenme ve kristal büyümesi süreçleri ilgisini çekiyor. Dahası, zeolitlerin araş-

tırma için çok elverişli modeller olmaları, birçok temel bilim ve mühendislik disiplininin arakesitinde durarak bilim ile teknoloji arasındaki köprünün kurulmasını kolaylaştırmaları, şenatalar'a çok çekici geliyor.

Türkiye'ye döndükten sonra doktora-sını farklı bir konuda, asfaltitlerden sentetik yakıt üretimi üzerinde tamamlayan şenatalar, istemeden de olsa bir süre zeolit araştırmalarından uzak kalır. Bunun nedenini de, 1970'li yıllarda, zeolit sentezinin, İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'ndeki öğretim üyelerinin doktora tezi olarak önerdikleri araştırma konuları içinde bulunmamasıyla açıklıyor.

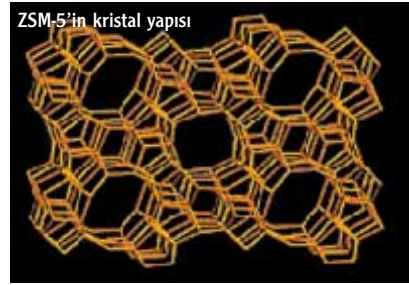
şenatalar'ın zeolitlerden ayrı kalması pek uzun sürmez. Doktora sonrasında, tekrar zeolitlere yönelir. Bu yönelişin, akademik yaşantısında bilinçli olarak yaptığı en doğru seğimlerden biri olduğunu düşünüyor. Bunu, uluslararası gündemi izlediği ve uzun dönemde Türkiye'de yapılabilecekleri değerlendirmeye çalıştığı bir arayış dönemi izler. Bu dönemde yurt dışında, RuKY (Rutenyum Potasyum Y zeoliti) zeolit katalizörü üzerinde CO (karbonmonoksit) hidrojenasyonunun mekanizması üzerinde çalışır. Türki-

ye'nin zengin doğal zeolit rezervlerinin en önemlilerinden olan Bigadiç klinoptilolit rezervinden alınan örneklerin, iyon değiştirme ve gaz ayırma özelliklerini de, yurda dönüşünde araştırır. Bigadiç rezervinden alınan herhangi bir örneğin zeolit içeriğinin belirlenmesinde X-ışını kırınım yöntemine alternatif olarak kullanılabilir, adsorpsiyon ya da iyon değişim kapasitelerinin ölçümüne dayalı yöntemlerin geliştirilmesini sağlar.

Şenatalar, dünya bilimini yakından izleyen bir bilim insanı öngörüsüyle, bu alanın geleceğine yönelik heyecan verici gelişmelerin farkına varır ve çalışmalarını ağırlıklı olarak zeolit ince filmlerinin ve kaplamalarının hazırlanmasına ve bunların mühendislik uygulamalarının geliştirilmesine odaklar. 1992'de, Kanada'da toplanmış olan uluslararası zeolit konferansında, zeolit kaplamaların hazırlanmasına ilişkin az sayıda tebliğin sunulduğu oturumu izlerken, bu tebliğlerden biri oldukça ilgisini çeker. "Hollanda'daki Delft grubu, ZSM-5'in saf silika analogu olan silikalit-1 fazının kaplamalarının hazırlanmasıyla ilgili bir tebliğ sunmuştu. Oturumdan sonraki kahve arasında, aklımdaki soruların yanıtlarını almaya çalışırken, Delft grubuyla çalışma daveti aldım. Bir sonraki yaz Delft Teknik Üniversite-

si'nde, alüminyum içeren berrak bir çözeltiden, ilk kez kuartz, rutil ve safir gibi tek kristal yüzeyler üzerinde, bir kristal tabakasından oluşan sürekli ve ince zeolit 4A kaplamalarının hazırlanabileceğini gösterdim. O güne kadar, seramik altlıklar üzerinde alüminyum içeren zeolitlerin bir kristal tabakasından oluşan ince ve sürekli kaplamaları hazırlanmamıştı. Bu çalışmanın sonuçları, Delft grubunun silikalit-1 kaplamaları üzerindeki çalışmalarıyla birlikte uluslararası bir kitapta bölüm olarak yayımlandı, çok ilgi çekti."

Şenatalar, 1994'te Almanya'daki uluslararası konferansta, İsveçli araştırmacılara, üzerinde çalıştıkları kolloidal (boyutları mikrometreden küçük olan ve çözeltide çökmeyen) sentezden kaplamaların hazırlanması konusunda bir proje önerisinde bulunur. 1995'te, İsveç'te, Lulea Teknik Üniversitesi'nde, silikon tek kris-



tal altlıklar üzerinde, kalınlıkları 180nm-1µm aralığında değişen silikalit-1 filmleri hazırlar ve sentez bileşiminin filmin oluşumu ve dokusu üzerindeki etkilerini ayırtılandırır. Diğer taraftan, İTÜ'de yürüttüğü çalışmalarla da, zeolit A kaplama kalınlıklarının mikron-altı boyutlara indirilebileceğini gösterir. Zeolit kaplamalar için mühendislik uygulamalarının geliştirilmesi üzerinde de çalışmalar yapar. "Isıtma/soğutma amaçlı kullanılabilir zeolit-su ikilisini kullanan adsorpsiyon ısı pompalarına ilişkin çalışmalarımızda, atık ısı ve güneş enerjisiyle çalışabilecek sistemler önerdik. Metal ısı değiştirici borular üzerinde büyütülmüş zeolit kaplamalarının kullanıldığı sistemler geliştirdik ve modelledik. Bu sistemlerle geleneksel ısı pompalarında karşılaşılan kütle ve ısı transferi sınırlamaları azaldı ve çevrim süreleri kısaldı. Ayrıca, adsorpsiyon ısı pompalarında kullanılabilir kalınlıkta ve dayanıklılıkta zeolit kaplamalarının hazırlanabilmesi için yeni bir sentez yöntemi geliştirdik. Bu kaplamaların, gerek birim yüzey üzerine kaplanan zeolit miktarı, gerekse mekanik ve ısıl şoklara dayanıklılık açılarından ısı pompalarında ve benzeri sistemlerde kullanılmaya çok daha elverişli olduklarını belirledik."

Şenatalar'ın İTÜ'deki çalışma arkadaşlarıyla birlikte, mühendislik uygulamalarına yönelik olarak çalışmalar yürüttüğü bir başka alan, gaz/buhar ayırma amaçlı zeolit katkılı polimerik membranların hazırlanması olur. "Bu çalışmalarda gaz ve buhar ayırma uygulamalarına yoğunlaştık. Zeolit ve polimerden farklı özelliklere sahip ayrı bir polimer arafazının varlığını ortaya attık ve daha sonra bu arafazın kalınlığının ve geçirgenliğinin hesaplanabilmesi için teorik bir model önerdik. Model yardımıyla öngördüğümüz arafaz kalınlıklarını deneysel yöntemlerle de doğruladık. Ayrıca, seçici-geçirgen gaz ayırma membranlarının hazırlanmasında zeolit molekül eleme özelliğinin yanı sıra, kinetik seçiciliğinden de yararlanılabileceğini belirledik."

Şenatalar'ın çalışmaları arasında zeolitlerin iç yüzeylerinin fraktal boyutlarının belirlenmesi amacıyla geliştirilen deneysel ve teorik yöntemler de var. Şimdilerde, ağırlıklı olarak zeolitlerin mühendislik uygulamalarının geliştirilmesine ilişkin çalışmalarını sürdürmekte. Örneğin, yakıt pillerinde kullanılabilir zeolit ve kompozit malzemelerin peşinde.

Gülgün Akbaba

Dünya Mühendislik Bilimlerinde Bir Türk Bilim Kadını

Ayşe Erdem-Şenatalar, 1955'te, Ankara'da doğar. İlk ve orta öğrenimini TED Ankara Koleji'nde, lise öğrenimini Ankara Fen Lisesi'nde tamamlar. Üniversite sınavlarında, ilk tercihi olan ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'ne girer ve 1976'da şeref öğrencisi olarak mezun olur. Boğaziçi Üniversitesi'nde başladığı yüksek lisans öğrenimini, ABD'de, Worcester Politeknik Enstitüsü Kimya Mühendisliği Bölümü'nde, burslu olarak sürdürür. 1978'de yüksek lisansını bitirir ve aynı yıl Türkiye'ye dönerek, İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde asistan olarak çalışmaya başlar. Doktora teziyle ilgili deneysel çalışmalarının bir kısmını yürütmek üzere 1982'de, İngiliz Kültür Heyeti bursuyla araştırmacı olarak, İngiltere'de Leeds Üniversitesi'ne gider. 1984'te doktorasını bitirir. 1986-1988 arasında iki yıl süreyle ABD'de, Pittsburgh Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde araştırmacı ve misafir öğretim üyesi olarak çalışır. Aralık 1988'de yardımcı doçent, Ekim 1989'da doçent olur. 1990-1995 yıllarının yaz aylarını yurt dışında geçirir: 1990 ve 1991'de ABD'de Pittsburgh Üniversitesi'nde, 1993'te Hollanda'da Delft Teknik Üniversitesi'nde, 1995'te İsveç'te Lulea Teknik Üniversitesi'nde çalışmalar yürütür. 1995'te profesör olur. 2001'de, kısa bir süre, İsrail'de araştırmalarda bulunur.

Şenatalar halen, İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Proses ve Reaktör Tasarımı Anabilim Dalı Başkanı ve öğretim üyesi olarak çalışmakta ve TÜBİTAK-MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nde ve Işık Üniversitesi'nde ek görev yapmakta. Kimya Mühendisleri Odası, Isı Bilimi ve Tekniği Derneği, Katı Atık Millî Komitesi ve Uluslararası Zeolit Birliği'nde üyelikleri bulunan Şenatalar'ın, 1'i uluslararası bir kitapta bölüm, 34'ü uluslararası dergi makalesi, 30'u uluslararası konferans bildirisi olan 100'ü aşkın yayını var. Yayınlarına, Ocak 2002 itibarıyla, Science Citation Index tarafından taranan dergilerde ve kitaplarda 372 atıf yapılmış. Şenatalar, Microporous and Mesoporous Materials, Applied Thermal Engineering, Chemical Engineering Communications, Turkish Journal of Chemistry ve Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences dergilerinin de hakemlerinden. Eğitimin de en az araştırma kadar önemli bir görev olduğunu düşünen Şenatalar, aynı zamanda İTÜ Senato Eğitim ve Akreditasyon Komisyonlarının üyesi, ve İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü Akreditasyon ve Kalite Komisyonu Koordinatörü. 1979'da evlendiği eşi Burhan Şenatalar da Bilgi Üniversitesi İktisat Bölümü'nde öğretim üyesi. Şenatalar'ın Zeynep adında, üniversite son sınıf öğrencisi bir kızı var.