

MALZEME BİLİMİNİN ÖNDERLERİNDEN İLHAN AKSAY

İlhan Aksay seramik malzemelerin üretimi ve üretim yöntemlerine getirdiği değişik bakış açısıyla dünyaca tanınan bilim adamlarımızdan biri. Seramik denince insanların aklına çanak çömlek gelir. Aksay da seramik konusunda yaptığı çalışmalarda bu klasik seramiklerle ilgilenmiş; genel olarak seramikler nasıl üretilir, nasıl daha iyisi elde edilir, bu konularda çalışmalar yapmış. Ama dünya onu asıl, doğal malzemelerin taklidiyle oluşturulan biyoesinli malzemelerle tanıyor. Aksay'ın konunun temeli sayılan faz diyagram çalışmaları, dünyada ders kitaplarında öğretiliyor...

Prof İlhan Aksay, kolloid kimyası, seramik mühendisliği ve özellikle son yıllarda nanobilim teknolojisine önemli katkılar sağlayan uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle TÜBİTAK 2001 yılı Bilim Ödülü'nü aldı.

Seramikleri biyolojik malzemelerden esinlenerek üretebilmek olarak tanımlanan biyomimetiks (biyotaklit-biyoesin), 21. yüzyılda da büyük gelişmelerin yaşanacağı bir alan olacak. Geleneksel seramik ve cam malzemeler, hemen her gün kendini yenileyen teknolojiye ayak uyduramaz hale geldi. Bilim adamları bu boşluğu doldurabilmek için çalışmalar yapıyorlar. Doğadaki yapıların mimari sırları yavaş yavaş çözülmeye başlandı. Bütünüyle çözümlendiğinde, bu canlıların ürettiği kusursuzlukta yapılar, deney tüplerinde yaratılacak. Tıpkı doğadaki bir midye kabuğunun kendi kendini yenilemesi ya da yara almış bir köpek balığının derisinde gerçekleşen onarım gibi, teknolojilerde kullanılan malzemeler de kendi kendini yenileyebilecek.

Daha sert, sağlam, dayanıklı, üstün fiziksel, mekanik, kimyasal ve elektromanyetik özelliklere sahip olan bu malzemeler, örneğin, uzay araştırmalarında, roket, uzay mekiği, uydular taşıyıcıları gibi araçların atmosfer giriş ve çıkışlarında gereksinim duyulan yük-

sek sıcaklıklara dayanıklılık ve hafiflik özelliklerini taşıyor. Kıtalararası ulaşım için geliştirilmesi planlanan, süpersonik dev yolcu uçakları çalışmalarında da hafif ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemeler gerekiyor. Tıpta, örneğin yapay kemik üretiminde gereksinim duyulursa, süngerimsi görünüşü, sert yapısıyla dokusu, doğala olabildiğince yakın olan malzemeler. Işığı sinyal olarak işleyebilen optoelektronik teknolojisi de bu malzemelere gereksinim duyuyor, mikroskopik lazer teknolojisi de. İşte bu noktada midye kabuğunun 4° C'de mükemmel bir biçimde oluşması, yani doğanın düşük sıcaklıklarda olağanüstü malzemeler ortaya çıkarması, bilim için biyolojiyi taklit etme yolunu açtı. Bu olağanüstü gelişmeyi yaratanların başında da bir Türk bilim adamı, Prof. Dr. İlhan Aksay var. Aksay'ın malzeme bilimine katkısı, klasik seramikler, biyoesinli malzeme üretimi ve yanısıra, Al₂O₃-SiO₂ (alümina-silisyum dioksit) faz diyagramını ortaya koymasıyla, dünyada bu bilim dalında çalışmalar yapanlarca yakından tanınıyor.



Yaşamından Kesitler

1944 yılında İstanbul'da doğan Aksay, seramik mühendisliği lisansını 1967 yılında Washington Üniversitesi'nde (Seattle), doktora derecesini malzeme bilimi ve mühendisliği dalında 1973 yılında California Üniversitesi'nde (Berkeley) tamamlar. Bir süre ODTÜ'de görev yapan ve 1979 yılında doçentliğe yükselen İlhan Aksay, 1981 yılında California Üniversitesi'ne (Los Angeles) ziyaretçi öğretim üyesi olarak döner. 1983 yılında Washington Üniversitesi'nin Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü'ne öğretim üyesi olarak katılır. 1985 yılında profesör olan Aksay, 1992 yılından bu yana Princeton Üniversitesi'nin (New Jersey) Kimya Mühendisliği Bölümü ve Princeton Malzeme Enstitüsü'nde çift görevli olarak profesörlük yapmakta. İlhan Aksay'ın ağırlıklı araştırma konuları kolloid ve biyotaklit yöntemlerle seramik malzemelerin üretimi. Aksay, bu konulara yaptığı katkılar nedeniyle 1987 yılında Amerikan Seramik Derneği'nin "Richard M. Fulrath", 1998 yılındaysa Amerikan Kimya Mühendisleri Enstitüsü'nün "Charles M. A. Stine" ve Washington eyaleti Puget Sound (Seattle) Mühendislik Derneği'nin "Yılın Mühendisi" ödüllerini alır.

İlhan Aksay'ın çalışmalarını dört aşamada değerlendirebiliriz. Aksay'ın bilimsel çalışmaların birinci aşamasını, Berkeley Üniversitesi'nde gerçekleştirdiği doktora; doktora sonrası Xerox firmasında ve daha sonra ODTÜ'de yaptığı çalışmaları oluşturuyor. Aksay bu çalışmalarını çoğunlukla klasik seramikler üzerinde yapıyor. Örneğin Xerox'da yapmış olduğu çalışmaların konusu, fotokopi makinelerinde esas işlemin olduğu tambur yüzeyindeki malzemenin geliştirilmesi.

Prof. Aksay, California Üniversitesi'nde (Berkeley) yaptığı çalışmalarıyla, ilgili bilim alanında oldukça ün kazanır. Öyle ki, çalışmaları, dünyanın her yerinde okutulan ders kitaplarında yerini alır. Aksay ve Pask'ın araştırması olan, $Al_2O_3-SiO_2$ (alümina-silisyum dioksit) faz diyagramı, "Materials for Engineering" adlı, Lawrence H. Van Vlack'ın hazırladığı kitapta, dünyada malzeme bilimi konusunda eğitim görenlere öğretilir. Faz diyagramları (malzeme biliminin anlaşılmasında, malzemeler nasıl, neden ve hangi sıcaklıkta oluşuyor, hangi fazlardan geçiyor) toparlayıcı çok önemli çalışmalar olarak açıklanabilir ve söz konusu faz diyagramları, Aksay'ın bu bilime yaptığı önemli bir katkı olarak değerlendirilir. Aksay'ın klasik seramikler, yani alümina silikatlar üzerindeki çalışmaları ODTÜ'de görev yaptığı yıllarda da devam eder.

Prof. Aksay'ın çalışmalarındaki ikinci aşama, bu ülkeye daha sonraki gidişinde gerçekleştirdiği çalışmalarını kapsar. Aksay 1981'de, ABD'ye, California Üniversitesi'ne ziyaretçi öğretim üyesi olarak dönmüş, orada iki yıl çalıştıktan sonra, 1983 yılında Washington Üniversitesi'nin Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü'ne öğretim üyesi olarak katılmıştır. İşte burada biyomimetiks alanında, 21. yüzyıla damga vuracak bu önemli konuda çalışmalarına başlar; seramikleri biyomalzemelerden esinlenerek üretebilenin yollarını arar.

Klasik seramikleri üretirken çoğu zaman bunları 1000-1500°C'den daha yüksek sıcaklıklara ısıtmamız gerekir. Ama doğa bunu çok düşük derecelere ayarlamıştır. Örneğin, midye kabuğu 4°C'de ve en güzel bir biçimde oluşmaktadır. Aksay bundan esinlenerek, daha iyi, sağlıklı, kullanışlı, işlevsel se-



Aksay'ın Doğadan Aldığı Dersler

Biyolojiden üç ders bizim amaçlarımıza uyuyor. İlk ve temel amaç, geliştirilmiş özelliklere sahip malzemelerin üretiminde hiyerarşik tasarımın ölçeğini nanometre düzeyine genişletmek. İkinci amaç, nano bileşiklerin düzenlenme ve bir araya gelme biçimlerini anlayarak istenen arayüzey ve yapılaraya sahip nanobileşiklerin dizayn edilmesidir. En son amaçlanansa, hiyerarşik yapılanmayla özellikler arasındaki ilişkileri anlayarak en iyi biçimde kullanmanın (optimizasyon) kolaylaştırılmasıdır.

ramiklerin nasıl üretileceği konusuna yönelir. Örneğin, bazı deniz hayvanlarının kabuklarının iç yapılarını inceleyen Aksay, bu doğal yapıların olağanüstülüğünün hemen farkına varır. Olağanüstü bir seramik-kompozit yapıyla karşılaşmıştır. Bu kabukların son derece sert ve sağlam olduğunu saptar. Bu yapının moleküllerin düzenlenmesinde model olarak kullanımıyla ileri teknoloji malzemesi tasarımı mümkün olur. Aksay, bu modellerden esinlenerek son derece sert ve dayanıklı alüminyum-bor karbür metal-seramik kompozit tank zırhı malzemesi geliştirir. Bu malzemeler, ABD'de ordunun çeşitli laboratuvarlarına kadar girer; denenir, kullanılır. Bu çalışmaları oldukça ses getirir. Bunun üzerine Aksay, 1992 yılında, daha üst seviyede ve daha prestijli bir üniversiteye, Princeton Üniversitesi'nin (New Jersey) Kimya Mühendisliği Bölümü'ne profesör öğretim üyesi olarak davet edilir ve o da bu daveti kabul eder. Aksay orada da biyoesinli malzemelerin üretilmesi konusunda çalışmalarını sürdürür. Buradaki araştırmaları onun çalışmalarının üçüncü aşamasıdır.

Biyoesinli malzemeler konusunda çalışmalar yapan diğer bilimadamları da, canlı ya da cansız; ama olağanüstü yapıları, biyoesin yoluyla seramik ve malzeme teknolojilerine uyarlamaya başlarlar. Örneğin, 1995'in sonlarına doğru Geoffrey Ozin ve arkadaşları, ışınluların (Radiolaria) gözcü yüzey yapılarının benzeri seramik malzemeleri ürettiklerini duyururlar.

Aksay, biyoesinli malzemelerin üre-

tilmesinde çok küçük boyutlar, yani nano boyutların incelenmesi gerektiğini çalışmalarıyla ortaya koyar. Örneğin, kemik ve diş türü biyoseramiklerin, vücut sıcaklığında, organik (genellikle protein) ve seramiklerin nanometre boyutlarında birleştirilmesiyle oluştuğunu ve insan üretimi seramiklerden çok daha üstün nitelikler gösterdiğini açıklar. Aksay'ın çalışmaları, yani doğadaki üstün niteliklerin nanometre boyutlarındaki birleştirmeden kaynaklanmış olması tezi, bu boyutlarda araç üretmeyi amaçlayan birçok elektronik şirketini biyoesinli malzeme araştırmalarına yönlendirir. Prof. Aksay, günümüzde sürdürdüğü dördüncü aşama çalışmalarıyla biyolojiden esinli seramik malzemeler dalında önderlik yapmaya devam ediyor.

Nano boyutlarda, doğanın işleyişinden esinlenerek silikatları ya da diğer malzemeleri kontrol ederek, yeni malzemeler üretmeye çalışıyor Aksay. Biyoloji ve nanobilimi birleştirerek, kendi kendini onarabilen malzemeler üretmek istiyor. İnsanın yaptığı malzemeler bir süre sonra çatlar, kırılır. Bu durumda dışarıdan bir müdahaleyle, örneğin yapıştırma ile malzeme onarılır. Oysa doğadaki durum farklıdır. Doğadaki malzemeler kendi kendilerini yenileyebiliyorlar. Örneğin, midye kabuğu kırıldığında bir biçimde kendini yeniler. Bunu örnek alan Aksay ve arkadaşları kendini yenileyebilen polimerler, polisilikatlar vb. üzerinde çalışmalara yöneldiler. Bu araştırmalar, 21. yüzyılın malzeme biliminde çalışılacak konulara temel olacak.

Gülğün Akbaba