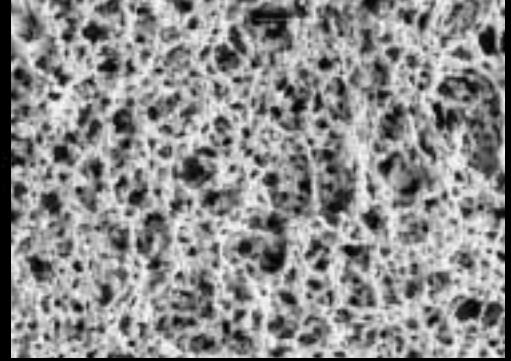


SUYU SEVMİYEN YÜZEYLER



Süperhidrofobik, yani “suyu sevmeyen” yüzeyler oluşturmak için, çok basit ve ucuz bir yöntem bulundu! Şubat sonunda ünlü Science dergisinde yayınlanıp uluslararası bilim çevrelerinde yankı yapan buluşun sahipleri Levent Demirel, Yıldırım Erbil ve öğrencileri, çalışmalarını laboratuvar dışına taşıyıp, büyük ölçekli üretime geçmeye hazırlanıyorlar.

“Süperhidrofobik” yüzey terimi ilk anda zihninizde “sudan korkan” yüzey çağrışımı yapabilir. Ancak, bu yüzeylere “hidrofobik” denmesinin nedeni sudan korkmaları değil, “suyu sevmiyor” olmaları. Ama bu nefret ölçüsünde değil. Bir su damlasını herhangi bir yüzeyin üzerine damlattığınızda, su damlası tümüyle ya da kısmen yüzey üzerine yayılıyor ve sıvı yüzeyle katı yüzey arasındaki açı, 90 dereceden küçük oluyor. Bu tür yüzeylere “hidrofilik”, yani suyu seven yüzeyler deniyor. Su damlaları bazı yüzeyler üzerindeyse, küreye yakın bir şekilde duruyor. Bu tür yüzeylere de “hidrofobik”, yani suyu sevmeyen yüzeyler deniyor. Bu tür yüzeylerde katı yüzeyle sıvı damlası arasındaki açı, 90 dereceden büyük. Bir yüzeyin “süperhidrofobik” olabilmesi içinse, katı ve sıvı yüzeyler arasındaki açının 150 derecenin üzerine çıkması gerekiyor. Su damlasının şeklinin küreye çok yakın olması anlamına gelen bu durumda, yüzeyle su arasındaki etkileşme çok az oluyor ve su damlası, yüzey üzerinde, yerçekimini ihmal edersek, havada durduğu gibi küre şeklinde durabiliyor. Böylece yüzey üzerinde yayılıp kalmayıp, kolayca yuvarlanarak akabiliyor. Hidrofilik bir yüzeye eğim verdiğinizde de su damlası kayarak aşağıya akabiliyor; ancak, yuvarlanarak değil de kayarak aktığı için, tozlar kenarda kalı-

yor. Süperhidrofobik yüzeylerdeyse çok küçük bir eğim verdiğinizde, su damlası tozları toplayarak yuvarlanıyor.

Süperhidrofobik bir yüzey oluşturmak için yola çıktığınızda, öncelikle suyu sevmeyen bir malzeme seçmeniz gerekiyor. Bu gereksinim, süperhidrofobik yüzey oluşturmak isteyen kişileri ciddi anlamda sınırlayan bir engel; çünkü suyu sevmeyen malzemelerin sayısı oldukça az. Örneğin, tüm polimerler arasında, yalnızca bir kaç tanesi suyu sevmeyen kategorisine giriyor: Teflon, silikon bazlı polimerler, polietilen ve polipropilen, bunlardan bazıları. Malzemenizi seçtikten sonra sıra, bunu pürüzlü hale getirmeye geliyor. Bunun amacı, pürüzlerin arasında oluşan “hava yastıkları”nı kullanarak su damlasını, yüzeyin üzerine koyduğunuzda malzemeyle arasındaki etkileşimi azaltmak. Çoğunlukla bu hava yastıklarının üzerinde oturan su damlası, sanki havada duruyormuşca-

sına, küreye yakın bir şekilde duruyor.

Sözü edilen kimyasal ve fiziksel koşulları, farklı yöntemlerle oluşturmak mümkün. Çok düzgün polimer bir yüzey alıp, bunu mekanik olarak pürüzlü hale getirmek, bunlardan biri. Ancak bunun için gereken süreçler, oldukça uzun ve masraflı.

Mikro-elektronik endüstrisinde kullanılan litografi yöntemiyle silikon bir malzemeyi pürüzlendirmekse, bir başka yöntem. Böylece, silikon yüzeyin üzerinde mikrometre veya nanometre uzunluğunda çubuklar oluşturulabiliyor. Ancak, silikon hidrofobik değil de hidrofilik bir malzeme olduğundan, bu aşamanın ardından silikon yüzeyin üzerine bir de hidrofobik bir kaplama koymanız gerekiyor. Bu kaplama genellikle, flor içeren moleküller kullanarak yapılıyor.

Bu ikisine benzer üçüncü bir yöntemse herhangi pürüzlü bir yüzeyi alıp, üzeri-



ni suyu sevmeyen çok ince bir kaplamaya la kaplamak.

Demirel ve Erbil'in geliştirdikleri yöntemse, bu saydıklarımızın tümünden çok farklı, yeni bir yaklaşım: Bir polimerin çözünürlüğüyle kristalleşmesi arasında, ezelden beri varolan mücadeleyi kullanmak. Kullandıkları "polipropilen" isimli polimer, oda sıcaklığında hiçbir organik çözücü içinde çözülmeden, çok kararlı bir polimer. Demirel ve Erbil ilk adım olarak, polipropilene organik bir çözücü içerisinde yüksek sıcaklıkta çözüp, çözeltiyi tamamen homojen hale getirmişler. Sıcaklığı değiştirmeksizin bu solüsyonu (çözeltiyi) yüzeyin üzerine döküp çözücüyü uçurdularında, pürüzlü olmayan, çok düzgün hidrofobik bir yüzey elde etmişler. Hazırladıkları solüsyonu bir yüzeyin üzerine döküp çözücüyü düşük sıcaklıkta uçurdularındaysa pürüzlü, süperhidrofobik bir yüzey elde etmişler. Erbil mikroyapı olarak bakıldığında pürüzlü yerine "gözenekli" denebilecek bu yapıyı elde etmek için kullandıkları yüzeyin herhangi bir özelliği olmadığını belirtiyor: "İnce film (kaplama) çalışan çoğu araştırmacının yaptığı gibi, camın üzerinde çalıştık. Ancak metal, teflon veya diğer plastik yüzeylerde de denediğimizde, elde ettiğimiz yapıyla, bunların tümünün üzerini kaplayabildiğimizi gördük."

İlham Perisi, Nilüfer

Demirel ve Erbil'in elde ettikleri bu sonuç, yaklaşık 1,5 yıl önce başlamış çalışmalarının sonucu. Koç Üniversitesi'nin laboratuvar olanakları ile Kocaeli Üniversitesi'ndeki lisans ve yüksek lisans öğrencilerinin katkısı biraraya geldiğinde, başarılı bir grup oluşmuş. Çalışmanın tamamı Koç Üniversitesi laboratuvarlarında ve Koç Üniversitesi'nin maddi desteğiyle gerçekleştirilmiş. Aslında yola çıkış noktası, nilüfer çiçeğinin yapraklarının mikroyapısını sentetik yöntemlerle gerçekleştirebilmemiş. Suyun ve çamurun içinde büyüyen nilüfer çiçeği, yapraklarının üzerinde su damlası ya da çamur barındırmamasını, yüzeyinde bulunan tepciciklere borçlu. 10 mikrometre büyüklüğündeki bu tepcikler, su damlalarının nilüfer çiçeğinin yaprağı üzerinde kalmayıp akmasını, akarken de tozları alıp götürmesini sağlıyor. Demirel ve Erbil'in ekibinin polipropilen kullanarak elde ettikleri yüzey aynı etkiyi sağlıyorsa da, mikroyapısı nilüfer çiçeğinkinden çok farklı; üzerinde tepe-

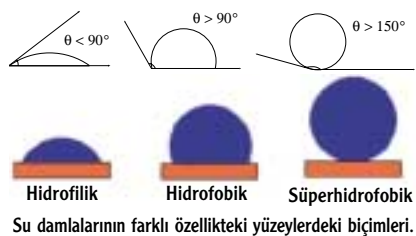


Peki bu süperhidrofobik yüzeyler, nerelerde kullanılır? Suyu sevmeyen yüzeylerle ilgili ilk akla gelen uygulama, dış yüzeylerin kaplanması. Süperhidrofobik hale getirilmiş yüzeyler üzerinde su damlaları hem kolaylıkla akabiliyor, hem de akarken tozları da beraberinde götürüyor. Bu da "kendi kendini temizleyen", hamarat yüzeyler anlamına geliyor. Kış aylarında üzerleri kar ya da buzla kaplanan dış yüzeyler de, süperhidrofobik yüzeylerin kullanım alanlarından. Örneğin bir antenin yüzeyinin süperhidrofobik bir malzemeyle kaplanması, antenin üzerinde kalın bir buz tabakasının oluşmasını engelleyerek, kış aylarında yaşanan olası sorunları ortadan kaldırabilir. Otoyolların kenarlarındaki tabelaların süperhidrofobik yüzeylerle kaplanması, kış aylarında üzerlerinde kar veya buz oluşmasını engellemekle kalmayıp, üzerlerine sıçrayan çamurun da birkaç yağmurda kolayca temizlenmesini sağlayabilir.

Süperhidrofobik yüzeyler alanında sürdürülmekte olan en büyük çalışmaların bir diğeri, gemilerin alt yüzeylerinin kaplanması. Bir takım yosunların ve kabukluların yapışıp kalın bir tabaka oluşturmasını engellemek amacıyla, gemilerin alt yüzeylerine zehirli boya sürülüyor. Sürekli kullandıklarında denizlerde biriken ve ağır metaller içeren bu zehirli boyalar, çevre sağlığı için ciddi bir tehdit. Yosun ve kabukluların yapışmasını önleyen, süperhidrofobik bir kaplama üretme konusunda sürdürülen yoğun çalışmalar, bu tehdite karşı bir umut ışığı yakıyor. Gemilerin kaplanmasıyla su yüzeyi arasındaki sürtünme kuvveti de, süperhidrofobik yüzeyler kullanarak çözülebileceği düşünülen problemlerden bir diğeri. Suyu sevmeyen bir yüzeyin suyla arasındaki sürtünme kuvvetinin seveninkine göre çok daha az olması, bugünkünden

cikler değil, gözenekler var. Ancak Demirel, yola çıkış noktalarından tamamen kopmadıklarını belirtiyor: "Nilüfer çiçeğinin yapraklarını sentetik yöntemlerle oluşturma amacımızdan vazgeçmiş değiliz. Üzerinde mikrometre ya da nanometre düzeyinde tepcicikler bulduran sentetik yüzeyler oluşturmak, hala gerçekleştirmek istediğimiz projelerimizden bir tanesi."

Bu işbirliğinin süreceğini söyleyen Demirel, şu anda elde ettikleri yüzeyle ilgili olarak da yapmaları gereken daha çok şey olduğu görüşünde: "Biz şu ana kadar, sıcaklığın ve çözücünün etkisi, homojen



Su damlalarının farklı özellikteki yüzeylerdeki biçimleri.

çok daha hızlı gemilerin üretilmesini için kullanılacak temel bir özellik.

Süperhidrofobik yüzeyler alanında çalışan araştırmacıların bir sonraki hedefi, bir su damlasını yüzey üzerinde yönlendirebilmenin mümkün olup olmadığı sorusunu yanıtlamak. Bir başka deyişle, bir yüzey üzerine koyduğumuz su damlasının, tam olarak nereye gideceğine karar veremeyeceğimiz sorununun yanıtını bulmak. Bu yanıt, önemli biyolojik araştırmaların pek çoğunu sınırlayan engelleri ortadan kaldırabilir. Biyolojik örnekler genelde mikrolitre gibi çok sınırlı miktarlarda bulunduğundan, bunları kullanılarak bir test tüpünün içinde herhangi bir kimyasal tepkimeyi gerçekleştirmek oldukça güç. Yapılması gereken, yalnızca iki tane damlayı, belli bir ortamda, çok kontrollü bir şekilde biraraya getirmek ve tepkimenin gerçekleşip gerçekleşmediğini gözlemlemek. Süperhidrofobik yüzeyler su damlalarının hareketini kontrol etmede kullanılabilirse, mikro-akışkanlık denilen bu çok yeni çalışma alanını kullanarak, iki ayrı maddeden alınmış birer damlayı yüzey üzerine koyup, istenen bir noktada buluşturmak ve böylece tepkimeyi oluşturmak mümkün olabilir.

Demirel, kendi çalışmalarının da birçok uygulama alanı olabileceği görüşünde: "Bizim yaptığımız yüzey, dış yüzey kaplaması olabilir. Ayrıca mikroyapısının gorteks kumaşına benzeri yapı sayesinde, gorteks kumaş benzeri bir uygulamada da kullanılabilir. Polipropilen yüzey iki tane farklı kumaş arasında tutularak su geçirmez, ama "nefes alabilen", yani havanın geçmesine engel olmayan kumaşlar üretilir." Çalışmalarının teknolojiye aktarımı yönündeki problemlerin giderilmesi için bu konuya ilgi duyan şirketlerin ortak olması gerektiğini söyleyen Demirel, daha şimdiden çalışmalarıyla ilgilenecek şirketler olmasından memnun: "Çalışmamız çok az basamağı olan ve çok ucuz malzemeler gerektiren bir süreçten oluşuyorsa da, laboratuvar dışında daha gerçekçi üretim koşullarında, üzerinde çalışılması gerekiyor. Şimdiye kadar hep çok küçük ölçekte ve laboratuvar ortamında gerçekleştirilen süperhidrofobik kaplamalar, üretim amaçlı olarak büyük ölçekte de gerçekleştirilebilir. Ancak uygulama aşamasında mutlaka teknik ve pratik bazı problemler olacaktır. Onların da çözülmesi lazım."

bir yapı elde etmek için neler yapmak gerektiği gibi, fiziksel ve kimyasal faktörleri inceledik. Elde ettiğimiz kaplama süperhidrofobik özellikte, ancak beyaz renkli. Yani saydam değil. Dolayısıyla da camın üzerinde kullanılması mümkün değil. Saydam olmaması, mikroyapısındaki gözeneklerin mikrometre düzeyinde, yani görünür ışığın dalgaboyunda olmasından kaynaklanıyor. Görünür ışık kaplamanın üzerine düştüğünde, saçılarak karşı tarafa geçmiyor. Bundan sonraki çalışmalarımızda, bu mikroyapıyı nasıl kontrol edebileceğimizi inceleyeceğiz. Gözenekleri mikrometre büyüklüğünden nanometre büyüklüğüne düşürebilsek, o zaman görünür ışık saçılmayacaktır ve saydam bir kaplama elde etmemiz olanaklı hale gelecektir." Demirel ayrıca, yüzeyin kendi kendini temizleme özelliklerini de incelemeleri gerektiğini belirtiyor.

Ayşenur Topçuoğlu