belirtisi gösteren avatarların yaklaştığı katılımcıların beyninde kişisel alan ile ilişkili bölgelerinin etkinleştiği belirlendi. Ayrıca beyindeki "dikkat çekerlik ağı" olarak bilinen sinirsel ağda etkinlik artışı gözlendi. Bu, beynin farklı bölgelerinden gelen uyaranları değerlendirerek hangilerinin dikkat ve davranış için önemli olduğunu belirleyen bir sinir ağı.

Beyindeki bu etkinlikler ise vücudun patojenlere karşı ilk savunma hattının bir parçası olan "doğuştan gelen lenfoid hücreler"in kandaki yoğunluğunda ve etkinliğinde artışı tetikledi. Bu hücrelerin kandaki yoğunluğu ve etkinliği, hastalık belirtisi gösteren avatarların yaklaştığı katılımcılarda sağlıklı avatarların yaklaştığı katılımcılara göre daha yüksekti. Ayrıca hasta görünen avatarların yaklaştığı katılımcılardaki bağışıklık etkinliği influenza aşısı yapılan katılımcılarla benzer düzeydeydi. Araştırmanın sonuçları, sinir sistemi ve bağışıklık sistemi gibi iki karmaşık sistemin potansiyel tehlikelere karşı vücudu korumak için nasıl birlikte çalıştığına ilginç bir örnek oluşturuyor. Araştırmacılar, sanal gerçeklik uygulamalarının ileride aşıların etkinliğini artırmak amacıyla kullanılabileceğini düşünüyor. ■

https://www.nature.com/articles/d41586-025-02363-7

Keratinden Sağlıklı Dişler

Özlem Ak

Asitli yiyecekler, kötü beslenme alışkanlıkları, yetersiz ağız bakımı ve yaşlanma, zamanla diş minesini incelterek altındaki hassas tabakayı açığa çıkarıyor. Mine tabakası kendini yenileyemediği için geri dönüşü olmayan bu aşınma, çürüklerin ilerlemesiyle dişin dayanıklılığını neredeyse tamamen yok edebiliyor. Bu durumda ağrı, hassasiyet ve hatta bazen diş kaybı kaçınılmaz hâle geliyor. Diş minesi kaybı, dünya genelinde yaklaşık 2 milyar insanı etkileyen yaygın bir sorun. Günümüzde bu konudaki çözümler ise maalesef sınırlı. Florürlü diş macunları mine erozyonunu sadece yavaşlatabiliyor, reçine dolgular ise toksik olabilmelerinin yanı sıra gerçek mine kadar dayanıklı değil. King's College London'daki bilim insanları, *Advanced Healthcare Materials* dergisinde yayımladıkları araştırmalarının sonucunda saç, cilt ve yünde bulunan keratin proteini sayesinde diş minesini yenilemenin yolunu buldu.

Araştırmacılar koyun yününden elde ettikleri keratini, doğal tükürüğün kimyasal içeriğini taklit eden bir sıvıyla birleştirdi. Keratin, diş minesinin ana yapı taşları olan kalsiyum ve fosfat iyonlarını yapay tükürükten çekerek diş yüzeyinde kristal benzeri bir iskelet oluşturdu. Bu yapı yalnızca mineye benzemekle kalmıyor, zamanla kalsiyum ve fosfat iyonlarını biriktirerek dişin etrafında koruyucu bir tabaka oluşturuyor. Böylece mine tabakasındaki aşınan bölgelerin onarılması, hassas sinir uçlarının korunması ve dişin doğal parlaklığının geri kazanılması mümkün oluyor.

Araştırma ekibi, farklı keratin türlerini ve ek proteinleri bir araya getirerek malzemenin sağlamlığını ve dayanıklılığını artırdı. Çalışmanın ilk yazarı Sara Gamea, bu yaklaşımın

scyther5 / iStock

keratinin biyolojik atıklardan (saç, deri, yün) sürdürülebilir şekilde üretilebilmesini mümkün kıldığını aynı zamanda plastik bazlı reçinelerin kullanıldığı geleneksel diş tedavilerine kıyasla toksik olmaması ve doğal diş rengini taklit edebilmesiyle de önemli bir gelişme olduğunu söylüyor. Keratin bazlı bu yöntem, yakın gelecekte diş macunu formunda günlük olarak kullanılabilir ya da tırnak cilasına benzer bir jele dönüştürülerek diş hekimleri tarafından uygulanabilir. Araştırmacılar, bu ürünlerin iki ila üç yıl içinde piyasaya çıkabileceğini öngörüyor. ■

https://doi.org/10.1002/adhm.202502465

Buz Büküldüğünde Elektrik Üretiyor

Mahir E. Ocak

Surasak_K / iStock

Uluslararası bir araştırma grubu düzensiz bir biçimde bükülen buz kütlelerinin elektrik ürettiğini keşfetti. Dr. Xin Wen ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature Physics*'te yayımlandı.

Buz, yeryüzünde en bol bulunan maddelerden biri olsa da yapısının ve özelliklerinin tam olarak anlaşılabildiği söylenemez. Çin'deki Xi'an Jiatong Üniversitesinden ve ABD'deki Stony Brook Üniversitesinden bir grup araştırmacı buzun daha önceleri bilinmeyen bir özelliğini keşfetti. Buz kütlelerinin metal levhalar arasında sıkıştırıldığı düzeneklerle yapılan deneysel çalışmalar, buzun fleksoelektrik bir malzeme olduğunu gösterdi. Başka bir deyişle düzensiz bir biçimde bükülen buz kütleleri elektrik üretiyor.

Yapılan keşif sadece teknolojik uygulamalar için potansiyel taşımakla kalmıyor, şimşeklerin oluşumu gibi doğal süreçlere de açıklama getiriyor. Şimşeklerin bulutlardaki buz parçacıkları arasındaki çarpışmalar sonucunda biriken elektrik potansiyelinin serbest kalmasıyla ortaya çıktığı bilinir. Ancak yakın zamanlara kadar bu potansiyel birikmesinin nasıl gerçekleştiği tam olarak anlaşılamamıştı. Buz piezoelektrik özellik göstermez. Başka bir deyişle basitçe sıkıştırıldığında elektrik üretmez. Buzun fleksoelektrik özellik gösterdiğinin keşfedilmesi ise şimşeklerin ortaya çıkmasına yol açan elektrik potansiyeli birikmesinin nasıl gerçekleştiğine bir açıklama getiriyor.

Araştırmacılar ayrıca buzun elektrik üretmesinin ikinci bir yolu olduğunu daha keşfetti. Deneyler, sıcaklığı -113 °C'nin altına düştüğünde buzun yüzeyinde ferroelektrik bir katman ortaya çıktığını gösteriyor. Bu durum buz yüzeyinin elektriksel olarak polarize olabildiği anlamına geliyor. Belirli koşullar altında ferroelektrik özellik göstermesi buzu, ileri teknoloji ürünü sensörlerde ve kapasitörlerde kullanılan titanyum dioksit gibi malzemelerin seviyesine taşıyor.

Bu keşif, gelecekte soğuk koşullarda üretilen ve çalışan, buzun aktif madde olarak kullanıldığı yeni elektronik cihazların geliştirilmesine imkân sağlayabilir. Detaylı bilgiye *Nature Physics*'te yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.nature.com/articles/s41567-025-02995-6