



Yüzey Olukları Sayesinde ŞEKİL DEĞİŞTİREN MALZEMELER

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





Gıda ambalajlarında kullanılan plastik malzemeler atıkların büyük bir kısmını oluşturuyor. Bu nedenle etkili gıda paketlenme stratejileri geliştirmek sürdürülebilir bir gelecek için büyük önem taşıyor. Araştırmacılar nakliye ve depolama süreçlerindeki paketlenme alanını ve ambalaj kullanımını azaltmak için yiyeceklerin düz bir şekilde paketlenmesi ve tüketim öncesi istenilen şekle dönüştürülmesi üzerine çalışmalar yapıyor. Şekil değiştirme özelliğine sahip yapıları tasarlarlarken başvurulan iki temel yöntem

bulunuyor. Düz bir tabaka malzeme üzerinde oluşturulan mekanik gerilimler sayesinde yapısal anizotropiden (mekanik özelliklerin yöne bağlı olarak değişiklik göstermesinden) veya malzeme bileşimindeki heterojenlikten yararlanılarak şekil değiştirebilen yapılar oluşturulabiliyor.

Bu konuda yapılmış ilginç çalışmalardan birisi de makarnalar hakkında. Araştırmaya göre, farklı şekillerdeki makarnalar düz makarnadan daha çok yer kaplıyor ve ambalajlama sürecinde de daha fazla plastik

malzeme kullanılıyor. Ayrıca, üç boyutlu şekillerin daha kırılğan yapıda olmasından dolayı taşıma sürecinde fire verilme ihtimali de artıyor. Bu noktada, düz bir biçimde kalıplanarak paketlenmiş makarnaların pişirme esnasında istenilen üç boyutlu şekillere dönüşebilmesini sağlayacak uygun bir biçim değiştirme mekanizması tüm bu sorunların üstesinden gelebilir.



Son yıllarda farklı malzemeler için difüzyon temelli şekil değiştirme mekanizmalarını araştıran bilim insanları, üç boyutlu baskı ile üretilen hidrojellerde yüzey olukları kullanarak şekil değiştirme işlemini gerçekleştirmeyi başardılar. Ancak çeşitli malzemeler üzerinde kullanılan şekil değiştirme mekanizmalarının hepsi yiyecekler üzerinde uygulanamıyor. Ayrıca makarnalardaki farklı malzeme bileşimleri çeşitli uygulama sınırlamalarını da beraberinde getiriyor. Örneğin sadece durum buğdayı irmiği ve su kullanılarak

yapılan İtalyan makarna hamuru kendine has malzeme özellikleri gösteriyor. Maliyet ve gıda güvenliği gibi unsurlar da üretim tekniklerinin kullanımını kısıtlıyor.

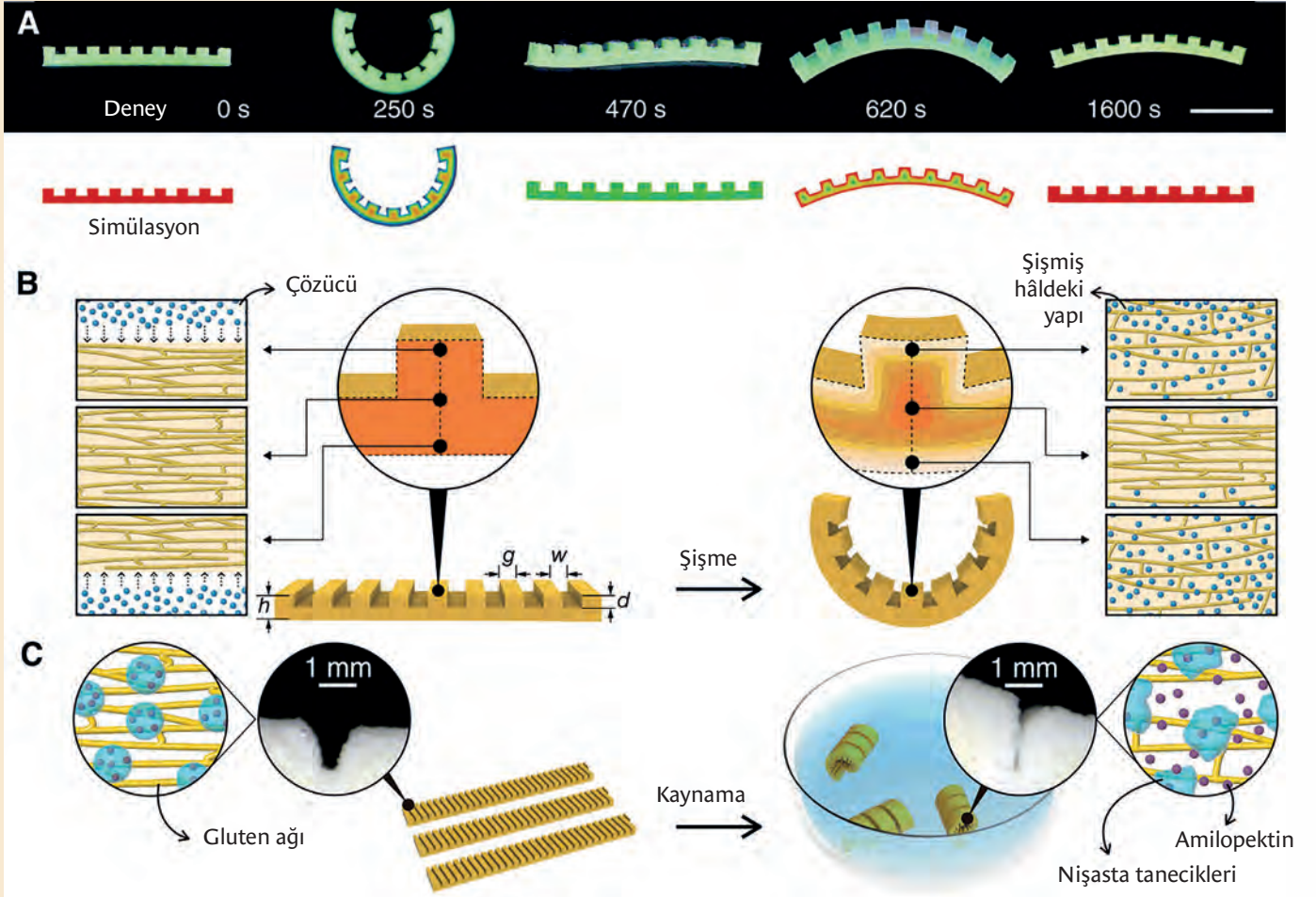
Tüm bu işlevsel gereksinimlerin karşılanması için öncelikli olarak tek bir malzemeyle basit bir üretim yöntemi öngören araştırmacılar, un bazlı gıdaları sonradan biçimlendirmek için yüzeye açılan oluklardan faydalandı.

Yapılan çalışmada tek bir malzeme üzerinde yüzey olukları oluşturularak tasarlanan mekanizma sayesinde düz yapıdaki nesnelerin kolaylıkla üç boyutlu şekillere dönüşebileceği gösterildi. Oluk desenleri üzerinde oynayarak farklı geometriye sahip ürünler elde edilmesi mümkün. Geliştirilen mekanizma sayesinde düz hâldeyken paketlenen

makarnalar, pişirme esnasında farklı üç boyutlu şekillere dönüştürüldü. Böylece hem üretim verimliliği artırdı hem de sürdürülebilir gıda paketlenmesi konusunda önemli bir gelişme sağlanmış oldu.

Ye Tao ve arkadaşları tarafından *Sciences Advances* dergisinde yayımlanan çalışmada, malzeme yüzeyinde oluşturulan basit oluklar sayesinde kaynar suda gerçekleştirilen pişirme ile üç boyutlu şekiller elde edildi. Mekanizmanın uygunluğunun test edilmesinde erişimi kolay ve basit malzemeler kullanıldı. Olukların oluşturulması ise düşük maliyetli kalıplama, damgalama ve lazerle aşındırma gibi yöntemlerle gerçekleştirildi. Açılan oluklar o bölgedeki yüzey alanını artırıyor ve böylece suyun daha hızlı emilimi ile birlikte daha hızlı bir pişirme gerçekleşiyor. Elde edilen üç boyutlu şekillerin temelinde de bu mekanizma yatıyor.

Araştırmacılar istenilen üç boyutlu şekillerin elde edilmesinde şerit kalınlığı, oluk derinliği ve genişliği ile oluk uygulama aralığının önemli geometrik faktörler olduğunu vurgulayarak yapılan çalışmanın çeşitli malzemeler için de uygulanabilecek yenilikçi bir yaklaşım olduğunun altını çiziyor. Konu makarna olunca, büyük çapta üretim için standartların belirlenmesi ve daha fazla lezzet testinin gerçekleştirilmesi gerekiyor.



Makarna ve silikon elastomer (PDMS-Polidimetilsiloksan) için üretim süreci ve şekil değiştirme mekanizması

- A)** Oluk açılan PDMS şeritlerinin zamana bağlı olarak çözücü içinde şişmesi ile gerçekleşen şekil değişikliğinin simülasyon ve deneysel görüntüleri. Çift yönlü mekanizma sayesinde çözücü ortamdan uzaklaştırıldığında PDMS malzeme eski hâline geri dönme eğilimi gösteriyor.
- B)** Şerit üzerinde açılmış asimetrik yüzey oluklarının neden olduğu şekil değiştirme mekanizması. Geometrik faktörler genişlik (w), boşluk (g), derinlik (d) ve toplam şerit kalınlığı (h) ile gösteriliyor.
- C)** Uzun spiral şeklindeki makarnanın pişirilmeden önce ve sonraki şekil dönüşümü. Oluklar birbirlerine yaklaştıkça makarna yüzeyinden amilopektin salınıyor ve dış yüzey kesişim noktalarının birbirine yapışması sağlanıyor. ■

Kaynaklar

Tao, Y., Lee, Y., Liu, H. ve ark., "Morphing pasta and beyond", *Science Advances*, 7:eabf4098, 2021.
<https://www.newscientist.com/article/2276590-flat-pasta-that-morphs-into-3d-shapes-when-cooked-saves-on-packaging/>
<https://www.sciencenews.org/article/pasta-noodles-cooked-morph-flat-bend-curly-shapes>