

# Mühendislere İlham Veren Kozalak

İlkbahar ve yaz aylarında çam kokusuyla birlikte yere düşen kozalaklar hepimizin dikkatini çekmiştir. Hatta kimi zaman evimizi süslemek, kimi zaman hoşumuza gittiği için, kimi zaman çam fıstığı için bu kozalakları toplarız. Kozalaklar önce sınıksız kapalıdır, zamanla açılarak yere düşerler. Peki, hiç kozalakların nasıl bir mekanizma ile açıldığını merak ettiniz mi? Bu mekanizmanın da mühendislere yeni malzeme üretme aşamasında yardımcı olduğunu biliyor muydunuz?

**K**ozalaklar, iğne yapraklı ağaçların tohumlarının bulunduğu organlardır. Her ne kadar ait oldukları ağaç türüne göre şekilleri ve makro yapıları değişse de içyapıları ve oluştukları malzeme hemen hemen aynıdır. Kozalaklar genel olarak odunsu bir malzemeden oluşur. Odun, ağaç ve çalıların gövdesini ve köklerini oluşturan lifli ve sert bir malzemedir. Günümüzde bilim ve teknolojinin ilerlemesiyle geliştirilen yeni malzemeler olmasına rağmen, hem kendine özgü yapısı taklit edilerek hem de hammadde olarak odundan hâlâ geniş bir yelpazede faydalanılmaktadır.

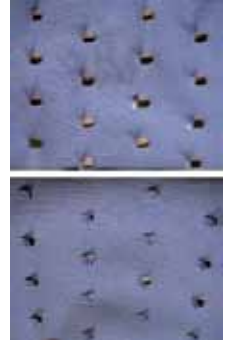
Çam kozalaklarını ilginç kılan ise pullarının çevredeki nem değişimine göre şekil değiştirmesidir. Çevresindeki nemlilik oranının değişimine büzülerek ya da genişleyerek tepki veren nesnelere birçok örnek verebiliriz: Islandıktan sonra kurudukça büzülüşen bir kâğıt, kurudukça kıvrılan ağaç yaprakları gibi. Kozalaklar da ağaç üzerindeyken kapalıdır. Zamanla kuruyarak bulunduğu daldan düşer. Nemli ortamda bulunduğu kapanır, kuru ortamda ise açılır. Bunu basit bir deneyle gözleyebilirsiniz. Açık bir kozalağı ıslatıp kapalı bir alanda (örneğin bir torbada) bekletirseniz kısa bir sürede kapandığını, aynı kozalağı açık ve kuru bir ortama bıraktığınızda da açıldığını görebilirsiniz. (Bazı kapalı kozalaklar henüz gelişimlerini tamamlamamış olabileceğinden, kuru bir ortamda olsalar da açılmayabilirler.) İşte bu durumu fark eden araştırmacılar, kozalak pullarını hücre, doku ve organ bazında inceleyerek bunun nedenini bulmaya çalışmışlar.

## Kozalağın İlham Veren Özelliği

Kozalağın pullarının kuru ortamda açılıp nemli ortamda kapanmasına neden olan mekanizma, pulların farklı hücre dizilimlerine sahip iki katmanlı bir yapıda olmasına dayanıyor. Pulların dış katmanı, sıkıca örülmüş uzun ve kalın duvarlı hücrelerden oluşuyor; iç katmanı daha kısa ve üçgen hücrelerden oluşuyor. Nemli ortamda dış katmandaki hücreler daha çok genişlerken iç katmadaki hücreler onların yanında pasif kalıyor. Bu durum kuru ortamda tam tersi şekilde gerçekleşerek pulların açılmasına neden oluyor. Kısaca bu mekanizmanın ardında, sıcaklık değişimine farklı tepkiler gösteren bitişik iki katman var.

Mühendisler kozalağın bu yapısını taklit ederek yeni malzemeler geliştirmeye çalışıyor. Kozalak pullarının bu özelliğini ilk olarak bir katmanı polimer diğer katmanı odunsu bir malzeme ya da kâğıt olan iki katmanlı bir malzemeyle denemişler. Bu malzeme nemli ve kuru ortamlarda incelediklerinde kozalak pullarındaki davranışı gözlemlemişler. Bu örnekte nem değişimine en çok tepki gösteren kâğıt, en az tepki gösteren de polimerdir. Nemli ortamda kâğıt daha fazla genişlerken polimer bu nem değişimine kâğıdın gösterdiği kadar tepki göstermiyor. Böyle bir mekanizmaya ve yapıya sahip çift katlı malzemeleri geliştirmeye yönelik çalışmalar devam ediyor. Ayrıca bu örnekteki kâğıda çeşitli katkı malzemeleri eklenerek nemin kâğıda daha fazla ve hızlı nüfuz etmesini sağlama ya yönelik çeşitli malzeme geliştirme çalışmaları da yapılıyor.





Giysinin kişi terlediğinde (üstte) ve vücut sıcaklığı normale döndüğündeki (altta) hali  
©Bath Üniversitesi

Doğayı taklit eden tasarımcılar ve mühendisler insanların hayatını kolaylaştırmaya çalışıyor. Bu amaçla, kozalağı örnek alarak insanların aşırı terlemesini önlemek için yeni bir kumaş ürettiler. Bu kumaş kozalağın pulları gibi iki katmandan oluşuyor. Katmanlardan biri pamuktan diğeri ise suyu emen bir malzemeden oluşuyor. Giysiyi giyen kişi terlemeye başladığında teri emen malzemenin bulunduğu katman yukarı kalkıyor (resimde) ve bir nevi havalandırma sistemi gibi çalışmış oluyor. Kişi normal sıcaklığına ulaştığında ise, yani ortamdaki nem miktarı da azalınca açılan bölümler kapanıyor. Bu tip kumaşların vücut sıcaklığını sabit tutacağı için özellikle askerlerin ve sporcuların giysilerinde kullanılabilirliği düşünülüyor.

## Doğayı Taklit Etmek

Bunun gibi farklı özellikleri olan birçok akıllı kumaş ve değişik alanlarda da kullanılabilen farklı malzemeler var. Bunların önemli bir kısmı ise doğadaki eşsiz yapıların incelenmesi sonucu elde edilen bilgilerle tasarlanıp üretiliyor. Doğadaki bitkilerin ve hayvanların hücrelerini, dokularını ve

organlarını hatta çevreyle olan ilişkilerini inceleyip onları taklit ederek yeni malzemeler üretmek de artık bir bilim haline geldi: Biyobenze-tim. İngilizcede-ki karşılığı “biomimetics”, “biomimicry” ve “bionics” olan bu bilim özellikle son yıllarda bilim insanlarının ve doğaya meraklı insanların, hayranlık uyandırıcı doğa harikalarına rastlamalarıyla gelişmeye başladı.

Biyoloji ve malzeme bilimi gibi çeşitli bilimlerden etkilenen bir bilim dalı olan biyobenze-timde, insanların sorunlarına çözüp olabilecek, hayatımızı kolaylaştırabilecek örnekler aranıyor. Aradığımızı doğada bulabiliyoruz. Bu bilim dalında, bitkilerin enerjiyi nasıl verimli kullandığı, insanlardaki sinirsel iletimin tam olarak nasıl gerçekleştiği gibi çeşitli temel sorulara cevap aranıyor ve bunların uygulanmasına yönelik araştırmalar yapılıyor. Doğadaki güzelliklerin estetik yapıları taklit edilerek mimari yapılara uygulandığı da olmuştur. İnsan kemiğinin yapısından esinlenilerek tasarlanan Paris'teki Eyfel Kulesi bu mimari yapılardan yalnızca biridir.

Aslında doğanın bize sunduğu o kadar çok değerli ve eşi benzeri görülmemiş harika var ki, bize onları keşfetmek ve iyi değerlendirmek kalıyor.

Kuru bir çam kozalağı (solda)



Eyfel Kulesi ve 20x büyütme ile kemiğin yapısı

### Kaynaklar

Reyssat E. ve Mahadevan L., “Hygromorphs: from pine cones to biomimetic bilayers”, *Journal of the Royal Society Interface*, Cilt 6, Sayı 39, ss. 951-957, Ekim 2009.

[http://news.nationalgeographic.com/news/2004/10/1013\\_041013\\_smart\\_clothing.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2004/10/1013_041013_smart_clothing.html)  
<http://www.bath.ac.uk/mech-eng/biomimetics/about/>  
<http://biomimetic-architecture.com/>