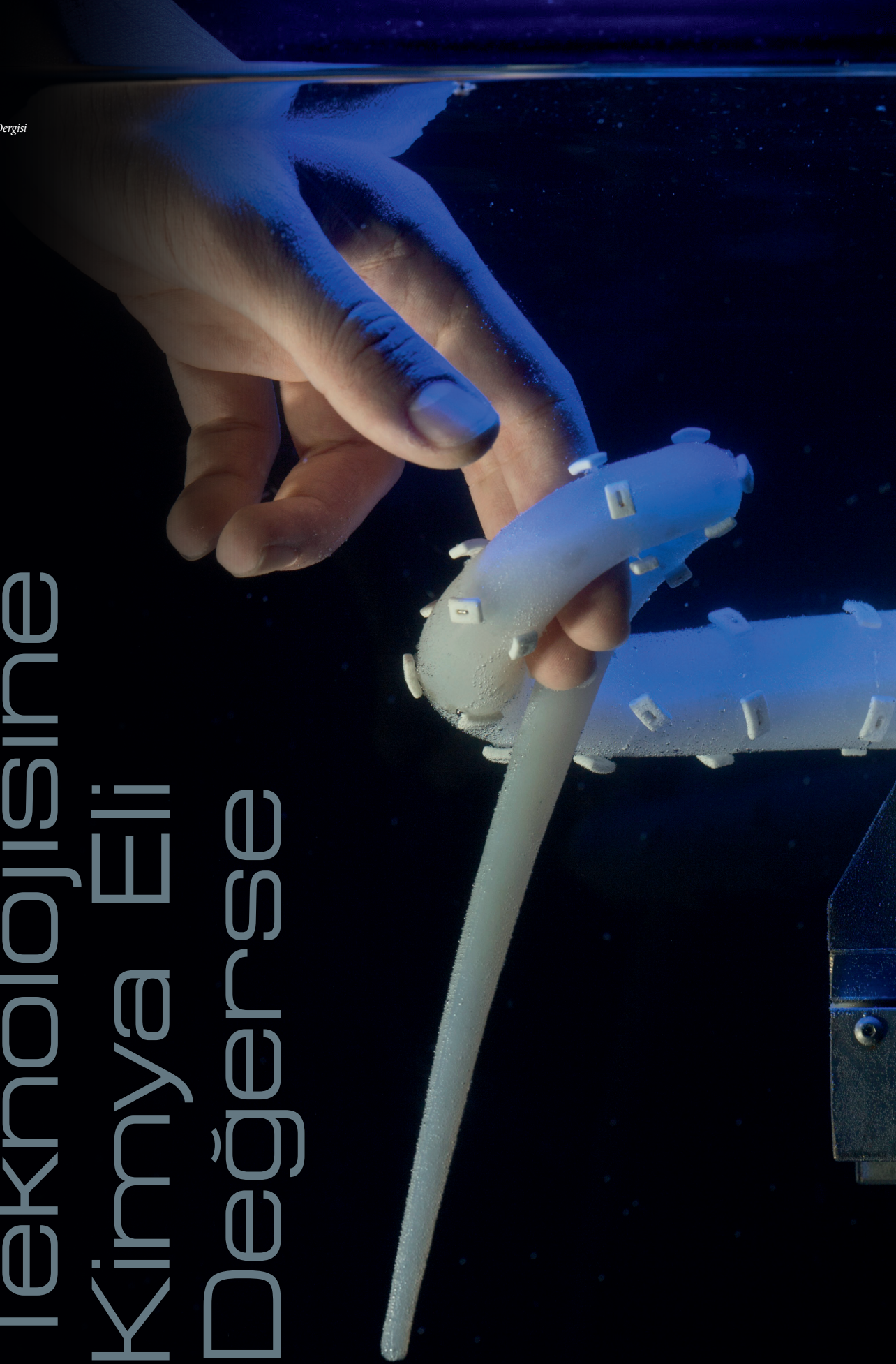


Zeynep Bilgici

Dr. Uzman,
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Robot Teknolojisine Kimya Eli Değerse



Robot deyince birçoğumuzun aklına bilim kurgu filmlerinde izlediğimiz, insana benzeyen metalik adamlar gelse de hayatımızın her alanında farklı robotlara rastlamak mümkün.

Temizliğe yardım edenlerden cerrahi operasyonlarda kullanılanlara, uzaya gönderilenlerden sualtını keşfedenlere kadar birbirinden çok farklı bütün bu robotların ortak özelliği, programlanmış görevleri yerine getirebilen elektro-mekanik cihazlar olmaları.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan robotlar hızlı, keskin hareketler yapan, çoğu zaman bilgisayar programı ya da bir operatör kontrolünde çalışan genellikle metalden yapılmış cihazlardır.

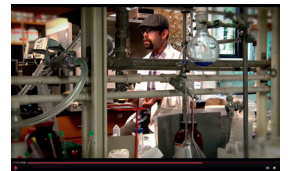
Son yıllarda bu mekanik cihazlarda büyük bir değişim başladı. Artık doğadaki hayvanların hareket kabiliyetlerinden ilham alınarak sürünme, tırmanma, uçuş hatta su üzerinde yürüebilme gibi özellikleri kazanan robotlar var. Yeni çeşit robotların üretilmesi bir yana, alışlageldik robotların bazı metal parçalarının yerini de hareket kabiliyetini artırmak ve maliyetlerini düşürmek amacıyla daha yumuşak ve esnek malzemeler alıyor.

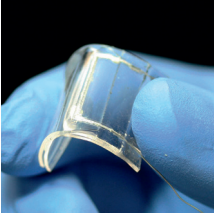
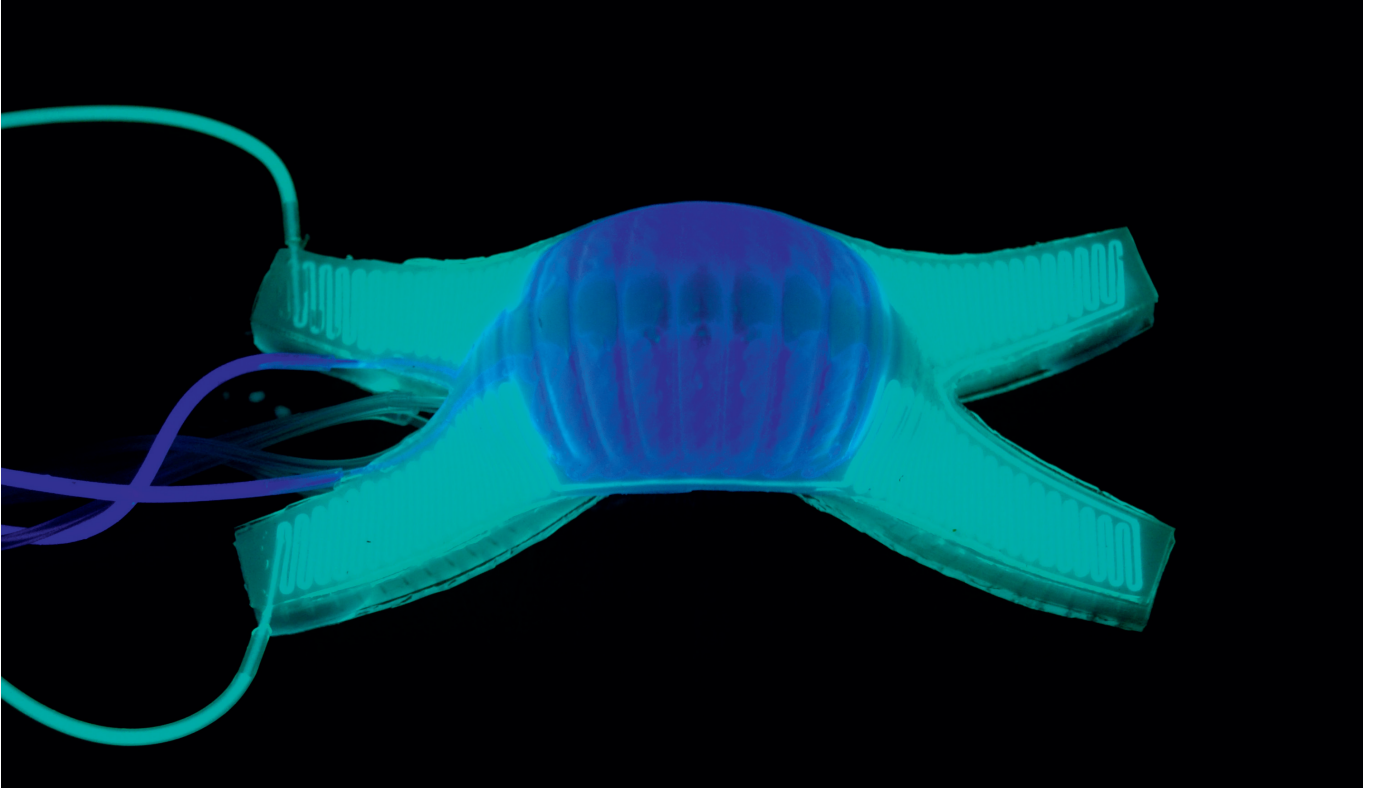
Robot dünyasında yenilikler getiren bu çalışmalara ek olarak, biyolojiden ilham alan robotik alanının kimya ile yaptığı ortak çalışmalar sayesinde, robot anlayışını kökten değiştiren ve “yumuşak robotlar” olarak bilinen yeni nesil robotlar üretilmeye başlandı.

Tamamen yumuşak malzemelerden üretilen bu yeni nesil robotlar alışlageldik robotlardan yapısal özellikleri ve işlevsellikleri açısından hayli farklı. Bir filin hortumu veya ahtapotun kolu kadar kıvrak olan bu robotların, mürekkep balığı gibi kamuflere olabilmeleri de diğer robotlardan ayrılan yönleri arasında sayılabilir. Metalik parçalarla bu tip özelliklere sahip olmak zor. Bu nedenle yeni nesil robotlarda kimyanın robot teknolojisine sunduğu farklı fiziksel özelliklerde, dayanıklı ve esnek polimerler kullanılıyor.



Polimerler monomer adı verilen küçük moleküllerden oluşur. Çok sayıda monomer art arda dizilerek uzun zincirli polimerleri oluşturur. Polimer zincirleri doğrusal ya da dallanmış yapıda olabilir. Yan dallar başka ana zincirlere bağlanıyorsa oluşan polimerlere çapraz bağlı polimerler denir. Çapraz bağlı polimerler çözünmez, ancak sıvıları emerek şişer ve jel oluştururlar. Çapraz bağlı polimerler ışık, ortam asitliği, sıcaklık gibi dış etkenlerdeki değişimlere göre tersinir olarak şekil ve boyut değiştirebilir. Bu özelliklerinden dolayı, ilaçlardan bebek bezlerine kadar pek çok alanda çapraz bağlı polimerlere rastlayabiliriz.





Robot teknolojisinde polimerlerin kullanılması ile elde edilen yumuşak yapı robotlarla ilgili pek çok çalışma var.

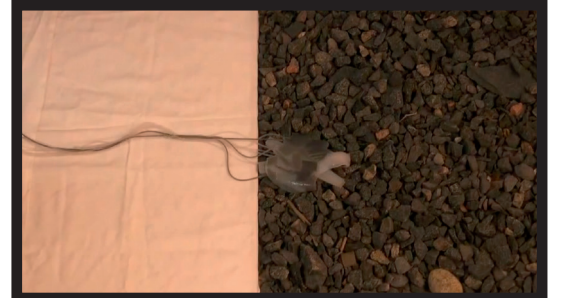
Avrupa Birliği tarafından desteklenen Ahtapot Projesi (*Octopus Project*) bunun bir örneği. Bu proje kapsamında, su altında ahtapot gibi hareket edebilen, kavrama yeteneği olan ve sensörleri sayesinde kavradığı nesnelere algılayabilen ahtapot şeklindeki yumuşak yapı robotlar tasarlandı.

Projenin başlangıcında tek bir ahtapot kolu şeklinde üretilen robotlar geliştirilerek üretilen sekiz kollu robotlar 2013 Uluslararası Robot Teknolojisi ve Otomasyon Konferansı'nda (*International Conference on Robotics and Automation, ICRA*) tanıtıldı. Su altında keşif yapabilen bu robotlar, savunma sanayisinde kullanılabilecekleri gibi vücudun ulaşılması zor bölümlerine endoskopi yapılmasında da kullanılabilecek.

Yumuşak yapı robotların bir diğer örneği 2012'de Harvard Üniversitesi'nde silikon kullanılarak üretilen robotlar. ABD Savunma Bakanlığı'na bağlı İleri Araştırma Projeleri Ajansı (*Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA*) tarafından desteklenen bu çalışmada kamuflene olabilen, silikondan yapılmış yumuşak robotlar üretildi.

Ahtapot ve mürekkep balığı gibi hayvanların, buldukları ortama göre dış görünüşlerini kontrol edebilmesinden ilham alan bu çalışmada dinamik renklenme gerçekleştirildi. Silikondan üretilmiş robotun içine yerleştirilen açık uçlu mikro kanallar kullanılarak kamuflene özelliği kazandırılan robotların üretim teknolojisi de çok karmaşık değil, çünkü 3D yazıcılarla üretilebiliyorlar. Üretimdeki bu kolaylık nedeniyle, maliyetleri de 100 dolardan daha az oluyor.

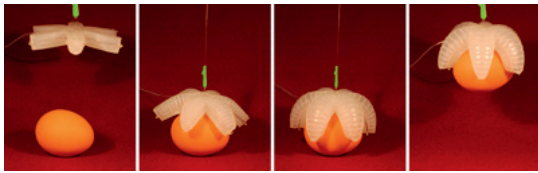
Harvard Üniversitesi'nde yapılan çalışmada üretilen yumuşak yapı robotlar buldukları ortamın rengini alarak kamuflene olabiliyor.



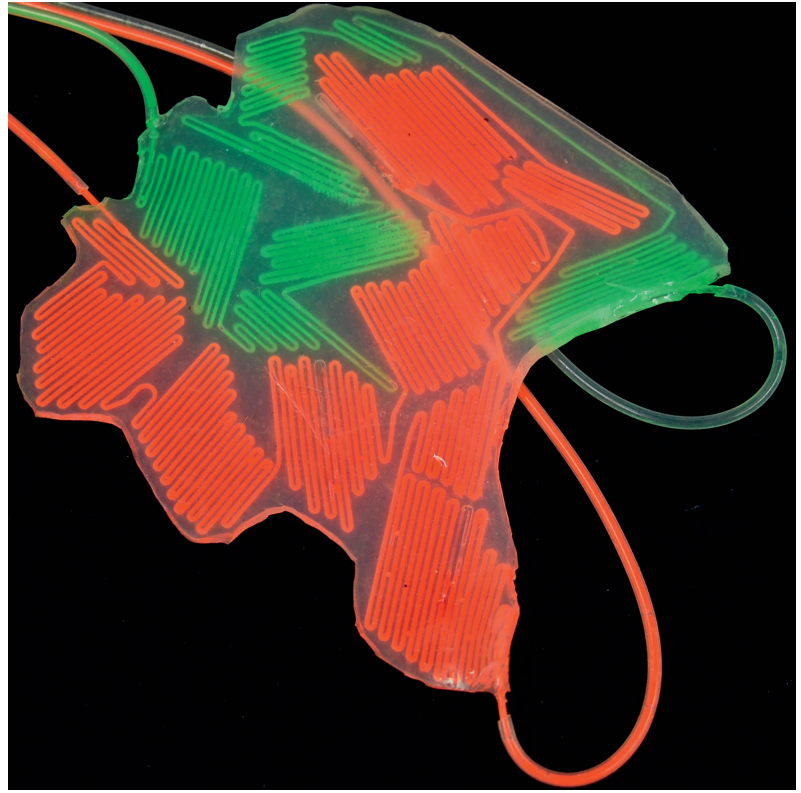
İçerdikleri mikrokanalların floresan sıvılarla doldurulması sayesinde karanlık ortamlarda daha parlak hale gelerek görülebilen veya farklı renkteki sıvılarla ortama uygun renklere bürünebilen yumuşak ve esnek yapılı bu robotlar da, savunma sanayisinde ve tıbbi uygulamalarda da yer bulacak gibi görünüyor. Yine aynı grubun başka bir çalışmasında üretilen kısıkaç şeklindeki yapılar robot teknolojisinde kullanılmaya hayli elverişli. Farklı iki kauçuktan üretilen bu yapılarda kullanılan kauçukların biri daha yumuşak ve esneyebilen bir yapıda. Kısıkaç şeklindeki bu yapıların içindeki mikrokanallardan hava gönderildiğinde esneyebilen kauçuk bölüm, bu yapıların şekil değiştirmesini sağlıyor. Yapılan deneyler, içine giren hava ile bir el gibi davranabilen bu polimerin hareket kabiliyetinin bir yumurtayı kırmadan bir yerden alıp sonra geri koyabilecek kadar yüksek olduğunu gösteriyor.

Işıklı kontrol edilen polimerler de yumuşak ve esnek yapılı robotların üretiminde kullanılmaya bir hayli uygun. Uzaktan uygulanabilen ışıkla harekete geçen bu polimerler herhangi bir kablo bağlantısına gerek duymadığından, kablo kalabalığından kurtulmuş sistemler hazırlanmasını sağlıyor.

Bu konuda Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley'de yapılan bir çalışmada, grafen ve elastik polipeptitlerden oluşan ve ışığa maruz kaldığında hareket edebilen çapraz bağlı yeni bir polimer hazırlandı. Grafen, grafitin tek atom kalınlığındaki halidir ve kızılötesi ışığa maruz kalınca ısı açığa çıkarır, elastik polipeptitler ise ısınınca su açığa çıkarır, soğurken ise su emerler (soğururlar).

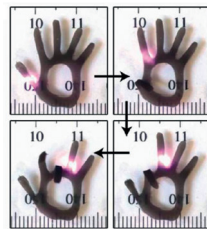


Nano Letters dergisinde yayımlanan bu çalışmaya göre, Prof. Lee ve arkadaşları farklı iki özellikteki bu malzemeden oluşturdukları biyo-polimerlerin bazı kısımlarını diğerlerine göre daha gözenekli üretti. Gözenekli kısımlarda ısınmaya bağlı su çıkışı daha hızlı olduğu için, bu polimerlerde yakın kızılötesi ışıkla sadece istenilen bölgelerde bükülme sağlanabildi. Bükülmenin bölgesel olarak kontrol edilebilmesinin yanı sıra bükülüp sonra tekrar düzelen bölgenin 100 tekrarda bile çok az deforme olması, bükülmenin hızının ve bükülme açısının lazer ışını şiddetiyle ayarlanabiliyor olması çapraz bağlı bu polimerlerin sahip olduğu özellikler arasında sayılabilir.



Bütün bu çalışmalar, doğadaki yumuşak yapı malzemelerin yaygınlığına kayıtsız kalamayan robot araştırmacılarının diğer bilimlerle yaptığı ortak çalışmalar sayesinde, farklı teknolojiler barındıran robotlar üretebileceğini gösteriyor. Yeni nesil bu robotlara kazandırılmak istenen ilginç özelliklere imkân sağlayan polimerler, hayatımızın pek çok alanında önemli rol oynadıkları gibi robot dünyasının da vazgeçilmez kahramanları olma yolunda emin adımlarla ilerliyor.

Yumuşak ve esnek yapılı robotların içlerindeki mikro kanallarda farklı renkli sıvılar kullanılarak kamuflaj özelliği kazandırılıyor.



Berkeley Üniversitesi'nde yapılan çalışmada kontrollü bükülmeyi daha net gözlemleyebilmek için "el" şekli verilmiş polimerin parmaklarına sırayla ışık uygulanıyor. Işık etkisiyle bükülen parmak, ışık ortadan kalktığı anda tekrar eski haline geri dönüyor.

Kaynaklar

- <http://www.octopusproject.eu/about.html>
- <http://news.harvard.edu/gazette/story/2012/08/soft-robots-go-for-color-camouflage/>
- <http://www.darpa.mil/newsevents/releases/2012/08/16a.aspx>
- <http://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-hardware/soft-robots-for-hard-problems>
- Wang, E., Desai, M. S., Lee, S. W., "Light-Controlled Graphene-Elastin Composite Hydrogel Actuators", *Nano Letters*, Cilt 13, Sayı 6, s. 2826-2830, 2013.
- Morin, S. A. ve ark., "Camouflage and Display for Soft Machines", *Science*, Cilt 337, s. 828-832, 2012.
- <http://gmwgroup.harvard.edu/research/index.php?page=23>