

# 21. YÜZYILIN MİKROMAKİNELERİ



*Her şey, 2014 yılında, arabamda oturmuş düşünürken aklıma geldi: Sosyal robotlarla mikromakineleri birleştirerek kendi kendini yöneten minyatür robotlar yapmak!*

**B**undan yaklaşık 15 sene önce, 2014 yılıydı... İşsiz bir mühendis olarak arabamda oturmuş, çeşitli düşüncelere dalmıştım... Sosyal robotlar ve mikromakineler... Dünün ve bu günün iki ayrı mühendislik dalı. Sosyal robotlar birbiriyle bağlantılı binlerce makinenin oluşturduğu, kendini yönetme yeteneğine sahip kompleks yapılara deniyor. Bu mühendislik alanı, kendi kendini yönlendiren otomobillerle başlamış, bu gün ise balıkçılık ve su altı madenciliği yapan denizaltı filolarından, tarım ve meteoroloji araştırmalarında kullanılan helikopter ekiplerine kadar çok değişik alanlarda yararlandığımız otonom bir teknoloji sahası oluşturmuş...

Mikromakineler ise 1950'lerden beri kullandığımız, binlerce elektrik devresini minyatürize edip mikroçiplerin içine sığdıran teknolojinin prensipleriyle üretildi. Bu teknik, uygun elektrik karakterli tabakaların boyama ve presleme yoluyla üst üste yerleştirilmeleri ve daha sonra bu tabakaların arasında gerekli bağlantıların kurularak istenilen devrelerin mümkün olan en küçük boyuta indirgenmesi prensibine dayanmaktaydı.

1965'te H.C. Nathanson, Westinghouse Laboratuvarları'nda ilk mikromekanik cihazı üretti. Bu, elektrik sinyalleri içindeki bazı frekansları filtre etmeye yarayan ince metal bir dirsekten ibaret mekanik bir transistördü. Fakat yazık ki, Nathanson, hızlı titreşimin yol açtığı metal yorgunluğunu yenemedi.

Mikromakinelerin gerçek doğuşu, çelikten sert, minyatür projelerin yapımı için oldukça ideal olan silikonun sahneye çıkmasından sonra oldu. Son on yıl içinde bu teknoloji öylesine gelişti ki, minyatür valenalar, kanallar, yaylar, diyaframlar, vitesler gibi çok değişik ürünler ortaya çıktı. Mühendisler, tüplerin içine yerleştirilen ve sıvıların türbülans ve hızlarını ölçen minyatür barometreler, tıbbi teşhiste kullanılan mini ses alıcıları geliştirdiler.

1980'lerde bazı araştırma merkezleri, mikromakineleri ciddi olarak ilgi sahaslarına soktular. Belki de en etkileyici gelişme, mini elektrostatik motorların üretilmesiydi. Büyük boyutlarda yapılması çok zor olan bir işi mikro seviyede gerçekleştirmişlerdi. Normal elektrik motorlarında rotoru döndürmek için elektromagnets kullanılır. Fakat bunu mikro düzeyde kullanmak imkânsız gibidir. Bunun yerine, mikromotorlarda 6 sabit elektrotun oluşturduğu bir çemberde elektrik yükünün devinim yapmasını ve statik bir yükü sahip rotorun bu devinimin eşliğinde döndürülmesini sağlayan silikon devreler kullanıldı.

1990'larda ise mühendisler, çok daha gelişmiş mini makineler yaptılar. Bunların arasında minyatür kazıcılar, kesiciler, cirooskoplar vardı ve oldukça da ucuzca imal edilebiliyorlardı.

Her şey, 2014 yılında, arabamda oturmuş düşünürken aklıma geldi: Sosyal robotlarla mikromakine-

leri birleştirerek kendi kendini yöneten minyatür robotlar yapmak!

İlk ürünüm, yapı malzemeleri için geliştirdiğim bir "sinir sistemi" idi. Bu sistem, içine dağıldığı materyalin maruz kaldığı ısı, titreşim ve gerilim gibi etkileri algılayan on binlerce mikro alıcıdan oluşmaktaydı. Yapısındaki aşırı gerilim ya da zayıflığı haber veren bir materyalin, piyasada çok tutulacağını tahmin ediyordum; haklı çıktım. Kısa sürede bu "sezgili materyaller", atom santrallerinden uzay mekiklerine, köprülerden jet motorlarına kadar değişik hassas kullanım alanları buldu.

Bu başarı oldukça tatminkardı; fakat ben yine de daha değişik ürünlerle tüm dünya pazarlarına hitap etmek istiyordum; böylece "mikrobotlar" doğdu.

## YILLIK MİKROBOT KATALOĞU

### SAĞLIK

*Her şeyden önce dişleriniz: Siz uyurken uzman mikrobotlar dişlerinizi temizleyip parlatsınlar!*

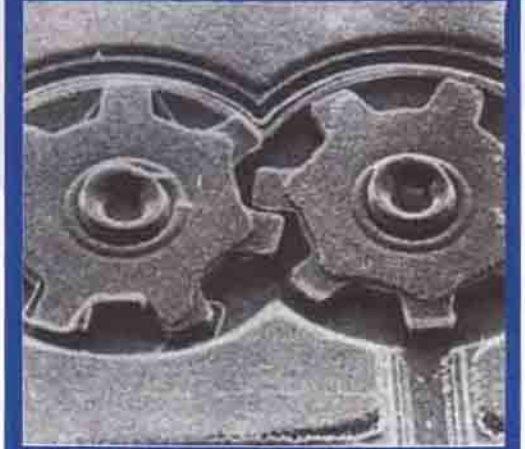
Hayatımız boyunca yaklaşık kırk günü dişlerimizi fırçalamakla geçiriyoruz. Son ürünlerimizden olan dişçi mikrobotlar, bu vakti size armağan edecekler.

Yapacağınız tek iş, yatmadan önce mikrobotlarınızı dişlerinizin üzerine bırakmak. Siz uyurken, bu minik uzmanlar, dişlerinizin yüzeyini inceleyecek, mine tabakasında rastladıkları küçük çatlakları dolduracak, salgıladıkları özel sentetik enzimlerle bakteri kolonileri ve yemek artıklarını yok edecekler. İhtiyaç duydukları enerjiyi ise çok ucuz bir kaynaktan, ağzın doğal biyokimyasal yapısından sağlayacaklar. Sabahleyin uyanığınızda pırıl pırıl tertemiz dişlerle etrafa gülümseyeceksiniz! Dişçi mikrobotlarınız, dille hissedilmeyecek kadar küçük ve yutulduğunda hiçbir etki yapmayacak kadar zararsızdır. Zaten bir kez işleri bittiğinde hepsini hissetmeden yutacaksınız!

*Hekimler için: Hastanızın damarlarında dolaşın!*

**Damar tıkanıklığından şikâyet eden hastanızın problemini mümkün olan en yakın açıdan görmek istemez misiniz?** Bu işi optik fiber araçlar da yapıyor diyebilirsiniz. Fakat bizim mini minnacık mikrobot balıklarımızla hiçbiri boy ölçüşemez. Çünkü bunlar, en ince kılcal damarlara kadar girebilen mikromakine teknolojisinin çok gelişmiş ürünleridir. Üzerlerinde bulunan özel alıcılar, bilgisayarınıza görüntünün yanı sıra kan basıncı ve bazı analizlere dair devamlı bilgi aktarır. Ayrıca daha önce belirlenmiş tıkanıklıkları açmaya yarayan özel mikrobot balıklarımız da mevcut.

Pekâlâ işi bitenler ne olacak? Hastanızın kolunda bir toplardamar içine sokacağınız ince bir iğne, bir sinyalle geri çağırdığınız minik yardımcınız için bir çıkış yolu olacak. Bir aksilik olup da mikrobot balık, bir kılcal damar içine sıkışıp kalırsa (yapılan de-



*Mikromakinelerin yapısını oluşturan mikroskopik dişliler, civata ve motorlar 1990 yılı başlarında üretilmeye başlanmıştı.*



neylerde bunun 1/10000'lik bir ihtimal olduğu anlaşılmıştır), hareketsiz kaldığını hissedecek ve birkaç dakika sonra, salgıladığı özel enzimlerle kendi kendini yok ederek vücut için tamamen zararsız hale gelecektir. Sindirim sistemi için de benzer ürünlerimiz bulunmaktadır.

## GİYİM - KUŞAM

*Her ortama uygun bir kıyafet*

Üzerinizdekilerin bulunduğunuz yere uygun olmadığını kaç kez hissettiniz? Bir toplantı ya da davette sizi bu sıkıntıdan kurtaracak yardım, yine mikrobot teknolojisinden geliyor. Size sunduğumuz her elbise ile birlikte bir kol saati büyüklüğünde, üzerinde hücresel çevirici ve bir bilgisayar taşıyan özel bir cihaz veriyoruz. Cihazın düğmesine bastığınızda değişik elbise modelleri karşınıza çıkıyor; beğendiğiniz birini seçip koduna basıyorsunuz. Ardından birkaç saniye içinde üzerinizdeki elbise seçtiğiniz modele dönüşüyor.

**Otomoda** adını verdiğimiz bu ürünlerimizin her biri, çok değişik renk ve geçirgenliğe sahip, çok yüzeyli mikro düğümlemlerle örülmüş özel ipliklerden dokunmuş kumaşlardan imal edilmiştir. Yine kumaşın içine dokunmuş özel kablolar, dikmiş yerlerini belli açılara kadar genişletip sabitleştiriyor; pileler, kıvrımlar ve pensler oluşturarak istenilen modelin elde edilmesini sağlıyor. Kıyafetinizdeki bu dönüşüm o denli rahat ve yumuşak oluyor ki, yaptığınız işe ara vermeye gerek kalmıyor.

Öte yandan özel, minyatür video kameralarımızla gördüğünüz her elbise modelini bir dakika içinde üzerinizde deneyebiliyorsunuz. Bunun için yapacağınız tek iş, yolda veya bir toplantıda hoşunuza giden bir kıyafet olduğunda, mümkün oldukça değişik açılardan görüntüsünü kameraya kaydetmeniz. Kameranızın içindeki özel bir bilgisayar, görüntüleri değerlendirerek gerekli bilgileri ileride kullanabilmeniz için hafızasına alıyor ve artık istediğiniz an bu elbiseye sahip olabiliyorsunuz.

Fakat bizce önemli olan yalnızca görünüş değil. Rahatlık da çok mühim. Bu yüzden sizler için soğuk ve sıcak havalarda kullanabileceğiniz özel iç çamaşırları hazırladık. Çamaşırların her 10 cm<sup>2</sup>'sinde iki değişik kılcal boru devresi (biri sıcak, diğeri soğuk su için), bir ısı alıcısı ve minyatür bir pompa bulunuyor. Merkezi ısıtma, soğutma ve güç üniteleri ise ince bir kemerin içine yerleştirildi. Artık sıcak günlerde bunalıp soğuk günlerde donmayacaksınız.

## EVİNİZ İÇİN

*Binlerce minik hizmetçiyi avcunuzun içine alın!*

İç mini temizlikçilerle dolu olan özel yuvaları mobilya ve sandalye atları gibi üzerine basılmayacak yerlere koyuyorsunuz. Yuva, bir saat boyunca çevrede herhangi bir titreşim almazsa, evde kimse olmadığına hükmedip içindeki mikrobotları etrafa dağıtıyor. Temizlikçi mikrobotlar, kıyıyı köşeyi do-



*21. yüzyılın ağır işlerini yüklenenecek mikrobotlar artık avcunuzun içinde.*

laşarak buldukları her toz, kıl, kırıntı gibi şeyi toplayıp yuvalarına getiriyorlar. Yuvanın içindeki özel mikrobotlar ise değişik enzimler salgılayarak organik çöpleri parçalıyor; bazıları ise daha büyük parçaları kırarak küçültüyor. Ardından artıkları küçük torbacıklara doldurarak daha önce belirlediğiniz bir yere, meselâ bodrumdaki çöp presine giden bir boruya taşıyorlar. Minik temizlikçiler iş başındayken eve bir giren olursa yuva, sinyal göndererek hepsini biraraya topluyor.

## Ev bekçisi robot arılar

Günümüzde artık vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelen güvenlik sistemleri için robot arılar geliştirdik. Evinizin hemen girişine koyacağınız kovanlarında bekleyen arılarınız, siz yokken yabancıları içeri sokmayacak. Siz dışardayken eve biri girmek isterse, kovandan çıkan sivrisinek büyüklüğünde birkaç arı, hemen sessizce üzerine konuyor; elbisesinin üzerinde buldukları bir deri parçasını anında analiz ederek konuşan DNA şifresini çözümlüyorlar. Eğer şifre, eve girmesi izinli olan daha önce tanıdıkları birine aitse sessizce kovanlarına dönüyorlar. Ama eğer eve giren bir yabancıysa... İşte o zaman şenlik başlıyor! İlk önce evin çatısındaki alarım yüksek sesle çalmaya başlıyor. Mütecaviz kişi hâlâ kaçmadıysa, bu kez kovandan bir robot arı bulutu havalanıyor ve 2 cm uzunluğundaki ince kırmızı iğneleriyle zavallıyı kalbura çeviriyorlar! Nasıl, oldukça caydırıcı değil mi?

## EĞLENCE

*Mikrojiple değişik boyutlarda gezinti yapın!*

Bizim ürünlerimiz, genellikle koordineli çalışan pek çok birimden oluşur. Fakat bunun istisnaları

# MANTAR ARAYAN ELEKTRONİK BURUN

Perigord'da köpeklerle domuzlar arasında olağanüstü bir rekabet var. Toprakaltı mantarı arayan suni burun, siyah elmas avcılarının bu değerli yardımcılarını işsiz bırakacak mı?

Toulouse Agrossources Kimya Laboratuvarı doktoru Talou ile İngiliz araştırmacı Krishna Persaud'un işbirliği sayesinde ortaya çıkan bu elektronik burun her türlü kolaylığı sağlayacak. Bu burun bazı evcil domuzlar gibi, bulduğu mantarı hemen yemiyor ve yorulmuyor, köpekler gibi de kendini daha ilgisiz kokulara kaptrıp eğlence peşinde koşmuyor.

Koku alabilmesini, toprakaltı mantarının bilinen temel bileşimlerini alma imkânı veren, küçük bir aktarıcıya bağlı yirmi adet elektronik koku alıcıya borçlu. Aletin ilk örneği ile mantar toplayan köpekler arasındaki karşılaştırılmalı denemeler, Cahons yakınındaki mantar tarlalarında yapıldı. Köpekler bu de-



nemelerden galip çıktılar, ama aletin denemelerden çıkan sonuçları oldukça ümit verici ve bu konuda teknik, son sözünü henüz söylemiş değil.

*Science et Avenir'den çev.:  
Ramazan ÖZALPDEMİR*

da var ve mikrojipl bunlardan biri. **Sadece bir tane** mikrojipl alıyorsunuz; ama sizi oturduğunuz yerden olağanüstü dünyalara götürmeye yetiyor.

Mikrojipl size, kısa süreli boş vakitlerinizde büyük eğlenceler yaşıyor. Üzerinde görme, duyma, dokunma ve tatma alıcıları olan, sadece yarım santimetre uzunluğundaki bu araç, çalışma odanızdaki süper bilgisayara aldığı tüm verileri gönderiyor. Burada, gelen sinyaller anında görüntüye dönüştürülüyor ve siz kendinizi sanki jipin içindeymiş gibi hissediyorsunuz. Bunun daha iyi sağlanması için, iki küçük monitör taşıyan özel başlıklar kullanmanızı tavsiye ederiz.

Mikrojipli bahçeye bıraktıktan sonra artık fil yüklüğünde çekirgeler, gökdelen yüksekliğinde çiçekler tanışmak için sizi bekleyecek. Keşfedilecek karınca yuvaları, arı kovanları, esrarengiz birer dünya olarak önünüze açılacak. Mikrojiplerin uzaktan kumandalı ve otonom hareketli tiplerini tercihinize sunuyoruz. Ayrıca 10 değişik modelden istediğiniz birini (ya da hepsini) seçerek özel amaçlı keşiflerde kullanabilirsiniz.

## YENİ UFUKLAR

*Dünyayı değiştirmek için mikromakineler!*  
Şimdiye kadar mikromakineleri, çok hafif yükle-

ri kısa mesafelerde taşıtmakta kullandık. Fakat gelecekte milyarlarca, hatta trilyonlarca mikromakinenin birleşerek oluşturacağı dev yapılar üretilebileceğine inanıyorum. Tıpkı bir ağacın veya bir balınanın hücreleri gibi... Düşünün bir kerel! Devamlı şeklini değiştirebilen bir bina, istenilen her yöne giden bir yol, jeosenkronize bir yürüneye kadar 23000 mil uzayan bir gökdelen!

Bu size biraz bilim kurgu gibi gelebilir. Fakat mühendislerimiz, şimdiden, bitkiler gibi kendi kendine çoğalıp büyüeyen ilk mikromakinelerin prototiplerini imal etmek üzereler. Bu başarılığında mikromakineler tıpkı toprakta yetişen bir ot, bir sebze bitkisi gibi özel besinler verilerek üretilebilecek. Bu gelişme çok yönlü kullanılabilen dev bir potansiyel oluşturacak. Bunlarla evler, köprüler yapabilecek, hatta okyanus üzerine suni adalar kurabileceğiz.

Hatta bazen, her biri diğerleriyle bağlantılı, istendiğinde her arzulanan şeklin oluşturulabildiği, tamamıyla mikromakinelerden yapılmış bir gezegen bile hayal ediyorum...

Haydi, şimdi bana gülün bakalım! Ama o gün geldiğinde size "ben demiştim" diyeceğim!...

*OMNI'den çev.: Gürkan ÖZTÜRK*

**Herkesi kusurları ile gören bir kimsenin, senden de teşekkürle söz edeceğine sanma.**

Sâdi