

GELECEĞİN SABİT DİSKİ: Simülasyon yazma kafasının uçlarının plastik disk üzerinde nasıl hareket ettiğini ve minik delikler açtığını gösteriyor.

Nanoteknoloji

Atom Boyutunda Devrim

Araştırmacılar nano teknolojisinden sahiden mucizevi şeyler bekliyor: Atomlar dünyasına müdahale, tüm alanlarda görkemli uygulamalar vaat ediyor.

Üstümüze doğru gelen şey, uzak bir galaksiden gelen bir uzay gemisini andırıyor. Sessizce, tuhaf, gerçek olmayan ve sayısız derinliklerle bezenmiş bir manzara üzerinden hareket ediyor. “Yarının sabitdisk teknolojisi Millipede...” diyerek, geleceğe bakışı olanaklı kılan bilgisayar simülasyonundan belediklerini dile getiriyor Zürih’teki IBM araştırma laboratuvarında fizikçi olarak çalışan Gerd Binnig.

Binnig’in açıklamasına göre, Millipede, manyetikleştirici yazma ve okuma kafalarına gerek kalmaksızın tümüyle yeni sabitdiskleri olanaklı kılacak. IBM delikli kartları yeniden keşfediyor, ancak bu kez atomlar ölçeğinde... Zürih’teki laboratuvarında bu işlem şimdilik oldukça iyi bir biçimde başarıyor. Veri taşıyıcı özel bir polimer malzemeden ibaret, tek tek bit’ler ise üzerinde 1.024 adet tek tek kumanda edilebilir

uçların bulunduğu bir 3x3 mm boyutundaki kafa ile yazılıyor. Millipede, tram güç mikroskobunda da olan aynı ilkeye göre çalışıyor: Ancak orada yalnızca tek bir iğne ucu zemini yokluyor ve atom atom işliyor.

Yeni sabitdiskin teknolojik kökenini Gerd Binnig çok yakından tanıyor. Tram güç mikroskobunu ve öncülü tram tünel mikroskobunu kendisi icat etmiş. Bu eserleri sayesinde, o ve meslektaş Heinrich Bohrer, 1986 Nobel Fizik Ödülü ile onurlandırılmışlar. Bu mikroskoptan bilimde devrim yaratması bekleniyordu: Onunla tek tek atomları görmek ilk kez olanaklı olmuştu. Bu tip hassas ölçümler için araştırmacılar kuvantum fiziği efektlerinden yararlanıyordu: Mikroskobun yoklama ucu, zemine birkaç atom uzunluğuna kadar yaklaştığında, klasik anlamda bir elektrik kontağı olmamasına rağmen, uygulanan gerilimle bir akım geçiyor. Akım akışı böylece mikroskoba adını veren tünel efekti adlı bir efekti olanaklı kılıyor. Bundan sonra bir parçacığın aslında yeteri kadar enerjiye sahip olmadığı halde bir bariyeri aşabilmesi, bu bariyerden “tünel”den geçmesi gibi geçmesi olanaklı bir hal alıyor. Ölçülen akımlara bakılarak iğne ucu ile zemin arasındaki mesafe ortaya çıkarılıyor. Zeminin tram biçiminde yoklanması da yüzeyinin atom boyutlarında kesinlikli bir kopmasına giden yolu açıyor.

SERİ

ARAŞTIRMA LABORATUARLARINDAN YENİLİKLER

Gelecekle şimdiden tanışın: Bilim ve endüstri yaşamınızı köklü şekilde değiştirecek anahtar teknolojiler üzerinde çalışıyor. CHIP bu yazı dizisinde sizi geleceğin dünyasıyla tanıştırıyor.

Nanoteknoloji tram mikroskoplarıyla start almıştı. Bu teknoloji boyutları 1 ila 100 nanometre arasında yer alan parçacıkların işlenmesi ile uğraşılıyor. Bir nanometre bir milimetrenin milyonda biri. Bir nano parçacık bir futbol topuyla karşılaştırıldığında, futbol topunun yerküreye oranı gibi bir sonuç ortaya çıkıyor. Bilimciler ilk kez bu kadar küçük parçacıkları doğrudan görebildikten yalnızca birkaç yıl sonra, atomları ve molekülleri tasavvurlarına göre manipüle etmeyi ve tümüyle yeni özelliklere sahip malzemeler yaratmayı başarmış bulunuyor. Böylece, örneğin çiziğe dayanıklı otomobil cilası oluşturulmuş.

Bir tıkla basitçe atomların yerini değiştirmek

Don Eigler atomların efendisi. Fizik öğreniminden sonra çalışmalarını yüzeyler ve nano yapılar üzerinde yoğunlaştıran bu bilimci de aynı şekilde bir IBM araştırma laboratuvarında çalışıyor, ancak onun faaliyet gösterdiği laboratuvar Kaliforniya Almaden'deki Silikon Vadisi'nde bulunuyor. Bu bilimci bir tram tünel mikroskobu yardımıyla ilk kez tek tek atomların yerini değiştirmeyi ve istediği yerlere yerleştirmeyi başarmış bulunuyor.

"Bu çocuk oyuncuğu" diyor gülerken Eigler ve ziyaretçilerinin de PC'sinin başına geçmesine izin veriyor. Bilgisayar yan laboratuvardaki sarsıntısızca yerleştirilmiş ve aşırı eksi derecelerde soğutulmuş mikroskopa bağlantılı. Fareyle oldukça basit bir biçimde monitörde kopyaları görünen atomlar sürüklenip bırak üzerinden tutulabiliyor ve başka türlü düzenlenebiliyor. Eigler ziyaretçilerinin atomlarla neler yaptıklarını dikkatle gözleyiyor. Bunları burada gerçekten çocuklar bile deneyebilir.

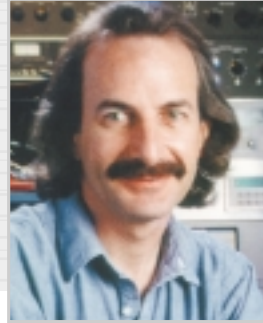
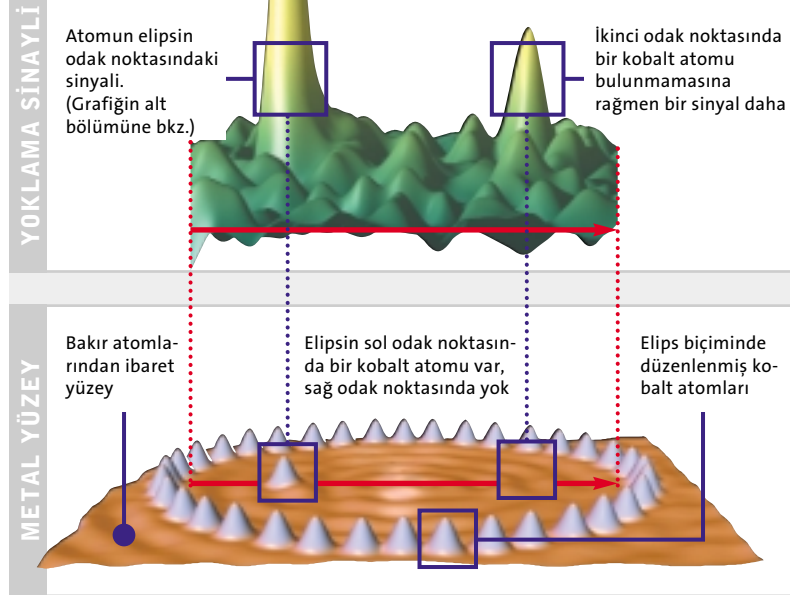
Eigler'in kendi oyun dürtüsü hayranlık uyandıran bilimsel bir deney için köken teşkil ediyor (sağdaki grafiğe bakınız). Eigler bir bakır yüzey üzerinde kapalı bir elips oluşturacak şekilde kobalt atomları düzenlemiştir. Bilimci daha sonra elipsin iki odak noktasından birine başka bir kobalt atomu daha yerleştirdiğinde, sanki ikinci (boş) odak noktasında da aynı şekilde bir atom varmışçasına bir sinyal ölçmüştür. Tünel efektinde olduğu gibi burada da söz konusu olan, gündelik deneyimlerimizle zorlukla bağdaştırabileceğimiz bir kuantum fiziği olayı. Nasıl oluyor da var olmayan bir şey yoklandığında bir sinyal veriyor? Bu olayı fisiltili efekti ile anlaşılır kılmak mümkün: Özel bir mimariye sahip mekanlarda yakın çevredeki sessiz bir konuşma anlaşılır bir biçimde işitilemezken, odanın öteki ucundaki bir kişinin fisiltisi işitilebiliyor. Burada duvarlar ve tavanlar ses dalgalarını planlı bir biçimde yansıtacak şekilde tasarlanmış oluyor. Atomlar kuantum düzleminde ses dalgaları gibi davranabildikleri içindir ki, elips deneyinde araştırmacılar boş odak noktasında öteki odak noktasından tabiri caizse kobalt atomlarının fisiltısını kaydediyor. Eigler'in değerlendirmesine göre bu efekt günün birinde nano dünyasında bilgi transferini olanaklı kılmaya hizmet edecek.

İsviçre titizliği ve Amerikan malzemeleri

Zürih ve Almaden'deki IBM araştırmacıları sürekli karşılıklı paslaşmış duruyorlar. Tram mikroskoplarıyla Kaliforniyalıları İsviçre'den çok yararlı araçlar elde etmiş bulunuyor. Buna karşılık şimdi Binnig ve meslektaşlarının bit'lerini zumbaladıkları plastik plakalar Silicon Valley kökenli. "Bunu bir spa-

DON EIGLER'İN ELİPS DENEYİ

Nano Parçacıkların Paradoks Dünyası
Yoklama sinyali (üstteki resim) kobalt atomlarından ibaret bir elipsin içindeki yoklanan yüzey (aşağıda) üzerinde yalnızca bir kobalt atomu bulunmasına rağmen iki ölçüm değeri veriyor.



ATOMLARIN EFENDİSİ: Atomların bir yüzey üzerinde istediği gibi yerinin değiştirilmesini ilk kez Almaden'deki IBM araştırma merkezinde Don Eigler başarmış.

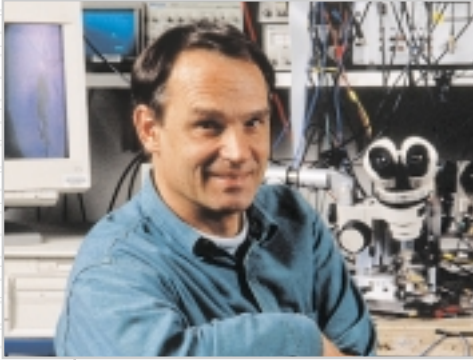
getti dağı olarak tasavvur edin" diyerek Binnig, sabitdisk deneylerini anlaşılır kılmaya çalışıyor. "İçine bir delik açarsunuz, tümünü donduruyorsunuz, delik kalıyor. Çözülürken spagettiler yeniden çekiyor ve delik yok oluyor." Ancak Millipede'de hiçbir şey dondurulmuyor. Millipede kafasının uçları polimerlere yalnızca hafifçe temas ediyor. Ucu ısıtılması bir çökme etkisi yaratıyor ve bir delik oluşuyor. Verilerin silinmesi de aynı şekilde malzemenin yeniden erimesinin eşlik ettiği kısa bir ısı darbesi ile gerçekleşiyor.

Binnig'e göre önce yalnızca az sayıda uca sahip yazma ve okuma kafaları piyasaya sürülebilir şekilde olgunlaşacak. Bunlar kapasitesi yaklaşık 10 GByte'lık sabitdisklere sahip olacak cep telefonu ve PDA'lar gibi küçük mobil cihazlar için düşünülmüş. Yeni teknolojinin potansiyelinin tümünden verilerin diskleri üzerinde geleneksel teknikle olduğundan 20 kat daha yoğun depolanacağı sunucular yararlanacak.

Burun farkıyla önde: Kantilever ile yoklamak

Millipede projesi tram mikroskoplarının tek varisi değil. Başka bir araştırma alanında Kantilever adı da verilen mik- →

FİZİK ÖDÜLÜ SAHİBİ GERD BİNNİĞ İLE SÖYLEŞİ



» Zor olan: Atomlar sistem olarak işleyebilmeli. «

Gerd Binnig, IBM Zürih
Tram tüneli mikroskobunun
mucidi

CHIP: Sizi nanoteknolojinin atası olarak niteleyebilir miyiz?

Binnig: Bunda muhakkak haklı bir yan var. Tabii ki zaten durmadan küçülen mikroelektronik vardı ve nano yapıları görünür kılan yöntemler vardı. Ama biz ilk kez atomları, yani temel yapıtaşlarını görebilenler olduk.

Bugün kendinizi hangi görevlere adanmışsınız?

Binnig: Şu anda tam da nanobilimden gerçek nanoteknolojiye giden adımı atmak üzereyim. Millipede ile birlikte biz şimdi gerçek bir ürün, geleceğin sabit diskini geliştiriyoruz.

Siz hala IBM için temel araştırmalar mı yürütüyorsunuz, yoksa daha ziyade ürün mü geliştiriyorsunuz?

Binnig: Ben su katılmamış bir ürün geliştirici değilim, ama pazarlama yöneticileri ile de çalışarak bu yönde bazı karakter hatları edindim. Ama hala yüzde 50 temeller üzerine düşünüyorum, gerisini uygulamalara adıyorum.

Nanoteknoloji alanında bilimin karşısına çıkan en büyük zorluklar neler?

Binnig: En büyük zorluk sistemler dahi-

linde düşünmek! Bu henüz başlangıç aşamasında. Otomobillerde ve bilgisayarlarda daha karmaşık sistemlere hakim olmanın ne derece zor olduğunu görüyoruz. Şimdi önümüzde duran görev, atomları bir sistem olarak çalışacak şekilde birbiriyle kombine etmek. Nano parçacıklardan ibaret bir transistör oluşturmak pek zor değil. Sistemlerle, örneğin kuantum bilgisayarla olduğu gibi çalışmak ise çetin bir hal alıyor.

Bu bilgisayarı ne zaman göreceğiz?

Binnig: Çoğunlukla çok kötümser olduğum için, şimdiye kadar gerçekleşmeyen sayısız öngöründe bulundum. Yani belki de bu bilgisayar çok daha önce, mümkündür ki on yıl içinde ortaya çıkar.

Nanoteknoloji bize daha başka neler getirecek?

Binnig: Öncelikle daha ucuz, daha zeki sistemler, atom tabanlı bilişim. Tüm süreçlerin kendiliğinden işlediği bedenimizde olduğu gibi, hesaplama performansı bir ağ üzerinden birbiriyle iletişim kuran çevremizdeki küçük cihazlara dağıtılmış olacak. Bu olayın tümü tahminen bir dil arabirimi üzerinden yönetilecek.

Nanoteknolojinin hangi yönü sizde kişisel olarak en fazla hayranlık uyandırıyor?

Binnig: Nanoişlemci. Bu önce atom boyutlarında yalnızca 20 ila 30 şalterden ibaret ve tümüyle saf mekanik görevleri yerine getiren tümüyle basit yapı bir bilgisayar. Bunu başarmak ileriye doğru atılmış büyük bir adım olurdu.

Bunun üzerinde mi çalışıyorsunuz?

Binnig: Başka şeylerin yanısıra evet. Birçok şeyi aynı anda yapıyorum. İlerleme sağladığım takdirde çalışmayı sürdürüyorum, aksi takdirde sorunu bir süre bir kenara bırakıyor ve fırsat buldukça bununla yeniden ilgileniyorum. Basit bir hesap makinesi iki ila üç yıl içinde bile tamamlanmış olabilir.

Bill Joy gibi eleştirmenler şimdiden nanoteknolojinin sonuçlarına dair korkularını dile getiriyor. Bu tip uyarıları ne derece ciddiye alıyorsunuz?

Binnig: Kuşkucu seslere her halükarda kulak kabartmak gerekiyor. Ama Bill Joy söz konusu olduğunda, söyleyecek hiçbir şeyi olmayan biri kendini önemsetmek istiyor. Nano parçacıkların kendi kendini yeniden üretmesi başarılıysa, ki bunun sonuçları hakkında uyarılarda bulunuluyor, bu ileriye doğru atılmış büyük bir bilimsel adım olurdu. O zaman tabii sonuçlar üzerinde düşünmek zorunda kalınırdı. Ben kendim DNS üzerinde de incelemeler yaptım, ancak kodun şifresini çözmeyi başaramadım. O zamanlar notlarımı "Frankenstein" başlığı altında topluyordum. Bugün ise gülümsemekle yetiniyorum, çünkü DNS ile yapılan araştırmalar normal bir hal almış bulunuyor.

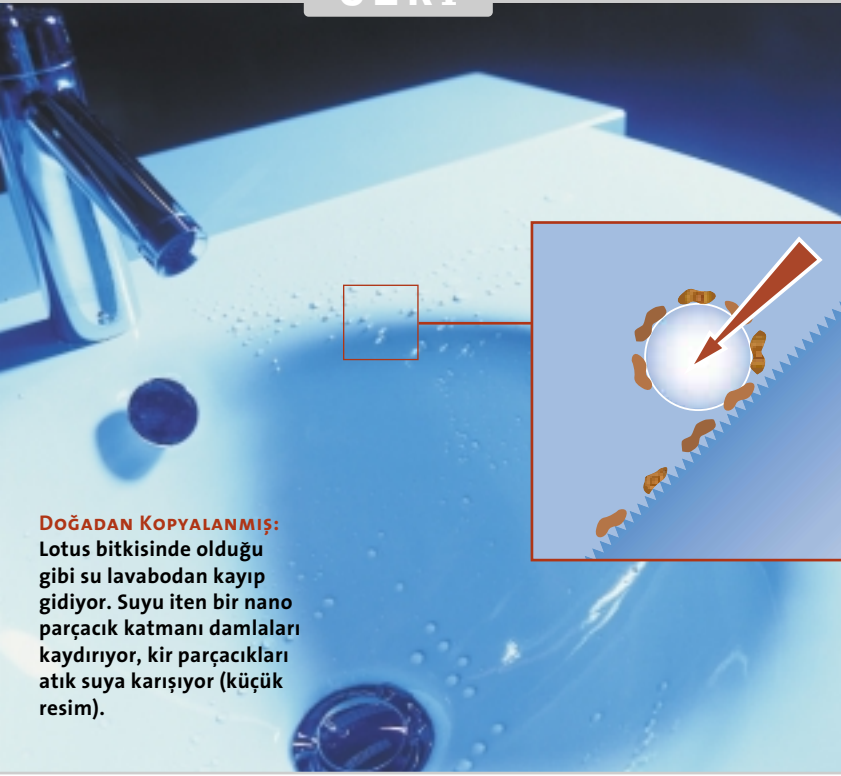
roskobun minik çeşitleri bir uç ile değil, sensörler ile donatılmış. Buna uygun malzemeler yerleşirse, Kantilever bükülüyor ve bir elektrik sinyaline yol açıyor. Bunu örneğin tıpta olduğu gibi analiz ve teşhis amaçları için uygulamak olanaklı. Birden fazla bu tip parmak, benzeri Kantilever'den ibaret bir minik yapıtaşı, farklı atomları tanıyan yapay burun olarak bile gündeme gelebilir.

Temiz gelecek: Nano sayesinde temizliğe paydos

Yol gösteren fikirlerden çok yönlü olarak yararlanma çabası, nanoteknolojiyi karakterize ediyor. Almanya'da da hareketli bir araştırma kesimi yerleşik bir hal almış bulunuyor. Bilim ve endüstri el ele çalışıyor. Saarbrücken'deki Nanogate firmasının imalathanelerinde yapılacak bir gezinti James Bond'un dahiyane donatıcısı Q'yu ziyaret etmesi ile karşı-

laştırılabilir. Her yanda tümüyle tuhaf şeyler üzerinde kırk kırk çalışılıyor.

Geliştirilen şeyler arasında çiziğe dayanıklı mercekler, artık buğulanmayan gözlükler ya da sileceğe artık hemen hemen hiç ihtiyaç duymayan otomobil camları bulunuyor. İmalathanenin bir köşesinde mühendisler ısıtıcılar için ateşleyicileri kızdırıyorlar: Nano katmanlı keramikten yapılmış bu ürün geleneksel ateşleyicilerde olduğundan daha iyi ve daha hızlı ateşleyecek, daha uzun ömürlü olacak ve şimdiye kadar gerçekleştirilen ateşleme kıvılcımından farklı olarak sessizce çalışacak. Birkaç metre ileride öteki firma çalışanları, yeni geliştirilmiş bir nano mumun özelliklerini denemek için kayıklarını muşlukuyor. Laboratuvarların da bulunduğu imalathanenin öteki ucunda, etki derecesi yalnızca yeni tür bir iç kaplama ile iyileştirilen bir solar (güneş) panelinin →



DOĞADAN KOPYALANMIŞ: Lotus bitkisinde olduğu gibi su lavabodan kayıp gidiyor. Suyu iten bir nano parçacık katmanı damlaları kaydırıyor, kir parçacıkları atık suya karışıyor (küçük resim).

NANO TARTIŞMALARI

» Sorun nanoteknolojiden sonra da hayatta kalıp kalmayacağımızdan ibaret «

Bill Joy,
Sun Microsystem bünyesinde
geliştirme yöneticisi



Nanoteknolojiye şimdiye kadar Bill Joy'un "Geleceğin neden bize ihtiyacı yok" makalesinde olduğu kadar saldırılmamıştı. Metin iki yıl önce "Wired" dergisinde yayınlandığında, nano tartışmaları da başlamış oldu. Bunda yapılacak bir yan yok: Joy gerçi fantastik ve yeni nano dünyasına değer veriyor, öte yandan bunun kontrolden çıkacağı ve insanlığın sonunu getireceği korkusunu taşıyor. Pek de sempatik olmayan bu ütopya karşısında "çok tehlikeli teknolojilerin geliştirilmesinden feragat etmeyi" öneriyor. Bilimkurgu mu? "Darwin AG" kitabını okuyun (yayınlayan Frank Schirrmacher) ve siz karar verin.

prototipi duruyor. Bunun yanında Nanogate'in göğsünü gerekerek sergilediği bir nesne var: Bu her bir su damlasının üzerinden kaydığı ve artık hiçbir kirin yapışık kalmadığı lavabo...

Nanogate'de deneyleri yapılan neredeyse her şey yüzey kaplamaları ile ilgili. Bunların sırrı kendi kendini örgütleyen nano parçacıklardan ibaret. Endüstri bugün hafif ve stabil ya da şeffaf ve iletken ya da bükülebilir ve çizilmeye karşı dayanıklı gibi önceleri bir araya getirilemez sanılan özellikleri planlı bir biçimde kombine edebilecek durumda. "Biz burada uzay gemisini gözden yitirmeden teflon tava geliştiriyoruz" şeklinde Nanogate'in stratejisini açıklıyor firma sözcüsü Marita Leykauf ve böylelikle teknolojinin tarihinin bir miti ile oynuyor. Bir sonraki adım elektronik yapıtaşları olabilir: Şimdiden LC display'ler için şeffaf iletkenler ve elektrotlarla deneyler yapılıyor.

Saarland Nano-Valley'e dönüşüyor

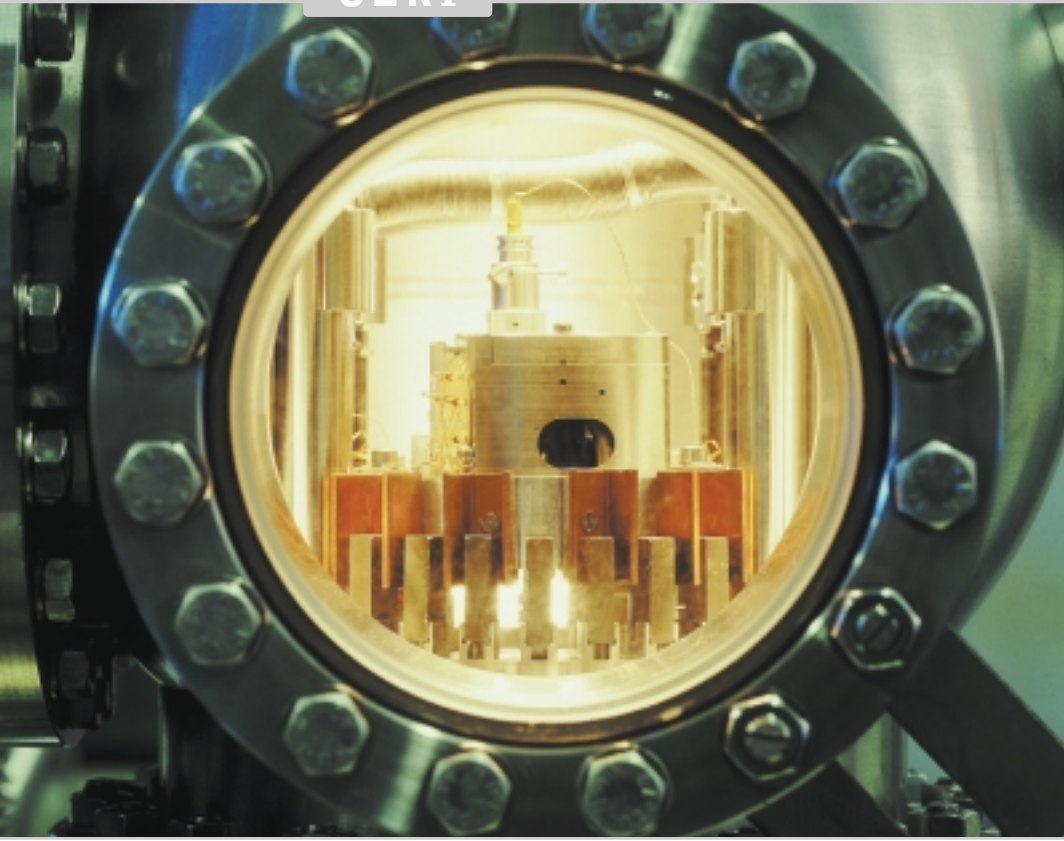
Nanogate yalnızca Almanya'da nanoteknoloji ile uğraşan yaklaşık 200 firmadan biri. Buna neredeyse aynı sayıda ara-

tırma tesisi ekleniyor. Üniversite çevrelerinden gelen gelişmeler tipik olarak spin-off (yan destek) etkisi yapıyor. "Yalnızca araştırma ve birkaç örnek laboratuvar yeterli değil, bizim hedefimiz piyasa idi" şeklinde firmasının kuruluşunu yorumluyor kimyacı Rüdiger Nass. Partneri Gerhard Jonschker gelecek beş yıl içinde elektronik, telekomünikasyon ve biyoteknoloji alanlarında nanoteknoloji için iyi fırsatlar görüyor.

Saarland'da her şey özellikle iyi gelişmiş durumda. Çelik ve kömürün çöküşünden sonra yapı itibarıyla zayıf bölgeyi canlandırmak amacıyla burada bilişim ve nanoteknoloji özel olarak teşvik ediliyor. Şimdiden Saarland'dan Almanya'daki "Nano-Valley" olarak söz edenler var. Saarbrücken Üniversitesi Deneysel Fizik Enstitüsü'nde artık ıslanmayacak ve böylelikle yosun tutmayacak çatı kiremitleri ve ateşe dayanıklı cam donanımı için temel araştırmalar yürütülüyor. Laboratuvarlardaysa araştırma çok daha ilerlemiş vaziyette: Bilimciler elektronik yapıtaşları için nanoteknolojik çözümler üzerinde çalışıyor. Uzmanlar entegre devrelerin küçültülmesinin bugünkü tempoyla yalnızca yaklaşık on yıl→

NANOTEKNOLOJİNİN GELİŞİMİ





KARLI UYGULAMALAR:
Nanogate yöneticisi Dr.Gerhard Jonschker yüzey kaplamalarından sonra elektronik, telekomünikasyon ve biyoteknoloji alanlarına da el atmak istiyor.

VAKUM ODASI: İçinde toz parçacıklarının ya da insan saçının devasa boyutlarda yabancı cisimler oluşturduğu, nano boyutlarındaki araştırmalar için doğru ortam.

kadar daha sürebileceği öngörüsünde bulunuyor; o zaman geldiğinde silisyum teknolojisinin yerini yeni çözümler almak zorunda, Nano klasik biçiminde chip'in yerini almaya hazır.

Deneyel fizikçi Uwe Hartmann manyetikleştirilmiş nano katmanları manyetik alanlardaki en ufak değişikliklerin farkına varacak şekilde bir chip içine entegre etmiş. Bu ufak şey trafik sensörü olarak yalnızca uçak ve otomobilleri tanımakla kalmıyor, bilakis manyetik alanlarına bakarak tek tek tipleri bile teşhis edebiliyor. Hartmann da firma kurucusu hummasına kapılmış, yeni buluşunu kendisi pazarlamak istiyor. Bu iş için üniversite binasının yanındaki barakalarda küçük bir üretim tesisi düşünüyor ve şu sıralar cep telefonları için serbest konuşma teçhizatları üreten orta çaplı bir elektronik firması ile işbirliği yapmak istiyor. Enstitüsü geçi Fresenius, IBM ve Siemens büyük çaplı işletmelerle işbirliği yapıyor, ama Hartmann temkinli davranmayı tercih ediyor: "Bunlar sizi komple yutarlar!"

Yapay burun henüz gelecek için kurulan bir düş, tıbbın

öteki alanlarında nanoteknoloji şimdiden bir hayli yol almış durumda. Hypertermie ilacı adı verilen ve kanserle mücadelede kullanılan bir ilaç şimdiden klinik deneylerde yer alıyor. Bu ilaç yalnızca yaklaşık 10 nanometre boyutlarında ve tümör dokusu tarafından içine çekilen küçük, manyetik parçacıklardan ibaret. Dışarıya yerleştirilmiş bir manyetik alanda bu parçacıklar hareket ediyor ve dolayısıyla ısınıyor. Aşırı yükseltilmiş ısı nedeniyle hasta hücreler ölüyor. Nano parçacıklar Saarland'da üretiliyor, terapi ise Berlin'deki Charité'de deniyor.

Vizyonlar damarlarımızda dolaşan, arızalar saptayan ve bunları onaran nano denizaltılara uzanacak kadar çok daha ileri gidiyor. Şimdiden tek tek moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşturulmuş nano makinelerin planları mevcut. Hatta bazı araştırmacılar kendilerini kendini yeniden üreten robotları dahi düşünüyor. Birçok uzman bunun gerçekleşmesi konusunda kuşku duyuyor. Ama yalnızca James Bond için geçerli olmayan bir şey var: Asla asla deme.

MF / Garo Antikacıoğlu, agaro@chip.com.tr

NANOTEKNOLOJİNİN GELİŞİMİ

