

# Faydaları ve Zararlarıyla

# NANOPARÇACI

Dr. Mahir E. Ocak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

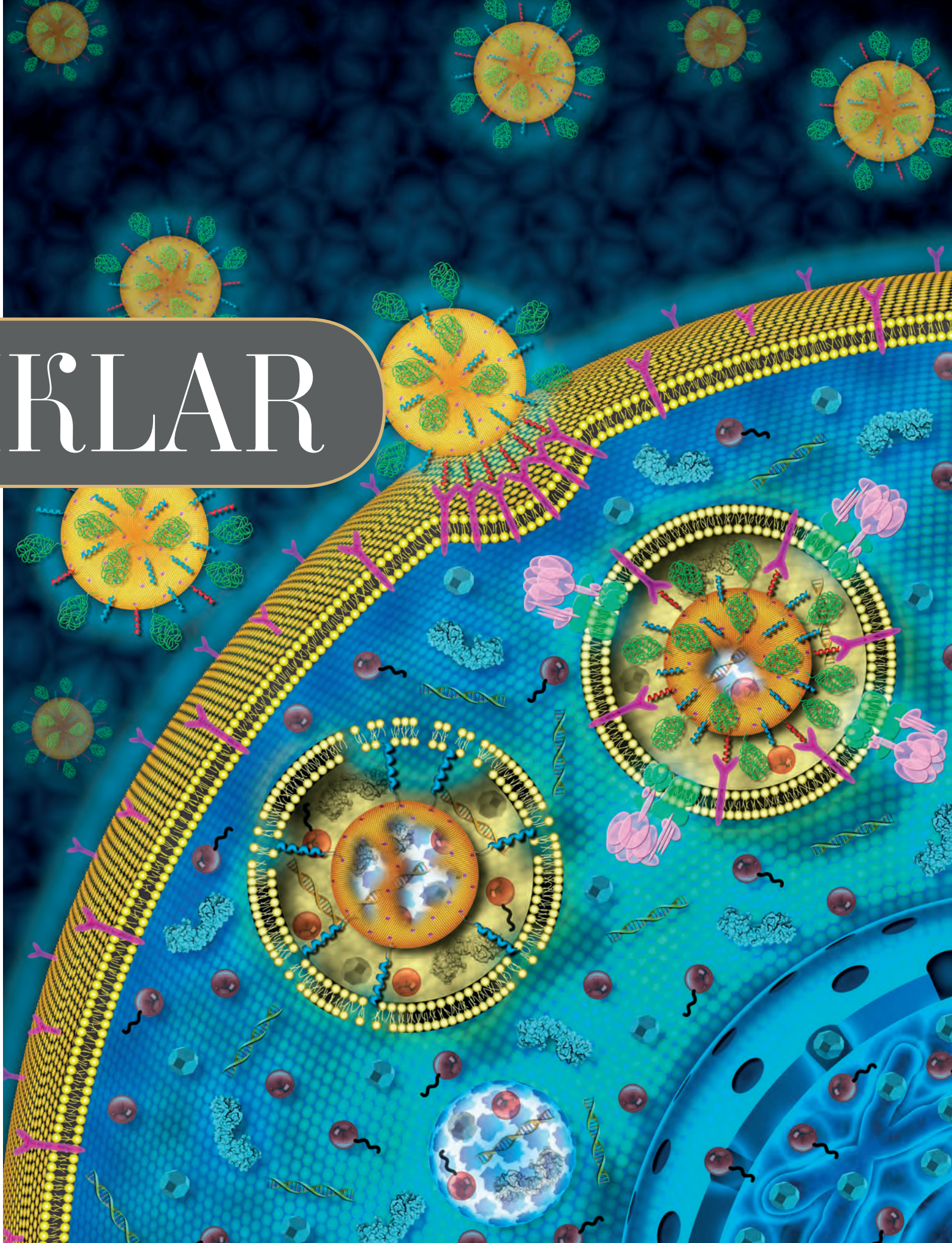
**Geleneksel optik mikroskoplarla ancak 200 nanometreden daha büyük nesnelere görülebilir. Taramalı tünelleme mikroskop (STM) ise herhangi bir boyutu 1-100 nanometre ölçeğinde olan nesnelere görüntülemeye imkân veriyor. STM'nin 1981 yılında icat edilmesinden sonra boyutları nanometre (nm, metrenin milyarda biri) ölçeğindeki nesnelere hakkındaki bilgilerimiz hızla artmaya başladı.**

**Bugün nanobilim en aktif araştırma alanlarından biri.**

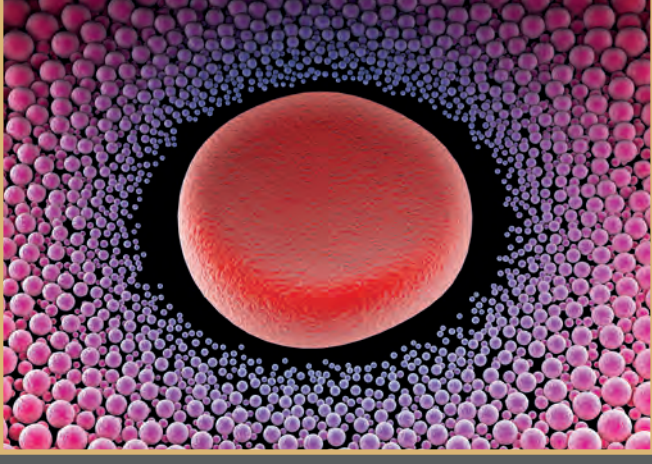
**Nanoparçacıklar gün geçtikçe hayatımızda daha çok yer ediniyor. Laboratuvar ortamında üretilen ve bilinçli bir biçimde kullanılan nanoparçacıklar pek çok bakımdan yararlı. Ancak insan sağlığına ve çevreye zararlı etkilerinin de incelenmesi ve göz önünde bulundurulması gerekiyor.**



# KLAR







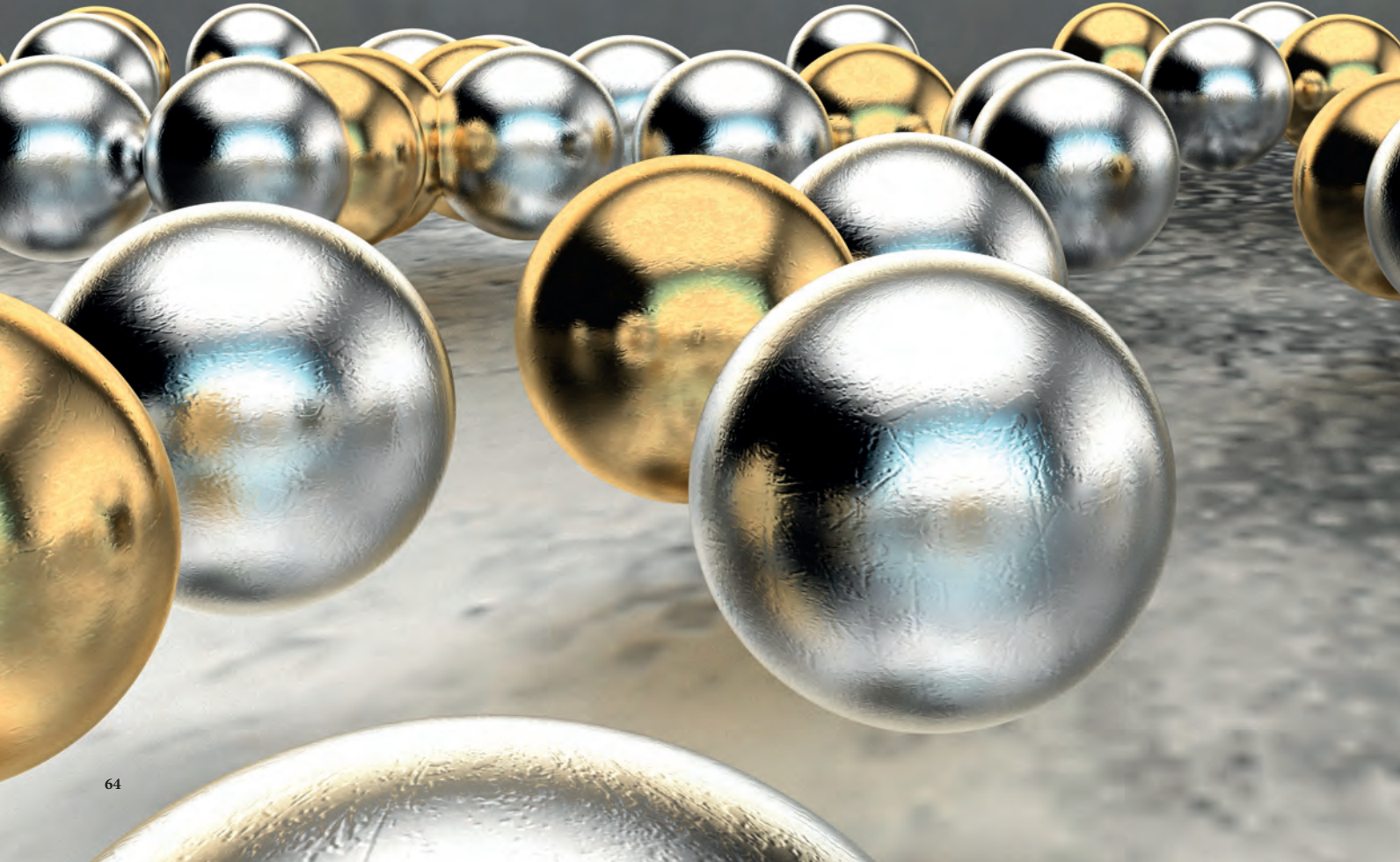
Nanoparçacıklar ve kan hücresi

## Sağlık

Gümüş ve altın gibi soy metallerin sağlık alanındaki kullanımı çok eski tarihlere dayanıyor. Gümüş iyonları ( $Ag^+$ ) antibakteriyeldir. Eski zamanlarda suyun temiz kalmasını sağlamak için gümüş kaplar kullanılırdı. Günümüzde de gıda kaplarında ve pansuman malzemelerinde gümüş kullanılıyor. Gümüş, nanoparçacıklar halinde kullanıldığında daha etkindir. Çünkü malzeme ufak parçalara bölündüğünde toplam yüzey alanı artar ve  $Ag^+$  iyonları daha kolay salınır.

Altın içeren bileşikler de 1930'lardan beri eklem iltihabı tedavisinde kullanılıyor. Her ne kadar bu bileşiklerin önemli yan etkileri olsa da nanoparçacıklar halinde kullanıldığında bu yan etkiler azalıyor. Yakın zamanlarda laboratuvar ortamında yapılan çalışmalara göre 50 nm çapındaki nanoparçacıklar hem hücrelere daha kolay giriyor hem de yan etkileri daha az.

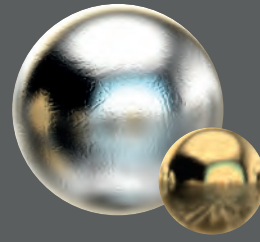
Günümüzde kanser araştırmalarında da altın nanoparçacıklar kullanılıyor. Kanserli hücreler ısıtılarak kolayca öldürülebilir. Çünkü dolaşım sistemiyle bağlantıları zayıf olduğu için hücre içinde biriken ısı çok yavaş dağılır. Bu yüzden günümüzde kullanılan tedavi yöntemlerinden birinde, kanser hücreleri mikrodalgalar ve ultrason dalgaları yardımıyla  $45^{\circ}C$ 'ye ısıtılarak öldürülmeye çalışılıyor. Bu yöntemin zayıf tarafı sadece kanserli hücreleri değil sağlıklı hücreleri de öldürmesi. Şu an hayvanlar üzerinde test edilen bir yöntemdeyse altın nanoparçacıklar kullanılarak sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanserli hücrelerin öldürülmesi hedefleniyor. Nanoparçacıkların bileşimlerini ve büyüklüklerini ayarlayarak belirli





frekanslarda ışığı soğurmalarını sağlamak mümkün. Bu yöntemde belirli bir kızılötesi ışığı soğurmak için tasarlanmış nanoparçacıklar kanserli hücrelere aktarılıyor ve bu frekansta ışık yayan bir lazer yardımıyla hücreler ısıtılarak öldürülüyor. Benzer bir strateji X-ışını tedavilerinde de mümkün. Altın ağır bir element olduğu için atomlarındaki elektronların bağlanma enerjileri yüksektir. Bu nedenle X-ışınlarını yoğun bir biçimde soğururlar. Fareler üzerinde yapılan araştırmalar, 2-11 nm büyüklüğünde nanoparçacıklar hayvanların beyinlerine yerleştirildiğinde, X-ışını tedavisinin daha etkin bir hale geldiğini ve hayvanların yaşama oranının %50'nin üzerinde arttığını gösteriyor.

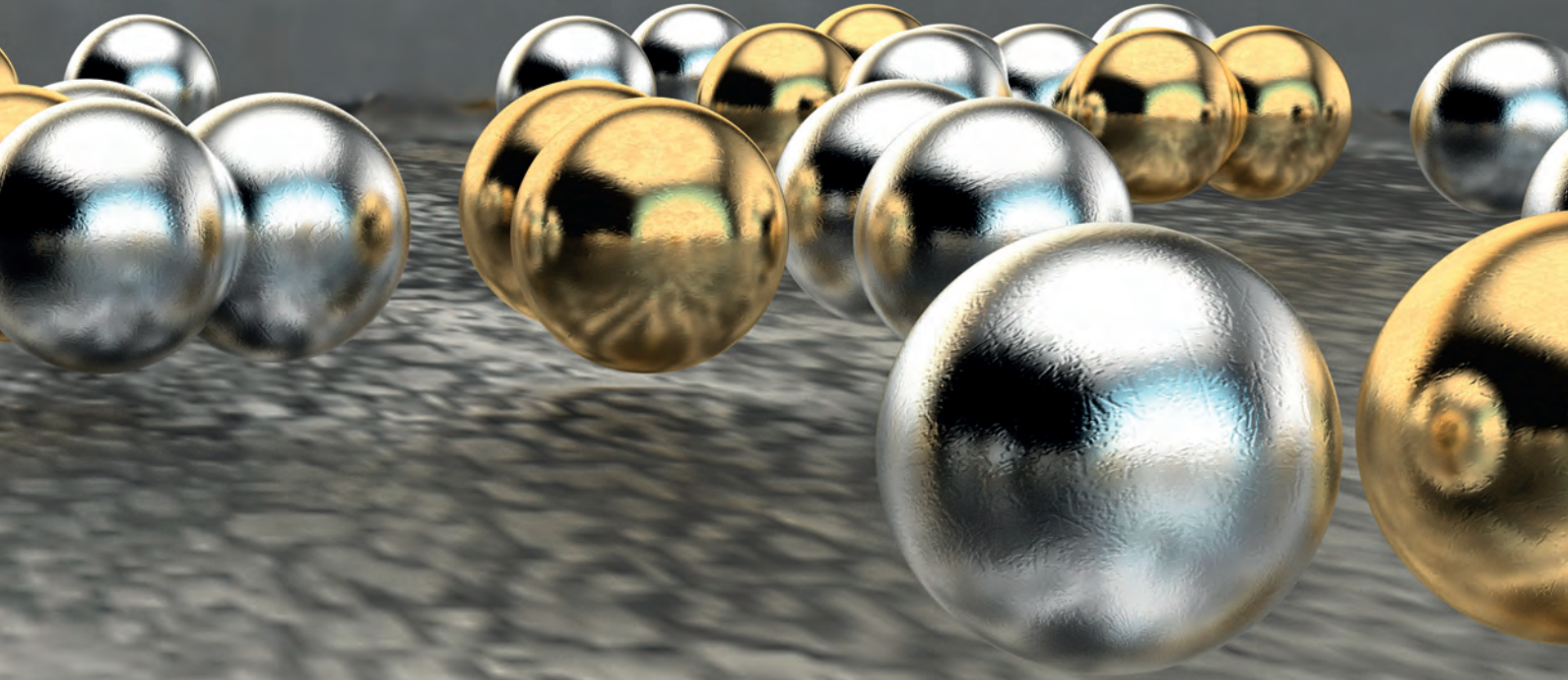
Nanoparçacıkların sağlık alanındaki bir diğer uygulaması ilaçların vücuda salınımıyla ilgili. Bugüne kadar nanoparçacıklar üzerine yerleştirilmiş ilaçların arzu edilen bölgelere salınımı sağlayan çeşitli yöntemler geliştirildi. Gelecekte bu yöntemlerin daha "akıllı" hale getirilmesi planlanıyor. Bilim insanları, ilaç salınımının lazer ışığıyla tetiklendiği yöntemler üzerine araştırmalar yapıyor.



## Biyolojik Sensörler ve Görüntüleme Yöntemleri

Günümüzde biyolojik sensörler ve görüntüleme yöntemleri üzerine yapılan araştırmalarda da nanoparçacıklar kullanılıyor. Çeşitli düşünceler ve yaklaşımlar var.

Görüntülemeye kullanılan yöntemlerden biri moleküllere nanoparçacık bağlamak. Bu yöntemde önce parçacık bir lazer yardımıyla ısıtılıyor. Daha sonra ortamın kırılma indisinde meydana gelen değişiklik başka bir lazer yardımıyla tespit ediliyor. Böylece nanoparçacığın ve dolayısıyla bağlı olduğu molekülün hareketleri takip edilebiliyor. Deneysel bu yöntemle 5 nm çapında altın nanoparçacıklar bağlanmış proteinlerin hücre içindeki hareketlerinin takip edilebildiğini gösteriyor.



Altın ve gümüş nanoparçacıklar

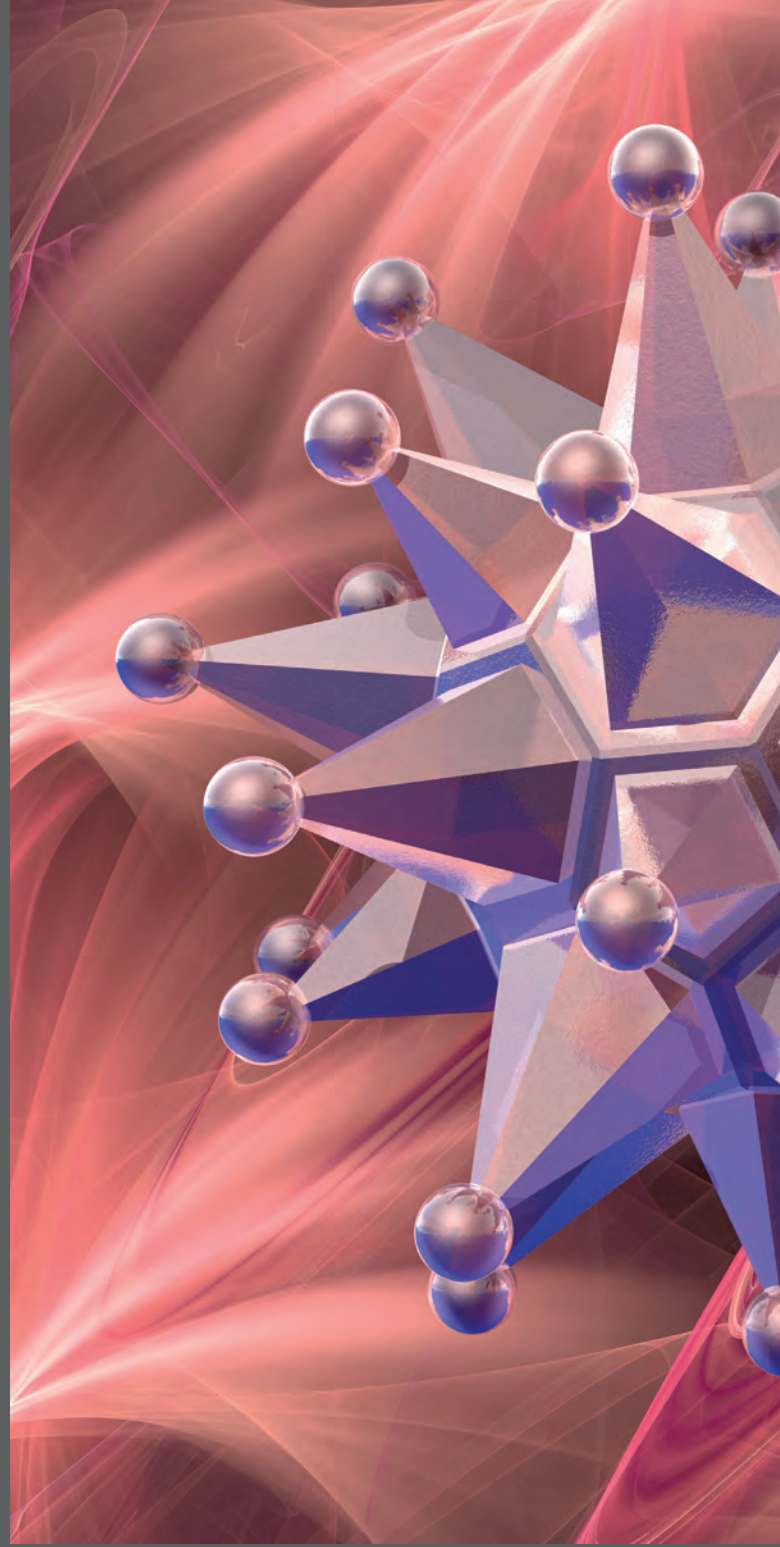
Görüntülemeyle ilgili başka bir yöntemde yarı iletken “kuantum noktalar” kullanılıyor. Genellikle kuantum noktaların üzeri takip edilmek istenen moleküle bağlanabilen maddelerle kaplanıyor. Dalga boyu 1000-1400 nm aralığında olan kızılötesi ışık canlı dokuların içinden kolayca geçebildiğinden, kuantum noktalar morötesi ışıkla uyarıldıklarında bu dalga boylarında ışık yayacak şekilde tasarlanıyor. Fareler üzerinde yapılan deneyler moleküllerin, hücrelerin, kan damarlarının ve tümörlerin görüntülenebildiğini gösteriyor. Bu yöntemin başka bir çeşidindeyse kuantum noktalar lüsiferaz proteinine bağlanıyor. Kimyasal enerjiyi ışığa dönüştüren bu enzimin yaydığı 480 nm dalga boylu fotonlar kuantum noktaların uyarılmasına ve ışık yaymasına neden oluyor. Böylece morötesi ışığın canlı dokular içinde fazla yol alamamasından kaynaklanan sorunlar aşılmış oluyor.

## Zararlı Etkiler

Nanoparçacıklar laboratuvar ortamında yararlı olsalar da riskleri de göz ardı etmemek gerekiyor. Örneğin bazı kuantum noktalar toksik elementler içerdiği için zararlı etkileri azaltmak amacıyla başka malzemelerle kaplanarak kullanılıyorlar. Altın nanoparçacıklarsa vücuttan tamamen atılmayıp organlarda birikebiliyor. Her ne kadar 2014 yılında yapılan ilk testlerde herhangi bir ters etki görülmediyse de bu durumun uzun vadede sebep olabileceği yan etkiler henüz bilinmiyor.

Geçmişte fotoğraf filmlerinde kullanılan gümüş sulara karışmıştı. Dijital fotoğrafçılığın giderek daha fazla yaygınlaşmasıyla bu tehlike azaldı. Ancak gümüş hala diş macunları ve çocuk oyuncakları gibi ürünlerde kullanılmaya devam ediliyor. Mikroorganizmaların aşırı miktarda gümüşe maruz kalması, direnç geliştirmeleriyle ve insanlar için daha tehlikeli olmalarıyla da sonuçlanabilir. Üstelik nanoparçacıklar çok küçük oldukları için kolaylıkla filtreleme sistemlerinden kaçabilir ve içme sularına karışabilirler.

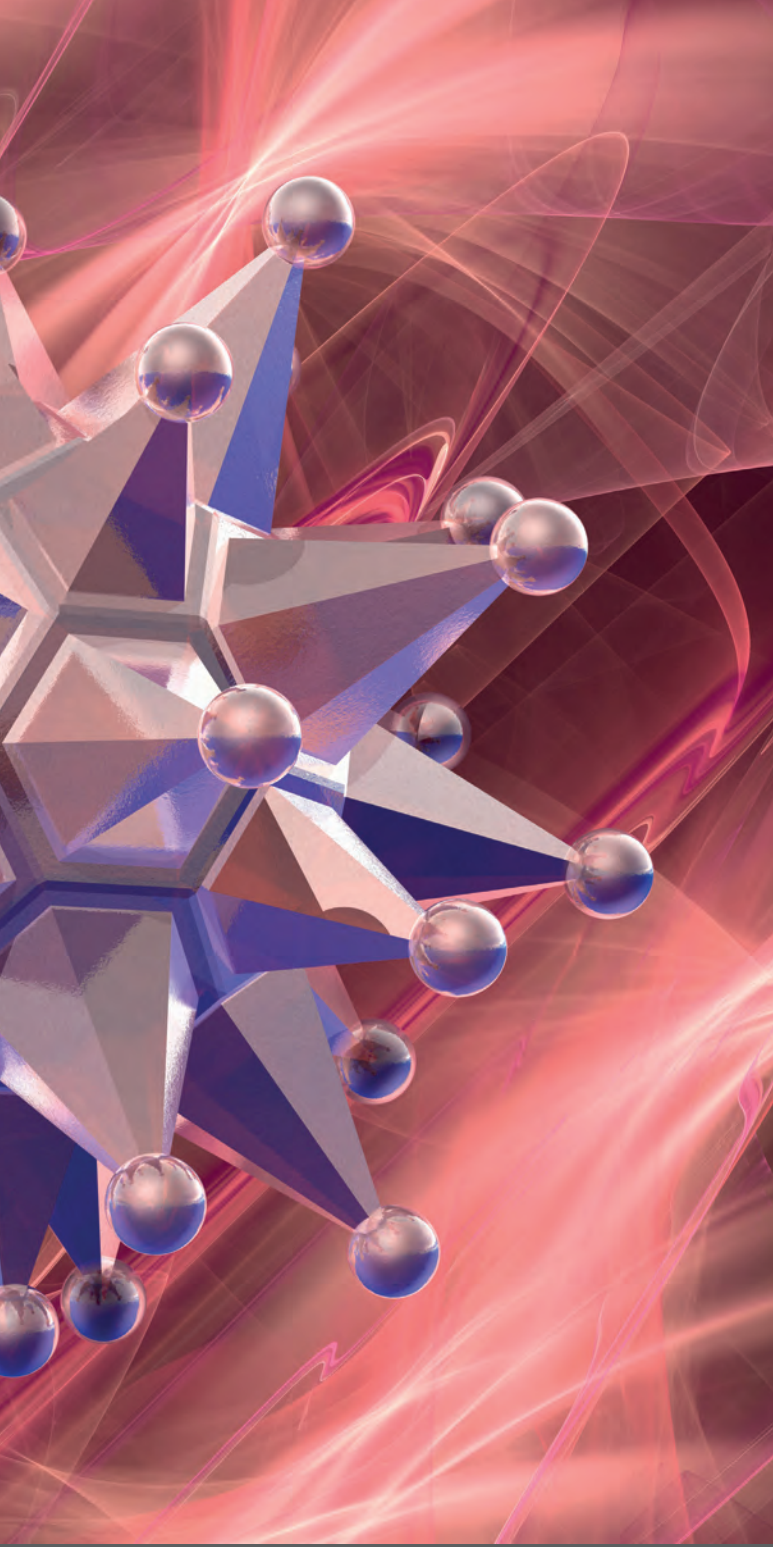
Havayla taşınan mikrometre ve nanometre ölçeğindeki parçacıklar solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına sebep olabiliyor. Bu parçacıkların kaynağı hem doğal süreçler hem de insan etkinlikleri olabilir. Örneğin fosil yakıt tüketimi ya da rüzgârın havalandırdığı kum gibi.



Her yıl yaklaşık dört milyon insanın açık havada yakılan ateşten yayılan dumandan kaynaklanan sağlık sorunları sebebiyle erken yaşta öldüğü tahmin ediliyor.

Geçmişte küçük parçacıkların çevreye ve sağlığa etkileri üzerine yapılan araştırmalarda mikrometre ve nanometre ölçeğindeki parçacıklar arasında bir ayırım yapılmazdı. Ancak daha sonraları nanoparçacıklara özel olarak önem verilmesi gerektiği düşünölmeye başlandı.





bulunduğu açıklandı. Çok eski zamanlardan beri bilinen bu mineral esasen kuşlarda ve bazı diğer hayvanlarda doğal olarak bulunuyor. Hayvanların yön bulmada magnetitin manyetik özelliklerinden yararlandığı düşünülüyor. İnsan beyinde magnetit parçacıklarına ilk kez 1992 yılında rastlanmıştı ve bu parçacıklar da kuşlardaki gibi doğal sayılmıştı. Ancak yakın zamanlarda yapılan araştırmalarda insan beyinde biyogenik olarak adlandırılan doğal magnetitten farklı yapıda ve normalin 100 katı kadar magnetite rastlandı. İncelenen deneklerin tamamı sanayi ve egzoz dumanı sebebiyle kirliliğin yüksek olduğu yerlerde yaşıyordu. Elektron mikroskobu kullanılarak yapılan çalışmalar, solunum yoluyla vücuda girdiği düşünülen parçacıkların 10-150 nm büyüklüğünde olduğunu gösterdi. Beyindeki yüksek miktarda magnetitin Alzheimer hastalığıyla ilişkili olduğu düşünülüyor. Ancak doğrudan bir sebep-sonuç ilişkisi olduğuna dair bir kanıt henüz elde edilmiş değil.

Özet olarak, gün geçtikçe hayatımızda daha çok yer edinen nanoparçacıkların gelecekte de insanlara yararlı olmaya devam edeceğini ancak çevreye ve sağlığa zararlı etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini söyleyebiliriz. Nanoparçacıklar küçük boyutları sebebiyle aşına olduğumuz makroskobik nesnelere farklı davranıyorlar. Gün geçtikçe çeşitlenen bu malzemelerin insanlar ve çevre üzerindeki etkilerini tüm yönleriyle inceleyip analiz etmek gerçekten de çok zor bir iş. ■

#### Kaynak

Perkowitz, Sidney, "Little things that matter",  
*Physics World*, Cilt 30, Sayı 5, s. 30-34, Mayıs 2017.

Tıbbi nanoparçacık (solda)

Kanserli hücrelerin içinde ısıldayan  
kuantum noktalar (altta)

Araştırmalar solunum yoluyla vücuda giren nanoparçacıkların %40'ının yine solunum yoluyla dışarı atıldığını gösteriyor. Ancak büyüklüğü 10-100 nm kadar ve özellikle çubuk biçimli olanlar yıllarca solunum yollarında ve alveollerde kalabiliyor.

Solunum yoluyla vücuda giren parçacıklar beyne ulaşabiliyor. 2016 yılında yayımlanan bir bilimsel çalışmada insan beyinde yüksek miktarda magnetit ( $Fe_3O_4$ )

