

# Nanorobotlar Tıbbın Geleceğinin Anahtarı mı?

**H**ızla ilerleyen nanorobot teknolojisi, özellikle sağlık alanında büyük gelişmeler yaşanacağını sinyallerini veriyor. Bilim insanları uzun zamandır vücudumuzun içinde dolaşabilecek küçük robotlar geliştirmeyi hayal ediyorlardı. Bu alanda yapılan son çalışmalar hayali gerçeğe dönüştürerek, bu küçük robotların boylarından çok daha büyük işler başaracağını gösterdi.

İnsan vücudunda çalışan küçük robotların hastalıklarla mücadele fikri ilk olarak 1966 tarihli *Fantastik Voyage* filminde bir denizaltının ve mürettebatının küçültüldüğü ve bir bilim insanının vücuduna enjekte edildiği senaryoda karşımıza çıkmıştı. Ne yazık ki o zamanlarda gerçek makineleri küçültmek o kadar kolay değildi. Bilgisayar çipleri, elektrik motorları ve piller insan vücudunda bulunan damarlarda veya hücreler arasında çalışmak için çok geniş hacimliydiler. Bu nedenle bilim insanları için temel amaç, insan vücudunun içine nanorobotları göndererek, hareketlerini kontrol etmenin yollarını aramak oldu.

Bugün nanorobotlar, taşıdıkları ilaçları benzeri görülmemiş bir şekilde ve hassasiyetle etki yerlerine ulaştırma yeteneğine sahip olmanın yanı sıra kanser hücrelerini de avlayıp yok edebiliyor. Bu gelişmeler ışığında tıp dünyasında büyük heyecan uyandıran nanorobotların kanser tedavisine yepyeni bir boyut kazandıracağı düşünülüyor. Peki nanorobot teknolojisi nedir ve sınırları nelerdir? Önümüzdeki yıllarda ne gibi uygulamalar bizi bekliyor? Bunlara yakından bakalım<sup>1</sup>...

## **Nanorobot Nedir?**

Nanorobotlar nanometrenin mikroskobik ölçeğine yakın boyutta üretilmiş makine veya robot teknolojisi. Nanoteknoloji ise bu küçük robotların tasarlanması ve inşa edilmesi için kullanılan mühendislik disiplini ifade eder. Bu cihazlar 0.1-10 mikrometre arasında değişmekte ve nano ölçekli parçalar veya moleküler bileşenlerden oluşmaktadır. Bu cihazları tanımlamak için nanorobotlar, nanoidler, nanitler veya nanomitler de kullanılmıştır.

Nanorobotlar, tıp ve uzay teknolojisi gibi farklı uygulama alanlarında kullanılabilir. Günümüzde, bu robotların varlığı özellikle kanser tedavisi, serebral anevrizma, böbrek taşlarının çıkarılması, DNA yapısındaki hatalı parçaların ortadan kaldırılması ve desteğe ihtiyaç duyan diğer bazı tedavilerle insan hayatını kurtarmak için Biyotıp alanında önemli bir rol oynamaktadır<sup>2</sup>.

## **Nanorobotlar Kanser Tedavisini Yan Etkilerden Uzak Tutuyor**

DNA nanorobotlarının özellikle kanser tedavisinde dönüm noktası olduğu düşünülüyor. Geçtiğimiz yıl Çin'in Ulusal Nanobilim ve Teknoloji Merkezi (NCNT) ve Arizona Eyalet Üniversitesinden bilim insanları,

1 <https://www.nbcnews.com/mach/science/these-tiny-robots-could-be-disease-fighting-machines-inside-body-ncna861451>

2 <https://www.elprocus.com/nanorobots-and-its-application-in-medicine/>

birkaç yüz nanometre uzunluğunda robotlar geliştirdiklerini ve bu robotları farelerin kan dolaşımına enjekte ettiklerini açıkladılar. Bu çalışmada kullanılan nanorobotlarla, farelerdeki tümörlerin beslendikleri noktalarda kan dolaşımının engellenmesiyle küçültülerek, etkisiz hale getirilmesi amaçlandı. Çalışma için geliştirilen nanorobotlar, kan pıhtılaştırıcı ilaç içeren tüplere sarılmış DNA tabakalarından oluşturulmuştu. Araştırmacılar bu yapıya sadece tümörlerde bulunan bir proteine bağlanan küçük bir DNA molekülü yerleştirdiler. Nanorobotlar tümörlere ulaştığında, yerleştirilen bu küçük DNA molekülü serbest bırakılıp proteine bağlanarak görevini yerine getiriyordu.

Kanser ilaçlarının çoğu yan etkilere sahiptir çünkü kanser hücreleriyle sağlıklı olanlar arasında ayırım yapamazlar. Araştırmacılar, nanorobotların sadece tümörleri hedef aldığını ve vücudun başka bir yerinde pıhtılaşmaya neden olmadığını gösterdi. Bu şekilde, yan etkilerden arındırılmış bir kanser tedavisinin gelecekte mümkün olabileceği açıklanmış oldu.

Nanorobotları geliştiren NCNT profesörlerinden Guangjun Nie, “Nanorobot dediğimiz şey aslında gelecek nesil nanoilaçlar. Çünkü kullanılan tedavide çok daha iyi bir kontrolle bir makine gibi çalışmak üzere tasarlanabilirler. Gelecekte, tasarladığımız nanorobotlarımız için hastalığın izlenmesi, doku hasarını bulma, kanseri iyileştirme ve belki de kan damarlarımızdaki plakları bulma ve ortadan kaldırmaya kadar çok daha fazla çalışma senaryosu göstereceğiz” diyor<sup>1</sup>.

### **Nanorobotlar Kandaki Bakterileri ve Toksinleri Temizliyor**

Bu gelişmenin yanı sıra, nanorobotlar kan akışındaki mikroorganizmaların, dokuların ve hücrelerin izlenmesi ve test edilmesi amacıyla kullanılıyor. Bu nanorobotlar gözlemler sonucunda insan vücudundaki sıcaklık, basınç ve bağırsıklık gibi bazı hayati parametrelerdeki değişimleri raporlayabiliyorlar<sup>2</sup>.

California Üniversitesi mühendisleri, kanda yüzerek zararlı bakterileri ve onların ürettiği zehirli maddeleri yok edebilen küçük robotlar geliştirdi. Ultrason ile çalıştırılan bu benzersiz nanorobotlar, biyolojik akışkanların kirden ve zehirden arındırılması için ileride hem güvenli hem de verimli bir yol sunabilir. Çalışmada kullanılan nanorobotlar, insan saçının çapından yaklaşık 25 kat daha küçük. Ultrasonla güç sağlandığında, kanın içinden saniyede 35 mikrometreye varan bir hızla ilerleyebiliyorlar. Deneylerde bilim insanları, MRSA (Metisilin Dirençli Stafilokok Aureus) ve onların toksinlerinin bulaşmış olduğu kan örneklerini temizlemek için nanorobotları kullanmayı denediler. Beş dakikalık denemenin ardından bu kan örneklerinde, nanorobot katılmayan örneklere göre üç kat daha az bakteri ve toksin bulunduğu gözlemlendi<sup>3</sup>.

Mayıs 2018 tarihli *Science Robotics* dergisinde çalışmalarını özetleyen ekip üyelerinden Josepg Wang bunu şöyle açıkladı: “Doğal hücre kaplamalarını yapay nano-makinelerle bütünleştirerek, minik robotlara yeni beceriler kazandırabiliriz; patojenlerin ve toksinlerin vücuttan uzaklaştırılması gibi...”<sup>4</sup>

### **Yutulabilir Nanorobotlar**

MIT, Sheffield Üniversitesi ve Tokyo Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları “Origami Robot” adını verdikleri bir nanorobotla deneyler yapıyorlar. Yapılan deneylerde bu robotların ağız yoluyla alınıp yutulduktan sonra midede açılarak bir yarayı onarması veya yutulmuş saat pili gibi küçük objeleri mide duvarından tırmanarak taşınması üzerine çalışıldı. ABD’de her yıl 3500 civarında saat pili yutulduğunun raporlandığı düşünülürse bu robotların oldukça kullanışlı olması mümkün görünüyor<sup>5</sup>.

### **Nanorobotların Sağlıkta Diğer Kullanım Alanları**

Nanorobotlar, beyin damarları ve diş gibi insan vücudu içerisinde her yere yerleştirilebilir. Örneğin beynin kılcal damarları tıkanığında, nano tüpler ile bu tıkanmalar giderilebilir. İnsan beyni, içerisinde kimyasallar ve elektronlar bulunan bir yapıda olup beyin hücreleri arasındaki iletişim nano seviyededir. Beyin damarları

3 <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/05/180531102807.htm>

4 <https://robotics.sciencemag.org/content/3/18/eaat0485>

5 <http://news.mit.edu/2016/ingestible-origami-robot-0512>

içerisinde kan ile hareket eden nano tüpler vasıtasıyla hatasız teşhis ve tedavi yapılabilir. Bir tür sinirsel iletişim eksikliğinden kaynaklanan ve genel adı felç olan hastalığa, nano teknolojiyle üretilen yapay kılcal damarlar ile çare bulunabilir<sup>6</sup>.

Bunların yanı sıra, beyin, böbrek ve kalp gibi hayati öneme sahip organ dokularını üretebilecek nanorobotların geliştirilmesi, hatta insülin gibi yaşamsal hormonları üretme kabiliyetini kaybetmiş organların da nanorobot yardımıyla tekrar işlevine geri kavuşması üzerine çalışmalar da gündemde. Nanorobotlar ile çelik kadar dayanıklı kemik üretiminin mümkün olacağı ve kemiklerdeki metal kökenli transplantasyonların da son bulacağı düşünülüyor<sup>7</sup>.

Diş hekimliği alanında da yararlanan nanorobotlar; oral anestezide, diş onarımlarında, dayanıklılık artırılması gibi operasyonlarda da kullanılıyor<sup>2</sup>.

Nanorobotlar ayrıca, güçlü ilaçların etkinliğini artırmak ve yan etkilerini azaltmanın yanı sıra küçük kablosuz cerrahi aletler gibi kullanılarak doktorların, hastalarını açık ameliyatlara maruz bırakmadan tıbbi operasyonlar yapmalarını sağlayabilir<sup>1</sup>.

### **Nanorobotlar Vücut Kapasitesini de Artıracak**


Bütün bu gelişmeler bile devrim yaratacak nitelikteyken, nanorobot teknolojisi bunlarla sınırlı değil. Bilim insanları nanorobotların vücut kapasitesinin artırılmasında da kullanılabileceğini düşünüyorlar. Nanoteknolojinin öncülerinden Robert Freitas, 9 milyon oksijen ve karbondioksit molekülü taşıyabilen Respirocyte adlı bir robot tasarladı. Tipik bir kan hücresinin 200 katı kadar oksijen ve karbondioksit taşıyabilen bu robot, sualtında saatlerce nefessiz kalabilecek seviyeye gelmesi anlamına geliyor<sup>8</sup>.

Nanorobotların yaşlanmış ve işlevini kaybeden hücreleri bulup onarabileceği ve bu sayede ortalama yaşam ömrünün daha yüksek yaşlara çekilebileceği de düşünülen bir diğer teori. Raymond Kurzweil tarafından ortaya atılan bu teoriye göre, 2030'a gelindiğinde beyne yerleştirilen nanorobotlar ile insanlar düşüncelerini bulut üzerinden paylaşabilecek<sup>9</sup>.

*Interesting Engineering* yazarı Trevor English'e göre de gelecek düşündüğünüzden daha yakın. Makalesinde önümüzdeki 10 yıl içinde hastalanmamıza engel olmak, hatta düşüncelerimizi kablosuz bir buluta iletmek için kanımızda küçük nanorobotların akacağını belirten English, bunların biyolojik sistemimizi koruyacağını, iyi ve uzun bir ömre sahip olmamızı sağlayacağını belirtiyor<sup>10</sup>.

### **Nanorobot Teknolojisi Devrim Yaratıyor**

Günümüzde General Electric, Hewlett-Packard, Northrop Grumman ve Siemens gibi şirketler nanorobotların araştırılması ve geliştirilmesi konusunda çalışırken pek çok bilim insanı da nanorobotların potansiyellerinin artırılması için araştırmalar yapıyor<sup>11</sup>. Araştırmacılar 10 yıl içinde kan dolaşımımıza enjekte edilmiş nanorobotların tıp dünyasında çok daha yaygın bir uygulama haline geleceğini tahmin ediyor.

ABD İleri Savunma Projeleri Ajansı DARPA geliştirmekte olduğu hücre içi nanoplatforu programıyla askerlerde teşhis edilen hastalıkların hızlı bir şekilde tedavi edilebilmesi için nanorobotların sadece hedeflenen alanda etkili olacakları bir çalışma yürütüyor. Belki de gelecekte cephede sığıhnelere olan ihtiyaç tamamen ortadan kalkarak askerlerin ilaç taşıyan nanorobotları kendi başlarına kullanmaları mümkün olabilecek<sup>8</sup>. 

6 <http://www.nanoteknoloji.gen.tr>

7 <https://kodoloji.com/2015/02/25/nanorobotlarin-kullanim-alanlari-ve-nanorobotlar-arasindaki-iletisim-nanonetworking/>

8 <https://www.news.com.au/technology/gadgets/wearables/the-mindblowing-things-nanobots-could-do/news-story/5c1d2305a52c6056c63cc0a53422ce82>

9 <https://singularityhub.com/2015/10/12/ray-kurzweils-wildest-prediction-nanobots-will-plug-our-brains-into-the-web-by-the-2030s/#sm.00001x2fkwlmfindr0xy2tb26gt2t4>

10 <https://interestingengineering.com/nanobots-will-flowing-body-2030>

11 <https://en.wikipedia.org/wiki/Nanorobotics>