

Nanoteknolojinin Hayatımıza Etkileri

Nanoteknoloji bilimi, ilk ortaya atıldığı 1974 yılından bu yana yapılan araştırma-geliştirme faaliyetleri ile pek çok alanda öngörülenler kadar öngörülmeyen değişikliklere de sebep oldu. Bilgi teknolojileri, ulusal güvenlik, ulaşım, tıp, gıda güvenliği, çevre bilimleri gibi farklı alanlarda nanoteknolojik gelişmeler bazen devrim sayılabilecek ölçüde ilerlemelerin önünü açtı¹.

Nanoteknolojinin günlük hayatımızı birçok evrede etkisi altına aldığını söylemek mümkün. Bugün nanoteknoloji, mobil iletişim araçlarından hastalıkların teşhis ve tedavilerine, verilerin şirketler ve devletler tarafından kullanılarak bulut sistemlerde depolanmasına kadar farklı alanların gelişiminde önemli rol oynuyor. Nanoteknoloji atomik ölçekteki özellikleriyle insanlığın geçmişte yaşadığı gelişmelere kıyasla çok daha büyük sıçramalara olanak sunuyor.

Ancak tüm insanlık için kökten değişim ve dönüşümleri beraberinde getirecek bu gelişmelerin olası sonuçları da var. Genler aracılığıyla doğanın manipüle edilmesi veya yapay zekâ yoluyla fiziksel dünyada yaşanan gelişmelerle otonomlaşmanın bir araya gelmesi hayatımızda iyi ya da kötü değişimler yaratabilir².

Nanoteknoloji Nedir?

Nanoteknolojinin olası risklerini ve faydalarını anlayabilmek için öncelikle tanımına bakmakta fayda var. Nanoteknoloji, yaklaşık 1 ila 100 nanometre olarak hesaplanan, nano ölçekte yürütülen bilim, mühendislik ve teknolojilerin genel tanımıdır. Metrenin milyarda biri ölçekte yapılan bu çalışmalar maddelerin güçlendirilmesinde, hafifletilmesinde, ışık spektrumunun daha iyi kontrol edilmesinde ve büyük ölçekli türevlerine göre daha iyi kimyasal reaktivite elde edilmesinde kullanılmaktadır³.

Nanoteknoloji uygulamaları çok basitten oldukça karmaşık olanlara kadar çeşitlilik göstermektedir. Ancak bu teknolojinin kullanım alanlarında maliyet oldukça yüksek olsa da genellikle ikinci planda tutulmaktadır. Buna rağmen üretim maliyetleri aşılması gereken bir engel olmaya devam etmektedir².

Nanoteknolojinin Etkileri

Nanoteknoloji modern günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. İster ofisinizde çalışırken ister tatilde güneşlenirken hayatın her anında nanoteknolojiden etkilenmemiş bir ürüne denk gelmek artık imkânsız⁴.

1 <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>

2 <https://www.bbvaopenmind.com/en/articles/the-ghost-in-the-machine-nanotechnology-complexity-and-us/>

3 <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>

4 <https://www.theguardian.com/nanotechnology-world/nanotechnology-in-everyday-life>

20'nci yüzyılın sonlarından itibaren kuantum araştırmalarından yapay zekâya, endüstriyel uygulamalardan sayısız cihaza kadar pek çok alanda nanoteknolojinin etkilerini görmek mümkün oldu.

Kuantum teknolojisinin ortaya çıkış noktalarından biri aslında nanoteknolojidir. Birçok nanomalzeme kuantum özelliği de gösterdiğinden buradan yola çıkılarak kuantum teknolojisinde önemli gelişmeler sağlandı⁵. Kuantum hesaplamaları da bu durumdan etkilenerek büyük ilerleme kaydeden başka bir araştırma alanı oldu. Bu teknoloji, hesaplama devam etmek için nano ölçekte mümkün olan dolanımlı kuantum bilgilerini kullanır².

Nanoteknoloji ile nano ölçekte kullanılan bellekler ve bilgi kaynaklarının desteğiyle bilginin kullanılabilirliği de artırıldı. Bu bilgilerden çıkarımlar yapabilme becerisi, yapay zekâ olarak da bilinen makine öğrenmesini ön plana çıkardı. Veriler analiz edilirken doğru kararlar makineler tarafından bağımsız olarak verilebilir hale geldi. Robotik bilimine eşlik eden yapay zekâ aynı zamanda yavaş yavaş fabrikalardan insan odaklı uygulamalara da yönelmeye başladı. Örneğin algılama, çıkarım, kontrol etme ve çalıştırma özelliklerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan otonom sürüş sistemleri bunun bir ürünüdür².

Son yıllarda dikkat çeken alanlardan biri olan nesnelerin interneti (IoT) veya “Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT)” de nanoteknolojiden etkilenen alanlardan. IoT, doğru verilerin kaydedilmesi ve otomatikleşen veri analiz yöntemlerinin gelişmesiyle büyümeye devam ederken, nanoteknoloji uygulamaları geliştikçe bu alanda ortaya çıkacak yenilikler büyümeyi daha da hızlandırabilir.

Nanomalzemelerin IoT sensörlerinde algılama aracı olarak kullanılması yüksek algılama özellikleri sayesinde çok daha doğru verilere ulaşılmasına destek olabilir. Nanomalzemelerin uzak mesafeden optik değişiklikleri ölçebilme, yüzeyindeki atomları özümseme, esneyebilme, gerilebilme ve sıkıştırılabilme gibi birçok özelliği bu noktada fayda sağlıyor⁶.

Birbirleriyle iletişim halinde olan ve internet üzerinden verileri paylaşan nanosensörlerin ve nanomakinelerin kullanımının artmasıyla IoT kavramı da evrilerek “Nano Nesnelerin İnterneti (IoNT)”ni ortaya çıkardı⁷.

Özellikle havacılık ve savunma sektörlerinde hükümetlerin yaptıkları yatırımlar IoNT pazarının öngörülen gelişimini hızlandırıyor. Nanodrone'lar gibi önemli teknolojik cihazlarda yapılan çalışmalar önem kazanırken gelecekte bu cihazlarla gözlem yapılabileceği ve hedefe nüfuz edecek güçte patlayıcılar taşınabileceği düşünülüyor.

Nanoteknolojinin gelişimi için gereken devasa sermaye yatırımları günümüzde pazarın büyümesini engelleyebilecek gibi görünse de yapılan araştırmalarda küresel IoNT pazarının 2024 yılına kadar yüzde 24,12 büyümesi öngörülüyor⁸.

IoNT sistemleri sağlık sektöründe de önemli etkiler yaratıyor. Nanoteknoloji ile üretilen nanoilaçlar, IoNT ile bağlı nanomakineler ve sensörler, hastalıkların engellenmesi, tanı konulması ve tedavi edilmesi süreçlerine büyük destek sağlıyor⁹.

Nanoteknoloji ile güçlendirilmiş biyoçipler vücutta ortaya çıkabilecek kanser veya viral hastalıkların erken teşhisine olanak veriyor. Nanomalzemeler ayrıca organ nakli, suni kemik uygulamaları ve diğer medikal implantların vücut tarafından reddedilme olasılığını azaltmada fayda sağlıyor⁸.

5 <https://www.azoquantum.com/Article.aspx?ArticleID=82>

6 <https://www.mouser.com/blog/where-nanotechnology-the-iiot-and-industry-40-meet>

7 <http://article.sapub.org/10.5923.j.nn.20170701.02.html>

8 <https://bit.ly/2Yx8k0z>

9 https://www.researchgate.net/publication/320058583_The_roles_of_Nanotechnology_and_Internet_of_Nano_things_in_healthcare_transformation

Nanoteknoloji ile üretilmiş nanomalzemeler hemen hemen her sektörde kullanılıyor. Biyomedikal ürünlerden elektroniklere, savunma sanayiinden sağlık endüstrisine, giysilerden enerji endüstrisine hatta yiyecek endüstrisine kadar hayatın her alanında üretilen ürünlerde artık nanomalzemelere rastlamak mümkün¹⁰.

Nanoteknolojinin Riskleri

Nanoteknolojinin olumlu etkilerinin yanında getirdiği büyük riskler de var. Yapay zekâ, robotik bilimi, otonomluk, yeni ortaya çıkan makineler ve ürünler bazı önemli soruları da beraberinde getiriyor. Nanoteknoloji nedeniyle gelecekte ortaya çıkabilecek iyi veya kötü olasılıkların incelenerek, bu durumların nereden geldiğinin ve neye yol açabileceğinin araştırılması bu nedenle önem taşıyor².

Doğal süreçlere nanoteknoloji kullanılarak yapılan müdahaleler olası büyük riskleriyle dikkat çekiyor. Örneğin, genleri yeniden düzenlemek için bir enzim ve kılavuz RNA kullanan bir gen düzenleme yöntemi olan CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats) yöntemi, doğada ortaya çıkan gen hatalarını nanoteknoloji ile düzeltmek için kullanılıyor¹¹. Genetik hastalıkların engellenmesi, yeni ilaçların keşfi ve kalp rahatsızlıklarının erken tedavisi ve bitkilerin özelliklerinin değiştirilmesi gibi birçok durum bu yöntemle mümkün hale gelmiştir. CRISPR aslında, doğada kuşaktan kuşağa aktarılan genlerle çok uzun bir zamanda ve kendiliğinden yaşanabilecek değişimleri çok kısa bir sürede ortaya çıkarmak için kullanılıyor².

Ancak bu yöntemin faydalarının yanında getirdiği çok büyük riskler de bulunuyor. Büyük ölçekli DNA değişimlerinde fark edilemeyen gelecek nesil hücre bozulmaları veya sağlıklı genlerin etkilenmesi ciddi bir risk olarak değerlendiriliyor. Bu hatalar fark edilmeden bir insana uygulandığında çok ciddi rahatsızlıkların ortaya çıkması da olası. Bilim insanları CRISPR'nin gen terapisi için kullanımına çok dikkatle yaklaşılması ve olası zararlı etkilerinin detaylı araştırılması gerektiğini öneriyor¹².

Bu olası büyük risklerin doğru çalışmalarla azaltılması da mümkün. Novo Nordisk Temel Protein Araştırma Merkezi bilim insanları, CRISPR gibi gen düzenleme yöntemlerinin istenmeyen yan etkilerini tespit etmek ve bir daha tekrarlanmamasını sağlamak için çalışıyor. Bir kriyoelektron mikroskopu yardımıyla incelenen işlemde kullanılan enzimin işini nasıl yaptığı nano ölçekte yakından izlenerek ortaya çıkarılabileceği hatalar tespit ediliyor. Daha sonrasında hataların tekrarlanmaması için CRISPR yöntemi iyi yönde geliştirilebiliyor. Bu araştırmanın gelecekte çok daha kesin ve hatasız gen terapilerine imkân sunabileceği düşünülüyor¹³.

Dünya genelinde nanoteknoloji kullanımı arttıkça günlük hayatımızda maruz kaldığımız nanomalzemeler de hızla artıyor. Nanomalzemelerin biyolojik ekosistemlere ve insanlara vereceği olası zararlar ve toksik etkiler ise araştırılmaya devam ediyor. Nanomalzemelerin toksik özellikleri doğal ortama, partikül boyutuna, şekline, alt bileşenlerine ve kaplamasına göre değişebiliyor¹⁴.

Nanomalzemelerin bazı alanlarda özellikle insan sağlığı için ciddi risk yaratabileceği düşünülüyor. Dizel makinelerde ve enerji santrallerinde kullanılan “ultra küçük” partiküller taşıdıkları metal ve hidrokarbonlarla akciğerlere ciddi zarar verme potansiyeline sahip. Vücuda deri yoluyla veya sindirim sistemiyle girebilen nanomalzemeler ise yarattıkları serbest radikallerle DNA ve hücrede hasara neden olma potansiyeli gösteriyor. Ayrıca kan dolaşım sistemiyle taşınmaları durumunda beyin-kan bariyerini geçebilmeleri de endişe uyandırıyor. Son olarak insan vücudu doğal oluşan element ve moleküllere tolerans gösterebilirken doğal bağışıklığın oluşmadığı yeni bileşenlerle karşılaştığında bunları toksik olarak algılayıp önlem almaya çalışabilir. Bu da

10 https://www.care2.com/greenliving/what-is-nanotechnology-and-how-can-it-change-our-lives-for-the-better.html#15620727162261&action=collapse_widget&id=0&data=

11 <https://www.livescience.com/58790-crispr-explained.html>


12 <https://www.sciencealert.com/crispr-editing-causes-frequent-extensive-mutations-genetic-damage-target-deletion-site>

13 <https://www.labroots.com/trending/genetics-and-genomics/13415/reducing-potential-negative-effects-crispr>

14 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128135860000079>

bağışıklık sisteminin aşırı çalışmasıyla vücuda zarar verebilir. Nanoteknolojiyle üretilen nanomalzemelerin gelecekte yaratabileceği sağlık riskleri araştırılmaya devam ederken bilinmeyenlerin fazlalığı ise endişe uyandırıyor¹⁵.

Nanoteknoloji nedeniyle dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük dezavantajlardan biri olarak, nanoteknolojideki büyük gelişme nedeniyle geleneksel tarım, imalat ve sanayi alanlarında yaşanan istihdam eksikliği gösteriliyor¹⁶.

Teknoloji, akıllıca ve toplumun iyiliği için kullanıldığında, doğaya eşsiz bir katkı sağlamaktadır. Nanoteknoloji alanındaki gelişmelere geniş bir perspektiften baktığımızda birbirinden farklı onlarca alanı etkilediğini söylemek mümkündür. Ancak nanoteknolojinin dünyaya sunduğu olanaklara ve gelişmelere rağmen, potansiyel riskleri olduğunu da unutmamak gerekir. Günümüz ve gelecek teknolojilerinin temelinde yatan bu alandaki ilerlemeler, insanoğlunun yeni ufuklara yol almasında önemli bir basamak olacaktır. 

15 <http://www.ohsrep.org.au/hazards/nanotechnology/nanotechnology-a-new-hazard>

16 <http://www.scind.org/1175/Technology/nanotechnology:--advantages-&-disadvantages.html>