

Teknolojik değişim süreci: Nanoteknoloji ve nanotıp

Prof. Dr. Ahmet Zeki Şengil



Selçuk Üniversitesi, Celal Bayar Üniversitesi ve Marmara Üniversitesinde öğretim üyesi olarak görev yaptı. Enstitü Müdürlüğü, Dekan Yardımcılığı, Yönetim ve Fakülte Kurulları ile Senato üyeliklerinde bulundu. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sağlık Daire Başkanlığı yaptı. TÜBİTAK, UNICEF, DSÖ, UNDP, Global Found ve T. C. Sağlık Bakanlığı ile çeşitli ulusal ve uluslararası proje ve araştırmaların yürütülmesinde görev aldı. İlgili alanları; immünoloji, rekombinant teknolojiler, nanotıp ve sağlıklı şehir konularıdır.

Nano, ölçü biriminin milyarda biri anlamına gelir. Genellikle metre ile birlikte kullanılır. Bir nanometre (1 nm); metrenin milyarda biri kadar bir uzunluğu veya büyüklüğü, 1 nanosaniye (ns); saniyenin milyarda biri kadar bir zaman aralığını ifade eder.

Teknoloji bir ürünün veya hizmetin üretilmesi, dağıtımı ve bakımında gerekli

olan bilgi (knowledge), beceri (skills) ve araçların (means) toplamıdır. Günümüzde, üretim süreci teknolojisi (process technology), ürün teknolojisi (product technology), teknik destek teknolojisi (hard technology), bilgisayar programlama teknolojisi (soft technology) veya yenilik teknolojisi (innovation technology) gibi farklı alan teknolojisi ifadeleri kullanılmaktadır.

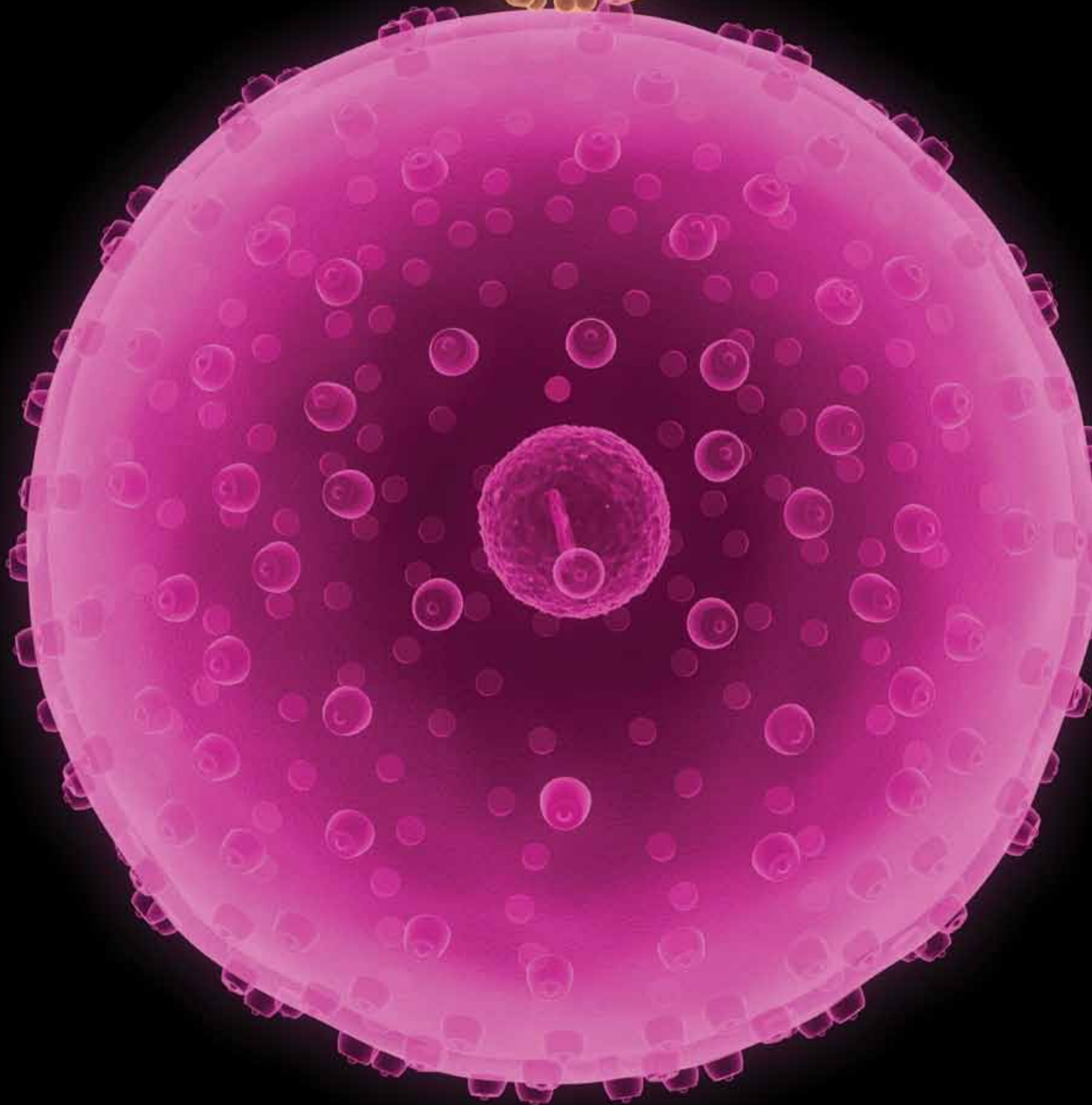
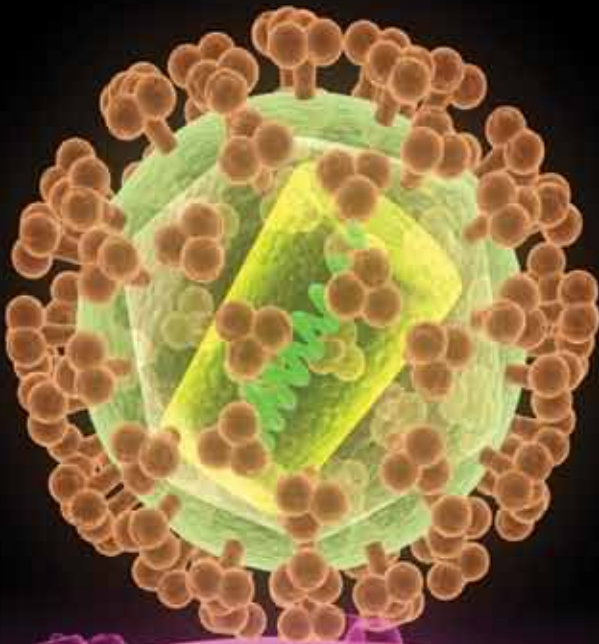
Nanoteknoloji ise; bir malzemeyi oluşturan yapıların herhangi bir amaç için kullanılmak üzere atom seviyesinde ye-

niden düzenlenmesidir. Madde ya da malzemeler üzerinde 100 nanometre ölçeğinden daha küçük boyutlarda gerçekleştirilen işlemlerdir. Nanoteknoloji; yoğun madde fiziği, malzeme ve mühendislik bilimleri ile moleküler biyoloji ve kimya gibi disiplinler arası bir "üst teknoloji süreci"dir.

"Nanotıp" veya "Nanobiyoteknoloji", nanoteknolojik yöntemlerin biyoloji ve tıp alanlarında uygulanmasıdır.

Teknoloji uygulamalarını gruplandırma-





1900'lü yılların başında petrol ürünlerinin üretim teknolojileri geliştirilmeye başlanmıştır. 1903 yılında ilk uçak gökyüzüne doğru havalanmış; 1911'de vitaminler, 1928'de penisilin keşfedilmiş ve 1943'te antibiyotik üretimine geçilmiştir. Bu dönemde yer alan en önemli gelişmelerden biri de 1901'de radyonun, 1907'de elektronik lambanın geliştirilmesidir. 1895'te X ışınlarının bulunması ve 1938'de çekirdeğin bölünmesi ile sonuçlanan radyoaktivite ile ilgili buluşlar nükleer çağın yolunu açmıştır. 1945'de Hiroşima'ya atılan atom bombası ayrıca, "Nükleer Çağ"ın da başlangıcı kabul edilmiştir.

rak, "boyut" ölçeğinde genel olarak tanımlamak gerekirse; *makroteknoloji*; gözle görülebilen en küçük büyüklük olan 0.1 mm'den büyük malzemelerle yapılan, geleneksel Newton fizik kurallarının etkili olduğu makro düzeydeki teknolojik uygulamalardır. *Mikroteknoloji*; yine geleneksel fizik ve kimya teorileri ve kurallarının kullanıldığı, 0,1 mm ile 100 nm boyutlarındaki malzemelerle yapılan moleküler düzeydeki teknolojik uygulamalardır. *Nanoteknoloji* ise; 100 nm'den daha küçük boyutlardaki malzemelerle yapılan, kuantum fiziği kurallarının da etkili olduğu ve geleneksel teori ve modellerin, ortaya çıkan malzemelerin özelliklerini açıklamakta çoğu zaman yetersiz kaldığı nano boyuttaki teknolojik uygulamalardır.

Bunlar kısaca teknik tanımlardır. Tarihsel değişim sürecinin arka planında ise insanoğlunun sınırları zorlayan hayal gücünün etkisi vardır. Bu durum, bilim-

kurğu edebiyatının zaman zaman araştırmalara da yön verdiği düşüncesini doğurmaktadır. Isaac Asimov, 1966 yılında yazdığı "Fantastic Voyage - Şahane Yolculuk" isimli romanında Profesör Benes isimli bir bilim adamının beyin damarlarında oluşan pıhtının giderilmesi için, doktorların bir deniz altı içinde nano boyuta küçültülerek vücutta yaptıkları yolculuğu anlatmaktadır. Asimov'un ölümünden yalnızca bir süre sonra Freitas 1998 yılında yazdığı teorik makalesinde, "respirocyte" adını verdiği, dokulara 236 katı daha fazla oksijen taşıma kapasitesine sahip, 1 mikron çapında ve enerjisini serum glikozundan sağlayan bir "nanoreritrosit" in yapılmasının, elde bulunan teknolojik yöntemlerle mümkün olabileceğini önermiştir. Nanoteknoloji alanında ilk fikirleri ortaya atan Freitas ve arkadaşları, 2006 yılında nanoteknoloji tabanlı, kendi enerjisini üretebilen, bilgisayar kontrollü bir nano-robot tasarımından bahsetmektedir. "Pharmacyte" adı önerilen bu nano-aygıt aracılığıyla hassas bir şekilde taşınan ilacın vücut içinde ne zaman, nerede ve hangi hücreye verilebileceğinin kontrolü mümkündür. Henüz bir rüya gibi görülsede bu nano-yapıların tasarım aşamaları tamamlanmıştır.

Teknolojinin tarihsel gelişim süreci

Günümüz Batı teknolojisi, büyük ölçüde geçmiş uygarlıkların kazanımlarının yeniden keşfedilip sistematik bir şekilde geliştirilmesi ve bilimsel verilerin kurumsallaştırılmasıdır. İslam uygarlığının Ortaçağ'dan Yeniçağ'a taşıdığı bilimsel aydınlanmayla, İspanya, Sicilya ve Kuzey Afrika üzerinden Batı Avrupa'ya geçen ve Çin-Hint uygarlıklarının ürünlerini de içeren bu birikim, Batı dünyasının iç hesaplaşmasından doğan Reform ve Rönesans dönemlerinin yol açtığı bilimsel değişim ile birleşerek batı teknolojisinin temellerinin atılmasına yol açmıştır.

Bilimsel verilerin teknolojik ürünlere dönüştürülmesi 19. yüzyılda başlayan bir olgudur. 1712'de geliştirilen ve sanayinin mekanik enerji kaynağı durumuna gelen buhar makinesini, 1807'de buharlı gemi ve 1825'de buharlı lokomotif

izlemiştir. 1831'de Faraday'ın elektrik ile manyetizma arasındaki ilişkiyi ortaya koyması, elektrik motorunun ve dinamomun geliştirilmesiyle sonuçlanmıştır. 1827'de fotoğrafın, 1837'de elektrikli telgrafın, 1876'da telefonun icadı yeni gelişmelerin öncüsü olmuştur. Demir-çelik sanayisindeki ilerlemeler ve otomobilin geliştirilmesi 19. yüzyılın en büyük teknolojik gelişmeleri olmuştur.

1900'lü yılların başında petrol ürünlerinin üretim teknolojileri geliştirilmeye başlanmıştır. 1903 yılında ilk uçak gökyüzüne doğru havalanmış; 1911'de vitaminler, 1928'de penisilin keşfedilmiş ve 1943'te antibiyotik üretimine geçilmiştir. Bu dönemde yer alan en önemli gelişmelerden biri de 1901'de radyonun, 1907'de elektronik lambanın geliştirilmesidir. Böylece, modern teknolojinin en önemli bileşeni olan elektronik alanında ilk adımlar atılmış, bunu radar ve televizyonun geliştirilmesi izlemiştir. 1895'te X ışınlarının bulunması ve 1938'de çekirdeğin bölünmesi ile sonuçlanan radyoaktivite ile ilgili buluşlar nükleer çağın yolunu açmıştır. 1945'de Hiroşima'ya atılan atom bombası ayrıca, "Nükleer Çağ"ın da başlangıcı kabul edilmiştir. Bütün bunların yanında 20. yüzyıl, teknolojinin neden olabileceği "felaketlerin" görüldüğü bir dönemin de başlangıcı olmuştur.

Nükleer teknolojinin yol açtığı sorunlar ve denetimi, temel olarak siyasal bir sorun olmakla birlikte, atom bombası, bilim adamının topluma karşı sorumluluğunu da gündeme getirmiştir. Teknolojinin yalnızca bir araç olduğu, hem yapıcı hem de yıkıcı amaçlar için kullanılabileceği görülmüştür. Teknolojinin denetimi başka bir makale konusu yapılabilecek kadar önemli ve kapsamlı bir konudur.

1947'de transistörün bulunması, bilimsel araştırmaların, elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Elektronik devrelerin ve mikroşemcilerin geliştirilmesi, otomasyon sistemler, robotlar ve yapay zekâ alanlarında önemli gelişmelere neden olmuştur. 1957'de başlayan uzay çağı, 1961'de gerçekleştirilen ilk insanlı uzay uçuşu, 1966'da Ay'a yapılan ilk yumuşak iniş ve



insanın Ay'a ayak basması, teknolojinin başarıları olarak devam etmiştir.

20. yüzyılda tıp ve sağlık alanlarında görüntüleme teknolojileri, klonlama ile genişleyen "İn vitro Fertilizasyon (IVF)" teknikleri ve genetik mühendisliği teknolojileri öncü uygulamalar olarak devam etmektedir.

Kısaca özetlenen tarihsel süreçte üretim için teknoloji, 19. yüzyıl sonlarına kadar insanın kol gücüne, hayvan, su ve rüzgâr enerjisine dayanırken yerini makine gücüne bırakmış ve demir çeliğin işlenmesi ile de teknolojik ürünler elde edilebilmiştir. "Makro" olarak tanımlanabilecek bu dönemden sonra 20. yüzyılın başlarında, moleküler düzeydeki elektronik, bilgisayar ve mikroçip teknolojilerine dayanan "mikro veya moleküler" teknolojiler dönemi başlamıştır.

Bilindiği gibi tüm maddeler atomlardan ve her bir atom da pozitif elektrikle yüklü bir çekirdek ve negatif yüklü elektronlardan oluşmaktadır. Çok kısaca, pozitif ve negatif enerji yüklerinden oluşan atomun, bu "enerji paketi" haline "kuantum özelliği" adı verilmektedir. Kuantum özelliği malzemelere farklı fonksiyonlar kazandırmaktadır. Malzemeler nano boyutta küçültüldüğü zaman, normalde görmediğimiz yeni ve üstün özellikler ortaya çıkmaktadır. Böylece Nanoteknoloji, "Newton fiziğinin etkin olduğu maddenin yoğun hali ile kuantum fiziğinin etkin olduğu tek tek atomlardan oluşan yapının sınırı"nda çalışmaktadır. Makro ve mikro teknolojik yöntemler, sonuçları önceden bilinen ve malzemelerin atom üstü özellikleri ile ilgili olan Newton fizik kurallarına dayanırken nanoteknolojik yöntemlerde kullanılan malzemelerin atom ve atom altı özellikleri ön plana çıkmaktadır.

Nanoteknolojinin tarihsel süreci

Nanoteknoloji vizyonu, 1959 yılında fizikçi Richard Feynman'ın "malzeme ve cihazların moleküler boyutlarda üretilebileceği ve yeni amaçlar için kullanılabilirliği" üzerine yaptığı "There is Plenty of Room at the Bottom" başlıklı konuşması ile ortaya atılmıştır. 1980'lere kadar "minyatürizasyon" diyebileceğimiz küçük boyutlarda çalışmalar devam etmiş ancak boyutlar küçüldükçe yapılan çalışmaları izlemek zorlaşmıştır. Bu zorluk 1981 yılında "Scanning Tunneling Microscope" (STM)'ün geliştirilmesi ile sonuçlanmış ve araştırmacılara 1986 yılı Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırmıştır. Bunu "Atomic Force Microscope" (AFM) izlemiştir. Böylece, Feynman'ın sözünü ettiği nano ölçeğindeki aletlerin ölçüm ve modellemelerini yapmak mümkün olmuştur.

Somut "nano ürünler" üretme dönemi

olan 1990'ların başında araştırmacılar 60 karbon atomunun simetrik biçimde sıralanmasıyla elde edilen, 1 nanometre büyüklüğünde ve çelikten güçlü, plastikten hafif, elektrik ve ısı geçirgen yapıda, futbol topu şeklindeki "fullerene" moleküllerini geliştirdiler. Bu araştırmacılar da 1996 yılında Nobel Kimya Ödülü'nü almıştır. 1991 yılında, fullerene molekülünün esnetilmiş bir şekli olan ve çelikten 100 kat daha güçlü ve 6 kez daha hafif olduğu iddia edilen karbon nano tüpleri geliştirilmiştir.

Artık dünyada nanoteknolojiye yatırım yapma ve öncü olma zamanıydı. 1999 yılında ABD'de hükümet, nanoteknoloji alanında yürütülen araştırma, geliştirme ve ticarileştirme faaliyetlerinin hızını artırmak amacıyla ilk resmi hükümet programını, "Ulusal Nanoteknoloji Adımı" (National Nanotechnology Initiative) başlattı. 2001 yılında Avrupa Birliği, Çerçeve Programına nanoteknoloji çalışmalarını öncelikli alan olarak dahil etti. Japonya, Tayvan, Singapur, Çin, İsrail ve İsviçre benzer programlar başlatarak 21. yüzyılın ilk küresel yeni teknoloji yarışında yer almaya başladılar.

Nanoteknoloji, 21. yüzyılın endüstriyel devrimi olarak biçimlenmektedir. Bilim ve teknoloji alanındaki çok hızlı gelişmelerle bu teknolojiyi "eskitecek" yeni bir alan ortaya çıkana kadar nanoteknolojinin etkisi, tarihte buhar gücünün, elektriğin veya transistörlerin kullanımı kadar belirgin olacaktır. Dünyadaki bilimsel değişim hızına bakıldığında zaman, bu sürecin çok da gecikmeyeceği anlaşılmaktadır. Ancak beklenen gerçek şudur ki; nanoteknoloji ile sanayide, bilişimde, sağlıkta ve akla gelebilecek her alanda yeni ürünler geliştirilecek, üretim süreçleri ve yöntemleri değişecektir.

Nano yapıların elde edilme yöntemleri

Nano yapılar ki ana yöntemle elde edilebilir.

1. Atomdan moleküle, molekülden malzemeye (Bottom-up): Aşağıdan yukarıya veya küçükten büyüğe yaklaşımıdır. Maddenin en temel birimi olan atomların yan yana dizilerek moleküler yapıların oluşturulmasıdır.

2. Malzemeden moleküle, molekülden atoma (Top-down): Yukarıdan aşağıya veya büyükten küçüğe yaklaşımıdır. Malzemenin mekanik veya kimyasal yöntemler kullanılarak atomlarına ayrıştırılması ve yeniden düzenlenmesidir. Bugün teknolojik imkânlar nedeniyle genellikle bu yöntem kullanılmaktadır.

Nanotıp

Nanotıp, daha çok nanoteknolojik yöntemlerle biyoteknolojinin bir arada uy-

Nano-parçacıklar aracılığıyla ilaç taşınımının en güçlü yönü, istenilen yüzey modifikasyonları sayesinde, parçacıklara biyo-taklit özelliği kazandırılabilmesidir. Bu sayede, ilaç taşıyıcısı olan nano-implantların, yalnızca belirli bir bölgede, belirli bir damarda veya belirli bir çevrede ilaç salınımı yapmaları sağlanmış olur. Bu yaklaşım tedavi özgüllüğünü arttırabilmesiyle ilaç tedavisinde yeni bir çığır açmaya hazırlanmaktadır.

gulanması şeklinde gelişmektedir. Moleküler biyoloji alanında şimdiye kadar edindiğimiz bilgi birikiminin üzerine uygulanan nanoteknolojik yöntemler, yeni bir araştırma alanı olarak *nano-biyo-teknoloji*'yi ortaya çıkarmaktadır. Tıp alanında uygulanan nanoteknolojik yöntemlerin amacı, canlı sistematiğini taklit etmektir. Canlı doku içerisinde hücrenin ihtiyacını belirleyip temin edebilen, zararlı maddeleri ortadan kaldıracı, kendisini yenileyebilen teknolojik ya da robotik ürünler geliştirmektedir. İnsandaki bütün genetik bilgiyi taşıyan DNA molekülünün çapı 2 nm kadardır. İnsanı yabancı olan her şeye karşı savunan bağışıklık sisteminin önemli elemanlarından biri olan immünglobülin yapısındaki antikolar ise 15-50 nm arasında değişmektedir. Fonksiyonları bu düzeylerde belirlenmiş ürünlerin geliştirilmesi, özellikle teşhis ve tedavi alanlarında çok önemli uygulama imkânları bulacaktır.

Bu amaçla, organizma içerisinde akıllı ilaç salınımı başta olmak üzere sadece kanserli veya hastalıklı hedef hücrelere bağlanıp taşıdığı etken maddeyi aktarabilen, her türlü tedavi edici mekanizmaları düzenleyen bir sistem olarak geliştirilen *nano-implantlar* veya *nano-veziküller* her türlü tanı amacıyla geliştirilen *nano-sensörler* araştırma aşamalarını geçip klinik uygulama imkânı bulmuş, tıp alanında kullanılan nanoteknolojik ürünlerdir.

Nano-implantlar

Nanoteknolojinin sağlık bilimleri uygulamalarında kullanılmak üzere programlanabilen multimerik nano malzemeler geliştirebilme gücü, tanı ve tedavide yeni ufuklar açılmasını sağlamıştır. Nano boyutta katmanlar halinde sentezlenen ve polimerik tekrar üniteleri içeren sentetik makro moleküllere "dendrimer" adı verilmektedir (Şekil). Nano bilimin elinde bulunan yapı taşlarından düzenli sentetik polimerler geliştirilmesini tanımlayan bu yaklaşıma "Lego kimyası" adı da verilmektedir. Dendrimerleri özgül hücre ve doku tanıma özelliklerine sahip ilaç salınım sistemi, nano-implant olarak kullanmak mümkündür.

Nano-parçacıklar aracılığıyla ilaç taşınımının en güçlü yönü, istenilen yüzey modifikasyonları sayesinde, parçacıklara biyo-taklit özelliği kazandırılabilmesidir. Bu sayede, ilaç taşıyıcısı olan nano-implantların, yalnızca belirli bir bölgede, belirli bir damarda veya belirli bir çevrede ilaç salınımı yapmaları sağlanmış olur. Bu yaklaşım tedavi özgüllüğünü arttırabilmesiyle ilaç tedavisinde yeni bir çığır açmaya hazırlanmaktadır. Benzer bir yaklaşımla nano-parçacıklar aracılığıyla kan beyin bariyerinin geçici bir süre açılarak ilaç geçişinin sağlanması ve daha sonra tekrar fizyolojik şartlara geri dönülmesi mümkündür.

Nano-veziküller

Özellikle rekombinant DNA moleküllerinin gen tedavisi amacıyla hedef hücrelere özgüllükle gönderilmesi, kanser gen tedavisinde çok önemli bir basamaktır. Günümüzde viral vektörler ve kullanım alanları biyo-güvenlik endişeleri ve sınırlı üretim potansiyeli nedeniyle klinik uygulamalarda temkinle yaklaşılacak bir seçenektir. Viral vektörleri yapısal olarak taklit edebilen ve viral kapsid ve zarf yapılarının da kullandığı virüs-tabanlı nano-parçacıklar yardımıyla viral vektörlerle benzer tropizm özelliklerine sahip ancak biyo-güvenlik açısından çok daha güvenilir nano-veziküller yapılarla özgül gen transferi sağlamak da mümkündür.

Nano/biyo-sensörler

Nanotıp alanında biyo-sensörler, ilk olarak yarı iletken özellikte tasarlanan ve sentezlenen karbon nano-tüp yapılarla araştırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaların amacı karbon nano-tüp yapıda biyo-algılayıcıların mikro elektronik bileşenlere eşlenmesiyle biyolojik sistemlerdeki elektrik veya elektrokimyasal sinyallerin tanınması ve okunabilmesini sağlamaktır. Nanoteknoloji, özgül nükleik asit dizilerinin tanınmasında yeni bir çığır açmaya hazırlanmaktadır. Yakın zamanda çok daha az miktarda ve günümüzde ulaşılamayan biyolojik örneklerde ekspresyon analizi ve daha pek çok genetik fonksiyonel analiz mümkün olacaktır. Bu sayede yeni biyo belirteçlerin geliştirilmesi, kişi bazında yüksek ölçekli dizi analizinin mümkün olması ile kişiye özgül yeni tanı testleri aracılığıyla "kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları" ortaya çıkacak ve yaygınlaşacaktır.

Nano-diyagnoz

Nanoteknolojinin tıp dünyasına getirdiği önemli yeniliklerden biri de, kanser oluşumu, ateroskleroz, yeni damarlanma ve benzeri pek çok patolojinin erken tanısı, evrelendirilmesi ve takibinde kullanılan girişimsel işlemlerin yerine önerdiği görüntüleme yöntemleridir. Radyo-diagnostik yöntemlerle takip edilebilen nano-parçacıkların doku tipine, hücre tipine, belirli bir ligand tipine ve hatta belirli reseptörlerin alt ünitelerine özgülük gösterecek şekilde hedeflenebilmesi, önümüzdeki beş yıl içinde yeni görüntüleme teknolojilerinin uygulamaya geçirilmesini sağlayacaktır.

Yeni geliştirilen nanoteknolojik ürünlerle ilgili olarak 2000 yılından bugüne kadar IBM ve Samsung firmaları başta olmak üzere binlerce patent alınmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen sadece patent hakları yatırımcı firmalara çok büyük girdiler sağlamaktadır.

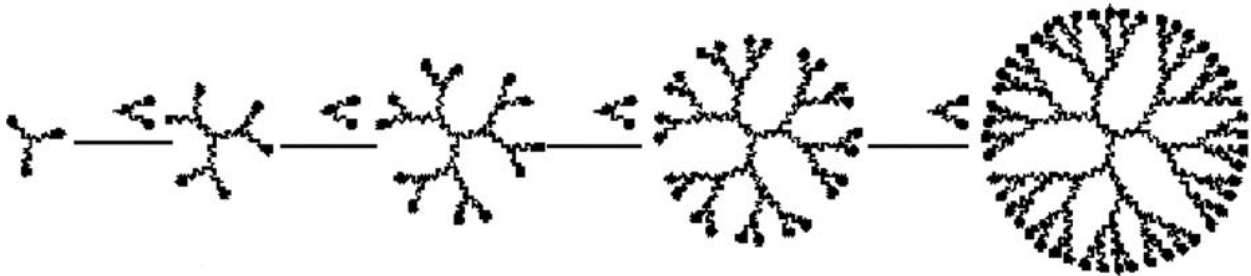
Riskler

Nano-boyutta üretilmeleri nedeniyle düşük ölçekli reaksiyonlara neden olan

nano-materyal üretimi, kimyanın uzun tecrübe ve bilgi birikimine sahip olduğu alanlardan biri değildir. Nano-parçacıkların üretim aşamasında oluşan yan ürünler ve kullanılmayan nano-partiküllerin doğa ve çevrede akıbetinin ne olacağı bilinmemektedir. Diğer yandan, nano-parçacıkların canlıda uygulamalarının uzun dönem etkileri hakkında da bilgi ve toksisite testleri in-vitro ortamlarla sınırlı kalmaktadır. İn-vivo toksisite deneyleri literatürde çok sınırlı sayıda yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda nano-parçacıkların en önemli ve olası yan etki nedenleri; beklenen dağılım alanlarının dışına çıkmaları, fago-sitozdan kaçabilecek kadar ufak olmaları, proteinlerin yapılarını modifiye ederek inflamatuvar ve toksik etki ortaya çıkarmaları ve karbon nano-tüplerin uzun filamentöz agregatlar oluşturabilme potansiyelidir. Diğer yandan karbon nano-tüpler hızla ve değişmeden filtrasyon yoluyla atılırken bu özelliğiyle vücutta birikme ihtimali mümkün görünmemektedir.

Nano-parçacıkların çevre, doğa ve insan sağlığına etkilerinin incelenmesi için sağlık otoriteleri yeni çerçeve kuralları belirlemeye çalışmaktadır. Bu doğrultuda, klasik farmasötik kimya ve biyoteknolojinin kullandığı ve biyo-materyal ruhsatlandırılması için gerekli ve geçerli olan testlerin yanında yeni bazı deneylerin de yapılması ve standart hale getirilmesi bir ihtiyaçtır.

Önemli risklerden biri de, bilgi ve rekabet çağında ve globalleşen dünyada toplumların, "bilenenler" ve "bilmeyenler" "yönetenler" ve "yönetilenler" ya da "sahipler, efendiler" ile "köleler, uşaklar" olarak iki gruba ayrılacak olmasıdır. Bilim ve teknolojiye sahip olanlar yöneten-efendiler, sahip olmayanlar da diğerleri kalacaktır. Bilim ve teknoloji üretmeyen ve sanayi devrimini yakalayamayan toplumumuz, bedelini bir dünya devleti olan Osmanlı İmparatorluğu'nu kaybederek ödemiştir. Cümlelerin bundan sonraki kısmını okuyucu kendi istediği gibi tamamlayabilir. Ancak tahmin ederim ki; varlık mücadelesi bundan sonra çok daha zor olacaktır. Bilim ve teknoloji politikamız



Şekil 1: Lego kimyası, bir dendrimer çekirdeğinin birbirini takip eden reaksiyonlarla dallanması ve gerekli fiziksel ve kimyasal yüzey özellikleri sağlayan son grupların eklenmesi ile birbirini takip eden çok basamaklı reaksiyonların sonucunda oluşur. Bu şekilde bir dendrimer molekülünün istenilen özelliklere sahip olarak tasarlanması ve ilaç moleküllerinin eklenmesi mümkün olur (19 no'lu kaynaktan uyarlanmıştır).

ve üniversitemiz çok acilen gözden geçirilmeli, şu andaki kriterler değiştirilmeli, üniversitemiz rektörlük seçimlerinden çok somut bilim ve teknoloji üretmeye yönlendirilmelidir. Dünyanın bilim ve teknoloji üreten üniversiteleri sıralamasında adını göremediğimiz, ulusal "büyük" üniversitemizde kurulmuş olan "çiftlikler" dağıtılmalı, ters dönmüş akademik personel piramidi düzeltilmeli ve genç ve dinamik beyinlerin önü açılmalı, ihtiyaç duyulan zemin hazırlanmalıdır.

Sonuç

Nanoteknoloji, atom ölçeğinde ve bu ölçeğin bazı temel özelliklerinden yararlanarak, özel yöntem ve tekniklerle, materyallerin, araçların ve yapıların inşa edilmesini ifade eder.

Nanoteknolojik üretim terimi ise, belli bir endüstri dalını belirtmez. Doğanın en küçük yapı taşları olan atomları kullanarak elde edilen bilimsel ve teknolojik gelişmeleri niteler.

Nanoteknolojinin sağlayacağı imkânlar kısaca;

- Her atomu tam istenilen yere yerleştirme imkânı,
- Fizik ve kimya kurallarının mümkün kıldığı hemen hemen her şeyi atom seviyesinde düzenleyerek üretebilme imkânı,
- Üretim maliyetlerinin ham madde maliyetlerini geçmediği ekonomik üretim imkânıdır.

Tıp alanında nanoteknoloji; hücrenin ihtiyacını belirleyip temin edebilen, zararlıyı ortadan kaldıran, kendisini yenileyebilen ve canlı sistematiğini taklit

edebilen teknolojik ürünler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Kaynaklar

Baro AM, Miranda R, Alaman J, et al. Determination of surface topography of biological specimens at high resolution by scanning tunnelling microscopy. *Nature* 1985; 315:253-4.

Curl RF, Smalley RE, Kroto HW, O'Brien S, Heath JR. How the news that we were not the first to conceive of soccer ball C60 got to us. *J Mol Graph Model* 2001; 19:185-6.

Çıracı S. 21.yüzyılda yeni bir sanayi devrimi: Nanoteknoloji. www.nano.org.tr

Eichman JD, Bielinska AU, Kukowska-Latallo JF, Baker JR Jr. The use of PAMAM dendrimers in the efficient transfer of genetic material into cells. *Pharm Sci Technol Today* 2000; 3:232-45.

Freitas RA Jr. Exploratory design in medical nanotechnology: a mechanical artificial red cell. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol* 1998; 26:411-30.

Freitas RA Jr. Pharyocytes: an ideal vehicle for targeted drug delivery. *J Nanosci Nanotechnol* 2006; 6:2769-75.

Göker A, Sağlıkta nasıl bir gelecek(3). <http://www.inovasyon.org>

Gürsel İ. <http://www.nanoteknoloji.net>

<http://www.nanoturk.com>

<http://www.frmtr.com/bilim-ve-teknoloji/1268380-bilim-ve-teknoloji-tarihi.html>

Karacasulu N. Teknoloji ve transferi. *Dokuz Eylül Üniversitesi*

Kim E, Kim K, Yang H, Kim YT, Kwak J. Enzyme-amplified electrochemical detection of DNA using electrocatalysis of ferrocenyl-tethered dendrimer. *Anal Chem* 2003; 75: 5665-72.

Koo YE, Reddy GR, Bhojani M, et al. Brain cancer diagnosis and therapy with nanoplatfoms. *Adv Drug Deliv Rev* 2006; 58:1556-77.

Lacerda L, Bianco A, Prato M, Kostarelos K. Carbon nanotubes as nanomedicines: from toxicology to pharmacology. *Adv Drug Deliv Rev* 2006; 58:1460-70.

Lonone S, Boczkowski J. Biomedical applications and potential health risks of nanomaterials: molecular mechanisms. *Curr Mol Med* 2006; 6:651-63.

Manchester M, Singh P. Virus-based nanoparticles (VNPs): platform technologies for diagnostic imaging. *Adv Drug Deliv Rev* 2006; 58:1505-22.

Marshall E. Gene therapy. Second child in French trial is found to have leukemia. *Science* 2003; 299:320.

Myc A, Majoros IJ, Thomas TP, Baker JR. Dendrimer-based targeted delivery of an apoptotic sensor in cancer cells. *Biomacromolecules* 2007; 8:13-8.

Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri. TÜBİTAK, 2004

Nanobulten. www.nano.org.tr

Ng HT, Li J, Smith MK, et al. Growth of epitaxial nanowires at the junctions of nanowalls. *Science* 2003; 300:1249.

Ottaviani MF, Jockusch S, Turro NJ, Tomalia DA, Barbon A. Interactions of dendrimers with selected amino acids and proteins studied by continuous wave EPR and Fourier transform EPR. *Langmuir* 2004; 20:10238-45.

Quintana A, Raczka E, Piehler L, et al. Design and function of a dendrimer-based therapeutic nanodevice targeted to tumor cells through the folate receptor. *Pharm Res* 2002; 19:1310-6.

Schmidt KF. *Nanofrontiers: Visions for the future of nanotechnology*. Pen, 6 March 2007

Snejdarkova M, Svobodova L, Gajdos V, Hianik T. Glucose biosensors based on dendrimer monolayers. *J Mater Sci Mater Med* 2001; 12:1079-82.

Svenson S, Tomalia DA. Dendrimers in biomedical applications-reflections on the field. *Adv Drug Deliv Rev* 2005; 57:2106-29.

Tomalia DA, Reyna LA, Svenson S. Dendrimers as multipurpose nanodevices for oncology drug delivery and diagnostic imaging. *Biochem Soc Trans* 2007; 35:61-7.

Torchilin VP. Multifunctional nanocarriers. *Adv Drug Deliv Rev* 2006; 58:1532-55. Yin H, Wang MD, Svoboda K, Landick R, Block SM, Gelles J. Transcription against an applied force. *Science* 1995; 270:1653-7.



Merrill Lynch tarafından hazırlanan teknolojik gelişmeler grafiği