

Derleyen **Kozan Demircan**

İÇİMİZDEKİ İNTERNET:

MOLEKÜLER HABERLEŞME VE NANO-AĞLAR

NOBEL ÖDÜLLÜ fizikçi Richard Feynman'ın 1959'da söylediği "En aşağıda bolca yer var!" ("There is plenty of room at the bottom!") sözü, gelecekte çok daha küçük ancak daha işlevsel insan yapımı aletlerin, maddenin moleküler düzeyde manipüle edilmesiyle elde edilebileceğini vizyoner bir şekilde ifade ediyordu. Bilim dünyası tarafından kabul gören bu vizyon, doksanlı yılların sonunda nanoteknoloji olarak adlandırılan ve biyolojiden fiziğe, mühendislikten tıp bilimine kadar pek çok disiplini bir araya getiren yeni bir alana öncülük etti.

Hastalıkların henüz ortaya çıkmadan tedavi edilmesi, güçlü

işlemcileri ile gözle görülemeyecek kadar küçük bilgisayarlar; su, gıda ve havanın kalite kontrolünü yapan moleküler algılayıcılar gibi pek çok gelişmeyi müjdeleyen nanoteknoloji, son yıllarda büyük ilerleme kaydetti. Karbon nanotüpler, grafen gibi sıra dışı elektriksel ve mekanik özelliklere sahip sentetik moleküllerin keşfedilmesiyle birlikte nanometre ölçeğindeki biyoalgılayıcılardan nano transistörler kadar pek çok nano makine üretildi. Ancak bu nanomakineler sınırlı kapasitesiyle şimdilik sadece bazı basit fonksiyonları yerine getirebiliyor ve nanoteknolojiden beklenen mucizeleri gerçekleştirmekten çok uzak bulunuyor. Bu

TÜRK PROFESÖR İÇİMİZDEKİ İNTERNETİ ORTAYA ÇIKARDI

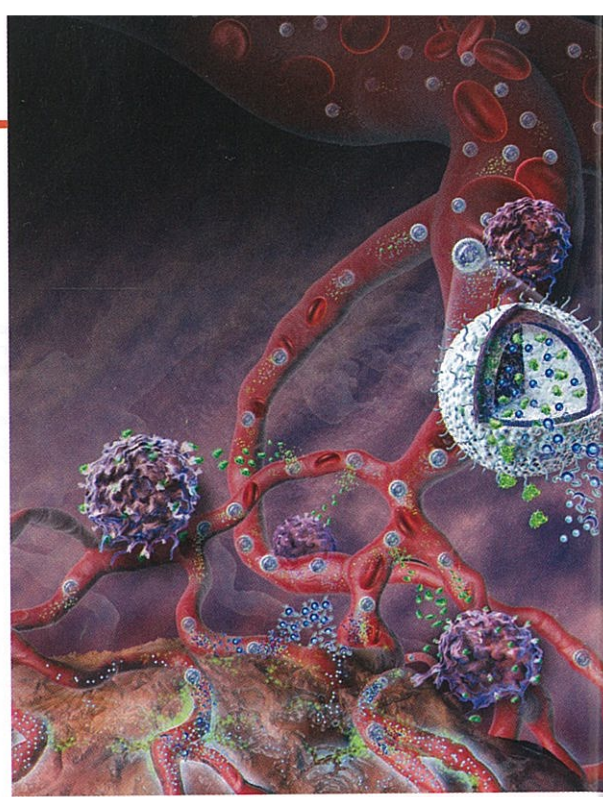
İnsan vücudunda organik internet var. Başta insan beyni olmak üzere, vücudumuzun tamamını saran sinir ağlarının molekül ölçeğinde nasıl bir haberleşme sistemi kullandığını araştıran MINERVA projesi, nanoteknoloji ve bilgisayar dünyası ile canlılar alemi bir araya getiriyor. Koç Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Özgür Barış Akan'ın MINERVA projesi, omurilik felci gibi pek çok onulmaz hastalığın tedavisine temel oluşturuyor.

Dijital bilgisayar ağları ile canlılardaki sinir ağlarını buluşturan vizyoner proje, biyoalgılayıcıların ve organik bilgisayarların da önünü açıyor. MINERVA bu bağlamda organik internet teknolojisi, vücut içi akıllı ilaç dağıtımı, yan etkisi olmayan kanser tedavisi ve halen tedavi edilemeyen sinir sistemi hastalıklarının yanı sıra, gıda ve

su kalitesi kontrolü gibi alanlarda da ilerlemeyi hızlandırıyor. Ancak MINERVA'nın potansiyeli bunlarla sınırlı değil:

Organik nanoteknoloji alanındaki gelişmeler temiz su kaynaklarının korunması, insan ömrünün uzatılması, toprağın tarımsal verimliliğinin kontrol edilmesi ve iklim değişikliklerinin izlenmesi gibi pek çok alanda gelecek vaat ediyor. Bilgisayar ve tıp dünyasında yeni bir dönem başlatan MINERVA'nın öncülük edeceği araştırmalar organik Yapay Zeka alanında da önemli bilgiler sağlayacak.

Avrupa Araştırma Konseyi tarafından 3680 bilim insanının başvurusu arasından seçilen MINERVA, dünya çapında çığır açan vizyoner projeleriyle bilim dünyasında epey ses getiren çalışmaların devamı için gereken fonları da toplamayı başardı.



aletlerin daha karmaşık görevlerde kullanılması ise ancak çok sayıda nanomakinenin birbiriyle haberleşerek işbirliği yapmasıyla mümkün olacak.

Bu noktada, nanoteknolojinin ve haberleşme mühendisliğinin buluşmasıyla nanohaberleşme (nano communication) alt disiplini ortaya çıkıyor. Nanohaberleşme, Richard Feynman'ın vizyonunu bir adım ileri taşıyarak, "En aşağıda bir haberleşme ağına yetecek kadar yer var mı?" sorusunu önümüze koyuyor. Prof. Dr. Özgür Barış Akan, bu zor sorunun cevabının doğanın bize sunduğu gerçeklerde olduğunu düşünüyor ve yeni bir projenin arifesinde kapsamlı bir araştırma yürütüyor.

Nanomakinelerin boyutu ve kısıtlı işlem yetenekleri ve nano dünyanın klasik haberleşme paradigmalarına izin vermemesi, nanohaberleşmenin önündeki temel sorunları oluşturuyor. Bu problemler, klasik haberleşme yaklaşımlarından vazgeçerek daha basit ve temel çözümler üretilmesini zorunlu kılıyor. Bu anlayışla pek çok nanohaberleşme yöntemi bizim de önemli katkılarımızla geliştirildi. Bunlardan ilki, bilgiyi moleküler konsantrasyon ve çeşitliliğe kodlayarak, difüzyon veya kargolama yöntemleri ile iletilmesini öneren moleküler haberleşme.

Akıllı ilaçlar ile hastalıklara nokta atışı

Genetik ilaçların doğrudan tümörlere iletilmesi, hastaların kemoterapiye gerek kalmadan iyileşmesini sağlayacak.

Bu bağlamda Prof. Dr. Özgür Barış Akan, Förster Rezonans Enerji Transferi (FRET) tabanlı bir başka tekniği de literatüre kazandırmış. Bilgiyi floresanların uyarım (excitation) enerjisine kodlayan ve yayımsız olarak transfer eden bu tekniğin, difüzyon tabanlı moleküler haberleşmenin çok ötesinde, megabit/saniye ölçeğindeki bilgi transferine olanak tanıdığını kuramsal olarak kanıtlayan. Prof. Akan ve ekibi kanserin fotodinamik tedavisi, moleküler işlemciler gibi uygulamalarda kullanılacak bu yaklaşımın geçerliliğini, nanohaberleşmenin ilk gösterimlerinden biri olan deneyiyle doğrulamış oldu.

İçimizdeki internet

Moleküler haberleşmenin insan ve bakteri gibi organizmalarda yaygın olarak karşımıza çıkması, bu yöntemi sentetik uygulamalar için hazır bir tasarım atölyesi olarak sunuyor. Öyle ki bu atölyedeki mühendislik çözümlerinin birçoğu milyonlarca yıla yayılan evrim sürecinde bizler için hazır hale gelmiş bulunuyor. Bu nedenle, Prof. Akan, aradığımız yanıtların halihazırda insan vücudunda; yani, içimizde örülü yeryüzünün en gelişmiş İnternetinde olduğuna inanıyor.

Gerçektende de, insan vücudu milyarlarca hücrenin oluşturduğu yeryüzündeki en kapsamlı,

karmaşık ve en gelişmiş özelliklere sahip farklılaşmış haberleşme ağını oluşturuyor. Sinir sistemi, kalp-damar sistemi, içsalgı sistemi ve duyu organları birbirlerine moleküler haberleşme kanallarıyla bağlı. Kalp-damar sisteminin merkezindeki kalp, kardiyak uyarılarının hücreler arası gözenerde iletim sayesinde haberleşen ve koordineli hareket eden kas hücrelerinden oluşuyor. Kalp kası hücreleri arasında elektrokimyasal Ca²⁺ uyarılarının iletimine dayalı haberleşme kanalları da pek çok vücut içi kanalla beraber MINERVA ekibi tarafından modellenmiş ve haberleşme performansının kalp rahatsızlıkları ile ilişkisi ortaya çıkarılmış. Bu modeller, vücudun yaşamsal önemdeki faaliyetlerini sürdürebilmesinin, vücut içi moleküler ağların başarılı bir şekilde çalışmasına doğrudan bağlı olduğunu gösteriyor.

Nanoteknoloji tıbbın hizmetinde

İnsan bedenindeki en gelişmiş ve kompleks vücut sistemi ise nöron denilen sinir hücrelerinin oluşturduğu ultra-geniş bir nanohaberleşme ağı olan sinir sistemidir. Sinir nano-ağı vücudun farklı sistemleri arasında koordinasyonu, spayk (ani artış) adı verilen elektro-moleküler mesajlar aracılığıyla sağlıyor

ve insan vücudunun en hayati haberleşme sistemini oluşturuyor. Sinir nano-ağında gerçekleşen bir haberleşme bozukluğu multiple sclerosis (MS), alzheimer ve felç gibi çok ciddi sinir hastalıklarına neden olabiliyor.

Vücudun haberleşme sistemindeki aksaklıklardan kaynaklanan bu hastalıkları anlayabilmek, bilişim teknolojilerinden esinlenen yenilikçi tedavi yöntemlerinin geliştirilebilmesi için büyük önem taşıyor. Ayrıca, sinir nano-ağının iletişim mimarisinin incelenmesi ve elektro-moleküler dizayn prensiplerinin ortaya çıkarılması, biyolojik sistemlerden esinlenen nanohaberleşme yöntemlerinin geliştirilmesine de önayak olacak.

Bu sayede bilim, teknoloji ve tıp alanında pek çok gelişme kaydedilecek. Bunlar arasında vücut-içi akıllı ilaç dağıtımı, yan etkisiz kanser tedavisi, kişilerin sağlık durumunu hücre düzeyinde izleme, halen tedavi edilemeyen sinir sistemi hastalıkları için haberleşme yetenekli nano-implant geliştirme gibi gelecek nesil uygulamaları sayabiliriz. Ayrıca, gıda ve su kalitesi kontrolü gibi çok sayıda ileri çevresel ve endüstriyel nano-sensör ağı uygulamalarının geliştirilmesi de mümkün olacak.

Prof. Dr. Özgür Barış Akan, bu vizyon ışığında geliştirdiği "Biyolojik-Esinli Nano-ağlar ve Bilişim-Esinli Tedavi Yöntemleri için Sinir Sisteminin Haberleşme Kuramsal İncelemesi - MINERVA-" başlıklı projesiyle Avrupa Araştırma Konseyi (European Research Council - ERC) tarafından 1,8 milyon Euro ile 5 yıl süreyle desteklenmeye hak kazandı. Avrupa'nın en prestijli araştırma fonu olan ve daha önce Nobel Ödülü sahibi pek çok bilim insanına verilen bu destek ile MINERVA projesinin, haberleşme mühendisliği, sağlık bilimleri ve nanoteknoloji arasındaki boşluğu doldurarak, araştırma konularında önemli iş birliklerini de beraberinde getirmesini bekliyoruz. ½

Dijital sinir ağları

Organik Yapay Zeka için önce sinir sisteminin moleküler ölçekte nasıl çalıştığını anlamamız gerekiyor. MINERVA bu konuda atılan önemli bir adım.

