

YAŞAM SÜREÇLERİNİN CANSIZ SİSTEMLERDEKİ SERÜVENİ



Bilimsel gelişmeler şaşırtıcı bir gerçeğe işaret ediyor: Cansız dünya aslında çok “canlı”. Araştırmacılar, pazarlar ve elektrik iletim hatlarıyla, canlıların dünyası arasında pek çok ortak nokta olduğunu öğreniyorlar. Bilgisayar bilimlerinden genetik araştırmalarına kadar çok farklı alanlarda elde edilen bulgular bizi, çok şaşırtıcı bir sonuca götürüyor: Yaşam, yeryüzünde kuraldışı ya da ayrıcalıklı bir durum değil, kuralın ta kendisi.

Yaşam süreçlerini temel düzeyde anlamaya bugün yeni yeni başlıyoruz. Yaşamın temel yapıtaşlarını incelemede kullanılan DNA dizilişi bulma, biyoinformatik, gen çipleri gibi araçlar henüz çok yeni. Bir yandan, bu süreçleri silikon çipler üzerinde yeniden yaratırken, bir yandan, cansız ortamlarda da işbaşında olduklarını gözlemeye başladık. Yaşamın, oluşma, kendi kendini düzenlenme, çoğalma, çevreyle birlikte evrim geçirme gibi temel özelliklerinin birçoğu, aslında “cansız” sistemlerde de var.

Birbirinden bağımsız ögeler arasındaki sayısız etkileşimler sonucu ortaya çıkan beklenmedik desenler, canlılar dünyasının temel özelliklerinden biri. Canlıların davranışları, bedenlerindeki hücrelerin karşılıklı etkileşimleriyle yü-

rütülüyor. Cansız dünyada bunun en temel örneği ise çevremizi kuşatan havanın bileşimi.

Kendi kendine düzenlenme, canlıların en temel “davranış”larından bir başkası. Bitkiler ve hayvanlar herhangi bir planlama ya da yönetim hiyerarşisinden bağımsız olarak kendi kendilerini bir araya getirip düzenliyorlar. Bilgisayar yazılımları da öyle. Sayısız yazılım ögesinden yapılma sayısal simülasyonlar, bilgisayar ağlarından hava olaylarına kadar, birbirinden çok farklı sistemlerde kendi kendini düzenleme özelliğinin bulunduğunu gösterdi.

Çevreyle birlikte evrim geçirme de canlılar dünyasında kaçınılmaz olarak gerçekleşen, temel bir süreç. Bir canlı, çevresel değişimlere tepki olarak yavaş yavaş değişim geçirdiğinde, çevresi için

yeni baskılar yaratmaya başlıyor. Çevre de bu baskılara tepki olarak değişim geçiriyor; bu, canlının daha da değişmesine neden oluyor. Bu döngüyü, toplumsal sistemlerin birçoğunda gözlemek olası. Bir toplumun bireylerince benimsenmiş davranış normlarıyla yasalar arasındaki etkileşim, buna örnek olarak gösterilebilir.

Çoğalmanın, yakın bir zamana kadar, yalnızca canlılara özgü olduğu sanılırdı. Artık, bilgisayar yazılımları da çoğalıyor. Genetik algoritmaları, rekombinasyon ve replikasyonlar yoluyla, biyolojinin yenilik yaratma becerisini taklit ediyor. 1’ler ve 0’lar, doğanın, DNA’nın yapıtaşları olan G’leri, T’leri, A’ları ve C’leri kاردığı gibi karılıyor; sonraki rekombinasyonlar için en iyi kodlar çoğaltılıyor. Bu algoritmalar, fabrikaların üretim takvimlerinin oluşturulmasından, jet motorların tasarımlarına kadar çok çeşitli alanlarda kullanılıyor.

Yaşamın temel özellikleri bugün, sıradan insanların yaşamlarının bir parçası olan çok sayıda teknolojiye araştırmacılara esin kaynağı oluyor. Sonuçta, canlılar dünyasıyla makineleri birbirinden ayıran çizgi, bulanıklaşmaya başlıyor. Makineler canlılara gittikçe daha çok benzedikçe, ağların oynadığı rolün önemi de artacak. Belki de İnternet, fiziksel dünyanın otonom sinir sistemini oluşturacak. Bunun günlük yaşamdaki ilk örneklerinden biri, ABD’deki Los Angeles kentinde, otobüs saatlerinin düzenlenmesinde kullanılıyor. Bu sistemde, kavşak noktalarındaki alıcılar, yaklaşan otobüsleri belirliyor ve merkezdeki bilgisayara, otobüsün o kavşağa planlandığı zamanda gelip gelmediğini soruyor. Otobüs geç kalmışsa, trafik ışıklarına komut veriliyor ve otobüse yeşil ışık yanıyor. Sistem, geçen trafiğe birbirini izleyen döngülerle fazladan zaman veriyor. Sonuçta, trafikte hiç tıkanıklığa neden olmadan, insanların toplu taşıma araçlarında geçirdiği süre % 25 oranında azalıyor.

“E-POSTA GENOMU”NUN ŞİFRESİNİ ÇÖZMEK!

Kimse spam e-posta iletilerinin canlı olduğunu söyleyemez; ama olabilir de. Spam, yani, İnternet ortamında kopyalanarak çok sayıda kişiye istekleri dışında gönderilen elektronik posta iletileri, elektronik posta sunucularına, tıpkı hamamböceklerinin bir apartman katını sarması gibi bulaşır; hatta, hamamböceklerinden daha olağanüstü bir biçimde çoğaldıkları söylenebilir. Spam’e karşı koruma sağlayan yazılımların birçoğu, spam popülasyonunu güç bela çökertebiliyor. Kimi uzmanlara göre bu işe yaramaz e-posta iletilerini engellemenin en iyi yolu, canlıymışlar gibi davranarak, onların, okumak istediğiniz ileti türlerinden farklı genetik özelliklere sahip olduklarını düşünmek.

Spam e-posta iletilerini süzmek üzere tasarlanmış yazılımların çoğu, istenmeyen ileti kaynakları olarak belirlenmiş e-posta adreslerini engelleyerek çalışıyor. Birçoğu, gelen iletilerde herhangi bir ürünü övmek için kullanılacak sözcükler bulunup bulunmadığına da bakıyor. Ancak, bu yöntemler, başarılı oldukları sıklıkla başarısızlığa da uğruyor: Kimi kez spam iletiler aradan kayıveriyor ya da önemli bir ileti spam sanılarak engelleniyor. Kol ve bacak sayısı, biz insanları öteki canlılardan ayırtetmede ne kadar belirleyici bir özellikse, içinde “Viagra” ya da “V.i.a_gr^a” gibi sözcükler geçen bir iletiye de o kadar spam denebilir. Oysa, spam’in özü, yapısında gizlidir. Bu yapıyı tanımayı öğrenirseniz, spam’i de yakalayabilirsiniz.

E-posta iletilerinin, tıpkı DNA iplikçiklerinin yapısı gibi, “e-posta genomu” olarak adlandırılacak belirli bir veri formatı vardır. Spam ileti göndericileri, iletilerinin kaynağını ya da içeriğini örtmek için, e-posta genlerini kötüye kullanıp değiştirerek, spam genleri yaratırlar. Spam genleri kolaylıkla ayırt edilebilir. İşte, ABD’deki Cloudmark adlı bir şirket, spam’le savaşımında, İnsan Genomu Projesi’nde insan genlerinin haritalanmasında



kullanılan bilgisayarların özelliklerini örnek almış. Şirkete her gün, 700.000 kullanıcısından 130 milyon spam e-posta iletisi, incelenmek üzere gönderiliyor. Bugüne kadar, sistemlerinin spam iletileri yasal iletilerden ayırtmesine olanak tanıyan 300’den fazla geni belirlemişler.

Peki, “spam ileti geni” nasıl bir şey? Spam iletilerde, göndericinin adresindeki aritmetik işlemlerin tekrarlanma sayılarının çoğu birbiriyle uyumsuz; bu da iletinin kaynağını anlaşılmaz kılar. Genlerden biri bu; “sahte sayfa başlığı” geni. “Karakter histogramı” sınıfındaki genler, iletinin içindeki belli sözcükleri, harfleri tekrarlayarak ya da içine simgeler ya da boşluklar ekleyerek gizliyorlar. “Gizli ileti içeriği” ve “HTML tanımı” genleriyse, içeriğin bir bölümünü gizliyor; kullanıcı, satış için hazırlanmış sözleri görebiliyor, ancak, spam süzgeci bunların ayırmasına varamıyor. “64 tabanlı kodlama” geniyse, iletiyi, spam süzgeçlerinin okuyamadığı ikili sayı koduna çeviriyor.

Yasal e-postalarda genellikle farklı genler bulunur. İletinin başlığı, gönderenin bilgileri ve gönderileceği yer bilgileri doğrudur. İleti bir sunucudan

ötekine yolculuk ederken eklenen ID numaraları, birbiriyle tutarlıdır ve gereği gibi formatlanmıştır. İletinin içeriğinde, genellikle önceki iletişimlerden kalma alıntılar bulunur.

Cloudmark’ın genetik yaklaşımı, spam iletilerin, % 98 başarıyla belirlenebilmesini olası kılmış. Kullandıkları bu sistem, sürekli olarak daha da iyileşiyor. Sistem ne zaman yasal bir iletiyi spam’le karıştırsa, “Evrim Makinesi” adlı bir yazılım, bu iletinin içerdiği spam genlerini mutasyondan geçiriyor; yanlış tanımlanan iletiyi, spam süzgeci bu iletiyi doğru sınıflandıran kadar, süzgece geri gönderiyor. Sonuçta, spam genomu gittikçe daha doğru bir biçimde tanımlanıyor ve spam süzgecinin verimi artıyor.

Spam e-posta iletileri, İnternet’le birlikte evrimleşiyor. Spam’i engellemeye yönelik karmaşık yöntemler geliştirildikçe, bunların kullanılmasından doğan baskının yarattığı seçilimle, yeni spam cinsleri ortaya çıkıyor. Günün birinde kendimizi, yalnızca istenmeyen elektronik postalarla değil, bilgisayar virüslerinin, kendi önceliklerine sahip, yaşamsal bir güce sahip, yetenekli kuzenleriyle savaşırken bulacağız.

“TEKERLEKLİ YÜK HAYVANI”

Otomobil, çağdaş bir yük hayvanı gibi düşünülebilir. Bir otomobil, herhangi bir yük hayvanına göre çok daha az bakıma ve “beslenmeye” gereksinim duysa da, onun da sakıncaları yok değil: Islak yola ya da engebeli araziye iyi uyum sağlayamaz. Eskidiğinde ya da zarar gördüğünde kendi kendini onaramaz. Felaketlerden korunabilmek için çok az çaba gösterebilir. Otomobiller, “asalak” mühendisler ve arı kovanına benzeyen fabrikalar yardımıyla evrimleşip çoğalsa da, bir kuşağın, kendisinden sonra gelen kuşaklara aktarabildiği evrimsel bilgi çok az.

Yapay zekâ araştırmalarının amacı, makineleri çevrelerine daha duyarlı kılmak. Ancak, yapay zekâ yöntemi, aygıtları yalnızca belli olaylara tepki göstermeye programlayarak, beklenmedik koşullarla başa çıkma becerisinden yoksun makineler yaratıyor. Karmaşıklık kuramıysa, yapay zekâ konusunda bizlere daha farklı bir bakış açısı sunuyor: Bir otomobil, bir canlı gibi (bir sinir sisteminin aracılık ettiği organlar gibi, birbirlerine bağlı ve dış uyarıcılara tepki

olarak birbirlerini düzenleyen parçalar toplamı olarak) tasarlanmış olsaydı, daha bir canlı gibi davranırdı.

Canlı gibi davranan bir otomobil nasıl bir araya getirilebilir? Böyle bir otomobilin organları, düşük güç harcayan, az sayıda kurala göre işleyen tek çipli aygıtlar olurdu. Direksiyon çubuğu, tekerleklerle fiziksel olarak bağlı olmaz, her bir tekerlek ötekilerden ba-



ğımsız çalışır ve her birinin, dönüş, fren yapma ve süspansiyon özellikleri için kendi yazılım öğeleri olurdu. Bu öğeleri birbirine bağlayan sinir sistemi otomatik, ve vites, manivelalar ve hidrolikler

yerine sarmal bobinler ve servolarla tümüyle elektrikli ve kablosuz olurdu. Otomobilin derisinin altına, bir tampondan ötekine algılama organları yerleştirilmiş olurdu. Bu yılın tasarımları, gerçek yaşamdaki performanslarına ilişkin verileri sürekli olarak sayısal modellere aktarır, yeni kuşak araçların tasarımları da böyle evrimleşirdi.

Tüm bunlar, otomobillerin günümüze kadar katettiği evrimsel yolla da uyum içinde. Bugün otomobiller zaten alıcılar ve işlemciler gibi aygıtlarla dolu. Onstar'ın, kablosuz bilgi servisiyle donatılmış araçları kendi aralarında bir ağ oluşturuyor. General Motors, tümüyle elektrikli, tam otomatik sürüş kontrollü otomobiller tasarlıyor. Otomobil pazarı, kararlarını kendi kendine veren otomobiller için henüz hazır olmayabilir; ancak, karmaşıklık kuramının günlük yaşama uyarlanması üzerinde çalışan birçok uzman, plastik ve çelik yük hayvanlarının on yıldan da kısa bir süre içinde piyasaya çıkabileceği kanısındalar.

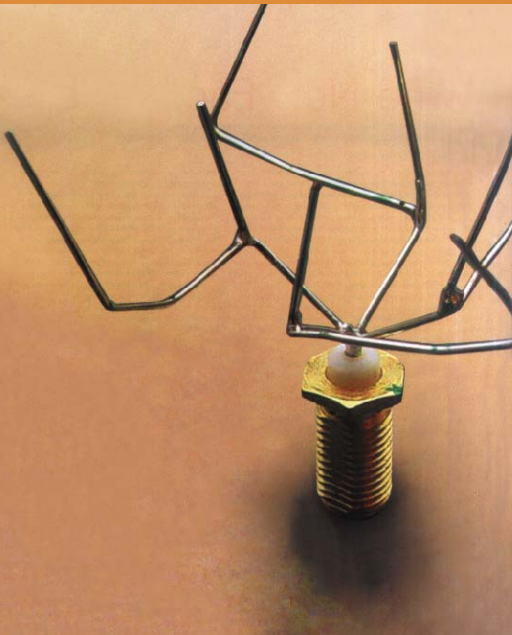
DARWİN'İN ANTEN TASARIMI

Ne kadar yüksekten uçarlarsa uçsunlar, hiçbir mühendislik ekibi, görünümü geyik boynuzuna benzeyen bir anten tasarımı düşleyemez diye düşünebilirsiniz. Ancak NASA'nın Ames Araştırma Merkezi'nden bir grup araştırmacının başarısının sırrı, işte bu tasarımda gizli; üstelik bu başanda Darwin'in de katkısı var.

NASA'nın, 2004 yılının sonlarında atmosferin magnetosfer tabakasında ölçümler yapmaya başlayacak olan “Uzay Teknolojisi-5” adlı nanouyduları için yeni bir anten tasarımına gereksinim duyuluyor. Bu antenin, uzay aracının yönü ve konumu ne olursa olsun, çok geniş bir frekans aralığındaki sinyalleri alabilmesi gerekiyor. Araştırmacılar, bu işi insan eli-

ne bırakmayıp, genetik algoritmalar ve Linux işletim sistemiyle çalışan 32 bilgisayarıyla bir tasarım yaratmaya karar vermişler. Bilgisayarlar, küçük anten yapım yazılımları (genotipler) oluşturmuş, ve tasarımları (fenotipler) oluşturmak için uygulamaya başlamış. Ortaya çıkan tasarımlar, bir anten simülatörüyle değerlendirilmiş. Sonunda, yukarıda görülen anten tasarımında karar kılınmış.

Böyle bir anteni hiçbir ders kitabında, hiçbir tasarım rehberinde ya da araştırma yazısında bulamazsınız. Ancak, yeniliklerle dolu yapısı, bir dizi gerekliliği karşılıyor. Başarılı olunursa, bu, evrimini laboratuvarında tamamlamış ilk anten ve uzayda uçan evrimleşmiş ilk “hardware” olacak.



“KÜME-ROBOT”LAR GELİYOR

Karıncalar da, karmaşık sonuçlar başarmak üzere programlanan basit aygıtlar için mükemmel bir model oluşturuyorlar. Karınca davranışlarının bilgisayar modellerindeki karşılığı, “karınca algoritmaları”. Karınca algoritmaları, karınca davranışları model alınarak oluşturulmuş, birbirinden bağımsız olarak programlanabilecek çok sayıda yazılım ögesini tanımlamak için kullanılıyor. Bunlardan, iş ortamlarında ortaya çıkan sorunları çözmede yararlanılacak.

Karıncaların yiyecek arayışını ele alalım. Bir karınca, bir yiyecek kaynağı bulduğunda, yuvaya dönüş yolunda bir tür koku izi bırakır. Öteki karıncalar bu kokuyu izleyerek yiyecek kaynağına ulaşır, yuvaya dönerken onlar da kendi izlerini bırakırlar. Bu, daha çok karıncanın o yiyecek kaynağına çekilmesini sağlar. Yuvaya yakın yiyecek kaynaklarına giden kısa yollarda trafik daha kalabalıktır. Bu nedenle, koku izleri de bu yollarda daha yoğundur. Az kullanılan yollardaki izlerse zamanla silinir.

Yapay zekâ araştırmacıları, karıncaların işte bu yol bulma yeteneklerinden esinlenmişler. Neden olmasın? “Sayısal koku izleri” bırakan karınca simülasyonlarının oluşturduğu koloniler de, iletişim ağları aracılığıyla, kent sokaklarında dağıtım yapan kamyonların ya da veri paketlerinin yerine ulaşması için en iyi yolları bulabilirler. Daha genel olarak, karınca algoritmaları, dağıtım ve lojistik hizmetlerindeki çok çeşitli sorunlara, en az masraf gerektiren çözümleri bulabilir.

Unilever firması, karınca algoritmalarını, depolama tankları, kimyasal karıştırıcılar ve paketleme tesisleri için uygun yerleri belirlemede kullanıyor. Southwest Havayolları, kargo operasyonlarını en iyi biçimde planlayabilmek için karınca algoritmalarından yararlanıyor. İsviçre’deki AntOptima firması gibi sayısız danışmanlık şirketi de karınca algoritmalarını vazgeçilmez bir



araç olarak benimsedi.

Karınca algoritmalarının lojistik hizmetlerindeki kullanımı, aslında yalnızca bir başlangıç. Karınca algoritmaları, “küme-robot”lar olarak adlandırılan yeni bir robot sınıfını kontrol etmek için de kullanılıyor. “Küme robot”, karıncaların işbirliği yöntemlerinden esinlenerek yaratılmış algoritmalarla ortak kararlar veren basit robot topluluklarına verilen ad. Bu topluluktaki robotlardan biri, kendi başına taşıyamayacağı kadar ağır bir nesneyle karşılaşır, öteki robotlar yardıma koşuyor. Kimi, nesneyi bir ucundan kavrayarak kaldırmaya yardım ediyor; kimi de nesneyi kaldırmaya çalışanları tutarak onlara destek oluyor. Robotun tek bir adımının aşmaya yetmeyeceği bir çukuru aşabilmek

için, iki ya da daha fazlası birbirlerine tutunarak köprü oluşturabiliyorlar. Basit birimlerin bir araya gelerek oluşturduğu bir küme-robotun biçimi, içinde bulunduğu ortama ve yaptığı işe göre değişebiliyor. Bu tür aygıtların, arama kurtarma ve gezegenlerin keşfi gibi çeşitli işlerde yarar sağlayabileceği düşünülüyor.

Küme oluşturma, uyum sağlama ve kaynakları en iyi biçimde kullanma gibi beceriler sağlayan karınca algoritmaları, özellikle günlük yaşamda kullanılan aygıtların gittikçe daha akıllı olduğu bilgi çağında, dönüm noktası olabilecek bir teknoloji. Böceklerin yaşamlarını düzenleyen kurallar, yüksek teknoloji ürünü yeni karınca yuvamız için de çok uygun.

BİLGİSAYAR AĞLARINA YENİ BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ



İnsan bağışıklık sistemi de yeni teknolojiler üzerinde çalışan bazı araştırmacıların esin kaynaklarından. Bu sistem, hem tanıdığı, hem de daha önce hiç karşılaşmadığı mikropolarla savaşarak onları altedebiliyor. Saldırganların girdiği kılıkları, gelecekte onlarla daha iyi savaşabilmek için aklında tutuyor. Dahası, hastalıklardan korunmayla bedeninin performansı arasında bir denge oluşturuyor: Durumun gerçekten acil olduğuna karar kılana dek savunmasını yavaş yavaş artırıyor ve sonunda bizi yatağa düşmeye zorluyor.

ABD'deki Güney California Üniversitesi'nden bir öğrencinin, ilk bilgisayar virüsünü yaratmasının üzerinden 20 yıl geçti. Buna karşın, bilgisayar bilimcileri, bilgisayar sistemlerinin tasarımlarına biyolojik açıdan bakmaya daha yeni başladılar. Özerk (otonom) hesaplama, merkezi sinir sisteminin insan bedenindeki işlevini taklit ediyor. ABD'deki Net Integration Technologies şirketine araştırmacılar bu yaklaşımı kullanarak, kendi Linux versiyonları Nitix için bir sinir sistemi yaratmışlar. Geliştirdikleri bu yazılım, İnternet erişimi, e-posta, dosya aktarımı gibi alışılmış ağ hizmetlerinin yanı sıra, "yöneticiler" olarak adlandırılan kontrol yazılımları içeriyor. Birbirine sıkı sıkıya bağlı bu kontrol yazılımları, bir tür sayısal bağışıklık sistemi olarak düşünülebilir. Yetkisi olmadan Nitix ağına gir-

meye çalışan birinin, içeri sızmak için geçerli bir e-posta şifresini tahmin etmeye çalıştığını düşünelim. Sıradan bir sunucunun bu durumla başetme yolu, yetkisiz kişi pes edene ya da doğru şifreyi bulana kadar tahminleri reddetmek. Nitrix'teyse, kullanıcı tanımları ve şifrelerden sorumlu "yönetici", bu hataları farkederek, güvenlik yöneticisine, yetkisiz kişiye verilen yanıtları yavaşlatmasını söyler. Tıpkı hastalık yapıcı maddelerin balgamla kaplanması gibi, bu kişi de geciktirilmiş yanıtların içine hapsedilmiş olur. Şifrelerini unutan yasal kullanıcılara tekrar deneme fırsatı verirken, olası bir saldırının çabalarına da körletici etki eden bu yaklaşım, farklı şifreler deneyen kişinin engellenmesinden daha iyi bir çözüm.

Tıpkı insan bağışıklık sisteminin bakteriler, virüsler ve asalakların hepsiyle birden savaşması gibi, Nitix'in korunma sistemi de, yalnızca ortama izin-siz olarak girmeye çalışanları engellemekle kalmıyor. Diyelim ki, Windows işletimiyle çalışan bir dizüstü bilgisayara, işyeri dışındayken bir virüs bulaştı. İşyerine geri döndüğünde bilgisayar, virüsü ağ üzerinden başkalarına bulaştırmaya başlıyor. Windows'la çalışan virüsler, genellikle kötü niyetli kod içeren bir URL'ye (İnternet ontamındaki belli bir bilgi kaynağıyla ilgili tanım) bağlanılmasını isteyerek saldırırlar. Linux temelli Nitix'se, buna yatkın olma-

dığından, ekranda, "404-aradığınız sayfa bulunamadı" uyarısı çıkıyor. Windows'la çalışan öteki makineleri korumak için de sunucu, bu tür tüm hataları İnternet yöneticisine gönderiyor. Bu yazılım, kuşkuyla bir URL'yle karşılaştığında, güvenlik duvarı yöneticisine, saldırı iş istasyonunu yalıtmasını söylüyor. Bu tıpkı, bağışıklık sistemindeki Thücrelerin enfeksiyonlu dokuyu çevresinden yalıtmasına benziyor. Aynı virüs imzasının başka makinelerden de geldiğini görürse, ağdaki tüm trafiğin güvenlik duvarından geçmesi gerektiğine karar veriyor. Bu durum, ağın performansını bir ölçüde azaltsa da virüsün yayılmasını engelliyor. Özerk hesaplama yaklaşımıyla, Nitix kendi kendini az çok iyileştirebilen bir sistem durumuna getirmiş. Tıpkı kendine örnek aldığı insanın bağışıklık sistemi gibi.

Buraya kadar hep makinelerden söz ettik. Ancak, kimi uzmanlara göre, yaşam süreçleri konusundaki artan bilgi birikimimizin en önemli etkisi toplum-bilim alanında, insanların birbirleriyle etkileşim içinde birimler oluşturduğu toplumsal sistemlerde gerçekleşecek. Kazandığımız bu yeni anlayışı toplumsal alanlarda uygulamayı başardığımızımızda, yaşamın yeni bilimi, yalnızca daha iyi yaşamamıza değil, birlikte daha iyi yaşamamıza da yardım edecek.

Çeviri: Aslı Zülâl
Meyer, C. "The new facts of life". Wired, Şubat 2004