

NEDEN İNSANLARIN GENLERİ BU KADAR AZ?

Önde gelen biyologlar, 1990'ların sonlarında insan genomunun dizilimini ortaya çıkarmak için harekete geçtiklerinde, DNA'mızı oluşturan 3 milyon baz çiftinin içerdiği gen sayısını üzerinde bahse tutuştular. Çok azı gerçek sayıyı kestirebildi. On yıl öncesine kadar, geleneksel görüş, vücudumuzdaki işlevleri yerine getiren çok sayıda hücresel işlemin gerçekleşmesi için yaklaşık 100.000 gene gereksinimi olduğunu yönündeydi. Ancak projenin sonunda, genlerimizin sayısının yalnızca 25.000 civarında, yani çok küçük bir çiçekli bitki olan suteresinin (*Arabidopsis*) gen sayısı ile aynı, bir solucanınkindense (*Caenorhabditis elegans*) biraz daha fazla olduğu ortaya çıktı.

Bu büyük sürpriz, genetikçiler arasında yaygınlaşmakta olan bir gerçeği güçlendirdi: Bizim genomumuz ve diğer memelilerin genomları, sanıldığından daha fazla esnek ve karmaşıktı. Böylece, eski "bir gen / bir protein" tezi çürütülmüş oldu. Artık birçok genin birden fazla proteini yapabildiği biliniyor. Düzenleyici proteinler, RNA, DNA'nın şifre içermeyen parçaları, hatta genomun kendisindeki kimyasal ve yapısal değişimler bile genin nasıl, nerede ve ne zaman 'ifade' edileceğini belirleyebiliyorlar. Bütün bu öğelerin, genin ifade edilmesinde nasıl bir arada uyumlu çalıştıklarını ortaya çıkarmak, biyologların önünde aşılması gereken engellerden biri.

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, insan genomunun bu kadar az genle bu kadar karmaşık bir yapı oluşturabilmesinin ardında yatan nedenlerden birinin, mRNA üretimi sırasında kullanılan seçenekli kesme (alternative splicing), adlı bir mekanizma olduğu anlaşıldı. İnsan genleri hem protein yapımı için gerekli şifreleri taşıyan DNA (ekson) parçaları, hem de hiçbir şifre içermeyen DNA (intron) parçaları içeriyor. Ki-

mi genlerde eksonların farklı bileşimleri, farklı zamanlarda etkin oluyor ve her bileşim farklı bir proteinin üretimiyle sonuçlanıyor.

Uzun bir süre boyunca, seçenekli kesme sürecinin, DNA yazılımı (transkripsiyon) sırasında ender oluşan küçük bir atlamadan kaynaklandığı düşünülüyordu. Ancak araştırmacılar, bu durumun genlerimizin yarısında -kimilerine göre neredeyse tamamında- görülebildiğini ortaya çıkardılar. Bu bulgu, bu kadar az genle yüzbinlerce farklı proteinin üretiminin nasıl mümkün olduğunu açıklamaya yönünde atılmış önemli bir adım oldu. Ancak, DNA yazılım sisteminin, belirli bir zamanda, genin hangi parçasını okuyacağına nasıl karar verdiği, hâlâ gizemini koruyan bir soru.

Aynı şey, belirli zamanlarda ve yerlerde, hangi genlerin ya da gen takımlarının etkin hale geleceğini ya da etkinliğini durduracağını belirleyen mekanizmalar için de geçerli. Son araştırmalar, her genin, işlevini gerçekleştirebilmek için yüzlerce destek birime gereksinimi olduğunu gösteriyor. Bunlardan bazıları, kimyasal süreçlerle (örneğin DNA'ya asetil ya da metil grupları ekleyerek) geni etkin hale getiren ya da genin etkinliğini durduran proteinler. "Transkripsiyon faktörleri" adlı proteinlerse, genlerle daha doğrudan etkileşimde bulunuyorlar ve denetimleri altındaki gene yakın yerde bulunan bağlanma bölgelerini tutunuyorlar. Seçenekli kesmede olduğu gibi, bağlanma bölgelerinin farklı kombinasyonlarının etkin hale getirilmesi de, genin ifade edilme sürecini en iyi biçimde kontrol altında tutmayı sağlıyor; ancak araştırmacılar tüm bu düzenleyici öğelerin gerçekte nasıl işlediğini ve seçenekli kesmeyle nasıl bir arada yer alabildiklerini henüz tam olarak anlayabilmiş değiller.

Son on yıl içinde, gen ifadesinin düzenlenmesinde kromatin proteinlerinin ve RNA'nın ne kadar önemli roller oynadıklarını da anlaşıldı. Kromatin proteinleri, temelde kromozomları düzgün sarmallar halinde tutarak DNA'yı bir anlamda paketlemiş oluyorlar. Kromatin, hafifçe biçim değiştirerek, farklı genleri DNA yazılımı sistemine sokabiliyor.

Genlerde RNA'nın yönlendiriciliği de önemli. Şu anda, geni kontrol eden diğer öğelerle birlikte, çoğu 30'dan az baz çifti içeren küçük RNA molekülleri de büyüteç altında. Daha önceleri ilgilerini mRNA ve diğer büyük RNA molekülleri üzerinde yoğunlaştıran birçok araştırmacı, geçtiğimiz beş yıl içinde, bunların "mikroRNA" ve "küçük çekirdek RNA'sı" gibi daha küçük akrabalarına yönelmiş bulunuyor. Ortaya çıkan oldukça ilginç sonuçlara göreyse, karışımıza çeşitli biçimlerde çıkan bu RNA molekülleri, 'kapanma' özelliğine sahip; açıldıklarındaysa gen ifadesini etkileyebiliyorlar. Bunlar, aynı zamanda, organizmaların gelişimindeki hücre farklılaşmasında da önemli bir rol oynuyorlar; ancak işleme biçimleri tam olarak anlaşılmış değil.

Araştırmacılar, genlere ilişkin çeşitli mekanizmaları tam olarak belirleyip tanımlama yolunda büyük adımlar attılar. Genetikçiler, evrim ağacının farklı dallarında yer alan organizmaların gen haritalarını çıkararak düzenleyici bölgelerin yerini belirliyor ve seçenekli kesme gibi mekanizmaların nasıl evrildiğini kavramaya çalışıyorlar. Bu araştırmaların, söz konusu bölgelerin nasıl çalıştığını aydınlatacağı umuluyor. Fareler üzerinde yapılan -düzenleyici bölgelerin çıkarılması ya da eklenmesi, RNA üzerinde oynanabilir yapılmaması gibi- deneyler için yararlı olacak. Ancak tüm bu gelişmelere karşın, temel soru uzun süre çözülmeden kalacak gibi görünüyor: Tüm bu parçalar nasıl bir araya geliyor da bizi bütün bir organizma haline getiriyor?

Pennisi E. "Why Do Humans Have So Few Genes" Science, Temmuz 2005 Çeviri: Tuğba Can

Madde, neden karışımaddeden daha fazla?

Parçacık fizikçilerine göre, madde ve karşımadde neredeyse aynı şeyler. (Karşımadde, maddenin, onunla aynı kütleyi ve aynı özellikleri, ama ters elektrik yükü taşıyan karşılığına verilen isim.) Maddenin çok yaygın, karşımaddenin de ender oluşunu açıklamaya, olasılıkla ince ayrıntılarda yatıyor.



Proton bozunur mu?

Her şeyin Kuramı'na göre kuarklar (ki protonları oluştururlar) bir şekilde leptonlara (örneğin elektronlara) dönüşebilirler; bu nedenle bozunma halindeki bir protonu yakalamak, parçacık fiziğinde yeni yasalar ortaya koyabilir.

Kütleçekiminin doğası nedir?

Kütleçekimi, kuantum kuramıyla uyum sağlamıyor; "standart model"e oturmuyor. Kütleçekimini mümkün kılan par-



çacık şu ana kadar bulunabilmiş değil. Newton'un elması, karmaşık bir sorunun kaynağı olarak yerini koruyor.

Neden zaman diğer boyutlardan farklı?

Zamanın, öteki üç uzamsal boyut gibi bir boyut olduğu ve zamanla uzay arasında oldukça sıkı bir ilişki bulunduğunu anlamak, biliminsanlarının bin yıllarını aldı. Görelilik kuramıyla ilgili denklemler anlamlı olsa da, neden "şimdi"ye ilişkin bir algımız olduğu ya da neden zamanın bu şekilde akıp gittiği sorularını açıklamada yetersiz kalıyorlar.

GENETİK FARKLILIKLAR VE BİREYSEL SAĞLIK BİRBİRİYLE NE KADAR İLİŞKİLİ?

Doktorlar, anestezi sırasında süksinil kolin alan kimi hastaların normal biçimde uyanırken, kimilerinin de geçici felç ve solunum sorunları yaşamasının nedenlerini kırk yıl önce anladılar: Kimi hastalar, ilacın yavaş metabolize edilmesini (enzimler aracılığıyla parçalanmasını) sağlayan kalıtsal bir özellik taşıyorlardı. Sonra, biliminsanları yavaş işleyen süksinil kolin metabolizmasının izini sürerek belirli bir genin varyantına (farklı bir tipine) ulaştılar. Yaklaşık 3500 insandan biri bu gen varyantını taşıyor, bu da o kişiyi ilacın ciddi yan etkisi bakımından yüksek risk altında bırakıyor.

Süksinil kolin bilmecesinin çözülmesi, vücudun ilaca tepkisiyle genetik farklılık arasında kurulan ilk bağlantılar arasındaydı. Bundan sonra ilaç metabolizmasındaki küçük, ancak artan oranda görülen farklılıklar genetikle ilişkilendirildi; bu da neden belirli ilaçların kimi hastalara yarar sağladığını, kimilerinde etkisiz kaldığını, diğerlerinde de zehir etkisi yarattığını anlamamıza yardım etti.

Günümüzde genetik farklılığın, birçok hastalığa yakalanma riskinde de önemli rol oynadığı biliniyor. Alzheimer'dan göğüs kanserine kadar, hastalıklara yakalanmayı artıran riskler, gen varyantlarıyla ilişkilendiriliyor ve bunlar, kimi sigara tiryakilerinin neden akciğer kanserine yakalanırken kimilerinin yakalanmadığı örneğindeki gibi, nedenleri açıklamaya yardım edebilir.

Bu gelişmeler, genetik testlerle hastalık riskleri, hastalığın önlenmesi için önceden belirlenecek yollar ve tedavilerin belirlendiği bireysel tıp çağının eşliğinde, umutları biraz da aşırı biçimde artırdı. Ancak sorumlu DNA'yı (tabii gerçekten sorumluysa) bulmak ve bu bilgiyi genetik testlerle ortaya çıkarmak, sağlık bilimlerinin ulaşması gereken önemli bir hedef.

Farklı kanser tipleri, kalp krizi, lupus, depresyon gibi birçok hastalık, görünüme göre belirli kansenlerin, vücudumuza giren nikotin ya da yağlı besinlerle etkileşimi sonucu ortaya çıkı-

yor. Bu çoklu gen etkileşimleri, tek bir genden kaynaklanan hemofili ve kistik fibroz gibi hastalıklarla karşılaştırıldığında daha karmaşık ve belirsiz. Tek bir genden kaynaklanan hastalıklarda, kliniklerde kanıtlanmamış gen testlerine maruz kalmadan istatistiksel analizler, dikkatli deneyler tekrar tekrar yapılabilir. Ancak, tedavi yöntemlerini belirlemek daha az karmaşık değil. Örneğin biliminsanları geçen yıl, kan kanserine karşı kullanılan dört ilaca gösterilen dirençle ilişkili 124 farklı gen buldular.



Ancak, genler arasındaki etkileşimi belirlemek, işin başlangıç noktası. Zorluklardan biri, özellikle astım ya da kimi çocukluk çağı kanserleri gibi belirli yaşta az sayıda bireyi etkileyen, kalıtsal doğrudan ilgili olmayan ve araştırılması zor hastalıklarda bu çalışmaları tekrarlamak. Birçok klinik deneyde katılımcılardan düzenli olarak DNA örneği alınmıyor. Bu da biliminsanlarının genlerle hastalık ya da ilaca tepki arasında ilişki kurmalarını zorlaştırıyor. Bir seferde düzinelerce genin 'ifade'sinin incelenmesini sağlayan "gen mikrodizilimi" teknolojisiyle, değişken ve tutarsız sonuçlar alınmıyor. Üstelik maliyetleri de gen çalışmalarını engelliyor.

Yine de, kanser, astım, kalp hastalıkları gibi bazı hastalıklarla ilgili genetik çözümleme

çalışmaları son hızda yol almakta. Psikiyatrik hastalıklar gibi başka alanlardaysa bu hız daha düşük. Şiddetli depresyon ya da şizofreni hastalarının, hangi ilacı hangi dozda alacaklarını belirleyecek testlerden görecekları yarar çok büyük olsa da, bu hastalıklarda, astım gibilerinden farklı olarak ilaca verilecek tepkiyi biyolojik olarak belirlemek zor. Bu gerçek, doğal olarak ilaç-genetik özellikler bağlantısını ortaya koymayı da güçleştiriyor.

DNA dizilimi daha iyi anlaşılıp teknolojiler geliştikçe sağlığı etkileyen genetik desen açığa çıkacak gibi görünüyor. Genetik araçlar, hâlâ yapım aşamasında; örneğin yaygın hastalıkların arkasındaki genetik farklılıkları ortaya çıkaracak "haploid genotip haritası" kullanılabilir, bu da genetik hastalıkların araştırmasını hızlandıracak.

Sonraki aşama, klinik olarak karar vermeyi sağlamak üzere DNA testleri tasarlamak ve kullanmak olacak. Daha önce de yaşandığı gibi, böyle testleri standart uygulamalara dönüştürmek zaman alacak. Kalp krizi, akut kanser ya da astım atağı gibi acil durumlarda, böyle testler ancak hızlı sonuç alınabilirse işe yarayacak. Kapsamlı bireysel tıp, ancak ilaç şirketlerinin talepleri sonucu ortaya çıkacak, araştırma ve geliştirme alanında çok büyük yatırımlar gerektirecek. Birçok şirket, genetik farklılıkları test etmenin ilaç piyasasını kısıtlayacağı ve kârı düşüreceğinden endişeli.

Araştırmacılar, hâlâ yeni fırsatlar arıyorlar. Mayıs'ta, İzlanda'daki deCODE Genetics şirketi, ilaç devi Bayer'in deney aşamasında bıraktığı astım ilacının, belirli gen varyantları taşıyan 170'den fazla hastada, kalp krizi riskini azalttığını duyurdu. İlaç, bu genlerden biri tarafından üretilen proteini hedef alıyor. Bu bulgu, DNA dizilimi, ilaçlar ve hastalıklar yavaş yavaş çözümlendikçe sırada bekleyen birçok iyi haberin öncüsü gibi görünüyor.

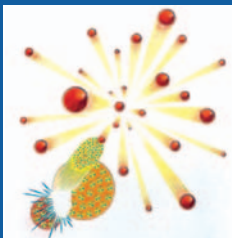
Couzin J. "To What Extent Are Genetic Variation and Personal Health Linked" Science, Temmuz 2005
Çeviri: Tuğba Can

Kuarklardan daha küçük yapıtaşları var mı?

Atomların "bölünemez" olduğu söyleniyordu. Ancak, daha sonra biliminsanları protonları, nötronları ve diğer atomaltı parçacıklarını, sonra da, bunları oluşturduğu anlaşılın kuark ve gluonları keşfettiler. Acaba bunlardan da küçük, daha temel yapıtaşları var mı?

Nötrinolar, kendilerinin karşı-parçacıkları mı?

Bununla ilgili birtakım deneyler sessiz sedasız yürütülmekte olsa da, kimse nötrinolar için yöneltilen bu temel sorunun yanıtını bilmiyor. Bu



soruyu yanıtlamak, evrendeki maddenin kökenini anlamak bakımından, çok önemli bir adım olacak.

Etkileşim halindeki bütün elektron sistemlerini açıklayan birleşik bir kuram var mı?

Yüksek sıcaklık süperiletkenleri ve devasa manyetodirençli malzemelerin hepsinde elektronların birbirinden bağımsız değil, toplu ve uyumlu hareketleri söz konusu. Ancak şu anda bunu anlamıza yarayacak ortak bir yapı yok.

Araştırmacıların üretebildiği en güçlü lazer hangisi?

Kuramcılar, yeterince güçlü bir lazer alanının, fotonları elektron-pozitron çiftlerine parçalayabileceğini söylüyor. İlaç, bu genlerden biri tarafından üretilen proteini hedef alıyor. Bu bulgu, DNA dizilimi, ilaçlar ve hastalıklar yavaş yavaş çözümlendikçe sırada bekleyen birçok iyi haberin öncüsü gibi görünüyor.



İNSAN ÖMRÜ NE KADAR UZATILABİLİR?

Jeanne Calment, 1997 yılında Fransa'nın güneyindeki bir huzurevinde yaşama veda ettiği, 122 yaşında ve belgelenmiş en uzun ömürlü insan konumundaydı. Ancak Calment'in hiç de olağan sayılamayacak olan bu konumu, bazı biyolog ve nüfusbilimcilerin tahminlerinin doğru çıkması durumunda, birkaç on yıl içinde parlıtısını yitireceğe benzer. İnsanlarda ömür uzunluğuna ilişkin eğilimlerden çıkarılan sonuçların, mayadan fareye birçok türde ortalama yaşam süresinin uzatılması gerçeğiyle birleşmesi, bir grup bilimciyi ortalama insan ömrünün de 100-110 yıl civarında seyredeceği konusunda ikna etmeye yetmiş durumda. (Günümüzde sanayileşmiş ülkelerde 100 yaş veya üstünde olanların oranı 10 binde 1 kadar.) Diğerleri ise bu kadar iyimser değil. Onlara göre de, başka türlerde bu açıdan varolan esneklik bizde olmayabilir. Bunun da ötesinde, ömür uzatmaya yönelik denemeleri insanlar üzerinde yürütmek, hem uygulama hem etik açılarından bakıldığında neredeyse olanaksız görünüyor.

Bundan yalnızca 20-30 yıl kadar önce, yaşlanma konusunu kapsayan araştırmalar oldukça durağan bir alan oluşturuyordu. Ancak moleküler biyologlar, yaşam süresini uzatmak için yollar aramaya başladıktan sonra, bu sürenin oldukça değişken olabileceğini gördüler. Sözgelimi, insülin almamacı benzer bir almanın etkinliğini düşürmek, bazı solucanların ömrünü ikiye katlayarak onlar için inanılmaz bir değere, 6 haftaya çıkarıyordu. Aldıkları besin miktarı büyük ölçüde düşürülen, ancak yine de besleyici niteliği yüksek yiyecekler verilen bir fare türününse normalden % 50 kadar daha fazla yaşadığı ortaya çıktı.

Tabii bu etkilerin bir kısmı türe özgü olabilir; bir solucanın, yaşamı için kritik önem taşıyan ve kış uykusunu andıran bir duruma geçebiliyor olması gibi. Ayrıca, solucanlar ve meyvesinekleri gibi, yaşlanmanın en sıklıkla gecik-

tirilebildiği türler, yaşam süresine ilişkin uygulamalara en çok yanıt veren türler olabilir.

Bu konudaki başarılı yaşlaşımlarsa, birkaç kilit alana odaklanmaya başlamış durumda: kalori alımının kısıtlanması, bir protein olan "insüline benzer büyüme faktörü-1" (IGF-1) düzeyinin düşürülmesi ve vücut dokularında oksidasyona bağlı olarak oluşabilecek hasarların önlenmesi. Bu üç etkenin birbirlerine bağlı olabileceği düşüncesi henüz kesin bir şekilde doğrulanmış değil. (Ancak bilinen bir gerçek, kalori kısıtlamasına tabi hayvanların IGF-1 düzeylerinin de düşük olduğu.)



Bu stratejilere yönelmek insanların daha uzun yaşamasına yardımcı olabilir mi? Ve olup olamayacağına nasıl karar vereceğiz? Kanser ya da kalp hastalıklarının tedavisi için öne sürülen ilaçlardan farklı olarak, yaşlanmaya karşı uygulanacak yöntemlerin yararları sorgulanmaya daha açık. Bu da çalışmalarını planlama ve yorumlamayı daha zor kılıyor.

En basitinden güvenilirlik kesin değil. Kalori kısıtlamasının laboratuvar hayvanlarında doğurganlık düzeyini düşürdüğü, ayrıca daha uzun yaşamaları sağlanmış 'laboratuvar sineklerinin' doğal ortamda yaşayan soydaşlarıyla rekabet edemedikleri saptanmış. Dahası, özellikle de yaşlanma düzeyleri asgari

olduğu için çalışma sonuçlarından en çok yarar görmesi beklenen genç gönüllülerden alınan verileri toplamak öylesine uzun zaman alacak ki, sonuçlar nihayet biraraya geldiğinde, çalışmayı başlatanlar çoktan ölüp gitmiş olacak!

Uzun yaşama becerilerini belki de atalarından almış olan 100 yaş ve üzerindeki kimseleri kapsayan genetik çalışmalaraysa, olası yeni bakış açılarının bir kaynağı gözüyle bakılıyor. Birçok biliminsanı, ortalama insan ömrünün doğal bir üst sınırı olduğuna inanmakla birlikte bu sınırın 85 mi, 100 mü, 150 mi olduğu konusunda fikir birliği içinde değiller.

En önemli ve yanıtlanması en güç sorulardan biriyse, tüm bu yaşlanma yavaşlatma, ömür uzatma çalışmalarının ana hedefinin ne olduğu. Biliminsanları ister istemez yaşamı, en yıpranmış döneminde uzatmak yerine, yaşlanmayı yavaşlatacak ve yaşlılığa bağlı hastalıkları dışlayacak yöntemleri yeğliyorlar. Ancak yaşlanma sürecini yavaşlatmanın bile tahmin edilemeyecek kadar derin toplumsal etkileri olabilir.

Sonra, adalet sorunu da var. Yaşlanma önleyici yöntem ve tedaviler ulaşılabilecek hale gelirse, ne ölçüde pahalı olacaklar? Bunlardan kimler yararlanabilecek? Maddi güçleri kendi yaşamlarını uzatmaya uygun bireyler olsa da aynı şeyi bunca popülasyon için söylemek fazla iddialı olsa gerek. Gerçi, nüfusbilimciler ortalama yaşam süresinin, onyıllardır olduğu gibi tırmanmaya devam edeceğine inanıyorlar. Eğer bu gerçekleşirse, yaşam süresindeki artışın çoğu, kalp hastalıkları ve kanserin önlenmesi gibi gerçekleşmesi daha mümkün stratejilerle sağlanabilir. Bununla, uzun bir yaşamın sonunu da daha dayanılabilir, daha kolay hale getireceği kesin.

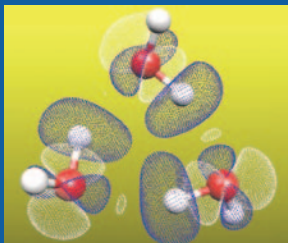
Couzin, J. "How Much Can Human Life Be Extended" Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Zeynep Tozar

Yüksek atom numarasına sahip kararlı elementler var mı?

184 nötron ve 114 protonlu bir süperağır element, görece kararlı olsa gerek. Tabii fizikçiler onu elde edebilirlerse.

Suyun yapısı nedir?

Araştırmacılar, her bir H₂O molekülünün, en yakındaki komşularıyla kaç bağ yaptığı konusunda birbirleriyle tartışmaya devam etmekte.

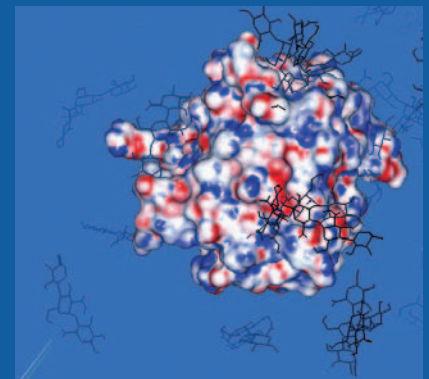


Camsı yapıların özelliği nedir?

Camdaki moleküller, sıvıdakilere benzer şekilde düzenlenmiş olmakla birlikte, daha sıkı paketlenmiş durumdadırlar. Sıvının bitip camın başladığı yer neresi?

'Anlamlı' kimyasal sentezin bir sınırı var mı?

Sentetik moleküller büyüdükçe, bunların biçimlerini denetlemek ve işe yarayacak sayıda kopya elde etmek de o kadar güçleşir. Yaratılarının büyüyüp durmasını engellemek için, kimyacıların yeni araçlara gereksinimleri olacak.



ORGAN YENİLENMESİNİ KONTROL EDEN ŞEY NE?

Otomobillerden farklı olarak insanlar yaşamlarının büyük kısmını kendi orijinal parçalarıyla geçirmeyi başarırlar. Elbette organlar da bazen iflas eder, ancak en azından şimdilik motor tamiri ya da yeni bir su pompası için bir makine ustasına gidemiyoruz. Tıp dünyası, geçtiğimiz yüzyıllarda insan yaşamını kısaltan enfeksiyon gibi akut (kısa dönemli) tehditlerin pek çoğunu geri püskürttü. Şimdiyse, sanayileşmiş ülkelerdeki en önemli sağlık sorunlarını, kronik hastalıklar ve bozulan organlar oluşturuyor. Ve nüfus yaşlandıkça bunun önemi daha da artacak. Organ ve dokuları yeniden inşa eden rejeneratif tıp, belki de 20. yüzyılın antibiyotiklerinin 21. yüzyıldaki karşılığı olacak. Bunun olabilmesi için araştırmacıların önce yenilenmeyi kontrol eden sinyalleri anlamaları gerekiyor.

Araştırmacılar yüzyıllar boyunca, vücudumuzdaki uzuvların kendilerini nasıl yenilediğini çözmeye çalıştılar. Örneğin, 1700'lerin ortalarında İsviçreli araştırmacı Abraham Trembley, tatlı suda yaşayan ve vücutları tüp şeklinde canlılar olan hidraların, parçalara doğrandıklarından yeniden bütün birer organizma haline gelebildiklerinden söz etmiş. Dönemin diğer biliminsanları, semenderlerin, kopan kuyruklarının yerine yenisini geliştirebilme yeteneklerini incelemişler. Bir yüzyıl sonra, Thomas Hunt Morgan, 279 parçaya bölündüğünde bile kendisini yenileyebilen bir yassı solucanlar olan planaryayı incelemiştir. Ancak yenilenmenin, kontrol edilmesi zor bir sorun olduğu kararına varmış ve planaryaları bir yana bırakarak meyvesineklerine yönelmiş.

Daha sonra biyolojide Morgan'ın izinde ilerlenerek, genetik ve embriyonik gelişmeleri çalışmak için uygun olan hayvanlar üzerine odaklanılmış. Ancak bazı araştırmacılar yenilenmenin yıldızlarıyla çalışma konusunda ısrarcı davranarak, bu organizmaların genetiğinin üstesinden gelmek için yeni stratejiler geliştirmişler. Şimdilerdeyse bu çabaların yanı sıra, kendini yenileme örneği olarak üzerinde çalışılan bazı yeni hayvanlar (zebra balıkları ve bazı fare soyları gibi), yenilenmeyi yönlendiren ve önleyen güçleri ortaya çıkarmaya başlamış durumda.

Hayvanlar, organlarını yenilemek için üç ana strateji kullanıyorlar. İlkinde, semenderlerin kalplerinde olduğu gibi, normalde bölünmeyen ve işler durumdaki organ hücreleri çoğalarak, kaybolan dokuyu yeniden oluşturmak üzere gelişebiliyorlar. İkinci stratejide, özelleşmiş hücreler kendi temel işlevlerini yapmak yerine önce, özelleşme süreçlerini geriye çevirerek almış oldukları 'eğitimi' sıfırlıyor, sonra da kaybolan kısmı yeniden oluşturmak üzere yeniden özelleşiyorlar. Semenderler bu stratejiyle kopmuş kol, bacak gibi uzuvlarını iyileştirip yeniden oluşturuyorlar. Zebra balıkları da yüzgeçlerini yenilemede bu yolu kullanıyorlar. Üçüncü stratejideyse, kök hücre havuzları işin içine giriyor ve gerekli onarım ve yenilemeleri yerine getiriyor.



İnsanlar da bu mekanizmalardan belli bir dereceye kadar yararlanmaktalar. Örneğin karaciğerin bir bölümünün ameliyatla alınmasından sonra geride kalan karaciğer hücreleri, organın eski özgün ölçülerine gelmesi için büyüme ve bölünme mesajları almaya başlıyor. Araştırmacılar, uygun bir biçimde 'ikna' edildiklerinde, bazı özelleşmiş insan hücrelerinin, henüz olgunlaşmamış bir evreye dönüş yapabildiklerini keşfetmişler. Kök hücreler de kan, deri ve kemiklerimizi yenilemeye yardımcı oluyorlar. Öyleyse neden kalplerimiz yara dokularıyla dolu, göz merceğlerimiz neden bulutlanıyor ve neden beyinlerimiz ölüyor?

Semender ve planarya gibi hayvanlar, embriyonik gelişim sırasında vücut yapısının şekillenmesini yönlendiren genetik mekanizmayı yeniden harekete geçirerek dokuları yeni-

den oluşturuyorlar. Biz de embriyo döneminde uzuvlarımızı şekillendirmek için benzer yolları kullanıyoruz; ancak olasılıkla yenilenme için gerekli olan hücre bölünmesi kanser riskini yükselttiğinden, evrim süreci, bu yeteneğimizi yetişkinlik döneminde uygulama özgürlüğünü elimizden almış olabilir. Bunun yerine adımları hızlandırmak daha fazla yara dokusu anlamına gelse de, enfeksiyonları geri püskürtmek için yaraları hızla iyileştirme yeteneğini geliştirmiş olabiliriz. Semenderler gibi canlılar hem yaralarını iyileştirebiliyorlar hem de yepyeni dokular oluşturabiliyorlar. Fibrotik doku oluşumunun önlenmesi, yenilenbilme ve yenilenememe arasındaki fark anlamına gelebilir: Fare sinirlerine, yara oluşumu önenecek şekilde deneysel olarak hasar verildiğinde, sinir canla başla kendini yenileyip uzatabiliyor; ancak yara oluşursa sinirler kuruyup gidiyor.

Yenilenmenin gizlerinin çözülmesi, yaraları iyileştirme sürecimizi, kendilerini yenileyebilen hayvanlarınkinden ayıran şeyin ne olduğunu anlamamıza bağlı. Bu, ince bir fark olsa gerek. Araştırmacılar, bir fare soyunun üyelerinin, birkaç hafta içinde kulak deliklerini kapayabildiklerini belirlemişler. Bu, tipik türlerin asla yapamadığı bir şey. Bu etkinin temelini, görece makul sayıda genetik değişikliklerin oluşturduğu düşünüyor. Belki, yalnızca bir avuç genimizde değişiklikler yapmak, bizleri de kendi kendimizi iyileştirebilir, yenileyebilir duruma getirmeye yeterli olacak. Ancak biliminsanları, insanlarda bu süreci başlatmakta başarılı olurlarsa, yeni sorular ortaya çıkacak: Yenileme yeteneğine sahip hücrelerin çıktığından çıkıp canları istediği gibi etkinlik göstermesini engelleyen şey ne? Yenilenen bölgelerin doğru boyutlarda, doğru biçimde ve doğru konumda olmalarını sağlayan denetim mekanizması ne? Araştırmacılar bu bilmeceleri çözebilirlerse, belki bir gün yalnızca arabalarımız için değil, kendimiz için de yedek parça siparişi verebilir duruma geleceğiz.

Davenport R.J., "What Controls Organ Regeneration", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Meltem Yenal Coşkun



Fotovoltaik pillerin ulaşabildiği en büyük verimlilik nedir?

Geleneksel güneş pilleri, güneş ışığındaki enerjinin en fazla %32'sini elektriğe çevirebiliyor. Acaba araştırmacılar bu sınırı aşabilecekler mi?

Füzyon, her zaman "geleceğin enerji kaynağı" olarak mı kalacak?

Füzyon enerjisinden bir enerji kaynağı olarak yararlanmamıza, yaklaşık son 50 yıldır "yalnızca 35 yıl kaldı"(!) Ve öyle görünüyor ki, uluslararası bir zeminde işbirliği yapılmadığı sürece en az birkaç on yıl daha "yalnızca 35 yıl kalmaya" devam edecek!

Güneş'in manyetik döngüsü, gücünü nereden alıyor?

Güneş'in yaklaşık her 22 yılda bir tamamlanan "güneş lekeli döngüsü"nü, Güneş'in farklı bölümlerindeki farklı dönüş hızlarından kaynak-

landığı düşünüyor. Tek sorun, bu işleyişin bilgisayar benzetimlerinde (simülasyon) bir türlü gerçekleştirilememiş olması. Ya bir ayrıntıda sorun var, ya da herşeye sıfırdan başlamak gerekecek.

Gezegenler nasıl oluşur?

Toz ve buz parçaları gaz kümelerinin, Güneş onları yutup yok etmeden nasıl olup da biraraya gelerek gezegenleri oluşturdukları hâlâ tüm açıklığıyla bilinmiyor. İpuçları, büyük olasılıkla başka yıldızların çevrelerindeki gezegen sistemlerinden gelecek.



DERİ HÜCRESİ SİNİR HÜCRESİ HALİNE NASIL GELEBİLİR?

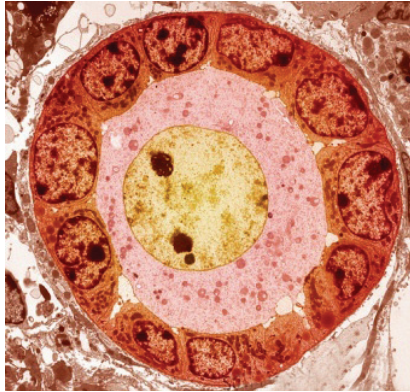
Tıpkı metalleri altına çevirecek bir iksir arayışındaki ortaçağ simyacıları gibi, biyolojinin modern simyacıları da, normal deri hücrelerini kök hücrelerine dönüştürmek, hatta tümüyle bir canlı oluşturmak için yumurta hücresi öncülü olan "oosit"leri nasıl kullanacaklarını öğrendiler. Biliminsanları artık sığır, kedi, fare, koyun, keçi ve domuz gibi hayvanlar elde etmek amacıyla neredeyse rutin bir biçimde çekirdek transferleri yapıyorlar. Hatta, Mayıs ayında Koreli bir ekibin açıklamasına göre, insan embriyonik kök hücrelerinin bile transferi yapılmakta. Amaçları, bir adım daha ileri gitmek ve daha önce tedavi edilemeyen hastalıklar için, kök hücreler yoluyla tedavi yolları geliştirmek. Ancak, ortaçağ simyacıları gibi, bugünün klonlama ve kök hücre biyologları da, tümüyle anlayamadıkları süreçlerle uğraşıyorlar. Çünkü, çekirdeği yeniden programlamak için oositin içinde gerçekte neler olduğu hâlâ bir sır ve biliminsanlarının, hücrelerin farklılaşmasını, tıpkı doğanın gelişim programının döllenmiş yumurtadan her seferinde canlı bir bebek oluşturacak biçimde çeşitli hücreler oluşturması gibi rahatça yönetebilmeleri için, öğrenecekleri çok şey var.

Araştırmacılar, yarım yüzyıldır oositin yeniden programlama yeteneklerini araştırıyorlar. 1957'de gelişim biyologları ilk olarak yetişkin kurbağa hücrelerinin çekirdeğini kurbağa yumurtalarının içine yerleştirebileceklerini ve genetik olarak tümüyle aynı olan düzinelerce iribaş (kurbağa yavrusu) oluşturabileceklerini keşfettiler. Ancak 50 yıl geçmesine karşın oositlerin hâlâ anlayamadığımız sırları var.

Yanıtlar, hücre biyolojisinin derinlerinde yer alıyor. Biliminsanları, gelişmeyi kontrol eden ve erişkin hücrelerde genelde kapalı olan genlerin, her nasılsa, oositçe tekrar açıldığını ve böylece hücrenin yeni döllenmiş bir yumurtanın potansiyeline sahip olduğunu biliyorlar. Ancak bu açma-kapama mekanizmasının normal hücrelerdeki işleyişine ilişkin bilgileri daha az; özellikle de çe-

kirdek aktarımı sırasında meydana gelen bu olağandışı tersine çevirmeye ilişkin bilgileri.

Hücreler farklılaştığında, DNA'ları daha sıkı paketleniyor ve artık gerekli olmayan ya da ifade edilmemesi gereken genler engelleniyor. DNA, histon adı verilen proteinlerin etrafına sıkıca sarınıyor ve genler daha sonra, hücredeki protein üreten mekanizmaların onlara ulaşmasını engelleyen metil gruplarıyla işaretleniyor. Pek çok çalışma, bu metil gruplarını uzaklaştıran enzimlerin, çekirdek transferinin başarıya ulaşmasında kritik öneme sahip olduğunu göstermiş; Ancak, genksinin duyulan tek şey değil.



Biliminsanları oositin sırlarını çözebilirlerse, oositlerin kendini kullanmadan onların becerilerini kopyalamak olası hale gelebilecek. Böylece, bilim camiası hem oositlerin elde edilmesinin zorluğundan kaynaklanan, hem de kullanımlarının doğurduğu etik sorunlardan kurtulmuş olacak. Bu başarılabirli uygulamalar da çok geniş olacak elbette. Laboratuvarlar, hastalardan alınan hücreleri gençleştirilecek, belki daha sonra bunları ileri yaş ya da hastalık nedeniyle yıprananları onarmak üzere, yeni dokular haline dönüştürebilecekler.

Ancak, biliminsanları böylesi hücresiz bir simyayı yaratabileceklerinden hiç de emin değiller. Çünkü, yumurtanın kendisi, hücre

bölünmesi sırasında kromozomlara rehberlik eden protein yapısıyla, gerekli genleri açmada anahtar bir rol oynuyor olabilir. Bu durumda, bir hücrenin saatini geri döndürebilecek bir protein iksiri geliştirmek, yine kolay erişilemeyecek bir nokta.

Oositin gücünü gerçekten kullanmak için, araştırmacıların kök hücrelerinin gelişimini yönetmeyi ve onları belirli dokuları oluşturmak üzere yönlendirmeyi öğrenmeleri gerekiyor. Kök hücreler, özellikle de embriyonik olanları, kendiliğinden düzinelerce hücre tipi oluştururlar; ancak, bu gelişmeyi yalnızca bir hücre tipi üretmek amacıyla kontrol altında tutmak zordur. Bazı araştırmacılar, embriyonik kök hücrelerden, sinir hücrelerinin bazı türlerinin neredeyse saf kolonilerini üretmeyi başarmış olsalar da, hiç kimse, sözcüğü Parkinson hastalığında azalan dopamin üretici sinir hücrelerinin yerini alabilecek bir hücre reçetesi hazırlayabilmiş değil.

İşaretlerin, bir hücreyi kendi nihai kadere yönlendirmek üzere birbirlerini nasıl etkilediği, yeni yeni anlaşılakta. Gelişimsel biyolojideki onlarca yıllık çalışmaları başlangıç noktası sağlamış durumda: Biyologlar, gelişmekte olan bir hücrenin kemik ya da kas hücresine dönüşürkeni kararlılığını kontrol eden temel genlerin bazılarını belirlemek için mutasyona uğramış kurbağalar, sinekler, fareler, civcivler ve balıklar kullandılar. Ancak, bir genin yokluğunda neyin yanlış gittiğini gözlemlemek, bir kültür tabağındaki farklılaşmayı düzenlemeyi öğrenmekten çok daha kolay. Kabaca 25.000 insan geninin, dokuları oluşturmak üzere hep birlikte nasıl çalıştıklarını anlamak ve olgunlaşmamış bir hücrenin gelişimine rehberlik etmeleri için doğru genleri devreye sokmak, araştırmacıları daha on yıllarca meşgul edecek.

Vogel, G., "How Can a Skin Cell Become a Nerve Cell", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Meltem Yenal Coşkun

Buzul çağlarına neden olan şey ne?

Yaklaşık her 100.000 yılda bir ortaya çıkan buzul çağlarının, gezegenimizin Güneş çevresinde aldığı yol boyunca bir şekilde geçirdiği küçük sarsıntılar, yalpalamalar, eğim değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülüyor. Ancak elimizdeki tomarlar iklim kaydı bile, bunun kesin nedenini açıklayabilmemize yeterli olamamış durumda.

Dünya'nın manyetik alanındaki tersinmelere neden olan şey ne?

Bilgisayar modelleri ve laboratuvar deneyleri, Dünya'nın manyetik kutupla-



rının nasıl tersyüz olduklarına ilişkin yeni veriler ortaya çıkarmaktalar. Ancak asıl mesele, bilgisayar benzetimlerini, manyetik alanın yeterince fazla sayıdaki özelliğiyle eşleştirip, ikna edici bir tablo ortaya çıkarmakta.

İşe yarar tahminler yapılmasına olanak sağlayacak deprem haberleri var mı?

Çok yakında gerçekleşecek bir depremle ilgili işa-

retler bulma ümidi, 1970'lerden beri giderek yavaşlıyor. Fayların dinamiğini anlamada aşama kaydetmekte olduğumuz kesince de, yakın tahminleri rutine bağlamak, şu an için bize biraz ulaşılmaz görünen devrimsel adımların atılmasına bağlı.

Güneş Sistemi'nin Dünya dışındaki bir gezegeninde yaşam var mı, ya da var mıydı?

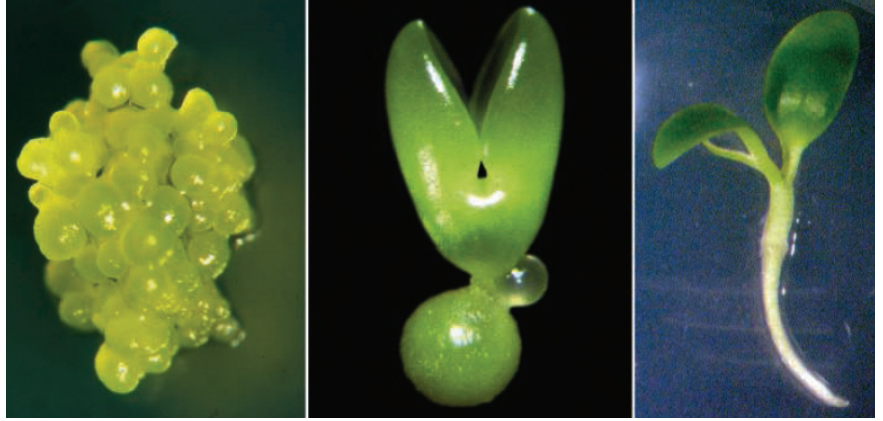
Güneş Sistemi içinde yaşamın ya da geçmiş yaşamın arayışı, şu sıralarda NASA'nın gezegensel keşif programının temel itici gücü durumunda. Bu programın odak noktası, yaşamın oluşmasına uygun olabilecek ilk dönemlerinde, bol miktarda suya sahip olduğu düşünülen Mars gezegeni.

TEK BİR BEDEN HÜCRESİ, NASIL BÜTÜN BİR BİTKİYİ OLUŞTURABİLİYOR?

Bitkiler, yaşamda kalabilmek ve nesillerini sürdürebilmek için büyük güçlüklerle karşılaşmak zorundalar. Köklerini suya doğru uzatabilmeleri ve yapraklarını güneşe doğru çevirebilmeleri gibi sınırlı hareketlerinin yanında, kendilerine eş bulabilmek ya da avcılardan korunabilmek için fazla seçenekleri yok. Bunu telafi edebilmek için, değişik hasar tamir mekanizmaları ve sperm ile yumurta birleşmesiz üremelerini sağlayacak stratejiler geliştirmiş durumdalar. Bazı bitkiler, kök-gövde ya da yumruklarından çıkan filizler yardımıyla üreyebilirlerken, bazıları daha kökten çözüm yolları üretmişler. Turunçgiller ailesinin üyesi olan ağaçların büyük bir kısmında, döllenenmiş eşey hücrelerinin çevresini saran dokulardan embriyo gelişimi görülüyor. Bu, hayvanlar alemi üyelerinin hiçbirinin asla başaramayacağı bir şey. Bir ev bitkisi olan Bryophyllum, yapraklarının kenarlarından embriyo sürgünleri verebiliyor.

Biliminsanları, yaklaşık 50 yıl önce, havuç hücrelerini benzer bir embriyo gelişimi konusunda "ikna edebileceklerini" gördüler. O zamandan bu yana, kahve, manolya, gül ve mango gibi çok sayıda bitkinin çoğaltılmasında, sözkonusu embriyo geliştirme tekniği kullanıldı. Bir Kanada firması, birkaç ormanın tamamına, yaşamlarına doku kültürlerinde başlayan köknar ağaçları dikti. Ancak, tıpkı hayvanları klonlamakla ilgilenen araştırmacılar gibi, sözkonusu botanikçiler de bu sürecin nasıl kontrol edildiğini tam olarak anlayabilmiş değiller. Cevabın bulunması, gelişim sürecinde hücrelerin kaderlerinin nasıl belirlendiği ve bitkilerin nasıl olup da esnekliklerini yitirmediği konularını aydınlatacak.

Biliminsanları henüz hangi hücrelerin embriyogenez (embriyo oluşturacak şekilde gelişim gösterebilme) yeteneğine sahip oldukları konusunda yeterli bilgiye sahip değiller. Geçmiş çalışmaların tüm bitki hücrelerinin eşit miktarda esnekliğe sahip olduğunu kabul etmesine karşın, yakın zamana ait bulgular yalnızca belirli hücre tiplerinin embriyolara dönüşebilme yeteneğine sahip olduğunu gösteriyor. Ancak, bu



hücrelerin değişime geçişten hemen önce nasıl göründükleri bilinmiyor. Araştırmacılar, bu görünüşleri tespit edebilmek için yaptıkları çalışmalardan başarılı sonuçlar alamadılar. Embriyoların gelişmekte olduğu kültürlerin video kayıtlarında bile, filizlenmek üzere olan hücrelerde herhangi bir görsel ipucu bulamadılar. Belirli gen ifadesi seyirlerine ilişkin boyama denemeleri de sonuçsuz kaldı.

Aslında biliminsanlarının elinde, bu süreçte hangi moleküllerin rol oynuyor olabileceğine ilişkin ipuçları mevcut. Örneğin, oksinler olarak bilinen bitkisel hormonların yapay bir görevdeşi olan 2,4-diklorofenoksiasetik asit adlı bitki öldürücü ilacı, kültüre alınmış bitki hücrelerinin uzamasına, hücre duvarı sentezine ve yeni embriyolar oluşmak üzere bölünmeye başlamalarına neden olduğu biliniyor. Bitki bünyesinde çok çeşitli görevleri olan oksinlerin de, vücut hücrelerinden embriyo gelişimi süreci üzerinde



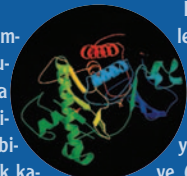
etkili olabileceği düşünülüyor. En azından Bryophyllum bitkisinde yaprakların kenarlarından çıkan embriyolar, büyük olasılıkla, yaprak uçlarında yüksek miktarda bulunan oksin hormonlarının etkisi altındalar. Yakın zamanda yapılan çalışmalar ayrıca, Arabidopsis bitkisinde bulunan bazı genlerin normalden daha düşük ya da daha yüksek oranlarda ifadesinin, normal görünümülü yaprak hücrelerinde embriyogenez uyarabildiğini ortaya koydu.

Eşey hücrelerinden bağımsız embriyo gelişiminin gizeminin çözülebilmesi, bitkilerin büyümeyi kontrol altında tutarken bir yandan da gelişim kurallarına karşı esnek kalabilmelerini sağlayan hücre salterleri konusunda biliminsanlarına çok değerli bilgiler verebilir. Gelişim biyologları, bu mekanizmaların bitkilerde ve hayvanlarda ne şekilde değişiklik gösterdiğini öğrenebilmek için can atıyorlar. Bu mekanizmaların aydınlığa kavuşması ayrıca, ekonomik açıdan önem taşıyan bitkilerin, laboratuvar koşulları altında yeni tiplerinin de geliştirilebilmesini sağlayacağı için, büyük olasılıkla üreticileri ve tüketicileri de son derece mutlu edecek.

Vogel, G. "How Does a Single Somatic Cell Become a Whole Plant", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Deniz Candaş

Doğada belli moleküllerin hep aynı kimyasal simetriye sahip olmasının kökeni neye dayanıyor?

Moleküllerin bileşiminde yer alan atomlar, belirli karbon atomlarının etrafında bulunma düzlemlerine göre, moleküllere sağa ya da sola yönelimli kimyasal simetri özelliği kazandırıyorlar. Doğada bulunan çoğu biyomolekül, birbirinin ayna görüntüsü olarak kabul edilebilecek her iki simetriye de sahip olacak şekilde sentezlenebiliyor. Ancak, canlıların bünyesinde yer alan aminoasitler sol yönelimli, şeker molekülleri de sağ yönelimli olarak sentezleniyor. Bu tercihin kökeniyse, hâlâ bir sır.



Proteinlerin nasıl katlanacaklarını tahmin edebilmek olası mı?

Protein moleküllerinin biyolojik etkinlikleri, düz zincirli hallerinin belirli şekillerde katlanması sonucu belirleniyor. Bir protein molekülünün katlanabilmesi için neredeyse sonsuz sayıda olasılık bulunuyor. Ancak, proteinler onlarca mikrosaniye (mikrosaniye : saniyenin milyonda biri) kadar kısa bir süre içinde bu kombinasyonlardan hangisi seçeceklerine karar verebiliyorlar. Aynı işi bir bilgisayarın yapabileceği süreyse, 30 yıl.

İnsan vücudunda kaç protein bulunuyor?

Genlerimizi saymak zaten yeterince zor ve

uzun bir süreç oldu. Bu genlerden sentezlenen proteinlerin farklı biçimlerde belirli bölgelerinden kesilip bünyelerine yeni etkin grupları ekleyebilme yeteneklerini de düşüncecek olursak, vücudumuzda bulunan proteinlerin sayısını belirlemek şimdilik olanaksız görünüyor.

Proteinler, eşlerini nasıl buluyorlar?

Proteinlerin birbirleriyle etkileşimi, bir anlamda yaşamın merkezine oturuyor. Eş moleküllerin saniyeler içinde ve belirli konumlarla bir araya nasıl gelebildiklerini anlayabilmek için, araştırmacıların, hücrelerin biyokimyası ve yapısal düzenlenmesiyle ilgili daha çok yol almaları gerekiyor.

BİLİNCİN BİYOLOJİK TEMELİ NEDİR?

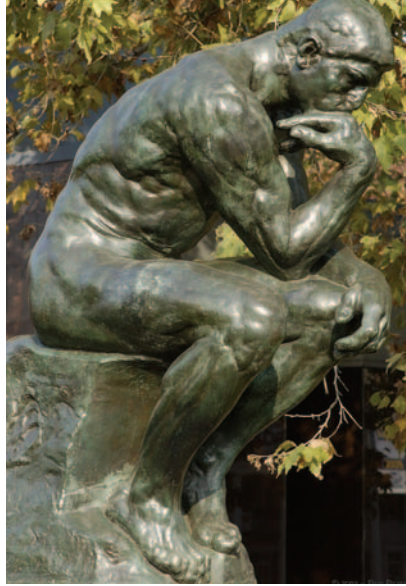
Yüzyıllar boyunca, insan bilincinin doğası üzerine tartışmalar, filozofların özel alanıyla sınırlı kaldı. Ancak, son yıllarda bilinç üzerine yazılmış çok sayıda kitap bir gösterge olarak kabul edilirse, değişim ortada: artık biliminsanları da oyuna girmiş durumda.

Bilincin doğası, sonunda felsefi bir sorun olmaktan çıkıp, deneyler yoluyla çözülebilecek bilimsel bir sorun haline geldi mi? Bu konuyla ilgili birçok soru gibi bunun da yanıtı, sorunun kime sorulduğuna bağlı olarak değişiyor. Ancak, bu çok eski, "kaygan" soruya duyulan bilimsel ilginin önem kazandığı görülüyor. Şimdiye kadar bu konuda çok sayıda kuram öne sürülmüş olsa da, sağlam verilere az rastlanıyor.

İnsan bilinci konusundaki tartışmalar, 17. yüzyılın ortalarında, bedenle zihnin tümüyle farklı malzemelerden yapılmış olduğunu öne süren Fransız filozof René Descartes'tan büyük ölçüde etkilenmişti. Descartes'a göre bunun nedeni, bedenin hem zaman hem de uzayda var olması, zihninse uzaysal bir boyutunun olmamasıydı.

Günümüzde, insan bilincini açıklamaya yönelik bilimsel temelli yaklaşımlar, genellikle Descartes'ın çözümünü reddediyor; kuramların çoğu, bedeni ve zihni, aynı şeyin farklı yönleri olarak ele alıyor. Bu bakış açısına göre, bilinç, beyindeki sinir hücrelerinin özelliklerinden ve düzenlenişinden kaynaklanıyor. Ancak, nasıl? Biliminsanları, nesnel gözlem ve ölçümlere bağlı kalarak, bilincin kişisel ve öznel dünyasına nasıl erişebilirler?

Yaralanma sonucu bilinçlerini yitirmiş nöroloji hastalarından, bununla ilgili ipuçları elde edilmiş. Evrimsel geçmişi eskiye dayanan beyin kökündeki belli yapılar zarar gördüğünde, insanlar bilinçlerini tümüyle yitiriyor, komaya ya da bitkisel yaşama giriyorlar. Bu yapılar, bilincin en önemli anahtarları olabilir; ancak tek kaynağı olmadıkları biliniyor. Araştırmacılar, bilincin farklı yönlerinin, beynin farklı bölümlerince "üretildiğini" sanıyorlar. Örneğin, beyinkabuğunun (serebral korteks) görmeden sorumlu bölgelelerinin zarar görmesi, yalnızca görsel farkındalıkta ilginç kayıplara yol açabiliyor. D.F. olarak bilinen ve üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapı-



lan bir nöroloji hastası, nesnelere biçimlerini ya da dikey duran bir disk üzerinde bulunan ince bir çizgi biçimindeki deliğin yönünü belirleyemiyor. Ancak, bir kart alıp kartı bu delikten içeri sokması istendiğinde, bunu çok kolay bir biçimde yerine getiriyor. Kartı delikten sokabilmek için, D. F.'nin, deliğin yönünü bilmesi gerekiyor. Ancak, D. F., bunu bildiğini bilmiyor.

Zekice düzenlenmiş deneyler, beyni hasar görmemiş insanlarda da bilinçli ve bilinçsiz bilgiler arasında benzer kopmalara yol açabilir. Araştırmacılar, bu deneyler sırasında deneye katılanların beyinlerini tarayarak, bilinçli deneyimler için gereken beyin etkinliklerine ilişkin ipuçları elde etmeyi umuyorlar. Maymunlar üzerinde yapılan çalışmalar da, bilincin, özellikle de görsel farkındalığın bazı yönlerine ışık tutabilir. Bu çalışmalarda kullanılan deneysel yaklaşımlardan biri, bir maymuna, bir an bir şey, bir an başka bir şey gibi görünen bir optik illüzyon yaratan görsel bir uyarıcı sunmak. (Bu tür uyarıcıların en bilinen örneklerinden biri "Necker Kübü".) Maymunlar, bu uyarıcının hangi versiyonunu gördüklerini belirtmek üzere eğitilebilirler. Bu sırada, araştırmacılar da maymunda

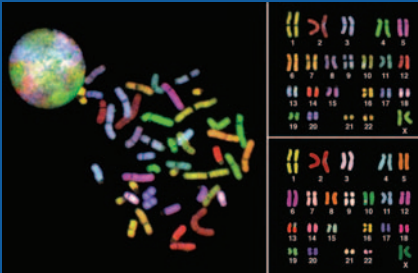
algılama süreci boyunca belirli sırayla etkinleşen sinir hücrelerini belirlemeye ve algılamının rotasını çizmeye çalışıyorlar. Bu sinir hücrelerinin, kendilerinin bilinçli görsel farkındalıkta rol oynayan sistemlere götüreceğini; sonunda da, gözün ağtabakasına çarpan belli özellikteki fotonların, nasıl olup da (sözgelimi, bir gülü) görme deneyimine dönüştüğünü açıklayabilmeyi umuyorlar.

Şu sıralar, bilincin yalnızca belli parçalarını ele alan deneyler yürütülüyor. Bu deneylerden yalnızca çok azı bilinçli insan zihninin en gizemli yönünü hedef alıyor: benlik duygusu. Bu konudaki deneysel çalışmaların başlamış olması önemli bir aşama. Bu çalışmaların sonuçları, bilincin, sinir hücrelerinin karmaşık etkileşimlerinden nasıl ortaya çıktığını kavramamıza yetmezse bile, en azından bir sonraki aşamada sorulacak soruların daha incelikli olmasını sağlayacak.

Sonunda, araştırmacılar, bilincin yalnızca biyolojik temelini değil, neden var olduğunu da anlamayı isteyecekler. Bilincin ortaya çıkmasına neden olan seçim baskılarını ve bu özelliğimizi hangi başka canlılarla paylaştığımızı ortaya çıkarmaya çalışacaklar. Elbette, bu, bilincin nasıl tanımlandığına göre değişir; ancak, kimi araştırmacılar, bilincin yalnızca insanlara özgü olmadığından şüpheleniyorlar. Bilincin biyolojik ipuçlarının ortaya çıkarılması, bu sorunun çözülmesine yardımcı olabileceği gibi, bilincin yaşamın ilk yıllarında nasıl geliştiğine de ışık tutabilir. Bu tür ipuçları, hasta yakınlarının, tedaviye cevap vermeyen sevdiklerinin geleceği konusunda verecekleri kararlar açısından bilgilenmelerine de yardımcı olacaktır.

Çok yakın bir geçmişte kadar, bilinç konusunu ele almak, akademik açıdan belli bir konuma gelmemiş (örneğin bir Nobel ödülünü çantaya indirmemiş) araştırmacılar için akıllıca bir kariyer hamlesi sayılmazdı. Bu durum değişiyor; bugün, bilinç araştırmalarına daha çok genç araştırmacı katılıyor. Yanıtlanmamış sorular, daha uzun yıllar onları meşgul edecek.

Miller, G. "What is the biological basis of consciousness". Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Aslı Zülal



Telomer ve sentromerlerin genomun işlevindeki rolü ne?

Bu kromozom yapıları, yeni teknolojiler onları sıralamayı başaran kadar gizemli kalacaklar.

Neden bazı genomlar gerçekten büyükken ötekiler çok sıkışık?

Balon salığının genomu 400 milyon bazdan oluşurken, bir akciğerli balığınki 133 milyar baz uzunluğunda. Çoğaltılan DNA örnekleri bu ve bunun gibi büyüklük farklarının varlığını açıklamıyor.

Genomlarımızın içinde bu kadar "ıvır zıvır" ne işe yarıyor?

Genlerin arasındaki DNA'nın, genom işlevi ve yeni türlerin evrimindeki önemi giderek daha iyi anlaşılıyor. Karşılaştırmalı sıralama, mikrodizi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları, genom bi-

limcilerinin çöpün arasında çok sayıda genetik mücevher bulmalarına yardım ediyor.

Yeni teknolojiler, dizilim çıkarma maliyetlerini ne kadar düşürecek?

Yeni aletler ve kavramsal gelişmeler, DNA dizilimlerini ortaya çıkarmanın maliyetini önemli ölçüde düşürüyor. Bu düşüş, tıptan evrimsel biyolojiye kadar birçok alandaki araştırmaların ilerlemesini sağlıyor.



YAŞAM, DÜNYA ÜZERİNDE NEREDE VE NE ZAMAN ORTAYA ÇIKTI?

Biliminsanları son 50 yıldır, dünya üzerinde yaşamın nasıl bir anda ortaya çıkmış olabileceği sorusuna canla başla cevap arıyorlar. Bir kısım araştırmacı bu soruya son aşamadan yaklaşıyor, günümüzdeki yaşamdan başlayıp en ilkel atalara doğru gitmeyi, diğerleri de ilk adımdan yola çıkmayı yeğliyor ve 4,5 milyar yıl yaşındaki Dünyamız üzerinde cansız kimyasalların yaşayan varlıklara dönüşmek üzere nasıl bir yoldan geçtiğini bulabilmek için uğraşıyorlar.

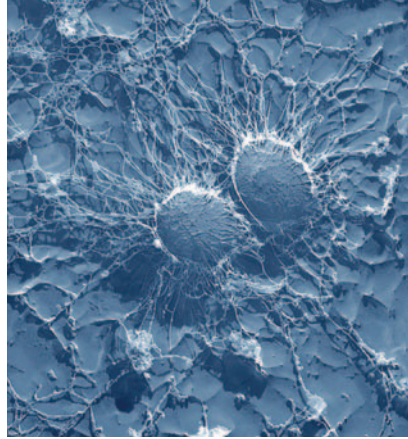
Günümüzden geriye doğru yapılan çalışmaların en büyük destekçisi fosil kayıtları. Paleontologların bulguları arasında, günümüzden 3,4 milyar yıl öncesine ait mikrobik organizmaların fosilleri bulunuyor. Daha yaşlı kayalara ait kimyasal analizlerse, fotosentez yapan canlıların dünya üzerinde 3,7 milyar yıldan bu yana var olduklarını gösteriyor. Araştırmacılar, bizlere yalnızca izlerini bırakabilmiş olan bu organizmaların, günümüz canlılarının hepsinde var olan temel özellikleri birebir paylaştığını düşünüyorlar. Serbest yaşayan canlıların tümü, genetik şifrelerini DNA içeriğinde saklıyor ve kimyasal tepkimeleri yürütmek için çeşitli proteinleri kullanıyorlar. DNA'nın ve proteinlerin devamlılığı birbirlerine o kadar hassas dengelerle bağlı ki, ilk önce hangisinin ortaya çıktığı üzerinde fikir yürütmek çok zor. Tabii ki her iki organik molekülün aynı prebiyotik (yaşam öncesi) çorbadan hemen hemen aynı anda ortaya çıkmış olabileceği de bir olasılık.

Konuya ilişkin deneylerle, erken yaşam formlarının, günümüz canlılarının yapısında yer alan üçüncü bir moleküle dayalı olabileceğini öne sürüyor: RNA. Bir zamanlar yalnızca basit bir hücre içi habercisi olduğu düşünülen RNA, aslında çok yönlü bir molekül. Genetik bilgiyi taşımakla yükümlü olmasının yanında bir protein gibi de işlev görebilen RNA'nın, genleri açıp kapatarak işlevleri üzerinde etki gösteren, ya da proteinler gibi organik moleküllere bağlanabilen çeşitli türleri bulunuyor. Laboratuvar deneyleri de, RNA'nın pekâlâ kendini eşlemiş ve ilkel bir hücreyi canlı tutabilmek için gereken diğer tüm işlevleri başarıyla yerine getirmiş olabileceğini öneriyor.

Biliminsanları yaşamın, bildiğimiz yüzünün

şekillenmesinden önce böyle bir "RNA devri"nden geçtiğini, RNA'dan çok daha başarılı tepkime yürütücüleri olan proteinlerin ve daha güvenilir bir genetik şifre saklayıcısı olan DNA'nınsa sonradan ortaya çıkarak, doğal seçim sayesinde görevi devraldığını düşünüyorlar.

Bir kısım araştırmacıysa, prebiyotik dünyanın cansız kimyasallarından, RNA dünyasına geçişin nasıl olduğuna yanıt arıyorlar. Bu yöndeki en önemli adım, 1953 yılında Stanley Miller ve Harold Urey tarafından yapılan ünlü deney. Miller ve Urey, dünyanın ilkin atmosferinde var olduğu düşünülen amonyak, metan ve diğer gazları barındıran bir karışım hazırlayıp



bu karışımdan elektrik akımı geçirerek, amino asitlerin ve canlılığın temel yapıtaşları olan bazı önemli moleküllerin üretilebileceğini buldular.

Günümüzde birçok biliminsanı, ilkin atmosferde karbondioksit gibi başka gazların da yüksek miktarlarda bulunup bulunmadığı üzerinde tartışıyor. Yakın zamanda yapılan deneylerle, canlılık yapıtaşlarının büyük bir bölümünün bu koşullar altında oluşabileceğini gösteriyor. Bir başka düşünce de, göktaşları ve kuyruklu yıldızlar aracılığıyla uzaydan Dünya'ya organik bileşiklerin taşınmış olabileceği.

Yaşamın söz konusu yapıtaşlarının ilkel yaşam formlarını oluşturacak şekilde nerede bir araya gelmeye başlamış olabileceğiyle, başlıbaşına bir tartışma konusu. 1980'li yılların başından itibaren, yaşamın ilk adımlarının, derin de-

nizlerdeki taban deliklerinden çıkan, mineralce zengin kaynar sulara atılmış olabileceği görüşü yaygınlaştı. Günümüzde canlılığını devam ettiren en ilkel mikropların çok sıcak sulara bile başarıyla yaşıyor oluşu da, bu görüşü destekleyen en büyük kanıt kabul edildi. Ancak, çalışmalar sonucunda bu mikropların yaşayan fosiller olmadıklarının anlaşılması, bu "sıcak başlangıç" düşüncesinin, biraz olsun serinlemesine neden oldu. Belki de bu canlılar, kendilerinden daha az dayanıklı canlılardan evrimleşerek, sıcağa karşı böyle bir direnç geliştirmişlerdi. RNA gibi narin bir molekülün bu denli yüksek sıcaklıklarda nasıl olup da hasar görmeden hayatta kalabildiği de, ayrı bir giz... Tüm bunlara karşın, sıcak başlangıç varsayımının yerini alabilecek tek bir güçlü varsayım daha geliştirilemedi.

Deneysel çalışmalar, artık RNA temelli hücrelerin üreyebilecekleri ve evrimleşebilecekleri koşullar üzerine yoğunlaşmaya başladı. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA ve Avrupa Uzay Ajansı ESA, kuyruklu yıldızları ziyaret edecek uzay sondaları yardımıyla, bir zamanlar dünyaya ulaşıp olabilecek organik karışımda yer alan maddeler listesini daraltmayı hedefliyor.

En heyecan vericisiyse, hiç kuşkusuz Mars'ta yaşama ait izlerin aranması çalışmaları. Kırmızı gezegene yakın zamanda yapılan keşif görevleri, gezegenin bir zamanlar sıvı suların oluştuğu denizlere sahip olduğunu gösteriyor. Bu da, Mars'ın bir zamanlar canlılığa karşı misafirperver davranmış olabileceğinin bir göstergesi. Gelecek Mars görevleriyle, yeraltında saklanan yaşam formlarını ya da soyu tükenmiş canlılara ait fosilleri aramaya yoğunlaşacak. Eğer canlılık izine ulaşılabilirse, bu büyük keşif, yaşamın her iki gezegen üzerinde birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkmış olabileceği ya da bir gezegenden diğerine bir şekilde yayılmış olabileceği; her durumda evrende yalnız olmadığımız anlamına gelecek. Belki de, steril dünyamız, milyarlarca yıl önce Marslı mikropları taşıyan bir kuyruklu yıldız tarafından "enfekte" edilmişti...

Zimmer, C. "How and Where Did Life on Earth Arise" Science, 1 Temmuz 2005. Çeviri: Deniz Candas

Organlar ve organizmalar, büyümelerini ne zaman durduracaklarını nereden biliyorlar?

Bacaklarınızın bir bakın. Sağ ve sol bacağınızın hemen hemen aynı uzunlukta olduğunu göreceksiniz. Öte yandan minicik bir farenin ya da kocaman bir filin kalbi, göğüs kafeslerine tam uyum gösterecek boyutta. Genlerin hücre boyutları ve sayıları üzerinde ne şekilde sınırlama yapabildiği, araştırmacıları hâlâ şaşırtmaya devam ediyor.



Genom üzerindeki oluşan ve mutasyon olmayan değişiklikler nasıl kalıtılabilir?

Araştırmacılar, "epigenetik" adı verilen bu süreçle ilgili olarak gittikçe daha fazla örneğe rastlamaktalar; ancak değişiklikleri ortaya çıkaran ve kalmalarını sağlayan etkenleri henüz bulabilmiş değiller.

Embriyonun simetrisi nasıl belirleniyor?

Embriyoyu çevreleyen ve sürekli hareket halinde olan sil (kirpikçik) benzeri yapılar, embriyonun sağını ve solunu ayırtmasını sağlıyor. Ancak biliminsanları, neredeyse bir küre şeklinde olan hücrelerin üst, alt, yan, ön ve arka gibi yön-

lerinin ilk belirlenişinin nasıl gerçekleştiğini bulmaya uğraşıyorlar.

Kol-bacak gibi vücut uzantıları, yüzgeçler, yüzler nasıl gelişiyor ve evrimleşiyor?

Burun uzunluğu ya da kanat açıklığı gibi koşulları belirleyen genler, uzun vadeli doğal ve eşeysel seçimlere bağlı. Bu seçimlerin ne şekilde işlediğini anlamak, gelişime bağlı evrimleşmenin mekanizmasının da anlaşılmasını sağlayacak.



TÜRLERİN OLAĞANÜSTÜ ÇEŞİTLİLİĞİNİN KAYNAĞI NE?

Karaların ve denizlerin her karışı sayısız bitki, hayvan ve mikroorganizmayla dolup taşıyor. Tüm bu canlılar, güneş ışığını yaşamın yakıtı olacak enerjiye çevirerek, karbon ve azot gibi elementlerin organik ve inorganik maddeler arasında çevrimini sağlayarak, ve yeryüzünü şekillendirerek, dünyanın ilerleyişini belirliyor.

Biyologlar, tropikler gibi bazı bölgelerdeki olağanüstü tür çeşitliliğine karşın, yüksek enlemlerde yer alan bölgelerde bu çeşitliliğin neden belirgin oranda azaldığının nedenini, yıllardır anlamaya çalışıyorlar. Türlerin birbirleriyle ya da çevreleriyle olan ilişkilerinin, türler üzerindeki insan etkisinin, av-avcı ilişkilerinin ve besin ağı ilişkilerinin tür çeşitliliği üzerinde büyük rol oynadığı su götürmez bir gerçek. Ancak, tüm bunların ve ilk anda akla gelmeyen diğer koşulların, çeşitliliği şekillendirmek üzere nasıl birlikte çalıştıkları hâlâ bir gizem.

Araştırmacıların yararlanabileceği kaynakların başında gelen tür veri tabanlarının içerik bakımından büyük ölçüde eksik olmaları, çalışmalarda büyük sorun yaratıyor. Dünyamız üzerinde var olan bitki ya da hayvan türlerinin gerçek sayısını henüz bilmiyoruz. Mikro-dünyanın sakinleri olan organizmaların tür çeşitliliği ya da tür sayısı konusundaysa, tahmin bile yürütülemiyor. Bir diğer zorluksa, türlerin evriminin birkaç günden milyonlarca yıla kadar uzanabilmesi nedeniyle, izlenebilecek tekbiçim bir zaman ölçeğinin bulunmaması. Bazı durumlarda tür içi çeşitliliğin, çok yakın akraba olan iki farklı tür arasındaki çeşitlilik kadar zengin olabilmesi, ve ne tür genetik değişimlerin yeni bir tür oluşumuyla sonuçlanacağı gibi verilerin net bir şekilde açıklanmamış olması da, diğer yıldırıcı gerçekler.

Türlerin çeşitliliğini neyin şekillendirdiğini anlayabilmek, kapsamlı arazi çalışmalarından fosilbilim incelemelerine, laboratuvar deneylerine, genom karşılaştırmalarına ve etkin istatistik çözümlenmelerine kadar uzanan bir disiplinlerarası çaba gerektiriyor. Birleşmiş Milletlerin "Milenyum Projesi" gibi dünya çar-



pındaki bazı genom envanter çalışmaları veri tabanlarının zenginleştirilmesine yardımcı olsa da, yüzeyden çok fazla derine inmeye yeterli olmayacakları bir gerçek. Gelişimde rolü

olan genlerin evrime ne şekilde katkı sağladığı konusunda çalışan "gelişimsel evrim" adlı yeni bilim dalı da, yaşamın tarihine ışık tutma yolunda diğer çalışmalara destek çıkacağı benziyor.

Fosilbilimciler, belirli canlıların dağılımında geçtiğimiz bin yıl boyunca görülen genişleme ve daralmaları izleme çalışmalarında önemli gelişmeler kaydediyorlar. Görülen o ki, coğrafi dağılımlar, türleşme üzerinde büyük rol oynuyor. Bu tür çalışmaların devamı, toplu yokoluşların kökenleri ve bu doğal felaketlerin yeni türlerin oluşumu üzerindeki etkileri konularında daha fazla bilgi sağlayabilir.

Araştırmacılar, bitkiler ve hayvanlar üzerine yapılan arazi çalışmaları sonucunda, habitatın dış görünüş, davranış ve özellikle de eşeysel tercihler üzerindeki etkilerinin, türleşmenin hızı üzerinde büyük rol oynadığını gördüler. Evrim biyologlarıysa, birbirinden ayrı olan popülasyonların yeniden bir araya gelmesinin, genomların birbirinden ayrılmasını engellemesi nedeniyle, türleşmeyi geciktirebildiğini ortaya koydular. Türleşme üzerinde etkisi olan diğer durumlar da, mutasyon hızları ve bazı alellerin (alel : bir karakter üzerinde aynı ya da farklı yönde etkili olan, iki ya da daha fazla genenden her biri) bir nesilden diğerine geçiş oranlarındaki farklılık gibi moleküler güçler.

Bazı durumlarda da, ekosistemin kendi içindeki tür çeşitliliğinde farklılıklar görülebiliyor. Örneğin, sınırları belirli olan ekosistemlerin "kenar" bölgelerinde, sıklıkla iç bölgelerden daha az sayıda tür barınabiliyor. Evrimsel biyologların şimdiki görevi, tüm bu etkenlerin, farklı organizma topluluklarında nasıl farklı şekillerde bir arada çalıştığını anlayabilmek. Tür çeşitliliğini nelerin şekillendirdiğini kavrayabilmek, yokoluşların doğasını anlayabilmek ve bunu yavaşlatılabilmeye yönelik stratejiler planlayabilmek açısından son derece önemli.

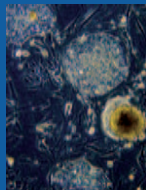
Pennisi, E. "What Determines Species Diversity", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviren: Deniz Candaş

Ergenliğe geçişi ne sağlıyor?

Embriyonun gelişim sürecindeki ve doğum sonrasındaki beslenmenin, gizemli biyolojik saatimiz üzerinde son derece etkili olduğu düşünülüyor. Bazı dış koşulların da ergenliğe geçiş yaşı üzerinde etkili olduğu biliniyor. Ancak, çocukluktan ergenliğe geçişin tam olarak neyle tetiklendiğini henüz hiç kimse bilmiyor.

Kanserlerin esas sorumlusu kök hücreler mi?

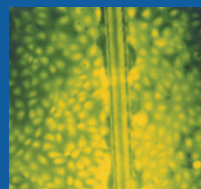
En haşın kanser hücrelerinin kök hücrelere benzerliği son derece dikkat çekici. Eğer kanserler gerçekten de kendilerini kaybetmiş kök hücreler nedeniyle ortaya çıkıyorsa, bir hücrenin ne



derece "kök hücre" özelliği taşıyor olabileceğinin belirlenmesi, tümörlerin daha erken teşhis edilebilmesini ve daha etkili biçimde yok edilebilmesini sağlayacak tekniklerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Kanserler, bağışıklık sisteminin kontrolüne karşı dirençli mi?

Bağışıklık sisteminin tepkisi tümör gelişimini bir ölçüye kadar bastırabilse de, tümör hücrelerinin büyük bir kısmı bu tepkilerle son derece başarılı bir biçimde başa çıkabili-



yor. Bu savunma mekanizması, kansere karşı bağışıklık tedavileri geliştirebilmeyi uman araştırmacıların kafasını karıştırıyor.

Kanserin, tedavi yerine kontrol edilebilmesi olası mı?

Bazı ilaçlar, kan damarlarının gelişimini durdurmak gibi yollarla kanserli hücrelerin yakıt teminini kesebiliyor. Bu şekilde de, kanser gelişimini kolaylıkla kontrol edebilmeye ve hatta bazı durumlarda geri çevirebilmeye yardımcı oluyorlar. Ancak, bu ilaçların ne süreyle etkili kalabildikleri henüz bilinmiyor.

HANGİ GENETİK DEĞİŞİKLİKLER BİZİ İNSAN YAPTI?

Bizi insan yapanın ne olduğunu keşfetmek, her kuşaktan antropolog için bir uğraştır. Ünlü paleoantropolog Louis Leakey, alet yapma becerilerinin insanı insan yaptığını düşünmüş ve 1960'lerde Tanzanya'da taştan yapılmış aletlerin yanında hominid (insansı) kemikleri bulduğunda, bunları alet yapabildiği ve kullanabildiği kabul edilen insan türünün ilk üyeleri olan *homo habilis* olarak etiketlemişti. Ancak daha sonraları primatolog Jane Goodall şempanzelerin de aletler kullandıklarını kanıtladı ve bugün araştırmacılar *H. habilis*'in gerçekten Homo'ya ait olup olmadığını tartışıyorlar. Daha sonraki çalışmalar, iki ayaklılık, kültür, dil, mizah ve elbette türümüzün doğuştan gelen benzersiz özelliği olan büyük bir beyine sahip olma gibi özellikleri dikkate alıyorlar. Ancak bu özelliklerin pek çoğu, en azından belli bir dereceye kadar, diğer canlılarda bulunabiliyor. Örneğin, şempanzelerin basit de olsa bir kültürleri var, paçağın konuşabiliyor, bazı farelerse gıdıklandıklarında sanki kıkırıyorlar.

Kuşku götürmeyen tek şey, tıpkı diğer tüm türler gibi insanların da, kendi evrimsel geçmişlerinin şekillendirdiği, kendine özgü bir genoma sahip olduğu. Bu sayede, antropolojinin temel sorusu, yeni bir düzeye yükseltilebilir: Bizi insan yapan genetik değişiklikler nedir?

Eldeki insan genomu ve belirleme başlangıç primat genomu bilgisiyle, bizleri en yakın akrabalarımızdan ayırmaya yardımcı olacak genetik değişiklikleri tam olarak saptayabileceğimiz bir döneme giriyoruz. Şempanze gen diziliminin kaba bir taslağı yayımlandı bile ve daha ayrıntılı hali kısa zamanda bekleniyor. Makak genomu neredeyse tamamlanmış durumda; orangutan genomunun üzerindeki çalışmalarda devam ediyor. Tüm bunlar, primat ağacında kilit noktalarındaki atalara ilişkin genotipi ortaya çıkarmaya yardım edecek.

Açıklandığı kadarıyla, insanlarla şempanzeler arasındaki genetik farklılıklar, olasılıkla çok büyük. Üstelik, birçok kez tekrarlanan, DNA'mızın yaklaşık yalnızca %1,2'sinin şempanzelerinkinden farklı olduğunu gösteren is-



tatistiğe karşın. Her 100. bazdaki bir değişiklik, binlerce geni etkileyebiliyor ve eklenen ve çıkarılan da sayarsanız yüzde farklılığı çok daha büyük oluyor. Peki, insanlar ve şempanzeler arasındaki 40 milyon olası dizilim farklılıkları belgelenirse, bu ne anlama gelecek? Pek çoğu büyük olasılıkla basitçe, beden ya da davranış üzerine çok az etkisi olan, 6 milyon yıllık genetik sürüklenmenin bir sonucu. Ancak diğer küçük değişiklikler dramatik sonuçlara sahip olabilir.

Farklılıkların yarısı bir insandan çok bir şempanzeyi tanımlayabilir. Bunların tümünün nasıl düzenleneceği bir soru işareti. Bir yol, insanlarda doğal seçimle tercih edilen genleri sıfırlamak. İnsanların ve diğer primatların DNA'larındaki seçimin gizli işaretlerini araştıran çalışmalarda, özellikle hasta ve hastalığa neden olan mikrop etkileşimi, üreme, koku alma, tat alma gibi duyuyla ilgili olan, düzinelere gen belirlenmiş.

Ancak tüm bu genler, bizleri kuzenlerimizden köken olarak ayırmaya yardımcı olmuyor. Genomlarımız, bizlerin sıtmaya tepki olarak evrim geçirdiğimizi gösteriyor; ancak, bizi insan yapan, sıtmadan korunabilmemiz değil. Bu yüzden bazı araştırmacılar, anahtar roldeki özellikleri zayıflatan klinik mutasyonlarla işe başlayıp, daha sonra genlerin evrimi-

ni izlemişler. Bu yaklaşımla belirlenen genler bulunuyor. Örneğin, MCPH1 ve ASPM mutasyona uğradığında mikrosefaliye (kafa, kafa çevresi ve beyin normalden küçük olması durumu) neden oluyor; FOXP2 konuşma bozukluklarına neden oluyor ve bu genlerin hepsi de şempanze evriminin tersine, insan evrimi sırasında seçim baskısı belirtisi gösteriyor. Bu yüzden, insanların büyük beyinli olma ve konuşabilme özelliklerinin evriminde rol oynamış olabilirler.

Ancak bu tür genlerin bile ne yaptıklarından tümüyle emin olmak genelde zor. Bir gendeki mutasyonun neden olduğu bozuklukları incelemek ve genlerin işlevini ortaya çıkarmak üzere, organizmayı bir ya da daha fazla geninden yoksun bırakarak yapılan klasik deneyler de etik nedenlerden ötürü insanlar ve maymunlarla yapılamıyor. Bu yüzden çalışmanın büyük çoğunluğu, çok sayıda insan ve maymunun genom ve fenotiplerinin (genetik yapının belirlediği, ancak dış etkilerin de söz sahibi olduğu gözle görülür özellikler) karşılaştırmalı incelemesini gerektiriyor. Bazı araştırmacılar, maymunlarla ilgili genom bilgilerini fenotipik bilgilerle karşılaştırmak için "büyük maymun fenomu projesi"ni tamamlamaya çalışıyorlar. Bazılarıysa, işlev ipuçlarının en iyi doğal insan çeşitliliğini kuralayarak, yaşayan insanlardaki mutasyonları biyoloji ve davranışlardaki ince farklılıklarla karşılaştırarak toplanabileceğini savunuyorlar. Her iki strateji de lojistik ve etik sorunlarla yüzyüze; ancak gelişmeler yok değil.

Tüm bunların yanı sıra, yalnızca insanlara özgü özellikleri tümüyle anlamak, DNA'dan daha fazlasını kapsayacak. Biliminsanları sonunda doğa kadar yetiştirmenin de önemli bir rol oynadığı karmaşık dil, kültür ve teknolojinin uzun zamandır tartışılan özelliklerine geri dönüş yapabilirler. Genom çağında olmamız karşın, insanı insan yapanın, genlerden çok daha fazlası olduğunu da kabul ediyoruz..

Culotta E., "What Genetic Changes Made Us Uniquely Human",
Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Meltem Yenal Coşkun

Yangı, bütün kronik hastalıklarda temel rol oynuyor mu?

Klem iltihaplarında yangının oynadığı rol tartışılmaz. Peki ya kanser ve kalp hastalıklarında? Zaman geçtikçe, yanıtın "evet"e doğru daha kesin bir şekilde kayıyor. Bu durumda geriye kalan sorular, "neden" ve "nasıl".

Prion hastalıklarının mekanizması ne?

Prionları yanlış katlanmış proteinler olduklarını kabul



etmek, ne yazık ki bu konudaki tüm soruların yanıtlarını vermiyor. Sözelimi, sindirim sisteminde beyine nasıl gidiyorlar? Ya da buraya bir kez ulaştıktan sonra hücreleri nasıl öldürüyorlar?

Bunlar gibi yanıt bekleyen başka sorular da var.

Omurgalılar, enfeksiyonlarla savaşmada doğuştan var olan bağışıklık sistemlerine ne ölçüde güveniyorlar?

Omurgalılarda doğuştan var olan bağışıklık sistemi,



sonradan kazanılan (uyumsal) bağışıklık tepkilerinden önce gelen bir sistem. Bu önceliğin canlıya kazandırdığı avantajlar açık değil; ama bunu çözmeye yönelik çalışmalar yürütülmekte.

Bağışıklık sisteminin "belleği", varolmak için antijenlere sürekli maruz kalmayı mı gerektiriyor?

Bazı araştırmacılara göre, evet. Ama farelerle yapılmakta olan deneyler buna karşışgörüştürer de ortaya çıkarmaya başlamış durumda.

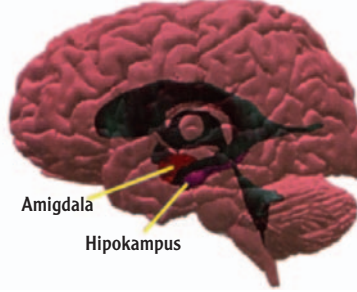
ANILAR NASIL SAKLANIR VE YENİDEN NASIL AÇIĞA ÇIKAR?

Bildiğimiz herşey, iki kulağımızın arasındaki bir-birbuçuk kiloluk sinirsel kütle içinde paketlenmiş duruyor. Dünya hakkındaki yararlı ya da önemsiz gerçekler, yaşamlarımızın tarihi, bisiklete binmekten tutun da çocuğumuzu kedilere süt vermeye ikna etmeye kadar edindiğimiz her türlü beceri... Her birimizi tek ve benzersiz kılan, yaşamımıza süreklilik katan, sahip olduğumuz anı ve yaşantılarımız. Anılarımızı belleğimizde nasıl depoladığımızı anlamaksa, kendimizi anlamaya doğru atılmış önemli bir adım sayılmalı.

Sinirbilimciler bu çabayı üstlenmiş ve anahtar rol üstlenen beyin bölgeleriyle birlikte olası moleküler mekanizmaları belirleme konusunda şimdiden büyük aşamalar kaydetmiş durumdadır. Yine de aydınlatılmayı bekleyen birçok soru, moleküler araştırmalarla genel beyin araştırmaları arasında da durup duran koca bir uçuru var.

Bellekle ilgili modern anlamdaki çalışmaların, genellikle 1957 yılında yayımlanan ve bir nöroloji hastası olan H.M. ile ilgili araştırmayla doğduğu kabul ediliyor. Kronik (sürekli) sara hastalığı olan H.M.'ye 27 yaşındayken son çare olarak beyin ameliyatı yapılarak, beynin her iki temporal (şakak) lobundan büyük parçalar alınmıştı. Ameliyat sara açısından işe yararmış, ama belleğe ilişkin beyinsel işlevlerde büyük kayba yol açmıştı. H.M. ameliyat sonrası dönemde hiçbir şeyi 'kaydedemez' olmuştu ve ne olayları, ne de karşılaştığı insanları hatırlayabiliyordu. Bu olay, hipokampus adı verilen yapıyı da içeren temporal lob bölgesinin (medial temporal lob - MTL) yeni durumları kaydetmeyle ilgili çok önemli bir rol üstlendiğini göstermişti. Daha ayrıntılı incelemeler, belleğin yekpare bir yapısı olmadığını da ortaya koydu. Kendisine aynayla gerçekleştirilen 'hileli' bir çizim testi verilen H.M., bir önceki deneyimi hakkında hiç birşey hatırlamadığı halde 3 gün içinde epeyi aşama kaydetmişti. Anlaşıyor ki, beyin sözkonusu olduğunda "nasıl"ı hatırlamak "ne"yi hatırlamakla aynı şey değil.

Hayvanlarla yapılan deneyler ve beyin görüntüleme teknikleri sayesinde bilimciler artık yalnızca belleğin değişik biçimleri değil, her bi-



rinde hangi beyin yapılarının rol oynadığı konusunda da bilgi sahibi olmuş durumdadır. Bu, yine de inatçı bazı açıklar olmadığı anlamına gelmiyor. MTL'nin gerçekten de "açık bellek"te (istemli olarak anımsanarak sözlü olarak ifade edilebilecek anılardan oluşan bellek) önemli rol oynadığı doğrulanmışsa da bölge, gizemli bir karakteri olarak kalmakta direnmiyor. Çünkü anıların beyinde kodlanması ve geri çağırılması sırasında, içerdiği çeşitli yapıların birbirleriyle nasıl etkileştiği henüz çözülememiş durumda. Bunun da ötesinde MTL, hatırlanan şeylerin nihai deposu konumunda da değil. Bilinen şu ki, bu tür anıların uzun-dönemli depo yeri, beyin korteksi. Ama bunun nasıl gerçekleştiği, anıların kortekste ne şekilde temsil edildiği açık değil.

Bundan yaklaşık bir yüzyıl önce, ünlü İspanyol nöroanatomisi Santiago Ramón y Cajal, bir yaşantının anı sütüsüne dönüşmesi için sinir hücrelerinin, birbirleriyle bağlantılarını güçlendirmeleri gerektiğini öne sürmüştü. O zamanki yerleşik düşünce, yetişkin beyinde herhangi yeni bir sinir hücresinin oluşamayacağı yönünde olduğu için, Cajal da doğal olarak, anahtar değişikliklerin varolan sinir hücreleri arasında gerçekleşmesi gerektiği sonucuna varmıştı. Yakın bir geçmişe katarsa bilimciler, bunun nasıl gerçekleşebileceğine ilişkin ipuçlarına sahip değildiler.

Ancak 1970'li yıllardan bu yana, yalıtılmış sinir sistemi dokuları üzerinde yapılan çalışmalarla, belleğin oluşumunda rol oynayan çok sayıda molekül belirlenmiş durumda. Hem açık, hem de örtülü bellekte (istemli olarak anımsanıp sözlü olarak ifade edilemeyen, anı ya da becerilerimizi, onların tekrarlanmasıyla depolayan

bellek) işlev gören birçok molekül de var; üstelik deniz sümüklüböcekleri, kemiriciler ve sirketnekleri gibi birbirinden çok farklı hayvan gruplarında. Araştırmacılar, bu koşullarda belleğin oluşturulmasında işlev gören moleküler mekanizmaların geniş bir yelpazede korunmuş olabileceğini söylüyorlar. Bu yöndeki çalışmalardan ortaya çıkan önemli bir sonuç şu: Birkaç dakikalık ömre sahip kısa-dönemli bellek, sinir hücreleri arasında sinaps adı verilen bağlantı noktalarını güçlendirici kimyasal değişiklikleri, uzun-dönemli bellekse protein sentezini ve belki de yeni sinapsların inşasını gerektiriyor olabilir.

Çalışma sonuçlarını genel beyin araştırmalarına bağlamaksa büyük iddia taşıyan bir iş. Olası bir köprü, sinaps bölgesini güçlendirmekten geçen bir süreç. Bazı kemiricilerin hipokampuslarından kesitler alınarak incelenmiş olan bu sürece, belleğin fizyolojik temeli gözünü bakılıyor. Bunu günün birinde tam ve kesin biçimde doğrulayacak olan çalışmaya, kesinlikle büyük bir atılım olarak değerlendirilecek.

Bu arada, yavaş yavaş başka sorular da gündeme gelmeye başladı. Yakın geçmişte yapılan bir çalışma, bir hayvanın yeni bir şey öğrendiği sırada ortaya çıkan sinirsel örüntülerin, daha sonra uyku sırasında bir tür "playback" sürecinden geçtiğini gösterdi. Bu durumun, anıları ve belleği pekiştirmede bir rolü olabilir mi? Diğer bazı çalışmalarda, belleğimizin genelde sandığımız kadar güvenilir olmadığını ortaya koymuş durumda. Belleği bu kadar 'kaygan' yapan ne? Bu konudaki ipuçlarından birinin, anıların her hatırlamada değişikliğe uğrama 'kırılganlığına' sahip olduğu yolundaki tartışmalı görüşü yeniden gündeme getiren yeni çalışmalardan gelebileceği düşünülüyor. Önemli bir nokta da, hipokampusun tam anlamıyla bir sinir hücresi kreşi konumunda olduğunun 1990'larda gösterilmesiyle, yetişkin beyinde yeni sinir hücresi oluşamayacağı yönündeki baskın düşüncenin yerle bir olması. Bilinmeyen, bu yeni doğmuş hücrelerin öğrenme ve belleği ne ölçüde destekledikleri.

Miller, G. "How Are Memories Stored and Retrieved" Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Zeynep Tozar

Hamile kadınların bağışıklık sistemi fetusu neden reddetmez?

Son araştırmalar gösteriyor ki hamile kadınların bağışıklık sistemleri, genlerinin yarısını babasından almış olduğu halde fetusu 'yabancı' olarak algılamıyor; daha doğrusu onun yabancı olduğunu 'anlamıyor'. Ancak Nobel ödüllü Peter Medawar'ın, 1952'de bu soruyu ilk olarak gündeme getirdiğinde söylediği gibi, "karar henüz temyize gitmedi."



Bir canlının biyolojik saatini düzenleyen nedir?

"Biyolojik saat genleri", birçok canlıda ve vücudun birçok bölümünde ortaya çıkmaya başladı. Şimdi asıl soru, bütün bu genlerin birbirleriyle nasıl uyum içinde oldukları ve sonuçta saatlerin hepsini aynı zamana ayarlayan etkenin ne olduğu..

Göç eden canlılar yollarını nasıl bulur?

Kuşlar, kelebekler ve balinalar her yıl binlerce kilometreye ula-



şabilen yolculuklar yapıyorlar. Yıldızların konumu ya da manyetik alan gibi ipuçlarından yararlandıklarını bilmekle birlikte, ayrıntılar bizim için gizemini koruyor.

Neden uyuyoruz?

İyi bir uykunun, organ ve kasları tazelemeye ya da hayvanları karanlıkla birlikte gelen tehlikelerden korumada işe yaradığını biliyoruz. Ama uykunun asıl gizemi büyük olasılıkla, biz horul horul uyurken bile etkin olan beyin içinde bir yerlerde saklı.

TOPLUMLARDA İŞBİRLİĞİ NASIL GELİŞTİ?

Charles Darwin türlerin kökeniyle ilgili ünlü kuramı üzerinde çalışırken, karıncalardan insanlara kadar toplumsal yaşamı seçmiş bütün hayvanlarda, grup içindeki bireylerin çoğunun, genel yarar için çalıştığını görerek şaşırmişti. Bu onun, uzun dönemde hayatta kalmak için birey yararının anahtar rol oynadığı düşüncesine tersti. Darwin “İnsanın Türeyişi” (Descent of Man) kitabını yazdığı sıralarda, bazı yanıtlar elde etmişti bile. Doğal seçilimin akrabalar arasında bazı fedakarlıkları tetiklediğini ve bunun da ‘ailenin’ üreme potansiyelini artırdığını ileri sürerek “karşılıklık” fikrini de ortaya attı: Birbiriyle akraba olmayan ama birbirlerini tanyan bireylerden her ikisi de fedakar (altruistik) ise, karşılıklı yardımlaşma sözkonusuydu. Yüzyıl boyunca süren çalışmalar ve toplumsal türler üzerine geliştirilen çeşitli fikirlere karşın işbirliğinin nasıl ve neden geliştiğinin ayrıntıları hâlâ bir yanıt bekliyor. Bu soruların yanıtlanması, insan davranışlarını evrimsel açıdan açıklamaya, sözgeli mi boğulmakta olan bir yabancı için neden yaşamımızı tehlikeye attığımız gibi sorulara yanıt vermeye yardımcı olacak.

Hayvanlar birbirlerine çeşitli biçimlerde yardım ederler. Balarları gibi toplumsal hayvanlarda akrabalık ilişkileri yardımlaşmayı destekler. Dişiler, baskın dişiye yardımcı olmak için üremekten vazgeçebilir. Ayrıca, yapılan ortak işler, birbiriyle akraba olmayan bireylerin birlikte çalışmasına olanak sağlar. Sözgeli mi erkek şempanzeler, bir çete gibi, potansiyel riske rağmen birbirlerini yırtıcı hayvanlara karşı korur. Cömertlik, insanlar arasında yaygındır. Bazı antropologlara göre, kişinin akraba ve yakınlarına güvenme eğiliminde yaşanan evrim, insanların dünyanın hakimi olmasına yardım etti. Birlikte çalışma becerisi, atalarımıza daha fazla besin, daha çok korunma, daha iyi çocuk bakımı gibi üremeye yönelik başarı için gereken konularda yardımcı oluyordu.

Bununla birlikte, bu dayanışmanın derecesi farklılıklar gösterebiliyor; sözgeli mi “hilekarlar”, en azından kısa dönemde diğer insan-



lar önünde bir adım öndeymiş gibi görünür. Yine de dayanışma, uzun dönemde türler için etnik, politik, dini, hatta aileler arası çekişmelere karşın, daha baskın bir hayatta kalma stratejisi gibi görünür.

Evrimsel biyologlar ve hayvan davranışları üzerine araştırma yapanlar, toplumsallaşma için gereken çevresel ve davranışsal etkilerin yanısıra, dayanışmanın genetik temelleri ve moleküler etmenler üzerine çalışıyorlar. Sinirbilimciler, tarla farelerinden sırtlanlara dek pek çok memelinin beyindeki kimyasallarla toplumsal stratejileri arasındaki anahtar bağlantıları inceliyorlar. Başkalarıysa daha matematiksel bir yolla, aslında ekonomi alanı için geliştirilmiş “evrimsel oyun kuramı”nı, işbirliğini nicelleştirmek ve farklı koşullarda or-

taya çıkacak davranışsal sonuçları öngörmeye uygulamaya sokuyor. Oyun kuramı, adil olmak için doğuştan gelen istekleri açığa çıkarmada işe yaradığı durumda. Sözgeli mi, oyuncuların, kendilerine bir yararı olmasa bile adil olmayan davranışları cezalandırmak için zaman ve enerji harcadıkları saptanmış. Benzer çalışmalar gösteriyor ki iki insan yalnızca bir kez karşılaşmış bile olsalar, birbirlerine karşı adil davranma eğilimi gösteriyorlar. Bu davranışları açıklamak zor, çünkü bunlar dayanışmanın aslında kişisel çıkarlara yönelik olduğu açıklamasıyla uyumuyor.

Bu oyunlardan yola çıkılarak geliştirilen kuramlar henüz kusursuz olmaktan uzak. Bunlar, sözgeli mi duyguların dayanışma üzerindeki rolünü gereğince kapsayabilmiş değil. Yine de kuramcılar, oyun kuramının yeterli düzeye ulaşmasıyla, karmaşık toplumları yönlendiren etmenler üzerinde daha berrak bir görüşe sahip olacağına inanıyorlar.

Tüm bu çabalar, Darwin’in dayanışma ve işbirliği üzerinde yaptığı gözlemlerin üzerine birşeyler inşa etmesine yardımcı oluyor. Darwin’in öngördüğü gibi, karşılıklık güçlü bir uyum taktiği. Ama istisnalar da yok değil.

Günümüz araştırmacılarına göre, iyi bir bellek önkoşul. Öyle görünüyor ki karşılıklık, yalnızca kimin yararlı ve yardımcı olduğu, kimin olmadığını aklında tutabilenlerce uygulanıyor. İnsanlar, yüzleri ömürleri boyunca akıllarında tutacak kadar geniş bir belleğe sahipler ve bu şekilde, yıllardır görmedikleri biri için ömür iyi ya da kötü duygu besleyebiliyorlar. Diğer türler içinse karşılıklık bu bağlamda daha sınırlı zamana yayılmış durumda.

Darwin, kendi kişisel gözlemleriyle sınırlı olduğu için dayanışma davranışlarını genel bir çerçevede değerlendirebilmişti. Şimdiyse oyun kuramları ve ilgili birçok konu üzerinde çalışan araştırmacılar, Darwin’in fikirlerini geliştirip işbirliği kuramına yeni boyutlar katmayı umuyorlar.

Pennisi, E. “How Did Cooperative Behavior Evolve”
Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Gökhan Tok

Neden rüya görürüz?

Freud’a göre rüyalarımız, bilinçaltı isteklerimizin dışı vurumuydu. Günümüzdeyse sinirbilimciler, rüyaların ortaya çıktığı REM uykusu sırasındaki beyin etkinliğinin, öğrenmek için çok gerekli olduğunu düşünüyor. Yoksa rüya görmek öğrenmenin bir yan ürünü mü?

Dil öğrenmek neden bazı dönemlerde daha kolay?

Küçük çocukların (bebekler de dahil) zihinsel etkinliklerinin görüntüleme teknikleriyle incelenmesi, yetişkinlerin dil öğrenmek için temel



ler ve kurallarla boğuşurken, çocukların dili nasıl kolaylıkla ‘kaptığını’ açığa çıkarabilir.

Feromonlar insan davranışlarını etkiliyor mu?

Hayvanların birçoğu haberleşmek için, özellikle de çiftleşme dönemlerinde havada uçan kimyasallardan yararlanır. Kimi tartışmalı araştırmalar, insanların da feromonları kullandığını gösteriyor. Bu feromonları belirlemek, toplumsal yaşamımızı nasıl etkilediklerini anlamak için yeni bir yol olabilir.

Genel anestezi nasıl işliyor?

Biliminsanları ilaçların tek tek sinir hücreleri üzerinde ne tür etkiler yaptığını çözmeye çalışıyorlar. Ama, bilinçsiz duruma nasıl geçtiğimizin mekanizmasını açıklamak çok da kolay değil.



BİYOLOJİK VERİLER DENİZİNDEN BÜYÜK RESİMLER NASIL ORTAYA ÇIKACAK?

Biyoloji, betimsel veriler bakımından oldukça zengin ve zenginleşmeye de devam ediyor. Örnek toplamak için geliştirilen DNA dizilimi, mikro ışınlar, otomatik gen işlevi çalışmaları gibi geniş ölçekli çalışmalar, yeni bilgiler elde etmeye yarıyor. Biyomekanikten ekolojiye dek pek çok alt alanda araştırmalar sayısallaştıkça daha kesin ve daha bol bilgiye ulaşılabilir. Şimdi ortaya çıkan soru şu: Biyolojinin bütün alanlarında akan bu verilerin ışığında, biliminsanları sistemlerin ve organizmaların nasıl işlediğini anlayıp, bunları açıklayabilecek mi? Bütün bu verilerin bir elemenden geçirilmesi, düzenlenmesi, derlenmesi ve en önemlisi, araştırmacıların öngörülerde bulunmasını sağlayacak hale getirilmesi gerekiyor.

Bu noktada, "sistemler biyolojisi" devreye giriyor. Henüz çok iyi tanımlanmamış ve yolunu bulmaya çalışan bu yeni yaklaşım, on yıllardır ortaya çıkmakta olan moleküler, hüresel, çevresel ve canlılara yönelik gözlemlerin ortaya çıkarılan noktalarını birleştirmeyi amaçlıyor. Bu yaklaşımın yandaşları matematik, mühendislik ve bilgisayar bilimlerini kullanarak biyolojiyi daha nicel bir hale getirmeyi hedefliyor ve bu alanda ilerlemenin, yalnızca bu şekilde olabileceğini savunuyorlar. Biyotibbin, özellikle de hastalıkların, risk faktörünü belirlemede büyük yarar sağlayacağını öne sürüyorlar.

Bu alan, insan genom projesinin bitirmesinden sonra büyük ilerleme kaydetti. İnsan kalıtımının biyokimyası tanımlandı ve ölçüldü. Bu da araştırmacılara, yaşamın diğer yanlarını da bilinir kılmak için esin kaynağı oldu.

Moleküler genetikçiler, gen ağının işleyişini geniş biçimde ortaya koymayı hayal ediyor, sözgelimi, tek bir DNA zincirinin farklı proteinleri nasıl belirlediğini, ya da proteinlerin farklı koşullarda ne tür çeşitlilikler gösterdiğini göstermeye çalışıyorlar. Hücre biyologları, hücrenin sağlığı için geçerli kural-



ların karmaşık iletişim yapılarını basitleştirmeye çalışıyorlar. Gelişim biyologlarının çabasıysa, embriyodaki bir avuç hücrenin nasıl çok sayıda kemik, kan ve deri dokusuna dönüştüğünün etraflı bir resmini çizmek. Sistemler biyolojisi yandaşları, bu zor bulmacaları, yalnızca bu disiplinin çözebileceği şey-

ler olarak görüyor. Aynı şey, sinirbilimciler için de söylenebilir; karmaşık beyin köşelerinde gizli üst düzey düşüncelerin nasıl oluştuğunu çözmek de onların işi. Küresel ısınma gibi ekolojik değişikliklerin nasıl olduğunu anlamak içinse, çevrebilimcilerin, fiziksel olduğu kadar biyolojik veriye de ihtiyaçları var.

Sistem biyologları bugün görece basit ağlar üzerinde çalışıyorlar. Sözgelimi, bira mayasının bir karbonhidrat olan galaktozu hangi metabolik yolla parçaladığını ortaya çıkarıldı. Başka araştırmacılar, bazı genetik yazılım etkenlerinin gen ifadesini zaman içinde nasıl değiştirdiğini ortaya çıkarmak amacıyla, deniz kestanelerinin de içinde olduğu bir grup deniz canlısının embriyonik dönemde geçirdikleri ilk birkaç saati ayrıntısıyla ortaya koydular. Şu sıralarda yapılmakta olan bir çalışma kapsamında, hücrelerdeki haberleşme ağları ve basit beyin devrelerinin modelleri oluşturuluyor.

Ancak bu alandaki gelişmeler, biyolojik örüntüleri bilgisayar modellerine aktarmanın güçlüğü nedeniyle oldukça yavaş ilerlemekte. Bilgisayar ağ programlarının kendileri de aslında şu durumuyla yetersiz; sonuçları araştırmacıların anlayıp yorumlayacağı bir tablo durumuna getirebilmeleri için, bu programların da iyileştirilmesi gerekiyor.

Şimdilerde dünyanın çeşitli yerlerindeki yeni kurum ve kuruluşlar matematik, bilgisayar bilimleri ve biyoloji arasında disiplinlerarası bağlar kurmak için uğraş vermekte. Ancak çalışmalar, henüz başlangıç döneminde. Yoğun disiplinlerarası çalışma ve geliştirilmiş bilgisayar teknolojisinin araştırmacılara, yaşamın işleyişiyle ilgili kapsamlı ve yeterince ayrıntılı bir resim sunup sunamayacağını ise, kimse henüz söyleyemiyor.

Pennisi, E. "How Will Big Pictures Emerge From a Sea of Biological Data"
Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Gökhan Tok

Şizofreniyeye neden olan şey ne?

Araştırmacılar şizofreniyeye neden olan genin izini sürüyorlar. Şizofrenik hastalarla normal kişilerin paylaştıkları özelliklerin araştırılmasıyla da ipuçları elde edilebileceği düşünülüyor.

Otizmin nedeni ne?

Bu bozukluğun temelinde çevresel faktörler kadar, birçok genin de etkisi var. Erken tanı için biyolojik işaretleyiciler, var olan tedaviyi geliştirmek için yararlı olabilir; ama tam bir tedavi için daha çok yol alınması gerekiyor.



Alzheimer hastalığını ne kadar uzakta tutabiliriz?

Bu ileri yaş hastalığının, genelde olduğundan bir 5-10 yıl kadar geç ortaya çıkması, milyonlarca yaşlı için hayatı çok daha kolaylaştırabilir. Araştırmacılar, şu sıralarda hormon ya da antioksidanlarla tedavinin, ya da zihinsel ve fiziksel egzersizlerin işe yarayıp yaramayacağı üzerinde çalışıyorlar.

Bağımlılığın biyolojik temeli ne?

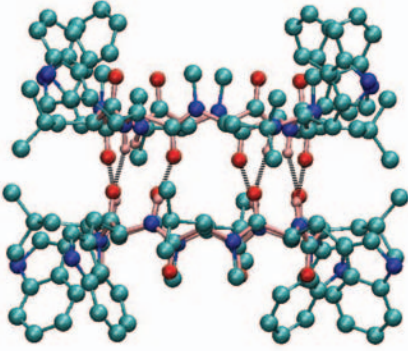
Bağımlılık, beynin "ödül devresi"nde gerçekleşen bir aksaklıkla yakından ilgili. Ama bu kar-



maşık davranış biçiminin ortaya çıkmasında kişilik özellikleri de rol oynuyor.



KENDİLİĞİNDEN BİRARAYA GELME SÜRECİNİN SINIRLARINI NE KADAR ZORLAYABİLİRİZ?

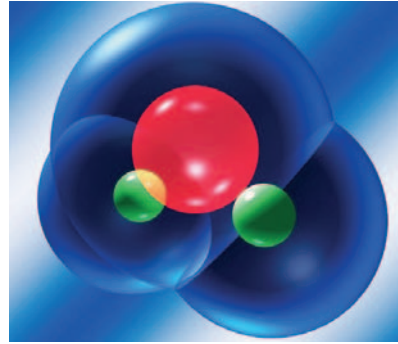


Bugünlerde birçok bilim insanı doğanın gizlerini çözmeye çalışmakla meşgul. Örneğin, kimyacılar yeni yapılar ortaya çıkarmaya çalışıyorlar. Şimdilik, yapay gökbilim ya da yapay fizik yok. Ama molekülleri biraraya getirmek için yeni yollar yaratmak, kimyacılar iyi geliyor. Aslında 100 yıldır bunu, atomlar arasındaki elektron paylaşımıyla oluşan güçlü kovalent bağlar kurarak ya da bu bağları kırarak gerçekleştiriyorlardı. Bu ipucunu kullanarak, hoşlarına giden moleküller birleşimlerde binlerce atomu biraraya getirmenin yolunu öğrendiler.

Çevremize bakınca gördüğümüz doğanın sadeliğiyle karşılaştırılınca, bu karmaşıklık düzeyi gerçekten etkileyici. Hücreden sedir ağaçlarına kadar her şeyin yapısı, küçük moleküllerin çok sayıda zayıf bağlarla biraraya getirilmesiyle kurulmuş durumda. Ünlü DNA sarmalından, H₂O moleküllerinin birbirlerine bağlanarak oluşturdukları suya kadar, her şeyin oluşumunu hidrojen bağları, van der Waals kuvvetleri ve π - π etkileşimleri gibi zayıf etkileşimler yönetiyorlar. Bu tür "ince ayar" kuvvetler, molekülleri gütmek yerine yapıların çok karmaşık bir hiyerarşide kendi kendilerine biraraya gelmelerini olası kılıyor. Lipitler zar hücrelerini oluşturmak, hücreler dokuları, dokular da organizmaları yaratmak

için biraraya geliyorlar. Günümüzde kimyacılar, doğanın rutin biçimde, kolaylıkla yapıyor-muş görüldüğü bu karmaşıklıkla yanına bile yaklaşabilmiş değiller. Acaba, bu karmaşık yapıların nasıl kendiliğinden biraraya geldiklerini öğrenebilecekler mi?

Bunun için başlangıç düğmesine basıldı bile. Geçtiğimiz 30 yıl içinde, kovalent olmayan bağ yapmanın temel kurallarını öğrenmek yolunda önemli adımlar atıldı. Bu kuralardan ilki "benzerler birbirini tercih eder". Bu kuralın varlığını, lipit moleküllerini suda hücrelerin çevresini kaplama görevi gören çift tabakalı zarlar oluşturmak üzere kapalı bir ortama doğru iten susevmez (hidrofobik) ve susever (hidrofilik) etkileşimler arasında görebiliriz. Bunlar suyla herhangi bir etkile-



şimden kaçınmak için, yağlı kuyruk kısımlarını biraraya getirip kutupsal başlarını suyun üstünde tutmaya çalışırlar. Bir diğer kural "kendiliğinden biraraya gelme enerjik bakımından uygun tepkimelerce yönetilir". Bir başka deyişle, "doğru molekül bileşenlerini bırak, onlar karmaşık dizili yapılar içinde kendiliğinden biraraya gelirler".

Kimyacılar tüm bu kuralları, görece "gösterişsiz" karmaşıklık düzeylerinde kendiliğinden biraraya gelen sistemler tasarlamada kullanmayı öğrendiler. İlaç taşıyıcı lipozomlar, hastalarda kanserli hücrelere ilaç ulaştırmada kullanılıyor. İki kararlı evre arasında ileri ge-

ri salınan bir moleküler anahtar görevi gören ve kendiliğinden biraraya gelen "rotaxane" molekülleri, gelecekte molekül temelli bilgisayarların anahtarları da olmaya aday.

Ancak, bilgisayar devrelerinin sürekli olarak küçültülmesi ve nanoteknolojinin yükselişiyle birlikte, bu karmaşıklığın artırılması gereksinimi de büyüyor. Bilgisayar çiplerinin küçülmesi eğiliminin egemenliğiyle birlikte, bu denli küçük parçaların üretim maliyetleri de hızla artıyor. Bilgisayar şirketleri parçaları istenen boyalarda küçültüyorlar. Bununla birlikte bir noktada, bunları tasarlamak daha ucuz hale gelecek ve tümüyle kimyasal olarak üretilebilecekler.

Kendiliğinden biraraya gelme, çok çeşitli nanoyapılar üretebilmek için de tek pratik yaklaşım. Bununla birlikte, öğelerin doğru biçimde kendiliğinden biraraya geldiklerinden emin olmak, pek kolay bir iş değil. İşbaşındaki kuvvetler çok küçük olduğundan, kendiliğinden biraraya gelen moleküller istenmeyen uyumsuzluklar gösterebilir ya da kaçınılmazı mümkün olmayan eksiklere yol açabilir. Bu ilke üzerine kurulacak yeni sistem, hataları kaldırabilecek ya da onarabilecek beceride olmalı. Biyolojide bu duruma uygun örnekleri DNA sarmalında bulabiliriz. Enzimler hücre bölünmesi sırasında DNA iplikçisini kopyalarken A yerine T koymak gibi bir hata oluşabilir. Bu hataların bazıları kalır; ancak çoğu, yeni sentezlenen iplikçikleri denetleyen ve kopyalama hatalarını düzelten DNA onarım enzimlerinden yakalanır.

Bu tür stratejileri taklit etmeye çalışmak kimyacılar için kolay olmayacak. Ama eğer, başından sonuna kadar daha karmaşık, daha düzenli yapılar yapmayı istiyorlarsa biraz daha "doğa gibi" düşünmeyi öğrenmeleri gerekecek.

Kaynak: Service R., F., "How Far Can We Push Chemical Self-Assembly", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Elif Yılmaz

Ahlak Beyinle Sıkı Sıkıya Bağlantılı mı?

Bu soru felsefeciler için büyük bir yap-bozdur. Şimdilerde nörologlar beyin görüntüleme yöntemiyle, beyin devrelerinin muhakeme becerisini de içerdiğini ortaya çıkardıklarını söylüyorlar.

Makinelere Öğrenmenin Sınırları Ne?

Bilgisayarlar dünyanın en iyi satranç ustalarını yendiler ve isteyenlerin İnternet'ten ulaşabilecekleri bir bilgi zenginliğine sahipler. Ancak soyut düşünme becerisi, tüm makinelere hâlâ çok uzak.

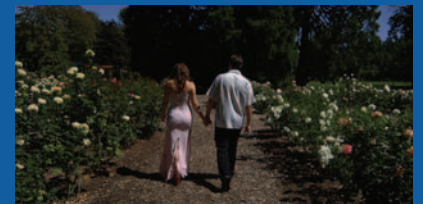


Kişiliğin Ne Kadarı Kalıtsal?

Kişilik özellikleri genlerden etkilenir, çevre de genetik etkileri değiştirir. Görelî katkılar hâlâ tartışmalı.

Cinsel Eğilimin Biyolojik Kökleri Nedir?

Çevresel etkilerin eşcinselliğe katkısının, büyük oranda doğum öncesi hormon oranlarıyla ilintili olabileceği düşünülüyor; bu nedenle sorunun yanıtlanması, "eşcinsel genleri" avlamaktan daha fazlasını gerektiriyor.



GELENEKSEL BİLGİ İŞLEMENİN SINIRLARI NELER?

Bilgi işlemenin sınırı konusu, ilk bakışta bir mühendislik problemi gibi görünüyor. Bir yongaya, onu eritmeden ne kadar enerji verilebilir? Bir silisyum bellekteki veri bitini ne kadar hızlı çevirebilirsiniz? Bilgisayarınızı, bir odaya sığabilmesi koşuluyla ne kadar büyük yapabilirsiniz? Bu sorular çok da önemli görünmüyor.

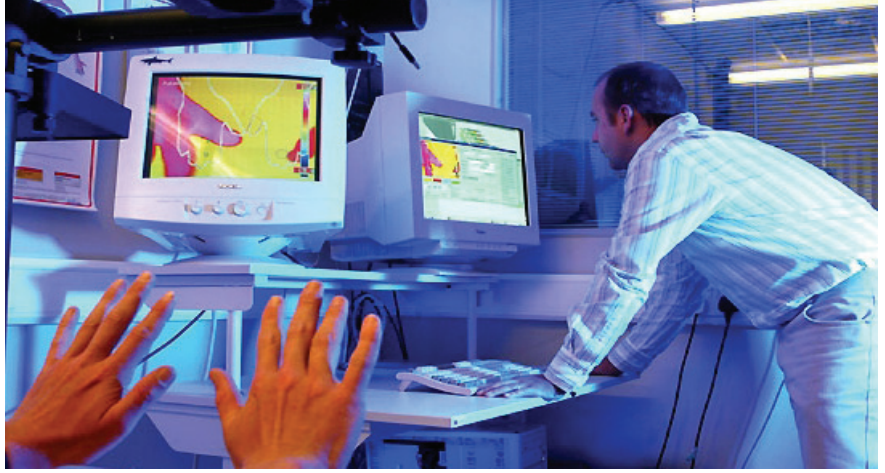
Gerçekte, bilgi işleme bir bilgisayar inşa etmekten çok daha temel bir konu. Princeton'da çalışan matematikçiler Alonzo Church ve Alan Turing'in 1930'larda, kabaca, bit ve baytları kapsayan hesaplamaların Turing makinesi olarak bilinen 'ideal' makineyle yapılabileceğini göstermeleriyle bunun farkına varıldı. Bu keşif, bütün klasik bilgisayarların temelinde aynı olduklarını göstererek, biliminsanları ve matematikçilerin bilgi işlemeyle ilgili temel sorularını, bilgisayar mimarisinin önemsiz ayrıntıları içinde boğulmadan sormalarına olanak sağladı.

Örneğin, kuramcılar şimdi bilgi işlemeye ilgili problemleri geniş kategorilerde toplayabiliyorlar. Bunlar geniş anlamıyla, adlardan oluşan bir listeyi alfabetik sıraya sokma gibi kolayca çözülebilen, P problemleri olarak düşünülebilir. NP problemlerinin çözümü çok daha zor olsa da, sonuca ulaşıldığında, denetmesi görece kolaydır. Buna örnek olarak, dolaşan bir satıcı problemi gösterilebilir. Problem, satıcının bir dizi yere uğraması için en kısa rotayı belirlemek. Bir yanıt bulabilmek için gerekli olan tüm bilinen algoritmalar, çok fazla bilgi işleme gücü gerektirir ve klasik bilgisayarlar, bunun basit versiyonlarının bile üstesinden gelemeyebilir.

Matematikçiler, bu tür NP problemlerinden en zor olanlarının hızlı biçimde ve kestirme yoldan üstesinden gelinebilmesi için, bu problemlerin hepsinin parçalanması gerektiğini gösterdiler. Sonuçta, NP problemlerinin P problemlerine dönüşmesi gerekiyor. Ancak, böyle bir kestirme olup olmadığı (P=NP) belirsiz. Biliminsanları olmadığını düşünüyor; ancak bu, matematikte yanıtlanmamış en büyük sorulardan biri.

Sistemik bilimcilerin üzerinde anlaşacağı bir yaşam ağacı bir gün olacak mı?

Daha iyi morfolojik, moleküler ve istatistiksel yöntemlerin varlığına karşın, araştırmacıların ağaçları birbiriyle uyuşturmuyor. Herhangi bir görüşe tam katılım olması beklenemese de, görüş birliğinin artması olanaksız değil.



1940'larda, Bell Laboratuvarları'nda çalışan biliminsanı Claude Shannon, bitlerin yalnızca bilgisayarlar için olmadığını gösterdi. Bitler aynı zamanda, bir nesneden diğerine akan bilgiyi tanımlamada kullanılan temel birimlerdi. Bir bitin bir yerden bir yere ne kadar hızlı gidebileceğini, bir iletişim kanalında ne kadar bilginin taşınabileceğini ve bir biti bellekten silmek için ne kadar enerji gerekeceğini belirleyen fizik yasaları var. Klasik bilgi işleyen makinelerin hepsi, bu yasalara tabi. Bilginin de beynimizde ileri geri titreşir gibi görünmesi, bilgi yasaları uyarınca, düşüncelemimizin de bit ve baytlarla işlendiği anlamına geliyor olabilir mi? Biz yalnızca bilgisayarlar



mıyız? Bu, rahatsızlık verici bir düşünce.

Ancak, klasik bilgi işlemenin ötesinde bir gerçek var: Kuantum. Kuantum kuramının olasılıklara dayanan doğası, atomların ve öteki kuantum nesnelere bilgi kuramında olduğu gibi yalnızca ikili sistemdeki 0 ya da 1'le sınırlı olmaması, 0 ve 1'lerin aynı anda olabileceği anlamına da geliyor. Dünyanın her yerindeki fizikçiler, bir veritabanındaki belli bir kaydı çok az sorguyla bulma gibi, sıradan bilgisayarlarla yapılması olanaksız işlemleri yaptırmak için, bu ve başka kuantum etkileriyle çalışan basit kuantum bilgisayarlar yapıyorlar. Ancak biliminsanları, kuantum bilgisayarları bu kadar güçlü yapan kuantum-mekaniksel özellikleri ve yararlı bir şeyler ortaya çıkarabilecek kadar büyük bir kuantum bilgisayarı yapmanın yolunu bulmaya çalışıyorlar.

Kuantum dünyasının ilginç mantığını öğrenerek ve bunu bilgi işlemede kullanarak, biliminsanları atomaltı dünyanın kurallarını derinlemesine araştırıyorlar. Belki de, yalnızca bilgi işleme gücünü artırmak gibi 'basit' bir gerekçe, kuantum krallığının anlaşılmasına yol açacak.

Seife, C. "What are the Limits of Conventional Computing?"
Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Alp Akoğlu

Yeryüzünde kaç canlı türü bulunuyor?

Gökyüzündeki bütün yıldızları saymak mı? Olanaksız. Yeryüzündeki bütün türleri saymak? Aynen. Ancak, içinde bulunduğumuz biyoçeşitlilik krizi, bunu yine de denememizi gerektiriyor.

Tür nedir?

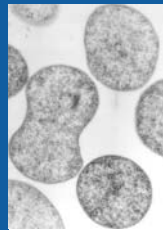
Evrimsel verilerle karmaşıklaşmış "basit" bir kavram. Daha açık bir tanımla uzak gelecekte yapılabilir.

Birçok türde neden ve nasıl yan geçiş olur?

Önceden ender olduğu düşünülse de, özellikle mikroplar arasındaki gen değişimi, çok sık

gerçekleşiyor. Ancak, genlerin neden ve nasıl bu denli hareketli olduğunu henüz bilmiyoruz.

LUCA (en son evrensel ortak atamız) kimdi?



Tüm karmaşık organizmaların 1,5 milyar yaşındaki "anası" konusunda çok sayıda düşünce var. Durmadan yenileri keşfedilen ilkel mikroplar, karşılaştırmalı genomikteki gelişmeyle birlikte, yaşamın derin geçmişini çözmemize yardımcı olacak.

SEÇİCİ OLARAK BAĞIŞIKLIK TEPKİLERİMİZİ KAPATABİLİR MİYİZ?

Geride bıraktığımız birkaç on yıl içinde organ naklinde deneysellikten rutine geçildi. Yalnızca ABD’de her yıl 20.000’den fazla kalp, karaciğer ve böbrek nakli gerçekleştiriliyor. Ancak nakil yapılacak kişiler için değişmeyen bir şey var: bağışıklık sistemini baskılamak için yaşam boyu ciddi yan etkileri olabilen kuvvetli ilaçlar kullanılması. Araştırmacılar uzun zamandır bağışıklık sistemini, nakilleri reddetmesi için kandırmanın yollarını arıyorlar. Ancak bunu vücudun tüm savunmalarını köreltmeden gerçekleştirmek gerekiyor ve ne yazık ki şu ana kadar çok az başarı elde edilebildi.

Araştırmacıların karşı karşıya olduğu rakip oldukça dişi. Bazı nadir olgularda bağışıklık toleransı oluşabiliyor. Yani, nakil yapılan hasta bağışıklık sistemini baskılayıcı ilaçları almayı bıraksa da, bedenleri yabancı organı reddetmiyor. Ancak araştırmacıların elinde, bu toleransı sağlamak için moleküler ve hücre düzeyinde neler olduğunu gösterecek net bir resim yok. Bağışıklık sistemiyle oynamak biraz mekanik bir saatle oynamaya benziyor. Yalnızca bir kısmı kurcalandığında tüm mekanizma bozulabiliyor. Ayrıca, tolerans sağlamak üzere tasarlanan ilaçları deneme açısından da büyük bir engel var: Bağışıklık sistemini baskılayıcı ilaçlar geri çekilmeden, işe yarayıp yaramadıklarını anlamak çok zor. Bu geri çekmekse, organın reddedilme riskini doğuruyor. Eğer araştırmacılar, bağışıklık sistemine nakil organlarını tolere etmeyi öğretmenin yolunu bulurlarsa, bu bilgi, otoimmün hastalıkların (bağışıklık sisteminin organizmanın kendi yapılarına karşı yanıt oluşturması durumunda oluşan hastalıklar.) tedavisi için anlamlı olacak.

Science dergisinde 60 yıl önce yayımlanan bir haber, sonradan bir maratona dönüşen nakil toleransı sağlama yarışında başlangıç noktası olmuş. Wisconsin Üniversitesi’nden Ray Owen, çift yumurta ikizi sığırların bazen bir plasentayı paylaştıklarını ve birbirlerinin kırmızı kan hücreleriyle doğduklarını belirtmiş. “Karışık kimerizm” olarak adlandırılan bu durumda sığırlar görünüşte bir sorun olmadan yabancı hücreleri tolere etmişler. Kimerizm, allojeneik (aynı türün bireyleri arasında) kök hücre nakli sonrası alıcı ve verici hücrelerinin bir

arada bulunması durumu. Alıcıda oluşan tüm kan yapıcı ve lenfoid hücreler tümüyle verici hücrelerinden kaynaklanıyorsa tam kimerizmden; hem verici hem de alıcının hücreleri birlikte bulunuyorsa karışık kimerizmden söz ediliyor.)

Birkaç yıl sonra, Birmingham Üniversitesi’nden Peter Medawar ve ekibi, karışık kimerizmden yararlanmaya çalışıyorlar. Araştırmacılar, organ bağışıklık hücrelerinin yeni ev sahibine nakli toleransını öğretmesi umuduyla, hastayı vericinin kemik iliğiyle aşıyorlar. Ancak bazıları, nakledilen organla birlikte gelen, vericiye ait bağışıklık hücrelerinin de alıcıya tolerans öğretebileceğini iddia ediyor. İkinci stratejide, T hücrelerine nakledilen dokudaki yabancı antijenleri gördüklerinde anejrik olmayı ya da intihar etmeyi öğreten ilaçlar kullanılıyor. Üçüncü yaklaşımsa, belirli bağışıklık hücrelerinin kendilerini kopyalamasını engelleyen ve ayrıca, sitokin denen, hücrelerarası iletişimden sorumlu doku hormonlarını salgılayarak reddetmeyi baskılayabilen T düzenleyici hücrelerinin üretimi etkiliyor.



ler. Bu etkili deney, pek çok bilim insanının kariyerini nakil konusuna adanmasına önderlik etmiş ve bu tür çalışmalarla, otoimmün hastalıklara çare bulunabileceği umutları yükselmiş.

Büyük çoğunluğu farelerle çalışan bağışıklık bilimcileri, şimdiye kadar, toleransın arkasında çeşitli ayrıntılı mekanizmalar olduğunu belirttiler. Örneğin bağışıklık sistemi, kendine karşı bağışıklık ataklarını baskılayan “düzenleyici” hücreleriatabiliyor; zararlı bağışıklık hücrelerini intihar etmeye ya da anejrik denilen, durgunluk, enerji üretiminde eksiklik ya da belli bir antijene karşı bağışıklık tepkisinin olmaması biçimindeki işlev bozukluğuna zorlayabiliyor. Aslında araştırmacılar artık bu süreçleri yürüten genler, almaçlar ve hücre iletişimiyle ilgili ince ayrıntıları biliyorlar. Ancak, hâ-

lâ bağışıklık sisteminin nasıl çalıştığını çözmek ve onu ustaca yönetmenin güvenli yollarını bulmak gerekiyor.

Nakil araştırmacıları, tolerans sağlamak için üç temel stratejiyi takip ediyorlar. Birincisinde, Medawar’ın deneyinde olduğu gibi, kimerizmden yararlanmaya çalışıyorlar. Araştırmacılar, organ bağışıklık hücrelerinin yeni ev sahibine nakli toleransını öğretmesi umuduyla, hastayı vericinin kemik iliğiyle aşıyorlar. Ancak bazıları, nakledilen organla birlikte gelen, vericiye ait bağışıklık hücrelerinin de alıcıya tolerans öğretebileceğini iddia ediyor. İkinci stratejide, T hücrelerine nakledilen dokudaki yabancı antijenleri gördüklerinde anejrik olmayı ya da intihar etmeyi öğreten ilaçlar kullanılıyor. Üçüncü yaklaşımsa, belirli bağışıklık hücrelerinin kendilerini kopyalamasını engelleyen ve ayrıca, sitokin denen, hücrelerarası iletişimden sorumlu doku hormonlarını salgılayarak reddetmeyi baskılayabilen T düzenleyici hücrelerinin üretimi etkiliyor.

Tüm bu stratejiler ortak bir sorunla yüz yüze: Yaklaşımın başarılı mı yoksa başarısız mı olduğunu değerlendirmek oldukça zor. Çünkü bir kişinin nakledilen bir organı tolere edip etmediğini gösteren güvenilir biyoişaretleyiciler bulunmuyor. Bu yüzden toleransı değerlendirmenin tek yolu, ilaç tedavisini durdurmak; ki bu da, hastanın vücudunun nakil organı reddetmesi riskini doğuruyor. Benzer şekilde, etik endişeler de, araştırmacıların tolerans sağlama da kullanılacak ilaçları, bağışıklık sistemini baskılayıcı tedaviyle birlikte denemelerini gerektiriyor. Bu durumda da, ilacın etkinliği zaıflayabiliyor; çünkü ilaçların kendilerinden bekleneni yapması için tümüyle çalışan bir bağışıklık sistemine gereksinim var.

Eğer araştırmacılar, bağışıklık toleransını güvenli ve seçici bir biçimde sağlamak üzere 50 yıllık maceralarını tamamlayabilirlerse, binlerce nakil alıcısıyla birlikte, otoimmün hastalıkların kontrolü için de umutlar bir hayli artacak.

Cohen, J., “Can We Selectively Shut Off Immune Responses”, Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Meltem Yenil Coşkun

Çiçekler nasıl evrimleşti?

Darwin’in “büyük muamma” olarak nitelediği bu soru, bizler için de hemen hemen aynı niteliği taşıyor.

Bitki büyümesi nasıl denetleniyor?

Sözgelimi, kızılgağaçlar 100’lerce metre uzunluğa ulaşabilirken, boyu 10 cm’yi aşmayan ağaçlar bile var. Bu farkın nedenlerini anlamak, daha



verimli ürünlerin elde edilmesinde işe yarayabilir.

Neden bütün bitkilerin, bütün hastalıklara karşı bağışıklıkları yok?

Bitkiler, genel bağışıklık tepkisi veribilmeyen yanı sıra, belirli hastalık yapıları hedefleyen moleküler “nişancı”lara da sahipler. Bitkibilimcilerin merak ettiği, farklı bitki türlerinin, hatta birbirleriyle yakın akraba olan türlerin bile neden farklı savunma ordularına sahip oldukları. Bu sorunun yanıtı, daha dayanıklı ürünler alınmasını sağlayabilir.

Strese dayanıklı bitkilerdeki çeşitliliğin temel ne?

Kuraklık, soğuk gibi zorlayıcı çevresel etkilere dayanıklı olan bitkilere gereksinimimiz var. Ancak birbirleriyle karmaşık etkileşim içinde bulunan genlerin sayısı o kadar çok ki, kimse henüz birinin nasıl çalıştığını ortaya koyabilmiş değil.



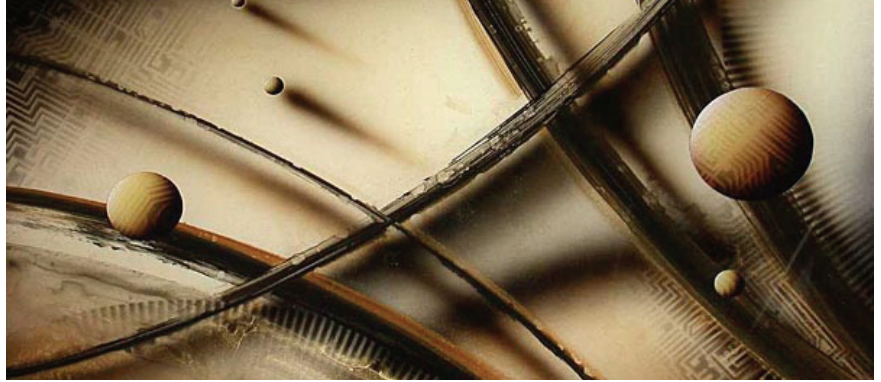
KUANTUM BELİRSİZLİĞİ VE YEREL OLMAMA DURUMU ALTINDA DAHA DERİN İLKELER Mİ YATIYOR?

“Kuantum mekaniği çok etkileyici” diye yazmıştı Albert Einstein 1926’da. “Ama içimden bir ses bunun henüz çok da gerçek bir şey olmadığını söylüyor.” Kuantum kuramı yıllar içinde geliştikçe bu iç ses gittikçe sessizleşti fakat tamamıyla susmadı. Hala acımasız bir mırıltı kuantum kuramı için yapılan övgülerin arka planında duyuluyor gibi.

Kuantum kuramı 19. yüzyılın sonlarında doğdu ve modern fiziğin en önemli dayanaklarından biri haline geldi. Bu kuram inanılmaz derecede küçük boyuttaki dünyanın, atomların, elektronların ve benzer parçacıkların tahmin edilemez, tuhaf davranışlarını tanımlayıp açıklamaya yönelik. Yine de bu alandaki başarı, rahatsızlıklarla birlikte var oluyor. Kuantum mekaniğindeki denklemler çok güzel işliyor, ne var ki çok anlamlı değil.

Kuantum denklemlerine nasıl bakarsanız bakın, onlar küçük cisimlere sezgilere karşı gelecek hareketler yaptırıyorlar. Sözelimi “üst üste binme” böyle bir şey. Aynı anda doğru olamayacak iki şey bu dünyada birlikte var olabilir. Kuantum kuramının matematiği bize bir atomun aynı anda bir kutunun hem sağ yanında hem de sol yanında aynı anda var olabileceğini söylüyor. Bu durum, atom gözlemlenmediği ve kurcalanmadığı sürece geçerli. Ama gözlemci kutuyu açtığında ve atomun nerede olduğunu anlamaya çalıştığında bu üst üste binme durumu bozuluyor ve atom birdenbire nerede olacağını seçiyor.

Bu düşünce bugün de Erwin Schrödinger’in üst üste binme durumunu hicvetmek için yarı canlı yarı ölü bir kedi tanımladığı 80 yıl öncesinde olduğundan daha az şaşırtıcı değil. Nedeni kuantum teorisinin “olmak” eyleminin anlamını değiştirmesi. Klasik dünyada bir nesnenin katı gerçekliği vardır. Bir gaz bulutu bile her biri iyi tanımlanmış konum ve hızlara sahip küçük bilardo toplarına benzeyen parçacıklarla açıklanabilir. Kuantum kuramı bu katı gerçekliği yıkar. Aslında, kuantum kuramının matematiğinden doğan ünlü belirsizlik ilkesi, nesnelerin konumlarının ve momentlerinin belirsiz ve bulanık olduğunu söyler ve biri hak-



kında bilgi sahibi olmak diğeri hakkındaki bilginin kaybedilmesi demektir der.

İlk kuantum fizikçileri, bir nesnenin aslında olasılık dalgaları içinde olduğunu ve bir araştırmacı ölçüm yaptığında gerçeğe dönüştüğünü söylüyorlardı. “Kopenhag yorumu” olarak adlandırılan bu açıklama ancak gerçeğin katı cisimler olduğu değil olasılık dalgaları olduğu kabul edilirse bir anlam taşır. Eğer öyleyse bile bu durum, kuantum kuramının bir başka garipliğini yerel olmama durumunu açıklamakta yetersiz kalıyor.

1935’te Einstein bugün bile genel görüşe meydan okuyan bir senaryo geliştirdi. Bu düşünce deneyine göre iki parçacık birbirlerinden uzağa uçuyor ve gökadamın karşıt uçlarına ulaşıyorlar. Ancak bu iki parça “dolanık”, yani aralarında kuantum mekaniksel bir bağ var. Öyle ki parçacıklardan biri ikizine ne olduğunu anında hissediyor. Biri üzerinde bir ölçüm yapıldığında diğeri de aynı anda etkileniyor. Sanki çok uzak mesafelerden birbirleriyle açıklanamayan mistik bir iletişim kurar gibi. Bu “yerel olmama” durumu da aslında kuantum kuramının laboratuvarlarda sınanmış matematiksel bir sonucu. Bu “sinsi eylem” mesafeleri ve zamanın akışını hiçe sayıyor ve dolanıklık ölçüldükten sonra da dolanık kalıyorlar.

Bir seviyede kuantum kuramının tuhaflığı hiç de öyle sorun falan değil. Matematiksel çatısı bu garip durumu gayet iyi tanımlıyor.

Eğer biz insanlar fiziksel gerçeklerin denklemlerle bağdaştığını kafamızda canlandıramıyorsa ne olmuş yani? Bu davranışa kuantum kuramının “sus ve hesaplamaya devam et” yorumu deniyor. Oysa başkalarına göre kuantum kuramında bazı şeylerin aklımıza yatmaması, henüz anlaşılması gereken başka gerçekler olduğunun bir göstergesi olabilir. İkinci gruptaki bazı fizikçiler, kuantum kuramının özündeki gizemi çözebilmek için çeşitli deneyler tasarlamakla meşguller. Üst üste binme durumunun neden çıktığı araştırılıyor. Böylece belki kuantum kuramında ölçümün oynadığı rol de daha iyi anlaşılacak ve büyük cisimlerin neden küçüklerle göre farklı davranışlar sergilediği ortaya çıkacak. Bunun yanında çoklu dünyalar kuramı üzerinde çalışarak üst üste binmeyi açıklayan ve paralel dünyaların olduğunu söyleyen yorumlar üzerine de yapılan çalışmalar var. Başka birileri de üst üste binme, dolanıklık ve öteki kuantum olguları paralel evrenlerin varlığına dayandıran çoklu dünyalar yorumu gibi kuantum kuramının gariplikleri için getirilen çeşitli açıklamaları sınamanın yollarını arıyorlar. Belki bu çalışmalar sonucunda bilim insanları, Einstein’ı tanıyan zar atmaz sözlerini sarfetmeye götüren rahatsızlığın aşılmasını sağlayabilirler.

Seife, C. “Do Deeper Principles Underlie Quantum Uncertainty and Nonlocality?” Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Gökhan Tok

Soyların tükenmesine ne neden oldu?

Dinozorları dev bir göktaşı çarpmasının yok ettiği düşünüyor. Ancak yokoluşla ilgili başka etkenlerin belirlenmesinde bugüne kadar pek başarılı olunamadı. Bu işte daha sinsi etkenlerin de parmağı varsa, bunları ortaya çıkarmak epeyce zaman alacak gibi görünüyor.



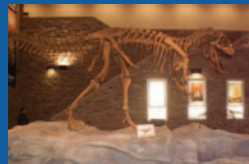
Soyların tükenmesini önleyebilir miyiz?

Tehlike altındaki birçok türü kurtarmak için, ülke politikaları ve ekonomik açıdan uygun yön-

temlerin bulunması, büyük ölçüde yaratıcı düşünmeye bağlı.

Neden bazı dinozorlar çok büyüktü?

Dinozorların bir kısmı inanılmaz derecede büyük boyutlara ulaştılar; ve bazıları da 20 yıldan kısa bir süre içinde. Peki, sözelimi uzun boyunlu sauropodlar, hem günde en az 100 ton yiyip hem de çevrelerini ‘kurutmamayı’ nasıl başarmışlardı?



Ekosistemler küresel ısınmaya nasıl tepki verecek?

Gittikçe artan sera etkisinin etkilerini öngörebilmek için, iklim bilimcilerin bölgesel değişikliklere, çevre bilimcilerinse çevresel değişikliklere yoğunlaşmaları gerektiği düşünülüyor.



KÜRESEL ISINMA DÜNYAMIZI NE KADAR ISITACAK?

Biliminsanları, son zamanlarda dünyanın ısındığını biliyorlar ve bu ısınmanın çoğunun insan etkinliklerinden kaynaklandığına inanıyorlar. Peki, gezegenimizi gelecek on yıl, yüz yıl ne kadar zorlayabiliriz? Bu, iklim sisteminin ne kadar duyarlı olduğuna bağlı; yani hava, okyanuslar, buzullar, toprak ve canlıların, atmosfere pompaladığımız sera gazlarına verdiği tepkiye. “İklimsel duyarlılığa” ilişkin bilimsel görüşler, çeyrek yüzyıl boyunca belirsizlikten kurtulamadı. Fosil yakıtların yakılması, volkanik etkinlikler ya da küresel “kararma”dan kaynaklanan, karbondioksit gibi iklim değişikliğini tetikleyen etkenler zorlandığında iklimin çok kırılgan olacağı ve dünyanın aniden ısınabileceği görüşünü destekleyen uzmanlar, daha sonra iklimin o kadar da duyarlı olmadığını, dünyanın ciddi bir baskı altında olmasına karşın az ısındığını kabul eden uzmanların ta kendileriydi.

İklimsel duyarlılıkla ilgili sorun, bunun sokağa çıkıp doğrudan ölçülemediği. Bu nedenle er ya da geç bir iklim modelinin hazırlanması gerekiyor. Her model, kendine özgü bir duyarlılığı ortaya koyuyor, ancak her biri gerçek küresel iklim sisteminin büyük ölçüde basitleştirilmiş bir kopyasını oluştururken, aynı belirsizlikleri içeriyor. Sonuç olarak iklimbilimciler, iklimsel duyarlılık için uzun süredir aynı ‘bulanık’ sıcaklık aralığı üzerinde duruyorlar. Bu yüzyılda gerçekleşmesi tahmin edildiği gibi, sera gazı olan karbondioksitin miktarı ikiye katlanırsa dünya, en az 1,5 °C, ve en fazla 4,5 °C ısınacak. İlk olarak 1979 yılında ortaya atılan ve yalnızca iki eski iklim modeline temellendirilmiş olan bu aralık, o zamandan bu yana gerçekleştirilen bütün temel iklim değerlendirmelerinde sözkonusu ediliyor.

Araştırmacılar, sonunda olası duyarlılığın aralığını, en azından bir tarafından kesinleştirmeye çalışıyorlar. Görünüşe göre, mevcut modellerin duyarlılığı (% 5 - % 95 güvenirlilikle), geleneksel 1,5 °C - 4,5 °C aralığı içinde ve

kimilerinde de 4,5 °C'nin üzerine çıkıyor. Bulut davranışları gibi çok sayıda parametrenin tek bir modelde işletilmesi üzerine kurulu yeni yaklaşımın ilk denemesindeyse duyarlılık aralığı en olası 3,2 °C değeriyse birlikte 2,4 °C - 5,4 °C olarak duyuruldu.

Bununla birlikte, modellerin yalnızca birer model olduğunu unutmamak gerekiyor!



Bunlar doğanın gerçek mekanizmasını ne kadar yansıtabiliyorlar? Uzak geçmişte sera gazları gibi iklim değişikliğini tetikleyen etkenlerin, zamanla doğada nasıl değiştiği ve iklim sisteminin bu değişikliklere nasıl tepki verdiğini inceleyen paleoklimatoloji, burada sahneye giriyor. Elbette doğa, yaklaşmakta olan küresel ısınmanın kusursuz bir benzerini yaşamadı. Üstelik, son buz devri sırasında karbondioksit derişiminin ne kadar düştüğünü ya da Filipinlerdeki Pinatuba yanardağının patlamasının gün ışığına ne kadar engellediğini tahmin etmek gerçekten zor. Ancak paleokli-

matologlar, iklimsel duyarlılığın geleneksel aralık içinde en iyi tahminle 3 °C civarında olacağını tahmin ediyorlar.

Araştırmacılar, en azından iklimsel duyarlılık aralığının düşük değerinin kesinleşeceğini, 1,5 °C'nin altına inmeyeceğini söylüyorlar. Kimi karşı görüşlere göreyse, bu değer fazla düşük. Ancak iklimsel duyarlılık ölçümleri hâlâ aralığın yüksek değerine belirli bir sınır koyamıyor. Geçtiğimiz yüzyıllarda gerçekleştirilen iklim değişikliği gözlemleri, yanısıra iklim değişikliğini tetikleyen tüm doğal ve insan kaynaklı etkenlere ilişkin tahminler, %30 olasılıkla aralığın 4,5 °C ile 9 °C arasında olabileceğini öngörüyor. Yapılan son çalışmalardan biri, duyarlılığın 11 °C'ye çıkabileceğine işaret etse de, araştırmacılar böyle bir uç değer gerçekleşme olasılığının ne olduğunu söyleyemiyorlar. Kimi araştırmacılar, geçmiş jeolojik zamanlardaki en kötü küresel ısınma dönemine işaret ederek, modellerin henüz içermediği ve iklim sistemine zarar verecek bir başka unsur olabileceğini ileri sürüyorlar.

İklim araştırmacılarının önünde zor bir iş var. Belirsizliğin en büyük kaynağı olan bulutları ve aerosollerini daha iyi anlayarak modellerine eklemek zorundalar. 10 ya da 15 yıl önce, biliminsanları bunun 10 ya da 15 yıl süreceğini söylüyorlardı; ama bunun en kısa sürede gerçekleşeceğine ilişkin hiç bir işaret yok. Yapılacak şey, modellerin doğruluk düzeyini artırmak; bu da bilgisayar teknolojisindeki hızlı ilerlemeler ışığında, oldukça gerçekçi bir hedef. Ayrıca, geçmiş iklim değişiklikleri ve bunları tetikleyen etkenlerle ilgili daha çok ve daha iyi verilerin de ortaya çıkarılması gerekiyor. Bu arada unutmamak gerekiyor ki, küresel ölçekte kullanılan fosil yakıtlardan vazgeçilmediği sürece, karbondioksitin ikiye katlanması, beraberinde getireceği sonuçlarla birlikte kaçınılmaz olacak.

Kerr R. A. "How Hot Will The Greenhouse World Be" Science, Temmuz 2005 Çeviri: Tuğba Can

İnsan ırkı diye bir şey var mı? Varsa Nasıl Gelişti?

Antropologlar uzun süredir, “ırk” kavramının biyolojik gerçeklikten yoksun olduğunu savunmaktalar. Ancak genetik ‘makyajımız’ın coğrafi kökene göre değişiklikler gösterdiği de bir gerçek. Tabii bu da hem siyasi, hem ahlaki hem de bilimsel soruların ortaya çıkmasına neden oluyor.



Neden kimi ülkeler gelişiyor, kimileriye hiç ilerlemiyor?

Norveç'ten Nijerya'ya kadar, ülkelerin yaşam standartları arasında çok büyük farklılıklar bulunuyor ve bu farklılıklar gün geçtikçe azalmıyor.

Devletlerin büyük bütçe açıklarının ülkelerin faiz oranlarına ve ekonomik büyüme hızlarına etkisi nedir?

Bu konuda örnek olarak ABD'ye bakılabilir.

Siyasi ve ekonomik özgürlük birbiriyle yakından ilişkili midir?

Çin, buna bir yanıt sağlayabilir.



Neden Sahra güneyindeki Afrika ülkelerinde açlık artıyor ve insan ömrü azalıyor?

Sahra güneyindeki Afrika ülkelerinde yoksulluğu azaltmak için gösterilen çabaların neredeyse tamamı başarısızlığa uğradı. Bu kitlesel acıyı bir ölçüde hafifletmek için hangi yöntemin işe yarayacağını bulmak gerekiyor.

UCUZ PETROLÜN YERİNİ NE ALABİLİR?.. NE ZAMAN?..

Eski enerji kaynaklarından yeni enerji kaynaklarına giden yol, engebelerle dolu olabilir; ancak, geçmişte bu geçişler oldukça yumuşak gerçekleşmişti. Bin yıl boyunca oduna bağımlı kaldıktan sonra, toplum enerji kaynaklarına kömürü ve su gücünü de kattı. Sanayileşme başladı. Petrol geldi; bir sonraki odun ya da kömür yığınının nereden geleceği, ya da enerji üretimindeki büyük artışın dünyaya nelere malolacağı konusunda tek bir kaygı bile akıllara gelmeden, kara ve hava taşımacılığı yaygınlaştı...

Zaman değişti. Petrolün fiyatı hızla artıyor, küresel sıcaklık değerleri yükselirken her iki kutuptaki buzullar da eriyor. Bir sonraki büyük enerji geçişinin geçmiştekiler gibi yumuşak olup olmayacağı, büyük oranda şu üç soruya bağlı olacak: Dünyanın petrol üretimi ne zaman tepe noktasına ulaşacak? Dünyanın iklimi, fosil yakıtları yakarak atmosfere saldıığımız karbon dioksitine karşı ne ölçüde duyarlı? Ve, fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları makul fiyatlarda olacak mı? Bu soruların yanıtları, bilimsel ve teknolojik gelişmelerde gizli; ancak, toplumun bunlara vereceği karşılığın sınırlarını politika belirleyecek.

Hemen herkes, yakın bir gelecekte tüm dünyada petrol sıkıntısı çekileceği düşüncesinde birleşiyor. Tartışma, bunun ne kadar yakın bir gelecekte gerçekleşeceği konusunda. Küresel petrol gereksinimi, her yıl % 1 - 2 oranında artıyor; her saniye yeraltından yaklaşık 1000 varil petrol çıkarılıyor. Karamsarlar (daha çok, petrol firmalarında çalışmış yerbilimcilerden oluşuyorlar), petrol üretiminin çok yakında tepe noktasına ulaşmasını bekliyor ve ABD'li yerbilimci M. King Hubbert'in, 1956 yılında, ABD'nin petrol üretiminin 1970 yılında tepe noktasına ulaşacağını başarıyla tahmin etmesini örnek gösteriyorlar. Geçmişteki üretimi ve keşifleri dikkate alarak, aynı yöntemle, dünyanın petrol üretiminin 2010 yılında tepe noktasına ulaşacağını tahmin ediyorlar. İyimserler (daha çok, kaynaklar konusunda uzmanlaşmış ekonomistlerinden oluşuyorlar), petrol üretiminin, yeraltında ne kadar petrol bulunduğu değil, daha çok, ekonomiye ve politikaya bağlı olduğu inancındalar. Teknolojik gelişmelerin

de araya girmesiyle, petrol üretiminin artmayı sürdürüleceğini söylüyorlar. Böyle bile olsa, petrol üretiminin tepe noktası, ancak yüzyılımızın ortasına ertelenebiliyor! Örneğin, ABD için, enerji tüketimindeki % 40'lık petrolü başka bir kaynakla değiştirmeye başlaması gerekeceği için, 2050 bile çok "erken" bir tarih. Ayrıca, iklim değişimi konusundaki kaygılar yoğunlaştıkça, fosil yakıt dışındaki enerji kaynaklarına geçiş daha da acil duruma gelebilir.



Petrol kaynakları yakın bir zamanda tepe noktasına ulaşırsa ya da iklim konusundaki kaygılar fosil yakıt tüketiminden uzaklaşılmasına neden olursa, kenarda bekleyen çok sayıda alternatif enerji kaynağına yönelinilebilir. Güneş, yeryüzünü kesintisiz olarak 86.000 trilyon watt'lık (terawatt) enerjile yıkıyor; bu, gezegendeki tüm insanların bir yıllık enerji tüketiminin 6600 katı kadar. Rüzgâr, biyokütle enerjisi ve nükleer enerji de çok verimli olabilir. Enerjiyi tutumlu kullanmak konusunda da yapılabilecek birçok şey var.

Elbette, alternatif enerji kaynaklarının da kendine göre sorunları var. Nükleer fisyonu destekleyenler, gayet uzun ömürlü olan radyoaktif atıkların yönetimi için tartışma yaratmayan bir

çözüm bulamadılar; ayrıca, nükleer santral işleticilerinin taşıması gereken sorumluluklar ve bunlar için gereken yatırımların büyüklüğü, şirketleri ürkütüp kaçırıyor. Yenilenebilir enerji kaynakları, genellikle dağınık halde bulunuyor. Bu da, bu kaynaklardan yeterli miktarlarda ve ucuz enerji üretiminin önünde bir engel. Alternatif enerji kaynakları arasında, yaklaşık 4,5 sentlik kilowatt saat fiyatı ve tüm dünyada toplam 40 milyar watt enerji üretme kapasitesiyle, rüzgâr enerjisi şimdilik önde görünüyor.

Bu çok iyi bir oran; ancak, fosil yakıt tüketimiyle karşılaştırıldığında, yenilenebilir enerji hâlâ çok küçük ölçekli kalıyor. Örneğin ABD'de, yenilenebilir enerji, toplam enerji üretiminin yalnızca % 6'sını oluşturuyor. Şu an 13 terawatt olan yıllık küresel enerji gereksiniminin artmayı sürdürerek yüzyılın ortasında 30 - 60 terawatt'a çıkacağı tahmin ediliyor. Bu nedenle, bugünkü kaynakların yerini alabilmek için, yenilenebilir enerji kaynaklarının çok büyük oranda artırılması ve dünyanın gelecekteki enerji gereksinimini önemli ölçüde etkilemesi gerekiyor.

Bunun gerçekleşebilmesi için ne tür değişimler gerekiyor? Enerjinin daha verimli kullanılması, enerji planlamasının olmazsa olmazı olacak. Alternatif enerjilerin verimliliğinin artırılması da bir o kadar önemli. Güneş enerjisi modüllerinin maliyeti, son 30 yılda 100 kat azaldı. Birçok uzman, güneş enerjisi sistemleri yaygınlaşmadan önce, bu maliyetin 100 kat daha azalması gerektiğini hesaplıyor. Nanoteknolojideki gelişmeler, güneş enerjisi kolektörlerinin verimini artıracak yeni yarıiletken sistemlerinin bulunmasını ve belki de, doğrudan güneş ışığı, karbon dioksit ve sudan kimyasal yakıt sağlayabilir.

Ancak, bir enerji krizinden kaçınabilmek için, zamanı geldiğinde tüm bunların hazır olabilmesi, enerji alanındaki araştırma geliştirme çalışmalarına ne ölçüde öncelik tanımasına bağlı. Bu da, bilimin bizlere gösterdikleri konusunda ortaklaşa verilmiş politik kararlar gerektirecek.

Keer, R. A & Service, R. F. "What can replace cheap oil - and when?" Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Aslı Zülâ

Eliptik eğrinin sonsuz sayıda oransal çözümünün olup olmadığı sınırlanabilir mi?

$y^2 = x^2 + ax + b$ biçimindeki denklemler güçlü bir matematiksel araçtır. Birch ve Swinnerton-Dyer varsayımı oranlı sayılar krallığında kaç çözüm olduğunu söylüyor. Eğer varsayım doğruysa, bu bilgi çok sayıda problemi çözecektir.

Hodge döngüsü, cebirsel döngülerin bir toplamı mı?

İki kullanışlı matematiksel yapı, geometri ve basit cebirde birbirinden bağımsız olarak doğdu. Hodge varsayımı, bunların arasında şaşırtıcı bir bağlantı kurar; ancak, burada kurulması gereken bir köprü var.

Matematikçiler, Navier Stokes denklemlerinin gücünü ortaya koyabilecekler mi?

İlk 1840'larda yazılan bu denklemler, düz ve çalkantılı akının her ikisinin de anlaşılmasında anahtar rolündeler. Bunları etkin biçimde kullanmak için, kuramcılar bunların ne zaman çalışıp ne zaman çöktüğünü bulmaları gerekiyor.

Poincare'nin testi, küreleri dört boyutta tanımlayabiliyor mu?

Bir simidin çevresine bir ipi dolayabilirsiniz belki, ancak ip bir küreden sıyrılacaktır. Bu gözlemin ardındaki matematiksel ilke, bütün küresel nesnelerin üç boyutlu ortamda ayırt edilebilmesini güvenilir biçimde sağlayabilir. Henri Poincare, bunun aynı zamanda bir sonraki boyutta da çalışabileceğini varsaydı; ancak, bunu henüz kimse kanıtlayamadı.

Riemann zeta fonksiyonunun ilginç matematiksel çözümlerinin hepsi a + bi biçiminde mi?

Ayrıntılara takılmamak gerek. 19. yüzyılın ortalarından beri "Riemann Hipotezi", matematikçilerin havuzundaki bir canavar yayınbalığı oldu. Eğer bu doğruysa, bu onlara asal sayıların dağılımı ve uzun süredir bekleyen birçok başka gizemle ilgili çokça bilgi sağlayacak.

Standart Model matematiksel bulgulara mı dayanıyor?

Neredeyse 50 yıldır bu model, parçacıkların davranışlarını geometride bulunan yapılara bağlayan "kuantum Yang-Mills kuramı"na dayanıyordu. Bu kuram nefes kesici şekilde güzel ve kullanışlı; ne var ki, henüz kimse bunun geçerli bir kuram olduğunu ispatlayamadı.