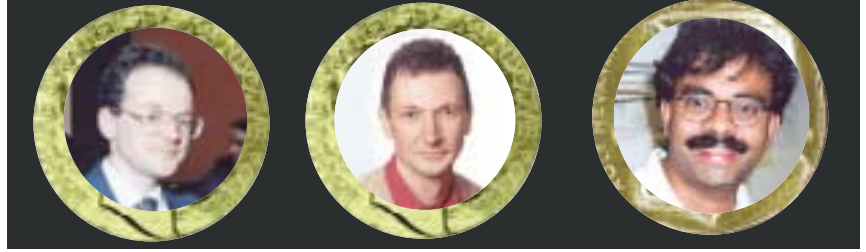


Matematik

Fields Madalyaları, Bütünlük Arayanlara

Matematik alanında en büyük ödül olan ve her dört yılda bir 40 yaşın altındaki araştırmacılara verilen Fields Madalyaları, geçtiğimiz ay Beijing'de (Pekin) Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nin açılış töreninde Fransa İleri Bilimsel Araştırmalar Enstitüsü'nden Laurent Lafforgue ile, Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden Vladimir Voevodsky'ye verildi. Geleneksel olarak Field Madalyaları ile birlikte bilgisayar alanında verilen Rolf Nevanlinna Ödülü de Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden (MIT) bilgi kuramcısı Madhu Sudan'a verildi. Lafforgue (35), Langlands Programı denen ve 1967'de Princeton'dan Robert Langlands tarafından matematiğin farklı iki dalı arasındaki ilişkiyi göstermek için başlatılan çalış-



malara katkısı nedeniyle ödüllendirildi. Langlands, otomorfik biçimlerle, Galois temsilleri diye tanınan farklı matematik alanlarının aslında yakından ilişkili olduğunu savunmaktaydı. Otomorfik biçimler, biçimleri çeşitli yollarla değiştirilebilen, ancak başlangıçtaki özelliklerini koruyan matematiksel yapılar. Galois temsilleriyse, denklem çözümleri arasındaki ilişkileri ortaya koyuyor. Lafforgue'ya ödülü kazandıran, iki yıl önce fonksiyon alanları denen geniş bir sınıf yapı için Langlands varsayımının doğruluğunu kanıtlaması. Voevodsky (36) ise madalyasını, uzaydaki biçimleri inceleyen topoloji ile, soyut matematiksel işlemler ve simetri-leri inceleyen cebir arasındaki ilişkileri

ortaya koymasıyla aldı. Daha önce de matematikçiler, bu iki ayrı alan için ortak bir dil geliştirmişler, ancak bazı alanlar birbirleriyle "konuşturulamamıştı". 1970 yılındaysa matematikçi John Milnor böyle "iletişimsiz" iki alanın, Galois kohomolojisi ve K-teorisi diye bilinen farklı cinsten yüzeylerin özelliklerini açıklayan yolların, aslında birbirleriyle bağıntılı olduğunu öngören bir varsayım geliştirmişti. Milnor Varsayımı, Voevodsky onu çözmek için 1996 yılında özel matematiksel araçlar geliştirinceye kadar bu alandaki en büyük matematik problemi olarak kaldı. Madhu Sudan (36) ise Rolf Nevanlinna Ödülü'nü, matematiksel ispat kavramı üzerindeki çalışmalarıyla aldı. Kabul gören biçimiyle ispat, biri

Hintli Ekipten Kolay Asal Sayılar Testi

Asal sayılar, matematiğin kuzu postuna bürünmüş kurtları. İlk bakışta bunları saptamak kolay gibi görünüyor. Alt tarafı, yalnızca kendilerine ve 1'e bölünebilen sayılar. Sayı birkaç haneli olunca asal olup olmadığını kafadan hesaplayabiliyorsunuz. Birkaç hane daha koyunca kağıt-kalem imdadınıza yetişiyor. 9-10 haneli olunca, basit bir ev bilgisayarı işinizi görür. Peki ama sayının uzunluğu binlerce hane tutuyorsa? Artık bu, süperbilgisayarların yetki alanına giriyor. Çünkü, sayıyı daha küçük sayıların bölüp bölmediğini kontrol etmek için tüm sayıları teker teker denemek gerekiyor. Bu da ina-

nılmaz uzunlukta zaman alıyor. Son yıllarda kuramcılar, bu işi kolaylaştıracak bazı logaritmalar geliştirdiler, ama bunların gerçekten işe yarayıp yaramadığını belirlemek de uzun zaman alıyor. Şimdiyse, Hindistan Teknoloji Enstitüsü'nden üç bilgisayar uzmanı, asal sayı bilmecesine kesin çözüm getirecek bir algoritma geliştirmiş bulunuyorlar. Üstelik çözümün basitliği, sayı kuramcılarının parmak ısirtiriyor. Alana hakim olan duygu şöyle özetlenebilir: "Biz bunu şimdiye kadar nasıl göremedik?" Profesör Manindra Agrawal ile, öğrencileri Neeraj Kayal ve Nitin Saxena'nın geliştirdikleri yöntem, asallık testi için bir "polinomial zaman" algoritması. Anlamı, N -haneli herhangi bir sayıyı alıp, asal olup ol-

madığını N 'nin belli bir üstüyle sınırlı bir işlem zamanı sonunda verebilmesi. Hint ekibinin geliştirdiği algoritmada bu zaman N^{12} . Polinomial zaman, bilgisayar biliminde etkinliğin ölçütü. İşlem süresi polinomial zamanı aşan (2^N örneğinde olduğu gibi) algoritmalar, en hızlı bilgisayarları bile kısa sürede içinde yavaşlatıyor. Öteki çağdaş asal sayı testleri gibi yeni algoritma da, Fransız matematikçi Pierre de Fermat'ın 17. yüzyılda keşfettiği bir sayı kuramı olgusuna dayanıyor: Eğer n bir asal sayıysa, $a^n - a'yı, a'nın değeri ne olursa olsun, tam sayı olarak bölmesi gerekir. Fermat'ın testi, bir n sayısının asal olmadığını, faktörlerini bulmaya gerek olmaksızın kanıtlama olanağı sağlıyor. Örneğin, $2^9 - 2 = 510$, 9 tarafından$

ötekine çok kesin çıkarsınma kurallarıyla bağlı bir dizi mantıki açıklama. Açıklamalar doğruysa ve birbirleri arasındaki ilişki kurallara uygunsa, ispat geçerli; değilse, geçersiz oluyor. Sudan'ın yaptığı bu kesin siyah-beyaz ayrılığı, gri tonlar ekleyerek yumuşatmak. Getirdiği yeni yaklaşımla bir matematikçi, teorik olarak bir ispatın doğruluk "olasılığını" tartabiliyor. Çünkü Sudan'ın modelinde, geçerli ispatlar tüm mantıki açıklamaların oluşturduğu bir soyut uzayda gezinen noktalar. Mantıki açıklamaların bu soyut uzayında da "uzaklık" kavramı, tıpkı bildiğimiz geometrik uzaydaki gibi anlam taşıyor. Sudan, mantıki uzaklık kavramının, olası bir ispatın gerçeğe ne kadar yakın ya da uzak olduğunun ölçülmesine yarayacağını ilk keşfedenlerden. "Bu yöntemle bir ispatın kesin doğru olduğunu, doğruya yakın olduğunu ve yeniden biçimlendirilerek tam doğru haline getirileceğini, ya da tamir kabul etmez biçimde doğruluktan uzak olduğunu belirleyebilirsiniz" diyor. Kavram, otomatik ispat kontrol aygıtlarını gündeme getirmiyorsa da Sudan'a bilgisayar biliminin en çetrefil sorunu olan $P = NP$ probleminin çözümü yolunda ilerleme sağlama olanağı vermiş.

Science, 23 Ağustos 2002

tamsayı olarak bölünemiyor. Dolayısıyla 9, bir asal sayı olamaz. Ne yazık ki bazı bileşik (asal olmayan) sayılar da $a^n - a^y$ 'yi tam sayı olarak (küsüratsız) bölebiliyor. Dolayısıyla bilgisayarlarda bu türden "sahte pozitif" asal sayı belirlemelerini ayıklamak gerek. Bu işi başarmak için Hintli ekip, Fermat'ınkinden biraz daha karmaşık, ama gene de oldukça basit bir test geliştirmiş. Algoritma, birkaç basit koşulu yerine getiren sayı çiftlerini arıyor. Eğer tarama başarılı sonuç verirse, n bileşik bir sayı; sonuç başarısızsa, sayı asal. Sınavın çekici yanı, taramanın yalnızca küçük bir grup sayı için sınırlandırılabilmesi.

Science, 16 Ağustos 2002



Borçlu Olduğumuz Değer (En Azından Bir Kısmı!..)

Atomaltı dünyadaki etkileşimleri, yani atom çekirdekleri içindeki temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvvetiyle, çekirdeklerle elektronları bağlayıp atomu bir arada tutan, aynı zamanda da atomların bozunmasını sağlayan elektrozayıf kuvveti, bu kuvvetlerin mekanizmalarıyla aracı parçacıkları açıklayan Standart Model, giderek sıklaşan sınavlardan geçerken zorlanmaya başladı. Model, son iki sınavdan birini atlatmış görünürken, ikincisinde yargıçlar sınıf geçme notunu vermekte kararsız. Model için iyi haber, "yük eşlenikliği" (Charge Parity ya da CP) ihlali ile ilgili. Son deneylerin sonuçlarına göre Standart Model bu konuda sınıfı geçti. CP ihlali, yaşamımızı, hatta tüm evreni borçlu olduğumuz bir olgu. CP, kısaca madde parçacıklarıyla, karşıtları olan antimadde ya da karşımadde parçacıkları arasında ters ama eşit elektrik yükleri bulunması anlamına geliyor. Örneğin, (-) elektrik yüklü elektronun karşımadde, (+) elektrik yükü taşıyan pozitron. Madde ve Karşımadde bir araya geldiklerinde birbirlerini yok ediyorlar. Büyük Patlama'da maddeyle karşımadde bir arada ve aynı miktarda yaratıldığı düşünülüyor. Bunların birbirlerini hemen yok etmesi gerektiğine göre, demek ki madde, karşımaddeye galebe çalmış ve tüm evreni oluşturan madde, işte bu küçük artıktan oluşmuş. Bu durumda madde ve karşımadde arasındaki yük eşlenikliğinin ihlal edilmiş olması gerekiyor. Bilimadamları da yıllardır bu ihlalin kanıtlarını laboratuvar deneylerinde elde etmeye çalışmaktaydılar. Fizikçiler, uzun yıllar maddeyle karşı madde arasında bir "ayna simetrisi" bulunduğuna inandılar. Yani, elektrik yükleri dışında parçacıkların özellikleri aynı olmalıydı. Yani elektrik yükü tersine çevrildiğinde bir pozitronun, bir elektron gibi davranması gerekirdi. Bu simetri, şiddetli çekirdek etkileşimlerinde ve elektromanyetik etkileşimde ge-

çerliliğini korumakla birlikte, parçacıkların bozunmasına yol açan zayıf etkileşimin her zaman bu simetriyi yansıtmadığı gözlemlendi. 1964'te yapılan bir deney ilk kez bu CP ihlalinin ortaya koydu. Mezonlar, bir kuarkla, farklı çeşnide bir antikuarın bir araya gelmesiyle çok kısa bir süre için var olabilen parçacıklar. Deneyde, mezonların kaon adlı küçük kütleli bir türünün, zaman zaman antikaona dönüştüğü gözlemlendi. Ancak bir antikaonun, kaona dönüşmesinin, 500 kez daha serekle gerçekleştiği de belirlendi. Yani, ayna modelinde öngörüldüğünün aksine, madde yönünde bir eğilim bulunuyordu. Ancak, bu ihlalin kesin ölçüsünün belirlenmesi için deneylerin, mezonların ölçüme daha uygun B-mezon denen daha ağır bir türüyle tekrarlanması gerekiyordu. Bunun için de ABD'deki Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi (SLAC) ile, Japonya'daki Yüksek Enerji Hızlandırıcı Araştırma Kurumu (KEK)'te elektron ve pozitronları çarpıştırarak B-mezonu üreten "fabrikalar" oluşturuldu ve bunlarla deneyler başlatıldı. Deneylerde, B-mezonlarıyla, karşıparçacıkları olan anti B-mezonların (B-bar olarak da adlandırılıyor) var oldukları saniyenin trilyonda biri kadar süre içindeki davranışları arasındaki fark inceleniyor. Deneylerin, CP ihlalinin doğrulayan ilk sonuçları 2001 yılının temmuz ayında açıklanmıştı. Ancak 88 milyon olayı kapsayan üç yıllık çalışmaların sonucu, geçtiğimiz temmuz sonunda açıklandı. Sonuç, Standart Model'in öngördüğü değeri doğruluyor: Sine 2 Beta diye de adlandırılan CP ihlalinin kesin değeri $0,74 \pm 0,07$. Ancak bu değer, tek başına maddenin nasıl karşı maddeye üstün geldiğini açıklamıyor. Araştırmacılara göre "evrende yıldızlara, gökadalara ve canlılara dönüşen bir madde fazlasının ortaya çıkması için, CP ihlalinin dışında başka bir şey daha gerçekleşmiş olmalı".

<http://www.slac.stanford.edu/slac/media-info/20020723/sine2b.html>