

# Matematik Humması

*Yarının matematiği nasıl olacak? Nasıl öğretilecek? Nasıl herkesi anlayabileceği bir şekilde anlatılabilecek? XXI. yüzyılın şafağında bilim çevreleri bu sorularla kaynayıp duruyor. 6 Mayıs 1992'de Rio de Janeiro'da Fransız profesörü Jacques Louis Lions başkanlığında dünya matematik derneklerinin temsilcileri, 6-10 Temmuz 1992'de Paris'te Avrupa 1. Matematik Kongresi toplandı. Matematiğin uygulamalarında büyük değişimler göze çarpmaktadır.*

**İ**lerde tarihçiler yüzyılımızı anlatırken, kuşkusuz matematiğin büyük öneminden söz edeceklerdir. Gerçekten de bu yüzyılda matematiğe gereksinim her zamankinden çok artmıştır: Otomobiller, telekomünikasyon (uzaktan iletişim), elektronik... Yaratıcı matematikçiler olmadan var olamayacak bilim dallarının sayısı o kadar artmış bulunuyor ki... Endüstri bir bütün olarak matematiğe susamış durumdadır. Bu bir yetkinlik (bir şeyi en kusursuz şekilde yapma = perfeksiyonizm) sorunu değildir; sistemlerin matematik analizi, onları daha verimli, daha iş görür hale getirmektedir. Rekabet, verim faktörünün önemini daha da artırmaktadır. Bilgisayarların gücü her yıl % 35 artıyor... **Matematikçiler, modern dünyada üstüne titrenen insanlar durumuna gelmişlerdir. Matematik, bilimlerin gözbebeğidir.**



**Dalgacık analizinin çeşitli uygulamalarından biri de, içinden gaz veya sıvı geçmekte olan bir boruda tıkanık bölgelerin oluşmasıdır. Tıkanıklıklar boruyu patlatabilir. Özellikle petrol mühendislerince değerlendirilen bu yöntemde, hesaplar borunun hangi noktasında tıkanıklık oluşacağını gösterir. Resimde her sivri uç, bir tıkanıklık bölgesinin geçişini simgelemektedir. Renkler dalgacık sinyali ile referans sinyali arasındaki benzerliği yansıtacak şekilde keyfi (arbitrer) olarak verilmiştir.**

ca gecikti. Bu sırada Çinliler bir sürpriz yaparak dünyayı şaşırttılar: Otomatik hesap olanaklarının çok kısıtlı olmasına rağmen, bir H bombası patlatmayı başarmışlardı. Onların Ruslar tarafından da paylaşılan ustalıkları, şaşırtıcı derecede hızla yakınsayan (konverjant) seriler bulmalaıydı. Bütün ülkelerde H bombası yarışı matematikçiler sayesinde kazanıldı.

Matematiğin endüstriye en önemli katkılarından biri rüzgâr tünellerinde görülmüştür. Rüzgâr tüneline, istenen hızda rüzgâr estirilebilir ve bu rüzgârın uçak parçaları üzerindeki somut etkisi araştırılır (bu şekilde uçağın uçuşu taklit edilmiş olur). Bugün, uzay taşıtlarının dünyaya atmosferine girişiyle ilgili sayısal bilgiler, nümerik hesap yoluyla doğrudan elde

edilebilmektedir. Bu problem çiftte güçlük taşımaktadır: Uzaydan gelen uçak veya kapsüller olağanüstü bir enerjiyle gelmektedir ve içine girdikleri ortam (atmosfer) durmadan değişen özellikler taşımaktadır. Uzay kapsülünün atmosfere girişinin ilk anlarında, atmosfer atomlarının izlediği ortalama serbest yol öyledir ki, onları bir incelemek olasıdır. Fakat hava yoğunluğu hemen çok artar: Toprağa yakın atmosferin yoğunluğu, atmosferin yüksek tabakalarına göre 1 milyar kat fazladır. Bu, çok karmaşık bir durumun doğmasına ve karmakarışık (kaotik) hava akımlarına yol açar.

Bu koşullarda inceleme, uzay uçağına (örneğin uzay mekiğine) ayrılan dönüş koridorunda nokta nokta, an an yapılır. Bu uçak atmosferde nasıl davranacak? Hesaplama yöntemi uçağın yüzeyini küçük bölgelere ayırmaktan ibarettir. Seçilen belli sayıda bölgenin incelenmesi, uçağın iniş sırasında karşılaştacağı koşullar hakkında bir fikir verir. Amerikalılar, uzay mekiği uçuşlarına böyle başlamışlardı. Fakat Columbia uzay mekiğinin ilk uçuşunda, uçuş öncesi hesaplama sırasında söz konusu bölgeler gereğinden çok büyük tutulduğundan, dönüşte atmosfere giriş çok zor olmuş, Young ve Crippen adlı pilotlar uzay mekiğini maksimum şahlanma durumuna getirmek zorunda kalmışlardı. Avrupalılar, Amerikalıların bu hatasından ders aldılar; bugün Avrupa'da geliştirilen matematiksel bir yöntem, uzay uçağı Hermes'in dünyaya dönüşü sırasındaki davranışlarını mükemmel bir şekilde taklit edebilecektir. Bu teknik, diğer yararlarının yanında, uçağın nümerik modelinin yüzeyinde hangi noktaların çok küçük bölgeler halinde temsil edilmesi gerektiğini de önceden bildirebilecektir.

Petrol şirketleri de yer altında petrol arama çalışmalarını sırasında, araştırmaların matematikleştiril-

Bilgisayarlar mı? Onlar operasyon programlarını yerine getirmekle meşguller. Bir problem, bir algoritma bulunabilirse çözülmüş sayılır. Nedir algoritma? Algoritma (uziş) kimi sorunların çözümünde izlenen sonlu sayıda ardışık usavurma ya da işlemler dizisidir. Bu kurallar dizisi, önermeden sonuca geçmeyi sağlar. Burada ustalık, en iyi algoritmayı, yani en iyi metodu bulmaktır. Askerî çevreler, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra bir hidrojen (H) bombası yapmak istediklerinde bunu anladılar. Hidrojen bombasının içine yerleştirilmiş bir atom (uranyum) bombası, kibritle rolü oynayarak yarattığı çok yüksek ısıyla  $4H \rightarrow He$  reaksiyonunu gerçekleştirecek ve bu reaksiyondan hidrojen bombasının atom bombasından kat kat üstün o müthiş gücü doğacaktı. Hidrojen izotopları içeren bir kaba konulmuş olan bu "kibritle" in karşılaştacağı koşulları önceden bilmek gerekiyordu. Fakat gerekli hesaplamaların çok karmaşık oluşu ve o devirde bilgisayarların yeterince güçlü olmayışı yüzünden ünlü H bombasının yapılışı yıllar-



*Dünya etrafındaki atmosfer hareketlerinin modeli. Bu model bugün dünya piyasasında en güçlü süper-bilgisayar kabul edilen Connection*

*Machine (Birleştirme Makinesi) tarafından hazırlanmıştır (Los Alamos Ulusal Laboratuvarı, ABD). Atmosfer hareketlerinin parametrelerini daha iyi anlamak için bu simülasyon 6 hafta devam ettirilmiştir.*

mesinden büyük ölçüde yararlanabilecektir. 2. Dünya Savaşı ertesinde petrol hâlâ "akustik sondaj" yöntemiyle aranıyordu: Toprak altında pek derin olmayan bir noktada bir patlayıcı patlatılıyor, bundan birkaç yüz metre ötede toprağa konan bir düzine kadar mikrofonla patlama sesi dinleniyor ve ses dalgalarının hızından toprak altındaki boşluklar (petrol yatakları) anlaşılabilirdi. 1970'den beri mikrofonların sayısı artırıldı. Sonra işin içine bilgisayar girdi: Basit hesaplar yerine, matematikçiler **dalg denklemlerinin** çözülmesini kullanmaya başladılar. Fakat bu, milyarlarca karaktere eşdeğer astronomik sayıda verilerle uğraşmak demektir. Bugünün en güçlü bilgisayarlarıyla bile bu işi başarmak aylar alır! Fransa'da Massy'de Genel Jeofizik Şirketi bu serüvene atılmış bulunuyor; bu hesaplar bilgisayar zamanının % 10'unu alıyor, bu sırada bilgisayarların yaptığı tek iş, yer altının farklı dilimlerinde ses hızını hesaplamak. Göç (migrasyon) denen ek bir operasyonla bilgisayar ekranında yer altının belli bir kesitinin görüntüsü oluşturuluyor. Bundan sonra bilgisayarda bir seri kesit birleştirilerek yer altının 3 boyutlu bir haritası elde edilecek, artık petrol yatağı, her açıdan resmi alınmış bir cisim gibi, ekranda açıkça görülecektir. Fakat bu son söylediğimiz ancak gelecekte olabilecek, çünkü bunun için **süper-bilgisayarlar** gerekiyor.

Süper-bilgisayar **teraflop** olarak çalışacak, yani saniyede 1 trilyon işlem yapacaktır. Bugünün en güçlü bilgisayarları **gigaflop**'dur; yani saniyede en çok birkaç milyar işlem yapabilir. Bugün biliyoruz ki, 1995 veya 1996'da teraflop hedefine erişilecektir. Bu gelişmeyi sağlayan yeniliklerden biri, hesaplamaların birbirinden bağımsız bilgisayar birimleri arasında dağıtılmasıdır.

Bilimin çeşitli disiplinlerinde yeni matematiksel yöntemler kullanmanın sonu gelmiyor. Örneğin ast-

ronomide CCD kameralarıyla donatılmış teleskoplar, her bir derecelik yay içinde yüzbinlerce galaksi göstermektedir. Bu galaksilerin her birinin uzaklığı ve görüldüğü açı birbirinden farklıdır; öyle ki, onları tek tek görebilmek için akıl almaz büyüklükte bir çözümleme gerekir. Bu alanda Avrupalıların La Silla'da kurdukları **NTT teleskopu** (= **New Technology Telescope**) bütün rekorları kırmıştır. 1990 ilkbaharında hizmete konulan bu teleskop 29. kadiri aşabilmiştir (kadiri, yıldızların parlaklık ölçüsüdür, 1. kadirden olan yıldızlar en parlak, 29. olanlar en az parlaktır). Şöyle ki, bu teleskop Sextant'ın (ekvator da bir takımı yıldız) daha önce hiçbir şey görülmeyen bir bölgede her büyüklük ve biçimde, birbirlerini örtten galaksiler göstermiştir.

Yer yüzündeki manzaralara baktığımızda, beynimizin özelliği ve tecrübemiz sayesinde, cisimleri 3 boyutlu olarak görürüz. Göz gözlemleri konusundaysa deneyim eksiktir. Doğaldır ki, evreni yorumlamak için dünyadaki birkaç bin astronomu bir araya getirmek yetmez. Bu iş, verimi çok yüksek makinelerde yapılmalıdır. Matematikçiler bu amaçla çok yararlı bir yöntem geliştirmiştir: **Dalgacık analizi**. Bu yöntem aslında yer altı yankılarını yorumlamak için, jeofizik mühendisi Jean Morlet tarafından bulunmuştu. Dalgacık analizinde, elde edilen sinyal, Fourier serisiyle elde edilecek bir frekans serisine değil, dalgacıklara ayrılır. Dalgacık yer altının reaksiyon tiplerine karşılık olan ve çan veya gong sesini andıran vuruşlara (perküsyon) verilen addır. Geniş dalgacıklar, ağır gelişen ve uzun süren, ince ve sivri dalgacıklar da hızla ortaya çıkıp, çabucak biten olaylara karşılık gelirler. Referans olarak dikkatle belli bir dalgacık seçilerek, yer altının mükemmel bir modeli elde edilebilir. Bu yöntem göğe uygulandığında fevkalade sonuçlar vermektedir. Evrenin homojen (bir türden) olmadığı bu yöntemle kanıtlanmıştır.

Milyarlarca bilgi birimini nakletmek ve çözümlmek, özellikle mesajlar şifreliyse, kolay değildir. Bugün matematik sayesinde son derece **karmaşık şifreler** oluşturmak mümkündür. Eskiden ordularda şifre servisleri vardı; şifreli mesajlar "şifre anahtarını" bilen biri tarafından hazırlanırdı. Bugün şifre işi bilgisayarlar verilmiştir.

Bilgisayar şifrelerinin esası, yollanacak verilere asal sayılar (yalnız kendisiyle ve 1'le bölünen sayılar) vermek ve şifreyi nakletmek için asal sayıların çarpımını kullanmaktır. Örneğin 13 ve 17 yollanmaz,  $13 \times 17 = 221$  olduğu için 221 yollanır. Eğer 13,27 ve 19 sayılarına bağlanmış bilgi nakledilmek isteniyorsa,  $13 \times 17 \times 19$  yani 4 199 yollanır. Sayılar büyüdükçe bu iş zorlaşır; örneğin 5 223 834 823'ün asal çarpanlarının 719,887 ve 8 191 olduğunu bulmak zaman alıcıdır (bu sayılar, örneğin bir bankadaki hesap numaraları olabilir). 30-40 basamaklı bir sayıyı asal çarpanlarına ayırmanın ne kadar uzun süreceği açıkça bellidir. Daha düne kadar 50 basamaklı bir sayıyı asal çarpanlarına ayırmanın olanaksız olduğu düşünülüyordu.

Fakat matematikçiler, **asal çarpanlara ayırmak** yoluyla şifre çözmek için çok zarif yöntemler geliştirdiler. 1980'de Brillart, Lehmer ve Selfridge'in yöntemiyle 50 basamaklı bir sayı yalnızca 10 saatte asal çarpanlarına ayrılabilirdi. Aradan 10 yıl geçti. 1990'da Aldeman ve Rumely, Gauss toplamları ve karakterleri denen matematik objeleri kullanarak aynı problemi 3 saniyede çözmeyi başardı. Cohen ve Lenstra bu testi daha da geliştirdi. 1990'da Bell Şirketine bağlı Bell-core matematik grubu, 155 basamaklı bir sayıyı asal çarpanlarına ayırbildi; çarpanlar 99,49 ve 7 basamaklıydı. Bugün önemli şifreler 100 basamaklı sayılarla yollanmaktadır. Belki yarın bu sayı 200 olacaktır. Şifreciler ve şifre çözücüler arasında sonu gelmez bir yarış!

**Televizyon reklâm uzmanları** da matematikçilerden yardım istiyor: Acaba çok para harcayarak pazar akşamı 1 dakikalık uzun bir reklâm mı vermeli, yoksa yayın saatine göre çok değişik fiyatları olan 1000 kadar reklâm aralığından birkaçını mı seçmeli? Buna karar vermek için önce veri toplamak gerekir. Fransa'da 2300 evde bulunan bir cihaz, kaç kişinin hangi TV kanalını izlemekte olduğunu anlaşılmasına olanak sağlar; bunun için TV izleyen kişinin bir kanalı açarken ve kapatırken bir düğmeye basması yeterlidir. **Motivac** denen bir cihaz yardımıyla otomatik olarak da belli bir zamanda kaç kişi-

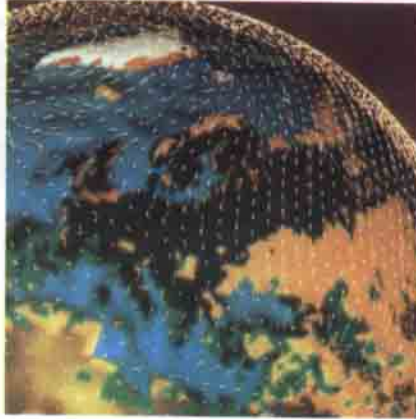
nin TV izlemekte olduğu anlaşılabilir. Her iki yöntem de paralel sonuçlar vermektedir. Böylece belli bir reklâmı bir seyircinin günde kaç kere duyduğu bulunabilir. Bu sayı çok küçük olursa seyirci reklâmı unuttur, çok fazla olursa reklâmdan bıkar; burada en uygun (optimum) sayıyı bulmak da matematikçilere düşmektedir.

**Biyolojik ve Tıbbi araştırmalar** da matematiği baş köşeye oturtmuş bulunuyor. Geçen yüzyılda Verhulst, bir türdeki nüfusun büyüme ritmi üzerindeki ünlü buluşunu matematik formüllerle ifade etti. Bir matematikçi olan Vito Volterra, doğadaki türler arası dengeleri denklemlerle ifade etti ve şu doğa yasasını gösterdi: Beklenenin aksine, avlayan hayvanların yok oluşu, av olan hayvanlar için eskisine oranla daha zor bir durum yaratmaktadır.

Bütün bu anlatılanlar matematiğin diğer bilimlere katkısının yalnızca bir önsözü sayılabilir. Gelecek

yıllarda bu katkının giderek daha artması ve moleküler düzeye daha da inmesi beklenmektedir. DNA'nın ayrıntılı incelenmesini öngören **Genom Projesi** için yeni matematik yöntemler gerekmektedir. Tabii ki, DNA molekülünün denkleminin yazılması söz konusu değildir henüz. Schrödinger denkleminin yalnız hidrojen molekülüne uygulanması bile dev boyutlarda hesaplar gerektirmektedir. Buna rağmen bu gibi yöntemlerin denenmesine başlanmıştır; uzman sistemlere veya kategoriler teorisine başvurularak bir protein molekülüne ait özelliklerin matematik olarak ifadesine çalışılmaktadır. XXI. yüzyılın en büyük olaylarından biri, kuşkusuz biyoloji metamatematığının (matematik ötesi) atımlar yapması olacaktır.

*Science et Avenir, Mayıs 1992'den çev.: Doç.Dr. Selçuk ALSAN*



*Hermes uzay uçağının atmosfere giriste ne kadar ısınacağını hesaplamak için, güçlü bilgisayarlar uçak yüzeyini noktasi noktasi taklit eden bir model oluşturdular (simülasyon). Bu sonuç, Euler'in "hava visköz olmayan bir sıvıdır" varsayımına dayanan Euler denklemlerinin çözümüyle elde edilmiştir. Isınma, kırmızıyla gösterilen bölgelerde maksimum (1600 °C), sarı ve yeşil bölgelerde minimum (1000 °C'den az) olacaktır.*

## KAPAK KOMPOZİSYONU

Resimde bir gezegen atmosferinde meydana gelen girdaplı gaz akışlarının bilgisayarda simülasyonu görülüyor. Tepeler antisiklonlara, çukurlarsa siklonlara karşılıktır. Bu simülasyonlar süper-bilgisayarlar gerektirir.