

Şu Matematik Dedikleri...

Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz [*Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi, Matematik Bölümü*]

Bir bardak sütlü kahve ve biraz şeker... Enfes bir aroma ve damağımızda hoş bir lezzet ile eski Formula 1 yarışlarından kalma bir resme bakalım (50. sayfa). Fotoğraf çekildiği zamanlarda pit ziyareti sırasında araçların lastikleri değiştirilir ve araçlara yakıt takviyesi yapılırdı. Bu resimde matematik, fizik ve kimya var. Muazzam bir mühendislik var. Geçmiş yarışlardan edinilen tecrübelerle göre ayarlanmış bir düzen var. Yakıt takviyesi yapıldığı yıllarda dört lastiğin değişip aracın yarışa geri gönderilmesi sekiz saniyenin altında gerçekleşiyordu. Artık araca yakıt konmuyor, yalnız dört lastik değişiyor ve bu ziyaret üç veya dört saniye sürüyor.



Dünyada pek çok araba yarışı olmasına rağmen sadece Formula 1 yarışları televizyondan yayımlandıkları sırada beş yüz milyon kişi tarafından ücretli kanallarda canlı olarak izleniyor. Bu üstün bir pazarlama ve insan ilişkileri ağı gerektiriyor. Yayınların televizyondan yapıldığını düşünürsek elektrik ve elektronik bilgileri devreye giriyor. Araçların, lastiklerin ve hatta televizyonların imalatları metalürji ve endüstri mühendisliği gerektiriyor. Ya yakıtlar? Petrolün çıkarılması için önce jeoloji bilgisiyle sondaj yapılacak yerin tespiti gerekiyor. Sonra rafinerilerde kimya bilgisi kullanılıyor.

Hâlâ sorabilir miyiz acaba insanlığın geliştirdiği tüm sosyal ve fen bilgilerini hiçbir ayırım yapmadan kullanan bu Formula 1 yarışında matematiğin yeri nedir diye? Ya da fizik bunun neresinde diyebilir miyiz? Fizik, kimya, matematik, mühendislik ve daha ne biliyorsak hepsini kullanıyoruz ve televizyon başında sıcak sütlü kahvemizi yudumlarken Formula 1 takımlarının yarış ortasında geleceği meteoroloji uzmanlarıncı bildirilen yağış için ıslak zemin lastiklerine ne zaman geçeceklerini heyecanla bekliyoruz.

Ama yine de soruyoruz işte...

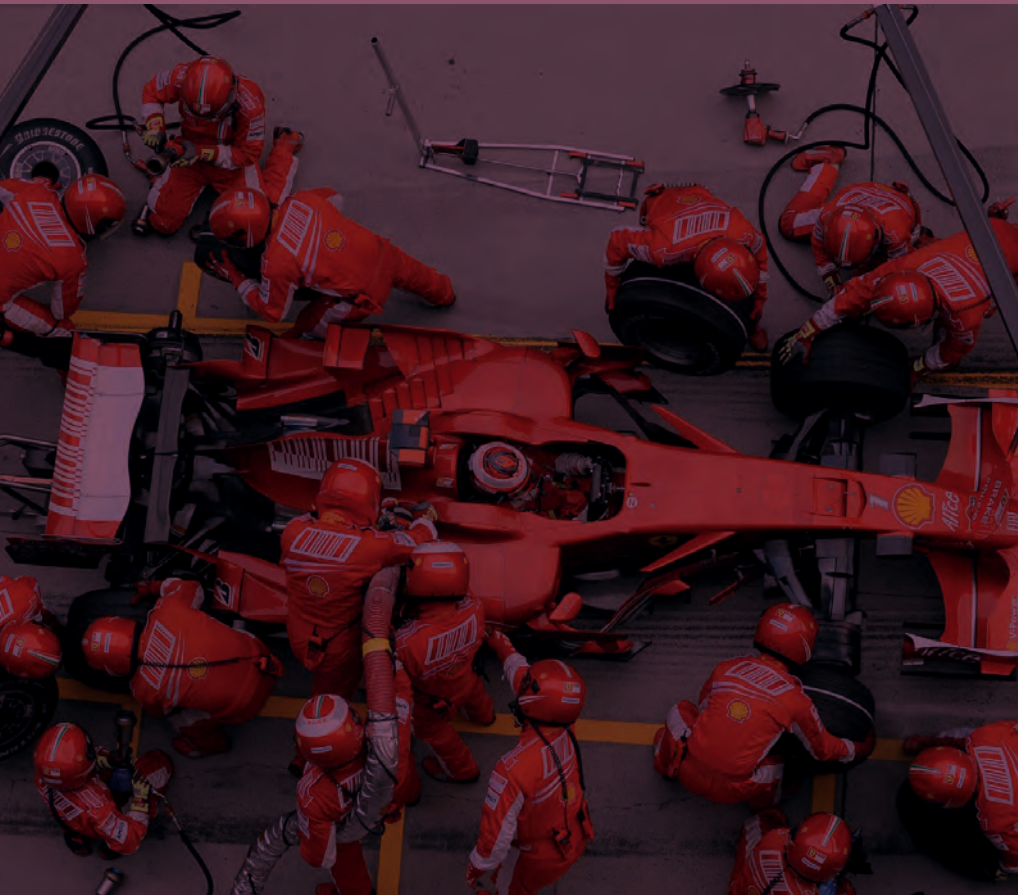
Matematik Nedir?

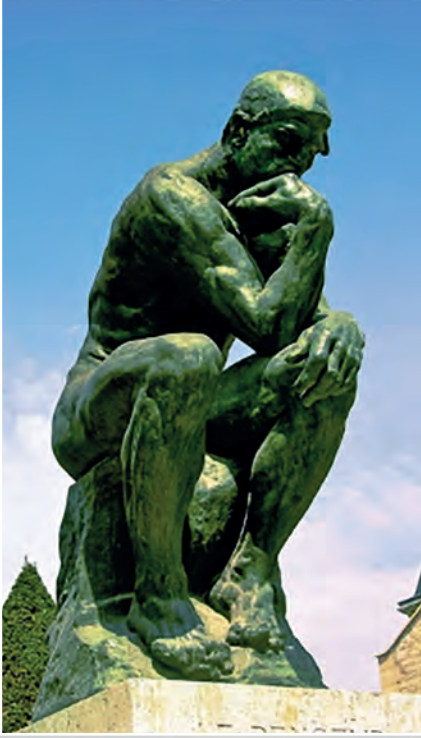
Matematik herhangi bir konuda doğru düşünme sanatıdır diyebiliriz. Buradaki kilit kavram doğru kelimesiyle anlatılıyor. Sağduyu da herhangi bir konuda doğru yolu bulmak olarak açıklanabilir ama sağduyuyu betimlerken kullandığımız doğru kelimesi zamana ve mekâna göre değişir. Geçen yıl yolda karşılaştığımız dostlarımıza sarılıp yanaklarından öpmek doğru bir davranıştı. Bu yıl iki metre uzaktan, ağzımızda maske ile korkarak sohbet ediyoruz.

Pek çok bilim dalındaki doğrular da yıldan yıla değişir çünkü öğrenmek bir süreçtir. Yeni deneylerin getirdiği yeni bilgilerle eski kavramlarımızı geliştirir, doğayı daha gerçekçi açıklayacak teoriler geliştiririz. Beş yıl önceki bilgilerimiz eskir. Şimdiki bilgilerimiz de beş yıl sonra eskiyecek ama biz bu bilgilerin omuzlarında o yeni bilgilere ulaşmış olacağız.

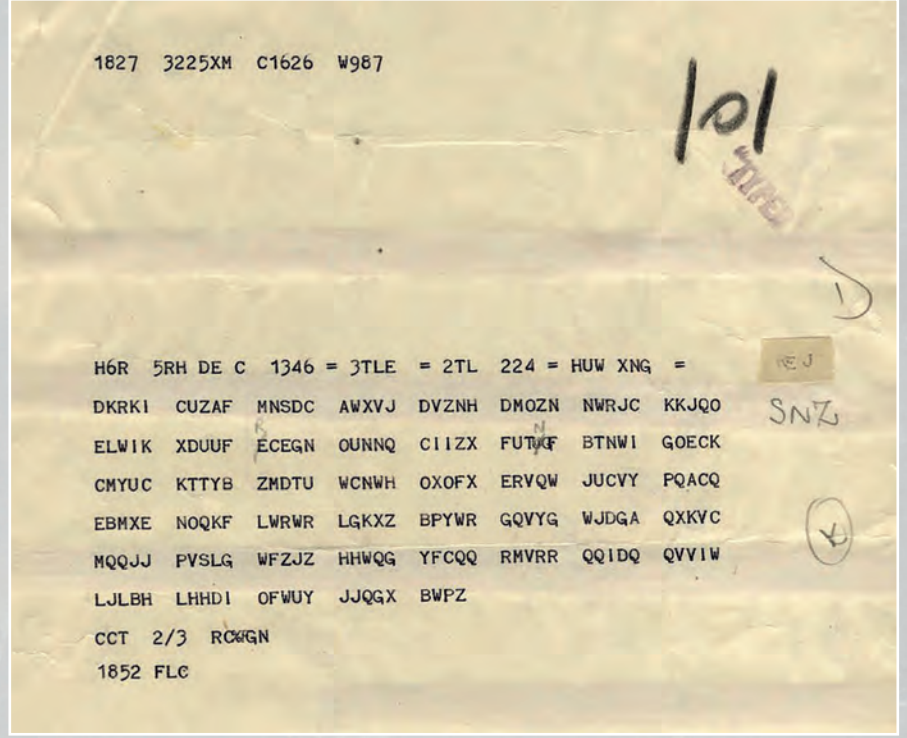
Eğer Merkür gezegenin hareketlerini eskisinden daha hassas şekilde gözleyemeseydik Newton mekaniğinin bu hareketleri öngörmediğini bilemeyecektik. Einstein da bu ve buna benzer sorunları açıklayacak yeni bir teori peşinde koşmıyaktı.

Belki de bu yüzden pek çok bilim dalında beş yıl önce yazılmış makaleler çok nadiren okunur.





Düşünen adam heykeli



İkinci Dünya Savaşı sırasında bir Alman denizaltısından gönderilen şifreli mesaj



Auguste Rodin (1840-1917)

Her bir bilim dalını diğer bilim dallarından ayıran en az bir özelliği vardır. İşte matematiği de diğer bilim dallarından ayıran bu doğru kelimesine yüklenen anlamdadır. Ma-

tematikte doğru demek zamandan ve mekândan, gelenek ve görenekten, insandan ve ülkeden bağımsız olarak her zaman doğru kalacak bilgi demektir.

Örnek olarak Öklid'in iki bin üç yüz yıl önce yazdığı kitaba bakın! O kitabın bir yerinde sonsuz tane asal sayı vardır demişti. Hâlâ sonsuz tane asal olmaya devam ettiği gibi iki bin üç yüz yıl sonra da bu durum değişmeyecek.

İşte "Matematik herhangi bir konuda doğru düşünme sanatıdır" derken böylesi bir doğruluk kavramından söz ediyoruz! Rodin'in düşünen adam heykeli, kim bilir belki de bize doğru düşünmenin ne kadar yoğun bir eylem olduğunu göstermeye çalışıyor.

Matematik Ne İşe Yarar?

Aslında bu soru "Benim bildiğim kadarı dışındaki matematiğe ne gerek var?" şeklinde yeniden yazılabilir. Hâlbuki "benim bildiğim kadar bilgi"nin dışındaki bilgileri ben küçümsemem, hatta yok saysam bile, o bilgiler ve o bilgilere sahip kişiler benim hayatımı doğrudan etkiliyor.

Bir savaş sırasında karşı tarafa belli etmeden iletişim kurmak ve onların gizli haberleşmelerine ulaşmak, nasıl yapıldığını anlamasam bile benim hayatımı etkileyecektir. Kendi anlayabildiğim kadarı dışındaki matematik bilgisinin ge-

lişmesini desteklemezsem bu çeşit şifreli mesajları değil okumak, ele geçenleri deşifre etmeyi bile bece-remezdim.

İkinci Dünya Savaşı'nı takip eden yıllardaki nüfus patlaması nedeniyle oluşan kuşak, demografi bilimiyle uğraşanlar için başlı başına sosyal bir olgu oluşturmuştu. Bu kuşağın eğitim döneminde oluşan öğretmen ihtiyacı karşılandıktan sonra arkadan gelen aynı yoğunlukta bir grup olmadığı için birdenbire öğretmen fazlalığıyla karşılaşmıştı. Biz de kendimiz bu "bebek patlaması" kuşağında olduğumuz için gelecekteki iş bulma ihtimalimizi bizim kuşağın çocuklarının okul ve üniversite yaşına gelmesine bağlıyorduk.

Bizim saf hesaplarımızın ötesinde, bu kuşak sosyal sigortalar kurumları için de bir problem oluşturmuştu. Bu kuşak iş gücüne katılıp prim ödemeye başlayınca birdenbire sosyal sigortalar kurumları çok zenginleşmişti. İleride bu primleri ödeyenlerin emekli olmaya başlayacağını ve onların emeklilik maaşlarını ödeyecek sayıda yeni nüfus olmadığını hesaplayamayan bazı kurumlar batmıştı. Bu elbette herkesin yaşam şartını etkileyen bir durumdu.

Hâlâ soracak mıyız matematiğin fazlasına ne gerek var diye!

Ya Paskalya Adası'na ne demeli? Güney Doğu Pasifik'te yer alan ve en yakın kara parçasından bin-



lerce kilometre uzakta bulunan bu adada, ağırlıkları elli tonu, boyları on metreyi geçen yüzlerce insan heykeli var. Bu heykellerin nasıl yapıldığı, buraya nasıl getirildiği, yapanların kimler olduğu bilinmiyor. Adanın bitki örtüsü ve diğer bulgular ışığında türetilen en akla yakın açıklama, adanın eski sakinlerinin adanın doğal varlığını hesapsızca kullanarak üstün bir düzeye geldiklerini iddia eder. Burada yaşayan insanların adanın kendilerini besleme kapasitesini hesaplamadıkları için zamanla besin kıtlığı yaşadığı ve bu dev heykelleri yapan uygarlığın kendi hesap bilmezliğine yenilip yok olduğu düşünülür.

O dönemde de bu çeşit hesapları yapanlar mutlaka çıkmıştır. Onlara soyut şeylerle uğraşmayın dendiğini, hatta onlarla alay edildiğini tahmin edebiliyoruz.

Matematiğin İlk Sahibi Kim?

Genel olarak bilimin, özel olarak da matematiğin günlük hayatımızı biz istesek de istemesek de etkilediğini anladıktan sonra insan merak ediyor. Başboş günlük hayatı sürdürmenin yetmediğini fark edip doğadaki düzeni yakalayıp kullanmayı ilk akıl eden kimdi diye...

Bu konuda elimizde fazla bulgu yok elbette.

Çok eski dönemlere ait kalıntıları arayanların baş vurduğu bir yöntem de yer kabuğunun kırılıp binlerce, hatta milyonlarca yıl önceki katmanlarını görünür kıldığı bölgelere gitmektir. Güney Afrika'da bu çeşit yerlerde yapılan aramalarda bulunan iki kemik par-



Lebombo Kemiği MÖ 35.000



Ishango Kemiği MÖ 18.000

çası bize ilk matematikçiler hakkında ipucu verebilir.

Lebombo Dağı civarında bulunduğu için bu dağın adıyla anılan ve bir maymunun baldır kemiği olduğu düşünülen Lebombo kemiğinin üzerinde aşınmaya atfedilemeyecek düzende çentikler vardır. Bu kemik çeşitli kaynaklarda yaklaşık kırk bin yıl öncesine kadar tarihlenmiştir.

İkinci kemik ise daha yenidir. Yirmi bin yıllık olduğu düşünülen Ishango kemiğinin üzerinde asal sayılara karşılık gelen çizgiler yer alıyor. O dönemlerden kalan başka bir bulgu olmadığı için bu çizgilerin ne anlama geldiği değişik varsayımlarla açıklanıyor.

Biz bu kemiklerdeki çizikleri şimdilik doğada düzen aramanın ilk işaretleri olarak kaydedelim.

Tabletler

Yazının icat edilmesi ve tabletler üzerine kayıtlar düşülmesi için Afrika kemiklerinden sonra binlerce yıl bekledik. Kazılarda bulunan tabletler okunduğunda daha çok günlük hayat, ticaret ve yasalar hakkında bilgiler ediniliyor. Arada sırada bizi şaşırtan bazı matematik tabletleri de çıkıyor.



Üzerinde büyük sayılarla ilgili bilgi bulunan bir tablet ve bu çeşit tabletlerin kazılarda ilk bulunduğu an. Bu tabletler yaklaşık 4000 yaşında. Arkeologlara ne kadar teşekkür etsek az.

Bu tabletlerde dik üçgen teoremiyle ilgili bilgilerden, ikinci dereceden polinomların çözümlerine kadar değişik bilgiler bulunuyor. Hatta son yıllarda bulunan ve gezegenlerin hareketlerini kaydeden bir tablette bugün integral hesabı olarak adlandırdığımız hesaba benzer çalışmalar yer alıyor.



Irak'ta bulunan bir tablet, MÖ 2000

Irak bölgesinde bulunan bir tablette ise köşegen uzunluğu ve alanı verilen bir dikdörtgenin kenar uzunluklarının nasıl bulunacağı anlatılıyor. Dört bin yıl önce bu konuda çalışan insanlara "Bu yaptıklarınız günlük hayatta ne işe yarayacak?" diyenlerden geriye ise bir şey kalmamış.



Plimpton 322 nolu tablet, MÖ 1800

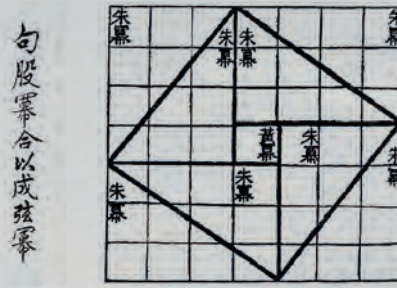
Bir de meşhur Plimpton 322 tableti var. George Arthur Plimpton'un Columbia Üniversitesine bağışladığı koleksiyonun 322 nolu parçası olan bu tabletin ön yüzündeki sayıların ne için yazıldığı konusunda hararetle tartışmalar ve yazılmış pek çok bilimsel makale var. Son yıllarda tabletin arka yüzüne bakmayı akıl ettik. Buradaki çizgiler ön yüzdeki tablonun devam ettirilmesinin planlandığı ama projenin yarım kaldığını gösteriyor. Bu durumda ön yüzdeki sayılar hakkında ortaya atılan ve yayımlanan pek çok varsayım çöpe gitmiş oluyor. Babillerin altmış tabanına göre yazdıkları bu sayıları inceleyip bir tahminde bulunmayı size bırakıyorum. Bu konuda yazılanlar arasında benim kendime en yakın bulduğum açıklama, bu sayıların kenar uzunlukları sistematik olarak sıralanmış dik üçgenlerle ilgili olduğu.

Papirüsler

Elimizdeki en eski matematik içerebilir papirüsler MÖ 1800 ve MÖ 1650 tarihlerinde yazıldıkları düşünülen Moskova ve Rhind papirüsleridir. Henüz Pi sayısının resmi kayıtlarda boy göstermediği bu dönemlerde Pi sayısı gerektiren hacim hesaplarında kullanılan sabitler Pi sayısından yüzde birlik bir hata payıyla ayrılıyordu. Üstü kesik bir piramidin hacminin ya da ölçüleri bilinen bir piramidin eğiminin hesaplanması gibi problemlerin çözüldüğü bu papirüsler, bize Mısır uygarlığının ulaştığı düzey hakkında da ipuçları veriyor.



Rhind Papirüsü MÖ 1650



Çin kayıtlarından, bugün sözsüz ispat olarak adlandırdığımız stilde çizilmiş bir dik üçgen teoremi kanıtı. MÖ 500 yılları.

Antik Yunan



Rafael'in "Atina Okulu" freskinden bir ayrıntı. Öklid öğrencilerine geometri anlatıyor.

MÖ 500 yıllarından başlayarak Doğu Akdeniz'de yeşeren Antik Yunan uygarlığı felsefe ve matematiğe önem vermiş ve bugüne kalan eserler vermiştir. Bu dönemin en önemli matematikçileri olarak Öklid ve Arşimet'i gösterebiliriz. Öklid yazdığı *Elementlar* kitabıyla dönemin bilinen tüm matematiğini sistematik olarak kurdu. Bu kitaptaki kusurları günümüzde belitsel geometri dalının ortaya çıkmasına yol açtı. Öte yandan dile getirdiği problemler ve çözümlerle de günümüz matematiğinin oluşmasında belirleyici oldu. Cetvel ve pergel çizimlerine verdiği önem Öklid'i takip eden binlerce yılda matematik araştırmalarının yönünü belirledi.

Arşimet ise eski zamanların en büyük matematikçileri arasında sayılır. Aslında Arşimet'i matematikçi, fizikçi ve mühendis olarak tanımlayabilir, "hezârfen" (bin bilim dalı ile ilgilenen) sıfatını ona da atfedebiliriz. Diğer yandan, Arşimet çocukça bir merakla doğayı anlamaya çalışan bir faniydi sadece de diyebiliriz.

Günlük hayatta ne işe yarayacağını düşünmeden araştırıp bulduğu şeyler gün geldi Sirakuz'u Roma kuşatmasına karşı savunurken bile kullanıldı.

Arşimet matematiksel buluşlarda kanıt ve yöntem açıklama geleneğinin yeni yeni yerleştiği bir dönemde bazı çalışmalarının nasıl gerçekleştirildiğini anlattığı *Metotlar* adlı bir kitap yazdığından söz etmişti. Bu kitap uzun süre bulunamadı.

Geçen yüzyılın başında İstanbul'da bulunan bir dua kitabında, yazıların altında silinmiş olarak başka kitap parçaları olduğu gözlemlendi. Bunlardan biri Arşimet'in *Metotlar* kitabıydı. Bu kitap daha sonra yine kayboldu -ta ki 1998'de Christie's salonunda ki açık artırmada ortaya çıkıncaya kadar. Yunan hükümetinin görevlendirdiği bir heyete karşı, ismini vermek istemeyen bir hayırsever adına müzayede katılan bir müze görevlisi bu açık artırmayı kazandı.



Arşimet'in kayıp kitabı

Bu kitabın kaybolma ve bulunma hikâyesi, kazanıp silinmiş yazıların nasıl okunduğu ve elde edilen yeni bilgiler başka bir yazının konusu olsun. Şimdilik bizi ilgilendiren konu, yirminci yüzyılda dahi eski bir matematik metnine iki milyon dolar verecek insanların bulunması. Hatta bu kitabı okunur hâle getirmek için kendi meslek hayatlarının dışına çıkıp gece gündüz çalışan insanların olması... Zaman zaman günlük hayatta işe yaramayan şeylerle uğraşıp zevk aldığınızı fark ettiğinizde kendi kendinize "Deli miyim ben?" diye soracak olursanız bu âlemde yalnız olmadığınızı bilin diye yazdım bunları.

Hârizmî (780-850)

Doğu dünyasının Öklid'e cevabı belki de Hârizmî'dir. Döneminin bilinen tüm matematiğini sistematik olarak sergilediği kitaplarıyla cebirin babası unvanını aldı. Matematik kavramlarının simgelerle temsil edilmesi ve bu simgeler birtakım işlemlerde kullanıldıktan sonra çıkan sonuçların tekrar matematik diline çevrilmesine dayalı bir teknikler yumağı olan cebir sayesinde matematikteki keşifler hızlandı.

O dönemde cebirin kullanıma girmesinin etkisi günümüzde bilgisayarların kullanıma girmesinin etkisiyle kıyaslanabilir. Nitekim cebirin kullanılmaya başlanması bin yıldır olduğu yerden bir milim ilerleyememiş eski bir problemi yeniden canlandırdı. Babilliler ikinci dereceden denklemleri çözmeyi biliyorlardı. Üçüncü dereceden denklemler hakkındaysa henüz hiç kimse kalem oynatamamıştı. İşte cebir bu probleme saldırmak için güçlü bir silah olarak görünüyordu.

Bu silahtı üçüncü dereceden denklemler için kullanan ilk kişi 1048-1131 yılları arasında yaşayan Ömer Hayyam'dır. Henüz üçüncü dereceden denklemleri çözmek için bir yol görünmediğinden bu konuya dair ilk açıklanmaya çalışılan şey üçüncü dereceden bir polinomun ne zaman kaç tane kökü olacağıydı. Eskiden kök terimi ile kastedilen bugünkü te-



Hârizmî

rimlerle pozitif reel köktür. O dönem denklemler hep pozitif kat sayılarla yazılır, bugün negatif katsayı istenilecek durumlarda da bu katsayı eşitliğin öbür tarafına pozitif olarak yazılırdı. Ne de olsa artık cebir kullanımdaydı.



Ömer Hayyam (1048 - 1131)

Ömer Hayyam üçüncü dereceden denklemleri sınıflandırdı ve her bir sınıf içindeki denklemlerin ne şartlarda kökleri olacağını inceledi. Bu çalışması çağdaş matematik anlayışının ilk örneği olarak değerlendirilir.

Ömer Hayyam'ın ölümünden dört yıl sonra doğan Şerefeddin Tûsî yine üçüncü dereceden denklemlerle ilgilendi. Kendi bakış açısına göre yaptığı sınıflandırmalara dayanarak köklerin varlığını inceledi. Bu sınıflardan birindeki kökleri incelerken kendisinden 500 yıl sonra doğan Newton'u kışkındıracak bir şey yaptı. Üçüncü dereceden bir polinom için ikinci dereceden bir polinom yazdı. Bu polinom, o üçüncü dereceden polinomun türeviydi. İkinci dereceden polinomun köklerini üçüncü dereceden polinoma vererek üçüncü dereceden polinomun maksimum değerini buldu ve bu polinoma eşit olması istenen değer bu maksimumdan fazlaysa polinomun kökü olmayacağını belirtti.

Elbette Batılı bilim tarihi yazarları Şerefeddin Tûsî'nin türevden anlamadığını, bu ve benzer hesapları tesadüfen bulduğunu yazmakta geç kalmadılar. Hatta Şerefeddin Tûsî'nin başka eserlerinde yaptığı bazı hesapları da "bunlar zaten Ruffini-Horner metodudur" diye geçiştirdiler. Ruffini ve Horner'in Şerefeddin Tûsî'den yaklaşık yedi yüz yıl sonra doğduğunu hatırlatıp konuyu kapatayım.

Cardano (1501-1576)

Cebirin ne denli güçlü bir silah olduğu on altıncı yüzyılda anlaşılmaya başlandı. O güne kadar çekilerek uygulanan cebir tekniklerinin hep doğru sonuçlar vermesi kullananların cesaretini artırdı. Sonunda bu teknikler üçüncü dereceden denklemlerin tam çözümlerinin yazılması için kullanıldı ve başarılı olundu.

Üçüncü dereceden denklemleri çözen ilk kişinin Scipione del Ferro (1465-1526) olduğu biliniyor. O dönemlerde üniversitedeki kadroyu koruyabilmek için çeşitli matematik yarışmalarında başarılı olmak gerekiyordu. Yoksa sizin yerinize sizi yenen matematikçiyi işe almaları işten bile değildi. O dönemdeki yarışmaların gözde problemleri de özel durumlarda çeşitli zekice uygulamalarla çözülebilecek üçüncü dereceden denklemlerdi. Ferro tüm üçüncü dereceden denklemleri çözebilecek tekniği bulunca elbette bunu kimseye göstermedi. Ama böyle bir formül bulunduğunu duyan Niccolò Fontana Tartaglia (1500-1557), artık bu psikolojik engel yıkıldığına göre, "biri bulduysa ben de bulurum" deyip aynı formülleri buldu. Tartaglia aynı zamanda Öklid'in *Elemanlar* kitabını, Latince dışında, konuşulan bir dile çeviren ilk matematikçidir. Tartaglio'nun İtalyanca çevirisine internetten hâlâ ulaşılabilir.



Niccolò Fontana Tartaglia (1500-1557)



Cardano'nun kitabı *Ars Magna*

Üçüncü dereceden denklem deyince akla gelen ismin Gerolamo Cardano (1501-1576) olmasının nedeni ise Cardano'nun Tartaglia'dan öğrendiği ve bunu açıkça belirttiği çözümünü 1545'te yazdığı *Ars Magna* kitabında açıklamasıdır. Bugün bu formüllere Cardano formülleri diyoruz -Ferro ve Tartaglia mezarlarında dönse yeridir!

Cardano'nun matematiğe en büyük hizmeti ise üçüncü dereceden polinomlarla oynarken negatif sayıların kare köklerinin de pekâlâ birer

sayı gibi kullanılabilceğini keşfetmesidir. Hatta kitabında bu keşfini kullanarak toplamı 10, çarpımı 40 olan iki sayının nasıl yazılacağını bile göstermişti. Daha sonra bilim dalları ayrılıp uzmanlaşmalar başlayınca kendilerini elektrik mühendisliği sınıfında bulan bilim insanları Cardano'ya ne kadar borçlu olduklarını bir bilseler...

Ars Magna kitabında üçüncü dereceden denklemler hep bir hikâyeye anlatılır ve çözümleri verilir. Dördüncü dereceden denklemler için "günlük hayattan" örnek bulamayan Cardano, bu denklemleri çözmeyi asistanı Lodovico Ferrari'ye (1522-1565) bırakmıştı. Ferrari cebirsel teknikleri zekice kullanıp kısa sürede dördüncü dereceden denklemlerin nasıl çözülebileceğini buldu.

Bu hikâyede adları geçen kahramanlarımız Tartaglio, Cardano ve Ferrari'nin doğum tarihlerine ve *Ars Magna*'nın yayınlanma tarihine bakarsanız matematiğin gençlerin eğlenceli zaman geçirmesi için uygun bir aktivite olduğunu görebilirsiniz.

Beş, Altı, Yedi Derken...

Yukarıda anlatılan polinom çözümleri hikâyelerine bakınca insanın aklına matematiğin meşhur olmak için ne kadar uygun bir dal olduğu geliyor. Her bir dereceden polinomun nasıl çözülebileceğini bulan

kişi meşhur olacak ve henüz sadece dördüncü derecedeyiz. Bu gidişle bize de mutlaka sıra gelecektir diye düşünebiliriz -ama kazın ayağı hiç de öyle değil!

Matematikçiler beş ve daha yüksek dereceli polinomların çözümünün cebirsel olarak bulunmasının imkânsız olduğundan şüphelenmeye başladı. Bundan ilk şüphelenen kişi Paolo Ruffini'dir. Cardano'dan yaklaşık iki yüz yıl sonra doğan Ruffini bu konudaki çalışmalarına kıymet verilmediğini görerek mutsuz bir şekilde öldü. Onun kıymetini ancak yirminci yüzyılın sonlarında keşfettiler.

Ruffini'den yüz yıl kadar sonra Niels Henrik Abel (1802-1829) beşinci dereceden polinomların köklerinin cebirsel olarak her zaman bulunamayacağı üzerine bir makale yayımladı. Onun kadar şanslı olmayan Evariste Galois (1811-1832) ise tüm polinomlar için geçerli olan ve kendi adıyla anılan kuramını düelloda öleceğini anladığı için düellodan önceki son gecelerinde arkadaşına yazdığı bir mektupta açıkladı.

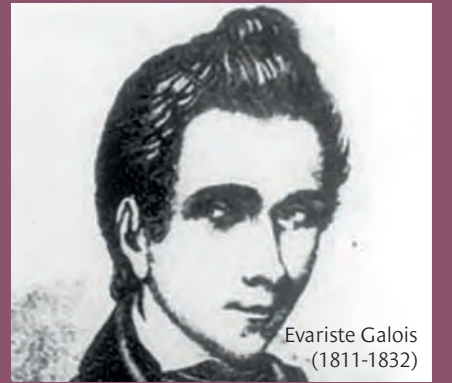
Değeri bilinmeyen Ruffini'nin mutsuz ölümü; Abel'in 29, Galois'nunsa 21 yaşlarında henüz çok genç iken ölümü bana Kutsal Hazine Avcıları (Raider's of the Lost Ark, 1981) filminde arkeologların Hz. Musa'nın on tabletinin olduğu sandığı bulmaya her yaklaştıklarında göklerin gürlediği ve şimşeklerle yıldırımların çaktığı sahneleri hatırlatır.



Paolo Ruffini
(1765-1822)



Niels Henrik Abel
(1802-1829)



Evariste Galois
(1811-1832)



Heykeltıraş Gustav Vigeland tarafından 1908'de yapılan Abel heykeli, bir dehanın doğuşu

Yirminci Yüzyıla Geçerken

Yirminci yüzyılın başında yapılan Uluslararası Matematikçiler Toplantısı'nda yeni yüzyılın matematiğine yön verecek problemlerin belirlenmesi düşünüldü. O dönemde bu çeşit bir problem listesi hazırlayabilecek kapasitede ve sözünü dinletecek otoritede iki matematikçi vardı: Poincaré ve Hilbert. Sonunda bu problem listesini hazırlamak Hilbert'e düştü. Hilbert'in hazırladığı 23 problemlik liste gerçekten de yirminci yüzyıl matematiğinin itici gücü oldu.

Geçen yüzyılda yaptığınız bir matematik çalışması ucundan bucağundan Hilbert'in listesindeki bir probleme hizmet etmiyorsa pek takdir edilmiyordu. Sokaktaki adamın matematikçilere "Bu yaptıkların günlük hayatta ne işe yarıyor sanki?" küçümsemesinin matematik dünyasındaki karşılığı "Bu yaptıkların Hilbert'in listesindeki hangi problemin çözümüne katkı sunuyor ki sanki?" olmuştu. Ama matematikçiler gündüzleri meslektaşlarından övgü almasalar bile gece rüyalarında Gauss'tan övgü alıyorlarsa kendi uçuk konularıyla ilgilenmeye devam ederler.

Hilbert listesindeki problemleri ve önemlerini anlatmak popüler bir yazıda biraz zor olur çünkü buraya kadar anlattıklarım ortaöğ-

retim müfredatında yer alan matematik bilgileriydi. Hilbert'in listesinin ortaöğretim müfredatına alındığını görebileceğimi hiç zannetmiyorum.



David Hilbert (1862-1943)

Ya Yirmi Birinci Yüzyıl?

Yeni bin yıla girerken Hilbert gibi herkesin sözünü dinleyeceği bir matematikçi bulamadık. Bazı kendine güvenen matematikçiler birer liste yaptılarsa da kimse pek üzerinde durmadı. Sonunda çağımızın biraz da maddiyat çağı olduğunu göz önünde bulundurarak Amerikalı banker bir aile olan Clay ailesi, bir grup ileri gelen matematikçiye yedi problem-den oluşan bir liste hazırlattı ve her bir problemin çözümüne bir milyon dolar ödül koydu.

Hilbert'in listesinde olup da çözülemeyen problemlerden yalnızca biri, Riemann Hipotezi, Clay listesinde yer aldı. Diğer problemler daha çok yirminci yüzyıl matematiğinin eriştiği noktada çözümü merak edilen çetin cevizlerden oluşuyor.

Bu listedeki problemlerden biri, Poincaré Sanısı, Rus matematikçi Perelman tarafından çözüldü. Beklentilerin aksine Perelman ne ödül parasını ne de bu çözümünden dolayı kendisine verilen Fields madalyasını aldı. "Çözümümün doğru olduğunu herkes biliyor. Bu bana yeter." dedi.

Matematikçiler de biraz böyle insanlar işte.

Her Şeyin Bir Kolayı Var

Yüz yirmi yıl önceki Hilbert problemlerini anlatmaya yeltenmediğim gibi Clay listesindeki problemlerden de hiç söz etmeyeceğim. Bu problemleri anlamak için epey bir bilgi birikimi gerekiyor -tıpkı yabancı bir dilde şiir okuyabilmek için sadece sözlük yetmeyeceği gibi.

Ama moralimizi bozmayalım. Yirmi birinci yüzyılda bile hâlâ çözülmemiş ama ortaöğretim müfredat bilgileriyle anlayıp çözmeye heveslenebileceğimiz problemler var.



Bunlardan biri Frobenius bozuk para problemidir. Problemi ortaya atan kişi elbette Frobenius değil. Bu problem on dokuzuncu yüzyılın sonlarında eğlenceli bir problem olarak sunulmuş ama daha sonra hem matematikte hem de uygulamalı bilimlerde bu sorunun ortaya çıktığının görülmesi üzerine meşhur olmuştur. Frobenius'un katkısı bu problemin önemini sık sık öğrencilerine hatırlatmasındadır.

Problem kısaca şöyle anlatılabilir. Elimizde değişik değerlerde sonsuz sayıda bozuk para olduğunu varsayalım. Bu bozuk paraları kullanarak, para üstü almamak koşuluyla, hangi fiyattaki malları satın alabiliriz? Örne-

ğin elimizde 3 ve 5 kuruşluk bozuk paralar varsa 1, 2, 4 ve 7 kuruşluk malları satın alamayız ama bunun dışındaki tüm fiyatlardaki malları satın alabiliriz. Buradaki önemli sayının 7 olduğunu görüyorsunuz: Satın alamayacağımız en değerli malın fiyatı. Bu sayıya 3 ve 5'in Frobenius sayısı denir. Eğer elimizdeki paralar 5 ve 7 kuruş olsaydı onların Frobenius sayısı 23 olacaktı. Kısaca, eğer elimizde x ve y kuruşlar olsa, x ve y 'nin ortak bölüneni olmaması koşuluyla, bunların Frobenius sayısı $xy-x-y$ formülüyle hesaplanabilir.

Şimdi, çözmeniz durumunda adınızın evrendeki son yıldız sö-nünceye kadar matematik kitapla-

rında anılmasını sağlayacak soruyu soruyorum: Elimizde ortak bölenleri olmayan x , y , z gibi ikiden fazla sayıda bozuk para olsa onların Frobenius sayısını veren yukarıdaki gibi kapalı bir formül bulabilir misiniz?

Benim gençliğimde bu problemin bir diğer adı da KGB problemi idi. Bu probleme kafayı takan matematikçi bu merakını bölümdeki diğer arkadaşlarına da bulaştırdığı için bir süre sonra bölümdeki tüm akademik faaliyetler duruyor ve herkes bu problemle uğraşıyordu. Güya eski Sovyetler Birliği'nin o zamanki istihbarat örgütü KGB bilerek bu problemi Batı dünyasına sokuyor ve onların akademik çöküşünü hazırlıyordu.

Gebze Temel Bilimler Enstitüsünde çalışırken günlerce enstitüde hayatın durduğunu ve hepimizin, büyüklerimizin nazik uyarılarına kulak asmadan, bu problem üzerinde kafa yorduğunu, biraz da mahcubiyetle, dün gibi hatırlıyorum.

Siz de önce biraz kendiniz deneyin. Sonra Alfonso Ramirez'in bu konuda yazdığı ve kaynaklarda adını bulabileceğiniz kitabına bakmak isteyebilirsiniz. Ama cevap orada da yok, ona göre! ■

Kaynaklar

- Hilbert'in 23 Problemi için https://encyclopediaofmath.org/wiki/Hilbert_problems
Clay Enstitüsü problemleri için <https://www.claymath.org/millennium-problems>
Şerefeddin Tüsf için <https://islamansiklopedisi.org.tr/tusi-serefeddin>
Cardano, *Ars Magna* (İngilizce çevirisi), Dover yayınları, 1995.
Ramirez Alfonso'nun, *The Diophantine Frobenius Problem*, Oxford University Press, 2005.
R. Netz, W. Noel, *Arşimed'in Elyazmaları*, (Çeviren: Zennur Anbarcıoğlu), Alfa Yayınları, 2012.