

# İKİ KURBAĞA

Dr. Herman AMATO

Çizgiler : Ferruh DOĞAN

**M**arifetli kurbağalar. Gelecek sayıda bu seri tamamlanmış olacak. Bu yazıda alışkanlıklarımıza ters geldiği için umursamadan geçtiğimiz fırsat ve imkânlarla değinmek istiyorum. Yapılmıyacak bir şey için boşboşuna çaba harcamak yersiz olsa bile, olabilecek bir şey olmiyacak nazarı ile bakmak ve ondan vazgeçmek daha da yersiz olabilir.

Kurbağa üzerinde yapılan iki deney bu şimdiki söylediklerimi düşünmeme sebep olmuştu: Sonuçları alışkanlıklarımıza aykırı geldiği için bu deneyleri tasarlamak oldukça güçtü. Deneylerden biri Claude Bernard tarafından yapıldı. Kürare adlı bir zehirli deniyordu. Bu zehirin etkisi altında hayvan tamamen cansız gibi duruyor, ama her şeyi duyuyor, hissediyormuş. Tamamen cansız gibi görünen bir hayvanın duyabildiğini nasıl anlarız? Bu bana cevaplandırılmıyacak bir soru gibi görünmüştü. İsterseniz siz de üzerinde durup cevap olabilecek deneyi tasarlayın.

Bakın Claude Bernard bu işi nasıl çözdü: Hayvanın bir bacağına vücuttan ayırdı; şöyleki bacak vücuda bir tek sinir irtibatlarıyla bağlı kalıyordu. Hayvana kürare verince bütün vücut zehirlendiği halde o bacak zehirlenmedi. Çünkü zehiri o bacağına kadar taşıyacak olan damar bağlantısı kesilmişti. Vücudun hareketsiz felçli bir yerine bir iğne batırınca hayvan o ayrılmış olan bacağına kıpırdatıyordu. Böylece Claude Bernard hayvanın duyduğunu anladı.

Sinirlerle bağlanmış olan bir bacağın kıpırdabileceğini düşünmek alışkanlıklarımıza aykırı gelir. Daha çok sıcak kanlı hayvanlar için düşünmeye alışmışız. Oysaki soğuk kanlı hayvanlarda durum aynı değildir ve kurbağa bacağı sinire tenbih yapıldıkça kıpırdıyabilir. Yarım solucanların tek başlarına hareket ettiklerini hepimiz görmüşüzdür.

İkinci kurbağa tecrübesi daha da ilginçtir. Bir kurbağa daha erişkin hale gelmişken, karınla sırt derisine ait bir deri bölümünü kesip tersine çevirmişler. Öyleki yaralar kapanınca hayvanın karınının bir bölgesinde sırt derisi ve sırtınının

bir bölgesinde karın derisi bulunuyormuş. Deney esnasında bir iğneyi karın kısmında bulunan sırt derisine batırmışlar. İğne batırıldıkça hayvan ayağını nereye götürdü dersiniz, karına mı? Sırtına mı?

Alışkanlıklarımızla düşündüğümüz için çoğumuz hayvanın ayağını karına getirmesini bekleriz. Nitekim bizim karnımıza bir iğne batsa, elimizi sırtımıza değil karnımıza götürürüz.

Oysa deney umduğumuz sonucu vermedi. İğne hayvanın eklenmiş karın derisine batırıldıkça hayvan ayağını derinin eskiden bulunduğu yere yani sırtına götürüyormuş. Ayağını iğnenin bulunduğu yere götürmeyi bütün didinmelere rağmen hiç öğrenememiş.

Bu deney ilginçtir çünkü insan sonucunu bildiğini zannederek denemeyi düşünmez. Bu deneyler aklımızın bize çıkardığı güçlükler üzerine beni düşündürdü. Bir şeyi bilmemek o kadar kötü olmuyor da, bilmediği halde bildiğini zannetmek güçlüklerle sebep oluyor.

İnsanoğlu neleri bilmeden bildiğini zannediyor? Bu noktalar insandan insana değişiyor mu?

Bu sorulara cevap ararken ihtimal hesaplarını öğrenmiye başlıyanlarda aynı tipten bir sürü hataya rastladım.

Örneğin, iki zar atışı ile elde edilebilecek farklı durumlar kaç tanedir, sorusuna 12 cevabı veriliyor ve bu doğru zannediliyordu. Eğer vermiş olduğumuz problemleri kendiniz çözüp nerelere takıldığınızı kayd etmişseniz. Yapılan hatalarla ilgili şimdi vereceğim örnekleri daha zevkle okuyacaksınız. Bu konuyu öğrenmedeki güçlük, bunun güçlüğünden değil de kafa yapımızın bu konuya göre hazırlanmamış olmasından ileri geliyordu. Eğer yaptığınızı hataları kaydeder ve onları daha az tekrarlamak için tedbirler alırsanız konuyu çok daha kolaylıkla kavrayacaksınız.

**Genellikle yapılan hatalar:** Soruyu tam kavramadan derhal cevap bulmaya çalışmak ve ilk cevabı sonuna kadar savunmak. Bu bir nevi düşünmekten kaçıştır. Akıllı bir adamın bilmediği bir konuda dakikasında fikir sahibi olması gerektiği

### Şekil 1. Marifetli bir kurbağa.

görüşüne dayanır. Bu görüş iyi bir koşucunun yüz kilometreyi bir saniyede katedeceği görüşü kadar doğrudur. İkinci örneğin saçmalığının hepimiz farkındayız da düşünmeden düşünmenin mümkün olmadığını çoğumuz farkında değiliz.

Her probleme gerekli zamanı vermek lâzımdır. Bazan bir saat, bazan üç gün, bazan bir ay, bazan da birkaç sene. Büyük bir matematikçi bir problemi 40 senede çözmüştü. Bu onun kötü bir matematikçi olduğunu göstermez. Çünkü o problemi o zamana kadar kimse çözememişti.

Düşünmeden cevap verildiğine bir örnek: Bir zarı 3 defa atarak hiç 6 elde etmeme ihtimali nedir?

(Önce kendiniz cevaplama çalışın sonra okumaya devam edin)

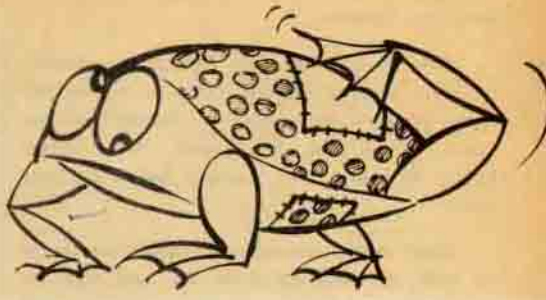
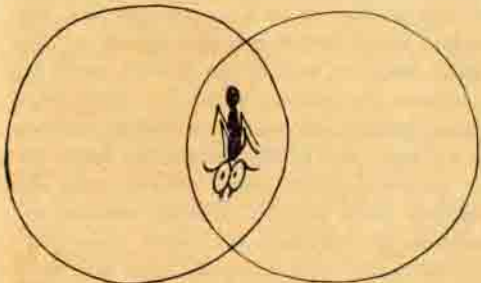
Bu soruya genellikle verilen cevap «sıfır» veya «hiç» dir. Sanki her atışta muhakkak 6 gelmeli imiş gib.

Bu soru biraz değişik bir şekilde sorulsa doğru cevap alma ihtimali artar: «Bir zarı üç defa atarak her seferinde 6 dışında bir sayı elde etme ihtimali nedir?»

(Cevap:  $5/6 \times 5/6 \times 5/6 = (5/6)^3 = 125/216$ ).

Buna benzer bir soru problemde açıkça belirtilmemiş noktaların akla gelmediğini gösterir: «Zarlar 3 atışta bir defa 6 elde etme ihtimali nedir?» Sorusunu cevaplama çalışırken, kafa 6 sayısına takılır; gerekli şartı doldurmak için 2 defa da 6 dışında sayı elde etme lüzumu akla gelmez. Bu yüzden ihtimal hesaplanırken 6 elde etme ihtimali  $1/6$  yı, 6 dışında bir sayı elde etme ihtimali  $5/6$  ile 2 defa çarpmamız gerektiği kavranılmaz. Ayrıca işin burada bitmemiş olduğu «6» nın çeşitli sıralarda gelebileceği (birinci, ikinci veya üçüncü atışlarda), ve her bir halin ayrı olduğu ve bu durumlara ait ihtimalleri toplamak gerektiği akla gelmez. Kısaca sonucun

$$3 \times \frac{1}{6} \times \frac{5}{6} \times \frac{5}{6}$$



şeklinde bulunduğunu pek az kişi hemen kavrar.

Daha karışık durumlarda çeşitli sıralarda farklı yerlerde 6 elde etmekten meydana gelen değişik durumların sayısını hesaplamak için yukarıdaki 3 ün yerine niye seçim formülünün  $(n!/r!(n-r)!)$  kullanıldığı herkese pek açık görünmez. Daha çok sıra ile ilgili seçim formülünü  $(n!/(n-r)!)$  kullanmaya eğilim vardır, çünkü sıra kelimesi geçmiştir. Oysaki bu işlemi yaparken daima atışlar arasından bir kısmını seçiyor ve 6 ları oralara yerleştiriyoruz. Bunun cevabını da n şey içerisinde her seferinde r şey seçerek kaç değişik seçim yapabileceğimizi gösteren seçim formülü verir.

Spor Toto da bütün imkânları kapsayan bir liste yapmak için en az kaç sütun doldurmak gerektiği sorulunca çoğu zaman alınan cevap  $3^3$  yerine  $13^3$  olur. Genellikle ha Ali Veli, ha Veli Ali zannediyor olmayacak şeyleri de.

Çarpacak yerde belki de daha kolay olduğu için toplama eğilimliyiz. «Zarları iki defa atarak elde edilebilecek bütün durumları kapsayan tabloda kaç değişik hal vardır?» sorusuna genellikle 12 cevabı verilir. Zarın 6 yüzünün sayısı iki defa yazılıp çarpılacak yerde toplanır. Doğru cevap 36 diyene rastlamadım, isterseniz arkadaşlarınızda deneyiniz.

Eğer  $n!$  formülü öğrenilmişse sıra ile ilgili problemlerde yerli veya yersiz bu formül kullanılır. Bu formülün kullanılabilmesi için sıradaki unsurların tekrarlanmamasının şart olduğu genellikle unutulur.

Genellikle sıra değişmesiyle ilgili iki durumun farklı olduğu hemen hemen kavranılmaz. Örneğin bir zarla önce 5 sonra 6 elde etme durumu ile önce 6 sonra 5 elde etme durumunun farklı olduğunu anlatmak güçtür. Buna karşılık önce ayakkabı sonra çorap giymek, önce çorap sonra ayakkabı giymek farklıdır.

Şekil 2. İki çember ve bir karınca.

kabı giymek veya 56 ve 65 durumlarının farkı kolaylıkla kavranır.

Problem çözerken bizi ilgilendiren noktaları ön plana alıyoruz, alışkanlıklarımızla hareket ediyoruz, problemi önemsemiyoruz. Problemi etli kısmından sıyrıp esas istediklerine cevap vermek şarttır. Yani problemin iskeletine bakmaya alışmalıyız.

**Siyah değilse beyazdır.** Genellikle insanlar iki zıt kutba ayrılmaya eğilimlidir. Bir taraf siyah dedi mi, öbür taraf beyaz der. Ak ile kara arasında bir sürü rengin bulunduğu ve söz konusu olan nesnenin örneğin yeşil olabileceği unutulur. Bir fikir ya yanlıştır ya da doğrudur düşüncesi buna benzer bir mantık hatasıdır. Bir fikir kısmen doğru olabilir.

**İki çember ve bir karınca.** Eger bir karınca A çemberinin içinde ise B çemberinin içinde olmaz diye düşünebiliriz. Ama çemberler birbirini kesmişse, bu karınca pek alâ her iki çemberde de bulunabilir. Bu söylediklerimiz birleşebilen VEYA halleri için örnektir (Bilim ve Teknik, sayı 33). Bir çocuğun hem kızamık hem de nezle olabilmesi gibi. İki çemberin kesiştiği ve karıncanın bulunduğu bölge hem A da hem de B de veya kısaca A VE B de bulunma anlamına geldiği için VE bölgesidir. Bir zamanlar bu bölgeye matematikçilerin kesişim veya ara kesit dediklerini söylemiştik. Şimdi herhalde nedenini anladınız.

**Bir bilmece ve sonuçları.** Üzerinde 5 harf bulunan bir kâğıt parçası düşünün. Makasla harfleri teker teker ayırıp karıştırın. Ve arkadaşınıza baştaki orijinal sırayı bulmak üzere verin. Bu beş harfle 3125 değişik sıra yapılabilir. Arkadaşınız bu 3125 sırayı yazabilir, fakat bunlardan hangisinin başlangıçta kâğıtta bulunan sıraya uyduğunu söyleyemez.

İnsülin molekülünün formülünü aydınlatmaya çalışırken Dr. Sanger böyle bir durumla karşılaştı (Bak. Bilim ve Teknik, sayı 19, sayfa 12). İnsülin bir protein molekülüdür. Proteinler 20 amino asidin (isterseniz bilmecemize benzesin diye 20 harf diyelim) çeşitli sayılarda (örneğin 200 veya 1000 amino asitten yapılmış zincirler) ve sıralarda yanyana gelmesi ile teşekkül etmiş zincir şeklinde moleküllerdir. Protein molekülünü parçalamalıyız ki içindeki amino asitleri teker teker ayırıp tanıyalım. Pek iyi, bunların protein zincirindeki sıralanışlarını nasıl bulacağız?

Topki arkadaşımıza verdiğimiz harflerin sıra-

sını bulmak gibi çözülemeyecek duygusu veren bir problem.

Yukardaki problem şu şartlarla çözülebilir. Kâğıt parçası tek olacak yerde birçok kopyası varsa ve bu kopyalar kesme esnasında teker teker harflere ayrılacak yerde, değişik yerlerden kesilmiş, 2-3 harflik gruplara ayrılıp, bu gruplar sonradan tek tek harflere ayrılırsa.

5 harfli bir kelimayı birçok kâğıda aynen yazdıktan sonra kâğıtları değişik yerlerden yanyana 2 veya 3 harf düşecek şekilde parçalıyalım (2 veya 3 amino asit ihtiva eden protein zinciri parçaları elde ediyoruz). Bu parçaların eşit olanlarını gruplar halinde topladıktan sonra, herbir grup için birer temsilci seçelim. Bu temsilci kâğıt parçalarını ayrı ayrı yerlerde teker teker harfler verecek şekilde keselim ve her bir grubun harflerini sırasını göstermemek için karıştıralım (deneyi yaparken amino asitler sırasıyla karşımıza çıkmıyacaktır). Böylece elde ettiğimiz 2 veya 3 harfli değişik toplulukları gözden geçirelim. Örneğin A,R - A,G,R - A,G,I - G,I,P - I,P. gibi 5 grup elde ettiğimizi varsayalım. Her gruptaki harfler bir şerit parçasından kesilmiştir, ancak o şerit-teki sıralarını bilmiyoruz. Baştaki A,R çifti bir şerit parçasından elde edildiğine göre, başlangıçtaki 5 harfli şeritte bu iki harfin yanyana bulunduğu sonucuna varırız. Bunlar iki sırada yan yana bulunabilir AR veya RA. İkinci grup yani A,G,R, üçlüsü A ve R nin yanına G nin geleceğini bildirir. G,A ve R nin ortasında bulunamaz, çünkü bulunsaydı A,R ikilisini elde edemeycektik. Onun yerine G,R veya A,G ikililerini elde etmeliydik. A,R ikilisini elde ettiğimize göre G bu ikilinin yanlarına şu şekillerde gelebilir: GAR, ARG, GRA, RAG. Bu dört şekilden 2 tanesi yani GRA ve ARG doğru olamaz çünkü üçüncü grup A,G,I üçlüsünü veremezler. Böylece geriye GAR ve RAG ihtimalleri kalıyor. Bunların yanına A,G,I elde edecek şekilde I koyarsak IGAR ve RAGI elde ederiz. G,I,P üçlüsünü yani dördüncü grubu elde edecek şekilde P harfini yerleştirirsek PIGAR ve RAGIP kelimelerini buluruz. Her iki kelime şartımıza uyar. Eğer baştaki harfin hangisi olduğunu bilirssek bu sıralardan hangisinin başlangıçtaki 5 harfli şeritte bulunduğunu söyleyebiliriz. Sanger bir uçtaki amino aside bağlanan bir madde kullanarak başlangıç ucunu tesbit etti. İnsülin molekülünü küçük zincir parçalarına ayırdı. Herbir parçanın ucunu söylediğimiz usulle tayin etti. Bulduğu sonuçları birleştirerek ilk defa olarak bir protein molekülünün içindeki amino asitlerin sırasını tayin etti. Nobel

Ödülü kazanan bu çalışması 10 yıl sürdü.

**Kâğıt kromatografisinde bir tatbikat.** Maddeleri saflandırmak için içinde su ve yağ bulunan tüpler dizisinden nasıl yararlanacağımızı geçen yazımızda anlatmıştık. Kâğıt kromatografisi benzer bir prensiple çalışır. Bir kâğıt tabakası suyu tutar, su ile karışmayan bir sıvı bu su üzerinden kayar. Bir karışım içerisinde bulunan maddelerin suda daha çok çözünenleri daha geride kalır, suyla karışmayan sıvıda daha çok çözünenler onunda sürüklenerek, bu sıvı ile birlikte ilerler. Böylece bunlar birbirlerinden ayrılır. Maddenin bünyesi suda veya su ile karışmayan sıvıda çözünme derecesi ve dolayısıyla değişik maddelerin kâğıtta nasıl sıralanabileceği hakkında fikir verebilir. Sonuç olarak, renklendirme işlemi tamamlandıktan sonra kâğıtta arka arkaya sıralanmış lekeler görürüz. Bunlardan çözücü ile ilerli gitmiş olanlar çözücüde daha çok çözülmüş olanlar geri kalanlar ve su kâğıt tarafından daha çok yakalanmış olanlardır.

Aynı olan iki madde aynı şekilde davranacaklardır. Başlangıçta bunlar aynı hızadan harekete başlatılsalar, muayyen bir mesafe katettikten sonra sonuçta gene aynı hızada bulunacaklardır, yani eşit olan maddeler eşit mesafeler kat edecektir. Bundan yararlanarak bilinmeyen maddeleri, bilinenlerle karşılaştırarak, tanıyabiliriz. Yalnız şu farkı bu usulle netice almak için bilinmeyen maddenin eşi elimizde bulunmalıdır. Eğer bilin-

meyen maddenin eşi elimizde yoksa ne yapabiliriz? Bunu anlatmaya çalışacağım. Ben digitalis nebatındaki bilinmeyen glikozitleri tanımak için bu usulden yararlanmaya çalıştım. Elimde bulunan numunelerle nebatan ayırdığım bilinmeyen maddeleri karşıladıktan sonra, nebatdaki maddelerin hiçbirinin elimdeki numunelere uymadığını gördüm. Takip ettiğim mecmualardan elimde bulunanların dışında daha 50 kadar numune bulunduğunu biliyordum. Bunlar değişik araştırmacıların elinde bulunuyordu. Nebatındaki maddeler bunlardan bazıları olabirdi. Bu araştırmacıların kimisi numune yolluyor, kimisi ise yollamıyordu? Bu işi elimdeki numunelerle, yani kat ettikleri mesafeler nebatdaki bilinmeyen maddelerin kat ettikleri mesafelere uymayan numunelerle çözüme karar verdim. Böyle bir usul kullandım: Bilinen 60 kadar glikozidin, benim kullandığım çözücü ve kâğıtlarda nasıl sıralanacağını hesapladım. Bu hesabı yaparken maddelerin bünyelerinden çözünürlük derecelerini çıkardım, ayrıca literatürden de yararlandım. Bu maddelere birer sıra numarası ver-

dim. Böylece elimdeki numuneler nebatındaki bilinmeyen numunelerin neler olabileceği hakkında fikir veriyordu. Örneğin elimde bulunan 5 ve 7 diye numaralandırdığım numuneler arasında sıkışmış kalan bilinmeyen bu madde ya 6 numaralı maddedir ya da yeni bir maddedir. Çünkü 5 ve 7 nin arasında ancak 6 gelebilir. Bunun gibi 2 ve 5 numaralı numuneler arasında bulunan şu meşhul madde ya 3, ya 4 numaralı maddedir ya da yenidir. Eğer 4 numaralı madde ise şu kimyasal reaksiyonu vermelidir. Eğer vermiyorsa ya 3 numaralı maddedir ya da yenidir. Böylece ihtimalleri azaltı azaltı nebatdaki 6 glikozidi tanıdık ve 2 tanesinin yeni olduğunu bulduk. Tanıdıktan sonra kendilerine tekabül eden numuneleri kısmen tirttik, kısmen elimizdeki numunelerden hazırladık. Bu çalışmamız sonradan Alman araştırmacıları tarafından da teyit edildi.

Numarası silinmiş bir sayfanın yanındaki sayfalara bakarak numarasını bulmaya benzeyen bu basit usulü kullanmak o kadar çabuk akla gelmez. Çünkü karar verirken hep meşhul maddelerle aynı olan numuneleri karşılaştırmaya alışmışızdır. Bu çalışmadan sonuç almış olmıyana ergi metodunu uygulamaya dayanıyordu: Maddelerin hangilerinin olduklarına değil, hangilerinin olmadıklarına bakarak geriye kalanları bulmaya çalışıyorduk. Bu deneyler düşünmenin pek de faydasız olmadığına beni ikna etti.

### *Şifre Çözümü Şifreler de benzer bir mantıkla çözülür.*

Şifrenin yazıldığı dildeki harfler kullanılış sıklığına göre sıraya dizilir. Bu dilde en çok kullanılan harfler şifreli mesajda en çok rastlanan işaretlerdir. Bu işaretler yerine konarak aradaki boşluklar anlam verecek şekilde doldurulur. Bu doldurma başka işaretler için de ipucu verir böylece gide gide şifre çözülmüş olur. Edgar Allan Poe'nun Altın Böcek adlı hikâyesinde bu konu çok nefis bir şekilde anlatıldığı için daha çok üzerinde durmuyoruz.

Tabiat bilgilerini açık bir dille anlatmaz, şifreli bir halde verir. Bu bakımdan bir araştırmacının tabiat olaylarını çözebilmesi için bir nebzecek şifre çözme zevki olması lâzımdır.

### **Geçen sayıdaki problemlerin cevapları**

1) A maddesi 0 No.lı tüpte  $(9/10)^4 = 6461/10\ 000$  nisbetinde bulunacak, 4 numaralı tüpte ise  $(1/10)^4 = 1/10\ 000$  nisbetinde yani hissedilmeyecek kadar az olacaktır. B maddesi için bu nisbetler tersine dönecektir. 0 numaralı tüpte