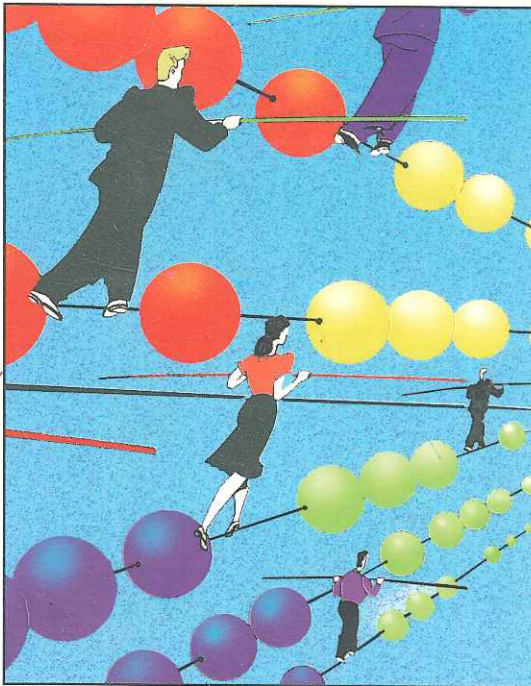


HERKES İÇİN

MATEMATİK

John Allen Paulos



“Yaşamda
korkulacak
bir şey
yoktur.
Yeter ki
anlaşılsın”

Madame Curie

BEYAZ YAYINLARI



BEYAZ NOKTA VAKFI

Bu yayın, **BEYAZ NOKTA VAKFI**'nin önerileriyle Türkçeye kazandırılmıştır.

Beyaz Nokta Vakfı, *Nedenselliğe Dayalı Düşünce Bilimini ve Erdem*'i toplumun tüm kesimlerine egemen kılmayı, başka bir ifadeyle, "*İnsanımızın Sorun Çözme Kabiliyetinin Geliştirilmesi*"ni amaçlamaktadır.

Vakfa destek vermek isteyenler aşağıdaki hesap numaralarına bağış yapabilecekleri gibi, Vakıf adresinden temin edecekleri, tanıtım broşüründeki seçenekler yoluyla da katkıda bulunabilirler.

İletişim Bilgileri:

Adres: Şair Nedim Sokak No:2/ 9Çankaya ,06090 ANKARA
Tel:+90(0312)4414870-4415399
Fax: +90(0312)4415399
Web Sayfası:<http://www.beyaznokta.org.tr>
E-mail:bnokta-o@tr-net.net.tr

Banka Hesap Numaraları

İş Bankası Başkent Şubesi : 375039 No'lu Hesap
Yapı Kredi Bankası Kızılay Şubesi : 117011-9 No'lu Hesap
Ziraat Bankası Bulvar Şubesi : 223579 No'lu Hesap

John Allen Paulos

Herkes İçin

MATEMATİK

İngilizce'den çeviren: Başak Yüksel

BEYAZ YAYINLARI

Cağaloğlu Yokuşu, Cemal Nadir Sok. Eser Han No:5/4-5 Cağaloğlu/İSTANBUL
Tel: (212) 522 38 68 - 69 Faks: (212) 522 38 70

BEYAZ YAYINLARI

Yayın ve Dağıtım:

Cilt: Güven Mücellithanesi

Basım: Kurtiş Matbaacılık

Dizgi: Zehra Yılmaz

ISBN: 975-8261

Birinci Basım: Şubat 1998/İstanbul

(c) Bu kitabın tüm yayın hakları Beyaz Yayınları'na aittir.
Yayınevimizden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz,
hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

Kapak Tasarım: Zehra Yılmaz

İngilizce'den çeviren: Başak Yüksel

Yayın Yönetmeni: Sinan Köseoğlu

John Allen Paulos

Herkes İçin MATEMATİK

Beyaz Yayınları:

**Sayısz nedenlerden dolayı
Sheila, Leah ve Daniel'e**

İçindekiler

Giriş /

- 1. Örnekler ve İlkeler /*
- 2. Olasılık ve Rastlantı /*
- 3. Sahte Bilim /*
- 4. Sayı Cehaleti Nereden Kaynaklanıyor? /*
- 5. İstatistikler, Değiş-Tokuşlar ve Toplum /*

Sonuç /

Giriş

“Matematik konusunda her zaman çok kötüydüm”

“Bir milyon, bir milyar, ya da bir trilyon dolar, her neyse. Problemlerle ilgili birşeyler yaptıktan sonra fark etmez”

“Jerry ve ben Avrupa’ya gitmiyoruz. Avrupa’da çok fazla terör var”

Sayılar ve şansla ilgili temel kavramları rahatça kullanamama şeklinde kendini gösteren sayı cahilliği, aslında birçok bilgili vatandaş rahatsız eder. “Demek” ve “söylemek” gibi sözcükler karıştırıldığında tepki gösterenler, en bariz sayısal yanlışlar karşısında bile hiç utanmadan sesiz kalırlar. Bir zamanlar, bir partide birinin, “süregelen” ve “sürekli” sözcükleri arasındaki farkı uzun uzun anlatışını dinlemiştim. Aynı gece daha sonra haberleri dinliyorduk. Hava durumu spikeri Cumartesi günü

Kitapta kendi düşüncelerimi aşırı derecede dayatma-
maya ve popüler kültür ya da eğitim sistemimizle (Allan

golar ve ilaç testleri bunlar arasındadır.
lar, sigorta ve kanunlar, psikanaliz, parapsikoloji, piyan-
ki, astroloji, spor rekorları, seçimler, cinsel ayırım, UFO?
seçim, gazete falçılar, diyet ve tıbbi iddialar, terörizm his-
çek hayattan örnekler incelenecektir: borsa stratejileri, eş-
anlayabildikleri için, bu kitapta sayı cehaletiyle ilgili ger-
genel açıklamalardan çok örneklere açıklamaları daha iyi
nuçları kadar açık olmasındadır. Bu yüzden ve insanları
run bir nedeni, bunun sonuçlarını diğer zayıflıkların so-
Matematik cehaletinden duyulan bu anlamsız guru-

matematikten nefret etmişimdir.”
insanla ilgilenmeyi severim” ya da “Ben her zaman
miyorum”, “Sayılarla uğraşmak bana göre değil, ben
“Banka hesabımda ne kadar para olduğumu bile bil-
lar gizlense bile, matematik cehaleti açık açık söylenir:
olsaydı kuşkusuz köpürecekti. Ashında, diğer başarsızlık-
va durumunu okuyan spikerin yaptığı bir grammer yanlış
anlatmaktan sonra bile sessizliğini bozmuştu; ama ha-
rum karıştırmada grammerci sessiz kaldı. Oha, yapılan yanlış
yağmur yağma olasılığı olduğuna sonucuna vardı. Bu yo-
olduğunu söyledi ve bu yüzden de o haftasonunda % 100
% 50 ve Pazartesi günü yine % 50 yağmur yağma olasılığının

Bloom gibi ilgili çok fazla genellemeye gitmemeye çalıştım. Fakat verilen örneklerin desteklediğini umduğum bazı genel yorumlar ve gözlemler yaptım. Benim düşünceme göre, sayılar ve olasılıklarla rahat bir şekilde uğraşabilme-ye engel olan unsurlar, belirsizlik ve raslantı ya da problemin nasıl ifade edildiğine verilen ve oldukça doğal olan psikolojik tepkilerden kaynaklanmaktadır. Diğer unsurlar korkuya ya da matematiğin doğası ve önemi ile ilgili yanlış fikirlere bağlanabilir.

Sayı cehaletinin ender olarak tartışılan sonuçlarından biri, sahte bilime duyulan inanç ile arasındaki bağıdır. Bu ikisi arasındaki ilişki burada incelenmiştir. Genetik mühendisliğinin, lazer teknolojisinin ve mikroçip devrelerin hergün dünyayı anlamamıza yardım ettiği bir toplumda, yetişkin nüfusumuzun önemli bir bölümünün hâlâ Tarot kartlarına, medyumlara ve kristal kürelere inanıyor olması özellikle üzücüdür.

Daha kötüsü, bilim adamlarının çeşitli risklerle ilgili değerlendirmeleri ile bu risklerin popüler açıdan nasıl algılandıkları arasındaki farktır. Bu fark sonuçta, temelsiz ve derin endişelere veya imkansız ve ekonomik açıdan felç edici risksiz garanti isteklerine yol açar. Politikacıların bu gibi durumlarda çok ender yardımları dokunur. Çünkü onlar kamuoyuyla uyum içinde çalışırlar ve bu yüzden

Kıtaptaki başka bir düşünceyse sayı cahili insanların genel olarak olayları özelleştirmeye olan eğilimleridir. Kendi deneyimleri, medyanın bireyler ve dramalar üzerinde yoğunlaşması onların yanlış yölenidir. Bundan matema-tikçilerin mesafeli ve resmi oldukları sonucunu çıkarma-yan. Ben değilim, kitap da değil. Benim kitabı yazmamın

arada çıkan zor pasajlar çekimmeden atlanabilir. Nav yoktur, bu yüzden kitap serbest olarak okunabilir ve **miz gerekir mi?** şeklinde tepki verdikleri şeylerdir. Si-rencilerinin hoşuna giden fakat **“sınav için bunu bilme-sine hitap edecek terimlerle sunulmamıştır. Bunlar öğ-Anlatılan bazı düşünceler, bazen geniş bir okuyucu kitle-şeyi gerektirmeyen, temel olasılık ve istatistik kurallarıdır. anlamda derin de olsa, mantık ve aritmetikten başka bir Tüm kitapları yaklaşık biraz matematikseldir ve bir**

ciydi ve azatlayıcı tonu kullanmadığını umuyorum. vasi vardır. Ben, bu gibi girişimlerde kullanılan fazlaca anlaşılabilirliği – yazılanların çoğunun kötümsen bir ha-bilimlerin safca kabul edilmesi, sosyal de-ış-tokuşların perspektifsizlik, anlamsız rastlantıların abartılması, sahte Bu kitap genişletilmiş yeterliliklerden bahsettiği için – sayısal

zararları ve tavizleri açıklama konusunda isteksizdirler. hemen hemen tüm politkacılar politkalarıyla ilgili olası

amacı eğitimli fakat sayı cahili kişilere ya da en azından matematikten aşırı derecede korkmayanlara. Hitap etmekti kitap, eğer hem özel hem de kamu hayatımızda sayısızlığın ne derecede yaygın olduğunu açıklığa kavuşturabilirse harcanan çabalara değecektir.

Örnekler ve İlkeler

İki aristokrat ata binmektedir ve biri diğerine kimin daha büyük bir sayı bulabileceğine dair meydan okur. İkincisi yarışmayı kabul eder ve birkaç dakika konsantre olduktan sonra gururla “Üç” der. Oyunu öneren kişi yarım saat sessiz kalır daha sonra omuz silkip yenilgiyi kabul eder.

Yaz mevsiminde Maine’i ziyaret eden bir kişi ev eşyaları satan bir dükkana girer ve çok sayıda pahalı eşya alır. Şüpheli ve sessiz dükkân sahibi tek kelime bile söylemez, kasada faturayı hazırlar. Bitirdiğinde toplama işaret eder ve adamın 1,528.47 \$ saymasını izler. Daha sonra parayı bir, iki, üç kez sayar. En sonunda ziyaretçi doğru miktarda para verip vermediğini sorar. Dükkân sahibi isteksizce “Eh, tam yetecek kadar” diye cevap verir.

Sık sık kullanılan büyük sayıları biraz anlamadan yıllar konusundaki duyguları iyileşiyor.

ci sağın saatte mülle uzamadığım söylemişti), sonuçta sağın duygunu soruyorum. Onceletri isteksiz de olsa (bir öğren- kaç kısmın olduğunu veya bu ülkede yılda kaç kişinin öl- çün saatte kaç mil hızla uzadığını veya dünyada her gün yorum. Bazen onlara alıştırtma olması açısından insan sa- meyen öğrencilerle karşılaştığımda şaşırıyorum ve üzülü- nüfusunun yaklaşık yüzde kaçının Çin’li olduğunu bil- ya da bir sahilden diğer sahile uzunluğunu ya da dünya tokratınkine yakındır. Ben her zaman ABD’nin nüfusunu nujan’ın ki arasındadır, fakat ne yazık ki çoğunun ki arts- İnsanların sayılara karşı yeteneği aristokratınkiyle Rama-

Büyük Sayılar, Küçük Olasılıklar

Matematikçi G. H. Hardy, öğrencisi olan Hint mate- edilebilecek en küçük sayıdır.”
1729, iki farklı şekilde, iki sayının küpü olarak ifade
“Hayır, Hardy! Hayır Hardy! o çok ilginç bir sayı.
söyle. Bunun üzerine Ramanaujan hemen cevap verir,
1729 olduğunu ve bu sayının çok sıkıcı bir sayı olduğunu
olsun diye kendisini hastaneye getiren taksimin plakasının
matikçi Ramanaujan’ı hastanede ziyaret etmektedir. Laf

belirten raporlara yerinde bir kuşkuyla tepki göstermek imkânsızdır. Ya da bir megatonluk – bir milyon tonluk (ya da iki milyar poundluk) TNT'ye eşit – patlayıcı güç içeren bombanın varlığına inanmak zordur.

Ve eğer olasılıklar hakkında bilginiz yoksa yurtdışında teröristler tarafından öldürülmeyi büyük bir risk olarak görürken, yerel seyahatlerdeki araba kazalarını çok daha küçük bir sorun olarak algılayabilirsiniz. Fakat aslında Amerika'da ki yollarda her yıl 45,000 kişi ölmektedir, ki bu sayı Vietnam savaşında ölen Amerikalı sayısına eşittir. Diğer taraftan, 1985'te teröristler tarafından öldürülen 17 Amerikalı, o yıl yurtdışına çıkan 28 milyon kişi arasındaydı. Bu 1.6 milyonda bir kurban olma riskidir. Bunu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki şu yıllık oranlarla karşılaştırmak: 68,000'de bir boğularak ölüm; 75,000'de bir bisiklet kazasında ölüm; 20,000'de bir boğulma; 5,300'de bir araba kazasında ölme riski.

Bu tip büyük sayılar ve insanlarla ilgili çakışan küçük olasılıklarla karşılaştığında, sayı cahili kişi kaçınılmaz olarak şu şekilde tepki gösterir, "Ya o kişi sen olursan", sonra da bilgiç bilgiç başını sallayarak sizin görüşlerinizi çürüttüğünü sanır. Bu şekilde olayları kişileştirme, biraz sonra göreceğiniz gibi, sayı cahili bir çok kişinin özelliğidir. Bunun gibi tipik olan bir özellik ise saklı ve egzotik

Washington Üniversitesi'nden Dr. Kronlund ve Philips'in bir çalışması, doğru doktorun (kendisi uzmanlık alanlarında olsa bile) çeşitli ameliyatlara, yöntemler ve ilaçlarla ilgili yaptıkları risk değerlendirilmelerini, gerçekten çok farklı olduğunu göstermiştir. Bir zamanlar bir doktora konuşmuşum

num bilincinde degillerdir.

1,000,000,000, bir trilyonun 1,000,000,000,000 olduğunu tam olarak bilmez. Bir milyonun 1,000,000, bir milyarı ilgili sezişlerimiz yoktur. Birçok eğitimli insan bu sayıları kat bu bize komik gelmez. Çünkü bizim bu tür sayılarla aramızda kayma burada aynı derecede komik olabilir. Fa- gerekir. Milyonlar ve milyarlar veya trilyonlar ve trilyonlar tartar veya zaman birimlerinin uygun olacağını bilmek- Şakayı anlayabilmek için çeşitli şartlarda, hangi mik-

çocuklar ölünceye kadar beklemek istedik."

Sonunda yaşlı kadın gıdık bir sesle cevap verir: "Co-

Neden birlikte kalmıyorsunuz? Neye şimdiki?"

70 yıl evli kaldıktan sonra boşanmak istiyorsunuz? tur. Avukat onlara boşanmalarını için yalvarır. "Neden

90 yaşlarında evli bir çift, bir boşanma avukatına başvu-

Bununla ilgili akıma gelen bir şaka hoşuma gidiyor.

riskine eşit görmektedir.

öldüren kalp ya da dolaşım yolu hastalığına yakalanma

bir hastalık riskini her hafta yaklaşık 12,000 Amerikalıya

ve o, 20 dakika içerisinde düşünmekte olduğu belli bir işlemin a) riskinin milyonda bir olduğunu; b) % 99 emniyetli olduğunu; c) genellikle iyi gittiğini söylemiştir. Bir çok doktorun tembelleşmemek için bekleme salonunda en az 11 kişi olması gerektiğine inandığını düşünürsek onların sayı cahili oluşlarıyla ilgili bu yeni kanıt beni şaşırtmadı.

Çok büyük veya çok küçük sayılar için bilimsel olarak adlandırılan işaretleri kullanmak, standart işaretleri kullanmaktan çoğunlukla daha açık ve kolaydır. Bu yüzden ben bazen bunları kullanacağım. Bu, herhangi bir hüner gerektirmez: 10^N 1'dir ve N sıfır bunu takip eder. Yani 10^4 , 10,000'dir ve 10^9 , 1,000,000,000'dir. 10^{-N} , 1 bölü 10^N 'dir. Yani 10^{-4} , 1 bölü 10,000'dir ya da .0001 ve 10^{-2} , bir bölü 100'dür. 4×10^6 , 4 x 1,000,000 ya da 4,000,000'dür; 5.3×10^8 , 5.3 x 100.000.000 ya da 530.000.000'dür; 2×10^{-3} , 2 x 1/1.000 ya da .002'dir; 3.4×10^{-7} , 3.4 x 1/10,000,000 veya .00000034'dür.

Neden haber dergileri ve gazeteler, hikâyelerinde bilimsel işaretleri uygun bir şekilde kullanmazlar? İşaretler medyada tartışılan konular kadar gizli değildir ve hakkında birçok sıkıcı metnin yazıldığı, metrik sisteme başarısız geçişten çok daha yararlıdır. 7.39842×10^{10} , yetmiş üç milyar dokuz yüz seksen dört milyon iki yüz binden daha anlaşılır ve okunabilir.

Scientific American dergisindeki sayısızlık üzerine yazılmış metinde, Douglas Hofstadter Ideal Oyuncağ Şirketi'nde meydana gelen bir olaydan bahseder. Orijinal Rubik kübunun paketi üzerinde, kübün dönüşüleceği 3 milyardan fazla olası durum bulunduğunu yazılıdır. Hesaplar 4×10^{19} 'dan fazla – yani 4'ten sonra 19 sıfır var – durumun olabileceğini gösterir. Pakette söylenen yanlış değildir. Gerçekten 3 milyardan fazla olası durum vardır. Burada olduğu gibi, olduğundan az gösterme, teknolojiyi temel alan bir topluma uymasa da gittikçe yaygınlaşan sayı cahilliğinin bir örneğidir. Bu, Lincoln Tüneli'nin girişindeki New York'un nüfusunun 6'dan fazla olduğunu söyleyen bir işareti; ya da McDonalds'ın gürültü 120 hamburgerden fazla satması olduğunu ilan etmesine benzer.

Kan, Dağlar ve Burgerler

Daha önce sorulan soruların bilimsel işaretlerle yazılmış cevapları şöyledir "İnsan sağı saatte aşağı yukarı 10^{-8} mil hızla uzar; dünyada her gün yaklaşık 2.5×10^5 insan ölür; Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 5×10^{11} sigara içilir. Bu sayılar standart notasyonda şöyle yazılır: saatte .0000001 mil; yaklaşık 250,000 kişi; yaklaşık 500,000,000,000 sigara.

4×10^{19} her zaman kullanılan bir sayı değildir. Fakat on binini içeren örnekler, bir milyon ya da bir trilyon her zaman kullanılır. Her biri bir milyon, bir milyar vb unsurlara sahip olan topluluk örnekleri, çabuk karşılaştırmalar yapabilmek için el altında tutulmalıdır. Örneğin, bir milyon saniye sadece onbir buçuk günde geçerken, bir milyar saniyenin geçebilmesi için 32 yıl gerektiğini bilmek kişiye, her zaman kullanılan bu sayının büyüklüğü hakkında daha iyi fikir verir. Ya trilyonlar? Modern Homo sapienler büyük bir olasılıkla 10 trilyon saniyeden daha gençtirler; ve ilk homo sapienlerin bir türü olan Neanderthal'in tamamen yok olması yaklaşık bir trilyon saniye önce olmuştur. Tarım yaklaşık 300 milyar saniye önce (on bin yıl), yazı yaklaşık 150 milyar saniye, rock müzik ise yaklaşık 1,000,000 saniye önce başlamıştır.

Büyük sayıların daha da fazla kullanıldığı kaynaklar, trilyon dolarlık federal bütçe ve gittikçe artan silah stoklarımızdır. 250 milyon kişilik ABD nüfusu gözönüne alındığında, federal bütçedeki her milyar dolar her Amerikalı için 4 \$ anlamına gelmektedir. Bunun gibi, yaklaşık 1/3 trilyon dolarlık Savunma Bakanlığı bütçesi 4 kişilik bir aile için 5,000 \$ anlamına gelmektedir. Bu harcamalar (bizim ve onların) ne için yapılmıştır? Dünyadaki tüm nükleer silahların TNT olarak eş değeri 25,000 megaton veya

50 trilyon pound veya dünyadaki her erkek, kadın ve çocuk için 10,000 pound anlamına gelmektedir. (Bir arabadaki bir pound arabayı harap edip içindeki herkesi öldürür) Bizim Trident denizaltılarımızdan her birinin içinde bulunan nükleer silahlar, II. Dünya Savaşı'nda kullanılan tüm silah gücünün sekiz katıdır.

Küçük sayılar için daha iç açıcı bir örnek vermek gerekirse benim küçük sayılardaki binler için kullandığım standart, Philadelphia'daki Veterans stadyumunun bir bölümüdür. Bu stadyumun 1,008 adet oturma yeri vardır ve bunu hayal etmek kolaydır. Benim evimin yakınındaki bir garajın kuzey tarafındaki duvarda tam tamına on bin, küçük tuğla bulunmaktadır. Yüz bin kelimeyi genelde ideal boyutlu bir romanın kelime sayısı olarak düşünüyorum.

Büyük sayıları anlayabilmek için yukarıdaki benzer, on sayısının her üssü için, belki 12. veya 13. üsse kadar çıkarak, bir ya da iki örnek bulmak gereklidir. Bu örnekleri ne kadar kişileştirebilirseniz o kadar iyidir. Ayrıca merak ettiğiniz konulardaki örnekleri seçmeniz de iyi olacaktır: ABD'de her yıl kaç pizza tüketilir? Hayatınız boyunca kaç kelime konuştumuz? Her yıl *The New York Times*'da kaç farklı kişinin ismi basıldı? ABD Capitol binasının içine kaç karpuz sigar?

Dünyada her gün kaç tane cinsel ilişkinin meydana geldiğini hesap edin. Bu sayı günden güne değişir mi? Potansiyel insanların sayısını, tüm insan yumurtalarını ve spermlerini düşünerek tahmin edin. Sonuçta insanların inanılmaz ve olasılık dışı bir şekilde şanslı olduklarını anlayacaksınız.

Bu tahminler genelde oldukça basit ve çoğunlukla anlamlıdır. Örneğin; dünyadaki tüm insan kanının hacmi nedir? Ortalama yetişkin bir erkeğin yaklaşık 1.5 galon, yetişkin bir kadının biraz daha az, çocukların ise oldukça düşük oranda kanı vardır. Yani, ortalama olarak dünyadaki yaklaşık 5 milyar insanın birer galon kanı olduğunu farz etsek dünyada yaklaşık 5 milyar (5×10^9) galon kan olduğunu buluruz. Her fit küpte yaklaşık 7.5 galon olduğuna göre, yaklaşık 6.7×10^8 fit küp kan vardır. 6.7×10^8 'in küp kökü 870'dir. Yani dünyadaki tüm kan bir kenarı 870 fit olan bir kübe sığacaktır, ki bu bir mil kübün $1/200$ 'üdür!

New York'taki Central Park'ın 840 akrılık ya da yaklaşık 1.3 mil karelik bir alanı vardır. Parkın etrafı duvarla çevrili olsa, dünyadaki bütün kan, parkı 20 fit bir derinlikle kaplayacaktır. İsrail-Ürdün sınırındaki Ölü Deniz 390 mil karelik bir alanı kaplar. Eğer dünyadaki bütün kan Ölü Deniz'e boşaltılsa derinliğine sadece $3/4$ inç ekler.

Bu sayılar şaşırtıcıdır; dünyada çok fazla kan bulunma-
maktadır. Dünyadaki bütün cimiler ya da yapıklarının veya
tek hücreli hayvanların hacmini düşünün ve insanların
diğer hayat şekilleri arasındaki statusü, hacimsel olarak
gayet açıktır.

Bir süre için boyut değıştirsek, saatte 2,000 mil giden
supersonik Concorde'un hızıyla saatte 25 fit, yani yak-
laşık .005 mil giden bir salyangozun hız oranını karşılaş-
tırın. Concorde'un hızı salyangozunkinin 400,000 katdır.
Bundan daha da etkileyici bir oran ise 10 basamaklı
sayıları, bir bilgisayarın toplama süresiyle bir hesap mak-
inasının toplama süresi arasındakidir. Bilgisayarlar bu iş-
lemi bizim elle yapma süremizden 10 kat daha hızlı ya-
parlar. Super bilgisayarlar için bu oran, milyarda birden
daha yüksektir.

Başka bir hesap ise MIT'de yapılan bir bilim daniş-
manın iş görüşmelerinde potansiyel gelişmeleri seçe-
bilmek için kullandığı yöntemdir: Tek bir dağı, örneğin
Japonya'nın Fuji Dağı, kamyonlarla taşıyarak yer seviye-
sine indirmek ne kadar sürer? Kamyonların on beş
dakikada bir geldiğini, yirmi dört saat çalıştıklarını ve
dağdan toprak ve kayaları, birbirlerine engel olmadan
devamlı taşıdıklarını düşünün. Cevap biraz şaşırtıcıdır ve
daha sonra verilecektir.

Büyük Sayılar ve Forbes 400

Ölçek endişesi İncil'den Lilliputlulara, Paul Bunyan'dan Raberlais'in Gargantua'sına kadar dünya edebiyatının birçok eserine konu olmuştur. Fakat bu yazarların büyük sayıları kullanırken ne kadar tutarsız oldukları benim her zaman dikkatimi çekmiştir.

Bebek Gargantua'nın ("gargantuan"dan), kendisine süt sağlaması için 17,913 ineğe ihtiyaç duyduğu söylenmektedir. Genç bir öğrenciyken altı fil büyüklüğündeki bir kırsağın üzerinde Paris'e gitmiş, Notre Dame'ın çanlarını kırsağının boynuna bağlamıştır. Eve döndüğünde bir kaleden gelen top ateşiyle üzerine saldırılmış, gülleleri saçından 900 fit uzunluğundaki bir tırmıkla taramıştır. Salata yapmak için ceviz ağacı büyüklüğündeki marulları kesmiş ve ağaçların arasında saklanan bir düzine yolcuyu da yutmuştur. Bu hikâyenin içerisindeki tutarsızlıkları saptayabilir misiniz?

Yaratılış kitabı "... cennetin altındaki bütün yüksek tepeleri kaplayan..." Sel'den bahseder. Bunu gerçek anlamda alırsak, dünya yüzeyinin üzerinde 10,000 ila 20,000 fit su olduğu anlaşılmaktadır. Bu yarım milyar mil küp sıvıdan fazla su demektir! İncil'deki kayıtlara göre kırk gün kırk gece yağmur yağmıştır. Bu sadece 960 saattir.

Rabelais'e geri dömeden önce eşit kesite sahip iki aslı teli düşünelim. (Bundan sonraki cümlemin daha önce hiç basılmamış olduğuna eminim.) Tellerin üzerindeki kuvvetler kütlelerine eşittir ki bu da uzunluklarıyla oranlıdır. Destekleyen tellerin kesitlerinin alanları eşit olduğu için teldeki gerginlik, kuvvet bölü kesit alanı, telin uzunluğu gibi değişir. 10 kat uzun olan bir telin gerginliği kısa olanın 10 kat olacaktır. Bunun gibi, aynı malzemeden yapılmış ve geometrik açıdan benzer iki kopyüden büyük olanı küçük olanına göre daha gürüktür.

Yani yağmurlun saatte onbeş fit oranında yağmış olması gerektirir. Bu içinde binlerce hayvan bulunduran bir gemiyi bırakın, bir uçak gemisini batırmak için bile yeterlidir. Bu gibi tutarsızlıkları saptamak ilgili bilgi sahibi olmanın küçük zevklerindenir. Fakat bundaki amaç sayıların devamlı tutarlılık ve mantıklılık açısından analiz edilmesi değildir. Gerektiğinde en temel sayısal gerçeklerden bilgi ayrılabılır ve sadece bu tam sayılar temel alınarak iddialar yürütülebilir. Eğer insanlarda daha fazla tahmin ve basit hesap yeteneği olsa, birçok batıl anlamlar çıkarılabilir (ya da çıkarılmaz), sağma faktörlerden daha azına inanılır.

Benzer bir şekilde 6 fit boyundaki bir adamın boyu, Rabelais'e rağmen, 30 fite çıkarılamaz. Boyu 5 ile çarpıldığında bu ağırlığı 53 oranında artıracaktır. Fakat bu ağırlığı destekleme yeteneği – kemiklerinin kesit alanıyla ölçüldüğü gibi – sadece 52 oranında artacaktır. Filler büyüktür ama bacakları da oldukça kalındır. Fakat balinalar suyun içinde oldukları için görelî olarak bağışktırlar. Bir çok durumda mantıklı bir ilk adım olsa da miktarları orantılı olarak büyötmek ya da küçölmek çoğunlukla hatalıdır. Ekmeğın fiyatı % 6 artmışsa bu, yat fiyatlarının da % 6 artmasından şüphe etmek için sebep değıldir. Bir şirket orijinal büyüklüğüne göre 20 kat büyümüşse, bölümlerin göreceli oranı aynı kalmayacaktır. Bir maddeden bin gram yemek yüz farede bir farenin kanser olmasına yol açıyorsa bu, bu maddeden yüz gram yiyen bin fareden birinin kanser olacağı anlamına gelmez.

Ben bir zamanlar Forbes 400'ün – Amerika'nın en zengin 400 kişisi – anlamlı bir azınlığına, o anda üzerinde çalıştığım bir projeye yardım için 25,000 \$ isteyen bir mektup yazdım. İlişki kurduğum kişilerin ortalama servetleri yaklaşık 400 milyon \$ (4×10^8 , çok büyük miktarda dolar) olduğu için ve ben sadece servetlerinin 1/16,000'ini istediğim için, lineer oransallığın geçerli olduğunu umdum ve eğer bana bir yabancınnın gelip üzerinde çalıştığı değerli

Sayı cahili kişiler, küçük miktarların toplanabileceğini anlayamazlar. Onlar, küçük şişelerdeki saç spreylelerinin ozon tabakasının delinmesinde rol oynayabileceğini ya da özel arabalarının asit yağmuru sorununa katkıda bulunabileceğine inanmazlar.

Piramitler çok etkileyici görünseler de, 12,000 fitlik Fuji Dağı'nı taşımak için gerekli olan beş bin ila on bin yıldan çok kısa bir süre içerisinde, taşları tek tek konarak inşa edilmişlerdir. Buna benzer fakat bundan daha klasik türde bir hesap Arşimed tarafından, dünyayı ve gökyüzünü doldurmak için kaç kum tanesine ihtiyaç olduğunu tahmin etmek için yapılmıştır. O, üslü sayıları kullanmadığı halde bununla karşılaştırılabilecek bir yol kullanmış ve hesapları temel olarak aşağıdakine eşit olmuştur.

“**Dünya ve gökyüzünü**” dünyanın çevresindeki bir küre olarak yorumlarsak, bunu doldurmak için gerekli kum tanelerinin, kürenin yarıçapına ve kum tanelerinin inceliğine bağlı olduğunu görürüz. Her lineer inçte 15 kum tanesi olduğunu varsayarsak, her düzlemsel inçte 15x15 ve her inç küpte 15^3 kum tanesi vardır. Her fitte on iki inç olduğu için her fit küpte $15^3 \times 12^3$ kum tanesi vardır. Buna benzer bir şekilde, her mil küpte $15^3 \times 12^3 \times 5,280^3$ kum tanesi vardır. Kürenin hacim formülü, $\frac{4}{3} \times \pi \times \text{yarıçapın kübü}$ olduğundan, yarıçapı bir

Bir insanı bir metre çapı olan bir küreye dönüştürdüğümüzde (insanın yere çömeldiğini düşünün), hayal edilebilmesi kolay olan biyolojik olarak açık karşılaştırmalarla karşı karşıya kalırız. Bir insan hücrelerinin insanla oranı, insan boyutunun Rodos Adası'na oranıyla aynıdır. Bunun gibi, bir virüs bir insan için ne ise, bir insan dünya için odur, bir atom, bir insan için neyse bir insan, dünyanın güneşin etrafındaki yörüngesi için odur; bir proton bir insan için neyse bir insan Alpha Centauri'ye olan uzaklık için odur.

Çarpım İlkesi ve Mozart'ın Valsleri

Şimdi daha önce sayı cahili okuyucuların atlayabileceklerini söylediğim zor pasajlardan birine geliyorum. Özellikle bundan sonraki birkaç bölümde bu tür pasajlar bulunabilir. Aradaki önemsiz pasajları, sayılar konusunda bilgi sahibi okurlar da atlayabilirler. (Aslında bütün kitap tüm okuyucular tarafından atlanabilir. Fakat ben sadece bir kaç paragrafın atlanmasını tercih ederim.)

Çarpım ilkesi basit gibi görünür ve çok önemlidir. Buna göre eğer bir seçim M farklı yolla yapılabilir ve bir başka seçim N farklı yolla yapılabilirse, o zaman bu seçimlerin birbiri ardına yapılabilmesi için $M \times N$ farklı yol vardır. Eğer bir kadının beş bluzu ve üç eteği varsa o

Büyük sayıların hesaplanmasında, örneğin kod numarasi çevrilmeyen ulaslabilecek telefonların toplam sayisi, ki bu kabaca 8×10^6 ya da 8 milyondur, bu ilke çok önemlidir. Birinci konum sekiz rakamdan (0 ve 1 genelde birinci konumda kullanilmaz) bityle, ikinci konum on rakamdan bityle vb doldurulabilir ve bu böylece yedinci

oldugu sonuçların sayisi $6 \times 5 \times 4 = 120$ 'dir.

Üç zar gelen sayıların farkli sayisi $6 \times 6 \times 6 = 216$ 'dir. Üç zar gelirken sayıların farkli bityle birlestirebilir. Üç zar atıldığında olasi sonuçların altı sayıdan her biri, ikinci zardaki kalan beş sayıdan her birinde, olasi sonuç sayisi $6 \times 5 = 30$ 'dur; birinci zardaki ci zardaki sayım, birinci zardakından farkli olması gerek- ikinci zardaki sayıların herhangi bityle birlestirebilir. İkinci sayisi $6 \times 6 = 36$ 'dir; birinci zardaki altı sayıdan her biri, Bunun gibi, bir çift zar atıldıktan sonra olasi sonuçların

yeme yolu vardır.

kabul edersek, $4 \times 7 \times 3 = 84$ farkli şekilde aksam yemeyi menüyle, yemek yiyecek bir kişinin her çeşidi ismatladığını içinde dört aparatı, yedi antre, ve üç tahl bulunan bir E3; B4, E1; B4, E2; B4, E3; B5, E1; B5, E2; B5, E3, E2; B1, E3; B2, E1; B2, E2; B3, E1; B3, E2; B3, E3) giyebildiği için şu kıyafetler elde edilir: B1, E1; B2, biri (B1, B2, B3, B4, B5), üç eteğin her bityle (E1, E2, zaman $5 \times 3 = 15$ kıyafet seçimi yapabilir. Beş bluzun her

konuma kadar sürdürülebilir. (Aslında sayılar ve doldurabilecekleri konumlarla ilgili birkaç sınırlama daha vardır ve bu 8 milyon sayısını aşağıya çeker.) Buna benzer bir şekilde, tüm plakaların iki harfi takip eden dört sayıdan oluştuğu olası plaka sayısı $26^2 \times 10^4$ 'tür. Tekrarlara izin verilmezse, olası plaka sayısı $26 \times 25 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7$ 'dir.

Önemli bir iş zirvesi için biraraya gelen sekiz batılı ülke lideri resimlerini çektirirken $8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 40,320$ farklı şekilde sıralanabilirler. Neden? Bu 40,320 şekilden kaçında Başkan Reagan ve Başbakan Thatcher yan yana dururlar? Bunu cevaplayabilmek için Reagan ve Thatcher'ın büyük bir çanta içinde olduğunu düşünün. Bu yedi varlık (kalan altı lider ve çanta yine çarpma ilkesi kullanılarak) $7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 5,040$ farklı şekilde sıralanabilir. Daha sonra bu sayı iki ile çarpılmalıdır. Reagan ve Thatcher çantadan çıkarıldıktan sonra yan yana konmuş iki liderden hangisinin önce konacağını seçme şansımız vardır. Liderlerin Reagan ve Thatcher'ın yan yana durabileceği şekilde sıralanması için 10,080 yol vardır. Liderler rastgele sıralansalar, bu iki kişinin yan yana düşme olasılığı $10,080/40,320 = 1/4$ 'tür.

Mozart yazdığı valslerden birinde, onaltı ölçü çizgisinin ondördü için onbir olasılık, geriye kalan biri içinse iki olasılık belirtti. Böylece vals 2×11^{14} çeşitlemesi

Dondurmacı Baskin-Robbins, otuz bir farklı çeşit dondurmanın reklamını yapmaktadır. Bir külahta üç farklı çeşit dondurma alabilmem 31 x 30 x 29 = 26,970 olası yolu vardır; otuzbir çeşitten herhangi biri tepede, geriye

Üçlü Keçe ve Von Neumann'ın Hilesi

İnsanlar genelde bu tür düzenli grupların ne kadar büyük olabileceğini anlamazlar. Bir spor yazarı, bir kez beyzbol menajerine, yirmi beş oyuncusu bulunan takımda birlikte en iyi oynayan dokuzunu bulabilmek için olası bütün kombinasyonları denemesini önermişti. Bu öneriyi yorumlamanın çesitli yolları vardır. Fakat hangi yol kullanılırsa kullanılsın, oynaması gereken oyunların sayısı o kadar yüksektir ki, oyunlar tamamlanmadan tüm oyuncular ölmüş olacaktır.

Fakat bu iddia hiç bir zaman doğrulanamayacaktır. Edilen tüm 10¹⁴ sonenin anlamlı olduğunu iddia etmiştir. Sattıyla ikinci on birleşebilir. Queneau sonuçta elde ayrı bir sayfa gibi çevrilebilir. Yani her sonenin ilk on öyle bir şekilde kesilmiştir ki, her sonenin ondört satırı *poemes* adında bir kitap yayımlanmıştır. Kitabın sayfaları birinde bir sonenin yazılı olduğu *Cent mille milliards de* gibi Fransız şair Raymond Queneau, on sayfasının her ölmüş oldu, ki bunların çok az bir kısmı duyulmuştur. Bunun

kalan otuz çeşitten herhangi biri ortada, geriye kalan yirmi dokuz çeşitten herhangi biri de en altta olabilir. Eğer çeşitlerin külahın üzerine nasıl konduğıyla ilgilenmiyor, sadece üzerinde üç çeşit dondurma bulunan külah sayısını öğrenmek istiyorsak 26,970'i 6'ya bölüp 4,495 külah elde etmemiz gerekir. 6'ya bölmemizin nedeni; 3 çeşidi, örneğin çilek, vanilya, çukulatayı külahın üzerine yerleştirmenin $6 = 3 \times 2 \times 1$ farklı yolu olduğundandır: ÇVÇi, ÇÇiV, VÇÇi, VÇiÇ, ÇiVÇ ve ÇiÇV. Üzerinde üç çeşit dondurma bulunan her külah için aynı şey geçerli olduğundan bu tür külahların sayısı $(31 \times 30 \times 29)/(3 \times 2 \times 1) = 4,495$ 'dir.

Kazanacak kişinin 40 sayıdan çekilecek altı sayıyı bilmesini gerektiren bir çok devlet piyangosu vardır. Bu altı sayının hangi sırayla seçildiğıyle ilgileniyorsak, bunları seçmenin $(40 \times 39 \times 38 \times 37 \times 36 \times 35) = 2,763,633,600$ yolu vardır. Fakat eğer altı sayıyla seçildikleri sıraya göre değil de toplu olarak ilgileniyorsak (piyangolarda böyledir), o zaman 2,763,633,600'ü 720'ye bölerek bu sayıyı buluruz: 3,838,380. Bu bölme, altı sayıyı düzenlemenin $720 = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ yolu olduğu için gereklidir.

Başka bir örnek – bu kağıt oyuncuları için önemlidir – beş kağıt kullanılan pokerdeki olası el sayısıdır. Eğer kağıtların sırası önemliyse, beş kağıdın dağıtılması için olası

yazı-yazı; yazı-tura; tura-tura; tura-yazı; tura-tura – bir, bir çift turadır.

olasılığı $1/2 \times 1/2 = 1/4$ tür. Çünkü dört eşit olasılıktan –

Örneğin, iki kez yazı-tura anıldığında iki tura elde etme olma olasılığı, tek tek olma olasılıklarını carpılarak bulunur. Diğerinin sonucunu etkilemiyorsa, o zaman ikisinin de kullanılabılır. Eğer iki olay bağımsızsa yani birinin sonucu, Olasılıkları hesaplamak için carpım ilkesinin benzeri

nilmediginde kullanılır.

istendiğinde ve seçilen R unsurlarının sırasıyla ilgili-Bunlar, N unsurdan R unsurlarını seçme yolları bulunmak Bu yolla elde edilen sayılara birleşim katsayı adı verilir. $51 \times 50 \times 49 \times 48 / (5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)$ farklı poker eli; $52 \times 51 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ kırk sayıdan altı sayı seçme yolu; $(52 \times 51 \times 40 \times 39 \times 38 \times 37 \times 36 \times 35) / (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)$ farklı dondurma külahı; $(32 \times 30 \times 29) / (3 \times 2 \times 1)$ farklı olduguna dikkat edin: $(32 \times 30 \times 29) / (3 \times 2 \times 1)$ farklı Elde edilecek sayının şeklinin tüm üç örnekte de aynı

kırksız kâğıtta çakıştır.

olası yol vardır, ki bu, elde beşinci olarak gelebilecek olası İçinde dört tane birli olan bir el gelmesi için kırksız kâğıtma olasılığı $48/2,598,960$ tr (yaklaşık $50,000$ 'de bir). rahlı olasılık hesabı yapılabılır. Örneğin, dört tane birli da- olduğunu buluruz. Bu sayıyı bulduktan sonra, birkaç ya- için carpım, $(5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)$ 'e bölüp $2,598,960$ olası yol $52 \times 51 \times 50 \times 49 \times 48$ yol vardır. Sıra önemli olmadığ

Aynı nedenle, beş yazı-turanın, turayla sonuçlanma olasılığı $(1/2)^5 = 1/32$ 'dir. Çünkü otuz iki eşit olasılıktan biri beş kez ard arda tura gelmesidir.

Bir rulet çarkının kırmızıda durma olasılığı $18/38$ olduğu için ve rulet çarkının dönüşleri bağımsız olduğu için ruletin beş kez üst üste kırmızıda durma olasılığı $(18/38)^5$ (ya da .024 – % 2.4) tir. Bunun gibi rastgele seçilmiş birinin Temmuz'da doğmuş olmama olasılığı $11/12$ olduğu için, rastgele seçilmiş 12 kişinin doğum günlerinin Temmuz'da olmama olasılığı $(11/12)^{12}$ (ya da, .352 – % 35,2)dir. Olasılıkta olayların bağımsız olması çok önemli bir kavramdır ve olaylar bağımsız olduğunda çarpma ilkesi hesapları oldukça basitleştirir.

Olasılıktaki ilk problemlerden biri Fransız matematikçi ve filozof Pascal'a, kumarbaz Antoine Gombaud, Chevalier de Mere tarafından önerilmiştir. De Mere şu olaylardan hangisinin daha olası olduğunu öğrenmek istemiştir; bir zarı dört kez attıktan sonra en az bir 6 elde edilebilmesi mi yoksa bir çift zarı 24 kez attıktan sonra en az bir 12 elde edilebilmesi mi? Cevap: olasılıklar çarpım ilkesi kullanılarak bulunabilir. Bunun için bir olayın olmama olasılığının, olma olasılığının birden çıkarılmasıyla bulunduğunu hatırlatmamız gerekir (yağmur yağma olasılığı % 20 ise, yağmama olasılığı % 80'dir).

Prezervatif kullandığında, hastahğa yakalandığı bilen bir kişiyile bir kez ilişki de bulunulduğunda hastahğı

da eşit bir şekilde yüzde 50'dir.)

kapmama olasılığı yüzde 50'dir. (Hastahğı kapma olasılığı rummasız heteroseksüel ilişki de bulunan bir kişim, AIDS tahğa sahip olduğun bilinen bir kişiyile ylm her gün kö- stihğı (499/500)^N dir. (499/500)³⁴⁶, 1/2 olduğun içim, has- stihğı (499/500)² ve N ilişki sonucu kurban olmama ola- mektedir, bu türden iki ilişki sonucu kurban olmama ola- risiker bağmızsza, ki bir çok kişi öyle olduğunna farzet- ki sonucu hastahğı kapmama olasılığı 499/500'dür. Bu nuçların ortalaması) beş yüzde birdir. Yani böyle bir iliş- AIDS kapma olasılığı (birkaç çalısmadan elde edilen so- bir eşten, korummasız tek bir heteroseksüel ilişki sonucu kapma olasılığını içtir. Hastahğa sahip olduğun bilinen Daha güncel bir örnek heteroseksüel olarak AIDS

etme olasılığı $1 - (35/36)^{24} = .49$ olarak görölür. zar yirmi dört kez atıldıktan sonra en azından bir 12 elde bir 6'ın gelmesi: $1 - (5/6)^4 = .52$ 'dir. Bunun gibi, bir çift bir başka deyişle, dört kez denedikten sonra en azından ym olmama (6'ın gelmemesi) olasılığını bulunuş oluruz; (5/6)⁴'dür. Dolayısıyla bu sayıyı 1'den çıkartırsak bu ola- gü içim, bir zamm dört kere atılışında 6 gelmemeye olasılığı Tek zamm bir atılışında 6 gelmemeye olasılığı 5/6 oldu-

kapma riski beş binde bire düşer. Bu tür bir kişiyle on yıl boyunca her gün korunmalı bir şekilde ilişkide bulunmak (kurbanın hâlâ yaşadığını varsayarsak), yüzde 50 hastalığı kapma riskine yol açar. Eğer eşinizin hastalık durumu bilinmiyorsa fakat bilinen risk gruplarına dahil değilse, her korunmasız ilişkideki hastalığı kapma riski beş milyonda bir, her korunmalı ilişkide ise elli milyonda birdir. Eve dönerken bir araba kazasında ölme riskiniz bundan daha fazladır.

Karşılıklı anlaşamayan iki kişi, sonuca yazı-tura atarak ulaşabilirler. Kişilerden biri ya da ikisi paranın hileli olduğundan şüphelenebilir. Matematikçi John Von Neuman tarafından, hileli paralardan bile adil sonuçlar elde ettirebilecek, çarpım ilkesini kullanan küçük bir hile tasarlanmıştır.

Para iki kez atılır. İki kez yazı ya da iki kez tura gelirse tekrar atılır. Tura-yazı gelirse, birinci kişi kazanacak, yazı-tura gelirse ikinci kişi kazanacaktır. Para hileli bile olsa bu sonuçların ikisinin de gelme olasılığı eşittir. Örneğin: Para atıldığında yüzde 60 tura, yüzde kırk yazı gelirse, o zaman tura-yazı sırasının gelme olasılığı $.6 \times .4 = .24$ 'tür. Yazı-tura sırasının gelme olasılığıysa $.4 \times .6 = .24$ 'tür. Yani iki kişi de para hileli bile olsa (başka bir bozukluğu yoksa) sonucun adil olacağından emin olabilirler.

Çarpım ilkesi ve birleştirilen katsayılarla yakından bağlantılı önemli bir nokta binomiyal olasılık dağılımıdır. Bu bir deneyenin "başarı" veya "başarisizlikla" sonuçlanabileceği ve N denemede R başarısı elde etme olasılığını bulmakla ilgilendiginiz zamanlarda kullanılır. Bir işecek makinasında dağıtılan tüm işeceklerin yüzde 20'si bardaklarından taşıyorsa, bundan sonra dağıtılacak on bardaktan tam olarak üçünü taşıma olasılığı nedir? Yani en az üçünü? Tüm insanların onda biri belli bir kan grubunda bunsansa bundan sonra rastgele seçeceğimiz yüz insan-dan tam olarak sekizinin bu kan grubuna sahip olma olasılığı nedir? Ya en fazla sekizinin?

İşecek makinası ile ilgili sorunun cevabını açıklayayım. İşeceklerden yüzde yirmisi bardaklarından taşımama olasılığı çarpma ilkesiyle $(.2)^3 \times (.8)^7$ dir. Fakat on bardaktan tam olarak üçünü taşıması için birçok yol vardır; bunların her birinin olasılığı $(.2)^3 \times (.8)^7$ dir. Sadece son üç bardak ya da sadece dördüncü, beşinci, dokuzuncu bardak taşıyor olabilir. Yani toplam olarak on bardaktan üçünü seçebilmemiz için $(10 \times 9 \times 8) / (3 \times 2 \times 1) = 120$ yol olduğundan (birleştirici kat sayı), tam olarak üç bardağın taşıma olasılığı $120 \times (.2)^3 \times (.8)^7$ dir.

En fazla üç bardağın taşma olasılığı, tam olarak üç bardağın taşma olasılığının bulunup tam olarak iki, bir ve sıfır bardağın taşma olasılıklarıyla toplanmasıyla bulunur. Neyse ki, bu tür hesapları kısaltmak için tablolar ve tahminler vardır.

Julius Ceasar ve Siz

Çarpım ilkesinin biri biraz üzücü diğeri bir parça neşe verici son iki uygulamasına bakalım. İlkönce, çeşitli hastalıklar, kazalar ve diğer şanssızlıklara yakalanmama olasılığından bahsedeceğim. Bir araba kazasında ölmeme garantisi yüzde 99 iken, yüzde 98'imiz bir ev kazasında ölmekten kurtulabilir. Akciğer hastalığından kaçabilme şansımız yüzde 95; akıl hastalığından yüzde 90; kanserden yüzde 80; kalp hastalığından yüzde 75'dir. Bu sayılar, sadece örnek olmaları açısından verilmiştir. Fakat çeşitli olasılıklar için daha kesin tahminler yapılabilir. Belli bir hastalık ya da kazadan sakınma olasılığı ümit verici olsa da, bunların hepsinden sakınma olasılığı öyle değildir. Yukarıdaki olasılıkların hepsini çarparsak (bu felaketlerin büyük oranda bağımsız olduklarını varsayarsak), çarpım çok çabuk bir şekilde küçülür; yukarıda sıralanan bir kaç talihsizliğe yakalanmama şansımız yüzde 50'den azdır. Bu zararsız çarpım ilkesinin ölümlü olduğumuzu bize hatırlatması kaygı vericidir.

Bana mamayanlar için: Ben, Caesar öldükten iki bin yıl sonra nefesiyile verdigi moleküllerin dünyada eşit bir şekilde dağılmış olduğumu ve büyük bir çoğunluğunun atmosferde serbest olduğumu varsayıyorum. Mantıklı bir şekilde geçeri olan bu varsayımlara bakarak, ilgili olasılığı hesaplamakta N molekül basittir. Dünyada N molekül hava varsa ve Caesar bunların A simi nefesiyile dışarı vermişse, o zaman sizin nefesinizle içimize geçtiğiniz moleküllerin Caesar'dan gelme olasılığı A/N^2 'dir. Sizin nefesinizle aldığınız moleküllerin Caesar'dan olmama olasılığı ise $1 - A/N^2$ 'dir. Çarpma ilkesine göre, nefesinizle üç molekül aldysanız bu üçünün hiç birinin Caesar'dan olmama olasılığı $[1 - A/N^2]^3$ 'tür. Buna göre, nefesinizle B molekül alırsanız, bunların hiçbirinin Caesar'dan gelme olasılığı yaklaşık $[1 - A/N^2]^B$ 'dir. Bunu tamamlayan, sizin onun 1

Şimdi ölümsüzlüğünme açısından daha iyi haberler vereceğim. Öncelikle, derin bir nefes alın. Shakespeare'in soylediklerinin doğru olduğunu kabul edip Julius Caesar'ın son nefesini vermeden önce "**Sen de mi, Brutus?**" dediğini düşünün. Sizin Caesar'ın ölümlerinden son nefesinde verdigi bir molekülü içimize çekme olasılığımız nedir? Bunun sağ tarafta cevabı, yüzde 99'dan fazla bir olasılıkla, sizin böyle bir molekülü nefesinizle biraz önce içimize çektiğimizdir.

– $[1 - A/N]^B$ 'dir. A, B (her biri gram molekülün yaklaşık 1/30'udur, ya da 2.2×10^{22}) ve N (yaklaşık 10^{44} molekül) bu olasılığın .99'dan fazla olacağı şekildedirler. Ne kadar az da olsa, sonunda hepimizin birbirimizin bir parçası olması ilgi çekicidir.

2

Olasılık ve Rastlantı

Zaman içinde, hayat öyle böyle devam ederken bir çok rastlantının doğal olarak oluşması hiç şaşırtıcı değildir.

— Plutarch

“Sen de Yengeçsin. Ne kadar heyecan verici.”

Çok seyahat eden bir adam, uçağında bir bomba olmasından endişeleniyordu. Bunun olasılık hesabını yaptı ve bunu çok düşük buldu. Fakat yine de kendisi için yeterince düşük değildi. Bu yüzden şimdi bavulunda bir bombayla seyahat ediyor. Bunun mantığını aynı uçakta iki bombanın olma olasılığının çok düşük olmasıyla açıklıyor.

Bunu gösteren birkaç örnek vereyim: "Benim kayın biraderim de orada okula gitmişti; arkadaşımın oğlu müdürün bahçesindeki cimliri kesiyor; komşumun kızı okula bir zamanlar amigoluk yapan bir kızı tanıyor." – "Bu sabah bana golde balık tutmaktan korktuğundan bahsettiğinden beri balık konusuna beş kere dedim. Oğle yemeyi düşünüyorduk, Caroline'in elbisesinde balık deseni..." – Christopher Columbus Yeni Dünya'yı 1492'de keşfetti ve İtalyan arkadaşları Enrico Fermi atomun yeni dünyasını 1942'de keşfetti. – "Sen ona gitme diye söyledim. Senin aklında ne olduğunu düşünemedim." – "Chigago'daki Sears Binasının yüksekliğinin New York'taki Woolworth Binasının yüksekliğine oranıyla bir

gelmektedir. Sigmund Freud bir zamanlar rastlantı diye bir şeyin olmadığını söylemiştir. Carl Jung eş zamanlılığın gizemini haklarında durmadan konuşurlar. Bunlara ister rastlantı ister eş zamanlılık ister ironi diyelim bu gibi olaylar birçok insanın tahmin ettiklerinden çok daha sık meydana

**Bazı Doğunun Günlerine Karşılık
Belirli Doğunun Günleri**

protonun kütlesinin bir elektron kütlesine oranını gösteren sayıların rakamları aynıdır. (1.816 ya karşılık 1816). Reagan-Gorbaçov anlaşması 8 Aralık 1987'de John Lennon'ın öldürülmesinden tam yedi yıl sonra imzalanmıştır.

Matematik bilmeyenlerin en büyük özelliği rastlantıların oluşma sıklığını çok az sanma eğilimi göstermeleridir. Bu gibi kişiler her türlü rastlantıya büyük önem verirken oldukça kesin fakat daha az gösterişli istatistiki delillere çok daha az önem verirler. Bir başka kişinin ne düşündüğünü önceden bilebildikleri ya da olacak bir olayı rüyalarında gördüklerinde veya Başkan Kennedy'nin sekreterinin ismi Lincoln iken Başkan Lincoln'un sekreterinin adının Kennedy olduğunu duyduklarında bunu, kişisel evrenlerinde bulunan şaşırtıcı fakat gizemli bir uyumun kanıtı olarak görürler. Bana göre akıllı ve açık görüşlü bir kişinin bana hemen burcumu sorup (hangi burcu söylersem söyleyeyim) bu burçla bağlantılı kişisel özelliklerimi saymaya başlamasından daha fazla hayal kırıklığı yaratacak bir deneyim yoktur.

Rastlantıların şaşırtıcılığı aşağıdaki ünlü olasılık sonucunda görülür. Bir yıl 366 gün olduğuna göre (Şubat ayını 29 gün sayarsanız) bir grupta doğum günleri aynı olan en az iki kişinin bulunduğundan emin olabilmemiz için o grupta 367 kişinin olması gerekir. Neden?

Ya % 50 emin olmakla yetinseydik? Bir grupta dogum gunleri aym olan iki kisimin buluma ihtimalinin yukarida-
 kmin yarisı olabilmesi icin grupta kac kisimin bulunmasi
 gerekir. Ilk tahminimiz 183 olabir, 365'in yaklasik yarisı,
 fakat sartta cevap, grupta sadece 23 kisimin olması ge-
 rektir. Baska bir deyisle, rastgele secilen 23 kisimin
 icerisinde, kesim % 50 olasikla, iki ya da daha fazla kisi
 aym dogum gununu paylasacaktr. Buna mamnak isteme-
 yen okular icin asagıda bu sonucun nasil elde edildigi
 gosterilmektedir. Carpma ilkesine gore, bes gunun secile-
 bilme yollari (365 x 365 x 365 x 365 x 365)'tir, (tekrar ya-
 pilabileme sartyla) fakat tum bu 365⁵ yolla secilen gunler-
 den hicbirinin aym olmaması sadece şöyle mummundur:
 (365 x 364 x 363 x 362 x 361). Once 365 gunden her-
 hangi biri secilebilir, daha sonra kalan 364 gunden biri
 secilir ve bu böyle surer. Yani bu son carpımı (365 x 364
 x 363 x 362 x 361)'i 365⁵'e bolerek rastgele secilen 5 ki-
 simin hicbirinin dogum gunu aym olmayacaktr. Simdi bu
 olasligi 1'den (ya da eger yuzdelele hesap yapyorsak %
 100'den) cikarsak, 5 kisiiden en az iki kisimin dogum gun-
 lerinin aym oldugu tamamlayan olasligim elde ederiz. 23
 yerine 5 kullanarak buna benzer bir hesap, 1/2 ya da %
 50 sonucunu verir. Bunun gibi 23 kisiiden en az 2 simin
 ortak dogum gununun olma olasligi vardir.

Bir kaç yıl önce Johnny Carson şovunda bir kişi bunu açıklamaya çalıştı. Johnny Carson buna inanmadı. Stüdyoda 120 seyirci bulunduğuna dikkat çekti ve kaç kişinin doğum gününün kendisinininkiyle aynı olduğunu sordu, örneğin 19 Mart. Onunla aynı günde doğan hiç kimse yoktu. Matematikçi olmayan konuk bunu savunmak için anlaşılabilir bir şey söyledi. Aslında söylemesi gereken şey, herhangi ortak bir doğum günü bulunmasının % 50 kesinlik kazanması için en az 23 kişinin bulunması gerektiğidir, fakat bu belirli doğum günleri, örneğin 19 Mart, için geçerli değildir. 19 Mart gibi belirli bir doğum gününün gruptan birinin doğum günü olmasından % 50 emin olabilmek için daha büyük bir grup, tam bir sayı vermek gerekirse 253 kişi gerekir.

Bu son gerçek şöyle elde edilir: Gruptan bir kişinin doğum gününün 19 Mart olmama olasılığı $364/365$ olduğu için ve doğum günleri bağımsız olduğu için iki kişinin doğum günlerinin 19 Mart olmama olasılığı $364/365 \times 364/365$ 'tir. Yani N kişinin 19 Martta doğmuş olmama olasılığı $(364/365)^N$ 'dir ki burada $N=253$, yaklaşık $1/2$ 'dir. Böylece bu 253 kişiden en az birinin 19 Mart'ta doğmuş olma tamamlayan olasılığı $1/2$ ya da % 50'dir.

Bundan çıkarılacak sonuç, gerçekleşme ihtimali olmayan bir olayın ihtimalinin, belirli bir olayın gerçekleşme

Tibbi şarlatanlık ve televizyonun belirli fikirleri yayması bir sonraki bölümde tartışılacaktır. Fakat burada şuna değinmek gerekir ki bu kurumların öngörülen, öngörülen olayların olma olasılığının çok yüksek olmasını sağlayacak derceden belirsizdir. Çok ender gerçekleşen öngörüler sadece belirli olanlardır. Son günlerde bir gazete astrologunun öngördüğü gibi unlu bir politikacının cinayet deşifresi ameliyat geçirmedi, New York Valisi

sonsuz sayıda yol vardır.

Sonuçtaki paradoks olasılığı az olayların olmama ihtimalinde belirlemesiniz bu genel olayın oluşması için malinin çok büyük oluşudur. Beklenen bir olayı kesin bir

kelimesini verir. Anlamlı mı? Hayır.

kelimesini verir. Gezegener – MVDMSUNP – NUS uygundur. Aylar – OŞMNMHTAEKA – bize EK lerinin baş harflerini kullanarak verdiği örneğe değinmek önce bahsetmişim – Gardner'in ay ve gezegen isim-kelimenin oluşma olasılığı yüksektir. Astrolojiden daha ortaya çıkma olasılığı çok küçüktür. Fakat herhangi bir kaydedildiğinde “KEDI” ya da “LİK” kelimelerinin benzererek açıklar. Çark yüz kere döndürülüp, harfler farkı, üstünde alfabenin harflerinin bulunduğu bir çarka olan Martin Gardner, genel ve belirli olaylar arasındaki ihtimalinden çok daha fazla olduğudur. Matematik yazarı

Koch'un bu ameliyatı geçirmesinden daha olasıdır. Her hangi bir izleyicinin bir televizyon sunucusu gastrit belirtilerini sunarken gastrit sancularından kurtulması, belirli bir izleyicinin sancularından kurtulmasından daha olasıdır. Bunun gibi, her türlü aksiliği telafi eden geniş kapsamlı sigorta poliçeleri, belirli bir hastalığı ya da yolculuğu kapsayan sigorta poliçelerine göre uzun dönemde daha krlı olmaktadır.

şans Eseri Gerçekleşen Karşılaşmalar

Amerika Birleşik Devletleri'nin iki karşıt ucundan gelen iki yabancı, Milwaukee'ye iş seyahatine giderken yan yana otururlar ve birinin eşinin, diğerinin bir tanıdığının işlettiği bir tenis kampına gittiğini keşfederler. Bu tür rastlantılar şaşırtıcı bir sıklıkta gerçekleşmektedir. ABD'deki 200 milyon kişinin her birinin aşağı yukarı 1,500 kişi tanıdığını ve bu 1,500 kişinin ülkenin farklı bölgelerinde yaşadığını farzedersenek, o zaman ortak bir tanıdıklarının olması olasılığı yüzde birdir ve bunların iki aracıyla birbirlerine bağlantılı olmaları yüzde doksan dokuzdur.

Bu varsayımlara göre rastgele seçilen iki kişinin, en fazla iki aracıyla birbirlerine bağlantılı olacaklarından – iş seyahatindeki iki yabancı gibi – emin olabiliriz. Fakat konuşmaları sırasında her birinin tanıdığı 1,500 kadar

açıklar.

Psikolog Stanley Milgram, rastlantısal karıştırmalara deneyssel bir yaklaşımda bulunmuştur. Stanley Milgram, rastgele seçilmiş bir grubun her üyesine bir belge ve belgenin ilteceği bir "hedef birey" (başka bir kişi) verir. Direktörlere göre herkes belgeyi hedef bireyi tanıması en olası olan kişiye gönderecek ve o kişiyi aynı şeyi yapması için yönlendirecek ve bu hedef bireye ulaşılmıyorsa kadar sürdürülecektir. Milgram, aracı bağlanımların sayısını, beş en çok rastlanan sayı olmak üzere, iki ile on arasında değiştirmiştir. Bu çalışmada daha önceki olasılık argumamı kadar harikulade olmasa da ondan daha etkilidir. Gizli bilgilerin, söylenilerin ve sakalının bir topluluk içerisinde nasıl yayıldığını bir dereceye kadar

büyüktür.

Bu varsayımlar bir şekilde basitleştirilebilir. Ortalama bir yetişkin 1,500'den az yetişkin tanıyor olabilir ya da tanıdığı kişilerin çoğu ülke içinde dağılmış bir şekilde değil yakın çevresinde yaşıyor olabilir. Fakat bu durumlarda bile rastgele seçilmiş iki kişinin arasında iki aracı tarafından bağlantı kurulma olasılığı beklenmeyecek kadar

layın iki aracıyı tespit edip etmeyecekleri şüphelidir.

kişinin (bu 1,500 kişinin her birinin tanıdığılarıyla birlikte) üzerinden geçip birbirleriyle bağlantılı olmalarını sağ-

Eğer hedef tanınmış bir kişiye ve sizin bir ya da iki ünlü kişiyle bağlantınız varsa aracılarn sayısı daha da düşük olacaktır. Sizle Başkan Reagan arasında kaç aracı vardır? Bu sayıya N diyelim. Reagan Gorbaçov'u tanıdığı için sizle Başkan Gorbaçov arasındaki aracılarn sayısı (N+1)'den az ya da (N+1)'e eşittir. Sizle Elvis Presley arasında kaç aracı vardır? Yine bu sayı, (N+2)'den büyük olamaz. Çünkü Reagan, Presley'i tanıyan Nixon'la tanışmıştır. Birçok insan, onları herhangi ünlü bir kişiyle bağlayan zincirin ne kadar kısa olduğunu anladıklarında şaşırırlar.

Üniversiteye başladığım ilk yıl İngiliz filozof ve matematikçi Bertrand Russel'a bir mektup yazdım. Ona, ilkokul günlerimden beri hayranı olduğumu söyledim ve Alman filozofu Hegel'in mantık kuramı hakkında yazdığı bir yazıyı sordum. O, sadece mektubumu cevaplamakla kalmayıp yazdığı cevabı otobiyografisinde Nehru, Hruşçov, T. S Eliot, D. H Lawrence, Ludwing Wittgenstein ve diğer bir çok kişinin mektupları arasında yayınladı. Beni bu tarihi kişiliklere bağlayan aracının tek bir kişi olduğunu söylemem gerekir; Russel.

Olasılıkla ilgili başka bir problem, rastlantıların başka şartlar altında ne kadar sık oluşabileceğini göstermektedir. Bu problem şöyledir: Bir restorana giden çok sayıda

Belirli bir rastlantının kesinliğini hesap ederken bazen yaratılı olan basit bir sayısal ilke şöyledir: Postacının 20 posta kutusuna dağıtması gereken 21 mektubu vardır. 21, 20'den büyük olduğu için adreslere bakmadan önce bile postacı, posta kutularından birine birden fazla mektup atacağını anlayabilir. Bu tür, mantıkla gözlemlenecek olaylar – bazen posta kutusu ya da Dürichlet Çekmeceyi

kandırarak gereklidir?)

(Başka bir soru: Neden sadece destelerden birini iyice ağırlama olasılığı nedir? Cevap yine yaklaşık % 63'tür. Her iki destedeki kartlardan her biri, birbirinin ardından 63'tür. Ya da iyice karıştırılmış iki deste kartı ele alalım. Mektubun kendi zartı içine konma olasılığı yaklaşık % sonra her zarta bir mektup kondurduğunda, en azından bir adresli zart ve bir adresli mektup iyice karıştırıldıkları Bunu başka bir şekilde söylemek gerekirse; bir

alma olasılığı yaklaşık % 63'tür. gerçekte, en azından bir erkeğin kendi şapkasını geri için çok küçük olacağı doğal olarak düşünülebilir. Fakat olasılığı nedir? Erkeklerin sayısı çok yüksekse bu olasılık bir erkeğin restoranı terk ederken kendi şapkasını alma kan kışı bunların numaralarını rastgele karıştırır. En az erkek şapkasını vestiyere verdikten sonra vestiyere ba-

İlkesi olarak anılır – bu, bazen çok açık olmayan iddiaları açıklamak için kullanılabilir.

Biz bunu, 367 kişilik bir toplulukta en az iki kişinin doğum günlerinin aynı olduğundan emin olabileceğimizi söylerken kullandık. Bundan daha ilginç bir gerçek ise Philadelphia'da yaşayan en az iki kişinin başlarında aynı sayıda saç olduğudur. 500,000'e kadar olan sayıları düşünün. Bu sayı insan başında bulunabilecek en fazla saç sayısıdır. Bu sayıların yarım milyon posta kutusunun etiketi olduğunu düşünün. Yani Vali Wilson Goode'un başında 223,569 saç varsa onun, bu numaralı posta kutusuna atılması gerekecektir.

2,200,000, 500,000'den daha fazla olduğu için en azından iki kişinin başında aynı sayıda saç olduğunu söyleyebiliriz. Yani bazı posta kutularına birden fazla Philadelphialı düşecektir. (Aslında en az 5 Philadelphialı'nın başlarında aynı sayıda saç olduğundan emin olabiliriz. Niçin?)

Borsa Planı

Borsa danışmanları hep çevrenizdedirler ve duymak istediğiniz ne varsa onu size söyleyecek birini büyük bir olasılıkla bulabilirsiniz. Bu danışmanlar genelde girişken, oldukça otoriterdirler ve bize garip gelen bir dil konuşurlar.

Benim deneyimlerime göre birçoğu neden bahsettikleri ni tam olarak bilmezler, fakat bazılarının bilgili oldukları tahmin ediyorum.

Eğer bir borsa danışmanından altı hafta üst üste belli bir borsa endeksiyle ilgili doğru tahminleri alsanız ve 7. haftanın tahmini için ödeme yapmanız istense, bunu yapar mıydınız? Bir yatırım yapmayı gerçekten istediğinizi ve bu sorunun size 19 Ekim 1987'deki borsa krizinden önce sorulduğunu düşünün. 7. hafta tahmini için ödeme yapmayı istemiş olmanızdan (hatta istememiş olsanız bile), sonraki durumunuzu düşünün.

Bazı danışman olacak kişiler süslü mektup kağıtlarına logolarını bastırır ve borsa endeksindeki potansiyel yatırımcılara 32,000 mektup gönderir. Mektuplarda şirketin ayrıntılı bilgisayar sisteminden, kendi finansal uzmanlığından ve iç ilişkilerinden bahseder. Bu mektuplardan 10,000'inde endeksin yükselineceğini 16,000'inde düşüneceğini söyler. Daha sonra endeks yükselse de düşeneceğini söyler. Bunu 8,000'e ise düşüneceğini söyler. Şimdi ne olursa olsun 8,000 kişi iki hafta üst üste doğru tahmin almış olacaktır. Yine, sadece bu 8,000 kişiye, gelecek haftanın endeks durumuyla ilgili mektuplar gönderilir:

4,000 mektup endeksin yükseleceğini; 4,000 mektup düşeceğini belirtir. Sonuç ne olursa olsun şimdi 4,000 kişi üç hafta üst üste doğru tahmini almıştır.

Bu, sonuçta 500 kişi altı hafta üst üste doğru “**tahmin**” almaya kadar sürdürülür. Bu 500 kişiye bu hatırlatılır ve bu değerli bilgiyi 7. haftada da almaya devam etmek istedikleri takdirde 500 \$ ödemeleri gerektiği söylenir. Herkes öderse bu danışman için 250,000 \$ demektir. Eğer bilerek yapılmış ve hile amacına yönelikse bu kanun dışı bir aldatma oyunudur. Fakat bu samimi fakat cahil borsa gazete yayıncıları, şarlatan tıp ya da televizyon yayıncıları tarafından yapıldığında kabul edilebilir. İnanmak isteyen bir kişi için her zaman, her şeyi haklı çıkaracak derecede rastgele başarı vardır.

Borsa tahminleri ve hayal ürünü başarı hikâyeleri oldukça farklı bir sorun daha oluşturur. Bunlar çeşitli şekillerde meydana geldiği, çoğunlukla karşılaştırma imkanı olmadığı ve sayıları fazla olduğu için insanlar bunlara her zaman müdahale edemezler. Şanslarını deneyip fazla başarı elde edemeyen insanlar genelde deneyimlerini dile getiremezler. Fakat her zaman çok başarılı olan kişiler olacaktır ve bunlar hangi sistemi kullanmışlarsa bu sistemin başarısı konusunda seslerini yükseltirler. Sonra diğer kişiler de bunu izlerler ve temelsiz de olsa bir alışkanlık doğar.

Kötüleri ve başarısızları süzme, iyi ve başarılıları üzer-
 me yoğunlaşmaya yönelik bir eğilim vardır. Kumar-
 haneler bu eğilimi, para makinelerinde her kazanan pa-
 radan sonra makinenin işiklanması ve metal tepsiye dü-
 şen paranın tikirdamasıyla teşvik eder. Bu işikların götü-
 lüp tikirdatılmanın duyulması herkesin kazandığı izlenimini
 verir. Kayıplar ve başarısızlıklar sessiz kalır. Bu borsada-
 ki reklam yapılan başarılar ve sessiz tutulan başarısızlık-
 lar için ya da hastaların tesadüfi iyileşmelerini kendi üs-
 tune almanın fakat baktığı kör bir adamın daha sonra topal
 olmasının sorunluğunu üstlenmeyen hocalar için de
 geçerlidir.

Bu süzme olayı çok yaygındır ve kendisini birçok
 yolla gösterir. Hangi boyutu seçerseniz seçin büyük
 ölçüm topluluklarının ortalaması değeri küçük ölçümlerin
 ortalaması değerleriyle hemen hemen aynıdır. Fakat büyük
 bir topluluğun aşırı değeri küçük bir topluluğun aşırı
 değerinden daha aşırdır. Örneğin, belli bir ırmağın 25
 yıllık bir süre içerisindeki ortalaması su seviyesi bir yıllık
 bir süre içerisindeki ortalaması su seviyesiyle aşağı yukarı
 aynı olacaktır. Fakat son 25 yılın en kötü yılı, son bir yıl
 içerisinde oluşan selden çok daha kötü olacaktır. Ameri-
 ka Birleşik Devletleri'nin en iyi bilim adamı genel olarak
 Belçika'nın en iyi bilim adamından daha iyi olsa da küçük

Belçika'nın sıradan bilim adamı ABD'ninkiyle karşılaştırılabilir. (Karmaşılaştırılan durumları ve tarımsal problemleri gözardı ediyoruz.)

Yani bu ne demek? İnsanlar genelde kazananların ve aşırıların üzerinde yoğunlaşırlar. İster sporda, ister sanatta, ister bilimde olsun günümüzde, bu alanlarda çalışan kişileri olduklarından daha önemsiz görmeye yönelik bir eğilim vardır. Bunun nedeni bu kişilerin olağandışı kişilerle karşılaştırılıyor olmasıdır. Buna bağlı bir sonuç da uluslararası haberlerin ulusal haberlerden daha kötü, ulusal haberlerin eyalet haberlerinden daha kötü, eyalet haberlerinin yerel haberlerden daha kötü, yerel haberlerinse sizin yaşadığınız mahallenin haberlerinden daha kötü olmasıdır. Bir trajediden kurtulan yerel kişiler televizyonda şöyle konuşuyor olabilirler, **“Ben bunu anlamıyorum. Buralarda daha önce hiç böyle bir şey olmadı”**.

Son bir açıklama: Radyo, televizyon ve film icat edilmeden önce müzisyenler, atletler vb kendilerine sadık yerel seyirciler elde edebilirlerdi, çünkü bu kişiler, seyircilerin izleyebileceği en iyi kişilerdi. Fakat şimdi seyircileri, kırsal bölgelerde bile, yerel sanatçılar ve sporcular tatmin etmiyor ve onlar dünya standartlarında yetenek talep ediyorlar. Bu anlamda medya seyirciler için iyi, sanatçı ve sporcular için kötü olmuştur.

Beklenen Değerler: Kan Testlerinden "Sansim Dene"ye

Rastlantılar ve aşırı değerler dikkat çekerek fakat sıradan değerler veya "beklenen" değerler genelinde daha bilgi vericidir. Bir miktarın beklenen değeri, değerlerinin ortalamasının olasılıklarına göre ölçülmesidir. Örneğin, eğer bir miktar $1/4$ kez 2'ye eşitse, $1/3$ kez 6'ya eşittir; $1/3$ kez 15'e eşit ve geriye kalan $1/2$ kez de 54'e eşittir; o zaman beklenen değer 12'dir. Bu böyledir çünkü: $[12 = (2 \times 1/4) + (6 \times 1/3) + (15 \times 1/3) + (54 \times 1/12)]$

Bunu basit bir şekilde açıklayabilmek için evliletilen bir sigorta şirketini düşünün. Farzedin ki şirketin yolda ortalamada her 10,000 poliçesinden biri 200,000 \$'lık bir istek; her 1,000 poliçesinden bir 50,000 \$'lık bir istek; her 50 poliçesinden biri 2,000 \$'lık bir istek ve geri kalanlar ise 0 \$'lık istekle sonuçlanıyor. Sigorta şirketiniz yazılan her poliçe için yapılan ortalamada ödemeyi ne oldugunu öğrenmek istemektedir. Cevap beklenen değerdir, ki bu da $(200,000 \times 1/10,000) + (50,000 \times 1/1,000) + (2,000 + 1/50) + (0 \times 9,789/10,000) = 20 + 50 + 40 = 110$ \$'dır.

Bir para makinasından beklenen ödeme buna benzer bir şekilde saptanır. Her ödeme, gerçekleşme olasılığıyla çarpılır ve bu çarpımlar, ortalamaya ya da beklenen ödemeye

elde edebilmek için toplanır. Örneğin, üç kadranın tümünün üzerindeki kirazlar 80 \$'lık bir ödemeyle sonuçlanırsa ve bu olasılık $(1/20)^3$ ise (her kadranda 20 giriş olduğunu ve bunlardan sadece birinin kiraz olduğunu farz edin), 80 \$'ı $(1/20)^3$ ile çarparsınız ve bu çarpımı diğer ödemelerin çarpımları (kayıp negatif ödeme olarak değerlendirilir) ve bunların olasılıklarıyla toplarsınız.

Şimdi başka bir örnek: Bir Tıp kliniğinin 100 kişiden yaklaşık bir kişide bulunan bir hastalık için kan testleri uyguladığını düşünün. İnsanlar kliniğe elli kişilik gruplar halinde gelmektedirler. Yönetici her hastayı kişisel olarak test etmek yerine tüm 50 kişiyi bir araya getirip hepsini birlikte test etmeyi düşünür. Toplanan grubun örneği negatifse, tüm grup sağlıklı ilan edilebilir, eğer değilse o zaman yönetici herkesi bireysel olarak test edebilir. Eğer yönetici tüm kan örneklerini toplarsa kaç test yapması beklenir?

Yönetici ya bir test (toplanan örnek negatifse) ya da elli bir test (eğer pozitifse) yapmak zorunda kalacaktır. Bir insanın sağlıklı olma olasılığı $99/100$ 'dür. buna göre tüm elli insanın sağlıklı olma olasılığı $(99/100)^{50}$ dir. Böylece sadece bir test yapmak zorunda kalma olasılığı $(99/100)^{50}$ dir.

“Şansını dene” oyunundaki konuşmalar çok ikna edici olabilir. Siz 1 ile 6 arasında bir sayı seçersiniz ve oyunu yürüten kişi 3 zar atar. Eğer sizin seçtiğiniz sayı 3 zar da da gelirse size, 3 \$; eğer zarların ikisinde gelirse 2 \$, birinde gelirse 1 \$ ödenir. Ancak seçtiğiniz sayı zarların hiç birinde gelmezse siz ödeme yapmak zorunda kalırsınız ki bu ödeme sadece 1 \$’dir. 3 ayrı zar olduğu için sizin 3 kazanma şansınız bulunmaktadır ve dahası kaybedebileceğiniz miktar en fazla 1 \$ iken bazen bundan daha fazlasını kazanabilirsiniz.

“Şansını dene” oyununun analizinde yardımcı olacaktır. bölümünde ve İngiltere’de karnavallarda oynanan “şans” Beklenen değerleri anlama, doğru kumarhane oyunlarında olduğu kadar daha az bilinen ve ülkenin orta bantlama olarak, bu elli kişi için 21 test gerekecektir.

Kanları test edilen kişilerin sayısı yükseksse, yoneticiler her örnek bir kısmını alıp bunları birleştirmeli ve bu birleştirilen örnekleri test etmelidir. Gerektirse, elli örneğin her birinin kalan kısmını tekrar tek tek test edebilir. Orta-

Diger taraftan, en az bir kişinin hasta olma tamamlayan olasılığı $[1-(99/100)^{50}]$ dir ve buna göre yoneticinin gerekli olması beklenen test sayısı $(1 \text{ test} - (99/100)^{50} + (51 \text{ test} \times [1 - (99/100)^{50}]) = \text{yaklaşık } 21 \text{ testtir.}$

Joan River'in dediği gibi "Hesap yapabilir miyiz?" (Eğer hesap yapmamayı tercih ediyorsanız, bu bölümün sonuna atlayın.) Sizin kazanma olasılığınız hangi sayıyı seçerseniz seçin aynıdır. Bu yüzden hesabı daha belirli hale getirmek için her zaman 4 sayısını seçtiğinizi farzedin. Zarlar bağımsız olduğu için her üç zarda birden 4 gelme şansı $1/6 \times 1/6 \times 1/6 = 1/26'$ dir; yani yaklaşık $1/26$ defada 3 \$ kazanacaksınız.

Seçtiğiniz sayı olan 4'ün 2 defa gelme şansını 1. Bölümde bahsedilen binomiyal olasılık dağılımını kullanmadan hesap etmek biraz zordur. Buna şimdi tekrar değineceğim. Üç zardan ikisinde 4'ün gelmesi 3 farklı ve ayrıık yolla oluşabilir: X44, 4X4 ya da 44X (X, 4 olmayan bir sayıyı göstermektedir). Birincinin olasılığı $5/6 \times 1/6 \times 1/6 = 5/216'$ dir. Bu sonuç 2. ve 3. yollar için de geçerlidir. Bunları toplarsak, 4'ün, 3 zarın 2 sinde gelme olasılığının $15/216$ olduğunu buluruz ki bu 2 \$ kazanacağınız oyunların bir kesiridir. 3 zarda tam bir 4 elde etme olasılığı bunun gibi, olayı olabileceği 3 ayrıık yola bölerek elde edilir.

4XX elde etmenin yolu $1/6 \times 5/6 \times 5/6 = 25/216'$ dir, ki bu aynı zamanda X4X ve XX4 elde etme olasılığıdır. Bunları toplarsak 3 zarda bir 4'ün gelme olasılığının $75/216$ olduğunu buluruz ki bu sizin 1 \$ kazanma olasılığınızdır. 3 zarı attığımızda 4'ün hiç gelmeme olasılığını

Bizim üzerinde duracağımız model bizim kahramanımızın – ona Myrtle diyelim – “flört hayatı” süresince N sayıda potansiyel eşle karşılaşacağını farzederek N bazı kadınlar için 2, bazıları için 200 olabilir. Myrtle’in kendi kendine sordugu soru şudur: Ben, ne zaman

sonuçta daha fazla ilgilidir.

Daha katı bir yaklaşım içinde olan bir kişi bir sonraki o kadar yoğun bir aşk yaşayamayacağı sonucuna varır. mişte kaçtığı fırsatlara uzulür ve bir daha hiç bir zaman düşününce, aşka duygusal olarak yaklaşan bir kişi geç-kullanılınca başarı şansı fazlalılaşabilir. Geçmiş aşkları ikisi birlikte de... pek iyi sonuç vermezler. Fakat ikisi fadân. Bunların hiç birisi tek başına yeterli olmadığı gibi Aşka iki türlü yaklaşım vardır. Birincisi kalpten, diğeri ka-

Eş Seçme

bulabilmemiz için kalan olasılık oranını bulmamız gerekir. Yani $(1/216 + 15/216 + 75/216)$ ’yı, 1’den (ya da %100’den) çıkartıp $125/216$ buluruz. Sonuç olarak ortalama 216 kez “şansını देने” oynadığımızda 125 kez \$ 1 kaybederiz. Kazançlarımızın beklenen değeri $(3 \$ \times 1/216) + (2 \$ \times 15/216) + (1 \$ \times 75/216) + (-1 \$ \times 125/216) = (-17/2167) \$ = -.08 \$$ ’dır, yani ortalama olarak bu çekici görünen oyunu oynadığımızda yaklaşık 8 sent kaybederiz.

Mr. X'i kabul edip ondan sonra gelecek ve ondan daha "iyi" olabilecek adayları göz ardı etmeliyim? Myrtle'in erkeklerle sırayla karşılaştığını, karşılaştığı kişilerin kendisine uygunluğunu tartabildiğini ve bir kişiyi reddettiğinde o kişinin sonsuza kadar geri dönmeyeceğini farzedelim.

Açıklayabilmek için Myrtle'in şimdiye kadar 6 erkekle karşılaştığını ve bunları şu şekilde değerlendirdiğini farzedelim: 3 5 1 6 2 4. Yani karşılaştığı altı kişiden 1. karşılaştığı kişiyi 3. derecede, 2. yi 5. derecede, 3. yü en çok, vb sevmiştir. Eğer karşılaştığı 7. erkeği favorisinin dışında olanların hepsinden çok beğenirse yeni sıralaması şöyle olacaktır: 4 6 1 7 3 5 2. Her erkekten sonra Myrtle sıralamasını yenilemekte ve N sayıdaki adaylardan en iyisini seçebilme şansını en fazlaya çıkarabilmek için ne gibi bir kural izlenmesi gerektiğini merak etmektedir.

İzlenecek en iyi politikanın seçimi için şartlı olasılık fikrinden ve biraz da dört işlemde faydalanmak gerekir (buna bir sonraki bölümde değineceğiz). Politikayı tanımlamak oldukça kolaydır. Eğer önceki adayların hepsinden iyiyse talibe bir şöhretin ismi verilir. Myrtle buluşması muhtemel N sayıda adayın aşağı yukarı ilk yüzde 37'sini reddecek ve sonra bu şöhretten sonraki ilk talibi kabul edecektir.

Örneğin, Myrtle'in aşırı derecede çekici olmadığını, karışısına sadece dört mümasip talibin çıkacağını ve bu dört adamın onun karışısına yirmi dört muhtemel sıralama ile çıkacağını ($24 = 4 \times 3 \times 2 \times 1$) varsayalım.

Yüzde 37, yüzde 50 ile yüzde 25 arasında olduğu için, politika burada belirsizleşir, ama en iyi iki strateji şurada çakır: A) 1. aday atla ($N = 4$ 'ün % 25'i) ve ondan sonraki ilk şöret kabul et. B) İlk iki aday atla ($N = 4$ 'ün % 50'si) ve bundan sonraki ilk şöret kabul et. A stratejisi Myrtle'in 24 durumdan 11'inde en iyi aday seçmesiyse sonuçlanacakken, B stratejisi 24 durumdan 10'unda başarıyla sonuçlanacaktır.

Bu gibi sıralamaların listesi aşağıdadır. Bu listede daha önce de olduğu gibi; 1, Myrtle'in en çok tercih ettiği aday; 2, ondan sonraki seçeneğini, vb temsil eder. Yani 3 2 1 4 şeklinde bir sıralama verildiğinde bu, onun 3. sıraya koyduğu kişi ile ilk önce karışılacağını, 2. sıraya koyduğu kişiyse ondan sonra karışılacağını, 1. sıraya koyduğuyla 3. olarak karışılacağını, en son sıraya koyduğuyla da en son karışılacağını göstermektedir. A ve B ile işaretlenen sıralamalar, Myrtle'in 1. sıraya koyduğu kişiyi elde etmesini sağlarlar.

1234 - 1243 - 1324 - 1342 - 1423 - 1432 - 2134(A)
- 2143(A) - 2314 (A, B) - 2341(A, B) - 2413 (A, B)
- 2431 (A, B) - 3124 (A) - 3142 (A) - 3214 (B) -
3241 (B) - 3412 (A, B) - 3241 - 4123 (A) - 4132 (A)
- 4213 (B) - 4231 (B) - 4312 (B) - 4321

Myrtle çok çekici olsa ve 25 adayla karşılaşmayı bekliyor olsa bile izleyeceği en iyi strateji yine ilk 9 adayı (25'in % 37 si) reddedip ve ondan sonraki ilk şöhreti kabul etmek olacaktır. Bu yukarıdaki gibi bir tabloyla açıklanabilir. Fakat tabloların kullanılması güçleşebilir ve genel kanıtı kabul etmek en iyisidir. (Tabii ki eş arayan kişinin ismi Myrtle değil de Mortimer olsa bile aynı analiz geçerlidir).

N in değerleri yüksekse, Myrtle'in bu % 37 kuralını takip ederek doğru kişiyi bulma olasılığı yine % 37'dir. Bundan sonra işin zor kısmı gelir: Doğru kişiyle birlikte yaşamak. Bu modelin çeşitli şekilleri, duygusal açıdan mantıki engeller olsa da mevcuttur.

Rastlantı ve Yasa

1964'de Los Angeles'ta saçını at kuyruğu yapmış bir kadın başka bir kadının çantasını çalar. Hırsız koşarak kaçır fakat daha sonra sakallı ve bıyıklı zenci bir adamın kullandığı sarı bir arabaya biner. Polisin araştırmaları

Duruşma California'daki bir üst mahkemeye sevk edilmiştir. Burada daha başka bir olasılık hesabı sonucunda dava düşer. Bu mahkemede savunma avukatı $1/12,000,000$ 'm davayla ilgili olasılık olmadığını söyler. Belki $2,000,000$ çiftin bulunduğu Los Angeles boyutundaki bir şehirde olasılığın

söyler. Jüri çifti suçlu bulur.

duğunu bu yüzden de çiftin suçlu olmaları gerektiğini $12,000,000$ olduğunu belirtir. Bu sayının çok düşük olduğunu $1/10 \times 1/4 \times 1/10 \times 1/3 \times 1/10 \times 1/1,000 = 1/1,000$ rastgele seçilmiş bir çiftin bu özelliklere sahip olma olasılıklarının birbirinden bağımsız olduğunu ve böylece bu badalı bulunması - $1/1,000$. Bunun yanı sıra davacı bu kalle zenci adam - $1/10$; iki farklı ırktan insanın aynı araba - $1/4$; at kuyruklu kadın - $1/10$; sarı saçlı kadın - $1/3$; sarı saçlı kadın - $1/10$; bıyıklı adam - $1/10$; bulduğunu iddia eder. Bu gibi özelliklerin bulunma olasılıklarının araştırılmaları sonucunda suçluların Davacı, böyle bir çiftin olma olasılığının çok düşük

sonunda anlaşmaya varılır.

çok kimse bulunamaz. Ancak yukarıdaki gerçekler konuyla ilgili delil ya da bu iki kişiyi gördüğüne tanıklık eden bulunur. İkilinin bu suçlu işlediğini kanıtlayacak herhangi bir delil yok. Damla sık sık görüşen, sarı at kuyruklu sarı saçlı kadın sonucunda sarı bir arabası olan, sakallı ve bıyıklı bir a-

bu kadar küçük olmadığını, verilen özelliklere sahip birden fazla çift olduğunu çünkü zaten böyle bir çiftin var olduğunu – suçlanan çift – belirtir. Binomiyal olasılık dağılımına ve $1/12,000,000$ sayısına dayanarak, bu olasılığın hemen hemen % 8 olduğunu söyler. Bu sayı küçüktür. Fakat yine de dava edilen çiftin suçluluğuna gölge düşürmektedir. Kaliforniya yüksek mahkemesi bunu kabul eder ve daha önce alınan suçlu kararını geri çevirir.

12,000,000'de bir sayıyla ilgili sorun ne olursa olsun, enderlik tek başına hiçbir şeyin kanıtı olmamalıdır. Bir briç oyunu sırasında dağıtılan kağıtların meydana getirdiği elin o el olma olasılığı 600 milyarda birdir. Fakat yine de bir kişinin eli dağıtıldığında, kağıtlarını dikkatlice incelemesi, kendisine bu kağıtların dağıtılma olasılığının 600 milyarda bir olduğunu hesapladıktan sonra bu ihtimalin çok az olduğunu söyleyip bir yanlışlık yapılmış olabileceğini söylemesi çok garip olur.

Bazı şartlarda olasılık dışı şeyler beklenmelidir. Her briç eli oldukça olasılık dışıdır. Bunun gibi poker elleri ya da piyango biletleri de. Kaliforniya'daki davada olasılık dışı olanın önemi daha fazlaydı, fakat yine de savunma avukatının savunması doğrudur.

Piyango çekilişlerinde 40 sayıdan 6 sayı seçmenin 3,838,380 olası yolu vardır. Fakat niçin bir çok insan 2 13

Tahminleri yarıltan, oranısız gibi görünen olayları içeren bir başka problemse bir New York'luyla ilgilidir. Bu kişinin bir Bronx'ta biri de Brooklyn'de iki kadın arkadaşları vardır. Bunların ikisine de eşit derecede bağlıdır (ya da bağlı değildir). Yani onun için, kuzeye giden Bronx trenine ya da güneye giden Brooklyn trenine binmek arasında bir fark yoktur. Trenlerin ikisi de 20 dakikada bir kalktığı için nereye gideceğine trenlerin karar vermesini ister ve gelecek ilk trene binmeyi düşünür.

Sezonun ikinci yarısında vuruş yapma görevini üstlenme mekteydi – isabetti vuruş yapmanın daha kolay olduğu kabul edilme modeli Gehrig'in vuruş modeline benzer bölümlere yüksek oranlarda başvuru geliyordu. Erkeklerin matematik ve mühendislik gibi daha fazla öğrenci alan bölümleri kabul edilmekteydi. Buna karşılık erkeklerden sayıda başvurular gelmekte ve bunların sadece küçük bir kısmından İngilizce ve Psikoloji gibi bölümlere büyük sayıların erkek sayısından daha fazla olduğunu buldu. Fakat olduğunun saptamaya çalışırken, her bölüme başvuran kadınların bir dava açtılar. Yönetim, hangi bölümlerin en suçlu bakan bazı kadınlar, üniversitenin ayrımcılık yaptığını iddia yük bir üniversitedeki kadınların mezuniyet ortalamasına göre benzer karşılaştıkları ayrımcılık davası yapıldı. Birkaç yıl önce California'da vuruş ortalaması bilme-

17 20 29 36 sayılarını 1 2 3 4 5 6'ya tercih eder. Bu bence oldukça derin bir sorudur.

Aşağıda bahsedilen spor olayındaki anormalliğin kanuni sonuçları da vardır. İki beyzbol oyuncusu düşünün – adları Bebek Ruth ve Lou Gehrig olsun. Sezonun ilk yarısında, Bebek Ruth daha yüksek bir isabetli vuruş ortalaması elde eder. Sezonun ikinci yarısında Bebek Ruth'un ortalaması yine Lou Gehrig'den daha yüksektir. Fakat sezonun tümüne bakıldığında Lou Gehrig'in isabetli vuruş ortalaması, Bebek Ruth'ununkinden daha yüksektir. Böyle bir durum olabilir mi? Tabi, bu soruyu sormam size bazı ipuçları verebilir. Fakat ilk bakışta böyle bir durum imkansız görünmektedir.

Şöyle bir şeyin gerçekleşmiş olması mümkündür: Sezonun ilk yarısında Bebek Ruth .300, Lou Gehrig .290 isabetli vuruş yapmış olabilir. Fakat Ruth 200 vuruş denemesi yaparken Gehrig 100 vuruş denemesi yapmış olabilir. Sezonun 2. yarısında Ruth .400, Gehrig .390 isabetli vuruş yapmış olabilir. Fakat Ruth 100 kez vuruş denemesi yaparken Gehrig 200 kez yapmış olabilir. Bunun sonucu Gehrig'in genel ortalamasının Ruth'dan fazla olmasıdır .357'ye karşılık .333. Vuruş ortalamalarının ortalamasının alamazsınız.

Birçok kez yazı/tura attığımızı ve şu sırayla yazı ve tura geldiğimi düşünün: T T Y T Y T Y T Y T Y T Y T Y T Y T Y T Y

Hilesiz Bozuk Paralar ve Kaybedenler

bu gibi sayısız gariplikler vardır.

ra akışı ya da vücut ısısının günlük mis-gıksısları olabilir –
ları karşılaştırma yollarında – bunlar hükümetin aylık pa-
Geleneksel ölçme, rapor verme ve periyodik miktar-

ta, 1/4 üni ise Brooklynde geçirmesini açıklamaktadır.
kannın 3 kadirdir. Bu adamın randevularının 3/4'ünü Bronx'ta
treniyle ondan sonraki Brooklyne treni arasındaki 5 dakika-
ki Bronx treni arasında 15 dakika vardır ki bu son Bronx
lyne treni, 7:25, vb. En son Brooklyne treniyle ondan sonra-
reni, 7:00; Brooklyne treni, 7:05; Bronx treni, 7:20; Brook-
dakikada bir geliyor olsa da tren tarifeleri şöyle olabilir: Bronx
mesinin nedeni trenlerin tarifesi yüzündendir. İkisi de 20
istiyorsanız okumayı bırakın. Adamın Bronx'a daha sık git-
Bunu basit cevabı aşağıdadır. Bu yüzden biraz düşünmek
ve deneyimsiz olmanın dışında bu adamın problemi nedir?
onun randevularının 3/4'üne geldiğinden sıkayet eder. Genç
kayet eder. Ondan bıkıma başlayan Bronx'taki arkadaşıyla,
kadısı onun randevularının ancak 1/4'üne geldiğinden sık-
Fakat bir süre sonra Brooklynde yaşayan, ona asık olan ar-

TTTTYYTYYTTTTYYTYTTTTYYTTTT
YTTTTYTTTTYY. Eğer para hilesizse bu gibi sıralamalarla ilgili çok garip gerçekler vardır. Örneğin, gelen tura ve yazılar karşılaştırıldığında bunların sayısının çok ender olarak eşit ya da eşite yakın olduğu grlr.

İki oyuncu olan Peter ve Paul' düşünün ve bunların günde bir kere yazı/tura attığını ve Peter'in tura, Paul'n yazı tuttuklarını kabul edin. Peter, tura daha fazla geldiğinde nde, Paul ise yazı daha fazla geldiğinde nde olmaktadır. Peter ve Paul'n her birinin herhangi bir zamanda nde olma olasılığı eşittir. Fakat nde olan kimse, o büyük bir olasılıkla başından beri ndedir. 1,000 kez yazı/tura atılmış ve sonuçta Peter kazanmışsa, onun oyun sırasında % 90'dan fazla nde olma olasılığı, % 45 - % 55 nde olma olasılığından fazladır. Bunun gibi eğer sonunda Paul kazanmışsa, onun oyun sırasında % 96'dan fazla nde olma olasılığı % 48 - % 52 nde olma olasılığından çok daha fazladır.

Bu sonucun seziyle karşıtlık içinde olmasının nedeni, belki de bir çok insanın ortalamalardan sapmaların bir Şekilde bir lastikle bağlı olduğunu düşünmeleridir: Sapma ne kadar büyükse, ortalamaya doğru iten g de o kadar büyüktür. Kumarcının hatası denen yanlış bir inanç, yazı /tura atıldığında birkaç kez st üste tura gelirse, ondan

Mutlak anlamda hilesiz yazi/turamin davramisi bu ka-
 dar kotu olsa da bazı kisilerin "kaybedenler" bazilaminin
 "kazananlar" seklinde bilimmesi sasirtici degildir. Aslin-
 da bu ikisi arasindaki fark sanstan baska bir sey degildir.
 Ne yazik ki, insanlar kisiler arasindaki mutlak esitlikler-
 den gok, mutlak farkliliklara karisi hassasirlar. Peter 519
 kez, Paul ise 481 kez kazannms olsa, Peter kazanan, Paul
 ise kaybeden olarak nitelendirilir. Benim tahminime gore,

Ancak yazi tura icin kullandigimiz para, lastik hakim-
 da hic bir sey bilmez. 519 kez tura, 481 kez yazi gelmissse
 bu ikisi arasindaki farkin azalma olasiligi fazlalaşma olası-
 lığıyla aynıdır. Bu, yazi/tura atlamaya devam edildikçe,
 turalarin sayisi 1/2'ye yaklassa da dogrudur. (Kumarcinin
 hatasi, farkli bir olay olan ortalamaya dogru gerilemeden
 ayrı tutulmadır. Bin kez daha yazi/tura atlsa, tura sayinin
 519'dan küçük olma ihtimali fazladır.) Yazi/turamin dav-
 ramisi, oranlar acisindan uygundur: Daha fazla yazi/ tura
 atildikça, turalarla yazilarn oranı 1'e daha fazla yaklaşıp
 Yazi/turamin davramisi mutlak sayilar acisindan kotüdür:
 Yazi/tura atlamaya devam ettikçe turalarla, yazilar arasın-
 daki fark gittikçe büyük ve yazi ya da turadan hangisi önde
 olursa olsun bu öndeliğin değışmesi gitkçe zorlaşıp.

sonra yazi gelme olasiliginin daha fazla oldugundur. (Bu
 gibi inanclar rulet carki ve zar icinde gecerlidir.)

kazananlar (ya da kaybedenler) eşitliğin doğru (ya da yanlış) tarafında takılmış kişilerdir. Yazı/tura durumunda liderliğin başka birine geçmesi, bazen hayattakinden çok daha uzun bir süre alır.

Yazı ve turaların şaşırtıcı çoklukla arka arkaya gelmeleri daha fazla önsezi karşıtı düşüncelerin ortaya çıkmasına sebep olur. Eğer Peter ve Paul öğle yemeği faturasını kimin ödeyeceğini saptamak üzere yazı/tura atarsalar, 9 hafta içerisinde Peter'in 5 kez üst üste 5 öğle yemeği kazanması ve Paul'un de başına aynı şeyin gelmesi olasıdır. 5-6 yıl içerisindeyse herbirinin 10 kez üst üste öğle yemeği kazanması olasıdır.

Birçok insan rastgele olayların genelde düzenli görülebileceğini bilmezler. Aşağıdaki bilgisayarlardan alınan rastgele X'ler ve O'lardır. ve olasılıkları $1/2$ 'dir.

OXXXOOOXXXOXXXOXXXXOOXX
OXXOXOOXOXOOOOXOXXOOOX
XXOXOXXXXXXXOXOXOXOX
XXOXOOXXOXXXOXOXOXOX
OOXXOOOOOXXOXXXOXOX
XXOOXXXXOXXOXOXOXOXOX
XOOXXXOXOXOXOXOXOXOX
XXXXOXXXXXOOOOOXXOXOX

Bir yorumcu hiçbir zaman pazardaki günlük aktivitelerin rastgele iniş-çıkışlardan kaynaklandığını söylemez.

Yıldız Basketçi ve Dahi

Rastgele sıralamalardaki modeller, iniş-çıkışlar bir dereceye kadar tahmin edilebilir. Belli uzunluktaki yazı ve tura sıralamaları, örneğin yedi kez yazı tura atma, genelde belli sayıda arka arkaya gelen turalar içerir. 20 kez yazı tura atılıp ilk önce on tura, ondan sonra da on yazı geldiğinde (T T T T T T T T T T Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y) bir dizi tura geldiği söylenir. 20 kez yazı tura atılıp 6 dizi tura geldiğinde (örneğin, T T Y T T Y T Y Y T T T Y Y T Y Y T Y) bu gibi bir sıralamanın rastgele olma olasılığı dah fazladır.

Buna benzer kriterler, yazı ve tura ya da X'ler ve O'lar ya da isabetli ve karavana sıralamaların rastgele oluşturulma olasılıklarını saptamak için kullanılabilir. Psikolog Arnos Tuersky ve Daniel Kahneman, isabetli atış oranları % 50 olan profesyonel basketbol oyuncularının isabet ve kaçırma sıralamalarını analiz edip bunların tamamen rastgele olduğunu bulmuştur. Buna göre basketbolda, uzun arka arkaya basketlerle sonuçlanan devreler yoktur. Bu tür devreler genelde şans eseri oluşur. Bir oyuncu eğer gecede 20 atış denemesi yaparsa, oyun sırasında arka arkaya

Beybolda uzun devrelerle isabetli vuruşlar kaydetmek özellikle şaşırtıcıdır. Bu o kadar olağan dışıdır ki ne redevse ulaşılamaz ve ayrıca olasılık tahminlerine karşı bağıstır. Birkaç yıl önce Pete Rose arka arkaya 44 oyun-da isabetli vuruş yaparak Ulusal Lig rekoru kırmıştır. Hesabın basit olması amacıyla isabet oranının .300 (% 30 vuruş yapmış, % 70 yapmamış) olduğunu ve her oyunda 4 kez vuruş yaptığını varsayalım. Buna göre her bir oyunda

yerde anlam araştırmaya yönelen beymlerin işidir. Fakat sıklıkla bunlar, sadece olasılığın olduğu he duymuştum. Bu gibi terimlerin altında mutlaka bir şey-cak konu bulmak için yaptıkları abartılar olduğunu dan şüphelari, spor yazarlarının ve spikerlerin kendilerine konuşa-ların, Ben her zaman "hep kazanan" ya da "yıldız" takım-cekı atlıandan bağımsızdır.

me şansı % 65 olan bir paraya benzer. Yani her şut bir ön-bet ettiren bir oyuncunun basketleri, andığıında tura gel-parak benzer sonuçlar alınabilir. Şutlarının % 65'ini isa-Şut yüzdesi % 50'den farklıysa bazı değışiklikler ya-

yaklaşık % 10'dur. 50'dir. Oyun sırasında arka arkaya en az 5 basket atma o-lasılığı % 20-25, 6 ya da daha fazla basket atma olasılığı 4 basket isabet ettirme olasılığı şaşırtıcı bir şekilde %

isabetli vuruş yapmama şansı, bağımsızlığın varolduğunu farzederek, $(.7)^4 = .24$ 'tür. (Bağımsızlık oyuncunun isabetli vuruşlarını, atışlarda % 30 tura gelen paranın turalarının geldiği şekilde elde ettiği anlamına gelir.) Yani herhangi bir oyunda en az bir isabetli vuruş elde etme olasılığı $1 - .24 = .76$ 'dır. Böylece arka arkaya oynanan 44 oyunda, verilen sıralamada isabetli vuruş elde etme olasılığı $(.76)^{44} = .0000057$ 'dir, ki bu son derece küçük bir olasılıktır.

162 oyunluk bir sezonda arka arkaya 44 sayıda isabetli vuruş yapma olasılığı biraz daha fazladır. (.000041 rakamı, arka arkaya oynanan tam 44 oyunda isabetli vuruş yapma yollarını toplayarak saptanır. Küçük bir olasılık olan birden fazla devre olması olasılığı gözardı edilir.) En azından 44 oyunda isabetli vuruş yapma olasılığı 4 kat daha fazladır. Bu son sayıyı 1. Ligdeki oyuncu sayısı (düşük vuruş ortalamaları için sayıyı büyük ölçüde aşağı çekerek) ve daha sonra bunu beyzbolun oynandığı yıl sayısı ile çarparsak (farklı yollardaki farklı oyuncu sayılarına göre ayarlamalar yaparak), 1. Ligde oynayan oyuncuların herhangi birinin arka arkaya 44 oyunda isabetli vuruş yapmış olma ihtimalinin olduğunu buluruz.

Son bir yorum: Ben Di Maggio'nun daha etkileyici görünen 56 oyunluk devresi yerine Rose'un 44 oyunluk devresini inceledim. Çünkü ikisinin vuruş ortalamaları

İncelendiğinde Rose'un devresi biraz daha olagan dışı bir sezon olmasına rağmen bu böyleydi.)

Virus devreleri gibi sans sonucı olan ender olaylar tek tek tahmin edilemezler. Fakat bunların meydana gelme modelleri olasılık hesaplarıyla açıklanabilir. Başka bir olayı ele alalım. 3 çocuk sahibi olmak isteyen 1,000 evli çift, 10 yıl boyunca izlenir. Bu süre içerisinde bunların 800'ünün 3 çocuk yapmayı başardığını farzedin. Çiftlerden herhangi birinin 3 kız çocuğunun olma olasılığı $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$ 'dir. Yani 800 çiftten yaklaşık 100'ünün 3 kızı olacaktır. Simetrik olarak 100 çiftin de 3 erkek çocuğu olacaktır. Bir ailenin 2 kız bir erkek çocuğunun olabilemesi için farklı sıralamalar vardır. KKE, KEK veya EKK (harflerin sıralaması doğum sırasını göstermektedir) dir) Sıralamaların her birinin olasılığı aynıdır: $1/8$ ya da $(1/2)^3$. Yani iki kız veya bir erkek olma olasılığı $3/8$ 'dir. Bu, 800 çiftten yaklaşık 300'ünün böyle bir aileye sahip olacağını gösterir. Simetrik olarak, yaklaşık 300 çift de iki erkek bir kız çocuğa sahip olacaktır.

Yukarıda bahsedilenlerde şaşırtıcı bir şey yoktur. Çok ender olaylar için (yukarıdaki binomiyal dağılım hesaplamadan biraz daha zor matematik hesapları kullanarak) aynı tür olasılık tabloları yapılabilir. Belli bir kavşakta her

yıl gerçekleşen kazalar, bir çölde yılda meydana gelen yağmur fırtınaları, belli bir ülkedeki kan kanseri hastalarının sayısı, Prusya Ordusundaki at tepmeleri sonucunda bir yılda meydana gelen ölüm sayısı Poisson olasılık dağılımı ile oldukça doğru bir şekilde açıklanmıştır. Öncelikle olayın ne derece ender olduğu bilinmelidir. Bunu biliyorsanız, bu bilgiyi, Poisson formülüyle birlikte kullanarak yüzde hesabıyla kaç yıl içerisinde at tepmelerinden ölümlerin duracağı, kaç yıl içerisinde 2 ölüm kalacağı kaç yıl içerisinde 3 ölüm kalacağı hakkında iyi bir fikir elde edebilirsiniz. Bunun gibi kaç yıl içerisinde çölde hiç yağmur fırtınası kalmayacağını, bir, iki, üç vb. yağmur fırtınası kalacağını tahmin edebilirsiniz.

Bu bakımdan çok ender olayların bile oldukça tahmin edilebilir olduğu söylenebilir.

3

Sahte Bilim

Mantıkçı Raymond Smullyann'a neden astrolojiye inanmadığı sorulduğunda kendisinin ikizler burcundan olduğunu ve ikizlerin hiçbir zaman astrolojiye inanmadığını söylemiştir.

Süpermarket gazetelerinin başlıklarından örnekler: Mucize Kamyon Hastaları İyileştiriyor. Büyük Ayaklı Dev, Köye Saldırdı. Yedi Yaşındaki Çocuk Oyuncak Dükkanında İkiz Doğurdu. Bilimadamları Bitki İnsan Yaratma Eşiğinde. İnanılmaz Hoca, 1969'dan beri Tek Ayak Üzerinde Duruyor.

“Eşitler eşitlerin yerine konabilir” veya “1 arti 1, 2 eder” gibi temel matematiksel gerçekler yanlış uygulanamazdır: bir bardak su artı bir bardak patlamış mısır, iki bardak ıslak patlamış mısırta eşit değildir. Başkan Reagan,

Sayı Cehaleti ve sahte bilim genellikle birbirleriyle ilişkilidir. Bunun bir nedeni, sayı cahilli bir kişiyi matematiğin kesinliğini kullanarak, aptalca bir kabul edişe sürükleyebilmenin kolaylığıdır. Saf matematik gerçekten mutlak haklarla ilgilendir. Fakat saf matematiğin uygulamaları sadece, içinde kullanılan görgül varsayımlar, basitleştirme-ler ve tahminler kadar geçettir.

Sayı Cehaleti, Freud ve Sahte Bilim

— William Cowper

“Aptalca örnekleri takip edip iki gözümüzü birden kırmak düşünmekten daha basittir.”

— Isaac Asimov
The Skeptical Inquirer

“Sahte bilim her bir parçasında bir emniyet perdesi, emilecek bir parmak, tutulacak bir etek bulacak sınızdır. Bunun karşılığında biz ne veriyoruz? Belirsizlik! Emniyetsizlik!”

Kopenhag'ın Norveç'te olduğunu sanabilir. Fakat Kopenhag Danimarka'nın başkenti olduğu halde Reagan'ın, Danimarka'nın başkentinin Norveç'te olduğunu sandığı söylenemez. Yukarıdaki gibi kasıtlı şartlar olarak adlandırılan durumlarda, yerine koyma her zaman sonuç vermez.

Bu temel ilkeler yanlış yorumlanabiliyorsa, daha özel matematiğin de yanlış yorumlanabilmesi şaşırtıcı değildir. Eğer bir kişinin modeli ya da verileri iyi değilse bunu izleyen sonuçlar da iyi olmayacaktır. Aslında eski matematiği kullanmak, yeni matematiği keşfetmekten daha zordur. Her türlü saçmalık bilgisayarla hesaplanabilir – astroloji, biyoriitm, “**I ching**” – fakat bu, saçmalığı daha geçerli bir hale getirmez. Lineer istatistikî projeksiyonlara – sıklıkla kötüye kullanılan bir modelden bahsetmek gerekirse – o kadar düşüncesizce başvurulur ki, bir gün bir kürtaj için belirlenen bekleme süresinin bir yıl olduğunu görmek şaşırtıcı olmayacaktır.

Bu tür dikkatsiz akıl yürütmeler sadece eğitimsiz kişilere özgü değildir. Freud'un en yakın arkadaşlarından biri olan cerrah Wilhelm Fliess biyoriitmik analizi icat etmiştir. Bu, insan hayatının doğumda başlayan ve katı dönemsel devrelerle devam eden çeşitli yönleri olduğu düşüncesini temel alır. Fliess, Freud'a erkek ve dişilerin bazı metafiziksel prensip süreçleri olan 23 ve 28 yaşlarının,

Hasta beklenen şekilde davranış göstermeyip çok farklı bir şekilde hareket ederse, analist bu karşıt davranışı “**reaksiyon oluşturma**” yönünde yorumlayabilir. Bunun gibi bir Marxist “**yönetici sınıfın**” sömürücü bir şekilde davranacağını kehanet eder ve bunun tersi gerçekleşirse, o bu sonucu, yönetici sınıfın “**işçi sınıfı**”nı atamaya çalıştığı şeklinde yorumlayabilir. Her şeyi açıklayabilmek için her zaman bir açıklama bulunmaktadır.

Freudianizm ve Marksizmin sahte bilim sayılıp sayılmayacağını tartışması burada yapılamaz, fakat olaylara dayanan ifadeleri, boş mantıksal formülasyonlarla karıştırmak saçma düşüncelere neden olabilir. Örneğin, “**UFO’ların içerisinde dünya dışından gelen ziyaretçiler vardır**” ve “**UFO’lar tanımlanamayan uçan nesnelerdir**” ifadeleri, tamamen farklı ifadelerdir. Bir zamanlar yaptığım bir konuşma sonunda, dinleyicilerden biri dünya dışından gelen ziyaretçiler olduğuna inandığımı düşündü. Bunu, bir çok defa UFO’lar görüldüğünün kuşkusuz olduğunu söylememden çıkarmıştı. Moliere de uyku ilacının uyku verici etkisi sayesinde işe yaradığını savunan doktorunu alaya almıştır. Matematik, olaylara dayanan, içerikten yoksun, etkileyici gibi görünen iddialarda bulunmanın özlü bir yoludur (“**Bilimadamları Pluton gezegeninde 36 inçin 1 yardaya eşit olduğunu söylemektedirler**”).

Bunların, belki de, bir kaç sahte bilim unsurları olması şüpheli değildir. Anlaşılması güç hesaplar, geometrik şekiller, cebir terimleri, olağandışı korelasyonların hepsi saçma iddiaların içindedirler.

Parapsikoloji

Parapsikolojiye ilgi çok uzun süre önce başlamıştır. Fakat gerçek şudur ki parapsikolojinin varlığını kanıtlayan, tek-rar edilebilecek çalışmalar Uri Geller ya da diğer şarlatan-lar tarafından yapılmıştır. Özellikle altıncı his hiç bir kontrolü deneyde gösterilmemiştir ve bir kaç "başarı" gösterim de ciddi şekilde hatalı çalışmaların sonucu ol-muştur. Bunları yeniden tartışmakansa genel bazı göz-lemeler yapmak istiyorum.

Bunlardan birincisi utanç verici bir şekilde açıklan-Altıncı his ileştirmenin gerçekleştirilmesi için normal duyuların bir şekilde kullanılmasını gerektirir. İkinci olarak, bir temel mantık ilkesini çiğnemektedir. Bir kuruluşun gizli bir bilgisi dışarıya sızdırıldığında, insanlar bir med-yundan değil bir casusstan şüphelenirler. Yani mantığın ve bilimin varlığı altıncı his olayının varlığını çürütmek-tedir ve altıncı hissin varlığını kanıtlanamaz onun olduğunun düşünene karşıt olarak düşmektedir.

Bu olasılık hesaplarını gündeme getirir. Altıncı hissin tanımından dolayı – normal duyuşal mekanizmalar kullanılmadan yapılan iletişim – tek bir olayla altıncı hissi ayırabilmenin bir yolu yoktur. İkişide tamamen aynı gibi görünür. Bu, doğru-yanlış şeklinde cevaplanması gereken bir testteki doğru bir cevaba benzer. Bu cevap çok iyi bir öğrenci tarafından da verilse, cevapların tümünü tahminen veren bir öğrenci tarafından da verilse farklı değildir. Altıncı his deneklerinden, testi yapan öğrencilerden isteyebileceğimiz gibi, cevaplarını ispat etmelerini isteyemeyiz ve tanımsal olarak duyuşal mekanizmaların işlevleri sorgulanamayacağı için altıncı hissin varlığını ancak istatistiki testlerle kanıtlayabiliriz; yeterli sayıda denemeler yapıp doğru cevap sayısının, şanslı konu dışı bırakacak derecede yeterli olup olmadığını görebiliriz. Eğer şans söz konusu değilse ve başka bir açıklama yoksa, altıncı his kanıtlanmış olacaktır.

Tabi ki tüm hatalı deneyleri (örneğin J. B. Rhine'in deneyi) ve açık hileleri açıklamaya yetecek derecede kuvvetli bir inanma isteği vardır. Bu, normal dışını tanımlar görünmektedir. Bazen Jeane Dixon etkisi olarak nitelenen (medium Jeane Dixon'ın ardından) başka bir unsur daha vardır. Buna göre nispeten az olan doğru tahminler ilan edilir ve yaygın bir şekilde hatırlanır. Sayıca çok daha fazla olan yanlış tahminler unutulur ve bunların üzerinde durulmaz.

Supermarket gazeteleri veya daha geniş bir kitleye hitap eden ve daha fazla bilgi içere gibi görünse de aptalca olan Yeni Çağ dergilerinin hiç biri, yıl sonunda yanlış tahminlerin bir listesini vermezler.

İnsanlar sıklıkla, medyumlar ve parapsikolojik konular üzerine yazılmış raporların çokluğunu ve önemini gözö-
nüne alarak bunları, onların geçerliliklerinin bir kısmı o-
larak görürler. İnsanlar atış olmayan yerden duman çık-
mayacağı düşünürler. 19. yüzyılda frenolojiye duyulan
ilgi – daha çarpıcı bir konuya geçmek gerekirse – bu dü-
şüncenin dayanıksızlığını göstermektedir. Şimdi olduğu
gibi o zaman da sahite bilime inanmak sadece eğitimsiz ki-
şilere mahsus değildi. Çeşitli psikolojik ve akılsal özellikle-
rin, kişilerin katalarındaki gramlara ve çıkıntılara bakılarak
almayı düşündüğü kişilere, frenolojik muayene sonuçlarını
teslim etmelerini şart koşuyor ve evlenmeyi düşünen bir
çok çift frenolojistlere başvuruyorlardı. Konuya ayrılan der-
giler ortaya çıktı ve frenolojinin öğretilerine yapılan gön-
dermeler popüler yazını doldurdu. Ünlü eğitimci Horace
Mann frenolojiyi “felsefenin rehberi ve Hristiyanlığın
hizmetçisi” olarak görüyordu. “Batiya git, genç adam”ın
Horace Greeley’si, tüm demiryolu mühendislerinin treno-
loji testinden geçmeleri gerektiğini savunuyordu.

Daha sıkıcı konulara geçmek gerekirse, ateşte yürüyen kişilerin, buna hazırlanmak için kızgın odun kömürleri üzerinde çalıştıklarını düşünelim. Bu genelde “**aklin vücudu yenmesi**” şeklinde açıklanır ve bundan etkilenmiş olmanın sayısızlıkla ilgisi yoktur. Bu olayı daha az etkileyici bir hale sokan, susuz odun kömürünün çok düşük ısı içermesi ve iletkenliğinin düşük olmasıdır. Sıcak bir fırının içerisine metal raflara değmediğiniz sürece elinizi sokmanız nasıl mümkünse, bir insanın odun kömürleri üzerinde ayaklarına zarar vermeden çabucak yürümesi de mümkündür. Tabi ki akli kontrol edebilmekle ilgili yarı dini konuşmalar, ısı ya da iletkenlikten bahsetmekten daha ilgi çekicidir. Bunun yanında, ateş üzerinde yürüyüşün gece serinliğinde yapılması ve bunun ateşin sıcaklığıyla tezat oluşturması ve yine ateşi çevreleyen karanlıkla oluşturulan tezat ateşte yürümenin dramatik etkisini artırır.

Sahte bilimle ilgili bir çok başka örnek (ruhlar, kristal güç, pramitler, Bermuda Üçgeni, vb) *The Skeptical Inquirer*'da açıklanmıştır. Bu üç ayda bir yayınlanan CSICOP'un (Paranormal İddiaları Bilimsel Araştırma Komitesi) bir yayınıdır ve, New York, Buffalo'daki filozof Paul Kurtz tarafından basılır.

Bir Olayı Önceden Haber Veren Rüyalar

Alınca hissin bir başka türüye öngörü gücü olan rüya-
lardır. Herkesin, Mortimer Arca'nın Fordunu, elektrik
direğine çarpmasından bir gece önce, rüyasında büyük
bir araba kazası gören bir Matilda Halası vardır. Ben
kendini kendimin Matilda Halasıym. Daha küçük bir ço-
cukken rüyamda tüm oyunları kazandığımı gördüm ve
iki gün sonra bu aynen oldu. (Önceden bilme deneyim-
lerine inananlar bile tam çakışma beklemezler). Bir kişi
böyle bir rüya gördüğünde ve öngörülen olay olduğun-
da, önceden bilmeyle inanamamak güçtür. Fakat aşağıdaki-
lere baktığımızda, bu tür deneyimlerin daha akılcı bir şe-
kilde rastlanıyorsa açıkladığımı göreceksiniz.

Belli bir rüyamın, gerçek hayatı olaylarla birkaç
canlı ayrıntı yoluyla benzeşme olasılığının 10,000'de bir
olduğunu varsayın. Bu oldukça olağandışıdır ve öngör-
meyin rüya görme şansı 10,000'de 9,999'dur. Ayrıca bir
rüyamın belli bir gündeki bir deneyimle benzeşip benzes-
memesinin, başka bir rüyamın başka bir gündeki dene-
yimle benzeşip benzeşmemesiyle birbirinden bağımsız
olduğunu düşünün. Yani arka arkaya uymayan iki rüya
görme olasılığı, çarpma ilkesi olasılığına göre 9,999/
10,000)^N dir; bir yıl boyunca uymayan ya da öngörmeyen
rüya görme olasılığı (9,999/10,000)³⁶⁵ dir.

$(9,999 / 10,000)^{365}$ yaklaşık .964 olduğu için, her gece rüya gören insanların yaklaşık yüzde 96.4'ünün bir yıllık bir süre içerisinde sadece çıkmayan rüyalar göreceği sonucunu çıkarabiliriz. Fakat bu demektir ki, her gece rüya gören insanlardan yaklaşık yüzde 3.6'sı öngören bir rüya görecektir. Yüzde 3.6 çok küçük bir sayı değildir; bu yılda milyonlarca öngörür gibi görünen rüyalar görüldüğü anlamına gelmektedir. Bu tür öngören rüya görme olasılığını milyonda bir olarak değiştirsek bile, Amerika Birleşik Devletleri büyüklüğünde bir ülkede, sadece şansla bile çok büyük sayılar elde ederiz. Özel parapsikolojik yeteneklere gerek yoktur; öngörür gibi görünen rüyaların sıradanlığını açıklamaya da gerek yoktur. Açıklanması gereken, bu gibi rüyaların görülmemesi olacaktır.

Bu, çok çeşitli, başka olağandışı olaylar için de geçerlidir. Örneğin, düzenli olarak, iki insanı birleştiren inanılmaz rastlantılar rapor edilmektedir. Bu olayın olma olasılığının trilyonda bir olduğunu düşünelim (1 bölü 10^{12} ya da 10^{-12}). Bundan etkilenmeli miyiz? Etkilenmek zorunda değiliz.

Çarpma ilkesine göre ABD'de ($2.5 \times 10^8 \times 2.5 \times 10^8$) ya da 6.25×10^{16} çift vardır. Bu rastlantılar topluluğunun olasılığının 10^{-12} olduğunu varsayarsak, "inanılmaz" bağlantıların ortalama sayısının 6.25×10^{16} çarpı 10^{-12} ya da yaklaşık 60,000 olmasını bekleyebiliriz.

Astroloji özellikle yaygın olan bir sahite bilimdir. Kitap dükkanlarının raftarı konuyla ilgili kitaplarla doludur ve hemen hemen tüm gazeteler günlük olarak bir burç bölümü yayımlar. 1986'da yapılan bir Gallup araştırması, Amerikan gençlerinin yüzde 52'sinin astrolojiye inandığını ve her meslekten rahatsız edici sayılardaki insanın, astrolojinin en azından bazı iddialarını kabul ettiğini rapor etmiştir.

Li'l Ol' Me ve Yıldızlar

Buna benzer baştan savılmayacak bir rasanın, kazayla Shakespeare'in *Hamlet*'ini yazan ünlü maymundur. Bunun olma olasılığı $(1/35)^N$ 'dir. (Burada N *Hamlet*'teki sembollerin sayısıdır, belki 200,000, 35 de harfin, noktalamaya işaretlerini ve boşlukları da içeren daktilo sembol-lerinin sayısıdır). Bu sayı çok çok düşüktür – bir çok farkli pratik yollardan sifirdir. Bazılar, bunu “yaratma bilimi”nin bir savunması olarak alsalar da, bu küçücük olasılık sadece bir şeyi gösterir – maymunların çok ender olarak, çok iyi tiyatro eserleri yazdıklarını. Maymunlar bunu yapmayı istiyorlarsa, bunu kazayla yapmaya çalışmak yerine, evrim geçirip *Hamlet*'i yazma şansını daha fazla olan bir şeye dönüştürmelidir. Soru neden hiç şu şekilde ifade edilmez: Shakespeare'in kaslarını rastgele esneterek, kendisini kazayla ağaçtan ağaca sallamıyor bulma olasılığı nedir?

“Rahatsız edici” diyorum çünkü eğer insanlar astrologlara ve astrolojiye inanıyorlarsa, başka kime ve neye inabileceklerini düşünmek korkutucudur. Özellikle, Başkan Reagan gibi bu inançları hayata geçirme gücüne sahipse bu daha da korkutucudur.

Astroloji, kişinin doğumu sırasında gezegenlerin yer çekimi kuvvetinin, o kişinin kişiliğini etkilediğini söyler. Buna inanmak iki nedenle çok zordur:

a) Bu yerçekiminin (ya da başka tür bir çekimin) etkileyebileceği fiziksel veya nörofiziksel bir mekanizmanın açıklanması şöyle dursun böyle bir mekanizmadan bahsedilmemiştir bile;

b) Doğumun gerçekleşmesine yardım eden kişinin çekim gücü gezegen ya da gezegenlerin çekim gücünü büyük oranda geçmektedir. Şunu unutmayın, bir nesnenin bir vücuda (örneğin yeni doğmuş bir bebeğe) uyguladığı çekim, nesnenin kütlesiyle orantılı fakat nesneyle vücut arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Bu, doğuma yardım eden kişi şişmansa bebeğin belirli kişilik özelliklerine sahip olacağı; eğer bu kişi zayıfsa başka tür kişilik özelliklerine sahip olacağı anlamına mı gelir?

Astrolojik kuramın bu tür açıklarını, onun işleyiş biçimiyle ilgilenmeleri daha az muhtemel olan ve büyüklükleri

gök ender olarak karşılaştırılan sayı cabhili kişiler görmezler. Ancak astroloji, anlaşılabilir kuramsal bir temel olmasa bile, astroloji işlese ve de iddialarının doğruluğu konusunda bazı empirik destekler olsa, saygıyla değeri. Fakat kişinin doğum tarihi ve standart kişilik testindeki skoruna karşın bir korelasyon yoktur.

Astrologlara, birinin doğum tarihi, üç kişinin profili- nin verildiği deneyler uygulanmıştır (son olarak Califor- nia Üniversitesinde Shawn Carlson tarafından). Müşteri, hayat hakkında ilgili tüm astrolojik verileri sağlamıştır (yüz yüze değil, anket yoluyla) ve astrologdan, müşterinin kişilik profili bulması istenmiştir. Toplam 116 müşteri vardır ve bunlar en iyi otuz (arkadaşlarının değerlendiril- meline göre) Avrupa ve Amerika astrologlarına sunul- muştur. Sonuç: Astrologlar üç müşteriden birinin kişilik profili doğru bir şekilde seçmişlerdir. Bu oran, şansla gerçekleşebileceği kadar düşük değildir.

Case Western Reserve Üniversitesinde fizikçi olan John McGervey, *American Men of Science*'de adı yazılı olan 6,000'den fazla bilimadamlarının ve *Who's Who in American Politics* ansiklopedisinde adı yazılı olan 6,000 poli- tikacının doğum günlerini incelemiş ve burçlarının da- ğımlarının rastgele olduğunu bulmuştur. Burçlar yıl için- de eşit bir şekilde dağılmıştır. Michigan Üniversitesindeki

Bernard Silverman, Michigan'daki evli 3,000 çiftin kayıtlarını elde etmiş ve bu kişilerin burçlarıyla astrologların uyumlu olduklarını söyledikleri burçlar arasında hiç bir bağlantı bulamamıştır.

O zaman niye bu kadar çok sayıda insan astrolojiye inanmaktadır? Çok açık olan nedenlerden biri, insanların genel olarak belirsiz olan astrolojik açıklamaları istedikleri gibi yorumlamaları ve bunların aslında içlerinde olmayan doğruları orada görmeleridir. Ayrıca insanların doğru "öngörülerini" hatırlamaları, rastlantılara fazlasıyla değer vermeleri ve geri kalan herşeyi gözardı etmeleri olasıdır. Diğer nedenler ise yaşı (tabi ki ayinsel öldürme ve kurban da aynı derecede eskidir), ilkedeki basitliği fakat pratikteki rahatlatıcı karmaşıklığı, yıldızlı gökyüzünün büyüklüğüyle bu ay aşık olup olmayacağımız konuları arasında kurduğu ilgidir.

Son bir neden, sanıyorum toplantılar sırasında astrologların, müşterilerin yüz ifadelerinden, davranışlarından, vücutlarıyla söylediklerinden, vb kişilikleri hakkında ipuçları elde etmeleridir. Sayı sayabiliyor gibi görünen bir at olan ünlü Akıllı Hans'ı düşünün. Eğiticiyi bir zar atmakta ve hangi sayının geldiğini ata sormaktadır. İzleyicilerin şaşkın bakışları arasında Hans yavaşça ayağını yere, zarda gelen sayı kadar vurmaktadır. Ancak hiç kimsenin

farketmediği, eğitimcinin, Hans doğru sayıya gelinceye ka-
 dar hiç kıpırdamadan durduğu fakat daha sonra bilinçli
 ya da bilinçsizce hareket ettiği ve bunun Hans'ı durdurdu-
 ğuydu. At cevabın kaynağı değil, sadece eğitimcinin cevap
 hakkındaki bilgisinin bir yansımasıydı. İnsanlar, çoğun-
 lukta, astrologlara farkında olmadan eğitici gibi davranırlar.
 Onlar da, Hans gibi, müşterilerinin ihtiyaçlarını yansıttılar.
 Özellikle astroloji ve genelde sahte bilimin garesi, Carl
 Sagan'ın yazdığı gibi gerçek bilimdir. Gerçek bilimin ha-
 rikaları şaşırıcıdır fakat buna ek olarak büyük olasılıkla
 gerçek olma meziyeti vardır. Bir şeyi sahte bilim yapan
 sonuçların sacmahlığı değildir: Şanslı tahminler, beklen-
 medik şeyler bulma şansı, garip hipotezler, hatıra başlan-
 gıdaki saflik bile bilimde de rol oynar. Sahte bilimlerin
 başarısız oldukları nokta sonuçlarını test etmemeleri, da-
 ha önce incelenmiş başka ifadeleri sonuçlarını tutarlı bir
 şekilde bağdaştırılmalarıdır. Shirley Mac Laine'in, örne-
 ğin, trans kanallama gibi paranormal gibi görünen bir
 olayın gerçekliğini, yeterince kanıt olmaması ya da daha
 iyi alternatif bir açıklama olması nedeniyle reddetmesini
 düşünmemiyorum.

Dünya Dışında Hayat, Evet; UFO'larda Ziyaretçiler Hayır

Astrolojiye ek olarak sayı cahillerinin, uzaydan gelen ziyaretçilere inanma olasılığı diğerlerine göre oldukça daha fazladır. Bu tür ziyaretlerin olup olmadığı, evrende başka bilinçli hayat olup olmadığından farklı bir konudur. Bunun nedenini açıklamak için bir kaç yaklaşık tahmin geliştireceğim. Galaksimizde başka yaşam şekillerinin bulunma olasılığının mevcut olmasına rağmen bunlar büyük ihtimalle bizi ziyaret etmemişlerdir. (Budd Hopkins'ın *Davetsiz Misafirler* [*The Intruders*] ve Whitley Strieber'in *Paylaşma'sı* [*Communion*] gibi kitaplardaki iddialara rağmen.) Tahminler, sayıları bilen at mantığının, sahte bilim çılgınlığını nasıl kontrol edebileceğini göstermek için iyi birer örnektirler.

Eğer zekâ dünyada doğal olarak geliştiyse, bu gelişmenin başka bir yerde olmaması için bir neden yoktur. İhtiyaç duyulan şey farklı bir çok bileşim oluşturabilecek bir fiziksel unsurlar sistemi ve sistem içerisinde bir enerji kaynağıdır. Enerji akımı, sistemin farklı olasılık kombinasyonlarını tutarlı, karmaşık ve enerji depolayan küçük bir moleküller topluluğu oluşuncaya kadar “keşfetmesine” neden olur. Bunu, proteinleri oluşturan bazı amino asitleri de içeren daha karmaşık bileşenlerin kimyasal evrimi izler.

Sonunda ilkel yaşam doğar, ondan sonra da alış veriş merkezleri.

Galaksimizde yaklaşık 100 milyar (10¹¹) yıldız vardır. Bunlardan, örneğin 1/10'u bir gezegene sahiptir. Yaklaşık 10 milyar yıldızın içinde, belki yüz tanesinden biri yaşam bölgesinde bir gezegen içerir. Bu gezegen, kendi güneşine, eritçisinin, suyunun, metanının – ya da bu unsuru her neyse onun – kaynayıp yokolacağı kadar yakın veya donup katılaşacağı kadar uzak değildir. Şu anda, galaksimizde içinde hayat barındırabilecek yıldız sayısının 100 milyona (10⁸) indirdik. Bunların çoğu bizim güneşimizden küçük olduğundan, bu yıldızlardan yalnızca 1/10'u gezegenlerde hayatın sürdürülebilmesi için akla yakın adaylar olarak görülmelidir. Yine de, elimizde sadece bizim galaksimizde hayat sürdürülebilecek 10 milyon (10⁷) yıldız vardır. Bunlardan belki de 1/10'unda şu anda hayat vardır. Gerçekten de galaksimizde, hayat içeren gezegenlere sahip 10⁶ – veya bir milyon – yıldız var. Pekiyi, neden buna dair hiç bir delil görmüyoruz?

Nedenlerden biri, galaksimizin 10¹⁴ küp ışık-yılı hacme sahip büyük bir yer olmasıdır, ki burada bir ışık yılı – ışığın bir yılda gittiği mesafeye 186,000 mildir – yaklaşık 6 trilyon mildir. Yani ortalama, bu yıldızlardan her biri, 10¹⁴ bölü 10⁶ küp ışık yılı hacme sahiptir; bu,

hayatı desteklediği varsayılan her yıldız için 10^8 küp ışık yılı hacim demektir. 10^8 'in küp kökü yaklaşık 500'dür. Bunun anlamı, galakside hayatı destekleyen herhangi bir yıldızla ona en yakın, yaşamı destekleyen başka bir yıldız arasındaki uzaklığın ortalama 500 ışık yılı olması demektir – dünyayla ay arasındaki uzaklığın yaklaşık on milyar katı! Yakın “komşular” arasındaki uzaklık, ortalamanın çok altında olsa bile, yine de sohbet etmek için sık birbirlerine uğramalarına engeldir.

Küçük yeşil adamlar görmemizin oldukça olasılık dışı olmasının ikinci nedeniyse, olası medeniyetlerin zaman içerisinde dağılmış olmaları, var olup daha sonra yok olmalarıdır. Aslında karmaşıklaşan ve zamanla sağlamlığını yitiren yaşamın, bir kaç bin yıl içerisinde kendini yok etmesi, gerçekleşmesi olası bir olaydır. Bu tür gelişmiş yaşam şekilleri 100 milyon yıl devam etseler bile (ilk memelilerden olası yirminci yüzyıl nükleer kıyımına kadar geçen süre), galaksimizin 12-15 milyar yıllık tarihine eşit bir şekilde dağılmışlarsa, galaksimizde, aynı anda hayat barındıran galaksi sayısı 10,000'nin altına düşer, ve komşular arasında ortalama uzaklık 2,000 ışık-yılına sığar.

Hiç turist görmememizin üçüncü nedeniyse, galaksimizde, bir çok gezegende hayat gelişmiş olsa bile, onların bizimle ilgilenme olasılıklarının çok düşük olmasıdır.

Bu durumların her birinde, müdahale ne kadar yetersiz olursa olsun oldukça etkili görünebilir.

(c) ölümcül olsalar da birden bire kötüleşmezler. (b) kendi kendilerini simularlar; ya da diline iyileştirir; (b) kendi kendilerini simularlar; ya da (a) kendi kendilerini basitir. Hastalıkların bir çoğu, (a) kendi kendilerini, sahte bilim iddiaları için verimli bir alan olmamasıdır.

Hileli Tip Tedavileri

Fakat tanımlanmayan şeyler ya da yaratıklar değildir; görünümülerdir. Bunlar henüz tanımlanmamış nesnelere, her nedeyse kesinlikle, tanımlanmamış uçan nesnelere, zenginlerde büyük olasılıkla hayat olmasın rağmen UFO'ları için bir neden yoktur. Kıscası galaksimizdeki diğer gezegenler veya psikolojimizi paylaşması ya da bize ulaşmaya çalışması. Yukarıdakilerden herhangi birinin bizim amaçlarımızı

olar olmalarıdır.

kayaların kenarlarına yapışık, güneşlerine dönük tabakalardan oluşmuşlardır. Daha büyük bir olasılık ise katmanlı sentoniler söyleyerek geçiren dev gezegen benzeri varlıkların oluşturduğu ovalar ya da zamanların kendilerini yönlendiren manyetik alanlar veya parates Bu hayat şekilleri, büyük metan gazı bulutları ya da kendi

Bu, hileci tıbbın bilgili pratisyenlerinin görüş açısından bakıldığında daha da açıklığa kavuşur. Herhangi bir hastalığın iniş-çıkışlarından (ya da hiç bir etkisi olmayan ilaçlardan) yararlanmak istiyorsanız etkisiz tedavinize başlamanın en iyi zamanı hastanın kötüleştığı zamandır. Bu yolla, bundan sonra olacak her şeyi harika ve büyük olasılıkla da pahalı ilacınıza yükleyebilirsiniz. Eğer hasta iyileşirse bu sizin sayenizde olmuştur; aynı kalırsa ilacınız, hastanın kötüleşmesini önlemiştir. Diğer taraftan hasta kötüleşirse tedavinin dozajı ya da yoğunluğu yeterli olmamıştır; eğer ölürse size gelmekte çok gecikmiştir.

Her durumda, sizin müdahale edip başarılı olduğunuz bir kaç zaman (eğer hastalık kendi kendini sınırlıyorsa, bu zamanlar daha sık olacaktır) hatırlanacak, başarısızlıklarınızın büyük çoğunluğu unutulup gidecektir. Şans, her tedavideki tek tük başarılar için fazlasıyla yardım eder; “**mucizevi tedavilerin**” olmaması mucizevi olurdu.

Yukarıdakilerin birçoğu hocalar, medyum cerrahlar, hastalıkları benzeri bir hastalıkla tedavi eden pratisyenlerden TV şarlatanlarına kadar uzanan çeşitli diğer pratisyenler için de geçerlidir. Bunlara verilen önem okullarımıza sağlıklı bir kuşkuculuğun sokulması için güçlü bir neden oluşturmaktadır, ki kuşkuculuk Sayı Cahilliği paralellik içinde olmayan bir kafa yapısıdır.

Filozof Willard Van Orman Quine daha da ileriye giderek deneyimin hiç bir zaman bir kısmın belli bir manca reddetmesine neden olmayacağını söyler. Bilimi birbirine bağlı hipotezlerin, işlemlerin ve sekülarizasyonun

gökardacak açıklar bulabilir.

olmayabilir. Yani sonuçta herkes istediği kuramı haklı
muş olabilirler ya da biranın markası doğru marka
koyulmuş olabilir ya da hastalar günde on altı saat uyu-
lmedigimi söyleyebilir: Pizzaların üzerine çok fazla sos
çünkü doktor bir çok destekleyici unsurun yerine getir-
görüler. Doktorun iddiaları yalanlanmış mıdır? Hayır,
tiklarında her biri yaklaşık üç buçuk kilo aldıklarını
Bırkaç hasta, doktorun dediklerini üç hafta boyunca yap-
rejimle üç kilo kaybettiklerini söyledigimi düşünün.
bir litre süt içmelemini önerdiğimi ve diğer hastaların bu
mı, aksşam yatmadan önce de iki kutu incirli kurabiyeye ile-
yemegünde iki pizza, dört bira ve iki dilim pasta yemeleri-
torunun hastalarına her kahvaltıda, öğle ve aksşam
kesin olarak yalanlamak zordur. Şarlatan bir diyet dok-
Sagına durumlarda bile, önerilen bir çare ya da işlemini

büyük bir alan vardır.)

mantıklı insanların kendilerini rahat hissedebilecekleri
çiliği ya da bir tür cahil ateizmi savunmuşorum. Ortada
(Şarlatanlara karşı tutum alarak, kat ve dogmatik bilim-

bir ağı olarak görür ve dünyanın bu ağı üzerindeki etkisinin çeşitli yollarla dağıtılabileceğini savunur. İnanç ağlarımızda yeterince büyük değişiklikler yapmaya istekliyse yukarıdaki diyetin etkililiği ya da sahte bilimin geçerliliği konusundaki inancımızı sürdürebiliriz.

Her durumda bilimi, sahte bilimden ayırabilmemizi sağlayacak, kolayca görülebilen ve basit algoritmeler olmadığı konusu, daha az tartışma gerektirir. İkisi arasındaki sınır bulanıktır. Ancak birleştirici konular olan sayı ve olasılık, istatistik için temel oluşturur ve bu da çözümlenebilecek konuları çözümler. Ancak pembenin varlığı, kırmızı ve beyaz arasındaki farkı nasıl yok etmiyor ve günün ağarması nasıl gece ve gündüzün aslında aynı olduğunu göstermiyorsa, bu problemleri alan, Quine'nin iddialarına rağmen bilim ve dolandırıcılar arasındaki temel farkları reddetmemektedir.

Şartlı Olasılık, Blackjack ve İlaç Testleri

Kişinin yanlış iddialarda bulunup geçersiz sonuçlar çıkarması için standart bilimlere inanyor olması gerekmez. Olağan mantık hatalarının bir çoğu, şartlı olasılık fikrini tam olarak anlamamaktan doğar. A ve B olaylarının bağımsız olması durumu dışında, A'nın olasılığı, B meydana geldikten sonra değişir. Bu ne demektir?

Şimdi en az bir kızları olduğunu dört kişilik rast-gele seçilmiş bir aile düşünün. Bu kızın ismi Myrtle olsun. Bunu gözönüne aldığımızda Myrtle'nin kardeşinin erkek olma şansı olasılığı nedir? Myrtle'in kardeşinin kendisinin

büyük bir olasılıkla 19/20'dir.

olduğu bilindiğinde İngilizce konuşma şansı olasılığı varsayalım. Diğer taraftan bir kişinin Amerikan vatandaşlığı Amerikan vatandaşlığı olma şansı olasılığının 1/5 olduğunu ya %100'dür. Bir kişinin İngilizce konuşmuştuğu bilindiğinde paz çekildiğinde kağıdın resimli kağıt olma olasılığı 1 ve-papaz çekmiş olmanın şansı olasılığı 1/3'dür. Ancak, pa-resimli bir kağıt olduğunu bilindiğinde – papaz, kız, vale – silgi karıştırılır. Basit bir örnek şöyledir: Çekilen kağıdın B'nin varlığında A'nın ve A'nın varlığında B'nin ola-

11 olduğunu dikkate aldığımızda, üçte birdir) 5,6 olabilir, yani toplamın 12 olma olasılığı, en azından etmenin şansı olasılığı 1/3'dür. (Sonuçlar sadece 6,6; 6,5; olasılığı 1/36'dır. En azından 11 elde ettiğimizde, 12 elde olasılığı çok daha yüksektir. Bir çift zar atıp 12 elde etme zamanı, o kişinin 250 paundun üzerinde olmasının şansı çilen kişinin altı fit dört inç boyunda olduğu bilmiyorsa o olasılığı oldukça küçüktür. Ancak, herhangi bir yolla se-rastgele seçilen bir kişinin 250 paundun üzerinde olma Bir örnek vermek gerekirse, telefon rehberinden

daha küçük olduğunu bilseniz, kardeşinin erkek olma şartlı olasılığı nedir? Cevaplar sırasıyla, $2/3$ ve $1/2$ 'dir.

Genelde iki çocuklu bir aile için, dört eşit oranda olası olasılık vardır – EE, EK, KE, KK. Burada harflerin sırası, E (erkek) ve K (kız), doğum sırasını göstermektedir. Birinci durumda, EE olasılığı Myrtle kız olduğu için saf dışı kalmıştır. Diğer eşit oranda olası üç olasılıktan ikisinde bir erkek vardır – Myrtle'in erkek kardeşi. İkinci durumda, EE ve EK olasılıkları Myrtle büyük kız kardeş olduğu için saf dışıdır. Geriye kalan iki eşit oranda olası olasılıktan birinde, bir erkek vardır – Myrtle'in erkek kardeşi. İkinci durum hakkında değişen şartlı olasılıklar nedeniyle daha fazla bilgiye sahibiz.

Ciddi bir uygulamaya geçmeden önce şartlı olasılık sayesinde işleyen bir hile oyununa değinmek istiyorum. Bir adamın üç kağıdı olduğunu düşünün. Birinin iki yüzü de siyah, birinin iki yüzü de kırmızı, birinin ise bir yüzü siyah diğer yüzü kırmızıdır. Adam kağıtları bir şapkanın içine atar ve birini seçmenizi fakat sadece bir yüzüne bakmanızı ister; bu yüzün kırmızı olduğunu varsayalım. Adam, sizin seçtiğiniz kağıdın her iki yüzü de siyah olan kağıt olamayacağını, bu yüzden de diğer iki kağıttan biri – kırmızı-kırmızı ya da kırmızı-siyah kağıt – olabileceğini söyler. Kağıdın kırmızı-kırmızı kağıt olduğuna dair parasına iddiasına girmeyi teklif eder. Bu adil bir iddia mıdır?

İlk bakışta öyle gibi görünüyör. Olması muhtemel olan iki kağıt vardır; birini o tutuyor, diğeri siz. Fakat buradaki hile, onun kazanabileceği iki yol; sizin kazanabileceğiniz ise tek yol olmasıdır. Sizin seçtiğiniz kağıt, kirmizi-siyah kağıdın kirmizi yüzü olabılır ki o zaman siz kazanırsınız. Fakat eğer kirmizi-kirmizi kağıdın bir yüzüyse o kazanır ya da kirmizi-kirmizi kağıdın diğer yüzü ise yine o kazanır. Böylece onun kazanma şansı $2/3$ 'dür. Kağıdın siyah-siyah olmadığı gözönüne alındığında kirmizi-kirmizi olma şartı olasılığı $1/2$ 'dir fakat buradaki durum öyle değildir. Kağıdın siyah-siyah olmadığından daha fazlasını, bir yüzünün kirmizi olduğunu biliyoruz.

Şartı olasılık, ayrıca "blackjack"ın, neden daha önce olanları izlemenin akıllıca olduğu tek kumarhane şansı oyununu olduğunu açıklar. Rulette daha önce olanların, gar-kim sonraki dönüşlerin olasılığı üzerinde hiç bir etkisi yoktur. Bir sonraki dönüşte kirmizi gelme olasılığı $18/38$ 'dir. Arka arkaya beş kez kirmizi gelmiş olmasınna rağmen bir sonraki dönüşte kirmizi gelme şartı olasılığı yine aynıdır. Zarlarda da durum böyledir: Bir çift zar atıldığında 7 gelme olasılığı $1/6$ 'dır, ki bu üç kez 7 geldikten sonra tekrar zar atıldığında 7 gelme olasılığıyla aynıdır. Her deneme, önceki atışlardan bağımsızdır.

Diğer taraftan blackjack oyununu geçmiştme karşısı has-sasur. Bir deste kağıttan arka arkaya iki birli çekme olasılığı

($4/52 \times 4/52$) değil, ($4/52 \times 3/51$)dir. İkinci çarpım, birinci kağıt birli geldikten sonra ikinci kez birli seçmenin şartlı olasılığıdır. Bunun gibi, şimdiye kadar seçilen otuz kağıttan sadece ikisinin resimli kağıt olduğu gözönüne alınır, desteden seçilen kağıdın resimli olma şartlı olasılığı $12/52$ değil, bundan çok daha büyük bir sayı olan $10/22$ 'dir. Bu gerçek – şartlı olasılıkların destenin kalan kısmındaki kağıtların yapısına göre değiştiği – blackjack'teki çeşitli sayma stratejilerinin temelini oluşturur. Bu stratejiler, hangi kağıttan kaç tanesinin destede kaldığını izleme ve buna göre ihtimal oranının sizden yana olduğu zaman bahsinizi artırmayı (sık sık ve biraz) içerir.

Atlantic City'de bu sayma stratejilerini kullanarak para kazandım ve hatta daha kolaylıkla saymamı sağlayacak özel bir yüzük tasarlatmayı bile düşündüm. Fakat bunu yapmamaya karar verdim. Çünkü bankada büyük bir birikiminiz olmadığı sürece bu yolla para kazanmanın hızı, gereken zaman ve konsantrasyonunun yoğunluğuyla karşılaştırıldığında çok yavaştır.

Şartlı olasılık kavramının ilginç bir ayrıntısı, ilk kez onsekizinci yüzyılda Thomas Bayes tarafından kanıtlanan Bayes Teoremi'dir. Bu ilaçlar ya da AIDS testleri için önemli sonuçları olan aşağıdaki oldukça beklenmedik sonucun temelidir.

10.000 kanser testinin gerçekleştirildiğini düşünün. Bunlardan kaç pozitifdir? Ortalama olarak bu 10.000 kişiden 50'si (10.000'in yüzde 0.5'i) kanserli olacaktır. Yani yüzde 98'in testleri pozitif olacaktır için 49 pozitif testiniz olacaktır. 9,950 kansersiz insandan yüzde 2'sinin testleri pozitif olacaktır - toplam 199 pozitif test ($.02 \times 9,950 = 199$) yani toplam 248 pozitif testten ($199 + 49 = 248$), çoğu (199) hatalı pozitifdir. Yani kanser testi pozitif çıktktan sonra kanserli olmanın şartı olasılığı sadece 49/248, ya da yaklaşık yüzde 20'dir! (Bu sayı, kanserli olan bir kişinin testinin pozitif çıkma şartı olasılığıyla karşılaştırılmalıdır ki bu varsayımınla yüzde 98'dir.)

Kanser için yüzde 98 oranında kesimliği olan bir test 98 oranında pozitif çıkacak ve eğer kişi kanser değilse test yüzde 98 oranında negatif çıkacaktır. Buna ek olarak kanserli kişi oranının yüzde .5 - ikiyüz kişiden biri - olduğunu varsayın. Şimdi bu testi yaptığımızı ve doktorunuzun size uzulerek testin pozitif çıktığını söylediğini düşünün. Sorulacak soru şudur: Buna ne kadar uzulmelismiz? Şaşırtıcı olan cevap sizin dikrati bir şekilde iyimser olmamız gerektirir. Bunun nedenini öğrenmek için testiniz pozitif çıktktan sonra sizin şartı olasılığa göre kanserli olma ihtimalimize bakalım.

Yüzde 98 kesin olduğu varsayılan bir test için bulunan bu sayı, uyuşturucu ya da AIDS ve bunun gibi testleri zorunlu veya daha yaygın hale getirmeyi düşünen kanun yapıcılarını düşündürmelidir. Bir çok test daha da az güvenilirlerdir: *The Wall Street Journal*'daki bir yazıda, örneğin, rahim kanserini test etmek için kullanılan Pap Testinin yüzde 98 kesinliği olduğu iddia edilmiştir.

Yalan makinalarının hata oranının yüksek olduğu iyi bilinir ve yukarıdakilere benzer hesaplar, neden doğru söyleyen kişilerin yalan makinalarında yalan söyleyen kişilerden daha başarısız olduklarını gösterir. Bu makinalarda testleri pozitif olan kişileri suçlamak özellikle bu kişilerin çoğu hatalı pozitifse, hem zararlı hem de yanlışır.

Numeroloji

En son tartışmak istediğim ve en çok sevdiğim sahte bilim olan numeroloji, hatalı testlerden daha az kaygı vericidir. Numeroloji, bazı eski ve ortaçağ toplumlarında kullanılan bir uygulamadır. Numerolojide harflere sayısal değerler verilir ve daha sonra çeşitli kelime ve deyişler arasındaki sayısal eşitliklerin önemleri okunur.

İbranicedeki “sevgi” (*ahavah*) sözcüğündeki harflerin sayısal değeri 13'dür. Bu sayı “bir” (*ehad*) kelimesindeki harflerin sayısal değerine eşittir. “Bir”, “bir tanrı”nın

kısaca söylenişi olduğundan, bir çok kişi iki kelimenin eşitliğini önemli olarak görmüştür. Ayrıca bunların topları olan yitirialtı da “yahweh”, tanrının kutsal adı kelimesinin sayısal karşılığıdır.

26 sayısı başka nedenlerden dolayı da önemlidir: Yaratılışın birinci bölümünün 26. satırında Tanrı: “İnsanımız **bizim gelişimizde yapalım**” der; Adem ve Musa arasında da 26 kuşak vardır. Adem (45) ve Havva’nın (19) sayısal karşılıklarının farkı 26’dır.

Nemoroloji ile uğraşan hahamlar ve müsevi tefstirciler 10’un üstlerini göz ardı etmişler 10’u 1, 20’yi 2, vb. olarak almışlardır. Yani “yahweh” kelimesinin ilk harfinin değeri 10 ise farklı durumlarda gerektiğinde buna 1 değeri verilir “yahweh” kelimesinin değeri 17 haline getirilmiştir. Bazen de harflerin sayısal değerlerinin kareleri kullanılır. Boyle bir durumda “yahweh” kelimesinin sayısal değeri 186 olabildi, ki bu da Tanrı için kullanılan başka bir kelime olan “yer” (*Magom*) kelimesinin sayısal değeriyle aynıdır. Yine esit olurdu.

Yunanlılar da sayısal uygulamaları (isopsephia) kullanmışlardır – hem Pythagoras’ın sayı gizemi içerisinde eskitmiş olduğu ve özellikle daha sonra, Hristiyanlığın başlangıcında.

Bu sistemde, Yunanca “**Tanrı**” (*Theos*) kelimesinin sayısal değeri 284 iken, “**kutsal**” ve “**iyi**” kelimelerinin de sayısal değerleri aynıydı. Alfa ve Omega harflerinin (başlangıç ve son) sayısal değeri 801 idi. “**Güvercin**” (*peristera*) kelimesi de aynı değere sahipti. Bu da Hristiyanlıkta bulunan bir üçlü inancına gizemli bir şekilde uymaktaydı. Yunanlı Gnostikler, “**Nil Nehri**”nin Yunancasının sayısal değerinin 365 olduğunu ve bunun da nehrin yıllık sel oranına eşit olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Hristiyan mutasavvıflar 666 sayısını deşifre etmek için çok çaba harcamışlardır. Bu sayı, Havari John tarafından Apocalypse Canavarına, Deccale verilmiştir. Ancak sayıların harflere verilmiş metodu belirtilmemiştir, dolayısıyla sayının kimi kastettiği açık değildir. Hristiyanlara zulmeden ilk Roma İmparatoru olan “**Caesar Nero**”nun isminin değeri Musevi sistemine göre 666 idi. “**Latin**” kelimesinin karşılığı da aynı değere sahipti. Bu sayı sıklıkla ideolojiye hizmet etmek için kullanılmıştır: Onaltıncı yüzyıl Katolik yazarlarından biri kitabında Martin Luther’in, Latin sistemine göre isminin değeri 666 olduğu için Deccal olduğunu yazmıştır. Bundan hemen sonra Luther’in takipçileri, papanın tacındaki “**Tanrının Oğlunun Papazı**” kelimelerinin değerinin, bu ifadedeki kelimelerin Romen sayılarındaki karşılıkları toplandığında,

Numeroloji özellikle falçılık ve gâipten haber verme yöntemleriyle tipik bir sahte bilimdir. Yalanlanması neredeyse olanaksız tahminler yapar ve iddialarda bulunur. Çünkü vuku bulmuş olayla tutarlılık içinde bulunan alternatif bir

fakat ciddi sorunlarla karşılaşmıştır. sayısal yünden sembolik olan logosu nedeniyle benzer dişi mektup aldım. Procter and Gamble da birkaç yıl önce cal olarak suçlayanlardan yarım düzine kadar rahatsız e-Buna karşılık olarak Yahudi alehhtarlarından ve beni Dec-sayısına, Martin Luther'e ve papamın tacına değindim. mıştır). Bu eleştiride tamamen tarafsız bir şekilde 666 eleştiri yazmışım. (Yukarıdakilerim çoğu oradan alın-Birden Sifra [From One to Zero] adlı kitabı hakkında bir maktedir. *The New York Times* için Georges Ifrah'ın Bugün bile bu sayısal batıl inançların bazılarını yaşa-

denlerle de kullanılmıştır. rumları, sayılar aracılığıyla gâipten haber verme vb ne- için gızemli bir onay değil aynı zamanda falçılık, rüya yo-Yunan, Hristiyan ve Müslüman) sadece dini doktrinler örnekler verilmiştir. Bu gibi sayısal okumalar (Musevi, Müslümanların sayısal uygulamalarıyla ilgili de benzer rim altı harfli olduğuna dikkat çekmişlerdir.

sagçılar Ronald Wilson Reagan ismindeki tüm kelimele- 666 olduğunu söylemişlerdir. Daha güncel olarak, aynı

formülasyon her zaman vardır. Numeroloji, sayıları temel aldığı için izleyenlerinin yeteneklerini ve yaratıcılıklarını kullanabilmelerini sağlayacak sınırsız karmaşıklığa sahiptir. Fakat geçerlilik ya da test etme ihtiyacıyla onları sıkmaz. Numerolojinin eşitlik ifadeleri genel olarak mevcut doktrinleri desteklemek için kullanılır ve karşıt örnekler oluşturmak için çok az çaba harcanır. Tabii ki Tanrı, doktrini reddeden deyişlere ya da kutsal şeylere aykırı veya komik kelimelere sayısal olarak eşittir. Diğer sahte bilimler gibi Numeroloji de çok eskidir ve dinle ilişkisi yüzünden itibar görmektedir.

Konudan tüm batıl unsurları çıkardığınızda bile arta kalan kısmında çekici bir unsur vardır. Konunun saflığı (sadece sayılar ve harfler) ve yoğurulmamışlığı (Rorschach Testi gibi), kişiye görmek istediğini görme, birtakım şeyler arasında kurmak istediği bağlantıları kurma olanağı ve hafızayı kuvvetlendirmek için sınırsız bir kaynak sağlaması açısından yararlıdır.

Mantık ve Sahte Bilim

Sayılar ve mantık, hem teorik olarak hem de popüler bilimde bir şekilde birbirinin içinde olduğu için hatalı mantığı bir çeşit sayı cahilliği olarak görmek belki de konuyu abartmak olmaz. O zaman, sayı cahilliğinin – hatalı mantık kılığında – sahte bilimin içinde nasıl bir rol oynadığını daha da iyi anlatan birkaç kötü çakarsama örneğiyle bölümü bitirmek istiyorum.

Ünlü deneyci Van Dummholtz, önündeki bir kavanoz dolusu pıreden bir taneşini dikkatlice alır, yavaşça arka arkaya koparı ve yüksek bir sesle pıreye sıçramasını emreder. Pırenin hareket etmediğini görünce aynı şeyi başka bir pıre ile deneyi. İşini bitirdiğinde istatistikler yabaz ve gayet kendinden emin pırenin kulaklarının arka arkaya pırelerinde oldugu sonucunu çıkarır. Belki sacma, ama daha az seftaf şartlarda bu açıklamanın çeşitli şekilleri önyargılı insanlar nezdinde dikkate değer bir biçimde ikna edici olabilir. Bu açıklama, 35,000 yaşındaki bir adamın kendisini, kendisi kanabıyla ifade ettiğini söyleyen kadına imananların yaptıkları kadar sacma mıdır? İzleyenlerin

Şartlı bir ifadeyi – A ise, B – tersiyile – B ise, A – ka-
 rıştırma çok sık yapılan bir hatadır. Bunun biraz olağan
 dışı şekli, eğer X, Y'yi ortadan kaldırıyorsa, o zaman X'in
 eğer dopamin, örneğin, Parkinson hastalığındaki titreşe-
 leni tedavi ediyorsa, o zaman dopaminin eksikliği bu
 titreşimlere neden olur. Eğer başka bir ilaç şizofreni behir-
 tlenimi kesiyorsa o zaman bu ilacın fazlası şizofreniye ne-
 den olabilir. Durumla ilgili daha fazla bilgimiz varsa bu
 hatayı yapma olasılığımız daha fazladır. Aspirin, baş ağrı-
 larını iyileştiriyorsa, aspirinin yokluğunun baş ağrısına ne-
 den olduğuna çok sayıda kişi inanmaz.

kuşkucu olmalarının sistematik olarak belli paranormal olayların olmasını engellediği iddialarından daha mı zorlayıcıdır?

Aşağıdaki oldukça hatasız olan mantıkta ne yanlışlık vardır? 36 inç'in = 1 yard olduğunu biliyoruz. O zaman 9 inç = bir yardın 1/4'üdür. 9'un kare kökü 3 olduğu için ve 1/4'ün kare kökü 1/2 olduğu için 3 inç'in = 1/2 yard olduğu sonucuna varırız.

Bir şeyin var olduğuna dair bir iddiayı çürütmek oldukça güçtür. Bu güçlük sıklıkla iddianın doğru olduğunun kanıtı olarak görülür. Daha önceki televizyon vaizcilerinden biri ve Başkan Adayı Pat Robertson, Küba'da Sovyet füzelerinin bulunmadığını kanıtlayamayacağını, bu yüzden de bunların olabileceğini söylemiştir. Tabii ki haklıdır, fakat ben de Büyük Ayağın, Havana'nın dışında küçük bir araziye sahip olmadığını kanıtlayamam. Yeni Çağcılar bir çok varoluş iddiasında bulunurlar: altıncı hissin varolduğu kaşık bükme olaylarının olduğu, ruhların varolduğu, aramızda uzaylıların olduğu vb. Bu ve bu gibi hayali iddialarla karşılaşınca tekrar tekrar iddiaları kesin bir şekilde reddedememenin bunları kanıtlamak için delil oluşturamayacağını söylediğim için kendimi içkili bir partide resmi giysiler giymiş bir yeşilaycı gibi hissediyorum.

Bunu gösteren bir çok hikâye ve başka basit mantık-
sal hatalardan bahsedilebilir, fakat sonuç açıktır ki hem-
sayı cehaleti hem de hatalı mantık, sahte bilimün büyüme-
si için verimli bir toprak oluşturunur. Bunların neden bu
kadar yaygın olduğu bir sonraki bölümün konusudur.

4

Neden Sayı Cehaleti

Bir banliyö semtindeki “fast-food” restoranlardan birinde başımdan söyle küçük bir olay geçmişti: Bir hamburger, patates kızartması ve bir koladan ibaret olan siparişim 2.01 \$ tuttu. Kasada aylardır çalışmakta olan kişi, kasanın yanındaki yüzde 6’lık vergi çizelgesiyle boğuştu, 2.01 \$ - .12 \$ satırını aradı. Sayıdan anlamayan bu tip insanlara yardım etmek amacıyla büyük acenteler, kasalarının tuşlarına, ismarlanan malların resimlerini yerleştirmişlerdir ve bunlar otomatik olarak gerekli vergiyi fiyata ekler.

Yapılan bir araştırmaya göre bir kadının üniversiteyi bitirdikten sonra politika bilimi okumak için hangi fakülteye gideceğini belirleyen en önemli unsur, bölümde matematik ve istatistik bilgisinin gerekip gerekmediğidir.

Sayıların Geçmişlerinin Hatırlanması

Sayı cabilliği neden eğitimi insanlar arasında bile bu kadar yaygındır? Biraz kabalaştırılmış olmakla birlikte, bunun nedeninin yetersiz eğitim, psikolojik engeller, matematin doğası konusundaki hayali yanlış fikrilerdir. Benim durumum kurallı kamudayan bir istisnadır. Benim matematiği olmak istememle ilgili ilk anım 10 yaşında, Milwaukee Braves beyzbol takımının yedek oyuncusunun, kazandığı kışların ortalamasının 135 olduğunu hesapladığımda gerçekleşmiştir. (Beyzbol hayranlarına hatırlatırım: Puan kazanabilmek için beş koşuya izin vermiş ve sadece bir oyuncuyu oyun dışı bırakmıştır.) Bu, olağandışı bir şekilde kötü olan ortalamadan etkilenip bunu öğretmenime söyledim o, bunu sınıfta anlatmamı söyledi. Çok utangaç olduğum için bunu sınıfta titreyen bir ses ve kızaran bir yüzle anlattım. Anlatmayı bitirdiğimde, öğretmenim benim tamamen hatalı olduğumu ve oturmamı, otoriter bir sesle ortalamaların hiç bir zaman 27'den fazla olamayacağını söyledi.

— Walt Whitman

Astronomun sınıfta alkışlar arasında ders verdiğini duyduğunda / Kendimi anlatılmayacak kadar yorgun ve hasta hissettim.

Sezonun sonunda The Milwaukee Journal, tüm 1. Lig oyuncularının ortalamalarını yayınladı. Bu oyuncu tekrar oynamadığı için ortalaması benim hesapladığım gibi 135 idi. Matematiği, her şeye kadir olan bir koruyucu olarak gördüğümü hatırlıyorum. İnsanlara bazı şeyleri kanıtlayabilirdiniz ve onlar, sizi sevseler de sevmeseler de size inanmak zorundaydılar. Böylece içimde benimle alay edilmiş olmasından duyduğum acıyla gazeteyi öğretmenime göstermek için okula götürdüm. Öğretmenim bana kötü kötü baktı ve yine yerime oturmamı söyledi. Herhalde iyi bir eğitimin herkesin yerine oturmasını sağlamakla verilebileceğini düşünüyordu.

Benim öğretmenim gibi sert kişilerin sayısı fazla olmasa da, ilk matematik eğitimi genelde zayıftır. İlkokulların çoğu çarpma, bölme, toplama ve çıkarmayla ilgili temel yöntemleri ve kesirli sayıları, ondalık sayıları ve yüzdelerle ilgili metodları öğretebiliyorlar. Ne yazık ki ne zaman toplama veya çıkarma, ne zaman çarpma veya bölme yapılacağını ya da kesirli sayıların, ondalık sayılara ya da yüzdelere nasıl çevrileceğini yeterince iyi bir şekilde öğretmiyorlar. Aritmetik problemleri, diğer derslerle çok ender olarak birleştiriliyor – ne kadar, ne uzaklıkta, kaç yaşında, kaç tane... Daha büyük yaştaki öğrenciler sözlü problemden korkuyorlar, çünkü temel eğitim seviyesinde bu tip nicel sorulara çözümler bulmaları hiç istenmemiş.

tahmin etmeleri istenmez.

da tüm bu bozuk paraların sınıflarına sigırsigmayacağına meydana getirilmek için kaç tane bozuk para gerektirdiği ya boyuna oranın, Empire State Building'e esit boyda bir kalelerin yüzdesi, bir kişinin katlarının çevre uzunluğunun koğan kişisinin ne hızla koştuğu, babaları kel olan çocuk okulun yan duvarlarında kaç tuğla olduğu, sınıfta en zaman zaman söylenmez. İlkokul çocuklarından hiç bir zaman da mantıklı tahminlerin, gerçek hayattaki veri hiç bir bir kaç ders dışında öğretilmmez. Sayıların yuvarlamaları ya Tahmin konusu da sayıların yuvarlamaları üzerine verilen

hayal mahsulü olan problemler yapılarak gidertilmektedir. den yapamadığı için bu eksiklik çeşitli pratik ya da daha sey değıldir. Ve birçok ilkokul öğrencisi bunu kendilerinin $= 3/20 = .15 = \text{yüzde } 15$ işlemlerini yapabilmekte aynı sadece $35 \times 4 = 140$; $(.22) / (.4) = 5.5$; $1/5 \times (1 - 1/4)$ Hintli olduğunu anlamıyorlar. Tabii ki bu tür bir anlayış zaman dünya nüfusunun $3/20$ 'si veya yüzde 15'inin sunun $1/4$ 'ü Çinli, geri kalan nüfusun $1/5$ 'i Hindiyse, o \$ ise, o zaman pakette 5.5 ons fiştk olacaktır; dünya nüfucadır; fiştk bir onsu 40 sentse ve bir paket fiştk 2.20 hızla dört saat araba kullandığında, 140 mil gitmiş olacaktır. Örgenci olmasa da, bir çok öğrenci, bir kişinin saatte 35 mil Carpm tablosunu bilmeden ilkokulu bitiren fazla

Tüme varımsal mantık ya da matematiksel olaylar, ilgili özellikleri ve kuralları tahmin etmeye yönelik şekilde öğretilmez veya bu şekilde çalışılmaz. Temel matematik derslerinde formel olmayan mantıkla ilgili bir tartışma, İzlanda destanlarıyla ilgili bir tartışma kadar olağandır. Eminim ki bilmece, bulmaca ve oyunların tartışılmama nedeni, on yaşındaki parlak çocukların öğretmenlerinden daha başarılı olacağından korkulmasıdır. Matematik ve bu tür oyunlar arasındaki yakın ilişki en iyi olarak matematik yazarı Martin Gardner tarafından incelenmiştir. Martin Gardner'ın bir çok kitabı, *Scientific American*'daki sütun yazıları ve matematikçi George Polya'nın *Nasıl Çözmeli [How to Solve It]* ya da *Matematik ve Akıllıca Okuma [Mathematics and Plausible Reading]* adlı kitapları, bir çok lise ve üniversite öğrencisi için (okunmaları istense) okul dışında da okunabilecek heyecan verici çalışmalardır. Bunlara benzer fakat daha temel bir seviyede olan başka bir hoş kitap ise Marilyn Burns'ün yazdığı *Matematikten Nefret Ederim [I Hate Mathematics]* adlı kitaptır. Bu kitapta matematik kitaplarında çok ender olarak bulunan şeyler vardır – problem çözmeye yardımcı eden ipuçları ve mizah.

Bunun yerine bir çok ders kitabı isimler ve terimleri sıralarken, sadece bir kaç tane resim bulundurlar.

İlkokullardaki kötü öğretimin sonucu, biraz da yeterli olmayan ve sıklıkla matematiğe fazla ilgi duymayan ve onu tam olarak anlamayan öğretmenlerde de aranmalıdır.

Bu aşamada, aritmetiğin ve uygulamalarının temellerini öğrenmeye yarıdım edecek bilgisayar programlarının olanağı düşünülebilir. Ne yazık ki şu anda elimizde bulunan programlar, ders kitaplarından alınan, alışılmış alıştırmaların televizyon ekranlarındaki kopyalarıdır. Aritmetiğe ve onun problem çözme uygulamalarına bileşik, tutarlı ve etkili bir yaklaşım getiren bir program bulunmamaktadır.

Orneğin, toplamanın, unsurlar arasında ilgi kurulan bir işlem olduğuna dikkat çekerek, çünkü $(a + b) + c = a + (b + c)$ 'dir. Unsurlar arasında ilgi kurmayan bir işlemden söz eder olarak bahsedilir, dolayısıyla bu gereksiz bir tanımdır. Zaten bu bilgi sizin ne işimize yarar? Diğer teminlerin tanıtılması da sayfanın ortasında gerçekleşmektedir. İşleminde koyu renkle basıldıklarında etkiliyi görümleri dışında başka bir amaçla hizmet etmemektedir. Bunlar, insanın bilgiyi algılamak için her şey için bir yer olduğu ve her şeyin bir yer olduğu şeklindeki genel botanik düşünceyi tatmin eder. Matematiği bir düşünme yolu ya da bir zevk kaynağı ya da yararlı bir araç olarak görme, temel eğitim müfredatına (ders kitapları yeterli olanlarına bile) yabancadır.

Bunun suçlusu bir bakıma öğretmen yetiştirme kurslarında matematik üzerinde çok az duran ya da hiç yoğunlaşmayan kolej ve üniversitelerdir. Ben, (matematik üzerinde yoğunlaşan öğrencilerin tersine) orta öğretim matematik eğitimindeki öğrencilerin, sınıftaki en kötü öğrenciler olduğunu gördüm. İlkokul matematik öğretmeni adaylarının ise matematik bilgisi daha kötü hatta yoktur.

Bunun bir çözümü, ilkokullarda gün boyunca sınıftan sınıfa dolaşarak matematik müfredatını destekleyen (ya da öğreten) matematik uzmanlarının her okul tarafından işe alınmasıdır. Bazen matematik profesörleriyle ilkokul öğretmenlerinin yılda bir kaç hafta boyunca yer değiştirmelerinin iyi bir fikir olacağını düşünüyorum. Matematikte uzmanlaşan ve fakülte mezunu olan öğrencilere ilkokul öğretmenlerinden bir zarar gelmeyecektir (hatta öğretmenler öğrencilerden bir şeyler öğrenebilirler); üç, dört ve beşinci sınıf öğrencileriye, matematik bilmeceleri ve oyunlarının becerikli bir şekilde sunulmasından çok yararlanabilirler.

Biraz konunun dışına çıkacağım. Bilmecelerle matematik arasındaki bu bağlantı, fakülte sonrası ve araştırma düzeyindeki matematiğe kadar sürer. Mizah için de aynı şey söz konusudur. *Matematik ve Mizah [Mathematics and Humor]* adlı kitabımda her iki etkinliğin de birer

beym oyunu oldugunu; bilimceleser, oyunlar ve paradokslarda birlesiklerini gostermeye calisim.

Matematik de, mizah da birlesiktir. Düsünceleri egilence için parçalayıp daha sonra – yan yana koyarak, genelleyerek, tekrarlayarak, ters çevirerek – bir araya getirirler. Bu durumu gevsüp digermi güclendirsem? Bu fikrim – örneğin sac örgüsü – farkli bir alanla ilgiliyimis gibi görünün başka bir fikirle – örneğin, geometrik bir seklin simetrleri – ortak yönü nedir? Tabi matematin bu yönü sayilar konusunda bilgi sahibi kisilerce bile iyi bilinmez. Çünkü matematikle ilgili bilgilerle oynamaya başla-madan önce, bu bilgileri sahip olmak gereklidir. Ayrica hem matematik hem de mizah için yaratıcılık, uyumsuzluk ve düşüncelerin ifade edilmesinde ekonomik davranma duygulari hayati önem taşır.

Matematikçilerin eğitimlerinden kaynaklanabilecek tipik bir mizah anlayışlarının olduğu gözle karşılar. İfadeleleri gerçek anlamlarıyla anlama eğilimi gösterirler ve yaptıkları yorum çoğunlukla standartlara uymaz, bu yüzden de komik olur. Aynı zamanda reductio ad absurdum ile, yani herhangi bir öncülü uç noktaya, çeşitli şekillerde birleştirici kelime oyunları haline getirmekle ibaret olan bir mantik uygulamalarıyla uğraşırlar.

Matematik eğitimi kapsamında, konunun bu eğlenceli yönünün resmi kanallardan ilkokul, lise veya üniversitelerde ya da gayri resmi popüler kitaplar yoluyla iletilmesi halinde, sayı cehaletinin bugün olduğu kadar yaygın olacağını sanmıyorum.

Ortaöğretim, Üniversite ve Üniversite Sonrası Eğitim

Öğrenciler liseye geldikleri zaman öğretmenin yeterli olup olmadığı sorunu kritik hale gelir. Matematiğe yeteneği olan sınırlı sayıdaki insanların çoğu şimdi bilgisayar endüstrisinde ya da yatırım bankacılığında veya ilgili alanlarda çalışmaktadır. Ben liselerdeki durumun kötüleşmesini ancak nitelikli ortaöğretim matematik öğretmenlerine verilecek yüksek oranda ücret zammının durduracağı kanısındayım. Bu seviyede, uzun eğitim kursları listesinden çok matematik hakimiyeti gerekli olduğu için emekli mühendislerle ya da diğer bilim profesörlerine matematik öğretmenleri için sertifika vermenin büyük yardımı olabilir. Vieta 1579'da bilinmeyen miktarları sembolize etmek için cebir değişkenleri – X, Y, Z, vb – kullanmaya başladı. Bu basit bir fikirdir. Fakat bir çok lise öğrencisi bu dört yüz yıllık usa vurma metodunu anlayamamaktadır: X'i bilinmeyen miktar olarak kabul edin, X'i sağlayan bir

2500 yıl önce Yunanlıların bulduğu aksiyomlarla ilgili geometri bile – bir kaç acık aksiyomun olduğunu varsayılır ve bundan sadece mantıka teoremler türetilir – orta öğretimde iyi bir şekilde öğretilmiyor. Lisede geometri derslerinde en çok kullanılan kitaplardan biri, yüzlerce aksiyom kullanarak yine benzer sayıdaki teoremleri kanıtlar. Bu kadar çok sayıda aksiyom olduğunu düşünürüm. Teoremler üç ya da dört basamaktan kanıtlanmasın içeren yüzeyssel teoremlerdir; hiç birinin derinliği yoktur.

meden bitirmektedirler. öğretilerimiz işeyi düz çizgileri ya da parabolleri çizme analitik geometri hesabını anlamak için gereklidir, ancak tanımlayabildi. Bu önemli anlayıştan ortaya çıkan konu, tirme sayesinde geometrik eğrilerle cebir denklemlerini düzlemdeki noktaları eşleştirme yolu buldu ve bu eşleşik elli yıl sonra Descartes, sıralı gerçek sayı çiftleriyle bir Vieta'nın cebir denklemlerini kullanmasından yakla-

dim, diye düşünürüm.

$(X+Y)^2 = X^2 + Y^2$ yazan her öğrenciden 5 dolar alsaydı. Bazen, keşke işe cebir sınıfında girirdiği sinavda mek için yapılması gerekenler sadece kabaca anlaşılması için denklemleri kurduğumuz zaman bile, bu denklemleri çözebiliriz. Bilimyenler uygun bir şekilde sembolize edilirdiği ve

labilmek için denklemleri çözümler.

denklemler bulun ve daha sonra bilimyenin değerini bu-

Lise öğrencilerine, cebir, geometri ve analitik geometrinin yanında, sözümona sonlu matematiğin en önemli fikirleri de anlatılmalıdır. Kombinatorik (nesnelerin permutasyonlarını ve kombinasyonlarını saymanın çeşitli yollarını inceler), grafik teorisi (çizgilerin ve tepelerin ağını ve bunlarla modeli çizilebilecek olayları inceler), oyun teorisi (her çeşit oyunun matematiksel analizini yapar) ve özellikle olasılık gittikçe önemli bir hale gelmektedir. Bazı liselerde hesap öğretmeye yönelinmesi, yukarıda değinilen sonlu matematik konularının dışarıda tutulmasına yol açıyorsa bence bu yanlıştır. (Ben burada ideal okul müfredatından söz ediyorum. Eğitim Test Hizmetleri tarafından verilen “Matematik Karnelerinin” gösterdiği gibi lise öğrencilerimizin çoğunluğu, bir kaç sayfa önce bahsettiğim temel problemleri güçlükle çözebilmektedirler.)

Lise, öğrencilere ulaşmanın tam yeridir. Üniversiteye geldiklerinde cebir ve analitik geometri temeli yeterli olmayan bir çok öğrenci için artık çok geçtir. Matematik bilgisi fena olmayan öğrenciler bile diğer konuların ne kadar “matematikselleştğini” farketmezler ve üniversitede olabildiğince az matematik dersi alırlar.

Özellikle kadınlar, matematik ya da istatistik ön şartı olan kimya ve ekonomi dersini almamak için ellerinden

Matematikte uzmanlaşp daha sonra eğitimlerine devam eden kişiler daha büyük seviyelerdeki aksine mevzuat sorası matematik eğitiminin çok iyi olduğunu fark ederler. Ne yazık ki, bu birçok kişi için çok geçtir. Araştırma seviyesindeki bu üstünlük alt kademeleere kadar inmemekte, Amerikalı matematikçilerin araştırma yazılarını okuyan az sayıdaki uzmanın dışındaki kişilere ulaşamamaktadır.

bilimdedir. İstisnalar olsa da, matematikte uzmanlaşp olursa olsun analiz etme yeteneğinin ise yararacağı laşan kişilerin başvurmasını teşvik ederler. Çünkü hangi olmayan işlere elverişli matematikte uzmanlaşp seçenekleri vardır. Şirketler, matematikle hiç bir ilgisi kullanımları ve gün geçtikçe gıda alanlarında daha fazla de matematik ve bilgisayar biliminde değil, matematikçi analiz ve konularındaki temel dersleri alan öğrencilerin sa- polojî, mantık, olasılık ve istatistik, gerçek ve karmaşık sayı denklemler, ileri hesap, soyut cebir, lineer cebir, to- Üniversitede matematik üzerine yoğunlaşp diğeran- olmasındır.

site de bir kaç matematik dersini güç bela geçmiş seçtiğini gördüm. İkisi arasındaki tek fark onların üniversite kadının sosyolojiyi, bir çok akılsız erkeğin ise iş dünyasını yen alanlarda çalışmak zorunda kalabilmeleridir. Bir çok akıllı gelen her şeyi yaparlar, bu yüzden de daha az ücret öde-

Bazı ders kitabı yazarlarının dışında matematik yazarlarının, matematikle ilgisi olmayan kişilerin arasında binden fazla okuyucusu vardır. Bu gerçeği öğrendikten sonra çok az sayıda eğitilmiş insan Shakespeare, Dante ya da Goethe'yle tanışmamış olduğunu itiraf eder. Fakat çoğu kişi Gauss, Euler ve Laplace konularında bilgisiz olduklarını açıkça söylerler. Bu kişiler bir yönde matematiksel benzerlerdir. (Newton sayılmaz çünkü o, hesabı keşfetmesinden çok fiziğe yaptığı katkılardan dolayı ünlüdür.)

Fakülte sonrası ve araştırma düzeyinde bile kötü işaretler vardır. Üniversite sonrası eğitimleri için bir çok yabancı öğrenci Amerika'ya gelir fakat çok az sayıda Amerikan öğrencisi matematik üzerinde uzmanlaşır. Bir çok bölümde Amerikalı öğrenciler azınlıktadır. 1986-87 yıllarında Amerikan Üniversitelerinde verilen 739 matematik doktorasının yarısından biraz azı, sadece 362'si, Amerikan vatandaşları tarafından verilmiştir.

Matematik önemliyse (ki mutlaka öyledir), o zaman matematik eğitimi de öyledir. Konularını daha geniş kitlelere aktarmaya tenezzül etmeyen matematikçiler, biraz da olsa, hayır kurumlarına hiç bir katkıda bulunmayan multimilyonierlere benzerler. Bir çok matematikçinin düşük ücretleri gözönüne alındığında, multimilyonierler popüler bir kitle için yazan matematikçileri destekleseler iki sorun da çözülmüş olurdu. (Tabii, bu sadece bir fikir.)

Kıyası, sayı cahilliğiyle bir çok kişinin aldığı kötü matematik eğitimi arasında açık bir bağlantı vardır. Ya-kımlar bu sebeptendir. Yine de hikâyenin hepsi bu de-ğildir, çünkü matematik konusunda oldukça bilgili birçok kişi, çok az okul görmüşlüğü vardır. Matematikçe bala-vuran, etkisiz ya da yetersiz eğitimden çok psikolojik unsurlardır.

İletişim kurmaya eğilimlidir. arkasına saklanmaya ve sadece papaz arkadaşlarıyla zların (matematikçiler de dahil) çoğu bir gizem duvarının kındır. Ancak bu çok ender olarak yapılır çünkü papa-zip bir şekilde konuşmak hemen hemen her zaman müm-dercede faydalarak entellektüel bakımdan doğru ve ca-amlamak. Herhangi bir alanda teknik işlemlerden asgari tik bilmek, kesirleri, ondalık sayıları ve yüzdeleri biraz lamak için gerekli ön şartlar oldukça azdır: Biraz aritme-tişilan bazı konular oldukça karmaşıktır fakat bunları an-Smullyan üç açık karıştırnektir. Ashında bu kitapta tar-Fakat Martin Gardner, Douglas Hofstadter ve Raymond tap ediyor olmasidir. Bunda tabii ki bir gerçek payı vardır. madıklarının bir savunması, işleminin belirli bir gruba hi-Matematikçilerin neden daha geniş bir kitle için yaz-

Sayı Cahilliği ve Kişiselleştirme Eğilimi

Bu tür önemli bir öge, matematiğin kişiselleşmemişliği-
dir. Bazı insanlar, dışsal bakış açılarına direnerek olayları
aşırı derecede kişiselleştirirler, ve kişisel olmayan bir dün-
ya kavrayışı ile sayılar arasında sıkı bir bağlantı bulundu-
ğu için bu direnç sayı cahili olma inatçılığını pekiştirir.

Kişi kendisi, ailesi ve arkadaşlarının bulunduğu orta-
mın dışına çıktığında kısmen matematiksel olan sorular
doğal olarak ortaya çıkar. Kaç tane? Ne kadar süre önce?
Ne uzaklıkta? Ne hızla? Bunu ona ne bağlar? Hangisi
daha olası? Projelerinizi yerel, ulusal ve uluslararası olay-
larla nasıl birleştirirsiniz? Tarihsel, biyolojik, jeolojik ve
astoronomik zaman ölçüleriyle mi?

Kendi hayatlarına sıkı sıkıya bağlı insanlar, bu tür so-
ruları en iyimser şekilde bakıldığında sıkıcı, en kötümser
şekilde bakıldığında da tatsız bulurlar. Sayılar ve “bilim”,
bu insanlar için sadece onlara kişisel olarak bağlıysa çeki-
cidir. Bu kişiler, sıklıkla Tarot kartları, I Ching, astroloji
ve biyoritm gibi Yeni Çağ inançlarını çekici bulurlar, çün-
kü bunlar kişisel olarak biçilmiş ifadeler sağlarlar. Böyle
insanların, sayısal ya da bilimsel gerçeklerle sadece kendi
hatırları ya da ilginç veya güzel oldukları için ilgilen-
melerini sağlamak neredeyse olanaksızdır.

geçtiklerini bir düşünmek yararlıdır.

kaçımın şu ya da bu hastalık veya yetersizliğin sıklığına göre olamaz. Ara sıra, karşılaşılmaz insanlardan yüzde ve ruh hallerinin gözünüze çarpışı rastlantısal bir biçimde bu tür süzgeçlerden geçerek oluşur, ve bazı insanlar mamamıyız ki, diğer insanlara ilişkin izlenimleriniz genellikle "gö-rünmez" olma eğilimindedirler. Hiçbirimiz şunu unutmuyoruz, oysa bunalmaya giriştiklerinde saklanma ve "görünmez" olmak önemli günlerde iyi özelliklerimizi ser-

sahip olduğunuzu merak etmek yararlıdır.

yüzde kaçımın şu ya da bu hastalığa ya da yetersizliğe olmadığını unutmamalıyız. Bazen yaşadığımız insanlardan ve ruh hallerini örneklemeye çalıştığımız hastalıklarda saklanma ve "görünmez" olurlar. Başkaları durumlarda sergilerler. Diğer taraftan üzüntülü oldukları Ashında insanlar iyi yönlerini tam olarak bu gibi

gereksiz bir biçimde mutsuz olmamız kolaydır. daha sevecen, daha üretici olduğunuzu düşünmeye başlayıp insanlar gördüğünüzde diğer insanların sizden daha mutlu, türkmen el ele tutuşmuş, dondurma yiyen, gülen mutlu insanların. Bir yaz gecesi bir tatlı yerimin ana caddesinde yürüdüğü de, hepsini (ve bizi) doğrudan ve birçok biçimde - para, seks, aile, arkadaşlar - çok farklı gibi görünür. Sayı cahilliği, bu insanların gerçek sorun ve endişe-

Bazen bir grup bireyle, farklı özellikleri ideal bir biçimde bünyesinde toplamış bir bireyi birbirlerine karıştırmak doğaldır. Birçok yetenek, birçok farklı cazibe, çok para, zerafet ve güzellik sergilenir, fakat – ve bu önemsiz bir gözlemdir – bu tip bir çok özlem kaçınılmaz olarak büyük bir insan grubu içinde yaygındır. Herhangi bir birey, ne kadar harika, zengin veya çekici olursa olsun eksikleri olacaktır. Bir kişinin kendisiyle ilgili aşırı kaygı duyması, bunu görmesini güçleştirir ve de depresyona olduğu kadar sayı cehaletine de yol açar.

Bana göre çok fazla sayıda insan, başlarına gelen talihsizlikler karşısında “**neden ben?**” tutumunu takınır. İnsanların çoğu bunu yaparsa, bunda istatistiki yönden bir yanlışlık olduğunu anlamak için matematikçi olmanız gerekmez. Bu, sayı cahili okul müdürünün, öğrencilerinin çoğunun okul ortalamasının altında not aldıklarından şikâyet etmesi gibidir. Kötü şeyler düzenli olarak oluyor ve bunlar birinin başına gelecektir. Bu kişi niye siz olmayasınız?

Süzme ve Rastlantının Heryerdeliği

Ayrıntılı olarak bakıldığında süzmenin araştırma sahasının psikolojinin araştırma sahasından daha dar olmadığı öğrenilir. Hangi izlenimleri süzüp hangilerinin kalmasına izin vereceğimizi büyük ölçüde kişiliğimizi belirler. Sözde

Jean Dixon etkisi, canlı ve kişisel olayların hatırlanacağı ve dolayısıyla bunların oluş derecesinin abartıldığı daha dar bir olaydır. Bu etki, sıklıkla sahate tp, diyet, kumar, medyumluk ve sahate bilimle ilgili iddiaları destekler gibi görünür. Bir insan sayı cabilliğine olan bu psikolojik eğilimin farkında değilse bizim tarafımızı tutma ihtimali vardır. Gördüğümüz gibi, bu eğilime karşı yapılacak savunmalar dan biri, çiplak sayılara bakıp bir görüş acısı sağlarmaktır. Şunu unutmayın ki, enderlik kendi başına bir rekamdir ve bu ender olayların olağan görünmesine neden olur. Teröristlerin insan kaçırmasını ve sıyanür zehirlenmeleri, yıkılmış ailelerin profilleri vb ile birliktelikte geniş bir şekilde yayılmaktadır. Fakat sigaranın yol açtığı ölümler, sayısız sonucun meydana gelen kayıplara eşittir – yani yılda 300.000 Amerikalı. AIDS ne kadar trajik olsa da, dünya çapında sıtma ile karşılaşmış olduğunda, daha yaygın olan bu hastalığın yanında sönük kalır. Alkol istismarı, bu ülkede yılda 80,000 ila 100,000 ölümün tek nedeni, 100,000 ölüme ise katkıda bulunan unsurlardan biridir ve bedeli eşitli yollardan uyuşturucu istismarından çok daha ağırdır. Başka örnekler düşünmek zor değildir, (olduğundan daha az rapor edilen ahlak felâketleri ve katliamlar) fakat bunları başımızı medya çığının üzerinde tutabilmek için kendiimize düzenli bir şekilde hatırlatmalıyız.

Olağan ve kişisel olmayan olayları süzdüğümüzde, geriye kalanlarının çoğu inanılmaz hatalar ve rastlantılardır, ve kişinin beyni süpermarket gazetelerinin başlıklarına benzemeye başlar.

Süzgeçleri daha az sınırlayıcı ve sayıları biraz bilen insanlar bile ne kadar çok sayıda rastlantıyla karşılaştıklarını fark edeceklerdir. Bu, daha çok insanoğlunun geliştirdiği geleneklerin sayısı ve karmaşıklığına bağlıdır. İlkel insan, çevresinde oluşan az sayıdaki doğal rastlantıları fark ettikten sonra, bilimi oluşturan ham gözlemsel verileri yavaş yavaş geliştirmiştir. Ancak doğal dünya, kendi üzerinde oluşan bu tür rastlantılar için hazır deliller sunmaz (takvimler, haritalar, rehberler ve hatta isimler bile yoktur). Fakat son yıllarda karmaşıklaşan dünyada isim, tarih, adres ve kuruluşların fazlalaşması, insanları, aslında rastlantıdan başka bir şey olmayan şeyleri birtakım güçler ve bağlantılar olarak kabul etmeye iterek birçoğunun doğuştan özelliği olan rastlantı ve ihtimalsizlikleri fark etme eğilimini harekete gecirmiştir.

Rastlantıların her yerde karşımıza çıkabileceğini kendimize hatırlatmazsak, içimizde bulunan anlam ve model arama isteği bizi doğru yoldan çıkarabilir. Rastlantıların her yerde oluşu, bizim gittikçe karmaşıklaşan dünyamızdaki sıradan ve kişisel olmayan şeyleri süzme eğilimimizin,

İnsanlar ortalamaya geri gelişimi herhangi rastgele bir miktarın doğal davranışı olarak görmektense, bunu bel- hi bilimsel bir kanuna bağladıkları zaman bu olay saçmaladır.

Sadece şans eseri meydana gelen olaylara anlam yük- lene eğilimi de her yerde hazır ve nazırdır. Ortalamaya geri gelişim, bunun iyi bir örneğini oluşturmaktadır. Bu, değer- leri bir ortalamanın etrafında toplanmış ve ortalamaya daha yakın bir değer tarafından takip edilen rastgele bir miktarın aşırı değeridir. Çok akıllı insanların çocuklarının akıllı olması beklenemez. Fakat genelde çocuklar anne baba kadar akıllı olmayacaktır. Ortalamaya yönelik buna benzer bir eğilim çok kısa anne babaların çocukları için de geçerlidir. Bu çocukların kısa olmaları, fakat anne babaları kadar kısa olmayacaktır. Eğer bir hedefe yirmi dart atsam ve hedefi onsekiz kez vursam bir daha yirmi dart atışımda büyük olasılıkla bu kadar iyi bir per- formans göstermem.

Önceki örneklerde görüldüğü gibi rastlantıların beklen- mişimizden kalan psikolojik bir artıktır. Bu, özellikle sayı- cahili insanların meyilli olduğu psikolojik bir yanılsama da hatıra olası önemlerine duyulan inanç, rastlantıların medik sıklığının bir sonucudur. Rastlantıların gerekli ya- suslediği bir yazıma nazaran daha sıradan görünen geç- mişimizden kalan psikolojik bir artıktır. Bu, özellikle sayı- cahili insanların meyilli olduğu psikolojik bir yanılsama olmaktadır.

Uçmaya yeni başlayan bir pilot çok iyi bir iniş yaptığında bir dahaki inişi o kadar etkileyici olmayacaktır. Bunun gibi, inişi çok sarsıntılı olduğu takdirde, bir dahaki inişinin, sadece şansın yardımıyla, daha iyi olması olasıdır. Psikolog Amos Tversky ve Daniel Kahneman, pilotların iyi inişlerinden sonra övüldükleri, kötü inişlerinden sonraysa azarlandıkları bir durumu incelemiştir. Uçuş eğiticileri, hata yaparak, pilotların gerilemelerinin nedenini övülmelerine, ilerlemelerinin nedeni ise azarlanmalarına bağlamıştır. Ancak her ikisi de sadece, daha olası ortalama performansa gerileyiştir. Bu dinamik oldukça genel olduğu için Tversky ve Kahneman şöyle yazmışlardır: **“Davranış cezadan sonra iyileşir, ödülde sonraysa geriler. Dolayısıyla insanlık hali öyledir ki, bir kişi başkalarını cezalandırdığında çoğu zaman ödüllendirilir, ödüllendirdiğindeyse cezalandırılır.”** Bunun bir insanlık hali değil, çaresi bulunabilecek yersiz bir sayı cahilliği olduğunu umarım.

Çok güzel bir filmin ikinci bölümü, birinci bölümü kadar güzel olmaz. Bunun nedeni, birinci filmin beğenilmesinden yararlanmak isteyen film endüstrisi olmayıp sadece ortalamaya geri dönüşün bir örneği olabilir. Çok iyi bir sezon geçiren bir beyzbol oyuncusunun, bir sonraki sezonda biraz daha kötü oynaması olasıdır. Aynı şey

çok satan bir romanın ardından yazılan roman ya da altın plakattan sonraki plak için de söylenebilir. Ortalamaya göre dönüş yaygın bir olaydır ve nereye baksanız örnekleri görülür. Ancak 2. Bölümde bahsedildiği gibi bu, yüzey-sel şekilde benzerlik gösterdiği kumarcinın hatasından ayrılmaktadır.

Bir hissenin fiyatında ya da genel olarak pazarda, sans dalgalanmalar büyük rol oynar. Özellikle kısa dönemde bir hisse senedinin fiyatı, tamamen rastgele bir seyir izlemez. Geçmiş performansından bağımsız olarak, yükselmesinin sabit olasılığı (P), düşmesinin tamamlayıcı olasılığı (1-P) dir. Bir hisse senedinin değerinin artması ya da azalmasının altında yatan ekonomik unsurları inceleyen sözde temel analizde biraz doğruluk payı vardır. Bir hissenin değeri konusunda kabaca bir ekonomik tahmin yapıldığı gözönüne alınrsa, ortalamaya göreleme, bazen bir çeşit tersine stratejiyi haklı çıkarmak için kullanılabılır. Performansları, geçen birkaç yıl içerisinde çok iyi olmayan hisseleri alın çünkü onların ortalamalarına göreli fiyatlarının artması olasılığı, ekonomik temellerin ilgili olduğundan daha iyi performans göstermiş olan hisselerden daha fazladır. Çünkü bu hisselerin fiyatlarının ortalamalarına göreli fiyat düşmesi olasıdır. Bu sematik stratejiyi destekleyen çalışmalar vardır.

Kararlar ve Soru Yönelme Biçimleri

Judy, otuz üç yaşında, bekâr ve oldukça girişken bir insandır. Üniversitede siyasal bilimler üzerine uzmanlaşmış ve kampüsteki sosyal etkinliklere, özellikle ayrımcılık ve nükleer silah karşıtı olanlarına katılmıştır. Şu ifadelerden hangisi daha olasıdır?

a) Judy banka veznedarı olarak çalışır.

b) Judy banka veznedarı olarak çalışır ve feminist harekette aktiftir.

Bazılar için şaşırtıcı olsa da cevap (a)'nın (b)'den daha olası olduğudur. Çünkü tek bir ifade birleşik bir ifadeden daha olasıdır. Bu bozuk parayı attığımda tura gelme olasılığı, parayı ve zarı birlikte attığımda tura ve 6 gelme olasılığından fazladır. Bir hikâye için hiç doğrudan delilimiz ya da kuramsal desteğimiz yoksa, muhtemelen ayrıntı ve inandırıcılığın ters orantılı olarak değiştiğini görürüz; bir hikâyede ne kadar inandırıcı ayrıntı varsa hikâyenin doğru olma olasılığı o kadar azdır.

Judy'ye ve bankadaki işine geri dönecek olursak; psikolojik bakımdan olan şudur: hikâyenin giriş kısmı insanların alternatif bileşik ifadeyi (b) ("Judy veznedardır ve feministtir") şartlı ifade ile ("Veznedar olduğu göz önüne alınırsa, Judy muhtemelen feministtir de") karıştırmasına

Bu kitapta bahsedilen sezgi-karşıt sonuçların bir ço-
 gu, yukarıdaki benzer psikolojik hilelerdir. Bunlar sayı-
 lar konusunda en bilgili kişilerde bile geçici sayı cahillik-
 lerine yol açabilir. Tversky ve Kahneman, büyüleyici kitap-
 ları *Behirsisizlik İçinde Karar*'da [*Judgement under Uncer-*
tainty], en önemli kararlarımızın bir çoğunu tanımlayan
 görüşüyle mantıksız sayı cahilliğinin farklı bir çeşidini
 anlatmaktadır. İnsanlara şu soruyu yönelttiler: Karşı
 konulamaz derece güçlü bir düşman kuvveti tarafından
 çevrilmiş bir general olduğunuzu düşünün. Eğer mevcut
 iki kaçış yolundan birini kullanmazsanız, düşman kuvveti
 600 kişilik ordunuzu yok edecektir. İstihbarat memurunuz

neden oluyor olabilir, ve ikinci ifade (a) alternatifinden
 daha olası görülmektedir. Ama bu kuşkusuz (b)'nin söy-
 lediği şey değildir.

Tversky ve Kahneman (b) cevabının çekiciliğini, in-
 sanların olagan durumlarda, olasılık kararlarına varış se-
 killerine vermektedir. Bir olay, olası tüm sonuçlarına
 bölmek ve daha sonra sözkonusu özellikleri paylaşımları
 saymak yerine onlar, durumun temsilcisi aklı modelleri
 oluştururlar. Bu durumda Judy'deki gibi bir sonuç da bu
 modellerle kıyas yoluyla ulaşılır. Yani Judy'nin geçmiş-
 sine sahip bir kişi için (b) cevabı, (a) cevabına göre, bir
 çok kişi için daha temsil edici görünür.

eğer birinci yolu seçerseniz, 200 askerinizi kurtaracağını-
nızı fakat ikinci yolu seçerseniz 600 askerinizin kurtulma
olasılığının $1/3$; hiçbirinin kurtulamama olasılığının $2/3$
olduğunu söyler. Hangi yolu seçersiniz?

İnsanların çoğu (dörtte üçü) birinci yolu seçer.
Çünkü bu yolla 200 hayat kesinlikle kurtarılacaktır. Diğer
tarafтан ikinci yol seçilirse, daha fazla ölümün gerçek-
leşme olasılığı $2/3$ 'tür.

Şimdiye kadar iyi. Fakat şuna ne buyrulur? Yine iki
yoldan birini seçme kararıyla yüz yüze gelmiş gener-
alsiniz. Eğer birinciyi seçerseniz 400 askerinizin öleceği
söyleniyor. İkinci yolu seçerseniz, hiç bir askerinizin
ölmeme olasılığı $1/3$ 'tür ve 600 askerinizin ölmeme
olasılığysa $2/3$ 'tür. Hangi yolu seçersiniz?

Bu iki tercihle karşı karşıya geldiklerinde insanların
çoğu (beşte dört) ikinci yolu seçer. Bunun nedeni, birin-
ci yol 400 ölüme yol açarken ikinci yol seçilirse herkesin
kurtulma olasılığının $1/3$ olmasıdır.

Tabi ki iki soru da tamamen aynıdır, ve farklı yanıt-
lar – kurtarılan ya da kaybedilen hayatlar açısından –
sorunun yöneltilme biçiminin fonksiyonlarıdır.

Tuersky ve Kahneman'dan bir başka örnek: Kesin bir
30,000 \$ ile yüzde 80 40,000 \$ kazanma şansı ve yüzde

20 hiçbir şey kazanmama şansı arasında seçim yapın. İkinci seçenekte kazanma şansı $32,000 \$$ ($40,000 \times .8$) olacaktır. Peki ya masına rağmen insanların çoğu $30,000 \$$ 'i seçer. Peki ya seçenekler kesinlikle $30,000 \$$ kaybetme veya yüzde 80 $40,000 \$$ kaybetme ve yüzde 20 hiç bir şey kaybetmemeye olasılığı olursa? Burada çoğu insan hiçbir şey kaybetmemeye olasılığı olduğu için $40,000 \$$ kaybetme riskine girer. Ashında ikinci seçenekte ortalama beklenen kayıp $32,000 \$$ ($40,000 \times .8$)'dir. Tversky ve Kahneman şöyle bir sonuç çıkarır: İnsanlar kazanç ararken risken kaçınırlar fakat para kaybetmemek için riske atılmayı tercih ederler.

Kuşkusuz, bir sorunun ne şekilde ifade edildiğinin kişinin onu nasıl cevaplayacağını büyük oranda etkilediğini anlatmak için bu gibi zekice örnekler basvurtamamız gerekmez. Vergi ödeyen ortalama bir kişiye yüzde 6'lık bir kamnu hizmet artışını konusunda ne düşündüğü sorulsa büyük olasılıkla bunu olumlu karşılayacaktır. Kamnu hizmetleri faturalarında 91 milyon dolarlık bir artış karşısındaki tepkisi ise büyük olasılıkla olumsuz olacaktır. Bir kişinin, sistemin ilk $1/37$ 'sinde olduğunu söylemek 37. si olduğunu söylemekten daha etkileyicidir.

Matematik Kaygısı

Sayı cahilliğinin psikolojik yanlısamalardan daha fazla karşılaşılan kaynağını Sheila Tobias matematik kaygısı olarak adlandırır. *Matematik Kaygısını Aşma* [*Overcoming Math Anxiety*] kitabında Sheila Tobias, bir çok insanın (özellikle kadınların) matematik biliminin hiçbir türünü, hatta aritmetiği bile anlayamadıklarını anlatır. Konuşma içerisindeki en küçük duygusal farklılıkları, edebiyattaki en karmaşık konuları ve bir davanın en ince yönlerini anlayabilen aynı kişiler, matematiksel gösterimin en temel unsurlarını anlayamıyor gibi görünmektedirler.

Kullanabilecekleri hiç bir matematiksel temelleri ve üzerine birikim yapabilecekleri temel bir anlayışları yok gibi görünmektedir. Korkarlar. İşgüzar ve hatta bazen de cins ayrımcılığı yapan matematik kaygısı taşıyan öğretmenler ve başkaları tarafından korkutulurlar. Adı çıkmış sözlü problemler onları dehşete düşürür ve bunların aptalca olduklarına inanırlar. Matematiksel ve matematiksel olmayan beyinler olduğuna inanırlar. Matematiksel olanlar, bu sorulara hemen cevap bulurken, diğerleri ümitsiz ve aciz kalırlar.

Bu duyguların, sayı bilgisine korkutucu bir engel oluşturması şaşırtıcı değildir. Ancak bu gibi kişiler için yapılabilecek şeyler vardır. Şaşırtıcı bir şekilde iyi işleyen

Bu kitabı yazmakla, istemeden sayı cahilliğine nasıl katkıda bulunduğumu – ve belki de genelde matematikçilerin bunu nasıl yaptıklarını – anladım. Bana, herhangi bir şey hakkında uzun süre yazmak zor gelir. Matematik eğitimim ya da dogal yarıdılışım, yan fikirlerin veya konuların ya da biyografik ayrıntıların üzerinde fazla durmayıp önemli noktaların özüne inme sebeb olur. Ben de bunun sonucu açık ifadelere dir. Fakat bu daha rahat bir yaklaşıma bekleyen kişileri korkutabilir. Bunun gözümü, kişili kişilerin matematik konusunda yazmalarındır.

millerni ispatlamak) için de geçerlidir. çge, matematik problemi çözmek (hatta matematik formun okudukça okumayı, yazdıka yazmayı öğrendiği gerolabildiğince fazla problem ya da örnek inceleme. Kişianladığımız problemlerle karşılaşırma; en önemlisi de simler ve diyagramlar çizme; problemi ya da bölümlerin, ilgili bilgi toplama; çözümden gerıye doğru çalışma; ilgili fakat daha genel problemleri inceleme; problemle küçük sayılar kullanma; ilgili fakat daha kolay ya da bazen bileceğimi görebilir. Diğer teknikler şunlar olabilir: Daha dar oturursa, biraz daha fazla düşünmenin sonuç getirebir kişi, problem hakkında biraz daha düşünebilecek kaanlatmaktır; bunu yaparken hiç kıpırdamadan oturabilen basit bir teknik, problemi bir başkasına açık bir şekilde

Bir çok konu hakkında söylendiği gibi, matematik matematikçilere bırakılmayacak kadar önemlidir.

Matematik kaygısından farklı ve aşılması daha zor olan bir sorun, küçük fakat artan oranlarda öğrenciyi etkileyen aşırı akılsal uyuşukluktur. Bu öğrencilerin akılsal disiplini ve motivasyonu o kadar eksiktir ki hiç bir şeyi anlayamazlar. Saplantılı-zorlayıcı türler gevşetilebilir ve matematik kaygısı olan kişilere bu korkularını yenmeleri için bazı yöntemler öğretilir. Fakat ya enerjilerinin hiç bir kısmını akılsal konulara yönlendirmek istemeyen öğrenciler? Siz yakınırsınız: “Cevap X değil Y. Sen şunu ya da bunu hesaba katmayı unuttun.” Tepki ya boş bir bakış ya da bir “Haa...”dır. Onların sorunu matematik kaygısından çok daha büyük bir problemdir.

Hayali Önyargılar

Matematiğin doğasıyla ilgili hayali önyargılar, yetersiz matematik eğitiminin ve konudan duyulan psikolojik hoşnutsuzluğun teşvik edilmesine yol açar ve buna uygun bir entelektüel ortam hazırlar. Bu sayı cahilliğinin en önemli nedenlerinden biridir. Rousseau, İngilizleri “dükkancılar ulusu” yakıştırmayla kötüleyerek sayılarla ve ayrıntularla ilgilenmenin kişiyi büyük sorunlar ve doğanın güzelliği karşısında uyuşturduğunda ısrar eder.

Yine de saf matematik hikâyenin sadece bir parçasıdır; neredeyse aynı öneme sahip olan, bu ideal Platonik şekillerle (ya da her neyse) ve bunların gerçek hayattaki olası yorumları arasındaki ilişkidir. Bu uzatılmış anlamda, matematik şöyle değildir: " $1 + 1 = 2$ " şeklindeki basit matematik bile düşünceyize yanlış uygulamadığını hatırlayın: 2 bardak ıslak patlamış mısır elde edilemez. Matematik uygulamaları zor durumlarda olduğu kadar basit durumlarda da ustalık isteyen işlerdir, ve herhangi başka bir çaba kadar insan sıcaklığı ve farkına ihtiyacı vardır.

Et ve kanla değil de soyutla ilgilediği için matematik ve ideal bir gerçeklikte var olduğunu düşünür. Çünkü gözü önde Platonisttir ve matematik nesnelere çleri konuya geçen tam olarak bu şöyle ve sert güzelliğidir, "söğük ve sert" olarak nitelendirmiştir. Matematik doğrudur. Bertrand Russell bile saf matematik güzel matemik şöyle düşünülür. Bu tabii ki bir yönüyle değil de soyutla ilgilediği için matematik ve ideal bir gerçeklikte var olduğunu düşünür.

Matematik sıklıkla mekanik bir iş olarak görülür. O aslında seviyedeki teknisyenlerin işidir ve teknisyenler bize diğer taraftan da matematiğe bazen, zorlama yapılarak, geleceğimizi saptayabilme özelliği atfedilir. Bu gibi tavirlar kişiyi kestirile sayı cabilliğine hazırlar. Şimdi bazıları inceleyelim.

En saf ve soğuk durumunda olduğu zaman bile matematiği takip işi oldukça hareketli bir eylemdir. Diğer tüm bilim adamlarında olduğu gibi matematikçiler sağlıklı dozlarda kıskançlık, kibirlilik ve rekabetçilik de dahil olmak üzere karmaşık bir duygu bütünü tarafından harekete geçirilirler. Araştırmacı matematikçiler, problemlerine yoğunluk ve iştahla saldırırlar ve bu, araştırmalarının saflığıyla ilgili gibi görünür. Matematiğin içinden güçlü bir hayalcilik çizgisi geçer ve bu kendisini matematiğin, sayı kuramının ve mantığının en temel alanlarında gösterir. Bu hayalcilik, en azından gizemli Pisagor'a kadar uzanır. Pisagor dünyayı anlamamanın sırrının matematiği anlamaktan geçtiğine inanırdı; bu, kendisini Numerolojide ve Orta Çağın batını bilgisinde ifade etti, ve (batıl olmayan bir şekilde) modern mantıkçı Kurt Gödel'in Platonculuğunda devam etmektedir. Bu hayalci eğilimin varlığı, çoğu matematikçinin duygusal yapısının en azından küçük bir bölümünü oluşturur ve bu belki de matematikçilerin soğuk mantıkçılar olduğunu düşünenlere şaşırtıcı gelecektir.

Diğer yaygın bir önyargıysa, sayıların insanları kişisizleştirdiği ve her nasılsa bireyselliği silikleştirdiğidir. Kuşkusuz, karmaşık olayları basit sayısal ölçümlere ve istatistiklere indirgeme konusunda meşru bir endişe vardır.

Sosyal bilimcilerin iddialarına rağmen, gösterişli matematika terimleri, istatistik korelasyonları gösteren yüzlerce sayfalık belgeler ve bilgisayar çıktıları kendi içlerinde anlaysız üretmezler. Karmaşık bir zekâ ya da ekonominin ölçümleri sayılara indirgenmesi – bu IQ testi ya da kişi başına düşen milli gelirin hesaplanması olabilir – olsa olsa görme bozukluğu, ya da gülünçlüktür.

Bunu söyledikten sonra insanların özel amaçlar için (sosyal güvenlik, kredi kartları vb) sayılarla tanımlanmasında itiraz edilmese sacma görünmektedir. Bu şartlarda sayı bireyselliği gelistirebilir; örneğin iki insandan hiç birinin kredi kartı numarası aynı değildir. Fakat birçok kişinin isimleri veya kişilik özellikleri veya sosyo-ekonomik profilleri benzerdir (Ben kişisel olarak herkesin beni Paulayla karıştırmamasını önlemek için ikinci ismi de – John Allen Paulos – kullanıyorum.)

Bankaların, hep kişileştirilmiş hizmetlerini reklamlarında öne çıkarmaları beni eğlendirir. Bu hizmet, kötü eğitilmiş ve düşük ücretli bir veznedarın size “**gunaydın**” deyip hemen sonra hesabınızda yanlış yapmasıdır. Ben, beni koduyla tanıyan fakat gelişmiş programları üzerine bir makineye gitmeyi tercih ederim.

Kimlik numaralarına karşı çıkmamın sebebi bunların aşırı derece uzun olmaları. Çarpım ilkesinin bir uygulaması, ülkedeki her insanı ayırabilmek için dokuz haneli bir sayı ya da altı harfli bir sıralamanın gereğinden fazla olduğunu gösterir (10⁹, bir milyardır; 266 300 milyondan fazladır). Neden büyük mağazalar ya da su şirketleri yirmi ya da daha fazla sembolü olan hesap numaraları vermeyi gerekli bulurlar?

Sayıların yazılması ve bireyleştirme bana, 35 \$ karşılığında insanların isimlerini yıldızlara veren şirketleri hatırlatır. Şirketlerin kendilerine resmi bir görüntü verebilmeleri için isimler Meclis Kütüphanesi'nde kayıtlı olan kitaplara kaydedilir. Şirketler genelde Sevgililer Günü yaklaştığında reklam yaparlar ve uzun ömürlülüklerine bakılırsa her halde iyi iş yapıyorlar. Bununla ilgili ve aynı derecede saçma, benim bulduğum bir iş fikriyse 35 \$ ücret ödeyen herkese bir sayıyı "resmi olarak" satmaktı. Üyelere bir sertifika gönderilecek ve Meclis Kütüphanesi'nde isimleri ve kozmik sayılarını içeren bir kitap kayıtlı olacaktı. Fiyatlar koşullara göre değişebilir, tam sayılar primle satılabilir, asal sayılar tam olmayan bileşik sayılardan daha fazlaya gidebilirdi vb. Sayıları satarak zengin olabilirdim.

İnsanların matematik hakkındaki bir başka yanlış algıları da onun sırtlayıcı ve insan özgürlüğüne karşı ol-
dugudur. Eğer bazı ifadelere kabul ederler ve daha sonra
bunları bazı hoş olmayan ifadelerin takip ettiğini görür-
lerse, sonuçları hoş olmayışını, ifadelerini ilerttikleri
araca bağlarlar.

Tabii bu zayıf nedenden dolayı tüm gerçekler gibi
matematik de sırtlayıcıdır. Kişi, terimleri ve tanımları
kabul ederse, onları takip edenleri de kabul etmelidir. Fa-
kat kişi sıklıkla terimleri reddederdir veya tanımları de-
ğıştirebilir ya da farklı bir matematiksel yaklaşım seçebi-
lir. Bu anlamda matematik, sırtlamamanın tam tersini yapar;
matematik güç verir ve kullanmak isteyen herkesin
hizmetindedir.

Aşağıda verilen, bizim matematiği nasıl kullandığı-
mızı, fakat onun tarafından bağlanmadığımızı gösteren
örneği değerlendirin. İki adam bir dizi yazı tura atışı üze-
rine iddiaya girerler. Arka arkaya 6 kez kazanan kişinin
100 \$ kazanması üzerine anlaşılır. Ancak oyuna 8 atıştan
sonra ara vermek zorunda kalır, bu sırada birinci a-
dam $5/3$ kazanmaktadır. Soru şudur: Oğül nasıl paylaşı-
lmalıdır? Birinci adamın 100 \$'ın tümünü alması gerektir-
gi söylenebilir. Çünkü iddia ya hep ya hiçti ve bitirildiğinde
birinci adam öndeydi. Ya da birinci adamın ödülün

$5/8$ 'ini diğzerinin ise geriye kalan $3/8$ 'ini alması gerektiği, çünkü skorun $5/3$ olduğu söylenebilir. Bir başka seçenekte ise, birinci adamın kazanma olasılığının $7/8$ olduğu hesaplanabilir. (İkinci adamın kazanabilmesi için tek yol üç kez üst üste kazanmasıdır. Bunun olasılığıysa $1/8 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2$ 'dir.) Birinci adam ödülün $7/8$ 'ini, ikinci ise $1/8$ 'ini almalıdır. (Bu, Pascal'ın bu olay için bulduğu çözümdü, olasılık kuramındaki ilk problemlerden biriydi.) Parayı paylaşmak için başka çözümler de mümkündür.

Söylenmek istenen şudur ki, bu bölmeler hakkında karar alma kriteri matematiksel değildir. Matematik, varsayımlarımızın ve değerlerimizin sonuçlarını saptamamıza yardımcı olabilir. Fakat bu varsayımların ve değerlerin kaynağı bir matematik tanrısı değil, bizizdir.

Matematik yine de ruhsuz bir iş olarak görülür. Bir çok insan, herhangi bir matematiksel ifadenin doğruluğunun saptanmasının sadece mekanik olarak biraz logaritma veya sonuçta evet ya da hayır cevabına götürecek bir planı devreye sokmaktan ibaret olduğunu düşünürler ve belli sayıda bazı aksiyomlar olduğu sürece her matematiksel ifadenin kanıtlanabileceğini ya da kanıtlanamayacağını sanırlar. Bu görüşe göre matematik hazırdır ve sadece gerekli algoritmaların ezberlenmesinden ve sınırsız sabırdan başka bir şey gerektirmez.

Avusturyalı-Amerikalı mantıkçı Kurt Gödel, ne kadar ayrıntılı olursa olsun her matematik sistemi gerekli olduğu için sistemin içerisinde ispatlanamayan ve çürütülemeyen ifadeler olduğunu söyleyerek bu varsayımları parlak biçimde çürütmüştür. Mantıkçı Alonzo Church, Alan Turing ve diğerleri tarafından elde edilen bu sonuçlar, matematik ve sınırları konusundaki anlayışımızı derinleştirmiştir. Ancak buradaki endişelerimiz gözönüne alındığında, matematiksel kuramsal olarak bile mekanik ya da tamamlanmış olmadığımız bilmek yeterlidir.

Bu soyut düşüncelerle ilgili de olsa, matematikçilerin doğasının mekanik olduğu konusunda yanlış inanç, genellikle daha bayağı şekillerde ortaya çıkar. Matematikçilerle ilgili teknişyenlerin konusu olarak görülür ve matematiksel yetenek ezber yeteneği, temel programlama becerisi veya hesaplama hızıyla kâğıtüstüdür. Çarp bir şekilde, bir çok kişi matematikçileri ve bilimcileri, onların fikirleri uygulanabilir olmayan ustalar olduklarını düşünerek hem göklere çıkarır hem de fikirleri üzerinde durmayı reddederler. Sonuç olarak, üst düzeydeki matematikçi, mühendis ve bilim adamlarının kövülmesi daha sonra da yeni mezun işletmeciler ve muhasebecilerin yanında ikinci planda abdiklatımı görürüz.

İnsanların matematik hakkındaki başka bir önyargısı, matematiğin her nasılsa insanların doğaya ve “büyük” sorulara karşı duygularını azalttığıdır. Bu iddianın, sıkça ortaya atıldığı (örneğin, bu bölümün başında Whitman tarafından) fakat çok ender olarak savunulduğu için çürütülmesi zordur. Bu, moleküler biyoloji ile ilgili teknik bilginin, insanın, hayatın gizemleri ve karmaşıklıklarını takdir etmesini önlediğine inanmak kadar saçmadır. Genellikle bu kaygılar, sadece bilgisizlik taraftarı olmaktır ve belirsizlik ve gizemi (kısmi) cevaplara tercih eden kişilerce ortaya atılır. Belirsizlik bazen gereklidir ve gizem hiçbir zaman eksik değildir, fakat ben bunların tapılacak şeyler olduğuna inanmıyorum. Gerçek bilim ve matematiksel kesinlik, süpermarket gazetelerinde basılan “gerçekler”den ya da saflığı besleyen, kuşkuculuğun gelişmesine mani olan, kişiyi akla hayale gelmeyecek şekilde sıkıcılaştıran hayalci sayı cahilliğinden daha şaşırtıcıdır.

Arasöz: Bir Logaritmik Güvence Endeksi

Süpermarketler, tüketicilere, değer ölçebilmeleri için değişmez bir ölçek sunmak amacıyla bir kaç yıl önce birim fiyatlar koyma uygulamasına başladılar. Köpek maması ve kek hamurunun fiyatı akla yakın hale getirilebiliyorsa çeşitli etkinliklerin, işlemlerin ve hastalıkların ne

kadar emniyetli olduğunu belirleyecek kaba hatlarıyla bir çeşit "güvence endeksi" neden tasarlanamamış? Benim önerdiğim, medyanın, risk derecelerini göstermek için kısa bir yol olarak kullanabileceği bir tür Richter ölçeğidir.

Richter ölçeği gibi önerilen endeks de logaritmiktir. Yani biraz sonra sayı cabilleri için lise cebirinin netret edilen canavarları anlatacaktır: Logaritmalardır. Bir sayının logaritması, söz konusu sayıya eşit olması için 10^u un kul-lanılması gereken üssüdür. 10^2 un logaritması 2'dir, çünkü $10^2 = 100$ 'dür; 1000 'nin logaritması 3'tür, çünkü $10^3 = 1,000$ 'dir; ve $10,000$ 'nin logaritması 4'tür çünkü $10^4 = 10,000$ 'dir. 10^u un üsleri arasındaki sayılar için logaritma 10^u un en yakın iki üssü arasındadır. Örneğin, 700 un logaritması 2 ile (yani 100 un logaritması) 3 (yani 1000 nin logaritması) arasındadır, ki bu yaklaşık 2.8'dir.

Güvence endeksi şöyle işleyecektir. Her yıl belli sayı-da ölümlerle sonuçlanan bir etkinliği düşünün; örneğin, araba kullanma: Araba kazasından dolayı her yıl 5300 Ameri-ka'dan biri ölür. Araba kullanma ile ilgili güvence en-deksi bu yüzden nispeten düşüktür – 3.7, yani 5300^u un logaritması. Daha genel bir ifadeyle şöyleyecek olursak, e-ğer X kişiden biri, her yıl belirli bir etkililik sonucunda ölüyorsa, o etkinliğin güvence endeksi X'in logaritmasıdır.

Yani güvence endeksi ne kadar yüksekse söz konusu etkinlik o kadar güvenlidir.

(Bazen insanlar ve medya güvenlikten çok tehlike ile ilgilendiği için eksi 10 güvence endeksine eşit olan bir tehlike endeksi tanımlamak alternatif bir yaklaşım olabilir. Böyle bir tehlike endeksinde 10, güvence endeksinde 0'a eşittir; düşük bir tehlike endeksi olan 3, daha yüksek bir güvence endeksi olan 7'ye ya da 10^7 'de bir ölme olasılığına eşittir.)

Hastalık Kontrolü Merkezine göre Amerika Birleşik Devletlerinde sigara yılda 300.000 erken ölüme yol açar. Bu, her yıl, 800 Amerikalı'dan birinin sigaranın yol açtığı kalp, akciğer ve diğer hastalıklardan ölmesi demektir. 800'ün logaritması 2.9'dur, yani sigara içmenin güvence endeksi araba kullanmanın güvence endeksinden düşüktür. Bu tür önlenebilecek ölümlerin sayısını anlatmanın daha grafik bir yolu her yıl sigaradan ölen insan sayısının tüm Vietnam savaşında ölen insan sayısının yedi katı olduğudur.

Otomobil kullanma ve sigara içmenin güvence endeksleri sırayla 3.7 ve 2.9'dur. Bu küçük değerleri, kaçırılmanın güvence endeksiyle karşılaştırın. Her yıl 50'den az Amerikalı çocuğun yabancılar tarafından kaçırıldığı tahmin edilmektedir, yani kaçırma olayı yaklaşık 5

miyonda birdir. Bu 6.7 güvence endeksi demektir. Sayı büyüdükçe riskin azaldığını ve güvence endeksindeki her birim artışının riskte 10 faktör düşüğe neden olduğunu unutmayın.

Boyle kaba bir logaritmik güvence ölçüğün meziyet-bize ve medyaya çesitli etkinlikler, hastahklar ve işlemler-le bağlantılı risklerin büyüklükleriyle ilgili tahminleri sağ-lamasıdır. Ancak olası bir problem vardır. Çünkü endeks, oluş derecesıyla olasılık arasında açık bir ayırım yapmaz. Etkinlik çok tehlikeli fakat oldukça ender olabilir ve böylece çok az ölüme sebep olup yüksek güvence endek-sine sahip olabilir. Örneğin, gökdelenler arasında ip-te yü-rüme nedeniyle çok az kişi ölmesine rağmen bu etkinlik güvenli değildir.

Bu yüzden endekste, sadece söz konusu etkinlikle uğraşması olası insanlar düşünülerek küçük değışiklikler yapılmalıdır. Eğer her X kişiden biri etkinlikten dolayı ölürses, o zaman etkinliğin güvence endeksi X'im logarit-ması olacaktır. Bunun temel ahrsak gökdelenler arasında ip-te yürümemin güvence endeksi (bu tür akrobatarın yüzde birinin karşıya geçemediğini tahmin edersek) 2'den çok düşük olabilir. Bunun gibi, Rus rület oyununun (bir ahtrpların altı mermi yatağından birinde mermi bulu-nur) yıllık güvence endeksi 1'den az, yaklaşık 0.8'dir.

Güvence endeksleri 6'dan yüksek olan etkinlikler ya da hastalıklar oldukça güvenli sayılırlar. Bu, yılda milyonda birden aza eşittir. Güvence endeksi 4'ten az olanlar ihtiyatla karşılanmalıdır. Bu yılda 10.000'de birden fazladır. Tanıtımlar faaliyetleri, kuşkusuz, bu sayıları saklama eğilimindedirler, fakat tıp otoritelerinin sigara paketleri üzerindeki uyarılarında belirtilen rakamlar sonuçta halkın bilincine süzülecektir. Güvence endeksleri iyice akılda tutulursa, kurban-merkezli haber vermenin yanlış yönlendirici etkisi azalacaktır. Birkaç insanı içeren tek tük fakat inandırıcı trajediler, çok sayıda sıradan etkinliğin çok daha yüksek derecede risk içerdiği gerçeğini görmemize engel olmamalıdır.

Bir kaç örneğe daha bakalım. Amerika'da her hafta kalp ve dolaşım hastalıklarından dolayı 12.000 kişi ölüyorsa bu, yılda 380 kişide bir kişidir. Bu da bu olayın güvence endeksi 2.6 demektir. (Eğer bir kişi sigara içmiyorsa, kalp ve dolaşım hastalıklarının güvence endeksi oldukça yüksektir. Fakat biz sadece yaklaşık tahminlerle bakıyoruz.) Kanserin güvence endeksi 2,7 ile biraz daha yüksektir. Marjinal alandaki bir etkinlikse bisiklet kullanmaktır: Her yıl 96,000 kişi içinde bir Amerikalı bisiklet kazasında ölür, bisiklete binmenin güvence endeksi yaklaşık 5'dir (aslında daha düşüktür, çünkü nispeten daha

az insan bisiklet kullanan). Ender olan olaylar kategori-
sinde, 6.3 güvence endeksiyle her yıl 2,000,000'da bir
Amerikalı'nın yıldırtım çarpmasından, 6.8 güvence en-
deksiyle 6,000,000'da bir Amerikalı'nın an sokmasından
öldüğü tahmin edilmektedir.

Güvence endeksi zamanla değişir. Grip ve zatürrenin
güvence endeksi 1900'de yaklaşık 2.7 iken, 1980'de 3.7'ye
çıkmiştır. Yine aynı süre içerisinde veremden ölüm riski
2.7'den yaklaşık 5.8'e gerilemiştir. Ülkeler arasında fark-
lılıklar olması beklenir – cinayet güvence endeksi Ame-
rika Birlesik Devletlerinde 4 iken, Büyük Britanya'da 6 ila
7 arasındadır. Fakat sıtmanın güvence endeksi dünyanın
göğü yerinde ABD'den daha düşüktür. Karşılaştırılabilir
ifade ekonomileri, nükleer güçle ilgili yüksek güvence
endeksiyle kömürün göcei olarak düşük güvence en-
deksinin karşılaştırılmasından elde edilir.

Görecei riskle ilgili hazır bir görüş açısı sunmanın
yanı sıra, güvence endeksi her erkinliğin biraz risk taşıdığı
gerçeğinin altını çizer. şu hayat soruya kabaca cevap
verir: Ne kadar?

Boyle bir güvence endeksinin yaratları ne olursa ol-
sun, bence medyadaki sayı cahilliğiyle savaşmak için tele-
vizyon ağlarının, haber değilerinin ve büyük gazetelerin

istatistiki şikâyetleri takip etmeleri oldukça etkili bir ilk adım olacaktır. Bu şikâyetleri takip eden kişi haber hikâyelerini inceleyecek, bahsedilen istatistikleri araştırarak, en azından kendi içlerinde tutarlı olup olmadıklarına bakacak ve mantıksız iddiaları çok dikkatli şekilde inceleyecektir. Belki *New York Times*'daki William Safire'in sütununa benzer bir sütun haftanın ve ayın en kötü sayı cahilliği olaylarını içerebilir. Ancak bu yazı mizah da içermelidir, çünkü güzel bir dille yazılmış yazıyla ilgilenen bir çok insan varken, daha önemli olan sayısal farklılıklarla ilgilenen okuyucu sayısı nispeten azdır.

Bunlar sadece akademik konular değildir, ve kitlesel medyanın dramatik haberciliği tercih etmesi aşırı politikalara ve hatta sahte bilimlere dolaysız bir şekilde neden olur. Uçtaki politikacılar ve bilim adamları daha ilgi çekici olduğundan tanıtımdan paylarını fazlasıyla alırlar, bu yüzden daha fazla temsil edilirler ve daha önemli görünürler. Dahası algılar gerçeklere dönüştüğü için medyanın kural dışılıkları vurgulamaya doğal eğilimi, sayı cahili toplumun bu tür aşırılıkları sevmesiyle birleşince oldukça kötü sonuçlar doğurabilir.

5

İstatistikler, Değiş-Tokuşlar Ve Toplum

Bir zamanlar Wisconsin'de bir kanun yapıcı, tüm savunmalara rağmen yaz saati uygulamasının başlatılmasına karşı çıkmaktaydı. O her politikanın benimsenmesinin bir değiş-tokuşu içerdiğini ve eğer yaz saati uygulaması yürürlüğe konursa, perdeler ve diğer kumaşların daha çabuk solacağını söylüyordu.

Ankete katılan doktorların yüzde altmış yedisi X'i Y'ye tercih etti. (Jones ikna edilemedi.)

Dünya nüfusundaki üstel artışlardan dolayı, şu anda yeryüzünde, şimdiye değin yaşamış olan tüm insanların

A zarr B zarrına karsı atılsa, A'da daha yúksek bir sayı gelme olasılığı úçte ikidir; bunun gibi B, C'ye karsı atılsa

6; D'nin úç yüzünde 5, úç yüzünde 1 rakamları vardır. B'nin altı yüzünde 3; C'nin dört yüzünde 2, iki yüzünde 0; diğim kabul edin: A'nın dört yüzünde 4, iki yüzünde de 0; A, B, C ve D – ve bunların garrıp bir şekilde sıralan – bir olasılığın garrıplığını inceleyelim. Dört zar düşünün – Şimdi istatistikçi Bradley Efron tarafından keşfedilen

görülmemesine nasıl katkıda bulunduğunu gösterecektir. mundaki gibi, olmadıkları halde sayı cabıllığının bunların Ya da yukarıdaki Wisconsin'ın kamun yapıcısının duru- görünmezliğine nasıl katkıda bulunduğu gösterilecektir. dirilecek ve sayı cabıllığının bu değiş-tokuşların görülen- biçimleri ya da gelişen kaygıların dengelenmesi değerlen- rinde durulacaktır. Örneğin gogunda değiş-tokuşun bazı vurulanarak sayı cehaletinin zararı sosyal etkileri úze- Bu bölümde özellikle toplum ve birey arasındaki çatısma

Öncelikler – Bireyselle karsı Toplumsal

tki delilin olmadığı mıdır? luk hipotezimi kesinlikle reddedecek kadar yeterli istatis- edilmektedir. Bu eğer böyleyse, bunun anlamı ölümsüz- yüzde 10 ila 20'si kadar insanın yaşamakta olduğu tahmin

B'nin kazanma şansı üçte iki daha fazladır; C zarı D'ye karşı atılsa C'nin kazanma şansı üçte iki daha fazladır. Fakat, işte burası çok ilginç D zarı A'ya karşı atılsa D'nin kazanma şansı üçte ikidir. Bu yolla kâr bile edebilirsiniz. Bir kişiye istediği zarı seçmesini söyleyebilir daha sonra da siz onu yenme şansı üçte iki olan bir zar seçebilirsiniz. Eğer o, B'yi seçerse, siz A'yı; o, A'yı seçerse siz D'yi, vb seçersiniz.

C'nin D'yi yenmesi biraz açıklama gerektirebilir. D zarıyla atışların yarısında 1 gelecektir ki o zaman C kesinlikle kazanacaktır. Atışların diğer yarısında D zarında 5 gelecektir. Bu durumda C zarı atışların üçte birinde kazanacaktır. C bu iki farklı yolla kazanabildiği için D'yi tam olarak $1/2 + (1/2 + 1/3) = 2/3$ kez yenecektir. Buna benzer bir savunma D zarının A zarını atışların üçte ikisinde yeneceğini göstermek için kullanılabilir. Bu tür geçilemezlikler (X'in, Y'yi, Y'nin Z'yi, Z'nin W'yi, W'nin X'i yenmesi) oy verme paradokslarının çoğunun temelinde yatar – onsekizinci yüzyılda Marki de Condorcet'den yirminci yüzyılda Kenneth Arrow'a kadar.

Sosyal mantıksızlığın bireysel mantıklılığın temelinde yatma olasılığı, Condorcet'in orjinal örneğinden biraz farklı bir örnekle açıklanabilir. Bu örnekte, benim 1988 Demokratik mücadelelerini anmak için Dukakis, Gore ve

Jackson olarak adlandıracağım üç başkan adayı vardır. Secmenlerin üçte birinin Dukakis'i Gore'a, Gore'u Jackson'a, Jackson'u Dukakis'e, son üçte birinin ise Jackson'u Dukakis'e, Dukakis'i Gore'a tercih ettiklerimi varsayalım. Şimdiye kadar iyi.

Fakat olası iki kişilik yarışları inceleysek bir paradoks ortaya çıkar. Dukakis secmenlerin üçte ikisinin kendisini Gore'a tercih ettiklerini söyleyerek övünürken, Jackson secmenlerin üçte ikisinin onu Dukakis'e tercih ettiklerini söyleyebilir. Son olarak da, Gore secmenlerin üçte ikisinin kendisini Jackson'a tercih ettiğini söyleyerek karşı çıkabilir. Eğer toplumsal tercihler çoğunluk oyuyla belirlenseydi "toplum" Dukakis'i Gore'a, Gore'u Jackson'a, Jackson'u Dukakis'e tercih edecekti. Tek tek tüm oy verenlerin tercihleri mantıklı olsa bile (yani geçişli-oy-ve-ren bir kişi X'i Y'ye ve Y'yi Z'ye tercih ediyorsa, o zaman o kişi X'i Z'ye tercih ediyordur) oy gokluğuyla saptanan toplumsal tercihlerin de geçişli olması gerekmez.

Tabii gerçek hayatta her şey çok daha karmaşık olabilir. Mort Sahl 1980 seçimi hakkında şöyle demiştir: Secmenler Reagan'a oy vermekten çok Carter'a karşı oy veriyorlardı. Eğer Reagan'ın karşısında kimse olmasaydı kaybederdi. (Bu durumu nasıl örneklendireceğimi bilmiyorum.)

Condorcet'in paradoksuyla Sahl'ın şakasının aynı derecede gerçek dışı olduğu izlenimi edinilmemelidir. Ekonomist Kenneth Arrow, yukarıdakine benzer bir durumun her oylama sistemini tanımladığını gösteren, çok güçlü bir genellemeyi kanıtlamıştır. Özellikle, bireysel tercihlerden yola çıkarak toplumsal tercihleri elde edecek ve şu asgari şartları tatmin etmesi kesin olacak bir sistemin olmadığını ispat etmiştir: Toplumsal tercihler geçişli olmalıdır; tercihler (bireysel ve toplumsal) eldeki seçeneklerle sınırlı olmalıdır; tüm bireyler X'i Y'ye tercih ediyorsa, o zaman toplum X'i Y'ye tercih ediyor olmalıdır; hiçbir bireyin tercihleri otomatik olarak toplumsal tercihleri belirlemez.

Bırakınız Yapsınlar:

Adam Smith Ya Da Thomas Hobbes

Bireyle toplum arasındaki farklı türden bir çatışma, Robert Wolf tarafından tasarlanan bir ikilemde görülür. Bu, biraz sonra tekrar döneceğimiz ünlü tutuklunun ikilemiyle bağlantılıdır. Bunların ikisi de kişinin çıkarları doğrultusunda hareket etmesinin, her zaman çıkarlarına uygun bir sonuç vermeyeceğini gösterir.

Bahsi yükseltmenin başka yolları da vardır. Ergantrik hayırsızların yerine güçlü bir sadist koyun. Bu kişi eğer grup üyelerinin hiçbir düğmeye basmazsa, hepinizin emiyetli bir şekilde terk etmenize izin verecektir. Ancak

Kararınız ne olursa olsun, bahis ya da insan sayısı artırılmaz. Eğer bas-
maya karar veriyorsanız, eğer iddia 100,000 \$'a karşılık 3,000 \$ olsaydı kararınızı değiştirebilirsiniz. Eğer bas-
maktan kaçınıyorsanız, bahis 10,000 \$'a karşılık 9,500 \$
olsaydı, belki bu kararınızı değiştirebilirsiniz.

Eğer hepiniz düğmeye basmaktan kaçınırsanız, her
biriniz hayırsızlardan 10,000 \$ alacaksınız. Fakat eğer en
az biriniz düğmeye basarsanız, düğmeye basanlar 3,000 \$
alacaklar, basmaktan kaçınanlar ise hiçbir şey almayacak-
lardır. Soru şudur, kesinlikle 3,000 \$ kazanabilmek için
düğmeye basar mısınız, yoksa basmayıp gruptaki
herkesin de aynı şeyi yapacağını ve her birinizin 10,000 \$
alacağını mı umarsınız?

Sizin ve yirmi tanıdığınızın giriş bir hayırsızlar tara-
fından bir odada toplandığınızı düşünün. Hiçbiriniz bir-
birinizle hiçbir şekilde iletişim kuramıyorsanız ve her
birinize önünüzdeki küçük bir düğmeye basıp basmama
seçeneği verilmiş.

eğer düğmeye basan olursa basanlar, sadist tarafından yüzde 95 yaşama şansı sağlayan Rus ruleti oynamaya zorlanacak, basmayanlar hemen öldürülecektir. Düğmeye basarak yüzde 95 yaşam şansını dener ve başkalarının dolaylı yoldan ölümlerine yol açmayı mı üzerinize alırdınız, yoksa korkunuza direnerek düğmeye basmayıp diğerlerinin de korkularını yenmelerini mi umardınız?

Wolf'un ikilemi eğer kendimizi gözetmezsek geride kalacağımızdan korktuğumuz durumlarda ortaya çıkar.

Şimdi kısa ve bir an önce halledilmesi icab eden bir işi yapmaları gereken iki kadının durumunu değerlendirelim (iki kadının uyuşturucu kaçakçısı olduğunu düşünelim). Kadınlar bir sokağın köşesinde dolu kesekâğıtlarını değiştirirler ve kesekâğıtlarının içinde ne olduğunu kontrol etmeden çabucak oradan uzaklaşırlar. Buluşmadan önce ikisinin seçeneği de aynıdır: Kesekâğıdına diğerinin istediği değerdeki maddeyi koymak (birlikte yapılan operasyon) ya da kesekâğıdını parçalanmış gazetelerle doldurmak (bireysel operasyon). Eğer işbirliği yaparlarsa ikisi de adil bir fiyat karşılığında istediğini elde edecektir. A'nın kesekâğıdını gazete kâğıdı parçalarıyla doldurması ve B'nin de aynısını yapmaması halinde, A istediğini be-davadan elde edecek, B ise aldanacaktır. Eğer ikisi de kesekâğıtlarını gazete kâğıdı parçalarıyla doldururlarsa ikisi

de istediklerimi elde edemeyecek, fakat bu sefer ikisi de aldannamış olacaktırdır.

İki kadın için de en iyi sonuç birbirleriyle işbirliği yapmalarıdır. Ancak A şöyle düşünebilir: Eğer B işbirlikçi yaklaşımlı benimserse, en azından aldannamış olurum. Yani B ne yaparsa yapım, ben en iyisi bireyci yaklaşımı seçerim. Tabi B de bu şekilde düşünebilir ve ikisi de değersiz, bir kesekâğıdı dolusu gazete kâğıdı parçalarını değışebilirler. Buna benzer bir durum yasal iş dünyasındaki muamelelerde ve her tür değışimde gerçekteşebilir.

Tutuklunun ikilemi yukarıdakiyle aynı olan bir senaryoya adını vermiştir. Burada önemli bir suç işlediklerinden süphelenilen iki adam, önemsiz bir suç işlerken yadınları. İki adam ayrılıp sorğuya çekilirler ve ikisine de önemli suçlu itiraf ederek ortagını da dahil etme veya sessiz kalma seçeneği verilir. Eğer ikisi de sessiz kalırsa, ikisi de bir yıl hapis yatacaktır. Eğer biri itiraf eder diğeri etmezse itiraf eden salıverilerek ödüllendirilecek, fakat diğeri beş yıl hapis cezasına çarptırılacaktır. Eğer ikisi de itiraf ederlerse ikisi de hapsede üç yıl yatmayı göze alamazdır. İşbirlikçi seçenek ikisinin de sessiz kalması iken, bireyci seçenek itiraf etmektir.

Buradaki ikilem, yine bir çift olarak ikisi için en iyi olanın sessiz kalıp hapisanede bir yıl yatma seçeneği olmasıdır. Fakat bu en kötü olasılığı beraberinde getirmektedir. Aldanıp hapiste beş yıl geçirme. Sonuçta büyük olasılıkla ikisi de itiraf edip hapiste üç yıl yatacaklardır.

Yani? İkilemin çekiciliği tabi ki bizim uyuşturucu taşıyıcılığı yapan kadınlara ya da yargı sistemine duyduğumuz ilgiden kaynaklanmaz. Bunun yerine günlük hayatta karşılaştığımız bir çok durumun mantıksal belkemiğini oluşturur. İster rekabetçi bir pazarda işadama, ister evlilikteki eşlerden biri, isterse bir silah yarışındaki süper güçlerden biri olalım seçeneklerimiz genellikle tutuklunun ikilemindeki gibi ifade edilir. Her zaman doğru cevap yoktur, fakat kişilerden her biri diğerine ihanet etmekten kaçınıp bunun yerine karşısındaki kişiyle işbirliği yapıp ona sadık kalırsa bu, bir çift olarak ikisi için de iyi olacaktır. Eğer her iki kişi de kendi çıkarlarını kollarsa sonuç, ikisinin işbirliği ederek elde edecekleri sonuçtan daha kötü olacaktır. Adam Smith'in bireysel çabalarının grup refahı getirmesini sağlayan görünmez eli, bu gibi durumlarda felç olur.

Bundan bir bakıma farklı bir durumsa kamuoyu önünde birbirlerinin kitaplarını eleştirmek zorunda olan iki yazarın durumudur. Eğer aynı sınırlı okuyucuya hitap

edyorlarsa ve biri kendisinin kitabı övülürken diğerin kitabını küllüyorsa, bunun bir bedeli vardır. Bu kısmın kaydı, karşılıklı birbirlerini övmekten doğacak kayıptan daha büyüktür, ki bu da karşılıklı küllümeden doğacak kayıptan daha büyük olur. Örne ya da küllüme seçenleri, tutuklunun ikilemine benzer ("benzer" diyorum çünkü söz konusu kitabın ne kadar iyi olduğu gibi daha ayrıntılı kaygılar vardır).

Tutuklunun ikilemi konusunda geniş bir literatür vardır. İki kişiyi içeren tutuklu ikilemi, bir çok insanı kap-sayan ve her birinin ya kamu yararı için küçük bir katkı ya da kendisi için çok büyük bir kazanç sağlama seçeneği olan daha farklı bir duruma dönüştürülebilir. Bu şekil-de bir çok kişiyi içeren tutuklunun ikilemi; temiz su, hava ve uzay gibi "fiziksel varlığı olmayan" şeylerin ekono-mik değerin sözkonusu olduğu durumları örneklen-dirmede yararlıdır.

Başka bir durumda politik bilimci Robert Axelrod tu-tuklunun dilemi durumunu tekrar incelemiştir. Burada bi-zim iki uyuşturucu kaçakçısı kadimimiz (ya da işadammız, eşlerimiz, süper güçlerimiz ya da her neyse) işlemini yapmak üzere yine buluşurlar. Burada işbirliği yapmak ve ihanet et-memek için zorlayıcı bir neden vardır: karşısındaki kişiyle bü-yük olasılıkla tekrar iş yapmak zorunda kalma durumumuz.

Hemen hemen tüm sosyal işler, içlerinde büyük bir oranda tutuklunun ikileminden bir unsur içerdiği için toplumun karakteri, hangi işlerin bireyler arasında işbirliğine yol açıp hangilerinin açmadığında yansır. Belli bir “**toplumun**” üyeleri, hiçbir zaman işbirliği içinde davranmazlarsa hayatlarının Thomas Hobbes’un deyişiyle “**yalnız, fakir, kötü, uygarlıktan yoksun ve kısa**” olması olasıdır.

Doğum Günleri, Ölüm Günleri ve Altıncı His

Olasılık kuramı on yedinci yüzyıldaki kumar problemleriyle başladı, ve onun oyunlarla bağdaştırılmasından doğan çekiciliği ve tadı bugüne kadar süregeldi. İstatistik de aynı yüzyılda ölüm tablolarıyla başladı ve başlangıçtaki bazı özellikleri istatistikte hâlâ vardır. Tanımlayıcı istatistik, konunun en eski bölümü ve insanların en çok bildikleri bölümdür ve (her zaman olmasa da) yüzdeler, ortalamalar ve standartlar konularından bahsettiğinden sıkıcı bir disiplindir. Daha ilginç bir alan olan inferensiyel istatistik, tahminler yapmak, bir nüfusun önemli özelliklerini tahmin etmek ve varsayımların geçerliliğini test etmek için olasılık kuramını kullanır.

Varsayımların istatistiki olarak test edilmesi prensipte basittir. Bir varsayım geliştirirsiniz – bu çoğunlukla

Ancak şaşırtıcı bir şekilde, Salt Lake City, Utah gazeteleğinde 1977'de yayımlanan rastgele seçilmiş 747 ölüm ilanı içeren örneklem içerisinde, ölen kişilerin yüzde 46'sı doğum günlerini takip eden üç ay içinde ölmüştür. Söz konusu hükümsüzlük hipotezini gözönüne alırsak, ölecek kişilerin yüzde 25'i doğum günlerinden sonraki üç

ayda ölür. (ayda ölür).
 cegmi varsaymak doğaldır (geriye kalan yüzde 75 diğer 9 kişinin doğum gününü takiben üç ay içinde gerçekleşebilir bir bölgedeki ölümlerin yaklaşık yüzde 25'inin, ölen doğum günleriyle ölüm günlerinin birbirleriyle ilişki olmama hipotezi reddetmek için yeterli sayılır. Bu, insanların testin beklenmeyen sonucu, genel ve açık görünen bir şekilde bürada basit bir istatistiksel

oturtulmuş uygulamalı bir bilim.
 lektüel bakımdan daha yarıcı temel bir disiplin üzerine zik için ne demekse istatistik, olasılık için odur, yani entevaryamı kabul edersiniz. Bu anlamda, mühendislik, finansyandan vazgeçip, bazen geçici olarak, alternatif bir larını hesap edersiniz. Eğer değilse, söz konusu varılarak deneyin sonuçlarının yeterince olası olup olmadıklar ve uygulamamız; daha sonra da varsayımı gözönüne hükümsüz varsayım olarak adlandırılır – bir deney tasar-

ay içerisinde öleceklerdir. Bu süre içerisinde yüzde 46'sının ölme olasılığı o kadar küçük olarak hesaplanmıştır, ki bu sayı pratik olarak sıfırdır. (Alternatif hipotezi, tam olarak yüzde 46'sının öleceği anlamında değil, yüzde 46 ya da daha fazlasının öleceği anlamında almalıyız. Niçin?)

Dolayısıyla hükümsüzlük hipotezini reddedebilir ve herhangi bir nedenle insanların ölmek için doğum günlerini beklediklerini kabul edebiliriz. Bu, başka bir dönüm noktasına ulaşma isteğine ya da doğum günü travmasına da ("**Aman Tanrım, doksan iki yaşımdayım!**") bağlı olsa, insanın psikolojik durumunun ne zaman öleceğini etkileyen bir unsur olduğu açıktır. Bence, bu olay çok yaşlı insanlarda daha belirgindir, çünkü bu insanlar için ufuktaki en önemli başarı son yaşgünü olabilir.

Önemli bir model olan binomiyal olasılık modelini göstermek ve istatistiki test için sayısal bir örnek sağlamak amacıyla altıncı hissi sınamak için kullanılan aşağıdaki minyatür testi hayal edin. (Bu daha önce kolaylıkla atlanabileceğini söylediğim bölümlerden biridir.) Rastgele seçilen olası üç sembolden birinin bir kartonun altına konduğunu ve deneğin bu sembolü saptamasının istendiğini varsayın. Bu tür yirmi beş deneme sırasında, denek on kez doğru sembolü saptar. Bu deneğin altıncı hissi olmadığı varsayımını reddetmek için yeterli bir delil midir?

Cevap, bunu iyi yapabilmenin ya da şans yoluyla daha iyi yapabilmenin olasılığının saptanmasında yatar. Şans sayesinde tam olarak on doğru tahmin yapma olasılığı $(1/3)^{10}$ (ilk on soruyu doğru cevaplama olasılığı) $\times (2/3)^{15}$ (son-raki on beş soruyu yanlış cevaplama olasılığı) \times yirmibeş soruluk bir teste farkli on sayılık soru topluluklarının sayısı. Bu son unsur gereklidir, çünkü biz ilk on sorunun değil, herhangi on sorunun doğru cevaplanma olasılığıyla ilgileniyoruz. Herhangi on doğru ve on beş yanlış cevap kabul edilebilir ve aynı olasılığa sahiptir ve şöyle hesaplanır: $(1/3)^{10} \times (2/3)^{15}$.

Yirmi beşten on seçebilmenin 3,628,800, $(25 \times 24 \times 23 \dots 17 \times 16)/(10 \times 9 \times 8 \times \dots \times 1)$ yolu olduğun için yirmi beş içinden on doğru tahmin yapma olasılığı 3,628,800 $\times (1/3)^{10} \times (2/3)^{15}$ 'dir. Buna benzer hesaplar yirmi beşten onbir, oniki, onüç ... yirmibeş kadar doğru cevap olasılığı için yapılabilir ve bu olasılıklar toplandırsa yirmi beş içinden şans yoluyla en az on doğru tahmin yapma olasılığı olduğunun buluruz ki, bu ihtimal yaklaşık yüzde 30'dur. Bu olasılık, altınca his olmadıği varsayımımızı reddetmeyi hakli çıkaracak oranda düşük olmaya yaklaşıp bile değildir (Bazen sonuçları olasılık olarak reddetmek daha zordur, fakat bu deneylerin tasarımlarında deneye ipuçları veren hatalar olmuştur.)

I. ve II. Tip Hatalar: Politikadan Pascal'ın Bahsine

İstatistiki testlere bir örnek daha: Belli bir bölgedeki arabaların en azından yüzde 15'inin Corvette olduğunu varsaydığımı ve belirlenen kavşaktan geçen bin arabayı izledikten sonra bunların arasından sadece sekseninin Corvette olduğunu düşünün. Olasılık kuramını kullanıp varsayımı gözönünde bulundurarak bu sonucun ihtimalinin yüzde 5'in altında olduğunu hesapladım – oldukça yaygın olarak kullanılan “önem seviyesi”. Dolayısıyla bölgedeki arabaların yüzde 15'inin Corvette olduğu hipotezimi reddediyorum.

Bunu ya da herhangi bir istatistiki testi uygularken yapılan iki çeşit hata vardır: bunlar yaratıcı bir şekilde I. ve II. Tip hatalar olarak adlandırılırlar. I. Tip hata doğru bir hipotez reddedildiğinde, II. Tip hataysa yanlış bir hipotez kabul edildiğinde gerçekleşir. Yani eğer bir araba galerisinden gelen çok sayıda Corvette bölgeden geçmişse ve biz de bölgede bulunan arabaların yüzde 15'inin Corvette olduğu yanlış varsayımı kabul etmişsek, II. Tip bir hata yapmış oluruz. Diğer taraftan, eğer bölgedeki Corvettenin çoğunun kullanılmayıp garajlarda tutulduğunu farketmemişsek doğru bir varsayımı reddettiğimiz için I. Tip bir hata yapmış oluruz.

Bu ayrım daha az resmi bir şekilde de uygulanabilir. Para dağıtırken harcalem liberal, I. Tip hataya düşmemek için özellikle uğrasırken (hak edenlerin paylarını almaması) harcalem muhafazakâr II. Tip hatalar konusunda daha endişelidir (hak etmeyenlerin paylarından fazlasını almaları). Ceza veririrken harcalem muhafazakâr I. Tip hatalardan kaçınmaya çalışırken (hak eden ya da suçluların cezalarını bulmamaları) harcalem liberaler II. Tip hatalardan sakınır (hak etmeyen ya da masumların hak etmedikleri bir cezayı almaları).

Tabii her zaman Federal İlaç Bürosunu, X ilacını yeterince erken çikartmayıp ıstrabı zamanında durdurmadığı için, fazla siki olmakla suçlayan bir çok kişi olacaktır. Bu, aynı zamanda, erken çikartıp ciddi komplikasyonlara yol açan Y ilacı için de geçerlidir. II. Tip bir hatanın (kötü bir ilacı onaylama) ya da I. Tip bir hatanın (iyi bir ilacı onaylamama) nisbi olasılıklarını değerlendirir-mesi gereken FIB gibi biz de devamlı olarak kendimizi için söz konusu olacak benzer olasılıkları değerlendir-meliyiz. Değerlerin artan hisse senetlerimizi satıp gelecekteki yükselişleri kaybetmeyi riske atmalı mıyız? Yoksa hisseyi tutarak düşünme ve primimizi kaybetme riskine mi girmeliyiz? Henry Myrtle'i davet edip hayır cevabı alma riskine girmeli midir? Yoksa huzurunu bozmayıp

Myrtle'in kabul edeceğinden hiçbir zaman haberdar olmamalı mıdır? Benzer kaygılar imalat işlemi için de geçerlidir. Sıklıkla, önemli bir makina kötü parçalar nedeniyle bozulduğunda ya da olağandışı bir şekilde güvenilir ürünler (kağıt fişekler, konserve çorbalar, bilgisayar çipleri, prezarvatifler) imal edildiğinde, üretimde tekrar hata yapılmaması için yeni kontrol istekleri ortaya çıkar. Bu mantıklı görünmektedir, fakat bir çok durumda mümkün değildir ya da aşırı pahalıdır. İmal edilen her takım maldan örneklemeler, içlerinde hiç hatalı malın olmaması ya da bunların en aza indirgenmesi için test edilir. Fakat her mal tek tek test edilemez.

Kaliteyle fiyat, II. Tip hatalarla (içinde çok fazla hatalı mal olan bir örnekleme kabul etme) I. Tip hatalar (içinde çok az hatalı mal olan örnekleme reddetme) arasında her zaman bir değiş tokuş vardır. Bunun da ötesinde bu değiş tokuş bildirilmezse, kaçınılmaz olarak hatalı malları örtme ya da reddetmeye yönelik bir eğilim vardır ki bu da kalite kontrol işini çok daha zor bir duruma getirir. Bu duruma çare olarak olağanüstü karmaşıklıkta bilgisayar programları, uyduları, aynaları... olan ve hazineyi iflas ettirmeden çalışacağına ancak bir sayı cahilinin inacağı Stratejik Savunma Girişimi önerilmiştir.

Stratejik Savunma Girişimi, yıkım ve kurtulma düşüncelerini pekiştirir ve burada bile deşis-tokuş düşünce si yararlı bir rol oynayabilir. Pascal'ın Tanrının varlığı konusundaki bahsi, örneğin I. ve II. Tip hataların göreceli olasılıkları arasında bir seçenек olabilir. Tanrıya inanmalı ve buna göre hareket edip II. Tip bir hata yapma (eger Tanrı yoksa) riskine mi girilmelidir, yoksa Tanrıyı reddetmeli ve buna göre hareket ederek I. Tip bir hata yapma (eger Tanrı varsa) riskine mi girilmelidir? Tabii ki bu varyasyonların altında, açıklanmadığında geçersiz ya da anlamsız olan cümleler vardır. Yine de amaç, her çeşit kararlarda bu çerçeve içinde oturulabileceği ve olasılıkların resimlenmesini oluşturan değerlendirmelerin ihtiyacı duyulabileceğimi anlatmaktadır. Bedava öğle yemeği diye bir şey yoktur, olsa bile hazımsızlık çekilmeyeceği garantisizdir.

Güvenle Anket Yapma

Nüfusun yüzde kaçının belli bir adayı ya da belli bir köpek markasını beğendiğine benzer nüfus özelliklerini tahmin etme işlemi, varsayım sınırları gibi ilkesel düzeyde basittir. Rasgele bir örneklem seçilir (söylemesi yapmaktan kolaydır), örneklemin yüzde kaçının adayı (yüzde 45 diyelim) ya da köpek markasını (yüzde 28 diyelim) beğendiği belirlenir. Daha sonra bu yüzdelere tüm nüfusun fikrini tahmini olarak alınır.

Benim yaptığım tek anket resmi değildi ve çok önemli bir soruyu cevaplamak üzere tasarlanmıştı: Üniversiteli kadınların yüzde kaçını Üç Yardakçı'yı izliyordu? Üç Yardakçı'yı – basit bir komedi – bilmeyenleri eledikten sonra örneklemin yüzde 8'i, böyle bir düşkünlükleri olduğunu itiraf etmişlerdir.

Yukarıdaki örnekleme seçerken fazla özen gösterilmemişti, fakat en azından yüzde 8 sonucu inandırıcıydı. **“Ankete katılanların yüzde 67'si (ya da 75'i) X tabletini beğendi”** şeklindeki ifadelerle ilgili açık sorun, sadece üç ya da dört kişilik küçük örneklemin kullanılmış olabileceğidir. Bunun daha da aşırı bir örneği ünlü bir kişinin bir diyeti ya da ilacı onaylamasıdır. Bu durumda bir kişilik bir örneklem vardır ve bu kişiye para da verilmiştir.

İstatistik tahminler yapmaktan daha zor olanı, bunlara ne kadar güveneceğimize karar vermektir. Eğer örneklem büyükse, o zaman örneklemin özelliklerinin, tüm nüfusun özelliklerini yansıtacağına daha fazla güvenebiliriz. Eğer nüfusun dağılımı fazla yaygın ya da çeşitli değilse, o zaman yine örneklemin özelliklerinin temsil ediliğine güvenebiliriz.

Olasılık ve istatistikteki bir kaç ilke ya da teoremi kullanarak, bir örneklem özelliğinin tüm nüfusu temsil etme ihtimalini tahmin etmek için, güven aralıkları oluşturabiliriz.

Yani X adayını tutan seçmenler için yüzde 95'lik bir güven aralığı, yüzde artı 45 ya da yüzde eksi 6'dır. Bunun anlamı, nüfus yüzdesinin, örneklem yüzdesinin yüzde 6'sının içinde olduğundan yüzde 95 emin olabileceğimizdir; bu durumda nüfusun yüzde 39 ila yüzde 5'i X adayını tutuyor demektir. Ya da Y markalı köpek mamasını tercih eden tüketiciler için yüzde 99'luk bir güven aralığı, artı yüzde 28 ya da eksi yüzde 11 olabilir. Bu, nüfus yüzdesi ile örneklem yüzdesi arasındaki farkın yüzde 11 olduğundan yüzde 99 emin olabileceğimiz anlamına gelir; bu durumda tüketicilerin yüzde 17 ila 39'u Y markasını tercih etmektedir.

Belli büyüklükteki örneklem için güven aralığı ne kadar dar ise – yani tahmin daha kesinse – örneklem güvenimiz o kadar azalır. Tersine güven aralığı ne kadar genişse – yani tahmin daha az kesinse – örneklem o kadar güvenebiliriz. Tabii örneklem büyüklüğünü arttırsak nüfus yüzdesini (ya da özellik veya parametre neyse, onu) içine alıp almadığı konusunda güvenimizi arttıralım ve aralığımızı daraltabiliriz, fakat örneklemi büyütmeğe daha pahalıya mal olmaktadır.

Güven aralıkları ya da hata sınırları içermeyen ancak ketler sıklıkla yanlış yönlendirirler. Anketler genellikle güven aralığı içermeler fakat buna haberlerde değinilmez; engeller ya da belirsizlik haber konusunu edilmiz.

Eğer manşet, işsizliğin yüzde 7.1'den 6.8'e düştüğünü bildirir ve güven aralığının artı ya da eksi yüzde 1 olduğuna değinmezse, iyi bir şeyin olduğu izlenimine kapılmak mümkündür. Örnekleme hatası gözönüne alındığında "düşüş" varolmayabilir ve hatta bir yükselme görülmüş olabilir. Eğer hata sınırları verilmemişse uygulanabilecek bir kural, rastgele seçilmiş bin kişilik bir örneklem bir çok amaç için yeterince dar bir aralık verirken, yüz ya da daha az kişilik bir örneklemin fazlaca geniş bir sınır oluşturduğunu hatırlamaktır.

Bir çok insan, anket uygulayan kişilerin, sonuçlarını elde etmek için ne kadar az kişiyi anketlerine dahil ettiklerine şaşırırlar (yüzdelerin güven aralığı genişliği örneklemin büyüklüğünün kare köküyle ters orantılıdır). Aslında onlar, rastgele bir örneklem elde etme ile ilgili sorunları telafi etmek için, teorik olarak gerekli sayıdan daha fazla kişiye anket uygularlar. Seçilen rastgele örneklem, bin kişiyi içerdiğinde X adayını ya da Y köpek mamasını beğenen yüzdeyi tahmin ederken güven aralığı yüzde 95 artı ya da yüzde eksi 3'dür. Anket yapan kişiler, bu büyüklükteki bir örneklem için artı ya da yüzde eksi 4 kullanırlar. Bunun nedeni cevap vermeyen kişiler ve diğer zorluklardır.

Benzer zorluklar kisisel görüşme anketleri ve posta anketleri için de geçerlidir. Yönlendirici sorular sorma ya da soruların imali olması, kisisel görüşme anketlerinin genel hatlarıdır. Özellikle posta anketleriyle ilgili önemli bir konuya, kendimizin seçtiği örneklerden kaçınmadır. Çünkü bu tür örneklerdeki kişiler kendisini adanmış, ilgili ya da başka bir şekilde tipik olmayan kişilerden oluşur.

Tipik bir telefon anketi sırasında karşılaşılan problemleri düşünün. Telefon olmayan evleri anketin dışına da bırakırsak bu, sonuçları etkiler mi? Anket için arandığınız öğrendiğinizde cevap vermeyi reddeden ya da telefonu kapatanların yüzdesi nedir? Numaralar rasgele seçildiğine göre bir iş yeni arandığında ne yapılır? Ya evde kimse yoksa ya da telefonu bir çocuk açarsa? Telefon anketçisi için cinsiyetinin (veya ses ya da davranışlarının) cevapları üzerinde ne etkisi vardır? Anketi yapan kişi, cevapları kaydederken her zaman dikkatli veya dürüst müdür? Değişimleri ya da sayıları seçme metodu rasgele midir? Sorular yönlendirici midir? Ya da yargı içerir mi? Anlaşılabilir mi? Evde ikiden fazla yetişkin varsa kimin cevabı sayılacaktır? Sonuçları tartmak için hangi yöntemler kullanılabilir? Eğer anket, hakkında düşüncelemizi hızla değiştirebilir konuyla ilgiliyse, anketin belirli bir süre içerisinde yapılmaması sonuçları nasıl etkiler?

(Kendi seçtiğimiz bu tür kişiler, daha dürüstçe tanımlamak gerekirse “lobi”ye girerler.) 1936’da gerçekleştirilen ve Alf Landon’ın Franklin Roosevelt’i üç-ikilik bir sınırla yeneceğini öngören Literary Digest kamuoyu araştırmasının sonucu yanlış çıkmıştı. Çünkü anket gönderilen kişilerin yüzde 23’ü anketleri geri göndermişti ve bu kişiler genel olarak daha zengindi. Benzer bir hata, 1948’deki Thomas Dewey’nin, Harry Truman’ı yendiğini gösteren kamuoyu araştırmasını da etkilemişti.

Gazete ve dergiler yaptıkları kamuoyu araştırmalarının sonuçlarını yanlış olarak ilan etmeleriyle ünlüdürler. Resmi olmayan bu anketlerde ender olarak güven aralıkları ya da kullanılan yöntemlerle ilgili herhangi bir ayrıntı verilir. Dolayısıyla kendi seçtiğimiz örnekleme ilgili sorun, hemen açık bir şekilde görülmez. Feminist yazar Shere Hite ya da köşe yazarı Ann Landers, cevap veren kişilerin nispeten büyük bir kısmının evlilik dışı ilişkileri olduğunu ya da çocuk yapmamayı tercih ettiklerini söylemelerinin, bizim hemen kendimize bu anketleri cevaplaması en muhtemel olan kişilerin kimler olduğunu sormaya yöneltmesi gerektiğini söylemişlerdir: Evlilik dışı ilişkisi olan bir kişi mi yoksa hayatından memnun biri mi; çocukları kendisini çileden çıkararak biri mi; yoksa çocuklarından memnun bir kişi mi?

Kendi seçtiğimiz örneklemler, bir medyumun hazır-
 ladığı doğru öngörüler listesinden daha bilgi verici de-
 dir. Öngörülerin listesinin tamamını ya da rastgele seçil-
 mis bir bölümünü elde edemedikçe, doğru öngörülerin
 hiç bir anlamı yoktur. Bazıları şans eseriyle mutlak doğ-
 ru çıkacaklardır. Bunun gibi anket örneklemimiz rastgele
 seçilmişse anket sonuçlarının pek anlamı yoktur.

Kamuyu araştırmasını düzenleyen kişi ya da kuru-
 luşun kendi seçtiği örneklem sorununun iyi tamması yet-
 memekte, sayılar konusunda bilgi sahibi olan tüketici de-
 araştırmanın ele aldığı sorundan haberdar olmalıdır. E-
 ğer Y şirket kendisinin ve rakiplerinin ürünlerinin üstün-
 lüklerini karşılaştırarak sekiz araştırma yaptırıyorsa ve sek-
 izinden yedisi rakip ürünlerinin daha üstün olduğu sonu-
 cuna varmışsa, Y şirketinin televizyon reklamında hangi
 araştırmayı kullanacağını tahmin etmek zor değildir.

Rastlantı ve sahte bilimle ilgili bölümlerdeki gibi bil-
 giyi süzme ve vurgulama istegimin, rastgele bir örneklem
 seçme isteginden daha fazla olduğunu görüyoruz. Özel-
 likle sayı cahilleri için bir kaç parlak kehanet ya da rast-
 lantı, daha kesin fakat daha sonuk istatistiki delillerin
 yanında daha ağır basar.

Bu yüzden, bir takım yakın profillerin ya da kişisel öykülerin neden kamuoyu araştırması olarak adlandırıldıklarını ben anlayamıyorum. Bu tür bir çalışma iyi yapıldığında, tipik bir anket ya da bir incelemeden (daha az ikna edici olsa bile) daha ilgi çekicidir; ancak bilimsel inceleme kisvesine büründüğünde değerinin büyük bir bölümünü kaybeder.

Kişisel Bilgi Elde Etme

İstatistiğin asıl sorunu, büyük bir nüfus hakkında bilgi edinmek için küçük, rastgele seçilmiş bir örneklemin özelliklerinin incelenmesidir. Kullanılan tekniklerin – Francis Bacon’ın sayılara ait tümevarım yönteminden Karl Pearson ve R. A. Fisher’in varsayım sınıması kuramı ve tasarımına kadar – hepsi bu (şimdi ele alacağımız) açık anlayışa dayanır. Bilgi edinmenin bir kaç olağandışı yolu aşağıdadır.

Birincisi kişisel hayata hâlâ değer verdiğini iddia eder ve soru sorma çağında belki de daha önemli hale gelecektir. Ayrıca, hiç kimsenin özel hayatını feda etmeden bir grup insan hakkında hassas bilgi elde etmeyi mümkün kılar. Büyük bir insan grubuna sahip olduğumuzu ve bu kişilerin yüzde kaçının belli bir cinsel etkinlikte bulunduğunu, hangi uygulamaların AIDS’e yol açma olasılığının en fazla olduğunu saptamak için bulmaya çalıştığınızı varsayalım.

Daha fazla ayrıntı öğrenmek amacıyla bu yöntemde değişiklikler yapılabilir; örneğin, insanların kaç kez belirli cinsel etkinlikte bulduklarını sorulabilir. Metodun bazı farklı çeşitleri daha resmi olmayan bir şekilde kullanılabilir ve bir casusluk şirketi tarafından bir bölgedeki muhafız sayısını ya da bir reklam şirketi tarafından insanlara

1,000 cevaptan 620'sinin evet olduğunu düşünelim. Bu cinsel etkinliği gerçekleştiren insanlar hakkında ne gösterir? 1,000 kişiden yaklaşık 500'ü sadece yazı geldiği için evet diyecektir. Bu, soruyu dürüstçe yanıtlayan 500 kişiyi, evet diyen 120 kişiyi düşürür (tura gelenler). Yani bahsedilen cinsel etkinlikte bulunmuş olan insanların tahmini yüzdesi 24'tür (120/500).

Ne yapabiliriz? Herkesten ceplerinden bir bozukluk çıkartıp bununda bir kez yazı-tura atalım, kimsenin sonucu görmesine izin vermeden yazı mı, tura mı geldiğini yazmalarını isteyelim. Eğer tura gelirse kişi şu soruyu dürüstçe cevaplamalıdır: Kişi bahsedilen cinsel uygulamada bulunmuş mudur – evet mi, hayır mı? Eğer yazı gelirse kişi sadece evet demelidir. Yani evet cevabı iki şeyden bir demektir – birincisi oldukça zararsız (yazı gelmesi), diğeri (cinsel etkinliğin gerçekleştirilmiş olması) potansiyel olarak can sıkıcıdır. Deneyi yapan kişi evetin ne anlamı geldiğini bilmeyeceği için insanların dürüst olacağı varsayılır.

cazip gelmemesi muhtemel olan bir ürününün pazarını hesap etmek için kullanılabilir. Hesaplar için kullanılacak ham veriler, kamuoyu kaynaklarından gelebilir ve uygun şekilde yoğrulduğunda şaşırtıcı sonuçlara götürebilir.

Bilgi elde etmenin başka bir olağandışı metodu, yakalama-yeniden yakalama olarak adlandırılır. Belli bir gölde kaç tane balık olduğunu bilmek istediğimizi varsayalım. Yüz tane balığı yakalayıp işaretleriz ve daha sonra salıveririz. Gölde dağılmalarına izin verdikten sonra tekrar yüz balık yakalarız ve balıkların ne oranının işaretli olduğuna bakarız.

Eğer yakaladığımız balıkların sekizi işaretliyse o zaman göldeki işaretli balık sayısının tahmini oranı, yüzde 8'dir. Bu yüzde 8, bizim başta işaretlediğimiz yüz balığın içinde olduğundan, gölün bütünündeki balık sayısı, orantıyı çözümlenerek bulunabilir: 8 (ikinci seçimdeki işaretli balıklar) 100 için neyse (ikinci seçimin toplam sayısı), 100 (işaretlenen toplam sayı) N (göldeki toplam sayı) için odur. N yaklaşık 1250'dir. Tabi, işaretlenen balıkların işaretlenme sonucunda ölmemelerine, göl içinde aşağı yukarı eşit bir şekilde dağılmalarına, işaretli olanların sadece daha yavaş ve avlanabilen balıklar olmamalarına... özen gösterilmelidir. Ancak kaba bir tahmin elde edebilmek için yakalama-yeniden yakalama metodu etkilidir ve balık örneği gösterildiğinde daha genel olarak kullanılabilir.

İlk defa 1713'te James Bernoulli tarafından ortaya atılan büyük sayılar yasası – bozuk paranın hilesiz olmasıyla – turaların sayısının toplam atış sayısına bölünüp bu bölümün $1/2$ 'den çıkarılmasından elde edilen farkın, atış sayısı fazlalıkça sıfıra keyfi olarak yaklaşığının kamıtanabileceğini ifade eder. 2. Bölümdeki kaybedenler

laşığını ifade eder.

Bunlardan birincisi büyük sayılar yasasıdır. Bu, olaşık kuramından daha önemli ve güçlükle yanlış anlaşılan ve insanların bazen basıvrup bir çok garip sonuçlar çıkardığı bir teoremdir. Bu teorem, uzun dönemde bir olayın olasılığıyla oluş sıklığı arasındaki farkın sıfıra yak-

ıtsız olman gerektirdi.

dar önemlidir ki, onlara hiç değinmeden geçmem için kaynaklarıdır. Yine de aşağıdaki iki kuramsal sonuç o ka-bizim bir çoğunu çözebilmemizi sağlayan basit ilkelere-den pratik problemlerin acılığı ve sezgisel cazibesinden ve Olasılık kuramının çekiciliği genel olarak onunla ilgili

İki Kuramsal Sonuç

yollarına bağlıdır.

Yazarının kim olduğu tartışmalı olan çalışmaların (örneğin, Incil) istatistikî analizleri de işbirliği yapmayan kaynaklardan (olu olduğu için) bilgi toplamanın akıllıca

ve hilesiz paralarla ilgili tartişmalardan hatırlarsanız bu, atış sayısı fazlalařtıķça toplam tura sayısıyla toplam yazı sayısı arasındaki farkın azalacağı anlamına gelmez; genel olarak bunun tam tersi gerķekleřir. Hilesiz paraların davranışı oran aķısından uygundur, fakat bu mutlak değildir. Ve büyük sayılar yasaşı kumarbazın hatalı olduğunu işaret etmez. Kumarbaz, bir dizi yazı geldikten sonra tura gelme olasılığının daha fazla olduğunu düşünür.

Başka Şeylerin yanında yasa deneycinin, bir miktarın, bir grup lķmn ortalamasının, lķmlerin sayısı artıķça miktarın gerķek değerine yaklaştığına dair inancını doğrular. Yasa ayrıca şu mantiki gözlem iķin de bir gerekķe sağlamaktadır: Eğer bir zar N kez atılırsa elde edilen 5'lerin, $N/6$ 'dan farklı olma şansı, N bydkķe giderek kclr.

Kısaca: Büyük sayılar yasaşı, kuramsal olasılığın gerķek hayatta, aslında olan Şeyler iķin bir rehber olduğu doğal fikrine kuramsal bir temel sağlar.

Normal an eğrisi doğadaki bir çok olayı tanımlar gibi görünmektedir. Niķin? Olasılık kuramındaki – merkezi sınır teoremi olarak adlandırılan – bir başka çok önemli teorik sonuç, normal Gaus dağılımının yaygınlığını aķıklamak iķin kuramsal bir aķıklama sağlar. Merkezi sınır

kuramına göre bir grup ölçümün toplamı (ya da ortalama), ölçümlerin tek tek kendilerini olmasa da, normal bir eğridir. Bu ne demektir?

Oyuncaklarda kullanılmak üzere küçük piller üreten bir fabrikayı hayal edin. Fabrikanın sadist bir mühendis tarafından yönetildiğini ve bu kişinin pillerin yaklaşık yüzde 30'unun sadece 5 dakika sonra, geriye kalan yüzde 70'inin ise yaklaşık 1,000 saat sonra bitmesini sağladığını varsayın. Bu pillerin dayanma sürelerinin dağılımı normal bir çan eğrisi ile değil, iki tepe noktası olan U şeklindeki bir eğri ile tanımlanır. Tepe noktasından biri 5 dakika da ve daha büyük olan ikincisi ise bin saattedir.

Şimdi bu pillerin montaj fabrikasından gelişigüzel bir sırada çıktığını ve otuz altıkk kutular halinde paketlenmişlerimi varsayın. Bir kutudaki pillerin ortalama dayanma süresini saptamaya karar verirsek bunun 700 dolayında olduğunu buluruz; biz buna 709 diyelim. Otuz altıkk başka bir paketteki pillerin ortalama dayanma sürelerini saptarsak bunun yine 700 dolayında, belki 687 olduğunu buluruz. Aslında kutulardan bir çoğunu inceleyerek ortalama ortalama 700'e çok yakın olacaktır. Daha etkileyicisi bu ortalamanın dağılımı normale yakın (çan şeklinde) olacaktır, çünkü pakelerin doğru yüzdeleri 680 ve 700 arasında ya da 700 ve 720 vb arasında olacaktır.

Merkezi sınır kuramına göre çeşitli şartlar altında bu hep böyledir – normal olmayan yollardan dağıtılmış miktarların ortalamalarının ve toplamalarının dağılımı yine de normal olacaktır.

Normal dağılım, ölçme işleminde de ortaya çıkar. Burada kuram, herhangi bir miktarın ölçümünün, ölçülen miktarın gerçek değeri üzerinde merkezli, normal çan şekilli bir “hata eğrisi”ni takip ettiği gerçeği için kuramsal bir destek sağlar. Normal bir dağılımı takip eden başka miktarlar; yaşa göre boy ve ağırlık, herhangi bir günde bir şehirdeki su tüketimi, makina parçalarının genişlikleri, IQ’lar (ne ölçülüyorsan!), herhangi bir günde büyük bir hastaneye kabul edilen hastaların sayısı, dartların hedefe uzaklıkları, yaprak büyüklükleri, göğüs büyüklükleri ya da içecek makinasından dağıtılan içecek miktarıdır. Tüm bu miktarlar, bir çok unsurun (genetik, fiziksel ya da sosyal) ortalaması ya da toplamı olarak düşünülebilir ve böylece merkezi sınır kuramı bunların normal dağılımlarını açıklar.

Kısaca: Miktarların ortalamaları (ya da toplamaları), oldukları miktarları olmasa da normal bir dağılımı takip etme eğilimi gösterirler.

Ülkenin çeşitli bölgelerinde her bir insandaki ölümler oranıyla aynı bölgelerdeki her bir evlilikteki doğum oranı arasında küçük bir negatif korelasyon vardır. Daha fazla doğum, daha az ölüm. Yine üçüncü bir unsur olan çeşitli bölgelerdeki yaş dağılımı bir açıklanmaya işaret eder. Daha yaşlı evlenen çiftlerin genç evlenen çiftlere göre doğum oranı daha az, ölüme olasılığı daha fazladır.

Bunun yaygın bir şekli, iki miktaradaki değişkenliklerin üçüncü bir unsurun sonucu olmasıdır. İyi bilinen bir örnek, çeşitli toplumlardaki süt tüketimiyle kanser olayları arasındaki orta derecedeki korelasyondur. Korelasyon, büyük olasılıkla bu toplumlardaki nisbi zenginlikle açıklanabilir ki, bu hem daha fazla süt tüketimi hem de daha uzun ömürlü olma nedeniyle daha yüksek sayıda kanser vakası demektir. Ashida süt içme gibi uzun ömürlülikle pozitif korelasyon içinde bulunan her sağlık uygulaması, büyük olasılıkla kanser oranıyla da pozitif korelasyon içinde olacaktır.

Korelasyon ve sebep olma oldukça farklı iki kavramdır ve sayı cahillerinin bunları karıştırmaya çalıştığı dillerinden çok daha fazladır. Çoğu zaman, iki nicelik arasında, bir ötekine neden olmadıkça, bir korelasyon bulunabilir.

Korelasyon ve Sebep Olma

Aslında boşanma çok yıkıcı ve gerilimli bir deneyim olduğu için büyük olasılıkla insanın ölme riskini artırmaktadır. Yani gerçek, aslında yukarıdaki yanlış yönlendirilen korelasyonun tam tersidir. Korelasyonun, nedenle karıştırılmasına bir başka örnek de şöyledir: Yeni Hebrides Adalarında vücut bitleri iyi sağlığın nedeni olarak görülürdü. Halkın bir çok gözleminde bunun delilleri vardı. İnsanlar hastalandığında ve ateşleri yükseldiğinde bu, vücut bitlerinin daha uygun bir mekan aramalarına neden olurdu. Ateş yüzünden bitler ve sağlık kaybolurdu. Bunun gibi, devletin anaokulu programlarının kalitesi ve rapor edilen anaokullarında çocuk istismar oranı arasındaki korelasyon nedensel değildir. Sadece daha iyi denetimin, olan olayların daha fazla rapor edilmesini sağladığını göstermektedir.

Bazen ilişkili olan miktarlar nedensel olarak ilgilidir; fakat başka “**zihin karıştırıcı**” unsurlar, nedensel ilişkileri karmaşıktır ve gizler. Örneğin bir kişinin eğitim derecesiyle işe başlangıç ücreti arasındaki negatif korelasyon, zihin karıştırıcı unsur olan diğer çalışanların durumu gözönüne alındığında, açıklığa kavuşur. Doktora yapmış kişilerin nispeten daha düşük ücretli akademik istihdamı kabul etmeleri, üniversite mezunu ya da lisans üstü öğrenim yaparak sanayi sektörüne giren kişilerden daha olasıdır. Yani daha yüksek öğrenim ve bu son unsur, daha düşük

Son olarak da çok sayıda, sadece tesadüfi olan korelasyonlar vardır. Küçük, sıfır olmayan korelasyonları rapor eden çalışmalar sadece şans dalgalanmalarını temsil eden rapor ederler ve elli kez atlıp yirmi beş kez tura gelmeyen

bir aday olurdu.

Eğer yılm sayı cahilliği ödülü verilse, bu ifade güçlü medyada çalışan birkaç kişi tarafından kullanıldığını düşünmek zor olabilir. Fakat sanayi sektöründe, bu tür ilişkilerden daha küçük olduğuna şüphelenmektedir. Bu tür ilişkilerden evlenme şansının bir terörist tarafından öldürülmesi, beklenen yaşın üzerinde üniversite eğitimi, beklenen yaşın altına doğru olmayabilir. *Newsweek*, bir üniversiteye gitmesinde katkıda bulunan bir neden olabilir, ancak değildir. Bir kadının "evde kalmışlığa" eğitimi onun bir ilişkisini olup olmadığını ve eğer varsa bu olayların yansıması arasında nedensel ilişki vardır ve iki olay arasında nedensel ilişki yoktur. Ancak bir kadının beklenen ile üniversiteye gitmiş olması arasında küçük bir korelasyon vardır. Ancak bir kadının beklenen beklenen ile üniversiteye gitmiş olması arasında nedensel ilişki yoktur.

korelasyon vardır.

gizli tutan hayat tarzı ve çevre gibi zihinsel olarak önemli katkıları olan bir unsurdur. Fakat bu gerçektir. Sigara içme, kanser, akciğer ve kalp hastalıklarının oluşumuna katkı yapmış olma tek başına kişinin ücretini düşürmez. Başlangıç ücretini getirmektedir; daha yüksek dereceli

bir para kadar anlamlıdırlar. Aslında sosyal bilimlerde bir çok araştırma, bu tür anlamsız verilerin akılsızca yapılmış toplamıdır. X özelliği (örneğin mizah) bu yolla tanımlanırsa (bir grup şakanın neden olduğu kahkaha sayısı) ve Y özelliği (örneğin, öz saygı) şu yolla tanımlanırsa (olumlu özelliklerin bir sıralamasına verilen evet cevaplarının sayısı), o zaman mizah ve öz saygı arasındaki korelasyon kat sayısı .217'dir. Hiç bir anlamı olmayan şeyler.

X miktarının değerleri ile Y miktarının değerleri arasında ilişki kuran gerileme analizi, istatistikte çok önemli bir araçtır. Fakat bu çoğunlukla yanlış kullanılır. Sık sık yukarıdakine benzer ya da $y = 2.3 X + R$ gibi sonuçlar elde ederiz; ancak R burada, değişkenliği X ve Y arasında olan ve varsayılan ilişkiyi boğacak kadar büyük rastgele bir miktardır.

Bu tür hatalı çalışmalar, istihdam, sigorta oranları, krediye değeri ölçen psikolojik testlerin temelini oluşturur. İyi bir çalışan olabilirsiniz, düşük prim ya da iyi bir kredi oranı hak ediyor olabilirsiniz, fakat eğer karşılıklı ilişkisi olan unsurlarınız bir yönüyle eksikse zorlukla karşılaşabilirsiniz.

Kırk yaşma geldiğinde bin kadından yaklaşık biri göğüs kanserine yakalanırken altmış yaşında bu oran beş yüzde bire yükselir. Kırk yaşında tipik bir kadının elli yaşına kadar hastalığa yakalanma riski yüzde 1.4, altmış yaşına kadarsa bu oran yüzde 3.3'tür. Biraz abartmak gerekirse onbirde bir sayısı, biraz, on kişiden dokuzunda yaş lekeleri oluşacağını söylemek gibidir. Bunun otuz

Onbir kadından birinin göğüs kanserine yakalanacağı sık sık değinilen bir istatistiktir. Bu sayı yanlış fikri verir ancak bu, hepsi seksenbeş yaşma kadar yaşayan ve herhangi bir yaşta göğüs kanserine yakalanma oranı, şu anki olması nedeniyle. Kadınlarmın küçük bir grubu seksen beş yaşma kadar yaşar; kanser oranları değişmektedir ve daha yaşlı kadımlar için çok daha yüksektir.

Hipotez testi ve güven tahminleri, genelleme analizi ve korelasyon – bunların hepsinde hatalı yorum olasılığı olsa da, en çok yapılan istatistikî hatalar, kesirler ve yüzde-lerden daha karmaşık hiçbir şey içermez. Bu bölüm bir-kaç tipik örnek içerir.

Göğüs Kanseri, Saldırılar ve Ücretler: Basit İstatistikî Hatalar

Teknik olarak doğru fakat yanlış fikir veren bir başka istatistik, Amerikalılar arasında en fazla ölüme yol açan unsurların kalp hastalığı ve kanser olduğudur. Bu şüphesiz doğrudur, fakat Hastalık Kontrol Merkezlerine göre araba kazaları, zehirlenme, boğulma, düşme, yangın, silahlılarla yapılan kazalar gibi kaza sonucu ölümler, yıl olarak daha fazla potansiyel hayat kaybına yol açar. Bunun nedeni bu tip kurbanların ortalama yaşının, kanser ve kalp hastalığı kurbanlarından çok daha düşük olmasıdır.

İlkokul konusu olan yüzdeler, devamlı olarak yanlış uygulanır. Çoğunlukla tersi iddia edilse de fiyatı % 50 artırılmış ve daha sonra % 50 düşürülmüş bir maddede net olarak % 25'lik bir indirim yapılmıştır. Fiyatı önce % 40 daha sonra tekrar % 40 düşürülen bir elbisede yapılan indirim yüzde 80 değil, yüzde 64'tür.

Diş çürüklerini yüzde 200 azaltan bir diş macununun, tahminen kişinin tüm çürüklerini iki kez yok etmesi gerekir. Belki önce hepsini doldurup daha sonra da çürük olan yerlerde çıkıntılar meydana getirerek. Eğer bir anlam taşıyorsa yüzde 200 sayısı, yeni diş macununun, çürükleri yüzde 30 azalttığı anlamına gelebilir. Bu da, standart diş macunun yarattığı yüzde 10'luk azalmadan yüzde 200 daha fazladır. Bu ikinci ifade daha az yanlış fikir verici fakat daha az etkileyicidir. Kullanılmama nedeni de budur.

Kendi kendimize "Neyin yüzdesi?" sorusunu sorma alışkanlığımı elde etmek yararlıdır. Kartlar yüzde 12 ise, örneğin; bu harcamaların mı, satışların mı, geçen yılın kartlarının mı, neyin yüzde 12'sidir?

Birçok sayı cahilli için kestirler de bir başka sorun kaynağıdır. 1980'deki bir Başkan aday, basın arkadaşlarına 2/7'nin nasıl yüzdeye çevileceğini sormuştu. Bunun öğünü ödev olarak verildiğini söylemişti. Bu raporun doğru olup olmadığını bilmiyorum fakat ben, Amerikan yetkililerinin büyük bir oranının yüzdelere, ondalık sayılara kestirler ve bunları birbirine çevirme konularında basit bir sınavı geçemeyeceklerinden eminim. Bazen şunun ya da bunun, normal fiyatın bir kesirine satıldığını duyduğumuzda bu kesirin muhtemelen 4/3 olacağını söyledim. de, boş bakışlarla karşılaşıyorum.

Bir adam garşıdadır, soyulur ve kendisini soyan kişi-nin zenci olduğunu iddia eder. Ancak olay, durumu araş-tran mahkeme tarafından karşılaştırılabilir işık şartları altında tekrar canlandırıldığında; kurban saldırganın irkimi, yüzde 80 doğrulukta tespit eder. Saldırganın gerçekten zenci olma olasılığı nedir?

Bir çok kişi olasılığını yüzde 80 olduğunu söyleyecektir. Fakat doğru cevap kesin, mantıklı cevaplar gözönüne

alındığında çok daha düşüktür. Bizim varsayımlarımız, nüfusun yaklaşık yüzde 90'ının beyaz, sadece yüzde 10'unun zenci olduğu ve çarşı bölgesinin bu yapıyı yansıttığı, iki ırktan hiçbirinin insanlara saldırmasının daha olası olmadığı ve kurbanın her iki ırkı karıştırma olasılığının – bir beyazla bir zenciyi ya da bunun tam tersinin – eşit olduğudur. Bunlar gözönüne alındığında, benzer şartlar altında oluşan saldırılarda kurban, ortalama olarak saldırganlardan yirmialtısını zenci olarak tespit edecektir – aslında zenci olan onun yüzde 80'nin ya da sekiz, beyaz olan 90'nın yüzde 20'si ya da onsekizi; yani toplam yirmialtıdır. Yani, zenci olarak saptanan yirmialtı kişiden sadece sekizi zenci olduğu için, adamın saldırganın, bir zenci olduğunu söylediği göz önüne alınırsa, bir zenci tarafından saldırıya uğramış olma olasılığı sadece 8/26 ya da yaklaşık yüzde 31'dir.

Hesap, ilaç testinde çıkan yanlış pozitif sonuç hesabına benzer ve onun gibi kesirleri yanlış yorumlamanın ölüm-kalım meselesi olduğunu gösterir.

1980'de devletin verdiği rakamlara göre kadınlar, erkeklerin kazandığının yüzde 59'nu kazanmaktaydılar. O zamandan beri yaygın bir şekilde kullanılmış olmasına rağmen istatistik, üzerine yüklenen yükü taşıyabilecek kadar güçlü değildir. Çalışmada daha fazla ayrıntılı veri

dololik protokoller ve tablolar, güven mesafeleri, anlama-
Istatistikler, örneklerin büyüklüğü ve yapısı meto-

olmayan kendi şartları içerisinde gikarılması bir sayıdır.
olarak ne anlama geldiği konusunda çok az ya da hiç bilgi
sayı olarak adlandırılmıştır. Nasıl ulaşıldığı ya da tam
kullanılır ve istatistikçi Darrell Huff tarafından yapıldığı
istatistiğe işaret etmektedir. Yine de bu istatistik her zaman
Amaç kendi başına pek bilgi verici olmayan önemli bir
in reddetmek değildir; cins ayrımcılığı kesinlikle gerçekleştirir.
Yukarıdaki sorunun amacı, cins ayrımcılığının varlığı-

de 59'u olduğunu gösterir.

çalışan kadınların ortalamaya gelirmiş erkeklerinkinin yüz-
bu soruların cevapları hayırdır. Çıplak sayı sadece tam gün
nin daha fazla olduğunu gözönüne almakta midir? Tüm
dır? Kısa vadede bir amaç için çalışan kadınların yüzdesi-
nellikle erkeğin işinin beklendiğini değerlendirilmekte mi-
ba katmakta midir? Evi bir çiftin nereden yaşayacağını ge-
retti işleri (memurluk, öğretmenlik, hemşirelik, vb) hesa-
ne almaktadır? Kadınların yaptıkları nispeten düşük üc-
artan kadınlar, bunların yaş ve deneyimlerini mi gözönü-
zammaktadır? Rakamlar, işgücü içinde sayılan gittikçe
için kadınlar, erkeklerin ücretlerinin yüzde 59'nu mu ka-
gildir. Bu rakamlara göre, erkeklerin yaptıkları aynı işler
olmadığı için hangi sonuçların garanti edildiği açık de-

düzeyleri, vb gibi bilgiler olmadan bu kadar çıplak bir şekilde sunulduğunda yapabileceğimiz tek şey omuz silmek ya da eğer yeterince ilgimizi çekiyorsa şartları kendimizin saptamasıdır. Çoğunlukla çıplak bir şekilde sunulan başka tür bir istatistik şu şekildedir: Ülkenin en üst X yüzdesi, ülkenin zenginliğinin Y yüzdesine sahiptir ki burada X çok şaşırtıcı bir şekilde küçük, Y ise yine çok şaşırtıcı derecede büyüktür. Bu tür istatistiklerin çoğu yanlış fikirler verirler, fakat yine söylüyorum, bu ülkede birçok ekonomik eşitsizliğin olduğunu reddetmiyorum. Zengin bireylerin ve ailelerinin sahip oldukları mallar, ender olarak paraya tahvil edilebilir ve bunların kişisel önemleri ya da değerleri yoktur. Bu malları ölçmek için kullanılan hesaplama işlemleri oldukça yapaydır ve biraz düşündükten sonra ortaya çıkan başka karmaşıktırıcı unsurlar çıkar.

Kamu da olsa özel de olsa muhasebe genellikle deşifre edilmesi gereken gerçeklerin ve keyfi işlemlerin garip bir karışımıdır. 1983'te devlet istihdam sayıları, önemli bir şekilde sıçramıştır. Bu ordunun istihdam edilenler arasında sayılması kararından başka bir şey değildir. Bunun gibi heteroseksüel AIDS vakalarının sayısı, Haitili kategorisinin de heteroseksüel kategorisinin içine alınmasından sonra yüksek oranda artmıştır.

Bu kadar açık olmasa da, bu tür uygunsuz toplamalar her zaman yapılır. Örneğin, bir grevin maliyetini ya da yıllık hayvan bakımı toplam faturasını saptarken düşünülürken her şeyi – bu bazı şeyleri değişik başlıklar altında birkaç kez toplama ya da sonuçtaki bazı tasarrufları gözönüne almayla sonuçlansa da – toplama eğilimi vardır.

Çocukların okula gitmeye vakitleri olmadıkına dair eğilendirici bir kamırları vardır. Zamanlarmın $1/3$ ünü, yaklaşıktık 122 gün, uyuşarak geçirirler (günde üç saat) zamanlarmın $1/8$ 'ini yemek yiyerek geçirirler ki bu yaklaşık 45 gündür. Dörtte birini, ya da 91 gün, yaz ya da diğer tatliler alır ve yılm yedide ikisi, yani 104 gün, hafta sonudur. Toplam, aşığı yukarı bir yıldır, yani okul için hiç zamanları kalmaz.

söylemiştir.

Toplama hoş ve kolay olsa da sıklıkla kullanılması uygun değildir. Eğer şu ya da bunun imalat için gerekli mal-ların fiyatı yüzde 8 artmışsa, toplam fiyat sadece yüzde 8 artmıştır, yüzde 80 değil. Bahsettiğim gibi yanlış yönlendirilen yere bir metroloji haberi spikeri, Cumartesi günü yağmur yağma şansının yüzde 50, pazar günü yine yüzde 50 vb olduğunu söylemiş ve şu sonuca varmıştır, "Bu hafta sonu yüzde 100 yağmur yağacak gibi görünüyor" Başka bir metroloji spikeri, bir sonraki gün iki kat daha sıcak olacağını çünkü derecenin 25'ten 50'ye çıkacağını söylemiştir.

Eğer bu sayıların hepsine inanırsanız çocukların okula gitmeye vakitleri olmadığına da inanırsınız.

Özellikle sayı cahili insanları durumun ciddiyeti konusunda etkilemek istiyorsanız, her zaman mutlak sayıyı söylemek yerine, altındaki temel nüfusu büyük olan ender bir olayın olasılığını söyleme yolunu seçin. Bunu yapmak “**geniş taban**” hatası olarak adlandırılır ve bununla ilgili daha önce birkaç örnek verdik. Neyin vurgulanacağı – sayının mı olasılığın mı – şartlara bağlıdır, fakat “**Tatil Katliamı, Dört Günlük Haftasonunda 500 ölü**” gibi gazete başlıklarından etkilenmemek için birinden diğerine geçmek yararlıdır. (Yukarıdaki gazete başlığı herhangi dört günlük süre içerisinde ölen kişiler hakkındadır.)

Başka bir örnek, gençlerin intiharıyla “**Zindanlar ve Canavarlar**” oyunu arasındaki anlamlı bağlantı hakkındaki birkaç yıl önce yazılan yazılar zinciridir. Bundaki düşünce gençlerin oyunu tutku haline getirdikleri gerçekle ilişkilerini kestikleri ve sonuçta kendilerini öldürdükleriydi. Gösterilen kanıt, oyunu sık sık oynayan yirmialtı gencin intihar etmesiydi.

Bu, iki istatistik daha gözönüne alınana kadar oldukça etkileyici görünür. Önce oyun milyonlar sattı ve 3 milyona kadar gencin oyunu oynadığı tahmin edildi.

Ortalama alma dürtüsü, gekici gelebilir. Başı firmada ayakları ise buzdolabında olduğu halde ortalama olarak oldukça rahat oldugunu söyleyen adam hakkındaki ünlü espriyi hatırlayın. Veya kenarlarını uzunluğu bir ila üç inç olan oyuncak bloklarını düşünün. Bu kolleksiyondaki ortalama oyuncakların bir kenarının üç inç oldugunu varsayabiliriz. Aynı oyuncak bloklarının hacimlerini 1 ve 125 inç küp arasındadır. Dolayısıyla ortalama oyuncak bloğunun 63 inç küp $[(1 + 125)/2 = 63]$ oldugunu varsayabiliriz. İki varsayımı bir araya getirirsek bu kolleksiyondaki ortalama oyuncak bloğunun bir kenarının üç inç, hacminin ise atmışüç inç küp oldugunu ilginç bir şekilde görürüz.

Bu kısmında, bu bölümde daha önce bahsedilen konulara bir kaç şey eklenecaktır.

EKLER

İkincisi bu yaş grubunda imthar oranının 100,000'de yaklaşık 12 olduğudur. Bu iki gerçek yan yana geldiğinde "Zindanlar ve Canavarlar" oyununu oynayamların 360 (12 x 30) unun imthar etmesi beklenebilir! Oyunun, bu imtharların bazılarında nedensel bir unsur olduğuna inkar etmiyorum, fakat sadece olaya görüş açısı vermek için bu örneği verdim.

Bazen ortalamaya güvenme şekilsiz küplerden daha ciddi sonuçlar doğurabilir. Doktor, sizin kötü bir hastalığınız olduğunu ve bu hastalığın ortalama kurbanının beş yıl yaşadığını söyler. Eğer bildiğiniz sadece buysa ümit etmek için neden vardır. Belki bu hastalığa yakalananlardan üçte ikisi hastalık başladıktan bir yıl sonra ölmektedir ve siz zaten bir kaç yıl hayatta kaldınız. Hastalığın kurbanlarından “şanslı” üçte biri on ila kırk yıl yaşamaktadır. Söylemek istenen şudur ki eğer sadece ortalama hayatta kalma süresini biliyor fakat hayatta kalma süresinin dağılımı konusunda hiç bir şey bilmiyorsanız, akıllıca plan yapmanız zordur.

Sayısal bir örnek: Bir miktarın ortalama değerinin 100 olması, bu miktarın tüm değerlerinin 95 ve 105 arasında ya da yarısının 50 dolayında, diğer yarısının ise 150 dolayında veya dörtte birinin 0, yarısının 50'ye yakın, dörtte birinin ise yaklaşık 300 ya da aynı ortalamaya sahip olup başka dağılımları olan herhangi bir sayı olduğu anlamına gelebilir.

Miktarların çoğunun güzel görünen, çan şekilli dağılım eğrileri yoktur ve dağılımın değişkenliğinin ölçüsü ve dağılım eğrisinin kaba şeklinin takdiri olmadan bu miktarların ortalama değerlerinin önemi sınırlıdır. Sözkonusu dağılım eğrileri hakkında kişilerin iyi seziler geliştirdiği

Bit oyun daha. Bit defa yazi gelinceye kadar bit parayı atm. 20 kez (ya da daha fazla) atktan sonra hala çkmanmıssa siz 1 milyon \$ kazanacaksınız. Eğer ilk yazi, yirminci atktan önce gelirse siz 100 \$ ödeyeceksiniz. Oynar mıydınız?

Bitiyemi açıklamak için bunun çestli şekilleri kullanılır. Çkılmanmasında sıkkhla kullanılan “**komsunun tavuğu**” zihni çkılmanmaz bir sorundur. Çelir konusundaki istatistiklerin a-ması olasılığı hakkında bilgimiz olmadığı sürece bu içinden zartı alacağımız açıktır. Zartlarda çestli miktarlarda para ol-menize izin verildiği için fikrinizi değştireceğimiz ve diğer-diniz? İlk seçtiğiniz zartta ne olursa olsun fikrinizi değştir-zartını alırsınız. Soru şudur: Neden ilk önce B zartını alma-kaybedececeğimizi hesaplarırsınız ve bu yüzden A yerine B-ger fikrinizi değştirtirseniz ya 100\$ kazanacağımızı ya da 50\$-teklifi yapan kişi fikrinizi değştirtmenize izin verince siz, e-\$ bulursunuz. Yani B zartında ya 200 \$ ya da 50 \$ vardır. Bu-kat para olduğunu söyler. Siz A zartını alıp açarak içinde 100-Birisi size iki zart sunar ve birinin içinde diğerin iki

fazla olan – özellikle aşığıya doğru – ürünler sunarlar. genel olarak daha yüksek kaliteli, fakat değştirkeçliği daha-lığı dışında) ürünler sunarlar. Geleneksel restoranlar ise-kenliği düşük olan (en çekici özellikleri olan hizmet hızlı-örneğin, ortalama kalitesi en fazla olan, fakat değs-bit çok günlük durumlar vardır. Fast-food restoranları,

Bir milyon dolar kazanma şansınız 524, 288'de (2¹⁹) bir, 100 \$ kaybetme şansınız ise 524,288'de 524,287'dir. Belli bir iddiayı kaybedeceğiniz neredeyse kesin olsa bile kazandığınızda (büyük sayılar yasası bunun ortalama her 524,288 kerede bir olacağını öngörmektedir) kazandıklarınız tüm kaybettiklerinizi telafi edecektir. Bu oyunu oynarken beklenen ya da ortalama kazançlarınız $(1/524,288) \times (+ \text{bir milyar}) + (524,287/524,288) \times (-100)$ ya da her iddiada yaklaşık 1,800 \$'dır. Yine de insanların bir çoğu bu oyunu, ortalama ödeme payı yaklaşık 2,000 \$ olsa da, oynamamayı tercih edeceklerdir (St. Petersburg paradoksunun bir çeşidi).

Ya istediğiniz sıklıkta ve uzunlukta oynayabilmeniz ve oynamayı bitirene kadar hiçbir ödeme yapmanız gerekmeseydi? O zaman oynar mıydınız?

Rastgele örneklemeler elde etme zor bir sanattır; anket yapan kişi her zaman başarılı olamaz. Hükümet de her zaman başarılı olamaz. 1970 piyango çekilişi – 1'den 366'ya kadar sayılar çekilmek üzere küçük kapsüllere yerleştirilmişlerdi – neredeyse kesinlikle adil değildi. Ocak doğum günleri için 31 kapsül, Şubat için 29 kapsül ve böylece Aralık'a kadar gelip bu ay için de 31 kapsül konmuştu. Bu kapsüller arada karıştırılmıştı fakat bunun yeterli olmadığı açıldı. Çünkü ilk çekilişlerde Aralık günleri orantısız

Kanundisi kumar oyunlarında, halkın da ulaşabileceği günlük rastgele sayı seçme yolu, Dow Jones Endüstri-leri, Ulaşım ve Kamu Hizmetleri endekslerinin her günkü yüzüncü rakamlarını alma ve bunları karıştırmaadır. Örneğin, Endüstriyel günü, 2213.27'de, Ulaşım hisseleri 778.31'de ve Kamu Hizmetleri 251.32'de kapamışsa, o zaman günün sayısı 712 olacaktır. Son rakamların hareketliliği, onları rastgele kıldığı için 000 ile 999 arasındaki sayıların hepsinin gelme olasılığı eşittir. Sayıların üzerinde oynanılacağından da hiç kimse korkmamalıdır çünkü sayılar *Wall Street Journal*'da ve başka daha büyük kahteli gazetelerde çıkmaktadır.

Kağıt oynarken de rastgelelik elde etmek kolay değildir, çünkü desteyi iki ya da üç kez karıştırmak, kağıdın sırasını bozmaya yetmez. İstatistikçi Persi Diaconis'in gösterdiği gibi altı ila sekiz karışdırma genellikle gereklidir. Sırası bilinen bir deste kağıt sadece iki-üç kez karıştırdiktan sonra içinden bir kağıt alınp destenin başka bir yerine konsa, iyi bir sibirbaz neredeyse her zaman bu kağıdı bulabilir. Ne kadar pratik olmasa da, rastgele desteler elde edebilmek için bilgisayar kullanmak en iyisidir.

bir şekilde çıkarken yılm ilk ayları sonra doğru sansa bağlı olarak piyangoşunda bilgisyar kullanılmı rastgele sayı tabloları kullanıldı. taraftan

Ancak rastgelelik sadece kumar, anketler ve hipotez test etmede adaleti sağlamak için değil, büyük olasılıklı bir unsur olan durumu örneklemek için de kullanılır. Bu amaç için milyonlarca rastgele sayıya ihtiyaç vardır. Farklı şartlar altında birisi süpermarkette sırada ne kadar beklemek zorunda kalacaktır? Süpermarket durumunu çeşitli engelleriyle birlikte örneklemek için, uygun bir bilgisayar programı tasarlayın ve bilgisayara, farklı sonuçların ne sıklıkta ortaya çıktığını görmek için, programın üzerinden bir kaç milyon defa geçmesi komutunu verin. Matematik problemlerinin birçoğunun kontrolü o kadar zordur ve bu problemleri içeren deneyler o kadar pahalıdır ki, bu tür olasılık içeren bir simülasyon onlardan vazgeçmenin tek alternatifidir. Bir problem daha kolay ve tamamen çözülmesi mümkün olsa bile, simülasyon sıklıkla daha hızlı ve ucuzdur.

Birçok durum için bilgisayarların ürettiği sahte rastgele sayılar yeterlidir. Bunlar pratik amaçların çoğu için rastgele sayılan, fakat aslında gerekirci bir formül tarafından üretilmişlerdir; ki bu, sayılara, onları bazı uygulamalar için yararsız kılmaya yeterli bir sıra empoze eder. Bu tür uygulamalardan biri kodlama kuramıdır. Bu hükümet görevlilerine, bankacılara ve diğerlerine, çözülme korkusu olmaksızın, hassas bilgileri aktarma olanağı tanır.

Oldukça fazla sayıda ilacın, hiç bir şey kullanmamak-
tan iyi olduğu kanıtlanabilir, fakat ilaçlar alındığında çok
büyük bir fark da yoktur. Bir çok test sonucunda başg-
nların yüzde 3'ünü geçirdiği görülen X ilacı, hiç birşey
kullanmaktan iyidir, fakat bu ilaç için ne kadar para
harcardınız? Reklamı yapılrken "anlamli" bir yüzdede
başgnsını geçirdiği söylenmektedir, fakat bu anlamlihk
sadece istatistiklidir.

Etkileyici ya da pratik açıdan anlamlı değildir.
neklemin sögük algınlığını alma hizları arasındaki fark çok
nuun sansla olmasını önlerecek kadar büyüktü, fakat de-
daha düşük bir hızda kapmıştır. Örneklemin boyutu bu-
ni alan grup, kontrol grubuna göre sögük algınlığını biraz
lüye ise yüksek dozlarda C vitamini verilmiştir. C vitamini-
grup gönüllüye, etkisiz bir madde, başka bir grup gönüllü-
lamı yoktur. Birkaç yıl önce yürütülen bir çalışmada, bir
istatistikçi olarak anlamlıdır. Bunun tek başına fazla an-
dır. Bir sonucun sans eseri ortaya çıkma olasılığı yoksa,
İstatistikçi anlamlıhk ve pratik anlamlıhk iki farklı şey-

Bir fikir yavaş yavaş ortaya çıkmaktadır.
Rastgeleliğin ekonomik değerin olduğu gibi gaript
gele dalgalanan voltajların fiziksel belirsizliğini bildirir.
sayıları kanıtlanır, sonra "beyaz gürlütu" kaynağından rast-
Bu durumlarda kişi birkaç bilgisayardan aldığı sahite rastgele

Genellikle bu durumun karşıtıyla karşılaşırsınız: Sonucun potansiyel pratik anlamı vardır, fakat neredeyse hiçbir istatistikî anlamı yoktur. Eğer ünlü bir kişi bir köpek mamasını onaylıyorsa ya da bir taksi sürücüsü, valinin içinde olduğu bir ikilemeyle ilgili tutumunu onaylamıyorsa, bu kişisel ifadelere istatistikî anlam yüklemek için kuşkusuz hiçbir neden yoktur. Aynı şey kadın dergilerinin testleri için de geçerlidir: Başkasını sevdiğinizi nasıl anlarsınız: Kocanızda Boethius kompleksi mi var? Kocanız yedi sevgili türünden hangisi? bu testlerin sonuçlarının hiç bir geçerliliği yoktur; neden 62 sonucu, bir erkeğin sadık olmadığını gösterir? Belki sadece Boethius kompleksinden kurtuluyordur. Yedili topoloji nereden gelmiştir? Erkeklerin dergilerinde şiddetle ve kiralık katillerle ilgili daha fazla saçmalık bulunsa da, bu tür aptalca testlere çok ender rastlanır.

İnsanlarda her şeyi istemeye ve değiş-tokuşların genellikle gerekli olduğunu reddetmeye yönelik bir eğilim vardır. Konumlarından dolayı politikacılar, bu tür sihirli düşünceye, diğer insanların çoğundan daha fazla cezbolurlar. Kalite ve fiyat, hız ve tamlik, kötü olması olası bir ilacı onaylama ve iyi olması olası bir başkasını reddetme, özgürlük ve eşitlik vb. arasındaki değiş-tokuş, sıklıkla bir belirsizlik perdesi ardına gizlenir ve açıklıktan bu kaçış, herkese malolur.

Örneğin, bazı eyaletlerde son günlerde alınan, bazı karayollarındaki hız sınırı saatte 65 mile çıkarma ve içkili araba kullanımlara daha sıkı cezalar vermenin karartılmasına bazı güvenlik grupları karşı çıkmıştır. Bu kararlar, açığa ekonomik ve politik etkenlerin, artması muhtemel ölüm-lerden daha ağır bastığı yolunda dürüstçe bir açıklama yerine, kaza oranında hiç bir artış olmayacağı şeklinde yanlış bir ifade ile savunulmuştur. Bununla ilgili çevreyi ve toksik çöpleri (paraya karşı hayalî) içeren birçok örnek verilebilir.

Bunlar, insan hayatının paha biçilmezliğiyle ilgili soy-lenlerin gülmüş kılmağadır. İnsan hayatı bir çok yönüyle paha biçilmezdir, fakat mantıklı orta yolları bulabilmek için bunlara sonlu ekonomik değerler vermeliyiz. Ancak bunu yaptığımızda, sık sık bu değerler ne kadar düşük ol-duğunu maskelleyen sofuca güvünlükler çıkarırız. Ben in-san hayatı üzerine daha az sahte dindarlık ve çok daha fazla ekonomik değer kommasını tercih ederim. İdeal ola-rak bu değer sonsuz olmalıdır, fakat olamadığında sahte düşüncelelere başvurmayalım. Yaptığımız seçimler konu-sunda bilinçli değilseniz, daha iyileri için çalışmamız olası değildir.

Kapanış

Çok büyük bir kürenin üstünde yelken açmışız, belirsizliğin içinde sürüklenip bir sondan diğerine gidiyoruz.

—Pascal

İnsan çok küçük bir varlıktır fakat gece çok büyük mucizelerle doludur

—Lord Dunsany

Olasılık hayatımıza birkaç farklı yol ile girer. Birinci yol zarlar, kağıtlar ve rulet çarkları gibi rastgeleliği sağlayan aletler sayesinde. Daha sonra doğumlar, ölümler, kazalar, ekonomik ve hatta kişisel işlerin hepsinin istatistikî tanımlara imkân verdiğinden haberdar oluruz.

Bundan sonra yeterince karmaşık olan herhangi bir olaya uygun olarak da, kuantum mekaniğinden en temel mikrofiziksel işlemlerin doğasının olasılıklı olduğunu öğreniriz.

Ö zaman şaşırtıcı olmayan bir şekilde olasılığın takdir edilmeyle başlaması uzun zaman alır. Aslında, bir parça olgunluk ve denge, dünyanın tesadüfi doğasına gerekli ağırlığı verir. Partizanlar, gerçek mançlar, fanatikler ve her türlü tutucular, olasılık gibi tenksiz bir şeye çok ender olarak inanırlar. Uzun cehennemde 10 yıl yarımlar (şaka yapıyorum) ya da olasılık kuramı konusunda bir kurs almaya zorlanırlar.

Anlamsız rastlantılarla dolu gitmişçe karmaşıklaşan bir dünyada bir çok durumda gerçekli olan, daha fazla gerçek değil – zaten fazlasıyla gerçekçe sahibiz – bilinen gerçeklerin daha iyi kavramasıdır. Bunun için de olasılıkla ilgili bir kurs çok yararlı olacaktır. İstatistik testi ve güven aralıkları, nedensel korelasyon arasındaki fark, ve sathi olasılık, bağımsızlık, çarpım ilkesi, tahmin etme sanatı ve deneylerin tasarımı, beklenen değer ve olasılık dağılımı düşünmelerini ve yukarıdakiyle ilgili en yaygın örnekler ve karışık örnekler çok daha yaygın şekilde bilinmelidir. Olasılık hayatımıza girmektedir.

Her kitabın saiklerinin en azından bir parçası öfkedir ve bu kitap da bir istisna değildir. Tamamen matematiğe ve bilime dayanan, fakat birçok vatandaşın sayı cehaleti ve bilimsel cahilliğine kayıtsız kalan bir toplum; kötü eğitilmiş askerleri yetenekli silahlarla donatmak için her yıl çeyrek trilyon dolardan fazla para harcayan bir ordu; ve bir uçaktaki rehinelere ya da kuyuya düşen bebeklere takılı kalıp, şehirlerde gerçekleşen suçlar, çevresel gerileme ya da yoksulluk sorunlarına gelince yeterli tutkuya göstermeyen medya beni çok rahatsız etmektedir.

Aynı zamanda “soğuk bir şekilde mantıklı” gibi basma kalıp ifadelerin içinde gizli sahte romantizm; astroloji, parapsikoloji ve diğer sahte bilimlerin sınır tanımayan saçmalığı; matematiğin gerçek hayatla hiçbir ilgisi ya da bağlantısı olmadığı ve belirli bir gruba hitap ettiği inancı bana acı vermektedir.

Yine de bu konulara kızmam beni teşvik eden şeylerin sadece bir kısmıydı. Bizim iddialarımızla gerçek arasındaki farklar, genellikle oldukça fazladır. Sayı ve şans, bizim en büyük gerçek ilkelerimiz olduğundan bu düşünceleri iyi kavrayanlar, farklılıkları ve uyumsuzlukları daha iyi anlayabilir ve saçmalıkları daha iyi görebilirler. Bence saçmalık konusuyla ilgili duygularımızda, mükemmel bir şeyler vardır ve sakınmaya çalışmak yerine, bunları beslememiz gereklidir.

Bunlar, dünyadaki küçük fakat yüksek konumumuz hakkında bize bir görüş açısı verir ve bizi fataletlerden ayıran budur. Sayı cahilliği de dahil olmak üzere tüm bunlara karşı bizi bilmeyen kadat vurdumduymaz hale getirecek şey, bunlara karşı gelmektr. Kitabımın saiki, duyduğum öfkeden gök, sayısal bir orantı duygusu geliştirmek ve hayatta indirgenemez olasılıklı doğasını takdir etmektir.





BEVAZ YAYINLARI "Kıyıda Vurmüş Herşey" Yaşamaya Galişir.

"Bak onun için çok şey farklı." karıştırmı verit:
Yerden bir denizyıldızı daha alıp denize atan kişi,
Sizin bunları denize atmamız neyi farklıirecek ki? " der.
"İyi ama burada binlerce denizyıldız var. Hepsi ni atmamıza imkan yok.
almaya devam eden kişi. " Yaşamaları için "yamtım verince, adama şaşkımlıkla
denizyıldızlarını denize atıyorsunuz?" diye sorar Topladıklarını hızla denize
denizyıldızlarını denize almaya galiştirmiş farkeder ve "Niçin bu
atan birine rastılar. Biraz daha yaklaşınca bu kişinin sahile varmuş
Bir adam okyanus sahilinde yürütiş yaparken, telaşla denize bürşyeler

DENİZYILDIZI ÖYKÜSÜ

Herkes için Matematik! okumak matematik ve sayılardan hoşlanmayanlar için olduğu kadar matematik meraklıları için de ufuk açıcı olacaktır.

onları algılayışımızı değıştirecektir.
piyango ve ilağ testleri gibi güncel konulara matematik açıdan bakmak
astroloji, spor rekorları, seçimler, cins ayrımcılığı, UFO'lar, parapsikoloji,
Borsa stratejileri, eş seçimi, fal, diyet ve tıbbi iddialar, terörizm riski,
Oysa günlük yaşamında matematiği kullanan her insan, bunun yararını görecekler.
Birçok insan sayıların matematikçilerin uğraşı alanına girdiği kanısındadır.
matematiğin gücünü gösteren birçok ilginç örnek bir araya getiriyor.
kuşkuculuk geliştirmeliyiz. Bu canlı ve espirili kitabında John Allen Paulos
bilimadamlarına direneceksek, iğmizde istatistik konusunda sağlıklı bir
Eğer reklamcıların yanlış iddialarına, şarlatan doktorlara ve sahte
ve hayali algılar insanların çoğunu sayı cahilli yapmaktadır.
Yetersiz matematik eğitimi, matematikle ilgili psikolojik engeller

HERKES İÇİN MATEMATİK