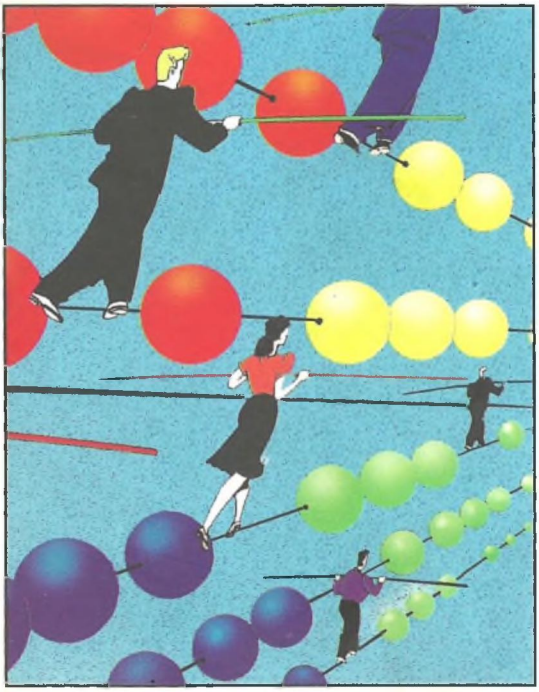
HERKES İÇİN MATEMATİK

John Allen Paulos



"Yaşamda korkulacak bir şey yoktur. Yeter ki anlaşılsın"

Mademe Curie

BEYAZ YAYINLARI

John Allen Paulos

Herkes İçin
MATEMATİK

İngilizce'den çeviren: Başak Yüksel

BEYAZ YAYINLARI

Beyaz Yayınları:

Herkes İçin MATEMATİK
John Allen Paulos

Yayın Yönetmeni: Sinan Köseoğlu
İngilizce'den çeviren: Başak Yüksel
Kapak Tasarım: Zehra Yılmaz

(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 yayınlanamaz.

Birinci Basım: Şubat 1998/İstanbul
ISBN: 975-8261

Dizgi: Zehra Yılmaz
Basım: Kurtiş Matbaacılık
Cilt: Güven Mücellithanesi

Yayın ve Dağıtım:
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

Sayısız 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. Problemle 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 vatandaşı 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

% 50 ve Pazar günü yine % 50 yağmur yağma olasılığının olduğunu söyledi ve bu yüzden de o haftasonunda % 100 yağmur yağma olasılığı olduğu sonucuna vardı. Bu yorum karşısında gramerci sessiz kaldı. Ona, yapılan yanlışı anlatmamdan sonra bile sessizliğini bozmamıştı; ama hava durumunu okuyan spikerin yaptığı bir gramer yanlışı olsaydı kuşkusuz köpürecekti. Aslında, diğer başarısızlıklar gizlense bile, matematik cehaleti açık açık söylenir: **"Banka hesabımda ne kadar para olduğunu bile bilmiyorum", "Sayılarla uğraşmak bana göre değil, ben insanla ilgilenmeyi severim"** ya da **"Ben her zaman matematikten nefret etmişimdir."**

Matematik cehaletinden duyulan bu anlamsız gururun bir nedeni, bunun sonuçlarının diğer zayıflıkların sonuçları kadar açık olmamasıdır. Bu yüzden ve insanlar genel açıklamalardan çok örnekli açıklamaları daha iyi anlayabildikleri için, bu kitapta sayı cehaletiyle ilgili gerçek hayattan örnekler incelenecektir: borsa stratejileri, eş seçimi, gazete falcıları, diyet ve tıbbi iddialar, terörizm riski, astroloji, spor rekorları, seçimler, cinsel ayrım, UFO'lar, sigorta ve kanunlar, psikanaliz, parapsikoloji, piyangolar ve ilaç testleri bunlar arasındadır.

Kitapta kendi düşüncelerimi aşırı derecede dayatmamaya ve popüler kültür ya da eğitim sistemimizle (Allan

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 uğraşabilmeye 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 bağdır. 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

hemen hemen tüm politikacılar politikalarıyla ilgili olası zararları ve tavizleri açıklama konusunda isteksizdirler.

Bu kitap çeşitli yetersizliklerden bahsettiği için – sayısal perspektifsizlik, anlamsız rastlantıların abartılması, sahte bilimlerin safça kabul edilmesi, sosyal değiş-tokuşların anlaşılamaması – yazılanların çoğunun kötümser bir havası vardır. Ben, bu gibi girişimlerde kullanılan fazlaca ciddi ve azarlayıcı tonu kullanmadığımı umuyorum.

Tüm kitaptaki yaklaşım biraz matematikseldir ve bir anlamda derin de olsa, mantık ve aritmetikten başka bir şeyi gerektirmeyen, temel olasılık ve istatistik kurallarıdır. Anlatılan bazı düşünceler, bazen geniş bir okuyucu kitlesine hitap edecek terimlerle sunulmamıştır. Bunlar öğrencilerimin hoşuna giden fakat "**sınav için bunu bilmemiz gerekir mi?**" şeklinde tepki verdikleri şeylerdir. Sınav yoktur, bu yüzden kitap serbest olarak okunabilir ve arada çıkan zor pasajlar çekinmeden atlanabilir.

Kitaptaki başka bir düşünceyse sayı cahili insanların genel olarak olayları özelleştirmeye olan eğilimleridir. Kendi deneyimleri, medyanın bireyler ve dramlar üzerinde yoğunlaşması onları yanlış yönlendirir. Bundan matematikçilerin mesafeli ve resmi oldukları sonucunu çıkarmayın. Ben değilim, kitap da değil. Benim kitabı yazmamın

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.

1

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. Şüpheci ve sessiz dükkan 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.

Matematikçi G. H. Hardy, öğrencisi olan Hint matematikçi Ramanujan'ı hastanede ziyaret etmektedir. Laf olsun diye kendisini hastaneye getiren taksinin plakasının 1729 olduğunu ve bu sayının çok sıkıcı bir sayı olduğunu söyler. Bunun üzerine Ramanujan hemen cevap verir, **"Hayır, Hardy! Hayır Hardy! o çok ilginç bir sayı. 1729, iki farklı şekilde, iki sayının küpü olarak ifade edilebilecek en küçük sayıdır."**

Büyük Sayılar, Küçük Olasılıklar

İnsanların sayılara karşı yeteneği aristokratınkiyle Ramanujan'ınki arasındadır, fakat ne yazık ki çoğununki aristokratınkine yakındır. Ben her zaman ABD'nin nüfusunu ya da bir sahilden diğer sahile uzunluğunu ya da dünya nüfusunun yaklaşık yüzde kaçının Çin'li olduğunu bilmeyen öğrencilerle karşılaştığımda şaşırıyorum ve üzülüyorum. Bazen onlara alıştırma olması açısından insan saçının saatte kaç mil hızla uzadığını veya dünyada hergün kaç kişinin öldüğünü veya bu ülkede yılda kaç kişinin öldüğünü soruyorum. Önceleri isteksiz de olsa (bir öğrenci saçın saatte mille uzamadığını söylemişti), sonuçta sayılar konusundaki duyguları iyileşiyor.

Sık sık kullanılan büyük sayıları biraz anlamadan yılda bir milyondan fazla Amerikalı çocuğun kaçırıldığını

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 karşılaştırın: 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

bir hastalık riskini her hafta yaklaşık 12,000 Amerikalıyı öldüren kalp ya da dolaşım yolu hastalığına yakalanma riskine eşit görmektir.

Bununla ilgili aklıma gelen bir şaka hoşuma gidiyor. 90 yaşlarında evli bir çift, bir boşanma avukatına başvurur. Avukat onlara boşanmamaları için yalvarır. "**Neden 70 yıl evli kaldıktan sonra boşanmak istiyorsunuz? Neden birlikte kalmıyorsunuz? Niye şimdi?**"

Sonunda yaşlı kadın çatlak bir sesle cevap verir: "**Çocuklar ölünceye kadar beklemek istedik.**"

Şakayı anlayabilmek için çeşitli şartlarda, hangi miktarlar veya zaman birimlerinin uygun olacağını bilmek gerekir. Milyonlar ve milyarlar veya milyarlar ve trilyonlar arasında kayma burada aynı derecede komik olabilir. Fakat bu bize komik gelmez. Çünkü bizim bu tür sayılarla ilgili sezilerimiz yoktur. Birçok eğitimli insan bu sayıları tam olarak bilmez. Bir milyonun 1,000,000, bir milyarın 1,000,000,000, bir trilyonun 1,000,000,000,000 olduğunun bilincinde değillerdir.

Washington Üniversitesi'nden Dr. Kronlund ve Phillips'in bir çalışması, çoğu doktorun (kendi uzmanlık alanlarında olsa bile) çeşitli ameliyatlar, yöntemler ve ilaçlarla ilgili yaptıkları risk değerlendirmelerinin, gerçekten çok farklı olduğunu göstermiştir. Bir zamanlar bir doktorla konuşmuştum

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'dır. 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 x 10^6, 4 x 1,000,000 ya da 4,000,000'dır; 5.3 x 10^8, 5.3 x 100.000.000 ya da 530.000.000'dur; 2 x 10^{-3}, 2 x 1/1.000 ya da .002'dir; 3.4 x 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 x 10^{10}, yetmiş üç milyar dokuz yüz seksen dört milyon iki yüz binden daha anlaşılır ve okunabilirdir.

Daha önce sorulan soruların bilimsel işaretlerle yazılmış cevapları şöyledir "**İnsan saçı 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 .00000001 mil; yaklaşık 250,000 kişi; yaklaşık 500,000,000,000 sigara.**

Kan, Dağlar ve Burgerler

Scientific American dergisindeki sayısızlık üzerine yazılmış metinde, Douglas Hofstadter İdeal Oyuncak Şirketinde meydana gelen bir olaydan bahseder. Orijinal Rubik kübünün paketleri üzerinde, kübün dönüşebileceği 3 milyardan fazla olası durumun bulunduğu 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 işarete; ya da Mc Donalds'ın gururla 120 hamburgerden fazla satmış olduğunu ilan etmesine benzer.

$4x10^{19}$ 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 öldürebilir) 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 duvarında tam tamına on bin, küçük tuğla bulunmaktadır. Yüz bin kelimeyi genelde ideal boyutlu bir romanın kelime sayısı olarak düşünüyorum.

Büyük sayıları anlayabilmek için yukarıdakine 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 konuştunuz? Her yıl *The New York Times*'da kaç farklı kişinin isimleri basılır? ABD Capitol binasının içine kaç karpuz sığar?

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 ($5x10^9$) galon kan olduğunu buluruz. Her fit küpte yaklaşık 7.5 galon olduğuna göre, yaklaşık $6.7x10^8$ fit küp kan vardır. $6.7x10^8$'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 akrlık 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 bulunmamaktadır. Dünyadaki bütün çimler ya da yaprakların veya tek hücreli hayvanların hacmini düşünün ve insanların diğer hayat şekilleri arasındaki statüsü, hacimsel olarak gayet açıktır.

Bir süre için boyut değiştirsek, saatte 2,000 mil giden süpersonik Concorde'un hızıyla saatte 25 fit, yani yaklaşık .005 mil giden bir salyangozun hız oranını karşılaştırın. Concorde'un hızı salyangozunkinin 400,000 katıdır. Bundan daha da etkileyici bir oran ise 10 basamaklı sayıları, bir bilgisayarın toplama süresiyle bir hesap makinasının toplama süresi arasındakidir. Bilgisayarlar bu işlemi bizim elle yapma süremizden 10 kat daha hızlı yaparlar. Süper bilgisayarlar için bu oran, milyarda birden daha yüksektir.

Başka bir hesap ise MIT'de çalışan bir bilim danışmanının iş görüşmelerinde potansiyel çalışanları seçebilmek için kullandığı yöntemdir: Tek bir dağı, örneğin Japonya'nın Fuji Dağı, kamyonlarla taşıyarak yer seviyesine 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 kısrağın üzerinde Paris'e gitmiş, Notre Dame'ın çanlarını kısrağının 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.

Yani yağmurun saatte onbeş fit oranında yağmış olması gereklidir. Bu içinde binlerce hayvanı bulunduran bir gemiyi bırakın, bir uçak gemisini batırmak için bile yeterlidir.

Bu gibi tutarsızlıkları saptamak sayılarla ilgili bilgi sahibi olmanın küçük zevklerindendir. Fakat bundaki amaç sayıların devamlı tutarlılık ve mantıklılık açısından analiz edilmesi değildir. Gerektiğinde en temel sayısal gerçeklerden bilgi ayrılabilir ve sadece bu tam sayılar temel alınarak iddialar çürütülebilir. Eğer insanlarda daha fazla tahmin ve basit hesap yeteneği olsa, birçok bariz anlamlar çıkarılabilir (ya da çıkarılamaz), saçma fikirlerden daha azına inanılırdı.

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

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 göreli olarak bağışıktırlar. Bir çok durumda mantıklı bir ilk adım olsa da miktarları orantılı olarak büyütmek ya da küçültmek çoğunlukla hatalıdır. Ekmeğin fiyatı % 6 artmışsa bu, yat fiyatlarının da % 6 artmasından şüphe etmek için sebep değildir. 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 yabancının gelip üzerinde çalıştığı değerli

bir proje için 25 $ isterse – benim servetimin 1/16,000'inden fazlası – bunu ona büyük bir ihtimalle vereceğimi düşündüm. Fakat her ne kadar birkaç cevap aldıysam da, hiç para almadım.

Arşimed ve Pratik Açıdan Sonsuz Sayılar

Sayıların Yunan matematikçi Arşimed'in ardından adlandırılan temel bir özelliği vardır. Buna göre ne kadar büyük olursa olsun herhangi bir sayı, ne kadar küçük olursa olsun yeterli çoklukta bir çok sayının toplanmasıyla aşılabilir. Bu, ilke olarak açık olsa da, sonuçlarına bazen itiraz edilebilir. İnsan saçının saatte mille uzamadığını söyleyen öğrencim gibi. Ne yazık ki basit bir problemi bilgisayarla çözmek saniyeler alsa bile bu süre karmaşık problemlerde uzar ve bu karmaşık problemlerin bir çoğunun çözümlenmesi binlerce yıl alır. Astronomi olaylarının büyüklüğü ile mikrofizikteki çok kısa zaman ve uzunlukların dünyamızın boyutlarını paylaştığına alışmak zaman alır.

Sayıların yukarıdaki özelliklerinin Arşimed'in ünlü sözüne nasıl neden olduklarını anlamak zor değildir. Arşimed kendisine bir dayanak noktası, yeterli uzunlukta bir kaldıraç ve ayakta durabileceği bir yer verildiği takdirde dünyayı fiziksel olarak kaldırabileceğini söylemiştir.

Sayı cahili kişiler, küçük miktarların toplanabileceğini anlayamazlar. Onlar, küçük şişelerdeki saç spreylerinin 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 $15^3 x 12^3 x 5{,}280^3$ kum tanesi vardır. Kürenin hacim formülü, 4/3 x pi x yarıçapın kübü olduğundan, yarıçapı bir

trilyon olan bir küreyi doldurmak için gerekli tane sayısı (yaklaşık olarak Arşimed'in tahmini) 4/3 x pi x $1{,}000{,}000{,}000{,}000^3$ x 15^3 x 12^3 x $5{,}280^3$'tür. Bu yaklaşık 10^{54} kum tanesine eşittir. Bu tür hesaplarla bağlantılı, anlatması güç fakat dünyanın tümünü akli yoldan sarmaya benzeyen bir güç duygusu yaşanır. Bu hesabın daha modern bir yorumu, evreni doldurabilmek için gerekli olan atomaltı parçaların yaklaşık sayısıdır. Bu sayı bilgisayar problemlerinde, sadece teorik olarak çözülebilir olan "**pratik sonsuzluk**" görevini görür.

Evren, kabaca çapı 40 milyar ışık yılı olan bir küredir. Hesabı basitleştirmek için, evrenin bir kenarı 40 milyar ışık yılı uzunluğunda olan bir küp olduğunu düşünün.

Karşılaştırılabilecek çok küçük bir zaman birimi ise, ışığın – ışık saniyede 300,000 km hızla hareket eder – kenarları 10^{-13} santimetre olan, yukarıdaki küçük küplerin bir ucundan öbür ucuna gidebilmesi için gerekli zaman miktarıdır. Evrenin 15 milyar yaşında olduğunu düşünürsek, zamanın başlangıcından beri 10^{42}'den daha az zaman birimi geçmiştir. Yani 10^{42} basamaktan (bunlardan her biri bizim zaman birimimizden daha fazla zaman gerektirir) fazlasını gerektiren herhangi bir bilgisayar hesabı için, evrenin şu anki tarihinden daha fazla zaman gereklidir. Yine buna benzer bir çok problem vardır.

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 hücresinin insanla orantısı, insan boyutunun Rodos Adası'na orantısıyla 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 x N farklı yol vardır. Eğer bir kadının beş bluzu ve üç eteği varsa o

zaman 5 x 3 = 15 kıyafet seçimi yapabilir. Beş bluzun her biri (B1, B2, B3, B4, B5), üç eteğin her biriyle (E1, E2, E3) giyebildiği için şu kıyafetler elde edilir: B1, E1; B2, E2; B1, E3; B2, E1; B2, E2; B2, E3; B3, E1; B3, E2; B3, E3; B4, E1; B4, E2; B4, E3; B5, E1; B5, E2; B5, E3. İçinde dört aperatif, yedi antre, ve üç tatlı bulunan bir menüyle, yemek yiyen bir kişinin her çeşidi ısmarladığını kabul edersek, 4 x 7 x 3 = 84 farklı şekilde akşam yemeği yeme yolu vardır.

Bunun gibi, bir çift zarı attıktan sonra olası sonuçların sayısı 6 x 6 = 36'dır; birinci zardaki altı sayıdan her biri, ikinci zardaki sayıların herhangi biriyle birleştirebilir. İkinci zardaki sayının, birinci zardakinden farklı olması gerektiğinde, olası sonuç sayısı 6 x 5 = 30'dur; birinci zardaki altı sayıdan her biri, ikinci zardaki kalan beş sayıdan her biriyle birleştirilebilir. Üç zar atıldığında olası sonuçların sayısı 6 x 6 x 6 = 216'dır. Üç zar gelen sayıların farklı olduğu sonuçların sayısı 6 x 5 x 4 = 120'dir.

Büyük sayıların hesaplanmasında, örneğin kod numarası çevrilmeden ulaşılabilecek telefonların toplam sayısı, ki bu kabaca $8x10^6$ ya da 8 milyondur, bu ilke çok önemlidir. Birinci konum sekiz rakamdan (0 ve 1 genelde birinci konumda kullanılmaz) biriyle, ikinci konum on rakamdan biriyle vb doldurulabilir ve bu böylece yedinci

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 x 25 x 10 x 9 x 8 x 7'dir.

Önemli bir iş zirvesi için biraraya gelen sekiz batılı ülke lideri resimlerini çektirirken 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 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 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 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 valsin 2×11^{14} çeşitlemesi

olmuş oldu, ki bunların çok az bir kısmı duyulmuştur. Bunu gibi Fransız şair Raymond Queneau, on sayfasının her birinde bir sonenin yazılı olduğu *Cent mille milliards de poèmes* adında bir kitap yayınlamıştır. Kitabın sayfaları öyle bir şekilde kesilmiştir ki, her sonenin ondört satırı ayrı bir sayfa gibi çevrilebilir. Yani her sonenin ilk on satırıyla ikinci on birleştirilebilir. Queneau sonuçta elde edilen tüm 10^{14} sonenin anlamlı olduğunu iddia etmiştir. Fakat bu iddia hiç bir zaman doğrulanamayacaktır.

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

Üçlü Kepçe ve Von Neumenn'ın Hilesi

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

kalan otuz çeşitten herhangi biri ortada, geriye kalan yirmi dokuz çeşitten herhangi biri de en altta olabilir. Eğer çeşitlerin külahın üzerine nasıl konduğuyla 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 x 2 x 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 x 30 x 29)/(3 x 2 x 1) = 4,495'dir.

Kazanacak kişinin 40 sayıdan çekilecek altı sayıyı bilmesini gerektiren bir çok devlet piyangosu vardır. Bu altı sayının hangi sırayla seçildiğiyle ilgileniyorsak, bunları seçmenin (40 x 39 x 38 x 37 x 36 x 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 x 5 x 4 x 3 x 2 x 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

52 x 51 x 50 x 49 x 48 yol vardır. Sıra önemli olmadığı için çarpımı, (5 x 4 x 3 x 2 x 1)'e bölüp 2,598,960 olası yol olduğunu buluruz. Bu sayıyı bulduktan sonra, birkaç yararlı olasılık hesabı yapılabilir. Örneğin, dört tane birli dağıtılma olasılığı 48/2,598,960'tır (yaklaşık 50,000'de bir). İçinde dört tane birli olan bir el gelmesi için kırksekiz olası yol vardır, ki bu, elde beşinci olarak gelebilecek olası kırksekiz kağıtla çakışır.

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

Olasılıkları hesaplamak için çarpım ilkesinin benzeri kullanılabilir. Eğer iki olay bağımsızsa yani birinin sonucu, diğerinin sonucunu etkilemiyorsa, o zaman ikisinin de olma olasılığı, tek tek olma olasılıkları çarpılarak bulunur.

Örneğin, iki kez yazı-tura atıldığında iki tura elde etme olasılığı 1/2 x1/2=1/4'tür. Çünkü dört eşit olasılıktan – yazı-yazı; yazı-tura; tura-yazı; tura-tura – biri, bir çift turadır.

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).

Tek zarın bir atılışında 6 gelmeme olasılığı 5/6 olduğu için, bir zarın dört kere atılışında 6 gelmeme olasılığı (5/6)4'dür. Dolayısıyla bu sayıyı 1'den çıkarırsak bu olayın olmama (6'nın gelmemesi) olasılığını bulmuş oluruz; bir başka deyişle, dört kez denedikten sonra en azından bir 6'nın gelmesi: $1 - (5/6)^4 = .52$'dir. Bunun gibi, bir çift zar yirmidört kez atıldıktan sonra en azından bir 12 elde etme olasılığı $1 - (35/36)^{24} = .49$ olarak görülür.

Daha güncel bir örnek heteroseksüel olarak AIDS kapma olasılığını içerir. Hastalığa sahip olduğu bilinen bir eşten, korunmasız tek bir heteroseksüel ilişki sonucu AIDS kapma olasılığı (birkaç çalışmadan elde edilen sonuçların ortalaması) beş yüzde birdir. Yani böyle bir ilişki sonucu hastalığı kapmama olasılığı 499/500'dür. Bu riskler bağımsızsa, ki bir çok kişi öyle olduğunu farzetmektedir, bu türden iki ilişki sonucu kurban olmama olasılığı $(499/500)^2$ ve N ilişki sonucu kurban olmama olasılığı $(499/500)^N$ dir. $(499/500)^{346}$, 1/2 olduğu için, hastalığa sahip olduğu bilinen bir kişiyle yılın her günü korunmasız heteroseksüel ilişkide bulunan bir kişinin, AIDS kapmama olasılığı yüzde 50'dir. (Hastalığı kapma olasılığı da eşit bir şekilde yüzde 50'dir.)

Prezervatif kullanıldığında, hastalığa yakalandığı bilinen bir kişiyle bir kez ilişkide bulunulduğunda hastalığı

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 x .4 = .24'tür. Yazı-tura sırasının gelme olasılığıysa .4 x. 6 = .24'tür. Yani iki kişi de para hileli bile olsa (başka bir bozukluğu yoksa) sonucun adil olacağından emin olabilirler.

Çarpım ilkesi ve birleştiren katsayılarla yakından bağlantılı önemli bir nokta binomiyal olasılık dağılımıdır. Bu bir denemenin "**başarı**" veya "**başarısızlıkla**" sonuçlanabileceği ve N denemede R başarısı elde etme olasılığını bulmakla ilgilendiğiniz zamanlarda kullanılır. Bir içecek makinasında dağıtılan tüm içeceklerin yüzde 20'si bardaklarından taşıyorsa, bundan sonra dağıtılacak on bardaktan tam olarak üçünün taşma olasılığı nedir? Yani en az üçünün? Tüm insanların onda biri belli bir kan grubundansa bundan sonra rastgele seçeceğimiz yüz insandan tam olarak sekizinin bu kan grubuna sahip olma olasılığı nedir? Ya en fazla sekizinin?

İçecek makinası ile ilgili sorunun cevabını açıklayayım. İçeceklerden yüzde yirmisi bardaklarından taşarlar. İlk üç içeceğin taşıp ondan sonraki yedisinin taşmama olasılığı çarpma ilkesiyle $(.2)^3 \times (.8)^7$ dir. Fakat on bardaktan tam olarak üçünün taşması 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 taşma 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'iniz bir ev kazasında ölmekten kurtulabilir. Akciğer hastalığından kaçabilme şansınız 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.

Şimdi ölümsüzleşme açısından daha iyi haberler vereceğim. Öncelikle, derin bir nefes alın. Shakespeare'in söylediklerinin doğru olduğunu kabul edip Julius Ceasar'ın son nefesini vermeden önce "**Sen de mi, Brütus?**" dediğini düşünün. Sizin Ceasar'ın ölürken son nefesinde verdiği bir molekülü içinize çekme olasılığınız nedir? Bunun şaşırtıcı cevabı, yüzde 99'dan fazla bir olasılıkla, sizin böyle bir molekülü nefesinizle biraz önce içinize çektiğinizdir.

Bana inanmayanlar için: Ben, Ceasar öldükten iki bin yıl sonra nefesiyle verdiği moleküllerin dünyada eşit bir şekilde dağılmış olduğunu ve büyük bir çoğunluğunun atmosferde serbest olduğunu varsayıyorum. Mantıklı bir şekilde geçerli olan bu varsayımlara bakarak, ilgili olasılığı hesaplama problemi basittir. Dünyada N molekül hava varsa ve Ceasar bunların A sını nefesiyle dışarı vermişse, o zaman sizin nefesinizle içinize çektiğiniz moleküllerin Ceasar'dan gelme olasılığı A/N'dir. Sizin nefesinizle aldığınız moleküllerin Ceasar'dan olmama olasılığı ise 1 – A/N'dir. Çarpma ilkesine göre, nefesinizle üç molekül aldıysanız bu üçünün hiç birinin Ceasar'dan olmama olasılığı $[1 - A/N]^3$'tür. Buna göre, nefesinizle B molekül alırsanız, bunların hiçbirinin Ceasar'dan gelmeme olasılığı yaklaşık $[1-A/N]^B$'dir. Bunu tamamlayan, sizin onun verdiği moleküllerden en az birini alma olasılığınız olan 1

– $[1 - A/N]^B$'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.

Bazı Doğum Günlerine Karşılık Belirli Doğum Günleri

Sigmund Freud bir zamanlar rastlantı diye bir şeyin olmadığını söylemiştir. Carl Jung eş zamanlılığın gizeminden söz etmiştir. Genelde insanlar çevrelerindeki ironiler hakkında durmadan konuşurlar. Bunlara ister rastlantı ister eş zamanlılık ister ironi diyelim bu gibi olaylar birçok insanın tahmin ettiğinden çok daha sık meydana gelmektedir.

Bunu gösteren birkaç örnek vereyim: "**Benim kayın biraderim de orada okula gitmişti; arkadaşımın oğlu müdürün bahçesindeki çimleri kesiyor; komşumun kızı okulda bir zamanlar amigoluk yapan bir kızı tanıyor.**" – "**Bu sabah bana gölde balık tutmaktan korktuğundan bahsettiğinden beri balık konusuna beş kere değinildi. Öğle yemeğinde balık yedik, Caroline'in elbisesindeki balık deseni...**" – Cristopher Columbus Yeni Dünyayı 1492'de keşfetti ve İtalyan arkadaşı Enrico Fermi atomun yeni dünyasını 1942'de keşfetti. – "**Sen ona yetişmeye çalıştığını fakat daha sonra onun önüne geçmek istediğini söyledin. Senin aklında ne olduğu açık.**" – Chigago'daki Sears Binasının yüksekliğinin New York'taki Woolworth Binasının yüksekliğine oranıyla bir

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 doğum günleri aynı olan iki kişinin bulunma ihtimalinin yukarıdakinin yarısı olabilmesi için grupta kaç kişinin bulunması gerekir. İlk tahmininiz 183 olabilir, 365'in yaklaşık yarısı, fakat şaşırtıcı cevap, grupta sadece 23 kişinin olması gerektiğidir. Başka bir deyişle, rastgele seçilen 23 kişinin içerisinde, kesin % 50 olasılıkla, iki ya da daha fazla kişi aynı doğum gününü paylaşacaktır. Buna inanmak istemeyen okurlar için aşağıda bu sonucun nasıl elde edildiği gösterilmektedir. Çarpma ilkesine göre, beş günün seçilebilme yolları (365 x 365 x 365 x 365 x 365)'tir, (tekrar yapılabilme şartıyla) fakat tüm bu 365^5 yolla seçilen günlerden hiçbirinin aynı olmaması sadece şöyle mümkündür: (365 x 364 x 363 x 362 x 361). Önce 365 günden herhangi biri seçilebilir, daha sonra kalan 364 günden biri seçilir ve bu böyle sürer. Yani bu son çarpımı (365 x 364 x 363 x 362 x 361)'i 365^5'e bölersek rastgele seçilen 5 kişinin hiçbirinin doğum günü aynı olmayacaktır. Şimdi bu olasılığı 1'den (ya da eğer yüzdelerle hesap yapıyorsak % 100'den) çıkarırsak, 5 kişiden en az iki kişinin doğum günlerinin aynı olduğu tamamlayan olasılığını elde ederiz. 23 yerine 5 kullanarak buna benzer bir hesap, 1/2 ya da % 50 sonucunu verir. Bunun gibi 23 kişiden en az 2 sinin ortak doğum gününün olma olasılığı vardır.

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 kendisininkiyle aynı olduğunu sordu, örneğin 19 Mart. Onunla aynı günde doğan hiç kimse yoktu. Matematikçi olmayan konuk bunu savunmak için anlaşılmaz 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 x 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

ihtimalindan çok daha fazla olduğudur. Matematik yazarı olan Martin Gardner, genel ve belirli olaylar arasındaki farkı, üstünde alfabenin harflerinin bulunduğu bir çarka benzeterek açıklar. Çark yüz kere döndürülüp, harfler kaydedildiğinde "**KEDİ**" ya da "**ILIK**" kelimelerinin ortaya çıkma olasılığı çok küçüktür. Fakat herhangi bir kelimenin oluşma olasılığı yüksektir. Astrolojiden daha önce bahsetmiştim – Gardner'in ay ve gezegen isimlerinin baş harflerini kullanarak verdiği örneğe değinmek uygundur. Aylar – OŞMNMHTAEEKA – bize EK kelimesini verir. Gezegenler – MVDMJSUNP – NUS kelimesini verir. Anlamlı mı? Hayır.

Sonuçtaki paradoks olasılığı az olayların olmama ihtimalinin çok düşük oluşudur. Beklenen bir olayı kesin bir şekilde belirlemezseniz bu genel olayın oluşması için sonsuz sayıda yol vardır.

Tıbbi şarlatanlık ve televizyonun belirli fikirleri yayması bir sonraki bölümde tartışılacaktır. Fakat burada şuna değinmek gerekir ki bu kurumların öngörüleri, öngörülen olayların olma olasılığının çok yüksek olmasını sağlayacak derecede belirsizdir. Çok ender gerçekleşen öngörüler sadece belirli olanlarıdır. Son günlerde bir gazete astroloğunun öngördüğü gibi ünlü bir politikacının cinsiyet değiştirme ameliyatı geçirmesi, New York Valisi

Koch'un bu ameliyatı geçirmesinden daha olasıdır. Her hangi bir izleyicinin bir televizyon sunucusu gastrit belirtilerini sunarken gastrit sancılarından kurtulması, belirli bir izleyicinin sancılarından 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 kârlı 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 farzedersek, 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

kişinin (bu 1,500 kişinin her birinin tanıdıklarıyla birlikte) üzerinden geçip birbirleriyle bağlantılı olmalarını sağlayan iki aracıyı tespit edip etmeyecekleri şüphelidir.

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

Psikolog Stanley Milgrim, rastlantısal karşılaşmalara deneysel bir yaklaşımda bulunmuştur. Stanley Milgrim, rastgele seçilmiş bir grubun her üyesine bir belge ve belgenin ileteceği bir "**hedef birey**" (başka bir kişi) verir. Direktiflere göre herkes belgeyi hedef bireyi tanıması en olası olan kişiye gönderecek ve o kişiyi aynı şeyi yapması için yönlendirecek ve bu hedef bireye ulaşılıncaya kadar sürdürülecektir. Milgrim, aracı bağlantıların sayısının, beş en çok rastlanan sayı olmak üzere, iki ile on arasında değiştiğini bulmuştur. Bu çalışma daha önceki olasılık argumanı kadar harikulade olmasa da ondan daha etkileyicidir. Gizli bilgilerin, söylentilerin ve şakaların bir topluluk içerisinde nasıl yayıldığını bir dereceye kadar açıklar.

Eğer hedef tanınmış bir kişiyse ve sizin bir ya da iki ünlü kişiyle bağlantınız varsa aracıların sayısı daha da düşük olacaktır. Sizle Başkan Reagan arasında kaç aracı var dır? Bu sayıya N diyelim. Reagan Gorbaçov'u tanıdığı için sizle Başkan Gorbaçov arasındaki aracıların 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 yayınlandı. Beni bu tarihi kişiliklere bağlayan aracının tek bir kişi olduğunu söylemem gerekir; Russell.

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

erkek şapkalarını vestiyere verdikten sonra vestiyere bakan kişi bunların numaralarını rastgele karıştırır. En az bir erkeğin restoranı terkederken kendi şapkasını alma olasılığı nedir? Erkeklerin sayısı çok yüksekse bu olasılığın çok küçük olacağı doğal olarak düşünülebilir. Fakat gerçekte, en azından bir erkeğin kendi şapkasını geri alma olasılığı yaklaşık % 63'tür.

Bunu başka bir şekilde söylemek gerekirse; bin adresli zarf ve bin adresli mektup iyice karıştırıldıktan sonra her zarfa bir mektup konduğunda, en azından bir mektubun kendi zarfı içine konma olasılığı yaklaşık % 63'tür. Ya da iyice karıştırılmış iki deste kartı ele alalım. Her iki destedeki kartlardan her biri, birbirinin ardından ters çevrildiğinde aynı olan en az bir çift kartın aynı anda açılma olasılığı nedir? Cevap yine yaklaşık % 63'tür. (Başka bir sanı: Neden sadece destelerden birini iyice karıştırmak gereklidir?)

Belirli bir rastlantının kesinliğini hesap ederken bazen yararlı 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 çözülebilecek olaylar – bazen posta kutusu ya da Dirichlet Çekmecesi

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 bahsettiklerini tam olarak bilmezler, fakat bazılarının bilgili olduklarını 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 yükseleceğini 16,000'ininde de düşeceğini söyler. Daha sonra endeks yükselse de düşse de daha önce doğru "tahmin" yaptığı 16,000 kişiye ikinci bir mektup gönderir. Bunların 8,000'ine gelecek hafta endeksin yükseleceğini, kalan 8,000'e ise düşeceğini 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 almış olmaktadır.

Bu, sonuçta 500 kişi altı hafta üst üste doğru "**tahmin**" alıncaya 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 başarılılar üzerine yoğunlaşmaya yönelik bir eğilim vardır. Kumarhaneler bu eğilimi, para makinelerinde her kazanılan paradan sonra makinanın ışıklanması ve metal tepsiye düşen paranın tıkırdamasıyla teşvik eder. Bu ışıkların görülüp tıkırtıların duyulması herkesin kazandığı izlenimini verir. Kayıplar ve başarısızlıklar sessiz kalır. Bu borsadaki reklamı yapılan başarılar ve sessiz tutulan başarısızlıklar için ya da hastaların tesadüfi iyileşmelerini kendi üstüne alınan fakat baktığı kör bir adamın daha sonra topal olmasının sorumluluğunu üstlenmeyen hocalar için de geçerlidir.

Bu süzme olayı çok yaygındır ve kendisini birçok yolla gösterir. Hangi boyutu seçerseniz seçin büyük ölçüm topluluklarının ortalama değeri küçük ölçümlerin ortalama değerleriyle hemen hemen aynıdır. Fakat büyük bir topluluğun aşırı değeri küçük bir topluluğun aşırı değerinden daha aşırıdır. Örneğin, belli bir ırmağın 25 yıllık bir süre içerisindeki ortalama su seviyesi bir yıllık bir süre içerisindeki ortalama su seviyesiyle aşağı yukarı aynı olacaktır. Fakat son 25 yılın en kötü seli, son bir yıl içerisinde oluşan selden çok daha kötü olacaktır. Amerika 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. (Karmaşıklaştırılan 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 "Şansını Dene"ye

Rastlantılar ve aşırı değerler dikkat çeker fakat sıradan değerler veya "**beklenen**" değerler genelde 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 x 1/4) + (6 x 1/3) + (15x1/3) + (54x1/12)]

Bunu basit bir şekilde açıklayabilmek için evlerle ilgilenen bir sigorta şirketini düşünün. Farzedin ki şirketin yılda ortalama her 10,000 poliçesinden biri 200,000 $'lık bir istekle; her 1,000 poliçesinden bir 50,000 $'lık bir istekle; her 50 poliçesinden biri 2,000 $'lık bir istekle ve geri kalanlar ise 0 $'lık istekle sonuçlanıyor. Sigorta şirketi yazılan her poliçe için yapılan ortalama ödemenin ne olduğunu öğrenmek istemektedir. Cevap beklenen değerdir, ki bu da (200,000 x 1/10,000) $ + (50,000 x 1/1,000) + (2,000 + 1/50) $ + (0 x 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, ortalama ya da beklenen ödemeyi

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 çarparız ve bu çarpımı diğer ödemelerin çarpımları (kayıp negatif ödeme olarak değerlendirilir) ve bunların olasılıklarıyla toplarız.

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.

Diğer taraftan, en az bir kişinin hasta olma tamamlayan olasılığı $[1-(99/100)^{50}]$ dir ve buna göre yöneticinin 51 test yapmak zorunda kalma olasılığı $[1-(99/100)^{50}]$ dir. Gerekli olması beklenen test sayısı (1 test $-(99/100)^{50}$ + (51 test x $[1-(99/100)]^{50}$) = yaklaşık 21 testtir.

Kanları test edilen kişilerin sayısı yüksekse, yönetici her örneğin bir kısmını alıp bunları birleştirmeli ve bu birleştirilen örneği test etmelidir. Gerekirse, elli örneğin her birinin kalan kısmını tekrar tek tek test edebilir. Ortalama olarak, bu elli kişi için 21 test gerekecektir.

Beklenen değerleri anlama, çoğu kumarhane oyunlarında olduğu kadar daha az bilinen ve ülkenin orta batı bölümünde ve İngiltere'de karnavallarda oynanan "**şansını dene**" oyununun analizinde yardımcı olacaktır.

"**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 zarda 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 $'dır. 3 ayrı zar olduğu için sizin 3 kazanma şansınız bulunmaktadır ve dahası kaybedebileceğiniz miktar en fazla 1 $ iken bazen bundan daha fazlasını kazanabilirsiniz.

Joan River'ın 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 x 1/6 x 1/6 = 1/26'dır; 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 ayrık yolla oluşabilir: X44, 4X4 ya da 44X (X, 4 olmayan bir sayıyı göstermektedir). Birincinin olasılığı 5/6 x 1/0 x 1/6 = 5/216'dır. 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 ayrık yola bölerek elde edilir.

4XX elde etmenin yolu 1/6 x 5/6 x 5/6 = 25/216'dır, 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

bulabilmemiz için kalan olasılık oranını bulmamız gerekir. Yani (1/216+15/216+75/216)'yı, 1'den (ya da %100'den) çıkarıp 125/126 buluruz. Sonuç olarak ortalama 216 kez "**şansını dene**" oynadığınızda 125 kez $ 1 kaybedersiniz.

Kazançlarınızın beklenen değeri (3 $ x 1/216) + (2 $ x15/216) + (1 $+75/216) + (– 1 $x125/216) = (– 17/2167) $ = – .08 $'dır, yani ortalama olarak bu çekici görünen oyunu oynadığınızda yaklaşık 8 sent kaybedersiniz.

Eş Seçme

Aşka iki türlü yaklaşım vardır. Birincisi kalpten, diğeri kafadan. Bunların hiç birisi tek başına yeterli olmadığı gibi ikisi birlikte de... pek iyi sonuç vermezler. Fakat ikisi kullanılınca başarı şansı fazlalaşabilir. Geçmiş aşkları düşününce, aşka duygusal olarak yaklaşan bir kişi geçmişte kaçırdığı fırsatlara üzülür ve bir daha hiç bir zaman o kadar yoğun bir aşk yaşayamayacağı sonucuna varır. Daha katı bir yaklaşım içinde olan bir kişi bir sonraki sonuçla daha fazla ilgilidir.

Bizim üzerinde duracağımız model bizim kahramanımızın – ona Myrtle diyelim – "**flört hayatı**" süresince N sayıda potansiyel eşle karşılaşacağını farzeder. N bazı kadınlar için 2, bazıları için 200 olabilir. Myrtle'in kendi kendine sorduğu soru şudur: Ben, ne zaman

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 sevmişti. 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 işlemden 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, karşısına sadece dört münasip talibin çıktığını ve bu dört adamın onun karşısına yirmidört muhtemel sıralama ile çıktığını (24 = 4 x 3 x 2 x 1) varsayalım.

Yüzde 37, yüzde 50 ile yüzde 25 arasında olduğu için, politika burada belirsizleşir, ama en iyi iki strateji şurada çakışır: A) 1. adayı atla (N = 4'ün % 25'i) ve ondan sonraki ilk şöhreti kabul et. B) İlk iki adayı atla (N = 4'ün % 50'si) ve bundan sonraki ilk şöhreti kabul et. A stratejisi Mrytle'in 24 durumdan 11' inde en iyi adayı seçmesiyle 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 adayı; 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 karşılaştığını, 2. sıraya koyduğu kişiyle ondan sonra karşılaştığını, 1. sıraya koyduğuyla 3. olarak karşılaştığını, en son sıraya koyduğuyla da en son karşılaştığını göstermektedir. A ve B ile işaretlenen sıralamalar, Myrtle'in 1. sıraya koyduğu kişiyi elde etmesini sağlayanlardır.

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 kaçar fakat daha sonra sakallı ve bıyıklı zenci bir adamın kullandığı sarı bir arabaya biner. Polisin araştırmaları

sonucunda sarı bir arabası olan, sakallı ve bıyıklı bir adamla sık sık görüşen, saçı at kuyruklu sarışın bir kadın bulunur. İkilinin bu suçu işlediğini kanıtlayacak herhangi bir somut delil ya da bu iki kişiyi gördüğüne tanıklık edecek kimse bulunamaz. Ancak yukarıdaki gerçekler konusunda anlaşmaya varılır.

Davacı, böyle bir çiftin olma olasılığının çok düşük olduğunu ve polisin araştırmaları sonucunda suçluları bulduğunu iddia eder. Bu gibi özelliklerin bulunma olasılıklarını şöyle sıralar: sarı araba – 1/10; bıyıklı adam – 1/4; at kuyruklu kadın – 1/10; sarı saçlı kadın – 1/3; sakallı zenci adam – 1/10; iki farklı ırktan insanın aynı arabada bulunması – 1/1,000. Bunun yanı sıra davacı bu özelliklerin birbirinden bağımsız olduğunu ve böylece rastgele seçilmiş bir çiftin bu özelliklere sahip olma olasılığının 1/10 x 1/4 x 1/10 x 1/3 x 1/10 x 1/1,000 = 1/12,000,000 olduğunu belirtir. Bu sayının çok düşük olduğunu bu yüzden de çiftin suçlu olmaları gerektiğini söyler. Jüri çifti suçlu bulur.

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

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, emsalsizlik tek başına hiçbir şeyin kanıtı olmamalıdır. Bir briç oyunu sırasında dağıtılan kağıtların meydana getirdiği belirli bir 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 doğruydu.

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

Bir kaç yıl önce California'da vuruş olaması bilmecesine benzer karmaşık bir ayrımcılık dav yaşandı. Büyük bir üniversitedeki kadınların mezuni ortalamasına bakan bazı kadınlar, üniversitenin ayrımcılyaptığını iddia eden bir dava açtılar. Yönetim, hangi bölülerin en suçlu olduğunu saptamaya çalışırken, her bölümvaşvuran kadın sayısının erkek sayısından daha fazla olduğu buldu. Fakat kadınlardan İngilizce ve Psikoloji gibi bümlere büyük sayıda başvurular gelmekte ve bunların dece küçük bir bölümü kabul edilmekteydi. Buna karık erkeklerden matematik ve mühendislik gibi daha faa öğrenci alan bölümlere yüksek oranlarda başvuru geliydu. Erkeklerin kabul edilme modeli Gehrig'in vuruş odeline benzemekteydi – isabetli vuruş yapmanın daa kolay olduğu sezonun ikinci yarısında vuruş yapma gevini üstlenme.

Tahminleri yanıltan, orantısız gibigörünen olasılıkları içeren bir başka problemse birNew York'luyla ilgilidir. Bu kişinin biri Bronx'ta biri dBrooklyn'de iki kadın arkadaşı vardır. Bunların ikisine le eşit derecede bağlıdır (ya da bağlı değildir). Yani onu için, kuzeye giden Bronx trenine ya da güneye giden Brooklyn trenine binmek arasında bir fark yoktur. Trenlein ikisi de 20 dakikada bir kalktığı için nereye gideceğiie trenlerin karar vermesini ister ve gelecek ilk trene binmeyi düşünür.

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'unkinden 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.

Fakat bir süre sonra Brooklyn'de yaşayan, ona aşık olan arkadaşı onun randevularının ancak 1/4'üne geldiğinden şikayet eder. Ondan bıkmaya başlayan Bronx'taki arkadaşıysa, onun randevularının 3/4'üne geldiğinden şikayet eder. Genç ve deneyimsiz olmanın dışında bu adamın problemi nedir? Bunu basit cevabı aşağıdadır. Bu yüzden biraz düşünmek istiyorsanız okumayı bırakın. Adamın Bronx'a daha sık gitmesinin nedeni trenlerin tarifesi yüzündendir. İkisi de 20 dakikada bir geliyor olsa da tren tarifeleri şöyle olabilir: Bronx treni, 7:00; Brooklyn treni, 7:05; Bronx treni, 7:20; Brooklyn treni, 7:25, vb. En son Brooklyn treniyle ondan sonraki Bronx treni arasında 15 dakika vardır ki bu son Bronx treniyle ondan sonraki Brooklyn treni arasındaki 5 dakikanın 3 katıdır. Bu adamın randevularının 3/4'ünü Bronx'ta, 1/4 ünü ise Brooklyn'de geçirmesini açıklamaktadır.

Geleneksel ölçme, rapor verme ve periyodik miktarları karşılaştırma yollarında – bunlar hükümetin aylık para akışı ya da vücut ısısının günlük iniş-çıkışları olabilir – bu gibi sayısız gariplikler vardır.

Hilesiz Bozuk Paralar ve Hayatta Kazananlar ve Kaybedenler

Birçok kez yazı/tura attığınızı ve şu sırayla yazı ve tura geldiğini düşünün: T T Y T Y Y T T Y T Y Y Y T Y Y

T T T Y T Y Y T T Y T T Y Y T Y T T Y Y T T Y T Y Y T T T Y T T T Y Y. 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 görülür.

İki oyuncu olan Peter ve Paul'ü düşünün ve bunların günde bir kere yazı/tura attığını ve Peter'in tura, Paul'ün yazı tuttuklarını kabul edin. Peter, tura daha fazla geldiğinde önde, Paul ise yazı daha fazla geldiğinde önde olmaktadır. Peter ve Paül'ün her birinin herhangi bir zamanda önde olma olasılığı eşittir. Fakat önde olan kimse, o büyük bir olasılıkla başından beri öndedir. 1,000 kez yazı/tura atılmış ve sonuçta Peter kazanmışsa, onun oyun sırasında % 90'dan fazla önde olma olasılığı, % 45 - % 55 önde olma olasılığından fazladır. Bunun gibi eğer sonunda Paul kazanmışsa, onun oyun sırasında % 96'dan fazla önde olma olasılığı % 48 - % 52 önde 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 güç de o kadar büyüktür. Kumarcının hatası denen yanlış bir inanç, yazı /tura atıldığında birkaç kez üst üste tura gelirse, ondan

sonra yazı gelme olasılığının daha fazla olduğudur. (Bu gibi inançlar rulet çarkı ve zar içinde geçerlidir.)

Ancak yazı tura için kullandığınız para, lastik hakkında hiç bir şey bilmez. 519 kez tura, 481 kez yazı gelmişse bu ikisi arasındaki farkın azalma olasılığı fazlalaşma olasılığıyla aynıdır. Bu, yazı/tura atılmaya devam edildikçe, turaların sayısı 1/2'ye yaklaşsa da doğrudur. (Kumarcının hatası, farklı bir olay olan ortalamaya doğru gerilemeden ayrı tutulmalıdır. Bin kez daha yazı/tura atılsa, tura sayının 519'dan küçük olma ihtimali fazladır.) Yazı/turanın davranışı, oranlar açısından uygundur: Daha fazla yazı/ tura atıldıkça, turalarla yazıların oranı 1'e daha fazla yaklaşır. Yazı/turanın davranışı mutlak sayılar açısından kötüdür: Yazı/tura atmaya devam ettikçe turalarla, yazılar arasındaki fark gittikçe büyür ve yazı ya da turadan hangisi önde olursa olsun bu önderliğin değişmesi gittikçe zorlaşır.

Mutlak anlamda hilesiz yazı/turanın davranışı bu kadar kötü olsa da bazı kişilerin "**kaybedenler**" bazılarının "**kazananlar**" şeklinde bilinmesi şaşırtıcı değildir. Aslında bu ikisi arasındaki fark şanstan başka bir şey değildir. Ne yazık ki, insanlar kişiler arasındaki mutlak eşitliklerden çok, mutlak farklılıklara karşı hassastırlar. Peter 519 kez, Paul ise 481 kez kazanmış olsa, Peter kazanan, Paul ise kaybeden olarak nitelendirilir. Benim tahminime göre,

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 atsalar, 9 hafta içerisinde Peter'in 5 kez üst üste 5 öğle yemeği kazanması ve Paul'ün 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 görünebileceğini bilmezler. Aşağıdaki bilgisayarlardan alınan rastgele X'ler ve O'lardır. ve olasılıkları 1/2'dir.

O X X X O O O X X X O X X X O X X X X O O X X
O X X O X O O X O X O O O O X O X X O O O X
X X O X O X X X X X X X X X O X X X O X O X X
X X O X O O X X X O O O X X X X X O O X X O
O O X X O O O O O X X O O X X X X X X O X X
X X O O X X X X O O X X O X X X O O X X O X O
X O O X X X O X X O X X X X O X X X O X X X X X
X X X X O X X X X X X O O O O O O X O O X X X

O O X X X O O X O O X O X X X O X X X O O
O O X O X O X X O X X X O O O X X O O O O X X
X X X O O O O X X X X O X X O O X X X X X X O
X X O O O O O O O X O X X X X X O O O X X O
X X X O O O O X O X O X O O X X X X O X O X
X X O X X O X X O X O O X O O X X X O X X X

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 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

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

Şut yüzdesi % 50'den farklıysa bazı değişiklikler yaparak benzer sonuçlar alınabilir. Şutlarının % 65'ini isabet ettiren bir oyuncunun basketleri, atıldığında tura gelme şansı % 65 olan bir paraya benzer. Yani her şut bir önceki atılandan bağımsızdır.

Ben her zaman "**hep kazanan**" ya da "**yıldız**" takımların, spor yazarlarının ve spikerlerin kendilerine konuşacak konu bulmak için yaptıkları abartılar olduğundan şüphe duymuştum. Bu gibi terimlerin altında mutlaka bir şeyler vardır. Fakat sıklıkla bunlar, sadece olasılığın olduğu yerde anlam araştırmaya yönelen beyinlerin işidir.

Beyzbolda uzun devrelerle isabetli vuruşlar kaydetmek özellikle şaşırtıcıdır. Bu o kadar olağan dışıdır ki neredeyse ulaşılamaz ve ayrıca olasılık tahminlerine karşı bağışıktır. Birkaç yıl önce Pete Rose arka arkaya 44 oyunda 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

isabetli vuruş yapmama şansı, bağımsızlığın varolduğunu farzedersek, $(.7)^4$ = .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 sayısıyla (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 oyunculardan 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

incelendiğinde Rose'un devresi biraz daha olağan dışı bir başarıydı. (Rose'un sezonu daha uzun 162 oyunluk bir sezon olmasına rağmen bu böyleydi.)

Vuruş devreleri gibi şans sonucu 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 x 1/2 x 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 olabilmesi için farklı sıralamalar vardır. KKE, KEK veya EKK (harflerin sıralaması doğum sırasını göstermektedir) 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 hesaplarından biraz daha zor matematik hesapları kullanarak) aynı tür olasılık tanımları 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.

"Sahte bilimin her bir parçasında bir emniyet perdesi, emilecek bir parmak, tutulacak bir etek bulacaksınız. Bunun karşılığında biz ne veriyoruz? Belirsizlik! Emniyetsizlik!"

— Isaac Asimov
The Skeptical Inquirer

"Aptalca örnekleri takip edip iki gözümüzü birden kırpmak düşünmekten daha basittir."

— William Cowper

Sayı Cehaleti, Freud ve Sahte Bilim

Sayı Cehaleti ve sahte bilim genellikle birbirleriyle ilişkilidir. Bunun bir nedeni, sayı cahili bir kişiyi matematiğin kesinliğini kullanarak, aptalca bir kabul edişe sürükleyebilmenin kolaylığıdır. Saf matematik gerçekten mutlaklıklarla ilgilenir. Fakat saf matematiğin uygulamaları sadece, içinde kullanılan görgül varsayımlar, basitleştirmeler ve tahminler kadar geçerlidir.

"**Eşitler eşitlerin yerine konabilir**" veya "**1 artı 1, 2 eder**" gibi temel matematiksel gerçekler yanlış uygulanabilir: bir bardak su artı bir bardak patlamış mısır, iki bardak ıslak patlamış mısıra eşit değildir. Başkan Reagan,

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, biyoritm, "**I ching**" – fakat bu, saçmalığı daha geçerli bir hale getirmez. Lineer istatistiki 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 biyoritmik 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,

uygun katlarının toplanması ya da çıkarılması durumunda her sayının elde edilebilmesi gibi özel bir özellikleri olduğunu söylemiştir. Bunu farklı bir şekilde ifade etmek gerekirse herhangi bir sayı, X ve Y için uygun bir sayı seçildiği takdirde, 23X + 28Y şeklinde ifade edilebilir. Örneğin, 6 = (23 x 10) + (28 x – 8). Freud bundan çok etkilenmişti ve yıllarca biyoritme ateşli bir şekilde inandı. Elli bir yaşında – 28 ve 23'ün toplamı – öleceğine inandı. Aslında sadece 23 ve 28 değil, göreceli olarak asal olan – yani hiç ortak çarpanı olmayan – herhangi iki sayının bunlarla ifade edilebilme özelliği vardır. Yani Freud bile sayı cahilliğinden çekmişti.

Freud'un kuramında bir sorun daha vardır. Şu cümleyi değerlendirin: "**Tanrı ne isterse o olur**". İnsanlar, bununla teselli buluyor olabilirler. Fakat bu cümlenin yalanlanmayacağı açıktır ve İngiliz filozof Karl Popper'ın söylediği gibi bu bilimin bir parçası değildir. "**Uçak kazaları her zaman üçlü meydana gelir**". Bunu da her zaman duyarsınız ve tabi ki eğer yeterince beklerseniz her şey üçlü olarak meydana gelir.

Popper, Freud'u bir yönden rahatlatıcı ve anlamlı olan fakat yukarıdaki gibi büyük oranda yalanlanabilecek iddiaları ve tahminleri yüzünden eleştirmiştir. Örneğin, öğretisi sağlam bir psikanalist belli bir sinirsel davranışı tespit edebilir.

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 sayılmayacağının 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 bilimin unsurları olması şaşırtıcı 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, tekrar edilebilecek çalışmalar Uri Geller ya da diğer şarlatanlar tarafından yapılmamıştır. Özellikle altıncı his hiç bir kontrollü deneyde gösterilmemiştir ve bir kaç "başarılı" gösterim de ciddi şekilde hatalı çalışmaların sonucu olmuştur. Bunları yeniden tartışmaktansa genel bazı gözlemler yapmak istiyorum.

Bunlardan birincisi utanç verici bir şekilde açıktır. Altıncı his iletişimin gerçekleşmesi için normal duyuların bir şekilde kullanılması gerektiği şeklinde ifade edilebilecek temel mantık ilkesini çiğnemektedir. Bir kuruluşun gizli bir bilgisi dışarıya sızdırıldığında, insanlar bir medyumdan değil bir casustan şüphelenirler. Yani mantığın ve bilimin varlığı altıncı his olayının varlığını çürütmektedir ve altıncı hissin varlığını kanıtlamak onun olduğunu düşünen kişilere düşmektedir.

Bu olasılık hesaplarını gündeme getirir. Altıncı hissin tanımından dolayı – normal duyusal mekanizmalar kullanılmadan yapılan iletişim – tek bir olayla altıncı hissi ayırabilmenin bir yolu yoktur. İkisi de 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 duyusal mekanizmaların işlevleri sorgulanamayacağı için altıncı hissin varlığını ancak istatistiki testlerle kanıtlayabiliriz; yeterli sayıda denemeler yapıp doğru cevap sayısının, şansı 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 (medyum 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.

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

İnsanlar sıklıkla, medyumlar ve parapsikolojik konular üzerine yazılmış raporların çokluğunu ve önemini gözönüne alarak bunları, onların geçerliliklerinin bir kanıtı olarak görürler. İnsanlar ateş olmayan yerden duman çıkmayacağını düşünürler. 19. yüzyılda frenolojiye duyulan ilgi – daha çarpıcı bir konuya geçmek gerekirse – bu düşüncenin dayanıksızlığını göstermektedir. Şimdi olduğu gibi o zaman da sahte bilime inanmak sadece eğitimsiz kişilere mahsus değildi. Çeşitli psikolojik ve akılsal özelliklerin, kişilerin kafalarındaki girintilere ve çıkıntılara bakılarak açığa çıkarılabileceği inancı yaygındı. Bir çok kuruluş işe almayı düşündüğü kişilere, frenolojik muayene sonuçlarını teslim etmelerini şart koşuyor ve evlenmeyi düşünen bir çok çift frenolojistlere başvuruyorlardı. Konuya ayrılan dergiler ortaya çıktı ve frenolojinin öğretilerine yapılan göndermeler popüler yazını doldurdu. Ünlü eğitimci Horace Mann frenolojiyi "**felsefenin rehberi ve Hristiyanlığın hizmetçisi**" olarak görüyordu. "**Batıya git, genç adam**"ın Horace Greeley'si, tüm demiryolu mühendislerinin frenoloji testinden geçmeleri gerektiğini savunuyordu.

Daha sıkıcı konulara geçmek gerekirse, ateşte yürüyen kişilerin, buna hazırlanmak için kızgın odun kömürleri üzerinde çalıştıklarını düşünelim. Bu genelde "**aklın 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 aklı kontrol edebilmeyle 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 arttırır.

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

Altıncı hissin bir başka türüyse öngörü gücü olan rüyalardır. Herkesin, Mortimer Amca'nın Fordunu, elektrik direğine çarpmasından bir gece önce, rüyasında büyük bir araba kazası gören bir Matilda Hala'sı vardır. Ben kendi kendimin Matilda Hala'sıyım: Daha küçük bir çocukken rüyamda tüm oyunları kazandığımı gördüm ve iki gün sonra bu aynen oldu. (Önceden bilme deneyimlerine inananlar bile tam çalışma beklemezler). Bir kişi böyle bir rüya gördüğünde ve öngörülen olay olduğunda, önceden bilmeye inanmamak güçtür. Fakat aşağıdakilere baktığınızda, bu tür deneyimlerin daha akılcı bir şekilde rastlantıyla açıklandığını göreceksiniz.

Belli bir rüyanın, gerçek hayattaki olaylarla birkaç canlı ayrıntı yoluyla benzeşme olasılığının 10,000'de bir olduğunu varsayın. Bu oldukça olağandışıdır ve öngörmeyen rüya görme şansı 10,000'de 9,999'dur. Ayrıca bir rüyanın belli bir gündeki bir deneyimle benzeşip benzeşmemesinin, başka bir rüyanın başka bir gündeki deneyimle 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 $(9,999/10,000)^{365}$'tir.

$(9{,}999 / 10{,}000)^{365}$ 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.

Buna benzer baştan savılmayacak bir raslantı, 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 harfleri, noktalama işaretlerini ve boşlukları da içeren daktilo sembollerinin sayısıdır). Bu sayı çok çok düşüktür – bir çok farklı pratik yönlerden sıfırdır. Bazıları, bunu "**yaratma bilmi**"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 şansı daha fazla olan bir şeye dönüşmelidirler. Soru neden hiç şu şekilde ifade edilmez: Shakespeare'in kaslarını rastgele esneterek, kendisini kazayla ağaçtan ağaca sallanıyor bulma olasılığı nedir?

Li'l Ol' Me ve Yıldızlar

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

"Rahatsız edici" diyorum çünkü eğer insanlar astrologlara ve astrolojiye inanıyorlarsa, başka kime ve neye inanabileceklerini düşünmek korkutucudur. Özellikle, Başkan Reagan gibi bu inançları hayata geçirme gücüne sahipseler 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

çok ender olarak karşılaştıran sayı cahili kişiler görmezler. Ancak astroloji, anlaşılabilir kuramsal bir temeli olmasa bile, astroloji işlese ve de iddialarının doğruluğu konusunda bazı empirik destekler olsa, saygıya değerdi. Fakat kişinin doğum tarihi ve standart kişilik testindeki skoru arasında bir korelasyon yoktur.

Astrologlara, biri müşterinin olan, üç kişinin profilinin verildiği deneyler uygulanmıştır (son olarak California Üniversitesi'nde Shawn Carlson tarafından). Müşteri, hayatı hakkında ilgili tüm astrolojik verileri sağlamıştır (yüz yüze değil, anket yoluyla) ve astrologdan, müşterinin kişilik profilini bulması istenmiştir. Toplam 116 müşteri vardır ve bunlar en iyi otuz (arkadaşlarının değerlendirmelerine göre) Avrupalı ve Amerikalı astroloğa sunulmuştur. Sonuç: Astrologlar üç müşteriden birinin kişilik profilini doğru bir şekilde seçmişlerdir. Bu oran, şansla gerçekleşebilecek bir orandan fazla değildir.

Case Western Reserve Üniversitesi'nde fizikçi olan John McGervey, *American Men of Science*'da adı yazılı olan 6,000'den fazla bilimadamının ve *Who's Who in American Politics* ansiklopedisinde adı yazılı olan 6,000 politikacının doğum günlerini incelemiş ve burçlarının dağılımlarının rastgele olduğunu bulmuştur. Burçlar yıl içinde eşit bir şekilde dağınıktır. Michigan Üniversitesi'ndeki

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 "**öngörüleri**" 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. Eğiticisi 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, eğiticinin, Hans doğru sayıya gelinceye kadar hiç kıpırdamadan durduğu fakat daha sonra bilinçli ya da bilinçsizce hareket ettiği ve bunun Hans'ı durdurduğuydu. At cevabın kaynağı değil, sadece eğiticinin cevap hakkındaki bilgisinin bir yansımasıydı. İnsanlar, çoğunlukla, astrologlara farkında olmadan eğitici gibi davranırlar. Onlar da, Hans gibi, müşterilerinin ihtiyaçlarını yansıtırlar.

Özellikle astroloji ve genelde sahte bilimin çaresi, Carl Sagan'ın yazdığı gibi gerçek bilimdir. Gerçek bilimin harikaları şaşırtıcıdır fakat buna ek olarak büyük olasılıkla gerçek olma meziyeti vardır. Bir şeyi sahte bilim yapan sonuçların saçmalığı değildir: Şanslı tahminler, beklenmedik şeyler bulma şansı, garip hipotezler, hatta başlangıçtaki saflık bile bilimde de rol oynar. Sahte bilimlerin başarısız oldukları nokta sonuçlarını test etmemeleri, daha önce incelenmiş başka ifadelerle sonuçlarını tutarlı bir şekilde bağdaştırmamalarıdır. Shirley Mac Laine'in, örneğin, trans kanallama gibi paranormal gibi görünen bir olayın gerçekliğini, yeterince kanıt olmaması ya da daha iyi alternatif bir açıklama olması nedeniyle reddetmesini düşünemiyorum.

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'in *Davetsiz Misafirler* [*The Intruders*] ve Whitley Strieber'in *Paylaşma*'sı [*Communion*] gibi kitaplardaki iddialara rağmen.) Tahminler, sayıları bilen at manyağının, 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 (10^{11}) 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, eriticisinin, suyunun, metanının – ya da bu unsuru her neyse onun – kaynayıp yokolacağı kadar yakın veya donup katılaşacağı kadar uzak değildir. Şu anda, galaksimizde içinde hayatı barındırabilecek yıldız sayısını 100 milyona (10^8) 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 hayatı sürdürebilecek 10 milyon (10^7) yıldız vardır. Bunlardan belki de 1/10'unda şu anda hayat vardır. Gerçekten de galaksimizde, hayat içeren gezegenlere sahip 10^6 – veya bir milyon – yıldız var. Pekiyi, neden buna dair hiç bir delil görmüyoruz?

Nedenlerden biri, galaksimizin 10^{14} küp ışık-yılı hacme sahip büyük bir yer olmasıdır, ki burada bir ışık yılı – ışığın bir yılda gittiği mesafe saniyede 186,000 mildir – yaklaşık 6 trilyon mildir. Yani ortalama, bu yıldızlardan her biri, 10^{14} bölü 10^6 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 kendi 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 sıçrar.

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

Bu hayat şekilleri, büyük metan gazı bulutları ya da kendi kendilerini yönlendiren manyetik alanlar veya patates benzeri varlıkların oluşturduğu ovalar ya da zamanlarını karmaşık senfoniler söyleyerek geçiren dev gezegen boyutundaki varlıklar olabilirler. Daha büyük bir olasılık ise kayaların kenarlarına yapışık, güneşlerine dönük tabakalar olmalarıdır.

Yukarıdakilerden herhangi birinin bizim amaçlarımızı veya psikolojimizi paylaşması ya da bize ulaşmaya çalışması için bir neden yoktur. Kısacası galaksimizdeki diğer gezegenlerde büyük olasılıkla hayat olmasına rağmen UFO'lar neredeyse kesinlikle, tanımlanmamış uçan nesnelerin görünümleridir. Bunlar henüz tanımlanmamış nesnelerdir; fakat tanımlanamıyan şeyler ya da yaratıklar değildir.

Hileli Tıp Tedavileri

Tıbbın, sahte bilim iddiaları için verimli bir alan olmasının nedeni basittir. Hastalıkların bir çoğu, (a) kendi kendilerine iyileşirler; (b) kendi kendilerini sınırlarlar; ya da (c) ölümcül olsalar da birden bire kötüleşmezler.

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

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 kötüleştiği 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.

(Şarlatanlara karşı tutum alarak, katı ve dogmatik bilimciliği ya da bir tür cahil ateizmi savunmuyorum. Ortada mantıklı insanların kendilerini rahat hissedebilecekleri büyük bir alan vardır.)

Saçma durumlarda bile, önerilen bir çare ya da işlemi kesin olarak yalanlamak zordur. Şarlatan bir diyet doktorunun hastalarına her kahvaltı, öğle ve akşam yemeğinde iki pizza, dört bira ve iki dilim pasta yemelerini, akşam yatmadan önce de iki kutu incirli kurabiye ile bir litre süt içmelerini önerdiğini ve diğer hastaların bu rejimle üç kilo kaybettiklerini söylediğini düşünün. Birkaç hasta, doktorun dediklerini üç hafta boyunca yaptıklarında her biri yaklaşık üç buçuk kilo aldıklarını görürler. Doktorun iddiaları yalanlanmış mıdır? Hayır, çünkü doktor bir çok destekleyici unsurun yerine getirilmediğini söyleyebilir: Pizzaların üzerine çok fazla sos koyulmuş olabilir ya da hastalar günde on altı saat uyumuş olabilirler ya da biranın markası doğru marka olmayabilir. Yani sonuçta herkes istediği kuramı haklı çıkaracak açıklar bulabilir.

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

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

Her durumda bilimi, sahte bilimden ayırabilmemizi sağlayacak, kolayca görülebilen ve basit algoritimler 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 problemli alan, Quine'nın 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 inanıyor 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?

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

B'nin varlığında A'nın ve A'nın varlığında B'nin olasılığı karıştırılır. Basit bir örnek şöyledir: Çekilen kağıdın resimli bir kağıt olduğu bilindiğinde – papaz, kız, vale – papaz çekmiş olmanın şartlı olasılığı 1/3'dür. Ancak, papaz çekildiğinde kağıdın resimli kağıt olma olasılığı 1 veya %100'dür. Bir kişinin İngilizce konuştuğu bilindiğinde Amerikan vatandaşı olma şartlı olasılığının 1/5 olduğunu varsayalım. Diğer taraftan bir kişinin Amerikan vatandaşı olduğu bilindiğinde İngilizce konuşma şartlı olasılığı büyük bir olasılıkla 19/20'dir.

Şimdi en az bir kızları olduğu bilinen dört kişilik rastgele seçilmiş bir aile düşünün. Bu kızın ismi Myrtle olsun. Bunu gözönüne aldığınızda Myrtle'nin kardeşinin erkek olma şartlı olasılığı nedir? Myrtle'in kardeşinin kendisinden

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

Şartlı olasılık, ayrıca "**blackjack**"in, neden daha önce olanları izlemenin akıllıca olduğu tek kumarhane şans oyunu olduğunu açıklar. Rulette daha önce olanların, çarkın sonraki dönüşlerinin olasılığı üzerinde hiç bir etkisi yoktur. Bir sonraki dönüşte kırmızı gelme olasılığı 18/38'dir. Arka arkaya beş kez kırmızı gelmiş olmasına rağmen bir sonraki dönüşte kırmızı gelme şartlı olasılığı yine aynıdır. Zarlarda da durum böyledir: Bir çift zar atışında 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 oyunu geçmişine karşı hassastır. Bir deste kağıttan arka arkaya iki birli çekme olasılığı

(4/52 x 4/52) değil, (4/52 x 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 alınırsa, 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 karşılıştırıldığında 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.

Kanser için yüzde 98 oranında kesinliği olan bir test olduğunu varsayın. Yani eğer bir kişi kanserse test yüzde 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 yaptırdığınızı ve doktorunuzun size üzülerek testin pozitif çıktığını söylediğini düşünün. Sorulacak soru şudur: Buna ne kadar üzülmelisiniz? Şaşırtıcı olan cevap sizin dikkatli bir şekilde iyimser olmanız gerektiğidir. Bunun nedenini öğrenmek için testiniz pozitif çıktıktan sonra sizin şartlı olasılığa göre kanserli olma ihtimalinize bakalım.

10.000 kanser testinin gerçekleştirildiğini düşünün. Bunlardan kaçı pozitiftir? Ortalama olarak bu 10.000 kişiden 50'si (10.000'in yüzde 0.5'i) kanserli olacaktır. Yani yüzde 98'inin testleri pozitif olacağı için 49 pozitif testimiz olacaktır. 9,950 kansersiz insandan yüzde 2'sinin testleri pozitif olacaktır – toplam 199 pozitif test (. 02 x 9,950 = 199) yani toplam 248 pozitif testten (199 + 49 = 248), çoğu (199) hatalı pozitiftir. Yani kanser testi pozitif çıktıktan sonra kanserli olmanın şartlı olasılığı sadece 49/248, ya da yaklaşık yüzde 20'dir! (Bu sayı, kanserli olan bir kişinin testinin pozitif çıkma şartlı olasılığıyla karşılaştırılmalıdır ki bu varsayımla yüzde 98'dir.)

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 güvenilirdir: *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 yanlıştır.

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. Nemorolojide 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 toplamı olan yirmialtı da "*yahweh*", tanrının kutsal adı kelimesinin sayısal karşılığıydı.

26 sayısı başka nedenlerden dolayı da önemliydi: Yaratılışın birinci bölümünün 26. satırında Tanrı: "**İnsanı bizim şeklimizde yapalım**" der; Adem ve Musa arasında 26 kuşak vardır. Adem (45) ve Havva'nın (19) sayısal karşılıklarının farkı 26'dır.

Nemoroloji ile uğraşan hahamlar ve musevi tefsirciler çeşitli başka sistemler de kullanmışlardır. Bu kişiler bazen 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 verilip "**yahweh**" kelimesinin değeri 17 haline getirilebilirdi, ki bu "**iyi**" (*tov*) kelimesinin sayısal değerine eşittir. Bazen de harflerin sayısal değerlerinin kareleri kullanılırdı. Böyle bir durumda "**yahweh**" kelimesinin sayısal değeri 186 olabilirdi, ki bu da Tanrı için kullanılan başka bir kelime olan "**yer**" (*Maqom*) kelimesinin sayısal değerine eşit olurdu.

Yunanlılar da sayısal uygulamaları (isopsephia) kullanmışlardır – hem Pythagoras'ın sayı gizemi içerisinde eski çağda 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 veriliş 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,

666 olduğunu söylemişlerdir. Daha güncel olarak, aşırı sağcılar Ronald Wilson Reagan ismindeki tüm kelimelerin altı harfli olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Müslümanların sayısal uygulamalarıyla ilgili de benzer örnekler verilmiştir. Bu gibi sayısal okumalar (Musevi, Yunan, Hristiyan ve Müslüman) sadece dini doktrinler için gizemli bir onay değil aynı zamanda falcılık, rüya yorumları, sayılar aracılığıyla gaipten haber verme vb nedenlerle de kullanılmıştır.

Bugün bile bu sayısal batıl inançların bazıları yaşamaktadır. *The New York Times* için Georges Ifrah'ın *Birden Sıfıra* [*From One to Zero*] adlı kitabı hakkında bir eleştiri yazmıştım. (Yukarıdakilerin çoğu oradan alınmıştır). Bu eleştiride tamamen tarafsız bir şekilde 666 sayısına, Martin Luther'e ve papanın tacına değindim. Buna karşılık olarak Yahudi alehtarlarından ve beni Deccal olarak suçlayanlardan yarım düzine kadar rahatsız edici mektup aldım. Procter and Gamble da birkaç yıl önce sayısal yönden sembolik olan logosu nedeniyle benzer fakat ciddi sorunlarla karşılaşmıştır.

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

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. Nemorolojinin eşitlik ifadeleri genel olarak mevcut doktrinleri desteklemek için kullanılır ve karşıt örnekler oluşturmak için çok az çaba harcanır. Tabi 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 çıkarsama örneğiyle bölümü bitirmek istiyorum.

Şartlı bir ifadeyi – A ise, B – tersiyle – B ise, A – karıştırma çok sık yapılan bir hatadır. Bunun biraz olağan dışı şekli, eğer X, Y'yi ortadan kaldırıyorsa, o zaman X'in olmaması Y'ye neden olur şeklinde mantık yürütmedir; eğer dopamin, örneğin, Parkinson hastalığındaki titremeleri tedavi ediyorsa, o zaman dopamininin eksikliği bu titremelere neden olur. Eğer başka bir ilaç şizofreni belirtilerini kesiyorsa o zaman bu ilacın fazlası şizofreniye neden olmalıdır. Durumla ilgili daha fazla bilginiz varsa bu hatayı yapma olasılığınız daha fazladır. Aspirin, baş ağrılarını iyileştiriyorsa, aspirinin yokluğunun baş ağrısına neden olduğuna çok sayıda kişi inanmaz.

Ünlü deneyci Van Dumholtz, önündeki bir kavanoz dolusu pireden bir tanesini dikkatlice alır, yavaşça arka ayaklarını koparır ve yüksek bir sesle pireye sıçramasını emreder. Pirenin hareket etmediğini görünce aynı şeyi başka bir pire ile dener. İşini bitirdiğinde istatistikler yazar ve gayet kendinden emin pirenin kulaklarının arka ayaklarında olduğu sonucunu çıkarır. Belki saçma, ama daha az şeffaf şartlarda bu açıklamanın çeşitli şekilleri önyargılı insanlar nezdinde dikkate değer bir biçimde ikna edici olabilir. Bu açıklama, 35,000 yaşındaki bir adamın kendisini, kendisi kanalıyla ifade ettiğini söyleyen kadına inananların yaptıkları kadar saçma mıdır? İzleyenlerin

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 mantıksal hatalardan bahsedilebilir, fakat sonuç açıktır ki hem sayı cehaleti hem de hatalı mantık, sahte bilimin büyümesi için verimli bir toprak oluşturur. 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, ısmarlanan 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.

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

— Walt Whitman

Sayıların Geçmişlerinin Hatırlanması

Sayı cahilliği neden eğitimli insanlar arasında bile bu kadar yaygındır? Biraz kabalaştırılmış olmakla birlikte, bunun nedeninin yetersiz eğitim, psikolojik engeller, matematiğin doğası konusundaki hayali yanlış fikirlerdir. Benim durumum kuralı kanıtlayan bir istisnadır. Benim matematikçi olmak istememle ilgili ilk anım 10 yaşımda, Milwaukee Braves beyzbol takımının yedek oyuncusunun, kazandığı koşuların 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 söylediğimde o, bunu sınıfa anlatmamı söyledi. Çok utangaç olduğum için bunu sınıfa 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.

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.

Çarpım tablosunu bilmeden ilkokulu bitiren fazla öğrenci olmasa da, bir çok öğrenci, bir kişinin saatte 35 mil hızla dört saat araba kullandığında, 140 mil gitmiş olacağını; fıstığın bir onsu 40 sentse ve bir paket fıstık 2.20 $ ise, o zaman pakette 5.5 ouns fıstık olacağını; dünya nüfusunun 1/4'ü Çinli, geri kalan nüfusun 1/5'i Hintliyse, o zaman dünya nüfusunun 3/20'si veya yüzde 15'inin Hintli olduğunu anlamıyorlar. Tabi ki bu tür bir anlayış sadece 35 x 4 = 140; (2.2) / (.4) = 5.5; 1 /5 x (1 – 1/4) = 3/20 = .15 = yüzde 15 işlemlerini yapabilmekle aynı şey değildir. Ve birçok ilkokul öğrencisi bunu kendiliğinden yapamadığı için bu eksiklik çeşitli pratik ya da daha hayal mahsulü olan problemler yapılarak giderilmelidir.

Tahmin konusu da sayıları yuvarlama üzerine verilen bir kaç ders dışında öğretilmez. Sayıları yuvarlamanın ya da mantıklı tahminlerin, gerçek hayattaki yeri hiç bir zaman söylenmez. İlkokul çocuklarından hiç bir zaman okulun yan duvarlarında kaç tuğla olduğu, sınıfın en hızlı koşan kişisinin ne hızla koştuğu, babaları kel olan çocukların yüzdesi, bir kişinin kafasının çevre uzunluğunun boyuna oranı, Empire State Building'e eşit boyda bir kale meydana getirmek için kaç tane bozuk para gerektiği ya da tüm bu bozuk paraların sınıflarına sığıp sığmayacağını tahmin etmeleri istenmez.

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 çözmede anlamaya yardım eden ipuçları ve mizah.

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

Örneğin, toplamanın, unsurlar arasında ilgi kuran bir işlem olduğuna dikkat çekerler, çünkü (a + b) + c = a + (b + c)'dir. Unsurlar arasında ilgi kurmayan bir işlemden çok ender olarak bahsedilir, dolayısıyla bu gereksiz bir tanımdır. Zaten bu bilgi sizin ne işinize yarar? Diğer terimlerin tanıtılması da sayfanın ortasında çerçeve içerisinde koyu renkle basıldıklarında etkileyici görünmeleri dışında başka bir amaca hizmet etmemektedir. Bunlar, insanın bilgiyi algılama şekli olan, her şey için bir yer olduğu ve her şeyin bir yeri 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) yabancıdır.

Bu aşamada, aritmetiğin ve uygulamalarının temellerini iletmeye yardım edecek bilgisayar programlarının olacağı 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 bilmiyorum.

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

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, sınıfımdaki 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 öğrencileriyse, 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

beyin oyunu olduğunu; bilmeceler, oyunlar ve paradokslarda birleştiklerini göstermeye çalıştım.

Matematik de, mizah da birleştiricidir. Düşünceleri eğlence için parçalayıp daha sonra – yan yana koyarak, genelleyerek, tekrarlayarak, ters çevirerek – bir araya getirirler. Bu durumu gevşetip diğerini güçlendirsem? Bu fikrin – örneğin saç örgüsü – farklı bir alanla ilgiliymiş gibi görünen başka bir fikirle – örneğin, geometrik bir şeklin simetrileri – ortak yönü nedir? Tabi matematiğin bu yönü sayılar konusunda bilgi sahibi kişilerce bile iyi bilinmez. Çünkü matematikle ilgili bilgilerle oynamaya başlamadan önce, bu bilgilere sahip olmak gereklidir. Ayrıca hem matematik hem de mizah için yaratıcılık, uyumsuzluk ve düşüncelerin ifade edilmesinde ekonomik davranma duyguları hayati önem taşır.

Matematikçilerin eğitimlerinden kaynaklanabilecek tipik bir mizah anlayışlarının olduğu göze çarpar. İfadeleri 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 getirmekten ibaret olan bir mantık uygulamasıyla 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 mühendislere ya da diğer bilim profesörlerine matematik öğretmeleri 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

denklem bulun ve daha sonra bilinmeyenin değerini bulabilmek için denklemi çözün.

Bilinmeyenler uygun bir şekilde sembolize edildiği ve ilgili denklem kurulduğu zaman bile, bu denklemi çözmek için yapılması gerekenler sadece kabaca anlaşılmıştır. Bazen, keşke lise cebir sınıfında girdiği sınavda $(X+Y)^2 = X^2 + Y^2$ yazan her öğrenciden 5 dolar alsaydım, diye düşünürüm.

Vieta'nın cebir değişkenlerini kullanmasından yaklaşık elli yıl sonra Descartes, sıralı gerçek sayı çiftleriyle bir düzlemdeki noktaları eşleştirme yolu buldu ve bu eşleştirme sayesinde geometrik eğrilerle cebir denklemlerini tanımlayabildi. Bu önemli anlayıştan ortaya çıkan konu, analitik geometri hesabını anlamak için gereklidir, ancak öğrencilerimiz liseyi düz çizgileri ya da parabolleri çizemeden bitirmektedirler.

2500 yıl önce Yunanlıların bulduğu aksiyomlarla ilgili geometri bile – bir kaç açık aksiyomun olduğu varsayılır ve bundan sadece mantıkla 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 olduğu için tüm teoremler üç ya da dört basamağın kanıtlanmasını içeren yüzeysel teoremlerdir; hiç birinin derinliği yoktur.

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 "matematikselleştiğini" farketmezler ve üniversitede olabildiğince az matematik dersi alırlar.

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

gelen her şeyi yaparlar, bu yüzden de daha az ücret ödeyen alanlarda çalışmak zorunda kalabilirler. Bir çok akıllı kadının sosyolojiyi, bir çok akılsız erkeğin ise iş dünyasını gördüm. İkisi arasındaki tek fark erkeğin üniversitede bir kaç matematik dersini güç bela geçmiş olmasıdır.

Üniversitede matematik üzerine yoğunlaşıp diferansiyel denklemler, ileri hesap, soyut cebir, lineer cebir, topoloji, mantık, olasılık ve istatistik, gerçek ve karmaşık analiz vb konulardaki temel dersleri alan öğrencilerin sadece matematik ve bilgisayar biliminde değil, matematiği kullanan ve gün geçtikçe çoğalan alanlarda daha fazla seçenekleri vardır. Şirketler, matematikle hiç bir ilgisi olmayan işlere eleman ararken bile matematikte uzmanlaşan kişilerin başvurmasını teşvik ederler. Çünkü hangi iş olursa olsun analiz etme yeteneğinin işe yarayacağı bilinmektedir.

Matematikte uzmanlaşıp daha sonra eğitimlerine devam eden kişiler daha düşük seviyelerdekinin aksine mezuniyet sonrası matematik eğitiminin çok iyi olduğunu fark ederler. Ne yazık ki, bu birçok kişi için çok geçtir. Araştırma seviyesindeki bu üstünlük alt kademelere kadar inmemekte, Amerikalı matematikçilerin araştırma yazılarını okuyan az sayıdaki uzmanın dışındaki kişilere ulaşamamaktadır.

Bazı ders kitabı yazarlarının dışında matematik yazarlarının, matematikle ilgisi olmayan kişilerin arasında binden fazla okuyucusu vardır. Bu gerçeği öğrendikten sonra çok az sayıda eğitimli 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 multimilyonerlere benzerler. Bir çok matematikçinin düşük ücretleri gözönüne alındığında, multimilyonerler popüler bir kitle için yazan matematikçileri destekleseler iki sorun da çözülmüş olurdu. (Tabii, bu sadece bir fikir.)

Matematikçilerin neden daha geniş bir kitle için yazmadıklarının bir savunması, işlerinin belirli bir gruba hitap ediyor olmasıdır. Bunda tabi ki bir gerçek payı vardır. Fakat Martin Gardner, Douglas Hofstadter ve Raymond Smullyan üç açık karşıt örnektir. Aslında bu kitapta tartışılan bazı konular oldukça karmaşıktır fakat bunları anlamak için gerekli ön şartlar oldukça azdır: Biraz aritmetik bilmek, kesirleri, ondalık sayıları ve yüzdeleri biraz anlamak. Herhangi bir alanda teknik işlemlerden asgari derecede faydalarak entellektüel bakımdan doğru ve cazip bir şekilde konuşmak hemen hemen her zaman mümkündür. Ancak bu çok ender olarak yapılır çünkü papazların (matematikçiler de dahil) çoğu bir gizem duvarının arkasına saklanmaya ve sadece papaz arkadaşlarıyla iletişim kurmaya eğilimlidir.

Kısacası, sayı cahilliğiyle bir çok kişinin aldığı kötü matematik eğitimi arasında açık bir bağlantı vardır. Yakınmalar bu sebeptendir. Yine de hikâyenin hepsi bu değildir, çünkü matematik konusunda oldukça bilgili birçok kişinin çok az okul görmüşlüğü vardır. Matematiğe balta vuran, etkisiz ya da yetersiz eğitimden çok psikolojik unsurlardır.

Sayı Cahilliği ve Kişiselleştirme Eğilimi

Bu tür önemli bir öğe, matematiğin kişiselleşmemişliğidir. Bazı insanlar, dışsal bakış açılarına direnerek olayları aşırı derecede kişiselleştirirler, ve kişisel olmayan bir dünya kavrayışı ile sayılar arasında sıkı bir bağlantı bulunduğu için bu direnç sayı cahili olma inatçılığını pekiştirir.

Kişi kendisi, ailesi ve arkadaşlarının bulunduğu ortamın 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 olaylarla nasıl birleştirirsiniz? Tarihsel, biyolojik, jeolojik ve astoronomik zaman ölçüleriyle mi?

Kendi hayatlarına sıkı sıkıya bağlı insanlar, bu tür soruları en iyimser şekilde bakıldığında sıkıcı, en kötümser şekilde bakıldığında da tatsız bulurlar. Sayılar ve "bilim", bu insanlar için sadece onlara kişisel olarak bağlıysa çekicidir. Bu kişiler, sıklıkla Tarot kartları, I Ching, astroloji ve biyoritm gibi Yeni Çağ inançlarını çekici bulurlar, çünkü bunlar kişisel olarak biçilmiş ifadeler sağlarlar. Böyle insanların, sayısal ya da bilimsel gerçeklerle sadece kendi hatırları ya da ilginç veya güzel oldukları için ilgilenmelerini sağlamak neredeyse olanaksızdır.

Sayı cahilliği, bu insanların gerçek sorun ve endişelerinden – para, seks, aile, arkadaşlar – çok farklı gibi görünse de, hepsini (ve bizi) doğrudan ve birçok biçimde etkiler. Bir yaz gecesi bir tatil yerinin ana caddesinde yürürken el ele tutuşmuş, dondurma yiyen, gülen mutlu insanlar gördüğünüzde diğer insanların sizden daha mutlu, daha sevecen, daha üretici olduğunu düşünmeye başlayıp gereksiz bir biçimde mutsuz olmanız kolaydır.

Aslında insanlar iyi yönlerini tam olarak bu gibi durumlarda sergilerler. Diğer taraftan üzüntülü oldukları zamanlarda saklanırlar ve "**görünmez**" olurlar. Başkaları hakkındaki izlenimlerimizin hep bu yolla süzüldüğünü; insanları ve ruh hallerini örnekleme şeklimizin rastgele olmadığını unutmamalıyız. Bazen rastladığınız insanların yüzde kaçının şu ya da bu hastalığa ya da yetersizliğe sahip olduğunu merak etmek yararlıdır.

İnsanlar sadece önemli günlerde iyi özelliklerini sergilerler, oysa bunalıma girdiklerinde saklanma ve "**görünmez**" olma eğilimindedirler. Hiçbirimiz şunu unutmamalıyız ki, diğer insanlara ilişkin izlenimlerimiz genellikle bu tür süzgeçlerden geçerek oluşur, ve bazı insanlar ve ruh hallerinin gözümüze çarpışı rastlantısal bir biçimde olmaz. Ara sıra, karşılaştığımız insanlardan yüzde kaçının şu ya da bu hastalık veya yetersizliğin sıkıntısı çektiklerini bir düşünmek yararlıdır.

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

Jeane Dixon etkisi, canlı ve kişisel olayların hatırlandığı ve dolayısıyla bunların oluş derecesinin abartıldığı daha dar bir olaydır. Bu etki, sıklıkla sahte tıp, diyet, kumar, medyumluk ve sahte bilimle ilgili iddiaları destekler gibi görünür. Bir insan sayı cahilliğine olan bu psikolojik eğiliminin farkında değilse bizim tarafımızı tutma ihtimali vardır.

Gördüğümüz gibi, bu eğilime karşı yapılacak savunmalardan biri, çıplak sayılara bakıp bir görüş açısı sağlamaktır. Şunu unutmayın ki, enderlik kendi başına bir reklâmdır ve bu ender olayların olağan görünmesine neden olur. Teröristlerin insan kaçırmaları ve siyanür zehirlenmeleri, yıkılmış ailelerin profilleri vb ile birlikte geniş bir şekilde yayınlanır. Fakat sigaranın yol açtığı ölüm sayısı, yılın her günü tamamen dolu üç Jumbo Jetinin çarpışması sonucu meydana gelen kayıplara eşittir – yani yılda 300.000 Amerikalı. AIDS ne kadar trajik olsa da, dünya çapında sıtma ile karşılaştırıldığında, daha bayağı 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 çeşitli yönlerden uyuşturucu istismarından çok daha ağırdır. Başka örnekler düşünmek zor değildir, (olduğundan daha az rapor edilen açlık felâketleri ve katliamlar) fakat bunları başımızı medya çığının üzerinde tutabilmek için kendimize düzenli bir şekilde hatırlatmalıyız.

Olağan ve kişisel olmayan olayları süzdüğümüzde, geriye kalanların 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 geçirmiştir.

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,

önceki örneklerde görüldüğü gibi rastlantıların beklenmedik sıklığının bir sonucudur. Rastlantıların gerekli ya da hatta olası önemlerine duyulan inanç, rastlantıların süslediği bir yaşama nazaran daha sıradan görünen geçmişimizden kalan psikolojik bir artıktır. Bu, özellikle sayı cahili insanların meyilli olduğu psikolojik bir yanılsama oluşturur.

Sadece şans eseri meydana gelen olaylara anlam yükleme eğilimi de her yerde hazır ve nazırdır. Ortalamaya geri çekilme, bunun iyi bir örneğini oluşturur. Bu, değerleri bir ortalamanın etrafında toplanmış ve ortalamaya daha yakın bir değer tarafından takip edilen rastgele bir miktarın aşırı değeridir. Çok akıllı insanların çocuklarının akıllı olması beklenebilir. 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 olasıdır, fakat anne babaları kadar kısa olmayacaklardır. Eğer bir hedefe yirmi dart atsam ve hedefi onsekiz kez vursam bir daha yirmi dart attığımda büyük olasılıkla bu kadar iyi bir performans gösteremem.

İnsanlar ortalamaya geri çekilmeyi herhangi rastgele bir miktarın doğal davranışı olarak görmektense, bunu belli bilimsel bir kanuna bağladıklan zaman bu olay saçmalaşır.

Uçmaya yeni başlayan bir pilot çok iyi bir iniş yaptığında bir dahaki inişi o kadar etkileyici olmayacaktır. Bunun gibi, inişi çok sarsıntılı olduğu taktirde, 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 Tuersky ve Kahneman şöyle yazmışlardır: "**Davranış cezadan sonra iyileşir, ödülden 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 plaktan sonraki plak için de söylenebilir. Ortalamaya geri dönüş yaygın bir olaydır ve nereye baksanız örnekleri görülür. Ancak 2. Bölümde bahsedildiği gibi bu, yüzeysel şekilde benzerlik gösterdiği kumarcının hatasından ayrılmalıdır.

Bir hissenin fiyatında ya da genel olarak pazarda, şans dalgalanmaları 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 alınırsa, ortalamaya gerileme, bazen bir çeşit tersine stratejiyi haklı çıkarmak için kullanılabilir. Performansları, geçen birkaç yıl içerisinde çok iyi olmayan hisseleri alın çünkü onların ortalamalarına gerileyip fiyatlarının artması olasılığı, ekonomik temellerin ima ettiğinden daha iyi performans göstermiş olan hisselerden daha fazladır. Çünkü bu hisselerin fiyatlarının ortalamalarına gerileyip düşmesi olasıdır. Bu şematik stratejiyi destekleyen çalışmalar vardır.

Kararlar ve Soru Yöneltme 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

neden oluyor olabilir, ve ikinci ifade (a) alternatifinden daha olası görünmektedir. Ama bu kuşkusuz (b)'nin söylediği şey değildir.

Tuersky ve Kahneman (b) cevabının çekiciliğini, insanların olağan durumlarda, olasılık kararlarına varış şekillerine vermektedir. Bir olayı, olası tüm sonuçlarına bölmek ve daha sonra sözkonusu özellikleri paylaşanları saymak yerine onlar, durumun temsilcisi akli modelleri oluştururlar. Bu durumda Judy'deki gibi bir sonuca da bu modellerle kıyas yoluyla ulaşırlar. Yani Judy'nin geçmişine sahip bir kişi için (b) cevabı, (a) cevabına göre, bir çok kişi için daha temsil edici görünür.

Bu kitapta bahsedilen sezgi-karşıtı sonuçların bir çoğu, yukarıdakine benzer psikolojik hilelerdir. Bunlar sayılar konusunda en bilgili kişilerde bile geçici sayı cahilliklerine yol açabilir. Tuersky ve Kahneman, büyüleyici kitapları *Belirsizlik İçinde Karar*'da [*Judgement under Uncertainty*], en önemli kararlarımızın bir çoğunu tanımlayan görünüşte mantıksız sayı cahilliğinin farklı bir çeşidini anlatmaktadırlar. İnsanlara şu soruyu yöneltirler: Karşı konulamaz derece güçlü bir düşman kuvveti tarafından çevrilmiş bir general olduğunuzu düşünün. Eğer mevcut iki kaçış yolundan birini kullanmazsaniz, düşman kuvveti 600 kişilik ordunuzu yok edecektir. İstihbarat memurunuz

eğer birinci yolu seçerseniz, 200 askerinizi kurtaracağınızı 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 taraftan ikinci yol seçilirse, daha fazla ölümün gerçekleşme olasılığı 2/3'tür.

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

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

Tabi ki iki soru da tamamen aynıdır, ve farklı yanıtlar – 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 x .8) olmasına rağmen insanların çoğu 30,000 $'ı seçer. Peki ya seçenekler kesinlikle 30,000 $ kaybetme veya yüzde 80 40,000 $ kaybetme ve yüzde 20 hiç bir şey kaybetmeme olasılığı olursa? Burada çoğu insan hiçbir şey kaybetmeme olasılığı olduğu için 40,000 $ kaybetme riskine girer. Aslında ikinci seçenekte ortalama beklenen kayıp 32,000 $ (40,000 x .8)'dir. Tuersky ve Kahneman şöyle bir sonuç çıkarır: İnsanlar kazanç ararken riskten 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 örneklere başvurmamız gerekmez. Vergi ödeyen ortalama bir kişiye yüzde 6'lık bir kamu hizmeti artışı konusunda ne düşündüğü sorulsa büyük olasılıkla bunu olumlu karşılayacaktır. Kamu hizmetleri faturalarında 91 milyon dolarlık bir artış karşısındaki tepkisi ise büyük olasılıkla olumsuz olacaktır. Bir kişinin, sınıfının ilk 1/37'sinde olduğunu söylemek 37. si olduğunu söylemekten daha etkileyicidir.

Matematik Kaygısı

Sayı cahilliğinin psikolojik yanılsamalardan 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

basit bir teknik, problemi bir başkasına açık bir şekilde anlatmaktır; bunu yaparken hiç kıpırdamadan oturabilen bir kişi, problem hakkında biraz daha düşünebilecek kadar otururşa, biraz daha fazla düşünmenin sonuç getirebileceğini görebilir. Diğer teknikler şunlar olabilir: Daha küçük sayılar kullanma; ilgili fakat daha kolay ya da bazen ilgili fakat daha genel problemleri inceleme; problemle ilgili bilgi toplama; çözümden geriye doğru çalışma; resimler ve diyagramlar çizme; problemi ya da bölümlerini, anladığınız problemlerle karşılaştırma; en önemlisi de olabildiğince fazla problem ya da örnek inceleme. Kişinin okudukça okumayı, yazdıkça yazmayı öğrendiği gerçeği, matematik problemi çözmek (hatta matematik formüllerini ispatlamak) için de geçerlidir.

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 doğal yaradılışım, yan fikirlerin veya konuların ya da biyografik ayrıntıların üzerinde fazla durmayıp önemli noktaların özüne inmeme sebep olur. Bence bunun sonucu açık ifadelerdir. Fakat bu daha rahat bir yaklaşım bekleyen kişileri korkutabilir. Bunun çözümü, çeşitli kişilerin matematik konusunda yazmalarıdır.

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 öğretilebilir. 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" yakıştırmasıyla kötüleyerek sayılarla ve ayrıntılarla ilgilenmenin kişiyi büyük sorunlar ve doğanın güzelliği karşısında uyuşturduğunda ısrar eder.

Matematik sıklıkla mekanik bir iş olarak görülür. O aşağı seviyedeki teknisyenlerin işidir ve teknisyenler bize bilmek zorunda olduğumuz şeyleri rapor edeceklerdir. Diğer taraftan da matematiğe bazen, zorlama yapılarak, geleceğimizi saptayabilme özelliği atfedilir. Bu gibi tavırlar kişiyi kesinlikle sayı cahilliğine hazırlar. Şimdi bazılarını inceleyelim.

Et ve kanla değil de soyutlukla ilgilendiği için matematiğin soğuk olduğu düşünülür. Bu tabi ki bir yönüyle doğrudur. Bertrand Russell bile saf matematiğin güzelliğini; "**soğuk ve sert**" olarak nitelendirmiştir. Matematikçileri konuya çeken tam olarak bu soğuk ve sert güzelliktir, çünkü çoğu özde Platonisttir ve matematik nesnelerin soyut ve ideal bir gerçeklikte var olduğunu düşünür.

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 soğuk değildir. "**1 + 1 = 2**" şeklindeki basit matematiğin bile düşüncesizce yanlış uygulandığını hatırlayın: 1 bardak patlamış mısır ile, 1 bardak su karıştırıldığında 2 bardak ıslak patlamış mısır elde edilmez. Matematik uygulamaları zor durumlarda olduğu kadar basit durumlarda da ustalık isteyen işlerdir, ve herhangi başka bir çaba kadar insan sıcaklığı ve farkına ihtiyaç vardır.

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 hareketa geçiriliriler. 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 anlamanın sırrının matematiği anlamaktan geçtiğine inanırdı; bu, kendisini Numerolojide ve Orta Çağın batıni 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 kişiliksizleştirdiği ve her nasılsa bireyselliği silikleştirdiğidir. Kuşkusuz, karmaşık olayları basit sayısal ölçümlere ve istatistiklere indirgeme konusunda meşru bir endişe vardır.

Sosyal bilimcilerin iddialarına rağmen, gösterişli matematik terimleri, istatistiki korelasyonları gösteren yüzlerce sayfalık belgeler ve bilgisayar çıktıları kendi içlerinde anlayış üretmezler. Karmaşık bir zekâ ya da ekonominin ölçekli 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 tanımlanmasına itiraz edilmesi saçma görünmektedir. Bu şartlarda sayı bireyselliği geliştirir; 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 Papa'yla karıştırmasını önlemek için ikinci ismimi de – John Allen Paulos – kullanıyorum.)

Bankaların, hep kişileştirilmiş hizmetlerini reklamlarında öne çıkarmaları beni eğlendirir. Bu hizmet, kötü eğitilmiş ve düşük ücretli bir veznedarın size "**günaydın**" deyip hemen sonra hesabınızda yanlış yapmasıdır. Ben, beni kodumla tanıyan fakat çalışma programları üzerinde, bir bilgisayar program ekibinin aylarca titizce çalıştığı bir makinaya 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 harflik bir sıralamanın gereğinden fazla olduğunu gösterir (10^9, 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 sınırlayıcı ve insan özgürlüğüne karşı olduğudur. Eğer bazı ifadeleri kabul ederler ve daha sonra bunları bazı hoş olmayan ifadelerin takip ettiğini görürlerse, sonuçların hoş olmayışını, ifadelerini ilettikleri araca bağlarlar.

Tabi bu zayıf nedenden dolayı tüm gerçekler gibi matematik de sınırlayıcıdır. Kişi, terimleri ve tanımları kabul ederse, onları takip edenleri de kabul etmelidir. Fakat kişi sıklıkla terimleri reddedebilir veya tanımları değiştirebilir ya da farklı bir matematiksel yaklaşım seçebilir. Bu anlamda matematik, sınırlamanın tam tersini yapar; matematik güç verir ve kullanmak isteyen herkesin hizmetindedir.

Aşağıda verilen, bizim matematiği nasıl kullandığımızı, fakat onun tarafından bağlanmadığımızı gösteren örneği değerlendirin. İki adam bir dizi yazı tura atışı üzerine iddiaya girerler. Arka arkaya 6 kez kazanan kişinin 100 $ kazanması üzerine anlaşırlar. Ancak oyuna 8 atıştan sonra ara verilmek zorunda kalınır, bu sırada birinci adam 5/3 kazanmaktadır. Soru şudur: Ödül nasıl paylaşılmalıdır? Birinci adamın 100 $'ın tümünü alması gerektiği söylenebilir. Çünkü iddia ya hep ya hiçti ve bitirildiğinde birinci adam öndeydi. Ya da birinci adamın ödülün

5/8'ini diğerinin 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 x 1/2 x 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 ispatlanmayan 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 alandığında, matematiğin kuramsal olarak bile mekanik ya da tamamlanmış olmadığını bilmek yeterlidir.

Bu soyut düşüncelerle ilgili de olsa, matematiğin doğasının mekanik olduğu konusundaki yanlış inanç, genellikle daha bayağı şekillerde ortaya çıkar. Matematik sıklıkla teknisyenlerin konusu olarak görülür ve matematiksel yetenek ezber yeteneği, temel programlama becerisi veya hesaplama hızıyla karıştırılır. Garip 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 kötülenip daha sonra da yeni mezun işletmeci ve muhasebecilerin yanında ikinci plana atıldıklarını 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 çürültülmesi 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 tasarlanamasın? 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 cahilleri için lise cebirinin nefret edilen canavarları anlatılacaktır: Logaritmalar. Bir sayının logaritması, söz konusu sayıya eşit olması için 10'un kullanılması gereken üssüdür. 100'ün logaritması 2'dir, çünkü $10^2 = 100$'dür; 1000'nin logaritması 3'tür, çünkü $10^3 = 1{,}000$'dir; ve 10,000'nin logartiması 4'tür çünkü $10^4 = 10{,}000$'dir. 10'un üsleri arasındaki sayılar için logaritma 10'un en yakın iki üssü arasındadır. Örneğin, 700'ün logaritması 2 ile (yani 100'ün logaritması) 3 (yani 1000'nin logaritması) arasındadır, ki bu yaklaşık 2.8'dir.

Güvence endeksi şöyle işleyecektir. Her yıl belli sayıda ölümle sonuçlanan bir etkinliği düşünün; örneğin, araba kullanma: Araba kazasından dolayı her yıl 5300 Amerikalıdan biri ölür. Araba kullanma ile ilgili güvence endeksi bu yüzden nispeten düşüktür – 3.7, yani 5300'ün logaritması. Daha genel bir ifadeyle söyleyecek olursak, eğer X kişiden biri, her yıl belirli bir etkinlik 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

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

Böyle kaba bir logaritmik güvence ölçeğinin meziyeti bize ve medyaya çeşitli etkinlikler, hastalıklar ve işlemlerle bağlantılı risklerin büyüklükleriyle ilgili tahminleri sağlamasıdır. Ancak olası bir problem vardır. Çünkü endeks, oluş derecesiyle olasılık arasında açık bir ayrım yapmaz. Etkinlik çok tehlikeli fakat oldukça ender olabilir ve böylece çok az ölüme sebep olup yüksek güvence endeksine sahip olabilir. Örneğin, gökdelenler arasında ipte yürüme nedeniyle çok az kişi ölmesine rağmen bu etkinlik güvenli değildir.

Bu yüzden endekste, sadece söz konusu etkinlikle uğraşması olası insanlar düşünülerek küçük değişiklikler yapılmalıdır. Eğer her X kişiden biri etkinlikten dolayı ölürse, o zaman etkinliğin güvence endeksi X'in logaritması olacaktır. Bunu temel alırsak gökdelenler arasında ipte yürümenin güvence endeksi (bu tür akrobatların yüzde birinin karşıya geçemediğini tahmin edersek) 2'den çok düşük olabilirdi. Bunun gibi, Rus ruleti oynamanın (bir altıpatların altı mermi yatağından birinde mermi bulunur) 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 kullanır). Ender olan olaylar kategorisinde, 6.3 güvence endeksiyle her yıl 2,000,000'da bir Amerikalı'nın yıldırım çarpmasından, 6.8 güvence endeksiyle 6,000,000'da bir Amerikalı'nın arı sokmasından öldüğü tahmin edilmektedir.

Güvence endeksi zamanla değişir. Grip ve zatürrenin güvence endeksi 1900'de yaklaşık 2.7 iken, 1980'de 3.7'ye çıkmıştır. Yine aynı süre içerisinde veremden ölüm riski 2.7'den yaklaşık 5.8'e gerilemiştir. Ülkeler arasında farklılıklar olması beklenir – cinayet güvence endeksi Amerika Birleşik Devletlerinde 4 iken, Büyük Britanya'da 6 ila 7 arasındadır. Fakat sıtmanın güvence endeksi dünyanın çoğu yerinde ABD'den daha düşüktür. Karşılaştırılabilir ifade ekonomileri, nükleer güçle ilgili yüksek güvence endeksiyle kömürün göreli olarak düşük güvence endeksinin karşılaştırılmasından elde edilir.

Göreceli riskle ilgili hazır bir görüş açısı sunmanın yanı sıra, güvence endeksi her etkinliğin biraz risk taşıdığı gerçeğinin altını çizer. Şu hayati soruya kabaca cevap verir: Ne kadar?

Böyle bir güvence endeksinin yararları ne olursa olsun, bence medyadaki sayı cahilliğiyle savaşmak için televizyon ağlarının, haber dergilerinin ve büyük gazetelerin

istatistiki şikâyetleri takip etmeleri oldukça etkili bir ilk adım oluşturacaktır. Bu şikâyetleri takip eden kişi haber hikâyelerini inceleyecek, bahsedilen istatistikleri araştıracak, 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 ilgilenecek bir çok insan varken, daha önemli olan sayısal farklılıklarla ilgilenecek 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

yüzde 10 ila 20'si kadar insanın yaşamakta olduğu tahmin edilmektedir. Bu eğer böyleyse, bunun anlamı ölümsüzlük hipotezini kesinlikle reddedecek kadar yeterli istatistiki delilin olmadığı mıdır?

Öncelikler – Bireysele karşı Toplumsal

Bu bölümde özellikle toplum ve birey arasındaki çatışma vurgulanarak sayı cehaletinin zararlı sosyal etkileri üzerinde durulacaktır. Örneklerin çoğunda değiş-tokuşun bazı biçimleri ya da çelişen kaygıların dengelenmesi değerlendirilecek ve sayı cahilliğinin bu değiş-tokuşların göreli görünmezliğine nasıl katkıda bulunduğu gösterilecektir. Ya da yukarıdaki Wisconsin'in kanun yapıcısının durumundaki gibi, olmadıkları halde sayı cahilliğinin bunların görülmesine nasıl katkıda bulunduğunu gösterecektir.

Şimdi istatistikçi Bradley Efron tarafından keşfedilen bir olasılığın garipliğini inceleyelim. Dört zar düşünün – A, B, C ve D – ve bunların garip bir şekilde şöyle sıralandığını kabul edin: A'nın dört yüzünde 4, iki yüzünde de 0; B'nin altı yüzünde 3; C'nin dört yüzünde 2, iki yüzündeyse 6; D'nin üç yüzünde 5, üç yüzünde 1 rakamları vardır.

A zarı B zarına karşı atılsa, A'da daha yüksek bir sayı gelme olasılığı üçte ikidir; bunun gibi B, C'ye karşı atılsa

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 yarısındaysa 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. Seçmenlerin üçte birinin Dukakis'i Gore'a, Gore'u Jackson'a, Jackson'ı Dukakis'e, son üçte birinin ise Jackson'ı Dukakis'e, Dukakis'i Gore'a tercih ettiklerini varsayalım. Şimdiye kadar iyi.

Fakat olası iki kişilik yarışları incelersek bir paradoks ortaya çıkar. Dukakis seçmenlerin üçte ikisinin kendisini Gore'a tercih ettiklerini söyleyerek övünürken, Jackson seçmenlerin üçte ikisinin onu Dukakis'e tercih ettiklerin söyleyebilir. Son olarak da, Gore seçmenlerin 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'ı Dukakis'e tercih edecekti. Tek tek tüm oy verenlerin tercihleri mantıklı olsa bile (yani geçişli-oy veren bir kişi X'i Y'ye ve Y'yi Z'ye tercih ediyorsa, o zaman o kişi X'i Z'ye tercih ediyordur) oy çokluğuyla saptanan toplumsal tercihlerin de geçişli olması gerekmez.

Tabi gerçek hayatta her şey çok daha karmaşık olabilir. Mort Sahl 1980 seçimi hakkında şöyle demiştir: Seçmenler 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.

Sizin ve yirmi tanıdığınızın garip bir hayırsever tarafından bir odada toplandığınızı düşünün. Hiçbiriniz birbirinizle hiçbir şekilde iletişim kuramıyorsunuz ve her birinize önünüzdeki küçük bir düğmeye basıp basmama seçeneği verilmiş.

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

Kararınız ne olursa olsun, bahis ya da insan sayısı kararınızı değiştirmeniz için artırılabilir. Düğmeye basmaya karar verdiyseniz, eğer iddia 100,000 $'a karşılık 3,000 $ olsaydı kararınızı değiştirebilirdiniz. Eğer basmaktan kaçındıysanız, bahis 10,000 $'a karşılık 9,500 $ olsaydı, belki bu kararınızı değiştirirdiniz.

Bahsi yükseltmenin başka yolları da vardır. Egzantrik hayırseverin yerine güçlü bir sadist koyun. Bu kişi eğer grup üyelerinin hiçbiri düğmeye basmazsa, hepinizin emniyetli bir şekilde terk etmenize izin verecektir. Ancak

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 bedavadan elde edecek, B ise aldanacaktır. Eğer ikisi de kesekâğıtlarını gazete kâğıdı parçalarıyla doldururlarsa ikisi

de istediklerini elde edemeyecek, fakat bu sefer ikisi de aldanmamış olacaklardır.

İki kadın için de en iyi sonuç birbirleriyle işbirliği yapmalarıdır. Ancak A şöyle düşünebilir: Eğer B işbirlikçi yaklaşımı benimserse, en azından aldanmamış olurum. Yani B ne yaparsa yapsın, ben en iyisi bireyci yaklaşımı seçip ona gazete kâğıdı parçalarıyla dolu kesekâğıdını vereyim. Tabi B'de bu şekilde düşünebilir ve ikisi de değersiz, bir kesekâğıdı dolusu gazete kâğıdı parçalarını değişebilirler.

Buna benzer bir durum yasal iş dünyasındaki muamelelerde ve her tür değişimde gerçekleşebilir.

Tutuklunun ikilemi yukarıdakiyle aynı olan bir senaryoya adını vermiştir. Burada önemli bir suç işlediklerinden şüphelenilen iki adam, önemsiz bir suçu işlerken yakalanırlar. İki adam ayrılıp sorguya çekilirler ve ikisine de önemli suçu itiraf ederek ortağını 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 hapiste üç yıl yatmayı göze almalıdır. İşbirlikçi seçenek ikisinin de sessiz kalması iken, bireyci seçenek itiraf etmektir.

Buradaki ikilem, yine bir çift olarak ikisi için en iyi olanın sessiz kalıp hapishanede 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 karşılaştığınız bir çok durumun mantıksal belkemiğini oluşturur. İster rekabetçi bir pazarda işadamı, 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

ediyorlarsa ve biri kendisinin kitabı övülürken diğerinin kitabını kötülüyorsa, bunun bir bedeli vardır. Bu kişinin kaybı, karşılıklı birbirlerini övmekten doğacak kayıptan daha büyüktür, ki bu da karşılıklı kötülemeden doğacak kayıptan daha büyük olur. Övme ya da kötüleme seçenekleri, tutuklunun ikilemine benzer ("**benzer**" diyorum çünkü söz konusu kitabın ne kadar iyi olduğu gibi daha ağırlıklı kaygılar vardır).

Tutuklunun ikilemi konusunda geniş bir literatür vardır. İki kişiyi içeren tutuklu ikilemi, bir çok insanı kapsayan 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 dönüştürülerebilir. Bu şekilde bir çok kişiyi içeren tutuklunun ikilemi; temiz su, hava ve uzay gibi "**fiziksel varlığı olmayan**" şeylerin ekonomik değerinin sözkonusu olduğu durumları örneklendirmede yararlıdır.

Başka bir durumda politik bilimci Robert Axelrod tutuklunun dilemi durumunu tekrar incelemiştir. Burada bizim iki uyuşturucu kaçakçısı kadınımız (ya da işadamımız, eşlerimiz, süper güçlerimiz ya da her neyse) işlerini yapmak üzere yine buluşurlar. Burada işbirliği yapmak ve ihanet etmemek için zorlayıcı bir neden vardır: karşıdaki kişiyle büyük olasılıkla tekrar iş yapmak zorunda kalma durumunuz.

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 deyimiyle "**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) yüzdelikler, ortalamalar ve standartlar konularından bahsettiğinden sıkıcı bir disiplindir. Daha ilginç bir alan olan inferensiyal 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

hükümsüz varsayım olarak adlandırılır – bir deney tasarlar ve uygularsınız; daha sonra da varsayımı gözönüne alarak deneyin sonuçlarının yeterince olası olup olmadıklarını hesap edersiniz. Eğer değillerse, söz konusu varsayımdan vazgeçip, bazen geçici olarak, alternatif bir varsayımı kabul edersiniz. Bu anlamda, mühendislik, fizik için ne demekse istatistik, olasılık için odur, yani entelektüel bakımdan daha uyarıcı temel bir disiplin üzerine oturtulmuş uygulamalı bir bilim.

Şu örneği gözönüne alın: burada basit bir istatistiki testin beklenmeyen sonucu, genel ve açık görünen bir hipotezi reddetmek için yeterli sayılır. Bu, insanların doğum günleriyle ölüm günlerinin birbiriyle ilişkili olmadığıdır. Daha belirgin bir açıklama yapmak gerekirse, belli bir bölgedeki ölümlerin yaklaşık yüzde 25'inin, ölen kişinin doğum gününü takiben üç ay içinde gerçekleşeceğini varsaymak doğaldır (geriye kalan yüzde 75 diğer 9 ayda oluşur).

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

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 yaşındayım!**") 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) x $(2/3)^{15}$ (sonraki on beş soruyu yanlış cevaplama olasılığı) x yirmibeş soruluk bir testte farklı 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: $(1/3)^{10}$ x $(2/3)^{15}$.

Yirmi beşten on seçebilmenin 3,628,800, [(25 x 24 x 23 ... 17 x 16)/(10 x 9 x 8 x ... x 1)] yolu olduğu için yirmi beş içinden on doğru tahmin yapma olasılığı 3,628,800 x $(1/3)^{10}$ x $(2/3)^{15}$'dir. Buna benzer hesaplar yirmi beşten onbir, oniki, onüç ... yirmibeşe kadar doğru cevap olasılığı için yapılabilir ve bu olasılıklar toplanırsa yirmi beş içinden şans yoluyla en az on doğru tahmin yapma olasılığı olduğunu buluruz ki, bu ihtimal yaklaşık yüzde 30'dur. Bu olasılık, altıncı his olmadığı varsayımımızı reddetmeyi haklı çıkaracak oranda düşük olmaya yaklaşık bile değildir (Bazen sonuçları olasılık olarak reddetmek daha zordur, fakat bu deneylerin tasarımlarında deneğe 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 varsayımımı 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 varsayımını kabul etmişsek, II. Tip bir hata yapmış oluruz. Diğer taraftan, eğer bölgedeki Corvettelerin 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 dağıtılırken harcıalem liberal, I. Tip hataya düşmemek için özellikle uğraşırken (hak edenlerin paylarını almaması) harcıalem muhafazakâr II. Tip hatalar konusunda daha endişelidir (hak etmeyenlerin paylarından fazlasını almaları). Ceza verilirken harcıalem muhafazakâr I. Tip hatalardan kaçınmaya çalışırken (hak eden ya da suçluların cezalarını bulmamaları) harcıalem liberaller II. Tip hatalardan sakınır (hak etmeyen ya da masumların hak etmedikleri bir cezayı almaları).

Tabii her zaman Federal İlaç Bürosunu, X ilacını yeterince erken çıkarmayıp ıstırabı zamanında durdurmadığı için, fazla sıkı olmakla suçlayan bir çok kişi olacaktır. Bu, aynı zamanda, erken çıkarılıp 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 değerlendirmesi gereken FİB gibi biz de devamlı olarak kendimiz için söz konusu olacak benzer olasılıkları değerlendirmeliyiz. Değerleri artan hisse senetlerimizi satıp gelecekteki yükselişleri kaybetmeyi riske atmalı mıyız? Yoksa hisseyi tutarak düşme 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 güvenilmez 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 örneklemler, 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 örneklemi kabul etme) I. Tip hatalar (içinde çok az hatalı mal olan örneklemi 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 inanacağı Stratejik Savunma Girişimi önerilmiştir.

Stratejik Savunma Girişimi, yıkım ve kurtulma düşüncelerini pekiştirir ve burada bile değiş-tokuş düşüncesi yararlı bir rol oynayabilir. Pascal'ın Tanrının varlığı konusundaki bahsi, örneğin I. ve II. Tip hataların göreli olasılıkları arasında bir seçenek olabilir. Tanrıya inanmalı ve buna göre hareket edip II. Tip bir hata yapma (eğer Tanrı yoksa) riskine mi girmeliyiz, yoksa Tanrıyı reddetmeli ve buna göre hareket ederek I. Tip bir hata yapma (eğer Tanrı varsa) riskine mi girmeliyiz? Tabi ki bu varsayımların altında, açıklanmadığında geçersiz ya da anlamsız olan cümleler vardır. Yine de amaç, her çeşit kararın bu çerçeve içine oturtulabileceği ve olasılıkların resmi olmayan değerlendirmelerine ihtiyaç duyulabileceğini anlatmaktadır. Bedava öğle yemeği diye bir şey yoktur, olsa bile hazımsızlık çekilmeyeceği garantisi yoktur.

Güvenle Anket Yapma

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

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

Yukarıdaki örneklemi 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.

İstatistiki 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 ediciliğine 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 tüketici yüzdesi 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 örneklemler için güven aralığı ne kadar dar ise – yani tahmin daha kesinse – örnekleme güvenimiz o kadar azalır. Tersine güven aralığı ne kadar genişse – yani tahmin daha az kesinse – örnekleme o kadar güvenebiliriz. Tabi örneklemin büyüklüğünü artırırsak nüfus yüzdesini (ya da özellik veya parametre neyse, onu) içine alıp almadığı konusunda güvenimizi arttırabilir ve aralığımızı daraltabiliriz, fakat örneklemi büyütmek daha pahalıya mal olmaktadır.

Güven aralıkları ya da hata sınırları içermeyen anketler sıklıkla yanlış yönlendirirler. Anketler genellikle güven aralığı içerirler fakat buna haberlerde değinilmez; engeller ya da belirsizlik haber konusu edilmez.

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.

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

Benzer zorluklar kişisel görüşme anketleri ve posta anketleri için de geçerlidir. Yönlendirici sorular sorma ya da soruların imalı olması, kişisel görüşme anketlerinin genel hatalarıdır. Özellikle posta anketleriyle ilgili önemli bir konuysa, kendimizin seçtiği örneklemden kaçınmadır. Çünkü bu tür örneklemlerdeki kişiler kendisini adamış, ilgili ya da başka bir şekilde tipik olmayan kişilerden oluşur.

(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 yanlı olarak ilan etmeleriyle ünlüdürler. Resmi olmayan bu anketlerde ender olarak güven aralıkları ya da kullanılan yöntemlerle ilgili herhangi bir ayrıntı verilir. Dolayısıyla kendi seçtiğimiz örneklemle 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 çıkaran biri mi; yoksa çocuklarından memnun bir kişi mi?

Kendi seçtiğimiz örneklemler, bir medyumun hazırladığı doğru öngörüler listesinden daha bilgi verici değildir. Öngörülerin listesinin tamamını ya da rastgele seçilmiş bir bölümünü elde edemedikçe, doğru öngörülerin hiç bir anlamı yoktur. Bazıları şans eseriyle mutlaka doğru çıkacaklardır. Bunun gibi anket örnekleminiz rastgele seçilmişse anket sonuçlarının pek anlamı yoktur.

Kamuoyu araştırmasını düzenleyen kişi ya da kuruluşun kendi seçtiği örneklem sorununu iyi tanıması yetmemekte, sayılar konusunda bilgi sahibi olan tüketici de araştırmanın ele aldığı sorundan haberdar olmalıdır. Eğer Y şirketi kendisinin ve rakiplerinin ürünlerinin üstünlüklerini karşılaştıran sekiz araştırma yaptırıyorsa ve sekizinden yedisi rakip ürünlerinin daha üstün olduğu sonucuna varmışsa, Y şirketinin televizyon reklamında hangi araştırmayı kullanacağını tahmin etmek zor değildir.

Rastlantı ve sahte bilimle ilgili bölümlerdeki gibi bilgiyi süzme ve vurgulama isteğinin, rastgele bir örneklem seçme isteğinden daha fazla olduğunu görüyoruz. Özellikle sayı cahilleri için bir kaç parlak kehanet ya da rastlantı, daha kesin fakat daha sönük 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 sınaması 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.

Ne yapabiliriz? Herkesten ceplerinden bir bozukluk çıkarıp bununla bir kez yazı-tura atmalarını, 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 biri demektir – birincisi oldukça zararsız (yazı gelmesi), diğeri (cinsel etkinliğin gerçekleştirmiş olması) potansiyel olarak can sıkıcıdır. Deneyi yapan kişi evetin ne anlama geldiğini bilmeyeceği için insanların dürüst olacağı varsayılır.

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 kişiye düşürür (tura gelenler). Yani, bahsedilen cinsel etkinlikte bulunmuş olan insanların tahmini yüzdesi 24'tür (120/500).

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

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 çözerek 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.

Yazarının kim olduğu tartışmalı olan çalışmaların (örneğin, İncil) istatistiki analizleri de işbirliği yapmayan kaynaklardan (ölü olduğu için) bilgi toplamanın akıllıca yollarına bağlıdır.

İki Kuramsal Sonuç

Olasılık kuramının çekiciliği genel olarak onunla ilgili pratik problemlerin acilliği ve sezgisel cazibesinden ve bizim bir çoğunu çözebilmemizi sağlayan basit ilkelerden kaynaklanır. Yine de aşağıdaki iki kuramsal sonuç o kadar önemlidir ki, onlara hiç değinmeden geçmem için kayıtsız olmam gerekirdi.

Bunlardan birincisi büyük sayılar yasasıdır. Bu, olasılık kuramından daha önemli ve çoğunlukla yanlış anlaşılan ve insanların bazen başvurup bir çok garip sonuçlar çıkardığı bir teoremdir. Bu teorem, uzun dönemde bir olayın olasılığıyla oluş sıklığı arasındaki farkın sıfıra yaklaştığını ifade eder.

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

ve hilesiz paralarla ilgili tartışmalardan hatırlarsanız bu, atış sayısı fazlalaştıkça toplam tura sayısıyla toplam yazı sayısı arasındaki farkın azalacağı anlamına gelmez; genel olarak bunun tam tersi gerçekleşir. Hilesiz paraların davranışı oran açısından uygundur, fakat bu mutlak değildir. Ve büyük sayılar yasası 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 ölçümün ortalamasının, ölçümlerin sayısı arttıkça miktarın gerçek değerine yaklaştığına dair inancını doğrular. Yasa ayrıca şu mantıki gözlem için de bir gerekçe sağlamaktadır: Eğer bir zar N kez atılırsa elde edilen 5'lerin, N/6'dan farklı olma şansı, N büyüdükçe giderek küçülür.

Kısaca: Büyük sayılar yasası, kuramsal olasılığın gerçek hayatta, aslında olan şeyler için bir rehber olduğu doğal fikrine kuramsal bir temel sağlar.

Normal çan eğrisi doğadaki bir çok olayı tanımlar gibi görünmektedir. Niçin? Olasılık kuramındaki – merkezi sınır teoremi olarak adlandırılan – bir başka çok önemli teorik sonuç, normal Gaus dağılımının yaygınlığını açıklamak için kuramsal bir açıklama sağlar. Merkezi sınır

kuramına göre bir grup ölçümün toplamı (ya da ortalaması), ölçümlerin tek tek kendileri 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 noktalarından biri 5 dakikada ve daha büyük olan ikincisi ise bin saattedir.

Şimdi bu pillerin montaj fabrikasından gelişigüzel bir sırada çıktığını ve otuz altılık kutular halinde paketlendiklerini varsayın. Bir kutudaki pillerin ortalama dayanma süresini saptamaya karar verirsek bunun 700 dolayında olduğunu buluruz; biz buna 709 diyelim. Otuz altılık başka bir paketteki pillerin ortalama dayanma sürelerini saptarsak bunun yine 700 dolayında, belki 687 olduğunu buluruz. Aslında kutulardan bir çoğunu incelersek ortalamaların ortalaması 700'e çok yakın olacaktır. Daha etkileyicisi bu ortalamaların dağılımı normale yakın (çan şeklinde) olacaktır, çünkü paketlerin 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 toplamlarının 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 ölçülüyorsa!), 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 toplamları), oldukları miktarları olmasa da normal bir dağılımı takip etme eğilimi gösterirler.

Korelasyon ve Sebep Olma

Korelasyon ve sebep olma oldukça farklı iki kavramdır ve sayı cahillerinin bunları karıştırma olasılığı diğerlerinden çok daha fazladır. Çoğu zaman, iki nicelik arasında, biri ötekine neden olmadan da, bir korelasyon bulunabilir,

Bunun yaygın bir şekli, iki miktardaki değişikliklerin 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. Aslında süt içme gibi uzun ömürlülükle pozitif korelasyon içinde bulunan her sağlık uygulaması, büyük olasılıkla kanser oranıyla da pozitif korelasyon içinde olacaktır.

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

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 karmaşıklaştırır ve gizler. Örneğin bir kişinin eğitim derecesiyle işe başlayış 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

başlangıç ücretini getirmektedir; daha yüksek dereceli eğitim yapmış olma tek başına kişinin ücretini düşürmez. Sigara içme, kanser, akciğer ve kalp hastalıklarının oluşmasına önemli katkısı olan bir unsurdur. Fakat bu gerçeği yıllarca kısmen gizli tutan hayat tarzı ve çevre gibi zihin karıştırıcı unsurlar vardır.

Bir kadının bekâr olması ile üniversiteye gitmiş olması arasında küçük bir korelasyon vardır. Ancak bir çok kafa karıştırıcı unsur vardır ve iki olay arasında nedensel bir ilişkinin olup olmadığı ve eğer varsa bu olayların yönü açık değildir. Bir kadının "**evde kalmışlığa**" eğilimi onun üniversiteye gitmesine katkıda bulunan bir neden olabilir, yani bunun tersi doğru olmayabilir. *Newsweek*, bir zamanlar otuz beş yaşın üzerinde üniversite eğitimli, bekâr bir kadının evlenme şansının bir terörist tarafından öldürülme şansından daha küçük olduğunu yazmıştı. Bu büyük olasılıkla kasti bir abartıydı fakat sanki gerçekmiş gibi medyada çalışan birkaç kişi tarafından kullanıldığını duydum. Eğer yılın sayı cahilliği ödülü verilse, bu ifade güçlü bir aday olurdu.

Son olarak da çok sayıda, sadece tesadüfi olan korelasyonlar vardır. Küçük, sıfır olmayan korelasyonları rapor eden çalışmalar sıklıkla sadece şans dalgalanmalarını rapor ederler ve elli kez atılıp yirmibeş kez tura gelmeyen

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 değerliği ölçen psikolojik testlerin temelini oluşturur. İyi bir çalışan olabilirsiniz, düşük prim ya da iyi bir kredi oranı hakediyor olabilirsiniz, fakat eğer karşılıklı ilişkisi olan unsurlarınız bir yönüyle eksikse zorlukla karşılaşabilirsiniz.

Göğüs Kanseri, Saldırılar ve Ücretler: Basit İstatistiki Hatalar

Hipotez testi ve güven tahminleri, gerileme analizi ve korelasyon – bunların hepsinde hatalı yorum olasılığı olsa da, en çok yapılan istatistiki hatalar, kesirler ve yüzdelerden daha karmaşık hiçbir şey içermez. Bu bölüm birkaç tipik örnek içerir.

Onbir kadından birinin göğüs kanserine yakalanacağı sık sık değinilen bir istatistiktir. Bu sayı yanlış fikir verir ancak bu, hepsi seksenbeş yaşına kadar yaşayan ve herhangi bir yaşta göğüs kanserine yakalanma oranı, şu anki o yaş için açıklanan oran ile aynı olan hayali bir örneklem olması nedeniyledir. Kadınların küçük bir grubu seksen beş yaşına kadar yaşar; kanser oranları değişmektedir ve daha yaşlı kadınlar için çok daha yüksektir.

Kırk yaşına 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 yaşındaki kişilerin en önemli kaygısı olması gerekmez.

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, silahlarla 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 arttırılmış 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 kendinize "**Neyin yüzdesi?**" sorusunu sorma alışkanlığını elde etmek yararlıdır. Kârlar yüzde 12 ise, örneğin; bu harcamaların mı, satışların mı, geçen yılın kârlarının mı, neyin yüzde 12'sidir?

Birçok sayı cahili için kesirler de bir başka sorun kaynağıdır. 1980'deki bir Başkan adayı, basın arkadaşlarına 2/7'nin nasıl yüzdeye çevrileceğini sormuştur. Bunun oğluna ödev olarak verildiğini söylemiştir. Bu raporun doğru olup olmadığını bilmiyorum fakat ben, Amerikan yetişkinlerinin büyük bir oranının yüzdeler, ondalık sayılar, kesirler ve bunları birbirine çevirme konularında basit bir sınavı geçemeyeceklerinden eminim. Bazen şunun ya da bunun, normal fiyatının bir kesirine satıldığını duyduğumda bu kesirin muhtemelen 4/3 olacağını söylediğimde, boş bakışlarla karşılaşıyorum.

Bir adam çarşıdadır, soyulur ve kendisini soyan kişinin zenci olduğunu iddia eder. Ancak olay, durumu araştıran mahkeme tarafından karşılaştırılabilir ışık şartları altında tekrar canlandırıldığında; kurban saldırganın ırkını, yüzde 80 doğrulukta tespit eder. Saldırganın gerçekten zenci olma olasılığı nedir?

Bir çok kişi olasılığın 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

olmadığı için hangi sonuçların garanti edildiği açık değildir. Bu rakamlara göre, erkeklerin yaptıkları aynı işler için kadınlar, erkeklerin ücretlerinin yüzde 59'nu mu kazanmaktadırlar? Rakamlar, işgücü içinde sayıları gittikçe artan kadınları, bunların yaş ve deneyimlerini mi gözönüne almaktadır? Kadınların yaptıkları nispeten düşük ücretli işleri (memurluk, öğretmenlik, hemşirelik, vb) hesaba katmakta mıdır? Evli bir çiftin nerede yaşayacağını genellikle erkeğin işinin belirlediğini değerlendirmekte midir? Kısa vadeli bir amaç için çalışan kadınların yüzdesinin daha fazla olduğunu gözönüne almakta mıdır? Tüm bu soruların cevapları hayırdır. Çıplak sayı sadece tam gün çalışan kadınların ortalama gelirinin erkeklerinkinin yüzde 59'u olduğunu gösterir.

Yukarıdaki sorunun amacı, cins ayrımcılığının varlığını reddetmek değildir; cins ayrımcılığı kesinlikle gerçektir. Amaç kendi başına pek bilgi verici olmayan önemli bir istatistiğe işaret etmektir. Yine de bu istatistik her zaman kullanılır ve istatistikçi Darrell Huff tarafından yarı-bağlı sayı olarak adlandırılmıştır. Nasıl ulaşıldığı ya da tam olarak ne anlama geldiği konusunda çok az ya da hiç bilgi olmayan kendi şartları içerisinden çıkarılmış bir sayıdır.

İstatistikler, örneklemin büyüklüğü ve yapısı metodolojik protokoller ve tanımlar, güven mesafeleri, anlam

düzeyleri, vb gibi bilgiler olmadan bu kadar çıplak bir şekilde sunulduğunda yapabileceğimiz tek şey omuz silkmek 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 karmaşıklaştırıcı 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.

Toplama hoş ve kolay olsa da sıklıkla kullanılması uygun değildir. Eğer şu ya da bunun imalatı için gerekli malların fiyatı yüzde 8 artmışsa, toplam fiyat sadece yüzde 8 artmıştır, yüzde 80 değil. Bahsettiğim gibi yanlış yönlendirilen yerel bir meteroloji haber 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 meteroloji spikeri, bir sonraki gün iki kat daha sıcak olacağını çünkü derecenin 25'ten 50'ye çıkacağını söylemiştir.

Çocukların okula gitmeye vakitleri olmadığına dair eğlendirici bir kanıtları vardır. Zamanlarının 1/3'ünü, yaklaşık 122 gün, uyuyarak geçirirler (günde üç saat) zamanlarının 1/8'ini yemek yiyerek geçirirler ki bu yaklaşık 45 gündür. Dörtte birini, ya da 91 gün, yaz ya da diğer tatiller alır ve yılın yedide ikisi, yani 104 gün, hafta sonudur. Toplam, aşağı yukarı bir yıldır, yani okul için hiç zamanları kalmaz.

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

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.

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

Ekler

Bu kısımda, bu bölümde daha önce bahsedilen konulara bir kaç şey eklenecektir.

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

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

bir çok günlük durumlar vardır. Fast-food restoranları, örneğin, ortalama kalitesi en fazla orta olan, fakat değişkenliği düşük olan (en çekici özellikleri olan hizmet hızlılığı dışında) ürünler sunarlar. Geleneksel restoranlar ise genel olarak daha yüksek kaliteli, fakat değişkenliği daha fazla olan – özellikle aşağıya doğru – ürünler sunarlar.

Birisi size iki zarf sunar ve birinin içinde diğerinin iki katı para olduğunu söyler. Siz A zarfını alıp açarak içinde 100 $ bulursunuz. Yani B zarfında ya 200 $ ya da 50 $ vardır. Bu teklifi yapan kişi fikrinizi değiştirmenize izin verince siz, eğer fikrinizi değiştirirseniz ya 100$ kazanacağınızı ya da 50$ kaybedeceğinizi hesaplarsınız ve bu yüzden A yerine B zarfını alırsınız. Soru şudur: Neden ilk önce B zarfını almadınız? İlk seçtiğiniz zarfta ne olursa olsun fikrinizi değiştirmenize izin verildiği için fikrinizi değiştireceğiniz ve diğer zarfı alacağınız açıktır. Zarflarda çeşitli miktarlarda para olması olasılığı hakkında bilginiz olmadığı sürece bu içinden çıkılamaz bir sorundur. Gelir konusundaki istatistiklerin açıklanmasında sıklıkla kullanılan "**komşunun tavuğu**" zihniyetini açıklamak için bunun çeşitli şekilleri kullanılır.

Bir oyun daha. Bir defa yazı gelinceye kadar bir parayı atın. 20 kez (ya da daha fazla) attıktan sonra hala çıkmamışsa siz 1 milyon $ kazanacaksınız. Eğer ilk yazı, yirminci atıştan önce gelirse siz 100 $ ödeyeceksiniz. Oynar mıydınız?

Bir milyon dolar kazanma şansınız 524, 288'de (2^{19}) 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) x (+ bir milyar) + (524,287/524,288) x (– 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 oynayabilseniz ve oynamayı bitirene kadar hiçbir ödeme yapmanız gerekmeseydi? O zaman oynar mıydınız?

Rastgele örneklemler 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 Aralığa kadar gelip bu ay için de 31 kapsül konmuştu. Bu kapsüller arada karıştırılmıştı fakat bunun yeterli olmadığı açıktı. Çünkü ilk çekilişlerde Aralık günleri orantısız

bir şekilde çıkarken yılın ilk ayları sona doğru şansa bağlı olamayacak sıklıkta çıktı. 1971 piyangosunda bilgisayar tarafından oluşturulmuş rastgele sayı tabloları kullanıldı.

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

Kanundışı kumar oyunlarında, halkın da ulaşabileceği günlük rastgele sayı seçme yolu, Dow Jones Endüstrileri, Ulaşım ve Kamu Hizmetleri endekslerinin her günkü yüzüncü rakamlarını alma ve bunları karıştırmadır. Örneğin, Endüstriler günü, 2213.27'de, Ulaşım hisseleri 778.31'de ve Kamu Hizmetleri 251.32'de kapatmışsa, 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 düşük kaliteli gazetelerde çıkmaktadır.

Ancak rastgelelik sadece kumar, anketler ve hipotez test etmede adaleti sağlamak için değil, büyük olasılıklı bir unsuru 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 simulasyon onlardan vazgeçmenin tek alternatifidir. Bir problem daha kolay ve tamamen çözülmesi mümkün olsa bile, simulasyon 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.

Bu durumlarda kişi birkaç bilgisayardan aldığı sahte rastgele sayıları karıştırır, sonra "**beyaz gürültü**" kaynağından rastgele dalgalanan voltajların fiziksel belirsizliğini birleştirir.

Rastgeleliğin ekonomik değerinin olduğu gibi garip bir fikir yavaş yavaş ortaya çıkmaktadır.

İstatistiki anlamlılık ve pratik anlamlılık iki farklı şeydir. Bir sonucun şans eseri ortaya çıkma olasılığı yoksa, istatistiki olarak anlamlıdır. Bunun tek başına fazla anlamı yoktur. Birkaç yıl önce yürütülen bir çalışmada, bir grup gönüllüye, etkisiz bir madde, başka bir grup gönüllüye ise yüksek dozlarda C vitamini verilmiştir. C vitamini alan grup, kontrol grubuna göre soğuk algınlığını biraz daha düşük bir hızda kapmıştır. Örneklemin boyutu bunun şansla olmasını önleyecek kadar büyüktü, fakat deneklerin soğuk algınlığını alma hızları arasındaki fark çok etkileyici ya da pratik açıdan anlamlı değildi.

Oldukça fazla sayıda ilacın, hiç bir şey kullanmamaktan iyi olduğu kanıtlanabilir, fakat ilaçlar alındığında çok büyük bir fark da yoktur. Bir çok test sonucunda başağrılarının yüzde 3'ünü geçirdiği görülen X ilacı, hiç birşey kullanmamaktan iyidir, fakat bu ilaç için ne kadar para harcardınız? Reklamı yapılırken "**anlamlı**" bir yüzdede başağrısını geçirdiği söylenecektir, fakat bu anlamlılık sadece istatistikidir.

- Genellikle bu durumun karşıtıyla karşılaşırız: Sonucun potansiyel pratik anlamı vardır, fakat neredeyse hiçbir istatistiki anlamı yoktur. Eğer ünlü bir kişi bir köpek mamasını onaylıyorsa ya da bir taksi sürücüsü, valinin içinde olduğu bir ikilemle ilgili tutumunu onaylamıyorsa, bu kişisel ifadelere istatistiki 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 tipoloji 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 tamlık, 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 sınırını saatte 65 mile çıkarma ve içkili araba kullananlara daha sıkı cezalar vermeme kararlarına bazı güvenlik grupları karşı çıkmıştır. Bu kararlar, açıkça ekonomik ve politik etkenlerin, artması muhtemel ölümlerden 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 hayatlar) içeren birçok örnek verilebilir.

Bunlar, insan hayatının paha biçilmezliğiyle ilgili söylenenleri gülünç kılmaktadır. İnsan hayatı bir çok yönüyle paha biçilmezdir, fakat mantıklı orta yolları bulabilmek için bunlara sonlu ekonomik değerler vermeliyiz. Ancak bunu yaptığımızda, sık sık bu değerin ne kadar düşük olduğunu maskeleyen sofuca gürültüler çıkarırız. Ben insan hayatı üzerine daha az sahte dindarlık ve çok daha fazla ekonomik değer konmasını tercih ederim. İdeal olarak bu değer sonsuz olmalıdır, fakat olamadığında sahte düşüncelere başvurmayalım. Yaptığımız seçimler konusunda bilinçli değilsek, 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 sayesindedir. Daha sonra doğumlar, ölümler, kazalar, ekonomik ve hatta kişisel işlerin hepsinin istatistiki tanımlara imkân verdiğinden haberdar oluruz.

Bundan sonra yeterince karmaşık olan herhangi bir olayın, tamamen gerekirci olsa da, sadece olasılıkçı simülasyona uygun olacağını anlarız. Son olarak da, kuantum mekaniğinden en temel mikrofiziksel işlemlerin doğasının olasılıkçı olduğunu öğreniriz.

O zaman şaşırtıcı olmayan bir şekilde olasılığın takdir edilmeye başlaması uzun zaman alır. Aslında, bir parça olgunluk ve denge, dünyanın tesadüfi doğasına gereklı ağırlığı verir. Partizanlar, gerçek inançlılar, fanatikler ve her türlü tutucular, olasılık gibi renksiz bir şeye çok ender olarak inanırlar. Umarım cehennemde 10 yıl yanarlar (şaka yapıyorum) ya da olasılık kuramı konusunda bir kurs almaya zorlanırlar.

Anlamsız rastlantılarla dolu gittikçe karmaşıklaşan bir dünyada bir çok durumda gerekli olan, daha fazla gerçek değil – zaten fazlasıyla gerçeğe sahibiz – bilinen gerçeklerin daha iyi kavranmasıdır. Bunun için de olasılıkla ilgili bir kurs çok yararlı olacaktır. İstatistiki testler ve güven aralıkları, nedenle korelasyon arasındaki fark, şartlı olasılık, bağımsızlık, çarpım ilkesi, tahmin etme sanatı ve deneylerin tasarımı, beklenen değer ve olasılık dağılımı düşünceleri ve yukarıdakilerle ilgili en yaygın örnekler ve karşıt 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 rehineler 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 uyuşmazlıkları daha iyi anlayabilir ve saçmalıkları daha iyi görebilirler. Bence saçmalık konusuyla ilgili duygularımızda, mükemmel bir şeyler vardır ve saklanmaya çalışmak yerine, bunları beslememiz gereklidir.

Bunlar, dünyadaki küçük fakat yüksek konumumuz hakkında bize bir görüş açısı verir ve bizi farelerden ayıran budur. Sayı cahilliği de dahil olmak üzere tüm bunlara karşı bizi sonsuza kadar vurdumduymaz hale getirecek şey, bunlara karşı gelmektir. Kitabımın saiki, duyduğum öfkeden çok, sayısal bir orantı duygusu geliştirmek ve hayatın indirgenemez olasılıkçı doğasını takdir etmekti.

HERKES İÇİN MATEMATİK

Yetersiz matematik eğitimi, matematikle ilgili psikolojik engeller ve hayali algılar insanların çoğunu sayı cahili yapmaktadır. Eğer reklamcıların yanlış iddialarına, şarlatan doktorlara ve sahte bilimadamlarına direneceksek, içimizde istatistik konusunda sağlıklı bir kuşkuculuk geliştirmeliyiz. Bu canlı ve espirili kitabında John Allen Paulos matematiğin gücünü gösteren birçok ilginç örneği biraraya getiriyor.

Birçok insan sayıların matematikçilerin uğraşı alanına girdiği kanısındadır. Oysa günlük yaşamında matematiği kullanan her insan, bunun yararını görecektir.

Borsa stratejileri, eş seçimi, fal, diyet ve tıbbi iddialar, terörizm riski, astroloji, spor rekorları, seçimler, cins ayrımcılığı, UFO'lar, parapsikoloji, piyangolar ve ilaç testleri gibi güncel konulara matematik açıdan bakmak onları algılayışımızı değiştirecektir.

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

DENİZYILDIZI ÖYKÜSÜ

Bir adam okyanus sahilinde yürüyüş yaparken, telaşla denize birşeyler atan birine rastlar. Biraz daha yaklaşınca bu kişinin sahile vurmuş denizyıldızlarını denize atmaya çalıştığını farkeder ve "Niçin bu denizyıldızlarını denize atıyorsunuz?" diye sorar Topladıklarını hızla denize atmaya devam eden kişi, "Yaşamaları için" yanıtını verince, adama şaşkınlıkla "İyi ama burada binlerce denizyıldız var. Hepsini atmanıza imkan yok. Sizin bunları denize atmanız neyi farkettirecek ki?" der. Yerden bir denizyıldızı daha alıp denize atan kişi, "Bak onun için çok şey farketti." karşılığını verir.

BEYAZ YAYINLARI "Kıyıya Vurmuş Herşeyi" yaşatmaya çalışır.

ISBN 975-8261-03-7

9 789758 261031

BEYAZ YAYINLARI
Tel : 0 (212) 522 38 68 - 69
Faks: 0 (212) 522 38 70