

BAĞDAT MEKTUBU

Dr. HERMAN AMATO

Çizgiler : FERRUH DOĞAN

Düşmeseydim Zaten İnecektim :

Nasrettin Hoca eşiyle gidiyormuş. Derken dengesini kaybedip düşmüş. Etrafındakiler gülmiye başlamışlar. Bunun üzerine Nasrettin Hoca : «Ne gülüyorsunuz ? Düşmeseydim zaten inecektim» diye cevap vermiş.

Bu fıkra da Nasrettin Hoca'nın fıkralarının çoğu gibi çeşitli şekillerde yorumlanabilir. Benim aklıma plânsız bir iş yaptıktan sonra, o işi bilerek ve plânharak yapmış gibi davranan insanlar gelir. «İnsanın aklı sonradan gelir» sözlerini düşünmiye başlarım.

Bir adamla daha önceden hazırlanmadan konuşursunuz. Birçok potlar kırarsınız. Merdivenden inerken, «Ona şöyle demeliydim, böyle demeliydim» diye aklınıza bir sürü fikirler akın etmiye başlar. Bazan da hikâyeyi naklederken o vermeyi düşündüğünüz cevapları gerçekten vermiş gibi anlatırsınız.

Bundan çıkan sonuç budur : İnsanlar da plânlı davranma özlemi vardır, ama çoğu kere plânsız davranırlar. Bir insan kendini kötü şekilde aldatmak istiyorsa, plânsız hareket ettiği halde son derece plânlı hareket ediyormuş gibi görünür.

Diğer bir çeşit sistemli plânsızlık da talihe, mukadderata inanmak, talih karşısında tamamen âciz olduğunu ileri sürmektir. Nasrettin Hoca'nın «İnşallah ben geldim» hikâyesi bunun için tipik bir örnektir. Bu hikâyede Nasrettin Hoca, istemli davranışa inanmışken, ortam onun bu doğru ve yerinde olan düşüncesini elinden geldiği kadar bozmaya çalışır. Sonunda da başarılı olur. Çoğu kez olumsuz sonuçlar elde etmek için çok hünerli, çok başarılıdır ortam.

Yazımızın Plânını Vermenin Zamanı Geldi :

Aynı kusurun bende de bulunabileceğini düşünebilirsiniz. Baslarken yazının gidişi, neleri anlatmak istediğim hakkında hiçbir bilgi vermedim. Yazı serisinin ortasına gelmişken, şimdi ne söylemiye niyetim olduğunu özetlemek biraz da, plânsızlığı andırıyor değil. İlk yazımda plân vermeye çok istekli idim. Ama gerek sayfaların azlığı, gerek okuyanlarla ilişki kurmayı ön plâna aldığımdan bu düşüncemden vaz geçtim. Ayrıca konu hakkında kendi tereddütlerimi de tam yenememişim. Acaba bu konuda söz söylemiye hakkım var mı ? Bu işte benden daha kabiliyetliler, daha bilgi sahibi olanlar varken, bu konuda yazmak bana düşer mi ? diye düşünüyordum. Eski okuduklarımı bir yana bırakırsak ilk yazımı yazmadan önce ancak 4 ay kadar yeniden birşeyler okumağa vakit bulabilmişim. Gerçi Wiener kitabını 3 ayda yazıvermişim, ama en az 10 senelik bir ön hazırlığı olduğu şüphesizdir. Ben ise konuyu kavramak için en az bir seneye ihtiyaç duyacağımı seziyordum. Yazarken mümkün mertebe okuyucuya yanlış bir fikir vermeye, güven duymadığım noktaları yazmamaya, öğrendikçe o konulara temas etmiye çalışıyordum. Öte yandan, Türkiye'de yapılmış bütün çalışmalarını da değerlendirmek istiyordum. Yazmak ve okumak için önumde bir yıllık bir zaman vardı. Yazılarımda bir yanlışlık bulduğum takdirde derhal düzelttektim. Ayrıca bütün tenkitlere de yer vermek istiyordum.

Arkadaşlar eksik olmasınlar, sibernetikle ilgili bir şey duyar duymaz bana bildiriyorlardı. Nitekim Cumhuriyet Ansiklo-

pedisinin 7 Eylül 1971 sayısında, Sibernetik konusu Sibellius ve Sibirya konuları arasında yer almıştır. İsimlerden biri insanı şiirler ve rüyalar arasına sürüklerken diğeri soğuktan dondurur. Sibernetik kelimesinin bu iki isimden hangisine daha yakın olduğunu Tanrı bilir. Güzel ve derli toplu yazılmış bir yazı. Okuyunlar o yazıyı beğenirlerse bizim yazılarımızdan yararlandıklarına kanaat getirebilirler. Yazarla ufak tefek fikir ayrılıklarımız olabilir ama önemli değil. Bilim ve Teknikte (Sayı 18, Sayfa 12) çıkan kibernetik yazısı için de benzer şeyler söylenebilir. Okurlar tekrar o yazıyı okurlarsa başka gözle bakacaklarını ve gerçek değerini daha çok takdir edeceklerini umuyorum. Nitekim ben de o yazıyı gün geçtikçe daha çok beğeniyorum. Konuya ilgi duyanların okusun okumasın, yanlarında bulundurmaları gereken bir kitap da Yaglom ve Yaglom'un «İhtimaliyet ve İnfomasyon» adlı eseridir. Lütfi Biran'ın çevirisiyle memleketimize kazandırılmış olan bu eser Türk Matematik Derneğinin yayınları arasındadır. İnfomasyon kavramı ile mantık bilimcilerinin nasıl incelenebileceğine ilgi duyanlar kitapta çok güzel örnekler bulacaklardır. Matematik derneğinin çok yararlı ve ucuz kitapları arasında Trakhtenbrot'un yazdığı ve Talât TUNCER'in çevirdiği «Algoritmalar ve Otomatik Hesap Makineleri», hayali bir kavram olan Turing makinesinin, matematiğe ve günümüzün kompüterlerine hizmeti hakkında güzel bir fikir verir. İkinci yazımızda TURİG'den bahsetmiştik, yanlışlıkla TURİG diye çıktı. Özür dileriz. Nihayet Ali İRTEM'in gerek ilk ya-



Düşmeseydim zaten inecaktım.

zımızda belirttiğimiz çalışması, gerek Milli Prodüktivite Merkezi yayınları arasında çıkan 3 konferansı, gerekse ayda bir Cumhuriyet gazetesinde çıkan yazıları ve ayrıca İngilizce ve Türkçe olmak üzere birçok yayınları var. İlk yazımı okur okumaz benimle tanışmak istediğine dair bir mektup yazdı. Kendisi ile tanışmaktan büyük bir zevk duydum. Tam bir eski İstanbul efendisi. Türkiye'de Sibernetiğin yayılması için en çok emek harcamış, adeta hayatını buna adanmış bir adam. Ancak kendisi ile tanıştıktan sonra ne kadar etkisi altında kalmış olduğumu farkettim.

Bir mektup okumak için Bağdat'a gitmeye hiç te lüzum yok. **TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU KÜTÜPHANESİ**



Şimdi artık amacımı anlatabilirim. Bu da bir çeşit plân demektir.

1. Türkiye'de yazılmış sibernetikle ilgili yazıları okumak zevkini aşılacak.
2. Bu yazıların anlaşılmayan kısımlarını açıklayacak bilgi vermek ve gelişmeli gibi görünen kısımlarını aydınlatmaya çalışmak.
3. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri şeylerde onlara yardımcı olmak.
4. Bilimin gelişmesindeki kademeleri belirterek, bu kademeler karşısında kafa durumumuzu günümüzün düşünce tarzına uydurmayı yardımcı olmak. İhtimal hesaplarının günümüzde oynadığı pratik rolü belirtmek.
5. Son teknik gelişmelerin ve otomasyonun insan topluluklarında yaptığı değişimlere değinmek.
6. Model kavramının bilimsel önemini belirtmek. Karanlık kutu kavramı üzerinde durmak.
7. Bilim ve sanat arasındaki benzerlik ve farklara değinmek.
8. Öğrenimde Pavlov refleksinin yerini belirtmek. Pavlov'un modern düşünce hayatında oynadığı rolü ortaya çıkarmak.
9. Program ve algoritma arasındaki ilgiyi belirtmek.
10. Otomatik hesap makinalarının işleme prensiplerine dair bazı basit bilgiler vermek. Ve bunların sinir sistemi ile olan benzerlik veya ayrılıklarının üzerinde durmak.
11. Feedback prensibine dayanan servomekanizmalar hakkında bilgi vermek.
12. Entropi denge ve information kavramlarını tanıtmak.
13. Hafıza hakkında basit bilgiler vermek.
14. İdrak konusuna değinmek.
15. Ayrıca eğer fırsat bulursak Markov zincirleri, Ergodik kavramı gibi bazı matematik kavramları tanıtmak.

Özetlersek, yalnız sibernetiğin veya haberleşme teorisinin getirdiği yeni kavramlar üzerinde durmak istemedik, bu kavramları tüm olarak ele alarak bilim ile genel ilgiyi ve bilimsel tartışmaları teşvik isteği duyduk. Tunus Gençlik Bilim Klübü'ne imreniyorduk (Bak. Bilim ve Teknik, Sayı 34, Sayfa 14). Bilimsel Tartışmaları hızlandırmak ve orijinal düşüncelerini yaymak için birçok deneme kitabı

ve bir masal kitabı yazmış olan Dr. Erdoğan ACARLAR'a bana gösterdiği ilgi ve verdiği cesaret için çok borçluyum. Bilimsel metodlar üzerinde tartışmak isteyenler, mantığa ilgi duyanlar kendisine yazarlarsa, severek cevap vereceğini zannediyorum. İstiyenlere adresini verebilirim.

Fıkırayı bilirsiniz. Birisi boğuluyormuş. Derken birisi atılarak onu kurtarmış. Herkes bu kahramanı tebrik etmeye başlamış. Adam ise: «Beni değil! Beni iteni tebrik edin» demiş. Eğer yazıları beğeniyorsanız, beni değil, beni iteni tebrik edin. Yani Nüvit OSMAY'ı. Ben kendimi bu konu için tam hazır hissetmiyordum.

Hepimiz Nasrettin Hoca'ya çok şey borçluyuz. Bu satırlarda belirmeşinin şerefi de benim değil Ferruh DOĞAN'ındır. Nasrettin Hocayı resimlemesini o kadar çok istiyordum ki. Başlığı seçmemde bunun büyük rolü olmuştur. Nasrettin Hocayı Ferruh DOĞAN tarafından resimlenmiş görmekten çok mutluyum.

Bir Toparlama :

Okuyucunun sibernetik yazılarını okuduktan sonra, eğer bir fikri varsa, şimdi tam şaşkına dönmüş olması, hiçbir şey anlamadım, duygusuna kapılmış olması mümkündür. Eğer böyle bir duyguya kapıldı ise yerden göğe kadar haklıdır. Aynı şey hakkında yüz yerden yüz değişik fikir duyulursa, insan şaşkına döner. Bu şaş-

mazsa yararlı bir duygudur. Yeri değilse insan katiyetten çekinmelidir. Bilmediği şey hakkında kat'i fikri olması kadar tehlikeli bir şey yoktur. Konfüçyüsün dediği gibi «Bildiğini iyi bilmek, bilmediğini de bilmek işte bilgi budur». İstiyerek okuyucuları biraz uzunca bir yola sürdüm. Tanımlar bilmeyenlere fazla şey anlatmaz. Bugün ilk tanımlara başka gözle bakacak bir duruma gelindiğine inanıyorum. Cümbüş: «Sibernetik faaliyeti etkili kılma sanatıdır» demiştir.

Yani bir faaliyeti en uygun şekilde ve en kısa yoldan yapma. Bu tarif ilk başlıyanlar için faydalı bir tariftir. Ancak sibernetiği bir bilim olmaktan çıkarır, sanat haline sokar. Sibernetik ile yöneylem araştırması arasındaki farkı bu tariften anlamak mümkün değildir. Yeni başlıyanlar için çok cana yakın bütün tarifleri kapsayan bir tariftir. Bu tarife göre metereoloji, biyoloji ve otomasyon sibernetiğin kapsamına dolaylı olarak girer. Bu sahalarla uğraşan insanlar bulunduğu için ve

bu insanlar etkili iş yapmak istediklerinden bu sahalar Sibernetik kapsamına girer.

Bu tarifi kötlüğü Wiener'in Haberleşme ve Kontrol ile ilgili çalışmalarını bir kalemde silip süpürmesidir. Gerçi etkili bir faaliyet yapmak için etkili bir haberleşme ve kontrolün şart olduğu ileri sürülebilir. Ama bu tarifi okuyunca bu tarifin şart olduğu hemen akla gelmez. Ampe're, sibernetik kelimesini «kumanda sanati» şeklinde bu tariflere uygun ve daha dar anlamda kullanmıştı. Özetlersek bu tarif fazla geniş olduğu ve çok şey anlattığı için —ve çok şey anlattığı için herşey uygulanabildiğinden çok az şey anlattığı için— uygun değildir: Bir tarif konunun diğer konulardan ayrılan belirli kısımlarını özetlemelidir. Haberleşme biliminin çağımızda oynadığı önemli rolü anlatması ve bunun kontrol işlemleri ile ilgisini belirtmesi bakımından en güzel olan tarif Wiener'in tarifidir. Wiener sonraları tarifini biraz genişletmiştir. Ancak bu tarifin önemi haberleşme teorisinin önemine inandıktan sonra kavramı. Arkadan gelmesi gereken bir tariftir. Haberleşme kelimesinden Wiener'in anladığı ile sıradan bir okuyucunun anladığı aynı şey değildir. Okuyucularımızın son üç yazımızla haberleşme teorisine ilgi duyduklarına inanmak isteriz. Haberleşmeyi etkin kilmada faaliyeti etkin kılma anlamı vardır. Bu bakımdan bu tarifler yerinde ve zamanında kullanılırsa birbirlerini tamamlayacaklardır. Wiener'in yaptığı son değişiklik «Hayvanda ve Makinede bütün kontrol ve haberleşme alanını sibernetik kelimesi altında topladık» tarifinde hayvanda kelimesi yerine canlı kelimesini koymuş olmasıdır. Encyclopedia Americana'da sibernetik bahsini çok ilginç ve fikirlerime uygun buldum. Meğerse yazarı Wiener'miş. Hayvandan canlıya geçerken önceleri yalnız sinir sistemi kastedilmek istenirken, konunun daha genişletildiği, sinir sistemi bulunmayan canlılarda da bir nevi haberleşme olabildiği kavramına varıldığı anlaşılmaktadır.

«Sibernetik makine bilimidir» diyen ASHBY'nin tarifi makine kelimesini, canlılar, sosyal topluluklar gibi makine ile ilgili olmayan çok geniş bir anlamda kullandığı için bence uygun değil. Konuya yeni girenleri şaşırtabilir. Ama ne yapalım ki memleketimizde sibernetikle ilk uğraşanlar bu kavramı ithal etmişlerdi ve onların değerli yazılarından yararlanmamak yazık

olurdu. Geniş anlama gelen «makina» kelimesi yerine «sibernetik sistem» terimini kullanan bir tarif ile karışlaştım. Uygun bulduğum halde sibernetik kelimesini iki defa kullandığı için kapalı devreye giren bir tanım gibi geldi bana.

Başka Karışıklık Kaynakları :

Sibernetik, bilimlerin arasında yer aldığı için insana tarihi tersine çeviriyor gibi bir duygu verebilir. Sibernetiğin ileri sürdüğü birçok örnekler, esasen sibernetikten önce zaten bilinen şeylerdi. Sibernetiğin görevi bunları bulmak değil, sistematik bir şekilde ele almak ve birbirine bağlamak olmuştur. Örneğin ne Nasrettin Hoca ne de RNA, DNA sibernetikçiler tarafından icad edilmemiştir. Fakat bu konulara sibernetik açısından bakılabilir.

Fizikokimyanın bir dalı olan istatistik, mekanik, maddelerin —atomlar v.s.— davranışını toplu bir halde ve istatistik açısından inceler. Bu şekilde ele alınan entropi kavramı, Bilim ve Tekniğin 48 inci sayısında çıkan yazımızda çok basit bir şekilde ve kabaca açıklanmıştır. Sibernetik bu bilimin haberleşme mühendisliği alanına uygulanmasından doğmuştur. Statistik mekanikle uğraşanlar sibernetikle uğraşıyor duygusuna kapılabilir. Oysa tarif açısından bu işin tersi doğrudur. Maxwell, Gibbs, Boltzman isimleri, istatistik mekanik kurucuları oldukları için sibernetiği etkilemiştir.

Bağdat Mektubu :

Nasrettin Hoca'ya bir mektup yazması rica edilmiş. «Ben Bağdada gidemem» diye cevap vermiş. «Bağdada gitmeni isteyen kim?» demişler, «Sadece senden mektup yazman istendi. Bağdada gidecek olan mektuptur». «Yazım o kadar çirkindir ki onu benden başkası okuyamaz. Yazarsam, okumak için Bağdata gitmeliyim.» diye cevap vermiş Nasrettin Hoca.

Bu gene gürültü ile ilgili bir fıkradır. İstemli bir mesaja yandan istenmeyen etkilerin katılması ile o mesajın anlaşılması anlamına gelir gürültü. Elindeki titremeler veya başka sebeplerden, Nasrettin Hoca'nın yazısı anlaşılmıyacak hale geliyor. Gürültü hallerinde mesaj iletilebilir mi iletilemez mi? Haberleşme teorisi bu soruya olumlu bir cevap vererek, bizi Bağdata gitmekten kurtarıyor. Yani olay

Ferruh DOĞAN'ın çizdiği şekilde cereyan etmiyor. Biraz ileride bu konuya daha tafsilâli olarak değineceğiz. Bu arada Türkçe'de Noise teriminin karşılığı olan gürültü teriminin yerine «Bulanıklık» teriminin de kullanılmış olduğunu belirtmek lâzım.

Bana öyle geliyor ki logaritmaya karşı olan çekingenlikten kafamın içinde doğan gürültüden dolayı, gürültü bahsini açıklamak güç olacak. O bakımdan önce gene de logaritmaya karşı olan çekingenliği azaltmaya çalışmalıyım. Eski sayılarda verdiğimiz formülleri şimdi anlatacağımızdan sonra tekrar gözden geçirin, bakalım.

Logaritma, Eksil Sayılar ve Nasrettin Hoca :

Logaritmayı anlamaktaki güçlük, logaritma cetvellerini karıştırma ve kullanma bilgisi ile, logaritma kavramının karıştırılmasından ileri gelir. Kelime yabancı ve korku saçan bir kelime. Ayrıca logaritma cetveli bir sürü antipatik sayılar ihtiva eder ve hemen hemen kimse bu sayıların nasıl elde edildiğini bilmez.

Bu yüzden logaritma ile ilgili hesaplar görülür görülmez hemen atlanır (tecrübeyle sabittir). Bütün anlatıklarımız da bu bilgilere ihtiyaç yoktur. Örneklerde kesirli sayılar da vermedik. $10 \times 10 \times 10$ diyecek yerde 10^3 demenin daha kısa bir yol olduğunu kimse inkâr edemez. Sonuç 1000 olduğundan bini 10 tabanına logaritma cinsinden anlatırsak 3 diyeceğiz. Bir sayının logaritması, o sayının bir tabana göre (örneğin 10) üstlerle ifade edilmesidir. 10^{1000} yazmak bizi 10^3 'ü bin defa yazıp 999 çarpı işareti (\times) koymaktan kurtarır. 10 tabanı yerine iki tabanı kullanabiliriz. Yani kendisiyle çarpılan sayı bu kez 10 yerine iki olur. $2 \times 2 \times 2$ yerine 2^3 diyebileceğimiz bilinmektedir.

$2^3 \times 2^2 = (2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2) = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^5$ olduğundan üstlerle ifade edilen sayılarda çarpma işlemi yerine toplama işlemi yapıldığı bilinen bir şeydir. Sayılar çarpılacak yerde üstler toplanmaktadır. 2^{-3} gibi bazı terimler insanı korkutabilir. Çünkü bilindiği gibi eksi sayılar insanı korkutan şeylerdir.

Nasrettin Hoca'nın eksi kavramı ile uğraştığını gösteren örnekler vardır: Minareleri nasıl yapmışlar sorusuna: «Kuyuları doldurup tersine çevirmişler» cevabını vermiştir.

Bunun gibi, «Beni tersine gömün, kıyamet kopunca her şey tersine döneceğinden, hemen ayak üstü kalkarım» demiştir.

Kullandığımız formüllerde — log p gibi bazı terimler var. p bir kesirdir 1/8 gibi. Bilindiği gibi ihtimaller 0 ile 1 (imkânsız le kat'i) arasında değişir ve p'nin alabileceği en büyük değer 1 olur. — log 1/8 ne anlama gelir? Bütün hesaplarda iki tabanına göre logaritmayı kastettiğimizi söylemiştik, yani çarpılan sayılar 10'lar değil 2'lerdir.

— log 1/8 yerine — log 1/(2 × 2 × 2) = — log 1/2³ diye yazabilirim. 1/2³ iki tabanına göre logaritma şeklinde ifade edilirse — 3 sonucunu verir. Çünkü logaritmalarda (veya üstlerle) çıkarma bölmeye karşılıktır ve birin logaritması sıfıra eşittir (Bunun sebebi şudur: eşit sayılar birbirleriyle bölününce 1, birbirlerinden çıkarılınca 0 verir. Logaritmada çıkarma işlemi bölmeye karşılıktır). Log 1/8 hesaplarken birin logaritması sıfırdan, 8'in logaritması 3'ü çıkarız ve neticede, — 3 elde ederiz. log 1/8, — 3 olduğundan — log 1/8, 3 olur. Eksil sayıyı çıkarmak artı bir sayı verir. 3 ise iki tabanına göre log 8'dir (2³ = 8). Genel olarak — log p = log 1/p'dir. Çünkü 1'in logaritması sıfırdır ve p'ye bölme, p'nin logaritmasını çıkarmaya karşılıktır. Sıfırdan logaritma p'yi çıkarırsak — log p elde ederiz. p, 1/8 ise 1/p, 8 olur. Yani kesirlerle bölmenin paydadaki kesiri tersine çevirip payla çarpma anlamına geldiğini hatırlatıyoruz. Tıpkı Nasrettin Hoca'nın tersine çevirdiği minareler gibi (iki tabanına göre — log 1/16 = log 16 = 4, niçin?).

Entropiyi Gene Hatırlatma :

2 tabanına göre logaritma, çeşitlerden birine varmak için sorulması gereken iki cevaplı (evet, hayır) soruların miktarı hakkında bilgi veriyordu. 47 nci sayıdaki yazımızda, 32 harften birini bulmak için 5 soru sormamız gerektiğini anlatmıştık. Bunun için şart her çeşidin aynı sıklıkta karşımıza çıkması idi aa, bb, cc, dd örneğinde olduğu gibi. Burada 4 çeşit olduğu ve her çeşit aynı miktarda —ikişer defa— tekrarlandığı için bunun entropisi log 4 yani 2'dir. Her çeşide varmak için iki soru yeter. Oysa aaaa, bb, c, d örneğinde gene 4 çeşit olduğu halde, çeşitler aynı sıklıkta karşımıza çıkmamaktadır. 8 harften 4'ü a, 2'si b, 1'i c, ve 1'i d olduğu için $4/8 = 1/2$ ihtimalle a ile $1/4$ ihtimalle b

ile ve 1/8 ihtimalle c ve d ile karşılaşacağız. Bu basit bir örnektir. İhtimal hesapları böyle kısa mesajlarda değil, çok büyük sayıda harf sayılarak yapılır ve harfler sırası ile karşımıza çıkmaz. Onları biz sıraya dizeriz. Bu gibi durumlarda entropiyi hesaplamak için, her harfe karşılık olan ihtimali, bu ihtimalin logaritması ile çarpar, herbirinin başına eksi bir işaret koyar ve sonuçları toplarız. Böyle davranmakla her harfin ağırlığını hesaba katacak daha iyi bir ortalama almış oluyoruz.

Örneğimize tatbik edersek :

$$\begin{aligned} -1/2 \log 1/2 - 1/4 \log 1/4 &= 1/8 \log 1/8 \\ -1/8 \log 1/8 &= 1/2 \log 2 + 1/4 \log 4 + \\ 1/8 \log 8 + 1/8 \log 8 &= 1/2 \times 1 + 1/4 \times \\ 2 + 1/8 \times 3 + 1/8 \times 3 &= 7/4. \end{aligned}$$

İlk sırada a, b, c, d harflerinin ihtimallerine göre entropiler hesaplanmıştır. İkinci sırada, kesirli sayı logaritmaları, eksi işaretleri kaldırılarak, tam sayı logaritmalarına çevrilmiştir. Üçüncü sırada bu tam sayıların logaritma karşılıkları yerlerine konmuştur. Böylece ilk halde bulduğumuz 2 entropisine nazaran, biraz daha küçük olan 7/4 entropisini bulmuş olduk. İlk örneğimizi de aynı şekilde hesap-

lıyarak gene iki rakamını bulabilirdik. Yani genel entropi hesaplama yolu budur. Ancak hesabı biraz daha uzattığından ihtimallerin eşit olduğu hallerde (aa, bb, cc, dd örneği gibi) doğrudan doğruya iki tabanına göre logaritma almak daha uygundur.

Gürültü ve Entropi :

Gürültünün işe karışması ile (parazit v.b. hallerde olduğu gibi), Kanalın (mesajı ileten ortam) taşıdığı bilgi miktarı artmış olur. Gürültülü halin entropisinden, aynı mesajın gürültüsüz haldeki entropisini çıkararak gürültünün entropiye katkısını bulmuş oluruz (Buna isabetsiz bilgi veya ekivokasyon derler). Mesajı maksimum kapasitede taşıyacak bir kanal, bu mesajdan, gürültünün entropisi kadar az, yanlışsız mesaj taşır. Gürültü ile mücadele etmek için tekrardan (redundans veya kalan) yararlanırız. Şüphelendiğimiz yerleri tekrarlarız. Böylece mesajın taşınması biraz gecikmiş olur. Veya ek bir kanalla aynı mesajı yollarız (kanal kapasitesini genişletiriz). Yani Nasrettin Hoca yazısının okunmayan kısımlarını yeniden yazsaydı Bağdata gitmeye lüzum yoktu.

A rada sırada zamanımı boş yere israf ettiğim düşüncesi bana vicdan azabı verir; fakat başka bir düşüncede yavaş sesle beni teskin etmeğe kalkar, «Sen ruhun ölmez olduğunu bilmiyor musun; öyleyse neden karşısında koskoca bir sonsuzluk dururken ufaklık bir zamanı iyi kullanmadığın için bu kadar üzülüyorsun?» Bunu işitince kolayca kanaat getirir ve kafasındakine uygun olan her düşünceyle çabukça tatmin olan öteki küçük mantıklı yaratıklar gibi memnun, kâğıtlarını yeniden karıştırır ve yeni bir oyuna başlarım."

Benjamin FRANKLIN

Y üzyıl kadar önce İngiliz başvekili Disraeli, Michael Faraday'ı deneyleri sırasında laboratuvarında görmeğe gitti ve orada elektriksel olayların bir gösterisine tanık oldu. Bunun üzerine Faraday'a şu soruyu sordu :

— Fakat bütün bunların ne faydası olacak ?

Faraday'ın cevabı meşhurdur :

— Ekselans, yeni doğmuş bir bebek ne işe yarar ki !