

Dr. Herman AMATO

# NASREDDİN HOCA

*ve*

# SİBERNETİK

Çizgiler: Ferruh Doğan



**A**bdülbaki Gölpınarlı'nın belirttiği gibi Nasrettin Hoca halktır. Bu memleketin insanları, zeki, çilekeş, cefakâr, yalanı yüzüne gözüne bulaştıran, dürüst güler yüzlü, umut dolu insanları.

Eğer bilim halka doğru yönelmek istiyorsa, halkın dilini kullanmalıdır. Halk tarafından benimsenmek istiyorsa, onun kavramlarına, onun anlayışına, onun sevgisine hitap edebilmelidir.

Bu düşüncelerde bazı açıklar olduğunu biliyorum. Bilimin bir uluslararası kendine has dili bulunması gerektiği bir gerçek. Bilimin bu ihtisaslaşma devrinde çeşitli ihtisas dallarında çalışan bilim adamlarının, bir tek kelime anlamadan, birbirlerinin yüzlerine baktığı diğer bir gerçek. Sibernetik'in bu açığı kapatmak için ortaya çıktığı müşterek bir dil yaratmak istediği de ayrı bir gerçek.

**İki çelişik durum ve Nasrettin Hoca.** Bir yandan halka hitap etmek, bir yandan bilim dilini yaymak istiyorsunuz. Çelişme içinde gibi görünen iki durum. Çelişik durumları çözmek için Nasrettin Hoca'nın olağanüstü bir ka-

biliyeti vardı: Hem kapının yanında durmalıydı -hırsız girmesin diye annesi öyle öğütlemişti- hem de uzakta bulunan annesine dayısının bu akşam misafirliğe geleceğini bildirmeliydi. İnsan bilindiği gibi aynı zamanda iki yerde bulunamaz. Her iki şartı gerçekleştirmek için bakın Nasrettin Hoca ne yaptı. Kapıyı söküp beraber taşıyarak annesine dayısının geleceğini bildirdi. Böylece kapının yanından ayrılmamış oldu.

Sibernetik de çözülemez gibi görünen sorulara aşağı yukarı buna benzer bir teknikle cevap veriyor, zamana başka bir açıdan bakıyor. Zamanla gelişen şartları göz önünde bulunduruyor.

Çelişik durumlardan çıkmak için iyi bir yol var: kapıları kırmak. Ama bu kapılar sanılacağı gibi ev kapıları değil, kafamızın içine yerleşmiş, yeni kavramların girmesini önleyen, bizi olduğumuz yerde gelişmeden sıkışık tutan kapılardır. Kafamızın içine yerleşmiş, hükmünü yitirmiş, zamandan uzakta kalmış, bizi yöneten kavramlardır.

**Sibernetik nedir?** Bildiğimiz kadar, Sibernetikle ilgili ilk Türkçe yazı **Ali İRTEM** tarafından yazılmıştır (Ayhan SONGAR, Sinir sistemi fizyolojisi, cilt III, 1960). İlk zamanlarda beni kızdıran, gün geçtikçe daha çok beğendiğim bir yazı. Eğer «ebedi hayatın sırrına -belki de- sibernetik yolu ile varılacak» gibi bazı cümleler olmasaydı, çok çok beğenmek istediğim bir yazı. Biliyorum, bunda Ali İRTEM'in suçu yok, Sibernetikle ilgili genel havayı aksettirmek istiyor. Aradan yıllar geçmiş, balon sönmüş, o eski ümit, aşırı hayranlıklar törpülenmiş, sibernetikle ilgili fikirler nihayet yer düzeyine inmiş. Ama gene de böyle sözler etmemesini tercih ederdim. Bu sözler beni konudan tamamen soğutmuştu. Başkalarını bağlamış olabilir, o da ayrı mesele.

**Ali İRTEM**, Sibernetik hakkında oldukça fazla ve güzel seçilmiş bilgi verdikten sonra. Sibernetik nedir? sorusuna bizim cevap vermemizi bekliyor. Bilenler bilmeyenlere anlatsın hesabı Ben ise «Sibernetik asrımızın kapıldığı hastalık, eski bilinen şeyleri yeni bir isim altında yutturmaya çalışmak, gülünç makineleri insanlara benzetmek bilimi» diye tarif etmiştim.

Beni sibernetiğe tekrar bağlayan ve bu satırları yazmama sebep olan Louis Couffignal'ın tarifidir : «**Sibernetik faaliyeti etkili kılma sanatıdır.**»

Bir faaliyet önceden belirtilmiş gayeye erişiyorsa etkili kabul edilir. Faaliyetin gayesi civarında belirtilmiş bir değişiklik yapmaktır.

Burada «action» yerine kullanılan faaliyet kelimesinin anlamı tam belirtmediğinin üzerinde duralım. Action hem iş, hem işlem, hem faaliyet, hem hareket, hem eylem, hem etki anlamlarını taşır. Bu bakımdan faaliyet kelimesinden çok daha geniş kapsamlıdır.

Couffignal'ın tarifi çok geniş kapsamlı ve olayı üstten gören bir tarif. Etkili güzel iş yapmak isteyen herkesin benimseyebileceği bir tarif. İş adamının, güzel sanatlarla uğraşanının, araştırmacının, gemi kaptanının, kısaca her insanın seveceği bir tarif. Planlı kalkınma dönemine girdiğimiz bu devirde her vatandaş tarafından benimsenilmesi gereken bir tarif.

Bir eksiği var: Sibernetiğin getirdiği yenilik nedir? Anlatmıyor.

F. H George : «Sibernetik yeni bir kılığa bürünmüş çok eski bir görüş tarzını temsil eder. Çünkü filozofik ataları, Demokritus gibi Yunan düşüncesinin ilk materyalistleri ile 18. yüzyılın makinistlik materyalistleridir.» demiştir. Sibernetik hiç mi yenilik getirmedir? Bu sorunun cevabını vermeye çalışalım. Teknoloji korkunç bir hızla geliyor. Bugünün makinaları kudret ve görev bakımından dünkülerden tamamen değişik Bu makinalara hâkim olmak için, tamamen alışmadığımız tarzda yeni bilgilere sahip olmalıyız. Gün geçmiyor ki bu makinaları değişik bir tarzda kullanmak için yeni bir yel bulmuyoruz. Aynı makineler hem tercüme için, hem bilgi toplamak için, hem resim çizmek için kullanılıyor. İnsanın yarattığı makineler gördüğü görevler bakımından gün geçtikçe insana daha çok benziyor. Bazı bakımlardan insanı çok aşıyor (sebat, hız ve sadakat bakımından), diğer bazı bakımlardan ise insandan son derece geri kalıyor. Sibernetiğin babası Wiener'in kompüterler hakkındaki sözü ilginçtir. «Sağlam bir politikaları olan, aşağı tip zekâlı, çok başarılı makineler.» Buradaki politika kelimesi İngilizce pollcy kelime-

sinden alınmıştır ve hedeflerin çizilmesi ve onlara ulaşmak için takip edilmesi gereken yollara bağlı kalmak anlamına gelir.

Sibernetik çok ihtisaslaşmış ve birbiriyle ilgisi kalmamış bilim kolları arasında karşılıklı yararlanmayı sağlayacak şekilde işbirliği sağlamak amacını güden bilim metodu araştırma çabalarından doğmuştur demiştik. Bir Fransız yazarının belirttiği gibi, bugünkü dünyada iki tip aydın vardır: Bir şey hakkında her şeyi bilen mütehassıslar ve herşey hakkında hiçbir şey bilmeyen filozoflar.

Hem filozof, hem matematikçi, hem dilci, modern bilimi mümkün mer-tebe kavramış ve modern harp silâhlarının gelişmesinde çalışmış Amerikalı bir dahi olan Wiener'in bilimler arasındaki bu irtibat eksikliğinden ıstırap duyması tabii idi. Sibernetik bilimler arasında müşterek kavramlar ortaya atmak ve bilgi akımını hızlandırmak gayesi ile ortaya çıkmıştır. Burada en önemli nokta bilgi alışverişinde bir hız ortaya atmaktır. Böylece gerek sosyal bilimlerde, İktisat vs. gerekse psikoloji dâhil biyolojide, gerekse fizikte, birlikte kullanılan terimler ortaya atıldı. «Feed back» bunların başında gelir; bazı yazarlar Sibernetik için Feed back bilimi derler.

**Nasrettin Hoca ve Feed Back:** İş hayatında, iktisatta, modern biyolojide çok kullanılan bir terim Feed Back'tir. Akılda kalması için Nasrettin Hoca'nın bir fıkrası ile anlatalım.

Nasrettin Hoca bir gün eşeğine ters binmiş gidiyormuş. «Niye ters bindin?» diye soranlara «Öğrencilerimle camiye gidiyoruz. Sırtımı onlara çevirsem birer birer kaçarlar, camiye tek başıma giderim. Onların arkasından gitmekte benim hocalık şerefime yakışmaz.»

Aslında boş şereflerin insanı ne gülünç durumlara soktuğunu anlatmak isteyen bu fıkra aynı zamanda Feed Back için güzel bir örnektir. Hiç olmazsa bana öyle geliyor. Geri ile karşılıklı bilgi veya haber bağlantısı anlamına gelen Feed Back —kelime çevirisi: geriye besleme— bir amaca ulaşmak için merkezden çevreye ve çevreden merkeze haberler iletme zinciridir. Merkezin devamlı çevre ile irtibatını kesmeden, çevreden gelen bilgileri

değerlendirip tekrar çevreye ne yapması gerektiği hakkında bilgi iletmesi ve neticeye ulaşmaya kadar aynı şekilde gidip gelen bilgi (veya haber) akımıdır. Eğer bir öğrenci kaçmak isteseydi, Hoca «Buraya gel!» diye bağıracak ve öğrenciyi tekrar sıraya sokacaktı. Böylece istenilen hedefe ulaşılmış oluyor. Burada hedef öğrencileri tam olarak camiye sokmaktan ibaret. Bir dereceyi sabit tutmaya çalışan termosta-



Şekil 1. Feed back (geri ile bilgi bağlantısı)

mostat, ısı düşünce derhal elektrik sobasına veya başka bir ısıtıcıya çalışması için emir verir. Oda istenilen dereceyi bulunca termostatın verdiği çalışma emri durur. Böylece istenilen gayeye varılır. Feed Back'in önemi, zamanla gelişen şartları göz önünde bulundurması ve her an belirsizliği gidererek belirli bir amaca yöneltmesidir. Eğer Feed Back mekanizması mevcut olmasaydı, hayat mevcut olamazdı. Çünkü bilindiği gibi hayat belirsizliğe karşı bir mücadele çabasıdır. Diyebilirsiniz ki hayat olmasaydı «Feed Back gibi terimler hiç olmayacaktı. Ben de Nasrettin hoca gibi cevap vereceğim : «Siz de haklısınız».

**Kim haklı? Veya Sanşo Panşo:** Don Kişot'un arkadaşı halkı temsil eden Sanşo Panşo'nun Nasrettin Hoca ile müşterek tarafları vardır. İkisi de zaman zaman son derece saf. Zaman zaman son derece akıllıdırlar. İkisi de zaman zaman büyük mevkiler işgal etmişler, Sanşo Panşo vali olarak mahkemeye bakmış, Nasrettin Hoca'da kadılık yapmıştır. Baktıkları davalar da içinden çıkılmaz şeylerdir. İkisinin de eşekleri ön plânda gelir ve zaman zaman bu eşeği kaybederler. Cervantes Don Kişot'ta Sanşo Panşo'nun eşeğini kaybettiğini unutmuş. Onu kaybettiği eşeğe bindirmiştir. Yüreğimize su serptirecek bir nokta var. Nasrettin Hoca Sanşo Panşo'dan daha eskidir.

Gerçek sudur ki, çeşitli milletler fıkra bakımından birbirlerine karşılıklı etki yapmışlardır. Şimdi alacağım muhakeme örneği Cervantes'in Don Kişot kitabından alınmış. Zannederseniz Sanço Panço'ya sorulan sorulardan biri. Bir memlekette bir kanun çıkarmışlar. Bir dereden geçenleri sorguya çekiyorlarmış, eğer doğru söylüyorsa geçme izni veriliyormuş, yalan söylüyorsa derhal asıyorlarmış. O memlekette yalancılara yer yokmuş -yani çocuklardan başka kimseye yaşama hakkı tanımıyorlarmış-. Derken o memlekete bir yolcu gelmiş ve hâkimleri çileden çıkararak bir cümle sarf etmiş. «Beni asmanız için dereyi geçtim». Eğer adam asılırsa doğruyu söylemiş olacak ve haksız yere asılacak, eğer asılmazsa yalan söylemiş olacak ve bir yalancı memlekete girecek. Velhasıl içinden çıkılmaz bir durumla karşılaşmışlar Siz hâkim olsanız ne yapardınız?

Bunun cevabını bulana kadar benzer bir fıkra anlatacağım ve ikisinin çözümünü birlikte vereceğim.

Meşhur bir avukat bir öğrenciyi adam akıllı yetiştirir. Aralarında şöyle bir anlaşma yapmışlar: Öğrenci ilk davasını kazandığı anda hocasına borcunu ödeyecekti. Ama öğrenci avukatlık yapacak yerde ticaretle uğraşmış, böylece parayı ödemez olmuş. Hocası öğrenciyi dava ediyor. Öğrenci şöyle bir savunma yapıyor: «Eğer davayı kaybedersem anlaşmamız mucibince, eğer kazanırsam hükmü mucibince parayı ödememeliyim. Hocası ise «Eğer davayı kazanırsam muhakeme kararı ile kaybedersem anlaşma gereğince parayı almalıyım» demiş. Siz hâkim olsanız ne yaparsınız?

Bu iki mantık bilmecesinin bütün püf noktası zamanla meydana gelen gelişmeyi göz önünde bulundurmamış olmaları. Bir ağaç fidan halinde iken üzerine bineceğimi iddia etmem yalan olabilir. Ama 20 sene sonra kocaman ağaca pekâlâ binebilirim. Eğer binecek takatim kaldı ise. Gençliğimizi de biliriz ya!

Birinci davaya bakalım. Gelecekle ilgili hükümlerimiz çoğunlukla ne tam doğrudur ne de tam yanlıştır Bir ihtimal derecesinde doğrudur. Dereyi geçen adam ne yalan söylemiştir, ne de doğru söylemiştir. Bu bakımdan onunla

yapılacak işlemin kanunda yeri yoktur ve adam kanun maddesine girmez. Bu bakımdan onunla yapılacak işlemin kanunda yeri yoktur ve adam kanun maddesine girmez. Eğer kanunda ne yalan, ne de doğru söyleyenlere ait bir hüküm olsaydı, adam ceza görebilir veya beraat edebilirdi. Yoksa bütün matematikçileri asmak gerekirdi. Bertrand Russell matematiği şöyle tarif etmiştir : «Matematik öyle bir konudur ki hiçbir zaman ne hakkında konuştuğunuzu bilmezsiniz ve ne de söylediğinizin doğru olup olmadığını anlayabilirsiniz».

Bu sözler «matematik gerçek» lâfını tekrarlayanların kulaklarına küpe olsun. İkinci problem için benzer sözler söylenebilir ama, ben davayı zamanla ilgili olarak halletmek istiyorum. Hâkim olsaydım öğrenciye davayı kazandırırdım, çünkü mukaveleye uygun hareket etmiştir. Öğrenci davayı kazandıktan sonra hoca ikinci bir dava açarak parasını alabilirdi. Birinci dava ile mukaveledeki hüküm yerine getirilmiş artık öğrenci ilk davasını kazanmıştır. İlk davasını kazanan öğrencinin mukavele mucibince borcunu ödemesi lâzımdır. Netice sebebe etki ediyor ve yeni bir durum ortaya çıkıyor.

**Bilimdeki Buhran:** 19. yüzyıl fizik ve mihaniki görüşün başarısını temsil ediyor. Başlangıç şartları bilinirse sonuç hakkında tamamen belirli kanılarımız olacağı tam kesinlikle gelecek hakkında bilgi sahibi olacağımız iddia ediliyordu. Fiziğin biyolojiyi kapsayacağı ve bütün olayların fizikle çözümleneceğine inanılıyordu. Heisenberg prensibi determinizme indirilmiş bir darbe kabul edildi. Bir parçacığın (örneğin bir elektron) başlangıçtaki yeri ve hızı (momenti) bilinirse istikbaldeki durumunun katıyetle söylenebileceği zannediliyordu. Hâlbuki parçanın yeri hakkındaki bilgimiz kesinleştikçe, hızı hakkındaki bilgimiz azalıyor. Hızı hakkındaki bilgimiz arttıkça yeri hakkındaki bilgimiz azalıyor. Tahminlerimize bir belirsizlik derecesi katmalıyız. Bu olay Heisenberg prensibi olarak isimlendirilir. Bu olayın şöyle bir izahı var: Gözlem vasıtalarımız da olayı etkiliyor (çok küçük olan elektrona ışık çarpınca -veya neşrederken- elektron yer değiştiriyor) ve sebep netice bağıntısını bozuyor, gözlem yeni şartlar getiriyor ve yeni durumu bu yeni şart-





Şekil 2.  
«Allah versin»

lara göre incelemeliyiz. Sibernetik Feed back'ı katmakla sebep netice bağıntısı yerine bir bağıntılar zinciri sokmuştur. Tavuk mu yumurtadan çıkar, yumurta mı tavuktan? sorusuna elimizde yumurta varsa oradan tavuk çıkabilir ve o çıkan tavuktan tekrar yumurta çıkabilir, şeklinde cevap vermiş ve zamanla gelişen şartları göz önünde bulundurmuşuzdur.

Bilimin bazı şubeleri var ki oradaki hesaplarda zaman simetrik olarak geriye döner (Bak Bilim ve Teknik, sayı 32, sayfa 23). Newton'un gezegenlerin güneşin etrafında dönüşünü hesaplaması halinde olduğu gibi. Gezegen-

lerin belirli bir yer ve hızını başlangıç olarak aldıktan sonra gelecekte olacak durumu tamamen hesaplayabiliriz. Oysaki sistemin karışık ve çok parçaların işe karıştığı hallerde zaman geriye döndürülemez ve işe ihtimal hesapları karışır. Artık tahminlerimiz birinci halde olduğu kadar kesin değildir. Ancak olayların en muhtemel yönde gelişebileceğini söyleyebiliriz. Bu en muhtemel yönle ilgili entropi hakkında ayrıca bilgi verilecektir Fizikteki son gelişmeler, fizikle meteoroloji, biyoloji gibi ihtimal hesaplarına dayanan bilimlerin arasındaki uçurumu kaldırmış, bu bilimlerin müşterek bir çerçeve içinde gözden geçirilmelerine imkân vermiştir. Bir bakıma cansız maddelerin tetkikinde biyolojiden elde edilen metotlardan yararlanılmış, diğer yandan çok gelişmiş olan makineler de adeta bir canlılık gösterir gibi olmuşlardır. Bu makinelerin özelliği eski makinelerde enerji alışverişine verilen önemin bu kez bilgi alışverişine çevrilmiş olmasıdır. Böylece Sibernetik «Canlı olaylar fizik kanunlarına uyar», «Canlı olaylar ancak canlılıkla ilgili kanunlarla tetkik edilebilir» gibi iddialara ortadan bir cevap vererek ikisi arası bir tetkik metodu ortaya atmıştır.

### **Nasrettin Hoca'nın çok yönlülüğü;**

Dostoyevski hakkında söylenmiş bir söz Nasrettin Hoca için de doğrudur: «Nasrettin Hoca ufuk gibi adamdır, okuyucunun seviyesi yükseldikçe genişler, derinleşir».

Nasrettin Hoca tek taraflı düşünceye savaş açmış yegâne filozofumuzdur. Yegâne filozofumuz sözü benim değil Siyavuşgilindir. Birçok hikâyeleri çok yönlüdür ve çeşitli şekillerde yorumlanabilir. Her türlü ihtimali düşünmüş ve bütün kapıları açık tutmuştur: Burnunu göster demişler, ensesini göstermiştir. Ters tarafı gösteriyorsun diyenlere: Bir şeyin tersini bilmezseniz kendisini hiç bilemezsiniz diye cevap vermiştir.

Eşeğe ters binmiş olarak kendisini gösteren heykel hâdiselere tek yönlü bakmamak gerektiğini gösteren canlı bir semboldür. Eşyalar alışkanlıklarımızın dışında da kullanılmalıdır. Olaylara çeşitli açılardan bakabilmeliyiz.

Kadılığı sırasında her iki tarafa da hak vermiş oluğu olayların birçok yönlü olabileceğini anlamış olduğunu gösterir.

Bir zamanlar ışığa parçacık gözü ile bakanlar, dalga gözü ile bakanlara savaş açmışlardı. Bir bilim adamı bu durumla alay ederek; «*Işık Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri parçacık gibi davranır, geriye kalan günlerde ise dalgalar gibi hareket eder!*» demiştir. Diğer bir bilim adamı ise; «*Eğer bugün ışığın dalga olduğu nazariyesi galebe çalmış ise, bunun nedeni ışığın parçacık olduğunu iddia edenlerin çoktan ölmüş olmasıdır!*» demiştir.

Nitekim zaman her iki tarafın da haklı olduğunu gösterdi. Işığı dalgalar içinde bulunan parçacıklar gibi kabul edebileceğimiz ortaya çıktı. Bu dalgalar ihtimal iyot dalgalarıdır.

Demek ki her iki tarafa hak veren Nasrettin Hoca da haklı olabiliyor. Bir tek olay çeşitli yönlerden yorumlanabilir.

Buna benzer diğer bir örnek olarak da Öklid dışındaki ters iddialarla başlayan ve en az Öklid geometrisi kadar tutarlı olan diğer geometrileri de sayabiliriz.

### **Sibernetiğin çok yönlülüğü:**

Aynı amaca varmak için çeşitli yollar olabilir. Machiavelli gayeye getiren her türlü yol mubahtır veya kısaca «*Gaye vasıtayı meşru kılar*» demiştir. Nasrettin Hocanın benzer bir fıkrası var: Nasrettin Hoca şahitliğe çağrılmış ve dava buğday üzerinde iken arpa çuvallarından bahsetmiştir. Kadı: «*Sen ne biçim adamsın, dava buğday davası arpadan bahsediyorsun*» deyince; Nasrettin Hoca: «*Maksat yalancı şahitlik olduktan sonra ha buğdaydan bahsetmişim ha arpadan, ne çıkar?*» diye cevap vermiştir. Böylece esas gayesine varmıştır: yalancı şahitlik yapmamak, doğru bildiği yoldan ayrılmamak.

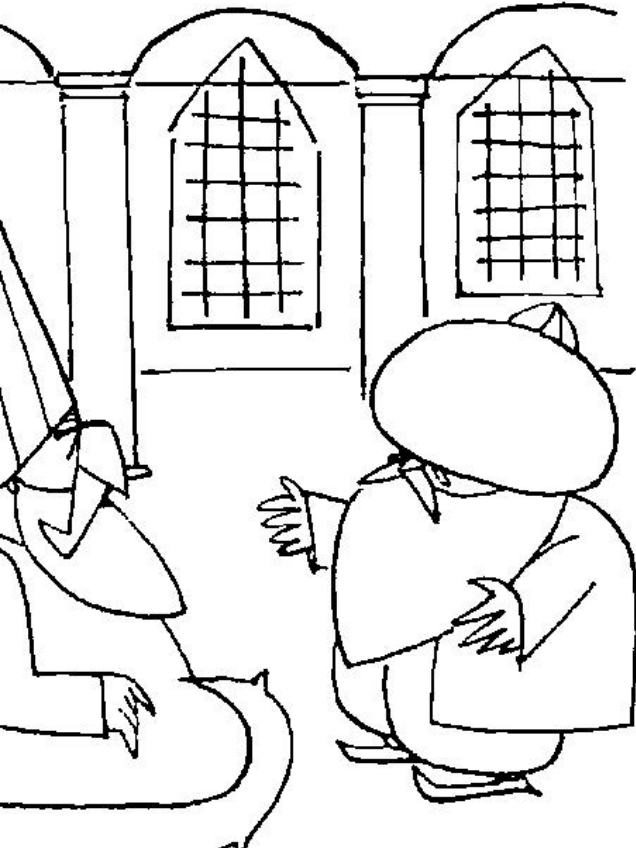
Sibernetik de olaylara çok yönlü bakmak ister. Wiener «**Cybernetics**» adlı kitabının başında uzun uzun tersine giden zamandan bahseder. Acaba niye zamanın tek yönünü görüyoruz? Niye daima maziden istikbale doğru

hareket ediyoruz? Bu kadar çeşitli olan ve imkânları sonsuz olan âlemde niye zaman hep aynı istikamette geliyor? Sorusunu sorar. Nasrettin Hoca, «Niye eşeğe aynı şekilde biniyoruz? Tersine binmek mümkün değil mi?» diye sorarken Wiener bu soruyu zaman için sormuştur. Okuyuculara da tersine giden zamanla ilgili düşünce tecrübeleri yapmayı tavsiye eder: Çizilen bir kare, zaman tersine ilerlediği için, başta tam çizilmiş olarak görünecek zaman ilerledikçe kaybolup eriyecektir. Işık zamanla bize yaklaşacak yerde, zaman ilerledikçe bizden uzaklaşacaktır. Çünkü zamanın istikameti maziden istikbale olacak yerde istikbalden maziye olacaktır. O halde zamanı tersine işleyen bir âlem varsa, ondan bize hiçbir ışık hiçbir haber gelmeyecektir. Ve biz onun varlığını bilemeyeceğiz. Şu neticeye varıyor: Ancak zamanın aynı istikamette geliştiği âlemler içinde haberleşme olabilir: Böylece Sibernetik haberleşme bilimi olduğuna göre ancak zamanları aynı istikamette işleyen âlemleri tetkik konusuna alacaktır. Bundan da şu neticeler çıkar:

1. Zaman haberleşme olabilmesi için tek ve aynı yönlü olmalıdır.

2. Tek yönlü olarak gelişen zamanı meteoroloji, biyoloji ve küçük parçacıklarla uğraşan fizik gibi bilim şubelerinde rastlanmaktadır. Bu şubeler

bilimde en büyük çoğunluğu teşkil eder. Bunların özelliği karışık olaylarla uğraşmaları, birçok parçacığın işe karışması ve istikbal hakkında en belirli yönü ihtimal hesaplarının göstermesidir. Başlangıç şartları neticeyi tayin eder diye tanımlayabileceğimiz determinizm prensibi burada yerini ihtimal hesaplarına terk etmiştir. Olayların belirli bir yönde gelişmesini sağlamak için daimi kontrol altında bulundurmaya imkân veren bir haberleşme zinciri çalışmalıdır. Merkezden verilen emirlerin yerini bulup bulmadığı daima geriden alı-



Maksat yalancı şahitlik olduktan sonra...

nan bilgilerle kontrol edilmelidir (Feed-Back).

3. Geliştikleri zaman açısından tetkik edildiği takdirde, cansız kabul ettiğimiz maddelerle canlı kabul ettiğimiz maddeler arasında hiçbir fark kalmamıştır. Aynı bilimsel tetkik metodu bu iki alana yöneltilebilir.

Bu mantık zincirinden sibernetiğin özellikleri çıkarılabilir. Sibernetik bir yenilik olarak karışık olan olayları tetkik sahası içine alır. Bu karışık olaylarda gelişmeleri takip ve kontrol edebilmek için önemli olan haberleşme zincirleridir. Bu açıdan bakılınca gerek biyoloji, gerek sosyoloji, gerek meteoroloji ve gerekse gelişmiş otomatik makineler sibernetiğin hudutları içine girer.

Determinizmin geçerli olduğu ve zamanın her iki istikamette hesaplanabildiği astronomi gibi -Newton'un astronomisi- bilim şubeleri azınlıkta olan ve az parçacıkların işe karıştığı, basit olaylarla ilgilenen bilim kısımlarıdır. Bilimin karışık olayların kontrolünü inceleyebilmesi için zamanın yönü ve bu yön içinde gelişen haberleşme zincirleri de önemli rolü oynar. Bu yüzden önemle durulması gereken teoriler Shannon ve Wiener'in geliştirdiği haberleşme teorisi ile Wiener'in üzerinde durduğu Feed-Back teorisidir. Haberleşme teorisi bilgi ulaştırmasında etkinliği artırmaya çalışır.

Sibernetik bilim şubelerinin çoğu gibi, ruh var mıdır? Yok mudur? gibi sorularla uğraşmıyor. Ancak ışık veya haber alabildiği sahalara yöneliyor. Tıpkı Nasrettin Hoca'nın yaptığı gibi: Odasında kaybettiği yüzüğü ışık olduğu için sokakta aramıştı.

### **Kısıtlama:**

Her türlü yönde yürümeye çalışırsak hiçbir yere varamayız. Sibernetik tetkik ettiği olayları bütün yönleri ile ele aldığı için, bir yöne varmak için gerekli olan kısıtlamalar üzerinde durmak mecburiyetindedir. Sibernetiğin sorduğu sorular şu şekildedir: Bir yumurtadan niye tavuk çıkıyor da, örneğin kurbağa çıkmıyor? Tavuk istikametinde gelişmeyi sağlayan kısıtlamalar nelerdir?

Bu örnekler Ashby'nın kitabından alınmıştır. Ashby Homeostat adı verilen ve kendi kendine denge durumuna geçen bir alet yapmış ve bir beyin modeli kitabını yazmıştır. Ashby; «Her karar bir seçimdir. Bütün imkânlar içinde maksada en uygun olanı seçmek» diyen adamdır. Burada karar vermenin bir kısıtlama olduğunu görüyoruz.

Bilimin olabilmesi için kısıtlama şarttır. Eğer bir elma ağaçtan kopunca yere düşecek yerde her istikamete doğru gidebilseydi ne bir karar verilebilir ne de Newton çekimle ilgili kanunlarını keşfedebilirdi. Çekim kuvvetinden kurtulan astronotların tavanda yürüyebilmeleri garip bir etki bırakır. Yemek yemek bu çekim dışı alanda ayrı bir mesele almıştır. Kısıtlama olmasa alem bir kaos halini alır, olayları önceden keşfetmek mümkün olmaz.

Öğretimin olması kısıtlama yüzündendir. Pavlov zil sesi ile birlikte bir köpeğe yemek vermiş, 50 kadar tekrardan sonra hayvanın yalnız zil sesi ile salyası akmaya başlamış. Böylece zil sesinin yemek yemek anlamına geldiğini öğrenmiş. Eğer zil sesi ile birlikte bir defa yemek, bir defa dayak, bir defa su verilseydi veya hiç bir şey verilmeseydi, hayvan zil sesinin yemek yemek anlamına geldiğini hiç öğrenemeyecekti.

Bardağa bir defa bardak, bir defa kitap, bir defa kalem dersek bardağın bardak olduğunu hiç öğrenemeyiz.



Burada ışık var

Kırmızı ışıkla beraber yeşil ışık da yansa arabamızın durması mı gerekir yoksa yol alması mı? Anlayamayacağız.

Makineler her istikamette çalışsa, bir gayeye varamayacak ve makine olmaktan çıkacaktır.

Şimdi zamanla makina anlayışının değiştiğini ve sibernetiğin makinenin parçaları ile değil, zaman içinde bir safhadan diğer safhaya geçişleri ile meşgul olduğunu belirtmek lazım. Sibernetik tek makine üzerinde durmaz, mevcut olan veya olmayan makine sınıfları üzerinde durur.

Turig'in ortaya attığı makine anlayışı teknik olmayan tabirlerle şu şekilde özetlenmiştir: «Eğer birçok durumların birinde bulunabilecek bir sistemimiz ve bununla birlikte bu durumların bir listesi ve bir durumdan ötekine geçebilmek İçin gerekli kaidelerimiz varsa, o zaman bir makinemiz var demektir.» Bu tarife göre makine olmayan şeyler çok az olur. Arıların dansı, sosyal olaylar, iş hayatı, kimyasal reaksiyonlar, kendimiz bu makine kapsamına gireriz. Bu tarife niye makine ismi verildi de başka bir isim verilmedi?

Tarihi gelişmeler göz önünde bulundurulmazsın, bilimsel kavramları anlamak güçtür. Fizikteki madde kavramlarının günlük hayatta kullanılan aynı kelimelerin kavramları ile hiçbir ilgisi yoktur. Buradaki makine de çoktan makine olmaktan çıkmış, aynı hesapların tatbik edileceği, aynı görüşlerin geçerli olduğu bir sistem olmuştur. Makina ismini Turig'in düşündüğü, çeşitli ayarlamalar yapılabilecek çeşitli programlar tatbik edilebilecek elektronik kompüterlerden almıştır.

Ashby'nin niye sibernetiğe makine bilimi dediğini bu açıklamalardan anlamış olmanız gerekir.

Ashby sibernetiğin kapsamını anlatırken, enerji bakımından açık -yani enerji problemi halledilmiş- ve haberleşme bakımından kısıtlanmış sistemlerle uğraşır deyimini kavramış olduğunuzu farz ediyoruz.

## Sibernetik mi, kibernetik mi?:

Bilim ve Teknikte, Kibernetik adı ile bir yazı çıkmıştı (Cilt 2, Sayı 18, Sayfa 12). Ben ise sibernetik dedim. Bunun nedeni Ali İrtem'in kibernetik demiş olmasıdır. Ona sadık kaldım. Siz istediğinizi söyleyebilirsiniz yeter ki söylediğinizin anlamını kavrayasınız. Nasrettin Hocaya sormuşlar, cenazenin sağında mı bulunmalı solunda mı? «İçinde bulunmayın da neresinde bulunursanız bulunun» demiş.

Hayat olan, anlam olan tarafta bulunmak lazım.

Büyük bir şehrin işlek bir köşe başında çiçek satan bir kadının işporta tezgâhı üzerine astığı ilân:

«Fakir değilim, çiçekleri sevdiğim için satıyorum. Böylece daima onlarla beraber bulunabiliyorum. Eğer siz de hakikaten çiçekleri seviyorsanız, alın, yoksa bana merhametinizden dolayı değil.»

READER'S DIGEST'ten



# HİÇ YAŞAMADAN ÖLDÜ

**G**üzel soru sorma üzerine: Einstein Bilimin gelişmesini sağlayan en önemli faktörün yerinde ve üzerinde durulması gereken bir olaya parmak basan soru ortaya atmak olduğunu iddia etmiştir.

Önümüzde Nasrettin Hoca ve Sibernetikle ilgili bir istek var:

«Bu yeni bilimin kontrol ve haberleşme ile ilgili yeni bir düşünce tarzı olduğunu anlıyoruz. Fakat derinliğine gitmeden, bize, aletler (tools) nedir? nasıl çalışır, netice alır, basit bir iki misal (pratik, herkesin bildiği konular-da) anlatırsa, çok memnun oluruz.»

Doğrusu güçlükle cevap verilecek bir soru.

Bu güçlük kısmen sibernetik tarifinin kesin olarak yapılmamış olmasından geliyor: Kimine göre bu bir sanattır, kimine göre bu bir bilimdir. Sibernetikçi diye özel bir ihtisas dalı yok. Belki de hiç olmayacak. Her türlü ihtisastan adamlar biyolog, fizyolog, nörolog, sosyolog, filozof, matematikçi, fizikçi, pedagog, psikolog, iktisatçı, hukukçu, din adamı, iş adamı, mühendis sibernetik kongrelerine katılıyor ve karşılıklı bilgi alışverişi yapıyorlar. Kongreye katılmakla insan sibernetikçi olur mu? Olmaz mı? Kimi sibernetikçi kabul edeceğiz? Sibernetik'in babası Wiener'i Sibernetikçi kabul edebilir miyiz?

Aurel David'in anlayışına göre sibernetikçi olabilmek için akla geleme-yen en karışık teklif ortaya atılacak, örneğin hiç olmayacak duygusu veren bir olay, aya çıkmak, atomun parçalanması ya da henüz yapılmamış olan çıkmış bir gözün yerine göre mihaniki bir gözün takılması gibi. Siz sibernetikçi iseniz «Bu pekâlâ mümkün olabilir diyeceksiniz Bu cevabı verdiniz mi? tam sibernetikçi anlayışına sahipsiniz demektir. Nasrettin Hocanın yoğurdu göle atıp ya tutarsa hesabı

Bu anlayışa göre galiba Wiener sibernetikçi değil. Sibernetiğin babası ama sibernetikçi olan galiba oğulları Çünkü Warren Weaver ona «Tercüme matinesi yapılabilir mi ?» diye sormuştu. «Galiba harbin etkisi altında kaldın, böyle şey olmaz.» diye cevap vermişti. Daha bunu demeye kalmadan tercüme makinesi ortaya atıldı. Daha doğrusu dijital kompüterler tercüme yapacak şekilde programlanmaya başlandı ve programlama araştırmaları hala devam ediyor. Kimine göre büyük bir başarı Kimi de «Siz bu gülünç şeye tercüme makinesi demekten utanmalısınız», diyor. «Wiener tercüme makinesi yapılamaz derken yerden göğe kadar haklı idi...»

**İyimser ile kötümser farkı:** Biri yarı boşalmış viski şişesine bakarak «Oh! Ne İyi daha içecek yarım şişem kaldı» diyor, diğeri «Ne yazık, diyor, şişenin yarısı bittil.»

**Ben galiba gene soruyu anlamadım:** Kusura bakmayın ben galiba gen« soruyu anlamadım. Bana öyle geliyor ki şahane otomatik makinelerden bahsetmemi istiyorsunuz: Vücut elektriğinden yararlanarak, beyinden gelen emirle çalışan takma kol ve bacaklardan, körlerin kulak yolu ile kitap veya gazete okumasını sağlayan aletlerden, insan sesi çıkararak kendi kendine konuşan makinelerden, cisimleri intizama sokan yapma el-göz tertibatlarından, İnsan sesi ile aracısız daktilo yazan aletlerden, bozuk yerlerine hücreler taşıyarak canlılar gibi kendi kendilerini tamir eden aletlerden, Nasrettin Hocanın doğuran kazanları gibi kendilerinden üstün yavrular doğuracak ve bize yapılacak hiç bir iş bırakmayacak şekilde tasarlanan ancak hayalde mevcut olan kompüterlerden bahsetmemi istiyorsunuz gibi geliyor bana. Sonra da soracaksınız. Bunlar sibernetiğin icadı mı?

Bu anlattıklarımın sonuncusu hariç, diğerleri az çok yapılmıştır. Soruya tam bir cevap veremeyeceğim. Soruyu biraz değiştirelim. Bu filler, bu balinalar, bu kartallar, bu yarasalar, bu yılanlar, bu çıyanlar, bu insanlar biyolojinin icadı mı sorusunu sormaya benzer. Eğer sibernetik bir temel bilim gibi kabul edilirse, genel olarak bütün otomatik makinelerden -biyolojik ve sosyal makineler dâhil- bahseder ve temel kanunlar çıkarmaya çalışır. Ashby'nın kitabı temel bilim havasında yazılmış. Sibernetik'in tatbiki olan kısmı çeşitli bilimlerden yararlanarak, yeni aletler yapmaya, yani idarecilik sistemleri, yeni imalat sistemleri yapmaya çalışır. Bu gibi çabalar daha çok teknolojiye girer.



Doğuran kazan

Wiener'in tutumu, hem temel bilim adamı hem de uygulayıcı gibi Sibernetikle ilgili el atmadığı konu yok gibi, sinir sistemi hastalıklarından ataksi'yi, bazı adale kasılma tipini, kalbin bazı hastalıklarını sibernetik açısından incelemiştir. Yani makinelere uygulanan bazı matematik düşüncelerin canlıların davranışını izah edip etmeyeceğine bakmıştır. Olumlu gibi görünen bu çalışmalar başka araştırmacılar tarafından teyid edilmemiştir. Psikoloji ve fizyolojiyi ilgilendiren idrak konularında çalışmış, sonunda sosyologların teşviki ile sosyal olaylara el atmış ve durumu son derece ümitsiz görmüştür. Haberler yalan yanlış aksettirildiği için, kontrol biliminin büyük devletlerin kontrolünde yapacak fazla bir şeyi yoktur sonucuna varmıştır. Analog bir kompüterle çalışmaya başlamış ve dijital kompüterlerin gelişmesi için başlıca prensipleri ortaya atmıştır. Sonradan bu fikirlerinin uygulandığını gör-

müşse de kendi etkisinin ne derece olduğunu kestirememiştir. Kendisi bu fikirler zaten havada vardı diyor.

Sibernetikten doğan biyonik bilimi (Bilim ve Teknik, sayı 29. sayfa 6) biyolojiden esinlenerek teknik sorulara cevap bulmaya çalışıyor. Tabiat aynen kopya edilmez, ondan ilham alınır. Bir biyolog, bir matematikçi, bir fizikçi veya mühendis birlikte çalışırlar. Sinir hücreleri (nöron) gibi çalışan kısımları birleştirerek kompüterler yapmışlardır. Bazı kelebeklerin yarasadan nasıl korunduğuna bakarak uçaklarda radara karşı savunma sistemleri yapmaya çalışıyorlar. Kurbağa gözünden yararlanarak, beyin benzerleri yapmışlardır. Bu makinenin ilginç yönü makina lisanına ihtiyaç duymadan dış âlemden aldıkları bilgileri tefsir etmesidir. Bilindiği gibi dijital kompüterlerin çalışabilmesi için bilgiler ikili sayı sistemlerinden ibaret şifrelere çevrilmelidir. Türkiye'de sibernetikle uğraşan ve yerinde olarak Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumundan ödül almış bir araştırmacı var gibi geliyor bana: Dr. Erol BAŞAR. «Kan basıncının otheregölasyonu» konusunda kompüter programlaması yapmış ve bir nazariye ortaya atmıştır. Eğer kendisini sibernetikçi kabul ediyorsa bana sorulan soruya kendisinin cevap vermesini isterdim. Daha aydınlatıcı olurdu.

Elektronikçilerin, haberleşme bilimi ile uğraşanların çoğu kendini sibernetikçi kabul etmezler. Buna rağmen ortaya attıkları makineler sibernetiğin alanına girer.

Sibernetikçilerin biyoloji ile ilgili fikirlerinin fazla rağbet görmemesine karşılık otomatik makinaların yapımı, miniatürizasyonu son derece çabuk oluyor; bütün bunlar yerli veya yersiz sibernetik kelimesi altında toplanıyor, tıpkı hayat olaylarının biyolojik kelimesi altında toplanması gibi.

Bunlardan hiç bahsetmek istemiyordum. Zaten insanın büyülenmeye eğilimi var. Böyle akıl durduracak makinelere bakınca «Bunları biz yapamayacağımıza göre ne diye ilgilenelim. Bunlar çok karıcık şeyler.» diye düşünülebilir. Sonuç olarak yabancılık duygusu yaratılmış olur. Aşırı hayranlıkla eninde sonunda aynı neticeye götürür.

Ben sibernetiği benimsediğim gibi, sevdiğim gibi, memleketimizin şartlarında kullanılabilecek Şekilde tanıtmak istiyordum, Bence sibernetiğin en önemli yanı öğretimdir. İyi bir öğretimle, düşünceyi uyanık tutan bir öğretimle çok Şey yapılabilir gibi geliyor bana.

Birçok konuları anlamadığı için sıkıntı duyan bir öğrencinin hayali daima beni takip eder. Bütün yazılarımı onun için yazarım. İsterim ki küçüklük duygusundan sıyrılsın, dünyaya başka bir açıdan bakmaya alışsın. Öğrenemediği, anlamadığı Şeyler için kendini suçlamasın. Bilim kitaplarının da iyi yazılmadığını bilsin. Bilim adamlarının da birçok Şeyleri kavramadığını öğrensin. Derslerini ezberlemesin, anlansın, öğrendiğini tatbik edebilsin.

Öğrenmenin başlangıcı bence yerinde ve zamanında uygun sorular sormaktır. Ve haberleşme teorisi, güzel, yerinde soru sormayı öğreten bir teoridir. Ayrıca anlayarak veya anlamadan uygulama imkânlarımız ne kadardır? Gibi sorulara değinmeye imkân verir. Güzel ve yerinde sorular nasıl bilimin ilerlemesini kolaylaştırıyorsa -örneğin Galile ışığın hızı var mı? diye sormuştu- yanlış sorular da bilimin ilerlemesini güçleştiriyor.

Haberleşme teorisi sinir sisteminde anlaşılmayan birçok Őeylerin yanlış ortaya atılmıŐ sorulara bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Örneğin, iç etkilere rağmen dıştan gelen bilgilerin (ışık veya ses gibi) nasıl bozulmadan ilgili merkezlere ulaŐtıđına Őaşılıyordu. Haberleşme teorisinin hesaplarının sonuçları bunda ŐaŐacak bir Şey olmadığını, sorunun yanlış ortaya atıldığını göstermiştir.

Mahkemelerle ilgili mantık bilmeceleri, böyle durumlara kafası takılan öğrencilere yol göstermek, beyinin her zaman iyi çalışmadığını, mantığın tahdit edilmiş olduğunu anlatmak için ele alınmıştır. Bu mantığı kullanmayacağız anlamına gelmemeli, kusurlarını bilerek kullanacağız anlamına gelmeli. Bir araba suda yüzmüyor veya havada uçmuyor diye atmak gerekmez. Onun kullanılabileceği alanlar vardır Bir kompütereye bir mantık bilmecesi (paradoks) sormuşlar. Zavalıcık bir doğru, bir yanlış diye bir cevaptan ötekine

atlıymuş. Makineler de uygun olmayan sorular karşısında şaşırıyor. Onların da mantıkları bizimki gibi kusurlu.

Haberleşme teorisinin bir özelliği var: haberleşmeyi etkili kılmak için önemli olanı ayırıp seriveriyor ortaya.

Haberleşme teorisi deyince kalabalık içinde gerekli olanı seçmeyi hatırlatan iki fıkra aklıma gelir. Bunlardan biri bir kızıl derili ile ilgili. Soyadını değiştirmeye gider. Nedenini sorarlar. «Çok uzun» der «Yüksek dağların üzerinden son süratle geçen şimendifer oğlu.» «Peki, şimdi nasıl çağrılmak istiyorsun ?».

«Düüüüt !!!».

Diğeri de bir Nasrettin Hoca fıkrası. Nasrettin Hoca bir şehrin mezarlığında «Üç gün yaşadı öldü», «iki gün yaşadı öldü» diye yazılar görür. Merak eder sorar : «Burada hep küçük çocuklar mı ölüyor ?» «yo, derler, bu gördüğün 101 yaşında, diğeri 90 yaşında öldü. Biz ancak mutlu yaşadığı günleri yazıyoruz!».



«O halde ölürsem» der Nasrettin Hoca «benim için doğmadan öldü deyiniz».

Bu fıkraların haberleşme teorisi ile ilgisini düşünün. Çünkü gelecek yazılarımızda uzun uzun haberleşme teorisinden bahsedeceğiz.

«Hiç yaşamadan öldü.»

# DÜNYANIN EN AKILLI ADAMI

## Haber İletimi ve Nasrettin Hoca:

**H**aberleşme teorisi hemen benimsenecek bir teori değil. Bizi ilgilendiren, bir beyinden diğer bir beyine bir anlamın uygun olarak aktarılması ve bu aktarılmış olan anlamdan gaye belirli bir iş yaptırmaksa, o işin aynen uygulanmasıdır. Kitap istediğimiz bir arkadaş onun yerine bardak getirirse, tam bir anlaşmaya vardığımızı iddia edemeyiz. Weaver haberleşme (communication) terimini en geniş anlamı ile kullanıyor: Bir beyinin diğer bir beyini etkilemesini sağlayan bütün işlemler. Bunlar sadece yazılı veya sözlü bilgi aktarmaları değil, aynı zamanda müzik, şekilli sanatlar, tiyatro, bale veya kısaca bütün karşılıklı işaretleşmeler, yani insan davranışlarıdır.

Bazen terimi daha da genişletmek gerekiyor: Bir mekanizmanın diğer bir mekanizmayı etkilemesi. En bilinen örnek olarak radyo istasyonunun radyoyu etkilemesi.

İnsanı aradan kaldırıncı haber iletiminin mana ile de ilgisi kalkmış oluyor. Çünkü radyodan çıkan ses dalgalarını, kitaptan gelen ışık dalgalarını mânalandıran insandır. Buna karşılık konu daha tam ele alınabilir, daha bilimsel oluyor ve ondan birçok dersler alınabiliyor.

İnsan Faktörünün araya karışmasının ne gibi yanlış tefsirlere yol açabileceğini belirtmek üzere bir Nasrettin Hoca fıkrası anlatalım.

Bir keşif Nasrettin Hocanın bulunduğu şehre gelir. Dünyanın en akıllı adamını arıyormuş. Nasrettin Hocayı karşısına çıkarırlar. Keşif bir daire çizer. Nasrettin Hoca bir çizgi ile bunu iki eşit kısma böler. Keşif bu çizgiye ortasından bir dik çizer. Nasrettin Hoca dörde ayrılmış olan dairenin üç kısmını işaret eder. Keşif parmaklarını birleştirerek yukarıya doğru birkaç el hareketi yapar. Nasrettin Hoca ise aynı hareketleri yukardan aşağıya doğru tekrarlar. Keşif: «Evet» der kendi diliyle «gerçekten dünyanın en akıllı adamını buldum: Dünya yuvarlak mıdır? Diye sordum. Hem de ortasından ekvator geçer diye cevap verdi. Dünyanın kara su oranı ne kadardır? Diye sordum. Dörtte üçü sudur diye cevap verdi. Bu su buharlaşırsa ne olur? Diye sordum. Yağmur şeklinde tekrar yeryüzüne döner diye cevap verdi».

Bir de olayı Nasrettin Hocadan dinleyelim : «Bu adam oburun biri. Bana bir tepsi baklava gösterdi, yarısı benim olacak, dedim. Baklavaları dörde böldü. Bu sefer dörtte üçü benimdir, dedim. El ile işaret ederek alevi alttan hafif gelmeli, dedi. Ben de üstüne fındık fıstık ekersek çok nefis olur, dedim».

Aynı işaretlerin çeşitli şekillerde yorumlanabileceğini anlatması bakımından çok ilginç bir fıkra. Ayrıca acı bir yönü var: Batı bilimsel düşünceyi benimsemişken, bizim fikir seviyemiz mideden yukarı çıkmıyor demek isteyen sert bir tenkit. Diğer bir yönü de «Dervişin fikri ne ise zikri de odur» sözünü hatırlatması. Mana anlamının kafa içindeki ön hazırlığa bağlı olduğunu anlatması.

Aynı işaretleri çeşitli şekillerde yorumlamak mümkünken bir de işaretlerin değişik bir şekilde ulaşmasının ne gibi karışıklıklara sebep olacağını varın siz düşünün. Ulaştırma bilimi ilettiği bilginin anlamı ile uğraşmaz, o bilgiyi hiç değiştirmeden aynen uzak mesafedeki bir yere nakletme problemleri ile meşgul olur. Bu mesaj ister bir cümle olsun, ister müzik, ister televizyondaki bir hayal veya kompüterin hafızasındaki belirli bir yere ulaşacak bir emir olsun, ulaştırma teorisi bu bilgilerin (information) değişmeden ulaşması problemleri ile uğraşır.



**Zenon ve Logaritma:** Bilmeden logaritmik düşündüğümüz için birçok olayları anlayamıyoruz. Olmayacak yerde bilinçsizce logaritmayı kullandığımız için çarpacak yerde topluyor bir doğru ile gösterilmemesi gereken olayları doğrusalmış gibi düşünüyoruz. Bu karıştırma yüzünden birçok hesaplarda logaritmik ifade kullanmanın niçin doğrusal bir netice verdiğini kolaylıkla anlayamıyoruz. Üst ile logaritmanın aynı anlama geldiğini belki hatırlatmak gerekmez.



**Dünyanın en akıllı adamı.**

Bir sayının logaritması belirtilmiş bir tabana göre onun üstlerle ifadesidir. En çok kullanılan taban 10'dur. Yüzün logaritması 2'dir çünkü  $10^2$  yüze eşittir ve 10'un iki defa kendi kendisiyle çarpılmasıyla yüz elde edildiğini anlatır. Genellikle iki durum arasında seçim yapıldığı için birçok hallerde 10 tabanı yerine 2 tabanı kullanılır. Bu takdirde 2 dördün logaritması olur.

Bütün söylediklerimizi bir örnekle açıklayalım. İki hücre bölününce dört hücre elde ederiz. Bu dört hücre bölününce sekiz hücre verir ve bu sekiz hücreden 16 hücre elde ederiz. Gide gide bu çoğalma korkunç bir hızla artarken biz sanki her bölünme ile bir tek hücre ilâve ediliyor şeklinde düşünmeye eğilimliyiz. Birer birer artan hücreler değil logaritmalardır. Söylediklerimiz kanıtlayan güzel bir soru var:

Bir havuzun su yüzeyinde bulunan bir çiçek her gün iki misli büyüyor. Beş günde havuzun yarısını kapladığına göre bütününü kaç günde doldurur?

Buna «6 günde» diyecek yerde çoğunlukla 10 günde cevabı verilir. Nemat her gün iki misli arttığı halde biz iki tabanına göre logaritmik artıyor-

muş gibi düşünüyörüz (artış 2, 4, 8, 16 diye giderken bunun iki tabanına göre logaritması 1, 2, 3, 4 diye gider).

Zenon logaritmanın anlamını bilseydi şimdi anlatacağımız paradoksu ileri sürmeyecekti. Zenon'a göre düşen bir taş hiç bir zaman yere ulaşmamalı. Çünkü bu taş önce kendi ile yer arasındaki mesafenin yarısını, gene geri kalan o mesafenin yarısını, gene bunun da yarısını kat ederek bu işlem sonsuza kadar devam edecek. Mantıki gibi görünen bu düşünce hesaba kitaba vurulursa ne kadar saçma olacağı anlaşılır. Bu yarımlar son derece süratle küçülmektedir 10 tekrardan sonra mesafenin ancak binde biri kalmıştır ( $2^{10} = 1024$ ). Böylece bu mesafe küçüle küçüle en küçük bir cisimle pratik olarak bölünmeyecek hale gelir ve göz, eğer kalmışsa, bu aralığı fark edemez. Nicel ve nitel düşünce arasındaki farkı belirtmek için bu örneği seçtim.

**Bilginin (information) ölçüsü:** Haberleşme teorisine göre bilginin ölçüsü var. Bu ölçü bilginin anlamı ile ilgili değil, ona erişme güçlüğü ile orantılıdır. Yalnız ayakkabı bulunan bir dükkânda kolaylıkla ayakkabıyı buluruz. Bunun için bilgiye ihtiyacımız yok. Ama dükkân çok büyük ise ve birçok kısımları varsa, ayakkabı kısmını bulana kadar birçok soru sormalı, birçok bilgi edinmeliyiz. Bir topluluk ne kadar çeşitli ise her bir çeşide erişmek onu tahmin etmek o kadar güç, onu tahmin ettikten sonra elde ettiğimiz bilgi o kadar fazladır.

Başka bir örnek, eğer telefonda bir tek bağlantı varsa, derhal karşı tarafı bulurum. Bağlantıların sayısı arttıkça karşı tarafı bulmam güçleşir. İstanbul gibi bir milyon numara bulunan bir yerde rehber bakmadan bulmam imkânsız olur. Bilginin ölçüsü çeşit sayısı değil, o sayının iki tabanına göre logaritmasıdır. Eğer her bir çeşide aynı sıklıkla rastlarsam, bu söylediğimiz tamamen doğru olur. İki tabanına göre logaritma evet veya hayır şeklinde cevap alacağım sorulardan kaç tane sormam gerektiği hakkında bir fikir verir. Her soru iki şıktan birini ayırmama imkân verir. Böylece imkânları ikiye böle böle aradığım bilgiye ulaşırım. İkili sayı sistemine **Binary digit** denir İngilizce. Bilginin ölçüsü **BIT** bu kelimelerin kısaltması ile elde edilmiştir ve gerekli seçimlerin adedi hakkında bilgi verir. Bir örnekle açıklayalım.

Evet ve Hayır cevaplarından yararlanılarak belirli bir hedefe varıan bir oyun var. Örneğin 32 harf içerisinde arkadaşınızın aklında tuttuğu harfi bulacaksınız. Eğer matematik düşünceli iseniz harflere a'dan başlayarak 1'den 32'ye kadar numara verebileceğinizi hatırlarsınız. Ondan sonra yapacağınız iş tıpkı Zenon'un yaptığı gibi grubu ikiye tekrar ikiye bölmektir. Kafanızdaki harf alfabenin üst yarısında mıdır? diye sorarsınız. Evet, cevabını almışsanız, üst 16 harfe bakarsınız. Hayır, cevabı aradığınız harfi alt 16 harf içinde sıkıştırmanıza imkân verecektir. Bulduğunuz grubu aynı şekilde ikiye bölmekle harfler sekize aynı şekilde devam ederek dörde, ikiye nihayet bire yani aradığınız harfe düşecektir. Beş soru sorduktan sonra aradığınız harfi bulduğunuza dikkat ediniz. 32'nin iki tabanını göre logaritması 5 tir ( $2^5 = 32$ ).

İlerde de göreceğimiz gibi bu şekilde bir ölçüye sahip olmak ulaştırma teorisi bakımından çok önemlidir.

Bunun ayrıntılarına girmeden evvel bilgi ulaşım için gerekli olan genel şemayı özetleyelim.

**Ulaşım Şeması:** önce bir mesaj vardır. Diyelim ki spikerin okuduğu mesaj. Bu mesaj radyo vericisi tarafından şifreli bir hâle sokulur. Bu şifre kavramı telgrafta daha çok göze çarpar, çünkü hepimizin bildiği gibi mesaj mors alfabetine çevrilir. Hâlbuki radyoda bu şifreleme elektromanyetik dalgalarda bir modülasyon (bazı değişiklikler) yapmak şeklinde olur. Mesaj telgrafta tel ile, radyoda elektromanyetik dalga tarafından nakledilir. Bu nakil esnasında arzu edilmeyen bazı yabancı değişiklikler de eklenebilir. İki istasyonun karışması, parazitler vs. gibi. Buna gürültü derler. Radyoda elektromanyetik dalgalar, telgrafta tel nakil ortamı vazifesi görür. Bu ortama kanal derler. Demek ki kanal gördüğü vazife bakımından tarif edilmiştir. Yoksa şekli veya mahiyeti bakımından değil. Nihayet kanal şifreli mesajı alıcıya iletir (radyo veya telgraf alıcısına). Bu da şifreyi orijinal hale getirir. Yani radyoda tekrar sese çevirir, telgrafta bildiğimiz alfabeye. Nihayet radyonun sesi kulağa yani dinleyiciye, telgraf da gece yarısı birisinin uykusunu kaçırmaya gider.

Bu şema bütün bilim kolları için önemlidir. Bütün bu anlattığımız safhalar yalnız haberleşme bilimi için değil, bütün bilim kolları için çok önemlidir. Bazı örnekler verelim:

Moleküller bildiğiniz gibi başlıca elektron, proton adı verilen elektrikle yüklü parçaları bulunan atomlardan yapılmıştır. Elektronlar ışık emerek yer değiştirirler, emilen ışıkların dalga boyları ve emilme dereceleri maddeden maddeye değişir. Buna dayanarak moleküllerin bünyesini tanımak kabildir. Işığın emilme şiddeti fotoselle -ışık şiddetiyle orantılı olarak elektrik cereyanı geçiren hücreler- yardımı ile ölçülür. Geçen cereyanın çeşitli dalga boylarında azalıp çoğalmasına göre bir eğri elde edilir. Bu eğri adeta molekülün gönderdiği haberin şifresidir. Bu şifrenin şeklini daha evvelki deneylerden biliyorsak molekülü -bir karşılaştırmadan sonra- tanıyabiliriz.

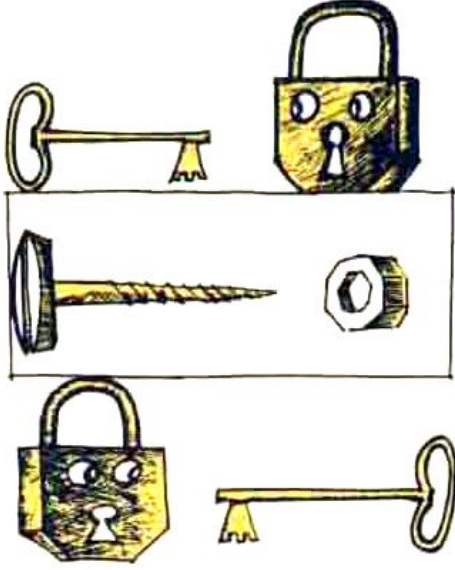
**Esrarengiz Kolye:** Bir canlının vasıfları hücrenin çekirdeğinde bulunan iplik şeklinde bir cisim olan kromozomlar tarafından kontrol edilir. Bunlar kalıtım maddeleridir. Bu vasıfları tayin eden genler, kromozom denen ipliklerde adeta kolyede boncukların dizilişi gibi sıralanır. Her bir gen bir vasıf tayin eder -kabaca söylüyorum- kanat şekli, göz rengi, ten rengi vb. Şimdi yapılmayacak duygusu veren bir şeyi merak ediyoruz. Bu ancak mikroskopla görülen kromozomlarda genlerin sıralanışını merak ediyoruz. Yani boncukların kolye içindeki yerlerini.

Bu sorunun cevabı Morgan ve arkadaşları tarafından 32 harf içinde birini bulma tekniğine benzer bir şekilde çözüldü. Her hücrede kromozomlar aynı görevi gören çiftler şeklinde toplanmıştır, örneğin 23 çift. Bu çiftler, biri babadan diğeri anneden gelmek üzere yanyana bulunur. Cinsiyet hücrelerinde durum farklıdır. Anadan veya babadan gelen kromozomlardan biri tamamen tesadüfi olarak hücreyi terk eder. Böylece aynı vazifeyi görmek üzere ancak tek kromozom kalır ve cinsiyet hücrelerinde kromozom sayısı yarıya düşer. Ancak iki hücre birleştikten sonra (dişi ve erkek) bu sayı tekrar normal sayıyı bulur.

Cinsiyet hücreleri teşekkül etmeden önce ender de olsa, aynı görevi gören anadan ve babadan gelen kromozomlarda bazı kaynaşmalar olur. Babadan gelen kromozoma ait bir parça anadan gelen kromozoma ait aynı genleri taşıyan bir parça ile yer değiştirir. Aynı boy ve şekilde biri kırmızı, diğeri yeşil iki tesbih düşünün; bu değişiklik olduktan sonra yeşil tesbihin örneğin 4, 5, 6 ve yedinci boncukları aynı bölgedeki kırmızı boncuklarla yer değiştirecek, böylece yeşilli kırmızılı iki tesbih elde edeceğiz. Her çiftten biri cinsiyet hücreleri teşekkül ederken atılacak ve kromozomların sayısı yarıya inecektir. Özetlersek bir kromozoma ait bir parça (bir kaç gen veya boncuk) diğer kromozoma geçecek ve tecrübe sineklerde yapıldığı için bunlarla ilgili vasıf değişikliği yeni nesilde belirecektir. İki boncuk birbirinden ne kadar uzaksa bunların diğer kromozoma birlikte geçme ihtimali o kadar azdır. Buna dayanarak genlerin sıralanış haritası yapılabilir. Gen sıralarını alfabe sırasına benzetererek a ile z çok uzakta oldukları için bunların diğer gene birlikte geçme ihtimali çok azdır, çünkü bunlar kopmadan sonra yan yana bulunamayacaklardır. Hâlbuki a ile b'nin veya b ile c'nin kopma esnasında birlikte sürüklenmeleri ihtimali çok fazladır çünkü bunlar yan yanadır diye düşünebiliriz, a'nın b'den ayrılması ihtimali a'nın c'den ayrılması ihtimaline nazaran daha azdır çünkü b. a'ya c'ye nazaran daha yakındır. Genler arasındaki uzaklık arttıkça ayrılma ihtimallerinin artacağına bakarak, sineklerde yapılan binlerce tecrübeden sonra genlerin kromozom içindeki sıralanma haritaları başarı ile yapılmıştır.

**Genetik Şifre:** Hücrenin çekirdeğinde bulunan kalıtım maddesi olan kromozomlar başlıca DNA'dan yapılmıştır. DNA denilen maddede canlının bütün ileriki değişikliklerini kontrol eden 4 cins molekül vardır. Bu dört molekülün değişik şekillerde sıralanışı, çeşitli canlıların değişik şekillerde farklılaşmalarını sağlar. Kurbağa yumurtasından kurbağanın, insan yumurtasından insanın çıkmasının nedeni bu değişik sıralanmalardır. (Bak. Bilim ve Teknik, sayı: 28 Sayfa: 36)

Kafanızı yabancı isimlerle karıştırmamak ve bu olağanüstü olayla ilgili temel mekanizmayı çok basit bir şekilde vermek için bu dört maddeye



Şekil 2: Genetik Şifre

anahtar, kilit, vida, somun diyelim. (Gerçek isimler şunlardır Adenin (kısaca A). Timin (kısaca T) Sitozin (kısaca C). Guanin (kısaca G).

Anahtar kilitle birleşir (A-T) ama somunla birleşmez. Bunun gibi vida somunla birleşir (C-G) ama ne anahtar ne de kilitle birleşmez. Şimdi binlerce basamağı bulunan bir ip merdiven veya fermuar düşünün. Bu merdivenin her basamağı iki unsurdan yapılmıştır: Anahtar-Kilit, Kilit-Anahtar, Somun-Vida, Vida-Somun. Merdiveni (veya fermuarı) uzunluğuna ayırırsak ilk

dört unsur için, anahtar, kilit, somun, vida bulunan bir yarım merdivenle kilit, anahtar, vida, somun bulunan diğer yarım merdiven elde edeceğiz. Bu yarım merdivenlerden her birinin yanına kendilerine uyan unsurları (vida, anahtar vb.) tam yerlerine yerleştirerek, her bir yanından ilk orijinale benzeyen tam bir merdiven elde edebiliriz. Böylece ilk merdivenin eşi iki tane elde ederiz. Şekil'2 nin sol ve sağ yarımlarını sırasıyla elinizle kapatıp oralara nelerin gelebileceğini bulmaya bakın, neticede her bir yarım yardımcı ile baştaki tam merdiveni bulduğunuzu göreceksiniz.

Bu deneyi yapmaktan çekinmeyin, çünkü atom bombası ve aya çıkmak kadar önemli olan ve yirminci yüzyılı isimlendirecek nitelikte bir buluş hakkında fikir edinmiş olacaksınız.

Hücre bölünürken kromozomlar (uzun ip merdiven) bir fermuarın açılışı gibi kendisini teşkil eden iki kısma ayrılır. Fermuar biraz açılır ve ayrılmış olan her bir kısma onu tamamlayan unsurlar yerleşir (somun, anahtar vb.). Bu fermuar tam açılana kadar kısım kısım devam eder. Fermuar tam açılınca her yarım kromozomdan tam bir kromozom meydana gelmiştir. Fermuarın elle tuttuğumuz ve çektiğimiz kısmının vazifesini bir enzim yapar

(DNA'nın unsurlarını birleştiren enzim veya DNA polimeraz). Bu ip şeklindeki merdiven geręekte spiral şekilde bükülmüştür. Bu nokta bilimsel yöneden çok önemli ise de şimdi anlattıklarımızı açıklamak bakımından önemi yoktur. Bu yüzden üzerinde durmadık.

**Protein ve Enzim yapımını sağlayan şifreler:** Bu DNA merdiveninin yarısı her zaman kendi yarımını tamamlamaz. Bu yarımına çok benzeyen (Timin yerine Urasil bulunan) protein yapımında kullanılan RNA yarım merdivenini -benzer şekilde- yapmayı sağlar, ona kendisini tamamlayan kalıbı verir. Bu yarım merdiven (RNA) şekirdek dışında bulunan ribozom denilen cisimciğe bağlanır, onun tarafından çekilerek şekirdeği terk eder. şekirdek dışında protein yapımı ile uğraşır. Proteinler yirmi aminoasitten yapılmış (isterseniz yirmi boncuk diyelim) uzun zincirlerdir. Bu zincirler yüz ile on bin aminoasit ihtiva edebilirler. Vücuttaki kimyasal reaksiyonları tanzim eden ve sırası ile çalışmaları kontrol edildiği takdirde belirli bir yönde gelişmeyi sağlayan enzimler bu protein zincirlerinden yapılmıştır. Bu zincirlerdeki aminoasit sırası proteinin aldığı son şekil ve neticede enzimin görevi bakımından çok önemlidir.

**Hamallık yapan başka bir RNA:** Ribozoma bağlanarak şekirdekdeki DNA'nın kalıbını alan RNA dışında, daha küçük moleküllerden yapılmış bir RNA daha vardır. Bunlardan en az yirmi çeşit bulunmalıdır. Çünkü her biri değişik bir aminoaside bağlanarak onu taşır. Bu yüzden bunlara taşıyıcı RNA adı verilir. Bu taşıyıcı RNA'nın bir ucunda bulunan (anahtar, kilit, somun gibi) üç unsurun cins ve sırasına göre kendilerine bağlanan aminoasitler değişik olur. Bu üç unsur Ribozoma bağlı ve DNA'nın kalıbı olan RNA'nın kendilerini tamamlayan kısımlarına yerleşerek, beraber taşıdıkları aminoasitlerin tam yerlerini ve sıralarını bulmalarını sağlarlar. Böylece proteinlerin aminoasit sırası dolaylı olarak DNA tarafından sağlanmış olur.

Her bir taşıyıcı RNA, 4 harfli bir alfabeden (vida, somun, anahtar, kilit) 3 harf kullanarak (uçtaki 3 unsur) ayrı bir aminoaside bir isim vermiş olur. Bu üç yerden her birine 4 harf nöbetleşerek gelebileceğinden bu şartlar altında  $4^3 = 64$  değişik kelime yazma ihtimali vardır. Eğer bu hesabı

anlamadınızsa Bilim ve Teknik'te çıkan «Düşünmek Ya Da Düşünmemekte Direnmek» yazı serisini okuyunuz. Bu 64 kelime rahatlıkla 20 aminoaside isim vermeğe yettiği gibi, her bir aminoasidin birden fazla ismi de olabileceğini anlarız. Bu isimler öğrenilmiştir.

**Gürültünün işe karışması:** Mikroskopla (adi) görülemeyecek kadar küçük olan ve hastalık yapabilen cisimler olan virüsler başlıca RNA veya DNA zincirlerinden yapılmıştır. Bunlar hücreye yerleşince, hücrenin esas RNA'sı yerine kendi yararlarına protein yapmaya koyulurlar (kontrolü ellerine alırlar). Yani tıpkı haber iletirken gürültünün işe karışmasında olduğu gibi, örneğin radyoda iki istasyonun karışması. Radyoda gürültü o kadar zararlı değilken, burada ölüme bile sebep olur.

Kanser için de benzer bir mekanizma düşünülmektedir. Kanseri birçok hallerde virüsler yapmaktadır. Bu anlattıklarımız aynı antibiyotiklerin neden hem virüslere hem de kanserlere, urlara etkili olduğunu açıklar.

Haberleşme teorisinin niçin bilimin birçok dalında yararlı olduğunu bu bir kaç örnekle anlattık zannediyoruz.

Karar verme sanatı hakkında bir diplomat şöyle diyor:

Bir noktayı unutmamız lâzım: bütün kararlar  
verilinceye kadar karar daha verilmemiştir.

C. Crawford

Hiç bir toplumda genel kütüphane kadar demokratik bir yer yoktur.  
Oraya girmek için verilecek biricik ücret ilgiden ibarettir.

Bird Johnson



Her şeyi karıştırmalı, karmakarışık etmeliyiz.  
Aksi halde insanın zihni karışır.

MIGUEL D'UNAMUNO

**N**asrettin Hocaya sormuşlar: Niye insanlar sabahleyin işe giderken her biri ayrı bir istikamete gidiyor? «Bunu bilmeyecek ne var? Hepsi bir yöne gitse dünyanın dengesi bozulur.» diye cevap vermiş.

Azıcık değişikliklerle bu fıkra, Haberleşme teorisinde ve fizikokimyada çok önemli bir kavram olan entropi kavramı için çok güzel bir başlangıçtır.

Bu kavramın iki yönü var: Madde, enerji ve işe uygulanan fizikokimyasal kavram, bilgilere (information) uygulanan kavram. Bertrand Russell'in belirttiği gibi Rölativite teorisinden (Bağıllılık kuramı, görelilik kuramı) sonra maddelerin (veya enerjinin) maddeliği kaybolmuş, âdeta iki olay arasındaki ilişkileri belirten birer bilgi veya haber kaynağı olmuşlardır. Bertrand Russell'in talebelerinden olan Wiener'in entropinin bu iki yönünü birlikte ele alması tabîî karşılanabilir. Boltzmann ilk olarak entropi kavramını kaybedilen bilgiye (information) bağlamıştır. Haberleşme teorisinin baş yaratıcıları arasında bulunan Shannon bu kavramı bir bilgiye ulaşmak için gereken seçimlerin ölçüsü olarak geliştirmiştir. Birçok kitaplar yalnız Haberleşme teorisini ile ilgili olan kavramı ele alırlar. Diğerleri ise fiziko-kimyasal kavramı ele alırlar. Esaslı bir kafa hazırlığı olmadan bu iki kavramı birleştirmek güçtür.

Fizikokimyasal kavramı önce ele alıyorum. Çünkü batı memleketlerinde çok tartışılmakta olan ve oldukça eski olan bu kavram kitaplarla çoktan beri memleketimize gelmişse de önemi bildiğim kadar çok az kafalara girmiştir. C. P. SNOW «Bir aydının fizikokimyanın termodinamik bahsinin ikinci pren-

sibini bilmemesi, Hamleti tanımaması kadar eksiklidir.» demiştir. Bu ikinci prensip entropiden bahseder. Bu sözü biraz değiştirerek entropiyi bilmek Nasrettin Hocayı tanımamak kadar eksiklidir diyeceğim.

### **Eşeye Binmek ve Eşekten inmek:**

Nasrettin Hoca'nın 11 eşeği varmış. Eşeye binince hep 10 sayıyormuş, kendi bindiği eşeği unutuyormuş. Eşekten inince bu sayı 11'e yükseliyormuş. Sevinçle eşeye biniyor, bakıyormuş ki gene 10. Kaçan 11'incisini aramak istiyormuş, eşekten inince bakıyormuş ki gene eşekler 11. Çoğumuz bindiğimiz eşeği saymayı unutmasak bile, kendimizi saymayı unutturuz. Yani içimizde ortaya çıkan değişmeleri hesaba katmıyor, bunları dış âleme yüklüyoruz. Dış ve iç dünyalar sandığımızdan çok daha fazla iç içe girmiştir.

Orhan Veli'nin Dalgacı Mahmut şiirinde şu mısralar var:

Gökyüzünü ben boyarım  
Her sabah.

Bu satırların en şaşılacak yönü kelimesi kelimesine doğru oluşlarıdır. Bilmem Orhan Veli doğru söylediğinin farkında mı idi? Denizi maviye, kitabı kırmızıya, ağaçları yeşile boyayan bizleriz. Bunun gibi çeşitli boya ları da renklendiren bizleriz. Radyoyu seslendiren, taşın sertliğini, kadifenin, saçın yumuşaklığını duyan bizleriz.

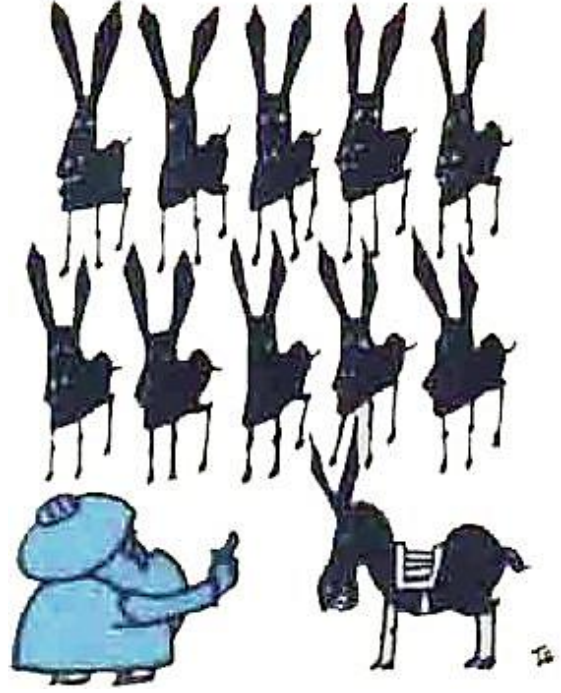
Gözlerimle görmeseydim inanmazdım sözü yanlıştır. Beynimle görmeseydim inanmazdım sözü daha doğrudur. Eğer gözlerimizle görseydik cisimleri ters ve ikiye ikiye görecektik. Çünkü cisimlerin hayalleri ters olarak ve her göze ayrı ayrı geliyor. Gözden gelen bilgileri değerlendiren beynimizdir. Dünyamıza renk, şekil ve buut katan beynimizdir. Işın garibi ışık gözümüze geldikten sonra etkisi orada biter. Beynimize giden ışığın gözümüzde yaptığı değişikliklerdir. Bu değişiklikler görme sınırları ile beyne iletilir. Bu siniri kesersek artık göremeyiz. Beynin görme merkezi bölgesi yaralanırsa gene göremeyiz. Yani demek isliyorum ki dış âlemden gelen bilgileri duyu organları vasıtası ile alıyor, onları kendimize göre değişik bir şifre

ile yorumluyoruz. Gördüğümüz dış âlem değil, kendi şifremizdir. Bu şifreye o kadar alışmışız ki onu dış âlemden ayıramıyoruz. İspat edilemeyen fakat mutlu olan bir olay var: İnsanlar ve memeliler benzer şifreler kullanıyor. Köpeğin dünyası renksizdir, ama şekilleri bizimkilere benzer. Tıpkı renksiz film seyrettiğimiz zamanlarda olduğu gibi.

Pencereden bakarken gördüğüm kırmızı bir çiçek mi? Yoksa o çiçekten gelen ışınların bende yarattığı değişiklik mi? Eğer bendeki değişikliği görüyorsam demek ki dış âlem diye gördüğüm kendimdir. Bu çerçevede düşünülürse «Her şeyi karıştırmalı karmakarışık etmeliyiz. Aksi halde insanın zihni karışır.» sözü görüyorsunuz ne kadar anlamlı oluyor. Kendimizi dış dünya ile karıştırdığımız için -yani kendi yerimize dış dünyayı koyduğumuz için- yolumuzu kolaylıkla buluyor ve gördüğümüz çiçeği koparabiliyoruz. Birçok konuların anlaşılmasında bu anlattıklarımın kavranılamamış olmasından ileri gelir. Dış âlemdeki bütün bilgileri iç şifremize çevirmek istiyoruz. Bu bilgilerin bazıları bu iç şifreye çevrilir, röntgen şualarının görülmemesi halinde olduğu gibi bazıları çevrilemez, o zaman onları anlamadığımızı zannederiz. Eğer bilimsel çabaların beyin içindeki kavramlar arasında -dış dünyaya da uygulanabilecek şekilde- bağıntılar kurmak olduğuna inanılırsa, madde ile haberleşme arasındaki farkın önemini kaybettiği ve her iki halde de bizim bilgilerle uğraştığımız tasarlanabilir.

### **Her şeyi Karıştırmak veya Maddelerle İlgili Entropi:**

Nefes aldığımız havayı nasıl tasarlayacağız? Biliyorsunuz ki odaya girdiğim anda rahatlıkla nefes almasam oksijen vücuduma girmez ve ölebilirim.



Sayıları 10 ila 11 arasında değişen eşekler.

Odanın çeşitli yerlerinde hemen hemen aynı miktarda oksijen var ki nadir haller hariç odanın her köşesinde aynı emniyetle dolaşıyorum. Oksijen oranı, çok fazla olursa gene rahatsız olacağım. Azot miktarı oksijenin 4 misli olmak üzere gene eşit şekilde odada dağılıyor. Nasıl oluyor da her tarafa aynı miktar azot ve oksijen düşüyor?

Bir kibrit kutusu alalım, içine bir bilye koyup karıştıralım. Kutuyu açtıktan sonra bilyeyi nerede bulacağımı önceden kestiremem. Bilye kutunun her tarafında bulunabilir. Şimdi bilye sayısını artıralım. Belirli bir sayıdan sonra bilyeler artık kutunun her tarafından bulunmaya başlar ve örneğin kutunun santimetre karesine ortalama olarak bir bilye düşeceğini söyleyebiliriz. Şimdi kutumuzu büyütelim 4 siyah bilyeye karşılık 1 kırmızı bilye düşecek şekilde çok miktarda bilye alalım. Siyah ve kırmızı bilyelerin karıştırmakla her tarafa eşit dağılmaya eğilimleri olduğundan bir müddet karıştırdıktan sonra her küçük bölgeye ortalama olarak 4 siyah bilyeye karşılık bir kırmızı bilye düşecektir. Bu bilyeleri ne kadar karıştırsak karıştıralım artık bu oranı değiştiremeyiz. Başlangıçta kırmızı bilyeleri bir tarafa, siyah bilyeleri başka tarafa koysak, yani düzenli olarak yerleştiresek, karıştırmakla her bölgede ortalama olarak 1/4 kırmızı bilye düşecek şekilde bir oran buluruz.

Artık daha fazla karıştırmakla dengeyi değiştiremeyiz. Olay en muhtemel olan istikamette yürümektedir. Düzendeki intizamsızlığa, tek yönlülükten çeşitliliğe. Bu intizamsızlığı elde ettik mi? geri döndürmek için bir miktar enerji harcamalıyız. Entropi düzensizliğin, çeşitliliğin ölçüsüdür. Nasrettin Hoca'nın dünyanın dengesi dediği hal buna benzemektedir.

Oksijenin azotla karışması, renkli bir maddenin bütün bardağa renk vermesi -örneğin çay- hep bu olaya dayanır. *Kimyagerlerin birinci vazifesi karıştırmaktır* sözü bu dengeyi hızlandırmak için söylenmiştir. Bir kap içindeki maddeler iyice karışmasa, terkipleri hakkında numune aldığımız yere göre değişik fikirler elde ederiz. Denge elde edildikten sonra ne kadar karıştırsak karıştıralım artık onu değiştiremeyiz. Çaya şeker katıp karıştırmazsak önce tatsızdır. Karıştırdıktan sonra bir tat almaya başlarız. Ka-

rıştırma tamamlanınca artık daha ne kadar karıştırırsak karıştıralım bu tadı değiştiremeyiz.

Görüyörsunuz ki gene «her şeyi karıştırmalı karmakarışık etmeliyiz. Aksi halde insanın zihni karışır.» sözü iyi numune almak isteyen kimyagerler için de geçerlidir.

Oksijen moleküllerini son derece küçük ve son derece hızlı hareket eden çift bilyeler gibi tasarlayabiliriz. Bilyelere hareketi veren ve karıştırmaya sağlayan ısıdır. Entropinin ısı miktarı ile ilgili bir tarifi var. Bu iki tarifi fazla matematik tafsilâta girmeden bağdaştırmak mümkün değil. Moleküllerden başlayarak veya fizikokimyasal (termodinamik) kavramları başlangıç olarak aynı formüller elde edilmektedir. Bu iki kavramı bağdaştırmaya matematik seviyeniz yükselmedikçe çalışmayasınız diye söylüyorum.

Termodinamiğin ikinci prensibi eş temperatürlü bir kaynaktan işe harcanmak üzere enerji çekilmeyeceğini anlatır. Enerjiyi işe çevirmek için kaynaklar arasında temperatür farkı olması gerektiğini ve bu fark ne kadar fazla olursa o kadar randımanlı işe yapılacağını belirten formüller verir. Buna dayanarak deniz üstü ve deniz dibindeki ısı farkından yararlanarak makineler yapmak için hisse senetleri satılmışsa da oraya para yatıranlar batmıştır. Dalgalar tesisleri parçalamıştır. Kafadaki teori ile pratik arasındaki farkı anlatmak için bunları söyledim. Cisimlerdeki ısı, sıcaktan soğuğa doğru aktığı ve sonunda yeknesaklık yaratıldığı için, bilmem kaç milyar sene sonra, kâinat hiçbir işe göremeyecek hale gelecek ve yaşamak mümkün olmayacak diye düşünönlöer var.

### **Bir Sistem Ne Kadar Düzensizse Onun Entropisi O Kadar Çoktur:**

Diyelim ki azot molekülleri katı halde bir tarafta bulunsun. Oksijen molekülleri de gene katı halde öbür tarafta. Bunlar düzenli oldukları için entropileri azdır. Zaman o şekilde işleyecektir ki bunlar birbiri ile karışacak ve toplam entropileri maksimum olacaktır. Katı maddedeki yeknesaklık gazdaki çeşitliliğe (moleküllerdeki çeşitli hızlar) ve düzensizliğe dönüşecektir. Nihayet gazlar karışarak denge elde edilecektir. Olaylar entropiyi artıran -en

muhtemel- yönde gelişir sözü bu olayı anlatmaktadır. En muhtemel sözü ile bir molekülün katı veya sıvı haline nazaran gaz halinde daha çok sayıda mikroskopik çeşitli durumlar alabileceği ve daha çeşitli durumlarda bulunabileceği kastedilmektedir. Görülüyor ki entropi düzensizliğin ve çeşitliliğin ölçüsüdür.

### **Entropinin Bilgi İle İlgisi ve Canlılık:**

Canlılar entropi kanununa itaat etmez görünüyor, karışıklıktan intizam yaratıyor. Karışık olarak vücuda giren gıdalardan kendilerine yarayanı alıyor taşa vs. dokunmuyorlar. Böbrekte süzülen idrardan gene kendilerine yarayanı geri alıyorlar ve bunlarla düzenli olan vücut yapılarını elde ediyorlar. Oksijeni kaptıkları halde azotu bırakıyorlar. Bunu yapabilmek için bunları ayırabilecek bilgiye sahip olmalıdırlar. Ayrılacak maddeler ne kadar çeşitli veya düzensiz ise bunları birbirinden ayırmak o kadar güç ve gereken bilgi o kadar fazladır. Bu işi enzimler yapmaktadır. Enzimler vücuttaki kimyasal reaksiyonlara uygun yönü verirler. Wiener enzimlerin çalışmasını Maxwell'in şeytancığının çalışmasına benzetmiştir.

### **Bilgi İle İlgili Entropi ve Maxwell'in Şeytancı:**

Maxwell hiç enerji harcamadan sıcaklık elde edebilecek bir tertibat düşünmüştü. Bir gazda çeşitli hızlarda uçuşan moleküllerden hızlı olanlar geçince bir şeytancık bir pencere açacak o molekül geçer geçmez pencereyi kapatacaktı. Böylece hızlı moleküller bir tarafta toplanacaktı. Eğer moleküller çeşitli hızda veya cinsten ise şeytancığın her birini ayırmak için sarf ettiği gayret o nispette artacaktır. Sonunda serseme dönüp bayılacaktır. Şeytancık her seferinde pencereyi iyi kapatıp kapatmadığını kontrol edecektir (Feed back). Bilindiği gibi bilginin miktarı, bir bilgiye varmak için sorulan soru miktarı ile ölçülmekte idi. Ne kadar soru ile o bilgiye erişirsek elde ettiğimiz bilgi o kadar fazladır. 32 harften belirtilmiş herhangi birini bulmak için harfleri numara sırasına sokup üst ve alt yanlarında mı olduklarını sora sora 5 soru ile aradığımız harfi bulacağımızı geçen sayfalarda anlatmıştık. 5 iki tabanına göre 32'nin logaritmasıdır ( $2^5 = 32$ ). Burada 32 çe-

şit vardır. Çeşit ne kadar artarsa düzensizlik ve entropi o kadar artacaktır. Tıpkı çeşitli kılıklar giymiş askerlerde düzensizliğin artması gibi. Her bir çeşidin entropiye katkısı ayrı ayrı hesaplanıp toplanacaktır. Toplam bilgi veya entropi 5 olduğuna ve elimizde 32 harf bulunduğuna göre her harfe düşen entropi katkısı  $5/32$  ( $= 1/32 \log 32 = -1/32 \log 1/32$ ) dir. Burada  $\log$  ile iki tabanına göre logaritma kastedilmektedir.  $\log 32$  ( $= 5$ ) değişik olarak,  $-\log 1/32$  şeklinde yazılabildiği için, genelleştirmeye daha müsait olan  $-1/32 \log 1/32$  sonucu elde edilmiştir.  $1/32$ 'nin otuz iki harf içinde birini elde etme ihtimali olduğuna dikkat ediniz. Bu ihtimalin hesaplanmasında her harfin eşit sıklıkta karşımıza çıktığı farz edilmiştir. Hâlbuki çeşitli dillerde harfler aynı sıklıkta kullanılmaz. Bir harfin kullanılması diğer bir harfin kullanılma ihtimalini çoğaltır veya azaltır. İki sessiz harften sonra üçüncü harfin sessiz olması Türkçede imkânsızdır. İki sesli harfin birbirini takip ettiği haller çok azdır. Bu yeni duruma göre bilgi miktarını (veya entropiyi) nasıl hesaplayacağız? Her bir harfin geliş ihtimalinin logaritmasıyla (iki tabanına göre) geliş ihtimalini çarpar, işaret değiştirerek sonuçları toplarsak yukarıdaki neticeyi genişletmiş oluruz. Bu söylediklerimizi şu formülle özetleyebiliriz  $\Sigma - P_i \log p_i$ . Burada  $p_i$  herhangi bir harfin ihtimali  $\Sigma$  ise sonuçlar toplanacak anlamına gelen işarettir. Böylece bilgiyi entropi cinsinden hesaplamış oluyoruz. Bu formül fizikokimyada kullanılan entropi formülünün benzeridir. Böyle yapmakla her harfin kendi ağırlığını (nisbi sıklığını) hesaba katıyor iyi bir ortalama alıyoruz.

### **Trafik Lâmbası ve Kısıtlama:**

Söylediklerimizi daha iyi açıklamak için eskiden verdiğimiz trafik lâmbası örneğine bu söylediklerimizi uygulayalım. Trafik lâmbalarında 3 renk kullanılır: Kırmızı, sarı, yeşil. Kırmızı ampul ya yanmış ya da sönmüş olabilir (Evet veya Hayır cevabı gibi). Sarı ve yeşil ampuller için de aynı şeyler söylenebilir. Yani her lâmba için iki durum vardır. Kısıtlama olmazsa yanmış lâmbayı 1 sönmüş lâmbayı 0 ile göstersek, şu durumlarla karşılaşacağız: 000, 001, 010, 100, 101, 110, 011, 111. Baştaki işaretin kırmızı, ortadaki işaretin sarı ve sonuncu işaretin yeşil lâmbanın durumlarına karşılık olduğunu

düşünerek bu sekiz durumu yüksek sesle tarif etmeye çalışın, örneğin 000 kırmızı sönük, sarı sönük, yeşil sönük. 010 kırmızı sönük, sarı yanık, yeşil sönük.

Bilindiği gibi trafikte bu sekiz imkân kullanılmaz, kısıtlamalardan yararlanır.

### **Katırın Gittiği Yere:**

Nasrettin Hoca bir katıra binmiş alabildiğine gidiyormuş. Nereye gidiyorsun diye soranlara «Katırın gittiği yere!» diye cevap vermiş. Eğer katırın gittiği yere gitmek istemiyorsak, katıra bazı kısıtlamalar uygulayarak onu eğitime tabi tutmalıyız. Yukarıdaki satırlarda uzun uzun kısıtlamanın öneminden bahsetmiştik orada kısaltmaların öğretim için şart olduğunu belirtmiştik. Lâmbalar rastgele yansa, bize fazla bir şey öğretmeyecek. Trafik işaretlerinde yeşil geç, kırmızı dur, sarı değişiklik olacak anlamına gelir. Sarı, yeşil, kırmızı ve kırmızı sarı olmak üzere dört durum vardır. Bu dört durumun da ortaya çıkma ihtimali aynı değildir. Bu örnek Ashby'nin kitabından alınmıştır: Bir dakikada yeşil ve kırmızı ışıklar 25'er saniye yansın, sarının yandığı iki durum 5'er saniye sürsün. Rastgele geçen bir yolcu % 42 ihtimalle yeşil ve kırmızı ışık durumları ile karşılaşacak ve % 5 ihtimalle sarı ışığın yandığı halleri görecektir. Bu dört durumun getirdiği bilgiyi (entropi) hesaplamak için her birinin ihtimalinin iki tabanına göre logaritması ile ih-

### **Katırın gittiği yer**





timalini çarpar ve başa eksi işareti koyarak bunları toplarız.

$-0,42\log 0,42 - 0,42\log 0,42 - 0,08\log 0,08 - 0,08\log 0,08 = 1,63$ . Demek ki kısıtlanmış halde lâmbanın entropisi 1,63 tür. Sonuç pozitiftir, çünkü kesirlerin logaritmaları negatiftir. İki tabanına göre logaritmayı bulmak için on tabanına göre logaritma cetveline bakar ve sonucu 3,32 ile çarparız. Böylece entropiye dayanarak bilgi değerini bulmuş oluyoruz (bit cinsinden).

Kısıtlama olmasaydı ve 3 lâmbanın alabileceği 8 durum aynı ihtimalle karşımıza çıksaydı ( $-\frac{1}{8}\log\frac{1}{8}$ )'i sekiz defa toplayacaktık. Sonuç  $\log 8$  olacaktı, bu da 3 bitlik bir bilgidir ( $8 = 2^3$ ). Hâlbuki kısıtlama halinde 1,63 bit bulmuştuk. Demek ki kısıtlama bir miktar bilgi kaybına sebep olmaktadır. Bütün bu hesaplarda entropiyi buluyoruz ve kısıtlamakla düzensizlik yerine bazı şekiller elde ediyoruz. Kısıtlanan bilginin kısıtlanmamış bilgiye oranı nisbî entropi diye isimlendirilir (örneğimizde 1,63/3). Bunu 1'den çıkarırsak tam yararlanmadığımız nisbî bilgiyi buluruz ( $1 - 1,63/3$ ). Buna «redundans» denir Türkçeye kalan olarak geçmiştir. Kısıtlama yüzünden çeşitli işaretler yerine aynı işaretlerin daha çok tekrarlanmasına ait bir ölçüdür ve şifre ekonomisi yapmakta bundan yararlanır. Bunun istatistiğe dayanan prensibi ileride anlatılacaktır, şimdilik kavramın anlaşılması için kaba bir örnek verelim. At binenin desem, kılıç kuşananındır demeye mecburum. At binenin sözü kısıtlamalar yapmış ve kılıç kuşananındır sözünün kullanılmasına sebep olmuştur. O halde mesajımda at binenin... desem siz kılıç kuşananındır sözünü anlayacaksınız. Böylece şifre ekonomisi yapabileceğim. Yalnız ata binerken atın gittiği yere gitmemeye dikkat etmek lâzım. Onu biz götürmeliyiz.

## RAMAZANIN 40'INCI GÜNÜ

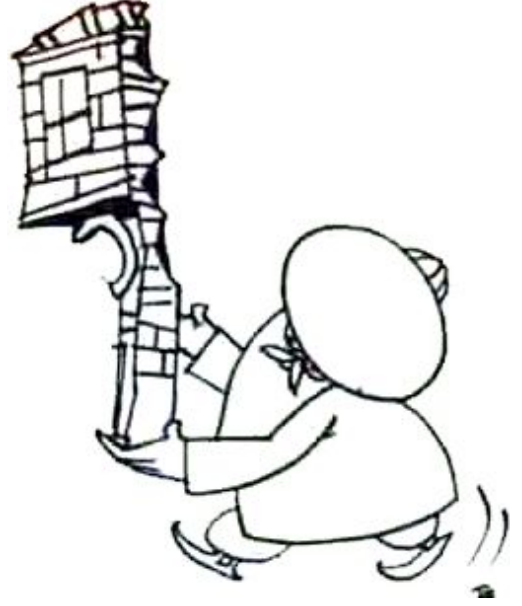
**K**ristof Kolomb Hindistan'a gitmek isterken Amerika'ya gitti. Gayesine vardığına inanmak istediğinden, Amerika'ya Hindistan ismini verdi. Zavalı Kızılderililer o gün bugündür Hintli olarak çağrılmaktan kurtulamadılar. İnsanoğlu yanlışlıklarını muhafaza etmekten son derece zevk duyan bir mahlûktur. Miguel D'UNAMUNO'nun belirttiği gibi «Yanıldım düzeltelim, demez.»

Nasrettin Hoca'nın da benzer fıkraları var: Ev fiyatlarının son derece düşük olduğu bir sırada evinin yarısını satmaya kalkar. «Ne yapıyorsun? Fiyatlar son derece düşük.» derler. «Evi satmaya mecburum.» der. Nasrettin Hoca, «Bu evin yarısı bana ait değil. Bütün eve o kadar sahip olmak arzundayım ki, evin yarısını satıp o parayla diğer yarısını satın alacağım».

**Freud'u hatırlamamak mümkün değil:** Gerek Kristof Kolomb gerek Nasrettin Hoca arzularının şiddetinden o kadar körleşmişlerdi ki işlerine gelmeyen noktaları unutmışlardı. «Bizi üzen hususları, baskı altında tutar, unutmaya çalışırız.» diyor FREUD.

Kristof Kolomb Hindistan'a varmamış olması ihtimalini hiç aklına getir-miyordu. Nasrettin Hoca evin yarısını satmakla, yarısının elinden çıkacağını düşünmek bile istemiyordu. İnsanın başı, nereye kadar gideceğini bileme-mekten, sınır koyamamaktan bir türlü dertten kurtulamaz.

**Ramazanın 40'inci günü:** Nasrettin Hoca'nın sınır koyma ile ilgili ve haberleşme teorisini en çok ilgilendiren hikâyesi bence Ramazan'ın 40'inci günü fıkrasıdır. Nasrettin Hoca Ramazan'ın kaçınıcı günü olduğunu unutmamak için, her gün bir köşeye bir taş koyuyor. Bunu gören kızı işin hızını beğenmemiş olacak ki avuç dolusu taşlar ilâve ediyor. Nasrettin Hoca Ramazan'ın kaçınıcı günü olduğunu öğrenmek isteyenlere cevap vermek için taşları sayınca başına gelen felâketi anlıyor. Hiç bozmadan : «Bugün Ramazan'ın 40'inci günü» diye cevap veriyor. «Nasıl olur ?» diyorlar, «Ramazan en çok otuz gün sürer». «Gene ben insafılı davrandım», der Nasrettin Hoca, «taşlara inanacak olsaydık, 120 demem gerekecekti.»

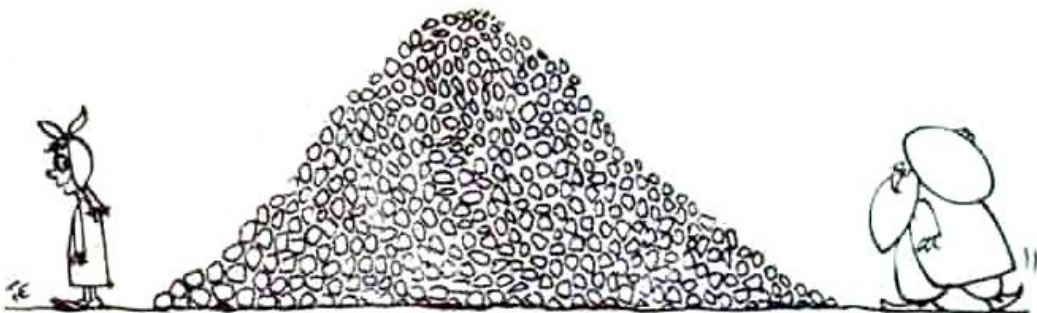


Tam bir eve sahip olmak için pratik bir usul.

Bu fıkranın Haberleşme teorisi ile çok ilgisi var. Hesap makinelerinin (dijital kompüter) en iptidailerini (çakıl taşları) kullanıyor. Haberleşme teorisinin savaştığı kavramlardan olan gürültü -başka yabancı mesajların işe karışması- noktasını ele alıyor (kızın taşlar ilâve etmesi). Nihayet haberlerin nasıl en uygun şekilde yayılabileceğini hesaplamak için hangi sınırlarda duracağımızı bilmemiz gerektiğini belirtiyor.

**Sınır koyma ve Bilim:** Bilim tarihi insanın sınırsız arzuları ile dopdoludur: Öklid geometrisinin ilk postulatını ispat etmek isteyenlerin, geceli gündüzlü ve hiç semere vermeyen çabaları, nihayet çeşitli geometriler ola-

### Ramazanın 40'inci günü



bileceği gösterilmesi ile sınırlandı. Devri daım makinesi yapmak isteyenlerin karşısına, termodinamiğin birinci ve ikinci prensipleri dikildi. Mutlak determinizme (gerekircilik) inananların karşısına, Kuantum mekaniği ve Heisenberg prensibi dikildi. Zamanın mutlaklığı fikri yerini eş zaman kavramının göreli olduğu fikrine bıraktı. Bütün lojik sistemlerinin elişmesiz bazı aksiyomlarla kurulabileceğine inananların karşısına, bunun böyle olup olmadığını ispatlamanın imkânsız olduğunu gösteren Kurt GÖDEL ıktı. Artık çalışmaya yeterli miktarda aksiyom bulunduran bir mantık sistemi, çelişmeli mi? değil mi? Bilemeyeceğiz. «Kusursuz mantık» sözü, anlamını kaybetti.

Ayrıca Kurt GÖDEL her lojik sistemde karar verilemeyecek sorular sormak mümkün olduğunu, bazı sorularda doğru veya yanlış diye karar vermenin imkânsız olduğunu gösterdi. Böylece Warren WEAVER'in belirttiği gibi ihtimal hesaplarına gün doğdu. Gerçi bir hüküm hakkında birçok hallerde doğru veya yanlış olduğuna karar veremiyorsak bile, derecesi belli bir emniyetle karar verebiliyor ve en muhtemel yönü seebiliyoruz.

Bu işin şaşılacak yanı şudur ki, bilgimize olan güvenimizi yitirdiğimiz nispette kudretimiz artıyor.

Bu belki de zaman geçtikçe nereye daha iyi basacağımızı öğrendiğimiz işindir. Eğer önümüzde bir uçurum varsa, «Ben hızımı alamadım, yürümeye devam edeceğim», demenin yeri yok. En iyisi geri çekilip başka bir yoldan hedefimize varmaya çalışmaktır.

### **Haberleşme teorisi ve iş ekonomisi:**

Haberleşme teorisinin ortaya attığı entropi kavramı, neredede durmamız gerektiğini belirterek iş ekonomisi yapmamıza imkân veriyor. İşlemlerin yalnız sıralarının değişmesiyle nasıl iş ekonomisi yapabileceğimize bir örnek verelim. İki dilimin tek yüzlerini kızartabilen bir tost makinemiz var. 3 ekmekek dilimi kızartmak istiyoruz. Evvel iki dilimin birer yüzünü koyarsınız. Sonra çevirir, diğer iki yüzü koyarsınız. Aynı işlemi 3nc dilim için de yaparsınız. Her yüzün kızarması, 5 dakika sürdüğünden sonuç 20 dakika elde edilir.

Şimdi bu işi daha fazla yorulmadan nasıl 15 dakikada yapabileceğimizi anlatalım. Sadece işlemlerin sırasını değiştirmekle. Önce iki dilimin birer yüzünü kızartırız. 5 dakika sonra dilimlerden birini çıkarır, diğerini çevirir ve çıkardığımız yerine üçüncü dilimi koyarız. 5 dakika geçtikten sonra bir dilimin iki yüzü ve diğer ikisinin birer yüzleri kızarmıştır. Sonuncu hareketle kızarmamış birer yüzü bulunan iki dilimin, bu yüzlerini yerleştiririz. Böylece 15 dakikada sonuç alırız. Görüyorsunuz ki hiç yorulmadan 5 dakika kazanmış oluyoruz. Alışkanlıklarımız birçok hallerde düşüncemizi kısıtlıyor. Böylece iş ekonomisi yapmamızı önüyor.

Kısıtlama, entropi, serbestlik derecesi. Entropi düzensizliğin, çeşitliliğin logaritma cinsinden tarif edilen ölçüsü. Çeşit ne kadar çoksa her bir çeşide erişmek için yapılacak seçimler o kadar fazla oluyor, böylece entropi bilginin (information) de ölçüsü oluyordu. Bir sistem ne kadar kısıtlanmışsa, o kadar düzenli (entropisi az), kısıtlama ne kadar azalır o kadar düzensizdir (entropisi çok). Bir kitabı hep aynı yere koysam çok intizamlı olurum; buna karşılık, kitabı koyacağım yerleri kısıtlamış olurum. Başka yerlere koymakla anlatmak istediğim imkânlardan, elde edebileceğim çeşitlerden yoksun kalıyorum. 6 zarı atarsam hepsinin 6 göstermesi ihtimali azdır. Birçok hallerde çeşitli bileşimler elde edeceğim. Çeşitli bileşimlerle karşılaşmam ihtimali, hep altı ile karşılaşma ihtimalinden daha fazladır. Daha çok düzensizlik elde edeceğim. Kendi kendine meydana gelen olaylarda düzensizlik (entropi) artar sözünün anlamı budur. Zamanın yönünü entropi tayin eder sözleri ile bu olay kastedilmektedir. Görülüyor ki zaman kendi kendine işlemeye bırakılırsa düzenden intizamsızlık yaratacak. Bir evin taşları yıkılacak ama hiç bir zaman taşlar kendiliklerinden üst üste gelip bir ev yapamayacaklar. Evde düzenlilik ve kısıtlama fazla, dağılmış taşlarda ise düzenlilik ve kısıtlama azalmıştır. Taşlar çeşitli yerlere taşınabilir. Çeşitlerin artması ile her bir çeşide ulaşmak için sormamız gereken soruların arttığını söylemiştik. Bunun gibi çeşitlerin artması ile bu çeşitlerle ifade edebileceğimiz çeşitli durumlar da artar, örneğin 1 den 6 ya kadar yazılı iki zar yardımı ile 6 değişik durum ifade edebilirim. Zarların bütün yüzlerinde sadece 6 sayısı bulundurarak kısıtlama yapsaydım -yani her yüze 6 yazsaydım- iki

zarla 36 yerine ancak bir durum gösterebilecektim (6,6). Kısıtlama ile entropi veya çeşitlilik azalıyor.

Trafik lambalarında 3 lamba ikişer durum (yanık, sönmük) gösterdiğinden 8 ( $2^3$ ), değişik çeşit yapabiliyor. Oysa pratikte yalnız 4 durumdan yararlanıyoruz. İki lamba ile pekâlâ dört durum ifade edebilir ve 3 yerine, iki lambadan yararlanabiliriz. İki lamba ile ifade edilebilen 4 durum şudur: 1) Her iki lamba yanık. 2) Her iki lamba sönmük. 3) Kırmızı (yanık), yeşil (sönmük) 4) Kırmızı (sönmük), yeşil (yanık). Kısıtlama olduğu için 3 lamba ile 8 durum ifade edecek yerde 4 durum ifade ediyoruz. Demek ki, kısıtlama olan hallerde şifre ekonomisi yapabiliriz. Yani örneğimizde gösterildiği gibi, 3 lamba yerine iki lamba kullanabiliriz. Lambalar pahalı ise, bu aynı zamanda para ve iş ekonomisi oluyor. Trafik lambalarının serbestlik derecesi 3 değil, 2'dir. 3 lamba ancak iki lambanın yaptığı işi yapıyor.

**Terazi Bilmecesi:** 27 para içinde, sahte ve hafif olan birini bulmak için en az kaç tartım yapmalıyız?

Dikkat edilirse bu, 32 harften birini bulma problemine benziyor. Ancak burada «evet hayır» gibi iki cevap alacak yerde, 3 cevap alabiliyoruz: Kefeler eşit, sağ kefe ağır, sol kefe ağır. Demek ki iki tabanı yerine 3 tabanına göre logaritma almalıyız. Yani üçe gene üçe tekrar üçe bölerek aradığımız paraya erişmeliyiz.  $3^3$  27 ettiğinden, 3 tabanına göre 27'nin logaritması 3'tür. Demek ki 3 tartımla aradığım parayı bulurum. Nasıl yapacağımıza bakalım: önce paraları 9'luk 3 gruba ayırırım. İki grubu terazinin kefesine koyarım. Kefelerden biri hafif gelirse, aradığım para o gruptadır. Kefeler eşit gelirse, aradığım para tartmadığım gruptadır. Paranın bulunduğu grup 27'den 9'a düşmüştür. Bu sefer 9'lu grubu, 3'lü üç gruba ayırır ve aynı şekilde gruplardan ikisini tartarım. Neticede aradığım para üçlü gruplardan birinde bulunur. Bu grubu da teker paralık 3 gruba böler ve iki parayı tartarım. Biri hafif gelmişse aradığım para budur. Paralar eşit ağırlıkta ise, aradığım, tartmadığım paradır.

Eğer paraları çifter çifter tartıyordum 1 ilâ 13 tartım -ortalama 7 tartım- yapacaktım. Görüyorsunuz ki yapacağım deneylerin (veya soracağım soruların) sınırını bilmek iş ekonomisi yapmama imkân veriyor.

**Shannon - Fano şifresi:** Kısıtlama olmadığı hallerde çeşitlerin iki tabanına göre logaritması, sorulacak iki cevaplı soruların veya yapılabilecek ikili seçimlerin adedi hakkında fikir veriyor. Kısıtlama bulunmayan bu durum bütün ihtimallerin eşit olduğu ve entropinin (veya informationun) en büyük olduğu haldir.

Kısıtlama hallerinde çeşitlerden bazıları daha fazla karşımıza çıkar. 6 yüzdenden ikisi 5, diğer ikisi 6 ve 1 yüzü 3, diğer yüzü iki yazılmış bir zarda, 5 ve 6 yazılı yüzlerin daha sık karşımıza çıkması halinde olduğu gibi. Bu gibi hallerde hesabı değişik yapıyoruz: Her çeşitle karşılaşma ihtimalimiz aksine azalacaktır. Sık kar logaritması ile çarpıp, başa eks işareti koyarak bütün çeşitlerden elde ettiğimiz değerleri topluyoruz. Böylece her çeşide düşen ağırlığı hesaplarız. Bu şekilde çeşit veya harf başına düşen ortalama bilgi miktarını veya entropiyi buluyoruz. Bir alfabenin bazı harfleri kısıtlama yüzünden daha çok karşımıza çıkacak, diğerleri ile karşılaşma ihtimalini, bu ihtimalin iki tabanına göre karşılaştığımız işaretleri daha kısa şifrelerle ifade etmeliyiz. Az karşılaştığımız hallerde, şifremizi uzatabiliriz. Prensipte çok karşılaştığımız işte az yorgunluk, az karşılaştığımız işte daha fazla yorulma. İngilizcede e harfi en çok kullanılan harftir, e harfi daha kısa şekilde şifrelenmelidir. Böylece haber ulaştırma hızını artırmış oluruz. Burada, para probleminde olduğu gibi, kısımlara bölme vardır. Fakat bölünen kısımlar eşit ihtimalle karşımıza çıkmaz. İhtimali çok olan kısımlara kısa şifre, ihtimali az olan kısımlara, uzun şifre uygularız.

Basit bir örnek. Bu örnek Claude SHANNON ve Warren WEAVER'in «The Mathematical Theory of Communication» adlı kitabından alınmıştır. Basit olsun diye. A, B, C ve D harflerinden yapılmış dördümlü bir alfabe göz önünde bulunduralım. Çok uzun bir mesajda sayılan harflerin yarısı A, dörtte biri B, sekizde biri C ve gene sekizde biri D'dir. Bu harflerle karşılaşma ihtimali A için 1/2, B için 1/4, C ve D için 1/8'dir. Bu harflerin H entropisi

(veya bilgi miktarı), her birinin ihtimali ile, ihtimalinin eksi logaritmasını çarparak elde ettiğimiz değerleri toplamakla bulunur.

$$H = (1/2 \log 1/2 + 1/4 \log 1/4 + 1/8 \log 1/8 + 1/8 \log (1/8)) = 1/2 \log 2 + 1/4 \log 4 + 1/8 \log 8 + 1/8 \log 8 = 1/2 \times 1 + 1/4 \times 2 + 1/8 \times 3 + 1/8 \times 3 = 7/4 = 1,75$$

İki tabanına göre 2'nin logaritmasının 1, dördün logaritmasının 2, 8'in logaritmasının 3 olduğuna dikkat edin ( $2^1 = 2$ ,  $2^2 = 4$ ,  $2^3 = 8$ ).

Bu harflere ikili sayılarla (0 ve 1'den ibaret sayılar) bir şifre uygulayarak, 1,75 değerine erişebiliriz. Yani, her harfi ortalama olarak 1,75 işaretle şifreleyebiliriz. Bu şifrede ihtimali en çok olan A harfine en kısa işaret ihtimali, en az olan C ve D harflerine en uzun işaretler verilmiştir (A'ya 0, B'ye 10, C'ye 110, D'ye 111).

Uzun bir mesaj yazarsak A harfi 1/2 ihtimalle karşımıza çıkacaktır. O halde hallerin yarısında tek bir işaret (yani 0) kullanacağız. B harfi dörtte bir ihtimalle karşımıza çıkacak, dörtte bir halde de iki işaret kullanacağız (yani 10). Bunun gibi C ve D hallerinde 1/8 ihtimalle 3'er işaret kullanacağız (110 ve 111). O halde N harfli uzun bir mesajı şifrelemek için:

$(1/2 \times 1 + 1/4 \times 2 + 1/8 \times 3 + 1/8 \times 3) N = 7/4 N = 1,75 N$  işaret kullanacağız. Oysa her harf eşit sıklıkta karşımıza çıksaydı, elimizde 4 harf olduğundan ve 4'ün iki tabanına göre logaritması iki olduğundan, her harfi iki işaretle şifreleyecektik (00,01,10,11). Bu takdirde N harfli bir mesajı 1,75 N harf yerine, 2 N işaretle şifrelemiş olacaktık. Bu örnekten de görülüyor ki, kısıtlama (bazı harflerin daha az, bazılarının daha çok karşımıza çıkması), şifre ekonomisine imkân vermektedir.

Bu örnek bir noktayı ihmal etmiştir. Pratikte her harf ayrı ayrı şifrelenmez; şifrelenecek haber bir kaç harften yapılmış kısımlara ayrılır ve her bir kısma bir şifre uygulanır. Basit olsun diye alfabeyi 0'dan 9'a kadar yapılmış bildiğimiz on adi sayı olarak kabul edelim. İkili sayı sistemi ile (0 ve 1 ile), her sayı dört işaret yardımı ile şifrelenebilir ( $2^4 = 16$ ). Böylece N



harfli (veya rakamlı) bir mesaj için şifremizde 4N işaret kullanacağız. Eğer 10 harfli alfabedeki mesajı, (89, 91 gibi) iki harfli gruplara ayırıp bunları şifrelersek elde edilen yüz ( $10^{10}$ ) bileşimi, ikili sayılarla şifrelemek için, her bileşim için 7 işaret kullanmalıyız ( $2^7 = 128$ ). Bu 7 işaretin her biri (72 gibi) iki rakamlı bir bileşimi gösterdiğinden, rakam (veya harf) başına düşen şifre işareti sayısı 4'ten 3,5'a düşer. Böylece N harfli mesaj, 4 N işaret yerine 3,5 N işaretle şifrelenir. Şifrelenen mesajı daha da büyük gruplara ayırmakla şifrelemede harf başına kullanılacak işaretlerin limit değeri olan 10'un iki tabanına göre logaritmasına yaklaşıyoruz. Görülüyor ki bu şekilde davranmakla, bir harfi şifrelemek için kullanılan işaretlerin ortalama sayısı her harfin ortalama entropisine (veya informationuna) mümkün mertebe yaklaşır.

Bu bilgiler bir mesajı en az kaç işaretle şifreleyebileceğimizi öğretiyor.

Özetlersek bir mesajı ikili sayı sistemi ile şifrelerken harfleri teker teker şifrelemeyeceğiz, 5 veya 6 harflik gruplara böleceğiz. Bu grupları, rastlama ihtimallerine göre sıralayacağız. En az ihtimali olan kısma en uzun şifreyi, en çok ihtimali olan kısma (yani en çok karşılaştığımız kısma) en kısa şifreyi uygulayacağız.

Bu örnek Haberleşme teorisine, seçim ve ayırma işleminin, istatistiğin nasıl etki ettiğini gösteriyor. Karar verme işlemini bir seçim olarak tarif etmiştik. Çeşitli imkânlar arasında maksada en uygun olanı seçme. Görüyoruz ki haber ulaştırmak için de seçimler yapıyoruz. Bu yaptığımız seçimlere maksada en uygun şifreyi uyguluyoruz.

Şifreleme işlemi pratik görünmeyebilir ama, bugünkü hesap makineleri (ve ulaştırma işlemi için kullanılan âletler) bu işi gayet pratik ve otomatik hale sokmuştur. Gözlerimiz de dışardan gelen bilgileri otomatik olarak şifreler, önemine göre değerlendirir. Bu bakımdan gözlerimize âdeta düşünen, karar veren âletler nazariyle bakabiliriz.

Şüphesiz akıllı bir satıcı benzer bir mantık kullanarak, dükkânında en çok satılan malları en önde, en az satılan malları en arkada bulundurur ve

böylece müşterisine daha kolaylıkla ulaşmasını sağlar. Ayrıca malzemeyi teker teker satacak yerde, önceden paketleyerek ulaşımı hızlandırır. Tıpkı teker teker harflerin şifrelenmesi yerine harf gruplarının şifrelenmesinde olması gibi.

Bunun gibi, bir karikatürist sık sık karşılaştığı kısımları hiç çizmez (şifrelemez), belirli yerlere çizgiler koyarak en ekonomik şekilde resmi ortaya çıkarır.

**Kanal Kapasitesi:** Kanalın mesajı vericiden alıcıya ileten ortam olduğunu söylemiştik. Bu ortamın bir bilgi taşıma gücü vardır ki saniyede taşıyabildiği bilgi (information, entropi) ile ölçülür. Buna  $C$  diyelim. Eğer mesaj kaynağının entropisi harf başına  $H$  bit ise, bu kanalın iletebileceği harf miktarı şifreleme, ne kadar mükemmel olursa olsun, hiçbir zaman  $C/H$  miktarını aşamaz. Tipik bir ağzın alabildiği lokmaların, ağzın boyunu aşamaması gibi. Bu bilgi ne zaman en uygun şifreye vardığımızı bildirir. Kaynak ve kanal arasındaki en uygun münasebeti bulmamızı sağlar ve sonuç aldığımız anda boşuna çaba harcamamızı önler.

Görürsünüz ki haberleşme teorisinin en önemli yanı, çalışmalarımıza bir sınır koyması ve en uygun şifrenin ne zaman elde edilebileceğini belirmesidir. Şifreleme, âletler yardımı ile otomatik olarak yapılabildiğinden bu bilgiler haberleşme mühendislerine, en uygun âlet ve kısımlarını, bilimsel olarak seçip birleştirme olanağını da sağlar.

Eğer çocukların gelişmesini istiyorsanız, haklarında başkalarına söylediğiniz iyi şeyleri onların işitmesini sağlayın.

Dr. H. GINOTT

# BAĞDAT MEKTUBU

## Düşmeseydim Zaten İnecektim:

**N**asrettin Hoca eşeğiyle gidiyormuş. Derken dengesini kaybedip düşmüş. Etrafındakiler gülmeye 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 planlayarak yapmış gibi davranan insanlar gelir. «İnsanın akli sonradan gelir» sözlerini düşünmeye başladım.

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

Bundan çıkan sonuç budur: insanlarda 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.



Düşmeseydim zaten inecektim.

### **Yazımızın Plânını Vermenin Zamanı Geldi:**

Aynı kusurun bende de bulunabileceğini düşünebilirsiniz. Başlarken yazının gidişi, neleri anlatmak istediğim hakkında hiçbir bilgi vermedim. Yazı serisinin ortasına gelmişken, şimdi ne söylemeye niyetim olduğunu özetlemek biraz da, plânsızlığı andırmıyor 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 yenememiştim. Acaba bu konuda söz söylemeye 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 bir şeyler okumaya vakit bulabilmişim. Gerçi Wiener kitabını 3 ayda yazıvermişti, ama en az 10 senelik bir ön hazırlığı olduğu şüphesizdir. Ben ise konuyu kavramak için en az bir seneye ihtiyaç duyacağımı seziyordum. Ya-

\* Bilim ve Teknik Temmuz 1971. Yazının bütünlüğünü sağlamak için 'önceki sayımızda', 'geçen sayımızdaki örnekte' vs. gibi bölümler değiştirilmiştir.

zarken mümkün merteye okuyucuya yanlış bir fikir vermemeye, güven duymadığım noktaları yazmamaya, öğrendikçe o konulara temas etmeye çalışıyordum. Öte yandan, Türkiye'de yapılmış bütün çalışmaları da değerlendirmek istiyordum. Yazmak ve okumak için önümde bir yıllık bir zaman vardı. Yazılarımda bir yanlışlık bulduğum takdirde derhal düzeltecektim. Ayrıca bütün tenkitlere de yer vermek istiyordum.

Arkadaşlar eksik olmasınlar, sibernetikle ilgili bir şey duyar duymaz bana bildiriyorlardı. Nitekim Cumhuriyet Ansiklopedisinin 7 Eylül 1971 sayısında. Sibernetik konusu Sibelius ve Sibiryaya konulan 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. Okuyanlar 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, infomasyon kavramı ile mantık bilmecelerinin 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 TURİNG'den bahsetmiştik, yanlışlıkla TURİG diye çıktı. Özür dileriz. Nihayet Ali İRTEM'in gerek ilk yazımızda 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 fark ettim.

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

1. Türkiye'de yazılmış sibernetikle ilgili yazıları okumak zevkini aşılama.
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 uydurmaya yardımcı olmak. İhtimal hesaplarının günümüzde oynadığı pratik rolü belirtmek.
5. Son teknik gelişmelerin ve otomasyonun insan topluluklarında yaptığı değişmelere değinmek.
6. Model kavramının bilimsel önemini belirtmek. Karanlık kutu kavramı üzerinde durmak.
7. Bilim ve sanat arasındaki benzerlik ve farklılıklara 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 farklılıklarının üzerinde durmak.
11. Feedback prensibine dayanan servo-mekanizmalar 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 Kulübü'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 metotlar üzerinde tartışmak isteyenler, mantığa ilgi duyanlar kendisine yazarlarsa, severek cevap vereceğini zannediyorum. İsteyenlere 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 belirmesinin 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 şaşmazsa yararlı bir duygudur. Yeri değilse insan katiyetten çekinmelidir. Bilmediği şey hakkında kat'i fikri olması kadar tehlikeli

bir şey yoktur. Konfüçyüs'ün dediği gibi «Bildiğini iyi bilmek, bilmediğini de bilmek işte bilgi budur». İsteyerek okuyucuları biraz uzunca bir yola sürdüm. Tanımlar bilmeyenlere fazla şey anlatmaz. Bugün ilk tanımlara başka gözle bakacak bir duruma gelindiğine inanıyorum. Counfingal: «Sibernetik faaliyeti etkili kılma sanatıdır» demiştir.

Yani bir faaliyeti en uygun şekilde ve en kısa yoldan yapma. Bu tarif ilk başlayanlar 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 başlayanlar için çok cana yakın bütün tarifleri kapsayan bir tariftir. Bu tarife göre meteoroloji, 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 girebilir.

Bu tarifin kötülüğü 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 sanatı» 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 her şeye 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 kavranır. Arkadan gelmesi gereken bir tariftir. Haberleşme kelimesinden Wiener'in anladığı ile sıradan bir okuyucunun anladığı aynı şey değildir. Haberleşmeyi etkin kılmada faaliyeti etkin kılma anlamı vardır. Bu bakımdan bu tarifler yerinde ve zamanında kullanılırsa birbirlerini tamamlarlar. Wiener'in yaptığı son değişiklik «Hayvanda ve Makinede bütün kontrol ve haberleşme alanını sibernetik kelimesi altında topladık» tarifin-



de hayvanda kelimesi yerine canlıda kelimesini koymuş olmasıdır. Encyclopedia Americana'da sibernetik bahsini çok ilginç ve fikirlerime uygun buldum. Meğerse yazan 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 ilgisi 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 karşılaştım. Uygun bulduğum halde sibernetik kelimesini iki defa kullandığı için kapalı devreye giren bir tanım gibi geldi bana.

### **Başka Karışıklık Kaynakları:**

Sibernetik, bilimler 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 icat edilmemiştir. Fakat bu konulara sibernetik açısından bakılabilir.

Fizikokimyanın bir dalı olan istatistik, mekanik, maddelerin -atomlar vs.- 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, Boltzmann isimleri, istatistik mekaniğin kurucuları oldukları için sibernetiği etkilemiştir.

## Bağdat Mektubu:

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

Bu gene gürültü ile ilgili bir fıkradır, istemli bir mesaja yandan istenmeyen etkilerin katılması ile o mesajın anlaşılmaması anlamına gelir gürültü. Elindeki titremeler veya başka sebeplerden, Nasrettin Hoca'nın yazısı anlaşılmayacak hale geliyor. Gürültü hallerinde mesaj iletilebilir mi iletilemez mi? Haberleşme teorisi bu soruya olumlu bir cevap vererek, bizi Bağdat'a gitmekten kurtarıyor. Yani olay Ferruh DOĞAN'ın çizdiği şekilde cereyan etmiyor. Biraz ileride bu konuya daha tafsilâtlı 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 kafanın içinde doğan gürültüden dolayı, gürültü bahsini açıklamak güç olacak. O bakımdan önce gene de logaritmaya karşı olan çekingenliği azaltmaya çalışmalıyım. Yukarıda verdiğimiz formülleri şimdi anlatacaklarımızdan sonra tekrar gözden geçirin, bakalım.

**Bir mektup okumak için Bağdat'a gitmeye hiç de lüzum yok.**



## Logaritma, Eksi Sayılar ve Nasrettin Hoca:

Logaritmayı anlamadaki 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 anlattıklarımız 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 (örnekte 10) üstlerle ifade edilmesidir.  $10^{1000}$  yazmak bizi 10'u bin defa yazıp 999 çarpı işareti (x) 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.  $2^{-5}$  gibi bazı terimler insanı korkutabilir. Çünkü bilindiği gibi eksi sayılar insanı korkutan şeylerdir.

Nasrettin Hocanın 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 ayaküstü 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  $-\log 1/(2 \times 2 \times 2) = -\log 1/2^3$  diye yazabilirim.  $1/2^3$  iki tabanına göre logaritma şeklinde ifade edilirse -3 sonucunu verir. Çünkü logaritmalarla (veya üstlerle) çıkarma bölmeye karşılıktır ve birin logaritması sifıra eşittir (Bunun sebebi şudur: eşit sayılar birbirleriyle bölününce 1, birbirlerinden çıkarılınca 0 verir. Logaritmada çıkarma işlemi bölmeye karşılıktır).  $\log 1/8$  hesaplarırken birin logaritması sıfırdan, 8'in logaritması 3'ü çıkarırız ve neticede, -3 elde ederiz,  $\log 1/8$ , -3 olduğundan  $-\log 1/8$ , 3 olur. Eksi sayıyı çıkarmak artı bir sayı verir. 3 ise iki tabanına göre  $\log 8$ 'dir ( $2^3 = 8$ ). 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. 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 çarpıp, her birinin başına eksi bir işaret koyar ve sonuçları

toplarız. Böyle davranmakla her harfin ağırlığını hesaba katarak daha iyi bir ortalama almış oluyoruz.

örneğimize tatbik edersek:

$$-1/2 \log 1/2 - 1/4 \log 1/4 = 1/8 \log 1/8$$

$$-1/8 \log 1/8 = 1/2 \log 2 + 1/4 \log 4 +$$

$$1/8 \log 8 + 1/8 \log 8 = 1/2 \times 1 + 1/4 \times$$

$$2 + 1/8 \times 3 + 1/8 \times 3 = 7/4$$

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 hesaplayarak 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 vb. 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 Bağdat'a gitmeye lüzum yoktu.

Arada 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 ufacık 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, kâğıtlarımı yeniden karıştırır ve yeni bir oyuna başlarım.

Benjamin FRANKLİN

Yüzyıl 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!

## OKUMAYI ÖĞRENEN EŞEK

**N**asrettin Hoca'nın fıkraları haberleşmenin önemini belirten örneklerle doludur. Wiener sibernetik terimini ortaya atarken, başlıca fikir olarak bilimsel hayatın, iş hayatının, toplumsal hayatın bugünkü akışında, enerjiden ziyade haberleşmenin önemli olduğuna parmak basmıştır. Bakınız Nasrettin Hoca'nın bir fıkrası bunu ne kadar güzel dile getiriyor: Bir gün Nasrettin Hoca bir ciğer almış gidiyormuş. Arkadaşı ciğer yahnisinin nasıl yapıldığını tarif etmiş. Hoca da bunu bir kâğıda kaydetmiş. Ağız tadı ile bu

**Nafile! Reçetesi bende duruyor.**



yahniyi nasıl yiyeceğini düşünürken, bir çaylak belirip ciğeri kapıvermiş. «Nafile» demiş Hoca «Ağız tadı ile bir ciğer yiyemeyeceksin. Bunun reçetesi bende duruyor».

Bugün öyle bir yüzyılda yaşıyoruz ki ciğerin vereceği enerjiden çok, onun pişirilmesi ile ilgili bilgiler önemli olmuştur.

**Haberleşme Teorisi ile İlgili Son Sözler:**

Haber iletirken gürültü yüzünden ortaya çıkan hataları düzeltmek için

tekrardan (redundans) yararlandığımızı belirtmiştik. Bu işi daha etkili kılmak için özel şifreler yapılmıştır. Bu şifrelerden başlıca kompüterler yararlanmaktadır. Amaç mümkün mertebe az tekrarla hatalı yeri düzeltmektir. Kompüterlerde anahtarı açarak veya kapatarak, iki işaretle bütün bilgiler iletildiği için 0 ve 1'den ibaret olan ikili sayı sisteminin (veya ikili alfabenin en uygun) olduğunu belirtmiştik. Diyelim ki 16 işaret ihtiva eden bir bilgi gönderiyoruz, örneğin 010011011110010. Baştan başlayarak bu 16 işarete 16 değişik numara vererek istediğimiz işaretlerden birine ulaşabiliriz. Bilgimizi dörtlü gruplara bölüp alt alta yazarsak her bir işarete erişmemiz kolaylaşır. örneğin:

	1234
1	0100
2	1100
3	1110
1	0101

Aynı işaretleri sırasıyla 4'lü gruplara bölüp alt alta yazdık. İşaretler 16 olduğundan 4 sıra ve 4 sütun elde ettik. 1234 sayıları sütun ve satır numaralarını göstermektedir. Başta satır arkadan sütun numarasını kullanarak istediğimiz işarete doğrudan doğruya erişebiliriz. Tıpkı enlem ve boylamların coğrafyada bir yerin bulunmasında kullanılması gibi, örneğin 11 sol üst köşedeki sifıra götürür, 44 sağ alt köşedeki biri belirtir, 34 üçüncü satırın sonunda bulunan sifıra ulaştırır.

Yanlışlık yapıp yapmadığımızı anlamak için şeklimizdeki 1234 rakamları yerine gene 1 ve 0'dan ibaret işaretler kullanırız. Bu işaretleri şöyle elde ederiz: Sütunları ve satırları ayrı ayrı toplarız. Eğer toplam çift ise o sütunu (veya o satırı) gösteren rakamın yerine sıfır koyarız. Topamlar tek ise bu kez o yerlere bir rakamlarını yerleştiririz, öyle ki son eklediğimiz işaretlerle, eskiden sütun veya satırlarda bulunan işaretlerin toplamı daima çift sonuç versin. Sonradan yaptığımız kontrolde tek sonuç bulursak o bölgede bilginin iletimi esnasında yanlışlık yaptığımızı anlarız. Böylece sütunları gösteren ve sağdan sola yazılmış 1234 rakamları yerine sırasıyla 0011 ve yukardan aşağı yazılmış 1234 rakamları yerine gene sırasıyla 1010 yazarız:



0011  
1 0100  
0 1100  
1 1110  
0 0101

Dikkat ederseniz yeni eklenenlerle birlikte satır ve sütunlarda bulunan 5 rakam daima çift toplamını vermektedir. Şimdi üçüncü sütun ve 3 üncü satırdaki 1 rakamının yerine yanlışlıkla 0 yazıldığını varsayalım. 3 üncü sütun bu kez 2 toplamı yerine 1 toplamını ve 3 üncü satır 4 toplamı yerine 3 toplamını verecektir. Topamlar çift yerine tek olduklarından, 3 üncü sütun ile 3 üncü satırın kesiştiği yerde hata yapmış olduğumuzu anlayacak ve oradaki 0 olarak görülen işareti 1 şeklinde değiştireceğiz. Bu toplamları önce değişiklik olmadan, sonra 1'in yerine 0 koyarak kendiniz de tekrarlayın.

Bu 16 işaret yerine 144 işaret kullanarak aynı deneyleri tekrarlayın. Bu kez 12 sütun ve 12 satır elde edeceksiniz. Bu şifreyi kullanarak 144 içindeki herhangi bir hatayı 24 ek işaretle düzeltebileceğinize kanaat getirin.

Kâğıt kalem kullanarak biraz dikkatli okursanız, hataları düzeltmek için yapılan bu kurnazlık hoşunuza gidecek ve başka uygulama alanları bulacaksınız, örneğin ben teker teker tartımlar yaptıktan sonra bir de toplam tartım yaparım. Eğer toplam tartım yanlış ise tartımı tekrarlarım.

### **O Kadar Kötü Değil:**

Bir verici düşünün ki yüzde yüz yanlışlık yapsın. Yani her zaman 1 yerine 0 veya 0 yerine 1 kullansın. Bunun bize o kadar zararı dokunmaz. Vericinin huyunu öğrendikten sonra yapacağımız iş 1'lerin yerine 0, 0'ların yerine 1 koymaktır. Yani resmin negatifini alacağız. Bu düşünceden anlarız ki en belâli mesaj yüzde yüz hata yapan değil, yüzde elli hata yapandır.

Gürültünün hata payının (ekivok) entropi cinsinden hesaplandığını söylemiştik. Aksi halde yüzde yüz hataya fazla önem vermiş olacaktık. Entropi cinsinden hesaplanan hatalarda yüzde elli en büyük hatadır.

Nasrettin Hoca'nın çocukluğunda her şeyin tersini yapmak huyu varmış. Babası köprüden geçmesini sağlamak için: «Oğlum köprüden değil de dere-den geç.» demiş. Nasrettin Hoca derhal dereye dalmış «Bir kere de seni dinliyeyim, baba.» demiş.

### **Bir Eserin Şaheser Olması Yanlış Anlaşılması ile Mümkündür:**

Bu ünlü sözler Anatole France tarafından söylenmiştir. Haberleşme teorisinin meşhur olmasının sebebi yanlış anlaşılması olmuştur. Bu yüzden bazı haberleşme mühendisleri bar bar bağırlar, bunu biyolojiye uygulamayın diye. Biyologların bazıları haberleşme teorisini ille de biyolojiye uygulamaya çalışır. Bunların bir kısmı olayı yanlış anlıyor. Ama kim?

Eğer haberleşme teorisinin mana ile ilgilenmediği, «information»'un manalı bilgi ile ilgili olmadığı hemen bilinseydi ihtimal bu teori cazibesinden epey kaybedecekti. Warren Weaver buna bir çare buldu: Haberleşme mühendisleri alıcı ve verici yerine dört köşe kutular çizerler. Arada mesajı ileten kanal vardır. Bu da bir çizgi ile gösterilir. Bu kanala gürültü adı verilen başka bir kutu bir okla bağlanarak, dış etkenlerin mesajın hatalı yayılmasına sebep olabileceğini hatırlatır. Warren Weaver'e göre bu kutular kafanın içine doğru istenildiği kadar artırılabilir. Gözler, kulaklar alıcı vazifesi görür. Bir kanal (sinirler) bu bilgileri ilgili yerlere şifreli olarak iletir. Bu ilgili yerlerdeki kutulardan biri mana anlama kutusu veya semantik kutudur. Bu kelime sizi korkutmasın semantik mana ile ilgili anlamına gelir. Ben- ce canlı (yüksek canlı) ile cansızın ayrıldığını farz ettiğimiz en önemli bölge de bu kutudur. Ruh var mıdır? Yok mudur? sorularının ortaya atılmasına, tek çift diye kavgalar yapılmasına sebep olan bu kutudur. Özetlersek binlerce yıldan beri insanlar bir mi? iki mi? diye sayacaklarını bilememişlerdir. Ruhu ayrı mı kabul etmeli? Yoksa bedenin ayrılmaz bir parçası mı? Tıpkı bir müziğin plâğın ayrılmaz bir parçası olması gibi.

Bu soruya deneysel bir cevap verilememiştir. Ama sibernetiğin genel temayülü tek kabul etme eğilimidir. Bu eğilim -doğru veya yanlış olsun- bi-

limsel deneyler yapmak ve sonuçlar almak için daha pratiktir. Bilim ruhu ayrı olarak yakalayamadığı, onunla özel deneyler yapamadığı, tartamadığı için vücuttan ayrı olarak yok saymaya eğilimlidir.

### **New York'un Toprak Altı Tünelleri:**

Amerika'ya giden bir arkadaşımın bir mektup almıştım. Galiba New York'ta idi. Tünellerin toprak altı şebekesi o kadar karışık ki doğru istasyonda inmez ya da yanlış bir trene binersen onun deyim ile «maazallah cehennem dibini boyladığın gündür». Bizim beynimiz de biraz o tünellere benzer, maazallah bir kelimenin anlamını yanlış anladık mı bizi öyle bir yola sürer ki, tekrar geriye dönmek çok güçtür. Fizikteki kütle, kuvvet kavramlarının kolaylıkla anlaşılmasında olduğu gibi. Bu anlamların başlangıcı ile sonuçları arasında hemen hemen hiçbir ilgi kalmamıştır.

İnsanoğlu nedense bilmediklerini bildikleri ile açıklamak eğilimindedir. Bildiği bir şey varsa ona sıkı sıkı tutunur. O bakımdan bir bilgiyi aktarırken, o kelimelerin sizin kafanızda değil, karşı tarafın kafasında ne anlam ifade ettiğini iyice bilmek lâzımdır.

Mesajın yanlış yorumlanmasına ben hakiki gürültü diyordum. Galiba kâna değişmesi demek daha doğru olacak. Çünkü söylediğimiz gibi gürültü kavramı anlam ile ilgisi olmayan bir kavramdır. İstenen mesajın dışında başka bir mesajın işe karışmasıyla hataların meydana gelmesi, o mesajın doğru olarak anlaşılmasının güçleşmesi anlamına gelir gürültü.

### **Nasrettin Hoca'nın Kitap Okumasını Öğrenen Eşeği:**

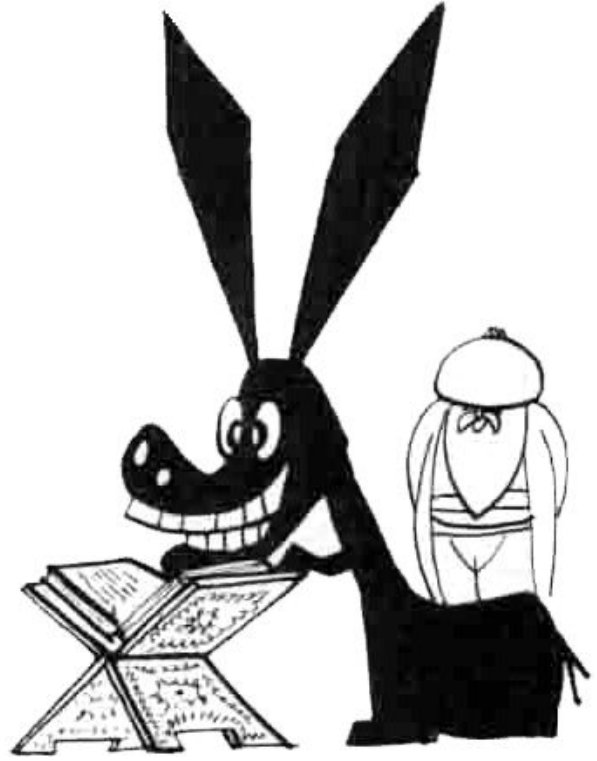
Eğer işin şekil tarafı ile uğraşılırsa bir eşek de pekâlâ kitap okumasını öğrenir. Nitekim Nasrettin Hoca bir eşeğe kitap okumasını öğreterek, Pavlov'un yıllarca sonra bilimsel bir şekilde ortaya çıkardığı olayı sezmiş olduğunu göstermiştir. Padişah eşeğine okuma öğretecek adama bin altın vaat eder. Eğer başaramazsa kellesi gidecektir. Nasrettin Hoca: «Bana 6 ay müsaade edin ben eşeğe kitap okumasını öğretirim.» demiş. Nitekim 6 ay sonra eşek kitabın karşısına çıkıp sayfaları birer birer çevirmiş. Herkes hay-

ret etmiş; nasıl başardığını sormuş. Nasrettin Hoca: «Her bir yaprağa birer arpa koyup önce sayfaları ben çevirdim. Yavaş yavaş yaprakları kendi çevirip arpaları yemeğe başladı. Bir süre sonra içinde arpa olsun olmasın kitap görünce yaprak çevirmeye alıştı.» diye açıklamıştır.

Bu fıkranın iki yönü var: Şekil olarak birçok olayları eşeklerin bile taklit edebileceğini anlatır. Ayrıca Pavlov refleksini açıklamak için güzel bir başlangıçtır. Makineler de mana anlamadığına göre, makinelere uygulanacak matematik ve mantık -isterseniz düşünce diyelimbiçimsel olmalıdır. Bir çocuk makine gibi çarpma işlemi yapar. Gereken rakamları gereken yerlere koyar ama bunu niçin böyle yaptığını bilmez. Toplama yaparken benzer bir takım davranışlarda bulunur. Burada önemli olan gerekli işlem sırasını ve üzerinde durulması gereken yerleri (ihtarlar) bilmektir, örneğin toplam 10 ya da üstünde ise ilk rakamın elde tutulup bir öndeki basamağa (haneye) aktarılması gibi. Cebirsel eşitlikleri de anlamını bilmeden çözmek mümkündür. Bir terim sağdan sola, geçerken işaret değiştirir vb. gibi kurallarla.

Bu tarz şekillenmiş kurallar ve ihtarlar yığınınına algoritma denir. Daha bilimsel tarifi şöyledir: Verilen tipte herhangi bir problemin çözümünü verecek olan bir işlemler dizisini belirten ihtarlar listesine algoritma denir.

Kompüterlere uygulanan programlar da algoritmalarından ibarettir. Turing, hayalî bir kompüter tipi düşünüp nelerin algoritmasının yapılıp nelerin yapılmayacağı üzerinde durmuş ve kompüterlere uygulanabilecek bir matematik türü ortaya atmıştır. Leibniz'in hayali gerçekleşmeyecek gibi görün-



Okuma öğrenen Eşek

yor. Bütün problemlerin çözümünü verecek genel bir algoritma düşünüyordu.

Algoritmaları kurmak ne kadar güç ise tatbik etmek o kadar kolaydır. Programı uygulayacak adamın ne yaptığını bilmesine ihtiyaç yoktur. Gerekli ihtarları sırasıyla tatbik etmelidir.

Modern mantık veya Boole cebri de algoritmalar grubuna girer. Bu cebirde VE ile birleşen iki hükmün gerçek veya yanlış değerleri çarpılır. VEYA ile birleşen iki hükmün değerleri toplanır. Gerçek 1, yanlış 0 (sıfır) ile gösterilebileceğinden bu tarz cebir dijital kompüterler tarafından kolaylıkla işlenebilir.

Her mantikî karar bir seçimdir. Bir önerme (hüküm) için yanlış veya doğru değerleri seçmek. Bu bakımdan seçimlerin adedi hakkında bilgi veren haberleşme teorisinin ve entropi kavramının birçok mantık problemine uygulanabildiğine şaşmamak lâzımdır.

### **Ders Alınması Gereken Bir Eşek; Buridan'ın Eşegi:**

Beyin nasıl çalışır? Davranışlarımızın çoğu şuurlu mudur? Hükümlerimiz neye dayanır, mantığa mı? Alışkanlıklara mı?

Kafamı çok kurcalamış olan bu sorulara kısmen Pavlov'un yaptığı bazı tecrübeler cevap vermiştir. Pavlov'un tecrübesi meşhurdur: Bir köpeğin tükürük bezinin ifrazat kanalı deriye bağlanmış, öyle ki kolaylıkla tükürük toplanabilsin. Köpeğe yemek verilirken birlikte bir zil sesi dinletilmiş. Bu iş çok defa tekrarlanarak hayvan alıştırılmış. Bu müddet sona erince, hayvanın salyası yemek vermeksizin yalnız zil sesi ile akmaya başlamış. Bu salya miktarı bir ölçü kabına alınıp ölçülebiliyormuş. Bu tecrübeler o kadar gelişmiş ki ağrısız doğumdan tutun ruh hastalıklarının uyku ile tedavisine, propaganadan, astronotların eğitimine kadar geniş bir tatbikat alanı bulmuş. Hayvan terbiyesinin de aynı esaslara dayandığını eklemeye lüzum yok.

Tükürük miktarı ile beynin çalışması arasında ne ilgi var? Diyeceksiniz. Zil sesi kulak sinirleri aracılığıyla beyine bazı bilgiler iletiyor ve bu bilgiler tükürük salgısını sağlamaya yetiyor. Demek ki, bazı hallerde tükürük salgısı beyinden yönetilmektedir. Bunun gibi kas hareketlerinin istemli olanları beyin tarafından yönetilmektedir. Bu bilgi üzerinde durulursa, matematiğe beynin jimnastiği demenin, bir sözden daha öteye gittiği anlaşılır. Kas jimnastiği aslında beyin tarafından yönetilmektedir. Kas jimnastiğinde beyin içindeki irtibatlar dışarı aksetmektedir. Beyin içindeki jimnastikte, yani matematik ya da düşünmekte -eğer kâğıt kalem hareketleri ihmal edilirse- bu irtibatlar gene beyin içinde kalmaktadır. Aynı merkezin hem dış dünyaya cevap verecek hareketlere hâkim olması, hem de iç irtibatlar sağlaması demek ki şaşılacak bir şey değil.

Kompüterlerin bir yandan uçaksavarları idare etmesi, diğer yandan bazı mantık problemlerini çözmesi benzer bir esasa dayanmaktadır.

Canlılar yaşamak ve nesillerini sürdürmek için dış ortama uymak zorunluğundadır. Uyum demek bir süre sonra olabileceği önceden görmek ve ona karşı tedbirli davranmak veya onu karşılayacak tavırlar takınmak demektir. Bu önceden görülen an pek kısa da olabilir. Etin sofraya gelmesi ile yemeğe oturma zamanının geldiğini kavramamız gibi.

Ya da bu önceden görme daha uzun süreli olabilir. Bir müessesenin gelişmesini sağlayacak yatırımın doğru yapıldığını görmek gibi. Eğer ne yapacağımızı, nereye gideceğimizi önceden göremezsek rahatsız oluruz. Sıkıntı basar.

UNAMUNO «Sıkıntı, hayatın esasıdır ve biz oyunun, eğlencelerin, romanların ve aşkın keşfedilmesini yalnız sıkıntıya borçluyuz.» demiştir. Hiç çekinmeden bu listeye bilimsel ve teknik buluşları da ekleyebiliriz.

Aradığımız bir kitabı kütüphanede bulamazsak sıkılırız, iki şık arasında kalmış bulunuyoruz: ya kitap kaybolmuştur, ya da bilmediğimiz bir yerdedir. Buna cevap buluncaya kadar sıkıntımız devam eder. Zavallı Buridan'ın eşeği

tıpatıp benzeyen iki ot arasında seçim yapamamaktan, ne birini ne de öbürünü yiyememiş ve açlıktan ölmüştür. Buna kararsızlığın verdiği sıkıntıdan ölmüştür de diyebiliriz.

### **Ve Bir Köpek Deneyi: Elips - Daire:**

Pavlov'un benzer bir deneyi ilginçtir. Bir hayvana daire gösterilerek yemek verilmiş. Bu deney defalarca tekrarlanarak hayvanın salyası yalnız daire görmekle akıyormuş. Aynı hayvana elips göstererek elektrik cereyanının etkisi altında bırakılıyormuş. Uzun denemelerden sonra hayvan elipsi cereyansız da görse kaçır duruma gelmiş. Hayvana hem elipse hem de daireye ayrılamayacak kadar benzeyen bir şekil gösterilince hayvan adet çılgına dönmüş ne yapacağını bilemiyormuş; bir salyası akıyor, bir hırslanıyormuş.

İki şık arasında kalmak o kadar sıkınma, doğru karar verme yolları öğretilmelidir.

Görüyoruz ki yan yana tekrarlanan olaylar biri öbürünü hatırlatarak istikbali önceden görmemize imkân veriyor. Ama şartlar değiştikçe bu yeni şartlara da alışmalıyız. Eski alışkanlıklar silinmelidir. Bu yeni şartlarda da istikbali görmeliyiz. Eğer uzun müddet zil sesini yemek vermeksizin tekrarlasak hayvan artık zil sesine cevap vermez olur.

İnsanların dil öğrenmeleri de benzer bir mekanizma ile olur. Bardak kelimesinden sonra bardağı göre göre, bardak kelimesinin bardak anlamına geldiği çağrışımı uyanır.

Tabiat yüksek canlıların uyumu için iki çeşit refleks (yani dış olaylara karşı tepki) sağlamıştır: Şartlara uyan, zamanla değişen refleks ya da doğuştan elde edilen ve ömür boyunca değişmeyen refleksler (bir taş gelince göz kapağının kapanması gibi). Birincileri beyinde teşekkül ettiği halde ikincileri sinir sisteminin daha aşağı tabakalarında (örneğin omurilikte) teşekkül etmektedir. İnsanın uyumunda bunlar önemli bir yer alır ama insan düşüncesi bunlardan ibaret değildir. Bu reflekslere benzer şekilde çalışan

makineler yapılmıştır (Gray WALTER ve UTILEY modelleri). Bu refleksler dış ortama otomatik olarak uymamızı sağlar. Bu bilgilerden sonra sibernetiğin en ilginç bulduğum bir tarifini verebilirim. «Sibernetik dış ortama otomatik olarak uyabilen canlı veya cansız sistemlerde haberleşme ve kontrol olaylarını inceleyen disiplindir.»

Ey Tanrım, bana değiştirilebilecek şeyleri değiştirecek cesareti, değiştirilemeyecek veya değiştirilmesine lüzum olmayan şeyleri kabul edecek kuvveti ver ve bu iki şeyi birbirinden ayırabilecek bilgeliği ihsan eyle!..

\*\*\*

Yaratıcı düşünmesini en iyi başaran gerçek özgür insan, toplum, kendisini inkâr etmeden kabul eden insandır.

Crutchfield

Takdir görmeyen hayâl güçlerimiz zamanla midemizde birer ülser olur.

John Ciardi

Her yaşayan insan yaratıcı bir varlıktır. Eğer öyle değilse, o «ölü bir hayat» yaşıyor demektir.

Pierre Emmanuel



## TESTİ KIRILMADAN

**S**ibernetik kelimesi gemicilikle ilgili bir kelime. Eski yunanca aslı *ser-dümen* ya da *dümenci* anlamına gelen bir kelimedenden kaynağını alıyor. Bu kelimedenden *yönetici* anlamına gelen ve Latince kaynaklı *gouvernor* kelimesi türemiştir. Bilindiği gibi dümencide bir yöneticilik görevi vardır. Ama bu yöneticilik bir ayarlanmış programa göre yöneticiliktir. Geminin muayyen hedeflere giderken, rotasını şaşırmasını önler.

Nasrettin Hoca genellikle kara adamıdır. Gemicilikle ilgisi yok. Ama Nasrettin Hoca nereye el atmamış ki, gemiciliğe karışmamış olsun. Bildiğim kadar onun da gemicilikle ilgisi bir tek fıkrasında ele alınmış.

Sebeup ve netice bağıntısı, bilgisizce ele alınınca, nasıl garip durumlarla karşılaşabileceğimizi anlatmak ister bu fıkra. Nasrettin Hoca bir yelkenli gemiyle gidiyormuş. Derken bir fırtına çıkmış, bakmış ki herkes yelkenlere saldırıyor, toparlanmaya çalışıyor, «Yahul!» demiş «siz yelkenlere saldırıyorsunuz, hâlbuki esas bozukluk geminin dibinden, dalgalardan geliyor, onlarla savaşmalısınız.» Hem yelkenlerin itilmesinin, hem de dalgaların sebebinin rüzgâr olduğunu göremiyor Nasrettin Hoca, ilk görünüşe göre karar veriyor. Bir zamanlar da insanoğlu ilk görünüşe bakarak güneşin dünyanın etrafında döndüğüne karar vermişti.

## **Feedback ve Yanlılıkların Düzeltilmesi:**

Feedback bir gayeye doğru giderken yapılan hareketleri düzelterek hedefi bulmaya çalışmaktır. Örneğin bir kalemi almaya çalışırken elimiz doğrudan doğruya hedefi bulmaz; biraz sağa, biraz sola gidebilir. Göz ve kaslardaki duygu sınırları yardımıyla, yaptığımız hatayı ölçer, onu düzeltir ve hedefi bulmaya çalışırız. Burada devamlı bir haberleşme işlemi vardır. Duyu organlarımız devamlı olarak davranışımızın sonuçları hakkında bize bilgi verir.



Haberleşmeyi daha açık görmek istiyorsak, bir kamyon tersine giderken, dışardan bir adamın haberleri ile durumun düzeltildiğini hatırlayalım ve feedback için bu daha aydınlatıcı örneği göz önünde bulunduralım.

Bu saydıklarımız negatif feedback için örneklerdir. Bir gayeye doğru yürürken sapışlar oluyor ve bu sapışları düzeltmek için bilgi alıyoruz ve bu bilgiye göre durumu düzeltiyoruz. Birçok hallerde özlediğimiz denge durumuna ulaşırız. Arabanın daima yolun sağını takip etmesi gibi.

Pozitif feedback'te, sebep arttıkça netice de artar. Bu, gittikçe artırıcı bir feed-back'tir. Bunda hiçbir zaman denge durumuna erişemeyiz. Bu şekilde çalışan bir derece ayarlayıcısıyla sıcaklık o kadar yükselebilir ki, alet sıcaklıktan erir. Genellikle yalnız feedback deyince negatif feedback anlamak gerekir. Yani sonucun elde edilmesi için sapışların azaltıldığı feedback.

## **Pavlov Refleksi ve Feedback:**

Yukardan bakılınca Pavlov tarzı öğrenimde bir feedback mekanizması gibi sayılabilir. Bir Pavlov refleksi, sebep netice bağıntısı kaldığı sürece de-

vam eder. Yani zil sesi yemek yemenin habercisi olduğu sürece anlamlıdır. Bir süre yemeksiz de zil sesine cevap verilse bile, bu cevaplar zamanla şiddetinden kaybeder ve sonunda kaybolur. Bu olay uyumun doğru yönde olmasını sağlar. Zil sesi veya etin kokusu dışarıya karşı nasıl cevap vereceğimizi ayarlayan, nasıl uyum yapacağımızı öğreten deneylerdir. Bu öğrenimden sapış olursa biz de kendimizi bu deneylere göre ayarlamayız. Pavlov refleksinde zil sesi ile yemek yerine dayak verilmesi halinde olduğu gibi.

Pavlov deneyinde biyolojik istekler öğrenime temel olmaktadır. Biyolojinin temel amacı iki cümlede özetlenir:

a) Bireyin devamı.

b) Soyun devamı.

Bu iki hedefe ulaşmak için ayrıca yan gayeler vardır. Birey yaşayabilmek için 1) kendini dış saldırılara karşı korumalı, gerekirse kaçmalıdır; 2) gıdasını temin etmelidir.

Soyun devamı için de iki şart vardır:

3) Hiç olmazsa yüksek canlılarda birey karşı cinsten birine yakınlık duymalıdır.

4) Bu yakınlık sonucu meydana gelen yavrunun bakım sorumluluğunu üzerine almalıdır. Şefkat ve koruma hislerini esirgememelidir.

Bu duyulara göre yapılan Pavlov deneylerinin sonuçları ilginçtir. Sırasıyla saldırı ve savunma, gıda alma, cinsel ilgi ve ana-baba duygusu, refleks teşekkülünün güçlük derecesini aksettirmişlerdir. Yani bir köpeğe saldırı yolu ile öğretim yapmak en kolay. Bir sopa vuruşundan sonra köpeğe yalnız sopa-yı göstermekle kaçırabilirsiniz. Gıda yolu ile eğitim sırada ikinciliği alır. Cinsel tembihlere dayanan eğitim gıda eğitiminden de güç ve nihayet ana ve baba duygusuna dayanan eğitim en güçtür.

Buradan çıkan sonuç şudur ki, bir sopa ile en kolay eğitim yapılabilir.

Nitekim Nasrettin Hoca'nın «testi kırılmadan» hikâyesi bunun için en güzel örnektir. Suya göndermeden kızını dövmüş. Böylece testi kırılmayı önlediğini sanmış. Dikkat ederseniz Ferruh DOĞAN, Nasrettin Hoca'nın kızını dövmesine kıyamamış; resmi döverken göstermemiş. Belki en çabuk eğitim şiddetle elde edilen eğitimidir. Ama herhalde en sağlam eğitim bu değildir. Ana baba sevgisine dayanan eğitimidir. Güç de olsa geç de olsa.

Buna rağmen bu anlattıklarımız kovboy filmlerinin, harp filmlerinin niçin bu kadar rağbet gördüğünü açıklar. Ana baba duygusuna dayanan bilimsel filmlere ise ilgi o kadar değildir. Cemiyet olayları ile Pavlov refleksi arasında paralellik kurulurken, saldırgan propagandalar birinci gruba, bilimsel veya sulhçu eğitim sonuncu gruba (ana baba şefkati gibi, uzun süren ve itina isteyen eğitime) dahil edilmektedir.

Pavlov bahsini kapatmadan önce onunla ilgili bir fıkra anlatalım. Kafeste bulunan bir fare yanındaki arkadaşı ile konuşuyormuş : «Bizim profesör amma da şartlanmış. Yemek getirmesi için sarı düğmeye basmamız yetiyor».

Çoğu zaman kimin kimi şartladığı hiç belli olmuyor.

### **Feedback ve Denge:**

Feedback deyimi çok eskiden bildiğimiz gerçekleri bir tek isim altında topluyor. Kanda bulunan bir maddenin hücrenin ihtiyacına uygun miktarda dengede bulunması, yaralı bir dokunun, yara örtülünceye kadar yeni hücrelerle örtülmesi ve yeni hücrelerin üremesinin orada durması, bir fabrikada iş akımı ve depolama arasında bir denge ortaya çıkması hep feedback mekanizması ile iş-



leyen olaylardır.

Devamlı bir haberleşme lâzımdır. Bu haberleşme bilinçli olabilir. Ya da hücrelerin yaralı dokuyu kaplamasında olduğu gibi bilinçsiz olur. Bu mekanizma bozulduğu anda kanserin teşekkül ettiğine inananlar var. Bilindiği gibi kanser vücudun bazı hücrelerinin azılı şekilde çoğalmasındır.

Belirli Pavlov refleksleri ile şartlanmış bir adam etrafında bu şartların geçerli olduğunu görünce kendini denge halinde hisseder. Bu şartlardan biri kaybolunca dengesini kaybettiğini sanır. Telâş baş gösterir bu yeni şartlara alışana kadar, yeniden şartlanıncaya kadar devam eder.

Selye'ye göre birçok hastalıklar, organizmanın (bedenin) dengesini bozan mikropu ya da mikropsuz amillere (stres) verdiği aşırı cevaptır.

Bunun gibi ekonomik şartlarda büyük bir değişiklik bir toplumun dengesinin bozulmasına, icabında göçlerin ya da harplerin çıkmasına bile sebep olur.

Feedback mekanizması ile ilgili hesaplar (Feedback teorisi aslında matematik bir teoridir), hem çok fazla hem de çok az feedback'in zararlı olduğunu ortaya koymuştur. Çok fazla feedback'te gayeye ulaşmadan onun etrafında çok fazla sallanma vardır, örneğin bir kaleme ulaşmadan onun sağına veya soluna doğru elin sallanması. Az feedback'te ise gayeye çok yavaş ulaşılmaktadır. Wiener bu iki örneğe uyan sinir sistemine ait iki hastalıkla benzerlik kurmuştur.

### **Servomekanizma:**

Servomekanizmalar, Fransızca *beyin* kelimesinden değil, yunanca *esir* manasına gelen *servo* kelimesinden türemiş feedback'in özel bir şekilde tatbik edildiği bir mekanizma türüdür. Bir makinede giriş ve çıkış kısımları vardır. Giriş kısmı makineye bilgilerin iletildiği kısımdır. Çıkış kısmı ise makinenin verilen bilgilere cevabıdır. Servomekanizmalarda feedback, girişe uygulanan bilgilerin, çıkışta aynı şekilde ve gücü artmış olarak uygulanmasını

soylayacak ayarlama yapar. Eğer girişteki bilgilerin uygulanmasında çıkışta bazı sapışlar olursa feedback mekanizması bu sapışları ortadan kaldıracak şekilde çalışır. Bir otomobilin direksiyonundaki hareketlerin tekerleklere aksetmesi araya canlının da katıldığı servomekanizmalar için örnektir. İnsanı aradan kaldırıp yerine aynı görevi uygulayacak servomekanizmaların konulması ile birçok işlerin tehlikesi azalmış daha hızlı ve daha düzenli yapılmasına neden olmuştur.

Otomatik olarak çalışan servo-sistemlerde giriş bilgileri veren bir ana kalıp uygulanır.

Otomatik pilottaki servo-mekanizmaya, duyu organı vazifesi gören radar sistemi ile alınması gereken yol ile mukayeseyi yapan bir kompüter eklenmiştir. Bu sayede uçak canlı bir pilota ihtiyaç duyulmadan hedefine ulaşır.

### **Hafızanın Hikâyesi:**

Bilim ve Teknikte hafıza ile ilgili çok ilginç yazılar çıkmıştır.

Hafıza yanlış anlamaya yol açan bir kelimedir. Eğer bu kelime ile kastedilen, bir yığın işe yaramaz insanı üzen hatıralarsa, hafızaya pek de sempati duymamak mümkündür. Diğer yandan hafıza bir bilginin anlaşılmadan saklanması anlamına da gelir. Birçok derslerin bellenmesinde olduğu gibi.

Bu tarz hafızanın bazı merkezlerde toplandığı duygusunu veren deneyler çok ilginçtir. Bir insanın kafatasını açmışlar ve beynin belirli bölgelerine numaralı işaretler koymuşlar. Aynı noktalara ince platin tellerle elektrik cereyanının verilmesi aynı hatıraların canlanmasına sebep oluyormuş. Örneğin 6 No'lu noktada bir zenci şarkısı, 7 No'lu noktada bir gezintinin hatırası canlanıyormuş.

Bu tip deneyler, hafızanın bir yerde kazılı olduğu ve beynin dağılması ile yok olacağı düşüncesini uyandırır. Böylece beyin dışı ruh olmayacağı kanısına vardırabilir. Ama olay başka şekilde de yorumlanabilir. Tıpkı radyo düğ-

mesinin çevrilmesi gibi. Radyodan ses çıkması, merkezin radyo içinde olduğunu ispat etmez. Bunu ruhun varlığına inananlar rahat etsin diye söylüyorum: kendi inancım değil.

Özetlersek bu büyük sorulara cevap verecek durumda değiliz. Eski alışkanlıklar hafızanın içinde o kadar iyi yerleşiyor ki bütün gayretlerimize rağmen söküp atamıyoruz. Yeni bir bilgiyi elde etmek ve kullanılabilir hale getirmek için beyin içinde adeta maddelerden yapılmış bir inşaatın kurulmakta olduğu duygusunu «Düşünmek ya da Düşünmemekte Direnmek» yazı serisinde ele alınan konuyu öğrenirken almıştım. Bütün gayretlerime rağmen kafamı eski tarzda düşünmekten alıkoyamıyordum. Ancak aylar geçtikten sonra yeni alışkanlıklar alıyor, bir müddet çalışmalara ara verdikten sonra bunlar yine kayboluyordu. Ancak çok sonraları bu tarz düşünceyi ikinci bir huy halinde benimsedim: «Herhalde beyin içinde kurulmakta olan yollar nihayet tamamlandı» diye düşündüm.

Hatıralara tekabül eden moleküler bir yapı çoktan beri düşünülmektedir. Algıları alırken adeta sinema filmlerinin çekim esnasında değişmesi gibi beyin içindeki moleküller birbirleriyle birleşiyor. Bu birleşen moleküllerin RNA olduğu söylenmiştir. Bu teoriyi destekleyecek kafi deliller henüz toplanmış değildir.

Bilindiği gibi RNA maddesi kalıtım maddesi olan DNA'dan kalıbını alır. Aslında bu tür hafıza fikri, kalıtım düşüncesinden kaynağını almıştır. Mademki bir canlı kendi özelliklerini yeni kuşaklara verebiliyor, demek ki bu vasıfların kaydedildiği bir hafıza var. Böylece hafıza yalnız sinir sisteminde rastlanan bir olay olmaktan çıkarak en basit hücrelerde rastlanan bir kavram oluyor. Bu şekilde hafıza kelimesi daha geniş bir anlam taşıyor: Geçmişe dayanarak geleceğe yol gösteren bilgilerin kaydedildiği bölge anlamına geliyor. Bir lenf hücresinin belirli bir mikroba karşı bağışıklık kazanması da, bir hafıza olayı olarak kabul ediliyor.

Kalıtım maddesinin bilgi toplaması, kaydetmesi, sıralandırması kompüterlere benzetildiğinden, kompüter hafızası ile canlı hafızası arasında bir

paralellik daha bariz bir şekilde kurulabiliyor. Kompüterlerde de insanlarda olduğu gibi kısa süreli ve uzun süreli hafızalar bulunuyor. Kompüterde kısa süreli hafıza o anda kullanılacak ve silinecek bilgilerin depo edildiği yerdir. İnsanda kısa süreli hafıza, gördüğümüz bir cismi tanımak için yararlandığımız hafızadır. Orta süreli hafıza, bir iki gün süren hafızadır. Uzun süreli hafıza, aylarca süren hafızadır.

Hafızanın ne kadar önemli olduğunu anlamak için Voltaire'in «Hafızanın Hikâyesi» yazısını okumak lâzımdır. Voltaire'in Hikâyeleri Milli Eğitim Bakanlığı yayınları arasında çıkmıştır. Şimdiye kadar söylediklerimizden Pavlov reflekslerinin yalnız sinir sistemi bulunan canlılarda değil tek hücreli canlılarda da bulunabileceğini anlarız. Kısaca, öğrenimin yeri yalnız beyin değil bütün hücrelerdir. Bir bilginin nasıl bir canlıdan diğer bir canlıya nakledileceğine dair örnekler vardır. Antibiyotiklere dayanıklı bazı mikroplar, bu dayanıklılık bilgisini öğreten maddeyi diğer mikroplara aşılıyarak onların da dayanıklı olmasını sağlıyorlar. Bilgi, adeta hafızanın kimyasal maddesi ile bir canlıdan diğer bir canlıya aşılarmış oluyor. Bu işi abartılmış olarak düşürsek, tıp tahsili yapmak, okula gitmeden bir işle ilgili hafıza maddelerinin zerk edilmesi ile mümkün olabilecektir. İnandığım dan değil, yazı daha ilginç daha canlı olsun diye söylüyorum.

Pavlov refleksleri, hafızanın dıştan görünen belirtileri olduğu kadar çağrışımlar da içten görünen belirtileridir. Locke'den Hume'a kadar İngiliz filozofları fikirlerin, yakınlık, benzerlik sebep netice bağıntılarına göre birbirlerine demetler halinde bağılandıklarına inanırlardı. Einstein'ı çok etkilemiş olan Hume, sebep netice bağıntısının da bir yakınlık bağıntısı olduğuna inanmıştır. «İki olay birbirini takip ettiği için biz, onlara sebep netice gözüyle bakıyoruz, aslında böyle bir bağıntı yoktur.» diye düşünür. Bu filozoflarla ilgili bazı ilginç bilgiler, Türkçeye çevrilmiş olan Bertrand Russell'in felsefe tarihinde bulunabilir. Hafızanın zayıflamasının ne gibi bir netice vereceğini belirtmek üzere, yazımızı bir Nasrettin Hoca fıkrası ile bitirelim:



Nasrettin Hoca bir şalvar almaya karar verir. Satıcı ona şalvarı verdikten sonra vazgeçtiğini, yerine bir cübbe alacağını söyler. Satıcı, cübbenin parasını ister. «Yerine şalvarı verdim ya» der Nasrettin Hoca. Satıcı: «Ama şalvarın parasını vermediniz». «Şalvarı almadım ki parasını vereyim» diye cevap verir Nasrettin Hoca.

## EN İYİSİ

Dağ tepesinde bir çam olamazsan mecburuz.  
Vadide bir çalı ol. Dünyada hepimiz için birer şey var.  
Fakat, oradaki en iyi küçük çalı sen olmalısın. Yapacağımız iş, size en yakın olan iştir.  
Çalı olamazsan bir ot parçası ol, Cadde olamazsan patika ol,  
Bir yola neşe ver. Güneş olamazsan yıldız ol.  
Bir misk çiçeği olamazsan bir saz Kazanmak, yahut kaybetmek ölçü ile değildir.  
Fakat, gölün içindeki en canlı saz Sen her neysen, onun en iyisi olmalısın...  
Hepimiz kaptan olamayız, tayfa olmaya

DOUGLAS MALLOCH

# YE KÜRKÜM YE

## İç zenginlik mi? Dış zenginlik mi?

**İ**nsanoğlunun kendine itibar gösterilmesi isteği, herkesin bildiği Nasrettin Hoca'nın «Ye kürküm, Ye» hikâyesinde ele alınıyor. Kendimizi dış görünüşümüz için değil, ne şekilde olursak olalım, zengin, fakir, kendimiz için değerlendirildiğimize inanmak isteriz. Buna rağmen ortam insanı bazı dış görünürlere önem vermeye itiyor.

Şu genel kanaat yaygındır: Gerçek değeri olanlar değil de, gösterişi olanlar, kendilerini pahalıya satanlar; bilgili olanlar değil de, bilgiç olanlar cemiyette ön kademeleri işgal ediyor. Hakiki değerler boşa harcanıyor. Ama kendilerini satmasını bilenler, kendilerine kolaylıkla yol açabiliyor. Yağın üste çıkması halinde olduğu gibi, her durumda en üst mevkileri işgal ediyor.

Sanırım ki bu sözlerime kimse gücenmiyordur. Çünkü çoğunlukla kime sorarsanız gerçek değer kendisidir -içinden tabii-. Üst mevkilere gelince, daima daha üst mevkiler olduğu için, bu mevkilerin daha değersiz adamlar tarafından işgal edilmesi olanağı daima mevcuttur.

Gerçek değeri neye göre kıymetlendiriyoruz? Bir gerçeğin gerçekliği nasıl belli olur? Doğrusu güçlüklerle cevap verilebilecek sorular.



Ahlaksal görüşler toplumlara göre değiştiği gibi, bilimsel açıdan da gerçeğe ulaşmak insanı çelişkiye götürüyor.

Bilim gerçekten gerçeği arıyor mu? Gerçekten gerçeği arıyorsa, bu gerçeği bulmak için elinde gerekli silahlar mevcut mudur? Mademki teoriler bilimin gelişmesiyle değişiyor, şekil değiştiriyor ve bildiğimiz kadar yeni olaylarla birlikte yeni teoriler, yeni kabuk değiştirmeleri çıkacağına göre, gerçekten nasıl bahsedebiliriz?

Bunları söylüyorum diye gerçeği sevmiyorum anlamı çıkmamalı. Gerçeği çok sevdiğim için ve gerçekle karşılaşmadığımız durumlarda bile gerçekle karşılaşmış gibi davranabileceğimizden korktuğumdan, bunları söylüyorum.

Özetlersek, bilim tüm gerçeği bulmaya yarayan bir silah değildir. Daha geniş bir görüşe sahip olmak, daha pratik teknolojilere ulaşmak için elverişli bir yoldur.

Gerçekten bahsedince iç ve dış âlemler arasında haberleşmenin uygun olduğu da, bazen kastedilir. Kafamızın içindeki fikirler dış dünyaya ne kadar olumlu sonuç verecek şekilde uygulanabiliyorsa, o nispette gerçektir.

Rüyaların dış dünya ile ilişkisi tamamen kesilmiştir. O halde rüyalar gerçek değildir. Oysa, gördüğüm şu kitap, ancak dış dünyada bulunduğu sü-

rece beni etkilediğinden bir gerçektir. Eğer kitabı yakarsam, dış dünyada mevcudiyeti kalmaz ve ben de onu göremem.

Ama bilim dış dünyadan elde edilen deneylerin yığını değildir. Bu deneyler rüyalarımızla birleşerek daha genelleşmiş daha güçlü olmuştur.

Öklid'in takipçileri hiçbir boyutu olmayan noktanın rüyasını görmüşlerdir. Hiçbir boyutu olmamak gerçekten var olmamak için kâfi sebeptir. Hiç olmazsa boyutu olmayan bir şeyin bizi gözler yardımıyla bir haber iletme-yeceği ve onun hakkında bilgi sahibi olabileceğimizin şüpheli olduğu akla yatkın gelir. Kısaca bütün matematik, iyi kurulmuş kurallara göre, çalışmaya düşmeden iyi tarif edilmiş kavramlarla oynama sanatıdır. Üstelik Kurt Göbel'e göre bir aksiyon sisteminin de çalışmasız olduğunu iddia edecek durumda değiliz.

Matematiğin bir gerçekliği olması için, uygulandığı alanlara iyi oturması gerekir. Öyle ki matematik yoldan elde edilen sonuçlar, deneysel yoldan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldıktan sonra birbirini tutarsa, matematik bir dereceye kadar gerçeklik kazanır. Matematiğin temeli olan mantık için de benzer şeyler söylenebilir.

Bilimsel çabalarda olaylarla değil, onlardan elde ettiğimiz kavramlarla uğraşırız. Yani sözlü veya matematik modellerle. Modellerden çıkan sonuçlar, dış âleme ne kadar uygulanabiliyor, ne derece ilerisini görmemize imkân veriyorsa, o derece elverişli modellerdir.

Sibernetik, bilimin gerçekle değil, tamamen gerçeğin modelleri ile uğraştığı görüşüne vardığı için, gerçeklik kavramı üzerinde durmaz. Bir model diğerine nazaran ne kadar daha basit ne kadar daha kısa yoldan, bizi, uygulanabilen aynı sonuçlara götürüyorsa, o kadar elverişli veya uygundur.

İkinci bir özellik olarak, başlangıçta başvuru aksiyomlar (veya çıkış noktaları) ne kadar az ve sonuçlar ne kadar fazla olursa, o düşünce sistemi veya model o kadar uygundur.

Warren Weaver «Bilimsel Aydınlatma» denemesinde, aydınlatmaların iki tip olduğunu belirtir. Birinci tipe matematikte rastlanır. Bilindiği gibi basit bir aksiyomdan başlayarak, çelişkisiz, daha doğrusu tutarlı sonuçlara varan ve dal budak salan bu aydınlatma tarzına, yazar «dikey aydınlatma» demektedir. Başlangıç aksiyomlarının seçilmesi tamamen arzuya bağlıdır. Bunların gerçekliği hakkında bir şey söylenemez.

Yazar iki olay arasındaki benzetmeden yararlanarak yapılan aydınlatmaya; «yatay aydınlatma» ismini vermektedir. Bu iki olayın hiç biri tam aydınlatılmamıştır. Ancak yeni karşılaştığımız olay, aşına olduğumuz için anladığımızı zannettiğimiz olaya benzetilerek onun yabancılığı azaltılmış ve kontrol altına alınması sağlanmıştır.

Aslında biz bir cisim tanıırken benzer bir durum olmaktadır: Bir tabloyu gördüğümüz anda onun tablo olduğunu anlayabilmemiz için, o gördüğümüz cismin hayali ile kafamızın içindeki tablo kavramı çakışmalıdır. Ne gördüğümüz cismin hayali ne de tek başına tablo kavramı, tam açık değildir. Bunların birleşmesiyle bir aydınlatma meydana gelir.

### **İki öğrenci tipi:**

Bir öğrenci tipi vardır ki, fazla derinliğine gitmeden dersleri ezberler; öğretmenin istediği cevapları verir, ama derse bağlanmaz. Sınıfını bitirdikten sonra kitabını kapatır ve günlük konuşmalarını dedikodular teşkil eder. Bu tip üzerinde fazla durmak istemiyorum. Çünkü bu tiplerden gerçek bilim adamı yetiştirmek güçtür.

Diğer bir tip vardır ki, öğrendiğini kendine mal etmedikçe rahat etmez. Diploma için değil, bilgiye sahip olmak için uğraşır. Gerçekle ilgisi olmayan nokta gibi kavramların kendisine gerçek gibi tanıtılması ile serseme döner. Bilimin gerçekle değil, gerçeğin modelleri ile uğraştığını bilmediğinden, gerçeği bulmak için didinir, üzülür, bazen de derslerinde başarısız olur. Bu tip öğrencilere bilimin gerçekle değil, gerçeğe ulaşmak amacıyla modellerle uğraştığını anlatmak isterim. Belki biraz teselli bulacaklar, derslerine bir da-

ha başka sarılacaklardır. Anlamadıkları noktalarda suç onlarda değil, bilimin ya da öğretim sisteminin yetersizliğinde.

### **Karanlık kutu kavramı:**

Bir buzdolabımız var. Kapısını açıp sütümüzü içiyoruz. Buzdolabının modeli ne olursa olsun, içine süt koyup soğutmaya bırakırsak, süt içeceğimize bir güvenle bakabiliriz. Bu işte makinenin karşılığı bizi ilgilendirmez: Kullandığı gazın cinsi, motorun bağlanma tarzı, bizim soğuk süt içmemize engel değildir. Yeter ki kapıyı açık unutmayalım.

Eğer soğuk süt içmek için, her seferinde buzdolabını söküp içini tetkik etmeye koyulursam, soğuk süt içeceğim pek şüpheli olur. Bunun gibi, bir insan, tüm matematiği bilmeden, bazı teoremlerden yararlanabilir.

Karanlık kutu kavramı, tamamen açamayacağımız mekanizmalar için dıştan müdahalelerle ve bunlara alınan cevaplarla o mekanizmalar hakkında fikir sahibi olmak işlemini belirtir.

Tabiatта birçok olaylar bizim için bir kapalı veya karanlık kutudur. Deney imkânları bize tam mekanizmayı vermez, ama alınan cevaplar onun davranışı hakkında modeller elde etmemize imkân verir. Böylece bilimsel teoriler ortaya çıkar. Teorilerin geniş çapta uygulanışı, uygulanan mekanizmaların eş şekilli (ya da eş davranışlı, izomorf) olduğunu gösterir. Ama gerçekte bu mekanizmalar veya makinalar (geniş anlamda) eşit şekilde yapılmamış olabilir.

«Eğer bir makine tek yönlü bir değişimle, daha basit bir makinaya dönüşür ve bu değiştiği makine diğer bir makinenin eş şekillisi (izomorf) ise, bu son makine ilk değişme uğramamış makinenin homomer'fudur.» Bu karışık sözleri Ashby'nin kitabından aldım. Kitabı baştan aşağıya okumadan tam anlaşılmaz. Kısaca demek istediği, biyolojide ve bilimin birçok kollarında modeller esas mekanizmalara nazaran çok daha basittir. Ama modeller üzerinde çalışmak esas makineye bir dereceye kadar hâkim olmamızı önlemez. Buzdolabı örneğinde olduğu gibi. Buzdolabını kullanırken alelaide bir dolap

modelini göz önünde bulunduruyoruz. Bu bilgi, soğuk süt içmemize kâfi geliyor.

Tam bilgi alamadığımız hallerde, karanlık kutu kavramı geçerlidir. Ashby, hafızadan her bahsedişimizde bilgi eksikliğini ifade ettiğimizi belirtir. Hafıza sözünü etmemizin nedeni, mekanizmanın bir kısmını görmemizdir. Yoksa olay geçmişte değil, şu anda cereyan etmektedir. Kompüterde hafıza yerine kullanılan miknatıslı şeridin, şu anda dönmesi halinde olduğu gibi.

### **Bedavadan bilmeceler:**

Nasrettin Hoca okla atış talimi yaptırıyormuş. Birinci defa atmış tutturamamış : «Siz atsanız böyle atardınız» demiş. İkinci başarısızlığını da öğrencilerine yüklemiş. Üçüncü de tam isabet kaydedince: «İşte! ben böyle atarım.» demiş.

Ben maalesef entropi ile ilgili hesaplan 48. 49 ve 50'nci sayılarda (Yukarıdaki sayfalarda yer alan hesaplamalar) verdiğim halde, hiçbirinde hatasız bastırmayı beceremedim. Bunların 3'ü karşılaştırılırsa, okuyucunun doğru hesabı kendiliğinden bulup sonuca ulaşabileceğini sanıyorum. Böylece hatalı yerleri bulmak gibi bedavadan bir bilmece çıkmış oluyor.

Diğer bir bilmece de 49'ncü sayıda iki satırın yer değiştirmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu karışmış olan satırların yerlerini bulup değiştiren okuyucular, zihin bulanıklığı yerine anlaşılabilen bir yazı okumak suretiyle mükâfatlanmış olacaktır. Ayrıca gürültü hallerinde, tekrardan yararlanarak nasıl hataların düzeltilebileceğine dair bir sibernetik tatbikatı yapmış olacaktır.

### **Dış görünüş ve büyü:**

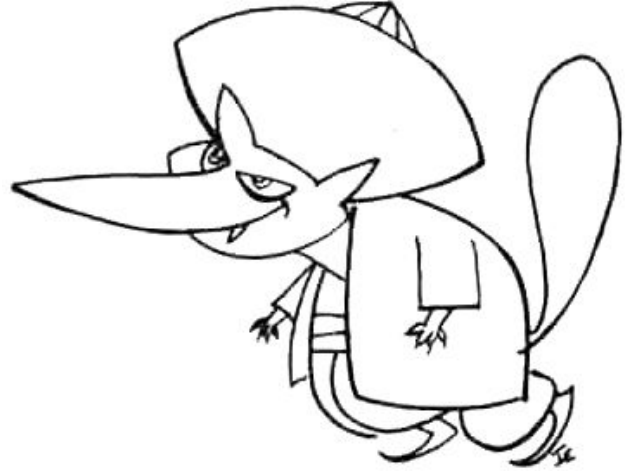
İlkel insan, şairler gibi benzerliklerden yararlanır ve bunlarla büyü yapar. Örneğin kalbe benzeyen bir bitki kalp hastalıklarında kullanılır. Bir insanın resmine, tırnağına, ismine yapılan kötülük kendisine yapılan kötülükle

eşdeğerdir. Burada da gene modeller gerçeklerin yerini tutuyor ama bu modellerin gerçekten çalışıp çalışmadığı araştırılmıyor. Nasrettin Hoca büyüye inanmaz ama, onun da büyü ile ilgili bir fıkrası var; âdeta «ye kürküm, ye» fıkrasının olumsuzu:

Ramazanda bir köye gider aç kalır. Diğerine gider orada da Hocalığına bakmayıp iftara davet etmezler. Bitkin bir halde sonuncu bir köye varır. Bir kalabalık, köyün tavuklarının canına okumuş bir tilkiyi nasıl cezalandıracaklarını tartışıyorlarmış. Nasrettin Hoca; «Bu işi bana bırakın en iyi şekilde hallederim.» demiş. Tilkiyi teslim alınca, sarığını başına, cübbesini sırtına geçirip salıvermiş: «Şimdi onu bu kılıkta görenler Hoca zannedip sürüm sürüm süründürürler.» demiş.

### **Gerçeklik duygusu:**

Bir şeyin gerçekliğine inanmakla onun gerçek olması arasında çok fark vardır. Buna rağmen aşırı bir güvenle inandığımız olaylar vardır. Hepimiz işyerimizi bulacağımıza, yolda kaybolmayacağımıza inanırız. Bunun gibi, düşen bir taşın yere doğru yol alacağına inanırız. Bu inanca sahip olmak için, ne Newton'un çekim kanununu, ne de onun Einstein tarafından değiştirilmiş şeklini bilmek şarttır.



**Sürüm sürüm sürünsün!**

Bu güven duygusu nereden geliyor? Bana öyle geliyor ki, güvenimizi tekrara ve şartlanmaya borçluyuz. Bir taşı on defa bıraksak hep düştüğünü görüyor ve ona göre şartlanıyoruz.

Bu şartlanma deneysel olmayabilir, aynı sloganların defalarca tekrarlanması bizi şartlandırabilir. «Bilimsel gerçek» sloganında olduğu gibi.



Demek ki, alışkanlıklar birçok hallerde gerçeklik duygusu yaratıyor. Bu gerçeklik duygusu çok kere yerindedir. Bazı hallerde hiç yerinde değildir, örneğin yavaş hızla hareket eden sistemlerde yaptığımız deneylere bakarak zamanın hızının sistemin hızına tâbi olacağına inanmamamız, zamanı mutlak kabul etmemiz halinde olduğu gibi.

Mutlaklık duygusu da bir nevi şartlanmadır: Hiç değişmeyen mutlak kanunlar, mutlak gerçekler bulma arzusunda, şartımızı değiştirmemek, olduğumuz yerde kalmak özlemi vardır. Bu, bir bakıma yeniliğe karşı bir direniştir. Daha derin bir tahlille belki de dibinde ölüm korkusu yatmaktadır. Bilgilerimizin mutlak doğru olmasını istiyoruz. Mademki biz öleceğiz, hiç olmazsa bilgilerimiz, fikirlerimiz mutlak olarak yaşasın.

### **Bazı oyuncak modeller:**

Sibernetiği tanıtmak isteyenler, bazı yapma modellerin yardımı ile insanın davranışlarının makinelerle taklit edilebileceğini göstermeye çalışmışlardır.

Örneğin Ashby'nin Homeostadında bulunan dört ibre, nasıl çevirirseniz çevirin, denge durumu denilen bir istikamette karar kılar. Bu model, denge nin gayet genel bir olay olduğunu açıklamak için yapılmış. Bu modellerin, eğitimden başka hiçbir iddiası yoktur. Bu yüzden onlardan fazla bahsetmiyorum.

Bu modeller içinde en önemlisi, şüphesiz ki ikinci bir devrim yaratan kompüterlerdir. Bu kompüterler tıpkı mantığın çalıştığı gibi çalıştırılabilir ve birçok sistemlere eşdeğer olan modellerin uygulanmasına imkân verirler.

Kompüterlerin çalışmaları yanlışlıksız değildir ve davranışlarında zaman ve sıraya önem vermek mecburiyetindedirler.

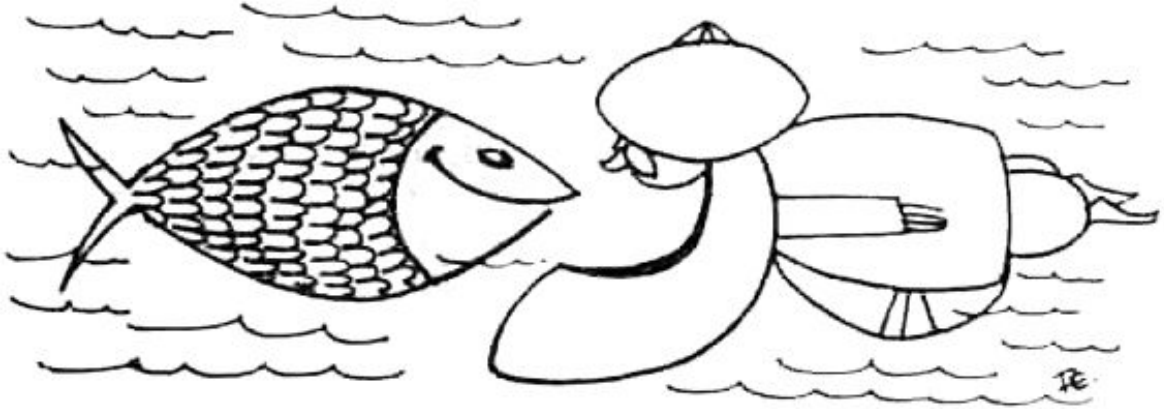
Klâsik mantığın âdeta zamanı unutmuş görünmesine karşılık, kompüterlerle uğraşanlar, devamlı olarak zaman ve hataları göz önünde bulundurmak

zorunluluğundadırlar. Bu yüzden kompüterler insan düşüncesine bir dinamizm getirmiştir.

## BALIK ve ZEKÂ

**N**asrettin Hoca bir yolcu ile birlikte bir hana uğramış. Hancı bir tek balıktan başka yenecek bir nesnesi bulunmadığını söylemiş. Bunun üzerine Nasrettin Hoca «Ben balığın başını yemek isterim», demiş, «Balığın başını yiyen akıllanıyor». «Yok!» demiş yolcu «Başı ben yiyeceğim, niye sen akıllanasın?» Nasrettin Hoca kibar davranıp bütün balığı yemiş başı yolcuya bırakmış. Yemeği bitiren yolcu «Ama, ben aç kaldım» demiş, «Bütün balığı sen yedin.» «Nasrettin Hoca hemen cevabı yapıştırmış.» «Gördün mü nasıl akıllandın?».

Bu fıkrayı Ashby'nin vazgeçilemeyen çeşitler kanununu açıklamak için anlattım. Nasrettin Hoca'nın balığın vücudunu seçmesi öbür yolcunun başı seçmesi ile neticelenmiş oluyor. Bilim adamının tabiat karşısında her türlü seçimi yapmak imkânı vardır. Bütün çeşitlerden yararlanabilir. Ama iki rakip karşılaşıncı her tarafın yaptığı seçimler, karşı tarafın seçim imkânını daraltır. Bu konu VON Neumann'ın ortaya attığı matematik kolu «oyunlar teorisi»ni ilgilendirir. Ancak bu teoride her rakip karşı tarafı en az kendi gibi akıllı kabul eder. Yoksa Nasrettin Hoca'nın fıkrasında olduğu gibi geri zekâlı birini karşısına alıp zekâsını artırmaya çalışmaz.



Balık ve Zekâ

### Bir öğrencinin Sibernetikten Yararlanabileceği Bazı Noktalar:

Birinci yazımızda açıkladığımız gibi ne doğru ne de yanlış diyebileceğimiz durumlara paradokslara insanın akli takılır. Bu bazı öğrencilerin şaşırmalarına ve konuyu anlamalarının güçleşmesine sebep olur. Çoğu zaman bu paradoks öğrencinin bazı kavramları yanlış anlamasına bağlıdır. Diğer yandan konuya tam hazır olmamasından da ileri gelir. Bu noktada takılıp kalmaktansa o noktayı o zaman için atlamak, daha ileri gitmek, kavram açık oluncaya kadar okumalar yapmak ve gerekirse geriye dönmek tutulması gereken yoldur.

Örneğin, fizikte vektör kavramı lise derslerinde çok dar bir şekilde anlatılır ve bir okla gösterilir. Vektör terimi daha geniş olarak ( $a$ ,  $a, \dots a$ ) gibi birçok elemanı bulunan bir bileşkeni anlatır, örneğin İstanbul'un iklimini tarif etmek istiyorsak. rutubet, basınç, sıcaklık derecesi, bulutluluk oranı gibi dört sayı  $a, a, a, a$ , terimlerinin yerini tutar. Fizik derslerinde okutulan vektör kavramı ile bu kavram arasındaki ilgi kolay kolay anlaşılmaz. Basit vektörlerden elde edilen matematik kurallar daha genelleştirilerek daha geniş yeni bir vektör tarifinin ortaya atılmasına sebep olmuşlardır.

Diğer yandan öğrencinin kafasına takılan bir soru, kendi iç bunalımını gösteren, aslında konu ile ilgisi olmayan bir sorudur. Böyle bir sorudan kaçınmak için bu soruyu cevaplandırarak bir deney tasarlamalıyız. Eğer bu-

nunla ilgili bir deney yapılamıyorsa, konu cevapsız kalmak zorundadır. Bu deney, fikri bir deney de olabilir.

Katıyet duygusu ve bir konuyu sonuna kadar anlama arzusu bazı konuların öğrenciler tarafından kavranmasına engel olur. Atomlar için şekilleri çizilemeyen matematik formüllerin, basit atom şekillerinin yerini alması öğrenciye o konuyu anlayamayacağı duygusu duyurur.

Dış dünyanın gerçekte gördüğümüz gibi olmadığını bilmek, yani hiçbir cismin gerçekte bize görüldüğü gibi olmadığını, onu kendimize has özel şifrelerle yorumladığımızı tasarlamak görüş açımızı genişletebilir ve statik olan şekli modeller yerine daha dinamik olan matematik bağıntılar aramamıza sebep olabilir. Diğer yandan öğrenci mukayeseler yaparken, örneğin bir kimya açık formülünü öğrenirken, lüzumlu veya lüzumsuz her ayrıntı için kafa yorar. Haberleşme teorisi bize özelliği olan noktaların üzerinde durmamızı öğretir. Tekrardan kaçınmamızı, bilgiyi en ekonomik şekilde aktarmamızı öğütler. Aynı gruptan iki formülü karşılaştırırken, bunları birbirinden ayıran fark nedir? diye soracağız. Diğer ayrıntılara önem vermeyerek bu iki formülün değişik etkilerini bu farklı yerlerinde aramaya çalışacağız. Gereksiz ayrıntılar üzerinde durmak bir anlam ifade etmez. Tıpkı bir adamı tarif ederken, kafası vardı, iki kolu ve iki bacağı vardı demenin hiçbir anlam ifade etmemesi gibi. O adama has özellikleri saymalıyız: İnce, uzun boylu, yeşil gözlü, kumral kıvrıkcık saçlı, yumuşak ince tenli gibi. Eğer bir parmağı eksikse onun tam yerini söylemeliyiz.

Telefon muhaberatında bundan yararlanılarak lüzumsuz bilgi ile bir hat işgal edilmez. Aynı hat on veya daha fazla dinleyiciyi birden idare eder. Her dinleyiciye sırasıyla ve fark edilmeyecek kadar kısa fasılalarla kulaklarının alacağı kâfi bilgi verilir. Dinleyici aradaki kesintileri fark etmez. Tıpkı sinema seyrederken olduğu gibi. Bilindiği gibi sinema filminde göz, bir görüntüyü bir süre için saklar. Filimler kesik kesik çekildiği halde sinemada gösterilince bir devamlılık duygusu alınır. Bunun gibi kısa fasılalarla telefon mesajının kesilmesi, bizde bir fark yaratmaz. Hat bizimle teması kestiği anda, diğer bir dinleyiciye, ondan da diğerine atlayarak devreyi tamamlar.

dıktan sonra tekrar bize döner. Böylece birçok müşteri birden yararlanır. Tek kompüterin birçok probleme cevap vermesi, aynı şekilde sağlanmış ve kullanma masrafı düşürülmüştür. Aynı kompüter çeşitli müşteriler için problem çözer ve bilgiyi kesintili sıralan devrettirerek bekleyen müşterilere iletir. Kesinti fasılları o kadar kısadır ki her müşteri aynı zamanda bilgi aldığı duygusuna kapılabilir.

### **Bir Yarım Kadın:**

Öğrencilerin sıkıntı çektikleri noktalardan biri de bilim lisanının acayipliğidir. Genellikle bilim gruplardan bahsettiği halde, tek tek unsurlardan bahsediyormuş gibi bir dil kullanır. Şeker molekülü derken tek bir molekül değil, o grupta bulunan bütün moleküller kastedilmektedir. Eşekten bahsedilince tek bir eşek değil, bütün eşekler kastedilmektedir. Bu dil alışkanlığı 22,5 kadın gibi anlaşılmasız sözlerin ortaya çıkmasına neden olur, örneğin yüz kadından 22,5'ü ev hanımlığı yapar gibi sözler edilir. Bu istatistik bir orandır. Çok daha büyük bir sayıdan sonra bu rakam elde edilmiştir. Fakat rakamları yüze uydurabilmek için yarımdan yararlanılmıştır. Yoksa kadın ikiye bölünmemiştir.

Bunun gibi şeker moleküllerinin çok sayıda olduğu biliniyor bunların aynı gruplarının uzayda aynı zamanda çeşitli durumlarda bulunabileceğini tasarlayabiliriz. Tıpkı iki kişiden biri sağ kolunu yukarı kaldırmışken diğerinin ileriye uzatmasında olduğu gibi. Ama bu işi tek kişi için düşünürsek, adamın sağ kolu hem yukarıya kalkıktı hem de ileriye doğru uzanmıştı gibi anlaşılmasız sözler ortaya çıkar.

### **Az Sayıdaki Parmaklar:**

Nasrettin Hoca çok acıkmış, 5 parmağını daldırarak yemek yiyormuş. «Niye 5 parmağınla yiyorsun ?» diye soranlara «6 parmağım yok da ondan» diye cevap vermiş.

Beden yapımız gibi kafa yapımız da davranışımızı, anlayışımızı kısıtlıyor, insanların ellerinde 5'er parmak olduğu için 10'lu sayı sistemi geçerli olmuş.

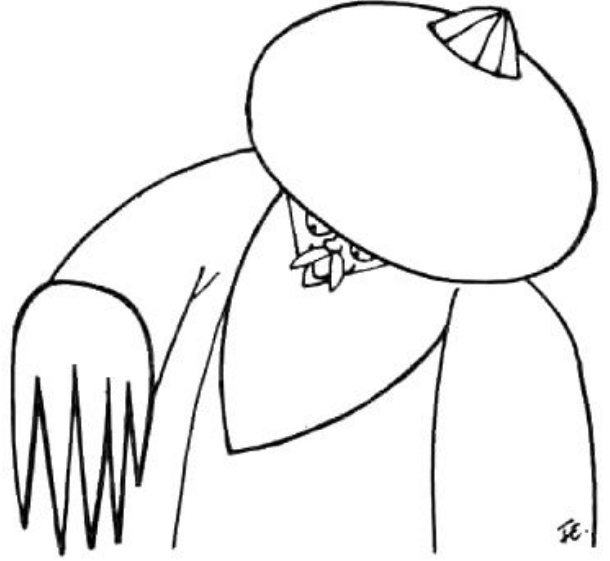
Bunun gibi, kafa yapımız tüm doğru veya tüm yanlış önermeleri kabul etmek eğilimindedir. «Bir şey ya tam doğrudur ya da tam yanlıştır. Bunun ortası yok» diye düşünmek eğilimindeyiz.

Bu tarz mantık gruplarını göz önünde bulundurunca çalışmaz hale gelir: Yüz kişilik bir grupta 10 kişi hasta ve 90 kişi sağlam olabilir. Bireysel düşünme eğilimi geçerli ve yaşayan en sağlam mantık türlerinden biri olan ihtimaller mantığının çabucak kavranılmasını güçleştirmektedir.

### **Hep Veya Hiç Kanunu:**

Kafamızın böyle yanlış ile doğru arasında kesin zikzaklar çizmesi gibi, sinir lifleri de bir tembihi ya tam iletir ya da hiç iletmez. Eşik değerinin altında kalan tembihler daha az şiddette iletilecekleri yerde, hiç iletmezler. Bir tembihin iletilmesi için eşik değeri aşılmalıdır. Eşik değeri üstündeki tembihlerin şiddetleri ne olursa olsun sinir sisteminin iletme cevabı aynıdır. Tıpkı elektrik düğmesini hangi şiddetle çevirirsek çevirelim elektrik ampulünün aynı şekilde yanması gibi. Burada uyarılara cevap veren tek tek sinir lifleridir yoksa, bütün sinir değil. Tembih edilen liflerin artmasıyla, sinirden kademeli cevaplar alınabilir.

Kompüterlerin anahtarları ya da lambaları, ya tam açık ya da tam kapalıdır. Bu yüzden onlar da hep ve hiç kanununa uyar gibi görünürler. Kompüterlerin bu davranışı insanlarla ilgili bu bilgilerin daha geniş bir çerçeveye yayılmasına sebep olmuştur.



Altı parmağım yok da...

## **Bir Kaç Kelimi ile Kompüterler:**

Kompüterler, analog (benzetmeye dayanan) ve Dijital olmak üzere gruplara ayrılmaktadır. Analog kompüterler özel görevler için mâl edilir, ölçüler görevin gerçek ölçüleri ile orantılı ve devamlıdır. Tıpkı bir cetvelin uzunlukları, devamlı ölçmesinde olduğu gibi.

Dijital kompüterler her türlü işlerde kullanılabilir. Kompüter deyince artık bunlar akla gelmektedir. Bunlar teker teker sayarlar. Sayılar arasında kesinti vardır. Tıpkı çakıl taşları ile saymakta olduğu gibi. Çok çeşitli maksatlarla kullanılırlar. Bir de Analog ve Dijital kompüterlerin birleşmesinden doğan melez kompüterler vardır.

Dijital kompüterlerin özelliği kullanma imkânlarının sonsuz oluşudur.

Bir araba aldığınız anda, onu adamakıllı kullanmayı en çok bir yılda öğrenirsiniz.

Oysaki kompüterler o kadar çeşitli kullanma imkânı vermektedir ki, onlardan yeni yeni maksatlarla yararlanmak için on yıllarca çaba göstermek gerekmektedir. Makinenin yapımında olan gelişmeler bir yana, esas gelişmeler onları kullanma sanatında olmaktadır. Bu aletler gelişimlerini hiçbir zaman tamamlamayan insanlar gibi daima yeni şeyler öğrenmekte ve gelişmektedirler. Gerçekte gelişen bu makineler değil, bunları yeni şekillerde kullanmak için yeni programlar hazırlayan insanlardır. Kompüterlerle çeviri, satranç oynama çalışmaları hâlâ devam etmektedir. Kompüterlerden bu çeşitli işlerde yararlanma bir çok işlemlerin taklidine (simülasyon) imkân vermekte, kompüter içinde çok daha kısa zamanda çalışan fabrika modelleri, şehir modelleri yapılmakta, çalışma hataları düzeltilmekte ve tam başarıya ulaşıldıktan sonra esas plâna geçilmektedir.

## **Kompüterlerin Kısımları:**

Kompüterler hafıza, aritmetik birimi ve kontrol birimi gibi 3 kısımdan müteşekkildir. Diğer iki kısmı saymadık, çünkü unutulmalarına imkân yoktur.



Kompüterlere bilgilerin girmesi için bir giriş ve bilgilerin çıkması için bir çıkış kısımları gerektiği açıktır. Kompüterlerin başlıca ikili sayı sistemi dilini kullandıklarını birçok kereler söyledik. Her kavram bu sayılarla anlatılabileceğine veya bu sayılara çevrilebileceğine göre, kompüterlerle anlatılabilecek şeyler sonsuzdur.

Hafıza isteğe, kullanılacak işe uygun olarak doldurulur. Her bilgiye erişmek için belirli adresler veya bulma usullerinden yararlanır.

Aritmetik veya işlem kısmı ise, bu bilgileri işler, ya da mantık problemlerini çözer.

Kontrol kısmı ise, hafızada bulunan programa uygun bir şekilde çalışır. Bilgilerin sırasıyla işlenmesini, belirli bilginin belirli bir zamanda belirli bir yere taşınmasını sağlar ve hangi işlemlerin yapılması gerektiğini tayin eder, ayrıca her kademede emirlerin yerine getirilip getirilmediğini kontrol eder.

Kafadan bir problem çözerseniz, hafızadan hem kontrol bilgisi için hem de depolanmış bilgi için yararlandığınızı göreceksiniz. Eğer problemi okumuşsanız, gözler giriş kısmını temsil edecektir. Cevabı sözlerle anlatsanız, ağzınız çıkış yerinin görevini uygulayacaktır. Aritmetik kısım, işlemler ile ilgili bilginiz; kontrol kısmı bu bilgilerin sırasıyla uygulanmasını sağlayan kuvvettir.

### **Bazı Kavramlar:**

Sibernetikle ilgili yazılmış en iyi kitaplardan biri Ashby'nin kitabıdır. Wiener'in birçok fikirleri açık seçik bir şekilde anlatılmıştır. Bu eserin Türk diline kazandırılmamış olması yazıktır.

Ashby'nin kitabı, karşısında gayretli bir okuyucu ister. Her noktanın anlaşılması için problemler eklidir. İşlemlerde vektörler ve matrisler kullanılır, fakat matris hesaplarını bilmeye ihtiyaç yoktur. Lise veya Ortaokul matematiği yeterlidir. Matris dört köşe cetveller halinde toplanmış bilgi-

lerden yapılmıştır. Sütun ve sıra numaraları, coğrafyada enlem, boylam dairelerinin bir bölgeyi belirtmesi gibi, belirli bir bilgiye ulaşmamızı sağlar.

Matriks hesapları birçok dönüşümlerin toplu olarak yapılması, birçok çok bilinmeyenli cebir problemlerinin toptan çözümü ile ilgili bilgiler verir.

Matriks hesapları kompüterler sayesinde daha kolay çözülebilmekte ve vakit yetmediğinden çözümlenmesine imkân olmayan problemlerle, kompüterlerin hızından dolayı artık ilgilenilebilmektedir. Bazı Fransız yazarlarına göre Matriks kavramı insan düşüncesine yeni boyutlar katmıştır.

Ashby değişimi (transizyon), AB şeklinde ifade eder. Yeşil yaprak, sarı yaprağa değişmiştir, demenin genel bir şekli. Burada A yeşil yaprak, B sarı yapraktır.

Birçok değişimin birden olması durumuna dönüşüme (transformasyon) deniyor. Aynı zamanda tomurcuğun çiçeğe, yeşil yaprağın sarıya dönüşmesinde olduğu gibi. Dönüşüm kapalı olabilir. Bir şişedeki içkiyi bardağa ve bardaktan şişeye dökmemiz halinde olduğu gibi. Bu işlemi sonsuza kadar uzatabiliriz. Hâlbuki içkiyi içtiğimiz anda işlem tekrarlanamaz. Bu açık bir dönüşümdür ve sonu gelmiştir. Değişim tek yönlü olabilir. Bir yeşil yaprağın, sarı yaprağa değişmesi halinde olduğu gibi veya tekten fazla yönlü olabilir. Bir tek bardağın kırılıp iki yarım bardağa dönüşmesi halinde olması gibi.

Ashby'ye göre, belirtilmiş bir makine, davranışında tek yönlü ve kapalı bir dönüşüm yapan bir makinedir.

Örneğin şişeden kadehe ve kadehten şişeye içki döküp bu işi istediğimiz kadar uzatırsak belirtilmiş bir makine elde etmiş oluyoruz.

Görülüyor ki bu kavramın günlük makine kavramı ile ilgisi kalmamıştır; canlı ve cansız dünyaya uygulanabilir.

Hâlbuki Biyonik bilimini sibernetikten ayırmak için makina kavramının canlıdan ayrılması gerekir. Bazı yazarlara göre Biyonik, canlılardan ilham alarak makine yapma bilimi, sibernetik ise makinelerden yararlanarak canlı-

ları daha iyi tanıma bilimidir. Bazı yazarlar bu farkı kabul etmeyerek bu iki bilimi birleştirirler.

Kavramlardan bahsederken Ergodik kavramı ve Markov zincirine de değinelim. Halk tipi çok basit tariflerini vereceğiz.

İstatistik tutarken, numune alma çok mühimdir, örneğin, bir pasta hakkında örneklere bakarak fikir sahibi olacaksak, yalnız kremalı tarafından örnekler alırsak, pasta hakkında bilgimiz tam olmaz, pastayı kremadan ibaret zannedebiliriz. Bunun gibi bir fikir edinmek üzere şehrin yalnız zengin mahallelerinden örnekler seğersek, yanlış bir iş yapmış oluruz. şehri zenginlerden ve iyi giyinmişlerden ibaret sayabiliriz.

Ergodik olarak karışmış bir sistem öyle bir sistemdir ki, numune alma endişemiz kalmaz. Numune ne şekilde alınırsa alınsın, kimin tarafından alınırsa alınsın, bunun sonuca etkisi olmaz.

Zaman ve meknla değişen ihtimal olaylarına stokastik proçes derler. Markov zincirleri bunun özel bir tipidir. Bir ihtimal sonucu ortaya çıkan olayın, müteakip olayların ihtimalini etkilediği durumlara Markov Zinciri derler.

Diyeceksiniz ki bu yararsız bilgileri neden verdiniz?

Ben de Nasrettin Hoca gibi cevap vereceğim:

«Gördünüz m nasıl zeknız arttı?»

## BİNDİĞİ DALI KESMEK

**N**asrettin Hoca ağaca binmiş, bindiği dalı kesiyormuş. «Aman», demişler, «düşeceksin bindiğin dalı kesiyorsun». Hoca aldırmamış ve kesmeye devam etmiş. Sonucu hepimiz tasarlayabileceğimiz için fıkrayı burada kesebiliriz.

Ama acaba bu fıkranın çok derin bir anlamı yok mudur? Bize uygun yolu gösterenle, ters yolu göstereni tam ayırabiliyor muyuz? Bize doğru yolu gösterene sırt çevirip aksi istikamette yürürsek bindiğimiz dalı kesmiş olmaz mıyız?

Doğru yol derken işi ahlâk açısından alıyorum sanılmasın.

Bir bakıma arkadan gelebilecek erozyonu hesaplamadan ormanlarımızı tüketirsek bindiğimiz dalı kesiyoruz demektir.

Bir eğitim sistemi de eğer gayesine uygun yeni kuşaklar yetiştirmezse bindiği dalı kesiyor demektir.

Eğer bir ülke ihtiyacını iyi hesaplamadan kimyager, mühendis, doktor yetiştirir ve bunlar yetiştikten sonra memleketin genel gelişmesi aynı seviyede olmaz ve onlara çalışma imkânı sağlayamazsa, en kıymetli elemanlarını ne yapacağını bilmez halde bırakırsa bindiği dalı kesiyor demektir.

Kimseyi kınadığım ya da sadece ülkemizi kastettiğim sanılmasın. Değirmek istediğini, genel ve önü alınması güç, birçok gelişmiş ülkelerde rastlanan bir olay. Bazı yazarlar gençlik hareketlerini buna bağlamaktadır.

Eğitimin görevi yarının çocuklarını, yarının şartlarına en uygun şekilde bağlı oldukları cemiyetin en çok yararlanacağı ve kendilerinin de en mutlu olacağı bir şekilde yetiştirmektir. Eğitim genellikle bu görevini yapamıyor. Çünkü yarının cemiyetini bugünden kestirmek güç. Yarının cemiyetinin ihtiyaçları şimdiden hesaplanamıyor. Eğitim düne dönük aheste aheste giderken teknoloji son süratle ilerliyor. Otomasyon bazı işleri lüzumsuz kılıyor, diğer işlere daha çok önem veriyor. Elle çalışan işçinin önemi git gide azalırken, kafa işçisine ihtiyaç gün geçtikçe artıyor.

Mantık gözden düşmeye başlamışken, otomatik makinelerin çıkması ile Boole cebri veya modern mantık, cümleler teorisi gibi konularda herkesin az çok bir fikri olması gerekiyor. Eğitim programlarının yarının otomatik fabrikalarına, yarının teknolojisine cevap verebilecek şekilde yeniden gözden geçirilmesi gerekiyor. Yarının çocuğu bizim bir kitabı kolaylıkla kullanabildiğimiz gibi kompüterlerden yararlanabilmeli.

#### Bindiği Dalı Kesmek.



Değişikliğin kimseyi hemen mutlu kıldığı görülmemiştir. Kompüterlerin pahalı elması yayılma süratlerini biraz engellemiş ve korkulan işsiz kalma problemini korkunç olmaktan çıkarmıştır.

Batı ülkelerinin otomasyona geçmeye başlamış olması Almanya'ya işçi göndermemizi şimdilik engellemektedir.

Fakat uzak bir istikbalde otomatik makinelerin insanın birçok işleri-

nin yerini tutacağı düşünölmekte ve her türlü ihtiyacı giderilmiş insanın, işsiz kaldığı zaman alınması gereken tutum tartışılmaktadır.

H. LABORİT'e göre ne işçi ne de işveren sınıfı kalacaktır. Çünkü işçinin elinde çalışmadığı için para bulunmayacak ve otomatik makinelerle bedavadan ucuza mal üreten işverenler de bunları bedavadan dağıtma zorunluğunu duyacaklardır. İktisadi temelini değiştirmiş olan dünyada harp lüzumsuz olacak. Böylece birbirlerine kardeşçe davranan insanların dünyası tek bir dünyaya dönüşecektir. İnsanların tek bir uğraşları olacak gerek sanatta gerekse bilimde araştırma yapmak...

O halde uzak bir istikbale göre yeni kuşaklar yetiştireceksek araştırmacılar yetiştirmeliyiz. Bu pek uzak bir istikbal olduğuna göre hiç olmazsa şimdilik eksik olan araştırmacı kadrolarımızı tamamlamaya bakalım. Buna paralel olarak bu araştırmacıları kullanacak kuruluşların iktisadi olarak kalkınması ve araştırma yapması bir lüks değil, bir gereklilik olduğu zihniyetinin yayılması lâzımdır.

Araştırmacı olduğum için —yalan bile olsa— H. LABORİT'in «Tüm insanlar araştırmacı olacak» fikrinde yadırganacak bir taraf bulamıyorum. Bu fikir âdeta hoşuma bile gidiyor.

H. LABORİT kadının da gittikçe daha çok erkeğe dönüşeceğini yani erkekçe davranacağını ve çocukların da tüplerde veya kavanozlarda yetişeceğini ileri sürüyor. Bunu yapacak makineler yapılmışken, kadının 9 ayını araştırmadan ayırıp böyle bir uğraşa vermesi yazık değil mi?

Biraz abartmalı olan bu görüş kadın haklarını savunduğu için taraftar bulabilir.

Özetlersek, otomasyondan doğan endişeler insan neslinin biyolojik gelişmesinin teknik gelişmesi kadar hızlı olmaması yüzünden ileri gelmektedir. Bu hız farkına bildiğim kadar ilk olarak H.G. WELLS dikkati çekmiştir. Henüz biyolojik olarak çocukluktan kurtulmamış insan neslinin eline kâhillerin

kullanması gereken korkunç silâhlar geçmekte ve atom bombası örneğinde gördüğümüz gibi hiç de iç açıcı sonuçlar vermemektedir.

Bunun suçu bilimin değıldir. Bilim ürünlerinin kötü şekilde kullanılmasını sağlayan dar görüşlü politikalarıdır.

Bu konuyu terk ederken bir hint atasözünü hatırlatalım : «**insanın eline cennetin anahtarları verilmiştir. Fakat aynı anahtarlar cehennemin kapılarını da açar**».

**Birkaç kitap.** Her ay yaptığım gibi bu son yazımı da yazarken sibernetiğı yakından uzaktan ilgilendiren birkaç kitap okudum. Kuşkusuz beni en çok heyecanlandıran olay elime ilk Türk sibernetik kitabının geçmiş olmasıdır. Sedat Akalın'ın nefis bir şekilde basılmış olan kitabını büyük bir zevkle okudum. H. LABORİT'in kitabı bana —buraya aktarmadığım— bazı fikirlerimizdeki yakınlıktan dolayı ilginç gelmişti. Sedat Akalın'ın kitabı bana yeni şeyler öğrettiğı için ilginç geldi. Sedat AKALIN İngiltere'de Frank H. GEORGE ile temaslarda bulunduktan sonra kitabını yazmış. Aynı yılda yani 1971'de basılmış F.H. GEORGE'un bir kitabından, sibernetiğın bazı üniversitelerde okutulmaya başladığını öğrenmiştim. Bu üniversitenin yerini merak edip duruyordum. Meğerse Brunel Üniversitesinin Sibernetik Enstitüsü Direktörü F.H. GEORGE değil mi imiş? Bu bilgiyi Sedat AKALIN'ın ki tabından edindim. Böylece ilk Sibernetik enstitülerinden birinin Brunel Üniversitesinde kurulmuş olduğunu öğrenmiş oldum. Sedat AKALIN yapmayı özlediğim sibernetiğın çok basit bir tarifini yapıyor: «Sibernetik, insan beyninin doğasını açıklama çabası ile, kompleks elektronik hesap makineleri ve sinir sisteminin karşılaştırmalı etüdüyle uğraşan bir bilim olarak tanımlanabilir» (S. AKALIN, SİBERNETİK, sayfa: 1).

Gene aynı kitaptan işin ruhuna parmak basan bazı terimleri basit bir şekilde öğretmek üzere yazılan aşağıdaki cümleleri alıyorum: «Sibernetikte temel kavram, «fark» kavramıdır; iki şey birbirinden ya belirli şekilde farklıdır, ya da bir şey zamanla değışmiş bulunur. Eylem gören şeye «operand», operandın değıştiğı forma (biçime) «transform» ve bu değışikliğı

sağlayan faktöre operatör denilmektedir. Sibernetik informasyona (bilgi) dayanır. Bir bilginin değeri o bilgiyi elde edenin beklediği olasılıkları daraltması yeteneğiyle ölçülebilir.» (Aynı eser, sayfa: 6).

İhtimal hesaplarının önemini belirten aşağıdaki cümleleri de aktarmaktan kendimi alamayacağım :

«Gamba 1962'de yayınlanan, «Remark on the Theory of PAPA» adını taşıyan ve «Probabilistik otomatik programca - analist» olarak bilinen teorinin tartışmasını kapsayan eserinde indüktif zekâ prensibinin bir probabillite hesabına indirgenebileceğini göstermiştir.» (Aynı eser, sayfa: 12)

Pozitif feedback için uygun bir örnek bulamamıştım, AKALIN'ın kitabında bu örneği buldum:

«Pozitif feedback'e örnek olarak, güçlendirilmiş fren mekanizması gösterilebilir. Bu sistem el ile yapılan hareketleri sezer ve onları, uygulanan kuvvet hareket halindeki aracı durdurmaya yetecek hâle gelinceye kadar büyütür (güçlendirir); frenlerin eylemi çoğaltılır. Kısacası, pozitif feedback'i gerektiren bir kontrol sisteminin fonksiyonu ölçülen bir sapmayı büyütme (aynı, pozitif yönde etkilemek)», (aynı eser, sayfa: 18).

S. AKALIN'ın kitabında yapma modellerden bol bol ve yeni örnekler verilmekte, konu hiçbir abartma yapılmadan bir İngiliz ciddiyeti ile takdim edilmektedir. Son yeniliklere dokunmuş olması ve bol bol yeni referansların bulunması, konuda daha çok ilerlemek isteyenler için sevindiricidir. Bölümler: Sibernetik nedir? Boole cebiri. Otomat teorisi ve Komünikasyon (veya haberleşme) olmak üzere kitap dört kısma ayrılmıştır.

Boole cebri yeni yeni orta eğitime girmeye başlamıştır. Bu konu ile ilgilenenlere de kitap yardımcı olabilir, özellikle devreleri cebriye ayrılan geniş yer ve bu konudaki güzel şemalar ilginçtir. Yazı serisini bitirirken böyle bir kitabı ele geçirmiş olmaktan sevinç duymaktayım. Temennimiz şudur ki, sibernetikle ilgili kitaplar gün geçtikçe çoğalsın ve ilgi duyan okurlar bunları Türkçe olarak elde edebilsin



İkinci ilginç ve sevindirici kitap da Dr. Hüseyin BATUHAN ve Dr. Teo GRÜNBERG tarafından yazılmış «MODERN MANTIK» isimli eserdir. Her bakımdan çok beğendim. 1970 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından yayınlanan eser Boole cebiri ile ilgilenenlere tavsiye edilir.

Diğer üzerinde durmak istediğim bir eser de, konudaki çalışmalarından ötürü Nobel ödülü kazanmış olan J.D. WATSON'un GEN VE MOLEKÜLER BİYOLJİSİ kitabıdır. 1968 yılında Altan GÜNALP tarafından Türkçeye kazandırılmış olan bu eser, Hacettepe Üniversitesinin 1 No'lu yayınıdır. Genetikle ilgilenmek isteyenler orada temel bilgileri bulabilirler. Bu eserin Türk diline çevrilmiş olması sevinçle karşılanacak bir olaydır.

Orhan HANÇERLİOĞLU'nun ünlü düşünce tarihi ile ilgili eserlerini okumuş olanlar, antik ya da daha yeni filozofların Sibernetikteki fikirlere benzeyen fikirler savunduğunun farkına varmış olacaktırlar. Önemli olan, fikirlerin kendileri değil, yayılma imkânı, ayrıntıların işlenişindeki farklılık ve modern teknolojiye uygulanabilmiş olmasıdır.

**Sibernetikten edindiğim faydalar:** 1963'de basılmış ve vermiş olduğum bir konferansla ilgili bir yazım elime geçti: «Araştırma ve Şüpheler». Sibernetikle ilgili yazı serisini okumuş olanlar oradaki birçok fikirlerimin, sonradan, Sibernetik konusu altında yayınladığım yazılardaki benzerliğine şaşacaklardır. O zamanlar Sibernetik hakkında hayal meyal bir fikrim vardı. Sibernetik konusu ile daha yakından ilgilenince bu fikirlerimde belli başlı bir değişiklik olmadı. Benzer fikirlerin daha güzel, daha derli toplu bir şekilde «Sibernetik» adı altında toplandığına şahit oldum. Ve bu fikirleri kendi fikrimmiş gibi takdim etmiş olduğuma âdeta üzuldüm. Gerçi bu fikirler benim fikirlerimdi ama aynı zamanda başkalarının da fikirleri idi. Şuna kanaat getirdim: Yaşama tarzı, insanın başlıca fikirlerinin doğmasına sebep oluyor. Bu yüzden, birçok araştırmacıların çok benzer görüşleri oluyor. Tıpkı birçok tüccarların benzer görüşleri olması gibi.

Sibernetik konusuna başlarken, «niye sibernetikçiler ile bu kadar yakın düşünüyorum?» diye kendi kendime soruyordum. Bu cevaplar yavaş yavaş

toplanıyor. Ancak yazı serisini bitirmek üzere olduğum şu anda, bütün makinelerden nefret ettiğimi zannederken, bir makineye âdeta sevdalanmış olduğumu görüyorum. Bu, sibernetikçilerin ileri sürdükleri oyuncak örnek makinelerden bin defa daha güzeldi. Çalışıyordu, görevi vardı, insanlığa yararı dokunuyordu ve ben bu makineye sevdalanmıştım. Çünkü bana kimya ile matematiğin nasıl yanyana dostça birbirine yardım edeceğini bu makine öğretmişti,  $(a + b)^2$  gibi çocukların bile bildiği bir formülün, nasıl ihtimal hesaplarına uygulanabileceğini, nasıl toplama ve çarpma işlemlerinin intizamlı bir şekilde uygulanmasıyla, karışıklıktan nasıl intizam yaratılabileceğini öğretiyordu bu makine. Böylece bir karışım içindeki maddeleri ayırabiliyor ve yeni ilâçlar bulabiliyorduk. Bu makine tıpkı mantık gibi çalışıyordu. Mantık fikirleri nasıl yanlış doğru diye iki bölgeye ayırırsa, bu makine maddeleri iki bölgeye ayırıyordu: Bir tüpte bulunan karışmayan iki sıvının bölgelerine. Bu makinenin mantıktan biraz daha üstünlüğü vardı: Yüzde yüz ayırmıyordu. Ya hep doğru ya hep yanlış diye ayırmıyordu. Bir ihtimal dâhilinde çeşitli organlarda ayırıyordu. Ama bu gene de maddelerin ayrılmasına engel olmuyordu. Böylece ister istemez daha kudretli, daha tam bir mantık cinsiyle karşılaşıyorduk bu da ihtimaller mantığıdır.

Karışıklıktan intizam yaratılmış olması, beni gene entropi fikrine itiyordu. Sanki bu makine canlılar gibi çalışıyor entropiye karşı koyuyor, karışıklıktan intizam yaratıyordu.

Ayrıca maddelerin ayrılabilmeleri için tüpte bulunan sıvıların da dengeye erişmesi gerekiyordu; bu da çok genel olan denge fikrine itiyordu.

Ben bu makineyi kullanmadım. Araştırmalarımı benzer bir şekilde çalışan, daha basit, daha kullanışlı ancak küçük miktarlara cevap veren bir makine ile yaptım. Bu makine bir kâğıttan ibaretti ve 60 kusur kadar madde arasında benim çalıştığım kalp nebatında hangilerinin bulunabileceğini öğrenebildim. Martin ve arkadaşlarının ortaya atmakla Nobel ödülü kazanmış oldukları kâğıt kromatografisi tekniğini severek ve hayranlıkla kullanıyordum.

Kâğıdın çalışması ile benzer şekilde çalışan tüp sistemi arasında bazı farklar vardı. Bu farkların araştırılması bizi Doç. Dr. Halil YÜKSEL'le birlikte matematik çalışmalara itti ve bu ayırma prensibini Markov zincirlerine bağladık. Matematik Derneği tarafından yayınlanan «Tesadüfi Hareketler» kitabında, Markov zincirleri basitçe açıklanmıştır. Bu yüzden üzerinde durmuyorum. Sibernetiğin Markov zincirleri üzerinde ne derece durduğunu sonradan fark ettim.

Bu tüp sistemleri yardımıyla, iki sıvı yerine karanlık ve aydınlık kullanılarak, kalıtım tecrübelerinde sinekler (*drosophila*), körlük derecelerine göre gruplara ayrılabilir. Bu örnek, işe haberleşmeyi de kattığı için, ayrıca ilginçtir.

Sibernetikten yararlandığım bir nokta, bana garip görünen bir olayın açıklanmasıdır. 6 izomer şekerin (bunlar grupların uzaydaki değişikliklerinden başka kimyaca farkı olmayan şekerlerdir) yardımıyla, diğer ikisinin kâğıtla bulunması gerektiği yeri hesaplamaya yarayan bir takım matematik bağıntılar ortaya atmıştım. Bu çalışmamda da Doç. Dr. Halil Yüksel ve Doç. Dr. Sedat İmre bana başlıca yardım edenler arasındadır. Bu bağıntıların geçerli olması için şekerlerin galaktoz ismindeki bir şekerle kıyaslanması gerekiyordu. Niye galaktoz da başka bir şeker değil? Bunun cevabını entropiye bağladım. Diğer şekerlerin entropisi fazla idi ve uzaydaki durumlarını çok değiştiriyorlardı, yani çeşitli şekiller alıyorlardı. Bu yüzden verecekleri bilgi azalıyor. Boltzmann'ın belirttiği gibi, entropi bilgi kaybına sebep oluyordu. Kaybedilen bilgiyi kazanmak için aynı miktarda gayret gerektiğinden entropi aynı zamanda bilginin ölçüsü de oluyordu.

Sibernetikten yararlandığım ikinci bir nokta da, 1000 maddeyi birbirinden ayırmak için her biri hakkında 1000 bilgi değil de, «evet» veya «hayır» şeklinde cevaplandırılacak 10 soru hakkında bilgi sahibi olmamız gerektiğidir. Hayırları 0. ve evetleri 1, ile gösterirsek 10 soru için 1010011001 şeklindeki cevaplardan ibaret 10 basamaklı bir rakam elde ederiz. 0 ve 1'lerin yerlerini değiştirerek yukardaki örneğe uygun 1024 değişik sayı yazabiliriz ( $2^{10} = 1024$ ).

Kâğıt kromatografisinin veya genellikle kromatografinin çalışma prensipleri biraz canlılarınkini andırıyor. Böbrekler de, işe yaramayan maddeleri ayırıp atıyor. Son zamanlarda kromatografide kullanılan absorbanları ihtiva eden kapsüller vererek mide ve barsağa bir böbrek vazifesi gördürerek yapılan kanı temizleme çalışmaları, bu fikrin başarı ile kullanılabileceğini göstermektedir. Bu kapsüllerin içindeki maddeler kandaki zehirli maddeleri bağlayarak, kanın temizlenmesini sağlıyorlar.

Özetlersek ben, meğrese sibernetiğin etkisi altında kalmaktan çok, fiziko-kimyanın veya statistik mekaniğin etkisi altında kalmışım. Zaten sibernetik, statistik mekaniğin makinelere uygulanmasından doğmuştur.

Diğer bir etki de bir ilâç fabrikasında araştırma yapmamdan doğuyordu. Benzer formülleri hem maddeleri incelerken, hem iş akımı hesaplarında görebiliyor ve bir fabrikanın nasıl bir canlı gibi davranabileceğini kavrayabiliyordum. Bu yüzden çalıştığım müesseseye teşekkür borçluyum.

**Açlıktan ölen Eşek.** Nasrettin Hoca'nın eşeği çok arpa yiyormuş. Nasrettin Hoca arpaları azalta azalta hayvanı alıştırmaya başlamış. Sonunda tam hayvan açlığa alışıyor ki ölüvermiş. Bunun nedenini bir türlü anlayamamış Nasrettin Hoca.

Biz insanlar da her türlü işten fazla bıkkınlık getirdiğimiz için önce yürümeyi atlara bıraktık, atların yerini motorlar aldı. Şimdi mantık problemlerinin çözümünü makinelere bırakıyoruz. Elle yapılan işlerin çoğunun otomatikleşmesi de cabası. İnsanın yapmakla öğündüğü işlerin çoğunu, çok daha kolaylıkla makineler yapıyor. Makine ile insan arasındaki fark gittikçe azalıyor. Düşünürler sormaya başlıyor: Makine nerede? İnsan nerede? İnsan bir makine midir? İnsanın makine olması biraz da ölmesi demektir. Makinelerin ölü olduğunu biliyoruz. Acaba insanlar da ölü birer makine midir? Ya da daha komiği makineler canlı yaratıklar mıdır?

Benzer sorulara cevap arıyan Bronowski insan bir makine değildir diyor. Çünkü iç muhaveresi vardır, içinden konuşur ve yaratır. İnsanlar tabia-

tı dinler ve ona hâkim olmak için yeni bağıntılar kurar. Bu bağıntılar sanat eserlerinde de vardır, bilim eserlerinde de. Yaratma daima çelişki ve çok anlamlılıkla birlikte gider. Çünkü tabiat çelişkilerle doludur. Ancak bilim adamları çelişkiyi ortadan kaldırmak için çaba harcarlar. Sanatkârlar ise çelişmeyi saklarlar. Sanatın yaratıcılığı bozulmadan diğer kafalara seslenir. Bilim adamının yaratıcılığı bittiği anda bilgisini aktarmak için ona çelişkisiz bir elbise giydirir, mantık kisvesine büründürür.

O halde yaratıcılık devam ettikçe insan, insan olarak kalacaktır. Hiçbir makine tek başına hiçbir şey yaratamaz. Ancak yaratılmış şeyleri çoğaltır ve yayar. Yaratmanın iki türü de birbirini tamamlar. Sanatkârlar bir toplumun bütün fertlerinin bir olduğunu aynı duyguları paylaşabileceğini duyurur ve insanları insanca bir şekilde birbirine bağlar.

Sanatkârın sibernetikten yararlanabileceği bir şey varsa o da teknik alana girer, gerek haberleşme teorisinden ayrıntılar üzerinde durmamak gerektiğini, kırtasiyeciliği kaldırmanın şart olduğunu öğrenir, bir fikrin diğer kafaya nasıl en iyi bir şekilde aktarılacağı hakkında fikir edinir. Gerekse kompüterleri çeşitli imkânları denemek, ondan çeşitli sesler ve şekiller elde etmek için yararlanır. Son söz sanatkârındır.

Bronowski gibi, insanın makine olup olmadığını soran Aurel DAVID, sonunda sibernetiğin öleceğinden söz açar. Sibernetik bütün işleri üzerine alan makineler yaratıldığı an ölüme mahkûmdur.

Sibernetiğin ölüp ölmeyeceğini bilmiyoruz. Nasrettin Hoca ölürse. Gerçek insan Nasrettin Hoca ölürse... Yani demek istiyorum ki insanlar gülmeyi unuturlar, sevmeyi unuturlar, dostluğu unuturlar ve makineleşirlerse... Nasrettin Hocanın insan yanını unutup makineleşirlerse, yaratamazlarsa, kendilerinden bir şey veremezlerse...

İşte o zaman büyük kıyamet kopacak.