

«Astronomia pars optica».

1610 yılında yayınlanan, Merkürü gezegeni ile ilgili «Mercurius in Sole».

Yine 1610 yılında yayınlanan, Galile'nin teleskopunu inceleyerek esinlendiği, «Narratio de Observatis a se quatuor Jovis Satellibus erronibus».

Yine aynı yılda yayınlanan «Tertius Interueniens».

1611 yılında yayınlanan, optik ilmini kapsayan «Dioptrice».

1615 yılında yayınlanan, sonsuz hesaplarını açıklayan «Nova Stereometrica Doliorum».

1619 yılında yayınlanan, kuyruklu yıldızlara

ilişkin beş yıllık çalışmalarını kapsayan «De Cometis».

Yine 1619 yılında gezegenlerin hareket ve yerlerini izah ettiği kanununu kapsayan «De Harmonice Mundi».

1624 yılında yayınlanan, logaritma sistemini açıklayan «Chilias Logarithmorum».

1627 yılında, Tycho Brahe'nin çalışmalarına katkılarda bulunarak yayınladığı «Tabulae Rudolphinae».

1) Nova: Parlaklığı birdenbire artan, değişen yıldız. Bunlar başlangıçta yeni doğmuş yıldızlar sanılmıştır.

Great Men of Science'den Diğer HAZNEDAR

Düşünmek Ya Da Düşünmemekte Direnmek

EĞER GİDERSEN TERSİNE ÇABUK VARIRSIN MENZİLE

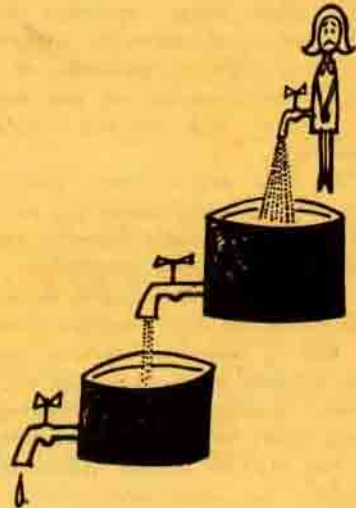
Dr. Herman AMATO

Çizgiler : Ferruh DOĞAN

Alis'in suyunun suyu. Sevgili okuyucular 32 nci sayının «Okuyucularla Başbaşa» sütununu okumuşlarsa, «Düşünmek Ya Da Düşünmemekte Direnmek» adı altında yayınlanan bu yazıların «Alis Karar Veriyor» kitabı ile ne gibi bir ilgisi olabileceğini merak etmişlerdir.

Başlangıçta niyet öyleydi; sonda diyebilirim ki hemen hemen hiçbir ilgi kalmadı. Mükemmel büyük bir pasta düşünün; takdim etmek için elinizde tabak yerine kahve fincanları bulunsun. Pastanızı kahve fincanlarının içine yerleştirip sağa sola ikram edin. Sonuç ne olur? O güzelim görünüşü olan pasta, şekilsiz biçimsiz bir hamura döner. Ben kendi hesabıma bundan zevk almam; ama pastanın lezzeti değişmemiştir; manzerası berbat olmuştur. Görünüşün zevk için önemini hiç de küçümsememek gerek.

Bizim Alis'in de başına bu geldi. Kitap «Alis Harikalar Diyarında» kine benzer bir masal havası verilerek okuyucuların çoğunun da dediği gibi «Gayet güzel bir masal» şeklinde yazılmıştı. Bu «Gayet güzel masal» görüşüne, ne Warren Weaver'in ne de bir iki okuyucunun katılmadığını da belirtmek lâzım. Masalın konusu vardı: Bir kızın, ortalamadan üstün bir öğretmen tarafından eğitimle geliştirilmesi esnasındaki iç âlem değişimleri ale alınmıştı. Bu dersler onu harika-



Şekil 1. Alis'in suyunun suyu.

lar diyarına götürüyordu. «Bilim ve Teknik» te yer darlığından, birinin de dediği gibi «o güzelim diyalogları, o insancıl masal havasını» fırlatıp attık, sonuç «Düşünmek Ya Da Düşünmemekte Direnmek» oldu. Yani Alis'in suyunun suyu. Eğer beğendinizse afiyet olsun. Ben kendi hesabıma pastaları geniş tabakta yemeyi tercih ederim, kah-

ve fincanında değil.

Alis'tir O. Eğer bir gün gerçek, benim yazdığım, beğendiğim Alis'i hiç değiştirmeden yayınlamak nasip olursa, o zaman Alis'in suyunun suyu ile gerçek Alis arasında müşterek bir taraf bulacaksınız : Ferruh DOĞAN'ın çizgileri, Alis'in masalı yalnız o çizgilerde yaşıyor. Ferruh Doğan beni sonuna kadar destekledi, eksik olmasın. Hayalimdekiler onun çizgilerinde istediğimden iyi çıktı. Şekillerin çoğunda bir kız göreceksiniz: İyi bakın, Alis'tir o.

Eğer gidersen tersine çabuk varırsın menzile:

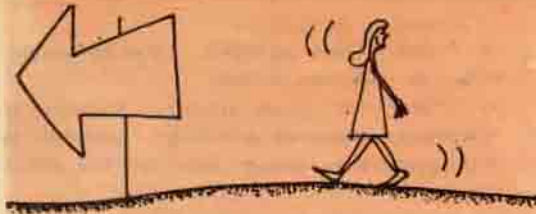
Beni son derece ilgilendirmiş adetâ çarpmış olan bu konuyu masal şeklinde yazmamış olsaydım, bu elinizdeki yazıyı bu şekliyle basmak için beklediğim 3 seneye belki de 7 sene daha eklenecekti. Bu yazıyı «Bilim ve Teknik» e tanıtan Sayın Kısmet Burian'ın eline probabillite ile ilgili bir kitap geçse idi ilgilenip okuyacak mı idi? Onu «Bilim ve Teknik» te bastırma çalışacak mı idi? Eksik olmasın sayesinde bu yazıları bastırmak mümkün oldu. Kendisine ve her türlü kolaylığı gösteren Sayın Nüvit Osmay'a burada tekrar teşekkür ederim. Gerçek Alis basılacağı zaman teşekkür edecaklerinin listesi çok daha kalabalık olacak.

Bu kitabı basarken tersine gitmekle, ciddiye masala, masalı ciddiye çevirmekle hedefe nasıl daha erken varılabileceğine bir örnek vermiş olduk. Bu aklınızdan hiç çıkmamalı: Bir problemi doğru yoldan çözmek güç ise, onun tersini düşünün, o zaman bazan kolaylıkla çözülebileceğini göreceksiniz.

Bir örnek verelim: İsalet ettirme ihtimali verilen bir problemi çözmek güç ise, tersinden giderek, isabet ettirmeme ihtimalini hesaplayarak problemi daha kolaylıkla çözebilirsiniz.

İsalet ettirme ve ettirmeme olaylarının ihtimalinin toplamı 1(bir) e eşittir. Çünkü bu iki olay birbirini tamamlayan olaylardır, yani birinin ya da öbürünün ortaya çıkması kat'idir. Mantıkta ise daha önceki yazılarda da belirttiğimiz gibi kat'iyet 1(bir) ile gösterilir (Bak: Bilim ve Teknik, sayı 34). Bir problem vererek açıklıyalım. Bir silâhın bir uçağa isabet ettirme ihtimali 1/250 dir. Eğer 250 silâh birden atış yaparsa isabet ettirme ihtimali ne olur?

İsalet ettirme ihtimalini bu problemde hesaplamak güçtür. Çünkü bu olay çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir: Ya bu 250 silâhtan, biri, ikisi, üçü en nihayet 250 si birden isabet ettirebilir. Her isabet sayısı için çeşitli şekiller düşünülebilir. Örneğin 250 içinden 2 şer 2 şer seçebileceğiniz bütün silâh çiftlerinden meydana gelen



Şekil 2. Eğer gidersen tersine çabuk varırsın menzile.

çeşitli imkânlar kadar çeşitli ikili isabet ihtimalleri vardır. Bu imkânlar 3 lü, 4 lü ve nihayet 249 lü isabet için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. İyisi mi? Eğer gidersen tersine çabuk varırsın menzile kuralını uygulamak, Kulpu kızışmış olan çaydanlığı sıcak olmıyan başka bir tarafından tutmak gerek.

250 silâhtan hiç birinin isabet ettirmemesi ancak tek bir şekilde hesaplanır. 250 silâhın isabet ettirmeme ihtimalleri çarpılarak. Her bir silâhın isabet ettirmeme ihtimali (1 - 1/250) dir. İsalet ettirme ihtimalini 1(bir) den çıkarıyoruz. Çünkü isabet ettirme veya isabet ettirmeme olaylarının birinin veya öbürünün ortaya çıkacağı kat'idir ve mantıkta kat'iyet 1(bir) ile gösterilir. 250 silâhın isabet ettirmeme ihtimali ise (1 - 1/250)²⁵⁰ olur. Bunlar müstakil olaylar oldukları için birlikte çıkma ihtimalleri herbirinin ihtimali birbirleriyle çarpılarak bulunmuştur (Bak. Bilim ve Teknik, sayı 33). 250 silâh atış yaparken ya 1 den 250 ye kadar isabet vardır veya hiç isabet yoktur. Bu kat'idir ve demin de söylediğimiz gibi kat'iyet 1(bir) ile gösterilir. İsalet ettirme ihtimalini bulmak için isabet ettirmeme ihtimalini 1(bir) den çıkarırız. Sonuç 1 - (1 - 1/250)²⁵⁰ olur. Bu takriben 5/8 eder. Gördünüz mü tersine gitmenin faydalarını?

Küçük dilinizi bağlayıp ipliğin ucunu sıkı sıkı tutun. Eğer şimdye kadar anlattıklarım sizi ilgilendirdi ise, şimdi anlatacağım küçüklüğünüzü bildiğiniz gibi pirinç ile fasulyadan birer kilo alıp bunları birbirine karıştırmak kolaydır da, bu işi yaptıktan sonra pirinç ayıklamak güçtür. «Ayıkla pirinçin taşını» sözü bu güçlüğü anlatır. En iyisi bu ikisini karıştırmamak. Ama her zaman bu işten vaz geçemeyiz. Pirinçten milyarlarca defa veya bundan daha da küçüklü olan moleküller bitkilerin özularında birbirleriyle karışmış bir şekilde bulunur. Zehirli bir maddenin molekülleri yanarda ilaç olarak kullanılabilir bir maddenin molekülleri bulunabilir. Zehirli maddeyi ilaçtan ayırma lıyız ki ilaç saf olarak kullanılabilir. Bir yan-

uan tasulya ve pirinci ayıklama işini düşünün, bir yandan da zehirli bir maddenin ve bir ilâcin moleküllerini ayırma işini. Hangisi size daha güç görünüyor? Bu ikincisinin ne kadar kolay bir şekilde yapılabileceğini görünce hayretler içinde kalacaksınız. Bu maksatla $(a+b)^2$ gibi tanıdığınız bir formülün genel şeklinden yani binom formülünden yararlandığımızı görünce daha da hayretlere düşeceksiniz.

Ben bu konuya şu şekilde girdim: Bir bitki-deki (Digitalis Davisiana HEYWOOD) kalp ilâçlarını ayırmak için bir çare arıyordum. Bu esnada binom formülünden yararlanan bir aygıt ile karşılaştım. Bu aygıtı tanıdıktan sonra bu konuya ve kimyaya sevdalandım. O olağanüstü âleme girdim. Şimdi siz de gireceksiniz. Aman söylediklerimi dikkatle takip edin.

Karışıklıktan intizama. $(a+b)$ nin örneğin dördüncü kuvvetini alırken, $(a+b)$ yi yanyana dört defa yazar ve bunları birbirleriyle çarpıp Hatırlamak için bu çarpımı yapın. Önce ilk iki parantezi çarpıp sonucu 3 ncü parantezle ve bunun sonucunu da 4 üncü parantezle çarparsınız. Bu çarpımlar bittikten sonra eşit değerdeki terimleri her tarafta arayıp toplar, terimleri intizama sokar ve istediğiniz sonucu elde edersiniz.

Bu işi şimdi anlatacağım şekilde biraz farklı yaparsanız hem bu çarpım işlemi çok basitleşecek, hem de pirincin taşını ayıklıyan aygıtın nasıl çalıştığını anlayacaksınız. Tekrar ediyorum aman dikkat edin!

Bir çarpma ve bir kaydırarak toplama. 1(bir) i a ve b ile çarpın. b ile çarparak elde ettiğiniz sonucu a ile çarparak elde ettiğiniz sonucun üzerine bir kaydırarak yazın ve terimleri toplayın. Şöyle:

$$\begin{array}{r} b \\ a \\ \hline a + b \end{array}$$

Sonuç olarak $(a + b)$ elde ettiniz. Bu sonucu gene hem a $(a^2 + ab)$ elde edeceksiniz), hem de b $(ba + b^2)$ elde edeceksiniz) ile çarpın ve b ile çarparak elde ettiğiniz sonucu, a ile çarparak elde ettiğiniz sonucun üzerine bir kaydırarak yazın ve terimleri toplayın:

$$\begin{array}{r} ab + b^2 \\ a^2 + ab \\ \hline a^2 + 2ab + b^2 \end{array}$$

Bu sonucu da (yani $a^2 + 2ab + b^2$) gene aynı şekilde a ve b ile çarpın ve b ile çarparak elde ettiğiniz sonucu a ile çarparak elde ettiğiniz sonucun üzerine bir kaydırarak yazın ve terimleri toplayın:

$$\begin{array}{r} a^2b + 2ab^2 + b^3 \\ a^3 + 2a^2b + ab^2 \\ \hline a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \end{array}$$

İşlemi kavradığınıza emin olmak için $a^3 + 3a^2b + b + 3ab^2 + a^3$ sonucunu aynı şekilde a ve b ile çarparak $(a + b)$ nin dördüncü kuvvetini bulun. Böyle davranmakla eşit değerdeki terimler üstüste gelmekte toplama kolaylaşmakta ve sıralanmış intizamlı bir sonuç doğrudan doğruya elde edilmektedir.

Gelelim maddeleri ayırma işlemine.

Bir deney tüpü düşünün. Bunun içerisinde eş hacimde su ve yağ bulunsun. Su altta kalır yağ üstte çıkar. Bunları bir müddet karıştırın. Bulanıklık olur. Bir müddet bekl ettikten sonra gene yağ üstte çıkar su altta kalır. Gerçekte yağ ve su kullanılmaz, daha uygun çözücülerle su veya birbirleriyle karışmayan iki sıvı kullanılır. Karışmayan sıvılara örnek olarak bildiğiniz yağ ve suyu seçtik. Üsteki sıvıyı yağ diye isimlendirelim. Diyelim ki bir A maddesi yağ ve su karışımında yağda 3 kısım ve suda 1 kısım çözünsün. Böylece A maddesinden bir birim miktarında bu tüpe ilâve edersek sıvıları karıştırdıktan ve bekl ettikten sonra 3/4 birim miktar yağ geçecek 1/4 miktar suda bulunacak. 3/4 ve 1/4 toplamının 1(bir) e eşit olduğuna dikkat edin. Genel olarak yağda bulunan kısmı b (örneğinizde 3/4) suda bulunan kısmı a (örneğinizde 1/4) ile göstereyim. Bu tecrübeden bunu kazanıyoruz, birim miktarındaki maddeyi bu tüpe koyup çalkalamakla hem a hem de b ile çarpmış oluyoruz. Böylece üstteki yağda b miktarında madde alttaki suda a miktarında madde bulunmuş olacaktır. Şimdi bu tüpün yanına yalnız eş hacimde su bulunan ve yağ bulunmayan yeni bir tüp koyalım. Birinci tüpteki yağı ikinci tüpe aktaralım ve birinci tüpe aktardığımız kadar taze yağ ekliyelim. Böylece birinci tüpte suda kalan a miktarındaki madde ve ikinci tüpte, yağla aktarılmış olan, b miktarında madde bulunmuş olacaktır. Bu iki tüpü çalkalıyalım ve yağ ve su ayrılınca kadar bekl etelim. Böylece birinci tüpte bulunan a ve ikinci tüpte bulunan b miktarındaki maddeler su ve yağ geçerek, tekrar hem a hem de b ile çarpılmış olacaktır. Çalkalama işlemi a ve b ile çarpımı karşılıktır. Maddelerin a kısmı suya, b kısmı yağa geçer. Yani b ile çarpılan miktarlar yağda a ile çarpılan miktarlar suda bulunacaktır. Şimdi tekrar içinde yalnız aynı miktarda su bulunan 3 üncü bir tüp ekliyelim ve her tüpteki yağları bir ileriki tüpe aktaralım. Yani 2 ncü tüpteki yağ 3 üncü tüpe ve birinci tüpteki yağ

2 nci tüpe geçecek ve boşalmış olan birinci tüpeki yağın yerine taze yağ eklenecektir. Böylece kaydırarak toplama işlemini tamamlamış olduk. Sonuçları hesaplayalım : Birinci tüpte a miktarında madde vardı. Karıştırdıktan sonra bu a miktarı a ve b ile çarpılarak suda bulunan miktar a^2 yağda bulunan miktar ab oldu. İkinci tüpte b miktarı vardı, karıştırarak (a ve b ile çarpılarak) suda ab yağda b^2 oldu. Birer tüp ileriye aktarılan yağ sayesinde : 1 nci tüpte a^2 , ikinci tüpte $2ab$ (ab lerden biri ikinci tüpteki suda mevcuttu, ikincisi birinci tüpten aktarılan yağla geldi) ve 3 üncü tüpte b^2 (ikinci tüpteki yağla gelen) miktarında madde bulunacaktır. Birinci tüpte bulunan a miktarındaki maddenin ve ikinci tüpte bulunan b miktarındaki maddenin dağılımını, biraz önce söylediklerimiz daha iyi anlaşılabilir diye açık bir şema halinde gösterelim. Bu maddeler çalkalandıktan sonra su ve yağda şöyle dağılacaktırlar:

	1nci tüp	2nci tüp
yağ	ab	b^2
su	a^2	ab

Birinci tüpte a miktarı suya geçmekle a ile yağa geçmekle b ile çarpılmaktadır. İkinci tüpte aynı çarpım b miktarı için olmaktadır. Yağı bir ileriki tüpe kaydırmadan sonra dağılım bu şekli alır :

	1nci tüp	2nci tüp	3ncü tüp
yağ		ab	b^2
su	a^2	ab	
	<hr/>		
	a^2	$2ab$	b^2

Yalnız su bulunan yeni bir tüp ekliyerek, bu işlemin başta binom formülünden bahsederken anlattığımız çarpma ve kaydırarak toplama işlemi olduğuna kanaat getirmek için hesabı kendiniz yapınız.

Biraz önce anlattığımız aygıtta çalkalama ve kaydırma işlemleri otomatik olarak yapılmaktadır. Bu aygıt Craig ve Post tarafından 1948 yılında yapılmıştır. Bu aygıtın adı «ters akımlı ayırma» aletidir.

Binom formülü yardımıyla kaydırma sayısı ve iki sıvıdaki nisbetler bilindikten sonra her tüpte ne kadar madde bulunacağı hesaplanabilir.

İlk örneğimizde A maddesi daha çok yağa geçiyordu. Bir B maddesi için a ve b oranları tersine olabilir, yani 3 kısım suya 1 kısım yağa geçebilir. Böylece $a = 3/4$ ve $b = 1/4$ olur.

A ve B maddeleri birlikte bu tüplerden kurulu sisteme sokulursa, daha önceki tüplerde su tarafından daha çok yakalanan B maddesi ve ihmal edilecek kadar A maddesi, bunların arkasındaki tüplerde ise daha çok yağa geçen A maddesi ve ihmal edilecek kadar B maddesi bulunacaktır.

Uygun sayıda kaydırmadan sonra bu maddeler birbirinden ayrılacaktır. İsterseniz A ve B maddeleri için 8 kaydırma yaptığımızı farzederek bu hesabı yapın. Yağda daha çok çözünen maddeler yağ ile birlikte daha hızlı ileri kayacak, suda daha çok çözünen maddeler ise su tarafından tutularak ilerlemeleri engellenecektir. Böylece bunlar ayrılacaktır. Binom formülündeki kat sayılar (yani $a^2 + 3a^2b + 3b^2a + b^2$ örneğinde 1, 3, 3, 1 sayıları) $n!/(r!(n-r)!) formülü ile bulunuyordu. Burada n kaydırma adedini, r ise birinci tüpe (veya birinci terime) 0(sıfır) numara verilerek sayılmaya başlanan tüp sıra numarasını (veya terim sıra numarasını) gösterir.$

Şimdi anladınız mı, pirinçle fasulyenin nasıl ayrıldığını? Artık küçük dilinize bağladığımız ipi çözebilirsiniz.

Açık olarak yazılan binom formülünde a'nın üstleri n den 0(sıfır)a doğru birer birer azalırken b'nin üstleri 0(sıfır)dan n'e doğru yükselir. Her terim için a ve b üstlerinin toplamı n'ye eşittir. Binom formülünün kat sayılarının niçin biraz önce verdiğimiz ünlem işaretli formülle hesaplandığını anlamak için Bilim ve Teknik'in 39 uncu ve 40 ıncı sayılarına bakınız. O yazılarda burada olduğu gibi a ile b'nin toplamının 1(bir)e eşit olduğu hallerde a, (1-p) ve b de p ile gösterilmişti.

PROBLEMLER :

1) Bir A maddesinin 1/10'u yağda geriye kalan kısmı suda çözülüyor. Bir B maddesi için bu oran tersine dönmüştür. Ters akımlı ayırma aygıtı ile 4 kaydırmadan sonra A ve B maddelerinin baştaki (0 No.lu tüp) ve sonuncu (4 No.lu tüp) tüpte ne miktarlarda bulunduğunu hesaplayınız.

2) Yukardaki problemde 0, 1, 2, 3, 4 numaralı tüpler için binom kat sayıları nedir?

GEÇEN SAYIDAKİ PROBLEMLER VE CEVAPLARI :

Bu problemler yeni başlayanlar tarafından karıştırılabilir. Bir sandalyeye oturduğumuz zaman, diğer bir kişi o sandalyeye oturamaz —İstisnai haller hariç— halbuki bir kanapeye oturduğumuz vakit yanımıza başkası oturabilir. Sandalyeye oturdukaça imkânlar birer birer azalmakta, halbuki kanapeye oturmakla bu imkân çoğalmaktadır.

1) 3 kişi 5 sandalyeye kaç farklı şekilde oturabilir?

Cevap; $5 \times 4 \times 3 = 5!/(5-3)! = 60$

2) 3 kişi herbiri 3 kişi alabilecek 5 kanapeye kaç farklı şekilde oturabilir? (Kanapelere 1 den fazla kişi oturunca bunların aralarında yapabileceği değişik sıralar hesaba katılmıyacak.)

Cevap. $5 \times 5 \times 5 = 5^3 = 125$