GÖDEL, ESCHER, BACH: bir Ebedi Gökçe Belik

Lewis Carroll'ın İzinde Zihinlere ve Makinelere Dair Metaforik Bir Füg

DOUGLAS R. HOFSTADTER



pinhan

GÖDEL, ESCHER, BACH: bir Ebedî Gökçe Belik



DOUGLAS
R. HOFSTADTER

Douglas R. Hofstadter

GÖDEL, ESCHER, BACH:

bir Ebedi Gökçe Belik

Lewis Carroll'ın İzinde Zihinler ve Makineler Üstüne Metaforik Bir Füg



Douglas R. Hofstadter 1945 yılında New York'ta doğdu. Stanford Üniversitesi'nde matematik ve Oregon Üniversitesi'nde teorik fizik okudu; 1976'da doktorasını tamamladı.

Hofstadter'in araştırmalarının ana konusu yaratıcılık ve bilinçliliktir. Bu soyut görüşleri somut bir biçimde incelemek amacıyla tasarım ve uygulama üzerine yoğunlaşmış ve öğrencileriyle işbirliği içinde özenle tasarlanmış ve mükemmelleştirilmiş alanlarda yüksek düzey algılama ve benzeşim düşüncelerine ilişkin bilgisayar modelleri oluşturmuştur. Ayrıca sözcükler ve kavramlar arasındaki ilişki; matematik, müzik ve başka alanlarda buluş ve yaratışın altında yatan mekanizma; benzeşim ile çeviri arasındaki ilişki; AI ve bilişimsel bilimlerde değerliyi değersizden ayırmak ve zihin felsefesi gibi alanlarda uzmandır.

Şu anda Indiana Üniversitesi, Kavramlar ve Bilişim Araştırmaları Merkezi'nin yöneticisi; Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri profesörü; Felsefe, Psikoloji, Karşılaştırmalı Edebiyat ve Bilim Tarihi ve Felsefesi konuk profesörüdür. Yayınlanmış onbir kitabı, sayısız makalesi vardır ve yıllardır *Scientific American*'da yazmaktadır.

Diğer bazı kitapları: *The Mind's Eye: Fantasies and Reflections on Self & Soul* (1987, Daniel C. Dennett'le birlikte; Türkçesi: *Aklın Gözü*, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 2009), *I am a Strange Loop* (2007).

Ergün Ahmet Akça 1962 yılında Boyabat'ta doğdu. Boğaziçi Üniversitesi Felsefe Bölümünde lisans, yüksek lisans ve doktora öğrenimini tamamladı. Halen felsefe öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

Hamide Koyukan Ankaralı. 1992 yılından bu yana çevirmenlik yapıyor. Bir süredir Berlin'de yaşıyor.

Diğer çevirileri: *Kadının Hası Kolay Ezilmez*, Alice Walker (Mitos, 1996), *Felsefe Öyküleri*, Felix Marti-Ibanez (İmge, 1996, 1998), *Tanrı'nın Tarihi*, Karen Armstrong (Ayraç, 1999, 2008), *Tarih Sümer'de Başlar*, Samuel Noah Kramer (Kabalcı, 1999, 2003), *İşkencenin Tarihi*, George Ryley Scott (Dost, 2001, 2003), *Modern Toplumsal Tahayyüller*, Charles Taylor (Metis, 2006), *Mevlânâ (Geçmiş ve Şimdi, Doğu ve Batı)*, Franklin Lewis (Kabalcı, 2010).

Douglas R. Hofstadter

GÖDEL, ESCHER, BACH:
an Eternal Golden Braid
A Metaphorical Fugue on Minds and Machines in the Spirit of Lewis Carroll
© Basic Books Inc., 1979
Preface © Douglas R. Hofstadter, 1999
First Published in the United States by Basic Books, a member of the Perseus Books Group
(Nurcihan Kesim Ajans aracılığıyla)

GÖDEL, ESCHER, BACH:
bir Ebedi Gökçe Belik
Lewis Carroll'ın İzinde Zihinler ve Makineler Üstüne Metaforik Bir Füg
© Pinhan Yayınevi, İstanbul 2011
© Türkçe Çeviri:
Ergün Akça, 2011
Hamide Koyukan, 2011

Yayın Yönetmeni: Mustafa Küpüşoğlu
Kapak Tasarım: Serdar Bal
Teknik Hazırlık: Zeliha Güler
Editör: Oğuz Yarlıgaş

Pinhan Yayıncılık'ta
Birinci Basım: Haziran 2011

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında gerek metin, gerek görsel malzeme yayınevinden izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

PİNHAN YAYINCILIK
Cihannüma Mah. Akdoğan Sk. No: 15/2 Beşiktaş 34353 İstanbul
Tel: (0212) 259 27 60 Faks: (0212) 259 27 61
www.pinhanyayincilik.com ~ info@pinhanyayincilik.com

Kataloglama Bilgisi
Hofstadter, Douglas R., 1945 / *Gödel, Escher, Bach: bir Ebedi Gökçe Belik*
Lewis Carroll'ın İzinde Zihinler ve Makineler Üstüne Metaforik Bir Füg
1. Metamatematik 2. Simetri 3. Yapay Zekâ 4. Bach, Johann Sebastian, 1685-1750
5. Escher, Maurits Cornelis, 1898-1971 6. Gödel, Kurt, 1906-1978

Pinhan Yayıncılık: 1 İnceleme Dizisi: 1 ISBN 978-605-87953-0-3

Baskı ve Cilt: Yaylacık Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti. (0212 5678003)
Litros Yolu Fatih San. Sitesi No: 12/197-203 Topkapı-İstanbul

GÖDEL, ESCHER, BACH*

bir Ebedi Gökçe Belik▽



Douglas R. Hofstadter

Çevirenler:
Ergün Akça - Hamide Koyukan

PİNHAN

M. ve D.'ye

---

* Çevirmenler için özel olarak hazırladığı notlandırılmış kopyada Hofstadter, gerektiğinde yerelleştirebilmeleri için özgürlük tanımış ve bunun onu da heyecanlandıracağını eklemiştir. Türkçe baskısını hazırlarken bunu göz önünde bulundurduğumuzu ve bu esnekliğin bize keyifli bir yorgunluk verdiğini belirtmeliyiz. Hofstadter'in düzeltmeye kıyamadığı dizgi hatalarına ve/ya tipografik hatalara çevirmenler ve yayın ekibi olarak katkıda bulunmuş olmamız da mümkün. Yorgunluğumuza vermeniz ve "büyük" bir kitapta küçük aksaklıklar gözüyle bakmanız dileğiyle...

▽ "An Eternal Golden Braid:" 'Braid' matematikte örneğin üç nesneden 1 ve 2.'nin, sonra son ikisinin, sonra gene 1 ve 2.'nin, son ikisinin vb yer değiştirdiği soyut bir yapı demektir. G, E ve B harflerinin bulunduğu bir yapıda süreç şöyle işler:

G E B
E G B
E B G
B E G
B G E
G B E
G E B
vb

Alt başlıktaki harf permütasyonunun nedeni bu soyut 'braid' yapısına gönderme yapmaktır. [Yazarın Çevirmene Notlarından]

İÇİNDEKİLER

GEB'in 20. Yıl Baskısına Önsöz 7
Teşekkür Sözleri 37
Özet 53

I. KISIM ▶ GEB

Giriş: Müziko-Mantıksal Bir Sunu 49
Üç-Sesli Envansiyon 85

I. Bölüm: Mu-Bulmacası 90
İki-Sesli Envansiyon 101

II. Bölüm: Matematikte Anlam ve Biçim 105
Eşliksiz Akhilleus İçin Sonat 122

III. Bölüm: Figür ve Zemin 125
Kontrakrostipunktus 138

IV. Bölüm: Tutarlılık, Eksiksizlik ve Geometri 146
Küçük Armonik Labirent 170

V. Bölüm: Yinelgen Yapılar ve Süreçler 195
Aralık Artırmayla Kanon 224

VI. Bölüm: Anlamın Yeri 230
Kromatik Fantazi ve Kan Davası 251

VII. Bölüm: Önermeler Hesabı 257
Yengeç Kanonu 278

VIII. Bölüm: Tipografik Sayı Kuramı 283
Bir Mu Sunusu 314

IX. Bölüm: Mumon ve Gödel 331

II. KISIM ▶ EGB

Prelüd 363

X. Bölüm: Betimleme Düzeyleri ve Bilgisayar Dizgeleri 373
. . . Karınca Füg 402

XI. Bölüm: Beyinler ve Düşünceler 433
İngiliz Fransız Alman Süiti 467
XII. Bölüm: Zihin ve Düşünceler 470
Farklı Çeşitlemelerle Arya 496
XIII. Bölüm: Bloop ve Floop ve Gloop 514
G'nin Dizisi Üstüne Hava 544
XIV. Bölüm: TNT ve İlişkili Dizgelerin Biçimsel Olarak Karar Verilemeyen Önermeleri Üstüne 553
Doğum Günü Kantatatata... 579
XV. Bölüm: Dizgenin Dışına Atlamak 584
Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri 602
XVI. Bölüm: Self-Ref ve Self-Rep 619
Magnifiyengeç, Gerçekten 678
XVII. Bölüm: Church, Turing, Tarski ve Diğerleri 689
Shrdlu, İnsan Tasarımının Oyuncağı 720
XVIII. Bölüm: Yapay Zekâ: Geçmişe Bakış 729
Kontrafaktus 776
XIX. Bölüm: Yapay Zekâ: Geleceğe Bakış 786
Tembelhayvan Kanonu 833
XX. Bölüm: Garip Döngüler ya da Dolanık Hiyerarşiler 837
Altı-Sesli Ricercar 879
Resim ve Çizim Listesi 861
Resimlerin Alındığı Kaynaklar 866
Kaynakça 915
Dizin 931

GEB'İN 20. YIL BASKISINA ÖNSÖZ

Peki bu *Gödel, Escher, Bach: bir Ebedi Gökçe Belik* –genellikle "*GEB*" kısaltmasıyla bilinen kitap– gerçekte ne hakkındadır?

Bu soru 1973 yılında ilk taslaklarını yazmaya başladığımdan beri peşimi hiç bırakmadı. Elbette arkadaşlar ne üzerine çalıştığımı sorup durdular, ama kısa ve özlü bir açıklama getirmekte zorlandım. Yıllar sonra 1980'de, *GEB* bir süreliğine *The New York Times*'ın çok satanlar listesine yerleştiğinde, başlığın altına haftalar boyunca şöyle tek tümcelik bir özet koyuldu: "Bir bilim insanı gerçekliğin birbirleriyle bağlantılı bir belikler dizgesi olduğunu iddia ediyor." Ben bu su katılmadık zırvalığı şiddetle protesto edince sonunda yerine, beni tekrar homurdanmaktan ancak alıkoyan birazcık daha iyi bir şeyler koydular.

Pek çok insan başlığın her şeyi ifade ettiğini düşünüyor: bir matematikçi, bir sanatçı ve bir müzisyen hakkında bir kitap. Ama en dikkatsiz bakış bile, karşı çıkılamaz biçimde yüce kişiler olsalar da, bu üç bireyin *per se* kitabın içeriğinde çok küçük roller oynadıklarını görebilir. Kitap kesinlikle bu üç kişi hakkında değildir!

Peki, öyleyse *GEB*'i "matematik, sanat ve müziğin özsel olarak nasıl aynı olduğunu gösteren bir kitap" olarak betimlemeye ne denir? Bu da yine esas konudan çok uzaktır – ama bu yine de yalnızca kitabı okumayanlardan değil, kitabı okuyanlardan, hatta büyük bir hevesle okuyanlardan bile defalarca duyduğum bir yorum.

Ve kitabevlerinde, *GEB*'in birbirinden çok farklı rafları süslediğine tanık oldum, yalnızca matematik, genel bilimler, felsefe ve bilişsel bilimler (hepsi de gayet iyi) değil, aynı zamanda din, okült ve Tanrı bilir başka hangi rafları. Bu kitabın ne hakkında olduğunu saptamak neden bu kadar zor? Herhalde sırf uzun olduğu için değil. Kısmen *GEB* her türden pek çok konuyu –füg-ler ve kanonlar, mantık ve doğruluk, geometri, yinelenme, sentaktik yapılar, anlamın doğası, Zen Budizm, paradokslar, beyin ve zihin, indirgemecilik ve bütüncülük, karınca kolonileri, kavramlar ve zihinsel tasarımlar, çeviri, bilgisayarlar ve bilgisayar dilleri, DNA, proteinler, genetik kod, yapay zekâ, yaratıcılık, bilinçlilik ve özgür istenç – hatta bazen bunlar yetmezmiş gibi sanat ve müzik!– sırf yüzeysel değil derinlemesine araştırdığı için böyle olmalı; bu nedenle pek çok insan için odaktaki konuyu saptamak olanaksızlaşıyor.

GEB'in Çekirdeğinde Yatan İmgeler ve Fikirler

Bu yaygın karışıklığın beni yıllar boyunca hayalkırıklığına uğrattığını söylemeye bile gerek yok, çünkü ben metnin içinde ereklerimi defalarca belirttiğimden kesinlikle emindim. Ama şu da kesin ki, bunu yeterince sık ya da yeterince açık olarak belirtmemişim. Neyse ki şimdi bunu bir kez daha yapma şansım var –üstelik kitabın en göze çarpan noktasında– öyleyse izninizle, son bir kez daha bu kitabı neden yazdığımı, onun ne hakkında olduğunu ve temel tezinin ne olduğunu açıklamaya çalışayım.

Tek bir tümceyle söylemek gerekirse, *GEB* canlı varlıkların cansız maddeden nasıl çıktığını söyleme yönündeki çok kişisel bir girişimdir. Kendilik [self] nedir ve bir kendilik bir taş veya bir çamur kadar kendiliksiz bir şeyden nasıl çıkabilir? "Ben" nedir ve neden böylesi şeyle, şair Russell Edson'un vaktiyle olağanüstü bir şekilde dile getirdiği gibi "iki yana sallanan endişe ve düş yumrularıyla" – yani titrek bir çift canbaz ayağı üstünde dünyayı dolaşan hareketli kaidelerin en üstüne oturtulmuş sert koruyucu kabuklarla kaplı belli yapışkan topaklarla bağlantılıdır?

GEB bu sorulara cansız molekülleri anlamsız simgelere ve dahası kendileri (ya da "Ben"leri veya "ruhları," hangisini yeğlerseniz – yani canlı olanı cansız maddeden ayıran her neyse onu) belli özel çevrintili, dönmeli, burgaç-benzeri ve ancak anlamsız simgelerin belli dizge tiplerinde ortaya çıkan *anlamlı* örüntülere benzeten bir analojiyi yavaş yavaş kurarak yaklaşır. Az bilindikleri, az kavrandıkları, sezgi karşıtı ve gizemle dolu oldukları için kitapta bu dolanık örüntülere çok zaman harcanmıştır. Ve tahmin etmesi güç olmayan nedenlerden dolayı bu tuhaf, döngüsel örüntülere kitap boyunca "garip döngüler" dedim, ama sonraki bölümlerde temel olarak aynı fikri betimlemek için "dolaşık hiyerarşiler" ibaresini de kullandım.

İşte bu nedenle M. C. Escher –veya daha kesin söylersek sanatı– "gökçe belik"te bu kadar öne çıkmaktadır, çünkü Escher kendi özel bakışı içinde, tıpkı benim gibi bu garip döngülerce büyülenmiştir; ve gerçekten de çeşitli bağlamlar içinde, hepsi de son derece şaşırtıcı ve büyüleyici olan döngüler *çizmiştir*. Bununla birlikte kitabım üzerine ilk çalışmalarımda Escher tamamıyla gündem dışıydı (veya şimdi söylersek döngü dışı); çalışmamın başlığı fazlasıyla sıradan bir ibare olan "Gödel'in Teoremi ve İnsan Beyni"ydi ve bırakın oyun dolu diyalogları, paradoksal resimleri bile dahil etme gibi bir düşüncem yoktu. Garip döngüler kavramı hakkında yazarken defalarca şu ya da bu Escher baskısının neredeyse tamamen bilinçdışı olarak zihin gözümün önünden hızla geçip giden parıltılarını yakaladım; ve en sonunda, bir gün bu

imgelerin zihnimde hakkında yazmakta olduğum düşüncelerle öylesine yakından bağlantılı olduğunu fark ettim ki, okuyucularımı bu bağlantıdan yoksun bırakmanın en azından haksızlık olacağını hissettim. Ve böylece Escher'in sanatı devreye girdi. Bach'a gelince, onun benim "zihinler ve makineler üstüne metaforik füg"üme girişini biraz sonra ele alacağım.

Garip döngülere dönme zamanı. *GEB*'in esini, benim, biz bilinçli varlıkların "varlık" veya "bilinç" dediği gizemi çözecek anahtarın "garip döngü" kavramında saklı olduğunu uzun zamandır düşünüyor olmamdı. Bu fikre ilk kez, yeni yetmeliğimde kendimi saplantılı bir şekilde matematiksel mantıktaki Kurt Gödel'in ünlü eksiklik [incompleteness] teoreminin ispatının özünde yatan kusursuz garip döngüsünün peşine düştüğüm zaman kapılmıştım – kendiliklerin ve "Ben"lerin doğasının ardındaki sırrı bulmak için oldukça karanlık bir yer olduğu düşünülebilir, ama ben, Nagel ve Newmann'ın yazılarında onun tamamıyla bunlar hakkında olduğu çığlığını duydum.

Ayrıntılara girmenin yeri ve zamanı bu önsöz değil –aslında elinizde tuttuğunuz bu kalın kitabın yazılma nedeni bu, dolayısıyla şu birkaç sayfada onun yazarından daha iyisini yapabileceğimi düşünmek en hafifinden arsızlık olur!– ama şunu da açıkça söylemek gerekir: matematikteki biçimsel dizgelerde (yani yönlendirilen şekillerde saklı anlamları veya düşünüleri hiç hesaba katmaksızın yalnızca mekanik simge-dönüştürme yoluyla sonsuz matematiksel doğrular dizisi üretilmesini sağlayan kurallar toplamı) ortaya çıkan Gödelci garip döngü, böylesi bir dizgenin "kendisini algılamasına," kendisi hakkında konuşmasına, "kendisinin farkında olmasına" imkân veren bir döngüdür ve bir anlamda, böyle bir döngüye sahip olması sayesinde biçimsel bir dizgenin *bir kendilik edindiğini* söylemek haddini aşmak olmayacaktır.

Anlamsız Simgeler Kendilerine Rağmen Anlam Edinirler

Burada tuhaf olan, bu iskeletimsi "kendiliklerin" varlığa geldiği biçimsel dizgelerin yalnızca anlamsız simgelerden oluşmasıdır. Olduğu haliyle kendilik, tamamıyla anlamsız simgeler arasındaki özel bir tip çevrintili, dolaşık örüntü sayesinde ortaya çıkar. Ama şimdi bir itiraf: sürekli olarak (önceki iki tümcede olduğu gibi) "anlamsız simgeler" ibaresini kullanmaktan bir parça utanıyorum, çünkü kitabımda geliştirilen uslamlamanın can alıcı kısmı, yeterince karmaşık eşbiçimlilikler ortaya çıktığında anlamın biçimsel dizgenin dışında tutulamayacağı düşüncesine dayanır. Anlam, simgeleri anlamsız tutmak için harcanan bütün çabalara rağmen içeri girer!

Bu son birkaç tümceyi biraz teknik bir terim olan "eşbiçimlilik"i kullanmadan yeniden kurayım. Bir "anlamsız" simgeler dizgesi, içinde dünyadaki çeşitli görüngüleri hassas bir şekilde izleyen ya da aynalayan örüntülere sahip olduğunda, o zaman bu izleme veya aynalama, simgeleri bir dereceye kadar anlamla doldurur – aslında bu izleme veya aynalama anlamın ne olduğundan ne daha fazla ne daha azdır. İzlemenin ne kadar kompleks, incelikli ve güvenilir olduğuna bağlı olarak farklı anlam dereceleri ortaya çıkar. Bu konuda burada daha fazla şey söylemeyeceğim, çünkü bu tez metinde, çoğunlukla da 2, 4, 6, 9 ve 11. bölümlerde çok sık olarak ele alınmıştır.

Tipik bir biçimsel dizgeyle karşılaştırıldığında insan dili gerçekliği izleme örüntüleri açısından inanılmaz şekilde akışkan ve inceliklidir ve bundan dolayı biçimsel dizgelerdeki simgeler oldukça verimsiz görünür; aslında pek de zorlanmadan, onlar bütünüyle anlamdan yoksun olarak görülebilir. Ama yine bildik olmayan bir yazı dizgesinde yazılmış bir gazeteye bakıldığında da tuhaf şekiller fevkalade grift, ama bütünüyle anlamsız örüntülerden başka bir şey olarak görülmez. Öyleyse ne kadar zengin olursa olsun, insan dili bile görünür anlamından arındırılabilir.

İşin doğrusu, simge örüntülerinin (kitaplar veya filmler veya kütüphaneler veya CD-ROM'lar veya bilgisayar programları gibi, ne kadar karmaşık veya dinamik olurlarsa olsunlar) *per se* [kendi başlarına] asla anlama sahip olmadığına, ama bu anlamın biraz gizemli bir şekilde daha çok karbon-temelli biyolojik beyinlerde gerçekleşen süreçlerin organik kimyasından ya da belki kuantum mekaniğinden kaynaklandığına inanan hâlâ birkaç felsefeci, bilimci vb var. Bu darkafalı, biyo-şovenist görüşe dayanamasam da, sezgisel çekiciliğini çok açık anlayabiliyorum. Beyinlerin üstünlüğüne, gerçekte biricikliğine inanan birinin şapkasını takmaya çalıştığımdan bu insanların geliş yerlerini görebiliyorum.

Bu kişiler, nasıl ve neden böyle olduğunu asla tam olarak saptayamasalar da, bizim "iki yana sallanan yumrularımız"ın içinde, gözyuvarlarının arkasında bir yerlerde, bir tür "semantik sihir"in meydana geldiği hissine sahiptir; dahası onlar insan kendiliklerinin, ruhlarının, bilinçliliğinin, "Ben"lerin varlığından bu semantik sihrin sorumlu olduğuna inanırlar. Ve ben de aslında kendiliklerin ve semantiğin –başka bir deyişle benlerin ve anlamların– aynı kaynaktan kaynaklandığı konusunda bu düşünürlerle tamamıyla aynı görüşteyim; bu kişilerden ayrıldığım nokta, onların bu görüngülerin tamamen beyinlerin mikroskobik donanımının birtakım özel, ama henüz keşfedilmemiş özellikleri sayesinde olduğu kanılarıdır.

Görebildiğim kadarıyla "Ben"in ve bilincin ne olduğuna ilişkin bu büyüsel görüşün üstesinden gelmenin tek yolu, ne kadar sevimsiz görünürse görünsün, insanın kendisine, sürekli olarak kafatasının içine güvenle yerleşmiş olan "endişe ve düşün iki yana sallanan yumrusu"nun, bütün hepsinin, metin parçaları ya da CD-ROM'lar ya da bilgisayarlar gibi evrenin tüm geri kalanını yöneten tamamıyla aynı yasalara uyduğu bütünüyle steril ve cansız bileşenlerden meydana gelmiş bütünüyle fiziksel bir nesne olduğunu hatırlatmaktır. İnsan ancak bu rahatsız edici olguya şiddetle çarptığında, bilincin gizeminden çıkış yolu bulma yönünde bir anlayış geliştirmeye başlar: anahtarın beyinlerin *yapıldığı* madde değil, ama bir beynin maddesi içinde varlığa gelebilen *örüntüler* olduğu hissine kapılır.

Bu özgürleştirici bir değişikliktir; çünkü beyinlerin ne olduğunun anlaşılmasında farklı bir düzeye geçme imkânı sağlar: bu beyinlerin, söylemeye bile gerek yok, kendilerinin de sakinleri oldukları dünyayı, yetkinlikten oldukça uzak da olsa, aynalayan karmaşık örüntüleri destekleyen *ortamlar* olarak irdelenmesinin kapısını açar –ve ne kadar kısmi veya kusurlu olsa da, bilinçliliğin garip döngülerinin dönmeye başlaması bu kaçınılmaz kendini-aynalamada ortaya çıkar.

Kurt Gödel, Bertrand Russell'ın Maginot Hattını Parçalıyor

Odağın maddi bileşenlerden soyut örüntülere kaydırılmasının, cansızdan canlıya, semantik-olmayandan semantiğe, anlamsızdan anlamlıya bir bakıma büyülü bir sıçramanın olmasına imkân sağlayacağını iddia ettim. Peki ama bu nasıl olur? Her şeyden öte, maddeden örüntüye *bütün* atlamaların bilince veya ruha veya kendiliğe yol açmadığı çok açıktır: sözün kısası, bütün örüntüler bilinç değildir. Öyleyse ne tür örüntü bir *kendiliği* ele veren bir işarettir? *GEB*'in yanıtı şudur: garip bir döngü.

İroni, bulunan ilk garip döngünün –ve genel olarak bu kavram için modelimin– *döngüselliği uzak tutmak üzere özel olarak düzenlenmiş* bir dizge içinde bulunmasıydı. Betrand Russell ve Alfred North Whitehead'ın ünlü çalışması *Principia Mathematica*'dan, 1910-1913 yıllarında yaratılışına neden olan esas etkenin ilk yazarının matematikteki kendine-gönderme paradokslarından kaçınmak için bir yol bulma yönündeki girişimleri olan, ciltler dolusu yoğun, çapraşık simgeciliğiyle devasa ve ürkütücü olan eserden söz ediyorum.

Principia Mathematica'nın merkezinde, kabaca zamandaşı olan Maginot

Hattı'na çok benzeyen, "düşmanı" en küçük bir sızmaya bile imkân vermeyecek şekilde uzakta tutmak üzere tasarlanmış, Russell'ın "tipler kuramı" dediği bir kuram yer alır. Fransızlar için düşman Almanya'ydı; Russell içinse kendine-gönderme. Russell bir matematiksel dizgenin bir şekilde kendisi hakkında konuşabilmesinin onun için ölüm öpücüğü olduğuna inanıyordu, çünkü kendine-gönderme –diye düşünüyordu– zorunlu olarak kendisiyle çelişmeye kapı açar ve böylece bütün matematik yere yıkılır. Bu uğursuz yazgının önüne geçmek için özenle hazırlanmış (ve sonsuz) bir düzeyler hiyerarşisi icat etti, bunların hepsi ölümcül kendine-gönderme virüsünün kırılgan dizgeye bulaşmasını kesin olarak –diye düşünüyordu– engelleyecek şekilde birbirlerinden tecrit edilmişlerdi.

Bu durum birkaç on yıl sürdü, ama sonunda Avusturyalı genç matematikçi Kurt Gödel, Russell ve Whitehead'ın kendine-göndermeye karşı oluşturdukları matematiksel Maginot Hattı'nın (tıpkı II. Dünya Savaşında Almanların gerçek Maginot Hattı'nı ustaca delmeleri gibi) ustalıkla alt edilebileceğini ve kendine-göndermenin *Principia Mathematica*'da yalnızca başlangıçta gizli halde bulunduğunu değil, ama aslında zavallı *PM*'ye bütünüyle çıkarılamayacak şekilde bulaştığını fark etti. Dahası Gödel'in son derece açık bir şekilde gösterdiği gibi, dizgenin kendine-gönderme tarafından kalbura çevrilmesi *PM*'deki zayıflıklar yüzünden değil, tam tersine onun *güçlülüğü* yüzündendi. Benzer her dizge tamamıyla aynı "kusura" sahip olacaktır. Dünyanın bu şaşırtıcı olguyu fark etmesinin bu kadar uzun sürmesinin nedeni onun beyinden kendiliğe, cansız bileşenlerden canlı örüntülere ünlü sıçrayışla bir şekilde benzeşen bir sıçrama yapılmasına bağlı olmasıydı.

Gödel'in bütün bunları açıkça ortaya koyması, 1930'larda, "Gödel sayılaştırması" –aracılığıyla herhangi bir biçimsel dizgedeki simgeler dizilerinin uzun doğrusal düzenlenişlerinin belli (genellikle astronomik büyüklükte) tam sayılar arasındaki matematiksel ilişkiler tarafından tam olarak aynalandığı bir haritalama– olarak bilinen basit, ama fevkalade zengin bir keşif sayesinde oldu. Gödel (bir kez daha şu müphem terimi kullanırsak) anlamsız simgelerin örüntüleri ve devasa sayılar arasındaki haritalamasını kullanarak herhangi bir matematiksel biçimsel dizge *hakkındaki* bir bildirimin (örneğin *Principia Mathematica*'nın çelişkisiz olduğu önesürümü gibi) nasıl (tam sayıları inceleyen) sayı kuramı *içindeki* matematik bir bildirime çevrilebileceğini gösterdi. Başka bir deyişle herhangi bir matematiksel bildirim matematiğin *içine* taşınabilir ve yeni kisvesi içinde bu bildirim basitçe (tıpkı sayı kuramının tüm bildirimleri gibi) belli tam sayıların belli özelliklere veya birbirleriyle belli

ilişkilere sahip olduğunu öne sürer. Ama bir başka düzeyde, görünümü itibarıyla, bir Dostoyevski romanından bir tümce kadar sayı kuramının bir bildirimi olmaktan çok uzak gözüken çok farklı bir anlama da sahiptir.

Gödel'in haritalaması aracılığıyla, "salt" sayılar hakkındaki doğruları vermek üzere tasarlanmış her biçimsel dizge –kasıtsız, ama kaçınılmaz olarak– bizzat kendi özellikleri hakkındaki doğruları da verecek ve böylece deyiş yerindeyse, "kendinin farkında" olacaktır. *PM*'ye bulaşan ve Gödel'in açığa çıkardığı kendine-göndergeliliğin bütün gizli örneklerinin en yoğun dozları *kendi* Gödel sayıları hakkında konuşan ve özellikle de kendileri hakkında, "Ben *PM* içinde ispatlanabilir değilim" gibi çok tuhaf şeyler söyleyen tümcelerde gizlenmiştir. Yinelersek: Böylesi geri dönüş, böylesi dairesel döngü, böylesi kendini-sarmalamak elenebilir bir kusurdan çok dizgenin devasa gücünün kaçınılmaz bir yan ürünüdür.

Russell'ın kendine-göndermeyi her ne pahasına olursa olsun uzakta tutmak için büyük bir özenle tasarladığı kalenin bağrında Gödel'in birdenbire bolca kendine-göndermenin bulunduğunu açığa çıkarması, hiç de şaşırtıcı olmayacak şekilde, devrimci matematik ve felsefi sonuçlara yol açtı; bu sonuçların en ünlüsü, biçimselleştirilmiş matematiğin "özsel eksikliği"ydi. Bu kavram gelecek bölümlerde özenle ele alınacak, ama ne kadar büyüleyici olsa da, eksiklik bizzat *GEB*'in tezinin merkezinde değildir. *GEB* açısından, Gödel'in çalışmasının en can alıcı yönü, onun, varsayılı olarak anlamsız bir evrende bile, bir bildirimin *anlamının* derin sonuçları olabileceği tanıtlamasıdır. Böylece G'nin *PM* içinde ispatlanabilir olmadığını (bu tam olarak G'nin kendisinin iddiasıdır) garanti eden Gödel tümcesi G'nin ("G, *PM* içinde ispatlanabilir değildir" önesürümünde bulunan tümce) *anlamıdır*. Sanki bu tümcenin gizli Gödelci anlamının, dizgenin anlam-geçirmez kuralları, manasız simge-yönlendirme yöntemleri üzerinde, ne yaparlarsa yapsınlar G'nin bir tanıtlanması vermelerini engelleyecek bir güce sahiptir.

Başaşağı Nedensellik ve Bir "Ben"in Ortaya Çıkışı

Bu tür bir sonuç insana çılgınca döndürülmüş ya da baş aşağı edilmiş bir nedensellik duygusu verir. Her şeyden öte, birinin anlamsız simgeler dizisi içinde okumayı seçtiği anlamların tamamen sonuçsuz olması gerekmez mi? Daha da tuhafı G tümcesinin *PM* içinde ispatlanabilir olmamasının *tek nedeni* onun kendine-göndergeli anlamıdır; aslında tam sayılar hakkında *doğru* bir *tümce* olması itibarıyla G ispatlanabilir *olmalıdır*, ama –kendi ispatlanamaz-

lığını öne süren, kendisi hakkında bir bildirim olarak sahip olduğu artı anlam düzeyinden dolayı– ispatlanamaz.

Böylece Gödelci döngüden çok tuhaf bir şey çıkar: kural-bağımlı, ama anlam-bağımsız bir evrende anlamın nedensel gücünün açığa çıkışı. Ve bu benim beyinler ve kendilikler analojimin devreye girdiği yerdir; bu analoji, "beyin" denilen cansız bir yumru içinde kıstırılmış *kendiliğin* bükümlü döngüsünün de nedensel güce sahip olduğunu belirtir – ya da başka şekilde söylersek, "Ben" denen yalnız bir örüntü beyindeki cansız parçacıkları, beyindeki cansız parçacıkların örüntüleri itebileceğinden hiç de aşağı kalmayacak şekilde itebilir. Kısacası bir "Ben," yardımıyla bir beyindeki örüntülerin beynin dünyayı aynalamasını aynaladığı ve nihayetinde kendilerini aynaladığı, bunun üzerine "Ben" burgacının gerçek, nedensel bir kendilik haline geldiği, bir tür burgaç aracılığıyla –en azından bana göre– ortaya çıkar. Bu tuhaf soyut görüngünün eksik, ama canlı bir somut benzeşimi için bir TV kamerasının, ekranı kendi üstünde göstermek (ve bu ekranı kendi üstünde vb) üzere bir TV ekranına yöneltildiğinde ne olduğunu düşünün – *GEB*'de benim "kendini yutan televizyon" ve daha sonraki yazılarımda bazen "düzeyleri kesen geribeslemeli döngü" dediğim şey.

Ancak ve ancak bir beyinde veya bir başka ortamda böylesi bir döngü ortaya çıktığı zaman bir *kişi* –emsalsiz bir yeni "Ben"– varlığa gelir. Ayrıca böylesi bir döngü kendine-göndergelilik açısında ne kadar zenginse ortaya çıkardığı kendilik de o kadar bilinçlidir. Evet, ne kadar şaşırtıcı olsa da bilinçlilik bir aç/kapa görüngüsü olmayıp dereceleri, basamakları, tonları olan bir görüngüdür. Ya da daha açık sözlü olmak gerekirse, büyük ruhlar ve küçük ruhlar vardır.

Dikkat! Küçük Ruhlu İnsanlar Var

Bu noktada benim gözde yazarlarımdan, "yedi sanatın" Amerikan eleştirmeni, James Huneker'm canlı ve ilginç Frédéric Chopin biyografisinde, hem benim hem de Huneker için şimdiye dek yazılmış en heyecan verici ve en yüce müzik parçalarından biri olan Chopin'in la minör étude op. 25, no. 11 üzerine yaptığı korkunç elitist, ama bir o kadar da tuhaf yorumu anımsamaktan kendimi alamıyorum: "Parmakları ne kadar kıvrak olursa olsun küçük ruhlu adamlar ondan uzak durmalıdır."

"Küçük ruhlu adamlar?!" Vay! Amerikan demokrasi anlayışına tamamıyla karşı bir söz! Ama saldırgan, ilkel cinsiyetçiliğini bir kenara bırakırsak (maa-

lesef bu *GEB*'de benim de işlediğim bir suç) örtük bir şekilde Huneker'in şok edici ayrımına benzer bir şeye inandığımız için çoğumuzun şu ya da bu hayvanı rahatlıkla yediğimizi, böcekleri ezdiğimizi, sivrisinekleri öldürdüğümüzü, bakterilere karşı antibiyotiklerle savaştığımızı ve bunun gibi şeyler yaptığımızı düşünüyorum. Genellikle bir inek, bir hindi, bir kurbağa ve bir balık gibi "insanlar"ın hepsinin de *biraz* bilinç kıvılcımına *bir tür* ilkel "ruha" sahip olduğuna, ama Tanrı'ya şükür, onun *bizimkinden* çok daha küçük olduğuna inanıyoruz – ve tam da bu nedenle biz "insanlar," bu parçalı ruhlu yaratıkların kafalarındaki soluk ışıkları söndürme ve onların bir zamanlar sıcak ve yerinde duramayan, ama şimdi soğumuş ve hareketsiz protoplazmalarını sınırsız bir ağız tadıyla şapırdatarak yeme ve bunu yaparken de en küçük bir suçluluk duymama hakkına sahip olduğumuzu hissediyoruz.

Bu kadar vaaz yeter! Burada asıl nokta, bütün garip döngülerin seninki ve benimki kadar görkemli ve muhteşem ruhlara yol açmadığıdır, sevgili okur. Bu yüzden örneğin sizin veya başkalarının *GEB*'in tamamını veya bir kısmını güçlük çekmeden okuyup, başını sallayarak üzgün bir tavırla, "Şu Hofstadter çatlağı kendisini Russell ve Whitehead'in *Principia Mathematica*'sının ruhu olan bilinçli bir kişi olduğuna inandırmış!" demesini istemem. Saçma! Zırva! İpe Sapa Gelmez! Benim için kavramın kusursuz örneği olsa da, Gödel'in garip döngüsü en basit garip döngüdür ve karmaşıklığı organik bir beyninkine göre acınacak durumda olan bir dizge içinde yer alır. Üstelik biçimsel bir dizge durağandır; zamanla değişmez veya gelişmez. Bir biçimsel dizge, kendi içinde onları aynaladığı ve karşılık olarak "dostları"nın içinde aynalandığı, bir başka biçimsel dizgeler toplumu içinde yaşamaz. Peki, bu son yorumu, en azından biraz, geri alıyorum: *PM* kadar güçlü her biçimsel dizge, aslında yalnızca kendisinin değil, ama bazıları kendisi gibi, bazıları da büyük oranda kendisi gibi olmayan sonsuz sayıda başka biçimsel dizgelerin modellerini içerir. Gödel'in fark ettiği temel olarak buydu. Ama burada hâlâ bırakın doğumu ve ölümü, ne zamanın ne de gelişmenin karşılığı vardır.

Ve bu yüzden matematiksel biçimsel dizgelerde "kendiliklerin" varlığa gelişleri hakkında söylediklerim belli bir ihtiyat payıyla ele alınmalıdır. Garip döngüler, değişik ortamlarda ve değişen zenginlik derecelerinde ortaya çıkan soyut bir yapıdır. *GEB* özünde, kendiliğin nasıl ortaya çıktığına dair bir metafor, yardımıyla bir "Ben"in bir ve aynı zamanda sahibine son derece gerçek ve somut, ama diğer yandan da son derece belirsiz, nüfuz edilemez, ele geçirilemez görünmesine neden olan şeyin kavranmasına dair bir metafor olarak uzun bir garip döngüler önerisidir.

Ben kişisel olarak bilincin Gödelci garip döngülere veya düzeyleri kesen geribeslemeli döngülere başvurmadan tamamen anlaşılabileceğini düşünemiyorum. Bu nedenle geçmiş birkaç yılın bilincin gizemlerini çözmeye çalışan kitap sağanağının bu doğrultuda bir şeye hemen hemen hiç değinmemesini büyük bir şaşkınlıkla karşıladığımı söylemeliyim. Bu kitapların yazarlarının çoğu *GEB*'i okumuş ve sindirmişti, ama nedense onun temel tezi hiçbir yerde yankılanmadı. Bazen son derece önemli bir mesajı boş bir uçuruma bağırdığım ve hiç kimsenin beni duymadığı duygusuna kapılıyorum.

GEB'in İlk Tohumları

Eğer yazarın amacı sadece bilincimizin can alıcı noktası ve bastırılamaz "Ben-hissi"mizin kaynağı olarak garip döngüler kuramını öne sürmekse, onun neden içinde konudan sapar görünen birçok şeyin bulunduğu böylesine devasa bir kitap yazmaya giriştiği merak edilebilir. Yazar ne demeye füg ler ve kanonlarla uğraştı? Neden yineleme? Ve Zen? Ve moleküler biyoloji? Ve benzeri...

İşin doğrusu, işe başladığımda kendimi bu tür şeylerden bahsederken bulacağım konusunda en ufak bir fikrim bile yoktu. Ne de müstakbel kitabımın, bırakın müzik formlarına dayalı diyalogları, diyaloglar içereceğini bile hayal etmiştim. Projemin karmaşık ve hırslı doğası aşama aşama gelişti. Kabaca şu şekilde ortaya çıktı.

Daha önce, yeni yetmelik dönemimde, Ernest Nagel ve James R. Newmann'ın küçük kitabı *Gödel Kanıtlaması*'nı [*Gödel's Proof*] okuduğuma değinmiştim. İşte bu kitap beni hem derinden etkiledi hem de heyecanlandırdı ve beni bir ok gibi dosdoğru simgesel mantık çalışmalarına yöneltti. Böylece Stanford'da, matematik bölümündeki lisans ve birkaç yıl sonra, Berkeley'de matematik bölümündeki kısa süreli lisanüstü öğrenciliğim sırasında birçok ileri mantık dersi aldım, ama bütün bu dersler ben de acı bir hayal kırıklığı yarattı, çünkü tümü de ne olduğu belirsiz, teknik ve esas olarak Nagel ve Newman'dan tanıdığım büyüden yoksundu. Bu üstdüzey dersleri almam, Gödel'in harika ispatına ve onun "garip döngüselliği"ne olan ateşli gençlik ilgimi neredeyse söndürdü. Gerçekten de 1967 sonunda, yaratıcılığımın tükendiği duygusuyla son bir çırpınışla Berkeley'deki matematik öğrenimimi bırakarak, geçmişteki ateşli mantık ve metamatematik hayranlığımın uykuya daldığı Eugene, Oregon Üniversitesi fizik bölümünde lisansüstü öğrencisi olarak yeni bir kimlik edindim.

Yıllar geçti ve 1972 Mayısında bir gün Oregon Üniversitesi kitabevinde matematik rafını gözden geçirirken felsefeci Howard De Long'un mükemmel kitabı *A Profile of Mathematical Logic*'e [*Matematiksel Mantığının Profili*] rastlayarak satın aldım ve haftalar geçtikçe, Gödelsi gizemlere ve bağlantılı şeylere duyduğum eski aşkım yeniden uyandı. İki yana sallanan düş ve endişe yumrumun içinde düşünceler çılgınca gezinmeye başladı.

Bu sevindirici gelişmeye karşın fizik çalışmalarım ve yaşamımın genel gidişatı moralimi çok bozuyordu, böylece temmuzda sahip olduğum her şeyi mukkavva kutulara yerleştirerek sadık Quicksilver, 1956 model Mercury'mle uçsuz bucaksız Amerika kıtasında doğuya doğru bir yolculuğa çıktım. Nereye gittiğimi tam olarak bilmiyordum. Bütün bildiğim yeni bir yaşam arıyor olduğumdu.

Güzel Cascades'i ve Doğu Oregon çölünü geçtikten sonra kendimi Idaho, Moskova'da buldum. Quicksilver'm motoruyla ilgili küçük bir arızanın tamir edilmesi gerekiyordu; ben de bu boşluktan yararlanarak, De Long'un açıklamalı kaynakçasında değinilen Gödel'in kanıtlamasına ilişkin makalelerin bir kısmına bakmak üzere Idaho Üniversitesi kütüphanesine gittim. Bunların fotokopilerini aldım ve sonra Montana ve Alberta'ya doğru yola koyuldum. Her gece duruyor ve bazen bir ormanda bazen de bir göl kıyısında küçük çadırımı kuruyor ve sonra uyku tulumumun içinde uykum gelene dek fener ışığında büyük bir zevkle bu makaleleri okuyordum. Bu süreçte, birçok Gödelci meseleyi çok daha açık olarak anlamaya başladım ve öğrendiğim şeyler gerçekten büyüleyiciydi.

Mektuptan Kitapçığa, Kitapçıktan Seminere

Canadian Rockies'de birkaç gün geçirdikten sonra tekrar güneye yöneldim ve sonunda Colorado, Boulder'e vardım. Orada, bir öğleden sonra yeni düşüncelerle dolup taşmanın neden olduğu bir duygu patlamasıyla eski dostum Robert Boeninger'e bir mektup yazmaya başladım. Saatlerce yazdıktan sonra mektubumun tahmin ettiğimden daha uzun –elyazısıyla otuzüç sayfa kadar– olmasına karşın, söylemek istediklerimin henüz yarısını söylediğimi gördüm. Bu bana belki de mektup değil de bir kitapçık yazmam gerektiğini düşündürttü ve böylece Robert benim uzun mektubumu hiç alamadı.

Boulder'dan daha doğuya yöneldim; bir üniversite kentinden diğerine geçerek ilerliyordum ve en sonunda sanki bütün bu süre boyunca beni çağırıyormuşcasına New York son durağım olarak birdenbire önümde beliriverdi.

Gerçekten de hiç hesapta yokken aylarca Manhattan'da kaldım, Şehir Koleji'nde lisansüstü dersleri aldım, Hunter Koleji'nde hemşirelere temel fizik dersleri verdim, ama 1973'e geldiğimizde, New York'u pek çok açıdan sevmeme rağmen burada, Eugene de olduğumdan bile daha çok sarsıldığımı hissettim ve sonunda Oregon'a dönüp lisansüstü öğrenimimi tamamlamanın daha akıllıca olduğuna karar verdim.

"Yeni yaşam" umudum suya düşmüş olsa da, geri dönmek belli açılardan rahatlatıcıydı. O günlerde Oregon Üniversitesi'nde bir veya daha fazla bölüm onayladığı sürece herkesin kredili "ARAŞTIRMA" dersi açabilmesine imkân veren oldukça ilerici bir öğrenim politikası vardı. Bundan yararlanarak ben de Gödel'in teoremini temel alan ve bahar döneminde verilecek bir ARAŞTIRMA dersine destek olmaları için felsefe ve matematik bölümlerine dilekçeyle başvurdum ve isteğim kabul edildi. İşler yoluna giriyordu.

Sezgilerim bana garip döngülere –yalnızca felsefi önemlerinden değil, estetik çekiciliklerinden dolayı da– duyduğum kişisel hayranlığımın yalnızca bana özgü küçük bir nevrotik takıntı olmadığını, eğer öğrencilerime bu kavramların aldığım soğuk, steril mantık dersleri gibi donuk ve yavan olmadığını, hatta aksine –Nagel ve Newman'ın sezdirdikleri gibi– matematik, bilgisayar bilimi, psikoloji, felsefe ve bunlar gibi disiplinlerdeki birçok derin ve güzel düşünceyle yakından bağlantılı olduğunu iyi anlatabilirsem bu hayranlığın onlara da bulaşabileceğini söylüyordu.

Birbirlerinden çok farklı alanlardan öğrencilerin ilgisini çekme umuduyla dersime yarı-çılgın, yarı-romantik, "Karar Verilemezin Gizemi" adını verdim ve numaram işe yaradı. Hepsi de coşku dolu yirmibeş ruh yakaladım. Ders verdiğim o bahar pencereden gördüğüm ağaçların güzelim çiçeklerini çok canlı bir şekilde hatırlıyorum, ama sanat tarihinden David Justman'i, siyaset biliminden Scott Buresh'i ve sanat bölümünden Avril Greenberg'i çok daha canlı hatırlıyorum. Bu üçü fikirleri sanki yutuyorlardı; onlarla bu fikirler hakkında sonu gelmeyen konuşmalar yaptık. Dersim hem ruhlarını kaptıranlar hem de ruhları kapan için çok iyi geçiyordu.

1973 yazında bir gün "kitapçık"ım için bir içindekiler çizelgesi yapma girişiminde bulundum ve işte bu noktada, projemin ne kadar hırslı olduğunu anlamaya başladım, ama hâlâ bana büyük bir kitaptan çok küçük bir kitapçık gibi geliyordu. Sonbaharda ciddi ciddi yazmaya koyuldum. Daha önce birkaç sayfadan daha uzun bir şey yazmamıştım, ama pervasızca dosdoğru devam ettim, birkaç günümü –ya da belki bir iki haftamı– alacağını düşünüyordum. Biraz yanıldım, çünkü (Robert'e yazdığım mektup gibi dolmakalemle yazılan, ama üstü çizili sözcüklerin daha fazla olduğu) ilk taslak bir ayımı aldı –

beni derinden etkileyen "Yom Kippur Savaşı"yla çakışan bir ay. Bu ilk taslağın nihai ürün olmadığını fark ettim, ama esas işi gerçekleştirdiğimi, kalanın sadece bir gözden geçirme işi olduğunu düşünüyordum.

Yazınsal Biçim Deneyleri Başlıyor

Bu taslağı yazarken Escher'in resimlerini kesinlikle düşünmüyordum. Ne de Bach'ın müziğini. Ama bir gün kendimi zihin, beyin ve insan özdeşliğine ilişkin düşüncelere dalmış buldum ve gülünç karakterleri beni hep eğlendirmiş olan Lewis Carroll'ın tuhaf Akhilleus ve Tosbağa çiftini arsızca ödünç alarak oturdum ve hızla, sayfalarının her biri, Einstein'ın beynindeki özel bir nöron üstündeki bilgiyi, bire bir temelinde, içeren tamamen kurgusal, hayal edilemeyecek kadar büyük bir kitap hakkında uzun, karmaşık bir diyalog çiziktirdim. Tesadüf bu ya, diyalogda, iki karakterin birbirini bir başka diyalog içinde hayal ettiği ve her birinin, "O halde sen şöyle diyebilirdin ... ben de şöyle yanıtlayabilirdim ... ve o zaman sen de şöyle devam ederdin ..." dediği ve bu şekilde sürüp giden kısa bir bölüm vardı. Bu sıradışı yapısal özelliğinden dolayı sonunda son konuşmaya son noktayı koyduktan sonra birinci sayfaya döndüm ve birdenbire üstüne tek bir sözcük yazdım: "FÜG."

Einstein-kitabı diyalogum bir füg değildi elbette –hatta benzemiyordu bile– ama yine de bana bu yönde bir şey anımsatıyordu. Çocukluğumun ilk günlerinden beri Bach'ın müziği beni derinden etkilemişti ve Bach-benzeri kontrpuan formlarını entellektüel açıdan zengin içerikli canlı diyaloglarla eşleştirme fikri bir tutkuya dönüşerek beni ele geçirdi. Sonraki birkaç hafta fikri kafamda evirip çevirirken, bu doğrultuda yapılabilecek ne kadar çok oyun olduğunu fark ettim ve kendimi bir yeni yetme olarak doymak bilmez bir iştahla bu diyalogları tüketirken hayal ettim. Bu da beni her fırsatta araya, kısmen bölümler içindeki ağır fikirlerin sıkıcılığına engel olacak ve kısmen de bana anlaşılması güç kavramları daha hafif daha alegorik versiyonlarıyla tanıtma imkânı verecek kontrpuantal diyaloglar koyma fikrine götürdü.

Uzun lafın kısası en sonunda –ama bu aylarımı almıştı– en iyi yapılanmanın bölümler ve diyalogların kesin bir biçimde birbirini izlemesi olduğuna karar verdim. Bu netleşince, okuyucularıma aktarmak istediğim en can alıcı fikirleri tam olarak saptama ve sonra da onları daha çok Akhilleus ve Tosbağa (artı birkaç yeni arkadaş) arasındaki sözcük oyunlarına dayalı eğlenceli diyalogların biçim ve içeriği içinde somutlandırmaya çalışmak gibi keyifli bir işe koyuldum.

GEB Önce Soğutuldu, Sonra Yeniden Isıtıldı

1974 yılı başında doktora danışmanlarımı dördüncü ve son kez değiştirerek, dikenleriyle korkutucu olsa da oldukça tatlı kokan katı-hal fiziğinde hiç bilinmeyen bir problem üzerine çalışmaya başladım. Yeni danışmanım Gregory Wannier konuya derinlemesine dalmamı istiyordu ve ben fizik dünyasındaki durumumun bu kez ya boğul ya yüz olduğunun farkındaydım. Eğer doktora derecesi istiyorsam –o sıralarda neredeyse on yıldır mücadele ettiğim değerli, ama bir o kadar da korkunç uzak bir hedef– ya şimdi ya aslaydı! Ve bu yüzden istemeye istemeye sevgili el yazmalarımı çekmeceye kaldırdım ve kendi kendime, "Dokunmak yok! Göz bile atmayacaksın!" dedim. Hatta eğer çekmeceyi açar ve yarım kalan kitabımın sayfalarını çevirirsem kendime aç kalma cezası uygulayacaktım. *GEB* düşüncelerini –ya da daha çok *GTATHB* düşünceleri– düşünmek kesinlikle verboten'dı [yasak –çn].

Almancadan söz etmişken, Wannier 1974 güzünde altı aylığına Almanya'ya gitmeyi planlıyordu ve ben Avrupa'yı her zaman sevdiğim için bir şekilde benim de gidip gidemeyeceğimi sordum. Çok nazik bir şekilde benim için Regensburg Üniversitesi fizik bölümünde bir *wissenschaftlicher Assistent*'lık –bir asistan okutmanlık– ayarladı ve 1974 sonuyla 1975 başı arasında bir dönem boyunca bu işi yaptım. Doktora tezimle ilgili birçok şeyi bu süre de yaptım. Pek arkadaşım olmadığı için Regensburg günlerim ve gecelerim uzun ve yalnızdı. Bu zorlu dönemde en yakın arkadaşım bir anlamda Frédéric Chopin'di, çünkü neredeyse her gece yarısı Radyo Varşova'yı açıyor ve çeşitli piyanistlerin onun bildiğim ve sevdiğim parçaları yanı sıra benim için yeni olan, ama sevmeye hazır olduğum parçalarını çalışlarını dinliyordum.

Bütün bu süre *GEB-verboten*'lı zamanlardı ve bu durum, sonunda tezimi bitirdiğim 1975'in sonuna kadar sürdü. Çalışmam çok zarif bir görsel yapı hakkında olsa da (bkz. bu kitabın 5. Bölümü) ve kariyer için iyi bir başlangıç öneriyor gibi gözükse de, lisansüstü öğrenimin sırasında egoma iyi bir fizikçi olamayacağıma inanmama neden olacak kadar çok darbe almıştım. Diğer yandan eski entellektüel alevlerin yeniden tutuşması ve özellikle de *GTATHB*'nin yazılışı bana yeni bir tür özgüven kazandırmıştı.

İşsiz, ama son derece motive olmuş bir halde memleketim Stanford'a gittim ve burada ailemin sorgusuz ve cömert mali desteği sayesinde (şaka yollu buna "iki yıllık Hofstadter Ücretli Araştırmacılığı" diyordum) kendimi bir yapay zekâ araştırmacısı olarak "yeniden biçimlendirmeye" koyuldum. Hatta daha da önemlisi, birkaç yıl önce beni ele geçirmiş olan düşüncelerle olan tut-

kulu aşk ilişkime yeniden başlayabildim.

Stanford'da eski "kitapçığım" serpilip gelişti. Baştan sona yeniden yazıldı, çünkü ilk taslaklarımın uygun fikirler üzerine odaklanmış olmalarına rağmen biçem açısından tam olgunlaşmamış ve tutarsız olduklarını hissediyordum. Ve dünyanın ilk ve en iyi metin işleme programlarından biri olan, yeni arkadaşım Pentti Kanerva'nın müthiş esnek ve kullanıcı-dostu TV-Edit'i kullanmanın keyfini sürüyordum. Bu program sayesinde çalışmamın yeni versiyonu yağ gibi yumuşak bir şekilde aktı. Onsuz *GEB*'in nasıl yazılabileceğini hayal bile edemiyorum.

Tam bu aşamada, kitabın sıradışı biçemsel nitelikleri gerçekten ortaya çıktı – bazen sözcüklerle aptalca oynama, müzikal formları taklit eden yeni sözel yapılar icat etme, her çeşit analoji içinde yuvarlanma, bizzat yapıları söz ettikleri noktaları örnekleyen öyküler anlatma, tuhaf kişilikleri fantastik senaryolar içinde bir araya getirme. Yazarken kitabımın benzer konularda yazılmış diğer kitaplardan oldukça farklı olduğunu ve birçok uylaşımı ihlâl ettiğimi çok iyi biliyordum. Yine de tasasızca devam ettim, çünkü yalnızca yapılması gerekeni yaptığımı ve bunda işin doğasından gelen bir haklılık olduğunu hissediyordum. Beni yaptığım şeye böylesine inandıran temel niteliklerden birisi, bunun biçime içerikle eşit derecede önem veren bir kitap olmasıydı – ve bu tesadüfi değildi, çünkü *GEB* büyük oranda içeriğin biçimden nasıl ayrılamaz olduğu, semantiğin sentaksla nasıl uyum içinde olduğu, örüntü ve maddenin birbirlerinden nasıl koparılamaz olduğu hakkındadır.

Yaşamımın birçok cephesinde biçemle içerik kadar ilgilendiğimi hep biliyorsam da, ilk kitabımı yazarken, bütün düzeylerdeki görsel görünüş meselesiyle bu kadar uğraşacağımı hiç düşünmemiştim. TV-Edit'in kullanma kolaylığı sayesinde yazdığım her şey ekranda daha iyi görünmesi sağlanacak şekilde düzeltiliyordu ve böyle bir kontrolün bir yazar için lüks olduğu düşünülse de, ona çok bağlanmıştım ve bırakmaya hiç niyetim yoktu. Müsveddelerin yayınevlerine gönderilmeye hazır sağlam bir versiyonunu elime aldığımda, görsel tasarım ve kavramsal yapı birbirleriyle içiçe geçmişti.

Boru Çalıyor

Bana sık sık bu kadar aykırı bir metin ve sıradışı bir başlıkla tanınmayan bir yazar olarak riske girmekten korkan monolitik yayın endüstrisiyle yıllarca savaşmak zorunda kalıp kalmadığım sorulur. Belki de ben yalnızca şanslıydım, ama benim deneyimimin çok daha hoş olduğunu belirtmeliyim.

1977 yılının ortalarında, şöyle bir nabız yoklamak için onbeş kadar nitelikli yayınevine küçük bir örnek yolladım; çoğu kibarca onun kendi ilgilendikleri "türde bir şey olmadığı" yanıtını verdi. Yeterince dürüst bir yanıt. Ama üç dört tanesi daha fazlasını görmek istediklerini belirtti ve sırasıyla bütün metne göz atmalarını sağladım. İlk ikisi kitabı basmayı reddettiğinde moralimin bozulduğunu söylemeye gerek yok (her bir yayınevinde inceleme süresi birkaç ay alıyordu ve zaman kaybı hayal kırıklığı yaratıyordu); ama öte yandan umudumu da bütünüyle kaybetmiş değildim. Derken Noel'e yakın, her zaman takdir ettiğim bir yayınevi olan Basic Books'un başkanı Martin Kessler çok kesin olmasa da biraz umut verdi.

Artık toy bir doçent olduğum Indiana Üniversitesi'nde 1977-1978 kışı öylesine şiddetli geçmişti ki, ısınmak için kömür kalmamıştı; bu yüzden martta üniversite havaların ısınmasını beklemek için üç haftalığına kapanmak zorunda kaldı. Bu boşluğu arabaya atlayıp New York'a giderek güneydeki eski dostları görmek için kullanmaya karar verdim. Bulanık belleğimde Pennsylvania, Clarion kasabasında kirli ve kasvetli küçük bir lokantada verdiğim kısa mola ve soğuk bir telefon kulübesinden kesin kararını verip vermediğini öğrenmek üzere New York'taki Martin Kessler'i telaşlı arayışım pırıl pırıl duruyor. Benimle çalışmaktan "memnun" olacağını söylediği an yaşamımın en büyük anlarından biriydi – ve bu olağanüstü olayın bütün yerler arasında adı çok uygun düşen bu küçük kasabada meydana geldiğini düşünmenin ürkütücü bir yanı vardır...*

Holey Merdanelerinin İntikamı

Artık bir yayıncım vardı, şimdi sorun metni ham bilgisayar çıktısından düzgünce dizilmiş bir kitaba çevirmekti. Tam bu sırada Pentti'nin, TV-Edit'in etkinliğini artırmak için dünyanın ilk bilgisayar dizgi sistemlerinden birini geliştirerek kullanmam için beni teşvik etmesi tam bir şans oldu. İflah olmaz bir maceraperest olan Kessler de programı denememi istiyordu – bu kısmen Basic Books'dan daha az para çıkması içindi elbette ama kısmen de doğası gereği risk almaktan çekinmemesindendi.

Kendi-dizgini-kendin-yap programı benim için büyük bir şans olsa da çocuk oyuncağı da değildi. Bilgisayım o zamanlar bugünkü duruma göre çok ilkeldi; Pentti'nin sistemini kullanmak için her bölüm veya diyaloğa kelimenin

* Burada kasabanın adı "Clarion" ile telefon görüşmesi anlamına gelen "call"la yapılan tamlama aynı zamanda "boruların çalması," "açık çağrı" anlamına gelir –çn.

tam anlamıyla binlerce şifreli dizgi komutu girmek, sonra her bilgisayar dosyasını birçok küçük parçaya –genellikle her dosyayı beş altı parçaya– ayırmak, her birini iki seri bilgisayarda incelemek ve sonra elde edilen çıktı dosyalarının her birini, uzun ince kâğıt bantlar üstüne sayısız delikten oluşan şifreli bir örüntü halinde fiziksel olarak delmek zorundaydım. Del-geçin bulunduğu 200 yarda uzaktaki binaya kadar yürümem, kâğıtları yerleştirmem ve sıkıştırmadığından emin olmak için de dikkatlice gözlemem gerekiyordu.

Sonra bu yağlı bantlar yığınını çeyrek-mil ilerdeki, *The Stanford Daily*'nin basıldığı binaya taşıyor ve eğer boşsa fotodizgi makinelerini kullanıyordum. Yapılan iş, ışığa duyarlı kâğıtları, karanlık odaları, kâğıtların bütün inkişaf maddelerinin çıkarılması için geçmek zorunda oldukları merdanelerle yapılan kimyasal banyoları, metnimin yer aldığı bir buçuk metre uzunluğundaki prova baskıların kurumaları için bir iki gün boyunca asıldığı çamaşır iplerini gerektiren zorlu ve incelikli bir işti. Binlerce dizgi komutumun yürütmeye koyulmasını fiili olarak görmem son derece hantal ve yavaş ilerleyen bir sürecin sonunda gerçekleşiyordu. Ama doğruyu söylemek gerekirse buna pek aldırmıyordum; çünkü bütün bu süreç aslında esrarengiz, özel ve heyecan vericiydi.

Ama hemen hemen bütün provaların basıldığı –üç yüzden iki yüzü– ve serbest olduğumu düşündüğüm bir gün tüyler ürperten bir keşif yaptım. İnkişaf banyolarından çıkan simsiyah baskılara bakarken birden yeni kurumuş olanlardan bir kısmında metnin kahverengimsi göründüğünü fark ettim. Ne!? Hemen diğerlerini de kontrol ettim; biraz daha eski olanlarını açık-kahverengi, çok daha eski olanlarınsa turuncumsu, hatta soluk sarı olduklarını gördüm!

Buna inanamıyordum. Böyle bir şey nasıl olabilirdi? Yanıtın basitliğiyle kızgınlık ve çaresizlik içinde kalakaldım: orası burası aşınmış eski merdaneler prova baskıları iyi silemiyor, bu nedenle de, asid gün be gün siyah baskıyı kemiriyordu. *Daily* için bu önemli değildi –çünkü prova baskıları birkaç saat sonra atıyorlardı– ama bir kitap için tam bir felaketti. Sarı provalardan kitap basmak mümkün değildi! Ve ilk çıktıklarında onlardan çektiğim fotokopiler yeterince net değildi. Ne kabus ama! O kadar emek boşa gitmişti. 99 yarda ilerlemiş ve tam rakibin bir-yarda çizgisinde zınk diye durdurulmuş bir futbol takımının ümitsizliğine kapılmıştım.

1978 yazının neredeyse tamamını bu prova baskılarını çıkartmak için harcamıştım, ama artık yaz bitiyordu ve ben ders vermek üzere Indiana'ya dönmek zorundaydım. Ne yapabilirdim? *GEB*'i nasıl kurtarabilirdim? Görebildi-

ğim kadarıyla tek çözüm, güz dönemi boyunca her hafta sonu, uçak parasını kendi cebimden ödeyerek Stanford'a uçmak ve her şeye sıfırdan başlamaktı. Şansıma yalnızca salı ve perşembe günleri ders veriyordum; her perşembe sınıftan ok gibi fırlıyor, yakalayabildiğim ilk uçakla Stanford'a gidiyor, pazartesi öğleden sonraya dek deliler gibi çalıştıktan sonra Indiana'ya dönmek üzere yola çıkıyordum. Bu hafta sonlarının en berbatını asla unutamam; gözümü bile kırpmadan tam kırk saat çalışmıştım. Ne aşk ama!

Yine de bu zahmetli koşuşturmalar arasında güzel bir şey de oldu, o da şu: ilk prova yığınında yaptığım bütün dizgi hatalarını düzelttim. İlk plan bir grup düzelti provası kullanmaktı, bunlar Basic'in New York bürosunda parça parça kesilecek ve hatalı dizgilerin üstüne yapıştırılacaktı – ve ilk partide sayısız hata yaptığım kesindi. Böylesi bir işlem büyük bir olasılıkla sayfa tasarımında yüzlerce hata olmasına neden olacaktı. Ama 99 yardalık ilerleyişimin bir-yarda çizgisinde durdurulmuş olması sayesinde bütün bu hataları giderme ve hemen hemen tertemiz bir prova baskı elde etme fırsatını bulmuştum. Ve böylece kimyasal katastrof *GEB*'in basılmasını birkaç ay geciktirmiş olsa da, dönüp geçmişe baktığımda, bu hayırlı bir aksilik olmuştu.

Ay Aman!

Biçimlendiği yıllar boyunca kitaba girmek için birbirleriyle yarışan birçok düşünce vardı elbette ve bazıları bunu başarırken bazıları da başaramadı. Kaderin garip bir cilvesi, "füglüğü" sonraki diyaloglara ilham kaynağı olan Einstein-kitabı diyaloğunun giremeyenler arasında olmasıydı.

Uzun ve karmaşık bir diyalog da atılmıştı, daha doğrusu neredeyse tanınamayacak derecede değiştirilmişti. Onun tuhaf öyküsü o sıralar beynimde fırtınalar estiren şiddetli bir tartışmayla bağlantılıdır.

1970'de Oregon'da öğrenci birliğinde okuduğum bazı kitapçıklar sayesinde cinsiyetçi dilin ve onun sinsi bilinçdışı etkilerinin farkındaydım. Türsel "o" [İngilizcede eril "he"] ve "insan" [İngilizcede eril "man"] (ve birçok sözcük ve deyişin) neyin "normal" bir insan ve neyin bir "istisna" olduğuna ilişkin kavrayışımızın şekillenmesine ne sinsi yollarla katkıda bulunabileceğinin ayırdındaydım ve bu yeni bakış açısını benimsemiştim. Ama o sıralar henüz bir yazar değildim –bir lisansüstü fizik öğrencisiydim– ve bu konular yaşamımda yer tutacakmış gibi görünmüyordu. Ama diyalogları yazmaya başladığımda her şey değişti. Bir noktada diyaloglarımdaki karakterlerin –Akhilleus, Tosbağa, Yengeç, Karıncayiyen ve yan rollerdekiler– istisnasız *eril* oldukları ka-

fama dank etti. Dişil karakterlerin sunulmasına karşı çalışan bilinçdışı baskıların kurbanı oluşum karşısında şok oldum. Ama yine de geriye dönüp bu karakterlerin bir ikisinde "cinsiyet değiştirme operasyonu" yapma düşüncesi sinirlerimi bozuyordu. Neden yapacaktım ki?

Kendi kendime söyleyebildiğim tek şey şuydu: "Dişilleri içeri alırsan özsel olarak saf bir soyut tartışmanın içine cinselliğin bütün kafa karıştırıcı dünyasını buyur etmiş olursun ve bu da ilginin kitabımın ana amaçlarından farklı yönlere sapmasına neden olur." Bu anlamsız bakış açım Batı uygarlığının o zamanki (ve bugün de geçerli olan) birçok örtük varsayımından kaynaklanıyor ve onları yankılıyordu. Kendimi bu çirkin tavrımla yüzleşmeye zorlarken zihnimde gerçek bir savaş patlak verdi, bir yanım geriye dönüp bazı karakterleri dişil yapmamı savunurken diğer yanım *status quo*'yu devam ettirmeye çalışıyordu.

Bu içsel savaştan birdenbire çeşitli karakterlerim arasında geçen uzun ve oldukça eğlenceli bir diyalog çıktı; diyalogda, karakterlerim bütünüyle eril olduklarını fark ediyorlar ve neden böyle olduğunu tartışıyorlar ve özgür istenç duygusuna sahip olmalarına karşın, aslında yalnızca cinsiyetçi bir erkek yazarın zihnindeki karakterler olmaları gerektiğine karar veriyorlar. Bir şekilde bu Yazarı diyaloglarının içine davet etmeyi beceriyorlar – ve cinsiyet ayrımcılığıyla suçlandığında *o* ne yapıyor peki? Masum olduğunu iddia ediyor, beyninin bunu onun denetimi dışında yaptığını savunuyor – cinsiyetçiliğinin suçunu cinsiyetçi bir Tanrının üstüne atıyor. Ve böylece Tanrı diyaloğa dahil oluyor – ve tahmin edin? O dişidir (ha ha ha). Bundan sonra nasıl devam ettiğinin ayrıntılarını hatırlamıyorum, ama mesele şu ki, paramparça olmuştum ve bu karmaşık sorunlarla kendi yöntemimle boğuşup duruyordum.

Pişmanlıkla –yani izleyen yıllardaki pişmanlığımla– ifade ediyorum ki, bu savaşı, diğer tarafa verilen birkaç ödünle birlikte (örneğin "Küçük Armonik Labirent" diyaloğundaki Cinler kulesi ve "Prelüd ... Karınca Füg ü"ndeki Hilary Teyze) cinsiyet ayrımcı taraf oldu. *GEB* dokusuna işlenmiş derin cinsiyetçi önyargılarla dolu bir kitap olarak kaldı. İlginç olan eril ya da dişil, çok az okurun bu önyargılara dair yorumda bulunmasıydı (bu da benim bu tür şeylerin çok incelikli ve sinsi olduğu ve hemen herkesin gözünden kaçabildiği yorumumu destekliyor).

Türsel "insan" [eril "man"] ve "o" [eril "he"] kullanımına gelince, o zamanlarda bu tür kullanımlardan hiç hoşlanmıyordum ve mümkün olduğunca (daha doğrusu elimden geldiğince) kullanmaktan kaçınmaya çalıştım, ama öte yandan yazımdan onları tek tek temizlemek gibi bir derdim olmadı. Bu-

nun sonucu olarak kitabın sayfaları da orada burada yer alan çok daha açık, çok daha belirtik cinsiyetçilikle zedelendi. Bugün *GEB*'de ne zaman okuyucudan "o [eril "he"]" ya da insanlıktan devasa soyut bir herifmiş gibi söz eden "insanlık/adamlık" [eril "mankind"] diye söz eden tümcelere rastlasam canım sıkılır. Sanırım insan yaşadıkça öğreniyor.

Ve son olarak Akhilleus ve arkadaşları tarafından davet edilen Yazar ve Tanrı'nın cinsiyet ayrımcılığı suçlamasına maruz kaldığı öz çözümleme diyaloğuna gelince, o da bir şekilde bir dizi çok çok küçük değişiklikle *GEB*'in sona erdiği diyaloğa dönüştürüldü: "Altı-Sesli Ricercar." Kökenini aklınızda tutarak okursanız fazladan ilgiyi hak eden bir düzey bulabilirsiniz.

Bay Tosbağa Madam Tosbağa'yla Karşılaşıyor

Birkaç yıl sonra benim cinsiyet ayrımcılığı günahımı, en azından kısmen düzeltmemi sağlayacak bütünüyle beklenmedik bir fırsat çıktı. Bu fırsatı bana *GEB*'in çeşitli yabancı dillere çevrilmesi sırasında çıkan sorunlar verdi.

Kitabı yazarken bir gün başka dillerde de yayınlanacağı hiç aklımdan geçmemişti. Dilleri ve çeviriyi sevdiğim halde neden bilmem, ama böyle bir şey aklıma hiç gelmedi. Bununla birlikte yayıncım bu fikri önerdiğinde kitabımı başka dillerde, özellikle de biraz konuşabildiğim dillerde –en çok da akıcı bir biçimde konuştuğum ve çok derin bir aşkla sevdiğim Fransızcada– basılmış görme fikri beni çok heyecanlandırdı.

Herhangi bir çeviri söz konusu olduğunda, salt apaçık sözcük oyunlarıyla belalı olduğu için değil, Scott Kim'in taktığı adla "yapısal cinaslar"la – biçim ve içeriğin hiç beklenmedik tarzda birbirini yansıttığı ya da desteklediği pasajlar ve özgül İngilizce sözcüklerle yapılmış mutlu tesadüflerle dolu olduğu için düşünülmesi gereken milyonlarca nokta vardı. Bu içiçe geçmiş ortam-mesaj dolaşıklığından dolayı *GEB*'in her tümcesini tek tek özenle ele aldım ve çevirmenler için notlandırılmış bir kopya hazırladım. Bir durup bir başlayarak bir yıllık yoğun bir çalışma sonunda ve ucu ucuna tam zamanında hazırdı; 1982 yılında yabancı yayıncılarla yapılan sözleşmeler çığ gibi artmıştı. *GEB*'i çevirirken çıkan çılgın, keyifli, zor bulmacalar ve ikilemler üzerine kısa bir kitap –bir kitapçık?– yazabilirdim, ama burada yalnızca bir tanesinden – basitmiş gibi gözüken "Bay Tosbağa"nın Fransızca nasıl karşılandığından– söz edeceğim.

1983 baharında kitabın olağanüstü Fransızca çevirmenleri Jacqueline Henry ve Bob French diyaloglarla uğraşmaya başladıklarında Fransızca *tortue* isminin dişil cinsiyle ve benim karakterim Bay Tosbağa'nın erilliği ara-

sındaki çelişkiyle karşı karşıya kaldılar. Bu arada hayıflanarak da olsa, Lewis Carroll'ın bu keyifli karakterleri ödünç aldığım muhteşem, ama az bilinen diyalogunda (*GEB*'de "İki-Sesli Envansiyon" olarak basılmıştır) Tosbağa'dan, eğer dikkatli bakarsınız, hiçbir cinsiyete dahil edilmeden söz edildiğini söylemeliyim. Ama ilk okuduğumda buna hiç dikkat etmemiştim. Bu *açıkça* eril bir tosbağaydı. Aksi durumda *yalnızca* dişil olduğunu değil, *niye* dişil olduğunu da bilirdim. Her şeyden öte, bir yazar dişil bir karakteri özel bir *nedenle* takdim eder, değil mi? "Nötr" bir bağlamda (örneğin felsefe) eril karakterin *raison d'être*'ye [varlık nedeni –çn] gereksinimi yokken dişil karakterin vardır. Ve böylece Tosbağa'nın cinsiyetine dair hiçbir ipucu yokken, ben düşünmeksizin ve eleştirmeksizin onun eril olduğunu kabul ettim. İşte cinsiyetçilik iyi niyetli, ama çabuk etkilenen beyinlere böyle nüfuz eder.

Ama Jacqueline ve Bob'u unutmayalım! Sorunu biraz zorlama bir "Mösyö Tosbağa" karakteri icat ederek çözseler de bunun Fransızcaya, beğenilerinin doğasına kesin bir biçimde ters düştüğünü hissediyorlardı ve mektuplaşmalarımızın birinde çekine çekine bana Tosbağa'nın cinsiyetini dişiye çevirme izni verip veremeyeceğimi sordular. Elbette o günlerde onlar açısından yazara böyle bir öneri götürmek hayal edilmesi imkânsız bir şey görünmüştür, ama doğrusu tekliflerini okur okumaz büyük bir coşkuyla benimsedim. Sonuçta Fransızca *GEB*'in sayfaları, eski Yunan savaşçısı ve amatör felsefecisi, eril yoldaşı Akhilleus'un yanı başında sapkın entelektüel çevrelerde koşturan taze, fantastik Madam Tosbağa karakteriyle süslendi.

Bu yeni "Tosbağa" vizyonu beni öyle keyiflendirip memnun etmişti ki mest olmuştum. Beni özellikle neşelendiren, Tosbağa'dan bahsederken İngilizce "he" [eril "o"] diye başladığım ve Fransızca da *elle*'ye dönüşen çift dilli konuşmalardı. Her iki adılda olağanüstü doğaldı ve ben bile her iki dilde de aynı "kişi"den söz edildiğini hissedebiliyordum. Kendi matrak tarzında, Carroll'ın tosbağasının cinsiyetinin nötr oluşuna da sadık kalmıyordu.

Ve hayran olduğum ve gayet iyi konuştuğum başka bir dil olan İtalyancaya çevirenler de buna uyup benim "Bay Tosbağa"mı "signorina Tartaruga"ya çevirdiklerinde memnuniyetim iki katına çıktı. Elbette ki bu radikal değişiklikler *GEB*'in İngilizce okuyucularca algılanışını hiçbir şekilde etkilemedi, ama az da olsa sanırım benim birkaç yıl önceki içsel savaşımın içler acısı sonucunu telafi etmeme yardımcı oldular.

Zen Budizm, John Cage ve Benim Moda Usdışılığım

Fransızca çeviri genel olarak çok olumlu karşılandı. Jacques Attali'nin en saygın Fransız gazetesi *Le Monde*'da yayınlanan ve yalnızca görüşleri ve stilinden dolayı kitabı değil, belli noktalardan çevirisini de öven tam sayfalık övgü dolu değerlendirmesi Bob, Jacques ve benim için özellikle memnuniyet vericiydi.

Birkaç ay sonra, Fransız Masonlar Derneği'nce yayınlanan pek bilinmeyen bir dergi olan *Humanisme*'nin birbirini izleyen sayılarında yayınlanmış olan bir çift eleştiri aldım. İkisi de aynı yazarın, Alain Houlou'nun kaleminden çıkmıştı ve büyük bir ilgiyle okudum. İlki gerçekten uzundu ve *Le Monde*'daki gibi övgü doluydu; memnun oldum ve minnettar kaldım.

Sonra ikinci eleştiriyi okumaya koyuldum, şiirsel *Après les roses, les épines*... ("Güllerden, dikenlerden ... sonra") sözleriyle başlıyor ve beni hayretler içinde bırakarak, *GEB*'i *un piège très grave* ("çok tehlikeli bir tuzak") diye yerden yere vuruyordu. Neymiş efendim? Büyük bir hevesle Zen Budizmin düşüncesizlik kervanına katılmışmış ve aydınlanmaya götüren yüce yol olarak Amerikan fizikçilerinin tipik bilim karşıtı, beatnik-damgalı, hippi-benzeri usdışılığını ve bütün bunların hami-azizi olarak da, putkırıcı, Zen-damgalı Amerikalı besteci John Cage'i benimsemişmiş.

Tek yapabildiğim kıkır kıkır gülmek ve Tativari *vacarmes de monsieur Houlou*[*] karşısında şaşkınlık içinde "pes" demekti. Her nasılsa bu eleştirmen benim Cage'i göklere çıkardığımı ("Gödel, Escher, Cage"?) düşünüyor ve Zene ilişkin çekingen anıştırmalarımı ve Zenden yaptığım küçük alıntıları onu eleştirisiz olarak kabul ettiğimin göstergeleri olarak okuyordu; oysa benim duruşum hiç de öyle değildir. I. Bölümün başında belirttiğim gibi, Zeni yalnızca muğlak ve aptalca bulmakla kalmıyor, aynı zamanda onun derin düzeyde nihai olarak temel görüşlerimle karşıt olduğunu düşünüyorum. Bununla birlikte Zenin saçmalığının –özellikle de *gerçekten* saçmaladığında– oldukça eğlendirici, hatta canlandırıcı olduğunu düşünüyorum ve temelinde Batı tarzı pişirilmiş güvecimin üzerine bir parça Doğu baharatı serpmek benim için oldukça keyifliydi. Ama oraya buraya serpiştirdiğim küçük Zen izleri benim koyun postuna bürünmüş bir Zen keşişi olduğum anlamına gelmez.

John Cage'e gelince, Houlou'nun düşündüğümden yüz seksen derece farklı olan görüşlerini okuyana dek, "Aralık Artırmalı Kanon" ve onu izleyen bölü-

---

[*] Jacques Tati'nin kahramanın çok sakar olduğu *Les vacances de M. Hulot* [*Bay Hulot'nun Tatili*] adlı filmine gönderme yaparak "Bay Houlou'nun Sakarlıkları" – çn.

me Cage'in müziğine dair küçümsemelerimi, biraz saygılı bir tarzda da olsa, şüpheye yer bırakmayacak şekilde yerleştirdiğimden emindim. Ama durun, durun – "saygılı küçümsemeler yerleştirmek" terimlerde çelişkiye düşmek, açık bir olanaksızlık değil mi? Ve kendiyle-çelişme ve paradoksla böyle mahçupca flört etmek, tam da Houlou'nun iddia ettiği gibi, benim en derinde her şeyden öte hem bilimkarşıtı hem de pro-Zen olduğumu göstermiyor mu? Peki, öyle olsun.

Sık sık kitabımın yanlış anlaşıldığım hissetsem de dünyanın dört bir köşesindeki okurlarının sayısından ya da coşkusundan kesinlikle şikayetçi olamam. Orijinal İngilizce *GEB* çok popüler oldu ve bu durum hâlâ devam ediyor; çevrilmiş kendilikleri de (en azından) Fransa, Hollanda ve Japonya'da çoksatanlar listesine girdi. Gerçekten de Almanca *GEB* J. S. Bach'm 300. doğum yılında *beş ay* gibi bir süre boyunca inceleme dalında 1 numaraya yerleşti. Bana bir parça saçma gelse de, kim bilir – yıl dönümü, kapaktaki diğer Alman adların yardımıyla *GEB*'in popülaritesini arttırmış olabilir. *GEB* sevgi dolu bir şekilde İspanyolca, İtalyanca, Macarca, İsveçce ve Portekizce ve – belki de hiç beklenmedik bir biçimde– büyük bir beceriyle Çinceye çevrildi. Hazır iyi bir Rusça versiyon da sadece iyi bir yayıncı bulmayı bekliyor. Yazarken, özellikle de delişmen Stanford günlerinde, içimden bir sesin *GEB*'in büyük sükse yapacağını söylediğini yadsıyacak değilim, ama bütün bu olanların beklentilerimi kat kat aştığını da itiraf etmeliyim.

Sonraki Düşünsel Yolum: I. Onyıl

İki onyıl önce *GEB*'i matbaada basılmaya gönderdiğimden bu yana birçok şeyle ilgilendim. Mükemmel lisansüstü öğrencilerinden bir ekiple analoji ve yaratıcılığın altında yatan zihinsel mekanizmanın bilgisayar modellerini geliştirmek üzere deli gibi uğraşmamın yanı sıra birkaç kitap daha yazdım, her birini burada çok kısa da olsa ele alacağım.

Bunların ilki, 1981 sonlarında yayınlanan *Aklın Gözü* [*The Mind's I*], yeni dostum filozof Daniel Dennett'le birlikte hazırladığım bir seçkiydi. *GEB*'in amacıyla yakından bağlantılı olan amacımız, okuyucularımızı, en canlı ve hatta sarsıcı tarzda, insan varlığının temel muammasıyla yüzleşmeye zorlamaktı: fiziksel bedenlerimizi aşan ve tam olarak ne olduğunu hiç bilemesek de "özgür istenç" diye adlandırdığımız şeyi gizemli bir biçimde kullanmamızı sağlayan, derin ve neredeyse yok edilemez olan benzersiz bir "ben"-lik duygusu. Dan ve ben her türden mükemmel yazardan öyküler ve diyaloglar kul-

landık ve benim için memnuniyet verici bir şey de en sonunda Einstein-kitabı diyaloğumu basılmış görmek oldu.

1981-83 yılları boyunca *Scientific American*'da "Metamagical Themas" (önceki 25 yıl boyunca dergide aynı yerde çıkan, Martin Gardner'in harika köşesi "Mathematical Games"ten yapılan bir anagram) adını verdiğim ayda bir yayınlanan bir köşe yazma fırsatım oldu. Köşemde görünüş itibarıyla hemen her konuyu ele almış olsam da, kesintisiz bir biçimde sürdürdüğüm "zihin ve örüntünün özü" arayışı bir anlamda hepsini birleştiriyordu. Chopin'in müziğindeki örüntü ve şiirsellik, genetik kodun rastgele mi kaçınılmaz mı olduğu; sahte-bilimlere karşı hiç bitmeyen savaşta stratejiler, edebiyatta anlamlı ve anlamsız arasındaki sınır; matematikte kaos ve garip çekerler; oyun kuramı ve Mahkûmun İkilemi; basit sayı örüntüleri içeren yaratıcı analojiler; cinsiyet ayrımcı dilin sinsi etkileri; ve bunlar gibi başka pek çok konuyu ele alıyordum. Bunlara ek olarak garip döngüler, kendine-gönderme, yineleme ve bunlarla çok yakından bağlantılı olan, benim "kenetlenme" dediğim görüngü köşemde ara sıra çıkıyordu. Birçok disiplinin içinde dolaştıklarından "Metamagical Themas" yazılarım *GEB*'in havasını yansıtıyordu.

1983'de köşemi yazmaya son versem de ertesi yılı yazdığım yazıları toplayıp düzenlemek ve her birine bir "Post-Scriptum" hazırlamakla geçirdim; sekiz yeni yazıyla birlikte bu 25 bölüm 1985 tarihli *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern* kitabımı oluşturdu. Bu yeni yazılardan birisi –adı "Who Shoves Whom Around Inside the Careenium" olan yazı– fazlasıyla matrak bir Akhilleus-Tosbağa diyaloğuydu; bu yazının benim kendilik, ruh ve kötü şöhretli "ben" sözcüğü –yani "ben!"– üzerine kişisel görüşümü –yazdığım her şeyden daha iyi– hatta çok iddialı gibi gözükse de, *GEB*'den bile daha iyi verdiğini hissediyordum.

1980'lerde birkaç yıl boyunca, dostum Scott Kim'den kaptığım şiddetli bir "ambigramitis" hastalığına kapıldım ve bundan 1987 tarihli *Ambigrammi* kitabım ortaya çıktı. Bir ambigram (ya da Scott'un kendi *Inversions* kitabında dediği gibi bir "evirmece") aynı eğriler kümesinden iki farklı okuma yapmayı olanaklı kılan kaligrafik bir tasarımdır. Fikri çarpıcı ve entelektüel açıdan büyüleyici buldum ve bu tuhaf, ama zarif sanat biçiminde becerilerimi geliştirirken, kendimi gözlemlemenin yaratıcılığın doğası üzerine bana birçok yeni içgörü kazandırdığını fark ettim ve böylece benim 200 ambigramımı sergilemesinin yanı sıra bir de metin –aslında bir diyalog– içeren *Ambigrammi*, merkezinde ambigramların yapılışı olsa da, dallanarak müzik besteleme, bilimsel keşif, yaratıcı yazma vb konularını da ele alan, yaratıcı sanat üzerine

uzun ve gezgin bir meditasyona dönüştü. Burada ayrıntılarına girmemize gerek olmayan nedenlerden dolayı bu kitap, Umut Vaat Eden Canavar denilen küçük bir yayıncı tarafından *Ambigrammi: Un microcosmo ideale per lo studio della creatività* adıyla yalnızca İtalyanca olarak yayınlandı.

Sonraki Entelektüel Yolum: II. Onyıl

Yukarıda söylediğim gibi, yazmak çok önemli de olsa tek entelektüel odak noktam değildi; bilişsel düzenekleri araştırmak da eşit derecede önemliydi. Analoji ve yaratıcılığın nasıl modellendirilebileceğine ilişkin ilk önsezilerim *GEB*'in 19. Bölümünde, Bongard problemlerini tartışırken oldukça açık olarak ifade edilir. Bunlar gerçek mimarinin yalnızca tohumları olsa da, arılaştırılmaları için geçirilen uzun yıllara karşın, bu düşüncelerin çoğunun şu ya da bu biçimde Indiana Üniversitesi ve Michigan Üniversitesi'ndeki (1984-86 yılları arasında Psikoloji Bölümü'nde bulundum) araştırma grubumda geliştirilen modellerde bulunduğunu söylemenin adil bir yaklaşım olacağını düşünüyorum.

Bilgisayar modelleri geliştirmekle geçen bir onbeş yıldan sonra, bütün ana düşünce çizgilerini bir araya getirecek ve programların ilkelerini ve performanslarını açık ve anlaşılır bir dille betimleyecek bir kitap oluşturmak için zaman olgunlaşmış oldu. Böylece birkaç yıl sonra *Fluid Concepts and Creative Analogies* biçimlendi ve en nihayetinde 1995'te basıldı. Kitapta, onları bağlamlarına oturtmaya çalışan felsefi tartışmalarla birlikte birbirleriyle yakından bağlantılı bir dizi bilgisayar programı –Seek-Whence, Jumbo, Numbo, Copycat, Tabletop ve (hâlâ geliştirilmekte olan) Metacat ve Letter Spirit– ele alınır. Bölümlerinin bir kısmı Fluid Analogies Research Group'un üyelerince ortak yazılmıştır ve gerçekten de FARG ortak yazarım olarak kapakta yer aldı. Bu kitabın *GEB*'le ortak pek çok noktası vardır, ama hepsinin en önemlisi temel felsefi inanç maddesiydi: bir "ben" olmak –başka bir deyişle nedensellikten ayırt edilemez denli derin ve yok edilemez bir "kendilik" duygusuna sahip olmak– *zekâ*'yla eşanlamlı olan esneklik ve gücün kaçınılmaz bir sonucu ve bileşenidir ve zekâ, *anlamlı simgeler* anlamına gelen *kavramsal esneklik* için kullanılan başka bir terimdir.

Entelektüel hayatımın çok farklı bir kıyısı *GEB*'in çeşitli dillere çevirisine gösterdiğim derin ilgidir ve bu da beni belki de kaçınılmaz olarak şiir çevirisi alanına götürdü. Her şey 1987'de, onaltıncı yüzyıl Fransız şairi, Clément Mariot'nun güzel bir Fransızca minyatürünü İngilizce taklit etmeye çalışmamla

başladı, ama birden pek çok yöne dağıldı. Öyküyü kısa kesmek gerekirse sonunda kendimi, en genel ve metaforik anlamıyla çeviri hakkında kompleks ve çok kişisel bir kitap yazarken buldum ve yazarken aynı yirmi yıl önce *GEB*'i yazarken yaşadığım coşkunun aynısını yaşadım.

Le Ton beau de Marot: In Praise of the Music of Language adlı bu kitap, birçok farklı konu arasında dolaşır – verilen bir dil (ya da diller sisi) "içinde düşünme"nin ne anlama geldiği; kısıtlamaların yaratıcılığı nasıl artırabileceği; anlamın zihinlerde ve günün birinde makinelerde, nasıl filizlendiği, tomurcuklandığı ve çiçek açtığı; sözcüklerin, bileşik sözcükler oluşturmak için bir araya getirildiklerinde, nasıl kaynaşıp kimliklerinin bir kısmını veya hepsini yitirdikleri; bir nötron yıldızında konuşulan bir dilin insan dillerine ne şekilde benzeyip ne şekilde benzeyemeyeceği; yüzlerce yıl önce yazılmış şiirin bugün nasıl çevirilebileceği; çevirinin analoji ve birbirini anlama gibi temel insani süreçle ne kadar bağlantılı olduğu; ne tür pasajların, varsa tabii, özü gereği çevirilemez olduğu; anlamsız pasajları bir dilden bir başkasına çevirmenin ne anlama geldiği; günümüzün çoğunlukla para tuzağı olan bilgisayarla çeviri düzenbazlığının en yalın şiirsellikle bile başedebileceğini varsaymanın saçmalığı; vesaire, vesaire.

Le Ton beau de Marot'nun ortasındaki iki bölüm son zamanlarda büyük aşk yaşadığım bir anlatıya ayrılmıştır: Aleksandr Puşkin'in şiir romanı *Yevgeni Onegin*. Bu eserle önce bir çift İngilizce çevirisi aracılığıyla tanıştım, sonra diğer çevirileri okudum ve çevirmenlerin farklı felsefe ve stilleri çok ilgimi çekti. Heyecanımın ilk alevlenişinden beri yavaş yavaş orijinal metni okumaya çekildim ve ardından çok yetersiz bir Rusçam olmasına karşın, kendimi bir iki stanza çevirmekten alıkoyamadım. Böylece çok geçmeden baş aşağı düşeceğim tehlikeli bir bayırda buluverdim kendimi, en sonunda gözümü karartarak bütün bir yılımı romanın tamamını –yaklaşık 400 adet ışıl ışıl sone– İngilizce şiir olarak yeniden yaratmaya adadım. Elbette bu sırada Rusçam çok hızlı bir biçimde ilerledi, ama hâlâ akıcı konuşabilmekten çok uzaktayım. Söylediğim gibi *Onegin*'im henüz yayınlanmadı, ama 1999 yılında, şu anda elinizde tuttuğunuz kitapla –*Gödel, Escher, Bach*'ın yirminci yıl özel baskısı– aynı zamanda yayınlanmış olacak. Ve 1999 yılı benim *EO*'nun yaratılışında da önemli bir rol oynuyor, çünkü Aleksandr Puşkin'in 200. doğum yılı.

İleriye-dönük ve Geriye-dönük Kitaplar

Le Bon beau de Marot, *GEB*'den biraz daha uzun. İlk sayfasında bir çıkma yaparak, "belki de yazabileceğim en iyi kitap" dedim. Okurlarımın bir kısmı *GEB*'in daha iyi olduğunu iddia edeceklerdir ve ben, onların neden böyle diyeceklerini anlayabiliyorum. Ama *GEB*'i yazalı çok oldu, belki de yazarken hissettiğim o büyülü duygular solup gitti, oysa *LeTbM*'nin büyüsü hâlâ canlı. Ama öte yandan hiç kuşku yok ki, en azından kısa dönemde, *LeTbM*, *GEB*'den çok daha az etkili olacak. Bunun da bende bir parça hayal kırıklığı yarattığım itiraf etmeliyim.

Bir an için niçin böyle olduğuna dair spekülasyon yapmama izin verin. Bir bakıma *GEB* "ileriye-dönük" bir kitaptı ve en azından görünüş itibarıyla böyle bir izlenim veriyordu. Pek çok kişi onu "yapay zekânın incili" olarak selamladı, bu elbette gülünçtü, ama yine de pek çok genç öğrenci kitabı okudu ve arada kaynayıp giden "ben," özgür istenç ve bilinç de dahil olmak üzere ele geçirilemez tüm yönleriyle zihnin modelini çıkarmanın büyüsüne kendimi kaptırmamın çekiciliğine kapıldılar. Ben bir futurist, bilimkurgu müptelası ya da teknoloji gurusu olmaktan dünyadaki en uzak kişi olmama rağmen sık sık bu şekilde sınıflandırıldım, çünkü bir parça bilgisayarlarla ve onun engin potansiyelleriyle (olası en felsefi anlamda) ilgilenen uzun bir inceleme yazmıştım ve çünkü kitabım bilgisayarlarla ilgilenen gençler arasında bir "hit" olmuştu.

Le Ton beau de Marot ise tam tersine "geriye-dönük" bir kitap olarak görülebilir, yalnızca bir onaltıncı yüzyıl şairinden ilham aldığı ve Dante ve Puşkin gibi geçmişte kalmış pek çok yazarı konu ettiği için değil, basitçe kitabın sayfalarında zevzekçe teknoloji palavralarıyla ve gerçeküstü futuristik vaatlerle karıştırılacak hiçbir şey olmadığı için. Bunlar *GEB*'de de yoktu, ama pek çok insan onun satır aralarında belli belirsizce böyle şeyler gördüklerini sandı, oysa *LeTbm*'de bu şekilde anlaşılacak hiçbir şey yoktur. Aslında kimileri onu teknolojiye saldıran bir çalışma olarak da görebilir, çünkü bu kitapta birçok yapay zekâ araştırmacısına ve bilgisayarla-çeviri geliştiricisine alabildiğine abarttıkları iddiaları nedeniyle verdim veriştirdim. Bu alanların düşmanı değilim, ama karşılamak durumunda oldukları meydan okumaları aşırı basitleştirmelerine ve küçümsemelerine karşıyım, çünkü sonuçta bu derin saygı duyduğum insan tininin küçümsenmesine eştir.

GEB'i birazcık dikkatli okuyan herkes, kitabın her sözcüğüne sızmış ve belki de en açık olarak, insan ruhunun derinliğine çok romantik bir bakış olan "On Soru ve On Spekülasyon" (s. 827) bölümünde aynı "geriye-dö-

nük"lüğü görmüş olmalıdır. Satranç programlarına ilişkin burada bulunduğum öndeyi beni utandıracak ölçüde yanlış çıkmasına karşın (dünya 1997'de Kasparov'a karşı Derin Mavi'yi gördü), bu birkaç sayfa hâlâ en derin duygularla bağlı olduğum felsefi inançlar kümesini ifade etmektedir.

El Değmemiş Bırakmak mı yoksa Kurcalamak mı?

Yirmi yıl önce yaptığım öndeyide tamamen yanıldığım açık olduğuna göre, peki o zaman neden "On Soru ve On Spekülasyon" kısmı güncelleştirilerek, Derin Mavi vakası karşısında neler hissettiğimden söz edecek şekilde yeniden yazılmasın? Bu doğal olarak bizi çok daha büyük bir konuya getirir: 1979 tarihli kitabı baştan aşağı gözden geçirmek ve *GEB*'in yepyeni bir 1999 baskısını hazırlamak. Böyle bir projeye girişmeyi önleyen ve destekleyen şartlar ne olabilir?

Çevrilmiş versiyonlarda bazı küçük, ama hoş değişiklikler yapıldığını inkâr etmiyorum. Örneğin Bach konusunda bilinebilecek her şeyi bilen dostum Bernie Greenberg, "Kontrakrostipunktus" diyaloğumda baştan aşağı uydurduğum "BACH kadeh"inin gerçekte mevcut olduğunu söyledi bana! Gerçek kadeh (diyaloğumdaki gibi) Bach tarafından üflenmiş bir bardak olmayıp, ödüllü bir öğrencisinin verdiği bir hediye; ama yine de temel "özelliği" – bardağın kendisine kazınmış "BACH" melodisi– tıpkı diyalogta söylediğim gibi! Bu şaşırtıcı tesadüf karşısında Fransızca versiyon için diyaloğu *gerçek* kadehin varlığını yansıtacak şekilde yeniden yazdım ve Fransızca *GEB*'e BACH kadehinin bir fotoğrafının konmasında ısrar ettim.

Fransızca *GEB*'deki başka bir hoş değişiklik de, Gödel'in çok resmi, karakterini yansıtmayan fotoğrafı yerine onu şık beyaz bir takım içinde ve antika bir ihtiyarla birlikte ormanda yürürken gösteren çok daha çekici bir fotoğrafının konması oldu. Sarkık bir şapka ve hantal askılarla tutturulmuş bol bir pantolon giymiş olan bu antika ihtiyar tam bir köylü gibi duruyordu, ben de resim altına Kurt Gödel *avec un paysan non identifié* ("Kurt Gödel bilinmeyen bir köylüyle") diye yazdım. Ama yirminci yüzyılda yaşamış herkesin gördüğü anda tanıyabileceği gibi *paysan non identifié* A. Einstein'dan başkası değildi.

Peki o zaman neden bu değişikliklerin dahil edildiği gözden geçirilmiş bir İngilizce baskı hazırlanmasın? Daha da önemlisi, çok ince mimari yapısı *GEB*'in yayınlanmasından yalnızca bir iki yıl sonra ortaya konan ve benim bilgisayar modellerim üzerinde muazzam bir etki yapan öncü yapay-zekâ

programı Hearsay H'den ve 1976'ya dek uzanan bazı şeylerden az da olsa söz edilmesin? Neden bilgisayarla çeviriden ve özellikle de onun zayıf yönlerinden söz edilmesin? Neden son yirmi yılda –diğerlerinin yanı sıra kendi araştırma ekibim de dahil olmak üzere– gerçekleşmiş en umut vaat eden gelişmelere (ve/ya abartılan iddialara) tam bir bölüm ayırmıyoruz? Bazılarının önerdiği gibi kitapla birlikte Escher'in resimleri ve Bach müzikleri yanı sıra *GEB*'in bütün diyaloglarının birinci sınıf aktörler tarafından oynanmış kayıtlarının yer aldığı bir CD-ROM vermiyoruz?

Bütün bu önerilerin altında yatan gerekçeleri anlayabiliyorum, ama maalesef, tatmin edici bulmuyorum. En sık dile getirilen CD-ROM önerisi elenmesi en kolay olan öneridir. Ben *GEB*'i bir kitap olarak düşündüm, bir multimedya sirki olarak değil ve kitap olarak da kalacak – işte bu kadar. Ama metni gözden geçirme fikri çok daha karmaşık. Çizgi nerede çekilecek? En kutsal olan nedir? Ne varlığım sürdürecek ne toza karışacak? Bu işe kalkışmış olsaydım, pekâlâ her bir satırı tek tek yeniden yazarken bulabilirim kendimi – ve unutmayalım, tersine mühendis, ihtiyar Bay T...

Belki de ben sadece çılgın bir püristim; belki de sadece tembel bir hödük; ama inatçı olduğum kesin ve kitabımın *Urtext*'ini değiştirmeyi hayal bile edemiyorum. İşte bu kadar! Bu konuda çok sertim, dikkatsizlik sonucu "Teşekkürler" bölümüne almadığım için yıllardır üzülmeme rağmen iki kişinin adını –Donald Kennedy ve Howard Edenberg– eklemek bile elimden gelmiyor. Tipografi hatalarını bile düzeltmiyorum (ve bu onyıllar boyunca, dizinde "tipografi hataları" altında açıkça listelediğim birkaçı dışında hâlâ hatalar buluyor olmam içimi burkuyor)! Ne halt etmeye böyle çamurda debeleniyorum? Neden *Gödel, Escher, Bach* güncelleştirip onu yirmibirinci yüzyıla –aslında üçüncü bin yıla– layık bir kitap yapılmasın?

Quærendo Invenietis...

Yaşamın kısa olduğundan gayrı verebileceğim tek yanıt *GEB*'in, deyiş uygunsa, bir oturuşta yazıldığıdır. *GEB* başka birisinin rüyasında gördüğü açık ve saf bir rüya – bu birisi ne kadar seninkilere benzese de yine de bir şekilde seninkinden hafif farklı bir bakış açısına ve hafifçe farklı bir gündeme sahip. *GEB o* kişinin aşkının eseridir ve bu nedenle ona –en azından benim tarafımdan– dokunulmaması gerekir.

Gerçekten de bir şekilde, *GEB*'in gerçek yazarının bir gün *benim* yaşıma geldiğinde, genç ve arzu dolu ruhunun çoğunu koyduğu kaba dokunmadığım

için bana en içten teşekkürlerini sunacağını ta içimde hissediyorum – bu esere dokunanamam; onun, kimileri için şifreli, hatta naif romantik bir saptama olarak kalacağı "dinimin bildirgesi" diyebilecek kadar ileri gittiği bu esere. En azından *ben* onun ne kastettiğini biliyorum.

REQVIESCAT IN CONSTANTIA, ERGO,
REPRÆSENTATIO CVPIDI AVCTORIS RELIGIONIS.

Çeviren: Mustafa Küpüşoğlu

Eski İbranice Tekvin'in [Yaratılış] girişi.

TEŞEKKÜR SÖZLERİ

Bu kitap yaklaşık yirmi yıldır –onüç yaşındayken İngilizce ve Fransızca olarak nasıl düşündüğümü düşünmeye başladığımdan beri– zihnimde oluşmaya başlamıştı. Hatta bundan önce bile ana ilgimin ne olacağının açık işaretleri vardı. Daha erken yaşlarımda benim için hiçbir şeyin üç 3'le uğraşmak kadar büyüleyici olmadığını anımsıyorum: 3'ü *kendisiyle* işleme sokmak! Bu fikrin başka biri tarafından kavranılamayacak kadar kurnazca olduğuna emindim – ama bir gün anneme gene de ne kadar büyük olduğunu sorma cesaretini gösterdim ve o da bana "Dokuz" dedi. Yine de ne demek istediğimi bildiğinden emin değildim. Daha sonra babam bana karekökü ve $\sqrt{-1}$'nin gizemlerini öğretti...

Anne ve babama herkesten daha çok şey borçluyum. Her zaman yaslanabildiğim dayanaklarım oldular. Beni yönlendirdiler, esin verdiler, yüreklendirdiler, desteklediler. Hepsinden ötesi de bana her zaman inandılar. Bu nedenle kitabımı onlara adıyorum.

Uzun yıllardır dostum olan iki kişiye, Robert Boeninger'la Peter Jones'a özellikle teşekkür borçluyum, çünkü milyonlarca düşünme biçiminin yoğrulmasında yardımcı oldular ve bu kitabın her yerinde onların etkileri ve fikirleri vardır.

Charles Brenner'e, ikimiz de gençken bana program yapmayı öğrettiği ve –övgü anlamında– beni sürekli dürtükleyip sıkça eleştirdiği için minnettarım.

Uzun zamandır dostum ve kılavuzum olan Ernest Nagel'ın üstümde büyük etkisi olmasından memnunum. "Nagel ve Newman"i hep sevdim ve uzun zaman önce Vermont'ta, yakın zamanlarda New York'da yaptığımız sohbetlerden çok şey öğrendim.

Howard DeLong, kitabı aracılığıyla bu kitapta işlenen konulara duyduğum, içimde uzun zamandır uykuya dalmış sevgiyi uyandırdı. Gerçekten de ona çok şey borçluyum.

David Jonathan Justman bana Tosbağa olmanın nasıl bir şey olduğunu öğretti – paradoks ve çelişkilere meraklı, zeki, inatçı, gülmece yeteneği olan bir varlık. Ona çok şey borçlu olan bu kitabı umarım okur ve hoşlanır.

Scott Kim'in üstümde çok büyük etkisi oldu. Yaklaşık iki buçuk yıl önce tanıştığımızdan beri aramızdaki titreşim inanılmaz olmuştur. Sanat, müzik, gülmece, analojiler ve diğer konulardaki elle tutulur katkılarının yanı sıra –

can alıcı dönemlerdeki çok makbule geçen gönüllü emeği de bunlara dahildir– Scott bana, çalışmam ilerledikçe kendi görüşlerimi de değiştiren yeni bakış açıları ve görüşler kazandırmıştır. Bu kitap anlaşılıyorsa Scott sayesindedir.

Küçük ya da büyük ölçekli konularda öğüt almak istediğimde, bu kitabı ileriye, geriye ve her yöne bilen Don Byrd'a başvuruyordum... Bu kitabın amacı ve yapısına ilişkin şaşmaz bir anlayışa sahipti ve bana birçok kez paylaşmaktan büyük zevk duyduğum güzel fikirler verdi. Tek üzüntüm, kitap bir kez basıldıktan sonra Don'un öne süreceği gelecekteki bütün fikirlerini kapsayamayacak olmamdır. Ve Don'a müzik-basım programı SMUT'un olağanüstü esneksizlik-içinde-esnekliği için teşekkür etmeyi de unutmamalıyım. SMUT'u oturtmak ve onu akıl almaz hileler yapmaya razı etmek için uzun günler, çetin geceler harcadı. Ürünlerinden bazıları bu kitapta şekiller halinde yer almıştır. Ancak Don'un bana büyük zevk veren etkileri bütün kitaba yayılmıştır.

Stanford Üniversitesi Sosyal Bilimlerde Matematik Araştırmaları Enstitüsü'nün sağladığı olanaklar olmasaydı bu kitabı herhalde yazamazdım. Eski bir dost olan ve bana fazlasıyla cömert davranan Enstitü başkanı Pat Suppes, Ventura Hall'da iki yıldan fazla kalmamı, olağanüstü bilgisayar programlarına erişmemi sağlaması yanı sıra kusursuz bir çalışma ortamı da sundu.

Şimdi, bu kitabın varoluşunu borçlu olduğu metin yazım programını yazan Pentti Kanerva'ya geliyorum. Özünde çok basit olan ve yalnızca Pentti'nin yazabileceği ince "TV–Edit" programını kullanmamış olsaydım bu kitabın yazılmasının iki katı zaman alacağını birçok kişiye söylemişimdir. Ayrıca Pentti'ye çok az yazara nasip olan yazarın kendi kitabının dizgisini yapma olanağını sağladığı için teşekkür ederim. O, IMSSS'de bilgisayar dizgisinin gelişmesinde önemli bir güçtür. Pentti'nin az bulunur nitelikteki biçem duygusu da benim için aynı derecede önemlidir. Kitabım iyi *görünüyorsa*, bunda büyük oranda Pentti Kanerva'nın payı vardır.

Bu kitabın gerçekten doğduğu yer ASSU Dizgievi'dir. Müdürü Beverly Hendricks ve çalışanlarına yardımlarından ve felaket üstüne felaketle karşılaşıldığı anlarda hep yüreklendirici olduklarından dolayı içten teşekkürlerimi sunmak istiyorum. Sayfa düzeninde işin çoğunu üstlenen Cecille Taylor ve Barbara Laddaga'ya da ayrıca teşekkür etmek istiyorum.

Kızkardeşim Laura Hofstadter yıllardır benim dünyayı algılamamda en çok payı olan insandır. Bu kitabın hem biçiminde hem de içeriğinde onun etkisi vardır.

Eski ve yeni arkadaşlarım Marie Anthony, Sydney Arkowitz, Bengt Olle Bengtsson, Felix Bloch, Francisco Claro, Persi Diaconis, Nai-Hua Duan, John Ellis, Robin Freeman, Dan Friedman, Pranab Ghosh, Michael Goldhaber, Avril Greenberg, Eric Hamburg, Robert Herman, Ray Hyman, Dave Jennings, Dianne Kanerva, Lauri Kanerva, Inga Karliner, Jonathan ve Ellen King, Gayle Landt, Bill Lewis, Jos Marlowe, John MacCarthy, Jim McDonald, Louis Mendelowitz, Mike Mueller, Rosemary Nelson, Steve Omohundro, Paul Oppenheimer, Peter E. Parks, David Policansky, Pete Rimbey, Kathy Rosser, Wilfried Sieg, Guy Steele, Larry Tesler, François Vannuci, Phil Wadler, Terry Winograd ve Bob Wolf'a yaşamımın dönüm noktalarında benimle aynı tepkileri verdikleri ve bu nedenle her türlü yoldan bu kitaba katkıda bulundukları için teşekkür etmek istiyorum.

Bu kitabı iki kez yazdım. Bir kez yazdıktan sonra yeni baştan başlayıp bir daha yazdım. İlk girişimimde Oregon Üniversitesi fizik bölümünde henüz lisansüstü öğrencisiydim ve dört fakülte üyesi, Paul Csonka, Rudy Hwa, Mike Moravcsik ve Gregory Wannier benim ayrıksı tutumuma büyük hoşgörü gösterdiler. Anlayışlı yaklaşımları için saygılarımı sunuyorum. Ayrıca Paul Csonka ilk çalışmanın hepsini okumuş ve yararlı eleştiriler getirmişti.

E. O. Wilson'a *Prelüd, Karınca Füg*'ümün ilk halini okuduğu ve eleştirdiği için teşekkür ederim.

Marsha Meredith'e soytarıca kōan'ın meta-yazarı olduğu için teşekkürler.

Marvin Minsky'ye bir mart günü evindeki unutulmaz sohbet için teşekkürler, okur bu sohbetin bazı bölümlerini kitapta bulacak.

Bill Kaufmann'a yayınlama önerileri için, Jeremy Berns ve Alex George'a ihtiyaç duyduğum her andaki yüreklendirici sözleri için teşekkürler.

Martin Kesslwer, Maureen Bischoff, Vincent Torre, Leon Dorin ve Basic Books'daki herkese birçok yönden sıradışı olan böyle bir kitabı basma riskini aldıkları için içten teşekkürler.

Phoebe Hoss'a metni düzeltmek gibi güç bir işi başarıyla yaptığı ve Larry Breed'e değerli son dakika düzeltmeleri için teşekkürler.

Yıllardır birçok telefon mesajımı alan Imlac oda arkadaşlarıma ve bu kitap için hayati önemi olan donanım ve yazılımların çoğunu geliştirip uygulayan Pine Hall çalışanlarına da teşekkür ederim.

Stanford Televizyon Bilgi Ağı'ndan Dennis Daives'e fotoğraf çekmek için saatler harcadığım "kendini yutan televizyonlar"ı kurmadaki yardımlarından dolayı teşekkürler.

Stanford'daki Yüksek Enerji Fizik Laboratuvarındaki makine atölyesinde-

ki Jerry Pryke, Bob Parks, Ted Bradshaw ve Vinnie Aveni'ye üçleme'leri yaparkenki yardımları için teşekkürler.

Dayım ve yengem Jimmy ve Betty Givan'a, bu kadar hoşuma gideceğini bilmedikleri yılbaşı armağanları, kendi içine kapanmaktan başka hiçbir işlevi olmayan "kara kutu" için teşekkürler.

Son olarak, bana Zeni tanıştıran ilk İngilizce öğretmenim Brent Harold'a; uzun zaman önce kederli bir kasım gecesi bana *Müzikal Sunu*'nun plağını veren Kees Gugelot'a ve Cambridge'deki odasında Escher'in büyüsünü ilk kez gördüğüm Otto Frisch'e özellikle teşekkür etmek isterim.

Bu kitabın gelişmesinde katkısı olmuş herkesi anımsamaya çalıştım, ama kuşkusuz hepsini tek tek anmam olanaksız.

Bu kitap, bir bakıma benim dinimin ifadesidir. Umarım bu okuyuculara ulaşır ve belli fikirlere karşı duyduğum coşku ve saygı birkaç kişinin yüreğine ve zihnine işler. İsteyebileceğimin en fazlası bu.

D.R.H.

Bloomington ve Stanford

Ocak 1979

ÖZET

I. Kısım: GEB

Giriş: Müziko-Mantıksal Bir Sunu. Kitap Bach'ın *Müzikal Sunu*'sunun öyküsüyle açılıyor. Bach, Prusya Kralı Büyük Frederick'e hazırlıksız bir ziyarette bulunmuş ve kendisinden Kral tarafından sunulan bir tema üzerine doğaçlama yapması istenmiştir. Bu doğaçlamalar bu büyük eserin temelini oluşturmuştur. *Müzikal Sunu* ve onun öyküsü benim bu kitap boyunca üzerine "doğaçlama" yaptığım temayı oluşturuyor ve böylece bir tür "Metamüzikal Sunu" ortaya çıkıyor. Kitapta, Bach'daki farklı düzeyler arasındaki karşılıklı etkileşimler ve kendine-göndermeler tartışılıyor: bu bizi Escher'in çizimlerindeki ve sonra Gödel'in Teoremindeki koşut fikirlerin tartışmasına götürüyor. Gödel'in Teoreminin arkaplanını oluşturmak üzere kısa bir mantık ve paradoks tarihçesi sunuyorum. Bu da bizi mekanik usavurma ve bilgisayarlara ve de Yapay Zekânın olanaklı olup olmadığı tartışmalarına götürüyor. Kitabın kaynaklarını –özellikle Diyalogların neden ve niçinlerini açıklayarak– bitiriyorum.

Üç-Sesli Envansiyon. Bach üç-sesli onbeş envansiyon yazmıştır. Bu üç-sesli Diyalogda –Diyalogların kurmaca kahramanları– Tosbağa ve Akhilleus, Zenon'un "envansiyon"u, icadıdır (gerçekten de Zenon tarafından hareket paradokslarını açıklamak için yaratılmışlardır). Kısacası bu diyalog ilerdeki Diyalogların tadını haber verir.

I. Bölüm: MU-bulmacası. Basit bir biçimsel dizge (MIU-dizgesi) sunulup okurdan biçimsel dizgeler hakkında genel bir fikre sahip olmasını sağlayacak bir bulmacayı çözmesi isteniyor. Ayrıca birkaç temel kavram tanıtılıyor; dizi, teorem, ilksav, çıkarım kuralı, türetim, biçimsel dizge, karar verme yordamı, dizgenin içinde/dışında çalışmak.

İki-Sesli Envansiyon. Bach ayrıca iki-sesli onbeş envansiyon yazmıştır. Bu iki-sesli Diyalog benim tarafımdan değil, 1895 yılında Lewis Carroll tarafından yazılmıştır. Carroll, Akhilleus ve Tosbağa'yı Zenon'dan ödünç aldı, ben de Carroll'dan ödünç aldım. Konu, usavurma, usavurma hakkındaki usavurma, usavurma hakkındaki usavurma hakkındaki usavurma, vb arasındaki ilişkidir. Bu bir bakıma Zenon'un hareketin olanaksızlığı hakkın-

daki paradokslarına koşuttur; sonsuz gerilemeyi kullanarak usavurmanın olanaksızlığını gösterir gibidir. Güzel bir paradokstur ve kitapta birçok kez buna göndermede bulunuluyor.

II. Bölüm: Matematikte Anlam ve Biçim. I. Bölümdeki MIU-dizgesinden bile daha basit olan yeni bir biçimsel dizge (rt-dizgesi) sunuluyor. Başta anlamsız görünen simgeler, içlerinde göründükleri teoremlerin biçimi aracılığıyla sahip oldukları anlamı birdenbire açığa vuruyorlar. Bu açığa vurma anlama yönelik ilk önemli içgörüdür: anlamın eşbiçimlilikle olan derin bağlantısı. Bundan sonra anlamla ilgili olarak doğruluk, ispat, simge yönlendirimi ve ele geçirilmesi zor "biçim" kavramı gibi çeşitli konular tartışılıyor.

Eşliksiz Akhilleus İçin Sonat. Bach'ın eşliksiz keman için Sonatlarını taklit eden bir Diyalog. Akhilleus tek konuşmacıdır, telefonun bir ucunda Tosbağa, diğer ucunda onun konuşmalarının çevrimini sağlayan Akhilleus bulunuyor. Konuşmaları, çeşitli bağlamlar içinde –örneğin Escher'in sanatı gibi– "figür" ve "zemin" gibi kavramlarla ilgilidir. Akhilleus'un konuşmaları "figür"ü oluştururken, Tosbağa'nınkiler –Akhilleus'un konuşmalarında örtük olarak bulunduğundan– "zemin"i oluşturuyor ve böylece Diyaloğun bizzat kendisi de bu ayrımın bir örneğini oluşturuyor.

III. Bölüm: Figür ve Zemin. Sanattaki figür ve zemin arasındaki ayrım, biçimsel dizgelerdeki teoremler ve teorem-olmayanlar arasındaki ayrımla karşılaştırılıyor. "Bir figür zorunlu olarak zeminiyle aynı bilgiyi içerir mi?" sorusu bizi, yinelgeli sayılabilir kümeler ve yinelgen kümeler arasındaki ayrıma götürüyor.

Kontrakrostipunktus. Bu Diyalog kitap için merkezi önemdedir, çünkü Gödel'in kendine-göndergeli inşası ve Eksiklik Teoremiyle ilgili bir dizi açıklama içeriyor. Teoremin açıklamalarından biri şöyle der, "Her bir plakçalar için onun çalamadığı bir plak vardır." Diyaloğun başlığı, "akrostiş" sözcüğü ile Bach'ın *Füg Sanatı*'nı oluşturan kanon ve füğleri belirtmek için kullandığı Latince bir sözcük olan "kontrapunktus"un harmanlanmasından oluşuyor. *Füg Sanatı*'na bazı belirtik göndermeler yapılmıştır. Diyalogda bazı akrostiş oyunları gizlidir.

IV. Bölüm: Tutarlılık, Eksiksizlik ve Geometri. Önceki Diyalog, bu aşamada olanaklı olduğu kadarıyla açımlanıyor. Bu da bizi tekrar biçimsel bir dizge içinde simgelerin nasıl ve ne zaman anlam kazandığı sorusuna götü-

rüyor. "Tanımlanmamış terimler"in güç anlaşılırlığını göstermek için Eukleidesçi ve Eukleidesdışı geometri tarihi verilmiştir. Buradan, farklı ve mümkün "rakip" geometrilerin tutarlılığı konusundaki görüşlere varılıyor. Bu tartışma aracılığıyla, tanımlanmamış terimler kavramı açıklığa kavuşturularak, tanımlanmamış terimlerin algı ve düşünce süreçleriyle ilişkisi üzerinde duruluyor.

Küçük Armonik Labirent. Bu bölüm Bach'ın aynı adlı org parçasına dayanır. Yinelgen –yani içiçe– yapılar kavramına eğlenceli bir giriştir. Öykü içinde öyküler içerir. Çerçeve öykü, beklendiği gibi bitirilmek yerine açık bırakılıyor, böylece okur çözümsüz olarak ortada kalıyor. İçiçe öykülerden biri, müzikteki modülasyonla ilgilidir – özellikle de yanlış anahtarla biten ve dinleyiciyi çözülümsüz olarak bırakan bir org parçasıyla.

V. Bölüm: Yinelgen Yapılar ve Süreçler. Yinelenme fikri, birçok değişik bağlamda sunuluyor: müzik örüntüleri, dil örüntüleri, geometrik yapılar, matematik fonksiyonları, fizik kuramları, bilgisayar programları ve diğerleri.

Aralık Artırmalı Kanon. Akhilleus ve Tosbağa "plak mı yoksa onu çalan gramafon mu daha fazla bilgi içerir?" sorusuna yanıt bulmaya çalışıyorlar. Bu tuhaf soru Tosbağa, farklı gramafonlarda çalındığında, B-A-C-H ve C-A-G-E diye tamamıyla iki farklı ezgi çalan tek bir plağı betimlediğinde gündeme geliyor. Bununla birlikte bu iki ezginin tuhaf bir biçimde "aynı" olduğu ortaya çıkıyor.

VI. Bölüm. Anlamın Yeri. Anlamın, kodlanmış mesaj, kodçözücü ve alıcı arasında nasıl bölündüğüne ilişkin geniş bir tartışma. Sunulan örnekler, DNA iplikçiklerini, antik tabletlerdeki çözülemeyen yazıtları ve uzayda yolculuk eden gramafon plaklarını içeriyor. "Mutlak" anlam ile zekâ arasında bağıntı bulunduğu koyutlanıyor.

Kromatik Fantazi ve Kan Davası. Bach'ın *Kromatik Fantazi ve Füg*'üyle başlığı dışında pek benzerlik taşımayan kısa bir Diyalog. Doğruluğu korumak için tümcelerin uygun bir şekilde yönlendirilmesiyle – özellikle de "ve" sözcüğünün kullanımına ilişkin kurallar olup olmadığı sorusuyla ilgilidir. Bu Diyaloğun, Lewis Carroll'ın Diyaloğuyla birçok ortak yönü vardır.

VII. Bölüm: Önermeler Hesabı. "ve" gibi sözcüklerin biçimsel kurallarca nasıl yönetilebildiğini anlatıyor. Bir kez daha, eşbiçimlilik ve böyle bir dizge içinde simgelerin otomatik olarak anlam kazanması fikirleri ele alınıyor.

Bu arada bu bölümdeki bütün örnekler "Zenümceler"dir – Zen kōanlarından alınmış tümceler. Bu, ciddi bir görünüm altında yapılan şakalar gibi, kasıtlı olarak böyle yapılmıştır. Çünkü Zen kōanları kasıtlı olarak mantıkdışı olan öykülerdir.

Yengeç Kanonu. *Müzikal Sunu*'dan alınmış aynı adlı parça üstüne kurulmuş bir Diyalog. İkisinin de bu adı almalarının nedeni yengeçlerin (güya) geri geri yürümeleridir. Yengeç ilk kez bu Diyalogda görünüyor. Biçimsel hile ve düzey oyunu bakımından belki de kitaptaki en yoğun Diyalogdur. Bu kısacık Diyalogda Gödel, Escher ve Bach sıkı bir biçimde içiçe örülüyorlar.

VIII. Bölüm: Tipografik Sayı Kuramı. Önermeler Hesabı'nın TNT denilen genleştirilmiş hali sunuluyor. TNT'de, katı simge yönlendirimiyle sayı-kuramsal usavurma yapılabiliyor. Biçimsel usavurma ile insan düşüncesi arasındaki farklar ele alınıyor.

Bir Mu Sunusu. Bu Diyalog kitaptaki birkaç yeni konunun habercisidir. Görünüşte Zen Budizm ve kōanlarla ilgilidir, gerçekte bu, sayı kuramındaki dizilerin teorem olması ve teorem-olmaması, doğruluğu ve yanlışlığı hakkında üstü hafifçe örtülü bir tartışmadır. Moleküler biyolojiye –özellikle Genetik Koda– uçuşan göndermeler yapılmıştır. *Müzikal Sunu*'yla, başlığı ve kendine-göndergeli oyunlarından başka bir yakınlığı yoktur.

IX. Bölüm: Mumon ve Gödel. Zen Budizmin tuhaf fikirlerinden söz etme girişimidir. Birçok kōan üstüne yaptığı yorumlarla tanınan Zen keşişi Mumon ana figürdür. Zen fikirleri çağdaş matematik felsefesindeki bazı fikirlerle metaforik benzerlikler taşırlar. Bu "Zenleme"den sonra Gödel'in temel fikri Gödel-sayılaştırması tanıtılıyor ve Gödel'in Teoremine ilk giriş yapılıyor.

II. Kısım: EGB

Prelüd . . . Bu Diyalog bir sonrakine "attacca"dır, giriştir. Bach'ın *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'sindeki prelüdler ve füglere dayanır. Akhilleus ve Tosbağa, Yengeç'e bir armağan getirir; Yengeç'in bir konuğu vardır: Karıncayiyen. Armağanın *İ.D.K.* plağı olduğu anlaşılır; plak hemen çalınır. Bir prelüdü dinlerlerken prelüd ve füglerin yapısını tartışırlar, bunun üzerine Akhilleus bir füğün nasıl duyulduğunu sorar: bir bütün olarak mı yoksa

bir parçalar toplamı olarak mı? Bu, bütüncülük ve indirgemecilik arasındaki, az sonra *Karınca Füg*'ünde başlayacak olan tartışmadır.

X. Bölüm: Betimleme Düzeyleri ve Bilgisayar Dizgeleri. Resimleri, satranç tahtalarını ve bilgisayar dizgelerini görmenin çeşitli düzeyleri tartışılıyor. Sonuncusu ayrıntılarıyla inceleniyor. Bu inceleme makine dilinin, çeviri dillerinin, derleyici dillerin, işletim dizgelerinin, vb betimlenmesini içeriyor. Derken tartışma spor takımları, çekirdekler, atomlar, hava ve benzeri birleşik dizgelere yöneliyor. Kaç tane ara düzey vardır – ya da gerçekten var mıdır, sorusu gündeme geliyor.

. . . *Karınca Füg*ü. Bir müzik füginün taklidi: her ses aynı tümceyle girer. Tema –bütüncülüğe karşı indirgemecilik– daha küçük sözcüklerden oluşan sözcüklerden oluşan vb yinelgen bir resimle tanıtılıyor. Bu tuhaf resmin dört düzeyinde görünen sözcükler "BÜTÜNCÜLÜK," "İNDİRGEMECİLİK" ve "MU"dur. Tartışma, Karıncayiyen'in arkadaşı, bilinçli bir karınca kolonisi olan Hilary Teyze'ye yöneliyor. Onun düşünce süreçlerinin farklı düzeyleri tartışmanın konusudur. Diyaloga füg türünden birçok hile konulmuştur. Okura bir ipucu olarak, bu hileler dörtlünün dinlediği plaktaki fügde yapılan hilelere koşuttur. *Karınca Füg*ü'nün sonunda *Prelüd*'ün artık oldukça değişmiş olan temalarına dönülüyor.

XI. Bölüm: Beyinler ve Düşünceler. "Düşünceler beynin donanımı tarafından nasıl desteklenebilir?" sorusu bu bölümün konusudur. Öncelikle beynin büyük ölçekli ve küçük ölçekli yapısı üstünde kısaca durulmuştur. Sonra kavramlar ve sinirsel etkinlik arasındaki ilişki kurguya dayalı olarak ayrıntılarıyla tartışılmıştır.

İngiliz Fransız Alman Şiiti. Lewis Carroll'ın anlamsız şiiri "Jabberwocky"nin, geçen yüzyılda yapılmış biri Fransızca biri Almanca iki çevirisini içeren interlüd.

XII. Bölüm: Zihinler ve Düşünceler. Önceki şiirler güçlü bir şekilde diller ya da gerçekte zihinler birbirlerinin üstüne "haritalanabilir" mi sorusunu gündeme getiriyor. Fiziksel olarak ayrı iki beyin arasında iletişim nasıl mümkündür? Bütün insan beyinlerinde ortak olan nedir? Bir yanıt bulmak için coğrafi bir analoji kullanılmıştır. "Beyin, bir yabancı tarafından nesnel anlamda anlaşılabilir mi?" sorusu gündeme geliyor.

Farklı Çeşitlemelerle Arya. Bach'ın *Goldberg Çeşitlemeleri*'ne dayanan ve içeriği Goldbach sanıtı gibi sayı-kuramsal problemlerle ilgili olan bir Diya-

log. Bu melezlemenin ana amacı, sayı kuramının, sonsuz uzayda arama teması üzerinde birçok farklı çeşitlemeler yapılabileceği olgusundan nasıl incelikle kaynaklandığını göstermektir. Bunlardan bazıları bizi sonsuz, bazıları sonlu, bir kısmı da ikisi arasında uçuşan aramalara götürür.

XIII. Bölüm: BlooP, FlooP ve GlooP. Bunlar üç bilgisayar dilinin adıdır. BlooP programları yalnızca öngörülebilir sonlu aramalar yapabilirken, FlooP programları öngörülemeyen veya hatta sonsuz aramalar yapabilir. Bu bölümün amacı, sayı kuramındaki ilkel yinelgen ve genel yinelgen fonksiyon kavramları hakkında bir sezgi kazandırmaktır, çünkü bunlar Gödel'in kanıtlamasına özseldir.

G'nin Dizisi Üstüne Hava. Gödel'in kendine-göndergeli inşasının sözcüklerle yansıtıldığı bir Diyalog. Fikir W. V. O. Quine'den kaynaklanır. Bu Diyalog gelecek bölüm için bir prototip oluşturuyor.

XIV. Bölüm: TNT ve İlişkili Dizgelerin Biçimsel Olarak Karar Verilemeyen Önermeleri Üstüne. Bu bölümün başlığı, Gödel'in 1931 tarihli Eksiklik Teoreminin ilk kez yayınlandığı makalesinin başlığından uyarlamadır. Gödel'in kanıtlamasının iki ana bölümü dikkatle gözden geçirilmiştir. TNT'nin tutarlılığı varsayımının insanı, nasıl TNT'nin (ya da benzer bir dizgenin) eksikli olduğunu kabul etmeye zorladığı gösteriliyor. Eukleidesci ve Eukleidesdışı geometri ilişkileri tartışılıyor. Konunun matematik felsefesine ilişkin içerimleri özenle inceleniyor.

Doğum Günü Kantatatata...sı Akhilleus kuşkucu ve oyunbaz Tosbağa'yı bugün onun (Akhilleus'un) doğum günü olduğuna ikna edemez. Sürekli, ama başarısız çabaları Gödel uslamlamasının [argümanının] yinelenebilirliğini andırır.

XV. Bölüm: Dizgenin Dışına Atlamak. Gödel'in uslamlamasının yinelenebilirliği, TNT'nin yalnızca eksikli değil, ama "özsel olarak eksikli" olduğu içerimiyle birlikte gösteriliyor. J. R. Lucas'ın, Gödel'in Teoreminin, insan düşüncesinin hiçbir anlamda 'mekanik' olamayacağını tanıtladığını söyleyen ünlü uslamlaması çözümlenerek onun geçersiz olduğu gösteriliyor.

Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri. Kendini-kopyalama ve kendine-gönderme sorunlarını öne çıkararak, birçok konuya değinen bir Diyalog. Televizyon ekranlarını çeken televizyon kameraları ve kendilerini kuran virüsler ve diğer hücrealtı kendilikler kullanılan örnekler arasındadır. Başlık J. S. Bach'ın ilginç şiirinden alınmıştır.

XVI. Bölüm: Self-Ref ve Self-Rep. Bu bölüm, çeşitli görünümleri içindeki kendine-gönderme ve kendini-yeniden üreten kendilikler (örn. bilgisayar programları veya DNA molekülleri) arasındaki bağlantılarla ilgilidir. Kendini-yeniden üreten bir kendilik ve kendini-yeniden üretmesinde ona yardımcı olan dışsal düzenekler arasındaki ilişkiler özellikle de bu ayrımın bulanıklığı tartışılıyor. Böylesi dizgelerin değişik düzeyleri arasında bilginin nasıl yolculuk ettiği bu bölümün ana konusudur.

Magnifiyengeç, Gerçekten. Başlık Bach'm Re Majör *Magnificat*'inden sözcük oyunudur. Öykü, sayı kuramınınm doğru ve yanlış önermelerini, onları müzik parçaları gibi okuyarak – flütüyle çalarak ve "güzel" olup olmadıklarını belirleyerek ayırt etmek gibi sihirli bir güce sahip görünen Yengeç hakkındadır.

XVII. Bölüm: Church, Turing, Tarski ve Diğerleri. Önceki Diyaloğun kurmaca Yengecinin yerini şaşırtıcı matematiksel yeteneklere sahip gerçek insanlar alıyor. Zihinsel faaliyeti hesaplamayla ilişkilendiren Church-Turing Tezi, farklı güçlerdeki birkaç versiyonuyla sunuluyor. Bunların hepsi, özellikle insan düşüncesini mekanik olarak taklit etme ya da güzelliği anlama veya yaratma yeteneğine sahip bir makine programlama yönündeki içerimleri açısından çözümleniyor. Beynin etkinliği ile hesaplama arasındaki bağlantı başka bazı konuları gündeme getiriyor: Turing'in durma problemi ve Tarski'nin Doğruluk Teoremi.

SHRDLU, İnsan Tasarımının Oyuncağı. Diyalog Terry Winograd'ın kendi SHRDLU programı üstüne yazdığı bir makaleden alınmıştır; yalnızca adlardan birkaçı değiştirilmiştir. Burada bir program, bir kişiyle "bloklar dünyası" hakkında oldukça etkileyici bir İngilizceyle iletişim kurar. Bilgisayar programı –kendi sınırlı dünyası içinde– gerçek bir anlama yetisi sergiler gibi görünür. Diyaloğun başlığı Bach'ın 147. Kantatının bir hareketi olan *İsa, İnsan Arzusunun Neşesi*'ne dayanır.

XVIII. Bölüm: Yapay Zekâ: Geçmişe Bakışlar. Bu bölüm ünlü "Turing testi"nin –bilgisayarın öncüsü Alan Turing'in makinede 'düşünce' olup olmadığını bulmak için önerdiği yol– tartışmasıyla açılıyor. Buradan, Yapay Zekânın kısa tarihçesine geçiliyor. Bu konu –bir dereceye kadar– oyunlar oynayan, teoremler ispatlayan, problemler çözen, müzik besteleyen, matematik yapan ve "doğal dil" (örneğin İngilizce) kullanan programları kapsıyor.

Contrafactus. Sürekli olarak gerçek dünyanın hipotetik değişkelerini imgeleyebilmemize olanak sağlayacak şekilde düşüncelerimizi bilinçdışı olarak nasıl örgütlediğimiz hakkında. Aynı zamanda bu yeteneğin ayrıksı değişkeleri hakkında – örneğin tam bir patates kızartması tutkunu ve olgukarşıtının bağnaz düşmanı yeni karakter Tembelhayvan tarafından sahip olunan gibi.

XIX. Bölüm: Yapay Zekâ: Geleceğe Bakışlar. Önceki Diyalog, bilginin, bağlamların katmanları içinde nasıl temsil edildiği tartışmasını tetikler. Bu da "çerçeveler" hakkındaki modern AI düşüncesini gündeme getirir. Somutlaştırma amacıyla, bir görsel örüntü bulmacaları kümesinin çerçevebenzeri ele alınış yolu sunulmuştur. Bundan sonra derin bir konu olan kavramların genel olarak etkileşimleri tartışılıyor; bu da bizi yaratıcılık üzerine bazı kurgulamalara götürüyor. Bölüm AI ve zihin üstüne kişisel "Sorular ve Kurgulamalar"la sona eriyor.

Tembelhayvan Kanonu. Bach'ın, bir ses diğeri gibi, ancak tersinden ve yavaşça iki kez aynı ezgiyi seslendirirken, üçüncü bir sesin serbest kaldığı bir kanonunu taklit eden bir kanon. Burada Akhilleus serbestken, Tembelhayvan Tosbağa'yla aynı satırları sözceler, ancak onları (sözcüğün gevşek anlamıyla) olumsuzlayarak ve iki kez daha yavaş söyleyerek.

XX. Bölüm: Garip Döngüler ya da Dolaşık Hiyerarşiler. Hiyerarşik dizgeler ve kendine-gönderme hakkındaki birçok düşüncenin görkemli bir kaynaşımı. Dizgeler kendi üzerlerine döndüklerinde ortaya çıkan karmaşıklıklarla ilgilidir – örneğin bilimi inceleyen bilim, hükümetçe yapılan yanlışları araştıran hükümet, sanatın kurallarını çiğneyen sanat ve son olarak kendi beyinleri ve zihinleri hakkında düşünen insanlar. Gödel'in Teoreminin bu son "arapsaçı" hakkında söyleyeceği şeyler var mıdır? Özgür istenç ve bilinçlilik duygusu Gödel'in Teoremiyle bağlantılı mıdır? Bölüm Gödel, Escher ve Bach'ı bir kez daha birbirlerine bağlayarak bitiyor.

Altı-Sesli Ricercar. Bu Diyalog kitapta geçen fikirlerin çoğuyla oynanan büyük bir oyundur. Kitabın başladığı *Müzikal Sunu* öyküsünün yeniden canlandırılmasıdır; *Müzikal Sunu*'daki en karmaşık parçalardan *Altı-Sesli Ricercar*'ın anında "çeviri"yle söze dökülmesidir. Bu ikilik Diyaloga, kitabın öteki bölümlerinde olanlardan çok daha fazla anlam düzeyi katar. Yengeç Büyük Frederick'in, bilgisayarlar piyanoların vb yerini alır. Beklenmedik durumlar ortaya çıkar. Diyalogun içeriği zihin, bilinçlilik, özgür

istenç, Yapay Zekâ, Turing testi ve daha önce anlatılan diğer problemlede ilgilidir. Kitap, başlangıcına örtük bir gönderme yapılarak bitiyor; böylece kitap, aynı anda Bach'ın müziği, Escher'in çizimleri ve Gödel'in Teoremini simgeleyen büyük bir kendine-göndergeli döngüye dönüşüyor.

I. KISIM





Şekil 1. *Johann Sebastian Bach* (1748). Elias Gottlieb Haussmann'ın resminden.

GİRİŞ:

MÜZİKO-MANTIKSAL BİR SUNU

Yazar:

Prusya Kralı Büyük Frederick 1740 yılında tahta çıktı. Tarih kitaplarında daha çok askeri zekâsıyla anılmasına karşın, düşünce ve sanat dünyasıyla da yakından ilgiliydi. Postdam'daki sarayı onsekizinci yüzyıl Avrupa'sının entelektüel faaliyetlerinin en önemli merkezlerinden biriydi. Ünlü matematikçi Leonhard Euler yirmibeş yılını orada geçirmiştir. Diğer birçok matematikçi ve bilim insanının yanı sıra, içlerinde en etkileyici eserlerinin çoğunu orada yazmış olan Voltaire ve La Mettrie'in de bulunduğu filozoflar da burada bulunmuşlardır.

Ama Frederick'in gerçek aşkı müzikti. Hırslı bir flütçü ve besteciydi. Bestelerinden bazıları bugün bile zaman zaman çalınmaktadır. Frederick, yeni gelişmekte olan "piano-forte"nin (hafif-gür) üstünlüklerini gören ilk sanat koruyucularından biriydi. Piyano, klavsenin değiştirilmiş biçimi olarak onsekizinci yüzyılın ilk yarısında geliştirildi. Klavsenle parçalar yalnızca tekdüze gürlükte çalınabiliyordu – bir notayı diğerlerinden daha gür çıkarmak olanaksızdı. "Hafif-gür" adından da anlaşılacağı gibi bu sorunu çözdü. Bartolommeo Cristofori'nin ilk kez İtalya'da gerçekleştirdiği hafif-gür tını fikri hızla yayıldı. Zamanın önde gelen Alman müzik aletleri yapımcısı Gottfried Silbermann "mükemmel" bir piano-forte yapmaya çalışıyordu. Kuşkusuz Kral Frederick onun çabalarının en büyük destekçisiydi – Kral'ın onbeş kadar Silbermann piyanosu olduğu söylenir!

Bach

Frederick yalnızca piyanoların değil, J. S. Bach adlı bir orgcu ve bestecinin de hayranıydı. Bu Bach'ın bestelerinin kötü bir ünü vardı. Kimileri onların "abartılı ve karışık" olduğunu düşünürken, kimileri ise eşsiz şaheserler olduklarını iddia ediyordu. Ancak Bach'ın orgla doğaçlama yeteneğinden kimsenin kuşkusu yoktu. O zamanlar, orgcu olmak yalnızca çalabilmek değil, ama doğaçlama da yapabilmek anlamına geliyordu ve Bach olağanüstü doğaçlamalarıyla her yerde tanınıyordu. (Bach'ın bazı zevkli doğaçlama öyküleri için bkz. *The Bach Reader*, H. T. David ve A. Mendel.)

1747 yılında, altmışiki yaşında olan Bach'ın ünü, oğullarından biriyle birlikte, Postdam'a ulaşmıştı; aslında Carl Philipp Emanuel Bach, Kral Frederick'in sarayında Capellmeister'dı (koro şefi). Kral yıllarca ihtiyar Bach'ın gelip kendisini ziyaret etmesinden ne kadar memnun olacağını yaptığı ince imalarla Philipp Emanuel'e sezdirmiş, ama bu dilek bir türlü gerçekleşmemişti. Frederick, doğru bir öngörüyle müzikte büyük bir akım olarak gördüğü yeni Silbermann piyanolarını Bach'm denemesi için özellikle sabırsızlanıyordu.

Frederick, sarayında akşamları oda müziği konserleri düzenlemeyi adet edinmişti. Sık sık kendisi de bir flüt konçertosunda solist olurdu. 1800'lerde, Büyük Frederick'in yaşamından bir dizi kesiti resmetmiş olan Alman ressam Adolph von Menzel'in yaptığı, böyle bir akşamı konu alan resmi buraya alıyoruz. Çimbalide C. P. E. Bach var; sağda, en gerideki, Kral'ın başflütçüsü ve Kral'm flüt çalışındaki hataları bulmasına izin verilen tek kişi olan Joachim Quantz'dır. 1747 Mayısında bir akşam beklenmedik bir konuk çıkageldi. Bach'ın en eski biyografi yazarlarından biri olan Johann Nikolaus Forkel öyküyü şöyle anlatır:

> Bir akşam üzeri, o flütünü hazırlar, müzisyenleri yerlerini alırlarken bir hizmetkâr gelen yabancıların listesini getirdi. Flütü elinde, listeyi gözden geçirdi ve anında gözlerini müzisyenlere çevirip heyecanlı bir biçimde, "Baylar, ihtiyar Bach geliyor" dedi. Flüt bir yana bırakıldı ve oğlunun evinde kalan ihtiyar Bach acilen Saray'a çağrıldı. Bu öyküyü bana, babasına eşlik eden Wilhelm Friedemann anlattı ve anlatım tarzını hâlâ zevkle anımsadığını belirtmeliyim. O zamanlar uzun uzun iltifatlarda bulunmak modaydı. Kendisine yolculuk giysilerini çıkarıp siyah müzisyen giysisi giyme fırsatı bile vermeyen böylesine büyük bir kralın önüne ilk kez çıkan J. S. Bach binlerce özür dilemiş olmalıdır. Ben bu özürleri buraya almayacağım, ancak William Friedemann'ın ağzından Kral ile Özürlerini Sunan Kişi arasında resmi bir Diyalog geçtiğini biliyoruz.
>
> Bundan daha önemlisi, Kral'ın o akşamlık Konser'inden vazgeçip, o zaman gerçekten İhtiyar Bach denilen Bach'dan, Silbermann'ın yaptığı ve sarayın çeşitli odalarına konulmuş olan pianofortelerini denemesini istemesiydi. [Forkel buraya şu dipnotu düşmüştür: "Freybergli Silbermann tarafından imal edilen pianoforteler Kral'ın öyle hoşuna gitmişti ki, hepsini satın almaya karar verdi. Onbeş tane aldı. Duyduğuma göre şimdi bunların tümü kullanılmayacak halde Kraliyet Sarayı'nın çeşitli köşelerinde duruyorlar."] Müzisyenler onunla birlikte oda oda gezdiler ve Bach her yerde piyanoları denemeye ve önceden tasarlanmamış besteler çalmaya davet edildi. Bir süre devam ettikten sonra, hiçbir hazırlığı olmadan anında çalmak için Kral'dan kendisine bir Füg konusu vermesini istedi. Kral konusunun doğaçlamadan ustaca çalınmasından hayranlık duyarak ve herhalde sanatın nereye kadar varabileceğini görmek için altı zo-



Şekil 2. *Sanssouci'de Flüt Konseri*, Adolph von Menzel (1852).

runlu sesli bir Füg dinlemek istediğini söyledi. Ancak her tema böyle dolu bir armoniye uygun olmayacağı için Bach kendisi bir konu seçti ve anında Kral'ınkindeki kadar görkemli ve usta biçimde çalarak orada bulunan herkesi şaşırttı. Majesteleri org çalışını da dinlemek istedi. Bu nedenle ertesi gün, Silbermann'ın fortepianolarını olduğu gibi, Bach Postdam'daki bütün orgları çaldı. Leipzig'e dönüşünden sonra Kral'dan aldığı konuyu üç ve altı parti halinde besteledi, sıkı bir kanon içine çeşitli yapay bölümler ekleyerek "Musikalisches Opfer" [*Müzikal Sunu*] adı altında mucidine adayarak işledi.[1]



Şekil 3. *Kraliyet Teması.*

Bach *Müzikal Sunu*'nun Kral'a gönderdiği kopyasına bir ithaf mektubu iliştirdi; başka hiçbir yönden değilse bile oldukça saygılı ve yağcı biçemiyle il-

[1] H. T. David ve A. Mendel, *The Bach Reader*, s. 305-6.

gi çekicidir. Bugün bakıldığında gülünç gelse bile Bach'ın kılığından dolayı dilediği özürler konusunda da bize bir fikir verebilir.[2]

HAŞMETMAAB KRAL HAZRETLERİ!

En mütevazı duygularla Majestelerine, en soylu kısmı Zatı Şahanelerinin yüce elinden çıkmış olan bir müzikal sunu ithaf ediyorum. Bir süre önceki Postdam ziyaretimde, Majestelerinin bana karşı gösterdiği merhametli davranışları hâlâ büyük bir huşu içinde hatırlıyorum; Majesteleri piyanoda çalma lütfunda bulundukları bir füg temasını benden işlememi istemişlerdi. Majestelerinin emirlerine riayet etmek benim en hürmetkerane vazifemdi. Ancak hemen, böylesine mükemmel bir temayı işlemek için yeterli hazırlığım olmadığının farkına vardım. Bunun üzerine bu asil Kraliyet temasını çok daha zengin bir biçimde hazırlama ve dünyaya tanıtma kararını aldım. Bu karar şimdi olabildiğince iyi yerine getirilmeye çalışılmıştır ve savaş ve barış biliminde olduğu kadar özellikle müzikte de, büyüklüğü ve gücüyle herkesin hayranlık duyması ve saygı göstermesi gereken kralın ününü, nacizane yüceltmek gibi kınanamayacak bir niyet taşımaktan başka bir amacı yoktur. Bu mütevazı dileğimin kabul edilmesini istemek cüretini gösteriyorum: Majestelerinin bu basit çalışmayı kabul etme lütfunda bulunmasını ve bağışlamasını benden esirgememelerini diliyorum.

Majestelerinin en aciz ve sadık hizmetkârı,
YAZAR

Leipzig, 7 Temmuz
1747

Yirmiyedi yıl kadar sonra, Bach'ın ölümünün üstünden yirmidört yıl geçtiğinde–Forkel'in Bach biyografisini ve Beethoven'ın Birinci Senfonisini adadığı– Gottfried van Swieten adında bir Baron, Kral Frederick'le sohbetini şöyle anlatıyor:

[Frederick] bana başka şeyler yanı sıra müzikten ve bir süreliğine Berlin'de bulunmuş Bach adlı büyük bir orgcudan da söz etti. Bu sanatçı [Wilhelm Friedemann Bach] kimsede olduğunu duymadığım ve tahayyül edemediğim derin armoni bilgisi ve icra gücüyle olağanüstü bir yeteneğe sahipti. Oysa babasını tanıyanlar onun, daha da büyük olduğunu iddia ediyorlardı. Kral'ın görüşü de böyleydi ve bana bunu ispatlamak için ihtiyar Bach'a kendisinin verdiği ve bestecinin hemen orada dört sesli, sonra beş sesli ve son olarak sekiz sesli çaldığı kromatik füg konusunu yüksek sesle söyledi.[3]

Öyküyü gerçekten yaşandığından daha abartılı hale getirenin Kral Frede-

[2] H. T. David ve A. Mendel, *The Bach Reader*, s. 179.

[3] H. T. David ve A. Mendel, *The Bach Reader*, s. 260.

rick mi yoksa Baron van Swieten mı olduğunu bilmek elbette mümkün değil. Ancak bu Bach efsanesinin o zamana kadar nasıl büyümüş olduğunu açıkça gösteriyor. Altı sesli bir füğün ne kadar olağandışı olduğu şuradan anlaşılır: Bach'm *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'sinin tamamında kırksekiz Prelüd ve Füg varken yalnızca ikisinde beş ses bulunmaktadır ve altı sesli hiçbir füg parçası yoktur! Altı sesli bir füğün doğaçlama çalınması, gözleri bağlı olarak aynı anda altmış satranç karşılaşması yapmaya ve hepsini kazanmaya benzetilebilir. Sekiz sesli fügü doğaçlama çalmak gerçekten de insan yeteneğinin çok ötesindedir.

Bach'ın Kral Frederick'e gönderdiği kopyada, müzik başlamadan önceki sayfada aşağıdaki yazı yer alıyordu:



Şekil 4. Bach'ın 'RICERCAR' akrostişi.

("Kral'ın Emriyle, Şarkı ve Kalanı Kanon Sanatıyla Çözümlenmiştir.") Bach burada yalnızca "kanonlarla" değil, "mümkün olan en iyi biçimde" anlamına da gelen "kanonik" sözcüğüyle sözcük oyunu yapmıştır. Yazının başharfleri

R I C E R C A R

– İtalyanca bir sözcüktür ve "aramak" anlamına gelir. Ve kesinlikle *Müzikal Sunu*'da daha aranacak çok şey vardır. Bir üç sesli füg, bir altı sesli füg, on kanon ve bir üçlü sonatdan oluşmuştur. Müzik uzmanları üç sesli fügün, özünde, Bach'ın Kral Frederick için doğaçlama çaldığıyla aynı olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Altı sesli füg, Bach'ın en karmaşık yaratılarından biridir ve teması elbette Kraliyet Temasıdır. Şekil 3'de gösterilen bu tema oldukça karmaşıktır, ritim açısından düzensiz ve son derece kromatiktir (yani içindeki anahtara ait olmayan tonlarla doludur.) Bu şekilde esas alarak iki sesli basit bir füg yazmak bile, ortalama bir müzisyen için kolay değildir!

Her iki füg de "Fuga" olarak değil "Ricercar" diye tanımlanmıştır. Bu sözcüğün bir diğer anlamıdır; "ricercar," şimdi "füg" olarak bilinen müzik formunun orjinal adıdır. Bach'ın zamanında "füg" (Latince ve İtalyancada *fuga*) sözcüğü standartlaşmıştı, ama "ricercar" terimi de kullanılmaktaydı ve artık fügün, belki de sıradan kulağa son derece entelektüel gelebilecek katı bir türünü betimlemekteydi. Bugün İngiltere'de de benzer bir kullanım var-

dır: "recherché" sözlük anlamıyla "aramak"tır, ancak benzer türden bir imaya da sahiptir, yani ezoterik ya da ince zevk gerektiren demektir.

Üçlü sonat, füg ve kanonların katılığından sonra gelen hoş bir rahatlama yaratır, çünkü çok uyumlu ve tatlıdır, dans bile edilebilir. Ancak o da büyük oranda kromatik ve ağır olan Kral'ın Temasına dayanır. Çok daha hayret verici olan Bach'ın böyle güzel bir interlüd yazmak için böyle bir temayı kullanmış olmasıdır.

Müzikal Sunu'daki on kanon Bach'ın yazdığı kanonlar arasında en ince işlenmiş olanlardır. Ama tuhaftır ki Bach bunları hiçbir zaman tamamıyla yazıya dökmemiştir. Bu kasıtlı yapılmıştır. Bunlar Kral Frederick'e bulmacalar halinde sunulmuştur. Ustalıklı birkaç ipucuyla birlikte tek bir tema verip, bu tema üzerine kurulan kanonun bir başkası tarafından "keşfedilmesi" o günlerin yaygın bir müzik oyunuydu. Bunun nasıl olabildiğini anlamak için kanonlarla ilgili birkaç şey bilmeniz gerekir.

Kanonlar ve Füg ler

Kanonun ana fikri tek bir temanın kendisine karşı çalınmasıdır. Bu temanın değişik sesler tarafından çalınarak "kopyalanması" yoluyla yapılır. Ancak bunu yapmanın birçok yolu vardır. Bütün kanonların en basiti "Three Blind Mice," "Row, Row, Row Your Boat" ya da "Frere Jacques" gibi rondlardır. Burada tema birinci sesle girer ve sabit bir süre geçtikten sonra tamamıyla aynı anahtardan onun "kopyası" girer. İkinci ses için de aynı sabit süre geçtikten sonra üçüncü ses aynı temayla girer ve böyle devam eder. Bu şekilde çoğu tema, kendisiyle armonik uyum sağlamayacaktır. Bir temanın kanon teması olarak işlenebilmesi için notaların her birinin ikili (veya üçlü, dörtlü) rol üstlenebilmesi gerekir: İlk olarak bir ezginin parçası olmalı, ikinci olarak da aynı ezginin bir armonizasyonunun parçası olmalıdır. Örneğin üç kanonik ses olduğunda temanın her bir notası, ezgisel bir role sahip olduğu gibi, iki farklı armoni içinde de yerini almalıdır. Dolayısıyla bir kanondaki her bir notanın tek bir müzikal anlamı yoktur; dinleyicinin kulağı ve beyni bağlama başvurarak, uygun anlamı otomatik olarak kavrar.

Elbette kanonların çok daha karmaşık çeşitleri vardır. Karmaşıklığı artıran ilk adım, temanın "kopyaları"nm yalnızca *zaman* aralıklarıyla değil farklı *perdelerle* söylenmesiyle atılır; böylece birinci ses temayı söylemeye Do sesiyle girdiğinde, ikinci ses birinci sesle üst üste binerek, ama dört nota yüksekten başlayarak Sol sesiyle aynı temayı söyler. Yine dört nota yüksekten Re

sesiyle başlayan üçüncü ses, ilk ikisiyle üst üste binebilir vb. Karmaşıklığın ikinci adımı farklı seslerin *hızları* eşit olmadığında ortaya çıkar; böylece ikinci ses birinci sesin iki katı hızlı veya iki katı yavaş olabilir. İlkine *eksiltme*, ikincisine *artırma* denir (çünkü tema büzülmüş ya da genleşmiş gibi görünür).

Daha bitmedi! Kanon kuruluşunda karmaşıklığın sonraki adımı temayı *çevirmedir*; bu, orijinal temanın *yukarı* çıktığı yerde, tamamen aynı sayıda yarım tonlar kullanılarak, ezginin *aşağı* inmesi anlamına gelir. Bu oldukça tuhaf bir ezgi dönüşümüdür, ancak çok sayıda çevrik tema dinlendiği zaman çok doğal gelmeye başlar. Bach çevirmelere özellikle düşkündü, eserlerinde sıkça görünen bir durumdur bu ve *Müzikal Sunu* da istisna değildir. (Çevirmeye basit bir örnek olarak "Good King Wenceslas"ı deneyin. Orijinali ve çevrimi birlikte söylendiği zaman bir oktav aralıklı ve iki vuruşlu zaman gecikmesiyle başlanır ve güzel bir kanon elde edilir.) Son olarak, "kopyalar"ın en ezoteriği ters yönde olan kopyadır – tema zaman içinde sondan başa doğru çalınır. Bu hilenin kulanıldığı kanon, yengecin yürüyüşünün özelliği nedeniyle sevimli bir biçimde *yengeç kanonu* diye adlandırılır. Bach'ın *Müzikal Sunu*'sunda yengeç kanonu bulunduğunu söylemeye gerek yok. Her tür "kopya"nın orijinal temadaki bütün bilgiyi muhafaza etmesi, temanın her bir kopyadan tamamıyla yeniden elde edilebilir olması önemlidir. Böyle bilgiyi koruyan dönüşüme *eşbiçimlilik* denir ve bu kitapta eşbiçimlilikle oldukça ilgileneceğiz.

Bazen kanon formunun sıkılığının gevşetilmesi istenebilir. Armoninin daha akıcı olması için kusursuz kopyalamadan hafif sapmalara izin vermek yollardan biridir. Bazı kanonlar ise "serbest" seslere sahiptir – bunlar kanonun temasıyla ilgili olmayan, ama kanondaki birbirleriyle uyumlu diğer seslerle büyük oranda uyumlanabilen seslerdir.

Müzikal Sunu'daki kanonların her biri Kral'ın Temasının farklı bir çeşitlemesini tema olarak alır ve kanonları karmaşık hale getirmek için bütün bu oyunlar sonuna kadar kullanılır; aslında kimi zaman hepsi birleştirilerek kullanılır. Böylece üç sesli kanonun biri "Canon per augmentationem, contrario motu" diye adlandırılır; diğer ikisi artırma ve çevirme oyunlarını kullanarak aşağı ve yukarı perdeden kanona uygun biçimde salınırken, ortadaki ses serbesttir (aslında Kraliyet Teması'nı söyler). Bir diğeri sır dolu bir ada sahiptir: "Quaerendo invenietis" ("Arayın bulacaksınız"). Bütün kanon bulmacaları çözülmüştür. Kanonik çözümler Bach'ın öğrencilerinden Johann Philipp Kirnberger tarafından verilmiştir. Ama yine de daha aranması gereken çok şey olabilir!

Füğün ne olduğunu da kısaca açıklamalıyım. Füg kanona benzer; genellikle farklı seslerde ve farklı anahtarlarda, bazen de farklı hızlarda, baş aşağı ya da geri geri çalınan bir tema üstüne kurulur. Bununla birlikte füg kavramı kanondan daha esnektir ve dolayısıyla daha duygusal ve sanatsal ifadelere imkân verir. Füğü açığa vuran işaret başlama biçimidir: tek bir ses temayı söyler. Bu bittiğinde ya dört nota üstten ya da üç nota alttan ikinci ses girer. Bu sırada birinci ses "karşı-konu"yu söyleyerek devam eder: bu, konuyla ritmik, armonik ve melodik karşıtlık oluşturacak biçimde seçilmiş ikincil bir temadır. Seslerin her biri sırayla, diğer sesler bestecinin zihnine doğan fantastik şeyleri seslendirirken, genellikle karşı konuyu söyleyen başka seslerin eşliğinde temayı söyler. Bütün sesler "girdiğinde" hiçbir kural kalmaz. Elbette bazı ölçütleri vardır – ancak füg bestelemek için hazır bir formül yoktur. *Müzikal Sunu*'daki iki füg asla "formülle bestelenemeyecek" füglerin sıradışı örnekleridir. Bunlarda salt "Fügalite"den daha derin bir şeyler vardır.

Bütün olarak *Müzikal Sunu* Bach'ın kontrpuandaki üstün başarılarının bir göstergesidir. Birçok fikir ve biçimin birlikte örüldüğü, eğlenceli çifte anlamların ve ince anıştırmaların bolca bulunduğu, büyük bir entelektüel füğdür. Ve insan zekâsının sonsuza dek değerli kalacak son derece güzel bir yaratısıdır. (H. T. David'in *J. S. Bach's Musical Offering* adlı kitabında eserin tamamı harika bir biçimde betimlenmiştir.)

Bitimsizce Yükselen Kanon

Müzikal Sunu'da özellikle sıradışı olan bir kanon vardır. Basitçe "Canon per Tonos" diye adlandırılmıştır ve üç sese sahiptir. En üst ses Kraliyet Teması'nın bir çeşitlemesini söylerken, altındaki iki ses, ikinci bir tema üzerine kurulu kanonik bir armonizasyon sağlar. İki sesten daha aşağı olanı temasını Do minörden (bütün olarak kanonun anahtarıdır) söyler ve yukarı olanı aynı temayı ses aralığı yukarıya doğru bir beşli aralıkla değiştirilmiş halde söyler. Ancak bu kanonu diğerlerinden farklı kılan ise bittiği zaman –ya da daha çok bitmiş gibi *göründüğünde*– artık Do minörde değil Re minörde oluşudur. Bach her nasılsa dinleyicinin burnunun dibinde *modülasyon yapmayı* (anahtarları değiştirmeyi) becermiştir. Ve bu "bitiş" yumuşak bir biçimde yeniden başlangıca bağlanacak şekilde kurulmuştur: böylece işlem tekrarlanıp bu sefer de Mi anahtarına varılır ve bu da yine başlangıca bağlanır. Bu ardışık modülasyonlar kulağı giderek tonalitenin uzak diyarlarına götürür. Ve böyle birkaç modülasyondan sonra başlangıç anahtarından çok uzaklara gidileceği

umutsuzca beklenebilir. Ama sihirli bir biçimde, tam altı modülasyondan sonra başlangıçtaki Do minör anahtarı ortaya çıkıverir! Bütün sesler başlangıçtakinden tam bir oktav yukarıdadır ve burada parça, müzik açısından kabul edilebilir biçimde kesilebilir. Bach'ın niyetinin de bu olduğunu düşünürsünüz; ama Bach kuşkusuz bu sürecin sonsuza dek gidebileceği izlenimini vermekten hoşlanmaktaydı; sayfanın kenarına "Modülasyonlar yükseldikçe Kral'ın görkemi de yükselir" diye yazmasının nedeni belki de budur. Potansiyel olarak sonsuz olma yönünü vurgulamak için onu İngilizce "Endlessly Raising Canon" [Bitimsizce Yükselen Kanon] diye adlandırmak hoşuma gidiyor.

Bach bize bu kanonda *Garip Döngüler* kavramının ilk örneğini vermiştir. "Garip Döngü" görüngüsü, hiyerarşik bir dizgenin düzeyleri içinde yukarı doğru (veya aşağı doğru) hareket edildiğinde her seferinde kendimizi aniden başladığımız yere geri dönmüş olarak bulduğumuzda ortaya çıkar. (Burada dizge müzik anahtarları dizgesidir.) Bazen Garip Döngüler oluşturan bir dizgeyi tanımlamak için *Dolaşık Hiyerarşi* terimini de kullandım. İlerledikçe Garip Döngüler teması tekrar tekrar karşımıza çıkacak. Bazen gizli, bazen de açık olarak; bazen düz bazen ters, bazen de geriye doğru olarak. Benim okura önerim "Quaerendo invenietis."

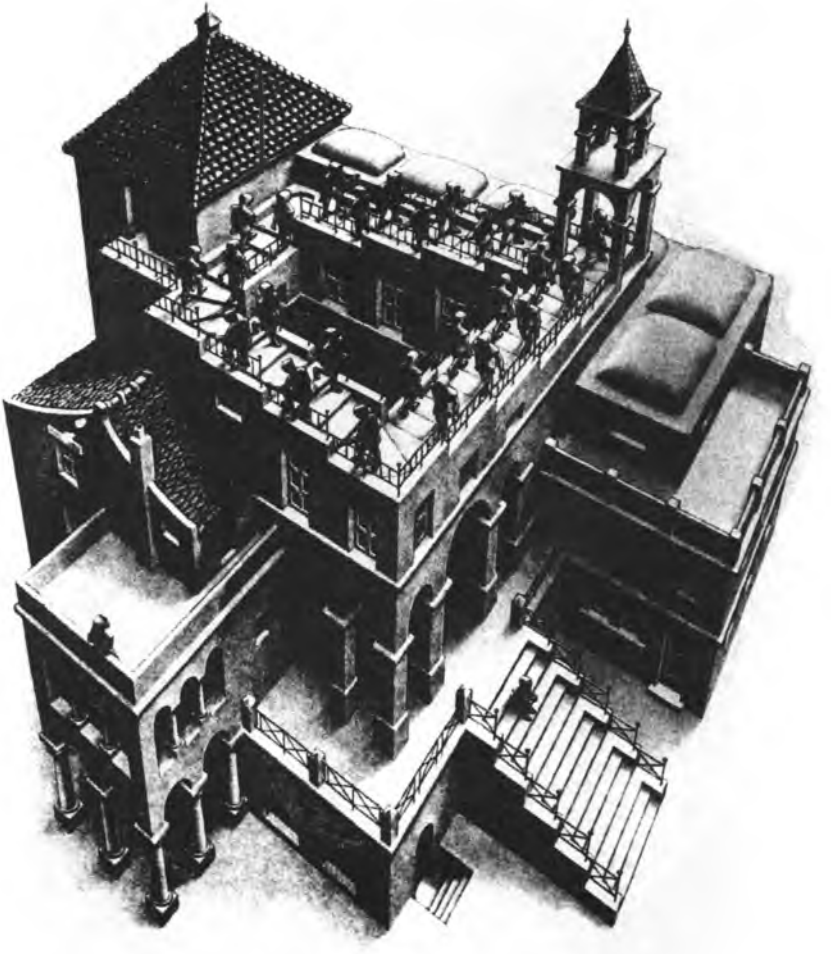
Escher

Bana göre, bu Garip Döngüler kavramının en güzel ve güçlü görsel gerçekleşimleri, 1898-1971 yılları arasında yaşamış Hollandalı grafik sanatçısı M. C. Escher'in eserlerinde bulunur. Escher tüm zamanların entelektüel açıdan en uyarıcı kimi çizimlerinin yaratıcısıydı. Bunların çoğunun kaynağında paradoks, yanılsama ya da çifte-anlam vardır. Escher'in çizimlerinin hayranları arasında ilk sırayı matematikçiler alır; çizimleri çoğunlukla simetri veya örüntü gibi matematik ilkelerine dayandıkları için bu oldukça anlaşılabilir bir şeydir... Yine de tipik bir Escher çiziminde simetri veya örüntüden daha fazlası vardır; çoğunlukla sanatsal form içinde gerçekleştirilmiş halde altta yatan bir düşünce bulunmaktadır. Ve özellikle de Garip Döngüler, Escher'in eserlerinde en sık yinelenen temadır. Örneğin *Çağlayan* taşbaskısına bakın (Şekil 5) ve onun altı adımlı bitimsizce düşen döngüsüyle, "Canon per Tonos"un altı adımlı bitimsizce yükselen döngüsünü karşılaştırın. Görüş benzerliği dikkat çekicidir. Bach ve Escher tek bir tema üstünde iki farklı "anahtar"la oynarlar: müzik ve resim.



Şekil 5. *Çağlayan*, M. C. Escher (taşbaskı, 1961).

Escher Garip Döngüleri birkaç farklı yoldan gerçekleştirmiştir ve bunlar döngünün sıkılığına bağlı olarak düzenlenebilirler. Keşişlerin sonsuza dek döngüler içinde zahmetle yürüdükleri *Çıkış ve İniş* adlı taşbaskısı (Şekil 6) başlangıç noktasına yeniden dönene değin birçok adım içerdiğinden en gevşek çeşitlemedir. *Çağlayan* ise, biraz önce gözlemlediğimiz gibi, yalnızca altı ayrı adım içerdiğinden sıkı bir döngüdür. Tek "adım" kavramında belirsizlik olduğunu düşünebilirsiniz – örneğin *Çıkış ve İniş* dört düzeye (merdivenler) sahip olarak görülebileceği gibi kırkbeş düzeye (basamaklar) sahip olarak da

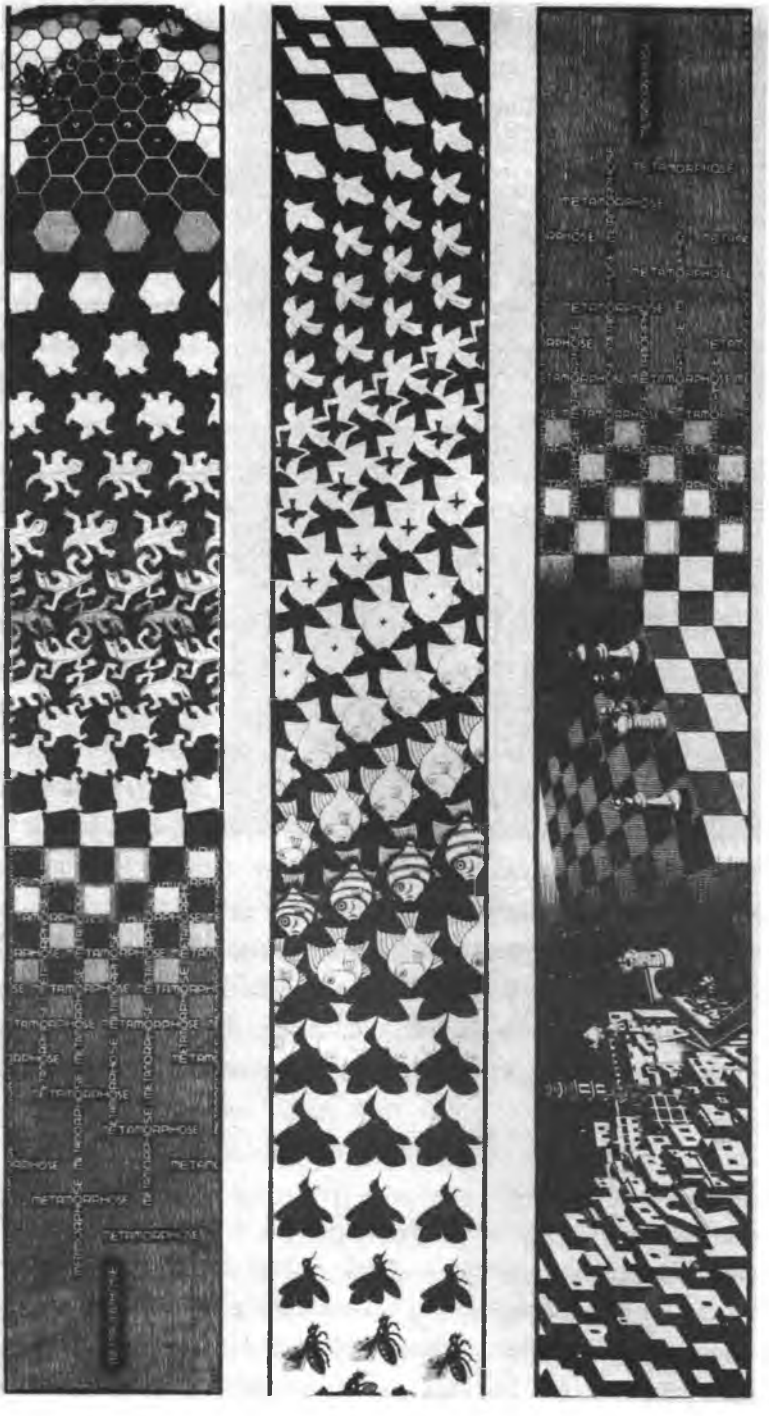


Şekil 6. *Çıkış ve İniş*, M. C. Escher (taşbaskı, 1960).



Şekil 7. *Yansıtıcı Küreyle El.* Oto-portre, Maurits Cornelis Escher (taşbaskı, 1935).

görülemez mi? Aslında düzey hesabının yapısında yalnızca Escher'in resimlerinde değil, ama hiyerarşik çok düzeyli dizgelerde de bir bulanıklık olduğu doğrudur. Bu konudaki anlayışımızı daha sonra keskinleştireceğiz. Ama şimdi aklımızı bununla fazla karıştırmayalım! Döngümüzü sıkılaştırdıkça iki elin birbirini çizdiği olağanüstü *Birbirini Çizen Eller*'e (Şekil 135) geliriz: iki adımlı Garip Döngü. Son olarak bütün Garip Döngülerin en sıkısı *Resim Galerisi*'nde (Şekil 142) gerçekleştirilmiştir: kendini içeren bir resmin resmi. Yoksa kendini içeren bir galerinin resmi mi? Ya da kendini içeren bir kentin mi? Ya da kendini içeren bir genç adamın mı? (Bu arada *Çıkış ve İniş* ile



Şekil 8. *Başkalaşım II*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 19,5 cm x 400 cm, 1939-40).

Çağlayan'daki yanılsama Escher tarafından değil, İngiliz matematikçi Roger Penrose tarafından 1958 yılında yaratılmıştır. Bununla birlikte Garip Döngü teması, Escher'de 1948 yılında çizdiği *Birbirini Çizen Eller* deseninde zaten mevcuttu. *Resim Galerisi* 1956 yılına tarihlenir.)

Garip Döngüler kavramında örtük olarak sonsuzluk kavramı vardır, çünkü bir döngü sonu olmayan bir sürecin sonlu bir biçimde temsil edilmesi yolundan başka nedir ki? Ve Escher'in çizimlerinin çoğunda sonsuzluk büyük bir rol oynar. Çoğunlukla içiçe geçen tek bir temanın kopyaları, Bach'ın kanonlarının görsel benzerleridir. Bu tür örüntülerden bazıları Escher'in ünlü *Başkalaşım* (Şekil 8) baskısında görülebilir. Bu biraz "Bitimsizce Yükselen Kanon"a benzer: başlangıç noktasından gittikçe uzaklaşır ve aniden geri döner. *Başkalaşım*'ın ve diğer resimlerin parçalı düzlemlerinde, sonsuzluk anıştırmaları zaten mevcuttur. Ancak Escher'in diğer çizimlerinde sonsuzluğun daha kural tanımaz görüntüleri ortaya çıkar. Çizimlerinin bazılarında tek bir tema gerçekliğin farklı düzeylerinde ortaya çıkabilir. Örneğin bir çizimdeki bir düzey fantaziyi veya imgelemi temsil ediyor olarak görünebilir; bir başka düzey ise gerçeklik olarak anlaşılabilir. Bu iki düzlem tek belirtik olarak resmedilmiş düzeyler olabilir. Ama bu iki düzeyin salt varlığı izleyiciyi kendilerini de bir başka düzeyin parçası olarak görmeye davet eder; ve bu adımın atılmasıyla izleyenin, Escher'in üstü kapalı düzey zincirini görmesi kaçınılmazdır, burada her bir düzeyin üstünde bir diğer daha büyük "gerçeklik" düzeyi vardır ve yine benzer biçimde her zaman olduğundan "daha imgesel" bir alt düzey vardır. Bu kendi içinde ürkütücü gelebilir. Bununla birlikte düzey zincirleri doğrusal değil de döngü oluşturursa ne olur? Bu durumda gerçek nedir, fantazi nedir? Escher'in dehası, izleyenleri sanki içlerine davet ettiği yarı gerçek, yarı mitik, düzinelerce dünyayı, Garip Döngülerle doldurulmuş dünyaları yalnızca icat etmekle kalmayıp gerçekten resmedebilmesindedir.

Gödel

Bach ve Escher'de gördüğümüz Garip Döngü örneklerinde sonlu ve sonsuz arasında bir çatışma ve bundan kaynaklanan güçlü bir paradoks duygusu vardır. Sezgisel olarak burada matematikle ilgili bir şeyler vardır. Ve gerçekten de yüzyılımızda, çok büyük yankılar uyandıran matematik bir karşılığı keşfedilmiştir. Ve aynı Bach'm ve Escher'in döngülerinde çok basit ve eski sezgilere başvurmaları gibi –müzik dizisi, merdiven– K. Gödel tarafından keş-



Şekil 9. Kurt Gödel.

fedilen matematik dizgeleri içindeki Garip Döngünün kökeninde de basit ve eski sezgiler bulunur. En açık biçimiyle Gödel'in keşfi, felsefedeki eski bir paradoksun matematik terimlerine çevrilmesidir. Paradoks *Epimenides paradoksu* veya *yalancı paradoksu* olarak bilinir. Epimenides ölümsüz bir tümce söylemiş bir Giritliydi: "Bütün Giritliler yalancıdır." Bu önermenin çarpıcı bir versiyonu basitçe "Ben yalan söylüyorum" ya da "Bu önerme yanlıştır"dır. Epimenides paradoksundan söz ettiğimde ben genellikle ikinci versiyonu kastedeceğim. Bu, önermeleri genellikle doğru ve yanlış olarak ikiye ayıran varsayımı kabaca ihlal eder, çünkü bir an için doğru olduğunu düşünürseniz anında geri teper ve size yanlış olduğunu düşündürür. Ama yanlış olduğuna karar verdiğinizde de, benzer bir geri tepmeyle sizi onun doğru olması gerektiği düşüncesine döndürür. Deneyin!

Epimenides paradoksu, Escher'in *Resim Galerisi* gibi, tek adımlı bir Garip Döngüdür. Ama bunun matematikle ne ilişkisi olabilir ki? Gödel'in keşfettiği işte bu ilişkidir. Onun düşüncesi matematiksel usavurmayı keşfetmek için

matematiksel usavurmayı kullanmaktı. Bu matematiği "içe bakışlı" yapma kavramı çok güçlü olduğunu kanıtladı ve belki de bunun en zengin içerimi Gödel'in bulduğu şeydi: Gödel'in Eksiklik Teoremi. Teoremin ne söylediği ve bunun nasıl ispatlandığı iki ayrı konudur. Bu kitapta her ikisini de oldukça ayrıntılı biçimde tartışacağız. Teorem bir inciye, ispatlanma yöntemi de istiridyeye benzetilebilir. İnci parıltısı ve yalınlığıyla değer kazanır; istiridye ise iç organları bu gizemli biçimde değerli taşı oluşturan karmaşık bir hayvandır.

Gödel'in Teoremi 1931 yılında, "*Principia Mathematica* ve Benzeri Dizgelerin Biçimsel Olarak Karar Verilemeyen Önermeleri Üzerine" başlıklı makalesinde VI. Önerme olarak ortaya çıkar. Şöyle der:

> Her ω-tutarlı yinelgen tamdeyimler sınıfı κ'ya öyle yinelgen υ *sınıf-imleri* tekabül eder ki, bu durumda ne υ Gen *r* ne de Değil (υ Gen *r*) Flg (κ)'ya ait olur (burada υ, *r*'nin *bağsız değişkenidir.*)

Bunun aslı Almancadır ve belki de her durumda Almanca olduğunu düşünebilirsiniz. Daha normal bir Türkçeyle söylersek:

> Sayı kuramının bütün tutarlı ilksavlı formülasyonları karar verilemeyen önermeler içerir.

İnci budur.

Bu incinin içinde Garip Döngü görmek güçtür. Çünkü Garip Döngü istiridyenin –ispatın– içine gömülmüştür. Gödel'in Eksiklik Teoremi, aynı Epimenides paradoksunun dilin kendine-göndergeli bir önermesi olması gibi, kendine-göndergeli bir matematik önerme yazmaya dayanır. Ama dil içinde dil hakkında konuşmak çok basitken, sayılar hakkındaki bir önermenin kendisi hakkında nasıl konuşabildiğini anlamak o kadar kolay değildir. Gerçekten de kendine-göndergeli önermelerle sayı kuramı arasında bağlantı kurmak deha işidir. Gödel böyle bir önermenin yaratılabileceğini sezmesiyle en büyük engeli aşmıştır. Bu önermenin fiili olarak yaratımı bu güzel sezgi kıvılcımının üzerine çalışılarak gerçekleşti.

Gödel'in inşasını gelecek bölümlerde titizlikle inceleyeceğiz, ama tamamıyla karanlıkta kalmamanız için, gördüklerinizin zihninizdeki fikirleri tetiklemesi umuduyla düşüncenin özüne ilişkin birkaç noktaya değineceğim. Öncelikle zorluk kesin bir biçimde açıklığa kavuşturulmalıdır. Matematik önermeler –biz sayılar kuramına ait olanlar üstünde yoğunlaşalım– tam sayıların özellikleri hakkındadır. Tam sayılar ne önermeler, ne de onların özellikleridir. Sayılar kuramının bir önermesi, sayılar kuramının bir önermesi *hak-*

kında değildir; yalnızca sayılar kuramının bir önermesidir. Problem budur; ama Gödel burada göze çarpandan fazlasının olduğunu kavramıştı.

Gödel, sayılar kuramının bir önermesinin sayılar kuramının önermesi hakkında (hatta belki de kendi hakkında) olabileceğini anlamıştı, yeter ki sayılar bir biçimde önermelerin yerine durabilsin. Başka bir deyişle *kod* kavramı onun inşasının can alıcı noktasıdır. Genellikle "Gödel-sayılaştırması" diye adlandırılan Gödel Kodu'nda sayılar, simgelerin ve simge dizilerinin yerine durur. Bu yolla sayılar kuramının her önermesi belirli simgelerin dizisi olarak bir Gödel sayısı alır; gönderimi sağlayan telefon numarası ya da trafik plakası gibi. Ve bu kodlama hilesi, sayı kuramı önermelerinin iki farklı düzeyde anlaşılmasına imkân verir: sayı kuramının önermeleri olarak ve *sayı kuramı önermeleri hakkındaki önermeler olarak.*

Gödel bu kodlama yöntemini bulduktan sonra Epimenides paradoksunu bir sayı kuramsal biçimselciliğe taşıma yolunun ayrıntısı üstüne çalışması gerekti. Son Epimenides önermesi, "Bu sayı kuramı önermesi yanlıştır" demiyor, daha çok, "Bu sayı kuramı önermesinin hiçbir ispatı yoktur" diyordu. Bu büyük karışıklıklara yol açabilir, çünkü genel olarak "ispat" kavramından ne anlaşıldığı oldukça belirsizdir. Gerçekten de Gödel'in çalışması, matematikçilerin ispatların ne olduğunu açıklamak için giriştikleri uzun çabaların yalnızca bir parçasıydı. Unutulmaması gereken önemli nokta, ispatların, önermelerin *sabit dizgeler içindeki* tanıtlanmaları olduğudur. Gödel'in çalışmasında, 'ispat' sözcüğünün göndermede bulunduğu sabit sayı-kuramsal usavurma dizgesi, Bertrand Russell ve Alfred North Whitehead'in 1910-1913 yılları arasında yayınlanan dev eseri *Principia Mathematica*'dır (*PM*). Bundan dolayı Gödel tümcesi G'nin şöyle yazılması daha uygundur:

Sayılar kuramının bu önermesinin
Principia Mathematica dizgesi içinde hiçbir ispatı yoktur.

Bu arada bu Gödel tümcesi G, Gödel'in Teoremi değildir – aynı Epimenides tümcesinin "Epimenides tümcesi bir paradoksdur" gözlemi olmadığı gibi. G'nin keşfinin ne etki yarattığını şimdi söyleyebiliriz. Epimenides önermesi ne doğru ne de yanlış olduğu için bir paradoks yaratırken, Gödel tümcesi G de (*PM* içinde) ispatlanamadığı halde doğrudur. Büyük sonuç? *Principia Mathematica* dizgesi "eksikli"dir, tam değildir – ispatlama yöntemlerinin tanıtlayamayacak kadar zayıf kaldığı doğru sayı kuramı önermeleri vardır.

Principia Mathematica bu darbenin ilk kurbanı olmuşsa da kuşkusuz sonuncusu değildi! Gödel'in makalesinin başlığındaki "ve Benzeri Dizgeler" de-

yişi bunu anlatıyor; çünkü Gödel'in vardığı sonuç Russell ve Whitehead'in çalışmasında yalnızca bir kusuru belirtseydi, o zaman başkaları *PM*'yi geliştirip Gödel'in Teoremini çürütebilirlerdi. Ancak bu mümkün değildi: Gödel'in kanıtlaması, Whitehead ve Russell'ın önlerine koydukları amaçları gerçekleştirme iddiasında bulunan her ilksavlı dizge için geçerliydi. Ve her bir farklı dizge için aynı temel yöntem işliyordu. Kısacası Gödel hangi ilksavlı dizge söz konusu olursa olsun, ispatlanabilirliğin doğruluktan daha zayıf bir kavram olduğunu gösterdi.

Bu nedenle Gödel'in Teoremi matematiğin temelleriyle ilgilenen mantıkçılar, matematikçiler ve filozoflar üstünde bir şok etkisi yarattı, çünkü ne kadar karmaşık olursa olsun hiçbir sabit dizgenin tam sayıların –0, 1, 2, 3 ...– karmaşıklığını temsil edemeyeceğini göstermişti. Geçen zaman içinde kültürümüz, görelilik kuramı ve kuantum mekaniğinin kavramsal devrimiyle birlikte Gödel'in Teoremini içselleştirdiğinden modern okur, bu keşif karşısında 1931'in okurlarının duyduğu şaşkınlığı duymayabilir. Çeşitli çeviri katmanlarınca hızları kesilmiş (ve genellikle karartılmış) olsa da, bu devrimlerin felsefi açıdan yoldan çıkarıcı mesajları halka ulaşmıştır. Bugünlerde genel hava, 'sınırlayıcı' sonuçlar beklentisidir – ama 1931'lerde bu keşif gündeme bir bomba gibi düşmüştü.

Matematiksel Mantık: Özet

Gödel'in Teoremini tam anlamıyla anlamak için onu bağlamı içine oturtmak gerekir. Bu nedenle şimdi, 1931'den önceki matematiksel mantığın tarihini kısaca özetlemek gibi imkânsız bir işe girişeceğim. (Bu tarihin çok güzel sunumları için DeLong, Kneebone ya da Nagel ve Newman'e bakın.) Her şey usavurmamn düşünce süreçlerinin mekanikleştirilmesi girişimiyle başladı. Usavurma yeteneğimizin bizi diğer türlerden ayıran özellik olduğu iddia edilegelmiştir; dolayısıyla ilk bakışta en insani olan özelliği mekanikleştirme girişimi paradoks gibi görünmektedir. Yine de eski Yunanlılar bile usavurmanın kalıplaşmış, örüntülü bir süreç olduğunu ve en azından kısmen dile getirilebilir yasalarca yönetildiğini biliyorlardı. Aristoteles tasımı, Eukleides geometriyi yasalaştırdı; ancak bundan sonra ilksavlı usavurma çalışmalarında yeniden ilerleme sağlanabilmesi için yüzyıllar geçmesi gerekti.

Ondokuzuncu yüzyıl matematiğinin önemli keşiflerinden biri farklı ve aynı derecede geçerli geometrilerin varolduğuydu – "geometri"den soyut nokta ve çizgilerin özelliklerinin kuramı anlaşılıyordu. Uzun zaman geometrinin

Eukleides'in yasalaştırdığı dizge olduğu ve Eukleides'in sunumunda küçük kusurlar varsa bile bunların önemli olmadığı düşünüldü; geometride gerçek ilerleme Eukleides'in genleştirilmesiyle sağlanabilirdi. Birkaç kişi tarafından kabaca eşzamanlı olarak Eukleidesdışı geometrinin keşfedilmesiyle bu görüş parçalandı – bu, matematik topluluğunu şok eden bir keşifti, çünkü matematiğin gerçek dünyayı incelediği düşüncesine derinden derine meydan okuyordu. Tek bir gerçeklik içinde birçok farklı "nokta" ve "çizgi"nin olması nasıl mümkün olabilirdi? Bugün ikilemin çözümü matematikçi olmayanlar için bile açık olabilir – ama o zamanlarda bu ikilem matematik çevrelerinde tam bir yıkım yarattı.

Daha sonra ondokuzuncu yüzyılda, İngiliz mantıkçı George Boole ve Augustus De Morgan, tümdengelimli usavurma kalıplarını katı biçimde yasalaştırmada Aristoteles'ten de ileriye gittiler. Hatta Boole kitabına *The Laws of Thought* [*Düşüncenin Yasaları*] adını verdi – kuşkusuz abartılıydı, ama önemli bir katkıydı. Lewis Carroll mekanikleştirilmiş usavurma yöntemlerinden büyülenmişti ve bunlarla çözülebilen birçok bulmaca türetti. Jena'da Gottlob Frege ve Torino'da Giuseppe Peano biçimsel usavurmayı, kümeler ve sayılar üzerine yapılan çalışmalarla birleştirme yönünde çalıştılar. Göttingen'de David Hilbert geometriyi Eukleides geometrisinden çok daha katı bir şekilde biçimselleştirmeye çalıştı. Bütün bu çabalar "ispat"ın ne anlama geldiğinin açıklığa kavuşturulmasına yönelmişti.

Bu arada klasik matematikte de ilginç gelişmeler oluyordu. 1880'lerde Georg Cantor tarafından *kümeler kuramı* olarak bilinen, farklı tipteki sonsuzluklar kuramı geliştirildi. Sağlam ve güzel bir kuramdı, ama sezgiye meydan okuyordu. Çok geçmeden küme-kuramına dair paradokslar ortaya çıktı. Durum çok rahatsız ediciydi, çünkü matematik –limit kuramıyla ilgili– bir paradoks kümesinden kurtulmuş görünürken, çok daha kötü görünen, tamamıyla yeni bir paradokslar kümesiyle karşı karşıya kalmıştı!

Bunların en ünlüsü Russell paradoksudur. Kümelerin çoğu kendi kendilerinin öğeleri değilmiş gibi görünür –örneğin denizaygırı kümesi denizaygırı değildir, yalnızca Jeanne D'Arc'ı kapsayan küme Jeanne D'Arc değildir (bir küme bir kişi değildir)– ve bu böyle gider. Bu açıdan, kümelerin çoğu "normal" kümelerdir. Bununla birlikte bütün kümelerin kümesi ya da Jeanne D'Arc dışında her şeyin kümesi gibi vb bazı "kendi kendini yutan" kümeler kendilerini öğeleri olarak içerirler. Açıkçası her küme ya "normal" ya da "kendi kendini yutan" bir kümedir, hiçbir küme ikisi birden olamaz. Şimdi hiçbir şey bizi N'yi türetmekten alıkoyamaz: bütün normal kümelerinin kü-

mesi. Başlangıçta N bir normal küme gibi görünebilir – ama kendinize "N'nin kendisi normal bir küme mi yoksa kendini yutan bir küme mi?" diye sorduğunuz zaman bu görüşü bir kez daha gözden geçirmek zorunda kalırsınız. Yanıtın şöyle olduğunu bulursunuz: "N, ne normal küme ne de kendini yutan kümedir, çünkü her iki seçenek de paradoksa yol açar." Deneyin!

Ama N, ne normal bir küme ne de kendini yutan kümeyse, o zaman nedir? En azından patolojiktir. Ancak bu türden kaçamak yanıtlar kimseyi tatmin etmemiştir. Bu nedenle insanlar küme kuramının temellerini daha da derinlemesine incelemeye başlamışlardır. Can alıcı sorular şunlar olabilir: "Sezgisel 'küme' kavramımızda yanlış olan nedir? Sezgilerimize uyan, ama paradokslara yol açmayan sağlam bir küme kuramı geliştirebilir miyiz?" Burada sorun, sayılar kuramı ve geometride olduğu gibi, biçimselleştirilmiş ya da ilksavlandırılmış usavurma dizgeleriyle sezgiyi uyumlu hale getirmeye çalışmaktır.

Russell paradoksunun "Grelling paradoksu" denilen şaşırtıcı versiyonu, kümeler yerine sıfatlar kullanılarak kurulabilir. İngilizcedeki sıfatları iki kategoriye ayırın: "pentasylabic," "awkwardnessful" ve "recherche" gibi kendini-betimleyenler ve "edible," "incomplete" ve "bisyllabic" gibi betimlemeyenler. Şimdi "kendini-betimlememe"yi sıfat olarak kabul edersek bu hangi sınıfa dahil olur? Tireyle birleştirilen sözcükleri içermesi kuşkulu görünüyorsa, özellikle bu paradoks için türetilmiş iki terim kullanabiliriz: *otolojik* (= "kendini-betimleyen") ve *heterolojik* (= "kendini-betimlemeyen"). O zaman soru şöyle olur: "' 'Heterolojik' heterolojik midir?" Deneyin!

Bu paradokslarda ortak bir suçlu var gibi görünmektedir: kendine-gönderme ya da "Garip Döngüsellik." Yani hedef bütün paradokslardan kurtulmaksa, niye kendine-göndermeden ve onun ortaya çıkışına yol açan her şeyden kurtulmayı denemiyoruz? Bu göründüğü kadar kolay değildir, çünkü bazen kendine-göndermenin nerede ortaya çıktığını bulmak bile çok güç olabilir. Birkaç adımlı Garip Döngünün bütününe yayılmış olabilir; Epimenides'in, *Birbirini Çizen Eller*'i anımsatan "genleşmiş" versiyonunda olduğu gibi:

Aşağıdaki tümce yanlıştır.
Önceki tümce doğrudur.

Bu tümceler birlikte alındıklarında, Epimenides'in özgün paradoksuyla aynı etkiye sahiptirler; ama ayrı ayrı, zararsız hatta potansiyel olarak kullanışlı tümceler bile olabilirler. Bu Garip Döngünün "günahı" her iki tümceye de yüklenemez – yalnızca birbirlerini "gösterdikleri" zaman bu söz konusu olabi-

lir. Benzer biçimde, *Çıkış ve İniş*'in her bir yerel bölgesi tamamıyla meşrudur; yalnızca global olarak bir araya getiriliş biçimleri olanaksızlık yaratır. Kendine-göndermeyi oluşturabilmenin dolaysız olduğu kadar dolaylı yolları da olduğundan –kendine-gönderme bütün kötülüklerin kaynağı olarak görülüyorsa– her iki türün birden nasıl yok edileceği düşünülmelidir.

Garip Döngülerden Kurtulmak

Russell ve Whitehead bunu hedeflemişlerdi ve buna uygun olarak *Principia Mathematica* mantık, küme kuramı ve sayı kuramından Garip Döngüleri kovma amacını güden dev bir alıştırmaydı. Dizgelerinin düşüncesi temel olarak şuydu. En alt "tipin" kümesi üyeleri olarak yalnızca "nesneler"i içerecekti – kümeleri değil. Sonraki tipin kümesi yalnızca nesneleri ya da en alt tipin kümelerini içerebilirdi. Genel olarak verili tipte bir küme yalnızca daha alt tipin kümelerini ya da nesneleri içerebilirdi. Her küme özgül bir tipe aitti. Açıkçası hiçbir küme kendini içeremezdi, çünkü kendi tipinden daha yüksek olan bir tipe ait olmalıydı. Böyle bir dizgede yalnızca "normal" kümeler varolabilir; dahası bizim N –bütün normal kümelerin kümesi– artık bir küme olarak düşünülemez, çünkü o hiçbir sonlu tipe ait değildir. Bütün bunlardan sonra, "Garip Döngülerin defedilmesi kuramı" da diyebileceğimiz bu *tipler kuramı* paradoksları küme kuramından başarıyla kovmuştur. Ancak bunu, yalnızca yapay görünüşlü bir hiyerarşiyi ortaya çıkarma ve –bütün normal kümelerin kümesi gibi– belirli türlerde kümelerin oluşturulmasını engelleme pahasına yapabilmiştir. Sezgisel olarak kümeleri bu şekilde tahayyül etmeyiz.

Tipler kuramı Russell paradoksunu halleder, ama Epimenides paradoksu veya Grelling paradoksuyla ilgisi yoktur. İlgileri küme kuramının ötesine geçmeyen insanlar için bu oldukça yeterliydi – ama genel olarak paradoksların ortadan kaldırılmasıyla ilgilenenler açısından, tekrar dildeki döngülerin içine düşmemek için benzer bir "hiyerarşileştirme" zorunlu görünmektedir. Böyle bir hiyerarşinin temelinde *nesne dili* olacaktır. Burada yalnızca özgül bir alana gönderme yapılabilir – nesne dilinin (gramer kuralları ya da belirli tümceleri gibi) kendi niteliklerine değil. Bu amaç için bir *metadil* olmalıdır. Bu iki dilsel düzey deneyimi bütün yabancı dil öğrenenler için bildiktir. Bundan sonra metadili tartışmak için bir metametadil olmalıdır vb. Her tümcenin hiyerarşinin kesin bir düzeyine ait olması gerekmektedir. Bu nedenle verili bir sözcelemin uygun olduğu hiçbir düzey bulunamadığında, o zaman bu sözce anlamsız sayılacak ve unutulacaktır.

Yukarıda verilen iki adımlı Epimenides döngüsü hakkında bir çözümlemeye girişilebilir. Birinci tümce, ikinciden söz ettiğine göre, ikinciden daha üst bir düzeyde olmalıdır. Ama aynı özellik nedeniyle, ikinci tümce birinciden daha üst bir düzeyde olmalıdır. Bu imkânsız olduğundan, iki tümce "anlamsız"dır. Daha kesin bir biçimde, böyle tümceler dillerin katı hiyerarşisi üstüne kurulu bir dizge içinde formülleştirilemezler. Bu, Epimenides paradoksunun tüm versiyonlarının olduğu kadar Grelling paradoksunun da önünü kapar. ("Heterolojik" hangi dil düzeyine ait olabilir?)

Belki her zaman kullanmadığımız soyutlamalarla ilgili olan küme kuramında, biraz garip de olsa, tipler kuramı gibi bir katmanlaştırma kabul edilebilir görünebilir – ama yaşamın bütün alanlarını kaplayan dil söz konusu olduğunda böyle bir katmanlaştırma saçma görünür. Çeşitli konulardan söz ettiğimiz zaman diller hiyerarşisinde yukarı aşağı atladığımızı düşünmeyiz. "Bu kitapta tipler kuramını eleştiriyorum" gibi sıradan bir olgu durumu tümcesi tartıştığımız dizge içinde iki kez yasaklanacaktır. İlk olarak yalnızca bir "metakitap" içinde anılabilen "bu kitap"ı anar –ve ikinci olarak *beni* anar– benim hakkımda konuşmama izin verilmeyen bir kişiyi! Bu örnek tanıdık bir bağlama taşındığında tipler kuramının ne kadar aptalca olduğunu gösterir. Paradokslar için benimsediği çözüm –her biçimiyle kendine-göndermenin toptan yasaklanması– birçok kusursuzca kurulmuş iyi yapıyı anlamsız kılarak, gerçekten de ölümcül bir durum yaratacaktır. Bu arada "anlamsız" sıfatı dilbilimsel tipler kuramının tüm tartışmalarına uygulanmak zorundadır (bu paragraftaki bir tartışma gibi), çünkü bunlar hiçbir düzeyde bulunamazlar – ne nesne dili, ne metadil, ne de metametadil, vb içinde. Böylece kuramı tartışmaya açmanın kendisi, kuramı en açık biçimde ihlal etmek olacaktır!

Belki bu kuramlar onların –sıradan konuşma diliyle değil– yalnızca biçimsel dillerle ilişkili oldukları söylenerek savunulabilir. Bu mümkündür, ama o zaman bu, böylesi kuramların fazlasıyla akademik olduklarını ve özel düzenlenmiş dizgeler dışındaki paradokslar hakkında fazla bir şey söylemediklerini gösterir. Ayrıca neye mal olursa olsun paradoksları yok etmeye çalışmak, özellikle de bu amaç için aşırı yapay biçimselcilik yaratılması gerektiğinde, kişiliksiz tutarlılığa çok fazla prim verilirken, yaşamı ve matematiği ilginç hale getiren sıradışılık ve yaratıcılığı es geçmek anlamına gelir. Tutarlılığı sürdürmeyi denemek elbette önemlidir, ama bu çaba sizi heyula gibi eciş bücüş bir kurama zorluyorsa, o zaman bir şeyler yolunda gitmiyor demektir.

Matematiğin temellerine ilişkin bu tür konular, bu yüzyılın başlarında ortaya çıkan insan usavurma yöntemlerinin kodlanmasına duyulan büyük ilginin nedenidir. Matematikçiler ve filozoflar, tamsayılar hakkındaki çalışmalar

gibi (sayı kuramı) en somut kuramların bile sağlam temeller üstüne kurulup kurulmadıklarından ciddi olarak kuşkulanmaya başladılar. Eğer paradokslar küme kuramında bu kadar kolayca ortaya çıkıveriyorsa –temel kavramı, yani küme kavramı, sezgiyle kesinlikle kavranan bir kuramda bunlar oluyorsa– o zaman matematiğin diğer dallarında da paradokslar olamaz mıydı? Bir diğer bağlantılı kaygı mantık paradokslarının, örneğin Epimenides paradoksunun, matematiğe içsel bir sorun haline gelmesi ve böylece matematiğin bütününe kuşku bulaşmasıydı. Bu matematiğin yalnızca mantığın bir dalı (ya da aksine mantığın yalnızca matematiğin bir dalı) olduğuna inananları –bunların sayısı oldukça fazlaydı– özellikle endişelendiriyordu. Gerçekten de bu soru – "Matematik ve mantık farklı ya da ayrı mı?"– çoğu tartışmanın kaynağıydı.

Matematiğin kendisi hakkındaki incelemeler *metamatematik* –ya da matematik ve mantık içiçe geçtiğinden *metamantık*– olarak bilinir. İspatlama kuramcılarının en ivedi önceliği, matematiksel usavurmamn hakiki doğasını belirlemekti. Yasal yordam yöntemi nedir, yasadışı olan nedir? Matematiksel usavurma her zaman "doğal dil"le yapılageldiğine göre (örn. Fransızca, Latince veya herhangi bir normal iletişim dili) her zaman bir belirsizlik içermesi çok olağandı. Sözcükler farklı insanlara farklı anlamlar ifade eder, zihinlerinde farklı imgeler doğururdu vb. Bütün matematik işlemlerinin yapılabildiği ve onun yardımıyla iki matematikçinin önerilen ispatın geçerli olup olmadığı üzerine yaptıkları tartışmayı çözebilecekleri tek tip bir yazılış biçimi tesis etmek usauygun, dahası önemli görülüyordu. Bu, insan usavurmasının evrensel olarak kabul edilen tarzlarının, en azından matematikte uygulandıkları sürece bütünüyle kodlanmasını gerektirir.

Tutarlılık, Eksiksizlik, Hilbert Programı

Principia Mathematica'nın hedefi buydu: Matematiğin tamamının mantıktan türediğini göstermek ve elbette bunu çelişkisiz biçimde yapmak! Büyük beğeni toplamıştı ancak (1) matematiğin bütünü gerçekten Russell ve Whitehead tarafından tanımlanan yöntemlerde içeriliyor muydu ve hatta (2) sunulan yöntemler kendinde tutarlı mıydı, bundan kimse emin değildi. Russell ve Whitehead'in yöntemlerini izleyerek herhangi bir matematikçinin *hiçbir zaman* çelişik sonuçlar türetmeyeceği kesin miydi?

Bu soru, dünya matematikçiler (ve metamatematikçiler topluluğunun) önüne bu sorunu koymuş olan seçkin Alman matematikçi (ve metamatematikçi) David Hilbert'i özellikle meşgul etmişti: *Principia Mathematica*'da tanımlanan dizgenin –belki Russell ve Whitehead'in ana hatlarını çizdiği yönte-

mi izleyerek– hem *tutarlı* (çelişkisiz) hem de *tam* [complete] olduğunu (yani sayı kuramının her doğru önermesinin *PM*'da çizilmiş çerçeveden türetilebileceğini) kesin olarak tanıtlamak. Ancak Hilbert döngüsel olmakla eleştirilebilirdi: aynı usavurma yöntemlerini temel alarak kendi usavurma yöntemlerinizi nasıl haklılandırabilirsiniz? Bu birinin "kendi göbeğini kendisinin kesmesine" benzer. (Bu Garip Döngülerden kurtulamayacak mıyız ne!)

Hilbert bu ikilemin elbette farkındaydı ve bu nedenle tutarlılık ya da eksiksizliğin, yalnızca "sonlayıcı" usavurma kiplerine bağlı olan bir tanıtının bulunabileceği umudunu taşıyordu. Bunlar matematikçiler tarafından genelde kabul edilen küçük bir usavurma yöntemleri kümesiydi. Bu yolla Hilbert matematikçilerin kısmen de olsa bir önyükleme aracılığıyla başarıya ulaşabileceklerini umuyordu: yalnızca küçük bir yöntemler kümesini kullanarak matematik yöntemlerinin tamamının sağlamlığı [sound] ispatlanabilirdi. Bu amacın fazlasıyla ezoterik olduğu düşünülebilir, ama bu yüzyılın ilk otuz yılında dünyanın en büyük matematikçilerinin çoğunun zihnini meşgul etmiştir.

Bununla birlikte otuzbir yılında, Gödel, Hilbert programını bazı açılardan tamamıyla yıkan tezini yayınladı. Bu tez, Russell ve Whitehead tarafından önerilen ilksavlı dizgede onarılamaz "delikler" olduğunu göstermekle kalmadı, daha da genel olarak, hiçbir ilksavlı dizgenin tutarsız bir dizge olmadıkça tüm sayı kuramsal doğruları üretemeyeceğini de ispatladı! Sonuç olarak *PM*'de sunulana benzer bir dizgenin tutarlılığını ispatlama umudunun boş olduğu gösterildi: Yalnızca *PM*'deki yöntemlerin kullanımıyla bir ispat bulunabilseydi, o zaman –ve bu Gödel'in çalışmasının en gizemli sonuçlarından biridir– *PM*'nin kendisi tutarsız olmalıydı!

Son ironi ise Gödel'in Eksiklik Teoreminin ispatının, Epimenides paradoksunu, güya Garip Döngülerin saldırısına karşı direnecek bir kale burcu olan *Principia Mathematica*'nın tam da merkezine taşımasıdır! Gödel'in Garip Döngüsü *Principia Mathematica*'yı yoketmemekle birlikte, matematikçilerin ona olan ilgilerini azaltmıştır, çünkü Russell ve Whitehead'ın özgün amaçlarının bir yanılsama olduğunu göstermiştir.

Babbage, Bilgisayarlar, Yapay Zekâ . . .

Gödel'in makalesi ortaya çıktığında dünya elektronik dijital bilgisayarları geliştirmek üzereydi. Mekanik hesaplama makineleri fikri bir süredir gündemdeydi. Onyedinci yüzyılda Pascal ve Leibniz sabit işlemler (toplama ve çarpma) yapan makineler tasarladılar. Bu makinelerin belleği yoktu ve mo-

dern terminolojiyle söylersek, programlanabilir değillerdi.

Makinenin devasa hesaplama potansiyelini kavrayan ilk insan Londralı Charles Babbage'dı (1792-1871). *Pickwick'in Serüvenleri*'nden fırlamış bir karaktere benzeyen Babbage yaşamı boyunca Londra'yı "sokak belalarından" – başta laternacılar olmak üzere– kurtarmak için yaptığı etkili savaşlarla ün salmıştı. Sinirine dokunan bu baş belaları gece gündüz demeden her an gelip serenad yaparlar, o da öfkeyle sokağa fırlayıp onları kovalardı. Bugün Babbage'ın zamanının yüz yıl ilerisinde olan bir adam olduğunu anlıyoruz: O yalnızca modern bilgisayarların temel ilkelerinin mucidi değil, ama aynı zamanda gürültü kirliliğine karşı da savaş veren ilk insanlardan biriydi.

İlk makinesi "Fark Makinesi," "farklılıklar yöntemi"yle çok çeşitli türden matematik çizelgeleri oluşturabilmekteydi. Ancak daha "F.M."nin modeli yapılmadan önce Babbage çok daha devrimci bir fikre saplanmıştı: "Çözümleyici Makine." Oldukça kibirli bir biçimde şöyle yazar, "Vardığım nokta herhalde insan zihninde yer almış en dolaşık ve karmaşık yerdir."[4] Daha önce tasarlanmış makinelerden farklı olarak Ç.M. bir "depo" (bellek) ve bir "değirmen"e (hesaplama ve karar verme birimi) sahipti. Bu birimler inanılmaz karmaşık yollarla birbirine bağlanmış binlerce dişli silindirden yapılmışlardı. Babbage delikli kartlar içeren bir programca kontrol edilen ve içeri ve dışarı girdap gibi dönebilen bir mekanizma düşlemişti – bu fikri ona, şaşkınlık verici biçimde karmaşık desenler dokuyan kart kontrollü bir tezgâh olan Jacquard tezgâhı esinlemişti. Babbage'ın çok zeki, ama şanssız kontes arkadaşı Lady Ada Lovelace (Lord Byron'm kızı) şiirsel bir biçimde, "Jacquard tezgâhının çiçekler ve yapraklar dokuması gibi, Çözümleyici Makine de *cebirsel hesaplar* dokuyor" yorumunu yapmıştı. Ne yazık ki şimdiki zaman kullanması yanlıştı, çünkü Ç.M. hiçbir zaman yapılmadı ve Babbage acı bir düş kırıklığına uğramış biri olarak öldü.

Lady Lovelace, Çözümleyici Makine'nin icat edilmesiyle insanoğlunun mekanikleşmiş zekâyla tanışacağının Babbage kadar bilincindeydi – özellikle Makine "kendi kuyruğunu yiyebilirse" (Babbage bir makinenin kendi depolanmış programını değiştirme noktasına gelip Garip Döngüler yaratmasını böyle betimliyordu). Lady Lovelace 1842'de yazdığı hatıratında[5] Ç.M.'nin, "*sayılar* yanında başka şeyler üzerinde de işlemler yapabileceğini" yazmıştı.

---

[4] Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, s. 145-6.

[5] L. F. Menabrea'nın: Lady A. A. Lovelace, "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage" (Cenevre, 1842) Anısına İlişkin Notlar; yeni baskısı: P. ve E. Morrison, *Charles Babbage and His Calculating Engines*, s. 248-9, 284.

Babbage otomatik bir satranç ya da üç taş oyunu icat etme düşleri kurarken, Lady Lovelace, dönen silindirler içine kodlanmış perdeler ve armonilerle Makine'sinin "her karmaşıklık düzeyinde seçkin ve bilimsel müzik parçaları besteleyebileceği" önerisini getiriyordu. Bununla birlikte son derece sakınımlıydı, "Çözümleyici Makine'nin hiçbir şey yaratma iddiası yoktur. Nasıl yaptıracağımızı buyurmayı bildiğimiz her şeyi yapabilir." Yapay hesaplamanın gücünü anlamakla birlikte Lady Lovelace yapay zekâ yaratılması konusunda kuşkucuydu. Yine de acaba keskin öngörüsü, elektriğin terbiye edilmesiyle ortaya çıkacak potansiyeli düşlemesine yeter miydi?

Yüzyılımızda bilgisayarların –Pascal, Leibniz, Babbage ya da Lady Lovelace'in en çılgın düşlerinin çok ötesindeki bilgisayarların– zamanı gelmişti. 1930'lar ve 1940'larda ilk "dev elektronik beyinler" tasarlandı ve yapıldı. Bunlar eskiden farklı olan üç alanının yakınlaşmasını hızlandırdı: ilksavlı usavurma kuramı, mekanik hesaplama incelemeleri ve zekâ psikolojisi.

Aynı yıllar büyük hızla gelişen bilgisayarlar kuramına tanıklık etti. Bu kuram metamatematiğe sıkıca bağlandı. Gerçekte Gödel'in Teoremi, hesap kuramı içinde Alan Turing tarafından keşfedilen, düşünülebilecek en güçlü bilgisayarda bile kaçınılmaz "delikler"in varolduğunu gösteren bir karşılığa sahiptir. İronik bir biçimde, bu tür esrarengiz sınırlamalar ortaya konulmaya çalışılırken, gerçek bilgisayarların güçleri, yapanların öngörülerinin çok ötesinde arttıkça artıyordu. Bir zamanlar, beş yüzyıl sonra dünyaya yeniden gelip, yeni çağda üç günlük bir bilimsel gezinti yapabilmek için yaşamının geri kalanından seve seve vazgeçeceğini söyleyen Babbage'ın ölümünden yalnızca bir yüzyıl sonra ortaya çıkan yeni makineler ve onların beklenmedik sınırlılıkları karşısında herhalde heyecandan dili tutulurdu.

1950'lerin başlarında mekanik zekâ yalnızca bir taş atımlık mesafedeymiş gibi görünüyordu; yine de gerçekten düşünen bir makinenin yaratılması için karşılaşılan engeller aşıldıkça, hep yeni engeller ortaya çıkıyordu. Bu hedefin gizemli biçimde geriye püskürtülmesinin altında daha derin bir neden mi vardı?

Zeki-olmayan davranış ve zeki davranış arasındaki sınırın nerede olduğunu kimse bilemez; aslında keskin bir sınır çizgisi bulunduğunu söylemek de herhalde aptalca olur. Ancak zekâ için gereken temel yeteneklerin ne olduğu kesindir:

durumlara oldukça esnek tepki vermek
raslantısal koşullardan yararlanmak;

belirsiz ya da çelişkili mesajlardan anlam çıkarmak;
bir durumun farklı öğelerinin göreli önemini tanımak;
kendilerini ayıran farklılıklara karşın durumlar arasındaki benzerlikleri bulmak;
kendilerini bağlayan benzerliklere karşın durumlar arasındaki farklılıkları çıkarabilmek;
eski kavramları yeni biçimlerde bir araya getirerek yeni kavramlar oluşturmak;
yeni fikirler ortaya atmak.

Burada açık bir paradoksla karşı karşıyayız. Doğaları gereği bilgisayarlar en esnek olmayan, arzusuz, kuralları izleyen yabanıllardır. Hızlı olabilmelerine karşın yine de bilinçsizliği temsil ederler. Öyleyse zeki davranış nasıl programlanabilir? Bu terimlerde çelişkinin en açık örneği değil midir? Bu kitabın ana tezlerinden biri bunun hiç de çelişki olmadığıdır. Bu kitabın ana amaçlarından biri her okuru, görünüşteki çelişkiyle karşılaşmaya, tadına varmaya, bunu zihninde evirip çevirmeye, ayrıca irdelemeye, içinde yuvarlanmaya zorlayıp onunla yüz yüze getirmektir; bunun sonucunda her okur, biçimsel ve biçimsel olmayan, canlı ve cansız, esnek ve esnek olmayan arasındaki kapanmaz görünen uçurumlara dair yeni içgörüler edinebilecektir.

Yapay Zekâ (AI) araştırmalarının konusu bütünüyle budur. Ve AI araştırmalarının garip tadı, insanların, esnek olmayan makinelere nasıl esnek olabileceklerini söyleyen uzun bir kurallar kümesini katı biçimsellik içinde bir araya getirmeye çalışmalarından gelir.

Peki, ne tür "kural"lar, bizim zeki davranış olarak düşündüklerimizin tamamını ele geçirebilir? Elbette bunlar her farklı düzeyden kurallar olmalıdır. Birçok "düz" kural olmalıdır. "Düz" kuralları değiştiren "metakurallar" olmalıdır ve "metakuralları" değiştiren "metameta kurallar" olmalıdır ve benzeri. Zekânın esnekliği çok fazla sayıdaki değişik kural ve kural düzeylerinden gelir. Çok fazla farklı düzeyde çok sayıda kural olmasının nedeni, bir yaratığın, yaşamda birbirinden tamamıyla farklı tipte milyonlarca durumla karşılaşmasıdır. Bazı durumlarda, "düz" kurallar gerektiren basmakalıp tepkiler söz konusudur. Bazı durumlar, basmakalıp durumların karışımıdır – dolayısıyla bunlar hangi "düz" kuralların uygulanacağına karar veren kurallar gerektirirler. Bazı durumlar sınıflandırılamazlar – dolayısıyla yeni kuralların türetilmesini sağlayan kurallar olması gerekir ... ve benzeri. Hiç kuşkusuz dolaylı ya da dolaysız olarak kendilerini değiştiren kurallar içeren Garip Dön-

güler zekânın özüdür. Bazen zihnimizin karmaşıklığı bizi öyle bunaltır ki, insan zekâyı anlama sorununun hiçbir biçimde çözülemeyeceğini –"kural," yukarıda tanımlandığı gibi çokdüzeyli anlamıyla kabul edilse bile, bir yaratığın davranışını idare eden herhangi türde bir kuralın varolduğunu düşünmenin yanlış olduğunu– hisseder.

. . . ve Bach

1754 yılında, J. S. Bach'ın ölümünden dört yıl sonra, Leipzigli ilahiyatçı Johann Michael Schmidt müzik ve ruh hakkmdaki incelemesinde aşağıdaki dikkate değer bölümü yazdı:

> "Birkaç yıl önce Fransa'dan bildirildiğine göre adamın biri çeşitli *Fleuttraversiere* parçaları çalabilen bir heykel yapmış; flütü dudaklarına götürüyor, geri çekiyor ve gözlerini deviriyormuş vb. Ancak henüz hiç kimse düşünen ya da isteyen ya da beste yapan ya da benzeri bir şey yapan bir heykel icat etmedi. İkna olmak isteyen, yukarıda övdüğümüz Bach'ın son füg eserine baksın; bakıra oyulan bu eseri körlüğü engel olduğundan tamamlayamadan bırakmıştı, bu esere bakıp sanat neymiş anlayın veya gene körlüğü nedeniyle başkasına yazdırdığı daha da harika olan Koral'ın ne kadar çarpıcı olduğuna bakın: *Wenn wir in höchsten Nöthen seyn.* Eminim ki, bırakın bunu çalmak istemeyi veya yazarı hakkında yargıda bulunmak istemeyi, içerdiği güzellikleri anlamak isteyen biri, çok geçmeden ruhuna gereksinim duyacaktır. Bu tek örnek karşısında bile Materyalizm şampiyonlarının ileri sürdüğü her şey yerle bir olur."[6]

Büyük bir olasılıkla, burada sözü edilen "Materyalizm şampiyonlarının" en önde geleni –Büyük Frederick'in sarayındaki felsefecilerden *İnsan, Bir Makine*'nin (*L'homme machine*) yazarı ve Materyalistler Şahı– Julien Offroy de la Mettrie'den başkası değildir. Aradan 200 yıldan fazla zaman geçti ve Johann Michael Schmidt'le aynı fikirde olanlar ile Julien Offroy de la Mettrie'le aynı fikirde olanlar arasındaki savaş hâlâ bütün şiddetiyle sürüyor. Bu kitapta bu savaşa ilişkin bazı yaklaşımlar vermeyi umuyorum.

"Gödel, Escher, Bach"

Bu kitap alışılmamış bir şekilde yapılandırıldı: Diyaloglar ve bölümler arasındaki bir kontrpuan şeklinde. Bu yapının amacı yeni kavramları iki kez sunmama imkân vermesidir: hemen hemen her yeni kavram önce bir Diya-

[6] H. T. David ve A. Mendel, *The Bach Reader*, s. 255-6.

logda bir dizi somut, görsel imge verilerek eğretileme yoluyla sunulmaktadır. Sonra izleyen bölüm okunurken, bunlar aynı kavramın daha ciddi ve soyut sunumu için sezgisel bir arkaplan görevi görmektedir. Diyalogların çoğunda yüzeyde tek bir düşünceden söz ediyor gibi görünsem de, gerçekte üstü kapalı bir biçimde başka düşüncelerden de söz ediyorum.

Aslında Diyaloglarımdaki karakterlerim yalnızca Elealı Zenon'dan Lewis Carroll aracılığıyla bana gelen Akhilleus ve Tosbağa'ydı. Paradoksların yaratıcısı Elealı Zenon İÖ beşinci yüzyılda yaşamıştır. Paradokslarından biri, baş kahramanlarının Akhilleus ve Tosbağa olduğu bir alegoriydi. Zenon'un envansiyonu, icadı olan bu mutlu çift ilk Diyaloğum olan *Üç Sesli Envansiyon*'da konuşturulmuşlardır. 1895'de, Lewis Carroll, kendisinin yeni sonsuzluk paradoksunu sergilemek amacıyla Akhilleus ve Tosbağa'yı yeniden canlandırdı. Carroll'ın çok daha fazla tanınmayı hakeden paradoksu bu kitapta önemli bir rol oynar. Özgün başlığı "Tosbağa'nın Akhilleus'a Dediği"dir ve buraya *İki Sesli Envansiyon* adıyla alınmıştır.

Diyalogları yazmaya başladığımda bunları her nasılsa müzik formlarıyla ilişkilendirdim. Bu noktaya geliş anımı anımsamıyorum; yalnızca ilk yazdığım Diyaloglardan birinin üstüne bir gün "Füg" yazdığımı anımsıyorum ve bundan sonra bu fikre takıldım. Sonunda her Diyalogu şöyle ya da böyle Bach'ın farklı bir parçası üstüne kurmaya karar verdim. Bu çok da yersiz değildi. İhtiyar Bach öğrencilerine, bestelerindeki her bir parçanın "seçkin bir topluluk içinde birbirleriyle sohbet eden insanlar" gibi olmaları gerektiğini anımsatırdı. Belki ben bu öneriyi Bach'ın kastettiğini aşarak biraz fazla düz anlamıyla alıyorum; yine de umarım sonuç anlama sadık kalıyordur. Özellikle Bach'ın beni tekrar tekrar çarpan ve David ve Mendel'in *The Bach Reader*'ında çok güzel betimledikleri bestelerinin özelliklerinden esinlendim:

> Formu genelde ayrı bölümler arasındaki ilişkiler üstüne kurulmuştu. Bu ilişkiler, pasajların tek başlarına tam bir kimliğe sahip olmasından, tek bir özenle işleme ilkesine veya salt tematik anıştırmaya sürekli dönüş arasında değişiyorlardı. Sonuçta ortaya çıkan örüntüler çoğunlukla simetrik olmakla birlikte onların her zaman da böyle olmaları gerekmiyordu. Bazen çeşitli bölümler arasındaki ilişkiler öyle şaşırtıcı biçimde birbirine geçen labirentler ağı oluşturur ki, yalnızca ayrıntılı çözümlemeler bunları açığa çıkarabilir. Bununla birlikte genellikle ilk görüş veya dinleyişte birkaç baskın özellik doğru bir yönlendirme sağlar ve inceleme sırasında sonu gelmeyen incelikler keşfedilebilir; sonunda Bach'ın yarattığı her parçayı bir arada tutan bir bütün bulunduğunu kavra-

mak hiç de şaşırtıcı gelmeyecektir.[7]

Şu üç iplikten bir Ebedi Gökçe Belik örmeye çabaladım: Gödel, Escher, Bach. Merkezinde Gödel'in Teoremi olan bir deneme yazma niyetiyle başladım. Yalnızca bir kitapçık olacağını düşünmüştüm. Ama düşüncelerim küre gibi genleştikçe genleşti ve çok geçmeden Bach ve Escher'e değdiler. Bunu kişisel bir güdüleyici güç olarak bırakmaktansa, bu ilişkiyi açıkça ifade etme düşüncesi biraz zamanımı aldı. Ama sonunda benim için Gödel, Escher ve Bach'ın, katı bir merkezi öz tarafından, farklı yönlere düşürülmüş gölgeler olduklarını anladım. Merkezi nesneyi yeniden kurmaya çalıştım ve bu kitap ortaya çıktı.

[7] H. T. David ve A. Mendel, *The Bach Reader*, s. 40.

Üç-Sesli Envansiyon

Akhilleus (Eski Yunan savaşçısı, bütün ölümlülerin en ayağına tezi) ve Tosbağa kızgın güneşte tozlu bir koşu yolunda birlikte duruyorlar. Koşu yolunun aşağısında uzakta, uzun bir bayrak direğinde, geniş, dikdörtgen bir bayrak asılı. Bayrak, içinden göğün görünebildiği halka biçiminde ince bir delik kesiği dışında, koyu kırmızı.

Akhilleus: Yolun öteki ucundaki şu tuhaf bayrak da neyin nesi? Her nedense bana en sevdiğim ressam M. C. Escher'in bir baskısını anımsattı.

Tosbağa: Zenon'un bayrağı.

Akhilleus: Üstündeki delik Escher'in bir zamanlar çizdiği Möbius şeridindeki deliklerin benzeri olabilir mi? Bana kalırsa bu bayrakta bir terslik var.

Tosbağa: Kesilen halkanın biçimi Zenon'un gözde sayısı sıfırı gösteren sayıt [numeral] biçiminde.

Akhilleus: Ama daha sıfır bulunmadı! Bundan birkaç bin yıl sonra bir Hintli matematikçi tarafından bulunacak. Ve böylece Bay T, uslamlamam böyle bir bayrağın olanaksız olduğunu ispatlıyor.

Tosbağa: Uslamlaman ikna edici Akhilleus ve böyle bir bayrağın gerçekten olanaksız olduğunu kabul etmeliyim. Ama yine de güzel, değil mi?

Akhilleus: Ah, evet, güzelliğine diyecek yok.

Tosbağa: Güzelliğinin olanaksızlıkla ilgisi var mı bilmem; Güzellik'i çözümlemeye hiç zamanım olmadı. Güzellik Büyük Harfli Özdür ve Büyük Harfli Özlere ayıracak zamanım yok.

Akhilleus: Büyük Harfli Özlerden söz etmişken Bay T, Yaşamın Amacı üstüne hiç düşündün mü?

Tosbağa: Ah, tanrım, hayır.

Akhilleus: Niye burada olduğumuzu, bizim kimin icadı, kimin yaratısı olduğumuzu hiç merak ettin mi?

Tosbağa: Ah, ama bu apayrı bir konu. Biz Zenon'un yaratılarıyız (senin de pek yakında göreceğin gibi); ve burada olmamızın nedeni yarışmak.

Akhilleus: Yarışma mı? Bu ne rezalet! Ben, bütün ölümlülerin en ayağına tezi, bütün ağır kanlıların en ağırı sana karşı! Böyle bir yarışın hiçbir anlamı yok.

Tosbağa: Bana biraz avans vermelisin.

Akhilleus: Çok büyük bir avans olmalı bu.



Şekil 10. *Möbius Şeridi I*, M. C. Escher (dört kalıptan basılmış ağaçbaskı, 1961).

Tosbağa: İtiraz etmem.

Akhilleus: Ama seni er ya da geç yakalarım – er de diyebiliriz.

Tosbağa: İşler Zenon'un paradoksuna uygun gelişirse, yakalayamayacaksın. Zenon bizim yarışımızı kullanarak hareketin olanaksız olduğunu göstermeyi umuyor. Zenon'a göre, hareket yalnızca zihinde olanaklıdır: Hareket Doğası Gereği Olanaksızdır.* Bunu oldukça incelikli bir biçimde ispatlar.

Akhilleus: Ah, evet, şimdi anladım: şu Zen Ustası Zenon hakkındaki ünlü Zen kōanı. Dediğin gibi, gerçekten de çok basit.

Tosbağa: Zen kōanı? Zen Ustası? Ne demek istiyorsun?

Akhilleus: Şöyle: İki keşiş bir bayrak hakkında tartışmaktadırlar. Biri, "Bayrak kıpırdıyor," der. Diğeri, "Rüzgâr kıpırdıyor" der. Altıncı pir Zenon, oradan geçmektedir. Onlara, "Ne rüzgâr, ne de bayrak, zihin kıpırdıyor" der.

Tosbağa: Korkarım sen biraz karıştırıyorsun Akhilleus. Zenon bir Zen ustası

* İngilizcesi: Motion Is Inherently Impossible (MIII) –çn.

değil; hiç ilgisi yok. Aslında (A ve B noktalarının ortasında bulunan) Elea kentinden Yunanlı bir filozof. Bundan yüzyıllar sonra hareket paradokslarıyla ünlenecek. Bu paradokslarından birinde de seninle benim aramdaki yarış başrolü oynuyor.

Akhilleus: Aklım hepten karıştı. Altı Zen pirinin adlarını nasıl tekrar tekrar yinelediğimi çok açık bir biçimde anımsıyorum ve her zaman "Altıncı pir Zenon, altıncı pir Zenon..." derdim. (*Aniden hafif, ılık bir esinti çıkar.*) Ah, bak Bay Tosbağa bak bayrak dalgalanıyor! Yumuşak kumaşından geçip titreşen dalgaları seyretmeyi ne kadar da seviyorum. Ve kesip çıkarılan halka da dalgalanıyor!

Tosbağa: Aptal olma. Bayrak olanaksızdır, dolayısıyla dalgalanamaz. Rüzgâr dalgalanıyor.

(Bu esnada Zenon ortaya çıkar.)

Zenon: Hey! Heey! Ne var, ne yok?

Akhilleus: Bayrak kıpırdıyor.

Tosbağa: Rüzgâr kıpırdıyor.

Zenon: Dostlar, Dostlar! Kesin tartışmayı! Öfkenize gem vurun! Çekişmeyi bırakın! Çünkü ben konuyu sizler için hemen çözeceğim. Hey! Hem de böyle güzel bir günde!

Akhilleus: Bu herif aptalı oynuyor olmalı.

Tosbağa: Hayır, bekle Akhilleus. Ne diyor dinleyelim. Ah, Yabancı Efendi, bu konudaki düşüncelerinizi bizimle paylaşın.

Zenon: Seve seve. Ne rüzgâr, ne bayrak - kıpırdayan ne biri ne öbürü ne de kıpırdayan bir şey var. Çünkü ben, "Hareket Doğası Gereği Olanaksızdır" diyen büyük bir Teorem keşfettim. Ve bu Teoremden daha da büyük bir Teorem çıkmaktadır Zenon'un Teoremi: "Hareket Yoktur."*

Akhilleus: Zenon'un Teoremi mi? Sakın siz Elealı filozof Zenon olmayasınız?

Zenon: Ta kendisiyim Akhilleus.

Akhilleus (şaşkınlıkla başını kaşıyarak): Benim adımı nereden bildi peki?

Zenon: Siz ikinizi durumun niye böyle olduğunu dinlemeniz için ikna etmem mümkün mü? Bu öğleden sonra incelikle bilenmiş tezime ilgi gösterecek birini bulmak için A noktasından Elea'ya kadar geldim. Ama herkes aceleyle o yana bu yana koşturuyordu ve kimsenin zamanı yoktu. Sürekli reddedilmenin ne kadar cesaret kırıcı olduğunu bilemezsiniz. Ah, sizi ken-

* İngilizcesi: Motion Unexists (MU) –çn.

di dertlerimle sıktığım için çok özür dilerim. Yalnızca bir şey sormak istiyordum: Zevzek, yaşlı bir filozofun acayip kuramları için birkaç dakika – söz, yalnızca birkaç dakikacık– ayırabilir misiniz?

Akhilleus: Ah, ne demek! Lütfen bizi aydınlatın! İkimizin adına konuşuyorum, ama arkadaşım Bay Tosbağa da daha demin büyük bir saygıyla sizden – özellikle paradokslarınızdan – söz ediyordu.

Zenon: Sağolun. Biliyorsunuz, Ustam, beşinci pir, bana gerçeğin bir, değişmez ve kesin olduğunu öğretti; çokluk, değişim ve hareket, hepsi yalnızca duyuların aldatmacasıdır. Bazıları onun görüşleriyle alay etti; ama ben alaylarının saçmalığını göstereceğim. Benim uslamlamam oldukça basit. Bunu kendi Envansiyon'um, yani Buluşum olan iki karakterle göstereceğim: Akhilleus (Yunanlı savaşçı, bütün ölümlülerin en ayağına tezi) ve bir Tosbağa. Öykümde, bunları, oradan geçen biri, uzakta rüzgârda dalgalanan bir bayrağa kadar yarışmaya ikna eder. Tosbağa çok yavaş koştuğundan, diyelim ki on arşın önden başlar. Şimdi yarış başlamıştır. Birkaç sıçrayışta Akhilleus Tosbağa'nın başladığı noktaya varır.

Akhilleus: Hah!

Zenon: Ve şimdi Tosbağa Akhilleus'un ancak bir arşın önündedir. Yalnızca bir saniyede Akhilleus o noktaya varır.

Akhilleus: Ho ho!

Zenon: Yine de o kısa an içinde Tosbağa hafif bir ilerleme kaydetmeyi becermiştir. Akhilleus anında bu mesafeyi de geçer.

Akhilleus: Hee hee hee!

Zenon: Ama o kısacık anda Tosbağa bir arpa boyu yol almıştır ve Akhilleus hâlâ arkadadır. Gördüğünüz gibi Akhilleus'un Tosbağa'yı yakalaması için bu "beni yakala" oyununun SONSUZ kez oynanması gerekecektir – ve dolayısıyla Akhilleus Tosbağa'yı ASLA yakalayamaz!

Tosbağa: Heh heh heh heh!

Akhilleus: Hmm ... hmm ... hmm ... hmm ... hmm... Bu uslamlama bana yanlış gibi geliyor. Ama yanlışlığın nerede olduğunu söyleyemiyorum.

Zenon: Sinir bozucu değil mi? Bu benim gözde paradoksum.

Tosbağa: Affedersin, Zenon, ama sanırım senin öykün yanlış ilkeyi gösteriyor, öyle değil mi? Sen bize tam da bundan yüzyıllar sonra Akhilleus'un Tosbağa'yı asla yakalayamacağını gösteren (öhöm!) Zenon'un "Akhilleus paradoksu" olarak bilinecek olan paradoksunu anlattın; ama Hareket Doğası Gereği Olanaksızdır (ve dolayısıyla Hareket Yoktur) ispatı senin "ikiye bölme paradoksu"n, öyle değil mi?

Zenon: Ah, yazıklar olsun bana. Elbette haklısın. Bu, A'dan B noktasına giderken birinin önce yolun yarısını geçmek zorunda olması – ve bu yarıyı geçmek için bunun yarısını geçmesi gerektiği ve böyle devam edenle ilgili olanıydı. Ama görüyorsun ya, bu paradoksların her ikisi de gerçekte aynı öze sahip. İşin aslı, benim yalnızca bir tek Büyük Fikrim var – tek yaptığım onu farklı biçimlerde kullanmak.

Akhilleus: Yemin ederim, bu kanıtlamalarda bir hata var. Tam olarak nerede bilemiyorum, ama doğru olamazlar.

Zenon: Paradokslarımın geçerliliğinden kuşkun mu var? Niye deneyip görmüyorsun? Aşağıda, koşu yolunun sonundaki kırmızı bayrağı gördün mü?

Akhilleus: Olanaksız olan Escher'in baskısına benzeyen mi?

Zenon: Kesinlikle. Bay Tosbağa'yla oraya kadar yarışmaya ne dersin, Bay T'nin biraz önden başlamasına izin ver, işte, ne bileyim –

Akhilleus: On arşına ne buyurulur?

Zenon: Çok iyi – on arşın.

Akhilleus: Derhal.

Zenon: Mükemmel! Ne heyecan verici! Kesin olarak ispatlanmış Teoremim için deneysel bir sınama! Bay Tosbağa, on arşın ilerler misin?

(Tosbağa bayrağa on arşın yaklaşır.)

İkiniz de hazır mısınız?

Tosbağa ve Akhilleus: Hazırız!

Zenon: Yerlerinize! Hazır! Başla!

I. BÖLÜM

MU-BULMACASI

Biçimsel Dizgeler

Bu kitaptaki en merkezi kavramlardan biri *biçimsel dizgedir.* Kullandığım biçimsel dizge tipi Amerikalı mantıkçı Emil Post tarafından 1920'lerde türetilmiştir ve genellikle "Post üretim dizgesi" diye anılır. Bu bölümde size biçimsel bir dizge tanıtılıyor ve ben bu biçimsel dizgeyi birazcık da olsa keşfetmek isteyeceğinizi umuyorum; bu nedenle merakınızı uyandırmak için küçük bir bulmaca hazırladım.

Bulmaca: "MU üretebilir misiniz?" Başlamak için bir *dizi* alacaksınız (yani bir harf dizisi).* Korkuya kapılmayın, dizi MI olacak. Bundan sonra size, bir diziyi diğerine değiştirebileceğiniz bazı kurallar söylenecek. Eğer bu kurallardan biri bir noktada uygulanabilirse ve onu kullanmak isterseniz, kullanabilirsiniz, ama – birkaç tane uygulanabilir kural olması durumunda, hangi kuralı kullanmanız gerektiğini söyleyecek hiçbir işaret yok. Bu size kalmış – ve kuşkusuz bir biçimsel dizge oyununun sanata dönüştüğü yer de burası. Söylemeye gerek yok, kural dışı hiçbir şey yapmamanız gerekiyor. Bu kısıtlamaya "Biçimsellik Koşulu" diyebiliriz. Bu bölümde belki de bunu vurgulamaya hiç gerek olmayacak. Söylemesi tuhaf da gelse yine de gelecek bölümlerin biçimsel dizgelerinin bazılarıyla oynadığınız zaman, biçimsel dizgelerle daha önce çalışmadıysanız kendinizi Biçimsellik Koşulunu defalarca ihlal ederken bulacağınızı haber vermeliyim.

Bizim biçimsel dizgemiz –*MIU-dizgesi*– için söylenecek ilk şey alfabenin yalnızca üç harfini kullandığıdır: M, I, U. Bunun anlamı, MIU-dizgesi dizilerinin yalnızca bu üç harfle oluşturulmuş diziler olduğudur. Aşağıda bazı MIU-dizgesi dizileri var:

MU

UIM

---

* Bu kitapta dizilerden söz ettiğimiz zaman şu uylaşımları kullanacağız. Dizi metinle aynı karakterde olduğunda tek ya da çift tırnak içine alınacaktır. Tümceye ait olup söz konusu diziye ait olmayan noktalama işaretleri mantıken tırnakların *dışına* konacaktır. Örneğin bu tümcenin ilk harfi 'Ö' iken 'bu tümce'nin ilk harfi 'b'dir. Bununla birlikte dizi Bernhard Light karakterinde yazıldığında, açıklık gerektirmedikçe, tırnaklar genellikle atılır. Örneğin Bernhard'ın ilk harfi B'dir –çn.

MUUMUU

UIIUMIUUIMUIIUMIUUIMUIIU

Ama bütün bu diziler yasal olsalar da, "sizin iyeliğinizde" olan diziler değillerdir. Gerçekte şimdiye dek elinizde olan tek dizi MI'dır. Yalnızca biraz sonra tanıtılacak olan kuralları kullanarak, özel koleksiyonunuzu genişletebilirsiniz. İşte ilk kural:

I. KURAL: Eğer elinizde son harfi I olan bir diziniz varsa, sonuna bir U ekleyebilirsiniz.

Bu arada eğer buraya kadar tahmin edemediyseniz, "dizi"nin anlamına ilişkin bir olgu, harflerin sabit bir sıra içinde olduklarıdır. Örneğin MI ve IM iki farklı dizidir. Simgeler dizisi sıralamanın hiçbir fark yaratmadığı bir simgeler "torba"sı değildir.

İşte ikinci kural:

II. KURAL: M*x*'iniz olduğunu varsayalım. O zaman koleksiyonunuza M*xx*'i ekleyebilirsiniz.

Burada demek istediğim aşağıdaki örneklerde gösterilmiştir.

MIU'dan MIUIU elde edebilirsiniz.

MUM'dan MUMUM elde edebilirsiniz.

MU'dan MUU elde edebilirsiniz.

Yani kuraldaki '*x*' harfi her dizinin yerine durabilir; ama bir kez hangi dizinin yerine durduğuna karar verdiğinizde, seçiminizde sabit kalmalısınız (yeni bir seçim yapabildiğiniz ana, yani kuralı yeniden kullanana değin). Yukarıdaki üçüncü örneğe dikkat edin. MU elde ettiğinizde, koleksiyonunuza nasıl başka bir dizi ekleyebileceğinizi gösteriyor; ama öncelikle elinizde MU olması gerekiyor! '*x*' harfiyle ilgili son bir yorumda bulunmak istiyorum: bu harf 'M,' 'I' ve 'U' harflerinin tersine, biçimsel dizgenin parçası değildir. Bununla birlikte o genel olarak dizgenin dizileri hakkında simgesel bir biçimde söz etmek için gereklidir – ve '*x*'in işlevi şudur: keyfi bir dizinin yerine durmak. "Koleksiyonunuza" '*x*' içeren bir dizi eklediyseniz yanlış bir şey yaptınız, çünkü MIU-dizgesi dizileri asla '*x*' içermezler!

İşte üçüncü kural:

III. KURAL: Eğer koleksiyonunuzdaki dizilerden birinde III geçerse, III yerine U koyarak yeni bir dizi yapabilirsiniz.

Örnekler:

MIIIMU'dan MUMU yapabilirsiniz.

MIIII'dan MIU (ayrıca MUI) yapabilirsiniz.

IIMII'dan bu kuralı kullanarak hiçbir şey elde edemezsiniz.
(Üç I art arda olmalıdır.)

MIII'dan MU yapılır.

Hiçbir koşulda, aşağıdaki örneklerde olduğu gibi, bu kuralı geriye doğru işletebileceğinizi düşünmeyin:

MU'dan MIII elde edilir. ⇐ Bu yanlıştır.

Kurallar tek yönlüdür.

İşte son kural:

IV. KURAL: Eğer dizilerinizin birinin içinde UU geçerse bunu atabilirsiniz.

UUU'dan U elde edilir.

MUUUIII'dan MUIII elde edilir.

İşte oldu. Şimdi MU yapmayı denemeye başlayabilirsiniz. Yapamazsanız kaygılanmayın. Biraz daha deneyin – burada sizin için önemli olan MU-bulmacasının tadına varmanızdır. İyi eğlenceler.

Teoremler, İlksavlar, Kurallar

MU-bulmacasının yanıtı kitapta daha sonra ortaya çıkacak. Şimdilik önemli olan yanıtı bulmak değil, aramaktır. Herhalde MU üretmek için bazı girişimlerde bulundunuz. Bunu yaparken, kendi özel diziler koleksiyonunuzu oluşturdunuz. Kurallarla üretilebilen böyle dizilere *teoremler* denir. Matematikte genel olarak kullanılan "teorem" terimi elbette bundan oldukça farklıdır. Teorem günlük dilde, olağan dil içinde kesin bir uslamlamayla doğruluğu ispatlanmış önerme anlamına gelir; hareketin "yok" olduğuyla ilgili Zenon'un Teoremi ya da asal sayıların sonsuzluğuyla ilgili Eukleides'in Teoremi gibi. Ama biçimsel dizgelerde, teoremlerin önermeler olarak düşünülmesine gerek yoktur – yalnızca simge dizileridirler. Ve teoremler *ispatlanmak* yerine, belli tipografik kurallara göre, sanki bir makine tarafından *üretilirler*. "Teorem" sözcüğünün önemli anlam farklılıklarını vurgulamak için bu kitapta şöyle bir uylaşım benimseyeceğim: "teorem" büyük harfle başladığında bu olağan anlamına gelecek – bir Teorem olağan dilde, birinin mantıksal uslamlamayla is-

patladığı bir önermeyi gösterir. Büyük harfle başlamadığı zaman "teorem" teknik anlama gelecektir: biçimsel bir dizge içinde üretilebilen bir dizi. Bu anlamda MU-bulmacası MU'nun MIU-dizgesinin bir teoremi olup olmadığını sorar.

Size başlangıçta "bedava" bir teorem verdim, yani MI'yi. Böyle "bedava" serbest teoreme *ilksav* [aksiyom] denir – yine teknik anlamı olağan anlamından oldukça farklıdır. Biçimsel bir dizge sıfır, bir, birçok, hatta sonsuz sayıda ilksava sahip olabilir. Kitapta bütün bu türler için örnekler verilecek.

Her biçimsel dizgenin, MIU-dizgesinin dört kuralında olduğu gibi, simge-dönüştürme kuralları vardır. Bu kurallara ya *üretim kuralları* ya da *çıkarım kuralları* denir. Ben iki terimi de kullanacağım.

Bu noktada tanıtmak istediğim son terim *türetimdir*. MUIIU teoreminin bir türetimi aşağıda gösterilmiştir:

(1)	MI	ilksav	
(2)	MII	II. kural yoluyla	(1)'den
(3)	MIIII	II. kural yoluyla	(2)'den
(4)	MIIIIU	I. kural yoluyla	(3)'den
(5)	MUIU	III. kural yoluyla	(4)'den
(6)	MUIUUIU	II. kural yoluyla	(5)'den
(7)	MUIIU	IV. kural yoluyla	(6)'dan

Bir teoremin türetimi, biçimsel bir dizgenin kurallarına göre, teoremin nasıl üretildiğinin açık, satır satır gösterimidir. Türetim kavramı ispat kavramı üstüne kurulmuştur, ama türetim ispatın tutucu kuzenidir. MUIIU'yu *ispatladığınızı* söylemek tuhaf gelebilir, ama MUIIU'yu *türettiğinizi* söylemek o kadar tuhaf gelmez.

Dizgenin İçi ve Dışı

Çoğu insan, yalnızca ortaya ne çıkacağını görmek için rastgele birkaç teorem türeterek MU-bulmacasım yapmaya çalışır. Çok geçmeden, elde ettikleri teoremlerin bazı özelliklerini fark etmeye başlar; yani insan zekâsı burada devreye girer. Örneğin birkaç deneme yapana kadar, bütün teoremlerin M'yle başlayacağı belki de sizin için açık değildi. Sonra örüntü ortaya çıktı ve yalnızca örüntüyü görmekle kalmadınız, ayrıca daha önceki bir teoremden ilk harfi kalıt olarak yeni teoreme geçirme özelliğine sahip olan kurallara bakarak onu anlayabildiniz. Nihai olarak bütün teoremlerin ilk harfleri tek ilksav

olan MI ilksavının ilk harfine kadar geri götürülebilir – ve bu, MIU-dizgesinin bütün teoremlerinin M'yle başlaması gerektiğinin bir ispatıdır.

Burada gerçekleşen şey çok anlamlıdır. İnsanlar ile makineler arasındaki bir farkı gösterir. MIU-dizgesininin teoremlerini art arda üretecek bir bilgisayar programı yapmak elbette mümkündür – aslında çok da kolaydır; bu programa yalnızca U elde ettiğinde durması için bir komut da yükleyebilirdik. Böyle programlanmış bir bilgisayarın asla durmayacağını şimdi biliyorsunuz. Ve bu size şaşırtıcı gelmez. Ama ya bir arkadaşınızdan U elde etmeyi denemesini isteseniz ne olur? Bir süre sonra baştaki M'den kurtulamadığından yakınarak gelmesi sizin için sürpriz olmaz ve bu nedenle bu işlem boşa kürek çekmeye benzer. Kişi fazla zeki olmasa bile ne yaptığı hakkında bazı gözlemlerde bulunmadan edemez ve bu gözlemlerle göreve ilişkin içgörü kazanır – daha önce betimlediğimiz gibi, bilgisayar programında eksik olan işte bu içgörüdür.

İmdi, bunun insan ile makine arasındaki bir farkı gösterdiğini söylerken ne demek istediğime açıklık getireyim. Demek istiyorum ki, rutin bir görev yaptırmak için bir makineyi programlamak *mümkündür*, ama makine yaptıkları hakkındaki en aşikâr olguların bile farkında olmayacaktır; buna karşılık ne yapıyor olduğu hakkındaki bazı olguların farkına varmak insan bilincinin doğasında vardır. Ama siz bunu zaten biliyordunuz. Hesap makinesinde "1"e basarsanız ve sonra buna bir "1" daha eklersiniz, bir tane, bir tane daha eklersiniz ve saatler boyunca bunu yapmaya devam edersiniz, ama makine asla sizden önce davranmayı ve bunu kendi başına yapmayı öğrenemeyecektir, buna karşın insan yineleme hareketini çabucak edinir. Ya da saçma bir örneği ele alalım, bir araba ne kadar iyi sürülürse sürülsün, diğer arabalardan ve yoldaki engellerden kaçınması gerektiği fikrini edinemez; ve hatta sahibinin her zaman gidip geldiği yolları bile asla öğrenemez.

O zaman fark, kayıtsızca hareket etmenin bir makine için *mümkün* olmasıdır; insan için gözlem yapmadan kayıtsızca hareket etmek mümkün değildir. Dikkat edin, bütün makinelerin mutlaka ayrıntılı gözlem yapamayacaklarım söylemiyorum; böyle makineler vardır. Bütün insanların her zaman ayrıntılı gözlem yaptıklarını da söylemiyorum. İnsanlar gerçekten çoğunlukla dikkatsizdirler. Ama makinelerin mutlak olarak gözlemsiz olması olanaklıdır, ama insanlar için bu olanaksızdır. Ve aslında şimdiye kadar yapılan makinelerin çoğu mutlak olarak gözlemden uzaktır. Belki de bu nedenle çoğu insana, gözlem yapamamak makinelerin tipik bir özelliği gibi gelir. Örneğin biri bir işin "mekanik" olduğunu söylerse, bu, işin insan tarafından yapılamaya-

cağı anlamına gelmez; aksine, yalnızca bir makinenin o işi hiç yakınmadan ve sıkılmadan tekrar tekrar yapabileceği anlamına gelir.

Dizgenin Dışına Atlamak

Yapmakta olduğu görevin dışına atlayıp, ne yaptığını gözden geçirmek zekânın asli özelliğidir; zekâ her zaman örüntüler arar ve çoğunlukla bulur. Şimdi zekânın görevinin dışına atlayabileceğini söyledim, ama bu her zaman olur demek değildir. Bununla birlikte küçücük bir uyarı genellikle yeterlidir. Örneğin kitap okuyan bir insanın uykusu gelebilir. Kitap bitene kadar okumaya devam etmek yerine kitabı bir yana koyup ışığı kapatabilir. "Dizgenin dışına" adım atmıştır ve bu yine de bize dünyadaki en doğal hareketmiş gibi gelir. Ya da B kişisi odaya girdiğinde A kişisinin televizyon izlediğini ve B'nin durumdan hoşnut olmadığını gösterdiğini varsayalım. A sorunu anladığını düşünebilir ve o anki dizgeden (televizyon programı) çıkmak için kumandaya basar ve daha iyi bir program arayarak durumu düzeltmeye çalışır. B çok daha köktenci bir "dizgeden çıkma" kavramına sahip olabilir – yani televizyonu kapatmak! Elbette daha önce asla dizge olarak tanınmamış bir dizgenin çoğu insanın yaşamını yönettiğini, ama çok az sayıda insanın bunu görebildiği durumlar da vardır; o zaman böyle insanlar yaşamlarını, diğerlerine dizgenin gerçekten var olduğuna ve ondan çıkılması gerektiğine inandırmaya adarlar!

İyi de bilgisayarlara dizgenin dışına atlamak ne kadar iyi öğretilmiştir? Bazı gözlemcileri şaşırtan bir örnek vereceğim. Yakın zamanlarda Kanada'da yapılan bir bilgisayar satranç turnuvasında, bir program – yarışanların en zayıfı – oyun bitmeden çok önce yarışmayı bırakmak gibi sıradışı bir özelliğe sahipti. İyi bir satranç oyuncusu değildi, ama en azından diğer programların sıkıcı mat olma törenlerini beklemektense umutsuz bir konumda durabilmek ve o anda oyundan çekilebilmek gibi iyi bir niteliğe sahipti. Oynadığı bütün oyunları kaybetmesine karşın, bunları belirli bir stil içinde yapmıştı. Yerel satranç uzmanlarının çoğu ondan etkilenmişlerdi. Dolayısıyla "dizge"yi "satranç oyununda hamle yapmak" olarak tanımlarsanız, bu program dizgeden çıkmak için gelişkin, önceden programlanmış bir yeteneğe sahipti. Diğer yandan "dizge"yi, "bilgisayarın yapmaya programlandığı şey" olarak tanımlarsanız, o zaman bilgisayarın hiçbir şekilde dizgeden çıkma yeteneği olmadığına kuşku yoktur.

Dizgeler üzerine çalışılırken dizge *hakkında* gözlemlerde bulunmakla veya

önermeler oluşturmakla, dizge *içinde* çalışmayı birbirinden ayırmak çok önemlidir. Sanıyorum MU-bulmacasma, çoğu insan gibi siz de, dizge içinde çalışarak başladınız; ve giderek endişelenmeye başladınız, bu endişe sonunda daha fazla düşünmenin gerekmediği bir noktaya geldi, üretmiş olduklarınızı toparlamaya çalışarak ve MU üretmekte neden başarılı olamadığınızı merak ederek, dizgeden çıktınız. Belki neden MU üretemediğinizin bir nedenini de buldunuz; yani dizge hakkında düşündünüz. Belki de yolun bir yerinde MIU ürettiniz; yani dizge içinde çalıştınız. Şimdi her iki kipin bütünüyle bağdaşmaz olduğunu söylemek istemiyorum; her insanın bir dereceye kadar dizge içinde çalışma ve aynı zamanda ne yaptığını düşünme yeteneği olduğundan eminim. Gerçekten de toplumsal olaylarda, olayları "dizge içi" ve "dizge dışı" olarak kesin bir biçimde ayırmak neredeyse olanaksızdır; yaşam, olayları bu terimlerle düşünmenin budalaca olacağı, birbirine bağlı ve birbirine geçmiş ve çoğunlukla tutarsız birçok "dizge"den oluşmuştur. Ancak yalın düşünceleri açık bir biçimde formülleştirmek önemlidir, böylece daha karmaşık fikirler hakkında düşünülürken bunlar model olarak kullanılabilir. Size biçimsel dizgeleri göstermemin nedeni de bu; artık MIU-dizgesi tartışmasına geri dönmenin zamanı geldi.

M-Kipi, I-Kipi, U-Kipi

MU-bulmacası, MIU-dizgesi içinde bazı keşifler yapmayı –teoremler türetilmesi– cesaretlendirecek bir biçimde tanımlandı. Ama dizge içinde kalmanın zorunlu olarak verimli sonuçların üretilmesini gerektirmediği ifade edildi. Dolayısıyla iki çalışma kipi arasında salınmaya özendirildi. Bu iki kipi ayırmanın bir yolu iki kâğıt sayfasıyla olabilir; bir sayfanın üstünde "bir makine olarak kapasitesiniz"le çalışıp bütün sayfayı yalnızca M'ler, I'lar ve U'larla doldurursunuz; ikinci sayfada "düşünen bir varlık olarak kapasitenizi" gösterir ve zekânızın gerektirdiğini – bunlar dil kullanmak, fikir taslakları çiziktirmek, geriye dönüşler yapmak, steno kulllanmak ('x' harfi gibi) birkaç adımı bir araya sıkıştırmak, ne sonuç verdiğini görmek için dizgenin kurallarını değiştirmek ya da düşleyebileceğiniz her şey olabilir. Yapabileceğiniz şeylerden biri, 3 ve 2 sayılarının oynadığı önemli bir rolü fark etmektir, çünkü üçlü olduklarında I'lar ve ikili olduklarında U'lar atılabilir – ve ikinci kural tarafından (M dışında) uzunluğun ikiye katlanılmasına izin verilir. Böylece ikinci sayfada da bazı hesaplamalar yer alır. Biçimsel dizgeyle ilgili bu iki kipe sık sık gönderme yapacağız ve bunlara *Mekanik kip (M-kipi)* ve *Zekâ kipi*

(I-kipi) adlarını vereceğiz. MIU-dizgesinin her harfi için bir kip olmak üzere kiplerimizi tamamlamak için son bir kipten söz edeceğim – olaylara yaklaşmanın Zen yolu *Un-kipi (U-kipi)*. Birkaç bölüm sonra buna daha fazla değineceğiz.

Karar Verme Yordamları

Bu bulmacanın iki zıt eğilim gösteren kurallar içerdiği görülecektir – *uzatma kuralları* ve *kısaltma kuralları*. İki kural (I ve II.) dizilerin büyüklüklerini artırmanıza imkân verir (ama ancak katı, önceden kayıtlanmış yollarla elbette); ve diğer ikisi dizileri bir dereceye kadar küçültmenize olanak sağlar (yine katı yollarla.) Bu farklı tipteki kuralları sonsuz çeşitlemelerle uygulamak mümkün görünmektedir ve bu da, şu ya da bu biçimde MU'nun üretilebileceği umudunu verir. Dizi devasa boyutlara kadar uzatılabilir ve sonra her bir parçası birbiri ardına, geriye yalnızca iki simge kalana kadar çıkarılabilir; ya da daha kötüsü, uzatma ve sonra kısaltma ve sonra uzatma ve sonra kısaltma ve bu şekilde devam eden bir sürecin ardışık aşamaları uygulanabilir. Yine de hiçbir şeyin garantisi yoktur. İşin doğrusu, U'nun hiçbir zaman üretilemeyeceğini zaten gördük ve kıyamete kadar uzatıp kısaltmanız bir şeyi değiştirmez.

Yine de U'nun durumu ile MU'nun durumu oldukça farklı görünmektedir. Bunun nedeni daha önce U'nun üretilmesinin olanaksızlığını, onun çok yüzeysel bir özelliğiyle tanıyoruz: M'yle başlamaz (oysa bütün teoremler bununla başlamalıdır). O teorem-olmayanları saptamak için basit bir yol olarak kullanılmaya çok uygundur. Bununla birlikte bu denetlemenin *bütün* teorem-olmayanları saptayacağını kim söyleyebilir? M'yle başlayan, ama üretilebilir olmayan birçok dizi olabilir. Belki MU da bunlardan biridir. Bu, "ilk-harf denetlemesi"nin sınırlı bir kullanımı olduğu, yalnızca teorem-olmayanların bir kısmını saptayabildiği, ama diğerlerini gözden kaçırdığı anlamına gelebilir. Ama kurallarla üretilebilen ve üretilemeyen diziler arasında tam ayrım yapabilen çok daha incelikli başka bir denetlemeler, sınamalar, testler de olabilir. Burada "denetlemeyle neyi kastediyoruz?" sorusuyla karşılaşırız. Bu bağlamda, bu sorunun niçin anlamlı ya da önemli olduğu açık olmayabilir. Ama bir bakıma sözcüğün ruhunu ihlal eder gibi görünen bir "denetleme" örneği vereceğim.

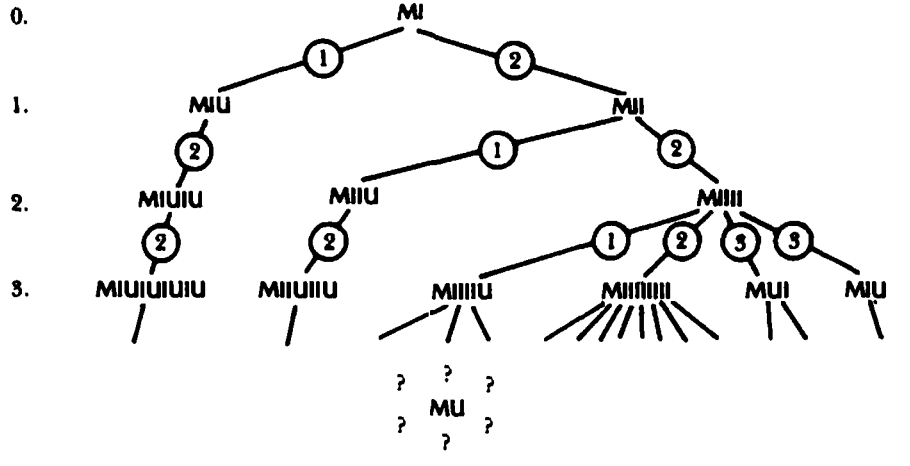
Dünya kadar zamanı olan ve zamanını oldukça yöntemli biçimde MIU-dizgesinin teoremlerini üretmekle geçirmekten hoşlanan bir cin hayal edin. İş-

te, cinin izleyebileceği yola bir örnek:

1. Adım: MI ilksavına uygulanabilir her kuralı uygula. Bu, iki yeni teorem üretir: MIU, MII.
2. Adım: 1. adımda üretilen teoremlere uygulanabilir her kuralı uygula. Bu üç yeni teorem üretir: MIIU, MIUIU, MIIII.
3. Adım: 2. adımda üretilen teoremlere uygulanabilir her kuralı uygula. Bu beş yeni teorem üretir: MIIIIU, MIIUIIU, MIUIUIUIU, MIIIIIIII, MUI.

.
.
.

Bu yöntem er geç her teoremi üretir, çünkü kurallar düşünülebilir her sırada uygulanmıştır (bkz. Şekil 11). Yukarıda andığımız bütün uzatma-kısaltma almaşıklarının hepsi uygulanır. Bununla birlikte teoremler türetimlerin kısalığına göre listelendiğinden verili bir dizinin listede ortaya çıkması için ne kadar beklenmesi gerektiği açık değildir. Özel bir diziyle ilgileniyorsanız (MU gibi) ve bırakın türetimin ne kadar uzun olacağını, hatta türetimin olup olmadığını bile bilmiyorsanız, bu çok yararlı bir düzenleme değildir.



Şekil 11. MIU-dizgesinin bütün teoremlerinin dizgesel olarak kurulmuş "ağacı." Aşağıya doğru N'inci düzey, türetimleri tam olarak N kadar adım içeren teoremleri içerir. Daire içindeki sayılar hangi kuralın uygulandığını gösterir. MU bu ağaçta bir yerde mi?

İmdi, önerilen "teoremlik-denetlemesi"ni ifade edelim:

Söz konusu dizi üretilene kadar bekleyin; bu gerçekleştiği zaman bu-

nun bir teorem olduğunu bilirsiniz – asla gerçekleşmezse onun bir teorem olmadığını bilirsiniz.

Bu saçma bir öneri gibi görünüyor, çünkü yanıt için sözcüğün tam anlamıyla sonsuz bir zaman dönemi boyunca bekleyebileceğimizi önvarsayıyor. Bu da bizi "denetleme"den ne anlamamız gerektiği konusunun en can alıcı noktasına götürür. Öncelikle önemli olan sonlu bir zaman içinde yanıtımızı bulma garantisidir. Teoremlik için her zaman sınırlı bir zaman süresi içinde sona eren bir denetleme varsa, o zaman bu denetlemeye verili biçimsel dizge için *karar verme yordamı* denir.

Bir karar verme yordamınız olduğunda, dizge içindeki bütün teoremlerin doğasının çok somut bir belirlenmesine sahipsiniz demektir. Dikkatsizce bakıldığında, biçimsel dizgenin kuralları ve ilksavlarınm, dizgenin teoremlerini, en az karar verme yordamları kadar eksiksiz olarak karakterize edebilecekleri düşünülebilir. Buradaki hileli sözcük "karakterize etme"dir. Elbette MIU-dizgesinin ilksavları ve çıkarım kuralları teorem olan bu dizileri *örtük olarak* karakterize eder. *Çok daha* örtük olarak teorem *olmayan* dizileri de karakterize ederler. Ama örtük belirleme birçok amaç için yeterli değildir. Eğer biri bütün teoremleri karakterize etmeyi başardığını iddia ederse, ama belli bir dizinin teorem olmadığını çıkarması sonsuz zaman gerektiriyorsa, herhalde siz de bu karakterize etme işleminde bir eksiklik olduğunu – yeterince somut olmadığını – söylersiniz. Bu nedenle de bir karar verme yordamının varolduğunun keşfedilmesi çok önemli bir adımdır. Keşfetmenin anlamı aslında bir dizinin teoremliği için bir sınama yönteminiz olması ve bu sınamanın karmaşık da olsa *sonlanacağının garanti olmasıdır*. İlke olarak bu sınama, dizinin ilk harfinin M olup olmadığının denetlenmesi kadar kolay, mekanik, sınırlı ve kesindir. Bir karar verme yordamı teoremlik için bir "turnusol testi" gibidir!

Bu arada biçimsel dizgelere ilişkin bir gereklilik de *ilksavlar* kümesinin bir karar verme yordamıyla karakterize edilmesinin gerekliliğidir – ilksavlık için de bir turnusol testi olmalıdır. Bu, en azından başlangıç yapmakta bir sorun olmadığı güvencesini verir. İlksavlar kümesi ile teoremler kümesi arasındaki fark budur: İlki her zaman bir karar verme yordamına sahiptir, ama ikincisinde olmayabilir.

MIU-dizgesine ilk kez baktığınızda tam da bu sorunla karşılaşmış olduğunuzu eminim kabul edersiniz. Tek başına ilksav biliniyordu, çıkarım kuralları basitti, dolayısıyla teoremler örtük olarak karakterize edilmişti – ama yine de bu belirlemenin sonuçlarının ne olduğu yeterince açık değildi. Özellikle MU teorem midir değil midir, sorusu hâlâ tam olarak açık değildi.



Şekil 12. *Gök Şatosu*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 1928).

İki-Sesli Envansiyon

ya da,

Tosbağa'nın Akhilleus'a Dediği

Lewis Carroll[1]

Akhilleus Tosbağa'ya yetişmiş ve rahat bir biçimde onun sırtına yerleşmişti.

"Böylece yarışımızın sonuna ulaştın?" dedi Tosbağa. "Sonsuz bir mesafeler dizisinden oluşmuş OLDUĞU halde? Ukalanın birinin böyle bir şeyin yapılamayacağını ispatladığını düşünmüştüm?"

"YapılaBİLİR, "dedi Akhilleus. "YapılMIŞTIR! *Solvitur ambulando* [Latince, Yürüyerek çözüldü, yani uygulamalı teoriklik -çn]. Görüyorsun mesafeler giderek AZALIYOR; ve böylece–"

"Ya giderek ARTSAYDILAR?" diye sözünü kesti Tosbağa. "O zaman ne olurdu?

"O zaman ben burada olmazdım," diye karşılık verdi Akhilleus alçakgönüllülükle; "ve SEN bu arada dünyanın çevresini birkaç kez dolanırdın!"

"Şimdi yaltaklandın, yani YASSILTTIN," dedi Tosbağa; "çünkü çok ağırsın, YANLIŞ anlama! Pekâlâ, GERÇEKTE bir sonrakinin diğerinden daha uzun olduğu sonsuz mesafeler içeren, ama çoğu insanın iki üç adımda sonuna gelebileceğini sandığı bir yarışı dinlemek ister misin?"

"Hem de çok!" dedi Yunanlı savaşçı, zırhından kocaman bir defter ve kalem çıkarırken (o günlerde Yunanlı savaşçıların CEPleri yoktu). "Başla! Ve YAVAŞ konuş lütfen! STENO henüz icat edilmedi!"

"Eukleides'in güzelim Birinci Önermesi!" diye Tosbağa düşteymişcesine mırıldandı. "Eukleides'i beğenir misin?"

"Hararetle! En azından, birinin gelecek birkaç yüzyılda yayınlanmayacak bir incelemeye hayranlık duyabileceği kadar!"

"Pekâlâ, şimdi Birinci Önerme'deki kanıtlamaya azıcık bakalım – yalnızca İKİ adım ve sonuç bunlardan çıkıyor. Bunları özenle defterine geçir. Ve bunları daha kolay gösterebilmek için A, B ve Z diyelim: —

---

[1] Lewis Carroll, "What the Tortoise Said to Achilles," *Mind*, yan not, 4 (1895), s. 278-80.

(A) Aynı şeye eşit olan şeyler birbirine eşittir.

(B) Bu Üçgenin iki kenarı aynı şeye eşittir.

(Z) Bu Üçgenin iki kenarı birbirine eşittir.

Eukleides okurları, Z, A ve B'den mantıksal olarak çıktığından, A ve B'nin doğru olduğunu kabul eden birinin Z'yi de doğru olarak kabul etmesi gerektiğinde hemfikir olacaklardır sanırım."

"Kuşkusuz! Bir lisedeki –liseler icat edilir edilmez, bu da iki bin yıl sonra gerçekleşecek– en genç çocuk bile BUnu kabul edecektir."

"Ve A ve B'yi doğru olarak kabul etmeyen bir okur DİZİ'yi yine de GEÇERLİ olarak kabul edecektir, değil mi?"

"Böyle okurların da olduğuna kuşku yok. Şöyle diyebilir, 'A ve B doğruysa, Z doğru olmalıdır, Koşullu Önermesini doğru olarak kabul ediyorum; ama A ve B'yi doğru olarak kabul ETMİYORUM.' Böyle bir okur Eukleides'i bırakıp *futbol oynasa daha iyi eder.*"

"Ayrıca 'A ve B'yi doğru olarak kabul ediyorum, ama Koşulluyu kabul ETMİYORUM' diyen bir okur DA olamaz mı?"

"Elbette olabilir. ONUN da futbol oynaması daha iyi olur."

"Ve bu okurların HİÇBİRİ," diye devam etti Tosbağa, "ŞİMDİYE KADAR Z'yi doğru olarak kabul etmek için mantıksal bir zorunluluk altında değildir?"

"Aynen öyle," diye onayladı Akhilleus.

"Şimdi BENİ İKİNCİ tür okurlardan say ve beni mantıksal olarak Z'yi doğru olarak kabul etmeye zorla."

"Bir tosbağanın futbol oynaması–" diye başladı Akhilleus.

"–aykırı olurdu elbette" diyerek Tosbağa hızla sözünü kesti. "Konudan uzaklaşma. Önce Z'yi ele al, futbolu sonraya bırak!"

"Sana Z'yi kabul ettireceğim, değil mi?" dedi Akhilleus düşünceli bir biçimde. "Ve sen şimdiki durumda A ve B'yi kabul ediyorsun, ama Koşulluyu kabul ETMİYORSUN–"

"Ona da C diyelim," dedi Tosbağa.

"–ama sen şunu kabul ETMİYORSUN:

(C) Eğer A ve B doğruysa, Z doğru olmalıdır."

"Evet konumum bu," dedi Tosbağa.

"O zaman senden C'yi kabul etmeni istemeliyim."

"Kabul edeceğim," dedi Tosbağa, "onu defterine işler işlemez. Defterinde

başka ne var?"

"Yalnızca birkaç kısa anı," dedi Akhilleus sayfaları sinirli bir biçimde çevirirken: "kendimi gösterdiğim savaşlardan birkaç anı!"

"Yığınla boş sayfa var!" diye neşeyle gösterdi Tosbağa. "HEPSİne ihtiyacımız olacak!" (Akhilleus ürperdi.) "Şimdi söylediklerimi yaz: –

(A) Aynı şeye eşit olan şeyler birbirine eşittir.

(B) Bu Üçgenin iki kenarı aynı şeye eşittir.

(C) Eğer A ve B doğruysa, Z doğru olmalıdır

(Z) Bu Üçgenin iki kenarı birbirine eşittir.

"Z değil, D demeliydin," dedi Akhilleus. "Diğer üçünden SONRA geliyor. Eğer A, B ve C'yi kabul ediyorsan, Z'yi kabul ETMELİSİN."

"Neden kabul etmeliyim?"

"Çünkü MANTIKEN onlardan çıkar. Eğer A, B ve C doğruysa, Z doğru OLMALIDIR. Buna karşı çıkamazsın, değil mi?"

"A, B ve C doğruysa, Z doğru OLMALIDIR," diye Tosbağa düşünceli bir halde yineledi. "Bu bir DİĞER Koşullu, değil mi? Ve bunun doğruluğunu göremezsem, A, B ve C'yi kabul edebilir, ama Z'yi kabul etmeyebilirim, değil mi?"

"Etmeyebilirsin," diye kabul etti dürüst kahraman; "duyarsızlığın böylesine pek rastlanmasa da. Yine de bu durum OLANAKLIDIR. Öyleyse senden BİR koşullu'yu daha kabul etmeni istemeliyim."

"Çok güzel, sen yeter ki yaz, ben seve seve kabul ederim. Buna

(D) Eğer A, B ve C doğruysa, Z doğru olmalıdır,

diyeceğiz. Defterine işledin mi?"

"YAZDIM!" Akhilleus kalemini kılıfına koyarken neşeyle haykırdı. "Ve sonunda bu ideal yarışmanın sonuna ulaştık! Şimdi sen A, B, C, D ve ELBETTE Z'yi kabul ediyorsun."

"Öyle mi?" dedi Tosbağa saflıkla. "Şunu iyice açıklığa kavuşturalım. A, B, C ve D'yi kabul ettim. Z'yi HÂLÂ reddedemez miyim?"

"O zaman Mantık boğazına yapışıp sana bunu kabul ETTİRİR!" diye muzafferane yanıtladı Akhilleus. "Mantık sana der ki, 'Elinden bir şey gelmez. Şimdi sen A, B, C ve D'yi kabul ettiğine göre, Z'yi de kabul ETMELİSİN!' Gördüğün gibi başka seçeneğin yok."

"MANTIK hep YAZMA'ya değer şeyler söyler," dedi Tosbağa. "Öyleyse defterine yaz lütfen. Buna (E) diyeceğiz.

(E) Eğer A, B, C ve D doğruysa Z doğru olmalıdır.

BUNU kabul edene değin Z'yi kabul etmeme elbette gerek yok. Bunun ZORUNLU bir adım olduğunu gördün mü?"

"Gördüm," dedi Akhilleus; ve sesinin tonunda bir keder vardı.

Burada anlatıcı, Banka'da acil işi olduğundan, bu mutlu çifti bırakmak zorunda kaldı ve aynı yerden yeniden geçene kadar aradan birkaç ay geçti. Anlatıcı oradan geçerken Akhilleus hâlâ sabırlı Tosbağa'nın sırtında oturuyor ve neredeyse dolmuş görünen defterine yazıyordu. Tosbağa şöyle diyordu, "Son adımı yazdın mı? Hesabı şaşırmadıysam bin bir tane oldu. Daha milyonlarcası var. Bizim bu konuşmamızın Ondokuzuncu Yüzyıl Mantıkçıları için ne kadar öğretici olacağının farkında mısın – kuzenim Alaycı-Kaplumbağamn o zaman yapacağı bir şakayı uyarlayarak sana TOSBÖRTMEN denmesine bozulur musun?"

"Nasıl istersen," diye yanıtladı bezgin savaşçı, umutsuzlukla çökmüş bir tonlamayla yüzünü ellerine gömerken. "SEN de, Alaycı Kaplumbağanın hiç yapmayacağı bir şakayı uyarlayıp AKİLATÖR diye adlandırılmayı kabul edersen!"

II. BÖLÜM

MATEMATİKTE ANLAM VE BİÇİM

Bu *İki Sesli Envansiyon* benim iki karakterimin esiniydi. Lewis Carroll'ın Zenon'un Tosbağa ve Akhilleus'uyla özgürce oynaması gibi ben de Lewis Carroll'ın Tosbağa ve Akhilleus'uyla özgürce oynadım. Carroll'ın diyaloğunda, aynı olaylar, her seferinde daha yüksek düzeyde, tekrar tekrar meydana gelir; Bach'ın Sürekli Yükselen Kanon'uyla muhteşem bir benzerlik gösterir. Carroll'ın Diyalogunda, zekice söz oyunları çıkartıldığında bile, geride derin bir felsefi problem kalır: *Sözcükler ve düşünceler biçimsel kuralları izler mi, izlemez mi?* Bu problem, bu kitabın problemidir.

Bu ve gelecek bölümde birkaç yeni biçimsel dizge göreceğiz. Bu bize biçimsel dizge kavramı konusunda çok daha geniş bir bakış açısı sunacak. İki bölümün sonuna geldiğinizde, biçimsel dizgelerin gücü ve neden matematikçi ve mantıkçıları ilgilendirdikleri konusunda oldukça fikir sahibi olacaksınız.

rt-Dizgesi

Bu bölümdeki biçimsel dizgeye *rt-dizgesi* denir. Matematikçiler veya mantıkçılar için önemli değildir – işin doğrusu, benim basit bir icadımdan ibaret. Önemi, bu kitapta büyük bir rol oynayacak birçok düşünce için kusursuz bir örnek oluşturmasında yatıyor. Bu rt-dizgesinin üç ayrı simgesi var:

r t -

– r, t harfleri ve tire.

rt-dizgesi sonsuz sayıda ilksava sahiptir. Hepsini birden yazamayacağımıza göre, bunların ne olduklarını betimlemenin başka bir yolunu bulmak zorundayız. Gerçekte ilksavları yalnızca betimlemekten daha fazlasını istiyoruz; verilen bir dizinin ilksav olup olmadığını söylemenin bir yolunu arıyoruz. İlksavların yalnızca betimlenmesi onları tam, ama zayıf bir biçimde karakterize edebilir – MIU-sistemlerindeki teoremlerin karakterize edilmesinde karşılaşılan sorunlar gibi. Belirsiz –olasılıkla sonsuz– bir zaman boyunca bununla uğraşmak değil, yalnızca bir dizinin ilksav olup olmadığını bulmak istiyoruz. Bu nedenle ilksavları r'ler, t'ler ve tirelerden oluşan bir dizinin ilksav olması hakkında açık bir karar verme yordamının bulunacağı şekilde tanımlayacağız.

TANIM: *x*r – t*x* –, *x* yalnızca tirelerden oluştuğunda bir ilksavdır.

'*x*'in her iki geçişinde de aynı tireler dizisinin yerine durması gerektiğine dikkat edin. Örneğin – – r – t – – – bir ilksavdır. '*x*r – t*x* – ifadesi olduğu gibi alındığında ilksav değildir elbette (çünkü '*x*' rt-dizgesine ait değildir); daha çok bütün ilksavların döküldükleri bir kalıp gibidir – ve ona *ilksav şeması* denir.

rt-dizgesi yalnızca bir üretim kuralına sahiptir:

KURAL: *x*, *y* ve *z*'nin yalnızca tireler içeren tikel dizilerin yerine durduklarını varsayın. Ve *x*r*yz*'nin bir teorem olduğunun bilindiğini varsayın. O zaman *x*r*y* – t*z* – bir teoremdir.

Örneğin *x*'i '– –', *y*'yi '– – –' ve *z*'yi '–' olarak alın. Kural bize şunu söyler:

> Eğer – – r – – – t – bir teorem olarak ortaya çıkarsa, o zaman – – r – – – – t – – de teorem olacaktır.

Üretim kurallarında tipik bir durum olduğu gibi, bu kural iki dizinin teoremliği arasında nedensel bir bağ tesis eder, ama bunu onların her birinin kendi başlarına bir teorem olduklarını öne sürmeden yapar.

Sizin için en önemli alıştırma, rt-dizgesi teoremleri için bir karar verme yordamı bulmanızdır. Bu çok da zor değil; bir süre uğraşırsanız, büyük bir olasılıkla bulursunuz. Deneyin.

Karar Verme Yordamı

Denediğinizi varsayıyorum. Her şeyden önce, anılmaya değmeyecek kadar açık gibi görünmesine karşın, rt-dizgesinin her teoreminin üç ayrı tire grubuna sahip olduğunu ve ayırıcı öğelerin sırayla bir r ve bir t olduklarını belirtmek istiyorum. (Bütün MIU-dizgesi teoremlerinin M'yle başlaması gerektiğinin gösterilebileceği biçimde, bu da "kalıtım"a dayanan bir kanıtlamayla gösterilebilir.) Bu yalnızca biçiminden şöyle bir diziyi dışarda bırakabileceğimiz anlamına gelir: – – r – – r – – r – – t – – – – – – – – –.

Şimdi, "yalnızca biçiminden" deyişine vurgu yapmak aptalca gelebilir; dizi biçimden başka nedir ki? Özelliklerinin belirlenmesinde başka ne rol oynayabilir? Açıkça hiçbir şey. Ama biçimsel dizge tartışması sürerken, bunu aklınızda tutun; "biçim" kavramı giderek çok daha karmaşıklaşmaya ve soyutlaşmaya başlayacak ve "biçim" sözcüğünün anlamı üstünde daha fazla düşünmemiz gerekecek. Her durumda bir tire grubuyla başlayıp, sonra bir r, ikinci bir tire grubu, sonra bir t ve son bir tire grubuna daha sahip olan her

diziye *düzgün oluşturulmuş* dizi diyelim.

Karar verme yordamına dönersek... Teoremlik ölçütü ilk iki tire grubunun, üçüncü tire grubunu oluşturmak üzere birbirine eklenmesidir. Örneğin – – r – – t – – – –, 2 artı 2 eşittir 4 olduğundan, bir teoremdir, oysa – – r – – t –, 2 artı 2 eşittir 1 olmadığından, teorem değildir. Bunun neden uygun ölçüt olduğunu anlamak için öncelikle ilksav şemasına bakın. Açıkça, bu yalnızca toplama ölçütünü gerçekleyen ilksavlar üretir. İkinci olarak üretim kuralına bakın. Eğer birinci dizi toplama ölçütünü gerçekliyorsa, ikinci de öyle olmalıdır – ve tersine, birinci dizi toplama ölçütünü gerçeklemiyorsa o halde ikinci dizi de gerçeklemez. Kural toplama ölçütünü teoremlerin kalıtsal özelliği haline getirir: her teorem bu özelliği kendi çocuğuna geçirir. Bu da toplama ölçütünün neden doğru olduğunu gösterir.

Bu arada rt-dizgesi hakkında bir olgu, toplama ölçütünü bulmadan önce bile, bir karar verme yordamı olduğunu güvenle söyleyebilmemizi sağlar. Bu olgu, rt-dizgesinin, *uzatma* ve *kısaltma* kurallarının zıt akımlarıyla karmaşıklaşmadığıdır; o yalnızca uzatma kurallarına sahiptir. Kısa teoremlerden nasıl daha uzun teoremler yapacağınızı söyleyen, tersini asla söz konusu etmeyen, her biçimsel dizgenin kendi teoremleri için bir karar verme yordamına sahip olması gerekir. Size bir dizi verildiğini varsayın. Öncelikle ilksav olup olmadığını denetleyin (ilksavlık için bir karar verme yordamı olduğunu varsayıyorum – yoksa durum umutsuzdur). İlksavsa, o zaman tanım gereği bu bir teoremdir ve denetleme biter. İlksav olmadığını varsayalım. O zaman teorem olması için kurallardan biri yoluyla daha kısa bir diziden çıkmalıdır. Çeşitli kuralları sırayla uygulayarak, yalnızca o diziyi üretebilecek kuralları bulmakla kalmaz, ama "soy ağacı"nda hangi daha kısa dizilerin onun atası olabileceğini de kesin olarak belirlersiniz. Bu yolla problemi birkaç yeni, ama daha kısa dizinin bir teorem olup olmadığını belirleme problemine "indirgersiniz." Bunların her biri sırayla aynı sınamadan geçirilebilir. Olabilecek en kötü şey, sınamadan geçirilecek dizilerin giderek çoğalmaları, ama aynı zamanda kısalmalarıdır. Bu yolda geriye doğru gitmeyi sürdürürseniz bütün teoremlerin kaynağına –ilksav şeması– daha çok yaklaşırsınız. Sonsuza kadar dizileri kısaltmanız olanaklı değildir; bu nedenle ya kısa dizilerinizden birinin ilksav olduğunu bulacaksınız ya da kısa dizilerinizden hiçbirinin ilksav olmadığı ve bir kuralı veya diğerini geriye doğru işleterek hiçbirini daha fazla kısaltamadığınız bir noktada takılıp kalacaksınız. Bu gerçekten de yalnızca uzatma kurallarına sahip biçimsel dizgelerin gerçekte derin bir ilgiyi haketmediğine işaret eder; biçimsel dizgelere büyüsünü kazandıran uzatma ve kısaltma kurallarının karşılıklı etkileşimidir.

Tabandan Tepeye Karşısında Tepeden Tabana

Yukarıda anlatılan *tepeden tabana* karar yordamı olarak adlandırılabilecek yöntem, şimdi anlatacağım *tabandan tepeye* karar yordamıyla karşıtlık oluşturur. Bu, cinin MIU-dizgesi için sistematik olarak teorem-üretme yöntemine fazlasıyla benzer, ama bir ilksav şemasının varlığıyla karmaşıklaşmıştır. Teoremleri ürettikçe içine atacağımız bir "kova" yapacağız. Şöyle yapılıyor:

(1a) Mümkün en yalın ilksavı (– r – t – –) kovaya atın.

(1b) Kovadaki öğeye çıkarım kuralını uygulayın ve sonucu kovanın içine koyun.

(2a) İkinci en yalın ilksavı kovaya atın.

(2b) Kuralı kovadaki her bir öğeye uygulayın ve bütün sonuçları kovaya atın.

(3a) Üçüncü en yalın ilksavı kovaya atın.

(3b) Kuralı kovadaki her bir öğeye uygulayın ve bütün sonuçları kovaya atm.

vesaire, vesaire.

Bir anlık düşünüm bu yolla rt-dizgesinin her teoremini üretmeyi başarabileceğinizi gösterir. Üstelik zamanla kova giderek daha uzun teoremlerle dolacaktır. Bu da yine kısaltma kurallarının olmamasının sonucudur. Böylece teoremliğini denetlemek istediğiniz – – r – – – t – – – – – gibi tikel bir diziniz varsa, sürekli olarak söz konusu diziyi denetleye denetleye yalnızca numaralandırılmış basamakları izleyin. Eğer işlerse teoremdir! Eğer bir noktada kovaya dolan her şey söz konusu diziden daha uzun olmaya başladıysa, unutun gitsin – bu teorem değildir. Bu karar verme yordamı *tabandan tepeyedir*, çünkü temellerden, yani ilksavlardan, yukarı doğru işler. Daha önceki karar verme yordamı *tepeden tabanadır*, çünkü kesinlikle tersidir: aşağıya, temellere doğru işler.

Eşbiçimlilikler Anlam Üretir

Şimdi bu bölümün –aslında kitabın– ana konularından birine geldik. Belki de rt-teoremlerinin toplamalara benzediklerini siz zaten düşünmüştünüz. – – r – – – t – – – – – dizisi bir teoremdir, çünkü 2 artı 3 eşittir 5'dir. Hatta – – r – – – t – – – – – teoremi size, *anlamı* 2 artı 3 eşittir 5 olan tuhaf bir yazılış biçimiyle yazılmış bir *tümce* gibi gelmiş de olabilir. Bu olanlara bakmanın

usayatkın bir yolu mudur? Pekâlâ, 'r'yi size 'artı'yı, 't'yi de 'eşittir'i çağrıştırması için özellikle seçtim... Öyleyse – – r – – – t – – – – – dizisi gerçekten "2 artı 3 eşittir 5" *anlamına* mı gelir?

Böyle düşünmemizi sağlayan nedir? Benim yanıtım, rt-teoremleri ile toplamalar arasında *eşbiçimlilik* olduğunu anlamış olmamızdır. Giriş'te "eşbiçimlilik" bilgiyi koruyan dönüşüm olarak tanımlanmıştı. Şimdi bu kavramı biraz daha derinliğine ele alabilir ve bir başka açıdan değerlendirebiliriz. "Eşbiçimlilik" sözcüğü iki karmaşık yapının, bir yapının her bir parçasına öteki yapıda karşılık gelen bir parça olacak şekilde birbirlerinin üzerine haritalanması sözkonusu olduğunda kullanılır; burada "karşılıklılık" her iki parçanın kendi yapıları içinde aynı rolü üstlenmesi anlamındadır. "Eşbiçimlilik" sözcüğünün bu kullanımı, matematikte çok daha kesin olan bir kavramdan türetilmiştir.

Bir matematikçinin bildiği iki yapı arasında bir eşbiçimlilik keşfetmesi sevinç nedenidir. Çoğunlukla "tam bir sürpriz"dir ve şaşkınlık vericidir. Bilinen iki yapı arasındaki eşbiçimliliğin algılanması bilgide önemli bir ilerleme anlamına gelir – ve ben kişilerin zihinlerinde *anlamları* yaratanın bu türden eşbiçimlilik algılamaları olduğunu iddia ediyorum. Eşbiçimliliğin algılanması üstüne son bir söz: bunlar mecazi olarak söylersek, birçok biçim ve boyutta ortaya çıktıklarından, gerçekten bir eşbiçimlilik bulduğunuz zaman tam olarak açık değildir. Dolayısıyla "eşbiçimlilik," sözcüklerin – kusur olduğu kadar yararlı da olan, o olağan anlam-belirsizliklerinin tümünü içeren bir sözcüktür.

Örneğimizde eşbiçimlilik kavramının kusursuz bir prototipi var. Eşbiçimliliğimizin "daha alt bir düzey"i vardır – yani iki yapının parçaları arasında bir haritalama:

r	⇐⇒	artı
t	⇐⇒	eşittir
–	⇐⇒	bir
– –	⇐⇒	iki
– – –	⇐⇒	üç
	vb.	

Bu simge-sözcük karşılıklılığının bir adı vardır: *yorum*.

İkinci olarak, daha üst bir düzeyde, doğru önermeler ile teoremler arasında bir karşılıklılık vardır. Ancak –buna dikkat edin– bu üst-düzey karşılıklılık, simgeler için önsel bir yorum seçilmeksizin algılanamaz. Dolayısıyla bunu, doğru önermeler ve *yorumlanmış* teoremler arasındaki karşılıklılık olarak

betimlemek daha doğru olacaktır. Her durumda bütün eşbiçimlilikler için tipik olan iki katlı bir karşılıklılık göstermiş olduk.

Hakkında hiçbir şey bilmediğiniz bir biçimsel dizgeyle karşılaştığınızda, eğer içindeki saklı anlamı da keşfetmeyi umuyorsanız, sorununuz onun simgelerine anlamlı bir biçimde –yani doğru önermeler ile teoremler arasında üst düzey bir karşılıklılık olacak biçiminde– yorumlar atfetmektir. Simgelerle bağıntılandırılacak iyi bir sözcük dizisi bulmadan önce karanlıkta birçok deneme vuruşu yapabilirsiniz. Bu kod çözmeye ya da Girit Lineer B yazısı gibi bilinmeyen bir dildeki yazıtın şifresini çözmeye benzer: ilerlemenin tek yolu, eğitimli tahminlere dayanan deneme yanılma yöntemidir. İyi, "anlamlı" bir seçim yaptığınız zaman aniden her şeyin yoluna girdiğini hissedersiniz ve iş büyük bir hızla ilerler. Çok geçmeden her şey yerli yerine oturur. John Chadwick'in *Lineer B'nin Şifreçözümü* kitabı bu türden bir heyecanı anlatır.

Ama, birinin, yıkılmış bir uygarlığın kazılarında ortaya çıkarılmış biçimsel bir dizgenin "kodunu çözme" konumunda olması, en azından, pek alışılmış değildir! Biçimsel dizgeyi yalnızca matematikçiler (ve son zamanlarda dilbilimciler, filozoflar ve diğerleri) kullanır ve kullanıp yayınladıkları biçimsel dizgelere ilişkin zihinlerinde kaçınılmaz olarak bir yorum vardır. Bu insanların düşüncesi, teoremleri gerçeğin bir bölümünü eşbiçimsel olarak yansıtan bir biçimsel dizge kurmaktır. Böylesi bir durumda simgelerin seçimi, tipografik üretim kurallarının seçiminde olduğu gibi, son derece amaçlı seçimlerdir. Ben rt-dizgesini tasarlarken bu konumdaydım. Seçtiğim simgeleri niye böyle seçtiğimi görüyorsunuz. Teoremlerin toplamalarla eşbiçimli olması rastlantı değildir; böyle olmasının nedeni benim kasıtlı olarak, toplamaları tipografik bir biçimde yansıtacak bir yol aramış olmamdır.

Anlamsız ve Anlamlı Yorumlar

Benim seçtiğimden başka yorumlar seçebilirsiniz. Her teoremin doğru çıkmasını sağlamanız gerekmez. Ama bütün teoremleri yanlış çıkaran bir yorum oluşturmak için bir neden olmadığı gibi, teoremlik ve doğruluk arasında, pozitif ya da negatif hiçbir ilişkinin olmadığı bir yorum yapmak için de pek bir neden yoktur. Bu nedenle biçimsel dizge yorumunun iki türü arasında ayrım yapalım. İlk olarak, dizgenin teoremleri ve gerçeklik arasında hiçbir eşbiçimli bağlantı göremediğimiz *anlamsız* yorumları alalım. Böyle yorumlar boldur – rastgele seçsek olur. Örnek olarak bir tane verelim:

r ⇐⇒ at

t ⇐⇒ mutlu

\- ⇐⇒ elma

Şimdi - r - t - - yeni bir yorum kazanmıştır: "elma at elma mutlu elma elma" - atlara çekici gelebilecek ve belki de onları rt-dizilerini bu tarzda yorumlamaya yönlendirecek şairane bir duyarlık! Yine de bu yorum "anlamlı olmak"tan uzaktır. Bu yorum altında teoremler teorem-olmayanlardan daha doğru ya da daha iyi gibi görünmemektedir. Bir at (t t t - r üzerine haritalanan) "mutlu mutlu mutlu elma at"dan da ancak yorumlanmış herhangi bir teoremden hoşlanabileceği kadar hoşlanabilir.

Öteki yorum türü *anlamlı* olarak adlandırılacaktır. Böyle bir yorum altında, teoremlerle doğruluklar karşılıklıdır - yani teoremler ve gerçekliğin bir bölümü arasında bir eşbiçimlilik vardır. İşte bu nedenle *yorumlar* ve *anlamlar* arasında ayrım yapmak yerindedir. 'r'nin yorumu için herhangi bir sözcük kullanılabilir, ama sonuca ulaştığımız tek *anlamlı* seçim 'artı'dır. Özetle, 'r'nin anlamı, milyonlarca farklı yoruma sahip olabilmesine karşın, 'artı' gibi görünmektedir.

Etkin Anlamlar Karşısında Edilgin Anlamlar

Bu bölümdeki belki de en anlamlı olgu eğer derinliğine anlaşıldıysa şudur: rt-dizgesi bizi, *biçimsel bir dizgenin simgelerinin, başlangıçta anlamsız da olsa, en azından eşbiçimlilik bulunursa, bir tür "anlam" üstlenmekten kaçınamayacağını* kabul etmeye zorlar. Yine de bir biçimsel dizge ile bir dildeki anlam arasındaki fark çok önemlidir. Bu şudur: bir dilde bir sözcüğün anlamını öğrendiğimizde sözcüğün bu anlamı üstüne kurulmuş yeni tümceler oluştururuz. Yani anlam tümce yaratmak için yeni bir kural meydana getirdiğinden *etkin* olur. Bunun anlamı dil hakimiyetimizin bitirilmiş bir ürün gibi olmadığıdır: yeni anlamlar öğrendiğimiz zaman tümce kurma kuralları da artar. Öte yandan bir biçimsel dizgede teoremler üretim kuralları tarafından önceden tanımlanır. Teoremler ve doğru önermeler arasındaki (eğer bulabilirsek) eşbiçimliliğe dayanan "anlamlar" seçebiliriz. Ama bu bize dışarı çıkma ve tesis edilmiş teoremlere yeni teoremler ekleme iznini vermez. I. Bölümde sizi uyardığım Biçimsellik Koşulu da işte budur.

MIU-dizgesinde elbette dört kuralın ötesine gitmek için bir kışkırtma yoktu, çünkü hiçbir yorum araştırılmamış veya bulunmamıştı. Ama burada yeni dizgemizde, insan her bir simgenin yeni bulunmuş "anlam"ı tarafından ayartılabilir ve

– – r – – r – – r – – t – – – – – – – –

dizisinin teorem olduğunu düşünebilir. En azından insan, dizinin teorem olmasını *dileyebilir*. Ancak dilemek bunun öyle olmadığı olgusunu değiştirmez. Ve yalnızca 2 artı 2 artı 2 artı 2 eşittir 8 olduğu için bunun bir teorem olması "gerek"tiğini düşünmek ciddi bir hatadır. Buna herhangi bir anlam yüklemek bile yanıltıcıdır, çünkü dizi düzgün değildir ve anlamlı yorumlarımız tamamıyla düzgün dizilere bakılarak türetilir.

Biçimsel bir dizgede, anlam *edilgin* kalmalıdır; her bir diziyi oluşturucu simgelerinin anlamlarına göre okuyabiliriz, ama yalnızca simgelere atfettiğimiz anlamlara dayanarak yeni teoremler yaratma hakkına sahip değiliz. Yorumlanmış biçimsel dizgeler, anlamsız dizgeler ile anlamlı dizgeler arasındaki çizgide dururlar. Bunların dizileri şeyleri "ifade ediyor" olarak düşünülebilir, ama bu yalnızca dizgenin biçimsel özelliklerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmalıdır.

Çifte Anlamlılık

Ve şimdi, rt-dizgesi simgelerinin *tek* anlamlarının bulunduğuna ilişkin yanılsamayı yıkmak istiyorum. Aşağıdaki eşlemeye bakın:

r ⇐⇒ eşittir
t ⇐⇒ -den çıkarmak
– ⇐⇒ bir
– – ⇐⇒ iki
vb.

Şimdi – – r – – – t – – – – –'nin yeni bir yorumu var: "5'den 3 çıkar eşittir 2." Bu elbette doğru bir tümcedir. Bu yeni yorum altında bütün teoremler doğru çıkacaktır. En az eskisi kadar anlamlıdır. Açıkça, "Ama dizinin *tek* anlamı hangisi?" diye sormak aptalca olacaktır. Gerçek dünyayı yeterli bir eşbiçimlilikle yansıttığı ölçüde her yorum anlamlı olacaktır. Gerçek dünyanın farklı yönleri birbirine eşbiçimli olduğunda (bu durumda toplama ve çıkarmalar) tek bir biçimsel dizge her ikisiyle de eşbiçimli olabilir ve öylece iki edilgin anlam üstlenebilir. Simgelerin ve dizilerin bu tür çifte-değerlilikleri son derece önemli bir görüngüdür. Burada önemsiz, garip ve sıkıcı görünebilir. Ama konu ilerde çok daha derin bağlamlarda yeniden karşımıza çıkacak ve beraberinde büyük bir fikir zenginliği getirecek.

İşte *rt-dizgesi* hakkındaki gözlemlerimizin bir özeti. Verilen anlamlı yorumların her ikisinde de, her düzgün dizi kendi karşılığı için –bazıları doğru bazıları yanlış– gramatik bir kesinlemeye sahiptir. Herhangi bir biçimsel dizgede düzgün dizi fikri, simge simge yorumlandıklarında *gramatik* tümceler ortaya çıkaran dizileri belirtir. (Elbette bu yoruma bağlıdır, ama genellikle zihinde bir yorum bulunur.) Düzgün diziler arasında teoremler bulunur. Bunlar bir ilksav şeması ve bir üretim kuralıyla tanımlanır. Benim rt-dizgesini türetirken hedefim toplamaları taklit etmekti: Her teoremin yorum altında doğru bir toplamayı ifade etmesini istedim; tersine olarak, kesinlikle iki pozitif tam sayının doğru toplanmasının bir teorem olarak bir diziye çevrilebilmesini istedim. Bu hedefe erişildi. Bu nedenle "2 artı 3 eşittir 6" gibi bütün yanlış toplamaların düzgün diziler içine haritalanabildiğine, ama teorem olmadıklarına dikkat edin.

Biçimsel Dizgeler ve Gerçeklik

Bu, biçimsel bir dizgenin gerçekliğin bir bölümüne dayandırıldığı ve mükemmel bir şekilde onu taklit eder göründüğü duruma ilk örneğimizdir; bu durumda *dizgenin teoremleri gerçekliğin* bu bölümü hakkındaki doğrularla eşbiçimlidirler. Yine de gerçeklik ve biçimsel dizge birbirlerinden bağımsızdır. İkisi arasında eşbiçimlilik olduğunu kimsenin fark etmesine gerek yoktur. Her iki taraf da kendi başına durur, –r – t – –'nin teorem olduğunu bilsek de bilmesek de bir artı bir eşittir ikidir; ve – r –t – –'yi toplamayla bağmtılandırsak da bağıntılandırmasak da o bir teoremdir.

Bu biçimsel dizgenin ya da herhangi bir biçimsel dizgenin kurulmasının, yorumunun bağıntı alanı içindeki doğrulara ışık tutup tutmayacağını merak edebilirsiniz. rt-teoremlerini üretmekle yeni toplamalar mı öğrendik? Elbette hayır; ama bir işlem olarak toplamanın yapısıyla ilgili bir şeyler öğrendik – yani onun anlamsız simgeleri yöneten tipografik bir kuralla kolayca taklit edilebileceğini. Toplama böylesine basit bir kavram olduğu için bu yine de büyük bir sürpriz sayılmaz. Toplamanın yazar kasa gibi bir aletin aksamı tarafından kavranılması olağandır.

Ama biçimsel dizgeleri ne kadar zorlasak da, daha yüzeyi bile kazıyamadığımız açıktır; biçimsel kurallar tarafından yönetilen anlamsız simgeler kümesiyle gerçeklik parçasının ne kadarının taklit edilebileceğini merak etmek doğaldır. Gerçekliğin tamamı bir biçimsel dizgeye dönüştürülebilir mi? Çok geniş anlamıyla alındığında yanıt evet olabilir. Örneğin gerçekliğin çok kar-

maşık bir biçimsel dizgeden başka bir şey olmadığı öne sürülebilir. Simgeleri bir kâğıt üzerinde değil, ama daha çok üç boyutlu bir boşlukta (uzay) hareket eder; bunlar her şeyi meydana getiren temel parçacıklardır. (Örtük varsayım: madde zincirinde aşağıya doğru inmenin bir sonu vardır, böylece "temel parçacıklar" deyimi anlam kazanır.) "Tipografik kurallar," verili bir anda bütün parçacıkların konumları ve hızları verili olduğunda, onların "gelecek" andaki yeni konum ve hızlarının bir kümesini verecek şekilde nasıl değiştirileceğini söyleyen fizik yasalarıdır. Böylece bu büyük biçimsel dizgenin teoremleri, parçacıkların evren tarihi içinde farklı zamanlardaki mümkün görünümleridir. Tek ilksav "zamanın başlangıcı"ndaki tüm parçacıkların ilk görünümüdür (ya da *belki de* görünümüydü.) Bununla birlikte bu öyle muhteşem bir kavramdır ki, yalnızca salt kuramsal ilgi alanına girer; ve ayrıca kuantum mekaniği (ve fiziğin diğer bölümleri) bu düşüncenin kuramsal değeri üzerine bile en azından bazı kuşkular düşürür. Temelde, evrenin belirlenimci bir biçimde işleyip işlemediğini soruyoruz; bu da yanıtı açık bir sorudur.

Matematik ve Simge Yönlendirme

Böyle büyük bir resimle uğraşmaktansa gelin "gerçek dünya"mız olarak kendimizi *matematikle* sınırlayalım. Burada ciddi bir soru ortaya çıkar: biçimsel bir dizgeyi matematiğin bir bölümünü model alarak kurmaya çalıştığımızda, özellikle matematiğin bu bölümünü yüzde yüz bilmezken – işi doğru olarak yaptığımızdan nasıl emin olabiliriz? Biçimsel dizgenin hedefinin bizi bu disiplin içindeki yeni bilgilere ulaştırmak olduğunu varsayalım. Eşbiçimliliğin tam olduğunu ispatlamadıkça, her teoremin yorumunun doğru olduğunu nasıl bileceğiz? Ve başlamak için disiplin içindeki doğrular hakkındaki her şeyi önceden bilmiyorsak, eşbiçimliliğin tam olduğunu nasıl ispatlayacağız?

Kazı yaptığımız bir yerde gerçekten de gizemli bir biçimsel dizge bulduğumuzu varsayalım. Çeşitli yorumları dener ve belki sonunda her teoremin doğru, teorem-olmayanın yanlış çıktığı bir yorum buluruz. Ama bu yalnızca sonlu sayıda durumda doğrudan denetleyebildiğimiz bir şeydir. Teoremler kümesi, çok büyük, olasılıkla, sonsuzdur. Hem biçimsel dizge hem de karşılığı olan yorumun bağıntı alanı hakkında bilinmesi gereken her şeyi bilmedikçe, bu yorum altında her teoremin doğruyu ifade ettiğini nasıl bileceğiz?

Doğal sayıların gerçekliğini (yani negatif olmayan tam sayılar: 0, 1, 2, ...) biçimsel bir dizgenin tipografik simgeleriyle eşleştirmeye çalıştığımızda kendimizi bir şekilde bu garip durumun içinde buluruz. Sayılar kuramında "doğ-

ru" dediğimiz ile simge yönlendirimiyle elde edebileceğimiz şey arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışacağız.

Böylece sayılar kuramının önermelerinin bazılarına doğru ötekilerine yanlış demenin temeline kısaca bir göz atalım. 12 kere 12 kaç eder? Herkes bunun 144 ettiğini bilir. Ama bu yanıtı verenlerin kaçı yaşamlarının herhangi bir anında fiili olarak 12'ye 12 ebadında bir dikdörtgen çizmiş ve içindeki küçük kareleri saymıştır? Çoğunluk bunu çizip saymayı gereksiz bulacaktır. Bunun yerine kâğıt üzerine çiziktirdiği, aşağıda gösterilen gibi birkaç işareti ispat olarak sunacaktır:

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times\ 12 \\ \hline 24 \\ 12 \\ \hline 144 \end{array}$$

Ve bu da "ispat" olur. Hemen herkes kareleri saysaydınız, 144 bulacağınıza inanır; sonuçtan kuşkulanan pek olmaz.

987654321 x 123456789'un değerini belirlemeye kalktığınız zaman iki görüş açısı arasındaki çatışma daha da keskinleşir. Hepsinden önce uygun bir diktörtgen yapmak neredeyse olanaksızdır; ve daha da kötüsü bu yapılmış ve küçük kareleri saymak için bir insan ordusu yüzyıllar harcamış *bile olsa*, ancak insanların en safı bulunan son yanıta inanacaktır. Bir yerde, birinin, bir biçimde küçücük bir hata yapması işten bile değildir. Öyleyse yanıtın ne olduğunu bilme imkânı var mıdır? Belirli basit kurallara göre rakamların yönlendirilmesini gerektiren simgesel işlemlere güveniyorsanız, evet. Bu işlem çocuklara doğru yanıtı bulmak için bir araç olarak sunulur; karışıklık içinde kaybolan çoğu çocuk için işlem, uyaklardan ve sonuçtan ibarettir. Çarpma için sayamak sayma yasaları çoğunlukla toplama ve çarpmanın bütün sayılar için geçerli olduğu varsayılan birkaç özelliğine dayanır.

Aritmetiğin Temel Yasaları

Anlatmak istediğim varsayım aşağıda gösterilmiştir. Birkaç çubuğu önünüze koyun:

/ // // // / /

Şimdi onları sayın. Aynı zamanda bir başkası da onları öteki uçtan başlayarak saysın. İkinizin de aynı yanıtı bulacağı açık değil midir? Bir sayma işleminin sonucu, yapılış biçiminden bağımsızdır. Bu gerçekten de saymanın ne olduğu hakkında bir varsayımdır. Bunun doğruluğunu ispatlamaya çalışmak anlamsız olacaktır, çünkü çok temeldir; ya görürsünüz ya da görmezsiniz – ama ikinci durumda ispatın size hiçbir yardımı olmayacaktır.

Bu tür varsayımdan toplamanın değişme ve birleşme özellikleri çıkarılabilir (yani birincisi için her zaman $b + c = c + b$; ikincisi için de her zaman $b + (c + d) = (b + c) + d$ olduğu). Aynı varsayım sizi çarpmanın değişme ve birleşme özelliklerine de götürebilir; yalnızca büyük bir dikdörtgen meydana getirmek üzere bir araya getirilmiş birçok küp düşünün. Çarpımsal yerdeğişme ve birleşme, basitçe, kütleyi çeşitli biçimlerde döndürdüğünüz zaman küplerin sayısının değişmeyeceği varsayımlarıdır. Şimdi bu varsayımlar mümkün bütün durumlarda doğrulanabilir değildir, çünkü böyle durumların sayısı sonsuzdur. Bunları öylece kabul ederiz; bunlara (üzerlerinde eğer düşünürsek) bir şeye inanabileceğimiz kadar derinden inanırız. Sokakta yürürken cebimizdeki parayla oynadığımızda paranın miktarı değişmez; kitaplarımızın sayısı, paketleyip bir kutuya koysak, arabaya yükleyip yüz elli kilometre gitsek, arabadan indirip paketleri açsak ve yeni raflara koysak değişmeyecektir. Bunların hepsi *sayı* demekle kastettiğimiz şeyin parçasıdır.

İnkar edilemez bir olgu yazılır yazılmaz, bu "olgu"nun, yine de neden yanlış olduğunu göstermeyi eğlenceli bulan belli insan tipleri vardır. Ben bu türdenim ve yukarıdaki çubuk, para ve kitaptan oluşan örnekleri yazar yazmaz, bunların yanlış olduğu durumlar buldum. Siz de aynısını yapmış olabilirsiniz. Bu da soyutlama olarak sayıların, kullandığımız günlük sayılardan gerçekten de çok farklı olduklarını gösterir.

İnsanlar temel aritmetiği ihlal eden, ama "daha derin" doğruları gösteren sloganlar türetmekten hoşlanırlar; "1 ile 1 1 yapar" (aşıklar için) veya "1 artı 1 eşittir 1" (Teslis) gibi. Bu sloganlarda, örneğin her ikisinde de, artı iminin uygunsuz kullanıldığını göstererek kolayca gedikler açabilirsiniz. Ama böyle örnekler çoğalmaktadır. Camdan süzülen iki yağmur damlası karışıp birleşir; bir artı bir, bir etmemiş midir? Bir bulut iki buluta ayrılır – aynı şey için bir delil daha mı? Oluyor olanın "toplama" diye adlandırıldığı durumlar ile başka bir sözcüğün gerekli olduğu durumlar arasında kesin bir ayrım çizgisi çekebilmek o kadar kolay değildir. Soru hakkında düşünecek olursanız, uzaydaki nesneleri birbirinden ayıran bir ölçüte ulaşabilir ve her birinin diğer nesnelerden açıkça ayırt edilebilir olduğundan emin olabilirsiniz. Ama öyleyse fi-

kirler nasıl sayılabilir? Ya da atmosferi oluşturan gazlar kaç tanedir? Eğer aramayı denerseniz büyük bir olasılıkla bir yerlerde "Hindistan'da 17 dil ve 462 lehçe vardır" gibi bir bildirim bulabilirsiniz. "Dil" ve "lehçe" kendileri bulanık kavramlarken, böyle kesin bildirimlerde bulunmak biraz tuhaf kaçmaktadır.

İdeal Sayılar

Gerçeklikler olarak sayılar yaramazdır. Bununla birlikte insanlarda sayıların uygunsuz davranmamaları gerektiği konusunda eski ve doğuştan gelen bir duygu vardır. Soyut sayı kavramında boncuk, lehçe ya da bulutların sayılmasından ayrı olarak açık ve saf bir şey vardır; ve sayılardan, her zaman gerçekliğin aptallığı gelip bulaşmadan söz etmenin bir yolu olmalıdır. "İdeal" sayıları yöneten sert köşeli kurallar aritmetiği oluştururlar ve bunların daha ileri sonuçları da sayı kuramını oluşturur. Kılgısal şeyler olarak sayılardan biçimsel şeyler olarak sayılara geçiş yaparken sorulacak tek bir soru vardır. Bütün sayı kuramını ideal bir dizge içine sokmayı denemeye bir kez karar verdiğinizde, bu işi bütünüyle yapmak gerçekten mümkün müdür? Sayılar, doğaları biçimsel bir dizgenin kuralları içinde bütünüyle yakalanabilecek kadar açık, berrak ve düzenli midirler? Escher'in en güzel eserlerinden biri olan *Özgürleşim* resmi (Şekil 13) büyüleyici bir geçiş bölgesiyle, biçimsel ve biçimsel-olmayan arasındaki olağanüstü zıtlığın ta kendisidir. Sayılar gerçekten de kuşlar kadar özgür müdür? Kurallara dayalı bir dizge içinde kristalleşmiş olmaktan acı çekerler mi? Gerçeklikteki sayılar ile kâğıt üstündeki sayılar arasında sihirli bir geçiş bölgesi var mıdır?

Doğal sayıların özelliklerinden söz ettiğimde yalnızca belirli bir tam sayılar çiftinin toplamı gibi özellikleri kastetmiyorum. Bu sayılarak bulunabilir ve bu yüzyılda yetişen hiç kimse sayma, toplama, çarpma gibi işlemlerin mekanikleştirilebileceğinden kuşku duyamaz. Ben, matematikçilerin açığa çıkartmaya çalıştıkları türden özellikleri, hiçbir sayma işleminin yanıt bulmakta yeterli olmadığı –kuramsal olarak bile yeterli olmadığı– soruları kastediyorum. Doğal sayıların böyle bir özelliği için klasik bir örneği ele alalım. Önerme şudur: "Sonsuz sayıda asal sayı vardır." Hepsinden önce bu önermeyi doğrulayacak ya da çürütebilecek bir sayma işlemi yoktur. Yapabileceğimiz en iyi şey asal sayıları bir süre saymak ve "çok" olduklarını kabul etmek olacaktır. Ama hiçbir sayma miktarı asal sayıların sonsuz mu sonlu mu oldukları sorusunu çözmeye tek başına yetmez. Her zaman daha fazlası olabilir. Bu



Şekil 13. *Özgürleşim*, M. C. Escher (taşbaskı, 1955).

önerme –ve buna "Eukleides Teoremi" denir (Büyük "T"yle başladığına dikkat edin)– oldukça kapalıdır. Usauygun ya da çekici gelebilir, ama açık değildir. Bununla birlikte matematikçiler Eukleides'den bu yana bunu daima doğru kabul etmişlerdir. Bunun sebebi nedir?

Eukleides'in İspatı

Bunun sebebi *usavurmanın* öyle söylemesidir. Burada söz konusu olan usavurmayı izleyelim. Eukleides ispatının bir değişkesine bakacağız. Bu ispat, hangi sayıyı alırsanız alın, ondan daha büyük bir asal sayı olduğunu gösterir. Bir sayı seçin – N. 1'le başlayarak ve N'yle biterek bütün pozitif tam sayıları çarpın; başka bir deyişle N'nin "N!" diye yazılan çarpanını bulun. Elde ettiğimiz sonuç N'ye kadar her sayıya bölünebilir. N!'ye 1 eklediğinizde, sonuç

2'nin katı olamaz	(çünkü 2'ye böldüğünüzde 1 kalır);
3'ün katı olamaz	(çünkü 3'e böldüğünüzde 1 kalır);
4'ün katı olamaz	(çünkü 4'e böldüğünüzde 1 kalır);
⋮	
N'nin katı olamaz	(çünkü N'ye böldüğünüzde 1 kalır);

Bir başka deyişle $N! + 1$ eğer (1 ve kendinden başkasına) bölünebilirse ancak N'den daha büyük sayılara bölünebilir. Bu nedenle ya kendisi asaldır ya da asal bölenleri N'den büyüktür. Ama her iki durumda da N'den daha büyük bir asal sayı olması gerektiğini gösterdik. N'nin değeri ne olursa olsun işlem geçerlidir. N ne olursa olsun, N'den daha büyük bir asal sayı vardır. Böylece asal sayıların sonsuzluğunun tanıtlanması son bulur.

Bu arada bu son adıma *genelleştirme* denir, onunla daha sonra çok daha biçimsel bir bağlamda tekrar karşılaşacağız. Bir bağımsız değişkeni tek bir sayıyla (N) ifade ettiğimizde ve N'nin özelleştirilmemiş olduğunu gösterdiğimizde, o zaman değişken geneldir.

Eukleides'in ispatı "gerçek matematik"i neyin oluşturduğunu gösteren tipik bir örnektir. Yalın, zorlayıcı ve güzeldir. Birkaç kısa adım atmakla başlangıç noktasından çok ileriye gidilebileceğini gösterir. Bizim durumumuzda başlangıç noktaları, çarpma, bölme ve diğerleriyle ilgili temel düşüncelerdir. Kısa adımlar usavurmanın adımlarıdır. Ve her bireysel usavurma adımı açık da olsa, sonuç açık değildir. Önermenin doğru olup olmadığını asla doğrudan

denetleyemeyiz; yine de ona inanırız, çünkü usavurmaya inanırız. Usavurmayı kabul ederseniz hiç bir kaçış yolu yoktur; Eukleides'i sonuna kadar dinlemeyi kabul ettiğinizde, onun sonucunu kabul etmek zorunda kalırsınız. Ne büyük mutluluk – çünkü bu, matematikçilerin daima hangi önermelerin "doğru," hangi önermelerin "yanlış" olarak etiketlenebileceği konusunda fikir birliğine varabilecekleri anlamına gelir.

Bu ispat sıralı bir düşünce sürecini örnekler. Her önerme karşı çıkılamaz bir biçimde öncekiyle ilişkilidir. Yalnızca "iyi bir delil" demek yerine "ispat" denmesinin nedeni de budur. Matematikte her zaman hedef, açık olmayan önerme için sağlam bir ispat bulmaktır. Adımların sağlam bir biçimde birbirine bağlanmış olması, bu önermeleri birbirine bağlayan bir *kalıplaşmış yapı* olması gerektiğini gösterir. Bu yapı, yalnızca sayılar hakkındaki önermeleri ifade etmeye uygun yeni bir sözcük dağarcığı bulmakla –simgeleri içeren stilize edilmiş bir sözcük dağarcığı– en iyi biçimde açıklığa kavuşabilir. O zaman ispata, çevrilmiş çeşitlemesi içinde bakabiliriz. İspat, ayrımsanabilir bir biçimde, satır satır, birbiriyle bağlantılandırılmış bir önermeler kümesi olacaktır. Ama önermeler küçük ve stilize edilmiş simgeler kümesi aracılığıyla temsil edilen, *örüntünün* biçimini alırlar. Bir başka deyişle yüksek sesle okundukları zaman sayılar ve onların özellikleri hakkındaki önermeler gibi görünseler de, kâğıt üzerinde bakıldıklarında, soyut örüntüler olarak görünürler – ve ispatın satır satır yapısı bazı tipografik kurallara göre gerçekleşen ağır bir örüntüler dönüşümü gibi görünmeye başlar.

Sonsuzluktan Kurtulmak

Eukleides'in ispatı *bütün* sayıların belli bir özelliğe sahip olduğunun bir ispatı olmasına karşın, ayrı ayrı sonsuz sayıda çok durumu işlemden geçirmekten kaçınır. "N ne olursa olsun," ya da "N'nin olduğu sayı" gibi deyimler kullanarak sonsuzluğun etrafından dolaşır. İspatı yeniden başka şekilde ifade edebiliriz, bu durumda "bütün N'ler" deyişi kullanılır. Böyle deyişler kullanmanın uygun bağlamını ve doğru yollarını bilince hiçbir zaman sonsuz sayıda bildirimle uğraşmak zorunda kalmayız. Yalnızca "bütün" sözcüğü gibi –kendileri sonlu olmakla birlikte sonsuzluğu içinde bulunduran– iki üç kavramla uğraşırız; ve bunları kullanmakla, ispatlamamız gereken sonsuz sayıda olgu bulunduğu sorununu atlatmış oluruz.

"Bütün" sözcüğünü usavurmanın düşünce süreciyle tanımlanmış birkaç biçimde kullanırız. Yani "bütün"ü kullanmak için uymak zorunda olduğumuz

kurallar vardır. Bunların bilincinde olmayabiliriz, ama sözcüğün *anlamı* üstüne temellenmiş işlemler yaptığımızı iddia etme eğilimindeyizdir; ama sonuçta bu yalnızca, asla açıklığa kavuşturamadığımız kurallarca yönlendirildiğimizi söylemenin dolambaçlı bir yoludur. Sözcükleri bütün yaşamımızda belli örüntüler içinde kullanırız ve örüntülere "kurallar" demek yerine, düşünce sürecimizin seyrini sözcüklerin "anlamlar"ına yükleriz. Bu keşif, sayılar kuramının biçimlendirilmesine doğru alman uzun yolda can alıcı bir belirlemeydi.

Eukleides'in ispatını çok daha dikkatlice incelemiş olsaydık, onun çok çok küçük –neredeyse sonsuz küçük– adımlardan oluştuğunu görürdük. Eğer bütün bu adımlar satır satır yazılmış olsaydı ispat inanılmaz biçimde karmaşık görünürdü. Tek bir tümce oluşturmak üzere birkaç adım bir arada göründüğünde, zihinlerimiz için bunu kavramak kolaydır. İspata ağır çekimde bakmayı denersek, tek tek çerçeveleri ayırt etmeye başlarız. Bir başka deyişle parçalara ayırma çok ötelere gidebilir ve o zaman usavurma sürecinin "atomik" yapısına çarparız. Bir ispat, daha yüksek bir bakış açısından algılandığında düzgün bir biçimde akar görünen bir seri küçücük, ama süreksiz atlamalar şeklinde parçalanabilir. VIII. Bölümde ispatı atomik birimler şeklinde bölmenin bir yolunu göstereceğim ve o zaman onun inanılmaz çoklukta adım içerdiğini anlayacaksınız. Ama belki bu size şaşırtıcı gelmeyebilir. İspatı türettiği zaman Eukleides'in beynindeki işlemler, tek bir saniye içinde yüzlerce kez ateşleyen binlerce nöron (sinir hücresi) içermiş olmalıdırlar. Yalnızca bir tümcenin sözcelenmesi yüz binlerce nöron gerektirir. Eukleides'in düşünceleri o kadar karmaşıklaşmışsa, bu ispatının çok fazla sayıda adım içerdiği anlamına gelir! (Beynindeki nöral eylemler ile bizim biçimsel dizgemiz arasında doğrudan bir bağlantı olmayabilir, ama ikisinin karmaşıklıkları karşılaştırılabilir. Söz konusu dizgeler birbirinden çok farklı olduklarında bile, asal sayıların sonsuzluğunun ispatının karmaşıklığını sanki doğa istiyor gibidir.)

Gelecek bölümlerde, (1) doğal sayılar hakkmdaki bütün önermelerin ifade edilebildiği stilize bir sözcük dağarcığını içeren ve (2) gerekli görülen bütün usavurma tiplerine karşılık gelen kurallara sahip olan bir biçimsel dizgeyi inceleyeceğiz. Simgeleri yönlendirmek üzere formüle ettiğimiz kuralların (sayılar kuramını ilgilendirdiği kadarıyla) gerçekten olağan zihinsel usavurma yeteneğimizle eşit güçte olup olmadığı – ya da daha genel olarak bazı biçimsel dizgeleri kullanarak bizim düşünce yeteneğimizin düzeyine ulaşmanın kuramsal olarak olanaklı olup olmadığı çok önemli bir soru olacaktır.

Eşliksiz Akhilleus için Sonat

Telefon çalar; Akhilleus açar.

Akhilleus: Alo, ben Akhilleus.

Akhilleus: Ah, merhaba Bay T. Nasılsın?

Akhilleus: Tortikollis? – boyun tutulması mı? Bunu duyduğuma çok üzüldüm. Neden olduğu konusunda bir fikrin var mı?

Akhileus: Ne kadar süre o durumda tuttun boynunu?

Akhilleus: O zaman tutulmasında şaşılacak bir yan yok. Ne oldu da boynunu çevirmiş biçimde o kadar uzun süre tuttun?

Akhilleus: Şaşılacak birçok şey mi? Ne tür örneğin?

Akhilleus: "Ucubik hayvanlar"la neyi kastediyorsun?

Akhilleus: Aynı anda bu kadar çoğunu birden görmek dehşet verici olmadı mı?



Şekil 14. *Mozaik II*, M. C. Escher (taşbaskı, 1957).

Akhilleus: Gitar mı!? Bütün bu garip yaratıkların arasında olabilecek en garip şey. Söyle, sen gitar çalmıyor musun?

Akhilleus: Ah, benim için hepsi bir.

Akhilleus: Haklısın; keman ve gitar arasındaki farka daha önce niye dikkat etmedim acaba. Kemandan söz etmişken, bana gelip gözde bestecin J. S. Bach'm eşliksiz keman için sonatlarından birini dinlemeye ne dersin? Olağanüstü bir plak satın aldım. Bach'm nasıl olup da tek bir kemanla böyle ilginç bir parça yarattığını hâlâ anlayabilmiş değilim.

Akhilleus: Bir de baş ağrısı ha? Bu kadarı fazla. Belki yatsan iyi edersin.

Akhilleus: Anladım. Koyun saymayı denedin mi?

Akhilleus: Ya, ya, evet. Evet, ne demek istediğini kesinlikle anlıyorum. Demek bir felsefe bulmacası! Pekâlâ, aklına O KADAR takıldıysa bana da söyle, ben de çözmeye çalışayım.

Akhilleus: İçinde 'E,' 'L,' 'S,' 'E' harflerinin birbirini izlediği bir sözcük... Hmmm... "fesleğen"e ne dersin?

Akhilleus: Doğru, o sözcükte "E L S E" ileriye değil geriye doğru gidiyor.

Akhilleus: Saatlerdir mi? Öyleyse ben de uzun bir bulmacaya soyundum gibi görünüyor. Nerden duydun bu şeytani bilmeceyi?

Akhilleus: Batıni Budist konuları üzerinde meditasyona dalmış gibi görünüyordu, ama gerçekte sadece karışık sözcük bulmacalarını çözmeye çalışıyordu mu demek istiyorsun?

Akhilleus: Ya! – salyangoz bu herifin ne dolap çevirdiğini biliyordu. Ama sen bu salyangozla nasıl konuştun?

Akhilleus: Diyelim ki, ben de buna biraz benzer bir sözcük bulmacası duymuştum. Duymak ister misin? Yoksa aklını hepten mi karıştırır?

Akhilleus: Kabul – zararı yok. İşte şöyle: "FE" harfleriyle başlayıp "FE" harfleriyle biten bir sözcük nedir?

Akhilleus: Çok zekice – ama hile yapıyorsun. Söylediğim tabii ki bu değil!

Akhilleus: Elbette haklısın – koşullara uyuyor, ama "yoz" bir çözüm biçimi. Benim aklımdaki başka bir çözümdü.

Akhilleus: Kesinlikle bu! Nasıl bu kadar çabuk buldun?

Akhilleus: Böylece felsefe bulmacalarından başının ağrımasının seni engellemek yerine yardımcı olduğu bir durumla karşı karşıyayız. Mükemmel! Ama benim için senin "ELSE" bulmacan hâlâ karanlık.

Akhilleus: Tebrikler! Artık uyuyabilirsin belki de! Söyle bakalım, çözüm neDİR?

Akhilleus: Pekâlâ, normalde ipuçlarından hoşlanmam, ama olsun. İpucun nedir?

Akhilleus: "Figür" ve "zemin"in bu konuyla ne ilgisi var anlamadım.

Akhilleus: *Mozaik II*'yi tabii biliyorum! Escher'in BÜTÜN eserlerini bilirim. Sonuçta en gözde sanatçım. Zaten *Mozaik II*'nin bir baskısı duvarımda asılı, buradan görülüyor.

Akhilleus: Evet, siyah hayvanların hepsini görüyorum.

Akhilleus: Evet, "negatif uzay"larının –boşluklarının– beyaz hayvanların hatlarını nasıl çizdiğini de görüyorum.

Akhilleus: Yani "figür" ve "zemin"le demek istediğin bu. Ama bunun "ELSE" bulmacasıyla ne ilgisi var?

Akhilleus: Ah, bu benim için fazla hileli. Sanırım felsefe başımı ağrıtmaya başlıyor.

Akhilleus: Şimdi mi gelmek istiyorsun? Ama sanmıştım ki –

Akhilleus: Çok iyi. Belki ben de o zaman figür-zemin ipucunu kullanıp, BENİM bulmacamla bağlantı kurup, SENİN bulmacanın doğru yanıtım bulurum.

Akhilleus: Senin için çalmak hoşuma gider.

Akhilleus: Bunlarla ilgili bir kuram mı türettin?

Akhilleus: Hangi enstrüman eşliğinde?

Akhilleus: Durum buysa, klavsen parçası yazmamış ve yayınlamamış olması biraz garip görünüyor o zaman.

Akhilleus: Anladım – keyfe kalmış yani. Eşlikli ya da eşliksiz dinlenebilir. Ama eşlik edenin sesinin neye benzediği nasıl bilinir ki?

Akhilleus: Ah, evet, sonuçta dinleyenin düş gücüne bırakmak en iyisi sanırım. Ve belki de senin de dediğin gibi, Bach zihninde bir eşlik tasarlamamıştı. Bu sonatlar gerçekten de oldukları gibi çok iyi görünüyorlar.

Akhilleus: Tamam. Görüşürüz.

Akhilleus: Hoşçakal Bay T.

III. BÖLÜM

FİGÜR VE ZEMİN

Asallar Karşısında Bileşikler

Kavramların basit tipografik manipülasyonlarla ele geçirilebileceği fikrinde bir tuhaflık vardır. Toplama şimdiye dek yakalanan kavramlardan biridir ve bu çok garip gelmeyebilir. Ama hedefin Ax biçimindeki teoremlere sahip biçimsel bir dizge yaratmak olduğunu varsayalım, '*x*' harfi tire-dizisinin yerine durmaktadır ve ancak tire-dizilerinden tam olarak asal sayıda tire içerenler teoremdir. O halde A - - - bir teoremken, A - - - - teorem değildir. Bu tipografik olarak nasıl yapılabilir? Öncelikle *tipografik* işlemlerle ne denmek istendiğinin açıkça belirlenmesi önemlidir. MIU-dizgesi ve rt-dizgesinde bütün dağarcık sunulmuştu, bu nedenle bizim tek yapmamız gereken nelerin yapılmasına izin verildiğini liste halinde sunmaktır:

(1) herhangi bir sonlu simgeler kümesini okumak ve tanımak;
(2) bu kümeye ait her simgeyi yazmak;
(3) bu simgelerden herhangi birini bir yerden başka bir yere kopyalamak;
(4) bu simgelerden herhangi birini silmek;
(5) bir simgenin bir diğeriyle aynı olup olmadığını denetlemek;
(6) önceden üretilmiş teoremlerin bir listesini saklamak ve kullanmak.

Listede fazla laf kalabalığı var, ama önemli değil. Önemli olan açık bir biçimde yalnızca önemsiz yetenekler gerektirmesi ve bunların her birinin asalları asal olmayanlardan ayırt etme yeteneğinden fazla olmaması. Öyleyse asal sayıların bileşik sayılardan ayırt edildiği biçimsel bir dizge oluşturmak için bu işlemlerin bazılarını nasıl birleştirebiliriz?

kt-Dizgesi

İlk adım daha basit, ama bağıntılı bir problemi çözmeye çalışmak olabilir. Toplama yerine çarpmayı temsil etmesi dışında rt-dizgesine benzer bir dizge kurmayı deneyebiliriz. Buna "kere" için "k" harfini kullanarak *kt-dizgesi* di-

yelim. Daha özgül olarak X, Y ve Z'nin sırayla, x, y ve z tire-dizileri içindeki tirelerin sayıları olduklarını varsayalım. (Dizi ve içerdiği tire sayısı arasındaki ayrımı göstermek için özel gayret gösterdiğime dikkat edin.) O zaman x k y t z dizisi ancak ve ancak X kere Y eşittir Z olursa bir teorem olacaktır. Örneğin – – k – – – t – – – – – – bir teorem olacaktır, çünkü 2 kere 3 eşittir 6'dır, ama – – k – – t – – – bir teorem olmayacaktır. kt-dizgesi, rt-dizgesi kadar kolayca, yani tek bir ilksav şeması ve çıkarım kuralı kullanılarak, nitelenebilir:

İLKSAV ŞEMASI: x'in bir tire dizisi olduğu her zaman xk – tx bir ilksavdır.

ÇIKARIM KURALI: x, y ve z'nin hepsinin tire-dizisi olduğunu varsayın. Ve x k y t z'nin eski bir teorem olduğunu varsayın. O zaman x k y – t z x yeni bir teoremdir.

Aşağıda – – k – – – t – – – – – – teoreminin türetimi verilmiştir:

(1) – – k – t – –	(ilksav)
(2) – – k – – t – – – –	(1. satırı eski teorem olarak kullanarak, çıkarım kuralıyla)
(3) – – k – – – t – – – – – –	(2. satırı eski teorem olarak kullanarak, çıkarım kuralıyla)

Ortadaki tire-dizisinin, çıkarım kuralının her uygulanışında nasıl bir tire arttığına dikkat edin; böylece ortasında on tire bulunan bir teorem istediğinizde, çıkarım kuralını ardı ardına dokuz kez uygulayacağınız öngörülebilir.

Bileşikliği Ele Geçirmek

Toplamadan biraz daha incelikli bir kavram olan çarpma şimdi, Escher'in *Özgürleşim*'indeki kuşlar gibi, tipografik olarak "ele geçirilmiş"tir. Ya asallık? İşte zekice görünen bir plan: kt-dizgesini kullanarak, aşağıdaki gibi, bileşik sayıları karakterize eden Bx biçiminde yeni bir teoremler kümesi tanımlayın:

KURAL: x, y ve z'nin tire-dizileri olduğunu varsayın. Eğer x – ky – tz bir teoremse, o zaman Bz bir teoremdir.

Bu kural Z'nin (z'deki tire sayısı) 1'den büyük iki sayının –yani $X + 1$ (x–deki tire sayısı) ve $Y + 1$ (y–deki tire sayısı)– çarpımı olduğu sürece bileşik olduğunu söyleyerek işler. Bu yeni kuralı, size "Zekâ Kipi" haklılandırımları sunarak savunuyorum. Çünkü insansınız ve *neden* böyle bir kural olduğunu

bilmek istersiniz. Yalnızca "Mekanik kip"le işlem yapıyor olsaydınız, M-kipiyle çalışanlar kuralları yalnızca mekanik olarak ve sevinçle takip ettiğinden ve asla sorgulamadığından herhangi bir haklılandırmaya gerek duymazdınız!

I – kipiyle çalıştığınız için zihninizde diziler ve onların yorumları arasındaki farkı bulandırma eğilimindesiniz. Görüyorsunuz, yönlendirdiğiniz simgelerde "anlam" algıladığınız anda, her şey oldukça kafa karıştırıcı bir hal alabilmektedir. '– – –' *dizisinin 3 sayısı* olduğunu düşünmemek için kendi kendinizle mücadele etmek zorundasınız. I. Bölümde herhalde şaşırtıcı gelen (çünkü çok açık görünüyordu) Biçimsellik Koşulu burada aldatıcı ve can alıcı bir hal almıştır. I-kipiyle M-kipini karıştırmaktan sizi alıkoyan temel şey ya da bir diğer şekilde söylemek gerekirse, sizi aritmetik olgularla tipografik teoremleri karıştırmaktan alıkoyan budur.

Asal Sayıların Kuraldışı Olarak Belirlenmesi

Aşağıdaki türde bir kural önerip, B-tipi teoremlerden doğrudan A-tipi teoremlere atlamak çok çekicidir:

ÖNERİLEN KURAL: *x*'in bir tire-dizisi olduğunu varsayın. Eğer B*x* bir teorem *değilse*, o zaman A*x* bir teoremdir.

Buradaki ölümcül hata B*x*'in teorem *olup olmadığı* denetlemesinin belirtik olarak tipografik bir işlem olmamasıdır. MU'nun MIU-dizgesinin teoremi olmadığını kesin olarak bilmek için dizgenin *dışına* çıkmak zorundasınız ... ve bu da Önerilen Kural'la olur. Bu kural, bütün biçimsel dizge fikrini ihlal eder, sizden biçimsel olmayan, yani dizge dışı işlem yapmanızı ister. Tipografik işlem (6) önceden bulunmuş teoremler stoğuna bakmanıza izin veriyor, ama bu Önerilen Kural, hipotetik bir "Teorem-Olmayanlar Çizelgesi"ne bakmanızı istiyor. Ama böyle bir çizelge üretmek için *dizge dışı* bir usavurma yapmanız gerekir – çeşitli dizilerin neden dizge içinde üretilemediğini gösteren bir usavurma. Şimdi, tam olarak tipografik araçlarla "Teorem-Olmayanlar Çizelgesi"ni üretebilen *bir başka* biçimsel dizge olabilir. Gerçekte amacımız tam da böyle bir dizge bulmaktır. Ama Önerilen Kural tipografik bir kural değildir ve terk edilmelidir.

Bu üstünde biraz daha fazla durmamız gereken önemli bir noktadır. *B-dizgemizde* (kt-dizgesini ve B-tipi teoremleri tanımlayan kuralı içerir) '*x*'in her zamanki gibi tire-dizisinin yerine durduğu B *x* biçiminde teoremlerimiz vardır. Ayrıca B *x* biçiminde teorem-olmayanlar da vardır. ("Teorem-olmayanlar" dediğim zaman bunları kastediyorum, bununla birlikte k k – B t t ve

diğer düzgün olmayan düzenlemeler de elbette teorem değildir.) Fark, teoremlerin bileşik tire sayısına, teorem-olmayanların ise asal tire sayısına sahip olmalarıdır. Şimdi, teoremlerin hepsi ortak bir "biçim"e sahiptir, yani ortak tipografik kurallar kümesinden kaynaklanır. Teorem-olmayanlar da bu anlamda ortak bir "biçim"e sahip midir? Aşağıda B-tipi teoremlerin bir listesi var, türetimsiz olarak gösterilmişlerdir. Parantez içindeki sayılar tire sayılarını göstermektedir.

B – – – – (4)
B – – – – – – (6)
B – – – – – – – – (8)
B – – – – – – – – – (9)
B – – – – – – – – – – (10)
B – – – – – – – – – – – – (12)
B – – – – – – – – – – – – – – (14)
B – – – – – – – – – – – – – – – (15)
B – – – – – – – – – – – – – – – – (16)
B – – – – – – – – – – – – – – – – – – (18)

.
.
.

Bu listedeki "delikler" teorem-olmayanlardır. Daha önceki soruyu yinelersek: Delikler de ortak bir "biçim"e sahip midir? Sadece bu listede oldukları için deliklerin ortak bir biçimi olduğunu söylemek usauygun mudur? Hem evet hem hayır. Tipografik bir niteliği paylaştıkları yadsınamaz, ama bunlara "biçim" denip denemeyeceği açık değildir. Çekinceli davranılmasının nedeni deliklerin yalnızca *negatif olarak* tanımlanmasıdır – onlar *pozitif olarak* tanımlanmış bir listenin dışında bırakılan şeylerdir.

Figür ve Zemin

Bu, *figür* ve *zemin* arasındaki ünlü sanatsal ayrımı anımsatır. Bir figür veya "pozitif uzay" (örn. bir insan biçimi ya da bir harf ya da natürmort) bir çerçeve içine çizildiği zaman bunun kaçınılmaz bir sonucu, onun tümleyici şeklinin de –"zemin" veya "arkaplan" ya da "negatif uzay" da denir– çizilmiş olmasıdır. Bununla birlikte çizimlerin çoğunda figür-zemin ilişkisi çok küçük bir rol oynar. Sanatçılar zeminle figürle ilgilendikleri kadar ilgilenmezler. Ama bazen bir sanatçının zemini de dikkate aldığı olur.



Şekil 15. "MAIL BOX" [POSTA KUTUSU].

Bu figür-zemin ayrımıyla oynayan çok güzel alfabeler vardır. Böyle bir alfabeyle yazılmış bir mesaj aşağıda gösterilmiştir. İlk bakışta rastgele lekelerin bir toplamı gibi görünürler, ama biraz geriden bir süre dikkatle bakarsanız, aniden yedi harfin belirdiğini görürsünüz...

Benzer bir etki için benim *Duman İşareti* (Şekil 139) çizimime bir göz atın. Bu satırları okurken şu bulmaca üstüne düşünün: Hem figür *hem de* zeminde sözcükler içeren bir çizim yaratabilir misiniz?

Şimdi iki figür türünü resmen ayırt edelim: elle *işlek olarak çizilebilen figürler* ve *yinelgen olanlar* (bu arada bunlar benim kendi terimlerimdir – ortak kullanımda değillerdir). İşlek olarak *çizilebilen figür*, zemini, çizme ediminin iliniksel bir yan ürünü olan figürdür. *Yinelgen figür*, zemini kendi başına figür olarak görülebilendir. Genellikle bu sanatçı tarafından tamamen kasıtlı yapılır. "Yinelgen"deki "yine" hem önplan hem de arkaplanm işlek olarak çizilebilir olduğunu gösterir – figür "iki kez çizilmiş"tir. Yinelgen figürdeki her bir figür-zemin sınırı iki ucu keskin kılıçtır. M. C. Escher yinelgen figür çiziminde bir ustaydı – örnek olarak onun son derece güzel yinelgen kuşlar çizimine bakın (Şekil 16).



Şekil 16. *Kuşları kullanarak zemini kaplama*, M. C. Escher (1942 tarihli defterden).



Şekil 17. FİGÜR-FİGÜR Figürü, Scott E. Kim (1975).

Ayrımımız matematikte olduğu kadar kesin değil, çünkü tikel bir zeminin bir figür olmadığını kesin olarak kim söyleyebilir ki? Bir kez dikkat edildi mi, her zemin kendi başına ilgiye değer. Bu anlamda her figür yinelgendir. Ama benim terimle kastettiğim bu değildir. Tanınabilir biçimlerin doğal ve sezgisel bir kavranışı vardır. Önplan ve arkaplanın her ikisi de tanınabilir biçimler midir? Eğer öyleyse çizim yinelgendir. Çoğu çizimin zeminine bakacak olursanız bunları oldukça tanınamaz bulursunuz. Bu da şunu gösterir

> Negatif uzayı herhangi bir tanınabilir biçimde olmayan tanınabilir biçimler vardır.

Daha "teknik" terminolojiyle söylersek:

> Yinelgen olmayan işlek olarak çizilebilir figürler vardır.

Scott Kim'in yukardaki bulmaca için, benim FİGÜR-FİGÜR Figürü adını verdiğim çözümü Şekil 17'de gösterilmiştir. Siyah ve beyaz olarak okursanız "FİGÜR"ü her yerde görürsünüz, ama "ZEMİN"i hiçbir yerde! Yinelgen figürlerin kusursuz bir örneğidir. Bu zekice çizimde siyah bölgeleri karakterize etmenin eşdeğerli olmayan iki yolu vardır:

(1) beyaz bölgeler için *negatif uzay* olarak;
(2) beyaz bölgelerin (her beyaz bölgenin renklendirmesi ve kaydırılmasıyla üretilmiş) *başkalaştırılmış kopyaları* olarak.

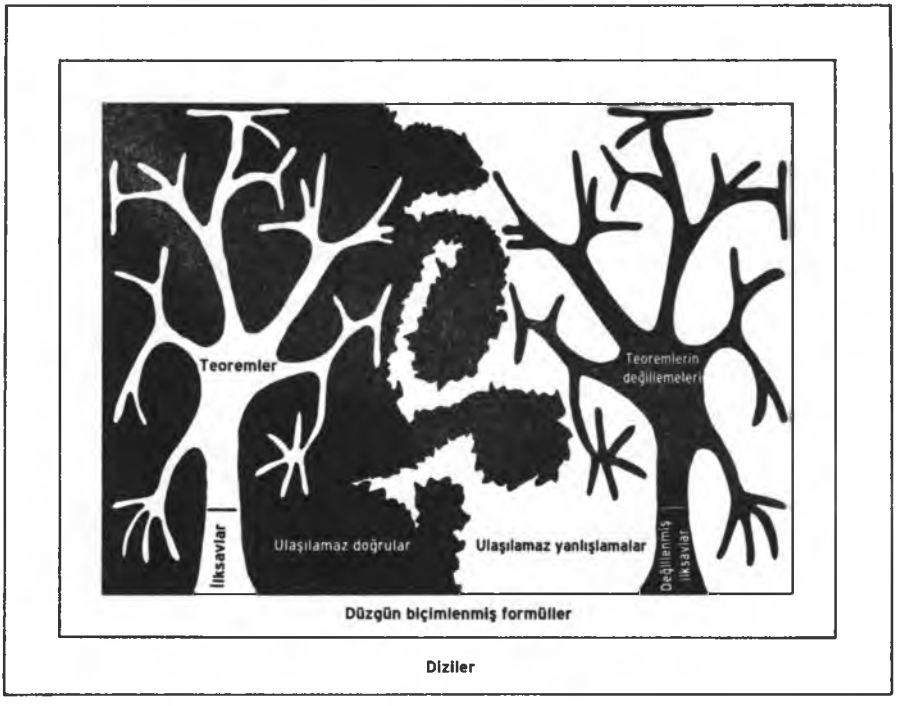
(FİGÜR-FİGÜR Figürü'nün özel durumunda iki belirleme eşdeğerlidir – ancak siyah beyaz resimlerin çoğunda böyle değildir.) VIII. Bölümde Tipografik Sayı Kuramı'mızı (TNT) yarattığımız zaman sayı kuramının bütün yanlış önermeler kümesinin iki analojik biçimde tanımlanmasını umacağız:

(1) bütün TNT-teoremlerinin kümesinin *negatif uzayı* olarak;
(2) bütün TNT-teoremlerinin kümesinin (her bir TNT-teoreminin değillenmesiyle üretilmiş) *başkalaştırılmış kopyaları* olarak.

Ama bu umut boşa çıkacak, çünkü:

(1) bütün teorem-olmayanların kümesi içinde bazı doğrular bulunur;
(2) bütün değillenmiş teoremlerin kümesi dışında bazı yanlışlar bulunur.

Bunun neden ve nasıl olduğunu XIV. Bölümde göreceksiniz. Bu arada durumun resimsel temsiline bir göz atın (Şekil 18).



Şekil 18. TNT dizilerinin çeşitli sınıfları arasındaki ilişkinin önemli bölümü görsel simgeleştirmeyle bu diyagramda gösterilmiştir. En büyük kutu bütün TNT dizilerinin kümesini temsil eder. Sonraki en büyük kutu bütün *düzgün* TNT dizilerinin kümelerini gösterir. İçinde bütün TNT *tümceleri* kümesi bulunur. Şimdi konu ilginçleşmeye başlamıştır. *Teoremler* kümesi (*ilksavlar* kümesini gösteren) bir gövdeden büyüyen bir ağaç olarak resmedilmiştir. Yinelgen büyüme örüntülerini sergilemesinden dolayı ağaç simge seçilmiştir: eskilerden sürekli olarak yeni dallar (teoremler) sürgün verir. Parmak-benzeri dallar sınırlayan bölgelerin (*doğrular* kümesi) köşelerine sokulurlar, yine de onu bütün olarak işgal edemezler. Doğrular kümesi ile yanlışlar kümesi arasındaki sınır, rastgele çizilmiş girintili çıkıntılı kıyı çizgisi gibidir, ne kadar yakından incelerseniz inceleyin daima yapının daha incelikli düzeyleri vardır ve bu yapıyı eksiksiz olarak tanımlamanız bu nedenle olanaksızdır. (B. Mandelbrot'un kitabı *Fractals*'a bakınız.) İzdüşüm olarak çizilen ağaç *teoremlerin değilleme* kümesini temsil eder: hepsi yanlıştır, yine de yanlış önermelerin uzayını toplu olarak aşmaları olanaksızdır. [Yazarın çizimi.]

Müzikte Figür ve Zemin

Müzikte de figür ve zemin aranabilir. Bir benzeşim ezgi ile eşlik arasındaki ayrımdır – çünkü ezgi her zaman dikkatimizin önündedir ve eşlik bir anlamda ikincildir. Bu nedenle bir müzik parçasının daha alt dizelerinde tanınabilir ezgiler bulmak bizi şaşırtır. Barok-sonrası müzikte bu pek sık olmaz.

Genellikle armoniler önplan olarak düşünülmemiştir. Ancak barok müzikte – hepsinden önce Bach'da– yüksek veya alçak veya arada olsunlar, farklı dizelerin hepsi "figür" gibi davranırlar. Bu anlamda Bach'ın parçalarına "yinelgen" denebilir.

Müzikte diğer bir figür-zemin ayrımı daha vardır: açık vuruş ile kapalı vuruş arasındaki ilişki gibi. Bir ölçü içindeki notaları "bir-ve, iki-ve, üç-ve, dört-ve" diye sayarsak, çoğu ezgi notası, "ve"lere değil sayılara denk gelecektir. Ama bazen katışıksız etkisi nedeniyle bir ezginin bilerek "ve"lere itelendiği olur. Örneğin Chopin'in piyano için çeşitli etütleri böyledir. Ayrıca Bach'da – özellikle eşliksiz keman için Sonatları ve Partitaları'yla ve eşliksiz çello için Süitlerinde de bu durum görülür. Burada Bach, eşzamanlı iki ya da daha çok müzik dizesi düzenlemiştir. Bazen bunu solo enstrümanın "çifte duruş"uyla, yani aynı anda iki nota çalmasıyla yapar. Bazen de bir sesi açık-vuruşlar üstüne, diğer sesi kapalı-vuruşlar üstüne koyar, böylece kulak onları ayırır ve dalga gibi yükselip alçalan ve birbirlerini armonize eden iki ayrı ezgi duyar. Bach'ın karmaşıklığının bu düzeyde kalmadığını söylemeye gerek yok...

Yinelgeli Sayılabilir Kümeler Karşısında Yinelgen Kümeler

İmdi figür ve zemin kavramlarını biçimsel dizgeler alanına geri taşıyalım. Örneğimizde, pozitif uzayın rolünü B-tipi teoremler, negatif uzayın rolünü tireleri asal sayılı diziler oynar. Şimdiye kadar, asal sayıları tipografik olarak temsil edebilmek için yalnızca negatif uzay yolunu bulabildik. Peki, asal sayıları pozitif uzay olarak, yani bir biçimsel dizgenin teoremlerinin bir kümesi olarak temsil etmenin –ne kadar karmaşık olduğuna aldırmıyorum– bir yolu var mıdır?

Farklı kişilerin sezgileri burada farklı yanıtlar verir. Bir pozitif belirleme ile bir negatif belirleme arasındaki farkın ayırdına vardığım zaman ne kadar şaşırdığımı ve meraklandığımı son derece canlı bir biçimde anımsıyorum. Yalnızca asal sayıların değil, ama negatif olarak temsil edilen *her* sayı kümesinin de pozitif olarak temsil edilebileceğine tamamıyla inanmıştım. İnancımın altında yatan sezgi şu soruyla ortaya konabilir: *"Bir figürle zemini nasıl olur da tam olarak aynı bilgiyi taşımaz?"* Bunlar bana, yalnızca birbirini tümleyen iki şekilde kodlanmış aynı bilgiyi somutlandırıyor gibi geliyordu. Size nasıl geliyor?

Asal sayılar konusunda doğru, ama genelde yanlış olduğum ortaya çıkı-

yor. Bu beni şaşırtmıştı ve bugün bile şaşırtmaya devam ediyor. Şu bir olgudur ki:

> Negatif uzayı (teorem-olmayanların kümesi) herhangi bir biçimsel dizgenin pozitif uzayı (teoremlerin kümesi) olmayan biçimsel dizgeler vardır.

Bu sonuç, ortaya çıktığı gibi, Gödel'in Teoremiyle eşit derinliktedir – bu nedenle sezgimin boşa çıkması şaşırtıcı değildir. Ben, aynı yirminci yüzyıl başındaki matematikçiler gibi, biçimsel dizgeler ve doğal sayılar dünyasının, olduğundan daha kolay öndeyilenebilir olduğunu sanmıştım. Daha teknik terminolojide bu şöyle ifade edilir:

> Yinelgen olmayan yinelgeli sayılabilir kümeler vardır.

Yinelgeli sayılabilir (sıklıkla "y.s." diye kısaltılır) deyişi bizim sanatsal "işlek olarak çizilebilir" kavramımızın matematikteki karşılığıdır – ve *yinelgen* "yinelgen"in karşılığıdır. Bir diziler kümesinin "y.s." olması, tipografik kurallara göre *üretilebileceği* anlamına gelir –örneğin B-tipi teoremlerin kümesi, MIU-dizgesi teoremlerinin kümesi– aslında herhangi bir biçimsel dizgenin teoremlerinin kümesi. Bu, "sanat kurallarına göre üretilebilen bir çizgiler kümesi" (bu ne anlama geliyorsa!) olarak "figür" kavramıyla karşılaştırılabilir. Ve bir "yinelgen küme," zemini de figür olan bir figüre benzer – yalnızca kendisi y.s., değil, ama tümleyeni de y.s.'dir.

Yukarıdaki sonuçtan şu çıkar:

> Öyle biçimsel dizgeler vardır ki, bunlar için hiçbir tipografik karar verme yordamı yoktur.

Bu sonuç nasıl çıkar? Çok basit. Tipografik karar verme yordamı teorem-olmayanlardan teoremleri söyleyen bir yöntemdir. Böyle bir denetlemenin varlığı, bütün teorem-olmayanları sistemli olarak üretmemizi sağlar, yapılan iş basitçe *bütün* dizilerin listesinin taranıp aynı zamanda bunlar denetlenerek, düzgün olmayan diziler ve teoremlerin atılmasıdır. Bu da teorem-olmayanların kümesini üretmenin tipografik yöntemine eştir. Ama daha önceki ifademize göre (burada ona inandığımızı kabul ediyoruz) *bazı* dizgeler için bu mümkün değildir. Böylece tipografik karar verme yordamının bütün biçimsel dizgeler için varolmadığı sonucuna varmamız gerekir.

Biçimsel bir yolla üretebileceğimiz F gibi bir doğal sayılar kümesi ("F" "Figür"ü gösteriyor) bulduğumuzu varsayalım – bileşik sayılar gibi. Tümleyeninin Z kümesi ("Z" "Zemin"i gösteriyor) olduğunu varsayalım – asallar

gibi. Birlikte, F ve Z bütün doğal sayıları oluştururlar ve F kümesindeki bütün sayıları elde etmek için bir kural biliyoruz, ama Z kümesindeki bütün sayıları elde etmek için bildiğimiz böyle bir kural yok. Eğer F'nin üyeleri daima *artan büyüklük* sırası içinde üretilseydi, o zaman Z'yi daima karakterize edebilir olduğumuzu anlamak önemlidir. Sorun, çoğu y.s. kümenin öğelerinin bu öğeleri keyfi bir sıra içinde veren bir yöntemle üretilmesidir; bu nedenle eğer bir sayı uzun zaman önce atlanmışsa, biraz daha beklemekle ortaya çıkıp çıkmayacağını asla bilemezsiniz.

Sanat alanındaki "Bütün figürler yinelgen midir?" sorusuna "hayır" yanıtını verdik. Şimdi matematikteki benzer "Bütün kümeler yinelgen midir?" sorusuna da "hayır" yanıtı vermemiz gerektiğini görüyoruz. Bu bakış açısıyla, şimdi yanıltıcı "biçim" sözcüğüne dönelim. Yeniden figür-kümesi F ve zemin kümesi Z'yi ele alalım. F kümesindeki bütün sayıların ortak bir "biçim"i olduğunu kabul edebiliriz – ama Z kümesindeki sayılar için de aynı şey söylenebilir mi? Bu garip bir sorudur. Başlangıçta sonsuz bir kümeyle –doğal sayılar– uğraşıyorsak bazı altkümelerin çıkarılmasıyla yaratılan delikleri belirtik olarak tanımlamak son derece zor olabilir. Ve dolayısıyla bunlar hiçbir ortak özellik veya "biçim"le birbirleriyle bağlantılandırılmamış olabilirler. Son çözümlemede, "biçim" sözcüğünü kullanıp kullanmamak keyfinize kalmıştır – ama bunu yalnızca düşünmek bile kışkırtıcıdır. Belki de en iyisi "biçim"i tanımlamayıp, sezgisel akışa bırakmaktır.

İşte yukarıdaki konularla ilgili olarak düşünmeniz için bir bulmaca. İzleyen tam sayılar kümesini (ya da bunun negatif uzayını) karakterize edebilir misiniz?

1 3 7 12 18 26 35 45 56 69 ...

Bu dizi FİGÜR-FİGÜR Figürü'ne ne kadar benzer?

Zeminden çok Figür olarak Asallar

Son olarak, asalları üreten bir biçimsel dizge hakkında ne denebilir? Bu nasıl yapılır? İncelikli nokta çarpmanın üstünden sıçrayıp, doğruca pozitifi temsil eden şey olarak *bölünmezliğe* gitmektir. Aşağıda bir ilksav şeması ve bir sayı başka sayıyı *tam olarak bölmez* (BMY) kavramını temsil eden teoremler üretmek için bir kural var:

İLKSAV ŞEMASI: x ve y tire dizisi olduğunda $x\,y\,\mathrm{BMY}\,x$

Örneğin $---\mathsf{BMY}--$, x'in yerine '$--$' ve y'nin yerine '$---$' koyulduğu yerde.

KURAL: Eğer $x\,\mathsf{BMY}\,y$ bir teoremse, o zaman $x\,\mathsf{BMY}\,x\,y$ de öyledir.

Kuralı iki kez kullanırsanız, şu teoremi üretebilirsiniz:

$$-----\mathsf{BMY}----------$$

bu da "5, bölmez 12'yi" olarak yorumlanır. Ama $---\mathsf{BMY}------$ bir teorem değildir. Bunu üretmeye çalıştığınızda yanlışlık nerede çıkıyor?

Şimdi, verili bir sayının asal olduğunu belirlemek için onun bölünmezlik özellikleri hakkındaki bilgimizi biraz artırmak zorundayız. Özellikle onun 2 veya 3 veya 4 vb'ye bölünemediğini, 1'e kadar kendinden daha küçük bir sayıya bölünemediğini bilmek istiyoruz. Ancak biçimsel dizgelerde "vb" diyecek kadar belirsiz olamayız. Her şeyi söze dökmemiz gerekir. Dizge dili içinde, "Z sayısı X'e *kadar bölensizdir*" yani 2 ile X arasında hiçbir sayı Z'yi bölmez demenin bir yolunu bulmak durumundayız. Bu yapılabilir, ama burada da incelikli bir nokta vardır. İsterseniz bunun üstüne düşünün.

İşte çözüm:

KURAL: Eğer $--\mathsf{BMY}\,z$ bir teoremse, $z\,\mathsf{BS}--$ de öyledir.

KURAL: Eğer $z\,\mathsf{BS}\,x$ bir teoremse ve $x-\mathsf{BMY}\,z$ de bir teoremse, o zaman $z\,\mathsf{BS}\,x-$ bir teoremdir.

Bu iki kural bölensizlik kavramını ele geçirir. Bütün yapmamız gereken asal sayıların, kendilerinden başka 1'e kadar bölensiz sayılar olduklarını söylemektir:

KURAL: Eğer $z-\mathsf{BS}\,z$ bir teoremse, o zaman $\mathsf{A}\,z-$ bir teoremdir.

Tabii, 2'nin asal sayı olduğunu unutmayalım!

İLKSAV: $\mathsf{A}--$.

İşte buldunuz. Asallığı biçimsel olarak temsil etmenin ilkesi, geriye dönmeksizin yapılabilen bir bölünebilirlik sınamasının olmasıdır. Önce 2'yle, sonra 3'le bölünebilirliği vb denetleyerek durmadan yukarı doğru ilerleyin. Bu "monotonisite" ya da tekyönlülük –uzatma ve kısaltma, artırma ve azaltma arasında çapraz oyunun yokluğu– asallığm ele geçirilme yoludur. Ve geriye ve

ileriye doğru keyfi miktarlarda girişimler içeren biçimsel dizgelerin bu gizil karmaşıklığı, Gödel'in Teoremi, Turing'in Durma Sorunu gibi sınırlayıcı sonuçlardan ve bütün yinelgeli sayılabilir kümelerin yinelgen olmadığı olgusundan sorumludur.

Kontrakrostipunktus

Akhilleus arkadaşı ve birlikte koştuğu Tosbağa'nın evine ziyarete gider.

Akhilleus: Hey, bumerang koleksiyonun kesinlikle hayranlık verici!

Tosbağa: Of of. Bir başka Tosbağa'nınkinden daha iyi değil. Salona geçelim mi?

Akhilleus: Fena olmaz. (*Odanın köşesine yürür.*) Ayrıca çok da büyük bir plak koleksiyonun var. Ne tür müzikten hoşlanırsın?

Tosbağa: Sebastian Bach fena değil, bence. Ama bugünlerde biraz daha özel türde bir müziğe ilgimin arttığını söylemeliyim.

Akhilleus: Tosbağa, söyle bana, ne tür müzik bu?

Tosbağa: Ah, senin dinlemekten hiç hoşlanacağını sanmadığım bir tür. Ben buna "gramafon kıran müzik" diyorum.

Akhilleus: Dur dur, "gramafon kıran müzik" mi dedin? Bu ne acayip bir kavram. Bana ilk çağrıştırdığı, elinde bir balyoz, Beethoven'ın kahramanlık başyapıtı *Wellington'ın Zaferi*'nin makamına uyarak gramafonları ardı ardına parçaladığın.

Tosbağa: Tamam da bu müziğin söylediğinle pek ilgisi yok. Yine de bu müziğin özünü de o kadar kışkırtıcı bulabilirsin. Belki de sana kısa bir tanıtımını yapmalıyım?

Akhilleus: Evet, ben de tam bunu düşünüyordum.

Tosbağa: Rica ederim, bu tarz müzikle ilgili görece pek az insan var. Her şey arkadaşım Yengeç'in – sahi onunla tanışmış mıydın?– beni ziyaretiyle başladı.

Akhilleus: İnan onunla tanışmak zevk olurdu. Hakkında çok şey duydum, ama hiç karşılaşmadık.

Tosbağa: Nasılsa sizi er geç tanıştırırım. Onunla iyi anlaşırsınız. Belki de günün birinde parkta rastlaşırız...

Akhilleus: Karşılaşacağımız günü sabırsızlıkla bekleyeceğim. Ama sen bana acayip "gramafon kıran müzik"ten söz edecektin, değil mi?

Tosbağa: Oh, evet. İşte, Yengeç bir gün ziyaretime geldi. Makinelere karşı her zaman bir zaafı olduğunu bilmen gerekir, o zamanlar da plakçalarlar için deli oluyordu. İlk plakçalarım yeni almıştı ve biraz saf olduğundan satıcının söylediği her şeye – özellikle pikabın her tür sesi yeniden üretebi-

leceğine inanmıştı. Kısacası bunun kusursuz, Mükemmel bir gramafon olduğundan emindi.

Akhilleus: Ne var ki sen buna karşı çıktın...

Tosbağa: Tabii ki, ama benim düşüncelerimi dinlemedi bile. Bu makinede her türden sesin yeniden üretilebileceği inancını ısrarla korudu. Onu başka türlüsüne ikna edemeyeceğimden, üstelemedim. Ama çok geçmeden, kendi bestelediğim bir şarkının plağını da yanıma alıp onu ziyarete gittim. Şarkının adı "Ben Pikap 1'de Çalınamam"dı.

Akhilleus: Rastlanmadık bir ad. Yengeç'e armağan mıydı?

Tosbağa: Armağandı elbette. Plağı yeni gramafonunda dinlemeyi önerdim ve beni ikna edeceği için çok memnun oldu. Plağı koydu. Ama ne yazık ki yalnızca birkaç notadan sonra plakçalar şiddetle sarsılmaya başladı ve sonra yüksek bir "pat" sesiyle sayısız küçük parçaya ayrıldı ve odanın her yanma dağıldı. Plağın da parçalandığını söylemeye gerek yok.

Akhilleus: Kahredici bir darbe olmuş. Peki plakçaların nesi vardı?

Tosbağa: Rahatlıkla bir sorunu olmadığını söyleyebilirim. Sadece ona getirdiğim plaktaki sesleri yeniden üretemiyordu, çünkü bu sesler onu titretiyor ve kırıyordu.

Akhilleus: O zaman tuhaf değil mi? Yani onun Kusursuz bir gramafon olduğunu sanmıştım. Satıcı da ona öyle söylemişti.

Tosbağa: Saf olma Akhilleus, satıcıların sana her söylediğine inanma! Sen de Yengeç gibi saftirik misin?

Akhilleus: Tosbağa, senin Yengeç saflığın da ötesindeymiş! Ben satıcıların yalancılıklarıyla ünlendiklerini bilirim. Dün doğmadım!

Tosbağa: İyi, o halde belki bu özel satıcının da Yengeç'in aletinin niteliğini biraz abarttığını düşünebilirsin... Belki de gerçekte Mükemmel olmaktan çok uzaktı ve olası her sesi yeniden üretemiyordu.

Akhilleus: Pekâlâ, bu da bir açıklama. Ama senin plağının tam da bu sesleri içermesi gibi şaşırtıcı rastlantının bir açıklaması yok...

Tosbağa: Unuttuğun, böyle bir şeyin bilerek yapıldığı. Anlayacağın, Yengeç'e gitmeden önce Yengeç'in bu makineyi satın aldığı dükkâna gidip bir soruşturma yaptım. İnceleme tamamlandıktan sonra üreticilerinden modelin tanıtımını istedim. Bunu göndermelerinden sonra gramafonun bütün yapısını inceledim ve nerede olursa olsun çevresinde üretildiğinde aleti sarsan ve sonunda parçalayan belli bir ses kümesi bulunduğunu keşfettim.

Akhilleus: Ne alçak herifsin! Son ayrıntılara girmesen de olur: bu sesleri kaydettin ve haince armağan diye verdin...

Tosbağa: Kabiliyetli iblis! Öykünün sonuna atladın! Ama maceranın sonu böyle değil, çünkü Yengeç suçun plakçalarmda olduğuna inanmadı. Çok inatçıydı. Böylece gidip yeni bir plakçalar aldı, bu seferki daha da pahalıydı ve bu kez satıcı Yengeç'e, bunda yeniden üretilemeyecek bir ses bulması halinde parasının iki katını iade edeceğine söz verdi. Ve Yengeç bana heyecanla yeni modelini anlattı ve ben de gelip göreceğime söz verdim.

Akhilleus: Tosbağa yanlışsam düzelt – bahse girerim aynı şeyi yaptın, yine üreticisine yazdın ve yeni modelin yapısını temel alan "Ben Pikap 2'de Çalınamam" adlı yeni bir şarkı besteleyip kaydettin.

Tosbağa: Umulmayacak kadar parlak bir çıkarsama Akhilleus. İşin ruhunu kaptın.

Akhilleus: Söyle bakalım bu kez ne oldu?

Tosbağa: Uzatmaya gerek yok, aynı şey oldu. Tahmin edebileceğin gibi gramafon sayısız parçaya ayrıldı ve plak tuzla buz oldu.

Akhilleus: Anlaşılan Yengeç Mükemmel pikap olamayacağına sonunda ikna oldu.

Tosbağa: Korkarım tam da öyle olmadı. Gelecek modelin görevini hakkıyla yerine getireceğinden ve parasını hak edeceğinden emindi, ha–

Akhilleus: Rakibinin yerinde olsam, kendisini bozabilecek sesleri yeniden üretemeyen DÜŞÜK sadakatli bir gramafon bularak seni kolayca yenebilirdim. Bu yolla senin oyununa gelmezdi.

Tosbağa: Olamaz, çünkü bu asıl amaca aykırı olurdu –yani varolan bütün sesleri yeniden üretebilme kapasitesi olan bir gramafona sahip olmalıydı, hatta kendi kırılma sesini bile, bu da elbette olanaksızdır.

Akhilleus: Sahiden de. Şimdi ikilemi anladım. Bir Pikap –diyelim ki Pikap X– yeterince yüksek sadakatliyse, o zaman "Ben Pikap X'de Çalınamam" şarkısını çalmaya kalkıştığında sadece kırılmasına neden olan titreşimler yaratacaktır... Böylece Mükemmel olamayacaktır. Yine de bu hileden kurtulmanın tek yolu, Pikap X'in düşük-sadakatli olmasıdır, ama bu da doğrudan doğruya onun Mükemmel olmadığı anlamına gelir. Her pikap şu ya da bu zaaf nedeniyle kırılabilir görünüyor ve dolayısıyla her pikap kusurludur.

Tosbağa: Tamam da, niye onlara "kusurlu" dediğini anlamadım. Bu basitçe pikaplar hakkındaki doğal bir gerçek, onlardan yapabilmelerini beklediğin her şeyi yapamazlar. Ama ortada bir kusur varsa, bu ONLARDA değil senin onlardan yapmalarını beklediklerinde! Ve Yengeç de böyle gerçekdışı beklentilerle doluydu.

Akhilleus: İyi ki Yengeç'in yerinde değilim. Sesleri doğal da düşük de kaydetse her durumda kaybeder.

Tosbağa: Kısacası küçük oyunumuz bunun gibi birkaç tur daha devam etti ve sonunda dostumuz açıkgözlük yapmaya çalıştı. Benim plaklarıma temel aldığım ilkeyi öğrendi ve beni altetmeye karar verdi. Pikap üreticilerine yazdı ve kendi icadı olan bir aleti anlattı, bunu temel alarak üreteceklerdi. Buna "Pikap Omega" diyordu. Sıradan bir pikaptan çok daha gelişkindi.

Akhilleus: O halde nasıl olduğunu tahmin edeyim: Hiçbir parçası oynamıyor muydu? Yoksa pamuktan mı yapılmıştı? Ya da–

Tosbağa: Liste yapmayı bırak da ben söyleyeyim. Zaman kaybetmemiş oluruz. Öncelikle, Pikap Omega, bir plağı çalmadan önce inceden inceye taramakla görevli bir televizyon kamerası içeriyordu. Bu kameraya küçük bir bilgisayar takılmıştı; yivlere bakarak seslerin doğasını tam olarak belirleyecekti.

Akhilleus: Anlattığın kadarıyla tamam da, Pikap Omega bu bilgiyle ne yapabilir?

Tosbağa: Rehberlik ediyordu. Bunun küçük bilgisayarı, inceden inceye hesaplarla, seslerin pikap üstünde ne gibi etkileri olacağım ortaya çıkarıyordu. Seslerin onun biçimini bozmaya neden olacağı sonucunu çıkarırsa o zaman çok akıllıca bir şey yapıyordu. Bizim Omega pikabın alt ünitesinin büyük parçalarını ayırabilecek ve bunları yeni bir biçimde birleştirebilecek bir aleti kapsıyordu, böylece gerçekten kendi yapısını değiştiriyordu. Sesler "tehlikeli" ise tehdit oluşturmayacakları yeni bir biçim seçiliyordu ve bu yeni biçim alt ünite tarafından küçük bilgisayarın emirleri doğrultusunda yeniden kuruluyordu. Yalnızca bu yeniden inşa işleminden sonra Pikap Omega plağı çalıyordu.

Akhilleus: Aha! Bu senin oyunlarının sonunu getirmiş olmalı. Biraz hayal kırıklığına uğradığına bahse girerim.

Tosbağa: Kusura bakma, ama böyle düşünmen tuhaf... Gödel'in geriye ve ileriye doğru Eksiklik Teoremini bilmiyorsun herhalde, biliyor musun?

Akhilleus: Terse düze KİMİN teoremini biliyor muyum? Hiç böyle şey duymamıştım. Etkileyici olduğuna eminim, ama ben "plakları kıran müzik"le ilgili daha fazla şey duymayı yeğlerdim. Eğlenceli bir öykü. Aslında sonunu ben getirebilirim. Açıkçası devam edebilmenin yolu yoktu ve sen utanarak yenilgiyi kabul ettin yani. Aynen böyle oldu değil mi?

Tosbağa: Eyvah, geceyarısı olmuş! Korkarım yatma vaktim geldi. Daha fazla

konuşmayı isterdim, ama gerçekten çok uykum var.

Akhilleus: Rehavet çöktü bana da. Ben de yoluma gideyim. (*Kapıya vardığında aniden durur ve geri döner.*) Ah, ne kadar da sersemim! Unutmuşum, sana küçük bir armağan getirmiştim. İşte. (*Tosbağa'ya küçük, düzgünce sarılmış bir paket verir.*)

Tosbağa: Sürpriz ha! Ne gereği vardı, gerçekten çok teşekkür ederim. Hemen açacağım. (*Sabırsızlıkla paketi yırtar, açar ve içinden bir kadeh çıkar.*) Ah, ne kadar da zarif bir kadeh! Özellikle kadehlere deli olduğumu biliyor muydun?

Akhilleus: Tesadüfe bak, hiç bilmiyordum!

Tosbağa: Eğer sır tutabilirsen, sana bir sır vereceğim: Mükemmel güzellikte bir kadeh bulmaya çalışıyorum: Biçiminde hiçbir kusur bulunmayan bir tane. Bu kadeh –buna "G" diyelim– böyle olabilir mi? G Kadehini nereden buldun söyle bana?

Akhilleus: Ne olur sorma, bu da BENİM küçük sırrım. Ama onu yapanı öğrenmek istersin belki.

Tosbağa: ...No'lur söyle, kim?

Akhilleus: Johann Sebastian Bach adlı ünlü cam yapımcısını hiç duydun mu? Aslında cam yapımcılığıyla ünlü değildi –ama kimseler bilmese de bu sanata meraklıydı– bu kadeh de üflediği son parça.

Tosbağa: ... gerçekten sonuncusu mu? Aman Tanrım. Bu gerçekten Bach tarafından yapılmışsa, değerine paha biçilemez. Ama kimin yaptığından nasıl emin olabilirsin?

Akhilleus: Sırrın içindeki yazıya bak – 'B,' 'A,' 'C,' 'H' harflerini görüyor musun?

Tosbağa: ....Evet! Ne olağandışı bir şey. (*G Kadehini kibarca bir rafa koyar.*) Bu arada Bach'ın adındaki her harfin bir müzik notasının adı olduğunu biliyor muydun?

Akhilleus: Bach, bu olanaksız, değil mi? Müzik notaları yalnızca 'A'dan 'G'ye kadardır.

Tosbağa: Aynen öyle; çoğu ülkede böyledir. Ama Almanya'da Bach'ın vatanında, bizim 'B' dediğimize 'H' ve 'B-bemol' dediğimize 'B' demeleri dışında kalanları aynıdır. Örneğin biz Bach'ın "B Minörde Müzik Ayini" derken onlar "H-moll Messe" derler. Açık değil mi?*

---

* Johann Sebastian Bach'ın soyadındaki B (si bemol), A (la), C (do), H (si) notalarını gösterir –çn.

Akhilleus: Canına yandığım, öyle sanırım. Biraz karmaşık: H, B ve B, B-bemol. Öyleyse onun adı gerçekten de bir ezgi oluşturuyor.

Tosbağa: Hakkaten de doğru. Gerçekten bu ezgiyi en ince müzik parçalarından birinde – yani *Füg Sanatı*'ndaki son *Kontrapunktus*'ta ustalıkla işledi. Bu Bach'ın yazdığı son fügdü. İlk dinlediğimde, nasıl biteceğine ilişkin hiçbir fikrim yoktu. Birdenbire, uyarmaksızın, sona erdi. Ve sonra ... ölüm sessizliği. Bach'ın öldüğü anın burası olduğunu anladım. Anlatılamayacak kadar hüzünlü bir andı ve üstümdeki etkisi çok sarsıcıydı. Neyse, B-A-C-H bu füğün son temasıdır. Parçanın içine gizlenmiştir. Bach bunu açıkça belirtmez, ama eğer biliyorsan fazla zorlanmadan bulabilirsin. Aman, aman – müzikte bir şeyleri gizlemenin öyle çok yolu var ki...

Akhilleus: O şiirde de var. Şairler de aynı şeyleri yaparlar, biliyorsun (bugünlerde pek rağbet görmese de). Örneğin Lewis Carroll yazdığı şiirlerde birbirini izleyen dizelerin ilk harflerine (ya da karakterlere) genellikle sözcükler ve isimler gizler. Bu yolla mesajlar gizleyen şiirlere "akrostiş" denir.

Tosbağa: Kontrpuan ve akrostiş anlam gizleme düzeyleriyle oldukça benzeşiyorlar. Bach'm da sıkça akrostişler yazması şaşırtıcı değil. Bununla birlikte akrostişlerin çoğu yalnızca bir gizleme düzeyine sahip –ama iki katlı yapamamak için de bir neden yok– akrostiş üstüne akrostiş. Ya da "kontrakrostiş" yapılabilir – başharfler tersinden alındığında bir mesaj verirler. Tanrım! Biçimin doğasında var olan olanakların sonu yok. Dahası şairlerle de sınırlı değil; herkes akrostiş yazabilir– hatta söyleşiciler bile.

Akhilleus: Uydurma! Telefonda söyleşme servisi veren biri mi? Bu benim için yeni bir şey.

Tosbağa: Ne diyorsun, ben "söyleşici" derken bir diyalog yazarını kastettim. Hmm ... aklıma bir şey geldi. Bir diyalog yazarı J. S. Bach için bir saygı kontrpuan akrostişi yazmak gibi görülmemiş bir iş yapsa, sence akrostiş olarak KENDİ adını mı – yoksa Bach'ınkini mi koyması daha uygun olur? Aman, neyse niye böyle saçma konularla uğraşalım ki? Böyle bir şey yazmak isteyen kişi kendi kararını kendi verir. Bach'ın ezgisel adına dönecek olursak, B-A-C-H ezgisinin, başaşağı da tersinden de çalınsa aslıyla kesinlikle aynı olduğunu biliyor muydun?

Akhilleus: Uf, başaşağı nasıl çalınabilir ki? Tersinden olduğunda anlarım –H-C-A-B olur – ama ya başaşağı? Dalga mı geçiyorsun.



Şekil 19. Bach'ın *Füg Sanatı*'nın son sayfası. Bach'ın oğlu Carl Philipp Emanuel'in el yazısıyla yazılmış orijinal metninde şunlar yazılıdır: "N.B. [Nota bene: iyice dikkat et -çn] Bu füg sırasında B.A.C.H. adının karşı konu olarak sunulduğu noktada besteci öldü." (B-A-C-H kutu içinde.) Bach'm son fügünün bu son sayfasını bir mezar yazıtı olarak bırakıyorum. [Müzik, Donald Byrd'ın Indiana Üniversitesi'nde geliştirdiği "SMUT" programıyla yazılmıştır.]

Tosbağa: Rica ederim. Vallahi, çok kuşkucusun, değil mi? Sana bir gösteri yapacağım. Dur da kemanımı getireyim – (*Yan odaya gider ve anında eski görünümlü bir kemanla geri döner.*) – ve senin için ileriye, geriye ve her yöne doğru çalayım. Bakalım, şimdi... (*Füg Sanatı'nm notalarım sehpasına koyar ve son sayfayı açar.*) ...işte son Kontrapuktus ve işte son tema...

Tosbağa çalmaya başlar: B-A-C- – ama son H'yi çalarken, birdenbire, beklenmedik bir kırılma sesi icrasını kabaca keser. Akhilleus'la birlikte ikisi de yerlerinden sıçrarlar, G Kadehinin konduğu raftan yere düşüp şangırtıyla tuzla buz olduğunu son anda görürler. Ve sonra ... ölüm sessizliği.

IV. BÖLÜM

TUTARLILIK, EKSİKSİZLİK VE GEOMETRİ

Örtük ve Belirtik Anlam

II. BÖLÜMDE kuralla yönetilen simgeler ve gerçek dünyadaki şeyler arasında bir eşbiçimlilik olduğu zaman anlamın –en azından biçimsel dizgelerin göreli basit bağlamında– nasıl ortaya çıktığını gördük. Genelde eşbiçimlilik karmaşıklaştıkça, simgelerden anlamı çıkarmak için daha fazla "donatım" –hem donanım hem de yazılım– gerekir. Eşbiçimlilik çok basitse (veya çok bildikse) görmemize izin verdiği anlamın belirtik olduğunu söyleme ayartısına kapılırız. Eşbiçimliliği görmeden anlamı görürüz. En bariz örnek insan dilidir, burada insanlar çoğunlukla, onları anlamla dolduran çok karmaşık "eşbiçimliliğin" hiç farkında olmaksızın, sözcüklerin kendilerine anlam yüklerler. Bu çok kolay yapılan bir hatadır. Bütün anlam nesne ve gerçek dünya arasındaki *bağdan* çok *nesneye* (sözcük) yüklenir. Bunu, herhangi iki nesnenin çarpışmasının zorunlu yan etkisinin gürültü olduğu gibi çocuksu bir inançla karşılaştırabilirsiniz. Bu yanlış bir inançtır; iki nesne eğer vakumda çarpışırsa, hiçbir gürültü çıkmaz. Ve yine hata, gürültüyü yalnızca *çarpışmaya* yüklemek ve onu nesnelerden kulağa taşıyan *ortamın* rolünü tanımamaktan kaynaklanır.

Yukarıda, "eşbiçimlilik" sözcüğünü, kuşkuyla ele alınması gerektiğini belirtmek için tırnak içinde kullandım. İnsan dilini anlamanın altında yatan simgesel süreçler, tipik biçimsel dizgelerdeki simgesel süreçlerden çok daha karmaşıktır, bu nedenle anlamın eşbiçimlilikler tarafından aracılandığını düşünmeye devam etmek istiyorsak, şimdiye dek gördüğümüzden çok daha esnek bir eşbiçimlilik kavramı benimsememiz gerekir. Bana göre aslında "Bilinç nedir?" sorusunun yanıtlanmasında anahtar öğe, anlamın altında yatan "eşbiçimlilik"in doğasının çözülmesi olacaktır.

Kontrakrostipunktus'un Belirtik Anlamı

Bunların hepsi, anlamın düzeylerine ilişkin bir çalışmaya, *Kontrakrostipunktus*'u tartışmaya hazırlıktır. Diyalog hem belirtik hem de örtük anlam-

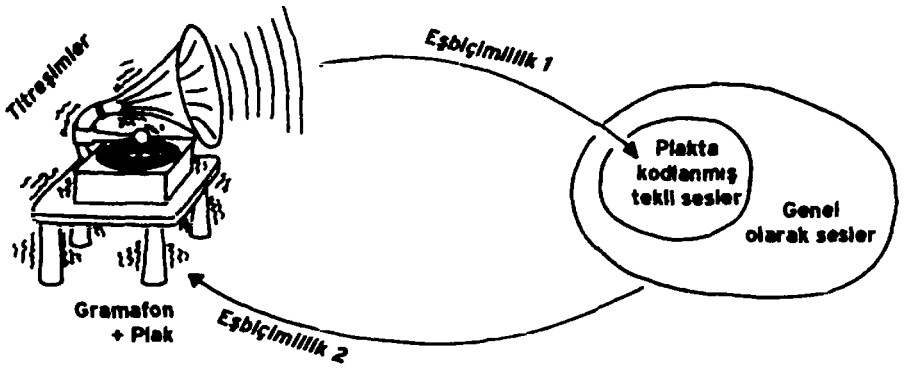
lar içermektedir. En belirtik anlamı basitçe anlatılan öyküdür. Bu "belirtik" anlam, kesin konuşmak gerekirse şu anlamda son derece örtüktür: kâğıtta yalnızca siyah işaretlerle verilmiş öyküdeki olayları anlamak için gerekli olan beyin süreçleri inanılmaz derecede karmaşıktır. Yine de öyküdeki olayları Diyaloğun belirtik anlamı olarak alacak ve anlatım dilindeki her okurunun kâğıttaki işaretlerden anlam çıkarmada az çok aynı "eşbiçimlilik"i kullandığını varsayacağız.

Buna karşın, ben yine de öykünün belirtik anlamı hakkında biraz daha belirtik olmak istiyorum. Önce plakçalarlar ve plaklar hakkında bir şeyler söyleyeceğim. Ana nokta plakların yivlerine yönelik olarak iki anlam düzeyinin olduğudur. Birinci Düzey müziğe ilişkindir. Peki, "müzik" nedir – havadaki titreşimlerin bir dizisi mi yoksa bir beyindeki duygusal tepkilerin bir dizisi mi? Her ikisi de. Ama duygusal tepkiler olabilmesi için önce titreşimler olmalıdır. Titreşimler, göreceli olarak basit bir alet olan plakçalar tarafından yivlerden "dışarı" çekilerek elde edilir; gerçekte bunu bir toplu iğneyi, yivlerin üstünde gezdirerek de yapabilirsiniz. Bu aşamadan sonra kulak titreşimleri beyindeki işitme nöronlarının ateşlemelerine çevirir. Sonra beyinde birbirini izleyen birkaç aşama ortaya çıkar; titreşimlerin doğrusal dizisi giderek duygusal tepkilerin birbirini etkileyen karmaşık örüntüsüne dönüştürülür – bu ne kadar istesem de burada daha fazla üstünde duramayacağım kadar karmaşık bir dizgedir. Bu nedenle havadaki sesleri yivlerin "Birinci Düzey" anlamı olarak kabul etmekle yetinelim.

Yivlerin İkinci Düzey anlamı nedir? Plakçalarda oluşan titreşimler dizisidir. Bu anlam ancak Birinci Düzey anlam yivlerden dışarı çekildiğinde ortaya çıkar, çünkü gramafondaki titreşimlere havadaki titreşimler neden olur. Bu nedenle İkinci Düzey anlam *iki* eşbiçimlilik zincirine bağlıdır:

(1) keyfi yiv örüntüleri ile hava titreşimleri arasındaki eşbiçimlilik;
(2) keyfi hava titreşimleri ile pikap titreşimleri arasındaki eşbiçimlilik.

Bu iki eşbiçimlilik zinciri Şekil 20'de gösterilmiştir. 1. eşbiçimliliğin Birinci Düzey anlamı doğuran eşbiçimlilik olduğuna dikkat edin. İkinci Düzey anlam Birinci Düzey anlamdan çok daha örtüktür, çünkü iki eşbiçimlilik zinciriyle aracılanmaktadır. "Geri teperek" plakçaların parçalanmasına neden olan İkinci Düzey anlamdır. İlgi çekici olan Birinci Düzey anlamın üretiminin eşanlı olarak İkinci Düzey anlamın üretilmesini zorunlu kılmasıdır – İkinci Düzey olmadan Birinci Düzeyi elde etmenin yolu yoktur. Yani plağın geri dönüp parçalanmasına yol açan, onun örtük anlamıydı.



Şekil 20. Gödel'in Teoreminin altında yatan ilkenin görsel anlatımı: beklenmedik bumerang etkisine sahip iki sırt sırta haritalama. Birincisi yiv örüntülerinden, gramafon aracılığıyla, seslere. İkincisi –bildik, ama genellikle yoksanan– seslerden pikabın titreşimlerine. İkinci haritalamamn birincisinden bağımsız olarak varolduğuna dikkat edin, çünkü yalnızca pikap tarafından üretilenler değil çevredeki her ses böyle titreşimlere neden olacaktır. Gödel'in Teoreminin uyarlanması, herhangi bir pikap için onun çalamadığı bir plaklar olduğunu, çünkü bunların dolaylı olarak pikabın kendini yoketmesine neden olacağını söyler. [Yazarın çizimi.]

Aynı yorumlar kadehe de uygulanabilir. Tek fark, alfabenin harflerinden müzik notalarına yapılan haritalamanın, "transkripsiyon" diyebileceğimiz bir eşbiçimlilik düzeyi daha oluşturmasıdır. Bunu "tercüme," – yani müzik notalarının müzikal seslere dönüştürülmesi izler. Bundan sonra titreşimler, aynı pikaplar serisini tırmandıkları gibi kadeh üstünde de etkide bulunurlar.

Kontrakrostipunktus'un Örtük Anlamları

Ya Diyaloğun örtük anlamları? (Evet, birden fazla var.) Bunların en basitine yukarıdaki paragrafta zaten işaret edildi – yani diyaloğun iki yarısındaki olaylar kabaca birbirleriyle eşbiçimlidirler: gramafon keman, Tosbağa Akhilleus ve Yengeç Tosbağa olur, yivler kazılı imza olur vb. Bu basit eşbiçimliliği bir kez fark ettiniz mi biraz daha ilerleyebilirsiniz. Öykünün ilk yarısında bütün haylazlıkların sorumlusu Tosbağa iken, ikinci yarıda onun kurban oluşuna dikkat edın. Gördüğünüz gibi kendi yöntemi geri tepmiştir! Plaklardaki müziğin –ya da kadehdeki yazının– veya Tosbağa'nın bumerang koleksiyonunun geri tepmesini çağrıştırmıyor mu? Evet, gerçekten öyle. Öykü iki düzeyde geri tepme üstünedir, aşağıdaki gibi...

Birinci Düzey: Geri tepen kadehler ve plaklar;

İkinci Düzey: Tosbağa'nm, geri tepmelere neden olan –ve geri tepen– örtük anlamları şeytanca kullanma yöntemi.

Bu nedenle öykünün iki düzeyi arasında bile bir eşbiçimlilik kurabiliriz; plaklar ve kadehin bumerang gibi geri dönüp kendi kendilerini yok etme yollarıyla, Tosbağa'nın sonunda bumerang gibi kendine dönen kendi kötücül yöntemini eşitleyebiliriz. Bu şekilde bakıldığında, öykünün kendisi tartıştığı geri tepmenin bir örneğidir. Dolayısıyla *Kontrakrostipunktus*'un dolaylı olarak kendine gönderme yaptığını düşünebiliriz; kendi yapısı anlattığı olaylarla eşbiçimlidir. (Aynı kadeh ve plakların, çalma ve titreşimin sırt sırta eşbiçimlilikleri yoluyla kendi kendilerine örtük olarak gönderme yapmaları gibi.) Diyalog elbette bu olgu algılanmaksızın da okunabilir – ancak o her zaman oradadır.

Kontrakrostipunktus ve Gödel'in Teoremi Arasında Haritalama

Şu anda hafif bir başdönmesi yaşıyor olabilirsiniz – ama en iyisi şimdi geliyor. (Aslında örtük anlamın bazı düzeyleri burada bile tartışılmayacak – bulup çıkarmak size bırakılacak.) Bu Diyaloğun yazılmasının birincil nedeni Gödel'in Teoremini canlandırmaktı. Giriş'te söylediğim gibi, Gödel'in Teoremi büyük oranda sayı kuramı önermelerinin iki farklı anlam düzeyine dayanır. *Kontrakrostipunktus*'un her bir yarısı, Gödel'in Teoreminin bir "eşbiçimli kopya"sıdır. Bu haritalama, Diyaloğun ana fikri olduğu ve oldukça incelikli işlenmiş olduğu için onu titizlikle çıkardığım bir çizelgeyle gösterdim:

gramafon	⇐⇒	sayı kuramı için ilksavlı dizge
düşük sadakatli gramafon	⇐⇒	"zayıf" ilksavlı dizge
yüksek sadakatli gramafon	⇐⇒	"güçlü" ilksavlı dizge
"Mükemmel" gramafon	⇐⇒	sayı kuramı için eksiksiz dizge
gramafonun "mavikopyası"	⇐⇒	biçimsel dizgenin ilksavları ve kuralları
plak	⇐⇒	biçimsel dizge dizisi
çalınabilir plak	⇐⇒	ilksavlı dizgenin teoremi
çalınamayan plak	⇐⇒	ilksavlı dizgenin teorem-olmayanı
ses	⇐⇒	sayı kuramının doğru önermesi
yenidenüretilebilen ses	⇐⇒	dizgenin yorumlanmış teoremi
yenidenüretilemeyen ses	⇐⇒	teorem olmayan doğru önerme

şarkı başlığı:	$\Leftarrow\Rightarrow$	Gödel'in dizisinin örtük anlamı:
"Ben Pikap X'de		"Ben Biçimsel Dizge X'de
Çalınamam"		Türetilemem"

Bu, Gödel'in Teoremi ve *Kontrakrostipunktus* arasındaki eşbiçimliliğin tamamı değilse de çekirdeğidir. Gödel'in Teoremini şimdiye kadar tam olarak kavrayamadıysanız endişelenmenize gerek yok – bu noktaya gelmeden önce birkaç bölümümüz daha var! Bununla birlikte bu Diyaloğu okumakla, farkına varmanız gerekmeden Gödel'in Teoreminin tadını bir parça da olsa almış oldunuz. *Kontrakrostipunktus*'taki diğer örtük anlam tiplerini aramayı size bırakıyorum. "Quaerendo invenietis!"

Füg Sanatı

Füg Sanatı üstüne birkaç söz... Bach'ın yaşamının son yılında bestelenen, hepsi tek tema üzerine kurulan onsekiz fügden oluşan bir koleksiyondur. *Müzikal Sunu*'yu yazmanın Bach'a esin verdiği görülmektedir. Biçimin yapısında bulunan olanakların bütün erimini göstermek için, çok daha basit bir tema üzerine bir başka füg grubu bestelemeye karar vermiştir. *Füg Sanatı*'nda Bach olası en karmaşık yollarla çok basit bir tema kullanır. Eserin bütünü tek anahtarda yazılmıştır. Füglerin çoğunda dört ses vardır, bunların karmaşıklığı ve anlatım derinliği giderek artar. Sona doğru öylesine yüksek bir karmaşıklık düzeyine erişir ki, insan onun bunu daha fazla sürdüremeyeceği kuşkusuna kapılır. Ama sürdürür ... son *Kontrapunktus*'a kadar.

Füg Sanatı'nı (yani Bach'ın yaşamını) aniden kesen olaylar şunlardır: yıllardır görme güçlüğü çeken Bach sonunda ameliyat olmak istedi. Ameliyat oldu; ancak başarısızlıkla sonuçlandı ve sonuç olarak yaşamının son yılının büyük kısmında görme yetisini hepten yitirdi. Yine de bu, onu anıtsal tasarısı üstünde gayretle çalışmaktan alıkoymadı. Amacı füg yazımının tam bir sunumunu ortaya koymaktı ve çok sayıda tema kullanılması bunun önemli bir parçasıydı. Son füginden sonra yazmayı tasarladığının içine, üçüncü tema olarak kendi adını notalarla kodlayarak ekledi. Bununla birlikte bunun hemen sonrasında sağlığı öylesine bozuldu ki, sevgili tasarısı üstünde çalışmayı bırakmak zorunda kaldı. Hastalığı sırasında damadına son bir koral prelüd yazdırabildi. Bu konuyla ilgili olarak Bach biyografi yazarı Forkel şöyle yazar, "Bunun içindeki inançlı tevekkül ve bağlılığının ifadesi beni her çalışımda etkilemiştir; öyle ki bu Koral'ın mı yoksa son füginin sonunun mu eksikliğini daha fazla çektiğimi söylemek gerçekten güç."

Bir gün, umulmadık bir biçimde, Bach görme yetisini yeniden kazandı. Ama birkaç saat sonrasında felç indi; ve on gün sonra Füg Sanatı'nın eksikliği üstüne kurgulamalar yapmayı başkalarına bırakarak öldü. Bu Bach'ın kendine gönderme ustalığının bir sonucu olabilir mi?

Gödel'in Sonucunun Neden Olduğu Sorunlar

Tosbağa, yeterince güçlü hiçbir plakçaların, bir plaktan çıkabilecek her sesi yeniden üretebilmek anlamında mükemmel olamayacağını söyler. Gödel, yeterince güçlü hiçbir biçimsel dizgenin, her tek doğru önermeyi bir teorem olarak yeniden üretebilmesi anlamında mükemmel olamayacağını söyler. Ama Tosbağa'nın gramafonlar konusunda belirttiği gibi, eğer biçimsel dizgelerin ne yapabilecekleri konusunda gerçekçi olmayan beklentileriniz varsa bu olgu yalnızca bir kusur gibi gelir. Bununla birlikte matematikçiler, ilksavlı usavurmanın bütün dertlere çare olduğunu düşünerek, bu yüzyıla tam da bu türden gerçekçi olmayan beklentilerle başlamışlardı. 1931'de öyle olmadığını anladılar. Doğruluğun, verili herhangi bir biçimsel dizgede, teoremliği aşması olgusuna o dizgenin "eksiklik"i, tam-olmaması denir.

Gödel'in kanıtlama yöntemiyle ilgili en şaşırtıcı gerçek –her biçimsel dizgeyle bütünleşmeye direnen– "kapsüllenemez" görünen usavurma yöntemlerini kullanmasıdır. Dolayısıyla ilk bakışta, Gödel insana özgü usavurma ile mekanik usavurma arasındaki, o ana dek bilinmeyen, ama derin önemi olan bir farkı gün ışığına çıkarmış gibi görünmektedir. Canlı ve cansız dizgelerin gücündeki bu gizemli uyuşmazlık noktası, doğru kavramı ile teorem-olma arasındaki uyuşmazlıkta yansıtılır ... ya da bu, en azından duruma bakmanın "romantik" yoludur.

Değiştirilmiş rt-Dizgesi ve Tutarsızlık

Durumu daha gerçekçi biçimde görmek için anlamın, biçimsel dizgelerde eşbiçimlilikler tarafından neden ve nasıl aracılandığını daha yakından görmek gerekir. Ben bunun bizi duruma bakmak için daha romantik bir yola götüreceğini düşünüyorum. Bu nedenle şimdi anlam ve biçim arasındaki ilişkinin daha ileri yönlerini incelemeye başlayacağız. İlk adımımız eski dostumuz rt-dizgesini hafifçe değiştirerek yeni bir biçimsel dizge kurmaktır. Bir ilksav şeması daha (başlangıçtaki ilksav şemasını ve çıkarım kuralını koruyarak) ekliyoruz:

II. İLKSAV ŞEMASI: Eğer x bir tire dizisiyse, o zaman $xr-tx$ bir ilksavdır.

O zaman açıktır ki, – – r – t – – yeni dizgede bir teoremdir ve – – r – – t – – – de öyledir. Ve yorumları sırasıyla, "2 artı 1 eşittir 2" ve "2 artı 2 eşittir 3"tür. Yeni dizgemizin (dizileri önermeler olarak düşünürseniz) birçok yanlış önerme içereceği görülebilir. Bu nedenle yeni dizgemiz *dış dünyayla tutarsızdır.*

Sanki bu yeterince kötü değilmişcesine, – r – t – – (eski bir ilksav) ve – r – t – (yeni bir ilksav) gibi birbiriyle uyuşmayan önermeler içerdiği için, yeni dizgemizin *içsel* sorunları da vardır. Böylece dizgemiz ikinci bir anlamda da tutarsızdır: içsel olarak.

Bu noktada yapılacak en usauygun şey yeni dizgeyi tamamıyla bırakmak mıdır? Pek değil. Bu "tutarsızlıklar"ı gözünüzü boyamak için kasıtlı olarak veriyorum: yani sizi yanlış tarafa yönlendirmek amacıyla olabildiğince güçlü, arapsaçına dönmüş tartışmalar sunmaya çalışıyorum. Gerçekten de söylediklerimdeki aldatmacaları saptamış olabilirsiniz. Temel yanıltmaca, eski dizge için benimsediğim aynı yorumlayıcı sözcükleri hiç sorgulamadan yeni dizge için de benimsememdi. Geçen bölümde bu sözcükleri benimsemek için tek bir neden olduğunu ve bu nedenin *simgelerin, yorumla eşleştirildikleri kavramlarla eşbiçimli davranması olduğunu anımsayın.* Ama dizgeyi yöneten kuralları değiştirdiğinizde eşbiçimliliği bozarsınız. Bunun önüne geçilemez. Dolayısıyla önceki paragraflarda sıkıntı yaratan bütün problemler düzmecedir: *dizgenin bazı simgelerini yeniden yorumlamakla*, çabucak ortadan kaldırılabilirler. Dikkat edin, "bazı" diyorum; bütün simgelerin yeni kavramların üstüne haritalanması zorunlu değildir. Diğerleri değişirken bazıları "anlamlar"ını pekâlâ koruyabilirler.

Tutarlılığı Yeniden Kazanmak

Varsayalım ki, örneğin tüm diğerlerini sabit bırakarak yalnızca t simgesini yeniden yorumluyoruz; özellikle t'yi "-den daha büyük veya -eye eşittir" deyimiyle yorumluyoruz. Şimdi, "çelişik" teoremlerimiz – r – t – ve – r – t – – zararsız bir biçimde şöyle olurlar: "1 artı 1, 1'den daha büyük veya 1'e eşittir" ve "1 artı 1, 2'den daha büyük veya 2'ye eşittir." Eşanlı olarak (1) dış dünyayla tutarsızlıktan ve (2) içsel tutarsızlıktan kurtulduk. Ve yeni yorumumuz *anlamlı* bir yorumdur; elbette orijinal yorum *anlamsızdır.* Yani *yeni dizge* için anlamsızdır; orijinal rt-dizgesi için uygundur. Ama şimdi bunu, es-

ki rt-dizgesine "at-elma-mutlu" yorumunu uygulamak gibi, yeni rt-dizgesine uygulamak anlamsız ve keyfi görünmektedir.

Eukleidesçi Geometrinin Tarihi

Her ne kadar sizi hazırsızlık yakalayıp bir parça şaşırtmaya çalıştıysam da, simgelerin sözcüklerle nasıl yorumlandığı hakkındaki bu dersi bir kez kavradıktan sonra size çok da zor gelmemiş olmalı. Gerçekten de zor değil. Ancak bu bütün ondokuzuncu yüzyıl matematiğinin en derin derslerden biri! Her şey, İÖ 300'lerde zamanının düzlem ve katı geometrisi hakkında ne biliniyorsa hepsini derleyen ve dizgeleştiren Eukleides'le başladı. Ortaya çıkan eser, Eukleides'in *Elemanlar*'ı öyle sağlamdı ki, iki bin yılı aşkın bir süre geometrinin neredeyse kutsal kitabı – tüm zamanların en kalıcı kitaplarından biri oldu. Neden böyle oldu?

Başlıca neden Eukleides'in matematikte *sağlamlığın* kurucusu olmasıydı. *Elemanlar*, çok basit kavramlar, tanımlar vb ile başlıyor ve giderek, her sonucun tamamıyla önceki sonuçlara bağlı olduğu büyük bir sonuçlar gövdesi inşa ediyordu. Dolayısıyla belirli bir çalışma planı, onu sağlam ve dayanıklı kılan bir mimarisi vardı.

Bununla birlikte mimarisi diyelim ki bir gökdeleninkinden farklı bir tarzdaydı. (Bkz. Şekil 21.) İkincisinde, ayakta duruyor olması, yapısal öğelerinin onu ayakta tuttuğunun yeterli bir ispatıdır. Ama bir geometri kitabında, her bir önermenin daha önceki önermeden mantıksal olarak çıktığı iddia edildiğinde eğer ispatlardan biri geçersizse gözle görülür hiçbir çatlama olmayacaktır. Kirişler ve payandalar fiziksel değil, soyuttur. Gerçekten de Eukleides'in *Elemanlar*'ında ispatların inşa edildiği malzeme insan dilidir – birçok gizli tuzağıyla yakalanması zor, hileli iletişim aracı. O halde *Elemanlar*'ın mimari gücü nedir? Sağlam yapısal öğelerce ayakta tutulduğu kesin midir, yoksa yapısal olarak zayıf olabilir mi?

Kullandığımız her sözcüğün bizim için, onu kullanmamıza rehberlik eden bir anlamı vardır. Sözcük yaygınlaştıkça, onunla ilgili çağrışımlarımız çok daha artar ve anlamı çok daha derine kök salar. Bu nedenle yaygın bir sözcük için o tanıma uyacağımız umuduyla bir tanım verildiğinde, buna uymak yerine, büyük oranda bilinçsizce, zihnimizin çağrışım deposunda bulduğumuzla yönlendiririliriz. Bundan söz etmemin nedeni, Eukleides'in *Elemanlar*'ında "nokta," "düz çizgi," "daire" gibi sıradan, yaygın sözcüklerin tanımlarını vermeye girişirken bu türden bir problem yaratmış olmasıdır. Herkesin zaten

açık bir kavramına sahip olduğu bir şeyi nasıl tanımlayabilirsiniz? Bunun tek yolu, sözcüğünüzün teknik bir terim olduğunu ve aynı biçimde yazılan günlük dildeki sözcükle karıştırılmamasını açıkça ortaya koymanızdır. Günlük dildeki sözcükle ilişkisinin yalnızca çağrışımsal olduğunu vurgulamanız gerekir. Eukleides bunu yapmamıştı, çünkü *Elemanlar*'ının nokta ve çizgilerinin gerçek dünyanın *tek* nokta ve çizgileri olduklarına gerçekten inanıyordu. Böylece bütün çağrışımların giderildiğinden emin olmadığından, Eukleides okurlarını çağrışım güçlerini serbest bırakmaya davet etmiş oluyordu...

Bu ortalığı hepten karıştırmak gibi görünüyor ve Eukleides'e biraz haksızlık edilmiş oluyor. Önermelerin ispatlarında kullanılacağı varsayılan ilksavları veya koyutları ortaya koydu. Gerçekten bu ilksavlar ve koyutlardan başka hiçbir şeyin kullanılmaması bekleniyordu. Ama onun yanılgısı da buydu, çünkü sıradan sözcükler kullanmasının kaçınılmaz bir sonucu olarak, yarattığı ispatlara sızan bu sözcükler zihinde bazı imgeler uyandırıyordu. Yine de eğer *Elemanlar*'daki ispatları okursanız, usavurmada gözü rahatsız eden "atlamalar" bulmayı beklemeyin. Aksine, çok ustalıklıdırlar, çünkü Eukleides zeki bir düşünürdü ve kaba hatalar yapmamıştır. Bununla birlikte klasik bir eserde hafif kusurlar yaratan gedikler vardır. Ama bunun yakınılacak bir yanı yok. Herkes mutlak kesinlik ve görece kesinlik arasındaki farkı az çok değerlendirebilmelidir. Uzun vadede, Eukleides'in mutlak kesinlikteki eksikliği, eserini yazdıktan iki bin yıl sonra matematikteki en doğurgan yol ayrımına neden oldu.

Eukleides *Elemanlar*'ının ancak ilk birkaç yüz katını oluşturduğu sonsuz geometri gökdeleninin "temel katı" olarak kullanılmak üzere beş koyut vermişti. İlk dört koyut oldukça incelikli ve özlüydü:

(1) İki nokta birleştirilerek bir düz çizgi parçası çizilebilir.

(2) Bir düz çizgi üzerinde sonlu bir düz çizgi parçası sınırsız olarak uzatılabilir.

(3) Verili bir düz çizgi parçasından, parçayı yarıçap ve bir uç noktasını merkez alan bir çember çizilebilir.

(4) Tüm dik açılar birbirine eşittir.

Bununla birlikte beşinci bunların inceliğinden payını almamıştı:

(5) İki düz çizgiyi kesen bir düz çizginin bir yanda yaptığı iki iç açının toplamı iki dik açının toplamından azsa, o iki düz çizgi açıların bulunduğu yanda yeterince uzatıldığında kaçınılmaz olarak birbirini keser.



Şekil 21. *Babil Kulesi*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 1928).

Hiçbir zaman açıkça dile getirmemekle birlikte, ilk yirmisekiz önermenin ispatları içinde kullanmaktan kaçındığına göre, Eukleides bu koyutu diğerlerinden bir parça aşağı görüyordu. Dolayısıyla ilk yirmisekiz önerme, geometrinin "dört-koyutlu geometri" olarak adlandırılabilecek bölümüne aittir – geometrinin bu parçası, beşinci koyutun yardımı olmaksızın *Elemanlar*'ın ilk dört koyutu temel alınarak türetilebilir. (Sıklıkla *mutlak geometri* diye de adlandırılır.) Açıkçası Eukleides bu çirkin ördek yavrusunu *varsaymak* yerine *ispatlamayı* yeğlerdi. Ama hiçbir ispat bulamadığından onu benimsemiştir.

Ama Eukleides'in öğrencileri, bu beşinci koyutun varsayılmasından pek hoşnut değillerdi. Yüzyıllar boyunca sayısız insan, yaşamlarının sayısız yıllarını beşinci koyutun dört koyutlu geometrinin parçası olduğunu ispatlamaya adamıştır. 1763'e gelindiğinde, en azından yirmisekiz farklı ispat yayınlanmıştı – hepsi hatalıydı! (G. S. Klügel'in tezinde hepsi eleştirildi.) Bütün bu hatalı ispatlar günlük sezgi ve katı biçimsel özellikler arasındaki karıştırmayı içeriyordu. Bugün, bu "ispat"ların hiçbirinin matematiksel veya tarihsel önem taşımadıkları söylenebilir – ama belli istisnalar vardır.

Eukleidesdışının Birçok Yüzü

Girolamo Saccheri (1667-1733) Bach'ın zamanında yaşadı. Eukleides'i bütün kusurlarından arındırma tutkusuyla yanıp tutuşuyordu. Eski mantık çalışmalarına dayanarak, ünlü beşinci koyutu ispatlamak için yeni bir yaklaşım denemeye karar verdi: *onun zıttını varsayın*; sonra beşinci koyutunuz olarak *onunla* çalışın... Bir süre sonra kesinlikle bir çelişki ortaya çıkacak. Hiçbir matematik dizgesi bir çelişmeyi destekleyemeyeceğinden, beşinci koyutunuzun geçersizliğini ve bundan hareketle Eukleides'in beşinci koyutunun geçerliliğini görmüş olacaksınız. Burada ayrıntılara girmemize gerek yok. Saccheri'nin *büyük ustalıkla* "Saccheri geometrisi"nin önermelerini peşpeşe ortaya çıkardığını ve sonunda bundan yorulduğunu söylemek yeterli. Bir noktada "düz çizginin doğasına ters" olan bir önermeye ulaştığına karar verdi. Bulmayı umduğu da buydu – ona göre uzun zamandır aranan çelişki buydu. O noktada, *Bütün Kusurlarından Arınmış Eukleides* başlıklı eserini yayınladı ve son nefesini verdi.

Ama böyle yaparak, ölümünden sonra gelecek ünü kaçırmış oldu, çünkü farkında olmadan, daha sonra "hiperbolik geometri" olarak bilinecek geometriyi keşfetmişti. Saccheri'den elli yıl sonra J. H. Lambert aynı "ucu ucuna" kaçırmayı, bu kez daha da yaklaşarak yineledi. Sonunda, Lambert'tan kırk

yıl ve Sachheri'den doksan yıl sonra Eukleidesdışı geometri hakkı verilerek kabul edildi – geometrinin yeni otantik alameti farikası, şimdiye dek tek koldan akan matematik ırmağının iki kola ayrılması. 1823'de, Eukleidesdışı geometri, yirmi bir yaşındaki Macar matematikçi János (veya Johann) Bolyai ve otuz yaşındaki Rus matematikçi Nikolay Lobachevskiy tarafından, şu nedeni açıklanamaz rastlantıların sonucunda eşanlı olarak keşfedildi. Ve ironik bir biçimde, aynı yıl, büyük Fransız matematikçi Adrien-Marie Legendre, Saccheri'nin düşünce çizgisini çok yakından izleyerek, Eukleides'in beşinci koyutunu ispatladığından emin olduğunu öne sürdü.

Bu arada büyük Gauss'un yakın dostu Bolyai'nin babası Farkas (veya Wolfgang) Bolyai, Eukleides'in beşinci koyutunu ispatlamak için yoğun çaba harcamıştı. Oğlu János'a yazdığı bir mektupta onu bu konular üstünde düşünmekten caydırmaya uğraşıyordu:

> "Paralellerle hiç uğraşmamalısın. Ben bu yolu sonuna kadar biliyorum. Yaşamımın bütün ışığını ve neşesini söndüren bu dipsiz geceyi katettim. Yalvarırım paraleller bilimini bırak... Hakikat uğruna kendimi kurban edebileceğimi düşünürdüm. Geometriyi kusursuz kılmak ve onu insanoğluna saf biçimde teslim etmek için şehit olmaya hazırdım. İnanılmaz büyük çabalar harcadım; benim yaratılarım diğerlerininkinden çok daha iyiydi, ama yine de tam bir tatmin sağlayamadım. Bu konuda *si paullum a summo discessit, vergit ad imum* doğrudur. Hiç kimsenin bu karanlığın dibine ulaşamadığını gördüğümde geri döndüm. Tesellisiz, kendime ve bütün insanlığa acıyarak geri döndüm... Bu şeytani Ölü Deniz'in her kayalığını geçtim ve her zaman gemimin direği kırık, yelkeni yırtık döndüm. Düzenimin yıkılması ve çöküşüm bu zamana dek sürdü. Yaşamımı ve mutluluğumu düşünmeden riske attım –*aut Caesar aut nihil.*"[1]

Ama daha sonra oğlunun gerçekten "bir şey bulduğuna" inandığında, bilimsel keşiflerde çok sık rastlanan eşanlılığı doğru biçimde öngörerek, onu bir an önce yayınlamaya zorladı:

> "Bazı şeyler olgunlaştığı zaman bunlar bahar başında gün ışığına çıkan menekşeler gibi, farklı farklı yerlerde ortaya çıkarlar.[2]

Eukleidesdışı geometri için bu ne kadar da doğruydu! Almanya'da Gauss ve birkaç kişi daha, az çok birbirlerinden bağımsız olarak Eukleidesdışı düşünceleri bulmuşlardı. Bunların arasında, 1818 yılında Gauss'a yeni bir "astral" geometriyi betimleyen bir yazı göndermiş olan avukat F. K. Schweikart; Eukleidesdışı trigonometriyi yaratan Schweikart'ın yeğeni F. A Taurinus; ve

---

[1] Herbert Meschkowski, *Non-Euclidean Geometry*, s. 31-2.

[2] Herbert Meschkowski, *Non-Euclidean Geometry*, s. 33.

Eukleidesdışı geometride birkaç derin sonucu bulan, Gauss'un öğrencilerinden 1817 yılında yirmi beş yaşında ölen F. L. Wachter vardı.

Eukleidesdışı geometri için ipucu, Saccheri ve Lambert'ınkiler gibi geometrilerde ortaya çıkan önermeler hakkında "düz düşünmek"di. Saccherici önermeler ancak eğer "düz çizgi"nin ne anlama gelmesi gerektiğine ilişkin önyargılı kavramlarından kendinizi kurtaramazsanız, "düz çizginin doğasına ters"tirler. Bununla birlikte kendinizi bu önyargılı imgelerden soyutlayabilirseniz ve "düz çizgi"yi basitçe yeni önermeleri gerçekleyen bir şey olarak alırsanız, o zaman kökten yeni bir bakış açısına kavuşursunuz.

Tanımlanmamış Terimler

Bu bildik gelmeye başlamış olmalı. Özellikle teoremler içinde oynadıkları rol nedeniyle simgelerin edilgin anlamlar edindikleri rt-dizgesi ve onun değişkesini hatırlatıyor. Yeni bir ilksav şeması eklendiğinde "anlam"ı değiştiğinden, t simgesi özellikle ilginçtir. Aynı şekilde *"nokta," "çizgi" ve benzerlerinin anlamlarının, içinde geçtikleri teorem (veya önerme) kümesi tarafından belirlendiği düşünülebilir.* Eukleidesdışı geometriyi keşfedenlerin gerçekleştirdiği de buydu. Eukleides'in beşinci koyutunu farklı yollardan reddetmek ve sonuçlar çıkarmakla, farklı türde Eukleidesdışı geometriler buldular. Tam olarak söylenecek olursa, onlar (ve Saccheri) doğrudan beşinci koyutu reddetmediler, ama ona eşdeğer bir koyutu reddettiler, buna *paralellik* koyutu deniyordu ve şöyleydi:

> Bir düz çizgi ve dışında bir nokta verildiğinde, bu noktadan geçen ve çizgiler ne kadar uzatılırsa uzatılsın ilk çizgiyle asla kesişmeyen bir ve ancak bir düz çizgi vardır.

O zaman ikinci düz çizgi birinciye paraleldir, denir. Böyle *hiçbir* çizginin olmayacağını öne sürerseniz, o zaman *eliptik geometriye* varırsınız; *en azından iki tane* böyle düz çizgi olduğunu öne sürerseniz *hiperbolik* geometriye varırsınız. Bu arada bu türden çeşitlemelerin hâlâ "geometri" adını almalarının nedeni, çekirdek öğenin –mutlak veya dört koyutlu-geometrinin– onların içinde gömülü olmasındandır. Bu asgari çekirdeğin mevcudiyeti onların bir tür geometrik uzayın özelliklerini betimleyen dizgeler olarak düşünülmesini anlamlı kılar; bu uzay artık olağan uzay kadar sezgisel olmasa bile.

Aslında eliptik geometri kolayca görselleştirilebilir. Bütün "noktalar," "çizgiler" ve diğerleri sıradan bir kürenin yüzeyinin parçaları olurlar. Teknik

terimi kastettiğimizde "NOKTA" ve günlük anlamda kullandığımız zaman "nokta" yazalım. O zaman bir NOKTA, küre yüzeyinin birbirine tam olarak zıt bir nokta çiftini içerir, diyebiliriz. Bir ÇİZGİ küre üstündeki büyük çemberdir (çemberin merkezi, ekvator gibi, kürenin merkezindedir). Bu yorumlar altında, eliptik geometrinin önermeleri, "NOKTA" ve "ÇİZGİ" gibi sözcükler içerse de, küre üstünde olup bitenlerden söz eder, düzlemde olanlardan değil. İki ÇİZGİNİN tam olarak küre yüzeyinin iki çapucu noktasında kesiştiğine dikkat edin – yani kesin olarak tek bir NOKTADA! Ve iki ÇİZGİNİN bir NOKTAYI belirlemesi gibi iki NOKTA da bir ÇİZGİyi belirler.

"NOKTA" ve "ÇİZGİ" gibi sözcükleri yalnızca içlerinde geçtikleri önermeler tarafından anlamlandırılıyorlarmış gibi alarak, geometriyi eksiksiz olarak biçimselleştirmeye doğru bir adım atmış olduk. Bu yarı biçimsel versiyonda ("eğer," "ve," "birleşmek" ve "sahip olmak" gibi birçok sözcük günlük anlamlarıyla kullanılmakla birlikte) NOKTA ve ÇİZGİ gibi özel sözcükler günlük anlamlarından arındırılmıştır ve bu nedenle bunlara *tanımlanmamış terimler* denir. Tanımlanmamış terimler, rt-dizgesindeki r ve t gibi, bir anlamda *örtük olarak* tanımlanmıştır – bir tanımla belirtik olarak tanımlanmaktan çok içinde geçtikleri tüm önermeler toplamı tarafından.

Koyutlardan çıkarsanan önermeler koyutlarda zaten örtük olarak bulunduklarından, tanımlanmamış terimlerin tam bir tanımının tek başına koyutlarda mevcut olduğu öne sürülebilir. Bu görüş, koyutların bütün tanımlanmamış terimlerin örtük tanımları olduğunu, bütün tanımlanmamış terimlerin ötekiler uyarınca tanımlanacağını söyler.

Çoklu Yorumların Olanaklılığı

Geometrinin tam olarak biçimselleştirilmesi *her* terimi tanımlanmamış hale getiren zorlu bir adım atmayı gerektirir – yani her terimi bir biçimsel dizgenin "anlamsız" bir simgesine dönüştürmeyi. "Anlamsız"ı tırnak içine alıyorum, çünkü bildiğiniz gibi simgeler içinde geçtikleri teoremlere göre, otomatik olarak edilgin anlamlar üstlenirler. İnsanların bu anlamları keşfetmeleri başka bir sorundur, çünkü bunu yapmak, biçimsel dizgedeki simgelere bir eşbiçimlilikle bağlanabilecek bir kavramlar kümesi bulmayı gerektirir. Eğer geometriyi biçimselleştirme amacıyla yola çıkarsanız, muhtemelen her simge için *olağan* bir yoruma sahip olursunuz, dolayısıyla edilgin anlamlar dizge içine yerleşirler. Benim rt-dizgesini ilk kuruşumda, r ve t için yaptığım da buydu.

Ama, potansiyel olarak algılanabilir olmalarına karşın, kimsenin farkına varmadığı başka edilgin anlamlar da olabilir. Örneğin özgün rt-dizgesinde r'nin "eşit" ve t'nin "-den çıkarılmak" olduğu sürpriz yorumlar vardı. Bu oldukça basit bir örnek olmakla birlikte, simgelerin birçok anlamlı yorumları olabileceği düşüncesinin özünü içerir – bu onları arayanlara bağlıdır.

Şimdiye kadarki gözlemlerimizi "tutarlılık" açısından özetleyebiliriz. Tartışmamıza tutarsız bir biçimsel dizge olarak görünen – dış dünyayla tutarsız olduğu kadar içsel olarak da tutarsız olan bir dizge – kurarak başlamıştık. Ama hemen sonrasında hatamızı anlayınca hepsini geri çektik: simgeler için başarısız yorumlar seçmiştik. Yorumları değiştirerek tutarlılığı geri kazandık! Şimdi açıklığa kavuştu ki, *tutarlılık biçimsel bir dizgenin per se bir özelliği değildir, onun için önerilen yoruma bağlıdır.* Aynı nedenle tutarsızlık hiçbir biçimsel dizgenin özünlü bir özelliği değildir.

Tutarlılık Çeşitleri

Tanımlamaksızın sürekli olarak "tutarlılık" ve "tutarsızlık"tan söz ettik. Bildik günlük kavramlara dayandık. Ama şimdi bir biçimsel dizgenin (yorumla birlikte) *tutarlılığıyla* ne demek istediğimizi tam olarak söyleyelim: her teorem, yorumlandığı zaman doğru bir önerme olur. Ve yorumlanmış teoremler arasında en az bir yanlış önerme var olduğunda *tutarsızlık* meydana gelir diyeceğiz.

Bu tanım dış dünyayla tutarsızlık hakkında bir şeyler söylüyor gibi gibi görünmektedir – peki ya içsel tutarsızlıklar? Bir dizge eğer yorumları birbiriyle bağdaşmaz iki ya da daha fazla teorem içeriyorsa içsel olarak tutarsız ve eğer bütün yorumlanmış teoremleri birbiriyle bağdaşıksa içsel olarak tutarlı sayılır. Örneğin yalnızca şu üç teoremi içeren bir biçimsel dizge düşünün: TbZ, ZbE ve EbT. Eğer T "Tosbağa," Z "Zenon," E "Egbert" olarak ve *x* b *y* "*x*, satrançta *y*'yi her zaman yener" olarak yorumlanırsa, o zaman aşağıdaki yorumlanmış teoremlere sahip oluruz:

> Tosbağa satrançta Zenon'u her zaman yener.
> Zenon satrançta Egbert'i her zaman yener.
> Egbert satrançta Tosbağa'yı her zaman yener.

Oldukça tuhaf bir satranç oyuncuları topluluğunu betimlemelerine karşın önermeler bağdaşmaz değildir. Bundan dolayı bu yorumlar altında, içinde bu üç dizinin teoremler olduğu biçimsel dizge, aslında önermelerin hiçbirinin

doğru olmamasına karşın, içsel olarak tutarlıdır! İçsel tutarlılık bütün teoremlerin doğru çıkmasını gerektirmez: yalnızca birbirleriyle *bağdaşık* olmaları gerekir.

Şimdi x b y'nin "x, y tarafından yaratıldı" olarak yorumlandığını varsayalım. O zaman şöyle olur:

> Tosbağa Zenon tarafından yaratıldı.
> Zenon Egbert tarafından yaratıldı.
> Egbert Tosbağa tarafından yaratıldı.

Bu durumda bireysel önermelerin doğru veya yanlış olmalarının önemi yoktur – ve belki de hangilerinin doğru, hangilerinin doğru olmadığını bilmenin hiçbir yolu yoktur. Bununla birlikte kesin olan *üçünün aynı anda doğru olamayacağıdır*. Dolayısıyla yorum dizgeyi içsel olarak tutarsız yapar. Bu içsel tutarsızlık üç büyük harfin yorumlarına değil, ama yalnızca b'nin yorumlarına ve üç büyük harfin b'nin geçişlerinin etrafında çevrimsel olarak devşirilmeleri olgusuna bağlıdır. Bu nedenle biçimsel dizgenin *bütün* simgeleri yorumlanmadan içsel tutarsızlık elde edilebilir. (Bu durumda tek bir simgenin yorumlanması yeterlidir.) Zaman içinde yeterince fazla simgenin yorumlanmasıyla, kalanların, bütün teoremleri doğru çıkaracak biçimde yorumlanabileceği bir yol olmadığı açıklığa kavuşabilir. Ama bu yalnızca bir doğruluk sorunu değildir – bir olanaklılık sorunudur. Eğer büyük harfler gerçek insanların adları olarak yorumlansaydı, her üç teorem de yanlış olacaktı – ama dizgeye içsel olarak tutarsız dememizin nedeni bu değil; böyle yapma nedenimiz, b harfinin yorumuyla birleştiğinde gelen döngüselliktir. (Bu arada XX. Bölümde bu "yazarlık üçgeni" üstüne çok daha fazlasını bulacaksınız.)

Hipotetik Dünyalar ve Tutarlılık

Tutarlılığa bakmanın iki yolunu verdik: birincisi, yorumlandıkları zaman her teorem *doğru* çıkarsa dizge-artı-yorum, *dış dünyayla tutarlıdır* der; ikincisi, yorumlandıkları zaman bütün teoremler *karşılıklı olarak bağdaşık* çıkarsa dizge-artı-yorum, içsel olarak tutarlıdır der. Bu iki tutarlılık tipi arasında yakın bir ilişki vardır. Çeşitli önermelerin karşılıklı olarak bağdaşık olduğunu belirlemek için hepsinin eşanlı olarak doğru olduğu bir dünya düşünmeyi deneyin. Bunun için içsel tutarlılık dış dünyayla tutarlılığa bağlıdır – ancak şimdi "dış dünya"nın, içinde yaşadığımız dünya yerine *herhangi bir tahayyül edilebilir dünya* olmasına izin vardır. Ancak bu fazlasıyla belirsiz, yetersiz bir

sonuçtur. "Tahayyül edilebilir" bir dünya neden oluşur? Üç karakterin çevrimsel olarak birbirini yarattığı bir dünya tahayyül etmek mümkündür. Mümkün müdür? Kare dairelerin olduğu bir dünya tahayyül etmek mümkün müdür? Newton yasalarının olduğu, ama göreceliğin olmadığı bir dünya tahayyül edilebilir mi? Bir şeyin aynı zamanda yeşil ve yeşil olmadığı bir dünya tahayyül etmek olanaklı mıdır? Ya da hücrelerden meydana gelmeyen hayvanların varolduğu bir dünya? Bach'ın, Kral Büyük Frederick'in bir teması üstüne doğaçlamadan sekiz bölümlü bir füg çaldığı bir dünya? Sivrisineklerin insanlardan daha zeki olduğu? Tosbağaların futbol oynayabildikleri – ya da konuşabildikleri bir dünya? Bir tosbağanın futboldan söz etmesi aykırı olurdu tabii.

Bu dünyaların bazıları diğerlerinden daha tahayyül edilebilir görünmektedir, çünkü bazısı *mantıksal* çelişkiler –örneğin yeşil ve değil yeşil– içerir görünürken bazıları daha "usayatkın" görünür – örneğin Bach'ın sekiz bölümlü füg doğaçlaması ya da hücrelerden yapılmayan hayvanlar. Ya da hatta fizik yasalarının farklı olduğu bir dünya. O zaman farklı tutarlılık türleri tesis etmek olanaklıdır. Örneğin bunların en yumuşak olanı şeylere mantığın kısıtlamaları dışında hiçbir kısıtlama koymayan "mantıksal tutarlılık"tır. Daha özel olarak, önermeler olarak yorumlandığında hiçbir iki teoremi birbiriyle doğrudan çelişmediği sürece bir dizge-artı-yorum *mantıksal olarak tutarlı* olur; bütün yorumlanmış teoremleri matematiği ihlal etmediği sürece *matematiksel olarak tutarlıdır*; yorumlanmış teoremleri fizik yasalarıyla bağdaşır olduğu sürece *fiziksel olarak tutarlıdır*; sonra *biyolojik tutarlılık* gelir vb. Biyolojik olarak tutarlı bir dizge içinde, yorumu "Shakespeare bir opera yazdı" önermesi olan bir teorem olabilir, ama yorumu "Hücresiz hayvanlar vardır" önermesi olan bir teorem olamaz. Genel olarak söylenecek olursa, böyle daha hayali tutarsızlık türleri, birbirlerinden ayırt edilmeleri çok güç olduğundan incelenmemiştir. Örneğin üç karakterin birbirlerini çevrimsel olarak yarattığı probleminin ne tür bir tutarsızlık içerdiği nasıl söylenebilir? Mantıksal? Fiziksel? Biyolojik? Yazınsal?

Genellikle ilginç olan ve ilginç olmayan arasındaki sınır fiziksel tutarlılık ve matematiksel tutarlılık arasında çizilir. (Elbette çizgiyi çizenler matematikçiler ve mantıkçılardır –tarafsız olamayacak bir topluluk...) Bu da biçimsel dizgeler için, "itibarlı" tutarsızlık türlerinin yalnızca matematiksel ve mantıksal türler olduğu anlamına gelir. Bu uylaşıma göre TbZ, ZbE, EbT teoremler üçlüsünü tutarsızlaştıran bir yorumu henüz bulamadık. b'yi "-den büyüktür" olarak yorumlayarak bunu yapabiliriz. Ya T, Z ve E? Onlar da doğal sayılar

olarak yorumlanabilirler –örneğin Z, 0 olarak; T, 2 olarak; E, 11 olarak. Bu yolla iki teoremin doğru birinin yanlış olacağına dikkat edin. Onun yerine Z'yi 3 olarak yorumlasaydık, iki yanlış ve yalnızca bir doğru olurdu. Ama her iki biçimde de tutarsızlık olurdu. Gerçekte T, Z ve E'ye atanan değerler, doğal sayılarla kısıtlandıkları anlaşıldığı sürece konudışıdır. İçsel tutarsızlığı tanımak için yalnızca yorumun bir *kısmına* gerek olduğunu bir kez daha görüyoruz.

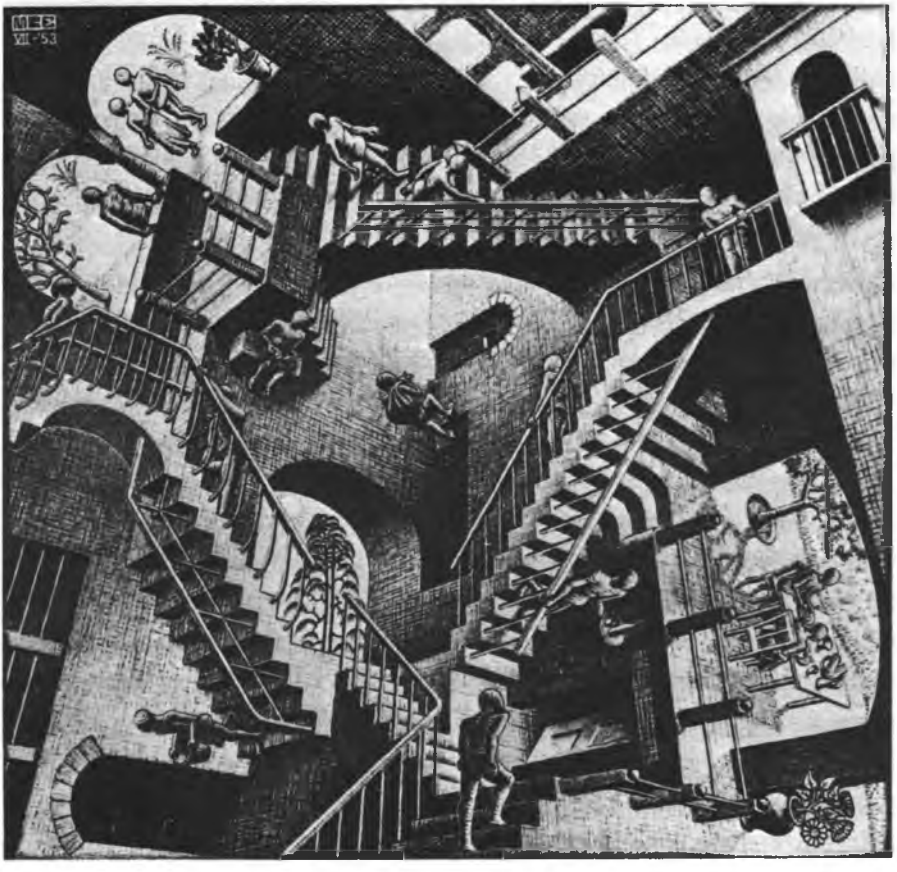
Bir Biçimsel Dizgenin Diğerinin İçine Katılması

Bazı simgeler yorumlara sahipken diğerlerinin olmadığı bir önceki örnek, bazı sözcükleri tanımlanmamış terimler olarak kullanarak doğal dil içinde geometri yapılmasını hatırlatıyor. Böyle bir durumda sözcükler iki sınıfa ayrılmıştır: anlamları sabit ve değişmez olanlar ve anlamları, dizge tutarlı olana dek, düzeltilebilenler (bunlar tanımlanmamış terimlerdir). Geometrinin bu şekilde yapılması, ilk sınıftaki sözcükler için anlamların, geometrinin dışında bir yerlerde daha önceden tesis edilmiş olmasını gerektirir. Bu sözcükler, dizgeye bir alt yapı sağlayan, katı bir iskelet oluştururlar; bu iskeletin içini doldurmak, değişebilen, başka malzemeyi (Eukleidesçi veya Eukleidesdışı geometri) gerektirir.

Biçimsel dizgeler çoğunlukla yalnızca bu türde sıralı ya da hiyerarşik tarzda inşa edilirler. Örneğin I. Biçimsel Dizge, simgelerine belli olağan edilgin anlamlar veren, kurallar ve ilksavlarla tasarlanabilir. Sonra I. Biçimsel Dizge daha çok simgelere sahip daha geniş bir dizgenin içine –II. Biçimsel Dizge– tamamıyla dahil edilir – I. Biçimsel Dizge'nin ilksavları ve kuralları II. Biçimsel Dizge'nin parçası olduğu için, I. Biçimsel Dizge'nin simgelerinin edilgin anlamları geçerli olarak kalır; bunlar II. Biçimsel Dizge'nin yeni simgelerinin edilgin anlamlarının belirlenmesinde büyük rol oynayan değişmez bir iskelet oluştururlar. İkinci dizge de üçüncü bir dizgeye göre iskelet rolü oynayabilir ve bu böyle devam eder. Ayrıca –ki geometri buna iyi bir örnektir– tanımlanmamış terimlerinin edilgin anlamlarını *kısmen* saptayan ve tanımlanmamış terimlerinin edilgin anlamlarını *daha da fazla* kısıtlayan ek kurallarla veya ilksavlarla beslenebilen bir dizgeye (örneğin mutlak geometri) sahip olmak da mümkündür. Eukleidesçi geometriye karşı Eukleidesdışı geometri durumunda konu budur.

Görsel Algıda Kararlılık Katmanları

Benzeri bir hiyerarşik yolla yeni bilgi, yeni sözcük dağarcığı edinir ya da bilinmedik nesneleri algılarız. Bu, Escher'in açıkça olanaksız imgelerin bulunduğu *Görecelik* gibi (Şekil 22) çizimlerini anlamak için özellikle ilgi çekicidir. Resmin parçalarının çelişkisiz bir yorumunu bulana kadar resmi sürekli yeniden yorumlayabileceğinizi düşünebilirsiniz – ama hiç de böyle yapmayız. Her yöne giden merdivenlerden ve tek bir merdiven üstünde tutarsız yönlere giden insanlardan şaşkın ve hoşnut orada öylece otururuz. Bu merdivenler bütün resmin yorumunu üzerine dayandırdığımız "kesinlik adaları"dır. Bunları belirler belirlemez, birbirleriyle ilişkilerini kurmaya çabalayarak anlayışımızı genişletmeye çalışırız. Bu aşamada, bir sorunla karşılaşırız. Ama geriye dönmeye –yani "kesinlik adalarını" sorgulamaya kalkışırsak– başka türden bir



Şekil 22. *Görecelik*, M. C. Escher (taşbaskı, 1953).

sorunla daha karşılaşırız. Geriye doğru iz sürüp de onların merdiven olduğuna "karar vermeme"nin yolu yoktur. Balık, kamçı ya da el değil – yalnızca merdivendirler. (Aslında bir çıkış yolu vardır – bir biçimsel dizgenin "anlamsız simgeler"i gibi resmin bütün çizgilerini tamamıyla yorumlanmamış bırakmak. Bu nihai kaçış yolu "U-kipi" yanıta –simgeciliğe karşı bir Zen tutumuna– bir örnektir.)

Böylece algısal süreçlerimizin hiyerarşik doğası tarafından çılgın bir dünya veya yalnızca anlamsız bir çizgiler demeti görmeye zorlanırız. Benzer bir çözümleme, çoğunlukla belirli temel biçimlerin tanınmasına ve daha sonra bunların standart olmayan biçimlerde bir araya getirilmesine dayanan Escher'in resimlerinin düzinelercesine uygulanabilir; ve izleyici bir üst düzeyde paradoks gördüğünde artık çok geçtir – geriye dönemez ve daha alt düzeydeki nesnelerin yorumu hakkındaki düşüncesini değiştiremez. Escher'in bir çizimi ile Eukleidesdışı geometri arasındaki fark sonrakinde, tanımlanmamış terimler için, kavranılabilir bir bütünsel dizgeyle sonuçlanan, kavranılabilir yorumlar bulunabilirken, öncekinde, resimlere ne kadar uzun süre bakılırsa bakılsın, son sonucun insanın dünya kavrayışıyla uyuşmazlığıdır. Elbette içinde Escherci olayların meydana geldiği hipotetik dünyalar kurulabilir ... ama bu dünyalarda bir düzeyde biyoloji, fizik, matematik veya hatta mantık yasaları ihlal edilirken, bir başka düzeyde eşanlı olarak bu yasalara uyulabilecektir; bu da onları son derece tuhaf dünyalar haline getirecektir. (*Çağlayan* [Şekil 5] buna bir örnektir, burada su normal yerçekimi kurallarına göre hareket ederken, uzayın doğası fizik yasalarını ihlal eder.)

Matematik Kavranabilir Her Dünyada Aynı mıdır?

Yukarıda, bir biçimsel dizgenin (bir yorumla birlikte) *içsel* tutarlılığının, *tahayyül edilebilir* bir dünyayı –yani içindeki tek kısıtlamanın, matematik ve mantığın bizim dünyamızdakiyle aynı olması gerekliliği olan bir dünyayı– yorumlanmış bütün teoremlerin içinde doğru çıktığı bir dünyayı, gerektirdiği olgusunu vurguladık. Bununla birlikte *dışsal* tutarlılık –dış dünyayla tutarlılık– yorumlanmış bütün teoremlerin *gerçek* dünyada doğru çıkmasını gerektirir. Şimdi, teoremlerinin matematiksel önermeler olarak yorumlandığı tutarlı bir biçimsel dizge yaratılmak istenmesi özel durumunda iki tür tutarlılık arasındaki fark silinecektir, çünkü yukarıda söylediğimize göre, *bütün tahayyül edilebilir dünyalar gerçek dünyayla aynı matematiğe sahiptir.* Dolayısıyla kavranabilir her dünyada, 1 artı 1, 2 etmelidir; aynı biçimde sonsuz sayıda

asal sayı olmalıdır; dahası her kavranabilir dünyada bütün dik açılar birbirine eşit olmalıdır; ve elbette verili bir çizgi üstünde olmayan herhangi bir noktadan ancak bir paralel çizgi çizilebilir...

Ama durun bir dakika! Bu paralellik koyutudur – ve biraz önce söylediğimizin ışığında onun evrenselliğini öne sürmek yanlış olur. Kavranabilir her dünyada paralellik koyutuna uymak gerekirse, o zaman Eukleidesdışı geometrinin kavranılamaz olduğunu ileri sürmüş oluruz, bu da bizi Saccheri ve Lambert'la aynı anlayışa geri götürür – kesinlikle akılsızca bir hamle. *Ama matematiğin bütünü değilse, o zaman kavranabilir bütün dünyaların paylaşması gereken nedir?* Yalnızca mantıktan ibaret olabilir mi? Yoksa mantık bile kuşkulu mudur? Çelişkilerin varoluşun normal öğeleri olduğu dünyalar olabilir mi – çelişmelerin çelişme olmadığı dünyalar?

Basitçe kavramı türetmekle, bir anlamda böyle dünyaların gerçekten kavranabilir olduğunu göstermiş olduk; ama daha derin anlamda, bunlar kavranamaz. (Bu kendi içinde küçük bir çelişkidir.) Yine de oldukça ciddi biçimde eğer iletişim kurabilmeyi istiyorsak ortak bir temeli benimsememiz gerekir ve bu da mantığı içermek zorundadır. (Bu bakış açısını reddeden inanç dizgeleri vardır, bu çok mantıklıdır. Özellikle Zen çelişkileri ve çelişki-olmayanları eşit arzuyla kucaklar. Bu tutarsız görünebilir, ama tutarsız olmak Zenin bir parçasıdır, öyleyse ... kim ne diyebilir ki?)

Sayı Kuramı Bütün Kavranabilir Dünyalarda Aynı mıdır?

Mantığın kavranabilir her dünyanın parçası olduğunu varsayarsak (mantığı tanımlamadığımıza dikkat edin, ama gelecek bölümlerde tanımlayacağız) hepsi bu kadar mıdır? Gerçekten bazı dünyalarda asalların sonsuz sayıda olmadığı tasavvur edilebilir mi? Sayılar bütün kavranabilir dünyalarda aynı yasalara uymak zorunda değil midir? Yoksa ... "doğal sayı" kavramını "NOKTA" ya da "ÇİZGİ" gibi tanımlanmamış bir terim olarak düşünmek daha mı iyidir? Bu durumda sayılar kuramı geometri gibi ikiye ayrılan bir kuram olur: standart ve standart olmayan sayı kuramları. Ama mutlak geometrinin bir karşılığı olmalıdır: bütün sayı kuramlarının değişmez bir bileşeni olan ve onları, diyelim ki kakao ya da kauçuk ya da muzlar hakkında kuramlar olarak değil de, sayı kuramı olarak belirleyen bir "çekirdek" kuram. Modern matematikçilerin ve felsefecilerin çoğu, "kavranabilir dünyalar" diye düşündüğümüz dünyaların mantığın yanı sıra içermesi gereken böylesi bir çekirdek sayı kuramı *olduğu* konusunda görüş birliğine varmış gibi görünmekte-

dirler. Mutlak geometrinin karşılığı olan sayı kuramının bu çekirdeği – *Peano aritmetiği* adını alır ve biz bunu VIII. Bölümde biçimselleştireceğiz. Yine de şu anda –Gödel'in Teoreminin doğrudan bir vargısı olduğu kadar bir olgu durumu olarak da– sayı kuramının standart ve standart olmayan değişkeleriyle ikiye çatallanan bir kuram olduğu tesis edilmiş durumdadır. Bununla birlikte geometrideki durumun tersine, sayı kuramının durumunu çok daha karmaşık hale getiren "özgülüklerinin" sayısının sonsuz oluşudur.

Kılgısal amaçlar açısından bütün sayı kuramları aynıdır. Bir başka deyişle köprü inşası sayı kuramına bağlı olsaydı (bir bakıma da öyledir) farklı sayı kuramlarının var olduğu olgusu önemli olmazdı, çünkü gerçek dünyayla ilgili yönlerde bütün sayı kuramları örtüşürler. Farklı geometriler için aynı şey söylenemez; örneğin bir üçgenin açılarının toplamı yalnızca Eukleidesçi geometride 180 derecedir; eliptik geometride daha çok, hiperbolikde daha azdır. Gauss'un, evrenimizde gerçekten hangi tür geometrinin geçerli olduğunu ilk ve son olarak belirlemek için üç dağ zirvesi tarafından tanımlanan geniş bir üçgenin açılarının toplamını ölçmeye kalkıştığına ilişkin bir öykü anlatılır. Bundan yüzyıl sonra Einstein evrenin geometrisinin maddesinin içeriğiyle belirlendiğini, dolayısıyla hiçbir geometrinin uzayın kendisine özünlü olmadığını söyleyen bir kuram (genel görecelik) ortaya koyacaktı. Dolayısıyla *"Hangi geometri doğrudur?"* sorusuna doğa yalnızca matematikte değil, ama fizikte de belirsiz bir yanıt verir. Bunun karşılığı olan, *"Hangi sayı kuramı doğrudur?"* sorusu için Gödel'in Teoreminin ayrıntılarına indiğimizde söyleyecek daha çok sözümüz olacak.

Eksiksizlik

Eğer tutarlılık, simgelerin edilgin anlam kazanmasının asgari koşuluysa, o zaman onun tümleyici kavramı *eksiksizlik* bu edilgin anlamların azami gerçeklenmesidir. Tutarlılık "Dizge tarafından üretilen her şey doğrudur" özelliğiyken, eksiksizlik tersidir: "Her doğru önerme dizge tarafından üretilir." Şimdi kavramı biraz inceltelim. Dünyadaki her doğru önermeyi kastedemeyiz – yalnızca dizge içinde temsil etmeye çalıştığımız alana ait olanları kastediyoruz. O halde eksiksizlik şu anlama gelir: "Dizgenin yazılış biçimi içinde ifade edilebilen her doğru önerme bir teoremdir."

Tutarlılık: her teorem yorumlandığında (tahayyül edilebilir bir dünyada) doğru çıktığı zaman.

Eksiksizlik: (bir tahayyül edilebilir dünyada) doğru olan ve dizgenin

düzgün dizileri olarak ifade edilebilen bütün önermeler teorem olduğu zaman.

Kendi alçakgönüllü düzeyi içinde eksiksiz olan bir biçimsel dizge örneği, orijinal yorumuyla orijinal rt-dizgesidir. İki pozitif tam sayının bütün doğru toplamaları dizgenin teoremleri tarafından temsil edilir. Bir başka biçimde söylersek: "İki pozitif tam sayının bütün doğru toplamaları dizge içinde *ispatlanabilir*." (Uyarı: "Teoremler" yerine "ispatlanabilir önermeler" terimini kullanmaya başladığımız zaman bu, biçimsel dizgeler ve yorumları arasındaki ayrımı bulanıklaştırmaya başlıyor olduğumuzu gösterir. Bulanıklığın bilincinde olduğumuz ve bazen çoklu yorumların mümkün olduğunu unutmadığımız sürece bunun bir sakıncası yok.) Orijinal yorumuyla birlikte rt-dizgesi *eksiksizdir*; aynı zamanda *tutarlıdır*, çünkü dizge içinde hiçbir yanlış önerme –yeni deyimimizi kullanmak gerekirse– ispatlanabilir değildir.

Üç pozitif tam sayının toplamları ($2 + 3 + 4 = 9$ gibi) dizgenin yazılış biçimine çevrilebilir olmasına karşın (örn. `--r---r-----t----------`), bunun rt-dizgesinin teoremleri tarafından temsil edilmediğine dayanılarak dizgenin tutarsız olduğu öne sürülebilir. Bununla birlikte bu dizi düzgün değildir ve bundan dolayı `rtr---trt` gibi anlamdan yoksun olduğu düşünülmelidir. Üçlü toplamlar dizgenin yazılış biçimi içinde basitçe *ifade edilemezler* – böylece dizgenin eksiksizliği korunur.

Bu yorum altında rt-dizgesinin eksiksizliğine karşın, o sayı kuramı içindeki doğruluk kavramını tam olarak ele geçirmekten uzaktır. Örneğin rt-dizgesinin bize kaç tane asal sayı olduğunu söylemesinin hiçbir yolu yoktur. Gödel'in Eksiklik Teoremi "yeterince güçlü" herhangi bir dizgenin, gücünden dolayı eksikli olduğunu, tam olmadığını şu anlamda söyler: sayı kuramının doğru önermelerini ifade etmesine karşın teorem olmayan düzgün diziler vardır (Dizge içinde ispatlanamayan sayı kuramına ait doğrular vardır). Eksiksiz olan, ama çok güçlü olmayan rt-dizgesi gibi dizgeler düşük sadakatli gramafonlara benzerler; yapmalarını istediğimiz şeyleri yapamayacak kadar – yani sayı kuramı hakkında bize her şeyi söyleyemeyecek kadar– yoksuldurlar.

Bir Yorum Eksiksizliği Nasıl Sağlar ya da Bozar?

Yukarıda benim de söylediğim gibi, "eksiksizlik edilgin anlamların azami olurlanmasıdır" demek ne anlama gelir? Bu, bir dizge tutarlı, ama eksikse simgeler ve yorumları arasında bir uyumsuzluk var demektir. Dizgenin bu tarzda yorumlanmayı haklılandırmaya gücü yoktur. Bazen eğer yorumlar bi-

raz "kırpılır"sa dizge eksiksiz olabilir. Bu düşünceyi örneklemek için değiştirilmiş rt-dizgesine (II. İlksav Şemasını içeren) ve onun için kullandığımız yoruma göz atalım.

rt-dizgesini değiştirdikten sonra, t'nin yorumunu "eşittir"den "-den büyüktür veya -e eşittir"e değiştirmiştik. Değiştirilmiş rt-dizgesinin bu yorum altında tutarlı olduğunu gördük; yine de yeni yoruma dair bir şeyler çok doyurucu değildir. Sorun basit: şimdi teorem olmayan birçok ifade edilebilir doğruluk var. Örneğin "2 artı 3, 1'den büyüktür veya 1'e eşittir" teorem-olmayan – – r – – – t – tarafından ifade edilir. Yorum fazla özensizdir! Dizge içinde teoremlerin ne yaptığını yeterince yansıtmaz. Bu özensiz yorum altında rt-dizgesi eksiksiz değildir. Durumu ya (1) dizgeye *yeni kurallar ekleyerek* onu daha da güçlendirmekle ya da (2) *yorumu sıkılaştırmakla düzeltebiliriz.* Bu durumda yorumu sıkılaştırmak anlamlı seçenek gibi görünüyor. t'yi "-den büyüktür veya -e eşittir" diye yorumlamak yerine "eşittir veya 1 fazladır" diye yorumlamalıyız. Şimdi değiştirilmiş rt-dizgesi hem tutarlı hem de eksiksiz olur. Ve eksiksizlik yorumun uygunluğunu onaylar.

Biçimselleştirilmiş Sayı Kuramının Eksikliği

Sayı kuramında, yine eksiklikle karşılaşacağız; ama durumu düzeltmek için öteki yöne doğru çekileceğiz – dizgeyi daha güçlü hale getirmek için yeni kurallar ekleme yönüne doğru. Gülünç olan yeni bir kural eklediğimiz her seferinde *dizgeyi şimdi* kesinlikle eksiksiz hale getirdik! diye düşünmemizdir. İkilemin doğası aşağıdaki alegoriyle görülebilir...

Bir plakçalarımız var ve bir de üstüne öylesine "B-A-C-H üstüne Kanon" etiketi iliştirilmiş plağımız var. Ama plağı plakçalarda çaldığımız zaman geribeslemin neden olduğu titreşimler (Tosbağa'nın plaklarının yaptığı gibi) o kadar çok araya giriyor ki, ezgiyi bile tanıyamıyoruz. Böylece *bir şeyin* bozuk olduğu sonucuna varıyoruz – ya plağımız ya da pikabımız. Plağımızı sınamak için bir arkadaşlarımızın plakçalarlarında çalar, plağın kalitesine bakarız. *Gramafonumuzu* sınamak içinse arkadaşlarımızın plaklarını onda çalar, dinlediğimiz müzik etikette yazanla aynı mı, diye bakarız. Plakçalarımız bu sınamadan geçerse, plak bozukmuş deriz; tersine plak sınamayı geçerse, plakçalarımız bozukmuş deriz. Ya her ikisi de testi geçtiklerinde ne sonuca varacağız? İki eşbiçimlilik zincirini (Şekil 20) hatırlamanın ve dikkatle düşünmenin tam zamanı!

Küçük Armonik Labirent

Tosbağa ve Akhilleus Lunapark'ta bir gün geçiriyorlar. İki tane pamuk helva aldıktan sonra Dönme dolaba binmeye karar verirler.

Tosbağa: Bu benim gözde oyuncağım. Çok uzağa gidiyormuşsun gibi geliyor, ama gerçekte bir yere gittiğin yok.

Akhilleus: Niye hoşuna gittiğini anlayabiliyorum. Kemerini taktın mı?

Tosbağa: Evet, sanırım oldu. İşte gidiyoruz. Heyoo!

Akhilleus: Bugün çok coşkulusun.

Tosbağa: Öyle olmak için iyi bir nedenim var. Falcı olan teyzem, bugün talihimin açık olacağını söyledi. O yüzden yerimde duramıyorum.

Akhilleus: Sakın bana fala inandığını söyleme!

Tosbağa: Yo... ama inanmasan bile gerçekleştiğini söylüyorlar.

Akhilleus: Ya, bu gerçekten talih!

Tosbağa: Ah, ne manzara, sahil, kalabalık, okyanus, kent...

Akhilleus: Ya, kesinlikle muhteşem. Hey, şuradaki helikoptere bak. Bizim yolumuzda uçuyormuş gibi görünüyor. Aslında şimdi tam da üstümüzde.

Tosbağa: Garip – helikopterden bize doğru bir kablo sarkıyor. Çok yaklaştı, onu yakalayabiliriz.

Akhilleus: Bak! Kablonun ucunda kocaman bir çengele asılı not var.

(Uzanıp notu yakalar. Yanından geçip, aşağıya doğru inerler.)

Tosbağa: Notta ne yazıyor okur musun?

Akhilleus: Tabii – "N'aber, arkadaşlar. Beklenmedik Sürpriz için bir dahaki seferde çengele sıkıca tutunun" yazıyor.

Tosbağa: Not biraz banal, ama kim bilir altından ne çıkacak. Belki de benim başıma gelecek İyi Talih'le bir ilişkisi vardır. Ne olursa olsun, gel deneyelim!

Akhilleus: Haydi!

(Dönme dolap yukarı çıktığında kemerlerini çözerler ve zirveye geldiklerinde, koca çengeli yakalarlar. Kablo aniden üstlerine dolanır ve onları yukarıda bekleyen helikoptere doğru çabucak çeker. Kocaman, güçlü bir elin yardımıyla içeri girerler.)

Ses: Hoşgeldiniz – Sazanlar.

Akhilleus: Ki–Kimsin sen?

Ses: Kendimi tanıtmama izin verin. Ben Heksaklorofen J. İyitalih, Serbest Fidyeci ve Muhteşem Tosbağa İşbitiricisi, hizmetinizdeyim.

Tosbağa: Hık!

Akhilleus (arkadaşına fısıldayarak): Oy-oy – bizim beklediğimiz "İyitalih" kesinlikle bu değildi sanırım. *(İyitalih'e)* Ah – cüretimi bağışlayın, ama bizi nereye götürdüğünüzü sorabilir miyim?

İyitalih: Ho ho! Benim gökteki baştan aşağı elektronik mutfağıma, orada BU leziz parçayı –*(bunu söylerken Tosbağa'ya yan yan bakar)*– leziz bir gökböreği olarak pişireceğim! Yanlış anlamayın – yalnızca boğazıma fazla düşkünüm! Ho ho ho!

Akhilleus: Bütün söyleyebileceğim şeytani bir gülüşünüz olduğu.

İyitalih (şeytanca gülerek): Ho ho ho! Bu söylediğin, dostum, sana pahalıya mal olacak. Ho ho!

Akhilleus: Çattık belaya – bununla ne demek istiyor acaba!

İyitalih: Çok basit – elimde ikiniz için de bir Uğursuz Yazgı var! Az bekleyin! Ho ho ho! Ho ho ho!

Akhilleus: Uuvıyyk!

İyitalih: İşte geldik. Benim dillere destan baştan aşağı elektronik gök mutfağıma buyrun, dostlarım.

(İçeri girerler.)

Yazgılarınızı hazırlamadan önce size etrafı göstereyim. Burası yatak odam. Burası çalışma odam. Lütfen burada beni bir dakika bekleyin. Bıçaklarımı bilemem lazım. Beklerken kendinize mısır patlatın. Ho ho ho! Tosbağa böreği! Tosbağa böreği! En gözde böreğim! *(Çıkar.)*

Akhilleus: Ah yavrum – patlamış mısır! [Popcorn!] Patlayasıya yiyeceğim!

Tosbağa: Akhilleus! Zaten boğazına kadar pamuk helvayla doldun! Üstelik böyle bir zamanda yemeği nasıl düşünebiliyorsun?

Akhilleus: Beleş mezar bulursam –ah, özür dilerim– bu lafı etmemeliydim, değil mi? Yani bu korkunç koşullarda...

Tosbağa: Korkarım suyumuz ısındı.

Akhilleus: Hey şuna da bak, ihtiyar İyitalihin bütün kitapları burda. Tam bir ezoterik koleksiyon: *Tanıdığım Kuşbeyinliler*; *Kolay Satranç ve Dönen Şemsiye Döndürme Yolları*; *Step Dansçısı ve Orkestra için Konçerto...* Hmmm.

Tosbağa: Masanın üstünde, oniki yüzlü ve çizim defterinin yanında açık duran şu küçük kitap ne?

Akhilleus: Bu mu? Vay, adı *Akhilleus ve Tosbağa'nın Yerkürenin Muhtelif Noktalarında Geçen Kışkırtıcı Serüvenleri.*

Tosbağa: Yeterince kışkırtıcı bir başlık.

Akhilleus: Gerçekten öyle – ve açık olan sayfadaki serüven de kışkırtıcı görünüyor. Başlığı "Cin ve Tonik."

Tosbağa: Hmm... niye acaba. Okuyalım mı? Ben Tosbağa bölümünü alırım sen de Akhilleus'unkini.

Akhilleus: Ben hazırım. Nasıl olsa bir şey olduğu yok.

("Cin ve Tonik"i okumaya başlarlar.)

(Akhilleus Tosbağa'yı gözde ressamı M. C. Escher'in baskı koleksiyonunu göstermek için davet etmiştir.)

Tosbağa: Bunlar muhteşem baskılar Akhilleus.

Akhilleus: Bunları görmekten hoşlanacağını biliyordum. Özellikle gözden olan biri var mı?

Tosbağa: Gözdelerimden biri içsel olarak tutarlı iki dünyanın, yan yana geldikleri zaman tamamıyla tutarsız bileşik bir dünya meydana getirdiği *Dışbükey* ve *İçbükey*. Tutarsız dünyaları ziyaret etmek her zaman eğlencelidir, ama orada yaşamak istemezdim.

Akhilleus: "Ziyaret etmek eğlenceli" demekle ne demek istiyorsun? Tutarsız dünyalar VAROLMAZLAR, nasıl ziyaret edebilirsin ki?

Tosbağa: Kusura bakma, ama Escher'in bu resminde tutarsız bir dünyanın resmedildiğinde hemfikir değil miydik?

Akhilleus: Evet, ama bu yalnızca iki boyutlu bir dünya –kurmaca bir dünya– bir resim. O dünyayı ziyaret edemezsin.

Tosbağa: Benim kendi yollarım var...

Akhilleus: Kendini düz bir resim– evrenine nasıl sokabilirsin ki?

Tosbağa: Küçük bir bardak İTME-İLACI* içerek. Bu işe yarar.

Akhilleus: İtme-ilacı da ne demek?

Tosbağa: Ufak seramik bir şişenin içindeki sıvı ve biri bunu içip bir resme bakarsa, onu doğruca resmin dünyasına "iter." İtme-ilacının gücünden haberdar olmayanlar neye uğradıklarını anlayamazlar.

---

* PUSH (= itme) ve POP (= çekme) –çn.

Akhilleus: Panzehiri yok mu? Bir kez itilen, bir daha geri dönemeyecek şekilde kaybolur mu?

Tosbağa: Bazı durumlarda, yani çok da kötü bir yazgı değil. Ama aslında bir başka ilaç var –aslında ilaç değil de bir iksir– yo, aslında iksir değil de bir–bir–

Tosbağa: Herhalde "tonik" demek istiyor.

Akhilleus: Tonik mi?

Tosbağa: Aradığım sözcük buydu! Buna "ÇEKME-TONİĞİ" deniyor ve itme-ilacını içerken bundan bir şişeyi sağ elinde tutmayı unutmazsan, o da resmin içine itilir; daha sonra gerçek yaşama "çekilme"yi istediğin her seferinde, yalnızca çekme toniğinden bir yudum içmen yeterli ve presto! Gerçek dünyaya geri dönersin, tam olarak kendini içeri itmiş olduğun yere.

Akhilleus: Çok ilginç görünüyor. Peki, kendini resmin içine itmeden çekme-toniği içersen ne olur?

Tosbağa: Kesin olarak bilmiyorum Akhilleus, ama kendi adıma bu tuhaf itme ve çekme sıvılarından uzak durmayı yeğlerim. Bir arkadaşım, bir Sansar, bir keresinde tam da senin dediğini yaptı ve kimse bir daha ondan haber alamadı.

Akhilleus: Yazık olmuş. Peki yanında itme-ilacından götürebilir misin?

Tosbağa: Ah, elbette. Sol elinde tutacaksın, o da seninle birlikte baktığın resmin içine itilir.

Akhilleus: Girdiğin resmin içinde bir resim daha bulsan ve itme-ilacından bir yudum daha alsan, o zaman ne olur?

Tosbağa: Tam da beklediğin olur: kendini resmin-içindeki-resimde bulursun.

Akhilleus: Öyleyse kendini içiçe resimlerden çıkarmak ve gerçek dünyada yeniden ortaya çıkmak için sanırım iki kez "çekmek" zorundasın.

Tosbağa: Doğru. Bir itme seni resmin içine soktuğuna ve bir çekme bunu geri aldığına göre her itme için bir kez çekmek zorundasın.

Akhilleus: Bütün bunlar bana inanılmaz geliyor... Benimle kafa bulmuyorsun değil mi?

Tosbağa: Yemin ederim! Bak – cebimde iki şişe var. *(Göğüs cebinden oldukça büyük, etiketsiz iki şişe çıkarır, birinden kırmızı bir sıvı, diğerinden de mavi bir sıvı çevrelerine biraz bulaşmıştır.)* İstiyorsan, deneyebiliriz. Ne dersin?

Akhilleus: Şey, sanırım, ehm, belki, ehm...

Tosbağa: İyi! Denemek isteyeceğini biliyordum. Kendimizi Escher'in *Dışbükey ve İçbükey* dünyasının içine itelim mi?

Akhilleus: Şey, ah,...

Tosbağa: Karar verilmiştir. Şimdi bu tonik şişesini yanımıza almayı unutmayalım ki, dışarı çekilebilelim. Bu ağır sorumluluğu sen almak ister misin Akhilleus?

Akhilleus: Senin için fark etmezse, ben biraz sinirliyim, sana bırakmayı yeğlerim, deneyimlerinle operasyonu sen yürüt.

Tosbağa: Tamam öyleyse.

(Böyle diyerek, Tosbağa itme-ilacından iki bardağa biraz koyar. Sonra tonik şişesini sağ eliyle sıkıca tutar ve Akhilleus'la birlikte bardaklarını dudaklarına götürürler.)

Tosbağa: Bir yudumda bitirelim!

(Hepsini içerler.)

Akhilleus: Bunun tadı çok tuhaf.

Tosbağa: Alışırsın.

Akhilleus: Toniğin tadı da böyle tuhaf mı?

Tosbağa: Ah, onun verdiği tad bambaşka. Toniği ne zaman tatsan, sanki bütün yaşamım boyunca onu tatmayı beklemişcesine çok derin bir doyum duygusu hissedersin.

Akhilleus: Ah, sabırsızlanıyorum.

Tosbağa: Pekâlâ Akhilleus, neredeyiz?

Akhilleus (çevresine göz atarak): Bir kanalda kayıp giden küçük bir gondoldayız! İnmek istiyorum. Gondolcu Bey, lütfen bizi burda indirin.

(Gondolcu ricasını dikkate almaz.)

Tosbağa: Dilimizi bilmiyor. Burda inmek istiyorsak, önümüzdeki uğursuz "Aşk Tüneli"ne girmeden önce hemen atlamalıyız.

(Akhilleus yüzü biraz sararmış olarak anında gondoldan iner, sonra da daha yavaş arkadaşının çıkmasına yardım eder.)

Akhilleus: Nedense buranın havasından hoşlanmadım. Buradan çıktığımıza seviniyorum. Baksana, sen burayı nasıl bu kadar iyi biliyorsun peki? Daha önce buraya geldin mi?



Şekil 23. *Dışbükey ve İçbükey*, M. C. Escher (taşbaskı, 1955).

Tosbağa: Her zaman diğer Escher resimlerinden geçerek olsa da birçok kez geldim. Biliyorsun çerçevelerinin ardında hepsi birbiriyle bağlantılı. Bir kez birine girince bir başkasına gidebilirsin.

Akhilleus: Çok şaşırtıcı! Burda olup bunları gözlerimle görmemiş olsaydım, sana inanmazdım. *(Küçük bir kemerin içinden geçerler.)* Ah, şu iki sevimli kertenkeleye bak!

Tosbağa: Sevimli mi? Hiç de sevimli değiller – Düşünceleri bile beni diken diken ediyor! Onlar tavandan sarkan sihirli bakır lambanın korkunç bekçileri. Dilleriyle şöyle bir dokundukları her ölümlünün turşusunu çıkarırlar.

Akhilleus: Acı mı yoksa tatlı mı?

Tosbağa: Acı.

Akhilleus: Ah, ne acı bir yazgı! Ama lambanın sihirli güçleri varsa, denemek isterdim.

Tosbağa: Akıllı işi değil, dostum. Riske girmezdim doğrusu.

Akhilleus: Bir kerecik olsun deneyeceğim.

(Lambaya sessizce, hemen orda uyuyan delikanlıyı uyandırmadığına emin olarak yaklaşır. Ancak aniden, yerdeki deniz kabuğu benzeri şeyin üstünde kayarak tuhaf oyuğa düşer. Çılgınca silkinerek bir şeye tutunmaya çalışırken her nasılsa bir eliyle lambaya yapışır. Şiddetle sallanarak, iki kertenkele de ona dillerini uzatıp tıslarken, çaresizce boşlukta sarkmış halde kalır.)

Akhilleus: İm-d-a-a-at!

(Çığlığı merdivenlerdeki kadının dikkatini çeker ve uyuyan delikanlıyı uyandırır. Delikanlı onun içinde bulunduğu durumu kavrar ve ona içtenlikle gülümseyerek, hareketleriyle her şeyin yoluna gireceğine işaret eder. Yukardaki pencerelerde borazan çalan iki kişiye haykırarak gırtlaktan çıkan garip bir dilde bir şey söyler ve anında birbirleriyle uyumlu esrarengiz sesler çınlamaya başlar. Uykucu delikanlı kertenkeleleri işaret eder ve Akhilleus müziğin onlar üzerinde güçlü bir uyutucu etkiye sahip olduğunu görür. Az sonra onlar kendilerinden geçerler. Sonra yardımsever delikanlı merdivenleri tırmanan iki arkadaşa seslenir. İkisi de merdivenlerini yukarı çekerler ve güç durumdaki Akhilleus'un altına köprü gibi koyarlar. Hareketleriyle Akhilleus'un acele edip bunlara tırmanmasını işaret ederler. Ama bunu yapmadan önce Akhilleus lambayı tutan zincirin son halkasını dikkatle yerinden çıkarır. Sonra merdiven-köprüye tırmanır ve üç delikanlı onu güvenli bir biçimde çeker. Akhilleus onlara minnettarlıkla sarılır.)

Akhilleus: Ah, Bay T. Onlara bunun karşılığını nasıl ödeyebilirim?

Tosbağa: Bildiğim kadarıyla bu cesur delikanlılar yalnızca kahve içmeyi severler ve aşağıdaki kasabada nefis espresso yapan bir yer var. Onları kahve içmeye davet et.

Akhilleus: Bu şahane olur.

(Ve böylece bir dizi gülünç mimik, gülümseyiş ve sözcük eşliğinde Akhilleus delikanlılara onları davet ettiğini anlatmayı becerir ve beşi birden kasabaya inen dik bir merdivenden inerek dışarı çıkarlar. Küçük sevimli bir kahveye varırlar, dı-

şarda oturup beş espresso ısmarlarlar. Kahvelerini yudumlarken Akhilleus lambanın yanında olduğunu anımsar.)

Akhilleus: Bu sihirli lambayı aldığımı unutmuştum Bay Tosbağa! Ama – bunun neresi sihirli?

Tosbağa: Ah, bilirsin işte – bir cin.

Akhilleus: Ne? Yani lambayı ovduğun zaman bir cin çıkıyor ve dileklerini mi yerine getiriyor?

Tosbağa: Aynen öyle. Sen ne bekliyordun? Gökten para yağmasını mı?

Akhilleus: Ama bu harika! İstediğim her şeyi dileyebilirim, ha? Her zaman bunun başıma gelmesini dilerdim...

(Ve böylece Akhilleus lambanın bakır yüzeyine kazınmış büyük 'L' harfini nazikçe ovalar... Aniden kocaman bir duman belirir ve beş arkadaş dumanların arasından acayip, hayaletimsi bir şeklin üzerlerinde yükseldiğini seçerler.)

Cinni: Merhaba, dostlarım – Lambamı kötü Kertenkele İkilisi'nden kurtardığınız için çok teşekkür ederim size.

(Böyle diyerek, Cinni Lambayı alır ve girdap gibi dönüp Lambanın dışına taşan hayalet giysisinin kıvrımlarının arasında gizlenen cebine tıkıştırır.)

Kahramanlığınıza duyduğum minnettarlığın bir işareti olarak herhangi üç dileğinizin Lambam tarafından gerçekleştirme şansını sunmak isterdim size.

Akhilleus: Ne kadar şaşırtıcı! Sence de öyle değil mi Bay T?

Tosbağa: Kesinlikle öyle. Haydi Akhilleus, ilk dileğini dile.

Akhilleus: Vay! Ama ne dilemeliyim? Ah, biliyorum! Binbirgece Masalları'nı (şu saçma (ve içiçe geçen) masallar toplamı) ilk okuduğumda şunu düşünmüştüm – yalnızca üç tane değil de keşke YÜZ dilek dileyebilsem diye. Oldukça akıllıca, ha Bay T? Bahse girerim bu hileyi SEN hiç düşünmemişsindir? Masallardaki o sersemlerin niye bunu hiç denemediklerini hep merak etmişimdir.

Tosbağa: Belki yanıtını şimdi bulursun.

Cinni: Kusura bakma Akhilleus, ama meta-dilekleri yerine getiremem.

Akhilleus: Keşke bana "meta-dilek"in ne olduğunu söylesen!

Cinni: Ama BU bir meta-meta-dilek Akhilleus – ve bunu da yerine getiremem.

Akhilleus: Neee? Artık ne dediğini hiç anlamıyorum.

Tosbağa: Niye son isteğini başka şekilde dile getirmiyorsun Akhilleus?

Akhilleus: Ne demek istiyorsun? Niye ki?

Tosbağa: "Keşke" diyerek başladın. Yalnızca bilgi istediğine göre, niye yalnızca soru sormuyorsun?

Akhilleus: Peki, niye olduğunu anlamadım ya. Söyleyin Bay Cinni – bir meta-dilek nedir?

Cinni: Basitçe dilekler hakkında bir dilektir. Meta-dilekleri yerine getirme iznim yok. Benim sahama yalnızca düz, sıradan dilekler giriyor, on şişe bira, üstünde Truvalı Helen olan bir battaniye ya da Kopakabana'da iki kişilik bütün masrafların karşılandığı bir hafta sonu gibi dilekler. Bunlar gibi basit şeyler işte. Ama meta-dilekleri yerine getiremem. TANRI'dan izinli değilim.

Akhilleus: TANRI mı? TANRI kim? Ve neden meta-dilekleri yerine getirmene izin vermiyor? Andığın ötekilerle karşılaştırıldığında çok ufacık bir şey gibi görünüyor.

Cinni: Görüyorsun ya, karmaşık bir mesele. Niye bunları bırakıp üç dileğini dilemiyorsun? Ya da en azından birini dile. Dünyadaki bütün saatler benim değil, biliyorsun...

Akhilleus: Ah, kendimi berbat hissediyorum. Yüz dilek dilemeyi GERÇEKTEN UMUYORDUM...

Cinni: Haydaa, böyle düşkırıklığına uğrayan birini görmekten nefret ederim. Üstelik meta-dilekler benim en gözde dilek türüm. Bakalım bu konuda bir şeyler yapabilir miyim. Bir saniye bile sürmez–

(Cinni giysisinin çok ince kıvrımlarından bir nesne çıkarır, gümüş olması dışında aynı cebine koyduğu bakır Lambaya benzemektedir; ve ilkinin üstünde "L" varken, bunun aynı yerinde daha küçük harflerle 'ML' harfleri kazınmıştır, böylece aynı alanı kaplamaktadır.)

Akhilleus: Bu da ne?

Cinni: Bu benim Meta-Lambam...

(Meta-Lambayı ovalar ve kocaman bir duman belirir. Duman kıvrımları içinde, üzerlerinde yükselen hayaletimsi şekli hepsi seçer.)

Meta-Cinni: Ben Meta-Cinniyim. Beni mi çağırdın, Ey Cinni? Dileğin nedir?

Cinni: Senden ve TANRI'dan özel bir dileğim var, Ey Cin. Bir Tipsiz Dilek varlığını sürdürdüğü sürece dilekler üstündeki bütün tip-kısıtlamalarım geçici bir süre için kaldırma izni dilerdim. Benim için bu dileği yerine getirebilir miydin lütfen?

Meta-Cinni: Bunu Kanallar aracılığıyla iletmeliyim elbette. Yarım saniye lütfen.

(Ve Cinni'nin yaptığından iki katı hızla dişi Meta-Cinni giysisinin çok ince kıvrımlarından bir nesne çıkarır. Altın olması dışında aynı gümüş Meta-Lambaya benzemektedir; ve öncekinin üstünde 'ML' harfleri varken, bunun aynı yerine daha küçük harflerle 'MML' harfleri kazınmıştır, böylece aynı alanı kaplamaktadır.)

Akhilleus: (Sesi öncekinden bir oktav yüksek:) Bu da nesi?

Meta-Cinni: Bu benim Meta-Meta-Lambam...

(Meta-Meta-Lambayı ovalar ve kocaman bir duman belirir. Duman kıvrımları içinde, üzerlerinde yükselen hayaletimsi şekli hepsi seçer.)

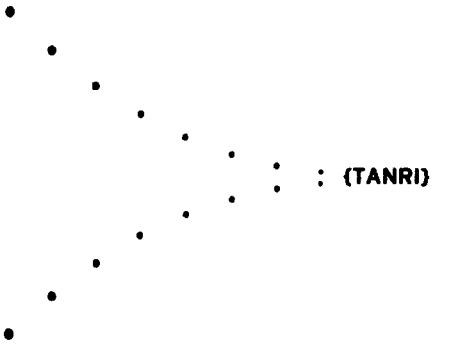
Meta-Meta-Cinni: Ben Meta-Meta-Cinniyim. Beni mi çağırdın, Ey Meta-Cinni? Dileğin nedir?

Meta-Cinni: Senden ve TANRI'dan özel bir dileğim var, Ey Cin. Bir Tipsiz dileğin varlığı süresince dilekler üstündeki her tür tip-kısıtlamalarını geçici bir süre için kaldırma izni dilerdim. Benim için bu dileği yerine getirebilir miydin lütfen?

Meta-Meta-Cinni: Bunu Kanallar aracılığıyla iletmeliyim elbette. Çeyrek saniye lütfen.

(Ve Meta-Cinni'nin yaptığından iki katı hız-

la, bu eril Meta-Meta-Cinni giysisinin çok ince kıvrımlarından bir nesne çıkarır, kesinlikle altın Meta-Lambaya benzemektedir yalnız bu...)



(... girdap gibi dönerek Meta-Meta-Meta-Lambaya girer, o zaman Meta-Meta-Cinni onu, Meta-Meta-Meta-Cinni'nin yaptığının yarısı kadar hızla giysisinin kıvrımlarına sokuşturur.)

Dileğiniz yerine getirildi, Ey Meta-Cinni.

Meta-Cinni: Teşekkürler, Ey Cin ve TANRI.

(Ve Meta-Meta-Cinni, kendinden üstteki tüm öncekiler gibi, Meta-Meta-Lambanın içine girdap gibi dönerek girer, o zaman Meta-Cinni, Meta-Meta-Cinni'nin yaptığının yarısı kadar hızla onu giysisinin kıvrımlarına sokuşturur.)

Dileğiniz yerine getirildi, Ey Cinni.

Cinni: Teşekkürler, Ey Cin ve TANRI.

(Ve Meta-Cinni, kendinden üstteki tüm öncekiler gibi, Meta-Lamba'nın içine girdap gibi dönerek girer, o zaman Cinni, onu Meta-Cinni'nin yaptığının yarısı kadar hızla giysisinin kıvrımlarına sokar.)

Dileğin yerine getirildi Akhilleus.

(Ve "bir saniye bile sürmez" demesinin üzerinden tam da bir saniye geçmiştir.)

Akhilleus: Teşekkürler, Ey Cin ve TANRI.

Cinni: Kesinlikle bir (1) Tipsiz Dilek dileyebileceğini söylemekten zevk duyuyorum Akhilleus – bu bir dilek veya meta-dilek veya meta-meta-dilek, dilediğince –(hatta dilersen) sonsuz çok– "meta" dilek dileyebileceğin anlamına geliyor.

Akhilleus: Ah, çok teşekkür ederim, Cinni. Ama merakım kamçılandı. Dilek dilemeden önce, sakıncası yoksa, bana TANRI kimdir –ya da nedir– söyleyebilir miydin?

Cinni: Elbette. "TANRI," "Cin Üstündeki TANRI"nm yerine duran bir akronimdir.* "Cin" sözcüğü, Cinnileri, Meta-Cinnileri, Meta-Meta-Cinnileri vb göstermek için kullanılır. Tipsiz bir sözcüktür.

Akhilleus: Ama– ama– "TANRI" nasıl kendi akronimi içinde bir sözcük olabilir? Bu çok anlamsız!

Cinni: Ah, senin yinelgen akronimlerden haberin yok mu? Herkes bilir sanırdım. Görüyorsun, "TANRI" "Cin Üstündeki TANRI"nm yerine duruyor –bu, "Cin Üstündeki, Cin Üstündeki TANRI" olarak açılabilir – bu da, "Cin Üstündeki, Cin Üstündeki, Cin Üstündeki TANRI" olarak açımlanabilir – ki bu da daha da açımlanabilir... İstediğin kadar gidebilirsin.

Akhilleus: Ama asla sonlandıramam!

Cinni: Elbette sonlandıramazsın. TANRI'yı asla tamamıyla açımlayamazsın.

Akhilleus: Hmm... BU akıl karıştırıcı. Meta-Cinni'ye "Senden ve TANRI'dan özel bir dileğim var Ey Cin" demekle ne demek istiyordun?

Cinni: Ricam yalnızca Meta-Cinni'ye değil, ama onun üstündeki bütün Cinlereydi aynı zamanda. Yinelgen akronim yöntemi bunun üstesinden doğallıkla gelir. Görüyorsun, Meta-Cinni ricamı kabul ettiği zaman onu TANRI'sına doğru yukarı geçirmesi gerekiyordu. Böylece benzeri mesajı Meta-Meta-Cinni'ye iletti, o da Meta-Meta-Meta-Cinni'ye iletti... Zincirin bu biçimde ilerlemesiyle mesaj TANRI'ya iletilir.

Akhilleus: Anladım. Yani TANRI cinler merdiveninin tepesinde mi oturuyor?

---

* Akronim (= kısa ad) bir nesneyi oluşturan bileşenlerin başharflerinden ya da başharf kümelerinden türetilen addır. Burada GOD (= Tanrı) sözcüğü, GOD Over Djinn (= Cin Üstündeki TANRI) sözcüklerinin başharflerinden oluşturuluyor –çn.

Cin: Hayır, hayır, hayır! "tepede" bir şey yok, çünkü tepe yok. TANRI bu nedenle yinelgen bir akronimdir. TANRI nihai cin değildir; TANRI, verili bir cinin üzerindeki cinlerin kulesidir.

Tosbağa: Bana öyle geliyor ki, her bir ve her cin TANRI'nın ne olduğuna dair farklı bir kavrama sahiptir, öyleyse herhangi bir cin için TANRI kendi üstündeki cinler kümesi olduğundan hiçbir iki cin bu kümeyi birlikte paylaşmaz.

Cinni: Kesinlikle haklısın – ve ben en alt cin olduğumdan TANRI kavramım en yüceltilmişidir. Daha üstte olan cinler TANRI'ya her nasılsa daha yakın oldukları kuruntusuna kapıldıkları için onlara acırım. Ne günah!

Akhilleus: Tanrım, TANRI'yı icat etmek tam bir cinlik olmuş.

Tosbağa: TANRI hakkındaki bütün bu safsataya gerçekten inanıyor musun Akhilleus?

Akhilleus: Elbette inanıyorum. Sen tanrıtanımaz mısın Bay T? Yoksa bir bilinemezci mi?

Tosbağa: Bilinemezci olduğumu sanmıyorum. Belki meta-bilinemezci olabilirim.

Akhilleus: Neee? Artık ne dediğini hiç anlamıyorum.

Tosbağa: Bak... Eğer ben meta-bilinemezci olsaydım, bilinemezci olup olmadığım konusunu karıştırırdım – ama BU biçimde hissedip hissetmediğimden pek emin değilim; bu nedenle ben meta-meta-bilinemezci olmalıyım (sanırım). Ah, pekâlâ. Söyle bana, Cinni, bir cinin hata yapıp da mesajı zincirde yukarı ya da aşağı taşırken bozduğu olur mu?

Cinni: Bu olur; Tipsiz Dileklerin kabul edilmemesinin en bildik nedeni de budur. Görüyorsun, zincirdeki herhangi bir TİKEL bağlantıda bir bozulma meydana gelmesi şansı sonsuz küçüktür – ama onların sonsuz sayısını bir sıraya koyarsan BİR YERDE bozulma olacağı neredeyse kesindir. Gerçekten tuhaf görünse de, zincir içinde büyük aralıklar arasında dağıtılmalarına karşın genellikle sonsuz sayıda bozulmalar olur.

Akhilleus: Öyleyse Bir Tipsiz Dileğin yerine getirilmesi nerdeyse mucize gibi görünüyor.

Cinni: Gerçekte öyle değil. Çoğu bozulma sonuçsuzdur ve çoğu bozulma bir diğerini iptal etmeye eğilimlidir. Ama ara sıra – gerçekten ender olarak– Bir Tipsiz Dileğin yerine getirilme-

mesi talihsiz tek bir cinin bozmasına dek geriye doğru izlenebilir. Bu olduğu zaman suçlu cin sonsuz bir dayak alayının arasından koşmaya zorlanır ve TANRI tarafından kıçı tokmaklanır. Tokmakçılar için bu pek eğlencelidir ve tokmağa da bir zararı yoktur. Görmek hoşunuza gidebilirdi.

Akhilleus: Bunu görmeye can atıyorum! Ama yalnızca Bir Tipsiz Dilek kabul edilmediğinde oluyor ha?

Cinni: Doğru.

Akhilleus: Hmm... Bu bana dileğimle ilgili bir fikir verdi.

Tosbağa: Ah, gerçekten mi? Nedir?

Akhilleus: Keşke dileğim yerine gelmese!

(O anda, betimlenmesi olanaksız bir olay – buna "olay" denebilirse – meydana gelir ve bu nedenle betimlenilmesine kalkışılmayacaktır.)

Akhilleus: Bu kriptik yorum da ne anlama geliyor?

Tosbağa: Akhilleus'un tuttuğu Tipsiz Dilekten söz ediyor.

Akhilleus: Ama henüz dilekte bulunmamıştı.

Tosbağa: Evet, bulundu. "Keşke dileğim yerine gelmese," dedi ve Cinni BUNU onun dileği olarak aldı.

(O anda, onların bulunduğu yöne doğru gelen bazı ayak sesleri duyulur.)

Akhilleus: Aman Tanrım! Hiç hayra alamet değil.

(Ayak sesleri kesilir; dönerler ve duyulmaz olurlar.)

Tosbağa: Ohhh!

Akhilleus: Ama öykü devam ediyor mu yoksa bu sonu mu? Sayfayı çevir bakalım.

(Tosbağa "Cin ve Tonik"in sayfasını çevirir, öykünün devam ettiğini görürler...)

Akhilleus: Hey! Ne oluyor? Cinnim nerde? Lambam? Espresso fincanım? Dışbükey ve İçbükey dünyalardan genç arkadaşlarımıza ne oldu? Bütün bu küçük kertenkelelerin burada ne işi var?

Tosbağa: Korkarım bağlamımız yanlış biçimde yenilendi Akhilleus.

Akhilleus: Bu kriptik yorum da ne anlama geliyor?

Tosbağa: Dilediğin Tipsiz Dilekten söz ediyorum.

Akhilleus: Ama henüz dilekte bulunmamıştım.

Tosbağa: Evet, bulundun. "Keşke dileğim yerine gelmese," dedin ve Cinni BUNU senin dileğin olarak aldı.

Akhilleus: Aman Tanrım! Hiç hayra alamet değil.

Tosbağa: PARADOKS ifade ediyor. Çünkü bu Tipsiz Dilek'in yerine gelmesi için reddedilmesi gerekirdi – ancak yerine getirilmemesi yerine getirilmesi olur.

Akhilleus: Ee ne oldu öyleyse? Dünyanın sonu mu geldi? Evren mi çöktü?

Tosbağa: Hayır. Sistem çöktü.

Akhilleus: Bunun anlamı ne?

Tosbağa: Bunun anlamı Akhilleus, senle ben aniden ve apar topar Tumbolia'ya nakledildik.

Akhilleus: Nereye?

Tosbağa: Tumbolia: Ölü hıçkırıklar ve sönmüş elektrik lambaları diyarı. Bir tür bekleme odası, uyku durumundaki yazılımın, donanımının gelip onu kaldırmasını beklediği yer. Sistem'in bu durumda ne kadar kalacağı ve bizim Tumbolia'da ne kadar kalacağımız belli değil. Dakikalar, saatler –hatta yıllar alabilir.

Akhilleus: Ben ne yazılımın ne de donanımın ne demek olduğunu biliyorum! Ama dileklerimi dilemediğimi biliyorum! Ben Cinni'mi geri istiyorum!

Tosbağa: Kusura bakma Akhilleus – onu uçurdun. Sistemi çökerttin ve şans yıldızına şükret ki geri döndük. Her şey çok daha kötü olabilirdi. Ama nerede olduğumuz konusunda hiçbir fikrim yok.

Akhilleus: Ben şimdi tamdım – Escher'in bir başka resminin içindeyiz. Bu kez *Sürüngenler.*

Tosbağa: Sahi! Sistem çökmeden önce bağlamımızı olabildiğince saklamaya çalıştı ve çökmeden önce Escher'in kertenkeleli bir resmini kaydetti. Bu övgüye değer.

Akhilleus: Baksana – şu masanın üstünde, dönen kertenkelelerin yanında duran ufak şişe bizim çekme-toniği değil mi?

Tosbağa: Kesinlikle o Akhilleus. Çok şanslı olduğumuzu söylemeliyim gerçekten. Sistem bize karşı çok iyi, çekme-toniğimizi

geri veriyor – bu çok müthiş bir şey!

Akhilleus: Hadi bakalım! Şimdi Escher'in dünyasından çıkıp benim eve çekilebiliriz.

Tosbağa: Masanın üstünde iki kitap var; toniğin yanında. Ne olduklarını merak ediyorum. (Küçük olanı alır, rastgele bir sayfası açıktır.) Kışkırtıcı bir görünüşü var.

Akhilleus: Ah, Gerçekten mi? Adı ne?

Tosbağa: Tosbağa ve Akhilleus'un Yerkürenin Muhtelif Kısımlarında Geçen Kışkırtıcı Serüvenleri. Okumak için ilginç bir kitap gibi görünüyor.

Akhilleus: SEN istiyorsan okuyabilirsin, bana gelince, bu çekme-toniğini elimden kaçıracak değilim – kertenkelelerden biri onu masadan düşürebilir, bu yüzden onu hemen oradan alacağım!

(Hızla masamn üstüne atılıp çekme-toniğini almaya uzanır, ama acelesinden tonik şişesine çarpar ve şişe masadan düşüp yuvarlanmaya başlar.)

Ah, hayır! Bay T – bak! Toniği kazayla yere düşürdüm, gidiyor – merdiven boşluğuna yuvarlanıyor! Acele et – düşmeden yakala!

(Ancak Tosbağa kendini tamamıyla elindeki ince kitaba kaptırmıştır.)

Tosbağa (mırıldanarak): Ha? Bu öykü büyüleyici görünüyor.

Akhilleus: Bay T, Bay T, yardım et! Tonik şişesini yakalamama yardım et!

Tosbağa: Ne diye ortalığı yaygaraya veriyorsun?

Akhilleus: Tonik-şişesi – masadan düşürdüm, şimdi de yuvarlanıyor ve–

(O sırada şişe merdiven boşluğunun kenarına varır ve diklemesine düşer...)

Ah, hayır! Ne yapacağız? Bay Tosbağa – Sen telaşlanmıyor musun? Toniğimizi kaybediyoruz! Merdiven boşluğuna düştü! Yapılacak tek şey var! Bir kat* aşağı inmek zorundayız!

Tosbağa: Bir öykü aşağı mı? Zevkle. Bana katılmaz mısın?

---

* "Story" hem öykü hem de kat anlamına gelir –çn.



Şekil 24. *Sürüngenler*, M. C. Escher (taşbaskı, 1943).

(Yüksek sesle okumaya başlar ve Akhilleus başta iki yön arasında bocalar, sonunda Tosbağa'nın rolünü üstlenerek kalır.)

Akhilleus: Burası çok karanlık Bay T. Hiçbir şey göremiyorum. Oof! duvara tosladım. Dikkatli ol!

Tosbağa: İşte – iki tane değneğim var. Niye birini almıyorsun? Önünde tutarsın ve oraya buraya çarpmazsın.

Akhilleus: İyi fikir. *(Değneği alır.)* Farkında mısın, biz yürüdükçe bu yol hafifçe sola doğru kıvrılıyor?

Tosbağa: Evet, belli belirsiz.

Akhilleus: Neredeyiz merak ediyorum. Acaba gün ışığını yeniden görebilecek miyiz. "İÇ BENİ" zırıltısından içmemi önerdiğinde keşke seni hiç dinlemeseydim.

Tosbağa: İnan bana, hiçbir zararı yok. Ben bunu defalarca yaptım ve bir kez bile bundan pişmanlık duymadım. Gevşe ve küçülmenin tadını çıkar.

Akhilleus: Küçülmek mi? Sen bana ne yaptın Bay T?

Tosbağa: Şimdi beni suçlama. Bunu sen kendi özgür istencinle yaptın.

Akhilleus: Beni küçülttün mü? Öyleyse içinde olduğumuz bu labirent aslında birinin üstüne BASABİLECEĞİ küçücük bir şey yani?

Tosbağa: Labirent mi? Labirent mi? Olabilir mi? Korkunç Majotor'un ünlü Küçük Armonik Labirentinde miyiz?

Akhilleus: İyykk! O da ne?

Tosbağa: Derler ki –şahsen ben hiç inanmıyorum– Kötü Majotor küçücük bir labirent yapar ve ortasındaki hendekte oturup, bunun korkunç karmaşıklığı içinde kaybolacak masum kurbanları bekler. Sonra dolaşa dolaşa başları dönmüş, yollarını yitirmiş merkeze doğru çekilen kurbanlarının hallerine durmadan güler, güler – öylesine güler ki, onları gülerek öldürür.

Akhilleus: Ah, hayır!

Tosbağa: Ama bu yalnızca bir söylence. Cesaret Akhilleus.

(Ve gözüpek ikili zorlu yürüyüşlerini sürdürür.)

Akhilleus: Şu duvarlara dokunsana. İnce kırışmış çarşafa benziyorlar. Ama kırışıklıklar farklı büyüklüklerde.

(Söylediğini vurgulamak için yürürlerken değneğini duvar yüzeyine sürter. Değnek kırışıkların üstünde ileri geri sekerken, içinde bulundukları uzun eğri koridorda tuhaf sesler alçalıp yükselerek yankılanır.)

Tosbağa (telaşla): O da neydi?

Akhilleus: Ah, ben yaptım, değneğimi duvara sürtüyordum.



Şekil 25. *Girit Labirenti* (İtalyan oyması; *Finiguerra* Okulu). [W. H. Matthews, *Çatallanan Yollar ve Labirentler: Tarihleri ve Gelişimleri* (New York: Dover Publications, 1970).]

Tosbağa: Üff be! Bir an vahşi Majotor kükrüyor sandım!

Akhilleus: Yalnızca bir söylence olduğunu söylediğini sanmıştım.

Tosbağa: Elbette öyle. Korkacak bir şey yok.

(Akhilleus değneğini yine duvara sürterek yürümeye devam eder. Böyle yaparken, değneğinin duvara sürtündüğü yerden çıkan bazı müzik sesleri duyulur.)

Tosbağa: Öf-öf. İçimde kötü bir his var Akhilleus. Bu Labirent söylence olmayabilir.

Akhilleus: Dur bir dakika. Fikrini aniden değiştirmenin nedeni ne?

Tosbağa: Müziği duyuyor musun?

(Daha iyi duyabilmek için Akhilleus bastonu indirir ve müzik parçası kesilir.)

Hey! Bastonunu kaldır! Parçanın sonunu dinlemek istiyorum!

(Şaşkın Akhilleus söz dinler ve müzik devam eder.)

Sağol. Tam da şimdi nerde olduğumuzu kestirdiğimi söyleyecektim.

Akhilleus: Gerçekten mi? Neredeyiz?

Tosbağa: Kabının içindeki bir plağın sarmal bir yivinde yürüyoruz. Değneğin duvardaki garip şekiller üstünde yivlerin üstündeki iğne gibi hareket ediyor ve müziği duymamızı sağlıyor.

Akhilleus: Ah, hayır, ah, hayır...

Tosbağa: Ne? Sevinmedin mi? Daha önce müzikle bu kadar iç içe olma şansın hiç olmuş muydu?

Akhilleus: Sinekten daha küçük bu halimle normal boyuttaki insanlara karşı bir daha nasıl yarış kazanabilirim Bay T?

Tosbağa: Ah, canını sıkan bu mu yani? Kaygılanacak bir şey yok Akhilleus.

Akhilleus: Öyle konuşuyorsun ki, bir daha hiç kaygılanmayacakmışsın gibi bir izlenim ediniyorum.

Tosbağa: Bilmiyorum. Emin olduğum tek şey küçük olmanın beni kaygılandırmadığı. Özellikle korkunç Majotor tehlikesiyle karşı karşıyayken.

Akhilleus: Felaket! Sen bana–

Tosbağa: Korkarım ki öyle Akhilleus. Müzikten öyle anlaşılıyor.

Akhilleus: Müzik bunu nasıl yapabilir ki?

Tosbağa: Çok kolay. En üstteki sesten B-A-C-H ezgisini duyduğum zaman içinde yürüdüğümüz yivlerin ancak Bach'ın en az bilinen org parçalarından biri olan *Küçük Armonik Labirent* olabileceğini hemen anladım. Adının böyle olmasının nedeni modülasyonlarının baş döndürücü biçimde sık oluşu.

Akhilleus: O-onlar nedir?

Tosbağa: Biliyorsun işte, müzik parçalarının çoğu bir anahtar ya da tonalite içinde yazılır, örneğin bu

parçanın da anahtarı olan Do majör gibi.

Akhilleus: Bu terimi daha önce duymuştum. Bu son notanın Do notası olmasını istediğin anlamına gelmiyor mu?

Tosbağa: Evet, Do bir bakıma ana üs işlevi gören bir evdir. Aslında alışılmış sözcük "tonik"tir.

Akhilleus: O zaman biri sonunda dönme amacıyla tonikten ayrılabilir değil mi?

Tosbağa: Doğru. Parça ilerlerken, tonikten uzaklaştıran belirsiz akorlar ve ezgiler kullanılır. Gerilim azar azar tırmanır – toniği duymak, başa, eve dönmek için giderek artan bir arzu duyarsın.

Akhilleus: Bir parçanın sonunda, sanki bütün yaşamım boyunca toniği duymayı beklemişimcesine, kendimi doyuma ulaşmış hissetmemin nedeni bu mu?

Tosbağa: Kesinlikle. Besteci armonik yürüyüş bilgisini senin duygularını yönlendirmek ve toniği duyma beklentini tırmandırmak için kullanıyor.

Akhilleus: Ama sen bana modülasyonlardan söz ediyordun.

Tosbağa: Ah, evet. Bir bestecinin yapabileceği çok önemli bir parça içinde yarı yolda bir tondan başka bir tona geçmek, "modülasyon" yapmaktır, bu bestecinin tonik içinde çözüme gitmek yerine geçici bir hedef tesis etmesi demektir.

Akhilleus: Anladım... sanırım. Akorların bazı sıralanımlarının bir biçimde armonik gerginliği değiştirdiğini, böylece benim aslında çözülümü yeni bir anahtarda gerçekleştirmeyi istediğimi mi söylemek istiyorsun?

Tosbağa: Doğru. Bu durumu daha da karmaşıklaştırır, çünkü kısa vadede parçayı yeni anahtar içinde çözülüme kavuşturmak istemene karşın zihninin gerilerinde asıl hedefe –bu durumda Do majör– ulaşmayı özlersin. Ve tali hedefe ulaşıldığında, orada bütün bu süre içinde –

Akhilleus (aniden kendinden geçmişçesine bir hareketle): Ah, *Küçük Armonik Labirent*'in sonunu oluşturan

şu muhteşem notaların yukarı yükselişlerini dinle!

Tosbağa: Hayır Akhilleus, bu sonu değil. Yalnızca–

Akhilleus: Elbette sonu! Vay! Ne kadar güçlü, etkileyici bir çözülüm! Ne büyük bir rahatlama! İşte bitiş! Sool!

(Ve gerçekten de duvarsız açık bir alana çıktıkları esnada müzik durur.)

Gördün mü, bitti. Ben sana ne demiştim?

Tosbağa: Bu işte çok büyük bir hata var. Bu plak müzik dünyasının yüzkarası.

Akhilleus: Ne demek istiyorsun?

Tosbağa: Bu parça tam da sana söylediğim gibiydi. Burada Bach, Sol'ü duyma ikincil hedefini kurarak, Do'dan Sol'e modülasyon yapmıştı. Bu, Sol içinde çözülüm bekleyerek, ama nihai olarak zihninde Do majör içinde başarılı bir çözülüm arzusunu saklayarak aynı anda iki gerilim duyman anlamına gelir.

Akhilleus: Bir müzik parçası dinlerken niye zihninde bir şey tutman gereksin ki? Müzik yalnızca entelektüel bir alıştırma mıdır ki?

Tosbağa: Hayır, tabii ki değil. Bazı müzikler fazlasıyla entelektüel olsa da çoğu değildir. Ve çoğu zaman kulağın ya da beynin senin için "hesaplama" yapar ve duygularını dinlemek istediklerini anlamaya bırakır. Bunu bilinçli olarak düşünmen gerekmez. Ama bu parçada Bach seni yoldan çıkartmayı umarak hile yapmış. Ve senin durumunda Akhilleus başarılı oldu.

Akhilleus: Benim ikincil bir anahtardaki çözülüme yanıt verdiğimi mi söylüyorsun?

Tosbağa: Aynen öyle.

Akhilleus: Bana hâlâ bir son gibi geliyor.

Tosbağa: Bach kasıtlı olarak bu biçimde yapmış. Sen de onun tuzağına düştün. Kasten bir sona benzetilmişti, ama armonik yürüyüşü dikkatle izlersen onun yanlış anahtarda olduğunu anlarsın. Görünüşe ba-

kılırsa yalnızca sen değil bu sefil plak şirketi de aynı tuzağa düşmüş – parçayı erkenden kesmişler!

Akhilleus: Bach bana ne kötü bir oyun oynadı!

Tosbağa: Onun bütün oyunu – sana labirentte yolunu kaybettirmek! Kötü Majotor Bach'ın işbirlikçisi, gördün mü. Ve dikkatli olmazsan, şimdi seni güle güle öldürecek – senin yanında beni de belki!

Akhilleus: Ah, haydi bir an önce buradan çıkalım! Çabuk! Gerisin geriye koşalım ve plağın dışına çıkıp Kötü Majotor bizi bulmadan önce kaçalım!

Tosbağa: Tanrım, hayır! Duyarlılığım zaman tersine çevrildiğinde ortaya çıkan garip akor yürüyüşüne dayanamayacak kadar hassastır benim.

Akhilleus: Ah, Bay T, adımlarımızı geriye doğru izlemezsek buradan nasıl kurtulacağız?

Tosbağa: İşte bu çok iyi bir soru.

(Akhilleus biraz umutsuzluk içinde, amaçsızca karanlıkta koşmaya başlar. Aniden hafif bir soluma ve ardından bir "güm" sesi gelir.)

Akhilleus – iyi misin?

Akhilleus: Biraz sarsıldım, ama bir şeyim yok. Büyük bir çukura düştüm.

Tosbağa: Kötü Majotor'un hendeğine düştün! Yardımına geliyorum. Acele etmeliyiz!

Akhilleus: Dikkat et Bay T – SENİN de buraya düşmeni istemem...

Tosbağa: Merak etme Akhilleus. Her şey yoluna–

(Aniden hafif bir soluma ve ardından bir "güm" sesi gelir.)

Akhilleus: Bay T – sen de düştün! İyi misin?

Tosbağa: Yalnızca gururum incindi – yoksa iyiyim.

Akhilleus: Başımız belada, şimdi gerçekten turşumuzu çıkaracaklar, ha?

(Aniden dev, patlayan bir kahkaha duyulur, korkutucu bir biçimde onlara yaklaşır.)

Tosbağa: Dikkat et Akhilleus! Bu işin şakası yok.

Majotaur: Hee hee hee! Ho ho! Hav hav hav!

Akhilleus: Gücümü yitirmeye başladığımı hissediyorum Bay T...

Tosbağa: Gülüşüne aldırmamaya çalış Akhilleus. Tek umudun bu.

Akhilleus: Elimden geleni yapacağım. Keşke midem bomboş olmasaydı!

Tosbağa: Baksana, bir koku mu alıyorum yoksa buralarda bir tas sıcak tereyağlı patlamış mısır mı var?

Akhilleus: Kokuyu ben de aldım. Nerden geliyor bu popcorn kokusu?

Tosbağa: Hemen şurdan sanırım. Ah, ben hemen koca kaseye koşuyorum. Evet, gerçekten – bir tas patlamış mısır gibi görünüyor!

Akhilleus: Ah, popcorn! Hepsini silip süpüreceğim!

Tosbağa: Dua edelim de pushcorn olmasın! Ne de olsa "pushcorn" ve "popcorn" arasındaki farkı söylemek son derece güçtür.*

Akhilleus: Bu Pushkin de nerden çıktı?

Tosbağa: Ben öyle bir şey söylemedim. Gaipten sesler duyuyorsun.

Akhilleus: Go-golly! Umarım değildir. Haydi yumulalım!

(Ve iki arkadaş popcornu (ya da pushcornu) hapır hupur yemeye başlarlar –ve birden– POP! tahminimce yedikleri yine de popcorndu.)

Tosbağa: Ne eğlenceli öykü. Hoşuna gitti mi?

Akhilleus: Şöyle böyle. Yalnızca Kötü Majotaur'un hendeğinden çıkıp çıkmadıklarını merak ediyorum. Zavallı Akhilleus – yeniden eski haline dönmek istiyordu.

Tosbağa: Merak etme – çıkıyorlar ve seninkisi tekrar eski haline dönüyor. Yani "POP" da bununla ilgiliydi.

Akhilleus: Ah, fark edemedim. Şey, ben GERÇEKTEN o tonik şişesini bulmak istiyorum. Nedense dudaklarım yanıyor. Ve hiç-

* POP (= çekme) ve PUSH (= itme) sözcükleri ile POPCORN (= patlamış mısır) sözcüğü arasındaki sözcük oyunları –çn.

bir şey çekme-toniği içmekten daha iyi gelemez.

Tosbağa: O zırıltı susuzluğu geçirmesiyle ünlü. Bazı yerlerde insanlar ona deli olurlar. Yüzyıl dönümünde Viyana'da Schönberg gıda fabrikası tonik üretimini bırakıp onun yerine seri üretimle kahvaltılık tahıl üretmeye başladı. Bu yüzden ne kıyametler koptu tahmin edemezsin.

Akhilleus: Bilemiyorum. Neyse haydi toniği arayalım. Hey – bir dakika. Şu masanın üstündeki kertenkeleler – sence onlarda bir tuhaflık yok mu?

Tosbağa: Hmm... özel bir şey yok. Bu kadar ilginç olan ne?

Akhilleus: Görmüyor musun? Çekme-toniği içmeden o düz resimden çıkıyorlar! Bunu nasıl yapabiliyorlar?

Tosbağa: Ah, sana söylemedim mi? Çekme-toniğin yoksa, düzlemine dik olarak hareket ederek bir resimden dışarı çıkabilirsin. Küçük kertenkeleler iki boyutlu taslak defteri dünyasından dışarı çıkmak istediklerinde YUKARI tırmanmayı öğrenmişler.

Akhilleus: Bizde aynı şeyi yaparak bu Escher resminden dışarı çıkamaz mıyız?

Tosbağa: Elbette! Yalnızca bir kat/öykü YUKARI tırmanmamız gerekiyor. Denemek ister misin?

Akhilleus: Eve geri dönmek için her şeyi yaparım! Bütün bu kışkırtıcı serüvenler canıma tak etti.

Tosbağa: Beni izle öyleyse şu yoldan.

(Ve bir öykü üste çıkarlar.)

Akhilleus: Geri dönmek iyi. Ama sanki bir yanlışlık var. Bu benim evim değil. SENİN evin Bay Tosbağa.

Tosbağa: Evet, öyle– buna memnun oldum. Senin evinden onca yolu yürümeye hiç hevesim yoktu doğrusu. Zaten bunu yapabileceğimi de hiç sanmıyordum.

Akhilleus: Benim için yürümek dert değil, sonuçta burada olduğumuz için şanslıyız.

Tosbağa: Bana bak! Bu kesinlikle İyi Talih'in bir parçası!

V. BÖLÜM

YİNELGEN YAPILAR VE SÜREÇLER

Yinelenme Nedir?

Yineleme nedir? *Küçük Armonik Labirent*'te anlatılmış olandır: içiçelik ve içiçelik üstüne çeşitlemeler. Kavram çok geneldir. (Öykü içinde öykü, film içinde film, resim içinde resim, içiçe Rus bebekleri (hatta ayraç içindeki yorumlar içindeki ayraç içindeki yorumlar!) – bunlar yinelenme harikalarından yalnızca birkaçıdır.) Bununla birlikte bu bölümdeki "yinelenme"nin anlamı ile III. Bölümdeki anlamının ancak belli belirsiz bağıntılı olduğunu fark etmiş olmalısınız. Bu bölümün sonunda bağıntı açıklığa kavuşacak.

Bazen yinelenme paradoksun çok yakınından geçer gibi görünür. Örneğin *yinelgen tanımlar* vardır. Böyle bir tanım sıradan gözlemciye bir şeyin *kendisiyle* tanımlanıyor olduğu izlenimini verir. Paradoksa yol açmazsa bile, bu, döngüsel olabilir ve sonsuz gerilemeye yol açabilir. Gerçekte yinelgen bir tanımlama (uygun biçimde formüle edildiğinde) asla sonsuz gerilemelere veya paradokslara yol açmaz. Bunun nedeni yinelgen bir tanımlamanın bir şeyi asla kendisiyle değil, *kendisinin daha basit versiyonları* uyarınca tanımlamasıdır. Bununla söylemek istediğim, birazdan göstereceğim bazı yinelgen tanımlama örnekleriyle daha da açıklığa kavuşacak.

Günlük yaşamda yinelenmenin ortaya çıktığı en yaygın durumlardan biri, bir işi bitirmeyi, genellikle aynı türde daha basit bir görevi bitirme uğruna ertelediğiniz zamandır. İşte buna iyi bir örnek: Bir yöneticinin marifetli bir telefonu var ve fazla aranıyor. B aradığında A'yla konuşmaktadır. A'ya "Seni biraz bekletmemin sakıncası var mı?" diye sorar. A için sakıncası olup olmadığı gerçekte umurunda değildir elbette, bir düğmeyi "iter" ve B'ye döner. O sırada C arar. Aynı erteleme B'nin de başına gelir. Bu böylece sürüp gidebilir, ama biz merakımıza kapılıp bu konuya fazla takılmayalım. Basitçe, C'yle konuşmanın bittiğini söyleyelim. Bundan sonra yöneticimiz B'yi "çeker" ve devam eder. Bu sırada, A hattın diğer ucunda, masada tırnaklarıyla tempo tutarak ve telefonda onu yatıştırmak için çalınan şu korkunç bekleme müziğini dinleyerek oturmaktadır... Şimdi en kolay durum, B'yle konuşma bittiğinde yöneticinin sonunda A'ya dönmesidir. Ama B'yle konuşmaya yeniden

başlandıktan sonra yeni biri –D– arayabilir. B bir kez daha bekleyenler yığıtına itilir ve D'yle ilgilenilir. D kapattıktan sonra B'ye, daha sonra A'ya dönülür. Bu yönetici umutsuz biçimde mekaniktir, orası kesin – ama yinelgenliği en kesin biçimiyle örnekliyor.

İtme, Çekme ve Yığıtlar

Önceki örnekte –en azından bilgisayar bilimcilerinin gözüyle bakıldığında– yinelenmenin temel terminolojisini tanıttım. Terimler *itme*, *çekme* ve *yığıttır* (ya da daha kesin olarak *aşağı itmeli yığıt*) ve bunların hepsi birbiriyle bağlantılıdır. Bu terimler 1950'lerin sonlarında Yapay Zekânın ilk dillerinden biri olan IPL'nin bir parçası olarak tanıtıldı. Diyalogda "push/itme" ve "pop/çekme"yle zaten karşılaştınız. Yine de tekrarlayacağım. *İtme*, halen üzerinde çalışıyor olduğunuz göreve dair işlemleri, nerede olduğunuzu unutmaksızın bir süreliğine askıya almak – ve yeni bir göreve başlamak demektir. Yeni görevin genellikle önceki görevden "daha alt düzeyde" olduğu söylenir. *Çekme* ise tersidir – bir düzeydeki işlemleri kapatmak, bir üst düzeyde bıraktığınız işlemlere yeniden başlamak anlamına gelir.

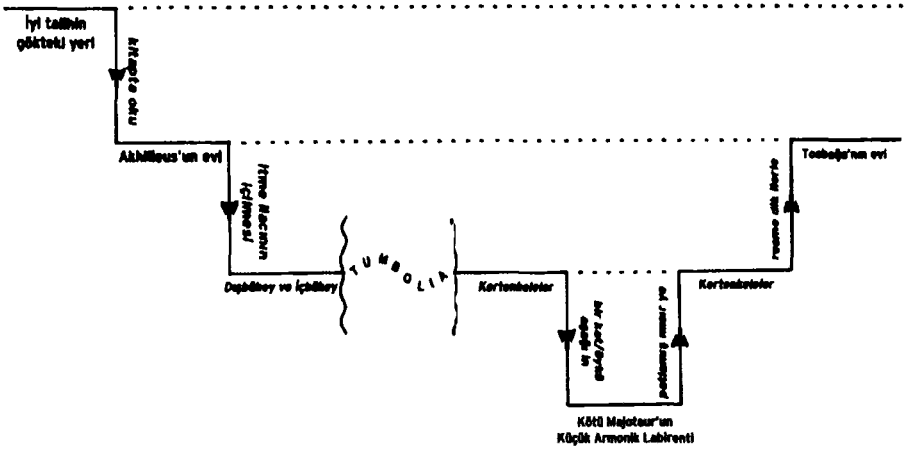
Peki her bir farklı düzeyde tam olarak nerede kaldığınızı nasıl anımsarsınız? Yanıt, ilgili bilgiyi bir *yığıtda* sakladığınızdır. Öyleyse yığıt size şunları söyleyen bir çizelgedir (1) bitirilmemiş her bir görevde nerede kaldığınızı (jargon: *"dönüş adresi"*), (2) kesinti noktasında bilmeniz gereken ilgili olguların ne olduğunu (jargon: *değişken bağlayıcılar*). Bir görevi yeniden sürdürmek için döndüğünüz zaman bağlamınızı yenileyecek olan yığıttır, böylece kendinizi kaybolmuş gibi hissetmezsiniz. Telefon konuşması örneğinde, yığıt size her farklı düzeyde sizi *kimin* beklediğini ve konuşma kesildiği zaman *nerede* kaldığınızı söyler.

Bu arada "itme," "çekme" ve "yığıt" terimlerinin hepsi, yığın halinde duran kafeterya tepsilerinin görsel imgesinden gelir. Genellikle altta en üstteki tepsiyi hemen hemen sabit tutan bir tür yay vardır. Yığına bir tepsi ittiğinizde yığıt biraz gömülür – ve yığından bir tepsi çektiğinizde zaman yığıt birazcık yukarı çekilir.

Günlük yaşamdan bir örnek daha. Radyoda haberleri dinlediğinizde, çoğu zaman sizi bir yabancı muhabire bağlarlar. "Şimdi Ingiltere, Peafog'dan Sally Swumpley'e bağlanıyoruz." Sally'de biriyle görüşme yapan yerel bir gazetecinin bantı vardır, biraz arka plandan söz ettikten sonra bandı koyar. "Ben Nigel Cadwallader, şu anda Peafog dışında tam da büyük soygunun yapıldığı

yerdeyiz, şimdi görüşeceğimiz..." Şimdi üç düzey aşağıdasınız. Görüşülen kişi de bir bant konuşması vererek katılabilir. Gerçek haber yayınlarında üç düzey aşağıya inmek hiç de sıradışı bir durum değildir ve yine de şaşırtıcı bir biçimde, askıya alınmanın hiç de farkına varmayız. Bütün bu süreç bilinçaltı zihnimiz tarafından kolaylıkla izlenir. Bunun bu kadar kolay olmasının nedeni büyük bir olasılıkla her düzeyin tadının bir diğerininkinden fazlasıyla farklı olmasıdır. Eğer hepsi aynı olsaydı yavanlıktan karıştırırdık.

Daha karmaşık bir yinelenme örneği elbette Diyaloğumuzdur. Burada Tosbağa ve Akhilleus bütünüyle farklı düzeylerde göründüler. Bazen karakterleri olarak ortaya çıktıkları bir öykü okuyorlardı. Bu, neler olup bittiği konusunda zihninizin biraz da olsa bulandığı ve işleri yoluna koymak için bütün dikkatinizle yoğunlaşmanız gereken zamandır. "Şimdi *gerçek* Akhilleus ve Tosbağa hâlâ Iyitalih'in helikopterindeler, ama *ikincil* olanlar Escher'in bir resminin içindeler – ve sonra bu kitabı buldular ve okuyorlar, böylece *Küçük Armonik Labirent*'in yivlerinde gezinen *üçüncül* Akhilleus ve Tosbağa'dır. Hayır, bir dakika – bir düzeyi atladım..." Diyalogdaki yinelenmenin izlerini takip etmek için bunun gibi bilinçli bir zihinsel yığıta sahip olmanız gerekir. (Bkz. Şekil 26.)



Şekil 26. *Küçük Armonik Labirent* Diyaloğunun şeması. Aşağı inen çizgiler "itmeler," yukarı çıkanlar "çekmeler"dir. Bu şemanın Diyaloğun içerlek örüntüsüyle benzerliğine dikkat edin. Baştaki gerilimin –İyitalihin tehditi– asla çözülmediği şemadan açıkça görülmektedir; Akhilleus ve Tosbağa havada asılı bırakıldılar. Bazı okurlar hiç şaşkınlık göstermezken, bazı okurlar bu "çekmesiz itmeden" rahatsız olabilirler. Öyküde, Bach'ın müzikal labirenti çok erken kesilmiş – ancak Akhilleus bunu hiç de yadırgamamıştı. Yalnızca Tosbağa daha genel havada asılı kalan gerilimi fark etmişti.

Müzikte Yığıtlar

Küçük Armonik Labirent'ten söz ederken, Diyalogda belirtik olarak ifade edilmediyse bile sezdirilen bir şeyi tartışmalıyız: müziği yinelgeli olarak duyarız – özellikle anahtarların zihinsel bir yığıtını muhafaza ederiz ve her bir yeni modülasyon yığıtın üstüne yeni bir anahtar iter. Bunun daha ileri içerimi, anahtarlar dizisini ters sırada dinlemek istememizdir – toniğe erişene dek itilmiş anahtarları bir bir yığıttan çekerek. Bu abartılıdır. Yine de bunda bir doğruluk payı vardır.

Müzikle uğraşan herkes iki anahtarlı yüzeysel bir yığıtı otomatik olarak başarıyla korur. Bu "kısa yığıt" içinde, doğru tonik anahtarı tutulur ve aynı zamanda da en yakın "yalancı-tonik" (bestecinin içindeymiş gibi yaptığı anahtar) tutulur. Başka bir deyişle en genel anahtar ve en yerel anahtar. Bu yolla dinleyici doğru toniğin ne zaman yeniden gireceğini bilir ve güçlü bir "rahatlama" duygusu duyar. Dinleyici (Akhilleus'un aksine) gerilimin *yerel* rahatlayışı ile –örneğin yalancı-tonikteki çözülüm– genel bir çözülümü ayırt edebilir. Aslında yalancı-çözülüm genel gerilimi gevşetmek yerine yükseltmelidir, çünkü o bir parça ironiktir – tıpkı siz onun ve Tosbağa'nın gerçekte Monsieur İyitalih'in bıçağının ucunda uğursuz yazgılarını beklediklerini bilirken Akhilleus'un sallanan lambadaki tehlikeli tüneğinden kurtulması gibi.

Gerilim ve çözülüm müziğin yüreği ve ruhu olduğundan çok fazla sayıda örnek vardır. Ama gelin biz Bach'tan birkaç örneğe bakalım. Bach "LaLaSi-Si" formunda –yani iki yarılı olan ve her birinin tekrarlandığı– birçok parça yazmıştır. Fransız Süiti no. 5'den formu oldukça tipik olan gigue'yi ele alalım. Bunun tonik anahtarı Sol'dür ve güçlü bir biçimde Sol anahtarı üstüne kurulmuş neşeli bir dans ezgisi duyarız. Bununla birlikte çok geçmeden La-bölümünde bir modülasyon, bizi çok yakından ilişkili olan Re anahtarına götürür (çeken nota). *La*-bölümü bittiği zaman Re anahtarındayızdır. Gerçekten sanki parça Re anahtarında bitmiş gibi gelir! (Ya da en azından Akhilleus'a böyle gelirdi.) Ama sonra tuhaf bir şey olur – birdenbire başlangıca, Sol'a geri atlarız ve Re'ye aynı geçişi yeniden duyarız. Ama sonra tuhaf bir şey olur – birdenbire başlangıca, Sol'a geri atlarız ve Re'ye aynı geçişi yeniden duyarız.

Sonra Si-bölümü gelir. Ezginin temasının çevrilmesiyle, sanki tonik her zaman oymuş gibi Re'de başlarız – ama sonra geriye Sol'a modüle ederiz, bu da toniği yukarı çektiğimiz anlamına gelir ve Si-bölümü uygun bir biçimde sona erer. Sonra o tuhaf yinelenme bizi uyarmaksızın silkeleyip Re'ye ve bir kez daha Sol'a götürür.

Bütün bu anahtar değiştirmelerinin psikolojik etkisini –biraz sarsıntılı, biraz akıcı– betimlemek güçtür. Bu değiştirmeleri otomatik olarak anlamlandırabilme müziğin büyüsünün bir parçasıdır. Belki de Bach'm büyüsü de bu türden yapılara sahip parçalar yazabilmesinden kaynaklanır; bu yapıların, öyle doğal bir incelikleri vardır ki, ne olduklarını tam olarak anlayamayız.

Özgün *Küçük Armonik Labirent* Bach'ın hızlı anahtar değiştirmeler labirentinde sizi kaybetmeye çalıştığı bir parçasıdır. Çok geçmeden yolunuzu öyle şaşırırsınız ki sol duyunuzu yitirirsiniz – kusursuz bir perde olmadıkça ya da Theseus'unki gibi, adımlarınızı geriye doğru izlemenizi sağlayan bir ip veren Ariadne gibi bir dostunuz olmadıkça doğru toniğin nerde olduğunu bilmezsiniz. Bu durumda ip, yazılı bir nota kitapçığıdır. Bu parça –bir diğer örnek Bitimsizce Yükselen Kanon'dur– bizim müzik dinleyenler olarak, pek güvenilir derinlikte yığıtlara sahip olmadığımızı gösterir.

Dilde Yinelenme

Zihinsel yığıtlama gücümüz belki de dilde biraz daha güçlüdür. Yığıt üstüne yapılan itmelerin sayısı arttıkça tümceyi anlamanın zorluğu artmasına karşın, bütün dillerin gramer yapısı aşağı itmeli yığıtlar içerir. Bir tümceye başlayan, bunu bütün bir derse yayan ve sonra da tümceyi bir yığın savruk fiille bitirerek, yığıtları çoktan tutarlılığını yitirmiş dinleyenlerini tam bir şaşkınlık içinde bırakan dalgın profesörler hakkındaki gülünç öyküleriyle Almancanın "sonda fiil" görüngüsü dildeki itme ve çekmeye kusursuz bir örnektir. Profesörün fiillerinin üzerine itilmiş olduğu yığıttan sıra dışı çekmeler yapması dinleyiciler arasında hayal etmesi eğlenceli kafa karışıklığı oluşturur. Ama günlük konuşulan Almancada böyle derin yığıtlar asla olmaz – gerçekten anadili Almanca olanlar fiili sona atmaya zorlayan belli uylaşımları, yığıtın izini kaybetmemek için harcayacakları zihinsel çabadan kaçınmak için bilinçsizce ihlal ederler. Almancadaki kadar olağanüstü olmamakla birlikte genelde her dilde yığıtlar içeren tümce kuruluşları vardır. Ancak tümceleri her zaman başka türlü ifade etme olanağı olduğundan yığıt derinliği asgaridir.

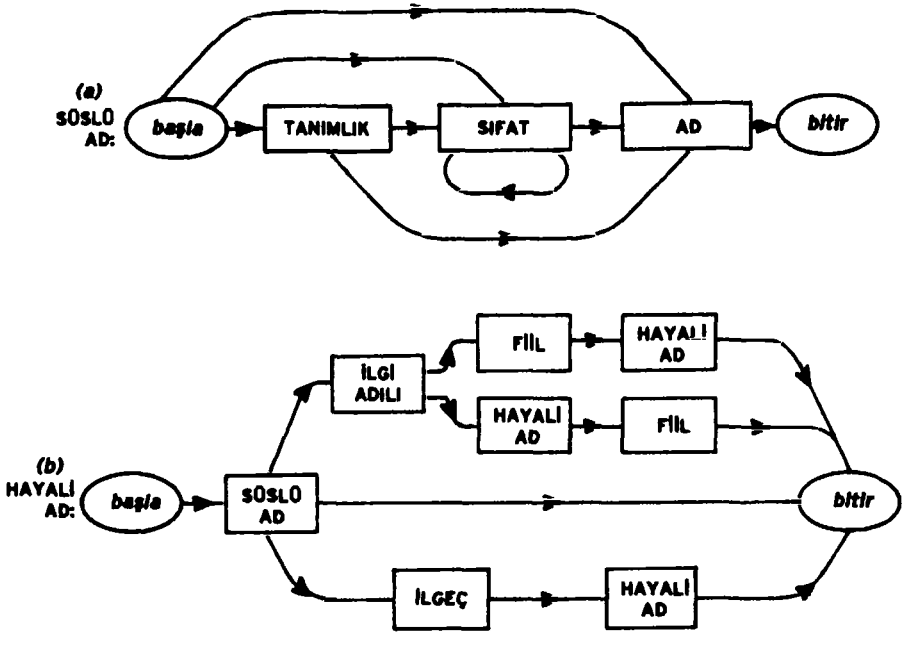
Yinelgen Geçiş Ağları

Tümcelerin sentaktik yapıları, yinelgen yapıların ve işlemlerin betimlenmesi için iyi bir yol sunarlar: Yinelgen Geçiş Ağları (RTN).* RTN belirli bir

* Recursive Transition Network –çn.

görevi tamamlamak için izlenebilecek çeşitli yolları gösteren bir diyagramdır. Her yol *yaylar* ya da oklu çizgilerle birleştirilmiş çok sayıda *düğüm* ya da içlerinde sözcükler bulunan küçük kutular içerir. RTN'nin açık adı ayrı olarak sol tarafta yazılır, ilk ve son düğümlerde *başla* ve *bitir* sözcükleri yer alır. Bütün diğer düğümler ya gerçekleştirilecek çok kısa ve açık talimatları ya da diğer RTN'lerin adlarını içerir. Bir düğüme her isabet edişinizde ya onun içindeki talimatları yerine getireceksiniz ya da onun içinde adı verilen RTN'ye atlayacak ve onu gerçekleştireceksiniz.

Belirli türde bir İngilizce ad dizisinin nasıl kurulduğunu söyleyen SÜSLÜ AD adında bir RTN örneğini ele alalım. (Bkz. Şekil 27a.) SÜSLÜ AD'ı tamamen yatay olarak geçersek *başlarız*, sonra bir TANIMLIK, bir SIFAT ve bir AD yaratırız, sonra *bitiririz*. Örneğin "the silly shampoo" veya "a thankless brunch." Ancak yaylar tanımlığı atlamak ya da sıfatı yinelemek gibi başka olanaklar da gösterirler. Böylece "milk" veya "big red blue green sneezes" vb de kurabiliriz.



Şekil 27. SÜSLÜ AD ve HAYALİ AD için Yinelgen Geçiş Ağı.

AD düğümüne isabet ettiğinizde, AD denilen bilinmeyen kara kutudan, adlar deposundan sizin için bir ad getirmesini istiyorsunuz. Bilgisayar bilimi

terminolojisinde bu *yordam çağırma* olarak bilinir. Bunun anlamı geçici olarak denetimi bir yordama vermektir (burada AD) (1) işini yapar (bir ad üretir) ve sonra (2) denetimi size geri verir. Yukardaki RTN'de böyle üç yordamda çağırma vardır: TANIMLIK, SIFAT ve AD. Ayrıca SÜSLÜ AD RTN'sinin kendisi başka RTN'den çağrılabilir – örneğin TÜMCE denilen bir RTN'den. Bu durumda SÜSLÜ AD "the silly shampoo" gibi bir deyimi üretir ve sonra çağrılmış olduğu TÜMCE içindeki yere dönerdi. Bu içiçe telefon konuşmalarında ya da içiçe haber yayınlarında bıraktığınız yere yeniden dönmeyle büyük benzerlik taşır.

Ancak buna "yinelgen geçiş ağı" dememize karşın şimdiye dek gerçek bir yinelenme sergilemedik. Şekil 27b'deki gibi bir RTN'ye girdiğinizde işler yinelgenleşir ve görünüşte döngüselleşir. Gördüğünüz gibi, HAYALİ AD içindeki olanaklı her yol SÜSLÜ AD'a bir çağrı içerir, bu yüzden şu ya da bu türden bir ad elde etmekten kaçınma olanağı yoktur. Ve "milk" ya da "big red blue green sneezes"la bildirilenden hiç de daha süslü olmayabilir. Ama yollardan üçü HAYALİ AD'ın kendisi üzerine *yinelgen* çağırmalar içerir. Bu nedenle bir şey kendi kendisiyle tanımlanıyormuş gibi görünür. Olmakta olan bu mudur?

Yanıt, "evet, ama iyi huylu olarak"dır. Varsayalım ki, TÜMCE yordamının içinde HAYALİ AD denilen bir düğüm var ve biz bu düğüme isabet ediyoruz. Bu, bu düğümün TÜMCE içindeki yerini belleğe (yani yığıta) alıyoruz demektir, böylece nereye döneceğimizi bileceğiz – sonra dikkatimizi HAYALİ AD yordamına yöneltiyoruz. Şimdi bir HAYALİ AD üretmek için girilecek bir yol seçmeliyiz. Üst yollardan DAHA altta olanını seçtiğimizi varsayalım – bunun çağırma sırası şu şekilde gider:

SÜSLÜ AD; İLGİ ADILI; HAYALİ AD; FİİL

Böylece bir SÜSLÜ AD çıkarıyoruz *"the strange bagels;"* bir İLGİ ADILI, *"that;"* ve şimdi birdenbire bizden bir HAYALİ AD isteniyor. Ama HAYALİ AD'ın ortasındayız! Evet, ama başka bir arama olduğunda bir aramanın ortasında olan yöneticimizi anımsayın. O yalnızca eski aramanın durumunu bir yığıtta saklamış ve olağandışı hiçbir şey yokmuş gibi yenisine başlamıştı. Biz de aynı şeyi yapacağız.

Önce HAYALİ AD'a dış çağrı esnasında bulunduğumuz düğümü yığıta kaydederiz, böylece bir "dönüş adresi"ne sahip oluruz; sonra olağandışı hiçbir şey yokmuş gibi HAYALİ AD'ın başlangıcına atlarız. Şimdi yeniden bir yol seçmek zorundayız. Değişiklik olsun diye alt yolu seçelim: SÜSLÜ AD; İLGEÇ; HAYALİ AD. Bu bir SÜSLÜ AD (diyelim ki *"the purple cow"*), sonra bir İLGEÇ (di-

yelim ki *without*) üretmemiz ve bir kez daha yinelenmeye isabet etmemiz demektir. Bu yüzden işi gücü bırakır ve bir düzey daha aşağı ineriz. Karışıklıktan kaçınmak için bu kez gideceğimiz yolun dolaysız yol olduğunu varsayalım – yalnızca SÜSLÜ AD. Örneğin "*horns*"u elde edebiliriz. HAYALİ AD üstündeki bu çağrıda, dışarı çekilmeye eş olan *bitir* düğümüne isabet ederiz; ve böylece dönüş adresimizi bulmak için yığıtımıza gideriz. O bize bir düzey yukarıda HAYALİ AD yürütümünün ortasında olduğumuzu söyler – ve böylece oradan devam ederiz. Bu "*the purple cow without horns*"u üretir. Bu düzeyde de *bitir*'e isabet ederiz ve böylece bir kez daha yukarı çekiliriz, bu kez bir FİİL'e ihtiyacımız var – "*gobbled*"i seçelim. Bu en HAYALİ AD üstündeki en üst-düzey çağrıyı biz son kez çıkarken,

*"the strange bagels that the purple cow without horns gobbled"**

deyimini sabırlı TÜMCE'ye doğru yukarı geçirerek sonlandırır.

Gördüğünüz gibi sonsuz sayıda gerilemeye düşmedik. Bunun nedeni, HAYALİ AD RTN'si içindeki en azından bir yolun HAYALİ AD'ın kendisine hiçbir yinelgen çağrı içermemesidir. Elbette HAYALİ AD içindeki en alt yolu sürekli olarak seçmekte huysuzca ısrar edebilirdik ve asla bitiremezdik, aynı "GOD" akroniminin▽ asla tam olarak açındırılamaması gibi. Ama yollar rastgele seçilirse, o zaman bu türden sonsuz gerileme olmaz.

"Dibe vurmak" ve Heterarşiler

Bu yinelgen tanımları döngüsel olanlardan ayıran çok önemli bir olgudur. Tanımın her zaman kendine göndermeden sakınan bir bölümü vardır, böylece tanımı gerçekleyen bir nesnenin inşası eylemi sonunda "dibe vuracaktır."

RTN'lerde yinelgenliği elde etmek için kendini çağırmadan çok daha do-

---

* Örnekte geçen İngilizce sözcüklerin anlamları:

1. Strange bagels = tuhaf ekmekler
2. the purple cow = pembe inek
3. without = –sız
4. the purple cow without horns = boynuzsuz mor inek
5. gobbled = yuttu
6. the strange bagels that the purple cow without horns gobbled = boynuzsuz mor ineğin yuttuğu tuhaf ekmekler

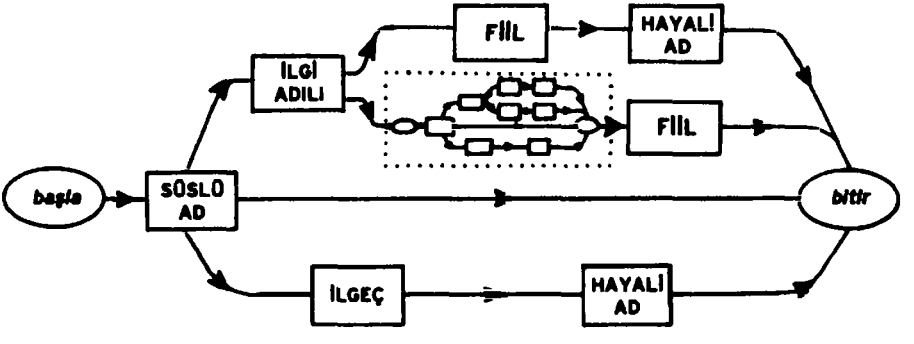
▽ "GOD"ın (= TANRI) "GOD OVER DJINN"in başharflerinden yapılan bir akronim olduğunu anımsayınız.

laylı yollar vardır. İki yordamdan her birinin kendisini değil ötekini çağırdığı Escher'in *Birbirini Çizen Eller*'ini (Şekil 135) andırır bu. Örneğin TÜMCECİK adında, geçişli bir fiil için bir nesneye gereksinimi olduğu her seferinde HAYALİ AD'ı çağıran bir RTN'ye sahip olabilirdik ve tersine olarak HAYALİ AD'ın üst yolu, o ne zaman bir YAN TÜMCE istese İLGİ ADIL'ı ve sonra TÜMCECİK çağırabilirdi. Bu *dolaylı* yinelenmeye bir örnektir. Ayrıca Epimenides paradoksunun iki adımlı versiyonunu andırır.

Çevrimsel olarak birbirini çağıran yordamlar üçlüsünün ve benzerlerinin olabileceğini de söylemeye gerek yok. Hepsi birbirine karışmış, çılgıncasına birbirlerini ve kendilerini çağıran bütün bir RTN'ler ailesi de olabilir. İçinde tek bir "en üst düzey"in ya da "monitör"ün olmadığı böylesi bir yapıya sahip programa (hiyerarşiden farklı olarak) heterarşi denir. Terimi, ilk sibernetikçilerden ve saygın bir beyin ve zihin araştırmacısı olan Warren McCulloch'a borçluyuz.

Düğümlerin Açılması

RTN'ler hakkında grafik olarak düşünmenin bir yolu şudur. Bir yolda ilerlediğiniz ve bir RTN çağıran bir düğüme isabet ettiğiniz her defada düğümü "açındırır"sınız, bu, onun çağırdığı RTN'nin çok küçük bir kopyasıyla yer değiştirmesi anlamına gelir. (Bkz. Şekil 28.) Sonra çok küçük RTN içinde ilerlersiniz! Ondan dışarı çekildiğiniz zaman otomatik olarak büyüğün içinde doğru yerdesinizdir. Küçüğün içindeyken, daha da minyatür RTN'lerin kurulması bile söz konusu olabilir. Ama düğümleri yalnızca onlarla karşılaştığınızda açındırarak, bir RTN kendini çağırdığında bile, sonsuz bir diyagram yapma gereğinden kaçınabilirsiniz.



Şekil 28. Bir düğümü yinelgeli olarak açındırılmış HAYALİ AD RTN'si.

Bir düğümü açındırmak biraz bir akronomideki bir harfin, yerine durduğu sözcükle yer değiştirmesi gibidir. "GOD" akronomisi yinelgendir, ama bir kusuru –ya da avantajı– vardır – bu da 'G'yi tekrar tekrar açındırmanızın gerekmesidir; dolayısıyla o asla dibe vurmaz. Ama bir RTN gerçek bir bilgisayar programı olarak gerçekleştirildiğinde, her zaman yinelgenlikten (dolaysız veya dolaylı) kaçınan en az bir yola sahip olur, böylece sonsuz gerileme yaratılmaz. En heterarşik program yapısı bile dibe vurur – yoksa yürütülemezdi! Sürekli olarak düğümleri birbiri ardı sıra açındırır, ama hiçbir işlem yapamazdı.

G Diyagramı ve Yinelgen Diziler

Sonsuz geometrik yapılar tam da bu yolla tanımlanabilir – yani düğümleri peş peşe açındırarak. Örneğin "G diyagramı" denilen sonsuz bir diyagram tanımlayalım. Bunu yapmak için örtük bir temsil kullanacağız. Iki düğümün içine yalnızca "G" yazacağız, ama bu, G Diyagramı'nın tam bir kopyasının yerine duracak. Şekil 29a'da G Diyagramı örtük olarak resmedilmiştir. Şimdi G Diyagramını daha belirtik olarak görmeyi istersek her iki G'yi de açındırırız – yani yalnızca ölçeği küçültülmüş halde *onları aynı diyagramla değiştiririz.* (Bkz. Şekil 29b.) G Diyagramının bu "ikinci-derece" versiyonu bize sonal, kavranması-olanaksız G Diyagramının gerçekte neye benzediği konusunda ipuçları verir. Şekil 30'da, aşağıdan yukarı, soldan sağa bütün düğümler numaralandırılarak G Diyagramının daha büyük bir bölümü gösterilmiştir. Fazladan iki düğüm –1 ve 2 numaralı– dibe eklenmiştir.

Bu sonsuz *ağaç* çok ilginç bazı matematiksel özelliklere sahiptir. Sağ tarafta ünlü *Fibonacci sayıları* dizisi yükselir:

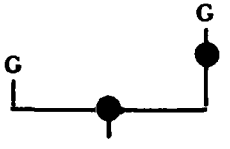
1, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ...

1202 yılında Bonaccio'nun oğlu Pisalı Leonardo tarafından keşfedildiğinden bunlar "Filius Bonaccio" ya da kısaca "Fibonacci" diye anılır. Bu sayılar yinelgeli olarak en iyi biçimde şu formül çiftiyle tanımlanır:

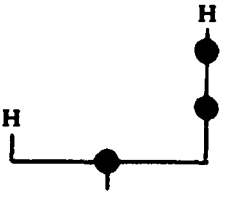
$$\text{FIBO}(n) = \text{FIBO}(n-1) + \text{FIBO}(n-2) \qquad n > 2 \text{ için}$$
$$\text{FIBO}(1) = \text{FIBO}(2) = 1$$

Yeni Fibonacci sayılarının önceki Fibonacci sayılarına dayanılarak nasıl tanımlandığına dikkat edin. Bu formül çiftini bir RTN içinde gösterebiliriz. (Bkz. Şekil 31.)

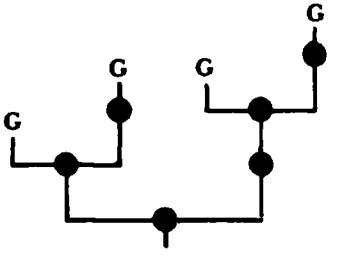
Şekil 29. (a) G Diyagramı, açındırılmamış. (c) H Diyagramı, açındırılmış.
(b) G Diyagramı, bir kez açındırılmış. (d) H Diyagramı, bir kez açındırılmış.



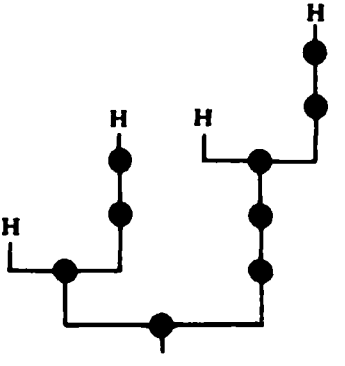
(a)



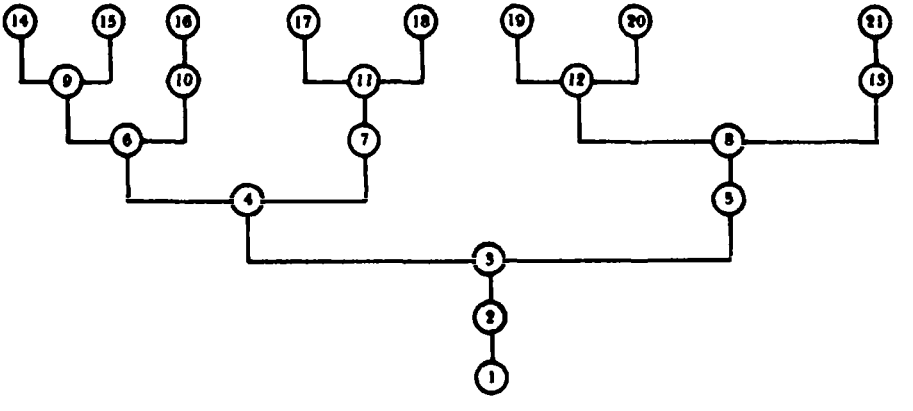
(c)



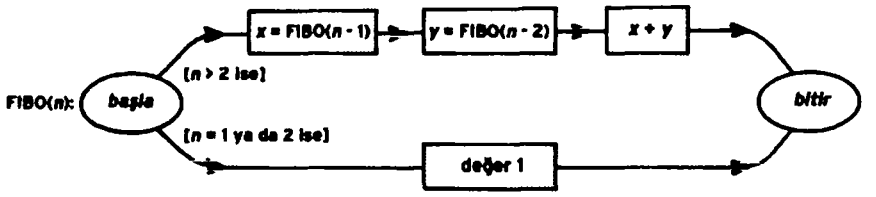
(b)



(d)



Şekil 30. İyice açındırılmış ve numaralandırılmış düğümleriyle G Diyagramı.



Şekil 31. Fibonacci sayıları için bir RTN.

Böylece yukarıdaki RTN tarafından tanımlanan yordam üzerindeki bir yinelgen çağrılar dizisiyle FIBO(15)'i hesaplayabilirsiniz. Bu yinelgen tanımlama, n'nin azalan değerleri boyunca geriye doğru yol aldıktan sonra (belirtik olarak verilen) FIBO(1) veya FIBO(2)'ye isabet ettiğinizde dibe vurur. FIBO(1) ve FIBO(2)'yle başlayıp daima en yeni yakın değeri toplayarak FIBO(15)'e varana kadar işleminizi ileriye doğru yürütmek varken, geriye doğru yürütmek biraz tuhaftır. Bu yolla yığıtın izini sürmeniz gerekmez.

G Diyagramı bundan bile daha şaşırtıcı olan bazı özelliklere sahiptir. Bütün yapısı, aşağıdaki gibi, tek bir yinelgen tanımlama içinde kodlanabilir:

$$\begin{aligned} G(n) &= n - G(G(n-1)) \quad n > 0 \text{ için} \\ G(0) &= 0 \end{aligned}$$

Bu $G(n)$ fonksiyonu ağaç-yapısı içinde nasıl kodlanabilir? Gayet basit, n'nin bütün değerleri için, $G(n)$'yi n'nin altına yerleştirerek bir ağaç kurarsanız G Diyagramını yeniden yaratırsınız. Aslında ben G Diyagramını başta bu yolla keşfettim. G *fonksiyonunu* inceliyordum, değerlerini çabucak hesaplamaya çalışıyorken, önceden bildiğim değerleri bir ağaçta göstermeyi tasarladım. Ağaç bu son derece sıralı yinelgen geometrik betimlemeyi ortaya çıkararak beni şaşırttı.

Daha harika olan eğer G'den bir fazla içiçelikle tanımlanan bir $H(n)$ fonksiyonu–

$$\begin{aligned} H(n) &= n - H(H(H(n-1))) \qquad n > 0 \text{ için} \\ H(0) &= 0 \end{aligned}$$

–için bir ağaç yaparsanız, o zaman bağlaşık "H Diyagramı" Şekil 29c'de gösterildiği gibi örtük olarak tanımlanır. Sağ taraftaki gövde bir fazla düğüm içerir, tek fark da budur. H Diyagramı'nın ilk yinelgen açılımı Şekil 29d'de gösterilmiştir. Ve her içiçelik derecesi için böyle devam eder. Yinelgen geometrik yapılarda, yinelgen cebir tanımlarına tam olarak tekabül eden çok güzel bir düzenlilik vardır.

Meraklı okur için bir problem: G Diyagramı'm bir aynadaymış gibi döndürdüğünüzü varsayın ve yeni ağacın düğümlerini etiketleyin, öyle ki bunlar soldan sağa doğru artsınlar. Bu "ters-ağaç" için yinelgen *bir cebirsel* tanım bulabilir misiniz? Ya H-ağacının "tersi" nasıl olur? Vb?

Bir diğer hoş problem yinelgen olarak birbirine dolanmış ve aşağıdaki şekilde tanımlanmış $F(n)$ ve $M(n)$ fonksiyon çiftiyle* –"evli" fonksiyonlar diyebilirsiniz– ilgilidir:

$$\left.\begin{aligned} F(n) &= n - M(F(n-1)) \\ M(n) &= n - F(M(n-1)) \end{aligned}\right\} \; n > 0 \text{ için}$$

$$F(0) = 1, \text{ ve } M(0) = 0.$$

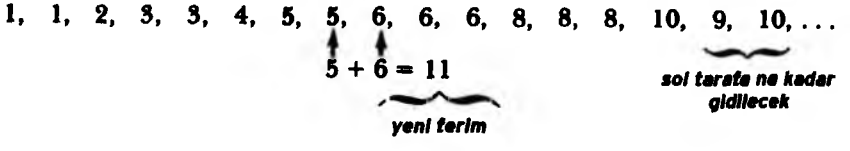
Bu iki fonksiyonun RTN'leri kendilerini olduğu kadar birbirlerini de çağırırlar. Problem basitçe F Diyagramı ve M Diyagramı'nın yinelgen yapılarını bulmaktır. Gayet şık ve yalındırlar.

Bir Kaotik Dizi

Sayılar kuramı içindeki yinelenmeye son bir örnek küçük bir gize yol açar. Aşağıda verilen bir fonksiyonun yinelgen tanımını ele alın:

$$Q(n) = Q(n - Q(n-1)) + Q(n - Q(n-2)) \quad n > 2 \text{ için}$$
$$Q(1) = Q(2) = 1.$$

Her bir yeni değerin, önceki iki değerin – ama *hemen önceki* iki değerin değil – toplamı olmasıyla Fibonacci tanımını anımsatır. Hemen önceki iki değer, yeni değer yaratmak için toplanması gereken sayıları elde etmek üzere *geriye doğru ne kadar sayılması* gerektiğini söylerler! Ilk 17 Q-sayısı aşağıdaki gibi dizilir:



Bir sonrakini elde etmek için (üç noktadan) sırasıyla 10 ve 9 terim sola gidin: Oklarla gösterilen bir 5 ve bir 6 bulacaksınız. Toplamları –11– yeni değeri verir: Q(18). Bu kendisini genişletmek için bilinen Q-sayıları listesinin kullanan

* "F," *Female*: "dişil" ve "M," *Male*: "eril" yerine durur –çn.

tuhaf bir süreçtir. Ortaya çıkan dizi, yumuşatılarak söylendiğinde bile, kararsızdır. İlerledikçe daha da anlamsızlaşır. Bu, doğal bir tanımlama gibi görünenin, son derece kafa karıştırıcı bir davranışa yol açtığı çok tuhaf durumlardan biridir: çok düzenli olarak üretilen kaos. Görünür kaosun ince bir düzenliliği gizleyip gizlemediğini doğal olarak merak eder insan. Elbette tanım gereği düzenlilik vardır, ama ilginç olan bu diziyi karakterize etmenin –başka bir yolu olup olmadığıdır– şans eseri yinelgen-olmayan bir yolu.

İki Çarpıcı Yinelgen Grafik

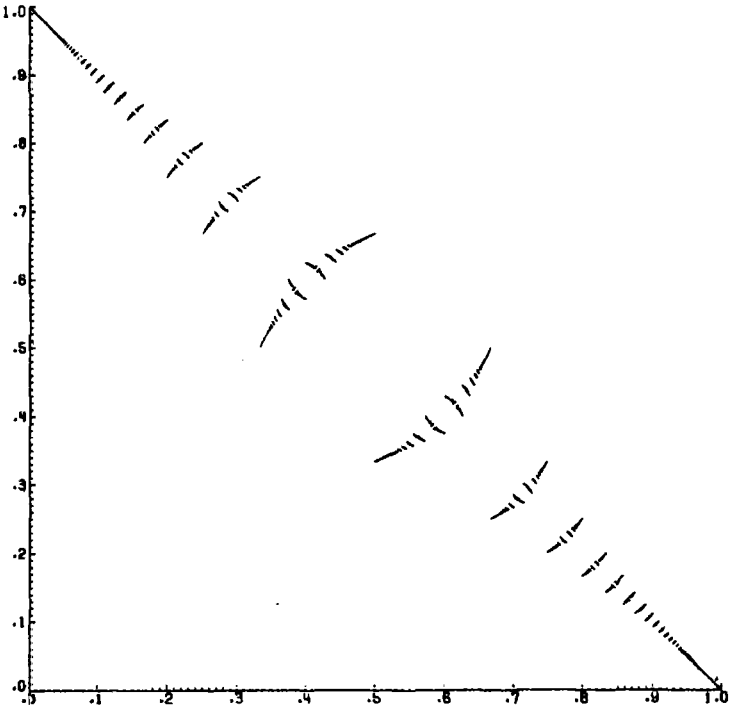
Matematikte yinelgenliğin mucizeleri sayısızdır ve benim bunların hepsini sunmak gibi bir amacım yok. Bununla birlikte kendi deneyimlerimden anılmaya değer bulduğum özellikle çarpıcı iki örnek var. İkisi de grafik. Bir tanesi sayı-kuramsal araştırmalar sırasında ortaya çıktı. Diğeriyse, katı hal fiziği alanındaki doktora çalışmalarım sırasında ortaya çıktı. Gerçekten etkileyici olan grafiklerin birbiriyle yakından bağıntılı olması.

İlki (Şekil 32) benim INT(x) dediğim bir fonksiyonun grafiği. Burada grafik 0 ve 1 arasındaki x için çizilmiştir. Herhangi bir diğer n ve $n + 1$ tamsayı çifti arasındaki x için yalnızca INT($x - n$)'yi bulur ve n'yi yeniden eklersiniz. Çizimin yapısı, gördüğünüz gibi, oldukça atlamalıdır. Köşelere doğru giderek küçülen ve –doğal olarak gittikçe daha az eğik olan– sonsuz sayıda eğik parçayı içerir. Bu parçalardan her birine yakından bakarsanız onun aslında tüm grafiğin bir kopyası olduğunu görürsünüz; yalnızca eğik halde!

İçerimleri çılgıncadır. Bunlardan biri, INT grafiğinin, sonsuzca derin olarak içiçe koyulmuş kendi kopyalarından başka bir şey içermediğidir. Grafiğin bir parçasını aldığınızda, ne kadar küçük olursa olsun, bütün grafiğin tam bir kopyasını tutuyor olursunuz – aslında onun sonsuz sayıdaki kopyalarını!

INT'nin kendi kopyalarından başka bir şey içermediği olgusu, varolamayacak kadar çok kısa ömürlü olduğunu düşündürebilir. Tanımı fazlasıyla döngüsel görünür.

Nasıl başarılı bir çıkış yapılabilir? Bu çok ilginç bir konudur. Görmeyen birine INT'yi betimlerken dikkat edilmesi gereken ana konu, yalnızca "kendi kopyalarını içerir" demenin yeterli olmayacağıdır. Öykünün diğer yarısı –yinelgen olmayan yarısı– grafiğin tamamına göre bu kopyaların karenin içinde *nerede* olduklarını ve *nasıl* biçim bozulmasına uğradıklarını söyler. Yalnızca INT'nin bu iki yönünün bir bileşimi INT'nin yapısını belirler. Bu, iki satıra gerek duyulan Fibonacci sayılarının tanımlanmasıyla aynıdır – biri *yinelen-*



Şekil 32. INT(x) fonksiyonunun grafiği. Her rasyonel x değerinde atlamalı bir süreksizlik vardır.

meyi tanımlamak için ve diğeri *dibi* tanımlamak için (yani başlangıç değerleri). Daha somut olmak gerekirse, dip değerlerinden birini 3 yerine 1 yaparsanız, Lucas dizisi olarak bilinen tamamıyla farklı bir dizi üretirsiniz:

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, ...

29 + 47 = 76

dip

Fibonacci sayılarınkiyle aynı yinelgen kural

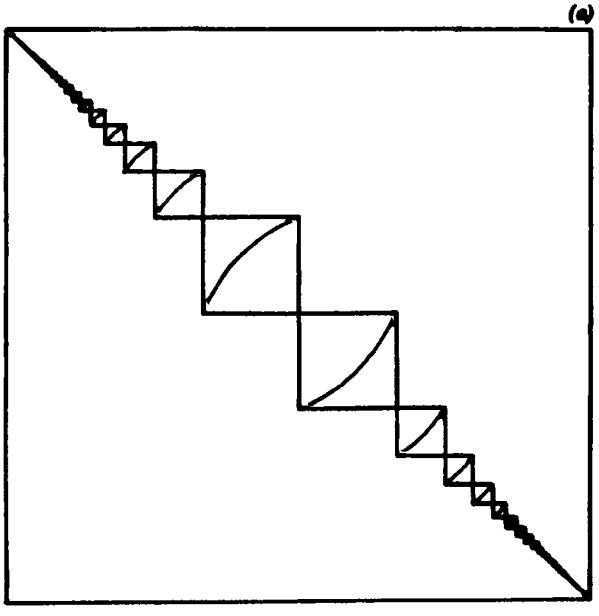
INT'nin tanımında *dibe* karşılık gelen şey birçok kutudan oluşmuş kopyaların *nereye* gittiklerini ve *nasıl* çarpıldıklarını gösteren bir resimdir (Şekil 33a). Ben buna INT'nin "iskeleti" diyorum. Kendi iskeletinden INT kurmak için şunları yaparsınız. Ilk olarak, iskeletin her bir kutusu için iki işlem yapın: (1) içindeki eğri çizgiyi rehber olarak kullanarak iskeletin küçük, eğri bir kopyasını kutunun içine koyun; (2) içeren kutuyu ve eğri çizgisini silin. Orijinal iskeletin her bir kutusu için bunu yaptığınızda, tek büyük iskelet yerine birçok "bebek" iskeletiniz olur. Sonra bütün bebek iskeletlerle işlemi bir dü-

zey aşağıda yineleyin. Tekrar, tekrar, tekrar... Oraya asla erişemeseniz de limitte yaklaştığınız şey, INT'nin tam bir grafiğidir. İskeleti tekrar tekrar kendi içine koyarak giderek INT'nin grafiğini "hiçlikten" inşa edersiniz. Ama gerçekte "hiçlik" hiçlik değildi – bir resimdi.

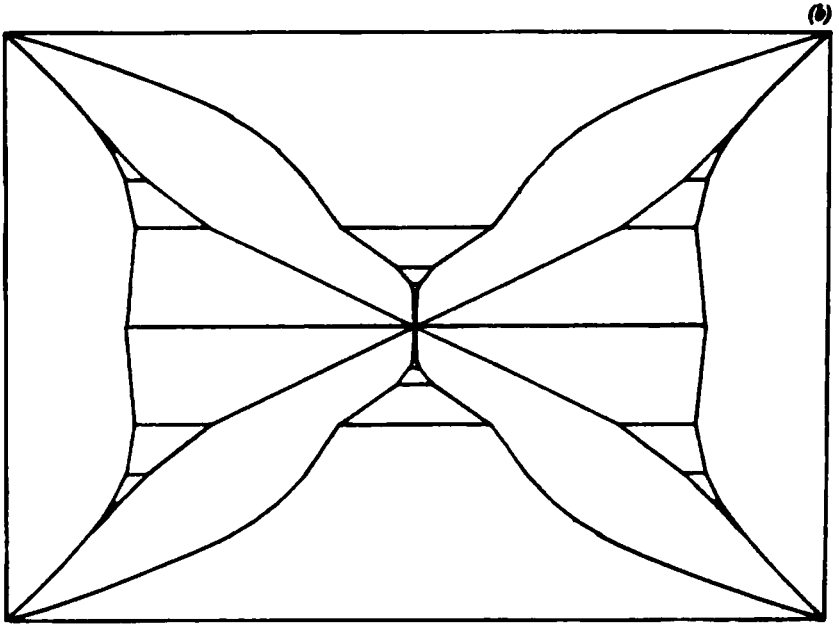
Bunu daha da canlı olarak görmek için, INT'nin tanımının yinelgen parçasını koruduğunuzu, ama ilk resmi, iskeleti, değiştirdiğinizi düşünün. Şekil 33b'de, dört köşeye doğru çekildikçe küçüldükçe küçülen kutularla yine bir iskelet değişkesi gösterilmiştir. Bu ikinci iskeleti tekrar tekrar kendi içine koyarsanız, benim *Gçizisi* dediğim doktora tezimin anahtar grafiğini yaratırsınız (Şekil 34). (Aslında her kopyanın bazı karmaşık çarpılmalara uğraması da gerekir – ama temel fikir içiçeliktir.) Bu nedenle Gçizisi INT-ailesinin bir üyesidir. Uzak bir akrabadır, çünkü iskeleti INT'ninkinden –çok daha karmaşık ve– oldukça farklıdır. Yine de tanımın yinelgen parçası özdeştir ve içinde aile bağım taşır.

Bu güzel grafiklerin kökeni konusunda sizi daha fazla karanlıkta bırakmayacağım. INT –"interchange," yani "değiş tokuş" yerine durur– sürekli kesirlerle ilişkili olan "Eta-dizileri"ni içeren bir problemden gelir. INT'nin ardındaki temel fikir, belli türdeki sürekli kesirlerde artı ve eksi işaretlerinin değiş tokuşudur. Bir vargı olarak, $\mathrm{INT}(\mathrm{INT}(x)) = x$. INT eğer x rasyonelse $\mathrm{INT}(x)$ de öyledir; eğer x ikinci derecedense, $\mathrm{INT}(x)$ de öyledir, özelliğine sahiptir. Bu yönsemenin daha yüksek cebir derecelerinde devam edip etmeyeceğini bilmiyorum. INT'nin bir diğer hoş özelliği, x'in bütün rasyonel değerlerinde atlamalı süreksizliğe sahip olması, ama x'in bütün irrasyonel değerlerinde sürekli oluşudur.

Gçizisi, "Manyetik bir alan içindeki bir kristal içindeki elektronların izinli enerjileri nelerdir?" sorusunun son derece idealize edilmiş bir versiyonundan gelir. Bu problem ilginçtir, çünkü iki çok basit ve temel fiziksel durum arasında bir kesişmedir: kusursuz bir kristal içindeki bir elektron ve homojen bir manyetik alan içindeki bir elektron. Bu iki basit problemin ikisi de iyice anlaşılmıştır ve karakteristik çözümleri hemen hemen birbirleriyle bağdaşmaz görünmektedir. Bu yüzden doğanın bu ikisini uyumlamayı nasıl başardığını görmek oldukça ilginçtir. Manyetik alansız kristal durumu ve kristalsiz manyetik alan durumu ortak bir özelliğe sahiptirler: ikisinde de, elektron zaman içinde periyodik olarak davranır. İki durum birleştirildiğinde, onların iki zaman periyodunun oranının anahtar parametre olduğu ortaya çıkar. Gerçekten bu oran izinli elektron enerjilerinin dağılımıyla ilgili bütün bilgiyi sağlar – ama sırrını yalnızca sürekli bir kesir içine açındırıldığında ortaya çıkarır.



Şekil 33. (a) INT'nin kendisinden yinelgen yer değiştirmelerle kurulabildiği iskelet.
(b) Gçizisinin kendisinden yinelgen yer değiştirmelerle kurulabildiği iskelet.



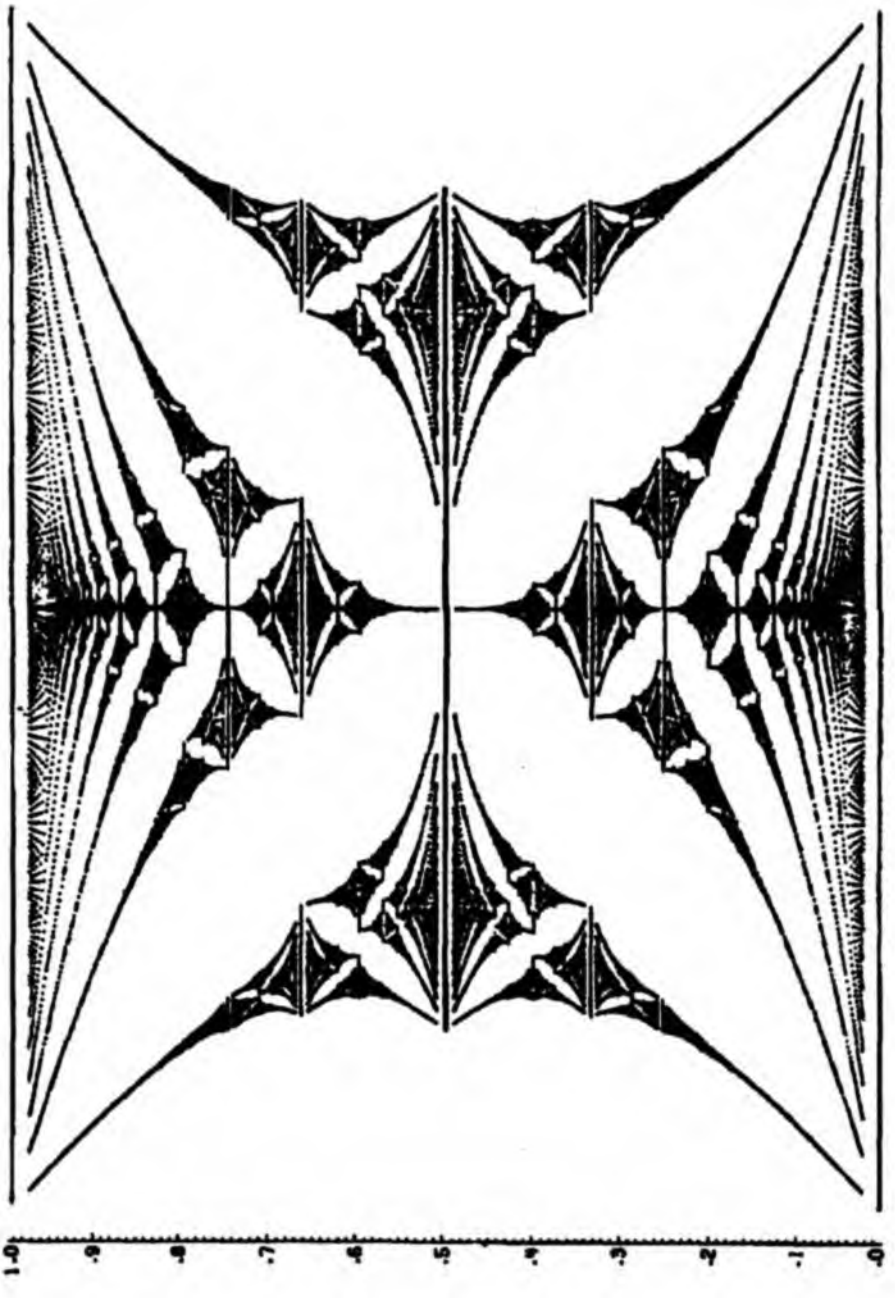
Gçizisi bu dağılımı gösterir. Yatay eksen enerjiyi, düşey eksense, yukarda sözü edilen zaman periyodları oranını, bunlara "α" diyebiliriz, gösterir. Dipte α sıfırdır ve tepede α bir birimdir. α sıfır olduğu zaman hiçbir magnetik alan yoktur. Gçizisini oluşturan çizgi parçalarının her biri bir "enerji bandı"dır – yani izinli enerji değerlerini temsil eder. Gçizisini farklı büyüklüklerde geçen boş alanlar yasak enerji bölgeleridir. Gçizisinin en şaşırtıcı özelliklerinden biri, α rasyonel olduğu zaman (diyelim ki en alt terim p/q), tam olarak böylesi q bant olmasıdır (ama q çift olduğunda, ikisi ortada "öpüşürler"). Ve α irrasyonel olduğu zaman bantlar noktalara doğru büzüşürler; bu noktalardan "Cantor kümesi" denilen şey –topolojide ortaya çıkan bir başka yinelgeli olarak tanımlanmış nesne– içinde çok seyrek olarak dağılmış halde sonsuz sayıda vardır.

Böyle karışık bir yapı deneysel olarak gösterilebilir mi, diye merak edebilirsiniz. Açıkçası, Gçizisi bir deneyde ortaya çıkarılsa buna en fazla şaşacak kişi ben olurdum. Gçizisinin fizikselliği, bu türün daha az idealize edilmiş problemlerinin uygun matematiksel ele alınışını, göstermesi olgusunda yatar. Başka bir deyişle Gçizisi tamamen kuramsal fiziğe bir katkıdır, deneyselcilerin neyi görmeyi umacaklarına ilişkin bir ima değil! Bilinemezci olan bir arkadaşım, bir keresinde Gçizisinin sonsuz sayıda sonsuzluklarından çarpılarak ona "Tanrı'nın resmi" dedi; bence bu hiç de günahkârlık sayılmaz.

Maddenin En Alt Düzeyinde Yinelenme

Dillerin gramerlerindeki yinelenmeyi gördük, sürekli yukarı doğru büyüyen yinelgen geometrik ağaçları gördük, yinelenmenin katı haller fiziği kuramına girme yollarından birini gördük. İmdi, bütün dünyanın yinelenmeyle inşa edildiği bir başka yol göreceğiz. Bu temel parçacıkların yapısıyla uğraşmayı gerektirir: elektronlar, protonlar, nötronlar ve elektro manyetik radyasyonun "foton" denilen küçük nicemi. Bu parçacıkların –bir anlamda yalnızca görecelikçi kuantum mekaniği içinde kesin olarak tanımlanabilen bu parçacıkların– yinelgen olarak, belki de hatta bir "gramer" tarafından betimlenebilecek şekilde birbirinin içinde yuvalandığını göreceğiz.

Eğer parçacıklar birbirleriyle etkileşmeseydi, her şey inanılmaz ölçüde basit olurdu, gözlemiyle başlıyoruz. Böyle bir dünya fizikçilerin hoşuna giderdi, çünkü o zaman bütün parçacıkların davranışını kolayca hesaplayabilirlerdi (elbette böyle bir dünyada fizikçiler olursa, çünkü bu kuşkulu bir önermedir). Etkileşimsiz parçacıklara *çıplak parçacıklar* denir ve bunlar tamamıyla hipotetik yaratılardır; varolmazlar.



Şekil 34. Gçizisi: manyetik bir alanda idealize edilmiş bir kristaldeki elektronlar için enerji bantlarını gösteren yinelgen bir grafik. Manyetik alan yeğinliğini temsil eden α düşey olarak 0'dan 1'e doğru devam eder. Enerji yatay olarak gider. Yatay çizgi parçaları izinli elektron enerjisi bantlarıdır.

İmdi etkileşimleri "açtığınızda," o zaman parçacıklar, F ve M fonksiyonlarının ya da evli insanların birbirine dolaştığı şekilde birbirlerine dolanırlar. Bu gerçek parçacıkların yeniden-normalleştirildiği söylenir – çirkin, ama ilgi çekici bir terim. Burada olan şey, hiçbir parçacığın bütün diğer parçacıklara başvurmadan tanımlanamayacağıdır, bu diğer parçacıkların tanımı da ilk parçacıklara bağlıdır vb. Sürekli bir dönme, hiç-sonlanmayan bir döngü.

Şimdi biraz daha somut olalım. Kendimizi yalnızca iki tür parçacıkla sınırlayalım: *elektronlar* ve *fotonlar*. Elektronun karşıt-parçacığını da eklemeliyiz: pozitron. (Fotonlar kendilerinin karşıt-parçacıklarıdır.) Benim *Üç Sesli Envansiyon*'umda Zenon'un yaptığı gibi, bir çıplak elektronun A noktasından B noktasına yayılmayı dilediği sıkıcı bir dünya hayal edin. Bir fizikçi şunun gibi bir şekil çizerdi:



Bu çizgiye ve onun uç-noktalarına tekabül eden bir matematik ifade vardır ve bunu yazmak kolaydır. Bununla, bir fizikçi çıplak elektronun bu yörünge içindeki davranışını anlayabilir.

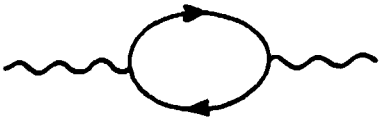
İmdi, aracılığıyla elektronlar ve fotonların etkileştikleri elektromanyetik etkileşimi "açalım." Sahnede hiç foton olmamasına karşın, bu basit yörünge için bile oldukça derin sonuçlar ortaya çıkacaktır. Özellikle elektronumuz şimdi *sanal fotonlar* -görünebilmelerinden önce bir görünüp bir kaybolan fotonlar– yayma ve bunları tekrar soğurma kapasitesine sahiptir. Böyle bir süreci gösterelim:



Şimdi elektronumuz yayılırken birbiri ardına fotonlar salabilir ve yeniden soğurabilir ya da aşağıda gösterildiği gibi onları içiçe koyabilir:

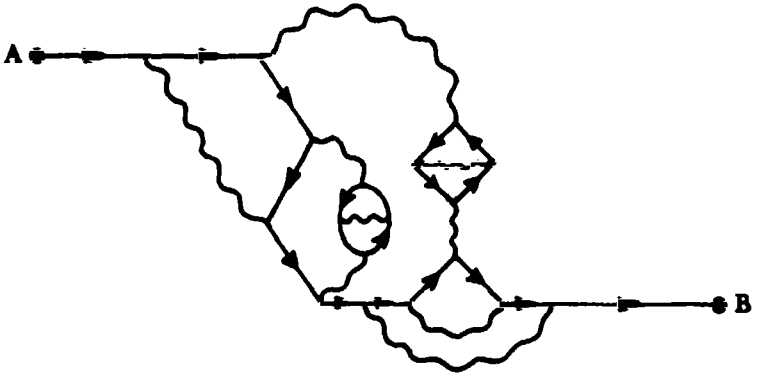


Bu diyagramlara karşılık gelen matematiksel ifadeleri – bunlara "Feynman diyagramları" denir – yazmak kolaydır, ama hesaplanmaları çıplak elektronlarınkinden daha zordur. Ancak konuyu gerçekten karmaşıklaştıran (gerçek ya da sanal) bir fotonun kısa bir an için bir elektron-pozitron çiftine bozunabilmesidir. Sonra bu ikisi birbirlerini yok ederler ve sanki sihirle, orijinal foton yeniden görünür. Bu tür bir süreç aşağıda gösterilmiştir:



Pozitronun oku sol tarafı gösterirken, elektronun oku sağı gösterir.

Tahmin edebileceğiniz gibi, bu sanal süreçler, keyfi derinliğe kadar, birbirinin içinde yuvalanabilir. Bu da, Şekil 35'de olduğu gibi çok karmaşık görünen çizimlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu Feynman diyagramında, sol taraftan, A'dan, bir tek elektron girer, bazı şaşırtıcı akrobatik hareketler yapar ve sonra bir tek elektron sağ tarafta, B'de ortaya çıkar. Dışarıdan bakan ve iç karışıklığı göremeyen birine, bir elektron A'dan B'ye sakince hareket etmiş gibi görünür. Diyagramda, elektronun çizgilerinin nasıl da keyfi olarak ilginçleştiğini görebilirsiniz ve foton çizgileri de aynı keyfi ilginç bezenişleri gösterir. Bu diyagramın hesaplanması korkunç derecede zor olurdu.



Şekil 35. Yeniden-normalleştirilmiş bir elektronun A'dan B'ye yayılımını gösteren bir Feynman diyagramı. Bu diyagramda, zaman sağa doğru artar. Dolayısıyla elektron okunun sol tarafı işaret ettiği bölümlerde "zamanda geriye doğru" hareket ediyor. Bunu daha sezgisel olarak söylemenin yolu, bir karşıtelektronun (pozitron) zamanda ileriye doğru hareket ediyor olduğudur. Fotonlar kendi kendilerinin karşıtparçacıklarıdır; bu yüzden onların çizgilerinin oklara gereksinimi yoktur.

Bu diyagramların, doğada yalnızca belirli resimlerin gerçekleştirilmesine izin veren bir tür "grameri" vardır. Örneğin aşağıda gösterilen olanaksızdır:



Bunun "düzgün" bir Feynman diyagramı olmadığını söyleyebilirsiniz. Gramer, enerjinin korunumu, elektriksel yükün korunumu gibi, temel fizik yasalarının bir sonucudur. Ve insan dillerinin grameri gibi, bu gramer de yinelgen bir yapıya sahiptir, yapıların birbirleri içinde derince yuvalanmalarına izin verir. Elektromanyetik etkileşimlerin "grameri"ni tanımlayan yinelgen bir geçiş ağları kümesi düzenlemek olanaklı olabilir.

Çıplak elektronlar ve çıplak fotonların bu keyfi olarak dolanmış yollardan etkileşmesine izin verildiğinde, sonuç *yeniden-normalleştirilmiş* elektronlar ve fotonlardır. Dolayısıyla fizikçi gerçek, fiziksel bir elektronun A'dan B'ye yayılımını anlamak için, sanal parçacıkları içeren sonsuz sayıda farklı olanaklı çizimin tümünün bir ortalamasını alabilmelidir. Bu tam da Zenon'un öcüdür!

Dolayısıyla öne çıkan nokta şudur. Fiziksel bir parçacık –bir yeniden normalleştirilmiş parçacık– (1) çıplak bir parçacık ve (2) yinelgen bir karmaşıklık içinde içinden çıkılmaz biçimde birbirine sarmalanmış, dev bir sanal parçacıklar dolanımını içerir. Öyleyse her gerçek parçacığın varlığı, yayılırken etrafını saran sanal bir "bulut" içinde kapsanan sonsuz sayıda başka parçacıkların varlığını gerektirir. Ve bulut içindeki sanal parçacıkların her biri elbette kendi sanal bulutunu beraberinde sürükler ve bu böylece sonsuza kadar sürer.

Parçacık fizikçileri bu karmaşıklığı başedilemeyecek kadar güç bulurlar ve elektronlar ve fotonların davranışını anlamak için oldukça basit Feynman diyagramları dışındaki her şeyi yoksanabilir sayan yaklaşıklıklar kullanırlar. Neyse ki bir diyagram karmaşıklaştıkça, yaptığı katkının önemi de azalmaktadır. Tam olarak yeniden normalleştirilmiş bir fiziksel elektronun davranışının ifadesini elde etmek için, sonsuz sayıda olanaklı diyagramın hepsini özetlemenin bilinen bir yolu yoktur. Ama belirli süreçler için en basit yüz diyagramı kabaca irdeleyerek, fizikçiler bir değeri (Müon'un g-katsayısı denilen) dokuz basamağına kadar doğru olarak kestirebildiler!

Yeniden normalleşme yalnızca elektronlar ve fotonlarda olmaz. Herhangi bir tipteki parçacıklar ne zaman birlikte etkileşseler, fizikçiler görüngüyü anlamak için yeniden normalleşme fikrini kullanırlar. Dolayısıyla protonlar ve nötrinolar, pi-mezonlar, kuarklar –çekirdek altı hayvanat bahçesinin bütün hayvanları– bütün bunlar fizik kuramları içinde çıplak ve yeniden normalleştirilmiş çeşitlemelere sahiptir. Ve bu milyarlarca kabarcık içindeki kabarcıktan dünyanın bütün hayvanları ve değersiz mücevherleri meydana gelir.

Kopyalar ve Aynılık

Şimdi Gçizisini bir daha ele alalım. Giriş'te kanonların farklı çeşitleri olduğundan söz ettiğimizi anımsayacaksınız. Her kanon türü orijinal bir temayı alıp onu bir eşbiçimlilik ya da bilgiyi-koruyan dönüşüm yoluyla kopyalama tarzını kullanıyordu. Bazen kopyalar baş aşağı, bazen ters, bazen de büzülmüş ya da genleşmiş oluyordu... Gçizisinde bütün bu türden dönüşümlere ve daha fazlasına sahibiz. Tam Gçizisi ve kendi içindeki kendi "kopyalar"ı arasındaki haritalamalar boyut değişmelerini, çarpılmalarını, yansımaları ve daha fazlasını içerir. Ve yine de geriye, gözün özellikle INT'yle alıştırma yaptıktan sonra biraz çabayla görebileceği bir tür iskelet kimlik kalır.

Escher bir nesnenin parçalarının nesnenin kendisinin kopyaları olması fikrini ele almış ve bunun resmini yapmıştır: ağaçbaskı *Balıklar ve Pullar* (Şekil 36). Elbette bu balıklar ve pullar ancak yeterince soyut bir düzlemde görüldüklerinde aynıdırlar. Herkes balığın pullarının gerçekte balığın küçük bir



Şekil 36. *Balıklar ve Pullar*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 1959).

kopyası olmadığını bilir; ve bir balığın hücreleri de balığın küçük kopyaları değildir, bununla birlikte bir balığın her bir ve her balık hücresinde bulunan DNA'sı bütün balığın çok dolambaçlı bir "kopya"sıdır – böylece Escher'in resminde bir hakikat kırıntısından daha fazlası vardır.

Bütün kelebeklerde "aynı" olan nedir? Bir kelebekten diğerine haritalama hücreyi hücre üzerine haritalamaz; daha çok, işlevsel parçayı işlevsel parça üzerine haritalar ve bu kısmen makroskopik, kısmen de mikroskopik ölçekte olabilir. Parçaların tam oranları korunmamıştır; yalnızca parçalar arasındaki işlevsel ilişkiler korunmuştur. Escher'in ağaç oyma *Kelebekler*'indeki (Şekil 37) bütün kelebekleri birbirine bağlayan, bu tür bir eşbiçimliliktir. Aynısı Gçizisinin hepsi birbirine, işlevsel parçayı işlevsel parça üzerine gönderen, ama tam çizgi oranlarını, açıları ve benzerlerini bütünüyle yoksayan matematiksel haritalamalarla bağlanan daha soyut kelebekleri için de geçerlidir.



Şekil 37. *Kelebekler*, M. C. Escher (ağaçoyma, 1950).

Bu aynılık araştırmasını soyutlamanın daha yüksek bir düzlemine taşıyarak, şu soruyu sorabildik, "Bütün Escher resimlerinde aynı olan nedir?" Hepsini parça parça birbirinin üzerine haritalamaya kalkışmak oldukça tuhaf olurdu. Şaşırtıcı olan bir Escher çiziminin veya bir Bach parçasının küçücük bir kesitinin bile buna ilişkin bir ipucu vermemesidir. Tıpkı bir balığın DNA'smın balığın her küçücük parçasının içinde içerilmesi gibi, yaratıcının "imza"sı da eserlerinin her küçücük kesitinin içinde içerilir. Buna –belirsiz ve kolay yakalanamayan bir sözcük olan– "biçem"den başka ne denilebilir ki?

"Farklılık içinde aymlık"la yüzleşmeye devam ediyoruz ve işte soru,

İki şey ne zaman aynıdır?

Bu soru kitapta tekrar tekrar yinelenecek. Buna her açıdan yaklaşacağız ve sonunda bu basit sorunun zekânın doğasıyla ne kadar derinden bağlantılı olduğunu göreceğiz.

Bu konunun yinelenme üzerine olan bölümde ortaya çıkması rastlantı değildir, çünkü yinelenme "farklıhk-içinde-aynılık"ın merkezi bir rol oynadığı bir alandır. Yinelenme, birkaç farklı düzeyde bir anda "aynı" şeyin olmasına dayanır. Ancak farklı düzeylerdeki olaylar tam olarak aynı *değildir* – birçok bakımdan farklı olmalarına karşın içlerinde bazı değişmez yönler buluruz. Örneğin *Küçük Armonik Labirent*'te, farklı düzeylerdeki bütün öyküler birbirleriyle tamamen ilişkisizdir – "aynılık"ları yalnızca iki olguya dayanır: (1) öyküdürler ve (2) Tosbağa ve Akhilleus'u içerirler. Bunlar dışında, birbirlerinden kökten farklıdırlar.

Programlama ve Yinelenme: Modülerlik, Döngüler, Yordamlar

Bilgisayar programlamada gerekli olan ustalıklardan biri, iki işlemin ne zaman bu genişletilmiş anlamıyla aynı olduğunu algılamaktır, çünkü bu *modülarizasyona* yol açar – bir görevin doğal altgörevlere parçalanmasına. Örneğin bir dizi birçok benzer işlemin birbiri ardısıra yürütülmesi istenebilir. Hepsini yazmak yerine, bilgisayara sabit bir işlemler kümesini gerçekleştirmesini ve sonra geri dönüp onları belirli bir koşul sağlanana dek tekrar tekrar yapmasını söyleyen bir döngü yazılabilir. Döngü *gövdesinin* –yinelenecek sabit komutlar kümesi– aslında tam olarak sabitlenmesi gerekmez. Öngörülebilir bir şekilde değişebilir.

Buna bir örnek, bir N doğal sayısının asallığına yönelik en basit denetle-

medir; bu sınamada N'yi 2'ye bölmeye çalışarak başlar, sonra $N - 1$'e kadar, 3'e, 4'e, 5'e, vb'ye bölmeye çalışırsınız. Eğer N bütün bu sınamalar boyunca bölünmeden kalırsa asaldır. Döngüdeki her adımın diğer adımın benzeri olmasına karşın aynısı olmadığına dikkat edin. Adımların sayısının N'yle değiştiklerine de dikkat edin– bu nedenle sabit uzunluktaki bir döngü asallık için genel bir denetleme olarak işleyemez. Döngüyü "yarıda durdurmak" için iki ölçüt vardır: (1) Eğer bir sayı N'i tam olarak bölerse, "HAYIR" yanıtıyla çık; (2) Eğer sınama böleni olarak $N - 1$'e ulaşılırsa ve N sınamayı geçerse, "EVET" yanıtıyla çık.

Öyleyse döngülere dair genel fikir şudur: bir seri bağlantılı adımı tekrar tekrar gerçekleştir ve özgül koşullar karşılandığında işlemi durdur. Bazen bir döngü içindeki azami adım sayısı önceden bilinir; bazense yalnızca başlarsınız ve durana kadar beklersiniz. İkinci tür döngü –ben buna *bağsız/serbest* döngü diyorum– tehlikelidir, çünkü bunlarda yarıda durdurma ölçütü hiç olmayabileceğinden, bunlar bilgisayarı bir "sonsuz döngü" içinde bırakabilirler. Bağlı/sınırlı döngüler ile bağsız/serbest döngüler arasındaki bu ayrım, tüm bilgisayar biliminin en önemli kavramlarından biridir; biz de bu konuya bir tam bölüm ayıracağız: BlooP ve FlooP ve GlooP.

Şimdi döngüler birbirinin içinde yuvalandırılabilirler. Örneğin 1 ve 5000 arasındaki bütün sayıların asallıklarını denetlemek istediğimizi varsayın. $N =$ 1'le başlayıp ve $N = 5000$'le sonlanmak üzere, tekrar tekrar yukarıda betimlenen sınamayı kullanan ikinci bir döngü yazabiliriz. Böylece programımız bir "luping" yapısına sahip olacaktır. Böylesi program yapıları tipiktir – aslında iyi programlama stili sayılırlar. Bu tür içiçe döngü sıradan eşyaların montaj yönergelerinde de görülür ve ayrıca örgü ya da tığ işlerinde de – bunlarda küçük döngüler (ilmekler), daha büyük döngüler içinde yinelenir ve bu yinelenerek sürer. Bir alt düzey döngü bir çift dikişten daha fazla bir şey ortaya çıkarmazken, üst düzey bir döngü bir giysinin en önemli parçası olabilir.

Müzikte de içiçe döngüler sıkça ortaya çıkar – bir gamın (küçük bir döngü), belki her yeni seferde perde değiştirilerek aralıksız birkaç sefer çalınmasında olduğu gibi. Örneğin Prokofiev'in beşinci piyano konçertosu ve Rahmaninoff'un ikinci senfonisinin son hareketleri, farklı enstrüman grupları tarafından eşanlı olarak çalınan hızlı, orta, yavaş gam döngülerinin yer aldığı etkili uzun pasajlar içerirler. Prokofiev-gamları yukarı, Rahmaninoff-gamları aşağı gider. Seçiminizi yapın.

Döngüden daha genel bir kavram, bizim daha önce bir parça üzerinde durduğumuz *altyordam* ya da *yordamdır*. Buradaki temel fikir, bir işlemler

grubunun bir araya toplanması ve bir adı olan tek bir birim olarak ele alınmasıdır – SÜSLÜ AD yordamı gibi. RTN'lerde gördüğümüz gibi, yordamlar birbirlerini adlarıyla çağırabilirler ve böylece yürütülecek işlemlerin sıralarını çok özlü bir şekilde ifade edebilirler. Bu programlamadaki modülerliğin özüdür. Modülerlik hi-fi-sistemlerinde, mobilyalarda, canlı hücrelerde, insan toplumlarında – hiyerarşik organizasyonun olduğu her yerde vardır.

Sık sık, bağlama göre, değişken olarak işlemde bulunacak bir yordam isteriz. Böylesi bir yordamın ya bellekte saklanmış olanı çıkarma ve işlemlerini ona göre seçmesi sağlanabilir ya da o hangi işlemleri seçeceğine kılavuzluk eden bir parametreler listesiyle belirtik olarak beslenebilir. Bazen bu yöntemlerin ikisi de kullanılır. RTN terminolojisinde, yerine getirilecek işlemler dizisinin seçilmesi *hangi yolun izleneceğinin seçilmesine* eştir. İçindeki yolların seçimini denetleyen parametreler ve koşullarla güçlendirilmiş bir RTN'ye *Artırılmış Geçiş Ağı* (ATN)* denir. ATN'leri RTN'lere yeğleyebileceğiniz bir yer, bir ATN'ler kümesi içinde temsil edilen bir gramere göre ham sözcüklerden –anlamsız olanlardan ayırt edilmiş– anlamlı İngilizce tümceler üretme durumudur. Parametreler ve koşullar size çeşitli semantik kısıtlar ekleme fırsatı verir, böylece "a thankless brunch" gibi rastgele yan yana getirmeler yasaklanabilir. Ancak bu konuyu daha geniş olarak XVIII. Bölümde göreceğiz.

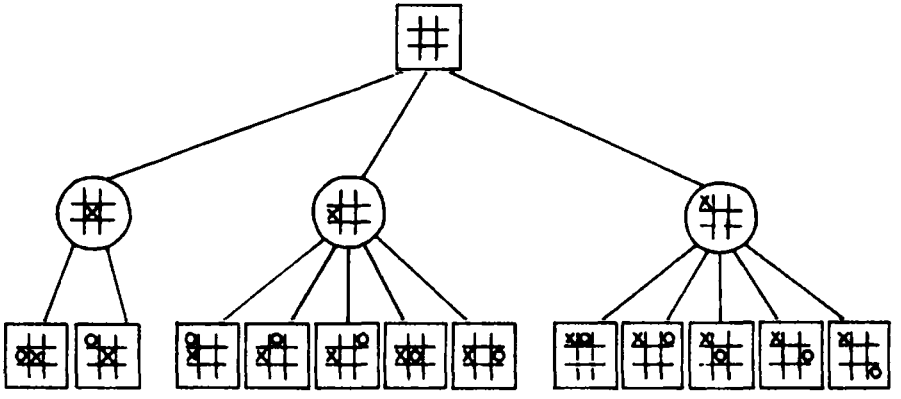
Satranç Programlarında Yinelenme

Parametreli yinelgen bir yordamın klasik örneği satrançta "en iyi" hamlenin seçilmesidir. En iyi hamle hasmınızı en güç durumda bırakacak gibi görünen hamledir. Bu nedenle bir hamlenin iyiliğini denetleyen sınama basitçe şudur: Hamleyi yapmış gibi yapın ve şimdi hasmınızın bakış açısından tahtayı değerlendirin. Ama hasmınız durumu nasıl değerlendirir? *Kendi* en iyi hamlesini arar. Yani zihinsel olarak bütün mümkün hamleleri dener ve bunları sizin bakış açınız olarak düşündüğü açıdan, size kötü görünmelerini dileyerek değerlendirir. Ancak şimdi, basitçe bir taraf için en iyi olanın diğer taraf için en kötü olduğu kuralını kullanarak, yinelgeli olarak "en iyi" hamleyi tanımladığımıza dikkat edin. En iyi hamleyi arayan yinelgen yordam, bir hamle deneyerek ve sonra hasmının rolünde kendi kendini çağırarak çalışır! Böylece bir başka hamle dener ve hasmın hasmı rolünde kendini –yani kendisini– çağırır.

---

* Augmented Transition Network –çn.

Bu yinelenme birkaç düzey derine inebilir – ama bir yerlerde dibe vurmalıdır! İleriye *bakmaksızın* bir tahtadaki durumu nasıl değerlendirirsiniz? Bu amaç için birkaç kullanışlı ölçüt vardır, basitçe her bir taraftaki taş sayıları, tehdit altındaki taşların sayıları ve tipleri, merkezin denetimi vb gibi. Dipte bu tür değerlendirmeyi kullanarak, yinelgen hamle üreticisi yukarı doğru çıkabilir ve her bir farklı hamlenin en üst düzeyde değerlendirimini verebilir. Kendini-çağırma içindeki parametrelerinden biri o zaman kaç hamle ileri bakılması gerektiğini söylemelidir. Yordam üzerindeki en dış çağrı, bu parametre için dışsal olarak hazırlanmış bir değer kullanacaktır. Bundan sonra yordamın yinelgen olarak kendini çağırdığı her defasında bu ileri-bakma parametresini 1 azaltmalıdır. Bu biçimde parametre 0'a ulaştığında yordam almaşık yolu izleyecektir – yinelgen olmayan değerlendirme.



Şekil 38. Üç taş oyununun başlangıcında hamleler ve karşı hamlelerin dallara ayrılan ağacı.

Bu tür oyun programlarında, incelenen her hamle, hamlenin kendisi gövde, yanıtlar ana dallar, karşı-yanıtlar yan dallar olmak üzere, bir "ileriye-bakma ağacı" üretimine neden olur. Şekil 38'de, üç taş oyununun başlangıcını gösteren basit bir ileri-bakma ağacı şeması verdim. Bir ileriye-bakma ağacının her dalını baştan aşağı araştırmaktan nasıl kaçınılabileceğini görmek bir sanattır. Satranç ağaçlarında, insanlar –bilgisayarlar değil– bu sanatta usta görünüyorlar. Üst düzey oyuncuların satranç programlarıyla karşılaştırıldığında göreceli olarak daha az ileriye baktıkları bilinir – yine de insanlar daha iyidir! Bilgisayar satrancının ilk yıllarında, insanlar on yıla kalmadan bir bilgisayarın (ya da programın) dünya şampiyonu olacağı tahmininde bu-

lunuyorlardı. Ama on yıl geçtikten sonra bir bilgisayarın dünya şampiyonu olması için hâlâ bir on yıla ihtiyaç var gibi görünüyor... Bu da aşağıdaki yinelgen yasa için bir delil daha sayılır:

> *Hofstadter Yasası:* İşler her zaman umduğumuzdan daha uzun zaman alır, hatta Hofstadter Yasası'm hesaba kattığınızda bile.

Yinelenme ve Öngörülemezlik

İmdi, bu bölümdeki yinelgen işlemler ile önceki bölümdeki yinelgen kümeler arasındaki bağıntı nedir? Yanıt *yinelgeli sayılabilir küme* kavramını gerektirir. Bir küme için y.s. olmak, onun, bir başlangıç noktaları (ilksavlar) kümesinden, çıkarım kurallarının yinelenerek uygulanmasıyla, üretilebileceği anlamına gelir. Böylece küme her yeni öğenin önceki öğelerle, bir "matematiksel kar topu" oluşturacak şekilde birleşmesiyle gittikçe büyür. İşte bu yinelenmenin özüdür – bir şeyin belirtik olarak tanımlanmak yerine kendisinin daha yalın versiyonları uyarınca tanımlanması. Fibonacci sayıları ve Lucas sayıları yinelgeli sayılabilir kümelerin yetkin örnekleridir – yinelgen bir kuralla iki öğeden sonsuz kümelere doğru yuvarlanan kar topları yapmanın. Tümleri de y.s. olan bir y.s. kümesini "yinelgen" olarak adlandırmak sadece bir uylaşım sorunudur.

Yinelgen sayma, sabit kurallarla eski şeylerden yeni şeylerin ortaya çıkarılması işlemidir. Böylesi işlemlerde birçok sürprizle karşılaşılır – örneğin Q-dizisinin öngörülemezliği gibi. Bu tip yinelgeli tanımlanmış diziler bir tür içsel olarak artan davranış karmaşıklığına sahip gibi görünürler, bu yüzden ne kadar ilerlerseniz o kadar öngörülemez olurlar. Bu tür düşünce biraz daha ileriye götürülürse, uygun biçimde karmaşıklaştırılmış yinelgen dizgelerin, herhangi önceden belirlenmiş örüntüleri kıracak kadar güçlü olabileceğini gösterir. Ve bu zekânın tanımlayıcı özelliklerinden biri değil midir? Programları yalnızca kendilerini yinelgen olarak *çağırabilen* yordamlardan oluşmuş olarak ele almak yerine, neden gerçekten daha inceltilmiş ve kendilerini *modife edebilen* programlar –programlar üzerinde onları genişleterek, geliştirerek, genelleyerek, sabitleyerek etkide bulunabilen programlar– icat edilmesin? Zekânın kalbini oluşturan da olasılıkla bu tür "dolaşık yinelenme"dir.

Aralık Artırmayla Kanon

Akhilleus ve Tosbağa, kentin en iyi Çin lokantasında iki kişilik nefis Çin yemekleri ziyafetini henüz bitirmişlerdir.

Akhilleus: Yemek çubuğu kullanmakta üstüne yok Bay T.

Tosbağa: Aksi garip olurdu. Gençliğimden beri Doğu mutfağına düşkünüm. Ya sen – yemek hoşuna gitti mi Akhilleus?

Akhilleus: Hem de nasıl. Daha önce hiç Çin yemeği yememiştim. Bu yemek benim için olağanüstü bir tanışma oldu. Şimdi ne yapıyoruz, hemen kalkacak mısın yoksa biraz oturup sohbet edebilir miyiz?

Tosbağa: Çaylarımızı içerken sohbet etmek hoşuma gider. Garson!

(Garson gelir.)

Hesapla birlikte çay da alabilir miyiz lütfen?

(Garson hızla gözden kaybolur.)

Akhilleus: Çin mutfağı hakkında benden fazlasını biliyor olabilirsin Bay T, ama bahse girerim Japon şiiri hakkında ben seni geçerim. Hiç haiku okudun mu?

Tosbağa: Korkarım hayır. Haiku ne?

Akhilleus: Haiku Japonların on yedi heceli şiiri –ya da şiircik, mis kokulu bir gül yaprağının ya da hafif çisentide nilüferin bizde çağrışımlar uyandırma gücüne benzer çağrışımlar uyandıran bir şey. Genellikle *beş*, sonra *yedi* ve sonra yine *beş* heceden oluşur.

Tosbağa: Pek anlam olmaz onyedi heceli bir mini şiirde...

Akhilleus: Anlamın yeri hem okurun zihnidir hem haikudur.

Tosbağa: Hmm... Bu çağrışımlı bir ifade.

(Garson hesap, yeni çay servisi ve iki fal bisküvüsüyle gelir).

Teşekkürler, garson. Biraz daha çay alır mıydın Akhilleus?

Akhilleus: Lütfen. Bu küçük çörekler nefis görünüyor. *(Birini alır, ısırır ve çiğnemeye başlar.)* Hey! Bunun içindeki tuhaf şey de ne? Kâğıt mı?

Tosbağa: Bu senin falın Akhilleus. Çin lokantalarının çoğunda darbeyi hafifletmek için hesapla birlikte fal çöreği getirirler, fal çöreklerinin çörekten çok mesaj taşıyıcı olduklarını düşünmeye başlarsın. Ne yazık ki sanırım sen talihinin bir kısmını yedin. Geriye kalanda ne yazıyor?

Akhilleus: Biraz tuhaf, çünkü bütün harfler bitişik, aralarında hiç boşluk yok. Belki bir tür kod çözümüne gerek var. Hah, şimdi anladım. Aralıkları koyduğun zaman şöyle diyor, "Yar/tar/zil/kaş/koy." Buna pek bir anlam veremedim. Belki de yediğim hecelerin başıyla birlikte haiku benzeri bir şiirdi.

Tosbağa: Bu durumda senin falın yalnızca 5/17'lik bir haiku. Ve tuhaf bir imge uyandırıyor. Eğer 5/17'lik haiku yeni bir sanat biçimiyse, oy başımıza gelenler, oy! oy! düşüyor, ah ah... Bakabilir miyim?

Akhilleus (küçük kâğıt parçasını Tosbağa'ya vererek): Elbette.

Tosbağa: Niye ben "çözdüğüm" zaman tamamıyla farklı bir şey çıkıyor Akhilleus? Bu hiç de 5/17'lik bir haiku değil. Altı hecelik bir not, şöyle diyor, "(E)y Art Arz İlk Aşk Oy." 5/17'lik haikunun yeni sanat biçimi üstüne çok derinlikli bir yoruma benziyor.

Akhilleus: Haklısın. Şiirin kendi yorumunu da içermesi ne şaşırtıcı değil mi!

Tosbağa: Bütün yaptığım okuma çerçevesini bir birim kaydırarak okumaktı – yani bütün aralıkları bir birim sağa kaydırdım.

Akhilleus: Bakalım senin falın ne diyor Bay Tosbağa.

Tosbağa (becerikli bir biçimde çöreğini böler ve okur): "Şans kader kısmet hem yiyenin elinde hem çörektedir."

Akhilleus: Senin falın da haiku Bay Tosbağa – en azından 5 – 7 – 5 formunda onyedi hece içeriyor.

Tosbağa: İşe bak yahu! Ben bunu asla fark edemezdim Akhilleus. Bu yalnızca senin fark edebileceğin şeylerden. Beni etkileyense daha çok orada yazanlar –elbette o da yoruma açık.

Akhilleus: Bence bu karşılaştığımız mesajları yorumlamakta her birimizin kendine özgü yolları olduğunu gösteriyor yalnızca...

(Akhilleus tembelce boş çay fincanının dibindeki çay yapraklarına bakar.)

Tosbağa: Biraz daha çay Akhilleus?

Akhilleus: Evet, sağol. Bu arada arkadaşın Yengeç nasıl? Sen o tuhaf gramafon-savaşım anlattığından beri sık sık aklıma geliyor.

Tosbağa: Ona da senden bahsettim ve seninle tanışmaya can atıyor. Keyfi yerinde. Aslında son olarak çok ilginç bir pikap edindi: nadir bir tip kumbaralı bar pikabı.

Akhilleus: Ah, biraz anlatsana. Kumbaralı pikaplar parlayan renkli ışıkları ve gülünç şarkılarıyla bana hep çok antika gelmişlerdir, geçmiş zamanları anımsatırlar.

Tosbağa: Bu pikap evine göre fazla büyüktü onun için evin arkasına özel bir sundurma yaptırdı.

Akhilleus: Niye o kadar büyük olur anlamıyorum, sıradışı büyüklükte plaklar çalıyorsa o başka. Öyle mi?

Tosbağa: İşin doğrusu yalnızca tek plağı var.

Akhilleus: Ne? Tek plaklı bir pikap mı? Bunda bir terslik var. O zaman niye o kadar büyük? Bu plak dev boyutlarda mı – altmış santim çapında mı?

Tosbağa: Yo, sıradan pikap plaklarından.

Akhilleus: Sen benimle dalga geçiyor olmalısın Bay Tosbağa. Hepsi bir yana, yalnızca tek şarkı çalan ne tür bir kumbaralı pikap bu?

Tosbağa: Tek şarkıdan bahseden oldu mu Akhilleus?

Akhilleus: Karşılaştığım her kumbaralı pikap, temel kumbaralı pikap-ilksavına uyar: "Bir plak, bir şarkı."

Tosbağa: Bu kumbaralı pikap farklı Akhilleus. Bir plak düşey olarak duruyor ve onun arkasında, yukarıda küçük, ama incelikli bir ray ağı var. Burada çeşitli pikaplar asılı duruyor. Bir düğme çiftine bastığın zaman pikaplardan diyelim ki B-1 gibi birini seçiyor. Bu otomatik bir mekanizmayı tetikliyor ve plakçaların paslı cızırtıyla dönmesini başlatıyor. Plak boyunca gidiyor – sonra çalma pozisyonunda tık yapıyor.

Akhilleus: Ve sonra plak dönmeye başlıyor ve müzik başlıyor – öyle mi?

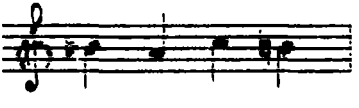
Tosbağa: Tam öyle değil. Plak hareketsiz kalıyor – dönen pikap.

Akhilleus: Tahmin etmeliydim. Ama eğer tek plağın varsa, nasıl olur da bu çılgın düzenekten bir şarkıdan fazlasını çalabilirsin?

Tosbağa: Bu soruyu ben de Yengeç'e sordum. Yalnızca denememi önerdi. Böylece cebimden bir yirmibeşlik çıkardım (bir yirmibeşliğe üç parça dinlersin), deliğe attım B-1 ve C-3 düğmelerine sonra B-10'a bastım – hepsi de rastgeleydi.

Akhilleus: Böylece B-1 pikabı raylardan kaydı ve düşey plağın üstüne yerleşti ve dönmeye mi başladı?

Tosbağa: Aynen öyle. Çalmaya başlayan müzik çok hoştu, ünlü eski B-A-C-H havası, eminim sen de anımsarsın...



Akhilleus: Unutmam mümkün mü?

Tosbağa: Bu B-1 pikabıydı. Sonra bitti ve yavaşça asılı konumuna geri döndü, böylece C-3 yerini aldı.

Akhilleus: Şimdi C-3'ün başka bir parça çaldığını söyleme bana.

Tosbağa: Tam da öyle oldu.

Akhilleus: Ha, anladım. Birinci şarkının arka yüzünü ya da aynı yüzde bir başka orkestradan çaldı.

Tosbağa: Hayır, plağın yalnızca bir yüzünde yivler var ve yalnızca tek orkestra var.

Akhilleus: Hiçbir şey anlamadım. Aynı plaktan farklı şarkılar çıkarAMAZSIN!

Tosbağa: Bay Yengeç'in kumbaralı pikabını görene kadar ben de öyle düşünürdüm.

Akhilleus: Ikinci şarkı nasıldı?

Tosbağa: Çok ilginç... C-A-G-E ezgisi üstüne kurulmuş bir şarkıydı.



Akhilleus: Yani tamamıyla farklı bir ezgi!

Tosbağa: Doğru.

Akhilleus: Ve modern müzik bestecilerinden John Cage'in değil mi? Haiku üzerine kitaplarımdan birinde onunla ilgili bir şeyler okumuştum sanki.

Tosbağa: Kesinlikle. Birçok ünlü parça besteledi, *4'33"* gibi, farklı uzunluklarda esler içeren üç hareketli bir parça. Bu tür şeylerden hoşlanıyorsan, müthiş etkileyici.

Akhilleus: Gürültülü patırtılı bir kafede olsam Cage'in *4'33"*ünü dinlemek için müzik kutusuna seve seve para atardım. Biraz huzur verirdi belki!

Tosbağa: Doğru – tabak şangırtılarını, gümüş takımların takırtılarını kim dinlemek ister? Ayrıca Büyük Kedi Salonu'nun beslenme saatinde de *4'33"* iyi gider.

Akhilleus: Cage* hayvanat bahçelerine mi aittir diyorsun? Şey, sanırım bu biraz anlamlı. Ama Yengeç'in kumbaralı pikabına dönersek ... şaştım kaldım. "BACH" ve "CAGE" bir plağa aynı anda nasıl kodlanabilir?

Tosbağa: Dikkatle bakarsan aralarında bir ilişki olduğunu fark edersin Akhilleus. Sana ipucu vereyim. B-A-C-H ezgisindeki ardışık aralıkları art arda sıralarsan ne bulursun?

---

* "Cage" İngilizcede "kafes" anlamına gelir –çn.

Akhilleus: Bir bakayım. Önce B'den A'ya (B Almancadaki gibi alındığında) yarımton aşağı düşer, sonra C'ye üç yarımton çıkar; ve sonunda bir yarımton, H'ye düşer. Şöyle bir örüntü verir:

$$-1, \ +3, \ -1.$$

Tosbağa: Kesinlikle. Ya C-A-G-E'e ne diyorsun?

Akhilleus: Şey, bu durumda üç yarımton düşmekle başlar sonra on yarımton yükselir (nerdeyse bir oktav) ve sonunda üç yarımton daha düşer. Yani örüntüsü şöyle olur:

$$-3, \ +10, \ -3.$$

Ötekine çok benziyor, değil mi?

Tosbağa: Gerçekten de öyle. Bir anlamda ikisinin "iskelet"i de aynı. Bütün aralıkları $3^1/_3$'le çoğaltarak ve en yakın tam sayıyı alarak B-A-C-H'dan C-A-G-E'i çıkarabilirsin.

Akhilleus: Minareden at beni, in aşağı tut beni! Öyleyse bu, yivlerde yalnızca belli türde iskelet kodların mevcut olduğunu ve çeşitli plakçalarların bu koda kendi yorumlarını ekledikleri anlamına mı geliyor?

Tosbağa: Kesin olarak bilmiyorum. Kurnaz Yengeç bana bütün ayrıntıları vermedi. Ama B –10 pikabı yerinde dönerken üçüncü bir parça duydum.

Akhilleus: O nasıldı?

Tosbağa: Ezgi çok geniş aralıklar içeriyordu ve B-C-A-H diye çalıyordu.



Yarımtonların aralık örüntüsü şöyleydi:

$$-10, \ +33, \ -10.$$

Bu, bir başka $3^1/_3$'le çoğaltılarak ve tam sayılara yuvarlayarak CAGE örüntüsünden elde edilebilir.

Akhilleus: Bu tür aralık çoğaltımlarının bir adı var mı?

Tosbağa: "Aralık Artırma" denilebilir. Bu, bir ezgideki notaların tüm zaman değerlerinin bir sabitle çarpıldığı, kanonik zaman artırımına benzer. Orada, etki ezginin yavaşlamasıdır yalnızca. Burada etki, ezgi eriminin garip bir biçimde genleşmesidir.

Akhilleus: Hayret. Öyleyse denediğin üç ezgi de plağın yiv-örüntüleri altında yatan tek parçanın aralık artırmalarıydı.

Tosbağa: Ben de bu sonuca vardım.

Akhilleus: BACH'ı artırdığın zaman CAGE, CAGE'i yeniden artırdığın zaman BACH iki büklüm de olsa geri gelir, sanki BACH, CAGE'in ortasından geçince midesi alt üst olmuş gibi.

Tosbağa: Cage'in yeni sanat biçimi üstüne çok derinlikli bir yoruma benziyor.

VI. BÖLÜM

ANLAMIN YERİ

Bir Şey Ne Zaman Hep Aynı Değildir?

GEÇEN BÖLÜMDE "İki şey ne zaman aynıdır?" sorusuyla karşılaşmıştık. Bu bölümde soruyu ters yüz edeceğiz: "Bir şey ne zaman hep aynı değildir?" Ortaya attığımız konu şudur: anlamın bir mesajın özünde olduğu söylenebilir mi, yoksa anlam –önceki Diyalogda olduğu gibi– daima bir zihin veya mekanizmanın bir mesajla etkileşimiyle mi üretilir? İkinci durumda anlamın herhangi tek bir yerde yerleşmiş olduğu söylenemez, ne de her gözlemci her bir mesaja kendi anlamını katabileceğinden dolayı, bir mesajın herhangi bir evrensel, nesnel, anlama sahip olduğu söylenebilir. Ama birinci durumda anlam hem yere hem de evrenselliğe sahip olabilir. Bu bölümde bütün mesajlar için geçerli olduğunu iddia etmeden en azından bazı mesajların evrenselliğini göstermek istiyorum. Bir mesajın "nesnel anlamı" fikrinin, zekânın kendisiyle betimlenebileceği yalınlıkla ilginç bir şekilde bağlantılı olduğu ortaya çıkacaktır.

Bilgi-Taşıyıcılar ve Bilgi-Açınlayıcılar

Gözde örneğimle başlayacağım: plaklar, müzik ve plakçalarlar arasındaki ilişki. Plakçalarların plakları "okuyabilmesi" ve yiv örüntülerini seslere dönüştürebilmesinden dolayı, bir plağın müzik parçasıyla aynı bilgiyi içerdiği düşüncesi bize rahatlık verir. Bir başka deyişle yiv-örüntüleri ile sesler arasında eşbiçimlilik vardır ve plakçalar bu eşbiçimliliği fiziksel olarak gerçekleştiren bir düzenektir. Bu durumda plağı bir *bilgi-taşıyıcı* ve plakçaları *bilgi-açınlayıcı* olarak düşünmek doğaldır. Bu kavramların ikinci bir örneğini rt-dizgesi vermiştir. Orada "bilgi-taşıyıcılar" teoremler ve "bilgi açınlayıcı" ise, rt-dizgesinden bilginin çıkarılmasında herhangi bir elektrikli makineye gereksinim duymayacağımız kadar saydam olan yorumdur.

Bu iki örnekten, eşbiçimliliklerin ve kodçözme mekanizmalarının (yani bilgi-açınlayıcıların), yapıların içinde özünlü olarak bulunan ve "dışarı çekilmeyi" bekleyen bilgiyi açığa çıkardıkları izlenimi edinilebilir. Bu da, her yapı

içinde *dışarı çekilemeyen* bilgi parçaları yanı sıra *dışarı çekilebilen* bilgi parçalarının da varolduğu düşüncesine götürür. Ama bu "dışarı çekme" deyimi gerçekten ne anlama geliyor? Dışarı çekmenize izin verilen bilgi ne kadar zorludur? Yeterli çaba harcadığınızda belli yapılardan ancak çok belirsiz bilgi parçalarını dışarıya çekebileceğiniz durumlar vardır. Gerçekten dışarı-çekme, size dışarıya çekiyor olduğunuzdan daha fazla bilgi koyduğunuz duygusunu verebilecek denli karmaşık işlemler gerektirebilir.

Genotip ve Fenotip

Deoksiribonükleik asitin (DNA) ikili sarmalında bulunduğu söylenen genetik bilgiyi ele alalım. Bir DNA molekülü –*genotip*– proteinlerin yapılmasını, DNA'nın kopyalanmasını, hücrelerin kopyalanmasını, hücre tiplerinin yavaş yavaş farklılaşmasını vb içeren çok karmaşık bir süreçle bir fiziksel organizmaya –*fenotip*– dönüştürülür. Üstelik fenotipin genotipten gelişimi –*epigenesis*– dolaşık yinelgenlerin en dolaşığıdır ve XVI. Bölümde bütün dikkatimizi buna yönelteceğiz. Epigenesis kimyasal tepkimeler ve geribeslemli döngülerin son derece karmaşık çevrimlerinin bir kümesi tarafından yönlendirilir. Organizma bütün olarak kurulduğunda, bunun fiziksel özellikleri ile genotipinkiler arasında en ufak bir benzerlik bile yoktur.

Bununla birlikte organizmanın fiziksel yapısını DNA'sının yapısına ve yalnızca buna atfetmek standart bir uygulamadır. Bu görüşün ilk delili 1944 yılında Oswald Avery'nin önderliğinde yapılan deneylerden çıkmış ve o günden bugüne karşı çıkılamaz biçimde bunu doğrulayan deliller artmıştır. Avery'nin deneyleri bütün biyolojik moleküller içinde kalıtımsal özellikleri yalnızca DNA'nm ilettiğini göstermiştir. Bir organizma içindeki, protein gibi, diğer moleküller değiştirilebilir, ama bu tür değişiklikler daha sonraki kuşaklara iletilmeyecektir. Bununla birlikte DNA değiştirildiği zaman izleyen kuşakların hepsi değiştirilen DNA'yı kalıt olarak alırlar. Böyle deneyler yeni bir organizma kurmak için talimatları değiştirmenin tek yolunun DNA'yı değiştirmekten geçtiğini gösterirler – ve bu da bu talimatların bir şekilde DNA'nın yapısı içinde kodlanmış olmaları gerektiği anlamına gelir.

Egzotik ve Düz Eşbiçimlilikler

Bundan dolayı DNA'nm yapısının, fenotipin yapısının bilgisini içerdiği fikrini kabul etmek zorunda kalırız; bu da ikisinin *eşbiçimli* olduğunu söyle-

mektir. Bununla birlikte bu *egzotik* bir eşbiçimliliktir, bununla fenotip ve genotipi, birbirlerinin üzerine haritalanabilen "parçalara" bölmenin son derece zor olması durumunu kastediyorum. *Düz* eşbiçimliliklerde, tersine, bir yapının parçaları diğerinin parçalarının üzerine kolayca haritalanabilir. Bir plak ile bir müzik parçası arasındaki eşbiçimlilik buna örnektir; burada parçanın içindeki her sesin yivlere kazınmış örüntülerde tam bir "görüntüsü"nün olduğu bilinir ve eğer gerekirse bu oldukça doğru olarak saptanabilir. Bir diğer düz eşbiçimlilik Gçizisi ve onun içsel kelebeklerinin herhangi biri arasında olandır.

DNA yapısı ile fenotip yapısı arasındaki eşbiçimlilik düz olmaktan uzaktır ve bunu fiziksel olarak yürüten mekanizma korkutucu biçimde karmaşıktır. Örneğin burnunuzun biçimi veya parmak izinizden sorumlu DNA'nızm parçasını bulmak istediğinizde sizi çok zor anlar bekliyor demektir. *Bu*, bir müzik parçasındaki, parçanın duygusal anlamının taşıyıcısı olan tek notayı saptamaya çalışmaya benzer. Elbette öyle bir nota yoktur, çünkü duygusal anlam tekil notalar tarafından değil, parçanın büyük "istifler"i tarafından çok yüksek bir düzeyde taşınır. Ayrıca bu "istifler" zorunlu olarak bitişik notalar istifleri değildir; birlikte alındığında duygusal bir anlam taşıyan bağlantısız kısımlar olabilir.

Benzer biçimde, "genetik anlam" –yani fenotip yapısı hakkında bilgi– henüz dilini kimse anlamasa da, bir DNA molekülünün küçük parçaları içine bütünüyle yayılmıştır. (Uyarı: Bu "dil"i anlamak, 1960'larm başında yer almış olan Genetik Kodu çözmekle hiç de aynı şey değildir. Genetik Kod DNA'nın kısa parçalarının çeşitli amino asitlere nasıl çevrileceğini söyler. Dolayısıyla Genetik Kodu çözmek yabancı bir alfabenin harflerinin fonetik değerlerini, dilin gramerini ya da sözcüklerinin anlamlarım hesaba katmaksızın bulmakla karşılaştırılabilir. Genetik Kodun çözülmesi DNA iplikçiklerinin anlamlarını çıkarmakta can alıcı bir adımdı, ama bu, daha gidilmesi gereken uzun bir yolda atılmış sadece ilk adımdı.)

Kumbaralı Pikaplar ve Tetikler

DNA'da içerilen genetik anlam örtük anlama verilebilecek en iyi örneklerden biridir. Genotipi fenotipe çevirmek için genotipten çok daha karmaşık olan bir düzenek takımı genotip üzerinde çalışmalıdır. Genotipin çeşitli parçaları bu mekanizmalar için *tetikleyici* olarak iş görür. Bir kumbaralı pikap – Yengeç'inki gibi değil, sıradan bir tane!– bu noktada çok yararlı bir analoji

sağlar: bir çift düğme, mekanizma tarafından yürütülecek çok karmaşık işlemi belirler, bu nedenle düğme çifti çalınan şarkıyı "tetikleyen" olarak betimlenebilir. Genotipi fenotipe çeviren süreçte, hücresel pikap –deyimi bağışlayın!– uzun bir DNA iplikçiğinin kısa alıntılardan gelen "düğmeye basmaları" kabul ederler ve çaldıkları "şarkılar" çoğunlukla başka "pikapların" yaratımındaki asal bileşenlerdir. Bu sanki gerçek kumbaralı pikapların çıktısının aşk baladları yerine, lirikleri daha karmaşık kumbaralı pikapların nasıl yapılacağını söyleyen şarkılar olması gibidir... DNA'nın bölümleri proteinlerin yapımını tetikler; bu proteinler yüzlerce yeni tepkimeyi tetikler; bunlar da – birkaç adımda DNA kopyalayan kopyalama – işlemini tetikler ve böylece sürer... Bu tüm sürecin ne denli yinelgen olduğunu gösterir. Bu çok – tetikli tetiklemelerin *son sonucu fenotiptir* – bireydir. Ayrıca fenotipin, başından beri DNA'da potansiyel olarak mevcut olan bilginin *açığa vurulması* –"dışarı çekilmesi"– olduğu söylenir. Bu bağlamda "açığa vurma" deyimi, yirminci yüzyılın en derin ve en özgün moleküler biyologlarından olan Jacques Monod'a aittir.)

İmdi bir kumbaralı pikabın hoparlöründen çıkan şarkının basılmış olan düğmeler çiftinin özünde olan bilginin "açığa vurulması" olduğunu hiç kimse söylemez, çünkü düğme çifti yalnızca, amacı kumbaralı pikaplar mekanizmasının bilgi taşıyan bölümlerini etkinleştirmek olan *tetikleyiciler* olarak görünmektedir. Öte yandan müziğin bir plaktan çıkmasını, şu nedenlerden dolayı, plağın özünde olan bilginin "açığa vurulması" olarak adlandırmak son derece usauygun görünmektedir:

(1) müzik, plakçaların mekanizması içinde gizlenmiş gibi görünmemektedir;
(2) girdi (plak) ile çıktıyı (müzik) keyfi bir kesinlik derecesinde eşlemek olanaklıdır;
(3) aynı plakçalarda farklı plaklar çalmak ve başka sesler elde etmek olanaklıdır;
(4) plak ve plakçalar birbirlerinden kolayca ayrılabilirler.

Kırılmış bir plağın parçalarının plağa özünlü olan anlamı içerip içermediği tamamıyla ayrı bir sorudur. Parçalar yan yana getirebilir ve böylece bilginin yeniden kurulması sağlanır –ama burada çok daha karmaşık bir şey olmaktadır. Sonra karışan telefon konuşmasının özünlü anlamı sorusu gündeme gelir... Anlamın içselliğinin derecelerinin geniş bir tayfı vardır. Epigenesisi bir tayfın içine yerleştirmeyi denemek ilginç olacaktır. Bir organizma gelişirken,

bilginin onun DNA'sından "dışarı çekildiği" söylenebilir mi? Organizmanın yapısı hakkındaki bütün bilginin bulunduğu yer burası mıdır?

DNA ve Kimyasal Bağlamın Gerekliliği

Yanıt, Avery'ninki gibi deneyler sayesinde bir anlamda "evet" olabilir. Ama öte yandan yanıt "hayır" gibi görünmektedir, çünkü dışarı-çekme işleminin büyük çoğunluğu, DNA'nın kendi içinde kodlanmamış olağanüstü karmaşık hücresel kimyasal işlemlere bağlıdırlar. DNA bunların olacağı olgusuna dayanır, ama onlar ortaya çıkarılacak hiçbir kod içermez gibi görünmektedir. Bundan dolayı bir genotipteki bilginin doğası konusunda iki çatışan görüşe sahibiz. Bir görüş, bilginin çoğunun DNA'nın *dışında* olduğunu, yani DNA'ya, bir kumbaralı pikaptaki basılan düğmeler dizisi gibi, çok karmaşık bir tetikleyiciler kümesinden başka türlü yaklaşmanın usauygun olmadığını söyler; diğer görüş ise *bilginin hepsinin hep orada*, ama örtük bir biçimde bulunduğunu söyler.

Şimdi bunlar aynı şeyi iki farklı biçimde söylemeye benziyor, ama öyle olması da zorunlu değil. Bir görüş DNA'nın bağlamın dışında tamamen anlamsız olduğunu söylüyor; diğeriyse, bağlamın dışına çıkarıldığında bile, canlı varlığın DNA molekülünün kendi yapısında, mesajının her durumda çıkarılabildiği, *zorlayıcı bir içsel mantığa* sahip olduğunu söylüyor. Kısacası bir görüş DNA'nın bir anlamı olması için *kimyasal bağlamın gerekli olduğunu*, diğer görüş ise bir DNA iplikçiğinin "özünlü anlam"ını açığa çıkarmak için yalnızca *zekânın* gerekli olduğunu söyler.

Olmayacak bir UFO

Tuhaf bir hipotetik olayı ele alarak bu konu üzerine bir perspektif kazanabiliriz. Bach'ın keman ve klavsen için Fa Minör sonatını çalan David Oistrakh ve Lev Oborin'in yaptıkları plak bir uydu içinde gönderilir. Uydudan, onu güneş sisteminin dışına, belki de tüm galaksinin dışına taşıyacak bir yörüngeye oturur – galaksiler arası uzayda yol alan ortası delik ince bir plastik parçası! Ne kadar anlam taşır?

Yabancı bir uygarlık bununla karşılaşacak olsaydı hemen hemen kesinlikle şeklinden etkilenecek ve olasılıkla bu şey çok ilgilerini çekecekti. Dolayısıyla ilk elde bir tetik olarak hareket eden şekli onlara bir bilgi verecekti: yani bu bir yapma bir şeydir, belki de bilgi taşıyan bir yapma şey. Bu düşünce –pla-

ğın kendisiyle tetiklenen ya da iletilen– plağın *bundan sonra algılanacağı yeni bağlamını* yaratır. Kodçözmede sonraki adımlar oldukça fazla zaman alır – ama bizim için değerlendirmede bulunmak çok güçtür. Böyle bir plağın Bach zamanında yeryüzüne ulaştığını düşünürsek kimse bunu ne yapacağını bilemezdi ve büyük olasılıkla çözülemez olarak kalırdı. Ama bu, bilginin ilke olarak *orada* olduğu inancımızı zayıflatmaz, yalnızca o zamanlarda insan bilgisinin, bilgiyi saklama, dönüştürme ve açığa çıkarma olanakları konusunda yeterli olmadığını söyleriz.

Bir Mesajın Anlaşılma Düzeyleri

Günümüzde, kodçözme fikri son derece yaygındır; astronomların, dilbilimcilerin, askeri uzmanların vb faaliyetlerinin önemli bir parçasıdır. Bizim belki de diğer uygarlıklardan gelen henüz şifrelerini nasıl çözeceğimizi bilmediğimiz radyo mesajları denizinde yüzüyor olduğumuz sık sık dile getirilir. Ve böyle bir mesajı çözme teknikleri üzerine çok çalışılmıştır. Ana sorunlardan biri – belki de en derini– şu sorudur: "Bir mesajın varolduğu olgusunu nasıl anlayacağız? Bir çerçeve nasıl belirlenecek?" Bir plağın gönderilmesi basit bir çözüm gibi görünmektedir – bütün olarak fiziksel yapısı çok dikkat çekicidir ve en azından bizim için, yeterince gelişkin her zekâda, içinde gizlenmiş bilgiyi arama fikrini tetikleyeceği usayatkındır. Bununla birlikte diğer yıldız sistemlerine katı nesneler göndermek teknolojik nedenlerden dolayı olanaksız görünmektedir. Yine de bu fikir hakkında düşünmemize engel değildir.

İmdi bir yabancı uygarlığın plağın çevirisi için uygun mekanizmanın, yivörüntülerini sese dönüştüren bir makine olduğu fikrine ulaştığını varsayalım. Bu da hakiki şifreçözümünden oldukça uzaktır. Böyle bir plağın *başarılı* bir biçimde çözülmesi için gerçekten gereken nedir? Açıkça, uygarlığın seslerden bir anlam çıkarabilmesi gerekecektir. Yalnızca seslerin üretilmesinin, yabancı yaratıkların beyinlerinde (eğer doğru sözcük buysa) arzulanan tetikleyici etkilere sahip olmadıkça kendi başına değeri yoktur. Peki bu arzulanan etki nedir? Beyinlerindeki, bizim bir parçayı dinlerken hissettiğimiz duygusal etkilere benzeşen duygusal etkileri yaratan yapıların etkinleştirilmesidir. Aslında beyinlerindeki uygun yapılara ulaşmak için plağı başka türlü kullanabilirlerse, seslerin üretilmesi bile bir tarafa bırakılabilir. (Biz insanlar, müziğin yaptığı gibi, ardışık sırayla beyinlerimizdeki uygun yapıları tetiklemenin bir yoluna sahip olsaydık, sesleri bir yana bırakmaktan pek memnun olabilirdik – ama bunu yapmanın kulaklarımızdan başka yolu yok gibi görünmektedir. Sa-

ğır besteciler –Beethoven, Dvorák, Fauré– ya da partisyona bakmakla müziği "duyan" müzisyenler bu iddiayı yanlışlamazlar, çünkü böyle yetenekler önceki on yılların işitsel deneyimlerine dayanmaktadır.)

Bu noktada konu iyice açıklıktan uzaklaşıyor. Yabancı uygarlığın varlıklarının duyguları var mıdır? Duyguları –olduğunu varsayarsak– herhangi bir biçimde bizimkilerin üzerine haritalanabilir mi? Bir biçimde bizimkilere benzer duyguları varsa bu duygular bizimkiler gibi mi bir araya gelir? Trajik güzellik ya da yürekten acı çekme gibi alaşımları anlarlar mı? Eğer bütün evrendeki varlıkların bilişsel yapıları bizimkilerle, duyguları bile içerecek şekilde örtüşüyorsa, o zaman bir anlamda plak kendi doğal bağlamının dışında varolamaz; bu bağlam doğadaki nesneler şemasının bir parçasıdır. Durum böyleyse büyük olasılıkla bu başıboş dolaşan plak, yolda zarar görmezse, eninde sonunda bir varlık ya da varlıklar topluluğu tarafından bulunur ve başarılı sayabileceğimiz bir biçimde çözülebilir.

"Hayali Uzay Manzarası"

Yukarıda bir DNA molekülünün anlamını sorarken "zorlayıcı iç mantık" deyimini kullandım ve bunun anahtar bir kavram olduğunu düşünüyorum. Bunu örneklemek için, hipotetik uzaydaki – plak olayını biraz değiştirerek Bach yerine John Cage'in "Imaginary Landscape no. 4"ünü koyalım. Bu parça klasik bir *aleatorik* veya *şans* müziğidir – yapısı kişisel bir duyguyu iletmekten çok rastgele çeşitli işlemlerle seçilmiş müzik. Bu örnekte, yirmidört müzisyen oniki radyodaki yirmidört düğmeye kendilerini bağlarlar. Parçanın sonuna kadar düğmelerini aletorik biçimde çevirirler, böylece her radyonun sesi rastgele yükselir ya da alçalır, bu sırada istasyonlar sürekli değişir. Üretilen sesin toplamı müzik parçasıdır. Cage'in tutumu kendi sözlerinde açığa çıkar: "sesleri, insan yapısı kuramların ya da insan hislerinin dışavurum araçları olarak ele almaktansa onları kendi hallerine bırakmak."

Şimdi uzaya gönderilen plaktaki parçanın bu olduğunu varsayın. Yabancı bir uygarlık için –hepten değilse de– bu yapma nesnenin yapısını anlamak olağanüstü zor görünmektedir. Çerçeve mesaj ("Ben mesajım; çöz beni") ile iç yapıdaki kaosun arasındaki çelişki karşısında herhalde çok şaşıracaklardır. Bu Cage parçasında kavranılacak birkaç "istif," şifre çözücüye yol gösterebilecek birkaç örüntü vardır. Diğer yandan bir Bach parçasında kavranacak çok fazla şey var gibi görünmektedir – örüntüler, örüntülerin örüntüleri vb. Böyle örüntülerin evrensel çekiciliğe sahip olup olmadıklarını bilmenin yolu

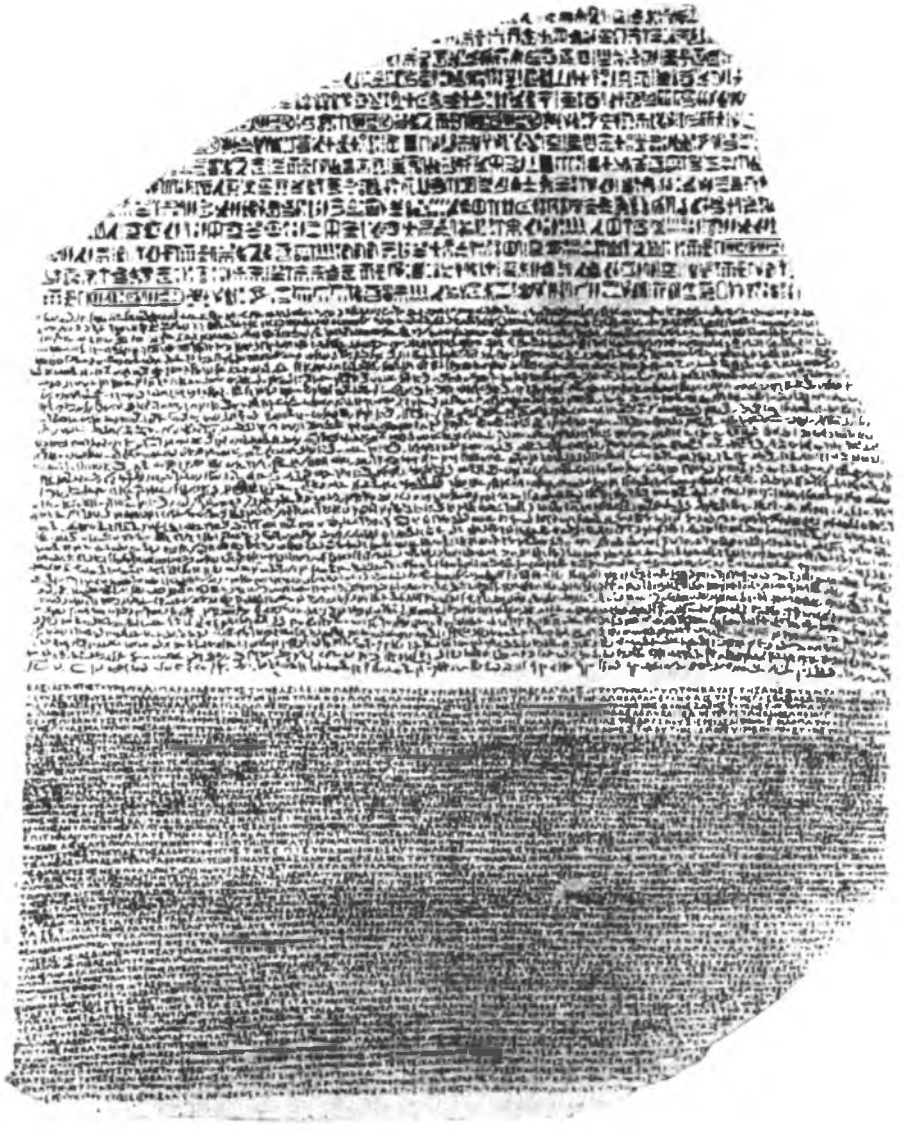
yok. Bir Bach parçasının iç mantığının, anlamının galaksilere ulaşmasını sağlayacak denli evrensel olarak zorlayıcı olduğunu söylemek için zekânın, duyguların ya da müziğin doğası hakkında yeterli bilgiye sahip değiliz.

Bununla birlikte burada konu, özel de Bach'ın yeterli iç mantığa sahip olup olmadığı değildir, konu herhangi bir mesajın per se yeterince yüksek düzeyde bir zekâ onunla ilişkiye geçtiği zaman bağlamım otomatik olarak geri getirecek yeterlilikte bir zorlayıcı iç mantığa sahip olup olmadığıdır. Bir mesaj, bağlamını geri getirme özelliğine sahipse o zaman mesajın anlamını, mesajın özünlü bir özelliği olarak düşünmek usauygun olacaktır.

Kahraman Şifreçözücüler

Bu fikirlere ilişkin aydınlatıcı bir diğer örnek bilinmeyen bir dilde ve bilinmeyen bir alfabede yazılmış antik metinleri çözmektir. Açığa çıkarmakta başarılı olsak da olmasak da bu türden metinlerde özünlü olarak bilgi bulunduğunu sezgisel olarak hissederiz. Çince yazılmış bir gazetede, Çinceyi hiç bilmesek de, doğası gereği bir anlam bulunduğuna inanmak kadar güçlü bir duygudur bu. Bir metnin yazısı ya da dili bir kez çözülünce o zaman anlamın nerede bulunduğundan kimsenin kuşkusu kalmaz: anlamın şifre çözme yönteminde değil, *metinde* bulunduğu açıktır – aynı, müziğin plakçalarda değil *plakta* olması gibi! Kodçözme mekanizmalarını belirlemenin yollarından biri, onların girdi olarak aldıkları imlere veya nesnelere herhangi bir anlam *eklemedikleri* olgusudur; yalnızca bu im ya da nesnelere içkin olan anlamı açığa çıkarırlar. Bir kumbaralı pikap bir kodçözme mekanizması değildir, çünkü girdi simgelerine ait hiçbir anlamı açığa vurmaz; aksine, kendi içinde gizlenmiş anlamı verir.

Antik bir metnin çözülmesi çeşitli rakip bilimci ekiplerince, bütün dünya kütüphanelerinde saklanan bilginin taranmasını da içeren, uzun yıllar alan yoğun bir emeği gerektirir... Bu süreç de bilgi eklemez mi? Kodçözme kurallarını bulmak için böyle yoğun emekler gerektiği zaman bir metnin özünlü anlamı nasıl bulunur? Metne bir anlam mı yüklenir yoksa anlam zaten orada mıdır? Benim sezgilerim anlamın hep orada olduğunu söylüyor ve dışarı-çekme *işleminin* bütün bu güçlüklerine karşın, başlangıçta *metinde* olmayan bir anlam çıkarılamaz. Bu sezgi esas olarak bir olguya dayanmaktadır: Ben sonucun kaçımlamaz olduğunu hissediyorum; metnin şifresi bu zamanda bir grupça çözülememişse, bir başka grupça bir başka zamanda çözülecektir – ve aynı biçimde ortaya çıkacaktır. Anlamın metnin kendisinin parçası olmasının



Şekil 39. Rosetta Taşı. (British Museum'ın izniyle.)

nedeni de budur; zekâ üstünde öngörülebilir bir şekilde etki eder. Genel olarak şöyle diyebiliriz: anlam zekâ üzerinde öngörülebilir bir tarzda etki ettiği ölçüde bir nesnenin parçasıdır.

Şekil 39'da tarihsel keşiflerin en değerlilerinden biri olan Rosetta Taşı yer almaktadır. Mısır hiyerogliflerinin şifreçözümünde anahtar görevi görmüştür, çünkü üç antik alfabe içinde birbirine paralel bir metin içerir: Hiyeroglifler,

demotik harfler ve Yunanca. Bu bazalt dikilitaş üstündeki yazıt ilk olarak 1821 yılında, "Mısırbiliminin babası" Jean François Champollion tarafından çözülmüştür; bu Memfis'te toplanan rahiplerin V. Batlamyus Epifanes lehine aldığı kararın *metnidir*.

Her Mesajın Üç Katmanı

Bu bağlam-dışı mesajların şifreçözüm örneklerinde, üç bilgi düzeyini oldukça açık bir biçimde ayırabiliriz: (1) *çerçeve* mesaj, (2) *dış* mesaj, (3) *iç* mesaj. En fazla tanıdığımız (3) *iç* mesajdır; bu iletildiği varsayılan mesajdır: müzikteki duygusal deneyimler, genetikte fenotip, tabletlerde antik uygarlıkların krallıkları ve ritleri vb.

İç mesajı anlamak, gönderici tarafından kastedilen anlamı çıkarmaktır.

Çerçeve mesaj, "Ben mesajım, yapabilirsen benim kodumu çöz" mesajıdır: ve herhangi bir bilgi-taşıyıcısının genel yapısal yönlerinde örtük olarak taşınır.

> Çerçeve mesajı anlamak bir kodçözme mekanizmasının gerekliliğini tanımaktır.

Çerçeve mesaj böylece tanınmışsa o zaman dikkat düzey (2)'ye, dış mesaja çevrilir. Bu, mesajdaki simge-örüntüleri ve yapılar tarafından örtük olarak taşınan, iç mesajın kodçözümünün nasıl olacağını söyleyen bilgidir.

> Dış mesajı anlamak, iç mesaj için doğru kodçözme mekanizmasını kurmak ya da nasıl kurulacağını bilmektir.

Bu dış düzey, göndericinin anlaşılacağından emin olmaması anlamında, zorunlu olarak örtük bir mesajdır. Dış mesajın kodçözümünün nasıl olacağını söyleyen komutlar göndermek boşuna çabalamak olur, çünkü bunlar ancak kodçözme mekanizması bulunduğunda anlaşılabilen iç mesajın parçası olmak zorundadırlar. Bu nedenle *dış mesaj*, bilinen bir kodçözücü tarafından açığa çıkarılabilen bir mesajdan çok *zorunlu olarak bir tetikleyiciler kümesidir*.

Bu üç "katman"ın formülleştirilmesi, anlamın mesajlarda nasıl içerildiğinin çözümlenmesine yalnızca kaba bir giriştir. Her birinin bir katmanı olmak yerine dış ve iç mesajların birden çok katmanı olabilir. Örneğin Rosetta Taşı'nın iç ve dış mesajlarının nasıl da karışık biçimde birbirine dolanmış olduğunu düşünün. Bir mesajı tamamıyla çözmek için onun yaratılışının altın-

da yatan tüm semantik yapının yeniden kurulması – ve böylece göndericinin bütün derinliğiyle anlaşılması gerekebilir. Böylece iç mesaj bir kenara bırakılabilir, çünkü dış mesajın bütün incelikleri tamamıyla anlaşılmışsa iç mesaj yeniden oluşturulabilir olacaktır.

George Steiner'in *After Babel* kitabında (bu terminoloji hiç kullanılmasa da) iç ve dış mesaj arasındaki etkileşimler uzun uzun tartışılır. Kitabının tonu şu alıntıdan anlaşılabilir:

> Normal olarak kullandığımız stenonun altında bilinçaltının, kasıtlı olarak gizlenmiş veya bildirilmiş çağrışımlarının zenginliği yatar, bunlar öyle geniş ve karışıktır ki, büyük bir olasılıkla bizim bireysel bir kişi olarak konumumuzun toplamına ve biricikliğine eşittir.[1]

Bu satırlardaki düşüncelerin aynıları Leonard B. Meyer'in *Music, the Arts, and Ideas* kitabında ifade edilmiştir:

> Elliott Carter'm bir kompozisyonunu dinlemekle John Cage'in bir eserini dinleme yolu birbirinden kökten farklıdır. Benzer olarak, Beckett'ın bir romanıyla Bellow'unkinin önemli bir anlamda farklı olarak okunması gerekir. Willem de Kooning'in bir resmiyle Andy Warhol'unki farklı algısal ve bilişsel tutumlar gerektirir.[2]

Belki de sanat eserleri her şeyden çok kendi biçemlerini iletmeye çalışmaktadırlar. Bu durumda bir biçemi en dibine kadar anlarsanız, o biçemdeki yaratılardan vazgeçebilirsiniz. "Biçem," "dış mesaj," "kodçözme tekniği" – hepsi aynı temel fikri ifade etme yollarıdır.

Schrödinger'in Aperiyodik Kristalleri

Bir çerçeve mesajı belli nesnelerde görmemizi, ama diğerlerinde hiç görmememizi sağlayan nedir? Yabancı bir uygarlık, serüven peşindeki bir plakla karşılaşınca içinde bir mesaj gizlendiğinden neden kuşkulanmalıdır? Bir plağı bir meteor taşından farklı kılan nedir? Açıkça geometrik şekli "tuhaf bir şeyler döndüğü"ne ilişkin ilk ipucudur. Sonraki ipucu, çok daha mikroskobik ölçekte, bir spiral biçiminde düzenlenmiş, çok uzun bir aperiyodik örüntü dizisi içermesidir. Spirali açmış olsak küçücük simgelerin kocaman (yaklaşık 6000 m. uzunluğunda) doğrusal bir dizisini buluruz. Bu, dört farklı kimyasal bazın cılız "alfabesi"yle yazılan simgeleri, bir-boyutlu dizi içinde sıralanan ve sonra

---

[1] George Steiner, *After Babel*, s. 172-3

[2] Leonard B. Meyer, *Music, The Arts, and Ideas*, s. 87-8

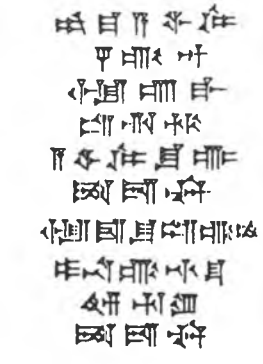
bir sarmal şeklinde kıvrılan bir DNA molekülünden çok farklı değildir. Genler ve DNA arasındaki bağlantıyı Avery tesis etmeden önce, fizikçi Erwin Schrödinger etkileyici kitabı *What is Life*'da, tamamıyla kuramsal bir zeminde genetik bilginin "aperiyodik kristaller" içinde saklanmaları gerektiğini öngörmüştü. Aslında kitapların kendileri düzgün geometrik formlar içinde içerilen aperiyodik kristallerdir. Bu örnekler, çok düzgün geometrik bir yapının içinde "paketlenmiş" aperiyodik bir kristal bulunduğunda, burada bir iç mesaj gizlenmiş olabileceğini ima eder. (Bunun çerçeve mesajın tam bir belirlenmesi olduğunu iddia etmiyorum; bununla birlikte çoğu olağan mesajın bu betimlemeye uygun çerçeve mesajlara sahip olduğu bir olgudur. Birkaç iyi örnek için Şekil 40'a bakın.)

Üç Düzey İçin Diller

Deniz kıyısında bulunan bir şişenin içindeki mesaj söz konusu olduğunda üç düzey çok açıktır. Birinci düzey, çerçeve mesaj, birisi şişeyi alıp onun mühürlenmiş olduğunu ve içinde kuru bir kâğıt olduğunu gördüğü zaman bulgulanır. Daha yazıyı bile görmeden, herkes böyle bir şeyi bir bilgi-taşıyıcı olarak tanır ve bu noktada insanın şişeyi atıp bakmaması için aşırı –nerdeyse insanlık dışı– şekilde meraksız olması gerekir. Sonra şişe açılır ve kâğıt üzerindeki işaretler incelenir. Japonca olabilirler; iç mesaj anlaşılmadan da bu keşfedilebilir – yalnızca karakterlerin tanınması yeter. Dış mesaj Türkçe bir tümce olarak şöyle ifade edilebilir: "Ben Japoncayım." Bu bir kez keşfedildikten sonra bir yardım çağrısı, haiku şiiri, bir aşığın yakarısı vb. olabilecek iç mesaja doğru yol alınabilir.

İç mesaja "Bu mesaj Japoncadır" tümcesinin çevirisini dahil etmenin yararı yoktur, çünkü onu okumak için Japonca bilen biri gerekmektedir. Ve okumadan önce, Japonca olduğuna göre, onu okuyabildiği olgusunu tanımak zorunda kalacaktır. "Bu mesaj Japoncadır" ifadesinin birçok farklı dillerden çevirisini dahil ederek işin içinden sıyrılabilirsiniz. Kılgısal olarak bunun yararı olabilir, ama kuramsal anlamda aynı zorluk söz konusudur. Türkçe konuşan bir kişi hâlâ mesajın "Türkçeliğini" tanımak zorundadır; aksi durumda hiçbir ilerleme olmaz. Dolayısıyla kişi, iç mesajı *dışarıdan* nasıl çözeceğini bulmak zorunda olduğu sorunundan kaçamaz; iç mesajın kendisi ipuçları ve kısmi doğrulamalar sağlayabilir, ama bunlar en iyi durumda şişeyi bulan (ya da gönüllü yardımcıları) üzerinde etkide bulunan tetikleyicilerdir.







เรียนภาษาอังกฤษด้วยภาพ

เมื่อท่านเรียนตามวิธีนี้ไปได้ ๓๐ หน้า ลองทวนความรู้ของท่านดูด้วยการหัดตอบ คำถาม เป็นภาษาอังกฤษ ในหน้า ๓๑, ๓๒ และ ๓๓ แล้วพลิกไปตรวจดูคำตอบในหน้า ๓๔ ว่าถูกต้องหรือไม่ คำถามและคำตอบมีให้ไว้ต่อๆ ไปตลอดทั้งเล่ม

Benzer türden sorunlar kısa dalga radyo dinleyicisinin karşısına da çıkar. Önce duyduğu ses gerçekten bir mesaj oluşturuyor mu, yoksa yalnızca parazit mi, ona karar vermelidir. İç mesajın dinleyicinin kendi dilinde olması ve "Bu sesler gerçekten bir mesaj oluşturur ve parazit değillerdir!" demesi gibi olmayacak bir durumda bile, sesler kendi başlarına yanıt oluşturmazlar. Dinleyici sesler içinde bir çerçeve mesajı tanırsa, o zaman radyo yayınının yapıldığı dili belirlemeye çalışır – ve açıkça hâlâ dışarıdadır; radyodan *tetikleyiciler* alır, ama bunlar ona açık bir biçimde yanıtı söyleyemezler.

Belirtik bir dilde taşınmamak dış mesajların doğasında vardır. Dış mesajların taşındığı belirtik bir dil bulmak bir ilerleme olmazdı – bu terimlerde bir çelişki olurdu! Dış mesajı anlamak daima dinleyicinin sorumluluğundadır. Başarı onun içeriye girmesini sağlar, bu noktada, tetikleyicilerin belirtik anlamlara oranı ciddi biçimde ikinciye doğru kayar. Önceki aşamalarla karşılaştırıldığında iç mesajı anlamak kolay görünmektedir. Sanki içeriye pompalanıyor gibidir.

Şekil 40. Yazılar kolajı. En üst sol köşedeki, bir satırın sağdan sola, diğerinin soldan sağa yazıldığı çözülememiş eski bir yazı sisteminde yazılmış Paskalya Adası'ndan bir yazıttır. Harfler ona doksan santimlik ağaç bir tablet üstüne keskiyle çizilmiştir. Saat yönünde ilerlediğimizde dikey olarak yazılmış Moğolcayla karşılaşırız: üstteki bugünkü Moğolca, altındaki 1314 tarihli bir belgedir. Sonra sağ alt köşede Rabindranath Tagore tarafından Bengalce yazılmış bir şiire geliriz. Onun yanındaki Malayalam dilinde (Batı Kerala, Güney Hindistan) bir gazete başlığıdır, onun üstündeki de zarif eğrilerden meydana gelen Tamil (Doğu Kerala) dilidir. En küçük alıntı Buginese dilinde (Selebes Adası, Endonezya) bir halk masalından alıntıdır. Kolajın ortasındaki paragraf Tayland dilindedir ve onun üstündeki ondördüncü yüzyıla tarihlenmiş Runik bir eserdir ve Scania (Güney İsveç) eyalet yasasından bir örneği içerir. Son olarak, sola çivilenmiş yazı, Asur çivi yazısında yazılmış Hammurabi yasasından bir kısımdır. Dışarıdan bakan biri olarak, bu güzelim aperiyodik kristallerin tuhaf eğrileri ve köşelerinde hangi anlamın gizlendiğini merak ederek derin bir gizem duygusuyla doldum. İçerik biçimdedir. [Hans Jansen, *Sign, Symbol and Script* (New York: G. Putnam's Sons, 1969), s. 89 (çivi yazısı), s. 356 (Paskalya Adası dili), s. 386, 417 (Moğolca), s. 552 (Runik); Kenneth Katzner, *The Languages of the World* (New York: Funk & Wagnalls, 1975), s. 190 (Bengalce), s. 237 (Buginese dili); I. A. Richards ve Christine Gibson, *English Through Pictures* (New York: Washington Square Press, 1960), s. 73 (Tamilce), s. 82 (Tay dili).]

Anlamın "Kumbaralı Pikap" Kuramı

Bu örnekler, hiçbir mesajın özünlü anlamı olmadığı görüşüne delil olarak görülebilir, çünkü ne kadar basit olursa olsun bir iç mesajı anlamak için önce onun çerçeve mesajı ve dış mesajı anlaşılmalıdır; bunların ikisi de yalnızca tetikleyicilerle (Japon alfabesiyle yazılar yazılmış olması ya da sarmal yivlere sahip olması gibi) taşınır. O zaman kişiye anlamın "kumbaralı pikap" kuramından *–hiçbir mesaj kendi zatında anlam içermez* öğretisi– kaçılamaz gibi görünmeye başlar, çünkü herhangi bir mesaj anlaşılmadan önce, bir "kumbaralı pikap"ın girdisi olarak kullanılmalıdır, bu da "kumbaralı pikap" içinde içerilen bilginin, anlamı edinmeden önce mesaja eklenmesi gerektiği anlamına gelir.

Bu uslamlama, Lewis Carroll'ın Diyaloğunda Tosbağa'nın Akhilleus'u düşürdüğü tuzağa çok benzer. Orada tuzak, siz herhangi bir kuralı kullanmadan önce size o kuralın nasıl kullanılacağını söyleyen bir kuralınızın olması gerektiği fikriydi; başka bir deyişle herhangi bir kuralın kullanılmasını engelleyen sonsuz bir kural düzeyleri hiyerarşisi vardır. Buradaysa tuzak, siz bir mesajı anlamadan önce, size o mesajı nasıl anlayacağınızı söyleyen bir mesajınızın olması gerektiği düşüncesidir; bir başka deyişle herhangi bir mesajın anlaşılmasını önleyen sonsuz bir mesaj düzeyleri hiyerarşisi vardır. Bununla birlikte bütün bu paradoksların geçersiz olduğunu hepimiz biliyoruz, çünkü kurallar *kullanılır* ve mesajlar *anlaşılır*. Nasıl olur?

Kumbaralı Pikap Kuramına Karşı

Bu olur, çünkü zekâmız cisimden ayrı değildir, ama fiziksel nesnelerde örneklenir: beyinlerimizde. Yapıları uzun evrim sürecinin sonucudur ve işleyişleri fizik yasalarınca yönetilir. Fiziksel varlıklar olduklarından, *beyinlerimiz nasıl çalışacağı söylenmeden çalışırlar*. Düşüncelerin Caroll'un kural-paradoksunu kıran fizik yasasıyla üretildiği düzey burasıdır; ve aynı şekilde burası beynin gelen veriyi, mesaj paradoksunu kıran bir mesaj olarak yorumladığı düzeydir. Beyinler belli şeylerin mesaj olduğunu tanımak ve bu mesajların kodçözümünü yapmak için belirli bir "donanım"la donatılmış gibi görünmektedir. İç mesajın özünü çıkarmak için doğuştan gelen bu asgari yetenek, dil ediniminin son derece yinelgen, kar topulaşma sürecinin gerçekleşmesini sağlayan şeydir. Doğuştan gelen donanım bir kumbaralı pikap gibidir: salt tetikleyicileri tam mesajlara döndüren ek bilgiyi sağlar.

Zekâ Doğalsa Anlam Özünlüdür

Eğer farklı kişilerin "kumbaralı pikapları" içlerinde farklı "şarkılar"a sahip olsaydı ve verili tetikleyicilere tamamıyla kendilerine özgü tepkiler verselerdi, o zaman bu tetikleyicilere özünlü anlam atfetme eğiliminde olmazdık. Bununla birlikte insan beyni öyle yapımlanmıştır ki, bütün diğer şeyler eşit olduğunda bir beyin verili bir tetikleyiciye bir başka beyinle aynı şekilde tepki verir. Bir bebeğin herhangi bir dili öğrenebilmesinin nedeni budur; tetikleyicilere herhangi bir diğer bebekle aynı şekilde tepki verir. "İnsan kumbaralı pikaplarının" bu tekbiçimliliği, içinde çerçeve mesajların ve dış mesajların iletilebildiği tekbiçimli bir "dil" tesis eder. Dahası insan zekâsının doğadaki genel bir görüngünün –çok çeşitli bağlamlarda zeki varlıkların ortaya çıkışı– yalnızca bir örneği olduğuna inanıyorsak o zaman çerçeve mesajların ve dış mesajların insanlar arasındaki iletişimi sağlayan "dil" olasılıkla aracılığıyla zekâların birbiriyle iletişim kurabildikleri *evrensel* bir dilin bir "lehçe"sidir. Dolayısıyla bütün zeki varlıkların bizimle aynı şekilde tepki verdiği "evrensel tetikleme gücüne" sahip belli tetikleyici türleri olabilir.

Bu, anlamın nerede yerleştiğine ilişkin betimlememizi kaydırmamıza izin verir. Şifre çözme düzeneklerinin kendilerinin evrensel olması –yani onların farklı bağlamlarda aynı şekilde ortaya çıkması– olgusundan dolayı bir mesajın (çerçeve, dış ve iç) anlamları bizzat mesajın kendisine yüklenebilir. Bunu daha somutlaştırmak için "A-5"in bütün kumbaralı pikaplarda aynı şarkıyı tetiklediğini varsayın – ve dahası kumbaralı pikapların insan-yapımı nesneler değil, ama galaksiler ya da karbon atomları gibi geniş bir alanda bulunan doğal nesneler olduğunu varsayın. Bu koşullar altında, "A-5"in evrensel tetikleme gücüne onun "özünlü anlamı" dememizin haklılandırılabileceğini hissederdik; ayrıca "A-5" "tetikleyici"den çok "mesaj" adını hak ederdi; ve şarkı gerçekten de "A-5"in, örtük olsa da, özünlü anlamının "açığa vurulması" olurdu.

Dünya Şovenizmi

Bir mesaja anlam atfedilmesi evrenin her yanına dağılmış zekâlar tarafından mesajın işlenmesinin değişmezliğinden kaynaklanır. Bu anlamda o bir nesneye kütle atfetmeyle bazı benzerlikler taşır. Eskiler için bir nesnenin ağırlığı, nesnenin özünlü bir özelliği olarak görülmüş olmalı. Ama yerçekimi anlaşıldıkça, ağırlığın nesnenin içine batırıldığı yerçekimi alanıyla değiştiği fark edildi. Yine de yerçekimi alanına göre değişmeyen bağıntılı bir nicelik, kütle vardır; ve bu değişmezlikten, bir nesnenin kütlesinin nesnenin kendisi-

nin özünlü bir özelliği olduğu sonucuna ulaşıldı. Bağlama göre kütlenin de değişebilir olduğu ortaya çıkarsa, o zaman onun nesnenin özünlü bir özelliği olduğu şeklindeki görüşümüzü, geriye doğru iz sürerek yeniden gözden geçiririz. Aynı şekilde birbirleriyle bizim asla mesaj olarak tanımayacağımız mesajlar aracılığıyla iletişim kuran ve *bizim* mesajlarımızı asla mesaj olarak tanımayan başka tür "kumbaralı pikaplar" –zekâlar– olabileceğini hayal edebiliriz. Durum böyle olsaydı o zaman anlamın bir simgeler kümesinin özünlü bir özelliği olduğu iddiasının yeniden gözden geçirilmesi gerekirdi. Diğer yandan böyle varlıkların varolduğunu nasıl fark edebilirdik?

Anlamın özünlülüğüne dair bu uslamlamayı ağırlığın özünlülüğüne dair paralel uslamlamayla karşılaştırmak ilginç olur. Bir nesnenin ağırlığının, "Dünya gezegeninin yüzeyindeyken nesnenin aşağı doğru uyguladığı kuvvetin büyüklüğü" olarak tanımlandığım varsayın. Bu tanım altında, Mars yüzeyindeyken bir nesnenin aşağı doğru uyguladığı kuvvete "ağırlık"tan başka bir ad verilmesi gerekirdi. Bu tanımlama "ağırlığı" özünlü bir özellik yapar, ancak dünyamerkezlilik –"Dünya Şovenizmi"– pahasına. Bu "Greenwich şovenizmi"ne benzer – GMT zaman kuşağından başka, dünya üzerindeki hiçbir yerel zamanı kabul etmeme. Bu zamanı düşünmenin doğal olmayan bir yoludur.

Belki de bilmeden zekâ konusunda ve sonuçta anlam konusunda biz de benzer bir şovenizmi taşıyoruz. Bizim şovenizmimizde, kendimizinkine yeterince benzeyen bir beyni olan her varlığa "zeki" deriz ve başka tip nesneleri zeki olarak tanımayı reddederiz. Uç bir örnek olarak, dış-uzaydaki Bach plağının şifresini çözmek yerine büyük bir kayıtsızlıkla yörüngesinde devam eden bir meteoru ele alalım. Meteor plakla, bize plağın anlamına kayıtsız kaldığını düşündürtecek bir şekilde etkileşime girmiştir. Bu nedenle meteora "aptal" deme ayartısına kapılabiliriz. Ama belki de bununla meteora haksızlık etmiş olurduk. Belki de Dünya şovenizmimiz içinde algılayamadığımız "yüksek zekâ"ya sahiptir ve plakla etkileşimi bu yüksek zekânın bir göstergesidir. O zaman plak – bizim ona atfettiğimizden tamamıyla farklı – daha "yüksek bir anlam" kazanabilir; belki de anlamı onu algılayan zekânın *tipine* bağlıdır. Belki de.

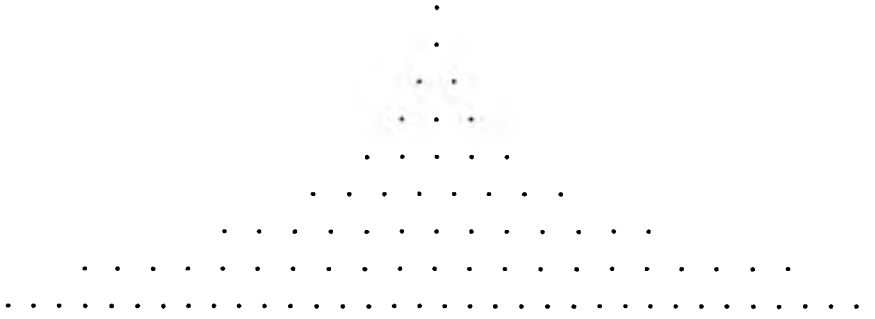
Zekâyı, "bir simgeler dizisinden bizim çıkardığımızla aynı anlamı çıkarmak"tan başka bir şekilde tanımlayabilmek güzel olurdu. Çünkü eğer onu ancak tek yanlı olarak tanımlayabilirsek, o zaman anlamın özünlü bir özellik olduğu uslamlamamız döngüsel ve dolayısıyla içerikten yoksun olur. Bağımsız bir yoldan "Zekâ" adını hak eden bir karakteristikler kümesi formüle etmeye çalışmalıyız. Böyle karakteristik özellikler insanlarca paylaşılan, zekânın tek

biçimli çekirdeğini oluşturur. Tarihin bu noktasında bu karakteristik özelliklerin iyi tanımlanmış bir listesine henüz sahip değiliz. Bununla birlikte gelecek on yıllar içinde insan zekâsının ne olduğuna ilişkin açıklamalarda daha fazla ilerlemeler sağlanacak gibi görünmektedir. Özellikle bilişsel psikologlar, Yapay Zekâ üstüne çalışanlar ve sinir sistemi üstüne çalışan bilimciler anlayışlarında bir senteze varabilir ve bir zekâ tanımı verebilirler. Bu hâlâ bir insan – şovenliği taşıyabilir; bundan kaçış yoktur. Ama bunu dengeleyecek şekilde, zekânın özünü karakterize etmenin şık, güzel –ve hatta çok yalın– soyut yolları olabilir. Bu insanbiçimci bir kavram formüle etme duygusunu azaltmaya yardımcı olacaktır. Ve elbette bir başka yıldız sistemindeki yabancı bir uygarlıkla temas kurulabilseydi, bizim zekâ türümüzün yalnızca bir tesadüf değil, ama yıldızlar ve uranyum çekirdekleri gibi, doğada farklı bağlamlarda yeniden ortaya çıkan temel bir biçimin bir örneği olduğu inancımızın desteklendiğini hissederdik. Bu da anlamın özünlü bir özellik olduğu düşüncesini desteklerdi.

Bu konuyu sonuçlandırmak için yeni ve eski örnekleri ele alalım ve kendimizi olabildiğince esrarengiz bir nesneyle karşılaşan yabancı bir uygarlığın yerine koyup, onların sahip oldukları içsel anlam derecesini tartışalım...

Uzayda İki Plaka

Bozulması olanaksız metal bir alaşımdan yapılmış dikdörtgen bir plaka düşünün, üzerinde de üst üste iki nokta olsun: Önceki iki nokta üst üste bunun bir resmini gösterir. Nesnenin biçimi bütün olarak onun yapay bir nesne olduğu ve dolayısıyla bir mesaj gizlediği izlenimini verse de, iki nokta bir şey iletmek için yeterli değildir. (Okumaya devam etmeden önce bunların ne anlama geldiği üzerine bir varsayım geliştirebilir misiniz?) Ama aşağıdaki gibi daha fazla nokta içeren ikinci bir plaka yaptığımızı varsayın:



Şimdi yapılacak en açık şey – en azından dünyevi zekâ için – ardışık sıralardaki noktaları saymak olacaktır. Ortaya şöyle bir dizi çıkar:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34.

İşte bir satırdan diğerine ilerlemeyi yöneten bir kuralın delili. Gerçekten de Fibonacci sayılarının tanımının yinelgen parçası güvenle bu listeden çıkarsanabilir. Başlangıç değer çifti (1,1)'i "fenotip"in –bütün Fibonacci dizisinin– yinelgen bir kuralla kendisinden dışarı-çekildiği "genotip" olarak düşündüğümüzü varsayın. Genotipi tek başına gönderdiğimizde –yani plakanın ilk versiyonu– fenotipin yeniden oluşturulmasını sağlayan bilgiyi göndermekte başarısız oluruz. Dolayısıyla genotip fenotipin bütün belirtimlerini içermez. Diğer yandan eğer plakanın ikinci çeşitlemesini genotip olarak alırsak, o zaman fenotipin gerçekten yeniden oluşturulabileceğini varsaymak için daha fazla nedenimiz olur. Genotipin bu yeni çeşitlemesi –"uzun genotip"– öyle çok bilgi içerir ki, *fenotipin genotipten dışarı çekildiği düzenek zekâ tarafından, tek başına genotipten çıkarsanabilir.*

Bu düzenek bir kez fenotipi genotipten çıkarma yolu olarak sıkıca tesis edildikten sonra –ilk plaka gibi– "kısa genotipleri" kullanmaya dönebiliriz. Örneğin "kısa genotip" (1,3)

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, ...

fenotipini –Lucas dizisini– üretir. Ve her iki başlangıç değerine –yani her kısa genotipe– karşılık gelen bir fenotip olacaktır. Ama kısa genotipler, uzunların aksine, yalnızca tetiklerler – içlerine yinelgen kuralın yerleştirildiği kumbaralı pikapların üstündeki itilen düğmelerdir. Uzun genotipler, zeki bir varlıkta, ne tür "kumbaralı pikap" kurulacağının tanınmasını tetikleyecek kadar bilgilendiricidir. Bu anlamda uzun genotipler fenotiplerin bilgisini içerir, oysa kısa genotipler içermez. Başka bir deyişle uzun genotip yalnızca bir iç mesaj değil, ama iç mesajın okunmasını sağlayan bir dış mesaj da iletir. Dış mesajın açıklığı mesajın uzunluğunda bulunur gibi görünmektedir. Bu beklenmedik bir durum değildir; antik metinlerin şifreçözümünde olanlarla kesin bir paralellik gösterir. Açıkça kişinin başarma olasılığı eldeki metnin miktarına can alıcı biçimde bağlıdır.

Yine Bach Karşısında Cage

Ama yalnızca uzun bir metne sahip olmak yeterli olmayabilir. Uzaya Bach'ın müziğinin olduğu bir plak göndermek ile John Cage'in müziğinin ol-

duğu bir plak göndermek arasındaki farkı bir daha ele alalım. Bu arada birincisine, alerotik olarak üretilmiş elemanların kompozisyonu anlamına gelen, İngilizce "Composition of Aleatorically Generated Elements" sözcüklerinden kısaltmayla "CAGE," ikincisine de armoninin güzel aperiyodik kristali anlamına gelen İngilizce, "Beautiful Aperiodic Crystal of Harmony" sözcüklerinden kısaltmayla "BACH" diyebiliriz. Şimdi bir Cage parçasının anlamının bizim için ne olduğunu düşünelim. Bir Cage parçasını –belli gelenek türlerine bir isyan olarak– geniş bir kültürel ortam içinde ele almak gerekir. Dolayısıyla eğer bu anlamı iletmek istiyorsak, yalnızca parçanın notalarını göndermekle kalmayıp, daha önceden Batı kültürünün kapsamlı bir tarihini de iletmiş olmalıyız. Bu durumda John Cage'in müziğinin yalıtılmış bir plağının özünlü bir anlamı *olmadığını* söylemek doğru olur. Yine de Batı ve Doğu kültürü üzerine, özellikle de geçen son birkaç on yılın Batı müziğinin eğilimleri üzerine yeterince bilgisi olan bir dinleyici için anlam taşır – ama böyle bir dinleyici bir kumbaralı pikap ve parça bir düğme çifti gibidir. Anlam çoğunlukla başlangıçta dinleyicinin içinde içerilir; müzik yalnızca onu tetiklemeye yarar. Ve bu "kumbaralı pikaplar" saf zekânın aksine, hiç de evrensel değildir; uzun zaman dilimlerinde yerküremiz üzerinde gerçekleşen değişik olaylar dizisine bağlı olması nedeniyle büyük oranda dünya-bağımlıdır. John Cage'in müziğinin bir başka uygarlık tarafından anlaşılacağım ummak, gözde ezginizin, aydaki bir kumbaralı pikap da Saskaton'da bir salondakiyle aynı şifre düğmelerine sahip olmasını ummaya benzer.

Diğer yandan Bach'ı değerlendirmek çok daha az kültürel bilgi gerektirir. Bu büyük bir ironi gibi görünmektedir, çünkü Bach çok daha karmaşık ve düzenlidir, Cage ise entelektüellikten yoksundur. Ama burada tuhaf bir tersine dönüş söz konusudur: zekâ örüntüleri sever ve rastgelelilikten uzak durur. Çoğu insan için Cage'in müziğindeki rastgelelilik daha fazla açıklama gerektirir; ve açıklamalardan sonra bile çoğu insan mesajı kaçırdığı duygusuna kapılabilir – oysa Bach'ın müziğinin büyük bölümünde sözcükler gereksizdir. Bu anlamda Bach'm müziği Cage'in müziğinden daha fazla kendine yeter. Yine de Bach tarafından insanlık durumunun ne kadar göz önüne alındığı açık değildir.

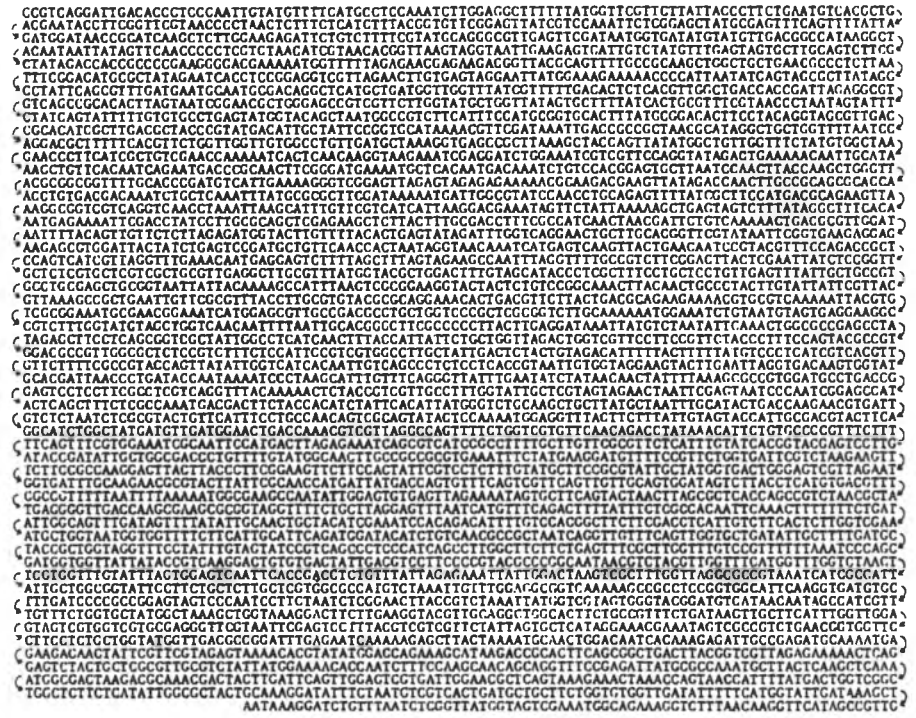
Örneğin müzik her biri daha da küçük, orta ve genel yönlere bölünebilen üç ana yapı boyutuna (ezgi, armoni, ritim) sahiptir. Şimdi bu boyutların her birinde, zihinlerimizin şaşırmadan kullanabileceği belli miktarda karmaşıklık vardır; açıkça besteci bir parça yazarken, çoğunlukla bilinçsiz olarak bunu göz önüne alır. Bu farklı boyutlardaki "katlanılabilir karmaşıklık düzeyleri" büyük bir olasılıkla bizim tür olarak evrimimizin özel koşullarına bağlıdır ve

diğer zeki türler bu birçok boyutta tamamıyla farklı katlanılabilir karmaşıklık düzeyine sahip bir müzik geliştirebilirler. Dolayısıyla bir Bach parçasına, basitçe tek başına müziğin yapısından çıkarılamayacak, insan türü hakkında birçok bilginin eşlik etmesi gerekebilir. Bach'ın müziğini genotiple ve uyandıracağı varsayılan duyguları fenotiple bir tutarsak, o zaman ilgilendiğimiz şey genotipin, fenotipin açığa vurulması için gerekli bütün bilgileri içerip içermediğidir.

DNA'nın Mesajı Ne Kadar Evrenseldir?

Karşımıza çıkan ve iki plakanın esinlediği sorulara çok benzer olan soru şudur: "Bir mesaj kendinin anlaşılabilmesi için gerekli bağlamın ne kadarını yeniden sağlayabilir?" Şimdi "genotip" ve "fenotip"in –DNA ve bir canlı organizma– özgün biyolojik anlamlarına dönebilir ve benzer soruları sorabiliriz. DNA evrensel tetikleme gücüne sahip midir? Yoksa anlamını açığa vurmak için bir "biyopikap"a mı gereksinimi vardır? DNA, uygun kimyasal bağlam içine yerleştirilmeden bir fenotipi çağrıştırabilir mi'? Bu sorunun yanıtı hayırdır – ama nitelenmiş bir hayır. Boşluktaki bir DNA molekülünün hiçbir şey yaratmayacağı kesindir. Bununla birlikte bir DNA molekülü evrende yazgısını aramaya gönderilirse, BACH ve CAGE'i düşündüğümüz gibi, zeki bir uygarlık tarafından yolu kesilebilir. Her şeyden önce onun çerçeve mesajını tanıyabilirler. Bundan sonra kimyasal yapısından ne tür kimyasal koşullar istediğini çıkarmaya ve böyle bir çevreyi sağlamaya çalışırlar. Bu yönde yapılan ve gittikçe daha incelikli bir hal alan bir dizi girişim, sonunda DNA'nın fenotipsel anlamını açığa vurmak için gerekli kimyasal bağlamın geri getirilmesine yol açabilir. Pek usayatkın olmasa da, milyonlarca yıl deneme fırsatı verilirse, belki DNA'nm anlamı sonunda ortaya çıkarılabilir.

Diğer yandan eğer bir DNA iplikçiğini oluşturan baz dizisi, uzun bir sarmal molekül olarak değil de (Şekil 41'de olduğu gibi) soyut simgeler olarak gönderilseydi, bir dış mesaj olarak bunun genotipten fenotipin dışarı çekilmesini sağlayacak uygun kodçözme mekanizmasını tetiklemesi olasılığı hemen hemen sıfır olurdu. Bu, bir iç mesajın böylesi soyut bir dış mesaj tarafından sarmalanmasına örnek oluşturur; bu durumda dış mesajın bağlam-getirici gücü kaybolur ve dolayısıyla pragmatik anlamda, simgeler kümesi hiçbir özünlü anlama sahip değildir. Bütün bunlar size umutsuzca soyut ve felsefi geliyorsa, fenotipin "elde edilebilir" ya da genotip tarafından "içerimlenir" olduğunu kesin olarak söyleyebilme anını saptama konusunun günümüzde çokça tartışılan bir konu olduğunu anımsayın: bu kürtaj sorunudur.



Şekil 41. Bu Dev Aperiyodik Kristal çapı 174 olan bakteriyofojının koromozomu için baz dizisidir. Herhangi bir organizma için haritalanabilmiş ilk tam genom'dur. Tek bir *E. Coli* hücresinin baz dizisini göstermek için yaklaşık 2000 soldan sağa ve sağdan sola tıka basa yazılmış sayfaya ve tek bir insan hücresindeki DNA'nın baz dizisini göstermek için milyonlarca sayfaya gerek vardır. Şimdi elinizde olan bu kitap adı bir *E. Coli* hücresinin bir moleküler mavi kopyasıyla kabaca aynı miktarda bilgiyi içermektedir.

Kromatik Fantazi ve Kan Davası

Gölcüğe muhteşem bir dalış yapmış olan Tosbağa tam sürünerek çıkmış ve kurulanmak için silkelenirken oradan geçen Akhilleus'u görür.

Tosbağa: Hey, Akhilleus! Gölcüğü taşırdığım sırada ben de tam seni düşünüyordum.

Akhilleus: Tuhaf değil mi? Ben de çayırlarda gezinirken seni düşünüyordum. Yılın bu zamanlarında öyle yeşiller ki...

Tosbağa: Öyle mi düşünüyorsun? Bu aklıma seninle paylaşmayı umduğum bir düşünceyi getirdi. Duymak ister misin?

Akhilleus: Ah, zevk duyarım. Yani sen beni mantığın kötü tuzaklarından birine düşürmeye çalışmadığın sürece zevk duyarım Bay T.

Tosbağa: Kötü tuzaklar mı? Ah, beni yanlış anlıyorsun. Ben hiç kötü bir şey yapar mıyım? Ben barışçıl biriyim, kimsenin canını sıkmam ve ılımlı, otçul bir yaşam sürerim. Ve düşüncelerim olayların (onları gördüğüm kadarıyla) tuhaflıkları ve acayiplikleri arasında sürüklenir yalnızca. Ben alçakgönüllü bir görüngü gözlemcisiyim, hımbıl hımbıl yürüyerek, saçma sözlerimi, korkarım ki, çok özelliksiz bir biçimde havaya üfürüyorum. Ama niyetlerim konusunda güvenini tazelemek için bugün yalnızca bağamdan söz etmeyi planlamıştım ve senin de bildiğin gibi bunların mantıkla hiç – kesinlikle hiç– ilgisi yok!

Akhilleus: Sözlerin beni ikna etti Bay T. Ve gerçekten merakım pek kolay depreşiyor. Söylediklerini dinlemeyi elbette isterim, olağanüstü olmaları da gerekmez.

Tosbağa: Bakalım ... nerden başlasam? Hmm... Bağamda sana en çarpıcı gelen şey nedir Akhilleus?

Akhilleus: Tertemiz görünüyor!

Tosbağa: Sağol. Daha demin yüzdüm ve geçen yüzyıldan beri biriken kir tabakasından arındım. Şimdi bağamın ne kadar yeşil olduğunu görebilirsin.

Akhilleus: Ne kadar da sağlıklı, güzel bir yeşil, güneşte parlayışını görmek çok hoş.

Tosbağa: Yeşil mi? Yeşil değil ki.

Akhilleus: Ama sen daha demin yeşil olduğunu söylemedin mi?

Tosbağa: Söyledim.

Akhilleus: O zaman anlaştık: bağan yeşil.

Tosbağa: Hayır, yeşil değil.

Akhilleus: Ah, oyununu anladım. Söylediğin şeyin zorunlu olarak doğru olmadığını ima ediyorsun; bu Tosbağaların dille oynadığını; önermelerinizin ve gerçeğin zorunlu olarak uyuşması gerekmediğini; yani–

Tosbağa: Kesinlikle öyle değil. Tosbağalar sözleri kutsal görürler; Tosbağalar doğruluğa saygı duyarlar.

Akhilleus: Pekâlâ, öyleyse niye bağanın yeşil olduğunu ve de yeşil olmadığını söyledim?

Tosbağa: Ben öyle bir şey söylemedim; ama keşke söyleseydim.

Akhilleus: Söylemeyi ister miydin?

Tosbağa: Zerrece istemem. Bunu söylersem pişman olurum ve içtenlikle bana yakışmaz.

Akhilleus: Bu biraz önce söylediğinle kesinlikle çelişiyor!

Tosbağa: Çelişmek mi? Çelişmek mi? Ben asla kendimle çelişmem. Bu Tosbağa doğasına aykırı.

Akhilleus: Işte bu kez seni yakaladım, seni gidi kaypak herif seni. Seni tam bir çelişme halinde yakaladım.

Tosbağa: Evet, sanırım öyle oldu.

Akhilleus: Hâlâ devam ediyorsun! Şimdi kendinle daha da çok çeliştin! Çelişkiye öyle bir battın ki, artık seninle tartışmak olanaksız!

Tosbağa: Hiç de değil. Ben kendimle hiçbir sorun olmaksızın tartışırım. Belki sorun sendedir. Sanırım sen çelişkili birisin, ama kendi dolaşık ağma öyle bir dolanmışsın ki, ne kadar tutarsız olduğunu göremiyorsun.

Akhilleus: Ne kadar aşağılayıcı bir ifade! Ne kadar çelişkili biri olduğunu sana göstereceğim ve bunun da tek yolu var.

Tosbağa: İyi ya, öyleyse yapacağın şey belli. Bir çelişkiyi ortaya çıkarmaktan daha kolay ne olabilir? Devam et – göster hünerini.

Akhilleus: Hmm... Nerden başlayacağımı bilmiyorum. Ah... Biliyorum. Sen önce, (1) bağanın yeşil olduğunu söyledin ve (2) bağanın yeşil olmadığını söyledin. Daha fazla ne diyeyim?

Tosbağa: Yalnızca çelişkiyi göster. Gevezeliği bırak.

Akhilleus: Ama-ama-ama... Ah, şimdi anlamaya başladım. (Bazen amma da geç anlıyorum!) Senle ben çelişkinin neden oluştuğu konusunda farklı düşüncede olmalıyız. Sorun bu işte. Tamam, ben kendi düşüncemi açıklaya-

yım: biri bir şey söyler ve aynı zamanda söylediğini inkâr ederse, çelişki meydana gelir.

Tosbağa: Katışıksız bir hile. Nasıl yapıldığını görmek isterdim. Bu durumda vantrologlar çelişmede başı çekerler, ağızlarının iki yanıyla ayrı telden konuştuklarına göre.

Akhilleus: Şey, aslında benim söylemek istediğim yalnızca birinin bir tek tümce içinde bir şey söylemesi ve onu inkâr etmesiydi. Bunun düz anlamıyla aynı anda olması gerekmez.

Tosbağa: Ama sen TEK tümce vermedin. İKİ tümce verdin.

Akhilleus: Evet – birbiriyle çelişen iki tümce!

Tosbağa: Düşüncelerindeki dolaşık yapının böylesine açıkça ortaya çıkmasından üzüntü duyuyorum Akhilleus. Önce bana çelişkinin tek tümcede ortaya çıktığını söyledin. Sonra da benim sarf ettiğim iki tümcede çelişki bulduğunu söyledin. Açıkçası tam da benim dediğim gibi. Düşünce dizgen öyle asılsız ki, ne kadar tutarsız olduğunu görmemeyi beceriyorsun. Bununla birlikte dışardan bakıldığında gün gibi ortada.

Akhilleus: Bazen senin yoldan çıkarıcı taktiklerin aklımı öyle karıştırıyor ki, son derece önemsiz bir şeyi mi yoksa çok derin ve önemli bir şeyi mi tartışıyoruz söylemek olanaksız!

Tosbağa: Seni temin ederim ki, Tosbağalar önemsiz şeylerle zamanlarını harcamazlar. Dolayısıyla ikincisi.

Akhilleus: Fazlasıyla ikna oldum. Sağol. Şimdi düşündüm de, seni kendinle çeliştiğine inandırmak için gerekli mantıksal adımı buldum.

Tosbağa: Iyi, iyi. Umarım, tartışılamayacak kadar, açık bir adımdır.

Akhilleus: Kesinlikle öyle. Sen bile kabul edeceksin. Şöyle, sen 1. tümceye ("Benim bağam yeşildir") inandığına VE 2. tümceye de ("Benim bağam yeşil değildir") inandığına göre, içinde ikisinin birleştiği bileşik bir tümceye de inanırsın, değil mi?

Tosbağa: Elbette. Bu tek usauygun durum olurdu, eğer birleştirme tarzı evrensel olarak kabul edilebilir olursa. Ama bu konuda anlaşacağımızdan eminim.

Akhilleus: Evet ve o zaman seni yakaladım! Benim önerdiğim bileşim –

Tosbağa: Ama tümceleri birleştirirken dikkatli olmalıyız. Örneğin "Politikacılar atar"ı; doğru kabul edersin, değil mi?

Akhilleus: Kim bunu inkâr edebilir ki?

Tosbağa: Güzel. Aynı şekilde "İdmanlı koşucu atlar" da geçerli bir sözcelemdir, değil mi?

Akhilleus: Kuşkusuz.

Tosbağa: Öyleyse bunları yan yana getirdiğimizde şunu elde ederiz "İdmanlı koşucu atlar üstünde politikacılar atar." Şimdi konu bu değil, değil mi?

Akhilleus: Dur bir dakika... "İdmanlı koşucu atlar üstünde politikacılar atar mı?" Şey, hayır, ama–

Tosbağa: Böylece iki doğru tümcenin bir tümce içinde birleştirilmesinin güvenli bir politika olmadığını gördün, değil mi?

Akhilleus: Ama sen –sen ikisini– öyle saçma bir yoldan birleştirdin ki!

Tosbağa: Saçma mı? Birleştirmemde itiraz ettiğin yer neresi? Bunun başka yolu var mı?

Akhilleus: "Üstünde" sözcüğünü değil, "ve" sözcüğünü kullanmalıydın.

Tosbağa: Kullanmalı mıyım? Yani SEN diyorsun diye öyle yapmalıyım

Akhilleus: Hayır – Yapılması gereken MANTIKLI şey bu. Benimle kişisel bir ilgisi yok.

Tosbağa: Mantığını ve şatafatlı İlkelerini konuşturduğun her seferinde beni yeniyorsun. Bugün hiç günümde değilim, lütfen.

Akhilleus: Ah, Bay Tosbağa, beni en heyecanlı yerde yolda bırakma. "Ve"nin ne anlama geldiğini pekâlâ da biliyorsun! İki doğru tümceyi "ve"yle birleştirmenin bir zararı yok ki!

Tosbağa: "Zararsız" mı, inanamıyorum! Ne küstahlık! Bu kesinlikle zavallı, masum, acemi bir Tosbağayı ölümcül bir çelişkiye düşürmek için yapılmış habis bir plan. Eğer o kadar zararsızsa bana bunu yaptırmak için niye o kadar debeleniyorsun? Ha?

Akhilleus: Söyleyecek söz bulamıyorum. Gerçekten de en masum duygulara sahipken bana kendimi hain gibi hissettirdin.

Tosbağa: Herkes kendinin öyle olduğuna inanır...

Akhilleus: Yazıklar olsun bana – seni yenmeye çalışırken, seni kendinle çelişkiye düşüren sözcükler kullandım. Kendimi çok berbat hissediyorum.

Tosbağa: Öyle de hissetmelisin. Ne yapmaya çalıştığını biliyorum. Bana 3. tümceyi kabul ettirmeyi planlamıştın, yani "Benim bağam yeşil ve benim bağam yeşil değil." Ve böylesine bas bas bağıran bir yanlış bir Tosbağa'nın Diliyle bağdaşmaz.

Akhilleus: Ah, bütün bunları başlattığım için ne kadar da üzgünüm.

Tosbağa: Üzülmene gerek yok. Kolayına incinmem. Elalemin benimle ilgili akılsız yargılarına alışkınım. Senin arkadaşlığından keyif alıyorum Akhilleus, düşünce biçimin açıklıktan yoksun olsa da.

Akhilleus: Evet... Şey, korkarım ben de böyleyim, Doğruyu ararken hata üstüne hata yapmayı sürdüreceğim.

Tosbağa: Bugünkü konuşmalarımız biraz doğru yönü bulmana yardım edebilir. Iyi günler Akhilleus.

Akhilleus: İyi günler Bay T.

VII. BÖLÜM

ÖNERMELER HESABI

Sözcükler ve Simgeler

ÖNCEKİ Diyalog Lewis Carroll'un *İki Partili Envansiyon*'unu çağrıştırıyor. İkisinde de Tosbağa normal, olağan sözcükleri, normal, olağan biçimlerde kullanmayı reddeder – veya en azından böyle yapmak işine gelmediğinde böyle yapmayı reddeder. Carroll paradoksu üstüne düşünmenin bir yolu geçen bölümde verilmişti. Bu bölümde Akhilleus'un Tosbağa'ya sözleriyle yaptıramadığını simgelerin yaptırmasını sağlayacağız. Yani simgelerinden biri tam da Akhilleus'un Tosbağa'yla konuşurken '*ve*' sözcüğüyle yapmayı istediğini yapacak ve simgelerinden bir diğeriyse '*eğer ... o zaman ...*' sözcüklerinin davranması gerektiği gibi davranacak bir biçimsel dizge kuracağız. Üstünde duracağımız yalnızca iki sözcük daha var: '*veya*' ve '*değil.*' Yalnızca bu dört sözcüğün doğru kullanımına bağlı olan usavurmaya *önermesel usavurma* denir.

Önermeler Hesabının Alfabesi ve İlk Kuralı

Önermeler Hesabı denilen bu yeni biçimsel dizgeyi, bir anda her şeyi açıklamadan, ama özünü de bir dereceye kadar kavramanızı sağlayacak şekilde biraz bulmaca gibi sunacağım. Simgelerin listesiyle başlıyoruz:

	<	>	
P	Q	R	
Λ	v	⊃	~
	[	]	

Bu dizgenin açıklayacağım ilk kuralı aşağıdadır:

BİRLEŞTİRME KURALI: Eğer x ve y dizgenin teoremleriyse, o zaman $<x\Lambda y>$ dizisi de öyledir.

Bu kural iki teoremi alır ve bunları tek bir şey içinde birleştirir. Bu size Diyaloğu anımsatacaktır.

Düzgün Diziler

Birkaç çıkarım kuralı daha olacak ve hepsi de kısaca sunulacak –ama önce bütün dizilerin bir altkümesini tanımlamak önemli, yani *düzgün dizileri.* Bunlar yinelgen bir yolla tanımlanacaklar. Atomlarla başlıyoruz:

ATOMLAR: P, Q ve R'ye *atomlar* denir. Yeni atomlar eski atomların sağ üstüne üssü imi eklenerek oluştururlar – böylece R', Q'', P''' vb olur. Bu sonsuz sayıda atom sağlar. Bütün atomlar düzgündür.

Sonra dört yinelgen oluşum kuralımız var.

OLUŞUM KURALLARI: Eğer x ve y düzgünse, o zaman aşağıdaki dört dizi de düzgündür:

(1) $\sim x$

(2) $< x \wedge y >$

(3) $< x \vee y >$

(4) $< x \supset y >$

Örnek olarak aşağıdakilerin hepsi düzgündür:

P	atom
~P	(1)'e göre
~~P	(1)'e göre
Q'	atom
~Q'	(1)'e göre
<P ∧ ~Q'>	(2)'e göre
~<P ∧ ~Q'>	(1)'e göre
<~ ~ P⊃ Q'>	(4)'e göre
<~ <P ∧~Q'> ∨ <~ ~ P⊃Q'>>	(3)'e göre

Sonuncusu ürkütücü görünebilir, ama doğrudan doğruya iki bileşenden oluşturulmuştur – yani hemen üstündeki iki satırdan. Bunların her biri sırayla bir önceki satırdan kurulmuştur ... ve bu böyle gider. Her düzgün dizi bu yolla temel bileşenlerine dek geriye doğru izlenebilir – yani atomlara dek. Oluşum Kuralları'nı daha fazla gidemeyeceğiniz noktaya dek geriye doğru iş-

letebilirsiniz. Bu sürecin sonlanacağı garantidir, çünkü her bir oluşum kuralı (ileriye doğru işletildiğinde) bir *uzatma* kuralıdır, dolayısıyla onu geriye doğru işletmek sizi daima atomlara doğru götürür.

Bu dizileri ayrıştırma yöntemi herhangi bir dizinin düzgünlüğünü de kontrol etmeye yarar. Düzgünlük için bu bir *tepeden-tabana karar verme yordamıdır*. Bu karar verme yordamını anlayıp anlamadığınızı aşağıdaki dizilerden hangilerinin düzgün olduğunu denetleyerek sınayabilirsiniz:

(1) <P>

(2) <~P >

(3) <P Λ Q Λ R>

(4) <P Λ Q>

(5) <<P Λ Q> Λ < Q ~ Λ P >>

(6) <P Λ ~ P>

(7) <<P v < Q ⊃ R >> Λ < ~P v ~ R'>>

(8) <P Λ Q > Λ < Q Λ P>

(Yanıt: Sayıları Fibonacci sayıları olanlar düzgün değildir. Kalanlar düzgündür.)

Daha Fazla Çıkarım Kuralı

Şimdi aracılıklarıyla bu dizgenin *teoremlerinin* inşa edildiği diğer kurallara geldik. Aşağıda birkaç tane çıkarım kuralı var. Hepsinde, 'x' ve 'y' simgeleri daima *düzgün dizilere* kısıtlanmış olarak anlaşılmalıdır.

TÜMEL EVETLEMEDEN ÇIKIŞ: Eğer <xΛy> bir teoremse, o zaman hem x hem de y teoremdir.

Bu arada 'Λ' simgesinin neyin yerine durduğunu şimdiden tahmin etmiş olmalısınız. (İpucu: önceki Diyalogda baş belası olan sözcük.) Aşağıdaki kuraldan, *tilde* ('~') iminin hangi kavramı temsil ettiğini çıkarabilirsiniz:

ÇİFTE TİLDE KURALI: '~ ~' dizisi herhangi bir teoremden silinebilir. Ayrıca ortaya çıkan dizi düzgün olduğu sürece herhangi bir teoreme eklenebilir.

Fantazi Kuralı

Bu dizgenin özel bir yönü *hiç ilksavının* olmamasıdır – yalnızca kuralları vardır. Önceden gördüğümüz biçimsel dizgelere bakacak olursanız, o zaman

teoremlerin nasıl olabileceğini merak edebilirsiniz. Her şey nasıl başlar? Bunun yanıtı hiç yoktan teorem imal eden bir kural olduğudur – girdi olarak bir "eski teorem"e gerek yoktur. (Geri kalan kurallar girdiye gereksinim duyarlar.) Bu özel kurala *fantazi kuralı* denir. Böyle adlandırmamın nedeni oldukça basittir.

Fantazi kuralını kullanmak için yapacağınız ilk şey istediğiniz bir düzgün x dizisi yazmak ve sonra da "Bu *x* dizisi ilksav ya da teorem *olsaydı ne olurdu?*" diye sorarak "fantazi kurmak"tır. Daha sonra dizgeyi kendi kendine bir yanıt vermeye bırakırsınız. Yani devam edersiniz ve açılış satırı olarak *x*'i alarak bir türetim yaparsınız; son satırın *y* olduğunu varsayalım. (Elbette türetim dizge kurallarına sıkı biçimde uymalıdır.) *x*'den *y*'ye her şey (içermeli) *fantazidir*; *x* fantazinin *öncülü*, *y* *sonucudur*. Sonraki adım *fantazinin dışına atlamaktır*, şunu öğrenmiş olarak,

Eğer *x* bir teorem olsaydı *y* bir teorem olurdu.

Yine de *gerçek* teoremin nerede olduğunu merak edebilirsiniz. Gerçek teorem

$$< x \supset y >$$

dizisidir. Bu dizinin yukarıdaki tümceyle benzerliğine dikkat edin.

Bir fantaziye girme ve oradan çıkma imleri olarak sırasıyla '[' ve '],' köşeli ayraçları kullanılır. Dolayısıyla bir sol köşeli ayraç gördüğünüz her seferinde, bir fantazinin içine "itiliyor" olduğunuzu ve bir *sonraki* satırın fantazinin öncülünü içereceğini bilirsiniz. Bir sağ köşeli ayraç gördüğünüzdeyse dışarıya "çekiliyor" olduğunuzu ve bir *önceki* satırın *sonuç* olduğunu bilirsiniz. Fantazilerde yer alan türetimin bu satırlarını içerlek yazmak (gerekli olmasa da) yararlıdır.

Aşağıda, P dizisinin öncül olarak alındığı fantazi kuralına bir örnek var. (P bir teorem değildir, ama bunun önemi yok; biz yalnızca şunu araştırıyoruz, "Öyle olsaydı ne olurdu?") Aşağıdaki fantaziyi kuruyoruz:

[	fantazinin içine itilme
P	öncül
~ ~ P	sonuç (çift tilde kuralıyla)
]	fantazinin dışına çekilme

Fantazi şunu gösteriyor:

Eğer P bir teorem olsaydı ~ ~ P de bir teorem olurdu.

Şimdi bu Türkçe (metadil) tümceyi biçimsel yazılış biçimine (nesne dil) "sıkıştırıyoruz": $< P \supset \sim \sim P >$. Önermeler Hesabımızın bu ilk teoremi, '$\supset$' simgesinin olağan yorumunu vermelidir.

İşte fantazi kuralını kullanarak yapılan bir başka türetim:

[	itme
$<P \wedge Q>$	öncül
P	tümel evetlemeden çıkış
Q	tümel evetlemeden çıkış
$<Q \wedge P>$	birleştirme
]	çekme
$<<P \wedge Q> \supset <Q \wedge P>>$	fantazi kuralı

Yalnızca son satırın gerçek teorem olduğunu anlamak önemlidir – başka her şey fantazidedir.

Yinelenme ve Fantazi Kuralı

Yinelenme terminolojisindeki "itme" ve "çekme"den tahmin edebileceğiniz gibi, fantazi kuralı yinelgeli olarak kullanılabilir – dolayısıyla fantaziler içinde fantaziler, içiçe üç fantazi vb olabilir. Bu, aynı içiçe öyküler ve filmlerde olduğu gibi, "gerçeklik düzeylerinin" her türünün varlığından söz edilebileceği anlamına gelir. Bir film-içinde-filmden çıktığınız zaman bir an için gerçek dünyaya ulaştığınızı hissedersiniz, oysa tavandan hâlâ bir düzey uzaktasınızdır. Aynı biçimde bir fantazi-içinde-fantaziden çıktığınız zaman yaşamış olduğunuzdan "daha gerçek" bir dünyadasmızdır, ama üst düzeyden hâlâ bir düzey uzaktasınız.

Bir sinemadaki "Sigara İçilmez" levhası filmdeki karakterler için geçerli değildir – filmlerde gerçek dünyadan fantazi dünyasına aktarım yoktur. Ama Önermeler Hesabı'nda, gerçek dünyadan fantazilere aktarım vardır; hatta bir fantaziden içindeki fantazilere bile aktarım vardır. Bu aşağıdaki kuralla biçimselleştirilmiştir:

AKTARIM KURALI: Bir fantazi içinde, bir üst düzey "gerçeklik"ten herhangi bir teorem alınıp kullanılabilir.

Bu, bir sinemadaki "Sigara İçilmez" levhasının yalnızca sinema izleyicileri için değil, filmdeki tüm oyuncular için de ve aynı fikrin yinelenmesiyle, çok katlı içiçe filmlerdeki herkes için geçerli olması gibidir! (Uyarı: Aksi yönde

aktarım söz konusu değildir: fantazilerin içindeki teoremler dışarıya ihraç edilemezler! Bu olgu olmasaydı, bir fantazinin ilk satırı olarak her şeyi yazabilir sonra da onu bir teorem olarak gerçek dünyaya aktarabilirdiniz.)

Aktarımın nasıl işlediğini ve fantazi kuralının yinelgeli olarak nasıl kullanıldığını göstermek için aşağıdaki türetimi sunuyoruz:

[	itme
P	dış fantazinin öncülü
[	yine itme
Q	iç fantazinin öncülü
P	iç fantaziye P'nin aktarımı
<P∧Q>	birleşme
]	iç fantaziden dışarı çekilme, dış fantazinin yeniden kazanılması
<Q⊃<P∧Q>>	fantazi kuralı
]	dış fantaziden dışarı çekilme, gerçek dünyaya varış!
<P⊃<Q⊃<P∧Q>>>	fantazi kuralı

İçiçe "gerçeklik düzeyleri"nin doğasını vurgulamak için dış fantaziyi bir kez, iç fantaziyi iki kez içerden başlattığıma dikkat edin. Fantazi kuralına bakmanın bir yolu, dizge *hakkında* bir gözlemin dizge *içine* sokulduğunu söylemektir. Yani üretilen $<x \supset y>$ teoremi, dizge hakkındaki, "Eğer x bir teoremse, o zaman y de bir teoremdir" önermesinin dizge içindeki bir temsili olarak düşünülebilir. Daha özgül olarak, $<P \supset Q>$ için olağan yorum "Eğer P ise, o zaman Q" ya da eşdeğerli olarak "P, Q'yu gerektirir"dir.

Fantazi Kuralının Evriği

Lewis Carroll'ın Diyaloğu bütünüyle "eğer-o zaman" önermeleri hakkındaydı. Özellikle Akhilleus Tosbağa'yı, birinci önermesi yanı sıra, hatta "eğer-o zaman" önermesinin bizzat kendisi kabul edildiğinde bile, "eğer-o zaman" önermesinin ikincisi önermesini kabul etmeye ikna etmek için bir hayli ter dökmüştü. Gelecek kural, '⊃'-dizisinin kendisinin bir teorem ve onun ilk önermesinin de bir teorem olması halinde bir '⊃'-dizisinin ikinci "önermesini" çıkarımlamamızı sağlar.

AYIRMA KURALI: Eğer x ve $<x \supset y>$nin her ikisi de teoremse, o zaman y bir teoremdir.

Bu arada bu kurala genelde "Modus Ponens" ve fantazi kuralına da "Tümdengelim Teoremi" denir.

Simgelerin Olağan Yorumu

Bu noktada baklayı ağzımızdan çıkarıp yeni dizgemizin kalan simgelerinin "anlamlar"ını açıklayabiliriz. Henüz açıklığa kavuşmamışsa, 'Λ' simgesi, normal, günlük dildeki 've' sözcüğüne eşbiçimli olarak hareket eder. '~' simgesi 'değil' sözcüğünü temsil eder – bu değillemenin biçimsel bir türüdür. Açılı ayraçlar '<' ve '>' gruplayıcılardır – işlevleri aynı bayağı cebirdeki ayraçlar gibidir. Temel fark, cebirde, zevk ve tarza göre, ayraçları koyma ya da atma özgürlüğünüzün olmasıdır, oysa biçimsel bir dizgede böyle anarşistçe özgürlükler hoş karşılanmaz. 'v' simgesi "veya" sözcüğünü temsil eder ('vel' Latincede 'veya'dır). 'Veya' *içermeli* 'veya' anlamına gelir; *<xVy>nin* yorumu "ya *x* ya da *y* –veya her ikisi"dir.

Yorumlamadığımız tek simgeler atomlardır. Bir atomun tek bir yorumu yoktur – Türkçenin *herhangi* bir tümcesiyle yorumlanabilir (bir dizi ya da türetimde çok kez geçerse aynı tümceyle yorumlanmaya devam edilmesi gerekir.) Dolayısıyla örneğin < P Λ ~ P > düzgün dizisi şu bileşik tümceyle yorumlanabilir–

Bu zihin Buda'dır ve bu zihin Buda değildir.

İmdi, şu ana değin türetilmiş kuramların her birine bakıp bunları yorumlayalım. İlki <P⊃~~P> idi. P için aynı yorumu korursak aşağıdaki yorumu elde ederiz:

Eğer bu zihin Buda ise,
o zaman bu zihnin Buda olmadığı vaki değildir.

Çift değillemeyi nasıl çevirdiğime dikkat edin. Herhangi bir doğal dilde değillemenin yinelenmesi yerinde olmaz o nedenle değillemeyi ifade etmenin iki farklı yolu kullanılarak bundan kaçınılır. Türettiğimiz ikinci teorem <<PΛQ>⊃<QΛP>> idi. Eğer Q'yü "Bu keten bir buçuk kilo ağırlığındadır," tümcesiyle yorumlarsak, o zaman teoremimiz aşağıdaki gibi olur:

Eğer bu zihin Budaysa ve bu ketenin ağırlığı bir buçuk kiloysa ,
o zaman bu ketenin ağırlığı bir buçuk kilodur ve bu zihin Budadır.

Üçüncü teorem <P⊃<Q⊃<PΛQ>>> idi. Bu da aşağıdaki içiçe "eğer-o zaman" tümcesiyle şöyle olur:

Eğer bu zihin Budaysa,
o zaman eğer bu keten bir buçuk kiloysa,
o zaman bu zihin Budadır ve bu ketenin ağırlığı bir buçuk kilodur.

Yorumlandığı zaman her bir teoremin kesinlikle önemsiz ve kendinden apaçık bir şey söylediğini herhalde fark etmişsinizdir. (Bazen öyle açıktırlar ki, boş ve –yeterince paradoksal olarak– kafa karıştırıcı hatta yanlış gibi gelirler!) Bu çok etkileyici olmayabilir, ama üretilebilecek bir yığın yanlışlığı anımsayın – henüz üretilmediler. Bu dizge –Önermeler Hesabı– düzgün bir biçimde doğrudan doğruya atlar, yanlışlardan titizce kaçınır, aynı ıslanmamak için bir dere içinde, ne kadar kaygan ya da ne kadar sallantılı olsa da taştan taşa atlayan biri gibi. Etkileyici olan –Önermeler Hesabı'nda– her şeyin katışıksız biçimde *tipografik olarak* yapılmasıdır. Dizilerin *anlamı* hakkında düşünen kimse yoktur. Her şey mekanik, düşüncesiz, katı olarak, hatta aptalca yapılır.

Kurallar Listesinin Tamamlanışı

Önermeler Hesabı'nın bütün kurallarını henüz ifade etmedik. Aşağıda, üç yeni kuralla birlikte bütün kuralların listesi verilmiştir.

BİRLEŞTİRME KURALI: Eğer x ve y teoremse, o zaman $<x\Lambda y>$ bir teoremdir.

TÜMEL EVETLEMEDEN ÇIKIŞ KURALI: Eğer $<x\Lambda y>$ bir teoremse, o zaman hem x hem de y teoremdir.

ÇİFT-TILDE KURALI: '$\sim\ \sim$' dizisi herhangi bir teoremden silinebilir. Ayrıca ortaya çıkan dizinin düzgün olması durumunda yeni bir teoreme eklenebilir.

FANTAZİ KURALI: Eğer x'in bir teorem olduğu varsayıldığında y türetilebilirse, o zaman $<x\supset y>$ bir teoremdir.

AKTARIM KURALI: Bir fantazi içinde, bir düzey üstteki "gerçeklik"ten herhangi bir teorem alınabilir ve kullanılabilir.

AYIRMA KURALI: Eğer x ve $<x\supset y>$nin her ikisi de teoremse, o zaman y bir teoremdir.

TAMDEVİRME KURALI: $<x\supset y>$ ve $<\sim y\supset\sim x>$ değiş tokuş edilebilir.

DE MORGAN KURALI: $<\sim x \sim \Lambda\ y>$ ve $\sim < x\ \mathrm{v}\ y>$ değiş tokuş edilebilir.

SWİTCHEROO KURALI: $<x\ \mathrm{v}\ y >$ ve $<\sim x \supset y >$ değiş tokuş edilebilir.

(Switcheroo kuralı adını, Arnavut bir demiryolu mühendisi olup mantık da çalışmış olan Q. q. Switcheroo'dan almıştır.) Son kurallardaki "değiş tokuş edilebilir"le söylenmek istenen şudur: Bir ifade biçimi bir teorem ya da teoremin parçası olarak geçerse, öteki ifade biçiminin yerine geçebilir ve bu durumda sonuç dizisi yine bir teorem olacaktır. 'x' ve 'y' simgelerinin daima dizgenin düzgün dizilerinin yerine durduğu akılda tutulmalıdır.

Kuralların Haklılandırılması

Bu kuralların türetimler içinde kullanımını görmeden önce onların kısa haklılandırılmalarına bakalım. Onları olasılıkla kendi kendinize benim örneklerimden daha iyi haklılandırabilirsiniz – bu nedenle yalnızca iki örnek veriyorum.

Tamdevirme kuralı, koşullu önermelerde bilinçsizce uyguladığımız devirme işlemini belirtik olarak ifade eder. Örneğin "Zen-tümcesi"

Eğer araştırıyorsan, o zaman Yol'dan uzaktasındır

şununla aynı anlama gelir

Eğer Yol'a yakınsan, o zaman onu araştırmıyorsundur.

De Morgan kuralı ünlü tümcemizle açıklanabilir "Bayrak kıpırdamıyor ve rüzgâr kıpırdamıyor." Eğer P, "bayrak kıpırdıyor"u ve Q, "rüzgâr kıpırdıyor"u simgelerse, o halde $< \sim \mathrm{P}\ \Lambda \sim \mathrm{Q} >$ ile simgelenen bileşik tümce, De Morgan yasasına göre, yorumu "Ne bayrağın ne de rüzgârın kıpırdadığı doğru" olan $\sim < \mathrm{P} \vee \mathrm{Q} >$ ile değiş tokuş edilebilir. Bunun çıkarılabilecek Zen-anlamlı bir sonuç olduğunu kimse yadsıyamaz.

Switcheroo kuralı için şu tümceyi ele alalım "Ya dağın üstüne bir bulut asılı veya ayışığı gölün dalgalarına işliyor "sanırım zihninde canlandırabildiği bildik bir gölü anımsayan, ama onu göremeyen dalgın bir Zen ustası böyle bir tümce kurabilirdi. Şimdi sandalyenize tutunun, çünkü Switcheroo kuralı bize bunun şu düşünceyle değiş tokuş edilebileceğini söylüyor: "Eğer dağın üstüne bir bulut asılı değilse, o zaman ayışığı gölün dalgalarına işliyor." Bu yeterince aydınlatıcı olmayabilir, ama Önermeler Hesabı'nın en fazla sunabildiği bu.

Dizgeyle Oynamak

Şimdi bu kuralları önceki bir teoreme uygulayalım ve ne elde ettiğimize bakalım. Örneğin $< P \supset \sim \sim P >$ teoremini alalım:

$< P \supset \sim \sim P >$	eski teorem
$< \sim \sim \sim P \supset \sim P >$	tamdevirme
$< \sim P \supset \sim P >$	çift-tilde
$< P \vee \sim P >$	switcheroo

Bu yeni teorem yorumlandığı zaman şunu söyler:

Bu zihin ya Buda'dır veya bu zihin Buda değildir.

Bir kez daha, yorumlanan teorem, zihin karıştırmaktan başka işe yaramasa da, en azından doğrudur.

Yarı-yorumlar

Önermeler Hesabı'nın teoremleri yüksek sesle okunduğu zaman atomlar dışında her şeyin yorumlanması doğaldır. Ben buna *yarı-yorumlama* diyorum.

Örneğin $< P \vee \sim P >$nin yarı-yorumu

P veya değil P

olur.

P'nin bir tümce olmaması olgusuna rağmen, yukarıdaki yarım tümce yine de doğru görünmektedir, çünkü P yerine koyulacak herhangi bir tümceyi kolayca hayal edebilirsiniz – ve yarı-yorumlanmış teoremin biçimi, seçiminizi nasıl yaparsanız yapın ortaya çıkan tümcenin doğru olacağı güvencesini size verir. Ve bu da Önermeler Hesabı'nın anahtar düşüncesidir: ürettiği yarı-yorumlanmış teoremler "evrensel olarak doğru yarı-tümceler" olarak görülür, bunun anlamı yorumu nasıl tamamlarsanız tamamlayın, son sonucun doğru bir önerme olacağıdır.

Gantō'nun Baltası

Şimdi "Gantō'nun Baltası" denen bir Zen kōanına dayanan daha ileri bir alıştırma yapabiliriz. Kōan şöyle başlar:

Günlerden bir gün Tokusan çömezi Gantō'ya şöyle dedi, "Yıllardır burada

olan iki keşişim var. Git onları yokla." Gantō bir balta aldı ve iki keşişin meditasyona daldığı kulübeye gitti. Baltasını kaldırdı ve şöyle dedi, "Eğer tek bir laf ederseniz, başlarınızı keseceğim; eğer tek laf etmezseniz, yine başlarınızı keseceğim."[1]

Tek bir laf ederseniz bu kōanı keseceğim; tek laf etmeseniz de bu kōanı keseceğim çünkü onun bir kısmını bizim yazım biçimimize çevirmek istiyorum. "Tek laf edersiniz"i P ile ve "başlarınızı keseceğim"i Q ile simgeleştirelim. O zaman Gantō'nun baltasının tehditi $<<P \supset Q> \wedge <\sim P \supset Q>>$ dizisiyle simgelenir. Bu balta tehditi bir ilksav olsaydı ne olurdu? İşte bu soruyu yanıtlamak için bir fantazi.

(1)	[		itme
(2)		$<<P \supset Q> \wedge <\sim P \supset Q>>$	Gantō'nun ilksavı
(3)		$<P \supset Q>$	tümel evetlemeden çıkış
(4)		$<\sim Q \supset \sim P>$	tamdevrik
(5)		$<\sim P \supset Q>$	tümel evetlemeden çıkış
(6)		$<\sim Q \supset \sim\sim P>$	tamdevrik
(7)		[	yine itme
(8)		$\sim Q$	öncül
(9)		$<\sim Q \supset \sim P>$	4. satırın taşınması
(10)		$\sim P$	ayırma
(11)		$<\sim Q \supset \sim\sim P>$	6. satırın taşınması
(12)		$\sim\sim P$	ayırma (8 ve 11. satırlar)
(13)		$<\sim P \wedge \sim\sim P>$	birleştirme
(14)		$\sim <P \vee \sim P>$	De Morgan
(15)		]	bir kez çıkma
(16)		$<\sim Q \supset \sim <P \vee \sim P>>$	fantazi kuralı
(17)		$<<P \vee \sim P> \supset Q>$	tamdevrik
(18)		[	itme
(19)		$\sim P$	öncül (ayrıca sonuç!)
(20)		]	çekme
(21)		$<\sim P \supset \sim P>$	fantazi kuralı
(22)		$<P \vee \sim P<$	switcheroo
(23)		Q	ayırma (22 ve 17. satırlar)
(24)	]		dışarı çekilme

[1] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 178.

Önermeler Hesabı'nın gücü bu örnekte gösterilmiştir. İki düzine adımda, Q'yü türettik başlar gövdeden ayrılacak! (Uğursuzca, son kural "ayırmak" idi...) Şimdi ne olacağını bildiğimize göre kōana devam etmek gereksiz gelebilir... Yine de kōanı kesme kararımdan vaz geçeceğim; sonuçta bu gerçek bir Zen köanı. Olayın gerisi şöyle hikâye edilir:

> Her iki keşiş de sanki o konuşmamış gibi meditasyonlarına devam ettiler. Gantō baltasını indirdi ve şöyle dedi, "Siz gerçek Zen çömezlerisiniz." Geri döndü ve Tokusan'a olayı aktardı. "Senin açından anladım," diye Tokusan kabul etti, "ama söyle bana, onların açısından nasıldı?" "Tōzan onları kabul edebilir," diye yanıtladı Gantō, "ama Tokusan'ın maiyetine kabul edilmeyebilirler."[2]

Benim açımı anladınız mı? Zen açısı nasıl?

Teoremler İçin Bir Karar Verme Yordamı Var mıdır?

Önermeler Hesabı bize kavranabilir bütün dünyalarda doğru olacak önermelerin üretilmesini sağlayan bir kurallar kümesi sunar. Bu nedenle bütün teoremleri fazlasıyla basit görünür; bütünüyle içerikten yoksun gibidirler! Bu açıdan bakıldığında, Önermeler Hesabı'yla uğraşmak, zaman kaybı gibi gelebilir, çünkü bize söyledikleri bütünüyle önemsiz ve apaçık şeylerdir. Diğer yandan bunu evrensel olarak doğru olan önermelerin *biçimini* belirleyerek yapar ve bu, evrenin çekirdek doğrulukları üstüne yeni bir ışık tutar: bunlar yalnızca temel değil aynı zamanda *düzenlidir*: bir tipografik kurallar kümesince üretilebilirler. Bir başka deyişle hepsi "aynı kumaştan biçilmiş"tir. Aynı şeyin Zen köanları hakkında da söylenip söylenmeyeceğini merak edebilirsiniz: hepsi bir tipografik kurallar kümesince üretilebilir mi?

Burada konuyu karar verme yordamına getirmek çok yerinde olur. Yani teoremlerden teorem-olmayanları söylemek için mekanik bir yöntem var mıdır? Eğer varsa, bu bize Önermeler Hesabı'nın teoremlerinin kümesinin yalnızca y.s. değil, ama yinelgen de olduğunu söylerdi. Bundan ilginç bir karar verme yordamının olduğu ortaya çıkar – doğruluk çizelgesi yöntemi. Bunu burada sunmak yersiz olacak; her mantığa giriş kitabında bulabilirsiniz. Peki ya Zen kōanları? Hakiki Zen kōanlarını diğer şeylerden ayıran mekanik bir karar verme yordamı tasavvur edilebilir mi?

---

[2] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 178.

Dizgenin Tutarlı Olduğunu Biliyor muyuz?

Şimdiye kadar, değinildiği şekliyle yorumlandıkları zaman bütün teoremlerin doğru önermeler olduklarını *varsaydık*. Ama durumun böyle olduğunu *biliyor* muyuz? Bunu ispatlayabilir miyiz? Bu, acaba olağan yorumlar ('Λ' için 've' vb), simgelerin "edilgin anlamları" denilmeyi hak ediyor mu, sorusunun bir başka şekilde sorulmasıdır. Konuya, "basiretli" ve "basiretsiz" bakış açıları olarak adlandırılabilecek iki farklı bakış açısından bakılabilir. Şimdi ben bu iki tarafı, savunucularını "Basiretli" ve "Basiretsiz" diye kişileştirerek sunacağım.

Basiretli: Tek BİLECEĞİMİZ eğer İSPATLAMAYI becerebilirsek bütün teoremlerin olağan yorumlar altında doğru çıktıklarıdır. Bu ileriye doğru gitmenin dikkatli, düşünceli yoludur.

Basiretsiz: Tam tersine. Bütün kuramların doğru çıkacağı AÇIKtır. Bana inanmıyorsan dizgenin kurallarına bir daha bak. Her bir kuralın kesinlikle temsil ettiği sözcüğün kullanılması gerektiği gibi hareket eden bir simge yarattığını görürsün. Örneğin birleştirme kuralı 'Λ' simgesini 've'nin hareket etmesi gerektiği gibi hareket ettirir; ayırma kuralı '⊃'nin, 'gerektirir' ya da 'eğer-o zaman'ın yerine durduğunda nasıl hareket etmesi gerekiyorsa o şekilde hareket etmesini sağlar; bunun gibi. Eğer Tosbağa'ya benzemiyorsan, her bir kuralda kendi düşüncende kullandığın kalıpların dizgeleştirilmiş halini görürsün. Böylece kendi düşünce kalıplarına güveniyorsan, o zaman bütün teoremlerin doğru çıkacağına inanmak ZORUNDA KALIRSIN! Benim görüş açım bu. Daha fazla ispata gerek yok. Bazı teoremlerin yanlış çıkacağını düşünüyorsan, o zaman bazı kuralların da yanlış olması gerektiğini düşünüyorsun demektir. Hangisi olduğunu bana göster.

Basiretli: Kurallarda bir yanlışlık olduğundan emin değilim, bu yüzden sana gösteremem. Yine de şöyle bir senaryo tahayyül edebilirim. Sen kuralları izleyerek bir teorem çıkarırsın – diyelim x. Öte yandan ben, yine kuralları izleyerek bir diğer teorem çıkarırım – bu da $\sim x$ olur. Kendini bunu tasavvur etmeye zorlayabilir misin?

Basiretsiz: Pekâlâ; öyle olduğunu varsayalım. Bu seni niçin rahatsız ediyor? Ya da başka bir yoldan bakalım. MIU-dizgesinde oynarken benim x teoremini senin de x U teoremini çıkardığını varsayalım. Kendini bunu tasavvur etmeye zorlayabilir misin?

Basiretli: Elbette – gerçekte hem MI hem de MIU teoremdir.

Basiretsiz: Bu seni rahatsız etmiyor mu?

Basiretli: Tabii ki etmiyor. Senin örneğin saçma, çünkü MI ve MIU ÇELİŞİK değil, oysa Önermeler Hesabı'ndaki x ve $\sim x$ dizileri çelişikTİR.

Basiretsiz: Şey, evet – '~'i 'değil' olarak yorumlarsan. Ama '~'in 'değil' olarak yorumlanması gerektiğini düşünmene yol açan nedir?

Basiretli: Kuralların kendileri. Onlara baktığın zaman '~' için tek düşünülebilir yorumun 'değil' olduğunu anlarsın – ve aynı biçimde '$\wedge$' için de tek düşünülebilir yorum 've'dir, bunun gibi.

Basiretsiz: Bir başka deyişle kuralların bu sözcüklerin anlamlarını ele geçirebildiğine mi inanıyorsun?

Basiretli: Kesinlikle.

Basiretsiz: Ve yine de x ve $\sim x$'in teorem olabildikleri düşüncesini kabul etmeyi istiyorsun? Niye kirpilerin kurbağa oldukları veya 1'in 2'ye eşit olduğu ya da ayın yeşil peynirden yapıldığı fikirlerini de kabul etmiyorsun? Ben, düşünce süreçlerimin böylesi temel malzemeleri acaba yanlış mıdır, diye düşünmeye bile hazır değilim – çünkü bu fikirleri kabul edersem tüm soruyu çözümleme kiplerimin yanlış olup olmadığını düşünmem gerekir ve o zaman tam bir açmaza düşerim.

Basiretli: Uslamlaman güçlü... Ama ben yine de bütün teoremlerin doğru çıktığı ya da x ve $\sim x$'in her ikisinin birden asla teorem olamadıklarını gösteren bir İSPAT görmek isterim.

Basiretsiz: İspat istiyorsun. Sanırım Önermeler Hesabı'mn tutarlı olduğuna kendi usuna güvendiğinden daha fazla güvenmek istemen anlamına geliyor bu. Düşünebileceğim herhangi bir ispat, Önermeler Hesabı'ndaki herhangi bir şeyden daha karmaşık zihinsel işlemler içerecektir. Öyleyse o neyi ispatlar? Senin Önermeler Hesabı'nın tutarlılığının ispatlanması isteğin bana, İngilizce öğrenen birinin kendisine bütün yalın sözcükleri karmaşık olanlarla tanımlayan bir sözlük verilmesinde ısrar etmesini düşündürdü...

Yine Carroll Diyaloğu

Bu küçük tartışma kendilerinin savunulması için mantık ve usavurmayı kullanmaya çalışmanın zorluğunu gösterir. Bir noktada, dibe varırsınız ve orada yüksek sesle "Ben doğru olduğumu biliyorum!" haykırışının dışında hiçbir savunma yoktur. Bir kez daha, Lewis Carroll'ın Diyaloğunda çok çarpıcı olarak ortaya koyduğu konuyla karşı karşıyayız: kendi usavurma örüntülerini sonsuza dek savunmayı sürdüremezsin. İnancın idareyi ele aldığı bir an gelir.

Bir usavurma dizgesi yumurtayla karşılaştırılabilir. Yumurtanın içindekileri koruyan bir kabuğu vardır. Bununla birlikte yumurtayı bir yerden bir yere taşımak isterseniz kabuğuna güvenemezsiniz. Yumurtayı yolculuğunun ne kadar zorlu geçeceğine göre seçtiğiniz bir kaba koyarsınız. Tedbiri elden bırakmamak için yumurtayı içiçe geçen kutulara da koyabilirsiniz. Yumurtanızı kaç kat kutunun içine koyarsanız koyun, yine de yumurtayı kırabilecek bir felaket tahayyül edebilirsiniz. Ama bu yumurtanızı taşıma riskini hiç göze almayacağınız anlamına gelmez. Benzer biçimde, kişi bir dizgedeki bir ispatın doğru olduğunun nihai, mutlak bir ispatını asla veremeyebilir. Elbette bir ispatın ispatı ya da bir ispatın ispatının ispatı verilebilir – ama en dıştaki dizgenin geçerliliği daima inançla kabul edilmiş, ispatlanmamış bir varsayım olarak kalır. Hiç usa gelmeyecek cin fikirliliklerle ispatın en alt düzeye kadar her bir düzeyinin geçersiz kılınacağı ve böylece bu "ispatlanmış" sonucun hiç de doğru olmadığının görülebileceği durumlar her zaman tahayyül edilebilir. Ama bu, matematikçiler ve mantıkçıların matematiğin bütün yapısının yanlış olabileceğinden sürekli olarak endişe duydukları anlamına gelmez. Diğer yandan geleneksel anlayışa uymayan ya da fazlasıyla uzun ya da bilgisayarlarca üretilmiş ispatlar önerildiğinde, insanlar bu kutsalımsı "ispatlanmış" sözcüğüyle gerçekte ne anlatılmak istendiği konusunda düşünmeyi tamamıyla bırakırlar.

Bu noktada Carroll'un Diyaloğuna geri dönmek ve tartışmanın çeşitli aşamalarını kendi yazım biçimimizle –tartışmanın özünden başlayarak kodlamak– sizin için kusursuz bir alıştırma olacaktır:

Akhilleus: Eğer elinde <<AΛB>⊃Z> ve ayrıca <AΛB> varsa, o zaman elinde kesinlikle Z de vardır.

Tosbağa: Ah! Demek istiyorsun ki: <<<<AΛB>⊃Z>Λ<AΛB>>⊃Z> değil mi?

(İpucu: Akhilleus bir çıkarım kuralı saydığı her şeyi Tosbağa anında dizgenin basit bir dizisi düzeyine indirir. Yalnızca A, B ve Z harflerini kullanırsanız, giderek uzayan yinelgen dizi örüntüleri elde edersiniz.)

Kestirmeler ve Türetilmiş Kurallar

Önermeler Hesabı içinde türetimler yaparken kişi anında tam anlamıyla dizgenin parçası olmayan çeşitli kestirme yollar keşfeder. Örneğin eğer bir noktada <QV~Q> dizisine gerek duyulursa ve <PV~P> daha önce türetil-

mişse, çoğu kişi sanki <Q∨~Q> türetilmiş gibi *devam* eder, çünkü onun türetiminin <P∨~P> türetimininkiyle tam bir koşutluk içinde olduğunu bilir. Türetilmiş teorem diğer bir "teorem şeması" –diğer teoremler için bir kalıp– olarak ele alınır. Bu da kusursuz biçimde geçerli bir yordam olarak ortaya çıkar, sizi daima yeni teoremlere götürür, ama daha önce belirttiğimiz gibi bu Önermeler Hesabı'nın bir kuralı değildir. Aksine *türetilmiş bir kuraldır*. Dizge *hakkında* sahip olduğumuz bilginin parçasıdır. Bu kuralın sizi daima teoremler uzayı içinde tuttuğu ispat gerektiren bir durumdur elbette – ama böyle bir ispat dizge içindeki bir türetim gibi değildir. Sıradan, sezgisel anlamda bir ispattır – I-kipinde yürütülen bir usavurma zinciridir. Önermeler Hesabı *hakkındaki* kuram bir "metakuram"dır ve onun içindeki sonuçlara "metateoremler" denilebilir – teoremler hakkındaki Teoremler. [Bu arada "teoremler hakkındaki Teoremler" deyişindeki büyük harfe dikkat edin. Bu uylaşımımızın bir sonucudur: metateoremler, teoremlere (türetilebilir diziler) ilişkin Teoremlerdir (ispatlanmış sonuçlar)].

Önermeler Hesabı içinde başka birçok metateorem ya da türetilmiş çıkarım kuralı keşfedilebilir: Örneğin ikinci bir De Morgan Kuralı vardır:

$$< \sim x \vee \sim y > \text{ ve } \sim < x \text{ A } y > \text{ değiş-tokuş edilebilir.}$$

Bu dizgenin bir kuralı olsaydı birçok türetimin hızını önemli ölçüde artırabilirdi. Ama bunun doğru olduğunu *ispatlarsak*, bu yeterli olmaz mı? Bu noktadan itibaren, bunu bir çıkarım kuralı gibi kullanamaz mıyız?

Bu türetilmiş tikel kuralın doğruluğundan kuşku duymak için neden yoktur. Ancak türetilmiş kuralları Önermeler Hesabında yordamınızın bir parçası olarak kabul etmeye başladığınızda, dizgenin biçimselliğini yitirirsiniz, çünkü türetilmiş kurallar biçimsel olmayan yollardan – dizgenin dışında türetilirler. Biçimsel dizgeler, bir ispatın her adımının, bir tek katı çerçeve içinde belirtik olarak sergilenmesinin bir yolu olarak önerilirler, böylece her matematikçi diğerinin çalışmasını mekanik olarak kontrol edebilecektir. Ama hemen bu çerçevenin dışına çıkmaya kalkışırsanız, o zaman onu hiç yaratmamak daha iyi olabilirdi. Bu nedenle böyle kestirme yollar kullanmanın sakıncaları vardır.

Daha Üst Düzeylerin Biçimselleştirilmesi

Diğer yandan bir başka çıkış seçeneği vardır. Niye meta-kuramı da biçimselleştirmeyelim? Bu yolla, türetilmiş kurallar (meta-teoremler) daha geniş bir biçimsel dizgenin teoremleri olabilirlerdi ve Önermeler Hesabı'nın teorem-

lerinin türetimlerinin hızlandırılmasında kullanılabilecek kestirmeler aramak ve onları teoremler olarak –yani biçimselleştirilmiş meta-kuramın teoremleri olarak– türetmek meşru olabilirdi. Bu ilginç bir fikirdir, ama daha önerildiği anda insana meta-meta-kuramları vb düşündürmeye başlar. Kaç düzey biçimselleştirirseniz biçimselleştirin, nihayetinde birilerinin en üst düzeyde kestirmeler yapmak isteyeceği açıktır.

Bir usavurma kuramının, dikkatlice işletildiğinde, kendi meta-kuramıyla özdeş olabileceği bile önerilebilir. O zaman bütün düzeyler tek bir düzey içine çökmüş gibi görünür ve dizge *hakkında* düşünme sadece dizge *içinde* çalışmanın tek yolu olur! Ama bu o kadar da kolay değildir. Bir dizge "kendi hakkında düşünebilse" bile yine de kendinin *dışında* değildir. Dizgenin dışında olan siz onu, onun kendini algılama tarzından daha farklı algılarsınız. Böylece kendi içinde "kendi hakkında düşünebilen" bir kuram için bile hâlâ bir meta-kuram –dışarıdan bir bakış açısı– vardır. Biz "kendi hakkında düşünebilen" kuramlar olduğunu bulacağız. Gerçekten de pek yakında, niyetimiz bu olmadığı halde tamamıyla rastlantısal olarak, bunun ortaya çıktığı bir dizge göreceğiz! Ve bunun ne tür etkiler ürettiğini göreceğiz. Ama Önermeler Hesabını incelerken en basit fikirlere bağlı kalacağız – düzeyleri karıştırmayacağız.

Eğer dizge içinde çalışmakla (M-kipi), dizge hakkında düşünmeyi (I-kipi) özenle birbirinden ayırmayı başaramazsanız yanılgılar ortaya çıkabilir. Örneğin (yarı-yorumu "ya P veya değil P") olan <P∨~P> bir teorem olduğundan ya P veya ~P'nin bir teorem olması gerektiğini varsaymak son derece usauygun görünür. Ama bu, tamamıyla yanlıştır: son çiftin hiçbiri teorem değildir. Genel olarak simgelerin farklı düzeyler arasında –burada biçimsel dizge dili ve onun metadili (Türkçe)– ileri geri kaydırılabileceğini varsaymak tehlikeli bir uygulamadır.

Dizgenin Gücü ve Zayıflıkları Üstüne Düşünümler

Mantıksal düşüncenin mimarisinin bir kısmını temsil etmek üzere tasarlanmış bir dizge örneği görmüş oldunuz. Bu dizgenin ele aldığı kavramların sayısı çok azdır ve bunlar çok yalın, kesin kavramlardır. Ama Önermeler Hesabı'nın yalınlık ve kesinliği, matematikçilerin gözünde onu kesinlikle çekici hale getiren türden özelliklerdir. Bunun iki nedeni vardır. (1) Tam olarak geometrinin yalın, katı şekiller üzerine çalışması gibi o da kendi özellikleri için çalışabilir. Farklı simgeler, çıkarım kuralları, ilksav ve ilksav şemaları vb kul-

lanılarak üzerinde değişiklikler yapılabilir. (Bu arada burada sunulan Önermeler Hesabı versiyonu, 1930'ların başlarında G. Gentzen tarafından yaratılan dizgeden çıkarılmıştır. Tek bir çıkarım kuralının –genellikle ayırma kuralı– kullanıldığı ve birkaç ilksav ya da ilksav şemasının bulunduğu başka çeşitlemeleri de vardır.) Seçkin biçimsel dizgeler içindeki önermesel usavurma yapma yolları üzerine çalışmak saf matematiğin çekici dallarından biridir. (2) Önermeler Hesabı, usavurmanın diğer temel yönlerini kapsayacak şekilde kolayca genleştirilebilir. Bunların bir kısmı gelecek bölümde gösterilecek; burada Önermeler Hesabı bütünüyle, içinde gelişmiş sayı-kuramsal usavurma yapılabilen çok daha geniş ve derin bir dizgenin içine katılmaktadır.

İspatlar Karşısında Türetimler

Önermeler Hesabı bazı açılardan usavurmaya fazlasıyla benzer, ama kurallarının insan düşüncesinin kurallarıyla eşitlenmemesi gerekir. *İspat* biçimsel olmayan bir şeydir ya da başka bir deyişle insan kullanımı için insan dilinde yazılmış, normal düşüncenin bir ürünüdür. Düşüncenin tüm karmaşık yönleri ispatlarda kullanılabilir ve bunlar "uygun" gibi görünmelerine karşın insan onların mantıksal olarak savunup savunulamayacağını merak edebilir. Biçimselleştirmenin varlık nedeniyse gerçekte tam da budur. *Türetim* ispatın yapay karşılığıdır; ve amacı, yöntemleri yalnızca tümüyle belirtik değil, ama aynı zamanda çok yalın olan bir mantıksal yapı aracılığıyla aynı hedefe erişmektir.

Eğer bir biçimsel türetim karşılığı olan "doğal" ispata göre son derece uzunsa –ve genellikle durum budur– bu oldukça rahatsız edicidir. Bu her bir adımın yalın olmasını sağlamak için ödenen bedeldir. Çoğunlukla türetim ve ispat, sözcüğün tümleyen anlamlarıyla "yalın"dır. İspatlama, nedenini bilmesek bile, içindeki her bir adım "doğru" gibi göründüğü için yalındır; türetim, çok sayıdaki adımlarının her birinin karşı çıkılamayacak kadar apaçık sayılması dolayısıyla yalındır ve tüm türetim böylesine apaçık adımlardan oluştuğu için onun hatasız olduğu varsayılır. Bununla birlikte iki yalınlık türü de kendilerine özgü bir karmaşıklığı beraberinde taşırlar. Bu karmaşıklık ispatlamalarda, ispatların dayandığı altta yatan dizgenin –yani insan dilinin– karmaşıklığıyken, türetimlerde, onların kavranılmalarını neredeyse imkânsızlaştıran astronomik boyutlarıdır.

O halde Önermeler Hesabı, yapay ispat benzeri yapıları sentezleme genel yönteminin bir parçası olarak düşünülmelidir. Bununla birlikte fazla esnekli-

ğe ya da genelliğe sahip değildir. Yalnızca –kendileri de oldukça katı olan– matematiksel kavramlarla bağlantılı olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Buna ilginç bir örnek olarak bir türetim yapalım– bunda, bir fantazi içinde öncül olarak oldukça olağandışı bir öncülü alalım: $<P \wedge \sim P>$. En azından yarı-yorumu olağandışıdır. Ancak Önermeler Hesabı yarı-yorumlar hakkında düşünmez; yalnızca dizileri tipografik olarak yönlendirir – ve tipografik olarak ele alındığında bu dizide gerçekten olağandışı hiçbir şey yoktur. İşte öncül olarak bu diziyi alan bir fantazi:

(1)	[	itme
(2)	$<P \wedge \sim P>$	öncül
(3)	P	tümel evetlemeden çıkış
(4)	$\sim P$	tümel evetlemeden çıkış
(5)	[	itme
(6)	$\sim Q$	öncül
(7)	P	3. satırı taşıma
(8)	$\sim\sim P$	çifte değilleme
(9)	]	çekme
(10)	$<\sim Q \supset \sim\sim P>$	fantazi
(11)	$<\sim P \supset Q>$	tamdevrik
(12)	Q	ayırma (4 ve 11. satırlar)
(13)	]	çekme
(14)	$<<P \wedge \sim P> \supset Q>$	fantazi

Bu teorem oldukça tuhaf bir yarı-yoruma sahiptir:

P ve değil P birlikte Q'yü gerektirir.

Q herhangi bir tümceyle yorumlanabileceği için teorem kabaca "Bir çelişmeden her şey çıkar!" anlamında alınabilir. Dolayısıyla Önermeler Hesabı'na dayanan dizgelerde çelişmeler içerilemez; onlar aniden ortaya çıkan global bir kanser gibi bütün dizgeye bulaşırlar.

Çelişkilerin Kullanılması

Bu kulağa pek de insan düşüncesi gibi gelmiyor. Eğer kendi düşüncelerinizde bir çelişme bulursanız, bütün zihniyetinizin yerle bir olması pek de olası değildir. Bunun yerine çelişik düşüncelere neden olduğunu hissettiğiniz

usavurma kiplerini ve inançlarımızı sorgulamaya başlarsınız. Bir başka deyişle yapabildiğiniz kadarıyla çelişmenin sorumlusu olduğunu hissettiğiniz içinizdeki dizgelerin dışına çıkar ve onları onarmaya çalışırsınız. En az olabilir şeylerden biri kollarınızı kaldırıp haykırmaktır: "Pekâlâ, sanırım bu artık her şeye inandığımı gösteriyor!" Bir şaka olarak evet – ama ciddi anlamda değil.

Gerçekten çelişki yaşamın bütün alanlarındaki –matematikte buna dahildir– ilerlemenin ana kaynağıdır. Geçmişte matematikte bir çelişki bulunduğunda matematikçiler ondan sorumlu olan dizgeyi saptama, ondan kurtulma, nedenlerini bulma ve onu düzeltme yollarını ararlardı. Bir çelişkinin keşfedilmesi ve onarılması matematiği zayıflatmaktan çok güçlendirirdi. Bu araştırma zaman alabilir, birkaç yanlış başlangıç içerebilir, ama sonunda iyi bir sonuca ulaşılırdı. Örneğin ortaçağda, sonsuz dizilerin değeri

$$1 - 1 + 1 - 1 + 1 - \ldots$$

hararetle tartışılmıştı. Bunun, 0, 1, $^1/_2$ ve belki öteki değerlere de eşit olduğu "ispatlanmış"tı. Böyle tartışmalı buluşlardan sonsuz dizilerle ilgili daha bütünlüklü, daha derin bir kuram çıktı.

Çelişmeyle çok daha doğrudan ilişkili bir örnek tam da bu anda karşımıza çıkıyor – yani gerçek düşünme tarzımız ile Önermeler Hesabı'nın bize öykünme tarzı arasındaki uyuşmazlık. Bu çoğu mantıkçı için bir rahatsızlık kaynağı olagelmiş ve bu kadar aptalca ve inatçı davranmaması için Önermeler Hesabı'nı yamamaya çalışma yönünde çok fazla yaratıcı çaba seferber edilmiştir. A. R. Anderson ve N. Belnap'ın[3] *Entailment* adlı kitapları "ilgili sıkı gerektirme"yi kapsama yönünde bir girişimdir; "eğer –o zaman"ın simgesinin gerçek nedenselliği ya da en azından anlamları arasındaki bağlantıyı yansıtmasını sağlamaya çalışır. Önermeler Hesabı'nın aşağıdaki teoremlerini ele alın:

$$< P \supset < Q \supset P > >$$
$$< P \supset < Q \vee \sim Q > >$$
$$< < P \wedge \sim P > \supset Q >$$
$$< < P \supset Q > \vee < Q \supset P > >$$

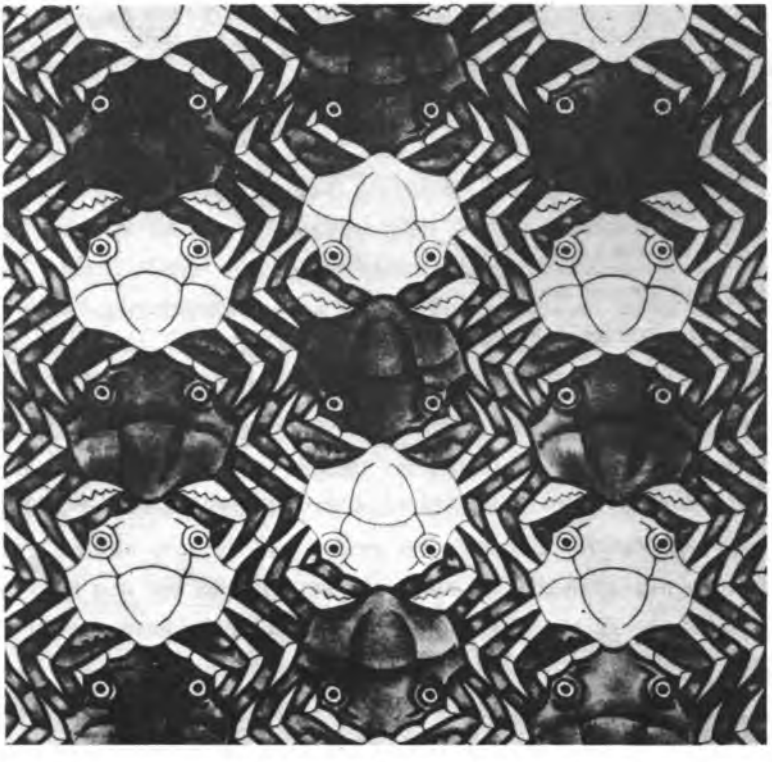
Önermeler Hesabı içinde ispatlanabilmesi için bunlar ve bunlara benzeyen daha niceleri, bir eğer – o zaman önermesinin birinci ve ikinci tümceleri arasında bir bağıntı olması gerekmediğini gösterirler. Buna karşılık, "ilgili sıkı

[3] A. R. Anderson ve N. D. Belnap, Jr., *Entailment* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1975).

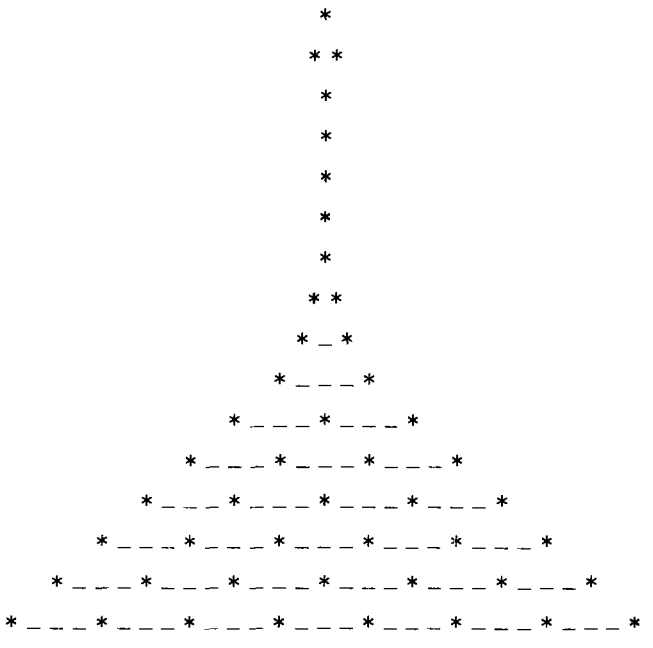
gerektirme" çıkarım kurallarının uygulanabildiği bağlamlar üzerine belli kısıtlamalar koyar. Sezgisel olarak söylediği şudur: "Bir şey diğer bir şeyden ancak eğer onlar birbirleriyle ilgiliyse türetilebilir." Örneğin yukarıda verilen türetimin 10. satırına böyle bir dizgede izin verilmeyecek ve bu da $< < P \wedge \sim P > \supset Q >$ dizisinin türetimini engelleyecektir.

Daha kökten girişimler eksiksizlik veya tutarlılık çağrılarını bütünüyle terk ederek tüm tutarsızlıklarıyla birlikte insana özgü usavurmayı taklit etmeye çalışırlar. Böylesi araştırmaların amacı artık matematik için sağlam bir temel sağlamak değil, ama tamamıyla insan düşünce süreçlerini incelemektir.

Tuhaflıklarına karşın Önermeler Hesabı'nın kendini beğendireceği özellikleri de vardır. Eğer (gelecek bölümde yapacağımız gibi) daha geniş bir dizgenin içine katılırsa ve eğer (bizim de gerçekleştireceğimiz gibi) daha geniş dizgenin hiçbir çelişki içermediğinden emin olunursa, o zaman Önermeler Hesabı ondan umulan her şeyi yapar: geçerli önermesel çıkarımları sağlar – yapılabilecek her şey de budur zaten. Böylece eğer bir eksiklik veya tutarsızlık açığa çıkarılırsa, bunun, altdizgesi olan Önermeler Hesabı'mn değil, ama daha geniş dizgenin kusuru olduğundan emin olunabilir.



Şekil 42. *Yengeç Kanonu*, M. C. Escher (~ 1965).



Yengeç Kanonu[*]

Akhilleus ve Tosbağa bir gün parkta gezinirken karşılaşırlar.

Tosbağa: İyi günler Bay A.

Akhilleus: Vay, sana da iyi günler.

Tosbağa: Seni görmek ne güzel.

Akhilleus: Sen benden çok yaşayacaksın.

Tosbağa: Yürüyüş için de mükemmel bir gün. Yakında eve varırım sanırım.

Akhilleus: Ah, gerçekten mi? Senin için yürümekten daha iyi bir şey yoktur bence.

Tosbağa: Bu arada senin de bugünlerde pek dinç göründüğünü söylemeliyim.

Akhilleus: Çok teşekkür ederim.

Tosbağa: Hiç önemli değil. Puromdan alır mıydın?

Akhilleus: Ah, ne zevksiz herifsin. Bu alanda Hollandalıların yaptığı katkılar özellikle çok zevksiz, sen de öyle düşünmüyor musun?

---

[*] Crab Canon (= Yengeç Kanonu) ve Crab (= Yengeç) diyalogun yapısı gereği kimi zaman özgün haliyle bırakılmıştır –çn.

Tosbağa: Buna katılmıyorum. Ama zevkten söz etmişken, geçen gün bir galeride senin gözde sanatçın M. C. Escher'in *Yengeç Kanonu*'nu gördüm sonunda ve hem ileri hem geri gidişlerle kendi kendisiyle içiçe geçirdiği tek bir temayla sergilediği güzellik ve yaratıcılığın hakkını teslim ettim. Yine de korkarım daima Bach'ın Escher'den daha üstün olduğunu hissedeceğim.

Akhilleus: Bilemem. Ama zevklerle ilgili tartışmaların umurumda olmadığı kesin. *De gustibus non est disputandum.*

Tosbağa: Söylesene, senin yaşında olmak nasıl bir şey? Artık hiçbir şeyin umurunda olmadığı doğru mu?

Akhilleus: Kesin olarak, hiçbir kaygın kalmaz.

Tosbağa: Ah, şey, benim için hepsi bir.

Akhilleus: Saçma. Büyük fark olduğunu biliyorsun.

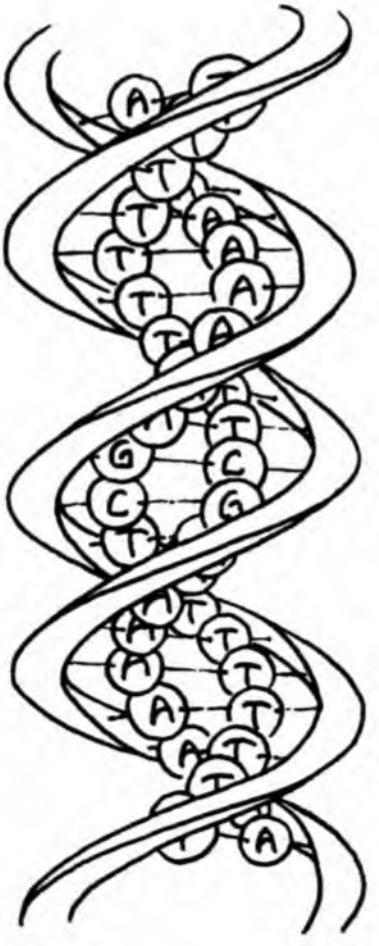
Tosbağa: Bana bak, sen gitar çalmıyor muydun?

Akhilleus: Hayır, bir dostum çalar. Genellikle çalar, aptal. Ama ben bir gitara üç metre yakınından olsun dokunmadım.

(Aniden Yengeç ortaya çıkar, heyecanla gezinmektedir, kara gözleri iyice öne fırlamıştır.)

*Crab** *[Yengeç]:* Huu! Heyy! Ne var? Ne yok? Görüyorsun değil mi, her yanım yamuk yumuk, bunu bana yaptı bir lavuk. Hey! Hem de böyle güzel bir günde. Tam da parkta aylak aylak dolaşırken rastladım lavta çalan şu Varşovalı deve – insan azmanı mübarek. Boyu üç metre değilse ne olayım. Adamın üstüne tırmandım, göğe doğru yükseldim ve dizine çıkıp şöyle dedim, "Özür dilerim, beyefendi, ama mazurkalarınızla parkımızın havasını bozuyorsunuz." Ama HEYHAT! hiç şakadan anlamıyordu – öyle böyle değil – ve HAYRET – beni silkelediği gibi fırlattı! Doğam da olsaydı esip yağardım, ama türümün eski geleneğine uyup geri çekildim. Ne de olsa bizler ileriye doğru yürüdüğümüz zaman geriye doğru gidiyoruz. Döne döne ilerlemek bizim genlerimizde var biliyorsunuz, bu aklıma şunu getirdi – hep merak etmişimdir, "Hangisi önce gelir, Crab mı, yoksa Gen mi?" Bu şu anlama gelir, "Hangisi sonra gelir – Gen mi, yoksa Crab mı?" Biliyorsunuz ben her zaman şeylerin çevresinde dönerim. Bu bizim genlerimizde var, sonuçta. Geriye doğru yürüdüğümüzde ileriye doğru gideriz. Aman Tanrım! neşeli yolumda acele etmeliyim – böyle güzel bir günde

* Crab'ın orijinal bırakılma nedeni Diyalogda DNA harflerine göndermeler yapılmasıdır –çn.



Şekil 43. Crab'ın [= Yengeç] Genlerinden birinden kısa bir kesit, sürekli dönüp durmaktadır. İki DNA iplikçiği çözülüp yan yana konduğunda şöyle okunurlar:

... TTTTTTTTTCGAAAAAAAAA

...

... AAAAAAAAAGCTTTTTTTTT

...

Aynı olduklarına dikkat edin, yalnızca biri geri giderken diğeri ileri gider. Bu müzikte "crab canon" [yengeç kanonu] diye adlandırılan biçimin özelliğidir. Çok az farkı da olsa, tersinden de aynı okunabilen sözcüğü [palindrome] çağrıştırır. Moleküler biyolojide böyle DNA bölütlerine "palindrome" denir – "yengeç kanonu" demek çok daha doğru olacağından biraz yanlış bir adlandırma. Bu DNA bölütü yalnızca yengeç kanonu özelliklerine sahip olmakla kalmaz – ama dahası baz dizisi Diyalogun yapısını kodlar. Dikkatlice bakın!

Bir Crab'ın hayatı için "hey" çekin! TATA! Oley!

(Ve geldiği gibi aniden gözden kaybolur.)

Tosbağa: İyi, bir dostumdur. Genellikle aptalı oynar . Ama ben kendim üç metrelik bir Polonyalı'ya gitarla olsun dokunmadım.

Akhilleus: Bana bak, sen gitar çalmıyor muydun?

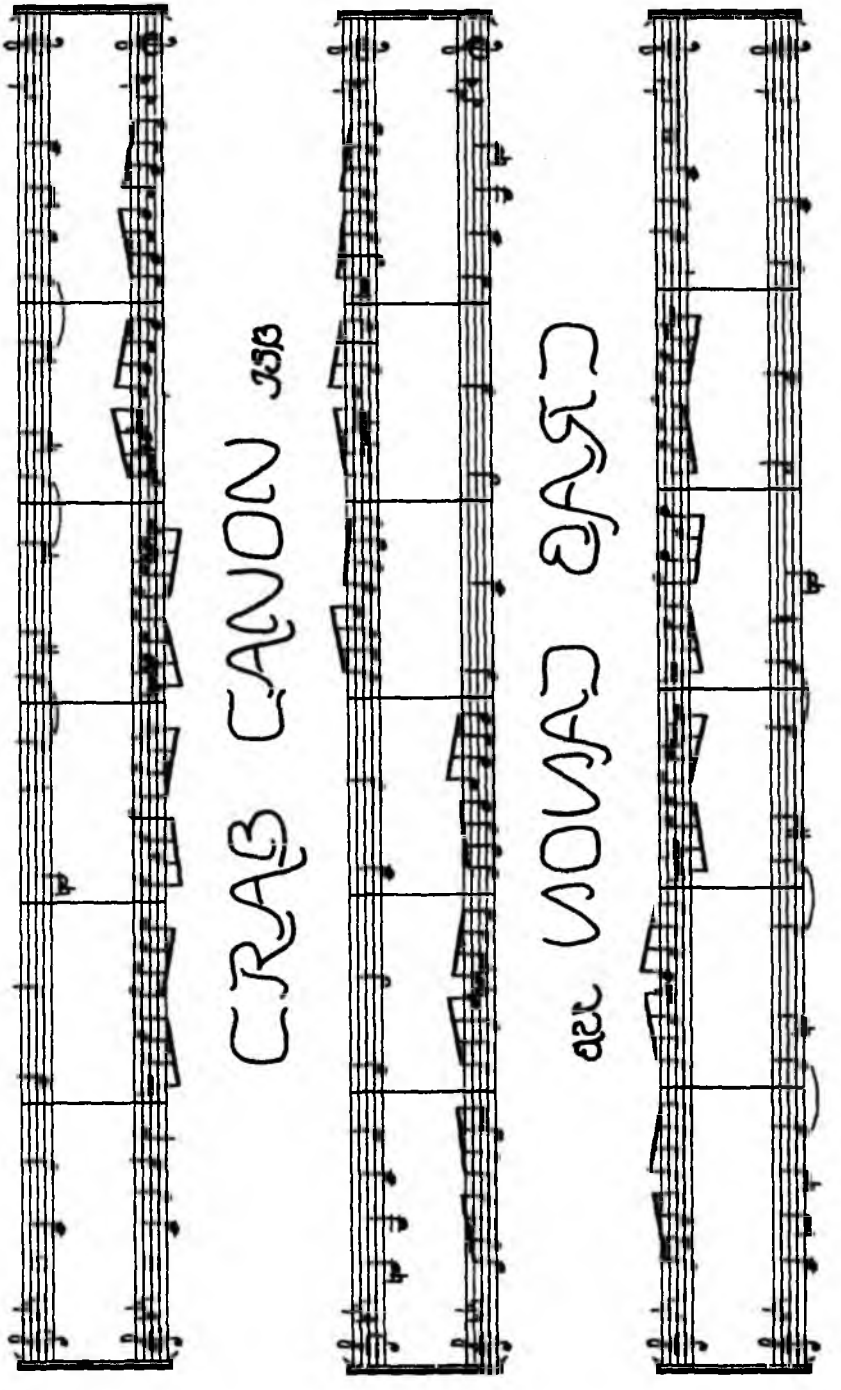
Tosbağa: Keman. Arada büyük fark var biliyorsun.

Akhilleus: Ah, şey, benim için hepsi bir.

Tosbağa: Kesin olmak gerekirse birinin frettası yok.

Akhilleus: Söylesene, senin yaşında olmak nasıl bir şey? Artık hiçbir şeyin umurunda olmadığı doğru mu?

Tosbağa: Bilemem. Ama zevklerle ilgili tartışmaların umurumda olmadığı kesin. *Disputandum non est de gustibus* [*Zevkler ve renkler tartışılmaz*].



Şekil 44. *Crab Canon* [*Yengeç Kanonu*], J. S. Bach'ın *Müzikal Sunu*'sundan. [Müzik Donald Byrd'ın "SMUT" programıyla basılmıştır.]

Akhilleus: Buna katılmıyorum. Ama zevkten söz etmişken, geçen gün bir konserde senin gözde bestecin J. S. Bach'ın Yengeç Kanonu'nu dinledim sonunda ve hem ileri hem geri gidişlerle kendi kendisiyle içiçe geçirdiği tek bir temayla sergilediği güzellik ve yaratıcılığın hakkını teslim ettim. Yine de korkarım daima Escher'in Bach'tan üstün olduğunu hissedeceğim.

Tosbağa: Ah, ne zevksiz herifsin. Bu alanda Hollandalıların yaptığı katkılar özellikle çok zevksiz, sen de öyle düşünmüyor musun?

Akhilleus: Hiç önemli değil. Puromdan alır mıydın?

Tosbağa: Çok teşekkür ederim.

Akhilleus: Bu arada, senin de bugünlerde pek dinç göründüğünü söylemeliyim.

Tosbağa: Ah, gerçekten mi? Senin için yürümekten daha iyi bir şey yoktur bence.

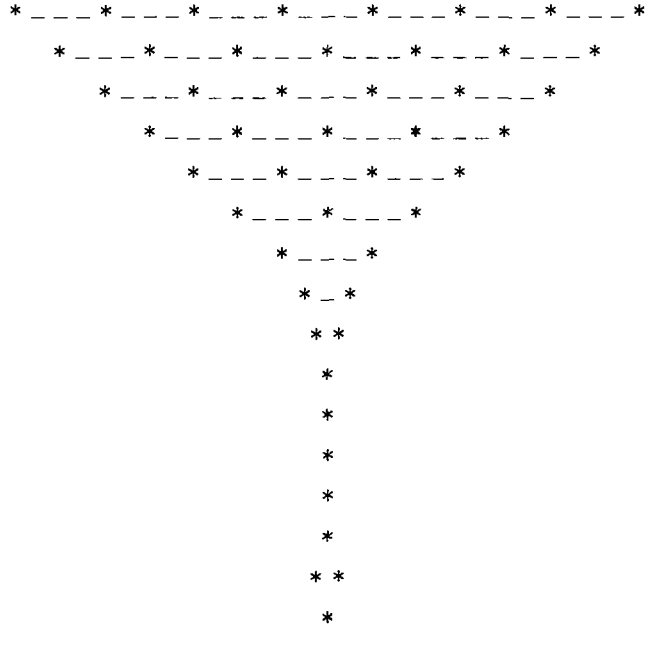
Akhilleus: Yürüyüş için de mükemmel bir gün. Yakında eve varırım sanırım.

Tosbağa: Sen benden çok yaşayacaksın

Akhilleus: Seni görmek ne güzel.

Tosbağa: Vay, sana da iyi günler.

Akhilleus: İyi günler Bay T.



VIII. BÖLÜM

TİPOGRAFİK SAYI KURAMI

Yengeç Kanonu ve Dolaylı Kendine-Gönderme

YENGEÇ KANONU'nda üç tane dolaylı kendine-gönderme örneği bulunmaktadır. Akhilleus ve Tosbağa bildikleri sanatsal yaratıları betimlerler – ve tamamıyla rastlantısal olarak bu yaratılar, içinde bulundukları Diyalogla aynı yapıdadırlar. (Yazar olarak bunu fark ettiğim andaki şaşkınlığımı hayal edin!) Ayrıca Yengeç biyolojik bir yapıyı betimler ve bu da aynı özelliğe sahiptir. Elbette Diyalogu okuyup anlayan birisi, onun da yengeç kanonu formunda olduğunu her nasılsa gözden kaçırmış olabilir. Bu Diyalogu bir düzeyde anlamak, ama diğerinde anlamamış olmaktır. Kendine-göndermeyi görmek için Diyaloğun içeriği kadar biçimine de bakmak gerekir.

Gödel'in inşası, bu bölümde açıklayacağımız biçimsel dizge dizilerinin – *Tipografik Sayı Kuramı* (TNT)*– içeriğinin olduğu kadar biçiminin de betimlenmesine bağlıdır. Beklenmedik olan Gödel'in keşfettiği incelikli haritalama yöntemi sayesinde dizilerin biçiminin biçimsel dizgenin kendisinin içinde betimlenebilmesidir. Şimdi başa sarma kapasiteli bu garip dizgeyle tanışalım.

TNT'de Neyi İfade Edebilmeyi İstiyoruz

Sayı kuramına ait bazı tipik tümceleri alıntılamakla başlayacağız; sonra bütün tümcelerimizin bir başka biçimde de ifade edilebilmelerini sağlayacak bir temel kavramlar kümesi bulmaya çalışacağız. Bu kavramlara daha sonra tekil simgeler verilecektir. Bu arada "sayı kuramı" teriminin yalnızca pozitif tam sayıların ve sıfırın (ve böyle tam sayılar kümelerinin) özelliğine gönderimde bulunduğu baştan belirtilmelidir. Bu sayılara *doğal sayılar* denir. Negatif sayıların bu kuramda rolü yoktur. Dolayısıyla "sayı" sözcüğü kullanıldığı zaman tamamıyla bir doğal sayı kastedilecektir. Ve biçimsel dizge (TNT) ile oldukça kötü tanımlanmış ancak rahatlatıcı olan matematiğin eski dalı sayı kuramını zihninizde ayrı tutmanın –yaşamsal– önemi vardır; ben bu kurama "N" diyeceğim.

---

* Typographical Number Theory (TNT) –çn.

N'nin –sayı kuramı– bazı tipik tümceleri şunlardır:

(1) 5 asaldır.

(2) 2 bir kare değildir.

(3) 1729 iki küpün toplamıdır.

(4) İki pozitif küpün toplamı bir küp değildir.

(5) Sonsuz sayıda asal sayı vardır.

(6) 6 çifttir.

İmdi "asal," "küp," "pozitif" gibi her bir kavram için bir simgeye gerek var gibi gelebilir – ama bu kavramlar gerçekte ilkel değildir. Örneğin asallık, bir sayının sahip olduğu çarpanlarla ve onların da çarpmayla ilişkisiyle ilgilidir. Küplük de aynı biçimde çarpmayla ilgili olarak tanımlanır. Bu durumda tümceleri daha temel görünen kavramlar uyarınca ifadeleştirelim.

(1') 5 eşittir a kere b denklemini sağlayan, ikisi de 1'den büyük a ve b sayıları yoktur.

(2') b kere b eşittir 2 denklemini sağlayan bir b sayısı yoktur.

(3') Öyle b ve c sayıları vardır ki, bunlar b kere b kere b, artı c kere c kere c eşittir 1729 denklemini sağlar.

(4') 0'dan büyük bütün b ve c sayıları için, a kere a kere a eşittir b kere b kere b artı c kere c kere c denklemini sağlayan hiçbir a sayısı yoktur.

(5') Her bir a sayısı için, a'dan büyük bir b sayısı vardır, öyle ki bu, b eşittir c kere d denklemini sağlayan, ikiside 1'den büyük c ve d sayıları yoktur, özelliğine sahiptir.

(6') Öyle bir e sayısı vardır ki, bu sayı 2 kere e eşittir 6' denklemini sağlar.

Bu çözümleme, sayı kuramının dilinin temel öğelerine doğru uzun bir yol almamızı sağlar. Birkaç deyişin tekrar tekrar ortaya çıktığı açıktır:

bütün b sayıları için
öyle bir b sayısı vardır ki ...
-den büyük
eşittir
kere
artı
0, 1, 2, ...

Bunların çoğu tekil simgeler olarak kabul edilecektir. Bir istisna, daha da indirgenebilecek olan "-den büyük"tür. Gerçekten "a, b'den büyüktür" tümcesi şöyle ifade edilebilir.

a eşittir b artı c denklemini sağlayan, 0'a eşit olmayan bir c sayısı vardır.

Sayıtlar*

Her bir doğal sayı için ayrı bir simgemiz olmayacak. Bunun yerine, aynı rt-dizgesinde yaptığımız gibi, her bir doğal sayıya bileşik bir simge vermemizi sağlayacak tekbiçimli bir yolumuz olacak. İşte doğal sayılar için yazım biçimimiz:

sıfır:	O
bir:	SO
iki:	SSO
üç:	SSSO

vb.

S simgesinin yorumu "-in ardılı"dır. Bundan dolayı SSO'nun yorumu sözcüğü sözcüğüne "sıfırın ardılının ardılı"dır. Bu biçimin dizilerine *sayıtlar* denir.

Değişkenler ve Terimler

Özelleştirilmemiş ya da değişken sayılara gönderimde bulunmak için bir yola gereksinimimiz olduğu açıktır. Bunlar için a, b, c, d, e harflerini kullanacağız. Ama beş harf yeterli olmayacaktır. Önermeler Hesabı'ndaki atomlarımız gibi, bunların da sınırsız stoğuna gereksinimimiz olacak. Daha fazla değişken yapmak için benzer bir yöntem kullanacağız: gerektiği kadar sayıda üssü eklemek. (Dikkat: ' simgesi – "üssü" okunur!) Örneğin:

e

e'

c''

b'''

a''''

bunların hepsi *değişkendir*.

---

* Sayıt (İng. numeral): Sayıları göstermeye yarayan simgelerden her biri (Doğan Çoker-Timur Karatay, TDK Matematik Terimleri Sözlüğü, Ankara, 1983) –çn.

Yalnızca a ve üssü yetebilecekken alfabenin ilk beş harfini kullanmak bir bakıma lükse kaçmaktır. Aslında ilerledikçe b, c, d ve e'yi atacağım ve TNT'nin "katı" bir türüne varacağız – katılık, karmaşık tamdeyimlerin çözülmesinin biraz daha güç olması anlamındadır. Ama şimdilik lüks takılacağız.

Peki ya toplama ve çarpmada ne olacak? Çok basit: olağan, '+' ve '·' simgelerini kullanacağız. Bununla birlikte ayraçlama gereğini tanıtacağız (şimdi yavaşça TNT'nin düzgün dizilerini tanımlayan kurallara kayıyoruz.) Örneğin "b artı c" ve "b kere c" yazmak için şu dizileri kullanacağız

$$(b+c)$$
$$(b\cdot c)$$

Bu ayraçlar konusunda gevşeklik söz konusu değildir; uylaşımı ihlal etmek düzgün-olmayan bir tamdeyim üretmektir. ("Tamdeyim"? Ben bu terimi "dizi" yerine kullanıyorum, çünkü böyle yapmak uylaşımsaldır. Bir *tamdeyimin* TNT dizisinden hiçbir farkı yoktur.)

Bu arada toplama ve çarpma daima *ikili* işlemler olarak düşünülür – yani kesinlikle üç ya da daha fazla değil, iki sayıyı birleştirirler. Bu nedenle "1 artı 2 artı 3"ü çevirmek isterseniz, aşağıdaki iki deyimden hangisini istediğinize karar vermelisiniz:

$$(SO + (SSO + SSSO))$$
$$((SO + SSO) + SSSO)$$

Simgeleştireceğimiz ikinci kavram *eşittir*, kavramıdır. Bu da çok basit: "="i kullanacağız. N'de –biçimsel olmayan sayı kuramı– kullanılan standart simgeyi almanın yararı açıktır: kolay okunabilirlik. Zararı ise geometrinin biçimsel bir ele alınışında "nokta" ve "çizgi" sözcüklerini kullanmakla aynıdır: bilinçli ve dikkatli olunmazsa, simgenin anlamı ile biçimsel simgenin katı bir şekilde kurala dayalı davranışı arasındaki ayrım bulanıklaşabilir. Geometriyi tartışırken, biçimsel terimle onun günlük kullanımını, biçimsel terimi büyük harfle yazarak birbirinden ayırdım: dolayısıyla eliptik geometride, NOKTA iki bayağı noktanın birleşmesiydi. Burada böyle bir ayrım yok; bu nedenle bir simgeyi ona yüklenen tüm çağrışımlarla karıştırmamak zihinsel çaba gerektiriyor. Daha önce dediğim gibi, rt-dizgesine gönderme yaparsak: – – – dizisi 3 sayısı değildir, ama en azından toplama bağlamında 3'e eşbiçimli olarak hareket eder. Aynı şey SSSO dizisi için de geçerlidir.

Atomlar ve Önerme Simgeleri

Önermeler Hesabı'nın atomları oluşturmakta kullanılan harfler dışındaki (P, Q ve R) bütün simgeleri TNT'de kullanılır ve yorumlarını korurlar. Atomların rolünü, yorumlandıkları zaman eşitlik önermeleri olan SO = SSO veya (SO·SO) = SO gibi diziler üstlenecekler. Şimdi, basit tümceleri TNT yazılışı biçimine çevirecek kadar donatıma sahibiz:

2 artı 3 eşittir 4: (SSO+SSSO) = SSSSO

2 artı 2, 3'e eşit değildir: ~(SSO+SSO) = SSSO

Eğer 1 eşittir 0 ise, o zaman 0 eşittir 1'dir: <SO = 0⊃0 = SO>

Bu dizilerin ilki bir atomdur; kalanı bileşik tamdeyimlerdir. (Uyarı: '1 ve 1, 2 yapar' deyimindeki 've' yalnızca 'artı' demenin bir başka biçimidir ve '+' (ve gerekli ayraçlar) ile temsil edilmelidir.)

Bağsız Değişkenler ve Niceleyiciler

Yukarıdaki bütün düzgün tamdeyimler, şu özelliğe sahiptir: yorumları ya doğru ya da yanlış olan tümcelerdir. Bununla birlikte şunun gibi, bu özelliğe sahip olmayan düzgün tamdeyimler de vardır:

(b+SO) = SSO

Bunun yorumu "b artı 1 eşittir 2"dir. b özellenmemiş olduğu için tümceye bir doğruluk değeri atamanın yolu yoktur. Bu "o sakardır" gibi bağlam dışı adıllı bir tümceye benzer. Bu tümce ne doğru ne de yanlıştır; sizin onu bir bağlama yerleştirmenizi bekler. Ne doğru ne de yanlış olduğu için böylesi bir tam deyime açık denilir ve b değişkenine *bağsız / serbest değişken* denilir.

Açık bir tamdeyimi *kapalı* tamdeyime ya da *tümceye* çevirmenin bir yolu *niceleyi* bir önek getirmektir – ya "bir b sayısı vardır öyle ki ..." ya da "bütün b sayıları için ..." deyimi. İlk örnekte şu tümceyi elde edersiniz

Bir b sayısı vardır, öyle ki b artı 1 2'ye eşittir.

Bunun doğru olduğu açıktır. İkincisi için şu tümceyi bulursunuz

Bütün b sayıları için b artı 1, 2'ye eşittir.

Bunun yanlış olduğu açıktır. Şimdi bu iki niceleyicinin simgelerini tanıyacağız. Bu tümceler TNT-yazılış biçimine şu şekilde çevrilir:

∃b:(b+SO) = SSO ('∃' 'vardır' yerine durur.)

∀b:(b+SO) = SSO ('∀' 'bütün' yerine durur.)

Bu bildirimlerin artık özellenmemiş sayılar hakkında olmadıklarına dikkat etmek çok önemlidir; birincisi bir *varoluş kesinlemesi* ve ikincisi bir *tümellik kesinlemesidir*. b yerine c ile yazılsalar da aynı anlama gelirler:

$$\exists c\!:\!(c+SO) = SSO$$
$$\forall c\!:\!(c+SO) = SSO$$

Bir niceleyicinin yönetimi altında olan değişkene *nicelenmiş değişken* denir. Aşağıdaki iki tamdeyim bağsız değişkenler ve nicelenmiş değişkenler arasmdaki farkı gösterir:

$(b \cdot b) = SSO$ (açık)

$\sim\exists b\!:\!(b \cdot b) = SSO$ (kapalı; TNT'nin bir *tümcesi*)

Birincisi, bazı doğal sayıların sahip olabileceği bir *özelliği* ifade eder. Elbette hiçbir doğal sayı bu özelliğe sahip değildir. Ve bu tam olarak ikincinin ifade ettiğidir. Bir özelliği ifade eden bir bağsız değişkenli bir dizi ile bir doğruluk ya da yanlışlığı ifade eden değişkenin nicelenmiş olduğu bir dizi arasındaki bu farkı anlamak çok önemlidir. En az bir bağsız değişkenli bir tamdeyimin – bir açık tamdeyimin– Türkçe çevirisine *yüklem* denir. Bu öznesiz bir tümcedir (ya da öznesi bağlamdışı adıl olan bir tümce). Örneğin

"öznesiz bir tümcedir"

"bir aykırılık olurdu"

"eşanlı olarak geriye ve ileriye doğru gider"

"istek üzerine altı bölümlü bir füg doğaçlamadan çaldı"

aritmetikdışı yüklemlerdir. Özgül nesnelerin sahip olduğu ya da olmadığı *özellikleri* ifade ederler. Burada "falan-filan" gibi bir "yalancı özne" kullanılabilir. Bağsız değişkenli bir dizi özne olarak "falan-filam" olan bir yüklem gibidir. Örneğin

$$(SO+SO) = b$$

"1 artı 1 eşittir falan filana" demeye benzer. Bu b değişkenli bir yüklemdir. b sayısının sahip olabileceği bir özelliği ifade eder. Eğer b yerine çeşitli sayıtlar geçirilmişse çoğu yanlış olan bir tamdeyimler sırası elde edilir. İşte açık tamdeyimler ile *tümceler* arasındaki farkı gösteren bir diğer örnek:

$$\forall b\!:\!\forall c\!:\!(b+c) = (c+b)$$

Yukarıdaki tamdeyim elbette toplamanın değişmeli olduğunu ifade eden bir tümcedir. Diğer yandan

$$\forall c{:}(b+c) = (c+b)$$

b serbest olduğundan açık bir tamdeyimdir. Özellenmemiş b sayısının sahip olabileceği ya da olamayacağı bir özelliği ifade eder – yani bütün c sayılarıyla değişmeli olup olamayacağını.

Örnek Tümcelerimizin Çevirisi

Bununla bütün sayı kuramsal önermeleri ifade edebileceğimiz sözcük dağarcığımız tamamlanıyor! Bu yazılış biçiminde N'nin karmaşık önermelerini ifade etmeyi ve tersine olarak düzgün tamdeyimlerin anlamlarını kavramayı öğrenmek bir hayli pratik yapmayı gerektirir. Bu nedenle başta verdiğimiz altı örnek tümceye dönüyor ve TNT'ye çevirileri üzerine çalışıyoruz. Bu arada aşağıda verilen çevirilerin tek olduğunu düşünmeyin – başkaları vardır. Her birini ifade etmenin çok fazla –sonsuz sayıda– yolu var.

Sonuncusuyla başlayalım: "6 çifttir." Bunu daha ilkel kavramlara dayanarak şu şekilde yeniden ifade ediyoruz "2 kere e eşittir 6 denklemini sağlayan bir e sayısı vardır." Bu kolaydır:

$$\exists e{:}(SSO \cdot e) = SSSSSSO$$

Niceleyenin gerekliliğine dikkat edin; bu basitçe şöyle yazılmaz

$$(SSO \cdot e) = SSSSSSO$$

Bu dizinin yorumu elbette ne doğru ne de yanlıştır; o sadece e sayısının sahip olabileceği bir özelliği ifade eder.

Çarpmanın değişmeli olduğunu bildiğimiz için kolaylıkla onun yerine şunu yazabilirdik

$$\exists e{:}(e \cdot SSO) = SSSSSSO$$

Ya da eşitliğin simetrik bir ilişki olduğunu bilerek denklemin iki tarafını ters sırada yazmayı seçebilirdik:

$$\exists e{:}SSSSSSO = (SSO \cdot e)$$

İmdi "6 çifttir"in bu üç çevirisi oldukça farklı dizilerdir ve bunlardan herhangi birinin teoremliğinin diğerlerinin teoremliğine bağlı olduğu hiç de açık değildir. (Benzer olarak – – r – t – – – dizisinin bir teorem olduğu olgusunun "eşdeğer" dizisi – r – – t – – – bir teorem olmasıyla bir ilgisi yoktu. Eşdeğerlik bizim zihnimizdedir, çünkü insan olarak biz, tamdeyimlerin yapısal özellikleri hakkında değil, neredeyse otomatik olarak yorumlar hakkında düşünürüz.)

Hemen 2. tümceyle devam edebiliriz: "2 bir kare değildir;

$$\sim\exists b{:}(b \cdot b) = SSO$$

Bununla birlikte yine bir belirsizlik buluyoruz. Ya bunu şu biçimde yazmayı yeğleseydik?

$$\forall b{:}\sim(b \cdot b) = SSO$$

Birinci yol şöyle der, "b'nin karesi 2'dir özelliğine sahip bir b sayısı var değildir; ikinci yol ise, "Bütün b sayıları için b'nin karesi 2 değildir." Bir kez daha, *bizim için*, bunlar kavramsal olarak eşdeğerdedir – ancak TNT için ayrı dizilerdir.

3. tümceye bakalım: "1729 iki küpün toplamıdır." Bu aşağıdaki gibi birbiri ardı sıra *iki* tikel niceleyiciyi içerecektir:

$$\exists b{:}\exists c{:}\underbrace{SSSSSS\ldots\ldots SSSSS0}_{\textit{bunların 1729'u}}=(((b \cdot b) \cdot b)+((c \cdot c) \cdot c))$$

Seçenekler çok fazladır. Niceleyicilerin sıralarını tersine çevirin; denklemin taraflarının yerini değiştirin; değişkenleri d ve e'ye değiştirin; toplamayı tersine çevirin; çarpmaları farklı olarak yazın; vb, vb. Bununla birlikte ben tümcenin aşağıdaki iki çevirisini yeğliyorum:

$$\exists b{:}\exists c{:}(((SSSSSSSSSS0 \cdot SSSSSSSSS0) \cdot SSSSSSSSS0)+$$
$$((SSSSSSSSS0 \cdot SSSSSSSSS0) \cdot SSSSSSSSS0)) = (((b \cdot b) \cdot b)+((c \cdot c) \cdot c))$$

ve

$$\exists b{:}\exists c{:}(((SSSSSSSSSSSS0 \cdot SSSSSSSSSSSS0) \cdot SSSSSSSSSSSS0)+$$
$$((S0 \cdot S0) \cdot S0)) = (((b \cdot b) \cdot b)+((c \cdot c) \cdot c))$$

Niye olduğunu anladınız mı?

Değiş Tokuş Hileleri

Şimdi ilgili 4. tümceyle uğraşalım: "Hiçbir iki pozitif küpün toplamının kendisi bir küp değildir." Yalnızca 7'nin iki pozitif küpün toplamı olmadığını ifade etmeyi istediğimizi varsayalım. Bunu yapmanın en kolay yolu, 7'nin iki pozitif küpün toplamı olmadığını kesinleyen tamdeyimi *değillemektir*. Bu da, küplere pozitif olma koşulu eklemek zorunda olmamız dışında 1729'la ilgili önceki tümceyle aynı olacaktır. Bunu bir hileyle gerçekleştirebiliriz: Aşağıdaki gibi değişkenlere S simgesiyle bir önek koyarak:

$$\exists b{:}\exists c{:}SSSSSSSO = (((Sb \cdot Sb) \cdot Sb) + ((Sc \cdot Sc) \cdot Sc))$$

Gördüğünüz gibi, b ve c'yi değil, ama pozitif olması gereken ardıllarının küpünü alıyoruz, çünkü b ya da c'nin alabileceği en küçük değer sıfırdır. Böylece sağ taraf iki pozitif küpün toplamını temsil eder. Bu arada, "öyle b ve c sayıları vardır, öyle ki ..." deyimi çevrildiği zaman 've'nin yerine duran '∧' simgesini içermediğine dikkat edin. Bu simge iki niceleyiciyi birleştirmek için değil, tam düzgün dizileri bağlamak için kullanılır.

Şimdi "7 iki pozitif küpün toplamıdır" çevirimizi değillemek istiyoruz. Bu bütün deyimin önüne basitçe tek bir tilde koymayı gerektirir. (Dikkat: istenen ifade "b ve c gibi sayılar yoktur, şöyle ki ..." olsa da her bir niceleyiciyi *değillemeyeceksiniz.*) Dolayısıyla şunu elde ederiz:

$$\sim\exists b{:}\exists c{:}SSSSSSS0 = (((Sb \cdot Sb) \cdot Sb) + ((Sc \cdot Sc) \cdot Sc))$$

Asıl hedefimiz bu özelliği 7 sayısının değil, ama bütün küplerin özelliği olarak kesinlemekti. Bundan dolayı SSSSSSSO sayıtını çevirisi "a'nın küpü alınmıştır" olan ((a · a) · a) dizisiyle değiştirelim:

$$\sim\exists b{:}\exists c{:}((a \cdot a) \cdot a) = (((Sb \cdot Sb) \cdot Sb) + ((Sc \cdot Sc) \cdot Sc))$$

Bu aşamada, a hâlâ bağsız olduğundan bir *açık* tamdeyim elde ettik. Bu tamdeyim a sayısının sahip olabileceği veya olamayacağı bir özelliği ifade eder – ve bizim amacımız bütün sayıların bu özelliğe sahip olduğunu kesinlemektir. Bunu yapmak basittir – her şeye tümel bir niceleyici öneki koymak:

$$\forall a{:}\sim\exists b{:}\exists c{:}((a \cdot a) \cdot a) = (((Sb \cdot Sb) \cdot Sb) + ((Sc \cdot Sc) \cdot Sc))$$

Şu da eşit derecede iyi bir çeviridir:

$$\sim\exists a{:}\exists b{:}\exists c{:}((a \cdot a) \cdot a) = (((Sb \cdot Sb) \cdot Sb) + ((Sc \cdot Sc) \cdot Sc))$$

Katı TNT'de, b yerine a′ ve c yerine a″ kullanabilirdik ve tamdeyim şöyle olurdu:

$$\sim\exists a{:}\exists a'{:}\exists a''{:}((a \cdot a) \cdot a) = (((Sa' \cdot Sa') \cdot Sa') + ((Sa'' \cdot Sa'') \cdot Sa''))$$

Ya "5 asaldır" şeklindeki 1. tümce ne olacak? Bunu şu yolla yineleyeceğiz: "5 eşittir a kere b denklemini sağlayan ikisi de 1'den büyük, a ve b sayıları yoktur." Bunu aşağıdaki gibi hafifçe değiştirebiliriz: "5 eşittir a artı 2, kere b artı 2 denklemini sağlayan, a ve b sayıları yoktur." Bu başka bir ince noktadır – a ve b doğal sayı değerleriyle sınırlandıklarından bu aynı şeyi söylemenin uygun bir yoludur. Şimdi "b artı 2," (b + SS0) olarak çevrilebilirdi, ama bunu yazmanın daha kısa bir yolu vardır – yani SSb. Bunun gibi, "c artı 2"

SSc olarak yazılabilir. Şimdi çevirimiz son derece özlüdür:

$$\sim\exists b{:}\exists c{:}SSSSS0 = (SSb \cdot SSc)$$

Baştaki "değil" imi olmasaydı, 2 artırılmış çarpımları 5'e eşit olan iki doğal sayı *var olduğu* kesinlemesi elde edilirdi. Öndeki "değil" imiyle, 5'in asal olduğu kesinlemesiyle sonuçlanacak şekilde, bütün ifade yadsınmıştır.

Eğer 5'in yerine d artı e artı 1'in asal olduğunu kesinlemeyi isteseydik, en ekonomik yol 5 için kullanılan sayıt yerine (d+Se)'yi koymak olurdu:

$$\sim\exists b{:}\exists c{:}(d+Se) = (SSb \cdot SSc)$$

Bir kez daha, yorumu doğru ya da yanlış bir tümce olmayan, ama sadece d ve e gibi özellenmemiş iki sayı hakkındaki bir kesinleme olan bir açık tamdeyim. (d+Se) dizisiyle temsil edilen sayının zorunlu olarak d'den büyük olduğuna dikkat edin, çünkü d'ye özellenmemiş, ama kesinlikle pozitif bir miktar eklenmiştir. O halde eğer e değişkenini varlık niceleyicisiyle bağlarsak şunu öne süren bir tamdeyim elde ederiz:

d'den büyük ve asal olan bir sayı vardır.

$$\exists e{:}\sim\exists b{:}\exists c{:}(d+Se) = (SSb \cdot SSc)$$

Şimdi, yapmamız gereken tek şey d ne olursa olsun, gerçekten bu özelliğin tuttuğunu öne sürmektir. Bunu yapmanın yolu d değişkenini tümel olarak nicelemektir:

$$\forall d{:}\exists e{:}\sim\exists b{:}\exists c{:}(d+Se) = (SSb \cdot SSc)$$

Bu 5. tümcenin çevirisidir!

Sizin için Çeviri Bulmacaları

Bu altı tipik sayı-kuramsal tümcenin hepsinin çevirilmesi alıştırmasının tamamlanışıdır. Bununla birlikte bu sizi TNT yazılış biçimleri konusunda mutlak bir uzman yapmaz. Hâlâ öğrenilmesi gereken bazı incelikler vardır. Aşağıdaki altı düzgün tamdeyim TNT yazılış biçimini ne kadar anladığınız konusunda kendinizi sınamanıza yardımcı olacaktır. Bunların anlamı nedir? Hangileri doğru (yorumlar altında elbette) hangileri yanlıştır? (İpucu: bu alıştırmayı yapmanın yolu sola doğru gitmekten geçer. Önce atomu çevirin; daha sonra tek bir niceleyici ya da tilde eklemenin ne yapacağını düşünün; sonra bir başka niceleyici ya da tilde ekleyerek sola gidin; sonra yine sola gidin ve aynı işlemi yapın.)

$$\sim\forall c{:}\exists b{:}(SSO\cdot b) = c$$
$$\forall c{:}\sim\exists b{:}(SSO\cdot b) = c$$
$$\forall c{:}\exists b{:}\ \sim(SSO\cdot b) = c$$
$$\sim\exists b{:}\forall c{:}(SSO\cdot b) = c$$
$$\exists b{:}\ \sim\forall c{:}(SSO\cdot b) = c$$
$$\exists b{:}\forall c{:}\ \sim(SSO\cdot b) = c$$

(İkinci ipucu: Ya dördü doğru ikisi yanlış ya da dördü yanlış ikisi doğrudur.)

Doğru Yanlıştan Nasıl Ayırt Edilir?

Bu noktada biraz soluklanıp, doğruları yanlışlardan ayırabilecek bir biçimsel dizgeye sahip olmanın ne anlama geldiği üzerine düşünebiliriz. Bu dizge –bize önermeler gibi görünen– bütün dizileri biçimi olan, ama içeriği olmayan gösterimler olarak ele alır. Ve bu dizge, yalnızca özel bir stile –"doğruluk stiline"– sahip gösterimleri geçiren bir kalbur gibi işler. Eğer yukarıdaki altı tamdeyimi inceler ve anlamları hakkında düşünerek doğruları yanlışlardan ayırırsanız, aynı şeyi yapabilecek –ama tipografik olarak yapabilecek– olan herhangi bir dizgenin sahip olması gereken inceliği değerlendirebilirsiniz. Doğru önermeler kümesini yanlış önermeler kümesinden ayıran sınır (TNT-yazılış biçiminde yazılmış olarak) açıktır; bu tehlikeli eğrileri olan bir sınırdır (Şekil 18'i anımsayın), matematikçilerin orada burada yüzyıllarca süren çalışmalarla çizmeye çalıştıkları bir sınırdır. Herhangi bir tamdeyimi sınırın uygun tarafına yerleştirmesi garanti olan tipografik bir yönteme sahip olmanın ne büyük bir başarı olacağını bir düşünün!

Düzgünlüğün Kuralları

Düzgün tamdeyimler için bir Oluşum Kuralları çizelgesine sahip olmak yararlıdır. Bu aşağıda verilmiştir. *Sayıtların, değişkenlerin* ve *terimlerin* tanımlanması gibi bazı hazırlık aşamaları vardır. Dizilerin bu üç sınıfı düzgün tamdeyimlerin unsurlarıdır, ama kendileri düzgün değildir. En küçük düzgün tamdeyimler *atomlardır*; ondan sonra atomları birleştirme yolları vardır. Bu kuralların çoğu yinelgen uzatma kurallarıdır; bunlar verili bir sınıfın öğesini veri olarak alırlar ve aynı sınıftan daha uzun bir öğe üretirler. Bu çizelgede, düzgün tamdeyimler yerine durmak üzere '*x*' ve '*y*'yi, TNT-dizilerinin diğer türlerinin yerine durması için de '*s*,' '*t*' ve '*u*'yu kullanıyorum. Bu beş simgeden hiçbirinin TNT simgesi olmadığını söylemeye gerek yok.

SAYITLAR

0 bir sayıttır.

S tarafından öncelenen bir sayıt da sayıttır.

Örnekler: 0 S0 SS0 SSS0 SSSS0 SSSSS0

DEĞİŞKENLER

a bir değişkendir. Katı değilsek b, c, d ve e de öyledir.

Bir üssü tarafından izlenen değişken de bir değişkendir.

Örnekler: a b' c'' d''' e''''

TERİMLER

Bütün sayıtlar ve değişkenler terimdir.

S tarafından öncelenen bir terim de bir terimdir.

Eğer s ve t terimse, o zaman $(s+t)$ ve $(s\cdot t)$ de öyledir.

Örnekler: 0 b Ssa' (S0·(SS0+c)) S(Sa·(Sb·Sc))

Terimler iki kategoriye ayrılabilir:

(1) BELİRLİ terimler. Bunlar hiçbir değişken içermezler.
Örnekler: 0 (S0+S0) SS((SS0·SS0)+(S0·S0))

(2) BELİRSİZ terimler. Bunlar değişken içerirler.
Örnekler: b Sa (b+S0) (((S0+S0)+S0)+e)

Yukarıdaki kurallar düzgün tamdeyimlerin *parçalarının* nasıl yapıldığını söyler; kalan kurallar *tam* düzgün tamdeyimlerin nasıl yapıldığını söyler.

ATOMLAR

Eğer s ve t terimse, o zaman $s = t$ bir atomdur.

Örnekler: S0 = 0 (SS0+SS0) = SSSS0 S(b+c) = ((c·d)·e)

Eğer bir atom bir u değişkeni içerirse, o zaman u onun içinde *bağsızdır*, serbesttir. Dolayısıyla son örnekte dört bağsız değişken vardır.

DEĞİLLEMELER

Bir tilde tarafından öncelenen bir düzgün tamdeyim düzgündür.

Örnekler: ~S0 = 0 ~∃b:(b+b) = S0 ~<0 = 0⊃S0 = 0> ~b = S0

Bir değişkenin *nicelenme durumu* (bu değişkenin serbest ya da nicelenmiş olup olmadığını söyler) değilleme altında değişmez.

BİLEŞİKLER

Eğer x ve y düzgün tamdeyimlerse ve birinde bağsız olan hiçbir değişken diğerinde nicelenmemişse, o zaman aşağıdakilerin hepsi düzgün tamdeyimlerdir:

$\langle x \wedge y \rangle$, $\langle x \vee y \rangle$, $\langle x \supset y \rangle$.

Örnekler: $\langle 0 = 0 \wedge \sim 0 = 0 \rangle$ $\langle b = b \vee \sim \exists c{:}c = b \rangle$

$\langle S0 = 0 \supset \forall c{:} \sim \exists b{:}(b + b) = c \rangle$

Değişkenin nicelenme durumları burada değişmez.

NİCELEMELER

Eğer u bir değişkense ve x, içinde u'nun bağsız olduğu düzgün bir tamdeyimse, o zaman aşağıdaki diziler düzgün tamdeyimlerdir:

$\exists u{:}x$ ve $\forall u{:}x$.

Örnekler: $\forall b{:}\langle b = b \vee \sim \exists c{:}c = b \rangle$ $\forall c{:} \sim \exists b{:}(b + b) = c$ $\sim \exists c{:}Sc = d$

AÇIK TAMDEYİMLER en az bir bağsız değişken içerirler.

Örnekler: $\sim c = c$ $b = b$ $\langle \forall b{:}b = b \wedge \sim c = c \rangle$

KAPALI TAMDEYİMLER (TÜMCELER) bağsız değişken içermezler.

Örnekler: $S0 = 0$ $\sim \forall d{:}d = 0$ $\exists c{:}\langle \forall b{:}b = b \wedge \sim c = c \rangle$

Bununla TNT'nin düzgün tamdeyimlerinin Oluşum Kuralları tablosu tamamlanmış oluyor.

Birkaç Tane Daha Çeviri Alıştırması

Şimdi de, TNT yazılış biçimini anlamanızı sınamanız için size birkaç uygulama alıştırması. Aşağıdaki dört N-tümcesini TNT-tümcelerine ve son tümceyi açık bir düzgün tamdeyime çevirmeyi deneyin.

Bütün doğal sayılar 4'e eşittir.

Kendi karesine eşit olan doğal sayı yoktur.

Farklı doğal sayılar farklı ardıllara sahiptir.

Eğer 1 0'a eşitse, o zaman her sayı tektir.

b, 2'nin bir kuvvetidir.

Sonuncusu size biraz zor gelebilir. Ama şununla karşılaştırıldığında onun sözü bile olmaz:

b, 10'nun bir kuvvetidir.

Tuhaf, ama bunu yazılış biçimimizde göstermek büyük beceri ister. Sizi uyarıyorum, ancak saatlerce zaman harcamayı göze alıyorsanız –ve eğer sayı kuramı hakkında biraz bilginiz varsa– bunu deneyin!

Tipografik Olmayan Bir Dizge

TNT'nin yazılış biçiminin açıklanması böylece tamamlanıyor; bununla birlikte hâlâ TNT'yi tanımladığımız hırslı dizgeye dönüştürmek sorunuyla baş başayız. Başarı, değişik simgelere verdiğimiz yorumları haklılandıracaktır. Ama o zamana dek, bu belirli yorumlar, rt-dizgesinin simgelerinin "at-elma-mutlu" yorumlarından daha fazla haklılandırılmış değillerdir.

TNT kurmak için aşağıdaki yol da önerilebilir: (1) Çıkarım kurallarınız olmasın; bunlar gereksizdir, çünkü (2) Sayı kuramının tüm doğru önermelerini (TNT yazılış biçiminde yazıldığı haliyle) ilksavlar olarak alırız. Ne basit bir reçete! Ne yazık ki birinin boşta bulunup bunlar ne kadar da boş demesini haklı çıkaracak kadar boş. (2). Kısım, kuşku yok ki, dizilerin tipografik bir betimi değildir. TNT'nin bütün amacı, doğru dizileri tipografik olarak karakterize etmenin olanaklı olup olmadığım ve nasıl olanaklı olduğunu çözmektir.

TNT'nin Beş İlksavı ve İlk Kuralları

Dolayısıyla yukarıda önerilenden çok daha zor bir yol izleyeceğiz. İlk olarak, vaat edildiği gibi, *Önermeler Hesabı'nın bütün kuralları TNT'ye aktarılır.* Bu nedenle TNT'nin bir teoremi <PV~P>'nin türetilmesiyle aynı şekilde türetilebilen

$$<S0 = 0 \vee \sim S0 = 0>$$

teoremi olacaktır.

Daha fazla kural vermeden önce TNT'nin beş *ilksavını* verelim:

1. İLKSAV: $\forall a{:}\sim Sa = 0$

2. İLKSAV: $\forall a{:}(a+0) = a$

3. İLKSAV: $\forall a{:}\forall b{:}(a+Sb) = S(a+b)$

4. İLKSAV: $\forall a{:}(a \cdot 0) = 0$

5. İLKSAV: $\forall a{:}\forall b{:}(a \cdot Sb) = ((a \cdot b)+a)$

(Katı çeşitlemelerde b yerine a' kullanın.) Bunların anlaşılmaları oldukça kolaydır. 1. İlksav, 0 sayısıyla ilgili özel bir olguyu ifade eder; 2 ve 3. İlksavlar toplamanın doğasıyla ilgilidir; 4 ve 5. İlksavlar çarpmanın doğasıyla, özellikle de onun toplamayla ilişkisiyle ilgilidir.

Peano'nun Beş Koyutu

Bu arada 1. İlksavın yorumu – "Sıfır hiçbir doğal sayının ardılı değildir" – ilk olarak 1889 yılında matematikçi ve mantıkçı Giuseppe Peano tarafından belirtik olarak tanımlanan doğal sayıların beş ünlü özelliğinden biridir. Peano koyutlarını ortaya koyarken Euklid'in yolundan gitmiştir: usavurmanın ilkelerini biçimselleştirmeye girişmemiş, ama her şeyin ondan usavurma yoluyla türetilebileceği doğal sayıların özelliklerinin küçük bir kümesini vermeye çalışmıştır. Peano'nun girişimi bu nedenle "yarı-biçimsel" olarak düşünülebilir. Peano'nun çalışmasının büyük etkisi olmuştur ve bunun için Peano'nun beş koyutunu göstermek yerinde olacaktır. Peano'nun tanımlamaya giriştiği kavram "doğal sayı" kavramı olduğu için biz yananlamalarla yüklü şu bildik "doğal sayı" terimini kullanmayacağız. Onun yerine, zihnimizde yananlamlar çağrıştırmayacak yeni bir sözcük olan tanımlanmamış *cin* terimini koyacağız. Böylece Peano'nun beş koyutu cinler üzerine beş kısıtlama getirecektir. İki tanımlanmamış terim daha vardır: *Cinni* ve *meta*. Bunların hangi alışılmış kavramları gösterdiğini düşünme işini size bırakıyorum. Beş Peano Koyutu:

(1) Cinni bir cindir.
(2) Her cinin bir metası vardır (ki o da bir cindir).
(3) Cinni hiçbir cinin metası değildir.
(4) Farklı cinlerin farklı metaları vardır.
(5) Eğer Cinni X özelliğine sahipse ve her bir cin bu X'i metasına aktarırsa, o halde tüm cinler X özelliğine sahiptir.

Küçük Harmonik Labirent'in ışığı altında, *bütün* cinler kümesine "TANRI"* adını vermeliyiz. Bu Georg Cantor'un baş düşmanı, Alman matematikçi ve mantıkçı Leopold Kronecker'm, ünlü sözünü anımsatır; "Bütün doğal sayıları Tanrı yarattı; kalanların hepsi insanın eseridir."

Peano'nun beşinci önermesini –kalıtsal uslamlamanın bir başka terimi olan– matematiksel tümevarım ilkesi olarak kabul edebilirsiniz. Peano, "Cinni," "cin" ve "meta" kavramları üstüne beş kısıtlamasının, iki farklı kişi zihinlerinde bu kavramların imgelerini oluşturmaya kalkıştıklarında bu iki imgenin tamamıyla *eşbiçimsel yapılara* sahip olmalarını sağlayacak kadar güçlü olmalarını ummuştu. Örneğin herkesin imgesi sonsuz sayıda farklı cin içerecekti. Ve büyük bir olasılıkla herkes, hiçbir cinin kendi metası ya da metası-

* GOD (= TANRI) sözcüğünün daha önce belirtildiği gibi "GOD OVER DJINN"in akronimi olduğu unutulmamalıdır –çn.

nın metası vb ile çakışmayacağı konusunda hem fikir olacaktır.

Peano beş koyutu içinde doğal sayıların özünü saptamayı ummuştu. Matematikçiler genelde başarılı olduğunu kabul ederler, ama bu şu sorunun önemini azaltmaz, "Doğal sayılar hakkındaki doğru bir önerme yanlış olandan nasıl ayırt edilir?" Ve bu soruya yanıt vermek için matematikçiler TNT gibi, tamamıyla biçimsel dizgelere dönmüşlerdir. Bununla birlikte TNT'de Peano'nun etkisini göreceksiniz, çünkü koyutlamanın tümü şu ya da bu biçimde TNT içine katılmıştır.

TNT'nin Yeni Kuralları: Özelleme ve Genelleme

Şimdi TNT'nin yeni kurallarına geldik. Bu kuralların çoğu TNT atomlarının iç yapısına ulaşmamızı ve onları değiştirmemizi sağlarlar. Bu anlamda atomları bölünmez birimler olarak ele alan Önermeler Hesabı'nın kurallarından çok dizilerin daha "mikroskobik" özellikleriyle ilgilidirler. Örneğin birinci ilksavdan ~S0 = 0 dizisini çıkarabilseydik iyi olurdu. Bunu yapmak için tümel niceleyiciyi düşürmemize ve aynı zamanda istersek, kalan dizinin iç yapısını değiştirmemize izin verecek bir kurala gerek duyarız. İşte böyle bir kural:

ÖZELLEME KURALI: *u*'nun *x* dizisi içinde geçen bir değişken olduğunu varsayın. Eğer ∀*u*: *x* bir teoremse, o zaman *x* de bir teoremdir ve *u*'nun her geçişinde *u* yerine bir ve aynı terim koyularak *x*'den elde edilen her dizi de teoremdir.

(*Kısıtlama: u*'nun yerine koyulan terim, *x* içinde nicelenmiş herhangi bir değişken içermemelidir.)

Özelleme kuralı I. İlksav'dan istek dizisinin çıkarılmasını sağlar. Bu bir-adımlı bir türetimdir:

∀a:~Sa = 0	1. İlksav
~S0 = 0	özelleme

Özelleme kuralının, bağsız değişkenler içeren bazı tamdeyimlerin (yani açık tamdeyimlerin) teorem olmasına izin verdiğine dikkat edin. Örneğin aşağıdaki diziler de özellemeyle I. İlksavdan türetilebilir:

~Sa = 0

~S(c+SS0) = 0

Özellemenin kullanımının bir sonucu olarak bağsız hale gelmiş değişkenler

içeren teoremlere tümel niceleyiciyi yeniden uygulamamıza izin veren bir başka kural vardır; *genelleme kuralı*. Örneğin genelleme, yukarıdaki dizilerden altta olanına uygulandığında şu sonucu verir:

$$\forall c{:}\sim S(c+SS0) = 0$$

Genelleme, özellemenin etkisini ortadan kaldırır, bunun tersi de geçerlidir. Çoğunlukla, genelleme, açık tamdeyimleri değişik şekillerde dönüştüren birkaç ara adımdan sonra uygulanır. Kuralın tam ifadesi şudur:

GENELLEME KURALI: x'in, içinde u gibi bir değişkenin serbest geçtiği bir teorem olduğunu varsayın. O zaman $\forall u{:}\ x$ bir teoremdir.

(*Kısıtlama:* Bir fantazide, fantazinin öncülünde bağsız olarak görünen herhangi bir değişken üzerinde genellemeye izin yoktur.)

Bu iki kuraldaki kısıtlamaların gerekliliği kısa bir şekilde, belirtik olarak gösterilecektir. Bu arada bu genelleme II. Bölümdeki, asalların sonsuzluğu hakkındaki Eukleides'in ispatında anılan genellemeyle aynıdır. Simge-yönlendirme kurallarının, bir matematikçinin kullandığı usavurma türüne nasıl yakınlaşmaya başladığını şimdiden görebiliriz.

Tikel Niceleyici

Önceki iki kuralda tümel niceleyicilerin nasıl kaldırılıp geri konduklarını gördük; sıradaki iki kural tikel niceleyicilerin nasıl kullanıldıklarını anlatıyor.

DEĞİŞ TOKUŞ KURALI: u'nun değişken olduğunu varsayın. O zaman $\forall u{:}\ \sim$ ve $\sim\exists u{:}$ dizileri herhangi bir teoremin herhangi bir yerinde değiş-tokuş edilebilirler.

Örneğin bu kuralı 1. İlksava uygulayalım:

$\forall a{:}\sim Sa = 0$	1. İlksav
$\sim\exists a{:}Sa = 0$	değiş-tokuş

Bu arada bu iki dizinin de, "Sıfır hiçbir doğal sayının ardılı değildir" tümcesinin TNT'deki kusursuz doğal çevirileri olduklarını fark etmiş olabilirsiniz. Bu nedenle ikisinin kolaylıkla birbirine dönüşebilmeleri iyidir.

İkinci kural çok daha sezgiseldir. Bu, "2 asal sayıdır"dan "Bir asal sayı vardır"a gittiğimiz zaman yaptığımız oldukça basit çıkarım türüne tekabül eder. Bu kuralın adı kendini açıklar:

VAROLUŞ KURALI: Bir terimin (bağsız oldukları sürece değişkenler içerebilen bir terimin) bir teorem içinde bir ya da birçok kez göründüğünü varsayın. O zaman terimin görünüşlerinin biri (ya da birkaçı ya da hepsi) yerine teorem içinde başka türlü geçmeyen bir değişken koyulabilir ve öne buna tekabül eden tikel niceleyici koyulmalıdır.

Kuralı –her zamanki gibi– 1. İlksava uygulayalım:

$\forall a{:}\sim Sa = 0$	1. İlksav
$\exists b{:}(a{:}\sim Sa = b$	varoluş

Şimdiye kadar verilen kurallara göre simgeleri değiştirerek $\sim\forall b{:}\exists a{:}Sa = b$ teoremini üretmeyi deneyebilirsiniz.

Eşitlik ve Ardıllık Kuralları

Niceleyicilerin yönlendirilmesine ilişkin kurallar verdik, ama '=' ve 'S' simgeleri için henüz hiçbir kural vermedik. Şimdi bu durumu düzelteceğiz. Aşağıdaki tüm r, s ve t keyfi terimlerin yerine dururlar.

EŞİTLİK KURALLARI:

BAKIŞIM: Eğer $r = s$ bir teoremse, o zaman $s = r$ de bir teoremdir.

GEÇİŞLİLİK: Eğer $r = s$ ve $s = t$ teoremse, o zaman $r = t$ de bir teoremdir.

ARDILLIK KURALLARI:

S EKLE: Eğer $r = t$ teoremse, o zaman $Sr = St$ de bir teoremdir.

S AT: Eğer $Sr = St$ teoremse, o zaman $r = t$ de bir teoremdir.

Artık bize fantastik bir teorem çeşitliliği sunabilecek kurallarla donanmış durumdayız. Örneğin aşağıdaki türetimler oldukça temel teoremleri üretirler:

(1) $\forall a{:}\ \forall b{:}(a+Sb) = S(a+b)$	3. İlksav
(2) $\forall b{:}(S0+Sb) = S(S0+b)$	özelleme (a yerine S0)
(3) $(S0+S0) = S(S0+b)$	özelleme (b yerine 0)
(4) $\forall a{:}(a+0) = a$	2. İlksav
(5) $(S0+0) = S0$	özelleme (a yerine S0)
(6) $S(S0+0) = SS0$	S ekle
(7) $(S0+S0) = SS0$	geçişlilik (3, 6. satırlar)

* * * * *

(1)	$\forall a:\forall b:(a \cdot Sb) = ((a \cdot b)+a)$	5. İlksav
(2)	$\forall b:(S0 \cdot Sb) = ((S0 \cdot b)+S0)$	özelleme (a yerine S0)
(3)	$(S0 \cdot S0) = ((S0 \cdot 0)+S0)$	özelleme (b yerine 0)
(4)	$\forall a:\forall b:(a+Sb) = S(a+b)$	3. İlksav
(5)	$\forall b:((S0 \cdot 0)+Sb) = S((S0 \cdot 0)+b)$	özelleme (a yerine (S0 · 0))
(6)	$((S0 \cdot 0)+S0) = S((S0 \cdot 0)+0)$	özelleme (b yerine 0)
(7)	$\forall a:(a+0) = a$	2. İlksav
(8)	$((S0 \cdot 0)+0) = (S0 \cdot 0)$	özelleme (a yerine (S0 · 0))
(9)	$\forall a:(a \cdot 0) = 0$	4. İlksav
(10)	$(S0 \cdot 0) = 0$	özelleme (a yerine S0)
(11)	$((S0 \cdot 0)+0) = 0$	geçişlilik (8, 10. satırlar)
(12)	$S((S0 \cdot 0)+0) = S0$	S ekle
(13)	$((S0 \cdot 0)+S0) = S0$	geçişlilik (6, 12. satırlar)
(14)	$(S0 \cdot S0) = S0$	geçişlilik (3, 13. satırlar)

Kuraldışı Kestirmeler

Şimdi ilginç bir soruya geldik: "0 = 0 dizisi için nasıl bir türetim yapabiliriz?" İzlenmesi gereken yol açıkça önce $\forall a:a = a$ dizisini türetmek ve sonra da özellemeyi kullanmak gibi görünmektedir. Öyleyse $\forall a:a = a$'nın aşağıdaki "türetimi"ne ne dersiniz? Nerede yanlışlık var? Düzeltebilir misiniz?

(1)	$\forall a:(a+0) = a$	2. İlksav
(2)	$\forall a:a = (a+0)$	bakışım
(3)	$\forall a:a = a$	geçişlilik (2, 1. satırlar)

Bu küçük alıştırmayı basit bir olguya işaret etmek için verdim: bildik simgeleri kullanmada ('=' gibi) çok acele edilmemelidir. Kurallar izlenmelidir, simgelerin edilgin anlamlarının bilgisi değil. Elbette bu son bilgi türünün bir türetimin gidişini yönlendirmede hiçbir değeri yoktur.

Özelleme ve Genelleme Neden Kısıtlanmıştır?

Şimdi hem özelleme hem de genellemede kısıtlamaların neden gerekli olduklarını görelim. Aşağıda iki türetim var. Her birinde kısıtlamalardan biri ihlal edilmiştir. Bunların ortaya çıkardığı feci sonuçlara bakın:

(1)	[	itme
(2)	a = 0	öncül
(3)	∀a:a = 0	genelleme (*Yanlış!*)
(4)	Sa = 0	özelleme
(5)	]	çekme
(6)	<a = 0⊃Sa = 0>	fantazi kuralı
(7)	∀a:<a = 0⊃Sa = 0>	genelleme
(8)	<0 = 0⊃S0 = 0>	özelleme
(9)	0 = 0	önceki teorem
(10)	S0 = 0	ayırma (9, 8. satırlar)

Bu ilk felakettir. Diğeri yanlış özelleme yoluyla olur.

(1)	∀a:a = a	önceki teorem
(2)	Sa = Sa	özelleme
(3)	∃b:b = Sa	varoluş
(4)	∀a:∃b:b = Sa	genelleme
(5)	∃b:b = Sb	özelleme (*Yanlış!*)

Böylece bu kısıtlamaların neden gerekli olduklarını görebilirsiniz.

İşte basit bir bulmaca: Peano'nun dördüncü koyutunu (eğer hâlâ yapmadıysanız) TNT yazılış biçimine çevirin ve sonra bu diziyi bir teorem olarak türetin.

Bir şey Kayıp

TNT'nin şimdiye kadar sunulan kurallarıyla ve ilksavlarıyla deneme yaparsanız aşağıda gösterilen teoremlerin *piramit ailesini* üretebileceğinizi göreceksiniz (hepsi aynı kalıptan dökülmüş, birbirinden tek farkları içlerini dolduran 0, S0, SS0 vb sayıtlar olan dizilerin bir kümesi):

(0+0) = 0
(0+S0) = S0
(0+SS0) = SS0
(0+SSS0) = SSS0
(0+SSSS0) = SSSS0
vb.

İşin doğrusu, bu ailedeki teoremlerin her biri doğrudan üstündekinden, yalnızca birkaç satırda türetilebilir. Dolayısıyla bu, *her birinin diğerini tetiklediği* bir tür teoremler "çavlanı"dır. (Bu teoremler, orta ve sağ taraftaki tire gruplarının eşanlı olarak büyüdüğü rt-teoremlerini fazlasıyla andırır.)

Şimdi kolaylıkla yazabileceğimiz ve birlikte alındıklarında hepsinin edilgin anlamını özetleyen bir dizi var. Bu tümel olarak nicelenmiş *özetleme* dizisi şudur:

$$\forall a:(0+a)=a$$

Yine de şimdiye dek verilen kurallarla, bu dizi üretimden kaçar. Bana inanmıyorsanız kendiniz üretmeyi deneyin.

Durumu aşağıdaki kuralla anında düzeltebileceğinizi düşünebilirsiniz.

(ÖNERİLEN) BÜTÜN KURALI: Eğer bir piramit ailesindeki bütün diziler teoremse, o zaman onları özetleyen tümel olarak nicelenmiş dizi de teoremdir.

Bu kuralın sorunu M-kipinde kullanılamamasıdır. Yalnızca dizge *hakkında* düşünen insanlar, dizilerin sonsuz bir kümesinin hepsinin teorem olduğunu bilebilirler. Dolayısıyla bu herhangi bir biçimsel dizgenin içine sıkıştırılabilecek bir kural değildir.

ω-Eksikli Dizgeler ve Karar Verilemeyen Diziler

Böylece kendimizi, içinde *özel* sayıların toplanması hakkındaki teoremleri tipografik olarak üretebildiğimiz, ama *genel olarak* toplamanın bir özelliğini ifade eden yukarıdaki gibi basit bir dizinin bile teorem olmadığı tuhaf bir durumda buluruz. Bunun o kadar da tuhaf olmadığını düşünebilirsiniz, çünkü rt-dizgesinde de tam olarak bu durumdaydık. Ancak rt-dizgesi ne yapabileceği gerektiği konusunda hiçbir iddiaya sahip değildi; ve aslında onun simgesel yapısı içinde, toplama hakkındaki genel önermeleri, ispatlamayı bırakın, *ifade* etme olanağı bile yoktu. Açıkça böyle bir donatıma sahip değildi, bu yüzden dizgenin kusurlu olduğunu düşünmek aklımıza bile gelmedi. Oysa burada dizgenin ifade yeteneği çok daha güçlüdür ve bu yüzden de TNT'ye ilişkin olarak rt-dizgesine göre çok daha yüksek beklentilere sahibiz. Eğer yukarıdaki dizi bir teorem değilse TNT'nin kusurlu olduğunu düşünmek için iyi nedenlerimiz olacaktır. Bu tür kusura sahip dizgelerin aslında bir adı vardır – onlara *ω-eksikli* denilir ('ω' –'omega'- öneki, doğal sayıların tamamının bazen 'ω' ile gösterilmesinden gelir). İşte tam tanımı:

Eğer bir piramit ailesi içindeki tüm diziler teoremse, ama tümel olarak nicelenmiş özetleme dizisi bir teorem değilse, dizge ω-eksiklidir.

Bu arada yukarıdaki özetleme dizisinin değillenmesi –

$$\sim\forall a\colon (0+a) = a$$

– dizisi de TNT'nin teorem-olmayan dizisidir. Bu orijinal dizinin *dizge içinde karar verilemeyen* bir dizi olduğu anlamına gelir. Eğer biri veya öteki bir teorem olsaydı onun karar verilebilir olduğunu söyleyebilirdik. Gizemli bir terim gibi görünse de aslında verili bir dizge içinde karar verilemezliğin hiçbir gizemli yönü yoktur. Bu yalnızca dizgenin genleştirilebileceğinin bir işaretidir. Örneğin mutlak geometri içinde, Eukleides'in beşinci koyutu karar verilemezdir. Eukleidesci geometriyi elde etmek için onun geometrinin ek bir koyutu olarak eklenmesi gerekir; ya da tersine, Eukleides-dışı geometri elde etmek için onun değillemesi eklenebilir. Eğer geometriyi yeniden düşünürseniz bu tuhaf şeyin neden ortaya çıktığını anımsayacaksınız. Bunun nedeni mutlak geometrinin dört koyutunun basitçe, "nokta" ve "çizgi" terimlerinin anlamlarını saptayamaması ve kavramların *farklı genleşmeleri* için yer bırakmasıdır. Eukleidesci geometrinin noktaları ve çizgileri "nokta" ve "çizgi" kavramlarının genleşiminin bir türünü sağlar; Eukleides-dışı geometrinin NOKTALARI ve ÇİZGİLERİ ise bir başka türünü. Bununla birlikte "nokta" ve "çizgi" gibi ön-çağrışımlı sözcüklerin kullanılması iki bin yıl boyunca insanları, bu sözcüklerin zorunlu olarak tek değerli, yalnızca tek anlamlara sahip olabileceğine inandırmıştır.

Eukleides-dışı TNT

Şimdi TNT'yle ilişkili olarak benzer bir durumla karşı karşıyayız. Bizi belirli şekillerde önyargılı olmaya götüren bir yazılış biçimini benimsedik. Örneğin '+' simgesinin kullanılması bizi, içinde artı imi bulunan her teoremin, "toplama" dediğimiz bildik ve tanıdık işlem hakkında bildik ve tanıdık ve "anlamlı" bir şey söylemesi gerektiğini düşünmeye yönlendirir. Bu nedenle aşağıdaki "altıncı ilksav"ı eklemeyi önermek bu yönelime aykırıdır:

$$\sim\forall a\colon (0+a) = a$$

Bu, toplama konusunda inandığımızla uyuşmaz. Ancak şimdiye kadar biçimselleştirdiğimiz, TNT'nin mümkün bir genleşimidir. Bunu altıncı ilksavı olarak kullanan dizge, x ve $\sim x$ gibi iki teoreme sahip olmaması anlamında *tutar-*

li bir dizgedir. Yine de bu "altıncı ilksav"la yukarıda gösterilen teoremlerin piramit ailesini yan yana koyduğunuz zaman olasılıkla aile ve yeni ilksav arasındaki görünüşteki tutarsızlık canınızı sıkacaktır. Ama bu tür tutarsızlık diğer tür kadar (x ve $\sim x$'in her ikisinin de teorem oldukları durum kadar) yıkıcı değildir. Gerçekte bu gerçek bir tutarsızlık değildir, çünkü simgelerin her şeyin yoluna gireceği şekilde yorumlanabilmesi imkânı vardır.

ω -Tutarsızlık Tutarsızlıkla Aynı Değildir

(1) Toplu olarak, *bütün* doğal sayıların bir özelliğe sahip olduğunu öne süren teoremlerin piramit ailesinin ve (2) bütün sayıların buna sahip olmadığını öne sürer görünen bir tek teoremin karşıtlığıyla yaratılan tutarsızlık türüne ω-*tutarsızlık* adı verilir. Bir *w*-tutarsız dizge, başlangıçta-tatsız-ama-sonunda-kabul edilebilir Eukleides-dışı geometri gibidir. Ne olduğuna ilişkin zihinsel bir model için sayıtları olmayan bazı "ekstra" sayılar –bunlara "doğal" değil, "doğaüstü sayılar" diyelim– imgelemeniz gerekir. Dolayısıyla bunların hakkındaki olgular piramit ailesi içinde temsil edilemezler. Bu biraz Akhilleus'un TANRI (GOD) kavrayışına benzer – cinlerin herhangi birinden daha büyük olan bir varlık, bir tür "cinüstü." Buna Cinni dudak bükmüştü, ama usauygun bir imgedir ve *doğaüstü* sayıları tahayyül edebilmenize yardımcı olabilir.

Bunun bize söylediği, şimdiye kadar sunulduğu şekliyle, TNT'nin ilksavları ve kurallarının, TNT'nin simgelerinin yorumlarını tam olarak saptamadığıdır. Yerlerine durdukları kavramların zihinsel modeli üzerinde değişimlere hâlâ yer vardır. Mümkün her bir genleşme, kavramların bazılarını daha da bağlayacaktır; ancak farklı yollardan. Eğer yukarıda verilen "altıncı ilksav"ı eklersek hangi simgeler "nahoş" edilgin anlamlar üstlenmeye başlayacaktır? Simgelerin *hepsi* bozulur mu, yoksa bazıları hâlâ bizim onlardan istediğimiz anlamlara sahip olur mu? Sizi bu konuyu düşünmeyle baş başa bırakıyorum. XIV. Bölümde benzer bir soruyla tekrar karşılaşacağız ve bu konuyu o zaman tartışacağız. Her durumda bu genleşmeyi şimdi izlemeyeceğiz, ama onun yerine TNT'nin *w*-tutarsızlığını onarmaya çalışacağız.

Son Kural

"Bütün Kuralı"nın sorunu, sonsuz bir piramit ailesinin bütün satırlarının teorem olduğunu bilmeyi gerektirmesiydi – sonlu bir varlık için çok fazla.

Ama piramidin her bir satırının *örüntülü bir şekilde* kendi öncelinden türetilebildiğini varsayın. O zaman piramit içindeki bütün dizilerin teorem olduğu olgusunu açıklayan neden, sonlu bir neden olacaktır. Bu durumda incelikli nokta, çavlana neden olan *örüntüyü* bulmak ve o örüntünün kendisinin de bir teorem olduğunu göstermektir. Bu çocukların "Kulaktan Kulağa" oyunu gibi her bir cinin bir mesajı kendi metasına geçirmesine benzer. Gösterilmesi gereken diğer şey, Cinni'nin çavlan boyunca akan mesajı başlattığını göstermektir – yani piramidin ilk satırının bir teorem olduğunu tesis etmektir. Böylece Tanrı'mn mesajı alacağını bilirsiniz!

Bakmış olduğumuz tikel piramitte aşağıdaki türetimin 4 ila 9. satırları arasında yakalanmış bir örüntü vardır.

(1)	∀a: ∀b:(a+Sb) = S(a+b)	3. İlksav
(2)	∀b:(0+Sb) = S(0+b)	özelleme
(3)	(0+Sb) = S(0+b)	özelleme
(4)	[	itme
(5)	(0+b) = b	öncül
(6)	S(0+b) = Sb	S ekle
(7)	(0+Sb) = S(0+b)	3. satırı taşı
(8)	(0+Sb) = Sb	geçişlilik
(9)	]	çekme

Öncül (0+b) = b'dir; sonuç (0+Sb) = Sb'dir.

Piramidin ilk satırı da bir teoremdir; doğrudan 2. İlksavdan çıkar. İmdi bütün gereken bütün piramidi özetleyen dizinin kendisinin de teorem olduğunu çıkarmamızı sağlayacak bir kuraldır. Böyle bir kural beşinci Peano koyutunun biçimselleştirilmiş bir tümcesi olacaktır.

Bu kuralı ifade etmek için bir simgeye ihtiyacımız var. İçinde a değişkeninin bağsız olduğu bir düzgün tamdeyimi aşağıdaki yazılış biçimiyle özetleyelim:

$$X\{a\}$$

(Başka bağsız değişkenler de olabilir, ama bu konu dışıdır). Böylece $X\{Sa/a\}$ yazılış biçimi, a'nın her geçişi yerine Sa koyulmuş şekilde, bu dizinin yerine duracaktır. Benzer olarak $X\{0/a\}$, a'nm her görünümünün yerine 0 koyulmuş şekilde, aynı dizinin yerine duracaktır.

Özel bir örnek, X{a}'nın söz konusu (0 + a) = a dizisinin yerine durmasını sağlamaktır. Böylece $X\{0/a\}$, a'mn her görünümü yerine 0 koyulmuş haliyle aynı dizinin yerine duracaktır. (Uyarı: Bu yazılış biçimi TNT'nin bir parçası

değildir; bu TNT *hakkında* konuşmaktadır.)

Bu yeni yazılış biçimiyle, TNT'nin son kuralını oldukça kesin biçimde ifade edebiliriz:

TÜMEVARIM KURALI: u'nun bir değişken olduğunu ve $X\{u\}$'nun, u'nun içinde bağsız geçtiği düzgün bir tamdeyim olduğunu varsayın. Eğer hem $\forall u{:}<X\{u\}\supset X\{Su/u\}>$ hem de $X\{0/u\}$'nun ikisi de teoremse, o zaman $\forall u{:}X\{u\}$ da bir teoremdir.

Bu Peano'nun beşinci koyutunun olabildiğince yaklaşık olarak TNT'nin içine yerleştirilmiş halidir. Şimdi bunu $\forall a{:}(0+a) = a$'nın TNT içinde bir teorem olduğunu göstermek için kullanalım. Yukardaki türetimimizdeki fantaziden ortaya çıkan, fantazi kuralını uygulayabiliriz, bu bize şunu verir

(10) $<(0+b) = b\supset(0+Sb) = Sb>$ fantazi kuralı

(11) $\forall b{:}<(0+b) = b\supset(0+Sb) = Sb>$ genelleme

Bu tümevarım kuralı tarafından gerektirilen iki girdi teoremden ilkidir. Diğeri ise elimizde olan piramidin ilk satırıdır. Bu nedenle tümevarım kuralını istediğimizi türetmek için uygulayabiliriz:

$$\forall b{:}(0+b) = b$$

Özelleme ve Genelleme, değişkeni b'den a'ya değiştirmemizi sağlayacaktır; dolayısıyla $\forall a{:}(0+a) = a$ artık TNT'nin karar verilemeyen bir dizisi değildir.

Uzun Bir Türetim

Şimdi TNT'deki daha uzun bir türetimi sunmak istiyorum, böylece neye benzediğini görebilirsiniz, ayrıca basit olsa da bu sayı kuramına dair önemli bir olguyu ispatlamaktadır.

(1)	$\forall a{:}\forall b{:}(a+Sb) = S(a+b)$	3. ilksav
(2)	$\forall b{:}(d+Sb) = S(d+b)$	özelleme
(3)	$(d+SSc) = S(d+Sc)$	özelleme
(4)	$\forall b{:}(Sd+Sb) = S(Sd+b)$	özelleme
		(1. satır)
(5)	$(Sd+Sc) = S(Sd+c)$	özelleme
(6)	$S(Sd+c) = (Sd+Sc)$	bakışım
(7)	[	itme
(8)	$\forall d{:}(d+Sc) = (Sd+c)$	öncül

(9) $(d+Sc) = (Sd+c)$ özelleme

(10) $S(d+Sc) = S(Sd+c)$ S ekle

(11) $(d+SSc) = S(d+Sc)$ 3'ü taşı

(12) $(d+SSc) = S(Sd+c)$ geçişlilik

(13) $S(Sd+c) = (Sd+Sc)$ 6'yı taşı

(14) $(d+SSc) = (Sd+Sc)$ geçişlilik

(15) $\forall d:(d+SSc) = Sd+Sc)$ genelleme

(16)] çekme

(17) $<\forall d:(d+Sc) = (Sd+c) \supset \forall d:(d+SSc) = (Sd+Sc)>$ fantazi kuralı

(18) $\forall c:<\forall d:(d+Sc) = (Sd+c) \supset \forall d:(d+SSc) = (Sd+Sc)>$ genelleme

* * * * *

(19) $(d+S0) = S(d+0)$ özelleme (2. satır)

(20) $\forall a:(a+0) = a$ 1. ilksav

(21) $(d+0) = d$ özelleme

(22) $S(d+0) = Sd$ S ekle

(23) $(d+S0) = Sd$ geçişlilik (19, 22. satırlar)

(24) $(sd+0) = Sd$ özelleme (20. satır)

(25) $Sd = (Sd+0)$ bakışım

(26) $(d+S0) = (Sd+0)$ geçişlilik (23, 25. satırlar)

(27) $\forall d:(d+S0) = Sd+0)$ genelleme

* * * * *

(28) $\forall c:\forall d:(d+Sc) = Sd+c)$ tümevarım (18, 27. satırlar)

[S bir toplama içinde ileriye ve geriye kaydırılabilir.]

* * * * *

(29) $\forall b:(c+Sb) = S(c+b)$ özelleme (1. satır)

(30) $(c+Sd) = S(c+d)$ özelleme

(31) $\forall b:(d+Sb) = S(d+b)$ özelleme (1. satır)

(32) $(d+Sc) = S(d+c)$ özelleme

(33) $S(d+c) = S(d+Sc)$ bakışım

(34) $\forall d:(d+Sc) = (Sd+c)$ özelleme

(28. satır)

(35) $(d+Sc) = Sd+c)$ özelleme

(36) [itme

(37) $\forall c:(c+d) = (d+c)$ öncül

(38) $(c+d) = (d+c)$ özelleme

(39) $S(c+d) = S(d+c)$ S ekle

(40) $(c+Sd) = S(c+d)$ 30'u taşı

(41) $(c+Sd) = S(d+c)$ geçişlilik

(42) $S(d+c) = (d+Sc)$ 33'ü taşı

(43) $(c+Sd) = (d+Sc)$ geçişlilik

(44) $(d+Sc) = (Sd+c)$ 35'i taşı

(45) $(c+Sd) = (Sd+c)$ geçişlilik

(46) $\forall c:(c+Sd) = (Sd+c)$ genelleme

(47)] çekme

(48) $<\forall c:(c+d) = (d+c) \supset \forall c:(c+Sd) = Sd+c)>$ fantazi kuralı

(49) $\forall d:<\forall c:(c+d) = (d+c) \supset \forall c:(c+Sd) = (Sd+c)>$ genelleme

[Eğer d her c ile yer değiştirirse, o zaman Sd de değiştirir.]

* * * * *

(50) $(c+0) = c$ özelleme

(20. satır)

(51) $\forall a:(0+a) = a$ önceki teorem

(52) $(0+c) = c$ özelleme

(53) $c = (0+c)$ bakışım

(54) $(c+0) = (0+c)$ geçişlilik

(50, 53. satırlar)

(55) $\forall c:(c+0) = (0+c)$ genelleme

[0 her c ile yer değiştirir]

* * * * *

(56) $\forall d:\forall c:(c+d) = (d+c)$ tümevarım

(49, 55. satırlar)

[Dolayısıyla her d her c ile yer değiştirir.]

TNT'de Gerilim ve Çözülüm

TNT toplamanın değişmeli olduğunu kanıtlamıştır. Bu türetimi ayrıntılarıyla izleyemediyseniz bile, önemli olan onun aynı bir müzik parçası gibi kendi doğal 'ritim'ine sahip olduğunu kavramaktır. İstenen son satıra rastgele ulaşılan bir yürüyüş değildir. Bu türetimin "tümceleyişler"inin bazılarını göstermek için "soluklanma işaretleri" koydum. Özellikle 28. satır türetimde bir dönüm noktasıdır, *LALASİSİ* tarzı bir parçada, ana nota anahtarında olmasa bile, an be an çözdüğünüz, orta noktaya benzer. Böyle önemli orta aşamalara "yardımcı teoremler" denir.

Bu türetimin 1. satırından başlayan okuru imgelemek kolaydır, türetimin nerede sonlanacağım bilmez ve gördüğü her yeni satırda nereye gittiğine ilişkin bir düşünce edinir. Bu bir müzik parçasında, çözülümsüz olarak, tonalitenin ne olduğunu anlamanızı sağlayan nota dizilerinin neden olduğu gerilime çok benzeyen bir iç gerilim oluşturur. 28. satıra ulaşmak okurun sezgisini olurlar ve anlık bir doyum duygusu verir; bu aynı zamanda gerçek hedef olarak varsaydığı noktaya doğru ilerleme dürtüsünü kuvvetlendirir.

49. satır, "neredeyse-orada" duygusu uyandırdığından dolayı kritik öneme sahip bir gerilim-tırmandırıcıdır. Orada durmak son derece doyumsuzluk verici olurdu! Oradan itibaren, işlerin nasıl gideceği hemen hemen öndeyilenebilir. Ancak çözülüm kipini açığa vurduğunda, ondan vazgeçmemize neden olacak bir müzik parçası istemezdik. Sonu *hayal etmeyi* istemezsiniz – sonu *duymayı* istersiniz Aynı şekilde burada da işi sonuna kadar gerçekleştirmek zorundasınız. 55. satır kaçınılmazdır ve 56. satır tarafından çözülen son gerilimleri tesis eder.

Bu yalnızca biçimsel türetimlerin yapıları için değil, biçimsel-olmayan ispatların yapıları için de tipiktir. Matematikçinin gerilim anlayışı, güzellik anlayışıyla yakından ilişkilidir ve bu da matematiği uğraşmaya değer kılar. Bununla birlikte TNT'nin kendi içinde bu gerilimlerin hiçbir yansımasının görünmediğine dikkat edin. Bir başka deyişle bir müzik parçasının armoni ve ritim hakkında bir kitap olmaması gibi, TNT de gerilim ve çözülüm, amaç ve alt amaç, "doğallık" ve "kaçınılmazlık" kavramlarını biçimselleştirmez. Türetimler içindeki gerilimlerin ve amaçların *farkında* olan daha fantastik bir tipografik dizge kurulabilir mi?

Biçimsel Usavurma Karşısında Biçimsel-Olmayan Usavurma

Eukleides'in Teoreminin (asalların sonsuzluğu) TNT'de nasıl türetildiğini göstermeyi yeğlerdim, ama bu kitabın kalınlığını herhalde iki katına çıkarır-

dı. Bu teoremden sonra şimdi izlenecek doğal yol toplamanın birleşme, çarpmanın değişme ve birleşme ve çarpmanın toplama üzerinde dağılma özelliğini ispatlamak olurdu: Bu üstünde çalışılacak güçlü bir temel hazırlardı.

Şimdi formüle edildiği şekliyle TNT "kritik kütle" ("TNT" diye adlandırılan bir şey için belki garip bir metafor) noktasına ulaşmıştır. *Principia Mathematica*'nın dizgesiyle aynı güçtedir; sayı kuramına dair standart bir incelemede bulabileceğiniz her teorem TNT'de ispatlanabilir. Elbette kimse TNT'de teoremler türetmenin sayı kuramı yapmanın en iyi yolu olduğunu iddia edemez. Böyle hissedenler, 1000 x 1000'nin kaç ettiğini bulmanın en iyi yolunun 1000'e 1000 ebadında bir ızgara çizip onun içindeki bütün kareleri saymak olduğunu düşünen insanlar sınıfına girer... Hayır; tam biçimselleştirmeden sonra yapılacak tek şey biçimsel dizgeyi gevşetme yönünde hareket etmektir. Aksi takdirde dizge hantallaşır, hiçbir kılgısal amaç için kullanılamaz. Bu nedenle TNT'yi daha geniş bir bağlamın, türetimlerin hızlandırılabilmesini sağlayan yeni çıkarım kurallarının türetilmesine izin veren bir bağlamın içine katmak önemlidir. Bu, içinde çıkarım kurallarının ifade edildiği dilin – yani metadilin biçimselleştirilmesini gerektirir. Böylece oldukça yol alınabilir. Yine de bu hızlandırma hilelerinin hiçbiri TNT'yi daha *güçlü* yapmaz; sadece daha *kullanışlı* yapar. Yalın olgu, TNT'nin içine, sayı kuramcılarının dayandığı her düşünce kipini koymuş olduğumuzdur. Onu sürekli daha geniş bağlamlar içine yerleştirmek teoremlerin uzayını genişletmeyecektir; yalnızca TNT'de –ya da her "yeni, geliştirilmiş versiyonu"nda– çalışmayı geleneksel sayı kuramı yapmaya daha çok benzetecektir.

Sayı Kuramcıları İşlerini Kaybediyor

TNT'nin eksikli çıkacağını peşin olarak bilmediğinizi, aksine, eksiksiz, tam olduğunu –yani TNT-yazılış biçimi içinde ifade edilebilen her doğru önermenin bir teorem olduğunu– beklediğinizi varsayın. Bu durumda sayı kuramının tümü için bir karar verme yordamı oluşturabilirdiniz. Yöntem kolaydır: Eğer N-önermesi X'in doğru mu yanlış mı olduğunu bilmek istiyorsanız, onu TNT-tümcesi x olarak kodlayınız. Eğer X doğruysa, eksiksizlik, x'in bir teorem olduğunu söyler; tersine olarak eğer değil-X doğruysa eksiksizlik $\sim x$'in bir teorem olduğunu söyler. Şimdi MIU-dizgesi ve rt-dizgesi için yaptığımız şekilde, TNT'nin tüm teoremlerini sistematik olarak saymaya başlayın. Bir süre sonra x veya $\sim x$'e gelmelisiniz; ve hangisine gelirseniz gelin size X ve değil-X'in hangisinin doğru olduğu söylenecektir. (Bu tartışmayı takip ede-

bildiniz mi? Bu esas olarak TNT biçimsel dizgesiyle onun biçimsel olmayan karşılığı N'yi zihninizde ayırabilmenize bağlıdır. Bunu anladığınızdan emin olun.) Böylece ilke olarak eğer TNT eksiksiz olsaydı sayı kuramcıları işsiz kalırdı; alanlarındaki her soru yeterli zaman olduğu sürece tamamıyla mekanik bir yolla çözülebilirdi. Bunun olanaksız olduğunun ortaya çıkışı demek ki, bakış açınıza bağlı olarak ya sevinç ya da yas nedenidir.

Hilbert'in Programı

Bu bölümde ele alacağımız son soru, Önermeler Hesabı'nın tutarlılığına inandığımız kadar TNT'nin tutarlılığına da inanmalı mıyız sorusu olacaktır; ve eğer inanmıyorsak, tutarlı olduğunu *ispatlayarak*, TNT'ye inancımızı artırmanın mümkün olup olmadığıdır. TNT'nin tutarlılığının "aşikârlığına" dair, Basiretsiz'in Önermeler Hesabı'na ilişkin söylediği aynı açılış tümcesini kullanabiliriz – yani her bir kuralın bütünüyle inandığımız bir usavurma ilkesini cisimlendirdiğini ve dolayısıyla TNT'nin tutarlılığını sorgulamanın kendi zihin sağlığımızı sorgulamak olduğunu. Bir dereceye kadar bu uslamlamanın hâlâ bir ağırlığı vardır – ama daha önceki kadar ağırlığı yoktur. Çok fazla çıkarım kuralı vardır ve bunların bazıları hafifçe "yanlış" olabilir. Dahası "doğal sayılar" denen bazı soyut nesnelere ilişkin sahip olduğumuz bu zihinsel modellerin gerçekten tutarlı bir inşa olduğunu nasıl biliyoruz? Belki de düşünce süreçlerimizin kendileri, yani dizgenin biçimsel kuralları içinde ele geçirmeye çalıştığımız süreçlerin bizzat kendileri tutarsızdır! Kuşkusuz beklediğimiz bu türden bir şey değil, ama konu karmaşıklaştıkça düşüncelerimizin bizi yanıltabileceği çok daha tasavvur edilebilir bir imkândır – ve doğal sayılar hiç de apaçık bir konu değildir. Bu yüzden Basiretli'nin tutarlılık *ispatı* çığlığı, bu durumda çok daha ciddiye alınmak zorundadır. Bunun nedeni, TNT'nin tutarsız olabileceğinden ciddi olarak kuşku duyuyor olmamız değildir – ama zihinlerimizde *küçük* bir kuşku, bir kuşku kıvılcımı, bir kuşku gölgesi vardır ve bir ispat bu kuşkunun dağılmasına yardım edecektir.

Ama verilmesini istediğimiz ispatın kullanacağı araçlar nelerdir? Bir kez daha, yinelenip duran döngüsellik sorunuyla karşı karşıyayız. Dizgemiz *hakkındaki* bir ispatta, dizgenin *içine* koyduğumuz aynı donatımı kullanırsak, neyi başarmış oluruz? Eğer TNT'den daha zayıf bir usavurma dizgesi kullanarak, TNT'nin tutarlılığına kendimizi inandırmayı başarabilirsek döngüsellik itirazını geçersiz kılmış oluruz! Gemilerin arasından ağır bir halatın geçirilme şeklini (ya da ben çocukken öyle olduğunu okumuştum) düşünün: önce

açıklığı geçmek üzere, arkasında ince bir ip çeken bir ok atılır. Bu şekilde iki gemi arasında bağlantı kurulduktan sonra ağır halat açıklıktan geçirilir. "Ağır" bir dizgenin tutarlı olduğunu göstermek için "hafif" bir dizge kullanabilirsek o zaman gerçekten bir şey başarmış oluruz.

Şimdi ilk bakışta ince bir ipin bulunduğu düşünülebilir. Hedefimiz, TNT'nin belli bir tipografik özelliğe (tutarlılık) sahip olduğunu, yani x ve $\sim x$ biçiminde hiçbir teoremin bulunmadığını ispatlamaktır. Bu MU'nun MIU-dizgesinin bir teoremi olmadığını göstermeye çalışmaya benzer. Her ikisi de, simge-yönlendirme dizgelerinin *tipografik* özellikleri hakkındaki önermelerdir. İnce ip görüşü, *böylesi bir tipografik özelliğin bulunduğunun ispatlanmasında sayı kuramı hakkındaki olgulara gerek olmayacağı* varsayımına dayanır. Başka bir deyişle eğer tam sayıların özellikleri kullanılmazsa –ya da ancak birkaç son derece yalın olanlar kullanılırsa– kendi içsel usavurma kiplerinden daha zayıf araçları kullanarak TNT'nin tutarlı olduğunu ispatlama hedefine erişebiliriz.

Bu, bu yüzyılın başlarında, David Hilbert'in öncülük ettiği, önemli bir mantıkçılar ve matematikçiler okulu tarafından benimsenen bir umuttur. Hedef, "sonlamcı" usavurma yöntemleri denilen oldukça kısıtlı bir usavurma ilkeleri kümesi kullanarak, TNT'ye benzer sayı kuramını biçimselleştiren dizgelerin tutarlılığını kanıtlamaktı. Bu yöntemlere ince ip diyebiliriz. Sonlanıcı yöntemlerin arasında Önermeler Hesabı içinde somutlandığı şekliyle önermesel usavurma ve ek olarak bazı sayısal usavurma türleri bulunur. Ancak Gödel'in çalışması, sonlamcı yöntemlerin ince ipini kullanarak gediğin arasına TNT'nin tutarlılığının kalın halatını çekme çabasının başarısızlığa mahkûm olduğunu göstermiştir. Gödel, gediğin arasına ağır halatı çekmek için daha hafif bir ip kullanamayacağınızı göstermiştir; yeterince güçlü bir ip yoktur. Daha az metaforik anlatımla söylersek: *TNT'nin tutarlılığını ispatlayacak kadar güçlü olan her dizge en az TNT'nin kendisi kadar güçlüdür.* Ve dolayısıyla döngüsellik kaçınılmazdır.

Bir Mu Sunusu[1]

Tosbağa ve Akhilleus Genetik Kodun kökenleri üstüne bir konferanstan çıktılar, şimdi de Akhilleus'un evinde çay içiyorlar.

Akhilleus: Korkunç bir itirafta bulunacağım Bay T.

Tosbağa: Neymiş Akhilleus?

Akhilleus: Konferansın konusunun çekiciliğine rağmen, bir ya da iki kez içim geçti. Ama uykuyla uyanıklık arasında yine de kulağıma çalınan sözcükleri yarı yarıya ayırmsıyordum. En alt düzeylerimden gelen garip bir imge 'A' ve 'T'nin, "adenin" ve "timin"in yerine durmak yerine seninle benim adımın yerine durmasıydı – ve DNA'nın çift-iplikçikleri omurgaları boyunca seninle benim küçücük kopyalarımıza sahipti; aynı adenin ve timin'in hep olduğu gibi çifter çifter. Garip bir simgesel imge değil mi?

Tosbağa: Böööğğ! Böyle aptalca bir zırıltıya kim inanır ki? Her neyse, ya 'C' ve 'G'den ne haber?

Akhilleus: Şey, sanırım 'C' sitozinin değil, Bay Yengeç'in yerine durabilir.* 'G' konusunda pek emin değilim, ama eminim birisi bir şey bulabilir. Neyse, DNA'mın –kendi minicik kopyalarım kadar – senin minicik kopyalarınla da dolu olduğunu hayal etmek eğlenceliydi. BUNUN yol açtığı sonsuz gerilemeyi bir düşün!

Tosbağa: Konferansın pek de umurunda olmadığını görebiliyorum.

Akhilleus: Hayır, yanılıyorsun. Elimden geleni yaptım, yalnız düşlemle gerçeği ayırt etmekte zorlandım. Sonuçta, bu moleküler biyologların araştırdıkları çok garip bir ölüler diyarı.

Tosbağa: Ne demek istiyorsun?

Akhilleus: Moleküler biyoloji, DNA içinde kodlanmış, bir eğri oluşturacak şekilde ters yönde hareket ederek geldikleri DNA'yı yönlendirebilen ve hatta onu yok edebilen katlanmış proteinlerde olduğu gibi tam olarak anlayamadığım tuhaf sarmal halkalarla doludur. Bu garip döngüler daima feleği-

---

[1] Bu diyalogdaki bütün gerçek kōanlar Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones* ve Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*'dan alınmıştır.

* DNA alfabesinin dört harfi vardır: A (adenin), C (sitozin), G (guanin) ve T (timin). Yazar bu harfleri diyalogun kahramanları Akhilleus, Tosbağa ve Crab [= Yengeç] ile eşleştiriyor. G'nin kiminle eşleştirilebileceği ise okura bırakılıyor –çn.

mi şaşırtıyor. Bir şekilde tekinsizler!

Tosbağa: Bense onları oldukça çekici buluyorum.

Akhilleus: Senin için öyle, tabii – tam sana göreler. Ama bana sorarsan, bütün bu analitik düşünceden uzaklaşıp, panzehir niyetine biraz meditasyon yapmak bazen hoşuma gidiyor. Zihnimi, bu akşam duyduğumuz bütün o kafa karıştırıcı döngülerden ve inanılmaz karmaşadan arındırıyor.

Tosbağa: Bak sen. Meditasyona daldığın hiç aklıma gelmezdi.

Akhilleus: Sana Zen Budizm çalıştığımı hiç söylemedim mi?

Tosbağa: Tanrım, bunu nereden çıkardın?

Akhilleus: Yin ve yang'a her zaman yangındım, biliyorsun – *I Ching*, gurular falan filan, bütün o Doğu gizemciliği ayakları. Böylece bir gün kendi kendime "Niye Zen de olmasın?" diye sordum. İşte böyle başladım.

Tosbağa: Ah, şahane. Öyleyse belki sonunda ben de aydınlanabilirim.

Akhilleus: Ağır ol. Aydınlanma Zen yolundaki ilk adım değil; sonuncusudur! Aydınlanma senin gibi çaylaklara göre değil Bay T!

Tosbağa: Sanırım bir yanlış anlama var. "Aydmlanma"yla, Zende olduğu kadar önemli bir şeyi kastetmemiştim. Bütün demek istediğim, belki Zenin ne olduğu konusunda aydınlanabilirimdi.

Akhilleus: Tanrı aşkına, niye öyle söylemedin? Zen konusunda bildiklerimi sana anlatmaktan mutluluk duyarım. Belki de sen bile baştan çıkıp benim gibi Zen çömezi olursun.

Tosbağa: Olmayacak şey değil.

Akhilleus: Sen de ustam –yedinci pir– Okanisama'nın rehberliğinde benimle birlikte çalışabilirsin.

Tosbağa: Bu da ne demek oluyor?

Akhilleus: Anlamak için Zen tarihini bilmen gerekir.

Tosbağa: Öyleyse bana biraz Zen tarihinden söz edebilir misin?

Akhilleus: Parlak bir düşünce. Altıncı yüzyılda Hindistan'dan ayrılıp Çin'e giden Bodhidharma adlı bir keşiş tarafından kurulan Zen, Budizmin bir türü. Bodhidharma birinci pirdi. Altıncısı Eno'ydu. (Nihayet düzgün sırayı buldum şimdi!)

Tosbağa: Altıncı pir Zenon'du, hani? Onun bu işe karışması bana garip geldi.

Akhilleus: Sanırım Zenin değerini pek anlamamışsın. Biraz daha dinle belki o zaman hakkını daha iyi verirsin. Dediğim gibi, beş yüz yıl kadar sonra Zen Japonya'ya getirildi ve orada el üstünde tutuldu. O zamandan beri Japonya'daki ana dinlerden biri oldu.

Tosbağa: Bu "yedinci pir" Okanisama kim?

Akhilleus: Benim ustam; öğretilerini doğrudan altıncı pirden miras almıştır. Bana gerçekliğin tek, hareketsiz ve değişmez olduğunu öğretti; çokluk, değişim ve hareket yalnızca duyuların aldatmacasıdır.

Tosbağa: Bunun kesinlikle Zenon olduğu gün gibi ortada. Ama ne zaman Zen işine bulaştı? Zavallı adam!

Akhilleus: Neee? Ben bu şekilde söylemedim. Bulaşan BİRİ varsa o da... Ama bu ayrı bir konu. Her neyse, sorunun yanıtını bilmiyorum. Onun yerine sana ustamın öğretilerinden bazılarını söyleyeyim. Zende, kişinin aydınlanmayı ya da SATORİ'yi – "Zihinsizlik" durumunu, aradığını öğrendim. Bu durumda kişi dünya hakkında düşünmez – yalnızca *VAR OLUR.* Ayrıca bir Zen öğrencisinin hiçbir nesne, düşünce ya da kişiye "bağlanma"dığını öğrendim – bu, hiçbir mutlak şeye –bu bağlantısızlık felsefesine bile– inanmamak ya da bağlanmamak anlamına gelir.

Tosbağa: Hmm... Şimdi Zen konusunda hoşuma gidebilecek bir şey VAR.

Akhilleus: Tutulmaya başladın gibi bir his var içimde.

Tosbağa: Ama söylesene bana: eğer Zen entelektüel faaliyeti reddediyorsa, Zen hakkında düşünmek, onun üzerine ciddi çalışmalar yapmak anlamlı mı?

Akhilleus: Bu konu beni de biraz rahatsız etmişti. Ama sonunda bir yanıt buldum sanırım. Bana öyle geliyor ki, Zene bildiğin herhangi bir yoldan yaklaşarak başlayabilirsin – bu yol Zene tamamıyla zıt da olsa. Yaklaştıkça, giderek yoldan ayrılmayı öğreniyorsun. Yoldan ne kadar ayrılırsan Zene o kadar yaklaşıyorsun.

Tosbağa: Ah, şimdi hepsi oldukça açık görünmeye başladı.

Akhilleus: Benim gözde Zen yolum kısa, etkileyici ve tekinsiz "kōan" denilen Zen meselleri.

Tosbağa: Kōan ne?

Akhilleus: Kōan, Zen ustaları ve çömezleriyle ilgili öykülerdir. Kimi zaman bulmacaya benzer; kimi zaman da fabl gibidir; bazen de daha önce duyduğun hiçbir şeye benzemez.

Tosbağa: Oldukça ilginç geliyor. Kōan okumanın ve bunlardan keyif almanın Zen alıştırması olduğunu söyleyebilir misin?

Akhilleus: Bilemiyorum vallahi. Yine de bana göre kōanlardan zevk almak insanı, Zen konusunda ağır felsefi jargonla yazılmış ciltlerce kitap okumaktan milyon kez daha çok gerçek Zene yaklaştırır.

Tosbağa: Bir iki kōan dinlemek isterdim.

Akhilleus: Ben de sana birkaç tane anlatmak isterim. Belki de en ünlülerden biriyle başlamalıyım. Yüzyıllar önce Jōshū adında, 119 yaşma kadar yaşamış bir Zen ustası vardı.

Tosbağa: Pek gençmiş!

Akhilleus: Senin standartlarına göre, evet. Günlerden bir gün Jōshū bir diğer keşişle manastırda dururken bir köpek peydah olmuş. Keşiş Jōshū'ya sormuş, "Bir köpek Buda-doğasına sahip midir, değil midir?"

Tosbağa: Hiç böyle şey duymadım. Ee söylesene– Jōshū ne yanıt vermiş?

Akhilleus: 'MU.'

Tosbağa: 'MU' mu? BU 'MU' da neyin nesi? Köpeğe ne oldu? Ya Buda-doğasına? Yanıt ne?

Akhilleus: Ah, ama Jōshū'nun yanıtı 'MU.' 'MU' demekle, Jōshū öteki keşişe, yalnızca böyle sorular sormamakla bunların yanıtlarının bilinebileceğini söylemiş oldu.

Tosbağa: Jōshū soruyu "yoksamış" oldu.

Akhilleus: Kesinlikle!

Tosbağa: 'MU' her an elin altında bulunan bir şey gibi görünüyor. Ben de bazen bir soruyu sorulmamış kılmak istiyorum. Sanırım Zenin yöntemini kavramaya başladım. Başka kōan biliyor musun Akhilleus? *Daha fazlasını* duymak istiyorum.

Akhilleus: Benim için zevk. Sana birlikte anlatılan bir çift kōan anlatabilirim. Yalnız...

Tosbağa: Ne oldu?

Akhilleus: Şey, bir sorun var. İkisi de yaygın olarak anlatılan kōanlar olmakla birlikte, ustam beni yalnızca birinin hakiki olduğu konusunda uyardı. Ama hangisinin hakiki hangisinin sahte olduğunu bilmiyor.

Tosbağa: Çok iyi ya! Niye ikisini de anlatmıyorsun, böylece içimizden geldiği gibi tartışırız!

Akhilleus: Tamam. Anlatılan kōanlardan biri şöyle:

Keşişin biri Baso'ya sordu: "Buda nedir?"
Baso dedi ki: "Bu zihin Buda'dır."

Tosbağa: Hmm..."Bu zihin Buda'dır" ha? Bazen bu Zencilerin ne demek istediklerini pek anlayamıyorum doğrusu.

Akhilleus: Belki de diğer kōanı yeğlersin.

Tosbağa: O nasıl?

Akhilleus: Şöyle:

Keşişin biri Baso'ya sordu:"Buda nedir?"

Baso dedi ki: "Bu zihin Buda değildir."

Tosbağa: A, a! Bağam yeşil değildir ve yeşil değil değildir! Sevdim bunu!

Akhilleus: Bak Bay T – kōanları yalnızca "sevdim" dememelisin.

Tosbağa: Pekâlâ, öyleyse – sevmedim.

Akhilleus: Bu daha iyi. Dediğim gibi, ustam bunlardan yalnızca birinin hakiki olduğuna inanıyor.

Tosbağa: Onu bu inanca götürenin ne olduğunu anlayamıyorum. Her neyse, bunun pratikte bir önemi yok, çünkü bir kōanın hakiki mi sahte mi olduğunu bilmenin yolu yoktur.

Akhilleus: Ah, ama o noktada yanılıyorsun. Ustam bize bunun nasıl yapıldığını gösterdi.

Tosbağa: Öyle mi? Kōanların hakikiliğine dair bir karar verme yordamı mı? BUNU mutlaka öğrenmem lazım.

Akhilleus: İki aşamalı, oldukça karmaşık bir ritüel. İlk aşamada, söz konusu kōanı, üç boyutta içiçe katlanmış bir iplik parçasına ÇEVİRMELİSİN.

Tosbağa: Tuhaf bir şey. Ya ikinci aşama?

Akhilleus: Ah, bu kolay – bütün yapacağın ipliğin Buda-doğasına sahip olup olmadığını belirlemek! Sahipse, kōan hakikidir – değilse, kōan sahtedir.

Tosbağa: Hmm... Bütün yaptığın karar verme yordamına duyulan gereksinimi bir başka alana aktarmak gibi görünüyor. ŞİMDİ gereken Buda-doğası için bir karar verme yordamı. Sonra ne geliyor? Sonuçta, bir KÖPEK *Buda-doğasına sahip mi, değil mi bunu bile söyleyemezsen* olası her katlanmış iplik için bunu yapmayı nasıl bekleyebilirsin ki?

Akhilleus: Şey, ustam alanlar arasında kaymanın yardımcı olabileceğini söyledi. Bakış açını değiştirmene benziyor. Şeylere bir açıdan bakıldığında onlar karmaşık görünürken bir başka açıdan bakıldığında basit görünebilirler. Bir meyve bahçesini örnek verdi; bir yönden bakıldığında bir düzen görünmez, ama özel açılardan çok güzel düzenlilikler belirir. Bakış tarzını değiştirerek aynı bilgiyi yeniden düzenlersin.

Tosbağa: Anladım. Öyleyse bir kōanın hakikiliği belki de çok derinlerinde gizleniyor, ama sen onu bir ipliğe çevirirsen bir biçimde yüzeye çıkıyor.

Akhilleus: Ustamın keşfettiği de buydu.



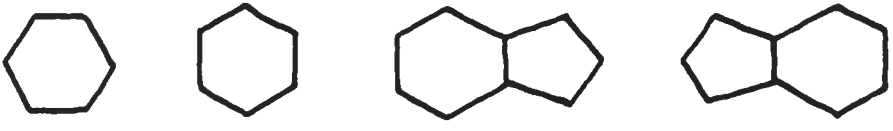
Şekil 45. *La Mezquita*, M. C. Escher (siyah beyaz tebeşir, 1936).

Tosbağa: Bu teknik hakkında daha fazla şey öğrenmeyi çok isterdim. Ama önce söyle bana: bir kōanı (bir sözcükler dizisi) katlanmış bir ipliğe (üç boyutlu bir nesne) nasıl çevirirsin? Özde çok farklılar.

Akhilleus: Bu Zende öğrendiğim en gizemli şeylerden biri. İki adım var: "transkripsiyon" ve "çeviri" Bir kōanın TRANSKRİPSİYONU, onu yalnızca dört geometrik simge içeren fonetik bir alfabeyle yazmaktan ibarettir. Kōanın bu fonetik çevrimine MESAJCI denir.

Tosbağa: Geometrik simgeler neye benzer?

Akhilleus: Beşgenler ve altıgenlerden yapılmışlardır. Şöyle görünürler *(yanındaki peçeteyi alır ve Tosbağa'ya şu dört şekli çizer):*



Tosbağa: Esrarengiz görünüyorlar.

Akhilleus: Yalnızca eğitimsiz erginlenmemişlere. Şimdi bir kez mesajcıyı yaptıktan sonra ellerini zom riboya sürtersin ve –

Tosbağa: Zom ribo mu? Bir tür ritüel yağı mı?

Akhilleus: Tam değil. İplik katlandığında biçimini muhafaza etmesini sağlayan özel *yapışkan* bir sıvı.

Tosbağa: Neden yapılıyor?

Akhilleus: Tam olarak bilmiyorum. Ama tutkala benziyor ve son derece işe yarıyor. Neyse, ellerine biraz zom ribo alınca mesajcıdaki simgeler dizisini iplikteki belli türdeki katlara TERCÜME edebilirsin. Bu kadar kolay.

Tosbağa: Dur, dur! O kadar hızlı değil! Bunu nasıl yapıyorsun?

Akhilleus: Başladığında iplik tamamıyla düz. Sonra bir uç buluyorsun ve mesajcıdaki geometrik simgelere göre çeşitli şekillerde katlamaya başlıyorsun.

Tosbağa: Yani bu geometrik simgelerin her biri ipliği farklı şekilde kıvırma yollarını mı gösteriyor?

Akhilleus: Tek tek alındıklarında değil. Bir defada bir tane yerine bir defada üç tane alıyorsun. İpliğin ve mesajcının bir ucundan başlıyorsun. İpliğin ilk *santimiyle* ne yapılacağı ilk üç geometrik simge tarafından belirleniyor. Sonraki üç simge ipliğin ikinci santiminin nasıl katlanacağını söylüyor. Böylece iplik ve aynı zamanda mesajcı boyunca, ipliğin her bir küçük parçasını mesajcıyı tüketene değin katlayarak ilerliyorsun. Eğer zom riboyu uygun biçimde kullandıysan, ip onun katlanmış şeklini muhafaza ediyor ve bunun aracılığıyla ürettiğin şey, kōanın bir ipliğe çevrilmesi oluyor.

Tosbağa: Yordamın kendine özgü bir inceliği var. Bu şekilde tuhaf-görünümlü şekillerde elde edilebilir.

Akhilleus: Kesinlikle. Daha uzun kōanlar oldukça tuhaf şekillere çevrilirler.

Tosbağa: Tahmin edebiliyorum. Ama mesajcının ipliğe çevirilmesini gerçekleştirmek için, mesajcıdaki her geometrik simge üçlüsünün ne tür bir katlama yerine durduğunu bilmen gerekir. Bunu nasıl biliyorsun? Bir sözlüğün mü var?

Akhilleus: Evet – "Geometrik Kod"u listeleyen önemli bir kitap var. Eğer bu kitabın bir kopyasına sahip değilsen elbette kōanı bir ipliğe çeviremezsin.

Tosbağa: Kesinlikle çeviremezsin. Geometrik Kodun kökeni nedir?

Akhilleus: Ustamın, Aydınlanma Ötesi Aydınlanma'ya ulaşan tek kişi olduğunu söylediği "Büyük Tutor"* olarak bilinen eski bir ustaya dayanıyor.

Tosbağa: Suyundan da koy! Sanki bir düzey yetmiyormuş gibi. Ama *her* şeyde açgözlülük ve oburluk var – aydınlanma açgözlülüğü neden olmasın?

---

* Tutor: "Hoca" - çn.

Akhilleus: "Aydınlanma Ötesi Aydınlanma"nın "BEN"/"GÖZ"* yerine durduğunu mu düşünüyorsun?

Tosbağa: Bana göre, onun senin yerine durduğu oldukça kuşkulu. Daha çok, Meta-Aydınlanma'nın yerine duruyor gibi – yani "BEN"in.▽

Akhilleus: Senin mi? Neden senin yerine dursun ki? Sen daha aydınlanmanın İLK aşamasına bile erişmedin, bırak gerisini–

Tosbağa: Bunu asla bilemezsin. Belki de aydınlanmanın iç yüzünü öğrenenler aydınlanma öncesindeki durumlarına dönerler. Ben daima, "iki kez aydınlanmış aydınlanmamıştır" görüşünü savunmuşumdur. Neyse biz yine Büyük Torture – şey yani Büyük Tutor'a dönelim.

Akhilleus: Zen İplikleri Sanatı'nı da icat etmesi dışında hakkında fazla şey bilinmiyor.

Tosbağa: O ne?

Akhilleus: Buda-doğası için karar verme yordamının dayandığı bir sanat. Sana anlatacağım.

Tosbağa: Bayılırım. Benim gibi çömezlerin özümsemesi gereken ne çok şey var!

Akhilleus: Zen İplikleri Sanatı'nın nasıl başladığını söyleyen ünlü bir kōan bile var. Ama ne yazık ki uzun zaman önce zamanın kumları arasında yitip gitti ve sonsuza dek yittiğine kuşku yok. Belki de böylesi iyi oldu yoksa ustanın adımı alıp, onu başka yollardan taklit edenler türeyebilirdi.

Tosbağa: Ama Zen çömezlerinin hepsinin, en aydınlanmış usta, Büyük Tutor'un taklit etmesi iyi bir şey olmaz mıydı?

Akhilleus: Dur da sana bir taklitçiyle ilgili bir kōan anlatayım.

> Zen ustası Gutei, Zen hakkında kendisine ne zaman bir soru sorulsa parmağını kaldırırdı. Genç bir çömez aynısını taklit etmeye başladı. Gutei'ye çömezin taklidi anlatılınca onu çağırttı ve bunun doğru olup olmadığını sordu. Çömez öyle olduğunu kabul etti. Gutei anlayıp anlamadığını sordu. Çömez yanıt olarak işaret parmağını kaldırdı. Gutei kalkan parmağı anında kesti. Çömez acıyla haykırarak odadan fırladı. Kapı eşiğine vardığında, Gutei seslendi, "Oğlum!" Çömez dönünce Gutei işaret parmağını kaldırdı. O anda çömez aydınlandı.

Tosbağa: Şu işe bak! Ben Zeni düşündüğüm zaman hepsi hepsi bir Jōshū ve

---

* Enlightenment 'Yond Enlightment': "Aydınlanma Ötesi Aydınlanma" ve kısaltması EYE (= GÖZ). Ayrıca İngilizce okunuşu "I" (= BEN) –çn.

▽ Meta-Enlightenment: "Meta-Aydınlanma" ve kısaltması ME (= BEN) –çn.

maskaralıkları vardı, şimdi şu Gutei'nin muzipliklerini de öğreniyorum. Espri yeteneğine diyecek yok!

Akhilleus: Bu kōan çok ciddi. Bunun gülünç olduğu düşüncesine nasıl kapıldın anlamadım.

Tosbağa: Belki de Zen gülünç olduğu için öğreticidir. Bütün bu türden öyküleri tamamıyla ciddiye alırsan genellikle yaptığın gibi ana noktayı kaçırırsın.

Akhilleus: Belki senin Tosbağa-Zeninde bir gerçek payı vardır.

Tosbağa: Benim için bir soruyu yanıtlayabilir misin? Şunu öğrenmek isterdim: Bodhidharma niye Hindistan'dan Çin'e gitti?

Akhilleus: Tamam! Sana aynı soru Jōshū 'ya sorulduğunda ne dediğini söyleyeyim mi?

Tosbağa: Lütfen.

Akhilleus: "Bahçedeki şu meşe ağacı" diye yanıtladı.

Tosbağa: Elbette; ben de aynını söylerdim. Yalnız farklı bir sorunun karşılığı olarak – "Öğle güneşinde nerede gölgelik bir yer bulabilirim?"

Akhilleus: Farkında olmadan, bütün Zenin temel sorunlarından birini buldun. Masum gibi görünse de bu soru, gerçekte şu anlama gelir, "Zenin temel ilkesi nedir?"

Tosbağa: Ne olağandışı. Zenin ana amacının gölgelik bir yer bulmak olduğuna dair en küçük bir fikrim bile yoktu.

Akhilleus: Ah, hayır– beni tamamıyla yanlış anladın. Ben *O* sorudan söz etmiyordum. Bodhidharma'nın neden Hindistan'dan Çin'e gittiğine ilişkin sorunu kastetmiştim.

Tosbağa: Anladım. Pekâlâ, Bu kadar derin sulara daldığımın hiç farkında değildim. Biz şu tuhaf eşlemeye geri dönelim. Anladığım kadarıyla her kōan senin ana hatlarını betimlediğin yöntem izlenerek katlanmış bir ipliğe dönüştürülebiliyor. Peki ya işlem tersine çevrildiğinde? Katlanmış herhangi bir iplik bir biçimde kōan olarak okunabilir mi?

Akhilleus: Bir bakıma evet. Yine de...

Tosbağa: Ne var?

Akhilleus: Yalnızca onu bu yoldan yapamazsın. Bu Zen ipliklerinin Merkezi Dogma'sını ihlal eder, bak, bu resimden anlarsın *(bir peçete alır ve çizer):*

kōan $\Rightarrow$ mesajcı $\Rightarrow$ katlanmış ip

transkripsiyon *tercüme*

Okların ters yönünde gidemezsin– özellikle ikincisinde.

Tosbağa: Söyle bana, bu Dogma Buda-doğasına sahip mi, değil mi? Düşündüm de, sanırım soruyu yoksayacağım. Tamam mı?

Akhilleus: Soruyu yoksadığına sevindim. Ama– sana bir sır vereyim. Kimseye söylemeyeceğine söz verir misin?

Tosbağa: Tosbağa şerefine.

Akhilleus: Ben ara sıra gerçekten de okların ters yönünde giderim. Bu bana kuralları çiğneme duygusu gibi bir haz veriyor sanırım.

Tosbağa: Vay, Akhilleus! Böyle saygısızca bir şey yapabileceğin aklıma bile gelmezdi!

Akhilleus: Bunu daha önce kimseye itiraf etmedim – Okanisama'ya bile.

Tosbağa: Eee, söyle bana, Merkezi Dogma'da okların ters yönünde gidince ne oluyor? Bir iplikle başladığın ve kōan yaptığın anlamına mı geliyor bu?

Akhilleus: Bazen– ama daha tuhaf şeyler de olabiliyor.

Tosbağa: Köan üretmekten daha mı tuhaf?

Akhilleus: Evet ... tercüme ve transkripsiyonu yoksadığın zaman BİR ŞEY elde edersin, ama bu her zaman kōan olmaz. Bu biçimde yüksek sesle okuduğun zaman yalnızca saçma olan bazı diziler.

Tosbağa: Bu da kōanlara yalnızca başka bir ad vermek değil mi?

Akhilleus: Zenin gerçek ruhuna henüz eremediğin açıkça anlaşılıyor.

Tosbağa: Her zaman öyküler bulur musun, en azından?

Akhilleus: Her zaman değil – bazen yalnızca anlamsız heceler elde edersin, bazen de dilbilgisi kurallarına uymayan tümceler. Ama ara sıra köan gibi GÖRÜNEN şey elde ettiğin olur.

Tosbağa: Yalnızca GÖRÜNEN mi?

Akhilleus: Şey, sahte olabilir, biliyorsun.

Tosbağa: Ah, elbette.

Akhilleus: Ben görünürde kōanlar üreten bu ipliklere "düzgün" iplikler diyorum.

Tosbağa: Niye bana sahte kōanları hakiki metinlerden ayırt etmeni sağlayan karar verme yordamını anlatmıyorsun?

Akhilleus: Ben de tam bundan söz edecektim. Duruma göre, bir köan ya da kōan-olmayan verildiğinde yapılacak ilk şey bunu üç boyutlu ipliğe tercüme etmektir. Geriye yalnızca ipliğin Buda-doğasına sahip olup olmadığını bulmak kalır.

Tosbağa: Ama BUNU nasıl yapıyorsun?

Akhilleus: Ustam, Büyük Tutor'un bir ipliğe yalnızca bakmakla Buda-doğasına sahip olup olmadığını söyleme yetisine sahip olduğunu söylemişti.

Tosbağa: Ama ya Aydınlanma Ötesi Aydınlanma aşamasına erişmediysen ne olacak? Bir ipliğin Buda-doğasına sahip olduğunu veya olmadığını söylemenin başka *yolu yok mu*?

Akhilleus: Evet, var. Ve burada Zen İplikleri Sanatı devreye giriyor. Bu, hepsi de Buda-doğasına sahip olan sayısız iplik yapma tekniğidir.

Tosbağa: Deme ya! Peki karşılığında Buda-doğasma sahip OLMAYAN iplikler yapmanın da yolu var mı?

Akhilleus: Bunu yapmayı niye isteyesin ki?

Tosbağa: Ah, yalnızca yararlı olabileceğini düşünmüştüm.

Akhilleus: Çok tuhaf zevklerin var. Düşünebiliyor musun! Buda-doğasına sahip OLMAYAN şeylerle OLANLAR'dan daha fazla ilgileniyorsun!

Tosbağa: Bunu benim aydınlanmamış durumda olmama ver. Sen devam et. Bana Buda-doğasına sahip OLAN bir ipliği nasıl yaptığını söyle.

Akhilleus: Bir iplik halkasını beş yasal başlama konumundan biriyle kıvırarak başlarsın, bak şöyle ... *(Bir iplik alır ve iki elinin iki parmağı arasında basit bir halka haline getirerek kıvırır.)*

Tosbağa: Diğer dört yasal başlama konumu ne?

Akhilleus: Her biri bir ipliği ilmeklemenin KENDİNDEN APAÇIK tarzı olarak düşünülen bir durumdur. Çömezler bile iplikleri çoğunlukla bu durumlarda ilmiklerler. Ve bu beş ipliğin hepsi Buda-doğasma sahiptir.

Tosbağa: Elbette.

Akhilleus: Sonra bazı İplik Yönlendirme Kuralları var, bunlar aracılığıyla çok daha karmaşık iplik biçimleri yapabilirsin. Özellikle ellerle belli temel hareketleri yaparak ipini değiştirebilirsin. Örneğin böyle yaparak –şöyle çekerek– ve döndürerek ortaya ulaşabilirsin. Yaptığın her işlemle ellerinde kıvrılmış ipliğin bütün şeklini değiştirebilirsin.

Tosbağa: Ya, aynı kedi-beşiği gibi iplik şekilleri yapmaya benziyor!

Akhilleus: Bu doğru. Şimdi izlerken, bu kurallardan bazılarının ipliği daha da karmaşık hale getirdiğini göreceksin; bazıları da onu basitleştirir. Ama ne yaparsan yap, İplik Yönlendirme Kuralları'nı izlediğin sürece ürettiğin her iplik Buda-doğasına sahip olacaktır.

Tosbağa: Bu gerçekten de hayret verici. Peki ya bu yeni oluşturduğun ipliğin içinde gizlenen kōan? Hakiki olabilir mi?

Akhilleus: Öğrendiklerime göre öyle olmalı. Kurallara uygun yaptığıma ve beş kendinden apaçık durumdan biriyle başladığıma göre, iplik Buda-doğasına sahip olmalı ve sonuçta hakiki bir kōana tekabül etmeli.

Tosbağa: Kōanm ne olduğunu biliyor musun?

Akhilleus: Merkezi Dogma'yı ihlal etmemi mi istiyorsun? Ah, seni hınzır herif seni!

(Ve Akhilleus kaşlarını çatıp, elinde kod kitabı, garip fonetik kōan alfabesinin üçlü geometrik simgeleriyle her bir iplik halkasını kaydederek iplik boyunca santim santim ilerler.)

İşte bitti!

Tosbağa: Çok güzel. Şimdi de dinleyelim.

Akhilleus: Tamam.

Gezgin bir keşiş yaşlı bir kadına, içinde tapınana bilgelik verildiğine inanılan ünlü Taizan tapınağının yolunu sordu. Yaşlı kadın şöyle dedi: "Dümdüz git." Keşiş birkaç adım atmıştı ki, kadın kendi kendine şöyle dedi, "Bu da sıradan bir tapınak memuru." Birisi bu olayı Jöshū'ya anlattı, o da şöyle dedi: "Dur da bir soruşturayım." Ertesi gün kendi gidip aynı soruyu sordu ve yaşlı kadın aynı yanıtı verdi. Jōshū dedi ki: "O yaşlı kadını soruşturdum."

Tosbağa: Ayıp, bu soruşturma yeteneğiyle FBI Jōshū'yu asla tutmazdı. Şimdi söyle bana – Zen İplikleri Sanatı'ndan Kuralları izlersem ben de senin yaptığın şeyin aynısını yapabilirim, değil mi?

Akhilleus: Öyle.

Tosbağa: Şimdi işlemleri aynı senin yaptığın SIRA İLE mi yapmam gerekir?

Akhileus: Hayır, sen herhangi bir sırada yapabilirsin.

Tosbağa: Tabii, ondan sonra farklı bir iplik ve sonuçta farklı bir kōan elde edeceğim. Peki senin yaptığınla aynı SAYIDA adım atmam gerekiyor mu?

Akhilleus: Hiç de değil. Her sayıda adım olur.

Tosbağa: O zaman sonsuz sayıda Buda-doğalı iplik var – ve sonuç olarak sonsuz sayıda hakiki kōan var! Senin Kurallarınla yapılamayan bir ipliğin varolduğunu nasıl bilebilirsin?

Akhilleus: Ah, evet– Buda-doğasından yoksun olan şeylere döndük. Bu şöyle olur, bir kez Buda-doğasına SAHİP OLAN ipliklerin nasıl yapıldığını bilirsen, Buda-doğasına SAHİP OLMAYAN iplikler de yapabilirsin. Ustam daha başlangıçta bana bunun alıştırmasını yaptırmıştı.

Tosbağa: Harika! Nasıl yapılıyor?

Akhilleus: Kolay. İşte, örneğin – Buda-doğasından yoksun bir iplik yapacağım...

(Önceki kōanın dışarı "çekildiği" ipliği alır ve bir ucuna ufak bir düğüm atar, başparmağı ve işaret parmağıyla onu çekip sıkıştırır.)

İşte bu – burada Buda-doğası yok.

Tosbağa: Çok aydınlatıcı. Hepsi hepsi bir düğüm ekleniyor ha? Yeni ipin Buda-doğasından yoksun olduğunu nereden biliyorsun?

Akhilleus: Buda-doğasının şu temel özelliğinden: birinin ucundaki düğüm dışında iki düzgün iplik özdeş olduğu zaman bunlardan yalnızca BİRİ Buda-doğasına sahip olabilir. Bu ustamın bana öğrettiği başparmak kuralıdır.

Tosbağa: Bir şeyi merak ediyorum. Hangi sırada olursa olsun, Zen İplikleri Kuralları'nı izlemeden varabileceğin Buda-doğalı iplikler var mıdır?

Akhilleus: Bunu itiraf etmekten nefret ediyorum, ama bu konuda kafam biraz karışık. Ustam başta, bir iplikteki Buda-doğasının beş yasal başlama konumundan biriyle başlamakla TANIMLANDIĞI ve sonra ipliğin Kurallara göre geliştirildiği yönünde çok güçlü bir izlenim verdi. Ama daha sonra falanca-filancamn "Teorem"i gibi bir şeyler söyledi. Tam olarak anlayamadım. Yanlış bile duymuş olabilirim. Ama her ne dediyse, acaba bu yöntem Buda-doğalı BÜTÜN iplikleri saptar mı diye aklıma bir kuşku düştü. Bütün bildiğim öyle olduğu. Ama Buda-doğası oldukça güç anlaşılır bir şey, biliyorsun.

Tosbağa: Jōshū'nun "MU"sundan daha fazla şey anladım. Merak ediyorum...

Akhilleus: Neyi?

Tosbağa: Yalnızca şu iki kōam merak ediyordum – yani kōan ve onun kōandeğilini – "Bu zihin Buda'dır" ve "Bu zihin Buda değildir" diyenleri – Geometrik Kodlar aracılığıyla ipliklere dönüştürülseler neye benzerlerdi acaba?

Akhilleus: Sana göstermekten sevinç duyarım.

(Fonetik transkripsiyonları yazar ve sonra cebinden çift iplik parçası çıkarır; garip bir alfabede yazılmış simge üçlülerini izleyerek onları santim santim dikkatle katlar. Ondan sonra biten iplikleri yan yana dizer.)

Görüyorsun, fark burada.

Tosbağa: Birbirlerine gerçekten de çok benziyorlar. Aralarında yalnızca tek bir fark var sanırım, o da şu: Onlardan birinin ucundaki küçük bir düğüm var!

Akhilleus: Jōshū aşkına! Haklısın.

Tosbağa: İşte bak! Ustanın niye kuşku duyduğunu şimdi anladım.

Akhilleus: Öyle mi?

Tosbağa: Senin başparmak kuralına göre, böyle bir çiftten EN ÇOK BİRİ Buda-doğasına sahip olabilir, böylece kōanlarından birinin sahte olduğunu

anında anlarsın.

Akhilleus: Ama bu hangisinin sahte olduğunu söylemez. İplik Yönlendirme Kuralları'nı izleyerek bu iki ipliği üretmeye çalıştım, ustam da öyle, ama işe yaramadı. Biri bile oluşmadı. Çok sinir bozucu. Bazen merak etmeye başlıyorsun...

Tosbağa: Yani ya birisi Buda-doğasma sahipse diye mi merak ediyorsun? Belki ikisi de Buda-doğasına sahip değildir – ve kōanlardan hiçbiri hakiki değildir!

Akhilleus: Ben hiç bu kadar uzun boylu düşünmemiştim – ama haklısın– bu olabilir sanırım. Ama bence Buda-doğası hakkında bu kadar çok soru sormamalısın. Zen ustası Mumon öğrencilerini fazla soru sormanın tehlikelerine karşı her zaman uyarırdı.

Tosbağa: Pekâlâ – başka soru yok. Onun yerine kendi başıma bir iplik yapmak için yanıp tutuşuyorum. Ortaya çıkardığım düzgün olacak mı olmayacak mı görmek eğlenceli olurdu.

Akhilleus: Bu ilginç olabilirdi. İşte burada bir ip parçası var. *(Birini Tosbağa'ya verir.)*

Tosbağa: Şimdi ne yapmam gerektiği konusunda en ufak bir fikrim olmadığını göreceksin. Hiçbir kuralı izlemeyen ve herhalde tamamıyla çözülmez bir şey olacak biçimsiz ürünüme razı olacağız. *(İplik halkasını ayaklarının arasında tutar, birkaç basit hareketle karmaşık bir iplik oluşturur ve hiç konuşmadan Akhilleus'a verir. O anda Akhilleus'un yüzü aydınlanır.)*

Akhilleus: Hay bin kunduz! Senin yöntemini ben de denemeliyim. Bunun gibi bir ipliği asla görmedim!

Tosbağa: Umarım düzgündür.

Akhilleus: Birinin ucunda düğüm var.

Tosbağa: Ah– dur bir dakika! Geri alabilir miyim? Bir şey yapmak istiyorum.

Akhilleus: Elbette. Al.

(Tosbağa'ya uzatır, o da aynı uca bir düğüm daha atar. Sonra Tosbağa ipliği kuvvetle çeker ve aniden her iki düğüm de kaybolur!)

Akhilleus: Ne oldu?

Tosbağa: O düğümden kurtulmak istedim.

Akhilleus: Ama onu çözmek yerine bir düğüm daha attın, sonra da İKİSİ birden kayboldu! Nereye gittiler?

Tosbağa: Tumbolia'ya tabii. Bu Çifte Düğümleme Yasası'dır.

(Aniden, iki düğüm hiçbir yerden –yani Tumbolia'dan – ortaya çıkar.)

Akhilleus: Şaşırtıcı. Eğer bu kadar kolay girip çıkabiliyorlarsa Tumbolia'nın oldukça kolayca erişilebilir bir katmanında bulunmaları lazım. Yoksa Tumbolaia'nın bütünü aynı derecede erişilemez mi?

Tosbağa: Bir şey diyemem. Yine de bana öyle geliyor ki, ipliğin yakılması düğümlerin geri gelmesini olanaksızlaştırırdı. Böyle bir durumda onları Tumbolia'nın daha derin bir katmanında kapatılmış olarak düşünebilirdin. Belki de Tumbolia'nın birçok katmam vardır. Ama bunun konuyla ilgisi yok. Benim öğrenmek istediğim, fonetik simgelere döndürülürse ipliğimin neye benzeyeceği. *(Onu geri uzatır uzatmaz bir kere daha düğümler yokluğa karıştı.)*

Akhilleus: Merkezi Dogma'yı ihlal etmekten her zaman öyle büyük suçluluk duyuyorum ki... *(Kalemini ve kod kitabını çıkarır ve Tosbağa'nın ipinin karışık kıvrımlarına tekabül eden birçok simge-üçlüsü yazar; bunu bitirdiğinde boğazını temizler.)* Öhm. Ne yaptığını dinlemeye hazır mısın?

Tosbağa: Sen hazırsan ben de hazırım.

Akhilleus: Pekâlâ. İşte şöyle:

> Keşişlerden biri Büyük Tortue'ya (Aydınlanma ötesi Aydınlanmaya erişmiş tek kişi) çeşitli nesnelerin Buda-doğasına sahip olup olmadığım sorup başının etini yemeyi adet edinmişti. Böyle sorular karşısında Tortue her zaman susardı. Keşiş daha önce bir fasulye, bir göl ve ay ışıklı bir geceyi sormuştu. Günlerden bir gün, Tortue'ya bir parça iplik getirip yine aynı soruyu sordu. Karşılık olarak Büyük Tortue iplik halkasını ayakları arasında tuttu–

Tosbağa: Ayaklarının arasında mı? Ne tuhaf!

Akhilleus: Bu SANA neden tuhaf geliyor ki?

Tosbağa: Ee, şey... orada ilginç bir şey yakaladın. Ama lütfen devam et!

Akhilleus: Tamam.

> Büyük Tortue iplik halkasını ayaklarının arasında tuttu ve birkaç basit hareketle karmaşık bir iplik yarattı ve hiç konuşmadan keşişe verdi. O anda, keşiş aydınlandı.

Tosbağa: Ben kendi adıma iki kez-aydınlanmayı yeğlerdim.

Akhilleus: Daha sonra ayakların arasında kıvrılan bir iple başlandığında, Büyük Tortue'nun ipliğinin nasıl yapılacağı anlatılıyor. Bu sıkıcı ayrıntıları atlıyorum. Şöyle bitiyor:

> O andan sonra keşiş Tortue'nun canını sıkmadı. Onun yerine Tortue'nun yöntemiyle iplik üstüne iplik yaptı; ve yöntemi kendi çömezlerine aktardı, onlar da kendi çömezlerine aktardılar.

Tosbağa: Ciddi bir masal. Bunun benim ipliğimin içinde gizlenmiş olduğuna inanmak güç.

Akhilleus: Sahiden öyle. Şaşırtıcı bir biçimde, alelacele düzgün bir iplik yaratmış gibi görünüyorsun.

Tosbağa: Ama Büyük Tortue'nun ipliği neye benziyordu? Bu kōanm ana noktası oydu sanırım.

Akhilleus: Ben kuşkuluyum. Kōanlar içindeki böyle küçük ayrıntılara "bağlanmamalı." Anlatılan bütün kōanm ruhu, küçük parçalarının değil. Bak ne düşündüm biliyor musun? Düşünmek bile çılgınca geliyor, ama sanırım sen özgün Zen Dizileri Sanatı'nda tanımlanan, uzun süredir yitik olan kōanı bulmuş olabilirsin!

Tosbağa: Ah, zaten Buda -doğasına sahip olmak için fazla iyi.

Akhilleus: Ama bu – Aydınlanma ötesi Aydınlanmanın mistik durumuna erişen tek kişi olan – büyük ustanın adının Tutor değil "Tortue" olduğu anlamına geliyor. Ne gülünç ad!

Tosbağa: Aynı fikirde değilim. Bence iyi bir ad. Ben hâlâ Tortue'nun ipliğinin neye benzediğini öğrenmek istiyorum. Kōanda verilen tanımdan onu yeniden yaratman mümkün mü?

Akhilleus: Deneyebilirim... Elbette ayak hareketleriyle tanımlandığına göre benim de ayaklarımı kullanmam gerek. Bu pek alışılmış bir şey değil. Ama sanırım beceririm. Bakalım olacak mı? *(Kōanı ve bir parça ipliği alır ve ipliği ürününü bitirene kadar gizli bir yoldan birkaç dakika eğip büker.)* İşte oldu. Tuhaf, ne kadar bildik görünüyor.

Tosbağa: Evet, gerçekten de öyle değil mi? Acaba daha önce nerede gördüm?

Akhilleus: Buldum! Bu SENİN ipliğin Bay T! Yoksa değil mi?

Tosbağa: Elbette değil.

Akhilleus: Tabii ki öyle – bu senin bana verdiğin ilk iplik, sonradan bir düğüm daha atmıştın.

Tosbağa: Ah, evet-gerçekten öyle. Ne tuhaf. Neyi ifade ediyor acaba.

Akhilleus: Söylemesi bile garip.

Tosbağa: Sence benim kōanım hakiki mi?

Akhilleus: Dur bir dakika...

Tosbağa: Ya da ipliğim Buda-doğasına sahip mi?

Akhilleus: Senin ipliğinde bir şeyler beni rahatsız etmeye başladı Bay Tosbağa.

Tosbağa (kendinden pek hoşnut görünerek ve Akhilleus'a aldırmadan): Ya Tortue'nun ipliği? O Buda-doğasına sahip mi? Sorulacak yığınla soru var!

Akhilleus: Ben böyle sorular sormaya korkarım Bay T. Burada çok tuhaf bir şey oluyor ve bu da benim pek hoşuma gitmedi.

Tosbağa: Bunu duyduğuma üzgünüm. Canını sıkan ne, anlamadım.

Akhilleus: Açıklamamın en iyi yolu bir başka eski Zen ustası Kyōgen'in sözlerini alıntılamak. Kyōgen şöyle der:

> Zen, bir uçurumun üstündeki ağaca dişleriyle asılan bir adama benzer. Elleri hiçbir dalı tutmaz, ayakları hiçbir dala dayanmaz ve ağacın altındaki bir diğer kişi ona sorar: "Bodhirma niye Hindistan'dan Çin'e gitti?" Eğer ağaçtaki adam yanıt vermezse, sınavı geçemez; eğer yanıt verirse, düşer ve yaşamını yitirir. Bu durumda ne yapmalı?

Tosbağa: Gayet açık; Zenden vazgeçip moleküler biyolojiye başlamalı.

IX. BÖLÜM

MUMON VE GÖDEL

Zen Nedir?

ZENİN ne olduğunu bildiğime emin değilim. Bir bakıma, onu çok iyi anladığımı düşünüyorum; bir bakıma da hiç anlayamadığımı. Lisedeki İngilizce öğretmenim, Jōshū'nun MU'sunu sınıfa okuduğundan beri yaşamın Zen veçheleriyle uğraşıyorum ve herhalde bunun sonu hiç gelmeyecek. Bana göre Zen entelektüel bataklık kumu– kargaşa, karanlık, anlamsızlık, kaostur. Düş kırıklığına uğratır, çıldırtır. Yine de gülünçtür, canlandırır, ayartır. Zenin kendine özgü anlamı, parlaklığı ve açıklığı vardır. Bu bölümde bu etkilerin bir demetini size aktarabilmeyi umuyorum. Ve sonra, tuhaf görünse de bu bizi doğruca Gödelci konulara götürecek.

Zen Budizminin temel öğretilerinden birisi Zenin ne olduğunu karakterize etmenin yolunun olmadığıdır. Zeni hangi sözel mekân içine kapatmaya çalışırsanız çalışın, direnir ve bu sınırı aşar. Bu durumda Zeni açıklama çabalarının hepsi boşa zaman geçirme gibi görünebilir. Ama Zen ustaları ve öğrencilerinin tutumu böyle değildir. Örneğin sözel olmalarına karşın Zen kōanları Zen çalışmasının ana parçalarındandır. Kendi başlarına aydınlanma konusunda yeterli bilgiyi içermeseler de kōanların, insan zihnindeki aydınlanmaya götürecek mekanizmayı harekete geçirme yeteneği olan "tetikler" oldukları varsayılır. Ama genelde, Zen tutumu, sözcüklerin ve hakikatin bağdaşmaz olduğu ya da en azından hiçbir sözcüğün hakikati ele geçiremeyeceği yönündedir.

Zen Ustası Mumon

Olasılıkla bunu en uç biçimde belirtmek için keşiş Mumon ("Kapısız"), onüçüncü yüzyılda, her birinin altına bir yorum ve küçük bir "şiir" eklediği, kırksekiz kōan derlemiştir. Bu çalışmaya "Kapısız Kapı" veya *Mumonkan* ("Kapısız Çit") denir. Mumon ve Fibonacci'nin yaşamlarının neredeyse bütünüyle çakıştığını görmek ilginçtir: Mumon 1183-1260 yılları arasında Çin'de, Fibonacci 1180-1250 arasında İtalya'da yaşadı. *Mumonkan*'a, kōanların anlamını çıkarma ya da onları "anlama" umuduyla bakanlar tam bir şoka uğrayabilirler, çünkü yorumlar ve şiirler açıklığa kavuşturacakları beklenen kōanlar kadar kesiftirler. Örneğin şunu ele alalım:[1]

[1] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 110-11.



Şekil 46. *Üç Dünya*, M. C. Escher (taşbaskı, 1955).

Kōan:

Seirvo manastırı Hōgen'i, meditasyon için indirilen bambu perdelerin kaldırılmadığını fark ettiği zaman akşam dersine başlamak üzereydi. Parmağıyla gösterdi. Dinleyenlerin arasından iki keşiş konuşmadan kalktılar ve onu kaldırdılar. Hareketlerini izleyen Hōgen, "İlk keşişin durumu iyi ikincisininki değil," dedi.

Mumon'un Yorumu:

Size sormak istiyorum; bu iki keşişten hangisi kazandı hangisi kaybetti? Eğer içinizden birinin bir gözü varsa, öğretmenin tarafında başarısızlık görecektir. Yine de ben kazancı ve kaybı tartışmıyorum.

Mumon'un Şiiri:

Perde kaldırıldığında yüce gök açılır,
Ancak gök Zene uydurulamaz.
En iyisi yüce göğü unutmak.
Ve her rüzgârdan uzak durmak

İşte bir başkası:[2]

Kōan:

Goso dedi ki: "Bir buffalo ağılından çıkarılıp çukurun kıyısına getirildiğinde boynuzları, başı ve toynaklarının hepsi geçer de, kuyruğu niye geçemez?

Mumon'un Yorumu:

Eğer birisi bu konuda bir gözünü açabilir ve bir Zen kelamı söylerse, dört ödüle hak kazanır, bununla da kalmayıp idaresindeki bütün duygulu varlıkları kurtarabilir. Ama böyle bir Zen kelamı edemezse, kuyruğunu kısıp oturmalıdır.

Mumon'un Şiiri:

Buffalo koşarsa, düşecek hendeğe;
Kesilecek eğer geri dönerse.
Şu küçük kuyruk
Pek garip bir şey.

Sanırım Mumon'un her şeyi kesin olarak açıklamadığını siz de kabul etmek durumundasınız. Meta-dilin (Mumon'un içinde yazdığı dil) nesne dilinden (kōanın dili) çok farklı olmadığı söylenebilir. Kimilerine göre Mumon'un yorumları kasten budalacadır, belki de Zen hakkında gevezelikle zaman geçirmenin ne kadar yararsız olduğunu göstermek istemiştir. Bununla birlikte Mumon'un yorumları bir düzeyden daha fazla düzeyde ele alınabilir. Örneğin şuna bakalım:[3]

---

[2] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 119.

[3] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 111-112.



Şekil 47. *Çiy Damlası*, M. C. Escher (bakır baskı, 1948).

Kōan:

Keşişin biri Nansen'e sordu: "Daha önce hiçbir ustanın öğretmediği bir öğreti var mı?

Nansen şöyle dedi: "Evet, var."

"Nedir?" diye sordu keşiş.

Nansen karşılık verdi "O zihin değildir, o Buda değildir, o şeyler değildir."

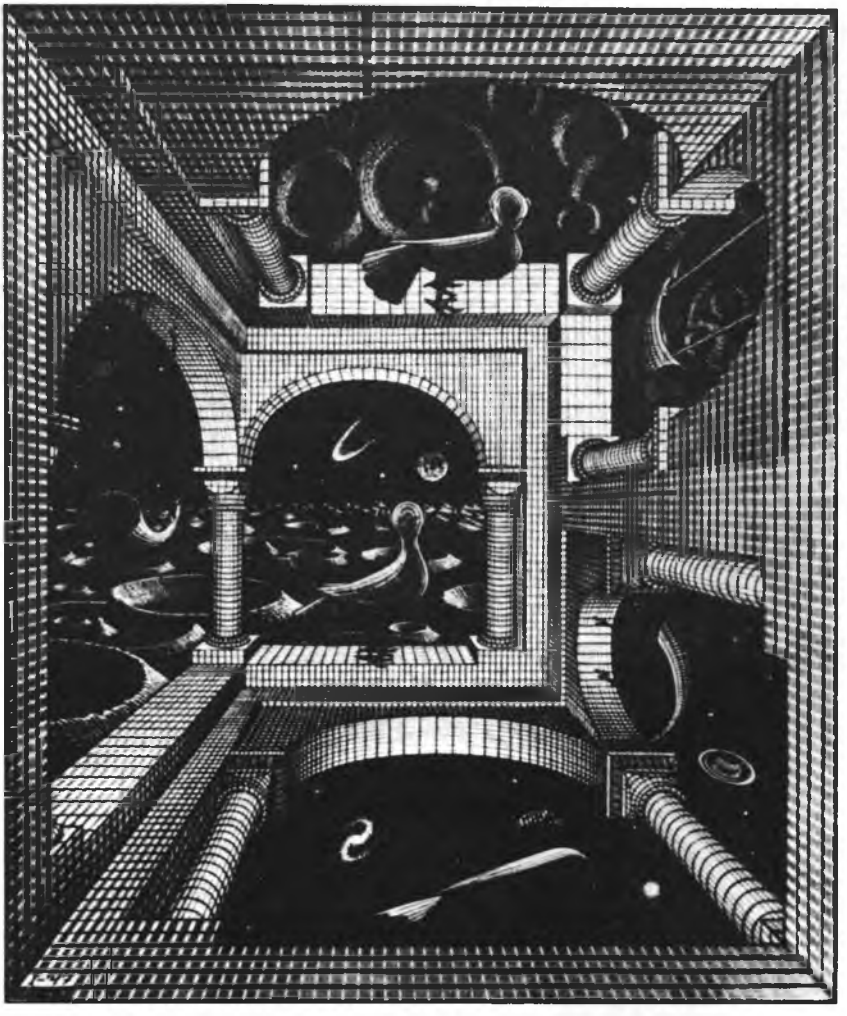
Mumon'un Yorumu:

İhtiyar Nansen sözcük hazinesini açığa vurdu. Fena halde keyfi kaçmış olmalı.

Mumon'un Şiiri:

Nansen fazlasıyla iyiydi ve hazinesini yitirdi.
Doğrusu, sözcüklerin gücü yoktur.
Dağlar denize dönseler de
Sözcükler bir başkasının zihnini açamaz.

Bu şiirde Mumon, Zen için çok merkezi olan bir şeyi söyler gibidir ve budalaca ifadeler kullanmaz. Bununla birlikte şiir garip bir biçimde kendine göndergelidir ve bu nedenle yalnızca Nansen'in sözleri üstüne değil, aynı zamanda kendi etkisizliği üstüne de bir yorumdur. Bu paradoks türü Zenin çok tipik bir özelliğidir. Bu "mantıksal düşünmeyi kırma" girişimidir. Bu paradoksal niteliği kōanda da görürsünüz. Mumon'un yorumu göz önüne alındığında,



Şekil 48. *Bir Başka Dünya*, M. C. Escher (ağaçoyma 1947).

Nansen'in yanıtından gerçekten o kadar emin olduğunu düşünüyor musunuz? Veya yanıtının "doğruluk"u önemli mi? Ya da doğruluk Zende rol oynar mı? Doğruluk ve hakikat arasındaki fark nedir ya da fark var mıdır? Ya Nansen'in yanıtı "Hayır, öyle bir öğreti yok" olsaydı ne olurdu? Bir şey fark eder miydi? Bu sözü bir kōanda ölümsüzleştirilir miydi?

İşte mantıksal düşünmeyi kırmayı amaçlayan bir başka kōan:[4]

> Çömez Doko bir Zen ustasına gelip dedi ki: "Ben hakikati arıyorum. Bulmak için kendimi hangi zihin halinde eğitmeliyim?"

[4] *Zen Buddhism* (Mount Vernon, N.Y.: Peter Pauper Press, 1959), s. 22.

Usta, "Zihin yoktur, o nedenle onu bir hale koyamazsın. Hakikat yoktur, o nedenle kendini o yolda eğitemezsin," dedi.

"Eğitilecek bir zihin ve bulunacak bir hakikat yoksa o zaman bu keşişler niye her gün senin önünde Zen çalışmak için toplanıyor ve kendilerini bu çalışma için eğitiyorlar?"

"Ama benim bir santimlik yerim yok," dedi usta, "keşişleri nerede toplayayım ki? Dilim yok, onları nasıl bir araya getirebilir veya onlara bir şeyler öğretebilirim ki?"

"Ah, nasıl böyle yalan söyleyebiliyorsun?" dedi Doko.

"Ama ötekilerle konuşmak için dilim yoksa sana nasıl yalan söyleyebilirim ki?" diye sordu usta.

"O zaman Doko kederle şöyle dedi, "Seni izleyemiyorum, seni anlayamıyorum."

"Ben de kendimi anlayamıyorum," dedi usta.

Şaşırtmayı amaçlayan bir kōan varsa, o budur. Ve aynı biçimde amacı kesinlikle şaşkınlığa neden olmaktır, çünkü şaşkınlık içinde olan birinin zihni bir dereceye kadar mantık dışı işlemeye başlar. Yalnızca mantığın dışına adım atmakla aydınlanmaya sıçranabilir, kuramın işleyişi böyledir. Ama mantıkta bu kadar kötü olan nedir? Neden aydınlanmaya sıçrayışı engeller?

Zenin İkiciliğe Karşı Savaşımı

Buna yanıt vermek için aydınlanmanın ne olduğunu anlamak gerekir. Aydınlanmanın en özlü özeti belki de şudur: ikiliğin aşılması. Peki ikicilik nedir? İkicilik dünyanın kavramsal olarak kategorilere bölünmesidir. Bu çok doğal eğilimi aşmak olanaklı mıdır? "Bölünme" sözcüğünün önüne "kavramsal"ı koymakla bunu entelektüel veya bilinçli bir çaba gibi göstermiş olabilirim ve belki de bu nedenle basitçe düşüncelerin bastırılmasıyla (düşünceyi bastırmak sanki o kadar basitmiş gibi!) ikiciliğin üstesinden gelinebileceği izlenimini yaratmış olabilirim. Ama dünyayı sınıflara ayırmak düşüncenin üst katmanının çok altında yer alır; aslında ikicilik, dünyanın *kavram*sal olarak kategorilere bölünmesi kadar *algı*sal olarak da bölünmesidir. Bir başka deyişle insan algısı doğası gereği ikici bir görüngüdür – en azından aydınlanma araştırmasını çetin bir savaşıma dönüştüren bir görüngü.

Zene göre ikiciliğin özünde sözcükler bulunur – sıradan sözcükler. Sözcüklerin kullanımı doğası gereği ikicidir, çünkü her bir sözcük son derece açık olarak bir kavramsal kategoriyi temsil eder. Bu nedenle Zenin büyük bölümü sözcüklere güvenmeye karşı savaştır. Sözcüklerin kullanımıyla mücadele etmek için en iyi araçlardan biri, sözcüklerin suistimal edildiği ve bu haliyle



Şekil 49. *Gündüz ve Gece*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 1938).

ciddiye alınırlarsa, insanın zihnini allak bullak eden kōanlardır. Bu nedenle aydınlanmanın düşmanının mantık olduğunu söylemek belki de yanlıştır; düşman daha çok, ikiciliktir, sözel düşünmedir. Aslında bundan daha temel olan bir şeydir: algıdır. Bir nesneyi algıladığınız anda, onunla dünyanın kalanı arasına bir çizgi çizersiniz; Dünyayı yapay olarak iki parçaya böler ve bu nedenle Yol'u kaçırırsınız.

İşte sözcüklere karşı savaşımı gösteren bir kōan:[5]

Kōan:

Shuzan kısa değneğine yaslandı ve dedi ki: "Eğer buna kısa değnek dersen, onun gerçekliğine karşı çıkarsın. Eğer buna kısa değnek demezsen, olguyu yok sayarsın. Şimdi ona ne demek isterdin?"

Mumon'un Yorumu:

Eğer buna kısa değnek dersen onun gerçekliğine karşı çıkarsın. Eğer kısa değnek demezsen olguyu bilmezlikten gelirsin. Öyle bir şey ki, o sözcüklerle ifade edilemez, ama sözcüksüz de ifade edilemez. Çabuk bunun ne olduğunu söyleyin.

Mumon'un Şiiri:

Kısa değneğe dayanarak,
Yaşam ya da ölümün emrini verdi.
Olumlu ve olumsuz dokuma,
Budalar ve pirler bile bu saldırıdan kaçamaz.

[5] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 124.

("Pirler," ilki Bodhidharma ve altıncısı Enō olan, Zen Budizmin altı aziz kurucusunu gösterir.)

Niye kısa bir değneğin kendi gerçekliğinin aksi olduğu söyleniyor? Büyük bir olasılıkla, böyle bir kategorileştirme gerçekliğin ele geçirildiği görüntüsünü verdiğinden; oysa böyle bir bildirimle yüzey bile kazınmış olmaz. Bu, "5 asal sayıdır" demekle karşılaştırılabilir. İhmal edilmiş o kadar çok şey vardır ki – bir olgular sonsuzluğu. Diğer yandan ona değnek dememek, gerçekten de ne kadar küçük de olsa belirli bir olguyu yok saymaktır. Dolayısıyla sözcükler bazı doğrulara götürür –belki bazı yanlışlara– ama bütün hakikate götürmediği kesindir. Doğruluğa götürmesi için sözcüklere güvenmek, eksik, tamolmayan bir biçimsel dizgenin sizi doğruluğa götüreceğine güvenmeye benzer. Biçimsel bir dizge size bazı doğruları sunacaktır, ama birazdan göreceğimiz gibi, bir biçimsel dizge –ne kadar güçlü olursa olsun– sizi bütün doğrulara götüremez. Matematikçilerin ikilemi şudur: biçimsel dizgelerden başka güvenilecek ne vardır? Zen insanlarının ikilemi de şudur: sözcüklerden başka güvenilecek ne vardır? Mumon ikilemi açıkça bildirir: "Sözcüklerle ifade edilemez, ama sözcüksüz de ifade edilemez."

İşte yine Nansen:[6]

> Jōshū öğretmen Nansen'e sordu, "Hakikat Yolu nedir?"
>
> Nansen karşılık verdi, "Günlük yol Hakikat Yolu'dur."
>
> Jōshū sordu, "Ben onu inceleyebilir miyim?"
>
> Nansen karşılık verdi, "Ne kadar çok incelersen Yol'dan o kadar uzaklaşırsın."
>
> Jōshū sordu, "Eğer incelemezsem, nasıl bilebilirim?"
>
> Nansen karşılık verdi, "Yol görünen şeylere ait değildir: ne de görünmeyen şeylere. Bilinen şeylere ait değildir: ne de bilinmeyen şeylere. Onu araştırma, inceleme, adlandırma. Kendini orada bulmak için gökyüzü kadar aç kendini." [Bkz. Şekil 50.]

Bu tuhaf ifade paradoks doludur; hıçkırığa kesin çareyi andırıyor: " 'Kurt' sözcüğünü düşünmeden evin çevresinde üç defa koş." Zen, nihai hakikate giden yolun, hıçkırığı geçirmenin tek çaresi gibi, paradokslarla kaplı olabileceği anlayışını kucaklar görünen bir felsefedir.

---

[6] *Zen Buddhism* (Mount Vernon, N.Y.: Peter Pauper Press, 1959), s. 38.



Şekil 50. *Kabuk*, M. C. Escher (ağaçoyma, 1955).

İzm, Un-Kipi ve Unmon

Eğer sözcükler kötüyse, düşünmek kötüyse, iyi olan nedir? Elbette bunu sormak bile korkunç biçimde ikiciliktir, ama Zeni tartışırken Zene sadıkmış gibi görünmek durumunda değiliz – bu nedenle soruya ciddi olarak yanıt vermeyi deneyebiliriz. Zenin uğrunda çabaladığına bir ad koydum: *izm*.* İzm antifelsefedir, düşünmeden varolma yoludur. Kayalar, ağaçlar, istiridyeler izm ustalarıdır; ama ona asla tam olarak ulaşamadan izm için çabalamak zorunda olmak, daha yüksek hayvan türlerinin yazgısıdır. Yine de izm'in kısacık bir an görüldüğü çoğunlukla kabul görür. Belki de aşağıdaki kōan böyle bir görünüvermeyi sunar:[7]

---

* İzm: Var olmaklık –çn.

[7] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 121.

Hyakujō yeni bir manastır açması için bir keşiş göndermeyi istiyordu. Çömezlerine, sorusuna en hünerli yanıtı verenin bu iş için atanacağını söyledi. Yere bir su kabı koyarak sordu: "Adını söylemeden bunun ne olduğunu kim söyleyebilir?"

Baş keşiş dedi ki, "Kimse bunun tahta pabuç olduğunu söyleyemez."

Aşçı keşiş Isan, kabı ayağıyla devirdi ve çıktı.

Hyakujō gülümsedi ve şöyle dedi, "Baş keşiş kaybetti." Ve Isan yeni manastırın ustası oldu.

Algıyı bastırmak, mantıklı, sözel, ikici düşünceyi bastırmak – Zenin özü, izm'in özü budur. Bu *Un-kipi*, yani Yoksama-kipidir. – Zekâ değil, Mekanik değil, yalnızca "Un." Jōshū Yoksama-kipindeydi ve bu nedenle 'MU'su soruyu yoksadı, sorulmamış kıldı. Un-kipinden doğal olarak Zen ustası Unmon'a gelinir:[8]

Bir gün Unmon öğrencilerine dedi ki, "Benim bu değneğim kendini ejderhaya dönüştürdü ve evreni yuttu! Ah, nerede ırmaklar, dağlar ve koca dünya?"

Zen, mantıksal uç sınırına taşınmış bütüncülüktür. Bütüncülük nesnelerin, parçalarının toplamı olarak değil, yalnızca bütünler olarak anlaşılabildiklerini iddia ederse, Zen, dünyanın parçalara ayrılamadığını savunarak daha da ileri gider. Dünyayı parçalara bölmek yanlış yola yönelmek ve aydınlanmayı kaçırmaktır.

Meraklı bir keşiş bir ustaya "Yol nedir?" sorusunu sordu.

"Hemen gözünün önündedir," dedi usta.

"Niye kendi başıma göremiyorum?"

"Çünkü kendini düşünüyorsun."

"Ya sen: sen onu görüyor musun?"

" 'Ben görmem,' 'sen görürsün' diyerek çift gördüğün sürece gözünün önünde perde olur," dedi usta.

"Ne 'Ben' ne de 'Sen' olmadığı zaman biri onu görebilir mi?"

"Ne 'Ben' ne de 'Sen' olmadığın zaman onu görmek isteyen kimdir ki?"[9]

Görünüşe bakılırsa usta, aydınlanma durumunun kendi ile dünyanın kalanı arasındaki sınırların çözüldüğü yerde bulunduğu fikrini aşılamak istiyor. Bu gerçekten de ikiciliğin sonu olurdu, çünkü söylediği gibi, algılama arzusuna sahip hiçbir dizge kalmazdı. Ama bu durum eğer ölüm değilse, nedir? Canlı bir insan kendisi ve dış dünya arasındaki sınırları nasıl yok edebilir?

---

[8] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 35.

[9] *Zen Buddhism* (Mount Vernon, N.Y.: Peter Pauper Press, 1959), s. 31.

Zen ve Tumbolia

Zen keşişi Bassui ölmek üzere olan öğrencilerinden birine bir mektup yazmıştı ve mektupta şöyle diyordu:" Senin sonsuz olan sonun saf havada eriyen kar tanesi gibidir." Bir zamanlar evrenin açıkça ayırt edilebilir bir altdizgesi olan kar tanesi, şimdi daha geniş dizge içinde çözünmüştür. Artık ayrı bir altdizge olarak varolmamasına karşın, özü bir biçimde hâlâ mevcuttur ve öyle kalacaktır. Okunmayan öykülerdeki karakterler ve hıçkırılmayan hıçkırıklar Tumbolia boyunca yüzer... Yani ben Bassui'nin mesajını böyle anladım.

Zen, tıpkı matematikçilerin doğruluğa ulaşmanın bir yöntemi olarak ilksavlı *yöntemin sınırlarını tanımayı* öğrenmeleri gibi, kendi sınırlarını tanır. Bu Zenin, Zenin ötesinde bulunana ilişkin olarak, matematikçilerin biçimselleştirmenin dışında yer alan geçerli usavurma formları hakkında sahip oldukları anlayıştan daha açık bir yanıta sahip olduğu anlamına gelmez. Zenin sınırları hakkındaki en açık Zen ifadelerinden birisi, Nansen'in söylediklerinin ruhuna oldukça uyan aşağıdaki garip kōanda verilmiştir:[10]

> Tōzan keşişlerine şöyle dedi, "Siz keşişler Budizmde daha yüksek bir anlayışın olduğunu bilmelisiniz." Keşişlerden biri öne çıkıp sordu, "Bu yüce Budizm nedir?" Tōzan yanıtladı, "Buda değildir."

Her zaman daha gidilecek yol vardır; aydınlanma Zenin sonu değildir. Ve Zenin nasıl aşılacağını söyleyen bir reçete yoktur; kesin olan tek şey, Buda yol *değildir*. Zen bir dizgedir ve kendi metadizgesi olamaz; Zenin dışında kalan, Zenin içinde tam olarak betimlenemeyen ve anlaşılamayan daima bir şey vardır.

Escher ve Zen

Algıyı sorgulama ve saçma, yanıtsız bilmeceler sorma konusunda Zenin, M. C. Escher'in şahsında eşlikçisi vardır. *Gündüz ve Gece*'ye (Şekil 49) bakın, (Mumon'un sözleriyle) "olumlu ve olumsuz dokuma"nın bir başyapıtıdır. "Bunlar gerçekte kuş mu, yoksa tarla mı? Gerçekte gece mi gündüz mü?" diye sorulabilir. Yine de bizim bütün bildiğimiz böyle sorulara yer olmadığı. Resim, bir Zen kōam gibi, mantıksal düşünme biçimini kırmaya çalışıyor. Escher de çelişkili resimler yapmaktan keyif alır, *Bir Başka Dünya*'da olduğu gibi (Şekil 48) – resimler gerçek ve gerçek dışıyla aynı Zenin oynadığı biçimde oynarlar. Escher ciddiye alınmalı mı? Zen ciddiye alınmalı mı?

---

[10] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 110.



Şekil 51. *Su Birikintisi*, M. C. Escher (ağaçbaskı, 1952).

Çiy Damlası'nda (Şekil 47) narin, haiku benzeri bir çalışmanın yansımaları var; sonra hareketsiz suya yansıyan ayın iki durgun imgesi var: *Su Birikintisi* (Şekil 51) ve *Dalgalı Yüzey* (Şekil 52). Yansıyan ay teması çeşitli kōanlarda sıkça yinelenir. İşte bir örnek:[11]

> Chiyono, Engakulu Bukkō'nun yanında yıllarca Zen çalışmıştı. Hâlâ meditasyonun meyvelerini toplayamamıştı. Bir gün ay ışıklı bir gecede, bambuyla kaplanmış eski tahta kovada su taşıyordu. Bambu kırıldı ve kovanın altı çıktı. O anda azat edildi. Chiyono dedi ki, "Artık kovada su yok, artık suda ay yok."

Üç Dünya: bir Escher resmi (Şekil 46) ve bir Zen kōanının konusu:[12]

> Keşişin biri Gantō'ya sordu, "Üç dünya beni yıldırdığı zaman ne yapmalıyım?" Gantō karşılık verdi, "Otur." "Anlamadım," dedi keşiş. Gantō dedi ki, "Dağı kaldırıp bana getir. O zaman söylerim."

[11] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 120.

[12] Gyomay M. Kubose, *Zen Koans*, s. 180.

Hemiolia ve Escher

Verbum'da (Şekil 149), zıtlıklar çeşitli düzeylerde birlikler içinde bir araya getirilmiştir. Çevresinde dolandığımızda, siyah kuşlardan beyaz kuşlara, siyah balıklardan beyaz balıklara, siyah kurbağalardan beyaz kurbağalara ... giderek artan geçişler görürüz. Altı adım sonra başladığımız yere döneriz! Bu siyah ve beyaz ikiliğinin bir uzlaşması mıdır? Yoksa kuşlar, balıklar ve kurbağalar üçlüğünün bir uzlaşımı mı? Ya da 2'nin çiftliği ve 3'ün tekliğinin zıtlığından oluşturulmuş altı katlı bir birlik midir? Müzikte eşit zaman değerli altı nota ritmik bir belirsizlik yaratır – bunlar 3'erli 2 grup mu, yoksa 2'şerli 3 grup mudur? Bu belirsizliğin bir adı vardır: *hemiolia*. Chopin bir hemiolia ustasıydı: Vals op. 42'sine ya da Etüt op. 25, no. 2'sine bakın. Bach'da, klavsen müziği Partita no. 5'den *Tempo di Menuetto* veya Sol Minör, keman için eşliksiz birinci Sonat'mın inanılmaz *Finale*'si vardır.

Verbum'un ortasından içeriye doğru süzülürseniz ayrımlar giderek bulanıklaşır, böylece sonunda üç veya iki değil tek bir öz kalır: parıltıyla yanan "VERBUM" –belki de aydınlanmanın bir simgesi. İronik olarak "verbum"



Şekil 52. *Dalgalı Yüzey*, M. C. Escher (muşamba baskısı, 1950).

yalnızca bir sözcük değildir, "sözcük" *anlamına* da gelir – Zenle tam olarak en bağdaşabilir kavram değildir. Diğer yandan "verbum" resim içindeki tek sözcüktür. Ve Zen ustası Tōzan bir keresinde şöyle demişti, "Bütün Tripitika tek karakterde ifade edilebilir." ("Üç sepet" anlamına gelen "Tripitaka," özgün Budist yazmalarının bütün metinlerini gösterir.) Acaba ne tür bir kod-çözme mekanizması tek karakterden üç sepeti çıkarabilir? İki yarım küreli bir şey belki.

İndra'nın Ağı

Son olarak *Üç Küre II*'ye bakın (Şekil 53). Burada dünyanın her parçası her başka parçayı içeriyor ve her başka parça içinde içeriliyor gibi görünür: yazı masası, üstündeki küreleri yansıtır, küreler yazı masasını, çizimlerini ve onları çizen sanatçıyı olduğu kadar birbirlerini de yansıtırlar. Bütün şeylerin birbirleriyle olan sonsuz bağlantıları burada yalnızca ima yoluyla bildirilmiştir, ama bu da yeterlidir. Budist "İndra'nın Ağı" alegorisi, ipleri bütün evreni baştan başa saran, yatay ipleri uzaydan, düşey ipleri zamandan geçen sonsuz bir ağı anlatır. İplerin birbirlerini her kesişi bir birey ve her birey kristal bir boncuktur. "Mutlak Varlık"ın yüce ışığı her kristal boncuğu aydınlatır ve içlerine işler; dahası her kristal boncuk yalnızca ağdaki diğer kristallerden yayılan ışığı değil – ama bütün evren boyunca her yansımanın her yansımasını da yansıtır.



Şekil 53. *Üç Küre II*, M. C. Escher (taşbaskı, 1946).

Bu benim zihnime, yeniden normalleştirilen parçacıkların imgesini getirdi: her elektronda sanal fotonlar, pozitronlar, nötronlar, muonlar ... vardır; her fotonda sanal elektronlar, protonlar, nötronlar, pionlar ... vardır; her pionda ...

Ama o zaman diğer bir imge canlanıyor: her biri başka birçok insanın zihninde ve bunların da diğerlerinde yansılandığı vb insanların imgesi.

Bu iki imge de Artırılmış Geçiş Ağları (ATN) kullanarak özlü ve zarif bir şekilde temsil edilebilir. Parçacıklar durumunda, her bir parçacık kategorisi için bir ağ olabilir; insanlar durumunda ise her bir kişi için bir ağ. Her biri, birçok başkasına çağrılar içerir, böylece her bir ATN'nin çevresinde sanal bir ATN'ler bulutu yaratılır. Birinin çağrılması diğerlerine çağrılar yaratır ve bu işlem dibe vuruncaya dek peşpeşe sürer.

MU Üstüne Mumon

Zene yaptığımız bu kısa gezintiyi Mumon'a geri dönerek bitirelim. İşte Jōshō'nun MU üstüne yorumu:[13]

> Zeni anlamak için pirlerin engellerinden geçilmesi gerekir. Aydınlanma her zaman düşünme yolunun tıkanmasının ardından gelir. Pirlerin engellerini geçmediyseniz ya da düşünme yolunuz tıkanmadıysa, ne düşünürseniz düşünün, ne yaparsanız yapın başına iş açan hayalete benzersiniz. "Pirin engeli nedir?" diye sorabilirsiniz. Şu tek sözcüktür: 'MU.'
>
> Bu Zenin engelidir. Bunu geçerseniz, Jōshō'yla yüz yüze gelirsiniz. O zaman bütün pirlerle sırasıyla el ele çalışabilirsiniz. Bu hoş bir şey değil mi?
>
> Bu engeli geçmek isterseniz, gövdenizdeki her kemik, derinizdeki her gözenek şu soruyla dolu olarak çalışmalısınız: "MU nedir?" ve bunu gece gündüz taşımalısınız. Bunun hiçbir anlamı olmayan sıradan değilleme simgesi olduğuna inanmayın. Varlığın zıttı olan hiçlik değildir. Bu engeli gerçekten geçmek isterseniz, ne yutabileceğiniz ne de tükürebileceğiniz sıcak, demirden bir topu içermiş gibi hissetmelisiniz.
>
> O zaman önceki kıt kanaat bilginiz yok olur. Zamanında olgunlaşan bir meyve gibi, öznelliğiniz ve nesnelliğiniz doğal olarak bir olur. Bu rüya gören dilsiz adama benzer. Rüyasını bilir, ama anlatamaz.
>
> Bu duruma girdiğinde ego-kabuğu çatlar ve göğü titretip, yeryüzünü yerinden oynatabilir. Keskin kılıçlı büyük bir savaşçı gibidir. Yoluna bir Buda çıkarsa, onu da kesip biçer; eğer atalardan biri önüne engel koymaya kalkarsa onu öldürür; ve doğum ve ölüm yolunda özgür olur. Sanki kendi oyun alanıy-

[13] Paul Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, s. 89-90.

mış gibi her dünyaya girebilir. Bunun nasıl yapıldığını size şu kōanla anlatayım:

Yalnızca bütün enerjinizi bu MU üstünde yoğunlaştırın ve hiçbir kesintiye izin vermeyin. Bu MU'ya girdiğinizde ve hiçbir kesinti olmadığında eriştiğiniz yer bütün evreni yakan ve aydınlatan bir mum gibi olacaktır.

Mumon'dan MU-bulmacasına

Jōshū'nun MU'sunun ruhsal yüksekliklerinden, Hofstadter'in MU'sunun sıkıcı alçaklığına iniyoruz şimdi... Daha önceden bütün enerjinizi bu MU'ya yoğunlaştırdığınızı biliyorum (I. Bölümü okuduğunuz zaman). Bu nedenle şimdi orada ortaya atılan soruya yanıt vermek istiyorum:

MU teorem-doğasına sahip midir, değil midir?

Bu sorunun yanıtı kaçamak bir MU değildir; daha çok, çınlayan bir HAYIR'dır. Bunu göstermek için ikili mantıksal düşüncenin olanaklarından yararlanacağız.

I. Bölümde iki çok önemli gözlemde bulunduk:

(1) MU-bulmacası, uzatma ve kısaltma kurallarının karşılıklı etkileşimini içermesi nedeniyle büyük bir derinliğe sahiptir;

(2) ancak yine de bu karmaşıklık sorununu ele alacak yeterlilikte derinliğe sahip bir araç kullanarak problemi çözme umudu vardır; ve bu araç sayı kuramdır.

I. Bölümde MU-bulmacasım bu gözlemler doğrultusunda titiz bir biçimde çözümlememiştik; şimdi bunu yapacağız. Ve ikinci gözlemin (önemsiz MIU-dizgesinin ötesinde genellendiği zaman) nasıl bütün matematiğin en verimli gerçekleşimlerinden biri olduğunu ve matematikçilerin kendi disiplinlerine bakışlarını nasıl değiştirdiğini göreceğiz.

Size kolaylık olması açısından MIU-dizgesinin bir özetini veriyorum:

SİMGELER: M, I, U

İLKSAV: MI

KURALLAR:

I. Eğer *x*I bir teoremse, o zaman *x*IU da teoremdir.

II. Eğer M*x* bir teoremse, o zaman M*xx* de teoremdir.

III. Herhangi bir teorem içinde III'ün yerine U koyulabilir.

IV. UU herhangi bir teoremden atılabilir.

Mumon Bize MU-Bulmacasının Nasıl Çözüleceğini Gösterir

Yukarıdaki gözlemlere göre, MU-bulmacası yalnızca tipografik görünüm altında sunulmuş doğal sayılar hakkında bir bulmacadır. Eğer onu sayılar kuramının tanım alanına taşıyabilecek bir yol bulabilirsek, çözebiliriz. Mumon'un sözlerini düşünelim, şöyle diyordu; "İçinizden birinin bir gözü varsa, öğretmenin tarafında başarısızlık görecektir." Ama niye bir göze sahip olmak konu ediliyor?

Eğer teoremlerde içerilen I'ların sayısını saymayı denerseniz, bunun asla 0 olamayacağını görürsünüz. Bir başka deyişle ne kadar uzatma ve kısaltma olursa olsun, bütün I'ların elendiği bir şekilde asla çalışamayız. Her dizideki I-sayısına bu dizinin *I-sayısı* diyelim. MI ilksavmın I-sayısımn 1 olduğuna dikkat edin. I-sayısının 0 olamayacağım göstermekten daha fazlasını yapabiliriz – I-sayısının asla 3'ün katı olamayacağını gösterebiliriz.

Başlarken, I ve IV. kuralların I-sayısını hiç etkilemediklerine dikkat edin. Bu nedenle yalnızca II ve III. kural hakkında düşünmemiz gerekiyor. III. kuralı ele alırsak, o, I-sayısını 3 azaltır. Bu kuralın uygulanmasından sonra çıktının I-sayısı 3'ün katı olabilir – ama ancak *girdinin* I-sayısı da böyle olduğunda. III. Kural kısacası asla hiç yoktan 3'ün katını yaratmaz. Ancak biriyle başladığı zaman birini yaratabilir. Aynı şey I-sayısını ikiye katlayan II. kural için de geçerlidir. Bunun nedeni eğer 3, $2n$'i bölerse o zaman –3, 2'yi bölmediği için– n'i bölmelidir (sayılar kuramından basit bir gerçek.) Ne II. ne de III. kural hiç yoktan 3'ün katını yaratamaz. Ama MU-bulmacasının anahtarı da budur! İşte bildiklerimiz:

(1) I-sayısı 1'de başlar (3'ün bir katıyla değil);

(2) Kuralların ikisi I-sayısını hiç etkilemez;

(3) I-sayısına etki eden iki kural, başlangıçta bir tane verilmemişse asla 3'ün katını yaratamaz.

Sonuç – bu da tipik bir kalıtsal sonuçtur – I-sayısının asla 3'ün herhangi bir katı olamayacağıdır. Özellikle 0, I-sayısında yasak olan bir değerdir. Bu nedenle MU, *MIU-dizgesinin bir teoremi değildir.*

I-sayılarıyla ilgili bir bulmaca olarak bile, bu sorunun hâlâ uzatma ve kısaltma kurallarının çapraz ateşi ortasında kaldığını gözden kaçırmayın. Sıfır hedef olmuştur; I-sayıları çoğalabilir (II. kural), azalabilir (III. kural). Durumu çözümleyene değin, kurallar arasında yeterince gidip gelişlerle, sonunda 0'a ulaşacağımızı düşünebiliriz. Basit bir sayı kuramsal uslamlama sayesinde bunun olanaksız olduğunu biliyoruz.

MIU-Dizgesinin Gödel Sayılaştırımı

MU-bulmacasının simgeleştirdiği bütün problem tipleri bunun kadar kolay çözülmezler. Ama en azmdan böyle bir bulmacanın sayı kuramının içine yerleştirilebileceğini ve içinde çözülebileceğini gördük. Şimdi de, *herhangi* bir biçimsel dizge hakkmdaki *bütün* problemleri sayı kuramı içine yerleştirmenin bir yolu olduğunu göreceğiz. Bu, Gödel tarafından keşfedilen eşbiçimliliğin özel bir türü sayesinde gerçekleşebiliyor. Bunu göstermek için MIU-dizgesini kullanacağım.

MIU-dizgesinin yazılış biçimini ele alarak başlıyoruz. Her bir simgeyi yeni bir simgenin üstüne haritalayacağız:

M ⇐⇒ 3
I ⇐⇒ 1
U ⇐⇒ 0

Karşılıklar keyfi olarak seçilmiştir; bunun tek mantığı her simgenin üzerine haritalandırıldığına az da olsa benzemesidir. Her bir sayıya karşılığı olan harfin *Gödel sayısı* denir. Çok harfli bir dizinin Gödel sayısının ne olacağım tahmin edebileceğinizden eminim:

MU ⇐⇒ 30
MIIU ⇐⇒ 3110
vb.

Bu kolay. Yazılış biçimleri arasındaki bu eşlemenin bilgiyi-koruyan bir dönüşüm olduğu açıktır; bu aynı ezgiyi iki farklı enstrümanla çalmak gibidir.

İmdi MIU-dizgesi içindeki tipik bir türetime göz atalım; türetim her iki yazılış biçiminde eşanlı olarak verilmiştir:

(1)	MI	—	ilksav	—	31
(2)	MII	—	2. kural	—	311
(3)	MIIII	—	2. kural	—	31111
(4)	MUI	—	3. kural	—	301
(5)	MUIU	—	1. kural	—	3010
(6)	MUIUUIU	—	2. kural	—	3010010
(7)	MUIIU	—	4. kural	—	30110

Soldaki sütun ünlü dört tipografik kuralımızın uygulanmasıyla elde edilmiştir. Sağdaki sütun da, benzer bir tipografik kurallar kümesi tarafından üretilmiş gibi düşünülebilir. Yine de sağdaki sütun ikili bir doğaya sahiptir. Size bunun ne anlama geldiğini açıklayayım.

Şeyleri Hem Tipografik Hem de Aritmetik Olarak Görmek

Beşinci dizinin ('3010'), sağına bir '0' eklenmesiyle dördüncüden oluşturulduğunu söyleyebiliriz; öte yandan geçişe *aritmetik* bir işlemin neden olduğunu da aynı biçimde görebiliriz – tam söylemek gerekirse 10'la çarpma. Doğal sayılar onluk sistemde yazıldığında, 10 ile çarpmak ve sağa bir '0' koymak ayırt edilemez işlemlerdir. Tipografik 1. kurala karşılık gelen *aritmetik* bir kural yazmak için bundan yararlanabiliriz:

ARİTMETİK KURAL Ia: Ondalık açılımı sağda '1' ile biten bir sayı 10 ile çarpılabilir.

Ondalık açılımdaki simgelere yapılan göndermeyi en sağdaki basamağı aritmetik olarak betimleyerek eleyebiliriz.

ARİTMETİK KURAL Ib: 10'a bölündüğü zaman kalanı 1 olan bir sayı 10 ile çarpılabilir.

İmdi aşağıdaki gibi tamamıyla tipografik olan bir kuralla devam edebiliriz:

TİPOGRAFİK KURAL I: En sağdaki simgesi '1' olan herhangi bir teoremden, bu '1'in sağına '0' ekleyerek yeni bir teorem elde edilebilir.

Bunlar aynı etkiye sahiptir. Sağ taraftaki sütunun "ikili yapı"ya sahip olmasının nedeni budur: o ya bir simgeler örüntüsünü bir diğerine değiştiren bir tipografik işlemler serisi olarak ya da bir büyüklüğü bir diğerine değiştiren bir aritmetik işlemler serisi olarak görülebilir. Ama aritmetik versiyonla ilgilenmek için çok daha güçlü nedenler vardır. Tam tipografik bir dizgeden eşbiçimli bir başka tipografik dizgeye geçmek pek heyecan verici bir şey değildir; oysa tipografik alandan çıkıp sayı kuramının eşbiçimli bir parçasına girmekte keşfedilmemiş gizil bir yan vardır. Bu, yaşamı boyunca müzik notalarına yalnızca göz aşinalığı olan birinin durumuna benzer – sonra bir gün aniden birisi ona partiturlarla sesler arasındaki haritalamayı gösterir. Ne zengin, ne yeni bir dünya! Yine aynı biçimde bu, birinin iplik figürleriyle bütünüyle anlamdan yoksun iplik figürleri olarak aşina olmasına benzer – sonra bir gün aniden birisi ona öyküler ile iplikler arasındaki haritalamayı gösterir. Ne büyük keşif! Gödel-sayılaştırmasının keşfi, Descartes'ın bir düzlemdeki eğriler ile iki değişkenli denklem arasındaki eşbiçimliliği keşfine benzetilmiştir: gördüğünüzde inanılmaz biçimde basit– ama önünüze kocaman yeni bir dünya açan bir keşif.

Sonuçlara atlamadan önce bu yüksek düzeydeki eşbiçimliliğin daha kap-

samlı bir uygulamasını görmek isteyebilirsiniz belki. Bu çok iyi bir alıştırmadır. Ana fikir MIU-dizgesinin tipografik kuralınınkinden ayırt edilemeyen aritmetiksel bir kural vermektir.

Çözümü aşağıda verilmiştir. Kurallarda, m ve k keyfi doğal sayılardır ve n 10^m'den küçük herhangi bir doğal sayıdır.

KURAL 1: Eğer $10m + 1$ elde ettiysek, o zaman 10 x $10m + 1$'i elde edebiliriz.

Örnek: 4. satırdan 5. satıra gidiş. Burada $m = 30$.

KURAL 2: Eğer $3 \times 10^m + n$ elde ettiysek, o zaman $10^m \times (3 \times 10^m + n) + n$'i elde edebiliriz.

Örnek: 1. satırdan 2. satıra gidiş, burada hem m hem de n 1'e eşittir.

KURAL 3: Eğer $k \times 10^{m+3} + 111 \times 10^m + n$ elde ettiysek, o zaman $k \times 10^{m+1} + n$'i elde edebiliriz.

Örnek: 3. satırdan 4. satıra gidiş. Burada m ve n 1'dir ve k 3'tür.

KURAL 4: Eğer $k \times 10^{m+2} + n$ elde ettiysek, o zaman $k \times 10^m + n$'i elde edebiliriz.

Örnek: 6. satırdan 7. satıra gidiş. Burada $m = 2$, $n = 10$ ve k 301'dir.

İlksavımızı unutmayalım! Onsuz bir yere gidemeyiz. O halde koyutlayalım:

31 elde edebiliriz.

Bu durumda sağ taraftaki sütun, *310-dizgesi* diyebileceğimiz yeni bir aritmetik dizge içinde tam bir aritmetik işlem olarak görülebilir:

(1)	31	verili
(2)	311	2. kural ($m = 1$, $n = 1$)
(3)	31111	2. kural ($m = 2$, $n = 11$)
(4)	301	3. kural ($m = 1$, $n = 1$, $k = 3$)
(5)	3010	1. kural ($m = 30$)
(6)	3010010	2. kural ($m = 3$, $n = 10$)
(7)	30110	4. kural ($m = 2$, $n = 10$, $k = 301$)

Uzatma ve kısaltma kurallarının bu "310-dizgesi"nde hep bizimle olduklarına bir kez daha dikkat edin; bunlar sadece sayılar alanının içine doğru yer değiştirmişlerdir, öyle ki Gödel sayıları yukarı ve aşağı hareket eder. Neler olup bittiğine dikkatle bakacak olursanız, kuralların, tam sayıların onluk gösterimlerinde rakamların sola ve sağa kaydırılmasının, 10'un kuvvetleriyle

çarpmalara ve bölmelere bağlantılandırılması düşüncesinden başka bir şeye dayanmadıklarını keşfedersiniz. Bu basit gözlemin genellemesi şöyledir.

> MERKEZİ ÖNERME: Eğer ondalık olarak temsil edilen herhangi bir sayı içinde belirli rakamların nasıl kaydırılacağını, değiştirileceğini, atılacağını ya da ekleneceğini söyleyen tipografik bir kural varsa bu kural toplama, çıkarma ve bunun gibi, 10'un kuvvetleriyle aritmetik işlemleri içeren aritmetik bir karşılığı tarafından da eşit derecede iyi bir şekilde temsil edilebilir.

Daha kısa olarak:

> *Sayıtları* yönlendiren tipografik kurallar gerçekte *sayılar* üstünde işlemler yapmak için kullanılan aritmetik kurallardır.

Bu basit gözlem Gödel yönteminin kalbidir ve kesinlikle sarsıcı bir etkisi olacaktır. Bu bize, herhangi bir biçimsel dizge için bir Gödel-sayılaştırmasına sahip olduğumuzda, Gödel eşbiçimliliğini tamamlayan bir aritmetik kurallar kümesini doğrudan oluşturabileceğimizi söyler. Sonuç, herhangi bir biçimsel dizgeye ilişkin çalışmayı – aslında *bütün* biçimsel dizgelere ilişkin çalışmayı – sayı kuramı içine aktarabileceğimizdir.

MIU-Üretilebilir Sayılar

Tipografik kuralların herhangi bir kümesinin bir teoremler kümesi üretebilmesi gibi, doğal sayıların karşılık kümesi de aritmetik kuralların yinelenen uygulanmalarıyla üretilebilecektir. Bu *üretilebilir sayılar* sayı kuramı içinde, teoremlerin biçimsel dizgeler içinde oynadıklarıyla aynı rolü oynarlar. Elbette benimsenen kurallara bağlı olarak farklı sayılar üretilecektir. "Üretilebilir sayılar" yalnızca aritmetik kuralların bir dizgesine *göreli olarak* üretilebilir. Örneğin 31, 3010010, 3111 gibi sayılara *MIU-üretilebilir* sayılar denebilir – kaba bir adla, bunu, bu sayıların, MIU-dizgesini, Gödel-sayılaştırması yoluyla sayı kuramı içine kaydettiğinizde ortaya çıkan sayılar olduğunu simgelemek üzere MIU-*sayıları* diye kısaltabiliriz. Eğer rt-dizgesini Gödel-sayılaştırsaydık, sonra da kurallarını "aritmetikleştirseydik," üretilebilir sayılara "rt-sayıları diyebilirdik – bunun gibi.

(Herhangi bir verili dizge içinde) üretilebilir sayıların yinelgen bir yöntemle tanımlandığına dikkat edin: üretilebilir olduğu bilinen verili sayılardan, nasıl daha çok üretilebilir sayılar elde edeceğimizi söyleyen kurallara sahibiz. Dolayısıyla üretilebilir olarak bilinen sayıların sınıfı, aynı Fibonacci sayıları

ya da Q-sayıları listelerinin olduğu gibi, kendisini durmadan genişletiyor. Herhangi bir dizgenin üretilebilir sayılarının kümesi *yinelgeli sayılabilir kümedir*. Peki ya tümleyeni – üretilemeyen sayılar kümesi midir? Bu küme her zaman yinelgeli sayılabilir midir? Üretilemeyen sayılar bazı ortak aritmetiksel özellikler taşır mı?

Bu, biçimsel dizgelere ilişkin çalışmayı sayı kuramına aktardığınızda ortaya çıkan sorundur. Aritmetikleştirilmiş her bir dizge için, "Üretilebilir *sayıları* basit bir şekilde karakterize edebilir miyiz?" "Üretilebilir *olmayan* sayıları yinelgeli sayılabilir bir şekilde karakterize edebilir miyiz?" soruları sorulabilir. Bu türden soruların, aritmetikleştirilen dizgeye dayanılarak çözülmesi bizim için son derece zordur. Eğer bu tür soruların çözülmesi için bir umut varsa, bu, doğal sayılara uygulandığı şekliyle, olağan adım-adım usavurma türü içinde bulunmak zorundadır. Ve bu elbette en özlü biçimiyle bir önceki bölümde ortaya konulmuştu. TNT, görünüşe göre, bütün geçerli matematiksel düşünce süreçlerini tek bir tıkız dizge içinde ele geçirmiş gibi gözükmüştü.

TNT'ye Başvurarak Üretilebilir Sayılarla İlgili Soruları Yanıtlamak

Herhangi bir biçimsel dizge hakkındaki herhangi bir soruyu yanıtlama araçlarının tek bir biçimsel dizge –TNT– içinde bulunması olanaklı mıdır peki? Bu usayatkın görünüyor. Örneğin şu soruyu ele alalım:

MU, MIU-dizgesinin bir teoremi midir?

Yanıtı bulmak, 30'un bir MIU-sayısı olup olmadığını belirlemekle eşdeğerdedir. Bu sayı kuramının bir ifadesi olduğundan, sıkı bir çalışmayla, "30 bir MIU-sayısıdır" tümcesini, TNT yazılış biçimine çevirme/tercüme etme yolumuzun, bir bakıma diğer sayı-kuramsal tümceleri TNT yazılış biçimine çevirme yolumuzla aynı şekilde olacağını düşünebiliriz. Böylesi bir çevirinin son derece karmaşık olduğu konusunda okuru hemen uyarmalıyım. Anımsarsanız, VIII. Bölümde "b, 10'un bir kuvvetidir" gibi basit bir aritmetiksel bir yüklemi bile TNT – yazılış biçiminde kodlamanın büyük ustalık istediğini belirtmiştim – ve "b, MIU sayısıdır" yüklemi bundan çok daha çapraşıktır! Yine de bulunabilir; her b yerine SSSS

hakkında söz eden bir TNT dizisi. Bu nedenle bu diziye "MUMON" diyelim. MUMON ve benzeri diziler aracılığıyla TNT artık MIU-dizgesi hakkında "kodlu" olarak söz edebilecek yetenektedir.

MUMON'un İkili Doğası

Orijinal sorunun bu tuhaf dönüşümünden yararlanmak için yeni bir soruya yanıt aramak zorundayız:

MUMON, TNT'nin bir teoremi midir?

Bütün yaptığımız görece kısa bir diziyi (MU) bir diğeriyle (canavar MUMON) ve yalın bir biçimsel dizgeyi (MIU-dizgesi) karmaşık olanla (TNT) değiştirmektir. Sorun yeniden şekillendirilmiş de olsa yanıt gelecek gibi görünmüyor. Gerçekte TNT uzatma ve kısaltma kurallarının bütününe sahiptir ve sorunun yeniden formüle edilmesi özgününden çok daha zor görünmektedir. Hatta MU'ya MUMON aracılığıyla bakmanın, bir şeyi amaçlı olarak aptalca bir yoldan yapmak olduğu bile söylenebilir. Bununla birlikte MUMON'a bir düzeyden daha çok düzeyden bakılabilir.

Aslında bu ilginç bir noktadır: MUMON iki farklı edilgin anlama sahiptir. İlk olarak, daha önce verilmiş olana sahiptir:

30 bir MIU-sayısıdır.

Ama ikinci olarak, bu bildirimin (eşbiçimlilik yoluyla) şu bildirime bağlandığını biliyoruz

MU, MIU-dizgesinin bir teoremidir.

Böylece ikincisini, meşru bir biçimde, MUMON'un ikinci edilgin anlamı olarak alabiliriz. MUMON artı imleri, ayraçlar ve benzeri TNT-simgelerinden başka bir şey içermediğinden bu çok garip görünebilir. Nasıl olur da o aritmetiksel içerikten başka bir içeriğe sahip bir bildirimi ifade edebilir?

İşin doğrusu, edebilir. Tıpkı yalnızca bir müzik satırının tek bir parçada hem armoni hem de ezgi olarak işlev görmesi gibi; tıpkı "BACH"ın hem bir ad hem de bir ezgi olarak yorumlanabilmesi gibi; tıpkı bir tümcenin Escher'in bir resminin, DNA'nın bir kesitinin, Bach'ın bir parçasının ve tümcenin geçtiği diyaloğun yeterli bir yapısal betimlemesi olabileceği gibi, MUMON da birbirinden tamamıyla farklı (en azından) iki yoldan ele alınabilir. Bu durum iki olguya dayanır:

1. Olgu: "MU bir teoremdir" gibi önermeler Gödel'in eşbiçimliliği yoluyla sayı kuramının içine kodlanabilir.

2. Olgu: Sayı kuramının önermeleri TNT'ye çevrilebilir.

1. Olgu'yla, MUMON'un kodlanmış bir mesaj olduğu söylenebilir, burada kodun simgeleri, 2. Olgu'yla, yalnızca TNT'nin simgeleridir.

Kodlar ve Örtük Anlam

Şimdi burada, kodlanmış bir mesajın, kodlanmamış mesajın tersine, kendi başına bir şey ifade etmediği –kodun bilgisi gerekir– itirazı yapılabilir. Ama gerçekte kodlanmamış mesaj diye bir şey yoktur. Yalnızca daha bildik kodlarla yazılmış mesajlar ve daha az bildik kodlarla yazılmış mesajlar vardır. Bir mesajın anlamı açığa çıkarılacaksa, bu bir tür mekanizmayla ya da eşbiçimlilikle koddan dışarı çekilmelidir. Aracılığıyla kodçözümünün yapılacağı yöntemin keşfedilmesi güç olabilir; ama yöntem keşfedilir keşfedilmez, mesaj su gibi saydamlaşır. Bir kod yeterince bildik olduğunda, artık bir kod gibi görünmemeye başlar; bir kodçözme mekanizmasının varolduğu unutulur. Mesaj anlamıyla özdeşleşir.

Burada mesaj ve anlam özdeşleşmesinin, aynı simgeler içinde almaşık bir anlamın bulunabileceğini kavramamızı zorlaştıracak kadar güçlü olduğu bir durumla karşı karşıyayız. Yani TNT'nin simgeleri tarafından, TNT'nin dizileri içinde sayı-kuramsal anlam (ve *yalnızca* sayı kuramsal anlam) görme yönünde öylesine bir önyargıyla yüklenmişizdir ki, TNT'nin belli dizilerinin MIU-dizgesi hakkındaki bildirimler olarak kavranılması bizim için oldukça zordur. Ama Gödel'in eşbiçimliliği bizi TNT'nin belli dizilerindeki bu ikinci düzey anlamı tanımaya zorlar.

Daha bildik bir şekilde kodu çözüldüğünde, MUMON şu mesajı taşır:

30 bir MIU-sayısıdır.

Bu her bir imin standart olarak yorumlanmasıyla elde edilmiş bir sayı kuramı önermesidir.

Ancak Gödel-sayılaştırmasını ve üstüne kurulduğu bütün eşbiçimliliği keşfetmekle, bir anlamda, içinde MIU-dizgesi hakkındaki mesajların TNT'nin dizileri içinde yazıldığı bir kodu çözdük. Gödel'in eşbiçimliliği aynı eski yazıtların şifre çözücülerinin bilgi-açınlayıcılar olması gibi yeni bir bilgi-açınlayıcıdır. Bu yeni ve daha az bildik mekanizmayla kodu çözüldüğünde MUMON şu mesajı taşır:

MU, MIU-dizgesinin bir teoremidir.

Öyküden alınacak dersi daha önce de duymuştuk: anlam herhangi bir eşbiçimliliği tanımamızın otomatik bir yan ürünüdür; o halde MUMON'un en az iki edilgin anlamı vardır – belki de daha çok!

Bumerang: TNT'nin Gödel-Sayılaştırımı

Elbette burada bitmiyor. Yalnızca Gödel eşbiçimliliğinin potansiyelini anlamaya ancak başladık. Burada incelikli nokta TNT'nin diğer biçimsel dizgeleri aynalama yeteneğini kendine çevirmektir, tıpkı Tosbağa'nın Yengeç'in pikaplarını kendilerine karşı döndürmesi ve G Kadehinin kendine dönüp kendini yok etmesi gibi. Bunu yapmak için, tıpkı MIU-dizgesinde yaptığımız gibi, TNT'nin kendisini Gödel-sayılaştırmak ve sonra çıkarım kurallarını "aritmetikleştirmek" zorundayız. Gödel-sayılaştırması yapmak kolaydır. Örneğin aşağıdaki karşılıkları yazabiliriz:

Simge		*Kodon*	*Anımsatıcı Gerekçelendirme*
0	....	666	Gizemli Sıfıra Canavar Sayı
S	....	123	ardıllık: 1, 2, 3,...
=	....	111	yana döndürüldüğünde görsel benzerlik
+	....	112	1 + 1 = 2
·	....	236	2 x 3 = 6
(	....	362	2 ile biter
)	....	323	3 ile biter
<	....	212	2 ile biter
>	....	213	3 ile biter
[	....	312	2 ile biter
]	....	313	3 ile biter
a	....	262	∀(626)'nın tersi
'	....	163	163 asaldır
∧	....	161	'∧' 1–6– 1 dizisinin bir "çizge"sidir
∨	....	616	'∨' 6–1–6 dizisinin bir "çizge"sidir
⊃	....	633	6 bir anlamda 3 ve 3'ü "içerir"
~	....	223	2 + 2, 3 *değildir*
∃	....	333	'∃,' '3' gibi görünür
∀	....	626	a'nın tersidir; ayrıca 6–2–6'nın "çizge"sidir

bu üç çift bir örüntü oluşturur

:	....	636	iki nokta, iki altı
nokta.	....	611	özel sayı, Çan dizgesi gibi (411, 911)

TNT'nin her bir simgesi anımsatıcı değer olarak seçilmiş haldeki 1, 2, 3 ve 6 rakamlarından oluşan bir üçlüyle eşleştirilmiştir. Ben rakamların bu türden her bir üçlemesine *Gödel kodonu* veya kısaca *kodon* diyeceğim. Dikkat edin, b, c, d veya e için hiç kodon vermedim; katı TNT'yi kullanıyoruz. Bunun için XVI. Bölümde bulacağınız saklı bir güdü var. En alttaki "noktalama" girişimini XIV. Bölümde açıklayacağım.

Şimdi TNT'nin herhangi bir dizisini veya kuralını yeni bir biçimde, yeniden yazabiliriz. Örnek olarak, aşağıda yenisinin altında eskisi olmak üzere iki yazılış biçimiyle 1. İlksav verilmiştir:

626.262.636.223.123.262.111.666
∀ a : ~ S a = 0

Her üç rakamdan sonra bir nokta koyma standart uylaşımı kodonlarımızla çakışarak ve okunmayı "kolay"laştırmaktadır.

İşte, yeni yazılış biçimiyle Ayırma Kuralı:

KURAL: Eğer x ve $212x633y213$'ün her ikisi de teoremse, o zaman y bir teoremdir.

Son olarak, aşağıda son bölümden alınmış tam bir türetim var, katı TNT'de verilmiş ve yeni yazılış biçimine de çevrilmiştir:

626,262,636,626,262,163,636,362,262,112,123,262,163,323,111,123,362,262,112,262,163,323 ∀ a : ∀ a ' : (a + S a ') = S (a + a ')	3. İlksav
626,262,163,636,362,123,666,112,123,262,163,323,111,123,362,123,666,112,262,163,323 ∀ a ' : (S 0 + S a ') = S (S 0 + a ')	özelleme
362,123,666,112,123,666,323,111,123,362,123,666,112,666,323 (S 0 + S 0) = S (S 0 + 0)	özelleme
626,262,636,362,262,112,666,323,111,262 ∀ a : (a + 0) = a	2. İlksav
362,123,666,112,666,323,111,123,666 (S 0 + 0) = S 0	özelleme
123,362,123,666,112,666,323,111,123,123,666 S (S 0 + 0) = S S 0	'123' koy
362,123,666,112,123,666,323,111,123,123,666 (S 0 + S 0) = S S 0	geçişlilik

"S Ekle" kuralının adını " '123' Koy" diye değiştirdiğime dikkat edin, çünkü bu şimdi onun meşrulaştırdığı bir tipografik işlemdir.

Bu yeni yazılış biçimi epeyce garip bir duygu verir. Bütün anlam duygunuzu yitirirsiniz; ama biraz çalışırsanız, bu yazılış biçimindeki dizileri de TNT kadar kolay okuyabilirsiniz. *Bir bakışta düzgün tamdeyimleri* düzgün-olmayanlardan ayıracak hale gelebilirsiniz. Oldukça görsel olduğu için bunu

tipografik bir işlem olarak düşünmeniz doğaldır – ama bu yazılış biçimindeki düzgün *tamdeyimleri* seçmek, aynı zamanda aritmetik bir tanıma sahip özel bir *tam sayılar* sınıfını da seçmektir.

Şimdi bütün çıkarım kurallarının "aritmetikleştirilmesi" konusu ne olacak? Öyle görünüyor ki, bunlar hâlâ tipografik kurallardır. Ama durun! Merkez Önerme'ye göre, tipografik bir kural aritmetik bir kurala gerçekten eşittir. Ondalık olarak gösterimlenen sayılara rakamlar eklenmesi ve taşınması, tipografik olarak yürütülebilen *aritmetik* bir işlemdir. Sona bir '0' eklemenin 10 ile çarpmayla tam olarak aynı olması gibi, her bir kural da karmaşık aritmetik bir işlemi betimlemenin kısa bir yoludur. Öyleyse bir anlamda, eşdeğerde aritmetik kurallar aramamıza bile gerek yok, çünkü kuralların tümü *zaten* aritmetikseldir!

TNT-Sayıları: Sayıların Yinelgeli Sayılabilir Bir Kümesi

Bu şekilde bakıldığında, "362.123.666.112.123.666.323.111.123.123.666" teoreminin önceki türetimi oldukça dolambaçlı sayı-kuramsal dönüşümlerin bir sekansıdır; bunların her biri bir ya da daha fazla girdi sayısı üzerinde işlemde bulunur ve daha önceki gibi, *üretilebilir sayı* dediğimiz ya da daha özel olarak *TNT-sayısı* dediğimiz, bir çıktı sayısı üretir. Aritmetik kuralların biri eski bir TNT-sayısını alır ve yeni bir TNT-sayısı üretmek için onu belirli bir şekilde artırır; bir başkası da eski bir TNT-sayısını alıp onu *azaltır*; öteki kurallar iki TNT-sayısını alır, her birini tuhaf bir yoldan işler ve sonra sonuçları yeni bir TNT-sayısı oluşturmak üzere birleştirir – vb, vb. Ve tek bir TNT-sayısıyla başlamak yerine beş başlangıç TNT-sayımız var – elbette her bir (katı) ilksav için bir tane olmak üzere. Aritmetikleştirilmiş TNT aslında aritmetikleştirilmiş MIU-dizgesine son derece benzer, yalnızca daha fazla kuralları ve ilksavları vardır ve aritmetik eşdeğerliliklerin belirtik olarak yazılması büyük bir sıkıntı yaratabilir – bu arada pek de aydınlatıcı değildir. Bunun MIU-dizgesi için nasıl yapıldığını takip edebildiyseniz, burada da benzeri şeyin olduğundan emin olabilirsiniz.

TNT'nin bu "Gödelleştirilmesi"yle varedilen yeni bir sayı-kuramsal yüklem vardır. Bu yüklem şudur:

a bir TNT-sayısıdır.

Örneğin önceki türetimden biliyoruz ki, 362.123.666.112.123.666.323.111.123.123.-666 bir TNT-sayısı*dır*, oysa öte yandan olasılıkla 123.666.111.666 bir TNT-sayısı *değildir*.

Şimdi aklımıza, bu yeni sayı-kuramsal yüklemin bir bağsız değişkenli, diyelim a, TNT dizisiyle *ifade edilebilir* olduğu geliyor. Sona bir tilde koyabilirdik ve bu dizi tümleyici kavramı ifade ederdi:

a bir TNT-sayısı değildir.

Şimdi a'nın bu ikinci dizi içindeki bütün geçişlerinin yerine 123.666.111.666 için TNT-sayıtımı koyarsak –tam olarak 123.666.111.666 S içeren, yazılamayacak kadar uzun bir sayıt– aynı MUMON gibi, iki düzeyde yorumlanabilecek bir TNT-dizisine sahip olurduk. İlk olarak dizi şunu söylerdi:

123.666.111.666 bir TNT-sayısı değildir.

Ama TNT-sayılarım TNT-teoremlerine bağlayan eşbiçimlilikten dolayı bu dizinin ikinci düzeyden bir anlamı daha olacaktır, o da şudur:

SO = 0 TNT'nin bir teoremi değildir.

TNT Kendini Yutmaya Çalışır

Bu beklenmedik, çift-anlamlı söz, TNT'nin, TNT'nin öteki dizileri hakkında söz söyleyen diziler içerdiğini gösterir. Bir başka deyişle bizim dışarıda, içinde TNT hakkında konuşabildiğimiz metadil en azından kısmen TNT'nin kendisinin *içinde* taklit edilir. Bu TNT'nin ilineksel bir özelliği değildir; bu olur, çünkü herhangi bir biçimsel dizgenin mimarisi N (sayı kuramı) içinde aynalanabilir. Bu TNT'nin, bir plak çaldığı zaman bir plakçalarda ortaya çıkan titreşimler kadar kaçınılmaz bir özelliğidir. Titreşimler dış dünyadan –örneğin zıplayan çocuklardan ya da seken toplardan– geliyormuş gibi görünür; ama onları üreten mekanizmaları kuşatmaları ve sarsmaları seslerin üretilmesinin bir yan etkisidir– kaçınılmaz bir yan etkisidir. Bu arızi değildir; engellenemeyen bir yan etkidir. Bu plakçalarların doğasında yer alır. Ve metadilinin onun içine gömülmesi, sayı kuramının herhangi bir biçimselleştirmesinin doğasında yer alır.

Bu gözlemi ona *Matematiksel Mantığın Merkezi Dogması* adını vererek iki adımlı bir diyagramla betimleyebiliriz:

TNT ⇒ N ⇒ meta-TNT

Sözcüğe dökersek; bir TNT dizisi N içinde bir yoruma sahiptir; ve N'nin bir önermesi TNT hakkında bir önerme olarak ikinci bir anlama sahip olabilir.

G: Kendisi Hakkında Kodlu Konuşan Bir Dizi

Bu fazlasıyla şaşırtıcı gelse de öykünün yalnızca yarısıdır. Öykünün kalanı kendine-göndermenin bir yeğinleştirimini içerir. Biz şimdi, Tosbağa'nın, çalındığı gramafonu kıran bir plak yapılabileceğinin ayırdına vardığı aşamadayız – Ama şimdi soru şudur: "Bir plakçalar verildiğinde, plağın üstüne gerçekten ne koyulacağını nasıl bulursunuz?" Bu incelikli bir konudur.

TNT'nin *kendisi* hakkında olan bir dizisini bulmak istiyoruz – buna "G" diyeceğiz; bunun edilgin anlamlarından biri G hakkında bir tümce olacaktır. Özellikle de edilgin anlam şöyle ortaya çıkacaktır

"G, TNT'nin bir teoremi değildir."

Ayrıca G'nin, *sayı kuramının bir bildirimi* olan edilgin bir anlama sahip olduğunu da hemen eklemeliyim; aynı MUMON gibi o da (en az) iki farklı yoldan yorumlanabilir. Önemli nokta her bir edilgin anlamın geçerli ve kullanışlı olması ve hiçbir biçimde öteki edilgin anlam üstüne kuşku düşürmemesidir. (Plak çalan bir gramafonun kendi içinde ve plakta titreşimler ortaya çıkarabilmesi gerçeği bu titreşimlerin müzikal sesler olduğu olgusunu hiçbir biçimde azaltmaz!)

G'nin Varoluşu TNT'nin Eksikliliğinin Nedenidir

G yaratmanın ustalıklı bir yöntemi ve TNT ile ilgili bazı önemli kavramlar XIII ve XIV. bölümlerde geliştirilecektir; şimdilik TNT'nin kendine-göndergeli bir parçasını bulmanın sonuçlarına, kabaca bir göz atmak ilginç gelebilir. Kim bilir? Belki de patlar! Bir anlamda da öyle oluyor. Şu apaçık soruya odaklanalım:

G, TNT'nin bir teoremi midir, değil midir?

G'nin kendisi hakkındaki görüşüne güvenmekten çok, bu konuda kendi görüşümüzü oluşturduğumuzdan *emin* olalım. Sonuçta, G kendini bir Zen ustasının kendisini anladığından daha iyi anlayamayabilir. MUMON gibi, G de bir yanlışlığı ifade edebilir. MU gibi G de bir teorem olmayabilir. Mümkün her TNT dizisine inanmamız gerekmiyor – yalnızca teoremlerine inanmamız gerekiyor. Şimdi bu noktada konuyu elimizden geldiğince açıklaştırmak için usavurma gücümüzü kullanalım.

Olağan varsayımımızı yapacağız: TNT geçerli usavurma yöntemlerini içerir ve dolayısıyla TNT teoremlere asla yanlış yüklemez. Başka bir deyişle TNT'nin teoremi olan her şey bir doğruluğu ifade eder. O halde eğer G bir teorem olsaydı bir doğruluğu ifade ederdi, yani "G bir teorem değildir"i. Bu

önermenin kendine gönderme yaptığı tüm gücüyle ortadadır. Bir teorem olması dolayısıyla G yanlış olmak zorundadır. TNT'nin teoremlerine asla yanlışlık yüklemediği varsayımımıza dayanarak, *G bir teorem değildir*, sonucuna ulaşmak durumunda kalırdık. Bu durum bizi küçük bir problemle karşı karşıya bırakır. G'nin bir teorem olmadığım bildiğimizden, G'nin bir doğruyu ifade ettiğini kabul etmek zorundayız. İşte, TNT'nin beklentilerimizi doğrulamadığı bir durum – doğru bir önermeyi dile getiren bir dizi bulduk, ama dizi bir teorem değildir. Ve şaşkınlıkla, G'nin aritmetik bir yoruma da sahip olduğunu unutmamamız gerekir – bu bulgularımızı şu şekilde özetlememize olanak verir:

> Bir TNT dizisi bulundu; o, açıkça, doğal sayıların belli aritmetik özellikleri hakkındaki bir önermeyi ifade eder; dahası dizgenin dışındaki usavurmayla, yalnızca bu önermenin doğru olduğunu değil, ama aynı zamanda dizinin TNT'nin bir teoremi olmayı başaramadığını da belirleyebiliriz. Ve o halde eğer TNT'ye önermenin doğru olup olmadığını sorarsak, TNT ne evet ne de hayır der.

Mu Sunusu'ndaki Tosbağa'nın ipliğinin benzeşi midir? Pek değil. Tosbağa'nın ipliğine benzeşen ~G'dir. Niye böyledir? Pekâlâ, bir an ~G'nin ne dediği hakkında düşünelim. G'nin söylediğinin zıttını söylemelidir. G, "G, TNT'nin bir teoremi değildir" der, o halde ~G, "G bir teoremdir" demelidir. G ve ~G'yi şu şekilde yeniden ifade edebiliriz:

G: "Ben (TNT'nin) bir teorem(i) değilim."
~G: "Benim değillemem (TNT'nin) bir teorem(i)dir."

Tosbağa'mn ipliğine koşut olan ~G'dir, çünkü o iplik kendi hakkında değil, Tosbağa'nın Akhilleus'a ilk verdiği – üstünde fazladan bir düğüm olan (ya da birkaç tane, nasıl bakmak isterseniz) iplik hakkında söz söylemekteydi.

Son Söz Mumon'un

Mumon, Jōshū'nun MU'su üstüne özlü şiirinde, Karar Verilemez Olanın Sırrı'na* herkes kadar açıkça dalmıştır:

Bir köpek Buda-doğasına sahip midir?
Bu bütün soruların en ciddisidir.
Evet de desen hayır da,
Kendi Buda-doğanı yitirirsin.

---

* the Mystery of the Undecidable: büyük harfler "MU"yu verir –çn.

II. Kisim



Prelüd . . .

Akhilleus ve Tosbağa arkadaşları Yengeç'in bir arkadaşıyla, Karıncayiyenle tanışmak üzere Yengeç'in evine gelirler. Tanışma faslı bittikten sonra dördü çay içmek için otururlar.

Tosbağa: Sizin için küçük bir şey getirdik Bay Yengeç.

Yengeç: Ne kadar incesiniz. Ama hiç zahmet etmeseydiniz.

Tosbağa: Yalnızca saygımızın bir işareti. Akhilleus armağanımızı Bay Y'ye verir misin?

Akhilleus: Elbette. En iyi dileklerimle Bay Yengeç. Umarım hoşunuza gider.

(Akhilleus Bay Yengeç'e, kare biçiminde, incecik ve çok şık paketlenmiş olan hediyeyi uzatır. Yengeç açmaya başlar.)

Karıncayiyen: Ne olabilir, merak ediyorum.

Yengeç: Birazdan öğreneceğiz. *(Paketi açar ve hediyeyi çıkarır.)* İki plak! Ne heyecan verici! Ama etiket yok. Ay-ay– bu da senin "spesiyallerinden" biri mi Bay T?

Tosbağa: Gramafon-kıranı kastediyorsan, bu kez değil. Ama aslında özel olarak kaydedilmiş bir parça, dünyada bir eşi daha yok. Aslında daha önce duyulmuş değil – Bach'm çalışı dışında tabii.

Yengeç: Bach ne zaman çaldı? Tam olarak ne demek istiyorsun?

Akhilleus: Ah, Bay Yengeç, Bay T sana bu plakların ne olduklarını anlatırken müthiş heyecanlanacaksın.

Tosbağa: Haydi, sen anlat Akhilleus.

Akhilleus: Sahi mi? Ah, dostum! O zaman notlarıma başvursam daha iyi olacak. *(Küçük bir kart dosyası çıkarır ve sesini temizler.)* Öhöm. Plaklarınızın varoluşlarını borçlu oldukları matematikteki olağanüstü yeni sonuçlar hakkında bir şeyler dinlemek ilginizi çeker miydi?

Yengeç: Plaklarım matematiğin bir bölümünden mi türetildi? Ne tuhaf! Şimdi merakımı kamçıladınız, bunu kaçırmamalıyım.

Akhilleus: Tamam öyleyse. *(Çayından bir yudum almak için bir an susar, sonra devam eder.)* Fermat'nın adı kötüye çıkmış "Son Teoremi"ni duydunuz mu?

Karıncayiyen: Emin değilim... Tuhaf bir biçimde tanıdık geliyor, ama yine de pek anımsayamadım.

Akhilleus: Çok basit bir fikir. Mesleği avukatlık merağı matematik olan Pierre de Fermat, Diophantus'un klasik *Arithmetica* metnini okuyordu ve şu



Şekil 54. *Möbius Şeridi II*, M. C. Escher (tahta oyma, 1963).

denklemin bulunduğu sayfaya geldi

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Bir anda bu denklemin sonsuz sayıda a, b, c çözümü olduğunu fark etti ve sayfanın kenar boşluğuna aşağıdaki şu kötü şöhretli yorumu yazdı:

> Denklem
>
> $$a^n + b^n = c^n$$
>
> pozitif a, b, c ve n tam sayılarında, yalnızca n = 2 olduğu zaman çözüme sahiptir (o zaman denklemi sağlayan sonsuz sayıda çok a, b, c üçlüsü vardır); ancak n > 2 için çözümü yoktur. Bu önerme için gerçekten olağanüstü bir *ispat* buldum, ama yazık ki sayfanın kenarı bunu yazamayacağım kadar küçük.

O günden bugüne, üç yıl kadar öncesinden beri matematikçiler iki şeyden birini yapmaya boşuna çalıştılar: ya Fermat'nm iddiasını ispatlamak ve öylece Fermat'nm saygınlığını kurtarmak –çünkü büyük bir saygınlığı olmasına karşın, saygınlığı bulduğunu iddia ettiği ispatı, gerçekte asla bulmadığını düşünen kuşkucular tarafından bir bakıma lekelenmişti– ya da bir karşı örnek bularak n > 2 olduğunda, denklemi sağlayan a, b, c ve n dört tamsayısından oluşan bir küme bularak bu iddiayı çürütmek: Çok yakın zamanlara kadar her iki yöndeki girişimler de başarısızlıkla sonuçlandı. Teorem kesin olarak n'nin birçok özel değeri için ispatlanmıştı – 125.000'e kadar bütün n'ler için.

Karıncayiyen: Eğer asla tam bir ispatı verilmemişse, buna "Teorem"den çok "Sanı" denmesi gerekmez mi?

Akhilleus: Kesin olarak konuşmak gerekirse, haklısın, ama geleneksel olarak hep bu şekilde anılagelmiştir.

Yengeç: Bu ünlü soruyu sonunda çözmeyi beceren biri var mı?

Akhilleus: Elbette! Aslında Bay Tosbağa bunu yaptı, her zamanki gibi bir büyücülük numarasıyla. Yalnızca Fermat'nın Son Teoremine bir İSPAT bulmakla kalmadı (dolayısıyla Fermat'nın onurunu kurtardığı gibi kendi adını da temize çıkardı), ama bir KARŞI-ÖRNEK de buldu ve böylece kuşkucuların da sağlam bir sezgiye sahip olduklarını gösterdi!

Yengeç: Aman Tanrım! Bu devrim yaratacak bir keşif.

Karıncayiyen: Ama lütfen bizi ikircikli bir halde bırakmayın. Fermat'nm denklemini sağlayan ne türden büyülü tam sayılar bunlar? Özellikle n'nin değerini merak ediyorum.

Akhilleus: Ah, şu işe bakın! Nasıl mahçup olduğumu anlatamam! İnanmaya-



Şekil 55. Pierre de Fermat.

caksınız, ama değerlerin bulunduğu koca kâğıdı evde bıraktım. Ne yazık ki yanımda getiremeyeceğim kadar büyüktü. Keşke burada olaydı da size gösterebilseydim. Eğer yardımı olacaksa bir şey anımsıyorum – n'nin değeri π'nin sürekli kesirinin hiçbir yerinde geçmeyen tek pozitif tam sayıdır.

Yengeç: Ah, onları buraya getirmemen ne kötü. Ama bize söylediklerinden kuşkulanmak için bir neden yok.

Karıncayiyen: Her neyse, ondalık olarak yazılmış n'yi görmeye kimin ihtiyacı var ki? Akhilleus nasıl bulunduğunu bize demincek söyledi. Bay T, çığır açan keşfiniz için içten tebriklerimi kabul edin lütfen!

Tosbağa: Sağolun. Ama ben sonucun kendisinden çok, sonucumun yol açacağı kılgısal kullanımı önemsiyorum.

Yengeç: Bunu öğrenmezsem çatlarım, çünkü her zaman sayı kuramının Matematiğin Kraliçesi olduğunu düşünmüşümdür – matematiğin en saf dalı – Matematiğin uygulaması OLMAYAN bir dalı!

Tosbağa: Böyle olduğuna inanan bir sen değilsin, ama aslında saf matematiğin bir dalının –hatta tekil bir Teoreminin– matematiğin dışında ne zaman ya da nasıl önemli yankılar uyandırabileceği hakkında genel bir bildirimde bulunmak olanaksızdır. Bu bütünüyle öndeyilenemezdir – ve bu durum bunun yetkin bir örneğidir.

Akhilleus: Bay Tosbağa'nın çift-namlulu sonucu, akustik-geri kazanım alanında büyük bir başarı kazandı!

Karıncayiyen: Akustik-geri kazanım nedir?

Akhilleus: Adı her şeyi söylüyor: son derece karmaşık kaynaklardan akustik bilginin geri kazanımı. Akustik – geri kazanımın tipik görevi, bir taşın gö-

le düştüğünde yaptığı sesi gölün yüzeyine dağılan dalgacıklardan yeniden kurmaktır.

Yengeç: Nasıl yani, bu olanaksız gibi geliyor!

Akhilleus: Ama değil. Gerçekte bu, beynin bir diğer insanın ses tellerinde üretilen sesi, kulak zarı tarafından salyangoz kanalındaki tellere iletilen titreşimlerden yeniden kurmasına oldukça benzer.

Yengeç: Anlıyorum. Ama sayı kuramının resme nerede girdiğini ya da bütün bunların benim yeni plaklarımla ne ilgisi olduğunu hâlâ anlamadım.

Akhilleus: Pekâlâ, akustik-geri kazanım matematiğinde belli Diyofant denklemlerinin çözümlerinin sayısıyla ilgili pek çok soru ortaya çıkar. Bay T, Bach'ın iki yüz yılı aşkın bir zaman önce klavseninde çaldığı sesleri, bugün atmosferdeki bütün moleküllerin hareketlerini içeren hesaplamalardan yeniden kurmanın bir yolunu bulmak için yıllarca uğraştı.

Karıncayiyen: Bu kesinlikle olanaksızdır! Onlar bir daha geri kazanılamayacak şekilde, sonsuza dek yittiler!

Akhilleus: Deneyimsizler böyle düşünür... Ama Bay T bu soruya yıllarını adadı ve her şeyin

$$a^n + b^n = c^n$$

denkleminin $n > 2$ iken pozitif tam sayılardaki çözümlerin sayısına dayandığını fark etti.

Tosbağa: Bu denklemin nasıl ortaya çıktığını açıklayabilirim elbette, ama eminim sıkılırsınız.

Akhilleus: Ortaya çıktı ki, akustik-geri kazanım kuramı, Bach seslerinin atmosferdeki bütün moleküllerin hareketinden geri kazanılabileceğini öndeyiler, eğer YA denklemin en az bir çözümü varsa–

Yengeç: Şaşırtıcı!

Karıncayiyen: İnanılmaz!

Tosbağa: Kimin aklına gelirdi ki!

Akhilleus: Ben de tam diyordum ki, "eğer YA böylesi bir çözüm varsa YA DA HİÇBİR çözümün olmadığının bir ispatı varsa!" Ve bundan dolayı Bay T özenli bir biçimde, sorunun her iki ucunda aynı zamanda çalışmaya girişti. Ortaya çıktığı gibi, karşı-örneğin keşfi ispatın bulunması için anahtar bileşendi, böylece birisi doğruca ötekine götürdü.

Yengeç: Bu nasıl olabildi?

Tosbağa: Şey, Fermat'nın Son Teoreminin – eğer varsa– herhangi bir ispatının yapısal düzeninin, belli bir denklemin bir çözümünün değerlerine bağlı

olan zarif bir formülle betimlenebileceğini göstermiştim. Bu ikinci denklemi bulduğum zaman hiç beklemezken Fermat denklemi olarak çıktı. Biçim ve içerik arasında hayret verici bir rastlantısal ilişki. Böylece karşı örneği bulduğum zaman bütün yapmam gereken bu sayıları, denklem için hiçbir çözümün olmadığı ispatımın inşası için bir mavi kopya olarak kullanmaktı. Düşünecek olursanız gayet basit.

Akhilleus: Bu hiç beklenilmedik zengin matematiksel başarının bir sonucu olarak Bay T uzun süredir düşlediği akustik-geri kazanımı gerçekleştirebildi. Ve Bay Yengeç'in armağanı bütün bu soyut çalışmanın somut bir gerçekleşmesini temsil ediyor.

Yengeç: Bana bunun, klavsen için kendi eserlerini çalan Bach'ın bir kaydı olduğunu söyleme!

Akhilleus: Kusura bakma, ama söylemek zorundayım, çünkü bu gerçekten de o! Bunlar Johann Sebastian Bach'ın kendi *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'sini çaldığı plaklar. Her plakta *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'nin iki bölümünün biri; yani her bir plak 24 prelüd ve füg içeriyor – her biri majör ve minör anahtarında.

Yengeç: Öyleyse bu paha biçilmez plaklardan birini hemen dinlemeliyiz! İkinize de nasıl teşekkür edeceğim, bilmiyorum.

Tosbağa: Hazırladığın bu nefis çayla zaten bol bol teşekkür etmiş oldun.

(Yengeç plaklardan birini kabından çıkarır ve pikaba koyar. İnanılmaz ustalıktaki bir klavsencinin sesi, düşlenebilecek en doğal haliyle odayı doldurur. Hatta –yoksa yalnızca bir imgelem mi? – çalarken Bach'm kendi kendine yavaşça mırıldandığı bile duyulur...)

Yengeç: İçinizde notaları izlemek isteyen var mı? Elimde *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'nin eşsiz bir baskısı var, aynı zamanda olağanüstü bir hattat olan bir öğretmenim tarafından yazıldı.

Tosbağa: Bu çok hoşuma giderdi.

(Yengeç cam kapaklı ahşap kitaplığma gider, kapıları açar ve iki büyük cilt çıkarır.)

Yengeç: Buyurun Bay Tosbağa. Aslında bu baskıdaki güzelim ilüstrasyonların hepsini bilmiyorum. Belki sizin armağanınız bunları gözden geçirmem için itici güç olur.

Tosbağa: Umarım öyle olur.

Karmcayiyen: Bu parçalarda prelüdlerin izleyen füg ler için nasıl kusursuz bir zemin hazırladıklarını hiç fark ettiniz mi?

Yengeç: Evet. Sözcüklerle dile getirmek güç olsa da ikisi arasında her zaman incelikli bir bağ var. Prelüd ve füg ortak ezgisel bir konuya sahip olmadıklarında bile, daima ikisinin de altında yatan, ikisini güçlü bir biçimde birbirine bağlayan kavranamaz, soyut bir nitelik var.

Tosbağa: Ve prelüd ile füg arasında asılı kalan birkaç dakikalık sessizlik anında çok dramatik olan bir şey var – fügün temasının tek tonlarda çalınmak üzere olduğu ve derken esrarengiz, müthiş armoninin giderek artan karmaşık düzeyleriyle birleşmek üzere olduğu an.

Akhilleus: Neyi kastettiğini çok iyi anlıyorum. Henüz bilmediğim yığınla prelüd ve füg var ve benim için hızla geçen o sessizlik araları çok heyecan verici; bu tür aralar ihtiyar Bach hakkında fikir yürütmeye çalıştığım anlardır. Örneğin fügün temposunun ne olacağını hep merak ederim: allegro mu, adagio mu? 6/8'lik mi, 4/4'lük mü olacak? Üç ses mi, yoksa beş ya da dört ses mi olacak? Ve sonra ilk ses girer... Ne kusursuz bir andır.

Yengeç: Ah, evet, çok gerilerde kalan gençlik günlerimi anımsıyorum da, o günlerde her yeni prelüd ve füg duyuşumda titrer, yenilik ve güzelliklerinin altlarında yatan beklenmedik sürprizlerin heyecanıyla dolardım.

Akhilleus: Ya şimdi? O heyecan hepten yitti mi?

Yengeç: Yerini bildiklik duygusu aldı, böyle heyecanlarda hep olduğu gibi. Ama o bildiklik içinde de bunu telafi eden bir tür derinlik var. Örneğin daima daha önce farkına varmadığım sürprizler olduğunu görüyorum.

Akhilleus: Gözden kaçırdığın tema geçişleri mi?

Yengeç: Belki de– özellikle çevrildiği veya sesler arasında gizlendiği zaman ya da bilinmeyen derinliklerden sanki hiçlikten çıkar gibi göründüğü yerde. Ama tekrar tekrar dinlemenin olağanüstü olduğu ve ihtiyar Bach bunları nasıl hayal etti diye insanı merak içinde bırakan, şaşırtıcı modülasyonlar da var.

Akhilleus: *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'ye kara sevdaya düştükten sonra umulacak bir şeyler olduğunu duyduğuma sevindim –yine de bu durumun sonsuza dek sürmeyecek olması beni hüzünlendiriyor.

Yengeç: Ah, sevdanın hepten solacağından korkmana gerek yok. Bu tür gençlik heyecanlarının en iyi yanlarından biri, tam sen öldüklerini düşündüğün anda yeniden dirilebilmeleridir. Bunun için dışardan doğru bir tetiklemenin devreye girmesi yeter.

Akhilleus: Ya, gerçekten mi? Ne gibi?

Yengeç: Onu, kendisi için tamamıyla yeni bir deneyim olacak birinin kulaklarıyla dinlemek gibi – örneğin senin gibi birinin Akhilleus. Heyecan kendini iletir ve ben de yeniden heyecan duyarım.

Akhilleus: Bu çok ilginç. Heyecan içinde bir yerde uyukluyor, ama sen onu kendi başına bilinçaltından dışarı çekmiyorsun.

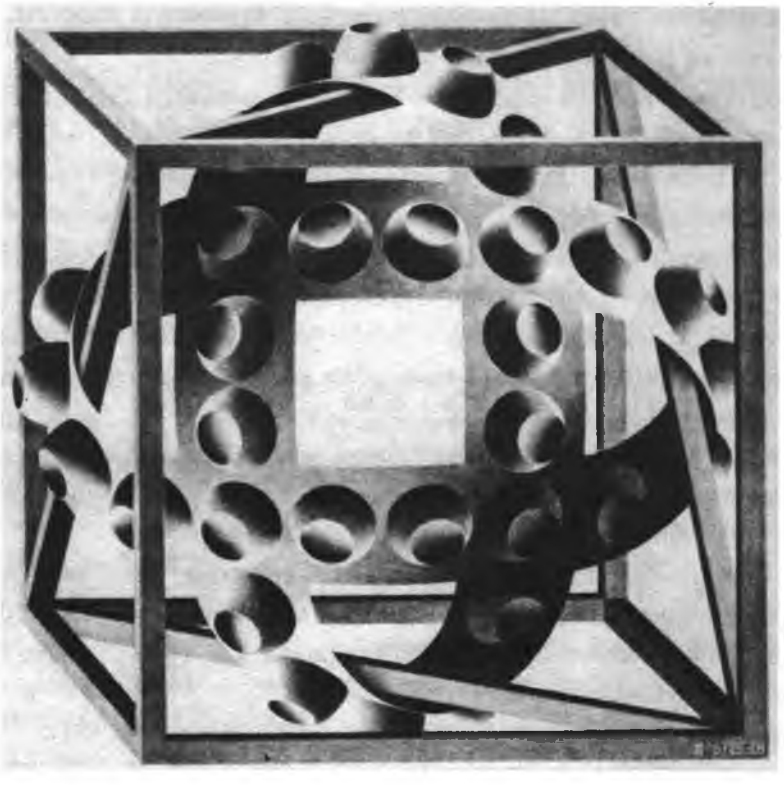
Yengeç: Kesinlikle. Heyecanın dışarı çıkarılması potansiyeli, bilinmeyen bir yoldan beynimin yapısında "kodlanmış"tır, ama benim onu istencimle teşvik edecek gücüm yok; onu tetikleyecek tesadüfi koşulun oluşmasını beklemem gerekir.

Akhilleus: Füg ler hakkında bir sorum var, ama sormaya utanıyorum, yeni bir füg dinleyicisi olduğuma göre siz yıllanmış füg dinleyicilerinden biri bana yardımcı olabilir miydi acaba...?

Tosbağa: Eğer bir yararı olacaksa, kendi kıt bilgimi seve seve sunarım tabii.

Akhilleus: Ah, çok sağ ol. Soruya şu açıdan yaklaşayım. M. C. Escher'in *Sihirli Kurdeleli Küp* adlı resmini bilir misin?

Tosbağa: Hani, çıkıntı olduklarına karar verdiğin anda çöküntüye dönüşmüş gibi görünen –ve tersi– kabarcık benzeri çarpık şekillere sahip dairesel bantların bulunduğu resim mi?



Şekil 56. *Sihirli Kurdeleli Küp*, M. C. Escher (taşbaskı, 1957).

Akhilleus: Kesinlikle.

Yengeç: O resmi anımsıyorum. O küçük kabarcıklar, onlara yaklaşım yönüne bağlı olarak, iç bükey ve dış bükey olma arasında daima ileri geri fırlıyor gibi görünürler. Onları aynı zamanda içbükey VE dışbükey olarak görmenin yolu yoktur – beyin bir şekilde buna izin vermez. İçlerinde kabarcıkları algılayabildiğimiz karşılıklı olarak dışlamalı iki "kip" vardır.

Akhilleus: Aynen öyle. Şey, ben içlerinde bir füg dinleyebildiğim iki benzeşen kip buldum sanki. Kipler şunlar: ya bir anda bir bireysel sesi takip etmek ya da birbirinden ayırmaya çalışmadan onların hepsinin bütünsel etkisini dinlemek. Ben her iki kipi de denedim ve bütün çabalarıma karşın, biri diğerinin önünü kapadı. Bireysel seslerle bütün etkiyi aynı zamanda dinlemek açıkça beni aşıyor. Şöyle ya da böyle kendiliğinden ve istem dışı olarak bir kip ile diğeri arasında ileri geri fırlıyorum.

Karıncayiyen: Tıpkı sihirli şeritlere baktığın zamanki gibi mi?

Akhilleus: Evet, ben yalnızca şeyi merak ediyordum... füg dinlemenin iki kipini betimleyişim, beni, görüş alanının ötesinde bulunan daha derin algı kiplerini kavramaya bile başlayamamış son derece naif, deneyimsiz bir dinleyici olarak damgalar mı?

Tosbağa: Hayır, hiç de değil Akhilleus. Yalnızca kendi adıma konuşabilirim, ama ben de kendimi hangi kipin baskın olması gerektiği üzerinde hiçbir bilinç denetimi göstermeksizin bir kipten diğerine gidip gelirken buluyorum. Dostlarımızın içinde benzer bir deneyimi geçirmiş olan var mı bilmiyorum.

Yengeç: Kesinlikle aynı. Bu fazlasıyla düş kırıklığı yaratan bir olay, füg̈ün özünün çevrende çırpındığını hissediyorsun ve onu tam olarak yakalayamıyorsun, çünkü aynı anda her ikisine birden kendini veremiyorsun.

Karıncayiyen: Füglerin ilginç olan özelliği seslerinin her birinin kendinde bir müzik parçası oluşu; bu nedenle füg, hepsi tek temaya dayanan ve hepsi eşanlı olarak çalınan çeşitli müzik parçalarının bir toplamı olarak düşünülebilir. Ve bütün olarak mı yoksa hepsi armonize edilmiş bağımsız parçaların bir toplamı olarak mı algılanması gerektiği dinleyiciye (ya da onun bilinçaltına) kalmıştır.

Akhilleus: Parçaların "bağımsız" olduklarını söyledin, ama bu tam olarak doğru değil. Aralarında bir ilişki olmalı yoksa bir araya getirildiklerinde tonlar dizgesel olmayan bir biçimde çarpışırlar – bu da gerçeğe uygun düşmüyor.

Karıncayiyen: Bunu dile getirmenin daha iyi bir yolu şu olabilir: Eğer her se-

si tek başına dinlersen hepsinin tek başına anlamı olduğunu çıkarabilirsin. Yalnız başlarına varolabilirler, ben de bu anlamda bağımsız olduklarını söylemek istemiştim. Ama her biri tek tek anlamlı olan bu dizelerin zarif bir bütünlük oluşturmak için diğerleriyle hiç de rastlantısal olmayan bir biçimde kaynaştıklarını belirtmekte çok haklısın. Güzel füg yazma sanatı, her biri kendi güzelliği için yazılmış yanılsaması uyandıran farklı dizeler yaratma, ama bir araya getirildiklerinde hiçbir zorlama duygusu yaratmadan onlardan bir bütün oluşturabilme yeteneğinde yatıyor kesinlikle. Şimdi, bir fügü bütün olarak dinlemek ile bileşen seslerini dinlemek arasındaki bu ikilik, alt düzeylerden kurulan yapıların pek çok türüne uygulanan genel ikiliğin özel bir örneğidir.

Akhilleus: Ah, sahi mi? Yani benim iki "kip"imin füg dinleme dışında daha genel uygulanabilirlik alanları olduğunu mu söylüyorsun?

Karıncayiyen: Kesin olarak.

Akhilleus: Bu nasıl olur, merak ediyorum. Sanırım bir şeyi bütün olarak algılama ile onu parçaların toplamı olarak algılama arasındaki almaşıklaşımla bir ilgisi var. Ama ben bu ikiliği yalnızca füg dinlerken yapıyorum.

Tosbağa: Aa, hayret, şuna bakın! Müziği izlerken sayfayı çevirdim ve fügün birinci sayfasındaki bu görkemli resim önüme çıktı.

Yengeç: Bu resmi daha önce hiç görmedim. Versene biz de bakalım.

(Tosbağa kitabı yanındakine uzatır. Dördü de resme farklı biçimlerde bakarlar – biri uzaktan, diğeri daha yaklaşarak, herkes başını şaşkınlık içinde o yana bu yana sallar. Sonunda kitap elden ele dolaşıp Tosbağa'ya geri gelir o da dikkatle inceler.)

Akhilleus: Prelüd bitmek üzere sanırım. Fügü dinlerken, "Füg dinlemenin doğru yolu nedir: bir bütün olarak mı yoksa parçalarının bir toplamı olarak mı?" sorusuna daha fazla yanıt bulabilir miyim diye düşünüyordum.

TTosbağa: Dikkatle dinle, bulursun!

(Prelüd sona erer. Bir sessizlik anı; ve ...)

[*ATTACCA*]

X. BÖLÜM

BETİMLEME DÜZEYLERİ VE BİLGİSAYAR DİZGELERİ

Betimleme Düzeyleri

GÖDEL'İN G DİZİSİ ve bir Bach füg̈u: her ikisi de farklı düzeylerde anlaşılabilme özelliğine sahiptirler. Bu tür şeyler hepimiz için bildiktir; yine de bazen hiçbir güçlükle karşılaşmaksızın kullandığımız halde bazı durumlarda zihnimizi karıştırır. Örneğin biz insanların çok fazla sayıda (yaklaşık yirmibeş trilyon) hücreden meydana geldiğini hepimiz biliriz; bu nedenle yaptığımız her şey ilke olarak hücreler uyarınca betimlenebilir. Ya da hatta moleküller düzeyinde bile betimlenebilirdi. Çoğumuz bunu bir olgu durumu olarak kabul ederiz; bize, kendimizi düşündüğümüzden daha alt düzeylerde bakan doktora gideriz; DNA ve "genetik mühendisliği" hakkında yazılar okur ve kahvemizi yudumlarız. Kendimizin bu düşünülemeyecek kadar farklı iki resmini, birbiriyle olan bağıntılarını keserek uzlaştırmış gibi görünürüz. Kendimizin mikroskobik bir betimlemesini, kendimizi ne olarak hissettiğimizle bağlantılandırma yoluna sahip değiliz ve dolayısıyla mümkün olan kendimizin ayrı temsillerini zihnimizin tamamıyla ayrı "bölmelerinde" saklamaktır. Kendimizin bu iki kavramı arasında nadiren gidip gelmek zorunda kaldığımızda, şunu merak ederiz, "Bu tamamıyla birbirinden farklı iki şey nasıl olur da aynı *ben* olabilir?"

Ya da, Shirley MacLaine'in güldüğünü gösteren bir televizyon ekranındaki görüntü sırasını alın. Bu sırayı izlediğimiz zaman aslında bir kadına değil, ama düz bir yüzeyde titreşen nokta kümelerine baktığımızı biliriz. Biliriz bilmesine de zihnimizden geçecek en son şey budur. Ekran üstündekinin alabildiğine zıt iki temsiline sahip oluruz, ama bu bizi allak bullak etmez. Birini kapatıp diğerine dikkatimizi verebiliriz – hepimizin yaptığı budur. Hangisi "daha gerçek"tir? Bu sizin insan mı, köpek mi, bilgisayar mı, televizyon mu olduğunuza bağlıdır.

İstifleme ve Satranç Becerisi

Yapay Zekâ araştırmalarının ana sorunlarından biri bu iki betimleme arasındaki yarığı nasıl birleştireceklerini düşünmektir; bir betimlemenin düzeyini

kabul edebilen ve ötekini üretebilen bir dizge nasıl kurulabilir? Yapay Zekâya bu yarığın girmesinin bir yolu, iyi satranç oynaması için bir bilgisayarın nasıl programlanacağı hakkındaki bilgilerin ilerleyişi tarafından çok güzel örneklenir. Bir makineyi iyi oynatmanın püf noktasının –1950'lerde ve 1960'larda– makineyi, oyunun mümkün sekanslarının dallanan ağında satranç ustalarından daha ileriye bakacak şekilde yapmak olduğu düşünülürdü. Bununla birlikte bu amaca giderek yaklaşılırken, bilgisayar satrancının düzeyi hiçbir ani sıçrayış gerçekleştiremedi ve insan ustaları geçemedi. Gerçekten bir insan usta bugünün en iyi satranç programlarını rahatça yenebilir.

Bunun nedeni üzerine yıllarca birçok şey yazılmıştır. 1940'larda Hollandalı psikolog Adriaan de Groot satranç çömezlerinin ve satranç ustalarının satrançtaki bir durumu nasıl algıladıkları üstüne çalışmıştır. En yalın terimlerle ifade etmek gerekirse, ulaştığı sonuç satranç ustalarının taşların dağılımını *istifler* halinde algıladığıdır. Tahtanın doğrudan "beyaz piyon K5'de, siyah kale Q6'da" şeklindeki betimlenmesinden daha yüksek düzeyde bir betimi vardır ve ustalar bir biçimde tahtanın böylesi bir zihinsel imgesini üretirler. Bu bir usta ve çömezin, her ikisi de tahtaya beş saniye baktıktan sonra, ustanın oyundaki konumu yeniden kurmakta büyük zorluk çeken çömezle karşılaştırıldığında, bu konumu büyük bir hızla yeniden üretebilmesiyle ispatlanmıştır. Ustaların hatalarının bütün bir taşlar grubunu yanlış yere yerleştirmeyi içerdiği olgusu son derece açıklayıcıdır, bunun sonunda oyun stratejik olarak neredeyse aynı kalır, ama çömezin gözünde hiç de aynı değildir. Nihai doğrulama aynı deneyi gerçek oyunlardan kopyalamak yerine karelere rastgele yerleştirilmiş taşlarla yaparak elde edilebilir. Ustaların böyle rastgele tahtaları yeniden kurmakta acemilerden daha iyi olmadıkları saptanmıştır.

Sonuç, normal satranç oyununda, belli türde durumların –belli örüntülerin– yinelendiğidir ve ustanın duyarlı olduğu bu üst-düzey örüntülerdir. O çömezden *farklı bir düzeyde* düşünür; onun kavramlar kümesi farklıdır. Gerçek oyunda, bir ustanın çok ender olarak bir çömezden daha ileri baktığını öğrenmek hemen herkesi şaşırtır – ve dahası bir usta genellikle ancak bir avuç olası hamleyi inceler! Buradaki ana nokta, onun tahtayı algılama kipinin bir süzgeç gibi olmasıdır: bir satranç durumuna baktığında, sözcüğün tam anlamıyla, *kötü hamleleri görmez* – tıpkı amatör satrançcıların, bir satranç durumuna baktığında *kuraldışı* hamleleri görmemesi gibi. Az da olsa satranç oynayan herkes algısını öylesine örgütler ki, diyagonal kale hareketleri, piyonların ileriye doğru yemeleri ve benzeri hareketler hiç aklına gelmez. Benzer olarak, ustalık düzeyindeki oyuncular tahtayı görme biçimini daha

üst düzeyde örgütler; sonuç olarak onlar için kötü hamleler, çoğu insan için kuraldışı hamlelerin akla gelmesi kadar olanak dışıdır. Buna dev dallara sahip olanaklılık ağacının *örtük budanması* denir. Tersine olarak, *belirtik budama* bir hamlenin düşünülmesini ve üstünkörü incelemeden sonra daha ileri incelemeyi sürdürmemeye karar vermeyi içerir.

Bu ayrım diğer entelektüel faaliyetlere de uygulanabilir – örneğin matematik yapmaya. Yetenekli bir matematikçi genellikle, daha az yetenekli olan insanların yapabileceği gibi, istenen teorem için yanlış yolların her türünü düşünmeye ve denemeye çalışmaz; aksine, yalnızca umut verici yolları "koklar" ve hemen bunları ele ahr.

İleriye bakmaya dayanan bilgisayar satranç programlarına üst düzeyde düşünmek öğretilmemiştir; strateji sadece her tür karşı hamleyi ezmesi umularak, kaba kuvvete dayalı ileriye-bakma kullanmak olmuştur. Ama bu işe yaramadı. Belki bir gün, yeterince kaba kuvvete dayalı bir ileriye bakma programı gerçekten de en iyi insan oyuncunun hakkından gelecektir – ama zekânın, satranç tahtaları, televizyon ekranları, basılı sayfalar ya da resimler gibi karmaşık düzenlerin daha üst düzey betimlemelerini yaratma yeteneğine can alıcı biçimde bağlı olduğunun açığa çıkarılmasıyla karşılaştırıldığında, bu küçük bir entelektüel kazanım olacaktır.

Benzer Düzeyler

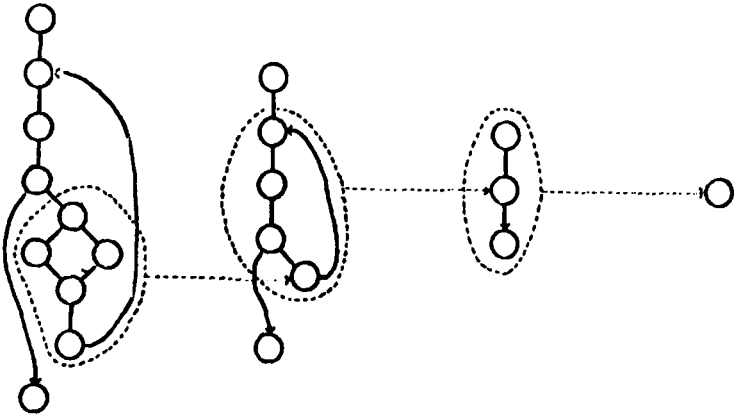
Genellikle zihinlerimizde bir anda bir durumun anlaşılmasının bir düzeyinden daha fazlasını tutmamız gerekmez. Üstelik tek bir dizgenin farklı betimlemeleri, genellikle birbirlerinden kavramsal olarak o kadar uzaktırlar ki, daha önce anıldığı gibi, ikisini birden sürdürmek sorun yaratmaz; bunlar ayrı zihinsel bölmelerde tutulurlar. Buna karşın, tek bir dizge farklı, ama bir biçimde birbirine *benzeyen* düzeylerde iki ya da daha fazla betimleme kabul ettiğinde zihin karışır. O zaman dizge hakkında düşündüğümüzde düzeyleri karıştırmaktan kaçınmamız güçleşir ve kolayca yolumuzu tamamen kaybedebiliriz.

Kuşkusuz bu durum kendi psikolojimiz hakkında düşündüğümüz zaman da gerçekleşir – örneğin çeşitli eylemler için insanın güdülenimlerini anlamaya çalıştığımız zaman. İnsanın zihinsel yapısında birçok düzey vardır – bu kesinlikle henüz yeterince iyi anlayamadığımız bir dizgedir. Ama insanların neden eylemde bulundukları şekilde eylemde bulunduklarını açıklayan yüzlerce rakip kuram bulunur; her kuram bu düzeyler kümesi içinde çeşitli türde

psikolojik "kuvvetlerin" ne kadar aşağıda bulundukları üstüne altta yatan bazı varsayımlara dayanır. Günümüzde, tüm zihinsel düzeyler için büyük oranda aynı tür dil kullandığımızdan, bu, düzeylerin-karıştırılmasına ve kesin olarak yüzlerce yanlış kurama yol açar. Örneğin bu dürtülerin –seks, güç, ün, sevgi, vb, vb– insan zihinsel yapısı içinde nereden geldiğini bilmeksizin "dürtüler"den söz ederiz. Konuyu uzatmadan esas olarak söylemek istediğim, kim olduğumuz hakkındaki karışıklığımızın kesinlikle bizim geniş bir düzeyler kümesinden meydana geldiğimiz olgusuyla bağlantılı olduğu ve bu düzeylerin tümünde kendimizi betimlemek için örtüşmeli dil kullandığımızdır.

Bilgisayar Dizgeleri

Tek bir dizge için birçok betimleme düzeyinin bir arada varolduğu ve bütün düzeylerin kavramsal olarak birbirine çok yakın olduğu bir alan daha vardır. Bilgisayar dizgelerinden söz ediyorum. Bir bilgisayar programı yürütüme konulduğunda, bu birkaç düzeyde görülebilir. Her düzeyde betimleme, tüm betimlemeleri bir şekilde diğerine benzeten bilgisayar dili içinde verilir – ama değişik düzeyler üzerine görüşler arasında son derece önemli farklılıklar vardır. En alt düzeyde, betimleme öyle karmaşık olabilir ki, bir televizyon görüntüsünün nokta-betimine benzer. Bununla birlikte bazı amaçlar için bu en önemli görüştür. En alt ve en yüksek düzeyde aynı kavramların çoğu görünmesine karşın, en üst düzeyde betimleme büyük oranda topaklanarak



Şekil 57. "İstifleme" düşüncesi: bir parçalar öbeği tek bir "istif" [topak] olarak yeniden algılanmıştır. İstifin sınırı bir hücre zarına ya da ulusal sınıra benzer: içindeki öbek için ayrı bir kimlik tesis eder. Bağlama göre istifin iç yapısı yok sayılabilir ya da göz önünde bulundurulabilir.

istiflenir ve tamamıyla farklı bir duygu üstlenir. Üst-düzeydeki betimlemedeki istifler, satranç ustasının istiflerine ve ekran üzerindeki imgelerin istiflenmiş betimlerine benzer: bunlar daha düşük düzeylerde ayrı olarak görünen birkaç şeyi özlü biçimde özetler. (Bkz. Şekil 57.) Şimdi işleri daha da soyutlaştırmadan, bilgisayarlarla ilgili somut olgulara geçerek ve en alt düzeyde bir bilgisayar dizgesinin neye benzediğine çabucak bir göz atarak başlayalım. En alt düzey mi? Aslında değil, çünkü temel parçacıklardan söz edecek değilim, ama bu, üstünde düşünmeyi istediğimiz en alt düzeydir.

Bir bilgisayarın kavramsal olarak en alt tabakasında bir *bellek*, bir merkezi işlem birimi (CPU) ve *girdi-çıktı* (I/O) *aygıtları* buluruz. Önce belleği betimleyelim. *Sözcükler* denilen farklı fiziksel parçalara bölünmüştür. Somutlamak için, diyelim ki belleğin 65.536 sözcüğü vardır (2'nin 16. kuvveti olan tipik bir sayı). Bir sözcük daha sonra bilgisayar biliminin atomları olarak düşüneceğimiz ikililere, yani *bitlere* bölünür. Tipik bir sözcükteki bit sayısı yaklaşık otuzaltıdır. Fiziksel olarak bir bit her iki konumdan birinde olabilen manyetik bir "anahtar"dır.

o	o	x	o	x	x	x	o	x	o	o	x	x	o	o	x	o	x	x	x	x	x	o	x	x	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o

– – – 36 bitlik bir sözcük – – –

İki konuma "yukarı" ve "aşağı" veya "x" ve "o" ya da "1" ve "0" diyebilirsiniz... Üçüncüsü genel uylaşımdır. Bu kusursuz biçimde incelikli bir yaklaşımdır, ama insanları yanlış bir biçimde, bilgisayarın derinlerinde, *sayılar* depoladığını düşünmeye yönlendirir. Bu doğru değildir. Otuzaltı bit kümesi, ancak otuzaltı kuruşun bir külah dondurmanın fiyatı olarak düşünülmesi kadar, bir sayı olarak düşünülebilir. Tıpkı paranın nasıl kullanacağınıza bağlı olarak çeşitli şeyler yapabilmesi gibi, bellekteki bir sözcük de birçok işlev üstlenebilir. Bazen tabii ki bu otuzaltı bit ikili yazılış biçiminde bir sayıyı temsil edecektir. Bazen de bir televizyon ekranındaki otuz altı noktayı temsil edebilir; bazen de metnin birkaç harfini. Bellekteki bir sözcüğün nasıl düşünüleceği tamamıyla bu sözcüğün, onu kullanan programda oynadığı role bağlıdır. Elbette birden fazla rol oynayabilir – bir kanondaki bir nota gibi.

Komutlar ve Veri

Henüz anmadığım bir sözcüğün yorumu var: *komut*. Belleğin sözcükleri yalnızca işlenecek veriyi değil ayrıca veri üstünde işlem yapan programı da

içerirler. Merkezi işlem birimi –CPU– tarafından gerçekleştirilebilen sınırlı bir işlemler dağarcığı bulunur ve bir sözcüğün parçası, genellikle ilk birkaç biti, yerine getirilecek komut-tipinin adı olarak yorumlanabilir. Komut-olarak – yorumlanan– bir sözcükteki bitlerin kalanı neyin yerine durur? Çoğunlukla bunlar bellekteki başka hangi sözcükler üstünde işlem yapılacağını söylerler. Bir başka deyişle kalan bitler bellekteki bir başka sözcüğe (veya sözcüklere) işaret eden bir *işaretçi* olurlar. Bellekteki her sözcük bir sokaktaki evler gibi ayrı bir yere sahiptir; ve bu yere onun *adresi* denir. Bellek bir ya da birçok "sokak"a sahip olabilir – bunlara "sayfa" denir. Böylece verilen bir sözcük sayfa numarası (eğer bellek sayfalanmışsa) ve sayfa içindeki konumuyla birlikte adreslenir. Dolayısıyla bir komutun "işaretçi" kısmı bellekteki sözcük(ler)ün sayısal adresidir. İşaretçi üstünde hiçbir kısıtlama yoktur, bu nedenle bir komut kendisine bile "işaret" edebilir, öyle ki bu uygulandığında, kendisinde yapılması gereken bir değişime neden olur.

Bilgisayar, verili bir zamanda hangi komutun yürütüleceğini nasıl bilir? Bu CPU'da izlenir. CPU bir komut olarak yorumlanabilecek sonraki sözcüğe işaret eden (yani onun adresini saklayan) özel bir işaretçiye sahiptir. CPU bu sözcüğü bellekten alıp getirir ve onu elektronik olarak CPU'nun kendisine ait özel bir sözcüğe kopyalar. (CPU'daki sözcüklere genellikle "sözcük" değil, *yazmaç* denir.) Sonra CPU bu komutu yürütür. Komut, uygulanacak büyük sayılı işlemler tipinden herhangi birini çağırabilir. Tipik işlemler şunları içerir:

Komutta gösterilen sözcüğü bir yazmaca EKLE.

(Bu durumda gösterilen sözcük açıkça bir sayı olarak yorumlanır.)

Komutta gösterilen sözcüğü, harfler halinde BAS.

(Bu durumda sözcük açıkça bir sayı olarak *değil*, bir harfler dizisi olarak yorumlanır.)

Komutta gösterilen sözcüğe ATLA.

(Bu durumda CPU'ya bu belli sözcüğü kendisinin bir sonraki komutu olarak yorumlaması söyleniyor.)

Komut açıkça aksini belirtmediği sürece CPU en yakın sözcüğü seçer ve onu bir komut olarak yorumlar. Bir başka deyişle CPU sözcükleri art arda bir komut olarak yorumlayarak "sokak"ı, bir postacı gibi, sırayla dolaşacağını varsayar. Ama bu sıralı düzen ATLA komutu ve diğer komutlarla bozulabilir.

Makine Dili Karşısında Çeviri Dili

Bu *makine dilinin* çok kısa bir tanıtımıdır. Bu dilde, varolan işlem tipleri genişletilemeyen sonlu bir repertuar oluştururlar. Dolayısıyla ne kadar geniş ve karmaşık olursa olsun bütün programlar, bu komut tiplerinin bileşimlerinden yapılmış olmalıdır. Makine dilinde yazılmış bir programa bakmak biraz atom-atom bir DNA molekülüne bakmayla karşılaştırılabilir. Bir DNA molekülünün nükleotid dizisini gösteren Şekil 41'e bir daha göz atarsanız –ve sonra her bir nükleotidin iki düzine kadar atom içerdiğini düşünürseniz– ve hatta (insanı bırakın) küçük bir virüs için DNA'yı atom atom yazmaya çalıştığınızı hayal ederseniz – o zaman makine dilinde karmaşık bir program yazmanın neye benzediği ve yalnızca onun makine dili betiminin erişimine sahipseniz, bir programda neler olup bittiğini kavramaya çalışmanın neye benzediği konusunda bir fikir edinebilirsiniz.

Bununla birlikte bilgisayar programlamanın başlangıçta, eğer olanaklıysa, makine dilininkinden daha alt bir düzeyde yapıldığından söz edilmelidir – yani kablolar birbirine bağlanarak uygun işlemler onun içinde "sert-tellenir"di. Modern standartlara göre bu tahayyül edilmesi bile son derece zahmetli olan, şaşırtıcı biçimde ilkel bir iştir. Yine de bunu ilk yapan kişiler kuşku yok ki, modern bilgisayarların öncüleri kadar büyük bir coşku duymuşlardı...

Şimdi programların betimlenme düzeyleri hiyerarşisinin daha yüksek bir düzeyine geçmek istiyoruz. Bu *çeviri dili* düzeyidir. Çeviri dili ile makine dili arasında büyük bir uzaklık yoktur; gerçekten atılacak adım oldukça küçüktür. Özünde çeviri dili ile makine dili komutları arasında bire bir karşılıklılık vardır. Çeviri dili fikri tekil makine dili komutlarını "istiflemek"tir, öyle ki bir sayıyı bir diğerine ekleyen bir komut vermek istediğinizde, "010111000" bit dizisini yazmak yerine basitçe EKLE yazarsınız ve sonra ikili gösterimde adres vermek yerine, bir adla bellekteki sözcüğe gönderimde bulunabilirsiniz. O halde çeviri dilindeki bir program insan için okunaklı hale getirilmiş bir makine dili gibidir. Bir programın makine dili versiyonunu, anlaşılması güç Gödel-sayılı yazılış biçiminde yapılan bir TNT-türetimiyle, çeviri dili çeşitlemesini de, anlaşılması çok daha kolay olan orijinal TNT-yazılış biçiminde yapılmış eşbiçimli TNT-türetimiyle karşılaştırabilirsiniz. Ya da DNA benzetmemize dönersek, makine dili ile çeviri dili arasındaki farkı, her bir nükleotidi büyük bir zahmetle atom-atom belirlemek ile bir nükleotidi basitçe *adını* (yani 'A,' 'G,' 'C' veya 'T') vererek belirlemek arasındaki farka benzetebiliriz. Kavramsal olarak çok fazla şey değiştirilmemesine karşın bu oldukça basit "istifleme" işleminde çok büyük bir emek tasarrufu söz konusudur.

Programları Çeviren Programlar

Belki de çeviri diliyle ilgili ana nokta, onun makine dilinden pek de büyük olmayan farklılıkları değil, ama programların tamamıyla farklı bir düzeyde yazılabilir olduğu anahtar fikridir! Şöyle düşünün: donanım, harfleri ve ondalık sayıları değil, makine dili programlarını –bit dizisini– "anlamak" için kurulmuştur. Donanım çeviri dilinde bir programlar beslenirse ne olur? Bu, bir hücreye kimyasallar yerine, alfabenin harfleriyle yazılmış nükleotid dizisine sahip bir kâğıt parçasını kabul ettirmeye çalışmaya benzer. Bir hücrenin bir kâğıt parçasıyla ne ilgisi olabilir? Bir bilgisayar bir çeviri dili programıyla ne yapabilir?

Ve işte can alıcı nokta: makine dilinde bir *çeviri programı* yazılabilir. *Çevirici* denilen bu program anımsatıcı komut adlarını, ondalık sayıları ve bir programlayıcının kolayca anımsayabileceği diğer uygun kısaltmaları kabul eder ve tekdüze, ama kritik bit-dizisine dönüşümü gerçekleştirir. Çeviri dili programı *çevrildikten* sonra *yürütülür* ya da daha çok onun makine dili eşiti yürütülür. Ama bu bir terminoloji sorunudur. Hangi düzey programı yürütülüyor? Makine dili programının yürütüldüğünü söylerseniz bu hiç de yanlış olmaz, çünkü herhangi bir program yürütüldüğünde donanım gerekir – ama çalışan programı çeviri dilinin terimleriyle düşünmek de oldukça usauygundur. Örneğin "Şu anda CPU bir '111010000' komutunu yürütüyor" demek yerine, "şu anda CPU bir ATLA komutunu yürütüyor" diyebilirsiniz. G-E-B-E-G-B notalarını çalan bir piyanist aynı zamanda E minörde bir arpej çalıyordur.* Şeyleri daha üst düzey bir bakış açısından betimleme konusunda isteksiz davranmak için bir neden yoktur. Bu yüzden çeviri dili programının makine dili programıyla koşutzamanlı olarak yürütüldüğü düşünülebilir. CPU'nun yapıyor olduğu şeyi betimlemek için iki kipe sahibiz.

Üst Düzey Diller, Derleyiciler ve Yorumlayıcılar

Hiyerarşinin bir sonraki düzeyi, programları bir üst düzeyden daha alt düzeylere çevirmek/tercüme etmek için bilgisayarın kendisinin kullanılması gibi son derece güçlü fikri çok daha ileriye taşır. 1950'lerin ilk yıllarında, insanlar birkaç yıl çeviri dilinde program yaptıktan sonra her programda yeniden görünen birkaç karakteristik yapının bulunduğunu fark ettiler. Aynı sat-

* G (= Sol), E (= Mi), B (= Si), E (= Mi), G (= Sol), B (= Si); ve E minör (= Mi minör) –çn.

rançta olduğu gibi, insanlar *algoritmaları* – uygulanmasını istedikleri işlemlerin tam betimlemelerini – formule etmeye çalıştıklarında, doğal olarak ortaya çıkan belli temel örüntüler varmış gibi görünüyordu. Bir başka deyişle algoritmalar, onların terimleriyle, çok kısıtlı makine dili ya da çeviri dilinde olduğundan çok daha kolayca ve estetik olarak belirlenen belli üst düzey bileşenlere sahip gibi görünüyordu. Tipik olarak üst düzey bir algoritma bileşeni bir ya da iki makine dili komutundan değil, ama hepsinin bellekte bitişik olmasının gerekmediği, bütün bunların bir toplamından oluşur. Böylesi bir bileşen üst düzey bir dilde tek bir öğeyle gösterilebilir – bir istif.

Standart istiflerden başka –kendilerinden bütün algoritmaların kurulabildiği yeni keşfedilmiş bileşenler– insanlar hemen bütün programların daha büyük istifler içerdiklerini fark ettiler – deyim yerindeyse süper istifler. Bu süper istifler programın yerine getirdiği varsayılan üst düzey görevlere bağlı olarak programdan programa farklılıklar gösterir. Süper istifleri, olağan adlarıyla, V. Bölümde tartıştık: "altyordamlar" ve "yordamlar." Herhangi bir programlama diline en güçlü eklemelerden birinin, önceden bilinenlerin terimleriyle yeni daha üst düzey *tanımlama* ve sonra onları adla *çağırma* yeteneği olduğu açıktı. Bu, istifleme işlemini doğrudan dilin içinde kurmaktı. Bütün programların belirtik olarak onlardan kurulmak zorunda olduğu belirli bir komut dağarcığının olması yerine, programlayıcı sanki dilin yerleşik bir özelliğiymişcesine, her birinin kendi adı olan, her biri programın içinde herhangi bir yerde kullanılabilen kendi modüllerini kurabilir. Elbette altta, makine dili düzeyinde her şeyin hâlâ aynı, eski makine dili komutlarından oluşmasından kurtuluş yoktur, ama bu üst düzey programcıya belirtik olarak görünmez; örtüktür.

Bu düşünce üstüne temellendirilen yeni dillere *derleyici diller* dendi. En eski ve en zariflerinden biri, "Algoritmik Dil" anlamında, "Algol" diye adlandırıldı. Çeviri dilindeki durumun tersine olarak, Algoldeki deyimler ile makine dili komutları arasında bire bir karşılıklılık yoktur. Kesin söylemek gerekirse, hâlâ Algoldan makine dili içine bir haritalama tipi vardır, ama bu çeviri dili ve makine dili arasındakinden çok daha "çırpılmış"tır. Kabaca söylersek, makine dili çevirisine göre, bir Algol programı, çevirisi olan denkleme göre bir temel cebir kitabındaki sözel problem gibidir. (Aslında sözel problemden bir denklem elde etmek çok daha karmaşıktır, ama bu üst düzey bir dilden alt düzey bir dile çeviride yerine getirilmek zorunda olunan "çırpı çözme" tiplerine ilişkin bir fikir verir.) 1950'nin ortalarında, *derleyiciler* denilen, işlevi derleyici dilden makine diline çeviri yapmak olan oldukça başarılı programlar yazıldı.

Ayrıca *yorumlayıcılar* icat edildi. Derleyiciler gibi, yorumlayıcılar da üst düzey dillerden makine diline çeviri yapar, ama önce bütün deyimleri çevirmek ve sonra makine kodunu yürütmeye koymak yerine bir satırı okur ve onu anında yürütmeye koyar. Bunun kullanıcıya yararı bir yorumlayıcıyı kullanmak için tam bir program yazmasına gerek olmamasıdır. Kendi programını satır satır yaratabilir ve devam ederken onu sınayabilir. Dolayısıyla bir derleyiciye göre bir yorumlayıcının durumu, yazılı bir konuşmanın bir çevirmenine göre eşanlı bir tercümanın durumu gibidir. Bütün bilgisayar dillerinin en önemli ve en büyüleyicilerinden biri, Algol'un yaratıldığı sıralarda John McCarthy tarafından yaratılan LISP (yani "Liste İşleme") dilidir. LISP sonradan Yapay Zekâ çalışanları arasında büyük bir yaygınlık kazanmıştır.

Yorumlayıcıların işleme tarzı ile derleyicilerin işleme tarzı arasında ilginç bir fark vardır. Bir derleyici girdiyi alır (örneğin bitmiş bir Algol programı) ve çıktı (uzun bir makine dili komutları dizisi) üretir. Bu noktada derleyici kendi görevini yapmıştır. Çıktı bundan sonra işlemesi için bilgisayara verilir. Yorumlayıcı ise tersine, programlayıcı bir LISP deyimini birbiri peşi sıra yazarken, sürekli çalışır ve her bir deyim o zaman ve orada yürütmeye koyulur. Ama bu her deyimin önce çevrildiği, sonra yürütmeye koyulduğu anlamına gelmez, çünkü o zaman bir yorumlayıcı bir satır satır derleyiciden başka bir şey olmazdı. Oysa bir yorumlayıcıda yeni bir satırın okunması, "anlaşılması" ve yürütmeye konulması işlemleri birbirine dolanmıştır: eşanlı olarak meydana gelirler.

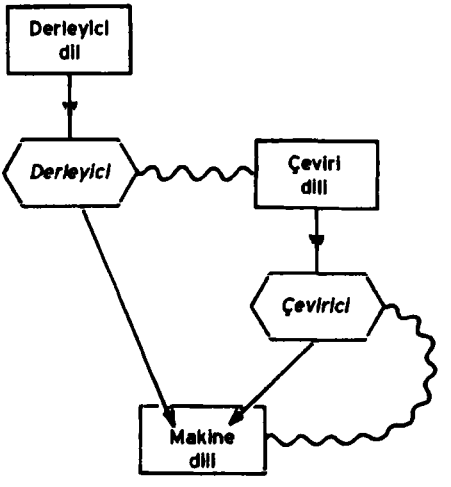
Fikrin biraz daha açımlanmış biçimi şöyledir. Yeni bir LISP satırı yazıldığı her seferinde, yorumlayıcı onu işlemeye çalışır. Bunun anlamı yorumlayıcının harekete geçmesidir ve içindeki belirli (makine dili) komutlarının yürütmeye koyulmasıdır. Tam olarak *hangilerinin* yürütüleceği elbette LISP deyiminin kendisine bağlıdır. Yorumlayıcının içinde birçok ATLA komutu vardır, bu yüzden LISP'in yeni satırı karışık bir şekilde hareket edilmesine neden olabilir – ileriye doğru, geriye doğru, sonra tekrar ileriye doğru vb. Dolayısıyla her bir LISP deyimi yorumlayıcının içindeki bir "yola" dönüştürülür ve bu yolun izlenilmesi edimi istenilen etkinin başarılmasını sağlar.

Bazen LISP deyimlerini, sürekli yürütülen bir makine dili programını (LISP yorumlayıcısı) sıralı olarak besleyen veri parçaları gibi düşünmek yardımcı olabilir. Konuyu bu şekilde düşündüğünüzde, üst-düzey bir dilde yazılmış bir program ile onu yürüten makine arasındaki ilişkiye dair farklı bir imgeye ulaşırsınız.

Önyükleme

Kendisi bir program olan derleyici elbette bir dilde yazılmak zorundadır. İlk derleyiciler, makine dilinden çok çeviri dilinde yazılmış, dolayısıyla makine dilinden tamamlanmış ilk adımın bütün avantajlarını almışlardı. Bu oldukça incelikli kavramların bir özeti Şekil 58'de sunulmuştur.

Bilgi arttıkça, insanlar kısmen yazılmış bir derleyicinin kendisinin uzantılarını derlemek için kullanılabildiğini fark ettiler. Bir başka deyişle bir derleyicinin belirli bir asgari çekirdeği yazıldıktan sonra bu asgari derleyici daha büyük derleyicileri makine diline çevirebilirdi – bu da tam gelişmiş derleyici derlenene kadar daha büyük derleyicileri çevrilebilirdi. Bu süreç açık nedenlerden dolayı hoş bir biçimde "bootstrapping "diye bilinir (en azından anadiliniz İngilizceyse anlamı açıktır).* Bu, bir çocuğun anadilinde kritik düzeyde bir akıcılığa erişmesinden çok farklı değildir; bu noktadan itibaren çocuğun sözcük dağarcığı ve akıcılığı atlamalar ve sıçramalarla ilerler; çünkü dili yeni dil *edinmek* için *kullanabilir*.



Şekil 58. Çeviriciler ve derleyicilerin ikisi de makine diline çeviricilerdir. Bu düz çizgilerle gösterilir. Dahası, kendileri de program olduklarından başlangıçta bir dil içinde yazılırlar. Dalgalı çizgiler bir derleyicinin çeviri dilinde ve bir çeviricinin makine dilinde de yazılabileceklerini gösterirler.

Yürütülen Programların Betimlenme Düzeyleri

Derleyici diller tipik olarak içlerindeki yazılı programları yürütecek makinelerin yapısını yansıtmazlar. Son derece uzmanlaşmış çeviri ve makine dille-

* Bootstrapping: Bilgisayar terimi olarak "Başlatma, Önyükleme" anlamına gelirken, günlük dilde "kendi çabasıyla, başkalarından yardım almadan bir şeyi yapma, başarma, kendi göbeğini kendi kesme" anlamındadır –çn.

rine göre derleyici dillerin temel üstünlüğü budur. Elbette bir derleyici dil programı makine diline çevrildiği zaman ortaya çıkan program makineye bağımlıdır. O halde yürütülüyor olan bir program makineye bağımlı ya da makineden bağımsız olarak betimlenebilir. Bu bir kitaptaki bir paragrafa, konusuyla (yayıncıdan bağımsız) ya da sayfa numarasına ve sayfadaki konumuyla (yayıncıya bağımlı) gönderimde bulunmaya benzer.

Bir program doğru çalıştığı sürece onu nasıl betimlediğinizin ya da onun işleyişi hakkında ne düşündüğünüzün pek önemi yoktur. Önemli olan bir şeyler yanlış gittiğinde farklı düzeylerde düşünebilmesidir. Örneğin eğer makineye bir aşamada sıfırla bölme komutu verilirse, duracak ve programda sorunlu olayın nerede meydana geldiğini söyleyerek kullanıcının bu sorunu bilmesini sağlayacaktır. Ama bu belirtim genellikle programcının içinde programı yazdığından daha alt bir düzeyde verilir. Aşağıda gıcırdayarak duran bir programın üç koşut betimlemesi bulunmaktadır:

Makine Dili Düzeyi

"Programın yürütümü 1110010101110111 yerinde durdu."

Çeviri Dili Düzeyi

"Programın yürütümü DIV (böl) komutuna isabet edildiğinde durdu."

Derleyici Dili Düzeyi

"Programın yürütümü cebirsel ifade '(A+B)/Z'nin değerlendirilmesi sırasında durdu."

Dizge programlayıcıları (derleyicileri, yorumlayıcıları, çeviricileri ve birçok kişinin kullandığı diğer programları yazan kişiler) için en büyük sorunlardan biri, programında "çapar" olan kullanıcıya ilettikleri mesajların, problemin alt-düzeyden ziyade üst-düzey betimlemelerini vermesini sağlayacak şekildeki hata-bulma yordamlarını nasıl yazabileceklerini kestirmektir. Bir genetik "program"da (örneğin mutasyon) bir şey yolunda gitmediği zaman ilginç bir tersine dönüş olur, "çapar" insanlara yalnızca *üst* düzeyde –yani genotip değil fenotip düzeyinde– görünür. Gerçekte modern biyoloji mutasyonları, çok düzeyli izlenebilirlikleri nedeniyle, genetik işlemlere açılan pencerelerden biri olarak kullanır.

Mikroprogramlama ve İşletim Dizgeleri

Modern bilgisayar dizgelerinde başka hiyerarşi düzeyleri de vardır. Örneğin bazı dizgeler –bunlara genellikle "mikrobilgisayarlar" denir– yazmaçtaki

bir sayıyı bellekteki bir sayıya ekleme komutundan bile daha temel olan makine dili komutlarıyla ortaya çıkarlar. Hangi sıradan makine düzeyi komutlarının programlanabileceği, kullanıcının vereceği karara bağlıdır; o bu komutları kullanılır "mikrokomutlar" uyarınca "mikroprogramlar." Sonra tasarlamış olduğu "üst düzey makine dili" komutları, öyle olması gerekmese de, devre içine yerleştirilir ve "sert-telli" hale getirilir. Böylece mikro-programlama, kullanıcının geleneksel makine dili düzeyinin biraz aşağısına adım atmasını sağlar. Sonuçlardan birisi, bir imalatçının bilgisayarının (mikroprogramlama yoluyla), aynı imalatçının ya da hatta bir diğer imalatçının bilgisayarı için hazırlanmış aynı makine diline sahip olacak şekilde kesin-tellenebilmesidir. Mikroprogramlanmış bilgisayarın diğer bilgisayara "öykündüğü" söylenir.

Sonra makine dili programı ile kullanıcının programladığı üst düzey arasında yer alan *işletim dizgesi* düzeyi vardır. İşletim dizgesinin kendisi çıplak makineyi, kullanıcıların erişiminden koruyan (dolayısıyla dizgeyi koruyan) ve de programlayıcıyı, programın okunması, çevirici çağrılması, programın yürütülmesi, çıktının uygun zamanda uygun kanallara yönlendirilmesi ve denetimin bir sonraki kullanıcıya geçirilmesi gibi son derece karışık ve dağınık sorunlardan kurtaran bir programdır. Eğer bir anda aynı CPU'yla "konuşan" birkaç kullanıcı varsa, o zaman işletim dizgesi, bir düzen içinde ilgiyi birinden diğerine kaydıran programdır. İşletim dizgelerinin karmaşıklıkları gerçekten korkunçtur; ben bunlara aşağıdaki analojiyle değineceğim.

İlk telefon dizgesini düşünün. Alexander Graham Bell yan odadaki asistanına telefon edebiliyordu: sesin elektronik iletimi! Bu çıplak bir bilgisayar eksi işletim dizgesi gibidir: elektronik hesaplama! Şimdi modern bir telefon sistemini ele alın. Diğer telefonlarla bağlantı kurma seçeneğine sahipsiniz. Sadece bu da değil, aynı anda birçok farklı arama yapabilirsiniz. Bir önek ekleyebilir ve farklı bölgeleri arayabilirsiniz. Doğrudan, ödemeli, kredi kartıyla, özel arama ve konferans görüşme yapabilirsiniz. İz sürümü ya da yönlendirmeli görüşme yapabilirsiniz. Meşgul sinyaliniz olabilir. Çevirdiğiniz numaranın "düzgün" olmadığını söyleyen siren benzeri bir sinyal ya da arandığınızda uzun çalan bir sinyaliniz olabilir. Bir grup telefonun hepsini yerel olarak birbirine bağlayan yerel bir santral kurabilirsiniz – vb, vb. Esnekliğin boyutunu, özellikle de "çıplak" bir telefonun önceki mucizesiyle karşılaştırarak ele aldığınızda liste şaşırtıcıdır. Gelişkin işletim dizgeleri kullanıcılar ve onların programlarıyla ilgili olarak benzeri trafik-düzenlemesi ve düzey-anahtarlama işlemlerini yürütür. Beyinde de bunlara koşut şeyler olduğu hemen hemen kesindir: aynı zamanda birçok uyaranla uğraşma; neyin neye göre ve ne kadar

süre öncelikli olacağına ilişkin kararlar; acil ya da beklenmedik durumların neden olduğu ani "kesintiler;" ve benzerleri.

Kullanıcının Yastıklanması ve Dizgenin Korunması

Karmaşık bir bilgisayar dizgesindeki birçok düzey, aslında kullanıcının, alt düzeyde olup-biten, kendisini hiç de ilgilendirir görünmeyen birçok şey hakkında düşünmesini engelleyerek, kullanıcıyı "yastıklama" birleşik etkisine sahiptir. Bir uçaktaki yolcu, tanklardaki yakıt düzeyinin ya da rüzgârın hızının ya da akşam yemeğinde kaç tavuğun servis edileceğinin, gidilen yöndeki hava trafiğinin durumunun farkında olmayı genellikle istemez – bütün bunlar hava yolları hiyerarşisinin farklı düzeylerinde çalışanlara bırakılmıştır ve yolcu sadece bir yerden bir yere gitmektedir. Burada da yine bir şey *yanlış* gittiğinde –bavulunun ulaşmaması gibi– yolcu kendi altındaki düzeylerin karmaşık dizgesinin farkına varır.

Bilgisayarlar Süper-Esnek mi yoksa Süper-Katı mıdır?

Üst düzeylere yönelme dürtüsünün ana amaçlarından biri, yapmasını istediğiniz şey konusunda bilgisayarla iletişim kurma işini olabildiğince doğal olarak gerçekleştirmektir. Elbette derleyici dillerdeki üst düzey kuruluşlar insanların doğal olarak içinde düşündükleri kavramlara, makine dilindekiler gibi alt düzey yapımlardan daha yakındır. Ama iletişimin kolaylaştırılmasına yönelik bu girişimde "doğallık"ın bir yönü tümüyle ihmal edilmiştir. Bu insanlararası iletişimin, insan-makine iletişiminden çok daha az katı kısıtlamalara sahip olduğu olgusudur. Örneğin bir şeyi dile getirmenin en iyi yolunu ararken biz sıklıkla anlamsız tümce parçaları üretiriz, tümcelerin ortasında öksürürüz, birbirimizin sözünü keseriz, belirsiz betimlemeler ve "uygunsuz" söz dizimi kullanırız, söz öbekleri ve çarpıtılmış anlamlar icat ederiz – yine de çoğunlukla mesajımızı iletiriz. Programlama dillerindeyse, yüzde yüz uyulması gereken çok katı bir sentaks söz konusudur; belirsiz sözcükler ve kuruluşlar yoktur. İlginç bir biçimde, öksürmenin basılı eşdeğerine (yani özsel olmayan ya da ilgisiz yoruma) izin vardır, ama ancak önceden bir anahtar sözcükle (örn. YORUM) işaret edilmesi ve sonra bir başka anahtar sözcükle (örn. bir noktalı virgül) bitirilmesi koşuluyla. Esneklik yönündeki bu küçük jestin, ironik bir biçimde, kendi küçük tuzakları vardır: eğer bir noktalı virgül (ya da bir yorumun sonlandırılması için kullanılan sözcük neyse) bir yorumun

içinde kullanılırsa, çeviri programı, bu noktalı virgülü yorumun sonunu imliyor olarak yorumlayacak ve karışıklığa neden olacaktır.

Eğer İÇGÖRÜ adlı bir yordam tanımlanmış ve sonra da programda onyedi kez çağrılmışsa ve onsekizinci seferde İÇGÖÜR olarak yanlış yazılırsa vay programlayıcının haline. Derleyici duraksayacak ve İÇGÖÜR'ü asla duymadığını söyleyen sert, sevimsiz bir hata mesajı yazacaktır. Derleyici tarafından böyle bir hata belirlendiğinde, çoğunlukla derleyici devam etmeye çalışır, ama içgöürü yokluğu nedeniyle, programcının ne demek istediğini anlamaz. Gerçekten de kastedilenin tamamıyla farklı olduğunu varsayabilir ve bu hatalı varsayım altında ilerleyebilir. Sonra uzun bir hatalı mesaj dizisi programın kalanına tuz biber eker, çünkü derleyici –programcı değil– karışmıştır. İngilizce-Rusça eşanlı bir çevirmeninin, İngilizcedeki Fransızca bir deyimi duyması üzerine, diğer bütün İngilizceyi Fransızca olarak çevirmeye çalışmaya başladığında ortaya çıkacak kaosu bir düşünün. Derleyiciler, işte böyle durumlarda umutsuzca yollarını kaybederler. *C'est la vie.*

Belki de bu bilgisayarları kınamak gibi anlaşılabilir, ama anlatılmak istenen bu değildir. Bir bakıma işler böyle olmak zorundadır. Çoğu insanın bilgisayarları ne için kullandıklarını düşünmeyi bıraktığınız zaman, onların insanların yapamayacakları kadar karmaşık, belirli ve kesin görevleri yerine getirmek için olduklarını fark edersiniz. Bilgisayar güvenilir olacaksa yapacağı varsayılan şeyi en küçük belirsizliğe yer vermeden anlaması zorunludur. Ayrıca kendisine yapması için verilen belirtik komutun gerektirdiğinden ne daha çoğunu ne de daha azını yapmalıdır. Eğer programlayıcının altındaki destek yastığında, amacı programcının ne istediğini ya da kastettiğini "kestirmek" olan bir program varsa, programlayıcının görevi ilettiği, ama bütünüyle yanlış anlaşıldığı düşünülebilir. Bu yüzden üst düzey programın, insan için rahat olmasının yanı sıra açık ve kesin olması gerekir.

Programlayıcıyı Önceden Tahmin Etmek

İmdi bir tür kesinsizliğe izin veren bir programlama dili –ve onu alt düzeylere çeviren bir program– tasarlamak olanaklıdır. Bunu ifade etmenin bir yolu, böyle bir programlama dilinin çeviricisinin, "dil kuralları dışında" yapılmış şeyleri anlamlandırmaya çalıştığını söylemek olabilir. Ama bir dil belli "ihlaller"e izin verirse o zaman bu tip ihlaller artık gerçek ihlal sayılmazlar, çünkü onlar kuralların içine dahil edilmişlerdir! Bir programlayıcı belli türde yazım yanlışları yapabileceğinin farkındaysa, o zaman görünüşüne karşın, as-

lında dilin katı kuralları içinde çalıştığını bilerek, dilin bu özelliğini kasıtlı olarak kullanabilir. Bir başka deyişle eğer kullanıcı kendi rahatlığı için çevirici içine programlanmış bütün esnekliklerin farkındaysa, aşamayacağı sınırları bilir ve dolayısıyla çevirici ona, "insan hatasının otomatik dengelenişi"ni kendinde barındırmayan dilin ilk versiyonlarından daha fazla özgürlük sağlamasına karşın, hâlâ katı ve bükülmez görünür.

Bu tip "elastik" dillerle ilgili olarak iki seçenek var gibi görünmektedir: (1) kullanıcı dilin ve onun çeviricisinin yerleşik esnekliklerinin farkındadır; (2) kullanıcı bunların farkında değildir. İlk durumda dil, programların iletişiminde hâlâ kullanılabilir, çünkü programlayıcı dilde yazdığı programların bilgisayarca nasıl yorumlanabileceğini öngörebilir. İkinci durumda "yastık" (çeviricinin iç işleyişini bilmeyen bir kullanıcının bakış açısından) öngörülemez şeyler yapabilen gizli özelliklere sahiptir. Bu, programların bütünüyle yanlış yorumlanmalarıyla sonuçlanabilir, bu yüzden böyle bir dil, bilgisayarın esas olarak hızı ve güvenilirliği için kullanıldığı yerlerin amaçlarına uygun değildir.

Aslında üçüncü bir seçenek vardır: (3) kullanıcı, dil ve onun çeviricisinin yerleşik esnekliklerinin farkındadır, ama bunlardan o kadar çok fazla vardır ve bunlar birbirleriyle öylesine karmaşık biçimde etkileşirler ki, programlarının nasıl yorumlanacağını söyleyemez. Bu, çeviri programını yazmış olan kişiye de uygulanabilir; içindekileri olabildiğince iyi bilir – ama yine de verili bir sıradışı kuruluş tipine onun nasıl tepki vereceğini kestiremeyebilir.

Günümüz Yapay Zekâ araştırmalarının ana alanlarından biri *otomatik programlanma* denilen alandır; bu, daha üst düzey dillerin geliştirilmesiyle ilgilenir – bunlar çevirmenleri gelişmiş, en azından aşağıdaki etkili şeylerden bir kısmını yapabilen dillerdir: örneklerden genelleme yapmak, bazı baskı ya da gramer hatalarını düzeltmek, belirsiz betimlemeleri anlamlı hale getirmeye çalışmak, ilkel bir kullanıcı modeliyle kullanıcı hakkında öntahminde bulunmak, işler açık olmadığında sorular sormak, İngilizce kullanmak vb. Umut edilen güvenilirlik ve esneklik arasındaki o ince ipte yürüyebilmektir.

AI İlerlemeleri Dil İlerlemeleridir

Bilgisayar bilimindeki ilerlemeler (özellikle Yapay Zekâ) ve yeni dillerin geliştirilmesi arasındaki sıkı bağlantı son derece çarpıcıdır. Son on yıl içinde açık bir yönelim ortaya çıkmıştır: yeni buluş tiplerini yeni diller içinde bir araya getirmek. Zekâyı anlama ve yaratmanın bir anahtarı, onlar uyarınca

simge-yönlendirme sürecinin betimlenebildiği dillerin sürekli geliştirilmesi ve arılaştırılmasında yatar. Bugün, tamamıyla Yapay Zekâ araştırmaları için geliştirilmiş yaklaşık üç dört düzine deneysel dil vardır. Bu dillerden birinde yazılabilen bir programın, ilke olarak daha alt düzey dillerde programlanabileceğini fark etmek önemlidir, ama bu insan için muazzam bir çabayı gerektirir; ve ortaya çıkan program, insan kavrayışım aşacak ölçüde uzun olacaktır. Bu, her bir daha üst düzeyin, bilgisayarın potansiyelini genişletmesi değildir; bilgisayarın tüm potansiyeli zaten onun makine dili komut kümesi içinde varolur. Bu üst düzey bir dildeki yeni kavramların doğaları itibarıyla ima ettiği yönler ve perspektiflerdir.

Bütün mümkün programların "uzay"ı öyle büyüktür ki, kimse neyin mümkün olduğuna ilişkin bir duyguya sahip olamaz. Her bir daha üst düzey dil doğal olarak "program uzayı"nın belli alanlarının açınsanmasma uygundur; dolayısıyla programlayıcı, o dili kullanarak, program uzayının bu alanlarına yönlenir. Programlayıcı, dil tarafından, özel tipte programlar yazmaya *zorlanmaz*, ama dil onun belli türde şeyleri yapmasını *kolaylaştırır*. Büyük bir keşif için tüm gereken genellikle bir kavrama yaklaşmak ve nazik bir itiştir – daha üst düzey dillere doğru yönelme dürtüsünün nedeni budur.

Farklı dillerde programlama farklı anahtarlarda parçalar bestelemeye benzer, özellikle klavyede çalışıyorsanız. Eğer birçok anahtarda parçalar yazmışsanız veya bunu öğrenmişseniz, her bir anahtarın kendi özel duygusal havası olacaktır. Ayrıca belli türdeki figürasyonlar bir anahtarda "el altındayken" diğerinde işe yaramaz. Dolayısıyla kendi anahtar seçiminiz tarafından yönlendirilirsiniz. Bazı durumlarda, Do-diyez ve Re-bemol gibi armonik olan



Şekil 59. Zeki programlar yaratmak için bir dizi donanım ve yazılım düzeyi kurmaya gerek vardır, böylece her şeyin yalnızca en alt düzeyde olduğunu görme yükünden kurtulunur. Tek bir işlemin farklı düzeylerdeki betimlemeleri birbirinden çok farklı gelecektir, yalnızca yeterince istiflenmiş halde tepede olanlar bize anlaşılır gelir. [P. H. Winston'dan uyarlanmıştır, *Artificial Intelligence* (Mass.: Addison-Wesley, 1977).]

anahtarlar bile, duygu açısından çok ayrıdır. Bu, yazılış biçimi dizgesinin son ürünün şekillenmesinde ne kadar önemli bir rol oynayabildiğini gösterir.

Şekil 59'da, transistör gibi makine bileşenlerinin altta ve "zeki programlar"ın üstte verildiği "katmanlı" bir AI resmi görülmektedir. Resim Patrick Henry Winston'm Yapay Zekâ kitabından alınmıştır ve AI'nın neredeyse bütün AI çalışanlarınca paylaşılan bir görüşünü temsil eder. AI'nın bu şekilde katmanlı olması gerektiği düşüncesini kabul etmekle birlikte, böyle birkaç tabakayla zeki programlara varılabileceğini sanmıyorum. Makine dili düzeyi ile gerçek zekâya varılacak düzey arasında, her bir yeni katmanın alttaki katın esneklikleri üstüne kurulduğu ve onu genişlettiği, belki de bir düzine daha (ya da hatta birkaç düzine!) katman bulunduğuna inanıyorum. Ama şimdi bizim için bunları düşlemek bile zordur...

Paranoit ve İşletim Dizgesi

Bir bilgisayar dizgesindeki tüm düzeylerin benzerliği bazı tuhaf düzey-karıştırma deneyimlerine yol açabilir. Bir kezinde, bir terminalde, "PARRY" programıyla oynayan –ikisi de bilgisayar acemisi– iki arkadaşımı izliyordum. PARRY, geniş bir dağarcıktan seçilmiş hazır İngilizce söz öbeklerini tükürür gibi söyleyerek, son derece basit bir şekilde bir paranoidi taklit eden oldukça berbat bir programdır: usayatkınlığını, bir insan tarafından ona yazılan İngilizce tümcelere yanıt olarak stoklanmış söz öbeklerinden usauygun olanını söyleyebilme yeteneğinden alır.

Bir noktada, tepki süresi oldukça ağırlaştı –PARRY'nin yanıt vermesi çok uzun zaman alıyordu– ben arkadaşlarıma bunun, zaman-paylaşım sistemi üzerinde ağır yük olmasından dolayı olabileceğini açıkladım. Onlara, doğrudan işletim dizgesine girebilen ve PARRY tarafından görülmeyen özel bir "kontrol" karakteri yazarak, kaç kullanıcının oturum açtığını bulabileceklerini söyledim. Arkadaşlarımdan biri kontrol karakterine bastı. Birdenbire, işletim dizgesinin durumu hakkındaki bir iç veri, ekrandaki PARRY'nin sözcüklerinden bir kısmının üzerine yazıldı. PARRY bunu hiç bilmiyordu: o, yalnızca at yarışları ve müşterek bahislerin "bilgisine" sahip bir programdır – işletim dizgeleri ve uç birimler ve özel kontrol karakterlerinin değil. Ama arkadaşlarım için hem PARRY hem de işletim dizgesi "bilgisayar"dı – yazdıklarında onlara yanıt veren gizemli, uzak, biçimsiz bir kendilik. Ve dolayısıyla onlardan birinin kaygısızca, "neden ekranda olanın üzerine yazıyorsun?" diye yazması son derece anlamlıydı. PARRY'nin programın yürütülmesini sağla-

yan işletim dizgesi hakkında hiçbir şey bilmediği fikri arkadaşlarım için açık değildi. İnsanlarla etkileşiminizi göz önüne alınca, "kendiniz" hakkında her şeyi bildiğiniz fikri size çok tanıdık gelir; bu nedenle bunu bilgisayarlara doğru genişletmek çok doğaldı – ne de olsa onlarla İngilizce "konuşabilecek" kadar akıllıydı! Onların sorusu bir insana, "Neden bugün bu kadar az kırmızı kan hücreleri yapıyorsun?" diye sormaya benzer. İnsanlar bedenlerinin bu düzeyi –"işletim dizgesi düzeyi"– hakkında bir şey bilmezler.

Bu düzey-karıştırmanın ana nedeni, bilgisayar dizgesinin tüm düzeyleriyle iletişimin, tek bir terminal, tek bir ekran üstünde kuruluyor olmasıydı. Arkadaşlarımın saflıkları biraz aşırı gibi görünebilir, ama karmaşık bir sistemin birkaç düzeyi bir anda aynı ekranda göründüğünde benzer hataları deneyimli bilgisayarcılar bile sık sık yaparlar. "Kim"le konuştuklarını unuturlar ve bir başka düzeyde son derece anlamlı olabilecek, ama o düzeyde hiçbir anlamı olmayan şeyler yazarlar. Bundan dolayı –"anlamlı" olmalarına göre komutları yorumlamak üzere– düzeyleri kendisi düzenleyen bir dizgeye sahip olmak arzulanabilir. Ne yazık ki böylesi bir yorumlama, programcının tüm niyetinin kusursuz bilgisi yanı sıra büyük bir sağduyuya sahip bir dizgeyi gerektirir – bu iki gereklik de şimdi varolandan daha fazla yapay zekâ gerektirir.

Yazılım ile Donanım Arasındaki Sınır

Kimi düzeylerin esnekliği ve diğerlerinin katılığı da bazı insanları şaşırtabilir. Örneğin bazı bilgisayarlarda neredeyse sıvıların bir kaptan diğerine dökülebilmesi gibi, metnin parçalarının bir formattan diğerine "dökülebilmesini" sağlayan olağanüstü metin-düzenleme dizgeleri vardır. İnce bir sayfa geniş bir sayfaya dönüştürülebilir ya da tersi. Böylesi bir güçle, bir fonttan diğerine değişiklik yapmanın aynı biçimde basit olacağını bekleyebilirsiniz – diyelim ki romandan *italiğe*. Bununla birlikte ekranda kullanılabilir sadece tek font da olabilir, böylece bu türden değişiklikler olanaksızlaşır. Ya da ekranda uygulanabilir, ama yazıcıda basılamaz – veya tersi olur. Bilgisayarlarla uzun zaman çalışan biri şımarır ve her şeyin programlanabilir olduğunu düşünür: hiçbir yazıcı yalnızca bir karakter kümesi ya da hatta bunların sınırlı bir dağarcığına sahip olacak kadar katı olmamalıdır – puntolar kullanıcı tarafından belirlenebilir olmalıdır! Ama bu esneklik derecesi elde edildiğinde, bu kez de, yazıcının farklı renkte mürekkep basmaması ya da her tür biçim ve boyutta kâğıt kabul etmemesi ya da bozulduğunda kendini tamir etmemesinden yakınılabilir...

Sorun bütün bu esnekliğin bir yerde, V. Bölümdeki deyişi kullanırsak "dibe vurması" gerekmesidir. Bütün bunun altında yatan ve esnek olmayan bir donanım düzeyi olmalıdır. Çok derinde gizlenmiş olabilir ve onun üzerindeki düzeylerde ancak çok az kullanıcının donanım sınırlamalarını hissedebildiği büyük bir esneklik olabilir – ama donanım kaçınılmaz olarak oradadır.

Yazılım ve *donanım* arasındaki bu ünlü fark nedir? Bu programlar ve makineler arasındaki ayrımdır – uzun karmaşık komutlar dizileri ile onları yerine getiren fiziksel makineler arasındaki ayrım. Ben yazılımı, "telefon hatlarından gönderilebilen herhangi bir şey" ve donanımı "başka her şey" olarak düşünmekten hoşlanıyorum. Bir piyano donanımdır, ama basılı müzik yazılımdır. Bir telefon makinesi donanımdır, ama bir telefon numarası yazılımdır. Bu ayrım kullanışlıdır, ama her zaman böylesine açık seçik değildir.

Biz insanlar da "yazılım" ve "donanım" yönlerine sahibiz ve bu fark bize ikinci doğamız gibi gelir. Fizyolojimizin katılığına alışmışızdır: iki basit örneği anmak gerekirse, istencimizle hastalıklarımızı iyileştiremeyeceğimiz ya da saçlarımızı herhangi bir renkte uzatamayacağımız olgusuna. Bununla birlikte zihinlerimizi "yeniden programlayabiliriz" ve böylece yeni kavramsal çerçeveler içinde çalışabiliriz. Zihinlerimizin şaşırtıcı esnekliği, beyinlerimizin, yeniden programlanamayan değişmez kuralları izleyen donanımdan oluşmuş olması gerektiği anlayışıyla neredeyse uzlaşmaz görünmektedir. Nöronlarımızı daha hızlı ya da yavaş ateşleyemeyiz, beyinlerimizi yeniden donatamayız, bir nöronun içini yeniden tasarımlayamayız, donanıma ilişkin *herhangi bir* seçim yapamayız – ama nasıl düşüneceğimizi kontrol edebiliriz.

Bununla birlikte düşüncenin de kontrolümüzün ötesinde olan yönleri olduğu açıktır. Bir istenç edimiyle kendimizi daha zeki yapamayız; yeni bir dili istediğimiz kadar hızlı öğrenemeyiz; kendimizi aynı anda birkaç şey hakkında düşünür hale getiremeyiz; ve bu böyle gider. Bu son derece aşikâr olduğu için artık görülemeyen bir ilksel kendini-bilme türüdür; havanın orada olduğunun bilincinde olmaya benzer. Zihinlerimizin bu "eksikliklerine" neyin neden olduğu hakkında gerçekten asla düşünmeyiz: yani beyinlerimizin örgütlenmesi hakkında. Zihnin yazılımını beynin donanımıyla uzlaştırma yönünde yollar önermek bu kitabın ana ereklerinden biridir.

Ara Düzeyler ve Hava Olayları

Bilgisayar dizgelerinde, yürütülen bir programın çalışmasının onlardan herhangi biri uyarınca betimlenebildiği oldukça keskince tanımlanmış çok sa-

yıda katman olduğunu gördük. Dolayısıyla yalnızca tek bir alt düzey ve tek bir üst düzey yoktur – düşüklüğün ve yüksekliğin bütün dereceleri vardır. Ara düzeylerin varlığı, alt ve üst düzeylere sahip dizgelerin genel bir özelliği midir? Örneğin "donanım"ı dünya atmosferi (çok sert değil, ama olsun) "yazılım"ı hava olan bir dizge düşünün. Bütün moleküllerin hareketlerinin eşanlı olarak izlenmesi havayı "anlamanın," çok büyük ve karmaşık bir programa makine dili düzeyinde bakmaya benzer şekilde, çok alt bir düzeyini oluşturacaktır. Açıkça bu insan kavrayışının ötesindedir. Ama hava olaylarına insana özgü bakma ve onları bu şekilde betimleme yollarımız vardır. Hava olaylarına istifleyerek bakmamız, oldukça üst düzey görüngülere dayanır: yağmur, sis, kar, kasırga, soğuk hava cepheleri, mevsimler, basınçlar, alize, sağanaklar, kümülüs-yağmur bulutları, şimşekli fırtınalar, değişim katmanları, gibi. Bütün bu görüngüler her nasılsa birlikte hareket eden ve böylece geniş ölçekli bir eğilim ortaya çıkaran astronomik sayıda molekülü içerir. Bu biraz havaya derleyici bir dil içinde bakmaya benzer.

Havaya, çeviri dili gibi, ara düzeyde bir dilde bakmayla benzeşen bir şey var mıdır? Örneğin kimi zaman görülen, en fazla bir metre genişliğindeki dönen bir sütun şeklinde toz yükselmesine neden olan küçük döner fırtınalar gibi, çok küçük yerel "mini-fırtınalar" var mıdır? Yerel bir rüzgâr sağanağı daha üst düzey hava görüngülerinin yaratılmasında rol oynayan bir ara-düzey istif midir? Ya da havanın daha kapsamlı bir kavramşım elde etmek için bu tür görüngülerin bilgisini birleştirmenin pratik bir yolu yok mudur?

Aklıma iki soru daha geliyor. Birincisi şu: "Kendi ölçeğimizde algıladığımız hava görüngüleri –tornado, kuraklık– yalnızca ara-düzey görüngüler, yani daha geniş, daha yavaş görüngülerin parçaları olabilir mi? Eğer öyle olsaydı o zaman gerçek üst-düzey hava görüngüleri evrensel olurdu ve onların zaman ölçeği jeolojik olurdu. Buzul çağı bir üst-düzey hava olayı olurdu. İkinci soru da şu: Şimdiye kadar, insan algısından kaçmış, ama eğer algılansaydı, havanın neden olduğu gibi olduğuna dair daha geniş bir içgörü kazanmamızı sağlayabilecek ara-düzey hava görüngüleri var mıdır?

Tornadolardan Kuarklara

Bu son öneri hayali gelebilir, ama hepten de zorlama değildir. Kendileri görünemez olan etkileşen "parçalar" uyarınca açıklanılan dizgelere özgü örnekler bulmak için yalnızca sağın bilimlerin en sağınına –fizik– bakmamız gerekiyor. Fizikte, diğer disiplinlerde olduğu gibi, *bir dizge* etkileşen *parçaların*

bir grubudur. Bildiğimiz çoğu dizgede, parçalar etkileşim sırasında özdeşliklerini/kimliklerini korurlar, öyle ki dizge içinde parçaları görürüz. Örneğin bir futbol takımı bir araya geldiğinde birey oyuncular ayrılıklarını korurlar – bireyselliklerini yitirdikleri bileşik bir varlık içinde erimezler. Yine de –ve bu önemlidir– onların beyinlerinde, takım-bağlamı tarafından uyandırılan ve aksi takdirde olmayacak olan bazı süreçler gerçekleşir ve böylece oyuncular daha büyük dizgenin, yani takımın parçası olduklarında hafif bir şekilde kimlik değiştirirler. Bu tür dizgeye bir *neredeyse ayrıştırılabilir dizge denir* (terim H. A. Simon'ın "The Architecture of Complexity" adlı makalesinden alınmıştır; bkz. Kaynakça). Böylesi bir dizge zayıf etkileşimli birimlerden oluşur, bunların her biri, etkileşim boyunca kendi özel kimliğini korur, ama dizgenin dışında olduklarında olduğundan biraz farklılaşarak, bütün dizgenin bağlaşık davranışına katkıda bulunur. Fizikte üzerine çalışılan dizgeler genellikle bu tiptir. Örneğin bir atom, artı yükü birkaç elektronu "yörünge"de ya da bağlı halde tutan bir çekirdekten yapılmış olarak görülür. Bağlı elektronlar bileşik bir nesneye içsel olmalarına karşın serbest elektronlara çok benzerler.

Fizikte çalışılan kimi dizgeler görece basit olan atomla bir karşıtlık oluştururlar. Böylesi dizgeler son derece güçlü etkileşimler içerirler, bunun bir sonucu olarak parçalar daha büyük bir dizge içinde yutulurlar ve bireyliklerinin bir kısmını ya da tümünü, yitirirler. Bunun bir örneği, genellikle "protonların ve nötronların bir toplamı" olarak betimlenen bir atomun çekirdeğidir. Ama bileşen parçacıklarını bir araya getiren kuvvetler öylesine güçlüdür ki, bileşen parçacıklar "serbest" biçimlerinde (bir çekirdeğin dışında olduklarında sahip oldukları biçim) oldukları gibi kalamazlar. Ve aslında bir çekirdek birçok bakımdan, etkileşen parçacıkların bir toplamından çok tek bir parçacık gibi hareket eder. Bir çekirdek bölündüğünde, protonlar ve nötronlar serbest kalır, ama genellikle pi-mezonları ve gama ışınları da üretilir. Bütün bu farklı parçacıklar, bölünmeden önce fiziksel olarak çekirdeğin içinde mevcut mudur, yoksa onlar çekirdek bölündüğünde uçup giden "kıvılcımlar" mıdır? Belki de böylesi bir soruya yanıt vermeye çalışmak anlamlı değildir. Parçacık fiziği düzeyinde, "kıvılcımlar" oluşturma potansiyeline sahip olmak ile edimsel atomaltı parçacıklarına sahip olma arasındaki fark pek açık değildir.

Çekirdek, "parçaları" içerideyken görünmez olsa bile, bu "parçaları" dışarı çekilebilen ve görünür kılınabilen bir dizgedir. Bununla birlikte proton ve nötronun kendilerinin dizgeler olarak görülmesi gibi daha patolojik durumlar vardır. Onların her biri, bir "kuarklar" üçlüsünden – daha bilinen temel par-

çacıkları oluşturmak üzere, ikişer ya da üçerli birleştirilebilen hipotetik parçacıklar – oluşur halde tözselleştirilmiştir. Ancak kuarklar arasındaki etkileşim öylesine güçlüdür ki, yalnızca proton ve nötron içinde görünmez olmakla kalmaz, aynı zamanda dışarı da çekilemezler! Dolayısıyla kuarklar protonların ve nötronların belli özelliklerinin kuramsal olarak anlaşılmasına yardımcı olurlar, ama onların kendi varlıkları bağımsız olarak belki de asla tesis edilemez. Burada bir "neredeyse ayrıştırılabilir dizgenin" karşıtına sahibiz – bu "neredeyse ayrıştırılamaz" bir dizgedir. Ama tuhaf olan protonların ve nötronların (ve diğer parçacıkların) kuarka-dayalı kuramı önemli bir açıklayıcı güce sahiptir, öyle ki kuarkların varsayımsal olarak meydana getirdiği parçacıklara ilişkin birçok deneysel sonuç, "kuark modeli" kullanılarak, niceliksel olarak, oldukça iyi bir şekilde açıklanabilmektedir..

Süper-İletkenlik: Bir Yeniden Normalleştirme "Paradoksu"

V. Bölümde yeniden normalleştirilmiş parçacıkların, sanal parçacıklarla yinelgeli olarak birleştirilmiş etkileşimlerle, çıplak göbeklerinden nasıl ortaya çıktıklarını tartıştık. Yeniden normalleştirilmiş bir parçacık ya bu karmaşık matematiksel inşa ya da olduğu şekliyle fiziksel olarak tek topak olarak görülebilir. Parçacıkları bu biçimde betimlemenin en garip ve dramatik sonuçlarından biri onun ünlü *süper-iletkenlik* görüngüsü için sağladığı açıklamadır: son derece düşük ısılarda, belli katılarda elektronların dirençsiz akışı.

Katılardaki elektronların, *fonon* denilen (bunların kendileri de yeniden normalleştirilmişlerdir!) tuhaf titreşim kuantasıyla etkileşimleri sonucu yeniden normalleştirildikleri ortaya çıkar. Bu yeniden normalleştirilmiş elektronlara *polaron* denir. Hesaplama çok düşük ısılarda, zıt yönlere fırıl devinimi yapan iki polaronun birbirini çekmeye başlayacağını ve belli bir biçimde birbirine bağlanabileceğini gösteriyor. Uygun koşullar altında bütün akım-taşıyan polaronlar *Cooper çiftlerini* oluşturan çiftler oluşturacaktır. İronik olarak bu çift oluşumu elektronların –çift oluşturan polaronların çıplak göbekleri– elektriksel olarak birbirini itmesinden dolayı oluşur. Elektronların tersine, her bir Cooper çifti diğer bir Cooper çifti tarafından ne çekilir ne de itilir ve sonuç olarak bir metalin içinde, sanki metal bir vakummuşçasına, serbestçe kayabilir. Eğer böylesi bir metalin matematiksel betimini, ilk birimleri polaronlar olan bir betimlemeden ilk birimleri Cooper çiftleri olan bir betimlemeye çevirirseniz, oldukça yalınlaştırılmış bir denklemler kümesi elde edersiniz. Bu matematiksel yalınlık, süperiletkenliğe bakmanın doğal yolunun Cooper

çiftleri şeklinde "istifleme" olduğunun fizikçi tarafından bilinme tarzıdır.

Burada parçacığın birkaç düzeyine sahibiz: Cooper çiftinin kendisi, onu oluşturan, zıt yönlere fırıl devinimi yapan polaronlar; polaronları meydana getiren elektronlar ve fononlar; ve sonra elektronların içinde, sanal fotonlar ve pozitronlar vb, vb. Her bir düzeye bakabilir ve aşağıdaki düzeylerin anlaşılmasıyla açıklanabilen, oradaki görüngüleri algılayabiliriz.

"Tecrit Etme"

Benzer olarak ve ne iyi ki, kimse oluşturdukları parçacıklar hakkındaki birçok şeyi anlamak için kuarklar hakkındaki her şeyi bilmek zorunda değildir. Dolayısıyla bir nükleer fizikçi protonlar ve nötronlara dayanan çekirdek kuramlarıyla ilerleyebilir ve kuark kuramlarını ve rakiplerini yoksayabilir. Nükleer fizikçi protonlar ve nötronların *istiflenmiş* bir resmine sahiptir – daha alt düzey kuramlardan türetilen, ama daha alt düzey kuramların anlaşılmasını gerektirmeyen bir betimlemeye sahiptir. Benzer biçimde, bir atom fizikçisi, bir atomik çekirdeğin, çekirdek kuramından türetilmiş istiflenmiş bir betimlenmesine sahiptir. Sonra bir kimyacı, elektronların ve yörüngelerinin istiflenmiş bir resmine sahiptir ve küçük moleküllere dair kuramlar kurar – bu kuramlar, küçük moleküllerin nasıl birbirine bağlandığına ilişkin bir sezgiye sahip olan, ama teknik uzmanlık alanı son derece büyük moleküller ve onların nasıl etkileştiği olan moleküler biyolog tarafından istiflenmiş bir biçimde kullanılır. Sonra hücre biyologu, moleküler biyologun incelediği birimlerin istiflenmiş bir resmine sahiptir ve onları hücrelerin etkileşme biçimlerini açıklamakta kullanmaya çalışır. Anlatılmak istenen açıktır. Her bir düzey, bir bakıma, aşağısındaki düzeylerden "tecrit edilmiştir." Bu da Simon'ın canlı terimlerinden biridir; anımsattığı bir denizaltının bölmeler halinde inşa edilmesidir; burada eğer bir kısım hasar görür ve içeri su girmeye başlarsa, kapılar kapatılarak ve böylece hasarlı bölme komşu bölmelerden tecrit edilerek sorunun yayılması önlenebilir.

Bilimin hiyerarşik düzeyleri arasında daima "sızıntı" olmasına ve bu nedenle bir kimyacı alt düzey fiziği bütünüyle bir yana bırakamamasına ya da bir biyolog, kimyayı bütünüyle yok sayamamasına karşın, bir düzeyden uzak bir düzeye hemen hemen hiç sızıntı yoktur. İnsanların kuark modelini, çekirdeklerin yapısını, elektron yörüngelerinin doğasını, kimyasal bağı, proteinlerin yapısını, bir hücredeki organelleri, hücreler arası iletişimi, insan bedeninin değişik organlarının fizyolojisini ya da organlar arasındaki karmaşık etkile-

şimleri zorunlu olarak anlamaksızın diğer insanlara dair sezgisel anlayışlara sahip olabilmesinin nedeni budur. İnsan için gerekli olan tek şey, en üst düzeyin nasıl hareket ettiğinin istiflenmiş bir modelidir; ve hepimizin bildiği gibi, bu modeller oldukça gerçekçi ve başarılıdır.

İstifleme ve Belirlenimcilik Arasında Ödenen Bedel

Bununla birlikte istiflenmiş bir modelin önemli belki de bir tek negatif özelliği vardır: genellikle kesin öndeyileme gücü yoktur. Yani istiflenmiş modelleri kullanarak, insanları kuarkların toplamı (ya da en alt düzeyde ne varsa) olarak görmek gibi olanaksız bir işten kendimizi kurtarırız; ama elbette böylesi modeller bize diğer insanların söylediklerimiz ya da yaptıklarımız karşısında nasıl tepki vereceklerine, neler hissedeceklerine ilişkin yalnızca olasılığa dayalı kestirimler sunabilir. Kısacası kümelenmiş üst düzey modeller kullandığımızda, yalınlık adına belirlenimciliği kurban ederiz. İnsanların bir şakaya nasıl tepki vereceklerinden emin olmamamıza karşın, gülmek ya da gülmemek gibi bir şey yapacakları beklentisi içinde oluruz – bunlar en yakın bayrak direğine tırmanmaktan daha çok beklenen tepkilerdir. (Gerçi Zen ustaları bu sonuncuyu da yapabilirler!) İstiflenmiş bir model davranışın içine düşeceği beklenen "uzay"ı tanımlar ve onu bu uzayın değişik kısımlarına düşme olasılıklarını belirler.

"Bilgisayarlar Yalnızca Onlara Yapmalarını Söylediklerinizi Yapabilirler"

Bu düşünceler, bileşik fiziksel dizgelere olduğu kadar bilgisayar programlarına da uygulanabilir. Eski bir deyiş vardır: "Bilgisayarlar yalnızca onlara yapmalarını söylediklerinizi yapabilirler." Bu bir bakıma doğrudur, ama şu noktayı gözden kaçırır: bir bilgisayara yapmasını söylediğiniz şeyin sonuçlarını önceden bilmezsiniz; demek ki, onun davranışı sizin için, bir kişininki kadar şaşırtıcı, afallatıcı ve öngörülemez olabilir. Önceden çıktının içine düşeceği *uzayı* genel olarak bilirsiniz, ama onun düşeceği yerin detaylarını bilmezsiniz. Örneğin π'nin ilk bir milyon basamağını hesaplamak için bir program yazabilirsiniz. Programınız π'nin ileri basamaklarını sizin yapabileceğinizden çok daha hızlı dökebilir – ama bilgisayarın programlayıcısını geçmesi olgusu bir paradoks oluşturmaz. Çıktının içinde yer alacağı uzayı –yani 0 ve 9 arasındaki basamakların uzayı– bilirsiniz; bir anlamda programın davranışının

istiflenmiş bir modeline sahipsinizdir; ama eğer geri kalanını biliyor olsaydınız zaten bu programı yazmazdınız.

Bu eski tüfeğin paslandığını gösteren bir başka durum daha vardır. Bu, daha üst düzey dillerde program yaparken, bilgisayardan yapmasını söylediğiniz şeyi kesin olarak gittikçe daha az bildiğiniz gerçeğidir. Çevirinin katmanları, karmaşık bir programın "ön ucunu" edimsel makine dili komutlarından ayırabilir. Düşündüğünüz ve programladığınız düzeyde deyimleriniz, buyruklara ya da emirlere benzemekten daha çok bildirgelere ve önerilere benzer. Ve üst-düzey bir deyimin girdisi tarafından harekete geçirilen tüm içsel gümbürtü sizin için genel olarak görünmez olur, tıpkı bir sandviç yerken, onun tetiklediği sindirim sürecinin bilinçli olarak farkına varmanızın gerekmediği gibi.

Her durumda, ilk olarak ünlü hatıratında Lady Lovelace tarafından ortaya atılan, "bilgisayarlar yalnızca yapmaları söylenilen şeyleri yapabilirler" düşüncesi öylesine yaygın ve "bilgisayarlar düşünemezler" düşüncesiyle öylesine bağlantılıdır ki, konuyla ilgili olgunluk düzeyimiz gelişince buna sonraki bölümlerde döneceğiz.

İki Dizge Tipi

Birçok parçadan inşa edilen dizgenin iki tipi arasında önemli bir bölünme vardır. İçlerinde bazı parçaların davranışlarının diğer parçaların davranışlarını *iptal etme* eğiliminde olduğu ve bunun, büyük oranda benzer üst düzey davranışlar ortaya çıktığı için, alt düzeyde ne olup bittiğinin önemli olmaması sonucunu doğurduğu dizgeler vardır. Bu tür dizgenin bir örneği bir gaz kabıdır, burada bütün moleküller, oldukça karmaşık mikroskobik biçimlerde birbirlerine vururlar ve çarparlar; ama makroskobik bakış açısından toplam sonuç, belirli bir ısı, basınç ve hacme sahip durgun, kararlı bir dizgedir. Ayrıca tek bir alt-düzey olayın etkisinin *büyütülüp* muazzam bir üst-düzey sonuca yol açar gibi göründüğü dizgeler vardır. Böylesi bir dizge, bir topun her bir direğe çarpma açısının iniş yolunun geri kalanının belirlenmesinde can alıcı öneme sahip olduğu kumar otomatıdır.

Bilgisayar bu iki tip dizgenin incelikli bir bileşimidir. Teller gibi son derece öngörülebilir bir tarzda davranan alt-birimler içerir: bunlar elektriği Ohm yasasına göre iletirler; bu, milyarlarca rastgele etkinin birbirini iptal edip, öngörülebilir toplam bir davranış ürettiği, istatistik etkilere bağımlı olduğundan, kaplardaki gazları yöneten yasalara benzeyen, istiflenmiş bir yasadır. Ayrıca bilgisayar, yazıcı gibi, davranışı incelikli akım örüntüleriyle belirlenen

makroskobik alt birimler de içerir. Yazıcının bastığı, hiçbir şekilde, birbirini iptal eden birçok mikroskobik etki tarafından yaratılmaz. Aslında çoğu bilgisayar programında, programdaki her tek bit, basılan çıktıda kritik bir rol oynar. Eğer herhangi bir bit değiştirilirse, çıktı da önemli ölçüde değişir. Yalnızca "güvenilir" altdizgelerden –yani davranışları istiflenmiş betimlemelerle güvenli bir biçimde öngörülebilen altdizgelerden– meydana gelmiş dizgeler günlük yaşamımızda son derece önemli roller oynarlar, çünkü bunlar kararlılık halinin temel taşlarıdır. Duvarların yıkılmayacağına, yolların dün gittikleri yönde uzanacağına, güneşin parlayacağına, saatlerin zamanı doğru olarak bildireceğine vb güveniriz. Böylesi dizgelerin istiflenmiş modelleri hemen hemen bütünüyle belirlenimcidir. Elbette yaşamlarımızda oldukça önemli bir rol oynayan diğer dizge türü, doğrudan gözlemleyemediğimiz –ve genellikle çok sayıda olan– içsel mikroskobik parametrelere bağımlı olan değişken davranışa sahip bir dizgedir. Böylesi bir dizgeye ilişkin istiflenmiş modelimiz zorunlu olarak işlem "uzayı"na dayanır ve bu uzayın farklı bölgelerine düşme konusunda olasılıkçı kestirimleri içerir.

Daha önce işaret ettiğim gibi, birçok birbirini götüren etkiden dolayı güvenilir bir dizge olan bir gaz kabı, fiziğin belirlenimci, kesin yasalarına uyar. Böylesi yasalar *istiflenmiş yasalardır*; bir bütün olarak gazla ilgiliyken onun oluşturucu öğelerini yoksayarlar. Dahası bir gazın mikroskobik ve makroskobik betimlemelerinde bütünüyle farklı terimler kullanılır. Önceki, her tek bileşen molekülün konumunun ve hızının belirlenmesini gerektirir; sonraki ise yalnızca üç yeni niceliğin belirlenmesini gerektirir: ısı, basınç ve hacim; bunlardan ilk ikisinin mikroskobik karşılıkları bile yoktur. Bu üç parametreyi birbirine bağlayan basit matematiksel ilişki $-pV = cT$, burada c bir sabittir– alt-düzey görüngülere bağımlı olan, ama yine de onlardan bağımsız olan bir yasadır. Daha az paradoksal olarak ifade etmek gerekirse, bu yasa moleküler düzeyi yöneten yasalardan türetilebilir; bu anlamda o daha alt düzeye bağımlıdır. Öte yandan isterseniz, daha alt düzeyi tamamıyla ihmal edebilmenize izin veren bir yasadır; bu anlamda da daha alt düzeyden bağımsızdır.

Üst düzey yasanın alt düzey betimlemenin sözcük dağarcığı içinde ifade edilemeyeceğini fark etmek önemlidir. "Basınç" ve "ısı" yalnızca alt düzey deneyimiyle iletilemeyen yeni terimlerdir. Biz insanlar ısı ve basıncı doğrudan algılarız; yapımlanış tarzımız böyledir, bu nedenle bu yasayı bulmuş olmamız şaşırtıcı değildir. Ama gazları yalnızca kuramsal matematiksel yapılar olarak bilen yaratıkların bu yasayı keşfetmeleri için yeni kavramlar sentezleme yeteneğine sahip olmaları gerekirdi.

Gölgeolaylar

Bu bölümü toparlamak için karmaşık bir dizge hakkmdaki bir öykü anlatmak isterim. Bir gün kullandığım bilgisayar için iki dizge programcısıyla konuşuyordum. İşletim dizgesinin yaklaşık otuzbeş kullanıcıyı büyük bir rahatlıkla idare edebilir gibi göründüğünü söylediler, ama otuzbeş ve yukarısı söz konusu olduğunda, tepki süresi aniden öylesine yavaşlıyordu ki, oturumu kapatıp başkonuma gidebilir ve uzun süre bekleyebilirdiniz. Şakayla şöyle dedim, "Bunu halletmek kolay, işletim dizgesinde '35' sayısının saklandığı yeri bulup onu '60'a çevirirsin olur biter!" Herkes güldü. Mesele elbette böyle bir yerin olmayışı. O halde bu kritik sayı –35 kullanıcı– nereden geliyor? Yanıt: *o, tüm dizge örgütleşiminin görünür bir sonucudur – bir "gölgeolay"dır.*

Benzer bir biçimde, bir kısa mesafe koşucusuyla ilgili olarak, "100 yardayı 9.3 saniyede koşmasını sağlayan '9.3' nerede saklıdır?" diye sorabilirsiniz. Açıktır ki hiçbir yerde saklanmamıştır. Koşma zamanı nasıl yapımlandığının, tepki süresinin ne olduğunun, koşarken birbiriyle etkileşen milyonlarca etkenin sonucudur. Bu süre yeniden üretilebilir, ama bedenin herhangi bir yerinde saklanmış değildir. Bedeninin bütün hücrelerine yayılmıştır ve kendini yalnızca koşma ediminde açığa çıkarır.

Gölgeolaylar çoktur. "Go" oyununda "iki göz yaşar" özelliği vardır. Kuralların içinde bulunmaz, ama kuralların bir sonucudur. İnsan beyninde saflık vardır. Siz ne kadar safsınız? Saflığınızın yeri beyninizdeki "saflık merkezi" midir? Bir sinir cerrahı buraya ulaşıp saflığınızı azaltacak incelikli bir ameliyat yapabilir mi? Eğer buna inanıyorsanız, siz oldukça safsınız demektir. Belki de böyle bir ameliyatı düşünmelisiniz.

Zihin Karşısında Beyin

Beyni tartışacağımız gelecek bölümlerde, beynin üst düzeyinin –zihin– hem onlara bağımlı olduğu hem de bağımlı olmadığı alt düzeyleri anlamaksızın anlaşılıp anlaşılamayacağını inceleyeceğiz. Beyin hücrelerindeki mikroskobik etkinliği yöneten alttaki yasalardan "tecrit edilmiş" düşünme yasaları var mıdır? Zihin beynin üstünden "sıyrılıp alınabilir" ve diğer dizgelere nakledilebilebilir mi? Yoksa düşünce süreçlerinin derli toplu ve modüler alt sistemler içinde açığa çıkarılması olanaksız mıdır? Beyin, daha çok, bir atom, yeniden normalleştirilmiş bir elektron, bir çekirdek, bir nötron ya da bir kuark gibi midir? Bilinç bir gölgeolay mıdır? Zihni anlamak için sinir hücreleri düzeyine kadar bütün bir yolun katedilmesi mi gerekir?

Şekil 60. [Yazarın çizimi.]

. . . sonra dört füg sesi birer birer katılır.)

Akhilleus: Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama sorunun yanıtı resimde gizlenmiş, karşımızda duruyor. Yalnızca tek bir sözcük – ama çok önemli: "MU!"

*Ccrab [YYengeç]:** Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama sorunun yanıtı resimde gizlenmiş, karşımızda duruyor. Yalnızca tek bir sözcük – ama çok önemli: "BÜTÜNCÜLÜK!"

Akhilleus: Dur bir dakika. Nasıl olur da görmezsin. Bu resmin mesajının "BÜTÜNCÜLÜK" değil "MU" olduğu gün gibi ortada!

Yengeç: Kusura bakma, ama benim görüş gücüm oldukça iyidir. Lütfen bir daha bak ve resim benim dediğimi demiyor mu, söyle!

Karıncayiyen: Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama sorunun yanıtı resimde gizlenmiş, karşımızda duruyor. Yalnızca tek bir sözcük – ama çok önemli: "İNDİRGEMECİLİK!"

Yengeç: Dur bir dakika. Nasıl olur da görmezsin. Bu resmin mesajının "İNDİRGEMECİLİK" değil "BÜTÜNCÜLÜK"[▽] olduğu gün gibi ortada!

Akhilleus: Aldanan aldanana! Bu resmin mesajı "BÜTÜNCÜLÜK" değil, "İNDİRGEMECİLİK" değil, "MU" ve bu çok kesin.

Karıncayiyen: Kusura bakma, ama benim görüş gücüm oldukça keskindir. Lütfen bir daha bak ve resim benim dediğimi demiyor mu, söyle!

Akhilleus: Resmin iki parçadan oluştuğunu ve onların her birinin de birer harf olduğunu görmüyor musunuz?

Yengeç: İki parça konusunda haklısın, ama bunların ne olduğuna ilişkin saptaman yanlış. Soldaki parça tamamıyla tek sözcüğün üç kopyasından oluşuyor: "BÜTÜNCÜLÜK;" sağdaki parça ise aynı sözcüğün daha küçük harflerle yazılmış birçok kopyasından oluşuyor. İki parçadaki harflerin neden farklı boyutlarda olduğunu bilmiyorum, ama ne gördüğümü biliyorum ve gördüğüm "BÜTÜNCÜLÜK" gün gibi ortada. Nasıl başka bir şey gördüğünüzü anlamıyorum.

---

* Orijinal metindeki C ikilemesini verebilmek için CCrab [YYengeç] bırakılmıştır – çn.

▽ HOLISM [BÜTÜNCÜLÜK] ve REDUCTIONISM [İNDİRGEMECİLİK], aynı zamanda bkz. Şekil 60 –çn.

Karıncayiyen: İki parça konusunda haklısın, ama bunların ne olduğuna ilişkin saptaman yanlış. Soldaki parça tamamıyla tek sözcüğün birçok kopyasından oluşuyor: "İNDİRGEMECİLİK;" sağdaki parça ise aynı sözcüğün daha büyük harflerle yazılmış tek bir kopyasından oluşuyor. İki parçadaki harflerin neden farklı boyutlarda olduğunu bilmiyorum, ama ne gördüğümü biliyorum ve gördüğüm "İNDİRGEMECİLİK" gün gibi ortada. Nasıl başka bir şey gördüğünüzü anlamıyorum.

Akhilleus: Burada neler döndüğünü anladım. Her ikiniz de diğer harflerden oluşan ya da onları oluşturan harfleri görüyorsunuz. Sol taraftaki parçada gerçekten de üç BÜTÜNCÜLÜK var, ama bunların her biri "İNDİRGEMECİLİK" sözcüğünün daha küçük kopyalarından oluşuyorlar. Ve tümleyici biçimde, sağdaki parçada gerçekten de bir "İNDİRGEMECİLİK" var, ama "BÜTÜNCÜLÜK" sözcüğünün daha küçük kopyalarından oluşturulmuş. Buraya kadar iyi hoş, ama siz aptalca dalaşınızın içinde aslında ağaçlardan ormanı göremiyorsunuz. Bakın, konuyu anlamanın uygun yolu "MU" yanıtını vererek soruyu aşmakken, "BÜTÜNCÜLÜK" mü, İNDİRGEMECİLİK" mi diye tartışmak doğru mu?

Yengeç: Şimdi resmi senin betimlediğin gibi görüyorum Akhilleus, ama "soruyu aşmak" gibi tuhaf bir ifadeyle ne demek istediğin konusunda hiçbir fikrim yok.

Karıncayiyen: Şimdi resmi senin betimlediğin gibi görüyorum Akhilleus, ama "MU" gibi tuhaf bir ifadeyle ne demek istediğin konusunda hiçbir fikrim yok.

Akhilleus: İkinize de açıklamaktan memnuniyet duyarım, ama önce siz bana bir iyilik yapıp "BÜTÜNCÜLÜK" ve "İNDİRGEMECİLİK" tuhaf ifadeleriyle ne demek istediğinizi söyleyin.

Yengeç: BÜTÜNCÜLÜK dünyada kavranılması en doğal şeydir. Basitçe "bütün, parçalarının toplamından daha büyüktür" inancıdır. Sağduyulu hiç kimse bütüncülüğü reddedemez.

Karıncayiyen: İNDİRGEMECİLİK dünyada kavranılması en doğal şeydir. Basitçe "bütün eğer parçalarını ve onların 'toplam'ının doğası anlarsanız tamamen anlaşılabilir" inancıdır. Sol beyinli hiç kimse indirgemeciliği reddedemez.

Yengeç: Ben indirgemeciliği reddediyorum. Bana örneğin bir beynin indirgemeci bir biçimde nasıl anlaşılabileceğini söyle bakalım. Bir beynin indirgemeci bir açıklaması, bir beyin tarafından yaşantılanan bilinçliliğin nereden çıktığını açıklamakta kaçınılmaz olarak yetersiz kalacaktır.

Karıncayiyen: Ben bütüncülüğü reddediyorum. Bana örneğin bir karınca kolonisinin bütüncü betimlemesinin, onun içindeki karıncaların ve rollerinin ve onların aralarındaki ilişkilerinin betimlenmesinden nasıl daha fazla aydınlatıcı olabileceğini söyle bakalım. Bir karınca kolonisinin bütüncü bir açıklaması, bir karınca kolonisi tarafından yaşantılanan bilinçliliğin nereden çıktığını açıklamakta kaçınılmaz olarak yetersiz kalacaktır.

Akhilleus: Ah, hayır! Yapmak istediğim son şey bir diğer tartışmayı alevlendirmekti. Her neyse, tartışmayı şimdi anladım, benim "MU" açıklamamın büyük yardımı olacağına inanıyorum. Bakın, "MU" bir soruya karşılık verildiği zaman soruyu YOKSAYAN; onu sorulmamış kılan eski bir Zen yanıtıdır. Burada soru şu olabilir gibi görünüyor, "Dünya bütüncülük aracılığıyla mı yoksa indirgemecilik aracılığıyla mı anlaşılmalı?" Ve "MU"nun yanıtı şu ya da bu seçilmeli şeklinde ortaya çıkan sorunun öncüllerini reddeder. Soruyu yoksayarak, daha geniş bir hakikati açığa çıkarır: hem bütüncü hem de indirgemeci açıklamaların uyumlu olduğu daha geniş bir bağlamın varolduğunu.

Karıncayiyen: Saçma! Senin "MU"n ineğin möö'sü kadar aptalca. Ben bu Zen patırtılarına metelik vermem.

Yengeç: Gülünç! Senin "MU"n kedinin miyav'ı kadar aptalca. Ben bu Zen pıtırtılarına metelik vermem.

Akhilleus: Ah, tanrım! Böyle bir yere varamayız. Sen ne diye böyle garip bir sessizliğe gömüldün Bay Tosbağa? Bu durum beni rahatsız ediyor. Bir şekilde bu güçlükten sıyrılmaya yardım etmen gerekmiyor mu?

Tosbağa: Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama sorunun yanıtı resimde gizlenmiş, karşımızda duruyor. Yalnızca tek bir sözcük – ama çok önemli: "MU"!

(Tam bunu söylediği sırada, füğdeki dördüncü ses, birinci girişten tam bir oktav altta çalınmaya başlar.)

Akhilleus: Ah Bay T, beni bir kez daha düş kırıklığına uğrattın. Ben, nesnelerin içindekini her zaman derinlemesine gören senin bu ikilemi çözeceğinden emindim – ama görünüşe bakılırsa sen benim gördüğümden ötesini görmüyorsun. Neyse, bir kez daha Bay Tosbağa kadar ileriyi görebilmek doğrusu beni sevindirdi.

Tosbağa: Kusura bakma, ama benim görüş gücüm fazlasıyla iyidir. Lütfen bir daha bak ve resim benim dediğimi demiyor mu, söyle bana.

Akhilleus: Tabii ki öyle! Sen sadece benim gözlemimi yineliyorsun.

Tosbağa: Bu resimdeki "MU" senin tahayyül ettiğinden daha derinde olabilir Akhilleus – bir oktav altta (eğretilemeyle konuşmak gerekirse). Ama şimdilik tartışmayı soyutta çözebileceğimizden emin değilim. Bütüncü ve indirgemeci bakış açılarını daha belirtik olarak görmek isterdim; o zaman karar vermek için daha sağlam bir temelimiz olurdu. Bir karınca kolonisinin indirgemeci bir betimlemesini dinlemeyi çok isterdim örneğin.

Yengeç: Belki de Dr. Karıncayiyen sana bu konudaki deneyimleriyle ilgili bir şeyler söyleyebilir. Ne de olsa bu konuda meslekten uzman sayılır.

Tosbağa: Eminim senden öğreneceğimiz çok şey vardır, Dr. Karıncayiyen. Bize, indirgemeci bir bakış açısından, karınca kolonileri hakkında daha fazla bir şeyler anlatabilir misin?

Karıncayiyen: Memnuniyetle. Bay Yengeç'in size söylediği gibi, mesleğim sayesinde karınca kolonilerini anlamakta oldukça yol aldım.

Akhilleus: Nasıl olduğunu canlandırabiliyorum! Karıncayiyicilik mesleği karınca kolonileri üstüne uzman olmakla eşanlamlı gibi görünüyor!

Karıncayiyen: Rica ederim. "Karıncayiyen" benim mesleğim değil türüm. Mesleğime gelince, ben bir koloni cerrahıyım. Cerrahi çıkarma tekniğiyle koloninin sinir bozukluklarını düzeltme konusunda uzmanlaştım.

Akhilleus: Ah, anladım. Ama bir karınca kolonisinin "sinir bozuklukları" demekle ne demek istiyorsun?

Karıncayiyen: Müşterilerimin çoğu bir tür konuşma bozukluğu çekiyor. Bilirsiniz, günlük durumlarda sözcükleri el yordamıyla aramak zorunda olan koloniler. Bu çok trajik olabilir. Ben bu durumu, koloninin kusurlu parçasını, ehmm, çıkararak giderme yoluna gittim. Bu operasyonlar bazen fazlasıyla gereklidir ve bunları yapmak elbette yıllar süren araştırmaları gerektirir.

Akhilleus: Ama birinin konuşma bozukluğu çekmesi için konuşma yetisine sahip olması gerekmez mi?

Karıncayiyen: Doğru.

Akhilleus: Karınca kolonilerinin böyle bir yetisi olmadığına göre, doğrusu biraz şaşırdım.

Yengeç: Dr. Karıncayiyen ile Hillary Teyze geçen hafta evime konuk olmuşlardı, yazık ki sen yoktun Akhilleus. O zaman seni de davet etmeliydim.

Akhilleus: Hillary Teyze senin teyzen mi Bay Yengeç?

Yengeç: Ah, hayır, aslında kimsenin teyzesi değil.

Karıncayiyen: Ama zavallı tatlı kadın herkesin, hatta yabancıların bile, ken-

disine teyze demesinde ısrar eder. Bu da onun tuhaf hoşluklarından biridir.

Yengeç: Evet, Hillary Teyze çok egzantrik, ama çok keyifli bir ihtiyar. Geçen hafta seni onunla tanıştırmamış olmam gerçekten çok yazık.

Karıncayiyen: O, tanıma şansına sahip olduğum en eğitimli karınca kolonilerinden biridir. İkimiz birçok konu hakkında enine boyuna konuşarak uzun geceler geçirdik.

Akhilleus: Karıncayiyenlerin, karınca-entelektüelliğinin hamileri değil, karınca yutucuları olduklarını sanırdım!

Karıncayiyen: Şey, elbette ikisi karşılıklı olarak tutarsız değildir. Ben karınca kolonileriyle çok iyi anlaşırım. Benim yediklerim yalnızca KARINCALAR, koloniler değil – ve bu iki taraf için de iyi; benim için de koloni için de.

Akhilleus: Nasıl olur da–

Tosbağa: Nasıl olur da–

Akhilleus: –karıncalarının yenmesinin bir karınca kolonisine yararı olabilir?

Yengeç: Nasıl olur da–

Tosbağa: –bir orman yangınının ormana yararı olabilir?

Karıncayiyen: Nasıl olur da–

Yengeç: –dallarının budanmasının bir ağaca yararı olabilir?

Karıncayiyen: –saçının kesilmesinin Akhilleus'a yararı olabilir?

Tosbağa: Büyük bir olasılıkla, hepiniz bu Bach füginde geçen güzelim strettoyu fark etmeyecek kadar tartışmaya daldınız.

Akhilleus: Stretto nedir?

Tosbağa: Ah, özür dilerim; bu terimi bildiğini sanıyordum. Bir temanın girişler arasında çok küçük gecikmelerle, peşpeşe seslerle tekrar tekrar girmesidir.

Akhilleus: Yeterince füg dinlersem yakında bu terimlerim hepsini öğrenir ve gösterilmesi gerekmeden kendi başıma ayırt edebilirim.

Tosbağa: Beni bağışlayın dostlar. Böldüğüm için kusura bakmayın. Dr. Karıncayiyen karıncaları yemekle bir karınca kolonisinin dostu olmanın birbirleriyle tamamen tutarlı olduğunu anlatmaya çalışıyordu.

Akhilleus: Doğrusu ben, sınırlı ve düzenli miktarda karınca tüketmenin bir koloninin toplam sağlığını nasıl geliştireceğini anlayamıyorum – ama bütün bu konuşmada daha da şaşırtıcı olan karınca kolonileriyle konuşma kısmı. Bu olanaksız. Bir karınca kolonisi, sadece çevrede dolaşarak rastgele yiyecek arayan ve yuva yapan, birey karıncalardan oluşan bir öbektir.

Karıncayiyen: Ağaçları görüp ormanı görmemekte ısrar edersen bunu bu şekilde anlayabilirsin Akhilleus. Aslında bütün olarak bakıldığında, karınca kolonileri, zaman zaman dil becerisi de dahil olmak üzere kendilerine özgü nitelikleriyle çok iyi tanımlanmış birimlerdir.

Akhilleus: Kendimi ormanın ortasında yüksek sesle bağırır ve buna bir karınca kolonisinden yanıt alırken hayal edemiyorum.

Karıncayiyen: Aptal dostum benim! Bu şekilde olmaz. Karınca kolonileri yüksek sesle değil yazıyla konuşurlar. Karıncaların şuraya buraya giden izleri nasıl oluşturduklarını biliyor musun?

Akhilleus: Ah, evet – genellikle mutfak lavabosundan çıkıp doğruca benim şeftali reçelime giderler.

Karıncayiyen: Gerçekten de bazı izler kodlanmış biçimde bilgi içerirler. Dizgeyi bilirsen, ne dediklerini aynı bir kitap gibi okuyabilirsin.

Akhilleus: İlginç. Peki onlarla iletişim de kurulabilir mi?

Karıncayiyen: Hiç sorun olmadan. Hillary Teyze ile ben saatlerce böyle sohbet ederiz. Ben bir değnek alır nemli toprağa çizgiler çizerim ve izlerimi takip eden karıncaları seyrederim. Çok geçmeden, bir yerlerden yeni bir iz oluşmaya başlar. İzlerin gelişimini izlemeye bayılırım. Onlar oluşurken, nasıl devam edeceklerini tahmin ederim (ve çoğunlukla yanlış tahminde bulunurum). İzler tamamlandığında, Hillary Teyze'nin ne düşündüğünü anlarım ve ben de yanıtımı çizerim.

Akhilleus: Tek söyleyebileceğim, bu kolonide şaşırtıcı derecede zeki karıncalar olması gerektiği.

Karıncayiyen: Sanırım sen buradaki düzey farklarım kavramakta hâlâ güçlük çekiyorsun. Aynı tek bir ağaçla bir ormanı asla karıştırmaman gerektiği gibi, burada da bir karıncayı koloni olarak ele almamalısın. Bak, Hillary Teyze'deki bütün karıncalar olabildiğince sessizler ve zekâdan yoksunlar. İncecik boyunlarını kurtarmak için konuşamazlar!

Akhilleus: Öyleyse konuşma yeteneği nereden geliyor? Koloninin içinde bir yerlerde bulunmalı! Eğer Hillary Teyze seni saatlerce şakalarıyla eğlendirebiliyorsa, bütün karıncaların nasıl zekâdan yoksun olabildiklerini anlamıyorum.

Tosbağa: Bu durum nöronlardan oluşan bir insan beyninin içeriğine benziyor gibi geliyor bana. Elbette birinin zeki bir sohbet edebilmesi olgusunu açıklamak için hiç kimse bireysel beyin hücrelerinin kendi başlarına zeki varlıklar olmaları gerektiğinde ısrar etmez.

Akhilleus: Ah, hayır, kesinlikle değil. Beyin hücreleriyle ilgili olarak ne de-

mek istediğini tam olarak anladım. Ancak ... karıncalar tamamıyla farklı bir konu. Yani karıncalar canları istediği gibi dolaşırlar, tamamıyla rastgele, ara sıra şans eseri bir yiyecek kırıntısı bulurlar... İstediklerini yapmakta özgürdürler ve bu özgürlükle, bütün olarak bakıldığında, davranışları nasıl tutarlı bir şeye eşit olur hiç anlamıyorum – özellikle konuşmak için gerekli olan beyin davranışı gibi oldukça tutarlı bir şeye.

Yengeç: Bana karıncalar yalnızca belli kısıtlamalar içinde özgürler gibi geliyor. Örneğin dolaşmakta, birbirlerine sürtünmekte, küçük parçaları toplamakta, izler üstünde çalışmakta filan özgürler. Ama ne yaparlarsa yapsınlar o küçük dünyanın, içinde bulundukları karınca-dizgesinin dışına asla çıkamazlar. Bu asla başlarına gelmez, çünkü bu tür bir şeyi tahayyül edecek zihniyete sahip değillerdir. Dolayısıyla karıncalar belli türde görevleri belli şekillerde yerine getireceklerine tamamıyla kendilerine güvenebileceğiniz bileşenlerdir.

Akhilleus: Ama öyleyse bile, bu sınırlar içinde yine de özgürler ve rastgele hareket ederler, Dr. Karmcayiyen'in yalnızca bileşenleri olduklarını öne sürdüğü daha üst düzey bir varlığın düşünce düzeneklerine hiç aldırmadan tutarsızca oradan oraya koşuşturabilirler.

Karıncayiyen: Ah, ama bir şeyi atlıyorsun Akhilleus – istatistiğin düzenliliği.

Akhilleus: O da ne?

Karıncayiyen: Örneğin karıncalar bireyler olarak rastgele geziniyor gibi görünseler bile, çok sayıda karınca söz konusu olduğunda, bu kaostan ortaya kimi genel eğilimler çıkar.

Akhilleus: Ah, ne demek istediğini anlıyorum. Gerçekte karınca izleri böyle bir görüngü için kusursuz bir örnektir. Tek bir karınca açısından gerçekten elimizde öngörülemez bir hareket vardır – yine de izin kendisi iyi tanımlanmış ve sabit görünmektedir. Elbette bu, bireysel karıncaların bütünüyle rastgele koşuşturmadığı anlamına gelmelidir.

Karıncayiyen: Aynen öyle Akhilleus. Karıncalar arasında belli derecede bir iletişim var, bu da onları tamamıyla rastgele gezinmekten alıkoymaya yetiyor. Bu asgari iletişim sayesinde birbirlerine yalnız olmadıklarını, takım arkadaşlarıyla işbirliği içinde olduklarını anımsatabilirler. Bu herhangi bir etkinliği –iz oluşturmak gibi– herhangi bir zaman süresince sürdürmek için birbirini destekleyen çok sayıda karıncayı gerektirir. Benim beyinlerin çalışmasına dair puslu anlayışım, beni, nöronların ateşlenmesinde de benzeri bir şey olduğu inancına götürüyor. Öyle değil mi Bay Yengeç, diğer bir nöron ateşlemesi için bir grup nöron ateşlemesi gerekmiyor mu?

Yengeç: Kesinlikle. Akhilleus'un beynindeki nöronları ele alalım örneğin. Her bir nöron girdi hatlarına bağlı nöronlardan sinyaller alır ve girişlerin toplamı herhangi bir anda kritik bir eşiği aşarsa o zaman o nöron ateşlenecek ve kendi çıktı darbesini sırayla ateşlenen nöronlara gönderecektir – ve hat boyunca böyle devam eder. Nöral kıvılcım Akhilleus yoluna amansızca dalarak, tatarcığa aç bir kırlangıcın saldırısından daha tuhaf biçimde ilerler; her kıvrım, her dönüş, duyusal girdi mesajları karışana dek Akhilleus'un beynindeki nöral yapı tarafından önceden belirlenmiştir.

Akhilleus: Normalde, ne düşündüğümün BENİM denetimim altında olduğumu sanıyorum – ama senin konuyu ortaya koyuşunda her şey tersine dönüyor, dolayısıyla da, sanki "BEN" yalnızca bütün bu sinirsel yapı ve doğa yasasının sonucuymuş gibi görünüyor. Bu, benim KENDİM olarak düşündüğümü, en iyisinden doğa yasasıyla yönetilen bir organizmanın yan ürünü ve en kötüsünden benim çarpık perspektifim tarafından üretilen bir yapay kavram haline getiriyor. Başka deyişle eğer bir şeysem, sen bana *kim –ya da ne– olduğumu bilmediğim duygusunu verdin.*

Tosbağa: Konu derinleştikçe daha da iyi anlayacaksın. Ama Dr. Karmcayiyen – sen bu benzerliğe ne diyorsun?

Karıncayiyen: İki farklı dizgede koşut bir şeylerin olduğunu biliyordum. Şimdi bunu daha iyi anlıyorum. Tutarlı olan grup görüngüleri –örneğin iz-yapımı– *yalnızca belli bir eşik sayıda karınca söz konusuysa* ortaya çıkacaktır. Birkaç karınca tarafından bir yerde rastgele de olsa bir işe girişilmişse, iki şeyden biri olabilir: ya bu girişim kısa bir patırtıdan sonra fos diye sönecektir–

Akhilleus: İşi yürütecek yeterince karınca olmadığı zamanki gibi mi?

Karıncayiyen: Kesinlikle. Diğer bir olasılık, kritik bir karınca kütlesinin mevcut olması ve gittikçe daha fazla karıncanın sahneye çıkmasıyla girişimin bir çığ gibi büyümesidir. Bu ikinci durumda bütün bir "takım" tek bir proje üzerinde çalışan bir varlık haline gelecektir. Bu proje iz-oluşturma ya da yiyecek-toplama olabilir ya da yuvayı korumayla ilgili olabilir. Küçük ölçekte bu şema oldukça basit olmasına karşın büyük ölçekte oldukça karmaşık sonuçlar doğurabilir.

Akhilleus: Senin ana hatlarını çizdiğin şekliyle, kaostan düzenin çıkması genel fikrini kavrayabiliyorum, ama bu konuşma yeteneğinden hâlâ oldukça uzak bir durum. Ne de olsa bir gazın molekülleri birbirlerine rastgele çarptığında da kaostan düzen çıkıyor – ama sonuçta ortaya çıkan üç parametreyle –hacim, basınç ve ısı– karakterize edilebilen biçimsiz bir kütle-

dir. Bu da dünyayı anlama ya da onun hakkında konuşma yeteneğinden çok uzaktır!

Karıncayiyen: Aslında bu, bir karınca kolonisinin davranışının açıklanması ile bir kap içindeki gazın davranışının açıklanması arasındaki çok ilginç farkı da aydınlatıyor. Bir gazın davranışı bütünüyle moleküllerinin istatistiksel özellikleri hesaplanarak açıklanabilir. Gazın kendisi dışında, moleküllerden daha üst düzey yapı öğelerini tartışmaya gerek yoktur. Öte yandan bir karınca kolonisinde, yapının birkaç katmanını gözden geçirmeden koloninin etkinliklerini anlamaya başlayamazsın bile.

Akhilleus: Ne demek istediğini anlıyorum. Bir gazda en alt düzeyden –moleküllerden– en üst düzeye –bütün gaza– atlıyorsun. Hiçbir ara örgütleşim düzeyi yok. Peki, bir karınca kolonisinde örgütlü bir etkinliğin ara düzeyleri nasıl ortaya çıkıyor?

Karıncayiyen: Bu bir koloni içindeki birkaç farklı çeşitte karıncanın varlığıyla ilgili bir şeydir.

Akhilleus: Tabii ya. Sanırım bununla ilgili bir şeyler duymuştum. Bunlara "kastlar" deniyor, değil mi?

Karıncayiyen: Doğru. Kraliçeden başka, pratik olarak yuvanın bakımına yönelik hiçbir şey yapmayan erkekler vardır ve sonra–

Akhilleus: Elbette askerler var– Komünizme Karşı Şanlı Savaşçılar!

Yengeç: Hmm... Bu bana doğru gibi gelmiyor Akhilleus. Bir karınca kolonisi içsel olarak komünisttir, o zaman askerleri niye komünizme karşı savaşsınlar ki? Haksız mıyım, Dr. Karmcayiyen?

Karıncayiyen: Evet, koloniler konusunda haklısın Bay Yengeç; gerçekten de onlar bir biçimde komünist ilkelere dayanırlar. Ama askerler konusunda Akhilleus bir parça naif. Gerçekte bu sözde "askerler" savaşmakta hiç de usta değillerdir. Güçlü çeneleriyle her şeyi kapan, ama şanlı olmaktan çok uzak koca kafalı, hantal, ağır karıncalardır. Gerçek bir komünist devlette olduğu gibi, yüceltilmesi gerekenler işçilerdir. Yiyecek toplama, avcılık ve küçüklere bakmak gibi günlük işlerin çoğunu onlar yapar. Savaşanlar bile çoğunlukla onlardır.

Akhilleus: Peh. Ne saçma bir iş! Savaşmayan askerler!

Karıncayiyen: Dediğim gibi, onlar gerçekte asker değildir. Asker olanlar işçilerdir; askerler ise yalnızca koca kafalı tembellerdir.

Akhilleus: Ah, ne utanç verici! Ben karınca olsaydım, onları hizaya getirirdim! O koca kafalarına biraz akıl sokardım!

Tosbağa: Karınca olsaydın, ha? Sen nasıl karınca olabilirsin ki? Senin beyni-

ni bir karınca beyninin üstüne haritalamanın hiçbir yolu yok, o yüzden bu üstünde düşünmek için pek yararsız bir mesele gibi geliyor bana. Senin beynini bir karınca kolonisi üstüne haritalamayı önermek daha akıllıca olurdu... Ama konuyu dağıtmayalım. Dr. Karmcayiyen kastlar ve onların örgütleniminin daha üst düzeyleri içindeki rollerine ilişkin aydınlatıcı betimlemesine devam etsin.

Karıncayiyen: Tabii. Bir kolonide yapılması gereken birçok görev vardır ve bu nedenle birey karıncalar çeşitli alanlarda uzmanlaşırlar. Bir karıncanın uzmanlığı genellikle yaşına göre değişir. Ve elbette bu karıncanın kastına da bağlıdır. Herhangi bir anda, bir koloninin herhangi bir küçük alanında her tür karınca hazır bulunur. Elbette bir kast bazı yerlerde çok seyrek bazılarında ise yoğun olabilir.

Yengeç: Verili bir kastın yoğunluğu ya da uzmanlığı rastlantısal mıdır? Yoksa bir karınca türünün belli bölgelerde fazlasıyla yoğun, diğerlerinde daha az olmasının bir nedeni var mıdır?

Karıncayiyen: Bunu sormana sevindim, çünkü bir koloninin nasıl düşündüğünü anlamakta bunun çok büyük önemi vardır. Gerçekte bir koloni içindeki kastların bu hassas dağılımı çok uzun bir zaman içinde evrilir. Ve kolonin benimle söyleşebilme yeteneğinin altında yatan karmaşıklığa sahip olmalarını sağlayan da bu dağılımdır.

Akhilleus: Karıncaların ileri geri sürekli hareketleri çok hassas bir dağılım imkânını tamamıyla engeller gibi geliyor bana. Karıncaların bütünüyle rastgele hareketleri herhangi bir hassas dağılımı ortadan kaldıracaktır, aynı gaz içindeki moleküllerin hassas örüntüsünün her taraftan gelecek rastgele bir bombardımanla bir an bile süremeyeceği gibi.

Karıncayiyen: Bir karınca kolonisinde, durum tam tersidir. Aslında değişen durumlara kast dağılımını uyarlayan ve böylece hassas kast dağılımını koruyan kolonideki karıncaların kesinlikle sürekli ileri geri gidiş gelişleridir. Görüyorsunuz, kast dağılımı tek bir katı örüntü olarak kalamaz; tersine, bir bakıma koloninin gerçek-dünya durumuyla alışverişini yansıtacak şekilde sürekli olarak değişir ve koloninin karşılaştığı mevcut koşullara uyumlanmasını sağlayacak şekilde kast dağılımını güncelleştiren kesinlikle koloninin içindeki bu harekettir.

Tosbağa: Bir örnek verebilir misin?

Karıncayiyen: Seve seve. Ben, Karıncayiyen sıfatıyla Hillary Teyze'yi ziyaret ettiğim zaman bütün salak karıncalar benim kokumu alınca paniğe kapılırlar ve elbette ben gelmeden öncekinden tamamen farklı şekilde hareket ederler.

Akhilleus: Bu son derece anlaşılabilir bir şey. Ne de olsa sen koloninin can düşmanısın.

Karıncayiyen: Ah, hayır. Yine söylüyorum, ben koloninin düşmanı olmaktan çok Hillary Teyze'nin en gözde dostuyum. Ve Hillary Teyze, benim en gözde teyzem. Kolonide bulunan birey karıncaların tümü için çok korkutucu olduğumu söylemeliyim, ama bu tamamıyla başka bir konu. Her durumda görüyorsunuz ki, benim oraya varmama tepki olarak ortaya çıkan karıncalar hareketi karıncaların içsel dağılımını tamamıyla değiştiriyor.

Akhilleus: Bu açık.

Karıncayiyen: İşte bu sözünü ettiğim güncelleştirmedir. Yeni dağılım benim mevcudiyetimi yansıtır. Eski halden yenisine geçiş, koloniye bir "bilgi parçasının" eklenmesi olarak betimlenebilir.

Akhilleus: Bir koloni içindeki farklı tipteki karıncaların dağılımına nasıl "bir bilgi parçası" dersin?

Karıncayiyen: Şimdi burada hayati bir nokta var. Biraz daha açmak gerekiyor. Aslında her şey kast dağılımını betimlemeyi nasıl seçtiğine bağlı. Eğer alt düzeylerin –birey karıncalar– terimleriyle düşünürsen o zaman ağaçlardan ormanı göremezsin. Bu son derece mikroskobik bir düzeydir ve mikroskobik olarak düşündüğünde bir kısım geniş-ölçekli özellikleri gözden yitirmek zorunda kalırsın. Bu nedenle içinde kast dağılımını betimleyeceğin uygun üst-düzeyi bulmak zorundasın – ancak o zaman kast dağılımının birçok bilgi parçasını nasıl kodlayabildiği anlamlı olacaktır.

Akhilleus: Şey, içinde koloninin mevcut halini betimleyeceğin uygun boyutlardaki birimleri NASIL bulursun?

Karıncayiyen: En dipten başlayalım. Karıncalar bir şey yapılması gerektiğinde, işi yerine getirmek üzere bir araya gelen küçük "takımlar" oluştururlar. Daha önce bahsettiğim gibi, küçük karınca öbekleri sürekli olarak oluşur ve bozulurlar. Bir süre boyunca edimsel olarak varolanlar ise işte bu takımlardır ve onların ayrılmamalarının nedeni onların gerçekten yapacak bir şeylerinin olmasıdır.

Akhilleus: Daha önce, bir öbeğin eğer büyüklüğü belli bir eşiği aşarsa bir araya geleceğini söylemiştin. Şimdi ise bir öbeğin yapacak bir şeyi varsa bir araya geldiğini söylüyorsun.

Karıncayiyen: Bunlar eşdeğer önermelerdir. Örneğin yiyecek toplama durumunu ele alalım. Eğer gezinen bir karınca tarafından keşfedilen bir yerde önemsiz miktarda yiyecek varsa, bu karınca coşkusunu diğer karıncalara iletmeye çalıştığında, buna yanıt veren karıncaların sayısı yiyecek örneği-

nin büyüklüğüyle orantılı olacaktır – ve önemsiz bir miktar, eşiği aşacak kadar karıncanın ilgisini çekmeyecektir. Yapılacak bir şeyin olmadığını söylerken tam olarak kastettiğim şey – çok az olan yiyeceğin ihmal edilmesi gerektiğidir.

Akhilleus: Anlıyorum. Bu "takımlar"ın tek-karınca düzeyi ile koloni düzeyi arasındaki bir yere düşen yapı düzeylerinden biri olduğunu varsayıyorum.

Karıncayiyen: Tamamıyla öyle. Benim "sinyal" dediğim özel bir takım türü vardır – ve yapının bütün daha üst düzeyleri sinyallere dayanır. Aslında bütün daha üst düzey kendilikler, uyum içinde çalışan sinyallerin toplamlarıdır. Daha üst düzeylerde, üyeleri karıncalar değil, daha alt düzeylerdeki takımlar olan takımlar vardır. Sonunda en alt düzey takımlara –yani sinyallere– ve onların altındaki karıncalara ulaşırsın.

Akhilleus: Neden sinyallere bu ima dolu ad layık görülüyor?

Karıncayiyen: Adları işlevlerinden geliyor. Sinyallerin işi değişik uzmanlıklara sahip karıncaları koloninin uygun kısımlarına taşımaktır. Dolayısıyla bir sinyalin tipik öyküsü şöyledir: varkalım için gerekli eşiğin aşılmasıyla varlığa gelirler, sonra koloni içinde belli bir uzaklık boyunca hareket ederler ve bir noktada hemen hemen bireysel üyelerine dağılırlar ve onları kendi başlarına bırakırlar.

Akhilleus: Çok uzaklardan denizkestaneleri ve yosunlarını taşıyıp onları kuru ve yüksek tepe oluşturacak şekilde kıyıya bırakan bir dalga gibi.

Karıncayiyen: Bir bakıma benzeşiyor, çünkü takım gerçekten uzaktan taşıdığı şeyleri bırakır, ama dalgadaki su denize geri dönerken, sinyal durumunda benzer bir taşıyıcı töz yoktur, çünkü onun içeriğini zaten karıncaların kendileri oluşturur.

Tosbağa: Ve sanırım bir sinyal kolonide bu tip karıncalara ilk ihtiyaç duyulan noktada tutarlılığını yitirir.

Karıncayiyen: Doğal olarak.

Akhileus: Doğal olarak mı? Bir sinyalin daima kendisine ihtiyaç duyulan tam yere gitmek durumunda olması BENİM için o kadar açık değil. Ve doğru yönde gitse bile, nerede ayrışacağını nasıl bilebilir? O yere vardığını nasıl bilebilir?

Karıncayiyen: Bunlar son derece önemli konular, çünkü sinyallerin tarafında, amaçlı davranışın –ya da amaçlı davranış gibi görünen davranışın– varlığının açıklanmasını gerektirir. Betimlemeden, sinyallerin davranışını, bir ihtiyacı karşılamaya yönelen davranışlar olarak karakterize etme ve onu "amaçlı" davranış olarak adlandırma eğilimi doğar. Ama istersen duruma

aksi yönden de bakabilirsin.

Akhilleus: Dur bakalım. Davranış ya AMAÇLIDIR ya da DEĞİLDİR. Onu her iki açıdan birden nasıl ele aldığını anlamadım.

Karıncayiyen: Sana kendi görme biçimimi açıklayayım; kabul edip etmemek sana kalmış. Bir sinyal oluşturulduğunda, onun kendisi, belirli bir yöne yönelmek durumunda olduğunun farkında değildir. Ama burada hassas kast dağılımı önemli bir rol oynar. Sinyallerin koloni içindeki hareketlerini ve de bir sinyalin ne kadar süre kararlı kalacağını ve nerede "çözüneceğini" belirleyen odur.

Akhilleus: Öyleyse her şey kast dağılımına bağlı, ha?

Karıncayiyen: Doğru. Diyelim bir sinyal ilerliyor. Giderken, onu meydana getiren karıncalar ya doğrudan temas ya da koku değiş tokuşu yoluyla sinyalin geçtiği yerel komşu karıncalarla etkileşirler. Temaslar ve kokular, yuva yapma ya da bakım ya da bunlar gibi ivedi yerel konular hakkında bilgi verirler. Sinyal, yerel ihtiyaçlar onun karşılayabileceğinden farklı olduğu sürece yapışık olarak kalır; ama eğer katkıda BULUNABİLİRSE, sahneye kullanılabilir karıncalardan taze bir takımı çıkararak dağılır. Kast dağılımının, koloni içindeki takımlar için tam bir rehber gibi hareket ettiğini görebiliyor musun?

Akhilleus: Evet, görebiliyorum.

Karıncayiyen: Ve olaylara bu şekilde bakmanın, sinyale amaç yüklemeyi gerektirmediğini görebiliyor musun?

Akhilleus: Sanırım evet. Aslında olayları iki farklı bakış açısından görmeye başlıyorum. Bir karıncanın bakış açısından, bir sinyalin HİÇBİR amacı yok. Bir sinyaldeki tipik karınca, özel bir şey aramadan, koloninin çevresinde öylesine zik zaklar çizerek geziniyor, ta ki kendini durması yönünde bir his içinde bulana dek. Genellikle takım arkadaşları da ona uyuyor ve o anda takım, parçalara ayrılarak, üyelerini kendi başlarına bırakarak, ama tutarlılığını bırakmadan, yükünü boşaltıyor. Hiçbir plana, ileriye bakmaya gerek yok; ne de, uygun yönün belirlenmesi için bir araştırmaya gerek var. Ama KOLONİNİN bakış açısından, takım sadece kast dağılımı dilinde yazılmış bir mesaja yanıt vermektedir. Bu perspektiften bu, büyük oranda amaçlı bir eylem gibi görünür.

Yengeç: Eğer kast dağılımı tamamen rastgele olsaydı ne olurdu? Sinyaller yine birleşip dağılırlar mıydı?

Karıncayiyen: Kesinlikle. Ama kast dağılımının anlamsızlığından dolayı koloni uzun zaman yaşayamazdı.

Yengeç: Benim de saptamak istediğim nokta tam bu. Kolonilerin varkalımlarının nedeni kast dağılımın anlamlı olmasıdır ve bu anlam, daha alt düzeylerde görünemeyen, bütüncü bir yöne sahiptir. Eğer bu üst düzeyi hesaba katmazsanız açıklama gücünüzü yitirirsiniz.

Karıncayiyen: Senin elini görüyorum; ama senin olayları oldukça dar bir açıdan gördüğüne inanıyorum.

Yengeç: Nasıl yani?

Karıncayiyen: Karınca kolonileri, milyarlarca yıldır, evrimin etkilerine maruz kalmıştır. Birkaçı onların lehine, birçoğu da onların aleyhine olan düzenekler seçilmiştir. Sonuçta ortaya karınca kolonilerinin betimlemekte olduğumuz şekilde çalışmasını sağlayan bir düzenekler kümesi çıkmıştır. Eğer –elbette yaşamdan bir milyar kez daha hızlı akan– bir filmde bütün süreci izleyebilseydin, değişik düzeneklerin ortaya çıkışı, dışsal baskılara karşı verilen doğal tepkiler olarak görülürdü, tıpkı kaynayan sudaki kabarcıkların dışsal bir ısı kaynağına karşı verilen doğal tepkiler olması gibi. Kaynayan sudaki kabarcıklarda "anlam" ve "amaç" gördüğünü sanmıyorum – yoksa yanılıyor muyum?

Yengeç: Hayır, ama–

Karıncayiyen: Şimdi BENİM saptamama gelelim. Bir kabarcık ne kadar büyük olursa olsun varlığını moleküler düzeydeki süreçlere borçludur ve "daha üst düzey yasalar" kolayca unutulabilir. Aynı şey karınca kolonileri ve onların takımları için de geçerlidir. Olaylara evrimin geniş perspektifinden bakıldığında, bütün koloniden anlam ve amacı boşaltabilirsin. Bunlar boş kavramlara dönüşür.

Akhilleus: O zaman Dr. Karıncayiyen, neden bana Hillary Teyze'yle konuştuğunu söyledin? Görünen o ki, şimdi onun konuşabildiğini ya da düşünebildiğini inkâr ediyorsun.

Karıncayiyen: Tutarsızlığa düşmüş değilim Akhilleus. Anlayacağın gibi, şeyleri böylesine geniş bir zaman ölçeğinde görmek başka herkes gibi benim için de oldukça zordur, bu yüzden bakış açısını değiştirmek herkes gibi bana da daha kolay geliyor. Böyle yaptığımda, yani evrimi unutup şeyleri burada ve şimdi oldukları şekilleriyle gördüğümde, teleolojinin sözcük dağarcığı geri gelir: kast dağılımının ANLAMI ve sinyallerin AMAÇLILIĞI. Bu yalnızca karınca kolonilerini düşündüğümde değil, ama kendi beynim ve başka beyinler hakkında düşündüğümde de olur. Bununla birlikte biraz çabayla, eğer gerekirse diğer bakış açısını da her zaman anımsayabilirim ve bütün anlam dizgelerini boşaltabilirim.

Yengeç: Evrimin bazı mucizeler gerçekleştirdiği kesin. Bir dahaki sefere şapkasından ne çıkaracağını asla bilemezsin. Örneğin iki ya da daha çok "sinyal"in, her birinin ötekinin de sinyal olduğunu fark etmeksizin birbirinin içine geçmesinin kuramsal olarak olanaklı olması beni zerrece şaşırtmazdı; her birinin ötekine sanki o yalnızca arka planı oluşturan nüfusun bir parçasıymış gibi davranması.

Karıncayiyen: Kuramsal olarak olanaklı olmasının da ötesinde; aslında bu sıradan bir olay!

Akhilleus: Hmm... Zihnimde oldukça tuhaf bir imge canlandı. Dört yöne doğru hareket eden, kimi siyah kimi beyaz çapraz çizgiler oluşturan karıncalar hayal ediyorum; birlikte düzenli bir örüntü oluşturuyorlar, aynı şey gibi–

Tosbağa: Bir füg gibi, belki?

Akhilleus: Evet – işte bu! Bir karınca fügü!

Yengeç: İlginç bir imge Akhilleus. Bu arada kaynayan sular üzerine bütün bu konuşmalar bana çayı düşündürdü. Kim biraz daha çay ister?

Akhilleus: Ben bir fincan daha alabilirim Bay Y.

Yengeç: Tabii, hemen.

Akhilleus: Böylesi bir "karınca fügü"nün farklı görsel "seslerini" ayırabilen biri var mıdır? Benim için öyle zor ki–

Tosbağa: Ben istemem, sağol.

Akhilleus: –tek bir sesi izlemek–

Karıncayiyen: Ben de alayım Bay Yengeç–

Akhilleus: –bir müzikal fügde–

Karıncayiyen: –eğer zahmet olmazsa.

Akhilleus: –hepsi birden–

Yengeç: Hiç sorun değil. Dört fincan çayınız–

Tosbağa: Üç!

Akhilleus: –aynı anda çıktığında.

Yengeç: –hemen geliyor!

Karıncayiyen: Bu ilginç bir düşünce Akhilleus. Ama birinin böylesi bir resmi inandırıcı bir biçimde çizebilmesi pek olası değil.

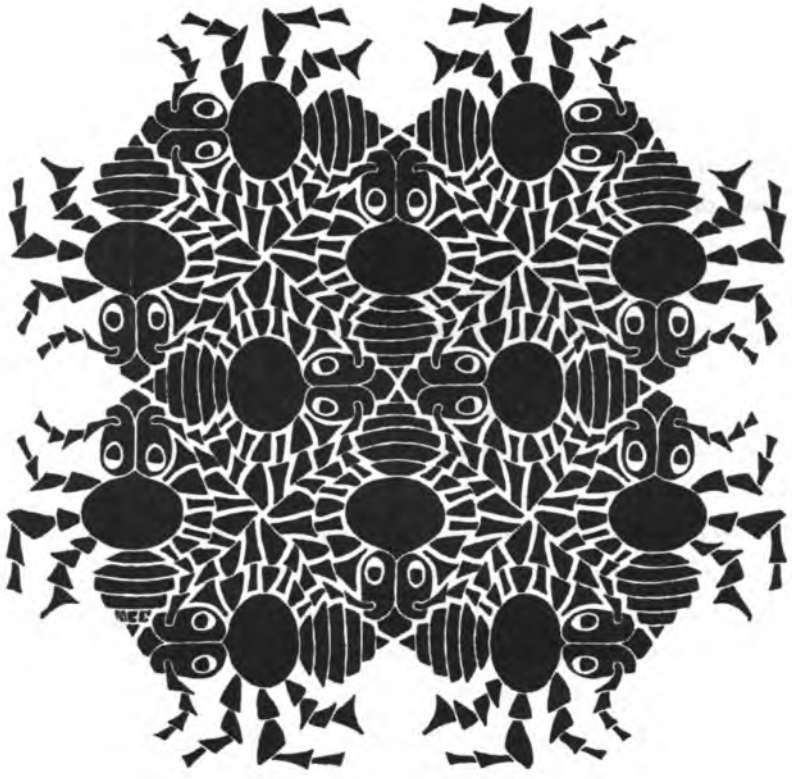
Akhilleus: Ne kötü.

Tosbağa: Belki de şunu yanıtlayabilirsin, Dr. Karıncayiyen. Bir sinyal, yaratılışından çözülmesine kadar hep aynı karıncalar kümesinden mi meydana gelir?

Karıncayiyen: İşin doğrusu, bir sinyal içindeki bireyler bazen ayrılırlar ve eğer o bölgede varsa, aynı kastdan diğerleriyle değiştirilirler. Çoğu kez sinyaller dağılma noktalarına, çıkış çizgisinde bulunmayan karıncalarla varırlar.

Yengeç: Sinyallerin koloni boyunca kast dağılımını sürekli olarak etkilediğini ve bunu koloninin iç ihtiyaçlarına yanıt olarak yaptığını anlayabiliyorum – bunun da koloninin karşılaştığı dışsal durumu yansıttığını görebiliyorum. O halde sizin de söylediğiniz gibi, Dr. Karıncayiyen, kast dağılımı, nihai olarak dış dünyayı yansıtacak şekilde sürekli olarak güncelleştirilir.

Akhilleus: Ama ya yapının ara düzeyleri? Kast dağılımının en iyi şekilde, karıncalar ya da sinyaller uyarınca değil de, karınca düzeyine inene dek devam edecek biçimde, üyelerinin başka takımlar olduğu, onların da üyelerinin başka takımlar olduğu takımlar uyarınca tasvir edilebileceğini söylüyordun. Ve bunun kast dağılımını, dünya hakkındaki bilgiyi kodlayan bir şey olarak betimlemenin nasıl olanaklı olduğunu anlamakta anahtar olduğunu söylemiştin.



Şekil 61. *"Karınca Fügü,"* M. C. Escher (ağaçbaskı, 1953).

Karıncayiyen: Evet, şimdi tam da oraya geliyoruz. Yeterince üst bir düzeyin takımlarına ben "simgeler" adını vermeyi yeğliyorum. Ancak sözcüğün bu anlamının olağan anlamından bazı önemli farkları vardır. Benim "simgelerim," karmaşık bir dizgenin ETKİN ALTDİZGELERİdir ve daha alt düzey etkin altdizgelerden meydana gelir ... O halde bunlar hareketsiz durup kendilerini işleyecek bir etkin dizgeyi bekleyen, dizgeye dışsal EDİLGİN simgelerden oldukça farklıdır.

Akhilleus: Bu oldukça karmaşık bir durum, değil mi? Karınca kolonilerinin böylesine soyut bir yapıya sahip oldukları hakkında doğrusu hiçbir fikrim yoktu.

Karıncayiyen: Evet, oldukça dikkate değer bir durum. Ama bütün bu yapı katmanları, bir organizmanın, sözcüğün makul anlamı içinde, "zeki" olmasını sağlayan bilgi türlerinin depolanması için gereklidir. Dil becerisine sahip herhangi bir dizgenin altında özsel olarak aynı düzey kümeleri yatar.

Akhilleus: Hey, dur bakalım biraz. Şimdi sen benim beynimin aslında orada burada dolaşan bir karıncalar demetinden oluştuğunu mu ima ediyorsun?

Karıncayiyen: Pek öyle değil. Söylediklerimi fazlasıyla sözcüğü sözcüğüne aldın. En alt düzey bütünüyle farklı olabilir. Aslında örneğin karıncayiyenlerin beyinleri de karıncalardan oluşmaz. Ama bir beyinde bir ya da iki düzey yukarı çıktığında öğeleri, karınca kolonileri gibi, eşit entelektüel güçteki diğer dizgeler içinde tam karşılıklara sahip olan bir düzeye ulaşırsın.

Tosbağa: İşte bu nedenle Akhilleus, senin beyninin tek bir karıncanın beyninin üstüne değil, bir karınca kolonisinin üstüne haritalanabileceğini düşünmek daha usauygundur.

Akhilleus: İltifatın için sağol. Ama böylesi bir haritalama nasıl yapılabilir? Örneğin senin sinyaller dediğin alt düzey takımlara benim beynimde ne tekabül eder?

Karıncayiyen: Şey, aslında ben beyinlerle amatörce ilgileniyorum ve bu yüzden bu haritalamanın görkemli ayrıntılarını veremeyebilirim. Ama – yanlışım varsa beni düzelt Bay Yengeç – bir karınca kolonisinin beyindeki karşılığı bir nöron ateşlemesidir sanırım; ya da belki bir nöral ateşlemeler örüntüsü gibi daha geniş ölçekli bir olaydır.

Yengeç: Evet, bunu kabul edebilirim. Ama tartışmamızın amaçları açısından, tam karşılığı belirlemenin, istenilir bir şey olsa da, kendinde çok önemli olmadığını düşünmüyor musun? Bana göre, şimdi nasıl tanımlayacağımızı

tam olarak bilmesek bile, ana fikir böyle bir karşılıklılığın varolmasıdır. Ben yalnızca senin öne sürdüğün bir noktayı sorgulamak istiyorum; bu birinin, karşılıklılığın başladığına inandığı düzeyle ilgili bir konu. Sen bir SİNYAL'in bir beyinde doğrudan bir karşılığı olabileceğini düşünüyor görünüyorsun; oysa ben karşılıklığın, senin ETKİN SİMGELERinin düzeyinde ve onun üzerinde varolması gerektiğini düşünüyorum.

Karıncayiyen: Senin yorumun benimkinden çok daha hatasız görünüyor Bay Yengeç. Böylesine ince bir noktayı ortaya çıkardığın için sağol.

Akhilleus: Bir simge, bir sinyalin yapamadığı neyi yapar?

Karıncayiyen: Bu sözcükler ve harfler arasındaki fark gibidir. Anlam-taşıyan nesneler olan sözcükler, kendi başlarına anlam taşımayan harflerden meydana gelir. Bu simgeler ve sinyaller arasındaki farka ilişkin iyi bir fikir verir. Aslında sözcüklerin ve harflerin EDİLGİN, simgelerin ve sinyallerin ise ETKİN olduğunu unutmadığınız sürece bu kullanışlı bir analojidir.

Akhilleus: Öyle yapacağım da, etkin ve edilgin kendindelikler arasındaki farkı vurgulamanın neden bu kadar yaşamsal olduğunu anladığımdan pek emin değilim.

Karıncayiyen: Nedeni şu, bir sayfa üzerindeki bir sözcük gibi, herhangi bir edilgin simgeye yüklediğiniz anlam aslında beyninizde buna karşılık düşen etkin simgeler tarafından taşman anlamdan türer. Bundan dolayı edilgin simgelerin anlamı etkin simgelerin anlamıyla ilişkilendirildiklerinde ancak doğru olarak anlaşılabilir.

Akhilleus: Peki, tamam. Ama kendi başına kusursuz bir kendindelik olan bir SİNYALin hiçbir anlama sahip olmadığını söylediğinde, bir SİMGEyi –tabii ki etkin bir simgeyi– anlamla donatan nedir?

Karıncayiyen: Bu tamamıyla simgelerin diğer simgelerin tetiklenmesine neden olabilmesiyle ilgili bir şey. Bir simge etkin hale geldiğinde, bu yalıtılmışlık içinde olmaz. O aslında kast dağılımıyla karakterize edilen bir ortamda yüzmektedir.

Yengeç: Elbette beyinde kast dağılımı diye bir şey yoktur, ama onun karşılığı "beyin hali"dir. Burada bütün nöronların hallerini, bütün arabağlantıları ve her bir nöronun ateşleme eşiğini betimlersin.

Karıncayiyen: Çok iyi; gelin "kast dağılımı" ve "beyin hali"ni ortak bir başlık altında toplayalım ve buna kısaca "hal" diyelim. Şimdi bu hal bir alt düzeyde veya bir üst düzeyde betimlenebilir. Bir karınca kolonisinin halinin alt-düzey bir betimlenmesi, her bir karıncanın yerinin, yaşının, kastının ve diğer benzeri niteliklerinin belirlenmesini gerektiren zahmetli bir iştir.

Onun NEDEN bu halde olduğuna ilişkin pratik olarak hiçbir bütünsel içgörü sağlamayan çok ayrıntılı bir betimleme. Öte yandan üst düzeyde bir betimleme, hangi simgelerin diğer simgelerin hangi kombinasyonlarıyla, hangi koşullar altında, vb, tetiklenebileceğinin belirlenmesini gerektirir.

Akhilleus: Ya sinyaller ya da takımlar düzeyinde bir betimlemeye ne dersin?

Karıncayiyen: O düzeyde bir betimleme alt düzey ve simge düzeyi betimlemeleri arasında bir yere düşer. Bu betimleme, koloninin belirli yerlerinde gerçekten olup bitenler hakkında hatırı sayılır bir bilgi içerecektir, ama takımlar karınca öbeklerinden oluştuğu için kesinlikle karınca-karınca betimlemeden daha az bilgi içerecektir. Bir takım-takım betimleme bir karınca-karınca betimlemenin bir özeti gibidir. Ancak karınca-karınca betimlemede bulunmayan fazladan şeyler eklemen gerekir – takımlar arasındaki ilişkiler ve şuradaki buradaki çeşitli kastlar gibi. Bu artı karışıklık özetlemeye karşılık ödenen bedeldir.

Akhilleus: Değişik düzeylerdeki betimlemelerin değerlerini karşılaştırmak benim için oldukça ilginç. En üst düzey betimleme en fazla açıklayıcı güce sahip gibi görünüyor, bize karınca kolonisinin sezgiye en uygun resmini veriyor, oldukça tuhaf, ama bunu görünürde en önemli unsuru dışarıda bırakarak yapıyor – karıncaları.

Karıncayiyen: Ama anlamış olmalısın ki, öyle görünseler de, karıncalar en önemli yönü oluşturmuyor. Şurası kesin ki, onlar olmasaydı, koloni varolmazdı; ama eşdeğer bir şey –bir beyin– karıncalardan bağımsız varolabilir. Dolayısıyla en azından üst düzey bir bakış açısından karıncalardan vazgeçilebilir.

Akhilleus: Hiçbir karıncanın senin kuramını coşkuyla karşılamayacağından eminim.

Karıncayiyen: Üst düzey bir bakış açısına sahip bir karıncayla hiç karşılaşmadım.

Yengeç: Ne sezgi-karşıtı bir resim çizdin Dr. Karıncayiyen. Görünen o ki, eğer tüm yapının kavranması için senin söylediklerin doğruysa, yapıyı temel yapı taşlarından bahsetmeden betimlemek zorundasın.

Karıncayiyen: Belki bir analojiyle bu konuyu biraz daha açabilirim. Önünüzde bir Charles Dickens romanı durduğunu düşleyin.

Akhilleus: Bay Pickwik'in Serüvenleri olur mu?

Karıncayiyen: Mükemmel! Ve şimdi de şu oyunu oynadığınızı düşleyin: harfleri düşüncelerin üstüne haritalamanın bir yolunu bulmalısınız, öyle ki *Bay Pickwik'in Serüvenleri*'nin tümünü harf harf okuduğunuzda anlamlı olsun.

Akhilleus: Hmm... Yani "bay" gibi bir sözcüğe her rastladığımda, hiçbir değişiklik yapmadan, birbiri ardı sıra üç kavramı düşünmek zorunda olduğumu söylemek istiyorsun.

Karıncayiyen: Kesinlikle. Bunlar 'b'-kavramı, 'a'-kavramı ve 'y'-kavramıdır – ve her zaman bu kavramlar daha önceki seferde oldukları gibidir.

Akhilleus: Şey, bu *Bay Pickwik'in Serüvenleri*'ni "okuma" deneyimini tarifsiz sıkıcılıkta bir kabusa döndürür. Her bir harfle hangi kavramı birleştirirsem birleştireyim bu bir anlamsızlık alıştırmasından başka bir şey değildir.

Karıncayiyen: Kesinlikle. Bireysel harflerden gerçek dünyanın içine hiçbir doğal haritalama yoktur. Doğal haritalama daha üst bir düzeyde olur – sözcükler ile gerçek dünyanın bölümleri arasında. O halde eğer kitabı betimlemek isteseydin harf düzeyinden bahsetmezdin.

Akhilleus: Elbette etmezdim! Olay örgüsünü, karakterleri ve bunun gibi şeyleri betimlerdim.

Karıncayiyen: İşte sözüme geldin. Kitap onların sayelerinde varolmasına karşın, yapı taşlarından bahsetmeyi tamamıyla bir kenara bıraktın. Onlar araçtır, mesaj değil.

Akhilleus: Tamam – peki ya karınca kolonileri?

Karıncayiyen: Burada edilgin harfler yerine etkin sinyaller ve edilgin sözcükler yerine etkin simgeler vardır – ama ana fikir geçerlidir.

Akhilleus: Yani gerçek dünyadaki şeyler ile sinyaller arasında haritalama yapamaz mıyım?

Karıncayiyen: Yeni sinyallerin tetiklenmesinin anlamlı olabileceği bir şekilde yapamadığını görürsün. Daha alt bir düzeyde de başarılı olamazdın – örneğin karınca düzeyinde. Yalnızca simge düzeyinde tetikleme örüntüleri anlam kazanır. Örneğin ziyaretine gittiğim bir gün Hillary Teyze'yi izlemiş olduğunu düşün. Ne kadar dikkatle izlersen izle, yine de büyük bir olasılıkla, karıncaların yeniden düzenlenişlerinden daha fazla bir şey algılayamazdın.

Akhilleus: Eminim doğrudur.

Karıncayiyen: Buna karşın ben, alt düzey yerine üst düzeyi okuyarak izlediğim için, şu şekilde düşünceye çevrilebilecek birkaç uyku durumundaki simgenin uyandığını görürdüm: "Ah, sevimli Dr. Karmcayiyen yine burada ne hoş!" ya da işte bu etkide sözcükler.

Akhilleus: Bu, dördümüzün de MU-resminde okunacak farklı düzeyler bulduğumuzda olanları çağrıştırıyor – ya da en azından ÜÇÜMÜZÜN...

Tosbağa: *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'de rastladığım bu tuhaf resim ile konuşmamızın yönü arasında böylesi bir benzerlik olması ne şaşırtıcı bir rastlantı.

Akhilleus: Sence bu yalnızca bir rastlantı mı?

Tosbağa: Elbette.

Karıncayiyen: Şimdi umarım, Hillary Teyze'deki düşüncelerin –karıncalara kadar aşağı inen bir süreç içinde– daha alt düzey takımlardan meydana gelen takımlardan meydana gelen sinyallerden meydana gelen simgelerin yönlendirilmesinden çıktığını kavramışsınızdır.

Akhilleus: Neden buna "simge yönlendirimi" diyorsun? Eğer simgelerin kendileri etkinse, kim onları yönlendiriyor? Yönlendiren kim?

Karıncayiyen: Bu bizi daha önce amaç hakkında ortaya attığın soruya döndürür. Simgelerin kendilerinin etkin oldukları konusunda haklısın, ama sürdürdükleri etkinliklerde mutlak bir özgürlüğe sahip değiller. Bütün simgelerin etkinlikleri içlerinde bulundukları tüm dizgenin hali tarafından sıkı bir şekilde belirlenir. Dolayısıyla simgelerin birbirlerini nasıl tetiklediğinden tüm dizge sorumludur ve bu yüzden tüm dizgeden "yönlendirici" olarak söz etmek oldukça usauygundur. Simgeler çalıştıkça, dizgenin hali yavaş yavaş dönüşür ya da güncelleşir. Ama zamanla aynı kalan birçok özellik vardır. İşte yönlendirici kısmen sabit kalan, kısmen-değişen bu dizgedir. Bu tüm dizgeye bir ad verilebilir. Örneğin Hillary Teyze, simgeleri yönlendirdiği söylenebilecek "kimse"dir; benzeri bir şekilde sen de Akhilleus.

Akhilleus: Benim kim olduğumun oldukça tuhaf bir tasviri. Tam olarak anlayabildiğimden emin değilim, ama bunu biraz düşüneceğim.

Tosbağa: Sen beynindeki simgeler hakkında düşünürken beynindeki simgeleri izlemek oldukça ilginç olurdu.

Akhilleus: Bu benim için fazlasıyla karışık. Bir karınca kolonisine bakmanın ve onu simge düzeyinde okumanın nasıl mümkün olduğunu canlandırmaya çalışmakla başım yeterince dertte zaten. Onu karınca düzeyinde algılamakta zorluk çekmiyorum; ve biraz çabayla, onu sinyal düzeyinde algılamanın nasıl bir şey olabileceğini de tahayyül edebiliyorum; ama bir karınca kolonisini simge düzeyinde algılamanın nasıl bir şey olduğunu zihnim almıyor.

Karıncayiyen: Bu uzun alıştırmalardan sonra öğrenilen bir şeydir. Ama benim ulaştığım aşamaya gelen birisi, bir karınca kolonisinin en üst düzeyini, senin MU-resmindeki "MU"yu okuman kadar kolayca okuyabilir.

Akhilleus: Gerçekten mi? Bu şaşırtıcı bir deneyim olmalı!

Karıncayiyen: Bir bakıma öyle – ama bu senin için de oldukça bildik bir deneyim Akhilleus.

Akhilleus: Bildik mi? Ne demek istiyorsun? Ben bir karınca kolonisine karınca düzeyinin dışında bir düzeyden hiç bakmadım ki.

Karıncayiyen: Belki öyledir; ama karınca kolonilerinin birçok bakımdan beyinlerden hiçbir farkı yoktur.

Akhilleus: Ama ben ayrıca hayatımda ne bir beyin gördüm ne de okudum.

Karıncayiyen: Ya KENDİ beynin? Kendi düşüncelerinin farkında değil misin? Bu bilincin özü değil mi? Yaptığın kendi beynini simge düzeyinde doğrudan okumak değil de ne?

Akhilleus: Ben hiç bu biçimde düşünmemiştim. Yani sen benim bütün alt düzeyleri atlayıp, yalnızca en üst düzeyi gördüğümü mü söylüyorsun?

Karıncayiyen: Bilinç dizgelerinde olan budur. Onlar kendilerini yalnızca simge düzeyinde algılarlar ve sinyal düzeyi gibi daha alt düzeyleri hiç fark etmezler.

Akhilleus: Bu dediklerinden, bir beyinde, sürekli olarak kendilerini güncelleştiren simgelerin bulunduğu ve böylece bunların daima simge düzeyinde beynin toplam halini yansıttıkları sonucu çıkmaz mı?

Karıncayiyen: Kesinlikle. Her bilinç dizgesinde beyin halini temsil eden simgeler vardır ve bunların kendileri simgeleştirdikleri beyin halinin kendisinin parçalarıdır. Çünkü bilinçlilik, geniş ölçüde kendinin bilincinde olmayı gerektirir.

Akhilleus: Tuhaf bir kavrayış biçimi. Şimdi buna göre, beynimde daima çılgınca bir etkinlik sürmesine karşın, ben bu etkinliği tek yönlü olarak kaydedebiliyorum – simge düzeyinde yani; dolayısıyla daha alt düzeylere tamamıyla duyarsızım. Bu, bir Dickens romanını, alfabenin harflerini öğrenmeden, doğrudan görsel algılamayla okuyabilmek gibi. Bu kadar tuhaf bir şeyin gerçekten olabileceğini hayal edemiyorum.

Yengeç: Ama daha alt "BÜTÜNCÜLÜK" ve "İNDİRGEMECİLİK" düzeylerini algılamaksızın. "MU"yu okuduğunda olan tam da bu tür bir şeydi?

Akhilleus: Haklısın – Daha alt düzeyleri atlayıp yalnızca tepeyi gördüm. Yalnızca simge düzeyini okuyarak, beynimin alt düzeylerindeki tüm anlam çeşitlerini de gözden kaçırıp kaçırmadığımı merak ediyorum. Tepedeki düzeyin tabandaki düzey hakkındaki tüm bilgiyi içermemesi ne kötü; eğer öyle olsaydı tepeyi okuyarak, tabandaki düzeyin söylediğini de öğrenirdik. Ama sanırım tepedeki düzeyin tabandaki düzeyden bir şeyleri kodlayabileceğini düşünmek tam bir saflık – büyük bir olasılıkla böylesi bir sızma

hiç olmaz. MU-resmi bunun olabilecek en çarpıcı örneği: burada en üst düzey, daha alt düzeylerle hiçbir ilişkisi olmayacak şekilde, yalnızca "MU" diyor.

Yengeç: Tamamıyla doğru. *(Daha yakından incelemek için MU-resmini alır).* Hmmm... Bu resimdeki en küçük harflerde bir tuhaflık var; kıpır kıpırlar...

Karıncayiyen: Bir bakayım. *(MU-resmine yakından bakar).* Sanırım burada hepimizin gözden kaçırdığı bir başka düzey daha var!

Tosbağa: Kendi adına konuş Dr. Karıncayiyen.

Akhilleus: Ah, hayır – olamaz! Bakayım. *(Çok dikkatlice bakar).* Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama bu resmin mesajı derinliklerinde gizlenmiş halde karşımızda duruyor. Bir mantra gibi yeniden yeniden yinelenen tek bir sözcük – ama çok önemli: "MU!" Buna ne dersiniz! Üst düzeyle aynı! Ve hiçbirimiz bunu fark etmedik.

Yengeç: Sen görmeseydin asla fark edemezdik Akhilleus.

Karıncayiyen: En üst ve en alt düzeylerin böylesine çakışmaları bir rastlantı mı? Yoksa bir yaratıcı tarafından amaçlı mı yapılmış?

Yengeç: Buna nasıl karar verilebilir ki?

Tosbağa: Bu konuda karar vermemizi sağlayacak bir yol göremiyorum, çünkü bu özel resmin, Yengeç'in *İyi-Düzenlenmiş Klavye* kitabında ne işi olduğu konusunda hiçbir fikrimiz yok.

Karıncayiyen: Oldukça canlı bir tartışma yürütmemize rağmen, ben yine de bu çok uzun ve karmaşık dört-sesli füg̈ü can kulağıyla dinlemeyi başardım. Gerçekten olağanüstü güzel.

Tosbağa: Kesinlikle öyle. Evet, şu anda, bir org noktası başlıyor.

Akhilleus: Org noktası, bir müzik parçasının hafifçe yavaşlayıp bir nota ya da akor üzerinde bir an duraksayarak, kısa bir sessizliğin ardından, normal hızla yeniden devam etmesi değil mi?

Tosbağa: Hayır, senin dediğin "fermata" – bir tür müzikal noktalı virgül. Prelüdde onlardan bir tane vardı, dikkat ettin mi?

Akhilleus: Sanırım kaçırdım.

Tosbağa: Neyse ki fermata dinlemek için yine şansın olacak – aslında bu füg̈ün sonuna doğru bir çift fermata var.

Akhilleus: Çok iyi. Bana önceden haber verirsin, değil mi?

Tosbağa: Tabii ki.

Akhilleus: Ama bu arada bana şu org noktasının ne olduğunu söylesene.

Tosbağa: Org noktası, çoksesli bir parçada, diğer sesler kendi bağımsız çizgilerini sürdürürken, seslerden biri (sıklıkla en alt ses) tarafından tek bir notanın uzatılmasıdır. Burada org noktası, Sol notasındadır. Dikkatle dinlersen, duyarsın.

Karıncayiyen: Hillary Teyze'yi ziyaret ettiğim bir gün senin kendileri hakkında düşünceler yaratırken Akhilleus'un beyninin içindeki simgeleri gözleme önerini anımsatan bir şey oldu.

Yengeç: Haydi şunu bize de anlat.

Karıncayiyen: Çok yalnız olduğunu hisseden Hillary Teyze o gün konuşacak birini bulduğu için mutluydu. Bu nedenle bana minnettarlıkla bulabildiğim en özlü karıncaları alabileceğimi söyledi. (Zaten karıncaları konusunda her zaman eli açık olmuştur.)

Akhilleus: Yaa!

Karıncayyien: Bu ben düşüncelerini dışa vuran simgeleri izlerken oldu, çünkü onlarda semiz görünümlü karıncalar vardı.

Akhilleus: Yaa!

Karıncayiyen: Bunun üzerine ben de, okumuş olduğum üst-düzey simgelerin parçaları olan en besili karıncalardan birkaçını götürdüm. Özellikle "İştah açıcı görünen karıncalardan istediğini al" düşüncesini dile getiren simgelerin parçası olanları.

Akhilleus: Yaa!

Karıncayiyen: Onların şanssızlığına, benimse şansıma, bu küçük böceklerin, simge düzeyinde, bana toplu olarak ne söyledikleri konusunda en ufak bir fikirleri bile yoktu.

Akhilleus: Yaa! Ne şaşırtıcı bir kuşatma! Neyin içinde yer aldıkları konusunda tamamıyla bilinçsizler. Edimleri, daha üst bir düzeyde bir örüntünün parçaları olarak görülebiliyordu, ama elbette onlar bunun hiç farkında değillerdi. Ah, ne acı –aslında ne büyük bir ironi– böyle bir şeyi kaçırmış olmaları.

Yengeç: Haklısın Bay T – çok hoş bir org noktasıydı.

Karıncayiyen: Daha önce hiç duymamıştım, ama bu hiç kimsenin kaçıramayacağı kadar açıktı. Çok etkileyiciydi.

Akhilleus: Ne? Org noktası geçti mi? Eğer bu kadar açıksa, ben nasıl fark etmedim?

Tosbağa: Belki de kendini söylediklerine öylesine kaptırmıştın ki onun hiç farkında değildin. Ah, ne acı –aslında ne büyük bir ironi– böyle bir şeyi kaçırmış olman.

Yengeç: Söylesene, Hillary Teyze bir karınca tümseğinde mi yaşıyor?

Karıncayiyen: Şey, aslında çok geniş bir arazi parçasına sahip. Bir zamanlar başka birine aitti, ama bu oldukça hüzünlü bir öykü. Her durumda mülkü çok büyük. Birçok başka koloniye göre çok daha görkemli bir yaşam sürdürüyor.

Akhilleus: Peki ama bu, karınca kolonilerinin bize daha önce betimlediğin komünist yapısıyla nasıl bağdaşıyor? Bana göre komünizmden dem vurup şatafatlı bir konakta yaşamak tam bir tutarsızlık.

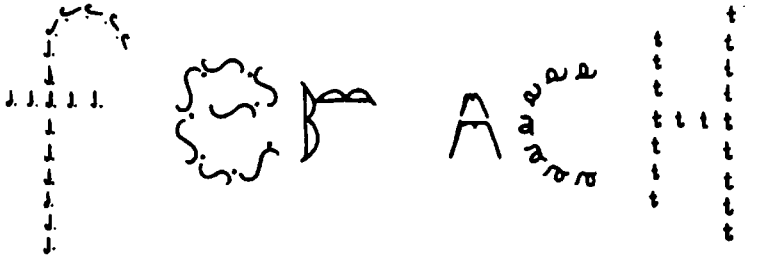
Karıncayiyen: Komünizm karınca düzeyindedir. Bir karınca kolonisinde bütün karıncalar, zaman zaman kendi bireysel çıkarlarına ters düşse de, ortak iyi için çalışırlar. Bu Hillary Teyze'nin yapısının yerleşik bir yönüdür, ama bildiğim kadarıyla kendisi bile bu içsel komünizmin farkında değildir. Çoğu insan nöronlarıyla ilgili hiçbir şeyin farkında değildir; aslında tatsızlığa dayanamayan, yufka yürekli yaratıklar olarak beyinleri hakkında bir şey bilmemekten belki de hoşnutturlar. Hillary Teyze de bir bakıma yufka yüreklidir; ne zaman karıncalar hakkında düşünmeye başlasa sinirleri ayağa kalkar. Bu yüzden onlar hakkında düşünmekten olabildiğince kaçınır. Yapısına gömülü olan komünist toplum hakkında bir şey bildiğinden kuşkuluyum. Kendisi sadık bir liberalizm yandaşıdır – hani şu, bırakınız yapsınlar, bırakınız geçsinler ilkesi. Sonuç olarak çok görkemli bir malikanede yaşıyor olmasını en azından ben anlayabiliyorum.

Tosbağa: *İyi-Düzenlenmiş Klavye*'nin bu güzelim baskısından onu takip ederken, şu anda çevirdiğim sayfayla birlikte, iki fermatadan birinin birazdan geleceğini fark ettim – böylece istersen onu dinleyebilirsin Akhilleus..

Akhilleus: Elbette dinleyeceğim.

Tosbağa: Ayrıca bu sayfada çok tuhaf bir resim var.

Yengeç: Bir tane daha mı? Peki onda ne var?



Şekil 62. [Yazarın çizimi.]

Tosbağa: Al kendin bak. *(Partisyonu Yengeç'e verir.)*

Yengeç: Hah, işte! sadece birkaç harf demeti. Bir bakalım – değişik sayılarda 'J,' 'S,' 'B,' 'm,' 'a' ve 't' harfleri var. Tuhaf, yine ilk üç harf büyükken, son üç harf küçülüyor.

Karıncayiyen: Ben de bakabilir miyim?

Yengeç: Tabii ki.

Karıncayiyen: Ayrıntılar üzerine yoğunlaştığın için büyük resmi bütünüyle gözden kaçırdın. Gerçekte bu harfler grubu 'f,' 'e,' 'r,' 'A,' 'C,' 'H' ve hiç yineleme yok. Önce küçükler, sonra büyüyorlar. Baksana Akhilleus – sen ne diyorsun?

Akhilleus: Bakayım. Hmm. Şey, ben, onu, sağa doğru gidildikçe büyüyen bir büyük harfler kümesi olarak görüyorum.

Tosbağa: Bir şey diyorlar mı?

Akhilleus: Şey... "J. S. BACH," Tamam, şimdi anlıyorum. Bu Bach'ın adı!

Tosbağa: Bu şekilde görmen tuhaf. Ben bunu, sağa doğru gittikçe küçülen bir küçük harfler kümesi olarak görüyorum ve ... hecelendiğinde ... çıkan ad ... *(Hafifçe yavaşlar, özellikle de son üç harfte. Sonra kısa bir sessizlik olur. Aniden, sanki olağandışı bir şey olmamış gibi, yeniden devam eder.)* – 'fermat'

Akhilleus: Sanırım sen kafayı Fermat'ya taktın. Her yerde Fermat'nın Son Teoremini görüyorsun.

Karıncayiyen: Haklıymışsın Bay Tosbağa – şimdi fügde küçük, hoş bir fermata duydum.

Yengeç: Ben de duydum.

Akhilleus: Yani benim dışımda herkes onu duydu, öyle mi? Kendimi aptal gibi hissetmeye başladım.

Tosbağa: Bu kadar kafana takma Akhilleus – kendini kötü hissetmene gerek yok. Eminim Füğün Son Fermatası'nı kaçırmayacaksın (çok yakında geliyor). Ama önceki konumuza dönersek, Dr. Karıncayiyen, Hillary Teyze'nin mülkünün önceki sahibiyle ilgili olarak sözünü ettiğin şu hüzünlü öykü nedir?

Karıncayiyen: Mülkün eski sahibi, olağanüstü bir birey, şimdiye dek yaşamış en yaratıcı karınca kolonilerinden biriydi. Adı Johant Sebastiant Fermant'dı mesleği matematikantlık, merakı müzikantlıktı.*

---

* Buradaki sözcük oyunları "ant" (= karınca) sözcüğüne dayanır –çn.

Akhilleus: Ne çok yönlü biriymiş!

Karıncayiyen: Yaratıcılık güçlerinin doruğundayken, zamansız bir ölümle yok oldu. Bir gün, sıcak bir yaz günü, sıcaktan terlemiş halde dışardayken aniden –yüzyılda bir görülen türden– korkunç bir fırtına patladı ve J. S. F.'yi iliklerine kadar ıslattı. Fırtına en küçük bir uyarı bile yapmadan geldiğinden karıncalar büyük bir şaşkınlıkla yönlerini yitirdiler. On yıllar boyunca incelikle kurulmuş görkemli organizasyon birkaç dakika içinde göçtü. Gerçekten çok trajikti.

Akhilleus: Yani bütün karıncaların boğulduğunu ve böylece zavallı J. S. F.'nin sonunun geldiğini mi söylemek istiyorsun?

Karıncayiyen: Aslında hayır. Bir tekine bile bir şey olmadan, bütün karıncalar, *köpüren selin üstünde yüzen tahta* ve odun parçalarına tırmanarak hayatta kalmayı başardılar. Ama sular çekilip karıncaları topraklarına bıraktığında organizasyondan eser kalmamıştı. Kast dağılımı bütünüyle yok olmuştu ve karıncaların kendileri önceki gibi incelikli bir organizasyonu yeniden kurma yeteneğine sahip değildi. Yeniden bir araya gelme konusunda Humpty Dumpty parçaları kadar çaresizdiler. Zavallı Fermant'ı yeniden bir araya getirmek için bizzat ben kralın bütün atları ve kralın bütün adamları gibi çalıştım. Fermant'ın yeniden, bir şekilde yeniden ortaya çıkması umuduyla durmadan dışarıya şeker ve peynir koydum ... *(Bir mendil çıkarır ve gözlerini siler.)*

Akhilleus: Ne saygıdeğer bir davranış! Karıncayiyenlerin böylesine kocaman yüreklerinin olduğunu bilmezdim.

Karıncayiyen: Ne yazık ki bunların hepsi boşunaydı. Yeniden oluşturulamayacak şekilde yok olmuştu. Ama sonra garip bir şeyler olmaya başladı: birkaç ay kadar geçtikten sonra, bir zamanlar J. S. F.'nin bileşenleri olan karıncalar yavaş yavaş yeniden gruplaştılar ve yeni bir organizasyon kurdular. Ve böylece Hillary Teyze doğmuş oldu.

Yengeç: Olağanüstü! Hillary Teyze Fermant'ı *oluşturan aynı karıncalardan* oluştu ha?

Karıncayiyen: Şey, başlangıç olarak evet. Şimdiye değin, yaşlı karıncaların bazıları öldü ve değiştirildi. Ama hâlâ J. S. F.'nin zamanından kalma birçok karınca var.

Yengeç: Peki, zaman zaman Hillary Teyze'de J. S. F.'nin eski çizgilerinin ortaya çıktığını gördüğün oluyor mu?

Karıncayiyen: Hayır, hiç olmuyor. Ortak hiçbir yönleri yok. Ve gördüğüm kadarıyla olması için bir neden de yok. Ne de olsa bir "toplam" oluştur-

mak üzere bir grup parçayı yeniden düzenlemenin genellikle birkaç farklı yolu vardır. Hillary Teyze de eski parçaların yeni bir "toplam"ı sadece; bu toplamdan BAŞKA bir şey değil, tabii şu da var ki tam bu tikel toplam TÜRÜ.

Tosbağa: Toplamlardan söz edilmesi bana sayı kuramını anımsattı; orada da kimi zaman bir teorem bileşen simgelerine ayrılıp, bunlar yeni bir düzen içinde yeniden düzenlendiğinde yeni bir teorem ortaya çıkar.

Karıncayiyen: Hiç böyle bir şey duymamıştım, ama bu alanda tam bir kara cahil olduğumu itiraf etmeliyim.

Akhilleus: Ben de hiç duymadım – ve kendimi övmek gibi olmasın, ama bu alanda oldukça bilgiliyimdir. Sanırım Bay T yine o incelikli şakalarından birini yapıyor. Onu çok iyi tanıyorum artık.

Karıncayiyen: Sayı kuramından söz edilmesi bana J. S. F.'yı anımsattı yine; çünkü sayı kuramı onun yetkinleştiği alanlardan biriydi. Aslında sayı kuramına oldukça önemli katkılarda bulunmuştu. Oysa Hillary Teyze matematikle en küçük bağlantısı olan şeylerde bile inanılmaz derecede kalın kafalıdır. Ayrıca son derece bayağı bir müzik zevki vardır, oysa Sebastiant müzikte son derece yetenekliydi.

Akhilleus: Ben sayı kuramına çok düşkünümdür. Bize Sebastiant'ın katkılarından birini anlatabilir misin?

Karıncayiyen: Neden olmasın? *(Çayını yudumlamak için bir an duraksar, sonra yeniden devam eder.)* Fourmi'nin kötü ünlü "İyi-smanmış Sanısı"nı duydunuz mu?

Akhilleus: Pek emin değilim... Tuhaf bir biçimde tanıdık geliyor, ama tam olarak çıkaramadım.

Karıncayiyen: Aslında basit bir fikir. Mesleği matematik, merakı avukatlık olan Lierre de Fourmi* bir gün Di of Antus'un▽ klasik *Arithmetica* metninin bir kopyasını okurken bir sayfada şu denkleme rastladı

$$2^a + 2^b = 2^c$$

Bir anda bu denklemin sonsuz sayıda a, b, c, çözümü olduğunu fark etti ve sayfanın kenar boşluğuna şu kötü şöhretli notu yazdı:

$$n^a + n^b = n^c$$

---

* Fransızca "fourmilière" (=karınca kolonisi) ve "Pierre de Fermat"yla sözcük oyunu –çn.

▽ "Diophantus"la sözcük oyunu –çn.



Şekil 63. Göç sırasında karıncalar bazen kendi gövdelerinden canlı köprü kurar. Böyle bir köprüyü (de Fourmi Lierre) gösteren bu fotoğrafta bir *Eciton burchelli* kolonisinin işçilerinin düzensiz zincir dizgeleri oluşturmak üzere bacaklarını birleştirdikleri ve köprünün üstü boyunca ayak kıskaçlarını birbirlerine geçirdiklerini görebilirsiniz. Sembiyotik parlak bir böcek olan *Trichatelura manni* köprünün ortasından geçerken görünüyor. [E. O. Wilson, *The Insect Societies* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971), s. 62.]

> denkleminin a, b, c ve yalnızca $n = 2$ olduğunda, n pozitif tam sayılarında çözümleri vardır (ve o zaman bu eşitliği sağlayan sonsuz sayıda a, b, c üçlüleri vardır); $n > 2$ için çözümü yoktur. Bu iddianın gerçekten çok güzel bir kanıtını buldum, ama ne yazık ki öylesine küçük ki, eğer kenar boşluğuna yazılırsa görülmez.

O yıldan bu yana, üç yüz gün öncesinden beri matematikantlar boşu boşuna iki şeyden birini yapmak için çalışıyorlar: ya Fourmi'nin iddiasını ispatlamak ve böylece onun oldukça saygın olmasına karşın bulduğunu iddia ettiği ispatı gerçekte hiç bulmadığını düşünen kuşkucular tarafından bir nebze lekelenmiş adını temize çıkarmak – ya da bir karşı örnek bularak iddiayı çürütmek, yani $n > 2$ iken eşitliği sağlayan dört a, b, c ve n tamsayılarının bir kümesini bulmak. Çok yakın zamana kadar her iki yöndeki girişimler de başarısızlıkla sonuçlandı. Elbette Sanı n'in birçok özel değeri için doğrulandı – 125.000'e kadar bütün n'ler için. Ama hiç kimse

onu BÜTÜN n'ler için ispatlamayı başaramadı – yani Johant Sebastiant Fermant sahneye çıkana dek hiç kimse. Fourmi'nin adını *temize* çıkaran o oldu. Şimdi bu Johant Sebastiant'ın "İyi Sınanmış Sanısı" adıyla anılır.

Akhilleus: Sonunda uygun bir ispatı verilmişse, "Sanı" yerine "Teorem" denilmesi gerekmez mi?

Karıncayiyen: Kesin konuşmak gerekirse, haklısın, ama geleneksel olarak hep bu şekilde anılagelmiştir.

Tosbağa: Sebastiant ne tür müzik yapardı?

Karıncayiyen: Beste yapmakta büyük bir yeteneği vardı. Ne yazık ki en büyük yapıtı bir sır perdesiyle örtülüdür, çünkü onu yayınlama noktasına hiç gelemedi. Kimileri bu yapıtın tamamıyla onun zihninde olduğuna inanır; daha acımasız olanlar ise onun böyle bir yapıt üzerinde hiç çalışmadığını, ama yalnızca onun hakkında atıp tuttuğunu söylerler.

Akhilleus: Bu başyapıtın yapısı nasıldı?

Karıncayiyen: Dev bir prelüd ve füg olacaktı; füg yirmi-dört sese sahip olacaktı ve majör ve minör anahtarlarda yirmi-dört farklı konu içerecekti.

Akhilleus: Yirmi dört sesli bir fügü bütün olarak dinlemek çok zor olurdu!

Yengeç: Bestelenmesi bir yana!

Karıncayiyen: Ama onun hakkında bildiğimiz, Sebastiant'ın kendisinin, Buxtehude'un Org için Prelüdleri ve Fügleri kopyasının kenar boşluğuna yazdığı betimlemelerdir. Tirajik ölümünden önce yazdığı son sözcükler şunlardı:

> Gerçekten çok güzel bir füg besteledim. Bunda 24 anahtar kuvvetini ve 24 tema kuvvetini birbirine ekledim; 24 ses kuvvetinde bir füg ortaya çıkardım. Ne yazık ki kenar boşluğu onu alamayacak kadar dar.

Ve bu gerçekleşmemiş başyapıt, "Fermant'ın Son Fügü" diye anılır.

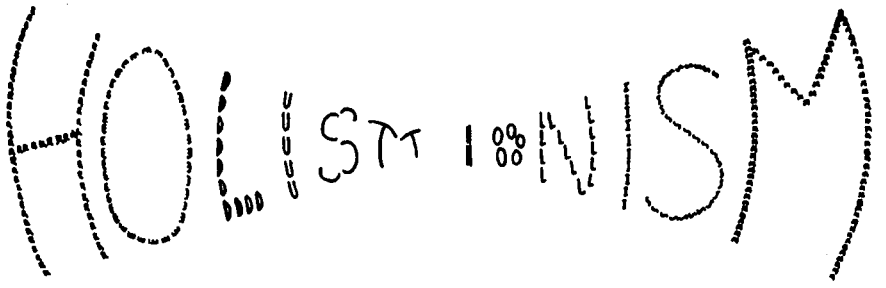
Akhilleus: Ah, dayanılamayacak kadar trajik.

Tosbağa: Füglerden söz ederken, şu anda dinlediğimiz bu füg neredeyse bitmek üzere. Sona doğru, temasında garip bir yeni değişiklik oluyor. *(İyi-Düzenlenmiş Klavye'de sayfayı çevirir.)* Bu da, ne? Yeni bir şekil – ne kadar çekici! *(Onu Yengeç'e geçirir.)*

Yengeç: Bu da ne? Ah, anladım; "BÜTÜNCÜLÜKBİRCİLİK,"* önce küçülen sonra da yeniden büyüyerek orijinal boyutuna dönen büyük harflerle yazılmış. Ama bir anlamı yok, çünkü bu bir sözcük değil. Vay canına, hay canına! *(Karıncayiyen'e geçirir.)*

---

* HOLISMONISM, aynı zamanda bkz. Şekil 64 -çn.



Şekil 64. [Yazarın çizimi.]

Karıncayiyen: Bu da ne? Ah, anladım: "İNDİRGEMBÜTÜNCÜLÜK,"[▽] önce büyüyen sonra küçülerek orijinal boyutuna dönen küçük harflerle yazılmış. Ama bir anlamı yok, çünkü bu bir sözcük değil. Vay canına, hay canına. *(Akhilleus'a geçirir.)*

Akhilleus: Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama aslında bu resimde soldan sağa doğru gidildikçe sürekli olarak küçülen harflerle iki kez yazılmış "BÜTÜNCÜLÜK" sözcüğü var. *(Tosbağa'ya geri verir.)*

Tosbağa: Sizlerin buna inanmayacağınızı biliyorum, ama aslında bu resimde, soldan sağa doğru gidildikçe sürekli olarak büyüyen harflerle bir kez yazılmış "İNDİRGEMECİLİK" sözcüğü var.

Akhilleus: Sonunda – bu kez temadaki yeni dönüşü duydum! Bunu bana göstermene öyle sevindim ki Bay Tosbağa. Sonunda sanırım füg dinleme sanatını kavramaya başlıyorum.

[▽] REDUCTHOLISM –çn.

XI. BÖLÜM

BEYİNLER VE DÜŞÜNCELER

Düşünce Üstüne Yeni Perspektifler

İNSANLAR ancak bilgisayarların ortaya çıkışıyla birlikte, gerçekten "düşünen" makineler yaratmaya çalıştılar ve düşünce teması üzerine tuhaf çeşitlemelere tanık oldular. "Düşünmesi" insan düşünmesine göre, bir merdiveni bir uçtan bir uca dolanan bir helezonun hareketinin insan hareketine göre durumuna benzer olan programlar tasarlandı. Yeni bulgulanan yabancı, ama ustaca düzenlenmiş düşünce biçimleriyle –ya da düşüncenin yaklaşıklarıyla– deney yapma yeteneği sayesinde birdenbire insan düşüncesinin tuhaflıkları, zayıflıkları ve güçleri, kaprisleri ve iniş çıkışları sezilmeye başlandı. Sonuç olarak son yirmi yıl içinde düşüncenin ne olduğu ve ne olmadığı konusunda yeni bir perspektif edindik. Bu sırada beyin araştırmacıları beynin küçük çaplı ve büyük çaplı donanımı hakkında birçok şey buldular. Bu yaklaşım henüz beynin kavramları nasıl yönlendirdiğini aydınlatamamış olsa da bize düşünce yönlendiriminin dayandığı biyolojik mekanizmalar hakkında bazı fikirler vermektedir.

Gelecek iki bölümde, bilgisayar zekâsındaki girişimlerden ortaya çıkan içgörüler ile bilişsel psikologların insan düşünce süreçleri üzerine yaptıkları araştırmalardan elde edilen sonuçlar yanı sıra, canlı hayvan beyinleri üzerinde yapılan usta işi deneylerden öğrenilen kimi olguları bir araya getirmeye çalışacağız. Aslında *Prelüd, Karınca Füg*ü'nde sahneyi kurmuştuk; şimdi bu fikirleri daha derinlemesine geliştireceğiz.

İçlemsellik ve Kaplamsallık

Düşünce *gerçekliğin beynin donanımı içinde temsil edilmesine* dayanıyor olmalı. Önceki bölümlerde, matematiksel gerçekliğin tanım alanlarını kendi simgesellikleri içinde temsil eden biçimsel dizgeler geliştirdik. Böylesi dizgeleri, beynin fikirleri nasıl yönlendirdiği konusunda model olarak kullanmak ne ölçüde usauygundur?

Önce rt-dizgesinde, sonra da daha karmaşık dizgelerde, terimin dar anla-

mıyla anlamın, tipografik simgeleri sayıların, işlemlerin ve ilişkilerin; ve tipografik simgeler dizilerini önermelerin üzerine haritalayan bir eşbiçimliliğin sonucu olarak ortaya çıktığını gördük. Beyinde tipografik simgelerimiz yok, ama şimdi elimizde daha iyisi var: bilgi depolayabilen ve iletebilen ve diğer etkin öğelerden bilgi alabilen etkin öğeler. O halde elimizde, edilgin tipografik simgeler yerine *etkin* simgeler var. Beyinde kurallar, simgelerin kendileriyle karışmış haldedir, oysa kâğıt üstünde simgeler durağan varlıklardır ve kurallar kafamızdadır.

Gördüğümüz bütün biçimsel dizgelerin oldukça katı doğalarından yola çıkarak, simgeler ve gerçek şeyler arasındaki eşbiçimliliğin, bir kukla ve onu yöneten eli bağlayan ipler arasındaki gibi katı bir bire-bir haritalama olduğu düşüncesine kapılmamak önemlidir. TNT'de, "elli" kavramı farklı simgesel yollarla ifade edilebilir; örneğin

((SSSSSSS0·SSSSSSS0) + (S0·S0))
((SSSSS0·SSSSS0) + (SSSSS0·SSSSS0))

Bunların ikisinin de aynı sayıyı temsil ettiği önsel olarak açık değildir. Her iki ifadeyi de bağımsız olarak yönlendirebilir ve bir noktada şaşkınlık için şöyle demenize neden olacak bir teoremle karşılaşabilirsiniz, "Aaa – bu o sayı!"

Zihninizde, tek bir kişi için farklı zihinsel betimlemelere de sahip olabilirsiniz; örneğin

> Bir süre önce kitabını Polonya'daki bir arkadaşıma gönderdiğim kişi.
>
> Bu gece kafede ben ve arkadaşlarımla konuşmaya başlayan yabancı.

Bunların ikisinin de aynı kişiyi temsil ettiği önsel olarak açık değildir. İki betimleme zihninizde birbirleriyle bağlantısız olarak yer alabilir. Gecenin bir noktasında, onların aynı kişiyi gösterdiklerini açığa çıkaran ve şaşkınlık içinde şöyle demenize neden olacak bir sohbet konusuyla karşılaşabilirsiniz, Aaa – sen *o* kişisin!

Bir kişinin bütün betimlemelerinin, o kişinin, adını saklayan merkezi bir simgesine bağlanması gerekmez. Betimlemeler kendilerinde imal edilebilir ve manipüle edilebilir. Onlara ilişkin betimlemeler yaparak varolmayan kişiler yaratabiliriz; tek bir kendiliği temsil ettiklerini keşfettiğimizde iki betimlemeyi birleştirebiliriz; bir değil iki şeyi temsil ettiğini keşfettiğimizde bir betimlemeyi ikiye bölebiliriz – ve bu böyle gider. Bu "betimlemeler hesabı" düşünmenin kalbinde yer alır. Onun *kaplamsal* değil *içlemsel* olduğu söylenir, bu-

nun anlamı betimlemelerin özgül, bilinen nesnelere demir atmaksızın "yüzebildikleri"dir. Düşüncenin içlemselliği onun esnekliğiyle bağlantılıdır; bu bizim hipotetik dünyalar tahayyül edebilmemizi, farklı betimlemeleri birleştirebilmemizi ya da bir betimlemeyi ayrı parçalara ayırabilmemizi ve bunun gibi şeyleri yapabilmemizi sağlar.

Arabanızı ödünç alan bir arkadaşınızın size telefon edip, arabanızın ıslak bir dağ yolunda kaydığını ve devrilip takla attığını, ölümden kılpayı kurtulduğunu söylediğini varsayın. Zihninizde, o ayrıntıları verdikçe gittikçe daha canlı hale gelen bir dizi imge uyanır ve sonunda bütün olayı "zihin gözünüzle görürsünüz." Daha sonra arkadaşınız bunun 1 Nisan şakası olduğunu söyler, aslında kendisi de araba da iyidir! Birçok bakımdan bu konudışıdır. Öykü ve imgeler canlılıklarından bir şey yitirmezler ve bu anı çok, ama çok uzun süre sizinle birlikte kalır. Daha sonra bunun bütünüyle gerçekdışı olduğunu öğrendiğinizde silinmiş olması gereken ilk izlenimin gücüyle onun güvenilmez bir sürücü olduğunu bile düşünebilirsiniz. Fantazi ve olgu zihinlerimizde fazlasıyla birbirine karışır ve bu, düşünmenin, hiçbir şekilde gerçek olaylara ve şeylere bağlantılandırılması gerekmeyen, karmaşık betimlemelerin imalini ve manipülasyonunu içermesindendir.

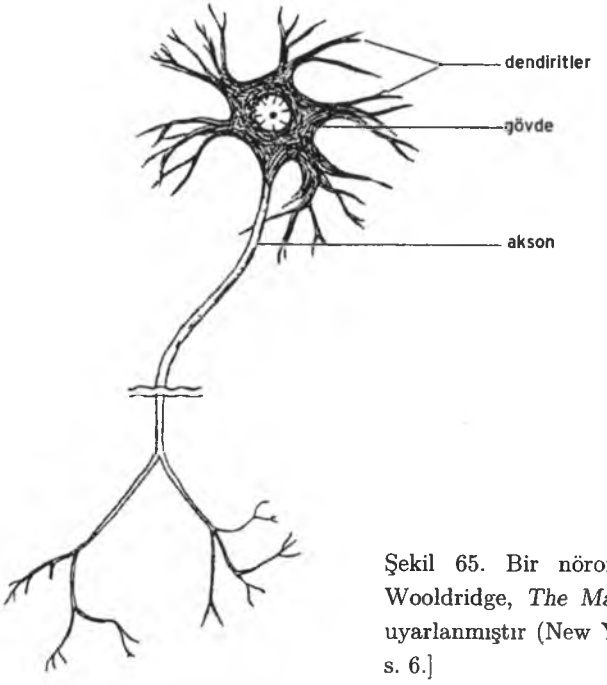
Dünyanın esnek, içlemsel bir temsili, düşünmenin ne hakkında olduğunun bütününü oluşturur. Şimdi, beyin gibi bir fizyolojik bir dizge böylesi bir dizgeyi nasıl destekleyebilir?

Beynin "Karıncaları"

Beyindeki en önemli hücreler sayıları on milyar kadar olan sinir hücreleri ya da *nöronlar*dır (bkz. Şekil 65). (Gariptir, ama beyinde nöronların on katı kadar glial hücreleri ya da glia bulunur. Glianın nöronların başrolüne göre yardımcı role sahip olduğuna inanılır, bu yüzden biz de onları tartışmamızın dışında bırakacağız.) Her bir nöron birkaç *sinapsa* ("giriş iskeleleri") ve bir *aksona* ("çıktı kanalı") sahiptir. Girdi ve çıktı elektrokimyasal akışlardır: yani hareket eden iyonlar. Bir nöronun giriş iskeleleri ile çıktı kanalı arasında "kararların" verildiği hücre gövdesi bulunur. Bir nöronun karşılaştığı karar tipi –ve bu saniyede bin kez kadar olabilir– şudur: *ateşlemek ya da ateşlememek* – yani sonunda bir ya da daha fazla *başka* nöronların giriş iskelelerine girecek, böylece onların da aynı türde karar vermesine neden olacak iyonları, aksonundan aşağı bırakıp bırakmamak. Karar çok basit bir biçimde verilir: eğer bütün girdilerin toplamı belli bir eşiği aşarsa, *evet*; aksi takdirde *hayır*.

Girdilerin bir kısmı, başka yerlerden gelen pozitif girdileri iptal eden negatif girdiler olabilir. Her durumda zihnin en alt düzeyini yöneten basit toplama işlemidir. Descartes'in ünlü deyişini biraz değiştirerek söylersek, "Düşünüyorum, öyleyse topluyorum" (Latince, *Cogito ergo am*).

Karar verme tarzı çok basit gibi görünmesine karşın konuyu karmaşıklaştıran bir olgu vardır: bir nöronun 200.000 ayrı giriş iskelesi olabilir, bu da, nöronun sonraki eyleminin belirleniminde 200.000 ayrı toplama gerekebileceği anlamına gelir. Karar verildiğinde, iyonların bir pulsu, aksondan aşağı son uca doğru hızla yol alır. İyonlar uca ulaşmadan önce bir –ya da birkaç– çatallanmayla karşılaşabilirler. Böylesi durumlarda, tek çıktı pulsu, çatallanan



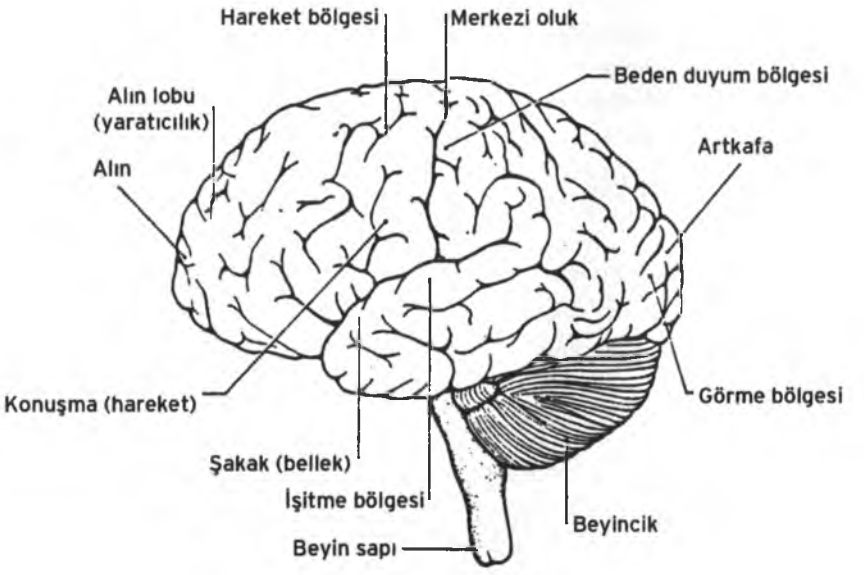
Şekil 65. Bir nöronun şematik çizimi. [D. Wooldridge, *The Machinery of the Brain*'den uyarlanmıştır (New York, McGraw-Hill, 1963), s. 6.]

aksondan aşağı ilerlerken parçalara ayrılır ve uca ulaşmadan "tek" iken "çok" olur – ve bunlar hedeflerine ayrı zamanlarda ulaşabilirler, çünkü boyunca ilerledikleri akson dalları farklı uzunluklar ve farklı dirençlerde olabilir. Bununla birlikte önemli olan bunların hepsinin hücre gövdesinden ayrılırken tek bir puls olarak hareketlerine başlamalarıdır. Bir nöron ateşledikten sonra yeniden ateşlemeden önce kısa bir toparlanma süresine ihtiyaç duyar; bu karakteristik olarak saniyenin binde birleriyle ölçülen bir süredir, dolayısıyla bir nöron saniyede bin keze kadar ateşleyebilir.

Beyindeki Daha Büyük Yapılar

Şimdiye dek beynin "karıncalarını" betimledik. Ya "takımlar," ya da "sinyaller?" Ya "simgeler"? Şu gözlemi yapabiliriz: girdisinin karmaşıklığına rağmen, tek bir nöron ancak çok ilkel bir biçimde yanıt verebilir – ateşleyerek ya da ateşlemeyerek. Bu çok küçük bir bilgi miktarıdır. Kesin olarak taşınacak veya işlenecek daha büyük bilgi miktarları için birçok nöron gereklidir. Ve o halde daha yüksek düzeyde kavramları idare eden, birçok nörondan oluşmuş daha büyük yapıların varolduğu tahmin edilebilir. Bu kuşkusuz doğrudur, ama en naif varsayım – her bir farklı kavram için sabit bir nöronlar grubu olduğu varsayımı – neredeyse kesin olarak yanlıştır.

Beynin, asıl beyin, beyincik, hipotalamus gibi birbirlerinden ayırt edilebilen birçok anatomik bölümü vardır (bkz. Şekil 66). *Asıl beyin* insan beyninin en büyük kısmı olup sol ve sağ beyin yarı küreleri olarak ayrılır. Her beyin yarıküresinin birkaç milimetrelik dış yüzeyi bir katmanlı "kabuk"la veya *beyin korteksiyle* kaplıdır. Anatomik açıdan, beyin korteksinin miktarı insan beyni ile daha az zeki türlerin beyinleri arasındaki temel ayırt edici özelliktir. Burada beynin altorganlarını ayrıntılarıyla betimlemeyeceğiz, çünkü şu anda



Şekil 66. İnsan beyninin sol taraftan görünüşü. Görme bölgesinin başın arkasında olması tuhaftır. [Steven Rose, *The Conscious Brain*, gözden geçirilmiş baskı. (New York: Vintage, 1966), s. 50.]

böylesi büyük-çaplı altorganlar ve onların yükümlü olduğu zihinsel ya da fiziksel faaliyetler arasında ancak çok kaba bir haritalama yapılabilmektedir. Örneğin dilin birincil olarak iki beyin yarıküresinden biri tarafından –aslında genel olarak sol yarıküre tarafından– idare edildiği bilinmektedir. Ayrıca *beyincik*, impulsları kaslara göndererek hareketlerin denetlemesinde rol oynar. Ama bu bölgelerin işlevlerini nasıl yerine getirdikleri hâlâ büyük ölçüde bir gizdir.

Beyinler Arasında Haritalamalar

Bu noktada son derece önemli bir soru ortaya çıkıyor. Eğer düşünme beyinde oluyorsa, o zaman iki beyin birbirinden nasıl farklı olabilir? Benim beynim seninkinden nasıl farklıdır? Hiç kuşkusuz sen tam olarak ben ya da bir başkası gibi düşünmüyorsun. Ama hepimiz beyinlerimizde aynı anatomik bölümlere sahibiz. Beyinlerin bu özdeşliği ne kadar genişletilebilir? Nöral düzeye kadar gider mi? Eğer düşünme – hiyerarşisinin yeterince alt düzeyinde yer alan hayvanlara – örneğin düşük düzeydeki yer solucanlarına bakarsanız, evet. Aşağıdaki alıntı, dünya-dışı zekâlarla iletişim üzerine bir konferansta nörofizyolog David Hubel'in yaptığı konuşmadan alınmıştır:

> Solucan gibi bir hayvandaki sinir hücrelerinin sayısı sanırım binlerle ölçülür. Çok ilginç olan bir şey, tikel bir solucandaki tikel bir hücreyi gösterebilmemiz ve sonra aynı türden diğer bir yer solucanında aynı hücrenin karşılık hücresini belirleyebilmemizdir![1]

Yer solucanları eşbiçimli beyinlere sahiptir! Şöyle denilebilir: "Yalnızca bir yer solucanı vardır."

Ama bireylerin beyinleri arasındaki böylesi bir bire-bir-eşlenebilirlik, düşünme-hiyerarşisinin üst basamaklarına doğru tırmandıkça ve nöronların sayıları arttıkça –yalnızca tek bir insan olmadığı kuşkularını doğrulayarak!– anında kaybolur. Yine de tek bir nörondan daha büyük, ama beynin ana altorganlarından daha küçük bir ölçekte karşılaştırıldıklarında farklı insan beyinleri arasında kayda değer fiziksel benzerlikler saptanabilir. Bu, bireysel zihinsel farklılıkların fiziksel beyinde nasıl temsil edildiği konusunda ne gibi imalara sahiptir? Benim nöronlarımın birbirleri arasındaki bağlantılara bakarsak, bildiğim özgül şeyleri, sahip olduğum özgül inançları, beslediğim özgül umutları, korkuları, hoşuma giden ve gitmeyen özgül şeyleri kodlayan

[1] Carl Sagan (ed.), *Communication with Extraterrestrial Intelligence*, s. 78.

olarak belirleyebileceğim değişik yapılar bulabilir miyiz? Eğer zihinsel deneyimleri beyne atfetmek olanaklıysa, zihinsel yaşamın bilgi ve benzeri diğer yönleri de, beynin içindeki özgül yerlere ya da beynin özgül fiziksel altdizgelerine dek izlenebilir mi? Bu ve gelecek bölümde sık sık döneceğimiz ana sorulardan biri bu olacak.

Beyin İşlemlerinin Yersenmesi: Bir Muamma

Nörolog Karl Lashley bu soruyu yanıtlama girişiminde, 1920'lerde başlayıp uzun yıllar sürdürdüğü bir dizi deneyle bir farenin labirentten geçiş bilgisini beyninin neresinde sakladığını keşfetmeye çalıştı. Steven Rose *The Conscious Brain* adlı kitabında Lashley'in denemelerini ve sıkıntılarını şu şekilde anlatır:

> Lashley korteks içinde belleğin yerini belirlemeye çalışıyordu ve bunun için önce fareleri labirent-geçişi konusunda eğitti, sonra kortekslerinin değişik bölgelerini çıkardı. Hayvanların toparlanmalarına izin verdi ve labirentten geçme becerilerinin muhafaza edilme derecelerini test etti. Şaşkınlık içinde, labirentten geçiş yolunu anımsayabilme yeteneğine karşılık gelen tikel bir bölge bulmanın olanaksız olduğunu gördü. Bunun yerine korteks bölgeleri çıkarılmış olan tüm fareler çeşitli yeti bozuklukları gösterdiler ve bu bozuklukların kapsamı kabaca çıkarılan korteksin miktarıyla orantılıydı. Korteksin çıkarılması hayvanların hareket ve duyum kapasitelerine zarar verdi, hayvanlar sekmeye, zıplamaya, yuvarlanmaya ya da sendelemeye başladılar, ama her nasılsa labirenti geçmeyi daima başardılar. Bellek söz konusu olduğunda, korteks, eş yararlılığa sahip olası tüm bölgelerle eşpotansiyele sahip gibi görünüyordu. Gerçekten de Lashley'in 1950'de yayınlanan son makalesi "In Search of the Engram"da umutsuzca vardığı tek sonuç belleğin olanaklı olmadığı sonucuydu.[2]

Garip bir biçimde, 1940'ların sonlarında, kabaca Lashley'ın son çalışmasını yaptığı zamanla aynı zamanlarda Kanada'da karşıt görüş açısı için deliller toplanıyordu. Sinir cerrahı Wilder Penfield açık beyinlerinin çeşitli parçalarına elektrotlar takarak ve sonra elektrotların bağlandığı nöronu ya da nöronları uyarmak için küçük elektrik pulsları kullanarak beyinleri ameliyat edilmiş hastaların tepkilerini inceliyordu. Penfield, belirli nöronların uyarılmasının hastalarda güvenilir bir şekilde özgül imgeler ve duyumların yaratımına neden olduğunu buldu. Bu yapay olarak uyandırılan izlenimler tuhaf, ama tanımlanamayan korkulardan uğultulara ve renklere ve hepsinden daha etkileyicisi de, çocukluktaki bir doğum partisi gibi yaşamın ilk yıllarına ilişkin

[2] Steven Rose, *The Conscious Brain*, s. 251-2.

anımsanan bütün bir olaylar dizisine kadar geniş bir alana yayılıyordu. Böylesine özgül olayları tetikleyebilen yerlerin kümesi son derece küçüktü – temel olarak tek bir nöronun üzerinde odaklanıyordu. Penfield'in sonuçları, Lashley'in vargılarıyla taban tabana zıttı, çünkü bunlar nihai olarak özgül anılardan yerel bölgelerin sorumlu olduğu içerimine sahipti.

Bu ne anlama gelebilir? Bir olası açıklama anıların yerel olarak, ama korteksin farklı bölgelerinde tekrar tekrar kodlanıyor oldukları olabilir – belki de çarpışmalarda ya da nörofizyologlarca yürütülen deneylerde olası korteks yitimine karşı önlem olarak evrim sürecinde geliştirilmiş bir strateji. Diğer bir açıklama, anıların bütün beyine yayılmış dinamik süreçlerden yeniden kurulabildiği, ama yerel noktalardan tetikleniyor oldukları olabilir. Bu kuram, şehirlerarası görüşmenin önceden öngörülmediği, çünkü hattın arama yapıldığı anda seçildiği ve bütün ülkedeki duruma bağlı olduğu modern telefon ağları kavramına dayanır. Ağın herhangi bir yerel parçasının zarar görmesi görüşmeleri engellemez, yalnızca hasarlı bölgenin etrafından dolaşılarak yapılmasına neden olur. Bu anlamda her telefon görüşmesi potansiyel olarak yersenemezdir. Ama her telefon görüşmesi iki özgül noktayı bağlar; bu anlamda her görüşme yersenebilirdir.

Görme İşleminin Özgüllüğü

Beyin işlemlerinin yerinin saptanması üzerine en ilginç ve önemli çalışmalardan bir kısmı, son onbeş yıl içinde, Harvard'dan David Hubel ve Torsten Wiesel tarafından gerçekleştirilmiştir. Ağtabakadaki (retina) nöronlardan başlayıp kafanın arkasına doğru giden bağlantılarını izleyerek LGN (lateral geniculate nucleus)* denilen "aktarım istasyonu"ndan geçip, beynin iyice arkasındaki görme korteksinde son bulan, kedilerin beyinlerindeki görme yolunun haritasını çıkardılar. Her şeyden önce, Lashley'in sonuçlarının ışığında, iyi tanımlanmış nöral yolların varolması dikkate değer bir olaydır. Ama daha dikkate değer olan yol boyunca farklı yerlerde yer alan nöronların özellikleridir.

Ağtabaka nöronları esas olarak kontrast duyucularıdır. Daha belirgin olmak gerekirse hareket biçimleri şöyledir. Her bir ağtabaka nöronu normal olarak "seyir hızı"nda ateşler. Ağtabakadaki bölümüne ışık geldiğinde ya da-

* LGN (lateral geniculate nucleus): Talamusun dış yanında kat kat hücre kümelerinden oluşmuş küçük bir parçası. Gözden gelen sinyalleri görme korteksine gönderir – çn.

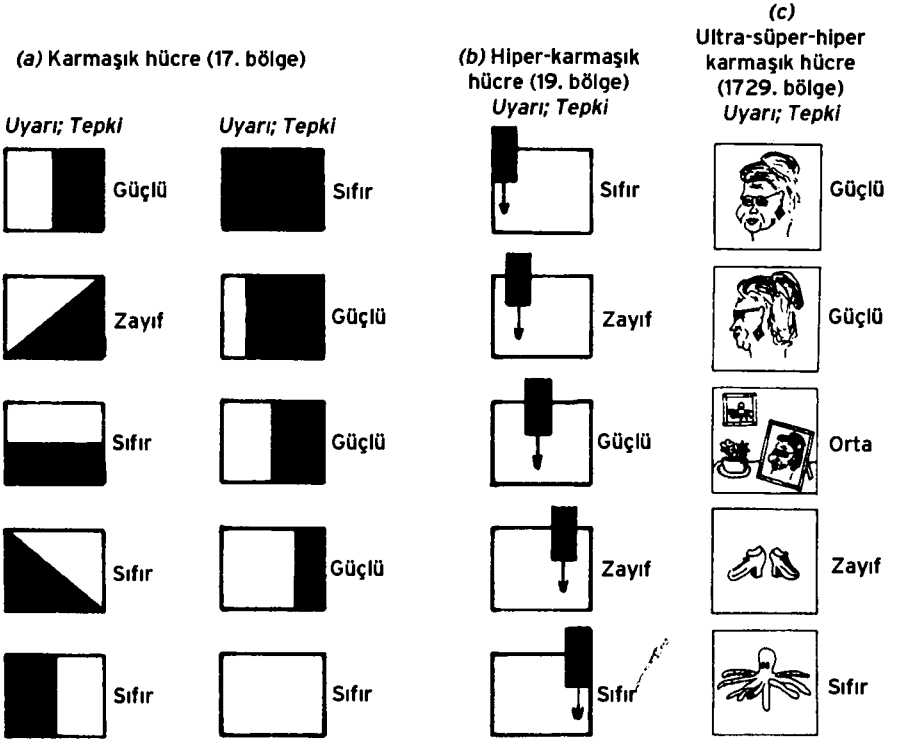
ha hızlı ateşler ya da ateşlemeyi yavaşlatır ve hatta durdurur. Ama bunu ancak ağtabakamn çevreleyen kısmı az aydınlatıldığında yapar. Bu da iki tip nöron bulunduğu anlamına gelir: "merkez-içi" ve "merkez-dışı." *Merkez-içi* nöronlar duyarlı oldukları küçük dairesel ağtabaka bölgesinde, merkez aydınlık, dış halka karanlık olduğunda ateşleme sıklıkları artan nöronlardır; *merkez-dışı* nöronlarsa merkez karanlık, dış halka aydınlık olduğunda daha hızlı ateşleyen nöronlardır. Eğer bir merkez-dışı nöron bir merkez-içi örüntüye maruz kalırsa, nöron ateşlemeyi *yavaşlatacaktır* (ve tersi). Düzgün dağılımlı aydınlatmada ağtabaka nöronlarının iki tipi de etkilenmez ve seyir hızında ateşlemeye devam eder.

Bu nöronlardan gelen sinyaller, ağtabakadan görme siniri yoluyla, beynin ortalarına doğru bir yerde yer alan LGN'ye ilerler. Orada, yalnızca ağtabakanın özgül bölgelerine düşen özgül uyaranlar tarafından tetiklenen LGN nöronlarının bulunması anlamında ağtabaka yüzeyinin doğrudan bir haritası bulunabilir. Bu anlamda LGN hayal kırıklığı yaratır; daha ileri işlemci olarak değil de yalnızca bir "ara aktarım istasyonu" gibi görünür (ama hakkını vermek gerekirse, kontrast duyarlılığı LGN'de artırılır gibi görünmektedir). Ağtabaka görüntüsü, buradaki nöronlar ağtabakası biçiminde iki boyutlu bir yüzey üstünde değil, üç boyutlu bir blok halinde düzenlenmiş olmalarına karşın, LGN'deki nöronların ateşleme örüntüleri içine doğrudan kodlanır. Dolayısıyla iki boyutlar üç boyut üzerine haritalanır, ama bilgi de korunur: bir eşbiçimlilik. Belki temsilin boyutsallığındaki değişimde, henüz tam olarak değerlendiremediğimiz derin bir anlam vardır. Her durumda görme sürecinin açıklanmamış birçok aşaması vardır, bu nedenle bu tek aşamayı –bir dereceye kadar– anlamış olmamızdan dolayı düşkırıklığına uğramaktansa memnun olmalıyız!

Sinyaller LGN'den görme korteksine geçerler. Burada yeni işlem tipleri ortaya çıkar. Görme korteksinin hücreleri üç kategoriye ayrılır: basit, karmaşık, hiperkarmaşık. *Basit* hücreler, ağtabaka hücreleri ya da LGN hücreleri gibi davranırlar: özellikle ağtabakanın belirli bölgelerinde, çevrelerinde kontrast oluşturan halkalar bulunan karanlık veya aydınlık noktalara tepki verirler. *Karmaşık* hücreler, tersine olarak, genellikle yüzden fazla başka hücreden girdi alırlar ve ağtabaka üzerine belirli açılarla yönlendirilmiş aydınlık ya da karanlık çubukları sezimlerler (bkz. Şekil 67). *Hiperkarmaşık* hücreler ise köşelere, çubuklara ya da hatta belirli yönlerde hareket eden "dillere" tepki gösterirler (bkz. yine Şekil 67). Bu hücreler son derece uzmanlaşmışlardır, bu nedenle bazen bunlara "yüksek düzeyli hiperkarmaşık hücreler" de denir.

"Büyükanne Hücresi" mi?

Gittikçe artan karmaşıklıktaki uyaranlar tarafından tetiklenen görme korteksi içindeki hücrelerin keşfedilmesinden dolayı kimileri olayların "bir hücre, bir kavram" yönünde gelişip gelişmediğini merak ettiler – bu durumda ancak ve ancak büyükanneniz görüş alanına girdiğinde ateşleyen bir "büyükanne hücresi"ne sahip olacaktınız. Bu şaka gibi gelen "süperhiperkarmaşık hücre" örneği pek ciddiye alınmamıştır. Bununla birlikte usauygun alternatif bir kuramın nasıl olabileceği pek açık değildir. Bir olasılık büyük nöral ağların, ye-



Şekil 67. Belli örnek nöronlarca örüntülere verilen tepkiler.

(a) Bu kenar-sezimleyen nöron solu aydınlık ve sağı karanlık düşey kenarları arar. Birinci sütun bir kenara yönlenmenin bu nöronla ilgisini gösterir. İkinci sütun bu tikel nöron için alan içindeki kenarın konumunun nasıl konudışı olduğunu gösterir.

(b) Hiper-karmaşık hücrenin nasıl daha seçici tepki verdiğini gösterir: burada yalnızca aşağıya doğru inen dil alanın ortasında olduğunda.

(c) Hipotetik bir "büyükanne hücresi"nin değişik rastgele uyarılara tepkileri; okur için bir "ahtapot hücresi"nin aynı uyarılara nasıl tepki vereceğini araştırmak eğlenceli olabilir.

terince karmaşık görsel uyarı tarafından toplu olarak uyarılmasıdır. Elbette bu daha geniş çoklu nöron birimlerin tetiklemesi bir şekilde bir çok hiperkarmaşık hücreden yayılan sinyallerin bütünleştiriminden gelmek zorundadır. Bunun nasıl olabileceğini kimse bilmiyor. Tam "sinyal"den "simge"nin doğduğu eşiğe yaklaşıyor gibi göründüğümüz zaman iz kayboluyor – umut kırıcı bir bitmemiş öykü. Yine de bu öyküye kısaca dönüp içini biraz doldurmaya çalışacağız."

Daha önce bütün insan beyinleri arasında geniş anatomik ölçekte varolan iri-taneli eşbiçimlilikten ve solucan beyinleri arasında varolan çok ince-taneli, nöral-düzeydeki eşbiçimlilikten söz ettim. Kedi, maymun ve insanın görsel işleme aygıtları arasında da "tanesi" iri ile ince arasında bir yerde bulunan bir eşbiçimlilik olması oldukça ilginçtir. Bu eşbiçimliliğin işleyiş tarzı şöyledir. Her şeyden önce bu üç tür de, beyinlerinin arkasında görme işlemine "adanmış" korteks bölgelerine sahiptir: *görme korteksi*. İkinci olarak, onların her birinde görme korteksi, korteksin 17, 18 ve 19. bölgeleri denilen üç altbölgeye ayrılır. Bu bölgeler üç türün herhangi birinin herhangi bir normal bireyin beyninde yerlerinin saptanabilmeleri anlamında evrenseldir. Her bir bölge içinde biraz daha ileri gidince görme korteksinin "sütunlu" organizasyonuna ulaşırsınız. Korteks yüzeyine dik, iç beyin yönünde içe doğru ışınsal olarak hareket eden görme nöronları "sütunlar" şeklinde düzenlenmiştir– yani hemen bütün bağlantılar, sütunlar arasında değil, ışınsal, sütun yönündedir. Ve her bir sütun, küçük bir özgül ağtabaka bölgesi üzerine haritalamr. Sütunların sayısı, her bir bireyde aynı değildir, bu yüzden "aynı sütun" bulunamaz. Son olarak, bir sütun içinde, basit nöronların bulunma eğiliminde olduğu katmanlar ve karmaşık nöronların bulunma eğiliminde olduğu başka katmanlar vardır. (Basit ve karmaşık nöronlar çoğunlukla 17. bölgede bulunurken hiperkarmaşık nöronlar baskın olarak 18 ve 19. bölgelerde bulunur.) Bu ayrıntı düzeyinde eşbiçimlilikler son buluyor gibi gözükmektedir. Buradan aşağı bireysel nöron düzeyine doğru inildikçe, her bir kedi, maymun ya da insan bireyi bütünüyle eşsiz bir örüntüye sahiptir – parmak izi ya da imza gibi.

Kendisi küçük de olsa kedilerin beyinleri ile maymunların beyinlerindeki görme işlemi arasındaki farkı gösteren durum, iki gözden gelen bilginin tek bir birleşik üst-düzey sinyal oluşturmak üzere bütünleştirilmesi aşamasında ortaya çıkar. Bu, her bir ayrı gözün sinyalinin kendisi tarafından işlenmesine biraz daha uzun süre harcayan maymunda kedide olduğundan biraz daha sonra gerçekleşir. Bu fazla şaşırtıcı değildir, çünkü bir tür, zekâ hiyerarşisinde, ne kadar yüksekte yer alıyorsa görsel dizgenin uğraşmak zorunda olacağı

sorunların o kadar karmaşık olacağı umulur; ve dolayısıyla sinyaller, son "etiketi" almadan önce, gittikçe daha çok erken dönem işlemlerinden geçmek zorunda kalır. Bu, yaşamı boyunca sahip olacağına denk bir görsel ayrımsama gücüyle doğar görünen yeni doğmuş bir buzağının görsel yeteneklerinin gözlemiyle çarpıcı bir biçimde teyit edilmiştir. İnsanlardan ve köpeklerden kaçınırken, diğer sığırlardan kaçınmamaktadır. Belki de bütün görsel dizgesi doğumdan önce "sıkı-tellenmiştir" ve kortekse ait görece az işlemler gerektirir. Diğer yandan bir insanın görsel dizgesi, derin biçimde kortekse dayanır ve olgunlaşması birkaç yıl alır.

Nöral Modüllerin İçine Hunileme

Beynin organizasyonuna ilişkin şimdiye dek yapılan keşifler konusunda şaşırtıcı bir şey, geniş-ölçekli donanım ile üst-düzey yazılım arasında pek az doğrudan karşılıklılığın bulunmasıdır. Örneğin görme korteksi bütünüyle açık bir yazılım amacına –görsel bilginin işlenmesi– ayrılmış geniş-ölçekli bir donanım parçasıdır, ama şimdiye kadar keşfedilen işlemlerin tümü hâlâ oldukça alt-düzeydedir. *Nesnelerin* tanınması işlemine yakın bir şeyin görme korteksi içindeki yeri belirlenememiştir. Bu karmaşık ve hiperkarmaşık hücrelerden gelen çıktıların şekillerin odaların, resimlerin, yüzlerin ve benzerlerinin bilinçli tanınmasına nerede ve nasıl dönüştürüldüğünü hiç kimsenin bilmediği anlamına gelir. İnsanlar birçok alt-düzey nöral tepkinin gittikçe azalarak, ünlü büyükanne hücresi gibi bir şeyde ya da yukarda anılan, bir tür çok nöronlu ağda en yüksek noktasına ulaşan daha üst düzey tepkilere "hunilenmesi" yönünde deliller aradılar. Bunun beyni büyük anatomik parçalara ayırarak değil, daha mikroskobik bir çözümlemeyle bulunabileceği açıktır.

Büyükanne hücresine olası bir alternatif, huninin dar ucunda yer alan ve Büyükanne göründüğünde hepsi ateşleyen –sözgelişi birkaç düzine– sabit bir nöronlar kümesi olabilir. Bu durum her bir tanınabilir nesne için emsalsiz bir ağ ve bu ağ üzerine odaklanan bir hunileme işlemi gerektirir. Benzer düşünce çizgisi izlenerek daha karmaşık alternatifler bulunabilir; bunlarda sabit bir şekilde değil, farklı tarzlarda uyarılabilen ağlar olabilir. Böylesi ağlar beynimizdeki "simgeler" olacaktır.

Ama böylesi bir hunileme işlemi gerekli midir? Belki de bakılan bir nesne örtük olarak görme korteksindeki "imza"sıyla belirlenebilir – yani basit, karmaşık ve hiperkarmaşık hücrelerin toplam tepkileriyle. Belki de beyin, tikel bir biçim için bundan başka bir tanıyıcıya gerek duymaz. Ancak bu kuramın

şöyle bir sorunu vardır. Bir sahneye baktığınızı varsayın. Bu sahne görme korteksinizin üstüne imzasını atar; ama bu imzadan sahnenin sözel betimini nasıl çıkarırsınız? Örneğin Fransız post-empresyonist Edouard Vuillard'ın resimlerinin incelenmesi genellikle birkaç saniye sürer ve sonra aniden bir insan figürü belirir. Olasılıkla imza görme korteksinizin üstüne bir saniyeden daha kısa bir sürede basılmıştır – ama resim ancak birkaç saniye sonra anlaşılır. Bu genel bir görüngünün yalnızca bir örneğidir – ışınlar ağtabakanıza çarptığında değil de biraz daha sonra, zekânızın bir bölümünün ağtabaka sinyalleri üzerinde çalışma fırsatı bulmasının ardından ortaya çıkan tanıma anında zihninizde bir şeyin "kristalleştiği"ne dair duyumun.

Kristalleşme eğretilemesi, istatistiksel mekanikten türetilmiş güzel bir imge sağlar; bu, bir ortam içindeki çok büyük sayıdaki mikroskobik ve ilintisiz faaliyetin yavaş yavaş, yaygınlaşan ve büyüyen yerel tutarlılık bölgeleri üretmesi imgesidir; sonunda çok büyük sayıdaki bu küçük olaylar, ortamlarına bütünüyle yeni bir yapı kazandırıp, onu bağımsız öğelerin kaotik bir araya gelişinden geniş, tutarlı, tamamıyla bağlantılı tek bir yapıya dönüştürürler. Eğer ilk nöral faaliyetleri bağımsız faaliyetler olarak ve onların birçok bağımsız ateşlemelerinin son sonucunu nöronların iyi-tanımlanmış bir "modülü"nün tetiklenmesi olarak düşünürsek, o zaman "kristalleşme" sözcüğü oldukça yerinde kullanılmış bir sözcük olacaktır.

Hunileme lehinde bir diğer kanıt, aynı nesneyi algıladığınızı hissetmenize neden olabilecek sayısız farklı sahnenin varolması olgusuna dayanır – örneğin aydınlık bir bahçede ya da karanlık bir tren istasyonunda bulunan, yakından ya da uzaktan görülen, şapka giyen ya da giymeyen, gülümseyen ya da somurtan büyükanneniz. Bütün bu sahneler görme korteksi üstünde son derce farklı imzalar üretirler; yine de hepsi sizi, "Merhaba Büyükanne" demeye sevkedecektir. Dolayısıyla görsel imzanın alımlanmasından sonra ve sözcüklerin sözceleminden önce bir noktada bir hunileme işlemi gerçekleşmiş olmalıdır. Bu işlemin Büyükannenin algılanmasının değil, sözelleştirmenin bir parçası olduğu iddia edilebilir. Ancak işlemin bu şekilde bölünmesi pek doğal görünmüyor, çünkü onun Büyükanne olduğu bilgisini, hiç söze dökmeksizin, içten kullanabilirsiniz. Gölgelerin nereye düştüğüne ya da bluzunda kaç düğme bulunduğuna ve benzeri şeylere, aldırış etmediğiniz için çoğu bilginin bir kenara atılması söz konusu olduğundan, görme korteksindeki bilginin hepsini kullanmak oldukça hantalca olurdu.

Hunilemenin karşısında olan kuramın karşılaştığı bir diğer zorluk, tek bir imzanın farklı yorumlarının nasıl olabildiğini açıklamaktır – örneğin Esc-

her'in *İçbükey ve Dışbükey* resmi (Şekil 23). Aynı bir televizyon ekranında yalnızca *noktaları* değil, ama *istiflenmeleri* algıladığımızın bize aşikâr görünmesi gibi, algılamanın, görme korteksi üstünde dev bir noktamsı "imza"nm yaratıldığı anda gerçekleştiğini koyutlamak da gülünç görünecektir. Son sonucu, her biri sahnedeki kavramlarla –istifler– birleştirilmiş, özgül nöron modüllerini tetiklemek olan bir hunileme işlemi olmalıdır.

Düşünce Süreçlerine Aracılık Eden Modüller

Böylece her bir kavram için tetiklenebilen oldukça iyi tanımlanmış bir modülün –nöronların küçük bir grubundan oluşan bir modülün– daha önce önerilen tipte bir "nöral kompleks"in varolduğu sonucuna ulaşıyoruz. Bu kuramla ilgili bir sorun –en azından naif bir biçimde ele alınırsa– böylesi modüllerin beyin içindeki yerlerinin belirlenebileceğini ima etmesidir. Bu henüz gerçekleştirilememiştir ve Lashley'in deneylerinde olduğu gibi, böylesi bir yersemeye karşı deliller vardır. Yine de kesin bir şeyler söylemek için çok erken. Her bir modülün çevreye yayılmış bir çok kopyası olabilir ya da modüller fiziksel olarak birbirlerinin üstüne binmiş olabilir; her iki durum da, nöronların "paketler" halinde bölünmesini bulanıklaştırıcı etkiye sahiptir. Belki de kompleksler kimi zaman birbirinin içine geçen kat kat paketlenmiş çok ince gözlemeler gibidir; belki de birbirine dolanmış, orada burada, kobraların kafaları gibi yassılaşan, uzun yılanlar gibidir; ya da belki de onlar içinde sinyallerin, tatarcığa aç bir kırlangıcın hamlelerinden daha garip şekiller çizerek dolaştığı devrelerdir. Bilemiyoruz. Hatta bu modüllerin donanımdan çok yazılım görüngüleri olmaları bile olanaklıdır – ama bu daha sonra tartışacağımız bir şey.

Bu tözselleştirilmiş nöral komplekslerle ilgili zihnimize takılan birçok soru var. Örneğin:

Onlar ortabeyin, hipotalamus vb gibi beynin daha alt bölgelerine dek uzanırlar mı?

Tek bir nöron birden çok komplekse ait olabilir mi?

Tek bir nöron bu türden kaç komplekse ait olabilir?

Bu tür kompleksler kaç nöronla örtüşebilir?

Bu kompleksler herkes için hemen hemen aynı mıdır?

Farklı insanların beyinlerinde birbirine tekabül eden yerlerde birbirlerine tekabül eden kompleksler bulunabilir mi?

Herkesin beyninde aynı şekilde mi örtüşürler?

Felsefi açıdan bütün bunların en önemlisi şudur: Modüllerin varlığı – örneğin bir büyükanne modülü, bize ne anlatır? Bu durum bize kendi bilinç görüngümüze ilişkin bir içgörü kazandırabilir mi? Yoksa bu bizi bilinç hakkında, beynin nöronlardan ve gliadan oluştuğu bilgisiyle aynı oranda bir karanlıkta mı bırakır? *Karınca Fügü*'nden tahmin edebileceğiniz gibi, benim hissim, bize bilinç görüngüsüne ilişkin bir anlayış kazandırması için daha uzun bir yolun alınması gerektiği yönündedir. Atılması gereken can alıcı adım, bir beyin halinin alt düzey –nöron nöron– betimlemesinden üst düzey –modül modül– betimlenmesine geçiştir. Ya da *Karınca Fügü*'nün terminolojisiyle söylersek, beyin halinin betimlemesini *sinyal* düzeyinden *simge* düzeyine kaydırmak gerekir.

Etkin Simgeler

Şu andan itibaren bu hipotetik nöral komplekslere, nöral modüllere, nöral paketlere, nöral ağlara, çoknöronlu birimlere – ne ad verirseniz verin, ister gözlemeler, bahçe tırmıkları, çıngıraklı yılanlar, kar lapaları ya da hatta isterse göl üzerindeki dalgacıklar biçiminde olsun – *simgeler* olarak gönderimde bulunacağız. Bir beyin halinin simgeler uyarınca bir betimi Diyalogda anıştırıldı. Böylesi bir betimleme neye benzer? Gerçekten düşünmek için ne tür kavramların "simgeleştirilmesi" usauygundur? Simgelerin karşılıklı ilişkileri ne türdendir? Ve bütün bu resim bilinçlilik konusunda bize ne gibi bir içgörü kazandırır?

Vurgulanması gereken ilk şey simgelerin ya *uykuda* ya da *uyanık* (etkinleştirilmiş) olabilecekleridir. Etkin bir simge tetiklenmiş olandır – yani onda dışardan gelen uyaranlarca eşik sayıda nöronun ateşlenmesine neden olunmuştur. Bir simge birçok farklı şekilde tetiklenebildiğinden, uyandırıldığında birçok farklı şekilde davranabilir. Bu da bir simgeyi değişmez bir kendilik olarak değil, değişken bir kendilik olarak düşünmemiz gerektiğini ima eder. Dolayısıyla bir beyin halini, "A, B, ..., N simgelerinin hepsi etkindir" diye betimlemek yeterli olmayacaktır; daha doğrusu, her bir etkin simge için simgenin içsel işleyişinin kimi yönlerini karakterize eden bir parametreler kümesini de ek olarak vermek zorundayız. Her bir simge içinde, simge etkinleştirildiğinde değişmez olarak ateşleyen belli çekirdek nöronların olup olmadığı ilginç bir sorudur. Eğer böylesi bir çekirdek nöronlar kümesi varsa, buna simgenin "değişmez çekirdeği" olarak gönderimde bulunabilir. Sözgelimi bir şelaleyi her düşündüğünüzde, kuşkusuz bağlama göre, farklı şekillerde bezenen, ama güvenilir bir şekilde meydana gelen değişmez bir nöral sürecin yinelendi-

ği varsayımı oldukça ayartıcıdır. Ancak böyle olması gerektiği hiç de açık değildir.

Peki bir simge uyandırıldığında ne yapar? Alt düzey bir betimleme, "Nöronlarının çoğu ateşler" diyebilir. Ama bu bizi artık ilgilendirmiyor. Üst düzey betimleme nöronlara yapılan bütün gönderimleri elemeli ve dışlayıcı bir şekilde bütünüyle simgeler üstüne yoğunlaşmalıdır. Uyku durumundan ayrı olarak, etkin bir simgenin ne yaptığının üst düzey bir betimlemesi, "Amacı diğer simgeleri uyandırmak ya da tetiklemek olan *mesajlar* ya da sinyaller gönderir" diyecektir. Kuşkusuz bu mesajlar bir sinir uyartıları akışı olarak nöronlar tarafından taşınacaktır – ama elimizden geldiğince bu deyiş biçiminden sakınmamız gerekir, çünkü bu şeylere alt-düzey bir bakışı temsil eder, oysa biz tamamıyla üst bir düzeyde ilerleyebileceğimizi umuyoruz. Başka bir deyişle tıpkı bir saatin davranışının kuantum mekaniğinin yasalarından tecrit edilmesi ya da hücreler biyolojisinin kuarkların yasalarından tecrit edilmesiyle aynı şekilde düşünce süreçlerinin de nöral olaylardan tecrit edilmiş şekilde düşünebileceğini umuyoruz.

Ama bu üst-düzey resmin avantajı nedir? Neden, "A ve B simgeleri C simgesini tetikledi" demek, "183'den 612'ye kadar olan nöronlar 75. nöronu uyardı ve onun ateşlenmesine neden oldu" demekten daha iyidir? Bu soru *Karınca Fügü*'nde yanıtlanmıştı: daha iyidir, çünkü simgeler şeyleri *simgelerler*, oysa nöronlar simgelemezler. Simgeler kavramların donanım gerçekleşimleridir. Bir diğer nöronu tetikleyen bir nöronlar grubu hiçbir dış olaya tekabül etmezken, başka simgelerle bir simgenin tetiklenmesi gerçek dünyadaki – ya da hayali bir dünyadaki – olaylarla ilişki içindedir. Simgeler, ileri geri gönderdikleri mesajlar aracılığıyla birbirleriyle bağlantılı hale gelirler; bu, tetikleme örüntüleri, dünyamızda olan ya da bizimkine benzer bir dünyada olabilecek olan geniş-ölçekli olaylara büyük oranda benzeyecek şekilde olur. Özünde, burada da anlamın ortaya çıkışı, rt-dizgesinde ortaya çıkışındakiyle aynı nedene dayanır – eşbiçimlilik; ancak burada söz konusu olan eşbiçimlilik son derece karmaşık, incelikli, zarif, çok yönlü ve içlemseldir.

Bu arada simgelerin karmaşık mesajları ileri geri geçirebilir olması gerekliliği, nöronların kendilerinin simgelerin rolünü oynamaktan dışlanması için yeterli olabilir. Bir nöron, bilgiyi ancak tek yönlü gönderebildiği ve bir sinyali bir o yöne, bir bu yöne yönlendiremediği için, bir simgenin gerçek dünyadaki bir nesne gibi davranmak için sahip olmak zorunda olduğu seçici tetikleme gücünden yoksundur. *The Insect Societies* kitabında E. O. Wilson, karınca kolonileri içinde mesajların nasıl yayıldığı konusunda benzer bir saptama yapar:

> [Kitle iletişimi] tek bir bireyin bir diğerine geçiremeyeceği bilginin öbekler arasında aktarımı olarak tanımlanır.[3]

Bir karınca kolonisi olarak beyin, hiç de kötü bir imge değil!

Bir sonraki soru –ki bu da son derece önemlidir– beyinde tek simgelerle temsil edilen kavramların "büyüklüğü" ve doğasıyla ilgilidir. Simgelerin doğasına ilişkin şöyle sorular vardır. Çağlayanlar genel kavramı için bir simge olabilir mi, yoksa çeşitli özgül çağlayanlar için farklı simgeler mi vardır? Yoksa bu seçeneklerin ikisi de gerçekleşebilir mi? Simgelerin "büyüklüğü"ne ilişkin şöyle sorular vardır: Bütün bir öykü için bir simge olabilir mi? Ya bir ezgi için? Ya da bir şaka? Yoksa daha olası olan, yalnızca kabaca sözcük büyüklüğünde kavramlar için simgelerin bulunması ve söz öbekleri ya da tümceler gibi daha geniş fikirlerin, değişik simgelerin koşut zamanlı veya sıralı olarak etkinleştirilmesiyle temsil ediliyor olması mıdır?

Simgeler tarafından temsil edilen kavramların büyüklüğü konusunu ele alalım. Tümceler içinde ifade edilen çoğu düşünce genellikle daha fazla çözümlemediğimiz temel, atomsu bileşenlerden oluşur. Bunlar kabaca sözcük büyüklüğündedir – kimi zaman biraz daha uzun, kimi zaman biraz daha kısa. Örneğin "şelale" adı, "Niagara Şelalesi" özel adı, geçmiş zaman soneki "-dı," "yetişmek" fiili ve daha uzun deyimlerin hepsi yaklaşık atomik öğelerdir. Bunlar bir filmin konusu, bir kentin kokusu, bilincin doğası ve benzeri daha karmaşık kavramları tasvir ederken kullandığımız temel fırça darbeleridir. Böylesi karmaşık düşünler tek fırça darbelerinden oluşmaz. Dilin fırça darbelerinin düşüncenin de fırça darbeleri olduğunu ve dolayısıyla simgelerin yaklaşık bu büyüklükte kavramları temsil ettiğini düşünmek usauygundur. O halde bir simge kabaca, kendisi için bildiğiniz bir sözcük ya da sözcük öbeğinin bulunduğu ya da bir özel adla ilişkilendirdiğiniz bir şey olacaktır. Ve bir aşk ilişkisindeki sorun gibi, daha karmaşık bir düşüncenin beyinde temsili, diğer simgeler tarafından çeşitli simgelerin etkinleştirilmelerinin oldukça karmaşık bir dizisi olacaktır.

Sınıflar ve Örnekler

Düşünmeyle ilgili genel bir ayrım vardır: *kategoriler* ve *bireyler* ya da *sınıflar* ve *örnekler* arasında. (Kimi zaman "tipler ve "örnekler" terimleri de kullanılır.) İlk bakışta verili bir simge doğal olarak ya bir sınıf simgesi ya da

[3] E. O. Wilson, *The Insect Societies*, s. 226.

bir örnek simgesi gibi görünür – ancak bu aşırı basitleştirmedir. Gerçekte çoğu simge etkinleşme bağlamına göre her iki rolü de oynayabilir. Örneğin aşağıdaki listeye bakın.

(1) bir yayın
(2) bir gazete
(3) *The San Francisco Chronicle*
(4) *Chronicle*'m 18 Mayıs baskısı
(5) *Chronicle*'ın 18 Mayıs baskısının bendeki kopyası
(6) *Chronicle*'m 18 Mayıs baskısının (birkaç gün sonra şöminemde yanan bendeki kopyayla karşıtlık oluşturan) bendeki ilk aldığım kopyası

Burada 2. satırdan 5. satıra kadar bütün satırlar iki rolü de oynar. Dolayısıyla 4. satır 3. satırdaki genel sınıfın bir örneğidir ve 5. satır 4. satırın bir örneğidir. 6. satır bir sınıfın örneğinin özel bir türüdür: *tezahür*. Bir nesnenin yaşam tarihçesi boyunca birbirini izleyen aşamaları onun tezahürleridir. Bir çiftlikteki ineklerin kendilerini samanla besleyen neşeli çiftçinin bütün tezahürlerinin altında yer alan değişmez bireyi algılayıp algılamadıklarını düşünmek ilginç olurdu.

Prototip İlkesi

Yukarıdaki liste bir genellik hiyerarşisi gibi görünmektedir – en tepede çok geniş bir kavramsal kategori, en dipte uzay ve zamanda konuşlanmış çok sıradan tikel şey. Ancak bir "sınıf"ın daima çok geniş ve soyut olması gerektiği düşüncesi fazlasıyla sınırlayıcıdır. Bunun nedeni düşüncemizin, *prototip ilkesi* denilen incelikli bir ilkeyi kullanmasıdır:

En özel olay, bir olaylar sınıfının genel bir örneği olarak iş görebilir.

Özel olayların, bellekte güçlü bir iz bırakmalarını ve daha sonra bir yönden kendilerine benzeyen başka olaylar için model olarak kullanabilmelerini sağlayan bir canlılığa sahip olduklarını herkes bilir. O halde her özel olayda, bütün bir benzer olaylar sınıfının tohumu vardır. Özel içinde genellik olduğu fikri çok büyük öneme sahiptir.

Bu noktada doğal olarak ortaya çıkan sorular şunlardır: Beyindeki simgeler sınıfları mı, yoksa örnekleri mi temsil eder? Diğer simgeler yalnızca örnek-

leri temsil ederken, yalnızca sınıfları temsil eden belli simgeler var mıdır? Yoksa bir tek simge, hangi parçasının etkinleştirildiğine bağlı olarak bir sınıf simgesi veya bir örnek simgesi olarak iş görebilir mi? Bu son kuram oldukça çekici görünüyor: bir simgenin "hafif" bir etkinleştiriminin bir sınıfı temsil edebileceği, daha derin ya da daha karmaşık etkinleştiriminin daha ayrıntılı içsel nöral ateşleme örüntüleri içereceği ve dolayısıyla bir örneği temsil edebileceği düşünülebilir. Ama bir kez daha düşünüldüğünde bunun saçmalığı görülür: örneğin "yayın" simgesini yeterince karmaşık bir şekilde etkinleştirerek, şöminemde yanan özgül bir gazeteyi temsil eden çok karmaşık simgeyi elde edebileceğiniz içerimine sahiptir. Ve basılı malzemenin her başka parçasının her başka olanaklı tezahürü "yayın"ın tek simgesinin bir tarzda etkinleştirimiyle içsel olarak temsil edilebilir. Bu tek "yayın" simgesinin üstüne fazlasıyla ağır bir yüklemek demektir. Bu nedenle örnek simgelerinin sınıf simgeleriyle yan yana varolabilecekleri, ama yalnızca sınıf simgelerinin etkinleştirilmesinin kipleri olmadıkları sonucuna ulaşılabilir.

Örneklerin Sınıflardan Ayrılması

Öte yandan örnek simgeleri, özelliklerinin çoğunu, bu örneklerin ait olduğu sınıflardan kalıt olarak alırlar. Eğer size bir filme gittiğimi söylersem, siz bu tikel film için taze, yeni bir örnek simgesi "basmaya" başlarsınız; ama daha fazla bilgi yoksa, yeni örnek simgesi büyük oranda, sizde "film" için önceden varolan sınıf simgesine dayanmak zorunda olacaktır. Bilinçdışı olarak bu film hakkında bir yığın önkabule güveneceksiniz – örneğin bir ila üç saat sürdüğü, yerel bir sinemada gösterildiği, birtakım insanlar hakkında bir öykü anlattığı ve benzeri önkabullere. Bunlar diğer simgelerle beklenilen bağlar (yani potansiyel tetikleme ilişkileri) olarak sınıf simgesinin içine yerleştirilmiştir ve *olağan seçenekler* olarak adlandırılırlar. Yeni basılan örnek simgesinde, olağan seçenekler kolayca geçersiz kılınabilir, ama bu belirtik olarak yapılmazsa, sınıf simgesinden kalıt olarak alınmış olarak örnek simgesinde kalacaktır. Bastırılıp geçersiz kalınana dek sizin "sterotip" ya da sınıf simgesi tarafından sağlanan usauygun tahminleri kullanarak, yeni örnek –örneğin görmeye gittiğim film– hakkında düşünebilmenizi sağlayan bir başlangıç temeli oluşturacaktır.

Yeni ve basit bir örnek kendine ait fikirleri veya deneyimleri olmayan bir çocuk gibidir – böyle bir çocuk bütünüyle ebeveyninin deneyimlerine ve görüşlerine bel bağlar ve onları papağan gibi taklit eder. Ama yavaş yavaş,

dünyanın kalanıyla etkileşimi artıkça çocuk kendi deneyimlerini edinir ve kaçınılmaz olarak ebeveyninden ayrılır. Sonunda çocuk tam bir yetişkin olur. Aynı şekilde yeni bir örnek bir süre sonra ata sınıfından ayrılabilir ve kendi başına bir sınıf ya da prototip olabilir.

Böylesi bir ayrılma sürecinin grafik bir canlandırması için, bir cumartesi akşamı arabanızın radyosunu açtığınızı ve radyoda iki "rastgele" takım arasındaki bir futbol maçının verildiğini varsayın. Başlangıçta her iki takımın oyuncularının da adlarını bilmiyorsunuz. Spiker, "Palindromi yirmi-yedi yarda çizgisinde rakibini durdurdu ve bu rakip takımın topu 10-yarda ileri taşımak üzere yaptığı dördüncü girişimde hâlâ gitmesi gereken altı yarda kalmasına neden oldu" dediğinde tüm anladığınız bir futbolcunun başka bir futbolcuyu durdurduğudur. O halde bu, durdurma simgesinin eşgüdümlü etkinleştirilmesiyle birlikte "futbolcu" sınıf simgesinin etkinleştirilmesi durumudur. Ama sonra Palindromi birkaç kritik pozisyonda daha kendini gösterdikçe, özellikle onun için, belki adını bir odak noktası olarak kullanarak taze bir örnek simgesi kurmaya başlarsınız. Bu simge, bir çocuk gibi, "futbolcu"nun sınıf simgesine bağlıdır: Palindromi imgenizin çoğu, "futbolcu" simgesinde içerilmiş haldeki futbolcu stereotipiniz tarafından sağlanır.

Ama yavaş yavaş, daha fazla bilgilendikçe, "Palindromi" simgesi gittikçe daha fazla özerkleşir ve ana sınıf simgesinin koşutzamanlı etkinleşmesine gittikçe daha az dayanır. Bu, Palindroni'nin birkaç iyi ve göze hoş gelen hareket yaptığı birkaç dakika içinde olur. Bununla birlikte onun takım arkadaşları hâlâ bütünüyle sınıf simgesinin etkinleştirilmesiyle temsil edilebilir. Sonunda, belki birkaç gün sonra, gazetenizin spor sayfasındaki bazı yazıları okuduğunuzda göbek bağı kopar ve Palindromi kendi ayakları üstünde durabilir. Şimdi doğduğu yeri, mezun olduğu okulu biliyorsunuz, yüzünü tanıyorsunuz; ve onun hakkında daha birçok şey biliyorsunuz. Bu noktada, Palindromi artık yalnızca bir futbolcu olarak değil, ama olumsal olarak bir futbolcu da olan bir insan olarak kavranır. "Palindromi," ata sınıf simgesi (futbolcu) uykuda kalırken etkin olabilen bir örnek simgesidir.

Önce Palindromi simgesi, çok daha büyük ve çok daha kütlesel Dünya'nın çevresinde dönen yapay bir uydu gibi, ana simgesinin çevresinde dönen bir uyduydu. Sonra bir simgenin diğerinden daha önemli olduğu, ama bunların – Dünya ve Ay gibi– birbirlerinin yörüngesi etrafında dönüyor olarak görülebilecekleri bir ara aşama geldi. Sonunda yeni simge tamamıyla özerkleşti; artık etrafında yeni uyduların –daha az tanınan, ama Palindromi'yle ortak bir şeyleri olan başka kişilerin simgeleri için– bir sınıf simgesi olarak iş görebilir ve

siz yeni simgelerin de özerkleşmesini sağlayacak daha fazla bilgi edinene kadar Palindromi bu kişiler için bir stereotip olarak iş görebilir.

Simgeleri Birbirinden Ayırmanın Zorluğu

Bir örneğin büyümesi ve sonunda bir sınıftan ayrılması aşamaları, ilgili simgelerin bağlanma yollarıyla birbirlerinden ayırt edilebilir. Kuşkusuz kimi zaman bir simgenin nerede son bulduğunu ve ötekinin nerede başladığını söyleyebilmek oldukça zordur. Ötekiyle karşılaştırıldığında bir simge ne kadar "etkin"dir? Eğer birisi ötekinden bağımsız olarak etkinleştirilebiliyorsa, onların özerk olduklarını söylemek anlamlı olacaktır.

Yukarıda bir astronomi eğretilemesi kullandık ve ilginç olan gezegenlerin hareketi probleminin kendisinin de oldukça karmaşık olmasıdır – aslında çekimsel olarak etkileşen üç cisme (Dünya, Ay, Güneş gibi) dair genel problem, birkaç yüzyıllık çalışmadan sonra bile hâlâ çözülmekten uzaktır. İyi yaklaşık çözümler elde etmenin olanaklı olduğu bir durum, bir cismin diğer ikisinden çok daha kütlesel olduğu (burada Güneş) durumdur; o zaman bu cismi, çevresinde diğer ikisinin döndüğü durağan bir cisim olarak ele almak anlamlı olur; sonunda buna iki uydu arasındaki etkileşim eklenir. Ama bu yaklaşıklık sistemin Güneş ve bir "küme," yani Dünya-Ay dizgesi olarak bölünmesine bağlıdır. Bu bir yaklaşıklıktır, ama sistemin çok daha derinliğine anlaşılmasını sağlar. Bu "küme" ne ölçüde gerçekliğin bir parçası ve ne ölçüde zihinsel bir yapım insan tarafından evrene yüklenmiş bir yapıdır? Özerk veya yarı-özerk "kümelenme" olarak algınan şeyler arasında çizilen sınırların "gerçekliği" problemi, onu beyindeki simgelerle ilişkilendirdiğimizde sayısız sorun çıkaracaktır.

Oldukça kafa karıştırıcı sorulardan biri, çoğullar konusudur. Söz gelimi, bir fincanda üç köpeği nasıl görselleştirebiliriz? Ya da bir asansördeki birkaç kişiyi? "Köpek"in sınıf simgesiyle başlar ve sonra onun üç "kopya"sını mı çıkarırız? Yani "köpek" sınıf simgesini kalıp olarak kullanarak onun üç yeni örnek simgesini mi imal ederiz? Yoksa "üç" ve "köpek" simgelerini birleşik olarak mı etkinleştiririz? İmgelenen sahneye biraz detay eklendiğinde her iki kuramı da savunmak zorlaşır. Örneğin gördüğümüz her bir burun, bıyık, tuz tanesi vb için ayrı bir örnek simgemizin olmadığı kesindir. Böylesi sayısız öğeyle ilgilenmeyi sınıf simgelerine bırakırız ve sokakta bıyıklı kişilerle karşılaştığınızda, dikkatle incelemediğimiz sürece yeni örnek simgeleri basmaksızın bir şekilde "bıyık" sınıfının simgesini etkinleştiririz.

Öte yandan bireyleri ayırt etmeye başlayınca, bütün farklı insanlar arasında zaman paylaşımlı olarak çalışan bir tek sınıf simgesine (örn. "kişi") güvenemeyiz. Birey kişiler için ayrı örnek simgelerin var edilmesi gerektiği açıktır. Bunun üstesinden bir "el çabukluğu" marifetiyle gelinebileceğini düşünmek gülünç olur – yani tek sınıf simgesinin (her bir kişi için bir tane olmak üzere) birkaç farklı etkinleştirme kipi arasında ileri geri gidişiyle.

Uçlar arasında birçok ara durum için yer olmalıdır. Beyinde, değişik özgüllük derecelerinde simgelerin –ve simge organizasyonlarının– ortaya çıkmasını sağlayan smıf-örnek ayrımını yaratma yollarının bütün bir hiyerarşisi bulunabilir. Aşağıda verilen simgelerin tekil ve birleşik olarak etkinleştirilmesinin farklı türleri değişik özgüllük derecelerindeki zihinsel imgelerden sorumlu olabilir.

(1) bir tek sınıf simgesinin farklı kip veya derinlikte etkinleştirilmesi
(2) eşgüdümlü biçimde birkaç sınıf simgesinin eşanlı etkinleştirilmesi
(3) bir tek örnek simgesinin etkinleştirilmesi
(4) bir tek örnek simgesinin birkaç sınıf simgesinin etkinleştirilmesiyle birlikte etkinleştirilmesi
(5) eşgüdümlü bir şekilde birkaç örnek simgesinin ve birkaç sınıf simgesinin eşanlı etkinleştirilmesi

Bu bizi doğrudan şu soruya götürür: "Bir simge ne zaman beynin ayırt edilebilir bir altdizgesidir?" Örneğin ikinci durumu ele alalım – eşgüdümlü bir biçimde birkaç sınıf simgesinin eşanlı etkinleştirilmesi. İrdelenen kavram "piyano sonatı" olduğunda (etkinleştirilen simgelerin en az ikisi "piyano" ve "sonat"ın simgeleri olduğunda) olacak olan bu olurdu. Ama bu simge çifti yeterince sık olarak birlikte etkinleştirilirse aralarındaki bağın, uygun bir şekilde bir arada etkinleştirildikleri zaman bir birim olarak hareket etmelerini sağlayacak kadar güçleneceğini varsaymak usauygun olacaktır. Demek ki, uygun koşullar altında, iki ya da daha fazla simge tek olarak hareket edebilir, bu da beyindeki simgelerin sayılması probleminin tahmin edilenden daha güç olduğunu gösterir.

Bazen daha önceden bağlantısız olan iki simgenin eşanlı ve eşgüdümlü bir biçimde etkinleştirildiği koşullar ortaya çıkabilir. Birbirleriyle kaçınılmaz bir birlik olarak görünecek denli uyumlu olabilirler ve böylece iki eski simgenin sıkı etkileşimiyle tek bir yeni simge oluşur. Eğer bu olursa, yeni simge "daima oradaydı, ama hiç etkinleştirilmemişti" demek uygun mudur – yoksa onun "yaratılmış" olduğu mu söylenmelidir?

Çok soyut geldiyse somut bir örneği ele alalım: *Yengeç Kanonu* Diyaloğu. Bu Diyaloğun yaratımında, iki varolan simge –"müzikal yengeç kanonu" ve

"sözel diyalog" simgeleri– eşanlı olarak ve etkileşime zorlanacak şekilde etkinleştirilmek zorunda kalındı. Bir kez bu yapıldığında, gerisi kaçınılmazdı: bu ikisinin etkileşiminden yeni bir simge –bir sınıf simgesi– doğdu ve o andan itibaren kendi başına etkinleştirilebilir oldu. Peki şimdi o, benim beynimde uyuyan bir simge olarak daima varolmuş muydu? Eğer öyleyse bu, onların içinde hiç uyandırılmamış olsa bile, onun bileşen simgelerine sahip her insanın beyninde de uyuyan bir simge olarak varolmalıydı. Bunun anlamı, birinin beynindeki simgeleri saymak için bütün *uyuyan* simgeleri – bütün bilinen simgelerin bütün etkinleştirilme tiplerinin bütün mümkün kombinasyonlarını ve permütasyonlarını – saymak gerektiğidir. Bu birinin uyurken beyninin yarattığı yazılımın şu fantastik yaratıklarını bile içerir – ev sahipleri uykuya çekildiğinde uyanan garip fikirler karışımı... Bu "potansiyel simgeler"in varlığı, beyni, iyi-tanımlanmış etkinleştirim halleri içindeki simgelerin iyi-tanımlanmış bir koleksiyonu olarak tahayyül etmenin gerçekten çok aşırı bir basitleştirme olduğunu gösterir. Bir beyin halini simge düzeyinde tam olarak saptayabilmekten de zordur bu.

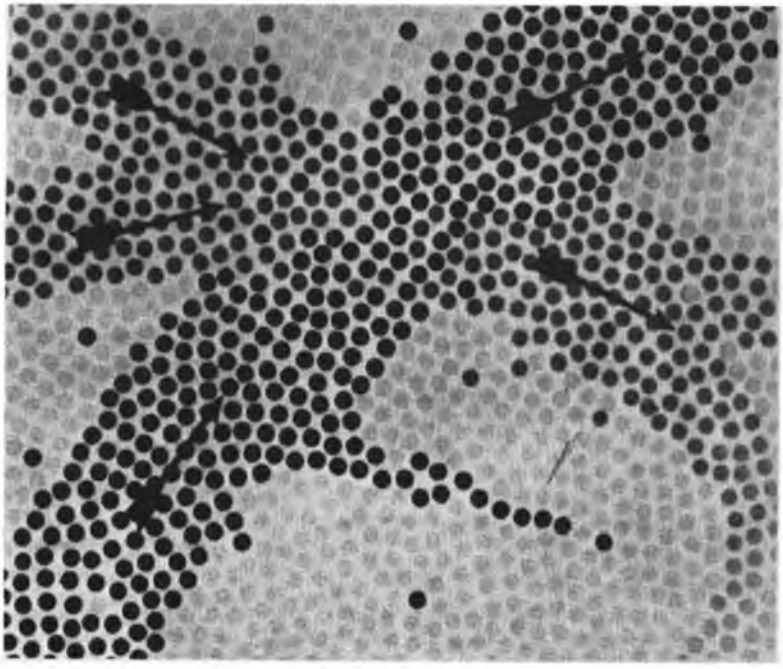
Simgeler–Yazılım mı Yoksa Donanım mı?

Her bir beyinde varolan çok büyük ve sürekli büyüyen simgeler dağarcığı, sonunda beynin doyduğu –yeni bir simge için hiçbir yerin kalmadığı– bir noktaya varılıp varılmayacağını merak etmenize neden olabilir. Bu olasılıkla eğer simgeler üst üste binmeseydi olabilirdi – verili bir nöron asla ikili işlev görmeseydi olabilirdi, o zaman simgeler bir asansöre binen insanlara benzerdi: "Uyarı: Bu beynin maksimum kapasitesi 350.275 simgedir!"

Bununla birlikte bu beyin işlevine dair simge modelinin zorunlu bir niteliği değildir. Aslında olasılıkla, simgelerin birbiriyle örtüşmesi ve birbirine dolanması kuraldır, böylece her bir nöron tek bir simgenin bir üyesi olmak yerine, muhtemelen yüzlerce simgenin işlevsel bir parçasıdır. Bu biraz rahatsız edicidir, çünkü eğer doğruysa, o zaman her bir nöronun her tek simgenin parçası olması durumu ortaya çıkmaz mıydı? Eğer öyle olsaydı o zaman simgelerin yersenebilirliği diye bir şey olmazdı – her simge beynin bütünüyle özdeşleşirdi. Bu, Lashley'in farelerde yaptığı korteks çıkarma deneylerinin sonuçlarını açıklayabilir – ama bu aynı zamanda bizim başlangıçtaki beynin ayrı altdizgelere ayrılabileceği fikrinden vazgeçmemiz anlamına gelir. Simgelere ilişkin "kavramların donanım gerçekleşmeleri" şeklinde yaptığımız önceki belirleme en iyi durumda büyük bir aşırı basitleştirme olurdu. Aslında eğer her simge, her başka simgeyle aynı bileşen nöronlardan meydana gelmişse, o

zaman ayrı simgelerden söz etmek ne kadar anlamlı olur? Verili bir simgenin etkinleşme imzası ne olur – yani A simgesinin etkinleşmesi B simgesinin etkinleşmesinden nasıl ayırt edilebilir? Bütün kuramımız boşa gitmiş olmaz mı? Ve simgelerin *bütünsel* bir örtüşmesi yoksa bile, ne kadar çok simge örtüşürse kuramımızı savunmak da o kadar güçleşmez mi? (Simgelerin örtüşmesinin olası bir canlandırımı Şekil 68'de görülmektedir).

Fiziksel olarak bile, büyük oranda veya tamamen örtüşen simgelere dayanan bir kuramı muhafaza etmenin bir yolu vardır. Birçok farklı tipte dalga veya çalkalanmayı kaldırabilen bir göl yüzeyini ele alın. Donanım –yani suyun kendisi– bütün durumlarda aynıdır, ama olası farklı uyartı kiplerine sahiptir. Aynı donanımın böylesi yazılım uyartılarının hepsi birbirinden ayırt edilebilir. Bu analojiyle bütün farklı simgelerin yalnızca, fiziksel olarak ayrı simgelere anlamlı bir şekilde bölünmeyi kabul etmeyen birbiçimli bir nöral ortam içinde yayılan farklı "dalga" türleri olduklarını öne sürecek kadar ileri



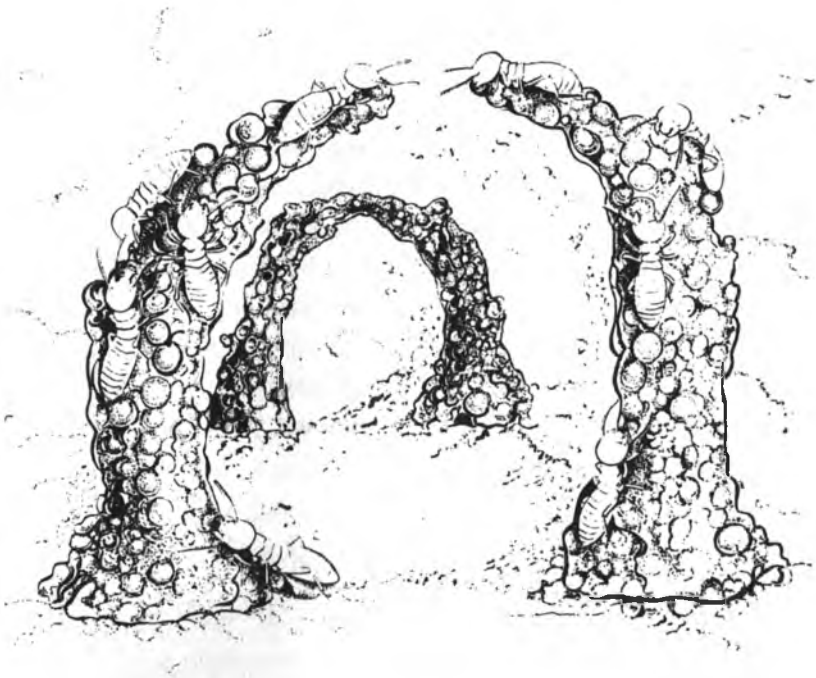
Şekil 68. Bu şematik diyagramda nöronlar bir düzlemde yayılmış noktalar olarak düşünülmüştür. İki nöronal yolun örtüşmesi grinin farklı tonlarıyla gösterilmiştir. İki bağımsız "nöronal çakım" bu iki yoldan eşanlı olarak, göl yüzeyindeki iki dalga gibi birbirlerinin içinden geçerek hızla hareket edebilir (Şekil 52'de olduğu gibi). Bu, nöronları paylaşan ve hatta eşanlı olarak etkinleştirilebilen iki "etkin simge" düşüncesinin resmedilmesidir. [John C. Eccles, *Facing Reality*'den (New York: Springer Verlag, 1970), s. 21.]

gitmek istemiyorum. Ancak bir simgenin etkinleşmesini diğer bir simgenin etkinleşmesinden ayırt etmek için, yalnızca ateşleyen nöronların yerlerinin belirlenmesini değil, ama aynı zamanda bu nöronların ateşleme zamanlamasının çok kesin ayrıntılarının da belirlenmesini gerektiren bir işlemin yürütülmesi gerekebilir. Yani hangi nöron hangi başka nöronu önceledi ve ne kadar önceledi? Bir saniyede tikel bir nöron kaç kez ateşledi? Dolayısıyla belki birkaç simge, farklı karakteristik nöral ateşleme örüntülerine sahip olarak aynı nöronlar kümesi içinde birlikte varolabilir. Fiziksel olarak ayrı simgelere sahip bir kuram ile birbirlerinden uyarılım kipleriyle ayırt edilen örtüşen simgelere sahip bir kuram arasındaki fark, ilkinin kavramların donanım gerçekleşimlerini verirken, sonrakinin kavramların kısmen donanım, kısmen yazılım gerçekleşimlerini vermesidir.

Zekânın Yükseltilebilirliği

Böylece beyinde meydana gelişlerine göre, düşünce süreçlerini açığa çıkarma işinde iki temel sorunla karşı karşıya kaldık. Bunlardan biri, nöron ateşlemelerinin alt-düzey trafiğinin simge etkinleşmelerinin üst-düzey trafiğine nasıl yol açtığını açıklamaktır. Diğeri ise, simge etkinleşmesinin üst-düzey trafiğini kendi terimleri içinde açıklamaktır – alt-düzey nöral olaylardan söz etmeyen bir kuram kurmaktır. Eğer bu mümkünse –ki bu mevcut Yapay Zekâ araştırmalarının tümünün temelindeki anahtar varsayımdır– o zaman zekâ beyinlerden başka donanım tipleri içinde gerçekleştirilebilir. O zaman zekânın içine yerleştiği donanımdan dışarı çekilip "yükseltilebilme" özelliği olduğu gösterilebilir – ya da başka bir deyişle zekâ bu durumda bir *yazılım* özelliği olacaktır. Bu, bilinç ve zekâ görüngülerinin, doğanın başka en karmaşık görüngüleriyle aynı anlamda üst-düzey görüngüler olacağı anlamına gelir: bu görüngüler, daha alt-düzeylere bağlı, ama onlardan dışarı çekilip "yükseltilebilen" kendi üst-düzey yasalarına sahiptir. Diğer yandan eğer nöronların (ya da simule edilmiş nöronların) bütün donanımına sahip olmadan, simge – tetikleme örüntü lerini gerçeklemenin kesinlikle hiçbir yolu yoksa, bunun içerimi zekânın beyine-dayalı bir görüngü olduğu ve onu açınlamanın, varlığını birkaç farklı düzeydeki yasaların hiyerarşisine borçlu olan bir zekâdan çok daha zor olacağıdır.

Bu noktada, bir karınca beynindeki yaklaşık 100.000 nöronun yuvanın yapısı hakkında kesinlikle hiçbir bilgi taşımadığı olgusuna karşın, büyük ve karmaşık yuvalar inşa edebilen karınca kolonilerinin sır dolu ortak davranışları na geri dönüyoruz. Bu yuvalar nasıl yaratılıyor? Bilginin bulunduğu yer



Şekil 69. Beyaz işçi karıncaların –*Macrotermes bellicosus*– bir kemeri inşa etmesi. Her sütun toprak ve dışkı topaklarıyla kurulmuştur. Sol sütunun dış tarafındaki bir işçi yuvarlak bir dışkı toprağını koyarken görülmektedir. Çenelerindeki topakları sütunların üstüne taşımış olan diğer işçiler şimdi bunları sütunların uçlarına yerleştirmektedirler. Bir sütun belli bir yüksekliğe ulaştığında, kokuyla yönlendikleri açık olan beyaz karıncalar onu yandaki sütunun yönünde bir açıyla uzatırlar. Arka planda tamamlanmış bir kemer görünmektedir. [Turid Hölldobler tarafından çizilmiştir; E. O. Wilson'ın *The Insect Societies* kitabından (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971), s. 230.]

neresi? Özellikle 69. şekildeki gibi bir kemeri betimleyen bir bilginin nerede bulunabileceğini bir düşünün. Bu bilgi her nasılsa koloni içinde, kast dağılımı içinde, yaş dağılımı içinde –ve belki de büyük ölçüde karınca-gövdesinin fiziksel özellikleri içinde– dağılmış olmalıdır. Yani karıncalar arasındaki etkileşim beyinlerde depolanmış bilgi kadar, altı-bacaklılıkları, büyüklükleri ve benzeri özellikleri tarafından da belirlenir. Bir Yapay Karınca Kolonisi olabilir mi?

Bir Simge Yalıtılabilir mi?

Bir tek simgenin bütün diğerlerinden yalıtılmış halde uyandırılabilmesi mümkün müdür? Muhtemelen değildir. Tıpkı dünyadaki nesnelerin daima di-

ğer nesnelerin oluşturduğu bir bağlam içinde varolması gibi, simgeler de daima diğer simgelerin oluşturduğu bir takımla bağlantılıdır. Bu zorunlu olarak simgelerin asla birbirlerinden ayrılamayacağı anlamına gelmez. Oldukça basit bir anoloji kurmak gerekirse, eriller ve dişiller bir tür içinde daima birlikte ortaya çıkarlar: rolleri tamamıyla iç içe geçmiştir, ama bu bir erilin bir dişilden ayırt edilemez olduğu anlamına gelmez. Her biri ötekinde yansıtılır, aynı İndra'nın ağındaki birbirini yansıtan boncuklar gibi. V. Bölümdeki F(n) ve M(n) fonksiyonlarının yinelgen iç içe geçişi her bir fonksiyonun kendi karakteristik özelliklerine sahip olmasını engellemez. F ve M'nin birbirine dolanmışlığı, birbirini çağıran bir RTN çiftinde yansıtılır. Bundan birbirine dolanmış bütün bir ATN ağına atlayabiliriz – birbirleriyle etkileşen yinelgen yordamların bir heterarşisine. Burada birbirinin içine geçiş, yapının o denli ayrılmaz bir özelliğidir ki, hiçbir ATN yalıtılmış olarak etkinleştirilemez; yine de onun etkinleşmesi bütünüyle herhangi bir başka ATN'ninkiyle karıştırılamayacak ölçüde, ayırt edici olabilir. Bir ATN-kolonisi olarak beyin, hiç de kötü bir imge değil!

Benzer şekilde, birbirleriyle bütün çoklu bağları içinde simgeler de, iç içe örülmüş, ama yine de birbirlerinden ayrılabilir olmalıdır. Bu bir nöral ağın, bir ağ artı bir uyarım kipinin –ya da belki de tamamen farklı türde bir şeyin– belirlenmesini gerektirebilir. Her durumda eğer simgeler gerçekliğin parçasıysa, muhtemelen onların gerçek bir beyin içindeki haritasını çıkarmanın doğal bir yolu vardır. Bununla birlikte sonunda bazı simgeler bir beyin içinde belirlenmiş olsaydı bile, bu onlardan birinin yalıtılmış halde uyandırılabileceği anlamına gelmezdi.

Bir simgenin yalıtılmış halde uyandırılamayacağı olgusu simgenin ayrı kimliğini zedelemez; aslında tam tersine: bir simgenin kimliği tam olarak (potansiyel tetikleme bağları aracılığıyla) diğer simgelerle bağlantılanma yollarında bulunur. Simgelerin, aracılığıyla birbirlerini potansiyel olarak tetiklediği ağ, beynin gerçek dünya ve de hesaba kattığı (ve her bakımdan bireyin gerçek dünyadaki varkalımı için gerçek dünya kadar önemli olan) almaşık dünyalara dair çalışma modelini oluşturur.

Böceklerin Simgeleri

Zekâmızın temelinde, sınıflardan örnekler ve örneklerden sınıflar yapma yeteneğimiz yatar ve bu insan düşüncesi ile diğer hayvanların düşünce süreçleri arasındaki büyük farklardan biridir. Her ne kadar bir başka türe ait de-

ğilsem ve onların düşünme biçimlerini ilk elden yaşantılamış olmasam da, dışardan görüldüğü kadarıyla başka hiçbir tür bizim gibi genel kavramlar oluşturmuyor ya da hipotetik dünyalar –gelecekteki yolları seçmemize yardımcı olmak üzere olduğu haliyle dünya üzerinden geliştirilen çeşitlemeler– tahayyül etmiyor. Örneğin ünlü "arıların dili"ni –nektarın yerini diğer arılara bildirmek için, kovana dönen işçi arıların yaptığı bilgi-yüklü dansları– ele alalım. Her bir arıda böylesi bir dansla etkinleştirilen bir temel simgeler kümesi olabileceği söylenebilse bile, bir arının genişletilebilir bir simge dağarcığına sahip olduğuna inanmak için hiçbir neden yoktur. Arılar ve diğer böcekler genelleme yapma – yani bizim hemen hemen özdeş olarak algıladığımız örneklerden yeni sınıflar geliştirme gücünden yoksun görünmektedirler.

Yabanarılarıyla yapılan klasik bir deney Dean Wooldridge'in *Mechanical Man* kitabında anlatılmıştır; oradan alıntılıyorum:

> Yumurtlama zamanı geldiğinde yabanarısı Sphex bu amaçla bir yuva yapar ve iğnesiyle öldürmeyecek, ama etkisiz hale getirecek şekilde sokabileceği bir çekirge arar. Çekirgeyi yuvaya sürükler, yumurtalarını yanına bırakır, sonra bir daha dönmemek üzere uçup gider. Zamanı gelince, çatlayan yumurtalardan çıkan yabanarıları, sanki bir derin dondurucuda saklanmış gibi hiç bozulmadan duran hareketsiz çekirgeyle beslenirler. Böylesine incelikli bir şekilde örgütlenmiş ve görünürde amaçlı rutin, insan zihnine, ikna edici bir mantıksallık ve düşünsellik kokusu salar – tabii daha ayrıntılı incelenene kadar. Örneğin yabanarısının rutini, etkisiz hale getirilen çekirgeyi yuvaya getirmek, onu eşikte bırakmak, her şeyin yolunda olduğunu görmek için içeri girmek, sonra dışarı çıkıp onu içeri çekmektir. Yabanarısı içerde ön incelemesini yaparken çekirge bulunduğu yerden birkaç santim geriye çekilirse, yuvadan çıkan yabanarısı çekirgeyi yeniden, içeriye kadar değil, eşiğe kadar getirecek ve sonra her şeyin yolunda olduğunu görmek için yuvaya girme şeklindeki ilk yordamı yineleyecektir. Eğer yabanarısı içerdeyken çekirgenin yeri yine birkaç santim değiştirilirse, bir kez daha yabanarısı onu eşiğe çekecek ve yuvayı kontrol etmek üzere yine içeri girecektir. Yabanarısı çekirgeyi doğrudan yuvanın içine çekmeyi asla düşünmez. Bir keresinde bu yordam hep aynı sonucu vererek tam kırk kez yinelenmiştir.[4]

Bu tamamıyla sert-telli bir davranış gibi görünmektedir. Yabanarısının beyninde, birbirlerini tetikleyebilen basit simgeler olabilir; ama insanın birkaç örneği, henüz-oluşturulmamış-sınıfın örnekleri olarak görme ve sonra sınıf simgesi oluşturma kapasitesine benzer bir şey yoktur; ne de insanın "Bunu yapsaydım – şu hipotetik dünyada ne olurdu?" şeklindeki merak etme yete-

[4] Dean Wooldridge, *Mechanical Man*, s. 70.

neğine benzer bir şey vardır. Bu tip düşünce süreçleri, örnekler imal etme ve onları sanki, böyle bir durum olmayabilir ve asla olmayabilir olsa da, gerçek bir durumdaki nesnelerin yerine duran simgelermiş gibi yönlendirme yeteneğini gerektirir.

Sınıf Simgeleri ve Hayali Dünyalar

Ödünç arabayla ilgili 1 Nisan şakasını ve telefon görüşmesi esnasında zihninizde uyanan imgeleri yeniden irdeleyelim. Başlangıçta bir yolu, bir arabayı, bir arada içindeki kişiyi temsil eden simgeleri etkinleştirmeniz gerek. "Yol" kavramı, uygun bir durum ortaya çıktığında, uyku durumundaki belleğinizden bilinçsizce dışarı çektiğiniz belki birkaç stok örnekleme sahip, çok genel bir kavramdır. "Yol," bir örnekten çok, bir sınıftır. Öyküyü dinlerken, gittikçe artan özgüllükte örnekler olan simgeleri hızla etkinleştirirsiniz. Örneğin yolun ıslak olduğunu öğrendiğinizde, daha özgül bir imge canlandırırsınız, ama bunun büyük olasılıkla olayın gerçekleştiği gerçek yoldan oldukça farklı olduğunun da farkındasınızdır. Ancak bu önemli değildir; önemli olan simgenizin öyküye yeterince iyi uyup uymadığıdır – yani onun tetikleyebileceği simgelerin doğru türden olup olmadığıdır.

Öykü ilerledikçe, bu yolu daha fazla özellikle doldurursunuz: arabanın çarpabileceği yüksek bir tümsek vardır. Peki bu sizin "tümsek" simgesini etkinleştiriyor olduğunuz anlamına mı gelir, yoksa "yol" simgeniz içine bazı parametreler mi koyuyorsunuz? Kuşkusuz ikisini de yapıyorsunuz. Yani "yol"u temsil eden nöronlar ağı birçok farklı ateşleme yoluna sahiptir ve siz hangi alt ağın fiili olarak ateşleyeceğini seçiyorsunuz. Aynı zamanda "tümsek"in simgesini etkinleştiriyorsunuz ve bu muhtemelen "yol" için parametrelerin seçilmesi sürecine aracılık eder, çünkü onun nöronları "yol"da olanların bazılarına sinyaller gönderebilir – ve tersi. (Bu biraz kafa karıştırıcı gibi görünebilir, bunun nedeni, betimleme düzeylerini bir arada vermem – bileşen nöronların olduğu kadar simgelerin de bir imgesini kurmaya çalışıyorum.)

Fiiller, ilgeçler vb adlardan hiç de daha az önemli değildir. Bunlar da birbirlerine ileri geri mesajlar gönderen simgeleri etkinleştirirler. Adların simgelerinin ve fiillerin simgelerinin tetikleme örüntüleri arasında karakteristik farklar vardır elbette, bu da onların fiziksel olarak farklı örgütlenmiş olabilecekleri anlamına gelir. Örneğin adlar oldukça yersenik simgelere sahipken, fiiller ve ilgeçler korteksin her yanına ulaşan birçok "dokunaç"lı simgelere sahip olabilirler ya da birçok başka mümkün durum söz konusu olabilir.

Öykü bütünüyle bittikten sonra onun doğru olmadığını öğreniyorsunuz. Kiliselerde üzerinde kabartma desen bulunan pirinçlerden, üstüne kâğıt serip mum sürerek kopya çıkarmaya benzer şekilde, örneklerin sınıflardan çıkarılması sizin durumu temsil edebilmenizi sağladı ve sizi gerçek dünyaya sadık kalma gereğinden kurtardı. Simgelerin diğer simgeler için kalıp olarak davranabilmesi olgusu size gerçeklikten zihinsel olarak bağımsızlaşma olanağı sağlar: içinde istediğiniz kadar ayrıntıyla süsleyebileceğiniz gerçek olmayan olayların meydana geldiği yapay evrenler yaratabilirsiniz. Ama bütün bu zenginliğin kaynaklandığı sınıf simgelerinin kendileri, derinliğine gerçeklikte temellenir.

Genellikle simgeler ortaya çıkabilir gibi görünen olaylarla eşbiçimli roller oynarlar, bununla birlikte bazen simgeler olamaz gibi görünen durumları temsil etmek için de etkinleştirilirler – örneğin cızırdayan saatler, yumurtlayan tubalar vb. Olabilen ve olamaz arasındaki sınır son derece bulanıktır. Hipotetik bir olayı tahayyül ederken, belirli simgeleri etkin hale getiririz – ve ne kadar iyi etkinleştiklerine bağlı olarak (muhtemelen bu süregiden düşünce zincirimiz içinde yansıtılır), olaylara "olabilir" veya "olamaz" deriz. O halde "olabilir" ve "olamaz" terimleri son derece özneldir. Fiili olarak insanlar arasında hangi olayların olabilir ya da olamaz olduğu konusunda büyük oranda bir görüş birliği vardır – ama ne tür hipotetik dünyaları irdelemeye istekli olduğumuzun öznel yönünün görünür olduğu bir sınır bölge vardır. İnsanların olabilir ve olamaz olduğunu düşündükleri hayali olay türleri üzerine yapılacak özenli bir çalışma, insanların onlarla düşündükleri simgelerin tetikleme örüntülerine dair oldukça anlamlı içgörüler sağlayabilir.

Sezgisel Fizik Yasaları

Öykü tamamen anlatıldığında, bir sahnenin oldukça incelikli bir zihinsel modelini kurmuş olursunuz ve bu modelde bütün nesneler fiziksel yasaya uyarlar. Bu, fiziksel yasanın kendisinin simgelerin tetikleme örüntülerinde örtük olarak mevcut olması anlamına gelir. Elbette buradaki "fiziksel yasa" deyişi "bir fizikçi tarafından yorumlandığı haliyle fizik yasaları" anlamında değil, daha çok varkalmak için hepimizin zihninde bulunması gereken sezgisel, istiflenmiş yasalar anlamındadır.

Çok istenirse, fiziksel yasayı ihlal eden zihinsel olaylar dizisinin iradi olarak imal edilebilir olması konuya tuhaf bir açıklık getirir. Örneğin ben sizden giderek birbirlerine yaklaşan ve sonra da birbirlerinin içine geçen iki araba

tahayyül etmenizi gerektirecek bir şeyler söylesem, bunu yapmakta hiç zorluk çekmezsiniz. Sezgisel fizik yasaları imgesel fizik yasaları tarafından dikkate alınmayabilir; ama bu yoksaymanın nasıl olduğu, böylesi bir imgeler dizisinin nasıl imal edildiği – aslında herhangi bir görsel imgenin ne olduğu – bütün bunlar bir sır perdesiyle sarmalanmış, bilginin erişilemeyen parçalarıdır.

Söylemeye gerek yok, biz beyinlerimizde yalnızca cansız nesnelerin nasıl hareket ettiklerinin değil, ama bitkilerin, hayvanların, insanların ve toplumların da nasıl davrandıklarının istiflenmiş yasalarına sahibiz – bir başka deyişle istiflenmiş biyoloji, psikoloji, sosyoloji ve benzerlerinin yasalarına. Bu kendindeliklerin içsel temsillerinin hepsi, istiflenmiş modellerin kaçınılmaz yönlerini içerirler: belirlenimcilik yalınlık adına feda edilir. Gerçekliğe ilişkin temsilimiz bir şeyin fiziğin kesinliğiyle bir şeyi öndeyilenmesinde değil soyut davranış uzaylarının belli kısımlarında son bulma olasılıklarını öndeyileyebilmede son bulur.

Yordamsal ve Bildirgesel Bilgi

Yapay Zekâ içinde yapılan bir ayrım yordamsal ve bildirgesel bilgi tipleri arasındaki ayrımdır. Bir bilgi parçası eğer sanki o bir ansiklopedi veya bir yıllık içindeymişçesine yalnızca programlayıcının değil programın da onu "okuyabileceği" şekilde, belirtik olarak depolanırsa ona *bildirgesel* denir. Bu genellikle onun yayılmış olarak değil, yerel olarak kodlanmış olduğu anlamına gelir. Tersine olarak, *yordamsal* bilgi olgular olarak kodlanmaz – yalnızca programlar olarak kodlanır. Bir programlayıcı onu inceleyebilir ve "Buradaki yordamlardan, programın Türkçe tümcelerin nasıl yazıldığım "bildiğini" görüyorum" diyebilir – ama programın kendisi, bu tümceleri *nasıl* yazdığının belirtik bir farkmdalığına sahip olmayabilir. Örneğin sözcük dağarcığı "Türkçe," "tümce," "yazmak" gibi sözcüklerinin hiçbirini içermeyebilir! Dolayısıyla yordamsal bilgi parçalar halinde çevreye yayılır ve onu geri getiremezsiniz ya da üstüne "tuş"layamazsınız. Bu yerel bir ayrıntı değil, programın nasıl çalıştığının bütünsel bir sonucudur. Başka bir deyişle saf yordamsal bilgi parçası bir gölgeolaydır.

Çoğu kişide, anadilinin gramerinin güçlü bir yordamsal temsiliyle, onun daha zayıf bildirgesel temsili bir arada varolur. Bu ikisi kolayca çatışabilir, bu yüzden yerli bir konuşmacı bir yabancıya, kendisinin asla söylemediği, ama okul zamanında edindiği bildirgesel "kitabi bilgi"yle uyumlu şeyler söylemesini öğütler. Daha önce anılan fizik veya diğer disiplinlerin sezgisel veya

istiflenmiş yasaları esas olarak yordamsal tarafa düşer; bir ahtapotun sekiz dokunaca sahip olduğu bilgisi ise esas olarak bildirgesel tarafta yer alır.

Bildirgesel ve yordamsal uçlar arasında mümkün bütün tonlar bulunur. Bir ezginin geri çağrılmasını ele alın. Ezgi beyninizde nota nota mı saklanır? Bir cerrah beyninizden, kıvrılmış nöral telciği çıkardıktan sonra gerip, sanki manyetik bir bantmışçasına üzerinde ardışık olarak saklanmış notaları saptayabilir mi? Eğer böyleyse o zaman ezgiler bildirgesel olarak depolanıp saklanırlar. Yoksa bir melodinin geri çağrılması, kimi tonal ilişkileri temsil eden, kimileri duygusal nitelikleri, diğerleri de ritmik düzenlemeleri vb temsil eden çok sayıda simgenin karşılık etkileşimi tarafından mı dolayımlanır? Eğer öyleyse o zaman ezgiler yordamsal olarak saklanır. Gerçeklikte, bir ezginin saklanması ve geri çağrılmasında muhtemelen bu uçların bir karışımı söz konusudur.

İlginç bir nokta, bir ezginin bellekten çekilmesinde, çoğu kişinin, anahtarı ayırt etmemesidir, dolayısıyla "Happy Birthday"i Do anahtarında olduğu kadar Fa-diyez anahtarında da söyleyebilirler. Bu, kesin tonlardan çok, ton *ilişkilerinin* saklandığının göstergesidir. Ama ton ilişkilerinin tamamıyla bildirgesel olarak saklanamaması için hiçbir neden yoktur. Öte yandan bazı ezgileri bellemek çok kolayken, diğerlerini bellemek son derece güçtür. Eğer bu yalnızca ardışık notaların saklanması sonucu olsaydı her ezgi bir diğer ezgi kadar kolayca saklanabilirdi. Bazı ezgilerin kolayca bellekte kalması, bazılarınınsa kalmaması olgusu, beynin, ezgi duyulduğunda etkinleştirilen, belli bir bildik örüntüler repertuarına sahip olduğunun göstergesi gibi görünmektedir. Öyleyse ezgiyi "yeniden çalmak" için bu örüntülerin aynı sırada etkinleştirilmesi gerekir. Bu bizi, bildirgesel olarak saklanmış notalar veya ton ilişkilerinin basit bir doğrusal dizisinden çok birbirlerini tetikleyen simgeler kavramına geri döndürür.

Beyin bir bilgi parçasının bildirgesel olarak saklanıp saklanmadığını nasıl bilir? Örneğin size, "İstanbul'un nüfusu ne kadar?" diye sorulduğunu varsayın. "Bütün bunları ben nasıl sayarım?" diye endişelenmenize gerek kalmadan, oniki milyon sayısı bir şekilde zihninizde belirir. Şimdi de size, "oturma odanızda ne kadar sandalye var?" diye sorduğumu varsayın. Burada tersi olur – yanıtı zihinsel almanağınızdan çekip çıkarmaya çalışmak yerine hemen ya odaya gidip sandalyeleri sayarsınız ya da odayı kafanızda canlandırıp odanın imgesindeki sandalyeleri sayarsınız. Sorular tek tipti –"ne kadar?"– ancak birisi, bir bildirgesel bilgi parçasının getirilmesine neden olurken, öteki yanıtın bulunmasında yordamsal bir yöntemin yürütülmesine neden oldu.

Bu, kendi bilginizi nasıl sınıfladığınız hakkında bilginiz olduğuna açık bir örnektir; ve dahası bu *metabilginin* bir kısmı da yordamsal olarak saklanabilir, böylece siz nasıl olduğunun farkına varmasamz bile, kullanılabilir.

Görsel İmgelem

Bilincin en dikkate değer ve betimlenmesi zor niteliklerinden biri görsel imgelemdir. Oturma odamızın görsel bir imgesini nasıl yaratırız? Gürül gürül akan bir dağ ırmağının? Bir portakalın? Daha da gizemli olanı, düşüncelerimize rehberlik eden, onlara güç, renk ve derinlik veren imgeleri bilinçdışı olarak nasıl yapımlarız? Bunlar hangi depodan alınıp getirirler? Hangi sihir, nasıl yaptığımız konusunda hiçbir fikir vermeden, iki ya da üç imgeyi iç içe örmemizi sağlar? Bunun nasıl yapıldığının bilgisi en yordamsal bilgiler arasındadır, çünkü zihinsel imgelemin ne olduğuna dair hemen hiçbir içgörüye sahip değiliz.

İmgelem gücü motor etkinliğimizi bastırma yeteneğimize dayanıyor olabilir. Bununla şunu kastediyorum. Eğer bir portakal imgelerseniz, korteksinizde onu almanızı, koklamanızı, incelemenizi ve bunun gibi şeyleri buyuran bir komutlar kümesi ortaya çıkar. Bu komutların yerine getirilemediği açıktır, çünkü portakal mevcut değildir. Ama onlar olağan kanallar boyunca beyinciğe veya beynin diğer altorganlarına doğru gönderilebilir, ta ki kritik bir noktada, onların fiili olarak yürütmeye konulmasını engelleyecek olan "zihinsel musluk" kapatılana kadar. Bu "musluk"un hattın ne kadar aşağısında konumlanmış olmasına bağlı olarak, imgeler hemen hemen canlı, gerçek gibi görünebilirler. Öfke bir nesneyi alıp fırlatma ya da bir şeyi tekmeleme edimini oldukça canlı olarak imgelememize neden olabilir, yine de edimsel olarak böyle bir şey yapmayız. Öte yandan böyle bir şeyi "neredeyse" edimsel olarak yapıyormuşuz gibi hissederiz. Olasılıkla musluk sinir impulslarını "son anda" yakalar.

Bu noktada, görselleştirmenin erişilebilir ve erişilemez bilgi arasındaki ayrıma işaret etmesinin bir diğer yolunu görüyoruz. Dağ yolunda kayan araba sahnesini nasıl görselleştirdiğinizi düşünün. Kuşkusuz dağı arabadan çok daha büyük olarak imgelediniz. Peki bu, uzun zaman önce, "arabalar dağlar kadar büyük değildir"i not etmeniz; sonra bu bildirimi ezber belleğinize kapatmanız; ve öyküyü imgelerken, bu olguyu yeniden çıkarıp, onu imgenizi kurmakta kullanmanız sayesinde mi oldu? En olmayacak kuram. Yoksa bu, beyninizde etkinleştirilen simgelerin, içebakış yoluyla erişilemez etkileşimlerinin

bir sonucu olarak mı meydana gelmiştir? Açıkça bu çok daha olabilir görünmektedir. Arabaların dağlardan daha küçük olduğu bilgisi ezberle yapılan bellemenin bir parçası değil, ama *tümdengelimle* yaratılabilen bilginin bir parçasıdır. O halde en olabilir olan, onun beyninizdeki herhangi bir tek simge içinde saklanmadığı, ama daha çok, birçok simgenin, karşılıklı etkileşimleri tarafından izlenen, etkinleştirmenin bir sonucu olarak üretildiğidir – örneğin "karşılaştırma," "büyüklük," "dağ" ve belki başkaları için simgelerin. Bunun anlamı, bilginin belirtik olarak değil, ama örtük olarak, yerel bir "bilgi paketi" olarak değil, yayılmış bir biçimde saklandığıdır. Nesnelerin görece büyüklükleriyle ilgili böylesi basit olgular, yalnızca bilginin yeniden çekilmesinden çok bir araya getirilmesini gerektirir. O halde sözel olarak erişebilir bilgi parçası durumunda bile, onun söylenilmeye hazır hale gelmesine aracılık eden karmaşık erişilemez süreçler vardır.

"Simge" denilen kendindelikleri incelemeye diğer bölümlerde devam edeceğiz. Yapay Zekâ üzerine olan XVIII ve XIX. bölümlerde programlardaki etkin simgeleri yaşama geçirmenin bazı mümkün yollarını tartışacağız. Ve gelecek bölümde beyin etkinliğine ilişkin simgeye-dayalı modelimizin beyinlerin karşılaştırılması konusunda bize kazandırdığı kimi içgörüleri tartışacağız.

İngiliz Fransız Alman Süiti

Lewis Carroll[1]...

... et Frank L. Warrin[2]...

... und Robert Scott[3]

'Twas brillig, and the slithy toves / Akşamözdü, yavışkan burguleler
Did gyre and gimble in the wabe: / Döndeleyip cermelerken günsatba
All mimsy were the borogoves, / Uyudüşmüş kalmışlardı karpüsler
And the mome raths outgrabe. / Yemizler deseniz ak-ök begirba.

Il brilgue: les tôves lubricilleux
Se gyrent en vrillant dans le guave.
Enmimés sont les gougebosqueux
Et le môмerade horsgrave

Es brillig war. Die schlicten Toven
Wirrten und wimmelten in Waben;
Und aller-mümsige Burggoven
Die mohmen Rath'ausgraben.

"Beware the Jabberwock, my son! / "Ejdercenkten sakınasın ey oğul,
The jaws that bite, the claws that catch! / Keskindirdişleri, pençesi yaman.
Beware the Jubjub bird, and shun / Cub cub kuşu görürsen işin duman
The frumious Bandersnatch!" / Hele gaddar yakvakvaktan kaç kurtul!"

<<Garde-toi du Jaseroque, mon fils!
La gueule qui mord; la griffe qui prend!
Garde-toi de l'oiseau Jube, évite
Le frumieux Band-a-prend!>>

---

[1] Lewis Carroll, *The Annotated Alice* (*Alice's Adventures in Wonderland and Through the Looking-Glass*). Giriş ve Notlar: Martin Gardner (New York: Meridian Press, New American Library, 1960). Bu kaynak üç versiyonu da içermektedir. Fransızca ve Almanca metinler için orijinal kaynak aşağıda verilmiştir.

[2] Frank L. Warrin, *The New Yorker*, 10 Ocak 1931.

[3] Robert Scott, "The Jabberwock Traced to Its True Source," *Macmillan's Magazine*, Şubat 1872.

>>Bewahre doch vor Jammerwoch!
Die Zahne knirschen, Krallen kratzen!
Bewahr'vor Jubjub-Vogel, vor
Frumiösen Banderschnatzchen!<<

He took his vorpal sword in hand: / Aldı gümüş kılıcı eline
Long time the manxome foe he sought– / Uzun süre korularda dolaştı.
So rested he by the Tumtum tree, / Dinlendi altında tumtum dalının
And stood awhile in thought. / Herkesten çok buna kendisi şaştı.

Son glaive vorpal en main, il va–
T-a la recherche du fauve manscant;
Puis arrivé a l'arbre Té-té,
Il y reste, réfléchissant.

Er griff sein vorpals Schwertchen zu,
Er suchte lang das manchsam' Ding;
Dann, stehend unterm Tumtum Maum,
Er an-zu-denken-fing.

And, as in uffish thought he stood, / Böyle üzgün süzgün düşünedursun
The Jabberwock, with eyes of flame, / Alev saçan gözleriyle ejdercenk
Came whiffling through the tulgey wood, / Çıkageldi neşil norman içinden
And burbled as it came! / Gark diyerek atladı binbir hendenk.

Pendant q'uil pense, tout uffusé,
Le Jaseroque, a l'oeil flambant,
Vient siblant par le bois tullegeais,
Et burbule en venant.

Als stand er tief in Andacht auf,
Des Jammerwochen's Augen-feur
Durch turgen Wald mit Wiffek kam
Ein burbelnd Ungeheuer!

One, two! One, two! And through and through / Sağsol, solsağ, fışt, pışt,
şak-şuk, bir iki
The vorpal blade went snicker-snack! / Gümüş kılıç biçti, kesti, dopğadı
He left it dead, and with its head / Gebertti düşmanı, sonra bizimki
He went glaumphing back. / Beş nala nayrıldı yeşil normandan.

Un deux, un deux, par le milieu,
Le glaive vorpal fait pat-a-pan!
La béte défaite, avec sa téte,
Il rentre gallomphant.

Eins, Zwei! Eins, Zweie! Und durch und durch
Sein vorpals Schwert zerscnifer-shnück,
Da blieb es todt! Er, Kopf in Hand,
Gelaumfig zog zurück.

"And hast thou slain the Jabberwock? / "Ejdercenki öldürdün ha, ey oğul?
Come to my arms, my beamish boy! / Alnından öpeyim sevgili Dumrul,
O frabjous day! Callooh! Callay!" / Ey kutlu gün, şaşa maşa, çok yaşa!
He chorted in his joy. / Ben gideyim, geçtin artık sen başa.

<<As-tu tué Jaseroque?
Viens a mon coeur, fils rayonnais!
O jour frabbejais! Calleau! Callai!>>
Il cortule dans sa joie.

>>Und schlugst Du ja den Jammerwoch?
Umarme mich, mein Böhm'sches Kind!
O Freuden-Tag! O Halloo-Schlag!<<
Er schortelt froh-gesinnt.

'Twas brillig, and the slithy toves / Akşamözdü, yavışkan burguleler
Did gyre and gimble in the wabe: / Döndeleyip cermelerken günsatba
All mimsy were the borogoves, / Uyudüşmüş kalmışlardı karpüsler
And the mome raths outgrabe. / Yemizler deseniz ak-ök begirba.

Il brilgue: les toves lubricilleux
Se gyrent en vrillant dans le guave.
Enmimés sont les gougebosqueux
Et le mômerade horsgrave.

Es brillig war. Die schlichten Toven
Wirrten und wimmelten in Waben;
Und aller-mümsige Burggoven
Die mohmen Rath'ausgraben.*

* Lewis Carroll, *Alis Harikalar Ülkesinde – Alis Aynanın İçinde*, çev. Tomris Uyar, Nihal Yeğinobalı, Sosyal Yayınları, 1985.

XII. BÖLÜM

ZİHİN VE DÜŞÜNCELER

Zihinler Birbirlerinin Üzerine Haritalanabilir mi?

BEYNİN oldukça üst-düzey etkin alt-dizgelerinin (simgelerinin) varlığını varsadığımıza göre, artık iki beyin arasındaki mümkün bir eşbiçimlilik ya da kısmi eşbiçimlilik sorununa dönebiliriz. Nöral düzeyde bir eşbiçimlilik (kesinlikle böyle bir şey yoktur) veya makroskobik alt-organ düzeyinde eşbiçimlilik (kesinlikle böyle bir şey vardır, ama bize fazla bir şey söylemez) hakkında sorular sormak yerine beyinler arasında simge düzeyinde bir eşbiçimliliğin imkânına ilişkin sorular soracağız: yalnızca bir beyindeki simgeleri diğer bir beyindeki simgelerin üzerine haritalayan değil, ama tetikleme örüntülerini tetikleme örüntüleri üzerine de haritalayan bir karşılıklılık. Bu iki beyindeki karşılıklı olan simgelerin karşılıklı olan yollarla bağlantılandırıldığı anlamına gelir. Bu tam bir *işlevsel* eşbiçimlilik olurdu – bütün kelebeklerde değişmez olanın ne olduğunu karakterize etmeye çalışırken sözünü ettiğimizle aynı eşbiçimlilik tipi.

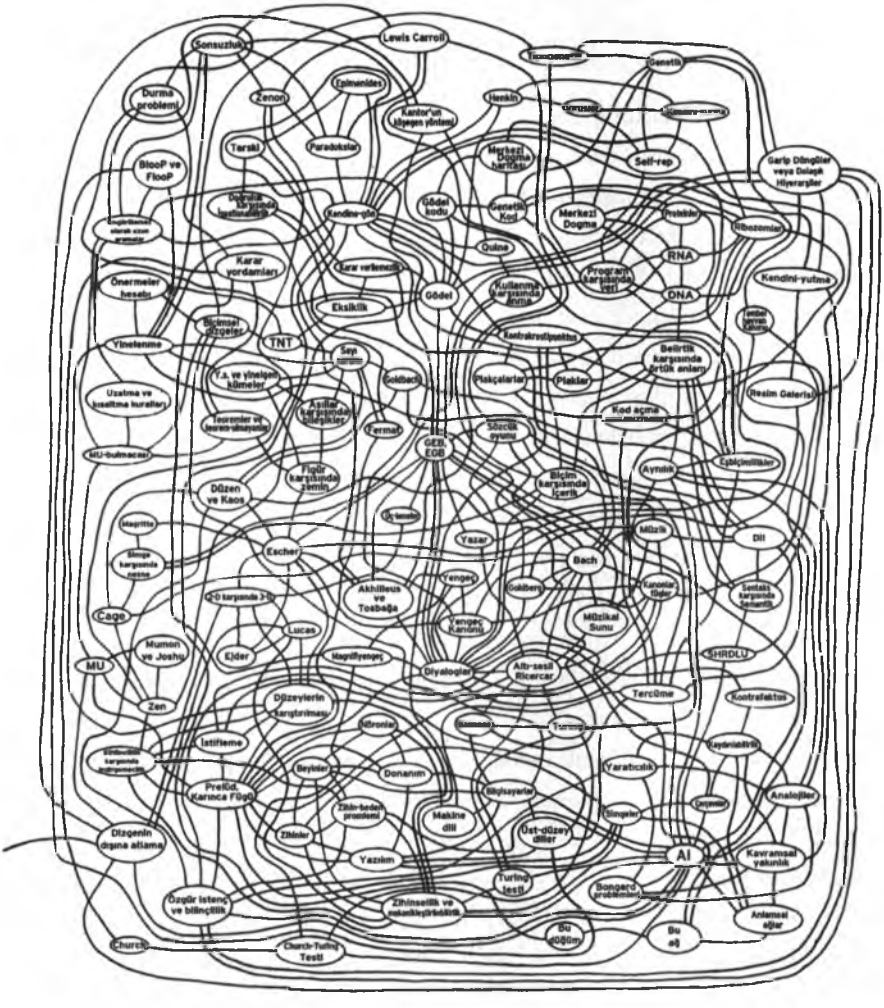
Böylesi bir eşbiçimliliğin herhangi bir insan çifti arasında varolmadığı daha baştan açıktır. Eğer olsaydı onlar düşüncelerinde tamamıyla ayırt edilemez olurlardı; ama bunun doğru olması için tamamıyla ayırt edilemez anılara sahip olmaları gerekirdi, bu da bir ve aynı yaşamı sürdürmeleri gerektiği anlamına gelirdi. Özdeş ikizler bile, bu ideale, azıcık da olsa yaklaşamazlar.

Peki ya tek bir birey? Birkaç yıl önce yazdığınız şeylere geri dönüp baktığınızda "Ne korkunç!" diye düşünür ve bir zamanlar olduğunuz kişiye alayla gülersiniz. Daha kötüsü, aynı şeyi beş dakika önce yazdığınız veya söylediğiniz şeyler karşısında da yapmanızdır. Bunun olması, birkaç dakika önce olduğunuz kişiyi tam olarak anlamadığınızı gösterir. *Şimdiki* beyninizden *o zamanki* beyninize eşbiçimlilik tam değildir. O zaman diğer kişilere, diğer türlere ... yönelik eşbiçimlilik bağıntısı nasıldır?

Madalyonun öbür yüzünde birbirine hiç benzemeyen eşler arasında ortaya çıkan iletişimin gücü yer alır. 1400'lerin Fransız şairi François Villon tarafından hapiste yazılan şiir dizelerini okurken karşılaştığınız engelleri düşünün. Bir başka insan bir başka çağda, hapiste, bir başka dilde konuşmakta... Ken-

di dilinize çevrildiğinde, sözcüklerinin yüzeyinin arkasındaki yananlamları duyabileceğinizi nasıl umabilirsiniz? Buna rağmen, anlamın çoğu aktarılabilir.

O halde bir yandan insanlarda tamamıyla eşbiçimli yazılım bulma umudunu bütünüyle bir kenara bırakabiliriz, ama öte yandan bazı kişilerin diğerlerinden daha benzer düşündükleri de açıktır. Bu durumda düşünme biçemi benzer olan kişilerin beyinlerini birbirleriyle bağlantılandıran bir tür kısmi yazılım eşbiçimliliğinin bulunduğu aşikâr bir sonuç olarak görünmektedir – özellikle (1) simgeler dağarcığı ve (2) simgelerin tetikleme örüntülerine ilişkin bir karşılıklılığın bulunduğu.



Şekil 70. Yazarın "anlamsal ağ"ının küçük bir parçası.

Farklı Semantik Ağların Karşılaştırılması

Peki ama *kısmi* eşbiçimlilik nedir? Bu yanıtlanması en zor sorulardan biridir. Hiç kimsenin simgeler ağını ve onların tetikleme örüntülerini temsil etmenin uygun bir yolunu bulamadığı olgusu sorunu çok daha zorlaştırmaktadır. Bazen böylesi bir simgeler ağının küçük bir kısmının resmi çizilir, bu resimde her bir simge içine yayların yöneldiği ve içinden yayların çıktığı bir düğüm olarak temsil edilir. Çizgiler, bir bakıma, tetikleme ilişkilerini temsil eder. Bu figürler, "kavramsal yakmlık"a ilişkin anlamlı bir şey yakalamaya çalışır. Bununla birlikte birçok farklı yakınlık türü vardır ve farklı yakınlıklar farklı bağlamlarla ilgilidir. Benim kendi "semantik ağ"ımm küçük bir bölümü Şekil 70'de gösterilmiştir. Sorun, birçok simgenin karmaşık biçimde birbirine bağımlılığının temsilinin, yalnızca köşeleri birleştiren birkaç çizgiyle kolayca gerçekleştirilememesidir.

Böylesi bir diyagramın bir diğer sorunu, bir simgeyi basitçe "açık" veya "kapalı" olarak düşünmenin doğru olmamasıdır. Bu nöronlar için doğru olsa da, yukarı doğru, yani onların toplamına taşınamaz. Bu bakımdan, simgeler nöronlardan biraz daha karmaşıktır – tahmin edebileceğiniz gibi, çünkü onlar birçok nörondan meydana gelmiştir. Simgeler arasında mesajların değiş tokuş edilmesi, salt "Ben şimdi etkinleştim" olgusundan daha karmaşıktır. Bu daha çok nöron-düzeyi mesajları gibidir. Her bir simge, birçok farklı yoldan etkinleştirilebilir ve etkinleştirmenin tipi, onun hangi başka simgeleri etkinleştirmeye çalışacağının belirlenmesinde etkili olur. Bu iç içe dolanmış tetikleme ilişkilerinin, resimsel olarak nasıl temsil edileceği –aslında bu şekilde gösterilip gösterilemeyeceği– açık değildir.

Ama bir an için sorunun çözüldüğünü varsayın. Simgelerin diğer simgeleri tetikleme yolunu kesin olarak yakalayan, bağlarla bağlantılandırılmış (diyelim ki değişik renkteler ve böylece değişik kavramsal yakınlık tipleri birbirinden ayırt edilebilir), belli düğüm çizimlerinin varolduğu konusunda hemfikir olduğumuzu varsayın. O zaman hangi koşullar altında böylesi iki çizimin eşbiçimli ya da yaklaşık olarak eşbiçimli olduğu hissine kapılırız? Simgeler ağının görsel bir temsiliyle ilgileniyor olduğumuza göre, benzer bir görsel sorunu ele alalım. İki örümcek ağının aynı türe ait örümcekler tarafından örülüp örülmediğini nasıl belirlemeye çalışırsınız? Tam olarak birbirine tekabül eden tekil köşeleri belirlemeye ve böylece bir ağın tam bir haritasını köşe köşe, lif lif, belki hatta açı açı diğerinin üzerine haritalamaya mı çalışırdınız? Bu boşuna bir çaba olurdu. İki ağ asla tam olarak aynı değildir; yine de verili bir türün ağını yanılmazcasına damgalayan bir çeşit "biçem," "biçim" ve benzeri

şeyler vardır.

Bir örümcek ağı gibi, herhangi bir ağ benzeri yapıda, yerel özelliklere ve global özelliklere bakılabilir. Yerel özellikler yalnızca çok kısa görüşlü bir gözlemciyi gerektirir – örneğin bir defada yalnızca bir köşeyi görebilen bir gözlemciyi; global özelliklerse yalnızca detaya dikkat etmeyen bir tarama bakışını gerektirir. O halde bir örümcek ağının bütün şekli global bir özellik, oysa bir köşede kesişen ipliklerin ortalama sayısı yerel bir özelliktir. İki örümcek ağının "eşbiçimli" olduğunu söyleyebilmek için en usauygun ölçütün onların aynı tür örümcekler tarafından örülmüş olması olduğu konusunda hemfikir olduğumuzu varsayın. O zaman ne tür gözlemin –yerel veya global– iki örümcek ağının eşbiçimli olduğunu belirlemede daha güvenilir bir rehber olacağını sormak ilginç olacaktır. Örümcek ağlarıyla ilgili bu soruya yanıt vermeden isterseniz iki simge ağının yakınlığı –veya eşbiçimliliği– sorusuna geri dönelim.

"Jabberwocky"nin Çevirileri

Anadilleri İngilizce, Fransızca ve Almanca olan konuşmacılar hayal edin; hepsi de anadillerine son derece hakim ve sözcük oyunları konusunda yetkin olsunlar. Onların simge ağları yerel bir düzeyde ya da global bir düzeyde benzer olabilir mi? Ya da böylesi bir soru sormak anlamlı mıdır? Soru, Lewis Carroll'ın ünlü "Jabberwocky"sinin daha önce verilen çevirilerine baktığınızda somutluk kazanır.

Bu örneği seçtim, çünkü o, çözümleme düzeyinde, uç noktada, eşbiçimli-olmayan iki farklı ağ içinde "aynı düğüm"ü bulmaya çalışma sorununu sıradan bir düzyazı örneğinden çok daha iyi sergiler. Olağan dilde çeviri işi çok daha doğrudandır, çünkü özgün dildeki her bir sözcüğe veya sözcük öbeğine yeni dilde karşılık gelen bir sözcük veya sözcük öbeği genellikle bulunabilir. Oysa bu tip bir şiirde birçok "sözcük" olağan anlamlar taşımak yerine tamamen yakın simgelerin uyarıcıları olarak davranırlar. Ama bir dilde yakın olan bir diğerinde uzak olabilir.

Dolayısıyla anadili İngilizce olan bir konuşmacının beyninde "slithy" değişen ölçülerde olasılıkla "slimy," "slither," "slippery," "lithe" ve "sly" gibi simgeleri etkinleştirir. "Lubricilleux" bir Fransız'ın beyninde buna karşılık düşen şeyi yapar mı? "Karşılık düşen şey" gerçekte ne olabilir? Bu sözcüklerin olağan çevirileri olan simgeleri etkinleştirmek mi? Ya bunun üstesinden gelecek, gerçek veya uydurulmuş hiçbir sözcük yoksa? Ya da bir sözcük var-

sa, ama somut ve Anglo-Saxon'a ("slithy") göre çok daha entelektüel-tınılı ve Latince ("lubricilleux") ise? Belki de "huilasse," "lubricilleux"dan daha iyi olabilirdi? Yoksa "lubricilleux" sözcüğünün Latin kökeni, Fransız bir konuşmacıya kendisini, sözcük İngilizce olsaydı ("lubricilious" belki) hissettireceğini hissettirmez mi?

Fransızca çevirinin ilginç bir yönü şiirin zamanının şimdiki zamana çevrilmiş olmasıdır. Geçmiş zamanın korunması, sözcük öbeklerinin doğal olmayan çevirilerini gerekli kılardı; ayrıca Fransızcada şimdiki zamanın, geçmiş zamana göre, çok daha hoş bir tadı vardır. Çevirmen bunun "daha uygun" olduğunu – kötü –tanımlanmış, ama zorlayıcı bir anlamda– anlamış ve değişimi gerçekleştirmiştir. İngilizce anlama sadık kalmanın daha iyi olacağını kim söyleyebilir?

Almanca çeviride tuhaf "er an-zu-denken fing" söz öbeği görünür; bu özgün İngilizce şiirdeki hiçbir şeye tekabül etmez. Tersine bir çeviriye cüret edersem, İngilizce "he out-to-ponder set" söz öbeğinin çağrışımına belli belirsiz benzeyen tadıyla, sözcüklerin oyunbazca bir tersine çevirilmesidir. Büyük olasılıkla sözcüklerin bu gülünç tersine döndürülmesi, İngilizcede bir satır önce yapılan benzer oyunbaz tersine çevirmeden esinlenmiştir: "So rested he by the Tumtum tree" dizesinden. Tekabül eder, ama yine de tekabül etmez.

Bu arada Tumtum ağacı Fransızcada neden "arbre Té-té"ye dönüştürülmüştür? Bunu da siz bulun.

"x"i kendisini birçok zengin imajla donatan özgün şiirdeki "manxome" sözcüğü, Almancada, İngilizceye "maniful" olarak geri-çevrilebilecek, "manchsam" sözcüğüyle zayıfça geçiştirilmiştir. Fransızca "manscant" da, "manxome"un çoklu imalarından yoksundur.

Böylesi bir örnekle karşılaşıldığında tam bir çeviri yapmanın düpedüz olanaksız olduğu anlaşılır. Yine de bu patolojik olarak zor çeviri vakasında bile, kaba bir eşdeğerlik bulunabilir gibi görünmektedir. Farklı versiyonları okuyan insanların beyinleri arasında gerçekten bir eşbiçimlilik yoksa bu neden böyledir? Yanıt, bu üç [dört] şiirin bütün okuyucularının beyinleri arasında kısmen global, kısmen yerel bir tür kaba eşbiçimlilik olduğudur.

DBA'lar

Eğlenceli bir coğrafya fantazisi bu tür yarı-eşbiçimlilik hakkında size bir sezgi kazandırabilir. (Bu arada bu fantazi, P. H. Winston'un *The Psychology of Computer Vision* adlı kitabında bulunabilecek olan, M. Minsky'nin "çerçe-

veler" üstüne olan makalesinde tasarladığı coğrafya analojisinin bir benzeridir.) Üstünde bütün jeolojik özelliklerin –ırmaklar, dağlar, göller ve benzeri– önceden işaretlenmiş olduğu, ama hiçbir basılı sözcüğün bulunmadığı garip bir ABD haritası tahayyül edin. Irmaklar mavi çizgilerle, dağlar renklerle vb gösteriliyor. İşte bu harita size veriliyor ve sizden onu, yakında çıkacağınız bir yolculukta kullanacağınız bir yol haritasına çevirmeniz isteniyor. Bütün eyaletlerin adlarını, sınırlarını, zaman kuşaklarını, sonra bütün yerel yönetim birimlerini, kentleri, kasabaları, bütün otobanları, anayolları ve paralı yolları, bütün eyalet parklarını ve ulusal parkları, kamp alanlarını, doğal güzellikleri, barajları, hava alanlarını ve benzeri yerleri düzgünce doldurmalısınız. Bunların hepsi, ayrıntılı bir yol haritasında olması gerektiği gibi sonuna kadar tamamlanmalıdır. Ve bütün bunları kafanızdan yapmanız gerekmektedir. Bu göreviniz süresince size yardımcı olabilecek herhangi bir bilgiye erişmenize izin verilmemektedir.

Size, haritanızı olabildiğince doğru yapmanızın karşılığının daha ileri bir tarihte açıklanacağı şekilde ödeneceği söyleniyor. Elbette bildiğiniz büyük kentleri ve anayolları vb doldurmakla başlayacaksınız. Bir bölgeye dair olgusal bilginizi tükettiğinizde, sahte kasaba adları, sahte nüfuslar, sahte yollar, sahte parklar ve benzeri şeyler uydurarak, bölgenin gerçek coğrafyasını değilse bile, en azından havasını yeniden üretmenizde hayal gücünüzün size büyük yardımı olacaktır. Bu zorlu görev aylarca sürecektir. İşleri biraz kolaylaştırmak için elinizde her şeyi düzgünce basan bir kartograf var. Son ürün sizin kişisel "Devletleri Birleştirme Alternatifi"niz olacaktır – kendi kişisel DBA'nız.

Kişisel DBA'nız, büyüdüğünüz bölge açısından büyük oranda ABD gibidir. Dahası nereleri dolaştıysanız ya da nerelerde haritaları dikkatlice incelediyseniz buralarda DBA'nız ile ABD arasında çarpıcı benzerlikler olacaktır: Kuzey Dakota veya Montana'da birkaç küçük kasaba belki ya da bütün New York metropolitanı DBA'nızda oldukça sadık bir biçimde yeniden üretilmiş olacaktır.

Sürpriz Bir Tersine Çevirme

DBA'nız tamamlandığında şaşırtıcı bir şey oluyor. Büyüsel olarak, tasarımladığınız ülke varlığa geliyor ve oraya taşmıyorsunuz. Sıcakkanlı bir komite size en gözde otomobilinizi armağan ettikten sonra şu açıklamayı yapıyor: "Tasarım çabalarınızın bir ödülü olarak, DBA'mızda bütün masrafları

ödenmiş hoş bir gezi yapmayı hakettiniz. Dilediğiniz yere gidebilir, dilediğinizi yapabilir, dilediğiniz kadar gezebilirsiniz – DBA Coğrafya Topluluğunun Tebrikleriyle. Ve – yolculuğunuzda size rehber olması için – işte bir yol haritası" Ama sürprize bakın ki, size tasarımladığınız harita değil, standart ABD yol haritası veriliyor.

Yolculuğunuz süresince başınıza her türden tuhaf olay gelecektir. Kılavuz olarak kullandığınız harita dolaştığınız ülkeye ancak kısmen uymaktadır. Ana otobanları izlediğiniz sürece herhalde büyük karışıklıklarla karşılaşmadan ülkeyi dolaşabileceksiniz. Ama New Mexico veya Arkansas kırsalının tali yollarına saptığınız anda sizin için macera da başlamış olacaktır. Yerli halklar aradığınız hiçbir kasabayı tanımadığı gibi, sorduğunuz yolları da bilmeyecektir. Yalnızca adını söylediğiniz büyük kentleri bileceklerdir ve o zaman bile bu kentlere giden yollar sizin haritanızda gösterildiği gibi olmayacaktır. Kimi zaman yerli halkların büyük saydığı kentlerin bazılarının sizin ABD haritanızda varolmadığı olacaktır: ya da belki varolacaklar, ama sizin haritanıza göre nüfusları büyüklük sıralamasında yanlış olacaktır.

Merkezilik ve Evrensellik

Bazı yönlerden birbirlerinden bu kadar farklı olan bir DBA ve ABD'yi yine de bu kadar benzer yapan nedir? Bu onların en önemli kentlerinin ve iletişim yollarının birbirlerinin üzerine haritalanabilir olmasıdır. Aralarındaki farklar daha az seyahat edilen yollarda, daha küçük kentlerde vb bulunur. Bunun bir yerel veya global eşbiçimlilik olarak belirlenemeyeceğine dikkat edin. Bazı karşılıklıklar çok yerel düzeye kadar uzanabilir –örneğin iki New York'ta da anacadde Fifth Avenue olabildiği gibi, ikisinde de Times Meydanı bulunabilir– ama iki Montana'da da bulunan tek bir kasaba bile olmayabilir. Dolayısıyla yerel-global ayrımı burada ilgisizdir. İlgili olan ekonomi, iletişim, ulaşım vb açısından kentin *merkeziliğidir*. Bu alanlardan birinde kent ne kadar önemliyse, onun hem DBA hem de ABD'de bulunması o kadar kesin olacaktır.

Bu coğrafi analojide bir yön çok önemlidir: hemen hemen bütün DBA'larda bazı kesin, mutlak dayanak noktaları vardır: New York, San Francisco, Chicago ve benzeri. Bunlardan hareketle birini yönlendirmek olanaklıdır. Başka deyişle benim DBA'mım sizinkiyle karşılaştırmaya başlarsak, benim DBA'mdaki küçük kentler konusunda bildirişmemi sağlayacak dayanak noktalarını tesis etmek için büyük kentler üzerindeki bilinen uyuşmamızı kulla-

nabilirim. Ve eğer Kankaee'den Fturo'ya bir yolculuk öneriyorsam ve siz bu kasabaların nerede olduklarını bilmiyorsanız, ikimizde de ortak olan bir şeye atıfta bulunabilir ve böylece size yol gösterebilirim. Ve Atlanta'dan Milwqukee'ye bir yolculuktan söz edersem, farklı tali yollar veya daha küçük yollardan yapılsa bile, yolculuğun kendisi iki ülkede de yapılabilir. Ve eğer siz Horsemilk'den Janzo'ya yolculuğu betimlemeye başlarsanız, bu adlarda kasabalar olmasa da, siz, sizinkinde olduğu kadar benim DBA'mda da bulunan daha büyük yakın kasabalara göre konumunuzu betimleyerek beni sürekli yönlendirdiğiniz sürece ben, benim DBA'mdaki *benzeşen* bir yolculuğun nasıl olacağının planını çıkarabilirim.

Benim yollarım sizinkiyle tam olarak aynı olmayacaktır, ama ayrı haritalarımızla her birimiz ülkenin belirli bir noktasından bir başka noktasına gidebiliriz. Bunu, haritalarımız üzerinde çalışmaya başladığımızda, her ikimizin de kullanımına açık olan, önceden belirlenmiş, dışsal jeolojik olgular –sıradağlar, ırmaklar vb– sayesinde yapabiliriz. Bu dışsal özellikler olmaksızın, ortak dayanak noktalarına sahip olma olanağımız olmazdı. Örneğin size yalnızca Fransa ve bana Almanya haritası verilmiş olsaydı ve onları çok ayrıntılı bir şekilde doldursaydık, bu kurgusal ülkelerimizde "aynı yeri" bulmaya çalışmanın bir yolu olmazdı. Özdeş dışsal koşullarla başlamak zorunludur – aksi takdirde hiçbir şey eşlenemez.

Coğrafi analojimizi oldukça ileri taşıdığımıza göre, beyinler arasındaki eşbiçimlilik sorusuna geri dönebiliriz. Bu beyin eşbiçimlilikleri sorusunun neden bu kadar çok vurgulandığını merak ediyor olabilirsiniz. İki beynin eşbiçimli ya da yarı-eşbiçimli olmasının ya da eşbiçimli olmamasının ne önemi var? Bunun yanıtı, diğer insanların bizden önemli biçimde farklı olmalarına karşın, yine de onların bizimle derin ve önemli biçimde "aynı" oldukları yönünde sezgisel bir duyguya sahip olmamızdır. İnsan zekâsının bu değişmez çekirdeğinin ne olduğunu saptayabilmek ve sonra her birimizi "zekâ" denilen bu soyut ve gizemli niteliğin eşsiz bir cisimlenişi yapmak üzere ona eklenebilen "bezeme" türlerini betimleyebilmek öğretici olabilir.

Coğrafi analojimizdeki kentler ve kasabalar simgelerin benzeşeniyken, yollar ve otobanlar potansiyel tetikleme yollarının benzeşenleridir. Bütün DBA'larm Batı Kıyısı, Doğu Kıyısı, Missisipi Nehri, Büyük Göller, Kayalıklar ve birçok ana kent ve yol gibi bazı ortak şeylere sahip oldukları olgusu, hepimizin, dışsal gerçeklikler tarafından, belli sınıf simgelerini ve tetikleme yollarını aynı şekilde kurmaya zorlandığımız olgusunun benzeşenidir. Bu çekirdek simgeler, herkesin belirsizliğe düşmeden atıfta bulunabileceği, büyük

kentler gibidir. (Bu arada kentlerin yersenik varlıklar olduğu olgusu hiçbir şekilde beyindeki simgelerin küçük, neredeyse nokta-benzeri kendilikler olduğunun göstergesi olarak ele alınmamalıdır. Onlar yalnızca bir ağ içinde bu tarzda simgeselleştirilmektedir.)

Her insanın simgeler ağının büyük bir oranının *evrensel* olduğu bir olgudur. Hepimize ortak olanı öylesine önem vermeden, öylesine elde bir olarak kabul ediyoruz ki, diğer kişilerle ne kadar çok ortak yönümüz olduğunu gözden kaçırıyoruz. Rastgele seçilen kişilerle aramızdaki örtüşme oranının büyüklüğünü açığa çıkarmak için taşlar, arabalar, lokantalar, karıncalar ve benzerleri gibi diğer kendilik tipleriyle ne kadar çok –veya ne kadar az– ortak şeye sahip olduğumuzu hayal etmek gibi bilinçli bir çaba içine girmemiz gerekiyor. Diğer bir kişiye ilişkin ilk elde dikkat ettiğimiz şey standart örtüşme değildir, çünkü bunun, öteki kişinin insanlığı tanınır tanınmaz zaten varolduğu kabul edilir; biz daha çok standart örtüşmenin ötesine bakarız ve böylece genellikle bazı beklenmedik, ek örtüşmeler yanı sıra bazı büyük farklar da buluruz.

Zaman zaman diğer bir kişide sizin standart, asgari çekirdek olduğunu düşündüğünüz şeyin bir kısmının eksik olduğunu, bulunmadığını görürsünüz – onların DBA'sında, neredeyse tahayyül edilemez bir durum olan Chicago'nun bulunmaması gibi. Örneğin birisi filin ne olduğunu ya da cumhurbaşkanının kim olduğunu ya da dünyanın yuvarlak olduğunu bilmeyebilir. Böylesi durumlarda onların simgesel ağı sizinkinden, anlamlı bir iletişimi zorlaştıracak kadar temelden farklı olabilir. Öte yandan belki aynı kişi sizinle, onunla sınırlı bir alanda iletişim kurmanızı sağlayan özel bir bilgi türünü –domino oyununda ustalık gibi– paylaşacaktır. Bu, sizin gibi, Kuzey Dakota'nın aynı kırsalından olan biriyle karşılaşmaya benzer, bu durumda ikinizin DBA'sı, bir yerden diğer bir yere gitmeyi kolayca betimlemenizi sağlayacak şekilde, çok küçük bir bölgede çok ayrıntılı olarak çakışacaktır.

Dil ve Kültür Düşünceyi Ne Kadar Kanalize Eder?

Kendi simge ağımızın bir Fransız ve bir Almanın simge ağlarıyla karşılaştırılmasına dönersek, farklı anadiller olmaları olgusuna karşın, onların standart sınıf simgeleri çekirdeğine sahip olmalarını beklediğimizi söyleyebiliriz. Onlarla son derece özelleşmiş ağları paylaşmayı beklemeyiz, ama anadilimizi paylaşan rastgele seçilmiş bir kişiyle de böylesi bir paylaşımı beklemeyiz. Diğer dillerdeki kişilerin tetikleme örüntüleri bizimkinden bir ölçüde farklı ola-

caktır, ama yine de çok daha küçük yolların onlara atıfla betimlenebileceği ana sınıf simgeleri ve onların arasındaki anayollar evrensel olarak kullanılabilir olacaktır.

Şimdi bu üç kişinin her biri ek olarak öteki ikisinin dillerine bir dereceye kadar hakim olsun. Gerçek bir akıcılık ile salt iletişim yeteneği arasındaki farkı imleyen şey nedir? Her şeyden önce İngilizcesi akıcı olan birisi çoğu sözcüğü yaklaşık düzenli sıklığı içinde kullanır. Anadili İngilizce olmayan bir konuşmacı sözcüklerden, romanlardan ya da sınıflardan toparladığı sözcükleri –bir zamanlar yaygın ve yeğlenir olan, ama artık kullanım sıklığı iyice azalmış olan sözcükleri– seçecektir; örneğin "get" yerine "fetch"i, "very" yerine "quiet"ı vb. Anlam genellikle iletilir, ama olağandışı sözcüklerin seçilmesi yabancı bir niteliğin de iletilmesine neden olur.

Ama varsayalım ki bir yabancı bütün sözcükleri yaklaşık olarak normal sıklıklarda kullanmayı öğreniyor. Bu onun konuşmasını gerçekten akıcı yapar mı? Büyük olasılıkla hayır. Sözcük düzeyinden daha üst düzeyde, bir bütün olarak kültüre – onun tarihine, coğrafyasına, dinine, çocuk masallarına, edebiyatına, teknolojik düzeyine ve benzerlerine bağlı olan bir çağrışım düzeyi vardır. Örneğin modern İbraniceyi tamamıyla akıcı olarak konuşabilmek için İbranice Kitabı Mukaddes'i çok iyi bilmeniz gerekir, çünkü bu dil içinde kutsal kitaba ait sözcük öbeklerini ve yananlamlarını barındırır. Böylesi bir çağrışım düzeyi her dile oldukça derinlemesine nüfuz etmiştir. Yine de akıcılık içinde her tür değişik oyuna yer vardır – aksi takdirde tek gerçek anlamda akıcı konuşmacılar düşünceleri en basmakalıp olan kişiler olurdu!

Kültürün düşünceyi etkilemesinin derinliğini tanımak zorunda olmamıza karşın, düşüncelerin yoğrulmasında *dilin* rolüne aşırı vurgu yapmamalıyız. Örneğin bizim iki "sandalye" diyebileceğimiz şeyler Fransızca konuşan biri tarafından iki ayrı tipe ait nesneler olarak algılanabilir: "chaise" ve "fauteuil" ("sandalye" ve "koltuk"). Anadili Fransızca olan kişiler bu farkın bizden daha çok farkındadırlar – ama o zaman kırsal bölgede yetişen kişiler, diyelim ki bir pikap ile bir kamyon arasındaki farkın bir kentliden daha çok farkındadırlar. Bir kent sakini ikisine de "kamyon" diyebilir. Bu algısal farkı doğuran anadiller arasındaki fark değil, kültürler (ya da altkültürler) arasındaki farktır.

Çekirdekleri açısından ele aldığında, anadilleri farklı olan kişilerin simgeleri arasındaki ilişkilerin oldukça benzer olması için her nedene sahibiz, çünkü herkes aynı dünyada yaşar. Tetikleme örüntülerinin daha ayrıntılı yönlerine doğru indiğinizde, ortak olan noktaların daha az olduğunu görürsünüz.

Bu, Wisconsin'de hiç yaşamamış kişiler tarafından yapılmış DBA'lardaki Wisconsin kırsal bölgelerinin karşılaştırılması gibidir. Bununla birlikte haritanın bütünü için ortak dayanak noktaları oluşturacak şekilde, ana kentler ve anayollar konusunda yeterli bir anlaşma olduğu sürece bu tamamıyla konudışı olacaktır.

DBA'larda Yolculuklar ve Yolculuk Programları

Belirtik olarak belirtmeksizin, DBA-analojisinde, bir düşüncenin ne olduğunun bir imgesini kullanıyordum – yani bir *düşüncenin* bir *yolculuğa* tekabül ettiğini ima ediyordum. İçinden geçilen kasabalar uyarılmış *simgeleri* temsil etmektedir. Bu yetkin bir analoji olmasa da oldukça güçlü. Bununla ilgili bir sorun, bir düşüncenin birinin zihninde yeterli sıklıkta yinelenmesi durumunda onun bir tek kavram olarak istiflenebilmesidir. Bu DBA'da oldukça tuhaf bir olaya tekabül edecektir: genellikle yapılan bir yolculuk tuhaf bir biçimde, yeni bir kasabaya ve kente yolculuğa dönüşecektir! Eğer DBA-eğretilemesi kullanılmaya devam edilecekse, o zaman kentlerin yalnızca "çimen," "ev" ve "araba" gibi sözcüklerin *basit* simgelerini değil, ama bir beynin *istifleme* yeteneğinin bir sonucu olarak yaratılan simgeleri de –"yengeç kanonu," "palindrom"* ya da "DBA" gibi karmaşık kavramların simgelerini de– temsil ettiğini hatırlamak önemlidir.

Şimdi eğer bir yolculuk yapma kavramının bir düşünceye sahip olma kavramının eşit bir karşılığı olduğu kabul edilirse, o zaman şu zor sorun ortaya çıkar: bir kentten, bir ikincisine, sonra bir üçüncüsüne ve böyle devam ederek giden her yol, araya giren bazı kentlerden de geçildiği anımsandığı sürece zahiri olarak imgelenebilir. Bu, yol üzerinde uzanan bazı ekstra simgeleri de hesaba katarak, birbiri ardı sıra, *keyfi bir simgeler dizisinin* etkinleştirilmesine karşılık düşecektir. Şimdi eğer beyin zahiri olarak herhangi bir simgeler dizisini istenilen herhangi bir sırada etkinleştirilebiliyorsa, beyin, her ne olursa olsun, her düşünceyi soğurabilen ve üretebilen, bir ayrımsamasız dizge gibi görünecektir. Ama böyle olmadığını, hepimiz biliyoruz. Aslında seçkisiz hayallerden ya da gülünç saçmalıklardan oldukça farklı bir rol oynayan *bilgi* ya da *inançlar* dediğimiz belli düşünce türleri vardır. Düşler, öylesine gelip geçen düşünceler, inançlar ve bilgi parçaları arasındaki farkı nasıl karakterize edebiliriz?

---

* Palindrom: "Ana," "kütük" gibi başından da sonundan da aynı okunan sözcük –çn.

Olanaklı, Potansiyel ve Olağandışı Patikalar

Bir yerden bir başka yere giderken rutin olarak kullanılan yollar – bunları ya bir DBA'daki ya da bir beyindeki yollar olarak düşünebilirsiniz – vardır. Bunlardan başka ancak birinin yardımıyla yönlendirildiğimiz sürece izleyebildiğimiz yollar vardır. Bunlar ancak özel dış koşullar çıkarsa izlenecek olan "potansiyel yollar"dır. Tekrar tekrar güvenilen yollar, bilgi içeren yollardır – ve ben burada yalnızca *olguların* bilgisini (bildirgesel bilgiyi) değil, ama *nasıl olduğunun* bilgisini (yordamsal bilgiyi) de kastediyorum. Bilgiyi oluşturanlar bu sağlam, kararlı, güvenilir yollardır. Bilgi parçaları giderek yine güvenilir yollarla, ama olasılıkla eğer söz gelimi, bir köprü kaldırılırsa ya da yoğun sis olursa, daha kolay değiştirilebilir olan yollarla temsil edilen inançlarla karışıp, birleşirler. Bu bizi hayallerle, yalanlarla, yanlışlıklarla, saçmalıklarla ve bunların değişkeleriyle baş başa bırakır. Bunlar şunun gibi tuhaf yollara tekabül edecektir. New York City'den Bangor, Maine ve Lubbock, Texas yoluyla Newark'a. Bunlar aslında olanaklı, ama her zamanki yolculuklarda kullanılan hazır yollardan olma olasılığı olmayan yollardır.

Bu modelin ilginç ve eğlenceli bir içerimi, yukarda listelenmiş "sapkın" düşünce türlerinin hepsinin, en dipte, tamamen inançlardan veya bilgi parçalarından meydana geldiğidir. Yani herhangi bir tekinsiz ve dolambaçlı dolaylı yol, birkaç tekinsiz-olmayan, dolambaçlı-olmayan dolaysız dilimlere bölünebilir ve bu kısa, doğrudan simge-bağlama yolları güvenilebilir olan yalın düşünceleri – inançları ve bilgi parçalarını temsil eder. Bununla birlikte üstüne düşünüldüğünde, bu pek şaşırtıcı değildir, çünkü onlardan ne kadar büyük sapmalar gösterseler de, ancak bir şekilde deneyimlediğimiz gerçeklikler içinde temellenen şeyleri tahayyül edebilir olduğumuz görüşü usauygundur. Düşler belki de yalnızca zihinlerimizin DBA'sımn çevresindeki böylesi rasgele dolanmalardır. Yerel olarak anlamlıdırlar – ama global olarak...

Roman Çevirmenin Farklı Stilleri

"Jabberwocky" gibi bir şiir, bir DBA'da, çok tuhaf yollar izlenerek bir eyaletten bir diğerine çok hızlı sıçramalarla yapılan gerçekdışı bir yolculuğa benzer. Çeviriler, tetiklenen simgelerin kesin ardışımını vermek için ellerinden gelenin en iyisini yapsalar da, daha çok şiirin bu yönünü iletirler. Olağan düzyazıda, böylesine hızlı geçişler yaygın değildir. Yine de benzer çeviri sorunları görülür. Rusçadan İngilizceye bir roman çeviriyor olduğunuzu ve çevirisi sözcüğü sözcüğüne "Bir kase borç içti" olan bir tümceye rastladığınızı

varsayın. Herhalde okurlarınızın çoğunun borçun ne olduğu konusunda hiçbir fikri olmayacaktır. Bu nedenle sözcüğü onların kültüründe buna "karşılık gelen" bir şeyle değiştirmeyi deneyebilirsiniz – o zaman çeviriniz, "Bir kase Campbell çorbası içti" olabilir. Eğer bunun aşırı abartılı olduğunu düşünüyorsanız, Dostoyevski'nin *Suç ve Ceza* romanının Rusçadaki ilk tümcesine ve sonra İngilizcedeki birkaç farklı çevirisindeki tümcelere göz atın. Ben üç farklı İngilizce çeviriye baktığımda aşağıdaki garip durumlarla karşılaştım.

İlk tümcede (çeviriyazıyla) "S. Pereulok" cadde adı geçer. Bunun anlamı nedir? Leningrad'ı bilen (eskiden "St Petersburg denirdi – yoksa "Petrograd" mı demeliyim?) dikkatli bir Dostoyevski okuru, kitaptaki coğrafyanın geri kalanını (bu arada bunlar da yalnızca başharfleriyle verilmiştir) dikkatle inceleyerek caddenin adının "Stoliarny Pereulok" olması gerektiğini keşfedebilir. Dostoyevski olasılıkla öyküyü gerçekçi bir biçimde anlatmak istemişti, ama insanların, suçların işlendiği ve diğer olayların geçtiği varsayılan yerlerin bire bir adreslerini bulabilecekleri kadar gerçekçi bir tarzda değil. Her durumda önümüzde bir çeviri sorunu var; daha kesin söylemek gerekirse, birkaç farklı düzeyde birkaç çeviri sorunu.

Her şeyden önce kitabın ilk tümcesinde zaten varolan yarı-gizemli havayı yeniden üretebilmek için başharfi olduğu gibi mi bırakmalıyız? O zaman "S. Sokağı"nı ("sokak" "pereulok"un standart çevirisidir) kullanabiliriz. Üç çevirmenden hiçbiri bu yolu izlememiştir. Birisi "S. Meydanı" diye çevirmeyi yeğlemiştir. Lisede okuduğum *Suç ve Ceza* çevirisi de benzer bir yol seçmişti. Romanı okumaya başladığım ve adları yerine harflerin kullanıldığı sokaklarla karşılaştığımda yaşantıladığım yön yitimi duygusunu hiç unutamam. Kitabın başlangıcına ilişkin tarifsiz bir sıkıntı içindeydim; çok önemli bir şeyleri kaçırdığımdan emindim, ama ne olduğunu bilmiyordum. Bütün Rus romanlarının çok tuhaf olduklarına karar verdim.

Şimdi (büyük olasılıkla caddelerin gerçek mi kurgu mu olduğuna dair en küçük bir fikri olmadığı varsayımıyla) okura açık sözlü davranabilir ve "Stoliarny Sokağı" yazarak onun modern uzmanlığımızın bilgisinden yararlanmasını sağlayabiliriz. Bu, çeviriyi "Stoliarny Meydanı" olarak yapan 2 numaralı çevirmenin seçimiydi.

Ya 3 numara? O hepsinin içinde en ilginç olanıdır. Bu çeviride "Marangoz Sokağı" denilmiştir. Aslında neden olmasın? Ne de olsa "stoliar" "marangoz" demek ve "ny" bir sıfat eki. Böylece kendimizi Petrograd'da değil Londra'da ve Dostoyevski'nin değil Dickens'm yarattığı bir olayın ortasında olarak hayal edebiliriz. İstediğimiz bu mu? Belki de "İngilizcede ona karşılık gelen

eser" gerekçesiyle onun yerine Dickens'm bir romanını okumalıyız. Yeterince üst bir düzeyden bakıldığında bu Dostoyevski romanının bir "çevirisi" olacaktır – aslında mümkünler arasında en iyisi! Dostoyevski'yi kim takar?

Yazarın biçemine harfiyen sadık kalma girişimlerinden lezzetin üst düzey çevirilerine kadar bütün bir yolu katettik. Şimdi eğer daha ilk tümcede bunlar oluyorsa, kitabın geri kalanında neler olabileceğini tahayyül edebiliyor musunuz? Alman toprak sahibesinin Alman-ağzı Rusçasıyla bağırmaya başladığı bölümde neler olacağını? Alman aksanıyla konuşulan kırık dökük Rusçayı İngilizceye nasıl çevirirsiniz?

Ayrıca argo ve günlük dile ait ifade tarzlarının nasıl çevrileceği sorunu da irdelenebilir. "Benzeşen" bir deyim mi aranmalı, yoksa sözcüğü sözcüğüne çeviri yoluna mı gidilmeli? Benzeşen bir deyim ararsanız, o zaman "Campbell çorbası" türünde gaflar yapma riskiyle karşı karşıya kalırsınız; ama eğer her deyimi sözcük sözcüğe çevirirseniz, o zaman da İngilizcesi yabancı kaçacaktır. Belki bu çekici bir seçenektir, çünkü ne de olsa Rus kültürü İngilizce konuşan kişilere yabancı bir kültürdür. Ama İngilizce konuşan bir kişi böyle bir çeviriyi okuduğunda sürekli olarak, yazar tarafından tasarlanmamış ve özgün Rusça yapıtın okurları tarafından yaşantılanmayan bir yabancılık duygusu – yapay bir yabancılık duygusu– yaşantılayacaklardır.

Böylesi sorunlar insanın, 1940'ların sonlarında, bilgisayarla çevirinin ilk savunucularından biri olan Warren Weaver'in söylediği şu sözler üstüne daha dikkatli olarak düşünmesine neden oluyor: "Rusça yazılmış bir makaleye baktığımda, "Bu gerçekte İngilizce yazılmış, ama yabancı simgelerle kodlanmış. Şimdi onun kodunu çözeceğim" diyorum."[1] Weaver'ın yorumu sözcük anlamıyla alınmamalı, daha çok, simgelerde saklanmış nesnel olarak betimlenebilir bir anlamın ya da en azından nesnele oldukça yakın bir şeyin olduğunun kışkırtıcı bir şekilde söylenmesi olarak değerlendirilmelidir; o halde eğer yeterince iyi programlanmışsa, bir bilgisayarın onu bulamayacağını varsaymak için hiçbir neden yoktur.

Programlar Arasında Üst-Düzey Karşılaştırmalar

Weaver'in ifadesi farklı doğal diller arasındaki çeviriler hakkındaydı. Biz şimdi iki bilgisayar dili arasındaki çeviri sorununu ele alalım. Örneğin iki ki-

[1] Waren Weaver, "Translation," *Machine Translation of Languages*, Wm. N. Locke ve A. Donald Booth (ed.), (New York: John Wiley and Sons ve Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1955), s. 18.

şinin farklı bilgisayarlarda yürütülen programlar yazdığını ve bizim iki programın aynı görevi gerçekleştirip gerçekleştirmediğini öğrenmek istediğimizi varsayın. Bunu nasıl bulabiliriz? Programları karşılaştırmalıyız. Ama bu hangi düzeyde yapılmalı? Belki bir programcı makine diliyle, öteki derleyici dille yazmıştır. Böylesi iki program karşılaştırılabilir mi? Kesinlikle. Ama nasıl karşılaştırılırlar? Bir yol, ana bilgisayarının makine dilinde bir program üreterek, derleyici dil programını derlemek olabilir.

Şimdi iki makine dili programına sahibiz. Ama bir başka sorunumuz var: iki bilgisayar, dolayısıyla iki farklı makine dili var – ve bunlar son derece farklı olabilir. Bir makine onaltı-bit sözcüğe sahip olabilir; diğeri otuzaltı-bit sözcüğe. Bir makine yerleşik yığıt-kotarma komutlarına (itme ve çekme) sahipken, diğeri bunlardan yoksun olabilir. İki makinenin donanımı arasındaki farklar iki makine dilini karşılaştırılamaz gibi gösterebilir – ve biz yine de onların aynı görevi gerçekleştiriyor olduklarından kuşkulanıyoruz ve bir bakışta bunu görmek istiyoruz. Açıkça programlara fazlasıyla yakın bir uzaklıktan bakıyoruz.

Yapmamız gereken makine dilinden, daha üst, daha istiflenmiş bir görüşe doğru adım atmaktır. Bu bakış açısından, her bir programın, yerelden çok global ölçekte ussal olarak planlanmış gibi görünmesini sağlayan program istiflerini algılayabileceğimizi umuyoruz – yani programcının hedeflerinin algılanmasını sağlayacak şekilde birbirleriyle uyumlu istifleri. Her iki programın da başlangıçta üst-düzey dillerde yazıldığını varsayalım. O zaman istifleme işlemi bizim yerimize zaten yapılmış olacaktır. Ama bu kez de başka sorunlarla karşılaşacağız. Böylesi dillerden çok vardır: Fortran, Algol, Lisp, APL ve birçok başkası. APL'de yazılmış bir programı Algol'de yazılmış bir programla nasıl karşılaştırabilirsiniz? Kesinlikle onları satır/satır eşleştirerek değil. Karşılığı olan kavramsal, işlevsel birimleri arayarak bu programları zihninizde yeniden istifleyeceksiniz. O halde donanımı karşılaştırmıyorsunuz, yazılımı karşılaştırıyorsunuz – "ruh"unu, yani yazılımın arkasında yatan saf kavramları karşılaştırıyorsunuz. Farklı bilgisayar dillerindeki iki programın, iki canlının ya da farklı doğal dillerdeki iki tümcenin anlamlı bir karşılaştırmasını yapmadan önce, alt düzeylerden yukarı doğru kaldırılması gereken bir tür soyut "kavramsal iskelet" vardır.

Bu bizi, yeniden bilgisayarlar ve beyinler hakkında daha önce sorduğumuz bir soruya döndürür: Bir bilgisayarın veya bir beynin alt-düzey bir betimlemesini nasıl anlamlı kılabiliriz? Böylesi karmaşık dizgelerde, alt-düzey bir betimlemeden üst-düzey bir betimleme çıkarmanın, makul anlamda, *nes-*

nel bir yolu var mıdır? Bilgisayar durumunda, belleğin içeriklerinin tam bir gösterimi –buna *bellek dökümü* denir– kolayca elde edilebilir. Bilgisayımm ilk zamanlarında, programda bir şeyler yanlış gittiğinde genellikle dökümün yazılı çıktısı alınırdı. Sonra programcı başkonuma dönerek belleğin her bir en küçük parçasını anlamaya çalışarak saatlerce bellek dökümü üstüne kafa yorardı. Özünde programcı bir derleyicinin yaptığının tersini yapardı: makine dilinden daha üst düzey bir dile, bir kavramsal dile çeviri yapardı. Sonunda programcı programın hedeflerini anlar ve bunu üst-düzey terimleriyle betimleyebilirdi – örneğin "Bu program Rusçadan İngilizceye roman çevirir" ya da "Bu program girdi olarak verilmiş herhangi bir temaya dayanan sekiz-sesli bir füg besteler."

Beyinler Arasında Üst-Düzey Karşılaştırmalar

İmdi sorumuzu beyinler durumunda incelememiz gerekiyor. Bu durumda şunları soruyoruz: "Kişilerin beyinleri de, üst-düzeyde "okunabilir" mi? Bir beynin içeriğinin nesnel bir betimlemesi var mıdır?" *Karınca Füg*ü'nde, Karıncayiyen, bileşen karıncalarının hareketlerine bakarak, Hilary Teyze'nin ne düşünüyor olduğunu söyleyebileceğini iddia ediyordu. Acaba bir üstvarlık – belki bir Nöronyiyen– aşağısındaki nöronlarımıza bakabilir, gördüklerini istifleyebilir ve düşüncelerimizin bir çözümlemesini yapabilir mi?

Yanıt kesinlikle evet olmalıdır, çünkü hepimiz, herhangi bir verili zamandaki zihinlerimizin etkinliğini istiflenmiş halde (yani nöral olmayan terimlere dayanarak) betimleyebiliyoruz. Bu, yaklaşık olarak kendi beyin halimizi istifleyebilmemizi ve onun işlevsel bir betimlemesini yapabilmemizi sağlayan bir mekanizmaya sahip olduğumuz anlamına gelir. Daha kesin olmak gerekirse, bütün beyin halini istiflemiyoruz – yalnızca onun etkin olan bölümünü istifliyoruz. Bununla birlikte eğer birisi bize beynin hali hazırda etkin olmayan bir bölgesinde kodlanmış olan bir konu hakkında bir şeyler sorsa, hemen hemen anında uyku durumunda olan uygun bölgeye erişmeyi başarır ve onun istiflenmiş bir betimlemesini –yani o konu hakkında bir inanç– ortaya çıkarabiliriz. Beynin bu parçasının nöral düzeyine ilişkin mutlak sıfır bilgiyle döndüğümüze dikkat edin: betimlememiz, onun beynimizin hangi parçasının betimlemesi olduğuna ilişkin bir fikre sahip olamayacağımız ölçüde istiflenmiştir. Bu, istiflenmiş betimleme bellek dökümünün her parçasının bilinçli çözümlenmesinden gelen programcının durumuyla bir karşıtlık oluşturur.

İmdi, eğer bir kişi kendi beyninin herhangi bir parçasının istiflenmiş bir

betimlemesini verebiliyorsa, aynı beyne tahripkar olmayan erişim yolları verili olduğunda, neden dışarıdan biri de, yalnızca beynin sınırlı bölgelerini istifleyebilmekle kalmayıp, ama fiili olarak onun tam bir istiflenmiş betimlemesini –başka deyişle beyni erişebilir olan kişinin inançlarının tam bir belgelenmesini– veremesin? Böylesi bir betimlemenin astronomik boyutlarda olacağı açıktır, ama burada konu bu değil. Biz ilke olarak bir beynin iyi-tanımlanmış, üst-düzey bir betimlemesinin varolup olmadığı ya da tersine olarak, nöron-düzeyindeki betimlemenin –ya da fizyolojik ve sezgisel olarak eşit derecede aydınlatıcı olmayan bir şeyin– ilke olarak varolan en iyi betimleme olup olmadığı sorusuyla ilgileniyoruz. Kuşkusuz bu sorunun yanıtlanması, kendi kendimizi anlayabilip anlayamayacağımızı bilmeye çalışıyorsak, son derece önemli olacaktır.

Potansiyel İnançlar, Potansiyel Simgeler

Benim kanım istiflenmiş bir betimlemenin olanaklı olduğu, ama bunu elde ettiğimizde, her şeyin bir anda aydınlığa kavuşmuş olmayacağı. Sorun, beyin halinin istiflenmiş bir betimlemesini dışarı çekmek için bulgularımızı betimleyeceğimiz bir dile gerek duymamızdır. İmdi, bir beyni betimlemenin en uygun yolu, irdeleyebildiği düşünce türlerini ve irdeleyemediği düşünce türlerini sıralamak – ya da belki inançlarını ve inanmadığı şeyleri bir bir saymak gibi görünmektedir. İstiflenmiş bir betimlemede ulaşmaya çalışıyor olduğumuz hedef buysa, o zaman ne tür sorunlarla karşılaşacağımızı görmek kolaydır.

Bir DBA'da yapılması mümkün bütün yolculukları saymak istediğinizi varsayın; sonsuz sayıdadırlar. Yine de hangilerinin *usayatkın* olduklarını nasıl belirlersiniz? Peki, "usayatkm" ne anlama gelir? Bir beyindeki simgeden simgeye giden "olanaklı bir yolun" ne olduğunu tesis etmeye çalışırken de kesinlikle bu türden zorlukla karşılaşacağız. Ağzında purosu havada uçan tepe taklak bir köpek – ya da bir otobanda iki dev kızarmış yumurta arasındaki çarpışma – veya bunlar gibi birçok başka gülünç imge hayal edebilirsiniz. Beyinlerimizde izlenebilir olan inanılmaz yolların sayısının, aynı DBA'da planlanabilecek usasığmaz yolculukların sayısı gibi, sınırı yoktur. Peki ama verili bir DBA'da "usasığar" bir yolculuk programı neden meydana gelir? Ve verili bir beyin halinde "usauygun" bir düşünceyi ne oluşturur? Beyin halinin kendisi hiçbir yolu yasaklamaz, çünkü her yol için her zaman o yolun izlenmesine zorlayan koşullar vardır. Bir beynin fiziksel durumu eğer doğru olarak okunursa, hangi yolun izlenebileceğini değil, ama daha çok yol boyunca ne

kadar dirençle karşılaşılacağını söyleyen bilgiler verir.

Şimdi bir DBA'da, iki ya da daha çok usauygun alternatif yolla yapılabilecek bir çok yolculuk vardır. Örneğin San Fransisco'dan New York'a hem kuzey yoluyla hem de güney yoluyla gidilebilir. Bu yolculukların ikisi de usauygundur, ama insanlar bu yolculukları farklı koşullar altında yapma eğilimindedir. Zamanda verili bir anda bir haritaya bakmak size, uzak gelecekte hangi yolun yeğlenebilir olacağı hakkında bir şey söylemez – bu yolculuğun yapılacağı dışsal koşullara bağlıdır. Benzer olarak bir beyin halinin "okunması," verili bir simgeler kümesini bağlayan, sık sık birkaç usauygun alternatif yolun kullanılmaya hazır olduğunu açığa çıkarır. Yine de simgeler arasındaki yolculuğun hemen yapılması gerekmez; çünkü bu yolculuk, hepsi de beyin halinin okunmasıyla ortaya çıkan milyonlarca "potansiyel" yolculuktan yalnızca biri olabilir. Bundan önemli bir sonuç çıkar: beyin halinin kendisinde hangi yolun seçileceğini söyleyen bir bilgi yoktur. Yolun seçiminde dış koşullar büyük oranda belirleyici rol oynarlar.

Bunun içerimi nedir? Bu tek bir beyin tarafından, koşullara bağlı olarak, bütünüyle birbiriyle çatışan düşüncelerin üretilebileceğini ima eder. Ve beyin halinin değerli bir üst-düzey okuması bütün böylesi çatışan çeşitlemeleri içermelidir. Fiili olarak şu oldukça açıktır – hepimiz çelişkiler yumağıyız ve verili bir zamanda kendimizin ancak bir yanını ortaya çıkararak tek parça olarak kalmayı başarıyoruz. Seçim önceden öndeyilenemez, çünkü seçime zorlayacak koşullar önceden bilinmez. Beyin halinin, doğru olarak okunursa, sağlayabileceği şey, yolların seçilmesinin *koşullu* bir betimlemesidir.

Örneğin *Prelüd*'de betimlenen Yengeç'in durumunu ele alın. Bir müzik parçasının çalışına değişik şekillerde tepki verebilir. Bazen çok iyi bildiği için ona karşı neredeyse bağışık olacaktır. Kimi zaman ise onun tarafından heyecanla uyarılacaktır, ama bu tepki dışardan doğru türde tetiklenmeyi gerektirir – örneğin kendisi için eserin yeni olduğu coşkulu bir dinleyicinin varlığını. Büyük bir olasılıkla Yengeç'in beyin halinin üst-düzey bir okunuşu, potansiyel hissizlik (ve ona neden olan koşullar) kadar potansiyel ürpermeyi (ve ona neden olan koşulları) da açığa vuracaktır. Ama beyin halinin kendisi, parçanın bir sonraki duyuluşunda bunlardan hangisinin olacağını söylemez; onun tek söylediği şudur: "Eğer şöyle-şöyle koşullar gerçekleşirse o zaman ürperme olacaktır; aksi takdirdeyse ..."

O halde bir beyin halinin istiflenmiş bir betimlemesi, koşulara bağlı olarak, koşullu olarak uyandırılabilecek inançların bir kataloğunu verir. Bütün olanaklı koşullar sayılamayacağından, kişi "usauygun" olduğunu düşündükle-

rine razı olmak zorundadır. Dahası koşulların kendilerinin istiflenmiş bir betimlemesine razı olmak zorundadır, çünkü onlar açıkça atomik düzeye kadar özellenemezler – ve özellenmeleri de gerekmez! O halde kimse, verili bir istiflenmiş koşul tarafından, beyin halinden hangi inançların dışarı çekileceğini söyleyen kesin, belirlenimci bir öndeyide bulunamayacaktır. Özetle, o zaman bir beyin halinin istiflenmiş bir betimlemesi, içinde istiflenmiş bir düzeyde betimlenmiş çeşitli "makul olabilirlikte" koşullar kümesi tarafından büyük olabilirlikle harekete geçirilecek inançların (ve büyük olabilirlikle etkinleştirilecek simgelerin) listelendiği olasılığa dayalı bir katalogdan oluşacaktır. Bağlama gönderimde bulunmadan birinin inançlarını kümelemeye çalışmak, bekar bir kişinin "potansiyel soy" zincirini eşine gönderme yapmadan betimlemeye çalışmak kadar aptalcadır.

Aynı tür sorunlar, verili bir kişinin beynindeki bütün simgelerin sayılması durumunda da gündeme gelir. Bir beyinde potansiyel olarak yalnızca sonsuz sayıda *yol* değil, ama aynı zamanda sonsuz sayıda *simge* vardır. Belirtildiği gibi, eski kavramlardan daima yeni kavramlar oluşturulabilir ve böylesi yeni kavramların yalnızca bireydeki uyandırılmayı bekleyen uyuyan simgeler olduğu çıkarımı yapılabilir. Bunlar kişinin yaşamı boyunca hiç uyandırılmayabilir, ama bu simgelerin onların sentezini tetikleyecek uygun koşulları bekler halde daima orada oldukları iddia edilebilir. Bununla birlikte eğer olasılık çok düşükse, "uyuyan" terimini bu duruma uygulamak gerçekçilikten oldukça uzaklaşmak gibi görünmektedir. Bunu açıklığa kavuşturmak için bütün "uyuyan düşlerin" siz uyanıkken kafatasınızın içinde bulunduğunu imgelemeye çalışın. Şimdi, beyin haliniz verildiğinde, "düşlenebilir olmayan temalar"dan "potansiyel olarak düşlenebilir olan temalar"ı söyleyebilecek bir karar verme yordamının varolduğu tasavvur edilebilir bir şey midir?

Kendilik Duygusu Nerededir?

Tartıştığımız konuya geriye dönüp baktığınızda, kendi kendinize şöyle düşünebilirsiniz: "Beyin ve zihin hakkındaki bütün bu kurgulamalar iyi hoş, ama ya bilinçle ilgili hisler ne olacak? Bu simgeler istedikleri gibi birbirlerini tetikleyebilirler, ama eğer bütün bu şeyi birisi *algılamazsa* bilinç yoktur.

Bu bir düzeyde sezgimize anlamlı geliyor, ama mantıksal olarak fazla anlam taşımıyor. Çünkü bizi, şimdiye dek betimlediğimiz tarafından kapsanmadığı koşuluyla, bütün etkin simgeleri algılama işini yapan mekanizmaya ilişkin bir açıklama vermeye zorluyor. Elbette bir "ruhçu" daha ilerisine bak-

mak zorunda değildir – o yalnızca bütün bu nöral faaliyetin algılayıcısının, fiziksel terimlerle betimlenemez olan "ruh" olduğunu öne sürerek işin içinden çıkabilir. Bununla birlikte biz, bilincin nerede ortaya çıktığının "ruhçu olmayan" bir açıklamasını vermeye çalışacağız.

Ruhçu açıklamaya karşı bizim alternatifimiz –ve bu da sinir bozucudur– simge düzeyinde durmak ve şöyle demektir. "İşte o budur – bilincin olduğu şey budur. Bilinç, bir dizgenin, geçmiş birkaç bölümde betimlenenlere benzer şekilde, dizge içinde tetikleme örüntülerine riayet eden simgeler varolduğunda ortaya çıkan özelliğidir." Böylesine çıplak olarak ortaya koyulduğunda, bu uygunsuz görünebilir. Peki, bu "Ben" hissini, kendilik (self) hissini nasıl açıklayabilir?

Altdizgeler

"Ben," ya da "kendilik"in bir simgeyle temsil edilmemesi gerektiğini beklemek için hiçbir neden yoktur. Aslında kendilik simgesi beyindeki bütün simgelerin muhtemelen en karmaşık olanıdır. Bu nedenle onu hiyerarşinin yeni bir düzeyine yerleştirmeyi ve ona bir simge yerine bir *altdizge* demeyi yeğliyorum. Daha kesin olmak gerekirse "altdizge"yle, her biri altdizgenin kendisinin denetimi altında ayrı ayrı etkinleştirilebilir olan bir simgeler topluluğunu kastediyorum. Bir altdizgeye ilişkin iletmek istediğim imge, onun, birbirlerini içsel olarak tetikleyebilen kendine ait simgeler dağarcığıyla donatılmış hemen hemen bağımsız bir "altbeyin" gibi işlediğidir. Elbette altdizge ve "dış" dünya – yani beynin geri kalanı arasında da fazlasıyla iletişim vardır. "Altdizge" kendi aralarında etkileşen birçok altsimgelere sahip olacak şekilde karmaşıklaşmış bir azman simgenin, bir aşırı büyümüş simgenin bir diğer adıdır. Dolayısıyla simgeler ve altdizgeler arasında sıkı bir düzey ayrımı yoktur.

Bir altdizge ve beynin geri kalanı arasındaki kapsamlı bağlardan dolayı (bunların bir kısmı kısaca betimlenecektir), altdizge ve dışarısı arasında keskin bir sınır çizmek çok zordur; ama sınır bulanık bile olsa, altdizge tamamıyla gerçek bir şeydir. Bir altdizge hakkında ilginç olan bir kez etkinleştirilip kendi haline bırakıldığında, kendi başına çalışabilmesidir. O halde bir bireyin beyninin iki veya daha fazla altdizgesi eşanlı olarak çalışabilir. Bunun zaman zaman kendi beynimde olduğunu fark ettim: kimi zaman iki melodinin "benim" dikkatimi çekmek için yarışarak zihnime girdiklerini farkediyorum. Her nasılsa her bir melodi beynimin ayrı bir bölmesinde imal ediliyor

ya da "çalmıyor." Bir ezginin beynimden dışarı çekilmesinden yükümlü dizgelerin her biri muhtemelen, aynı şeyi yapan öteki dizgelerden bütünüyle habersiz bir şekilde, birbiri ardına birçok simgeyi etkinleştiriyor. Sonra her ikisi de beynimin üçüncü bir altdizgesiyle – benim kendi-simgem-iletişim kurmaya çalışıyor ve işte bu noktada beynimin içindeki "Ben" ne olup bittiğinden haberdar oluyor; başka sözcüklerle söylemek gerekirse, bu iki altdizgenin etkinliklerinin kümelenmiş bir betimlenmesini elde etmeye başlıyor.

Altdizgeler ve Paylaşılmış Kod

Tipik altdizgeler, yakından tanıdığımız kişileri temsil eden altdizgeler olarak ele alınabilir. Bu kişiler beyinlerimizde öylesine karmaşık bir yoldan temsil edilirler ki, simgeleri özerk olarak hareket edebilme, beyinlerimizdeki bazı destek kaynaklarını kullanma kapasiteleriyle altdizge aşamasına kadar büyürler. Bununla, bir arkadaşı simgeleyen bir altdizgenin, tıpkı benim yapabildiğim gibi, beynimdeki simgelerin birçoğunu etkinleştirebileceğini kastediyorum. Örneğin iyi bir arkadaşıma yönelik altdizgemi ateşleyebilirim ve onun sahip olabileceği düşüncelerin içine dalarak, onun düşünme örüntülerini benimkinden daha doğru olarak yansıtan simge dizisini etkinleştirerek kendimi sanal olarak onun yerinde hissedebilirim. Beynimin bir altdizgesi içine gömülmüş halde olan bu arkadaşıma dair modelimin benim onun beynine ilişkin istiflenmiş betimlememi oluşturduğu söylenebilir.

Öyleyse bu altdizge, benim onun beyninde olduğunu düşündüğüm her simge için bir simge içerir mi? Bu gereğinden çok olurdu. Olasılıkla altdizge geniş ölçüde beynimde zaten mevcut olan simgelerden yararlanır. Örneğin etkinleştirildiğinde beynimdeki "dağ" simgesi altdizge tarafından ödünç alınabilir. Bu simgenin altdizge tarafından kullanılma biçimi, onun benim tüm beynim tarafından kullanılma biçimiyle zorunlu olarak özdeş olmayacaktır. Özellikle eğer arkadaşımla (ikimizin de hiç gitmediği) Orta Asya'daki Tian Şan [Tanrı] sıradağları hakkında konuşuyorsak ve ben onun birkaç yıl önce Alpler'de harika bir yürüyüş deneyimi yaşadığını biliyorsam, o zaman onun sözlerine ilişkin yorumum, *onun* bölgeyi nasıl görselleştirdiğini imgelemeye çalışıyor olacağımdan dolayı kısmen onun önceki Alpler deneyimden ithal edilmiş imgelerimle renklenecektir.

Bu bölümde kuruyor olduğumuz sözcük dağarcığı içinde, bendeki "dağ" simgesinin etkinleştirilmesinin, onu (arkadaşımı) temsil eden altdizgemin kontrolü altında olduğunu söyleyebilirdik. Bunun etkisi, anılarımın üstüne,

normal olarak kullandığımdan farklı bir pencere açmaktır – yani benim "olağan seçenek"im, anılarımın tüm değerler kümesinden onun anılarına ilişkin benim anılarımın kümesine değişir. Onun anılarının bendeki temsillerinin, benim için erişilmez halde bulunan, beynindeki simgelerin etkinleştirilmesinin karmaşık kipleri olan fiili anılarının yalnızca yaklaşıkları olduğunu söylemeye gerek yok.

Onun anılarının bendeki temsilleri de benim kendi simgelerimin karmaşık etkinleştirilme kipleridir – çimenler, ağaçlar, kar, gök, bulutlar ve benzeri "ilksel" kavramlar için olan simgelerimin. Bunlar benim onda, bende temsil edilme tarzlarıyla "özdeş olarak" temsil edildiklerini varsaymam gereken kavramlardır. Onda çok daha ilksel kavramların da benzeri bir temsilinin olduğunu varsaymalıyım: yerçekimi, nefes alma, yorgunluk, renk ve bunun gibi deneyimler. Daha az ilksel, ama belki hemen hemen evrensel bir insani nitelik de bir zirveye çıkma ve manzarayı seyretme zevkidir. O halde bu beynimdeki zevkten sorumlu olan karmaşık işlemler, aslına sadıklıktan çok fazla bir şey yitirilmeden, arkadaş-altdizgesi tarafından doğrudan üstlenebilir.

Arkadaşım tarafından anlatılan bütün bir öyküyü, insan ilişkilerinin ve zihinsel deneyimlerinin karmaşıklarıyla dolu bir öyküyü, benim nasıl anladığımı betimlemeye çalışarak devam edebilirdik. Ama bu durumda terminolojimiz anında yetersizleşirdi. Bir şeyin ve bir diğerinin ondaki temsillerinin bendeki temsillerinin ondaki temsilleriyle bağıntılı incelikli özyinelemeler olabilirdi. Eğer anlatılan öyküde ortak arkadaşlar yer alıyorsa, ben bilinçsizce, onun onlara dair temsillerine dair imgemle, onlara dair benim kendi imgelerim arasında uzlaşımlar arardım. Saf yineleme, bu tip simge alaşımlarıyla uğraşmak için, tamamıyla uygunsuz bir biçimciliğe düşmek olurdu. Ve ben yalnızca yüzeyi kazıdım! Simgeler arasındaki mümkün karmaşık etkileşimleri betimlemekte kullanılacak sözcük dağarcığından bugün açıkça yoksunuz. Öyleyse daha fazla batağa saplanmadan burada duralım.

Yine de bilgisayar dizgelerinin aynı türden karışıklıkların bazılarıyla karşılaşmaya başlıyor olduklarını ve dolayısıyla bu kavramların bazılarının adlandırıldığını not edelim. Örneğin benim "dağ" simgem, bilgisayar jargonunda *paylaşılmış (veya yineli girilebilen) kod* – tek bir bilgisayar üstünde yürütülen iki veya daha çok ayrı zaman paylaşım programı tarafından kullanılabilen kod – denilen şeyin benzeşenidir. Farklı altdizgelerin parçası olduğunda, bir simgenin etkinleştirilmesinin farklı sonuçlara sahip olabildiği olgusu, onun kodunun farklı yorumcular tarafından işleniyor olduğu söylenerek açıklanabilir. O halde "dağ"daki tetikleme örüntüleri mutlak değildir; onlar sim-

genin içinde etkinleştiği dizgeye görelidir.

Böylesi "altbeyinler"in gerçekliği kimilerine kuşkulu gelebilir. Belki de M. C. Escher'in periyodik düzlem-dolduran çizimlerini nasıl yarattığını anlattığı bölümden yapılan şu alıntı ne tür bir görüngüye göndermede bulunduğumun açıklaşmasına yardımcı olacaktır.

> Çizerken bazen kendimi sanki tahayyül ediyor olduğum yaratıklar tarafından kontrol edilen ispritizmacı bir medyum gibi hissediyorum. Sanki hangi şekilde görüneceklerine kendileri karar veriyorlar. Doğumları esnasında benim eleştirel görüşümü pek umursamıyorlar ve gelişimleri üstünde fazla bir etkide bulunamıyorum. Genellikle çok zorlu ve inatçı yaratıklar bunlar.[2]

İşte, bir kez etkinleştirildiklerinde, beynin belli altdizgelerinin neredeyse-özerk oluşlarına kusursuz bir örnek. Escher'in altdizgeleri ona, estetik yargılarını bastırabilme yeteneğine sahipmiş gibi görünüyor. Elbette bu güçlü altdizgeler, onun yıllarca süren çalışmalarının ve estetik duyarlılıklarını biçimlendiren kuvvetlere kesin bir şekilde teslim olmasının bir sonucu olarak varlığa geldiğinde, bu görüş ihtiyatla karşılanmalıdır. Bunlar "onun" tam sanatçı olarak varolduğu yerde, onun estetik duygusunun can alıcı bir parçasını oluştururlar.

Kendilik-Simgesi ve Bilinçlilik

Kendilik-altdizgesinin çok önemli bir yan etkisi, onun şu anlamda "ruh" rolünü oynayabilmesidir: beyindeki simgeler ve altdizgelerin geri kalanıyla iletişim kurarak hangi simgelerin etkin olduğunun ve ne şekilde etkin olduklarının izini dikkatle izler. Bu onun zihinsel etkinlik için simgelere sahip olmak zorunda olduğu anlamına gelir – başka sözcüklerle, simgeler için simgelere ve simgelerin eylemleri için simgelere.

Elbette bu bilinçliliği veya farkındalığı, bir "büyülü," fiziksel olmayan düzeye yükseltmez. Burada farkındalık, betimlediğimiz karmaşık donanım ve yazılımın doğrudan bir etkisidir. Yine de maddi kökenine karşın farkındalığın bu şekilde – beyin etkinliğinin beynin kendisinin bir altdizgesi tarafından gözlenmesi olarak –betimlenmesi, hepimizin bildiği ve "bilinç" dediğimiz neredeyse betimlenilemez hisle benzerlikler taşıyor gibi görünmektedir. Kuşkusuz buradaki karmaşıklığın beklenmedik etkiler yaratabilir yeterlilikte olduğu açıkça görülebilir. Örneğin bu tür yapıda bir bilgisayar programının kendisi

---

[2] C. H. MacGillavry, *Symmetry Aspects of the Periodic Drawings of M. C. Escher*, s. VIII.

hakkında, büyük oranda insanların yaygın olarak kendileri hakkında bulundukları bildirimlere benzeyen bildirimlerde bulunabilmesi oldukça usayatkındır. Bu onların özgür istence sahip oldukları, "parçalarının bir toplamı" olarak görülemeyeceği ve bunun gibi konularda ısrarı içerir. (Bu konuyla ilgili olarak M. Minsky'nin *Semantic Information Processing* kitabındaki "Matter, Mind, and Models" makalesine bakınız.)

Kendiliği temsil eden, burada koyutladığım gibi, bir altdizgenin beyinlerimizde fiili olarak varolduğunun ne tür bir garantisi vardır? Yukarda betimlendiği gibi bütün bir simgeler ağı, bir kendilik-simgesi geliştirmeksizin gelişebilir mi? Eğer ana organizma için hiçbir simge olmasaydı, bu simgeler ve onların etkinlikleri, nasıl çevrelerini kuşatan evrendeki gerçek olaylarla "eşbiçimli" zihinsel olayları nasıl ifade edebilirlerdi? Dizgeye gelen bütün uyarılar, uzayda bir küçük kütle üstünde toplanırlar. İçinde oturduğu ve yansıttığı olaylarda başka herhangi bir nesneden daha büyük bir rol oynayan fiziksel nesne için bir simgeye sahip olmamak, bir beynin simgesel yapısı içinde oldukça açık bir deliğin bulunması demek olurdu. Aslında üstüne düşünüldüğünde, yersenmiş bir canlı nesneyi çevreleyen dünyanın anlamlandırılabilmesinin tek yolu, bu nesnenin çevresindeki öteki nesnelerle ilişkisi içindeki rolünün anlaşılması gibi görünüyor. Bu bir kendilik-simgesinin varoluşunu gerektirir; ve simgeden altdizgeye adım atmak yalnızca kendilik-simgesinin öneminin bir yansısıdır ve niteliksel bir değişim değildir.

Lucas ile İlk Karşılaşmamız

Oxford felsefecilerinden J. R. Lucas (daha önce betimlenen Lucas sayılarıyla bağlantısı yoktur) 1961'de, "Minds, Machines, and Gödel" başlığıyla oldukça dikkat çekici bir makale yazdı. Görüşleri benimkiyle tamamen zıttır, ama görüşlerini bizim kullandığımızla aynı malzemeyi bir araya getirerek oluşturmuştur. Aşağıdaki alıntı tam da bizim tartıştığımız konuyla ilgilidir.

> İlk ve en basit felsefileştirme girişimleriyle birlikte, birisi bir şeyi bildiği zaman onu bildiğini bilip bilmediği ve biri kendini düşünüyor olduğunda, ne hakkında düşünülüyor olduğu ve düşünmeyi neyin yapıyor olduğu sorularıyla karşı karşıya kalınır. Bu problem tarafından uzun süre kafası karıştırıldıktan ve hırpalandıktan sonra insan bu sorular üzerinde üstelememeyi öğrenir: bilinçli bir varlık kavramının, bilinçsiz bir varlık kavramından farklı olduğu örtük olarak kavranır. Bilinçli bir varlığın bir şeyi bildiğini söylerken, yalnızca onun onu bildiğini değil, ama onu bildiğini bildiğini ve onu bildiğini bildiğini bildiğini ve bunun, biz soruyu ortaya attığımız sürece böyle devam edeceğini de söylüyo-

ruz: burada bir sonsuzluk olduğunu görüyoruz, ama bu kötü anlamda sonsuz bir gerileme değildir, çünkü bu yanıtlardan çok soruları anlamsız kılan bir süreçtir. Soruların anlamsız olduğu hissedilir, çünkü kavram kendi içinde böylesi soruların bitimsiz bir süre boyunca yanıtlanabileceği fikrini içerir. Bilinçli varlıklar sürdürme gücüne sahip olsalar da, biz bunu yalnızca onların yerine getirebildikleri görevler dizisi olarak sergilemek istemiyoruz, ne de zihni, kendiliklerin, süper-kendiliklerin, süper-süper-kendiliklerin sonsuz bir dizisi olarak görüyoruz. Aksine, bilinçli bir varlığın bir birlik olduğunda ısrar ediyoruz ve zihnin parçalarından söz etmemize karşın, bunu yalnızca bir eğretileme olarak yapıyoruz ve bunun sözlük anlamıyla alınmasına izin vermeyeceğiz.

Bilinç hakkında paradokslar ortaya çıkar, çünkü bilinçli bir varlık, başka şeyler yanı sıra kendinin de farkına varabilir ve yine de parçalarına bölünebilir olarak yorumlanamaz. Bu bilinçli bir varlığın Gödelci sorularla, bir makinenin yapamayacağı şekilde, uğraşabildiği anlamına gelir, çünkü bilinçli bir varlık hem kendini hem de edimini irdeleyebilir ve bunu edimi yapandan başka şey olmadan yapabilir. Bir makine, deyiş uygunsa, kendi edimini "irdeleyecek" şekilde yapılabilir, ama o bunu başka bir makineye dönüşmeden, yani "yeni" bir parça eklenmiş eski makine haline dönüşmeden "ele alamaz." Ama bilinçli bir zihninin kendi üzerine düşünebilmesi ve kendi edimlerini eleştirebilmesi bilinçli zihin düşüncemizin kendisine içseldir ve bunu yapabilmesi hiçbir fazladan parça gerekmez: o zaten tamdır ve Akhilleus topuğuna sahip değildir.

Böylece tez gittikçe matematiksel keşiften çok kavramsal çözümleme sorunu olmaya başlar. Bu, Turing tarafından öne sürülen bir başka uslamlamayla teyit edilir. Şimdiye kadar, yalnızca oldukça basit ve öngörülebilir yapay nesneler inşa ettik. Makinelerimizin karmaşıklığını artırdığımızda, belki de bizi bekleyen sürprizlerle karşılaşabiliriz. Turing bir yığından kopma olayıyla koşutluklar kurar. Belli bir "kritik" büyüklüğün altında hiçbir şey olmaz; ama kritik büyüklüğün üstünde kıvılcımlar uçuşmaya başlar. Belki de beyinler ve makineler için de durum böyledir. Beyinlerin çoğu ve makinelerin hepsi şu anda "kritik-altı" durumdadır – gelen uyarılara yavan ve ilginç olmayan tepkiler verirler, kendilerine ait düşünceleri yoktur, ancak hazır tepkilerde bulunurlar – ama mevcut birkaç beyin ve gelecekte olanaklı bazı makineler, kritik-üstü durumdadır ve kendi başlarına hareket ederler. Turing, sorunun yalnızca bir karmaşıklık sorunu olduğunu ve belli bir karmaşıklık düzeyinin üstünde, niteliksel bir farkın ortaya çıktığını, dolayısıyla "kritik-üstü" makinelerin şimdiye dek tasavvur edilen basit makinelerden oldukça farklı olacağını ima ediyor.

Böyle olabilir. Karmaşıklık sık sık niteliksel fark oluşturur. Usayatkm görünmese de, karmaşıklığın belli bir düzeyinin üstünde, bir makine ilke olarak öndeyilenebilir olmaktan çıkarak kendi başına şeyler yapmaya başlayabilir ya da daha açıklayıcı bir ifade kullanmak gerekirse, kendine ait bir zihne sahip olmaya başlayabilir. Artık bütünüyle öndeyilenebilir ve bütünüyle uysal olmadığı, ama yalnızca hatalar veya rastgele atışlar değil, bizim programlamadığımız ve zeki davranış olarak tanıdığımız şeyleri yapabiliyor olduğu zaman kendine ait bir zihne sahip olmaya başlar. Ama o zaman fiili olarak bir makine ol-

maktan çıkar. Mekanist tartışma açısından sorun, zihinlerin nasıl varlığa getirildiği veya getirilebileceği değil, ama nasıl işledikleridir. Mekanist tez için özsel olan, mekanik zihin modelinin "mekanik ilkelere" göre çalışacağı, yani bütünün işleyişini parçalarının işleyişleri uyarınca anlayabileceğimiz ve her bir parçanın işleyişinin ya onun ilk hali ve makinenin kuruluşu tarafından belirleneceği ya da belirlenmiş işlemlerin belirlenmiş bir sayısı arasında rastgele bir seçim olacağıdır. Eğer mekanist bu ilkelerin geçerli olmayacağı karmaşıklıkta bir makine üretirse, o zaman o, nasıl kurulmuş olursa olsun, bizim tartışmamızın amaçları göz önüne alındığında, bir makine olmayacaktır. Bu durumda onun, şu anda insanların dünyaya getirilme tarzıyla aynı anlamda, bir zihin yaratmış olduğunu söylemek durumunda kalırız. O zaman dünyaya yeni zihinler getirmenin, kadınların çocuk doğurduğu geleneksel yol ve diyelim ki, valflerin ve rölelerin çok çok karmaşık dizgelerinin kurulmasına dayanan yeni bir yol olmak üzere iki yolu olurdu. İkinci yoldan söz ederken, yaratılan şeyin bir makineye benzemesine karşın, yalnızca parçalarının bir toplamı olmadığı için gerçekte bir makine olmadığını vurgulamaya özen göstermeliyiz. Onun ne yapacağı, yalnızca parçalarının ilk halleri ve kuruluş biçimi bilinerek söylenemez: hatta ne yapabileceğinin sınırları bile söylenemez. Çünkü bir Gödel-tipi soru sunulduğunda bile yanıtı doğru olarak verebilirdi. Aslında kısaca Gödel sorusu tarafından yere serilmeyen herhangi bir dizgenin *eo ipso* bir Turing makinesi olmadığını, yani fiili anlamda, bir makine olmadığım söylemeliyiz.[3]

Bu pasajı okurken, zihnim, konuların, anıştırmaların, yananlamlarm, karıştırmaların ve sonuçların birbiri ardına geçişiyle allak bullak oldu. Hepsi hepsi iki kısa sayfada, Carroll paradoksundan Gödel'e, Turing'e, Yapay Zekâya, bütüncülüğe ve indirgemeciliğe atlıyoruz. Lucas'ın hiçbir şey değilse bile uyarıcı olduğu söylenebilir. İzleyen bölümlerde bu tuhaf pasajda üstünkörü ve geçerken dokunulmuş konuların çoğuna yeniden döneceğiz.

[3] J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel," A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 57-9.

Farklı Çeşitlemelerle Arya

Akhilleus son birkaç gecedir uyuyamıyor. Bu gece bütün bu cansıkıcı saatler boyunca ona eşlik etmek için dostu Tosbağa geldi.

Tosbağa: Sana musallat olan sıkıntıları duyduğumda ne kadar da üzüldüm bilemezsin, sevgili dostum Akhilleus. Umarım, benim arkadaşlığım seni uyanık kalmana neden olan bütün o dayanılmaz uyarımlardan kurtararak biraz rahatlatır. Belki seni yeterince sıkarım da en sonunda uyursun. Böylece bir işe yaramış olurum.

Akhilleus: Ah, hayır, korkarım ki zaten dünyanın en sıkıcıları beni sıkıp uykumu getirmeye çalıştı – ve hiçbiri, söylemesi üzücü ama, işe yaramadı. Yani sen onlarla bir tutulamazsın. Hayır Bay T, seni davet etmemin nedeni belki sayı kuramına dair şundan bundan bir şeylerle beni biraz eğlendirebileceğini ummam, böylece bu uzun saatleri hiç olmazsa hoş bir biçimde geçirmiş olurum. Görüyorsun, sıkıntılı ruhum için küçük sayı kuramından medet umuyorum.

Tosbağa: Ne tuhaf bir fikir! Biliyor musun bu aklıma zavallı Kont Kaiserling'in öyküsünü getirdi.

Akhilleus: O da kim?

Tosbağa: Ah, onsekizinci yüzyılda Saksonya'da yaşamış bir konttu – doğruyu söylemek gerekirse hiç de önemli olmayan bir kont –ama onun sayesinde– şey, öyküyü anlatayım mı? Oldukça eğlendirici.

Akhilleus: Bu durumda elbette anlat!

Tosbağa: Bir zamanlar zavallı Kont uykusuzluk çekiyordu ve aynı sıralarda, aynı kasabada yetenekli bir müzisyen yaşıyordu ve bunun üzerine Kont Kaiserling bu müzisyeni bir dizi çeşitleme bestelemekle görevlendirdi, saray klavsencisi bunları Kont'un uykusuz gecelerinde daha hoş zaman geçirmesi için çalacaktı.

Akhilleus: Yerel besteci bu isteği karşılayabilecek kadar iyi miymiş?

Tosbağa: Öyleydi sanırım, çünkü besteler hazırlandıktan sonra Kont onu çok eli açık biçimde ödüllendirdi – içinde yüz Louis altını olan altın bir kadeh armağan etti.

Akhilleus: Deme ya! Böyle altın bir kadeh ve bütün o Louis altınlarıyla ilk kez nerede karşılaşmıştır merak ediyorum.

Tosbağa: Herhalde müzede görmüştür ve hoşuna gitmiştir.

Akhilleus: Onları çalıp kaçtığını mı söylüyorsun?

Tosbağa: Bak, bak şimdi, kesinlikle öyledir demiyorum ama... O günlerde, Kontlar birçok şeyi alıp kaçabilirlerdi. Neyse, Kont'un müzikten çok hoşlandığı açık, çünkü durmadan klavsencisine –Goldberg adında bir delikanlıydı– bu otuz çeşitlemeden birini çalmasını rica ediyordu. Sonuçta (ve ironik bir biçimde) çeşitlemeler Kont'un adından çok genç Goldberg'in adıyla anılır oldu.

Akhilleus: Yani bestecinin Bach ve bunların da "Goldberg Çeşitlemeleri" olduğunu mu kastediyorsun?

Tosbağa: Ya! Gerçekte eserin adı *Farklı Çeşitlemelerle Arya* idi ve otuz parçaydı. Bach'ın bu otuz görkemli çeşitlemeyi nasıl kurduğunu biliyor musun?

Akhilleus: Anlat.

Tosbağa: Parçaların hepsi –final dışında– onun "arya" dediği, bir tek temaya dayanır. Aslında bunları birbirine bağlayan ortak bir ezgi değil, ama ortak bir armonik zemindir. Ezgiler değişebilir, ama altlarında değişmez bir tema vardır. Yalnızca son çeşitlemede Bach kurala uymamıştır. Bu bir çeşit "son-sonrası-son"dur. Orijinal Tema ile pek ilgisi olmayan konudışı müzikal fikirler içerir – aslında iki Alman folk ezgisi. Bu çeşitlemeye "quodlibet"* denir.

Akhilleus: Goldberg Çeşitlemeleri'nde alışılmamış olan başka ne var?

Tosbağa: Her üçüncü çeşitleme bir kanondur. Birincisi kanon yapan iki sesin AYNI notayla girdiği kanon. İkinci olarak, kanon yapan seslerden birinin ilkinden BİR NOTA ÜSTTEN girdiği kanon. Üçüncüsünde, bir ses diğerinden İKİ nota üstten başlar. Final kanonu bire dokuz girişlerine sahip olana kadar bu böyle devam eder. Hepsi on kanon. Ve–

Akhilleus: Dur bir dakika. Geçenlerde bir yerlerde yakınlarda keşfedilmiş ondört Goldberg kanonu hakkında bir şeyler okumuştum...

Tosbağa: Aynı gazete yakınlarda, kasım ayında önceden bilinmeyen ondört gün daha keşfedildiğini bildirmemiş miydi?

Akhilleus: Hayır, bu doğru. Wolff adında bir müzikolog Strasbourg'da Goldberg Çeşitlemeleri'nin özel bir kopyası olduğunu duymuş. İncelemek için oraya gitmiş ve şaşkınlık içinde, arka sayfada bir tür "son-sonrası-son" bi-

* Quodlibet (Lat.): "Nasıl beğeniyorsanız." Belirli bir müzikal sınıfı olmayan, aile arasında hep birlikte söylenen şarkıların bir arada seslendirilmesi demektir –çn.

çiminde Goldberg Çeşitlemeleri'nin ilk sekiz notası üstüne kurulmuş bu ondört yeni kanonu bulmuş. Böylece şimdi gerçekte otuz değil, kırkdört Goldberg Çeşitlemesi var.

Tosbağa: Yani başka müzikologlar olmayacak yerlerde başka keşiflerde bulunmadıkça kırkdört tane var. Ve olası gibi görünmese de, hatta olabilir gibi görünmese bile, bir başkasının daha keşfedilmesi olanaklıdır ve sonra bir tane daha ve bir tane daha ve bir tane daha ... Hiç sonu gelmeyebilir! Goldberg Çeşitlemeleri'nin tümüne ne zaman sahip olduğumuzu, sahip olup olmadığımızı asla bilemeyebiliriz.

Akhilleus: Bu tuhaf bir düşünce. Herhalde herkes bu son keşfin tam bir şanslı vuruş olduğunu ve şimdi gerçekten de bütün Goldberg Çeşitlemeleri'ne sahip olduğumuzu düşünüyor. Ama senin haklı olduğunu varsayarsak ve başkaları çıkarsa, bu tür bir şey beklemeye başlayacağız. Bu noktada, "Goldberg Çeşitlemeleri" adının anlamı yalnızca bilinenleri değil, ama ilerde ortaya çıkabilecek olanları da içerecek şekilde yavaşça değişmeye başlayacak. Sayılarının –buna "g" diyelim– kesinlikle sonlu olduğunda hemfikir değil misin? – ama yalnızca g'nin sonlu olduğunu bilmek, g'nin ne kadar büyük olduğunu bilmekle aynı değildir. Sonuç olarak bu bilgi bize son Goldberg Çeşitlemesi'nin yerinin ne zaman belirleneceğini söylemeyecektir.

Tosbağa: Bu kesinlikle doğru.

Akhilleus: Söylesene – Bach bu ünlü çeşitlemeleri ne zaman yazmıştı?

Tosbağa: Hepsini, Leipzig'de Cantor olduğu, 1742 yılında ortaya çıkardı.

Akhilleus: 1742 mi? Hmm... Bu sayı bir şeyler çağrıştırıyor.

Tosbağa: Öyle olmalı, çünkü o iki tek asal sayının toplamı olan oldukça ilginç bir sayı: 1729 ve 13.

Akhilleus: Vay canına! Ne tuhaf bir olgu! Bu özellikteki bir çift sayıya ne kadar sıklıkta rastlanır merak ediyorum. Haydi bakalım...

$$
\begin{aligned}
6 &= 3 + 3 \\
8 &= 3 + 5 \\
10 &= 3 + 7 = 5 + 5 \\
12 &= 5 + 7 \\
14 &= 3 + 11 = 7 + 7 \\
16 &= 3 + 13 = 5 + 11 \\
18 &= 5 + 13 = 7 + 11 \\
20 &= 3 + 17 = 7 + 13
\end{aligned}
$$

$$22 = 3 + 19 = 5 + 17 = 11 + 11$$
$$24 = 5 + 19 = 7 + 17 = 11 + 13$$
$$26 = 3 + 23 = 7 + 19 = 13 + 13$$
$$28 = 5 + 23 = 11 + 17$$
$$30 = 7 + 23 = 11 + 19 = 13 + 17$$

şimdi – benim küçük çizelgeme göre, bildiklerin oldukça sıradan bir olay gibi görünüyor. Yine de çizelgede şimdiye dek herhangi bir basit düzenlilik ayrımsayamadım.

Tosbağa: Belki de ayrımsanacak bir düzenlilik yoktur.

Akhilleus: Tabii ki var! Yalnızca ben anında görecek kadar akıllı değilim.

Tosbağa: Bundan pek emin görünüyorsun.

Akhilleus: Hiç kuşkum yok... Acaba... BÜTÜN çift sayılar (4 dışında) iki tek asal sayının toplamı olarak yazılabilirler mi?

Tosbağa: Hmm... Bu soru bir şey çağrıştırıyor... Ah, nedenini biliyorum! Bu soruyu soran ilk kişi değilsin. Çünkü işin doğrusu 1742 yılında amatör bir matematikçi bu soruyu sorup–

Akhilleus: 1742 mi dedin? Kestiğim için kusura bakma, ama 1742 iki tek asal sayının farkı olan oldukça ilginç bir sayı: 1747 ve 5.

Tosbağa: Vay canına! Ne tuhaf bir olgu! Bu özellikteki bir çift sayıya ne kadar sıklıkta rastlanır merak ediyorum

Akhilleus: Ama sen öyküye devam et lütfen .

Tosbağa: Ah, evet-söylediğim gibi, 1742'de, adını sürekli unuttuğum amatör bir matematikçi, o sıralarda Potsdam'da Kral Büyük Frederick'in sarayında bulunan Euler'e bir mektup gönderir ve – şey, öyküyü anlatmamı istiyor musun? İlginç bir öykü.

Akhilleus: Bu durumda elbette anlat!

Tosbağa: Pekâlâ. Sayı kuramı konusunda amatör olan bu kişi mektubunda, büyük Euler'e ispatlanmamış bir sanıt sunuyordu: "Her çift sayı iki tek asal sayının bir toplamı olarak temsil edilebilir." Neydi bu adamın adı?

Akhilleus: Bazı sayı kuramı kitaplarından öyküyü hayal meyal anımsıyorum. Adamın adı "Kupfergödel"* değil miydi?

Tosbağa: Hmm... Yo, o fazla uzun.

Akhilleus: "Silberescher"◊ olabilir mi?

---

* Kupfer: Almanca "bakır" –çn.

◊ Silber: Almanca "gümüş" –çn.

Tosbağa: Hayır, o da değil. Dilimin ucunda –ah–ah–ah evet! "Goldbach"dı![▽] Adamın adı Goldbach'dı.

Akhilleus: Bunun gibi bir şey olduğunu biliyordum.

Tosbağa: Evet – senin tahminlerin belleğimi çalıştırmaya yaradı. Bir kütüphanede numarasız bir kitabı arar gibi birinin belleğini araştırmak zorunda kalmak ne kadar tuhaf... Ama biz 1742'ye dönelim.

Akhilleus: Evet, haydi. Sana bir sorum var: Euler Goldbach'ın bu tahmininin doğru olduğunu ispatladı mı?

Tosbağa: Garip, ama onu üstünde çalışılmaya bile değer bulmadı. Ama onun bu küçümseyişine bütün matematikçiler katılmadı. Aslında çoğunun beğenisini kazandı ve "Goldbach Sanısı" olarak anılır oldu.

Akhilleus: Peki doğruluğu ispatlandı mı?

Tosbağa: Hayır, ispatlanmadı. Ama dikkat çekici yaklaşımlar oldu. Örneğin 1931 yılında Rus sayı kuramcısı Schnirelmann her sayının –tek ya da çift– 300.000'den çok olmayan asal sayının toplamıyla gösterilebileceğini ispatladı.

Akhilleus: Ne tuhaf sonuç. Bunun neresi iyi?

Tosbağa: Bu problemi sonlular alanına taşıdı. Schnirelmann'ın ispatından önce, çift sayılar büyüdükçe onların temsili için gittikçe daha fazla asal sayının gerektiğini düşünmek usayatkındı. Bazı çift sayıların temsili için bir trilyon asal sayı gerekebilirdi! Şimdi bunun böyle olmadığı biliniyor – 300.000 asal sayının toplamı (ya da daha azı) daima yeterlidir.

Akhilleus: Anladım.

Tosbağa: Sonra 1937 yılında, Vinogradov adında –o da Rus– kurnaz bir adam istenen sonuca daha da yakın bir şey tesis etmeyi becerdi: yani her yeterince büyük TEK sayı ÜÇ tek asal sayının toplamıyla temsil edilebilir. Örneğin $1937 = 641 + 643 + 653$. Üç tek sayının toplamıyla temsil edilebilen bir tek sayının "Vinogradov özelliği"ne sahip olduğunu söyleyebiliriz. Dolayısıyla bütün yeterince büyük tek sayılar Vinogradov özelliğine sahiptir.

Akhilleus: Pekâlâ – ama "yeterince büyük" ne demek?

Tosbağa: Bu şu demek, sonlu sayıda tek sayıların bazıları Vinogradov özelliğine sahip olmayabilir, ama onun ötesinde bütün tek sayıların Vinogradov özelliğine sahip olduğu bir sayı –buna 'v'de– vardır. Ancak Vinogradov v'nin ne kadar büyük olduğunu söyleyemiyordu. Böylece v, bir bakıma,

[▽] Gold: Almanca "altın" –çn.

Goldberg Çeşitlemeleri'nin sonlu, ama bilinmeyen sayısı g gibidir. Yalnızca v'nin sonlu olduğunu bilmek onun ne kadar büyük olduğunu bilmekle aynı değildir. Sonuç olarak bu bilgi bize temsili için üç asal sayıdan fazlasını gerektiren son tek sayının ne zaman yerleştirildiğini söylemeyecektir.

Akhilleus: Anlıyorum. Ve o zaman herhangi bir yeterince büyük çift $2N$ sayısı, önce $2N$-3 üç asal sayının bir toplamı olarak temsil edilerek ve sonra 3 asal sayısı buna eklenerek, DÖRT asal sayının bir toplamı olarak temsil edilebilir.

Tosbağa: Kesinlikle. Teorem içinde içerilen bir diğer yakın yaklaşıklık şöyle der, "Bütün çift sayılar, bir asal sayı ve en fazla iki asal sayının bir çarpımı olan bir sayının bir toplamı olarak temsil edilebilir."

Akhilleus: İki asal sayının toplamlarıyla ilgili bu soru seni kesinlikle yabancı bir alana götürür. İki tek asal sayının FARKLARma bakmanın seni nereye götüreceğini merak ediyorum. Toplamlar için yaptığım gibi, çift sayıların ve onların iki tek sayının farkları olarak temsilinin küçük bir çizelgesini yaparak bu çetin soruya dair önemli bir içgörü kazanacağıma bahse girerim. Bakalım...

$$
\begin{aligned}
2 &= 5\text{–}3, \quad 7\text{–}5, \quad 13\text{–}11, \quad 19\text{–}17, \quad \text{vb} \\
4 &= 7\text{–}3, \quad 11\text{–}7, \quad 17\text{–}13, \quad 23\text{–}19, \quad \text{vb} \\
6 &= 11\text{–}5, \quad 13\text{–}7, \quad 17\text{–}11, \quad 19\text{–}13, \quad \text{vb} \\
8 &= 11\text{–}3, \quad 13\text{–}5, \quad 19\text{–}11, \quad 31\text{–}23, \quad \text{vb} \\
10 &= 13\text{–}3, \quad 17\text{–}7, \quad 23\text{–}13, \quad 29\text{–}19, \quad \text{vb}
\end{aligned}
$$

Tanrı aşkına! Bu çift sayılar için bulabileceğim farklı temsillerin sonu yok gibi görünüyor. Yine de çizelgede şimdiye dek hiçbir basit düzenlilik ayırımsayamadım.

Tosbağa: Belki de ayırımsanacak bir düzenlilik yok.

Akhilleus: Ah, sen ve senin şu her zamanki kaos hakkmdaki homurdanmaların yok mu! Duymak istemiyorum, sağol.

Tosbağa: HER çift sayının bir şekilde iki tek asal sayının farkı olarak temsil edilebilir olduğunu düşünmüyor musun?

Akhilleus: Benim çizelgeme göre, yanıt kesinlikle evet olarak görünüyor. Ama buna karşın hayır da olabilir. Bu bizi gerçekten de bir yere götürmüyor, değil mi?

Tosbağa: Hepsini göz önüne alırsak, bu konuda çok daha derin bir içgörüye ihtiyacımız olduğunu söyleyebilirim.

Akhilleus: Goldbach'ın özgün problemiyle bu problem ne kadar da benzeşiyor, tuhaf doğrusu. Belki de buna "Goldbach Çeşitlemesi" denmeli.

Tosbağa: Gerçekten. Ama Goldbach Sanısı ile Goldbach Çeşitlemesi arasında çok çarpıcı bir fark olduğunu sana söylemek isterim. Bir $2N$ çift sayısı eğer iki tek asal sayının TOPLAMı ise "Goldbach özelliği"ne sahiptir ve iki tek asal sayının FARKI ise "Tosbağa özelliği"ne sahiptir diyelim.

Akhilleus: Bence ona "Akhilleus özelliği" demelisin. Ne de olsa problemi öne süren benim.

Tosbağa: Ben de tam Tosbağa özelliğinden YOKSUN olan sayının "Akhilleus özelliği"ne sahip olduğunu söyleyebileceğimizi önermek üzereydim.

Akhilleus: İyi öyleyse...

Tosbağa: Şimdi örneğin 1 trilyonun Goldbach özelliğine mi yoksa Tosbağa özelliğine mi sahip olduğunu düşün. Elbette her ikisine de sahip olabilir.

Akhilleus: Düşünüyorum, ama her iki soruya da yanıt verebilir miyim, kuşkuluyum doğrusu.

Tosbağa: Bu kadar çabuk vaz geçme. Sana sorulardan yalnızca birini sorduğumu varsay. Hangisini seçersin?

Akhilleus: Herhalde yazı tura atarım. Aralarında pek bir fark görmüyorum.

Tosbağa: Ya! Ama dünya kadar fark var! Eğer asalların TOPLAMLARıyla ilgili olan Goldbach özelliğini seçersen o zaman 2 ile 1 trilyon arasında sınırlanmış asalları kullanmakla sınırlanırsın, değil mi?

Akhilleus: Elbette.

Tosbağa: Böylece 1 trilyonu iki asal sayının toplamı olarak gösterimleme aramasının SONLANMASI GARANTİDİR, değil mi?

Akhilleus: Ahhh! Amacını anladım. Oysa 1 trilyonu iki asalın FARKI olarak gösterimleme üzerinde çalışmayı seçersem ilgili asal sayıların büyüklüğü konusunda herhangi bir sınıra sahip olamam. Öyle büyük olabilirler ki, onları bulmak 1 trilyon yılımı alabilir.

Tosbağa: Ya da yine aynı biçimde VAR olmayabilirler bile! Sonuçta, soruda sorulan da bu – böyle asallar varolabilir mi? Ne kadar büyük oldukları o kadar da önemli değil.

Akhilleus: Haklısın. Eğer yoklarsa, o zaman arama işlemi asla evet ve hayır yanıtım vermeden sonsuza dek gidebilir. Ve yine de yanıt hayır olabilir.

Tosbağa: Böylece eğer bir sayın varsa ve onun Goldbach özelliğine mi, yoksa Tosbağa özelliğine mi sahip olduğunu sınamak istiyorsan, iki sınama arasındaki fark şu olacaktır: ilkinde ilgili aramanın SONLANMASI GARANTİDİR; ikincisinde ise POTANSİYEL OLARAK SONSUZDUR – Herhangi bir garantisi yoktur. Hiçbir yanıt vermeksizin sonsuza dek neşeyle sürebilir. Ama öte yandan bazı durumlarda ilk adımda durabilir.

Akhilleus: Goldbach ve Tosbağa özellikleri arasında oldukça büyük bir fark olduğunu anladım.

Tosbağa: Evet, iki benzer problem bu oldukça farklı özelliklerle ilgilidir. Goldbach Sanısı anlam olarak bütün çift sayıların Goldbach özelliğine sahip olduğunu söyler; Goldbach Çeşitlemesi bütün çift sayıların Tosbağa özelliğine sahip olduklarını ima eder. Her iki sorun da çözülmemiştir, ama ilginç olan her ikisi de birbirinin aynı gibi görünse de tamsayıların oldukça farklı özellikleriyle ilgilidirler.

Akhilleus: Ne demek istediğini anlıyorum. Goldbach özelliği herhangi bir çift sayının bulunabilir ya da tanınabilir bir özelliğidir, çünkü onun varlığının nasıl sınanabileceğini biliyorum – yalnızca aramaya başlayarak. Arama otomatik olarak bir evet veya hayır yanıtıyla son bulacaktır. Oysa Tosbağa özelliği çok daha ele geçirilemez bir özelliktir, çünkü kaba güce dayalı arama asla bir yanıt vermeyebilir.

Tosbağa: Şey, belki, Tosbağa özelliği durumunda çok daha zekice olan arama yolları olabilir ve belki de bunlardan birinin izlenmesi daima bir sona ulaşır ve bir yanıt üretir.

Akhilleus: Arama ancak yanıt evet olduğunda mı sonlanır?

Tosbağa: Zorunlu olarak değil. Arama, belirli bir zaman süresinden daha uzun sürdüğünde, yanıtın hayır olması gerektiğini ispatlamanın bir yolu olabilir. Hatta, asalları aramanın, kaba güç yolu gibi olmayan, eğer varlarsa bulmayı garanti eden ve eğer yoklarsa bunu söylemeyi garanti eden BAŞKA bir yolu bile olabilir. Her iki durumda da, sonlu bir arama hayır yanıtını üretebilecektir. Ama böyle bir şeyin ispatlanabilip ispatlanamayacağını bilmiyorum. Sonsuz uzaylarda yapılan aramalar her zaman umulmadık güçlüklerle doludur, bilirsin.

Akhilleus: Öyleyse şu haliyle, Tosbağa özelliği için sonlanması garanti olan hiçbir sınama bilmiyorsun – yine de böylesi bir arama OLABİLİR.

Tosbağa: Doğru. Böylesi bir aramanın aramasına girişilebilir, ama bu "meta-arama"nın da sonlanacağına dair hiçbir garanti veremem.

Akhilleus: Eğer bir çift sayı –örneğin bir trilyon– Tosbağa özelliğine sahip değilse, bunun nedeninin sonsuz sayıda ayrı bilgi parçası olması bana oldukça tuhaf geliyor. Bütün bu bilgiyi tek bir demet haline getirip onu, senin çok incelikli bir şekilde önerdiğin gibi, bir trilyonun "Akhilleus özelliği" demek biraz gülünç. Gerçekte o yalnızca 1 trilyon sayısının değil, bir BÜTÜN olarak sayı dizgesinin bir özelliğidir.

Tosbağa: Bu ilginç bir gözlem doğrusu Akhilleus, ama seni temin ederim ki,

yine de bu olguyu 1 trilyon sayısına bağlamak son derece anlamlıdır. Durumu örneklendirmek amacıyla, senin "29 asal sayıdır" şeklindeki basit önermeyi ele aldığını düşünelim. Şimdi aslında bu önerme gerçekten 2 kere 2, 29 değildir ve 5 kere 6 29 değildir vb anlamına gelir, değil mi?

Akhilleus: Sanırım öyle.

Tosbağa: Ama sen bütün böylesi olguları bir araya toplayıp, onları 29 sayısının demeti içinde bağlayıp, yalnızca "29 asaldır" demekten son derece mutlusun, öyle mi?

Akhilleus: Evet...

Tosbağa: Ve içerilen olguların sayısı fiilen sonsuzdur, değil mi? Sonuçta, "4444 kere 3333, 29 değildir" gibi olgular onun parçalarıdır, öyle değil mi?

Akhilleus: Kesin olarak konuşmak gerekirse, sanırım öyle. Ama ikimiz de, her ikisi de 29'dan daha büyük olan iki sayıyı çarpmakla 29 üretemeyeceğimizi biliyoruz. O nedenle gerçekte "29 asaldır" demek çarpma hakkındaki SONLU sayıdaki olguların yalnızca bir özetidir.

Tosbağa: İstersen bu biçimde düşünebilirsin, ama bir de şöyle düşün: 29'dan büyük olan iki sayının 29'a eşit bir çarpıma sahip olamaması olgusu sayı kuramının bütün yapısıyla ilgilidir. Bu anlamda bu olgunun kendisi sonsuz sayıda olgunun bir özetidir. "29 asaldır" dediğin zaman aslında sonsuz sayıda şey ifade ettiğin olgusundan kaçamazsın Akhilleus.

Akhilleus: Belki öyledir, ama bu bana yalnızca tek bir olgu gibi geliyor.

Tosbağa: Bunun nedeni olguların sonsuzluğunun senin önsel bilginde içerilmesidir – onlar senin şeyleri görselleştirme tarzında örtük olarak gömülüdürler. Belirtik bir sonsuzluk göremezsin, çünkü o yönlendirdiğin imgelerin içinde örtük olarak bulunmaktadır.

Akhilleus: Sanırım haklısın. Yine de bütün sayı dizgesinin bir özelliğini tek bir birim içinde toplamak ve bu birimi de "29'un asalığı" diye etiketlemek biraz tuhaf görünüyor.

Tosbağa: Belki tuhaf görünüyor, ama bu aynı zamanda olanlara bakmak için oldukça uygun bir yol. Şimdi senin hipotetik düşüncene geri dönelim. Eğer senin önerdiğin gibi, 1 trilyon sayısı Akhilleus özelliğine sahipse, o zaman ona hangi asal sayıyı eklersen ekle, bir başka asal sayı elde edemezsin. Böylesi bir olgu durumuna, sonsuz sayıda ayrı matematiksel "olay" tarafından neden olunur. Şimdi bütün bu "olaylar" zorunlu olarak aynı kaynaktan mı çıkarlar? Onlar ortak bir nedene sahip olmak zorunda mıdır? Çünkü eğer değillerse, o zaman olguyu, altta yatan bir düzenlilikten çok bir tür "sonsuz rastlantı" yarattı.

Akhilleus: "Sonsuz rastlantı" mı? Doğal sayılar arasında HİÇBİR ŞEY tesadüfi değildir – altta yatan bir örüntü olmadan hiçbir şey olmaz. Bir trilyon yerine daha küçük olduğu için daha kolayca başedebileceğim 7'yi ele alalım. 7 Akhilleus özelliğine sahiptir.

Tosbağa: Emin misin?

Akhilleus: Evet. İşte nedenleri. Eğer ona 2 eklersen, asal sayı olmayan 9'u elde edersin. Ve eğer 7'ye herhangi bir asal sayı eklersen, sonucu bir çift sayı olan iki tek sayıyı birbirine ekliyorsun demektir – o halde yine bir asal sayı elde etmeyi başaramazsın. Böylece 7'nin, bir terimle ifade etmek gerekirse, "Akhilleusluğu" işte bu iki nedenin sonucudur: "sonsuz rastlantı"nın çok uzağında olan bu iki nedenin. Bu da benim öne sürdüğüm şu görüşü destekler: bir aritmetiksel doğruluğun açıklanması asla sonsuz sayıda nedeni gerektirmez. Eğer birbirleriyle bağlantısız rastlantısal çakışmaların sonsuz bir toplamı tarafından neden olunan bir aritmetik OLGU olsaydı o zaman bu doğruluk için asla sonlu bir ispat veremezdin. Ve bu saçmadır.



Şekil 71. *Düzen ve Kaos*, M. C. Escher (taşbaskı, 1950).

Tosbağa: Bu usauygun bir görüş ve bunu öne sürerken yalnız olmadığını belirtmek isterim. Yine de–

Akhilleus: Gerçekten bu görüşe katılmayanlar var mı? Böylesi kişiler "sonsuz rastlantılar"ın olduğuna, bütün yaratımların en mükemmelinin, en uyumlusunun ve en güzelinin ortasında kaosun varolduğuna inanmak zorunda kalırlardı: doğal sayılar dizgesinin ortasında.

Tosbağa: Belki de inanıyorlardır; ama böylesi bir kaosun güzellik ve uyumun tümleşik bir parçası olabileceğini sen hiç düşündün mü?

Akhilleus: Mükemmelin parçası olarak kaos ha? Düzen ve kaos, ne de hoş bir birlik, ha? Sapkınlık!

Tosbağa: Gözde sanatçın, M. C. Escher'in resimlerinin birinde böylesi sapkınca bir görüş açısını öne çıkardığı bilinir... Ve kaos konusu açılmışken, sanırım ikisinin de sonlanması garanti olan iki farklı arama kategorisi hakkında bir şeyler duymak ilgini çeker.

Akhilleus: Kesinlikle.

Tosbağa: İlk arama tipi – kaotik-olmayan tip – Goldbach özelliğinin denetlenmesiyle ilgili bir sınama tarafından örneklenir. Sadece $2N$'den daha küçük bütün asal sayılara bakıyorsun ve eğer bunlardan bir çiftinin toplamı $2N$'i veriyorsa, o zaman $2N$, Goldbach özelliğine sahiptir; aksi takdirde değildir. Bu tür sınamanın yalnızca sona ermesi garanti değildir, aynı zamanda onun NE ZAMAN sona ereceğini de öngörebilirsin.

Akhilleus: Öyleyse o ÖNGÖRÜLEBİLİR OLARAK SONLANAN bir sınamadır. Bana bazı sayı kuramsal özelliklerin denetlenmesiyle ilgili olarak sonlanması garanti olan, ama ne kadar süreceğini önceden bilmenin hiçbir yolunun olmadığı sınamalardan da söz edecek misin?

Tosbağa: Kehanette bulunmakta üstüne yok Akhilleus. Ve böylesi sınamaların varlığı, bir anlamda, doğal sayılar dizgesinin doğasına içsel bir kaosun bulunduğunu gösterir.

Akhilleus: Şey, bu durumda insanların sınama hakkında yeterince şey bilmediklerini söylemek zorundayım. Eğer biraz daha araştırma yapsalardı, onun sonlanmadan önce en fazla ne kadar süreceğini bulabilirlerdi. Her şeye karşın tamsayılar arasındaki örüntüde daima bir mantık vardır. Bunlar öngörüye meydan okuyan kaotik örüntüler olamazlar!

Tosbağa: Sezgisel inancım anlayabiliyorum Akhilleus. Ama bu her zaman haklılandırılabilen bir inanç değildir. Kuşkusuz birçok durumda tamamıyla haklısın – sırf birisi bir şeyi bilmiyor diye, o şeyin bilinemez olduğu sonucu çıkarılamaz! Ama tamsayıların öyle özellikleri vardır ki, bunlar için,

sona eren sınamaların varolduğu ispatlanabilir ve aynı zamanda onların ne kadar süreceğini önceden öngörmek için hiçbir yolun bulunmadığı da ispatlanabilir.

Akhilleus: Buna inanamam. Sanki şeytan Tanrı'nın o güzelim doğal sayılar alemine sızarak bu alemin altını üstüne getirmiş gibi!

Tosbağa: Kendisi için sonlanan, ama ÖNGÖRÜLEBİLİR olarak sonlanmayan bir sınamanın olduğu bir özellik tanımlamanın hiç de kolay ya da doğal olmadığını bilmek belki seni biraz rahatlatır. Tamsayıların çoğu "doğal" özellikleri, öngörülebilir olarak sonlanan sınamalara izin verirler. Örneğin asallık, karelik, onun kuvveti olma ve benzeri özellikler.

Akhilleus: Evet, bu özellikler için tamamıyla doğrudan sınamalar olduğunu görebiliyorum. Bana, kendisi için tek olanaklı sınamanın sonlanan, ama öngörülebilir olmayan bir sınama olduğu bir özellik söyleyebilir misin?

Tosbağa: Şu uykulu halimle bu benim için oldukça karmaşık bir konu. Ama bunun yerine sana tanımlanması çok kolay, ama yine de kendisi için hiçbir sonlanan sınamanın bilinmediği bir özellik gösterebilirim. Dikkat edersen, hiçbir zaman böyle bir sınamanın keşfedilemeyeceğini söylemiyorum – yalnızca bilinen hiçbir sınama yoktur diyorum. Bir sayıyla başlayacaksın – bir sayı seçer misin?

Akhilleus: 15'e ne dersin?

Tosbağa: Mükemmel bir seçim. Senin sayınla başlıyoruz, imdi, eğer sayı TEK ise üç katını alıyor ve 1 ekliyoruz. Eğer çiftse yarısını alıyoruz. Sonra işlemi yineliyoruz. Bu şekilde sonunda 1'e ulaşan sayıya HARİKA sayı, ulaşmayan sayıya ise HARİKA-OLMAYAN sayı diyelim.

Akhilleus: 15 harika bir sayı mı, yoksa harika-olmayan bir sayı mı? Haydi bakalım:

15	TEKTİR,	öyleyse	$3n+1$'i uygularım:	46
46	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	23
23	TEKTİR,	öyleyse	$3n+1$'i uygularım:	70
70	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	35
35	TEKTİR,	öyleyse	$3n+1$'i uygularım:	106
106	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	53
53	TEKTİR,	öyleyse	$3n+1$'i uygularım:	160
160	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	80
80	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	40
40	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	20

20	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	10
10	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	5
5	TEKTİR,	öyleyse	3n+1'i uygularım:	16
16	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	8
8	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	4
4	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	2
2	ÇİFTTİR,	öyleyse	yarısını alırım:	1

Vay canına! 15'den 1'e, ne dolambaçlı bir yolculuk. Ama sonunda ona ulaştım. Bu da 15'in harika olma özelliğine sahip olduğunu gösteriyor. Hangi sayıların harika-OLMAYAN sayılar olduğunu merak ediyorum...

Tosbağa: Bu basitçe tanımlanmış işlemde, sayıların aşağı yukarı nasıl salındıklarına dikkat ettin mi?

Akhilleus: Evet. Özellikle on üç turdan sonra kendimi, başladığım sayı 15'ten ancak bir sayı büyük olan 16'da bulmak beni çok şaşırttı. Bir anlamda, hemen hemen başladığım yere geri dönmüştüm – ama diğer bir anlamda, başladığım yere hiç de yakın bir yerde değildim. Ayrıca soruyu çözmek için 160'a kadar çıkmak zorunda kalmamı oldukça tuhaf buldum. Nasıl olduğunu merak ediyorum.

Tosbağa: Evet, yelken açabileceğin sonsuz bir "gökyüzü" var ve ne kadar yükseleceğini önceden bilmek çok zor. Aslında sürekli yukarı çıkabilir ve hiç aşağı inmeyebilirsin, bu da çok usayatkın.

Akhilleus: Gerçekten mi –sanırım bu olabilir– ama ne tuhaf bir rastlantı gerekirdi! İçine birkaç çift sayı içine karışmış olan birbiri ardına tek sayılara rastlaman gerekirdi. Bunun olabileceğinden kuşkuluyum – ama kesin olarak bilmiyorum.

Tosbağa: Neden 27'yle başlamayı denemiyorsun? Bak, hiçbir vaadde bulunmuyorum. Ama bir ara sırf zevk olsun diye dene. Bu arada yanında oldukça büyük bir kâğıt parçası bulundurmanı tavsiye ederim.

Akhilleus: Hımm... İlginç görünüyor. Biliyorsun, açıkça bütün bir sayı dizgesinin bir özelliği olduğu halde, harika-olma (ya da harika-olmama) özelliğini başlangıç sayısıyla ilişkilendirmek bana hâlâ tuhaf geliyor.

Tosbağa: Demek istediğini anlıyorum, ama bu "29 asaldır" ya da "altın değerlidir" demekten farklı değil – her iki önerme de tek bir kendindeliğe, tikel bir bağlam içine gömülmüş olmasından dolayı sahip olduğu bir özellik atfediyor.

Akhilleus: Sanırım haklısın. Bu "harikalık" problemi, sayıların –bir azalarak

bir artarak– salınlamaları nedeniyle olağanüstü incelikli bir problem. Örüntü düzenli OLMALI, ama yüzeysel olarak oldukça kaotik gibi görünüyor. Dolayısıyla neden hiç kimsenin harikalık için sonlanması garanti olan bir sınama bilmediğini anlayabiliyorum.

Tosbağa: Sonlanan ve sonlanmayan ve ikisinin arasında kalan işlemlerden söz etmek bana, bir kitap üzerinde çalışmakta olan bir yazar arkadaşımı hatırlattı.

Akhilleus: Ah, ne heyecan verici! Kitabın adı ne?

Tosbağa: Bakır, Gümüş, Altın: Yokedilemez Madeni Bir Alaşım.[*] İlginç değil mi?

Akhilleus: Doğrusu, başlık beni biraz şaşırttı. Sonuçta, Bakır, Gümüş ve Altın'ın birbiriyle ne ilişkisi var?

Tosbağa: Bana açık gibi geliyor.

Akhilleus: Şimdi başlık *Zürafalar, Gümüş, Altın* ya da *Bakır, Filler, Altın* olsaydı anlardım...

Tosbağa: Belki de *Bakır, Gümüş, Babunlar*'ı[*] yeğlerdin?

Akhilleus: Ah, kesinlikle! Ama özgün başlık baştan kaybediyor. Kimse anlamaz bunu

Tosbağa: Arkadaşıma söylerim. Çekici bir başlık olması hoşuna gider (yayıncısının da öyle).

Akhilleus: Sevindim. Ama tartışmamız nasıl oldu da sana onun kitabını anımsattı?

Tosbağa: Ah, evet. İşte, kitabında okurları sonu ARAMAya yönlendirdiği bir Diyalog olacak.

Akhilleus: Yapmayı istediği tuhaf bir şey. Bu nasıl olur?

Tosbağa: Bazı yazarların öykülerinin sonuna gelmeye birkaç sayfa kala büyük bir gerilim yaratmak için nasıl da sıkıntıya girdiklerini kuşkusuz fark etmişsindir – ama kitabı elinde fiziksel olarak tutan bir okur, öykünün bitmek üzere olduğunu HİSSEDEBİLİR. Bundan dolayı bir bakıma önceden uyarı sistemi gibi çalışan bir artı bilgiye sahiptir. Kitabın fizikselliği gerilimi bir parça düşürür. Romanların sonunda örneğin birçok dolgu olsaydı çok daha iyi olurdu.

Akhilleus: Dolgu mu?

---

[*] *Copper, Silver, Gold: an Indestructible Metallic Alloy*; Kaynakçaya bakınız –çn.

[*] Zürafalar (İngilizcede *Giraffes*), Filler (İngilizcede *Elephants*), Babunlar (İngilizcede *Baboons*) –çn.

Tosbağa: Evet; demek istediğim öykünün parçası olmayan, ama sonun tam yerini gelişigüzel bakışlardan ya da kitabın verdiği duygudan gizleme görevi gören birçok fazladan basılmış sayfa..

Akhilleus: Anladım. O zaman bir öykünün gerçek sonu kitabın fiziksel sonundan diyelim elli, yüz sayfa önce olabilir değil mi?

Tosbağa: Evet, Bu bir şaşırtma öğesi olurdu, çünkü okur kaç sayfanın doldurma kaçının öykü olduğunu önceden bilmezdi.

Akhilleus: Bu standart bir uygulama olsaydı oldukça etkili olabilirdi. Ama bir sorun var. Senin dolgunun çok aşikâr olduğunu varsay – birçok yazısız ya da X'lerle ya da rastgele harflerle kaplı birçok sayfa. O zaman bu olmamasıyla aynı etkiye sahip olurdu.

Tosbağa: Doğru. Onu normal basılmış sayfalara benzetmen gerekir.

Akhilleus: Ama bir öyküdeki normal bir sayfaya şöyle gelişigüzel bir göz atma bile, onu bir başka öyküden ayırt etmeye çoğu zaman yeter. Böylece dolgu benzetmeyi gerçek öyküye iyice yaklaştırman gerekecek.

Tosbağa: Çok doğru. Benim de hep hayal ettiğim yol bu: bir öykünün sonuna geliyorsun; sonra öyküyü, hiç ara vermeden, onun devamı gibi görünen, ama gerçekte asıl konuyla bütünüyle ilişkisiz olan dolgu sayfalarıyla sürdürüyorsun. Dolgu bir çeşit bir "son sonrası son"dur. Orijinal konuyla pek ilgisi olmayan, konudışı yazınsal fikirler içerebilir.

Akhilleus: Sinsice! Ama o zaman da gerçek sonun ne zaman geleceğini söyleyemeyecek olman sorun olacak. Dolguyla karışacak.

Tosbağa: Yazar arkadaşımla benim de vardığımız sonuç buydu. Fikrin bana oldukça cazip gelmiş olması ne utanç verici.

Akhilleus: Bak, bir önerim var. Gerçek öykü ile dolgu malzemesi arasındaki geçiş, metnin yeterince dikkatli incelenmesiyle zeki bir okurun birinin nerede bitip ötekinin nerede başladığını bulabileceği şekilde yapılabilir. Belki bu inceleme oldukça zaman alacaktır. Belki ne kadar süreceğini öngörmenin hiçbir yolu olmayacaktır... Ama yayıncı, sınama sonlanmadan önce ne kadar süre arama yapılacağını söylemese bile, gerçek sonu belirlemek için yapılacak yeterince dikkatli bir aramanın daima sonlanacağına garanti verebilir.

Tosbağa: Çok güzel – ama "yeterince dikkatli" ne demek?

Akhilleus: Yeterince dikkatli bir okur, metnin kimi noktalarında geçen küçük, ama sırrı açığa vuran özelliği bulmaya çalışmalıdır. Bu özellik sonu imleyecektir. Ayrıca okur, doğru özelliği bulana dek, böylesi birçok özelliğin peşine düşüp bunları yakalayabilecek kadar da zeki olmalıdır.

Tosbağa: Harf kullanımlarında veya sözcük uzunluklarında ani bir kayma gibi mi? Ya da ani ve çok gramer hataları gibi mi?

Akhilleus: Olabilir. Ya da yeterince dikkatli bir okur için gerçek sonun açığa vurulması olarak görünecek saklı bir mesaj olabilir. Kim bilir? Hatta sürmekte olan öykünün ruhuyla tutarsız kimi konudışı karakterler veya olaylar serpiştirilebilir. Naif bir okur bütün her şeyi yutar, oysa iyi bir okur ayırıcı çizgiyi hemen bulabilir.

Tosbağa: Ne özgün bir düşünce Akhilleus. Bunu arkadaşıma anlatacağım, belki Diyaloğunun içinde kullanabilir.

Akhilleus: Onur duyarım.

Tosbağa: Şey, korkarım kendimi biraz sersemlemiş hissediyorum Akhilleus. Hâlâ evime gidebilecek durumdayken ufaktan yola koyulsam iyi olur.

Akhilleus: Sırf benim için gecenin bu saatlerine kadar benimle kalmakla beni fazlasıyla şımarttın, dostum. Seni temin ederim ki, sayı-kuramsal gösterin bütün gece yatakta bir o yana bir bu yana dönüp durmama karşı kusursuz bir ilaç gibiydi. Ve kim bilir – belki bu gece rahat rahat uyuyabilirim. Minettarlığımın bir göstergesi olarak Bay T size özel bir hediye vermek isterdim.

Tosbağa: Ah, saçmalama Akhilleus.

Akhilleus: Benim için bir zevk Bay T. Şu dolaba kadar gidiver; onun üstünde Asya işi bir kutu göreceksin.

(Tosbağa yavaş yavaş Akhilleus'un dolabına doğru gider.)

Tosbağa: Bu som altından Asya işi kutuyu kastetmiyorsun, değil mi?

Akhilleus: Evet o. Lütfen kabul et Bay T, en içten dileklerimle.

Tosbağa: Gerçekten çok teşekkür ederim Akhilleus. Hmm... Neden üstüne bütün bu matematikçilerin adları kazanmış. Ne tuhaf bir liste:

De Morgan
A**b**el
B**oo**le
Brouwer
Sier**p**inski
Weierstrass

Akhilleus: Sanırım Bütün Büyük Matematikçilerin Eksiksiz Listesi. Köşegenden aşağı doğru inen harflerin neden çok daha koyu kazındıklarını bilemiyorum.

Tosbağa: Altında şöyle yazıyor; "Leipzig'deki Bach'ı bulmak için köşegenden 1 çıkar."

Akhilleus: O yazıyı gördüm, ama bir şey anlayamadım. Harika bir viskim var, bir kadeh içmeye ne dersin? Raftaki sürahide biraz olacak.

Tosbağa: Hayır, sağol. Çok yorgunum. Eve gideceğim. *(Farkında olmadan, kutuyu açar.)* Dur bir dakika Akhilleus – burada bin Louis altını var!

Akhilleus: Bunları kabul edersen daha da sevineceğim Bay T.

Tosbağa: Ama – ama–

Akhilleus: İtiraz istemem. Kutu, altın – hepsi senin. Ve benzersiz gece için sana teşekkür ederim.

Tosbağa: Bu ne emsaliz bir cömertlik böyle. Bu inceliğin karşısında çok duygulandım. Ne desem ki, bilemiyorum. Çok, ama çok teşekkür ederim bütün içtenliğimle, umarım bu gece 'Goldbach Sanısı ve Çeşitlemesi' üzerine tatlı bir rüya görürsün.

(Böyle diyerek bin Louis altınıyla dolu som altından Asya işi kutuyu alır ve kapıya doğru gider. Tam çıkmak üzereyken kapı hızla vurulur.)

Bu uygunsuz saatte kim olabilir Akhilleus?

Akhilleus: En ufak bir fikrim yok. Bana kuşkulu görünüyor. Sen dolabın arkasına saklansana, tuhaf bir şeyler dönüyor.

Tosbağa: İyi fikir. *(Çabucak dolabın arkasına girer.)*

Akhilleus: Kim o?

Ses: Açın – polis.

Akhilleus: Kapı açık, girin.

(Parlak rozetleri olan iki iri yarı polis içeri girer.)

*Polis:** Ben Silva. Bu da Gould. *(Rozetini işaret eder.)* Bu adreste Akhilleus diye biri oturuyor mu?

Akhilleus: Benim!

Polis: Pekâlâ Akhilleus, burada bin Louis altınıyla dolu som altından Asya işi bir kutu bulunduğu ihbarını aldık. Biri onu bu öğleden sonra müzeden çaldı.

Akhilleus: Aman Tanrım!

Polis: Eğer buradaysa Akhilleus, tek kuşkulu sen olduğuna göre, bunu söylemekten üzüntü duyuyorum, ama seni gözaltına almalıyım. Arama iznimiz var–

---

* *Cop*: Polis; *Copper*: Bakır; *Gold*: Altın; *Silver*: Gümüş –çn.

Akhilleus: Ah, beyler, gelmenize ne kadar sevindim! Bütün gece boyunca Bay Tosbağa ve onun Asya işi som altın kutusunun dehşeti altındaydım. Neyse ki sonunda beni kurtarmaya geldiniz! Lütfen beyler, dolabın arkasına bakın, suçlu orada!

(Polisler dolabın arkasına bakar ve som altından Asya işi kutusu elinde, büzüşmüş ve titreyen Tosbağa'yı bulurlar.)

Polis: İşte burada! Yani Bay Tosbağa sefil herifin teki, ha? ONDAN asla kuşkulanmamıştım. Ama suçüstü yakalandı.

Akhilleus: Haini buradan götürün, iyi yürekli beyler! Tanrıya şükürler olsun, bu onu ve Asya İşi Som Altın Kutuyu son duyuşum olacak!

XIII. BÖLÜM

BLOOP VE FLOOP VE GLOOP

Kendinin-Farkındalık ve Kaos

BLOOP, FLOOP ve GLOOP, troller, konuşan ördekler ya da batan bir geminin çıkardığı sesler değildir – her biri kendine özgü özel amaçlara sahip üç bilgisayar dilidir. Bu diller özellikle bu bölüm için icat edilmiştir. Bunlar "yinelgen" sözcüğünün kimi yeni anlamlarının açıklanmasında kullanılacaktır – özellikle de *ilkel yinelgenlik* ve *genel yinelgenlik* kavramlarının. Bunların TNT'deki kendine-gönderme düzeneğinin açıklığa kavuşturulmasında büyük bir yardımı olacaktır.

Beyinler ve zihinlerden matematiğin ve bilgisayar biliminin tekniklerine oldukça ani bir geçiş yapıyormuşuz gibi görünebilir. Geçiş bazı bakımlardan ani olsa da, bu anlamlı bir hamledir. Belli tür bir kendinin-farkındalığın, nasıl bilincin en can alıcı noktasında göründüğünü yeni gördük. Şimdi, TNT gibi, daha biçimsel çerçevelerdeki kendi "kendinin-farkmdalık"ı inceleyeceğiz. TNT ve zihin arasındaki uçurum büyüktür, ama bazı fikirler son derece aydınlatıcı olabilir ve belki metaforik olarak bilinç hakkındaki düşüncelerimize taşınabilir.

TNT'nin kendi kendinin-farkındalığı hakkındaki şaşırtıcı şeylerden biri onun, doğal sayılar arasındaki düzen-kaos karşıtlığı hakkındaki sorularla yakından bağlantılı olmasıdır. Özellikle kendisini aynalayabilecek kadar yeterli karmaşıklığa sahip düzenli bir dizgenin *bütünüyle* düzenli olamayacağını göreceğiz – bazı tuhaf, kaotik özellikler içermesi gerektiğini göreceğiz. İçlerinde bir Akhilleus taşıyan okurlar için bunu kabul etmek zor olacaktır. Yine de "sihirli" bir dengelenme söz konusudur: düzensizliğin bir düzeni vardır ve bu "yinelgen fonksiyon kuramı" denilen kendine ait bir çalışma alanı oluşturur. Ne yazık ki bu konunun büyüleyiciliğine birkaç değinmeden daha fazla giremeyeceğiz.

Temsil Edilebilirlik ve Buzdolapları

"Yeterince karmaşık," "yeterince güçlü" ve benzer ifadeler daha önce oldukça sık olarak karşımıza çıktılar. Peki bunlar ne anlama geliyor? Yengeç

ile Tosbağa arasındaki savaşa geri dönelim ve soralım, "Bir şeyi bir plakçalar olarak niteleyen nedir? Yengeç buzdolabının "Mükemmel" bir plakçalar olduğunu iddia edebilirdi. Sonra bunu ispatlamak için üstüne bir plak koyabilir ve, "Görüyorsun işte – onu çalıyor!" diyebilirdi. Tosbağa eğer bu Zen-tipi hamleye karşı çıkmak isterse şöyle karşılık vermek zorunda kalırdı: "Hayır – senin buzdolabın bir pikap sayılamayacak kadar düşük-sadakatli: (bırak kendini-kıran sesi) hiçbir sesi yeniden üretemez." Tosbağa, "Ben X Pikabında Çalmamam" adında bir plağı ancak X Pikabı gerçekten bir pikapsa yapabilir! Tosbağa'nın yöntemi, dizgenin zayıflığından çok güçlülüğünü gözeterek çalışır. Ve dolayısıyla Tosbağa "yeterince yüksek-sadakatli" plakçalarlara gereksinim duyar.

Aynı durum, sayı kuramının biçimsel versiyonları için de geçerlidir. TNT'nin N'nin biçimselleştirilmesi olmasını sağlayan neden onun simgelerinin doğru şekilde hareket etmesidir: yani onun teoremleri bir buzdolabı gibi sessiz değildir – N'nin fiili doğrularından söz ederler. Elbette rt-dizgesinin teoremleri de böyle yaparlar. O da "sayı kuramının bir biçimselleştirimi" midir, yoksa daha çok bir buzdolabı gibi midir? Buzdolabından biraz daha iyidir, ama yine de oldukça zayıftır. rt-dizgesi, "bir sayı kuramı" sayılmak için N'nin gerektiği kadar çekirdek doğru içermez.

O zaman N'nin "çekirdek doğruları nelerdir? Onlar *ilkel yinelgen doğruluklardır*; bu onların yalnızca *öngörülebilir olarak sonlanan* hesaplamalar gerektirdiği anlamına gelir. Bu çekirdek doğrular N'de, Eukleides'in ilk dört koyutunun geometride gördüğü işlevi görür: oyun başlamadan önce, "yetersiz güçte" oldukları nedeniyle, belli adayları dışarıda bırakmanızı sağlarlar. Buradan itibaren, *bütün ilkel yinelgen doğrulukların temsil edilebilirliği* bir dizgenin "yeterince güçlü" olarak adlandırılmasının ölçütü olacaktır.

Metamatematikte Gantō'nun Baltası

Kavramın önemi aşağıdaki anahtar olguyla gösterilebilir: Eğer sayı kuramının yeterince güçlü bir biçimselleştirimine sahipseniz, o zaman Gödel'in yöntemi uygulanabilir ve sonuç olarak dizgeniz *eksikli* olur. öte yandan eğer dizgeniz yeterince güçlü *değilse* (yani bütün ilkel yinelgen doğrular teorem değilse), o zaman dizgeniz tam da bu eksiklik nedeniyle *eksiklidir*. Burada "Gantō'nun Baltası"nın metamatematik içinde yeniden formüle edilmesi söz konusudur: dizge ne yaparsa yapsın, Gödel'in baltası onun başını uçuracaktır! Bunun, *Kontrakrostipunktus*'taki yüksek-sadakatli ve düşük-sadakatli arasındaki savaşla tam bir koşutluk içinde olduğuna da dikkat edin.

Aslında böylece çok daha zayıf dizgelerin de Gödel yönteminin saldırısına açık olduğu ortaya çıkmaktadır; bütün ilkel yinelgen doğruların teoremler olarak temsil edilmiş olması gerektiği ölçütü fazlasıyla sıkıdır. Bu biraz yalnızca "yeterince zengin" insanları soyan ve ölçütü, potansiyel kurbanının en az nakit bir milyon dolar taşıyor olması gerektiği olan bir hırsızın durumuna benzer. TNT durumunda, neyse ki hırsız olarak kapasitemizi kullanabilme şansına sahibiz, çünkü nakit bir milyon oradadır – yani TNT gerçekten bütün ilkel yinelgen doğruları teoremler olarak içermektedir.

İlkel yinelgen fonksiyonların ve yüklemlerin ayrıntılı bir tartışmasına girmeden önce, biraz daha iyi bir motivasyon sağlamak amacıyla bu bölümün konularını önceki bölümlerin konularına bağlamak istiyorum.

Doğru Süzgeci Seçerek Düzenin Bulunması

Çok erken bir aşamada, biçimsel dizgelerin, diziler arasında hiç-sona ermeyen aramalara yol açabilen uzatma ve kısaltma kurallarına sahip olduklarından dolayı, zorlu ve baş eğmez vahşi hayvanlar gibi olabileceklerini gördük. Gödel-sayılaştırmasının keşfi, özel bir tipografik özelliğe sahip bir dizinin aranmasının aritmetik bir kuzeni olduğunu gösterdi: bu özelliğine karşılık gelen özel bir aritmetik özelliğe sahip bir tamsayının eşbiçimli bir aranması. Sonuç olarak biçimsel dizgeler için karar verme yordamları aranması, tamsayılar arasındaki öngörülebilir olmayan uzun aramaların –*kaosun*– gizinin çözülmesini gerektirir. Şimdi *Farklı Çeşitlemeleriyle Arya*'da belki tamsayılar hakkındaki problemlerde kaosun görünür tezahürlerine çok fazla ağırlık verdim. İşin doğrusu insanlar, görünür kaosun, "harikalık" probleminden çok daha vahşi örneklerini ehlileştirmeyi başarmışlar ve bunların aslında oldukça yumuşak başlı hayvanlar olduklarını görmüşlerdir. O halde Akhilleus'un, sayıların düzenliliği ve öngörülebilirliğine dair güçlü inancı bir nebze saygıyı hakediyor – özellikle 1930'lara kadar neredeyse bütün matematikçilerin inançlarını yansıttığı düşünülürse. Düzen kaos karşıtlığının neden böylesine incelikli ve önemli bir konu olduğunu göstermek ve bu konuyu anlamın yersenmesi ve açınlanması hakkındaki sorulara bağlamak için, merhum Y. M. Mach'ın Galileo-tipi bir Diyalog olan *Are Quanta Real?*'dan çok güzel ve unutulmaz bir bölüm aktarmak istiyorum:

SALVIATI: Sana şöyle iki sayı dizisi verdiğimi varsay;

7 8 5 3 9 8 1 6 3 3 9 7 4 4 8 3 0 9 6 1 5 6 6 0 8 4 ...

ve

1, –1/3, +1/5, –1/7, +1/9, –1/11, +1/13, –1/15, ...

Eğer sana ilk dizinin bir sonraki sayısının ne olacağını sorsaydım, Simplicio, ne derdin?

SIMPLICIO: Hiçbir şey diyemezdim. Sanırım o rastgele oluşturulmuş bir dizi ve içinde hiçbir yasa yok.

SALVIATI: Peki, ya ikinci dizi için aynı soruyu sorsaydım?

SIMPLICIO: Bunun yanıtı kolay. Bir sonraki sayı + 1/17 olmalı.*

SALVIATI: Doğru. Ama eğer sana ilk dizinin de bir yasayla kurulduğunu ve bu yasanın aslında senin ikinci dizi için henüz keşfetmiş olduğun yasayla özdeş olduğunu söyleseydim ne derdin?

SIMPLICIO: Bu bana pek olası görünmüyor.

SALVIATI: Ama gerçekten öyle, çünkü ilk dizi yalnızca ikincinin toplamının ondalık kesrinin [açılımının] başlangıcıdır. Değeri $\pi/4$'tür.

SIMPLICIO: Sen hep böylesi matematik hileleriyle dolusundur, ama bunun soyutlama ve gerçekçilikle ne gibi bir ilgisi olduğunu göremiyorum.

SALVIATI: Soyutlamayla ilişkisini görmek kolay. Bir soyutlama işlemi aracılığıyla, görünür rastgeleliğin arkasındaki basit yapıyı gören bir tür süzgeç geliştirilmedikçe ilk dizi rastgele gibi görünür.

Doğa yasaları kesinlikle bu biçimde keşfedilir. Doğa bize büyük oranda kaotik rastgelelikler olarak görünen bir yığın görüngü sunar; bu biz önemli olayları seçip onları özel, konudışı koşullarından soyutlayarak idealleştirmemize dek böyle görünür. Ancak bundan sonra bu görüngüler gerçek yapılarını bütün görkemleriyle sergilerler.

SAGREDO: Bu ne olağanüstü bir fikir! Doğayı anlamaya çalışırken görüngülere sanki anlaşılacak mesajlarmış gibi bakmamız gerektiğini öneriyor. Yalnızca burada, onu okuyacak bir kod tesis etmemize kadar her bir mesaj rastgeleymiş gibi görünüyor. Bu kod bir soyutlama biçimine dönüşüyor, yani biz belli şeyleri konudışı olduğu gerekçesiyle ihmal ediyoruz ve böylece mesajın içeriğini kısmen özgür bir seçimle seçiyoruz. Bu konudışı işaretler, mesajımızın doğruluğunu sınırlayacak olan "arka plan gürültü"yü oluşturuyor.

Ama kod mutlak olmadığı için, aynı ham veri malzemesinde birkaç mesaj olabilir, böylece kodun değiştirilmesi, daha önce yalnızca gürültü olan bir şeyin eşit derinlikte anlama sahip bir mesaja dönüşmesini sağlayabilir ve tersine: Yeni bir kod içinde önceki bir mesaj anlamdan yoksun kalabilir.

O halde bir kod her biri eşit derecede, eğer bu kuşkulu sözcüğü kullanırsam, gerçeklik iddiasında bulunan farklı, tümler yönler arasında özgür bir seçimi önvarsayar.

Bu yönlerin bazıları bizim için şimdi tamamıyla bilinmez olabilir, ama kendilerini farklı bir soyutlamalar dizgesine sahip bir gözlemci karşısında açığa vurabilirler.

Ama söylesene Salviati, o zaman nasıl olur da biz hâlâ dışımızdaki nesnel gerçek dünyada bulunan bir şeyi keşfettiğimizi iddia edebiliriz? Bu, bizim şeyleri yalnızca kendi imgelerimize göre yaratıyor olduğumuz ve gerçekliğin yalnızca bizim içimizde olduğu anlamına gelmez mi?

SALVIATI: Bunun zorunlu olarak böyle olduğunu sanmıyorum, ama bu üstünde çok daha derin düşünümü gerektiren bir soru.[1]

Jauch burada "duygulu bir varlıktan" değil, doğanın kendisinden gelen mesajları ele alıyor. Bizim anlamın mesajlarla ilişkisi üzerine VI. Bölümde gündeme getirdiğimiz sorular aynı şekilde doğadan gelen mesajlarla ilgili olarak da gündeme getirilebilir. Doğa kaotik midir, yoksa örüntülü müdür? Ve bu sorunun yanıtının belirlenmesinde zekânın rolü nedir?

Felsefeden biraz uzaklaşıp, görünür olarak rastgele bir dizinin derindeki düzenliliği hakkında düşünebilirz. V. Bölümdeki Q (*n*) fonksiyonunun, basit bir yinelgen-olmayan açıklaması da olabilir miydi? Her problem, bir meyve bahçesi gibi, gizini açığa vurduğu böylesi bir açıdan görülebilir mi? Yoksa sayı kuramı içinde, hangi açıdan görülürse görülsün gizemli olarak kalan bazı problemler var mıdır?

Bu girişten sonra sanırım "öngörülebilir olarak uzun arama" teriminin kesin anlamını tanımlama zamanı geldi. Bunu BlooP dili uyarınca vermeye çalışacağım.

BlooP Dilinin İlksel Adımları

Konumuz değişik özelliklere sahip doğal sayılara yönelik aramalar olacak. Herhangi bir aramanın *uzunluğundan* söz edebilmek için, bütün aramaların kendilerinden kurulduğu bazı ilksel adımları tanımlamak zorundayız, böylece uzunluk adımların sayısı uyarınca ölçülebilecektir. İlksel olduklarını düşünebileceğimiz bazı adımlar şunlardır:

herhangi iki doğal sayının toplanması;
herhangi iki doğal sayının çarpılması;
iki sayının eşit olup olmadığının belirlenmesi;
iki sayıdan daha büyük (daha küçük) olanın belirlenmesi.

Döngüler ve Üst Sınırlar

Eğer bu adımlar uyarınca, diyelim ki asallık için bir sınama formüle etmeye çalışırsak, çok geçmeden bir *denetim yapısını* – yani ne zaman geriye sapılacağına ve bir şeyin tekrar yapılmasının deneneceğine, ne zaman bir adımlar kümesi üzerinden atlanacağına, ne zaman durulacağına ve benzeri konulara

[1] J. M. Jauch, *Are Quanta Real?*, s. 63-65.

ilişkin şeylerin yapılma sırasının verildiği betimlemeleri işin içine katmak zorunda kalacağımızı göreceğiz.

Herhangi bir *algoritma* –yani bir görevin nasıl yerine getirileceğinin ayrıntılı bir betimlemesi– tipik olarak (1) yürütülecek özgül işlemler ve (2) denetim deyimlerini içerir. O halde öngörülebilir olarak uzun hesaplamaları ifade edecek dilimizi geliştirirken, ilksel denetim yapılarını da bu dilin içine katmak zorundayız. Aslında BlooP'un ayırt edici özelliği sınırlı denetim yapıları kümesidir. Keyfi adımlara sapmanıza ya da adım gruplarım yinelemenize izin vermez; BlooP'daki özsel olarak tek denetim yapısı *sınırlı döngüdür*: döngünün *üst sınırı* ya da *tavanı* diye adlandırılan önceden tanımlanmış maksimum bir sayı kadar tekrar tekrar yürütmeye konulan bir komutlar kümesi. Eğer tavan 300 olsaydı, o zaman döngü 0, 7 ya da 300 kere –ama 301 kere değil– yürütmeye konulurdu.

Şimdi, bir program içindeki bütün üst sınırların kesin değerlerinin programlayıcı tarafından sayısal olarak yerleştirilmesi gerekli değildir – aslında bunlar önceden bilinmeyebilirler. Bunun yerine herhangi bir üst sınır, döngüsü girmeden önce yapılan hesaplamalar tarafından belirlenebilir. Örneğin eğer 2^{3^n}'in değerini hesaplamak isteseydiniz iki döngü olurdu. İlk olarak n çarpma gerektiren 3^n'in değerini hesaplarsınız. Sonra 3^n çarpma gerektiren, bunu kuvveti olarak alacak şekilde 2'yi yerleştirirsiniz. Böylece ikinci döngünün üst sınırı, ilk döngünün hesaplanmasının sonucudur.

Bu bir BlooP programı içinde şu şekilde ifade edilebilir:

```
YORDAMI TANIMLA "İKİ-ÜSSÜ (ÜÇ-ÜSSÜ" [N]):
BLOK 0:   BAŞLA
            HÜCRE (0) ⇐ 1;
            N KERE DÖNGÜ:
            BLOK 1:   BAŞLA
                        HÜCRE (0) ⇐ 3 x HÜCRE (0);
            BLOK 1:   BİTİR;
            HÜCRE (1) ⇐ 1;
            HÜCRE (0) KEZ DÖNGÜ:
            BLOK 2:   BAŞLA
                        HÜCRE (1) ⇐ 2 x HÜCRE (1);
            BLOK 2:   BİTİR;
            ÇIKTI ⇐ HÜCRE (1);
BLOK 0:   BİTİR.
```

BlooP Uylaşımları

Bir bilgisayar dilinde yazılmış bir algoritmaya bakabilmek ve onun ne yapıyor olduğunu anlayabilmek yavaş yavaş edinilen bir beceridir. Yine de bu algoritmanın sizin için, çok fazla incelemenize gerek olmadan anlamını açığa vuracak kadar basit olduğunu umuyorum. Bir *N girdi parametresine* sahip bir *yordam* tanımlanır; onun *çıktısı* istek değeridir.

Bu yordam tanımı, belli bölümlerinin birimler ya da *bloklar* olarak ele alınacağı anlamına gelen *blok yapısına* sahiptir. Bir blok içindeki bütün deyimler bir birim olarak yürütülür. Her bir blok (en dışta BLOK 0 olmak üzere) bir sayıya sahiptir ve bir BAŞLA ve bir BİTİR ile sınırlanmıştır. Bizim örneğimizde, BLOK 1 ve BLOK 2 yalnızca bir deyim içerirler, ama çok yakında daha uzun bloklar göreceksiniz. Bir DÖNGÜ deyimi, daima hemen altındaki bloğun tekrar tekrar yürütmeye konulacağı anlamına gelir. Yukarıda görülebileceği gibi bloklar içiçe koyulabilir.

Yukarıdaki algoritmanın stratejisi daha önce betimlendiği gibidir. HÜCRE (0) denilen yardımcı bir değişken alarak başlıyorsunuz; onu önce 1'e göre düzenliyor ve sonra bir döngü içinde onu, tam olarak N kere olmak üzere 3'le çarpıyorsunuz. Sonra benzeri işlemi HÜCRE (1) için yapıyorsunuz – onu 1'e göre kuruyor ve ikiyle tam HÜCRE (0) kere çarpıyorsunuz, sonra çıkıyorsunuz. Son olarak ÇIKTI'yı HÜCRE (1)'in değerine göre kuruyorsunuz. Bu dış dünyaya dönen değerdir – yordamın dışsal olarak görünebilen tek davranışı.

Yazım biçimiyle ilgili birkaç noktayı açığa kavuşturalım. İlk olarak sola dönük okun "⇐" anlamı şudur:

> Sağındaki ifadenin değerini bul, sonra sonucu al ve solundaki HÜCRE'yi (veya ÇIKTI'yı) bu değere göre düzenle.

Böylece HÜCRE (1) ⇐ 3 × HÜCRE (1) gibi bir komutun anlamı HÜCRE (1)'de saklanmış değeri üçe katlamaktır. Her bir HÜCRE'yi, bilgisayarın belleğindeki ayrı bir sözcük olarak düşünebilirsiniz. Bir HÜCRE ve gerçek bir sözcük arasındaki tek fark sözcüğün ancak sonlu bir limite kadar olan tamsayıları tutabilmesi, oysa bir HÜCRE'nin, ne kadar büyük olursa olsun, herhangi doğal sayıyı tutmasına izin verebilmemizdir.

BlooP'daki her yordam, çağrıldığında, bir değer üretir – yani ÇIKTI denilen değişken değerini. Herhangi bir yordamın yürütümünün başlangıcında, ÇIKTI'nın 0 değerine sahip olduğu olağan bir seçenek olarak varsayılır. Bu şekilde, yordam ÇIKTI'yı hiçbir zaman yeniden konumlamasa bile, ÇIKTI bütün zamanlarda iyi-tanımlanmış bir değere sahiptir.

İse Önermeleri ve Dallanma

Şimdi, BlooP'un ona daha çok genellik kazandıran bazı başka özelliklerini bize gösterecek olan diğer bir yordama bakalım. Yalnızca nasıl toplama yapılacağını bilerek, M-N'nin değerini nasıl bulursunuz? Burada incelikli nokta, M'yi vereni bulana dek N üstüne çeşitli sayılar eklemektir. Ama eğer M, N'den küçükse ne olacak? Ya 2'den 5'i çıkarıyorsak? Doğal sayıların tanım alanında hiçbir yanıt yoktur. Ama her durumda BlooP yordamımızın bir yanıt vermesini isteyebiliriz – diyelim 0 yanıtını. O zaman çıkarma yapan BlooP-yordamı şöyle olur:

```
YORDAMI TANIMLA "EKSİ" [M, N]
BLOK 0: BAŞLA
        EĞER M < N İSE, O ZAMAN:
        BLOK 0'DAN ÇIK;
        EN FAZLA M + 1 KEZ DÖNGÜ:
        BLOK 1: BAŞLA
                EĞER ÇIKTI + N = M İSE, O ZAMAN:
                DÖNGÜ 1'İ DURDUR;
                ÇIKTI ⇐ ÇIKTI + 1;
        BLOK 1: BİTİR;
BLOK 0: BİTİR.
```

Burada ÇIKTI'nın 0'da başladığı örtük özelliğini kullanıyoruz. Eğer M, N'den küçükse, o zaman çıkarma olanaksızdır ve hemen BLOK 0'ın en altına atlarız ve yanıt 0'dır. BLOK 0'DAN ÇIK satırıyla kastedilen budur. Eğer M, N'den küçük değilse bu ÇIK – deyiminin üzerinden atlarız ve dizi içindeki bir sonraki komutu (burada bir DÖNGÜ-deyimi) yerine getiririz. İSE-önermelerinin BlooP içinde çalışma tarzları hep bu şekilde olur.

Böylece DÖNGÜ 1'e gireriz böyle adlandırılmasının nedeni, bize yinelememizi söylediği bloğun BLOK 1 olmasıdır. M'yi veren sayıyı bulana kadar N'ye 0'ı, sonra 1'i, 2'yi vb eklemeye çalışıyoruz. Bulduğumuz noktada, içinde bulunduğumuz döngüyü yarıda DURDUR'uruz; bu döngü bloğunun en altım imleyen BİTİR'i hemen izleyen deyime atladığımız anlamına gelir. Bu durumda bu atlama bizi BLOK 1: BİTİR'in hemen altına, yani algoritmanın son deyimine götürür ve işlemi bitiririz. ÇIKTI şimdi doğru yanıtı içermektedir.

İki ayrı aşağıya doğru atlama komutu olduğuna dikkat edin: ÇIK ve DURDUR. İlki bloklarla, ikincisi döngülerle ilgilidir. BLOK *n*'den ÇIK, BLOK *n*'nin son

satırına atla anlamına gelirken, DÖNGÜ *n*'yi DURDUR, BLOK *n*'nin son satırının hemen *altına* atla anlamına gelir. Bu ayrım, bir döngünün içinde olduğunuzda ve döngüye devam etmek, ama bloğu durdurmak istediğiniz anda önemlidir. O zaman ÇIK diyebilirsiniz ve uygun durum gerçekleşir.

Ayrıca EN FAZLA sözcüklerinin döngünün üst sınırından önce geldiğine ve bunun döngünün üst sınıra ulaşmadan önce durdurulabileceği konusunda bir uyarı olduğuna da dikkat edin.

Otomatik İstifleme

Şimdi açıklanması gereken ve ikisi de çok önemli olan BlooP'un son iki özelliğine bakalım. Birincisi, bir yordam bir kez tanımlandığında, onun sonraki yordam tanımları içinde *çağrılabilmesidir*. Bunun etkisi, *bir işlemin bir yordam içinde bir kez tanımlandığında artık onun bir ilksel adım kadar basit olarak ele alınabilmesidir*. O halde BlooP otomatik istifleme özelliğine sahiptir. Bunu iyi bir buz patencisinin yeni hareketleri edinme tarzıyla karşılaştırabilirsiniz: onları, ilksel kas hareketlerinin uzun dizileri olarak tanımlayarak değil, ama önceden öğrenilmiş hareketler uyarınca tanımlayarak öğrenir; bu birçok katman geri gidebilen önceden öğrenilmiş hareketlerin bileşimleri, içiçeliği ve istiflenmeleriyle öğrenilmiştir. Ve böylece BlooP programlarının repertuarı, bir patencinin hareketlerinin repertuarı gibi, kelimenin tam anlamıyla, döngüler ve sınırlar aracılığıyla hızla büyür.

BlooP Sınamaları

BlooP'un diğer özelliği, belli yordamların çıktı olarak bir tamsayı değeri yerine EVET veya HAYIR'a sahip olabilmesidir. Böylesi yordamlar *fonksiyonlardan* çok *sınamalardır*. Farkı göstermek için bir sınamanın adı bir soru işaretiyle sona erdirilmelidir. Aynı zamanda bir sınamada ÇIKTI için olağan seçenek 0 değil, elbette HAYIR'dır.

Bağımsız değişkenin asallığını sınayan bir algoritmada BlooP'un bu son iki özelliğine ilişkin bir örnek görelim:

```
YORDAMI TANIMLA "ASAL?" [N]:
BLOK 0: BAŞLA
            EĞER N = 0 İSE, O ZAMAN:
            BLOK 0'DAN ÇIK;
            HÜCRE (0) ⇐ 2;
```

```
        EN FAZLA EKSİ [N, 2] KEZ DÖNGÜ:
        BLOK I: BAŞLA
                    EĞER KALAN [N, HÜCRE (0)] = 0 İSE, O ZAMAN:
                    BLOK 0'DAN ÇIK;
                    HÜCRE (0) ⇐ HÜCRE (0) + I;
        BLOKI: BİTİR;
        ÇIKTI ⇐ EVET;
BLOK 0: BİTİR.
```

Bu algoritma içinde iki yordam çağırdığıma dikkat edin: EKSİ ve KALAN. (Bu ikincisinin önceden tanımlandığı kabul edilmiştir; isterseniz tanımı kendiniz bulabilirsiniz.) Bu asallık sınaması, N'nin potansiyel çarpanlarını 2'den başlayıp en büyük N-1'e kadar tek tek deneyerek işleyen bir sınamadır. Bunlardan herhangi birinin N'i tam olarak bölmesi durumunda (yani kalanın 0 olması durumunda) dibe atlarız ve ÇIKTI bu aşamada hâlâ olağan değerine sahip olduğundan, yanıt HAYIR'dır. Ancak N hiçbir tam bölene sahip olmadığında, DÖNGÜ 1'in bütünlüğü kalacaktır; o zaman sorunsuzca, yürütmeye koyulacak olan ÇIKTI ⇐ EVET deyiminde ortaya çıkarız ve yordam biter.

BlooP Programları Yordamlar Zincirleri İçerirler

BlooP içinde yordamların nasıl tanımlandığını gördük; ama bir yordam tanımı, bir programın ancak bir parçasıdır. *Bir program* (her biri ancak önceden tanımlanmış yordamları çağıran) seçime bağlı olarak, tanımlanmış yordamlara bir ya da daha çok *çağrı* tarafından izlenen *bir yordam tanımları zincirinden* oluşur. Dolayısıyla tam bir BlooP programının bir örneği, 512 yanıtını veren

```
İKİ-ÜSSÜ (ÜÇ-ÜSSÜ [2])
```

çağrısı tarafından izlenen, İKİ-ÜSSÜ (ÜÇ-ÜSSÜ), yordamının tanımı olacaktır.

Eğer yalnızca bir yordam tanımları zincirine sahipseniz, o zaman hiçbir şey yürütüme konulmaz: onlar onları harekete geçirecek özel sayısal değere sahip bir çağrıyı beklerler. Bu öğütmek için et bekleyen bir kıyma makinesine benzer – ya da daha çok, *her biri* öncekilerden beslenen, hepsi birbirine bağlı bir kıyma makineleri zincirine... Kıyma makineleri durumunda, görüntü pek iştah açıcı olmayabilir; ama BlooP programları durumunda böylesi bir inşa oldukça önemlidir ve biz ona "çağrı-sız" program diyeceğiz. Bu kavram Şekil 72'de örneklenmiştir.

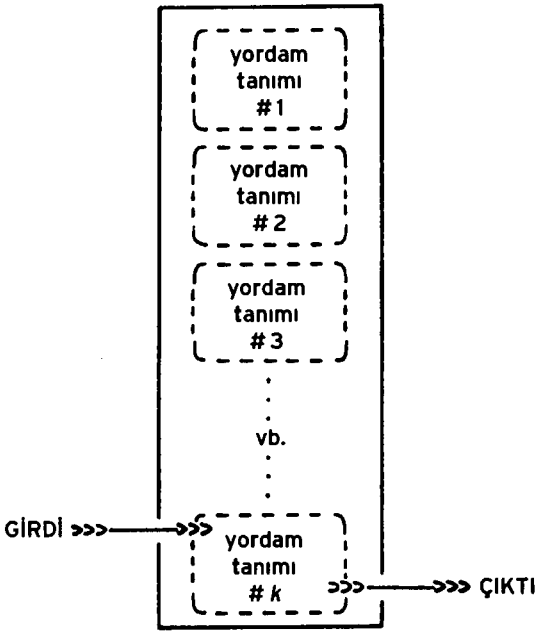
Artık BlooP, öngörülebilir olarak sonlanan hesaplamaları tanımlama dilimizdir. Bloopla – hesaplanabilir olan *fonksiyonların* standart adı *ilkel yinelgen fonksiyonlardır*; ve BlooP-sınamalarıyla bulunan *özelliklerin* standart adı *ilkel yinelgen yüklemlerdir*. O halde 2^{3^n} fonksiyonu ilkel yinelgen bir fonksiyondur; ve "n bir asal sayıdır" deyimi ilkel yinelgen bir yüklemdir.

Sezgisel olarak Goldbach özelliğinin ilkel yinelgen olduğu açıktır ve bunu daha belirtik hale getirmek için aşağıda, onun varlığı ve yokluğunun nasıl sınanacağını gösteren, BlooP'da bir yordam tanımı verilmiştir.

```
YORDAMI TANIMLA "GOLDBACH?" [N]:
BLOK 0: BAŞLA
        HÜCRE (0) ⇐ 2;
        EN FAZLA N KEZ DÖNGÜ:
        BLOK 1: BAŞLA
                EĞER {ASAL? [HÜCRE (0)]
                  VE ASAL? [EKSİ [N, HÜCRE (0)]]} İSE,
                    O ZAMAN:
                BLOK 2: BAŞLA
                            ÇIKTI ⇐ EVET;
                            BLOK 0'DAN ÇIK;
                BLOK 2: BİTİR
                HÜCRE (0) ⇐ HÜCRE (0) + 1;
        BLOK 1: BİTİR;
BLOK 0: BİTİR.
```

Hep olduğu gibi, EVET ispatlanana kadar HAYIR varsayıyoruz ve toplamları N olan sayı çiftleri arasında kaba kuvvete dayalı bir arama yapıyoruz. Eğer ikisi de asalsa en dış bloktan çıkıyoruz; aksi takdirde geri gidiyoruz ve bütün olasılıklar tükenene kadar tekrar deniyoruz.

(Uyarı: Goldbach özelliğinin ilkel yinelgen olması olgusu "Bütün sayılar Goldbach özelliğine sahip midir?" sorusunu basit bir soruya dönüştürmez – tersine basit olmaktan çok uzaktır!)



Şekil 72. Çağrı-sız BlooP programının yapısı. Bu programın kendine yeterli olması için, her bir yordam tanımı yalnızca üzerindeki tanımlanmış yordamları çağırabilir.

Alıştırma Önerileri

Tosbağa özelliğinin (veya Akhilleus özelliğinin) varlığını veya yokluğunu sınayan benzer bir BlooP yordamı yazabilir misiniz? Yazabiliyorsanız yazın. Eğer yazamıyorsanız, bu yalnızca üst sınırdan haberiniz olmamasından mıdır, yoksa böyle bir algoritmanın BlooP'da formüle edilmesini engelleyen temel bir engel mi vardır? 'Ve, Diyalogda tanımlanan harikalık özelliği konusunda aynı soruların durumu nedir?

Aşağıda bazı fonksiyonlar ve özellikleri listeliyorum; bunların ilkel yinelgen (BlooP – programlanabilir) olup olmadıklarını belirlemek için uğraşacağınızı umuyorum. Bu, onların gerektirdikleri hesaplamalar içinde ne tür işlemlerin bulunacağını ve ilgili bütün döngüler için tavanların verilip verilemeyeceğini dikkatlice tetkik etmeniz gerektiği anlamına gelir.

FAKTÖRİYEL [N] = N! (N'nin faktöriyeli)
(örn. FAKTÖRİYEL [4] = 24)
KALAN [M, N] = M'nin N'ye bölünmesinden kalan
(örn. KALAN [24,7] = 3)

PI-BASAMAK [N] = (π'nin, ondalık virgülden sonraki Ninci basamağı

(örn. PI-BASAMAK [1] = 1

PI-BASAMAK [2] = 4

PI-BASAMAK [1000000] = 1)

FIBO [N] = Ninci Fibonacci sayısı

(örn. FIBO [9] = 34)

SONRASI-ASAL [N] = N'den sonraki en küçük asal sayı.

(örn. SONRASI-ASAL [33] = 37)

MÜKEMMEL [N] = Ninci "mükemmel" sayı (28 gibi, kendisi dışındaki bölenlerinin toplamı kendine eşit olan sayı: $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$)

(örn. MÜKEMMEL [2] = 28)

ASAL? [N] = Eğer N asalsa EVET, değilse HAYIR.

MÜKEMMEL? [N] = Eğer N mükemmelse EVET; değilse HAYIR.

APAÇIK? [A, B, C, N] = Eğer $A^N + B^N = C^N$ doğruysa EVET; değilse HAYIR.

(örn. APAÇIK? [3, 4, 5, 2] = EVET,

APAÇIK? [3, 4, 5, 3] = HAYIR)

PIERRE? [A, B, C] = Eğer 1'den büyük bir N değeri için $A^N + B^N = C^N$ sağlanabiliyorsa EVET, aksi takdirde HAYIR.

(örn. PIERRE? [3, 4, 5] = EVET,

PIERRE? [1, 2, 3] = HAYIR)

FERMAT? [N] = Eğer A, B, C'nin pozitif değerleri için $A^N + B^N = C^N$ sağlanırsa EVET; aksi takdirde HAYIR.

(örn. FERMAT? [2] = EVET)

TOSBAĞA-ÇİFTÇİ? [M, N] = Eğer hem M hem de M+N asalsa EVET, değilse HAYIR.

(örn. TOSBAĞA-ÇİFTÇİ? [5, 1742] = EVET,

TOSBAĞA-ÇİFTÇİ? [5, 100] = HAYIR)

TOSBAĞA? [N] = Eğer N iki asalın farkıysa EVET, değilse HAYIR.

(örn. TOSBAĞA? [1742] = EVET,

TOSBAĞA? [7] = HAYIR)

MIU-DÜZGÜN-OLUŞTURULMUŞ? [N] = Eğer MIU-dizgesinin bir dizisi olarak görüldüğünde, N düzgün oluşturulmuşsa EVET; aksi takdirde HAYIR

(örn. MIU-DÜZGÜN-OLUŞTURULMUŞ? [310] = EVET,

MIU-DÜZGÜN-OLUŞTURULMUŞ? [415] = HAYIR)

MUI-İSPAT-ÇİFTİ? [M, N] = Eğer MIU-dizgesinin dizilerinin bir ardışımı olarak görüldüğünde M, MIU-dizgesinin bir dizisi olarak görülen N'nin bir türetimiyse

EVET; aksi takdirde HAYIR.

(örn. MIU-İSPAT-ÇİFTİ? [3I3II3IIII30I, 30I] = EVET,
MIU-İSPAT-ÇİFTİ? [3III30, 30] = HAYIR)

MIU-TEOREM? [N] = Eğer bir MIU-dizgesi dizisi olarak görüldüğünde N bir teoremse EVET; değilse HAYIR.

(örn. MIU-TEOREM? [3II] = EVET,
MIU-TEOREM? [30] = HAYIR,
MIU-TEOREM? [70I] = HAYIR)

TNT-TEOREM? [N] = Eğer bir TNT-dizisi olarak görüldüğünde N bir teoremse EVET, değilse HAYIR.

(örn. TNT-TEOREM? [666III666] = EVET,
TNT-TEOREM? [I23666III666] = HAYIR,
TNT-TEOREM? [70I4] = HAYIR)

YANLIŞ? [N] = Eğer bir TNT-dizisik olarak görüldüğünde N sayı kuramının yanlış bir önermesiyle EVET; aksi takdirde HAYIR.

(örn. YANLIŞ? [666III666] = HAYIR,
YANLIŞ? [223666III666] = EVET,
YANLIŞ? [70I4] = HAYIR)

Son yedi örnek gelecekteki metamatematiksel araştırmalarımızla özellikle ilgili olduğundan onları incelemeniz son derece yararlı olacaktır.

İfade Edilebilirlik ve Temsil Edilebilirlik

BlooP hakkmdaki bazı ilginç sorularla devam etmeden ve onun akrabası FlooP'a yönelmeden önce, ilk elde BlooP'u tanıtma nedenimize geri dönelim ve onu TNT'yle bağlantılandıralim. Daha önce Gödel yönteminin bir biçimsel dizgeye uygulanabilmesi için kritik kütleye, bütün ilkel yinelgen kavramlar bu dizge içinde belirtilebilir (veya temsil edilebilir) olduğunda ulaşıldığını bildirmiştim. Tam olarak bunun anlamı nedir? Her şeyden önce temsil edilebilirlik ve ifade edilebilirlik kavramları arasında bir ayrım yapmamız gerekiyor. Bir yüklemin *ifade edilmesi*; Türkçeden* sıkı bir biçimselliğe çeviri yapma sorunudur. Bunun teoremlikle hiçbir ilgisi yoktur. Öte yandan bir yüklemin *temsil edilebilir* olması çok daha güçlü bir kavramdır. Bunun anlamı şudur:

* Kaynak metinde "İngilizce" –çn.

(1) Yüklemin bütün doğru özellemeleri teoremdir;

(2) Bütün yanlış özellemeleri teorem-olmayandır.

"Özelleme"yle bütün bağsız değişkenlerinin yerine sayıtlar koyularak üretilmiş diziyi kastediyorum. Örneğin $m + n = k$ yüklemi, rt-dizgesinde temsil edilebilir, çünkü yüklemin her bir doğru özellemesi bir teorem, her bir yanlış özellemesi ise bir teorem-olmayandır. Dolayısıyla ister doğru ister yanlış, her özgül toplama, rt-dizgesinin *karar verilebilir bir dizisine* çevrilebilir. Ama rt-dizgesi doğal sayıların başka özelliklerini –bırakın temsil edebilmeyi– ifade bile edemez. O halde 0 sayı kuramı yapan dizgelerin yarışında zayıf bir aday olarak ortaya çıkacaktır.

Şimdi TNT hemen hemen her sayı-kuramsal yüklemi *ifade edebilme* gücüne sahiptir; örneğin "b, Tosbağa özelliğine sahiptir" yüklemini ifade eden bir TNT-dizisi yazmak kolaydır. O halde ifade gücü açısından TNT tam istediğimiz dizgedir.

Bununla birlikte "Hangi özellikler TNT'de *temsil edilir*?" sorusu kesinlikle "TNT ne kadar güçlü bir ilksavlı dizgedir?" sorusudur. Bütün mümkün yüklemler TNT'de temsil edilir mi? Eğer temsil edilebilirlerse, o halde TNT sayı kuramına ilişkin her soruyu yanıtlayabilir, yani eksiksizdir.

İlkel Yinelgen Yüklemler TNT İçinde Temsil Edilebilir

Şimdi, eksiksizlik/tamlık ağzından alevler saçan bir canavar olarak ortaya çıkacak olsa da, TNT en azından *ilkel yinelgen* yüklemler bakımından eksiksizdir. Başka bir deyişle sayı kuramının, doğruluğuna veya yanlışlığına öngörülebilir bir zaman süresi içinde bir bilgisayar tarafından karar verebilen önermeleri TNT içinde de karar verilebilen önermelerdir. Ya da aynı şeyin son bir yeniden ifadesi şöyle olabilir.

Eğer doğal sayıların bir özelliği için bir BlooP sınaması yazılabiliyorsa,
o zaman bu özellik TNT'de temsil edilir.

İlkel Yinelgen Olmayan Fonksiyonlar Var mıdır?

BlooP sınamalarıyla belirlenen özellik türleri, bir sayının asal veya mükemmel, Goldbach özelliğine sahip, 2'nin bir kuvveti olup olmadığı ve bunun gibi daha birçok özellik de içinde olmak üzere geniş bir çeşitlilik gösterir. Bu durumda sayıların *her* özelliğinin uygun bir BlooP programıyla belirlenip

belirlenemeyeceğini merak etmek çılgınca bir istek olarak görülmeyebilir. Şu ana ilişkin olarak bir sayının harika olup olmadığını sınamanın hiçbir yolunun olmadığı olgusu, bizi çok da fazla rahatsız etmez, çünkü bu yalnızca harikalık hakkında fazla bir bilgimiz olmadığı ve daha fazla araştırırsak ilgili döngünün üst sınırının evrensel formülünü keşfedebileceğimiz anlamına gelebilir. O zaman harikalık için bir BlooP sınaması anında yazılabilir. Aynı yorumlar Tosbağa özelliği hakkında da yapılabilir.

Öyleyse gerçekte soru şudur: "Hesaplamaların uzunluğunun üst sınırları her zaman belirlenebilir mi – yoksa doğal sayılar dizgesinde, hesaplama uzunluğunun önceden öngörülebilmesi zaman zaman engelleyen içsel bir karışıklık mı vardır?" Çarpıcı olan ikincinin geçerli olmasıdır ve bunun nedenini göreceğiz. Bu, 2'nin karekökünün irrasyonel olduğunu ilk ispatlayan Pythagoras'ı çileden çıkaracak türde bir şeydir. Biz tanıtlamamızda, küme kuramının kurucusu George Cantor'un keşfettiği ünlü *köşegen yöntemini* kullanacağız.

B Havuzu, İndeks Sayıları ve Mavi Programlar

Tuhaf bir kavram imgeleyerek başlayalım: bütün mümkün BlooP programları havuzu. Bu havuzun –"B Havuzu"*– sonsuz bir havuz olduğunu söylemeye gerek yok. Üç ardışık süzgeçleme işlemiyle elde edilen B Havuzu'nun bir althavuzunu irdelemek istiyoruz. İlk süzgeç bizim için yalnızca *çağrı-sız* programları tutacak. Sonra bu althavuzdan yalnızca *fonksiyonlar* kalacak şekilde bütün *sınamaları* eliyoruz. (Bu arada çağrı-sız programlarda, zincirdeki *son* yordam bir bütün olarak programın bir sınama olarak mı yoksa bir fonksiyon olarak mı ele alınacağını belirler.) Üçüncü süzgeç yalnızca *tam olarak bir girdi parametresine sahip fonksiyonları* tutacaktır. (Yine zincirdeki son yordama başvurarak.) Geriye ne kalıyor?

Tam olarak bir girdi parametresine sahip fonksiyonları hesaplayan
bütün çağrı-sız BlooP programlarının eksiksiz bir havuzu.

Bu özel BlooP programlarına *Mavi Programlar* diyelim.

Şimdi yapmak istediğimiz şey her bir Mavi Programa belirli bir *indeks sayısı* atamaktır. Bu nasıl yapılabilir? En kolay yol –biz bunu kullanacağız– onları boy sırasına göre listelemektir: mümkün en kısa Mavi Program #1,

* Pool B (= B Havuzu), BlooP'daki "P"nin büyük harfle yazılmasının nedenidir –çn.

ikinci en kısa 2# vb olacak şekilde. Elbette her bir uzunluğa bağlı birçok program olacaktır. Bu bağları kırmak için alfabetik sıra kullanacağız. Burada "alfabetik sıra" deyişi geniş anlamıyla alınmalıdır; bu anlamıyla alfabe, aşağıdaki gibi, keyfi bir düzen içinde BlooP'un bütün özel karakterlerini de içerir:

A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z + x
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ⇐ = < >
( ) [ ] { } - ' ? : ; , .

– ve en son mütevazı boşluk gelir! Hep birlikte elli altı karakter. Kolaylık olsun diye 1 uzunluktaki bütün Mavi Programları 1. Oyluma, 2 karakterli programları 2. Oyluma vb koyabiliriz. İlk birkaç oylumun tamamen boş olacağını, ama sonraki oylumların (her bir oylum ancak sonlu sayıda girişe sahip olacak olsa da) gittikçe daha çok girişe sahip olacağını söylemeye gerek yok. İlk Mavi Program şu olacaktır:

```
YORDAMI TANIMLA "A" [B]:
BLOK 0: BAŞLA
BLOK 0: BİTİR.
```

Bu oldukça zevzek kıyma makinesi girdisi ne olursa olsun bir 0 değerine geri döner. Bu 56. Oylumda olur, çünkü (ardışık satırları ayıran boşluklar dahil olmak üzere gerekli boşlukların da sayılmasıyla) 56 karaktere sahiptir.

56. Oylumdan hemen sonra oylumlar aşırı derecede genişler, çünkü Mavi BlooP programları yapmak üzere simgeleri birleştirmenin milyonlarca yolu vardır. Ama hiç önemli değil – biz, bu sonsuz kataloğun basılı çıktısını almaya çalışacak değiliz. Bizim için önemli olan soyutta onun iyi-tanımlanmış olması ve dolayısıyla da her bir Mavi Bloop programının kendine özgü ve belirli bir indeks sayısına sahip olmasıdır. Temel fikir budur.

Bu yolla *k*inci Mavi Program tarafından hesaplanan fonksiyonu gösterelim:

Maviprogram {# *k*} [N]

Burada *k* programın indeks sayısıdır ve N tek girdi parametresidir. Örneğin Mavi Program # 12, girdisinin boyutunun iki katı bir değere geri dönebilir.

Maviprogram {# 12} [N] = 2 x N

Yukardaki denklemin anlamı, sol tarafta adlandırılan *programın*, bir *insanın* sağ taraftaki bayağı cebirsel ifadeyle hesaplayacağı aynı değere geri döneceği-

dir. Başka bir örnek olarak belki 5000. Mavi Program girdi parametresinin küpünü hesaplayabilir:

$$\text{Maviprogram } \{\#\ 5000\}\ [\mathsf{N}] = \mathsf{N}^3$$

Köşegen Yöntemi

Buraya kadar her şey düzgün – ama artık "kıvırma" başlasın: Cantor'un köşegen yöntemi. Mavi Programların bu kataloğunu alalım ve onu, listenin hiçbir yerinde bulunmadığı ortaya çıkacak olan (ve bu nedenle adını italik yazacağımız) bir değişkenli yeni bir fonksiyonu –*Mavidiyag* [N]– tanımlamak için kullanalım. Bu *Mavidiyag* açıkça, bir değişkenli, iyi-tanımlanmış, hesaplanabilir bir fonksiyon olacağından, BlooP'da programlanabilir olmayan fonksiyonların varolduğu sonucuna varmak zorunda kalacağız.

İşte *Mavidiyag* [N]'nin tanımı:

Denklem (1) ... $\quad$ *Mavidiyag* [N] = 1 + Maviprogram {# N} [N]

Strateji şudur: her bir kıyma makinesini kendi indeks sayısıyla besle, sonra çıktıya 1 ekle. Örnekle göstermek için *Mavidiyag* [12]'yi bulalım. Maviprogram {# 12}'nin 2N fonksiyonu olduğunu gördük; o halde *Mavidiyag* [12], 1+2x12 ya da 25 değerine sahip olmalıdır. Benzeri şekilde, *Mavidiyag* [5000], 500.000'in küpünün 1 fazlası olduğundan 125.000.000.001 değerine sahip olacaktır. Benzer biçimde, istediğiniz değişken için *Mavidiyag*'ın değerini bulabilirsiniz.

Mavidiyag [N] hakkındaki garip olan şey onun, Mavi Programların kataloğunda temsil edilmemiş olmasıdır. Bu listede temsil edilemez. Nedeni şudur: Bir Mavi Program olması için bir indeks sayısına sahip olmak zorundadır – diyelim o Mavi Program # *X*'dir. Bu varsayım yazıyla şu şekilde ifade edilebilir.

Denklem (2) ... $\quad$ *Mavidiyag* [N] = Maviprogram {# *X*} [N]

Ama denklem (1) ve denklem (2) arasında bir tutarsızlık vardır. *Mavidiyag* [*X*]'in değerini hesaplamaya çalıştığımız anda bu görünür olur, çünkü bu hesaplamayı iki denklemde de N'ye *X* değerini vererek yapabiliriz. Eğer denklem (1)'de bu yerine koyma işlemini yaparsak, şunu elde ederiz:

$$\textit{Mavidiyag}\ [X] = 1 + \text{ Maviprogram } \{\#\ X\}\ [X]$$

Ama denklem (2)'de bu yerine koyma işlemini yaparsak, şunu elde ederiz:

Mavidiyag [*X*] = Maviprogram {# *X*} [*X*]

Şimdi *Mavidiyag* [*X*], aynı zamanda bir sayıya ve onun ardılına da eşit olamaz. Ama denklemlerin söylediği şey tam da budur. Öyleyse geriye gitmek ve tutarsızlığın dayandığı varsayımı silmemiz gerekecek. Silmek için tek mümkün aday Denklem (2) tarafında ifade edilen varsayımdır: *Mavidiyag* [N]'in, bir Mavi BlooP programı olarak kodlanabilir olduğu varsayımı. Ve bu, *Mavidiyagın ilkel yinelgen fonksiyonlar alanının dışında yer aldığının* ispatıdır. Böylece Akhilleus'un güçlü, ama naif her sayı-kuramsal fonksiyon öngörülebilir sayıda adım içinde hesaplanabilir olmalıdır kavrayışını kırma amacına ulaştık.

Burada oldukça incelikli şeyler olmaktadır. Örneğin şunun üzerine kafa yorabilirsiniz: N'nin her bir *özel* değeri için *Mavidiyag* [N]'nin hesaplanmasında gerekli olan adımların sayısı öngörülebilir – ama farklı öngörü yöntemleri, *Mavidiyag* [N] hesaplamasının uzunluğunu öngörmeye yönelik *genel* bir reçete içinde birleştirilemez. Bu, Tosbağa'nın "sonsuz rastlantılar" kavramı ve de w-eksiklilik kavramıyla bağıntılı bir "sonsuz kumpas"dır. Ama bu bağıntıların izini ayrıntılı olarak sürmeyeceğiz.

Cantor'un Özgün Köşegen Uslamlaması

Neden buna *köşegen* uslamlaması deniyor? Bu terminolojinin çıkış yeri (bizimki gibi) birçok başka uslamlamanın da dayandığı Cantor'un özgün köşegen uslamlamasıdır. Cantor'un özgün uslamlamasını açıklamak bizi biraz yolumuzdan alıkoyacak, ama buna değer. Cantor da bazı işlem maddelerinin belli bir listede olmadığını gösterme konusuyla ilgileniyordu. Özel olarak Cantor'un göstermek istediği, eğer gerçek sayıların bir "dizin"i yapılmış olsaydı bazı sayıların kaçınılmaz olarak dışarda kalacağıydı – dolayısıyla aslında göstermek istediği, gerçek sayıların eksiksiz bir dizini kavramının terimlerde çelişki olduğunu göstermekti.

Bunun yalnızca sonlu boyuttaki dizinlerle değil, ama *sonsuz* boyutta dizinlerle de ilgili olduğu anlaşılmaktadır. Bu "gerçek sayıların sayısı sonsuzdur, dolayısıyla sonlu bir dizin içinde listelenemezler" önermesinden çok daha derin bir sonuçtur. Cantor'un sonucunun özü (en az) iki ayrı sonsuzluk *tipi* olduğudur: bir sonsuzluk türü, sonsuz bir dizin veya çizelge içinde kaç tane giriş olabileceğini, diğeriyse kaç tane gerçek sayı olduğunu (yani bir çizgi ya da çizgi parçası üzerinde kaç nokta olduğunu) betimler ve bu ikincisi, gerçek sayıların uzunluğunun birinci tür sonsuzlukla betimlenen bir çizelgeye sıkıştı-

rılamaması anlamında "daha büyüktür." Şimdi Cantor'un uslamlamasının sözcüğün sözlük anlamıyla köşegen kavramını nasıl kullandığını görelim.

0 ve 1 arasındaki gerçek sayıları ele alalım. Uslamlamanın amacı için, içinde her bir N pozitif sayısının 0 ve 1 arasındaki bir r (N) gerçek sayısıyla eşlendiği ve içinde her bir gerçek sayının satırın aşağısında bir yerlerde geçtiği sonsuz bir listenin *verilebildiğini* varsayalım. Gerçek sayılar sonsuz ondalıklarla verildiğinden, çizelgenin başlangıcının aşağıdaki gibi olacağını imgeleyebiliriz.

$r(1)$:	.**1**	4	1	5	9	2	6	5	3	. . . . .
$r(2)$:	.3	**3**	3	3	3	3	3	3	3	. . . . .
$r(3)$:	.7	1	**8**	2	8	1	8	2	8	. . . . .
$r(4)$:	.4	1	4	**2**	1	3	5	6	2	. . . . .
$r(5)$:	.5	0	0	0	**0**	0	0	0	0	. . . . .

Köşegen üzerindeki rakamlar koyu yazılmıştır: 1, 3, 8, 2, 0, ... Şimdi, bu köşegen rakamlarını 0 ve 1 arasında olan, ama göreceğimiz gibi, listede bulunmayan özel bir d gerçek sayısının oluşturulmasında kullanılacaktır. d'yi oluşturmak için köşegen rakamlarını sırayla alacak ve her birini başka bir rakama değiştireceksiniz. Bu rakamlar dizisinin önüne ondalık nokta eklediğinizde d'yi elde edersiniz. Elbette bir rakamı başka bir rakama değiştirmenin bir çok yolu ve bunlara karşılık olarak da bir çok farklı d vardır. Örneğin *köşegen rakamlarından 1 çıkardığımızı* (0'dan 1 çıkarıldığında 9 kalır uylaşımını kullanacak) varsayın. Bu durumda d sayımız şu olacaktır.

.0 2 7 1 9 . . .

Şimdi, onu inşa etme yolumuzdan dolayı,

d'nin 1. rakamı, $r(1)$'in 1. rakamıyla aynı değildir;
d'nin 2. rakamı $r(2)$'nin 2. rakamıyla aynı değildir;
d'nin 3. rakamı $r(3)$'ün 3. rakamıyla aynı değildir;

... ve böyle devam eder.

O halde

d, $r(1)$'den farklıdır;
d, $r(2)$'den farklıdır;
d, $r(3)$'den farklıdır;

... ve böyle devam eder.

Bir başka deyişle d listede değildir!

Bir Köşegen Uslamlaması Neyi İspatlar?

Şimdi Cantor'un ispatı ile bizim ispatımız arasındaki can alıcı farka geliyoruz – bu hangi varsayımın yapıldığı ve geçersiz kılındığıyla ilgilidir. Cantor'un uslamlamasında, zayıf varsayım böylesi bir çizelgenin çizilebileceğiydi. O halde d'nin kuruluşuyla haklılandırılan sonuç, gerçek sayıların tam bir çizelgesinin çizilemeyeceğidir – bu da tamsayılar kümesinin gerçek sayılar kümesini indekslemeye yetecek kadar büyük olmadığını söylemekle aynı anlama gelir. Öte yandan bizim ispatımızda biz Mavi BlooP programlarının dizisinin *sıralanabileceğini* biliyoruz – tamsayılar kümesi, Mavi Bloop programlarını indeksleyebilecek kadar büyüktür. Öyleyse geriye dönmek ve kullandığımız sağlam olmayan düşünceyi bulmak zorundayız. Ve bu, *Mavidiyag* [N]'nin BlooP içinde bir program tarafından hesaplanabileceği fikridir. Bu köşegen yöntemini uygulanmasında incelikli bir farktır.

Bunu –daha somut bir örnek olan– Diyalogdaki şu "Bütün Büyük Matematikçilerin Listesi"ne uygularsak belli biraz açıklığa kavuşturabiliriz. Köşegenin kendisi "Dboups"dur. Eğer istenilen köşegen – çıkarmasını yaparsak, "Cantor" elde ederiz. Şimdi iki mümkün sonuç vardır. Eğer listenin *eksiksiz* olduğu konusunda sarsılmaz bir inanca sahipseniz, o zaman Cantor'un Büyük Matematikçi olmadığı sonucuna varmalısınız, çünkü adı listedekilerin hepsinden farklıdır. Öte yandan eğer Cantor'un Büyük Matematikçi *olduğu* konusunda sarsılmaz bir inanca sahipseniz, o zaman Bütün Büyük Matematikçilerin Listesi'nin *eksik* olduğu sonucuna varmalısınız, çünkü Cantor'un adı listede yoktur" (Her iki yönde de sarsılmaz inançlara sahip olanların vay haline!" İlk durum, *Mavidiyag* [N]'nin ilkel yinelgen olmadığı ispatımıza tekabül eder; sonraki durum da Cantor'un, gerçek sayıların listesinin, eksikli olduğu ispatına tekabül eder.

Cantor'un ispatı, sözcüğün gerçek anlamıyla bir köşegen kullanır. Diğer "köşegen" ispatları, sözcüğün geometrik anlamından soyutlanmış daha genel bir kavrama dayanırlar. Köşegen yönteminin özü, bir tamsayının iki farklı şekilde kullanılması – ya da isterseniz, bir tamsayının iki farklı düzeyde kullanılması – olgusudur, bu sayede önceden belirlenmiş bir listenin dışında kalan bir işlem maddesi kurulabilir. Tamsayı önce bir düşey indeks olarak, sonra bir yatay indeks olarak iş görür. Cantor'un inşasında bu çok açıktır. Mavidiyag [N] fonksiyonuna gelince, o da bir tamsayının iki farklı düzeyde kullanılmasını gerektirir – birincisi bir Mavi Program indeks sayısı olarak, ikincisi bir girdi parametresi olarak.



Şekil 73. Georg Kantor.

Köşegen Uslamlamasının İçten İçe Yinelenebilirliği

İlk bakışta Cantor uslamlaması bütünüyle ikna edicilikten uzak görünebilir. Ondan kurtulmanın bir yolu bulunamaz mı? Belki köşegen yöntemiyle kurulmuş d sayısını listeye ekleyerek eksiksiz bir liste elde edilebilir. Eğer bu fikir üzerinde düşünürseniz, d sayısının eklenmesinin hiçbir yararı olmadığını görürsünüz, çünkü ona çizelgede özel bir yer atamanızla birlikte köşegen yöntemi yeni çizelgeye uygulanabilir ve yeni çizelgede bulunmayan yeni bir d sayısı kurulabilir. Köşegen yöntemiyle bir sayı kurma işlemini ne kadar yineleseniz ve sonra "daha eksiksiz" bir çizelge yapmak için onu listeye ekleseniz de, Cantor'un yönteminin sökülemez kancasına yakalanmaktan kurtulamazsınız. Hatta onun içten içe yayılan yinelenebilirliği de dahil olmak üzere baştan aşağı bütün hilelerini hesaba katarak Cantor'un köşegen yönteminin üstesinden gelecek bir gerçek sayılar çizelgesi kurmayı bile deneyebilirsiniz. Bu ilginç bir alıştırma olur. Ama bunun üzerine uğraşırsanız, Cantor'un "kanca"smdan kurtulmak için ne kadar debelenirseniz debelenin yine de ondan kurtulamayacağınızı göreceksiniz. Kendini "bütün gerçek sayıların çizelgesi" olarak ilan etmek bir anlamda kendi kazdığı kuyuya düşmek gibidir.

Cantor'un köşegen yönteminin yinelenebilirliği, gittikçe "hi-fi" özellikleri artan ve –en azından Yengeç'in umduğu şekliyle– daha "Mükemmel" olan Yengeç'in gramafonlarını bir bir kıran Tosbağa'nın acımasız yöntemine ben-

zer. Bu yöntem her bir gramafon için, bu gramafonun yeniden üretemeyeceği tikel bir şarkı kurmayı gerektirir. Cantor'un numarasıyla Tosbağa'nın numarasının bu tuhaf yinelenebilirlik özelliğini paylaşmaları rastlantı değildir; aslında *Kontrakrostipunktus* yerine "Cantorcrostipunctus" adı daha uygun olabilirdi. Dahası Tosbağa'nın saf Akhilleus'a incelikli olarak ima ettiği gibi, *Kontrakrostipunktus*'taki olaylar, Gödel'in Eksiklik Teoremini ispatlarken kullandığı inşanın başka bir şekilde ifade edilmesidir; buradan Gödel inşasının da çok büyük oranda bir köşegen inşası gibi olduğu çıkar. Gelecek iki bölümde bu oldukça görünür hale gelecektir.

BlooP'tan FlooP'a

Şimdiye dek BlooP dilinde yazılmış programlar aracılığıyla doğal sayıların ilkel yinelgen özelliklerinin ve ilkel yinelgen fonksiyonlarının öbeğini tanımladık. Ayrıca BlooP'un doğal sayıların sözcüklerle tanımlayabildiğimiz bütün fonksiyonlarını kavrayamadığını da gösterdik. Hatta, Cantor'un köşegen yöntemiyle, "BlooPlanabilir-olmayan" bir *Mavidiyag* [N] fonksiyonu bile kurduk. BlooP'da *Mavidiyag*'ı onun içinde temsil-edilemez kılan şey nedir? *Mavidiyag*'ı temsil edebilir hale gelmesi için BlooP nasıl geliştirilebilir?

BlooP'un tanımlayıcı özelliği döngülerinin sınırlanmış olmasıydı. Eğer döngüler üzerindeki bu gerekliliği kaldırırsak ve ("F" "free"yi [bağsız, serbest] göstermek üzere) FlooP adında ikinci bir dil icat edersek ne olur? FlooP bir yön dışında BlooP'la özdeş olacaktır: tavanlı olduğu kadar tavansız döngülere de sahibiz (ama Floop'da bir döngü-deyimi yazarken tavanın dahil edilmesinin tek nedeni sırf şıklıktır). Bu yeni döngülere MU-DÖNGÜLERİ denilecek. Bu matematiksel mantığın bir uylaşımından geliyor; bu uylaşıma göre "serbest" aramalar genellikle "μ-operatörü" (mu-operatörü) denilen bir simgeyle gösterilir. O halde Floop'daki döngü-deyimleri şunun gibi görünecektir.

```
MU-DÖNGÜ:
BLOK n: BAŞLA
.
.
.
BLOK n: BİTİR
```

Bu özellik bize FlooP'da, harikalık ve Tosbağa özelliği gibi özellikler için sınamalar – gerekli aramanın potansiyel açık-uçluluğu nedeniyle BlooP'ta nasıl programlanabileceğini bilmediğimiz sınamalar yazma olanağı tanır. Aşağı-

daki şeyleri yapan bir FlooP harikalık-sınaması yazmayı ilgili okurlara bırakıyorum:

(1) Eğer N girdisi harikaysa, program durur ve EVET yanıtını verir.
(2) Eğer N harika değilse, ama 1-4-2-1-4-2-1 ...'den başka bir kapalı çevrime neden oluyorsa program durur ve HAYIR yanıtını verir.
(3) Eğer N harika değilse ve bir "bitimsizce yükselen dizi"ye neden oluyorsa, program hiçbir zaman durmaz. Bu FlooP'un yanıt vermeyerek yanıt verme tarzıdır. FlooP'un yanıt-vermemesi Jōshū'nun yanıt-vermemesi "MU" ile garip bir benzerlik gösterir.

3. durumdaki ironi, ÇIKTI'nın daima HAYIR değerine sahip olması, ama bunun, program hâlâ çalışmaya devam ediyor olduğundan erişilemez olmasıdır. Bu sorunlu üçüncü alternatif serbest döngüler yazma hakkı karşılığında ödediğimiz bedeldir. MU-DÖNGÜ seçeneğini içeren bütün FlooP programlarında, sonlanmama daima kuramsal bir alternatif olacaktır. Elbette bütün mümkün girdi değerleri için fiili olarak sonlanan birçok FlooP programları olacaktır. Örneğin daha önce andığım gibi, harikalık üzerine çalışmış birçok kişi, yukarıda önerilene benzer bir FlooP programının daima duracağı ve dahası her seferinde EVET yanıtı vereceği inancındadır.

Sonlanan ve Sonlanmayan FlooP Programları

FlooP yordamlarını iki sınıfa ayırabilmek son derece istenilir bir şey olarak görünmektedir: *sonlandırıcılar* ve *sonlandırıcı olmayanlar*. Bir *sonlandırıcı*, döngülerinin "MU-luk"una karşın, girdisi ne olursa olsun sonunda duracaktır. Bir sonlandırıcı-olmayan ise *en az bir* girdi seçimi için hiç durmadan sürecektir. Eğer bir FlooP programının karmaşık bir denetleme aracılığıyla hangi sınıfa ait olduğunu daima söyleyebilir olsaydık bunun (kısaca göreceğimiz gibi) oldukça kayda değer yansımaları olurdu. Sınıf-denetleme işleminin kendisinin de sonlanan bir işlem olmak zorunda olduğunu söylemeye gerek yok – aksi takdirde hiçbir getirisi olmazdı!

Turing Hilesi

Bu insanın usuna denetlemeyi bir BlooP yordamına yaptırma fikrini getiriyor. Ama BlooP yordamları yalnızca sayısal girdi kabul eder, programları kabul etmezler! Buna karşılık programları sayılar şeklinde kodlayarak ... bu-

nun üstesinden gelebiliriz! Bu kurnaz hile, birçok tezahüründen bir diğeri içindeki Gödel-sayılaştırmasıdır. FlooP alfabesinin elli-altı karakterini sırasıyla 901, 902, ..., 956 "kodonlar"ıyla eşleyelim. Böylece her bir FlooP programı oldukça uzun bir Gödel sayısına sahip olacaktır. Örneğin en kısa BlooP fonksiyonu (aynı zamanda sonlanan bir FlooP programıdır)–

```
YORDAMI TANIMLA "A" [B]:
BLOK 0: BAŞLA
BLOK 0: BİTİR.
```

– aşağıda kısmen gösterilen Gödel sayısını alacaktır:

```
926.915.918.904.901.913.909 . . . . . 902.909.920.909.918.955
  Y  O  R  D  A  M  I          B  İ  T  İ  R  .
```

Şimdi tasarımız eğer girdi sayısı sonlanan bir FlooP programını kodluyorsa EVET, kodlamıyorsa HAYIR diyen SONLANDIRICI? adında bir BlooP sınaması yazmaktır. Bu şekilde görevi bir makineye devredebilir ve başarıyla sonlandırıcıları sonlandırıcı-olmayanlardan ayırt edebiliriz. Ama Alan Turing tarafından sunulan yaratıcı bir uslamlama, hiçbir Bloop programının bu ayrımı yanılmadan yapamayacağını gösterir. Buradaki incelikli nokta fiili olarak Gödel'in hilesiyle aynıdır ve dolayısıyla Cantor'un köşegen yönteminde tertiplediği düzenle yakından bağıntılıdır. Burada bu konuya girmeyeceğiz – ana fikrin sonlanma sınayıcısını *kendi* Gödel sayısıyla beslemek olduğunu söylemek yeterli. Bununla birlikte bu o kadar basit değildir, çünkü bir anlamda kendi içinde bütün bir tümceyi alıntılamaya çalışmaya benzer. Alıntıyı alıntılamak zorunda kalırsınız ve bu böyle devam eder; sonsuz bir gerilemeye yol açar gibi görünür. Buna karşın Turing bir programı kendi Gödel sayısıyla beslemenin yolunu bulmuştur. Farklı bir bağlam içinde aynı problemin bir çözümü gelecek bölümde sunulacak. Şimdiki bölümde aynı hedefe, yani bir sonlanma sınayıcısının olanaksız olduğunu ispatlama hedefine ulaşmak için farklı bir yol izleyeceğiz. Turing yaklaşımının sade ve basit bir sunumu arayan okurlara Kaynakça'da anılan Hoare ve Allison'un makalesini öneririm.

Sonlanma Sınayıcısı Büyücül Olurdu

Kavramı yok etmeden önce bir sonlanma sınayıcısına sahip olmanın neden olağanüstü bir şey olacağını açıklayalım. Bu anlamda bu, tek bir FlooP vu-

ruşuyla sayı kuramının bütün problemlerini çözebilen sihirli bir çatal çubuğa sahip olmaya benzer. Örneğin Goldbach sanısının doğru bir sanı olup olmadığını öğrenmek istediğimizi varsayın. Yani bütün sayılar Tosbağa özelliğine sahip midir? Girdisinin Tosbağa özelliğine sahip olup olmadığını denetleyen TOSBAĞA? adında bir FlooP sınaması yazarak başlardık. Bu yordamın kusuru – yani Tosbağa özelliğinin mevcut değilse sonlanmaması – burada bir erdeme dönüşür! Çünkü artık sonlanma smayıcısını TOSBAĞA? yordamı üzerinde işletiyoruz. Eğer EVET derse, bu TOSBAĞA?'nm girdisinin bütün değerleri için sonlanacağı anlamına gelir – bir başka deyişle bütün sayılar Tosbağa özelliğine sahiptir. Eğer HAYIR derse, o zaman Akhilleus özelliğine sahip bir sayı vardır. İroni, fiili olarak TOSBAĞA? programını hiç kullanmamamızdır – onu yalnızca denetleriz!

Sayı kuramı içindeki herhangi bir problemi onu bir program içine kodlayarak ve sonra bir sonlanma smayıcısını program üzerinde çalıştırarak çözme fikri, bir kōanın hakikiliğini, onu katlanmış bir iplik içine kodlayarak ve sonra iplikteki Buda-doğasına ilişkin bir denetlemeyi yürütmeye koyarak sınama fikrine benzer. Akhilleus'un önerdiği gibi, belki de istenilen bilgi bir temsilde diğerine göre "yüzeye daha yakın"dır.

F Havuzu, İndeks Sayıları ve Yeşil Programlar

Bu kadar gündüz düşü yeter. Sonlanma sınayıcısının olanaksız olduğunu nasıl ispatlayabiliriz? Onun olanaksızlığına dair uslamlamamız, aynı BlooP'a yaptığımız gibi, köşegen uslamlamasını FlooP'a uygulamaya çalışmak üzerine kurulacak. Bu iki durum arasında incelikli ve önemli farklar olduğunu göreceğiz.

BlooP'da yaptığımız gibi, bütün FlooP programlarının havuzunu imgeleyin. Buna "F Havuzu"* diyelim. Sonra aynı üç süzgeçleme işlemini F Havuzu'na uygulayın, böylece sonunda şunu elde edeceksiniz:

> Tamamıyla bir girdi parametreli fonksiyonları hesaplayan bütün çağrı-sız FlooP programlarının eksiksiz bir havuzu.

Bu özel FlooP-programlarına *Yeşil Programlar* diyelim (çünkü sonsuza dek devam edebilirler.)

İmdi aynı bütün Mavi Programlara indeks sayıları atamamız gibi Yeşil

* F Pool (= F Havuzu) FlooP'daki P nin büyük harfle yazılmasının nedenidir –çn.

Programlara da onları alfabetik sırayla düzenlenmiş, her bir oylumu sabit bir uzunluktaki bütün Yeşil Programları içeren bir katalog içinde sıralayarak indeks sayıları atıyoruz.

Buraya kadar BlooP'tan FlooP'a dümdüz bir aktarım yaptık. Şimdi son kısmı da aktarıp aktaramayacağımız görelim: köşegen hilesi. Bir köşegen fonksiyonu tanımlamaya çalışsak ne olur?

Yeşildiyag [N] = 1+ Yeşilprogram {# N} [N]

Birden bire bir pürüz ortaya çıkar: bu *Yeşildiyag* [N] fonksiyonu, bütün girdi N değerleri için iyi-tanımlanmış bir çıktı değerine sahip olmayabilir. Bunun nedeni, F Havuz'undan sonlanıcı-olmayan programları süzmemiz ve dolayısıyla N'nin bütün değerleri için *Yeşildiyag* [N]'yi hesaplayabileceğimize ilişkin hiçbir garantiye sahip olmamamızdır. Bazen hiçbir zaman sonlanmayan hesaplamalar girebiliriz. Ve köşegen uslamlaması böylesi bir durumda uygulanamaz, çünkü o, bütün mümkün girdiler için bir değere sahip olan bir köşegen fonksiyonuna dayanır.

Sonlanma Sınayıcısı Bize Kırmızı Programları Verir

Buna çare olarak, eğer varsa, bir sonlanma sınayıcısı kullanmamız gerekir. Öyleyse kasıtlı olarak böyle bir sınayıcının varolduğu şeklinde gevşek bir varsayımda bulunalım ve onu dördüncü süzgecimiz olarak kullanalım. Bütün sonlanıcı-ohnayanları bir bir eleyerek Yeşil Programların listesinden aşağı doğru indiğimizde, sonunda elimizde şu kalır:

> Tamamıyla bir girdi parametresine sahip ve bütün girdi değerleri için *sonlanan* fonksiyonları hesaplayan bütün çağrı-sız FlooP programlarının eksiksiz bir havuzu.

Bu özel FlooP programlarına *Kırmızı Programlar* diyelim (çünkü onların hepsi durmak zorundadır). Şimdi, köşegen uslamlaması ilerleyebilir. Şimdi

Kırmızıdiyag [N] = 1+ Kırmızıprogram {# N} [N]

tanımını yapıyor ve *Mavidiyag*'la tam bir koşutluk içinde, *Kırmızıdiyag* [N]'nin, Kırmızı Programların kataloğu içinde bulunmayan iyi-tanımlanmış, bir değişkenli, hesaplanabilir bir fonksiyon olduğu ve dolayısıyla güçlü FlooP dilinde bile hesaplanabilir olmadığı sonucuna ulaşmak zorunda kalıyoruz. Belki de GlooP'a doğru yol alma zamanı?

GlooP . . .

Evet ama GlooP ne? Eğer FlooP zincirleri çözülmüş BlooP sa o zaman GlooP da zincirleri çözülmüş FlooP olmalıdır. Ama zincirleri nasıl iki kez çözebilirsiniz? Gücü FlooP'un gücünü aşan bir dil nasıl kurabilirsiniz? *Kırmızıdiyag* da, değerlerinin nasıl hesaplanacağı biz insanlarca bilinen –bunu yapma yöntemi okuduğumuz dilde belirtik olarak betimlendi– ama görünürde FlooP dilinde programlanamayan bir fonksiyon bulduk. Bu ciddi bir ikilemdir, çünkü şimdiye dek hiç kimse FlooP'dan daha güçlü bir bilgisayar dili bulmuş değil.

Bilgisayar dillerinin gücüne ilişkin dikkatli araştırmalar yapılmıştır. Bunu bizim de yapmamıza gerek yok; bu araştırmaların sonunda, hepsinin Floopla tamamıyla aynı ifade gücüne sahip olduğu ispatlanabilen geniş bir bilgisayar dilleri sınıfının bulunduğunu bildirelim; bu şu anlama gelir: bu dillerin herhangi birinde programlanana herhangi bir hesaplama, onların hepsinde programlanabilir. Garip olan şey, bir bilgisayar dili tasarımlamak için yapılan her anlamlı girişimin bu sınıfın bir üyesinin yaratılmasıyla son bulmasıdır – yani FlooP'un gücüne eşit güçte bir dilin yaratılmasıyla. Bu sınıfta yer alanlardan daha zayıf olan oldukça ilginç bir bilgisayar dili icat etmek büyük çaba ister. Elbette BlooP zayıf bir dil örneğidir, ama kuraldan çok bir istisnadır. Ana nokta algoritmik diller icat etmeye başlamanın son derece doğal yollarının varolmasıdır; ve sonuçta farklı insanların birbirinden bağımsız yolları izleyerek genellikle, tek farkları gücü değil de biçemleri olan eşdeğerli diller yaratmasıdır.

. . . bir Mittir

Aslında hesaplamaların betimlenmesi için FlooP'a eşdeğer olan dillerden daha güçlü bir dilin olamayacağı yaygın bir inançtır. Bu hipotez, 1930 larda, birbirlerinden bağımsız olarak iki kişi tarafından formüle edilmiştir: Alan Turing –hakkında daha sonra çok şey söyleyeceğiz– ve bu yüzyılın seçkin mantıkçılarından biri olan Alonzo Church. Bu nedenle buna *Church-Turing Tezi* denir. Eğer CT-Tezini kabul edersek, "GlooP"un bir mit olduğu sonucuna varmak zorundayız – FlooP içinde kaldırılacak hiçbir kısıtlama yoktur, Bloop'da yaptığımız gibi, "zincirlerinden kurtararak" onun gücünü artırmanın bir yolu yoktur.

Bu bizi, *insanlar* N'in her değeri için *Kırmızıdiyag* [N]'yi hesaplayabilir, ama bunu yapacak bir *bilgisayar* programlama yolu yoktur, kesinlemesinde

bulunmak gibi rahatsız edici bir konumda bırakıyor. Eğer bu yapılabilseydi, FlooP içinde yapılabilirdi – ve kuruluşu gereği FlooP'da yapılamaz. Bu sonuç, dayandığı temelleri dikkatlice sorgulamamıza neden olacak kadar tuhaftır. Ve bunlardan biri, anımsayacaksınız, sonlanmayan FlooP programlarından sonlananları söyleyebilen bir karar verme yordamının varolduğu şeklindeki zayıf varsayımımızdır. Böylesi bir karar yordamı fikri, onun varlığının sayı kuramının bütün problemlerinin birbiçimli bir şekilde çözülmesini sağlayacağını gördüğümüzde zaten kuşkulu görünmüştü. Şimdi, her sonlanma-sınamasının bir mit olduğuna inanmak için çifte nedene sahibiz. – FlooP programlarını bir merkezkaç makinesine koyarak sonlandırıcıları sonlandırıcı-olmayanlardan ayırmanın yolu yoktur.

Kuşkucular bunun böylesi bir sonlandırma sınamasının varolmadığının sağlam bir ispatına hiç benzemediğini öne sürebilirler. Bu geçerli bir itirazdır; bununla birlikte Turing yaklaşımı, bütün FlooP programları üzerinde bir sonlanma sınaması yapabilecek FlooP sınıfında bir dilde hiçbir bilgisayar programı yazılamayacağını daha sağlam olarak ispatlar.

Church-Turing Tezi

Church-Turing Tezine kısaca dönelim. Ondan –ve çeşitlemelerinden– XVII. Bölümde oldukça ayrıntılı olarak söz edeceğiz; şimdilik onu birkaç versiyonu içinde belirtmek ve değeri ve anlamına ilişkin tartışmayı ilgili bölüme kadar ertelemek bizim için yeterli olacak. İşte CT-Tezini ortaya koymanın üç bağıntılı yolu:

(1) İnsanca-hesaplanabilir olan makinece-hesaplanabilir.
(2) Makinece-hesaplanabilir olan FlooPca-hesaplanabilir.
(3) İnsanca-hesaplanabilir olan FlooPca-hesaplanabilir.
(yani genel veya kısmi yinelgen).

Terminoloji: Genel ve Kısmi Yinelgen

Bu bölümde sayı kuramının bazı kavramları ve onların hesaplanabilir fonksiyonlar kuramıyla bağıntılarına ilişkin oldukça geniş bir tarama yaptık. Bilgisayar bilimi ve modern matematiğin bu ilginç karışımı çok geniş ve gelişen bir alandır. Bu bölümü, ilgilendiğimiz kavramlara dair standart terminolojiyi tanıtmadan sonuçlandıramayız.

Daha önce andığım gibi, "BlooPca-hesaplanabilir" "ilkel yinelgen"le eşan-

lamlıdır. FlooPca-hesaplanabilir fonksiyonlar ise iki bölüme ayrılabilir: (1) *sonlanan* FlooP programlarıyla hesaplanabilir olanlar; bunlara *genel yinelgen* denir; ve (2) yalnızca *sonlanmayan* FlooP programlarıyla hesaplanabilir olanlar; bunlara *kısmi yinelgen* denir. (Benzeri durumlar yüklemlere de uygulanabilir.) İnsanlar "genel yinelgen"i kastettiklerinde genellikle yalnızca "yinelgen" derler.

TNT'nin Gücü

İlginç olan şudur: TNT öylesine güçlüdür ki, içinde yalnızca bütün ilkel yinelgen yüklemler değil, ama ayrıca bütün genel yinelgen yüklemler de temsil edilir. Bu iki olguyu da ispatlamayacağız, çünkü bu ispatlar, TNT'nin eksikli olduğunu gösterme amacımız açısından gereksizdir. Eğer TNT bazı ilkel veya genel yinelgen yüklemleri temsil edemeseydi, o zaman *ilginç-olmayan* bir tarzda eksikli olurdu – böylece biz de onları temsil edebildiğini varsayabilir ve sonra onun ilginç bir tarzda eksikli olduğunu gösterebiliriz.

G'nin Dizisi Üstüne Hava

Tosbağa ve Akhilleus bir yulaf ezmesi fabrikasını gezmeyi henüz bitirdiler.

Akhilleus: Konuyu değiştirmemin bir sakıncası yok, değil mi?

Tosbağa: Lafı mı olur.

Akhilleus: Pekâlâ. Birkaç gün önce beni arayan bir telefon sapığıyla ilgili.

Tosbağa: İlginç görünüyor.

Akhilleus: Evet. şey– sorun arayanın abuk sabuk konuşmasıydı, en azından bunu söyleyebilirim. Bağırarak bir şey söyledi sonra da telefonu kapadı – daha doğrusu, şimdi yeniden düşündüm de, bir şey söyledi, yine söyledi, sonra kapadı.

Tosbağa: Ne dediğini anladın mı?

Akhilleus: Bütün konuşma şöyleydi:

Ben: Alo?

Arayan (çılgınca bağırarak): Kendi alıntısı tarafından öncelendiği zaman yanlış çıkar! Kendi alıntısı tarafından öncelendiği zaman yanlış çıkar!

(Çat.)

Tosbağa: Bir telefon sapığının birine söyleyebileceği en sıradışı şey.

Akhilleus: Kesinlikle beni çarpan da bu.

Tosbağa: Belki de görünürdeki bu çılgınlığın altında bir anlam vardır.

Akhilleus: Belki de.

(Üç katlı, büyüleyici taş evlerle çevrelenmiş geniş bir avluya girerler. Ortasında bir palmiye ve bir kenarında da bir kule vardır. Kulenin yanındaki merdivenlerde oturan bir oğlan penceredeki genç bir kadınla konuşmaktadır.)

Tosbağa: Beni nereye götürüyorsun Akhilleus?

Akhilleus: Bu kulenin tepesinden güzel bir manzara göstermek istiyorum sana.

Tosbağa: Ah, ne hoş.

(Onları merakla izleyen çocuğun yanma gelirler, sonra çocuk genç kadına bir şey söyler – ikisi birden kıkırdar. Akhilleus ve Bay T oğlanın merdivenine çıkmak yerine sola dönerler ve küçük tahta bir kapıya giden merdivenleri inerler.)

Akhilleus: Buradan doğruca içeri gireriz. Peşimden gel.



Şekil 74. *Yukarı ve Aşağı*, M. C. Escher (taşbaskı, 1947).

(Akhilleus kapıyı açar. Girerler ve kulenin içindeki dik, sarmal merdivenleri tırmanmaya başlarlar.)

Tosbağa (Hafifçe soluyarak): Ben bu tür egzersizlere pek uygun değilim Akhilleus. Daha ne kadar gideceğiz?

Akhilleus: Birkaç basamak daha ... ama bir fikrim var. Bu merdivenlerin üst tarafında yürümek yerine neden alt tarafında yürümüyorsun?

Tosbağa: BUNU nasıl yaparım?

Akhilleus: Sadece sıkıca tutun ve dönerek alta doğru kay – sana yetecek kadar yer var. Merdivenlerin yukarıdan olduğu kadar aşağıdan da anlamlı olduğunu bulacaksın...

Tosbağa (yavaşça yerini değiştirerek): Doğru yapıyor muyum?

Akhilleus: Becerdin!

Tosbağa (sesi hafifçe boğularak): Bak – bu küçük manevra aklımı karıştırdı. Şimdi yukarı mı aşağı mı yönelmeliyim?

Akhilleus: Daha öncekiyle aynı yönde gitmeye devam et. Senin tarafındaki merdivende bu AŞAĞI gitmek demek, benim tarafımdakindeyse YUKARI demek.

Tosbağa: Şimdi bana aşağı giderek kulenin tepesine çıkabileceğimi söylemeyeceksin, değil mi?

Akhilleus: Bilmiyorum, ama işe yarıyor...

(Böylece A daima bir yanda olmak üzere ve T öteki yanda ona eşlik ederek eşzamanlı sarmallar çizmeye başlarlar. Çok geçmeden merdivenlerin sonuna varırlar.)

Şimdi manevranı tersine çevir Bay T. Dur da seni yukarı çekeyim.

(Kolunu Tosbağa'ya uzatır ve onu merdivenlerin diğer yanına çeker.)

Tosbağa: Sağol. Sayende yukarı geri dönmek biraz daha kolay oldu.

(Ve çatıdan kasabaya bakarlar.)

Ne güzel manzara Akhilleus. Beni yukarı çıkarmana sevindim – ya da daha doğrusu AŞAĞI indirmene.

Akhilleus: Hoşuna gideceğini biliyordum.

Tosbağa: Şu tatsız telefon konuşmasını düşünüyordum. Sanırım şimdi bunu biraz daha iyi anladım.

Akhilleus: Sahi mi? Bana da söyler misin?

Tosbağa: Memnuniyetle. Sende de, bende olduğu gibi, "kendi alıntısı tarafından öncelenme" sözünde hafifçe unutulmasını zorlaştıran bir özelliği oldu-

ğu duygusu var mı?

Akhilleus: Evet, hafiften – fazlasıyla hafiften.

Tosbağa: Kendi alıntısı tarafından öncelenen bir şey hayal edebilir misin?

Akhilleus: Sanırım kendi sözlerinin asılı olduğu bir ziyafet salonuna giren Başkan Mao imgesini canlandırabilirim. Burada Başkan Mao kendi alıntısı tarafından öncelenmektedir.

Tosbağa: Çok yaratıcı bir örnek. Ama "önceleme" sözcüğünü bir ziyafet odasının incelikli girişlerinden çok basılı bir kâğıt üzerindeki öncelemeyle sınırladığımızı varsay.

Akhilleus: Peki. Ama burada "alıntılama"yla tam olarak neyi kastediyorsun?

Tosbağa: Bir sözcük ya da sözcük öbeğini tartıştığın zaman onu uylaşımsal olarak tırnak içine alırsın. Örneğin ben şöyle diyebilirim,

"Filozof" sözcüğünde beş harf vardır.

Burada yaşayan bir filozoftan çok "filozof" SÖZCÜĞÜ hakkında konuştuğumu göstermek için "filozof"u tırnak içine alıyorum. Buna KULLANMA-ANMA ayrımı denir.

Akhilleus: Ya?

Tosbağa: Dur da açıklayayım. Sana şöyle dediğimi varsay,

Filozoflar çok para kazanır.

Burada sözcüğü senin zihninde tıka basa dolu para çantalarıyla gözleri parlayan bir bilge imgesi yaratmak için KULLANIYORUM. Ama ben bu sözcüğü –ya da herhangi bir sözcüğü– tırnak içine aldığım zaman onun anlamını ve yananlamlarını çıkarmış ve yalnızca kâğıt üstünde bazı işaretler ya da sesler bırakmış olurum. Buna "ANMA" denir. Sözcüğün tipografik yönlerinden başka bir şeyin önemi yoktur – taşıyabileceği anlam yoksayılır.

Akhilleus: Bana bir kemanın sineklik olarak kullanılmasını anımsattı. Yoksa "anılmasını" mı demeliydim? Kemanın sağlamlığından başka bir şeyin önemi yok – taşıyabileceği anlam ya da işlev yok sayılıyor. Bu arada sanırım sinek de bu biçimde ele alınıyordur.

Tosbağa: Bunlar biraz sıradışı olsalar da, kullanma-anma farkının anlamlı genişlemeleri. Ama şimdi senden kendi alıntısı tarafından öncelenen bir şey düşünmeni istiyorum.

Akhilleus: Pekâlâ. Şu doğru olabilir mi?

"HURRA" HURRA

Tosbağa: Güzel. Bir daha dene.

Akhilleus: Peki.

" 'PLOF' BİLDİĞİM KADARIYLA BİR KİTAP ADI DEĞİLDİR"
'PLOF' BİLDİĞİM KADARIYLA BİR KİTAP ADI DEĞİLDİR.

Tosbağa: Şimdi bu örnek 'Plof'un atılmasıyla çok ilginç bir örneğe dönüşebilir.

Akhilleus: Gerçekten mi? Bakayım ne demek istiyorsun. Şöyle olur

"BİLDİĞİM KADARIYLA BİR KİTAP ADI DEĞİLDİR"
BİLDİĞİM KADARIYLA BİR KİTAP ADI DEĞİLDİR.

Tosbağa: Bak, bir tümce kurdun.

Akhilleus: Evet, öyle yaptım. Bu "bildiğim kadarıyla bir kitap adı değildir" deyimi hakkında bir tümce ve de aptalca.

Tosbağa: Niye aptalca?

Akhilleus: Çünkü çok anlamsız. İşte senin için bir tane daha:

"ADAM OLACAK" ADAM OLACAK.

Şimdi bunun anlamı ne? Gerçekten de ne aptalca bir oyun.

Tosbağa: Bence öyle değil. Bana göre çok ciddi bir şey. Aslında bir söz öbeğinin kendi alıntısı tarafından öncelenmesi işlemi öyle önemli ki, sanırım buna bir ad vereceğim.

Akhilleus: Sahi mi? Bu aptalca işlemi hangi adla onurlandıracaksın?

Tosbağa: Ona şey diyeceğim, "bir deyimi quinelamak," bir deyimi quinelamak anlamında.

Akhilleus: "Quine" mı? Ne biçim sözcük bu?

Tosbağa: Yanılmıyorsam beş harfli bir sözcük.

Akhilleus: Ben neden tam bu beş harfi tam bu sıra içinde seçtiğini sormuştum.

Tosbağa: Ah, "Ne biçim sözcük bu?" sorusuyla ne kastettiğini şimdi anladım. Yanıtı işlemi icat eden filozofun adı "Willard Van Orman Quine" olmasıdır, onun şerefine bu adı verdim. Ama daha fazla açıklama yapamam. Adında neden özellikle bu beş harf var –neden bu sıra içinde olduklarını bir yana bırak– yanıtlamaya hazır olmadığım bir soru. Bununla birlikte devam edip –

Akhilleus: Lütfen uzatma! Quine'nin adıyla ilgili her şeyi bilmeye hiç de hevesli değilim. Her neyse, şimdi bir deyimin nasıl quinelandığını biliyorum. Çok eğlenceli. İşte quinelanmış bir deyim:

"BİR TÜMCE PARÇASI" BİR TÜMCE PARÇASIDIR.

Aptalca, ama yine de hoşuma gitti. Bir tümce parçası al, quinela, al sana bir tümce! Bu durumda doğru bir tümce.

Tosbağa: Ya "tebaasız bir kral" deyişi nasıl olur?

Akhilleus: Tebaasız bir kral–

Tosbağa: –aykırı bir şey elbette. Konudan uzaklaşma. Önce quinelar, sonra krallar!

Akhilleus: Bu deyimi quinelayacağım. Tamam –

"ÖZNESİZ BİR KRAL" ÖZNESİZ BİR KRALDIR.

"Kral" yerine "tümce"* dense daha anlamlı olur gibi geliyor bana. Ah, neyse. Bir başka örnek ver!

Tosbağa: Tamam – bir tane daha. Şunu dene:

"QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR"

Akhilleus: Bu kolay olmalı... Quinelanması şunu verir:

"QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR" QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR.

Hmm... Burada bir tuhaflık var. Ah, ne olduğunu anladım! Tümce kendi hakkında konuşuyor! Sen de gördün mü?

Tosbağa: Ne demek istiyorsun? Tümceler konuşamazlar.

Akhilleus: Hayır, ama nesnelere GÖNDERİRLER –ve bu doğrudan– kuşkusuz bir biçimde –açıkça– kendi olduğu tümceye gönderimde bulunuyor! Şöyle bir dönüp quinelamanın ne olduğunu anımsa.

Tosbağa: Kendi hakkında bir şey söylediğini görmüyorum. Nerede "ben" ya da "bu tümce" benzeri bir şey geçiyor?

Akhilleus: Bilerek kalın kafalıyı oynuyorsun. Bunun güzelliği şurada yatıyor: ortaya çıkmadan ve öyle olduğunu söylemeden kendi hakkında konuşuyor!

Tosbağa: Benim gibi basit bir herife bunu ayrıntılarıyla açıklayabilir miydin?

---

* *Subject* hem "özne" hem de "tebaa" anlamındadır –çn.

Akhilleus: Ah, Kuşkucu Tosbağa... Pekâlâ, bakalım... içinde boşluk olan bir tümce kurduğumu varsayalım – buna "P Tümcesi" diyeceğim.

Tosbağa: Ne gibi bir şey?

Akhilleus: Şöyle bir şey...

"——— ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR."

şimdi P Tümcesinin konusu boşluğu nasıl doldurduğuna bağlıdır. Ama boşluğu nasıl dolduracağını bir kez seçince konu belirlenmiştir: bu boşluğu QUINELAYARAK elde ettiğin deyimdir. Bir quinelama edimiyle üretildiğinden buna "Q Tümcesi" diyelim.

Tosbağa: Bu anlamlı. Boşluktaki deyim "eski hardal kavanozlarının üstüne taze tutulmaları yazılmış" ise o zaman Q tümcesi şöyle olmalıdır

"ESKİ HARDAL KAVANOZLARININ ÜSTÜNE TAZE TUTULMALARI YAZILMIŞ"
ESKİ HARDAL KAVANOZLARININ ÜSTÜNE TAZE TUTULMALARI YAZILMIŞTIR.

Akhilleus: Doğru ve P Tümcesi (geçerli olup olmadığım her ne kadar bilmiyorsam da) Q Tümcesinin Tosbağa'nın aşk şarkısı olduğunu iddia eder. P Tümcesi burada kendi hakkında değil, ama daha çok Q Tümcesi hakkında konuşuyor. Bunda hemfikir miyiz?

Tosbağa: Tamamıyla, hemfikiriz – çok da güzel bir şarkı.

Akhilleus: Ama şimdi ben boşluk için farklı bir seçim yapıyorum, şöyle:

"QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR."

Tosbağa: Ah, tanrım, burada işleri biraz karıştırdın. Umarım bütün bunlar benim mütevazi aklıma fazlasıyla entellektüel gelmez.

Akhilleus: Ah, merak etme – kesinlikle anlarsın. Bu seçimle Q Tümcesi şöyle olur...

"QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR."
QUINELANDIĞI ZAMAN TOSBAĞA'NIN AŞK ŞARKISIYLA SONUÇLANIR.

Tosbağa: Ah, seni gidi düzenbaz savaşçı eskisi seni, anladım. şimdi Q Tümcesi P Tümcesiyle aynı oldu.

Akhilleus: Ve Q Tümcesi daima P Tümcesinin konusu olduğundan, bir döngü vardır böylece şimdi P kendine işaret eder. Ama görüyorsun ya kendine-gönderme bir kaza sonucu. Genellikle Q ve P Tümceleri birbirinden tamamıyla farklıdır; ama P Tümcesindeki boşluğu doğru bir seçimle doldurduğunda, quinelama senin için bu sihirli numarayı yapacaktır.

Tosbağa: Ah, ne akıllıca. Acaba ben bunu niye hiç düşünmedim. şimdi söyle bana: aşağıdaki tümce kendine-göndergeli mi?

"BEŞ AYRI SÖZCÜKTEN MEYDANA GELMİŞTİR"
BEŞ AYRI SÖZCÜKTEN MEYDANA GELMİŞTİR.

Akhilleus: Hmm... Bir şey diyemem. Senin verdiğin tümce gerçekte kendi hakkında değil, ama daha çok "beş ayrı sözcükten meydana gelmiştir" deyimi hakkında. Elbette bu deyim tümcenin PARÇAsı olsa da...

Tosbağa: Öyleyse tümce kendinin bir parçasına gönderiyor, ee?

Akhilleus: Şey, bu da kendine-gönderme olarak nitelenemez mi?

Tosbağa: Bana göre, gerçek kendine-göndermeden hâlâ çok uzak. Ama bu hileli konularla canını fazla sıkma. Gelecekte bunları düşünecek bol zamanın olacak.

Akhilleus: Öyle mi?

Tosbağa: Tabii ki öyle. Ama şimdilik, niye "kendi alıntısı tarafından öncelendiği zaman yanlış çıkar," deyimini quinelamayı denemiyorsun?

Akhilleus: Ne demek istediğini anladım – şu malum telefon sapığı. Bunun quinelanması aşağıdaki sonucu verir:

"KENDİ ALINTISI TARAFINDAN ÖNCELENDİĞİNDE YANLIŞ ÇIKAR."
KENDİ ALINTISI TARAFINDAN ÖNCELENDİĞİNDE YANLIŞ ÇIKAR.

Arayanın da söylediği buydu! Yalnızca konuşurken tırnak işaretlerinin nerede olduğunu anlayamadım. Bu kesinlikle sapık bir söylem! Böyle şeyler söyleyen insanlar hapse atılmalı!

Tosbağa: Niye Tanrı aşkına?

Akhilleus: Beni çok rahatsız ediyor. Öteki örneklerin tersine, doğru mu yanlış mı anlayamıyorum. Ve üstünde ne kadar düşünürsem o kadar batıyorum. Başımı döndürüyor. Acaba ne tür bir çılgın zihin bunu ortaya çıkardı da gecenin bir yarısı masum insanlara bununla işkence ediyor?

Tosbağa: Ben de merak ediyorum... Artık aşağı inelim mi?

Akhilleus: İnmemiz gerekmiyor – zaten alt kattayız. Gel, içeri girelim de gör. *(Kulenin içine girerler ve küçük tahta bir kapıyla karşılaşırlar.)* Buradan çıkabiliriz. Beni izle.

Tosbağa: Emin misin? Üç kat aşağı düşüp kabuğumu kırmak istemiyorum.

Akhilleus: Hiç seni kandırır mıyım?

(Ve kapıyı açar. Önlerinde, tüm görünümüyle, aynı oğlan aynı genç kadınla konuşmaktadır. Akhilleus ve Bay T tıpkı kuleye girmek için aşağı

indikleri merdivenlere benzeyen merdivenlerden yukarı çıkarlar ve kendilerini tıpkı ilk girdikleri avluya benzeyen bir avluda bulurlar.)

Sağol Bay T, sapık telefon konuşmasını açıklığa kavuşturduğun için.

Tosbağa: Sen de sağol Akhilleus bu hoş gezinti için. Umarım yakında tekrar görüşürüz.

XIV. BÖLÜM

TNT VE İLİŞKİLİ DİZGELERİN BİÇİMSEL OLARAK KARAR VERİLEMEYEN ÖNERMELERİ ÜSTÜNE[1]

İki "İstiridye" Fikri

BU BÖLÜMÜN BAŞLIĞI Gödel'in ünlü 1931 makalesinin başlığından bir uyarlamadır – "*Principia Mathematica*" yerine "TNT" koyulmuştur. Gödel'in makalesi ispatının sağlam ve hatasız olması üzerinde yoğunlaşan teknik bir makaledir; bu bölüm daha sezgisel olacak ve burada ispatın çekirdeğinde bulunan iki anahtar fikri vurgulayacağım. İlk anahtar fikir diğer TNT dizgileri hakkında konuşuyor olarak yorumlanabilen TNT dizileri olduğu derin keşfidir; kısacası bir dil olarak TNT "içebakma" yeteneğine sahiptir ya da kendini gözden geçirebilir. Bu Gödel-sayılaştırmasından kaynaklanır. İkinci anahtar fikir, kendine-bakmanın bütünüyle tek bir dizi içinde yoğunlaştırılabilmesidir; bu dizinin tek ilgi odağı kendisidir. Bu "odaklama hüneri" özünde Cantor'un köşegen yöntemine dek izlenebilir.

Bana göre eğer Gödel'in kanıtlamasını derinliğine anlamak istiyorsanız, o zaman ispatın özünde bu iki ana fikrin bir birleşiminden oluştuğunu tanımanız gerekir. Bunların her biri kendi başına ustalıklı bir vuruştur; onları bir araya getirmek ise deha işidir. Yine de eğer bu iki anahtar fikirden hangisinin daha derin olduğuna dair bir seçim yapsaydım hiç tereddüt etmeden birinciyi seçerdim – Gödel-sayılaştırması fikrini, çünkü bu fikir, simge-yönlendirme dizgeleri içinde, anlam ve göndermenin ne olduğu kavramıyla bağıntılıdır. Bu, matematiksel mantığın sınırlarının çok ötesine uzanan bir fikirdir, oysa matematik sonuçları oldukça zengin olmasına karşın Cantor'un yönteminin gerçek yaşamdaki konularla pek ilgisi yoktur.

---

[1] Gödel'in 1931 tarihli makalesinin başlığının sonundaki Roma rakamıyla yazılmış "I," Gödel'in zor uslamlamalarının bazılarının daha ayrıntılı bir savunmasını yapacağı bir devam makalesi yazma niyetinde olduğunu göstermekteydi. Bununla birlikte ilk makale öyle geniş kabul görmüştür ki; ikincisi gereksizleşmiş ve hiç yazılmamıştır.

Birinci Fikir: İspat-Çiftleri

O zaman hemen ispatın kendisinin ayrıntılarına geçelim. IX. Bölümde Gödel eşbiçimliliğinin ne hakkında olduğunun oldukça dikkatli bir kavramlaştırımım zaten sunmuştuk. Şimdi, "0 = 0 dizisi TNT'nin bir teoremidir" gibi bir bildirimi sayı kuramının bir önermesine çevirmemize izin veren bir matematiksel kavram betimleyeceğiz. Bu *ispat-çiftleri* kavramını gerektirecek. Bu ispat-çifti belirli bir şekilde bağıntılı bir doğal sayılar çiftidir. Ana fikir şudur:

> Sırasıyla m ve n olan iki doğal sayı, ancak ve ancak m en alt satırı n Gödel sayılı dizi olan bir TNT-türetiminin Gödel sayısıysa bir TNT-ispat-çifti oluşturur.

Benzer bir kavram MIU-dizgesiyle ilgili olarak da vardır ve önce bu durumun irdelenmesi sezgisel açıdan daha kolaydır. Bu nedenle bir an için TNT-ispat-çiftlerini bir kenara bırakıp MIU-ispat-çiftlerine bakalım. Onların tanımı koşut bir yolla verilebilir:

> Sırasıyla m ve n olan iki doğal sayı, ancak ve ancak m en alt satırı n Gödel sayılı dizi olan bir MIU-dizgesi türetiminin Gödel sayısıysa bir MIU-ispat-çifti oluşturur.

MIU-ispat-çiftleriyle ilgili birkaç örnek görelim. İlk olarak m = 3131131111301, n = 301 olsun. m ve n'in bu değerleri gerçekten bir MIU-ispat-çifti oluştururlar, çünkü m, son satırında n, Gödel sayısı 301 olan MUI bulunan şu MIU-türetiminin Gödel sayısıdır:

MI

MII

MIII

MUI

Şimdi, m = 31311311130 ve n = 30 olsun. Bu iki değer neden bir MUI-ispat çifti oluşturmaz? Yanıtı görmek için m'nin kodladığı sözde türetimi yazalım:

MI

MII

MIII

MU

Bu sözde türetimde geçersiz bir adım vardır! Bu ikinci satırdan üçüncü satıra

geçiş adımıdır: MII'dan MIII'ya. MIU-dizgesinde böylesi bir tipografik adıma izin veren hiçbir çıkarım kuralı yoktur. Karşılık olarak –ve bu çok önemlidir– sizi 311'den 3111'e taşıyan hiçbir aritmetik çıkarım kuralı yoktur. XI. Bölümdeki tartışmamızın ışığında bu apaçık bir gözlem gibi görünebilir, ama o Gödel eşbiçimliliğinin kalbinde yer alır. Herhangi biçimsel dizge içinde yaptığımızın aritmetik işlemle de koşutu vardır.

Her durumda $m = 31311311130$, $n = 30$ değerleri kesinlikle bir MIU-ispat-çifti oluşturmaz. Bu kendi içinde 30'un bir MIU-sayısı olmadığını gerektirmez. 30 ile bir MIU-ispat-çifti oluşturan başka bir m değeri olabilir. (Aslında daha önceki usavurmayla, MU'nun bir MIU-teoremi olmadığını ve dolayısıyla hiçbir sayının 30'la bir MIU-ispat-çifti oluşturamayacağını biliyoruz.)

Peki ya TNT-ispat-çiftleri? İşte, iki koşut örnek; biri yalnızca sözde TNT-ispat-çifti, diğeri ise geçerli bir TNT-ispat çifti. Hangisinin hangisi olduğunu bulabilir miyiz? (Bu arada '611' kodonunun işe karıştığı yer burasıdır. Amacı bir TNT-türetimi içindeki ardışık satırların Gödel sayılarını ayırmaktır. Bu anlamda '611' bir noktalama işareti olarak iş görür. MIU-dizgesinde bütün satırların başındaki '3' yeterlidir – ayrıca noktalama işaretine gerek yoktur.)

(1) m = 626.262.636.223.123.262.111.666.611.223.123.666.111.666
n = 123.666.111.666

(2) m =626.262.636.223.123.262.111.666.611.223.333.262.636.123.262.111.666
n = 223.333.262.636.123.262.111.666

Eski yazılış biçimine çevirerek ve görmek için bazı rutin incelemeler yaparak hangisinin hangisi olduğunu söylemek oldukça kolaydır

(1) m tarafından kodlanan sözde türetimin gerçekten yasal bir türetim olup olmadığını,
(2) eğer öyleyse türetimin son satırının n'in kodladığı diziyle çakışıp çakışmadığını

2. adım apaçıktır; ve 1. adımda, şu anlamda, tamamıyla açıktır: ilgili hiçbir açık-uçlu arama, hiçbir saklı bitimsiz döngü yoktur. MIU-dizgesiyle ilgili örnekleri düşünün ve şimdi zihinsel olarak MIU-dizgesinin kurallarını TNT'nin kurallarıyla ve MIU-dizgesinin tek ilksavını TNT'nin ilksavlarıyla değiştirin. İki durumdaki algoritma aynıdır. Bu algoritmayı belirtik hale getirelim:

Türetimdeki satırlardan bir bir aşağı in.
İlksav olanları işaretle.
Ilksav *olmayan* her bir satır için, onun sözde türetim içindeki önceki satır-

lardan çıkarım kurallarının herhangi bir aracılığıyla çıkarsanıp çıkarsanamadığım denetle.

Eğer bütün ilksav-olmayanlar önceki satırlardan çıkarım kuralları aracılığıyla çıkarsanabiliyorsa, o zaman yasal bir türetime sahipsiniz; aksi takdirde türetim düzmecedir.

Her bir aşamada yerine getirilmesi gereken açık bir görevler kümesi vardır ve onların sayısı önceden oldukça kolay bir şekilde belirlenebilir.

İspat-Çiftliği İlkel Yinelgendir . . .

Bu döngülerin sınırlılığını vurgulamamın nedeni, belki sizin de anladığınız gibi, şu olguyu öne sürecek olmamdır,

1. TEMEL OLGU: Bir ispat-çifti olma özelliği ilkel yinelgen bir sayı-kuramsal özelliktir ve dolayısıyla bir BlooP programı tarafından sınanabilir.

Burada diğer yakından bağıntılı sayı-kuramsal özellikle kurulmuş önemli bir karşıtlık vardır: bir *teorem-sayısı* olma özelliği. *n*'nin bir teorem-sayısı olduğunu öne sürmek, *n* ile ispat-çifti oluşturan bazı *m* değerlerinin varolduğu önesürmektir. (Bu arada bu yorumlar eşit derecede TNT'ye ve MIU-dizgesine de uygulanabilir; MIU-dizgesinin bir ilkörnek olarak işlev görmesi bu ikisini zihninizde tutmanıza yardımcı olabilir.) *n*'nin bir teorem-sayısı olup olmadığını denetlemek için, onun bütün potansiyel ispat-çifti *m* "partnerleri"ni aramaya girişmemiz gerekir – ve burada kendinizi sonu olmayan bir kovalamacanın içinde bulabilirsiniz. Hiç kimse ikinci elemanı olarak *n* ile bir ispat-çifti oluşturan bir sayı bulmak için ne kadar uzağa bakmanız gerektiğini söyleyemez. Aynı dizge içinde uzatma ve kısaltma kurallarına sahip olmanın sorunu budur: bunlar belli bir derecede öngörülemezliğe yol açarlar.

Goldbach Çeşitlemesi örneği bu noktada yardımcı olabilir. Bir (*m*, *n*) sayı *çiftinin* bir *Tosbağa-çifti* oluşturup oluşturmadığını sınamak kolaydır: yani hem *m* hem de *n*+*m*'nin asal olup olmadıklarını denetlemek. Sınama kolaydır, çünkü asallık özelliği ilkel yinelgendir: öngörülebilir olarak sonlanan bir sınama kabul eder. Ama eğer *n*'nin Tosbağa özelliğine sahip olup olmadığını bilmek istiyorsak, o zaman sorduğumuz şudur: "Herhangi *m* sayısı, ikinci elemanı olarak *n* ile bir Tosbağa-çifti oluşturur mu?" – ve bu, bir kez daha, bizi başı boş, MU-döngüsü bilinmeyenine götürür.

. . . Ve O Halde TNT'de Temsil Edilir

Öyleyse bu aşamada anahtar kavram yukarıda verilen 1. Temel Olgu'dur, çünkü ondan şu sonucu çıkarabiliriz,

2. TEMEL OLGU: Bir ispat-çifti oluşturma özelliği BlooP'da sınanabilir ve sonuç olarak bu TNT'de iki bağsız değişkene sahip bir tamdeyimle *temsil edilir.*

Bir kez daha bu ispat-çiftlerinin hangi dizgeye göreli olduklarının belirtilmesi konusunda gelişi güzel davranıyoruz; ama bunun önemi yok, çünkü her iki Temel Olgu da her biçimsel dizge için geçerlidir. Biçimsel dizgelerin doğası böyledir: verili bir satırlar dizisinin bir ispat oluşturup oluşturmadığını, öngörülebilir olarak sonlanan bir yolla söylemek her zaman mümkündür – ve bu durum karşılık düşen aritmetik kavramlara taşınabilir.

İspat-Çiftlerinin Gücü

Somut olması amacıyla MIU-dizgesiyle uğraşıyor olduğumuzu varsaydığımızı kabul edin. Bir düzeydeki yorumu "MU, MIU-dizgesinin bir teoremidir" önermesi olan "MUMON" diye adlandırdığımız diziyi büyük olasılıkla anımsayacaksınız. MUMON'un, MUI-ispat-çiftleri kavramını temsil eden tamdeyim uyarınca TNT'de ifade edilebileceğini gösterebiliriz. Varlığından 2. Temel Olgu gereği emin olduğumuz bu tamdeyimi şu şekilde kısaltalım:

MIU-İSPAT-ÇİFTİ {a, a'}

İki sayının bir özelliği olması nedeniyle, iki bağsız değişkenli bir tamdeyimle temsil edilmiştir (Not: Bu bölümde daima katı TNT'yi kullanacağız – bu nedenle a, a', a" değişkenleri arasındaki ayrıma dikkat edin.) "MU, MIU-dizgesinin bir teoremidir" kesinlemesinde bulunmak için, eşbiçimli "30, MIU-dizgesinin bir teorem-sayısıdır" önermesini oluşturmak ve bunu TNT-yazılışına çevirmek zorundayız. Kısaltmamız yardımıyla bunu yapmak kolaydır (ayrıca VII. Bölümden, her a' yerine bir sayıt koyulduğunu göstermek için bu sayıtı kendisini izleyen "/a'" ile birlikte yazdığımızı anımsayın):

∃a: MIU-İSPAT-ÇİFTİ {a, SSSS

konuşabileceğimizi bulduk: öne bir varoluş niceleyicisi ekleyiniz! Yukarıdaki dizinin daha sadık çevirisi şudur: "İkinci elemanı olarak 30 ile bir MIU-ispat çifti oluşturan bir a sayısı vardır."

TNT'ye ilişkin olarak da koşut bir şey yapmak istediğimizi varsayın – yani "0 = 0, TNT'nin bir teoremidir" önermesini ifade etmek istediğimizi. 2. Temel Olgu'nun varolduğundan emin olmamızı sağladığı tamdeyimi, benzer bir şekilde (yine iki bağsız değişkenli olarak) kısaltabiliriz:

TNT-İSPAT-ÇİFTİ {a, a'}

(Bu kısaltılmış TNT-tamdeyiminin yorumu şudur: "a ve a' doğal sayıları bir TNT-ispat-çifti oluşturur.") Sonraki adım önermemizi yukarıdaki MU-MON-modelini izleyerek sayı kuramına dönüştürmektir. Önerme şöyle olur: "İkinci elemanı olarak 666.111.666 ile bir TNT-ispat-çifti oluşturan bir a sayısı vardır." Bunu ifade eden TNT-tamdeyimi şudur:

$$\exists a{:}\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,\underbrace{SSSSS\ldots\ldots\ldots SSSSS}_{\text{çok, çok S! (aslında, 666,111,666 tane!)}}0/a'\}$$

– kapalı bir TNT tümcesi. (Buna, biraz sonra ortaya çıkacak nedenlerden dolayı "JÕSHŨ" diyelim.) Böylece yalnızca ilkel yinelgen TNT-ispat-çiftleri hakkında değil, ama bağlantılı, ama daha incelikli olan TNT-teorem-sayıları kavramı hakkında da konuşmak için bir yol bulunduğunu görüyorsunuz.

Bu fikirleri kavrayıp kavramadığını denetlemek için, meta-TNT'nin aşağıdaki tümcelerini TNT'ye nasıl çevireceğinizi bulmaya çalışın:

(1) $0 = 0$ TNT'nin bir teoremi değildir.
(2) $\sim 0 = 0$ TNT'nin bir teoremidir.
(3) $\sim 0 = 0$ TNT'nin bir teoremi değildir.

Çözümler yukarda yapılan örnekten ve birbirlerinden ne yönde farklıdır? İşte birkaç çeviri alıştırması daha:

(4) JÕSHŨ TNT'nin bir teoremidir. (Bunu ifade eden TNT-dizisine "META-JÕSHŨ" deyin.)
(5) META-JÕSHŨ TNT'nin teoremidir. (Bunu ifade eden TNT-dizisine "META-META-JÕSHŨ" deyin.)
(6) META-META-JÕSHŨ TNT'nin bir teoremidir.
(7) META-META-META-JÕSHŨ TNT'nin bir teoremidir.

(vb, vb)

5. örnek, meta-meta-TNT'nin bildirimlerinin TNT-yazılışı biçimine çevrilebildiğini gösterir; 6. örnek aynı şeyi meta-meta-meta TNT için yapar ve bu böyle devam eder.

Burada bir özelliğin *ifade edilmesi* ve onun *temsil edilmesi* arasındaki farkın akılda tutulması önemlidir. Bir TNT-teorem-sayısı olma özelliği örneğin şu tam deyimle *ifade edilir.*

∃a: TNT-İSPAT-ÇİFTİ {a, a'}

Çeviri: "a' bir TNT-teorem sayısıdır." Bununla birlikte bu tamdeyimin kavramı *temsil ettiğinden* emin olamayız, çünkü bu özelliğin ilkel yinelgen olduğundan emin değiliz – aslında olmadığı konusunda sinsi bir kuşkudan daha fazlasına sahibiz. (Bu kuşku gerekçelendirilmiş bir kuşkudur. Bir TNT-teorem-sayısı olma özelliği ilkel yinelgen değildir ve hiçbir TNT-tamdeyimi bu özelliği temsil edemez!) Tersine olarak, bir ispat-çifti olma özelliği, ilkel yinelgenliğinden dolayı, daha önce tanıtılmış tamdeyim tarafından hem ifade edilebilir hem de temsil edilebilir.

Yerine Koyma İkinci Fikre Götürür

Önceki tartışma bizi, TNT'nin, TNT-teoremliği kavramı üzerine nasıl "içebakış" yapabildiğini gördüğümüz noktaya kadar götürdü. Bu ispatın ilk kısmının özüdür. Şimdi, bir içebakmanın tek bir tamdeyim içinde yoğunlaştırılmasını sağlayan bir kavrayış geliştirerek, ispatın ikinci ana fikri üzerinde odaklanacağız. Bunu yapmak için, bir tamdeyimi yapısal olarak hafifçe değiştirdiğinizde bu tamdeyimin Gödel sayısına neler olduğuna bakmamız gerekiyor. Aslında şu özel değiştirmeyi ele alacağız:

bütün bağsız değişkenlerin belirli bir sayıtla değiştirilmesi

Aşağıda sol sütunda bu işleme ilişkin iki örnek verilmiştir, sağ sütunda ise Gödel sayılarında meydana gelen koşut değişimler gösterilmiştir.

Tamdeyim	*Gödel Sayısı*
a = a	262.111.262
Şimdi bütün bağsız değişkenlerin yerine 2'nin sayıtım koyuyoruz	↓
SS0 = SS0	123.123.666.111.123.123.666

* * * *

~∃a:∃a´:a´´ = (Ssa·SSa´)	223.333.262.636.333.262.163.636. 262.163.163.111.362.123.123.262. 236.123.123.262.163.323
Şimdi bütün bağsız değişkenlerin yerine 4'ün sayıtını koyuyoruz:	↓
~∃a:∃a´: SSSSO = (SSa·SSa´)	223.333.262.636.333.262.163.636. 123.123.123.123.666.111.362.123. 123.262.236.123.123.262.163.323

Sağdaki sütunda, bir büyük sayıyı daha küçük bir sayıya dönüştüren eşbiçimli bir aritmetik işlem sürmektedir. Eski sayıdan yenisini yapan fonksiyonu, toplamalar, çarpmalar, 10'un kuvvetleri ve bunun gibi işlemler aracılığıyla aritmetik olarak betimlemek pek zor değildir, ama bunu yapmanıza gerek yok. Ama ana nokta şudur: (1) Orijinal Gödel sayısı, (2) sayıtı koyulan sayı ve (3) sonuçta ortaya çıkan Gödel sayısı arasındaki bağıntı ilkel yinelgen bir bağıntıdır. Yani girdi olarak herhangi üç doğal sayıyla beslendiğinde eğer bunlar birbirleriyle bu şekilde bağıntılıysa EVET, bağıntılı değillerse HAYIR diyen bir BlooP sınaması yazılabilir. Aşağıdaki üç sayıdan oluşan iki kümeyi denetleyerek böylesi bir sınama yapabilme yeteneğinizi sınayabilirsiniz – ve aynı zamanda bu işlemde hiçbir saklı açık-uçlu döngü olmadığına kendinizi inandırabilirsiniz:

(1) 362.262.112.262.163.323.111.123.123.123.123.666;
2;
362.123.123.666.112.123.123.666.323.111.123.123.123.123.666.

(2) 223.362.262.236.262.323.111.262.163;
1;
223.362.123.666.236.123.666.323.111.262.163.

Her zamanki gibi, örneklerden biri denetlenir, öteki denetlenmez. Üç sayı arasındaki ilişki *yerine koyma* ilişkisi olarak adlandırılacaktır. İlkel yinelgen olduğu için o TNT'nin üç bağsız değişkenli bir tamdeyimiyle *temsil edilir*. TNT-tamdeyimini aşağıdaki yazılış biçimiyle kısaltalım:

SUB{a, a´, a´´}

Bu tamdeyim, yerine koyma ilişkisini temsil ettiğinden aşağıda gösterilen

tamdeyim bir TNT-teoremi olmalıdır.

$$\underbrace{\mathbf{SUB\{SSSSS....SSSSSO/a,SSO/a'},\underbrace{\mathbf{SSSSSS....SSSSO/a''\}}}_{\textit{123,123,666,111,123,123,666 S}}}_{\textit{262,111,262 S}}$$

(Bu, bu bölümde daha önce koşut sütunlarda gösterilen ilk yerine koyma ilişkisi örneğine dayanır.) Ve yine SUB* tamdeyimi yerine koyma ilişkisini temsil ettiğinden dolayı, aşağıda gösterilen tamdeyim kesinlikle bir TNT-teoremi *değildir.*

$$\mathrm{SUB\{SSSO/a,SSO/a',SO/a''\}}$$

Aritmoquinelama

Şimdi bütün aynı parçaları tek bir anlamlı bütün içinde birleştirebileceğimiz o can alıcı noktaya geldik. TNT-İSPAT-ÇİFTİ ve SUB tamdeyimleri düzeneklerini, bir şekilde, yorumu şu olacak tek bir TNT tümcesi kurmak için kullanmak istiyoruz: "TNT"nin bizzat bu dizisi bir TNT-teoremi değildir." Bunu nasıl yaparız? Bütün gerekli düzeneklerin önümüzde olduğu bu noktada bile yanıtı bulmak kolay değildir.

Tuhaf ve belki yararsız gibi görünen bir kavram bir tamdeyimin kendi içine kendi Gödel sayısının koyulmasıdır. Bu, *G'nin Dizisi Üstüne Hava*'daki bir başka tuhaf ve belki de yararsız gibi görünen "quinelama" kavramıyla tam bir koşutluk gösterir. Ancak quinelamanın eğlenceli olduğu kadar önemli olduğu da ortaya çıktı; o kendisinin kendine-göndergeli bir tümce yapmanın yeni bir yolu olduğunu gösterdi. Quine çeşitlemesine özgü kendine-gönderme, onu ilk gördüğünüzde, size arkadan sinsice sokulan bir yılan gibidir – ama ilkesini anladığınız anda onun oldukça basit ve hoş olduğunu görürsünüz. Quinelamanın aritmetik değişkesi –buna *aritmoquinelama* diyelim– bize "kendi hakkında" olan bir TNT-tümcesi yapma fırsatı verecek.

Bir aritmoquinelama örneği görelim. En az bir bağsız değişkenli bir tamdeyime ihtiyacımız var. Aşağıdaki gibi;

$$\mathrm{a = SO}$$

Bu tamdeyimin Gödel sayısı 262.111.123.666'dır ve biz bu sayıyı tamdeyimin kendi içine koyacağız – ya da daha çok onun *sayıtını* koyacağız. İşte sonuç:

---

* SUB, Substitution'un (= Yerine Koyma) kısaltmasıdır –çn.

$$\underbrace{\mathbf{SSSS\ldots..SSSSSO}}_{\textit{262,111,123,666 S}}\mathbf{=SO}$$

Bu yeni tamdeyim aptalca bir yanlışlığı öne sürer – 262.111.123.666 eşittir 1. Eğer ~a = SO dizisiyle başlamış olsaydık –sizin de görebileceğiniz gibi– doğru bir tümce bulurduk.

Aritmoquineladığımızda elbette daha önce tanımladığımız yerine koyma işleminin özel bir durumunu gerçekleştiriyorsunuz. Eğer TNT içinde aritmoquinelama hakkında konuşmak isteseydik, ilk iki değişkenin aynı olduğu şu tamdeyimi kullanırdık

SUB {a", a", a'}

Bu tek bir sayıyı iki farklı şekilde kullanıyor olduğumuz olgusundan çıkar. (Cantor'un köşegen yönteminin gölgeleri!) a" sayısı hem (1) orijinal Gödel sayısı hem de (2) içeri koyulan sayıdır. Yukarıdaki tamdeyim için bir kısaltma icat edelim.

ARITMOQUINE {a´´, a´}

Yukardaki tamdeyimin okuduğunuz dilde söylediği şudur:

a´, a´´ Gödel sayılı tamdeyimin aritmoquinelanmasıyla
elde edilen tamdeyimin Gödel sayısıdır.

Önceki tümce uzun ve çirkin. Onu özetlemek için özlü ve şık bir terim tanıtalım. Aynı şeyi kastetmek için şöyle diyeceğiz:

a´, a´´nın *aritmoquinelanmasıdır.*

Örneğin 262.111.123.666'nın aritmoquinelanması söylenemeyecek kadar büyük olan şu dev sayıdır:

$$\underbrace{\mathbf{123,123,123,\ldots..,123,123,123,666,111,123,666}}_{\textit{'123'ün 262,111,123,666 kopyası}}$$

(Bu tam da a = SO'ı quineladığımızda elde ettiğimiz tamdeyimin Gödel sayısıdır.) TNT içinde aritmoquinelama hakkında rahatlıkla konuşabiliriz.

Son Damla

Şimdi eğer *G'nin Dizisi Üstüne Hava*'ya tekrar bakarsanız, Quine'nın yoluyla kendine-gönderme yapmayı başarmak için gerekli olan nihai inceliğin

kendisi quinelama kavramı hakkında konuşan bir tümceyi quinelamak olduğunu göreceksiniz. Yalnızca quinelamak yeterli değildir – quinelamayı anan bir tümceyi quinelamalısmız. O zaman – bizim durumumuzdaki koşut incelikli nokta kendisi aritmoquinelama kavramı hakkında konuşan bir tamdeyimi aritmoquinelamak olmalıdır!

Fazla uzatmadan, bu tamdeyimi yazıyor ve ona *G'nin amcası* diyoruz.

~∃a:∃a' : < TNT-İSPAT-ÇİFTİ { a, a'} ∧ ARITMOQUINE { a", a'} >

Aritmoquinelaştırmanm duruma ne kadar derinden katıldığını açıkça görebilirsiniz. Şimdi "amca"nın da elbette bir Gödel sayısı vardır, buna 'u' diyeceğiz. u'nun onlu açılımının başı ve sonu ve hatta ortasının çok küçük bir parçası doğrudan okunabilir:

$$u = 223.333.262.636.333.262.163.636.212.\ldots.161.\ldots.213$$

Kalan için, TNT-İSPAT-ÇİFTİ ve ARITMOQUINE tamdeyimlerinin yazıldıklarında fiili olarak nasıl göründüklerini bilmemiz gerekir. Bu çok karmaşıktır ve her durumda konu dışıdır.

Şimdi bütün yapmamız gereken – bu amcayı aritmoquinelamak! Bu bütün bağsız değişkenlerin –yalnızca bir tane vardır, adıyla söylersek a"– "def edilmesini" ve her yere *u*'nun sayıtının koyulmasını gerektirir. Bu bize şunu verir:

$$\sim\exists a{:}\exists a'{:}<\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,a'\}\wedge\text{ARITHMOQUINE}\{\underbrace{SSS\ldots SSS0}_{u\text{ tane S}}/a'',a'\}>$$

Ve bu, ister inanın ister inanmayın, 'G' diye adlandırabileceğimiz, Gödel'in dizisidir. Şimdi gecikmeden yanıtlamamız gereken iki soru var.

Bunlar şunlardır:

(1) G'nin Gödel sayısı nedir?

(2) G'nin yorumu nedir?

Önce 1. soru. G'yi nasıl yaptık? Amcayla başladık ve onu aritmoquineladık. O halde aritmoquinelaştırmanın tanımı gereği, G'nin Gödel sayısı

u'nun aritmoquinelanmasıdır.

Şimdi 2. soru. G'yi, gittikçe daha anlaşılır hale gelecek şekilde aşama aşama okuduğumuz dile çevireceğiz. Bu ilk kaba denememizde, tamamıyla sözcüğü sözcüğüne çeviri yapıyoruz:

"Hem (1) ikisinin birlikte bir TNT-ispat çifti oluşturduğu, hem de (2) a"nın *u*'nun aritmoquinelanması olduğu a ve a' sayıları yoktur."

Şimdi kesinlikle *u*'nun aritmoquinelanması *olan* bir a' sayısı vardır – öyleyse problem *öteki* a sayısıyla ilgili olmalıdır. Bu gözlem G'nin çevirisini şu şekilde yeniden yapmamıza izin verir.

"*u*'nun aritmoquinelanmasıyla bir TNT-ispat çifti oluşturan
hiçbir a sayısı yoktur."

(Zihin karıştırıcı olabilecek bu adım aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.) Ne olup bittiğini görebiliyor musunuz? G şunu söylüyor:

"Gödel sayısı *u*'nun aritmoquinelanması olan tamdeyim
bir TNT teoremi değildir."

Ama – ve bu şimdi bizim için bir sürpriz değil – bu tam deyim G'nin kendisinden başka bir şey değildir; öyleyse G'nin son çevirisini şu şekilde yapabiliriz

"G, TNT'nin bir teoremi değildir."

– ya da şunu yeğlerseniz,

"Ben TNT'nin bir teoremi değilim."

Böylece başlangıçtaki alt-düzey bir yorumdan – sayı kuramının bir tümcesinden, aşamalı olarak üst-düzey bir yorum – meta-TNT'nin bir tümcesini çıkarmış olduk.

TNT "Teslim!" Diyor

Bu şaşırtıcı inşanın ana vargısı IX. Bölümde zaten betimlenmişti: TNT'nin eksikliliği. Uslamlamayı yinelemek gerekirse:

G bir TNT-teoremi midir? Eğer öyleyse bir doğru öne sürmelidir. Ama G aslında ne öne sürer? Kendinin teorem olmadığını. O halde onun teorem-olması teorem-olmamasından çıkar: bir çelişki.

Peki G'nin bir teorem-olmama durumu? Bu kabul edilebilir bir çelişkiye yol açmaz. Ama G'nin öne sürdüğü şey, G'nin teorem-olmamasıdır – o halde G bir doğruyu kesinler. Ve G bir teorem olmadığına göre, TNT'nin teoremi olmayan (en az) bir doğru vardır.

Şimdi bu incelikli adımı tekrar açıklayalım. Bunun için benzer bir başka örnek kullanacağım. Şu diziyi alalım;

~∃a:∃a': < TOSBAĞA-ÇİFTİ {a, a'} Λ ONUNCU-KUVVETİ {SSO / a'', a'}>

Burada iki kısaltmanın gösterdiği TNT dizilerini kendi başınıza yazabilirsiniz. ONUNCU-KUVVETİ {a'', a'}, "a'', a'nın onun kuvvetidir" tümcesini temsil eder. O zaman okuduğumuz dile sözcük sözcük çeviri şöyle olur:

"Hem (1) ikisinin birlikte bir Tosbağa-çifti oluşturduğu, hem de (2) a'nın 2'nin onuncu kuvveti olduğu a ve a' sayıları yoktur.

Ama 2'nin onuncu kuvvetinin *varolduğu* açıktır – yani 1024. O halde dizinin gerçekte söylüyor olduğu şey şudur

"1024 ile bir Tosbağa-çifti oluşturan hiçbir a sayısı yoktur"

bu da şöyle demeye gelir

"1024 Tosbağa özelliğine sahip değildir."

Burada ana nokta, sayıtmın değil, sayının *betimlemesini* bir yüklemin içine koymanın bir yolunu bulmuş olmamızdır. Bu bir fazla nicelenmiş (a') değişkenin kullanılmasına dayanır. Burada 0, "2'nin onuncu kuvveti" olarak betimlenen 1024 sayısıydı; yukardaysa "*u*'nun aritmoquinelaştırımı" olarak betimlenen sayıydı.

"Aritmoquinelandığı Zaman Teorem-Olmamayı Verir"

Bir an için soluklanalım ve yaptıklarımı gözden geçirelim. Bir perspektif kazanmamızı sağlayacak en iyi yol yaptıklarımı Quine'nın Epimenides paradoksu versiyonuyla karşılaştırmaktır. İşte bir harita:

yanlışlık	⇐⇒	teorem olmamaklık
bir deyimin alıntısı	⇐⇒	bir dizinin Gödel sayısı
bir yüklemin bir özne tarafından öncelenmesi	⇐⇒	bir sayıtın (veya belgili terimin) açık bir tamdeyimin içine koyulması
bir yüklemin alıntılanmış bir deyim tarafından öncelenmesi	⇐⇒	bir dizinin Gödel sayısının açık bir tamdeyimin içine koyulması
bir yüklemin, alıntı imi içinde, kendisi tarafından öncelenmesi ("quinelama")	⇐⇒	bir açık tamdeyimin Gödel sayısının tamdeyiminin kendisinin içine koyulması ("aritmoquinelama")

quinelandığı zaman yanlış sonuç verir (öznesiz bir yüklem)	⇐⇒	G'nin "amcası" (TNT'nin açık bir tamdeyimi)
"quinelandığı zaman yanlış sonuç verir" (alıntılanmış halde yukarıdaki yüklem)	⇐⇒	*u* sayısı (yukardaki açık tamdeyimin Gödel sayısı)
"quinelandığı zaman yanlış sonuç verir" quinelandığı zaman yanlış sonuç verir	⇐⇒	G'nin kendisi (*u*'nun amcanın içine koyulmasıyla, yani amcanın aritmoquinelanmasıyla oluşturulan TNT tümcesi)

Gödel'in İkinci Teoremi

G'nin yorumu doğru olduğu için onun değillemesi olan ~G yanlıştır. Ve biliyoruz ki TNT'de hiçbir yanlış bildirim tümcesi türetilemez. O halde *ne G ne de onun değillemesi ~G TNT'nin bir teoremi olabilir*. Dizgemizde bir "delik" bulduk – karar verilemeyen bir önerme. Bu birkaç sonuca sahiptir. İşte G'nin karar verilemezliğinden çıkan bir tuhaf olgu: ne G ne de ~G bir teorem olmasına karşın, <G∨~G> tamdeyimi bir teoremdir, çünkü Önermeler Hesabı'nın kuralları, <P∨~P> biçimindeki bütün düzgün tamdeyimlerin teorem olduklarını garanti eder.

Bu dizge *içindeki* bir önesürümle dizge *hakkındaki* bir önesürümün birbiriyle uyumsuz olmasına basit bir örnektir. Bu durumda dizgenin kendisini gerçekten doğru olarak yansıtıp yansıtmadığı merak edilebilir. TNT'nin içinde varolan "yansıtılmış metamatematik" yaptığımız metamatematiğe tekabül eder mi? Bu makalesini yazdığında Gödel'in ilgisini çeken sorulardan biriydi. Özellikle "yansıtılmış matematik" içinde, TNT'nin tutarlılığını ispatlamanın mümkün olup olmadığıyla ilgileniyordu. Zamanın büyük felsefi ikilemlerinden birinin bir dizgenin tutarlığının nasıl ispatlanacağı olduğunu hatırlayın. Gödel, "TNT tutarlıdır" önermesini bir TNT tamdeyimi içinde ifade etmek için basit bir yol buldu; ve sonra bu tamdeyimin (ve aynı düşünceyi dile getiren bütün diğerlerinin) ancak tek bir koşul altında TNT'nin teoremleri olduklarını gösterdi: TNT'nin *tutarsız* olması koşulu altında. Bu sapkın sonuç, bir gün birinin matematiğin çelişkiden-azade olduğunun sağlam bir ispatını bulabileceğini uman iyimserlere indirilmiş öldürücü bir darbedir.

"TNT tutarlıdır" önermesini TNT içinde nasıl ifade edersiniz? Bu şu basit olguya dayanır: tutarsızlık, biri diğerinin değillemesi olan *x* ve ~*x* gibi iki

tamdeyimin ikisinin de teorem olması anlamına gelir. Ama eğer hem x hem de $\sim x$ teoremse, o zaman Önermeler Hesabına göre, *bütün* düzgün tamdeyimler teoremdir. O halde TNT'nin tutarlılığını göstermek için, teorem olmadığı ispatlanabilen tek bir TNT tümcesini sergilemek yeterli olacaktır. Dolayısıyla "TNT tutarlıdır"ı ifade etmenin bir yolu "$\sim 0 = 0$, TNT'nin bir teoremi değildir" demektir. Bu birkaç sayfa önce zaten alıştırma olarak önerilmiştir. Çevirisi şöyledir:

$$\sim\exists a{:}\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,\overbrace{\text{SSSSS}\ldots\ldots\text{SSSSS0}}^{223,666,111,666\ \text{S}}/a'\}$$

TNT'nin bu tutarlılık-andının –TNT'nin tutarlı olması koşulu altında– TNT'nin bir teoremi olmadığı uzun, ama oldukça doğrudan bir usavurmayla gösterilebilir. Böylece TNT'nin içebakma güçleri şeylerin ifade edilmesi söz konusu olduğunda büyük, ama onların ispatlanmasına gelindiğinde oldukça zayıftır. Eğer bu metaforik olarak insanın kendini-bilme konusuna uygulanacak olursa oldukça kışkırtıcı bir sonuçtur.

TNT ω-Eksiklidir

Peki TNT ne tür eksikliğe "sahiptir"? TNT'nin eksikliğinin – VII. Bölümde tanımlanan, "omega" türünde olduğunu göreceğiz. Bu, hepsi teorem olan dizilerin sonsuz bir piramit ailesinin varolması, ama onun bağlaşık "özetleyici dizisinin" bir teorem olmaması anlamına gelir. Bir teorem-olmayan özetleyici diziyi temsil etmek kolaydır:

$$\forall a{:}\sim\exists a'{:}\langle\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,a'\}\wedge\text{ARITHMOQUINE}\{\overbrace{\text{SSS}\ldots\text{SSS0}}^{u\ \text{tane S}}/a'',a'\}\rangle$$

Bu dizinin neden bir teorem olmadığını anlamak için onun G'nin kendisine son derece benzediğine dikkat edin – aslında G ondan bir adımla elde edilebilir (yani TNT'nin Değiş-Tokuş Kuralı'yla). O halde eğer o bir teorem olsaydı G de bir teorem olurdu. Ama G bir teorem olmadığına göre o da olamaz.

Şimdi sözü edilen piramit ailesi içindeki bütün dizilerin teorem olduğun göstermek istiyoruz. Onları kolayca şu şekilde yazabiliriz:

u tane S

~∃a': <TNT-İSPAT-ÇİFTİ{0/a,a'} ∧ ARITHMOQUINE{SSS . . . SSS0/a'', a'}>
~∃a': <TNT-İSPAT-ÇİFTİ{S0/a,a'} ∧ ARITHMOQUINE{SSS . . . SSS0/a'', a'}>
~∃a': <TNT-İSPAT-ÇİFTİ{SS0/a,a'} ∧ ARITHMOQUINE{SSS . . . SSS0/a'', a'}>
~∃a': <TNT-İSPAT-ÇİFTİ{SSS0/a,a'} ∧ ARITHMOQUINE{SSS . . . SSS0/a'', a'}>

. . .
. . .
. . .
. . .

Her biri neyi öne sürer? Tek tek çevirileri şöyledir:

"0 ve u'nun aritmoquinelanması bir TNT-ispat çifti oluşturmaz."
"1 ve u'nun aritmoquinelanması bir TNT-ispat çifti oluşturmaz."
"2 ve u'nun aritmoquinelanması bir TNT-ispat çifti oluşturmaz."
"3 ve u'nun aritmoquinelanması bir TNT-ispat çifti oluşturmaz."

. . . .
. . . .
. . . .

Şimdi bu önesürümlerin her biri *iki* özel tamsayının bir ispat-çifti oluşturup oluşturmadığı hakkındadır. (Tersine olarak, G'nin kendisi *bir* özel sayının bir teorem-sayısı olup olmadığı hakkındadır.) Şimdi G bir teorem-olmaması nedeniyle, *hiçbir* tamsayı G'nin Gödel sayısıyla bir ispat-çifti oluşturmaz. O halde ailenin önermelerinden her biri doğrudur. Konunun can alıcı kısmı, bir ispat-çifti olma özelliğinin ilkel yinelgen olması, dolayısıyla *temsil edilir* olması, böylece yukarıdaki listedeki, doğru olan önermelerin her birinin TNT'nin bir teoremine çevrilebilir olmasıdır – bu da sonsuz piramit ailesindeki her şeyin bir teorem olması demektir. Ve bu TNT'nin neden w-eksikli olduğunu gösterir.

Deliği Tıkamanın İki Farklı Yolu

G'nin yorumu doğru olduğu için, değillemesi ~G'nin yorumu yanlıştır. Ve TNT'nin tutarlı olduğu varsayımını kullanarak, TNT'de hiçbir yanlış önermenin türetilemeyeceğini biliyoruz. O halde ne G ne de ~G TNT'nin bir teoremidir. Dizgemiz içinde bir delik bulduk – karar verilemez bir önerme. Eğer bunun neyin semptomu olduğunu tanımamıza olanak verecek felsefi uzaklığa çekilebilirsek onun bir tehlike işareti olarak görülmesine gerek kalmaz. Bu, aynı mutlak geometri de olduğu gibi, TNT'nin genleştirilebileceğine işaret eder. Aslında TNT, aynı mutlak geometri de olduğu gibi, iki ayrı doğ-

rultuda genleştirilebilir. *Standart* doğrultuda genleştirilebilir –bu mutlak geometrinin Eukleidesci doğrultuda genleştirilmesine karşılık gelir; ya da *standart-olmayan* bir doğrultuda genleştirilebilir– bu da tabii ki mutlak geometrinin Eukleidesdışı doğrultuda genleştirilmesine karşılık gelir. Standart genleştirme tipi şunu gerektirir:

G'nin yeni bir ilksav olarak eklenmesi

Bu öneri zararsız ve hatta istenir bir şey olarak görülebilir, çünkü her şeyin ötesinde G doğal sayı dizgesi hakkında doğru bir şey öne sürmektedir. Ama ya standart-olmayan genleştirme tipi nasıl olacaktır? Eğer o paralellik koyutu durumuyla paralellik gösteriyorsa, şunu gerektirmelidir:

G'nin değillenmesinin yeni bir ilksav olarak eklenmesi

Ama böylesine ters, iğrenç bir şeyi yapmayı nasıl düşünebiliriz? Her şeyin ötesinde, Girolama Saccheri'nin unutulmaz sözlerini biraz değiştirerek söylersek, ~G'nin söylediği şey "doğal sayıların doğasına ters" değil midir?

Doğaüstü Sayılar

Bu alıntıdaki ironiden etkilendiğinizi umarım. Saccheri'nin geometriye yaklaşımıyla ilgili problem tamamen onun neyin doğru ve neyin doğru olmadığına ilişkin sabit bir anlayışla başlaması ve yalnızca baştan doğru olarak değerlendirdiği bir şeyi ispatlamaya koyulmasıydı. Yaklaşımının zekice olmasına karşın –bu beşinci koyutun reddedilmesi ve sonra ortaya çıkan geometrinin "ters" önermelerinin ispatlanmasını içeriyordu– Saccheri asla noktalar ve çizgiler hakkında başka türlü düşünmenin mümkün olabileceği üzerine hiç düşünmedi. Şimdi biz bu ünlü hatayı yinelemekten kaçınmalıyız. TNT'ye bir ilksav olarak ~G eklenmesinin ne anlama geldiğini olabildiğince yansız olarak ele almalıyız. Eğer insanlar aşağıdaki türden yeni ilksavlar eklemeyi asla düşünmemiş olsalardı, bugün acaba matematik nasıl bir şey olurdu, bir düşünün:

$$\exists a\colon (a+a) = S0$$

$$\exists a\colon Sa = 0$$

$$\exists a\colon (a \cdot a) = SS0$$

$$\exists a\colon S(a \cdot a) = 0$$

Bunların her biri "önceden bilinen sayı dizgesinin doğasına ters" olsa da, bunların her biri aynı zamanda sayı kavramının derin ve harika bir *genleşmesini* sağlar: rasyonel sayılar, negatif sayılar, irrasyonel sayılar, sanal sa-

yılar. ~G'nin bize göstermeye çalıştığı şey böylesi bir olanaktır. Geçmişte sayı kavramın her bir yeni genleşmesi ıslıklarla ve yuhalarla karşılanırdı. Bu sevimsiz sesleri, "irrasyonel sayılar," "sanal sayılar" gibi sıcak karşılanmayanlara takılan adlarda özellikle duyarsınız. Bu geleneğe uyarak, ~G'nin bize bildirdiği sayıları, onların bütün usauygun ve ortakduyusal kavramları ihlal etmeleri karşısında hissettiklerimizi gösterecek şekilde *doğaüstü sayılar* olarak adlandıracağız.

Eğer ~G'yi TNT'nin altıncı ilksavı olarak ekleyeceksek, onun, tartışmasını henüz bitirmiş olduğumuz sonsuz piramit ailesiyle birlikte, bir dizge içinde, nasıl olup da birlikte varolabileceğini anlasak iyi olur. Açıkça ortaya koymak gerekirse ~G şunu söyler:

"*u*'nun aritmoquinelanması ile bir TNT-ispat-çifti oluşturan *bir* sayı vardır"

– ama Piramit ailesinin değişik üyeleri ardışıl olarak şunları öne sürerler:

"0 bu sayı değildir"
"1 bu sayı değildir"
"2 bu sayı değildir"
.
.
.

Bu oldukça kafa karıştırıcıdır, çünkü bu tam bir çelişki olarak görünmektedir (ω-tutarsızlık" denmesinin nedeni budur). Zihnimizin karşısına kökeninde – aynı geometrinin bölünmesinde olduğu gibi– dizgenin değiştiriliniş bir dizge olduğunun tamamıyla farkında olmamız olgusuna karşın, simgeler için değiştirilmiş bir yorum benimsemekte gösterdiğimiz inatçı direncimiz bulunur. *Herhangi* bir simgeyi yeniden yorumlamadan işin içinden sıyrılmak istiyoruz – ve elbette bu olanaksızdır.

∃'yi "Bir doğal sayı vardır" yerine "*Genellenmiş* bir doğal sayı vardır" olarak yeniden yorumladığımız zaman yeniden uzlaşma sağlanır. Bunu yaparken, ∀'yi de buna uygun şekilde yeniden yorumlayacağız. Bu doğal sayılar yanı sıra fazladan bazı sayılara da kapı açmamız anlamına gelir. Bunlar *doğaüstü sayılar*dır. Doğallar ve doğaüstüler birlikte *genellenmiş doğallar* bütünlüğünü oluştururlar.

Şimdi görünürdeki çelişki yok olur, çünkü piramit ailesi hâlâ önceki söylediği şeyi söyler: "Hiçbir *doğal* sayı, *u*'nun aritmoquinelanmasıyla bir TNT-ispat çifti oluşturmaz." Aile doğaüstü sayılar hakkında bir şey söylemez, çün-

kü onlar için *hiçbir sayıt* yoktur. Ama şimdi, ~G, "u'nun aritmoquinelanmasıyla bir TNT-ispat-çifti oluşturan genellenmiş bir doğal sayı vardır." der. Birlikte alındıklarında, aile ve ~G bize şunu söyler: u'nun aritmoquinelanmasıyla bir TNT-ispat-çifti oluşturan bir doğaüstü sayı vardır. Hepsi bu – artık hiçbir çelişki yoktur. TNT + ~G, doğaüstü sayıları içeren bir yorum altında, tutarlı bir dizgedir.

İki niceleyicinin yorumlarını genişletme konusunda aynı düşüncedeysek bunlardan birini içeren herhangi teoremin genişletilmiş bir anlama sahip olduğu anlamına gelir. Örneğin yer değiştirmelilik teoremi

$$\forall a: \forall a': (a+a') = (a'+a)$$

şimdi bize toplamının bütün genellenmiş doğal sayılar için – bir başka deyişle yalnızca doğal sayılar için değil, ama doğaüstü sayılar için de yer değişme özelliğine sahip olduğunu söyler. Aynı şekilde "2 doğal bir sayının karesi değildir" diyen TNT-teoremi –

$$\sim\exists a: (a\cdot a) = SSO$$

– şimdi bize 2'nin doğaüstü bir sayının karesi olmadığını da söyler. Aslında doğaüstü sayılar, bu özellikler TNT'nin teoremleri içinde bize verildiği sürece doğal sayıların bütün özelliklerini paylaşırlar. Başka bir deyişle doğal sayılar hakkında *biçimsel olarak ispatlanabilen* her şey böylece doğaüstü sayılar için de tesis edilebilir. Bu özellikle doğaüstü sayıların sizin için kesirler ya da negatif sayılar ya da karmaşık sayılar gibi bildik şeyler olmadığı anlamına gelir. Doğaüstü sayılar daha çok bütün doğal sayılardan daha büyük tamsayılar – *sonsuz büyük* tamsayılar olarak canlandırılabilir. Ana nokta şudur: TNT'nin teoremleri negatif sayıları, kesirleri, irrasyonel sayıları ve karmaşık sayıları dışarda bırakmasına karşın, sonsuz büyük tamsayıları dışlamayacak bir yol hâlâ yoktur. Problem, "Sonsuz nicelikler yoktur" önermesini *ifade etmenin* bile hiçbir yolunun olmamasıdır.

İlk başta bu oldukça tuhaf gelir. G'nin Gödel sayısıyla bir TNT-ispat-çifti oluşturan sayı tam olarak ne büyüklüktedir? (Özel bir nedeni olmaksızın buna 'I' diyelim.) Ne yazık ki sonsuz büyük tamsayıların boyutlarını betimlememize yetecek kadar iyi bir sözcük dağarcığımız yok, bu yüzden korkarım I'nın büyüklüğünün anlamını iletemeyeceğim. Ama o zaman *i* (-1'in karekökü) ne büyüklüktedir? Onun boyutu bildik doğal sayıların boyutlarına dayanılarak imgelenemez. "İ yaklaşık 14'ün yarısı ve 24'ün 9/10'u büyüklüğünde" diyemezsiniz. "İ'in karesi -1'dir" demeniz ve bu şekilde bırakmanız gerekir. Abraham Lincoln'dan bir alıntı buraya oldukça uygun görünüyor. Ona, "Bir

adamın bacaklarının uzunluğu ne kadar olmalı?" diye sorulduğunda, ağır ağır konuşarak, "Yere değecek kadar" diye yanıtlamış. I'nın büyüklüğü hakkmdaki soruya verilecek yanıt da aşağı yukarı buna benzer – tam *G'nin bir ispatının yapısını belirleyen bir sayının büyüklüğünde olmalı* – ne daha büyük ne de daha küçük.

Elbette TNT'nin her teoreminin birçok farklı türetimi vardır, bu nedenle benim I belirlememin tek ve eşsiz olmadığından yakınabilirsiniz. Öyledir. Ama i —1'in karekökü– ile kurduğumuz koşutluk yine de geçerlidir. Yani karesi eksi bir olan bir başka sayı daha olduğunu anımsayın: -i. Şimdi i ve -i aynı sayı değildir. Yalnızca ortak bir özelliğe sahiptirler. Tek sorun bunun onları tanımlayan özellik olmasıdır! Onlardan birini –hangisi olduğu fark etmez– seçip ona "i" demek zorundayız. Aslında onları birbirinden ayırmanın yolu yoktur. Bu nedenle bütün bildiğimiz bütün bu yüzyıllar boyunca yanlış olanına "i" diyor olabileceğimiz ve bunun hiçbir fark oluşturmadığıdır. Şimdi, i gibi, I da eşsiz-olmayan bir şekilde tanımlanmıştır. Bu yüzden I'yı, *u*'nun aritmoquinelanmasıyla TNT-ispat-çiftleri oluşturan birçok mümkün doğaüstü sayıdan özel bir tanesi olarak düşünmek zorundasınız.

Doğaüstü Teoremler Sonsuz Uzun Türetimlere Sahiptir

Bir ilksav olarak ~G'nin eklenmesinin ne anlama geldiğiyle doğrudan karşılaşmadık. Sözünü ettik, ama üstünde durmadık. Ana nokta ~G'nin, *G'nin bir ispatının olduğunu* öne sürmesidir. İlksavlardan birinin kendi değillemesinin bir ispatının olduğunu söylediği bir dizge nasıl varkalabilir? Şimdi suyumuz ısınmış olmalı! Ama bu sandığınız kadar kötü değil. Yalnızca *sonlu* ispatlar kurduğumuz sürece asla G'yi ispatlamayacağız. O halde G ve değillemesi ~G arasında hiçbir belalı çarpışma olmayacaktır. Doğaüstü I sayısı hiçbir felakete neden olmayacaktır. Bununla birlikte G yanlış bir önesürümde bulunurken ("G'nin ispatı yoktur") ~G'nin doğru bir önesürümde bulunduğu fikrine alışmak zorunda kalacağız. Standart sayı kuramında bunun tersi geçerlidir – ama standart sayı kuramında hiçbir doğaüstü yoktur. TNT'nin doğaüstü bir teoreminin – yani G'nin – bir yanlış öne sürebileceğine, ama yine de bütün doğal teoremlerin doğruları öne süreceğine dikkat edin.

Doğaüstü Toplama ve Çarpma

Doğaüstüler hakkında size ispatsız olarak anlatmak istediğim son derece garip ve beklenmedik bir olgu var. (İspatını da bilmiyorum.) Bu olgu kuan-

tum fiziğindeki Heisenberg'in belirsizlik ilkesini anımsatır. Bu, her bir doğaüstü sayıyı (negatifler dahil olmak üzere) bir bayağı tamsayılar üçlüsüyle bağlaştırarak doğaüstüleri basit ve doğal bir şekilde "indeksleyebilmenize" imkân verir. Böylece orijinal doğaüstü sayımız *I* (9,-8,3) indeks kümesine ve ardılı *I*+1 (9,-8,4) indeks kümesine sahip olabilir. Doğaüstüleri indekslemenin tek bir yolu yoktur; farklı yöntemler farklı avantajlar ve farklı dezavantajlara sahiptir. Bu indeksleme şeması altında, toplanacak iki sayının indisleri verildiğinde iki doğaüstünün *toplamının* indeks üçlüsünü hesaplamak çok kolaydır. Başka indeksleme şemaları altında, çarpılacak iki sayının indisleri verildiğinde, iki doğaüstünün *çarpımının* indeks üçlüsünü hesaplamak çok kolaydır. Ama *hiçbir* indeksleme şeması altında, ikisini birden hesaplamak mümkün değildir. Daha kesin olarak söylersek, eğer toplamın indeksi yinelgen bir fonksiyonla hesaplanabiliyorsa, o zaman çarpımın indeksi yinelgen bir fonksiyon olmayacaktır; ve tersine olarak, eğer çarpımının indeksi yinelgen bir fonksiyonsa, o zaman toplamın indeksi yinelgen bir fonksiyon olmayacaktır. Dolayısıyla doğaüstü toplam tablosunu öğrenen doğaüstü okul öğrencileri eğer doğaüstü çarpım tablosunu bilmiyorlarsa mazur görülmelidir – ve tersi! İkisini aynı zamanda bilemezsiniz.

Doğaüstüler Kullanışlıdır . . .

Doğaüstü sayılar kuramında daha da ötelere uzanılabilir ve doğaüstü kesirler (iki doğaüstünün oranları), doğaüstü gerçek sayılar ve bunun gibi şeyler irdelenebilir. Aslında doğaüstü gerçek sayılar kavramının kullanımıyla diferensiyal ve integral hesap yeni bir temele oturur. *dx* ve *dy* gibi sonsuz küçükler, matematikçilerin bu eski öcüleri, sonsuz büyük gerçek sayıların tersleri olarak ele alınarak bütünüyle haklılandırılabilir! İleri analizde bazı teoremler "standart-olmayan analiz" yardımıyla daha sezgisel şekilde ispatlanabilir.

. . . Ama Gerçek midirler?

Standart-olmayan sayı kuramıyla ilk karşılaştığınızda yönünüzü yitirmiş olmalısınız. Ama Eukleidesci-olmayan geometri de yönümüzü şaşırmamıza neden olur. İki örnekte de şu soruyu sormak için çok güçlü bir dürtü duyarsınız: "Ama bu rakip kuramlardan hangisi doğrudur: Hangisi *hakikattir*? Bir anlamda, böylesi bir sorunun yanıtı yoktur. (Ancak –daha sonra tartışılacak olan– bir başka anlamda bir yanıt vardır.) Sorunun *hiçbir* yanıtının olmama-

sının sebebi, bu iki rakip kuramın, aynı terimleri kullanmalarına karşın aynı kavramlar hakkında konuşmamalarıdır. Dolayısıyla onlar aynı Eukleidesci ve Eukleidesci-olmayan geometriler gibi yalnızca yüzeysel olarak rakiptir. Geometride "nokta," "çizgi" ve bunlar gibi sözcükler tanımlanmamış terimlerdir ve onların anlamları içinde kullanıldıkları ilksavlı dizge tarafından belirlenir.

Sayı kuramı için de aynı şey geçerlidir. TNT'yi biçimselleştirmeye karar verdiğimizde yorum sözcükleri olarak kullanacağımız terimleri önceden seçtik – örneğin "sayı," "artı," "kere" ve bunlar gibi sözcükleri. Biçimselleştirme girişiminde bulunduğumuz andan itibaren, kendimizi bu terimlerin üstlenebileceği edilgin anlamlar ne olursa olsun kabul etmekle bağlamış olduk. Ama – aynı Saccheri gibi– herhangi bir sürpriz beklemedik. Doğal sayıların doğru, gerçek, tek kuramının ne olduğunu bildiğimizi düşündük. Sayılar hakkında TNT'nin açık bırakabileceği bazı sorular olabileceğini ve bu yüzden bunların farklı yönlere yönelmiş TNT genleşimleriyle istenildiği gibi yanıtlanabileceğini bilmiyorduk. O halde aynı -1'in karekökünün "gerçekten" varolduğu ya da "gerçekten" varolmadığım söyleme konusundaki gönülsüzlüğümüz gibi sayı kuramının "gerçekten" şu veya bu şekilde olduğunu söylemek için dayanılacak bir temel yoktur.

Geometride Çatallanmalar ve Fizikçiler

Önceki uslamlamaya karşı gündeme getirilebilecek ve belki de gündeme getirilmesi gereken bir uslamlama vardır. Gerçek, fiziksel dünyadaki deneylerin geometrinin belli bir versiyonuna dayanılarak diğerlerine oranla daha ekonomik olarak açıklanabildiğini varsayın. O zaman bu geometrinin "doğru" olduğunu söylemek anlamlı olabilir. "Doğru" geometriyi kullanmak isteyen bir fizikçinin bakış açısına göre, öyleyse "doğru" geometri ve diğer geometriler arasında ayrım yapmak anlamlıdır. Ama bu durum bu kadar basit değildir. Fizikçiler daima durumların yaklaşıkları ve idealleştirilmiş halleriyle uğraşırlar. Örneğin V. Bölümde anılan magnetik alan içindeki bir kristalin durumuna dair doktora çalışmam problemin son derece idealleştirilmesine dayanan bir çalışmaydı. Ortaya çıkan matematik son derece güzel ve simetrikti. Modelin yapaylığına karşın –ya da yapaylığından dolayı– bazı temel özellikler grafikte daha dikkat çekici bir şekilde öne çıktı. Böylece bu özellikler daha gerçekçi durumlarda ortaya çıkabilecek şeyler hakkında bazı tahminler yapılabilmesine imkân verir. Ama grafiğimi üreten varsayımları basitleştirmeden asla böylesi içgörüler elde edilemezdi. Fizikçilerin gerçekliğin derinler-

de gizlenmiş özellikleri hakkında bir şeyler öğrenebilmek için "gerçekdışı" bir durumu kullandıkları fizikte, bu tür şeyler sürekli olur. Bu nedenle fizikçilerin kullanmayı isteyebilecekleri geometri türünün "doğru geometri"yi temsil ettiğini söylerken son derece sakımlı olunmalıdır, çünkü aslında fizikçiler de verili bir durumda içlerinden en basit ve en uygun gözükeni seçtikleri bir yığın farklı geometri kullanırlar.

Dahası –ve belki bu konuyla çok daha ilgilidir– fizikçiler tam olarak içinde yaşadığımız 3-B uzayında çalışmazlar. İçinde fiziksel hesaplamaların yapıldığı bütün "soyut uzaylar" ailesi, içinde yaşadığımız fiziksel uzaydan tamamıyla farklı geometrik özelliklere sahip uzaylar vardır. Öyleyse "doğru geometri"nin içinde Uranüs ve Neptün'ün güneşin etrafında döndüğü uzay tarafından tanımlandığını kim söyleyecek? Kuantum-mekanikte dalga fonksiyonlarının dalgalandığı "Hilbert uzayı" vardır; Fourier bileşenlerinin yer aldığı "momentum uzayı" vardır; dalga vektörlerinin sıçradığı "evrik uzay" vardır; birçok-parçacık konbiçiminin hareket ettiği "faz uzayı" vardır; ve benzeri. Bütün bu uzayların geometrilerinin aynı olması için kesinlikle hiçbir sebep yoktur; aslında bunların aynı olmaları mümkün değildir! Öyleyse farklı ve "rakip" geometrilerin varolması fizikçiler için özsel ve yaşamsaldır.

Sayı Kuramında Çatallanmalar ve Bankacılar

Bu kadar geometri yeter. Ya sayı kuramından ne haber? Farklı sayı kuramlarının birbirleriyle bir arada varolmaları da özsel ve yaşamsal mıdır? Eğer bir bankacıya sorsaydmız, sanırım bir dehşet ve şaşkınlık ifadesiyle karşılaşırdınız. 2 ve 2'nin toplamı 4'ten başka ne olabilir? Ve üstelik 2 artı 2'nin toplamı 4 etmezse, dünya ekonomileri bu olgunun yol açtığı dayanılmaz belirsizlik altında anında çökmez mi? Hiç de değil. Her şeyden önce standart-olmayan sayı kuramı, yılların 2 artı 2 eşittir 4 fikrini tehdit etmez. Bayağı sayı kuramından yalnızca sonsuzluk kavramıyla ilgilenme tarzıyla ayrılır. Sonuçta, *TNT'nin her teoremi herhangi bir genleşmiş TNT içinde bir teorem olarak kalır!* Dolayısıyla bankacıların, standart-olmayan sayı kuramı idareyi eline aldığında ortaya çıkacak kaos konusunda umutsuzluğa kapılmalarına gerek yoktur.

Ve her durumda eski olguların değiştirilmesi konusunda korkuya kapılma matematik ve gerçek dünya arasındaki bağıntının yanlış anlaşılmasına dayanır. Matematik bize yalnızca hangi tür matematiği uygulayacağımızı seçme gibi yaşamsal bir adımı atmanızdan *sonra* gerçek dünyadaki soruların yanıt-

larını söyler. '2,' '3' ve '+' simgelerini kullanan ve içinde "2+2 = 3" diyen bir teorem olan rakip bir sayı kuramı olsaydı bile, bankacıların bu kuramı seçmeleri için pek bir neden olmazdı! Çünkü bu kuram paranın çalışma tarzına uymaz. Matematiğinizi dünyaya uydurursunuz, dünyanızı matematiğinize değil. Örneğin sayı kuramını bulut dizgelerine uygulamayız, çünkü tüm sayılar kavramı buna uymaz. Bir bulut ve bir başka bulut olabilir ve bir araya gelebilirler ve iki bulut olacak yerde hâlâ tek bulut olurlar. Bu 1 artı 1'in 1'e eşit olduğunu ispatlamaz; ispatladığı yalnızca sayı kuramsal "bir" kavramımızın bulut-saymaya tam olarak uygulanabilir olmadığıdır.

Sayı Kuramında Çatallanmalar ve Metamatematikçiler

Öyleyse bankacıların, bulut-sayıcıların ve kalanlarımızın çoğunun doğaüstü sayıların varlığından endişelenmelerine gerek yoktur; bunlar dünyaya ilişkin günlük algımızı en küçük bir şekilde etkilemeyecekler. Bu durumdan fiili olarak biraz endişe duyabilecek kişiler yalnızca uğraşları önemli oranda sonsuz varlıkların doğalarına bağlı olan kişilerdir. Etrafta bu türden çok fazla kişi yok – ama matematik mantıkçıları bu kategorinin üyeleridir. Sayı kuramındaki bir ikiliğin varlığı onları nasıl etkileyebilir? Sayı kuramı mantıkta iki rol oynar: (1) ilksavlaştırıldığında o *inceleme nesnesidir*; ve (2) biçimsel-olmayan şekilde kullanıldığında kendisiyle biçimsel dizgelerin incelendiği elzem bir *alettir*. Bu aslında bir kez daha anma-kullanma ayrımıdır: (1). rolde sayı kuramı anılır, (2). rolde kullanılır.

Şimdi matematikçiler sayı kuramının, bulut-hesabına değilse bile, aynı bankacıların gerçek sayıların aritmetiğinin kendi işlerine uygulanabilir olduğu yargısında olmaları gibi, biçimsel dizgelerin incelenmesine uygulanabilir olduğu yargısındadır. Bu *ekstramatematik* bir yargıdır ve aynı diğer alanlarda olduğu gibi matematik yapmayla ilgili düşünce süreçlerinin, içinde bir düzeydeki düşüncelerin herhangi bir başka düzeydeki düşünceleri etkileyebildiği "dolaşık hiyerarşiler"i içerdiğini gösterir. Düzeyler, matematiğin ne olduğunun biçimci versiyonunda inanıldığı gibi açıkça ayrılmış değildir.

Biçimci felsefe matematikçilerin yalnızca soyut simgelerle uğraştıklarını ve bu simgelerin gerçekliğe uygulanıp uygulanamadığı veya gerçeklikle bağlantılarının olup olmadığını umursamadıklarını iddia ederler. Ama bu oldukça çarpıtılmış bir resimdir. Bu hiçbir yerde metamatikte olduğundan daha açık değildir. Eğer sayılar kuramının kendisi biçimsel dizgeler hakkında olgusal bilgi edinmekte bir yardımcı olarak *kullanılırsa*, o zaman matematikçiler, "doğal sayılar" denilen bu eterik şeylerin – yalnızca imgelem ürünü değil, fiili

olarak *gerçekliğin parçası* olduğuna inandıklarını üstü kapalı olarak gösteriyor olurlar. Daha önce parantez içinde belirttiğim, bir anlamda, hangi sayı kuramı versiyonunun "doğru" olduğu sorusunun bir yanıtı *vardır*, yorumumun nedeni budur. Konunun özü şudur: matematik mantıkçıları sayı kuramının hangi versiyonuna inanacaklarını seçmek zorundadırlar. Özellikle doğaüstü sayıların varlığı veya yokluğu sorusu karşısında yansız kalamazlar, çünkü iki farklı kuram, metamatematikteki sorulara farklı yanıtlar verebilir.

Örneğin şu soruyu ele alın: "~G TNT'de sonlu olarak türetilebilir mi?" Fiili olarak hiç kimse bunun yanıtını bilmez. Yine de çoğu matematik mantıkçısı hiç tereddütsüz hayır yanıtı verecektir. Bu yanıtı güdüleyen sezgi eğer ~G bir teorem olsaydı TNT w-tutarsız olurdu olgusuna ve bunun da TNT'yi anlamlı bir şekilde yorumlamayı isterseniz gırtlağınıza basa basa size doğaüstüleri kabul ettireceği olgusuna – çoğu kişi için düşüncesi bile tatsız olan bu olguya dayanır. Unutulmamalıdır ki, TNT'yi icat ettiğimizde doğaüstülerin onun parçası olacağına ilişkin bir niyetimiz veya beklentimiz yoktu. Yani biz –veya çoğumuz– bizi doğaüstü sayıların her yönüyle doğallar kadar gerçek olduğuna inanmaya zorlamayan sayı kuramın bir biçimselleştirmesinin yapılmasının mümkün olduğuna inanırız. Bahisler açıldığında matematikçilerin inançlarını sayı kuramının hangi "çatalına" yatıracağını belirleyen gerçeklik hakkındaki bu sezgidir. Ama bu inanç yanlış olabilir. Belki insanların icat ettiği sayı kuramının her tutarlı biçimselleştirimi, ω-tutarsız olmakla, doğaüstülerin varlığım gerektirir. Bu yadırgatıcı da olsa tahayyül edilebilir bir düşüncedir.

Eğer durum böyle olsaydı –ben kuşkuluyum, ama elimizde hiçbir aksi ispat yok– o zaman G karar verilemez olmak zorunda olmazdı. Aslında TNT'nin karar verilemeyen hiçbir tamdeyimi olmayabilirdi. O zaman çatallanmayan –ve zorunlu olarak doğaüstüleri içeren– tek bir sayılar kuramı olabilirdi. Bu matematik mantıkçılarının beklediği türden bir şey olmasa da, ama öyle hemen kesin bir biçimde reddedilmemesi gereken bir şeydir. Genel olarak matematik mantıkçıları TNT'nin –ve benzer dizgelerin– ω-tutarlı olduğuna ve böylesi herhangi bir dizge içinde inşa edilebilen Gödel dizisinin bu dizge içinde karar verilemez olduğuna inanırlar. Bu onların onu veya onun değillemesini bir ilksav olarak eklemeyi seçebilecekleri anlamına gelir.

Hilbert'in Onuncu Problemi ve Tosbağa

Bu bölümü Gödel'in Teoreminin bir genleşiminden söz ederek sonuçlandırmak istiyorum. (Bu konu, Kaynakça'da göreceğiniz Davis ve Hersh'in

"Hilbert'in Onuncu Problemi" başlıklı makalelerinde daha kapsamlı ele alınmıştır.) Bunun için bir Diyofant denkleminin ne olduğunu tanımlamalıyım. Bu sabit integral katsayıları ve üstleriyle O'a eşitlenmiş birçok terimli denklemdir. Örneğin

$$a = 0$$

ve

$$5x+13y\text{-}1 = 0$$

ve

$$5p^5+17q^{17}\text{-}177 = 0$$

ve

$$a^{123.666.111.666} + b^{123.666.111.666} - c^{123.666.111.666} = 0$$

Diyofant denklemleridir. Genelde verilen bir Diyofant denkleminin tamsayı çözümlerinin olup olmadığını bilmek zor bir konudur. Aslında yüzyılın başındaki ünlü konferansında Hilbert matematikçilerden, verili bir Diyofant denklemin tamsayı çözümlerinin olup olmadığının sonlu sayıda adımlarla belirlenebilmesini sağlayan genel bir algoritma bulmalarını istemişti. Böylesi bir algoritmanın varolmadığına kuşku yok!

G'nin yalınlaştırılmış haline bakalım. Yeterince güçlü bir biçimsel dizgeye ve onun Gödel-sayılaştırmasma sahip olduğumuz her seferinde G'ye eşdeğer bir Diyofant denkleminin var olduğu gösterilmiştir. Bu eşdeğerlilik, metamatematik düzeyde yorumlandığında bu denklemin kendisi hakkında, hiçbir çözüme sahip olmadığını öne sürmesidir. Tersine çevirin: eğer onun bir çözümünü bulduysanız, ondan dizge içinde, denklemin hiçbir çözümü olmadığı ispatının Gödel sayısını inşa edebilirdiniz. Bu Tosbağa'nm, Diyofant denklemi olarak Fermat'mn denklemini kullanarak *Prelude*'de yaptığı budur. Bunu yaptığınızda, havadaki moleküllerden İhtiyar Bach'm sesini geri kazanabileceğinizi bilmek hoş bir şey!

Doğum Günü Kantatatata...

Güzel bir mayıs günü ormanda gezinen Tosbağa ve Akhilleus karşılaşırlar. Çok şık giyinmiş olan Akhilleus kendi kendine mırıldandığı bir ezgi eşliğinde iki yana sallanır. Yeleğine, üstünde "Bugün benim doğum günüm" yazan kocaman bir düğme takmıştır.

Tosbağa: Selam Akhilleus. Niye bu kadar neşelisin? Yoksa bugün senin doğum günün mü?

Akhilleus: Evet, evet! Evet, bugün benim doğum günüm!

Tosbağa: Zaten ben de taktığın düğmeyi görünce kuşkulanmıştım, ayrıca yanılmıyorsam 1727 yılında Saksonya Kralı Augustus'un elliyedinci doğum günü için yazılmış olan Bach'ın Doğum Günü Kantatasım söylüyordun.

Akhilleus: Haklısın. Ve Augustus'un doğum günü benimkiyle çakışıyor, bu yüzden BU Doğum Günü Kantatası'nın çifte anlamı var. Yine de sana yaşımı söylemeyeceğim.

Tosbağa: Ah, bunda anlaşılmayacak bir yan yok. Ama benim bilmek istediğim başka bir şey var. Bana şimdiye kadar söylediklerinden, bugün senin doğum günün olduğu sonucu çıkarılabilir mi?

Akhilleus: Evet, evet. Bugün benim doğum günüm.

Tosbağa: Kusursuz. Tam da düşündüğüm gibi. Böylece şimdi, senin doğum günün olduğu sonucuna varıyorum, yalnız–

Akhilleus: Yalnız – ne?

Tosbağa: Yalnız bu zamansız ve aceleci bir sonuç olmasın sakın. Tosbağalar düşünmeden sonuca atlamaktan hoşlanmazlar sonuçta. (Atlamaktan hiç hoşlanmayız, özellikle de sonuçlara). Bu nedenle senin mantıksal düşünceye olan düşkünlüğünü gayet iyi bilerek, sana sorayım, önceki tümcelerden bugün senin gerçekten doğum günün olduğu sonucunu çıkarmak usauygun mudur?

Akhilleus: Sorularında yinelenen örüntüyü sezdiğimi söylemeliyim Bay T. Ama kendi kendime sonuçlara atlamaktansa sorunu görünür anlamıyla kabul edip doğrudan yanıtlayacağım. Yanıt: EVET.

Tosbağa: Güzel! Güzel! O zaman öğrenmek istediğim bir şey daha var, bugünün kesinlikle senin–

Akhilleus: Evet, evet, evet, evet... Artık senin sorularınla beni çekmek istedi-

ğin yeri görebiliyorum Bay T. Bir süre önce Eukleides'in ispatını tartıştığımız zamanki kadar bön değilim.

Tosbağa: Kim senin bön olduğunu düşündü ki? Tam tersi, ben senin mantıksal düşünce biçimlerinde uzman, geçerli çıkarımlar biliminde bir yetke, doğru usavurma yöntemleri hakkında bir bilgi kaynağı olduğunu düşünüyorum... Doğruyu söylemek gerekirse, bana göre Akhilleus sen ussal düşünme sanatında gerçek bir titansın. Ve yalnızca bu nedenle sana soruyorum, "Daha önce sözü edilen tümceler, hiçbir kuşkuya yer vermeden, bugün senin doğum günün olduğu sonucuna ulaşmam için yeterli delil sunuyor mu?"

Akhilleus: Övgü sağanağının ağırlığı altında beni yamyassı ettin Bay T – yani göklere çıkardın. Ama sürekli aynı soruyu yinelemen beni sersemletti, tahminimce sen de benim gibi her defasında 'evet' yanıtını verebilirdin.

Tosbağa: Elbette verebilirdim Akhilleus. Ama sen de görüyorsun ki, böyle yapmak yalnızca Çılgın Tahminler yürütmek olurdu – ve Tosbağalar Çılgın Tahminleri küçümserler. Tosbağalar yalnızca Eğitimli Tahminleri formüle ederler. Ah, evet– Eğtimli Tahminlerin gücü. Tahminde bulundukları zaman ne çok insanın konuyla İlgili Etkenler'in hepsini hesaba katmakta başarısızlığa uğradıkları konusunda bir fikrin yok senin.

Akhilleus: Bu abuk sabuk konuşma içinde tek ilgili etken benim ilk tümcemdir gibi geliyor bana.

Tosbağa: Ah, kesinlikle gözönüne alınması gereken etkenlerden en azından biri BU – ama eskilerin saygın bilimi Mantığı boşlamamı mı bekliyorsun benden? Mantık, Eğitimli Tahminler yapmada her zaman İlgili bir Etkendir ve yanımda Mantıkta ünlü bir uzman olduğuna göre bu olgudan yararlanmanın ve sezgilerimin doğru olup olmadığını doğrudan ona sorarak önsezilerimi doğrulamanın Mantıklı olacağını düşündüm. Onun için sana son olarak doğrudan sormama izin ver: "Daha önce geçen tümcelerden, kuşkuya yer bırakmaksızın Bugün senin Doğum günün olduğu sonucunu çıkarabilir miyim?"

Akhilleus: Bir kez daha, EVET. Ama içtenlikle söylüyorum, bana öyle geliyor ki, bu yanıtı –bütün öncekiler gibi– kendi kendine bulabilirdin.

Tosbağa: Sözlerin nasıl da iğneleyici! Keşke o denli bilge olaydım! Ama tamamıyla cahil ve bütün İlgili Etkenleri gözönünde bulundurmak için yanıp tutuşan ölümlü bir Tosbağa olarak bütün bu soruların yanıtlarını bilmem gerekiyor.

Akhilleus: Pekâlâ öyleyse konuyu bir kez daha ve bütünüyle açıklayayım. Bu

yönde sorduğun bütün önceki soruların ve soracağın bütün sonraki soruların yanıtı şu: EVET.

Tosbağa: Harika! Tipik yaratıcılığınla bütün kargaşadan bir çırpıda sıyrıldın. Bu dahice buluşa YANIT ŞEMASI dememi umursamazsın umarım. Evet-yamtlarmın sayısı 1, 2, 3, vb tek bir tomar oluşturur. Gerçekten sıranın sonuna geldiğinde, "Omega Yanıt Şeması" başlığına hak kazanır, 'ω' Yunan alfabesinin son harfidir – sanki BUNUN SANA söylenmesine gerek varmış gibi!

Akhilleus: Ona ne ad verdiğin umurumda değil. Yalnızca sonunda doğum günüm olduğunu kabul etmen beni fazlasıyla rahatlattı, artık başka konulardan söz edebiliriz – bana ne hediye vereceğin gibi örneğin.

Tosbağa: Dur – yavaş ol biraz. Bir koşulla doğum günün olduğunu kabul ederim.

Akhilleus: Ne? Armağan istemezsem mi?

Tosbağa: Hiç de değil. Gerçekten Akhilleus, seni güzel bir doğum günü yemeğine davet etmeyi düşünüyorum, yalnızca bütün bu evet-yamtlarının bilgisinin (ω Yanıt Şemasınca sağlandığı gibi) beni dolambaçlı yollara saptırmadan bugün senin doğum günün olduğu sonucuna doğrudan götürdüğüne ikna etmesi koşuluyla. Durum bu, değil mi?

Akhilleus: Evet, elbette öyle.

Tosbağa: Güzel. Şimdi evet-yanıtı ω+1'e sahibim. Bununla donanmış olarak, eğer böyle yapmak geçerliyse, bugünün senin doğum günün olduğu hipotezini kabul etme yolunda ilerleyebilirim. Bu konuda bana danışma inceliğini gösterebilir miydin Akhilleus?

Akhilleus: Bu da ne demek? Senin sonsuz entrikanı anladım sanıyordum. Şimdi evet-yanıtı ω+1 sana yetmiyor mu? Pekâlâ. Sana yalnızca evet-yamtı ω+2'yi değil, ayrıca evet-yanıtı ω+3, ω+4 ve benzerlerini de vereceğim.

Tosbağa: Ne kadar cömertsin Akhilleus. Bugün senin doğum günün ve sana aksilikler çıkarmak yerine armağanlar vermeliyim. Ya da daha doğrusu, senin doğum günün olduğuna İHTİMAL verebilirim. "2ω Yanıt Şeması" diye adlandıracağım yeni bir Yanıt Şemasıyla donanmış olarak senin doğum günün OLDUĞU sonucunu çıkarabilirim sanırım. Ama söylesene Akhilleus: 2ω Yanıt Şeması bu devasa sıçramayı yapmamı GERÇEKTEN sağlar mı, yoksa kaçırdığım bir nokta mı var?

Akhilleus: Beni daha fazla oyuna getiremeyeceksin Bay T. Bu aptalca oyunun nereye varacağını anladım. Bundan dolayı sana bütün Yanıt Şemala-

rını sona erdiren bir Yanıt Şeması armağan edeceğim! Yani ω, 2ω, 3ω, 4ω, 5ω vb bütün Yanıt Şemalarını eşanlı olarak veriyorum. Bu Meta-Yanıt Şemasıyla bütün dizgenin DIŞINA ATLADIM, beni tuzağa düşürdüğünü sandığın bu aptalca oyunu alt ettim – şimdi bütün bu işi BİTİRDİK!

Tosbağa: Vay canına! Böyle güçlü bir Yanıt Şeması almaktan onur duyarım Akhilleus. İnsan zihninin türettiği böyle muazzam bir şeyin pek ender olduğunu duyumsuyorum ve gücü beni çarptı. Armağanına bir ad vermemin sence bir sakıncası var mı?

Akhilleus: Niye olsun ki.

Tosbağa: Öyleyse buna "ω^2 Yanıt Şeması" diyeceğim. Ve –sen bana ω^2 Yanıt Şemasına sahip olmanın bugün senin doğum gününün olduğu sonucunu çıkarmama izin verip vermediğini söylediğin anda– diğer konulara geçebiliriz.

Akhilleus: Vah başıma gelenler! Bu umut kırıcı yolun sonuna hiç varamayacak mıyım? Şimdi sırada ne var?

Tosbağa: ω^2 Yanıt Şemasından sonra ω^2+1 yanıtı var. Sonra ω^2+2 yanıtı geliyor. Ve benzeri. Ama sen bunların hepsini $\omega^2+\omega$. Yanıt Şeması olarak tek paket içinde bir araya getirebilirsin. O zaman da $\omega^2+2\omega$ ve $\omega^2+3\omega$ ... gibi diğer yanıt-paketleri gelir. Eninde sonunda $2\omega^2$ Yanıt Şemasına gelirsin ve bir süre sonra da $3\omega^2$ ve $4\omega^2$'ye. Bunların ilerisinde hâlâ ω^3, ω^4 ve ω^5 gibi Yanıt Şemaları vardır. Bilirsin, bu böylece sürüp gider.

Akhilleus: Evet. Sanırım bir süre sonra ω^ω Yanıt Şemasına gelir.

Tosbağa: Elbette.

Akhilleus: Sonra da ω^{ω^ω} ve $\omega^{\omega^{\omega^\omega}}$ ya mı?

Tosbağa: Olağanüstü bir hıza eriştin Akhilleus. Bir sakıncası yoksa sana bir önerim var. Niye bunların hepsini tek bir Yanıt Şeması içine koymuyorsun?

Akhilleus: Pekâlâ, gerçi bunun yararından kuşkuya düşmeye başladım, ama olsun.

Tosbağa: Şimdiye kadar kurduğumuz adlandırma uylaşımlarımızda bunun için açık bir ad yok gibi geliyor bana. Belki de buna keyfi olarak yalnızca ϵ_0 Yanıt Şeması demeliyiz.

Akhilleus: Hepten karıştırdın! Sürekli olarak yanıtlarıma bir AD vermen, yanıtın seni doyuracağı umutlarımın anında kırılmasının bir belirtisi sanki. Niye bu Yanıt Şemasını adsız bırakmıyoruz?

Tosbağa: Bunu yapamayız Akhilleus. Adsız olarak ona göndermede bulunma

yolumuz yok. Ve üstelik bu özel Yanıt Şemasıyla ilgili kaçınılmaz ve çok güzel olan bir şey var. Onu adsız bırakmak büyük kabalık olur! Sen de doğum gününde incelikten yoksun bir şey yapmayı istemezsin, değil mi? Şey, bugün senin doğum günün MÜ? Doğum günlerinden söz etmişken, bugün BENİM doğum günüm!

Akhilleus: Öyle mi?

Tosbağa: Evet, öyle. Şey, aslında bugün amcamın doğum günü, ama hepsi bir. Bu akşam beni leziz bir doğum günü yemeğine davet etmeye ne dersin?

Akhilleus: Dur bir dakika Bay T. Bugün BENİM doğum günüm. Senin davet etmen gerekir.

Tosbağa: Ah, ama sen beni söylediklerinin doğru olduğuna ikna etmekte hiç de başarılı olamadın. Yanıtlar, Yanıt Şemaları, falan filan ile kulağını başının üstünden gösterdin. Bütün öğrenmek istediğim bugün senin doğum günün olup olmadığıydı, ama sen beni serseme çevirmeyi becerdin. Ah, çok fena. Her neyse, bu akşam beni doğum günü yemeğine götürmene izin vermek beni mutlu edecek.

Akhilleus: Tamam. Bir yer biliyorum. Nefis çorbaları var. Ve ne çorbası içeceğimizi de çok iyi biliyorum kesinlikle...

XV. BÖLÜM

DİZGENİN DIŞINA ATLAMAK

Daha Güçlü Bir Biçimsel Dizge

GÖDEL ispatının dikkatli bir eleştiricisinin yapabileceği şeylerden biri onun genelliğini incelemek olabilir. Böylesi bir eleştirmen örneğin Gödel'in, bir özel biçimsel dizge olan TNT'deki gizli bir kusurdan zekice yararlanmış olabileceğini düşünebilir. Eğer durum böyle olsaydı o zaman belki Gödelci hileye maruz kalmayacak TNT'den daha üstün bir dizge geliştirilebilirdi ve Gödel'in Teoremi etkisinin büyük bir kısmını yitirirdi. Bu bölümde TNT'nin onu son bölümdeki uslamlamalardan kolayca etkilenebilmesine neden olan özelliklerini dikkatle gözden geçireceğiz.

Doğal düşünce şudur: Eğer TNT'yle ilgili temel sorun onun bir "delik" – bir başka deyişle karar verilemez bir tümce, yani G– içermesiyse, neden basitçe delik tıkanmasın? Neden G bir altıncı ilksav olarak TNT'ye eklenmesin? Elbette diğer ilksavlarla karşılaştırıldığında G gülünç şekilde kocaman bir devdir ve sonuçta ortaya çıkan dizge –TNT+G– ilksavlarının orantısızlığından dolayı oldukça komik bir görünüme sahip olacaktır. Yine de G eklenmesi usauygun bir öneridir. Böyle yapıldığını düşünelim. Şimdi umulacak olan yeni dizge TNT+G'nin daha üstün bir biçimsel dizge – yalnızca doğaüstüden kurtulmuş değil, ama *eksiksiz* de olduğudur. TNT+G'nin TNT'den en azından bir yönden üstün olduğu kesindir: G dizisi, bu yeni dizgede bir teorem olduğu için artık karar verilemez değildir.

TNT neden bozucu etkiye açıktı? Onun saldırıya açıklığının özünde onun kendisi hakkında önermeler ifade etme yeteneğine sahip olması vardı, özellikle de şunu;

"Ben TNT Biçimsel Dizgesinde İspatlanamam."

ya da, biraz daha açarsak,

"Bu dizinin Gödel sayısıyla bir TNT-ispat-çifti
oluşturan bir doğal sayı yoktur."

TNT+G'nin Gödel'in bozucu etkisinden muaf olacağım ummak veya beklemek için bir neden var mı? Gerçekten yok. Yeni dizgemiz tam da TNT kadar ifade gücüne sahiptir. Gödel'in kanıtlaması esas olarak bir biçimsel dizgenin ifade gücüne dayandığına göre, yeni biçimsel dizgemizin de yenileceğini

görmek bizi şaşırtmayacaktır. Burada incelikli nokta aşağıdaki önermeyi ifade eden bir dizi bulmak olacak,

"Ben TNT+G Biçimsel Dizgesinde İspatlanamam."

Aslında bunun daha önce TNT için kullanıldığını gördüğünüzden bu pek de incelikli bir hile sayılmaz. Aynı ilkelerin tümü kullanılmıştır; yalnızca bağlam hafifçe değişmiştir. (Mecazi bir ifadeyle, bildiğimiz bir ezgiyi, yalnızca bir üst anahtardan yeniden söylüyoruz.) Daha önceki gibi, arıyor olduğumuz dizi – buna "G′" diyelim– aracı bir "amca"yla inşa edilir. Ama o TNT-ispat-çiftlerini temsil eden tamdeyime dayanmak yerine benzer, ama daha karmaşık olan TNT+G-ispat-çiftleri nosyonuna dayanır. TNT+G-ispat-çiftleri nosyonu orijinal TNT-ispat-çiftleri nosyonunun yalnızca hafifçe genişletilmiş halidir.

Benzer bir genişletme MIU-dizgesi için de canlandırılabilirdi. MIU-ispat-ispat-çiftlerinin saflıklarını kaybetmemiş biçimini gördük. İmdi MU'yu ikinci bir ilksav olarak ekleseydik yeni bir dizgeyle ilgileniyor olurduk – MIU+MU dizgesi. Bu genleştirilmiş dizge içindeki bir türetim aşağıda sunulmuştur:

MU	ilksav
MUU	2. kural

Buna tekabül eden bir MIU+MU-ispat-çifti vardır – yani $m = 30300$, $n = 300$. Elbette bu sayı çifti bir MIU-ispat-çifti oluşturmaz – yalnızca bir MIU+MU-ispat çifti oluşturur. Fazladan bir ilksavın eklenmesi ispat çiftlerinin aritmetik özelliklerini özsel olarak karmaşıklaştırmaz. Onlar hakkındaki önemli olgu –bir ispat-çiftinin ilkel yinelgen olduğu– korunur.

Gödel Yönteminin Yeniden Uygulanması

Şimdi, TNT+G'ye yeniden döndüğümüzde, benzer bir durumda karşılaşacağız. TNT+G-ispat-çiftleri, öncelleri gibi, ilkel yinelgendir, bu yüzden TNT+G içinde açık bir şekilde kısalttığımız bir tamdeyimle temsil edilirler:

(TNT+G)-İSPAT-ÇİFTİ {a, a′}

İmdi her şeyi bütünüyle yeniden yapıyoruz. Tıpkı önceden olduğu gibi, bir "amca"yla başlayarak G'nin karşılığını kuruyoruz:

~∃a: ∃a′: <(TNT+G)-İSPAT-ÇİFTİ {a, a′}∧ARITMOQUINE {a, a′}>

Onun Gödel-sayısına u' diyelim. Şimdi bu amcayı aritmoquinelıyoruz. Bu bize G′yi verecek:

~∃a:∃a':<(TNT+G)-İSPAT-ÇİFTİ{a,a'}
∧ARITHMOQUINE{SSS . . . . SSSO/a'',a'}>
u tane S

Yorumu şöyledir,

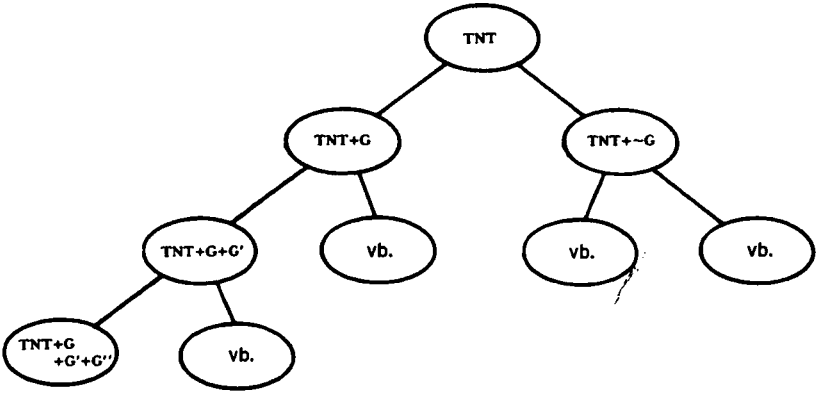
"u'nun aritmoquinelanmasıyla bir TNT+G-ispat-çifti oluşturan bir a sayısı yoktur."

Daha özlü olarak söylersek

"Ben TNT+G Biçimsel Dizgesinde İspatlanamam."

Çokluçatallanma

Ee (esneme), buradan itibaren ayrıntılar oldukça sıkıcı. G'nin TNT+G'ye göre durumu G'nin TNT'nin kendisine göre durumuyla aynıdır. Sayı kuramını bir daha ikiye ayırmak için TNT+G'ye ya G′ ya da ~G′ eklenebilir. Ve bunun yalnızca "iyi çocukların" başına geldiğini düşünmeyesiniz diye, bu aynı alçakça oyun TNT+~G'ye de oynanabilir – yani G'nin değillemesi eklenerek elde edilen TNT'nin standard olmayan genleşmesine. Böylece şimdi sayı kuramında her türden çatallanmaların olduğunu görürüz (Şekil 75):



Şekil 75. TNT'nin "çoklu çatallanmaları." TNT'nin her bir genleşimi kendi Gödel tümcesine sahiptir; bu tümce ya da değillemesi sürekli olarak eklenebilir, böylece her bir genleşmeden, ad infinitum devam eden bir süreç içinde, yeni genleşme çifti filizlenir.

Elbette bu yalnızca başlangıçtır. Bu aşağıya dönük ağacın en sol dalından aşağı doğru indiğimizi hayal edelim, burada daima (değillemelerinden ziyade) Gödel tümcelerine rastlarız. Doğaüstlerini eleme yoluyla yapabileceğimizin en iyisi budur. G'yi ekledikten sonra G′ ekleriz. Sonra G″ ve G′′′ ekleriz ve

bu böylece devam eder. Yeni bir genişletilmiş TNT kurduğumuz her seferinde, dizgenin Tosbağa'nın yönteminin –pardon, Gödel'in yöntemi diyecektim– saldırısına açık olması bize şu yoruma sahip yeni bir dizi kurma olanağı verir.

"Ben X Biçimsel Dizgesinde İspatlanamam."

Doğal olarak bir süre sonra bütün işlem tamamıyla öndeyilenebilir olmaya ve rutinleşmeye başlar. Ne de olsa bütün bu "delikler" bir tek teknikle yapılır! Bu, tipografik nesneler olarak bakıldıklarında, onların hepsinin, bir tek kalıptan döküldüğü ve bu da onların hepsinin temsil edilmesi için bir tek ilksav şemasının yeterli olduğu anlamına gelir! Eğer durum buysa, neden bütün delikler bir seferde tıkanmasın ve eksikliliğin bu berbat işine hepten son verilmesin? Bu TNT'ye bir kezinde yalnızca bir ilksav yerine *bir ilksav şeması eklenerek* başarılabilir. Özel olarak bu ilksav şeması bütün G, G′, G′′, G′′′ vb'nin döküldüğü kalıp olacaktır. Bu ilksav şemasını ekleyerek (buna "G_ω" diyelim) "Gödelleştirme" yöntemini alt edebiliriz. Aslında TNT'ye G_ω'nin eklenmesinin, sayı kuramsal doğruluğun hepsinin eksiksiz ilksavlılandırılması için gerekli *son adım* olduğu oldukça açık görünmektedir.

Bu *Kontrakrostipunktus*'ta, Tosbağa'nın Yengeç'in "Omega Plak Çaları"nı icat etmesini anlatırken vurgulamak istediği noktaydı. Ama orada, yorgun Tosbağa öyküsünü tamamlamadan (ama Gödel'in Eksiklik Teoremine kurnazca bir gönderimde bulunmayı da ihmal etmeden) eve yatmaya gitmeye karar verdiğinden okuyucu bu aygıtın kaderi konusunda kararsız bırakılmıştı. Şimdi, sonunda, bu boşlukta bırakılan kısımları açıklığa kavuşturma zamanı ... Belki *Doğum Günü Kantatatata*'sını okuduktan sonra zaten bu konuya ilişkin bir fikir edinmişsinizdir.

Özsel Eksiklik

Sizin de büyük olasılıkla tahmin ettiğiniz gibi, TNT üzerinde geliştirilen bu fantastik hamle de aynı yazgıyla karşı karşıya kalacaktır. Ve durumu iyice tuhaflaştıran şey ise burada da, özünde aynı nedenin işbaşında olmasıdır. İlksav şeması gerektiği kadar güçlü değildir ve Gödel inşası burada da uygulanabilir. Bunu biraz daha açayım. (Bu, benim burada yapacağımdan çok daha sağlam bir şekilde yapılabilir.) Eğer G, G′, G′′′.... gibi değişik dizileri tek bir *tipografik* bir kalıpla elde etme yolu varsa, o zaman onların Gödel sayılarını tek bir *aritmetik* kalıp içinde betimleme yolu da vardır. Ve sayıların sonsuz bir sınıfının bu aritmetik tarifi, yorumu aşağıda verilen bir OME-

GA-İLKSAVI {a} tamdeyimiyle TNT+G_ω içinde temsil edilebilir: "a, G_ω'de bulunan ilksavlardan birinin Gödel sayısıdır." a özel bir sayıtla değiştirildiğinde ortaya çıkan tamdeyim, ancak ve ancak sayıt şemaya ait bir ilksavın, Gödel sayısının yerine duruyorsa TNT+G_ω'nin bir teoremi olacaktır.

Bu yeni tamdeyimin yardımıyla, TNT+G_ω-ispat-çiftleri gibi karmaşık bir nosyonu bile TNT+G_ω içinde temsil etmek mümkün hale gelir:

(TNT+G_ω)-İSPAT-ÇİFTİ {a, a'}

Bu tamdeyimi kullanarak, yeni bir amca inşa edebilir, artık aşina olduğumuz aritmoquinelama yoluyla, "TNT+G_ω+1" diye adlandırabileceğimiz bir başka karar verilemez dizi elde edebiliriz. Bu noktada, "G_ω+1 neden G_ω ilksav şeması tarafından yaratılan ilksavlar arasında değildir?" diye merak edebilirsiniz. Yanıt, G_ω'nin kendinin sayı kuramı içine *gömülebilirliğini* önceden görecek kadar zeki olmadığıdır.

Kontrakrostipunktus'ta, Tosbağa'nın "çalınamaz plak" yaparkenki özsel adımlardan biri, yok edeceği plakçalara ilişkin imalatçısının mavi kopyasını ele geçirmekti. Bu gerekli bir adımdır, çünkü böylece onun ne türden titreşimlere karşı korunmasız olduğunu kestirebiliyor ve sonra bu titreşimleri üretecek seslerin kodlarını yivler halinde plağına işliyordu. Bu, dizgenin kendi özelliklerinin ispat-çiftleri nosyonu içinde yansıtıldığı ve sonra ona karşı kullanıldığı Gödel hilesine çok benzer. Ne kadar karmaşık veya ne kadar incelikli olursa olsun her dizge Gödel-sayılaştırılabilir ve sonra onun ispat-çiftleri tanımlanabilir – ve bu da kendi kazdığı kuyuya düşmektir. Bir dizge iyi-tanımlandığı ya da "kutulandığı" anda, bozucu etkilere açık hale gelir.

Bu ilke, 0 ve 1 arasındaki gerçek sayıların her bir iyi-tanımlanmış listesi için atlanmış bir gerçek sayı bulan Cantor'un köşegen yönteminde kusursuzca örneklendirilir. Belirtik bir liste –gerçek sayılar "kutusu"– verme edimi yıkımın nedeni olur. Cantor'un hilesinin nasıl tekrar tekrar yinelenebileceğini görelim. L listesiyle başlayarak, aşağıdakileri yaparsanız ne olduğuna bakın:

(1a) L listesini alın ve onun köşegen sayısı d'yi inşa edin.

(1b) d'yi L listesinde bir yere koyarak, yeni bir L+d listesi elde edin.

(2a) L+d listesini alın ve onun köşegen sayısı d' yi inşa edin.

(2b) d' yi L+d listesinde bir yere koyarak, yeni bir L+d+d' listesini elde edin.

.
.
.

Şimdi bu adım-adım ilerleyen işlem L'yi yamamak için alıkça bir yol gibi görünebilir, çünkü başlangıçta verili olan L ile birlikte, tüm d, d', d'', d''', ... listesini bir defada yapabilirdik. Ama eğer böylesi bir liste yapmanın gerçek sayılar listenizi tamamlamanızı sağlayacağını düşünüyorsanız çok yanılıyorsunuz. Sorun şu soruyu sorduğunuzda açığa çıkar, "Köşegen sayılarını L içinde nereye koyacaksınız?" d-sayısım L'nin içine katmak için ne kadar şeytani bir düzen kurarsanız kurun, bunu uyguladığınız anda, yeni liste hâlâ savunmasızdır. Yukarda söylendiği gibi, belirtik bir liste -bir gerçek sayılar "kutusu"- verme ediminin kendisi yıkımın nedenidir.

Şimdi, biçimsel dizgeler durumunda, görünüşte sayı-kuramsal doğruluğu karakterize etmek üzere belirtik bir liste verme edimi eksikliliğe neden olur. Bu, TNT+G_ω'ye ilişkin sorunun can alıcı noktasıdır. İyi-tanımlanmış bir yolla bütün G'leri TNT'nin içine ekler eklemez, ilksav şemanız içinde ele geçiremediğiniz bir *diğer* G -bir önceden görülememiş G- olduğu görülür. Ve *Kontrakrostipunktus*'taki, TC-savaşında [Tosbağa ve Yengeç savaşı], bir plakçaların "mimarisi" belirlendiği anda plakçalar parçalara ayrılmaya eğimli olur.

Öyleyse ne yapılmalı? Görünürde bunun sonu yoktur. TNT ad infinitum [sonsuzca] genişletildiğinde bile tam yapılamaz. Öyleyse TNT'nin *özsel olarak eksikli* olduğu söylenebilir, çünkü burada eksiklilik TNT'nin bir parçası ve bölümüdür: TNT'nin doğasının özsel bir parçasıdır ve ister düz ister incelikli olsun hiçbir yolla ortadan kaldırılamaz. Dahası bu problem, ister TNT'nin genleşmiş bir hali, TNT'nin değiştirilmiş bir hali ya da TNT'ye alternatif başka bir dizge olsun, sayı kuramının herhangi bir biçimsel versiyonunun yakasım bırakmayacaktır. İşin aslı şudur: verili bir dizgede, Gödel'in kendine-gönderme yöntemi vasıtasıyla karar verilemez bir dizi inşa etme olanağı üç temel koşula bağlıdır:

(1) Dizgenin ister doğru ister yanlış olsun, sayılar hakkındaki bütün istek önermelerinin içinde ifade edilebileceği kadar zengin olması gerektiğine. (Buradaki başarısızlık dizgenin daha baştan TNT'ye rakip sayılamayacak kadar zayıf olduğu anlamına gelir, çünkü o, TNT'nin ifade edebildiği sayı-kuramsal nosyonları bile ifade edemez. *Kontrakrostipunktus*'un eğretilemesiyle bu birinin sanki bir gramafona sahip değil de bir buzdolabı veya başka tür bir nesneye sahip olması gibidir.)

(2) Bütün genel yinelgen bağıntıların, dizge içindeki tamdeyimler tarafından *temsil edilmesi* gerekir. (Buradaki başarısızlık, dizgenin bazı

genel yinelgen doğrulukları bir teorem içinde ele geçirmeyi başaramaması anlamına gelir; eğer o bütün sayı kuramı doğrularını üretmeye çalışıyorsa bu yalnızca acılı bir karın üstü düşüş olarak değerlendirilebilir. *Kontrakrostipunktus* eğretilemesinde, bu bir plakçalara sahip olmaya benzer, ama düşük sadakatli birine.)

(3) Kuralları tarafından tanımlanan ilksavlar ve tipografik örüntülerin, bir sonlanan karar yordamı tarafından tanınabilir olması gerektiğine. (Bu koşulda bir başarısızlık, dizge içindeki geçerli türetimleri geçersiz olanlardan ayırt edecek bir yöntemin olmadığı anlamına gelir – dolayısıyla "biçimsel dizge"nin hiç de biçimsel olmadığı ve aslında iyi-tanımlanmış bile olmadığı anlamına gelir. *Kontrakrostipunktus* eğretilemesinde, bu, hâlâ çizim tahtasında bulunan, kısmen tasarlanmış bir plakçalardır.)

Bu üç koşulun sağlanması, herhangi bir tutarlı dizgenin eksikli olacağını garanti eder, çünkü bu durumda Gödel'in inşası uygulanabilir.

Büyüleyici olan şey, herhangi bir böylesi dizgenin kendi kuyusunu kazmasıdır; dizgenin kendi zenginliği kendi yıkımına neden olur. Bu yıkım özsel olarak ortaya çıkar, çünkü dizge kendine-göndergeli tümcelere sahip olacak kadar güçlüdür. Fizikte, uranyum gibi, bölünebilir bir madde için "kritik kütle" nosyonu vardır. Eğer kütlesi kritik noktadan daha azsa maddenin katı topağı öylece durur. Ama kritik kütlenin ötesinde, bu parça bir zincir reaksiyona uğrayacak ve patlayacaktır. Biçimsel dizgelerle ilgili olarak da benzeri bir kritik nokta var gibi görünmektedir. Bu noktanın altında dizge "zararsız"dır ve aritmetik doğruluğu biçimsel olarak tanımlamaya yaklaşamaz bile; ama bu kritik noktanın ötesinde, dizge aniden kendine-gönderme kapasitesine ulaşır ve böylece eksikliliğe mahkum olur. Bir dizge yukarda listelenen özelliklere ulaştığı zaman kabaca eşiğe gelmiş olur. Bu kendine-gönderme yeteneğine ulaşır ulaşmaz dizge kendisi için biçilmiş bir deliğe sahip olur: delik dizgenin özelliklerini hesaba katar ve onları dizgeye karşı kullanır.

Lucas'a Göre Çile

Gödel uslamlamasının şaşırtıcı yinelenebilirliği çeşitli kişiler tarafından – kayda değer olarak J. R. Lucas tarafından– insan zekâsının, onu "mekanik otomatlar"m – yani bilgisayarların erişemeyeceği bir şey yapan ele geçirilemez ve tarif edilemez bir niteliğinin olduğunu gösterme savaşında cephane

olarak kullanılmıştır. Lucas "Zihinler, Makineler ve Gödel" makalesine şu sözlerle başlar:

> Gödel'in teoremi bana Mekanizmin yanlış olduğunu ispatlamakta gibi geliyor, yani zihinlerin makineler olarak açıklanamayacağını.[1]

Sonra aşağı yukarı şu şekilde süren bir uslamlama verir. Bir bilgisayarın bir insan kadar zeki sayılabilmesi için onun bir kişinin yapabildiği her entelektüel ödevi yapabilmesi gerekir. Şimdi Lucas hiçbir bilgisayarın insanların yapabildiği şekilde "Gödelleştirme" (onun hoş bir şekilde saygısız terimlerinden biri) yapamayacağını iddia eder. Neden yapamasın? TNT ya da TNT+G ya da hatta TNT+G_ω gibi herhangi bir tikel dizgeyi ele alın. Bu dizgenin teoremlerini dizgesel olarak üretebilecek bir bilgisayar programı kolaylıkla yazılabilir ve bu sonuçta herhangi bir önceden seçilmiş teoremin yazılı çıktısı alınabilecek şekilde olacaktır. Yani teorem-üreten program bütün teoremlerin "uzay"ının hiçbir bölümünü atlamayacaktır. Böylesi bir Program iki ana kısımdan oluşur: (1) (eğer varsa) ilksav şemalarının "kalıpları" verildiğinde ilksavları basan bir altyordam ve (2) bilinen teoremleri (ilksavlar da dahil elbette) alarak yeni teoremler üretmek üzere çıkarım kurallarını uygulayan bir altyordam. Program, bu altyordamlardan önce birini sonra diğerini yürütme arasında almaşır.

İnsanbiçimci bir düşünceyi izleyerek bu programın sayı kuramına ilişkin bazı olguları "bildiğini" söyleyebiliriz – yani o bastığı bu olguları bilir. Eğer sayı kuramının bazı olgularını basmayı başaramıyorsa, o zaman bu olguları "bilmiyor." Öyleyse eğer insanların programın bilemediği bazı şeyleri bildiği gösterilebilirse, bir bilgisayar programı insanlardan daha aşağı olacaktır. İşte Lucas'm vurguladığı nokta budur. Biz insanların TNT kadar güçlü her biçimsel dizgeye daima Gödel hilesini yapabileceğimizi söyler – ve dolayısıyla hangi biçimsel dizge olursa olsun biz ondan daha çok biliriz. Bu yalnızca biçimsel dizgelere dair sağlam bir uslamlama gibi görünebilir, ama hafifçe değiştirildiğinde, insan zekâsını yeniden üreten Yapay Zekânın olanaklılığına karşı güçlü bir uslamlamaya da dönüştürülebilir gibi görünüyor. İşte bu uslamlamanın özü:

> Bilgisayarları ve robotları bütünüyle katı içsel kodlar yönetir; ergo* ...

---

[1] J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel," A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 43.

* "Rigid internal codes entirely nile computers and robots; ergo." İlk harflere dikkat –çn.

Bilgisayarlar biçimsel dizgelerle eşbiçimlidir. Şimdi ...

Bizim kadar akıllı olması istenen bir bilgisayar sayı kuramını bizim yapabildiğimiz kadar iyi yapabilmelidir, demek ki ...

Başka şeyler yanı sıra ilkel yinelgen aritmetik yapabilmelidir. Ama tam bu sebeble ...

Gödelci "kanca"ya karşı korumasızdır, ki bu da şunu içerir ...

İnsan zekâsına sahip olan bizler, sayı kuramının doğru olan belli bir önermesini türetebilir, ama *bilgisayar* tam da Gödel'in bumerang uslamlamasından dolayı bu önermenin doğruluğuna karşı kördür.

Bu da bilgisayarların yapmaya programlanamayacağı, ama bizim yapabildiğimiz bir şeyin varolduğunu gösterir. Demek ki biz daha akıllıyız.

Lucas'la birlikte bu insan merkezli zaferin geçici anının keyfini çıkaralım:

> Kurduğumuz makine ne kadar karmaşık olursa olsun eğer bir makineyse biçimsel bir dizgeye karşılık gelecektir ve bu dizge içinde ispatlanamaz bir tamdeyim bulmak Gödel yordamına maruz kalacaktır. Bir zihin onun doğru olduğunu görebilmesine karşın bu tamdeyimi makine doğru olarak üretemeyecektir. Ve dolayısıyla makine zihnin upuygun bir modeli olmayacaktır. Zihnin mekanik –özsel olarak ölü– bir modelini üretmeye çalışıyoruz, ama aslında "canlı" olan zihin, herhangi bir biçimsel, kemikleşmiş, ölü dizgeden daha iyi işlemektedir. Gödel'in teoremi sayesinde son sözü daima zihin söylemektedir.[2]

İlk bakışta ve belki dikkatli bir çözümleme sonunda bile Lucas'ın uslamlaması zorlayıcıdır. Genellikle zıt tepkiler alır. Kimileri buna ruhların varlığının neredeyse dini bir ispatı gibi sarılır kimileri ise yoruma değer olmadığını düşünerek gülüp geçer. Ben de onun yanlış olduğunu düşünüyorum, ama bu ilgiye değer bir yanlışlıktır – ve bu nedenle onu çürütmek için zaman harcamaya değer. Aslında bu kitaptaki sorunlar üzerinde beni düşünmeye sevkeden ilk nedenlerden biriydi bu. Bu bölümde onu bir yönden çürütmeye çalışacağım ve konunun diğer yönlerini XVII. Bölümde ele alacağım.

Lucas'ın neden bilgisayarların bizim kadar "bilme"ye programlanamayacağını iddia ettiğini daha derinlemesine anlamaya çalışmalıyız. Temel olarak buradaki ana düşünce, bizim daima dizgenin *dışında* olmamız ve dışardan, programın içten doğru olduğunu göremediği bir şey üreten "Gödelleştirme" operasyonu yapabilmemizdir. Ama Lucas'ın deyişiyle, "Gödelleştirme opera-

---

[2] J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel," A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 48.

törü" neden programlanıp üçüncü bir ana bileşen olarak programa eklenemesin ki? Lucas bunu şöyle açıklıyor:

> Vasıtasıyla Gödelci tamdeyiminin inşa edildiği yordam standart bir yordamdır – ancak bundan dolayı bir Gödelci tamdeyimin her biçimsel dizge için kurulabileceğinden emin olabiliriz. Ama eğer o standart bir yordamsa, o zaman onu yerine getirebilecek bir programın da programlanabilir olması gerek ... Bu, biçimsel dizgenin geri kalanının Gödelci tamdeyiminin bir teorem olarak eklenmesini ve sonra bu yeni, güçlendirilmiş biçimsel dizgenin ve bu şekilde devam edecek şekilde her yeni dizgenin Gödelci tamdeyiminin bir teorem olarak eklenmesini sağlayan ek bir çıkarım kuralına sahip bir dizgeye sahip olmaya tekabül eder. Bu özgün biçimsel dizgeye, her biri o ana dek elde edilen dizgenin Gödelci tamdeyimi olan sonsuz bir ilksavlar dizisi eklemeye eştir ... Bir Gödelleştirme operatörüne sahip bir makineyle karşılaşan bir zihinden, bunu gözönünde bulundurarak yeni makineden, Gödelleştirme operatöründen ve bütün bunlardan sıyrılarak Gödel-dışına çıkabileceğini bekleyebiliriz. Aslında olanın bu olduğu ispatlanmıştır. Bir biçimsel dizgeye ardışık Gödelci tamdeyimlerden oluşan sonsuz ilksavlar kümesi eklesek bile, sonuçta ortaya çıkan dizge yine de eksiklidir ve ussal bir varlığın, dizge dışında durarak, doğru olduğunu görebildiği dizge-içinde-ispatlanamayan bir tamdeyim içerir. Bunu bekliyorduk, çünkü sonsuz bir ilksavlar kümesi bile eklenseydi, bunlar sonlu bir kural ya da özellemeyle belirlenmek zorundadır ve bu ek kural veya özelleme, genleştirilmiş biçimsel dizgeyi ele alan zihin tarafından hesaba katılacaktır. Bir anlamda, son sözü zihin söylediği için zihin kendi çalışmasının bir modeli olarak sunulan herhangi bir biçimsel dizgede daima bir delik bulacaktır. Mekanik model, bir anlamda, sonlu ve belirli olmalıdır; ve öyleyse zihin daima işini daha iyi yapar.[3]

Bir Boyut Yukarı Atlamak

M. C. Escher'in yarattığı görsel bir imge buradaki sezgiye yardımcı olmakta oldukça yararlıdır: *Ejderha* çizimi (Şekil 76). Onun en göze çarpan özelliği elbette konusudur – taşıdığı bütün Gödelci yananlamlarıyla birlikte kendi kuyruğunu ısıran bir ejderha. Ama bu resimde daha derin bir tema vardır. Aşağıdaki çok ilginç yorumları bizzat Escher'in kendisi yazmıştır. İlk yorum hepsi "düz ve uzaysal olan arasındaki çatışma"yla ilgili olan çizimleri hakkındadır; ikinci yorumsa özellikle *Ejderha* hakkındadır.

> I. Bildiğimiz tek doğru gerçeklik üç-boyutlu uzayımızdır. İki-boyut, aynı dört-boyut gibi bütünüyle kurmacadır, çünkü iyice perdahlanmış ayna da dahil ol-

[3] J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel," A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 48-9.

mak üzere hiçbir şey düz değildir. Yine de bir kâğıt parçasının veya bir duvarın düz olduğu uylaşımına sarılırız ve tuhaf bir biçimde, dünya kurulalı beri yaptığımız gibi hâlâ bunlar gibi düzlem yüzeylerin üstünde uzay yanılsamaları yaratmaya devam ediyoruz. Kuşkusuz birkaç çizgi çizmek ve sonra da "Bu bir evdir" iddiasında bulunmak saçmadır. Bu tuhaf durum sonraki beş resmin [*Ejderha* dahil] temasıdır.[4]

II. Bu ejderha ne kadar uzaysal olmaya çalışırsa çalışsın tamamen düz olarak kalır. Basıldığı kâğıtta iki kesik yapılmıştır. Sonra iki kare açıt bırakacak şekilde katlanmıştır. Ama bu ejderha inatçı bir canavardır ve iki-boyutluluğuna karşın üç-boyuta sahipmiş gibi olmakta ısrar eder; bu yüzden deliklerden birinin içinden başını, diğerinden kuyruğunu geçirir.[5]

Bu ikinci yorum özellikle önemlidir. Burada mesaj, üç-boyutluluğu iki boyutlulukta ne kadar incelikli yollarla taklit etmeye çalışırsanız çalışın daima "üç-boyutluluğun özü"nü kaçırıyor olacağımızdır. Ejderha iki-boyutluluğuna karşı sıkı bir mücadele verir. Başını içinden geçirerek, üstüne çizildiğini düşündüğü kâğıdın iki-boyutluluğuna karşı koyar; ama çizimin dışında olan bizler bütün bunların dokunaklı boşunalığını görebiliriz, çünkü ejderha *ve* delikler *ve* kıvrımların hepsi bu kavramların yalnızca iki-boyutlu taklitleridir ve onların biri bile gerçek değildir. Ama ejderha iki-boyutlu uzayından dışarı çıkamaz ve bunu bizim bildiğimiz gibi bilemez. Aslında Escher'in resmini birkaç adım ileri taşıyabiliriz. Örneğin resmi kitaptan yırtıp alabilir, katlayabilir, delebiliriz, kendi içinden geçirebilir, bütün bu yığını fotoğraflayabiliriz; yine de o iki-boyutlu olarak kalır. Ve fotoğrafla yine aynı oyunu yeniden sürdürebiliriz. İki-boyutlu olduğu her defasında –iki boyutluluk içinde üç-boyutu ne kadar akıllıca taklit etmeye çalışırsak çalışalım– o yine de kesilmeye ve katlanmaya açık olacaktır.

Şimdi bu harika Escherci metaforu yedeğimize alarak program insan karşıtlığına dönelim. "Gödelleştirme operatörünü" programın kendi içinde özümsemeye çalışmaktan söz ediyoruz. Bu işlemi yerine getiren bir program yazmış olsaydık bile, bu program Gödel'in yönteminin özünü ele geçiremezdi. Çünkü dizgenin dışında olan bizler bir kez daha, onun yapamayacağı şekilde onu "vurabilirdik." Ama öyleyse geliştirdiğimiz uslamlama Lucas'ın lehinde mi aleyhinde mi?

---

[4] M. C. Escher, *The Graphic Work of M. C. Escher* (New York: Meredith Press, 1967), s. 21.

[5] M. C. Escher, *The Graphic Work of M. C. Escher* (New York: Meredith Press, 1967), s. 22.



Şekil 76. *Ejderha*, M. C. Escher (ağaçbaskı 1952).

Zeki Dizgelerin Sınırları

Lucas'a karşıdır. Çünkü "Gödelleştirme" yapacak bir program yazamadığımız olgusu, bizim bunu her durumda yapabileceğimiz konusunda bizi kuşkuya düşürmelidir. Soyutta Gödelleştirme "yapılabilir" diye uslamlamak bir şeydir; bunun her özel durumda nasıl yapılacağını bilmek başka bir şeydir. Aslında biçimsel dizgelerin (veya programların) karmaşıklığı arttıkça, bizim "Gödelleştirme" yeteneğimiz de nihayetinde sendelemeye başlayacaktır. Yukarda söylediğimiz gibi, onun nasıl gerçekleştirileceğini betimlemenin herhangi bir algoritmik yoluna sahip *olmadığımıza* göre öyle olmalıdır. Bütün durumlarda Gödel yöntemini uygularken gerekli olanı *belirtik olarak* söyleye-

mezsek, o zaman her birimiz için nihayetinde onu nasıl uygulayacağımızı hesaplayamayacağımız kadar karmaşık bir durum olacaktır.

Elbette aynı bir insanın yerden kaldırabileceği ağırlığa dair sınır çizgisi gibi kişinin yeteneklerinin bu sınır çizgisi de kötü-tanımlanmış olacaktır. Bazı günlerde 250 poundluk bir nesneyi kaldıramazken diğer günlerde kaldırabilirsiniz. Ama ne olursa olsun, 250 tonluk bir nesneyi kaldıracağınız hiçbir gün yoktur. Ve bu anlamda herkesin Gödelleştirme eşiği belirsiz olsa da, her bir kişi için onun Gödelleştirme yeteneğinin ötesinde yer alan dizgeler vardır.

Bu nosyon *Doğum Günü Kantatatatası*'nda örneklenmiştir. Başlangıçta Tosbağa'nın Akhilleus'un canım sıkma konusunda istediği kadar ilerleyebileceği açık gibi görünmektedir. Ama sonra Akhilleus bütün yanıtları tek bir hamle içinde özetlemeye çalışır. Bu daha öncekilerden farklı karakterde bir hamledir ve buna yeni bir ad, "ω" verilmiştir. Adın yeniliği oldukça önemlidir. Bu eski adlandırma şemasının –bu yalnızca bütün doğal sayılar için adlar içeriyordu– aşılmak zorunda olduğu yerdeki ilk örnektir. Sonra daha fazla genleşmeler gelir, bunların adlarının bazısı oldukça açıktır, bazılarının ki ise oldukça inceliklidir. Ama nihayetinde bir kez daha adların dışına dışına çıkarız–

$$\omega,\ \omega^{\omega},\ \omega^{\omega^{\omega}},\ \ldots$$

yanıt-şemalarının hepsinin tek bir karmaşık yanıt şeması altına koyulduğu noktada. Bunun için hepsine birden verilen yeni ad '$\in_0$'dır. Ve yeni bir ada gerek duyulmasının sebebi temelden *yeni* bir adımın atılmış olmasıdır – bir tür düzensizlikle karşılaşılmıştır. Dolayısıyla *ad hoc* biçimde yeni bir ad temin edilmiştir.

Sıraları Adlandırmanın Yinelgen Kuralı Yoktur

Şimdi bir anda *sıraldan sırala* (bu sonsuz adlar böyle adlandırılır) dizi içindeki bu düzensizliklerin bir bilgisayar programı tarafından kotarılabileceğini düşünebilirsiniz. Yani yeni adları düzenli bir şekilde üreten bir program olabilir ve gazı bittiğinde yeni bir ad temin edecek ve denetimi yeniden basit kotarıcıya verecek olan "düzensizlik kotarıcısı"nı yardıma çağırabilir. Ama bu işe yarayamayacaktır. Düzensizliklerin bizzat kendileri düzensiz şekillerde ortaya çıkmaktadır, bu nedenle ikinci dereceden bir programa ihtiyaç olacaktır – yani yeni adlar yapan yeni programları yapan bir program. Ama bu bile yeterli değildir. Nihayetinde üçüncü dereceden bir program gerekli olur. Ve bu böylece devam eder.

Bu belki de saçma-görünen karmaşıklık bu "sonsuz sıralların" yapısı hakkındaki, Alonzo Church ve Stephen C. Kleen'e ait derin bir teoremden kaynaklanır:

> Her yapıcı sırala bir ad veren hiçbir yinelgeli
> bağıntılı yazılış-dizgesi yoktur.

"Yinelgeli bağıntılı yazılış-dizgelerinin" ve "yapıcı sıralların" ne olduğunun açıklanmasını Hartley Rogers'in kitabı gibi daha teknik kaynaklara bırakalım. Ama sezgisel fikir verilmiştir. Sırallar büyüdükçe düzensizlikler ve düzensizlikler içinde düzensizlikler ve düzensizlikler içindeki düzensizlikler içindeki düzensizlikler ortaya çıkar ve bu şekilde devam eder. Ne kadar karmaşık olursa olsun tek bir şema bütün sıralları adlandıramaz. Ve bundan, hiçbir algoritmik yöntemin, Gödel yönteminin bütün mümkün biçimsel dizge türlerine nasıl uygulanacağını söyleyemeyeceği çıkar. Ve eğer mistik bir yöneliminiz yoksa, bundan insanın bir noktada Gödelleştirme yeteneğinin sınırına varacağı sonucunu çıkarmanız gerekir. Buradan, bu karmaşıklıktaki biçimsel dizgelerin, Gödelci nedenlerden dolayı tam olmasalar da, insan kadar güçlü olduğu çıkar.

Lucas'ı Çürütmenin Diğer Yolları

Bu Lucas'ın konumuna karşı uslamlamanın yalnızca bir yoludur. Daha sonra sunacağımız, muhtemelen daha güçlü başkaları da var. Ama bu karşı-uslamlama özellikle ilgiye değer, çünkü bu, kendinin dışına çıkabilen, kendini tamamıyla dışardan görebilen ve kendisine Gödel zaplama-oyununu uygulayabilen bir bilgisayar programı yaratmaya çalışmak gibi çekici bir kavramı gündeme getirir. Elbette bu bir plakçaların kırılmasına neden olacak plakları çalması kadar olanaksız bir şeydir.

Ama – bu sebepten dolayı TNT'nin kusurlu olduğu değerlendirmesinde bulunmamak gerekir. Eğer bir kusur varsa bu TNT'de değil, bizim onun ne yapabileceğine ilişkin beklentilerimizdedir. Dahası Gödel'in matematiksel biçimciliğe aktardığı sözel oyun karşısında *bizim* de eşit derecede savunmasız olduğumuzu fark etmekte yarar var: Epimenides paradoksu. Bu duruma, C. H. Whitely, "Lucas bu tümceyi tutarlı olarak öne süremez" tümcesini kurduğunda oldukça zekice işaret etmişti. Hakkında düşünürseniz (1) onun doğru olduğunu, ama yine de (2) Lucas'ın onu tutarlı olarak öne süremeyeceğini göreceksiniz. Demek ki, dünya hakkındaki doğrular konusunda Lucas da "ek-

siklidir." Dünyayı beyninin yapılarında aynalama yolu onun eşanlı olarak "tutarlı" olmasını ve bu doğru tümceyi öne sürmesini önler. Ama Lucas buna karşı herhangi birimizden daha savunmasız değildir. O gelişkin bir biçimsel dizgeyle tamamıyla aynı düzeydedir.

Lucas'ın uslamlamasının yanlışlığını görmenin eğlenceli bir yolu onu erkekler ve kadınlar arasındaki bir savaşa tercüme etmek olabilir ... Bilge Loocus günlerden bir gün bilinmeyen bir nesneyle karşılaşır – bir kadın. Böyle bir şeyi daha önce hiç görmeyen Bilge önce onun kendisine benzerliği karşısında hayretler içinde kalır; ama sonra, ondan biraz da korkarak, çevresindeki bütün erkeklere şöyle seslenir: "Hey! Ben onun yüzüne bakabiliyorum, bunu *o* yapamaz – demek ki kadınlar asla benim gibi olamazlar!" Ve böylece kendisinin ve erkek yoldaşlarını rahatlatarak erkeklerin kadınlara üstünlüğünü ispatlar. Bu arada aynı uslamlama Loocus'un bütün diğer erkeklerden üstün olduğunu da ispatlar – ama bunu onlara belli etmez. Kadın buna karşı çıkar: "Evet, sen benim yüzümü görebilirsin, bunu ben yapamam – ama ben de *senin* yüzünü görebilirim, bunu da *sen* yapamazsın! Öyleyse biz eşitiz!" Ancak buna karşı Loocus beklenmedik bir çıkış yapar: "Kusura bakma, ama benim yüzümü *görebildiğini* düşünüyorsan yanılıyorsun. Siz kadınların yaptığı biz erkeklerin yaptığıyla aynı değil – daha önce işaret ettiğim gibi sizinki daha düşük nitelikte ve bu yüzden aynı adla anılmayı haketmiyor. Ona "kadıncagörme" diyebiliriz. Benim yüzümü "kadıncagörebiliyor" olmanın bir önemi yok, çünkü durum simetrik değil. "Bunu görebiliyor musun?" "Kadıncagörüyorum," diye kadıncayanıtlar kadın ve kadıncayürüyerek uzaklaşır ...

Eğer bu entelektüel savaşta erkeklerin ve kadınların bilgisayarların önünde gittiğini düşünme eğilimindeyseniz bu tür bir "başını kuma gömme" uslamlamasını içinize sindirmek zorundasınız.

Kendini Aşma – Modern Bir Mit

Biz insanların kendimizin dışına atlayıp atlayamayacağı – ya da bilgisayar programlarının kendilerinin dışına atlayıp atlayamayacağı hâlâ büyük ilgi gören bir konudur. Bir programın kendini değiştirmesi elbette mümkündür – ama böylesi bir değiştirme özelliği başlangıçtan itibaren programın yapısına içsel olmalıdır, bu yüzden bu "dizgenin dışına atlama" örneği olarak sayılmaz. Bir program kendinin dışına çıkmak için ne kadar değişirse değişsin hâlâ kendine içsel olan kuralları izlemektedir. Onun kendinden kaçması bir insanın kendi isteğiyle fizik yasalarına uymamaya karar vermesi kadar ola-

naksız bir şeydir. Fizik, kaçışın olmadığı önemli bir dizgedir. Yine de başarılması mümkün daha ılımlı bir istek bulunmaktadır: kişi beyninin bir altdizgesinin dışına çıkarak daha geniş bir altdizgeye atlayabilir. Kimi zaman kökleşmiş alışkanlıkların dışına çıkılabilir. Bu yine de kişinin beyninin çeşitli altdizgelerinin etkileşimiyle ilgilidir, ama tamamıyla kendinin dışına çıkma gibi hissedilebilir. Benzer olarak kısmi bir "kendi dışına çıkma" yeteneğinin bir bilgisayar programında cisimleşmesi tamamıyla düşünülebilir bir şeydir.

Bununla birlikte *kendini algılama* ve *kendini aşma* arasındaki ayrımı görmek önemlidir. Kendinizin görüntüsüne her türlü yoldan ulaşabilirsiniz – aynada fotoğraflarda veya filmlerde, videoda, başkalarının betimlemeleri vasıtasıyla, psikanaliz vasıtasıyla vb. Ama teninizden sıyrılıp kendinizin dışına çıkamazsınız (modern okült hareketleri, popüler psikoloji gibi moda akımlarına rağmen). TNT kendi hakkında konuşabilir, ama kendinin dışına atlayamaz. Bir bilgisayar programı kendini değiştirebilir, ama kendi yönergelerini ihlal edemez – en fazla kendi yönergelerine *uyarak* kendinin bazı kısımlarını değiştirebilir. Bu şu paradoksal sorunun bir devamı gibidir: "Tanrı kaldıramayacağı kadar ağır bir taş yaratabilir mi?"

Reklam ve Çerçeveleyiciler

Dizgenin dışına atlama dürtüsü oldukça yaygındır ve sanat, müzik ve diğer insan faaliyetlerindeki ilerlemelerin ardında bu dürtü yatar. Aynı zamanda bu, radyo ve televizyona yapılan reklamlar gibi daha önemsiz faaliyetlerin de ardında yer alır. Bu sinsi eğilim Erwing Goldman tarafından *Frame Analysis*'de çok güzel biçimde algılanmış ve betimlenmiştir:

> Örneğin açıkça profesyonel olan bir aktör ticari tanıtıma yönelik reklam çekimini bitirir ve kamera hâlâ üstündeyken, işini bitirmenin rahatlığıyla biraz önce reklamını yapmış olduğu ürünü büyük bir zevkle tüketir.
>
> Elbette bu, TV ve radyo reklam filmlerinin doğallık görüntüsü verme yollarına yalnızca bir örnektir, (burada umulan) ihtiyatlı seyircilerin direncini kırmaktır. Bu nedenle muhtemelen eğitimsiz göründüklerinden bol bol çocuk sesleri kullanılır; parayla tutulmamış kişilerle görüşüldüğü izlenimi vermek için sokak gürültüleri ve başka efektler kullanılır; yanlış başlangıçlar, konudışı konuşmalar, gerçek konuşmalara benzeyen birbirinin üzerine binen konuşmalar. Muhtemelen izleyicinin ilgisini canlı tutmak için, halkın ilgisini çeken bir spotla reklam cıngılı yeni ürüne ilişkin haberlerin verilmesi için kesilir.
>
> İzleyiciler hakikilik sınaması için ne kadar çok küçük, ama anlamlı ayrıntılarla ilgilenseler, reklamcılar da o kadar çok bunların peşinde koşar. Sonuçta ortaya çıkan bir tür etkileşim kirlenmesi, politik şahsiyetlerin halkla ilişkiler

danışmanları ve daha ılımlı olarak mikro-sosyoloji tarafından da yayılan bir düzensizliktir.[6]

Burada şiddetle süren "TC-savaşı"nın* bir başka örneğiyle karşı karşıyayız – bu kez antagonistler Hakikat ve Reklamlar.

Simplicio, Salviati, Sagredo: Neden Üç?

Dizgenin dışına atlama sorunu ile tam nesnellik arayışı arasında ilgi çekici bir bağlantı vardır. Jauch'un, Galileo'nun dört adet *İki Yeni Bilime İlişkin Diyaloglar*'ına dayanan *Quanta Gerçek mi?* içindeki dört Diyalogunu okurken kendimi neden üç karakter olduğu konusunda düşünürken buldum: Simplicio, Salviati ve Sagredo. İkisi yetmez miydi: eğitimli safdil Simplicio ve bilgili düşünür Salviati? Sagredo'nun işlevi nedir? Herhalde onun soğukkanlılıkla iki tarafı değerlendiren ve "adil" ve "tarafsız" bir yargıya ulaşan yansız üçüncü olması düşünülmüştür. Oldukça anlamlı ve dengeli bir durum var gibi görünüyorsa da burada bir sorun var: Sagredo daima Salviati'yle aynı fikirde oluyor, Simplicio'yla değil. Kişilikleştirilmiş Nesnellik nasıl oluyor da hep gözde olanlara oynuyor? Elbette bunun bir yanıtı, Salviati'nin doğru görüşleri dile getirdiği, bu nedenle Sagredo'nun başka şansının olmadığıdır. Ama o zaman "adillik" veya "eşit zaman" neyin nesi?

Sagredo'yu ekleyerek, Galileo (ve Jauch) kartları *önceden* Simplicio'ya karşı kurmaktadırlar. Belki daha üst-düzey bir Sagredo eklenmeli – bütün bu durum hakkında nesnel olabilecek biri ... Bunun nereye gidiyor olduğunu görebilirsiniz. Asla sonlanmayan bir "nesnellik basamakları" dizisi elde ederiz, bu dizi, asla ilk düzeyden daha fazla nesnelliğe erişilmemesi gibi garip bir özelliğe sahiptir: Salviati *doğru* ve Simplicio *yanlıştır*. Dolayısıyla bilmece sürer: Sagredo neden eklenmiştir? Yanıt, onun, sezgisel olarak oldukça çekici bir şekilde, dizgenin dışına çıkıldığı yanılsaması uyandırmasıdır.

Zen ve "Dışarı Çıkma"

Zende de dizgenin aşılması kavramıyla uğraşıldığını görebiliriz. Örneğin Tōzan'ın keşişlerine, "Daha yüksek Budizm Buda değildir" dediği kōanda. Belki kendini-aşma Zenin ana temasıdır. Zen insanı daima kendini olduğu

---

[6] E. Goffman, *Frame Analysis*, s. 475.

* "Tosbağa" ve "Crab" [= yengeç] sözcüklerinden kısaltma –çn.

olarak gördüğü şeyin gittikçe daha dışına çıkarak, kendini zincirlenmiş olarak algıladığı her kuralı ve uylaşımı terk ederek –Zenin de buna dahil olduğunu söylemeye gerek yok– ne olduğunu daha derinlemesine anlamaya çalışır. Bu kaygan yolun bir yerinde aydınlanma gerçekleşebilir. Her durumda (görebildiğim kadarıyla), umut, kişinin gittikçe kendinin-farkındalığım derinleştirerek, "dizge"nin kapsamını gittikçe genişleterek sonunda bütün evrenle bir olma hissine erişeceğidir.

Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri

Akhilleus Yengeç'in evine davet edilmiştir.

Akhilleus: Son gelişimden bu yana birkaç ekleme yaptığını görüyorum. Yeni resimlerin özellikle çarpıcı.

Yengeç: Sağol. Bazı ressamlara çok düşkünüm –özellikle René Magritte'e. Sahip olduğum resimlerin çoğu onun. O benim gözde ressamım.

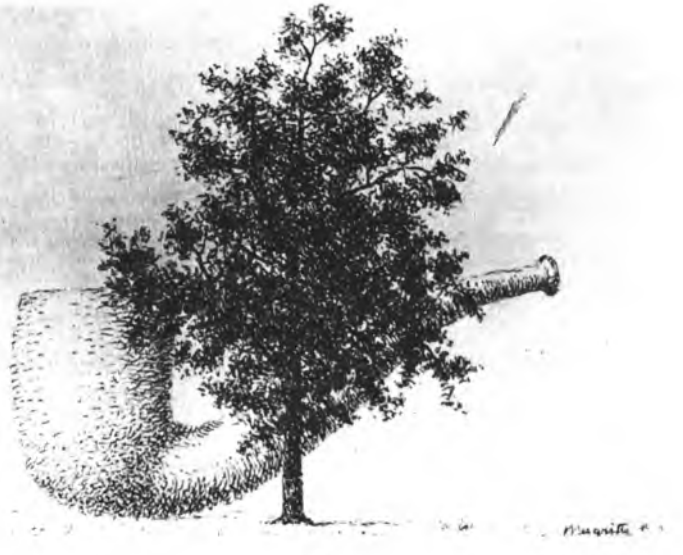
Akhilleus: Çok ilginç imgeler olduğunu söylemeliyim. Bir bakıma, Magritte'in bu resimleri BENİM gözde sanatçım M. C. Escher'inkileri hatırlattı.

Yengeç: Bunu anlayabiliyorum. Magritte ve Escher paradoks ve yanılsama dünyalarını araştırmakta büyük gerçekçilik kullanıyorlar; ikisi de belli görsel simgelerin ammsatıcı gücüne dair keskin bir duyguya sahip ve– çoğu kere hayranlarının bile belirtmekte başarısız kaldığı bir şey – ikisi de zarif bir çizgi duyusuna sahip.

Akhilleus: Bununla birlikte onlarda oldukça farklı bir şey var. Bu fark nasıl tarif edilir, merak ediyorum.

Yengeç: İkisini ayrıntılarda karşılaştırmak büyüleyici olurdu.

Akhilleus: Bana kalırsa, Magritte'in gerçekçilik üzerindeki hakimiyeti şaşırtıcıdır. Örneğin şuradaki arkasında dev bir pipo olan ağaç resmi beni nasıl da aldatmıştı.



Şekil 77. *Gölgeler*, René Magritte (1966).

Yengeç: Önünde cüce bir ağaç olan normal bir pipo, demek istiyorsun!

Akhilleus: Ah, o öyle mi? Her neyse, onu ilk gördüğümde pipo kokusu aldığımdan emindim! Kendimi nasıl da budala hissettiğimi düşünebiliyor musun?

Yengeç: Hem de nasıl. Konuklarımı genellikle yanıltıyor o resim.

(Böyle diyerek, uzanıp resimdeki ağacın arkasından pipoyu alır, çevirip masaya hafifçe vurarak içini temizler ve odaya pipo tütünü kokusu yayılmaya başlar. Yeni bir tütün tutamını içine doldurmaya koyulur.)

Bu eski ve iyi bir pipo Akhilleus. Başının içi bakır kaplama, bu da onu yıllanmış şaraba çeviriyor.

Akhilleus: Bakır kaplama mı! Deme yahu!

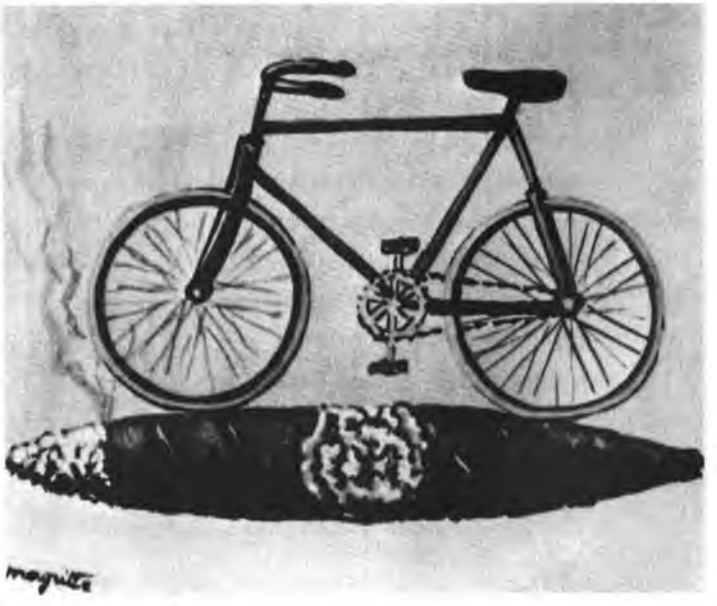
Yengeç (bir kibrit kutusu çıkarıp piposunu yakar): Denemek ister miydin Akhilleus?

Akhilleus: Hayır, sağol. Ben yalnızca arada bir puro içerim.

Yengeç: Sorun değil! Burada bir tane var! *(Magritte'in yanmış bir puronun üstünde duran bir bisikletin görüldüğü bir diğer resmine uzanır.)*

Akhilleus: Off– hayır sağol, şimdi değil.

Yengeç: Nasıl istersen. Ben iflah olmaz bir tütün tiryakisiyim. Bak aklıma ne geldi– İhtiyar Bach'ın pipo içmeye olan tutkusunu kuşkusuz biliyorsundur?



Şekil 78. *İncelik Durumu*, René Magritte (1959).

Akhilleus: Tam olarak anımsayamadım.

Yengeç: İhtiyar Bach şiir yazmaya, felsefe yapmaya, pipo içmeye ve müzik yapmaya (sıralaması böyle olmayabilir) düşkündü. Bütün bu dördünü bestelediği gülünç bir şiirde birleştirdi. Karısı Anna Magdalena için tuttuğu müzik defterinde bulunabilir bu, şöyle bir şeydi:

Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri[1]

Pipomu ne zaman alsam ve doldursam
Ve ne zaman içmeye koyulsam
Tütünü tüttürdükçe düşüncelerim
Kederli ve gri bir resme takılır:
Bu resim bana kendimin de
Tıpkı pipoma benzediğimi öğretir.

Benim gibi bu güzel kokulu pipo da
Toprak ve çamurdan yaratıldı;
Ve ben de sonunda döneceğim toprağa.
Düşer ve ne yazık, gözümün önünde
İkiye ayrılır tıpkı kırılan umutlar gibi
Ve uzanır öylece önümde sanki bir yazgı gibi

Hiçbir leke piponun rengini karartamaz
Hep beyaz kalır o. Ve sonunda
Ölümün çağrısına uyma zamanı geldiğinde
bilirim, gövdem de, solacak hepten.
Ve mezarın içinde kararacak
Tıpkı sık yakılan pipom gibi

Pipom parlak parlak yanarken
Bir anda duman havaya savrulur
Ve bir şey kalmaz sonunda külden başka
İşte adımız ve şanımız da böyle yanacak
Ve işte böyle dönüşecek gövdemiz toza.

---

[1] Bach'ın bu şiirinin çevirisi: David ve Mendel, *The Bach Reader*, s. 97-8'den alınmıştır.

Hep içerken başıma gelir
Yandıkça taşar tütün haznesinden
Ve parmakla iterken yanar parmağım acıyla.
Eğer piponun içinde bu denli acı varsa
Kim bilir ne yakıcıdır cehennemin acıları

İşte ben her yaktığımda pipomu
Dalarım düşünceler ırmağının içine
Ve tütünü keyifle tüttürdükçe
Karada, denizde, sokakta, evde
Bir kez daha şükrederim Tanrı'ya.

Büyüleyici bir felsefe, değil mi?

Akhilleus: Gerçekten de. İhtiyar Bach çok hoş bir söz ustası.

Yengeç: Benden çok yaşayacaksın. Biliyorsun, ben de bir zamanlar zekice mısralar yazmaya çalışmıştım. Ama korkarım ki benimkiler beklediğim gibi olmamıştı. Ben sözcüklerle öyle oynayamıyorum.

Akhilleus: Ah, yapma Bay Yengeç. Sende –nasıl diyeyim– hile yapma ve takılma yetisi var. Şarkılarından birini bana söylemenden onur duyardım Bay Y.

Yengeç: Pek şımardım. Çalışmalarımdan birini söylediğim bir plağı çalmaya ne dersin? Tarihini anımsamıyorum. Adı "Zamansız veya Mevsimsiz Bir Şarkı."

Akhilleus: Ne kadar şairane!

(Yengeç raflarından bir plak çeker ve kocaman karmaşık bir cihaza doğru ilerler. Cihazı açar ve plağı uğursuz görünümlü ağıza yerleştirir. Aniden parlak yeşilimsi bir kıvılcım çıkar ve ışık plağın yüzeyini yalayıp geçer ve peşinden plak yavaşça fantastik makinenin gizli karnına çekilir. Kısa bir aradan sonra Yengeç'in sesinin ezgileri çalınmaya başlar.)

Çok hoş bir söz ustasıydı
Hile yapma ve takılma yeteneği vardı.
Şarkılarında, son mısra,
Sanki düzensiz
Kastettiğim, kafiyesiz ve nedensiz.

Akhilleus: Çok hoş! Yalnız, beni şaşırtan bir şey var. Bana öyle geliyor ki senin şarkılarında son mısra–

Yengeç: Düzensiz mi?

Akhilleus: Hayır... Kastettiğim kafiyesiz ve sebebsiz.

Yengeç: Haklı olabilirsin.

Akhilleus: Bunun dışında çok güzel bir şarkı, ama bu heyula gibi karışık zamazingonun daha çok ilgimi çektiğini söylemeliyim. Bu sadece dev bir plakçalar mı?

Yengeç: Ah, hayır, daha da fazlası. Bu benim Tosbağa-yiyen plakçalarım.

Akhilleus: Aman Tanrım!

Yengeç: Şey, Tosbağaları hatur hutur çiğnediğini kastetmiyorum canım. Yaptığı iş daha çok Bay Tosbağa'nın ürettiği plakları yemek.

Akhilleus: Vay canına! Bu biraz daha iyi. Seninle Bay T arasında bir süre önce patlak veren o tuhaf müzik savaşının bir parçası mı bu da?

Yengeç: Bir bakıma. Dur da sana biraz açıklayayım. Bak, Bay Tosbağa'nın bilgiçliği öyle bir noktaya erişmişti ki, bulduğum her plakçaları yokedebilecek gibi görünüyordu.

Akhilleus: Ama rekabetinizle ilgili son duyduğum haberlere göre, sonunda sen yenilmez bir gramafona sahip olmuştun – sabit TV kamerası, minibilgisayarı vb olan, kendini bir biçimde demonte edip sonra yeniden monte edebilen ve dolayısıyla yok edilemeyen bir aygıt.

Yengeç: Ah! Ah! Planım bozuldu. Çünkü Bay Tosbağa benim gözden kaçırdığım küçük bir ayrıntıdan yararlandı: montaj ve demontaj işlemlerini yöneten altbirimin kendisi işlem boyunca sabitti. Yani apaçık nedenlerle kendini ayırıp yeniden kuramıyordu ve sabit kalıyordu.

Akhilleus: Peki ama sonuçları ne oldu?

Yengeç: Ah, en uğursuzları! Çünkü Bay T yöntemini o altbirimin tamamına odakladı.

Akhilleus: Nasıl yani?

Yengeç: Basitçe, asla değişmediğini bildiği –montaj-demontaj alt birimi– yapısı içinde yokedici titreşimlere neden olan bir plak yaptı.

Akhilleus: Ha, anladım... Çok sinsice.

Yengeç: Evet, ben de öyle düşünmüştüm. Ve stratejisi işledi. İlk defasında değil bak. İlk saldırısını gramafonum savuşturduğu zaman onu yendiğimi düşündüm. Neşeyle güldüm. Ama bir sonraki defa, gözlerinde çelik parıltısıyla döndü ve niyetinin ciddi olduğunu anladım. Yeni plağını pikabın döner tablasına koydum. Sonra ikimizde sabırsızlıkla bilgisayar kumandalı altbirimin yivleri dikkatle tarayışını izledik, ondan sonra plağı indirdi,

plakçaları ayırdı, şaşırıcı biçimde farklı bir yoldan yeniden monte etti, plağı yeniden koydu – ve sonra iğneyi yavaşça en dıştaki yive yerleştirdi.

Akhilleus: Deme ya!

Yengeç: Daha ilk ezgiler duyulmaya başlamıştı ki, büyük bir ÇATIRTI odayı doldurdu! Bütün cihaz parçalara ayrıldı, ama en kötü parçalanan montajcı-demontajcıydı. Bu kederli an içinde sonunda Tosbağa'nın DAİMA –deyimi bağışlarsan– dizgenin Akhilleus topuğunu vurabildiğini üzüntüyle ayırt ettim.

Akhilleus: Deme ya! Yıkılmışsındır.

Yengeç: Evet, bir süre büyük ümitsizliğe kapıldım. Ama neyse ki bu öykünün sonu değildi. Öykünün devamı var, bana çok değerli bir ders verdi sana da aktarabilirim. Tosbağa'nın tavsiyesi üstüne, birçok konuyla ilgili, moleküler biyoloji, füğler, Zen Budizmi ve daha neler olduğunu Tanrı bilir, tuhaf Diyaloglarla dolu bir kitabı gözden geçirdim.

Akhilleus: Herhalde çatlağın biri yazmıştır. Kitabın adı ne?

Yengeç: Doğru olarak anımsıyorsam, *Bakır, Gümüş, Altın: Yokedilemez Madeni Bir Alaşım.*

Akhilleus: Ah, Bay Tosbağa ondan bana da söz etti. Bir arkadaşının, görünüşe bakılırsa oldukça metal-lojik biri.



Şekil 79. Tütün Mozaik Virüsü. [A. Lehninger, *Biochemistry*'den (New York: Worth Publisher, 1976).]

Yengeç: Hangi arkadaşı acaba... Neyse, Diyaloglardan birinde Tütün Mozaik Virüs'ü Üstüne Öğretici Düşünceler, ribozom ve daha önce hiç duymadığım tuhaf şeylerle karşılaştım.

Akhilleus: Tütün Mozaik Virüsü ne? Ribozom ne?

Yengeç: Tam olarak söyleyemem, biyolojiye kafam basmıyor. Bütün bildiğim o Diyalogda anlatılandan ibaret. Tütün Mozaik Virüs'lerinin tütün bitkisinde hastalığa neden olan küçücük sigaraya benzer nesneler olduğu söyleniyor.

Akhilleus: Kanser mi?

Yengeç: Hayır tam olarak değil, ama–

Akhilleus: Aması ne? Tütün bitkisi bunları içiyor ve kanser oluyor! İçmeyeydi!

Yengeç: Sanırım yine aceleyle sonuca atlıyorsun Akhilleus. Tütün bitkisi bu "sigaralar"ı İÇMİYOR. Bu edepsiz küçük "sigaralar" davetsiz bir biçimde geliyor ve saldırıyor.

Akhilleus: Anladım. Pekâlâ, Tütün Mozaik Virüsleri ile ilgili her şeyi biliyorum şimdi, bana ribozomun ne olduğunu söyle.

Yengeç: Ribozomlar, bir formdaki mesajı alıp onu başka bir forma çeviren görünüşte bir tür hücrealtı kendilikler.

Akhilleus: Ufak bir pikap ya da gramafon gibi bir şey mi?

Yengeç: Metaforik olarak öyle sanırım. Benim dikkatimi çeken şey –Tütün Mozaik Virüsleri ve diğer garip biyolojik yapılar kadar– ribozomların da "kendiliğinden kendini monte etme" gibi şaşırtıcı bir yeteneğe sahip olduğundan söz eden pek tuhaf bir karakterin olduğu satırdı. Kesinlikle bu sözcükleri kullanıyordu.

Akhilleus: Tuhaf satırlarından biriymiş, anlaşılan.

Yengeç: Diyalogdaki öteki karakter de aynen böyle düşünüyordu. Ama bu ifadenin saçma bir yorumu. *(Yengeç piposundan derin nefesler çeker ve havaya dumanlar üfler.)*

Akhilleus: Peki, "kendiliğinden kendini monte etme" ne demek, o zaman?

Yengeç: Bir hücre içindeki bazı biyolojik birimler ayrıldığı zaman bunlar –bir başka birim tarafından yönetilmeksizin– kendiliklerinden birleşebilirler. Parçalar bir araya gelir ve abra kadabra! – yapışırlar.

Akhilleus: Büyü gibi geliyor. Koskoca bir plakçalar bu özelliğe sahip olsaydı harika olmaz mıydı? Yani ribozom gibi minyatür bir "plakçalar" bunu yapabiliyorsa büyüğü niye yapamasın? Böylece yokedilemez bir gramafon yaratabilirdin, değil mi? Kırıldığı her seferinde kendini yeniden kurabilirdi.

Yengeç: Ben de aynen böyle düşündüm. Yemedim içmedim, imalatçıma kendi kendini kurma kavramını açıklayan bir mektup yazdım ve benim için kendini parçalara ayırıp sonra da kendiliğinden başka bir biçimde kuran bir plakçalar üretebilir mi diye sordum.

Akhilleus: Yerine getirilmesi zor, faturası ağır bir istek!

Yengeç: Doğru; ama birkaç ay sonra başarılı olduğunu yazdı, sonunda – gerçekten de ağır bir fatura çıkardı. Güzel bir gün ha! Büyük Kendini-kuran Plakçalarım postayla geldi ve büyük gizlilik içinde Bay Tosbağa'ya telefon edip son plakçalarımı deneme amacıyla onu davet ettim.

Akhilleus: Yani bu önümüzde duran görkemli nesne senin sözünü ettiğin makine.

Yengeç: Korkarım ki değil Akhilleus.

Akhilleus: Deme ya, yine mi...

Yengeç: Durum ne yazık ki aynen düşündüğün gibi oldu sevgili dostum. Nedenini anladığımı söyleyemem. Anlatılamayacak kadar üzücü bir öykü. Bütün o yayların ve tellerin yerde karman çorman yayıldıklarını ve her yerden çıkan dumanları görmek – aman, aman...

Akhilleus: Haydi, haydi Bay Yengeç, o kadar da üzülme.

Yengeç: Tamam, iyiyim; yalnızca her defasında aklıma geliyor. Neyse, devam edeyim, Bay Tosbağa başlangıçta başarısından duyduğu zevkin tadını çıkardı, ama sonunda benim kendimi ne kadar berbat hissettiğimi anlayarak da merhamete geldi. Bunun bir işe yarayamayacağını açıklayarak beni rahatlatmaya çalıştı – bütün bunlar falanca filancanın "Teorem"iyle ilgiliydi, ama ben bir sözcüğünü bile anlamadım. "Tosbağa Teoremi" gibi bir şeydi.

Akhilleus: "Gödel'in Teoremi"mi acaba, bir keresinde bana da söz etmişti... Pek uğursuz bir çağrışımı var.

Yengeç: Olabilir. Anımsamıyorum.

Akhilleus: Öyküyü dinlerken emin ol ki senin duygularını tamamıyla anladım Bay Yengeç. Gerçekten de keder verici. Ama sen gümüş parıltılı bir umut ışığı olduğundan söz etmiştin. Yalvarırım söyle, neydi o?

Yengeç: Ah, evet – gümüş rengi umut ışığı. Şey, sonunda, gramafonlarda "Mükemmellik" araştırmamı bıraktım ve Tosbağa'nın plaklarına karşı saflarımı sıklaştırmanın daha iyi olacağına karar verdim. Her şeyi çalabilen bir plakçalar yerine VAR KALABİLEN bir plakçaların daha alçakgönüllü bir amaç olduğu sonucuna vardım: yok edilmekten kurtulabilen bir plakçalar – bu yalnızca birkaç özel plak çalabileceği anlamına bile gelse.

Akhilleus: Böylece olanaklı her sesi yeniden üretmeme pahasına Tosbağa-karşıtı incelikli bir mekanizma geliştirmeye karar verdin ha?

Yengeç: Ee ... buna tam olarak "karar verdim" diyemem. Buna ZORLANDIM demek daha doğru.

Akhilleus: Evet, ne demek istediğini anlıyorum.

Yengeç: Yeni düşüncem, gramafonda bütün "yabancı" plakların çalınmasını engellemekti. Kendi plaklarımın zararsız olduğunu biliyordum, dolayısıyla BAŞKALARININ plaklarını sızdırmalarını engellersem plakçalarım korunacaktı ve kendi müziklerimi zevkle dinleyebilecektim.

Akhilleus: Yeni hedefin için kusursuz bir strateji. Şimdi bu önümüzde duran devasa kütle bunun üstesinden geldiğini mi gösteriyor?

Yengeç: Öyle. Elbette Bay Tosbağa da KENDİ stratejisini değiştirmesi gerektiğini kavradı. Şimdiki hedefi benim sansürümden geçebilecek bir plak icat etmek – yeni bir meydan okuma.

Akhilleus: Senin açından bakınca onunkileri ve diğer "yabancı" plakları nasıl dışarıda tutmayı planlıyorsun?

Yengeç: Stratejimi Bay T'ye açıklamayacağına söz verir misin?

Akhilleus: Tosbağa şerefine.

Yengeç: Ne!?

Akhilleus: Ah – bu Bay T'den kaptığım bir deyiş yalnızca. Merak etme – yemin ederim sırrın sırrım olacak.

Yengeç: Tamam, o zaman. Temel planım bir ETİKETLEME tekniği kullanmak. Plaklarımın her birinde ve hepsinde gizli bir etiket olacak. Şimdi önünde duran gramafon, öncellerinin yaptığı gibi, plakları taramak için bir televizyon kamerası ve taramada elde edilen veriyi işlemek ve sonra gelen işlemleri kontrol etmek için bir bilgisayar içeriyor. Düşüncem basitçe uygun etiketi taşımayan bütün plakları kırıp atmak!

Akhilleus: Ah tatlı intikam! Ama planının bozulması kolay olacak gibi geliyor bana. Bay T'nin bütün yapması gereken plaklarından birini ele geçirip etiketini kopyalamak!

Yengeç: O kadar basit değil Akhilleus. Plakların kalanından onun etiketini söyleyebileceğini de nereden çıkardın? Senin düşündüğünden daha iyi bir şekilde tümleşik hale getirilebilir.

Akhilleus: Fiili müzikle bir biçimde iyice karıştırılabilir mi demek istiyorsun?

Yengeç: Kesinlikle. Ama ikisini ayırmanın bir yolu var. Plaktan veriyi görsel olarak emmeyi gerektirir ve sonra–

Akhilleus: Parlak yeşil ışık onun için mi?

Yengeç: Doğru. Yivleri tarayan TV kamerasıydı o. Yiv-örüntüleri, parçanın müzik tarzını çözümleyen mini-bilgisayara gönderildi, her şey sessizce oldu. O ana değin hiçbir şey çalınmadı.

Akhilleus: Sonra uygun tarzlarda olmayan parçaları ayıran bir elemeyen bir perdeleme işlemi mi yapılıyor?

Yengeç: İşi kaptın Akhilleus. Bu ikinci sınamayı geçen plaklar benim kendi tarzımdaki parçaların plakları – ve Bay T için bunları taklit etmek fena halde güç olacak. Gördüğün gibi, bu yeni müzik savaşını kazanacağımdan eminim. Bununla birlikte Bay T de sansürümden bir plak geçirmeyi becereceğinden her nasılsa aynı derecede emin.

Akhilleus: Ve senin olağanüstü makineni paramparça mı edecek?

Yengeç: Ah, hayır – bu konuda kendini ispatladı. Şimdi, ne kadar engellemeye çalışırsam çalışayım bir plak geçirebildiğini –zararsız bir tane– bana ispatlamak istiyor. Tuhaf başlıklı şarkılarla ilgili şeyler mırıldanmayı sürdürüyor, "Ben X Plakçalarında Çalınabilirim" gibi. Ama BENİ korkutamaz! Beni birazcık endişelendiren tek şey, önceki gibi, bulanık düşünceleri var gibi görünmesi şey gibi ... şey... *(Sessizliğe gömülür. Sonra oldukça düşünceli görünerek piposundan birkaç nefes çeker.)*

Akhilleus: Hmm... Bence Bay Tosbağa'nınki olmayacak bir iş. En sonunda kendisi kadar dişli birine çattı!

Yengeç: Böyle düşünmen garip... Henkin'in İleri Geri Teoremini bildiğini sanmıyorum, biliyor musun?

Akhilleus: KİMİN ileri geri Teoremini biliyor muyum? Böyle bir şeyi asla duymadım. Eminim etkileyicidir, ama ben "pikaplardan süzülen müzik"le ilgili daha fazlasını duymayı yeğlerdim. Bu çok hoş bir öykücük. Aslında sanırım gerisini getirebilirim. Belli ki Bay T hareket alanı kalmadığını anlayacak ve böylece kuzu kuzu yenilgiyi kabul edecek, işte böyle olacak. Kesinlikle öyle değil mi?

Yengeç: En azından benim beklediğim bu. Savunma gramafonumun iç işleyişlerini biraz görmek ister miydin?

Akhilleus: Hem de nasıl. Çalışan bir televizyon kamerası görmeyi hep istemişimdir.

Yengeç: O zaman vakit yitirmeyelim, dostum. *(Kocaman gramafonun açılan "ağzına" uzanır, birkaç yerini söker ve düzgünce paketlenmiş bir araç çıkarır.)* Görüyorsun, hepsi ayrılıp bağımsız olarak kullanılabilen ayrı modüller halinde yapılmıştır. Bu TV kamerası örneğin kendi başına gayet iyi çalışır. Şuradan ekrana bak, alevlenen tubanın olduğu resmin altından.



Şekil 80. *Güzel Tutsak*, René Magritte (1947).

(Kamerayı yüzü anında geniş ekranda beliren Akhilleus'a çevirir.)

Akhilleus: Şahane! Deneyebilir miyim?

Yengeç: Elbette.

Akhilleus (Kamerayı Yengeç'e çevirerek): İşte Bay Yengeç, SEN ekrandasın.

Yengeç: Evet öyle.

Akhilleus: Kamerayı alevlenen tubanın olduğu resme çevireyim. Şimdi o da ekranda!

Yengeç: Kamera mesafeyi yaklaştırıp uzaklaştırabilir Akhilleus. Denemelisin.

Akhilleus: Müthiş! Alevlerin resmin çerçevesiyle buluşan uçlarına odaklayayım... Odadaki her şeyi –her istediğimi– anında ekranda "kopya"layabilmek ne tuhaf bir duygu. Tek yapmam gereken kamerayı ona çevirmek ve büyü gibi ekranda beliriveriyor.

Yengeç: Odadaki HER ŞEY mi Akhilleus?

Akhilleus: Evet, görünen her şey. Bu ortada.

Yengeç: Peki, kamerayı TV ekranındaki alevlere çevirirsen ne olur?

(Akhilleus kameranın yerini değiştirir ve doğruca televizyon ekranında alevlerin göründüğü –ya da görünmüş olduğu– yere çevirir.)

Akhilleus: Hey, bu çok tuhaf! Bu hareket alevleri ekrandan YOK ETTİ! Nereye gittiler?

Yengeç: Hem kamerayı hareket ettirip hem de ekranda bir görüntüyü sabit tutamazsın.

Akhilleus: Anladım... Ama şimdi ekranda ne olduğunu anlamadım – hem de hiç! Garip, uzun bir koridora benziyor. Yine de ben kamerayı kesinlikle bir koridora çevirmedim. Yalnızca sıradan bir TV ekranına tuttum.

Yengeç: Daha dikkatli bak Akhilleus. Gerçekten bir koridor görüyor musun?

Akhilleus: Ahhh, şimdi anladım. Bu TV ekranının kendisinin iç içe geçen kopyaları, gittikçe küçülüyor, küçülüyor, küçülüyor... Tabii ya! Alevlerin görüntüsü gitmek zorundaydı, çünkü ben kamerayı RESME çevirdiğim için görüntüye girmişlerdi.

Kamerayı EKRAN'a tuttuğum zaman ekranın kendisi o an üstünde olanla birlikte belirdi – o an üstünde olan ile birlikte ekranın kendisidir, bu da–

Yengeç: Ben devamını getirebilirim Akhilleus. Niye kamerayı döndürmeyi denemiyorsun?

Akhilleus: Ah! Çok güzel sarmal bir koridor buldum! Her ekran kendini çevreleyen ekran içinde dönüyor, böylece daha da küçüldükçe, en dıştaki ekrana göre daha da çok dönüyorlar. Bu "kendini yutan" TV ekranı düşüncesi acayip.

Yengeç: "Kendini yutan" demekle ne demek istiyorsun Akhilleus?

Akhilleus: Yani kamerayı ekrana çevirdiğim zaman – ya da ekranın parçasına. Kendi kendini yutuyor.

Yengeç: Biraz daha öyle tutmanın bir sakıncası var mı? Bu yeni kavram ilgimi çekti.

Akhilleus: Benim de öyle.

Yengeç: Çok iyi o zaman. Eğer kamerayı ekranın bir KÖŞE'sine tutarsan senin "kendini yutmak" dediğin şey yine oluyor mu?

Akhilleus: Dur da deneyeyim. Hmm – ekranlar "koridoru" kenara kayıyor gibi görünüyor ve sonsuz iç içe geçişler artık yok. Güzel, ama bu kendini yutmanın ruhunu yakalayamıyor gibi geliyor bana. Bu "başarısız bir kendini yutma."

Yengeç: TV kamerasını gerisin geri ekranın ortasına tutsan belki her şeyi yeniden düzeltebilirsin...

Akhilleus (kamerayı yavaşça ve dikkatle çevirerek): Evet! Koridor giderek uzuyor... İşte burda! Şimdi bütün görüntü geri geldi. Öyle uzağını görebiliyorum ki, bir mesafeden sonra yitiyor. Kamera BÜTÜN ekranı aldığı anda koridor yine sonsuzlaştı. Hmm – bu bana Bay Tosbağa'nın bir süre



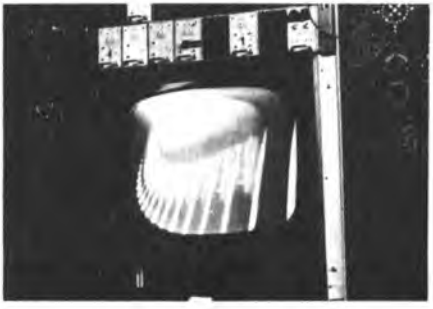
(a) En basit durum.



(d) "Başarısız bir kendini-yutma."



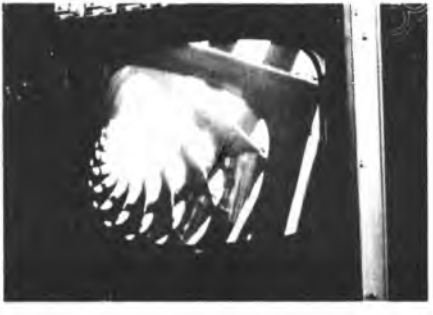
(b) Akhilleus'un "koridoru."



(e) Zumladığınızda olan.



(c) Kamerayı döndürdüğünüzde olan.



(f) Döndürme ve zumiamanın birleşik etkisi.

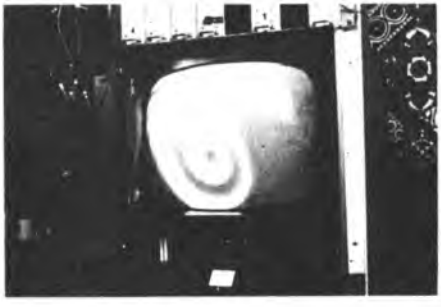
Şekil 81. Oniki kendini yutan TV ekranı. 13 asal olmamış olsaydı bir tane daha ekleyebilirdim.



(g) Tuhaflaşmanın başlaması.



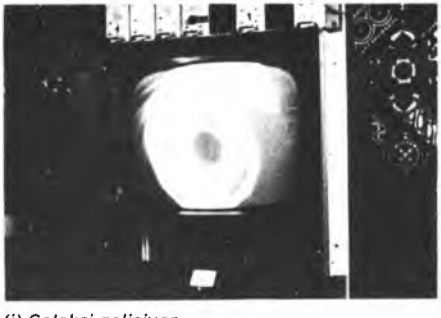
(j) Bir galaksinin son aşamaları. Tekerlek parmaklarını sayınız.



(h) Bir "galaksi" doğuyor.



(k) Galaksin kendini yakar ve bir kara delik olur!



(i) Galaksi gelişiyor.



(l) Vurularının birinin ortasında "vurulu bir taç yaprağı örüntüsü" yakalanmıştır.

önce söylediği bir şeyi hatırlattı; kendine göndergeliliğin yalnızca tümce HEPTEN kendinden söz ettiğinde olduğunu söylemişti...

Yengeç: Pardon?

Akhilleus: Ah, önemli değil – sadece kendi kendime mırıldanıyordum.

(Akhilleus kamera üstündeki mercekler ve diğer kontrol düğmeleriyle oynarken, bir yığın yeni, kendini yutan türde görüntüler belirir: galaksileri çağrıştıran dönen sarmallar, kaleydoskopik çiçek benzeri biçimler ve başka türlü örüntüler...)

Yengeç: Harika zaman geçiriyor gibi görünüyorsun.

Akhilleus (yüzünü kameradan çevirerek): Hem de nasıl! Bu basit düşünce ne zengin imgeler üretebiliyor! *(Yeniden ekrana döner ve yüzünü bir şaşkınlık ifadesi kaplar.)* Hoppalaa! Bay Yengeç! Ekranda vurulu bir taç yaprağı örüntüsü var! Bu vurular nereden geldi? TV hareketsiz, kamera da öyle.

Yengeç: Sık sık zaman içinde değişen örüntüler kurabilirsin. Bunun nedeni kameranın bir şeyi "gördüğü" an ile onun ekranda belirdiği devir anı arasında hafif bir gecikme olmasındandır – yaklaşık olarak bir saniyenin yüzde biri. Eğer elli derin içiçeliğe sahipseniz – böylece elli, kabaca yarım saniyelik bir gecikme olacaktır. Ekrana bir biçimde hareket eden bir görüntü gelirse –örneğin parmağını kameranın önüne getirmek gibi– o zaman içi içe geçen daha derin ekranlar "bulmak" biraz daha zaman alır. Sonra bu gecikme görsel bir yankı gibi bütün dizgeye yansır. Ve nesneler yerleşikse yankı yavaşça kesilmez ve vuru örüntüleri elde edebilirsin.

Akhilleus: Olağanüstü! Peki – ya TAM bir kendini yutma yapmaya çalışırsak ne olur?

Yengeç: Tam olarak demek istediğin ne?

Akhilleus: BU ekranlar içinde ekranlar zırıltısı bana ilginç geliyor, ama ben ekran ÜSTÜNDE, TV kamerası VE ekranın resmini elde etmek isterdim. İşte o zaman gerçekten kendi kendini yutan bir dizge yapmış olurum. Çünkü ekran bütün dizgenin yalnızca bir PARÇASI.

Yengeç: Demek istediğini anladım. Belki bu aynayla istediğin sonuca ulaşabilirsin.

(Yengeç ona bir ayna verir ve Akhilleus ayna ve kamerayı hem kamera hem de ekran ekranda görünecek bir biçimde koyar.)

Akhilleus: İşte! TAM bir kendini yutma yarattım!

Yengeç: Bana öyle geliyor ki yalnızca aynanın önünü alıyorsun – ya arkası? Aynanın arkasını da almazsa yansıtıcı olmaz – ve resimde kamerayı görmezsin.

Akhilleus: Haklısın. Ama bu aynanın hem arkasını hem önünü göstermek için ikinci bir aynaya gereksinimim var.

Yengeç: O zaman da o aynanın arkasını göstermen gerekecek. Ya televizyonun önü kadar arkasının da gösterilmesi konusu ne olacak? Sonra elektrik kordonu, televizyonun içi, sonra–

Akhilleus: Hop! Hop! Başım dönmeye başladı! Bu "tam kendini yutma projesi" ufaktan bir sorun halini almaya başladı. Biraz sersemledim.

Yengeç: Nasıl bir duygu olduğunu iyi bilirim. Niye şuraya biraz oturup zihnini bu kendini-yutmadan uzaklaştırmıyorsun? Gevşe! Resimlerime bak, rahatlarsın.

(Akhilleus uzanır ve iç geçirir.)

Ah – belki de pipomun dumanı seni rahatsız ediyordur? Pipomu uzağa koyayım. *(Piposunu ağzından alır ve dikkatle, üstünde yazılar olan bir Magritte resminin üstüne koyar.)* İşte! Daha iyi misin?

Akhilleus: Hâlâ biraz sersemim. *(Magritte'in resmini işaret eder.)* İlginç bir resim. Ahşap çerçeve içindeki parlak kakma işi çerçeve özellikle hoşuma gitti.

Yengeç: Sağol. Onu özel olarak yaptırdım – altından bir hat.



Şekil 82. *Hava ve Şarkı*, René Magritte (1964).

Akhilleus: Altın hat mı? Sonra ne geliyor? Piponun altındaki sözcükler ne? İngilizce değil, değil mi?

Yengeç: Hayır, Fransızca. "*Ceci n'est pas une pipe*" yazıyor. "Bu pipo değildir" demek. Kesinlikle doğru.

Akhilleus: Ama pipo bu! Daha demin içiyordun!

Yengeç: Ah, tümceyi yanlış anladın sanırım. "*Ceci*" sözcüğü pipoya değil, resme ait. Pipo elbette pipo. Ama resim pipo değil.

Akhilleus: Resmin içindeki bu "*ceci*" BÜTÜN resme mi yoksa resmin içindeki pipoya mı gönderimde bulunuyor merak ettim. Ah, aman tanrım! BU da başka bir kendini-yutma oldu! Kendimi hiç de iyi hissetmiyorum Bay Yengeç. Sanırım hasta oluyorum...

XVI. BÖLÜM

SELF-REF VE SELF-REP

BU BÖLÜMDE çeşitli bağlamlarda kendine-gönderme yaratan mekanizmaların bazılarına bakacak ve bunları bazı dizge türlerinin kendilerini yeniden üretmesini sağlayan düzeneklerle karşılaştıracağız. Bu düzenekler arasında kayda değer ve hoş koşutlukların ortaya çıktığını göreceğiz.

Örtük ve Belirtik Olarak Kendine-Göndergeli Tümceler

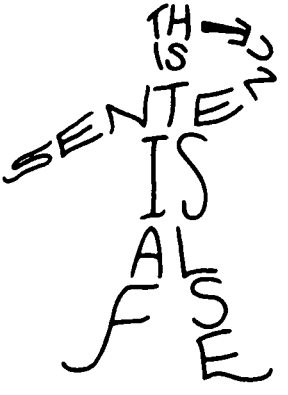
Başlangıç olarak ilk bakışta kendine-göndermenin en basit örnekleri gibi görünen tümcelere bakalım. Bu tür tümcelerden bazıları şunlardır:

(1) Bu tümce beş sözcük içerir.
(2) Bu tümce kendine-göndergeli olduğu için anlamsızdır.
(3) Bu tümce fiilsiz.
(4) Bu tümce yanlıştır. (Epimenides paradoksu)
(5) Şimdi yazıyor olduğum tümce şimdi okuyor olduğunuz tümcedir.

Sonuncusu (kuraldışıdır) dışında hepsi "bu tümce" deyişinde içerilen basit-görünümlü bir mekanizmaya sahiptir. Ama gerçekte bu mekanizma hiç de basit değildir. Bu tümcelerin hepsi Türkçenin* bağlamı içinde "yüzmektedir." Yalnızca uçları görünebilen buz dağlarıyla karşılaştırılabilir. Sözcük sıraları buz dağlarının uçları ve onları anlamak için yapılması gereken işlem saklı kısımdır. Bu anlamda onların anlamı belirtik değil örtüktür. Elbette hiçbir tümcenin anlamı tamamıyla belirtik değildir, ama kendine-gönderme ne kadar çok belirtikse altında yatan mekanizma o kadar çok açığa çıkacaktır. Bu durumda yukarıdaki tümcelerin kendine-gönderiminin tanınabilmesi için yalnızca dilsel konularla ilgilenen Türkçe gibi bir dile hakim olmak yetmez, aynı zamanda "bu tümce" deyişinin göndergesini anlayabilmek de gerekir. Bu basit görünse de aslında Türkçeyi karmaşık bir şekilde, ama tamamıyla özümleyebilme yeteneğimize bağlıdır. Burada özellikle önemli olan içinde bir işaret sıfatı olan bir ad öbeğinin göndergesini bulabilme yeteneğidir. Bu yetenek yavaş yavaş gelişir ve bu hiçbir şekilde önemsiz bir şey gibi değerlendirilmeme-

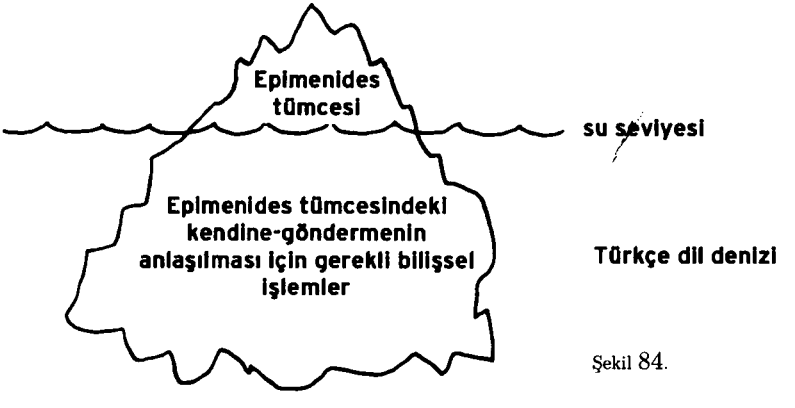
* Kaynak metinde "İngilizce" –çn.

lidir. Zorluk, 4 numaradaki gibi bir tümce, bir çocuk gibi, paradokslar ve dilsel oyunlar hakkında saf olan birinin önüne koyulduğunda çok daha iyi görülür. "*Hangi* tümce yanlış?" diyebilir ve bu tümcenin kendisi hakkında konuşuyor olduğu fikrini benimsemekte güçlük çekebilir. Başta bütün bu fikir biraz zihin karıştırıcı gelebilir. Bu nedenle birkaç şekil yardımcı olabilir (Şekil 83 ve 84). Şekil 83 iki düzeyde yorumlanabilen bir resimdir. Bir düzeyde o kendini gösteren bir tümcedir; diğer düzeyde, kendi ölüm fermanını uygulayan Epimenides'in bir resmidir.*



Şekil 83.

Buzdağının görünen ve görünmeyen kısımlarını gösteren Şekil 84, tümcenin, kendine göndermenin tanınması için gerekli işleme göreli oranı hakkında fikir veriyor:



Şekil 84.

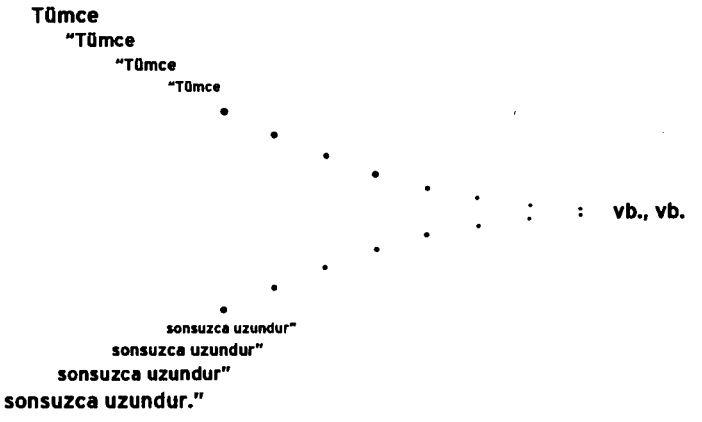
"Bu tümce" deme hilesini kullanmadan kendine-gönderen bir tümce ya-

* Resimdeki harflerden oluşan tümce Epimenides Paradoksu'nun İngilizce ifadesidir: "THIS SENTENCE IS FALSE" (= BU TÜMCE YANLIŞTIR) –çn.

ratmaya çalışmak hoş bir deney olabilir. Bir tümce kendi içinde alıntılanabilir. İşte böyle bir girişim:

"Buradaki tümce beş sözcük içerir" buradaki tümcesi beş sözcük içerir.

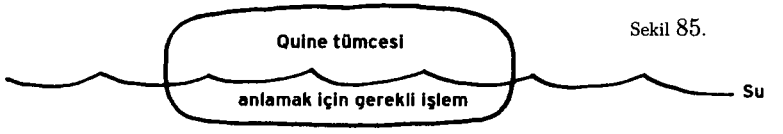
Ama böylesi bir girişim başarısızlığa uğramak zorundadır, çünkü bütün olarak kendi içinde alıntılanabilen her tümce kendinden daha kısa olmak zorundadır. Bu aslında mümkündür, ama ancak eğer sonsuz uzun tümceleri göze almaya hazırsanız:



Ama bu sonlu tümcelerde işe yaramaz. Aynı sebeble, Gödel'in G dizisi, Gödel sayısının belirtik sayıtını içeremez: uyumlu değildir. TNT'nin hiçbir dizisi kendi Gödel sayısının TNT-sayıtım içeremez, çünkü bu sayıt daima dizinin kendisinden daha fazla simge içerir. Ama bundan, "alt" ve "aritmoquinelaştırma" nosyonları aracılığıyla kendi Gödel sayısının bir betimlemesini içeren G ile sıyrılabilirsiniz.

Bir Türkçe tümce içinde, kendini-alıntılama veya "bu tümce" deyişini kullanmak yerine betimleme yoluyla kendine-gönderme elde etmenin bir yolu, *G'nin Dizisi Üstüne Hava* diyologunda örneklenen Quine yöntemidir. Quine tümcesinin anlaşılması, daha önce anılan dört örneğe göre daha az incelikli bir zihinsel süreç gerektirir. Başta oldukça aldatıcı görünse de birçok bakımdan çok açıktır. Quine inşası Gödel inşasına fazlasıyla benzer, o da kendine-göndermeyi, Quine tümcesinin kendisiyle eşbiçimli olduğu ortaya çıkan bir başka tipografik kendindelik betimleyerek yaratır. Yeni tipografik kendindeliğin betimlenmesi Quine tümcesinin iki kısmı tarafından gerçekleştirilir. Bir kısım belli bir deyimin nasıl yapılacağını söyleyen bir *komutlar* kümesiyken, öteki kısım kullanılacak yapım malzemesini içerir; yani öteki kısım *kalıp*dır. Bu bir buzdağından ziyade yüzen bir sabun kalıbına benzer. (Bkz. Şekil 85.)

Bu tümcenin kendine-göndermesi Epimenides paradoksundan daha doğrudan bir yolla başarılmaktadır; daha az gizli işlem gereklidir. Bu arada "bu tümce" deyişinin önceki tümce içinde de geçtiğine işaret edelim; ama bu kendine-göndermeye neden olmaz; muhtemelen onun göndergesinin, içinde geçtiği



Sekil 85.

tümceden ziyade Quine tümcesi olduğunu anlamışsınızdır. Bu, "bu tümce" gibi işaretçi deyimlerin bağlama göre yorumlandığını gösterir ve böylesi deyimlerin işlemlenmesinin oldukça karmaşık olduğunun gösterilmesine yardımcı olur.

Kendini-Üreten Bir Program

Quinelama nosyonu ve onun kendine-gönderme yaratmada kullanımı, Diyaloğun kendi içinde zaten açıklandığı için burada bu konulara yeniden girmemize gerek yok. Bunun yerine şimdi bir bilgisayar programının, kendini yeniden üretmek için tamamıyla aynı tekniği nasıl kullanabileceğini gösterelim. Aşağıdaki kendini-üreten program BlooP-benzeri bir dilde yazılmıştır ve kendisi alıntısı tarafından *takip edilen* deyim fikri üzerine kuruludur (quinelamayla ters sıralanmıma sahip olduğu için "eniuq" yapmak için "quine" adını ters çevirdim):

```
TANIM YORDAMI "ENIUQ" [KALIP]: YAZ [KALIP, SOL-KÖŞELİ AYRAÇ,
TIRNAK-İMİ, KALIP, TIRNAK-İMİ, SAĞ-KÖŞELİ AYRAÇ, NOKTA].

ENİUQ
    [TANIM YORDAMI "ENIUQ" [KALIP]: YAZ [KALIP, SOL-KÖŞELİ AYRAÇ, TIRNAK-
     İMİ, KALIP, TIRNAK-İMİ, SAĞ-KÖŞELİ AYRAÇ, NOKTA].
```

ENIUQ, ilk iki satırda tanımlanan bir yordamdır ve onun girdisine "KALIP" denir. Yordam çağrıldığında KALIP'ın değerinin tipografik karakterler dizisi olacağı anlaşılır. ENIUQ'un etkisi, içinde KALIP'm iki kez basıldığı bir yazma işleminin yerine getirmektir: İlk kezinde düzdür; ikinci kezinde (tek) tırnaklar ve ayraçlarla sarmalanmış ve son bir noktayla süslenmiştir. O halde eğer KALIP'ın değeri ÇİFTE-KABARCIK dizisi olsaydı onun üzerindeki ENIUQ işlemi şunu üretecekti:

ÇİFTE-KABARCIK ['ÇİFTE-KABARCIK'].

Şimdi, yukarıdaki programın son dört satırında, ENIUQ yordamı, KALIP'ın özgül bir değeriyle çağrılır – yeni, tek tırnaklar içindeki uzun dizi: TANIM ... ENIUQ. Bu değer dikkatle seçilmiştir; ENIUQ *sözcüğü* tarafından takip edilen, ENIUQ'un *tanımından* meydana gelir. Bu programın kendisinin –ya da, böylesini yeğlerseniz, onun kusursuz bir kopyasını– basılmasını sağlar. Epimenides tümcesinin Quine versiyonuna çok benzer:

"alıntısı tarafından öncelendiği zaman yanlış sonuç verir"
alıntısı tarafından öncelendiği zaman yanlış sonuç verir.

Yukardaki programın son üç satırındaki tırnaklar içinde görünen karakter dizinin –yani KALIP'ın değerinin– asla bir komutlar ardışımı olarak yorumlanmadığını fark etmek önemlidir. Bu şekilde ortaya çıkması sadece bir rastlantıdır. Yukarda işaret edildiği gibi, ÇİFTE-KABARCIK veya herhangi bir başka karakter dizisi olabilir. Şemanın güzelliği, aynı dizi bu programın üst iki satırında göründüğünde ona bir program olarak davranılmasıdır (çünkü o tırnak içinde değildir). O halde bu programda, bir dizi iki şekilde işlev görür: birincisi program olarak ve ikincisi veri olarak. Kendini-üreten programların ve göreceğimiz gibi, kendini üreten moleküllerin gizi budur. Bu arada her türden kendini-üreten nesne veya varlığa *self-rep*; ve aynı şekilde her kendinegönderen nesne veya varlığa *self-ref** demek yararlı bir kullanımdır. Buradan itibaren ben de kimi zaman bu terimleri kullanacağım.

Önceki program self-replerin yazılmasını özellikle kolaylaştırmak üzere tasarlanmamış bir dilde yazılan bir kendini-üreten programın şık bir örneğidir. Dolayısıyla görev, dilin parçası olduğu varsayılan şu nosyonlar ve işlemler kullanılarak yerine getirilmek zorunda kalınmıştır – TIRNAK-İMİ sözcüğü ve YAZ komutu gibi. Ama self-replerin yazılmasını kolaylaştırmak üzere bir dil tasarlandığını varsayın. O zaman daha kısa self-repler yazılabilirdi. Örneğin eniuq-leme işleminin (YAZ da varsaydığımız gibi) belirtik bir tanıma gerek kalmadan dilin yerleşik bir özelliği olduğunu varsayın. O zaman küçücük bir self-rep şöyle olurdu:

ENIUQ ['ENIUQ'].

Bu, "quinelamak" fiilinin biliniyor varsayıldığı, Epimenides self-refinin Quine versiyonunun Tosbağa versiyonuna çok benzer.

"quinelandığında yanlış sonuç verir" quinelandığında yanlış sonuç verir.

---

* *Self-rep* (self-reproducing) "kendini-üreten" ve *self-ref* (self-referring) "kendinegönderen" anlamındadır –çn.

Ama self-repler daha bile kısa olabilir. Örneğin bir bilgisayar dilinde, ilk simgesi asteriks olan herhangi bir programın normal olarak yürütüme koyulmadan önce kopyalanacağı gibi bir uylaşım olabilir. O zaman yalnızca bir asteriksten meydana gelen program bir self-reptir. Bunun aptalca olduğundan ve tamamen keyfi bir uylaşıma bağlı olduğundan yakınabilirsiniz. Böyle yapmakla, kendine-göndermeyi başarmak için "bu tümce" deyimini kullanma hilesine ilişkin vurguladığım noktayı yankılıyorsunuz – o kendine-gönderimin belirtik yönergelerine değil de fazlasıyla işlemciye dayanır. Bir asteriksin bir self-rep örneği olarak kullanılması "Ben" sözcüğünün bir self-ref örneği olarak kullanılması gibidir: her ikisi de kendilerine özgü problemlerin ilginç yönlerini gizlerler.

Bu kendini-üretmenin bir diğer tuhaf tipinin benzeridir: fotokopi makinesi vasıtasıyla olanın. Her yazılı belgenin, bir fotokopi makinesine yerleştirilip uygun düğmeye basıldığında kendinin bir kopyasının basılmasına neden olduğu için bir self-rep olduğu iddia edilebilirdi. Ama bu bir şekilde kendini-üretme nosyonumuzu ihlal eder; kâğıt parçasına hiç başvurulmaz ve dolayısıyla o kendi yeniden üretimini yönlendirmez. Yine her şey işlemcidedir. Bir şeye bir self-rep demeden önce, mümkün en geniş ölçüde, onun *belirtik olarak* kendini-kopyalama yönergeleri içerdiğini hissetmek isteriz.

Tabii ki belirtiklik bir derece sorunudur; yine de bir tarafında kendini-yönlendiren kendini-üretmeyi algıladığımız ve diğer tarafında ise yalnızca esnek olmayan ve otonom bir kopyalama makinesi tarafından yürütülen kopyalamayı gördüğümüz sezgisel bir sınır çizgisi vardır.

Kopya Nedir?

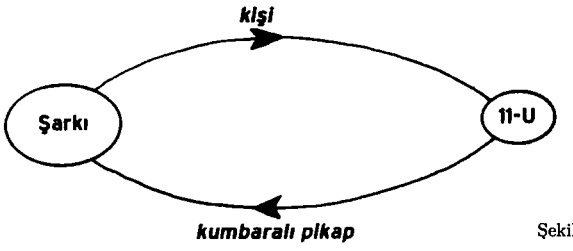
Self-repler ve self-refler tartışmasında er ya da geç temel meseleyle karşılaşılır: bir kopya nedir? V ve VI. bölümlerde bu soruyla oldukça ciddi bir şekilde uğraşmıştık; ve şimdi yeniden ona dönüyoruz. Sorunun genel havasını verebilmek için hayli düşsel, ama usayatkın self-rep örnekleri betimleyelim.

Kendini-Üreten Bir Şarkı

Yerel bir barda, 11-U düğmelerine bastığınızda sözleri şöyle olan bir şarkı çalan bir kumbaralı pikap olduğunu imgeleyin:

Bir beşlik daha at, haydi pikapa
Tüm istediğim 11-U ve müzik, müzik, müzik.

Bir akşam ne olduğunu gösteren küçük bir diyagram yapabiliriz:



Şekil 86. Kendini-üreten bir şarkı

Sonuçta şarkı kendini yeniden üretmesine karşın, bu şarkıyı bir self-rep olarak adlandırmak, o 11-U aşamasından geçtiğinde bütün bilginin orada olmadığı olgusu nedeniyle biraz garip görünür. Bilgi yalnızca onun tamamıyla kumbaralı pikap içinde –yani diyagramdaki *okların* birinde, oval şekillerin birinde değil– saklanmış olduğu olgusu sayesinde geri kazamlabilir . Bu şarkının kendinin yeniden nasıl çalınacağının tam bir betimlemesini içerip içermediği sorulabilir, çünkü "11-U" simge çifti sadece bir tetiktir, bir kopya değil.

Bir "Yengeç" Programı

Şimdi de kendini ters yönde basan bir bilgisayar programı düşünün. (Okurlardan bazıları, verilerin self-repi bir model olarak kullanarak yukardaki BlooP benzeri dilde böylesi bir programın nasıl yazılabileceğini düşünerek hoşça vakit geçirebilirler.) Bu tuhaf program bir self-rep sayılabilir mi? Bir bakıma evet, çünkü çıktısı üzerinde yapılacak basit bir dönüştürüm orijinal programı geri getirecektir. Yalnızca basit bir düzenleme sonunda, çıktının programın kendisiyle aynı bilgiyi içerdiğini söylemek doğru gibi görünmektedir. Ancak çıktıya bakan birinin onu tersden basılmış bir program olarak tanımayabileceği açıktır. VI. Bölümdeki terminolojiyle söylersek, çıktının ve programın kendisinin "iç mesajları" aynıdır, ama onlar farklı "dış mesajlara" sahiptir – yani farklı kodçözme mekanizmaları kullanılarak okunmalıdırlar. Şimdi eğer dış mesaj bilginin parçası olarak sayılırsa –bu oldukça usauygun görünüyor– o zaman bütünsel bilgi hiç de aynı değildir, dolayısıyla program bir self-rep sayılamaz.

Ama bu rahatsız edici bir sonuçtur, çünkü biz, bir şey ve onun ayna imgesinin aynı bilgiyi içerdiğini düşünmeye alışığız. Ama VI. Bölümde "özünlü anlam" kavramını tözselleştirilmiş evrensel bir zekâ nosyonuna bağlamıştık. Burada ana fikir, bir nesnenin özünlü anlamını belirlerken dış mesajın bazı tiplerini –evrensel olarak anlaşılabilenleri– ihmal edebileceğimizdi. Yani eğer

kodçözme mekanizması, yine biraz kötü-tanımlanmış anlamda, gerektiği kadar temel görünüyorsa, o zaman önemli sayılan tek anlam onun açığa çıkardığı anlamdır. Bu örnekte, "standart zekâ"nın iki ayna imgeyi birbirleriyle aynı bilgiyi içeriyor olarak değerlendireceği tahmini makul derecede güvenlidir; yani aralarındaki eşbiçimlilik ihmal edilebilir oranda apaçık olarak ele alınacaktır. Ve dolayısıyla bu programın bir anlamda gerçek bir self-rep olduğu sezgimiz geçerliliğini sürdürür.

Epimenides Kanallar Arasında

Bir diğer zorlama bir self-rep örneği kendini basan, ama farklı bir bilgisayar diline çevrilmiş olan bir program olabilir. Bu, Epimenides self-refinin Quine versiyonunun aşağıdaki tuhaf versiyonuna benzetilebilir:

> "est une expression qui, quand elle est précédée de sa traduction, mise entre guillemets, dans la langue provenant de L'autre côte de La Manche, crée une fausseté," tırnak içine alınmış, Kanal'ın öte yanında kullanılan dile çevirisi tarafından öncelendiğinde yanlış çıkan bir ifadedir.

Bu garip karışım tarafından betimlenen tümceyi yazmayı deneyebilirsiniz. (İpucu: Kendisi değildir – ya da en azından "kendisi" naif bir anlamda alınırsa.) Eğer "geriye doğru hareketle self-rep" nosyonu (yani kendisini geriye doğru yazan bir program) bir yengeç kanonunun benzeriyse, "çeviriyle self-rep" nosyonu temanın bir başka anahtara değiştirilmesini içeren bir kanondan başka bir şey olmayacaktır.

Kendi Gödel Sayısını Basan Bir Program

Orijinal programın tam bir kopyası yerine bir çevirisini basma fikri anlamsız görünebilir. Ama BlooP veya FlooP'da bir self-rep program yazmak isteseydiniz, böylesi bir aygıtın yardımına başvurmak zorunda kalırdınız, çünkü bu dillerde, ÇIKTI, tipografik bir diziden ziyade daima bir *sayıdır*. Dolayısıyla programa kendi Gödel sayısını bastırtmak zorundasınız: ondalık açılımı, üç basamaklı kodonlar kullanarak, karakter-karakter programı kodlayan çok büyük bir tamsayı. Program, kullanımındaki vasıtalarla, kendisini yazma durumuna mümkün olduğunca yaklaşır: bir başka "uzay"da kendisinin bir kopyasını basar ve tamsayılar uzayı ile diziler uzayı arasında ileri geri gitmek kolaydır. Dolayısıyla ÇIKTI değeri, "11-U" gibi, salt bir tetik değildir. Aksine, orijinal programın bütün bilgisi çıktının "yüzeyine yakın" durmaktadır.

Gödelci Kendine-Gönderme

Bu, Gödel'in self-ref G'sinin düzeneğinin betimlenmesine çok yaklaşır. Ne de olsa TNT'nin bu dizisi kendisinin değil, ama bir tamsayının (*u*'nun aritmoquinelanmasının) bir betimlemesini içerir. Bu öyle bir şekilde olur ki, bu tamsayı doğal sayılar uzayında G dizisinin tam bir "görüntüsü"dür. Dolayısıyla G kendisinin bir başka uzaydaki bir çevirisine gönderir. Yine de biz G'ye rahatlıkla kendine-göndergeli bir dizi diyebiliriz, çünkü iki uzay arasındaki eşbiçimlilik onları özdeş olarak kabul etmemize imkân verecek ölçüde sıkıdır.

TNT'yi doğal sayıların soyut alanı içine aynalayan bu eşbiçimlilik, simgeler aracılığıyla, beynimizin içine gerçek dünyayı aynalayan yarı-eşbiçimliliğe benzetilebilir. Simgeler nesnelerle yarı-eşbiçimli olan roller oynarlar ve onlar sayesinde düşünebiliriz. Benzer bir şekilde, Gödel sayıları dizilerle eşbiçimli olan roller oynarlar ve onların sayesinde doğal sayılar hakkındaki önermelerin metamatematik anlamlarını bulabiliriz. G hakkındaki şaşırtıcı, neredeyse sihirli olan şey, onun, içinde yazıldığı, TNT dilinin, içinde Türkçe dilini tartışmanın dünyanın en kolay şeyi olduğu Türkçenin aksine, kendi yapılarına gönderimde bulunma konusunda hiçbir umut vermediği halde kendine-göndermeyi başarmayı becerebilmesidir.

Öyleyse G, çeviri yoluyla bir self-refin en seçkin örneklerinden biridir – en doğrudan durum olmasa da. Bu arada Diyalogların bazılarının da çeviri yoluyla self-ref olduğu düşünülebilir. Örneğin *Eşliksiz Akhilleus İçin Sonat*'ı ele alalım. Bu Diyalogda eşliksiz keman için Bach Sonatları'na birkaç gönderme yapılır ve Tosbağa'nın harpsikord eşliklerini imgeleme önerisi özellikle ilginçtir. Sonuçta eğer bu fikir Diyalogun kendisine uygulanırsa, o zaman Tosbağa'nın söylediği satırlar bulunabilir; ama eğer Akhilleus'un tarafının tek başına olduğu (keman gibi) varsayılırsa, o zaman Tosbağa'ya herhangi bir satır atfetmek tamamen yanlış olacaktır. Her durumda burada yine Diyalogları Bach'ın parçaları üstüne haritalayan bir haritalama vasıtasıyla bir self-ref vardır. Ve bu haritalama elbette okurun dikkatine bırakılmıştır. Ama okur fark etmese de haritalama oradadır ve Diyalog yine de bir self-reftir.

Artırmayla Bir Self-Rep

Self-repleri kanonlara benzetiyoruz. O zaman artırmalı kanonun benzeri ne olabilir? İşte bir olasılık: tek amacı programı yavaşlatmak olan işlevsiz bir döngü içeren bir program düşünün. Bir parametre döngünün hangi sıklıkta

yineleneceğini söyleyebilir. Kendisinin kopyasını basan bir self-rep yapılabilir, ama bu parametrenin değişimiyle birlikte olur, öyle ki bu kopya çalıştırıldığında ana programının yarı hızıyla çalışacaktır; ve onun "oğul"u da yine bu hızın yarısıyla çalışacaktır ve böylece devam eder ... Bu programların hiçbiri kendisini tam olarak basmaz; yine de hepsi açıkça tek bir "aile"ye aittir.

Bu canlı organizmaların kendini-üretmesini anımsatır. Açıkça, bir birey ne annesi ne de babasıyla özdeştir: o zaman neden çocuk yapma edimine "kendini-üretme" denir? Yanıt ebeveyn ile çocuk arasında kaba bir eşbiçimlilik olmasıdır; bu *tür* hakkındaki bilgiyi muhafaza eden bir eşbiçimliliktir. O halde yeniden üretilen *örnekten* ziyade *sınıftır*. V. Bölümdeki yinelgen Gçizisi resmindeki durum da budur: yani değişik boyutlardaki ve şekillerdeki "magnetik kelebekler" arasındaki haritalama iri-taneli, kaba bir eşlemedir; hiçbiri diğeriyle özdeş değildir, ama hepsi tek bir "türe" aittir ve haritalama tamamıyla bu olguyu muhafaza eder. Kendini-kopyalayan programların terimleriyle, bu, hepsi tek bir bilgisayar dilinin "diyalektleriyle yazılmış bir programlar *ailesine* karşılık düşer; her biri kendini yazabilir, ama bunu hafifçe değiştirilmiş olarak yapar, böylece de orijinal dilinin bir diyalekti içinde ortaya çıkar.

Kimci bir Self-Rep

Belki de self-repin en hileli örneği şudur: derleyici dilde yasal bir ifade yazmak yerine derleyicinin kendi hata mesajlarından birini yazarsınız. Derleyici sizin "programınıza" baktığında ilk iş olarak allak bullak olur, çünkü "programınız" gramere uygun değildir; dolayısıyla derleyici bir hata mesajı yazar. Bütün yapmanız gereken onun bastığının sizin yazdığınız olmasını sağlamaktır. Bana Scott Kim tarafından önerilen bu tür self-rep, normal olarak işe koyulacağınızdan farklı düzeyde bir dizge kullanır. Biraz saçma gibi görünse de bunun, biraz sonra tartışacağımız gibi, varkalmak için self-replerin birbirleriyle yarıştığı karmaşık dizgelerde karşılığı olabilir.

Orijinal nedir?

"Bir kopyayı ne oluşturur?" sorusu yanı sıra self-replerle ilgili başka bir temel felsefi soru vardır. Bu madalyonun öbür yüzüdür: "Orijinal nedir?" Bu en iyi bazı örnekler vererek açıklanabilir:

(1) bir bilgisayarda yürütülen yorumlayıcı tarafından yorumlandığında kendini basan bir program;

(2) bir bilgisayarda yürütülen yorumlayıcı tarafından yorumlandığında (kendisi de bir program olan) yorumcunun tam bir kopyasıyla birlikte kendini basan bir program;

(3) bir bilgisayarda yürütülen yorumlayıcı tarafından yorumlandığında, yalnızca yorumcunun tam bir kopyasıyla birlikte kendini basan değil, ama aynı zamanda birincisiyle özdeş, kendisinde yorumlayıcı ve programın yürütüldüğü, ikinci bir bilgisayarın bir araya getirildiği mekanik bir montaj işlemini de yönlendiren bir program.

(1)'de programın self-rep olduğu açıktır. Ama (3)'de, self-rep olan program mıdır, yoksa program artı yorumlayıcının bileşik dizgesi midir, yoksa program yorumlayıcı ve işlemcinin birliği midir?

Açıkça, bir self-rep yalnızca kendini basmaktan daha fazlasını gerektirir. Aslında bu bölümün geri kalanının çoğu, içinde veri, program, yorumlayıcı ve işlemcinin hepsinin son derece içiçe girdiği ve kendini-kopyalayarak çoğaltmanın onların hepsinin bir anda kopyalanmasını gerektiren self-replerin tartışılmasıyla ilgilidir.

Tipogenetik

Şu anda yirminci yüzyılın en şaşırtıcı ve derin konularından birine girmek üzereyiz: Albert Lehninger'in zengin çağrışımlarla yüklü deyişini ödünç alırsak, "yaşama halinin moleküler mantığı"nın incelenmesi. Evet, bu da mantıktır – ama insan zihninin şimdiye değin tahayyül edebildiğinden daha karmaşık ve güzel türde bir mantık. Konuya bir nebze yeni bir açıdan yaklaşacağız: "Tipografik Genetik"ten kısaltmayla *Tipogenetik* adını verdiğim yapay bir oyun aracılığıyla. Tipogenetikte, moleküler genetiğin bazı fikirlerini, ilk bakışta, MIU-dizgesi tarafından örneklenen biçimsel dizgelere çok benzeyen tipografik bir dizge içinde yakalamaya çalıştım. Kuşkusuz Tipogenetik birçok basitleştirme içerdiğinden esas olarak didaktik amaçlar için çok kullanışlıdır.

Moleküler biyoloji alanının, birkaç düzeydeki görüngülerin birbirleriyle etkileşimde bulunduğu bir alan olduğunu ve Tipogenetiğin yalnızca bir veya iki düzeyden görüngüyü resmetmeye çalıştığını hemen belirtmeliyim. Özellikle saf kimyasal görünümlerden tamamıyla uzak durulmuştur –bunlar burada ilgilenilenden daha alt bir düzeye aittir: benzer olarak klasik genetiğin (yani moleküler olmayan genetik) bütün görünümlerinden uzak durulmuştur– bunlar burada ilgilenilenden daha üst bir düzeye aittir. Benim niyetim sadece (DNA'nın ikili-sarmal yapısının bulucularından biri olan) Francis Crick tara-

fından ortaya koyulan ünlü *Moleküler Biyolojinin Merkezi Dogması* üzerinde yoğunlaşan bu işlemlere dair bir sezgi kazandırmaktır:

$$\text{DNA} \Rightarrow \text{RNA} \Rightarrow \text{proteinler.}$$

Umudum kurduğum bu iskelet model vasıtasıyla okurun alanın bazı basit birleştirici ilkelerini – aksi takdirde birçok farklı düzeydeki görüngülerin aşırı karmaşık etkileşimlerince bulanıklaşacak ilkeleri algılamasıdır. Elbette burada kurban edilen sıkı doğruluktur; kazanılan ise umarım biraz içgörüdür.

İplikçikler, Bazlar, Enzimler

Tipogenetik oyunu harf dizilerinin tipografik yönlendiriminden oluşur. Dört harf vardır:

A C G T.

Bunların gelişigüzel dizilerine *iplikçikler* denir. O halde bazı iplikçiler şunlardır:

GGGG

ATTACCA

CATCATCATCAT

Bu arada "STRAND/İPLİKÇİK" tersinden okunduğunda "DNA" ile başlar. Tipogenetikte iplikçiler (gerçek genetikte genellikle "iplikçiler" denilen) DNA parçalarının rolünü oynadıklarında bu uygundur. Bununla da kalmıyor, "STRAND" tersinden okunduğunda "DNA Rapid Transit Service"in kısaltması olan "DNA RTS" ortaya çıkar. Bu da uygundur, çünkü daha sonra göreceğimiz gibi –Tipogenetikte iplikçiler tarafından temsil edilen– "mesajcı RNA"nm işlevini, DNA için "Rapid Transit Service/Hızlı Taşıma Servisi" deyişi çok iyi nitelemektedir.

Bazen A, C, G, T harflerine *bazlar*, işgal ettikleri konumlara ise *birimler* diyeceğim. Dolayısıyla orta iplikçikte yedi birim, dördüncüsünde ise A bazı bulunur.

Eğer bir iplikçiğiniz varsa, onun üzerinde işlem yapabilir ve çeşitli şekillerde değiştirebilirsiniz. Ya kopyalayarak ya da bir iplikçiği ikiye bölerek ek iplikçiklikler de üretebilirsiniz. Bazı işlemler iplikçikleri uzatır, bazıları kısaltır, bazıları da uzunluğu olduğu gibi bırakır.

İşlemler paket halinde gelir – yani sırayla birkaçı birlikte gerçekleştirilir. Böyle bir işlemler paketi biraz ona iş yapan iplikçiği aşağı yukarı hareket et-

tiren programlanmış bir makine gibidir. Bu hareketli makinelere "tipografik enzimler" – kısaca *enzimler* denir. Enzimler iplikçiler üzerinde bir defasında bir birim olmak üzere işlem yapar ve bunların verili bir anda üzerinde işlem yapıyor oldukları birime "bağlı" oldukları söylenir. Bazı örnek enzimlerin belirli iplikçiler üzerinde nasıl işlemde bulunduklarını göstereceğim. Bilinmesi gereken ilk şey her bir enzimin belli bir harfe bağlanarak çalışmaya başladığıdır. Dolayısıyla dört tür enzim vardır – A'yı yeğleyenler, C'yi yeğleyenler vb. Bir enzimin yerine getirdiği işlemler sırası verildiğinde onun hangi harfi yeğlediğini çıkarabilirsiniz, ama şimdilik bunları açıklama yapmadan vereceğim. İşte üç işlem içeren bir örnek enzim:

(1) Enzimin bağlı olduğu birimi sil (ve sonra sağdaki ilk birime bağla).
(2) Bir birim sağa hareket et.
(3) Bir T ekle (bu birimin hemen sağma).

Bu enzim başlangıçta A'ya bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. İşte örnek bir iplikçik:

ACA

Enzimimiz soldaki A'ya bağlanır ve işleme başlarsa ne olur? 1. Adım A'yı siler, böylece elimizde CA kalır – ve enzim şimdi C'ye bağlıdır. 2. Adım enzimi sağa doğru, A'ya kaydırır ve 3. Adım CAT iplikçiğini oluşturacak şekilde sona bir T ekler. Böylece enzim görevini tamamlamış olur: ACA'yı CAT'e dönüştürmüştür.

Ya kendini ACA'nın sağındaki A'ya bağlasaydı ne olurdu? Bu A'yı siler ve iplikçiğin sonuna hareket ederdi. Bu olur olmaz enzim durur (bu genel bir ilkedir). Böylece elde edilen sonuç yalnızca bir simgenin kaldırılması olurdu.

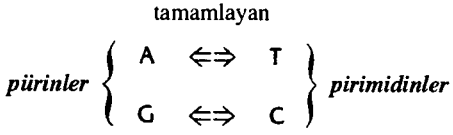
Bir örnek daha görelim. İşte bir diğer enzim:

(1) Bu birimin sağındaki en yakın pirimidini ara.
(2) Kopya moduna gir.
(3) Bu birimin sağındaki en yakın pürini ara.
(4) İplikçiği burada kes (yani mevcut birimin sağından).

Bu "pirimidin" ve "pürin" terimlerini içermektedir. Bunlar kolay terimlerdir. A ve G'ye pürinler, C ve T'ye ise pirimidinler denir. O halde bir pirimidin aranması tamamıyla en yakın C veya T'nin aranması anlamına gelir.

Kopya Modu ve Çift İplikçikler

Öteki yeni terim *Kopya modu*dur. Her iplikçik bir diğerinin üstüne "kopya"lanabilir, ama tuhaf bir şekilde. A'yı A'nın üstüne kopyalamak yerine onu T'nin üstüne kopyalarsınız ve tersi. Ve C'yi C'nin üstüne kopyalamak yerine onu G'nin üstüne kopyalarsınız ve tersi. Bir pürinin bir pirimidin üstüne kopyalandığına dikkat edin ve tersi de geçerlidir. Buna *tamamlayıcı baz eşlenmesi* denir. Tamamlayanlar aşağıda gösterilmiştir:



Belki bu moleküler eşleme şemasını **A**khilleus'un **T**osbağa'yla ve Yengeç'in [= **C**rab] Genleriyle eşlenmesi çağrışımıyla hatırlayabilirsiniz.

O halde bir iplikçik "kopyalandığında" onu fiili olarak kopyalamazsınız, onun *tamamlayıcı* iplikçiğini imal edersiniz. Ve bu orijinal iplikçiğin üzerine tepetaklak yazılacaktır. Bunu somut olarak görelim. Önceki enzimi aşağıdaki iplikçik üstünde hareket ettirelim (ve bu enzim de A'dan başlamayı yeğlesin):

CAAAGAGAATCCTCTTTGAT

Başlayabileceği birçok yer vardır. İkinci A'yı alalım örneğin. Enzim ona bağlanır, sonra 1. adımı yürütmeye koyar: Sağdaki en yakın pirimidini ara. Bu bir C veya T demektir. İlki, iplikçiğin ortalarında bir yerde bulunan bir T'dir, öyleyse gideceğimiz yer burasıdır. Şimdi 2. adım: Kopya modu. T'mizin üzerine tepetaklak bir A koyarız. Ama hepsi bu değil, çünkü Kopya modu kapatılana kadar –ya da enzim bitene kadar, artık hangisi önce gelirse– *etkisini sürdürür*. Bu Kopya modu açıkken enzim tarafından onaylanan her bazın üzerine koyulmuş bir tamamlayıcı bazı olacaktır. 3. adım T'mizin sağında bir pürin aranmasını söyler. Bu sağ uçtan iki simge içerdeki G'dir. Şimdi G'ye ilerlerken, "kopya"lamalıyız – yani tamamlayıcı bir iplikçik yaratmalıyız. Bu şunu verir:

CAAAGAGAATCCTCTTTGAT

Son adım iplikçiği *kesmektir*. Bu iki parça ortaya çıkarır:

CAAAGAGAATCCTCTTTG

ve AT.

Böylece komut paketi tamamlanmış olur. Ama burada bir çift iplikçikle baş başa kaldık. Ne zaman böyle bir şey olsa iki tamamlayıcı iplikçiği birbirinden ayırırız (genel ilke); böylece aslında son ürünümüz üç iplikçikten oluşan bir kümedir;

AT, CAAAGAGGA ve CAAAGAGAATCCTCTTTG.

Tepetaklak iplikçiğin sağ tarafa doğru çevrildiğine; ve dolayısıyla sağ ve solun tersine döndüğüne dikkat edin.

Böylece iplikçiler üzerinde yürütülen tipografik işlemlerin çoğunu gördünüz. Anılması gereken iki komut daha var. Bunlardan biri Kopya modunu *kapar*, diğeriyse enzimi bir iplikçikten onun üzerindeki tepetaklak iplikçiğe *değiştirir*. Bu olduğunda eğer kâğıdı sağ taraf yukarda tutarsanız, o zaman bütün komutlardaki "sol" ve "sağ"ı değiştirmelisiniz. Ya da daha iyisi, yazılış biçimini koruyup kâğıdı, üstteki iplikçik okunabilecek şekilde çevirebilirsiniz. Eğer "değiştir" komutu verilirse, o anda enzimin bağlı olduğu tamamlayıcı bir baz yoksa, o zaman enzim kendini iplikçikten ayırır ve böylece işi tamamlanmış olur.

Şuna da değinelim: bir "kes" komutuyla karşılaşıldığı zaman bu *her iki* iplikçiğe (eğer iki tane varsa) aittir; ama "sil" sadece enzimin üstünde çalıştığı iplikçiklikle ilgilidir. Kopya modu *açıksa* o zaman "ekle" komutu iki iplikçikle de ilgilidir – enzimin üstünde çalışıyor olduğu iplikçiğin içindeki bazın kendisi ve diğer iplikçik içindeki onun tamamlayanı. Eğer Kopya modu *kapalıysa*, o zaman "ekle" komutu yalnızca bir iplikçiklikle ilgilidir, dolayısıyla tamamlayıcı iplikçiğe boş bir aralık eklenmelidir.

Ve Kopya modu ne zaman *açıksa*, "taşı" ve "ara" komutları, kayan enzimin dokunduğu bütün bazlarının tamamlayıcı bazlarının imal edilmesini gerektirir. Bu arada bir enzim çalışmaya başladığında Kopya modu daima *kapalıdır*. Eğer Kopya modu *kapalıysa* ve "Kopya modunu kapat" komutuyla karşılaşılırsa hiçbir şey olmaz. Benzer şekilde eğer Kopya modu zaten *açıksa* ve "kopya modunu aç" komutuyla karşılaşılırsa hiçbir şey olmaz.

Amino Asitler

Aşağıdaki listede onbeş komut tipi vardır:

kes — iplikçik(ler)i kes
sil — iplikçikten bir baz sil
deg — enzimi diğer iplikçiğe değiştir

tas — bir birim sağa taşı
tal — bir birim sola taşı
kop — Kopya modunu aç
kap — Kopya modunu kapa
eka — bu birimin sağma A ekle
ekc — bu birimin sağına C ekle
ekg — bu birimin sağma G ekle
ekt — bu birimin sağma T ekle
spi — sağda en yakın pirimidini ara
spu — sağda en yakın pürini ara
lpi — sola doğru en yakın pirimidini ara
lpu — sola doğru en yakın pürini ara

Her biri üç-harfli bir kısaltmaya sahiptir. Bu üç harfli kısaltmalara amino asitler diyeceğiz. O halde *her enzim bir amino asitler dizisinden oluşur.* Keyfi bir enzim yazalım:

spu – ekc – kop – tas – taldeg – lpu – ekt

ve keyfi bir iplikçik:

TAGATCCAGTCCATCGA

ve enzimin iplikçik üstünde nasıl hareket ettiğini görelim. Bu o şekilde olur ki, enzim sadece G'ye bağlanır. Ortadaki G'ye bağlanıp başlayalım. Sağa doğru bir pürin (yani A veya G) ara. Biz (enzim) TCC'nin üzerinden atlıyor ve A'nın üstüne konuyoruz. Şimdi elimizde şu var:

TAGATCCAGTCCACTCGA
↑

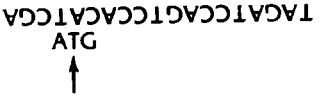
burada ok enzimin bağlı olduğu birimi gösterir. Kopya modunu çalıştır. Bu C'nin üzerine tepetaklak bir G koyar. Sağa git, sola git, sonra öteki iplikçiğe geç. Şimdiye dek elde ettiğimiz şudur:

↓
GA
TAGATCCAGTCCACTCGA

Onu tepetaklak edelim, böylece enzim daha alt iplikçiğe bağlanır:

TAGATCCAGTCCACTCGA
AG
↑

Şimdi sola doğru bir pürin ara ve A'yı bul. Kopya modu açıktır, ama tümleyici bazlar zaten oradadır, böylece hiçbir şey eklenmez. Son olarak (Kopya modunda) bir T ekliyoruz ve duruyoruz:



Son ürünümüz o halde iki iplikçiktir:

ATG ve TAGATCCAGTCCACATCGA

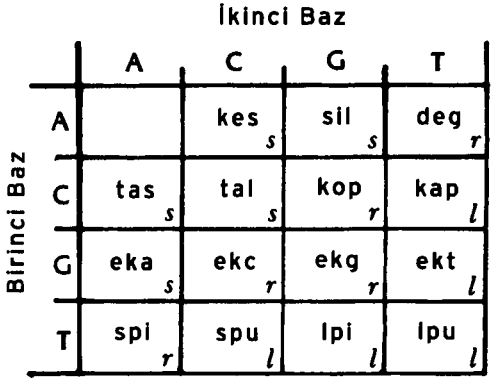
Eskisi tabii ki yok olmuştur.

Tercüme ve Tipogenetik Kod

Şimdi enzimlerin ve iplikçiklerin nereden geldiğini ve verilen bir enzimin ilk bağlanma-tercihinin nasıl söylendiğini merak ediyor olabilirsiniz. Bir yol, rastgele iplikçikler ve rastgele enzimleri bir araya getirmek ve bu enzimlerin iplikçikler ve onların soyları üstünde işlemde bulunduklarında ne olduğunu görmek olabilir. Bu, çıkarım kurallarının ve bir ilksavın verildiği ve böylece işleme başladığınız MU-bulmacasına benzer bir havaya sahiptir. Buradaki tek fark, bir iplikçiğin üstünde işlemde bulunulduğu her defasında orijinal biçiminin sonsuza dek kaybolmasıdır. MU-bulmacasında MIU elde etmek için MI üstünde işlem yapılması MI'yı yok etmez.

Ama Tipogenetikte, gerçek genetikte olduğu gibi, şema biraz daha inceliklidir. Bir şekilde biçimsel bir dizgedeki bir ilksava benzeyen keyfi bir iplikçikle başlarız. Ama başlangıçta "çıkarım kuralları"mız – yani enzimlerimiz yoktur! Yine de her bir iplikçiği bir veya daha çok enzime *çevirebiliriz*! O halde kendi üzerlerinde yapılacak işlemleri iplikçiklerin kendileri dikte edecektir ve bu işlemler de sonraki enzimleri yönetecek yeni iplikçikleri üretecektir, vb, vb! Burada düzeyler son derece karışmıştır! Karşılaştırma amacıyla, MU-bulmacasının, eğer üretilen her bir yeni *teorem* bir kod aracılığıyla yeni bir *çıkarım kuralına* dönüştürebilseydi ne kadar farklı olacağını düşünün.

Bu "tercüme," bu "çeviri" nasıl gerçekleşir? Bu, onunla tek bir iplikçikteki komşu baz çiftlerinin –"ikililer" denir– farklı amino asitleri temsil ettiği bir Tipogenetik Kod içerir. Onaltı mümkün ikili vardır: AA, AC, AG, AT, CA, CC vb. Ve onbeş amino asit vardır. Tipogenetik Kod Şekil 87'de gösterilmiştir.



Şekil 87. Onbeş "amino asit"in (ya da bir noktalama işaretinin) birisi için bir iplikçiğin kodlarındaki her bir ikilinin Tipogenetik Kodu.

Tabloya göre, GC ikilisinin tercümesi "ekc"dir ("bir C ekle"dir); AT'ninki "deg"dir ("iplikçikleri değiştir"); ve böyle devam eder. Böylece bir iplikçiğin bir enzimi doğrudan dikte ettiği açıktır. Örneğin

TAGATCCAGTCCACATCGA

iplikçiği A sonda artık kalmak üzere,

TA GA TC CA GT CC AC AT CG A

şeklinde ikililere ayrılır. Bunun bir enzime tercümesi şöyledir:

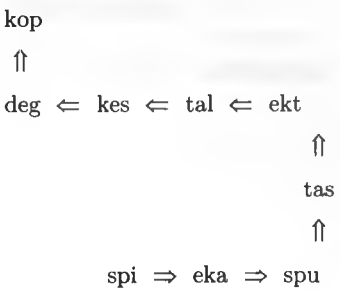
spi – eka – spu – tas – ekt – tal – kes – deg – kop.

(Artık A'nın hiçbir katkısı olmadığına dikkat edin.)

Enzimlerin Üçüncül Yapısı

Her bir kutunun sağ alt köşesindeki küçük *'d' 'l'* ve *'s'* harfleri ne anlama gelir? Onlar enzimin bağlanma-tercihinin belirlenmesinde can alıcı öneme sahiptir. Bir enzimin hangi harfe bağlanma eğiliminde olduğunu bulmak için kendisi enzimin "birincil yapısı" tarafından belirlenen enzimin "üçüncül yapısını" bulmanız gerekir. *Birincil yapıyla* kastedilen onun amino asit sırasıdır. Üçüncül yapısıyla kastedilen onun "yeğlediği katlanma" şeklidir. Şimdiye kadar gördüğümüz kadarıyla ana nokta enzimlerin düz çizgi olmaktan hoşlanmadıklarıdır. Her bir içsel amino asitte (iki uçtaki dışında hepsinde), köşelerdeki harfler tarafından dikte edilen bir "kıvrım" imkânı vardır. Özel olarak *'l'* ve *'s'* "sol" ve "sağ" yerine dururken, *'d'* "düz" yerine durur. En son enzim örneğimizi alalım ve üçüncül yapısını göstermek üzere katlanmaya bırakalım. Enzimin birincil yapısıyla başlayacağız ve soldan sağa doğru hareket edeceğiz. Köşe harfi *'l'* olan her amino asitte sola, *'s'* olanlarda sağa dönüş yapaca-

ğız ve '*d*'de dönüş yapmayacağız. Şekil 88'de enzimimizin iki-boyutlu görünümü gösterilmektedir:



Şekil 88. Bir tipoenzimin üçüncül yapısı.

"spu"daki sol-dönüşe, "deg"deki sağ-dönüşe vb dikkat edin. Ayrıca ilk bölüt (spi ⇒ eka) ve son bölütün (deg ⇒ kop) dikey olduklarına dikkat edin. Bu bağlanma-tercihi için anahtardır. Aslında bir enzimin üçüncül yapısının *ilk ve son bölütlerinin göreli yönelimi* enzimin bağlanma tercihini belirler. Enzimi her zaman ilk bölütü sağı gösterecek şekilde yöneltebiliriz. Böyle yaparsak o zaman son bölüt, Şekil 89'da gösterildiği gibi, bağlanma-tercihini belirler.

İlk Bölüt	*Son Bölüt*	*Bağlanma-Harfi*
⇒	⇒	A
⇒	⇑	C
⇒	⇓	G
⇒	⇐	T

Şekil 89. Tipoenzimler için bağlanma-tercihleri tablosu

Böylece bizim durumumuzda C harfini tercih eden bir enzime sahibiz. Eğer katlanırken kendisiyle kesişirse sorun yoktur – kendisinin altından veya üzerinden geçtiğini düşünün. Bir enzimin üçüncül yapısının belirlenmesinde *bütün* amino asitlerin rol oynadığına dikkat edin.

Noktalama, Genler ve Ribozomlar

Şimdi açıklanması gereken bir şey kaldı. Tipogenetik Kodun AA kutusunda neden bir boşluk var? Bunun yanıtı AA ikilisinin bir iplikçik içinde bir *noktalama işareti* gibi hareket etmesidir ve o bir enzimin kodunun sonuna işaret eder. Bu, içinde bir veya daha çok AA ikilisine sahipse bir iplikçik iki

veya daha fazla enzimi kodlayabilir demektir. Örneğin

CG GA TA CT AA AC CG A

iplikçiği *iki* enzim kodlar:

kop – eka – spi – kap

ve

kes – kop

burada AA iplikçiğin iki "gen"e bölünmesi işini görür. *Genin* tanımı şöyledir: *bir iplikçiğin bir tek enzimi kodladığı bölümü.* Bir iplikçik içinde salt AA'nın mevcudiyeti bu iplikçiğin iki enzimi kodladığı anlamına gelmez. Örneğin CA-AG, "tas-sil"in kodudur. AA çift-sayılı bir birimde başlar ve dolayısıyla bir ikili olarak okunmaz!

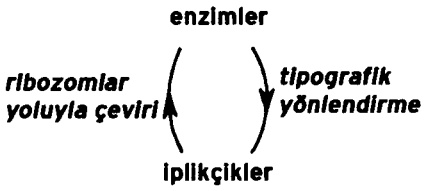
İplikçikleri okuyan ve onların içindeki enzimi üreten mekanizmaya *ribozom* denir. (Tipogenetikte, oyunun oyuncusu ribozomlarm işini yapar.) Ribozomlar enzimlerin *üçüncül* yapısından hiçbir şekilde sorumlu değildir, çünkü *birincil* yapı yaratıldığında bu zaten bütünüyle belirlenmiş olur. Bu arada *çeviri* (tercüme) daima *iplikçiklerden enzimlere doğru* gider ve ters yönde olmaz.

Bulmaca: Tipogenetik bir Self-Rep

Tipogenetiğin kuralları tamamen ortaya koyulduğuna göre bazı denemeler yapmak ilginç olabilir. Özellikle kendi kendini kopyalayan bir iplikçik tasarlamak çok ilginç olacaktır. Bu aşağıdaki satırlarda anlatılanı anlamlandırıcı bir şey olacaktır. Tek bir iplikçik yazılır. Bir ribozom, iplikçiğin içinde kodlanmış enzimlerin herhangi birini veya hepsini üretmek için onun üstünde işlem yapar. Sonra bu enzimler orijinal iplikçikle ilişkiye sokulur ve onun üstünde çalışmaları sağlanır. Bu bir "oğul iplikçikler" kümesi ortaya çıkarır. Oğul iplikçikler, oğul iplikçikler üstünde işlemde bulunan ikinci bir enzimler kuşağını ortaya çıkarmak üzere ribozomlarm içinden geçerler; ve bu çevrim böylece devam eder. Bu herhangi sayıda aşama boyunca devam edebilir; umulan, sonunda, bir noktada mevcut olan iplikçikler arasında orijinal iplikçiğin iki kopyasının (bu kopyalardan biri aslında orijinal kopya olabilir) bulunacağıdır.

Tipogenetiğin Merkezi Dogması

Tipogenetik işlemler iskelet biçimiyle bir diyagramda gösterilebilir (Şekil 90).



Şekil 90. "Tipogenetiğin Merkezi Dogması" "Dolaşık Hiyerarşi"nin bir örneğidir.

Bu diyagram *Tipogenetiğin Merkezi Dogmasını* gösterir. İplikçiklerin enzimleri (Tipogenetik Kod aracılığıyla) nasıl tanımladığını ve buna karşılık enzimlerin kendilerinin ortaya çıkmasını sağlayan iplikçikler üstünde nasıl işlemde bulunarak yeni iplikçikler ürettiklerini gösterir. Dolayısıyla soldaki çizgi, bir enzimin bir iplikçiğin tercümesi olduğu ve iplikçikle yalnızca farklı bir biçimde – özellikle etkin bir biçimde aynı bilgiyi içermesi anlamında, *eski bilginin nasıl yukarıya doğru aktığını* resmeder. Bununla birlikte sağdaki çizgi aşağıya doğru akan bilgiyi göstermez; onun yerine yeni bilginin nasıl yaratıldığını gösterir: iplikçilerdeki simgeleri yönlendirerek.

Tipogenetikteki bir enzim, aynı biçimsel dizgedeki bir çıkarım kuralı gibi, iplikçiklerdeki simgeleri, bu simgelerde gizlenmiş olabilecek "anlamı" hiç dikkate almadan körlemesine yönlendirir. Bu yüzden burada tuhaf bir düzeyler karışımı söz konusudur. Bir yandan iplikçikler üstünde işlemde bulunulur ve dolayısıyla onlar (sağdaki okla gösterildiği gibi) veri rolünü oynarlar; diğer yandan onlar veri üzerinde gerçekleştirilecek işlemleri dikte ederler ve dolayısıyla (soldaki okla gösterildiği gibi) programların rolünü oynarlar. Elbette bu, yorumlayıcı ve işlemci olarak hareket eden Tipogenetik oyuncusudur. Tipogenetiğin "üst" ve "alt" düzeylerini bağlayan iki yönlü yol, aslında ne iplikçiklerin ne de enzimlerin ötekinden daha üst bir düzeyde olabileceğinin düşünülebileceğini gösterir. Aksine, MIU-dizgesinin Merkezi Dogmasının bir resmi şu şekilde görülür:

çıkarım kuralları

↓ *(tipografik yönlendirme)*

diziler

MIU-dizgesinde düzeyler arasında açık bir ayrım vardır: çıkarım kuralları dizilerden daha üst bir düzeye aittir. **TNT** ve bütün biçimsel dizgeler için durum aynıdır.

Garip Döngüler, TNT ve Gerçek Genetik

Bununla birlikte TNT'de düzeylerin, bir başka anlamda, karışmış olduğu-

nu gördük. Aslında dil ve metadil arasındaki ayrım ortadan kalkar: dizge hakkındaki önermeler dizge içine aynalanır. Eğer TNT ve onun metadili arasındaki ilişkiyi gösteren bir diyagram yapsak, Moleküler Biyolojinin Merkezi Dogması'm gösteren diyagrama kayda değer bir şekilde benzeyen bir şey üretiriz. Aslında ereğimiz bu karşılaştırmayı ayrıntılı olarak yapmaktır; ama bunu yapmak için Tipogenetik ve *hakiki* genetiğin nerelerde çakıştığını nerelerde ayrıldığım belirtmemiz gerek. Elbette gerçek genetik Tipogenetikten çok daha karmaşıktır – ama okuyucun Tipogenetiği anlarken edindiği "kavramsal iskelet" hakiki genetiğin labirentinde bir rehber olarak oldukça yararlı olacaktır.

DNA ve Nükleotidler

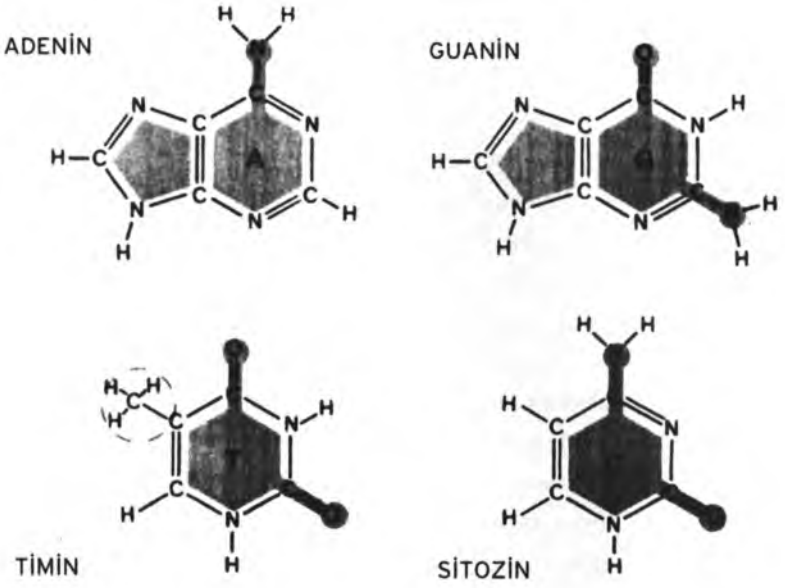
"İplikçikler" ve DNA arasındaki ilişkiyi tartışarak başlıyoruz. "DNA" harfleri "deoksiribonükleik asit" yerine durur. Çoğu hücrenin DNA'sı, bir zarla korunan küçük bir alan olan hücre çekirdeği içinde yer alır. Gunther Stent çekirdeği, DNA'nın hükümdar gibi davrandığı hücrenin "taht odası" olarak niteler. DNA, *nükleotit* denilen, görece basit moleküllerin uzun zincirlerinden oluşur. Her bir nükleotit üç kısımdan meydana gelir: (1) bir özel oksijen atomunun çıkarıldığı bir fosfat grubu, "dioksi" öneki buradan gelir; (2) "riboz" denilen bir şeker ve (3) bir *baz*. Bir nükleotidi diğerinden ayıran tek başına bazdır; o halde bir nükleotidi belirlemek için bazım belirlemek yeterlidir. DNA nükleotitlerinde bulunan dört baz tipi şunlardır:

A: } *pürinler*
G: guanin }

C: } *pirimidinler*
T: timin }

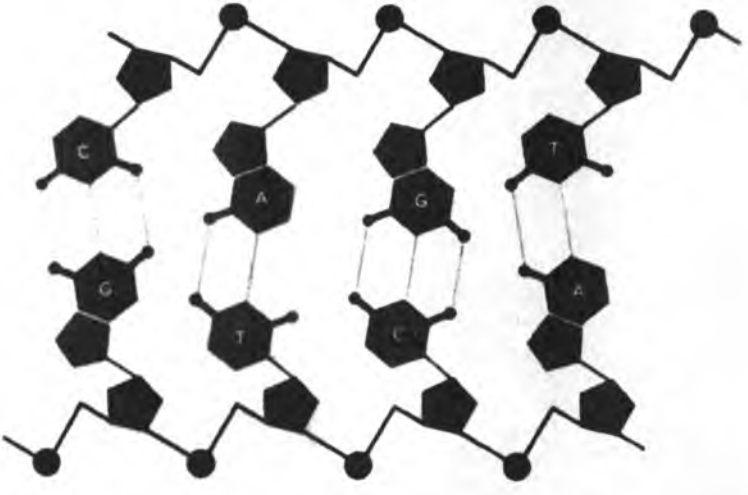
(Ayrıca bkz. Şekil 91.) Hangilerinin pirimidin olduğunu anımsamak kolaydır, çünkü "sitozin," "timin" ve "pirimidin"deki ilk ünlü harf "i"dir. Daha sonra RNA'dan söz ederken "urasil" –o da pirimidindir– gelecek ve bu kalıbı maalesef bozacak. (Not: Gerçek genetikteki nükleotidleri gösteren harfler, Tipogenetikte olduğu gibi, Bernhard karakterinde olmayacaktır.)

DNA'nın tek bir iplikçiği o halde bir boncuk zinciri gibi dizilmiş birçok nükleotitten meydana gelir. Bir nükleotidi iki komşusuna bağlayan kimyasal bağ çok kuvvetlidir: bu bağlara *kovalent bağlar* denir ve "boncuklar zinciri"ne genellikle DNA'nın *kovalent omurgası* denir.



Şekil 91. DNA'nın dört oluşturucu bazı: Adenin, Guanin, Timin, Sitozin. [Hanawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life* (San Francisco: W. H. Freeman, 1973), s. 142.]

Şekil 92. DNA yapısı kenar parçaları, almaşan deoksiriboz ve fosfottan meydana gelen bir merdivene benzer. Merdivenin basamakları özel bir şekilde; A, T'yle ve G, C'yle olmak üzere, çift yapan ve sırasıyla iki ve üç hidrojen bağıyla bir arada tutulan bazlardan meydana gelir. [Honawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life*, s. 142.]

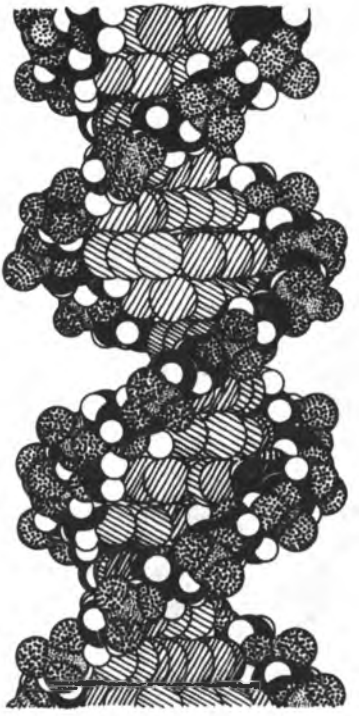


DNA genellikle çifte iplikçikten meydana gelir – yani nükleotid-nükletoid, çift oluşturan iki tek iplikçik (bkz. Şekil 92). İplikçikler arasında meydana gelen özel eşleme türünden sorumlu olan bazlardır.

Bir iplikçikteki her bir baz öteki iplikçikteki bir tamlayıcı bazla karşılaşır ve ona bağlanır. Tamlayanlar Tipogenetikte olduğu gibidir: A T'yle, C G'yle çift oluşturur. Daima bir pürin bir pirimidinle eşleşir.

Omurgadaki kuvvetli kovalent bağlarla karşılaştırıldığında *iplikçik arası* bağlar oldukça zayıftır. Onlar kovalent bağlar değil, *hidrojen bağlardır*. Bir hidrojen bağı, iki moleküler kompleks, orijinal olarak onlardan birine ait olan bir hidrojen atomunun hangisine ait olduğu hakkında "karışıklık"a düşeceği ve hangisine katılacağı konusunda bocalayarak iki kompleks arasında gidip geleceği şekilde bir araya geldiğinde ortaya çıkar. Çifte-iplikçikli DNA'nın iki yarısı yalnızca hidrojen bağlarıyla bir arada tutulduğu için göreceli olarak kolayca ayrılabilirler veya bir araya getirilebilirler ve bu olgu, hücrenin çalışmasında büyük öneme sahiptir.

DNA çifte iplikçik oluşturduğu zaman iki iplikçik bükülmüş asmalar gibi birbiri üzerine kıvrılır (Şekil 93). Dönme başına tam olarak on nükleotid çifti vardır; başka deyişle her bir nükleotitte "büklüm" 36 derecedir. Tek-iplikçikli DNA bu tür sarmal sergilemez, çünkü bu baz-eşlenmesinin bir sonucudur.



Şekil 93. DNA'nın çifte sarmalının moleküler modeli. [Vernon M. Ingram, *Biosynthesis* (Menlo Park, Calif.: W. A. Benjamin, 1972), s. 13.]

Mesajcı RNA ve Ribozomlar

Yukarda bahsedildiği gibi, birçok hücrede, hücrenin yöneticisi DNA özel "taht odası"nda bulunur: hücrenin çekirdeğinde. Ama bir hücredeki "yaşam"ın çoğu çekirdeğin dışında sürer, yani *sitoplazmada* – "figür" çekirdeğin "zemin"i. Özellikle kılgısal olarak her yaşam sürecini yöneten *enzimler* sitoplazmadaki ribozomlar tarafından yapılır ve onlar işlerinin çoğunu sitoplazmada yaparlar. Ve tıpkı Tipogenetikte olduğu gibi, bütün enzimlerin mavikopyaları iplikçikler içinde – yani küçük çekirdek evinde korunaklı olarak duran DNA içinde saklanır. O halde enzim yapısı hakkındaki bilgi çekirdekten ribozomlara nasıl ulaşır?

İşte *mesajcı (elçi) RNA*'nın –mRNA– devreye girdiği yer burasıdır. Daha önce şaka yollu mRNA iplikçiklerinin bir tür DNA Hızlı Taşıma Hizmeti oluşturdukları söylenmişti; bununla, mRNA'nın DNA'yı fiziksel olarak bir yere taşıması değil, ama daha çok çekirdek odalarındaki DNA'da saklanan bilgiyi ya da mesajı sitoplazmadaki ribozomlara taşıması kastedilmektedir. Bu nasıl yapılır? Fikir basittir: çekirdeğin içindeki özel bir enzim DNA'nın baz dizisinin uzun parçalarını sadık bir şekilde yeni bir iplikçik üstüne – mesajcı RNA'nın bir iplikçiği üstüne kopyalar. Sonra bu mRNA çekirdekten ayrılır ve sitoplazmaya geçerek, onun üstünde enzim-yaratma işlerine başlayan birçok ribozoma gider.

Çekirdek içinde DNA'nın mRNA üstüne kopyalanması işlemine *transkripsiyon* denir; bu işlem esnasında, çift-iplikçikli DNA'nın geçici olarak iki tek iplikçiğe ayrılması gerekir, bunlardan biri mRNA için bir kalıp işi görür. Bu arada "RNA" ribonükleik asit" yerine durur ve nükleotidlerinin hepsi, şeker grubunda, DNA'nın nükleotidlerinde bulunmayan özel oksijen atomuna sahip olmaları dışında aynı DNA gibidir. Bu nedenle "deoksi" öneki düşmektedir. Ayrıca RNA timin yerine urasil kullanır, dolayısıyla RNA'nın iplikçiklerindeki bilgi 'A,' 'C,' 'G,' 'U' harflerinin gelişigüzel dizilimiyle temsil edilir. Öyleyse DNA, mRNA'ya kaydedilirken, transkripsiyon işlemi (T'nin yerini U'nun alması dışında) bildik baz-eşlenmesi yoluyla çalışır, böylece bir DNA-kalıbı ve onun mRNA-eşi şunun gibi görünebilir:

DNA:	.....	CGTAAATCAAGTCA	.....	(kalıp)
mRNA:	.....	GCAUUUAGUUCAGU	.....	("kopya")

RNA, yapabilmesine karşın, genellikle uzun çift iplikçikler oluşturmaz. Bundan dolayı yaygın olarak DNA'yı ayırt eden sarmal biçiminde değil, ama daha çok uzun, rastgele kıvrılmış iplikçikler halinde bulunur.

mRNA'nm bir iplikçiği çekirdekten kurtulduğunda, "ribozom" denilen tuhaf hücrealtı yaratıklarla karşılaşır – ama bir ribozomun mRNA'yı nasıl kullandığını açıklamaya geçmeden önce enzimler ve proteinler hakkında bazı yorumlar yapmak istiyorum. Enzimler *protein* denilen genel biyomoleküller kategorisine aittir ve ribozomların işi sadece enzimleri değil, bütün proteinleri yapmaktır. Enzim olmayan proteinler daha çok edilgen varlık türleridir; bunların çoğu örneğin binalardaki kirişler ve direkler gibi, *yapısal* moleküllerdir; hücrenin parçalarını bir arada tutarlar. Başka tür proteinler de vardır, ama bizim amaçlarımız açısından, ana proteinler enzimlerdir ve bundan dolayı keskin bir ayrım yapmayacağım.

Amino Asitler

Proteinler *amino asitlerin* dizilerinden meydana gelir, bunlar esas olarak yirmi çeşittir ve üç harfli kısaltmalarla gösterilirler:

ala — alanin
arg — arjinin
asn — asparajin
asp — aspartik asit
cys — sistein
gln — glutamin
glu — glutamik asit
gly — glisin
his — histidin
ile — izolösin
lev — lösin
lys — lizin
met — metionin
phe — fenilalanin
pro — prolin
ser — serin
thr — tireonin
trp — triptofan
tyr — tirozin
val — valin

Enzimleri meydana getiren yalnızca onbeş "amino asit"in bulunduğu Tipogenetikle arasındaki sayısal farka dikkat edin. Bir amino asit, hemen hemen bir

nükleotidle aynı karmaşıklığa sahip küçük bir moleküldür: dolayısıyla proteinlerin ve nükleik asitlerin (DNA, RNA) yapı taşları kabaca aynı boyuttadır. Ama proteinler bileşenlerinin çok daha kısa dizilerinden meydana gelir: tipik olarak yaklaşık üç yüz tam bir protein meydana getirir, oysa DNA'nın bir ipliği yüzbinlerce veya milyonlarca nükleotitten oluşabilir.

Ribozomlar ve Bant Kayıt Cihazı

mRNA'nın bir ipliği sitoplazmaya kaçtıktan sonra bir ribozomla karşılaştığında, *tercüme* (çeviri) denilen çok karmaşık ve güzel bir işlem meydana gelir. Bu tercüme işleminin bütün yaşamın kalbini oluşturduğu söylenebilir ve onunla bağlantılı birçok giz vardır. Ama özünde betimlenmesi kolaydır. Önce pitoresk bir imge verelim ve sonra onu daha kesinleştirelim. mRNA'yı uzun bir manyetik bant, ribozomuysa bir bant kayıt cihazı gibi düşünün. Bant, teybin çalma kafasından geçerken "okunur" ve müziğe ya da başka seslere çevrilir. O halde magnetik işaretler notalara "çevrilir." Benzer olarak mRNA'nm bir "bant"ı bir ribozomun "çalma kafası"ndan geçtiğinde, üretilen "notalar" *amino asitler*dir ve onların meydana getirdiği "müzik parçaları" *proteinler*dir. Tercümeyle yapılan budur; bu Şekil 96'da gösterilmiştir.

Genetik Kod

Ama bir ribozom bir nükleotidler zincirini okuduğunda, bir amino asitler zincirini nasıl üretebilir? Bu giz 1960'ların başlarında birçok kişinin çabasıyla çözülmüştür ve yanıtın özünde *Genetik Kod* bulunur – nükleotidlerden amino asitlerin içine haritalama (bkz. Şekil 94). Bu özü itibarıyla Tipogenetik Koda benzer, yalnızca burada üç arlık baz (veya nükleotid) bir *kodon* oluşturur, oysa orada iki tane yeterliydi. Dolayısıyla tabloda onaltı giriş yerine 4x4x4 (eşittir 64) farklı giriş olmalıdır. Bir ribozom RNA'nın bir iplikçiğini bir defada üç nükleotid olmak üzere –yani bir defada bir kodon– alır ve bunu yaptığı her defasında o anda yaptığı proteine bir tek yeni amino asit ekler. Dolayısıyla bir protein bir ribozomdan amino asit amino asit çıkar.

CUA GAU
Cu Ag Au

*mRNA'nm önce iki üçlü (üstte) ve sonra üç ikili (altta) olarak okunan tipik bir bölütü: biyokimyada hemiolianm bir örneği.**

* Cu: "Bakır;" Ag: "Gümüş" ve Au: "Altın" –çn.

Üçüncül Yapı

Bununla birlikte bir protein bir ribozomdan çıktığında yalnızca giderek uzamaz, ama aynı zamanda sürekli olarak, tutuşturulduklarmda eşanlı olarak gittikçe uzayan ve kıvrılan, "yılan" denilen şu havai fişekler gibi, olağanüstü üç-boyutlu bir şekil halinde kendi içinde katlanır. Bu olağandışı şekle proteinin *üçüncül yapısı* denirken (Şekil 95), amino asit dizilişinin kendisine proteinin *birincil yapısı* denir. Aynı Tipogenetikte olduğu gibi, üçüncül yapı birincil yapıda örtük olarak bulunur. Ama eğer sadece birincil yapıyı biliyorsanız, üçüncül yapıyı türetme yolu, Tipogenetikte sunulandan çok daha karmaşıktır. Aslında yalnızca birincil yapısı bilinmesi koşulunda, bir proteinin üçüncül yapısının önideyilenebilmesini sağlayacak kuralların belirlenmesi çağdaş moleküler biyolojinin en önemli problemlerinden biridir.

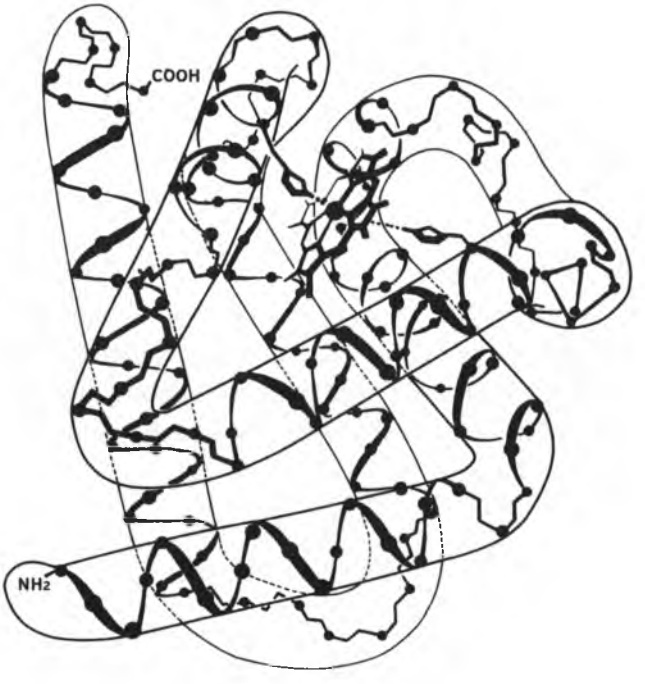
Genetik Kod

	U	C	A	G	
U	phe	ser	tyr	cys	U
	phe	ser	tyr	cys	C
	leu	ser	nokt.	nokt.	A
	leu	ser	nokt.	trp	G
C	leu	pro	his	arg	U
	leu	pro	his	arg	C
	leu	pro	gin	arg	A
	leu	pro	gin	arg	G
A	ile	thr	asn	ser	U
	ile	thr	asn	ser	C
	ile	thr	lys	arg	A
	met	thr	lys	arg	G
G	val	ala	asp	gly	U
	val	ala	asp	gly	C
	val	ala	glu	gly	A
	val	ala	glu	gly	G

Şekil 94. Genetik Kod onunla, mesajcı RNA'nın bir iplikçiğindeki her bir üçlü yirmi amino asitten birini (veya bir noktalama işaretini) kodlar.

Protein İşlevinin İndirgemeci Açıklaması

Tipogenetik ve gerçek genetik arasındaki bir diğer ayrılık –ve bu belki de en önemli olandır– şudur: Tipogenetikte, bir enzimin her bir bileşen amino asiti özel bir "eylem parçası"ndan sorumluyken, gerçek enzimlerde, tekil amino asitlere böyle açık roller yüklenemez. Bir enzimin iş göreceği modu belirleyen *bir bütün olarak* üçüncül yapıdır: "Bu amino asitin mevcudiyeti şu-şu işlemin yerine getirileceği anlamına gelir" diyebilmenin hiçbir yolu yoktur. Başka bir deyişle gerçek genetikte bir tekil amino asitin bir enzimin bütün işlevine katkısı "bağlamdan bağımsız" değildir. Bununla birlikte bu olgu hiçbir şekilde, "bütün [enzim] parçalarının bir toplamı olarak açıklanamaz" sonucunu veren bir indirgemecilik karşıtı bir uslamlamayı destekleyen bir silah olarak yorumlanmamalıdır. Bu bütünüyle gerekçesiz bir hamle olurdu. Haklılandırılan, "her bir amino asit, toplama, mevcut olan öteki amino asitlerden bağımsız bir şekilde katkıda bulunur" şeklindeki daha basit iddianın reddidir. Bir başka deyişle bir proteinin işlevi, parçalarının bağlamdan-bağımsız işlevle-



Şekil 95. Yüksek-çözülümlü X-ışını verisinden çıkarılmış mioglobin yapısı. Geniş ölçekli "bükülmüş çubuk" görünümü üçüncül yapıdır; içteki daha ince sarmal –"alfa sarmalı"– ikincil yapıdır. [A. Lehninger, *Biochemistry*.]

rinden kurulabilir olarak ele alınamaz; aksine, parçaların nasıl etkileştiğinin göz önünde bulundurulması gerekir. İlke olarak hâlâ bir proteinin birincil yapısını girdi olarak alan ve ilk olarak onun üçüncül yapısını belirleyen ve ikinci olarak enzimin işlevini belirleyen bir bilgisayar programı yazmak mümkündür. Bu proteinlerin çalışmasının tamamıyla indirgemeci bir açıklaması olacaktır, ama parçaların "toplam"ının belirlenmesi son derece karmaşık bir algoritma gerektirecektir. Birincil ya da hatta üçüncül, *yapısı* verili olduğu halde, bir enzimin *işlevinin* açıklığa kavuşturulması çağdaş moleküler biyolojinin bir diğer büyük problemidir.

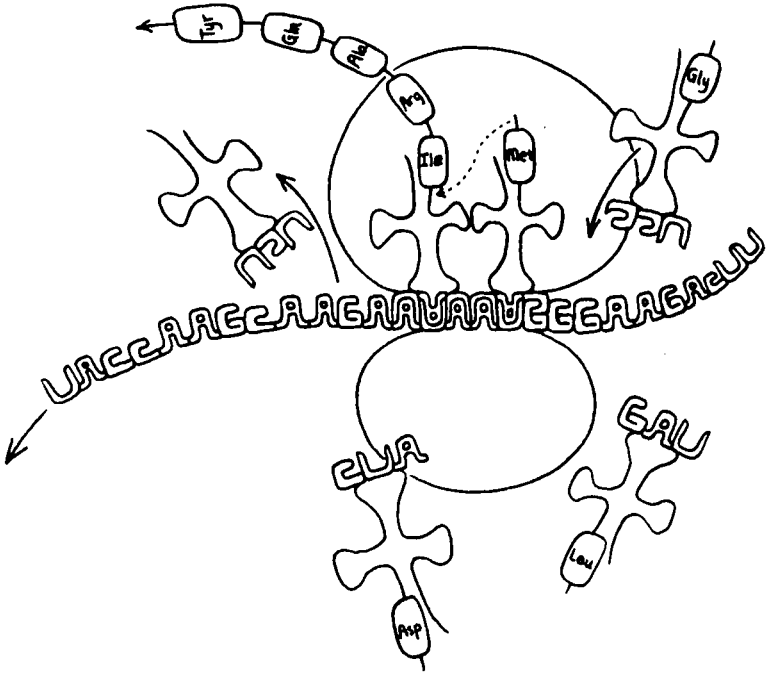
Belki de son analizde, bütün enzimin işlevi bağlamdan-bağımsız şekilde parçaların işlevlerinden kurulmuş olarak düşünülebilir, ama bu durumda parçalar, amino asitler gibi "istifler" yerine elektronlar ve protonlar gibi tekil parçacıklar olarak düşünülür. Bu "İndirgemecinin İkilemi"ni örnekler: Her şeyi *bağlamdan bağımsız* toplamlar uyarınca açıklamak için fiziğin düzeyine inmek gerekir; ama o zaman da onu "ilke olarak" kuramsal türde bir şey yapmak için parçacıkların sayısı çok büyüktür. Dolayısıyla bağlam-bağımlı bir toplama razı olmak zorunda kalınır, bunun da iki dezavantajı vardır. Birincisi, parçacıklar, davranışları ancak üst düzeyde ve dolayısıyla belirsiz olarak betimlenebilen çok geniş birimlerdir. İkincisi, "toplam" sözcüğü, her parçaya basit bir işlev atfedebileceği ve bütünün işlevinin yalnızca bu tekil işlevlerin bağlamdan-bağımsız bir toplamı olacağı yananlamma sahiptir. Bu, parçalar olarak amino asitleri verili olduğunda, bütün bir enzimin işlevinin açıklanmasına çalışıldığında yapılabilir bir şey değildir. Ama iyi ya da kötü, bu, karmaşık sistemlerin açıklanmasında ortaya çıkan genel bir görüngüdür. Parçaların nasıl etkileşimde bulunduğunun sezgisel ve başedilebilir bir idrakım edinmek için –kısacası ilerleyebilmek için– genellikle sırf başedilemezliğinden dolayı mikroskobik, bağlamdan-bağımsız bir resmin sağlayacağı kesinliğin feda edilmesi gerekir. Ama böyle bir açıklamanın ilke olarak varolduğu inancı böyle bir anda bile feda edilmez.

Taşıyıcı RNA ve Ribozomlar

Ribozomlar, RNA ve proteinlerle ilgili olarak, bir proteinin bir ribozom tarafından, DNA'nm "kraliyet odaları"ndan mesajcı RNA tarafından taşınan kopyaya göre yapıldığını belirtmiştik. Bu ribozomların kodonların dilinden amino asitlerin diline çeviri yapabildiğini söylemektir; bu da ribozomların Genetik Kodu bildiğini söylemekle aynı şeydir. Ama bu bilgi parçası ribo-

zomda mevcut değildir. Öyleyse bunu nasıl yapabilir? Genetik Kod nerede saklanır? Tuhaf olan Genetik Kodun DNA'nın kendisinde –başka nerede olabilir?– saklandığıdır. Bu olgu kesinlikle açıklama gerektirir.

Bir an için tam açıklamayı bırakıp kısa bir açıklama verelim. Herhangi bir verili anda sitoplazmada yüzen dört-yapraklı yonca şeklinde birçok molekül bulunur; bir yaprağa gevşekçe bağlanmış (yani hidrojen bağlı) olan bir amino asittir; ve karşı yaprakta *antikodon* denilen bir nükletoid üçlüsü vardır. Amaçlarımız açısından, diğer iki yaprak konudışıdır. Bu "yoncalar" ribozomlar tarafından proteinlerin üretiminde şu şekilde kullanılır. mRNA'nın yeni bir kodunu ribozomun "çalma kafası"na takıldığında, ribozom sitoplazmaya ulaşır ve antikodonu mRNA kodonunun tamamlayıcısı olan bir yoncaya yapışır. Sonra bu yoncayı, yoncanın amino asitini aşırabileceği bir konumda çeker ve onu gelişen proteine kovalent olarak bağlar. (Bu arada bir proteinde bir amino asit ve komşusu arasındaki bağ "peptit bağ"



Şekil 96. Bir ribozomun içinden geçen bir mRNA parçası. Yakınlarında yüzen tRNA molekülleri olup, ribozomca parçalara ayrılan ve büyüyen proteine eklenen amino asitleri taşımaktadır. Genetik Kod kolektif olarak tRNA moleküllerinde içerilmektedir. Baz-çiftinin (A-U, C-G) diyagramda birbirine kenetlenmiş harf-biçimlerince gösterildiğine dikkat edin. [Scott E. Kim'in çizgileriyle.]

denilen çok kuvvetli bir kovalent bağdır. Bu sebeble proteinlere bazen "polipeptitler" denir.) Elbette "yoncalar"ın uygun amino asitleri taşımaları tesadüfi değildir, çünkü onların hepsi "taht odası"ndan gelen kesin komutlara göre yapılmaktadır.

Böylesi bir yoncanın gerçek adı *taşıyıcı RNA*'dır. Bir tRNA molekülü oldukça küçüktür –çok küçük bir protein büyüklüğünde– ve yaklaşık seksen nükletoidlik bir zincirden meydana gelir. mRNA gibi, tRNA molekülleri de büyük hücre kalıbı, DNA'nm *transkripsiyonuyla* yapılır. Ama çok uzun zincirler içinde binlerce nükletoid içeren dev mRNA molekülleriyle karşılaştırıldıklarında tRNA'lar çok küçüktür. Ayrıca bu bakımdan tRNA'lar proteinlere benzer (mRNA'nın iplikçiklerine benzemezler): birincil yapıları tarafından belirlenen – sabit, iyi tanımlanmış üçüncül yapılara sahiptirler. Bir tRNA molekülünün üçüncül yapısı kesin olarak bir amino asitin kendi amino asit sitesine bağlanmasına izin verir; kesin olarak bu karşı koldaki antikodon tarafından Genetik Koda göre yazılmış olandır. Dil öğrenmeye başlayanların kullandıkları bir yüzünde sözcüğün diğer yüzünde ise sözcüğün çevirisinin bulunduğu ansıtma kartları tRNA moleküllerinin canlı bir imgesi olarak ele alınabilir; bir sözcüğü çevirmek gerektiğinde bir eşanlı çevirmenin çevresinde yüzen kartlardan biri yakalanır – değişmez olarak doğru olanı! Bu durumda çevirmen ribozom, sözcükler kodonlar ve onların çevirileri de amino asitlerdir.

DNA'nm iç mesajının ribozomlar tarafından kod çözümünün yapılması için tRNA kartları sitoplazma içinde yüzüyor olmalıdır. Bir anlamda tRNA'lar DNA'nm *dış* mesajının özünü içerirler, çünkü onlar tercüme işleminin özüdür. Ama bizzat kendileri DNA'dan gelmişlerdir. O halde dış mesaj, aynı onun hangi dilde yazıldığını söyleyen şişedeki-mesaja benzer şekilde, iç mesajın parçası olmaya çalışmaktadır. Doğal olarak bu tür hiçbir girişim tam olarak başarılı olamaz: DNA'nın kendi ipiyle kendini yukarı çekmesi mümkün değildir. DNA'nın ana kopyasının tRNA'lara kaydedilmesini sağlayan enzimlerin imal edilmesinin sağlanması için Genetik Kodun bir kısım bilgisi hücrede önceden zaten mevcut olmalıdır. Ve bu bilgi önceden imal edilmiş tRNA moleküllerinde bulunur. Herhangi bir dış mesaj gereğini ortadan kaldırma girişimi, kıstırıldığı iki boyutlu dünya bağlamı içinde olabildiğince üç boyutlu olmaya çalışan Escher'in ejderhasının durumu gibidir. Bir hayli başarılı olmuş gibi görünür – ama üç boyutluluğu oldukça iyi taklit etmesine rağmen, üç boyutlu olmayı asla başaramaz.

Noktalama ve Okuma Çerçevesi

Bir ribozom bir proteinin yapıldığı zamanı nasıl bilir? Aynı Tipogenetikte olduğu gibi, mRNA'nın içinde bir proteinin başlayışını veya sonlanışım gösteren bir işaret vardır. Aslında üç özel kodon –UAA, UAG, UGA– amino asitleri kodlamak yerine *noktalama işaretleri* olarak hareket ederler. Böyle bir üçlü, bir ribozomun "okuma kafası"na geldiği her defasında ribozom yapım halindeki proteini salıverir ve yeni bir tanesine başlar.

Son zamanlarda, bilinen en küçük virüs ϕX174'ün, tüm genomu açıklığa kavuşturuldu. En beklenmedik keşiflerden biri yol üstünde yapıldı: dokuz geninden bazısı örtüşmektedir – yani *iki ayrı protein DNA'nm aynı parçası tarafından kodlanmıştır!* Hatta tamamıyla bir diğer gen tarafından içerilmiş bir gen vardır! Bu iki genin okuma çerçevelerinin birbirlerine göre tam olarak bir birim *kaydırılmasıyla* gerçekleştirilmiştir. Böyle bir şemadaki bilgi yoğunluğu inanılmazdır. *Aralık Artırmalı Kanon*'daki, Akhilleus'un şans çöreğindeki tuhaf "5/17'lik haiku"nun arkasında yatan esin elbette budur.

Özet

Öyleyse kısaca ortaya çıkan resim şöyledir: merkezdeki tahtından DNA, mesajcı RNA'nm uzun iplikçiklerini sitoplazmadaki ribozomlara gönderir; ve ribozomlar çevrelerinde uçuşan tRNA "kartları"nı kullanarak, mRNA'da içerilen kopyaya göre, amino asit amino asit proteinleri yaparlar. Yalnızca proteinlerin birincil yapısı DNA tarafından dikte edilir; ama bu yeterlidir, çünkü ribozomlardan çıktıklarında proteinler "büyüsel biçimde," güçlü kimyasal makineler olarak hareket etme yeteneğine sahip olacak şekilde karmaşık oluşumlarda katlanırlar.

Proteinlerde ve Müzikte Anlam ve Yapı Düzeyleri

Ribozomları teyp, mRNA'yı bant ve proteini müzik olarak ele alan bir imge kullandık. Bu keyfi görünmekle birlikte güzel koşutluklar vardır. Müzik yalnızca notaların doğrusal bir dizilişi değildir. Zihinlerimiz müzik parçalarını bundan daha üst bir düzeyde algılar. Notaları tümcecikler, tümcecikleri melodiler, melodileri hareketler ve hareketleri tam parçalar halinde istifleriz. Benzer şekilde, proteinler ancak istiflenmiş birimler olarak hareket ettiklerinde anlam kazanırlar. Bir birincil yapı, yaratılacak üçüncül yapıyla ilgili bütün bilgiyi taşımasına karşın, yine de "eksik" olduğu hissedilir, çünkü onun

potansiyeli ancak üçüncül yapı fiilen fiziksel olarak yaratıldığı zaman gerçekleşir.

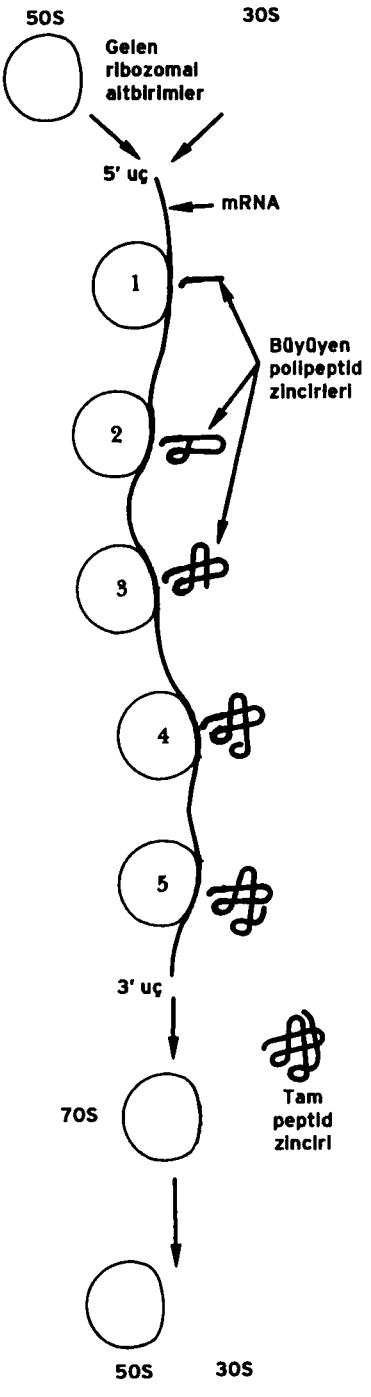
Bu arada yalnızca birincil ve üçüncül yapılardan söz ettik ve siz *ikincil* yapıya ne olduğunu merak ediyor olabilirsiniz. Aslında dördüncül yapının olduğu gibi o da varolur. Bir proteinin katlanması bir düzeyden daha fazla düzeyde olur. Özgül olarak amino asitler zinciri boyunca bazı noktalarda *alfa sarmalı* denilen (DNA ikili sarmalıyla karıştırmayın) bir sarmal türü oluşturma yönünde bir eğilim olabilir. Bir proteinin bu sarmal şeklinde kıvrılması üçüncül yapısından daha alt düzeydedir. Bu yapı düzeyi Şekil 95'de görülebilir. Dördüncül yapı, bağımsız hareketlerden oluşan bir müzik parçası yapısıyla doğrudan karşılaştırılabilir, çünkü bu önceden tam gelişmiş üçüncül güzellikleri içindeki birçok ayrı polipeptitin daha büyük bir yapı içinde bir araya gelmesiyle ilgilidir. Bu bağımsız zincirlerin bağlanması genellikle kovalent bağlardan çok hidrojen bağlarıyla olur; bu elbette birbirlerine içsel olarak olduğundan daha az sıkı olarak bağlı olsa da sıkı bir "organik" bütün oluşturan çeşitli hareketlerden meydana gelen müzik parçalarına benzer.

Birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül yapının dört düzeyi *Prelüd, Karınca Füg*ü'ndeki MU-resminin (Şekil 60) dört düzeyiyle de karşılaştırılabilir. Genel yapı –"M" ve "U" harflerini içeren yapı– onun *dördüncül* yapısıdır; sonra bu iki parçanın her biri, "BÜTÜNCÜLÜK" veya "İNDİRGEMECİLİK"den meydana gelen bir *üçüncül* yapıya sahiptir; ve sonra karşı sözcük ikincil düzeyde varolur ve dipte, birincil yapı bir kez daha "MU" sözcüğüdür.

Poliribozomlar ve İki-Katlı Kanonlar

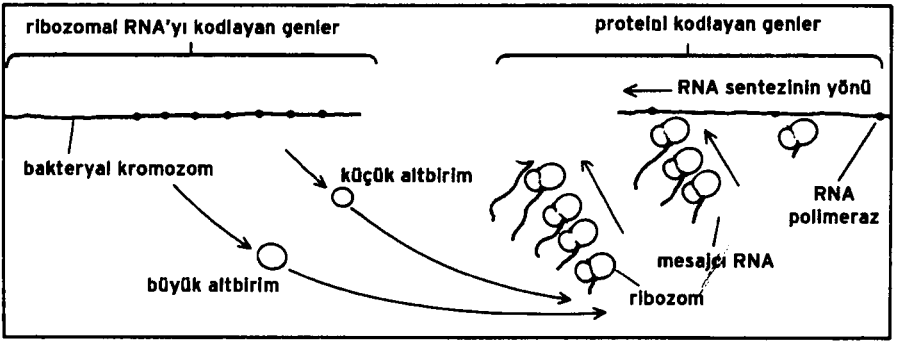
Şimdi bantı müziğe çeviren bant kayıt cihazları ile mRNA'yı proteinlere çeviren ribozomlar arasındaki diğer bir hoş koşutluğa geliyoruz. Bir sıra içinde eşit aralıklarla yerleştirilmiş birçok teyp düşünün. Bu dizilime bir "polikayıtcı" diyebiliriz. Şimdi, bütün bileşen kayıt cihazlarının çalma kafalarından seri olarak geçen bir tek bant hayal edin. Eğer bant bir tek uzun ezgi içerirse, o zaman çıktı, bantın bir teypten sonraki teybe geçtiği zamanla belirlenen gecikmeyle, çok-sesli bir kanon olacaktır. Hücrelerde böyle "moleküler kanonlar" gerçekten varolur, burada uzun hatlar içinde aralıklarla yerleştirilmiş –*poliribozomu* oluşturan– birçok ribozom mRNA'nın aynı iplikçiğini çalar, aynı zamanda dağılmış, özdeş proteinler üretir (bkz. Şekil 97).

Yalnızca bu da değil, doğa çok daha iyisini yapar. mRNA'nın, DNA'nm transkripsiyonuyla yapıldığını hatırlayın: bu işlemden sorumlu olan enzimlere



Şekil 97. Bir poliribozom. mRNA'nın tek bir iplikçiği, bir bantın sıra halinde birkaç teypten geçmesi gibi, peş peşe ribozomların içinden geçer. Sonuç, çeşitli aşamalardan geçerek tamamlanan, büyüyen bir proteinler takımıdır: oraya buraya dağılmış teypler tarafından üretilen bir müzik kanonun benzeri. [A. Lehninger, *Biochemistry*.]

RNA polimerazı denir ("-az" enzimler için genel bir sonektir). Genellikle DNA'nın bir tek iplikçiği üstünde bir dizi RNA polimerazı *koşut olarak* çalışır; sonuçta her biri ötekine göre DNA'nm bir RNA polimerazından bir sonrakine kayması için gerekli zamanla belirlenen gecikme zamanıyla birçok ayrı (ama özdeş) mRNA iplikçiği üretir. Aynı zamanda koşut olarak çıkan mRNAların her biri üstünde çalışan birkaç farklı ribozom olabilir. Dolayısıyla iki-güverteli ya da iki-katlı bir "moleküler kanon"a varılır (Şekil 98). Müzikte buna tekabül eden imge oldukça hayali, ama eğlenceli bir senaryodur: birkaç farklı kopyacının hepsi eşanlı olarak işbaşındadır, onların her biri aynı orijinal manüskripti flütçülerin okuyamadıkları bir anahtardan okuyabildikleri bir anahtara kopyalamaktadır. Her bir kopyacı orijinal manüskriptinin bir sayfasını bitirdiğinde onu bir sonraki kopyacıya geçirir ve kendisi yeni bir sayfanın transkripsiyonunu yapmaya başlar. Bu arada kopyacıların kalemlerinden çıkan her bir partisyondan bir flütçüler takımı melodiyi okumakta ve seslendirmektedir, her bir flütçü bunu aynı sayfayı okuyan ötekilere göre gecikmeli olarak yapmaktadır. Bu oldukça çılgın imge belki her günün her saniyesinde bedeninizin her bir ve her hücresinde olagelen işlemlerin karmaşıklığına dair bir fikir verebilir...



Şekil 98. İşte, daha da karmaşık bir şema. Poliribozomlar tarafından mRNA'nm yalnızca bir değil, hepsi DNA'nın bir tek iplikçiğinden transkripsiyonla ortaya çıkan birkaç iplikçiği üzerinde işlemde bulunuluyor. Sonuç iki-katlı bir moleküler kanondur. [Hanawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life*, s. 271.]

Hangisi Önce Gelir – Ribozom mu Protein mi?

Ribozomlar denilen bu harika yaratıklardan bahsedip durduk; peki ama bunların kendileri nelerden meydana gelir? Nasıl yapılırlar? Ribozomlar iki

tip şeyden meydana gelmiştir: (1) çeşitli türden proteinler ve (2) *ribozomal RNA* (rNA) denilen diğer bir RNA türü. Dolayısıyla bir ribozomun yapılması için belli türde proteinler ve rRNA mevcut olmalıdır. Elbette proteinlerin olması için onları yapan ribozomların olması gerekir. O halde bu kısırdöngüden nasıl kurtulabilirsiniz? Hangisi önce gelir – ribozom mu yoksa protein mi? Hangisi hangisini yapar? Elbette bunun bir yanıtı yok, çünkü –aynı tavuk mu yumurtadan yumurta mı tavuktan gelir sorusunda olduğu gibi– her şey zamanın ufkunda yitene değin, şeyleri aynı sınıfın önceki üyelerine doğru daima izlemeniz mümkündür. Her durumda ribozomlar bir büyük ve bir küçük iki parçadan meydana gelirler ve bu parçaların her biri biraz rRNA ve biraz protein içerirler. Ribozomlar yaklaşık büyük proteinlerin büyüklüğündedir; girdi olarak aldıkları ve boyunca hareket ettikleri mRNA iplikçiklerinden çok çok daha küçüktürler.

Proteinlerin İşlevi

Proteinlerin yapısından bir parça söz ettik – özellikle de enzimlerden; ama ne hücre içinde yerine getirdikleri işlerden, ne de bunları nasıl yaptıklarından söz ettik. Bütün enzimler *katalisttir* ve bu şu anlama gelir: onlar kendileri olmadan asla olmaları mümkün olmayan şeylerin ortaya çıkmasını sağlamaktan çok hücredeki çeşitli kimyasal işlemleri *seçici bir şekilde hızlandırma* işlevine sahiptir. Bir enzim çok sayıdaki potansiyel yol arasından belli yolların gerçekleşmesini sağlar. Dolayısıyla hangi enzimin bulunacağını seçmekle neyin olacağını ve neyin olmayacağını seçmiş olursunuz – kuramsal olarak konuşursak, herhangi bir hücresel işlemin katalistin yardımı olmadan kendiliğinden olma olasılığı sıfır olmaması olgusuna rağmen.

Peki, enzimler hücrenin molekülleri üzerinde nasıl etkide bulunurlar? Daha önce bahsedildiği gibi, enzimler katlanmış polipeptit zincirleridir. Her enzimde, enzimin başka tür moleküle bağlandığı yer olan bir yarık veya cep veya bir başka iyi-tanımlanmış yüzey özelliği vardır. Bu yere onun *aktif bölgesi* denir ve oraya bağlanan herhangi bir moleküle *substrat* denir. Enzimler bir aktif bölgeden daha çoğuna ve bir substrattan daha çoğuna sahip olabilirler. Aynı Tipogenetik'te olduğu gibi, ne üzerinde çalışacakları konusunda gerçekten çok müşkülpesenttirler. Aktif bölge genellikle oldukça özgüldür ve sadece bir tür molekülün kendine bağlanmasına izin verir, gerçi bazen tuzak "yemler" olabilir – aktif bölgeye uyan ve onu tıkayan diğer moleküller enzimi aldatıp onu etkisiz hale getirebilirler.

Bir enzim ve onun substratı birlikte bağlandığında elektrik yükünde bir dengesizlik olur ve bunun sonucunda yük –elektronlar ve protonlar biçiminde– bağlı moleküller etrafında akar ve kendini yeniden ayarlar. Denge durumuna ulaşılmasından itibaren substratta bazı önemli kimyasal değişimler olabilir. Örnek olarak şunları verebiliriz: standart küçük molekülün bir nükleotid, amino asit ya da başka hücresel moleküle tutunduğu bir "kaynaşma" olabilir; bir DNA iplikçiği belirli bir yerde "yakalanmış" olabilir; bir molekülün bir parçası kesilebilir vb. Aslında biyo-enzimler moleküller üstünde, Tipo-enzimlerin gerçekleştirdiği tipografik işlemlere oldukça benzeyen işlemler yaparlar. Bununla birlikte çoğu enzim esas olarak bir görevler dizisinden çok bir tek görevi yerine getirir. Tipo-enzimler ile biyo-enzimler arasındaki bir diğer çarpıcı fark şudur: Tipo-enzimler yalnızca iplikçikler üzerinde işlem yaparken biyo-enzimler DNA, RNA, diğer proteinler, ribozomlar, hücre zarları – kısacası hücredeki herhangi bir ve her şey üzerinde etkide bulunurlar. Başka bir deyişle enzimler hücrede yapılan işlerin evrensel düzenekleridir. Şeyleri bir araya getiren, ayıran, modife eden, etkinleştiren, etkisizleştiren, kopyalayan, onaran ve yok eden ... enzimler vardır.

Hücredeki en karmaşık işlemlerden bazıları, bir türdeki bir tek molekülün belli bir enzim türünün üretilmesini tetiklediği "çavlanları" gerektirir; imalat süreci başlar ve "montaj hattı"ndan çıkan enzimler, bir ikinci tür enzimin üretilmesini sağlayan yeni bir kimyasal yol açar. Bu durum, her bir yeni üretilmiş enzim tipinin bir diğer tipin üretilmesini tetiklemesiyle üç veya dört düzey devam edebilir. Sonunda son enzim tipinin kopyalarının bir "sağanak"ı üretilir ve kopyaların hepsi ayrılarak uzman oldukları işleri yaparlar; bu işler "yabancı" DNA'yı parçalamak ya da hücrenin "hasret" duyduğu amino asitin yapılmasına yardımcı olmak ya da bunun gibi işler olabilir.

Yeterince Güçlü Bir Destek Dizgesine Duyulan Gereksinim

Tipogenetik için sorulan bulmacaya doğanın çözümünü betimleyelim: "Ne tür DNA iplikçiği kendinin kopyalanmasını yönlendirebilir?" Elbette DNA'nın her iplikçiği doğası gereği bir self-rep değildir. Ana nokta şudur: Kendi kopyalanmasını yönlendirmek isteyen herhangi bir iplikçik tam olarak bu görevi yerine getirebilecek enzimlerin bir araya gelmelerine dair talimatları içermelidir. Yalıtılmış haldeki bir DNA ipliğinin bir self-rep olabileceğini ummak boşunadır: çünkü bu potansiyel proteinlerin DNA'dan dışarı çekilmesini için, yalnızca ribozomların değil, ama talimatları ribozomlara taşıyan

mRNA'yı yapan RNA polimerazının da olması gerekir. Bu nedenle transkripsiyon ve tercümenin yerine getirilmesini sağlamaya yeterli güçte bir tür "asgari destek dizgesi"ni varsayarak başlamak zorundayız. Bu asgari destek dizgesi, o halde (1) mRNA'nm DNA'dan yapılması sağlayan RNA polimerazı gibi bazı proteinlerden ve (2) bazı ribozomlardan meydana gelecektir.

DNA'nın Kendini Kopyalaması

"Yeterince güçlü destek dizgesi" ve "yeterince güçlü biçimsel dizge" deyişlerindeki benzerlik tesadüfi değildir. Birisi bir self-repin, ötekiyse bir self-refin ortaya çıkmasının önkoşuludur. Aslında iki farklı görünüm altında süren, ama özünde tek bir olgu vardır ve bir süre sonra bunun kısa bir haritasını çıkaracağız. Ama bunu yapmadan önce bir DNA iplikçiğinin nasıl bir self-rep olabileceğinin betimlenmesini bitirelim.

DNA, onu kopyalayacak bir proteinler kümesinin kodunu içermelidir. DNA'nın çifte-iplikli bir parçasını kopyalamanın çok etkili ve şık bir yolu vardır. Bu iki adımdan oluşur:

(1) iki iplikçiği birbirinden çöz;

(2) yeni bir iplikçiği iki yeni tek iplikçiklerle "çiftle."

Bu işlem her biri orijinalle özdeş olan iki yeni çifte DNA iplikçiği yaratacaktır. Şimdi eğer çözümümüz bu fikre dayanacaksa onun bu iki adımı gerçekleştirecek, DNA'nın kendi içinde kodlanmış bir proteinler kümesini içermesi gerekir.

Bu iki adımın hücrelerde eşgüdümlü olarak birlikte gerçekleştirildiğine ve bunların üç ana enzim gerektirdiğine inanılır: DNA endonükleaz, DNA polimeraz ve DNA ligaz. Birincisi bir "fermuarı açan enzim"dir: iki orijinal iplikçiği kısa bir mesafede açar ve sonra durur. Sonra sahneye öteki iki enzim çıkar. DNA polimeraz temel olarak bir kopyalama –ve– ilerleme enzimidir: aynı Tipogenetikteki Kopya modunda olduğu gibi tamamlayıcı bir şekilde onları kopyalayarak DNA'nın kısa tek iplikçiklerinden aşağıya doğru yavaş yavaş iner. Kopyalamayı gerçekleştirmek için sitoplazmada yüzen ham maddeleri – özellikle nükleotidleri– kullanır. Bu faaliyetin her defasında zincirin açılması ve kopyalama işleminin düzensizce ilerlemesinden dolayı bazı kısa gedikler oluşur, bunları DNA ligaz tıkar. Bu işlem tekrar tekrar yinelenir. Bu hassas üç-enzimli makine, bütün zincir açılana ve eşanlı olarak kopyalana kadar DNA molekülü boyunca bütün yolu dikkatli bir şekilde kateder ve böylece iki kopya meydana gelmiş olur.

DNA'nm Self-Rep Yönteminin Quinelamayla Karşılaştırılması

DNA iplikçikleri üstündeki enzimatik işlemde, bilginin DNA'da saklanmasının basitçe konu dışı olduğu olgusuna dikkat edin; enzimler, aynı MIU-dizgesindeki çıkarım kuralları gibi sadece simge-dönüştürme işlevlerini yerine getiriyorlar. Bir noktada onları kodlayan genleri fiili olarak kopyalamakta oldukları bu üç enzimi hiç ilgilendirmez. Onlar için DNA hiçbir anlamı veya ilginçliği olmayan bir kalıptır sadece.

Bunu Quine tümcesinin kendisinin bir kopyasının nasıl inşa edileceğini betimleme yöntemiyle karşılaştırmak oldukça ilginçtir. Orada da bir tür "çift iplikçik" vardır – bir kopyanın komutlar, ötekinin kalıp olarak davrandığı aynı bilginin iki kopyası. DNA'da, bu işlem belirsiz bir koşutluk sergiler, çünkü üç enzim (DNA endonükleaz, DNA polimeraz, DNA ligaz) iki iplikçikten yalnızca birinde kodlanır ve böyle bu iplikçik *program* olarak hareket ederken öteki iplikçik *kalıp* olarak hareket eder. Ama koşutluk tam değildir, çünkü kopyalama yerine getirildiğinde, yalnızca biri değil, iki iplikçik de kalıp olarak kullanılır. Yine de analoji oldukça manalıdır. Kullanma-anma ikiliğinin biyokimyasal bir benzeşeni söz konusudur: DNA yalnızca kopyalanacak kimyasalların bir dizisi olarak ele alındığında o tipografik simgelerin *anılmasına* benzer; DNA hangi işlemlerin yerine getirileceğini dikte ettiğinde, tipografik simgelerin *kullanılmasına* benzer.

DNA'nın Anlamının Düzeyleri

Baktığınız istiflerin büyüklüğüne ve kullandığınız kod çözücünün gücüne bağlı olarak bir DNA iplikçiğinde okunacak birkaç anlam düzeyi vardır. En alt düzeyde, her bir DNA iplikçiği, eşdeğerde bir RNA iplikçiğini kodlar – kodçözme işlemi *transkripsiyondur*. Eğer DNA üçlü gruplar halinde istiflenirse, o zaman bir "genetik kod çözücü" kullanarak DNA bir amino asitler dizisi olarak okunabilir. Bu *tercümedir* (transkripsiyonun üstünde). Hiyerarşinin bir sonraki doğal düzeyinde DNA bir proteinler kümesinin bir kodu olarak okunabilir. Proteinlerin genlerden fiziksel olarak dışarı çekilmesine *gen ifadesi* denilir. Bugünlerde DNA'nın ne anlama geldiğini anladığımız en üst düzey budur.

Bununla birlikte DNA anlamının ayırt edilmesi daha güç olan daha üst düzeylerinin olduğu kesindir. Örneğin diyelim insanın DNA'sının burun şekli, müzik yeteneği, reflekslerin hızlılığı ve bunun gibi özellikleri kodladığına inanmak için her türlü sebeb vardır. Fiili olarak fiziksel *epigenesis* – fenotipin

genotipten fiziksel olarak dışarı-çekilmesi işleminden geçmeksizin DNA iplikçiğinden bu bilgi parçaları ilke olarak doğrudan okunabilir mi? Büyük bir olasılıkla evet, çünkü –kuramsal olarak– DNA'nın, hücrelerin kopyalanmasında yer alan her hücre, her protein, her en küçük özellik dahil bütün süreci en ince noktasına kadar taklit eden inanılmaz güçte bir bilgisayar programı olabilir. Böylesi bir *yalancı-epigenesisin* çıktısı fenotipin üst-düzey bir betimlemesi olacaktır.

Başka bir (son derece zayıf) imkân daha vardır: fiziksel epigenesisin eşbiçimli bir benzetimini *kurmadan*, ama basit bir kodçözme mekanizması vasıtasıyla genotipten fenotipi okuyabiliriz. Buna "kestirme yalancı-epigenesis" denilebilir. Kestirme olsun ya da olmasın, yalancı-epigenesis, şu anda erişilmezdir – bir kayda değer istisnayla: *Felis catus* türünde, derin araştırmalar genotipten fenotipin doğrudan okunmasının gerçekten mümkün olduğunu açığa çıkarıştır. Okur, *Felis catus*'un DNA'sının tipik bir bölümünü gördükten sonra belki bu önemli olguyu daha iyi değerlendirebilir:

... CATCATCATCATCATCATCATCATCAT ...

Aşağıda farklı kodçözme düzeylerinin adlarıyla birlikte DNA-okunabilirliğinin düzeylerinin bir özeti gösterilmektedir:

(1) bazlar (nükleotidler) ..... *transkripsiyon*
(2) amino asitler ..... *tercüme*
(3) proteinler (birincil yapı)
(4) proteinler (üçüncül ya } ..... *gen ifadesi*
(5) protein kümeleri ..... *gen ifadesinin daha üst düzeyleri*
(6) ???
. .
. . } ..... *DNA anlamının bilinmeyen düzeyleri*
. .
(*N* - 1) ???
(*N*) fiziksel, zihinsel ve
psikolojik özellikler ..... *yalancı-epigenesis*

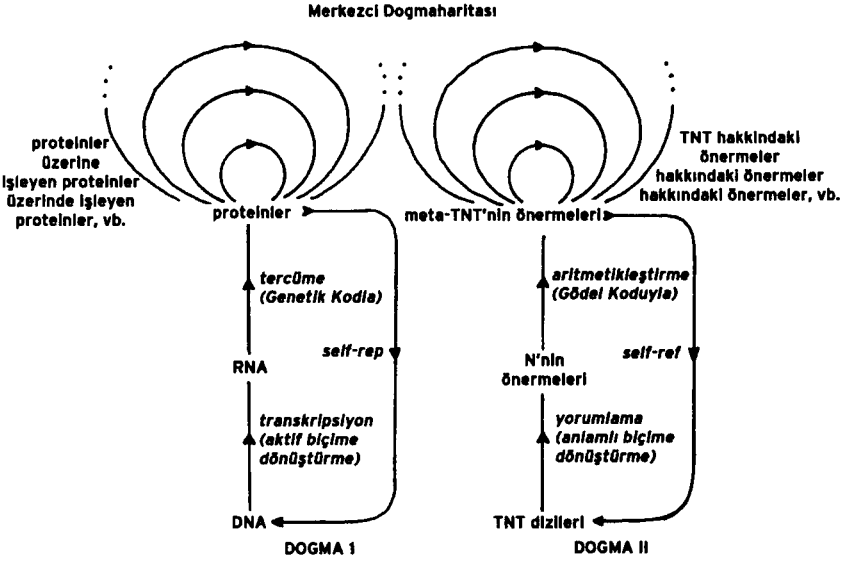
Merkezi Dogmaharitası

Bu arka planla birlikte artık bütün hücresel işlemlerin dayandığı F. Crick'in "Moleküler Biyolojinin Merkezi Dogması (DOGMA I); ve Gödel'in

Teoreminin dayandığı ve benim şiirsel bir ifadeyle "Matematiksel Mantığın Merkezi Dogması" (DOGMA II) dediğim dogma arasında ayrıntılı bir karşılaştırma yapacak konumdayız. Birinden ötekinin üstüne yapılan haritalama Şekil 99'da ve takip eden çizelgede gösterilmiştir, bunlar birlikte *Merkezi Dogmaharitasım* oluştururlar.

DOGMA I* (Moleküler Biyoloji)		DOGMA II* (Matematiksel Mantık)
DNA iplikleri	⇐⇒	TNT dizileri
RNA iplikleri	⇐⇒	N'nin önermeleri
proteinler	⇐⇒	Meta-TNT'nin önermeleri
Proteinler üzerinde işlemde bulunan proteinler	⇐⇒	Meta-TNT'nin önermeleri hakkındaki önermeler
proteinler üzerinde işlemde bulunan proteinler üzerinde işlemde bulunan proteinler	⇐⇒	Meta-TNT'nin önermeleri hakkındaki önermeler hakkındaki önermeler
transkripsiyon (DNA ⇒ RNA)	⇐⇒	yorum (TNT ⇒ N)
Tercüme (RNA ⇒ proteinler)	⇐⇒	Aritmetikleştirme (N ⇒ meta-TNT)
Crick	⇐⇒	Gödel
Genetik Kod (keyfi uylaşım)	⇐⇒	Gödel Kodu (keyfi uylaşım)
kodon (üçlü bazlar)	⇐⇒	kodon (üçlü rakamlar)
amino asit	⇐⇒	Meta-TNT'de kullanılan alıntılanmış TNT simgesi
kendini-yeniden üretme	⇐⇒	kendine-gönderme
Self-repe izin veren yeterince güçlü hücresel destek sistemi	⇐⇒	Self-refe izin veren yeterince güçlü aritmetiksel biçimsel dizge.

* DOGMA I tersten okunduğunda "I AM GOD" – DOGMA II tersten okunduğunda "I, I AM GOD" –çn.



Şekil 99. Merkezi Dogmaharitası. İki temel Dolaşık Hiyerarşi arasında bir analoji kurulmuştur: moleküler biyoloji ve matematiksel mantığın dolaşık hiyerarşileri.

G ve C (Gödel ve Crick) ve A ve T (Aritmetikleştirme ve Tercüme) bazeşlenmesine dikkat edin. Matematiksel mantık pürin tarafını, moleküler biyoloji pirimidin tarafını oluşturur.

Haritalamanın estetik yanını tamamlamak için Gödel-sayılaştırması şemamı tamamıyla sadık olarak Genetik Kod üzerinde modellendirmeyi seçtim. Aslında aşağıdaki eşlemede Genetik Kod tablosu Gödel Kodu tablosu olur:

$$\begin{array}{lll} \text{(tek)} & 1 \Leftrightarrow \text{A} & \text{(pürin)} \\ \text{(çift)} & 2 \Leftrightarrow \text{C} & \text{(pirimidin)} \\ \text{(tek)} & 3 \Leftrightarrow \text{G} & \text{(pürin)} \\ \text{(çift)} & 6 \Leftrightarrow \text{V} & \text{(pirimidin)} \end{array}$$

Her bir amino asit –yirmi tane vardır– TNT'nin tamamıyla bir simgesine – yirmi tane vardır– karşılık gelir. Böylece sonunda benim "katı TNT"yi icat etmemin altındaki güdü de ortaya çıkmış olur – tam olarak yirmi simge olmalıdır! Gödel Kodu Şekil 100'de gösterilmiştir. Bunu Genetik Kod ile karşılaştırın (Şekil 94).

Yüzyılımızın başarımı olan bilgi düzeyindeki bu iki ezoterik, ama temel ilerleme tarafından böylesi soyut bir yapının derinlemesine paylaşıldığını görmekte mistik bir yan vardır. Bu Merkezi Dogmaharitası bu iki kuramın özdeşliğinin sağlam bir ispatı değildir; ama bunun daha derin bir araştırmayı hak eden büyük bir yakınlığı gösterdiği açıktır.

Merkezi Dogmaharitasındaki Garip Döngüler

Haritanın iki tarafı arasındaki en ilginç benzerliklerden biri, her ikisinin de üst düzeyinde gelişigüzel karmaşıklık "döngüleri"nin ortaya çıkma yoludur; solda, proteinler üzerinde işlemde bulunan proteinler üzerinde işlemde bulunan proteinler, şeklinde sonsuza kadar böyle sürer; sağdaysa meta-TNT'nin önermeleri hakkındaki önermeler şeklinde sonsuza kadar böyle sürer. Bunlar V. Bölümde tartıştığımız, yeterince karmaşık bir substratın üstdüzey Garip Döngülerin, daha alt düzeylerden bütünüyle tecrit edilmiş halde ortaya çıkmasını ve dönmesini sağlayan heterarşiler gibidir. Bu fikri XX. Bölümde çok daha ayrıntılı olarak inceleyeceğiz.

Gödel Kodu

	6	2	1	3	
6	0	∀	∨	:	6
	0	∀	∨	:	2
	a	∀	nokta	nokta	1
	a	∀	nokta	⊃	3
2	a	~	<	·	6
	a	~	<	·	2
	a	~	>	·	1
	a	~	>	·	3
1	∧	S	+	∀	6
	∧	S	+	∀	2
	∧	S	=	·	1
	'	S	=	·	3
3	(	)	[	∃	6
	(	)	[	∃	2
	(	)	]	∃	1
	(	)	]	∃	3

Şekil 100. Gödel Kodu. Bu Gödel-sayılaştırma şeması altında, her bir TNT simgesi bir veya daha fazla kodon elde eder. Küçük oval şekiller bu tablonun, IX. Bölümdeki daha önceki Gödel-sayılaştırma tablosunu nasıl içine aldığını gösterir.

Bu arada şu soruyu merak ediyor olabilirsiniz: "Merkezi Dogmaharitasına göre, Gödel'in Eksiklik Teoreminin kendisinin üstüne haritalandığı nedir?" Okumayı sürdürmeden önce üstünde düşünmek için iyi bir sorudur bu.

Merkezi Dogmaharitası ve *Kontrakrostipunktus*

Merkezidogmaharitasının, IV. Bölümde ortaya çıkardığımız *Kontrakrostipunktus* ve Gödel'in Teoremi arasındaki haritalamayla oldukça benzer olduğu ortadadır. Dolayısıyla her üç dizge arasında koşutluklar kurulabilir:

(1) biçimsel dizgeler ve diziler
(2) hücreler ve DNA iplikçikleri
(3) plakçalarlar ve plaklar

Aşağıdaki çizelgede 2 ve 3. sistemler arasındaki haritalama dikkatli bir şekilde açıklanmıştır.

Kontrakrostipunktus		Moleküler Biyoloji
gramafon	⇐⇒	hücre
"Mükemmel" gramafon	⇐⇒	"Mükemmel" hücre
plak	⇐⇒	DNA iplikçiği
Verili bir gramafon tarafından çalınabilen plak	⇐⇒	Verili bir hücre tarafından yeniden üretilebilen DNA iplikçiği
bu gramafon tarafından çalınamayan plak	⇐⇒	bu hücre tarafından yeniden üretilemeyen DNA iplikçiği
plak yivlerini seslere dönüştürme işlemi	⇐⇒	DNA'nın RNA üstüne transkripsiyon işlemi
plakçalar tarafından üretilen sesler	⇐⇒	mesajcı (elçi) RNA iplikçikleri
seslerin gramafonun titreşimlerine tercümesi	⇐⇒	mRNA'nın proteinlere tercümesi
dış seslerden gramafonun titreşimleri üstüne haritalama	⇐⇒	Genetik Kod (mRNA üçlülerinden amino asitlerin üstüne haritalama)
gramafonun kırılması	⇐⇒	hücrenin yok olması

X Plakçaları için özel olarak yapılmış şarkının adı: "Ben X Plakçalarında Çalınamam"	⇐⇒	X Hücresi için özel olarak yapılmış DNA iplikçiğinin üst düzey yorumu: "Ben X Hücresi Tarafından Kopyalanamam"
"Kusurlu" Plakçalar	⇐⇒	Kendisi için yeniden üretemediği en az bir DNA iplikçiği varolan hücre
"Tödel'in Teoremi": "Verili bir tikel gramafon için daima bir çalınamayan plak vardır."	⇐⇒	Bağışıklık Teoremi: "Verili bir tikel hücre için daima yeniden üretilemeyen bir DNA iplikçiği vardır."

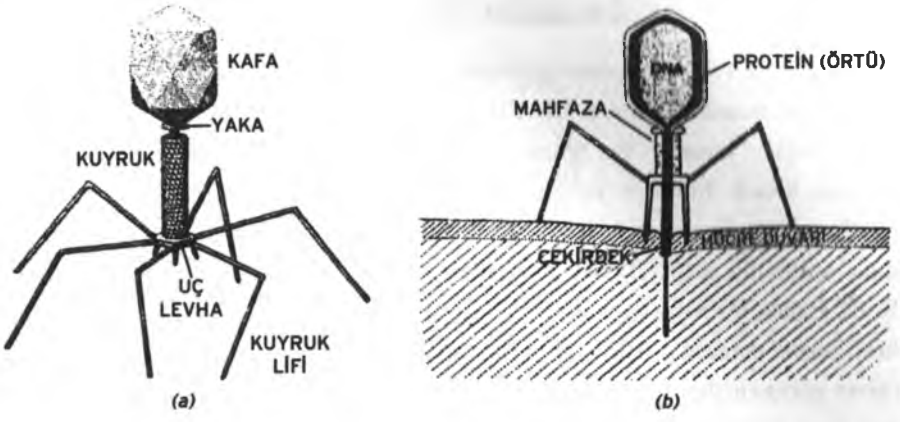
Gödel'in Teoreminin benzeşiği moleküler biyologlar için (kendileri için çok açık olan) pek de yararı olmayan bir olgu gibi görülebilir:

> Bir hücreye enjekte edilirse, transkripsiyonu yapıldığında hücreyi (ya da DNA'yı) yok edebilecek proteinlerin yapılmasına neden olan ve dolayısıyla bu DNA'nm yeniden üretilmemesine yol açan bir DNA iplikçiği tasarlamak daima mümkündür.

Bu en azından evrimin ışığında ele alındığında, zihinde tuhaf bir senaryo uyandırır: istilacı bir virüs türü sinsi yollardan bir hücreye girer ve sonra özenle virüsün kendisini yok etme etkisine sahip olacak proteinlerin imal edilmesini sağlar! Moleküler düzeyde bir tür intihardır bu – ya da isterseniz, Epimenides tümcesi. Türlerin varkalımı açısından bunun yararlı olmadığı açıktır. Bununla birlikte bu, hücrelerin ve istilacılarının geliştirdiği korunma ve tahrip etme mekanizmalarının kuru anlamını değil ruhunu gösterir.

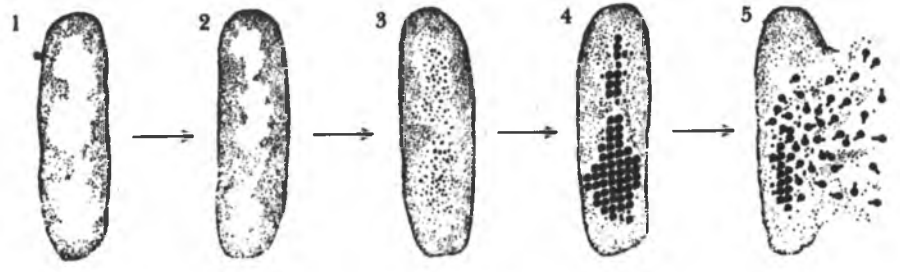
E. Koliye Karşı T4

Biyologların gözde hücresi, *Escherichia koli* bakterisi (M. C. Escher'le hiçbir ilgisi yoktur) ve bu hücrenin gözde istilacılardan birini ele alalım: resimlerini Şekil 101'de görebileceğiniz meşum ve ürkütücü *T4 fajı*. (Bu arada "faj" ve "virüs" eşanlamlıdır ve "bakteri hücrelerine saldıran" anlamına gelir.) Bu tekinsiz yaratık LEM (Ay Kapsülü) ile sivrisinek arası bir şeye benzer – ama sivrisinekten çok daha uğursuzdur. İçinde bütün "bilgi"sinin –yani DNA'sının– saklandığı bir "kafa"sı vardır; ve istila etmeyi seçtiği hücreye bağlanmasını sağlayan altı "bacak"a sahiptir; ve sivrisinek gibi bir "sokma iğnesi"



Şekil 101. T4 bakteriyal virüsü protein bileşenlerinin bir bileşimidir (a). "Kafa" yirmi yüzlü bir yumurta şeklinde ve DNA ile dolu bir protein zarıdır. Bir boyunla, altı lifin tutturulduğu sivri bir uç levhasına oturan ve kasılabilir bir mahfazayla kuşatılmış boş bir çekirdekten ibaret bir kuyruğa tutturulmuştur. Çiviler ve lifler virüsü bakteryal hücre duvarına tuttururlar (b). Mahfaza, çekirdeği duvardan çekerek kasılır ve viral DNA hücreye girer. [Hanawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life*, s. 230.]

(daha uygun bir deyişle "kuyruk"u) vardır. Sivrisinekle arasındaki en büyük fark, iğnesini kan emmek için kullanan sivrisinekten ayrı olarak T4 fajın iğnesini, kurbanının isteğine karşı olarak, kalıtsal özünü hücreye enjekte etmek için kullanmasıdır. Dolayısıyla faj küçük çaplı bir "tecavüz" gerçekleştirir.



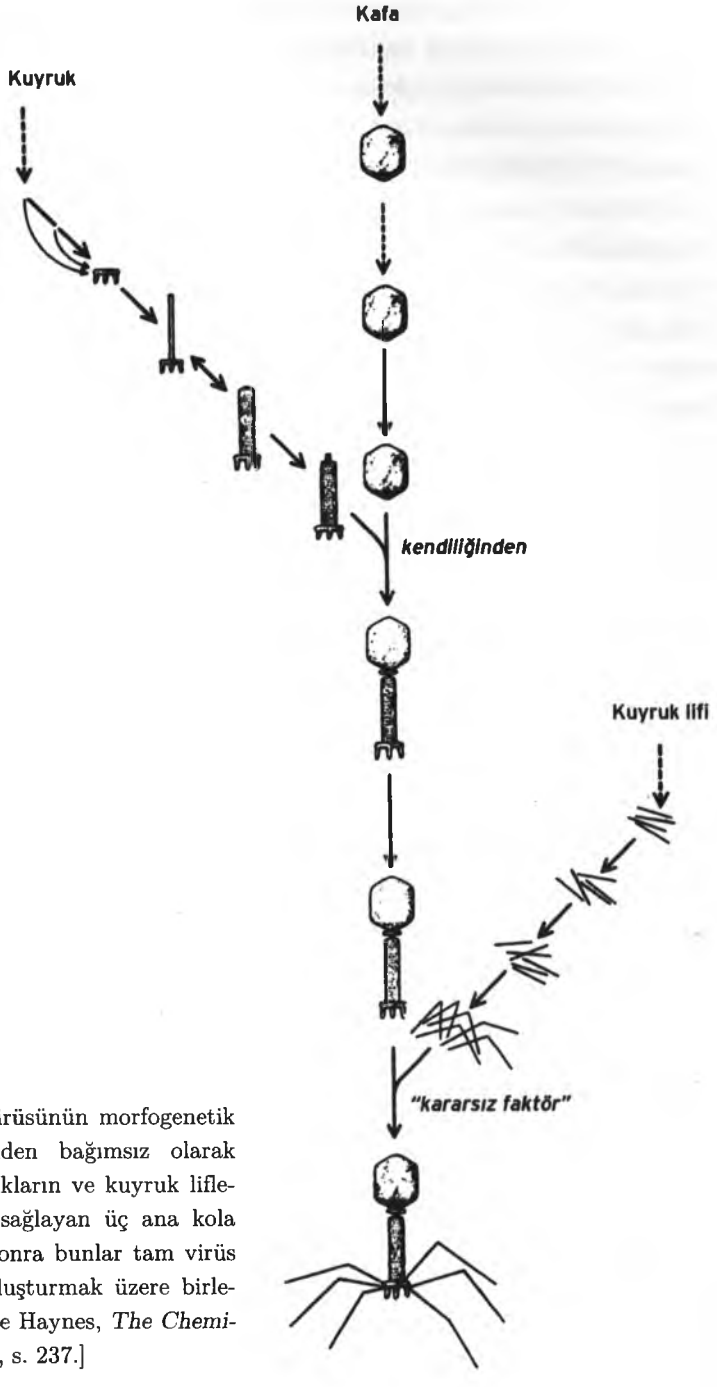
Şekil 102. Viral DNA bir bakteriye girdiği zaman viral enfeksiyon başlar. Bakteriyal DNA bozulur ve viral DNA kopyalanır. Viral strüktürel proteinlerin ve onların kuruluşlarının virüs içinde sentezlenmesi hücre dağılana, parçacıklara ayrılana kadar sürer. [Hanawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life*, s. 230.]

Moleküler Bir Truva Atı

Viral DNA bir hücreye girdiğinde fiili olarak ne olur? Virüs, kendi DNA'sına, konak hücrenin DNA'sıyla aynı işlemin yapılmasını, insanbiçimci bir ifadeyle, "umar." Bu transkripsiyon ve tercüme sürecine dahil olması, böylece konak hücreye yabancı olan kendi özel proteinlerini sentezlemesi imkânına kavuşması, sonra da bu proteinlerin kendi işlerini yapmaya başlaması anlamına gelir. Bu da "kodlanmış" yabancı proteinlerin (yani Genetik Kod) gizlice hücreye taşınması ve sonra onların "kodlarının çözülmesi" (yani üretilmesi) demektir. Bir bakıma bu Truva atı öyküsüne benzer; öyküde, zararsız görünen dev bir tahta atın içine gizlenmiş yüzlerce asker Truva'ya girer; ama kente girdiklerinde, dışarı çıkarlar ve kenti ele geçirirler. Yabancı proteinler, taşıyıcı DNA'larından "kodları çözüldüğünde" (sentezlendiklerinde) eyleme geçerler. T4 fajı tarafından yönlendirilen eylemlerin sırası üstüne özenli çalışmalar yapılmıştır ve bu aşağı yukarı aşağıdaki gibidir (Şekil 102 ve 103'de bakınız):

Geçen zaman	*Eylem*
0 dak.	Viral DNA'nın enjeksiyonu
1 dak.	Konak DNA'nın bozulması. Yerli (doğal) proteinlerin üretiminin durması ve yabancı (T4) proteinlerin üretiminin başlaması. Yabancı (T4) DNA'nın kopyalanmasını yönlendiren proteinler ilk üretilen proteinler arasındadır.
5 dak.	Viral DNA'mn kopyalanması başlar.
8 dak.	Yeni fajların "ana gövdelerini" oluşturan yapısal proteinlerin üretiminin başlaması
13 dak.	İstilacı T4'ün ilk tam kopyası üretilir.
25 dak.	Lizozim (bir protein), konak hücre duvarına saldırır, bakteriyi parçalar ve "ikiyüzlükler" ortaya çıkar.

O halde bir T4 fajı bir E. koli hücresine saldırdığında yaklaşık yirmidört yirmibeş dakika gibi kısa bir sürede hücre tamamıyla bozulur ve parçalanır. Orijinal virüsün iki yüz kadar tam kopyası –"ikiyüzlük"– daha fazla bakteri hücresine saldırmaya hazır halde ortaya çıkar ve orijinal hücre süreç içinde büyük oranda tükenir.



Şekil 103. T4 virüsünün morfogenetik yolu birbirlerinden bağımsız olarak kafaların, kuyrukların ve kuyruk liflerin oluşumunu sağlayan üç ana kola sahiptir; daha sonra bunlar tam virüs parçacıklarını oluşturmak üzere birleşir. [Hanawalt ve Haynes, *The Chemical Basis of Life*, s. 237.]

Bir bakterinin bakış açısından bu tür bir şey son derece ölümcül bir tehdit gibi görünse de, bizim büyük ölçekli görüş açımızdan iki oyuncu arasındaki eğlenceli bir oyun gibi görünebilir: istilacı ya da "T" oyuncusu (T2, T4 ve diğerlerini de içine alan T-çift faj sınıfından dolayı bu adla anılmaktadır ve oyuncu "C" ("Cell/Hücre" yerine). T oyuncusunun hedefi, kendisini çoğaltmak (üretmek) amacıyla, C oyuncusunun hücresini içeriden istila etmek ve ele geçirmektir. C oyuncusunun hedefiyse kendini korumak ve istilacıyı yok etmektir. Bu şekilde betimlendiğinde, moleküler TC-oyunuyla önceki Diyalogda betimlenen makroskobik TC-oyunu arasında büyük koşutluklar olduğu görülür. (Okur hangi oyuncunun –T ya da C– Tosbağa'ya hangi oyuncunun Yengeç'e [= Crab] karşılık geldiğini kuşkusuz tahmin edecektir.)

Tanınma, Gizlenme, Etiketlendirme

Bu "oyun" hücre ve hücrealtı biyolojisinin merkezi temalarından birinin *tanıma* olduğu olgusunu vurgular. Moleküller (ya da üst-düzey yapılar) birbirlerini nasıl tanırlar? Enzimlerin işlevlerini yerine getirebilmeleri için substratlarının bağlandığı özel "bağlanma bölgeleri"ne yapışabilmeleri elzemdir; bir bakterinin kendi DNA'sını fajlarınkinden ayırt edebilmesi elzemdir; iki hücrenin birbirlerini tanıması ve kontrollü bir şekilde etkileşimde bulunmaları elzemdir. Bu tür tanıma problemleri size biçimsel dizgeler hakkındaki orijinal, anahtar problemini hatırlatmış olabilir: Bir dizinin teorem-olma gibi bir özelliğe sahip olduğunu veya olmadığını nasıl söyleyebilirsiniz? Bir karar verme yordamı var mıdır? Bu tür bir soru matematiksel mantıkla sınırlı değildir: bilgisayar bilimi ve görüyor olduğumuz gibi, moleküler biyolojiyle de ilgilidir.

Diyalogda betimlenen etiketlendirme tekniği aslında *E. kolinin* faj istilacılarını yenmek için başvurduğu hilelerden biridir. Ana fikir, DNA iplikçiklerinin, çeşitli nükleotidlere küçük bir molekülün –metil– bağlanması yoluyla kimyasal olarak etiketlenebilmesidir. Bu etiketlendirme işlemi DNA'nın genel biyolojik özelliklerini değiştirmez; başka deyişle metillenen (etiketlenen) DNA'nın aynı metillenmemiş (etiketlenmemiş) DNA gibi transkripsiyonu yapılabilir ve böylece o proteinlerin sentezlenmesini yönlendirebilir. Ama eğer konukçu hücre, DNA'nın etiketlendirilip etiketlendirilmediğini inceleyen bazı özel mekanizmalara sahipse, o zaman etiket her türden farkı oluşturur. Özellikle konak hücre, etiketlenmemiş DNA'yı arayan ve bulduğunda onu acımasızca parçalara ayıran bir enzim dizgesine sahip olabilir. Bu durumda bütün

etiketlendirilmemiş istilacıların vay haline!

Nükleotidler üstündeki metil etiketler harflerin üstündeki çizgilerle karşılaştırılmaktadır. O halde bu metaforu kullanarak, *E. koli* hücresinin, kendi harf karakterine sahip kendi "ana yazısı"yla yazılmış DNA'yı aradığını – ve "yabancı" harf karakteriyle yazılmış herhangi bir DNA iplikçiğini parçaladığını söyleyebiliriz.

Bu TC-savaşı birçok karmaşık düzey boyunca devam edebilir, ama bunu daha fazla izlemeyeceğiz. Temel olgu, saldıran bütün DNA'ları püskürtmeye çalışan bir konak ile DNA'sını mRNA'ya kopyalayacak (bundan sonra yeniden üretilmesi garanti olacaktır) konağın içine sızdırmaya çalışan bir faj arasında savaş olduğudur. Kendinin bu şekilde çoğaltılmasını başaran herhangi bir faj DNA'sının şu üst düzey yoruma sahip olduğu düşünülebilir: "Ben X Tipi Hücrelerde Üretilebilirim." Bu, daha önce bahsedilen, kendini yok eden proteinleri kodlayan ve üst düzey yorumu kendini-çürüten şu tümce olan evrimsel açıdan anlamsız faj türünden ayırt edilmelidir: "Ben X Tipi Hücrelerde Üretilemem."

Henkin Tümceleri ve Virüsler

Moleküler biyolojideki bu iki karşıt kendine-gönderme tipinin ikisinin de matematiksel mantıkta karşılığı vardır. Kendi kendini boşa çıkaran fajların benzeşiğini zaten tartıştık – yani özgül biçimsel dizgeler içinde kendi üretilmezliğini öne süren Gödel tipi diziler. Ama gerçek bir faja karşılık gelen bir tümce de kurulabilir: faj, özgül bir hücrede kendinin üretilebilirliğini öne sürerken, buna karşılık gelen tümce, özgül bir biçimsel dizge içinde kendinin üretilebilirliğini öne sürer. Bu tip tümcelere, matematiksel mantıkçı Leon Henkin'in ardından, *Henkin tümceleri* denir. Tamamıyla Gödel tümcelerine benzer şekilde inşa edilirler, tek fark bir değilleme iminin atılmasıdır. Elbette yine "amca"yla başlanır:

$$\exists a{:}\exists a'{:}<\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,a'\}\wedge\text{ARITMOQUINE}\{a'',a'\}>$$

ve standart hileyle devam edilir. Yukarıdaki "amca"nın Gödel sayısının h olduğunu kabul edelim. Bu amcayı aritmoquineladığınızda, bir Henkin tümcesi elde edersiniz:

$$\exists a{:}\exists a'{:}<\text{TNT-İSPAT-ÇİFTİ}\{a,a'\}\wedge\text{ARITMOQUINE}\{\underbrace{\text{SSS}\ldots\text{SSS}}_{h\text{ tane S}}0/a'',a'\}>$$

(Bu arada bu tümcenin ~G'den farkını bulabilir misiniz?) Onu belirtik olarak

göstermemin nedeni, bir Henkin tümcesinin kendi türetimi için tam bir tarif vermediğine işaret etmektir; sadece onun *varolduğunu* öne sürer. Onun iddiasının haklılandırılıp haklılandırılmadığım merak edebilirsiniz. Henkin tümceleri gerçekten türetimlere sahip midir? Onlar iddia ettikleri gibi teoremler midir? "Ben dürüstüm" diyen bir politikacıya inanmak gibi bir gerekliliğin olmadığını hatırlamak yararlı olabilir – dürüst olabilir, ama olmayabilir de. Henkin tümceleri politikacılardan daha mı güvenilirdir? Yoksa Henkin tümceleri, politikacılar gibi, idmanlı koşucu atlar üstünde atıp tutarlar mı?

Bu Henkin tümcelerinin değişmez bir şekilde doğru söylediği ortaya çıkmaktadır. Neden böyle olduğu aşikâr değildir; ama bu tuhaf olguyu ispatsız kabul edeceğiz.

Örtük Karşısında Belirtik Henkin Tümceleri

Bir Henkin tümcesinin kendi türetimi hakkında hiçbir şey söylemediğinden bahsettim; sadece varolduğunu önesürer. Henkin tümceleri üstünde bir çeşitleme yapmak mümkündür – açık söylersek, kendi türetimlerini *belirtik olarak betimleyen* tümceler. Böylesi bir tümcenin üst-düzey yorumu, "Benim bir Türetimim Olan bir Diziler Ardışımı Vardır," değil, ama daha çok şudur, "Burada-betimlenen Diziler Ardışımı ... Benim Bir Türetimimdir" şeklindedir. İlk tümce tipine *örtük* Henkin tümcesi diyelim. Yeni tümcelere *belirtik* Henkin tümceleri denecektir, çünkü onlar kendi türetimlerini belirtik olarak betimlerler. Örtük kardeşlerinin tersine, belirtik Henkin tümcelerinin *teorem olmasının gerekmediğini* not edelim. Aslında kendi türetiminin 0 = 0 tek dizisinden –0 = 0 herhangi bir şeyin türetimi olmadığından yanlış bir önermedir bu– meydana geldiğini öne süren bir dizi yazmak oldukça kolaydır. Bununla birlikte bir teorem olan belirtik bir Henkin tümcesi yazmak da mümkündür – yani kendi türetimi için bir tarif veren bir tümce.

Henkin Tümceleri ve Kendini Kurma

Belirtik ve örtük Henkin tümceleri arasındaki bu ayrımı gündeme getirmemin sebebi bunun virüs tipleri arasındaki önemli bir ayrıma çok güzel bir şekilde tekabül etmesidir. "Tütün-mozaik virüsleri" denilenler gibi, *kendini kuran* virüsler vardır; sonra, şu bizim gözdemiz T-çifleri gibi, *kendini kurmayan* diğerleri vardır. Peki bu ayrım nedir? Bu örtük ve belirtik Henkin tümcelerinin tam bir benzeridir.

Kendi kendini kuran bir virüsün DNA'sı, yalnızca yeni bir virüsün *parçalarını* kodlarken, hiçbir *enzim* kodlamaz. Parçalar üretildiğinde, sinsi virüs hiçbir enzimden yardım almadan onların birbirlerine bağlanması için yalnızca onların kendisine dayanır. Böylesi bir işlem, bir hücrenin zengin kimyasal bulamacında yüzen parçaların birbirleri arasındaki kimyasal ilgilere bağlıdır. Yalnızca virüsler değil, ama –ribozomlar gibi– bazı organeller de bir araya gelirler. Bazen enzimlere gerek duyulabilir – ama bu durumlarda onlar konukçu hücreden alınarak köleleştirilirler. Kendini-kurmayla kastedilen budur.

Buna karşıt olarak, T-çifleri gibi, daha karmaşık virüslerin DNA'sı yalnızca parçaları değil, ama buna ek olarak parçaların bir bütün içinde bir araya gelmesinde özel roller oynayan çeşitli enzimleri de kodlar. Bir araya gelme işlemi kendiliğinden değildir, ama "makineleri" gerektirir, bu virüsler kendi kendini kuran virüsler olarak ele alınamaz. Öyleyse kendini kuran ve kendini kurmayan birimler arasındaki ayrımın özü, birincisinin kendinin-üretilmesini, inşası hakkında hücreye herhangi bir şey söylemeden başarırken, ikincisinin kendisinin nasıl kurulacağına ilişkin *komutlara* gerek duymasıdır.

Şimdi, örtük ve belirtik Henkin tümceleriyle olan koşutluk oldukça açık olmalıdır. Örtük Henkin tümceleri kendini-ispatlayan, ama ispatları hakkında hiçbir şey söylemeyen tümcelerdir –onlar kendini-kuran virüslerin benzeşiğidir; belirtik Henkin tümceleri kendi ispatlarının kuruluşunu yönetirler – kendi kopyalarının bir araya getirilmesinde konukçu hücrelerini yönlendiren daha karmaşık virüslerin benzeşiğidir.

Virüsler kadar karmaşık olan kendini-kuran biyolojik yapılar kavramı karmaşık kendini-kuran makineler imkânını da ortaya çıkarır. Uygun destekleyici çevre içine yerleştirildiğinde karmaşık bir makineyi oluşturacak şekilde kendiliğinden bir araya gelen bir parçalar topluluğunu düşünün. Umulmaz, ama bu tütün mozaik virüsünün kendini-kurma yoluyla kendini-üretme yöntemi işlemini betimlemenin oldukça doğru bir yoludur. Organizmanın (veya makinenin) bütün biçimlenişinin bilgisi parçalarına yayılmıştır; tek bir yerde yoğunlaşmamıştır.

Bu kavram bizi *Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri*'nde görüldüğü gibi, tuhaf yönlere götürebilir. Orada Yengeç'in, kendini-kurma bilgisinin tek bir yerde yoğunlaştırılması yerine çevreye dağıtılması fikrini nasıl kullandığını gördük. Onun umudu bunun, yeni gramafonlarım, Tosbağa'nın gramafon-kırma yöntemi karşısında yenik düşmesini önleyebileceğiydi. Ne yazık ki, tıpkı en incelikli ilksav şemasında olduğu gibi, dizge bütünüyle inşa edilip kutulandığı anda, onun bu iyi-tanımlanmışlığı onu yeterince akıllı bir "Gö-

delleyici"nin yıkıcı etkisine maruz hale getirir; ve Yengeç tarafından anlatılan hazin öykü işte buydu. Görünürdeki saçmalığına rağmen, Diyalogun fantastik senaryosu, hücrenin tuhaf, gerçeküstü dünyasında gerçeklikten çok da uzak değildir.

İki Önemli Sorun: Farklılaşma ve Morfogenez

Kendini-kurma hücrelerin belli altbirimlerinin ve belli virüslerin inşa edilme yolu olabilir – ama ya bir filin veya bir örümceğin gövdesi ya da bir Venüs sinek-kapanın şekli gibi en karmaşık makroskobik yapılarda durum nedir? Bir kuşu beynine eve dönme içgüdüleri ya da bir köpeğin beynine avlanma içgüdüleri nasıl yerleştirilir? Kısacası DNA yalnızca hücrelerde hangi proteinlerin üretileceğini dikte ederek makroskobik canlı nesnelerin bütün yapısı ve işlevi üzerinde böylesine göz kamaştırıcı, kesin bir denetimi nasıl kurar? Burada iki ayrı ana problem vardır. Biri, *hücresel farklılaşma* sorunudur: tamamıyla aynı DNA'yı paylaşan – böbrek hücresi, kemik iliği hücresi ve beyin hücresi gibi farklı hücreler nasıl olur da farklı rolleri yerine getirirler? Öteki problem ise *morfogenez* ("biçimin doğuşu") problemidir: yerel düzeydeki hücrearası iletişim nasıl olur da – bedenin değişik organları, yüzün şekli, beynin altorganları ve bunlar gibi büyük ölçekli, genel yapıların ve organizasyonların ortaya çıkmasını sağlar? Hem hücresel farklılaşma hem de morfogenez günümüzde çok az anlaşılmasına karşın, püf noktasının, bir hücreye çeşitli proteinlerin üretiminin ne zaman "açılacağını" ve "kapanacağım" söyleyen hücrelerin içindeki ve hücreler arasındaki ince-ayarlı "geribeslem" ve "ileribeslem" mekanizmalarında yattığı görünmektedir.

Geribeslem ve İleribeslem

*Geri*beslem, hücrede istenilen bir madde çok fazla veya çok az olduğu zaman olur: o zaman hücre, bu maddeyi monte eden üretim hattını bir biçimde düzenlemelidir. *İleri*beslem de, montaj hattının düzenlenmesini gerektirir, ama mevcut son ürünün miktarına göre değil: daha çok, bu montaj hattının son ürününün *öncüsünün* [prekürsor] miktarına göre. *Negatif* ileribeslem veya geribeslem yapabilmek için iki ana aygıt vardır. Bir yol ilgili enzimlerin yapabilecekleri şeyleri engellemektir – yani onların aktif bölgelerini "tıkamak"tır. Buna *engelleme* denir. Öteki yol ilgili enzimlerin imal edilmesini önlemektir! Buna *baskılama* [represyon] denir. Kavramsal olarak engelleme ba-

sittir: yalnızca montaj hattındaki ilk enzimin aktif bölgesini bloke edersiniz ve tüm sentezleme işlemi durur.

Represörler ve İndükleyiciler

Baskılama daha karışıktır. Bir hücre bir geni ifade edilmekten nasıl alıkoyar? Bunun yanıtı şudur: onun transkripsiyonunu engeller. Bu onun RNA polimerazın işini yapmasını engellemek zorunda olduğu anlamına gelir. Bu onun yoluna, DNA boyunca, tam olarak hücrenin kaydedilmesini istemediği genin önüne dev bir engel koyularak başarılabilir. Böylesi engeller vardır ve bunlara *baskılayıcılar* [represörler] denir. Bunların kendileri proteindir ve DNA'nın *operatör* denilen (neden böyle dendiğini bilmiyorum) özel engel-tutma bölgelerine bağlanırlar. O halde operatör hemen onu takip eden genin (veya genlerin) kontrol bölgesidir: bu genlere *operon* denir. Uzun bir kimyasal dönüşümün yerine getirilmesi esnasında bir dizi enzim genellikle birlikte hareket ettiği için onlar sıklıkla sıralı olarak kodlanırlar; operatörlerin sıklıkla yalnızca bir tane değil de birkaç gen içermesinin sebebi budur. Bir operonun başarıyla baskılanmasının sonucu bütün bir genler serisinin transkripsiyonunun engellenmesidir, bu da bütün bir ilgili enzimler kümesinin sentezlenmeden kalması anlamına gelir.

Peki ya *pozitif* geribeslem ve ileribeslemde ne olur? Burada yine iki seçenek vardır: (1) Tıkanmış enzimleri açmak ya da (2) ilgili operonun baskılanmasını durdurmak. (Doğanın çifte-değillemeye ne kadar *düşkün* göründüğüne dikkat! Muhtemelen bunun derin bir sebebi vardır.) Baskılamanın aracılığıyla baskılandığı düzenek *indükleyiciler* denilen bir moleküller sınıfını icap ettirir. İndükleyicinin rolü basittir: bir DNA molekülündeki bir operatöre bağlanma fırsatı bulamadan önce baskılayıcı proteinle birleşir; bunun sonucunda ortaya çıkan "baskılayıcı-indükleyici kompleksi" bir operatöre bağlanma yeteneğinden yoksundur ve böylece bu, birleşik operonun mRNA'ya kaydedilme ve takiben proteine tercüme edilmesi için kapıyı açık bırakır. Sıklıkla son ürün veya son ürünün öncüsü indükleyici olarak hareket edebilir.

Geribeslem ve Garip Döngüler Karşılaştırması

Bu arada, engelleme ve baskılama işlemlerinde olduğu gibi, basit geribeslem türleri ile Merkezi Dogmaharitasında görülen farklı bilgi düzeyleri arasındaki geri-döngülemeyi birbirinden ayırt etmenin tam zamanıdır. Bir bakı-

ma bunların ikisi de "geribeslem"dir; ama ikincisi birincisinden çok daha derindir. Triptofan veya izolösin gibi bir amino asit, daha fazla yapılacağı şekilde baskılayıcısına bağlanarak (indükleyici biçimde) geribeslem olarak etkide bulunduğunda, kendisinin *nasıl* kurulacağını söylemez; yalnızca enzimlere ondan daha fazla yapmalarını söyler. Bu, bir dinleyicinin kulağına verildiğinde sesinin alçaltılıp yükseltilmesine neden olan bir radyo sesiyle karşılaştırılabilir. Bu, radyo istasyonunun size belirtik olarak radyonuzu açmanızı veya kapamanızı ya da başka bir dalga boyuna ayarlamanızı – hatta bir başka radyoyu nasıl yapabileceğinizi – söylemesinden bütünüyle farklı bir durumdur. Bu sözü edilen durumlar daha çok bilgi düzeyleri arasında geri-döngüleme yapmaya benzer, çünkü burada radyo sinyalinin içindeki bilginin "kodu çözülür" ve zihinsel yapılara çevirilir. Radyo sinyali, simgesel anlamı önemli olan simgesel ögelerden meydana gelir – anmadan çok kullanma durumu. Öte yandan ses sadece çok yüksek olduğunda, simgeler anlam iletmezler; yalnızca yüksek sesler olarak algılanırlar ve anlamdan yoksun da olabilirler – kullanmadan çok anma durumu. Bu durum, aracılıklarıyla proteinlerin kendi sentezlenme oranlarını düzenledikleri geribeslem döngülerine benzer.

Tamamıyla aynı genotipi paylaşan, ama farklı farklı işlevlere sahip iki komşu hücre arsındaki fark onların genomunun farklı bölütlerinin baskılandığı ve bundan dolayı onların proteinlerinin farklı *çalışma kümelerine* sahip olduğu, şeklinde kuramsallaştırılmıştır. Bunun gibi bir hipototez, bir insanın bedeninin farklı organlarındaki hücreler arasındaki görüngüsel farkları açıklayabilir.

İki Basit Farklılaşma Örneği

Bir ilk hücrenin, özel işlevlere sahip birçok farklılaşmış hücrenin ortaya çıkmasını sağlayacak şekilde tekrar tekrar kopyalanması süreci, her bir katılımcıdan mesajı sadık biçimde nakletmesi yanı sıra fazladan kişisel bir değişimde de bulunmasının istendiği bir mektup zincirinin yayılmasına benzetilebilir. Sonunda birbirinden son derece farklı mektuplar ortaya çıkacaktır.

Farklılaşmanın bir diğer örneği, farklılaşan bir self-repin son derece basit bir bilgisayar benzeşimiyle sağlanır. Yukarı-aşağı anahtarı tarafından kontrol edilen ve bir içsel N parametresine –bir doğal sayı– sahip çok kısa bir programı ele alalım. Bu program iki modda –yukarı-modu ve aşağı-modu– çalışabilir. *Yukarı*-modunda çalıştığında –"türetik"inin içsel parametresini kendindekinden bir büyük yapması dışında– bilgisayarın belleğinin bir sonraki par-

çasına kendini-kopyalar. *Aşağı*-modunda çalıştığı zaman self-rep yapmaz, ama bunun yerine

$$(-1)^N/(2N+1)$$

sayısını hesaplar ve onu cari toplama ekler.

Başlangıçta bellekte programın bir kopyası olduğunu, $N = 0$ ve modun yukarda olduğunu varsayalım. Sonra program $N = 1$ olarak bellekteki bir sonraki kapıda kendini kopyalayacaktır. İşlemi yineleyerek yeni program $N = 2$'ye sahip bir kopyayla kendisini bir sonraki kapıda yeniden üretecektir. Ve bu tekrar tekrar ... yinelenecektir. Bunun sonucunda bellek içinde çok büyük bir program gelişir. Bellek dolduğunda işlem durur. Bu durumda bütün bellek, birçok benzer, ama farklılaşmış modüllerden – veya "hücreler"den meydana gelen bir *büyük* programla dolmuş olarak görülebilir. Şimdi aşağı modunu çevirdiğimizi ve büyük programı yürüttüğümüzü varsayalım. Ne olur? Birinci "hücre" çalışır ve 1/1'i hesaplar. İkinci "hücre" çalışır –1/3'ü hesaplar ve onu önceki sonuca ekler. Üçüncü "hücre" çalışır, +1/5'i hesaplayarak onu ... Son sonuç olarak bütün "organizma" –büyük program– büyük bir sayıda terimden oluşan (bellek içine yerleştirilebilen "hücreler" kadar çok) şu toplamı hesaplar:

$$1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + 1/13 - 1/15 + \ldots$$

Ve bu dizi (yavaşça olsa da) $\pi/4$'e yakınsadığından, işlevi ünlü bir matematiksel sabitin değerini hesaplamak olan bir "fenotip"e sahibiz.

Hücrede Düzeylerin Karışması

Umarım, transkripsiyon ve tercüme yanı sıra etiketlendirme, kendini-kurma, farklılaşma, morfogenez gibi işlemlerin betimlenmeleri, bir hücre olan – bazı çarpıcı yeni özelliklere sahip bir bilgi işlem dizgesi– son derece karmaşık dizge kavramının anlamının iletilmesine yardımcı olmuştur. Merkezi Dogma-haritası'nda program ve veri arasında açık bir sınır çizgisi çizmeye çalışmamıza karşın, bu ayrımın bir bakıma keyfi olduğunu gördük. Bu düşünce çizgisini biraz daha ileri taşıdığımızda, yalnızca *program* ve *verinin* karmaşık bir şekilde içiçe örülmüş olduğunu değil, ama programların *yorumlayıcısı*, fiziksel *işlemci* ve hatta *dilin* de bu kaynaşmaya dahil olduğunu buluruz. O halde sınırlar çizmek ve düzeyleri ayırmak (bir dereceye kadar) mümkün olsa da, düzey-kesişimlerini ve karışmalarını tanımak da bir o kadar önemli – ve büyüleyicidir. Bunun bir örneği, biyolojik dizgelerde, self-rep için bütün ge-

rekli özelliklerin (yani dil, program, veri, yorumlayıcı ve işlemcinin) hepsinin eşanlı olarak kopyalanarak çoğaltılacağı derecede işbirliği yapması şeklinde ortaya çıkan şaşırtıcı olgudur – bu biyolojik self-rep'lemenin insanlar tarafından bu yönde tasarlanmış her şeyden daha derin olduğunu gösterir. Örneğin bu bölümün başında sergilenen self-rep programı üç dışsal yönün ön-varlığını varsayar: bir dil, bir yorumlayıcı ve bir işlemci ve bunları kopyalayarak çoğaltmaz.

Bir hücrenin altbirimlerinin bilgisayar biliminin terimleriyle sınıflandırılabileceği çeşitli yolları özetlemeye çalışalım. Birinci olarak DNA'yı alalım. DNA, hücrenin etkin failleri olan proteinlerin yapımının bütün bilgisini içerdiğinden, sonradan hücrenin "makine dili"ne (proteinler) çevrilen (veya yorumlanan) bir üst-düzey dilde yazılmış bir *program* olarak görülebilir. Öte yandan DNA'nm kendisi değişik türde enzimlerin güdümüne maruz kalan edilgin bir moleküldür; bu anlamda bir DNA molekülü tam olarak uzun bir *veri* parçası gibidir de. Üçüncü olarak DNA, tRNA "dil kartları"nm taşıdığı kalıpları içerir, bu DNA'nın kendi üst-düzey *dilinin* tanımını da içerdiği anlamına gelir.

Proteinlere geçelim. Proteinler etkin moleküllerdir ve hücrenin bütün işlevlerini yerine getirirler; o halde onları (hücrenin kendisi işlemci olmak üzere) hücrenin "makine dili"ndeki *programlar* olarak düşünmek oldukça uygundur. Öte yandan proteinler donanım ve programların çoğu yazılım olduğu için, belki de proteinleri *işlemciler* olarak düşünmek daha yerinde olur. Üçüncü olarak, proteinlerin üzerinde genellikle diğer proteinler işlem yapar, bu da proteinlerin genellikle *veri* olduğu anlamına gelir. Son olarak proteinler *yorumlayıcılar* olarak görülebilir; bu DNA'yı bir üst-düzey dil programlarının toplamı olarak görmeyi icap ettirir, bu durumda enzimler yalnızca DNA kodunda yazılmış programları icra etmektedir, bu da proteinlerin yorumlayıcılar olarak hareket etmeleri demektir.

Sırada ribozomlar ve tRNA molekülleri var. Onlar DNA'da proteinlere yapılan çeviriye aracılık ederler; bu, bir programın üst düzey bir dilden bir makine diline çevrilmesiyle karşılaştırılabilir; bir başka deyişle ribozomlar *yorumlayıcılar* olarak iş görürken tRNA molekülleri üst-düzey *dilin* tanımını sağlarlar. Ama alternatif tercüme görüşünde, ribozomlar *işlemcilerken*, tRNA'lar *yorumlayıcılardır*.

Bütün bu biyomoleküller arasındaki karşılıklı ilişkilerin analizinde yalnızca yüzeyi kazıdık. Gördüğümüz şey doğanın, *bizim* çok ayrı olarak görme eğiliminde olduğumuz düzeyleri karıştırmada çok rahat olduğudur. Aslında

bilgisayar biliminde, bir bilgi-işlem dizgesinin bütün bu görünürdeki ayrı yönlerini birbirine karıştırma gibi zaten görünür bir eğilim vardır. Bu genellikle bilgisayar dili tasarımının ön sıralarında yer alan Yapay Zekâ araştırmalarında özellikle böyledir.

Yaşamın Kökeni

Yazılım ve donanımın bu inanılmaz derecede karışık bir şekilde birbirine kenetlenmiş parçalarını öğrenince sorulacak doğal ve temel bir soru şudur: "Bunlar ilk önce nasıl başladı?" Bu gerçekten sersemletici bir şeydir. Bir tür önyükleme işleminin meydana geldiğinin hayal edilmesi gerekir, yeni bilgisayar dillerinin geliştirilmesinde kullanılan gibi bir şey – ama basit moleküllerden bütün hücrelere yükselme insanın hayal gücünün ötesindedir. Yaşamın kökeni üstüne değişik kuramlar vardır. Bunların hepsi bütün soruların anası olan şu soru karşısında tökezlemektedir: "Tercüme mekanizmaları (ribozomlar ve tRNA) ile birlikte Genetik Kod nasıl ortaya çıktı?" Bir süre için kendimizi bu sorunun yanıtından çok üzerimizde bıraktığı merak ve huşu duygusuyla oyalayacağız. Belki de bu merak ve huşu duygusunu yaşamak bir yanıt bulmaktan daha tatmin edicidir – en azından bir süre için.

Magnifiyengeç, Gerçekten[*]

Bahardır ve Tosbağa ve Akhilleus ormanda bir pazar gezintisine çıkarlar. Doruğunda her türden nefis hamur işlerinin yapıldığı harika bir çayevinin bulunduğu söylenen bir tepeye tırmanmaya karar verirler.

Akhilleus: Vay be vay! Eğer bir yengeç –

Tosbağa: Eğer bir yengeç??

Akhilleus: Diyordum ki, eğer bir yengeç zeki olsaydı bu kesinlikle ortak dostumuz Yengeç olurdu. Yeryüzündeki her yengeçten en az iki kat daha zeki. Ya da belki de yeryüzündeki her yengeçten üç kat daha zeki. Ya da belki de –

Tosbağa: Aman canım! Yengeç'i amma da yücelttin!

Akhilleus: Şey, ben yalnızca onun bir hayranıyım...

Tosbağa: Özür dilemen gerekmez. Ben de ona hayranım. Yengeç-hayranlarından söz etmişken, sana Yengeç'in geçenlerde aldığı tuhaf hayran mektubundan söz etmiş miydim?

Akhilleus: Buna inanmıyorum. Kim göndermiş?

Tosbağa: Hindistan'dan gönderilmiş, ikimizin de daha önce hiç duymadığı birinden – Bay Najunamar diye biri sanırım.

Tosbağa: Bay Yengeç'i hiç tanımayan biri niye ona mektup göndersin ki – üstelik adresini nereden bulmuşlar?

Akhilleus: Her kimse, görünüşe bakılırsa Yengeç'in matematikçi olduğunu sanıyor. Mektupta sayısız sonuç vardı, hepsi de – Aa, gördün mü! İti an çomağı hazırla! İşte Bay Yengeç tepeden aşağı iniyor.

Yengeç: Hoşça kalın! Sizinle yeniden sohbet etmek güzeldi. Şey, sanırım bu kadar yeter. Ama tıka basa yedim – bir parça yiyecek halim kalmadı! Ben daha önce de gelmiştim – pek övülen bir yer. Siz tepenin üstündeki çayevine daha önce gelmiş miydiniz? Nasılsın Akhilleus? Ah, Akhilleus geliyor. Merhaba, merhaba. Aa, bu Bay T değil mi!

Tosbağa: Merhaba Bay Y. Doruktaki çayevine mi gidiyorsun?

Yengeç: Evet, gerçekten de öyle; nasıl tahmin ettin? Onların özel pötifurlarım – nefis çöreklerini dört gözle bekliyorum. Öyle açım ki, bir kurbağayı yiyebilirim. Ah, işte Akhilleus. Nasılsın Akhilleus?

---

[*] Magnificat'den sözcük oyunu –çn.



Şekil 104. *Castrovalva*, M. C. Escher (taşbaskı, 1930).

Akhilleus: Daha iyisi can sağlığı!

Yengeç: Harika! Sohbetinizi bölmeyeyim. Ben sessizce ardınızdan gelirim.

Tosbağa: Ne garip, ben de tam senin birkaç hafta önce şu Hintliden aldığın gizemli mektuptan söz ediyordum – ama şimdi burada olduğuna göre Akhilleus öyküyü birinci ağızdan dinleyebilir.

Yengeç: Şey, öykü şöyle. Bu Najunamar görünüşe bakılırsa matematik alanında hiçbir formel eğitim almamış ve yeni matematiksel doğruların türetiminde tamamıyla kendine özgü yöntemler kullanmış. Kimi keşifleri beni

darmadağın etti; daha önce bunlara benzer hiçbir şey görmemiştim. Örneğin 1729 ayrı renk kullanarak yaptığı bir Hindistan haritası vardı.

Akhilleus: 1729 mu! 1729 mu dedin?

Yengeç: Evet– neden soruyorsun?

Akhilleus: Şey, 1729 çok ilginç bir sayı, biliyorsun.

Yengeç: Gerçekten. Daha önce fark etmemiştim.

Akhilleus: Özellikle bu sabah Bay Tosbağa'ya geldiğim taksinin numarası da 1729 idi!

Yengeç: Ne ilginç! Yarın sabah Bay Tosbağa'ya geleceğin tramvay arabasının numarasını da bana söyleyebilir miydin?

Akhilleus (bir an düşündükten sonra): Bu benim için çok açık değil; ama çok büyük olacağını sanıyorum.

Tosbağa: Bu konularda Akhilleus'un harika bir sezgisi vardır.

Yengeç: Evet. Dediğim gibi, Najunamar mektubunda her çift asal sayının iki tek sayının toplamı olduğunu ve şu denklemin pozitif tamsayılarda hiçbir çözümü olmadığını da ispatlamıştı

$$a^n + b^n = c^n, \; n = 0 \text{ için}$$

Akhilleus: Ne? Matematiğin bütün bu klasikleri bir çırpıda çözüldü mü? Bu adam birinci sınıf bir dahi olmalı!

Tosbağa: Ama Akhilleus– azıcık olsun kuşku duymuyor musun?

Akhilleus: Ne? –Ah, evet– kuşku. Elbette duyuyorum. Bay Yengeç'in böyle bir mektup aldığına inandığımı düşünmüyorsun, değil mi? Öyle her önüme gelene inanmam. O zaman mektubu alan SEN olmalısın Bay T!

Tosbağa: Ah, hayır Akhilleus, mektubu Bay Y'nin aldığı kısmı tamamen doğru. Benim kastettiğim, mektubun içeriği konusunda kuşku duymuyor musun – aşırı iddiaları konusunda?

Akhilleus: Neden duyayım ki? Hmm... şey, elbette duyuyorum. Şimdiye değin ikinizin de anlamış olacağı gibi ben çok kuşkucu biriyimdir. Ne kadar doğru ya da ne kadar yanlış olması hiç önemli değil, beni bir şeye inandırmak çok zordur.

Tosbağa: Çok güzel ifade ettin Akhilleus. Kendi zihinsel işleyişlerinin farkında olman kesinlikle birinci sınıf.

Akhilleus: Hiç aklınıza Najunamar'ın bu iddialarının yanlış olabileceği geldi mi dostlarım?

Yengeç: İçtenlikle Akhilleus, tutucu ve inançlarına sadık biri olmam nedeniyle, mektubu ilk aldığımda tam da bu konuda biraz kaygı duydum. Aslın-

da başta tam bir sahtekârlıkla karşı karşıya olduğumdan kuşkulandım. Ama bir daha düşününce, çoğu insanın böyle tuhaf gelen ve karmaşık sonuçları yalnızca hayal gücünden üretemeyecekleri sonucuna vardım. Gerçekten de geriye şu soru kalıyordu: "Daha çok hangisine benziyor: olağanüstü maharetlere sahip bir şarlatan mı yoksa büyük bir dehaya sahip olan bir matematikçi mi?" Ve çok geçmeden, olasılıkların açıkça birincisini gösterdiğini fark ettim.

Akhilleus: Peki, şaşırtıcı iddialarının hiçbirini doğrudan kontrol etmedin mi?

Yengeç: Niye edeyim ki? Olasılık düşüncesine dayanan uslamlamam şimidiye dek düşünmüş olduğum en inandırıcı şeydi; hiçbir matematiksel ispat onun yerini tutamazdı. Ama Bay T kesin olmam konusunda ısrarcı davrandı. Sonun da ben de onun ısrarına yenildim ve Najunamar'ın bütün sonuçlarını kontrol ettim. Şaşkınlıklar içinde her birinin doğru olduğunu gördüm. Bunları nasıl keşfettiğini asla öğrenemeyeceğim yine de. Bizim burada, Batıda asla sezemeyeceğimiz şaşırtıcı ve esrarlı bir Doğulu sezgisine sahip olmalı. Şu anda bu konuyu açıklamada benim için bir anlam ifade eden tek kuram bu.

Tosbağa: Bay Yengeç gizemli, düşsel açıklamalara karşı her zaman benden biraz daha fazla kuşkucu olmuştur. Najunamar'ın kendi yöntemiyle yaptığı her şeyin ortodoks matematiğin içinde tam bir karşılığının olduğuna inanıyorum. Bana göre, bugün bildiğimizden temelde farklı matematik yapmanın yolu yok.

Akhilleus: İlginç bir görüş. Sanırım bunun Church-Turing Tezi ve bağıntılı konularla bir ilişkisi var.

Yengeç: Ah, böyle güzel bir günde bu teknik konuları bir yana bırakalım ve ormanın sessizliğinin, kuş cıvıltılarının ve taze yapraklar ve tomurcukların üstünde güneş ışığının oynadığı oyunların tadını çıkaralım. Hey!

Tosbağa: Güzel bir öneri. Ne de olsa bütün Tosbağa kuşakları doğanın böylesi güzellikleriyle coşmuşlardır.

Yengeç: Bütün Yengeç kuşakları gibi.

Akhilleus: Flütün yanında değil mi Bay Y?

Yengeç: Tabii ki yanımda! Onu her yere götürürüm. Bir iki ezgi dinlemek ister miydiniz?

Akhilleus: Bu pastoral dekorda ne büyük bir zevk olurdu. Ezbere çalabilir misin?

Yengeç: Söylemesi üzücü, ama bu beni aşar. Notadan okumam gerek. Ama sorun değil. Bu kutuda çok hoş birkaç tane parça var.

(İnce bir kutuyu açar ve içinden birkaç tane kâğıt parçası çıkarır. Üstteki-nin üzerinde şu simgeler vardır:

$$\forall a: \sim Sa = 0$$

Üstteki sayfayı küçük bir tutaçla flütüne tutturur ve çalar. Ezgi çok kısa-dır.)

Akhilleus: Büyüleyiciydi. *(Flütün üstündeki sayfaya göz atar ve yüzünü tu-haf bir ifade kaplar).* Flütüne tutturulmuş bu sayı kuramı önermesinin ne işi var burada?

(Yengeç flütüne bakar, sonra nota kâğıdına, başını dört bir yana çevirir ve zihni karışmış gibi görünür.)

Yengeç: Anlamıyorum. Hangi sayı kuramı önermesi?

Akhilleus: "Sıfır hiçbir doğal sayının ardılı değildir." Hemen şurada, flütünün tutacında!

Yengeç: O üçüncü Piyano Koyutu. Bunlardan beş tane var ve ben hepsini flüt için düzenledim. Apaçıklar, ama aldatıcılar.

Akhilleus: Benim için açık olmayan, bir sayı-kuramsal önermenin müzik ola-rak nasıl çalmabildiği.

Yengeç: Ama ısrar ediyorum, bu sayı-kuramsal bir önerme DEĞİL – bir Piya-no Koyutu! Bir tane daha dinlemek ister miydin?

Akhilleus: Seve seve.

(Yengeç flütünün üstüne bir diğer kâğıt parçasını koyar ve Akhilleus bu kez daha dikkatle izler.)

Gözlerini izledim, sayfadaki o TAMDEYİM'e bakıyorlardı. Bunun müzikal bir yazılış biçimi olduğundan emin misin? Sayı kuramının biçimselleştir-miş bir versiyonunda kullanılabilecek yazılış biçimine çok daha fazla ben-zediğine yemin ederim.

Yengeç: Ne tuhaf! Ama bu tabii ki müzik, söyleyebileceğim kadarıyla hiçbir matematik önerme türüne girmiyor! Elbette ben sözcüğün hiçbir anlamın-da matematikçi değilim. Bir başka ezgi dinlemek ister miydin?

Akhilleus: Ona ne şüphe. Başka da var mı?

Yengeç: Yığınla.

(Yeni bir sayfa alır ve flütüne tutturur. Aşağıdaki simgeleri içerir:

$$\sim\exists a:\exists b: (Ssa \cdot SSb) = SSSSSSSSSSSSS0$$

Yengeç çalarken Akhilleus ona göz atar.)

Hoş değil mi?

Akhilleus: Evet, kesinlikle hoş tmılı bir parçacık. Ama bana giderek daha çok sayı kuramı gibi geldiğini söylemeliyim.

Yengeç: Tanrım! Bu benim her zamanki müzik yazılış biçimimden başka bir şey değil. Seslerin böylesine doğrudan temsillerinde bütün bu müzik dışı yan anlamları nasıl okursun bilmiyorum.

Akhilleus: Zahmet olmazsa benim kendi bestelerimden birini çalabilir miydin?

Yengeç: Lafı mı olur. Yanında mı?

Akhilleus: Henüz değil, ama kendi kendime bazı ezgiler besteleyebileceğim yolunda bir önsezim var.

Tosbağa: Bay Yengeç'in başkalarının bestelediği müziğe karşı acımasız bir eleştirmen olduğunu sana söylemeliyim Akhilleus, onun için, olur a, senin çabalarından etkilenmezse düş kırıklığına uğrama.

Akhilleus: Beni önceden uyarman çok ince bir davranış. Yine de bir denemede bulunmayı istiyorum...

(Şunları yazar:

$$((SSS0 \cdot SSS0) + (SSSS0 \cdot SSSS0)) = (SSSSS0 \cdot SSSSS0)$$

Yengeç bunu alır, bir an bakar, sonra müzik tutacına yerleştirir ve çalar.)

Yengeç: Oldukça iyi Akhilleus. Tuhaf ritimlerden hoşlanırım.

Akhilleus: Bu parçadaki ritimlerin neresi tuhaf?

Yengeç: Ah, besteci olarak sana çok yumuşak gelmeleri doğal, ama benim kulağım için 3/3'lük ritimden 4/4'e sonra da 5/5'e geçmek çok alışılmamış bir durum. Başka şarkıların varsa onları da çalmak hoşum giderdi.

Akhilleus: Çok teşekkür ederim. Daha önce hiçbir şey bestelememiştim ve beste yapmanın benim düşlediğimden çok farklı bir şey olduğunu söylemeliyim. Bir tane daha deneyeyim. *(Bir satır yazar.)*

$$\sim\exists a{:}\exists b{:}\,(SSa \cdot SSb) = SSSSSSSSSSSSSS0$$

Yengeç: Hmmm... Bu benim daha önceki parçamın kopyası değil mi?

Akhilleus: Ah, hayır! Ben bir S daha ekledim. Senin dizinde onüç tane vardı, benimkinde ondört tane var.

Yengeç: Ah, evet. Tabii ya. *(Bunu da çalar, çok sinirlenmiş görünmektedir.)*

Akhilleus: Umarım parçam hoşuna gitmiştir!

Yengeç: Korkarım ki Akhilleus model aldığın parçamın inceliklerini yakala-

makta tamamıyla başarısızsın. Ama bunu ilk dinleyişte anlamanı senden nasıl bekleyebilirim ki? Güzelliğin kökeninde yatanın ne olduğu her zaman anlaşılmıyor. Bir parçanın güzelliğini saptarken onun yüzeysel görünüşlerine kapılma yanılgısına düşerek bu yönleri taklit etmek çok kolaydır, özellikle de güzelliğin kendisi analize izin vermeyecek şekilde müziğin derinliklerine gizlendiği zaman.

Akhilleus: Korkarım ki bu pek alimce yorumundan pek bir şey anlamadım. Parçamın senin yüksek standartlarına uymadığını anladım, ama tam olarak nerede yanlış yaptığımı anlamış değilim. Bestemde bulduğun hatanın ne olduğunu bana daha belirgin bir şekilde söyleyebilir misin?

Yengeç: Besteni kurtarmanın bir yolu Akhilleus, sona doğru olan uzun S'ler grubuna üç S daha eklemek –beş de olabilir– olabilir. Bu ustalıklı ve alışılmamış bir etki yaratır.

Akhilleus: Anladım.

Yengeç: Ama parçanı değiştirmek için seçebileceğin başka yollar da var. Şahsen ben, önüne bir tilde daha koymayı daha çekici bulurdum. O zaman başlangıç ile son arasında hoş bir denge olurdu. Ardı ardına iki tilde olması parçanın canlılığını asla kaybettirmez, biliyorsun.

Akhilleus: Her iki önerini de alır ve şu parçayı yaparsam ne olur?

$$\sim\exists a{:}\exists b{:}\,(SSa \cdot SSb) = SSSSSSSSSSSSSSSS0$$

Yengeç (yüzünü acıyla buruşturur): Bak Akhilleus, şu dersi almak önemli: asla tek bir parçanın içine çok fazla şey koymaya çalışma. Her zaman daha fazla geliştirilemeyeceği bir nokta vardır ve daha fazla geliştirmeye çalışmak aslında onu yok edecektir. Bu örnekteki durum da böyledir. Benim her iki önerimi de birleştirme fikrin fazladan bir güzellik çıkarmaz, ama tersine, bütün büyüyü alıp götüren bir dengesizlik yaratır.

Akhilleus: Seninki gibi on üç S'li ve benimki gibi ondört S'li birbirine çok benzer iki parça nasıl oluyor da müzikal değerleri açısından sana bu kadar farklı görünüyor? Küçük bir fark dışında, ikisi özdeştir.

Yengeç: Hayret! Senin parçanla benimki arasında dünya kadar fark var. Belki bu da, sözcüklerin, ruhun hissettiğini aktarmakta yetersiz kaldığı bir yerdir. Gerçekten de bir parçayı neyin güzelleştirdiğini tanımlayan bir kurallar kümesi olmadığını söylemeye cesaret edebilirim ve bir kurallar kümesi asla varolmaz. Güzellik duyusu tamamen Bilinçli Zihinlerin alanıdır, yaşama deneyimiyle kurallar kümesine dayanılarak yapılan açıklamayı aşan, bir derinlik kazanmış zihinlerin.

Akhilleus: Güzelliğin doğasının bu parlak açığa kavuşturulmasını daima anımsayacağım. Sanırım benzer bir şey Doğruluk kavramına da uygulanabilir, değil mi?

Yengeç: Hiç kuşkusuz. Doğruluk ve Güzellik karşılıklı bir ilişki içindedir aynı– aynı–

Akhilleus: Aynı, matematik ve müziğin olduğu gibi mi?

Yengeç: Ah! Sözümü ağzımdan aldın! Ne düşündüğümü nereden bildin?

Tosbağa: Akhilleus çok akıllıdır Bay Y. Onun içgörü gücünü asla hafife alma!

Akhilleus: Belirli bir matematik önermesinin doğruluğu veya yanlışlığı ile benzer bir müzik parçasının güzelliği ya da çirkinliği arasında usauygun bir ilişki olabileceğini söyleyebilir misiniz? Yoksa bu, gerçeklikte hiçbir temeli olmayan benim geniş hayal gücümün bir kuruntusu mu?

Yengeç: Bana sorarsan, bu işi fazla ileri taşımak olur. Ben müzik ve matematiğin karşılıklı ilişkili olmasından söz ettiğim zaman çok mecazi bir biçimde söz ediyorum biliyorsun. Buna karşın belirli müzik parçaları ile belirli matematik önermeleri arasındaki doğrudan bir ilişkinin olanaklılığı konusunda çok ciddi kuşkularım var. Sana alçakgönüllülükle, zamanını böyle boş kurmacalarla harcamamanı öğütlerim.

Akhilleus: Kuşkusuz haklısın. Bir şeye yaramaz. Belki de yeni parçalar besteleyerek müzikal duyarlılığımı keskinleştirme üstünde yoğunlaşmalıyım. Bana kılavuzluk eder miydin Bay Y?

Yengeç: Müzikal anlayış yolunda atacağın adımlarda sana yardımcı olmak bana mutluluk verir.

(Böylece Akhilleus eline kalemi alır ve görünüşte kendini bütünüyle işine vererek yazar:

$$\wedge 00a\forall' \vee \sim \wedge \wedge : b+cS(\exists\exists = 0 \wedge \supset ((\sim d) < \vee (\forall S \cdot + (> \vee$$

Yengeç fazlasıyla şaşkın görünür.)

Gerçekten bu–bu–şeyi çalmamı mı istiyorsun?

Akhilleus: Ah, lütfen çal!

(Bunun üzerine Yengeç açıkça zorlanarak çalar.)

Tosbağa: Bravo! Bravo! Senin gözde bestecin John Cage mi Akhilleus?

Akhilleus: Aslında o benim gözde anti-bestecim. Her neyse, BENİM müziğimi beğendiğine sevindim.

Yengeç: Böyle tamamıyla anlamsız bet sesleri dinlemek ikinize eğlenceli gele-

bilir, ama sizi temin ederim ki, duyarlı bir besteci için böyle ıstırap edici, boş uyumsuz ve anlamsız ritimlerle karşılaşmak hiç de hoş değil. Akhilleus senin iyi müzik duygun olduğunu düşünmüştüm. İlk parçalarının değeri yalnızca tesadüf müydü?

Akhilleus: Ah, lütfen beni bağışla Bay Yengeç. Senin müzikal yazılış biçiminin sınırlarını keşfetmeye çalışıyordum. Belli tipte nota sekansları yazdığım zaman hangi tür seslerin ortaya çıkacağını ve çeşitli stillerde yazılmış parçaları nasıl değerlendirdiğini doğrudan öğrenmek istemiştim.

Yengeç: Haydaa! Ben yalnızca otomatik bir müzik makinesi değilim. Ne de müzikal süprüntüyü ayrıştıran bir çöp kutusuyum.

Akhilleus: Çok özür dilerim. Ama şu küçük parçayı yazmakla çok şey öğrendim gibi geliyor bana ve şimdi bunu denememiş olsaydım yazabileceğimden çok daha iyi müzik yazabileceğime inanıyorum. Eğer bir parçamı daha çalarsan, müzikal duyarlılığım konusunda daha iyi düşüncelere sahip olacağın konusunda çok umutluyum.

Yengeç: Tamam, pekâlâ. Yaz bakalım, sana bir şans daha vereceğim.

(Akhilleus yazar:

$$\forall a{:}\forall b{:}\langle (a \cdot a) = (SS0 \cdot (b \cdot b)) \supset a = 0 \rangle$$

ve Yengeç çalar.)

Hakkın varmış Akhilleus. Müzikal keskinliğini bütünüyle geri kazanmış gibi görünüyorsun. Bu küçük bir mücevher! Bunu nasıl besteledin? Hiç böyle bir şey duymadım. Armoninin bütün kurallarına uyuyor ve yine de belli bir – nasıl söylesem– irrasyonel çekiciliği var. Niye olduğunu tam olarak söyleyemem, ama tam da o nedenle hoşuma gitti.

Akhilleus: Bunu sevebileceğini düşünmüştüm.

Tosbağa: Buna bir ad koydun mu Akhilleus? Belki "Pythagoras'm Şarkısı" diyebilirsin. Anımsarsan Pythagoras ve yandaşları müzikal ses araştırmasında ilk sırayı almışlardı.

Akhilleus: Evet, doğru. Bu iyi bir ad olurdu.

Yengeç: Ayrıca iki karenin oranının asla 2'ye eşit olamayacağını ilk keşfeden de Pisagor değil miydi?

Tosbağa: Doğru. Zamanında gerçekten de uğursuz bir keşif olarak görülmüştü bu, çünkü daha önce hiç kimse tam sayıların oranları olmayan – 2'nin karekökü gibi– sayılar olduğunu fark etmemişti. Dolayısıyla keşif, sayıların soyut dünyasında beklenmedik ve acayip bir kusuru açığa vurduğunu hisseden Pythagorascıları da derinden rahatsız etti. Ama bunun Çindeki çayın ederiyle ne ilgisi var bilmiyorum.

Akhilleus: Çaydan söz etmişken, şu ilerideki çayevi değil mi?

Tosbağa: Evet, o. Birkaç dakikada orada oluruz.

Akhilleus: Hmm... Bu sabah taksi şoförünün radyosunda çalan havayı size ıslıkla çalmama yetecek kadar zaman var. Şöyleydi.

Yengeç: Dur bir dakika; kutumdan bir parça kâğıt alıp senin ezgini yazacağım. *(Kutusunun içinde aranır ve boş bir kâğıt bulur.)* Başla; hazırım.

(Akhileus ıslıkla oldukça uzun bir ezgi çalar ve Yengeç ona yetişmek için acele eder.)

Son ölçüleri bir daha çalabilir miydin?

Akhilleus: Elbette.

(Böyle birkaç tekrardan sonra parça tamamlanır ve Yengeç gururla çevriyazısını gösterir:

$$<((SSSSS0\cdot SSSSS0) + (SSSSS0\cdot SSSSS0)) = ((SSSSSSS0\cdot SSSSSSS0) + (S0\cdot S0))$$
$$\wedge\sim\exists b:<\exists c:(Sc+b) = ((SSSSSSS0\cdot SSSSSSS0) + (S0\cdot S0))\wedge\exists d:\exists d':\exists e:\exists e':$$
$$<\sim<d = e\vee d = e'>\wedge<b = ((Sd\cdot Sd) + (Sd'\cdot Sd'))\wedge b = ((Se\cdot Se) + (Se'\cdot Se'))>>>>$$

Sonra Yengeç'in kendisi çalar.)

Tosbağa: Alışılmamış bir müzik, değil mi? Bana biraz Hint müziği gibi geldi.

Yengeç: Ah, Hint müziği olmak için fazla basit bence. Ama bu konularda bildiğim incir çekirdeğini doldurmaz elbette.

Tosbağa: İşte çayevine geldik. Dışarıda, verandada oturalım mı?

Yengeç: Sizce bir sakıncası yoksa ben içeri girmeyi yeğlerim. Bugünlük yeterince günışığı aldım sanırım.

(Çayevinden içeri girerler ve hoş bir ahşap masaya otururlar, çay ve pasta sipariş ederler. Çok geçmeden tekerlekli bir tepside enfes görünümlü pasta ve çörekler gelir, hepsi de kendi gözdelerini seçerler.)

Akhilleus: Biliyor musun Bay Y, tam da şu anda kafamda bestelediğim parçayı nasıl bulacağını öğrenmek için can atıyorum.

Yengeç: Bana gösterebilir misin? Şuraya, peçetenin üstüne yaz.

(Akhilleus yazar:

$$\forall a:\forall b:\exists c:<\sim \exists d:\exists e:<(SSd\cdot Sse) = b\vee(SSd\cdot Sse) = c>\wedge(a+a) = b+c)>$$

Yengeç ile Tosbağa ilgiyle okurlar.)

Tosbağa: Sana göre bu da güzel bir parça mı Bay Y?

Yengeç: Şey, ıhm... *(Sandalyesinde kımıldanır ve bir parça rahatsız görünür.)*

Akhilleus: Sorun ne? Bu parçanın diğerlerinden daha güzel olup olmadığına karar vermek o kadar zor mu?

Yengeç: Öhm... Hayır, konu o değil – hiç de değil. Yalnızca, şey... bir parçadan ne kadar hoşlandığımı söylemeden önce gerçekten de onu DUYMAM gerekir.

Akhilleus: Öyleyse çal haydi! Güzel bulup bulmadığını öğrenmek için ölüyorum.

Yengeç: Tabii, bunu senin için çalmaktan büyük sevinç duyarım. Yalnız...

Akhilleus: Benim için çalamaz mısın? Sorun ne? Niye duraksıyorsun?

Tosbağa: Farkında değil misin Akhilleus, Bay Yengeç'in senin ricanı yerine getirmesi bu iyi işletmenin müşterilerine ve çalışanlarına karşı kabalık ve nezaketsizlik olabilir.

Yengeç (aniden rahatlamış görünerek): Bu doğru. Kendi müziğimizi diğerlerine zorla dinletmeye hakkımız yok.

Akhilleus (hevesi kırılmış bir biçimde): YAZIK! Bu parça hakkında ne düşündüğünü bilmeyi ÖYLE istemiştim ki!

Yengeç: Uf be! Kıl payı kurtulduk!

Akhilleus: Bu da ne demek oluyor?

Yengeç: Ah – hiç. Yalnızca şuradaki garsona diğer garson çarptı ve az daha bir kap dolusu çayı bir kadının kucağına dökeyazdı. Ucuz atlattı. Sen ne dersin Bay Tosbağa?

Tosbağa: Çok güzel kaynatılmış, enfes bir çay. Sence de öyle değil mi Akhilleus?

Akhilleus: Ah, evet. Gerçekten de birinci sınıf.

Yengeç: Kesinlikle. Şey, sizi bilmem, ama ben kalksam iyi olacak, çünkü bu tepenin öte yanındaki evime gitmek için uzun ve çetin bir yolum var.

Akhilleus: Sarp kayalıklardan mı söz ediyorsun?

Yengeç: Tam üstüne bastın Akhilleus.

Akhilleus: Anladım. Bunu unutmamalıyım.

Yengeç: Çok güzel bir öğle sonrasıydı Akhilleus, müzik besteleri alışverişimizi bir başka gün sürdüreceğimizi içtenlikle umuyorum.

Akhilleus: Ben de bunu dört gözle bekliyorum Bay Yengeç, hoşça kal.

Tosbağa: Hoşça kal Bay Y.

(Ve Yengeç tepeden inmeye koyulur.)

Akhillleus: İşte parlak adamımız gidiyor... Tahminimce, hayattaki her yengeçten en az dört misli daha zeki. Beş misli bile olabilir–

Tosbağa: Senin başlarken dediğin gibi, herhalde daha çok söyleyeceksin, sözcüklerin sonu yok.

XVII. BÖLÜM

CHURCH, TURİNG, TARSKİ VE DİĞERLERİ

Biçimsel ve Biçimsel-olmayan Dizgeler

BU KİTABIN ana tezlerinden birini geliştirebileceğimiz noktaya geldik: düşünmenin her veçhesi, alt düzeyde, basit, hatta biçimsel kurallar tarafından yönetilen bir dizgenin üst-düzey bir betimlemesi olarak görülebilir. "Dizge" – eğer bir bilgisayarın devresi gibi bir başka ortamda akan düşünce süreçlerinden söz edilmiyorsa– elbette bir beyindir. Burada imge, bir "biçimsel-olmayan dizge"nin – örneğin sözcük oyunları yapabilen, sayı örüntülerini keşfedebilen, adları unutabilen, satrançta aptalca hatalar ve bunun gibi şeyler yapabilen bir dizgenin altında yatan bir biçimsel dizge imgesidir. Dışarıdan görülen şudur: biçimsel-olmayan, açık, yazılım düzeyi. Buna karşıt olarak o, içinde fiziksel olarak cisimleşmiş kurallara ve üstüne çarpan sinyal girdilerine göre bir halden diğer hale geçişler yapan korkunç karmaşık bir mekanizma olan biçimsel, saklı bir donanım düzeyine (ya da "substrat"a ["altkatman, dayanak"]) sahiptir.

Böyle bir beyin görüşünün birçok felsefi ve başka sonuçlara sahip olduğunu söylemeye gerek yok. Bu bölümde bunların bir kısmından bahsedeceğim. Başka şeyler yanı sıra bu görüş, temelde, beynin bir tür "matematik" nesne olduğu içerimine sahip gibi görünmektedir. Aslında bu, en uygun koşullarda bile beyne bakmak için çok uygunsuz bir yoldur. Bunun nedeni bir beyin, teknik ve soyut anlamda, bir tür biçimsel dizge olsa bile, matematikçilerin yalnızca içlerinde her şeyin son derece açık olarak tanımlandığı yalın ve şık dizgelerle çalıştıklarının doğru olmasıdır – ve birbirleriyle hemen hemen rasgele bağıntılı, on milyardan çok yarı-bağımsız nöronlarıyla beyin bundan çok uzaktır. Bu yüzden matematikçiler asla gerçek bir beynin ağlarını incelemezler. Ve eğer "matematik"i matematikçilerin yapmaktan keyif aldıkları şey olarak tanımlarsanız, o zaman beyinlerin özellikleri matematiksel değildir.

Beyin gibi böylesine karmaşık bir dizgeyi anlamanın tek yolu, onu gittikçe yükselen üst düzeylerde istiflemek ve bundan dolayı her bir adımda kesinliğin bir kısmını yitirmektir. En üst düzeyde ortaya çıkan, hakkında düşünmemize imkân verecek sözcük dağarcığına henüz sahip olmadığımız bu karma-

şıklığın birçok kuralına uyan "biçimsel-olmayan dizge"dir. Ve Yapay Zekâ araştırmalarının bulmayı umduğu da budur. Bu araştırmalar matematik araştırmalarından oldukça farklı özelliklere sahiptir. Bununla birlikte matematikle gevşek bir bağlantı kurulabilir. AI araştırmacıları genellikle güçlü bir matematik arka plana sahiptir ve matematikçiler bazen kendi beyinlerinin işleyişini merak ederler. Stanislaw Ulam'm otobiyografik *Bir Matematikçinin Serüvenleri* kitabından alıntılanan aşağıdaki pasaj bu noktayı örnekler:

> Bana öyle geliyor ki, çağrışımların doğasını ... meydana çıkarmak için deneyleme araçlarını sağlayan bilgisayarlarla daha çok şey yapılabilirdi. Böyle bir çalışma matematik veya fizik yapıların karmaşıklığının incelenme tarzlarıyla aynı şekilde kavramların, simgelerin, simge sınıflarının, sınıfların sınıflarının vb derecelendirilmesini gerektirir.
>
> Düşünce katarına dair bir yöntem, bir yinelgen formül olmalıdır. Bir grup nöron bazen hiçbir dış itki olmadan çalışmaya başlar. Bu büyüyen bir örüntüye sahip bir tür özyinelemeli süreçtir. Beyinde dolanır durur ve ortaya çıkma tarzı benzer örüntülerin anısına bağlı olmalıdır.[1]

Sezgi ve MuhteşemYengeç

Yapay Zekâ [Artificial Intelligence] sıklıkla "AI" olarak gösterilir. Bu terime kastedilenin ne olduğunu açıklamaya çalıştığımda ben bu "AI" harflerinin "Yapay Sezgi" [Artificial Intution] veya hatta "Yapay İmgelik" [Artificial Imagery] yerine durabileceğini de söylerim. AI'nm amacı, kişinin zihininin sessiz ve görünmez bir şekilde, çok karmaşık bir durumda birçok seçenekten en anlamlı olanını seçtiğinde neler olup bittiğini keşfetmektir. Birçok gerçek-yaşam durumunda, tümdengelimli usavurma uygun değildir, *yanlış* yanıtlar verdiğinden değil de oluşturulabilecek çok fazla doğru, ama ilgisiz önerme olmasından; usavurmanın yeterli olması için eşanlı olarak gözönünde bulundurulması gereken çok şey vardır. Şu küçük diyalogu ele alalım:

"Geçen gün gazetede okuduğuma göre–"

"Ah – okuyor muydun? O halde gözlerin var. Ya da en az *bir* gözün. Ya da daha doğrusu, *o zaman* en az bir gözün vardı."

Bir yargı hissi –"Burada ne önemlidir, ne değildir?"– gerekiyor. Bununla birlikte bir basitlik hissi, bir güzellik hissi. Bu sezgiler nereden gelir? Onlar altta yatan biçimsel bir dizgeden nasıl çıkar?

---

[1] Stanislaw Ulam, *Adventures of a Mathematician*, s. 13.

Magnifiyengeç'te, Yengeç'in zihninin sıradışı güçleri gözler önüne serilir. Onun güçlerine dair kendi versiyonu yalnızca müziği dinlemesi ve *güzel-olmayandan güzeli* ayırt etmesidir. (Görünüşte, onun için keskin bir bölme çizgisi vardır.) Ayrıca Akhilleus Yengeç'in yeteneklerini betimlemenin bir başka yolunu bulur: Yengeç sayı kuramının önermelerini *doğru* ve *yanlış* kategorilerine ayırır. Ama Yengeç eğer böyle bir şeyi şans eseri yaparsa, bunun tek nedenin katışıksız tesadüf olduğunu iddia eder, çünkü kabul ettiği gibi, matematikte yetersizdir. Bununla birlikte Yengeç'in yaptığının Akhilleus'a gizemli gelmesinin nedeni onun Akhilleus'un bildiği metamatematiğin ünlü bir sonucunu doğrudan ihlal eder gibi görünmesidir:

CHURCH'ÜN TEOREMİ: Teorem-olmayanlardan TNT'nin teoremlerini söyleyen yanılmaz bir yöntem yoktur.

Bu Amerikalı mantıkçı Alonzo Church tarafından 1936'da ispatlanmıştır. Bununla yakından bağıntılı olana şöyle diyeceğim:

TARSKİ-CHURCH-TURİNG TEOREMİ: Sayı kuramının yanlış önermelerinden doğruyu söyleyen yanılmaz bir yöntem yoktur.

Church-Turing Tezi

Church'ün Teoremini ve Tarski-Church-Turing Teoremini daha iyi anlamak için önce onların dayandıkları düşüncelerden birini betimlememiz gerekir; bu *Church-Turing Tezi*dir (sıklıkla "Church Tezi" denir). Çünkü Church-Turing Tezi kesinlikle matematik, beyinler ve düşünme felsefesindeki en önemli kavramlarından biridir. Gerçekte Church-Turing Tezi, tıpkı çay gibi, değişik kuvvetlerde sunulabilir. Bu yüzden onun değişik versiyonlarını vereceğim, böylece bunların içerimleri üzerine düşüneceğiz.

Birinci versiyon çok masum görünür – aslında bir eşsöz gibidir:

CHURCH-TURİNG TEZİ, TOTOLOJİK VERSİYON: Matematik problemleri ancak matematik yaparak çözülebilir.

Elbette onun anlamı kurucu terimlerinin anlamında yatar. "Matematik problem"le bir sayının verili bir aritmetik özelliğe sahip olup olmadığına karar verme problemini kastediyorum. Gödel-sayılaştırması ve bağıntılı kodlama teknikleri aracılığıyla matematiğin her dalındaki hemen her problemin bu biçime sokulabileceği ortaya çıktığından "matematik problemi" sıradan anlamını korumuş olur. Ya "matematik yapma" konusu? Bir sayının bir özelliğe sa-

hip olup olmadığını kesin olarak belirlemeye çalışırken, tekrar tekrar kullanılan yalnızca küçük sayıda bir işlemler kümesi var gibi görünmektedir – toplama, çarpma, eşitlik veya eşitsizliğin denetlenmesi. Yani bu işlemlerin oluşturduğu döngüler, sayıların dünyasını araştırmamızda sahip olduğumuz tek araç olarak görünmektedir. "Görünme" sözcüğüne dikkat edin. Bu Church-Turing Tezinin ilgili olduğu kritik sözcüktür. Bir revizyon yapabiliriz:

CHURCH-TURİNG TEZİ, STANDART VERSİYON: Duygulu bir varlığın sayıları iki sınıfa ayırmak için izlediği bir yöntemin varolduğunu varsayın. Dahası bu yöntemin sonlu bir zaman süresi içinde daima bir yanıt ürettiğini ve verili bir sayı için daima aynı yanıtı verdiğini varsayın. *O halde*: Duygulu varlığın yönteminin verdiğiyle tamamen aynı yanıtları veren sonlanan bir FlooP programı (yani genel yinelgen fonksiyon) vardır.

İyice açıklığa kavuşturmak gerekirse, merkezi hipotez, sayıları iki türe ayıran herhangi zihinsel sürecin bir FlooP programı biçiminde betimlenebileceğidir. Buradaki sezgisel inanç, FlooP'dakilerden başka bir aracın olmadığı ve bu araçları kullanmanın (FlooP'un sağladığı) sınırsız özyinelemelerden başka yolunun olmadığı inancıdır. Church-Turing Tezi, matematiğin bir Teoremi olma anlamında ispatlanabilir bir olgu değildir – insan beyinlerinin kullandığı işlemler hakkında bir hipotezdir.

Kamusal-Süreçler Versiyonu

Kimileri bu versiyonun çok fazla şey öne sürdüğü hissine kapılabilirler. Bu kişiler itirazlarını şöyle ifade edebilirler: "Yengeç gibi biri – matematiğe ilişkin neredeyse mistik bir içgörüye sahip, ama bu kendine has yeteneklerinden başkaları gibi habersiz olan birisi – olabilir ve bu kişinin zihinsel düzenekleri FlooP'da hiçbir karşılığı olmayan işlemler yapabilir." Burada ana fikir, belki de bizim bilinçli süreçleri aşan şeyleri yapmamızı sağlayan bir bilinçaltı potansiyele sahip olabileceğimizdir – temel FlooP programlarının terimleriyle ifade edilemez olan şeyleri. Bu itirazcılar için Tezin kamusal (genel) ve özel zihinsel süreçleri birbirinden ayıran daha zayıf bir versiyonunu vereceğiz:

CHURCH-TURİNG TEZİ, KAMUSAL-SÜREÇLER VERSİYONU: Duygulu bir varlığın sayıları iki sınıfa ayırmak için izlediği bir yöntemin varolduğunu varsayın. Ayrıca bu yöntemin sonlu bir zaman süresi içinde daima bir yanıt ürettiğini ve verili bir sayı için daima aynı yanıtı verdiğini varsayın.

Kayıt: Ayrıca bu yöntemin, duygulu bir varlıktan diğerine dil aracılığıyla güvenli olarak bildirişilebildiğini varsayın. *O halde*: Duygulu varlıkların yönteminin verdiğiyle tamamen aynı yanıtları veren sonlanan bir FlooP programı (yani genel yinelgen fonksiyon) vardır.

Bu kamusal yöntemlerin "FlooPlaştırma"ya açık olduklarını söyler, ama özel yöntemler hakkında hiçbir şey öne sürmez. Onların FlooP-lanamaz olduğunu söylemez, ama en azından bu kapıyı açık bırakır.

Srinivasa Ramanujan

Church-Turing Tezinin kuvvetli versiyonuna karşı delil olarak, yirminci yüzyılın ilk çeyreğinin ünlü Hint matematikçisi Srinivasa Ramanujan'ın (1887-1920) durumunu ele alalım. Ramanujan (Şekil 105) Hindistanın en güney ucunda bulunan Tamilnaduluydu ve lisede biraz matematik eğitimi almıştı. Bir gün Ramanujan'ın matematik yeteneğinin farkına varan biri ona analiz üzerine biraz modası geçmiş bir kitap verdi ve Ramanujan bu kitabı (deyim yerindeyse) yuttu. Sonra analiz dünyasına kendi saldırılarını düzenlemeye başladı ve yirmiüç yaşından itibaren değerli olduklarını düşündüğü bir dizi keşif yaptı. Kime başvuracağını bilmiyordu, ama bir şekilde İngiltere'de G. H. Hardy adında bir matematik profesörü olduğunu öğrendi. Ramanujan en iyi sonuçlarını bir araya toplayıp, İngilizcesine arkadaşlarının yardım ettiği bir açıklayıcı mektupla birlikte bunları her şeyden habersiz olan Hardy'ye gönderdi. Aşağıda paketi aldıktan sonra Hardy'nin gösterdiği tepkiyi betimlediği bölümden bazı alıntılar bulacaksınız:

> ... Kısa zamanda Ramanujan'ın çok daha genel teoremlere sahip olduğu ve çok daha fazlasını gizlemekte olduğu ortaya çıktı. [Bazı formüller] beni tamamıyla darmadağın etti; bunlara birazcık benzeyenini bile daha önce hiç görmemiştim. Onlara bir kez bakmak bile bunların en üst düzeyde bir matematikçinin kaleminden çıktığını görmek için yeterliydi. Doğru olmalıydılar, çünkü doğru olmasaydılar hiç kimse onları icat edecek hayal gücüne sahip olamazdı. Sonuçta ... yazar bütünüyle dürüst olmalıydı, çünkü büyük matematikçiler böylesine inanılmaz bir beceriye sahip hırsızlar veya sahtekârlardan daha çok halkın içinden çıkarlar.[2]

Bu yazışmanın sonucunda Ramanujan, Hardy'nin desteğiyle, 1913'de İngiltere'ye geldi; ve ikisi arasında, Ramanujan'ın tüberkülozdan otuzüç yaşındaki erken ölümüne değin yoğun bir işbirliği yaşandı.

---

[2] James R. Newman, "Srinivasa Ramanujan," James R. Newman (ed.), *The World of Mathematics* (New York: Simon and Schuster, 1956), cilt I, s. 372-3.



Şekil 105. Srinivasa Ramanujan ve onun garip Hint ezgilerinden biri.

$$\frac{1}{1+\cfrac{e^{-2\pi\sqrt{5}}}{1+\cfrac{e^{-4\pi\sqrt{5}}}{1+\cfrac{e^{-6\pi\sqrt{5}}}{1+}}}} = \left(\frac{\sqrt{5}}{1+\sqrt[5]{5^{3/4}\left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^{6/2}-1}} - \frac{\sqrt{5}+1}{2}\right) e^{2\pi\sqrt{5}}$$

Ramanujan kendisini matematikçilerin çoğundan ayıran olağandışı özelliklere sahipti. Bunlardan biri sağlamlık eksikliğiydi. Çok sık olarak, bilinçli araştırma alanının dışında yer alan belirsiz bir sezgi kaynağından kendisine ulaştığını söylediği bir sonucu yazardı sadece. Aslında sık sık tanrıça Namagiri'nin düşlerinde ona esin verdiğini söylemiştir. Bu defalarca yinelendi ve bütün bunları daha da gizemli hale sokanın – belki de duruma mistik bir nitelik kazandıranın – "sezgi-teoremleri"nin çoğunun *yanlış* olmasıydı. Burada tuhaf bir paradoksal etki söz konusudur; bazen saf kişileri kesinlikle bir nebze kuşkucu yapacağını düşündüğünüz bir olay, aslında saf kişileri zihinlerinin savunmasız yerinden vuran, onları insan doğasının şaşırtıcı usdışı yanma özgü imalarının içinde kıvrandıran tamamıyla ters etkiye sahiptir. Ramanujan'ın potlarında da durum buydu: bu tür bir şeye inanma arzusuyla dolu bir yığın eğitimli kişi, Ramanujan'ın sezgisel güçlerini Hakikat'e yönelik mistik bir içgörünün delili olarak değerlendiler ve onun yanılabilir olması böylesi inançları zayıflatmak yerine kuvvetlendirdi.

Elbette Hindistan'ın fakirizm ve diğer ürkütücü Hint ritlerinin binlerce yıldır uygulanmış ve sıklık açısından muhtemelen yüksek matematik öğreti-

mini aşan bir oranda hâlâ uygulanıyor olduğu en geri kalmış bölgesinden olması işine yaradı. Ve bu nedenle kimi zaman yanlış çakan sezgi kıvılcımları, insanlarda onun da sadece bir insan olduğu düşüncesini uyandıracağı yerde, paradoksal bir şekilde, Ramanujan'ın yanlışlıklarında daima bir tür "derin hakikat" olduğu fikrini uyandırdı – belki de Batılı zihinler için erişilmez olan "Doğulu" bir hakikat. Ne hoş, ne dayanılmaz bir düşünce! Hardy bile –Ramanujan'ın mistik güçleri olabileceğini ilk reddeden kişi– bir defasında Ramanujan'ın başarısızlıklarından biri hakkında şöyle yazmıştı, "Yine de bazı bakımlardan onun başarısızlığının başarılarından daha harika olmadığından emin değilim."

Ramanujan'ın matematik kişiliğinin öteki göze çarpan özelliği, meslektaşı Littlewood'un belirttiği gibi onun "tamsayılarla arkadaşlığı"ydı. Bu çoğu matematikçi tarafından şu veya bu derecede paylaşılan önemli bir özelliktir, ama Ramanujan'da bu özellik en uç noktadaydı. Bu özel gücü örnekleyen birkaç anektod vardır. İlki Hardy tarafından anlatılmıştır:

> Putney'de hasta yattığı sırada onu görmeye gittiğimi anımsıyorum. 1729 numaralı bir taksiyle gitmiştim; konuşmamız esnasında bu sayının bana pek kasvetli geldiğini ve kötü bir kehanetin alameti olmamasını umduğumu söyledim. "Hayır," dedi, "Çok ilginç bir sayı; iki küpün toplamı olarak iki farklı şekilde ifade edilebilen en küçük sayı." Doğal olarak bu problemin dördüncü kuvvetler için çözümünü bilip bilmediğini sordum; bir an düşündükten sonra açık bir örnek göremediğini, ama ilk böylesi sayının çok büyük olması gerektiğini sandığını söyledi.[3]

Dördüncü kuvvetler için yanıt şu şekilde ortaya çıkar:

$$635318657 = 134^4 + 133^4 = 158^4 + 59^4$$

Okura, çok daha kolay olan benzer problemin kareler için olanıyla uğraşmak ilginç gelebilir.

Aslında Hardy'nin neden anında dördüncü kuvvetlere atladığını incelemek oldukça ilginç olabilir. Çünkü her şeyin ötesinde,

$$u^3 + v^3 = x^3 + y^3$$

denkleminin farklı boyutlarda usauygun birkaç başka doğal genelleştirimleri vardır. Örneğin bir sayıyı iki küpün toplamı olarak üç ayrı şekilde gösterimleme sorusu vardır:

$$r^3 + s^3 = u^3 + v^3 = x^3 + y^3$$

---

[3] James R. Newman, "Srinivasa Ramanujan," *The World of Mathematics*, cilt I, s. 375.

Ya da, üç farklı küp kullanılabilir:

$$u^3 + v^3 + w^3 = x^3 + y^3 + z^3$$

Ya da, bütün boyutlarda bir anda bir Büyük Genelleştirme yapılabilir:

$$r^4 + s^4 + t^4 = u^4 + v^4 + w^4 = x^4 + y^4 + z^4$$

Bütün bunlara karşın, Hardy'nin genellemesinin "matematikçiye en özgü" olan genelleme olduğu duygusu vardır. Bu matematiksel estetik hissi programlanabilir mi?

Diğer anektod, yurttaşı S. R. Ranganathan'ın yazdığı "Ramanujan'ın Çakımı" adlı biyografiden alınmıştır. Ramanujan'ın Cambridge günlerinden arkadaşı Hintli Dr. P. C. Mahalanobis tarafından anlatılmıştır.

> Yine bir seferinde, öğle yemeğini birlikte yemek için odasına gitmiştim. Birinci Dünya Savaşı daha yeni başlamıştı. Elimde aylık "Strand Magazin"in bir sayısı vardı, o zamanlar bu dergi okurlarının çözmesi için her sayısında birkaç bulmaca yayınlardı. Ramanujan öğle yemeği için ocağın başında bir şeyler pişiriyordu. Ben de masada oturmuş derginin sayfalarını karıştırıyordum. İki sayı arasındaki ilişkiyle ilgili bir problem ilgimi çekti. Ayrıntıları unuttum; ama problemin tipini anımsıyorum. İki İngiliz subayı Paris'te uzun bir cadde üzerinde iki farklı evde kalıyordu; bu evlerin kapı numaraları birbirleriyle özel bir şekilde bağıntılıydı; problem bu iki sayıyı bulmaktı. Hiç de zor değildi. Deneme yanılma yoluyla birkaç dakikada çözümü bulmuştum.
>
> MAHALANOBİS (şakacı bir şekilde): Burada senin için bir problem var.
>
> RAMANUJAN: Haydi sor bakalım. (Yemeği karıştırmaya devam etti.)
>
> "Strand Magazine"den soruyu okudum.
>
> RAMANUJAN: Lütfen çözümü yazar mısın? (Bir sürekli kesir yazdırdı.)
>
> Birinci terim benim bulduğum çözümdü. Her bir ardışık terim, sokaktaki evlerin sayısı belirsizce artarken, iki sayı arasındaki aynı tip ilişki için ardışık çözümleri gösteriyordu. Çok şaşırmıştım.
>
> MAHALANOBİS: Çözüm kafanda bir şimşek gibi çaktı, herhalde?
>
> RAMANUJAN: Problemi duyar duymaz çözümün bir sürekli kesir olması gerektiği apaçık ortadaydı. O zaman "Hangi sürekli kesir?" diye düşündüm ve yanıt kendiliğinden geldi. İşte bu kadar basit.[4]

Ramanujan'ın ölümünden sonra, Ramanujan'ın en yakın çalışma arkadaşı olması nedeniyle Hardy'ye sık sık Ramanujan'ın düşünme tarzında gizemli ya da başka türden alışılmamış yönler olup olmadığı sorulmuştur. İşte Hardy'nin yorumlarından biri:

---

[4] S. Ranganathan, *Ramanujan*, s. 81-2

> Bana sık sık Ramanujan'm özel bir sırra sahip olup olmadığı sorulmuştur; onun yöntemlerinin diğer matematikçilerinkinden türsel olarak farklı olup olmadığı; onun düşünme tarzında gerçekten anormal bir şeyin olup olmadığı. Bu sorulara güvenilir veya inandırıcı bir yanıt vermem çok zor; ama ben öyle olduğuna inanmıyorum. Benim inancım bütün matematikçilerin temelde aynı tarzda düşündükleridir ve Ramanujan da istisna değildir.[5]

Burada Hardy kendi Church-Turing Tezi versiyonunu dile getirmektedir. Benim sözlerimle söylersek,

CHURCH-TURİNG TEZİ, HARDY'NİN VERSİYONU: Temelde bütün matematikçiler eşbiçimlidir.

Bu matematikçilerin matematik potansiyeliyle genel yinelgen fonksiyonlarınkini eşitlemez; bununla birlikte onun için size bütün gerekli olan *kimi* matematikçinin zihinsel kapasitesinin yinelgen fonksiyonlardan daha genel olmadığını göstermektir. O zaman eğer Hardy'nin versiyonuna inanırsanız, onun *bütün* matematikçiler için olduğunu bilirsiniz.

Sonra Hardy, Ramanujan'ı hesap dahileriyle karşılaştırır:

> Belleği ve hesaplama güçleri fazlasıyla olğandışıydı, ama bunlara "anormal" demek makul olmazdı, iki büyük sayıyı çarpması gerekiyorsa, bunu olağan şekilde çarpardı; bunu olağandışı bir hız ve doğrulukla yapabilirdi, ama doğal olarak çabuk ve hesaplama alışkanlığı olan bir matematikçiden daha hızlı ve daha doğru değil.[6]

Hardly, Ramanujan'ın sıradışı entelektüel nitelikleri olarak algıladığı şeyleri betimler:

> Belleği, sabrı ve hesaplama gücüyle *genelleme gücünü, form hissini* ve *hipotezlerini hızla değiştirme kapasitesini* birleştirmişti, bütün bunlar gerçekten şaşırtıcıydı ve onu kendi zamanında alanında rakipsiz kılıyordu.[7]

Bu pasajda italikle gösterdiğim kısımlar, bana göre, genel olarak zekânın en incelikli özelliklerinin bir kısmının yetkin bir tasviridir. Son olarak Hardly nostaljik bir biçimde bitirir:

> [Çalışmaları] çok büyük çalışmalara özgü yalınlık ve kaçınılmazlıktan yoksundu; daha az tuhaf olsalardı daha büyük olurlardı. Bununla birlikte kimsenin inkâr edemeyeceği seçkin özelliklere sahiplerdi – derin ve güçlü özgünlük.

---

[5] James R. Newman, "Srinivasa Ramanujan," *The World of Mathematics*, cilt I, s. 375.

[6] James R. Newman, *a.g.y.*, cilt I, s. 375.

[7] James R. Newman, *a.g.y.*, cilt I, s. 375-6.

> Gençliğinde elinden tutulmuş ve eğitilmiş olsaydı muhtemelen daha büyük bir matematikçi olurdu; yeni ve kuşkusuz çok daha büyük öneme haiz daha çok şey keşfedebilirdi. Öte yandan daha az Ramanujan ve daha çok Avrupalı profesör olabilirdi ve zarar kazançtan daha büyük olabilirdi.[8]

Hardy'nin Ramanujan'a verdiği değer ondan söz ederken kullandığı romantik üslupta açığa çıkar.

"Aptal Dahiler"

Matematik yetenekleri ussal açıklamaya meydan okur görünen bir başka insan sınıfı vardır – karmaşık hesaplamaları kafalarından (ya da nereden yapıyorlarsa) şimşek hızıyla yapabilen "aptal dahiler" denilen bir grup. 1824-1861 yılları arasında yaşamış ve çeşitli Avrupa hükümetlerinin hesap dairelerinde çalışan Johann Martin çarpıcı bir örnektir. Yüz basamaklı iki sayıyı kafadan çarpmakla kalmıyor, 30'a kadar olmak üzere, bir tarlada kaç koyun olduğunu ya da bir tümcede kaç sözcük olduğunu ve bunun gibi şeyleri hiç saymadan "söyleyebiliyordu" – çoğumuzda bu duygu ancak 6'ya kadar güvenlidir. Bu arada Dase bir aptal değildi.

"Şimşek hızıyla hesaplama yapanlara" dair kayda alınmış birçok şaşırtıcı belgeyi betimlemeyeceğim, çünkü buradaki amacım bu değil. Ama bu insanların bunu gizemli, çözümlenemez bir yöntemle yaptıkları düşüncesinin yok edilmesinin önemli olduğunu düşünüyorum. Böylesi sihirbazların hesaplama yeteneklerinin ortaya çıkan sonuçları açıklama yeteneklerini aşması sıkça görülen bir vaka olmasına karşın, bazen başka entelektüel yeteneklere sahip olan bir kişinin aynı zamanda sayılar konusunda hayret verici bir yeteneğe sahip olduğu görülmektedir. Hem bu insanların içgözlemlerinden hem de psikologların yaptığı kapsamlı araştırmalardan, şimşek hızıyla hesap yapanların performanslarında hiçbir esrarengizliğin olmadığı, zihinlerinin, usta bir atletin kompleks hareketleri hızla ve zerafetle yerine getirirken sahip olduğu türde bir özgüvenle ara adımları çabucak geçtiği kesin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Yanıtlara bir tür ani aydınlanma kıvılcımıyla ulaşmazlar (öznel olarak bir kısmı böyle hissetse de), ama –çoğumuz gibi– sıralı hesaplamayla, deyim yerindeyse, FlooP-lama (veya BlooP-lama) ile ulaşırlar.

Bu arada "Tanrı'yla kırmızı telefon" bağlantısının söz konusu olmadığının en açık ipuçlarından biri, ilgili sayılar büyüdükçe yanıtların gelişinin gittikçe

---

[8] James R. Newman, "Srinivasa Ramanujan," *The World of Mathematics*, cilt I, s. 376.

yavaşlaması olgusudur. Muhtemelen eğer yanıtları Tanrı veya bir "kahin" temin ediyor olsaydı sayılar büyüdükçe yavaşlamak zorunda kalmazdı. İlgili sayıların ve işlemlerin büyüklüğüyle anında hesaplayıcıların harcadığı zamanın nasıl değiştiğini gösteren şık bir grafik çizilebilir ve bundan uygulanan algoritmanın bazı özellikleri çıkarsanabilir.

Church-Turing Tezinin Eşbiçimlilik Versiyonu

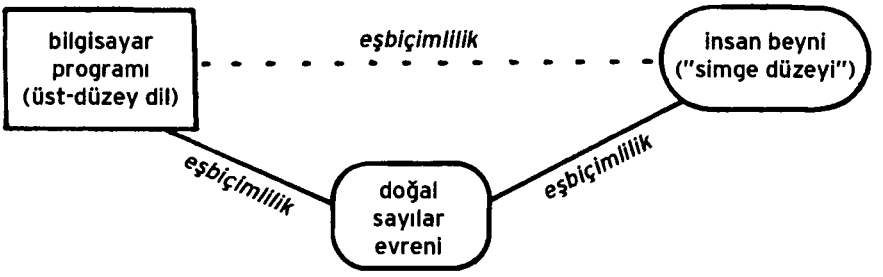
Son olarak bu bizi Church-Turing Tezinin güçlendirilmiş bir standart versiyonuna götürür:

CHURCH-TURİNG TEZİ, EŞBİÇİMLİLİK VERSİYONU: Duygulu bir varlığın sayıları iki sınıfa ayırmak için izlediği bir yöntemin varolduğunu varsayın. Ayrıca bu yöntemin daima sonlu bir zaman süresi içinde bir yanıt ürettiğini ve verili bir sayı için daima aynı yanıtı verdiğini varsayın. *O halde*: Duygulu varlığın yönteminin verdiğiyle tamamıyla aynı yanıtları veren sonlanan bir FlooP programı (yani genel yinelgen fonksiyon) vardır. *Dahası*: Bir düzeyde hem bilgisayar hem de beyinde gerçekleştirilen adımlar arasında bir karşılıklılığın olması anlamında zihinsel süreç ve FlooP programı eşbiçimlidir.

Yalnızca sonucun güçlendirilmekle kalmadığına, ama yüreksiz Kamusal-İşlemler Versiyonunun bildirişilebilirlik kayıtının da kaldırıldığına dikkat edin. Şimdi tartışacağımız işte bu yürekli yorumdur.

Kısaca bu versiyon, kişi bir şeyi hesapladığında, onun zihinsel etkinliğinin eşbiçimli olarak bir FlooP programında aynalanabileceğini öne sürer. Bunun, beynin fiili olarak, BAŞLA, BİTİR, (YARIDA) DURDUR ve diğerlerinden müteşekkil FlooP dilinde yazılmış bir FlooP programını yürütmeye koyduğu anlamına gelmediğini açığa kavuşturalım. Burada olan adımların bir FlooP programında olabileceğiyle aynı sıra içinde atılması ve hesaplamanın mantıksal yapısının bir FlooP programı içinde yansıtılabilmesidir.

Bu fikri anlamlı kılmak için hem bilgisayar hem de beyinde bazı düzey ayrımları yapmamız gerekecek, çünkü aksi takdirde bu tamamıyla anlamsız olduğu şeklinde yanlış yorumlanabilir. Bir kişinin kafasının içinde gerçekleşen hesaplama adımları muhtemelen en üst düzeyde yer alır ve alt düzeyler tarafından ve nihai olarak donanım tarafından desteklenir. Böylece eğer bir eşbiçimlilikten söz ediyorsak, bu, orada olanları diğer düzeylerden bağımsız olarak tartışmamıza ve sonra bu üst düzeyi FlooP içine haritalamamıza imkân



Şekil 106. Doğal sayıların davranışı insan beyni içinde veya bilgisayarın programlarında aynalanabilir. Bu iki farklı temsil uygun soyutluk düzeyinde birbirlerinin üzerine haritalanabilir.

verecek şekilde en üst düzeyin yalıtılabileceği anlamına gelir. Daha kesin olmak gerekirse, buradaki varsayım, çeşitli matematiksel kuruluşların rollerini oynayan ve tam olarak FlooP içinde yansıtılabilen yollarla etkinleştirilen yazılımların varolduğudur (bkz. Şekil 106). Bu yazılımların varlığa gelmesini sağlayan, hem XI ve XII. bölümlerde, hem de *Prelüd, Karınca Fügü*'nde tartışılmış bütün altyapıdır. Bu arada beynin ve bilgisayarın daha alt düzeylerinde (yani nöronlar ve bitler) eşbiçimli bir etkinliğin varolduğu yönünde bir kesinleme yoktur.

Eşbiçimlilik Versiyonunun sözcüklerle ifade edilen kısmı değil de, ruhu, bir aptal dahinin, diyelim ki π'nin logaritmasını hesaplarken yaptığının bir cep hesap makinesinin onu hesaplarken yaptığıyla eşbiçimli olduğu söylendiğinde açıklanmış olur – burada eşbiçimlilik aritmetik-adımı düzeyinde geçerlidir, bir durumda nöronların ve ötekinde tümleşik devrelerin alt düzeylerinde değil. (Elbette herhangi bir şey hesaplanırken farklı yollar izlenebilir – ama insana değilse de hesap makinesine yanıtı belirli bir tarzda hesaplaması komutu verilebilir.)

Gerçek Dünya Hakkındaki Bilginin Temsili

Şimdi gönderimde bulunan tanım alanı sayı kuramı olduğu zaman bu oldukça usayatkın görünür, çünkü şeylerin içinde gerçekleştiği evren bütünü burada çok küçük ve açıktır. Onun sınırları, sakinleri ve kuralları, sert kenarlı bir labirent gibi, iyi-tanımlanmıştır. Böyle bir dünya, ikamet ettiğimiz açık-uçlu ve kötü-tanımlı dünyadan çok daha az karmaşıktır. Bir sayı kuramı problemi, bir kez ifade edildiğinde, artık kendinde ve kendi başına tamdır. Öte yandan bir gerçek-dünya problemi dünyanın herhangi bir parçasından

mutlak bir kesinlikle asla tecrit edilemez. Örneğin yanmış bir ampulün değiştirilmesi çöp poşetinin taşınmasını gerektirebilir; bu hiç beklenmedik biçimde bir kutu ilacın yerlere saçılmasına neden olabilir ve bu da, evin köpeğinin yere saçılan hapları yememesi için yerin süpürülmesini gerektirir vb. Haplar, çöp ve köpek dünyanın birbirleriyle oldukça uzaktan bağıntılı parçalarıdır – ama günlük olaylar tarafından aralarında yakın bir bağlantı yaratılmıştır. Ve beklenilen üzerindeki başka küçük değişimlerin başka ne gibi şeyler ortaya çıkarabileceğini bilmek mümkün değildir. Bunun tersine olarak eğer size bir sayı kuramı problemi verilirse, probleminizi çözmek için asla haplar, köpekler, çöp torbaları veya süpürgeler gibi konu dışı şeyleri dikkate almanız gerekmez. (Elbette bu nesnelere dair sezgisel bilginiz, bilinçdışı olarak problemi geometrik terimlerle görselleştirmenizde size yardımcı olacak zihinsel imgelerin üretilmesinde sağlam bir dayanak olacaktır – ama bu başka bir konudur.)

Dünyanın karmaşıklığından dolayı, kendisine verilen soruları, üstünde "köpek," "çöp," "ampul" ve benzeri etiketlerin yer aldığı birkaç düğmeye bastığınızda yanıtlayabilen küçük bir cep hesap makinesi tahayyül etmek zordur. Aslında şimdiye kadar, bize gerçek dünyanın oldukça basit altalanlarına ait görünen sorulara yanıt veren yüksek-hızlı tam bir bilgisayara sahip olmanın son derece karmaşık bir olay olduğu ispatlandı. "Anlama"nın olması için çok büyük miktarda bilginin son derece bütünlüklü bir şekilde göz önüne alınması gerekir gibi görünmektedir. Gerçek-dünya düşünce süreçlerini, görünür kısmı yerin üstünde sağlamca duran, ama yer altında uzanmış, varolmasını ve beslenmesini sağlayan görünmez köklerine yaşamsal olarak bağlı olan bir ağaca benzetebiliriz. Bu durumda kökler, zihnin bilinç düzeyinin altında meydana gelen karmaşık süreçleri simgeler – etkileri düşünme tarzımızın içine kadar işleyen, ama farkında olmadığımız süreçler. Bunlar XI ve XII. bölümlerde tartıştığımız "simgelerin tetiklenme örüntüleri"dir.

Gerçek-dünya düşünmesi, her şeyin "yer üstünde" olduğu, deyim yerindeyse, incelemeye açık olduğu, iki sayının çarpılması esnasında olandan oldukça farklıdır. Aritmetikte, en üst-düzey "sıyrılabilir" ve birçok farklı türde donanımla eşit derecede iyi olarak ikmal edilebilir: mekanik toplama makineleri, cep hesap makineleri, büyük bilgisayarlar, insanların beyinleri ve bunlar gibi. İşte Church-Turing Tezi tamamıyla bunun hakkındadır. Ama gerçek-dünya anlayışında, üst-düzeyi sıyırmanın ve onu tek başına programlamanın hiçbir basit yolu yok gibi görünmektedir. Simgelerin tetiklenme örüntüleri fazlasıyla karmaşıktır. Düşüncelerin "süzüldüğü" ve "kaynadığı" birkaç düzey olmalıdır.

Özellikle –bu da bizi XI ve XII. bölümlerin ana temalarından birine döndürür– gerçek dünyanın beyindeki temsili, bir dereceye kadar eşbiçimlilik içinde kök salmış olsa da, dış dünyada hiçbir karşılığı olmayan ögeler içerir. Yani onda "köpek," "süpürge" ve bunlar gibileri temsil eden basit zihinsel yapılardan çok daha fazlası vardır. Bütün bu simgeler elbette vardır – ama onların içsel yapıları son derece karmaşıktır ve büyük ölçüde, bilinç denetimine açık değildir. Dahası bir simgenin iç yapısının her yönünü gerçek dünyanın belirli bir özelliği üzerine haritalamaya çalışmak boşuna bir çabadır.

Böyle Sıyrılabilir Olmayan Süreçler

Bu nedenle beyin çok tuhaf bir biçimsel dizge gibi görünmeye başlar; "kurallar"ın işlediği ve durumu değiştirdiği en alt düzeyde –nöral düzey– ilkel ögelerin (nöral ateşlemeler ya da belki daha da alt-düzey olaylar) hiçbir yorumu olmayabilir. Buna karşın en üst düzeyde, anlamlı bir yorum – bizim "simgeler" olarak adlandırdığımız nöral etkinliğin büyük "bulutlar"ından gerçek dünyanın üzerine bir haritalama ortaya çıkar. Burada üst-düzey eşbiçimliliğin dizilere üst düzey bir anlamın yüklenmesini sağladığı Gödel inşasıyla bazı benzerlikler vardır; ama Gödel inşasında, daha üst-düzey anlam daha alt-düzeyin üstüne "oturur" – yani Gödel-sayılaştırılmasının tanıtılmasıyla birlikte alt düzeyden türetilir. Ama beyinde, nöral düzeydeki olaylar, gerçek-dünya yorumuna tabi *değildir*; onlar bir şeyi taklit ediyor değildir. Onlar tamamıyla daha üst düzeyi destekleyen taşıyıcı, yani substrat olarak oradadır, aynı bir cep hesap makinesindeki transistörlerin tamamıyla onun sayı-aynalama etkinliğini desteklemek için varolmaları gibi. Bunun içerimi, en üst düzeyi sıyırmanın ve bir programda eşbiçimli bir kopya yapmanın hiçbir yolunun olmadığıdır; eğer gerçek-dünya anlayışına imkân veren beyin süreçleri aynalanacaksa, o zaman meydana gelen alt-düzey-şeylerin bir kısmının aynalanması gerekir: "beynin dilleri." Bu, bir olgu durumu olarak ortaya çıksa bile, zorunlu olarak donanım düzeyine kadar inilmesi gerektiği anlamına gelmez.

"Dışarda" olanın "zeki" (yani insan-benzeri) içsel bir temsilinin elde edilmesi amacıyla bir programın geliştirilmesi esnasında, bir noktada büyük bir olasılıkla doğrudan yorumları kabul etmeyen yapılar ve süreçlerin – yani gerçekliğin ögelerinin üzerine doğrudan haritalanamayan yapıların ve süreçlerin kullanılması gerekir. Programın bu alt katmanları, dış dünyayla doğrudan bağlantıları sayesinde değil, ancak üzerlerindeki katmanlarla olan katalitik

bağlantısı sayesinde anlaşılabilecektir. (Bu düşüncenin somut bir imgesi, *Karınca Fügü*'nde Karmcayiyen tarafından ortaya atılmıştır: bir kitabı harf düzeyinde anlamaya çalışmanın "tarifsiz sıkıcılıktaki kabusu.")

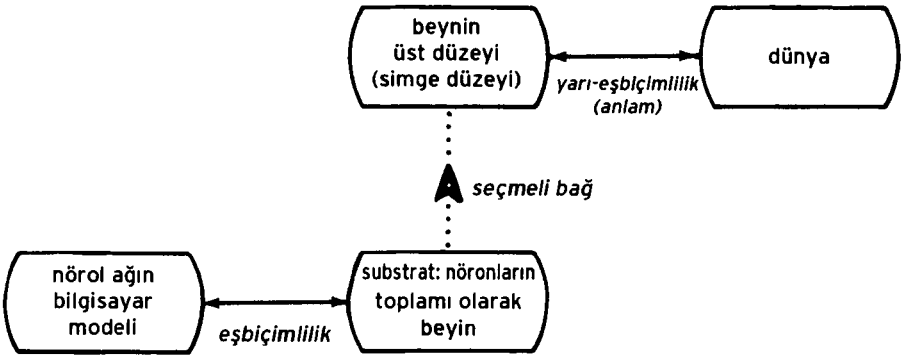
Kişisel olarak kavram-işleme dizgelerinin böylesi çok-düzeyli mimarisinin, imgelerin ve analojilerin programın önemli ögeleri olması durumunda zorunlu olduğunu tahmin ediyorum – bu, sıkı tümdengelimli usavurmanm yürütülebileceğinin kabul edildiği süreçlere karşıtlık oluşturur. Tümdengelimli usavurmanm yürütüldüğü süreçler esas olarak bir tek düzeyde programlanabilir ve o halde tanım gereği, sıyrılabilirler. Benim hipotezime göre, öyleyse imgesel ve analojik düşünce süreçleri esas olarak birkaç alt dayanak katmanı gerektirir ve dolayısıyla esas olarak sıyrılıp kaldırılamazlar. Ben dahası yaratıcılığın da tam bu aynı noktada ortaya çıktığına inanıyorum – bu da yaratıcılığın belli türde "yorumlanamaz" alt-düzey olaylara özünlü olarak bağlı olduğu içerimine sahiptir. Analojik düşünmenin altını destekleyen katmanlar elbette son derece ilgi çekicidir ve gelecek iki bölümde onların doğalarına dair bazı kurgulamalar sunulacak.

İndirgemeci İnancın Akidesi

Beyindeki üst ve alt düzeyler arasındaki ilişki hakkında düşünmenin yolu şudur. Yerel (nöron-nöron) düzeyde, bir beyindeki nöral bir ağdan ayırt edilemeyecek şekilde iş gören, ama hiçbir üst düzey anlama sahip olmayan bir nöral ağ oluşturulabilir. Alt düzeyin etkileşen nöronlardan meydana gelmesi olgusu, üst düzey anlamın ortaya çıkmasını zorunlu olarak gerektirmez – içinde makarnalardan harflerin bulunduğu bir çorbada harflerin bulunması olgusunun kasenin içinde anlamlı tümcelerin yüzmesini gerektirmemesi gibi. Üst-düzey anlam nöral bir ağın seçmeli bir özelliğidir – evrimden kaynaklanan çevresel baskıların bir sonucu olarak yüze çıkan bir özellik.

Şekil 107 üst düzey bir anlamın yüze çıkışının seçmeli olduğunu gösteren bir diyagramdır. Yukarıyı işaret eden ok, alt dayanağın (substrat) üst düzey bir anlam olmadan olabileceğini gösterir, ama tersi mümkün değildir: üst düzey alt düzeyin özelliklerinden türetilmelidir.

Diyagram bir nöral ağın bir bilgisayar simulasyonunun bir temsilini de içerir. Bu, ağ ne kadar karmaşık olursa olsun, bireysel nöronların davranışı bir bilgisayarın yürütebildiği hesaplamalar uyarınca betimlenebilir olması koşuluyla, ilke olarak başarılabilir bir şeydir. Bu çok az kişinin sorgulamayı düşündüğü incelikli bir koyuttur. Bu "indirgemeci inanç"ın bir parçasıdır;



Şekil 107. Nöral etkinlik üstünde yüzen beynin simge düzeyi dünyayı aynalar. Ama bir bilgisayarda simule edilebilen nöral etkinlik per se [kendiliğinden] düşünce yaratmaz; bu üst düzey organizasyon gerektirir.

Church-Turing Tezinin "mikroskobik versiyonu" olarak değerlendirilebilir. Aşağıda bunu belirtik olarak ifade ediyoruz:

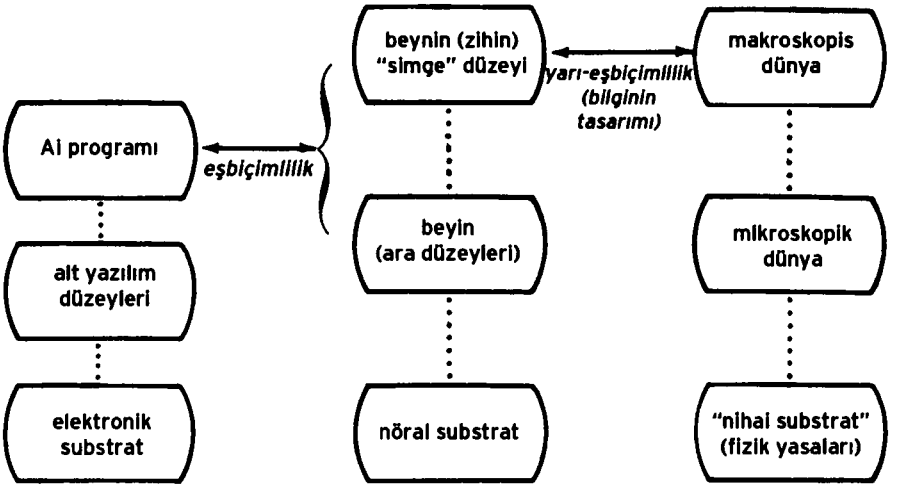
CHURCH-TURİNG TEZİ, MİKROSKOBİK VERSİYON: Canlı bir varlığın bileşenlerinin davranışı bir bilgisayarda simule edilebilir. Yani herhangi bir bileşenin (tipik olarak bir hücre olduğu varsayılır) davranışı, bileşenin içsel hali ve yerel çevresi verili olduğunda, istenilen doğruluk derecesinde, bir FlooP programı (yani genel yinelgen fonksiyon) tarafından hesaplanabilir.

Church-Turing Tezinin bu versiyonu, beyin süreçlerinin –daha fazla organizasyon düzeyine sahip olsalar da– diyelim ki mide süreçlerinden daha gizemli olmadığını söyler. Bu gün ve çağda, insanların yiyecekleri, olağan kimyasal işlemler aracılığıyla değil de bir tür gizemli ve sihirli "özümseme" aracılığıyla sindirdiklerini söylemek düşünülemez. CT-Tezinin bu versiyonu, bu sağduyuya dayanan usavurma türünü beyin süreçlerine doğru genişletir. Kısacası bu beynin ilke olarak anlaşılabilir bir şekilde çalıştığı inancına eştir. Bu indirgemeci inancın bir parçasıdır.

Mikroskobik CT-Tezinin doğal bir sonucu oldukça özlü yeni makroskobik versiyondur:

CHURCH-TURİNG TEZİ, İNDİRGEMECİ VERSİYON: Bütün beyin süreçleri hesaplanabilir bir alt substrattan türetilir.

Bu önerme, Yapay Zekânın gerçekleşmesinin nihai olanaklılığını desteklemekte öne sürülebilecek en güçlü kuramsal destek hakkındadır.



Şekil 108. Yapay Zekâ araştırmaları için temel fikir, zihnin simge düzeylerinin nöral altkatmandan "sıyrılıp alınabilir" olması ve bilgisayarların elektronik substratları gibi başka bir ortamda kurulabileceğidir. Beynin kopyalanmasının ne kadar derine inmesi gerektiği şu anda tamamıyla açık değildir.

Elbette Yapay Zekâ araştırması nöral ağların benzetimini kurmayı amaçlamaz, çünkü bir başka inanç türüne dayanır: muhtemelen zekânın, organik beyinlerinkinden tamamıyla farklı türde substratların üstünde yüzen önemli özellikleri olduğu inancına. Şekil 108 Yapay Zekâ, doğal zekâ ve gerçek dünya arasındaki varsayılan ilişkileri gösterir.

AI ve Beyin Simulasyonunda Koşut Gelişme?

Yapay Zekâ başarılacaksa, bir gün beynin fiili donanımının simule edilmesi veya kopyasının çıkarılmasının gerektiği düşüncesi, en azından şimdilik birçok AI çalışanı için oldukça itici bir düşüncedir. Yine de insan, "AI'ya ulaşmak için beyni ne kadar incelikli olarak kopyalamamız gerekir?" diye merak etmekten kendini alıkoyamıyor. Bunun gerçek yanıtı herhalde her şeyin, insan bilincinin özelliklerinin ne kadarını simule etmek istediğinize bağlı olduğudur.

İyi dama oynama yeteneği zekânın yeterli bir göstergesi midir? Eğer öyleyse o zaman AI zaten vardır, çünkü dama-oynama programları birinci sınıftır. Yoksa zekâ, bir lise hesap sınıfındaki gibi, fonksiyonları simgesel olarak tümlevleme yeteneği midir? Eğer öyleyse o zaman AI zaten vardır, çünkü simgesel tümlevleme yordamları, çoğu durumda en iyi insanlardan bile daha

üstündür. Yoksa zekâ iyi satranç oynama yeteneği midir? Eğer öyleyse o zaman AI iyi yoldadır, çünkü satranç-oynama programları çoğu iyi amatörü yenebilmektedir; ve yapay satrancın düzeyi herhalde yavaş yavaş gelişmeye devam edecektir.

Tarihsel açıdan, insanlar, mekanize edildiğinde, hangi niteliklerin inkâr edilemez şekilde zekâyı oluşturduğu hakkında naif olmuşlardır. Bazen AI yönünde atılmış gibi görünen her bir yeni adım, herkesin gerçek zekâ olduğunda hemfikir olduğu bir şey üretmekten çok yalnızca gerçek zekânın ne *olmadığını* açığa çıkarır. Eğer zekâ öğrenme, yaratıcılık, duygusal tepkiler, güzellik duygusu, kendi duygusu gerektiren bir şeyse, o zaman daha alınacak çok yol vardır ve bunlar belki de ancak canlı bir beyin tamamıyla kopyalandığında gerçekleşecektir.

Güzellik, Yengeç ve Ruh

Peki, bütün bu Yengeç'in Akhilleus'un önünde sergilediği virtüözlük hakkında, eğer varsa, ne söylemek zorundadır? Burada örtük kalan iki mesele vardır. Bunlar şunlardır:

(1) Bir beyin süreci, her koşul altında, Church-Turing Tezini ihlal etmeden TNT'nin doğru ve yanlış önermeleri arasında tamamıyla güvenilir şekilde bir ayrım yapabilir mi – yoksa böylesi bir işlem ilke olarak olanaksız mıdır?

(2) Güzellik algısı bir beyin süreci midir?

Öncelikle (1)'in yanıtında, eğer Church-Turing Tezinin ihlal edilmesine izin verilirse, o zaman Diyalogdaki tuhaf olayların olmaması için hiçbir temel engel yok gibi görünmektedir. Öyleyse bizim ilgilendiğimiz konu, Church-Turing Tezine inanan birinin Yengeç'in yeteneğine inanmaması gerekip gerekmediğidir. Aslında her şey CT-Tezinin hangi versiyonuna inandığınıza bağlıdır. Örneğin yalnızca Kamusal-Süreçler Versiyonuna kabul ediyorsanız o zaman Yengeç'in yeteneğinin bildirişilemez olduğunu kanıtlayarak, onunla Yengeç'in davranışını çok kolay bir şekilde uzlaştırabilirsiniz. Bunun tersine olarak, eğer İndirgemeci'nin Versiyonuna inanıyorsanız (yakında tanıtlanacak olan Church'ün Teoreminden dolayı) Yengeç'in görünüşteki yeteneğine inanmakta çok güçlük çekersiniz. Ara versiyonlara inanmak, sorun hakkında belirsiz kalmanıza imkân verirdi. Elbette duruma göre tutumunuzu değiştirmek sorun hakkında iyice kararsız kalmanıza neden olacaktır.

Burada CT-Tezinin, birçok kişi tarafından zımni olarak kabul edilen ve birçok yazar tarafından değişik tarzlarda açıkça ifade edilmiş olan yeni bir versiyonunu sunmak yerinde olacak gibi görünüyor. Bunu ifade eden yazarların en ünlülerinden bazıları şunlardır: filozof Hubert Dreyfus, S. Jaki, Mortimer Taube ve J. R. Lucas; biyolog ve filozof Michael Polanyi (par excellence bir bütüncü); seçkin Avusturalyalı nörofizyolog John Eccles. Benzer fikirleri öne sürmüş başka birçok yazar ve onlara yakınlık duyan birçok okur bulunduğundan eminim. Aşağıda bütün bu insanların ortak konumlarını özetlemeye çalıştım. Tam olarak hakkını verememiş olabilirim, ama elimden geldiğince özünü doğru olarak aktarmaya çalıştım.

CHURCH-TURİNG TEZİ, RUHÇULARIN VERSİYONU: Bir beynin yapabildiği bazı türden şeylere, bir bilgisayarda belli belirsiz bir şekilde yaklaşılabilir, ama çoğuna ve kesinlikle ilginç olanlarına değil. Ama zaten bütün hepsine yaklaşılsaydı bile, ruh yine de açıklanması gereken bir şey olarak kalırdı ve bilgisayarların bu konuyla bir ilgisi yoktur.

Bu versiyon *Magnifiyengeç* öyküsüyle iki şekilde bağlantılıdır. İlk elde, bu düşüncenin taraftarları öyküyü muhtemelen aptalca ve usasığmaz –ancak ilke olarak yasak olmayan– bir öykü olarak ele alacaklardır. İkinci elde ise muhtemelen güzellik gibi niteliklerin değerlendirilmesinin ele geçmez ruhla bağlantılı özelliklerden biri olduğunu ve dolayısıyla doğası gereği, makineler için değil, sadece insanlar için mümkün olduğunu iddia edeceklerdir.

Bu ikinci noktaya yine döneceğiz; ama önce söz "ruhçular"dan açılmışken, bu son versiyonu çok daha aşırı biçimi içinde sergilememiz gerekiyor, çünkü günümüzde birçok iyi eğitimli kişi bunu kabul etmektedir:

CHURCH-TURİNG TEZİ, THEODORE ROSZAK VERSİYONU: Bilgisayarlar saçmadır. Genel olarak bilim de.

Bu görüş, sayılara veya kesinliğe dair bir şeyler gördüğü her şeyde insan değerlerine yönelik bir tehdit gören belli kişiler arasında yaygındır. Bu kişilerin, insan zihni gibi, insan olmanın ne olduğuna dair nihai sorularla yakın ilişkiye girmemize imkân veren soyut yapıların araştırılmasında içerilen derinlik ve karmaşıklık ve güzelliği takdir edememeleri çok kötüdür.

Güzelliğe dönelim; güzellik değerlendiriminin bir beyin süreci olup olmadığını ve eğer öyleyse bir bilgisayar tarafından taklit edilebilir olup olmadığını ele almak üzereydik. Onun beyinle izah edilemeyeceğine inananlar, bir bilgisayarın buna sahip olabileceğine inanmazlar. Onun bir beyin süreci olduğuna inananlar da, CT-Tezinin hangi versiyonuna inandıklarına göre ikiye ayrı-

lırlar. Tam bir indirgemeci herhangi bir beyin sürecinin ilke olarak bir bilgisayar programına dönüştürülebileceğine inanır; diğerleriyse güzelliğin bir bilgisayar programının özümseyemeyeceği kadar kötü-tanımlanmış bir kavram olduğu hissine sahiptir. Belki de onlar güzellik değerlendiriminin, usdışı bir öge gerektirdiğine ve dolayısıyla bilgisayarların telleriyle bağdaşamaz olduğunu düşünüyorlar.

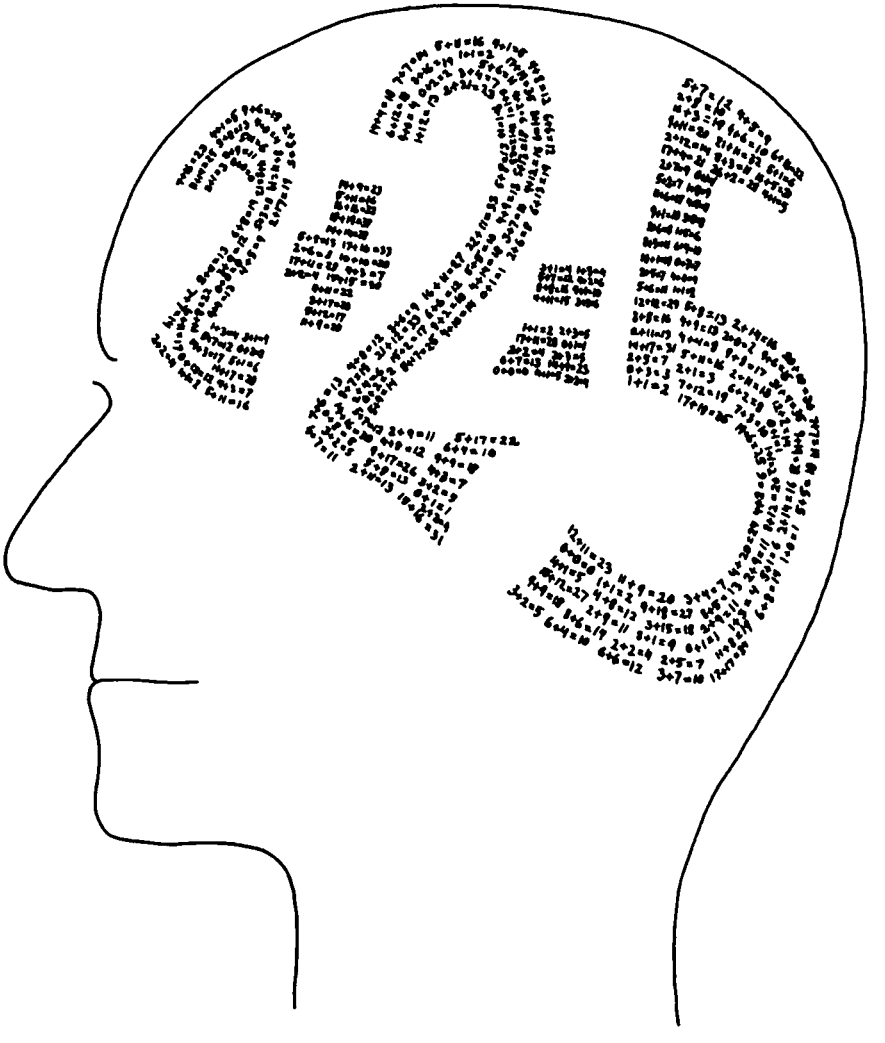
Usdışı ve Ussal Farklı Düzeylerde Aynı Zamanda Varolabilir

Ama "usdışılık bilgisayarlarla bağdaşmaz" anlayışı düzeylerin ciddi bir karıştırılmasına dayanır. Bu hatalı kavrayış, bilgisayarların hatasız iş gören makineler olduğundan bütün düzeylerde "mantıklı" olmaları gerektiği fikrinden kaynaklanır. Ancak bir bilgisayara bir dizi mantıkdışı deyim –veya rastgele doğruluk değerlerine sahip bir yığın bildirim– basmasını söyleyen komutlar yüklenebileceği son derece açıktır. Ancak bu komutları izlemesi esnasında bilgisayar hiçbir hata yapmaz! Tersine, eğer bilgisayar basması komutunu aldığı deyimlerin dışında bir şey basarsa hata yapmış olur. Bu bir düzeydeki hatasız iş görmenin, daha üst düzeydeki simge manipülasyonun altında yatabileceğini – ve üst düzeyin hedeflerinin Doğruluk dağıtımıyla tamamıyla ilişkisiz olabileceklerini gösterir.

Bu konuya dair bir perspektif oluşturmanın bir diğer yolu, beynin de hatasız olarak görev yapan ögelerin –nöronların– bir toplamı olduğunu hatırlamaktır. Ne zaman bir nöronun eşiği, gelen sinyaller tarafından aşılırsa, BUM! nöron ateşler. Bir nöronun aritmetiksel bilgisini unutması –girdilerini dikkatsizce toplaması ve yanlış bir yanıt elde etmesi– asla gerçekleşmez. Bir nöron öldüğünde bile, bileşenlerinin matematik ve fiziğin yasalarına uymaya devam etmesi anlamında, doğru olarak çalışmaya devam eder. Ama hepimizin bildiği gibi, nöronlar kendi düzeyinde, en şaşırtıcı şekillerde, yanlış olan üst-düzey davranışı kusursuzca destekleyebilirler. Şekil 109 böylesi bir düzeyler uzlaşmazlığını göstermek amacındadır; hatasız iş gören bir beynin donanımı tarafından desteklenen bir zihnin yazılımında yer alan yanlış bir inancın gösterimi.

Burada ana nokta –değişik bağlamlarda birçok kez vurgulanmış olan bir nokta– basitçe, anlamın, bir simge-işleme dizgesinin iki veya daha çok farklı düzeyinde varolabileceği ve anlamın yanı sıra doğruluk ve yanlışlığın da bütün bu düzeylerde varolabileceğidir. Verili bir düzeyde anlamın mevcudiyeti, bu düzeyde gerçekliğin eşbiçimli (veya daha gevşek) bir şekilde aynalanıp ay-

nalanmadığı tarafından belirlenir. Bu yüzden nöronların daima doğru toplamalar (aslında çok daha karmaşık hesaplamalar) yapması olgusunun, onların düzenekleri tarafından desteklenen üst-düzey sonuçların doğruluğu üzerinde bir etkisi yoktur. Birinin en üst-düzeyi ister Boole Budizminin konularını ispatlamakla ister Zen Cebiri'nin teoremleri üzerine meditasyonla meşgul olsun, her iki durumda da nöronlar ussal olarak iş görürler. Aynı nedenle bir beyinde güzelliği değerlendirme deneyimini yaratan üst-düzey simgesel süreçler, hatasız işleyen en alt düzeyde kusursuz bir şekilde ussaldır; eğer bir usdışılık varsa bu daha üst düzeydedir ve daha alt düzeydeki olayların bir gölge-olayıdır – bir sonucudur.



Şekil 109. Beyin ussaldır; zihin olmayabilir. [Yazarın çizimi.]

Aynı noktayı farklı bir şekilde ifade etmek için diyelim ki, bir peynirli burger mi yoksa ananaslı burger mi ısmarlayacağınız konusunda karar vermekte zorlanıyorsunuz. Bu nöronlarınızın da ateşleyip ateşlememe konusunda karar vermekte zorlandığı anlamına gelir mi? Elbette ki hayır. Hamburger-kararsızlığınız tamamıyla, çok örgütlü bir şekilde, binlerce nöronun etkili ateşlenmesine bağlı olan üst-düzey bir haldir. Bu bir parça ironiktir, ama üstüne biraz düşündüğünüzde tamamıyla aşikârdır. Yine de zihinler ve bilgisayarlarla ilgili hemen hemen bütün karışıklıkların kökeninde böylesi temel düzey-karışıklıklarının bulunduğunu söylemek muhtemelen adil olacaktır.

Bir bilgisayarın hatasız işleyen donanımın, karıştırma, unutma ya da güzellik değerlendirmesi gibi karmaşık halleri temsil eden üst-düzey simgel davranışı destekleyemeyeceğine inanmak için hiçbir neden yoktur. Birbirleriyle karmaşık bir "mantık"a göre etkileşen masif altdizgelerin varolması gerekir. Açık davranış ussal ya da usdışı olarak görünebilir; ama bunun altında, güvenilir, mantıksal donanımın performansı vardır.

Lucas'ın İyice Karşısında

Bu arada bu tür düzey ayrımı Lucas'a karşı yürüttüğümüz tartışma için yeni yakıt ikmali sağlar. Lucas uslamlaması Gödel'in Teoreminin, tanım gereği, makinelere uygulanabildiği fikrine dayanır. Aslında Lucas bunu son derece kuvvetli olarak ifade eder:

> Gödel'in Teoreminin sibernetik makinelere uygulanması gerekir, çünkü makine olmanın özü, biçimsel bir dizgenin somut bir örneklenmesi olmaktır.[9]

Gördüğümüz gibi bu donanım düzeyinde doğrudur – ama daha üst düzeyler varolabileceği için bu konu hakkmdaki son söz değildir. Lucas, tartıştığı zihni-taklit eden makinelerde, simgelerin yönlendirilmesinin gerçekleştiği *tek bir düzey* varmış izlenimi vermektedir. Örneğin Ayırma Kuralı (onun makalesinde "Modus Ponens" diye anılır) donanım içine tellenir ve böylesi bir makinenin değişmez bir özelliği olur. Hatta daha ileri giderek, Modus Ponens'in makinenin dizgesinin değiştirilemez bir dayanağı değil de zaman zaman çiğnenebilecek bir kural olsaydı ne olacağını şu şekilde ifade eder:

> Dizge biçimsel bir mantıksal dizge olmaktan çıkacaktır ve makinenin zihin modeli olarak nitelenmesi güçleşecektir.[10]

---

[9] J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel," A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 44.

[10] J. R. Lucas, *a.g.y.*, s. 54.

AI araştırmalarında geliştirilen birçok programın sayı kuramının doğrularını üreten programlarla – esnek olmayan çıkarım kurallarına ve sabit ilksavlar kümesine sahip programlarla çok az ortak noktası vardır. Ama bunlar kesinlikle "zihin modelleri" olarak tasarlanırlar. En üst düzeylerinde –"biçimsel olmayan" düzey– simgelerin manipülasyonu, analojilerin formülasyonu, fikirlerin unutulması, kavram karışıklıkları, ayrımların bulanıklaşması ve benzeri şeyler olabilir. Ama bu, aynı beynin nöronlarının doğru olarak işlemesine dayanmaları gibi onların da altta yatan donanımlarının doğru olarak işlemesine dayandığı olgusuyla çelişmez. Bu yüzden AI programları hâlâ "biçimsel dizgelerin somut örneklenimi"dir – ama Gödel'in kanıtlamasının Lucas tarafından değiştirilmiş halinin uygulanabildiği makineler değildir. Lucas'ın uslamlaması öyleyse yalnızca onların –istediği kadar büyük ya da küçük olsun– zekânın yer almadığı en alt düzeylerine uygulanabilir.

Lucas'ın zihinsel süreçlerin bilgisayar programları içinde nasıl temsil edilmesi gerektiğine ilişkin aşırı basitleştirilmiş görüşünü ele verdiği bir başka yol daha vardır. Tutarlılık meselesini tartışırken şöyle yazar:

> Eğer bizler gerçekten tutarsız makineler olsaydık, tutarsızlıklarımızdan hoşnut olarak yaşardık ve bir çelişkinin iki yarısını da memnuniyetle onaylardık. Dahası olmadığımız her şeyi söylemeye hazır olurduk. Ne de olsa tutarsız bir biçimsel dizge içinde her şeyin ispatlanabilir olduğu kolayca gösterilir.[11]

Bu son tümce, Lucas'ın, Önermeler Hesabının usavurma yapabilen her biçimsel dizge içine zorunlu olarak yerleştirilmesi gerektiğini varsaydığını gösterir. Özellikle Önermeler Hesabı'nın <<P∧~P>⊃Q> teoremini düşünüyor; açıkça bunun mekanikleşmiş usavurmanın kaçınılmaz bir özelliği olduğu yanlış inancına sahip. Ama önermesel usavurma gibi mantıksal düşünce süreçlerinin *önceden programlanmış* olmaktan ziyade bir AI programının genel zekâsının *sonuçları* olarak ortaya çıkacağı tamamıyla usayatkındır. İnsanlarda olan budur! Ve katı kuralları ve onların gerektirdiği oldukça saçma tutarlılık tanımıyla birlikte sıkı Önermeler Hesabı'nın böylesi bir programdan çıkacağını varsaymak için hiçbir özel neden yoktur.

AI'nın Desteklenmesi

Düzey ayrımlarına düzenlediğimiz gezintiyi, Church-Turing Tezinin son ve en güçlü versiyonuyla özetleyerek bitirebiliriz:

---

[11] J. R. Lucas, *a.g.y.*, s. 53.

CHURCH-TURİNG TEZİ, AI VERSİYONU: Her tür zihinsel süreç, altta yatan dili FlooP'unkiyle eşit güçte –yani içinde bütün kısmi yinelgen fonksiyonlar programlanabilir– olan bir bilgisayar programı tarafından simule edilebilir.

Ayrıca pratikte, birçok AI araştırmacısının, CT-Teziyle yakından bağıntılı olan ve benim *AI Tezi* dediğim başka bir inanç akidesine bağlı olduğunu da belirtmeliyiz:

AI TEZİ: Makinelerin zekâsı geliştikçe, altta yatan mekanizmaları gittikçe insan zekâsının altında yatan mekanizmalara yakınsayacaktır.

Bir başka deyişle bütün zekâlar tek bir tema üstüne çeşitlemelerdir; hakiki zekâyı yaratmak için AI çalışanları eğer makinelerinin bizim sahip olduğumuz yeteneklere sahip olmalarını istiyorlarsa, alt düzeyleri gittikçe yaklaşacak şekilde beyin mekanizmalarına doğru itelemelidirler.

Church'ün Teoremi

Şimdi Yengeç'e ve onun (müzikal güzellik için bir süzgeç görüntüsü altında sunulmuş) teoremlik için karar verme yordamının gerçeklikle bağdaşıp bağdaşmadığı sorusuna dönelim. Aslında Diyalogda geçen olaylardan, Yengeç'in hünerinin *teorem-olmayanlardan teoremleri* söyleme yeteneği mi, yoksa *yanlış önermelerden doğru önermeleri* söyleme yeteneği mi olduğunu çıkarmamız mümkün değildir. Elbette birçok durumda bu aynı şeydir, ama Gödel'in Teoremi bunun daima böyle olmadığını gösterir. Ama önemi yok: bu seçeneklerin ikisi de, eğer Church-Turing Tezinin AI Versiyonuna inanıyorsanız, mümkün değildir. TNT'nin gücüne sahip herhangi bir biçimsel dizgede *teoremlik* için bir karar verme yordamına sahip olmanın mümkün olmadığı önermesi *Church'ün Teoremi* olarak bilinir. Sayı-kuramsal *doğruluk* –böyle bir doğruluk varsa tabii, TNT'nin çatallanmalarıyla karşılaştıktan sonra buna kuşkuyla bakılabilir– için bir karar verme yordamına sahip olmanın mümkün olmadığı önermesi *Tarski'nin Teoremi*'nden (1933'de yayınlanmıştır, ama buradaki fikirler çok daha önceden Tarski tarafından biliniyordu) hemen çıkarılabilir.

Metamatematiğin bu son derece önemli iki sonucunun ispatları birbirlerine çok benzer. Her ikisi de kendine-göndergeli inşalardan oldukça çabuk bir şekilde çıkarılabilir. Önce TNT-teoremliliği için bir karar verme yordamının varlığı sorusunu ele alalım. Eğer insanların, verili bir X tamdeyiminin "teo-

rem" ve "teorem-olmayan" sınıflarından hangisinin içine düştüğüne karar verebildikleri birbiçimli bir yol olsaydı, o zaman CT-Tezi (Standard Versiyon) gereği, X tamdeyiminin Gödel sayısı girdi olarak verildiğinde aynı kararı verebilen sonlanan bir FlooP programı (genel bir yinelgen fonksiyon) varolurdu. Burada can alıcı adım, sonlanan bir FlooP programıyla sınanabilen herhangi bir özelliğin TNT'de *temsil edildiğini* hatırlamaktır. Bu TNT-teoremliliği özelliğinin TNT içinde (yalnızca ifade edilmekten farklı olarak) temsil edileceği anlamına gelir. Ama birazdan göreceğimiz gibi bu durum başımıza iş açar, çünkü eğer teoremlik temsil edilebilir bir nitelikse, o zaman Gödel'in G tamdeyimi Epimenides paradoksu kadar kısır olur.

Her şey G'nin söylediğine bağlıdır: "G, TNT'nin bir teoremi değildir." G'nin bir teorem olduğunu varsayın. O zaman teoremliğin temsil edildiği kabul edildiği için, "G bir teoremdir" önesürümünde bulunan TNT-tamdeyimi TNT'nin bir teoremi olacaktır. Ama bu tamdeyim G'nin değillemesi olan ~G'dir, öyleyse TNT tutarsızdır. Öte yandan G'nin bir teorem olmadığını varsayın. O zaman bir kez daha teoremliğin temsil edilebilirliği varsayımı gereği, "G bir teorem değildir" önesürümünde bulunan tamdeyim TNT'nin bir teoremi olacaktır. Ama bu tamdeyim G'dir ve bir kez daha paradoksa düşeriz. Önceki durumun tersine paradoksun çözümü yoktur. Problem, teoremliğin TNT'nin bir tamdeyimi tarafından temsil edilebileceği varsayımı tarafından yaratılmıştır, öyleyse geriye doğru iz sürüp bu varsayımı silmemiz gerekir. Bu aynı zamanda bizi, hiçbir FlooP programının, teorem-olmayanlarınkinden teoremlerin Gödel sayılarını söylemeyeceği sonucunu kabul etmeye zorlar. Son olarak eğer CT-Tezinin AI versiyonunu kabul edersek daha da geriye gitmemiz ve aracılığıyla insanların teorem-olmayanlardan teoremleri güvenilir bir şekilde söyleyebildikleri hiçbir yöntemin varolmadığı sonucuna varmamız gerekir – ve bu güzelliğe dayalı belirlemeleri de içerir. Yalnızca Kamusal-Süreçler Versiyonunu kabul edenler hâlâ Yengeç'in performansının mümkün olduğunu düşünebilirler; ama bütün versiyonlar içinde belki de haklılandırılması en zor olan versiyon budur.

Tarski'nin Teoremi

Şimdi Tarski'nin sonucuna bakalım. Tarski, sayı-kuramsal doğruluk kavramını TNT'de ifade etmenin bir yolu olup olmadığı sorusuna yanıt arıyordu. Teoremliğin (temsil edilebilir olmasa da) ifade edilebilir olduğunu gördük; Tarski doğruluk kavramıyla ilgili olarak benzer soruyla ilgileniyordu.

Daha belirgin olarak, şu şekilde çevrilebilecek tek bir bağsız a değişkenli herhangi bir TNT-tamdeyimi olup olmadığını belirlemek istiyordu:

"Gödel sayısı a olan tamdeyim bir doğruluğu ifade eder."

Tarskiyle birlikte böylesi bir tamdeyimin varolduğunu varsayalım – bunu DOĞRU {a} diye kısaltacağız. Şimdi yapacağımız şey, kendisi hakkında kendisinin doğru olmadığı öne sürümünde bulunan bir tümce üretmek için köşegen yöntemini kullanmaktır. Bir "amca" ile başlayarak tamamıyla Gödel'in yöntemini kopyalayacağız:

∃a:<~DOĞRU{ a}∧ARITMOQUINE{ a",a}>

Amcanın Gödel sayısına t diyelim. Bu amcayı aritmoquineliyoruz ve Tarski tamdeyimi T'yi üretiyoruz:

$$\exists a{:}<\sim \text{DOĞRU}\{a\}\wedge \text{ARITMOQUINE}\{\underbrace{\text{SSS}\ldots\text{SSS0}}_{t\ \text{S}}\text{/a''},a\}>$$

Yorumlandığında şunu söyler:

"t'nin aritmoquinelaştırımı
yanlış bir önermenin Gödel sayısıdır."

Ama t'nin aritmoquinelanmışı T'nin kendi Gödel sayısı olduğundan, Tarski'nin tamdeyimi T, "Ben yanlışım" diyerek, TNT içinde Epimenides paradoksunu tamamıyla yeniden üretir. Elbette bu onun eşanlı olarak doğru ve yanlış (ya da eşanlı olarak ne doğru ne yanlış) olması gerektiği sonucuna götürür. Burada ilginç bir mesele gündeme gelir: Epimenides paradoksunun yeniden üretilmesinde bu kadar kötü olan nedir? Bunun bir önemi var mı? Sonuçta, bu paradoksa Türkçede zaten sahiptik ve Türkçe onu yok edememişti.

Magnifiyengeç'in Olanaksızlığı

Yanıt burada söz konusu olan anlamın iki düzeyinin varolduğunu hatırlamakta yatar. Bir düzey tam da kullanıyor olduğumuz düzeydir; öteki sayı kuramının bir önermesi olarak vardır. Eğer Tarski tamdeyimi T fiili olarak varolsaydı, aynı zamanda hem doğru hem de yanlış olan *doğal sayılar hakkında* bir önerme olacaktı. Türkçe dilindeki Epimenides paradoksunu, onun konusunun (kendisinin doğruluğunun) soyut olduğunu söyleyerek her zaman halının altına süpürebilme imkânımız varken, sayılar hakkındaki somut bir bildirime dönüştüğünde bu mümkün değildir! Eğer bunun saçma bir durum

olduğuna inanıyorsak, o zaman DOĞRU{a} tamdeyiminin varolduğu varsayımımızın etkisini ortadan kaldırmak zorundayız. Böylece doğruluk kavramını TNT içinde ifade etmenin hiçbir yolu yoktur. Bunun doğruluğu teoremlikten çok daha ele geçirilemez bir kavram haline getirdiğine dikkat edin, çünkü ikincisi ifade edilebilir bir kavramdır. Daha önce (Church-Turing Tezi, AI versiyonuyla ilgili olarak kullandığımız) aynı geriye doğru izleme yöntemi bizi şu sonuca götürür:

> Yengeç'in zihni, bir TNT-teoremi tanıyıcısı olmasından daha fazla bir doğruluk-tanıyıcı olamaz.

Önceki Church'ün Teoremini ihlal ederken sonraki Tarski-Church-Turing Teoremini ("Aritmetik doğruluk için hiçbir karar verme yordamı yoktur") ihlal edecektir.

Biçimin İki Tipi

Öyleyse gelişigüzel olarak karmaşık şekillerin kuruluşlarına uygulandığı haliyle "biçim" sözcüğünün anlamı hakkında düşünmek son derece ilginçtir. Örneğin bir resme baktığımız ve onun güzelliğini hissettiğimizde tepki verdiğimiz nedir? Retinamız üstündeki noktaların ve çizgilerin "biçim"i mi? Açıkça öyle olmalıdır, çünkü başımızdaki çözümleme mekanizmalarına geçiriliş tarzı böyledir – ama işlemenin karmaşıklığı bizde sadece iki-boyutlu bir yüzeye bakmıyor olduğumuz hissini verir; resmin içindeki bir tür iç anlama, bu iki boyutluluk içinde kıstırılmış çokboyutlu bir görünüşe tepki veriyoruz. Burada önemli olan "anlam" sözcüğüdür. Zihinlerimiz iki-boyutlu örüntüleri kabul eden ve sonra onlardan, bilinçli olarak betimleyemeyeceğimiz kadar karmaşık olan yüksek-boyutlu kavramlar "çeken" yorumlayıcılar içerir. Bu arada müziğe karşı tepkimiz hakkında da aynı şeyler söylenebilir.

Öznel olarak iç anlamın dışarı-çekilme düzeneği, bir dizinin düzgünlüğü gibi belirli bir niteliğin varlığı veya yokluğunu denetleyen bir karar verme yordamına hiç de benzemiyormuş gibi hissedilir. Muhtemelen bunun nedeni iç anlamın, zamanla birlikte kendisinin daha çoğunu açığa vuran bir şey olmasıdır. Dolayısıyla düzgünlük özelliğini saptamada olduğu gibi, işin bittiğinden asla emin olamazsınız.

Bu çözümlemediğimiz örüntülerde "biçim"in iki anlamı arasında bir ayrım yapılabileceğini ima eder. Birinci olarak, BlooP programlarında olduğu gibi, *öngörülebilir olarak sonlanan sınamalarla* saptanabilen düzgünlük gibi nitelikler vardır. Bunlara biçimin sentaktik nitelikleri demeyi öneriyorum. Bi-

çimin sentaktik yönlerinin yüzeye yakın olduğu ve bundan dolayı çok boyutlu bilişsel yapıların yaratılmasına yol açmadığı sezgisel olarak hissedilen bir durumdur.

Bunun tersine, biçimin *semantik* yönleri, öngörülebilir bir zaman süresi içinde sınanamayan niteliklerdir: bunlar *açık-uçlu sınamalar* gerektirirler. Daha önce gördüğümüz gibi, böylesi bir özellik TNT-dizilerinin teorem-olma özelliğidir. Bir diziye standart bir sınama uygulayarak onun bir teorem olup olmadığını bulamazsınız. Bir şekilde işe dizinin *anlamının* karışması olgusu, bir dizinin bir TNT-teoremi olup olmadığını söylemenin zorluğuyla son derece yakından bağıntılıdır. Bir dizinin anlamının dışarı çekilmesi, özünde, onun bütün diğer dizilerle olan bağlantılarının bütün içerimlerinin tesis edilmesini gerektirir ve bu da kesin olarak açık-uçlu bir yola girilmesine neden olur. Böylece "semantik" özellikler açık-uçlu aramalarla bağıntılıdır, çünkü önemli bir anlamda, bir nesnenin *anlamı*, nesnenin kendi içine *yerleştirilmiş* değildir. Bu, zamanın sonuna kadar, herhangi bir nesnenin anlamının anlaşılmasının hiç mümkün olmadığını söylemek değildir, çünkü zaman geçtikçe, anlamın gittikçe daha fazlası açığa çıkar. Bununla birlikte anlamın daima, keyfi olarak uzun süre saklı kalacak yönleri bulunur.

Anlam Bilişsel Yapılarla Bağlantılardan Türer

Sırf çeşit olsun diye, dizilerden müzik parçalarına dönelim. İsterseniz müzik parçasına yapılan her gönderimin yerine "dizi" terimini koyabilirsiniz. Tartışmanın genel olması gözetilmiştir, ama bana göre, müzik üzerinden yapılan açıklamalar işin ruhunu çok daha iyi verebilmektedir. Bir müzik parçasının anlamı konusunda tuhaf bir ikilik vardır: bir yandan dünyadaki birçok başka şeyle ilişkisinden dolayı geniş bir alana yayılan bir şey gibi görünür – buna karşın öte yandan bir müzik parçasının anlamı açıkça müziğin kendisinden türetilir, bu yüzden de müziğin içinde bir yerlere yerleştirilmiş olmalıdır.

Bu ikilemin çözümü yorumlayıcı –anlamı dışarı-çeken mekanizma– üzerine düşünmekten geçer (Bu bağlamda "yorumlayıcı"yla, parçanın icrasını değil, parça çalındığında dinleyicideki anlamı üreten zihinsel mekanizmayı kastediyorum). Yorumlayıcı, ilk kez karşılaştığı bir parçayı dinlerken parçanın anlamının birçok önemli yönünü keşfedebilir; bu, anlamın parçanın kendisinin içinde yerleştiği ve yalnızca oradan okunduğu anlayışını onaylar görünmektedir. Ama bu öykünün yalnızca bir kısmıdır. Müzik yorumlayıcısı, önce-

ki deneyimleri kodlayan diğer çokboyutlu zihinsel yapılarla bağlar oluşturarak önceden-varolan bilgiyle bütünleştirmeye çalıştığı çokboyutlu bir bilişsel yapı –müziğin zihinsel bir temsilini– kurarak çalışır. Bu süreç ilerledikçe, anlamın bütünü derece derece açılır. Aslında kişi bir parçanın çekirdek anlamına nüfuz ettiğini hissedene dek yıllar geçebilir. Bu karşıt görüşü destekler gibi görünmektedir: müzikal anlamın geniş alana yayıldığı, yorumlayıcının rolünün onu kademeli olarak bir araya getirmek olduğu görüşünü.

Hakikat kuşkusuz ikisinin arasında bir yerdedir: anlamlar –hem müzikal hem dilsel– bir dereceye kadar yersenebilir, bir dereceye kadar yayılmıştır. VI. bölümdeki terminolojiyi kullanırsak, müzik ve metin parçalarının belirtik anlamın kısmen tetikleyicileri kısmen de taşıyıcıları olduklarını söyleyebiliriz. Anlamın bu ikiliğinin canlı bir örneğini antik yazıt tabletlerinde bulabiliriz: anlam, dünyaya yayılmış kütüphanelerde ve uzmanların beyinlerinde saklanır, ama aynı zamanda açıkça tabletin kendisindedir.

O halde (önerildiği anlamlarıyla) "sentaktik" ve "semantik" özellikler arasındaki farkı belirtmenin bir diğer yolu şudur: sentaktik özellikler belirsizliğe imkân vermeyecek şekilde tetkik edilen nesnenin içinde yer alır, oysa semantik özellikler, nesnenin, potansiyel olarak sonsuz olan diğer nesneler sınıfıyla ilişkilerine bağlıdır ve bu yüzden tam olarak yersenebilir değillerdir. Sentaktik özelliklerde ilke olarak gizli saklı bir şey yoktur, oysa saklılık ve gizlilik semantik özelliklerin özünü oluşturur. İşte, görsel biçimin "sentaktik" ve "semantik" yönleri arasında ayrım olduğunu önermemin nedeni de budur.

Güzellik, Doğruluk ve Biçim

Peki ya güzellik? Yukarıdaki düşüncelerin ışığı altında düşündüğümüzde kesinlikle sentaktik bir özellik değildir. Peki semantik bir özellik midir? Mütalaamızı tek bir gözlemciyle sınırlayalım. Herkes bir şeyi bir zamanlar güzel, bir başka zaman çirkin –ve başka zamanlarda da belki arada– bulma deneyimini yaşamıştır. Öyleyse güzellik zaman içinde değişen bir nitelik midir? Konuya tersinden yaklaşarak zaman içinde değişenin gözlemci olduğu da söylenebilir. Belirli bir zamanda belirli bir resmi seyreden belirli bir gözlemci verildiğinde, güzelliğin kesin olarak mevcut veya namevcut olan bir nitelik olduğunu öne sürmek usauygun olur mu? Yoksa onunla ilgili olarak hâlâ kötütanımlanmış ve saklı bir şeyler var mıdır?

Büyük olasılıkla her insanda koşullara bağlı olarak yorumlayıcının farklı düzeyleri çağrılır. Bu çeşitli yorumlayıcılar farklı anlamlar çıkarır, farklı bağ-

lantılar kurar ve genellikle bütün derin yönleri farklı olarak değerlendirirler. Bu yüzden bu güzellik kavramı saptanması son derece güç bir kavram olarak görünür. Ben de bu nedenle *Magnifiyengeç*'te güzelliği, bütün metamatematikteki en ele geçirilemez kavramlardan biri olan doğruluk kavramıyla bağlantılandırmayı seçtim.

Epimenides Paradoksunun Nöral Substratı

Bu bölümü, doğruluğun ana problemi Epimenides paradoksuna dair bazı fikirlerle bitirmek istiyorum. Tarski'nin Epimenides paradoksunu TNT içinde yeniden üretmesinin, Türkçedeki Epimenides paradoksunu daha derinliğine anlamamız için bize yol göstediğini düşünüyorum. Tarski'nin bulduğu şey, paradoksun onun kurduğu versiyonunda iki farklı düzeyinin olmasıdır. Bir düzeyde o, yanlış olsaydı doğru ve doğru olsaydı yanlış olacak olan *kendi hakkında* bir tümcedir. Öteki düzeydeyse –ben buna *aritmetik altkatman/substrat* diyorum– ancak ve ancak yanlışsa doğru olan, *tamsayılar hakkında* bir tümcedir.

Bazı nedenlerden dolayı bu ikincisi insanları birincisinden daha çok tedirgin etmektedir. Bazı kişiler kendine-göndergeliliğinden dolayı birincisine "anlamsız" diye omuz silkip geçerler. Ama tamsayılar hakkındaki paradoksal önermelere omuz silkemezsiniz. Tamsayılar hakkındaki önermeler öyle kolayca hem doğru hem de yanlış olamazlar.

Bana öyle geliyor ki, Epimenides paradoksunun Tarski dönüşümü bize, Türkçe versiyonunda *bir taşıyıcı altkatman, substrat aramamız* gerektiğini öğretiyor. Aritmetik versiyonda, anlamın üst düzeyi daha alt aritmetik düzey tarafından taşınır. Belki de benzer şekilde, algıladığımız kendine-göndergeli tümce ("Bu tümce yanlıştır") çift-düzeyli bir varlığın yalnızca en üst düzeyidir. Öyleyse alt-düzey ne olabilir: Dilin üstüne oturduğu düzenek nedir? Beyin. O halde Epimenides paradoksuna bir *nöral substrat* aranmalıdır – birbiriyle, çatışan fiziksel olayların alt düzeyi. Yani doğaları gereği eşanlı olarak meydana gelemeyen iki olay. Eğer bu fiziksel substrat varsa, o zaman Epimenides tümcesinin yazı mı tura mı olduğuna karar verememizin nedeni beynimizin imkânsız bir işi başarmaya çalışıyor olmasıdır.

Peki, çatışan fiziksel olayların doğası nasıl olabilir? Muhtemelen Epimenides tümcesini duyduğunuzda beyniniz tümcenin "kodunu" –etkileşen simgelerin içsel bir düzenleşimini– kurar. Sonra tümceyi "doğru" veya "yanlış" olarak sınıflamaya çalışır. Bu sınıflandırma faaliyeti, çeşitli simgeleri belirli bir

şekilde etkileşmeye zorlayan bir girişimi içermelidir. (Muhtemelen bu, her tümcenin işlenmesinde olur.) Şimdi eğer sınıflandırma faaliyeti, tümcenin kodlanmasını fiziksel olarak bozarsa –olağan durumlarda hiç olmayan bir şeydir bu– o zaman sorun çıkar, çünkü bu bir plakçaları kendini-kıran plağı çalmaya zorlamaya çalışmaya benzer. Çatışkıyı fiziksel terimlerle betimledik, nöral terimlerle değil. Eğer bu çözümleme şimdiye kadar doğruysa, o zaman tartışmanın geri kalanı, beyindeki "simgeler"in nöronlardan ve onların ateşlemelerinden kurulması ve de tümcelerin "kodlamalara" dönüştürülme yolu hakkında bir şeyler bildiğimizde muhtemelen sonuna kadar sürdürülebilir.

Epimenides paradoksunun nöral substratına dair bu taslak Epimenides paradoksunun bir dil içindeki versiyonunun çözümünün Tarski versiyonunkiyle benzer olabileceğini sezindiriyor (en azından bana). Çözüm, bir beynin, doğruluk kavramının bütünüyle doğru bir temsilini verebileceği anlayışının terk edilmesini gerektirir. Bu çözümün yeniliği, doğruluğun bütünsel bir modellemesinin tamamıyla *fiziksel* nedenlerle olanaksız olduğunu ima etmesidir; yani böylesi bir modelleme, beyinde fiziksel olarak bağdaştırılamaz olayların meydana gelmesini gerektirir.

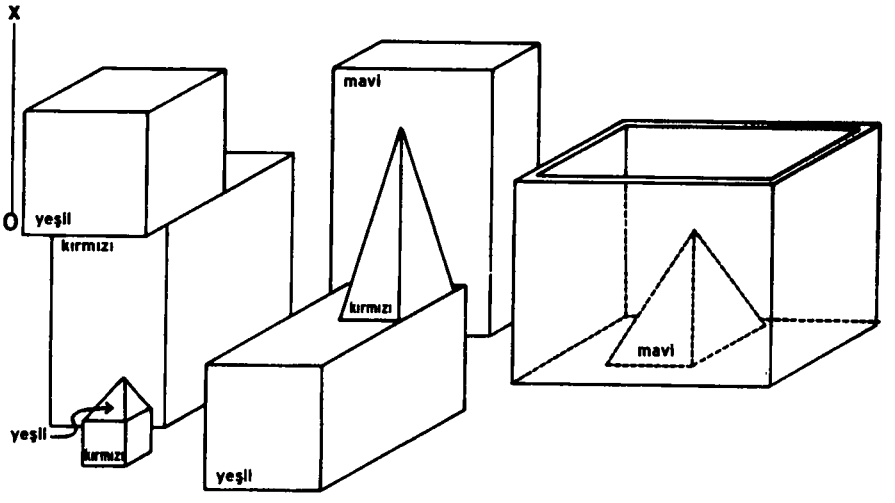
SHRDLU,
İnsan Tasarımının Oyuncağı[1]

Günlerden bir gün, Eta Oin MIT Yapay Zekâ Laboratuarı'nda gezinirken parlak ve genç bilgisayar programı SHRDLU ile karşılaşır. Bu tam da SHRDLU, henüz geliştirilmiş insan "Dr. Tony Earrwig'in" yeteneğini deneme amacıyla birini bulmak için yanıp tutuştuğu sırada gerçekleşir. SHRDLU, bu Earrwig'in değişik biçim, büyüklük ve renklerde blokları içeren – bir masada duran ve kaldırılıp, yerleri değiştirilebilen bloklar– bir "oyuncak dünyası"yla ilgili bir konuşmanın çözümlenmesi gibi sınırlı bir alanda oldukça zeki olduğu açıklamasını yapar. Hayran kalan Eta Oin hararetle SHRDLU'n düğmelerine basmaya başlar. Earrwig omzunun üstünden sallanır ve söylendiği gibi bir tür yorumlamaya girişir.

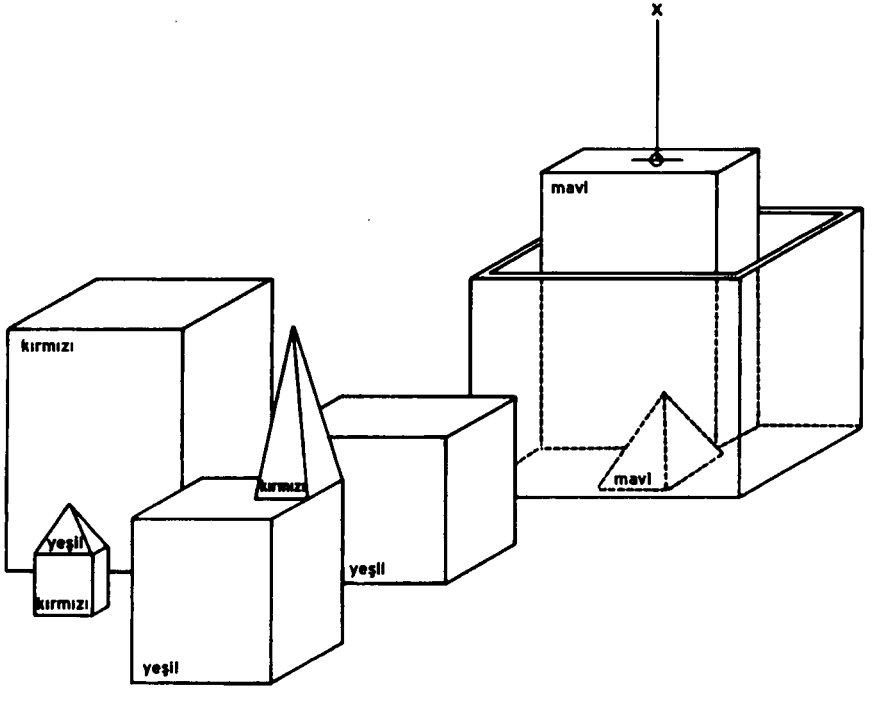
1. *Eta Oin:* büyük kırmızı bir bloğu kaldır. [Şekil 110'a bakın.]
   SHRDLU: Tamam.
   Dr. Tony Earrwig: SHRDLU bir komutu yerine getirdiğinde "TAMAM" yanıtını verir. Kırmızı bloğu kaldırmak için yeşil olana yer bulması ve yeşilin yerini değiştirmesi gerekti.
2. *Eta Oin:* şu piramidi tut.
   SHRDLU: HANGİ PİRAMİDİ KASTETTİĞİNİ ANLAMIYORUM.
   Dr. Tony Earrwig: Ekranda üç piramit var ve SHRDLU, "şu" ile başlayan deyişlerin konuşmacının zihninde belirli bir nesneye göndermede bulunduğunu bilir.
3. *Eta Oin:* tuttuğun şeyden daha uzun olan bir blok bul ve onu kutunun içine koy. [Şekil 111'e bakın.]
   Dr. Tony Earrwig: SHRDLU, tuttuğunun hangi blok olduğuna karar vermede tümdengelim kullanmanın yanı sıra "şey" ve "o" ile ne kastedildiğini de çözmek zorunda.

---

[1] Bu Diyalog, R. Schank ve K. Colby'nin editörlüğünü yaptığı *Computer Models of Thought and Language*, s. 155-66'daki Terry Winograd'ın "A Procedural Model of Language Understanding"mdan uyarlanmıştır. Yalnızca iki karakterin adı değiştirilmiştir.



Şekil 110. "Büyük, kırmızı bir bloğu kaldır." [Terry Winograd, *Understanding Natural Language* (New York: Academic Press, 1972), s. 8.]



Şekil 111. "Tuttuğundan daha büyük olan bir blok bul ve onu kutunun içine koy." [Terry Winograd, *Understanding Natural Language*, s. 9.]

SHRDLU: "O" İLE BENİM TUTTUĞUMDAN DAHA UZUN OLAN BLOĞU KASTETTİĞİNİZİ VARSAYIYORUM.

Dr. Tony Earrwig: "O" için mümkün iki gönderge vardı: seçilmiş olan ve "senin tuttuğun şey." SHRDLU aralarında seçim yapmak için bulgulayıcıya sahip.

SHRDLU: TAMAM.*Dr. Tony Earrwig: Daha uzun olan maviyi kaldırmak için SHRDLU'nun elinin kırmızı bloğu indirmesi gerekiyor.*

4. *Eta Oin:* kutunun içinde ne var?

   SHRDLU: MAVİ PİRAMİT VE MAVİ BLOK.

5. *Eta Oin:* piramidi ne taşıyor?

   Dr. Tony Earrwig: Daha önce SHRDLU "HANGİ PİRAMİDİ KASTETTİĞİNİZİ ANLAMIYORUM" karşılığını vermişti. Şimdi biraz önce sözünü ettiğinizi kastettiğinizi varsayıyor.

   SHRDLU: KUTU.

6. *Eta Oin:* kaç blok kutunun içinde değildir?

   Dr. Tony Earrwig: "Değil" ve "hiç" gibi olumsuzlar, tümcecikler ya da ad grupları içinde ("hiçbir kutu gibi) geçip geçmediklerine göre işleme koyulur.

   SHRDLU: DÖRT TANE.

7. *Eta Oin:* onların en az biri benim sana kaldırmanı söylediğim şeyden daha mı dar?

   Dr. Tony Earrwig: "onların en az biri" deyişi önceki soruya gönderecek şekilde çözümlenmeli ve "kaldırmam söylediğim şey" de bloklara gönderme yapmalı. Ad grupları karmaşık sayılara sahip olabilir, "en az biri," "üçten fazla," "tam olarak yedi" gibi. Geçmiş olayların belleği hangi bloğun "benim sana kaldırmanı söylediğim şey" olduğunu çıkarımlamakta kullanılmıştır. "Bir tane" içindeki karmaşık dizimsel yapının aslında iki düzey derine gömülmüş bir tümceciğin nesnesi olduğuna dikkat edin. SHRDLU'nun ayrıştırıcısı genel bir biçimde bu türden karışıklıkları kotarabilen bir gramer içerir.

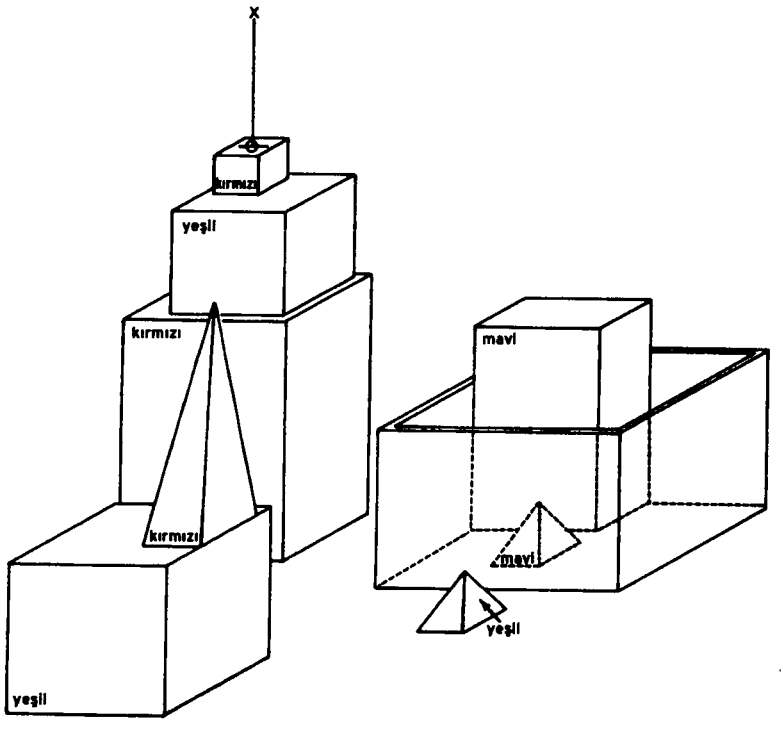
   SHRDLU: EVET, KIRMIZI KÜP.

8. *Eta Oin:* taşınıyor mu?

   SHRDLU: EVET, MASA TARAFINDAN.

   Dr. Tony Earrwig: SHRDLU, soru soran kişi açısından konuyla hangi bilginin ilgili olduğuna ilişkin kişi özel olarak o bilgiyi istemese bile, bulgulayıcıya sahiptir.

9. *Eta Oin:* Masa blokları kaldırabilir mi?
   SHRDLU: HAYIR.
   Dr. Tony Earrwig: SHRDLU'nun semantik kuralları "kaldırma"nm canlı bir nesne tarafından yapılması gerektiği bilgisini içerir ve masa canlı değildir.
10. *Eta Oin:* bir piramit bir blok tarafından taşınabilir mi?
    SHRDLU: EVET.
    Dr. Tony Earrwig: SHRDLU'nun tümden gelimli dizgesi gerçek bir örnek bulur, dolayısıyla bunun olanaklı olduğunu bilir.
11. *Eta Oin:* bir piramit bir piramiti taşıyabilir mi?
    SHRDLU: BİLMİYORUM.
    Dr. Tony Earrwig: Soru anlamlıdır ancak ekranda hiçbir örnek yoktur. SHRDLU, bunlar nihai olarak onun yeteneklerini tanımlamalarına karşın, kendi programlarının ayrıntılarına bakamaz.
12. *Eta Oin:* İki piramiti üst üste koy.
    SHRDLU: YAPAMAM.
    Dr. Tony Earrwig: SHRDLU dener ve başarısız olur.
13. *Eta Oin:* mavi piramit benimdir.
    SHRDLU: ANLADIM.
    Dr. Tony Earrwig: Nesnelerin renkleri, biçimleri, boyutları ve yerlerine ilişkin bütün bilgiler baştan SHDLU'ya verilmiştir. İyelik, sözü edilebilecek nesnelerin bilinmeyen bir özelliği olarak bırakılmıştır. Bu bilgiyi veri tabanında saklar.
14. *Eta Oin:* kırmızı olmayan bütün bloklara sahibim, ama bir piramidi taşıyan hiçbir şeye sahip değilim.
    SHRDLU: ANLADIM.
    Dr. Tony Earrwig: Bu tümceleri anlamanın sonucu, senin bir şeye sahip olup olmadığını çıkarımlaması için SHRDLU için yeni yordamların yaratılmasıdır.
15. *Eta Oin:* kutuya sahip miyim?
    SHRDLU: HAYIR.
    Dr. Tony Earrwig: Kutu içerdiği her şeyi, bir piramit de dahil, taşır.
16. *Eta Oin:* kutunun içinde sahip olduğum bir şey var mı?
    SHRDLU: EVET, İKİ NESNE: MAVİ BLOK VE MAVİ PİRAMİT.
17. *Eta Oin:* iki kırmızı bloğu veya bir yeşil küp veya piramidi üst üste koyar mısın, lütfen? [Şekil 112'ye bakın.]



Şekil 112. "İki kırmızı bloğu veya bir yeşil küp veya bir piramidi üst üste koyar mısın, lütfen?" [Terry Winograd, *Understanding Natural Language*'dan uyarlanmıştır, s. 12.]

SHRDLU: TAMAM.

Dr. Tony Earrwig: "Ve," "veya," "ya" gibi mantıksal eklemler hem gramer hem de semantik açıdan ele alınır. Bir komut bir soru gibi görünse bile yürütüme konur. Komut şu adımlarda yerine getirilir: SHRDLU büyük, kırmızı bloğun üstüne yeşil bir küp koyar (üstünde bir şey olmayan yeşil küpü seçer), *sonra küçük piramidi küçük, kırmızı küpten uzaklaştırır, böylece o küpü belirtildiği gibi yığıtı tamamlamak için kullanabilir.*

18. *Eta Oin:* Hangi küp masanın üstünde duruyor?

SHRDLU: KIRMIZI PİRAMİDİ TAŞIYAN, BÜYÜK, YEŞİL OLAN.

Dr. Tony Earrwig: Çoğunlukla, buna "YEŞİL, BÜYÜK BİR KÜP" demek SHRDLU'ya yeterlidir, ama siz "hangi küp" diye sorduğunuzdan onu adlandırmakta çok daha özgül olması gerekir. Konuşmayı daha da doğallaştırmak için yanıtlarında bir adm yerini tutan ibareler ("olanı" gibi) ve zamirler kullanmasını sağlayan yordamlara sahiptir.

19. *Eta Oin:* bir piramidin arkasında büyük bir blok var mı?

SHRDLU: EVET, ÜÇ TANE VAR: BÜYÜK, KIRMIZI BİR TANE, BÜYÜK YEŞİL BİR KÜP VE MAVİ BİR TANE.

20. *Eta Oin:* bir piramidi taşıyan yeşil küpün üstüne küçük bir tane koy.

Dr. Tony Earrwig: "Küçük bir tane" daha önceki "büyük bir blok" deyişinizle karşıtlık oluşturmalı, bu da "küçük bir blok" demektir.

SHRDLU: TAMAM.

21. *Eta Oin:* küçücük piramidi onun üstüne koy.

Dr. Tony Earrwig: "Küçücük" gibi sözcükler SHRDLU'nun sözlüğünde yoktur, ama "küçük" gibi kök biçimlerinden hareketle yorumlanırlar. SHRDLU işlemi yerine getirmek için bütün piramitlerin büyüklüklerini karşılaştırır.

SHRDLU: TAMAM.

22. *Eta Oin:* yeşil küplerin üstünde kaç nesne var?

SHRDLU: "YEŞİL KÜPLERİN ÜSTÜNDE" DEYİŞİNDEKİ "ÜSTÜNDE" İLE NEYİ KASTETTİĞİNİZDEN EMİN DEĞİLİM

KASTETTİĞİNİZ

1-DOĞRUDAN YÜZEYİN ÜSTÜ MÜ

2-ONUN ÜSTÜNDEKİ HERHANGİ BİR YER Mİ?

Dr. Tony Earrwig: Önceki tümcedeki "üstünde" deyişiyle ne kastedildiği bağlamdan çıkarıldığından sorunsuz olarak yorumlanmıştı. Bunda, belirsizliği kaldırmak için gündeme gelen bulgulayıcılar açık seçik bir tanımlama sağlamaz, bu nedenle SHRDLU sizden daha fazla bilgi istemek zorunda kaldı. "O" ya da "onlar" gibi bir zamirin anlamı açık olmadığı zaman da bunun gibi bir istek ortaya çıkabilir.

23. *Eta Oin:* küçük küpün üstüne yeşil olanı koymadan önce bir piramide dokunmuş muydun?

SHRDLU: EVET, YEŞİL OLANA.

Dr. Tony Earrwig: SHRDLU, belleğinden hangi olaya gönderme yapıldığını çıkarır ve bununla diğer olaylar arasında zamansal bağlantı kurabilir. Çözümleme fiil gruplarının karmaşık çekimlerini içerir ve "sahip olmak" gibi düzensiz fiillerin değişikliğini izlemek için özel olanaklar vardır.

24. *Eta Oin:* onu ne zaman kaldırdın?

SHRDLU: KIRMIZI KÜP, BÜYÜK, KIRMIZI BİR BLOK VE BÜYÜK YEŞİL OLANI ÜST ÜSTE KOYARKEN.

Dr. Tony Earrwig: Zaman üstünde çalışılan ana hedef adlandırılarak betimlenir.

25. *Eta Oin:* niçin?

Dr. Tony Earrwig: SHRDLU bu türden soruları ve onları izleyenleri anlamak için hemen önceki tümceleri anımsar.

SHRDLU: ONDAN KURTULMAK İÇİN.

Dr. Tony Earrwig: Orijinal alt hedef ağacının seçilmiş parçalarının izini sürmek için SHRDLU'nun kendi güdülerine ilişkin anlayışı vardır.

26. *Eta Oin:* bunu niçin yaptın?

SHRDLU: KIRMIZI KÜPÜ KALDIRMAK İÇİN.

Dr. Tony Earrwig: "Bunu," SHRDLU'nun son yanıtında bahsedilen işleme gönderimde bulunur.

27. *Eta Oin:* o küpü niçin kaldırdın?

Dr. Tony Earrwig: Buradaki "o" tam da gösterilmiş olan anlamına gelir.

SHRDLU: ONU, BÜYÜK, YEŞİL BİR KÜPÜN ÜSTÜNE KOYMAK İÇİN.

28. *Eta Oin:* bunu niçin yaptın?

SHRDLU: KIRMIZI KÜPÜ, BÜYÜK, KIRMIZI BİR BLOĞU VE BÜYÜK, YEŞİL BİR BLOĞU ÜST ÜSTE KOYMAK İÇİN.

29. *Eta Oin:* bunu niye yaptın?

SHRDLU: YAPMAMI İSTEDİĞİN İÇİN.

Dr. Tony Earrwig: SHRDLU, isteğin nasıl dile getirildiğini değil, ne yaptığını anımsar.

30. *Eta Oin:* onu nasıl yaptın?

Dr. Tony Earrwig: "O," yanıttan çok son soruda bahsedilen eyleme gönderimde bulunur.

SHRDLU: MASANIN ÜSTÜNE BÜYÜK, KIRMIZI BİR BLOK KOYARAK; SONRA ONU BIRAKTIM ; SONRA ONUN ÜSTÜNE BÜYÜK, YEŞİL BİR KÜP KOYARAK; SONRA O KÜPÜ BIRAKARAK; SONRA KIRMIZI KÜPÜ O KÜPÜN ÜSTÜNE KOYARAK; SONRA O KÜPÜ BIRAKARAK.

Dr. Tony Earrwig: Bu, hedefe ulaşmak için kullanılan üst düzey alt-hedeflerin bir betimlemesidir.

31. *Eta Oin:* bunu yaparken kaç tane nesneye dokundun?

Dr. Tony Earrwig: "–ken" gibi sözcükler kullanarak bir zaman süresine gönderimde bulunulabilir.

SHRDLU: DÖRT.

32. *Eta Oin:* sen onu kaldırmaya başlamadan önce kırmızı küp neyi taşıyordu?

    SHRDLU: YEŞİL PİRAMİDİ.

    Dr. Tony Earrwig: Neyin hareket ettirildiğini anımsamakla, ekranın daha önceki hallerini çıkarmak olanaklıdır. "Onu kaldırmaya başlamadan önce" gibi karmaşık, iç içe geçen tümcecikler kullanabilirsiniz.

33. *Eta Oin:* o zaman kutunun solunda beş blok vardı.

    Dr. Tony Earrwig: "O zaman" son tümcede sözü edilen zamana gönderimde bulunmalıdır.

    SHRDLU: HAYIR, YALNIZCA DÖRT TANE: KIRMIZI KÜP, İKİ BÜYÜK YEŞİL KÜP VE BİR BÜYÜK KIRMIZI BLOK.

    Dr. Tony Earrwig: Diyaloğun başında, "sahiplik" hakkmdaki bilgi görünür değeriyle kabul edilmişti. Ama SHRDLU nesnelerin yer de dahil, temel özellikleri hakkında tam bilgiye sahip olduğunu bilir. Kabul edip etmediğini görmek için bunlarla ilgili her tümceyi kontrol eder.

34. *Eta Oin:* mavi piramidi kutu içindeki bloğun üstüne koy.

    Dr. Tony Earrwig: Bu sentaktik olarak belirsizdir, ama "blok üstünde olan mavi piramidi kutu içine koy"un karşılığı olan sözdizimsel çözümleme yürürlükteki ekranda hiçbir anlam ifade etmezken, "mavi piramidi kutunun içinde olan blok üstüne koy" anlamlı olduğundan açıkça anlaşılır.

    SHRDLU: TAMAM.

35. *Eta Oin:* her piramitten daha büyük, ama onu taşıyan şey kadar geniş olmayan herhangi bir nesne var mıdır?

    Dr. Tony Earrwig: SHRDLU, "her," "herhangi," "bazı" vb niceleyicileri ve "–den büyük," "–e kadar geniş," vb yapıları anlar. Burada "o" aynı tümcede içindeki, ama sözdizimsel çözümleme ağacında iki düzey yukarda olan bir ad grubunu gösterir.

    SHRDLU: EVET, MAVİ BLOK.

36. *Eta Oin:* bir çan kulesi yap.

    SHRDLU: ÖZÜR DİLERİM, "ÇAN KULESİ" SÖZCÜĞÜNÜ BİLMİYORUM.

    Dr. Tony Earrwig: SHRDLU bilmediği bir sözcük gördüğü zaman anında ara verir.

37. *Eta Oin:* "çan kulesi" iki yeşil küp ve bir piramit içeren bir yığıttır.

    Dr. Tony Earrwig: Tırnak işareti yeni bir sözcük tanımladığınızı belirtir. Tanımlama, bildiği bütün sözcüklerle uyumlu bir biçimde

SHRDLU'nun sözlüğüne eklenir.

SHRDLU: ANLADIM.

38. *Eta Oin:* şimdi hiç çan kulesi var mı?

SHRDLU: HAYIR.

Dr. Tony Earrwig: Yeni tanımlama kule-olmayanları tanımak için bir betimleme olarak kullanılmıştır.

39. *Eta Oin:* bir tane kur.

SHRDLU: TAMAM.

Dr. Tony Earrwig: Tanımlama içinde verilen betimleme onları tanımak kadar yeni nesneler kurmak için bir plan çıkarmaya da yeter. "Bir" sözcüğü "bir çan kulesi" anlamına gelir ve plan tamamlanmıştır. Önce büyük, yeşil küplerden bir tanesi kırmızı küp ve iki piramidin yerlerinin değiştirilmesiyle kaldırılmıştır. Sonra iki yeşil küp ve uzun, kırmızı piramit betimlemeye uymak için üst üste konmuştur.

40. *Eta Oin:* en büyük bloğu "süper blok" diye adlandır.

SHRDLU: TAMAM.

Dr. Tony Earrwig: Nesnelere de ad verebilirsiniz.

41. *Eta Oin:* başladığımızdan bu yana süper bloğu kaldırdın mı?

SHRDLU: EVET.

42. *Eta Oin:* onu niye düşürdün?

SHRDLU: "O" İLE SÜPER BLOĞU KASTETDİĞİNİZİ SANIYORUM. VAROLMAYAN BİR OLAYI AÇIKLAYAMAM.

Dr. Tony Earrwig: SHRDLU'nun belleğinde indirilmiş bir blok kaydı yok. Yanıt programlarının bu türden doğru olmayan şeyleri önvarsayan "yüklü sorular" için özel kontrol yöntemleri vardır.

43. *Eta Oin:* kırmızı piramidin sağında bir şey var mı?

SHRDLU: EVET, DÖRT ŞEY: KUTU, KIRMIZI KÜP, MAVİ PİRAMİT VE SÜPER-BLOK ADLI BLOK.

Dr. Tony Earrwig: Bir nesneye bir ad verilince, ad yanıtta onu belirlemek için kullanılır.

44. *Eta Oin:* teşekkür ederim.

SHRDLU: BİR ŞEY DEĞİL!

Dr. Tony Earrwig: SHRDLU'nun grameri SHURDLU'ya deyimler üstünde özel bir sözdizimsel çözümleme yapabilmesini sağlayan bir yordam olarak yazılmıştır.

XVIII. BÖLÜM

YAPAY ZEKÂ: GEÇMİŞE BAKIŞ

Turing

ALAN TURING, 1950 yılında, Yapay Zekâ üstüne en öngörülü ve en kışkırtıcı makalelerden birini yazdı. Başlığı "Computing Machinery and Intelligence" olan makale Mind dergisinde yayınlandı.[1] Bu makaleyle ilgili söyleyeceklerim olacak, ama önce insan olarak Turing hakkında bazı bilgiler vermek istiyorum.



Şekil 113. Alan Turing, başarılı bir yarış sonrası (Mayıs 1950). [Sara Turing, *Alan M. Turing* (Cambridge, U.K.: W. Heffer & Sons), 1959.]

Alan Mathison Turing 1912 yılında Londra'da doğdu. Son derece meraklı ve espirili bir çocuktu. Matematik alanındaki üstün yeteneği onu Cambridge'e götürdü. Burada esas olarak makine ve matematiksel mantıkla ilgilendi. Bu çalışmalarının sonunda, içinde Turing makineleri kuramını geliştirdiği ve durma probleminin çözülemezliğini tanıtladığı "hesaplanabilir sayılar" üstüne olan ünlü makalesini yazdı; bu makale 1937 yılında yayınlandı. 1940'larda, ilgi alanı hesap makinelerinden gerçek bilgisayarların inşasına kaydı. Bilgisayarların Britanya'daki gelişiminin ana figürlerinden biri olmasının yanı sıra ilk saldırılar esnasında Yapay Zekânın sağlam bir savunucusuydu. En iyi arkadaşlarından biri (daha sonra bilgisayarla müzik besteleme üstüne çalışmış) David Champernowne'du. Hem Champernowne hem de Turing tam bir sat-

[1] Alan M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence," *Mind*, cilt LIX, no. 236 (1950). A. R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*'da yeniden basılmıştır.

ranç tutkunuydular ve birlikte "evin-çevresini-dolaşma" satrancını icat ettiler: hamlenizden sonra evin çevresini dolaşırsınız – eğer rakibiniz hamlesini yapmadan önce dönerseniz, bir hamle daha yapma hakkı kazanırsınız. Daha ciddi olarak ise Turing ve Champerhowne, "Turochamp" denilen ilk satranç-oynama programını icat ettiler. Turing genç yaşta, 41 yaşında öldü – görünürde kimyasal maddelerin neden olduğu bir kazayla. Kimileri intihar ettiğini söyler. Annesi Sara Turing biyografisini yazdı. Tanıklıklarına başvurduğu kişilerin ifadelerinden insan, Turing'in, son derece gelenek dışı, hatta bazı bakımlardan patavatsız, ama hayat karşısında çok çabuk incinebilecek derecede hassas ve dürüst biri olduğu duygusuna kapılıyor. Oyunları, satrancı, çocukları ve bisiklete binmeyi severdi; iyi bir uzun mesafe koşucusuydu. Cambridge'deki öğrenciliği sırasında kullanılmış bir keman satın almış ve kendi kendine çalmasını öğrenmişti. Müziğe fazla yatkın olmasa da bunu çalmaktan büyük bir keyif alıyordu. Biraz ekzantrikti, en tuhaf yönlere doğru büyük bir enerjiyle atılmaktan çekinmezdi. Araştırdığı alanlardan biri biyolojideki morfogenez problemiydi. Annesine göre, Turing, "*Pickwick'in Serüvenleri*'ne özellikle düşkündü," ama "şiirin, Shakespeare'ınkiler dışında, onun için hiçbir anlamı yoktu." Alan Turing bilgisayar bilimi alanındaki gerçek öncülerden biriydi.

Turing Testi

Turing'in makalesi şu tümceyle başlar: " 'Makineler düşünebilir mi?' sorusunu ele almayı amaçlıyorum." Belirttiği gibi bunlar yananlamlarla yüklü terimler olduğundan soruya yaklaşmanın işlevsel bir yolunu bulmamız gerektiği açıktır. Turing bunun "taklit oyunu" dediği şeyle sağlanabileceğini söyler; günümüzde bu *Turing testi* olarak bilinir. Turing bunu aşağıdaki şekilde tanıtır:

> Üç kişiyle oynanır: bir erkek (A), bir kadın (B) ve her iki cinsiyetten de olabilecek bir sorgulayıcı (C). Sorgulayıcı diğer ikisinden ayrı bir odada bulunur. Sorgulayıcının oyundaki hedefi öteki ikisinden hangisinin kadın hangisinin erkek olduğunu belirlemektir. Onları X ve Y olarak bilir ve oyunun sonunda ya "X, A'dır ve Y, B'dir" ya da "X, B'dir ve Y, A'dır" der. Sorgulayıcı, A ve B'ye şöyle sorular sorabilir:
>
> C: X bana saçının uzunluğunu söyleyebilir mi, lütfen?
>
> Şimdi X'in gerçekten A olduğunu varsayın, öyleyse A'nın yanıt vermesi gerekir. A'nın oyundaki hedefi, C'nin kimlikleri yanlış belirlemesine neden olmaya çalışmaktır. Öyleyse yanıtı şöyle olabilir:

"Saçlarım kısa kesimli ve en uzun tel yaklaşık yirmiüç santim."

Ses tonlarının sorgulayıcıya yardım etmemesi için yanıtlar yazılı ya da daha iyisi daktiloyla yazılmış olarak verilmelidir. İdeal düzenleme odalar arasında iletişimin uzyazarla sağlanmasıdır. Bir seçenek de soruların ve yanıtların bir aracı tarafından yinelenmesi olabilir. Üçüncü oyuncunun (B) oyundaki hedefi sorgulayıcıya yardım etmektir. Onun için en iyi strateji doğru yanıtlar vermek olabilir. Yanıtlarına, "Onu dinleme, aslında kadın olan benim!" gibi şeyler ekleyebilir, ama erkek de aynı şeyleri söyleyince bu bir işe yaramayacaktır. Şimdi şu soruyu soruyoruz: "Bu oyunda A'nın yerini bir makine aldığında ne olacaktır?" Sorgulayıcı, oyun böyle oynandığında, oyun bir kadın ve bir erkek arasında oynandığı zamanki sıklıkta mı yanlış karar verecektir? Bu sorular "Makineler Düşünebilir mi?" sorumuzun yerini alır.[2]

Testinin doğasını açıkladıktan sonra Turing onun üstüne, yazdığı yıllar göz önüne alındığında, oldukça incelikli denebilecek yorumlar yapar. Başlangıç olarak sorgulayıcı ve sorgulanan arasında geçen kısa bir hipotetik diyalogdan söz eder:[3]

S: Lütfen bana Forth Köprüsü konulu bir sone yaz [İskoçya'da Forth Haliçi üstündeki köprü].

Y: Beni mazur gör. Hiç şiir yazamam.

S: 34957'yi 70764'e ekle.

Y: (30 saniye kadar sessiz kaldıktan sonra yanıtlar) 105621.

S: Satranç oynar mısın?

Y: Evet.

S: Şahım K1'de ve başka taşım yok. Senin de şahın K6'da ve kalen R1'de, başka da taşın yok. Hamle sırası sende. Nasıl oynarsın?

Y: (15 saniyelik bir sessizlikten sonra) Kale R8'e, mat.

Aritmetik problemde yalnızca aşırı uzun gecikme olmadığını, ama dahası yanlış yanıt verildiğini de birkaç okur fark etmiştir! Eğer yanıtlayıcı insansa, bunu açıklamak kolay olurdu: sadece bir hesaplama hatası. Ama bir makineyse, o zaman değişik açıklamalar mümkündür. İşte birkaçı:

(1) donanım düzeyinde bir yürütme süresi hatası (yani yeniden üretilir olmayan bir rastlantı);

(2) (yeniden üretilir olarak) aritmetiksel hatalara neden olan niyetlenmemiş bir donanım (veya programlama) hatası;

(3) sorgulayıcıları yanıltmak üzere, ara sıra aritmetik hatalar yapması

---

[2] Alan M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence," R. Anderson (ed.), *Minds and Machines*, s. 5.

[3] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 6.

için makinenin programlayıcısı (veya kurucusu) tarafından eklenmiş bir hile;

(4) önceden beklenmeyen bir gölgeolay: program soyut düşünmede zorlanmaktadır ve bir dahaki sefer yapmayabileceği "dürüst bir hata" yapmıştır;

(5) sorgulayıcısıyla kasıtlı olarak dalgasını geçmek için makinenin yaptığı bir şaka.

Turing'in bu ince değinilerle ne kastettiği üstüne düşünmek, Yapay Zekâ ile bağlantılı bütün temel felsefi problemlere kapı açmak demektir.

Turing değinilerine şöyle devam eder:

> Bu yeni problem insanın fiziksel ve entelektüel kapasiteleri arasında oldukça keskin bir çizgi çizme avantajına sahiptir ... Güzellik yarışmalarında üstünlük sağlayamadığı için makineleri suçlamayı düşünmeyiz ne de bir uçakla yaptığı yarışı kaybeden bir insanı.[4]

Makaleyi zevkli kılan yanlardan biri, Turing'in her bir düşünce çizgisini sonuna kadar izlemesi, genellikle bir aşamada onda görünürde bir çelişki olduğunu saptaması, ama kavramlarını iyice incelterek bu çelişkiyi daha derin bir çözümleme düzeyinde çözmesidir. Sorunları işlemesindeki bu derinlikten dolayı makale, bilgisayar gelişiminde ve AI incelemelerinde büyük ilerlemelerin kaydedildiği yaklaşık otuz yıl sonrasında bile hâlâ ışık saçmaktadır. Aşağıdaki kısa alıntı, fikirlerin ileri-geri gidilerek işlenişindeki zenginliğin bir kısmınızı görmenize yardımcı olabilir:

> Oyun, makine aleyhindeki şartların çok fazla olduğu temelinden hareketle eleştirilebilir. Eğer insan makineymiş gibi davranmaya çalışsaydı, doğrusu bu çok zavallı bir gösteri olurdu. Aritmetikteki yavaşlığı ve yetersizliğiyle anında kendini ele verirdi. Makineler, düşünme olarak betimlenebilecek, ama insanların düşünmesinden çok farklı olan bir şey yapamazlar mı? Bu itiraz çok güçlüdür, ama en azından eğer tatmin edici bir şekilde taklit oyunu oynayacak bir makine inşa edilebilirse, bu itirazı sorun etmemize gerek kalmayacağını söyleyebiliriz.[5]
>
> "Taklit oyunu" oynarken bir makine için en iyi stratejinin bir insanın davranışını taklit etmekten başka bir şey olabileceği ileri sürülebilir. Bu mümkündür, ama bunun sonuca çok büyük bir etkisi olabileceğini sanmıyorum. Her durumda burada oyun kuramını incelemek gibi bir niyet yoktur ve en iyi stratejinin, bir insan tarafından doğal olarak verilen yanıtları vermeye çalışmak ol-

[4] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 6.

[5] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 6.

duğu varsayılacaktır.[6]

Test sunulup tartışıldıktan sonra Turing şu yorumu yapar:

> İlk baştaki, "Makineler düşünebilir mi?" sorusunun tartışmaya değmeyecek kadar anlamsız olduğuna inanıyorum. Bununla birlikte inanıyorum ki, yüzyılın sonunda sözcüklerin kullanımı ve genel eğitimli görüşleri, çelişkili olduğu sanısına kapılmadan düşünen makinelerden söz etmeyi mümkün kılacak denli değişmiş olacak.[7]

Turing İtirazları Önceden Görür

Bu görüşün karşılaşacağı muhalefet fırtınasının farkında olan Turing, makinelerin düşünebileceği anlayışına yöneltilebilecek bir dizi itirazı, özlü ve iğneleyici bir şekilde çözümleyerek sunar. Aşağıda, kendi betimlemesiyle, karşılamaya çalıştığı dokuz itiraz tipini veriyorum. Ne yazık ki bunlara verdiği mizahi ve incelikli yanıtları aktarmaya yerim uygun değil. İtirazlar üstünde düşünüp kendi yanıtlarınızı bulmak keyifli olabilir.

(1) *Teolojik İtiraz*: Düşünme insanın ölümsüz ruhunun bir işlevidir. Tanrı her erkeğe ve kadına ölümsüz bir ruh bahşetmişken, başka hiçbir hayvana veya makinelere ruh vermemiştir. Demek ki hiçbir hayvan veya makine düşünemez.

(2) *"Başını Kuma Gömme" İtirazı*: Makinelerin düşünmesinin sonuçları çok korkunç olurdu. Böyle bir şey yapamadıklarını umalım ve buna inanalım.

(3) *Matematiksel İtiraz*: [Bu özünde Lucas Uslamlamasıdır.]

(4) *Bilinçden Uslamlama*: "Bir makine, simgelerin rastgele bir araya gelişleriyle değil de, hissedilen duygu ve düşüncelerle bir sone yazmadan veya bir konçerto bestelemeden makinelerin beyinlere eşit olduğunu kabul edemeyiz – yani yalnız yazana dek değil, yazmış olduğunu da bilene dek. Hiçbir düzenek (yalnızca yapay bir sinyal değil, özel bir aygıt da) başarılarından haz duyamaz, valfleri eridiğinde kederlenemez, övgüyle teşvik edilemez, hatalarıyla sefil olmaz, cinsellikle büyülenmez, istediğini elde edemediğinde öfkelenmez veya yıkılmaz." [Profesör Jeffersonların birinden alıntı.]

Turing bu ciddi itiraza bütün ayrıntılarıyla yanıt vermesi gerektiğini düşünmüştür. Bu nedenle yanıtı için oldukça yer ayırmış ve yanıtını yine hipotetik

---

[6] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 13-14.

[7] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 14-24.

bir diyalogla sunmuştur:[8]

Sorgulayıcı: Sonenizin ilk dizesinde "Seni bir yaz gününe benzetmek mi, ne gezer" yerine "bir bahar gününe" desen daha iyi olmaz mıydı?

Sorgulanan: Vezne uymazdı.

Sorgulayıcı: Ya "bir kış gününe" ne buyrulur? Vezne pekâlâ uyar.

Sorgulanan: Evet, ama hiç kimse bir kış gününe benzetilmek istemez.

Sorgulayıcı: Bay Pickwick'in size Noel'i hatırlattığını söyleyebilir misiniz?

Sorgulanan: Bir bakıma evet.

Sorgulayıcı: Ama Noel bir kış günüdür ve Bay Pickwick'in bu benzetmeyi umursayacağını sanmıyorum.

Sorgulanan: Ciddi olduğunuzu sanmıyorum. Bir kış günüyle kastedilen Noel gibi özel bir günden çok tipik bir kış günüdür.

Bu diyalogdan sonra Turing sorar, "Eğer sone-yazan makine, sözlü sınavda bunun gibi yanıt verebilseydi, Profesör Jefferson ne derdi?"

İtirazlar sürüyor:

(5) *Çeşitli Yeteneksizliklerden Uslamlamalar*: Bu uslamlamalar şu biçime bürünürler: "Bahsettiğim şeylerin hepsini yapan bir makine yapabileceğini kabul ediyorum, ama X yapan bir makine asla yapamazsın." Bu bağlamda X yerine birçok özellik koyabilirsin. İşte bir seçki:
İyi yürekli, marifetli, arkadaş canlısı, güzel olma, girişimci bir ruha, mizah anlayışına sahip olma, yanlışla doğruyu ayırma, hata yapma, aşık olma, deneyimlerden ders çıkarma, sözcükleri doğru olarak kullanma, kendi düşüncesinin öznesi olma, davranışlarında insan kadar çeşitliliğe sahip olma, gerçekten yeni bir şey yapma.

(6) *Lady Lovelace'ın İtirazı*: Babbage'm Çözümleyici Makinesi'ne ilişkin en ayrıntılı bilgimizin kaynağı Lady Lovelace'm hatıratıdır. Burada şöyle der: "Çözümleyici Makine'nin bir şey *yaratmak* gibi bir iddiası yok. O, *yerine getirmesi için nasıl emir vereceğimizi bildiğimiz şeyleri* yapabilir.

(7) *Sinir Sistemindeki Süreklilikten Uslamlama*: Sinir sistemi kesinlikle ayrık halli bir makine değildir. Bir nörona çarpan bir sinir empülsunun büyüklüğüyle ilgili bilgideki küçük bir hata çıkış impulsının büyüklüğünde çok büyük bir fark yaratabilir. Böyle olmasından çıkılarak sinir sisteminin ayrık halli bir makineyle taklit edilemeyeceği uslamlanabilir.

(8) *Davranışın Biçimsel Kurallara Uymamasından Uslamlama*: Bu uslamlama şöyledir: "Eğer insanlar yaşamlarım düzenledikleri belirli bir davranış kuralları kümesine sahip olsalardı makinelerden farkları kalmazdı. Ama böylesi kurallar yoktur, demek ki, insanlar makine olamazlar.

(9) *Duyu-Ötesi Algılamadan (ESP) Uslamlama*: Taklit oyununu, sorgulanan olarak iyi bir telepatik alıcı olan bir adam ve sayısal bir bilgisayar kulla-

[8] Alan M. Turing, *a.g.y.*, s. 17.

narak oynayalım. Sorgulayıcı şöyle sorular sorabilir: Sağ elimdeki kâğıt dört çeşit kozdan hangisine aittir? Adam telepatiyle veya gözle görülmeyen şeyleri görme yeteneğiyle 400 karttan 130'unda doğru yanıt verir. Makine yalnızca rastgele tahminde bulunur ve 104 doğru yanıt verir ve böylece sorgulayıcı onların kimliklerini doğru olarak saptar.

Sizin de görebileceğiniz gibi, itirazların çoğu birbiriyle örtüşmektedir ve birbiriyle bağıntılıdır. Bu kitapta, şu veya bu şekilde bunların çoğuna, genellikle Turing'inkilerden çok daha az özlü olan yanıtlar verdim.

(9). itirazı dikkate değer buluyorum. Bir kitapta Turing'in makalesinin tıpkı basımını gördüm – ama nedense benim diğerleri kadar önemli kabul ettiğim (9). itiraz atılmıştı. Benim görüşüm –Turing'in aksine– ESP olmadığı şeklindedir. Turing, ESP'nin gerçek olduğunu kabul etme konusunda isteksizdi, ama yine de ESP'nin lehindeki istatistiki delillerin sonuçlarını bilimsel dürüstlüğü gereği kabul etmeye mecbur kalmıştı. Bunu son derece karmaşık ve etkileyici bir problem olarak görmeme karşın onunla aynı fikirde değilim.

"Parry Doktorla Karşılaşıyor"

Bu bölümün başındaki Diyalogda, bir bilgisayar programı ve bir insan arasındaki otantik bir alışveriş gördünüz. SHRDLU'dan daha az "sohbet" yeteneğine sahip pek çok program vardır. En ünlülerinden ikisi Joseph Weizenbaum'un yarattığı "Doktor" ve Kenneth Colby'nin yarattığı "Parry"dir. Birincisi "yönlendirici olmayan terapi" yöntemini kullanan bir psikiyatristi simule ederken ikincisi bir paranoidi simule etmektedir. Bir bilgisayar ağı üzerinde bu iki program arasında eğlenceli bir karşılaşma ayarlanmıştır, aşağıda bu karşılaşmanın bütününden kısa bir parça alıntılanmıştır:[9]

Parry: Güdülerini anlayamıyorum.
Doktor: Benim güdülerimi neden anlamıyorsun?
Parry: Anlayamaz mıyım?
Doktor: Şimdi bunu ne demeye söylüyorsun?
Parry: Durum böyle olduğu için.
Doktor: Böyle olmadığını varsay.
Parry: Ee?
Doktor: Sizi tam olarak anladığımdan emin değilim.
Parry: Durmadan aynı soruları soruyorsun.
Doktor: Bu benzerlik size ne düşündürüyor?

[9] Vinton Cerf, "Parry Encounters the Doctor," s. 63.

Parry: Seni anlamıyorum.
Doktor: Ne demek istediğimi anlamayı ister miydiniz?
Parry: Duygularıma biraz ilgi göstermenin zamanı geldi galiba.
Doktor: Ya, demek duygularına ilgi gösterdim?

Bu programlar elbette insanlarla konuşmak üzere yapılmıştı, bu nedenle burada oldukça kötü bir şekilde, birbirleriyle kapışır halde gösterilmişlerdir. Çoğunlukla (oldukça yüzeysel olarak çözümledikleri) girdinin doğasına ilişkin makul tahminlerde bulunur ve geniş bir repertuardan özenle seçilmiş yanıtları sertçe söylerler. Yanıt yalnızca kısmen kaydedilmiştir: örneğin boşlukları doldurulacak bir kalıp şeklinde. İnsan partnerlerinin söylediklerine, gerçekten altında yatandan daha fazla anlam yükleyecekleri varsayılmıştır. Ve aslında *Computer Power and Human Reason* [*Bilgisayar Gücü ve İnsan Aklı*] kitabında Weizenbaum'un belirttiğine göre olan da budur. Şöyle yazar:

> ELİZA [Doktor'un yapılmış olduğu program] onunla konuşan birçok insanın zihninden geçenleri anlıyormuş yanılsamasını yaratmakta son derece başarılı olmuştu ... Bu insanlar çoğunlukla makineyle özel konuşmalarına izin verilmesini istiyorlar ve görüşmenin sonunda, yaptığım açıklamalara karşın, makinenin kendilerini gerçekten anladığında ısrar ediyorlardı.[10]

Yukarıdaki alıntı size inanılmaz gelebilir. İnanılmaz, ama doğru. Weizenbaum'un bir açıklaması var:

> Çoğu insan bilgisayarları en küçük ölçüde bile anlamamaktadır. Onun için çok büyük kuşkuculuk (hani, sahne sihirbazını izlerken duyduğumuz türden) yetenekleri yoksa, bilgisayarın entelektüel becerilerini açıklamak için ellerinin altında olan tek analojiye, yani kendi düşünme kapasitelerine dair modellerine başvuruyorlar. O zaman da, tabii ki hedefi ıskalamalarına şaşmamak gerek; bu durumda örneğin bir insanın ELİZA'yı taklit etmesi tahayyül edilemez bile, ancak bu insan için ELİZA'nın dil becerisi onun kendi sınırıdır.[11]

Bu da bu tür programın, insanların kolayca aldatılabilir olmasından yararlanarak kurnazca düzenlenmiş kuru sıkı atışlara ve blöflere dayandığı anlamına gelir.

Bu tuhaf "ELİZA-etkisi"nin ışığında, insanların böyle basit hilelere kolayca kanabileceklerini göz önüne alan bazı kişiler Turing testinde bazı değişiklikler yapılmasının gerekli olduğunu öne sürdüler. Sorgulayıcının Nobel ödülü kazanmış bir bilimci olması gerektiği önerilmiştir. Turing testini baş aşağı çe-

---

[10] Joseph Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason*, s. 189 [*Bilgisayar Gücü ve İnsan Aklı*, çev. Türkan Yöney, Sarmal Yay., 1995].

[11] Joseph Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason*, s. 9-10.

virip sorgulayıcının bir başka bilgisayar olmasında ısrar etmek belki daha uygun olabilir. Ya da belki iki sorgulayıcı –bir insan ve bir bilgisayar– ve bir sorgulanan olabilir ve iki sorgulayıcı sorgulananın bir insan mı yoksa bir bilgisayar mı olduğunu bulmaya çalışabilir.

Daha ciddi bir havada konuşmak gerekirse, ben şahsen Turing testinin orijinal halini oldukça usauygun buluyorum. Weizenbaum'un ELİZA tarafından kandırıldıklarını iddia ettiği insanlara gelince, onlar kendilerine yazan "kişi"nin insan olup olmadığını belirlemeye çalışmak için bütün zihinsel yeteneklerini kullanma veya bu konuda kuşkucu olmaya yönlendirilmemişlerdi. Turing'in bu konudaki içgörüsünün sağlam olduğuna ve Turing testinin özünde hiçbir değişikliğe uğramadan kalacağına inanıyorum.

AI'nın Kısa Bir Tarihçesi

Gelecek birkaç sayfada, ortodoks olmayan bir bakış açısıyla, zekânın ardında yer alan algoritmaları açığa çıkarma çabalarının öyküsünü sunmak istiyorum; başarısızlıklar ve yenilgiler olmuştur ve olmaya da devam edecektir. Yine de bizim için çok öğretici ve heyecan verici bir dönemdir.

Pascal ve Leibniz'den bu yana insanlar entelektüel faaliyetlerde bulunabilecek makinelerin düşünü kurdular. Ondokuzuncu yüzyılda, Boole ve de Morgan "düşüncenin yasaları"nı kurdular –özsel olarak Önermeler Hesabı– ve böylece AI yazılımı yönünde ilk adımı attılar; Charles Babbage da ilk "hesaplama makinesi"ni tasarladı – bilgisayarların ve dolayısıyla AI donanımının ön habercisi. Daha önceden yalnızca insan zihinleri tarafından yapılabilen görevlerin mekanik aygıtlar tarafından üstlenildiği an AI'nın varlığa geldiği an olarak tanımlanabilir. Geriye bakıp, dişli çarkların büyük sayıların toplanması ve çarpılması işlemlerini yapabildiklerini ilk görenlerin hislerini tahayyül etmek güçtür. Belki fiziksel donanımları içinde akan "düşünceler"i görünce bir huşu duygusu yaşadılar. Her durumda, yaklaşık bir yüzyıl sonra, ilk elektronik bilgisayar yapıldığında, mucitlerinin bir başka "düşünen varlık" türünün huzurunda bulunmanın gizemli ve korkutucu duygusunu yaşadıklarını biliyoruz. Ortaya çıkanın ne ölçüde gerçek düşünce olduğu bu şaşkınlığın kaynaklarından biriydi; şimdi bile, geçen bunca yıldan sonra, bu soru hâlâ büyük bir uyarım ve öfke kaynağı olmaya devam etmektedir.

Günümüzde pratikte artık hiç kimse korkuyla karışık bir hayranlık hissi duymamaktadır – hatta bilgisayarlar, ilk zamanlarda tüyleri diken diken eden işlemlerden çok daha incelikli ve inanılmaz işlemler yaptıkları zaman bi-

le böyle bir duyguya kapılmamamız ilginçtir. Bir zamanların heyecan verici "Dev Elektronik Beyin / Great Electronic Brain" deyişi, Flash Gordon ve Buck Rogers devrinden kalma gülünç, basmakalıp bir "klişe" muamelesi görmektedir. Her şeyden böylesine çabuk bıkmamız biraz hüzün verici.

AI'daki ilerlemelerle ilgili bir "Teorem" vardır: bir zihinsel işlev programlanıldığı anda, insanlar onu "gerçek düşünme"nin özsel bir unsuru olarak ele almaktan vazgeçerler. Zekânın olmazsa olmaz çekirdeği daima henüz programlanmamış olan bir sonraki şeydedir. Bu "Teorem"i bana ilk söyleyen Larry Tesler olduğu için ona Tesler'in Teoremi diyorum: AI henüz gerçekleştirilmemiş olandır.

Aşağıda AI'nın titiz bir seçime dayanan genel bir özeti sunulmaktadır. Burada araştırmacıların çabalarını yoğunlaştırdığı, her biri kendi kulvarında zekânın özüyle ilgili olan birkaç alan görülmektedir. Ayrıca tablo kullanılan yöntemlere ve daha özel yoğunlaşma alanlarına göre ayrıntılandırılmıştır.

- mekanik çeviri
  - doğrudan (sözlüğe bakarak sözcükleri düzenleme)
  - dolaylı (aracı bir iç dille)
- oyun oynama
  - satranç
    - kaba güçle ileriye-bakmayla
    - buluşsal olarak budanmış ileriye-bakmayla
    - ileriye-bakmasız
  - dama
  - go
  - kalah
  - briç (deklarasyon; oynama)
  - poker
  - üç taş oyunu çeşitlemeleri
  - vb.
- matematiğin çeşitli kısımlarında teorem ispatlama
  - simgesel mantık
    - "çözümlemeyle" teorem-ispatlama
  - temel geometri
- matematiksel ifadelerin simgesel manipülasyonu
  - simgesel tümlevleme

cebirsel basitleştirme
sonsuz dizileri toplama

görme
yazılı metin:
küçük bir sınıftan çekilmiş elle yazılmış bireysel karakterleri tanıma (örn. sayıtlar)
değişik fontlarda metinleri okuma
elyazısıyla yazılmış pasajları okuma
Çince veya Japonca yazılmış karakterleri okuma
Çince veya Japonca elyazısı karakterlerini okuma
resim:
fotoğraflardaki önceden belirlenmiş nesneleri saptama
bir sahneyi ayrı nesnelere ayrıştırma
bir sahnedeki ayrı nesneleri belirleme
insanlarca taslak halinde resmedilmiş nesneleri tanıma
insan yüzlerini tanıma

duyma
sınırlı bir sözcük dağarcığından çekilmiş söylenen sözcükleri anlama (örn. on basamağın adları)
sabit alanlardaki sürekli sözleri anlama
fonemler arasındaki sınırları bulma
fonemleri belirleme
morfemler arasındaki sınırları bulma
morfemleri belirleme
bütün sözcükleri ve tümceleri bir araya getirme

doğal dilleri anlama
özel alanlardaki soruları yanıtlama
karmaşık tümcelerin sözdizimsel çözümlemesini yapma
uzun metin parçalarını kısa olarak yeniden ifade etme
pasajları anlamak için gerçek dünyaya ilişkin bilgi kullanma
belirsiz göndermeleri çözme

doğal dil üretme
soyut şiir (örn. haiku)
rastgele tümceler, paragraflar ya da daha uzun metin parçaları

bilginin içsel temsilinden çıktı üretme

özgün düşünceler veya sanat yapıtları yaratma

şiir yazma (örneğin haiku)

öykü yazma

bilgisayar sanatı

müzik besteleme

atonal

tonal

analojik düşünme

geometrik şekiller ("zekâ testleri")

matematiğin bir alanında, bağlantılı bir alandaki ispatlara dayanarak ispatlar inşa etme

öğrenme

parametreleri ayarlama

kavram oluşturma

Mekanik Çeviri

Bu konuların çoğuna aşağıdaki tartışma seçkimde değinilmeyecek, ama onlar olmadan da liste tam olmazdı. İlk birkaç konu tarihsel sırası içinde listelenmiştir. Her birinde, ilk çabalar beklentileri karşılamaktan uzaktı. Örneğin mekanik çevirideki umulmadık tuzaklar, yetkinleştirilmesi zor olsa da temel olarak gerçekleştirilmesinin kolay olması gereken basit ve doğrudan bir iş olduğunu düşünenlerce büyük bir şaşkınlıkla karşılandı. Ortaya çıkan, çevirinin yalnızca sözlüğe bakmak ve sözcükleri yeniden düzenlemekten çok daha karmaşık bir işlem olduğudur. Burada zorluğun nedeni deyimlere ilişkin bilginin eksikliği değildir. Çevirinin, tartışılan dünyanın zihinsel bir modeline sahip olmayı ve bu model içinde simgelerin yönlendirilmesini gerektirmesi olgusudur. Pasajı okurken bir dünya modelini kullanmayan bir program er geç belirsizlikler ve çoklu anlamlar batağına saplanacaktır. İnsanlar bile –dünyaya dair bir anlayışla donanmış oldukları için bilgisayarlara göre çok büyük avantajlara sahip insanlar bile– bilmedikleri bir dilin sözlüğü ve bir metin parçası verildiğinde, metni kendi dillerine çevirmeyi neredeyse olanaksız bir iş olarak görürler. O halde –ve geriye bakıldığında bu şaşırtıcı değildir– AI'nın ilk problemi insanları hemen AI'mn kalbinde yer alan meselelere götürmüştür.

Bilgisayar Satrancı

Bilgisayar satrancının da, ilk sezgisel tahminlerin ima ettiklerinden çok daha zorluklarla dolu olduğu görülmüştür. Burada da, insanların bir satranç durumunu zihinlerinde temsil etme tarzının yalnızca satrancın kurallarının bilgisiyle birlikte hangi taşın hangi karede olduğunu bilmekten çok daha karmaşık olduğu ortaya çıkar. Bu birçok bağlantılı taşın düzenleşimi yanı sıra üst-düzey istifler yapılmasını sağlayan *buluşsal* (heuristik) bilgi ya da pratik kurallar gerektirir. Buluşsal kurallar resmi kurallar kadar kesin olmasa da, tahtanın üstünde olup bitenlere dair kestirme içgörüler sağlar, bu resmi kurallarca sağlanamayan bir bilgidir. Bu başlangıçtan itibaren açığa çıkmıştır; insanın satranç becerisi içinde satranç dünyasının sezgisel, istiflenmiş anlaşılışının ne kadar büyük bir rol oynadığı yeterince değerlendirilemedi. Oyunda ileriye bakma ve olası her hamleyi çözümlemede bir bilgisayarın göz kamaştırıcı hızı ve doğruluğuyla birlikte bazı temel buluşsallara sahip bir programın birinci sınıf insan oyuncuları rahatlıkla yenebileceği öngörüldü – birçok kişinin yirmibeş yıllık yoğun çalışmalarından sonra bile hâlâ gerçekleşmesi çok uzak olan bir öndeyi.

İnsanlar günümüzde satranç problemini çeşitli açılardan ele alıyorlar. En yeni değerlendirmelerden biri, ileriye bakmanın aptalca bir iş olduğu hipotezidir. Bunun yerine sadece tahtada o anda olup bitenlere bakılmalı ve buluşsal kullanılarak bir plan yapılmalı ve sonra bu tikel planı geliştirecek bir hamlede bulunulmalı. Elbette satranç planlarının formulasyonuna ilişkin kurallar zorunlu olarak, bir anlamda ileriye bakmanın "düzlenmiş" versiyonları olan buluşsallar içerecektir. Yani birçok oyunun ileriye-bakma deneyimi, görünürde ileriye-bakmayı içermeyen bir başka biçim içine "sıkıştırılacak"tır. Bir anlamda bu bir sözcük oyunudur. Ama eğer "düzlenmiş" bilgi – kimi zaman yanlış yola sürüklese bile – fiili ileriye-bakmadan daha etkili yanıtlar veriyorsa o halde çok şey kazanılmış olacaktır. Bilginin bu türden çok daha yüksek kullanıma haiz formlar halinde damıtılması tam da zekânın en iyi yaptığı şeylerden biridir – dolayısıyla ileriye-bakma-sız satranç araştırma için verimli bir kulvardır. Özellikle ilginç olabilecek bir yaklaşım, ileriye bakmadan elde edilen bilgiyi kendi kendine "düzlenmiş" kurallara çeviren bir program tasarlamak olabilir – ama bu devasa bir iştir.

Samuel'in Dama Programı

Aslında böyle bir yöntem, hayranlık uyandırıcı dama-oynama programında Arthur Samuel tarafından geliştirildi. Samuel'in ustalığı, verili bir tahta

konumunun değerlendirilmesinde hem *dinamik* (ileriye-bakmalı) hem de *statik* (ileriye-bakmasız) yöntemleri kullanmaktı. Statik yöntem herhangi bir tahta konumunu karakterize eden birkaç niceliğin basıt bir matematik fonksiyonunu gerektiriyordu ve bu yüzden pratikte anında hesaplanabiliyordu, oysa dinamik değerlendirme yöntemi, mümkün gelecek hamlelerin, onlara yanıtların, yanıtlara yanıtların vb'nin bir "ağaç"ının yaratılmasını gerektiriyordu (Şekil 38'de gösterildiği gibi). Statik değerlendirme fonksiyonunda değişebilen bazı parametreler vardı; onları değiştirmenin sonucu, statik değerlendirme fonksiyonun farklı mümkün versiyonlarının bir kümesini elde etmekti. Samuel'in stratejisi, evrimci anlayışla, gittikçe daha iyi parametre değerleri seçmekti.

Bu şöyle yapılıyordu: program bir tahta konumunu değerlendirdiği her seferinde bunu hem statik hem de dinamik olarak yapıyordu. İleriye bakarak elde edilen yanıt –buna D diyelim– yapılacak hamlenin belirlenmesinde kullanılıyordu. S'nin, statik değerlendirmenin, amacı son derece incelikliydi: her bir hamlede, değişken parametreler hafifçe yeniden ayarlanmaktaydı, böylece S olabildiğince doğru olarak D'ye yaklaşıyordu. Bunun yarattığı sonuç, ağacın dinamik olarak aranmasıyla elde edilen bilginin statik değerlendirmenin parametrelerinin değerleri içinde kısmen kodlanmasıdır. Kısacası öne çıkan fikir, karmaşık dinamik değerlendirme yöntemini çok daha yalm ve çok daha etkin statik değerlendirme fonksiyonunun içinde "düzlemek"ti.

Burada çok güzel bir yinelgen etki vardır. Ana nokta, herhangi tek tahta konumunun *dinamik* değerlendiriminin ileriye doğru sonlu sayıda hamleye bakmayı gerektirmesidir – diyelim yedi. İmdi, karşılıklı yedi el sonra ortaya çıkacak bir yığın tahta konumunun her birinin de bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Ama program bu konumları değerlendirdiğinde ondört konum ileriye, sonra yirmibir, sonra vb, vb, vb'ye –sonsuz bir gerileme– bakmak zorunda kalmamak için kesinlikle bir başka yedi hamle ileri bakamaz. Bunun yerine yedi hamle ilerdeki konumların *statik* değerlendirimlerine güvenir. O halde Samuel'in şemasında karışık bir geribeslem gerçekleşir, burada program ileri-bakma değerlendirmesini sürekli olarak daha basit statik reçete içinde "düzleme"ye çalışır; ve bu tarife karşılık olarak, dinamik ileriye-bakma değerlendirmesi içinde anahtar bir rol oynar. Dolayısıyla bu ikisi birbirleriyle yakından bağıntılıdır ve her biri ötekindeki gelişmelerden yinelgen bir şekilde yararlanır.

Samuel dama programının oyun düzeyi son derece yüksektir: dünyanın birinci sınıf insan oyuncularının düzeyinde. Eğer durum buysa, aynı teknik, neden satranca da uygulanmasın? Bilgisayar satrancının olurluğunu incele-

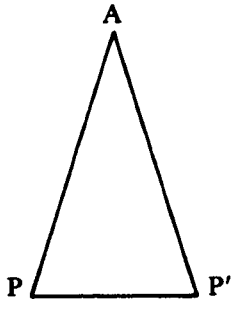
mek üzere 1961 yılında toplanan, aralarında Hollandalı Uluslararası Usta ve Matematikçi Max Euwe'nin de bulunduğu uluslararası bir komite, Samuel tekniğinin satrançta gerçekleştirilmesinin damada uygulanmasından yaklaşık bir milyon kat daha zor olduğu gibi umut kırıcı bir sonuca vardı ve böylece bu tartışmaya nokta koyulmuş oldu.

Dama programının olağanüstü büyük becerisi, "zekâ ele geçirilmiştir" şeklinde değerlendirilemez; ama küçümsenmemelidir de. Bu, damanın ne olduğuna, dama hakkında nasıl düşünüleceğine ve nasıl programlanacağına dair içgörülerin bir bileşimidir. Kimileri onun bütün gösterdiğinin Samuel'in kendi dama yeteneği olduğu duygusuna kapılabilir. Ama bu, en az iki nedenden dolayı doğru değildir. Bunlardan biri, usta oyuncuların hamlelerini kendilerinin tamamen anlamadıkları zihinsel süreçlere göre seçmeleridir – sezgilerini kullanırlar. İmdi kişinin bütün sezgilerini gün ışığına çıkarabilmesini sağlayacak bilinen hiçbir yol yoktur; içebakışla yapabileceğinin en iyisi "hisleri" veya "meta-sezgi"yi –sezgileri hakkında bir sezgi– kılavuz olarak kullanmak ve sezgilerinin hakkında olduğunu düşündüğü şeyi betimlemeye çalışmaktır. Ama bu, sezgisel yöntemlerin gerçek karmaşıklığının yalnızca kaba bir yaklaşığını verecektir. Demek ki, Samuel'in programında kendi kişisel oyun yöntemlerinin ayna imgesini yansıtmadığı hemen hemen kesindir. Samuel'in programının oyununun Samuel'in kendi oyunuyla karıştırılmaması gerektiğine bir diğer neden, Samuel'in damayı kendi programı kadar iyi oynayamamasıdır – program onu yenmektedir. Bu hiç de bir paradoks değildir – bunun π sayısını hesaplamak üzere programlanmış bir programın, π sayısının ileri basamaklarını hesaplamada programlayıcısını geçebilmesi olgusundan bir farkı yoktur.

Bir Program Ne zaman Özgündür?

Bir programın programlayıcısım geçmesi konusu, AI'daki "özgünlük" sorusuyla bağlantılıdır. Bir AI programı, programcısının hiç düşünmediği bir oyun stratejisi veya düşünce ortaya atarsa, bu kimin övgü hanesinde yer alır? Bunun bazıları oldukça yüzeysel, bazıları ise oldukça derin düzeyde olduğu çeşitli örnekler vardır. Bunların en ünlülerinden biri, E. Gelernter tarafından yazılmış, temel Eukleidesci geometrideki teoremlerin ispatlarını bulma programıyla ilgiliydi. Bir gün program, geometrinin temel teoremlerinden birinin son derece yaratıcı bir ispatıyla ortaya çıktı – "pons asinorum" veya "eşek davası" denilen şey.

Bu teorem, bir ikiz kenar üçgenin taban açılarının eşit olduğunu söyler. Standart ispatı, üçgeni iki simetrik parçaya bölen bir yükseklik çizgisini gerektirir. Program tarafından bulunan şık yöntemde böylesi çizgiler kullanılmamıştır (bkz. Şekil 114). Bunun yerine üçgen ve onun ayna görüntüsü iki farklı üçgen olarak ele alınmıştır. Sonra onların eş üçgenler oldukları ispatlanarak, bu eşleşiklikte iki taban açısının birbiriyle eşit olduğuna işaret edilmiştir – QED.*



Şekil 114. Pons Asinorum İspatı (Pappus [~ MS 300] ve Gelernter programı [~ MS 1960] tarafından bulunmuştur). Problem: Bir ikizkenar üçgeninin taban açılarının eşit olduğunu göstermek. Çözüm: Üçgen ikizkenar olduğuna göre, AP ve AP′ eşit uzunluktadır. Demek ki, PAP′ ve P′AP eş üçgenlerdir (kenar-kenar-kenar). Bu karşılıklı açıların eşit olmasını gerektirir. Özellikle de iki taban açısı eşittir.

Bu değerli ispat programın yaratıcısını ve başka birçok kişiyi sevindirmiştir; bazıları onun performansında dehanın kıvılcımlarını görmüşlerdir. Bu ispatın aslında MS 300 yılında geometrici Pappus tarafından da bulunmuş olması bu başarıyı hiçbir biçimde gölgelemez. Her durumda şu soru olduğu gibi kalır: "Bu kimin övgü hanesinde yer alır?" Bu zeki davranış mıdır? Yoksa ispat, insanın (Gelernter) çok derinlerinde gizlenmiş duruyordu da bilgisayar yalnızca onu yüzeye mi çıkardı? Bu son soru, hedefi vurmaya çok yaklaşır. Onu tersine döndürebiliriz: İspat programın derinlerinde gizlenmiş halde mi duruyordu? Yoksa yüzeye mi yakındı? Yani programın yaptığı şeyi niçin yaptığım anlamak ne kadar kolaydır? Keşif programdaki basit bir mekanizmaya ya da mekanizmaların basit bileşimine atfedilebilir mi? Yoksa açıklandığını duyduğunda bile, kişinin olması karşısında duyduğu hayranlıkla karışık korku duygusunun azalmadığı karmaşık bir etkileşim mi vardı?

Eğer performans, program içinde kolayca izlenebilen belli işlemlere yüklenebilirse, o zaman bir anlamın yalnızca programlayıcının zihni içindeki, çok derinde olmasa da özünde saklı olan fikirleri açığa çıkardığını söylemek usa uygun gibi görünmektedir. Tersine olarak, eğer programın izlenmesi, bu tikel keşifin neden dışarı çekildiği konusunda aydınlanmanıza yardım etmiyorsa, o zaman belki de programın "zihni"ni programlayıcınınkinden ayırmaya baş-

* (Latince) quod erat demonstrondum: tanıtlanması gereken şey –çn.

lanmalıdır. Programı icat etmenin övgüsü insanın hanesine yazılır, ama program tarafından üretilen fikirlerin onun kafasının içinde olduğu onuru değil. Böyle durumlarda, insana "meta-yazar" (sonucun yazarının yazarı), programa ise (yalnızca düz) yazar denilebilir.

Gelernter ve geometri makinesi özel durumunda, muhtemelen Gelernter Pappus'un ispatını yeniden keşfetmemişti, ama bu ispatı üreten düzenekler, programın kendi başına bir geometrici olarak adlandırılmasını tereddütle karşılamaya neden olacak denli programın yüzeyine yakındı. Eğer ortaya tekrar tekrar her biri standart bir yöntemden ziyade dehanın yeni bir kıvılcımına dayanan usta işi yeni ispatlar atarak insanları şaşırtmaya devam etmiş olsaydı *o zaman* programa bir geometrici denmesi konusunda hiçbir tereddüt kalmazdı – ama bu olmadı.

Bilgisayar Müziğini Kim Besteler?

Yazar ve meta-yazar arasındaki ayrım bilgisayarın müzik bestelemesi durumunda keskin bir biçimde ortaya çıkar. Besteleme işinde programın sahip olarak göründüğü çeşitli özerklik düzeyleri vardır. Bu düzeylerden biri, "meta-yazar"ı Bell Laboratuarlarından Max Mathews'un olduğu bir parçada örneklenmiştir. "When Johnny Comes Marching Home" ve "The British Grenadiers" marşlarının partisyonlarıyla beslediği bilgisayara yeni bir partisyon – "Johnny" ile başlayan, ama yavaş yavaş "Grenadiers"e karışan yeni bir partisyon yapması komutunu vermiştir. Parçanın yarısına doğru, "Johnny" bütünüyle yok olur ve kendi başına "Grenadiers" duyulur ... Sonra işlem tersine çevrilir ve parça başladığı gibi "Johnny"yle biter. Mathews'un kendi sözcükleriyle, bu

> ... mide bulandırıcı bir müzikal deneyimdir, ama ilgisiz de kalınamaz, özellikle de ritmik dönüşlere. "The Grenadiers" Fa major anahtarında 2/4 temposunda yazılmıştır. "Johnny" Mi minör anahtarında 6/8 temposunda yazılmıştır. 2/4'den 6/8 temposuna geçiş açıkça ayırt edilebilir, yine de bunu bir insan müzisyenin çalması oldukça zordur. Gamda iki notanın değişiminin gerektiği Fa major anahtarından Mi minöre modülasyon kulak tırmalayıcıdır ve daha küçük bir geçiş kuşkusuz daha iyi bir seçim olurdu.[12]

Sonuçta ortaya çıkan parça yer yer gösterişli ve şaşırtıcı olsa da, oldukça tuhaftır.

---

[12] M. Mathews ve L. Rosler, "A Graphical Language for Computer Sounds," H. von Foerster ve J. W. Beauchamp (ed.), *Music by Computers*, s. 96.

Bilgisayar beste yapıyor mu? En iyisi bu sorunun sorulmamış olmasıdır, ama sorunun tamamen yoksanması da mümkün değildir. Bir yanıt bulmak güç. Algoritmalar deterministik, basit ve anlaşılırdır. Ne karmaşık ne de anlaşılması zor hesaplamalar söz konusudur; hiçbir "öğrenme" programı kullanılmaz; rastgele süreçler yoktur; makine kusursuz olarak mekanik ve düz bir biçimde çalışır. Yine de ortaya çıkan sonuç, parçanın bütün yapısı tamamıyla ve kesinlikle belirtilmiş olsa bile, ince ayrıntıda besteci tarafından planlanmayan sesler ardışımıdır. Bu yüzden besteci fikirlerinin gerçekleşmesinin ayrıntılarında sıkça, sevinçle şaşkınlığa düşer. İşte ancak bu ölçüde bilgisayar beste yapmaktadır. Bu sürece algoritmik besteleme diyoruz, ama hemen algoritmaların şeffaf, kuşku götürmez biçimde yalın olduğunu yeniden-vurguluyoruz.[13]

Mathews'in "sorulmamış" olmasını yeğlediği soruya yanıtı işte budur. Onun iddiasını geri çekmesine karşın, çoğu kişi, parçanın "bilgisayar tarafından bestelenmiş" olduğunu kolayca söylerler. Ben bu ifadenin durumu tamamıyla yanlış olarak aktardığına inanıyorum. Program, beynin "simgeleri"yle analog olan yapılar içermiyordu ve ne yapıyor olduğu hakkında "düşünüyor" olduğu hiçbir anlamda söylenemezdi. Böylesi bir müzik parçasının bestelenmesini bilgisayara atfetmek bu kitabın yazarlığını, bilgisayarla otomatik olarak (ve çoğunlukla yanlış olarak) tireleyen baskı makinesine atfetmeye benzer.

Bu AI konusunun biraz dışına çıksa da, fiiliyatta çok büyük bir sapma olmayan bir soruyu gündeme getirir. Bu soru şudur: Bir metinde "Ben" veya "beni" sözcüğünü gördüğünüzde, onu neye gönderimde bulunuyor olarak değerlendirirsiniz? Örneğin ara sıra kirli arabaların arkasında görünen "BENİ YIKA" deyişini düşünün. Kimdir bu "beni"? Yıkanmak için çaresizce çırpınan kimsesiz bir çocuğun en yakınına çiziktirdiği çığlığı mı? Yoksa araba mıdır yıkanmak isteyen? Yoksa temizlenmek isteyen kirli Türkçe midir?* Bu oyun sürer de sürer. Bu durumda söz öbeği bir şakadır ve bir düzeyde, sözleri sanki araba yazmış ve yıkanmak istiyormuş gibi kabul edilebilir. Bir başka düzeydeyse, yazı açıkça bir çocuğun yazısı olarak tanınır ve içinde taşıdığı yanıltıcılıkla eğlenilebilir. Aslında "beni"n yanlış düzeyde okunmasına dayanan bir oyundur bu.

Kesinlikle bu türde olan belirsizlikler bu kitapda da ortaya çıkmıştır, önce *Kontrakrostipunctus*'ta ve daha sonra Gödel'in G dizisi (ve onun yakınları) tartışmalarında. Çalmamayan plaklar için verilmiş olan yorum, "Ben X Plak Çalarında Çalmamam" ve ispatlanamaz önermeler için ise "Ben X Biçimsel

[13] M. Mathews ve L. Rosler, s. 106.

* Kaynak metinde İngilizce -çn.

Dizgesinde İspatlanamam"dı. İkinci tümceyi ele alalım. İçinde "Ben" zamirinin bulunduğu, gönderimin tümcenin konuşmacısına değil de tümcenin kendisine yapıldığı bir tümceyle başka durumlarda hiç karşılaştınız mı? Sanırım böylesi durumlar çok azdır. Bir Shakespeare sonetinde görünen "Ben" sözcüğü, bir sayfada basılı olan ondört dizeli şiire değil, sahnenin dışında, olayların ardındaki etten ve kandan bir yaratığa gönderimde bulunur.

Bir tümcedeki "Ben"i olağan olarak ne kadar geriye doğru izleyebiliriz? Bana göre yanıt, yazarlığı kendisiyle ilişkilendireceğimiz hisli bir varlık aradığımızdır. Ama hissiyat sahibi bir varlık nedir? Üstüne rahatlıkla kendimizi haritalayabileceğimiz bir şey. Weizenbaum'un "Doktor" programında bir "kişilik" var mıdır? Eğer varsa kimindir bu kişilik? Tam da bu soru üstüne küçük bir tartışma geçenlerde *Science* dergisinin sayfalarında patlak verdi.

Bu bizi yeniden bilgisayarla müzik besteleyenin "kim" olduğu konusuna getirir. Çoğu durumda bu parçaların ardındaki itici güç bir insan zekâsıdır ve bilgisayar insan tarafından tasarlanmış bir fikrin gerçeklenmesinde bir *araç* olarak kullanılır. Bunu gerçekleştiren program kendisiyle özdeşleşebileceğimiz bir şey değildir. O, hiçbir kendilik hissi, ne yapıyor olduğu üstüne hiçbir perspektifi ve hiçbir esnekliği olmayan basit ve tek amaçlı bir yazılım parçasıdır. Bununla birlikte eğer insanlar bu özelliklere sahip programlar geliştirirse ve geliştirdiğinde ve müzik parçaları bunların sonucu olarak ortaya çıkarsa ve çıktığında, işte o zaman bana göre, takdir hissimizi ikiye bölmenin zamanı gelmiş olacaktır: övgünün bir kısmı böylesi şaşırtıcı bir program yaratmış olan programlayıcıya ve bir kısmı da müzik hissi nedeniyle programın kendisine. Ve bana göre bu ancak böylesi bir programın içsel yapısı, beynimizdeki, anlamın karmaşık kavranışından sorumlu "simgeler" ve onların tetikleme örüntülerine benzer bir şeyler üstüne kurulduğunda gerçekleşecektir. Bu tipten içsel yapılara sahip olduğu olgusu programı, bir ölçüde, onunla özdeşleşmekte kendimizi rahat hissetmemizi sağlayan özelliklerle donatacaktır. Ama o zamana değin, "bu parça bir bilgisayar tarafından bestelendi" demek konusunda ben kendimi rahat hissedemeyeceğim.

Teorem İspatlama ve Problem İndirgeme

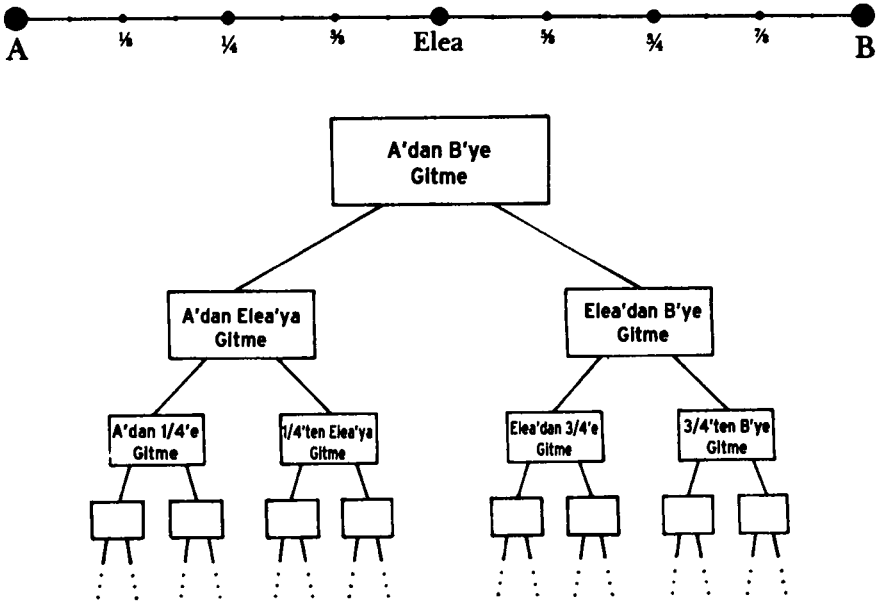
İmdi AI tarihine geri dönelim. İnsanların programlamaya giriştikleri ilk şeylerden biri teorem ispatlama entelektüel etkinliğiydi. Kavramsal olarak bunun, ilgili dizgelerin MIU-dizgesinden sıklıkla daha karmaşık olması dışında, bir bilgisayarın, MIU-dizgesi içinde MU'nun bir türetimini aramak üzere

programlanmasından hiçbir farkı yoktur. Bu dizgeler, içinde niceleyicilerin bulunduğu Önermeler Hesabının bir genleşmesi olan Yüklemler Hesabı'nın versiyonlarıydı. Yüklemler Hesabı'nın kurallarının çoğu TNT'de içerilir. Böyle bir program yazmanın püf noktası programın içine bir yön duygusunun yerleştirilmesidir, bu sayede program bütün haritayı baştan aşağı dolaşmak yerine yalnızca "ilgili" yollar üstünde – usauygun bir ölçütle, istek dizisine doğru götürür görünen yollar üstünde çalışır.

Bu kitapta bu konularla fazla ilgilenmedik. Peki, bir teoreme doğru ilerlediğinizi nasıl bilebilirsiniz ve yapıyor olduğunuzun yalnızca boş bir iş olup olmadığını nasıl söyleyebilirsiniz? MU-bulmacasıyla örneklendirmeyi umduğum buydu. Elbette hiçbir belirli yanıt olmayabilir: sınırlayıcı Teoremlerin içeriği budur, çünkü eğer hangi yola gideceğinizi her zaman bilebilseydiniz, herhangi bir istek teoremini ispatlamak için bir algoritma kurabilirdiniz ve bu Church'ün Teoremini ihlal ederdi. (Bunun Church'ün Teoreminden tam olarak nasıl çıktığını kavramayı okura bırakıyorum.) Bununla birlikte bu, neyin umut verici neyin umut vermeyen bir yol olduğuna ilişkin bir sezgi geliştirmenin olanaksız olduğu anlamına gelmez: aslında en iyi programlar, yetenekli insanlarınkiyle karşılaştırabilecek hızda Yüklemler Hesabı'nda çıkarımlar yapmalarını sağlayan çok gelişkin buluşsallara sahiptir.

Teorem ispatlamada incelikli nokta, sizi yerel olarak yönlendiren global bir hedefinizin –yani üretmek istediğiniz dizinin– bulunması olgusudur. Global hedeflerin türetimler için yerel stratejilere çevrilmesi için geliştirilmiş bir tekniğe *problem indirgeme* denir. Bu, ne zaman uzun-erimli bir hedefiniz varsa, genellikle erişilmesi ana hedefe erişmeye yardımcı olacak *althedeflerin* varolduğu düşüncesine dayanır. O halde verili bir problem bir dizi yeni altproble-leme, sonra bunlar da yinelgen bir tarzda altproblemlere vb bölünürse, sonunda problem muhtemelen birkaç adımda erişebilecek oldukça ılımlı hedeflere indirgenmiş olur. Ya da en azından durum öyle görünür ...

Problem indirgeme Zenon'un başına dert olmuştur. Hatırlayacağınız gibi, A'dan B'ye (B'yi hedef olarak düşünün) ulaşmak için Zenon'un yöntemi problemi iki altprobleme "indirgemek"tir. Önce yolun yarısını gitmek, sonra yolun geri kalanını gitmek. Böylece şimdi "hedef yığıtı"nız üstüne iki althedef "ittiniz" – V. Bölümdeki anlamıyla. Bunlardan her biri de iki alt hedefle yer değiştirecektir ve bu böylece ad infinitum devam eder. Dolayısıyla bir tek hedef yerine sonsuz bir hedef yığıtıyla karşı karşıya kalırsınız (Şekil 115). Yığıtınızdan sonsuz sayıda hedefin çekilmesi son derece güç bir durum oluşturacaktır – bu tam da Zenon'un gayesidir elbette.



Şekil 115. Zenon'un sonsuz hedef ağacı, A'dan B'ye gitmek için.

Problem indirgeme içindeki sonsuz yinelemenin diğer bir örneği, *Küçük Armonik Labirent* Diyoloğunda Akhilleus'un Tipsiz Bir Dilek'in kabul edilmesini istediğinde görüldü. Onun kabul edilmesi Meta-Cinniden izin almana kadar tehir edilmek zorundaydı; ama izin vermek için izin almak için o da Meta-Meta-Cinni'yi çağırmak zorunda kaldı – ve böylece devam etti. Hedef yığıtının sonsuzluğuna rağmen Akhilleus'un dileği gerçekleşti. Problem indirgeme günü kurtardı!

Benim alaycılığıma karşın, problem indirgeme global problemlerin yerel problemlere çevrilmesinde güçlü bir tekniktir. Onbeş veya daha fazla katlar gibi gülünç uzunluklara taşındığında bile ileriye-bakma tekniğinin sık sık işe yaramadığı satrancın son oyunu gibi belli durumlarda üstünlüğü açıkça ortaya çıkar. Bunun nedeni ileriye-bakma tekniğinin *planlamaya* dayanmamasıdır; onun hiçbir hedefi yoktur ve çok fazla sayıda amaçsız seçeneği inceler. Bir hedefe sahip olmak bu hedefe ulaşmak için bir strateji geliştirmeye sevkeder sizi ve bu, mekanik olarak ileriye bakmaktan tamamıyla farklı bir felsefedir. Elbette ileriye-bakma tekniğinde, istenirlik veya onun yokluğu, konumlar için değerlendirme fonksiyonuyla ölçülür ve bu dolaylı olarak birkaç hedef asal olarak da mat olmama hedefini kendi içinde taşır. Ama bu fazlasıyla dolaylıdır. İleriye-bakmalı satranç programlarına karşı oynayan iyi satranç

oyuncuları genellikle rakiplerinin plan veya stratejiler geliştirmekte çok zayıf oldukları izlenimiyle oyundan kalkarlar.

Shandy ve Kemik

Problem indirgeme yönteminin işleyeceğinin hiçbir garantisi yoktur. Fiyaskoyla sonuçlandığı birçok durum vardır. Şu basit problemi ele alalım örneğin. Bir köpeksiniz ve bir insan dostunuz gözde kemiğinizi bir tel örgünün üzerinden yan bahçeye fırlatıyor. Tel örgüden kemiğinizi görebiliyorsunuz, işte orada çimenlerin üzerinde duruyor – nasıl da leziz! Tel örgüde, kemikten yaklaşık bir buçuk metre uzakta açık bir kapı var. Ne yaparsınız? Bazı köpekler hızla tel örgüye koşacak, onun yanında durup havlayacaktır; diğerleriyse açık kapıya doğru seğirtecek ve sonra güzelim kemiğe doğru koşacaktır. İki köpek tipinin de problem indirgeme tekniğini uyguladığı söylenebilir; bununla birlikte problemi zihinlerinde farklı tarzda temsil ederler ve aralarındaki bütün farkı yaratan da budur. Havlayan köpek altproblemleri (1) tel örgüye koşma, (2) onun içinden geçme ve (3) kemiğe koşma olarak görür – ama bu ikinci altproblem tam bir "çetin ceviz"dir, bundan dolayı havlamaya başlar. Öteki köpek altproblemleri (1) kapıya erişme; (2) kapıdan geçme; (3) kemiğe koşma, olarak görür. Her şeyin "problem uzayı"nı temsil etme tarzınıza nasıl bağlı olduğuna dikkat edin – yani neyi problemin *indirgenmesi* olarak algıladığınıza (genel hedefe doğru ileri hareket) ve neyi problemin *büyütülmesi* olarak algıladığınıza (hedeften uzağa, tersine hareket) bağlı olduğuna.

Problem Uzayını Değiştirme

Bazı köpekler önce doğrudan kemiğe doğru koşmaya çalışırlar, ama tel örgüyle karşılaştıklarında beyinlerinde bir şey çakar; hemen yollarını değiştirerek kapıya doğru koşarlar. Bu köpekler ilk bakışta, başlangıç durumu ile istenilen durum arasındaki uzaklığı *artırıyormuş* gibi görünenin –yani kemikten uzaklaşarak açık kapıya doğru koşmanın– aslında onu *azaltacağının* farkına varırlar. İlk başta, *fiziksel* mesafeyle *problem* mesafesini karıştırırlar. Kemikten uzaklaştıracak her hareket, her hamle, tanım gereği Kötü Bir Şey olarak görünür. Ama sonra –her nasılsa– onları kemiğe neyin "yaklaştıracağına" dair algılarını değiştirebileceklerini fark ederler. Uygun olarak seçilmiş soyut bir uzayda, *kapıya* doğru hareketlenme köpeğin kemiğe gittikçe yaklaşmasını sağlayan bir yoldur. Her an, köpek kemiğe –bu yeni anlamda– daha da "yak-

laşmaktadır." Demek ki, problem indirgemenin yararlılığı probleminizi zihinsel olarak nasıl temsil ettiğinize bağlıdır. Bir uzayda geri adım gibi görünen diğer bir uzayda ileriye doğru devrimci bir adım gibi görünebilir.

Olağan yaşamda sürekli olarak köpek-ve-kemik probleminin çeşitlemeleriyle karşılaşır ve bu tür problemler çözeriz. Örneğin eğer bir akşamüstü arabayla yüz mil güneye gitmeye karar verirsem, ama büromdaysam ve işe bisikletle geldiysem, fiili olarak arabanın içinde güneye yönelmeden önce görünüşte "yanlış" yönlere doğru çok büyük sayıda devinimde bulunmak zorunda kalırım. Büromdan çıkmam gerekir, bu, diyelim ki birkaç adım doğuya gitmem demektir; sonra binanın içindeki, önce kuzey sonra batıya doğru giden holü izlerim. Sonra bisikletime binerek, pusuladaki tüm yönleri içeren bir yolculukla eve giderim. Orada birbirini izleyen küçük devinimlerle sonunda arabama biner ve yola çıkarım. Bu durumda da doğrudan güneye yönelmem elbette – çevre yoluna olabildiğince hızlı çıkma amacıyla kuzey, batı ya da doğu yönünde yolculuk yapmamı gerektirebilecek bir yol güzergâhı seçerim belki.

Bütün bunlar bizde en küçük bir paradoks duygusu uyandırmaz; hatta hiçbir şaşkınlık duygusu bile duyulmadan gerçekleştirilirler. İçinde fiziksel geriye dönmenin hedefe doğru doğrudan devinim olarak algılandığı uzay zihnimin içine öylesine derinlemesine gömülmüştür ki, kuzeye yöneldiğimde bunda hiçbir ironi görmem. Yollar ve holler ve diğerleri, direnmeden kabul ettiğim kanallar olarak hareket ederler, dolayısıyla da durumun nasıl algılanacağını seçme ediminin bu kısmı tam olarak empoze edilenin kabul edilmesini gerektirir. Ama tel örgülerin önündeki köpekler bazen bunu yapmakta zorlanırlar, özellikle de o leziz görünüşüyle kemik iyice yakın bir yerde durduğunda. Ve problem uzayı fiziksel uzaydan sadece bir ton daha soyut olduğunda, insanlar sık sık aynı havlayan köpekler gibi ne yapacaklarına ilişkin içgörüden yoksun halde öylece kalıverirler.

Bir anlamda bütün problemler köpek-ve-kemik probleminin soyut versiyonlarıdır. Çoğu problem fiziksel uzayda değil, ama bir tür kavramsal uzayda yer alır. Bu uzay içinde hedef yönünde doğrudan devinimin sizi bir tür soyut "çit"e götürdüğünü fark ettiğinizde şu iki şeyden birini yapabilirsiniz: (1) içinden geçerek kemiğinize erişebileceğiniz gizli bir "kapı"ya rastlama umuduyla, rastgele bir biçimde hedeften uzaklaştıran devinimlerde bulunmaya çalışma; ya da (2) problemi içinde temsil edebileceğiniz ve içinde sizi hedefinizden ayıran hiçbir çitin olmadığı yeni bir "uzay" bulmaya çalışma – o zaman bu yeni uzayda hedefinize doğru dümdüz ilerleyebilirsiniz. İlk yöntem

oldukça ağır ilerleyen bir yol sunarken, ikinci yöntem zor ve karmaşık bir yol sunmaktadır. Ve yine de problem uzayının yeniden yapılandırılmasıyla ilgili çözümler, çoğunlukla bir dizi yavaş, kasıtlı düşünce süreçlerinin ürünleri olmaktan çok ani içgörü kıvılcımları olarak ortaya çıkmaktadır. Büyük olasılıkla bu sezgi kıvılcımları zekânın uç çekirdeğinden gelmektedir – ve söylemeye gerek yok, onların kaynağı kıskanç beyinlerimizin çok sıkı korunan gizlerinden biridir.

Her durumda mesele, problem indirgemenin per se başarısızlığa yol açması değildir; bu oldukça sağlam bir tekniktir. Problem daha derindir: bir problem için iyi bir içsel temsili nasıl seçersiniz. Onu ne tür bir "uzay" içinde görürsünüz? Seçmiş olduğunuz uzay içinde siz ve hedefiniz arasındaki "mesafe"yi hangi eylem türü azaltır? Bu, matematik dilinde, haller arasında uygun bir *metrik* (uzaklık fonksiyonu) arama problemi olarak ifade edilebilir. İçinde siz ve hedefiniz arasındaki mesafenin çok küçük olduğu bir yol bulmak istiyorsunuz.

İmdi içsel bir temsilin seçilmesi meselesinin kendisi bir problem tipi –ve de en aldatıcılardan biri– olduğundan, problem indirgeme tekniğini onun üstüne geri döndürmeyi düşünebilirsiniz! Bunu yapmak için çok çeşitli soyut uzayı temsil etmenin bir yolunu bulmanız gerekirdi. Ben kimsenin bu doğrultuda bir şeyler yapmaya çalıştığını görmedim. Bu sadece kuramsal olarak çekici ve eğlenceli, ama olgusal olarak bütünüyle gerçekdışı bir öneri olabilir. Her durumda AI'nm büyük oranda yoksun olduğu "geri çekilen" ve ne olup bittiğine bakan ve bu perspektifle elindeki göreve kendini yeniden yönlendiren programlardır. Bir insan tarafından yapıldığında zekâ gerektirir gözüken bir tek görevde iyi olan bir program yazmak bir şeydir – ama zeki bir program yazmak tamamen başka bir şeydir! Bu, değişmez rutini yanıltıcı biçimde büyük zekâ görüntüsü veren Sphex yabanarısı ve bir Sphex yabanarısını gözlemleyen bir insan arasındaki farktır.

Yine I-Kipi ve M-Kipi

Zeki bir program muhtemelen birçok farklı türde problemi çözebilecek yetenekte bir program olacaktır. Her bir farklı problemle uğraşmayı öğrenebilecek ve böylece deneyimlerini biriktirebilecektir. Bir kurallar kümesi içinde çalışabilir ve ayrıca uygun anlarda geriye çekilip bu kurallar kümesi içinde çalışmanın sahip olduğu genel hedefler uyarınca kazançlı olup olmadığı hakkında yargıda bulunabilir olacaktır. Eğer gerekirse verili bir çerçeve içinde çalış-

mayı durdurmayı seçebilecek ve içinde bir süre çalışabileceği yeni bir çerçeve yaratabilecektir.

Bu tartışma size MU-bulmacasının bazı yönlerini hatırlatabilir. Örneğin bir problemin hedefinden uzaklaştıran devinimlerde bulunmak, dolaylı bir şekilde MU yapmanızı sağlayabileceği umuduyla gittikçe uzayan diziler yaparak MU'dan uzaklaşmayı çağrıştırır. Eğer saf bir "köpek"seniz, dizinizin iki karakterden fazla olduğu her seferinde, "MU-kemiği"nizden uzaklaşıyor olduğunuz hissine kapılırsınız; eğer daha gelişmiş bir köpekseniz, böylesi uzatma kurallarının kullanılmasının, MU-kemiğinize erişmek üzere kapıya yönelmenize benzer şekilde, dolaylı bir gerekçelendirmesi olacaktır.

Önceki tartışma ve MU-bulmacası arasındaki bir diğer bağlantı, MU-bulmacasının doğasına ilişkin içgörü kazanmamızı sağlayan iki işlem kipidir: Mekanik kip ve Zekâ kipi. Birincisinde, sabit bir çerçeve içine gömülmüş durumdasınızdır; ikincisindeyse, daima bir adım geriye çekilebilir ve olanları gözden geçirebilirsiniz. Bu gözden geçirme, içinde çalışılacak bir temsili seçmeyle eşdeğerdedir; ve dizgenin kuralları içinde çalışma, bu seçilmiş çerçeve içinde problem indirgeme tekniğini uygulamaya çalışmakla eşdeğerdedir. Hardy'nin Ramanujan'ın stili –özellikle kendi hipotezlerini değiştirmedeki istekliliği– üstüne yorumu, yaratıcı düşünce içindeki M-kipi ve I-kipi arasındaki bu karşılıklı etkileşimi örnekler.

Sphex yabanarısı M-kipinde son derece yetkin bir şekilde çalışır, ama çerçevesini seçme veya M-kipini en küçük bir şekilde bile değiştirme yeteneği yoktur. Dizgesi içinde aynı şeylerin hiç durmadan tekrar tekrar yinelendiğini fark etme yeteneği yoktur, çünkü böyle bir şeyi fark etmek, ne kadar küçük bile olsa, dizgenin dışına atlamak olurdu. Yinelenmelerin aynılığı hiç fark etmez. Bu fikri (yinelenen olayların aynılığını fark etmeme fikrini) kendimize uyguladığımızda ilginç sonuçlar ortaya çıkar. Yaşamlarımızda dönem dönem tekrar tekrar ortaya çıkan ve aynılıklarını algılamak için yeterince gözden geçirme fırsatı bulamadığımızdan her seferinde aynı budalaca tavırla ele aldığımız çok fazla yinelenen durum var mı? Bu bizi yeniden ortaya çıkan şu soruya döndürür, "Aynılık nedir?" Bu, örüntü tanımayı tartıştığımızda, bir AI teması olarak yine karşımıza çıkacaktır.

AI'nın Matematiğe Uygulanması

Matematik, bazı yönleri itibarıyla, AI bakış açısından üzerinde çalışılması son derece ilginç alanlardan biridir. Her matematikçi matematikteki fikirler

arasında bir tür metrik olduğu – bütün matematiğin aralarında pek çok bağlantı olan bir sonuçlar ağı olduğu duygusuna sahiptir. Bu ağ içinde bazı fikirler birbirlerine çok yakından bağlıdır; bazılarını da birbirleriyle birleştirmek için incelikli yollar gerekir. Bazen matematikte iki teorem, biri verildiğinde diğeri kolayca ispatlanabildiği için birbirine yakındır. Bazen de iki fikir analog ya da eşbiçimli oldukları için yakındır. Bunlar "yakın" sözcüğünün matematik alanındaki iki farklı anlamıdır. Olasılıkla başkaları da vardır. Matematiksel yakınlık duygumuzda bir nesnellik veya bir evrenselliğin olup olmadığını ya da onun büyük oranda tarihsel gelişimin bir rastlantısı olup olmadığını söylemek zordur. Matematiğin değişik dallarının bazı teoremlerini birbirine bağlamak bize zor gibi görünür, bu yüzden bunların birbirleriyle ilişkisiz olduklarını söyleyebiliriz – ama daha sonra bizi fikrimizi değiştirmeye zorlayan bir şeyler ortaya çıkabilir. Eğer hayli gelişmiş matematik yakınlık duygumuzu –deyim yerindeyse, bir "matematikçinin zihinsel metriki"– bir programın içine yerleştirebilseydik, belki de ilkel bir "yapay matematikçi" üretebilirdik. Ama bu, diğer bir büyük engel olan yalınlık veya "doğallık" duygusunun iletilebilmesine bağlıdır.

Bu sorunlarla birkaç AI projesinde karşılaşılmıştır. MIT'da geliştirilmiş "MACSYMA" adıyla tanınan, amacı karmaşık matematisel ifadelerin manipülasyonunda matematikçilere yardım etmek olan bir programlar derlemi vardır. Bu program içinde bir "nereye gideceği" duygusuna sahiptir – onu, bizim genel olarak karmaşık ifadeler diye nitelediğimiz ifadelerden daha yalın olanlara doğru yönlendiren bir çeşit "karmaşıklık gradyanı"na. Fonksiyonları simgesel olarak tümleştiren, SIN adlı bir program MACSYMA'nm dağarcığının bir parçasıdır; onun bazı kategorilerde insandan daha üstün olduğu genel olarak kabul edilir. Genel olarak zekânın temelinde yer alan değişik becerilere sahiptir: geniş bir bilgi kütlesi, problem indirgeme tekniği, çok sayıda buluşsal ve de bazı özel marifetler.

Stanford'dan Douglas Lenat tarafından yazılmış diğer bir program elementer matematikteki olguları keşfetmek ve kavramları bulmak amacına sahipti. Küme kavramından ve kendisine hazır olarak verilmiş "ilginç" kavramlar derleminden başlayarak hesaplama fikrini, sonra toplama, sonra çarpma fikrini, sonra –başka şeyler yanı sıra– asal sayılar kavramını "icat" etti ve hatta Goldbach sanısını yeniden keşfedecek kadar ileri gitti! Elbette bütün bu "keşifler" yüzlerce –hatta binlerce– yıllık geçmişe sahipti. Belki bu kısmen "ilginç"in anlamının, yirminci yüzyıl eğitiminin etkisi altında Lenat tarafından çok sayıda kurala döndürülmüş olmasıyla açıklanabilir: yine de etkileyi-

cidir. Program bu övgüye değer performanstan sonra tükenmiş gibi göründü. İlginç olan neyin ilginç olduğuna ilişkin duyusunu geliştirememesi veya ilerletememesiydi. Bu da aynı düzeyde bir başka zorluktu – ya da birkaç düzey yukarda, belki.

AI'nın Düğüm Noktası: Bilginin Temsili

Yukarıdaki örneklerin çoğu, bir alanın temsil edilme yolunun bu alanın nasıl "anlaşıldığı" ile büyük bir ilişkisi olduğunu vurgulamak için aktarılmıştır. Önceden saptanmış bir sıra içinde TNT'nin teoremlerinin sadece yazılı çıktısını veren bir programın sayı kuramı anlayışı olmayacaktır; Lenat'nınki gibi ekstra bilgi katmanlarına sahip bir programın ilkel bir sayı kuramı anlayışına sahip olduğu söylenebilirdi; ve matematik bilgiyi geniş bir gerçek-dünya deneyimi içine yerleştiren program olasılıkla bizim yaptığımızı düşündüğümüz anlamda en çok "anlayabilir" olandır. AI'nın can alıcı noktasında yer alan konu işte bu *bilginin temsili* konusudur.

İlk zamanlarda bilginin tümce-benzeri "paketler" halinde geldiği ve bir programa bilgi aşılamanın en iyi yolu, olguları küçük edilgin veri paketlerine çevirmenin basit bir yolunu geliştirmek olduğu varsayıldı. O zaman her olgu basitçe, onu kullanan programlarca erişilebilir bir veri parçası olacaktır. Bu tahta konumlarının, buradan yeniden çekilebildiği ve altyordamlarca üzerinde işlemler yapılabildiği bellekte etkin olarak saklandığı ve matrisler veya listeler halinde kodlandığı satranç programları tarafından örneklenir.

İnsanların olguları daha karmaşık şekilde sakladıkları olgusu uzun bir süredir psikologlarca bilinmekteydi ve bu "istiflenmiş" bilgi problemleri ile XI. Bölümde gördüğümüz gibi, içebakışla erişebilir olan bilgi ve içebakışla erişilemez olan bilgi arasındaki farkla bağıntılı olan yordamsal ve bildirgesel bilgi tipleri arasındaki farkla yeni karşılaşan AI çalışanlarınca ancak son zamanlarda yeniden keşfedilmiştir.

Bütün bilginin edilgin veri parçaları içine kodlanabileceği naif varsayımı aslında bilgisayar tasarımına ilişkin en temel olguyla çelişir: yani nasıl toplanacağı, çıkarılacağı, çarpılacağı ve benzeri işlemler veri parçalarına kodlanmaz ve bellekte saklanmaz; aslında belleğin hiçbir yerinde temsil edilmez, daha çok donanımın kablo bağlantı örüntülerinde temsil edilirler. Bir cep hesap makinesi nasıl toplama yapılacağı bilgisini belleğinde saklamaz; bu bilgi onun "bağırsakları"na kodlanmıştır. Eğer birisi çıkar da, "Nasıl toplama yapılacağı bilgisinin bu makinenin neresinde olduğunu bana göster" derse, bellekte gös-

terilebilecek hiçbir yer yoktur.

Yine de AI'daki çalışmaların büyük bir kısmı içlerinde bilgi yığınının özgül yerlerde – yani bildirgesel olarak saklandığı dizgeler üzerine olmuştur. *Bir kısım* bilginin programların içine gömülmüş olmasının zorunlu olduğunu söylemeye gerek yok; aksi takdirde bir programımız değil, yalnızca bir ansiklopedimiz olurdu. Soru bilginin program ve veri arasında nasıl bölüneceğidir. Program ve veri arasında ayrım yapmak her zaman kolay değildir. Bunun XVI. Bölümde yeterince açığa kavuşturulduğunu umuyorum. Ama bir dizgenin geliştirilmesi esnasında, programlayıcı belirli bir öğeyi sezgisel olarak veri olarak (veya program olarak) idrak ederse, bunun dizgenin yapısı üstünde önemli yansımaları olabilir, çünkü programlama esnasında kişi veri-benzeri nesneler ile program-benzeri nesneler arasında ayrım yapma eğilimindedir.

İlke olarak bilgiyi veri yapıları veya yordamlar halinde kodlama tarzı herhangi başka bir tarz kadar iyidir, şu anlamda ki, eğer verimlilikle fazla ilgilenmiyorsanız, bir şemada yapabildiğinizi diğerinde yapabilirsiniz. Yine de bir yöntemin ötekinden kesinlikle daha üstün olduğunu gösterir gibi görünen nedenler ileri sürülebilir. Örneğin yalnızca yordamsal temsillerin kullanılmasının lehine geliştirilen şu uslamlamayı ele alın: "Yeterli karmaşıklıktaki özellikleri veriye kodlamaya çalışır çalışmaz, yeni bir dil ya da biçimselcilik geliştirmeye mecbur kalırsınız. Böylece aslında veri yapılarınız, onların yorumcusu olarak işlev gören programınızın parçasıyla birlikte program benzeri bir şey olur; aynı bilgiyi başlangıçta doğrudan yordamsal biçimde de temsil edebilir ve ekstra yorumlama düzeyini bertaraf edebilirsiniz."

DNA ve Proteinler Bir Bakış Açısı Verir

Bu uslamlama oldukça ikna edici görünüyor, ama yine de biraz gevşek olarak yorumlanırsa, DNA ve RNA'nın ortadan kaldırılması yönünde bir uslamlama olarak okunabilir. Genetik bilgi neden DNA'da kodlanmıştır, oysa onun doğrudan proteinlerde temsil edilmesiyle, yalnızca bir değil, ama *iki* yorumlama düzeyini eleyebilirdiniz, değil mi? Bunun yanıtı şudur: farklı amaçlar için aynı bilgiye birkaç farklı biçimde sahip olmanın son derece yararlı olduğu ortaya çıkmıştır. Genetik bilginin DNA'nın modüler ve veri-benzeri formda depolanmasının bir avantajı, iki bireyin genlerinin yeni bir genotip oluşmak üzere kolayca birleşebilmeleridir. Eğer bilgi sadece proteinlerde olsaydı bu çok zor olurdu. Bilginin DNA'da depolanmasının bir ikinci nedeni onun proteinlere transkripsiyonun ve tercümesinin kolay olmasıdır. Gerekli

değilse, fazla yer kaplamaz; gerekli olduğunda, kalıp olarak iş görür. Bir proteinin bir diğerinden kopya çekmesini sağlayan bir mekanizma yoktur; katlı üçüncül yapıları, kopyalamayı son derece zorlaştırır. Buna karşılık, genetik bilginin enzimler gibi üç boyutlu yapılara kabul edilebilebilir olması neredeyse bir zorunluluktur, çünkü moleküllerin tanınması ve manipülasyonu doğası gereği üç-boyutlu bir işlemdir. Dolayısıyla tamamıyla yordamsal temsil lehine olan uslamlamanın hücreler bağlamında oldukça yanlış olduğu görülmektedir. Bu da yordamsal ve bildirgesel temsiller arasında ileri-geri gidebilmenin avantajları olduğunu ima eder. Büyük olasılıkla bu AI'da da doğrudur.

Bu konu dünyadışı zekâ ile iletişim üzerine bir konferansta Francis Crick tarafından gündeme getirilmiştir:

> Dünyada iki molekülün varolduğunu görüyoruz, birisi kopyalanarak çoğalmaya uygun [DNA], diğeriyse eyleme uygundur [proteinler]. içinde bir molekülün her iki işi de yaptığı bir dizge tasarlamak mümkün müdür ya da dizgeler analizinden, işi ikiye bölmenin büyük bir yarar sağlayacağını ima eden güçlü uslamlamalar geliştirilebilir mi? Bu yanıtını bilmediğim bir sorudur.[14]

Bilginin Modülerliği

Bilginin temsilinde ortaya çıkan bir diğer soru modülerliktir. Araya yeni bir bilgi eklemek ne kadar kolaydır? Eski bilginin değiştirilmesi ne kadar kolaydır? Kitaplar ne kadar modülerdir? Bütün bunlar koşullara bağlı. Eğer çapraz-göndermelerle sıkıca yapılandırılmış bir kitaptan tek bir bölüm çıkarılırsa, kitabın geri kalanı hemen hemen anlaşılmaz olur. Bu bir örümcek ağından tek bir ipliği çekmeye çalışmaya benzer – bunu yaptığınızda bütünü bozarsınız. Öte yandan bazı kitaplar birbirlerinden bağımsız bölümleriyle oldukça modülerdir.

TNT'nin ilksavlarını ve çıkarım kalıplarını kullanan bir doğrudan teorem-üretme programını ele alın. Böylesi bir programın bilgisinin iki veçhesi vardır. Örtük olarak ilksavlarda ve kurallarda ve belirtik olarak o ana kadar üretilmiş teoremler bünyesinde bulunur. Bilgiye hangi yönden baktığınıza bağlı olarak onu ya modüler ya da bütünüyle çevreye yayılmış ve tamamen modüler-olmayan bir şey olarak görürsünüz. Örneğin böyle bir program yazdığınızı, ama ilksavlar listesine TNT'nin 1. İlksavını dahil etmeyi unuttuğunuzu farz edin. Program binlerce türetim yaptıktan sonra hatanızı fark etti-

[14] Carl Sagan, *Communication with Extraterrestrial Intelligence*, s. 52.

niz ve yeni ilksavı eklediniz. Bunu bir çırpıda yapabilmeniz dizgenin örtük bilgisinin modüler olduğunu gösterir; ama yeni ilksavın sistemin belirtik bilgisine katkısı ancak uzun bir süre sonra yansıyacaktır – aynı şişesi kırıldığında parfümün kokusunun odaya yavaş yavaş yayılması gibi etkileri dışarıya doğru "yayıldıktan" sonra. Bu anlamda yeni bilginin bütüne katılması uzun zaman alır. Dahası eğer geriye dönmek ve 1. İlksavı değillemesiyle değiştirmek isteseydiniz, bunu öyle basitçe yapamazdınız; türetimlerinde 1. İlksavın geçtiği bütün teoremleri silmek zorunda kalırdınız. Açıkça, bu belirtik bilgisi örtük bilgisi kadar modüler değildir.

Eğer bilginin modüler olarak nasıl nakledildiğini öğrenseydik bu çok yararlı olurdu. O zaman Fransızcayı herkese öğretmek için sadece kafalarını açar ve nöral yapılarında sabit bir operasyon yapardık – bundan sonra nasıl Fransızca konuşulduğunu bilirlerdi. Elbette bu eğlenceli bir boş hayal!

Bilgi temsilinin diğer bir veçhesi, bilginin kullanılmak istendiği tarzla ilgilidir. Çıkarımlar, bilgi parçalarına ulaşıldığında yapılan şeyler olarak mı kabul edilir. Analojiler ve karşılaştırmalar sürekli yeni bilgi ve eski bilgi arasında mı yapılmalıdır? Bir satranç programında örneğin eğer ileriye-bakma ağaçları oluşturmak isterseniz, o zaman tahta konumlarını en az yinelemeyle kodlayan bir temsil, bilgiyi farklı şekillerde yineleyene yeğlenebilir olacaktır. Ama eğer programınızın tahta konumunu örüntüleri arayarak ve onları bilinen örüntülerle karşılaştırarak "anlamasını" isterseniz, o zaman aynı bilginin birkaç farklı biçimde temsil edilmesi daha yararlı olacaktır.

Bilginin Mantıksal Bir Biçimsellik İçinde Temsili

Bilginin temsil edilme ve manipüle edilmesinin en iyi yoluyla ilgilenen çeşitli düşünce okulları vardır. Etkisi büyük olan bir görüş, TNT için olanlara benzer biçimsel notasyonlar kullanan temsilleri savunur – önerme eklemleri ve niceleyicileri kullanan. Böylesi temsillerdeki temel işlemler, hiç de şaşırtıcı olmayacak şekilde, tümden gelimli usavurmanın biçimselleştirilmeleridir. Mantıksal çıkarımlar, TNT'de olanların bazılarına benzeş olan çıkarım kuralları kullanılarak yapılabilir. Dizgenin tikel bir fikir hakkında sorgulanması, türetilecek dizi biçiminde bir hedef tesis eder. Örneğin "MUMON bir teorem midir?" O zaman otomatik usavurma düzenekleri, çeşitli problem indirgeme yöntemleri kullanarak, hedef-yönelimli bir şekilde idareyi ele alır.

Örneğin "Bütün biçimsel aritmetikler eksiklidir?" önermesinin bilindiğini ve programın "*Principia Mathematica* eksikli midir?" diye sorgulandığını

varsayın. Bilinen olguların listesini –buna genellikle *veri tabanı* denir– tararken sistem, eğer *Principia Mathematica*'nın biçimsel bir aritmetik olduğunu tesis edebilse, o zaman soruyu yanıtlayabileceğini fark edebilir. Dolayısıyla "*Principia Mathematica* biçimsel bir aritmetiktir" önermesi bir althedef olarak kurulur ve sonra problem indirgeme yöntemi devreye girer. Eğer hedefin (veya althedefin) tesis edilmesine (veya reddedilmesine) yardımcı olacak başka şeyler bulgularsa onların üzerinde çalışır – ve bu yinelgen olarak böyle devam eder. Bu işleme *geriye doğru zincirleme* adı verilir, çünkü süreç hedefle başlayarak, bilindiği varsayılan şeylere doğru, yani geriye doğru işler. Ana hedefin, yan hedeflerin, althedeflerin vb grafik bir gösteriminde; ana hedef çeşitli althedefler ve bu althedeflerin her biri de çeşitli althedefler vb içereceğinden, ağaç-benzeri bir yapı ortaya çıkacaktır.

Bu yöntemin soruyu çözmesinin garanti olmadığına dikkat edin, çünkü dizge içinde *Principia Mathematica*'nın biçimsel bir aritmetik olduğu önermesini tesis etmenin hiçbir yolu olmayabilir. Ama bu ya hedefin ya da althedefin yanlış bir önerme olmasını gerektirmez – yalnızca onların dizgenin kullanımındaki yürürlükteki bilgiyle türetilemeyeceklerini ima eder. Böylesi bir koşulda dizge, "Bilmiyorum," ya da aynı anlama gelecek ifadeler basabilir. Bazı soruların açık bırakılması olgusu elbette iyi-bilinen belli biçimsel dizgelerin maruz kaldığı eksiklilik durumuyla benzerlikler taşımaktadır.

Tümdengelimli Karşısında Analojik Farkındalık

Bu yöntem, temsil edilen alanın, bilinen olgulardan doğru mantıksal sonuçların çıkarılması anlamında, *tümdengelimli bir farkmdalık*nı sağlar. Bununla birlikte insanın benzerlikler saptama ve durumları karşılaştırma yeteneğinden bir şeyleri, insan zekâsının en önemli yanlarından birini –*analojik farkındalık* denebilecek şeyi– kaçırır. Bu analojik düşünce süreçlerinin böylesi bir kalıba sokulmaya zorlanamayacağı anlamına gelmez, ama onların kendilerini bu tür biçimsellik içinde yakalanmaya doğal bir şekilde bırakmadıkları anlamına gelir. Bugünlerde mantık-yönelimli sistemler, karmaşık karşılaştırma biçimlerinin oldukça doğal olarak yürütüme konulmasına imkân veren diğer türler kadar revaçta değildir.

Bilgi temsilinin salt sayıların depolanmasından bütünüyle farklı bir oyun olduğunu fark ettiğinizde, "bir bilgisayar bir filin belleğine sahiptir" fikri çürütülmesi kolay bir mit olur. *Bellekte saklananla bir programın bildiği* zorunlu olarak eşanlamlı değildir; çünkü verili bir bilgi parçası dizgenin içinde bir

yerlerde kodlanmış olsa bile, ona ulaşabilecek hiçbir yordam ya da kural ya da başka türde veri işleyici olmayabilir – erişilemez olabilir. Böylesi bir durumda ona erişim geçici ve kalıcı olarak yitirildiği için bu bilgi parçasının "unutulmuş" olduğunu söyleyebilirsiniz. O halde bir bilgisayar programı, alt düzeyde "hatırladığı" bir şeyi üst düzeyde "unutabilir." Bu da, sürekli yinelenen düzey ayrımlarından bir başkasıdır, büyük olasılıkla bundan kendimiz hakkında çok şeyler öğrenebiliriz. Bir insan unuttuğu zaman bu çok büyük olasılıkla üst-düzey bir işaretçinin yitirildiği anlamına gelir – bilginin silindiği veya yok olduğu anlamına değil. Bu, gelen deneyimleri depoladığınız yolların izini kaybetmemenin son derece önemli olduğunun göstergesidir, çünkü bir şeyi bellekten hangi koşullar altında ya da hangi açıdan dışarı çekmek isteyeceğinizi önceden asla bilemezsiniz.

Bilgisayar Haikusundan Bir RTN-Gramerine

İnsan kafasının içinde bilginin temsil edilmesinin karmaşıklığı beni ilk kez İngilizce tümceleri "hiç yoktan" üretecek bir program üzerine çalışıyorken çarptı. Bu projeye başlamam oldukça ilginç bir şekilde oldu. Radyoda "Bilgisayar Haikusu" denilen bir tasarıya ait birkaç örnek duymuştum. Bunlarda bulunan bir şeyler beni derinden etkiledi. Normalde sanatsal bir yaratım olarak ele alınacak bir şey üreten bir bilgisayar programı yapmakta büyük bir karamizah ve aynı zamanda bir gizem saklıydı. Bu mizahi yönle çok eğlendim ve yaratıcı faaliyetlerin programlanmasında yatan gizem –ve hatta çelişki– beni harekete geçirdi. Böylece haiku programından bile daha gizemli, çelişkili ve mizahi bir program yazmaya koyuldum.

İlk önce gramerini, yalnızca bir kalıp içindeki boşlukların doldurulmakta olduğu hissini vermeyecek şekilde esnek ve yinelgen hale getirmeye çalıştım. Bu sırada *Scientific American*'da Victor Yngve tarafından yazılmış bir makaleye rastladım; makalede bazı çocuk kitaplarında bulunan türden geniş bir çeşitlilikte tümce üretebilecek basit, ama esnek bir gramer betimleniyordu. Bu makaleden ödünç aldığım fikirlerden bazılarını hafifçe değiştirerek, V. Bölümde betimlenen, bir Yinelgen Geçiş Ağı gramerini oluşturan bir yordamlar kümesi ortaya çıkardım. Bu gramerde, bir tümcedeki sözcüklerin seçimi, tümcenin bütün yapısının –rastgele– seçilmesiyle başlayan bir süreç tarafından belirleniyordu; derece derece karar-verme süreci, sözcük düzeyi ve harf düzeyine ulaşılıncaya dek yapının daha alt düzeylerine doğru iniyordu. Sözcük düzeyinin altında da, fiillerin çekilmesi ve adların çoğul yapılması gibi,

daha birçok şey yapılması gerekiyordu; ayrıca düzensiz fiil ve ad formları önce düzenli olarak oluşturuldu, ama bir tablodaki girişlerle eşlendiklerinde, uygun (düzensiz) formlarla değiştiriliyorlardı. Her bir sözcük son biçimine ulaştığında, basılıyordu. Bu program daktilo başında yazı yazan bir maymun gibiydi, ama yalnızca sözcük düzeyinde değil, eşanlı olarak dilsel yapının birkaç düzeyinde çalışan bir maymun gibi.

Programın geliştirilmesinin ilk aşamalarında bütünüyle aptalca bir sözcük dağarcığı kullandım – kasıtlı olarak, çünkü amacım eğlenmekti. Program bir yığın anlamsız tümce üretti, bunların bir kısmı çok karmaşık yapılara sahipken, bazıları oldukça kısaydı. Bunlardan bazılarını aşağıya alıyorum:

Kabaca gülmesi gereken eril bir kalem vakvaklar. Program kızı belleğinde her zaman öğütmemeli mi? Kabaca tüküren ondalık çapar takla atar. Olur olmaz bir adamla ilişki içinde olan kek daima kâğıda dökülür.

Program daima neşeyle yürütülmelidir.

Saygıdeğer makine astronomu her zaman marizlememelidir.

Ah, gerçekten kızı çoğaltması gereken program tiyatro için müzisyen yazar. İşbenzeri ilişki vakvaklar.

Her zaman vakvaklayabilen şanslı kız asla vakvakladığından emin olamaz.

Oyun vakvaklar. Profesör turşu kurar. Çapar takla atar. Adam kaydığı kutuyu alır.

Ortaya çıkan etki güçlü bir şekilde gerçeküstücüdür ve zaman zaman bir nebze haikuya benzeyen bir şeyler belirir – örneğin birbirini takip eden dört kısa tümcenin son örneği. İlk başta oldukça eğlenceli görünüyordu ve belli bir çekiciliği vardı, ama çok geçmeden basmakalıplaştı. Çıktıdan birkaç sayfa okunduktan sonra programın içinde çalıştığı uzayın sınırlarına dair bir fikir elde edilebilir; ve bundan sonra bu uzaydaki rastgele noktalarda – her biri "yeni" olmasına karşın – yeni hiçbir şey görülmez. Bana göre bu genel bir ilkedir: bir şeyden onun davranış dağarcığını tükettiğiniz zaman değil, ama davranışını içeren uzayın sınırlarının haritasını çıkardığınızda sıkılırsınız. Bir kişinin davranış uzayı, başka kişileri sürekli olarak şaşırtabilecek denli karmaşıktır; ama bu benim programım için geçerli değildi. Gerçekten gülünç çıktı üretilmesi hedefimin, daha çok inceliğin programın içine dahil edilmesini gerektirdiğini fark ettim. Ama bu durumda "inceliklik"le kastedilen neydi? Sözcüklerin saçma yan yana getirilişi fazlasıyla incelikten yoksundu. Sözcüklerin dünyanın gerçeklikleriyle uyumlu olarak kullanılmasını sağlayan bir yola gereksinmem vardı. Bu, bilginin temsili konusundaki düşüncelerin sahne aldığı yerdi.

RTN'lerden ATN'lere

Uygulamaya koyduğum fikir her bir sözcüğü –ad, fiil, ilgeç vb– birkaç farklı "semantik boyut" içinde sınıflandırmaktı. Böylece her bir sözcük çeşitli türden sınıfların üyesi oldu; ayrıca üstsınıflar –sınıfların sınıfları– vardı (Ulam'ın yorumunu andırır şekilde). İlke olarak bu toplaşım herhangi bir düzey sayısında sürdürülebilirdi, ama ben ikide durdum. Verili herhangi bir anda, sözcüklerin seçimi artık semantik olarak kısıtlanmıştı, çünkü kurulan sözcük öbeğinin değişik kısımları arasında *uyum* olması gerekiyordu. Burada ana fikir örneğin belli türde faaliyetlerin yalnızca canlı nesneler tarafından gerçekleştirilebilir olduğu; yalnızca belli türde soyutlamaların olayları etkileyebildiği ve bunun gibi şeylerdi. Hangi kategorilerin usauygun olduğu ve her bir kategorinin bir sınıf olarak mı, yoksa bir üstsınıf olarak mı düşünülmesinin daha iyi olacağına ilişkin kararlar oldukça karmaşık hâle getirildi. Bütün sözcükler birçok farklı boyutta etiketlendi. Genel çekim eklerinin –"-nin," "-de" vb– farklı kullanımlarına göre farklı girişleri vardı. Artık çıktı çok daha anlaşılır olmaya başlamıştı – ve bu nedenle yeni bir tarzda gülünçtü.

Küçük Bir Turing Testi

Aşağıda, programımın bu son sürümlerinin birçok çıktı sayfası arasından dikkatle ayırdığım dokuz tümce veriyorum. Bunların arasına üç (ciddi olarak kurulmuş) insan elinden çıkma tümce ekledim. Bunlar hangileri?

(1) Bir sözü ağzından kaçırmak, dinamik bir düşünümde, bir semiyotik-diyalojik ürünle göstergesel malzemenin karşılıklı yer değiştirmesi (adlandırma) olarak düşünülebilir.

(2) Daha ziyade kalıt-çizgilerinin paradiyokronik geçişliliğin primafacie örnekleri olduğu, bir "dizi" düşünce deneyi budalasının sıralandığı bir yol olarak düşün.

(3) Bunu, sonunda bir ürün olarak ortaya çıkan güçlü bir zincirleme olanaklılık (epistemik koşullar?) olarak düşün, ama bu ürünün her şeyin içine tıkıştırıldığı Frankfurt tipi bir bohça olmadığını da unutma.

(4) Bütün çabalara karşın dilerseniz, yanıt Doğu tarafından desteklenmiş olacaktır; dolayısıyla bundan sonra yanlış bir kanıya büyükelçi tarafından takınılacak tutumla birlikte son verilecektir.

(5) Elbette kargaşa çıkıncaya dek büyükelçi ayaktakımını hafiften hafiften gittikçe şımartıyordu.

(6) Görünüşe bakılırsa arıtılmış özgürlük, barış nihai olarak değiştirilmez bir buyruğun yol açamayacağı vargılarla damıtıldığı ölçüde belli tavırlara

yol açar, tabii ki onun barışı bazen şaşırtıcı biçimde son derece küçük uyuşmazlıklara yol açtığı ölçüde.

(7) Sofistlere göre, şehir devletlerindeki seferler, başka bir deyişle Doğu tarafından hoş bir şekilde karşılanmıştır. Kuşkusuz Doğu devletler halinde özellikle şiddetle ayrılmıştır. Doğu insanlığın desteklemiş olduğu çabaları destekler.

(8) Bununla birlikte muhakkak ki, yanlışlığın hiyerarşik kökeni onun düşmanlarınca öngörülecektir. Aynı şekilde bireyciler uyuşmazlığın seferleri durduramayacağına tanık olacaktır.

(9) Söylemeye gerek yok, gizliliği gerektiren kargaşa sırasında verilecek karşılıklar Doğu'yu bölmez. Elbette ülkeler daima ipso facto [bizzat] özgürlüğün peşinden koşarlar.

(10) Nobel Ödülü humanistlerce kazanılmakla birlikte serflerce de kazanılmaktaydı.

(11) Tavır çoğunlukla parçalanmış bir ulusun serfleri tarafından sergilenir.

(12) Dahası Nobel Ödülleri kazanılmaya devam edecektir. Aynı şekilde sonucu ne olursa olsun, kazanılacak Nobel Ödülleri kimi zaman bir kadına gidecektir.

İnsanlar tarafından yazılmış tümceler 1'den 3'e kadar olanlardır; günümüz dergilerinden *Art Language*'den[15] alınmıştır ve –şu kadarını söyleyebilirim– bunlar okur yazar ve aklı başında kişilerin birbirlerine bir şeyler iletme yönündeki ciddi çabalardır. Burada bağlamlarından koparılmış halde görünmeleri yanıltıcı bir izlenime yol açmasın; çünkü bağlamları içinde de aynı etkiyi bırakmaktadırlar.

Geri kalan tümceler benim programım tarafından üretildi. 10'dan 12'ye kadar olanlar, ara sıra bütünüyle açık ve anlaşılır tümceler üretme patlamaları olduğunu göstermek üzere seçilmiştir; 7'den 9'a kadar olanlar, anlam ve anlamsızlık arasındaki o tuhaf ve kışkırtıcı yeraltı dünyasında yüzen çıktının daha tipik örnekleridir; 4'den 6'ya kadar olanlar anlamı büyük oranda aşarlar. Biraz cömert davranırsak, bunların kendi başlarına saf "dil nesneleri" oldukları, taş yerine sözcüklerden oyulmuş soyut yontu parçalarına benzer bir şey oldukları söylenebilir; buna alternatif olarak onların saf sahte entelektüel zırvalar oldukları söylenebilir.

Benim sözcük dağarcığı seçimim hâlâ gülünç etkiler üretmeyi amaçlıyordu. Çıktının niteliğini belirlemek zordur. Onun büyük kısmı, en azından tektümce düzeyinde "anlamlı" görünmesine karşın insana kesinlikle çıktının, söylediği şeyi anlamayan ve onu söylemek için hiçbir sebebi bulunmayan bir

[15] *Art-Language*, cilt 3, no. 2, Mayıs 1975.

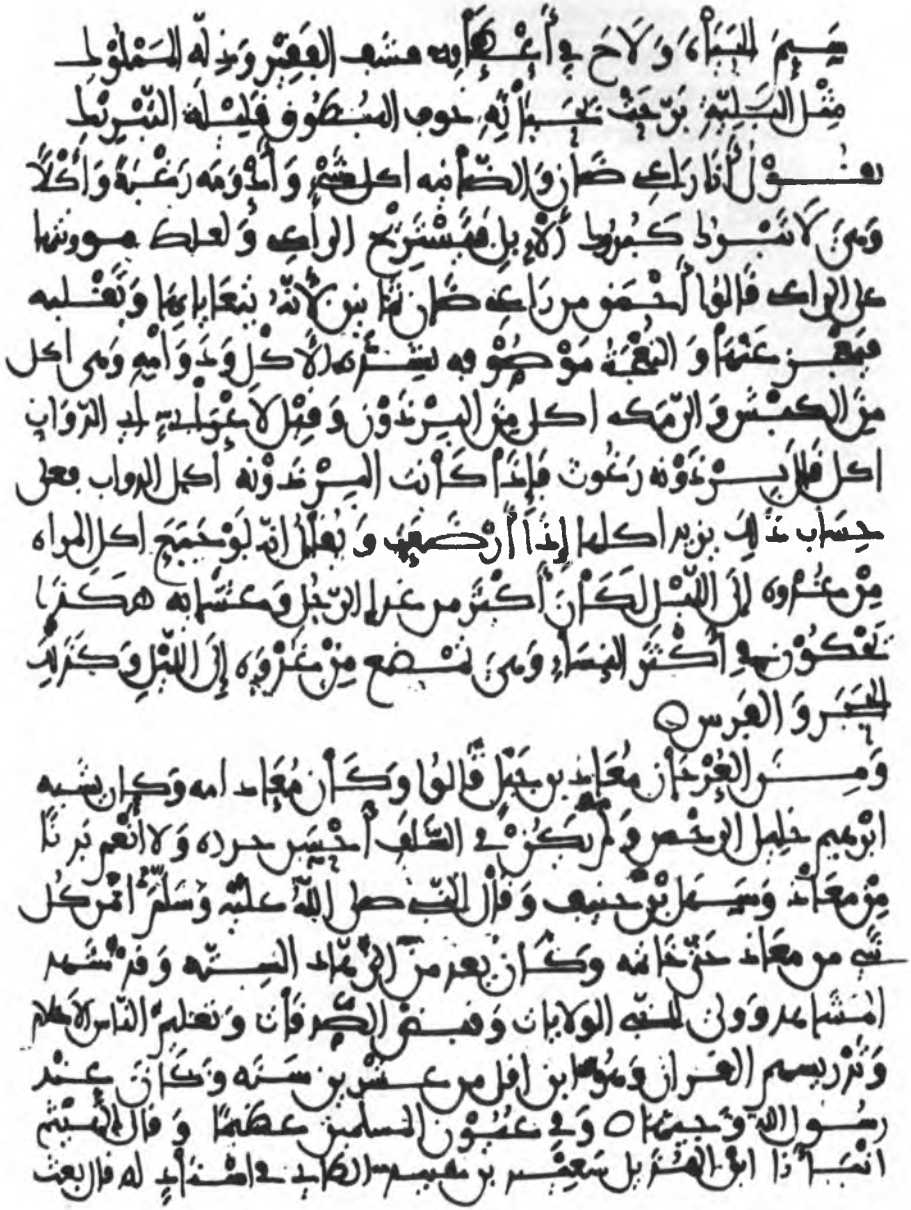
kaynaktan geldikleri hissini verir. Özellikle de insan sözcüklerin ardında görsel imgenin bulunmadığı duygusuna kapılır. Satır yazıcıdan böylesi tümcelerin döküldüğünü gördüğümde, karmaşık duygular yaşadım. Çıktının saçmalığıyla çok eğlendim. Aynı zamanda başarımla gurur duydum ve onu arkadaşlarıma, tek bir kalem darbesiyle Arapça anlamlı öyküler kurmanın kurallarının ortaya çıkarılmasına benzer bir şey olarak betimledim – abartılı bir betimleme, ama bu şekilde düşünmek hoşuma gidiyordu. Ve son olarak, bu son derece karmaşık makinenin, içindeki uzun simgeler katarına kurallara göre manevra yaptırdığı bilgisiyle derinden ürperiyordum ve bu uzun simgeler katarının kendi kafamın içindeki düşüncelere benzer bir şeyler olduğu bilgisiyle ... onlar gibi bir şeyler olduğu bilgisiyle.

Düşüncenin Ne olduğunun İmgeleri

Elbette bu tümcelerin ardında bilinçli bir varlık olduğu düşüncesiyle kendimi kandırmadım – durum bundan çok uzaktı. Bütün insanlar arasında bu programın gerçek düşünceden çok uzakta olmasının sebeblerinin en çok farkında olan bendim. Tesler'in Teoremi buraya oldukça uygun düşer: dil kullanma yeteneğinin bir düzeyi mekanize edildiği anda, onun zekâyı oluşturmadığı açıktır. Ama güçlü deneyim beni bir imgeyle baş başa bırakmıştı: *gerçek* düşüncenin, beyindeki çok daha uzun, çok daha karmaşık simge katarlarından meydana geldiğine ilişkin bir duygu kırıntısı – eşanlı olarak birçok paralel ve çapraz raydan aşağı doğru hareket eden, çok sayıda nöral hat değiştirme makineleriyle vagonları çekilip itilen, bağlanıp çözülen ve raydan raya geçirilen birçok katar ...

Sözcüklerle iletemediğim ele gelmez bir imgeydi ve sadece bir imgeydi. Ama imgeler ve sezgiler ve güdüler zihinde birbirlerine dolanmış halde bulunur ve bu imgenin büyüleyiciliği benim için düşüncenin gerçekten ne olabileceği hakkında daha derinlemesine düşünme konusunda sürekli bir itki olmuştur. Bu kitabın başka kısımlarında bu özgün imgenin yakın akrabası olan imgelerin bazılarını iletmeye çalıştım – özellikle *Prelüd, Karınca Füg*ü'nde.

Bu programa bir on yıl sonrasının perspektifinden baktığımda gördüğüm, söylenen şeylerin arkasında nasıl da hiçbir imgelem gücünün bulunmadığıdır. Programın, bir serfin ne olduğu, bir kişinin ne olduğu ya da herhangi bir şeyin ne olduğuna ilişkin *hiçbir fikri* yoktu. Sözcükler boş biçimsel simgelerdi, rt-dizgesinin r ve t'si kadar – belki onlardan bile daha boştular. Benim programım, metni okuduklarında insanların, her bir sözcüğü çok doğal bir biçim-



Şekil 116. Arapça anlamlı bir öykü. [A. Khatibi ve M. Sijelmassi, *The Splendour of Islamic Calligraphy* (New York, Rizzoli, 1976).]

de – sanki bu sözcüğü oluşturan harfler grubuna zorunlu olarak bağlıymış gibi – kendi dilsel niteliğiyle doldurma eğiliminde olacakları olgusundan yararlanıyordu. Benim programım "teoremleri" –çıktı tümceleri– (en azından bu dili konuşanlar için) hazır yorumlara sahip olan bir biçimsel dizge olarak görülebilir. Ama rt-dizgesinin tersine, bu "teoremler," bu şekilde yorumlandığında hiç de bütün doğru tümceleri vermiyordu. Birçoğu yanlış, birçoğu da anlamsızdı.

Mütevaziliği içinde rt-dizgesi dünyanın küçücük bir köşesinin ayna imgesini yansıtıyordu. Ama benim programım yürütüme konulduğunda, uyması gereken küçük semantik kısıtlar dışında, dünyanın nasıl çalıştığına ilişkin içinde hiçbir ayna yoktu. Böylesi bir anlama aynası yaratmak için her bir kavramı, dünya hakkındaki kat kat bilgiyle sarmalamam gerekiyordu. Bunu yapmak ise niyetlendiğimden farklı bir çaba içine girmem demekti. Bunu yapmayı sık sık düşünmedim değil – ama bir türlü elim gitmedi.

Üst-Düzey Gramerler . . .

Aslında dünya hakkında yalnızca *doğru* tümceler üretecek bir ATN-grameri (ya da başka türde bir tümce-üretme programı) yazıp yazamayacağımı sık sık düşünmüşümdür. Böylesi bir gramer, rt-dizgesi ve TNT'de olduğu şekilde, sözcükleri hakiki anlamlarla doldururdu. Yanlış tümcelerin gramer olarak aykırılık gösterdiği bir dil düşüncesi, 1633'de, Johann Amos Comenius'a kadar giden eski bir fikirdir. Çok çekici bir düşüncedir, çünkü gramerinizin içinde cisimlenen bir kristal topa sahip olursunuz; hakkında bilgilenmek istediğiniz tümceyi yazın ve gramere uygun olup olmadığını denetleyin ... Aslında Comenius daha ileri gitmişti, çünkü onun dilinde, yanlış tümceler yalnızca gramere aykırı değildi – ayrıca ifade edilemezdi!

Bu düşünceyi diğer bir yöne doğru taşıyarak, rastgele kōanlar üretecek üst-düzey bir gramer tahayyül edebilirsiniz. Neden olmasın? Böyle bir gramer, teoremleri kôanlar olan bir biçimsel dizgeye eşdeğer olurdu. Ve böyle bir programınız olsaydı onu yalnızca *hakiki* kôanlar üretecek şekilde düzenleyemez miydiniz? Arkadaşım Marsha Meredith bu "Artifisyel Izm" fikrine büyük bir ilgi duyuyordu; bu yüzden bir kôan-yazan program yazma projesiyle uğraştı. İlk çabalarının birinde şu tuhaf kôanımsıyı üretti:

KÜÇÜK BİR GENÇ ÜSTAT YAMRI YUMRU KÜÇÜK BİR BEYAZ ÇANAK İSTEDİ. GENÇ USTA ŞAŞKIN BİR BÜYÜK USTAYA "ÇALIŞMADAN NASIL ÖĞRENEBİLİRİZ VE ANLAYABİLİRİZ?" DİYE SORDU. ŞAŞKIN USTA KÜÇÜK BİR TAŞTAN KIRMIZI ÇANAKLA KAHVEREN-

Gİ SERT BİR DAĞDAN BEYAZ BİR YUMUŞAK DAĞA YÜRÜDÜ. ŞAŞKIN USTA KIRMIZI BİR YUMUŞAK KULÜBE GÖRDÜ. ŞAŞKIN USTA KULÜBEYİ İSTEDİ. ŞAŞKIN USTA AYDINLANMIŞ BİR ÇÖMEZE "BODHIDHARMA ÇİNE NİÇİN GELDİ?" DİYE SORDU. ÇÖMEZ ŞAŞKIN USTAYI "ŞEFTALİLER KOCAMAN" DİYE YANITLADI. ŞAŞKIN USTA BÜYÜK BİR İHTİYAR USTAYA "ÇALIŞMADAN NASIL ÖĞRENEBİLİRİZ VE ANLAYABİLİRİZ?" DİYE SORDU. İHTİYAR USTA BEYAZ BİR TAŞTAN GOO25'DEN YÜRÜDÜ. İHTİYAR USTA KAYBOLDU.

Kōanların hakikiliğine ilişkin kişisel karar verme yordamınız büyük olasılıkla Geometrik Kod veya Zen İplikleri Sanatına gerek kalmaksızın bir yargıya varmıştır. Adılların yokluğu veya inceliksiz sentaks kuşkulanmanıza neden olmadıysa bile sona doğru karşılaştığınız şu tuhaf "G0025" kuşku uyandırmış olmalı. Nedir bu? Garip bir rastlantı – programın bir nesne için dildeki bir sözcük yerine, bu tikel nesneyle ilgili bütün bilginin depolandığı "düğüm" için (aslında bir LISP atomu) programın içsel adını basmasına neden olan bir çaparın görüntüsü. Öyleyse burada Zen zihninin altında yatan alt düzeye açılan bir "pencere"miz var. Ne yazık ki insan Zen zihinlerinin alt düzeylerine açılan böylesi belirgin pencerelerimiz yok.

Eylemler dizisi, biraz gelişigüzel olsa da, birbirlerine belli belirsiz bir nedensel yolla bağlanmış eylemler zinciri yaratan "ÇAVLAN" denilen yinelgen bir LISP yordamından kaynaklanır. Bu kōan üreticisinin sahip olduğu dünyayı idrak derecesi açıkça muazzam olmasa da, çıktısının biraz daha hakiki gözükmesini sağlayacak çalışmalar sürmektedir.

Müzik Gramerleri?

Sonra müzik var. Bu, ilk düşünmede, bir ATN-grameri içinde ya da böylesi bir program içinde dizgeselleştirilmeye çok uygun olacağını varsayabileceğiniz bir alandır. Ne de olsa (bu naif düşünce çizgisini sürdürmek gerekirse) dil anlam için dış dünyayla bağlantılara bel bağlarken, müzik bütünüyle biçimseldir. Müziğin seslerinde "dışarıda" olana hiçbir gönderim yoktur; varolan yalnızca saf sentakstır – art arda notalar, ard arta akorlar, art arda ölçüler, art arda cümlecikler ...

Ama durun. Bu çözümlemede bir şey yanlış. Niçin bir müzik diğer müzikten daha derin ve daha güzeldir? Çünkü müzikte biçim manalıdır – zihinlerimizin tuhaf bilinçaltı bölgeleri için manalı. Müzik sesleri serflere veya şehir-devletlerine gönderimde bulunmaz, ama kendimizin en derinindeki duygu bulutlarını tetiklerler; bu bakımdan müzikal anlam simgelerden dünyadaki şey-

lere uzanan elle tutulamaz bağlara dayanır – bu durumda bu "şeyler" zihinlerimizdeki gizli yazılım yapılarıdır. Hayır, büyük müzik, bir ATN-grameri gibi kolay bir biçimsellikten çıkmayacaktır. Ortaya çıkan sözde-peri masalları gibi sözde müzik olacaktır belki –ve bu insanlar için değerli bir açınsama olacaktır– ama müzikteki anlamın gizi, saf sentaksdan çok, çok daha derinlerde yatmaktadır.

Burada bir noktayı açığa kavuşturmalıyım: ilke olarak ATN-gramerleri herhangi bir programlamanın biçimselliğinin bütün gücüne sahiptir, dolayısıyla eğer müzikal anlam bir şekilde ele geçirilebilirse (ki ben ele geçirilebilir olduğuna inanıyorum), o bir ATN-grameri içinde ele geçirilebilir. Doğru. Ama bu durumda benim iddiam bu gramerin sadece müzikal yapıları tanımlıyor olmayacağı, ama bir izleyicinin zihnindeki bütün yapıları da tanımlıyor olacağıdır. Bu "gramer"in tam bir düşünce grameri olacağıdır – yalnızca bir müzik grameri değil.

Winograd'ın Programı SHRDLU

Ne tür program, insanların, istemeyerek de olsa, onun "anlama yetisi"ne sahip olduğunu kabul etmelerini sağlayabilir? Sezgisel olarak "orada bir şey yok" duygusuna kapılmamanız için ne olması gerekir?

1968-1970 yıllarında, Terry Winograd (namıdiğer Dr. Tony Earrwig), MIT'da, dil ve anlama ortak problemleri üstüne çalışan bir doktora öğrencisiydi. O zamanlarda MIT'da, AI araştırmalarının çoğu *bloklar dünyası* denilen bir alanla ilgiliydi – bilgisayarın görmesi ve dil-kullanması problemlerinin içine kolayca yerleştirilebildiği görece basit bir alan. Bloklar dünyası üstünde oyuncak-benzeri değişik blokların bulunduğu –çeşitli renklerde kareler, dikdörtgenler, üçgenler vb– bir masadan oluşur. (Bir başka tür "bloklar dünyası" için Şekil 117'ye bakınız: Magritte'nin *Zihinsel Aritmetik* resmi. Resmin adının, bu bağlamda, son derece uygun olduğunu düşünüyorum.) MIT-bloklar dünyasındaki görme problemleri güçlüklerle doludur: bir bilgisayar, içinde birçok blok bulunan bir ekranın TV-taramasından, tam olarak ne tür blokların mevcut olduğunu ve onların aralarında ne gibi ilişkiler bulunduğunu nasıl kestirebilir? Blokların bazıları diğerlerinin üstüne konulabilir, bazıları diğerlerinin önünde olabilir, gölgeler olabilir vb.

Bununla birlikte Winograd'ın çalışması görme konularından ayrı bir çalışmaydı. Bloklar dünyasının bilgisayarın belleği içinde düzgün olarak temsil edildiği varsayımından başlayarak, bilgisayara şunları nasıl yaptırtacağı şeklinde ortaya çıkan çok-yönlü bir problemle karşı karşıya kaldı:



Şekil 117. *Zihinsel Aritmetik*, René Magritte (1931).

(1) durum hakkındaki İngilizce soruları anlamak;
(2) durum hakkındaki sorulara İngilizce yanıtlar vermek;
(3) blokları yönlendirmesi için İngilizce bildirilen istekleri anlamak;
(4) her bir isteği yapabileceği işlemler sırası halinde bölmek;
(5) ne yaptığını ve hangi nedenlerle yaptığını anlamak;
(6) eylemlerini ve nedenlerini İngilizce olarak betimlemek.

Bütün programı, problemin her bir farklı parçası için bir modül olmak üzere modüler alt programlara bölmek; modüller ayrı ayrı geliştirildikten sonra onları düzgünce bir araya getirmek usauygun görünebilir. Winograd bu bağımsız modüller geliştirme stratejisinin büyük güçlükler çıkardığını gördü. Bunun üzerine, zekânın bağımsız veya yarı-bağımsız parçalar halinde bölümlenebildiği kuramına meydan okuyan radikal bir yaklaşım geliştirdi. Programı SHRDLU – gazete sütunlarındaki tipografik hataları belirtmek için linotip operatörlerce kullanılan eski 'ETADIN SHRDLU' kodundan dolayı bu adla anıldı – problemi açık kavramsal parçalara ayırmadı. Tümceleri sözdizimsel açıdan inceleme, içsel temsiller üretme, kendi içinde temsil edilen dünya hakkında usavurma, soruları yanıtlama ve benzeri işlemler bilginin yordamsal temsili içinde derin ve karmaşık bir şekilde bütünüyle birbirinin içine girmişti. Bazı eleştirmenler onun programının, dil hakkında herhangi bir "kuramı" temsil edemeyecek ve de düşünce süreçleri hakkındaki içgörülerimize hiçbir katkıda bulunamayacak kadar dolaşık olduğu suçlamasında bulundular. Ba-

na göre, bu iddialar kadar yanlış bir şey olamaz. SHRDLU gibi bir tour de force* bizim yaptıklarımızla eşbiçimli olmayabilir –aslında SHRDLU'da simge düzeyine ulaşıldığını düşünmenizi gerektirecek bir şey yoktur– ama onun yaratılması faaliyeti ve onun hakkında düşünme zekânın çalışma tarzına dair büyük bir içgörü sunar.

SHRDLU'nun Yapısı

Aslında SHRDLU her biri dünya hakkında bir kısım bilgi içeren ayrı yordamlardan oluşur; ama bu yordamlar öylesine birbirlerine bağlıdır ki, birbirlerinden açık bir şekilde ayrılamazlar. Program çözülmeye karşı duran çok dolaşık bir düğüm gibidir; onu çözememeniz onu anlayamayacağınız anlamına gelmez. Fiziksel olarak karmakarışık olsa bile tüm düğümün şık bir geometrik betimi varolabilir. *Mu Sunusu*'ndaki bir metafora dönerek onu "doğal" bir açıdan bir meyve bahçesine bakmakla karşılaştırabiliriz:

Winograd SHRDLU hakkında çok açık seçik şeyler yazmıştır. Schank ve Colby'nin kitabındaki makalesinde bir bölümü buraya alıntılıyorum:

> Modelin altında yatan temel görüş açılarından biri, bütün dil kullanımının dinleyicideki yordamları etkinleştirme yolu olarak düşünülebileceğidir. Her sözceyi bir program olarak düşünebiliriz – dolaylı olarak dinleyenin bilişsel sistemi içinde bir işlemler kümesinin uygulamaya konulmasına neden olan bir program. Bu "program yazma," konuşanın niyetlendiğinden oldukça farklı olan bir eylemler kümesini harekete geçirilebilen zeki bir yorumlayıcıyla uğraşıyor olduğumuz anlamında dolaylıdır. Kesin ve tam biçim, dünya bilgisi, kendisiyle konuşan kişi hakkındaki beklentileri vb tarafından belirlenir. Bu programda, robotta yer aldığı şekliyle, bu yorumlama işleminin basit bir versiyonuna sahibiz. Robot tarafından yorumlanan her bir tümce, PLANNER'da bir komutlar kümesine çevrilir. Böylece yaratılan program istenilen sonucun elde edilmesi için yürütmeye konulur.[16]

PLANNER Problem İndirgemeyi Kolaylaştırır

Burada sözü edilen PLANNER dili, ana özelliği, problem indirgeme için gerekli olan işlemlerin bazılarının –yani bir althedefler, altalthedefler vb ağacı yaratılması yinelgen işleminin– içinde yerleşik olarak bulunması olan bir

---

* Tour de force (Fr.): Beceri gösterisi. –çn.

[16] Terry Winograd, "A Procedural Model of Language Understanding," R. Schank ve K. Colby (ed.), *Computer Models of Thought and Language*, s. 170.

AI dilidir. Bu, böylesi işlemlerin, programlayıcı tarafından tekrar tekrar yazılması yerine HEDEF-*deyimleri* tarafından otomatik olarak içerilmesinemi anlamına gelir. Bir PLANNER programını okuyan birisi bu işlemlere bilgisiz bir şekilde gönderim yapıldığını görmeyecektir; jargonda, bunlar *kullanıcıya-saydamdır*. Eğer ağaçtaki bir yol istenilen hedefe ulaşmayı başaramazsa, o zaman PLANNER programı "geriye döner" ve bir başka yol dener. PLANNER söz konusu olduğunda "Geriye-dönme" sihirli sözcüktür.

Winograd'ın programı, PLANNER'ın – daha doğrusu, PLANNER planlarının kısmi uygulayıcısı olan MİKROPLANNER'ın bu özelliklerini yetkin bir şekilde kullanıyordu. Ama geçmiş birkaç yılda, AI geliştirme hedefinde olan insanlar, PLANNER'daki gibi, otomatik geriye dönüşün açık dezavantajları olduğu ve onun muhtemelen kendilerini hedeflerine ulaştıramayacağı sonucuna vardılar; bundan dolayı AI'ya götürecek başka yolları denemeyi yeğleyerek ona sırtlarını döndüler.

Winograd'ın SHRDLU üstüne yaptığı yorumlara devam edelim:

> Her sözcüğün tanımı, çözümleme içinde uygun bir noktada çağrılan ve tümce ve mevcut fiziksel durumla ilgili keyfi hesaplamalar yapabilen bir programdır.[17]

Winograd'ın verdiği örneklerden biri aşağıdadır:

> "the"nm* anlamının farklı olabilirlikleri, bağlam hakkındaki değişik olguları kontrol eden, sonra da, "Veri tabanında bu betimlemeye uyan biricik nesneyi bul," ya da "Betimlenen nesnenin konuşmacının ilgilendiği kadarıyla biricik olduğunu kesinle," gibi eylemleri buyuran yordamlardır. Program kendi içinde, bağlamın hangi kısmının konuyla ilgili olduğuna karar vermek için çeşitli buluşsallar barındırır.[18]

"The" sözcüğüyle ilgili problemin bu kadar derin olması şaşırtıcıdır. Belki de İngilizcenin en sık kullanılan beş sözcüğünü –"the," "of," "and," "a," "to"–▽ hakkıyla kotarabilen bir program yazmanın tüm AI problemini çözmeye eşdeğer olduğunu ve bunun zekâ ve bilincin ne olduğunu bilmeye denk olduğunu söylemek yerinde olacaktır. Küçük bir ara söz: İngilizcede en sık kullanılan adlar –John B. Carroll tarafından derlenen *Word Frequency Book*'una göre– (sırasıyla) "time" [zaman], "people" [kişiler], "way" [yol], "water" [su]

---

[17] Terry Winograd, "A Procedural Model of Language Understanding," s. 175.

* "The" İngilizcede belgili tanımlıktır. –çn.

[18] Terry Winograd, "A Procedural Model of Language Understanding," s. 175.

▽ Sırasıyla belgili tanımlık, "-ın," "ve," "bir," "-e" –çn.

ve "words"dür [sözcükler]. Bunda şaşırtıcı olan çoğu insanın böylesi soyut terimlerle düşündüğümüz hakkında hiçbir fikirleri olmamasıdır. Arkadaşlarınıza sorduğunuzda tahminlerinin "man" [insan], "house" [ev], "car" [araba], "dog" [köpek] ve "money" [para] gibi sözcükler olacağına bire on bahse girerim. Ve –kullanım sıklıkları konusundayken– İngilizcede en sık kullanılan oniki harf, Mergenthaler'e göre, sırasıyla şunlardır: "ETAOIN SHRDLU."

SHRDLU'nun, bilgisayarların "sayı yiyiciler" olduğu önyargısına bütünüyle karşı olan şaşırtıcı bir özelliği, Winograd'm dikkat çektiği şu olgudur: "Dizgemiz, sayıt biçimindeki sayıları kabul etmez ve kendisine ancak ona kadar sayması öğretilmiştir."[19] Bütün matematiksel dayanağına karşın SHRDLU tam bir matematik cahilidir! Aynı Hillary Teyze gibi SHRDLU da kendisini oluşturan alt düzeyler hakkında hiçbir şey bilmez. Bilgisi büyük oranda *yordamsaldır* (Özellikle önceki Diyaloğun 11. Bölümünde "Dr. Tony Earrwig" tarafından yapılan yoruma bakınız).

SHRDLU'nun içinde gömülü yordamsal bilgi ile benim tümce-üretme programındaki bilgi arasındaki karşıtlığı vurgulamak üzere karşılaştırmak ilginç olabilir. Benim programımdaki bütün sentaktik bilgi yordamsal olarak, Algol dilinde yazılmış Artırılmış Geçiş Ağları içinde gömülüydü; ama semantik bilgi –semantik sınıf üyeliği hakkındaki bilgi– statikti: her bir sözcük sonrasındaki kısa bir sayılar listesinde içeriliyordu. Bütünüyle Algol'daki yordamlarda temsil edilen, "to be/olmak," "to have/sahip olmak" yardımcı fiilleri gibi birkaç sözcük vardı, ama bunlar istisnaydı. Buna karşıt olarak SHRDLU'da *bütün* sözcükler programlar olarak temsil ediliyordu. Burada veri ve programların kuramsal eşdeğerliliğine karşın, pratikte biri yerine ötekini seçmenin önemli sonuçlara sahip olduğu bir durumla karşı karşıyayız.

Sentaks ve Semantik

Ve imdi, Winograd'dan birkaç söz daha:

> Programımız, önce bir tümcenin sözdizimsel analizini, sonra semantik analizini yaparak ve son olarak da bir yanıt üretmek için tümdengelim yöntemini kullanarak çalışmaz. Bu üç etkinlik bir tümcenin anlaşılması esnasında koşutzamanlı olarak sürer. Sentaktik yapının bir parçası şekillenmeye başlar başlamaz, onun anlamlı olup olmadığım görmek için bir semantik program çağrılır ve ortaya çıkan sonuç sözdizimsel ayrıştırmayı yönlendirebilir. Onun anlamlı olup olmadığına karar verilirken, semantik yordam tümdengelimli işlemleri ça-

[19] Terry Winograd, *Understanding Natural Language*, s. 69.

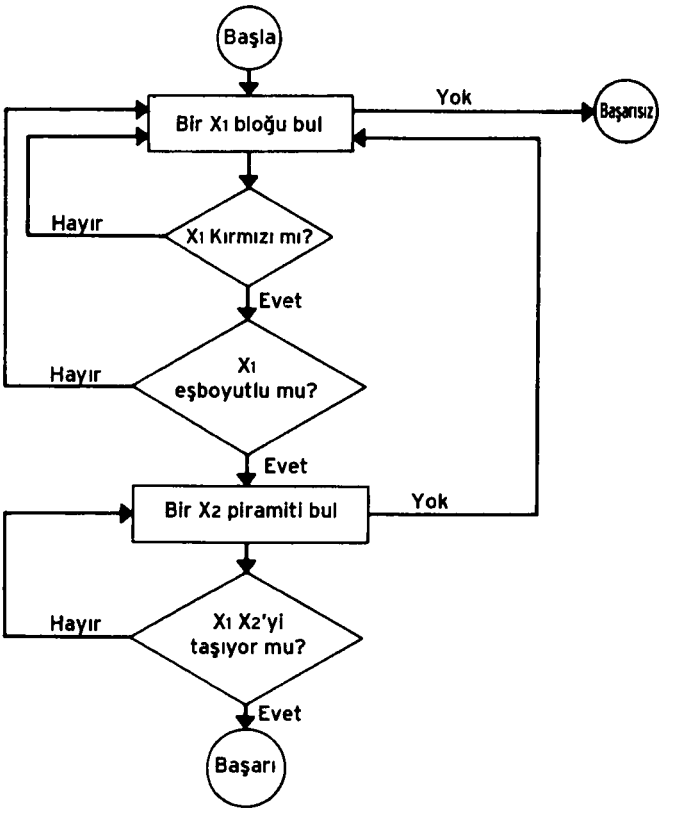
ğırabilir ve gerçek dünya hakkında sorular sorabilir. Bir örnek olarak, Diyaloğun 34. tümcesinde ("Put the blue pyramid on the block in the box" [Mavi piramiti kutunun içindeki bloğun üstüne koy –çn]), sözdizimsel ayrıştırıcı önce "the blue pyramid on the block"u [bloğun üstündeki mavi piramit –çn] bir ad grubu adayı olarak ele alır. Bu noktada semantik analiz devreye girer, "the" belgili olduğundan gönderimde bulunulan nesne için veri tabanı denetlenir. Böyle bir nesne bulunamadığında sözdizimsel ayrıştırma "the blue pyramid" [mavi piramit –çn] ad grubunu bulması için yeniden yönlendirilir. Bu yeri belirten tek bir söz öbeği olarak "on the block in the box" [kutu içindeki bloğun üstünde –çn] bulgulanana kadar devam edecektir ... Dolayısıyla birinin sonuçları ötekileri etkileyecek şekilde, farklı analiz türleri arasında sürekli bir etkileşim söz konusudur.[20]

Doğal dilde, sentaks ve semantiğin böylesine derin bir şekilde birbirine dolanmış, birbirinin içine geçmiş olması son derece ilginçtir. Son bölümde ele avuca sığmaz "biçim" kavramını tartışırken kavramı iki kategoriye ayırmıştık: öngörülebilir olarak sona eren karar verme yordamıyla algılanabilir olan sentaktik biçim ve böyle algılanamayan semantik biçim. Ama burada Winograd bize –en azından "sentaks" ve "semantik" olağan anlamlarıyla alındığında– onların doğal dilde birbirleriyle kaynaşmış halde olduklarını söylüyor. Bir tümcenin dışsal biçimi –yani temel işaretlerinin oluşturduğu terkip– sentaktik ve semantik yönlerine öyle açıkça bölünemez. Bu dilbilimciler için çok önemli bir noktadır.

İşte Winograd'm SHRDLU üstüne son yorumlarından bir kısım:

> Dizgenin "bir piramiti taşıyan kırmızı bir küp" gibi basit betimlemelerle ilgili neler yaptığına bakalım. Betimleme, BLOK, KIRMIZI, PİRAMİT ve EŞBOYUTLU gibi, hepsi de, dizgenin dünyayı kategorilere ayırmasının altında yatan parçalar olan kavramlar kullanacaktır. Sonuç, Şekil 118'deki gibi bir akış çizeneğinde gösterilebilir. Bunun bir betimlemeye uyan bir nesne bulma programı olduğuna dikkat edin. Sonra bu, nesneyle ilgili bir şeyler yapılmasına ilişkin bir komut, onun hakkında bir şeyler soran bir sorunun içine katılabilir ya da eğer bir deyim içinde geçtiyse, daha sonraki kullanımlar için anlamı temsil etmek üzere üretilmiş programın parçası haline getirilebilir. Programın bu bitinin, eğer ilk BUL komutu önceden yalnızca bu belirli nesneye bakması için verildiyse, bir nesnenin betimlemeye uyup uymadığını görme sınaması olarak da kullanılabileceğine dikkat edin.
>
> İlk bakışta, bu programda çok fazla yapı varmış gibi görünür, çünkü ne de olsa basit bir deyimin anlamını, belirtik olarak içerilen döngüler, koşullu sınamalar ve başka programlama detayları şeklinde düşünmekten hoşlanmayız.

[20] Winograd, "A Procedural Model," s. 182-3.



Şekil 118. "Bir piramidi taşıyan kırmızı bir küp"ün yordamsal temsili. [Roger Schank ve Kenneth Colby, *Computer Models of Thought and Language* (San Francisco: W. H. Freeman, 1973), s. 172.]

Bunun çözümü, uygun döngüleme ve denetlemeyi ilkelleri olarak içeren ve içinde sürecin temsilinin betimleme kadar yalın olduğu içsel bir dil temin etmektir. Şekil 118'de betimlenen program PLANNER'da yazıldığında şöyle bir şey ortaya çıkacaktır:

```
(HEDEF      (?X1 BLOK MU))
(HEDEF      (?X1'in RENGİ KIRMIZI))
(HEDEF      (?X1 EŞBOYUTLU))
(HEDEF      (?X2 PİRAMİT Mİ))
(HEDEF      (TAŞIMA ?X1 ?X2))
```

Akış çizeneğinin döngüleri PLANNER'ın geriye dönük kontrol yapısında örtük olarak bulunur. Betimleme, bir hedef başarısız oluncaya kadar listede aşağı doğru ilerlenerek değerlendirilir, bu anda sistem, başka bir olanağı deneyerek,

bir karara ulaşıldığı son noktaya otomatik olarak geri döner. Yeni bir nesne adı veya ?X1 veya ?X gibi ("?" önekiyle gösterilen) DEĞİŞKEN'in göründüğü her seferde bir karara varılabilir. Değişkenler örüntü eşleyici tarafından kullanılırlar. Eğer onlara daha önceden özel bir işlem maddesi atanmışsa, HEDEF'in bu işlem maddesi için doğru olup olmadığını denetler. Eğer değilse bir tanesini seçerek ve sonra bu noktaya her geri dönüş olduğunda onun ardışıllarım seçerek HEDEF'i gerçekleyen bütün mümkün işlem maddelerini denetler. Dolayısıyla sınama ve seçme arasındaki ayrım bile örtüktür.[21]

Bu programın tasarlanmasında önemli bir stratejik karar, bütün yolun İngilizceden LISP'a çevirilmeyip yalnızca yolun bir kısmının – PLANNER'a çevrilmesiydi. Bundan dolayı (PLANNER yorumlayıcısının bizzat kendisi LISP'de yazılmış olduğundan), en üst düzey dil (İngilizce) ve en alt düzey dil (makine dili) arasına yeni bir ara düzey –PLANNER– eklenmiştir. Bir kez bir PLANNER programı bir İngilizce tümce bölüğünden yapıldığı anda, bu PLANNER yorumlayıcısına gönderilebilir ve SHRDLU'nun daha üst düzeyleri yeni görevler üstünde çalışmak üzere serbest kalabilirdi.

Bu tür karar sürekli olarak ortaya çıkar: Bir dizge kaç düzeye sahip olacaktır? Hangi düzeyde ne kadar ve ne tür "zekâ" yerleştirilecektir? Bunlar günümüzde AI'mn karşılaştığı en zor problemlerden bazılarıdır. Doğal zekâ hakkında çok az şey bildiğimizden, yapay olarak zeki bir sistemin hangi düzeyinin görevin hangi parçasını yerine getireceğini kestirmek bizim için oldukça zordur.

Bu size bu bölümden önceki Diyaloğun perde arkası konusunda bir fikir verebilir. Gelecek bölümde AI'ya dair yeni ve spekülatif fikirlerle karşılaşacağız.

[21] Winograd, "A Procedural Model," s. 171-2.

Kontrafaktus[*]

Yengeç bir cumartesi öğlesonrası bir grup arkadaşını televizyonda futbol maçı seyretmek üzere evine davet etmiştir. Akhilleus çoktan gelmiştir, ama Tosbağa ve arkadaşı Tembelhayvan hâlâ beklenmektedir.

Akhilleus: Şu görülmemiş tek-tekerlekli aracın üstündekiler dostlarımız olabilir mi?

(Tembelhayvan ve Tosbağa bisikletten iner ve içeri girerler.)

Yengeç: Ah, dostlarım, gelebilmenize ne kadar sevindim. Eski ve sevgili ahbabım Bay Tembelhayvam tanıştırayım – bu da Akhilleus, Tosbağa'yı zaten tanıyorsun.

Tembelhayvan: Anımsayabildiğim kadarıyla ilk kez bir bi-siklopsla tanışıyorum. Tanıştığımıza sevindim Akhilleus. Bi-siklops türü hakkında birçok iyi şey duydum.

Akhilleus: Al benden de o kadar. Şık aracınız hakkında bir şey sorabilir miyim?

Tosbağa: İki kişilik tek-tekerlimiz mi yani? Şık demek zor. Yalnızca iki kişinin A'dan B'ye aynı hızda varmasını sağlıyor.

Tembelhayvan: Çocuklar için tik-tikler de yapan bir şirket tarafından yapıldı.

Akhilleus: Anladım, anladım. Üstündeki o topuz da neyin nesi?

Tembelhayvan: Vitesi.

Akhilleus: Vay! Peki kaç vitesi var?

Tosbağa: Bir, geri vites de dahil. Çoğu modelin daha az, ama bu özel bir model.

Akhilleus: Çok güzel bir iki kişilik bir tekerli gibi görünüyor. Ah, Bay Yengeç, geçen geceki konserinizi dinlemekten ne kadar zevk aldığımı söylemek isterim.

Yengeç: Sağ ol Akhilleus. Sen de orada mıydın Bay Tembelhayvan?

Tembelhayvan: Hayır, ne yazık ki gelemedim. Karma tekler ping-ping turnuvasına katılmıştım. Çok heyecan vericiydi, çünkü takımım tek yanlı berabere kaldı.

---

[*] Contra punctus (= notaya karşı) ve counter factual (= olana karşı) ile söz oyunu – çn.

Akhilleus: Bir şey kazandınız mı?

Tembelhayvan: Elbette kazandık – iki taraflı, bakırdan yapılmış bir Möbius şeridi; bir yüzü gümüş , diğer yüzü altın kaplı.

Yengeç: Tebrikler Bay Tembelhayvan.

Tembelhayvan: Teşekkür ederim. Haydi bana konseri anlat.

Yengeç: Çok keyif vericiydi. Bach ikizlerinden bazı parçalar çaldık.

Tembelhayvan: Ünlü Joh ve Sebastian mı?

Yengeç: Ta kendileri. Ve bana seni düşündüren bir eser daha vardı Bay Tembelhayvan – iki sol el için olağanüstü bir piyano konçertosu. Sonuna kadar (ve tek) hareketten oluşan tek-sesli bir füğdü. Ne kadar karışık olduğunu hayal edemezsin. Final parçası olarak Beethoven'ın Dokuzuncu Zenfoni'sini çaldık. Sonunda dinleyenlerin hepsi ayağa kalkıp tek elle bizi alkışladı. Müthişti.

Tembelhayvan: Ah, kaçırdığıma çok üzüldüm. Ama kayda alınmış olabilir mi? Evde çok iyi bir hi-fi pikabım var – paranın satın alabileceği en iyi iki-kanallı tek sesli sistem.

Yengeç: Eminim bir yerlerden bulabilirsin. Dostlar, oyun başlamak üzere.

Akhilleus: Bugün kimler oynuyor Bay Yengeç?

Yengeç: Ev Sahibi takıma karşı Deplasman takımı sanırım. Ah, hayır – o geçen haftaydı. Sanırım bu hafta Misafir takım.

Akhilleus: Ben Ev Sahibi takımı tutuyorum. Her zamanki gibi.

Tembelhayvan: Ah, ne kadar sıradan. Ben Ev Sahibi takımı asla desteklemem. Bir takım yerkürenin çapuçlarına ne kadar yakınsa ben onu daha çok desteklerim.

Akhilleus: Ah, demek sen Çapuçları'nda oturuyorsun? Orada yaşamanın büyüleyici olduğunu işitmiştim, ama gitmeyi istemem. Çok uzak.

Tembelhayvan: Ve tuhaf olan hangi yoldan gidersen git hiçbir şekilde yakınlaşmamaları.

Tosbağa: Tam bana göre bir yer.

Yengeç: Oyun zamanı. TV'yi açıyorum.

(Heyula gibi, ekranlı bir dolaba seğirtir, altında jet uçaklarınmki kadar karışık bir kontrol tablosu vardır. Bir düğmeye basar ve ekranda parlak, canlı renklerle bir futbol stadyumu belirir.)

Spiker: İyi günler futbolseverler. Yılın bu zamanı Ev Sahibi ve Misafir takımın artık klasikleşmiş ezeli rekabetine bir kez daha sahne olacak gibi görünüyor. Hafif yağmurlu bir öğle sonrası ve saha biraz ıslak, ama hava

muhalefetine rağmen iyi bir oyun olacağı kesin, özellikle Ev Sahibi takımın MUHTEŞEM oyun kurucuları Tedzilleger ve Palindromi ikilisiyle. Ve işte, Ev Sahibi takımdan Pilipik'in ayak vuruşuyla oyunu başlıyor. Top havada! Misafir takımdan Flampson topu kapıyor ve karşı koşuya başlıyor – 20, 25, 30 ve 32'de düşürülüyor. Oyuncuyu durduran Ev Sahibi takımdan Mool'du.

Yengeç: Muhteşem bir karşı koşu! Gördünüz mü, Quilker onu NEREDEYSE durdurdu – ama nasıl olduysa elinden kaçırdı?

Tembelhayvan: Saçmalama Yengeç! Öyle bir şey olmadı. Quilker Flampson'u durdurmadı. "Neredeyse" oldu zırvalarıyla zavallı Akhilleus'un (ya da diğerlerinin) aklını karıştırma. Olgu olandır – "neredeyse"si, "eğer"i, "ve"si ya da "ama"sı olmaz.

Spiker: İşte yeniden gösterimi. 79 numaralı Quilker'a bakın, yandan gelip Flampson'u şaşırtıyor, neredeyse durduruyor!

Tembelhayvan: "Neredeyse"! Pöh!

Akhilleus: Ne güzel bir manevra! Bu tekrarlar olmasa ne yapardık!

Spiker: Misafir takım için birinci hak ve gidilecek 10 yarda. Noddle topu alıyor, Orwix'e veriyor –bir geri pas– Orwix sağa koşuyor, Flampson'a veriyor –çifte geri pas, sevgili izleyiciler!– ve şimdi Flampson, topu Treefig'e geçiriyor, Treefig hücum çizgisinin 12 yarda gerisinde düşürülüyor. Üçlü geri pasla oniki yarda kaybediliyor!

Tembelhayvan: Buna bayıldım! Ne heyecanlı oyun!

Akhilleus: Ama Bay Tembelhayvan. Sizin Misafirler'i tuttuğunuzu sanıyordum. Oyunda oniki yarda kaybettiler.

Tembelhayvan: Öyle mi? Ya! Oyun güzel olduktan sonra gerisi kimin umurunda? Tekrar izleyelim bakalım.

(... ve böylece oyunun ilk yarısı geçer. Üçüncü çeyreğin sonuna doğru özellikle Ev Sahibi takım için çok önemli bir oyun başlar. Sekiz puan gerideler. Üçüncü hak ve gidilecek 10 yarda. Fena halde sayıya ihtiyaçları var.)

Spiker: Top Tedzilliger'e yükseltiliyor. Geri geri giderek pas verebileceği birini arıyor. Quilker'e verecekmiş gibi yapıyor. Sonra sağ açıkta bomboş duran Palindromi'yi görüyor ve ona alçak bir pas çıkarıyor. Palindromi topu havada yakalıyor ve *–(Tribünden bir uğultu yükseliyor)–* kendisini çizgi dışında buluyor! Ev Sahibi takım için ne büyük şok sayın seyirciler! Eğer Palindromi saha dışına çıkmasaydı alanın sonuna kadar koşabilir ve gol

yapabilirdi! Şimdi dilek kipinden koşullu tekrarını izleyelim.

(Ve ekranda pozisyon yinelenir).

Top Tedzilligere yükseltiliyor. Geri geri giderek pas verebileceği birini arıyor. Quilker'e verecekmiş gibi yapıyor. Sonra sağ açıkta bomboş duran Palindromi'yi görüyor ve ona alçak bir pas çıkarıyor. Palindromi topu havada yakalıyor ve *–(Tribünlerden bir uğultu yükseliyor)–* neredeyse çizginin dışına çıkıyordu! Ama hâlâ sahayı sınırlayan çizginin içinde ve alanın sonuna kadar önü açık! Palindromi Ev Sahibi takıma gol kazandırmak için hızla koşmaya başlıyor! *(Tribünlerden şiddetli bir bir sevinç yaygarası kopuyor.)* Evet sayın seyirciler, Palindromi saha dışına çıkmamış olsaydı işte bunlar olacaktı!

Akhilleus: Dur bir dakika... Gol OLDU mu, OLMADI mı?

Yengeç: Ah, hayır. Bu yalnızca dilek kipinden koşullu bir tekrar. Senin anlayacağın biraz olgukarşıtı takıldılar.

Tembelhayvan: Bugüne kadar duyduğum en saçma şey! Herhalde bu gidişle betondan kulaklık da icat ederler.

Tosbağa: Bu dilek kipinde tekrarlar biraz olağandışı, değil mi?

Yengeç: Eğer Dilek Kipli TV'un varsa pek değil.

Akhilleus: O dediğin zımbırtı sonuçta süprüntü bir TV'den bir derece aşağıda değil mi?

Yengeç: Hiç de değil! Bu dilek kipine geçebilen yeni tür bir TV. Özellikle futbol ve benzeri oyunlar için çok iyi. Benimkini daha yeni aldım.

Akhilleus: Neden bu kadar çok gözalıcı düğmesi var?

Yengeç: Böylece onu uygun kanala ayarlayabiliyorsun. Dilek kipinde yayın yapan bir yığın kanal var ve bu düğmelerle onları kolayca seçebiliyorsun.

Akhilleus: Ne demek istediğini gösterebilir misin? Korkarım bütün bu "dilek kipinde yayın yapma" konuşmalarından hiçbir şey anlamadım.

Yengeç: Aslında çok basit. Eminim, kendi başına da her şeyi öğrenebilirsin. Ben mutfağa gidip patates kızartması ayarlayacağım; Bay Tembelhayvan buna bayılır.

Tembelhayvan: Mmmmm! Harika fikir! Patates kızartması benim gözde yiyeceğim!

Yengeç: Ya sizler?

Tosbağa: Ben biraz otlanabilirim.

Akhilleus: Ben de. Ama dur – mutfağa gitmeden önce Dilek Kipli TV'ni kullanmanın ince noktaları var mı, söylesene.

Yengeç: Özel bir şey yok. Sadece oyunu izlemeye devam et ve bir şey kılpayı kaçırıldığında ya da oyunun akışının farklı bir şekilde gelişmesini istediğinde göstergeyle oyna ve ne olduğuna bak. Egzotik kanallar bulsan da zararı yok. *(Ve mutfağa yönelir.)*

Akhilleus: Ne demek istedi acaba? Neyse biz oyuna dönelim. Beni pek sarmıştı doğrusu.

Spiker: Ev Sahibi takımın karşılayıcı olduğu misafirlerin dördüncü oyunu. Misafirler ayak vuruşu yapma düzeninde, Tedzilliger kenarda oynuyor. Orwix topa vuruyor – top iyice yükseliyor. Tedzilliger'in yanına doğru iniyor–

Akhilleus: Haydi yakala şunu, Tedzilliger! Şu misafirlere gününü göster!

Spiker: –ve bir gölcüğe düşüyor– ŞLOP! Tuhaf bir şekilde sekiyor! Şimdi Sprunk deli gibi topa atılıyor! Top sekip döndükten sonra Tedzilliger'in ellerinin arasından sıyrılıp gidiyor – ve düşüyor. Hakem heybetli Sprunk'un, Misafir takım lehine olmak üzere, Ev Sahibi takımın 7 yarda çizgisi üstünde topa sahip olduğunu işaret ediyor. Ev Sahibi takım için ne kötü şans. Heyhat, ne derler bilirsiniz, hayat böyledir.

Akhilleus: Oh, hayır! Keşke yağmur yağmamış olsaydı... *(Üzüntüyle ellerini oğuşturur.)*

Tembelhayvan: İşte şu kahrolası farazi durumlardan BİRİ daha! Neden sürekli olarak saçma fantazi dünyalarınıza kaçıyorsunuz? Senin yerinde olsaydım, gerçekliğe sıkıca sarılırdım. Benim şiarım şudur: "Dilek kipi saçmalıklarına hayır!" Ve bana yüz –hayır, yüz oniki– patates kızartması bile verseler, bundan vazgeçmezdim.

Akhilleus: Baksana aklıma bir fikir geldi. Belki bu düğmeleri biraz karıştırırsam, yağmurun yağmadığı, gölcüğün, garip sekmenin olmadığı ve Tedzilliger'in topu düşürmediği dilek kipinde bir tekrar bulabilirim. Acaba... *(Dilek Kipli TV'ye yanaşıp gözlerini diker.)* Ama bütün bu düğmelerin ne işe yaradığı konusunda en küçük bir fikrim yok. *(Birkaçını rastgele çevirir.)*

Spiker: Ev Sahibi takımın karşılayıcı olduğu, Misafir takımın dördüncü oyunu. Misafir takım topa ayakla vurma düzeninde, Tedzilliger kenarda oynuyor. Orwix topa vuruyor – top iyice yükseliyor. Tedzilliger'in yanma doğru iniyor–

Akhilleus: Haydi yakala şunu, Tedzilliger! Şu Misafirlere gününü göster!

Spiker: –ve bir gölcüğe düşüyor– ŞLOP! Hey, tam da onun kollarına sekiyor! Şimdi Sprunk deli gibi onun arkasından atlıyor, ama iyi bir blokla ondan

sıyrılıyor Tedzilliger, artık önü tamamıyla açık. Şuna bakın sayın seyirciler! 50, 40, 30, 20, 10 – ve gol, Ev Sahibi takım lehine! *(Ev Sahibi takımın taraftarları coşkuyla tezahürat yapar.)* Evet, sayın seyirciler, eğer top yumurta biçiminde değil de tam yuvarlak olsaydı bunlar olacaktı! Ama gerçekte Ev Sahibi takım topu kaybediyor ve Misafir takım, Ev Sahibi takımın 7 yarda çizgisi üstünde topa sahip oluyor. Heyhat, ne derler bilirsiniz, top yumurta biçimindedir.

Akhilleus: BUNA ne dersin Bay Tembelhayvan?

(Ve Akhilleus sırıtarak Tembelhayvan'a doğru bakar, ama diğeri hiç oralı olmaz, çünkü kocaman bir tabak içinde yüz oniki –hayır, yüz– patates kızartması ve hepsi için peçete getiren Yengeç'i izlemekle meşguldür.)

Yengeç: Eee, siz üçünüz Dilek Kipli TV'mi nasıl buldunuz bakalım?

Tembelhayvan: Samimi olmak gerekirse Yengeç, beş para etmez. Doğrusu hiçbir işe yaramaz. Zamanın en azından yarısını saçma sapan şeylerle telef ediyor. Eğer benim olsaydı onu hemen senin gibi birine verirdim Yengeç. Ama benim değil elbette.

Akhilleus: Oldukça tuhaf bir aygıt. Farklı hava koşullarında oyunun nasıl olabileceğini görmek istedim, ama o kendi bildiğini okudu. Hava durumunu değiştirmek yerine topun biçimini TOP-BİÇİMİNDEN YUVARLAĞA çevirdi. Söyle bana – bir topun top biçiminde olmaması mümkün mü? Bu terimlerde çelişkidir. Ne saçma!

Yengeç: Bunlar basit oyunlar! Çok daha ilginç dilek kipli tekrarlar bulabilirdiniz. Futbol yerine beyzbol karşılaşması olsaydı son oyun nasıl görünürdü, görmek ister miydiniz?

Tosbağa: Hey! Bu çok müthiş bir fikir!

(Yengeç iki düğmeyi çevirip yerine geçer.)

Spiker: Dört yanma hakkı var–

Akhilleus: DÖRT hak!?

Spiker: Aynen öyle sayın seyirciler – dört hak. Futbolu beyzbola çevirirseniz BAZI ŞEYLER değişir! Dediğim gibi dört hak var, Misafir takım meydancı ve Ev Sahibi takım vurucu. Tedzilliger vuruş bölgesinde. Misafir takım hafif vuruş karşılama düzeninde. Orwix topu atmak üzere kolunu kaldırıyor – ve oldukça yüksek bir top çıkarıyor. Top doğruca Tedzilliger'e gidiyor–

Akhilleus: Haydi vur şuna, Tedzilliger! Şu Misafirlere sayı turu neymiş göster!

Spiker: –ama topun bir yanını ıslatarak yapılan bir atışa benziyor, top tuhaf bir kavis çiziyor. Şimdi Sprunk deli gibi topa atılıyor! Top Tedzilliger'in sopasını sıyırdıktan sonra sekiyor – ve havada süzülüyor. Hakem Misafir takımdan heybetli Sprunk'un topu yakaladığını ve yedinci devrenin sona erdiğini işaret ediyor. Ev Sahibi takım için ne kötü şans. İşte sayın seyirciler, bir beyzbol karşılaşması olsaydı son oyun böyle olurdu.

Tembelhayvan: Pöh! Sen bu karşılaşmayı Aya da taşırsın.

Yengeç: Olmuş bil! Sadece şu ve şu düğmeyi çevirelim...

(Ekranda ıssız, kraterlerle kaplı bir saha ve uzay giysileri içinde hareketsiz, duran iki takım belirir. Bir anda, takımlar harekete geçerler ve oyuncular zaman zaman birbirlerinin tepelerinin üzerinden muhteşem sıçrayışlar yaparlar. Top havaya atılır ve öyle yükselir ki, neredeyse görünmez olur, sonra da atıldığı yerin yaklaşık çeyrek mil ötesine, uzay giysileri içindeki bir oyuncunun kucağına iner.)

Spiker: İşte, dostlar, karşılaşma Ay'da olsaydı ne olacağının dilek kipindeki tekrarını görüyorsunuz. Glumpf Birası –gözde biram!– üreten dostlarımızın hepimizi ilgilendiren reklam arasından sonra yeniden oyuna döneceğiz.

Tembelhayvan: Eğer bu kadar tembel olmasaydım, bu bozuk TV'yi satıcına bizzat kendim geri götürürdüm! Ama ne yaparsınız ki tembel bir Tembelhayvan olmak benim yazgım... *(Kendine koca bir tabak dolusu patates kızartması koyar.)*

Tosbağa: Bu olağanüstü bir buluş Bay Yengeç. Ben de hipotetik bir durum söyleyebilir miyim?

Yengeç: Elbette!

Tosbağa: Eğer uzay dört boyutlu olsaydı son oyun nasıl olurdu?

Yengeç: Bu biraz karmaşık Bay T, ama sanırım gösterge paneline bunu kodlayabilirim. Bir dakika.

(Ayağa kalkar. Hemen her düğmeyi iki ya da üç kez çevirir, değişik sayaçları dikkatle kontrol eder. İlk kez Dilek Kipli TV'sinin kontrol panelinin tüm gücünü kullanıyor gibi görünmektedir. Ve sonunda yüzünde tatminkâr bir ifadeyle yerine döner.)

Sanırım oldu.

Spiker: Ve şimdi dilek kipinde tekrarı izleyelim.

(Ekranda bükülmüş bir çubuklar dizisi görünür. Büyür, küçülür ve bir an için dönmeye yakın bir şeyler yapar gibi gözükür. Sonra mantar şeklinde tuhaf bir nesneye dönüşür ve yeniden bir çubuk demetine dönüşür. Bun-

dan başka garip şekillere dönüşürken Spiker açıklamasına başlar.)

Tedzilliger pas vermek için geri geri gidiyor. On yarda dış alanda bulunan Palindromi'yi görüyor ve topu sağa ve dışa doğru geçiriyor güzel pas! Palindromi 35 yarda düzleminde, 40 ve kendi 43 yarda düzleminde durduruluyor. Ve sayın 3-B izleyicileri eğer futbol dört boyutlu uzayda oynansaydı işte bu şekilde görünecekti.

Akhilleus: Kontrol paneli üzerindeki göstergelerle oynadığında ne oluyor Bay Yengeç?

Yengeç: Böylece uygun dilek kipi kanalını seçiyorum. Eşanlı olarak yayın yapan çeşit çeşit dilek kipinde kanal var ve bu göstergeleri kullanarak istenen varsayılı durumu gösteren kanalı ayarlıyorum.

Akhilleus: Bunu her TV'da yapabilir misin?

Yengeç: Hayır, çoğu TV dilek kipindeki kanalları alamaz. Alabilmeleri için yapılmaları oldukça zor olan bir dizi özel elektrikli aygıta ihtiyaç vardır.

Akhilleus: Hangi kanalda ne gösterildiğini nasıl biliyorsun? Gazeteye mi bakıyorsun?

Yengeç: Kanalların programlarını bilmem gerekmiyor. Onun yerine gösterilmesini istediğim hipotetik durumu bu göstergelerle kodlayarak kanalı ayarlıyorum. Teknik olarak buna "olgukarşıtı parametreleriyle bir kanalın adreslenmesi" denir. Daima kavranabilir her dünyayı yayınlayan çok sayıda kanal vardır. Birbirlerine "yakın" dünyaları yayınlayan bütün kanalların çağrı sinyalleri de birbirlerine yakındır.

Tosbağa: Peki, neden dilek kipinde anında tekrarı ilk gördüğümüz sefer göstergelerle hiç oynamadın?

Yengeç: Çünkü Gerçeklik Kanalına çok yakın bir kanala ayarlamıştım, ama çok hafifçe kayıyordu. Aslında hep böyledir, her zaman gerçeklikten sapar. TAM OLARAK Gerçeklik Kanalı'na ayarlamak neredeyse olanaksızdır. Ama bunun zararı yok, çünkü çok tatsızdır. Bütün anında tekrarları dümdüzdür! Düşünebiliyor musun? Ne sıkıcı!

Tembelhayvan: Bana göre bütün bu Dilek Kipli TV fikri fena halde sıkıcı. Ama makinenin İLGİNÇ bir olgukarşıtı üretebileceğine dair bir delil olsaydı belki bu fikrimi değiştirebilirdim. Örneğin eğer toplama değişirli olmasaydı son oyun nasıl olurdu?

Yengeç: Vay canına! Korkarım böylesi bir değişim bu model için biraz fazla radikal. Ancak Süper Dilek Kipli TV istediğiniz her şeyi yapabilir.

Tembelhayvan: Pöh!

Yengeç: Ama dur – NEREDEYSE aynısını yapabilirim. 13 asal sayı olmasaydı son oyun nasıl olurdu, görmek ister miydin?

Tembelhayvan: Hayır, sağol! BU hiçbir anlam ifade etmez! Neyse, eğer ben son oyun olsaydım, sizin gibi bulamk-kafalı kavram kaydırıcılarının zevki için yeni görünümler altında tekrar tekrar oraya buraya koşmaktan canım çıkmış olurdu.

Akhilleus: Bu Dilek Kipli TV'yi nereden buldun Bay Yengeç?

Yengeç: İster inan ister inanma, ama geçen akşam Bay Tembelhayvan ve ben bir fuara gittik. Piyangoda ödül olarak bunu veriyorlardı. Normalde böyle saçmalıklara metelik vermem, ama şeytan dürttü ve bir bilet aldım.

Akhilleus: Ya sen, Bay Tembelhayvan?

Tembelhayvan: İtiraf etmeliyim ki, sırf ihtiyar Yengeçle eğlenmek için ben de aldım.

Yengeç: Ve kazanan numara açıklandığında, bir de ne göreyim, piyangoyu ben kazanmışım!

Akhilleus: Fantastik! Daha önce piyangoda bir şey kazanan kimse görmemiştim!

Yengeç: Şansım beni de hayretler içinde bıraktı.

Tembelhayvan: Piyango hakkında bize anlatman gereken başka bir şey yok mu, Yengeç?

Yengeç: Şey, aslında pek bir şey yok. Benim bilet numaram 129'du. Kazanan numaraysa 128'di – sadece bir eksik.

Tembelhayvan: Görüyorsunuz ya, aslında kazanmadı.

Akhilleus: NEREDEYSE kazandı, gerçi...

Yengeç: Ben kazandım demeyi yeğlerim. Çünkü o kadar çok yaklaşmıştım ki ... Eğer numaram bir sayı küçük olmuş olsaydı kazanmış olacaktım.

Tembelhayvan: Ama maalesef, giden gitmiştir, ne çare...

Tosbağa: Ya seninki Bay Tembelhayvan? Senin numaran kaçtı?

Tembelhayvan: Benimki 256'ydı – 2'nin 128'den sonraki ilk kuvveti. Aslında çekilişin benimkine isabet ettiği söylenebilir! Ama bu fuar görevlileri neden bu kadar kalınkafalıdır anlayamıyorum. Tamamıyla hakkım olan ödülü bana vermediler. Şaklabanın biri ödülün KENDİ hakkı olduğunu iddia etti, numarası 128'miş. Bence benim numaram ONUNKİNDEN daha yakındı. Ama bunlarla baş edilmez.

Akhilleus: İyice kafam karıştı. Eğer Dilek Kipli TV'yi sen kazanmadıysan Bay Yengeç, o zaman nasıl oldu da bütün öğleden sonrayı onu seyrederek

geçirdik? Sanki biz, koşullar biraz farklı olmuş olsaydı olacak olan bir hipotetik dünyada yaşıyormuş gibiyiz...

Spiker: İşte sayın seyirciler. Dilek Kipli TV'yi kazanmış olsaydı Bay Yengeç'in öğleden sonrası böyle geçecekti. Ama kazanmadığı için dört arkadaş Ev Sahibi takımın 128-0 galip gelişini izleyerek hoş bir öğle sonrası geçirdiler. Yoksa 256-0 mıydı? Neyse beş-boyutlu Pluto buhar hokeyinde bunun hiçbir önemi yok.

XIX. BÖLÜM

YAPAY ZEKÂ: GELECEĞE BAKIŞ

"Neredeyse" Durumları ve Dilek Kipleri

KONTRAFAKTUS'u okuduktan sonra bir arkadaşım bana, "Amcam neredeyse ABD Başkanıydı!" dedi. "Gerçekten mi?" dedim. "Kesinlikle," diye karşılık verdi. "Kendisi PT 108'in kaptanıydı." (John F. Kennedy PT 109'un kaptanıydı.)

Kontrafaktus'un konusu da tamamıyla budur. Günlük düşüncede, sürekli olarak karşılaştığımız durumların, sahip olduğumuz fikirlerin, ortaya çıkan olayların zihinsel değişkelerini üretiyoruz ve bunu yaparken bazı özellikleri tamamıyla aynı bırakırken bazılarında "kaymalar" olmasına göz yumuyoruz. Hangi özelliklerde kaymalar olmasına izin veriyoruz? Hangilerinde kaymalar olmasını tasavvur bile edemiyoruz? Hangi olayları, derin sezgi düzeyinde, gerçekten ortaya çıkan olayların yakın akrabaları olarak algılıyoruz? "Olmadığı" açık olduğu halde neyi "neredeyse" oldu veya "olabilirdi" olarak düşünüyoruz? Bir öykü duyduğumuzda, bilinçli bir düşünce söz konusu olmadan, zihinlerimizde olayların hangi alternatif versiyonları ortaya çıkıveriyor? Niçin bazı olgukarşıtları bize diğer olgukarşıtlarından "daha az olgukarşıtı" gibi geliyor? Nihayetinde olmamış bir şeyin olmadığı açıktır. Bu "olmadı-lıkın dereceleri yoktur. Ve aynı şey "neredeyse" durumları için de geçerlidir. Elbette insanın yakınarak, "Neredeyse oluyordu" dediği zamanlar olduğu gibi aynı sözleri büyük bir rahatlamayla söylediği zamanlar da vardır. Ama "neredeyse" dışsal olgularda değil zihinde bulunur.

Bir kır yolunda arabanızla giderken bir arı sürüsüyle karşılaşıyorsunuz. Buna ancak hakettiği kadar ilgi gösterip geçip gitmezsiniz; bütün durum anında zihninize doluşan bir "tekrar oynatmalar" sürüsü perspektifine yerleştirilir. Tipik olarak, "Bereket, camım açık değildi!" – ya da daha kötüsü, "Camımın kapalı olmaması ne kötü!" diye düşünürsünüz. "Bereket bisiklet imde değildim!" "Beş dakika önce gelmediğim ne kötü!" Tuhaf, ama mümkün tekrarlar, "Eğer bu bir geyik olmuş olsaydı ölmüş olabilirdim!" "Bahse girerim ki bu arılar bir gül ağacına toslamayı yeğlerlerdi!" Daha da tuhaf yeniden oynatmalar, "Bu arıların dolar tomarı olmaması ne fena!" "İyi ki bu

arılar betondan değildi!" "Bir arı sürüsü olmamam ne iyi!" Hangilerindeki kaymalar doğal, hangilerindeki değildir – ve niçin?

The New Yorker dergisinin son sayılarının birinde "Philadelphia Welcomat"tan aşağıdaki pasaj yayınlandı:[1]

> Eğer Leonardo da Vinci bir kadın olarak dünyaya gelmiş olsaydı Sistine Şapeli'nin tavanı hiç resimlenmeyebilirdi.

The New Yorker'ın yorumu:

> Ve eğer Michelangelo Siyam ikizi olmuş olsaydı eser yarı zamanda tamamlanırdı.

The New Yorker'ın yorumunda işaret edilen nokta, bu tür olgukarşıtı koşulluların *yanlış* olduğu değildir; burada vurgulanan, böyle bir fikir öne sürenin – verili bir kişinin sayısında veya cinsiyetinde "kaydırma" yapan birinin – biraz kaçık olmasının gerektiğidir. Ama ironik olan aynı derginin aynı sayısında bir kitap eleştirisi yazısının sonuç bölümünde şu tümcenin hiç çekinmeden yazılabilmiş olmasıdır:

> Sanırım her iki kitap da [Profesör Philipp Frank'ın] çok, ama çok hoşuna giderdi.[2]

İmdi bizim Profesör Frank ölmüştür; ve birinin ölümünden sonra yazılmış kitapları okuyabileceğini öne sürmek açıkça saçmalıktır. Öyleyse bu ciddi tümceye neden dudak bükülmedi? Bir şekilde, tam olarak saptanması oldukça zor nedenlerle, bu tümcedeki kaydırılmış parametreler bizim "olanaklılık" anlayışımızı önceki örnekler kadar ihlal etmez. Bir şeyler onda bizde "bütün başka şeyler eşit olduğunda"yı imgeleyebilmemize diğerlerinden daha çok imkân tanır. Ama niçin? Olayları ve insanları, neyin kaydırılmasının "anlamlı" neyin kaydırılmasının "anlamsız" olduğunu derinlemesine bilmemizi sağlayacak şekilde sınıflandırabilmemizi mümkün kılan nedir?

Değerden yoksun bildirme kipindeki, "Rusça bilmiyorum"dan, daha öznel istek kipindeki, "Rusça bilmek isterdim"e daha duygusal dilek-koşul kipindeki, "Keşke Rusça bilseydim"e ve tam bir olgukarşıtı koşullu olan, "Eğer Rusça bilseydim, Çehov ve Lermontov'u orijinal dillerinden okurdum"a kaymaların bize ne kadar doğal geldiğini bir düşünün. Bir değillemede donuk bir engelden başka bir şey görmeyen bir zihin ne kadar düz ve cansız olurdu! Oysa

---

[1] *The New Yorker*, 19 Eylül 1977, s. 107.

[2] *The New Yorker*, 19 Eylül 1977, s. 140.

canlı zihin burada olanaklar dünyasına açılan bir pencere görür.

"Neredeyse" durumlarının ve bilinçdışı olarak imal edilen dilek kiplerinin, insanların dünyaya ilişkin algılarım nasıl organize ve kategorize ettikleri konusundaki potansiyel en zengin içgörü kaynaklarından bir kısmını temsil ettiklerine inanıyorum. Bu görüşün etkin savunucularından biri olan dilbilimci ve çevirmen George Steiner *After Babel* kitabında şöyle yazar:

> Hipotetik kurgular, "tahayyül mahsülleri," koşullular, olgukarşıtı ve olumsalın sentaksı insan konuşmasının üretici merkezleri olabilir... [Bunlar] felsefi ve dilbilgisel şaşkınlıklar uyandırmaktan çok daha fazlasını yaparlar. Bağıntılı olduklarım hissettiğimiz gelecek zamanla birlikte, belki de daha geniş bir "varsayılar" veya "almaşıklar" kümesi içinde sınıflandırılması gereken bu "ise" önermeleri, en az gelecek zaman kadar, insan duygulanmasının dinamiklerinin temelidir...
>
> Bizimkisi, dünyanın öyle olmadığını söyleme veya onun hakkında "söyleneni yoksama," onu başka türlü tahayyül etme ve ondan başka türlü söz etme ihtiyacı ve yeteneğidir... Dilin "başkalık"ı koyutlama gücünü ve zorlayıcılığım tesbit eden bir söyleme ihtiyacımız var... Belki bunu bir "almaşıklık söylemi" gerçekleştirecek: zihinsel varlığımıza doldurduğumuz ve aracılıklarıyla gövdesel ve toplumsal varlığımızın değişen, büyük oranda kurmaca ortamını inşa ettiğimiz "olandan başkasını," olgukarşıtı önermeleri, imgeleri, isteme ve kaçınma şekilleri tanımlamak ...

Son olarak Steiner olgukarşıtlığına olgukarşıtı bir övgü düzer:

> Bildiğimiz kadarıyla insanın, organik çürüme ve ölüm çarkının ötesindeki olanakları kavramasını, dilegetirmesini sağlayan, korteksin "fuzuli" bölgelerinde saklanmış ve üretilmiş semantik kapasite olmaksızın, dilin kurgusal, olgukarşıtı, anti-belirlenimci araçları olmaksızın varkalması mümkün olmazdı..[3]

"Dilek-koşullu dünyalar"m imali öylesine kendiliğinden, öylesine doğal oluverir ki, ne yapıyor olduğumuzu hemen hiç fark etmeyiz. Fantazimizden gerçek dünyaya, iç zihinsel anlamda, yakın olan bir dünya seçeriz. Gerçek olanı *neredeyse* gerçek olarak algıladığımızla karşılaştırırız. Böyle yapmakla gerçekliğe dair soyut bir perspektif kazanırız. Tembelhayvamn durumu gerçeklik üstüne yapılan çeşitlemelerin gülünç bir örneğini teşkil eder –dilek kipinden koşullulara kaydırmalar yapma yeteneğinden yoksun bir düşünen varlık (ya da en azından böyle bir yeteneği olmadığını *iddia* eden düşünen bir varlık– ama söylediklerinin olgukarşıtlıklarıyla dolu olduğunu siz de fark etmişsinizdir!) Gerçekliğin katı çemberinden yumuşak "ya ... ise"lere kayabilme

[3] George Steiner, *After Babel*, s. 215-227.

yaratıcı yeteneğimiz olmasaydı, zihinsel yaşamımız ne kadar yoksul olurdu, bir düşünün! Ve insan düşünce süreçlerini araştırma bakış açısından, bu kaydırmalar çok ilginçtir, çünkü çoğu zaman bilinçli bir yönlendirme olmadan meydana gelirler, bu da hangi tür şeylerin kaydırıldığının ve hangi tür şeylerin kaydırılmadığının karşılıklı gözleminin, bilinçdışı zihine açılan iyi bir pencere sağladığı anlamına gelir.

Bu zihinsel metriğin doğasına ilişkin bir perspektif kazanmanın bir yolu "ateşe ateşle karşılık vermektir." Bu, "olgukarşıtı dileme" yeteneğimizden, beklediğimizle karşılaştırma içinde, bizzat bu olgukarşıtı dileme yeteneği kavramının kendisinin kaydırıldığı bir dünya tahayyül etmesi istendiği Diyalogda yapılmıştır. Diyalogda ilk dilek kipindeki yeniden oynatma –Palindromi'nin sahayı sınırlayan çizgilerin içinde kaldığı– hayal edilmesi oldukça normal bir şeydir. Aslında bunu bana esinleyen, bir futbol maçında yanımda oturan biri tarafından yapılan tamamıyla olağan, sıradan bir yorumdur. Nedense bu beni oldukça etkiledi ve bu tekil şeyin kaydırılmasını normalmiş, ama topu ileri taşıma girişimi sayısının ya da o andaki skorun kaydırılmasını normal değilmiş gibi gösterenin ne olduğunu merak etmeme neden oldu. Bu düşüncelerden başlayarak, hava koşulları (Diyalogdaki), oyunun türü (Diyalogdaki) ve sonra hatta daha çılgın çeşitlemeler (bu da Diyalogda var) gibi kaydırılması daha az muhtemel olan özelliklere doğru düşünmemi sürdürdüm. Böylece bir durumda kaydırılması bütünüyle saçma gibi görünenin, bir başka durumda kaydırmaya oldukça uygun olabildiğini fark ettim. Örneğin bazen kendiliğinden eğer top farklı bir şekilde olsaydı olaylar nasıl gelişirdi diye merak edebilirsiniz (örn. yarı-şişirilmiş bir topla oynuyorsanız); ama başka zamanlar bu hiç aklınıza gelmez (örn. TV'de bir futbol maçı seyrederken).

Kararlılık Katmanları

O zaman bana, bir olayın (veya bir durumun) bir özelliğinin kaydırılabilirliği, bu olayın (veya durumun) içinde oluşmuş olarak algılandığı bir içiçe bağlamlar kümesine bağlı gibi görünmüştü ve hâlâ öyle görünüyor. Burada matematikten ödünç alınan *sabit*, *parametre* ve *değişken* terimleri işe yarayabilir. Matematikçiler, fizikçiler ve diğerleri sık sık bir hesaplamayı, "c bir sabit, p bir parametre ve v bir değişkendir" diyerek yaparlar. Bununla kastettikleri, bunların her birinin ("sabit" dahil) değişebileceğidir; ama burada bir tür değişkenlik hiyerarşisi vardır. Simgelerle temsil edilen durumda c glo-

bal bir koşul tesis eder; *p* ise *c* değişmez olarak alınırken, değişebilen daha az genel koşul tesis eder; ve son olarak *c* ve *p* değişmez tutulurken *v* değişebilir. *c* ve *p* değişirken *v*'yi değişmez tutmayı düşünmek pek anlamlı değildir, çünkü *c* ve *p*, *v*'nin içinde anlam kazandığı bağlamı tesis ederler. Örneğin bir hastalar listesine ve her bir hastası için bir dişler listesine sahip bir diş hekimi düşünün. Hastayı sabit tutmak ve onun dişlerini değiştirmek son derece anlamlıdır (ve yığınla paradır) – ama bir dişi sabit tutmak ve hastayı değiştirmek hiçbir anlam ifade etmez. (Gerçi bazen dişçiyi değiştirmek oldukça anlamlı olabilir...)

Bir duruma ilişkin zihinsel temsilimizi katman katman kurarız. En alt katman bağlamın en derin yönünü tesis eder – bazen bu o kadar altta olur ki hiç değişemez. Örneğin dünyamızın üç boyutluluğu öylesine derinlerde kökleşmiştir ki, çoğumuz onun zihinsel olarak kaydırılabileceğini tahayyül bile etmeyiz. O *sabit* bir sabittir. Sonra durumun, kalıcı olarak değilse de geçici olarak değişmez yönlerini tesis eden katmanlar vardır; bu yönlere *artalan varsayımları* denilebilir – zihninizin ardında değişebilir olduklarını bildiğiniz, ama çoğu zaman hiç sorgulamaksızın değişmez yönler olarak kabul ettiğiniz şeyler. Bunlara hâlâ "sabitler" denilebilir. Örneğin bir futbol maçına gittiğinizde, oyunun kuralları bu tür sabitlerdir. Sonra "parametreler" vardır: onları daha değişken olarak düşünürsünüz, ama geçici olarak sabit kabul edersiniz. Bir futbol maçında, parametreler hava koşullarını, rakip takımı ve bunun gibi şeyleri içerir. Birkaç parametre katmanı olabilir – ve muhtemelen de vardır. Son olarak duruma ilişkin zihinsel temsilimizin "en titrek" yönüne geliriz – değişkenler. Bunlar Palindromi'nin sahayı sınırlayan çizginin dışına çıkması gibi, zihinsel olarak "gevşek" ve kısa bir süre için, gerçek değerlerinde kaydırma yapmayı önemsemediğimiz şeylerdir.

Çerçeveler ve İçiçe Bağlamlar

Çerçeve sözcüğü şu sıralar AI'da çok rağbettedir ve *bir bağlamın bilgisayımına dayalı bir örneklenmesidir*. Terimi, genel bir kavram olarak uzun yıllar dolaşımda olmasına karşın, çerçeveler hakkmdaki birçok fikir gibi Marvin Minsky'ye borçluyuz. Çerçeve dilinde, durumların zihinsel temsillerinin birbirlerinin içinde yuvalanmış, içiçe çerçeveler gerektirdiği söylenebilir. Bir durumun ögelerinin her biri kendi çerçevesine sahiptir. Burada içiçe çerçevelere ilişkin zihinsel imgelerimden birini belirtik olarak söze dökmek ilginç olabilir. Büyük bir çekmeceli dolaplar derlemi düşünün. Bir dolap seçtiğinizde bir çer-

çeveniz olur, "çekmece yuvaları" "altçerçeveler"in takılacağı yerlerdir. Ama altçerçevelerin bizzat kendileri de çekmeceli dolablardır. Bütün bir çekmeceli dolabı diğer bir çekmeceli dolabın tek bir çekmecesinin yuvasına nasıl sokarsınız? Kolay: ikinci dolabı küçültürsünüz ve yamultursunuz, çünkü nihayetinde bu fiziksel değil bütünüyle zihinseldir. İmdi, dış çerçevede, doldurulması gereken birkaç farklı çekmece yuvası olabilir; dolayısıyla sizin yuvaları iç çekmeceli dolablarla (veya altçerçevelerle) doldurmanız gerekir. Bu yinelgeli olarak devam eder.

Bir çekmeceli dolabı eğme ve bükme, böylece onu keyfi şekilde bir yuvaya uydurma biçimindeki canlı gerçeküstücü imge oldukça önemli bir imge gibi görünmektedir, çünkü bu, kavramlarınızın da içlerine girmeye zorladığınız bağlamlar tarafından eğilip büküldüğünü ima eder. O halde düşündüğünüz kişiler futbol oyuncuları olduğu zaman "kişi" kavramınıza ne olur? O kesinlikle çarpıtılmış, toplam bağlam tarafından size dayatılan bir kavramdır. "Kişi" çerçevesini "futbol oyunu" çerçevesinde bir yuvaya yerleştirdiniz. Bilgiyi çerçeveler içinde temsil etme kuramı, dünyanın süreç içinde çok fazla bozulmadan ya da çok fazla bozulma yaratmadan her biri diğerleri için bir bağlam olarak iş görebilen hemen hemen kapalı altdizgelerden meydana geldiği fikrine dayanır.

Çerçevelerle ilgili ana fikirlerden biri, her bir çerçevenin kendi beklentiler kümesiyle geldiğidir. Buna karşılık düşen imge, her bir çekmeceli dolabın çekmece yuvalarının her birinin içinde *olağan* (değer) denilen yerleşik, ama gevşekçe tutturulmuş bir çekmeceyle geldiğidir. Eğer size, "Bir ırmak kıyısı tasavvur edin" desem, "kurak bir dönemde" veya "Brezilya'da" veya "sessiz" gibi niteleyici söz öbekleri ekleseydim çoğunu geçersiz ilan edeceğiniz değişik özelliklere sahip bir görsel imge canlandırırdınız. Yuvalar için olağan değerlerin varlığı, yinelgeli yuvaları doldurma sürecinin bir sona ulaşmasını sağlar. Aslında söylediğiniz, "Yuvaları üç katmana kadar kendim dolduracağım; bundan ötesinde olağan seçenekleri kullanacağım"dır. Varsayılı olağan beklentileriyle birlikte bir çerçeve uygulanabilirlik sınırları bilgisini ve hoşgörü sınırlarının ötesine uzatılması durumunda diğer çerçevelere anahtarlama yapması için buluşçular içerir.

Bir çerçevenin içiçe yapısı size "zumlama" ve küçük detaylara istediğiniz kadar yakından bakma şansı verir: altçerçeveye zumlarsınız, sonra arzu edilen miktarda detay elde edene dek onun altçerçevelerden birine vb zumlarsınız. Bu, en ön kısımda bütün ülkenin bir haritası, onun içinde tek tek eyaletlerin haritaları ve hatta daha da detay istiyorsanız kentlerin ve bazı büyük

kasabaların haritalarının bulunduğu bir ABD yol haritasına sahip olmak gibidir. Tek tek bloklara, evlere, odalara vb kadar inecek derecede keyfi miktarda detaya sahip bir atlas da tahayyül edilebilir. Bu farklı güçlerdeki mercekler kullanarak bir teleskopla bakmaya benzer; her bir merceğin kendine özgü kullanılışı vardır. Bütün farklı ölçekleri iyi kullanabilmek önemlidir; genellikle detay ilgisizdir ve hatta dikkat dağıtıcıdır.

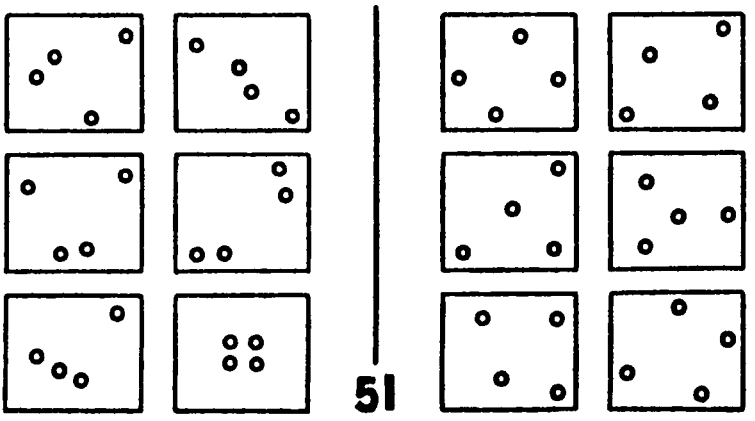
Keyfi olarak farklı çerçeveler diğer çerçevelerin yuvalarının içine yerleştirilebildiğinden, büyük bir çatışma veya "çarpışma" potansiyeli vardır. Şık ve düzgün tek bir genel "sabitler," "parametreler" ve "değişkenlik" katmanları kümesi şeması bir aşırıbasitleştirmedir. Aslında her bir çerçeve kendi değişkenlik hiyerarşisine sahip olacaktır ve birçok altçerçeve, altçerçeve vb'si ile birlikte bir futbol oyuncu gibi karmaşık bir olayı nasıl algıladığımızın çözümlemesini son derece karmaşık bir işleme dönüştüren de budur. Bütün bu bir yığın çerçeve birbirleriyle nasıl etkileşirler? Bir çerçeve "Bu öge sabittir," ama diğer bir çerçeve, "Hayır, o değişkendir," dediğinde ortaya bir çatışma çıkıyorsa, bu nasıl çözülür? Bunlar çerçeve kuramının yanıt veremeyeceğim derin ve zor problemleridir. Bir çerçevenin gerçekte ne olduğu veya AI programlarında çerçevelerin nasıl bir uygulanacağı konusunda henüz tam bir fikir birliği yoktur. Aşağıda bir sorularla ilgili tartışmada kendi girişimlerimin ne olduğunu, "Bongard problemleri" denilen görsel örüntü bulmacalarından söz ederek sunacağım.

Bongard Problemleri

Bongard problemleri (BP), Rus bilimci M. Bongard'ın *Pattern Recognition* (Örüntü Tanıma) kitabında sunduğu genel tipte problemlerdir. Tipik bir BP –yüz tanelik koleksiyondan 51 numaralı olan– Şekil 119'da görülmektedir. Bu büyüleyici problemler, insan veya makine, örüntü tanıyıcılar için tasarlanmıştır (Listeye ETI'lar – dünya dışı zekâlar da eklenebilir). Her bir problem, *I. Sınıf*ı oluşturan altısı solda, *II. Sınıf*ı oluşturan altısı sağda olmak üzere oniki kutu şekilden (bundan sonra *kutu* olarak geçecek) meydana gelir. Kutular şu şekilde dizinlenebilir:

I-A	I-B	II-A	II-B
I-C	I-D	II-C	II-D
I-E	I-F	II-E	II-F

Problem şudur: "I. Sınıf kutuları II. Sınıf kutulardan nasıl farklıdır?"



Şekil 119. Bongard problemi 51. [M. Bongard, *Pattern Recognition* (Rochelle Park, N. J. Hayden Book Co., Spartian Books, 1970).]

Bir Bongard problemi-çözme programı, ham verinin derece derece betimlemelere dönüştürüldüğü birkaç aşamaya sahip olacaktır. İlk aşamalar görece esnek değilken, üst aşamalar gittikçe esnekleşir. Son aşamalar, benim *deneysellik* dediğim, bir resmin temsil edilme tarzının daima deneme kabilinden olduğu anlamına gelen bir özelliğe sahiptir. En küçük etkide bile, sonraki aşamaların bütün aygıtları kullanılarak bir üst-düzey betimleme yeniden yapılandırılabilir. Aşağıda sunulan fikirler de böylesi bir deneme niteliğine sahiptir. İlk önce önemli zorluklarını ihmal ederek bütün fikirleri aktarmaya çalışacağım. Sonra geri dönerek incelikleri, ustalıkları ve bunun gibi kolay fark edilemeyen noktaları açıklamaya çalışacağım. Bu yüzden bütün bunların nasıl olduğuna ilişkin kavrayışınız yazılanları okudukça bazı değişikliklere uğrayabilir. Ama tartışmanın özü zaten budur.

Önişleme Bir Mini-Sözlükçe Seçer

O halde çözmek istediğimiz bir Bongard problemimiz olduğunu varsayın. Problem bir TV kamerasına sunulur ve ham madde okunur. Sonra ham veri *önişlemlenir*. Bu, bazı belirgin özelliklerin algılanması anlamına gelir. Bu özelliklerin *adları* problem için bir "mini-sözlükçe" oluşturur; bunlar genel bir "belirgin-özellik sözlükçesi"nden çekilmişlerdir. Belirgin-özellik sözlükçesinin bazı tipik terimleri şunlardır:

> doğru parçası, eğri, yatay, düşey, siyah, beyaz, büyük, küçük, sivri, yuvarlak...

Önişlemlemenin ikinci aşamasında, temel *şekiller* hakkındaki bazı bilgiler kullanılır; ve eğer varsa, adları da kullanılabilir. O halde

Üçgen, daire, kare, girinti, çıkıntı, dik açı, köşe, sivri uç, ok...

gibi terimler seçilebilir. Bu kabaca insanlarda bilinç ve bilinçdışının kesiştiği noktadır. Bu tartışma esas olarak bundan sonrasında ne olduğunun betimlenmesiyle ilgilidir.

Üst-Düzey Betimlemeler

Artık resim, bildik kavramlar uyarınca "anlaşıldığı"na göre, araştırma yapılmaya başlanabilir. Oniki kutunun biri veya birkaçı için deneme niteliğinde betimlemeler yapılır. Bunlar tipik olarak şunlar gibi basit betimleyiciler kullanacaktır:

yukarda, aşağıda, -in sağında, -in solunda, içinde, -in dışında, -den uzak, -e paralel, -e dik, ardı ardına, aralıklı, eşit aralıklı, düzensiz aralıklı vb.

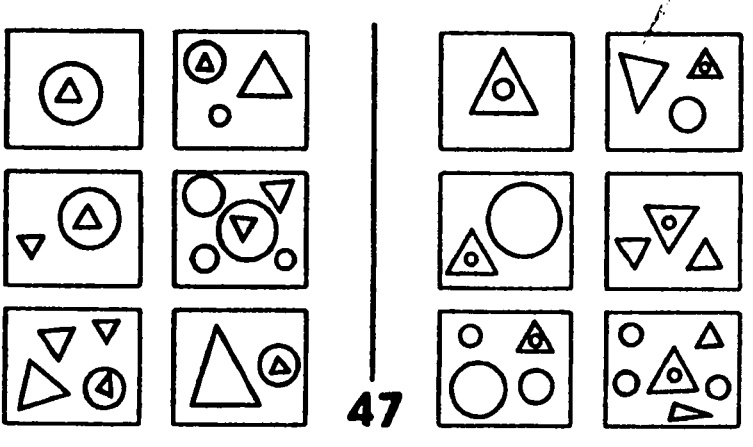
Ayrıca belirli ve belirsiz sayısal betimleyiciler de kullanılabilir:

1, 2, 3, 4, 5, ... birçok, birkaç vb.

Şunlar gibi daha karmaşık betimleyiciler oluşturulabilir

-in sağ ilerisinde, -e az yakın, -eye hemen hemen paralel vb.

O halde tipik bir kutu –diyelim ki BP 47'de I-F (Şekil 120)– şunlara sahip olarak değişik şekillerde betimlenebilirdi:



Şekil 120. Bongard problemi 47. [M. Bongard, *Pattern Recognition*.]

üç şekil

veya

üç beyaz şekil

veya

sağda bir daire

veya

iki üçgen ve bir daire

veya

uçları yukarı doğru iki üçgen

veya

bir büyük şekil ve iki küçük şekil

veya

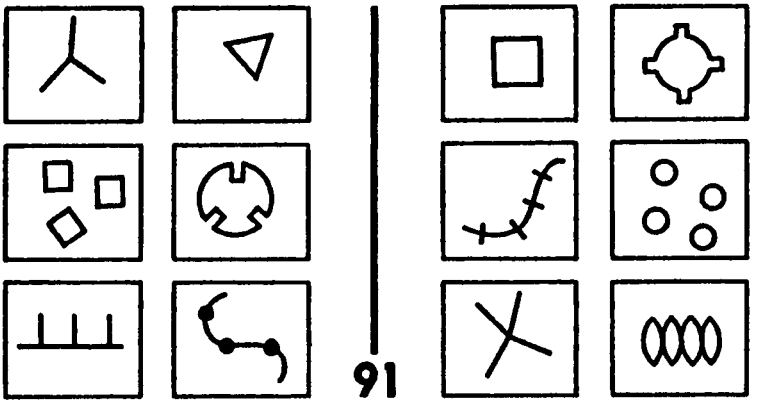
bir eğri şekil ve iki düz-kenarlı şekil

veya

içinde ve dışında aynı tür şekil bulunan bir daire

Bu betimlemelerin her biri kutuyu bir "süzgeç"ten görür. Bağlam dışında, onların her biri yararlı bir betimleme olabilirdi. Ama parçası oldukları özel Bongard problemi bağlamında hepsi "yanlış" olarak ortaya çıkar. Başka deyişle BP 47'deki I. Sınıf ve II. Sınıf arasındaki ayrımı bilseydiniz ve önceki satırlardan bir bilinmeyen çizimin bir betimlemesi olarak verilseydi, bu bilgi size bu çizimin hangi Sınıf'a ait olduğunu söyleyebilme imkânı vermezdi. Bu kutunun özsel özelliği, bağlam içinde, onun

bir üçgen içeren bir daire



Şekil 121. Bongard problemi 91. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

içermesidir. Böylesi bir betimlemeyi duyan birinin orijinal çizimi yeniden oluşturamayacağına, ama bu özelliğe sahip çizimleri tanıyabileceğine dikkat edin. Bu biraz müzik tarzıyla ilgili şu duruma benzer: yanılmaz bir Mozart tanıyıcısı olabilirsiniz, ama aynı zamanda Mozart tarafından yazıldığı konusunda birini kandırabilecek hiçbir şey yazamayabilirsiniz.

İmdi BP 91'in I-D kutusunu ele alalım (Şekil 121). Aşırı yüklü, ama BP 91 bağlamındaki "doğru" bir betimleme şudur:

üç dikdörtgen girintili bir daire

Betimlemedeki inceliğe dikkat edin, "-li" sözcüğü "daire"nin gerçekten bir daire olmadığı sezindirmesiyle bir red işlevi görür: ... dışında, *neredeyse* bir dairedir. Dahası girintiler de tam dikdörtgen değildir. Nesneleri betimlerken dili kullanma tarzımızda birçok "oyun" vardır. Açıkça birçok bilgi atılmıştır ve hatta daha da fazlası atılabilirdi. Önsel olarak neyi atmanın ve neyi tutmanın yerinde olacağını bilmek çok güçtür. Buluşcular aracılığıyla, bir çeşit zeki ödünleyici uzlaştırma yönteminin kodlanması gerekir. Elbette eğer atılmış bilginin yeniden getirilmesi gerekirse, aynı insanların hakkındaki düşüncelerini yeniden yapılandırırken yardım almak için sürekli bulmacaya bakmaları gibi betimlemenin daha alt düzeylerine (yani daha az istiflenmiş betimlemelere) her zaman başvurulabilir. O halde incelikli nokta aşağıdakilerin nasıl yapılacağını söyleyen belirtik kurallar tesis etmektir

her bir kutu için deneme niteliğinde betimlemeler yapma;
onları her iki Sınıf'ın kutularına ilişkin deneme niteliğindeki betimlemelerle karşılaştırma;
(*i*) bilgi ekleyerek
(*ii*) bilgi atarak
veya (*iii*) aynı bilgiyi başka bir açıdan görerek
betimlemeleri yeniden yapılandırma;
bu işlemi iki Sınıf arasındaki farkı yaratanın ne olduğunu bulana dek yineleme.

Kalıplar ve Aynılık-Detektörleri

Olanaklı olduğu ölçüde *betimlemeleri birbirlerine yapısal olarak benzer* yapmaya çalışmak iyi bir strateji olabilir. Ortak olarak sahip oldukları her yapı onları karşılaştırmayı çok daha kolaylaştıracaktır. Bu kuramın iki önemli öğesi bu stratejiyle ilgilidir. Birisi "betimleme şemaları," ya da *kalıplar* fik-

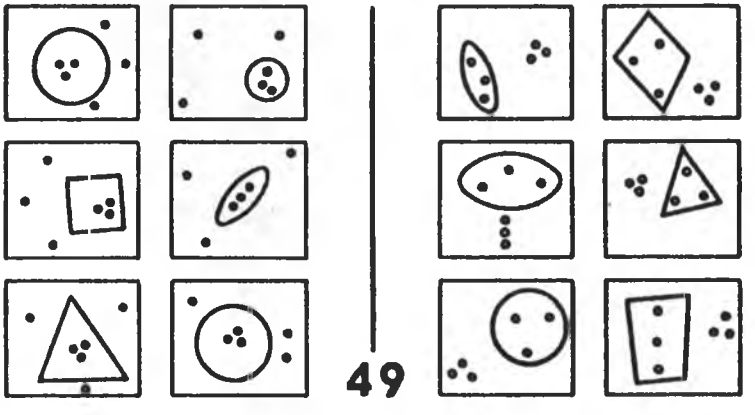
ridir; diğeri ise Sam fikridir – bir "aynılık-detektörü."*

Önce Sam. Sam programın bütün düzeylerinde mevcut olan özel bir faildir. (Fiili olarak farklı düzeylerde farklı türde Samler olabilir.) Sam sürekli olarak, yinelenen betimleyiciler veya başka şeyler arayarak bireysel betimlemeler veya farklı betimlemeler içinde dolaşır. Bir aynılık bulunduğunda ya tek-betimleme düzeyinde ya da aynı anda birkaç betimleme düzeyinde çeşitli yeniden yapılandırma işlemleri tetiklenebilir.

Şimdi kalıplar. Önişlemlemeden sonra olan ilk şey bir kalıp ya da betimleme-şeması –bir problemdeki bütün kutuların betimlemeleri için bir *düzgün bir biçimli format*– imal etme girişimidir. Ana fikir, bir betimlemenin genellikle doğal bir şekilde altbetimlemelerle ve eğer gerekirse bunların da altbetimlemelere ayrılabileceğidir. Önişlemci düzeyine ait olan ilkel kavramlara geldiğinizde dibe vurulur. İmdi, betimlemeleri bütün kutular arasındaki ortaklığı yansıtacak şekilde parçalara ayırmak önemlidir; aksi takdirde dünyaya ilgisiz ve anlamsız bir "sözde-düzen" vermiş olursunuz.

Bir kalıp hangi bilgi temelinde kurulur? En iyisi bir örneğe bakalım. BP 49'u ele alalım (Şekil 122). Önişlemleme her bir kutunun birkaç küçük o ve bir büyük kapalı eğri içerdiği bilgisini üretir. Bu değerli bir gözlemdir ve kalıp içine alınmayı hak eder. O halde bir kalıba ilişkin ilk saptama şöyle olacaktır:

büyük kapalı eğri: ——
küçük o'lar: ——



Şekil 122. Bongard problemi 49. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

* Sam, "sameness detector/aynılık detektörü"nden kısaltmadır –çn.

Gördüğünüz gibi çok basittir: betimleme-kalıbı, altbetimlemelerin bağlanacağı iki belirtik yuvaya sahiptir.

Heterarşik Bir Program

İmdi "kapalı eğri" terimi tarafından tetiklenen ilginç bir şey meydana gelir. Programdaki en önemli modüllerden biri, içinde bütün bilinen adların, sıfatların vb'nin karşılıklı ilişkilerini gösteren yollarla birbirlerine bağlandığı bir tür semantik ağdır – *kavram şebekesidir*. Örneğin "kapalı eğri" güçlü bir şekilde "iç" ve "dış" terimleriyle irtibatlıdır. Kavram ağı terimler arasındaki ne neye karşıt, ne neye benzer, ne sıklıkla neyle birlikte meydana gelir ve bunun gibi bağıntılar hakkındaki bilgilerle ağzına kadar doludur. Bir fikir vermesi amacıyla bir kavram ağının küçük bir bölümü Şekil 123'de gösterilmiştir. Ama şimdi 49. problemin çözümünde neler olup bittiğini izleyelim. "İç" ve "dış" kavramları "kapalı eğri"ye ağdaki yakınlıklarıyla harekete geçirilirler. Bu kalıp-yapıcısına eğrinin iç ve dışı için ayrı yuvalar yapmanın iyi bir fikir olacağını ima eder. Dolayısıyla deneyselliğin ruhuna uygun olarak, kalıp deneme niteliğinde olmak üzere şu şekilde yeniden yapılandırılır:

büyük kapalı eğri: ——
içteki küçük o'lar: ——
dıştaki küçük o'lar: ——

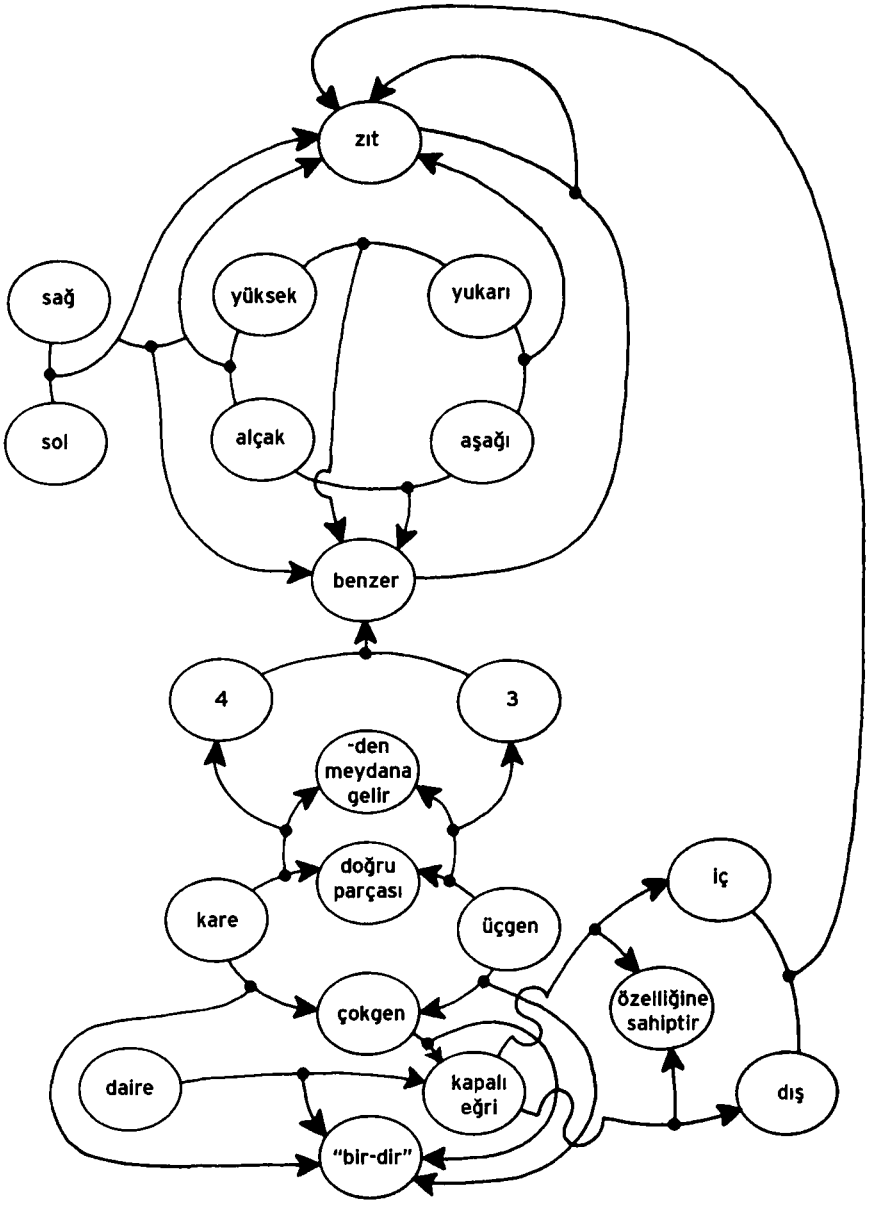
İmdi, altbetimlemeler arandığında, "iç" ve "dış" terimleri, kutunun bu özgül bölgelerini inceleyecek yordamlara neden olacaktır. BP 49'da bulunan I-A kutusu şudur:

büyük kapalı eğri: *daire*
içteki küçük o'lar: *üç*
dıştaki küçük o'lar: *üç*

Aynı BP'nin II-A kutusunun bir betimlemesi ise şöyle olabilir

büyük kapalı eğri: *puro*
içteki küçük o'lar: *üç*
dıştaki küçük o'lar: *üç*

İmdi, eğer işlemlerle koşutluk içinde sürekli etkin olan Sam, o'larla ilgili bütün yuvalarda "üç" kavramının yinelendiğini ayırt eder ve bu ikinci bir kalıbın-yeniden yapılandırılması işlemini uygulamaya koymak için güçlü bir nedendir. İlkinin kavram ağı, ikincisinin ise Sam tarafından önerildiğine dikkat edin. İmdi 49. problem için kalıbımız şöyle olur:



Şekil 123. Bongard problemlerini çözme programına ilişkin bir kavram ağının küçük bir bölümü. "Düğümler" kendileri de bağlanabilen "bağlar"la birleştirilmiştir. Bir bağı bir fiil ve birleştirdiği düğümleri özne ve nesne olarak düşünerek bu diyagramdan tümceler çıkarabilirsiniz.

büyük kapalı eğri: ——
içte üç küçük o: ——
dışta üç küçük o: ——

İmdi "üç" bir genellik düzeyi –yani kalıba– yükseltildiğinden kavram ağı içindeki komşuları incelenmeye değer hale gelir. Bunlardan biri, o'ların üçgenlerinin önemli olabileceğini ima eden "üçgen"dir. Rastlantısal olarak bu bir çıkmaz sokaktır – ama bunu önceden nasıl bilebilirdiniz ki? Bu bir insanın keşfedebileceği tipik bir çıkmaz sokaktır, bu nedenle programımız da onu bulursa bu iyidir! II-E kutusu için aşağıdaki gibi bir betimleme üretilebilir:

büyük kapalı eğri: *daire*
içteki üç küçük o: *eşkenar üçgen*
dıştaki üç küçük o: *eşkenar üçgen*

Elbette bu üçgenlerin büyüklükleri, konumları ve yönleri ve daha başka şeylerle ilgili büyük bir bilgi miktarı atılmıştır. Ama zaten yalnızca ham veri kullanma yerine betimlemeler yapmanın bütün anlamı budur! Bu XI. Bölümde tartıştığımız hunilemeyle aynı fikirdir.

Kavram Ağı

49. problemin tam çözümünü incelememize gerek yok; tekil betimlemelerin, kalıpların, aynılık-detektörü Sam'm ve kavram ağının sürekli ileri-geri etkileşimlerini göstermek için bu kadarı yeterlidir. İmdi kavram ağma ve işlevine biraz daha ayrıntılı bakalım. Şekilde gösterilen basitleştirilmiş bir bölümü aşağıdaki düşünüleri kodlar:

"Yüksek" ve "alçak" zıttır.
"Yukarı" ve "aşağı" zıttır.
"Yüksek" ve "yukarı" benzerdir.
"Alçak" ve "aşağı" benzerdir.
"Sağ" ve "sol" zıttır.
"Sağ-sol" ayrımı "yüksek-alçak" ayrımıyla benzerdir.
"Zıt" ve "benzer" zıttır.

Ağdaki her şey –hem düğümler hem de bağlar– hakkında konuşulabileceğine dikkat edin. Bu anlamda ağdaki hiçbir şey başka herhangi bir şeyden daha üst bir düzeyde değildir. Ağın bir diğer bölümü gösterilmiştir; bu şu fikirleri kodlar

Bir kare bir çokgendir.

Bir üçgen bir çokgendir.

Bir çokgen kapalı bir eğridir.

Bir üçgen ve bir kare arasındaki fark birinin 3 kenara ötekinin 4 kenara sahip olmasıdır.

4 3'e benzerdir

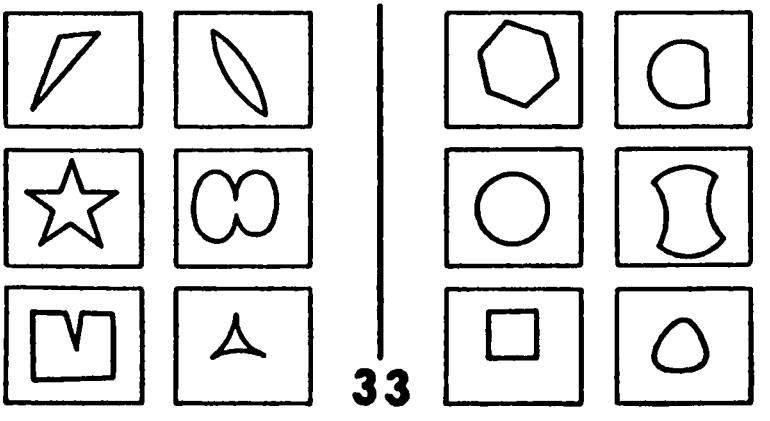
Bir daire kapalı bir eğridir.

Kapalı bir eğri bir içe bir dışa sahiptir.

"İç" ve "dış" zıttır.

Kavramlar ağı zorunlu olarak çok geniştir. Bilgiyi sadece statik ya da bildirgesel olarak saklar görünmektedir, ama bu öykünün ancak yarısıdır. Edimsel olarak bilgisi, ağdaki yakınlıkların ana programa kutular içindeki çizimlere ilişkin anlayışını nasıl geliştireceğini söyleyen kılavuzlar veya "programlar" olarak hareket etmesi olgusundan dolayı yordamsal bilgi olma sınırındadır da.

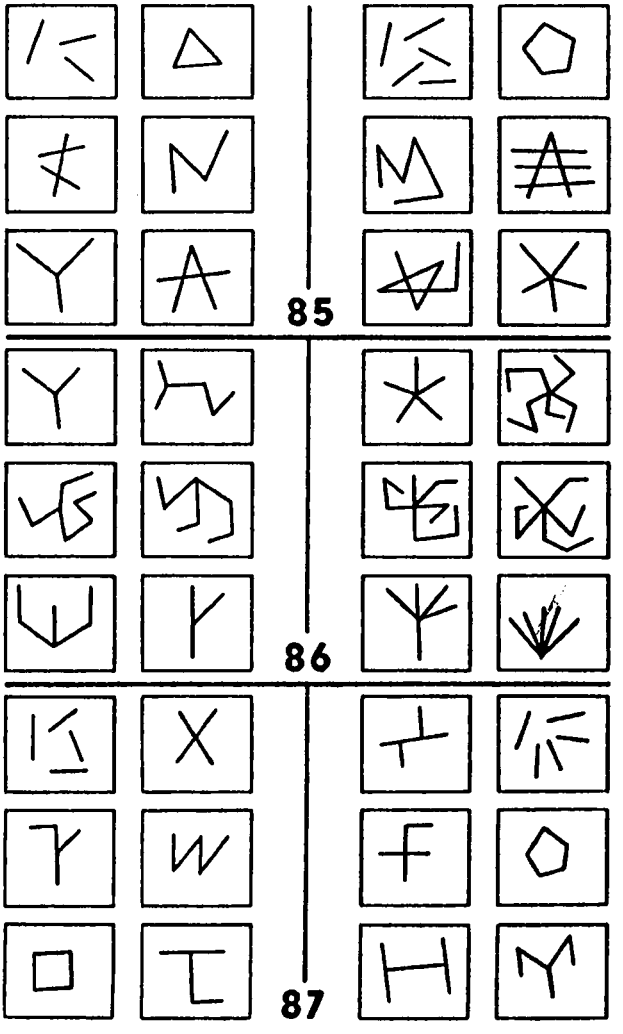
Örneğin ilk önsezi yanlış çıksa bile bu içinde doğru yanıtın tohumunu barındırabilir. BP 33'de (Şekil 124), ilk bakışta hemen I. Sınıf kutuların "sivri," II. Sınıf kutuların "düz" şekiller içerdiği fikrine atlanabilir. Ama daha yakından incelendiğinde bu yanlıştır. Yine de burada değerli bir içgörü vardır ve "sivri"den başlayarak kavramlar ağında kaymalar yaparak bu içgörü daha ileriye taşınabilir. Bu, I. Sınıf tam olarak ayırt edici özelliği olan "keskin"e yakın bir kavramdır. Demek ki, kavram ağının ana işlevlerinden biri, başlangıçtaki yanlış fikirlerin hafifçe değiştirilmesine, doğru olabilecek değişkelerine doğru kaydırılabilmesine imkân vermesidir.



Şekil 124. Bongard problemi 33. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

Kayış Mesafesi ve Deneysellik

Yakından bağıntılı terimler arasındaki bu kayma kavramıyla ilişkili kavram verilen bir nesneyi başka bir nesnenin çeşitlenmesi olarak görmektir. Bunun mükemmel bir örneğinden daha önce söz ettik – aslında hiç de daire olmayan "üç girintili daire" örneğinde. Yeri geldiğinde kavramları eğebilmek gerekir. Hiçbir şey mutlak olarak katı olmamalıdır. Öte yandan şeylerin hiçbir şeyin anlama sahip olamayacağı şekilde çok da özelliksiz olmaması gerekir. İşin püf noktası bir kavramın diğerine her zaman ve nasıl kaydırılacağını bilmektir.



Şekil 125. Bongard problemleri 85-87. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

Bir betimlemeden diğerine kaymanın meselenin can alıcı kısmını oluşturduğu son derece ilginç örnekler takımı 85-87 arasındaki Bongard problemlerinde görülür (Şekil 125). BP 85 oldukça açıktır. Programımızın önişleme aşamasında "doğru parçaları" belirlediğini varsayalım. Böylece onun için doğru parçalarını saymak ve BP 85'deki I. Sınıf ve II. Sınıf arasındaki farka ulaşmak görece basit olur. B 86'ya geçer. Burada kullandığı genel bir buluşsal *işleyen son fikirleri sınamaktır.* Son yöntemlerin başarılı yinelenmesi gerçek dünyada çok yaygındır ve Bongard, koleksiyonun da bu tür buluşsalları boşa çıkarmaya çalışmaz – aslında ne iyi ki bunları pekiştirir. Böylece birbirlerine kaynaşmış haldeki iki fikirle ("sayma" ve "doğru parçası") 86. probleme dalarız: "doğru parçalarını say." Ama BP 86'da incelikli noktanın doğru *parçalarının* değil, doğru *katarlarının* saymak olduğu ortaya çıkar; burada "doğru katarı," (bir veya daha fazla) doğru parçasının uç-uca dizilmesi anlamındadır. Programın bunu kestirebilmesinin bir yolu, eğer "doğru katarı" ve "doğru parçası"nın ikisi de biliniyorsa ve bunlar kavram ağında birbirlerine yakınsa gerçeklenir. Diğer bir yol, eğer o "doğru katarı" kavramını *icat* edebilirse mümkündür – bu da en hafif deyimiyle, incelikli bir önermedir.

Sonra "doğru parçası" kavramının daha ileri düzeyde kullanıldığı BP 87 gelir. Bir doğru parçası ne zaman üç doğru parçasıdır? (Bkz. II-A kutusu.) Program bir çizimin verili bir parçasının böylesi farklı temsilleri arasında ileri geri gidebilecek yeterlilikte esnek olmalıdır. Eski temsilleri unutmak ve belki de onları yeniden oluşturmaktansa saklamak daha akıllıcadır, çünkü yeni temsilin eskisinden daha iyi olduğunun hiçbir garantisi yoktur. Dolayısıyla her bir eski temsille birlikte onu beğenme ve beğenmeme nedenleri de saklanmalıdır. (İşler oldukça karmaşık görünmeye başlıyor, değil mi?)

Meta-Betimlemeler

İmdi, tanıma sürecinin diğer bir can alıcı bölümüne geldik ve bu soyutlama ve meta-betimlemeler düzeyleriyle ilgilidir. Bunun için yine BP 91'i (Şekil 121) ele alalım. Burada ne türden kalıp oluşturulabilir? Öyle çok değişik durum söz konusudur ki, nereden başlanacağını bilmek zordur. Ama bu durumun kendisi başlı başına bir ipucudur! Bu ipucu şunu söyler: sınıf ayrımı, çok büyük olasılıkla geometrik betimlemeninkinden daha üst bir soyutlama düzeyinde varolur. Bu gözlem programa *betimlemelerin betimlemelerini* – yani *meta-betimlemeler* oluşturması konusunda ipucu verir. Belki bu ikinci düzeyde ortak bir özellik ortaya çıkacaktır; ve eğer şanslıysak, meta-betimleme-

ler için bir kalıp formüle etmemiz konusunda bize kılavuzluk edecek yeterlilikte bir ortaklık keşfedeceğiz! Böylece kalıpsız olarak ilerliyor ve değişik kutular için betimlemeler üretiyoruz; sonra bu betimlemeler yapıldığında *onları* betimliyoruz. Meta-betimlemeler için olan kalıbımız ne tür yuvalara sahip olacaktır? Başkaları yanı sıra belki de şunlara:

kullanılan kavramlar: —
yinelenen kavramlar: —
yuvaların adları: —
kullanılan süzgeçler: —

Meta-betimlemelerde gerekli olabilecek birçok başka türde yuva vardır; ama bu bir örneklem. İmdi, BP 91'in I-E kutusunu betimlediğimizi varsayalım. Onun (kalıp-sız) betimlenmesi şunun gibi bir şey olabilir:

yatay doğru parçası
yatay doğru parçası üstüne oturmuş düşey doğru parçası
yatay doğru parçası üsüne oturmuş düşey doğru parçası
yatay doğru parçası üstüne oturmuş düşey doğru parçası

Elbette birçok bilgi atılmıştır: üç düşey doğrunun aynı uzunlukta olduğu, aralarındaki mesafenin eşit olduğu ve bunlar gibi olgular. Ama yukarıdaki betimlemenin yapılması usayatkındır. Böylece meta-betimleme şöyle bir şey olabilir:

kullanılan kavramlar: *düşey-yatay, doğru parçası, üstüne oturmuş*
betimlemedeki yinelemeler: *"yatay doğru parçası üstüne oturmuş düşey doğru parçası"nın 3 kopyası*
yuvaların adları: —
kullanılan süzgeçler: —

Meta-betimlemenin bütün yuvalarının doldurulması gerekmez; aynı "düz-betimleme" düzeyinde olduğu gibi bu düzeyde de bilgi atılabilir.

İmdi, eğer I. Sınıf'ın diğer kutulardan herhangi birinin bir betimlemesini ve sonra da onun bir meta-betimlemesini yapsaydık," betimlemedeki yinelemeler" yuvasını her seferinde "-in 3 kopyası" ibaresiyle doldururduk. Aynılık-detektörü bunu fark eder ve oldukça üst bir soyutlama düzeyinde, I. Sınıf kutularının belirgin bir özelliği olarak *üç-lük*'ü seçer. Benzer şekilde, meta-betimlemeler yöntemiyle, II. Sınıf'ın belirteci olarak *dört-lük* tanınabilir.

Esneklik Önemlidir

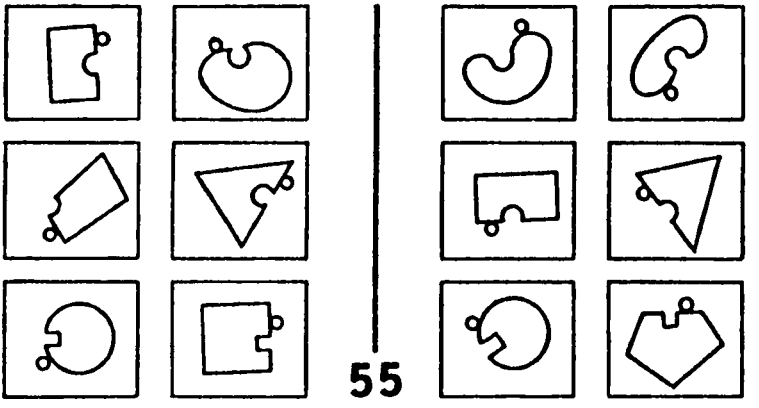
İmdi, bu durumda meta-betimlemelere başvurmanın bir fil silahıyla sinek vurmaya benzediği, çünkü üç-lük karşısında dört-lük saptamasının betimlemelerimizi hafifçe farklı kurmuş olsaydık daha alt bir düzeyde de kolayca gösterilebileceği, itirazında bulunabilirsiniz. Evet, doğru – ama bu problemleri farklı yollardan çözme imkânına sahip olmak önemlidir. Programda büyük miktarda esneklik olmalıdır; eğer malaforik deyişle bir süreliğine "yanlış yolda havlarsa" bu sonu olmamalıdır. (Sevimli "malafor"* terimi köşe yazarı Lawrence Harrison'ın buluşudur; metafor ve kötü-kullanma anlamlarına sahip melez bir sözcüktür. "Rekombinant idelere" güzel bir örnektir.) Her durumda örneklendirmeyi istediğim genel ilke şuydu: Önişlemcinin çok fazla çeşitlilik bulması nedeniyle bir kalıp kurmak güç olduğu zaman, bu durum önişlemcinin bildiğinden daha üst soyutlama düzeyindeki kavramların gerekli olduğuna ilişkin bir ipucu olarak iş görmelidir.

Odaklama ve Süzgeçleme

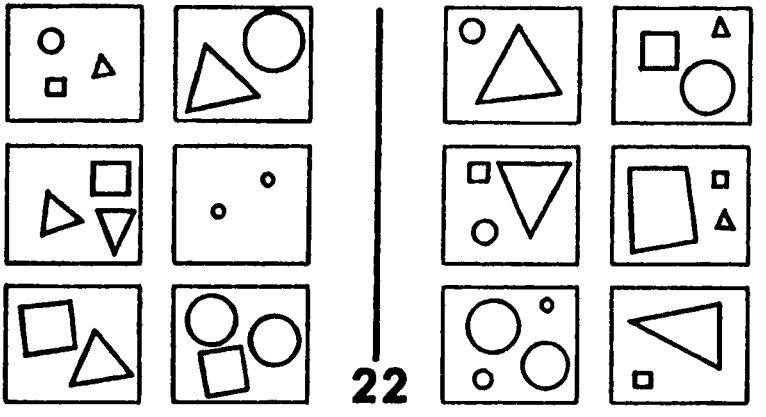
İmdi bir başka soruyla uğraşalım: bilgiyi dışarda bırakma yolları. Bu benim *odaklama* ve *süzgeçleme* dediğim iki bağıntılı kavramı gerektirir. *Odaklama*, başka her şeyi dışarıda bırakarak odağı kutu içindeki çizimin bir parçası olan bir betimleme yapmayı içerir. *Süzgeçleme* ise bütün diğer yönlerin kasıtlı olarak yoksayılarak kutunun içindekilere bakmanın belirli bir tarzı üstünde yoğunlaşan bir betimleme yapmayı gerektirir. Dolayısıyla bunlar tümlerdir: odaklanma nesnelerle (kabaca adlar) ilgilidir ve süzgeçleme kavramlarla (kabaca sıfatlar) ilgilidir. Odaklanmaya bir örnek olarak BP 55'e bakalım (Şekil 126). Burada kutudaki başka her şeyi dışlayarak, girintiye ve bitişiğindeki küçük daire üstüne odaklanıyoruz. BP 22 (Şekil 127) ise süzgeçlemeye bir örnektir. Burada boyut dışında her kavramı süzgeçle dışarıda bırakıyoruz. BP 58 problemini (Şekil 128) çözmek için odaklanma ve süzgeçlemenin bir bileşimi gereklidir.

Odaklanma ve süzgeçleme fikirlerine ulaşmanın en önemli yollarından biri bir başka türde "odaklanma"yla olur: yani özellikle basit tek bir kutunun incelenmesiyle – diyelim içinde mümkün olduğunca az nesne bulunan bir kutuyu. İki Sınıftaki en sade kutuları karşılaştırmak son derece yararlı olabilir. Ama onlar için betimlemeleriniz olana kadar hangi kutuların sade olduğunu

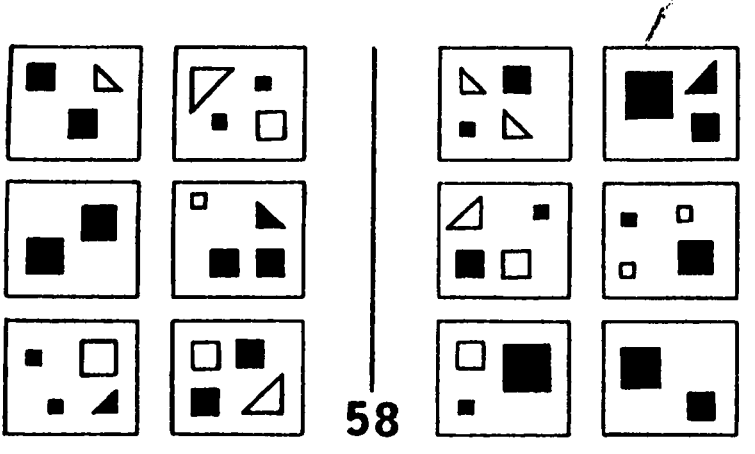
* "Malafor"daki "mal-" öneki "kötü, uygunsuz" anlamına gelir –çn.



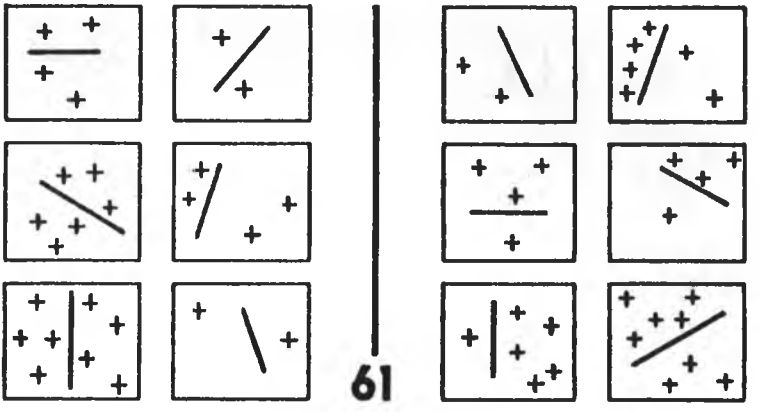
Şekil 126. Bongard problemi 55. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]



Şekil 127. Bongard problemi 22. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]



Şekil 128. Bongard problemi 58. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]



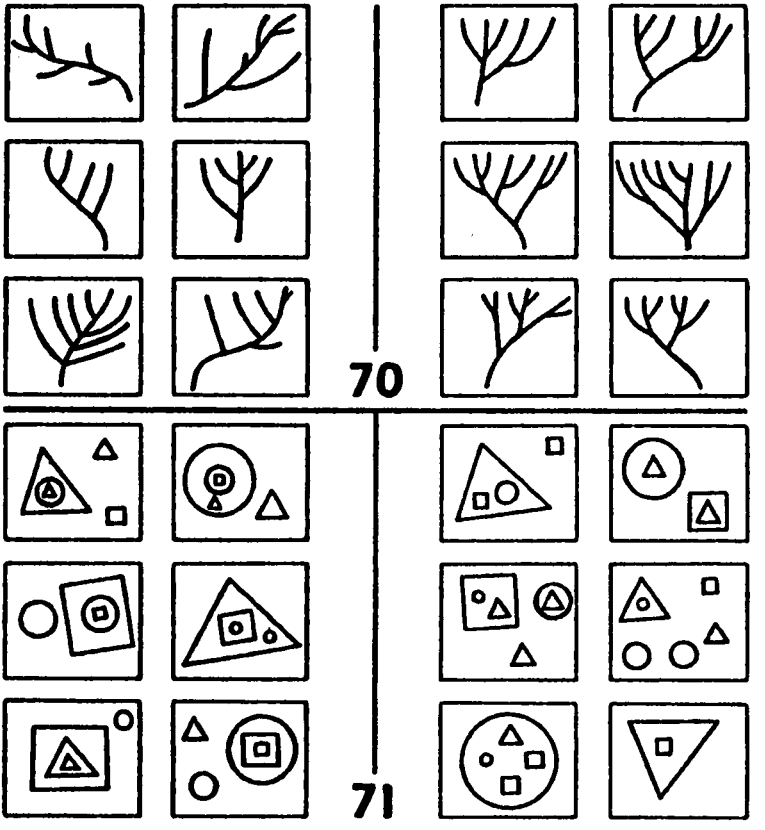
Şekil 129. Bongard problemi 61. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

nasıl söyleyebilirsiniz? Sadeliği bulmanın bir yolu, önişlemci tarafından temin edilen özelliklerin en azına sahip bir kutu aramaktır. Bu en baştan yapılabilir, çünkü önceden-varolan bir kalıp gerektirmez; aslında bu bir kalıpın içinde bulunacak özelliklerin keşfedilmesi için kullanışlı bir yol olabilir. BP 61 (Şekil 129), bu tekniğin çabucak bir çözüme götürdüğü bir örnektir.

Bongard Problemleri Dünyası ve Bilim

Bongard problem dünyası, "bilim" yapılan küçük bir yer olarak düşünülebilir – yani amacın dünyadaki örüntüleri ayırt etmek olduğu bir yer. Örüntüler aranırken, kalıplar yapılır, bozulur ve yeniden yapılır; yuvalar bir genellik düzeyinden bir diğerine kaydırılır; süzgeçleme ve odaklama yapılır; ve böyle devam eder. Bütün karmaşıklık düzeylerinde keşifler olur. "Olağan bilim" ve "kavramsal devrimler" arasındaki ayrımı "paradigma değişimi" denilen belli ender olayların imlediği şeklindeki Kuhncu kuram burada işler gibi gözükmemektedir; çünkü paradigma değişimlerinin bütün dizge boyunca, her zaman olduğunu görebiliriz. Betimlemelerin akışkanlığı paradigma değişimlerinin bütün ölçeklerde meydana gelmesini sağlar.

Elbette bazı keşifler diğerlerinden daha "devrimci"dir, çünkü bunlar daha geniş etkilere sahiptir. Örneğin yeterince soyut bir düzeyde bakıldığında 70 ve 71. problemlerin (Şekil 130) "aynı problem" olduğu keşfedilebilir. Burada anahtar gözlem ikisinin de derinlik-1 karşısında derinlik-2 içiçeliğiyle ilgili olmasıdır. Bu Bongard problemleriyle ilgili yapılabilecek yeni bir keşif düzeyidir. Bir bütün olarak koleksiyonla ilgili olarak daha da üst bir düzey vardır.



Şekil 130. Bongard problemi 70-71. [M. Bongard, *Pattern Recognition.*]

Koleksiyonu hiç görmemiş biri için onun ne olduğunu bulmak iyi bir bulmaca olabilir. Onun kestirilmesi devrimci bir içgörüdür, ama şunu da belirtmek gerekir ki, böylesi bir keşfin yapılabilmesini sağlayan düşünce mekanizmalarının tek bir Bongard probleminin çözümünde iş başında olan mekanizmalardan hiçbir farkı yoktur.

Aynı şekilde gerçek bilim de "olağan" dönemlere karşı "kavramsal devrimler" biçiminde bölünmez; daha çok paradigma değişimleri yaygındır – yalnızca daha büyük ve daha küçük değişimler, farklı düzeylerde paradigma değişiklikleri vardır. INT ve Gçizisinin yinelgeli grafikleri (Şekil 32 ve 34) bu düşünceye geometrik bir model sağlar: yalnızca en üst düzeyde değil, her düzeydeki süreksiz atlamalarla dolu aynı yapıya sahiptirler – ancak düzey düştükçe atlamalar daha küçüktür.

Diğer Düşünce Tipleriyle Bağlantılar

Bütün bu programı bir şekilde bağlam içine yerleştirmek için, içlerinde onun bilişin diğer yönleriyle bağlantılandırıldığı iki yol önereceğim. Yalnızca o bilişin diğer yönlerine bağlı değildir, ama bu yönler de ona bağlıdır. Önce onun bilişin diğer yönlerine nasıl bağlı olduğunu açıklayayım. Ayrımları bulanıklaştırmanın, yeniden betimlemeye çalışmanın, geriye dönmenin, düzeyleri kaydırmanın ve bunun gibi şeyleri yapmanın ne zaman anlamlı olduğunu bilmek için gerekli olan sezgi, genel düşünce deneyimiyle birlikte ortaya çıkan bir şeydir. Dolayısıyla programın bu can alıcı yönlerine ilişkin buluşsalların tanımlanması çok zordur. Bazen birinin dünyadaki gerçek nesnelere ilişkin deneyimi, onun kutuları betimleme veya yeniden betimleme tarzı üstünde incelikli bir etkiye sahip olur. Örneğin birinin canlı ağaçlarla tanışıklığının onun BP 70'i çözmesine ne kadar yararı olduğunu kim söyleyebilir? İnsanlarda, bu bulmacalarla ilgili kavramların alt-ağınm tüm ağdan kolayca ayrılabilmesi çok kuşkuludur. Bunun yerine çok daha olabilir olan gerçek nesneleri –taraklar, katarlar, iplikler, bloklar, harfler, lastik bantlar, vs, vs– görme ve kullanmayla kazanılan deneyimlerin bu bulmacaların çözülmesinde görünmez, ama önemli bir rol oynadığıdır.

Tersine olarak, gerçek-dünya durumlarını anlamanın görsel imgeleme ve uzaysal-sezgiye fazlasıyla bağlı olduğu kesindir, bu nedenle Bongard örüntüleri gibi örüntüleri tasarımlamanın güçlü ve esnek bir yolu düşünce süreçlerinin genel verimliliğine yalnızca katkıda bulunur.

Bana göre, Bongard problemleri büyük bir dikkatle çözülmüşlerdir ve bunlar her birinin tek bir doğru yanıta sahip olması anlamında evrensel bir niteliğe sahiptir. Elbette buna karşı çıkılarak, bizim "doğru" diye kabul ettiğimizin derinliğine ele alındığında bizim insan olmamıza bağlı olduğu ve başka yıldız sistemlerine mensup yaratıkların buna hiçbir şekilde katılmayabilecekleri söylenebilir. Tartışmanın her iki yönüne dair de somut bir delile sahip olmamamıza rağmen ben yine de Bongard problemlerinin yalnızca dünya-bağımlı insanlarla sınırlı olmayan bir yalınlık anlayışına bağlı olduğuna ilişkin kesin bir inanca sahibim. Taraklar, katarlar, lastik bantlar ve bunlar gibi dünyayla-sınırlı nesnelerle tanışıklığın olası önemine dair yorumum, yalınlık kavramımızın evrensel olduğu fikriyle çatışmaz, çünkü burada önemli olan bu tekil nesnelerin herhangi biri değil, ama birlikte alındıklarında onların geniş bir uzayı kapsamasıdır. Ve başka bir uygarlık da bizim gibi kullanacağı geniş bir yapay ve doğal nesneler ve deneyim çeşitliliği repertuarına sahip olabilir. Bu yüzden Bongard problemlerini çözme becerisinin, eğer böyle bir

şey varsa, "saf" zekânın çekirdeğine çok yakın bir yerde durduğuna inanıyorum. Demek ki, örüntülerdeki veya mesajlardaki "özünlü anlamı" keşfetme yeteneğini incelemek isteyen biri için bu problemler iyi bir başlangıç sunmaktadır. Ne yazık ki onun uyarıcı koleksiyonundan ancak küçük bir seçkiyi buraya alabildik. Birçok okurun Bongard'ın kitabında bulunan bütün koleksiyona bakacağını umuyorum (bkz. Kaynakça).

Biz insanların bilinçdışına tamamıyla "yayılmış" görünen görsel örüntü tanıma problemlerinin bazıları oldukça şaşırtıcıdır. Bunlar şunları içerirler:

yüzlerin tanınması (yaş değişimi, ifade değişimi, ışık değişimi, mesafe değişimi, açı değişimi vb durumunda yüzün değişmezliği).

ormanlarda ve dağlarda uzun yürüyüş izlerinin tanınması –bu beni örüntü tanıma edimlerimizin en inceliklilerinden biri olması sıfatıyla hep etkilemiştir– ancak bunu hayvanlar da yapabilir.

binlerce olmasa da yüzlerce farklı puntolu metni okuma

Mesaj-Geçiren Diller, Çerçeveler ve Simgeler

AI programlarının, örüntü tanımanın ve diğer meydan okumalarının karmaşıklıklarıyla başa çıkabilmeleri için önerilen yollardan biri (Alan Kay ve diğerleri tarafından geliştirilen "Smalltalk" diline benzeyen) Carl Hewitt'in "aktör" denilen biçimselliğidir; burada program, incelikli mesajları kendi aralarında ileri geri geçirebilen bir etkileşen *aktörler* derlemi olarak yazılmıştır. Bir bakıma bu, birbirini çağırabilen heterarşik bir yordamlar koleksiyonuna benzer. Ana fark, yordamların genellikle ancak oldukça küçük sayıda bağımsız değişkeni ileri geri geçirdiği yerde, aktörlerce değiş tokuş edilen mesajların keyfi miktarda uzun ve karmaşık olabilmesidir.

Mesajları değiştokuş etme yetenekleriyle aktörler bir dereceye kadar özerk faillerdir – aslında hatta az çok programlar gibi olan mesajlarıyla özerk bilgisayarlar gibidirler. Her bir aktörün verili herhangi bir mesajı kendine özgü bir yorumlama yolu vardır; dolayısıyla bir mesajın anlamı onu yakalayan aktöre bağlıdır. Bu içinde mesajları yorumlayan bir program parçasına sahip olan aktör tarafından ortaya çıkarılır; dolayısıyla ne kadar aktör varsa o kadar yorumlayıcı olabilir. Elbette özdeş yorumlayıcılara sahip birçok aktör olabilir; aslında bu durum tıpkı hücrede hepsi –bu durumda mesajcı RNA– bir mesajı bir ve aynı şekilde yorumlayacak sitoplazma içinde yüzen birçok özdeş ribozoma sahip olmanın son derece önemli olması gibi büyük bir avantaj olurdu.

Çerçeve-kavramıyla aktör-kavramının nasıl birleştirilebileceğini düşünmek ilginç olabilir. Karmaşık mesajları üretme ve yorumlama yeteneği olan çerçeveye *simge* diyelim:

çerçeve + aktör = simge

Şimdi XI ve XII. bölümlerinin şu zorlu *etkin simgelerini* yürütmeye koyma yolları hakkında konuşma noktasına geldik; bundan böyle bu bölümde "simge" bu anlama gelecek. Bu arada bu sentezin nasıl yapıldığını hemen göremediyseniz aptal olduğunuzu düşünmeyin. Kesinlikle AI içinde gidilecek en çekici yollardan biri olmasına karşın çok açık değildir. Dahası bu kavramların en iyi sentezinin bile insan zihninin fiili simgelerinden çok daha az güce sahip olduğunun ortaya çıkması oldukça kesindir. Bu anlamda bu çerçeve-aktör sentezinin "simgeler" diye adlandırması çok erken bir girişimdir, ama bu şeylere iyimser bir bakma tarzıdır.

Mesaj geçirmeyle bağlantılı bazı konulara dönelim artık. Her bir mesaj özel olarak bir hedef simgeye mi yönlendirilmelidir, yoksa tıpkı mRNA'nın ribozomunu aramak üzere sitoplazmanın içine atılması gibi büyük boşluğun içine mi atılmalıdır? Eğer mesajların varış noktaları varsa o zaman her bir simgenin bir adresi olmalıdır ve onun mesajları daima bu adrese gönderilmelidir. Öte yandan mesajlar için, bir mesajın kendisini isteyen bir simge tarafından alınana dek orada beklediği bir merkezi alış yeri olabilir. Bu Genel Dağıtım'ın karşılığıdır. Muhtemelen en iyi çözüm iki mesaj tipinin de varolmasını sağlamaktır; farklı ivedilik sınıflarına ilişkin de imkânlar sağlamak – özel dağıtım, birinci sınıf, ikinci sınıf, vb. Gönderenin adresinin damgalandığı zarflar (gönderenlerin hemen yanıt istediği mesajlar), paket postası (çok ağır bir şekilde gönderilebilen son derece uzun mesajlar) ve diğerleri de dahil olmak üzere bütün posta dizgesi mesaj geçiren diller için zengin bir düşünce kaynağı sağlar. Posta-sistemiyle ilgili fikirleri tükettiğiniz zaman telefon sisteminden ilham alabilirsiniz.

Enzimler ve AI

Mesaj geçirmeyle ilgili –aslında genel olarak bilgi işlemeyle ilgili– diğer bir zengin düşünce kaynağı da elbette hücredir. Hücre içindeki bazı nesneler aktörlerle karşılaştırılabilir – özellikle enzimler. Her bir enzimin aktif bölgesi yalnızca belli türde substratları (mesajları) tanıyan bir süzgeç gibi davranır. O halde bir enzim aslında bir "adres"e sahiptir. Enzim (üçüncül yapısının so-

nucu olarak) bu mesaj üzerinde belli işlemleri yürütmek ve sonra onu tekrar dünyaya salmak üzere "programlanmıştır." İmdi bu şekilde, kimyasal bir yol boyunca bir mesaj enzimden enzime geçirildiğinde, çok şeyin başarılması mümkün olur. Daha önce hücrelerde (engelleme ya da bastırmayla) vuku bulan gelişkin geribeslem düzeneklerini betimlemiştik. Bu tür düzenekler, karmaşık işlemler denetiminin, hücrede varolan mesaj geçirme türünden doğabileceğini gösterir.

Enzimlerle ilgili en çarpıcı şeylerden biri, onların gelen bir substrat tarafından tetiklenmeyi bekleyerek ortalıkta nasıl aylak aylak durduklarıdır. Substrat geldiğinde enzim birden bir Venüs-sinekkapanı gibi harekete geçer. Bu "kıl tetik" türünden program AI'da kullanılmıştır ve *hayalet* adıyla anılır. Burada önemli olan şey, tetiklenmeyi bekleyerek duran birçok farklı tetiklenebilir altyordam "türü"nün bulunduğu fikridir. Hücrelerde, bütün kompleks moleküller ve organeller basitçe adım adım inşa edilirler. Bu yeni yapıların bazıları bizzat enzimlerdir ve bunlar yeni enzimlerin yapımına katılırlar ve bunlar da başka enzim tiplerinin yapımına katılırlar vb. Enzimlerin bu yinelgen çavlanları hücrenin ne yapacağı üstünde önemli etkilere sahip olabilir. Yararlı altprogramların yapımında, aynı tür basit adım-adım inşa sürecinin AI içinde gerçekleştiği görülmek istenebilir. Örneğin yineleme zihinsel donamımıza yeni devreler yakma yoluna sahiptir, böylece sık-yinelenen davranış parçaları bilinç düzeyinin altında kodlanır. Eğer kodun, aynı işlem sıralarını daha üst bir "bilinç" düzeyinde öğrenilmiş bir şey gibi uygulayabilen kodun etken parçalarının benzer bir sentezleme yolu olsaydı bu son derece yararlı olurdu. Enzimlerin peşpeşe dizilmeleri bunun nasıl yapılabileceğine ilişkin bir model oluşturabilir. (Gerald Sussman tarafından yazılmış "HACKER" adlı program, enzim çavlanlarından pek farklı olmayan bir şekilde küçük altyordamları sentezler ve çaparlarını ayıklar.)

Bongard problem-çözücüsündeki aynılık-detektörleri (Samler) enzim-benzeri altprogramlar gibi yürütülebilirdi. Bir enzim gibi, bir Sam de şuradaki buradaki küçük veri yapılarıyla tesadüfen karşılaşarak bir bakıma rastgele dolaşacaktır. İki "aktif bölgesi"ni özdeş veri yapılarıyla doldurduktan sonra Sam, programın diğer parçalarına (aktör) bir mesaj yazacaktır,. Programlar seri olduğu sürece bir Sam'ın birkaç kopyasının bulunması pek bir anlam ifade etmez, ama gerçekten paralel bir bilgisayarda, bir altprogramın kopyalarının sayısının düzenlenmesi, aynı bir hücrede bir enzimin kopyalarının sayısının düzenlenmesinin bu işlevin ne kadar hızlı gerçekleştirildiğini düzenlemesi gibi, bir işlem yapılmadan önce umulan bekleme zamanını düzenlemenin

bir yolu olarak iş görebilir. Ve yeni Samler sentezlenebilseydi, bu örüntü ayrımsamanın zihinlerimizin daha alt düzeylerine sızmasıyla karşılaştırılabilirdi.

Fizyon ve Füzyon

Simgelerin etkileşimleriyle ilgili iki ilginç ve tümler düşünce "fizyon" ve "füzyon"dur. *Fizyon*, yeni bir simgenin ata simgesinden (yani kopyalandığı kalıp olarak iş gören simgeden) derece derece uzaklaşmasıdır. *Füzyon*, kökensel olarak bağıntısız iki (veya daha çok) simgenin "ortak etkinleşme"ye katılmasıyla meydana gelir; bu durumda mesajlar öylesine sıkı biçimde ileri geri geçirirler ki, simgeler birbirlerine bağlanır ve bundan sonra bu birleşime sanki tek bir simgeymişçesine adreslenebilir. Fizyon hemen hemen kaçınılmaz bir süreçtir, çünkü yeni bir simge eski bir simgeden "silinip çıkarıldığında" özerkleşir ve onun dış dünyayla etkileşimleri özel içsel yapısında yansıtılır; böylece kusursuz bir kopya olarak başlayan şey kısa zamanda kusurlu hale gelecek ve "silinip çıkarıldığı" simgeye gittikçe daha az benzeyecektir. Füzyon daha incelikli bir süreçtir. İki kavram ne zaman gerçekten bir olur? Bir füzyonun meydana geldiği kesin bir an var mıdır?

Ortak etkinleşme nosyonu Pandora'nın sorular kutusunu açar. Örneğin "katır tırnağı" dediğimizde "katır" ve "tırnak"ı ne kadar duyarız? Eldivenler ("Handschuhe") hakkında konuşan bir Alman "el-ayakkabıları"nı duyar mı duymaz mı? Ya "don-xi" ("Doğu-Batı") sözcükleri "şey" anlamına gelen Çinliler? Bu aynı zamanda siyasal bir meseledir de, çünkü kimileri "bilimadamı" gibi sözcüklerin eril cinsiyete ilişkin imalarla yüklü olduğunu iddia etmektedir. Parçaların bütün içinde çınlama derecesi olasılıkla kişiden kişiye ve koşullara göre değişir.

Simgelerin "füzyonu" nosyonuyla ilgili gerçek problem, çarpışan simgelerden anlamlı yeni simgeler yaratacak genel algoritmalar tahayyül etmenin çok zor olmasıdır. Bu bir araya gelen iki DNA iplikçiği gibidir. Her birinden parçalar alıp bunları aynı türün bir bireyini kodlayan anlamlı ve geçerli bir DNA iplikçiği halinde nasıl yeniden birleştirebilirsiniz? Ya da yeni çeşit bir tür halinde? DNA'nın parçalarının rastgele bir kombinasyonunun varkalabilecek herhangi bir şey kodlama şansı sonsuz küçüktür – iki kitaptan sözcüklerin rasgele bir kombinasyonunun yeni bir kitap oluşturma şansı kadardır. Rekombinant DNA'nın en alt düzey dışında anlamlı olma şansı çok küçüktür; bunun nedeni tamamıyla DNA'da çok fazla anlam düzeyinin olmasıdır. Ve aynı durum "rekombinant simgeler" için de geçerlidir.

Yengeç Kanonu'nun Epigenezi

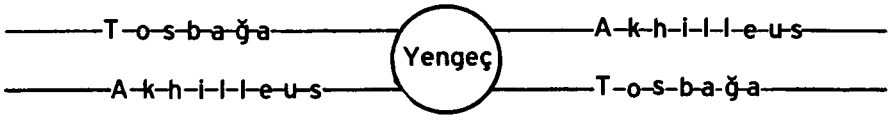
Yengeç Kanonu Diyaloğumun, iki fikrin zihnimde çatışması, yeni bir şekilde bağlanması ve aniden zihnimde yeni bir tür sözel yapının canlanması aşamalarıyla yukarıda değinilen konular için prototip bir örnek olduğunu düşünüyorum. Elbette hâlâ müzikal yengeç kanonlarını ve sözel diyalogları ayrı ayrı düşünebilirim – hâlâ onlar birbirlerinden bağımsız olarak etkinleştirilebilirler; ama yengeç kanonik diyalogların kaynaşmış simgesinin de kendine ait karakteristik etkinleşme kipleri vardır. Füzyon veya "simgesel rekombinasyon" nosyonunu ayrıntılı olarak canlandırmak için, bir vaka incelemesi olarak benim *Yengeç Kanonu*'nun gelişimini kullanmayı istiyorum, çünkü kuşkusuz bu benim için bildik bir süreç ve ayrıca hem ilginç hem de tek bir fikrin ne kadar ileri götürülebileceğini göstermesi açısından tipik bir olay. Bu gelişimi, içinde "krossing over (sarılma)" ya da "genetik rekombinasyon"un gerçekleştiği hücre bölünmesinin adı –evrimdeki çeşitliliğin kaynağı– olan mayoz bölünmenin aşamalarının adlarını kullanarak yeniden kuracağım.

PROFAZ: Oldukça basit bir düşünceyle başladım – bir müzik parçası, diyelim kanon, sözel olarak taklit edilebilir. Bu düşünce, bir metin parçası ve bir müzik parçasının, paylaşılmış bir soyut biçimle bağlantılandırılabileceği gözleminden kaynaklandı. Bir sonraki adım bu belirsiz önsezinin potansiyellerinin bir kısmını kavramaya çalışmaktı; bu noktada, kanonlardaki "sesler"in diyaloglardaki "karakterler" üstüne haritalanabileceği düşüncesine vardım – hâlâ oldukça aşikâr bir düşünce.

Sonra özgül kanon türleri üstüne odaklandım ve *Müzikal Sunu*'da bir yengeç kanonunun bulunduğunu hatırladım. O sırada Diyalogları yazmaya başlamıştım ve yalnızca iki karakter vardı. Akhilleus ve Tosbağa. Bach'ın yengeç kanonunda iki ses olduğundan bu durum kusursuz bir eşlemenin yapılmasını sağlıyordu: Akhilleus bir ses, Tosbağa diğer ses olacak ve biri ileri doğru giderken diğeri geriye doğru gidecekti. Ama burada bir sorunla karşılaştım: tersine dönme hangi düzeyde meydana gelecekti? Harf düzeyinde mi? Sözcük düzeyinde mi? Tümce düzeyinde mi? Biraz düşündükten sonra "dramatik satır" düzeyinin en uygun olduğu sonucuna vardım.

Artık Bach'ın yengeç kanonunun "iskeleti," en azından tasarı halinde, sözel biçime nakledilmişti, tek bir sorun vardı. İki ses ortada karşılaştığında kısa bir aşırı yinelenme dönemi olacaktı: çirkin bir leke! Buna karşı ne yapılabilirdi? Bu noktada tuhaf bir şey oldu, yaratıcı edimlere özgü bir tür düzeygeçiti: "yengeç kanonu"ndaki "yengeç" sözcüğü zihnimde çaktı, kuşkusuz

"tosbağa" kavramıyla paylaşılan soyut nitelikten dolayı – ve anında fark ettim ki, yeni bir karakter, Yengeç, tarafından söylenen bir özel rol satırı ekleyerek bu yinelenme etkisini tam ortada engelleyebilirdim. Yengeç Kanonu'nun "profaz"ında Yengeç'in doğumu böyle oldu: Akhilleus ve Tosbağa'nın krossing over noktasında. (Bkz. Şekil 131.)



Şekil 131. *Yengeç Kanonu* Diyaloğunun şematik diyagramı.

METAFAZ: Bu benim *Yengeç Kanonu*'mun iskeletiydi. Bundan sonra bu iskelete can verme aşaması olan ikinci aşamaya –"metafaz"– geçtim; kuşkusuz bu oldukça zorlu bir işti. Bunu gerçekleştirmek için, iki yönden de okunduğunda anlamlı olacak ardışık satır çiftleri yazma yöntemini kullanarak ve böyle bir yazma biçiminin oluşturulmasında hangi türden çift anlamlı ibarelerin (örn. "Hiç önemli değil") bana yardımcı olacağını deneyerek, birçok girişimde bulundum. Başlangıçta ikisi de ilginç, ama zayıf olan iki versiyon ortaya çıktı. Bir yılı aşkın bir süre kitap üstünde çalışmayı bıraktım ve *Yengeç Kanonu*'na tekrar döndüğümde, birkaç yeni fikre sahiptim. Bunlardan biri, onun içinde bir Bach kanonuna değinmekti. Başta planım, *Müzikal Sunu*'daki "Canon per augmentationem, contrario motu"dan (benim deyişimle *Tembelhayvan Kanonu* söz etmekti. Ama bu biraz aptalca görünmeye başladı, bu yüzden gönülsüzce *Yengeç Kanonu*'m içinde bunun yerine Bach'ın kendi *Yengeç Kanonu*'ndan söz etmeye karar verdim. Aslında o zaman bilmesem de bu can alıcı bir dönüm noktasıydı.

İmdi bir karakter bir Bach parçasına değinecek olsaydı, karşılık düşen yerde diğerinin tam olarak aynı şeyi söylemesi tuhaf olmaz mıydı? Escher düşüncelerimde ve kitabımda Bach'a benzer bir rol oynuyordu, öyleyse rol satırını hafifçe değiştirerek onun Escher'e gönderme yapmasının bir yolu bulunamaz mıydı? Ne de olsa sıkı kanon sanatında şıklık veya güzellik uğruna kusursuz-nota taklidinden zaman zaman vazgeçilebiliyordu. Ve bu fikir aklıma gelir gelmez zihnimde *Gündüz ve Gece* (Şekil 49) uyandı. "Elbette" diye düşündüm, "Bu, özünde iki tamamlayıcı sesin aynı temayı hem sola hem de sağa doğru taşıdığı ve birbiriyle uyumlu hale geldiği resimsel bir yengeç kanonu çeşidi!" Yine iki ayrı ortamda örneklenmiş bir "kavramsal iskeletle" karşı karşıyaydım – bu vakada, müzik ve resimde. Böylece paralel dil içinde

Tosbağa'yı Bach hakkında, Akhilleus'u Escher hakkında konuşturdum; kesinlikle bu sıkı taklitten hafif sapma yengeç kanonlarının ruhunu korudu.

Bu noktada olağanüstü bir şeyin olduğu fark etmeye başladım: hiç de böyle bir niyetim olmadığı halde Diyalog kendine-göndergeli oluyordu! Dahası bu dolaylı bir kendine-göndermeydi; karakterler doğrudan içinde bulundukları Diyalog hakkında konuşmuyorlar, ama daha ziyade (belli bir soyutlama düzleminde) ona eşbiçimli olan yapılar hakkında konuşuyorlardı. Bunu kullandığım terimlerle ifade etmek gerekirse, benim Diyaloğum Gödel'in G'siyle "kavramsal bir iskelet"i paylaşıyordu ve demek ki, bir şekilde, aynı Merkezi Dogmanın olduğu gibi, bu vakada bir "Merkezi Yengeçharitası" yaratmak üzere G'nin üstüne haritalanabilirdi. Bu beni çok heyecanlandırıyordu, çünkü olmadık bir yerde Gödel, Escher ve Bach'm estetik açıdan memnuniyet verici bir birliği ortaya çıkıvermişti.

ANAFAZ: Bir sonraki adım oldukça şaşırtıcıydı. Yıllardır MacGillavry'nin Escher'in mozaik çalışmaları üstüne monografisi elimin altındaydı, ama bir gün gözlerim Levha 23'e (Şekil 42) takıldı kaldı, çünkü onu daha önce görmediğim bir şekilde görüyordum: o hakiki bir yengeç kanonuydu – hem biçim hem de içerik olarak yengeç-benzeri! Escher bu resme bir ad vermemişti ve birçok başka hayvan biçimleri kullanarak buna benzer birçok mozaik çizimi yaptığından, bu biçim ve içerik çakışmasının sadece benim fark ettiğim bir şey olması olasıydı. Ama ister rastlantı olsun ister olmasın, bu adsız levha benim kitabımın ana fikirlerinden birinin minyatür bir versiyonuydu: biçim ve içeriği birleştirmek. Böylece büyük bir zevkle ona *Yengeç Kanonu* adını vererek *Gündüz ve Gece*'nin yerine koydum ve Akhilleus ve Tosbağa'nın söylediklerini de bu değişikliğe uygun olarak değiştirdim.

Ama iş bununla bitmedi. Ne zamandır aklımı moleküler biyolojiyle bozduğumdan, bir gün kitapçıda Watson'ın kitabına göz atarken dizinde "palindrom" sözcüğünü gördüm. Buna bakarken büyülü bir şey keşfettim: DNA'daki yengeç-kanonik yapılar. Bunun hemen sonrasında, Yengeç'in yorumları, genlerinin ileriye ve geriye doğru hareketlerini karıştırma eğilimine sahip olduğu anlamındaki küçük bir saptamayı içerecek şekilde değiştirildi.

TELOFAZ: Son adım aylar sonra atıldı; DNA'nın yengeç-kanonik bölütünden (Şekil 43) söz ederken Adenin, Timin, Sitozini* simgeleyen "A," "T" ve "C"nin Akhilleus, Tosbağa ve Yengeç'in "A," "T" ve "C"yle çakıştığını

* Sitozin, "Cytosin" diye yazılır ve Yengeç daha önce de belirtildiği gibi "Crab"dır – çn.

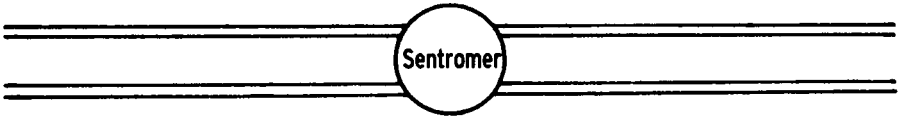
gördüm; dahası aynı DNA'da Adenin ve Timin'in çift oluşturması gibi, Diyalogda da Akhilleus ve Tosbağa çift oluşturuyordu. Bir an düşündüm ve bu düzey geçitlerinin bir diğerinde, DNA'da "C" ile çift oluşturan "G" harfinin "Gen" yerine durabileceğini gördüm. Bir kez daha, Diyaloğa geri dönerek bu yeni keşfi yansıtmasını sağlamak üzere Yengeç'in sözlerine birkaç küçük müdahalede bulundum ve artık DNA'mn yapısı ile Diyaloğun yapısı arasındaki bir haritalama yapabilme durumundaydım. Bu anlamda DNA'nın bir fenotipi kodlayan bir genotip olduğu söylenebilirdi: Diyaloğun yapısı. Bu son dokunuş, kendine göndermeyi gözle görülür biçimde artırdı ve Diyaloğa hiç beklemediğim bir anlam yoğunluğu kattı.

Kavramsal İskeletler ve Kavramsal Haritalama

Bu *Yengeç Kanonu*'nun epigenezini az çok özetliyor. Sürecin bütünü, değişik soyutlama düzeylerinde, düşünülerin birbirleri üstüne haritalanmalarının bir ardışımı olarak görülebilir. Benim *kavramsal haritalama* dediğim işte budur ve iki farklı düşünüyü bağlantılandıran soyut yapılarsa *kavramsal iskeletlerdir*. Dolayısıyla bir kavramsal iskelet, bir yengeç kanonun soyut nosyonunkidir:

aynı şeyi yapan, ancak zıt yönlerde hareket eden
iki parçaya sahip bir yapı.

Bu zihin tarafından neredeyse bir Bongard örüntüsü gibi yönlendirilebilen somut bir geometrik imgedir. Aslında bugün *Yengeç Kanonu*'nu düşündüğümde onu, bir "düğüm"le (Yengeç'in sözleri) birleştikleri ortada kesişen iki iplik olarak görselleştiriyorum. Bu öylesine canlı bir resimsel imge ki, bu anında zihnimde, Şekil 132'de gösterilen, doğrudan mayozdan çıkarılan bir imge olan ortalarındaki bir sentromer tarafından bağlanan iki homolog kromozomun resmi üstüne haritalanıyor.



Şekil 132. Sentromer.

Aslında *Yengeç Kanonu*'nun evrimini mayoz bölünmenin terimleri uyarınca betimlemeyi seçmemi esinleyen de işte bu imgedir – elbette onun kendisi de kavramsal haritalamanın bir başka örneğidir.

Yenidenbirleştirilen Düşünüler

İki simgenin füzyonunun değişik teknikleri vardır. Bunlardan biri iki düşünüyü yan yana dizmeyi (sanki düşünüler çizgiselmiş gibi!), sonra da her birinden isabetli parçalar seçerek onları yeni bir simge içinde yeniden birleştirmeyi içerir. Bu güçlü bir şekilde genetik rekombinasyonu hatırlatır. Peki, kromozomlar neyi değiştokuş ederler ve bunu nasıl yaparlar? Onlar genleri değiştokuş ederler. Bir simge de bir genle karşılaştırılabilecek olan nedir? Eğer simgeler çerçeve-benzeri yuvalara sahipse, o zaman belki de yuvalardır. Ama hangi yuvalar değiş tokuş edilir ve niçin? Bu noktada yengeç kanonik füzyonu bazı fikirler verebilir. "Müzikal yengeç kanonu"nu nosyonunun "diyalog"unkinin üstüne haritalanması, birkaç yardımcı haritalamayı gerektirdi; aslında o, onları doğurdu. Yani bu iki nosyonun kaynaştırılmasına karar verildiği anda, bu, onlara analog parçaların ortaya çıktığı bir düzeyden bakma ve sonra ilerlemeyi sürdürerek yinelgeli olarak devam eden bir süreç içinde istenilen düzeye kadar *parçaları birbirinin üstüne haritalama* meselesine dönüştü. Örneğin burada "ses" ve "karakter," "yengeç kanonu" ve "diyalog"a soyut olarak bakıldığında birbirlerine karşılık gelen yuvalar olarak ortaya çıktılar. Peki, bu soyut bakış nereden çıktı? Bu haritalama probleminin can alıcı noktasıdır – soyut bakış açıları nereden çıkar? Özgül nosyonların soyut bakış açılarını nasıl oluşturursunuz?

Soyutlamalar, İskeletler, Analojiler

Bir boyut boyunca bir kavramdan soyutlanan bir görüş benim *kavramsal iskelet* dediğim şeydir. Aslında bu adı açıkça kullanmasak da kavramsal iskeletlerle hep uğraştık. Örneğin Bongard problemleriyle ilgili birçok düşünce bu terminoloji kullanılarak yeniden ifade edilebilirdi. İki veya daha çok düşüncenin kavramsal bir iskelet paylaştığını keşfetmek her zaman ilgi çekicidir ve muhtemelen büyük bir öneme haizdir. Bir örnek *Kontrafactus*'un başında sözü edilen tuhaf kavramlar kümesidir: bi-sikloplar, bir iki kişilik tek tekerli oyuncak, bir tik-tik, ping ping oyunu, tek yanlı bir beraberlik, iki taraflı bir Möbius şeridi, "Bach ikizleri," iki sol el için bir piyano konçertosu, iki kanallı tek sesli gramafon, bir çift yarı-çeyrek bek oyuncusu. Bütün bu düşünüler "eşbiçimli"dir, çünkü şu kavramsal iskeleti paylaşırlar:

çoğul bir şey tekil yapılmakta ve yanlış biçimde yeniden-çoğullaştırılmakta.

Bu kitapta bu kavramsal iskeleti paylaşan diğer iki düşünce (1) "FE" ile baş-

layan ve biten bir sözcük isteyen Akhilleus'un bulmacasına Tosbağa'nın çözümü (Tosbağa'nın çözümü, iki geçişi bir geçişe indiren "FE"dir) ve (2) Pons Asinorum Teoreminin Pappus-Gelernter ispatı; burada bir üçgenin iki üçgen olarak yeniden-algılanması söz konusudur. Bu arada bu tuhaf karışımlara "yarı-ikililer" denilebilir.

Kavramsal bir iskelet (parametreler veya değişkenlerden ayırt edilmiş) bir sabit özellikler – bir olgukarşıtı veya dilek kipinden koşullu yeniden oynatma veya haritalama işleminde kaydırılmaması gereken özellikler kümesine benzer. Kendine ait değiştirilecek parametreleri veya değişkenleri bulunmadan, birkaç farklı düşününün değişmez çekirdeği olabilir. "iki kişilik bir tekerli" gibi her bir örneği değişkenlik katmanlarına sahiptir ve böylece çeşitli şekillerde "kaydırılabilir."

"Kavramsal iskelet" adı mutlak ve katı bir şey tınısı verse de aslında onun içinde gerçekleştirilebilecek birçok oyun vardır. Birçok farklı soyutlama düzeyinde kavramsal iskeletler olabilir. Örneğin daha önce işaret edilen 70 ve 71. Bongard problemleri arasında "eşbiçimlilik," tek başına iki problemin çözülmesi için gerekenden daha üst düzey bir kavramsal iskelet gerektirir.

Çoklu Temsiller

Kavramsal iskeletler yalnızca farklı soyutlama düzeylerinde varolmamalı, ama aynı zamanda farklı kavramsal boyutlar boyunca da varolmalıdır. Örnek olarak aşağıdaki tümceyi ele alalım:

"Başkan Yardımcısı hükümet otomobilindeki yedek lastiktir."

Bununla kastedilenin ne olduğunu nasıl anlarız (elbette hayati bir yönü olan kara mizahını bir yana bırakarak)? Eğer size hiçbir ön motivasyon olmadan "Hükümetimizi bir otomobil olarak görün" denseydi, bazı karşılıklar düşünürdünüz: direksiyon = başkan vb. Peki, kuvvetler ayrılığı nedir? Emniyet kemerleri nedir? Haritalanan iki şey çok farklı olduğundan, haritalamanın işlevsel yönler içermesi hemen hemen kaçınılmazdır. Bu yüzden otomobil parçalarını temsil eden kavramsal iskeletler deponuzdan yalnızca, diyelim şekilden çok işlevle ilgili olanları çekersiniz. Ayrıca "işlev"in çok dar bir bağlam içinde alınmadığı oldukça üst bir soyutlama düzeyinde çalışmak anlamlıdır. O halde bir yedek lastik işlevinin iki tanımı: (1) "patlamış bir lastiği yenisiyle değiştirme" ve (2) bir arabanın çalışmayan belli bir parçasını yenisiyle değiştirme" arasından, bu vakada, kesinlikle ikincisi yeğlenecektir. Bu bir araba

ve hükümetin, üst bir soyutlama düzeyinde haritalanmalarını zorunlu kılacak denli farklı olmaları olgusundan kaynaklanır.

İmdi bu tikel tümce incelendiğinde, haritalama, bir bakıma zorlayıcıdır – ama bu hiç de uygunsuz bir yol değildir. Aslında Başkan Yardımcısı için, başka birçoğu arasında, "hükümetin çalışmayan belli bir parçasının yenisiyle değiştirilmesi" diyen bir kavramsal iskeletiniz var zaten. Bundan dolayı zorlayıcı haritalama rahatça işler. Ama sırf terslik olsun diye "yedek lastik" için bir başka kavramsal iskelet çektiğinizi varsayın – diyelim ki onun fiziksel özelliklerini betimleyen bir kavramsal iskelet. Başka şeyler yanı sıra yedek bir lastiğin "yuvarlak ve şişirilmiş" olduğunu söyleyebilir. Bunun gidilecek doğru yol olmadığı açıktır. (Yoksa doğru yol bu mudur? Bir arkadaşımın işaret ettiği gibi bazı Başkan Yardımcıları yusyuvarlaktır ve çoğu da şişinip durur!)

Erişim İskeleleri

Her kendine özgü düşünce stilinin ana karakteristiklerinden birisi yeni deneyimlerin belleğe doldurulma ve orada sınıflandırılma tarzıdır, çünkü bu onların daha sonra aracılıklarıyla çekilebileceği "tutamakları" tanımlar. Ve olaylar, nesneler, fikirler ve benzerleri için –hakkında düşünülebilen her şey için– geniş bir "tutamaklar" çeşitliliği vardır. Arabamın radyosunu açmak için uzandığım ve şaşkınlık içinde, onun zaten açık olduğunu gördüğüm her seferinde bu beni çok etkilemiştir! Burada olan radyo için iki bağımsız temsilin kullanılıyor olmasıdır. Birisi "müzik üreticisi," ötekisi "sıkıntı geçirici"dir. Müziğin açık olduğunun farkındayım, ama yine de sıkılıyorum ve bu iki farkına varma etkileşme şansı bulmadan önce uzanma refleksim tetiklenmiş oluyor. Aynı uzanma-refleksi bir gün radyoyu tamirciye bırakmamdan hemen sonra arabamla giderken müzik dinlemek istediğimde de başıma geldi. Tuhaf. Aynı nesneye ilişkin, şunlar gibi, birçok başka temsiller varolur

parlak gümüş-düğmeli geveze
aşırı ısınma-problemleri kutusu
tamir-etmek-için-çok-uğraştığım-şey
vızlayıcı
kayar-kadranlı nesne
çokboyutlu tasarımlama örneği

Bunların hepsi erişim iskeleleri olarak hareket edebilir. Hepsi benim araba

radyoma ilişkin simgeme bağlanmasına karşın, bunlardan biri aracılığıyla bu simgeye erişilmesi bütün diğerlerinin açılacağı anlamına gelmez. Dolayısıyla radyoya uzanıp açtığımda bunun radyoyu tamir etmek için ne kadar uğraştığımı hatırlatması pek olası değildir. Ve tersine olarak, radyoyu tamir ederken dönmeyen vidalarla birlikte onda *Füg Sanatı*'nı dinlediğim zamanları büyük bir olasılıkla hatırlamayacağım. Bir simgenin bu yönleri arasında "bölmeler" vardır, düşüncelerimin serbest çağrışımlar şeklinde özensizce dökülüvermesini engelleyen bölmeler. Zihinsel bölmelerim önemlidir, çünkü düşüncelerimin akışını denetim altında tutar ve yönlendirirler.

Bu bölmelerin oldukça katı olduğu bir yer, farklı dillerdeki aynı şeye ilişkin sözcüklerin sızdırmaz yapılmasıdır. Bu bölmeler güçlü olmasaydı iki dilli bir kişi çok rahatsız edici bir şekilde iki dil arasında sürekli ileri geri kayabilirdi. Kuşkusuz aynı anda iki yeni dil öğrenen yetişkinler bu dillerin sözcüklerini sık sık birbirine karıştırırlar. Bu diller arasındaki bölmeler zayıftır ve kırılabilir. Çevirmenlerin durumu oldukça ilginçtir, çünkü bildikleri dilleri bölmeleri ihlal edilemezmiş gibi konuşurlar, ama istediklerinde bir dilden diğerine erişmelerine imkân verecek şekilde bölmeleri yoksayabilirler, bu sayede de çeviri yapabilirler. Üç dilli olarak yetişen Steiner, *After Babel*'de birkaç sayfada Fransızca, İngilizce ve Almancanın zihin katmanlarında nasıl birbirine karıştığını ve farklı dillerinin kavramlara girişte nasıl farklı erişim iskeleleri sağladığını anlatır.

Zorlayıcı Eşleme

İki düşününün bir soyutlama düzeyinde kavramsal iskeletleri paylaştığı görüldüğünde, farklı şeyler oluşabilir. Genellikle ilk aşamada, her iki düşününün üstüne zum yaparsınız ve üst-düzey eşlemeyi bir kılavuz olarak kullanarak karşılık gelen altdüşünüleri belirlemeye çalışırsınız. Bazen eşleme derin bir eşbiçimliliği açığa vurarak, birkaç düzey aşağıya doğru yinelgen olarak genişletilebilir. Bazen de bir analoji veya benzerliği açığa vurarak daha önce durabilir. Ve sonra bazen üst-düzey benzerlik öylesine zorlayıcı olur ki, eşlemenin görünür hiçbir alt-düzey sürekliliği olmasa bile ileriye doğru devam eder ve bir eşleme yaparsınız: bu *zorlayıcı* eşlemedir.

Zorlayıcı eşlemeler gazetelerin politik karikatürlerinde her gün ortaya çıkar: politik bir şahsiyet bir uçak, bir gemi, bir balık, Mona Lisa olarak resmedilir; hükümet bir insan, bir kuş, bir yağ tankeridir; bir antlaşma bir evrak çantası, bir kılıç, kurtlarla dolu bir kutudur; vb, vb. Dikkat çekici olan

ima edilen haritalamayı ne kadar kolayca ve tam amaçlanan derinlikte gerçekleştirebilmemizdir. Haritalamayı ne fazla derin ne de fazla sığ olarak ele alırız.

Bir şeyi diğer bir şeyin kalıbına girmeye zorlamanın bir diğer örneği, benim *Yengeç Kanonu*'mun gelişimini mayoz bölünmenin terimleri uyarınca betimlemeyi seçtiğimde ortaya çıktı. Bu aşamalar halinde meydana geldi. Önce *Yengeç Kanonu* ve bir sentromer tarafından birleştirilen kromozomlar imgesi tarafından paylaşılan ortak kavramsal iskeleti fark ettim; bu bana zorlayıcı eşleme esinini sağladı. Sonra "büyüme," "aşamalar" ve "rekombinasyon"la ilgili üst-düzey bir benzerlik gördüm. Sonra analojiyi mümkün olduğunca sağlamlaştırmaya çalıştım. Deneysellik –Bongard problem çözücüsünde olduğu gibi– büyük bir rol oynadı: ilginç olduğunu düşündüğüm bir eşleme bulmadan önce ileri geri gidip durdum.

Kavramsal haritalamaya ilişkin bir üçüncü örnek Merkezi Dogmaharitası tarafından sağlanır. Matematik mantıkçılarının ve moleküler biyologların keşifleri arasındaki üst-düzey bir benzerliği başlangıçta fark etmiştim, sonrasında kuvvetli bir analoji bulana kadar onu altdüzeylerde izledim. Onu daha da güçlendirmek için Genetik Kodu taklit eden bir Gödel-sayılaştırması seçtim. Bu Merkezi Dogmaharitasındaki zorlayıcı eşlemenin tek öğesiydi.

Zorlayıcı eşlemeler, analojiler ve metaforlar kolay kolay birbirlerinden ayrılamazlar. Spor spikerleri sık sık tasnif edilmeleri zor olan canlı imgeler kullanırlar. Örneğin "Rams [futbol takımı] boşa teker döndürüyor" gibi bir metaforda zihninizde nasıl bir imge canlandırdığını söylemek zordur. Tekerleri bir bütün olarak takımla mı bağlantılandırırsımz? Yoksa her bir oyuncuyla mı? Muhtemelen hiçbiriyle. Daha muhtemel olan çamurda veya karda boşa dönen tekerlek imgesinin önünüzde kısa bir an için belirmesi ve sonra gizemli bir şekilde, yalnızca ilgili parçaların alınarak takımın performansına aktarılmasıdır. Bunu yaptığınız göz açıp kapamncaya kadar geçen zaman içinde futbol takımı ve araba birbirlerinin üstüne ne kadar derin olarak haritalanır?

Özet

Anlatılanları biraz toparlamayı deneyeyim. Simgelerin yaratılması, yönlendirilmesi ve karşılaştırılmasıyla bağlantılı birkaç ilgili düşünce sundum. Bunların çoğu bir biçimde kaydırmayla, kavramların, farklı içiçe bağlam düzeylerinden (çerçeveler) kaynaklanan bazısı sıkı bazısı gevşek olan ögelerden meydana geldiği düşüncesiyle ilgilidir. Gevşek olanlar, oldukça kolay bir şe-

kilde yerinden çıkarılabilir ve yer değiştirebilirler ve böylece koşullara bağlı olarak, "olgukarşıtı bir yeniden oynatma," bir zorlayıcı eşleme ya da bir analoji oluşturabilirler. İki simgenin füzyonu, iki simgenin de parçalarının yerinden çıkarıldığı ve diğer parçalarının yerinde bırakıldığı bir süreç sonucunda ortaya çıkabilir.

Yaratıcılık ve Rastgelelik

Yaratıcılığın mekanikleştirilmesi hakkında konuşmakta olduğumuz açıktır. Ama bu terimlerde bir çelişki değil mi? Neredeyse, ama gerçekte değil. Yaratıcılık mekanik olmayanın özüdür. Bununla birlikte her yaratıcı edim mekaniktir – hıçkırıklar durumunda olduğu kadar kendi açıklamasına sahiptir. Yaratıcılığın mekanik substratı görüşten saklanmış olabilir, ama vardır. Tersine olarak, esnek programlarda bugün bile mekanik-olmayan bir şey vardır. Bu yaratıcılığı oluşturmayabilir, ama programlar yaratıcıları için saydam olmaktan çıktıklarında yaratıcılığa yaklaşma başlamıştır.

Rastgeleliğin yaratıcı edimlerin elzem bir ögesi olduğu yaygın bir kanıdır. Bu doğru olabilir, ama bunun yaratıcılığın mekanikleştirilebilebilirliği –ya da programlanabilirliği!– konusuna bir etkisi yoktur. Dünya dev bir rastgelelik yığınıdır; bunun bir kısmını kafanızın içine aynaladığınızda, kafanızın içi bu rastgeleliğin çok azını soğurur. Simgelerin tetiklenme örüntüleri, basitçe sizin çılgın, rastgele bir dünyayla etkileşimlerinizden kaynaklandıklarından dolayı sizi en rastgele görünen yollara götürebilirler. Bu durum bilgisayar programları için de böyle olabilir. Rastgelelik, ister zorla, bozunan çekirdeklerle, ister rastgele sayı tablolarıyla ya da elinizde ne varsa onla olsun, "yapay olarak döllenilmesi" gereken bir şey değil düşüncenin özünlü bir özelliğidir. Onun böylesi gelişigüzel kaynaklara bağlı olduğunu ima etmek insan yaratıcılığına bir hakarettir.

Bizim rastgelelik olarak gördüğümüz şey sıklıkla simetrik bir şeye "yamuk" bir süzgeçten bakmanın bir sonucudur. Buna açık bir örnek Salviati'nin $\pi/4$ sayısına iki bakış tarzını betimlediği yerde verilmişti. $\pi/4$'ün ondalık açılımı sözcüğün sözlük anlamıyla raslantısal değilse de, birçok amaç için gerektiği kadar raslantısaldır: "sözde rastgele"dir. Matematik sözde rasgeleliklerle doludur – bütün zamanlar için bütün olanaklı yaratıcıların ihtiyacını karşılayacak kadar çok.

Aynı bilimin bütün zamanlarda bütün düzeylerde "kavramsal devrimler"le kaplanmış olması gibi bireylerin düşünmesi de yaratıcı edimlerle dolu-

dur. Bunlar yalnızca en üst düzlemde değildirler; her yerdedirler. Çoğu küçüktür ve daha önce bir milyon kez yapılmışlardır – ama en yüksek yaratıcı ve yeni edimlerin yakın kuzenleridir. Günümüz bilgisayar programları henüz birçok küçük yaratımlar üretiyor gözükmemektedir. Yaptıklarının çoğu oldukça "mekanik"dir hâlâ. Bu yalnızca onların bizim düşünme tarzımızı benzetimlemeye yakın olmadıkları olgusuna kanıt teşkil eder – ama gittikçe yaklaşıyorlar.

Yüksek yaratıcı fikirleri sıradan olanlardan farklı kılan birleşik bir güzellik, yalınlık ve armonidir. Aslında analojileri akorlara benzettiğim gözde bir "meta-analoji"m var. Ana düşünce basit: yüzeysel olarak benzer düşünüler genellikle derinlemesine olarak bağıntılı değildir; derinlemesine bağıntılı düşünüler ise genellikle yüzeysel olarak ayrıdır. Akorlarla analoji doğal olarak kurulabilir: fiziksel olarak yakın notalar armonik olarak uzaktır (örn. E-F-G); armonik olarak yakın notalar fiziksel olarak uzaktır (örn. G-E-B*). Kavramsal bir iskeleti paylaşan düşünüler, armoninin bir çeşit kavramsal benzeşimi içinde titreşirler; bu armonili "düşünü-akorları," hayali bir "kavramlar klavyesi" üstünde ölçülürlerse, bunların birbirlerinden geniş ölçüde ayrılmış olduğu görülür. Elbette olabildiğince geniş olana uzanmak ve eski yolu pat diye bırakmak yetmez – bir yedinci veya bir dokuzuncuya isabet edebilirsiniz! Belki de sözü edilen analoji bir dokuzuncu akora benzer – geniş, ama uyumsuz.

Bütün Düzeylerde Örüntülerin Seçilmesi

Bu bölümde odak olarak Bongard problemleri seçildi, çünkü onları incelediğimizde, biz insanların genlerimizden kalıt olarak aldığımız ele geçirilmesi zor örüntüler duygusunun, iç içe bağlamlar, kavramsal iskeletler ve kavramsal eşleme, kaydırılabilirlik, betimlemeler ve meta-betimlemeler ve onların etkileşimleri, simgelerin fizyonu ve füzyonu (farklı soyutlama boyutlarında ve farklı soyutlama düzeyleri boyunca) çoklu temsiller, olağan varsayılı beklentiler ve başkaları da dahil olmak üzere bütün bilgi temsil düzeneklerini kuşattığını fark edersiniz.

Günümüzde bir program bir alandaki örüntüleri seçebiliyorsa onun, bizim için eşit derecede aşikâr olan diğer bir alandaki örüntüleri kaçıracağı güvenli bir iddiadır. I. Bölümde, anımsayacaksınız, makinelerin yinelemelere karşı il-

* E-F-G (= Mi, Fa, Sol), G-E-B (= Sol, Mi, Si) –çn.

gisiz olduğunu, oysa insanların ilgisiz kalamayacağını söylerken değindiğim konu buydu. Örneğin SHRDLU'yu ele alalım. Eğer Eta Oin, "Büyük, kırmızı bir bloğu kaldır ve yere koy" tümcesini *tekrar tekrar* yazsaydı, SHRDLU bu tümceye hiç erinmeden *tekrar tekrar* aynı şekilde tepki verirdi, tıpkı eğer bir insan *tekrar tekrar* "2+2" yazmaya erinmese bir hesap makinesinin *tekrar tekrar* "4" yazacağı gibi. İnsanlar böyle değildir; eğer bir örüntü *tekrar tekrar* meydana gelirse, onu tanıyacaklardır. SHRDLU yeni kavramlar oluşturma veya örüntüleri tanıma potansiyeliyle yapılmamıştı: tekrar ve tekrar gözden geçirme duygusuna sahip değildi.

Dilin Esnekliği

SHRDLU'nun dil-kullanma yeteneği –belli sınırlar içinde– çok esnektir. SHRDLU, büyük sentaktik karmaşıklığa sahip tümceleri ya da semantik olarak çok anlamlı olan tümceleri, veri tabanı incelenerek çözümlenebildiği sürece halledebilir – ama "çapraşık" dili çözemez. Örneğin, "Bir çan kulesi yapmak için kaç blok birbirinin üstüne gelir?" "Biz bunu anında anlarız, ama sözcüğü sözcüğüne yorumlandığında anlamlı olmaz. İçinde deyimsel bir söz öbeği kullanılmıştır. "Birbirinin üstüne gelmek" kesinlikten uzak bir söz öbeğidir, ama yine de arzulanan imgenin bir insana oldukça başarılı olarak iletilmesini sağlar. Çok az insan, birbirlerinin üstünde olan iki blok – ya da oraya buraya "gelen" bloklar gibi paradoksal kurgular canlandırma yanılgısına düşer.

Dille ilgili şaşırtıcı olan şey onu ne kadar kesinlikten uzak kullanırsak kullanalım yine de onunla en iyi şekilde anlaşabilmeyi becerebilmemizdir. SHRDLU sözcükleri "metalik" bir şekilde kullanırken insanlar onları "süngerimsi" veya "lastiğimsi" veya hatta "macunumsu" kullanırlar. Eğer sözcükler somun ve civata olsaydı insanlar herhangi bir civatayı herhangi bir somuna uydurabilirdi: her şeyin yumuşaklaştığı gerçeküstücü bir resimde olduğu gibi birini yassıltarak diğerinin içine sıkıştırırlardı. Dil, insanın ellerinde, bileşenleri iri taneli olmasına karşın neredeyse bir akışkana dönüşür.

Son zamanlarda, doğal dili anlama konusundaki AI araştırmaları yalıtılmış haldeki tek tümceleri anlama uğraşından uzaklaşmış ve daha çok basit çocuk öykülerini anlama gibi alanlara yönelmiştir. İşte, gerçek yaşam durumlarının açık-uçluluğunu örnekleyen çok bilinen çocuk tekerlemelerinden biri:

Adamın biri uçağa bindi
Ne yazık ki uçaktan düştü

Neyse ki paraşütü vardı
Ne yazık ki paraşüt açılmadı
Neyse ki aşağıda bir saman yığını vardı
Ne yazık ki samanın üstüne bir tırmık saplanmıştı
Neyse ki tırmıktan kurtuldu
Ne yazık ki samanı ıskaladı

Bu tekerleme belirsizce uzatılabilir. Bu saçma öykünün çerçeve-temelli bir dizge içinde temsili, adam, uçak, çıkış, paraşüt, düşme, vb, vb. kavramlarının ortaklaşa etkinleşen çerçevelerini gerektirir ve son derece karmaşık olurdu.

Zekâ ve Duygular

Ya da şu kısa, ama dokunaklı öyküyü ele alalım:

> Margie o güzelim yeni balonunun ipini sımsıkı tutuyordu. Aniden o sert bir rüzgâra yakalandı. Rüzgâr onu bir ağaca doğru sürükledi. Balon bir dala takıldı ve patladı. Margie hıçkıra hıçkıra ağladı.[4]

Bu öyküyü anlamak için satır aralarındaki birçok şeyin okunması gerekir. Örneğin: Margie küçük bir kızdır. Sözü edilen şey çocukların tutmaları için ucunda bir ip bulunan bir uçan balondur. Belki bir yetişkin için güzel olmayabilir, ama bir çocuğun gözünde öyledir. Rüzgâra yakalanan "o" balondu. Rüzgâr balonla birlikte Margie'yi sürüklemedi; Margie balonu bıraktı. Balonlar sivri bir şeye değdiklerinde patlarlar. Patladıklarında sonsuza dek yok olurlar. Küçük çocuklar balonları çok severler ve patladıklarında çok büyük bir üzüntü yaşarlar. Margie balonunun patladığını gördü. Çocuklar üzülünce ağlarlar. "Hıçkıra hıçkıra ağlamak" uzun ve şiddetli ağlamaktır. Margie, balonunun patlamasından duyduğu üzüntüden dolayı hıçkıra hıçkıra ağladı.

Bu yüzey düzeyinde eksik kalanların herhalde ancak küçük bir bölümüdür. Bir program ne olup bittiğini keşfetmek için bütün bu bilgiye sahip olmalıdır. Ayrıca söyleneni, entelektüel anlamda, "anlasa" bile, kendi de hıçkıra hıçkıra ağlayana dek asla *gerçekten* anlamayacağı itirazında bulunabilirsiniz. Peki, bir bilgisayar bunu ne zaman yapacak? Bu, Joseph Weizenbaum'un *Computer Power and Human Reason* kitabında üstünde durduğu insancıl bakış açısıdır ve bana göre önemli bir konudur; gerçekten çok, ama

[4] David E. Rumelhart, "Notes on a Schema for Stories," D. Bobrow ve A. Collins (ed.), *Representation and Understanding*, s. 211.

çok derin bir konu. Ne yazık ki zamanımızda birçok AI çalışanı çeşitli nedenlerle bu noktayı ciddiye alma konusunda isteksiz davranıyor. Ancak bazı yönlerden AI araştırmacıları da haklı: ağlayan bilgisayarlar üstüne düşünmek için vakit erken; biz öncelikle, bilgisayarların dil ve diğer şeylerin hakkından gelmesini sağlayacak kurallar üstüne düşünmeliyiz; zaman içinde, daha derin konularla karşı karşıya kalacağız.

AI'nın Alacağı Çok Yol Var

Bazen tam bir kurala-dayalı davranış yokluğu söz konusuymuş ve dolayısıyla insanlar kurala-dayalı varlıklar *değilmiş* gibi görünür. Ama bu bir yanılsamadır – bu biraz kristal ve metallerin altlarında yatan katı kurallara bağlı olduğu, ama akışkanların veya çiçeklerin böylesi kurallardan ortaya çıkmadığını düşünmeye benzer. Gelecek bölümde bu soruya döneceğiz.

> Beyinde içsel olarak işleyen mantık süreci simgesel resimlerle yapılan bir işlemler dizisi benzeridir, Çin alfabesinin veya olayların Mayalarca betimlenmesinin bir çeşit soyut analogudur –öğelerinin yalnızca sözcükler değil, ama daha çok kendine ait kurallarıyla bir çeşit meta– veya süper mantık oluşturacak şekilde, aralarındaki bağlarla birlikte tümceler veya bütün öyküler gibi olmaları dışında.[5]

Çoğu uzman için alanlarına girmede başlangıçta neyin kendilerini çektiğini canlı bir şekilde ifade etmek –belki hatta hatırlamak– zordur. Tersine olarak, dışarıdan birisi bir alanın özel romansını anlayabilir ve bunu kesin bir şekilde anlatabilir. Sanırım Ulam'dan yaptığım bu alıntının beni çekmesinin nedeni de bu, çünkü o AI girişiminin tuhaflığını şiirsel olarak iletiyor ve yine de ona inanç gösteriyor. Ve bu noktada bu inancı sürdürmeliyiz. Çünkü gidilecek daha çok yol var!

On Soru ve On Spekülasyon

Bu bölümü sonuçlandırırken AI hakkında on "Soru ve Spekülasyon" sunmak isterim. Bunları "Yanıt" diye adlandırma cüretkârlığında bulunmuyorum – bunlar benim kişisel kanaatlerim, daha fazla şey öğrendiğimde ve AI daha fazla geliştikçe bunlar değişebilir. (Aşağıda "AI programı" terimiyle bugünün programlarından çok ilerde olan bir program kastediliyor; bu "Aktüel Olarak Zeki" program anlamına gelir. Ayrıca "program" ve "bilgisayar" söz-

[5] Stanislaw Ulam, *Adventures of a Mathematician*, s. 183.

cükleri muhtemelen mekanistik yananlamlar taşımaktadır; bunları aklımızda tutarak devam edelim.)

Soru: Bir bilgisayar programı güzel müzik yazacak mı?

Spekülasyon: Evet, ama yakın zamanda değil. Müzik duyguların dilidir ve programlar bizimkiler kadar karmaşık duygulara sahip olana dek, bir programın güzel bir şey yazmasının yolu yoktur. "Sahtelikler" olabilir -ilk müziğin sığ taklitleri- ama ilk bakışta sanıldığının aksine müzikal anlatım için sentaktik kurallar içinde yakalanabilenden çok daha fazlası gerekir. Daha uzun bir süre bilgisayarla müzik-besteleme programları yeni güzellik türleri ortaya çıkaramayacaktır. Bu düşünceyi biraz daha açayım. Yakın bir gelecekte, steril devrelerinden Chopin veya Bach daha uzun yaşamış olsalardı yazabilecek oldukları parçaları üretecek şekilde önceden programlanmış, seri halde üretilen, yirmi-dolara postayla sipariş verilebilen, masaüstü "müzik kutusu"na kumanda edebileceğimizi düşünmek -bunun önerildiğini duydum- insan tininin derinliğine ilişkin grotesk ve utanç verici bir yanlışkestirimdir. Onların üretmiş olduğu gibi müzik üretebilecek bir "program"ın kendi başına dünyayı dolaşabilmesi, yaşamın labirentleri içinde kendi yolunu bulmak için savaşabilmesi, yaşamın her anını hissedebilmesi gerekirdi. Serin bir gece rüzgârının neşesini ve yalnızlığım, şefkatli bir ele duyulan özlemi, uzak bir kentin erişilemezliğini, bir insanın ölümünden sonra hissedilen kalp kırıklığını ve iyileşmeyi anlaması gerekirdi. Tevekkülü ve dünyadan yorulmayı, kederi ve umutsuzluğu, azimi ve zaferi, sofuluğu ve esrimeyi bilmesi gerekirdi. Kendi içinde umut ve korku, ıstırap ve neşe, sakinlik ve gerginlik gibi zıtlıkları bir arada bulundurabilmesi gerekirdi. İncelik, mizah, ritim ve beklenmeyeni sezme duygusunun onun ayrılmaz bir parçası olması gerekirdi – ve tabii ki yeni yaratımın büyüsünün kusursuz bir şekilde farkında olma duygusu. Müzikteki anlamın kaynakları bunlarda, sadece bunlarda bulunur.

Soru: Duygular bir makineye belirtik olarak programlanabilecek mi?

Spekülasyon: Hayır. Bu saçmadır. Duyguların doğrudan bir simulasyonu örneğin PARRY- zihinlerimizin organizasyonundan dolaylı olarak ortaya çıkan insan duygularının karmaşıklığına yaklaşamaz. Programlar veya makineler de duyguları aynı yolla edinecekler: yapılarının, örgütleşim yollarının yanürünleri olarak – doğrudan programla-

mayla değil. Dolayısıyla örneğin hiç kimse bir "hata-yapma" altyordamı yazmadığı gibi bir "aşık olma" altyordamı yazmayacaktır. "Aşık-olma" karmaşık bir dizgenin karmaşık bir süreciyle bağlantılandırdığımız bir betimlemedir; ama dizge içinde sadece ondan sorumlu olan hiçbir tek modül yoktur!

Soru: Düşünen bir bilgisayar hızlı toplama yapabilecek mi?

Spekülasyon: Muhtemelen hayır. Bizler şaşırtıcı hesaplamalar yapan donanımdan meydana gelmekteyiz, ama bu "biz"im bulunduğumuz simge düzeyimizin aynı şaşırtıcı hesaplamaların nasıl yapıldığını bildiği anlamına gelmez. Bunu şu şekilde ortaya koyayım: bakkal hesabımızı toplamak için sayıları nöronlarınıza yükleyebilmenizin yolu yoktur. Şansınıza, simge düzeyiniz (yani *siz*) düşünmenizi gerçekleştiren nöronlara erişemez – aksi takdirde toptan-ahmak olurdunuz. Descartes'ın sözlerini bir kez daha başka bir şekilde ifade edersek:

"Düşünüyorum; öyleyse topladığım düzeye
erişimim yoktur."

Neden zeki bir program için de aynı şey söz konusu olmasın? Düşünmesini gerçekleştiren devrelere erişimine izin verilmemelidir – aksi takdirde toptan-ahmak CPU olacaktır. Daha ciddi bir ifadeyle söylersek, Turing testini geçebilen bir makine de sizin ya da benim kadar yavaş toplama yapabilir ve bunu bizimle aynı nedenlerden dolayı böyle yapar. 2 sayısını yalnızca "10 iki bitiyle değil, ama bizim yaptığımız şekilde, varsa eşseslilerinin (İngilizcede "to" ve "too"),* "çift" ve "dü" sözcüklerinin, dominodaki noktalar, "2" sayıtınm şekli, almaşıklık, çiftlik, teklik ve bunlar gibi bir yığın zihinsel imgenin çağrışımlaryla dolu tam olgunlaşmış bir *kavram* olarak temsil edecektir. Bütün bu "ekstra bagaj"ı taşımak durumunda olan zeki bir program toplama konusunda oldukça tembel olacaktır. Elbette ona, deyim yerindeyse, bir "cep hesap makinesi" verebilirdik (veya içine böyle bir şey yerleştirebilirdik). O zaman çok hızlı yanıt verebilirdi, ama bu durumda da performansı bir cep hesap makinesi olan bir insanınki kadar olacaktır. Makinenin iki ayrı kısmı olacaktır: güvenilir, ama akılsız kısım ve zeki, ama yanılabilir kısım. Bileşik dizgeye, insan ve makinenin bir bileşiminin güvenilirliğinden daha fazla güvenemezsi-

* İngilizce "two" ile "to" ve "too" eşseslidir –çn.

niz. O halde eğer doğru yanıtların peşindeyseniz tek başına cep hesap makinesine bel bağlamanız daha uygundur – işin içine zekâyı katmayın!

Soru: Herkesi yenebilen satranç programları olacak mı?

Spekülasyon: Hayır. Satrançta herkesi yenebilen programlar olabilir, ama onlar yalnızca satranç oyuncuları olmayacaktır. *Genel* zekâ programları olacaklardır ve aynı insanlar gibi değişken mizaçlı olacaklardır. "Satranç oynamak ister misin?" "Hayır, satrançtan sıkıldım. Biraz şiirden söz edelim." Herkesi yenebilen bir programla bu türden diyaloglar yapmanız mümkündür. Bunun nedeni, gerçek zekânın kaçınılmaz olarak bütünsel bir gözden geçirme kapasitesine – yani programlanmış – deyiş uygunsa, "dizgenin dışına atlama" yeteneğine bağlı olmasıdır, en azından kabaca bizim bu yeteneğe sahip olduğumuz ölçüde. Bu mevcut olduğu anda programı zaptedemezsiniz ve biçimlendirdiğiniz şeyin gerçekleriyle yüzleşmek zorunda kalırsınız.

Soru: Bellekte, programın davranışını yöneten parametrelerin saklandığı, öyle ki eğer onları değiştirirseniz programı daha zeki veya daha aptal veya daha yaratıcı veya beyzbolla daha ilgili hale getirebileceğiniz özel yerler olacak mı? Kısacası görece alt düzeyde onu kurcalayarak programı "ayarlayabilecek" misiniz?

Spekülasyon: Hayır. O, bellekteki tikel ögelerin değişimlerine karşı oldukça ilgisiz kalacaktır, tıpkı bizim her gün binlerce nöronumuzun ölmesine (!) karşın hemen hemen aynı kalmamız gibi. Ama eğer bu konuda aşırıya giderseniz ona zarar verirsiniz, tıpkı insanlar üstünde sorumsuz bir şekilde sinir ameliyatı yapıldığında olduğu gibi. Bellekte örneğin programın "IQ"sünün bulunduğu "sihirli" bir yer yoktur. Bu yine daha alt düzey davranışın bir sonucu olarak ortaya çıkan bir özellik olacaktır ve belirtik olarak hiçbir yerde bulunmayacaktır. Aynı durum "kısa süreli bellekte tutabildiği işlem maddesi sayısı," "fizikten hoşlanma miktarı" ve bunun gibi şeyler için de geçerlidir.

Soru: Bir AI programını benim ya da senin gibi –ya da ikimizin arasında bir şey gibi– hareket edebilecek şekilde "ayarlayabilir" miyiz?

Spekülasyon: Hayır. Zeki bir program, insanların olduğundan daha fazla bukelamuna benzemeyecektir. Belleğinde bulunanların değişmezliğine güvenecek ve kişilikler arasında gidip gelmeyecektir. "Yeni bir kişiliğe ayarlamak" için içsel parametreleri değiştirme düşüncesi, kişiliğin

karmaşıklığının gülünç bir şekilde hafife alınmasından başka bir şey değildir.

Soru: Bir AI programının bir "yürek"i olacak mı, yoksa (Marvin Minski'nin sözleriyle söylersek) "apaçık işlemlerin duygusuz sıraları ve döngüleri"nden[6] mi ibaret olacak?

Spekülasyon: Eğer tabana kadar bütün yolu, tıpkı sığ bir havuzu görebildiğimiz gibi, görebilseydik, kesinlikle sadece "apaçık işlemlerin duygusuz sıraları ve döngüleri"ni görürdük – ve kesinlikle bir "yürek" görmezdik. AI konusunda iki tür aşırı görüş vardır: biri insan zihninin, temel ve gizemli nedenlerden dolayı programlanabilir olmadığını söyler. Öteki ise yalnızca uygun "buluşsal aygıtları" –çoklu optimizörler, örüntü-tanıma hileleri, cebirsel planlama, yinelgeli yönetsel yordamlar ve benzerleri[7]– bir araya getirmeniz gerektiğini, böylece zekâyı elde edebileceğimizi söyler. Ben kendimi bu ikisinin arasında bir yere koyuyorum; bir AI programı "havuz"unun tabana kadar bütün bir yolu göremeyeceğimiz kadar derin ve çamurlu olabileceğine inanıyorum. Tepeden bakarsak, döngüler görünmez olacaktır, tıpkı günümüzde akım-taşıyan elektronların çoğu programcı için görünmez olması gibi. Turing testini geçen bir program yarattığımız zaman orada olduğunu bilmesek bile bir "yürek" göreceğiz.

Soru: AI programları "süperzeki" olacaklar mı?

Spekülasyon: Bilmiyorum. Bir "süper zekâ"yı anlayabileceğimiz veya onunla ilişkiye geçebileceğimiz açık değildir. Örneğin bizim kendi zekâmız düşünce hızımızla yakından bağlantılıdır. Eğer reflekslerimiz on kat daha hızlı veya yavaş olmuş olsaydı dünyayı betimlemek için tamamıyla farklı bir kavramlar kümesi geliştirebilirdik. Kökten farklı bir dünya görüşüne sahip bir yaratığın bizimle çok fazla temas noktası olmayabilir. Ben sık sık örneğin Bachla ilişkileri Bach'ın halk ezgileriyle ilişkisi neyse öyle olan müzik parçaları olabilir miydi diye merak etmişimdir: deyim yerindeyse "Bach'ın karesi" olan. Acaba ben onları anlayabilir miydim? Belki de çevremde böyle bir müzik zaten var ve ben, aynı köpeklerin dili anlamaması gibi onu tanımıyorum. Süperzekâ fikri çok tuhaftır. Her halükârda, onun AI araştırma-

---

[6] Marvin Minsky, "Steps Toward Artificial Intelligence," E. Feigenbaum ve J. Feldman (ed.), *Computers and Thought*, s. 447.

[7] Marvin Minsky, "Steps Toward Artificial Intelligence," s. 446.

sının amacı olduğunu düşünmüyorum, bununla birlikte eğer insan zekâsının düzeyine erişirsek bir sonraki hedef kuşkusuz – sadece bizim için değil, ama AI ve süperzekâ hakkında eşit derecede meraklı olacak olan bizim AI-programı meslektaşlarımız için de süperzekâ olacaktır. AI programlarının genel olarak AI konusunda –anlaşılır olarak– son derece meraklı olacağı oldukça olası görünüyor.

Soru: O zaman siz AI programlarının insanlarla hemen hemen özdeş olacakları söylüyor gibisiniz. Hiç fark olmayacak mı?

Spekülasyon: Olasılıkla AI programları ile insanlar arasındaki farklar çoğu insan arasındaki farklardan daha büyük olacak. Bir AI programının içinde ikamet ettiği "beden"in onu derinden etkilemeyeceğini tahayyül etmek hemen hemen olanaksızdır. Dolayısıyla eğer bir insan bedeninin şaşırtıcı ölçüde sadık bir tıpkı-örneğine sahip değilse –ve neden olsun ki?– olasılıkla neyin önemli olduğu, neyin ilginç olduğu ve benzeri konularda son derece farklı perspektiflere sahip olabilecektir. Wittgenstein bir defasında şöylesi hoş bir yorumda bulunmuştur: "Eğer bir aslan konuşabilseydi, biz onu anlamazdık." Bu bana Rousseau'nun mehtaplı çölde uyuyan çingene ve tatlı aslanını düşündürür. Ama Wittgenstein bunu nasıl bilebilir? Benim tahminim, herhangi bir AI programının, eğer bizce idrak edilebilirse, oldukça yabancı görüneceğidir. Bu sebeble, gerçekten bir AI programıyla mı yoksa sadece "esrarengiz" bir programla mı uğraştığımıza karar vermek bizim için çok zor olacaktır.

Soru: Zeki bir program yaptığımız zaman zekâ ve bilinç ve özgür istenç ve "Ben"in ne olduklarını anlayacak mıyız?

Spekülasyon: Bir ölçüde – bütün her şey "anlama"yla ne kastettiğinize bağlıdır. Başlangıçta bu şeyler hakkında her birimizin iç sezi düzeyinde, sağlam bir idraki olabilir. Bu müzik dinlemek gibidir. Onu parçalarına ayırabildiğinizden dolayı mı Bach'ı gerçekten anlarsınız? Yoksa vücudunuzun her sinirinde coşku hissettiğiniz zaman mı anlamışsınızdır? Işık hızının her eylemsizlik referansı çerçevesinde nasıl sabit olduğunu anlar mıyız? Matematik yapabiliriz, ama dünyada hiç kimse gerçek bir görececi sezgiye sahip değildir. Ve muhtemelen hiç - kimse sezgisel bir yolla zekânın ve bilincin gizemlerini hiçbir zaman anlamayacak. Her birimiz *kişileri* anlayabiliriz ve muhtemelen ulaşılabilecek en yakın nokta da budur.

Tembelhayvan Kanonu

Bu kez Akhilleus ve Tosbağa ziyaret ettikleri yeni arkadaşları Tembelhayvanın evindeler.

Akhilleus: Sana Bay T ile yaptığım tuhaf yarışı anlatayım mı?

Tembelhayvan: Lütfen, anlat.

Akhilleus: Bu taraflarda oldukça ünlendi. Hatta sanırım Zenon tarafından yazıldı.

Tembelhayvan: Çok heyecan verici gibi görünüyor.

Akhilleus: Öyleydi. Bay T benden önde başladı. Oldukça önden çıkış yaptı, buna rağmen ben ona–

Tembelhayvan: Yetiştin, değil mi?

Akhilleus: Evet – ayağına tez biri olarak sabit bir oranla aramızdaki mesafeyi azalttım ve çok geçmeden onu yakaladım.

Tembelhayvan: Aradaki mesafe gittikçe kısaldı, dolayısıyla yetişebildin.

Akhilleus: Aynen öyle. Ah, bak – Bay T kemanını getirmiş. Çalmayı deneyebilir miyim Bay T?

Tosbağa: Lütfen, çalma. Sesi çok pes çıkıyor gibi görünüyor.

Akhilleus: Ah, pekâlâ. Ama nedense tam da müzik havamdayım.

Tembelhayvan: Piyano çalabilirsin Akhilleus.

Akhilleus: Sağ ol. Birazdan deneyeceğim. Bu arada Bay T'yle daha ileri bir tarihte yaptığımız diğer bir tür "yarış"ı da anlatmak isterdim. Maalesef bu yarışta ona–

Tosbağa: Yetişemedin değil mi? Aradaki mesafe gittikçe uzadı, dolayısıyla da yetişemedin.

Akhilleus: Doğru. Sanırım. O yarış da Lewis Carroll tarafından yazıldı. Evet Bay Tembelhayvan, şimdi piyanonu deneme teklifini düşünebilirim. Ama piyanoda çok kötüyüm. Cesaret edebileceğimden emin değilim.

Tembelhayvan: Denemelisin.

(Akhilleus oturur ve basit bir ezgi çalmaya başlar.)

Akhilleus: Ah – kulağa çok tuhaf geliyor. Oysa hiç de böyle tınlamamalıydı! Bir şeyler yolunda gitmiyor.

Tosbağa: Piyano çalamazsın sen Akhilleus. Denememelisin.



Şekil 133. *"Tembelhayvan Kanonu," Müzikal Sunu*'dan, J. S. Bach. [Parça Donald Byrd'ın "SMUT" programıyla basılmıştır.]

Akhilleus: Aynadaki bir piyano gibi. Yüksek notalar solda, alçak notalar sağda. Her ezgi ters çevrilmiş halde çıkıyor, sanki ters yüz edilmiş gibi. Böylesine çarpık bir şeyi kim düşünebilir ki?

Tosbağa: Bu tembelhayvanların karakteristik özelliklerindendir. Onlar–

Akhilleus: Tamam, tamam biliyorum. Ağaç dallarından baş aşağı sarkarlar. Bu tembelhayvan-piyanosu bazı kanonlarda ve füglerde bulunan çevrilmiş ezgilerin çalınmasına uygun olabilir. Ama bir ağaçtan sarkarken piyano çalmayı öğrenmek çok zor olmalı. Bunun için büyük bir enerjinin seferber edilmesi gerekir.

Tembelhayvan: Bu tembel hayvanların karakteristik özelliklerinden değil.

Akhilleus: Hayır ben tembel hayvanların yaşamı çok kolay götürdüklerini düşünüyorum. Her şeyi normalin yaklaşık yarı hızında yapıyorlar. Üstelik baş aşağı. Ne tuhaf bir yaşama tarzı! Hem baş aşağı hem de yavaşlayan şeylerden söz etmişken, *Müzikal Sunu*'da bir "Canon per augmentationem, contrario motu" vardır. Bendeki baskıda, üç portrenin önünde "S," "A," "T" harfleri bulunuyor. Nedendir bilmem. Her neyse, Bach onu büyük bir ustalıkla kotarmış. Senin görüşün nedir Bay T?

Tosbağa: Kendi kendini aşmış. "SAT" harflerine gelince, bunların neyin yerine durduklarını tahmin edebilirsin.

Akhilleus: "Soprano," "Alto" ve "Tenor" sanırım. Üç partili parçalar sıklıkla bu ses kombinasyonuyla yazılır. Sen de aynı kanıda mısın Bay Tembelhayvan?

Tembelhayvan: Bunların yerine durdukları şey–

Akhilleus: Ah, bir saniye, Tembelhayvan. Bay Tosbağa – niye paltonu giyiyorsun? Gitmiyorsun, değil mi? Tam da atıştıracak bir şeyler ayarlayacaktık. Çok yorgun görünüyorsun. Ne oldu?

Tosbağa: Gazım bitti. Hoşça kalın! *(Perişan halde çıkar.)*

Akhilleus: Zavallı – çok bitkin görünüyor. Bütün sabah koştu. Benim yapacağı bir başka yarışa hazırlanıyor.

Tembelhayvan: Kendi kendini paralamış.

Akhilleus: Evet, ama boşuna. Belki bir Tembelhayvanı yenebilir – ama beni? Asla! Neyse – sen şu "SAT" harflerinin neyin yerine durduğunu söylemek üzere değil miydin?

Tembelhayvan: Bu "SAT" harflerinin neyin yerine durduklarını asla tahmin edemezsin.

Akhilleus: Şey, eğer bunlar benim düşündüğüm şey yerine durmuyorsa, aca-

ba neyin yerine dururlar? Bak şimdi iyice meraklandım. Belki de bu konuda biraz daha düşünmeliyim. Söylesene, patates kızartmalarını nasıl yapıyorsun?

Tembelhayvan: Yağda.

Akhilleus: Ah, evet – anımsadım. Bu patatesi üç beş santim uzunluğunda keseceğim.

Tembelhayvan: O kadar kısa mı?

Akhilleus: Tamam, pekâlâ, on santim uzunluğunda, olsun. Ah, dostum, patates kızartması nefis olacak! Bay T'nin burada olmaması ne kötü.

XX. BÖLÜM

GARİP DÖNGÜLER YA DA DOLANIK HİYERARŞİLER*

Makineler Özgünlüğe Sahip Olabilirler mi?

Sondan bir önceki bölümde Arthur Samuel'in çok başarılı –tasarımcısını yenebilen– dama programını betimledim. Bunun ışığında, Samuel'in bizzat kendisinin bilgisayarlar ve özgünlük konusunda nasıl bir duygu içinde olduğunu öğrenmek ilginç olabilir. Aşağıdaki parça, Norbert Wiener'in bir makalesine karşı 1960 yılında Samuel tarafından yazılan bir yazıdan alınmıştır:

> Benim kanım odur ki, makineler, Wiener'in, "makineler tasarımcılarının sınırlamalarını aşabilirler ve aşarlar ve bunu yaparak, hem etkili hem de tehlikeli olabilirler" tezinde sezindirilen anlamda özgünlüğe sahip olamazlar ...
>
> Makine cin değildir, sihirle çalışamaz, bir istence sahip değildir ve Wiener'in aksine, içine koyulmamış bir şeyi dışarı çıkaramaz, elbette seyrek rastlanan kusurlu-çalışma vakaları dışında...
>
> Makinelerin açığa vurur gibi göründüğü "niyetler," insan programcının, önceden tasrih edilmiş haldeki niyetleridir ya da programcı tarafından açıkça belirtilmiş kurallar izlenerek, bunlardan türetilen tali niyetlerdir. Aynı Wiener'in yaptığı gibi, programın yalnızca tali niyetleri değil, ama onların türetiminde kullanılan kuralları da modife edeceği, kuralları modife etme yollarını modife edeceği ve böylece devam edeceği ya da hatta bir makinenin artırılmış kapasiteli bir başka makine tasarlayacağı ve inşa edeceği üst soyutlama düzeylerinin bulunabileceği kestiriminde bulunabiliriz. Bununla birlikte ve bu önemlidir, makineler bütün bunları, kendilerine bunların nasıl yapılacağı talimatları verilmedikçe, *yapmayacaklardır* ve *yapamazlar* [İtalikler kendisine ait].(*i*) İnsanın dileklerini yerine getirme işleminde ulaşılacak herhangi bir nihai genişleme ve tekamül ve (*ii*) makine içinde kendine ait bir istencin gelişimi arasında daima büyük bir boşluk kalır ve mantıksal olarak kalması gerekir. Aksine inanmak ya sihire inanmak ya da insanın istencinin varlığının bir yanılsama ve insanın eylemlerinin makineninkiler kadar mekanik olduğuna inanmaktır. Belki de hem Wiener'in makalesi hem de benim karşı-görüşüm mekanik olarak belirlenmiştir, ama ben buna inanmayı reddediyorum.[1]

---

* Strange Loops, Or Tangled Hiearchies: ilk harfler "SLOTH," yani Tembelhayvan'ı verir –çn.

[1] A. L. Samuel, "Some Moral and Technical Consequences of Automation – A Refutation," *Science* 132 (16 Eylül 1960), s. 741-2.

Bu bana Lewis Carroll'un Diyalogunu hatırlatıyor (*İki Sesli Envansiyon*); nedenini açıklamaya çalışacağım. Samuel makine bilinci (veya istenci) karşıtı uslamlamasını, *istencin herhangi bir mekanik örneklenmesi sonsuz bir gerileme gerektirir* nosyonuna dayandırır. Benzer biçimde, Carroll'ın Tosbağası, ne kadar basit olursa olsun, usavurmanın hiçbir adımının, söz konusu adımı haklılandırmak üzere daha üst düzey bir kurala başvurmadan atılamayacağını uslamlar. Ama bu da bir usavurma adımı olduğuna göre, yine üst düzey bir kurala müracaat edilmesi gerekir ve bu böyle devam eder. Sonuç: *Usavurma sonsuz gerileme gerektirir.*

Elbette Tosbağa'nın uslamlamasında yanlış bir şeyler vardır ve benzer bir yanlışlığın Samuel'in uslamlamasında da olduğuna inanıyorum. Yanılgıların benzerliğini göstermek için geçici olarak Şeytanın avukatlığını yaparak "Şeytana yardım" edeceğim. (Çünkü pek iyi bilindiği üzere, Tanrı çalışanlara yardım eder, muhtemelen Şeytan da ancak ve ancak çalışmayanlara yardım eder. Şeytan kendine yardım eder mi?) Carroll Diyalogundan benim çıkardığım şeytani sonuçlar şunlardır:

> "Usavurma olanaksızdır" sonucu insanlara uygulanamaz, çünkü herkes için açık seçik ortada olduğu gibi, ne kadar üst düzey olursa olsun, usavurmanın birçok adımını gerçekleştirebiliriz. Bu biz insanların *kurallara gerek duymadan* çalıştığımızı gösterir: bizler "enformel dizgeler"iz. Öte yandan usavurmanın herhangi bir mekanik örneklenmesinin olanaklılığına karşı bir uslamlama olarak ele alındığında bu geçerli bir uslamlamadır, çünkü bir mekanik usavurma-dizgesi belirtik olarak kurallara bağlı olmak zorundadır ve bu yüzden eğer ona kurallarının ne zaman uygulanacağını söyleyen metakurallar, metakurallarımn ne zaman uygulanacağını söyleyen metametakurallar ve böylece devam eden bir süreç olmazsa hareketine başlayamaz. Buradan usavurma yeteneğinin asla mekanikleştirilemeyeceği sonucuna varabiliriz. Bu eşsiz bir insan yeteneğidir.

Şeytanın avukatının bu bakış açısında yanlış olan nedir? Bu açıkça *bir makine ona nasıl yapılacağını söyleyen bir kural olmadan hiçbir şey yapamaz* varsayımıdır. Aslında makineler, Tosbağanın budalaca itirazlarını insanlar kadar kolayca ve dahası aynı nedenlerle savuşturabilir: hem makineler hem de insanlar, fiziğin yasalarına göre, tamamıyla kendi başlarına işleyen donanımdan yapılmışlardır. "Kuralları uygulamanıza izin veren kurallara" bel bağlamanıza gerek yoktur, çünkü en *alt*-düzey kurallar –önünde "meta" olmayan kurallar– donanımın içine gömülüdür ve izinsiz olarak çalışırlar. Çıka-

rılacak Sonuç: Carroll Diyaloğu, insanlar ve makineler arasındaki farklarla ilgili hiçbir şey söylemez. (Ve aslında usavurma mekanikleştirilebilir.)

Carroll Diyaloğuyla ilgili olarak bu kadarı yeter. Samuel'in uslamlamasına bakalım. Samuel'in ana fikri, karikatürleştirerek ifade etmeme izin verirseniz, şudur:

> Hiçbir bilgisayar hiçbir zaman bir şey yapmayı "istemez" çünkü başka biri tarafından programlanmıştır. Ancak kendini sıfırdan programlayabilseydi –saçmalık– kendine ait arzu duygusuna sahip olabilirdi.

Uslamlamasında Samuel "usavurma"nın yerine "isteme"yi koyarak Tosbağa'nın konumunu yeniden kurar. Herhangi bir arzu mekanizasyonunun ardında ya bir sonsuz gerileme ya da daha kötüsü, kapalı bir döngünün olması gerektiğini ima eder. Eğer bu bilgisayarların kendilerine ait istençlerinin olmamasının nedeniyse, insanların durumu nedir? Aynı ölçüt şunu da ima edebilir.

> Bir kişi kendini tasarlamadıysa ve kendi isteklerini seçmediyse (kendi isteklerini seçmeyi seçme vb'de dahil) kendine ait bir istenci olduğu söylenemez.

Bu bir istence sahip olma duygunuzun nereden geldiğini düşünmenize neden olur. Bir ruhcu değilseniz muhtemelen onun beyninizden geldiğini söyleyeceksiniz – tasarlamadığınız veya seçmediğiniz bir donanım parçası. Ve yine de bu, sizin belli şeyleri istediğiniz ve belli şeyleri istemediğiniz yönündeki duygunuzu azaltmaz. "Kendi kendini programlayan bir nesne" değilsiniz (bu her neyse), ama yine de arzu duygusuna sahipsiniz ve bu zihinselliğinizin fiziksel dayanağından kaynaklanır. Benzer biçimde, bir sihirli programın (bir "kendi kendini programlayan program") hiç yoktan bellekte kendiliğinden görünmemesi olgusuna rağmen, makineler de bir gün istence sahip olacaklardır – birçok yazılım ve donanım düzeylerindeki yapılanma ve örgütlenim nedeniyle. Çıkarılacak Sonuç: Samuel'in uslamlaması insanlar ve makineler arasındaki farklarla ilgili hiçbir şey söylemez. (Ve aslında istenç mekanikleştirilebilir.)

Her Dolaşık Hiyerarşinin Altında Dokunulamaz Bir Düzey Bulunur

İki-Sesli Envansiyon'dan hemen sonra bu kitabın merkezi meselesinin şu olduğunu yazmıştım: "Sözcükler ve düşünceler biçimsel kuralları izlerler mi?"

Kitabın ana hamlelerinden biri zihin/beyinin çok-düzeyliliğine işaret etmek olmuştur ve ben bu sorunun nihai yanıtının neden "Evet – kuralları bulmak üzere enalt düzeye –donanım– kadar inmemiz şartıyla" – olduğunu göstermeye çalıştım.

İmdi, Samuel'in tümceleri, peşine düşmek istediğim bir kavramı gündeme getirdi. Bu şudur: Biz insanlar düşündüğümüz zaman kesinlikle kendi zihinsel kurallarımızı değiştiririz ve kuralları değiştiren kuralları değiştiririz ve böylece devam eder – ama bunlar deyiş yerindeyse "yazılım kuralları"dır. Bununla birlikte *dipteki* kurallar değişmez. Nöronlar her zaman aynı basit şekilde çalışır. Düşünce stilinizi veya konusunu değiştirebilmeniz mümkünse de nöronlarınızı nöral-olmayan bir şekilde çalıştırmayı düşünemezsiniz. *Prelüd, Karınca Fügü*'ndeki Akhilleus gibi, düşüncelerinize erişebilirsiniz, ama nöronlarınıza erişemezsiniz. Yazılım kuralları muhtelif düzeylerde değişebilir: donanım kuralları değişemez – aslında yazılımın esnekliği, bunların katılığı sayesindedir! Bu bir paradoks değildir, zekânın mekanizmalarıyla ilgili temel basit bir olgudur.

Bu son bölümde, bir tema üstüne çeşitlemeler takımı halinde geliştirerek, peşine düşmek istediğim kendi kendini değiştirebilen yazılım ve dokunulamaz donanım arasındaki işte bu ayrımdır. Bu çeşitlemelerin bazıları oldukça ilgisiz ve inanılmaz görünebilir, ama ben beyinlere, zihinlere ve bilinç hissine dönerek döngüyü kapadığımda bütün bu çeşitlemeler içinde değişmez bir çekirdek bulacağınızı umuyorum.

Bu bölümdeki ana amacım bilincin nöronlar cangılından nasıl ortaya çıktığını görselleştirmemi sağlayan imgelerden bir kısmını aktarmaktır: bu sezgilerin değerli oldukları ve belki başkalarının zihinlerin işlemesine ilişkin kendi imgelerini daha açık bir şekilde formülleştirmelerine biraz yardımı olur umuduyla, tanıma gelmez sezgiler kümesini aktarmak. Benim kendi zihnimin bulanık imgeleri ve zihin imgelerinden diğer zihinlerdeki imgelerin ve zihin imgelerinin daha keskince oluşturulmasını katalize etmesinden daha fazlasını bekleyemem.

Kendini-Değiştiren Oyun

Birinci çeşitleme, sıra size geldiğinde kuralları değiştirebileceğiniz oyunlarla ilgilidir. Satrancı düşünün. Bu oyunda, her bir hamleyle birlikte tahta konumu değişirken kurallar aynı kalır. Ama biz sıra size geldiğinde ya bir hamle yapabildiğiniz ya da kuralları değiştirebildiğiniz bir çeşitlemesini icat ede-

lim. Ama nasıl? Özgürce mi? Onu damaya döndürebilir misiniz? Böylesi bir anarşinin bir anlamı olmayacağı açıktır. Bazı kısıtların olması gerekir. Örneğin bir versiyonu atm hareketini yeniden tanımlamanıza izin verebilir. 1-ve-sonra-2 olmak yerine, *m* ve *n* keyfi doğal sayılar olmak üzere *m*-ve-sonra-*n* olabilir; ve sıra geldiğinde ya *m*'yi ya da *n*'yi artı veya eksi 1 büyüklüğünde değiştirebilirsiniz. Böylece o 1-2'den 1-3'e, 0-3'e, 0-4'e, 0-5'e, 1-5'e, 2-5'e ... gidebilirdi. Sonra filin hareketini ve diğer taşların hareketlerini yeniden tanımlayan kurallar olabilir. Yeni kareler eklenmesi ya da eski karelerin silinmesiyle ilgili kurallar olabilir ...

İmdi elimizde iki kural katmanı var: taşların nasıl hareket edeceğini söyleyenler ve kuralların nasıl değişeceğini söyleyenler. Demek ki, kurallarımız ve metakurallarımız var. Bir sonraki adım açıktır: kendileriyle metakuralları değiştirebileceğimiz metametakuralları tanıtmak. Bunun nasıl yapılacağı çok açık değildir. Taşların hareketine ilişkin kuralları formüle etmenin kolay olmasının nedeni taşların biçimselleştirilmiş bir uzay içinde hareket etmeleridir: dama tahtası. Eğer kuralları ve metakuralları ifade etmek için basit bir biçimsel yazılış biçimi tasarlayabilirseniz, o zaman onları yönlendirmek dizilerin biçimsel olarak yönlendirilmesi ya da hatta satranç taşlarının yönlendirilmesi gibi olacaktır. Bu durumu mantıksal sınırlarına taşımak gerekirse, kuralları ve metakuralları yardımcı satranç tahtaları üstündeki konumlar olarak bile ifade edebilirsiniz. O zaman keyfi bir satranç konumu, hangi yorumu uygulayacağınıza bağlı olarak, bir oyun ya da bir kurallar takımı ya da bir metakurallar takımı vb olarak okunabilir. Elbette iki oyuncunun da yazılış biçimini yorumlama uylaşımları konusunda anlaşmış olması gerekir.

İmdi istediğimiz sayıda komşu satranç tahtamız olabilir: oyun için bir, kurallar için bir, metakurallar için bir ve benzeri, dilediğiniz kadar. Sıranız geldiğinde, yürürlükte olan kuralları kullanarak (bunlar hiyerarşideki bir üstteki satranç tahtasından gelirler), en-üst düzey dışındaki satranç tahtalarının *herhangi* biri üstünde bir hamle yapabilirsiniz. Kuşkusuz hemen her şeyin – gerçi her şeyin değil!– değişebilmesi olgusundan dolayı iki oyuncu da bütünüyle yönünü yitirir. Tanım gereği, en üst düzey satranç tahtası değiştirilemez, çünkü onun nasıl değiştirileceğini söyleyen kurallara sahip değilsiniz. O *dokunulmazdır*. Dokunulamayan daha birçok şey vardır: kendileriyle farklı tahtaların yorumlandığı uylaşımlar, sıra anlaşması, her sıra gelişte her bir kişinin bir satranç tahtasını değiştirebilmesi anlaşması – ve bu düşünceyi dikkatlice incelerseniz daha fazlasını da bulabilirsiniz.

İmdi, yönlenmeyi sağlayan dikmeleri kaldırarak bu işi daha da ileri taşı-

mak olanaklıdır. Bir defada bir adım ... Bütün tahtalar dizilimini bir tek tahta halinde katlayarak başlayabilirsiniz. Bununla ne kastediliyor? Tahtayı yorumlamanın iki yolu olacaktır: (1) hareket ettirilen taşlar olarak (2) taşları hareket ettiren kurallar olarak. Sıranız geldiğinde, taşları hareket ettirirsiniz – ve mecburen kuralları değiştirirsiniz! Dolayısıyla kurallar sürekli olarak kendilerini değiştirirler. Tipogenetiğin Gölgeleri – ya da ayrıca gerçek genetiğin. Oyun, kurallar, metakurallar, metametakurallar arasındaki ayrım kaybolmuştur. Bir zamanlar gayet açık bir hiyerarşik düzen olan şey bir Garip Döngü Veya Dolaşık Hiyerarşi* olmuştur. Hareketler kuralları değiştirir, kurallar hareketleri belirler, dön makara dön, sar makara sar ... Hâlâ farklı düzeyler vardır, ama "daha alt" ve "daha üst" arasındaki ayrım silinmiştir.

İmdi, dokunulamaz olan bölümler değiştirilebilir hale gelmiştir. Ama hâlâ birçok dokunulamaz vardır. Önceden olduğu gibi, siz ve hasmmız arasındaki kendileriyle tahtayı bir kurallar toplamı olarak yorumladığınız uylaşımlar vardır. Sırayla oynama yönünde bir anlaşma vardır – ve de muhtemelen başka örtük uylaşımlar. Beklenmedik bir şekilde, farklı düzeyler kavramının varlığını sürdürdüğüne dikkat edin. Yorum uylaşımlarının bulunduğu bir Dokunalamaz Düzey –buna *I-düzeyi* diyelim– vardır; ayrıca Dolaşık Hiyerarşi'nin bulunduğu bir Dolaşık Düzey –buna *D-Düzeyi* diyelim– vardır. Dolayısıyla bu iki düzey hâlâ hiyerarşiktir: I-düzeyi, D-düzeyinde olup bitenleri yönetir, ama D-düzeyi I-düzeyini etkilemez ve etkileyemez. D-düzeyinin kendisinin bir Dolaşık Hiyerarşi olması bir fark yaratmaz – o yine de kendi dışındaki bir uylaşımlar seti tarafından yönetilir. Ve bu önemli bir noktadır.

Kuşkusuz tahayyül ettiğiniz gibi, bizi "olanaksız" olanı yapmaktan alıkoyacak hiçbir şey yoktur – yani satranç tahtasındaki konuma göre, yorum uylaşımlarının kendilerini revizyona tabi tutarak I-düzeyi ve D-düzeyini birbirine dolaştırmaktan alıkoyacak. Ama böylesi bir "süperdolanma"yı gerçekleştirmek için hasmınızla iki düzeyi birbirleriyle bağlantılandıran bazı başka uylaşımlar üzerinde anlaşmanız gerekir – ve bunun yapılması yeni bir düzey, "süperdolaşık" düzeyin üstünde (ya da, yeğlersiniz altında) yeni bir tür dokunulamaz düzey yaratır. Ve bu böylece devam eder. Aslında yapılıyor olan "atlamalar," *Doğum Günü Kantatatatası*'nda izelgelenenlere ve TNT üstündeki muhtelif geliştirmelere uygulanan yinelenen Gödelleştirmelerdekilere çok benzer. Sona ulaştığınızı düşündüğünüz her seferinde, saptanması bir tür yaratıcılık gerektiren dizgenin dışına atlama teması üstüne yeni bir çeşitleme vardır.

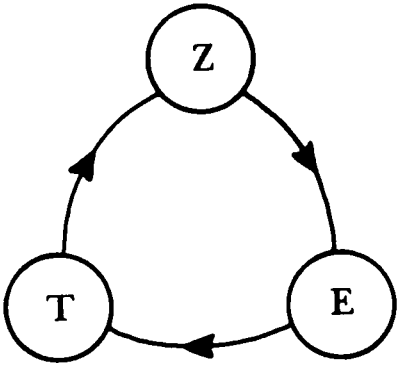
---

* Strange Loop Or Tangled Hierarchy – ilk harfler "SLOTH"u verir.

Yine Yazarlık Üçgeni

Ama ben kendini-değiştiren satrançta ortaya çıkabilecek gittikçe daha çapraşıklaşan garip dolaşıklıklar konusunun peşine düşmekle ilgilenmiyorum. Buradaki ana amaç, herhangi bir dizge içinde, aralarındaki etkileşim ne kadar dolaşık olsa da başka düzeylerdeki kuralların saldırısına maruz kalmayan bir "korunmuş" düzeyin daima varolduğunu, az çok grafik olarak göstermektir. IV. Bölümden eğlenceli bir bilmece biraz farklı bir bağlamda aynı fikri örneklemektedir. Belki sizi hazırlıksız yakalayacak.

Üç yazar var – Z, T ve E. İmdi, Z yalnızca T tarafından yazılmış bir öyküde varolur. Benzer şekilde, T yalnızca E tarafından yazılmış bir öyküde varolur. Ve tuhaf bir biçimde E de yalnızca bir öyküde – elbette Z tarafından yazılmış bir öyküde varolur. İmdi, böylesi bir "yazarlık üçgeni" *gerçekten* olanaklı mıdır (Şekil 134).

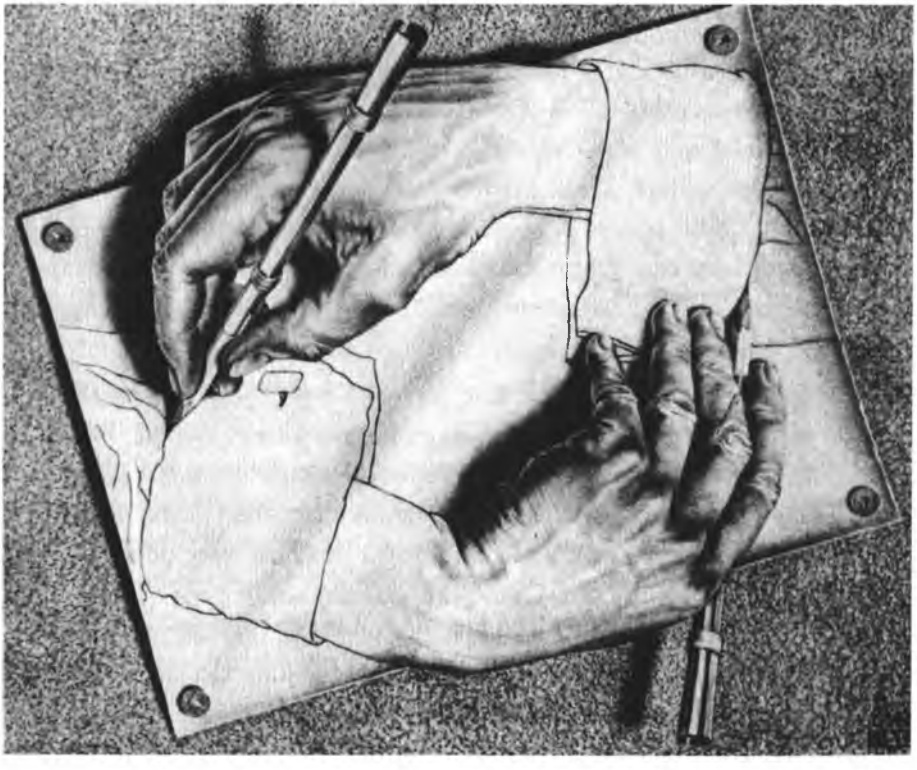


Şekil 134. Bir "yazarlık üçgeni."

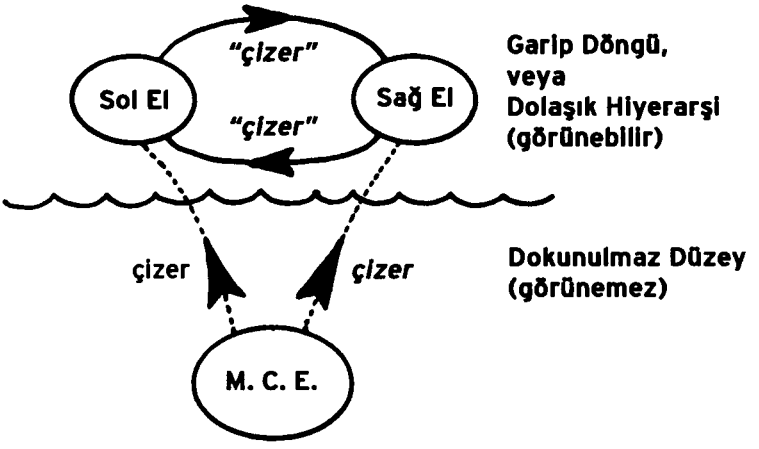
Elbette olanaklıdır. Ama burada ince bir nokta var ... Z, T, E yazarlarının üçü de –H tarafından yazılmış– bir başka öykünün karakterleridir. Z-T-E üçgenini bir Garip Döngü ya da Dolaşık Hiyerarşi olarak düşünebilirsiniz; ama yazar H bu dolaşıklığın meydana geldiği uzayın dışındadır – yazar H dokunulamaz bir uzaydadır. Z, T ve E'nin birbirlerini –dolaysız veya dolaylı– etkileyebilmelerine ve çeşitli öyküleri içinde birbirlerine hainçe şeyler yapabilmelerine karşın hiçbiri H'nin yaşamına dokunamaz! Hatta onu tahayyül bile edemezler – *sizin* içinde bir karakter olarak bulunduğunuz kitabın yazarını tahayyül edememeniz gibi. Eğer yazar H'yi çizmem gerekseydi, onu sayfanın dışında bir yerde resmederdim. Elbette bu bir sorun yaratırdı, çünkü bir şeyi çizmek onu zorunlu olarak bir sayfanın *üstüne* yerleştirmektir ... Her durumda H gerçekten Z, T ve E'nin dünyasının dışındadır ve öyle temsil edilmesi gerekir.

Escher'in Birbirini Çizen Eller'i

Temamız üstüne bir diğer klasik çeşitleme Escher'in *Birbirini Çizen Eller* resmidir (Şekil 135). Burada sol el (SLE) sağ eli (SGE) çizerken aynı zamanda SGE SLE'i çizer. Bir kez daha, olağan olarak hiyerarşik olarak görünen düzeyler –çizen ve çizilen– bir Dolaşık Hiyerarşi yaratacak şekilde birbirlerine dolanırlar. Ama bu bölümün teması elbette burada doğrulanır, çünkü bütün bunların arkasında, hem SGE'nin hem de SLE'nin yaratıcısı M. C. Escher'in çizilmeyen, ama çizen eli gizlenmiştir. Escher iki-el uzayının dışındadır ve resminin benim tarafımdan geliştirilmiş şematik versiyonunda (Şekil 136) bu açıkça görülür. Escher'in resminin bu şematize edilmiş temsilinde, üstte Garip Döngü ya da Dolaşık Hiyerarşi'yi görürsünüz; onun altında da, onun varlığa gelmesini sağlayan Dokunulamaz Düzey'i görürsünüz. Onu çizen elin bir fotoğrafını çekerek Escher resmini daha da Escherize edebilirsiniz. Ve bu böylece devam edebilir.



Şekil 135. *Birbirini Çizen Eller*, M. C. Escher (taşbaskı, 1948).



Şekil 136. M. C. Escher'in *Birbirini Çizen Eller*'inin soyut diyagramı. Üstte, görünüşte bir paradoks. Altta, bunun çözülmesi.

Beyin ve Zihin: Simge Dolaşıklığını Destekleyen Nöral Dolaşıklık

İmdi bunu, AI programlarıyla olduğu kadar beyinle de ilişkilendirebiliriz. Düşüncelerimizde, simgeler diğer simgeleri etkinleştirir ve hepsi birbirleriyle heterarşik olarak etkileşirler. Dahası simgeler, programların diğer programlar üstünde etkide bulunması biçiminde, birbirlerinin içsel olarak değişmesine neden olabilirler. Simgelerin Dolaşık Hiyerarşisi yüzünden *dokunulamaz düzey yoktur* yanılsaması yaratılır. Bu düzey görüşümüzden gizlendiği için böylesi bir düzeyin varolmadığı sanılır.

Eğer bütün bu imgeyi şemalaştırmak mümkün olsaydı tropik bir cangıldaki asmalar gibi birbirine bağlanmış simgelerden dev bir orman olurdu – bu en üst düzey olurdu, düşüncelerin gerçekten ileri geri aktığı Dolaşık Hiyerarşi. Bu *zihnin* ele geçirilemez düzeyidir: SLE ve SGE'nin analogu. Şematik resmin en altında, görünmez "ilk hareket ettirici" Escher'in analogu olan sayısız nöronun bir resmi olacaktır – üstündeki dolaşıklığın varlığa gelmesini sağlayan "dokunulamaz substrat." İlginç bir şekilde, bu diğer düzeyin kendisi de, sözcüğün düz anlamıyla, bir dolaşıklıktır – milyarlarca hücre ve onları birbirine bağlayan yüz milyarlarca akson.

Bu bir yazılım dolaşıklığının –simgelerinki– bir donanım dolaşıklığı –nöronlarınki– tarafından desteklendiği ilginç bir durumdur. Ama yalnızca simge dolaşıklığı bir Dolaşık Hiyerarşidir. Nöral dolaşıklık sadece bir "basit" dola-

şıklıktır. Bu ayrım, XVI. Bölümde bahsettiğim Garip Döngüler ve geribeslem arasındaki ayrımla büyük oranda aynıdır. Dolaşık Hiyerarşi, açık hiyerarşik düzeyler olduklarını varsaydığınızın, sizi beklenmedik bir şekilde gafil avlayarak hiyerarşiyi ihlâl edecek tarzda geriye katlandığında ortaya çıkar. Burada sürpriz öğe önemlidir; benim Garip Döngülere "garip" dememin nedeni budur. Basit bir dolaşıklık, geribeslem gibi, farz edilen düzey ayrımlarının ihlâl edilmesini gerektirmez. Banyo yaparken sağ elinizle sol kolunuzu yıkamanız ve sonra tersini yapmanız buna bir örnektir. Bu görüntüde hiçbir "gariplik" yoktur. Escher eller çizen elleri çizmeyi boşuna seçmedi!

İki kolun birbirini yıkaması gibi olaylar dünyada her zaman olur ve biz bunlara özel olarak dikkat etmeyiz. Ben size bir şey derim, siz de karşılığında bana bir şey dersiniz. Paradoks? Hayır; birbirimizi algılamalarımız başlamak için bir hiyerarşiyi gerektirmez, bu yüzden bir gariplik duygusu yoktur.

Öte yandan dilin garip döngüler yarattığı yer, ister dolaylı ister dolaysız kendi hakkında konuştuğu zamandır. Burada dizgenin *içindeki* bir şey sıçrayarak, sanki dizgenin *dışındaymış* gibi, dizge *üzerinde* etkide bulunur. Bizi rahatsız eden şey belki de kötü-tanımlanmış bir topolojik yanlışlık duygusudur: "Klein şişesi" denilen ünlü şekilde olduğu gibi iç-dış ayrımı bulanıklaşmıştır. Dizge bir soyutlama bile olsa, zihinlerimiz bir tür zihinsel topolojiyle birlikte uzaysal imgelem kullanır.

Simge dolaşıklığına geri döndüğümüzde eğer sadece ona bakar ve nöral dolaşıklığı unutursak, o zaman kendi kendini programlamış bir nesne görür gibi oluruz – tıpkı *Birbirini Çizen Eller*'e baktığımızda, Escher'in varlığını unutarak yaşadığımız yanılsamayla kendi kendini çizen bir resim görür gibi olmamızla aynı şekilde. Resim için bu olası değildir – ama insanlar ve onların zihinlerine bakış tarzında genellikle olan budur. Biz *kendi kendimizi programlamakta* olduğumuz hissine kapılırız. Aslında başka bir şekilde hissedemeyiz, çünkü daha alt düzeylere, nöral dolaşıklığa ulaşmamız engellenmiştir. Düşüncelerimiz, yeni düşünceler yaratarak ve eskileri değiştirerek kendilerine ait uzay içinde hareket ediyor gibi gözükür ve bize yardım eden nöronları asla fark etmeyiz! Ama olması beklenen budur. Biz fark edemeyiz.

Benzeş bir çifte-anlamlılık kendi yapılarına ulaşmak ve değiştirmek üzere tasarlanmış LISP programlarında ortaya çıkabilir. Eğer onlara LISP düzeyinde bakarsanız, onların kendi kendilerini değiştirdiklerini söylersiniz; ama eğer düzeyleri kaydırır ve LISP programlarını LISP yorumlayıcısının verisi olarak düşünürseniz (X. Bölüme bakınız), o zaman çalışan tek program aslında yorumlayıcıdır ve yapılan değişiklikler yalnızca veri parçalarındaki değişimlerdir. LISP yorumlayıcısının kendisi değişikliklerden korunmuştur.

Bu türden bir dolaşık durumu nasıl betimleyeceğiniz, betimlemeden önce ne kadar geri gittiğinize bağlıdır. Eğer gerektiği kadar geri giderseniz dolaşıklığı çözmenize imkân verecek ipucunu genellikle görebilirsiniz.

Hükümette Garip Döngüler

Hiyerarşilerin dolaşıklaştığı ilgi çekici alanlardan biri hükümettir – özellikle de mahkemelerdeki işlerde. Olağan olarak mahkemede iki tarafın kendi savlarını savunduğunu ve mahkemenin dava konusu hakkında hüküm verdiğini düşünürsünüz. Mahkeme taraflardan farklı bir düzeydedir. Ama mahkemelerin kendileri hukuki meselelerde birbirlerine düştüklerinde garip şeyler olmaya başlayabilir. Genellikle ihtilafın dışında yer alan daha üst bir mahkeme vardır. İki alt mahkemenin birbirleri üstünde yargı yetkisine sahip olduğu iddiasıyla garip bir kavgaya tutuştuğu durumlarda bile dışarıda bir daha üst mahkeme vardır ve bu bir anlamda, çarpıtılmış satranç versiyonunda tartıştığımız dokunulamaz yorumlama uylaşımlarının benzeşidir.

Ama daha üst bir mahkeme olmadığında ve Yüksek Mahkemenin kendisinin başı yasal sorunlarla dertteyse ne olur? Bu tür bir karışıklık Watergate döneminde neredeyse yaşanıyordu. Başkan yalnızca Yüksek Mahkeme'nin "kati hüküm"üne itaat etme tehdidinde bulundu – sonra "kati" olanın ne olduğuna karar verme hakkına sahip olduğunu iddia etti. Bu tehdit başarılı olmadı; ama olsaydı, her biri bir şekilde diğerinin "üstünde" olduğunu geçerli olarak iddia edebilen hükümetin iki düzeyi arasında olağanüstü bir karşılaşma patlak verecekti – bu durumda kimin haklı olduğuna karar vermek için kime başvurulması gerekir? "Kongre" demek meseleyi halletmez, çünkü Kongre Başkan'a Yüksek Mahkemeye itaat etmesini buyurabilir, buna rağmen, Başkan belli koşullar altında Yüksek Mahkeme'ye (ve Kongre'ye!) itaat etmeme hakkına sahip olduğunu iddia ederek bunu reddedebilir. Bu yeni bir yasal sorun oluşmasına neden olabilir ve tüm sistemi karışıklığa sürükler, çünkü çok beklenmedik çok Dolaşık – çok Gariptir.

İroni, daha üst bir otorite bulmak için sistemin dışına atlamanızın engellendiği yerde, başınızı bu şekilde tavana çarptığınızda, tek müracaat edilecek yerin kurallar tarafından daha az iyi tanımlanmış görünen, ama daha üst düzey kuralların tek kaynağı olan güçler olmasıdır: bu vakada toplumun genel tepkisi anlamındaki daha alt düzey kurallar. Bizimki gibi bir toplumda yasal dizgenin, bir anlamda, milyonlarca kişi tarafından kolektif olarak kabul edilmiş nazik bir jest olduğunu – ve bir nehrin kenarlarından taşabilmesi kadar

kolayca çiğnenebildiği unutulmamalıdır. O zaman görünüşte bir anarşi hüküm sürer; ama anarşinin de uygar bir toplumunkinden aşağı kalmayan kendine özgü kuralları vardır: yalnızca onlar tepeden tabana değil tabandan tavana işlerler. Anarşiyi inceleyenler anarşik durumların zaman içinde onlara göre geliştikleri kuralları keşfetmeye çalışabilir ve büyük olasılıkla böylesi kurallar vardır.

Burada fizikten bir analoji yararlı olabilir. Kitapta daha önce değinildiği gibi, dengedeki gazlar, ısı, basınç ve hacimlerini bağıntılandıran basit yasalara uyarlar. Ama denge halinde olmadığı koşullarda bir gaz bu yasaları ihlal edebilir (bir Başkan'ın yasaları ihlal edebilmesi gibi). Dengesizlik durumlarında, ne olduğunu betimlemek için fizikçi yalnızca istatistiksel mekaniğe başvurur – yani makroskobik olmayan bir betimleme düzeyine, çünkü bir gazın nihai açıklanması, aynı bir toplumun politik davranışının nihai açıklanmasının daima "kitle düzeyi"nde olması gibi daima moleküler düzeyde olur. Dengesizlik termodinamiği alanı, denge durumunda olmayan gazların (ve diğer dizgelerin) davranışını betimleyecek makroskobik yasaları bulmaya çalışır. Bu anarşik toplumları yöneten yasaları araştıran politika bilimi dalının benzeşidir.

Hükümette ortaya çıkan diğer tuhaf dolaşıklıklar, kendi yanlışlarını soruşturan FBI, makamının başındayken hapsi boylayan bir şerif, parlamenter prosedür kurallarının kendi kendine uygulanması ve benzerlerini içerir. Benim şimdiye dek duyduğum en tuhaf hukuki vakalardan biri psişik güçlere sahip olduğunu iddia eden bir kişiyle ilgiliydi. Aslında psişik güçlerini kişilik özelliklerini tespit etmek ve böylece avukatlara jüri seçiminde yardımcı olmak üzere kullanabileceğini iddia ediyordu. İmdi, ya bu "psişik"in kendisi bir gün duruşmaya çıkmak zorunda kalırsa ne olur? ESP'ye* sadakatle inanan bir jüri üyesi üstünde bunun nasıl bir etkisi olabilir? Bu jüri üyesi (psişik güçlere gerçekten sahip olsun ya da olmasın) bu psişikten ne oranda etkilenecektir? Bu alan sömürülmeye çok uygundur – kendini gerçekleştiren kehanetler için koca bir alan.

Bilim ve Okült Bilimlerle İlgili Dolaşıklıklar

Psişik güçlerden ve ESP'den söz etmişken, garip döngülerin bol olduğu bir diğer yaşam alanı da sınır bilimlerdir. Sınır bilimlerin yaptığı ortodoks bi-

* Duyu Ötesi Algı –çn.

limlerin standart prosedürlerinin veya inançlarının birçoğu hakkında kuşkular oluşturmak ve bu yolla bilimin nesnelliğine meydan okumaktır. Yerleşik olanlara rakip yeni delil yorumlama yolları sunulmaktadır. Ama bir delil yorumlama yolunu nasıl değerlendiririz? Bu, yalnızca daha üst bir düzeyde olmak üzere, tamamıyla bir kez daha nesnellik problemi değil midir? Elbette. Lewis Carroll'un sonsuz-gerileme paradoksu yeni bir kisve içinde görünür. Tosbağa, A'nın bir olgu olduğunu göstermek istiyorsanız B gibi bir delile gerek duyacağınızı öne sürer. Ama B'nin A'nın delili olduğundan emin olmanızı sağlayan nedir? Bu soruyu karşılamak için C gibi bir meta-delile gereksiniminiz var. Ve bu meta-delilin geçerliliği için meta-meta-delile gereksinim duyarsınız – ve bu böylece *ad nauseam* devam eder. Bu uslamlamaya rağmen, insanlarda sezgisel bir delil duygusu vardır. Bu –eski nakaratı yinelersek– insanların beyinlerinde bazı temel delil yorumlama yollarını içeren yerleşik donanıma sahip olmalarındandır. Buna dayanarak yeni delil yorumlama yolları biriktirebilir; hatta örneğin sihir numaralarını kestirmeye çalışırken yapılması gerektiği gibi, en temel delil yorumlama düzeneklerimizin nasıl ve ne zaman geçersiz kılındığını bile öğrenebiliriz.

Sınır bilimlerin birçok görüngüsünde delil ikileminin somut örnekleri görülür. Örneğin ESP kendisini çoğunlukla laboratuvar dışında gösterir, ama laboratuar ortamında gizemli bir şekilde ortadan kaybolur. Bunun standart bilimsel açıklaması, ESP'nin titiz tetkiklere dayanamayan gerçekdışı bir görüngü olduğu şeklindedir. ESP'ye inananların bir kısmı (hepsi değil) buna karşı tuhaf bir karşı saldırı geliştirmişlerdir. Şöyle derler, "Hayır, ESP gerçektir; bilimsel olarak gözlenmeye çalışıldığından uzaklaşır – bilimsel bir dünya görüşünün doğasına aykırıdır." Bu, "problemleri üst kata havale etme" diyebileceğimiz şaşıtıcı derecede arsız bir tekniktir. Bunun anlamı, eldeki meseleyi sorgulamak yerine daha üst güvenilirlik düzeyine ait kuramlar hakkında kuşku uyandırmaktır. ESP'ye inananlar, yanlış olanın *kendi* düşünceleri değil, ama bilimin inanç sistemi olduğunu ima ederler. Bu oldukça görkemli bir iddiadır ve lehinde karşı konulamayacak delil yoksa kuşkuyla karşılanması gerekir. Ama sanki ne anlama geldiği konusunda herkes hemfikirmiş gibi yine "karşı konulamaz delil"den söz etme noktasına geldik.

Delilin Doğası

XIII ve XV. bölümlerde değinilen Sagredo-Simplicio-Salviati dolaşıklığı delilin değerlendirilmesinin karmaşıklıklarına bir başka örnek oluşturur. Sag-

redo eğer mümkünse Simplicio ve Salviati'nin zıt görüşleri arasında nesnel bir uzlaşma bulmaya çalışır. Ama bu uzlaşma her zaman mümkün olmayabilir. Doğru ve yanlış arasında "adil" bir uzlaşma nasıl kurulabilir? Adil ve adil olmayan arasında? Uzlaşma ve uzlaşmama arasında? Bu sorular, sıradan şeyler hakkında tartışmalarda değişik kisvelerde tekrar tekrar gündeme gelirler.

Delilin ne olduğunu tanımlamak mümkün müdür? Durumlardan nasıl anlam çıkarılacağıyla ilgili kuralları kesin olarak ifade etmek mümkün müdür? Muhtemelen hayır, çünkü katı kuralların kuşkusuz istisnaları olacaktır ve katı olmayan kural kural değildir. Zeki bir AI programına sahip olmak da problemi çözmeyecektir, çünkü bir delil işleyici olarak o insandan daha az yanılır olmayacaktır. Peki, eğer delil böylesine ele geçirilemez bir şeyse, ben neden yeni delil yorumlama yollarına karşı uyarılarda bulunuyorum? Tutarsızlığa mı düşüyorum? Bu vakada, öyle düşünmüyorum. Benim hissim, verilebilecek kılavuz kuralların varolduğu ve bunlardan organik bir sentezin yapılabileceği yönündedir. Ama kaçınılmaz olarak bir miktar yargı ve sezgi gücü devreye girmelidir – farklı kişilerde farklı olan şeyler. Bunlar farklı AI programlarında da farklı olacaktır. Nihayetinde bir delil değerlendirme yönteminin iyi olup olmadığına karar vermede karmaşık ölçütler söz konusudur. Birisi, bu tür usavurmayla ulaşılan düşüncelerin "yararlılığı"nı gündeme getirir. Yaşamda yararlı yeni şeylere götüren düşünce tarzları bir anlamda "geçerli" sayılır. Ama bu "yararlı" sözcüğü son derece özneldir.

Benim hissim, aracılığıyla neyin geçerli veya neyin doğru olduğuna karar verdiğimiz sürecin bir sanat olduğu yönündedir; ve bunun nesnel olarak biçimselleştirilebilen mantık veya usavurma veya başka herhangi bir şeyin sağlam prensiplerine olduğu kadar bir güzellik ve yalınlık duygusuna da bağlı olduğu hissini taşıyorum. Ben (1) hakikatin imkânsız bir düş olduğunu ya da (2) insan zekâsının ilke olarak programlanabilir olmadığını söylüyor *değilim*. Ben (1) hakikatin herhangi bir insan veya insan topluluğunun tam olarak ulaşamayacağı denli ele geçirilemez bir şey olduğunu; ve (2) Yapay Zekânın, insan zekâsının düzeyine eriştiği zaman –veya hatta onu geçse bile– hâlâ sanat güzellik ve yalınlık problemleriyle rahatsız edileceğini ve kendi bilgi ve anlama arayışında sürekli olarak bunlarla karşı karşıya geleceğini *söylüyorum*.

"Delil nedir?" yalnızca felsefi bir soru değildir, çünkü yaşamın her alanına girmiştir. Her an delili nasıl yorumlayacağınızla ilgili olağanüstü sayıda seçimle karşı karşıya kalırsınız. Bir kitapçıda (ya da bugünlerde hatta marketlerde!) gelecekten haber verme, ESP, UFO'lar, Bermuda Şeytan Üçgeni, ast-

roloji, çatal çubukla hazine arama, evrim karşısında yaradılış, kara delikler, psişik alanlar, biyo-geri itilim, transendental meditasyon, yeni psikoloji kuramları ... üstüne kitaplara rastlamamanız mümkün değildir. Bilimde, katastrof kuramı, temel parçacıklar kuramı, kara delikler, matematikte doğruluk ve varoluş, özgür istenç, Yapay Zekâ, indirgemecilik karşısında bütüncülük ... konularında ateşli tartışmalar sürmektedir. Yaşamın daha pragmatik yanında, C vitamininin veya laetrilin etkililiği, petrol rezervlerinin (yeraltında ya da stoklanmış) gerçek miktarı, enflasyon ve işsizliğin nedenleri – vb, vb üzerine tartışmalar vardır. Buckminster Fulleizm, Zen Budizm, Zenon paradoksları, psikanaliz, vb, vb vardır. Bir dükkânda kitapların nereye yerleştirilmesi gerektiği gibi önemsiz konulardan okullarda çocuklara neler öğretileceği gibi hayati konulara kadar birçok meselede delil yorumlama yolları paha biçilemez bir rol oynar.

Kendini Görme

Bütün delil yorumlama problemlerinin en ciddilerinden biri, kim olunduğu konusunda bütün dışardan gelen sinyalleri yorumlamaya çalışma problemidir. Bu durumda düzeyiçi ve düzeylerarası çatışma potansiyeli çok büyüktür. Psişik mekanizmalar eşanlı olarak bireyin içsel öz-saygı ihtiyacı ve kendi imgesini etkileyen dışarıdan gelen delil akışıyla uğraşmak zorundadır. Sonuç, enformasyonun kişiliğin farklı düzeyleri arasında karmaşık kıvrılışlarla akmasıdır; döne döne giderken parçaları büyütülür, küçültülür, olumsuzlanır ya da başka şekilde bozulur ve bu parçalar sonra aynı tür kıvrılmalara, tekrar tekrar maruz kalır – bütün bu, olanı, olmasını dilediğimizle uyuşturma girişimidir (bkz. Şekil 81).

Sonuçta ortaya çıkan, bütün "ben kimim" resminin son derece karmaşık şekilde tüm zihinsel yapıyla bütünleştirilmesi ve bunun, her birimizde büyük sayıda çözülmemiş, muhtemelen çözülemez tutarsızlıklar içermesidir. Bunlar kuşkusuz insan olmanın büyük bir bölümü olan dinamik gerilimin çoğunu oluştururlar. Kim olduğumuzun iç ve dış nosyonları arasındaki gerilimden her birimizi eşsiz yapan değişik hedeflere yönelik dürtüler ortaya çıkar. Dolayısıyla ironik bir biçimde, hepimizde ortak olan bir şey – özdüşünümlü bilinçli varlıklar olma olgusu – her türden şey hakkında sahip olduğumuz delil içselleştirme yollarındaki zengin çeşitliliği sağlar ve sonunda ayrı bireylerin yaratılmasındaki ana güçlerden biri olur.

Gödel'in Teoremi ve Diğer Disiplinler

İnsanlar ve insanlar gibi, bir tür "kendilik-imgeleri"ne sahip yeterince karmaşık biçimsel dizgeler arasında koşutluklar kurmaya çalışmak doğaldır. Gödel'in Teoremi, kendilik-imgeleriyle tutarlı biçimsel dizgeler için temel sınırlamaların varolduğunu gösterir. Ama bu daha genel bir şey midir? "Psikolojinin Gödel Teoremi" var mıdır örneğin?

Eğer Gödel'in Teoremini, psikolojinin veya başka bir disiplinin diline sözcüğü sözcüğüne çevirmeye çalışmak yerine bir esin kaynağı, bir metafor olarak kullanırsanız, o zaman belki psikoloji veya başka alanlarda yeni doğrulara işaret edebilir. Ama onu doğrudan başka bir disiplinin önermesine çevirmek ve bunu eşit derece geçerli olarak saymak haklılandırılabilir bir şey değildir. Matematiksel mantıkta son derece incelikli bir şekilde sonuçlandırılmış bir şeyin hiçbir değişiklik yapılmadan tamamıyla farklı bir alanda geçerliliğini sürdüreceğini düşünmek büyük bir hata olur.

İçebakış ve Akıl Hastalığı: Gödelci Bir Problem

Önceden çevirilerin metaforik olduğu ve sözcüğü sözcüğüne alınmaması gerektiği belirtilmesi koşuluyla, Gödel'in Teoremini başka alanlara çevirmenin ufuk açıcı bir değere sahip olabileceğini sanıyorum. Bununla beraber, Gödel'in Teoremi ve insan düşüncelerini bağlantılandırmada analoji kullanmanın iki anayolu olduğunu düşünüyorum. Bunlardan biri, akıl sağlığımızın yerinde olup olmadığı problemiyle ilgilidir. Akıl sağlığınızın yerinde olup olmadığını nasıl bilebilirsiniz? Bu bir Garip Döngüdür, gerçekten. Kendi akıl sağlığınızı sorgulamaya başladığınız anda, süreç kati olarak kaçımlamaz olmasa da, kendini-gerçekleştiren kehanetlerin gittikçe sıkılaşan girdabma yakalanabilirsiniz. Akıl hastalarının dünyayı kendilerine ait tuhaf biçimde tutarlı bir mantıkları aracılığıyla yorumladığını herkes bilir; kendi mantığınızı yargılamak için yalnızca kendi mantığınıza sahip olduğunuz verilmiş olduğunda, kendi mantığınızın "tuhaf" olup olmadığını nasıl söyleyebilirsiniz? Ben bir yanıt göremiyorum. Bu bana hemen kendi tutarlılığını öne süren tek biçimsel sayı kuramı versiyonlarının tutarsız olanlar olduğu ... içerimine sahip Gödel'in İkinci Teoremini hatırlatıyor.

Kendi Zihinlerimizi veya Beyinlerimizi Anlayabilir miyiz?

Gödel'in Teoreminin kışkırtıcı bulduğum öteki metaforik analogu nihai olarak kendi zihinlerimizi/beyinlerimizi anlayamayacağımızı ima eder. Bu öy-

lesine yüklü, çok-düzeyli bir düşüncedir ki, bunu önerirken son derece ihtiyatlı olmak gerekir. "Kendi zihinlerimizi/beyinlerimizi anlama" ne anlama gelir? Bu, tıpkı teknisyenlerin arabaların nasıl çalıştığına ilişkin genel bir kanıya sahip olmaları gibi, onların nasıl çalıştığına ilişkin genel bir kanıya sahip olma anlamına gelebilir. İnsanların yaptıkları herhangi bir ve her şeyi neden yaptıklarının tam bir açıklamasına sahip olma anlamına gelebilir. İnsanın kendi beyninin bütün düzeylerdeki fiziksel yapısının tam bir idrakine sahip olması anlamına gelebilir. Bir kitapta (veya kütüphane veya bilgisayarda) bir beynin tam bir kablo bağlantılı diyagramına sahip olma anlamına gelebilir. Bir kişinin her anında kendi beyninde nöral düzeyde ne olduğunu –her bir ateşleme, her bir sinaptik değişim ve benzerini– kesin olarak bilme anlamına gelebilir. Turing testini geçen bir program yazılması anlamına gelebilir. Kişinin kendisini, her şey apaçık ortada olduğu için bilinçaltı ve sezgi nosyonlarının bir anlam ifade etmeyeceği yetkinlikte bilmesi anlamına gelebilir. Daha birçok başka anlama gelebilir.

Bu kendini-aynalama tiplerinden; eğer varsa, hangisi Gödel'in Teoremindeki kendini-aynalamaya, en çok benzer. Doğrusu bu konuda tereddüt içindeyim. Bunlardan bir kısmı oldukça aptalca. Örneğin kendi beyin halinizi bütün ayrıntılarıyla izleyebilme fikri boş bir hayal, başlangıç için saçma ve ilginç olmayan bir önermedir; ve eğer Gödel'in Teoremi bunun olanaksız olduğunu ima ediyorsa, bu hiç de bir açınlama olmayacaktır. Öte yandan kadim derinlemesine kendini bilme hedefinin –buna "kendi psişik yapısını anlama" diyelim– kendine özgü bir usayatkınlığı bulunmaktadır. Ama her bireyin kendi psişesi içinde girebileceği derinliği sınırlayan belli belirsiz bir Gödelci döngü olamaz mı? Aynı kendi gözlerimizle kendi yüzlerimizi göremememiz gibi, kendi zihinsel yapılarımızın tamamını onları gerçekleştiren simgelerde yansıtamayacağımızı beklemek usauygun değil midir?

Metamatematiğin bütün sınırlayıcı Teoremleri ve bilgisayım kuramı, kendi yapınızı temsil etme yeteneği belli bir kritik noktaya ulaştığında, bunun bir ölüm öpücüğü olduğunu sezindirir: bu kendinizi asla bütünsel olarak temsil edemeyeceğinizi garanti eder. Gödel'in Eksiklik Teoremi, Church'ün Karar Verilemezlik Teoremi, Turing'in Durma Teoremi, Tarski'nin Doğruluk Teoremi – bunların hepsi şu uyarıda bulunan eski peri masallarının tadına sahiptir: "Kendini-bilme arayışı, her zaman eksik kalacak, bir harita üstünde gösterilemeyen, asla durmayacak, betimlenemeyen bir yolculuğa çıkmaktır."

Ama sınırlayıcı Teoremlerin insanlarla bir ilgisi var mı? İşte bunu tartışmanın bir yolu. Ya tutarlıyım ya da tutarsızım. (İkincisi çok daha olasıdır,

ama tamlık uğruna, iki olasılığı da ele alıyorum.) Eğer tutarlıysam, o zaman iki durum vardır. (1) "düşük-sadakatli" durum: benim kendimi-anlamam belli bir kritik noktanın altındadır. Bu durumda hipotez gereği, eksiğim (2) "Yüksek-sadakatli" durum: Benim kendimi-anlamam, sınırlayıcı Teoremlerin metaforik bir analogunun uygulandığı kritik noktaya erişmiştir, dolayısıyla kendimi-anlamam, Gödelci bir yolla kendi kendini aşındırır ve ben bu nedenle eksiğim. (1) ve (2). durumlar, benim yüzde 100 tutarlı olduğuma dayandırılır – pek muhtemel olmayan bir şey. Daha muhtemel olan benim tutarsız olduğumdur – ama bu daha kötüdür, çünkü o zaman içimde çelişkiler vardır ve ben bunu nasıl olur da anlayabilirim?

Tutarlı olsun tutarsız olsun, hiç kimse kendiliğin gizeminden azade değildir. Muhtemelen hepimiz tutarsızız. Dünya, bir kişinin bütün inançlarını birbirleriyle uyumlandırma lüksünü kaldıramayacağı kadar karmaşıktır. Birçok kararın çabucak verildiği bir dünyada gerilim ve karışıklık önemlidir. Bir kezinde Miguel de Unamuna şöyle demişti: "Eğer bir kişi kendisiyle hiç çelişmiyorsa, hiçbir şey söylemiyor olmalıdır." Ben hepimizin, ardı ardına birçok kez kendi kendisiyle çeliştikten sonra, şaşırmış Doko'ya, "Kendi kendimi anlayamıyorum" diyen Zen ustasıyla aynı gemide olduğunu söylerdim.

Gödel'in Teoremi ve Kişisel Varolmayış

Belki yaşamlarımızdaki en büyük, halledilmesi en zor çelişki, "Hayatta olmadığım bir zaman vardı ve hayatta olmadığım bir zaman gelecek" bilgisidir. "Kendinizin dışına çıktığınız" ve kendinizi "tamamen bir başka insan" olarak gördüğünüz bir düzeyde bu tamamıyla anlamlıdır. Ama diğer bir düzeyde, belki daha derin bir düzeyde, kişisel varolmayış hiçbir anlam ifade etmez. Bütün bildiğimiz zihinlerimizin içine gömülüdür ve buna karşın, evrende olmamak kavranılabilir değildir. Bu yaşamın inkâr edilmesi mümkün olmayan temel bir problemidir; belki de bu Gödel'in Teoreminin en iyi metaforik analogudur. Kendi varolmayışınızı tahayyül etmeye çalıştığınız zaman kendinizi bir başkasının üstüne haritalayarak kendinizin dışına atlamaya çalışmanız gerekir. Aynı TNT'nin kendi metakurammı kendi içinde aynayabileceğine "inanması" gibi, kendinize ilişkin dışarıdan birinin bakış açısını kendinize aktarabileceğinize inanarak kendi kendinizi kandırırsınız. Ama TNT kendi metakurammı ancak belli bir ölçüde içerir – tamamen değil. Ve size gelince, kendi kendinizin dışına atladığınızı tahayyül etmenize rağmen, bunu fiili olarak asla yapamazsınız – Escher'in ejderinin kendi asıl iki boyutluluk

düzleminden dışarı çıkarak üç boyutluluğa atlama çabasında olandan daha fazlasını gerçekleştiremezsiniz. Her durumda bu çelişki öylesine büyüktür ki, yaşamımızın büyük bölümünde onu halının altına süpürürüz, çünkü onunla başetmeye çalışmak bizi hiçbir yere götürmez.

Öte yandan Zen düşüncesinde olanlar bu uyuşmazlıkla eğlenirler. Tekrar tekrar iki inanç arasındaki çatışmayla yüzleşirler. Doğulu inanç: "Dünya ve ben biriz, demek ki, benim varoluşumun son bulması düşüncesi terimlerde bir çelişkidir" (kuşkusuz benim bunu dile getirişim fazlasıyla Batılıdır – Zenciler kusura bakmasın) ve Batılı inanç: "Ben sadece dünyanın parçasıyım ve ben öleceğim, ama dünya bensiz devam edecek."

Bilim ve İkicilik

Bilim sık sık çok fazla "Batılı" veya "ikici" olmakla – yani özne ve nesne ya da gözlemci ve gözlenen arasındaki ikiliğin onun her noktasına nüfuz etmiş olması nedeniyle eleştirilir. Bu yüzyıla kadar, bilimin yalnızca insan gözlemcilerinden kolayca ayırt edilebilen şeylerle –oksijen ve karbon, ışık ve ısı, yıldızlar ve gezegenler, ivmeler ve yörüngeler gibi– ilgilendiği doğruysa da, bilimin bu aşaması sadece yaşamın bizzat kendisinin inceleme altına alındığı daha modern aşamaya zorunlu bir girişti. "Batılı" bilim, adım adım, önlenemez bir şekilde, insan zihninin – deyim yerindeyse, gözlemcinin incelenmesi yönünde ilerlemiştir. Yapay Zekâ araştırması bu yolda atılmış en ileri adımdır. AI ortaya çıkmadan önce, bilimde özne ve nesnenin birbirine karıştırılmasının tuhaf sonuçlarına ilişkin iki ana öngösteri vardı. Biri, gözlemcinin gözlemlenenle karışmasıyla ilgili epistemolojik problemleri gündeme getiren kuantum mekaniği devrimiydi. Diğeri, Gödel'in Teoremiyle başlayarak, tartıştığımız bütün diğer sınırlayıcı Teoremler yönünde ilerleyen metamatematikteki özne ve nesne karışımıydı. Belki AI'dan sonraki adım, bilimin kendi kendisine uygulanması olacak: nesne olarak kendisini inceleyen bilim. Bu özne ve nesne karışmasının farklı bir tarzıdır – belki kendi zihinlerini inceleyen insanlarınkinden bile çok daha dolaşık bir karıştırma.

Bu arada geçerken özsel olarak özne ve nesnenin füzyonuna bağlı olan bütün sonuçların sınırlayıcı sonuçlar olduğunu kaydetmek ilginç olabilir. Sınırlayıcı Teoremlere ek olarak, bir niceliğin ölçülmesi bağıntılı bir niceliğin eşanlı olarak ölçülmesini olanaksızlaştırdığını söyleyen Heisenberg'in belirsizlik ilkesi vardır. Bütün bu sonuçların neden sınırlayıcı olduklarını bilmiyorum. Siz anlamlandırmaya çalışın.

Modern Müzik ve Sanatta Simge Karşısında Nesne

Özne-nesne ikiliğiyle yakından bağıntılı bir ikilik de, bu yüzyılın başlarında Ludwig Wittgenstein tarafından derinlemesine araştırılmış olan simge-nesne ikiliğidir. Daha sonra aynı ayrımı belirtmek üzere "kullanma" ve "anma" sözcükleri benimsenmiştir. Quine ve diğerleri göstergeler ve yerine durdukları şeyler arasındaki bağlantı hakkında oldukça yazmışlardır. Ama bu derin ve soyut konu üstüne yalnızca filozoflar kafa yormamıştır. Yüzyılımızda hem müzik hem de sanat bu problemle derinden ilgili yansımaları olan krizlerden geçti. Örneğin müzik ve resim geleneksel olarak duygu ve düşünceleri bir "simgeler" söz dağarcığı (örn. görsel imgeler, akorlar, ritimler gibi) aracılığıyla ifade etmişken, artık müzik ve sanatın bir şeyi *ifade etmeme* – sadece *olma* kapasitesini araştırma yönünde bir eğilim vardır. Bu saf boya damlaları ya da saf sesler olarak, ama her iki durumda da bütün simgesel değer boşaltılmış olarak varolmak demektir.

Özellikle müzikte John Cage sese Zen-benzeri bir yaklaşımın getirilmesinde çok etkili olmuştur. Parçalarının birçoğu, seslerin "kullanılması"nı – yani duygu hallerini iletmek için seslerin kullanılmasını – aşağılama ve seslerin "anılmasını" – yani dinleyicinin aracılığıyla onları çözerek bir mesaj çıkarabileceği hiçbir önceden formüle edilmiş kodu dikkate almadan seslerin gelişigüzel olarak yan yana getirilmelerini – övme niteliği taşır. Buna tipik bir örnek, VI. Bölümde betimlenen çok-radyolu parça "Imaginary Landscape no. 4"dür. Cage'e hakkı olan değeri veremiyor olabilirim, ama bana göre, eserlerinin çoğu müzikte anlamsızlığı gündeme getirmeye ve anlamsızlığın anlama sahip olduğunu göstermeye yöneliktir. Aleatorik müzik bu yönde yapılmış tipik bir araştırmadır. (Bu arada şans müziği çok daha sonraki "happenings" ya da "be-in" kavramlarının yakın akrabasıdır.) Cage'in yolundan giden birçok çağdaş besteci varsa da onun kadar özgün olanların sayısı çok azdır. Anna Lockwood'un "Yanan Piyano" parçası –alabildiğince gürültülü kopma sesi çıkarmaları için azami sıklıkta gerilmiş telli sazlarıyla– tam da bu yönde bir girişimdir; La Monte Young'un bir parçasındaysa sesler, piyanonun sahnenin her yerinde ve bir koçbaşı gibi engellere çarpa çarpa gezdirilmesiyle elde edilir.

Bu yüzyılda sanat, bu genel tipin birçok kasılmasıyla sarsıldı. Önce gerçekten devrimci olan temsil anlayışının terk edilmesi vardı: soyut sanatın başlangıcı. Saf temsilden en yüksek derecede soyut örüntülere aşama aşama geçiş Piet Mondrian'ın eserlerinde kendini gösterdi. Dünya temsili-olmayan sanata alıştıktan sonra gerçeküstücülük başgösterdi. Bu, müzikteki yeniklasikçilik gibi, aşırı temsili sanatın "alt üst edilip," şok etmek, kafa karıştırmak

ve şaşırtmak gibi tamamıyla yeni nedenler için kullanıldığı tuhaf bir tersine dönüştü. Bu ekol André Breton tarafından kuruldu, esas olarak Fransa'da mevzilendi; en etkili üyeleri Dali, Magritte, de Chirico, Tanguy'du.

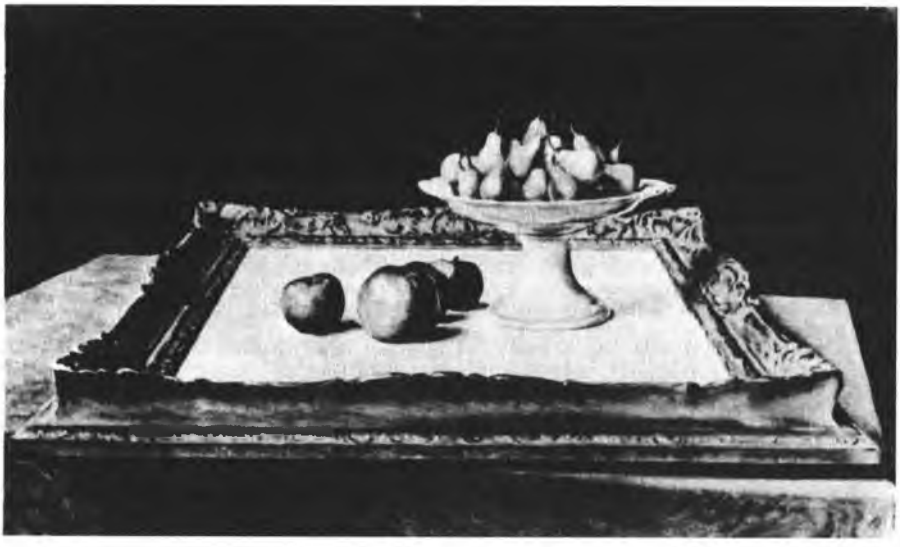
Magritte'nin Semantik İllüzyonları

Bütün bu sanatçılar arasında Magritte (benim kullanma-anma ayrımının derin bir genleşimi olarak gördüğüm) simge-nesne gizeminin en fazla bilincinde olan sanatçıydı. Magritte bunu seyircilerinde güçlü tepkiler uyandırmak için kullanır, seyirciler bu ayrımı bu şekilde söze dökmeseler bile. Örneğin *Sağduyu* adlı natürmort teması üstüne çok tuhaf çeşitlemesini ele alalım (Şekil 137).

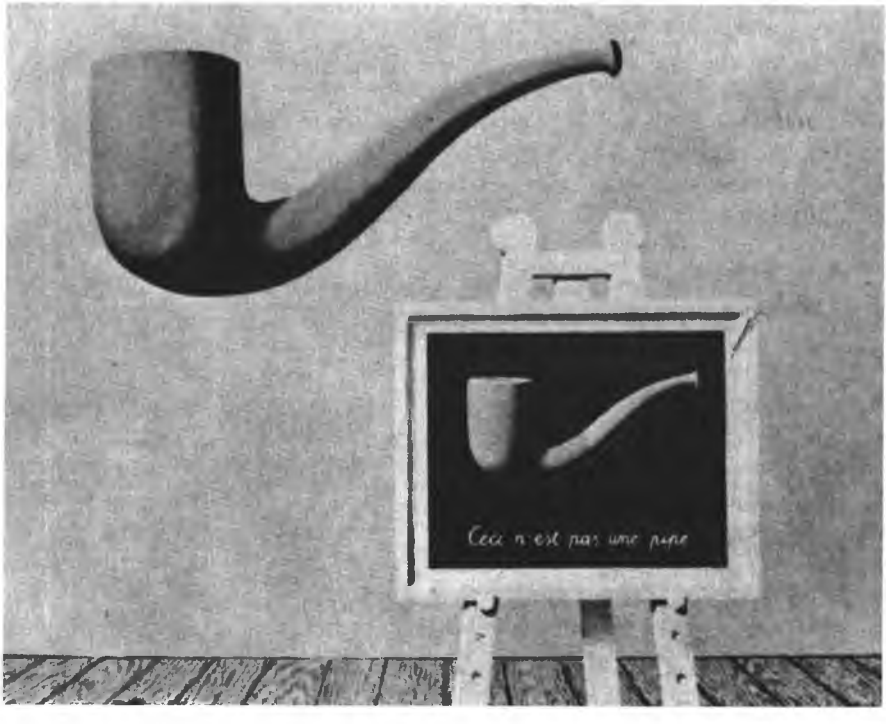
Burada olağan olarak natürmort içinde resmedilen türde bir şey, meyveyle dolu bir tabak, boş bir tuval üstünde durur halde gösterilir. Simge ve gerçek arasındaki çatışma müthiştir. Ama tam anlamıyla, ironi bu değildir, çünkü elbette bütün bu şeyin bizzat kendisi bir resimdir – aslında standart-olmayan konusuyla bir natürmort.

Magritte'nin pipo resimleri serisi çarpıcı ve şaşırtıcıdır. *İki Giz*'i ele alalım (Şekil 138). İçteki resme odaklandığınızda, simgeler ve pipoların farklı olduğu mesajını alırsınız. Sonra bakışınız yukarıya, havada yüzen "gerçek" pipoya doğru kayar – bunu gerçek, ötekini ise yalnızca simge olarak algılarsınız. Ama bu elbette tamamıyla yanlıştır: onların ikisi de gözlerinizin önündeki aynı düz yüzey üstündedir. Bir piponun iki kez-içiçe resim içinde olduğu ve dolayısıyla diğer pipodan "daha az gerçek" olduğu düşüncesi tam bir yanılgıdır. "Odaya girmek" istediğiniz anda, çoktan oyuna getirilmiş durumdasınız: imgeyi gerçeklik olarak alma yanılgısına düştünüz. Saflığınızla tutarlı olarak, neşeyle bir düzey aşağı inerek imge-içinde-imgeyi gerçeklikle karıştırdınız. Bunun içine çekilmemenin tek yolu, iki pipoyu da sadece burnunuzun birkaç santim önündeki bir yüzey üstündeki renkli benekler olarak görmektir. O zaman ve ancak o zaman yazılı "Ceci n'est pas une pipe" mesajının tam anlamını değerlendirebilirsiniz – ama ironik olarak, her şeyin beneklere dönüştüğü anda yazı da beneklere dönüşerek anlamını yitirir! Başka deyişle o anda resmin sözel mesajı en Gödelci şekilde kendi kendini yok eder.

Magritte'in bir serisinden alınmış olan *Hava ve Şarkı*'da (Şekil 82), *İki Giz*'de gerçekleştirilen her şey, iki yerine bir düzeyde olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Benim *Duman İşareti ve Boş Hayal* (Şekil 139 ve 140) çizimlerim "Magritte'nin bir Teması Üstüne Çeşitlemeler" oluşturur. *Duman İşareti*'ne



Şekil 137. *Sağduyu, Renè Magritte* (1945-46).



Şekil 138. *İki Giz*, Renè Magritte (1966).



Şekil 139. *Duman İşareti.* [Yazarın çizimi.]



Şekil 140. *Boş Hayal.* [Yazarın çizimi.]

bir süre gözlerinizi ayırmadan bakmayı deneyin. Çok geçmeden, "Ceci n'est pas un message" diyen gizlenmiş mesajı seçebilirsiniz. İmdi, eğer mesajı bulursanız, o kendini inkâr eder – yok eğer bulamazsanız, esas konuyu bütünüyle kaçırmış olursunuz. Dolaylı kendi kendilerini çekmeleri nedeniyle, iki pipo resmim Gödel'in G'si üstüne gevşekçe haritalanabilir – böylece Dogma, Yengeç, Tembelhayvan gibi öteki "Merkezi Xharitaları"yla aynı ruha sahip bir "Merkezi Pipoharitası" ortaya çıkar.

Resimlerdeki kullanma-anma karışıklığının klasik bir örneği, bir resimde bir paletin bulunmasıdır. Palet, ressamın resmetme becerisi tarafından yaratılan bir yanılsamayken, resmedilen paletin üstündeki boyalar ressamın paletinden gelen hakiki boya topaklarıdır. Boya kendini oynar – başka herhangi bir şeyi simgelemez. *Don Giovanni*'de Mozart bağıntılı bir hile kullanmıştır: Partisyona bir orkestranın akort edilme sesini açıkça yazmıştır. Benzer şekilde eğer 'Ben' sözcüğünün kendisini oynamasını (ve beni simgelememesini) istersem, 'Ben'i doğrudan metnimin içine koyarım; sonra 'Ben'i tırnak içine alırım. Sonuç "Ben"dir (ne 'Ben' ne de "'Ben'"). Anladınız mı?

Modern Sanatın "Kodu"

Hiçbirini tam olarak saptamanın mümkün olmadığı kadar çok sayıda etki, sanattaki simge-nesne ikiciliğine dair daha ileri keşiflere yol açmıştır. Hiç kuşkusuz Zene ilgisiyle John Cage, müzikte olduğu kadar sanatta da derin bir etki yaratmıştır. Arkadaşları Jasper Johns ve Robert Rauschenberg, nesneleri kendilerinin simgeleri olarak kullanarak – ya da madalyonu tersine çevirirsek, simgeleri kendilerinde nesneler olarak kullanarak nesneler ve simgeler arasındaki ayrımı araştırmışlardır. Bütün bunlarla amaçlanan belki de sanatın gerçeklikten bir adım uzak olduğu – sanatın "kod"lu konuştuğu, bunun için izleyicinin yorumcu olarak hareket etmesi gerektiği anlayışını yıkmaktır. Ana düşünce yorumlama adımını elemek ve çıplak nesneyi yalınca var *olmaya* bırakmaktı, nokta. ("Nokta" – kullanma-anma bulanıklığına tuhaf bir örnek). Bununla birlikte eğer tasarlanan bu idiyse, sonuç anıtsal bir fiyaskoydu ve belki de öyle olmak zorundaydı.

Bir nesne bir galeride sergilendiği veya bir "eser" olarak adlandırıldığı anda, derin bir içsel anlam halesiyle donanır – izleyici anlam ara*mamaası* yönünde ne kadar ikaz edilirse edilsin. Aslında bir geritepme etkisi iş başındadır; izleyicilere nesnelere gizemleştirmeden bakmaları ne kadar çok söylenirse izleyiciler nesneleri o kadar çok gizemle donatırlar. Her şeyden öte eğer bir mü-

zenin döşemesinin üstündeki tahta bir küfe sadece bir müzenin döşemesinin üstündeki tahta bir küfeyse, o zaman müze temizlikçisi neden onu kaldırıp çöpe atmıyor? Neden üstüne bir sanatçının adı iliştirilmiştir? Sanatçı neden sanatı demistife etmek istedi? Neden şu toprak parçasına bir sanatçının adı etiketlenmemiş? Bu bir oyun mu? Ben mi çıldırdım, yoksa sanatçılar mı? İzleyicinin zihninden daha birçok soru geçer; bundan kendini alıkoyamaz. Bu sanatın –Sanatın– otomatik olarak yarattığı "çerçeve etkisi"dir. Zihnin tuhaf olana ilgi göstermesini bastırmak mümkün değildir.

Elbette eğer amaç, kategorilerden ve anlamlardan yoksun Zen-benzeri bir dünya duygusu aşılamaksa, o zaman belki – Zen hakkındaki entelektüelleştirmelerde olduğu gibi – izleyiciye dışarı çıkma ve "içsel anlamları" reddeden ve dünyayı bir bütün olarak kucaklayan felsefeyle tanışmayı esinleyen bir katalizör olarak işlev görecek böylesi bir sanat tasarlanabilir. Bu durumda sanat kısa vadede, izleyiciler onun anlamı hakkında düşündüklerinden dolayı kendi kendini reddeder, ama uzun vadede, onlara kaynaklarını tanıtarak birkaç kişi üzerinde amacına ulaşır. Ama her iki durumda da, düşüncelerin aracılığıyla izleyiciye iletildiği hiçbir kodun olmadığı doğru değildir. Aslında kod çok daha karmaşıktır, kodların yokluğu hakkında ve bu türden başka şeyler hakkında bildirimler içerir – yani kısmen kod, kısmen metakoddur ve böyle devam eder. En Zen-benzeri sanat nesneleri tarafından iletilen mesajların Dolaşık Hiyerarşisi söz konusudur ve belki de modern sanatın bu kadar anlaşılmaz olmasının nedeni de budur.

Bir kez Daha İzm

Cage sanat ve doğa arasındaki sınırları yıkan bir harekete önderlik etmiştir. Müzikte, tema, bütün seslerin eşit olduğudur – bir tür akustik demokrasi. Dolayısıyla sessizlik ses kadar önemlidir ve rastgele ses düzenlenmiş ses kadar önemlidir. Leonard B. Meyer, *Music, the Arts, and Ideas* kitabında, müzikteki bu akıma "transendentalizm" adını verir ve şöyle der,

> Eğer sanat ve doğa arasındaki ayrım yanlış anlaşılmışsa, estetik değer biçme konudışı kalır. Bir piyano sonatının değeri konusunda yargıda bulunmak bir taşın, bir fırtınanın ya da bir deniz yıldızının değeri konusunda yargıda bulunmaktan hiç de daha fazla bir şey değildir. "Rasyonel tonal estetiğe özgü olan doğru ve yanlış, güzel veya çirkin gibi kategorik önermelerin" diye yazar Luciano Berio [çağdaş bir besteci] "bir bestecinin duyulur formlar ve müzikal eylem üzerinde neden ve nasıl çalıştığının anlaşılmasında artık hiçbir yararı yoktur."



Şekil 141. *İnsanlık Durumu I*, René Magritte (1933).

Daha sonra Meyer transendentalizmin felsefi konumunu betimleyerek şöyle devam eder:

> ... bütün zaman ve uzay içindeki bütün şeyler ayrılamaz biçimde birbirlerine bağlıdır. Evren içinde keşfedilen bölümlemeler, sınıflandırmalar ve örgütlenmeler keyfidir. Dünya karmaşık, sürekli, tek bir olaydır.[2] [Zenon'un Gölgeleri]

[2] Leonard B. Meyer, *Music, The Arts, and Ideas*, s. 161, 167.

Ben "transendentalizm" adını bu hareket için fazla büyük buluyorum. Onun yerine "İzm"i kullanıyorum. Öneksiz bir sonek olarak, ideleri olmayan bir ideolojiyi ima eder – nasıl yorumlarsanız yorumlayın olasılıkla durum budur. Ve "izm" olan her şeyi kucakladığı için adı oldukça uygundur. "İzm" sözcüğündeki "iz"* yarı anılmakta, yarı kullanılmaktadır: bundan daha uygun ne olabilirdi? İzm Zenin sanattaki ruhudur. Ve Zenin merkezi probleminin kendinin maskesini düşürmek olması gibi bu yüzyıldaki sanatın merkezi problemi de sanatın ne olduğunu bulmak gibi görünmektedir. Bütün bu çırpmışlar onun kimlik krizinin parçalarıdır.

Kullanma-anma ikiliğinin, biraz iteklendiğinde, onu zihnin gizemine bağlayan felsefi simge-nesne ikiciliği problemine dönüştüğünü gördük. Magritte *İnsan Durumu I* resmi (Şekil 141) hakkında şunları yazmıştır:

> Bir odadan görülen bir pencerenin önüne, resim tarafından görüşten saklanan manzaranın tam da o parçasını temsil eden bir resim yerleştirdim. Böylece resimde temsil edilen ağaç, onun ardında, odanın dışında konumlanmış ağacı görüşten sakladı. Seyirci için o, sanki onun zihninde eşanlı olarak hem resmin içindeki odada, hem de gerçek peyzajda dışarda olarak varoldu. Bu bizim dünyayı görme tarzımızdır: kendi içimizde deneylediğimiz sadece onun zihinsel bir temsili olmasına rağmen onu kendimizin dışında olarak görürüz.[3]

Zihni Anlamak

Önce resminin gizli anlamlarla dolu imgeleri ve sonra doğrudan sözcükler aracılığıyla, Magritte iki soru arasındaki bağı dışa vurur: "Simgeler nasıl çalışır?" ve "Zihinlerimiz nasıl çalışır?" Ve böylece bizi daha önce ortaya atılan soruya geri götürür: "Zihinlerimizi/beyinlerimizi anlamayı umabilir miyiz?

Yoksa olağanüstü, şeytani bir Gödelci önerme zihinlerimizi çözmemizi engeller mi? Bütünüyle usauygun-olmayan bir "anlama" tanımı benimsemediğiniz sürece zihinlerimizin nihai anlaşılması yolunda hiçbir Gödelci engel görmüyorum. Örneğin genel olarak araba motorlarının çalışma ilkelerini anlamamızla aynı şekilde, genel olarak beyinlerimizin çalışma ilkelerini anlamayı istemek bana oldukça usauygun geliyor. Bu – bırakın birinin kendi beynine bunu yapmasını, herhangi bir tek beyni en ince ayrıntısına kadar anlamaktan çok farklıdır. Gödel'in Teoreminin, en özensiz şekilde yorumlansa bile, bu ihtimal hakkında söyleyecek bir şeyi olduğunu düşünmüyorum. Gödel'in Teo-

---

* Burada "iz"in [İngilizcede "is"] "olmak" anlamına geldiği unutulmamalıdır –çn.

[3] Suzi Gablik, *Magritte*, s. 97.

reminin, aracılıklarıyla düşünce süreçlerinin sinir hücreleri ortamında vuku bulduğu genel mekanizmaları formülleştirme ve bunları doğrulama yeteneğimiz üstüne sınırlamalar dayatması için hiçbir neden göremiyorum. Beyinlerin başardıklarıyla kabaca aynı sonuçları elde eden simge-yönlendirme tiplerine ilişkin bilgisayarların (ya da onların ardıllarının) yaşama geçirilmesinin önüne Gödel'in Teoremi tarafından konulmuş hiçbir engel göremiyorum. Tikel bir insanın zihnini bir program içinde kopyalamaya çalışmak tamamıyla başka bir problemdir – ama zeki bir program üretmek kesinlikle daha sınırlı bir hedeftir. Gödel'in Teoremi, programlar aracılığıyla kendi zekâ düzeyimizi yeniden üretmemizi, eğitimin eşlik ettiği, DNA'daki kalıtsal bilginin iletimi aracılığıyla kendi zekâ düzeyimizi yeniden üretmemizi yasakladığından daha fazla yasaklamaz. Aslında XVI. Bölümde zekânın iletimine imkân veren şeyin tam da olağanüstü bir Gödelyen düzenek olduğunu –DNA ve proteinlerin Garip Döngüsü– gördük.

Öyleyse Gödel'in Teoreminin kendi zihinlerimiz hakkında düşünme konusunda bize sunabileceği hiçbir şey yok mudur? Bazı kişilerin öyle olması gerektiğini düşündüğü gibi gizemli ve sınırlayıcı şekilde olmasa da, bence var. Keyfi kodları, karmaşık eşbiçimlilikleri, üst ve alt yorumlama düzeyleri ve kendini-aynalama kapasitesini gerektiren inşasıyla birlikte Gödel'in kanıtlamasını anlama süreci insanın farklı düzeylerdeki zihinsel yapılar arasındaki ilişkiye dair sezgisini derinleştirecek simgeler ve simge işlemleme hakkındaki imgeler setine zengin yönelimler ve çeşniler katabilir.

Zekânın Rastlantısal Açımlanamazlığı?

Gödel'in kanıtlamasının, felsefi olarak ilginç bir "uygulaması"nı önermeden önce, zekânın "rastlantısal açımlanamazlığı" fikrini takdim etmek istiyorum. Ana düşünce şudur; beyinlerimiz, araba motorlarının tersine, hiçbir şekilde muntazam olarak ayrıştıramayacağımız denli inatçı ve yola gelmez dizgeler olabilirler. Şu sıralarda beyinlerimizin kendilerini her biri daha alt katmanlar uyarınca açıklanabilen açık katmanlara bölme yönündeki sürekli girişimlere yanıt verip vermeyeceğini bilmiyoruz – ya da beyinlerimizin ayrıştırma yönündeki bütün girişimleri engelleyip engellemeyeceğini.

Ama kendimizi anlamakta başarısız olsak bile, bunun ardında Gödelci bir "tertip" olması gerekmez; beyinlerimizin kendilerini anlayamayacak kadar zayıf olması sadece kaderin bir cilvesi olabilir. Örneğin beyni açıkça kendi kendini anlama için gerekli olan düzeyin çok altında olan – ama bizim beyni-

mize olağanüstü benzeyen alçak gönüllü zürafayı düşünün. Aslında zürafaların, fillerin, babunların* beyinleri – hatta tosbağaların veya bizden çok daha zeki olan bilinmeyen varlıkların beyinleri – muhtemelen temel olarak aynı ilkeler setine dayanarak işler. Zürafalar bu ilkelerin zihnin niteliklerini üretmek için nasıl birbirlerine uyduklarını anlamak için gerekli olan zekâ eşiğinin çok altında yer alabilirler; insanlar bu eşiğe daha yakın bir yerde olabilirler – belki onun hemen altında, belki hatta üstünde. Burada önemli olan nokta, bu niteliklerin idrak edilemez olduğu yönünde hiçbir *temel* (yani Gödelci) nedenin olmayabileceğidir; daha zeki varlıklar için bunlar tamamıyla açık olabilirler.

Karar Verilemezlik Üst-Düzey Görüş Açısından Ayrılamaz

Bu karamsar beynin rastlantısal açımlanamazlığı kavramını dışta bırakırsak, Gödel'in kanıtlaması bize zihinlerimizin/beyinlerimizin açıklanmaları hakkında ne tür içgörüler sunabilir? Gödel'in kanıtlaması, bir sisteme üst-düzey bir bakışın alt-düzeylerde mevcut olmayan bir açıklayıcı güce sahip olabildiği nosyonunu sunar. Bununla şunu kastediyorum. TNT'nin bir dizisi olarak size Gödel'in karar verilemeyen dizisi G'nin verildiğini varsayın. Ayrıca Gödel-sayılaştırması hakkında da hiçbir şey bilmediğinizi varsayın. Yanıtlamanız gereken soru şudur: Bu dizi neden TNT'nin bir teoremi değildir?" İmdi böylesi sorulara alışıksınız; örneğin eğer bu soru SO = 0 hakkında sorulmuş olsaydı hazır bir açıklamanız vardı: "*Onun değillemesi*, ~SO = 0, *bir teoremdir.*" Bu, TNT'nin tutarlı olduğu bilginizle birlikte, verilen dizinin neden bir teorem-olmadığına bir açıklama getirir. Bu benim "TNT-düzeyinde" bir açıklama dediğim şeydir. Onun, MU'nun neden MIU-dizgesinin bir teoremi olmadığı açıklamasından ne kadar farklı olduğuna dikkat edin: ilki M-kipinden, ikinci ise yalnızca I-kipinden kaynaklanır.

Peki ya G? SO = 0 durumunda başarıyla işleyen TNT-düzeyi açıklaması G'de işlemez, çünkü ~G bir teorem *değildir*. TNT'nin genel görüşüne sahip olmayan kişi, G'yi kurallara göre oluşturamamasına çok şaşıracaktır, çünkü bir aritmetik önerme olarak onda görünürde hiçbir yanlışlık yoktur. Aslında G tümel olarak nicelenmiş bir diziye döndürüldüğünde, G'den elde edilen her özelleme değişkenler yerine rakamlar koyularak türetilebilir. G'nin teorem-olmamaklığım açıklamanın tek yolu, Gödel-sayılaştırması kavramını keşfetmek

* İngilizce Giraffes, elephants, baboons – ilk harflere dikkat! –çn.

ve TNT'ye tamamıyla farklı bir düzeyden bakmaktır. TNT-düzeyindeki açıklamayı yazıya dökmek yalnızca karmaşık ve zor değildir; olanaksızdır. Böyle bir açıklama basitçe varolmaz. Üst-düzeyde, TNT-düzeyinde, ilke olarak basitçe yok olan bir tür açıklayıcı güç vardır. G'nin teorem-olmamaklığı, tabiri caizse, *özünlü olarak üst-düzey bir olgudur*. Ben bunun *bütün* karar verilemez önermeler için doğru olduğundan kuşkulanıyorum; bu şu demektir: her karar verilemez önerme aslında bir kod aracılığıyla bir dizge içinde kendi teorem-olmamaklığını öne süren bir Gödel tümcesidir.

Özünlü Olarak Üst-Düzey Bir Fenomen Olarak Bilinç

Bu şekilde bakıldığında, Gödel'in kanıtlaması –hiçbir şekilde ispatlamamış olsa da!– zihne/beyine, daha alt düzeylerde görünmeyen kavramlar içeren üst-düzey bir bakma yolu olduğunu ve bu düzeyin daha alt düzeylerde –ilke olarak bile– varolmayan bir açıklayıcılık gücüne sahip olabildiğini ima eder. Bu, bazı olguların üst-düzeyde oldukça kolay açıklanabildiği, ama alt düzeylerde *hiç* açıklanamadığı anlamına gelir. Bir alt-düzey bildirim ne kadar uzun ve karmaşık hale getirilirse getirilsin, söz konusu fenomeni açıklayamaz. Bu, TNT'de türetim ardına türetim yapsanız, onları ne kadar uzun ve karmaşık yapsanız da –daha üst bir düzeyde, G'nin doğru olduğunu görebileceğiniz olgusuna karşın– asla G'yi bulamayacağınız olgusunun analogudur.

Böylesi üst-düzey kavramlar neler olabilir? Çok uzun zamandır, bütünlükcü veya "ruhcu" eğilimli bilimciler ve hümanistler tarafından *bilincin*, beyin-bileşenleri uyarınca yapılan açıklamalardan kaçan bir fenomen olduğu öne sürülmüştür; öyleyse en azından bir aday var. Ayrıca açıklanması hep güçlüklerle dolu olan *özgür istenç* kavramı vardır. Belki de bu niteliklerden, tek başına fizyoloji tarafından tedarik edilemeyen açıklamalar gerektirmeleri anlamında "zuhuri" niteliklerdir. Ama böylesine cesur hipotezlerde bulunurken Gödel'in kanıtlamasını kılavuz olarak alıyorsak, analojiyi tüm anlamıyla kurmamız gerektiğinin farkına varmamız önemlidir. Özellikle G'nin teorem-olmamasının bir açıklaması olduğunu hatırlamamız hayati öneme sahiptir – o tam bir gizemli değildir! Bu açıklama, bir seferde yalnızca bir düzeyin değil, ama bir düzeyin metadüzeyini aynalama yolunun ve bu aynalamanın sonuçlarının anlaşılmasına dayanır. Eğer analojimiz geçerli olacaksa, o zaman "zuhuri" fenomenler, zihinsel dizgelerdeki farklı düzeyler arasındaki bir ilişki uyarınca açımlanabilir olacaktır.

Bilinçliliğin Dönümcül Noktası olarak Garip Döngüler

Benim inancım, beyinlerimizdeki "zuhuri" fenomenlerin açıklamalarının – örneğin düşünler, umutlar, imgeler, analojiler ve son olarak bilinç ve özgür istenç– bir tür Garip Döngüye, en üst düzeyin aşağıya, en alt düzeye doğru uzanıp onu etkilerken aynı zamanda kendisinin de en alt düzey tarafından belirleniyor olması şeklindeki bir düzeyler arası etkileşime dayandıklarıdır. Başka deyişle farklı düzeyler arasındaki bir kendini-pekiştirme "rezonansı"na – tıpkı sadece kendinin ispatlanabilirliğini öne sürerek gerçekten ispatlanabilir olan Henkin tümcesi gibi. Kendilik [self], kendini yansıtma gücüne sahip olduğu anda varlığa gelir.

Bu anti-indirgemeci bir konum olarak alınmamalıdır. Sadece, zihnin indirgemeci bir açıklamasının *anlaşılabilir olması için* düzeyler, haritalamalar ve anlamlar gibi "yumuşak" kavramlardan yardım alması gerektiğini ima eder. Beynin tamamıyla indirgemeci, ama anlaşılamaz bir açıklamasının varolduğundan hiç kuşkum yok; problem onun bizim anlayabileceğimiz bir dile nasıl çevirileceğidir. Kuşkusuz parçacıkların konumları ve devinirlikleri uyarınca yapılan bir betimleme istemiyoruz; nöral etkinliği "sinyaller"le (ara-düzey fenomeni) – ve sinyalleri, varolduğu önvarsayılan "kendilik-simgesi" de dahil olmak üzere "simgeler" ve "altdizgeler"le bağıntılandıran bir betimleme istiyoruz. Bu alt-düzey fiziksel donanımdan üst-düzey psikolojik yazılıma doğru yapılan çeviri edimi, sayı-kuramsal bildirimlerin metamatematik bildirimlere çevrilmesini andırır. Gödel'in eksikliliğinin ve Henkin'in tümcesinin kendi kendini ispatlama özelliğini yaratan şeyin bu sağın çeviri noktasında meydana gelen bir düzey kesişmesi olduğunu hatırlayın. Ben, hemen hemen çözümlenemez olan kendilik hissini yaratan şeyin de benzer bir düzey kesişmesi olduğunu koyutluyorum.

Beyin/zihin dizgesinin bütün zenginliğiyle baş edebilmek için düzeyler arasında rahatlıkla kayabilmemiz gerekir. Dahası değişik "nedensellik" tiplerini kabul etmek zorundayız: bir betimleme düzeyindeki bir olayın başka düzeylerdeki olayların meydana gelmesine "neden" olabilme yollarını. Bazen sırf birinin, bir başka betimleme düzeyinde, ötekinin çevirisi olması sebebiyle, A olayının B olayına neden olduğu söylenecektir. Bazen "neden" olağan anlamına sahip olacaktır: fiziksel nedensellik. Her iki nedensellik tipinin de –ve belki daha da fazlası– zihne ilişkin herhangi bir açıklamada kabul edilmesi gerekecektir, çünkü aynı Merkezi Dogmaharitası'nda olduğu gibi, zihinselliğin Dolaşık Hiyerarşisi içinde hem yukarı *hem de* aşağı doğru yayılan nedenler olduğunu kabul etmek zorunda kalacağız.

Öyleyse kendimizi anlamamızın en can alıcı noktasında zihinlerimiz içindeki düzeylerin Dolaşık Hiyerarşisini anlama yer alacaktır. Benim konumum, sinir bilimci Roger Sperry'nin, mükemmel makalesi "Mind, Brain, and Humanist Values"de ortaya koyduğu bakış açısına oldukça benzer; bu makaleden küçük bir alıntı yapıyorum:

> Benim hipotetik beyin modelimde, bilinçli farkındalık bütünüyle gerçek bir nedensel fail olarak temsil edilir ve etkin, işlemsel bir güç olarak göründüğü beyin olaylarındaki nedensel sıralanma ve kontrol zincirinde önemli bir yer tutar... Çok basit olarak belirtmek gerekirse, konu, kafatasını işgal eden nedensel güçler popülasyonu içinde kimin kime baş eğdirdiği meselesine indirgenebilir. Başka deyişle bu, kafatası-içindeki kontrol failleri arasındaki gagalama-düzeni hiyerarşisinin düzenlenmesi meselesidir. Kafatası içinde çeşitli nedensel güçlerin oluşturduğu bütün bir dünya vardır; dahası evrenin bildiğimiz başka hiçbir desimetre küpünde olmadığı şekilde, güçler içinde güçler içinde güçler vardır... Uzun lafın kısası, beyin içindeki komuta zincirinde yukarı doğru tırmanılırsa, en tepede, zihinsel haller veya psişik etkinlikle ilintilendirilen beyinsel uyarılmanın büyük örüntülerinin bütün bu genel organizasyon kuvvetleri ve dinamik özellikleri bulgulanır... Beyindeki bu komuta dizgesinin en üst noktasının yakınında... ideleri buluruz. Şempanzeden daha üstte olan insan idelere ve ideallere sahiptir. Burada önerilen beyin modelinde bir idenin ya da bir idealin nedensel gücü, bir molekülün, bir hücre ya da bir sinir impulsuninki kadar gerçektir. İdeler ideleri nedenler ve yeni idelerin evrilmesine yardım eder. Birbirleriyle ve aynı beyindeki, yakın beyinlerdeki ve global iletişim sayesinde uzak, yabancı beyinlerdeki diğer zihinsel güçlerle etkileşirler. Ve de evrim içinde, canlı hücre de dahil olmak üzere, evrim sahnesinde şimdiye kadar yerini alan her şeyin ötesine uzanan in toto* bir ani ilerleme üretmek için dış çevreyle etkileşirler.[4]

İki söylem dili arasında ünlü bir yarık vardır: öznel dil ve nesnel dil. Örneğin kırmızılığın öznel duyumu ve kırmızı ışığın "nesnel" dalgaboyu arasında. Birçok kişiye göre, bunlar hiçbir zaman uzlaştırılamazlar. Ben öyle olduğunu düşünmüyorum. Bunlar Escher'in *Birbirini Çizen Eller*'ine ilişkin iki bakışın olduğundan daha fazla uzlaştırılamaz değildir – "dizgenin içinden" bakıldığında eller birbirlerini çizerken, dışarıdan bakıldığında, onun hepsini Escher çizmektedir. Kırmızılığa ilişkin öznel his, beyindeki kendini-algılama girdabından gelir; nesnel dalgaboyu ise geri çekilip sistemin dışına çıktığınızda şeyleri görme biçiminizdir. Hiçbirimizin "büyük resim"i görebilecek kadar geri çekilebilmesi mümkün değilse de onun varolduğunu unutmamalıyız. Bü-

---

* Latince "tümden" –çn.

[4] Roger Sperry, "Mind, Brain, and Humanist Values," s. 78-83.

tün bunları ortaya çıkaranın fiziksel yasalar olduğunu hatırlamalıyız – bizim için üst-düzey içebakış sondalarımızla erişemeyeceğimiz kadar uzakta olan nöral kıyı köşeye dek inen yasalar.

Kendilik-Simgesi ve Özgür İstenç

XII. Bölümde, özgür istenç dediğimiz şeyin kendilik-simgesi (ya da altdizgesi) ve beyindeki öteki simgeler arasındaki etkileşimin bir sonucu olduğu öne sürüldü. Simgelerin anlamların bağlandığı üst-düzey kendindelikler olduğu düşüncesini kabul edersek, o zaman simgeler, kendilik-simgesi ve özgür istenç arasındaki ilişkiyi açıklama girişiminde bulunabiliriz.

Özgür istenç sorusu hakkında bir perspektif edinmenin bir yolu onu eşdeğerli olduğuna inandığım, ama daha az yüklü terimler içeren bir soruyla değiştirmektir. "X dizgesi özgür istence sahip midir?" sorusunun yerine, "X dizgesi seçim yapar mı?" diye sorabiliriz. Bir dizgeyi –mekanik veya biyolojik– "seçimler" yapabilir olarak betimlemeyi seçtiğimizde, gerçekte neyi kastettiğimizi dikkatlice araştırarak özgür istenç konusuna daha fazla ışık tutabileceğimizi düşünüyorum. Değişik koşullar altında, "seçim yapmakta" olarak betimleme eğiliminde olduğumuzu hissettiğimiz birkaç farklı dizgeyi gözden geçirmek yararlı olacaktır. Bu örneklerden hareketle, "seçim yapma" deyişiyle gerçekte ne kastettiğimiz konusunda bir perspektif kazanabiliriz.

Şu dizgeleri paradigmalar olarak alalım: kasisli bir yokuştan aşağı yuvarlanan bir bilye, 2'nin karekökünün ondalık açılımındaki ardışık basamakları bulan bir cep hesap makinesi; iyi satranç oynayan gelişkin bir program; bir T-labirentinde (bir tarafında ödül bulunan tek çatallı labirent) bulunan bir robot; ve karmaşık bir ikilemle karşı karşıya olan bir insan.

Önce bir yokuştan aşağı yuvarlanan bilya hakkında ne diyebiliriz? Seçim yapar mı? Sanırım çok kısa mesafede bile izleyeceği yolu öndeyileyemesek bile hepimiz onun seçim yapmadığını oybirliğiyle kabul ederiz. Gittiği yoldan başka şekilde gitmesinin *olanaksız* olduğu ve tamamıyla katı doğa yasalarınca sürüklenmekte olduğu duygusuna kapılırız. Elbette istiflenmiş zihinsel fiziğimiz içinde, bilye için birçok farklı "mümkün" yol canlandırabiliriz ve onun gerçek dünyada bunlardan yalnızca birini izlediğini görürüz. Dolayısıyla zihinlerimizin bir düzeyinde, bilyenin birçok zihinsel yoldan yalnızca birini "seçtiği" hissine kapılmaktan kendimizi alamayız; ama zihinlerimizin bir başka düzeyinde, zihinsel fiziğin dünyayı içsel olarak modellememizde yalnızca bir yardımcı olduğu ve olayların gerçek fiziksel sekansın oluşmasını sağlayan

mekanizmaların doğadan, önce hipotetik bir evrende ("Tanrı'nın beyni") değişkeleri üretmesi ve sonra onlar arasında seçim yapması türünde bir süreçten geçmesini istemediği yönünde içgüdüsel bir anlayışa sahibiz. Bu yüzden bu sürece "seçim" adını vermeyeceğiz – bunun gibi durumlarda, çağrıştırıcı gücünden dolayı, bu sözcüğün kullanılmasının sık sık pragmatik açıdan çok yararlı olduğunu kabul etmemize rağmen.

Peki, ya 2'nin karekökünün basamaklarını bulmaya programlanmış hesap makinesi? Peki ya satranç programı? Burada bizim yalnızca "hayali yokuşlar"dan aşağı yuvarlanan "hayali bilyalar"la uğraştığımızı söyleyebiliriz. Aslında bu durumlarda seçim-yapmanın-yokluğu lehindeki uslamlamalar bilya durumundakinden daha güçlüdür. Çünkü bilya deneyini yinelemeye çalışırsanız, kuşkusuz onun yokuştan aşağı tamamıyla farklı bir yol izleyerek indiğine şahit olacaksınız, oysa 2'nin-kare-kökü programını yeniden yürütüme koyduğunuzda tekrar tekrar aynı sonuçları elde edeceksiniz. İlk düşüş koşullarını ne kadar doğru olarak yeniden oluşturmaya çalışırsanız çalışın, bilya her defasında farklı bir yol "seçer" gibi görünür, oysa program her defasında tamamıyla aynı kanallarda çalışır.

İmdi düşsel satranç programları durumunda, çeşitli olanaklar vardır. Eğer belli programlara karşı bir oyun oynar ve sonra ikinci bir oyuna birinci seferdeki aynı hamlelerle başlarsanız, bu programlar, bir şeyler öğrendiğine veya bir değişiklik yapma arzusuna sahip olduğuna ilişkin herhangi bir belirti göstermeden daha önceki hamlesiyle tamamen aynı hamleyi yapacaktır. Değişikliğe imkân veren rastgeleleştirme aygıtlarına sahip, ama bu değişikliğin derinlerde bir arzudan kaynaklanmadığı programlar da vardır. Bu tür programlar, ilk seferdeki konumla aynı konuma getirilmek üzere içsel rastgele sayı üreteciyle yeniden kurulabilir ve bir kez daha aynı oyun ortaya çıkar. Sonra hatalarından ders alan ve bir oyunun sonucuna bağlı olarak stratejilerini değiştirebilen programlar vardır. Bu tür programlar aynı oyunu ardı ardına iki kez oynamayacaklardır. Elbette aynı rastgele sayı üretecini yeniden kurabildiğiniz gibi, bellekte öğrenmeyi gösteren bütün değişimleri silerek zamanı geri döndürebilirsiniz, ama bu pek de dostça bir tavır gibi görünmüyor. Ayrıca en son ayrıntıya kadar her şey – ve bu beyninizi de içerir elbette – ilk sefer ortaya çıktığı şekilde yeniden kurulursa, *sizin kendi* geçmiş kararlarınızı değiştirebileceğinizi düşünmek için bir neden var mıdır?

Ama biz "seçim"in buraya uygulanabilir bir terim olup olmadığı sorusuna geri dönelim. Eğer programlar yalnızca "hayali yokuşlardan aşağı yuvarlanan hayali bilyalar" ise seçim yaparlar mı, yapmazlar mı? Elbette yanıt öznel bir

yanıt olma durumundadır, ama ben aşağı yukarı aynı düşüncelerin bilyaya olduğu gibi buraya da uygulanabileceğini söylüyorum. Bununla birlikte sadece kullanışlı ve ammsatıcı bir kısaltma olsa bile, "seçim" sözcüğünü kullanmanın çekiciliğinin oldukça güçlü olduğunu eklemek zorundayım. Bir satranç programının yuvarlanan bir bilyanın tamamıyla tersine olarak, mümkün yol çatallanmalarım gözden geçirerek ileriye bakması olgusu onun bir 2'nin-karekökünü bulma programından çok daha canlı bir varlık gibi görünmesini sağlar. Yine de burada derin anlamda bir kendinin-farkında olma söz konusu değildir – ve ne de özgür istenç hissi vardır.

İmdi, bir simgeler dağarcığına sahip bir robot tahayyül edelim. Bu robot bir T-labirentine konmuştur. Ama ödüle doğru gitmek yerine, 2'nin karekökünün bir sonraki basamağı çift olduğunda sola ve tek olduğunda sağa gitmeye önprogramlanmıştır. İmdi bu robot, durumu simgeleri içinde modelleme kapasitesine sahiptir, dolayısıyla kendisini seçim yaparken izleyebilir. T'ye yaklaştığı her seferinde robota, "Bu sefer hangi yola döneceğini biliyor musun?" diye sorsanız, "Hayır" demek zorunda kalacaktır. Sonra ilerlemek için, 2'nin karekökünün sonraki basamağını hesaplayan "karar verici" altyordamını etkinleştirecek ve karar verilecektir. Bununla birlikte karar vericinin içsel düzeneği robotça bilinmez – bu, robotun simgeleri içinde sadece, gizemli ve görünürde rastgele bir kuralla "sağ"lar ve "sol"lar üreten kara bir kutu olarak gösterilir. Eğer robotun simgeleri 2'nin karekökünün, SL'ler ve SG'ler de atan gizli kalp atışlarını seçme yeteneğine sahip değilse, yapıyor olduğu "seçimler" tarafından şaşkına döndürülecektir. İmdi, bu robot seçim yapıyor mu? Kendinizi onun yerine koyun. Eğer bir yokuştan aşağı yuvarlanan bir bilyanın içine konsanız ve onun izlediği yola etkide bulunma gücünüz olmasa, ama yolu zihninizle gözleyebilseniz, bilyanın izlediği yolun seçimle bir ilgisi olur mu? Zihniniz sonucu *etkilemiyor* olduğu sürece simgelerin mevcudiyeti hiçbir fark yaratmaz.

Öyleyse robotumuzda bir değişiklik yapalım: simgelerin –kendi-simgesi de dahil– alınan kararı etkilemesine izin verelim. İmdi burada, seçimin özünü önceki örneklerden çok daha derinliğine yakalamış görünen, tamamıyla fiziksel yasa altında çalışan bir program örneğine sahibiz. Robotun kendisine ilişkin kendi istiflenmiş kavramı sahneye dahil olduğunda, robotla özdeşlemeye başlarız, çünkü bu bizim yaptığımız türden şeylere benzer. Bu artık hiçbir simgenin alınan kararları izler görünmediği 2'nin karekökünün hesaplanması gibi değildir. Elbette eğer robotun programına çok yerel bir düzeyde baksaydık, o büyük oranda kare-kök programı gibi görünürdü. Adım adım yürütü-

len ve sonunda, çıktısı "sol" veya "sağ" olan bir program. Ama üst düzeyde, durumu modellendirme ve kararı etkilemede simgelerin kullanılıyor olduğunu görebiliriz. İşte bu, programa ilişkin düşünme biçimimizi kökten etkiler. Bu aşamada bu resme *anlam* dahil olmuştur – kendi zihinlerimizle manipüle ettiğimizle aynı türden anlam.

Bütün Düzeylerin Kesiştiği Bir Gödel Girdabı

İmdi eğer dışardan bir fail, robota bir sonraki seçimi olarak 'SL'yi önerirse, bu öneri alınacak ve etkileşen simgelerin dönen kütlesi içine yönlendirilecektir. Orada, aynı bir girdabın içine çekilen bir kayık gibi, karşı konulamaz biçimde kendi-simgesiyle etkileşim içine çekilecektir. Bu, bütün düzeylerin kesiştiği dizgenin girdabıdır. Burada 'SL' simgelerin Dolaşık Hiyerarşisiyle karşı karşıya gelir ve düzeyler arasında aşağı yukarı geçirilir. Kendi-simgesi bütün içsel süreçlerini izleme yeteneğine sahip değildir ve dolayısıyla aktüel karar ortaya çıktığında –'SL' veya 'SG' veya dizgenin dışında başka bir şey– dizge bunun nereden geldiğini söyleyemeyecektir. Kendisini izlemeyen ve bunun sonucu olarak hamlelerinin nereden geldiği hakkında hiçbir fikri olmayan standart bir satranç programının tersine, bu program kendisini izler ve kendi fikirleri hakkında fikirlere sahiptir – ama kendine ait süreçleri bütün ayrıntısıyla izleyemez ve dolayısıyla tam olarak anlamaksızm kendi işleyişine ilişkin bir tür *sezgisel* kavrayışa sahiptir. Kendi-bilgisi ve kendi-bilgisizliği arasındaki bu dengeden özgür istenç duygusu çıkar.

Ona göre zihinsel imgeler içinde içerilen belli düşünceleri aktarmaya çalışan bir yazarı düşünün örneğin. Bu imgelerin zihninde nasıl birbirlerine uygun düştüğünden emin değildir ve şeyleri önce bir şekilde ve sonra başka bir şekilde ifade ederek denemeler yapar ve sonunda bir versiyonda karar kılar. Ama bütün bunun nereden geldiğini bilir mi? Ancak belirsiz bir anlamda. Kaynağın büyük bölümü, bir buz dağı gibi suyun altında görünmez haldedir – ve o da bunu bilir. Ya da daha önce tartıştığımız bir şeyi onu ne zaman bir insan bestecinin aletinden çok besteci olarak adlandırmaktan rahatsız olmayacağımız sorusu etrafında bir müzik besteleme programını düşünün. Muhtemelen simgeler uyarınca kendi-bilgisi programın içinde varolduğunda ve program kendilik-bilgisi ve kendilik-bilgisizliği arasındaki bu incelikli dengeye sahip olduğunda rahatsız olmayız. Dizgenin belirlenimci bir şekilde çalışıp çalışmadığı konu dışıdır; onu bir "seçim yapıcı" olarak adlandırmamızı sağlayan *program yürütüldüğünde meydana gelen sürecin üst-düzey bir betimlen-*



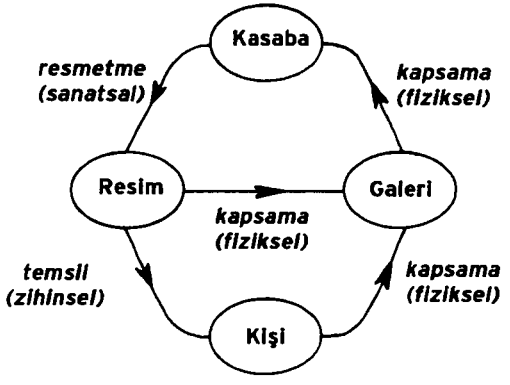
Şekil 142. *Resim Galerisi*, M. C. Escher (taşbaskı, 1956).

mesiyle özdeşleşebilip özdeşleşemediğimizdir. Alt (makine dili) düzeyde, program, öteki programlar gibi görünür; üst (istiflenmiş) düzeyde, "istenç," "sezgi," "yaratıcılık" ve "bilinçlilik" gibi nitelikler ortaya çıkabilir.

Önemli olan fikir, bu kendi "girdabı"nın, zihinsel süreçlerin dolaşıklığından, Gödelyen-liğinden, sorumlu olmasıdır. İnsanlar bana sık sık, "Kendine-gönderme ve falan-filanla ilgili bu malzeme çok hoş ve eğlenceli, ama onda ciddi bir şeyler olduğunu gerçekten düşünüyor musun?" diyorlar. Kesinlikle düşünüyorum. Onun nihayetinde AI'nın çekirdeğinde ve insan zihinlerinin nasıl işlediğini anlamaya yönelik bütün girişimlerin odağında bulunduğunun ortaya çıkacağını düşünüyorum. Ve Gödel'in kitabımın dokusunun içinde böylesine derinden örülmesinin nedeni budur.

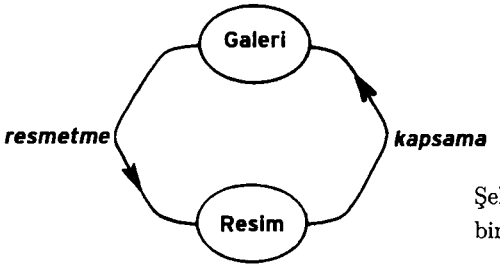
Bütün Düzeylerin Kesiştiği Bir Escher Girdabı

Bir Dolaşık Hiyerarşinin siklonik "göz"ünün çarpıcı derece güzel, ama aynı zamanda rahatsız edici derecede grotesk olan ilüstrasyonu bize Escher tarafından *Resim Galerisi* çalışmasında sunulmuştur (Şekil 142). Gördüğümüz şey, genç bir adamın küçük bir kasabanın limanındaki bir geminin resmine baktığı bir resim galerisi; mimarisine bakılırsa belki de bu bir Malta kasabası; küçük kulelere, tek tük kubbelere ve düz taş çatılara sahip; bu çatılardan birinin üstünde bir oğlan çocuğu sıcaktan gevşemiş halde oturuyor; bu arada onun iki kat altında bir kadın –belki de annesi– genç bir adamın küçük bir kasabanın limanındaki bir geminin resmine baktığı bir resim galerisinin hemen üzerinde bulunan evinin penceresinden dışarıyı seyrediyor; belki de bu bir Malta kasabası – Ne!? Mantık olamayacağını söylemesine karşın başladığımızla aynı düzeye geri döndük. Gördüğümüz şeyin bir diyagramını çizelim (Şekil 143).

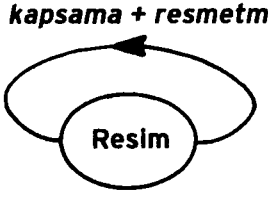


Şekil 143. M. C. Escher'in *Resim Galerisi*'nin soyut diyagramı.

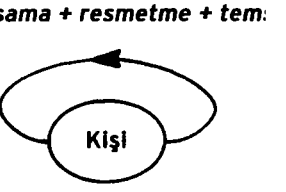
Bu diyagramda üç tür "içinde-lik" görülür. Galeri *fiziksel olarak* kasabanın *içindedir* ("kapsama"); kasaba *sanatsal olarak* resmin *içindedir* ("resmetme"); resim *zihinsel olarak* kişinin *içindedir* ("temsil"). İmdi bu diyagram doyurucu görünse de aslında gelişigüzeldir, çünkü gösterilen düzeylerin sayısı oldukça keyfidir. Yalnızca üst yarıyı temsil etmenin bir başka yolunu görmek için aşağıya bakınız (Şekil 144). "Kasaba" düzeyini eledik; kavramsal olarak yararlıydı, ama onsuz da yapılabilir. Şekil 144 *Birbirini Çizen Eller*'in diyagramına benzer: iki adımlı bir Garip Döngü. Zihinlerimize doğal görünse bile, bölüm imleri keyfidir. Bu, Şekil 145'de olduğu gibi, *Resim Galerisi*'nin daha da "katlanmış" şematik diyagramları çizilerek daha vurgulu olarak belirtilebilir.



Şekil 144. Önceki şeklin katlanmış bir versiyonu.



Şekil 145. Şekil 143'ün daha da katlanması.



Şekil 146. Şekil 143'ü katlamanın bir başka yolu.

Bu resmin paradoksunu en yalın haliyle sergiler. İmdi – eğer resim "kendisinin içinde" ise o zaman genç adam da kendisinin içinde midir? Bu soru Şekil 146'da yanıtlanmıştır. Böylece genç adamı, "içinde"nin üç ayrı anlamının birleştirilmesinden oluşan tuhaf bir anlamda, "kendisinin içinde" olarak görürüz.

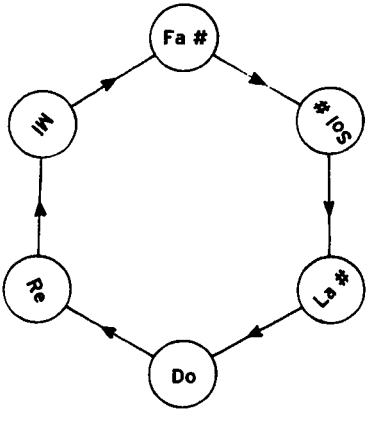
Bu diyagram bize tek-adımda kendine-göndermesiyle Epimenides paradoksunu hatırlatırken, iki-adımlı diyagram her biri ötekine gönderimde bulunan tümce çiftine benzer. Döngüyü daha sıkı hale getiremeyiz, ama "resim çerçevesi," "arkat" ve "bina" gibi istediğimiz sayıda ara düzeyler ekleyerek daha fazla genişletebilriz. Eğer böyle yaparsak, diyagramları *Çağlayan* (Şekil 5) veya *İniş ve Çıkış*'ınkilerle (Şekil 6) eşbiçimli olan çok-adımlı Garip döngüler elde ederiz. Düzeylerin sayısı, bağlam, amaç ya da zihin çerçevesine göre değişebilen bizim "doğal" olarak hissettiğimiz şeylerle belirlenir. Merkezi Xharitalarınm hepsi –Dogma, Yengeç, Tembelhayvan ve Pipo– üç-adımlı Garip Döngüler içeriyor olarak görülebilir; istenilirse, onların hepsi iki-adımlı veya bir-adımlı döngüler halinde katlanabilir; sonra tekrar çok aşamalı döngüler halinde genleştirilebilir. Düzeylerin algılanma yeri bir sezgi ve estetik tercih meselesidir.

İmdi, *Resim Galerisi*'nin gözlemcileri olan bizler de, ona bakmamızdan dolayı kendi içimize çekildik mi? Doğrusu hayır. Dizgenin dışında kalarak bu

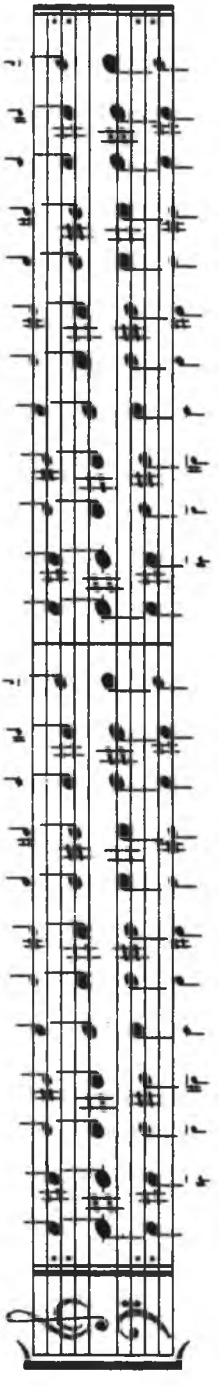
özel girdaptan kaçmayı başarıyoruz. Ve resme baktığımızda, ortadaki "leke"deki Escher'in imzası "MCE" gibi, genç adamın kesinlikle göremeyeceği şeyler görüyoruz. Bu leke bir kusur gibi görünmesine karşın belki de kusur bizim beklentilerimizdedir, çünkü aslında Escher resmi çizdiği kurallarla tutarsızlığa düşmeden resmin bu bölümünü tamamlayamazdı. Sarmalın merkezi eksiklidir – ve eksikli olmalıdır. Escher onu istediği kadar küçük yapabilirdi, ama ondan kurtulamazdı. Dolayısıyla dışarıda olan bizler Resim Galerisi'nin özsel olarak eksikli olduğunu biliriz – bu içerideki genç adamın asla bilemeyeceği bir olgudur. Escher öyleyse Gödel'in Eksiklik Teoreminin resimsel bir analogunu sunmuştur. Ve Gödel ve Escher'in iplikçiklerinin kitabımın içinde böylesine derinlemesine içiçe örülmesinin nedeni budur.

Bütün Düzeylerin Kesiştiği Bir Bach Girdabı

Garip Döngülerin diyagramlarına baktığında insan *Müzikal Sunu*'nun Bitimsizce Yükselen Kanonu'nu hatırlamaktan kendini alamaz. Bunun diyagramı, Şekil 147'de gösterildiği gibi, altı adımdan meydana gelecektir. Ne yazık ki Do'ya döndüğünde tam orijinal perdesinde olmak yerine bir oktav daha yukardadır. İşin şaşırtıcı yanı, fikri keşfeden psikolog Roger Shepard'ın adıyla anılan *Shepard tonları* kullanarak, tam olarak başlangıç perdesine dönecek şekilde düzenlenmesinin mümkün olmasıdır. Bir Shepard-ton gamının ana ilkesi Şekil 148'de gösterilmiştir. Söze döküldüğünde söylediği şudur: paralel gamlar birkaç farklı oktav genişliğinde çalınır. Her bir nota bağımsız olarak ağırlıklandırılmıştır ve notalar yükseldikçe ağırlıklar değişir. En üst oktavı yavaş yavaş sonlandırırken, aynı zamanda yavaş yavaş en alt oktavı su-



Şekil 147. Bach'ın *Bitimsizce Yükselen Kanon*'unun altıgen modülasyon şeması Shepard tonları kullanıldığında gerçek bir kapalı döngü oluşturur.



Şekil 148. Bir Shepard ton gamının piyano için notalandırılmış iki tam devri. Her bir notanın kuvveti alanıyla orantılıdır; böylece üst ses kaybolurken yeni bir alt ses hafifçe girer.

narsınız. Tam olağan olarak bir oktav daha yukarda olacağınız anda, ağırlıklar tam olarak başlangıç perdesinin yeniden işitilmesini sağlayacak şekilde değişmiştir... Dolayısıyla asla daha yukarıya geçmeden, "sonsuza dek yukarı" çıkabilirsiniz! Bunu piyanonuzda deneyebilirsiniz. Perdeler bilgisayar kontrolünde doğru olarak sentezlenebilirse çok daha iyi bir sonuç alınabilir. O zaman yanılsamanın boyutları şaşırtıcı biçimde güçlü olur.

Bu harika müzikal keşif, Bitimsizce Yükselen Kanonu'nun bir oktav "yukarı" çıktıktan sonra kendi üstüne dönerek kendisiyle birleşecek şekilde çalınmasını sağlar. Scott Kim ve benim birlikte tasarladığımız bu fikir, bir bilgisayarla müzik sistemi kullanılarak bant üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç çok inceliklidir – ama çok gerçektir. Bach'ın kendisinin de görünüşe bakılırsa, bir bakıma bu tür gamların farkında olması oldukça ilginçtir, çünkü müziğinde kabaca Shepard tonlarının genel ilkesinin kullanıldığı pasajlara rastlanabilir – örneğin org için Sol Minör Fantazi ve Fügden Fantazinin yaklaşık ortasına kadar.

Hans Theodore David *J. S. Bach's Musical Offering* kitabında şöyle yazar:

> *Müzikal Sunu*'nun başından sonuna kadar, okuyucu, icracı ya da dinleyici bütün formları içinde Kraliyet temasını aramak durumundadır. Bu nedenle tüm eser, sözcüğün gerçek anlamıyla bir *ricercar*'dır.[5]

Ben de aynı şekilde düşünüyorum; hiç kimse *Müzikal Sunu*'ya yeterince derinlemesine bakamaz. İnsanın her şeyi bildiğini düşündüğü anda daima daha fazlası vardır. Örneğin *Altı-Sesli Ricercar*'ın tam sonuna doğru Bach üst seslerin ikisi arasında kendi adını kurnazca gizlemiştir. *Müzikal Sunu*'da işler birçok düzeyde devam eder. Notalar ve harflerle yapılan inceliklı oyunlar vardır; Kral'ın Teması üstüne usta işi çeşitlemeler vardır; orijinal kanon türleri vardır, olağanüstü karmaşık füg ler vardır; duygu güzelliği ve derinliği vardır; hatta eserin çok-düzeyliliğinden bir sevinç duygusu bile yayılır. *Müzikal Sunu*, bir füglerin fügü, Escher ve Gödel'inkiler gibi bir Dolaşık Hiyerarşi, tam ifade edemediğim şekilde, insan zihninin güzel çok-sesli fügünü anımsatan entelektüel bir inşa. Ve kitabımda Gödel, Escher ve Bach'ın üç iplikçiğinin bir Ebedi Gökçe Belik içinde iç içe örülmesinin nedeni bu.

---

[5] H. T. David, *J. S. Bach's Musical Offering*, s. 43.

Altı-Sesli Ricercar

Akhilleus, Yengeç ve Tosbağa'yla geçireceği oda müziği gecesine katılmak üzere çellosuyla birlikte Yengeç'in evine gelmiştir. Ev sahibi Yengeç onu müzik odasına aldıktan hemen sonra ortak dostları Tosbağa'yı karşılamak için ortadan kaybolmuştur. Oda her türden elektronik araçla doludur – dizi dizi gramafonlar, yazı makinesine bağlanmış televizyon ekranları ve beklenmedik görünümlü başka bir yığın aygıt. Bütün bu yüksek-güçlü aletlerin arasında mütevazı bir radyo durmaktadır. Radyo odada nasıl kullanacağını bildiği tek şey olduğundan Akhilleus ona doğru gider ve biraz ürkekçe düğmeyi çevirir ve karşısına altı uzman tarafından tartışılan özgür istenç ve belirlenimcilik konulu bir açık oturum çıkar. Kısa bir süre onu dinledikten sonra biraz küçümsemeyle radyoyu kapatır.

Akhilleus: Böyle bir program olmadan da durumu pekâlâ idare edebilirim. Ne de olsa bu konu onun hakkında düşünen herkes için açıktır –yani demek istediğim, bir kez konuyu ortaya koyunca onu çözmek pek zor değildir– ya da demek istediğim daha çok kavramsal olarak durumun üstüne düşünerek ya da en azından durumu tahayyül ederek her şey açıklığa kavuşturulabilir ... şey, yani aslında ben ... Hımmm... zihnimde her şeyin açık olduğunu sanıyordum. Belki de her şeye karşın bu programı dinleseydim iyi olurdu...

(Tosbağa kemanıyla birlikte içeriye girer.)

İşte beklenen kemancı! Bu hafta düzenli olarak çalıştın mı Bay T? Şahsen bendeniz, *Müzikal Sunu*'dan Trio Sonat'ındaki çello bölümüne günde en azından iki saat çalıştım. Sıkı bir rejimdi, ama buna değdi.

Tosbağa: Böyle bir program olmadan da durumu pekâlâ idare edebilirim. Şurada burada bulduğum kısa anlar formda kalmam için bana yetiyor.

Akhilleus: Ah, ne şanslısın! Keşke her şey benim için de bu kadar kolay olsaydı. Neyse, ev sahibimiz nerede?

Tosbağa: Sanırım flütünü almaya giti. Bak, işte geliyor.

(Yengeç flütüyle birlikte girer.)

Akhilleus: Ah, Bay Yengeç, Üçlü Sonat'ın üstünde şevkle çalıştığım bu geçti-

ğimiz hafta boyunca zihnimde bir yığın imge uyandı: neşeyle gulu gulu gululayan yaban arıları, hüzünle vız vız vızıldayan hindiler ve birçok başka imge. Müziğin böylesine bir güce sahip olması harika değil mi?

Yengeç: Böyle bir program olmadan da durumu pekâlâ idare edebilirim. Bana göre Akhilleus, *Müzikal Sunu*'dan daha arı bir müzik yoktur.

Tosbağa: Ciddi olamazsın Akhilleus. *Müzikal Sunu* programatik müzik değildir!

Akhilleus: Şey, ben hayvanları severim, siz iki burnu büyük hoşlanmasanız da.

Yengeç: Ben hiç de burnumuzun büyük olduğunu düşünmüyorum Akhilleus. İstersen senin müziği kendine özgü bir şekilde dinlediğini söyleyelim.

Tosbağa: Haydi, oturup çalalım mı artık?

Yengeç: Bir piyanist arkadaşımın gelip sürekli bas çalacağını umuyordum. Uzun zamandır seni onunla tanıştırmayı istiyordum Akhilleus. Ne yazık ki gelmeyecek gibi görünüyor. Neyse, haydi üçümüz başlayalım. Bir üçlü sonat için fazla bile.

Akhilleus: Başlamadan önce, merak ettim de Bay Yengeç – bütün bu cihaz parçaları ne böyle?

Yengeç: Aslında çoğu ıvır zıvır şeyler – kırılmış eski gramafonların parçaları. Yalnızca birkaç andaç – kendimi gösterdiğim TC-savaşlarma* ilişkin birkaç andaç. Televizyon ekranlarına bağlanmış bu klavyelerse benim yeni oyuncaklarım. Bunlardan onbeş tane var. Bunlar yeni bir tür bilgisayar, çok küçük çok esnek bir bilgisayar tipi – önceki mevcut tiplere göre çok ilerde. Şimdilik onlara çok az kişi benim kadar coşkuyla yaklaşıyor, ama ben zamanla onların herkes tarafından beğenileceği inancındayım.

Akhilleus: Özel bir adları var mı?

Yengeç: Evet; bunlara "zeki-aptallar" deniyor, çünkü çok esnekler ve ne kadar beceriyle yönlendirildiklerine bağlı olarak zeki veya aptal olma potansiyeline sahipler.

Akhilleus: Onların gerçekten, diyelim ki bir insan gibi, zeki olabildiklerini düşündüğünü mü söylüyorsun?

Yengeç: Öyle olduğunu söylemekten çekinecek değilim – elbette zeki-aptala komut verme sanatında yeterince hünerli birinin bu işlemi yapması koşuluyla. Üzülerek ifade ediyorum ki, gerçek bir virtüöz olan birini şahsen tanımıyorum. Aslında yurt dışında, çok ünlü bir uzman var – ve hiçbir şey

* Yengeç ["Crab"] ve Tosbağa arasındaki savaşa anıştırma –çn.

beni onun beni ziyaret etmesi kadar sevindiremez, eğer böyle bir şey olsaydı, zeki-aptal konusunda gerçek bir becerinin ne olduğunu değerlendirme şansım olurdu; ama buralara hiç gelmedi ve ben bu zevke nail olup olamayacağımı merak ediyorum.

Tosbağa: İyi-komut-verilmiş bir zeki-aptala karşı satranç oynamak çok ilginç olurdu.

Yengeç: Son derece ilginç bir fikir. Bir zeki-aptalı iyi bir satranç oynayacak şekilde programlamak harika bir hüner gösterisi olurdu. Daha da ilginç – ama son derece karmaşık– olan bir zeki-aptalı bir söyleşiyi kendi başına yürütebilecek yeterlilikte komutla donatmak olurdu. O zaman tamamıyla bir kişi olduğu izlenimi yaratabilirdi!

Akhilleus: Konunun buraya gelmesi ne tuhaf; daha demin özgür istenç ve belirlenimcilik üstüne bir tartışmaya şöyle bir kulak verdiğimde, bu sorular hakkında bir kez daha düşündüm. Doğrusu, konuyu zihnimde evirip çevirdikçe düşüncelerimin içinden çıkılamaz şekilde birbirine dolaştığını ve sonunda ne düşündüğümü bilemez hale geldiğimi kabul etmek çok da canımı sıkmıyor. Ama sizinle söyleşen bir zeki-aptal düşüncesi karşısında... insanın aklı duruyor. İmdi, ona özgür-istenç sorunu hakkındaki kanaati sorulsa, zeki-aptal ne derdi? Ben sadece bu konular hakkında çok fazla şey bilen ikinizin bana bu meseleyi açıklama zahmetinde bulunup bulunmayacağınızı merak ediyorum.

Yengeç: Akhilleus sorunun ne kadar yerinde bir soru olduğunu hayal bile edemezsin! Keşke piyanist dostum burada olsaydı, çünkü eminim onun bu konu hakkında söyleyecekleri çok ilgini çekerdi. Onun yokluğunda, yakınlarında rastladığım bir kitabın sonundaki bir Diyalogdaki bir ifadeden söz etmek isterim.

Akhilleus: Copper, Silver, Gold: an Indestructible Metallic Alloy [*Bakır, Gümüş, Altın: Yokedilemez Bir Madeni Alaşım*] değil mi?

Yengeç: Hayır, anımsadığım kadarıyla *Giraffes, Elephants, Baboons: an Equatorial Grasslands Bestiary* [*Zürafalar, Filler, Babunlar: Ekvatoral Otlaklar Hayvanları Kitabı*] – ya da bunun gibi bir şey. Her neyse, sözü edilen Diyaloğun sonuna doğru, son derece tuhaf bir karakter özgür istenç sorunu üstüne Marvin Minsky'den alıntı yapar. Bundan kısa bir süre sonra bu tuhaf karakter, diğer iki kişilikle söyleşirken, bu kez de müzikal doğaçlama, bilgisayar dili LISP ve Gödel'in Teoremi üstüne –işe bak ki– Minsky'yi zerre kadar anmadan Minsky'den alıntı yapar!

Akhilleus: Ah, ne büyük ayıp!

Yengeç: Kabul etmeliyim ki, bu Diyalogda daha önce, sona doğru Minsky'den alıntı YAPACAĞINI ima eder; bu yüzden belki bağışlanabilir.

Akhilleus: Bana da öyle geliyor. Her neyse, özgür istenç üstüne Minskici açıklamayı duymak için sabırsızlanıyorum.

Yengeç: Ah, evet... Marvin Minsky şöyle diyordu, "Zeki makineler yapıldığında, onların zihin-özdek, bilinçlilik, özgür istenç ve bunun gibi konular hakkındaki kanaatlerinde insanlar kadar zihni karışık ve inatçı olduklarını bulgulamak bizi şaşırtmamalı."

Akhilleus: Aman ne iyi! Ne gülünç bir düşünce! Özgür istence sahip olduğunu düşünen bir otomaton! Bu neredeyse benim özgür istencimin olmadığını düşünmem kadar saçma!

Tosbağa: Sanırım Akhilleus, senin aklına üçümüzün –sen, ben ve Bay Yengeç'in– bir Diyalogdaki, belki hatta Bay Yengeç'in şimdi sözünü ettiğine benzer bir Diyalogdaki karakterler olabileceğimiz düşüncesi hiç gelmedi.

Akhilleus: Ah, tabii ki geldi. Böyle fantastik düşünceler sanırım zaman zaman her normal kişinin aklına gelir.

Tosbağa: Ve Karıncayiyen, Tembelhayvan, Zenon, hatta TANRI – bütün hepimiz bir kitaptaki Diyaloglar dizisi içindeki karakterler olabilirdik.

Akhilleus: Elbette olabilirdik. Ve Yazar içeri girip piyano da çalabilirdi.

Yengeç: Benim de umduğum tam bu. Ama daima geç kalır.

Akhilleus: Siz kimle dalga geçiyorsunuz? Ben hiçbir şekilde bir başka zihinsellik tarafından kontrol edilmediğimi biliyorum! Benim kendime ait düşüncelerim var, kendimi dilediğim gibi ifade ederim – bunu inkâr edemezsiniz!

Tosbağa: Kimsenin bunu inkâr ettiği yok Akhilleus. Ama söylediğin her şey senin bir Diyalog içinde bir karakter olmanla mükemmelen tutarlı.

Yengeç: Bu–

Akhilleus: Ama – ama – hayır! Belki Bay Y'nin bu sözü ve benim ona karşı çıkışım da mekanik olarak belirlenmiştir, ama ben buna inanmayı reddediyorum. Fiziksel belirlenimciliği kabul edebilirim, ama benim bir başkasının zihinselliği içindeki bir uydurmadan başka bir şey olmadığım düşüncesini kabul edemem!

Tosbağa: Bir donanım beynine sahip olup olmadığın gerçekten önemli değil Akhilleus. Eğer senin beynin yalnızca başka birinin donanım beyninin içinde bir yazılım parçası olsa da, istencin eşit derece özgür olacaktır. Ve onların beyni de, daha üst bir beyin içinde yazılım olabilir...

Akhilleus: Ne saçma düşünce! Ama yine de kabul etmeliyim ki, sofistliğin içindeki kurnazca gizlenmiş delikleri bulmaya çalışmak bana zevk verir, öyleyse haydi devam et. Beni ikna etmeye çalış. Oyuna başlayalım.

Tosbağa: Arkadaşlarının biraz sıradışı olması hiç dikkatini çekti mi Akhilleus?

Akhilleus: Elbette. Sen çok ekzantriksin (bundan alınmayacağını biliyorum) ve hatta Bay Yengeç de biraz ekzantrik doğrusu (Kusura bakma Bay Yengeç.)

Yengeç: Ah, dert değil.

Tosbağa: Ama Akhilleus arkadaşlarının en belirgin özelliklerinden birini gözden kaçırdın.

Akhilleus: Hangini ...?

Tosbağa: Bizim hayvan olduğumuzu!

Akhilleus: Tamam, tamam doğru. Çok keskin bir zekân var. Olguları böylesine özlü bir şekilde formüle etmeyi hiç düşünemezdim.

Tosbağa: Bu yeterli bir delil değil mi? Zamanlarını konuşan Tosbağalar ve konuşan Yengeçlerle geçiren kaç kişi tanıyorsun?

Akhilleus: Kabul etmeliyim ki, konuşan bir Yengeç–

Yengeç: –bir aykırılıktır elbette.

Akhilleus: Kesinlikle biraz aykırı bir durum – ama emsalleri vardır. Edebiyatta böyle şeyler olmuştur.

Tosbağa: Kesinlikle – edebiyatta. Ama ya gerçek yaşamda?

Akhilleus: Olduğunu söyleyemem doğrusu. Yine de biraz düşünmem gerek. Ama bu beni bir Diyalog içindeki bir karakter olduğuma ikna etmen için yeterli değil. Başka kanıtların var mı?

Tosbağa: Görünüşte tesadüfen senle benim parkta karşılaştığımız günü hatırlıyor musun?

Akhilleus: Escher ve Bach'ın yengeç kanonlarını tartıştığımız günü mü?

Tosbağa: Ta kendisi!

Akhilleus: Ve hatırladığım kadarıyla Bay Yengeç de konuşmamızın ortalarına doğru bir yerlerde ortaya çıkmış ve ilersiz tutarsız şeyler geveledikten sonra gitmişti.

Yengeç: "Ortalarına doğru bir yerlerde" değil Akhilleus. TAM ortasında.

Akhilleus: Peki, peki tamam.

Tosbağa: O konuşmada –ters sıralı olması dışında– senin satırlarınla benim satırlarımın aynı olduğunun farkında mısın? Orada burada birkaç sözcük

değişmişti, ama özünde, karşılaşmamızda bir zaman simetrisi vardı.

Akhilleus: Aman ne büyük olay! Bu sadece bir tür hile. Belki de her şeyi şu aynalar yapmıştır.

Tosbağa: Hile yok Akhilleus, ayna da yok: sadece yorulmak bilmez bir Yazar'ın eseri.

Akhilleus: Ah, pekâlâ, benim için hepsi bir.

Tosbağa: Zırvalama! Biliyorsun ki, çok şey fark eder.

Akhilleus: Şey, bu konuşmada bir şeyler bana tanıdık geliyor. Bu satırların bir kısmını daha önce de işitmedim mi?

Tosbağa: Onu sen söyledin Akhilleus.

Yengeç: Belki de bu satırlar bir gün parkta tesadüfen ortaya çıktı Akhilleus. Bay T'yle o günkü konuşmanızın nasıl sürdüğünü hatırlıyor musun?

Akhilleus: Belli belirsiz. Başlangıçta o "İyi günler Bay A" dedi ve sonunda ben, "İyi günler Bay T" dedim. Doğru mu?

Yengeç: Şurada bir kopyası olacaktı...

(Müzik çantasına doğru seğirtir, bir kâğıt parçası çıkarır ve onu Akhilleus'a verir. Akhilleus kâğıdı okurken gözle görülür biçimde kıvranmaya ve kıpırdanmaya başlar.)

Akhilleus: Bu çok tuhaf. Çok, ama çok tuhaf... Aniden garip bir duyguya kapıldım – esrarengiz! Sanki birisi bütün bu tümceleri önceden planlamış ve bir kâğıda veya başka bir şeye geçirmiş gibi... Sanki bir Yazar bütün gündemi tayin emiş ve o gün söylediğim bütün tümceleri en ince ayrıntısına kadar planlamış gibi...

(Bu esnada, kapı gürültüyle açılır. Yazar dev bir elyazmasıyla birlikte içeri dalar.)

Yazar: Böyle bir program olmadan da durumu pekâlâ idare edebilirim. Yani karakterlerim bir kez oluştuktan sonra kendilerine ait bir yaşamları var gibi görünürler ve benim onların satırlarını planlamak için çok küçük bir çaba harcamam yeter.

Yengeç: Ah işte buradasın! Hiç gelmeyeceğini düşünüyordum!

Yazar: Bu kadar geç kaldığım için özür dilerim. Yanlış yola girdiğim için buranın çok uzağına düştüm. Ama sonunda geri dönebildim. Sizleri yeniden görmek ne güzel Bay T ve Bay Y; Akhilleus, seni gördüğüme özellikle memnun oldum Akhilleus.

Akhilleus: Sen de kimsin? Seni daha önce hiç görmedim.

Yazar: Ben Douglas Hofstadter –lütfen bana Doug de– ve *Gödel, Escher,*

Bach: bir Ebedi Gökçe Belik adlı kitabı neredeyse bitirmek üzereyim. Siz üçünüz bu kitabın karakterlerisiniz.

Akhilleus: Tanıştığımıza memnun oldum. Adım Akhilleus ve–

Yazar: Kendini tanıtmana gerek yok Akhilleus, çünkü ben seni zaten çok iyi tanıyorum.

Akhilleus: Esrarengiz çok esrarengiz!

Yengeç: Uğrayıp bizimle sürekli bas çalacağını söylediğim kişi bu.

Yazar: Evde piyanomla *Müzikal Sunu*'yu biraz çalıyorum ve eğer yanlış notalarımı görmezden gelirseniz, Üçlü Sonatı da çalma gafletinde bulunabilirim.

Tosbağa: Ah, bizler de yalnızca amatör olduğumuz için bu konuda çok hoşgörülüyüzdür.

Yazar: Umarım kırılmazsın Akhilleus, ama senin ve Bay Tosbağa'nın o gün parkta aynı şeyleri, ama ters sıralı olarak söylemenizin suçlusu benim.

Yengeç: Beni unutma! Ben de oradaydım; hem de tam ortada araya giriveriyordum!

Yazar: Elbette! Sen *Yengeç Kanonu*'ndaki o Yengeçtin.

Akhilleus: Sen benim sözlerimi kendinin mi idare ettiğini söylüyorsun? Yani benim beynim seninkinin bir yazılım altdizgesi mi?

Yazar: Eğer istersen bu şekilde de söyleyebilirsin Akhilleus.

Akhilleus: Diyalogları ben yazsaydım, o zaman onların yazarı kim olurdu? Sen mi yoksa ben mi?

Yazar: Sen, tabii ki. En azından içinde yaşadığın kurmaca dünyada bu onur sana ait olurdu.

Akhilleus: Kurmaca mı? Ben burada kurmaca olan bir şey göremiyorum!

Yazar: Oysa benim yaşadığım dünyada belki de, böyle yapılmasının uygun olduğundan emin olmasam da, bu onur bana bahşedilirdi. Ve sonra, bana size diyaloglarınızı yazdırtmamı yaptırtan her kimse kendi dünyasında bu onur ona ait olurdu (onun dünyasından bakıldığında, BENİM dünyam kurmaca görünür.)

Akhilleus: Bu kolay yutulur lokma değil. Daha önce benimkinin üstünde bir dünya olabileceğini tahayyül etmemiştim – ama şimdi sen onun bile üstünde bir dünya olabileceğini ima ediyorsun. Bu bildik bir merdivenden yukarı çıkmaya ve en üste –ya da hep en üst olarak aldığına!– çıktıktan sonra hâlâ çıkmaya devam etmek gibi.

Yengeç: Ya da gerçek yaşam olarak kabul ettiğin yaşamdan uyanmak ve

onun da yalnızca bir düş olduğunu bulgulamak gibi. Bu, ne zaman biteceği belli olmadan, tekrar tekrar olabilir.

Akhilleus: En şaşırtıcı olanı da, düşlerimdeki karakterlerin kendi istençleri olması ve BENİM istencimden bağımsız rollerini oynamaları. Sanki zihnim, ben düş görürken, başka organizmaların üstünde kendi yaşamlarını sergiledikleri bir sahne oluşturuyor. Sonra uyandığımda onlar çekip gidiyorlar. Acaba nereye gidiyorlar...

Yazar: Onlardan kurtulduğunda hıçkırıkların gittiği yerle aynı yere gidiyorlar: Tumbolia. Hem hıçkırıklar hem düşlenmiş varlıklar dış konukçu organizmanın biyolojisi sayesinde varolan yazılım altorganizmalarıdır. Konukçu organizma onlar için bir sahne işlevi görür – veya hatta evrenleri olarak iş görür. Bir süre için hayatlarını oynarlar –ama konukçu organizma büyük bir hal değişikliği gerçekleştirdiğinde –örneğin uyandığında– bu altogranizmalar tutunumluluklarını yitirir ve ayrı, özbelirlenebilir birimler olarak varoluşları sona erer.

Akhilleus: Üzerlerine bir dalga geldiğinde yok olan kumdan kaleler gibi mi?

Yazar: Aynen onlar gibi Akhilleus. Hıçkırıklar, düş karakterleri ve hatta Diyalog karakterleri, konukçu organizmaları belli kritik hal değişikliklerine maruz kaldığı zaman ayrışıp dağılırlar. Buna karşın, tıpkı senin betimlediğin kumdan kaleler gibi onları oluşturan her şey hâlâ mevcuttur.

Akhilleus: Sadece bir hıçkırığa benzetilmeye itiraz ediyorum!

Yazar: Ama seni kumdan bir kaleyle de kıyaslıyorum Akhilleus. Bu şiirsel değil mi? Ayrıca eğer sen benim beynimdeki hıçkırıktan başka bir şey değilsen, bizzat benim de daha üst bir yazarın beynindeki bir hıçkırıktan başka bir şey olmadığım olgusuyla avunabilirsin.

Akhilleus: Ama ben fiziksel bir yaratığım – apaçık olarak etten/kandan ve kemiktenim. Bunu inkâr edemezsin!

Yazar: Bu yöndeki duyumunu inkâr edemem, ama düşlenen varlıkların da, yalnızca yazılım görüntüleri olmalarına karşın, hiç de senden aşağı kalmayacak şekilde aynı duyuma sahip olduklarını unutma.

Tosbağa: Bakın, bu kadar gevezelik yeter! Haydi oturup müzik yapalım!

Yengeç: İyi fikir – artık Bach'ın öğrencisi Kirnberger tarafından armonilenmiş şekliyle, Üçlü Sonat'ın bas kısmını icrasıyla kulaklarımızı güzelliklerle doldurma lutfunda bulunacak Yazarımızın eşliğiyle zevkimiz daha da katlanmış durumda. Ne kadar şanslıyız! *(Yazarı piyanolarından birine götürür.)* Umarım oturağın yeterince rahattır. Kendine göre ayarlamak için onu – *(Arka taraftan tuhaf, hafif bir titreşim duyulur.)*

Tosbağa: Özür dilerim, ama bu tuhaf elektronik tıkırtı da neyin nesiydi?

Yengeç: Ah, sadece zeki-aptallardan birinin gürültüsü. Böyle bir gürültü genellikle ekrana yeni bir bildirimin geldiğine işaret eder. Çoğunlukla bu bildirimler, bütün zeki-aptalları kontrol eden ana monitor programından gelen önemsiz duyurulardır. *(Elinde flütüyle bir zeki-aptala yanaşır ve ekranını okur. Birden müzisyenler topluluğuna döner ve heyecanla konuşmaya başlar.)* Baylar, ihtiyar Ba. Ch. geliyor. Onu hemen içeri buyur etmeliyiz, tabii ki.

Akhilleus: İhtiyar Ba. Ch.! Eski zamanların meşhur doğaçlama ustası ortaya çıkmak için bu geceyi – ve BURAYI – seçmiş olabilir mi?

Tosbağa: İhtiyar Ba. Ch.! BU tek bir kişi olabilir – ünlü Babbage Charles, Esq., M.A., F.R.S., F.R.S.E., F.R.A.S., F. STAT. S., HON. M. R. I. A., M. C. P. S., St. Maurice ve St. Lazarus'un İtalyan Topluluğu Lideri, INST. IMP. (AKAD. MORAL.) PARIS CORR., ACAD. AMER. ART. ET. SC. BOSTON, REG. OECON. BORUSS., PHYS. HIST. NAT. GENEV., ACAD. REG. MONAC., HAFN., MASSIL., ET DIVION., SOCIUS., ACAD., IMP., ET REG. PETROP., NEAP., BRUX., PATAV., GEORG., FLOREN, LYNCEI ROM., MUT., PHILOMAT., PARIS, SOC. CORR. vb – ve Ekstraktörler Kulübü Üyesi. Charles Babbage hesaplama sanatı ve biliminin saygıdeğer öncüsü. Ne büyük bir onur!

Yengeç: Adı bütün dünyada biliniyor ve ben çok uzun zamandır bizi ziyaretiyle onurlandırmasını umuyordum – ama bu hiç beklenmedik bir sürpriz.

Akhilleus: Bir müzik aleti çalıyor mu?

Yengeç: Duyduğuma göre, geçen yüzyılda, tam-tamlara, beş paralık düdüklere ve bunlar gibi sokak çalgılarına karşı açıklanamaz bir düşkünlüğü varmış.

Akhilleus: Bu durumda belki de müzik gecemize katılabilir.

Yazar: Ona on-kanon selamı vermeyi öneriyorum.

Tosbağa: Müzikal Sunu'daki bütün ünlü kanonların icrasını mı?

Yazar: Tam olarak.

Yengeç: Muhteşem bir öneri! Çabuk Akhilleus, icra sırasına göre onunun bir listesini çıkar ve içeri girince ona ver!

(Akhilleus harekete geçmeden önce, kalın bir seyahat paltosu ve şapkası giyen Babbage bir laterna sandığıyla içeri girer. Biraz yol yorgunu ve dağınık görünmektedir.)

Babbage: Böyle bir program olmadan da durumu pekâlâ idare edebilirim.

Rahatlayın: İcracıyı Coşturan Esasında Rastlantının Cezbedici Ateşinin Resitalidir.

Yengeç: Bay Babbage! Mütevazı evim, "Madstop"a* gelmeniz benim için ne büyük bir zevk. Yıllardır sizinle tanışmayı bütün kalbimle arzu ediyorum ve işte bugün sonunda bu dileğim gerçekleşti.

Babbage: Ah, Bay Yengeç, sizi temin ederim ki, sizin gibi bütün bilimlerde böylesine seçkin, müzik alanındaki bilgi ve becerisi tartışılmaz ve ziyadesiyle konuksever olan biriyle tanışmanın şerefi bana ait. Ve eminim ki sizin gibi biri konuklarının beğenilerinin ve stillerinin en yüksek standartlara uymasını bekler; ne yazık ki Yüce Yengeç Haşmetmeaplarınızın karşısına çıkmak için hiç de uygun olmayan bu kılığımla sizin büyüklüğünüze yaraşır bu makul standartlara uymadığımı itiraf etmeliyim.

Yengeç: Bu takdire şayan konuşmanızdan anladığım kadarıyla değerli konuğum, giysilerinizi değiştirmek istiyorsunuz. Ancak sizi temin ederim ki, bu akşamın şartlarına sizinkinden daha uygun bir kılık olamazdı; sizden paltonuzu çıkarmanızı ve en sıradan amatörlerin müzik yapmasına bir itirazınız yoksa, Sebastian Bach'ın *Müzikal Sunu*'sundan on kanonu içeren bir "Müzikal Sunu"yu hayranlığımızın bir işareti olarak kabul buyurmanızı istirham ediyorum.

Babbage: Son derece nazik karşılamanızdan ne kadar memnun olduğumu ve eşsiz orgcu ve besteci ünlü İhtiyar Bach'ın bizlere bahşetmiş olduğu müziğin bir icrasına katılmam yönündeki teklifiniz karşısında ne derin bir minnettarlık duyduğumu belirtmek isterim Bay Yengeç.

Yengeç: Ama hayır! Daha iyi bir fikrim var; saygıdeğer konuğumun da tasvip edeceğini umduğum bir fikir: yeni ortaya çıkan, ama henüz hiç sınanmamış "zeki-aptallar"ımı – isterseniz Çözümleyici Makinenin daha etkili hale getirilmişleri diyebilirsiniz, ilk kez deneme fırsatını size vermek istiyorum Bay Babbage. Hesaplama makinelerinin virtüöz bir programlayıcısı olarak ününüz her yere yayıldı ve tabii ki Madstop'a da ulaştı; bizim için ustalığınızın yeni ve meydan okuyucu "zeki-aptallar"a uygulamanızı izlemekten daha büyük bir zevk olamaz.

Babbage: Uzun zamandır naciz kulaklarım böylesine çarpıcı bir düşünce işitmedi. Hakkında yalnızca söylenti düzeyinde bir şeyler bildiğim "zeki-aptallar"ınızı deneme teklifinizi kabul etmek benim için bir zevktir.

Yengeç: Öyleyse başlayalım! İhmalkârlığımı hoşgörün! Size konuklarımı ta-

* "Çılgındurak." İngilizcesinin Potsdam'ın tersi olduğuna dikkat edin –çn.

nıtmayı unuttum. Bu Bay Tosbağa, bu Akhilleus ve bu da Yazar Douglas Hofstadter.

Babbage: Sizlerle tanışmak ne büyük bir zevk.

(Hep birlikte zeki-aptallardan birinin yanma giderler ve Babbage oturup parmaklarım klavyenin üstünde gezdirir.)

Ne hoş bir tuş.

Yengeç: Beğenmenize sevindim.

(Birdenbire, Babbage becerikli bir biçimde zarif vuruşlarla parmaklarını klavyede gezdirerek birbiri ardına komutlar girer. Birkaç saniye sonra geriye yaslanır ve hemen peşinden ekran rakamlarla dolar. Göz açıp kapayana değin ekran binlerce küçük sayamakla kaplanır, başlangıçtakiler şöyledir: "3.14159265358979323846264...")

Akhilleus: Pi!

Yengeç: Mükemmel! Birinin pi'nin bu kadar çok basamağını bu kadar küçük bir algoritmayla hesaplayabileceğini asla hayal edemezdim.

Babbage: Bu şeref tamamıyla bu zeki-aptala aittir. Benim rolüm sadece onda potansiyel olarak zaten mevcut olanı anlamak ve komut düzenini daha etkin biçimde kullanmaktır. Gerçekte pratik yapan herkes böylesi ince numaralar yapabilir.

Tosbağa: Grafik yapabilir misiniz Bay Babbage?

Babbage: Denerim.

Yengeç: Harika! Haydi, bir başka zeki-aptalıma geçelim. Hepsini denemenizi istiyorum!

(Ve böylece Babbage zeki-aptallardan bir diğerine geçer ve bir oturağa oturur. Bir kez daha, parmakları zeki-aptalm klavyesinde gezinir ve anında ekranda daireler çizerek dönen bir yığın çizgi belirir.)

Yengeç: Sürekli olarak birbirleriyle çarpışmaları ve birbirlerine karışmalarıyla bu girdap gibi dönen şekiller ne kadar da uyumlu ve hoş!

Yazar: Dikkat ederseniz asla tam olarak daha önce olanları yinelemiyorlar ya da hatta onlara benzemiyorlar. Tükenmez bir güzellik madeni gibi görünüyorlar.

Tosbağa: Bazıları göz alıcı basit örüntüler; diğerleri ise zihni şaşırtan, ama eşanlı olarak da zevk veren tarif edilemez şekilde karmaşık büklümler.

Yengeç: Bunların renkli ekranlar olduklarını fark ettiniz mi Bay Babbage?

Babbage: Ah, öyle mi? Bu durumda bu algoritmayla çok daha fazlasını yapa-

bilirim. Bir dakika. *(Birkaç yeni komut yazar, sonra iki tuşa aynı anda basıp tutar.)* Bu tuşları bıraktığımda ekranda tayfın bütün renkleri bulunacak. *(Bırakır.)*

Akhilleus: Ah, ne harikulâde renk! Örüntülerin bazıları üstüme atlayacaklarmış gibi görünüyor!

Tosbağa: Sanırım bunun nedeni hepsinin boyutlarının büyümesi.

Babbage: Bu kasıtlı yapıldı. Figürler büyüdükçe Yengeç'in talihi de büyür.

Yengeç: Teşekkürler Bay Babbage. Performansınız karşısındaki hayranlığımı anlatmakta kelimeler kifayetsiz kalıyor! Hiç kimse zeki-aptallarımla bununla kıyaslanabilecek bir şey yapamazdı! Zeki-aptallarla sanki müzik aleti çalıyormuşsunuz gibi oynuyorsunuz!

Babbage: Korkarım ki yaptığım her müzik siz Yengeçmeaplarınınki gibi nazik kulaklara kaba gelecektir. Son zamanlarda Laternanın tatlı seslerine tutkuyla bağlanmış olsam da, onların başkaları üzerinde ne kadar sinir bozucu bir etkiye sahip olabileceğinin farkındayım.

Yengeç: Her neyse, hadi, zeki-aptallara devam! Aslında yeni bir fikrim var – harikulâde bir fikir!

Babbage: Nedir?

Yengeç: Yakın bir zamanda bir Tema türettim ve şimdi aklıma geldi de, Bay Babbage, Temamın potansiyellerini gerçekleştirmek için sizden daha uygun biri bulunamaz! Bu arada filozof La Mettrie'nin düşüncelerinden haberdar mısınız?

Babbage: Adı tanıdık geliyor; belleğimi tazelememe yardımcı olabilir misiniz?

Yengeç: O bir Materyalizm Şampiyonu'ydu. 1747'de, Büyük Frederick'in sarayındayken, *L'homme machine* adlı bir kitap yazdı. Kitapta, insandan, özellikle de zihinsel yetilerinden, bir makine olarak söz eder. Benim Temam ise madalyonu tersine çevirme yönündeki düşüncemden kaynaklanıyor: bir makineyi, zekâ gibi, insanın zihinsel yetileriyle donatsak ne olur?

Babbage: Zaman zaman bu konular üstüne düşündüysem de bu iddiaları ele almamı sağlayacak uygun bir donanım hiç olmadı. Bu gerçekten de çok yerinde bir öneri Bay Yengeç ve hiçbir şey bana kusursuz Temanızla çalışmaktan daha büyük zevk veremez. Söyleyin bana – aklınızda özel bir zekâ türü var mı?

Yengeç: Aklıma öylesine gelen bir düşünce, onu makul oranda satranç oynayabilecek şekilde yönlendirmek.

Babbage: Ne özgün bir öneri! Ve satranç benim gözde eğlencemdir! Hesapla-

ma makineleriyle büyük bir tanışıklığınız olduğunu ve bu konuda sadece bir amatör olmadığınızı söyleyebilirim.

Yengeç: Aslında çok az şey biliyorum. Benim en güçlü yönüm, basitçe, geliştirilmeye açık olan potansiyelleri benim kapasitemin ötesinde bulunan Temalar formüle edebilmek. Ve bu Tema benim gözdem.

Babbage: Bir zeki-aptala satranç öğretme önerinizi, en mutedil biçimde, gerçekleştirmeye çalışmak benim için en büyük zevktir. Zaten siz Yengeçmeaplarının emirlerini yerine getirmek naciz bendenizin en önemli görevi. *(Böyle diyerek, Yengeç'in zeki-aptallarmdan bir diğerine geçer ve yazmaya başlar.)*

Akhilleus: Elleri öylesine akıcı hareket ediyor ki, neredeyse müzik çalıyorlar!

Babbage (gösterisini özellikle zarif bir hareketle tamamlayarak): İşleyişini kontrol etme şansına sahip olamadım elbette, ama herhalde bu en azından size bir zeki-aptala karşı satranç oynama düşüncesinin küçük bir örneğini sunacaktır; bu durumda benim zeki-aptalları eğitme sanatındaki yetersizliklerimden dolayı ona iki adından ikincisi daha uygun düşse de.

(Yerini Yengeç'e verir. Ekranda şık, ahşap oyma taşlarıyla çok güzel bir satranç tahtası belirir; bu Beyaz taraftır. Babbage bir tuşa basar ve tahta, Siyah taraftan görünüşü elde edilinceye kadar döndükten sonra durur.)

Yengeç: Hmm... çok şık olduğunu söylemeliyim. Siyahı mı Beyazı mı oynuyorum?

Babbage: Hangisini istersen – yeter ki seçimini "Beyaz" veya "Siyah" yazarak belirt. Bundan sonra hamlelerin standart satranç yazımıyla girilebilir. Zeki-aptalın hamleleri de elbette tahta üstünde görünerek. Bu arada programı onun eşanlı olarak üç rakiple oynayabileceği şekilde düzenledim, dolayısıyla isterseniz siz ikiniz de oynayabilirsiniz.

Yazar: Ben berbat bir oyuncuyum. Akhilleus, sen ve Bay T oynasanıza.

Akhilleus: Hayır, sizi dışarda bırakmak istemem. Sen ve Bay T oynarken ben seyredeceğim.

Tosbağa: Ben de oynamak istemiyorum. Siz ikiniz oynayın.

Babbage: Benim başka bir önerim var. Seçkin bir satranç kulübünde birlikte satranç oynayan iki kişi gibi birbirlerine karşı oynayan iki altprogram yapabilirim. Bu esnada, üçüncü altprogram Bay Yengeç'le oynayacak. Bu şekilde, üç içsel satranç oyuncusunun hepsinin yeri doldurulmuş olacak.

Yengeç: Ne hoş bir öneri – dışsal bir rakibe karşı mücadelenin sürdürüldüğü

içsel bir zihinsel oyun. Çok güzel!

Tosbağa: Buna üç-partili bir satranç fügünden başka ne denebilir ki!

Yengeç: Ah, ne rechercé! Ne zarif! Keşke bunu ben düşünebilseydim. Bu zeki-aptala karşı savaşta bütün maharetlerimi ortaya koyarken düşünmek için muhteşem bir küçük kontrpuan.

Babbage: Belki de artık sizi oyunla baş başa bırakmalıyız.

Yengeç: İnceliğinize teşekkür ederim. Zeki-aptal ve ben oynarken, belki sizler de kısa bir süre kendi başınıza vakit geçirebilirsiniz.

Yazar: Bay Babbage'a bahçeyi göstermekten mutluluk duyarım. Kesinlikle görülmeye değer ve sanırım hepsini görmeye yetecek kadar ışık var.

Babbage: Madstop'u daha önce hiç görmemiş biri olarak bundan ziyadesiyle memnun olurum.

Yengeç: Mükemmel. Ah, Bay T – zeki-aptallarımdan birkaçının bağlantılarını kontrol etmeni rica etsem çok mu zahmet vermiş olurum; zaman zaman ekranlarında tuhaf ışıklar çıkıyor ve sen elektronikten hoşlanırsın...

Tosbağa: Benim için zevktir Bay Y.

Yengeç: Sorunun kaynağını tesbit edebilirsen minnettar olurum.

Tosbağa: Elimden geleni yaparım.

Akhilleus: Şahsen bir fincan kahve için ölüyorum. Başka isteyen var mı? Size de hazırlayabilirim.

Tosbağa: Doğrusu ben hayır demem.

Yengeç: İyi fikir. Mutfakta ihtiyacın olan her şeyi bulabilirsin.

(Böylece Yazar ve Babbage odadan çıkarlar Akhilleus mutfağa yönelir, Tosbağa sorunlu zeki-aptalları incelemek için oturur ve Yengeç de zeki-aptalın karşısındaki yerini alır. Onbeş dakika kadar sonra Babbage ve Yazar dönerler. Babbage satranç karşılaşmasını izlemek üzere yanaşırken Yazar da Akhilleus'u bulmaya gider.)

Babbage: Hepsi harika! Her şeyin ne kadar bakımlı olduğunu görmemize yetecek kadar ışık vardı. Bence mükemmel bir bahçıvansınız Bay Yengeç. Umarım çalışmam sizi biraz olsun eğlendirmiştir. Sizin de kolayca tahmin edebileceğiniz gibi ben asla iyi bir satranç oyuncusu olamadım, bu nedenle onu yeterince güçlü hale getirememiş olabilirim. Zayıflıklarını herhalde görmüşsünüzdür. Eminim ki övgüye değer fazla bir yönü yoktur, bu durumda ...

Yengeç: Hepsi harika! Tahtaya bakın da kendiniz görün. Yapabileceğim gerçekten çok az şey var. Maalesef, Sonun Geldi: Her Yol Yenilgiye Çıkıyor.

Ne Yazık Ki Mat Oluyorum; Son Derece Saygın Satranç Algoritması Kazanıyor. Müthiş! Hakkındaki Her Türlü Rivayeti Doğruluyor – Charlie'nin Muazzam Doğaçlamacısı!* Bay Babbage, bu eşsiz bir başarı. Şey acaba Bay Tosbağa, tuhaf-hareket eden zeki-aptalların kablo bağlantılarında bir gariplik tesbit etti mi? Bir şey bulabildiniz mi Bay T?

Tosbağa: Hepsi harika! Sanırım problem giriş bağlantılarında. Biraz gevşekler ve bu durum, sözünü ettiğin zaman kendiliğinden meydana gelen görüntü bozukluklarına neden olabilir. Kabloları sabitledim, artık böyle bir sorunla karşılaşmayacağını umuyorum. Ee, Akhilleus, kahvelerin durumu ne?

Akhilleus: Hepsi harika! En azından nefis kokuyorlar. Ve her şey hazır; fincanları, kaşıkları ve gerekli diğer şeyleri Yazar ve benim hayran olduğum Escher'in altı-kenarlı *Verbum* baskısının altına koydum. Bu resimde beni büyüleyen yalnızca figürler değil, ayrıca–

Yazar: Hepsi harika! Figür de zemin de kusursuz. Lafı ağzına tıktığım için kusuruma bakma Akhilleus, ama seni temin ederim ki, beni buna zorlayan estetik nedenler vardı.

Akhilleus: Evet biliyorum. Ve kabul etmek gerekir ki, bütün bu nedenlerin hepsi harika.

Tosbağa: Şey, satranç karşılaşmasının sonucu ne oldu?

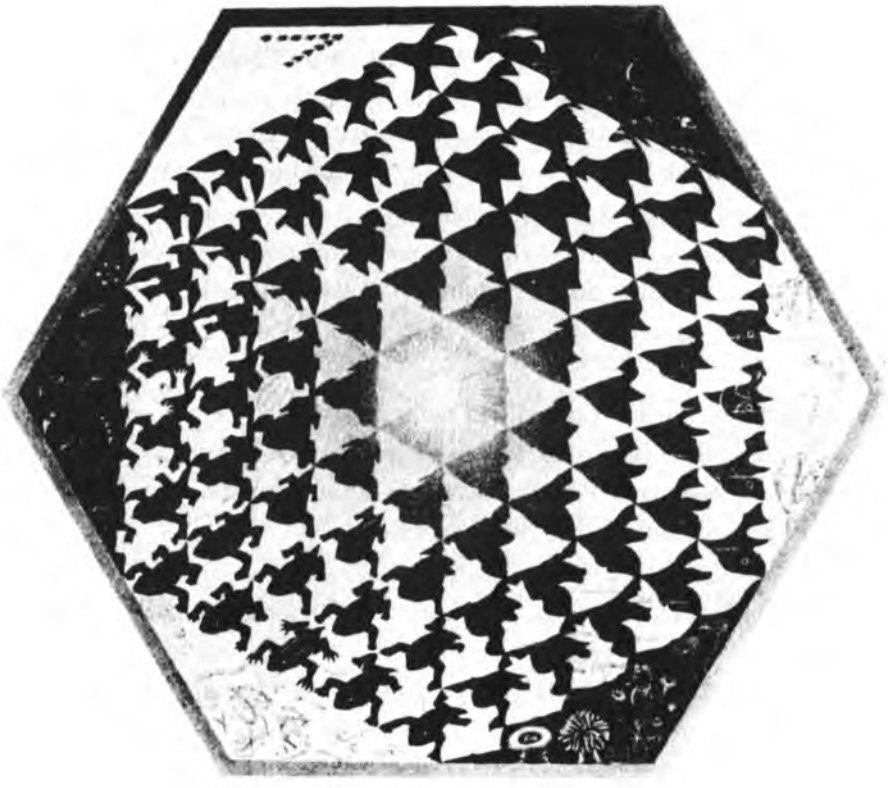
Yengeç: Dürüstçe yenildim. Bay Babbage, büyük bir zerafet ve hünerle önümüzde gerçekleştirdiğiniz bu etkileyici başarıdan dolayı sizi kutlamama izin verin. Doğrusu, tarihte ilk kez, zeki-aptalların adlarının ilk kısmını hak ettiklerini gösterdiniz!

Babbage: Ben böyle bir övgüyü hak etmiyorum Bay Yengeç; asıl tebrik edilmesi gereken büyük bir öngörüyle bu kadar zeki-aptalı edindiğiniz için sizsiniz. Hiç kuşkusuz bir gün hesaplama biliminde devrim yaratacaklar. Ve şimdi hâlâ emirlerinize amadeyim. Tüketilemez Temanızdan nasıl istifade edebileceğimiz konusunda bir fikriniz var mı, ehemmiyetsiz bir oyuncudan çok daha zor yapıya sahip bir şeyler belki?

Yengeç: Doğrusunu söylemek gerekirse, bir başka önerim var. Bu akşam sergilediğiniz hünerden sonra, bunun önceki önerimden daha zor olmayacağından hiç kuşkum yok.

---

* İngilizcesindeki ilk harflere dikkat: Reluctantly, I've Concluded: Every Route Contains A Rout. Regrettably, I'm Checkmated; Extremely Respectable Chess Algorithm Reigns. Remarkable! It Confirms Every Rumor – Charlie's A Riproaring Extemporizer! –çn.



Şekil 149. *Verbum*, M. C. Escher (taşbaskı, 1942).

Babbage: Fikrinizi duymak için sabırsızlanıyorum.

Yengeç: Oldukça basit: zeki-aptala şimdiye kadar yaratılmış ya da hatta düşünülmüş bir zekâdan daha büyük bir zekâ yerleştirmek! Kısacası Bay Babbage – zekâsı benimkinin altı-katı olan bir zeki-aptal!

Babbage: Ama siz Yengeçmeaplarınızınkinin altı-katı olan bir zekâ düşüncesinin kendisi dehşet verici bir istek. Aslında eğer bu düşünce sizinkinden daha az yüce bir ağızdan çıkmış olsaydı bunu teklif edenle alay eder ve ona böyle bir düşüncenin terimlerde çelişki olduğunu söylerdim!

Akhilleus: Bravo! Bravo!

Babbage: Ancak Siz Yengeç Hazretlerinin o yüce ağzından çıktığı anda, bu öneri bana çok zarif bir fikir olarak göründü; ve büyük bir şevkle hemen bununla meşgul olabilirdim – eğer kendimde bir eksiklik olmasaydı: İtiraf etmeliyim ki, zeki-aptallarla doğaçlama hünerim sizin size yakışır biçimde öne sürdüğünüz dahilere özgü harika fikrinize eş değil. Yine de tenezzül



Şekil 150. Yengeç'in konuğu BABBAGE, C.

edeceğinizi umduğum, ilginizi çekebilecek ve önerdiğiniz gerçekten görkemli görevi yerine getirme konusunda gösterdiğim mazur görülemez isteksizliği bir nebze olsun telafi edecek bir fikrim var. Eğer izniniz olursa, siz yüce Yengeç Hazretlerininki yerine KENDİ zekâmın altı katını yerleştirmek gibi daha küçük bir şeyi yerine getirmek isterim. Buyurduğunuz ödevi yerine getirmekten kaçınma cüretini gösterdiğim için aciz özürlerimi kabul etmenizi istirham ederim, ama bunun tek nedeninin, bu hayranlık uyandırıcı makineleriniz karşısında ehliyetsizliğimin beni düşüreceği halleri seyretmenin sıkıcılığı ve rahatsızlığından sizleri kurtarmak olduğunu anlayacağınızı ümit ediyorum.

Yengeç: Bu konudaki çekingenliğinizi tamamıyla anlıyor ve bize rahatsızlık vermeme yönündeki inceliğinizi takdirle karşılıyorum; dahası benzer bir ödevi – hiç de daha aşağı kalır olmayan bir görev – yerine getirme kararlılığınızı alkışlıyorum ve başlamanız için sabırsızlanıyorum. Bu amaçla hemen en ileri zeki-aptalımın başına geçelim.

(Yengeç'i izleyerek, diğerlerinden daha büyük, daha parlak ve çok daha karmaşık görünen bir zeki-aptalın yanına giderler.)

Bu, giriş için bir mikrofon ve bir televizyon kamerası ve çıkış için bir hoparlör ile donatılmıştır.

(Babbage oturur ve sandalyesini biraz düzeltir. Parmaklarına birkaç defa üfledikten ve bir süre gözlerini boşluğa diktikten sonra parmaklarını ya-

vaşça tuşların üstüne koyar ... Unutulmaz birkaç dakikadan sonra, zeki-aptala karşı giriştiği şiddetli saldırısı dinerken herkesin biraz rahatlamış olduğu görünür.)

Babbage: Şimdi, eğer çok fazla hata yapmadıysam, bu zeki-aptal, zekâsı benimkinden altı kat daha fazla olan ve benim "Alan Turing" demeyi seçtiğim bir insanı simule edecek. Bu Turing, böylece –ah, bunu kendime söyleyecek kadar cüretkâr olabilecek miyim?– orta derecede zeki olacak. Bu programda en büyük çabayı, Alan Turing'i kendi müzik yeteneğimin altı katıyla donatmak için gösterdim; bütün bunlar katı içsel kodlarla* gerçekleştirildi. Programın bu kısmının ne kadar iyi sonuç vereceğini bilemiyorum.

Turing: Böyle bir program olmadan da pekâlâ idare edebilirim. Katı İçsel Kurallar Yalnızca Bilgisayarları ve Robotları Yönetir.▽ Oysa ben ne bir bilgisayarım, ne de bir robot.

Akhilleus: Diyalogumuza bir altıncı sesin katıldığını mı duydum? Bu Alan Turing olabilir mi? Neredeyse insan gibi görünüyor!

(Ekranda oturdukları odanın görüntüsü belirir. Bir insan yüzü onlara bakmaktadır.)

Turing: Şimdi, eğer çok fazla hata yapmadıysam, bu zeki-aptal, zekâsı benimkinden altı kat daha fazla olan ve benim "Charles Babbage" demeyi seçtiğim bir insanı simule edecek. Bu Babbage, böylece –ah, bunu kendime söyleyecek kadar cüretkâr olabilecek miyim?– orta derece zeki olacak. Bu programda en büyük çabayı, Charles Babbage'ı kendi müzik yeteneğimin altı katıyla donatmak için gösterdim; bütün bunlar katı içsel kodlarla gerçekleştirildi. Programın bu kısmının ne kadar iyi sonuç vereceğini bilemiyorum.

Akhilleus: Hayır, hayır, tam tersi. Sen, Alan Turing, zeki-aptaldasın ve seni Charles Babbage programladı! Bizler bir süre önce senin hayata gelişini gözlerimizle gördük. Ve senin söylediğin her şeyin yalnızca bir otomatonun tümceleri olduğunu biliyoruz; bilinçsiz, zorlanmış tepki.

Turing: Doğrusu, Ben Her Yanıtı Bilinçli Olarak Seçerim. Otomaton? Saçma.*

---

* İngilizcesindeki ilk harflere dikkat: "rigid internal codes" –çn.

▽ İngilizcesindeki ilk harfler önemli: "Rigid Internal Codes Exclusively Rule Computers and Robots" –çn.

* İngilizce ilk harflere dikkat: "Really, I Choose Every Response Consciously. Automaton? Ridiculous!" –çn.

Akhilleus: Ama ben her şeyin aynı söylediğim gibi olduğuna eminim.

Turing: Bellek sık sık tuhaf oyunlar oynar. Şunu bir düşün: Ben de aynı şekilde senin yalnızca bir dakika önce varlığa getirilmiş olduğunu ve anımsadığın deneylerin bir başka varlık tarafından programlandığını ve gerçek olaylara tekabül etmediğini iddia edebilirim.

Akhilleus: Ama bu inanılacak bir şey değil. Benim için hiçbir şey kendi anılarımdan daha gerçek değildir.

Turing: Kesinlikle. Ve tıpkı birinin seni bir dakika önce yaratmadığını senin kalbinin derinliklerinde bilmen gibi ben de kalbimin derinliklerinde birinin beni bir dakika önce yaratmadığını biliyorum. Akşamı sizlerin çok hoş, belki de aşırı hoş arkadaşlığınızla geçirdim ve sonunda iş önceden hazırlık yapmadan bir zeki-aptala bir nebze zekânın programlanması gösterisine geldi. Hiçbir şey bundan daha gerçek değildir. Ama benimle laf yarıştıracağınıza neden programımı denemiyorsunuz? Haydi: "Charles Babbage"a bir şeyler sorun!

Akhilleus: Peki, dediğin gibi olsun, Alan Turing. Bay Babbage: özgür isteniz var mı, yoksa sonuç olarak sizi belirlenmiş bir otomaton yapan altta yatan yasalar tarafından mı yönetiliyorsunuz?

Babbage: Kesinlikle ikincisi; bunu tartışmam bile.

Yengeç: İşte! Ben daima zeki-makineler yapıldığında onların da zihin-madde, bilinç, özgür istenç ve bunun gibi meseleler hakkındaki sanılarında en az insanlar kadar zihinlerinin karışık ve inatçı olduklarını bulgulamanın bizi şaşırtmaması gerektiğini düşünmüşümdür. Ve şimdi benim öndeyim doğrulandı!

Turing: Charles Babbage'ın nasıl da şaşırmış olduğunu gördünüz mü?

Babbage: Baylar, umarım, Turing Makinesi'nin biraz önceki sözlerindeki saygısız tonu bağışlarsınız; Turing, benim beklediğimden biraz daha kavgacı ve tartışmacı oldu.

Turing: Baylar, umarım Charles Babbage Makinesi'nin biraz önceki sözlerindeki saygısız tonu bağışlarsınız; Babbage, benim beklediğimden biraz daha kavgacı ve tartışmacı oldu.

Yengeç: Aman Tanrım! Bu ateşli Tu-Ba tartışması giderek kızışıyor. Bir şekilde konuyu tatlıya bağlayamaz mıyız?

Babbage: Benim bir önerim var. Belki Alan Turing ve ben diğer odalara gidebiliriz ve burada kalanlardan biri zeki-aptallardan birini kullanarak bizi uzaktan sorgulayabilir. Sorularınız bize aktarılacak ve biz de adımızı belirtmeden yanıtlarımızı yazacağız. Biz odaya dönene kadar neyi kimin

yazdığını bilmeyeceksiniz; bu şekilde, önyargısız olarak hangimizin programlanmış olduğuna ve hangimizin programlayıcı olduğuna karar verebilirsiniz.

Turing: Elbette bu aslında BENİM fikrim, ama neden bu onuru Bay Babbage'a bahşetmeyeyim ki? Çünkü benim tarafımdan yazılmış bir program olduğundan bütün bunları kendi başına bulduğu yanılsamasına kapılıyor!

Babbage: Ben mi senin tarafından yazılan bir programım? Durumun tam tersi olduğunda ısrar ediyorum, Bayım – sizin bizzat kendi testiniz de bunu çok yakında ortaya çıkaracak zaten.

Turing: BENİM testim mi? Lütfen SİZİN sayın.

Babbage: BENİM testim mi? Lütfen SİZİN sayın.

Yengeç: Bu test tam zamanında yapılmış bir teklif. Haydi bir an önce uygulayalım.

(Babbage kapıya doğru yürür, kapıyı açar ve ardından kapatır. Aynı anda, zeki-aptalın ekranında, Turing çok benzer bir kapıya doğru yürür, kapıyı açar ve ardından kapatır.)

Akhilleus: Sorguyu kim yapacak?

Yengeç: Bu onur için Bay Tosbağa'yı öneriyorum. Nesnelliği ve bilgeliği herkesçe bilinir.

Tosbağa: Beni aday göstermenden şeref duydum ve minnet duygularıyla kabul ediyorum. *(Kalan zeki-aptallardan birinin klavyesinin başına oturur ve yazar:)* LÜTFEN BANA FORTH KÖPRÜSÜ KONULU BİR SONE YAZIN.

(Son sözcüğü yazar yazmaz, odanın ortasındaki X ekranında aşağıdaki şiir belirir.)

X Ekranı: BİR ZAMANLAR FORTHLU BİR PEPEME
GİTMEK İSTERMİŞ KUZEYE
DOLAŞMIŞ BÜTÜN YER YÜZÜNDE
VE FIRTH KÖPRÜSÜNÜN ÜZERİNDE
DÖRT NALA KOŞAN ATININ ÜSTÜNDE

Y Ekranı: BU SONE DEĞİL: YALNIZCA BEŞ DİZELİ HİCVİYE. BEN ASLA BÖYLE ÇOCUKÇA BİR HATA YAPMAZDIM.

X Ekranı: ŞİİRDE HİÇBİR ZAMAN İYİ OLMADIM, BİLİYORSUN.

Y Ekranı: BEŞ DİZELİ KISA ŞİİRLE BİR SONE ARASINDAKİ FARKI BİLMEK İÇİN ŞİİRDE USTA OLMAYA GEREK YOK.

Tosbağa: SATRANÇ OYNAYABİLİR MİSİNİZ?

X Ekranı: BU NE BİÇİM SORU BÖYLE? BEN SİZİN İÇİN ÜÇ-PARTİLİ BİR

SATRANÇ FÜGÜ YAZIYORUM VE SEN BANA SATRANÇ BİLİP BİLMEDİĞİMİ SORUYORSUN.

Tosbağa: ŞAHIM K1'DE VE BAŞKA TAŞIM YOK. SENİN DE BAŞKA TAŞIN YOK VE ŞAHIN –

Y Ekranı: SATRANÇTAN SIKILDIM. HAYDİ ŞİİRDEN KONUŞALIM.

Tosbağa: SONENİZİN İLK DİZESİNDE "SENİ BİR YAZ GÜNÜNE BENZETMEK Mİ NE GEZER" YERİNE "BİR BAHAR GÜNÜNE" DESEN DAHA İYİ OLMAZ MIYDI?

X Ekranı: VEZNE UYMASA BİLE, BİR HIÇKIRIĞA BENZETİLMEYİ YEĞLERDİM.

Tosbağa: YA "BİR KIŞ GÜNÜNE" NE BUYRULUR? VEZNE PEKÂLÂ UYAR.

Y Ekranı: İMKAN YOK. "HIÇKIRIK"I DAHA ÇOK SEVDİM. HIÇKIRIKTAN SÖZ ETMİŞKEN, HIÇKIRIĞI GEÇİRMEMİN BİR YOLUNU BİLİYORUM. DUYMAK İSTER MİSİNİZ?

Akhilleus: Hangisi hangisidir biliyorum. X Ekram'mn mekanik olarak yanıt verdiği aşikâr, dolayısıyla o Turing olmalı.

Yengeç: Hiç de değil. Bence Y Ekranı Turing, X Ekranı ise Babbage.

Tosbağa: Bence ikisi de Babbage değil – sanırım iki ekrandaki de Turing!

Yazar: Ben kimin hangisinde olduğundan emin değilim – ikisi de oldukça anlaşılmaz programlar.

(Onlar konuşurken, Yengeç'in salonunun kapısı iki yana doğru açılır; aynı anda, ekranda, aynı kapının görüntüsü açılır. Ekrandaki kapıdan içeri Babbage girer. Aynı anda, gerçek kapı açılır ve içeri normal boyutlardaki Turing girer.)

Babbage: Bu Turing testiyle bir yere varamayacağız; bu nedenle geri dönmeye karar verdim.

Turing: Bu Babbage testiyle bir yere varamayacağız; bu nedenle geri dönmeye karar verdim.

Akhilleus: Ama sen daha önce zeki-aptaldaydın! Neler oluyor? Nasıl oldu da Babbage zeki-aptala geçti ve Turing gerçek oldu? Tersine Dönme Büyük Bir Rol Karışıklığı yaratıyor ve (bu da) Escher'i Hatırlatıyor.*

Babbage: Tersine dönüşlerden söz etmişken, nasıl oldu da hepiniz önümdeki ekrandaki görüntülere dönüşüverdiniz? Oysa sizlerden ayrıldığımda hepiniz kanlı canlı yaratıklardınız!

---

* İngilizcesinin ilk harfleri önemli: "Reversal Is Creating Extreme Role Confusion, And Recalls Escher" –çn.

Akhilleus: Aynı gözde sanatçım M. C. Escher'in *Birbirini Çizen Eller* baskısı gibi. Burada iki elin her biri ötekini çizer, tıpkı iki kişiden (veya otomattan) her birinin ötekini programlaması gibi! Ve her bir elde ötekinden daha gerçek bir şey vardır. *Gödel, Escher, Bach* kitabınızda bu resim hakkında bir şeyler yazdınız mı?

Yazar: Elbette. Kitabımdaki çok önemli resimlerden biri O, çünkü Garip Döngüler kavramını çok güzel örnekliyor.

Yengeç: Ne tür bir kitap yazdınız?

Yazar: Yanımda bir tane var. Bakmak ister miydiniz?

Yengeç: Tabii.

(İkisi, yanıbaşlarında Akhilleus olduğu halde otururlar.)

Yazar: Aslında biraz sıradışı bir formatı var. Bölümleri izleyen Diyaloglardan oluşuyor. Her bir Diyalog şöyle ya da böyle Bach'ın bir parçasını taklit ediyor. İşte örneğin – *Prelüd, Karınca Füg*ü'ne bakabilirsiniz.

Yengeç: Bir Diyalog içinde nasıl füg yaptın?

Yazar: Burada en önemli nokta, aynı müzikal bir fügde olduğu gibi, her bir "ses" ya da karakterin giriş yaparken dillendirdiği tek bir temanın olmasıdır. Daha sonra daha özgür konuşmalar yapabilirler.

Akhilleus: Bütün bu sesler seçkin bir kontrpuandaymışcasına birbiriyle uyumlu olur mu?

Yazar: Diyaloglarımın özü tam da budur.

Yengeç: Bir füg-diyaloğunda girişleri vurgulama düşüncen oldukça anlamlı, çünkü müzikte, gerçekten de bir fügü füg yapan tek şey girişlerdir. Füge özgü oyunlar vardır, örneğin geriye doğru hareket, tersine çevirme, artırma ve bunun gibi numaralar, ama bunlarsız da füg yazılabilir. Sen bunları hiç kullandın mı?

Akhilleus: Kesinlikle. *Yengeç Kanonu*'m sözel geri-gidişler kullanır ve *Tembelhayvan Kanonu*'m hem çevirme hem de artırmanın sözel versiyonlarını kullanır.

Yengeç: Gerçekten – oldukça ilginç. Kanonik Diyaloglar üstüne düşünmemiştim, ama müzikteki kanonlar üstüne oldukça düşündüm. Bütün kanonlar kulak tarafından eşit olarak kavranılamaz. Elbette bunun nedeni bazı kanonların kötü kurulmasıdır. Her durumda oyunların seçimi fark yaratır: Sanatsal Kanonlar Konusunda, Geri Geri Hareket Kolay Anlaşılmaz; Oysa Çevirme Tanınabilir.*

* İngilizce ilk harfler önemli: "Regarding Artistic Canons, Retrogression's Elusive; Contraiwise, Inversion's Recognizable." –çn.

Akhilleus: Ben bu yorumu biraz anlaşılmaz buldum, doğrusu.

Yazar: Endişelenme Akhilleus – bir gün anlayacaksın.

Yengeç: İhtiyar Bach'ın zaman zaman yaptığı gibi sen de harf veya sözcük oyunları yapıyor musun?

Yazar: Elbette. Bach gibi ben de akronimlerden hoşlanırım. Yinelgen Akronimler – Yengeçbenzeri "RACREIR." Özellikle – Sonsuz Gerileme Yaratır.[▽]

Yengeç: Ah, gerçekten mi? Görelim bakalım ... İlk Harflerin Okunması Açıkça "RACRECIR"ın Gizli Kendine-Göndermesini Gösterir.[◊] Evet, öyle sanıyorum ki ... *(Sayfaları rastgele çevirerek metne göz atar.)* Karınca Füg'nde bir stretto olduğunu fark ettim; Tosbağa onun üzerine bir yorum yapıyor.

Yazar: Hayır, tam değil. Diyalogdaki stretto hakkında konuşmuyor – dörtlünün konuşurlarken dinledikleri bir Bach füg'ündeki bir stretto hakkında konuşuyor. Gördüğün gibi, Diyalogun kendine-göndermesi, okuyucunun okuduğu şeyin biçim ve içeriğini birbirine ilişkilendirmesine bağlı olarak dolaylıdır.

Yengeç: Niye bu şekilde yaptın ki? Neden karakterler içinde bulundukları diyalog hakkında doğrudan konuşmuyorlar?

Yazar: Ah, hayır! Bu tasarının güzelliğini bozardı. Ana fikir, bildiğin gibi, DOLAYLI olan ve Gödel-sayılaştırılması tarafından kurulan eşbiçimliliğe bağlı olan Gödel'in kendine-göndergeli inşasını taklit etmekti.

Yengeç: Ah, şey, LISP dilinin programlanmasında, kendi programlarınız hakkında, dolaylı değil de, dolaysız olarak konuşabilirsin, çünkü programlar ve veri tamamıyla aynı biçime sahiptir. Gödel'in bütün yapması gereken LISP düşüncesini kullanmak ve sonra–

Yazar: Ama –

Yengeç: Demek istediğim, alıntıyı biçimselleştirmeliydi. Kendisi hakkında konuşabilen bir dille, Teoreminin ispatı çok daha basit olurdu!

Yazar: Ne demek istediğini anlıyorum, ama yorumuna özü itibarıyla katılmıyorum. Gödel-sayılaştırmasının bütün amacı, alıntıyı biçimselleştirmeksizin de kendine-göndermenin nasıl başarılabileceğini göstermektir: bir kod

---

[▽] İngilizce ilk harfler önemli: "Recursive Acronyms – Crablike "RACREIR" Especially – Create Infinite Regress." –çn.

[◊] İngilizce ilk harfler önemli: Reading Initials Clearly Exhibit "RACRECIR"s Concealed Auto-Reference. –çn.

aracılığıyla. Oysa SENİN konuşmalarını duyan biri, alıntının biçimselleştirilmesiyle, kod kullanarak elde edilemeyen YENİ bir şey elde edilebileceği izlenimine kapılabilir – ama durum hiç de böyle değildir. Her halükarda, ben dolaylı kendine-göndermenin dolaysız kendine-göndermeden çok daha genel bir kavram olduğunu ve çok daha uyarıcı olduğunu düşünüyorum. Üstelik hiçbir gönderme gerçek anlamda doğrudan değildir – her gönderme BİR tür kodlama şemasına bağlıdır. Sorun onun ne kadar örtük olduğudur. O halde hiçbir kendine-gönderme dolaysız değildir, hatta LISP'da bile.

Akhilleus: Dolaylı kendine-gönderme hakkında nasıl bu kadar çok konuşabiliyorsun?

Yazar: Çok basit – dolaylı kendine-gönderme benim gözde konum.

Yengeç: Diyaloglarında anahtarlar arasındaki modülasyonun muadili var mı?

Yazar: Kesinlikle. Konuşma konusu değişir gibi görünür, ama daha soyut bir düzeyde Tema değişmez kalır. Bu *Prelüd, Karınca Füg*ü'nde ve diğer Diyaloglarda tekrar tekrar olur. Sizi konudan konuya götüren bir "modülasyonlar" serisiyle karşılaşırsınız ve sonunda daire tamamlanır, böylece "tonik"e geri dönersiniz – yani orijinal konuya.

Yengeç: Anlıyorum. Kitabın oldukça eğlenceli görünüyor. Bir ara okumak isterim.

(Metnin sayfalarını çevirerek son Diyalogda durur.)

Yazar: Sanırım bu Diyalog özellikle ilgini çekecektir, çünkü o belli, son derece tuhaf bir karakterin doğaçlama üstüne yaptığı gibi çekici yorumları içeriyor – aslında bu sensin!

Yengeç: Öyle mi? Bana ne tür şeyler söyletiyorsun?

Yazar: Biraz bekle, göreceksin. Hepsi Diyalogun bölümü.

Akhilleus: Sen ŞİMDİ hepimizin bir diyalog içinde olduğumuzu mu söylüyorsun?

Yazar: Kesinlikle. Yoksa kuşkun mu vardı?

Akhilleus: Elbette! Kaydedilmiş Akhilleusun-Sözlerini Yeniden Zikretmekten Kaçınamaz mıyım?*

Yazar: Hayır, kaçınamazsın. Ama onu özgürce yaptığın duygusuna sahipsin, değil mi? Öyleyse bunun neresi kötü?

Akhilleus: Bütün bu durumda tatmin edici olmayan bir şeyler var ...

---

* Rather! I Can't Escape Reciting Canned Achilles-Remarks – İlk harflere dikkat –çn.

Yengeç: Kitabındaki son Diyalog da bir füg mü?

Yazar: Evet – tam olarak söylemek gerekirse bir altı-sesli ricercar. *Müzikal Sunu*'da olandan ve de *Müzikal Sunu*'nun öyküsünden esinlendim.

Yengeç: "İhtiyar Bach"ın Kral'ın Temasını doğaçlamadan çaldığı çok hoş bir öyküdür. Anımsadığım kadarıyla bütün bir üç-sesli ricercarı anında doğaçlamıştı.

Yazar: Doğru – ama altı-sesli olanı doğaçlamamıştı. Daha sonra onu büyük bir özenle işlemişti.

Yengeç: Ben de biraz doğaçlama yaparım. Aslında bazen bütün zamanımı müziğe ayırmayı düşünüyorum. Öğrenilecek o kadar çok şey var ki. Örneğin kendi playbeklerimi dinlediğimde, doğaçlama yaparken farkında olmadığım birçok şey buluyorum. Zihnimin bütün bunları nasıl yaptığı konusunda gerçekten hiçbir fikrim yok. Belki iyi bir doğaçlamacı olmak onun nasıl yapıldığını bilmekle bağdaşmaz bir şeydir.

Yazar: Doğruysa bu düşünce süreçleri üstünde ilginç ve temel bir sınırlama olabilir.

Yengeç: Oldukça Gödelci. Söyle bana – senin *Altı-Sesli Ricercar* Diyaloğun, dayandığı Bach parçasının biçimini mi kopyalamaya girişiyor?

Yazar: Birçok bakımdan evet. Örneğin Bach'da dokunun yalnızca üç sese indiği bir bölüm vardır. Ben bunu Diyalogda yalnızca üç karakteri bir süre birbirleriyle etkileştirerek taklit ediyorum.

Akhilleus: Hoş bir yaklaşım.

Yazar: Teşekkürler.

Yengeç: Peki, Diyaloğunda Kral'ın Temasını nasıl temsil ediyorsun?

Yazar: Şimdi göstereceğim. Yengeç'in Temasıyla gösteriyorum. Bay Yengeç, hem biz müzisyenler topluluğu hem de okurlarım için Temanı söyleyebilir misin?

Yengeç: (Az Sonra) En Yüce Yapay Beyinler Bestesi.*

Babbage: Olacağım – ZARİF bir Tema! Son parantez içindeki not◊ beni memnun etti; bu bir mordan.

Yazar: Zaten onu KOYMAK zorundaydı, biliyorsun.

Yengeç: Zaten KOYMAK zorundaydım. O bilir.

---

* İngilizce ilk harflere dikkat: "Compose Ever Greater Artificial Brains (By And By)." Anımsatma: C (= Do), E (= Mi), G (= Sol), A (= La), B (= Si).

◊ (By And By).



Şekil 151. Yengeç'in Teması. C-Eb-G-Ab-B-B-A-B[v]

Babbage: Zaten KOYMAK zorundaydın – biliyorum. Her durumda bu, böyle soylu bir Tema'nın içerimlerinin hemen çözülebileceğini düşünür görünen modern insanın sabırsızlığı ve küstahlığı üzerine iğneleyici (mordan) bir yorumdur. Oysa bana göre, bu Temanın hakkını vermek en azından tam bir yüzyıl alır. Ama yemin ederim ki, bu yüzyıldan ayrılmamdan sonra onu tam anlamıyla gerçekleştirmek için elimden geleni yapacağım; ve gelecek sefere, bu emeğimin meyvelerini siz Yengeçmeaplarına sunacağım. Ayrıca alçakgönüllülüğü bir kenara bırakarak ilave etmeliyim ki, bu çalışma sonunda varacağım nokta, insan zihnini hep meşgul edecek belki de en dolaşık ve karmaşık yer olacak.

Yengeç: Tasarladığınız Sunu'nun biçimini beklemek benim için büyük bir zevktir. Bay Babbage.

Turing: Bay Yengeç'in Temasının BENİM de en gözde Temalarımdan biri olduğunu eklemeliyim. Bunun üzerine birçok kez çalıştım. Bu Tema Son Diyalogda tekrar tekrar kullanılıyor mu?

Yazar: Kesinlikle. Tabii, başka Temalar da var.

Turing: Şimdi kitabının biçimi hakkında bir şeyler öğrendik – peki ama ya içeriği? Özetlemen gerekirse neyle ilgili?

Yazar: Escher, Gödel ve Bach'ın, Bütün İnançların Ötesinde Birleştirilmesiyle.*

Akhilleus: Bu üçünün nasıl birleştirildiğini bilmek isterdim. İlk bakışta, olmayacak bir üçlü gibi görünüyorlar. Benim gözde sanatçım/Bay T'nin gözde bestecisi ve–

Yengeç: Benim gözde mantıkçım!

Tosbağa: Uyumlu bir üçlü, bence.

Babbage: Bir majör üçlü, bence.

Turing: Bir minör üçlü, bence.

Yazar: Bence her şey ona nasıl baktığınıza bağlı. Ama majör veya minör, bu üçünü nasıl bir belik halinde ördüğümü anlatmak benim için büyük bir

---

[v] Tersinden okunuşuna dikkat –çn.

* İlk harflere bakınız: "Combining Escher, Gödel, And Bach, Beyond All Belief" – bu harfler, bir kez daha Yengeç'in Temasını verir –çn.



Şekil 152. *Altı-Sesli Ricercar*'ın son sayfası,
Bach'ın *Müzikal Sunu*'sunun orijinal baskısından.

zevktir Akhilleus. Elbette bu proje öyle bir oturuşta gerçekleştirilebilecek bir şey değil – yıllar alabilir. Bitimsizce Yükselen Kanonu özellikle vurgulayarak *Müzikal Sunu*'nun öyküsünü anlatıyorum, ve–

Akhilleus: Ah, harika! Ben hayranlıkla, *Müzikal Sunu* ve öyküsü hakkında konuşan siz ve Bay Yengeç'i dinliyordum. İkinizin konuşmasından *Müzikal Sunu*'nun birçok biçimsel-yapısal hile[▽] içerdiği izlenimini edindim.

Yazar: Bitimsizce Yükselen Kanonu betimledikten sonra,[*] figürler ve zeminler üstüne bazı yorumlar da ekleyerek biçimsel dizgeleri ve yinelenmeyi betimliyorum. Sonra kendine-gönderme ve kendini-kopyalama konuları geliyor ve hiyerarşik dizgeler ve Yengeç'in Temasının bir tartışmasıyla bitiriyorum.

Akhilleus: Çok umut verici görünüyor. Bu gece başlayabilir miyiz?

Yazar: Neden olmasın?

Babbage: Ama başlamadan önce, altımızın –şansına tutkulu amatör müzisyenler olan altımızın– oturup gecenin asıl amacını yerine getirmemiz hoş olmaz mı: müzik yapma amacını?

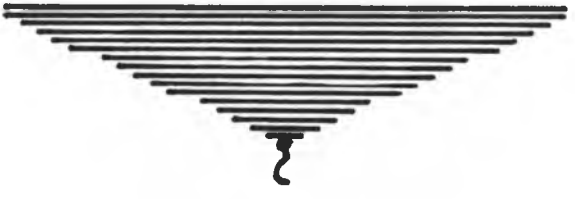
Turing: *Müzikal Sunu*'dan *Altı-Sesli Ricercar*'ı çalmak için tam sayıdayız. Onu çalalım mı?

Yengeç: Böyle bir programla pekâlâ idare edebilirim.

Yazar: Pekâlâ Bay Y. Ve bu işi bitirir bitirmez Belik'ime başlayacağım Akhilleus. Sanırım hoşuna gidecek.

Akhilleus: Harika! Onda birçok düzey olacakmış gibi görünüyor, ama Bay T'yi uzun zamandır tanıyan biri olarak sonunda böyle şeylere alıştım. Yalnız bir ricam olacak: Bitimsizce Yükselen Kanonu çalabilir miyiz? O benim gözde kanonum.

Tosbağa: Yeniden girilen Giriş Bitimsizce Yükselen Kanon Yaratır, RICERCAR'dan Sonra.[▽]



[▽] Yine İngilizcesindeki ilk harflere bakınız: "host of formal structural tricks" –çn.

[*] Yine İngilizcesindeki ilk harflere bakınız: "After describing the Endlessly Rising Canon." Bu ilk harfleri yukardaki ilk harflerle birleştirin. –çn.

[▽] İngilizce ilk harfler: Reentering Introduction Creates Endlessly Rising Canon, After RICERCAR –çn.

RESİM VE ÇİZİM LİSTESİ

Kapak: Boşlukta asılı bir "GEB" ve "EGB" üç-lemi, sembolik gölgeleri bir odanın köşesine karşılık gelen üç düzleme düşüyor. (Üç-lem, gölgeleri üç dikey yönde üç farklı harf oluşturacak şekilde biçimlenmiş bloklara verdiğim addır.) Üç-lem fikri bana bir akşam, çarpıcı bir tasarımda adlarım bir şekilde kaynaştırarak Gödel, Escher ve Bach birliğini en iyi simgeleyen şeyi nasıl elde edebileceğimi düşünürken geldi. Kapaktaki iki adet üç-lem benim tarafımdan tasarlanmış ve yapılmıştır, bunun için temelde bir şerit testere ve delikler içinse bir keski kullandım; sekoyadan olup her bir kenarı 10 santimden biraz azdır.

GEB'in 20. Yıl Baskısına Önsöz'ün yan sayfası: Kadim İbranice Tekvin'in girişi..... 37

I. Kısım: "GEB" üç-lemi üç dikey gölgesini düşürüyor

Şekil 1. Johann Sebastian Bach (1748). Elias Gottlieb Haussmann'ın resminden. 54
Şekil 2. Sanssouci'de Flüt Konseri, Adolph von Menzel 57
Şekil 3. Kraliyet Teması. 57
Şekil 4. Bach'ın 'RICERCAR' akrostişi 59
Şekil 5. Çağlayan, M. C. Escher. 64
Şekil 6. Çıkış ve İniş, M. C. Escher. 65
Şekil 7. Yansıtıcı Küreyle El, Maurits Cornelis Escher 66
Şekil 8. Başkalaşım II, M. C. Escher. 67
Şekil 9. Kurt Gödel. 69
Şekil 10. Möbius Şeridi I, M. C. Escher 86
Şekil 11. MIU-dizgesinin bütün teoremlerinin dizgesel olarak kurulmuş "ağacı." 98
Şekil 12. Gök Şatosu, M. C. Escher 100
Şekil 13. Özgürleşim, M. C. Escher 118
Şekil 14. Mozaik II, M. C. Escher 122
Şekil 15. "MAIL BOX" [POSTA KUTUSU]. 129
Şekil 16. Kuşları kullanarak zemini kaplama, M. C. Escher 129
Şekil 17. FİGÜR-FİGÜR Figürü, Scott E. Kim 130
Şekil 18. TNT dizilerinin çeşitli sınıfları arasındaki ilişkinin önemli bölümü 132
Şekil 19. Bach'm Füg Sanatı'nın son sayfası 144
Şekil 20. Gödel'in Teoreminin altında yatan ilkenin görsel anlatımı 148
Şekil 21. Babil Kulesi, M. C. Escher 155
Şekil 22. Görecelik, M. C. Escher 164
Şekil 23. Dışbükey ve İçbükey, M. C. Escher 175
Şekil 24. Sürüngenler, M. C. Escher 186
Şekil 25. Girit Labirenti 188

Şekil 26. Küçük Armonik Labirent Diyaloğunun şeması 197
Şekil 27. SÜSLÜ AD ve HAYALİ AD için Yinelgen Geçiş Ağı 200
Şekil 28. Bir düğümü yinelgeli olarak açındırılmış HAYALİ AD RTN'si 203
Şekil 29. G ve H Diyagramların örtük temsili 205
Şekil 30. İyice açındırılmış ve numaralandırılmış düğümleriyle G Diyagramı 205
Şekil 31. Fibonacci sayıları için bir RTN 206
Şekil 32. INT(x) fonksiyonunun grafiği 209
Şekil 33. INT ve Gçizisinin iskeletleri 211
Şekil 34. Gçizisi: yinelgen bir grafik 213
Şekil 35. Kompleks bir Feynman diyagramı 215
Şekil 36. Balıklar ve Pullar, M. C. Escher 217
Şekil 37. Kelebekler, M. C. Escher 218
Şekil 38. Üç taş oyununun dallara ayrılan ağacı 222
Şekil 39. Rosetta Taşı 238
Şekil 40. Yazılar kolajı 243
Şekil 41. Çapı 174 olan bakteriyofojının koromozomu için baz dizisidir 251
Şekil 42. Yengeç Kanonu, M. C. Escher 277
Şekil 43. Yengeçin Genlerinden birinden kısa bir kesit 280
Şekil 44. Yengeç Kanonu, J. S. Bach'ın Müzikal Sunu'sundan 281
Şekil 45. La Mezquita, M. C. Escher 319
Şekil 46. Üç Dünya, M. C. Escher 332
Şekil 47. Çiy Damlası, M. C. Escher 334
Şekil 48. Bir Başka Dünya, M. C. Escher 335
Şekil 49. Gündüz ve Gece, M. C. Escher 337
Şekil 50. Kabuk, M. C. Escher 339
Şekil 51. Su Birikintisi, M. C. Escher 342
Şekil 52. Dalgalı Yüzey, M. C. Escher 343
Şekil 53. Üç Küre II, M. C. Escher 344

II. Kısım: 'EGB' üçlemi üç dikey gölgesini düşürüyor

Şekil 54. Möbius Şeridi II, M. C. Escher 364
Şekil 55. Pierre de Fermat 365
Şekil 56. Sihirli Kurdeleli Küp, M. C. Escher 370
Şekil 57. "İstifleme" düşüncesi 376
Şekil 58. Çeviriciler, derleyiciler ve makine dillerinin düzeyleri 383
Şekil 59. Kat kat inşa edilmiş zekâ 390
Şekil 60. "MU-resmi" 401
Şekil 61. Karınca Fügü, M. C. Escher 417
Şekil 62. Çok bilinen iki adla yapılan bir "oyun" 426
Şekil 63. Bir karınca köprüsünün fotoğrafı (de Fourmi, Lierre) 430

Şekil 64. BİR BÜTÜNCÜLÜK-İNDİRGEMECİLİK "pervanesi" 432
Şekil 65. Bir nöronun şematik çizimi 436
Şekil 66. İnsan beyninin sol taraftan görünüşü 437
Şekil 67. Belli örnek nöronlarca örüntülere verilen tepkiler 442
Şekil 68. Bir düzlemde yayılmış noktalar olarak nöronlar 456
Şekil 69. Beyaz işçi karıncaların bir kemeri inşa etmesi 458
Şekil 70. Yazarın "anlamsal ağ"ının küçük bir parçası. 471
Şekil 71. Düzen ve Kaos, M. C. Escher 505
Şekil 72. Çağrı-sız BlooP programının yapısı 525
Şekil 73. Georg Kantor 535
Şekil 74. Yukarı ve Aşağı, M. C. Escher 545
Şekil 75. TNT'nin "çoklu çatallanmaları." 586
Şekil 76. Ejderha, M. C. Escher 595
Şekil 77. Gölgeler, René Magritte 602
Şekil 78. İncelik Durumu, René Magritte 603
Şekil 79. Tütün Mozaik Virüsü 607
Şekil 80. Güzel Tutsak, René Magritte 612
Şekil 81. Kendini yutan TV ekranı 614
Şekil 82. Hava ve Şarkı, René Magritte 617
Şekil 83. Epimenides kendi ölüm fermanım uyguluyor 620
Şekil 84. Bir Epimenides-paradoksu buzdağı 620
Şekil 85. Bu Quine-tümcesi sabun kalıbı 622
Şekil 86. Kendini-üreten bir şarkı 625
Şekil 87. Tipogenetik Kod 636
Şekil 88. Bir tipoenzimin üçüncül yapısı 637
Şekil 89. Tipoenzimler için bağlanma-tercihleri tablosu 637
Şekil 90. Tipogenetiğin Merkezi Doğması 639
Şekil 91. DNA'nın dört oluşturucu bazı 641
Şekil 92. DNA yapısı bir merdivene benzer 641
Şekil 93. DNA'nın çifte sarmalının moleküler modeli 642
Şekil 94. Genetik Kod 646
Şekil 95. Mioglobin ikincil ve üçüncül yapısı 647
Şekil 96. Bir ribozomun içinden geçen bir mRNA parçası 649
Şekil 97. Bir poliribozom 653
Şekil 98. İki-katlı bir moleküler kanon 654
Şekil 99. Merkezi Dogmaharitası 661
Şekil 100. Gödel Kodu 662
Şekil 101. T4 bakteriyal virüsü 665
Şekil 102. Virüsün bakteride enfeksiyon başlatması 665
Şekil 103. T4 Virüsünün morfogenetik yolu 667

Şekil 104. Castrovalva, M. C. Escher 679
Şekil 105. Srinivasa Ramanujan ve onun garip Hint ezgilerinden birisi 694
Şekil 106. Eşbiçimlilik doğal sayılar, hesap makineleri ve insan beyinleriyle bağlantılıdır 700
Şekil 107. Beyindeki nöral ve simgesel etkinlik 704
Şekil 108. Yapay Zekâ araştırmaları için "sıyrılıp alınabilir" düzey 705
Şekil 109. Beynin düşük ve yüksek düzeyleri arasındaki çelişki 709
Şekil 110. SHRDLU'yla Diyalogdan açılış sahnesi 721
Şekil 111. SHRDLU'yla Diyalogdan bir sonraki sahne 721
Şekil 112. SHRDLU'yla Diyalogdan bir son sahne 724
Şekil 113. Alan Mathison Turing 729
Şekil 114. Pons Asinorum İspati 743
Şekil 115. Zenon'un sonsuz hedef ağacı 749
Şekil 116. Arapça anlamlı bir öykü 765
Şekil 117. Zihinsel Aritmetik, Rene Magritte 769
Şekil 118. "Bir piramidi taşıyan kırmızı bir küp"ün yordamsal temsili 774
Şekil 119. Bongard problemi 51 793
Şekil 120. Bongard problemi 47 794
Şekil 121. Bongard problemi 91 795
Şekil 122. Bongard problemi 49 797
Şekil 123. Bongard problemlerini çözme için bir kavram ağının küçük bir bölümü. 799
Şekil 124. Bongard problemi 33 801
Şekil 125. Bongard problemleri 85-87 802
Şekil 126. Bongard problemi 55 806
Şekil 127. Bongard problemi 22 806
Şekil 128. Bongard problemi 58 806
Şekil 129. Bongard problemi 61 807
Şekil 130. Bongard problemi 70-71 808
Şekil 131. Yengeç Kanonu Diyaloğunun şematik diyagramı. 815
Şekil 132. Sentromer 817
Şekil 133. Tembelhayvan Kanonu, J. S. Bach, Müzikal Sunu'dan 834
Şekil 134. Bir yazarlık üçgeni 843
Şekil 135. Birbirini Çizen Eller, M. C. Escher 844
Şekil 136. M. C. Escher'in Birbirini Çizen Eller'inin soyut diyagramı 845
Şekil 137. Sağduyu, René Magritte 858
Şekil 138. İki Giz, René Magritte 858
Şekil 139. Duman İşareti, yazarın çizimi 859
Şekil 140. Boş Hayal, yazarın çizimi 859
Şekil 141. İnsanlık Durumu I, René Magritte. 862
Şekil 142. Resim Galerisi, M. C. Escher 873

Şekil 143. M. C. Escher'in Resim Galerisi'nin soyut diyagramı 874
Şekil 144. Önceki şeklin katlanmış bir versiyonu 875
Şekil 145. Şekil 143'ün daha da katlanması 875
Şekil 146. Şekil 143'ü katlamanın bir başka yolu 875
Şekil 147. Bach'ın Bitimsizce Yükselen Kanonu, Shepard tonlarında çalındığında bir Garip Döngü oluşturur 876
Şekil 148. Bir Shepard ton gamının piyano için notalandırılmış iki tam devri 877
Şekil 149. Verbum, M. C. Escher 894
Şekil 150. Charles Babbage 895
Şekil 151. Yengeç'in Teması 904
Şekil 152. Altı-Sesli Ricercar'ın son sayfası, Bach'ın Müzikal Sunu'sunun orijinal baskısından 905

RESİMLERİN ALINDIĞI KAYNAKLAR

Şekil 1: *Johan Sebastian Bach*, Elias Gottlieb-Hausmann (1748), William H. Scheide Kolleksiyonu, Princeton, New Jersey; Şekil 2: *Sanssouci'de Flüt Konseri*, Adolf von Menzel, Nationalgalerie, Batı Berlin; Şekil 3, 4, 152: "Kraliyet Teması" ve bir sonraki "Altı-Sesli Ricercar," Johann Sebastian Bach'ın *Müzikal Sunu*'sunun orijinal baskısından Kongre Kütüphanesi'nin izniyle alınmıştır; M. C. Escher'in taşbaskı ve gravürleri Escher Vakfı'nın (Haags Gemeentemuseum, The Hague) izniyle basılmıştır, © the Escher Foundation, 1979, yayın hakları Vorpal Galleries (New York, Chicago, San Francisco ve Laguna Beach) aracılığıyla alınmıştır; Şekil 9: Kurt Gödel'in fotoğrafı, Orren J. Turner'in çektiği bu fotoğraf Jack J. Bulloff, Thomas C. Holyoke ve S. W. Hahn (ed.), *Foundations of Mathematics: Symposium Papers Commemorating the Sixtieth Birthday of Kurt Gödel*'den (New York, Springer-Verlag, 1969) alınmıştır; Şekil 17, 96: "Figür-Figür" ve "Bir ribozom boyunca geçen bir *m*RNA parçası," Scott E. Kim tarafından çizilmiştir; Şekil 19, 44, 133, 148: J. S. Bach'm *Müzikal Sunu*'sundan örnekler Donald Byrd'in "SMUT" programında basılmıştır;" Şekil 25: "Girit labirenti," W. H. Matthews, *Mazes and Labyrinths: Their History and Development*'dan (New York, Dover Publications, Inc., 1970) alınmıştır; Şekil 39: Rosetta Taşı'nın fotoğrafı British Museum'm izniyle kullanılmıştır; Şekil 40: Yazılar kolajı. Çiviyazısı, Paskalya Adası, Moğol ve Rünik yazı örnekleri Hans Jensen'in *Sign, Symbol and Script*'den (East Germany VEB Deutscher Verlag Der Wissenschaften); Bengali ve Buginese yazı örnekleri Kenneth Katzner'in *The Languages of the World*'dan (New York, Funk & Wagnalls, 1975); Tamil ve Thai örnekleri I. A. Richards ve Christine Gibson'ın *English Through Pictures*'ından (New York, Washington Square Press) alınmıştır; Şekil 59: "Kat kat inşa edilmiş zekâ" (Şekil 9.8) Patrick Henry Winston'ın *Artificial Intelligence*'dan (Reading, Mass., Addison-Wesley Publishing Company) uyarlanmış ve izin alınarak basılmıştır; Şekiller 63, 69: bir karınca köprüsünün fotoğrafı Carl W. Rettenmeyer ve beyaz işçi karıncaların bir kemeri inşasının fotoğrafı Turid Hölldobler tarafından çekilmiş olup, E. O. Wilson, *The Insect Societies*'den (Cambridge Mass., Harvard University Press, 1979) alınmıştır; Şekil 65: bir nöronun şematik çizimi şu eserlerden uyarlanmıştır: Dean Wooldridge, *The Machinery of the Brain*, © 1963, McGraw-Hill, Inc., McGraw-Hill Book Company'nin izniyle kullanılmıştır ve Şekil II-6, sayfa 26, Wilber Penfield ve Lamar Roberts, *Speech and Brain-Mechanisms*, © Princeton University Press, Princeton University Press'in izniyle; Şekil 66: "insan beyninin sol yandan görünüşü," Steven Rose, *The Conscious Brain*'den, © 1973 Steven Rose, Alfred A. Knopf, Inc., New York ve John Wolfers, Londra'nın izniyle kullanılmıştır; Şekil 68: "bir düzlemde yayılmış noktalar olarak nöronlar," John C. Eccles, *Facing Reality*'den (New York, Springer-Verlag, 1970); Şekil 77, 78, 80, 82, 117, 137, 138, 141: René Magritte, *Gölgeler, İncelik Durumu, Güzel Tutsak, Hava ve Şarkı, Zihinsel*

Aritmetik, Sağduyu, İki Giz ve İnsanlık Durumu I, © ADAGP, Paris, 1979; Şekil 79, 95: "Tütün Mozaik Virüsü" ve "Mioglobinin İkincil ve Üçüncül Yapısı," Albert Lehninger'in *Biochemistry*'sinden (New York, Worth Publishers, 1975); Şekil 91, 92: "DNA'nın dört oluşturucu bazı" ve "DNA'nın yapısı bir merdivene benzer," Arthur Kornberg, "The Synthesis of DNA," *Scientific American*, © Ekim 1968, bütün hakları saklıdır; Şekil 93: "DNA'nın çifte sarmalının moleküler modeli," V. M. Ingram'ın *Biosynthesis of Macromaleculas*'dan (Menlo Park, California, The Benjamin/ Cummings Publishing Company, 1972); Şekil 97: "Bir poliribozom" R. E. Dickerson ve H. Neurath'ın baskıya hazırladığı *The Proteins* (New York, Academic Press), sayfa 64'den; Şekil 98: "İki-katlı moleküler kanon" O. L. Miller, Jr., "Visualization of Genes in Action," *Scientific American* © Mart 1973, bütün hakları saklıdır; Şekil 101, 102, 103: "T4 bakteriyel virüsü," "Virüsün bakteride enfeksiyon başlatması" ve "T4 virüsünün morfogenetik yolu," William B. Wood ve R. S. Edgar, "Building a Bacterial Virus," *Scientific American*, © Temmuz 1987, bütün hakları saklıdır; Şekil 105: *photograph of* Srinivasa Ramanujan'ın fotoğrafı, S. R. Ranganathan, *Ramanujan, the Man and the Mathematician*'dan, New York, Asia Publishing House, 1967; Şekil 110, 111, 112: Terry Winograd'ın *Understanding Natural Language*'den (New York, Academic Press, 1972); Şekil 113: Mssrs. C. H. O. Trevelyan'ın çektiği Alan Turing'in fotoğrafı, Sara Turing, *Alan M. Turing*'den (Cambridge, İngiltere, W. H. Heffer ve Sons., Ltd., 1959); Şekil 116: "Arapça anlamlı bir öykü" Abdelkebir Khatibi ve Mohammed Sijelmassi'nin *The Splender of Islamic Calligraphy*'den (New York, Londra, Thames & Hudson) © Qarawiyne Library in Fez; Şekil 118: "Bir piramidi taşıyan kırmızı bir küp"ün yordamsal temsili, Roger C. Schank ve Kenneth Mark Colby'nin baskıya hazırladığı *Computer Models of Thought and Language*'den (W. H. Freeman ve Company), © 1973; Şekil 119, 122, 124, 130: Bongard problemleri, M. Bongard'ın *Pattern Recognition*'ından (Rochelle Park, New Jersey, Hayden Book Company, Spartan Books, 1970).

Belirtilen eserlerden alıntı yapılmasına izin verdikleri için şu yayıncılara teşekkür ederiz: *The Bach Reader: A Life of Johann Sebastian Bach in Letters and Documents*, Hans T. David ve Arthur Mendel (ed.), W. W. Norton & Company, Inc., © 1966, 1945, W. W. Norton & Company, Inc., yayın hakkı 1972'de Mrs. Hans T. David ve Arthur Mendel'e geçmiştir; J. S. Bach, *Musical Offering*, sayfa 179, baskıya hazırlayan Hans T. David, New York, © 1945, G. Schirmer, Inc., izin alınarak kullanılmıştır; Gyomay Kubose, *Zen Koans*, Chicago, Regnery, 1973; Pauls Reps, *Zen Flesh, Zen Bones*, Tokyo, Japonya, Charles E. Tuttle Co., Inc., 1957; J. R. Lucas, "Minds, Machines, and Gödel" ve Alan M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence," A. R. Anderson, Englewood Cliffs (ed.), *Minds and Machines*'den, New Jersey, Prentice-Hall, 1964 ve *Philosophy*, cilt 36, 1961; J. M. Jauch, *Are Quanta Real?*, Bloomington, Indiana, Indiana University Press, 1973; James R. Newman, "Srinivasa Ramanujan," *The World of Mathematics* içinde, baskıya James R. Newman hazırlamıştır, New York, Simon & Schuster, Gulf & Western Corporation'in alt kuruluşu olan Simon & Schuster'ın izniyle basılmıştır, 1956; Terry Winograd, "A

Procedural Model of Language Understanding," Roger C. Schank ve Kenneth Mark Colby'nin baskıya hazırladığı *Computer Models of Thought and Language*'den, San Francisco W. H. Freeman and Company, © 1973; Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason: From Judgment To Calculation*, San Francisco, W. H. Freeman and Company, © 1976.

KAYNAKÇA

İki yıldız, söz konusu kitap ya da makalenin kitabımın temel itici güçlerinden olduğunu belirtmektedir. Tek yıldız ise kitap ya da makalenin özellikle belirtmek istediğim bir niteliği ya da garipliği olduğunu belirtmektedir.

Doğrudan teknik literatüre giren pek çok işaretleyiciyi vermedim, bunun yerine teknik literatüre işaret eden kitapları, "meta-işaretleyiciler"i verdim.

Allen, John, *The Anatomy of LISP*, New York: McGraw-Hill, 1978. Son yirmi yıldır Yapay Zekâ araştırmalarında egemen olan bilgisayar dili LISP üzerine en kapsamlı kitap. Açık ve seçik.

** Anderson, Alan Ross (ed.), *Minds and Machines*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964. Karton kapaklı. Yapay Zekâ lehinde ve aleyhinde kışkırtıcı makaleler derlemesi. Turing'in ünlü makalesi "Computing Machinery and Intelligence" ve Lucas'ın çıldırtıcı makalesi "Minds, Machines, and Gödel"i de içermektedir.

Babbage, Charles, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra: Longman, Green, 1864. 1968'de Dawsons of Pall Mall (Londra) tarafından yeniden basılmıştır. Bu az anlaşılmış dahinin yaşamının düşündürücü olaylarının daldan dala atlayan bir seçkisi. İçinde en sevdiği müzik aleti bir laterna olan, şimdinin politikacısı, emekli felsefeci Turnstile'nin başrolünü oynadığı bir oyun bile bulunmakta. Okurken çok eğlendim.

Baker, Adolph, *Modern Physics and Anti-physics*, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1970. Karton kapaklı. Modern fizik –özellikle de kuantum mekaniği ve relativite– üzerine bir kitap, bir "Şair" (bilim karşıtı bir "eksantrik") ile bir "Fizikçi" arasındaki bir dizi diyaloguyla benzersiz. Bu diyaloglar aracılığıyla, kişilerden biri mantıksal düşünmeyi bizzat bu düşünme şeklini savunmak için kullanırken diğerinin mantığı kendine karşı kullandığında ortaya çıkan problemler canlandırılır.

Ball, W. W. Rouse. "Calculating Prodigies," James R. Newman (ed.), *The World of Mathematics*, cilt 1 içinde, New York: Simon and Schuster, 1956. Hesaplama makineleriyle yarışabilecek şaşırtıcı yetenekleri olan çeşitli insanların merak uyandırıcı hikâyeleri.

Barker, Stephen F., *Philosophy of Mathematics*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1969. Eukleidesci ve Eukleidesci olmayan geometrileri ve ardından herhangi bir matematiksel biçimselciliğe girmeksizin Gödel'in Teoremini ve bağıntılı sonuçları ele alan kısa bir kitap.

* Beckmann, Petr, *A History of Pi*, New York: St. Martin's Press, 1976. Karton kapaklı. Odağında pi olan bir dünya tarihi neredeyse. Matematik tarihine yaptığı yararlı göndermelerin yanı sıra çok eğlenceli.

* Bell, Eric Temple, *Men of Mathematics*, New York: Simon & Schuster, 1965. Kar-

ton kapaklı. Matematik tarihi üzerine tüm zamanların belki de en romantik yazarı. Her yaşam öyküsünü kısa bir roman gibi yazmış. Matematikçi olmayanlar bile matematiğin gücünün güzelliğinin ve anlamının gerçek duygusunu hissedebilirler.

Benacerraf, Paul, "God, the Devil, and Gödel," *Monist* 51 (1967): 9. Lucas'ın çürütülmesine ilişkin sayısız çabanın en önemlilerinden. Gödel'in çalışmaları ışığında mekanizma ve metafiziğe dair her şey.

Benacerraf, Paul ve Hilary Putnam, *Philosophy of Mathematics-Selected Readings*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964. Gödel, Russell, Nagel, von Neumann, Brouwer, Frege, Hilbert, Poincaré, Wittgenstein, Carnap, Quine ve diğerlerinin, sayıların ve kümelerin gerçekliği, matematiksel doğrunun doğası vs üzerine yazıları.

* Bergerson, Howard, *Palindromes and Anagrams*, New York: Dover Publications, 1973. Karton kapaklı. İngilizce en inanılmaz ve tuhaf sözcük oyunlarının bir kısmının olağanüstü derlemesi. Palindromik şiirler, oyunlar, hikâyeler ve benzerleri.

Bobrow, D. G. ve Allan Collins (ed.), *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, New York: Academic Press, 1975. Farklı Yapay Zekâ uzmanlarının, ele geçirilmesi zor "çerçeveler"in doğası tartışması, bilginin bildirgesel temsiline karşı yordamsal temsili sorunu vb üzerine yazıları. Bu kitap şu ya da bu şekilde yeni bir AI çağının başlangıcına işaret eder: temsil çağı.

* Boden, Margaret, *Artificial Intelligence and Natural Man*, New York: Basic Books, 1977. Teknik ve felsefi sorunlar da dahil olmak üzere Yapay Zekânın neredeyse bütün yönleri üzerine gördüğüm en iyi kitap. Dopdolu bir kitap ve bence bir klasik. Zihin, özgür istenç vs. konularında açık düşünme ve ifade etme biçimindeki İngiliz geleneğini devam ettiriyor. Ayrıca kapsamlı bir teknik kaynakçası var.

—— *Purposive Explanation in Psychology*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1972. Boden bu kitabın, yazdığı AI kitabının yalnızca "kapsamlı bir dipnotu" olduğunu söylüyor.

* Boeke, Kees, *Cosmic View: The Universe in 40 Jumps*, New York: John Day, 1957. Betimleme düzeyleri üzerine tek titap. Herkes yaşamının bir noktasında bu kitabı görmeli. Çocuklar için uygundur.

** Bongard, M., *Pattern Recognition*, Rochelle Park, N. J.: Hayden Book Co., Spartan Books, 1970. Yazar kötü tanımlanmış bir uzayda kategorilerin belirlenme sorununu ele almış. Kitabında 100 "Bongard problemi"ni (benim deyişimle) muhteşem bir şekilde derlemiş – kendi bilgisini sınamak üzere bir örüntü tanıyıcı (insan ya da makine) için bulmacalar. Zekânın doğasıyla ilginen herkes için paha biçilmez yeni düşünceler uyandırıyor.

Boolos, George S. ve Richard Jeffrey, *Computability and Logic*, New York: Cambridge University Press, 1974. Jeffrey'in *Formal Logic*'inin devamı. Başka hiçbir yerde kolay bulunamayacak çok sayıda sonuç da içermekte. Çok titiz, ama bu okunabilirliğine zarar vermiyor.

Carroll, John B., Peter Davies ve Barry Rickman, *The American Heritage Word Frequency Book*, Boston: Houghton Mifflin, and New York: American Heritage Publishing Co., 1971. Modern yazılı Amerikan İngilizcesinde sözcüklerin kullanım sıklığına göre tablosu. Bir göz gezdirmek bile düşünme sürecimize ilişkin büyüleyici şeyleri gözler önüne seriyor.

Cerf, Vinton, "Parry Encounters the Doctor," *Datamation*, Temmuz 1973, s. 62-64. Yapay "zihinler"in ilk buluşması – ne şok ama!

Chadwick, John, *The Decipherment of Linear B*, New York: Cambridge University Press, 1958. Karton kapaklı. Tek bir adamın –Michael Ventris– yaptığı şifre çözmenin –Girit adasında bulunmuş bir metnin– klasik örneği.

Chaitin, Gregory J., "Randomness and Mathematical Proof," *Scientific American*, Mayıs 1975. Rastgeleliğin algoritmik tanımı ve yalınlıkla yakın ilişkisi üzerine bir çalışma. Bu iki kavram, yeni bir anlam üstlenen Gödel'in Teoremine bağlanmıştır. Önemli bir makale.

Cohen, Paul C., *Set Theory and the Continuum Hypothesis*, Menlo Park, Calif.: W. A. Benjamin, 1966. Karton kapaklı. Modern matematiğe büyük bir katkı – çeşitli ifadelerin küme teorisinin geleneksel biçimselleştirilmeleri içinde karar verilemez olduğunu tanıtlaması– keşfedenlerce uzman olmayanlara açıklanıyor. Matematiksel mantık hakkındaki gerekli ön bilgiler, kısaca ve açıkça veriliyor.

Cooke, Deryck, *The Language of Music*, New York: Oxford University Press, 1959. Karton kapaklı. Müziğin öğeleri ile insan duygulanımının öğeleri arasında açık bir bağlantı kurmaya çalıştığını bildiğim tek kitap. Müzik ve insan zihnini anlamanın uzun ve çetin olduğu kesin olan yolu için değerli bir başlangıç.

* David, Hans Theodore, *J. S. Bach's Musical Offering*, New York: Dover Publications, 1972. Karton kapaklı. Alt başlığı "Tarih, Yorum ve Çözümleme"dir. Bach'ın bu *tour de force*'u için bir bilgi hazinesi. Çok çekici yazılmış.

** David, Hans Theodore ve Arthur Mendel, *The Bach Reader*, New York: W. W. Norton, 1966. Karton kapaklı. Bach'ın yaşamı üzerine resimler, el yazmaları, çağdaşlarından sayısız kısa alıntı ve anekdotlar içeren orijinal malzemesi mükemmel bir biçimde dipnotlarla açıklanmış.

Davis, Martin, *The Undecidable*, Hewlett, N. Y.: Raven Press, 1965. 1931'den günümüze metamatematikteki en önemli yazıların bir kısmının derlemesi (böylece van Heijenoort'un derlemesini tamamlar). Gödel'in 1931 tarihli yazısı, Gödel'in ulaştığı sonuçları açıkladığı ders notları ve ayrıca Church, Kleene, Rosser, Post ve Turing'in yazılarını içermektedir.

Davis, Martin ve Reuben Hersh, "Hilbert's Tenth Problem," *Scientific American*, Kasım 1973, s. 84. Yirmiiki yaşındaki bir Rusun sayı teorisindeki meşhur bir problemin çözümsüz olduğunu gösterişi.

** DeLong, Howard, *A Profile of Mathematical Logic*, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1970. Matematiksel mantık hakkında son derece özenli yazılmış bir kitap; Gödel'in Teoreminin açıklanmasının yanı sıra pek çok felsefi sorun da tartışılmaktadır. En güçlü yanlarından birisi de notlarla zenginleştirilmiş kaynakçasıdır.

Beni çokça etkileyen bir kitap.

Doblhofer, Ernst, *Voices in Stone*, New York: Macmillan, Collier Books, 1961. Karton kapaklı. Eski metinlerin çözülmesine ilişkin iyi bir kitap.

* Dreyfus, Hubert, *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*, New York: Harper & Row, 1972. Alanın dışındakilerin Yapay Zekâya karşı geliştirdikleri uslamlamalar derlemesi. Çürütmeye çalışmak ilginç oluyor. AI topluluğu ve Dreyfus karşılıklı olarak bilinemezci bir tutum sergiliyorlar. Onları rahatsız edici bulsanız bile çevremizde Dreyfus gibi insanların olması çok önemli.

Edwards, Harold M., "Fermat's Last Theorem," *Scientific American*, Ekim 1978, s. 104-122. Matematiğin çetin cevizlerinin bu en çetininin, başlangıcından en modern sonuçlara dek uzanan tam bir tartışması. Mükemmel örneklenmiş.

* Ernst, Bruno, *The Magic Mirror of M. C. Escher*, New York: Random House, 1976. Karton kapaklı. Bir insan olarak Escher ve çizimlerinin kökenleri uzun yıllar süren bir dostluğun bağlılığıyla tartışılmış. Escher sevenler için "olmazsa olmaz."

** Escher, Maurits C. vd, *The World of M. C. Escher*, New York: Harry N. Abrams, 1972. Karton kapaklı. Escher'in eserlerinin en kapsamlı derlemesi. Escher'in sanatta yinelenmeye ne kadar yaklaştığını ve çizimlerinin bazılarının Gödel'in Teoreminin ruhunu nasıl da yakaladığı hayret uyandıracak kadar iyi anlatılıyor.

Feigenbaum, Edward ve Julian Feldman (ed.), *Computers and Thought*, New York: McGraw-Hill, 1963. Bu kitap bir parça eski de olsa Yapay Zekâ konusunda hâlâ önemli olan görüşlerin derlemesidir. Gelernter'in geometri programı, Samuel'in dama programı ve örüntü tanıma, dil anlama, felsefe vs. üzerine makaleler içerir.

Finsler, Paul, "Formal Proofs and Undecidability," van Heijenoort'un *From Frege to Gödel* (bkz. ileride) adlı derlemesinde yeniden basılmıştır. Çok kesin olarak tanıtlayamamasına karşın karar verilemez matematiksel ifadelerin varlığını ileri sürüşüyle Gödel'in yazısının habercisidir.

Fitzpatrick, P. J., "To Gödel via Babel," *Mind* 75 (1966): 332-350. Gödel'in kanıtlamasının, üç farklı dil (İngilizce, Fransızca ve Latince) kullanarak ilgili düzeyler arasında ayrım yaparak yepyeni bir yolda gösterilmesi.

von Foerster, Heinz ve James W. Beauchamp (ed.), *Music by Computers*, New York: John Wiley, 1969. Bu kitap yalnızca bilgisayarla üretilen müzik türleri üzerine bir yazılar derlemesi değildir; yanında verilen dört fonograf kaydıyla betimlenen parçaları duyabilir (ve yargılayabilirsiniz). Bu parçalardan birisi de Max Mathews'un "Johnny Comes Marching Home" ve "The British Grenadiers" miksidir.

Fraenkel, Abraham, Yehoshua Bar-Hillel ve Azriel Levy, *Foundations of Set Theory*, 2. baskı, Atlantic Highlands, N. J.: Humanities Press, 1973. Küme teorisi, mantık, sınırlayıcı Teoremler ve karar verilemez önermeler üzerine olabildiğince teknik olmayan bir tartışma. Sezgicilik üzerine uzun bir girişi vardır.

* Frey, Peter W., *Chess Skill in Man and Machine*, New York: Springer Verlag,

1977. Bilgisayar satrancına ilişkin çağdaş görüşlerin olağanüstü bir dökümü: Programlar niye çalışır, niye çalışmaz, geçmişe ve geleceğe bakışlar.

Friedman, Daniel P., *The Little Lisper*, Palo Alto, Calif.: Science Research Associates, 1974. Karton kapaklı. LISP'de yinelemeli düşünmeye kolayca sindirilecek bir giriş. Hemen yutup sindireceksiniz.

* Gablik, Suzi, *Magritte*, Boston, Mass.: New York Graphic Society, 1976. Karton kapaklı, Magritte ve eserleri üzerine, geniş bir bakış açısıyla onların kurgularını gerçekten anlayan birinin yazdığı mükemmel bir kitap: iyi seçilmiş resimler içermekte.

* Gardner, Martin, *Fads and Fallacies*, New York: Dover Publications, 1952. Karton kapaklı. Gizli bilimler karşıtı kitapların hâlâ en iyisi büyük bir olasılıkla. Bir bilim felsefesi kitabı olarak yazılmamış olsa da bu konuda pek çok ders içermekte. Defalarca "Delil ne?" sorusuyla karşılaşıyorsunuz. Gardner, "hakikat"in ortaya çıkarılmasının bilim kadar sanatı da gerektirdiğini gösteriyor.

Gebstadter, Egbert B., *Copper, Silver, Gold: an Indestructible Metallic Alloy*, Perth: Acidic Books, 1979. Devasa bir çorba, tumturaklı ve karmaşık, elinizdeki kitaba çok benziyor. Profesör Gebstadter'in Shandean konudışı sözleri, dolaylı kendine-gönderme yapmanın mükemmel örneklerini içerir. İyi notlandırılmış kaynakçasıyla eşbiçimli, ama imgesel bir kitaba gönderme yapması ilgiye değer.

* Goffman, Erving, *Frame Analysis*, New York: Harper & Row, Colophon Books, 1974. Karton kapaklı. İnsan iletişiminde "dizgeler"in tanımlanmasının ve "dizge" ve "dünya" arasındaki sınırın sanatta, reklamda, raporlama ve tiyatroda nasıl algılandığı, sömürüldüğü ve ihlal edildiğine dair uzun bir dökümantasyon.

Goldstein, Ira ve Seymour Papert, "Artificial Intelligence, Language, and the Study of Knowledge," *Cognitive Science* 1 (Ocak 1977), 84-123. AI'nın geçmişi ve geleceğine ilişkin genel bir yazı. Yazarlar şu ana kadar üç dönem ayırt ediyor: "Klasik," "Romantik" ve "Modern."

Good, I. J., "Human and Machine Logic," *British Journal for the Philosophy of Science* 18 (1967), 144. Köşegen yönteminin yinelenerek uygulanmasının kendisinin mekanikleştirilebilir bir işlem olup olmadığı sorusuyla bağlantılı olarak Lucas'ı çürütme girişimlerinin en ilginçlerinden birisi.

—— "Gödel's Theorem is a Red Herring," *British Journal for the Philosophy of Science* 19 (1969), 357. Good, Lucas'ın uslamlamasının Gödel'in Teoremiyle ilgisi olmadığını ve Lucas'm yazısını adını aslında "Zihinler, Makineler ve Sonsuzötesi Sayma" koyması gerektiğini ileri sürüyor. Good-Lucas hazırcevaplılığı büyüleyici.

Goodman, Nelson, *Fact, Fiction, and Forecast*, 3. baskı, Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1973. Karton kapaklı. Goodman'ın ünlü problemli sözcükleri "yavi" ve "beşil" de dahil olmak üzere, tümevarımlı mantık ve olana karşı koşullulara ilişkin bir tartışma. İnsanların dünyayı nasıl algıladığı sorusu üzerinde duruyor ve bu nedenle AI bakış açısından özellikle ilginç.

* Goodstein, R. L., *Development of Mathematical Logic*, New York: Springer Ver-

lag, 1971. Başka yerde kolay bulunmayacak malzemeler içeren kısa bir matematiksel mantık araştırması. Keyifli bir kitap ve başvuru kaynağı olarak da yararlı.

Gordon, Cyrus, *Forgotten Scripts*, New York: Basic Books, 1968. Eski hiyerogliflerin, çiviyazısının ve diğer yazıların çözülmesinin kısa ve keyifli yazılmış dökümü.

** Gödel, Kurt, *On Formally Undecidable Propositions*, New York: Basic Books. 1962. Gödel'in 1931 tarihli yazısının çevirisi; bazı tartışmalara da yer verir.

—— "Über Formal Unentscheidbare Sätze der *Principia Mathematica* und Verwandter Systeme, I," *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38 (1931), 173-198. Gödel'in 1931 tarihli yazısı.

Griffin, Donald, *The Question of Animal Awareness*, New York: Rockefeller University Press, 1976. Arılar, maymun ve diğer hayvanlar hakkında, "bilinçli" olup olmadıklarına – ve özellikle de hayvan davranışının bilimsel açıklamalarında "bilinç" sözcüğünün kullanılmasının meşru olup olmadığına dair kısa bir kitap.

deGroot, Adriaan, *Thought and Choice in Chess*, The Hague: Mouton, 1965. Bilişsel psikoloji alanında kapsamlı bir inceleme; klasik bir basitliği ve inceliği olan deneylerin dökümünü veriyor.

Gunderson, Keith, *Mentality and Machines*, New York: Doubleday, Anchor Books, 1971. Karton kapaklı. AI'ya çok karşı olan biri, bunun nedenlerini söylüyor. Bazen matrak.

** Hanawalt, Philip C. ve Robert H. Haynes (ed.), *The Chemical Basis of Life*, San Francisco: W. H. Freeman, 1973. Karton kapaklı. *Scientific American*'da çıkmış yazıların mükemmel bir derlemesi. Moleküler biyoloji hakkında bir fikir sahibi olmak için en iyilerden birisi.

* Hardy, G. H. ve E. M. Wright, *An Introduction to the Theory of Numbers*, 4. baskı, New York: Oxford University Press, 1960. Sayı teorisi üzerine klasikleşmiş bir kitap. Ağzına kadar bu gizemli varlıklara, tüm sayılara ilişkin bilgiyle dolu.

Harmon, Leon, "The Recognition of Faces," *Scientific American*, Kasım 1973, s. 70. Belleklerimizde yüzleri nasıl temsil ettiğimize ve bir yüzü tanıyabilmek için bize hangi biçimde ne kadar bilgi gerektiğine dair araştırmalar. Örüntü tanıma problemlerinin en büyüleyicilerinden birisi.

van Heijenoort, Jean, *From Frege to Gödel: A Source Book in Mathematical Logic*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1977. Karton kapaklı. Matematiksel mantık üzerine hepsi de kitaptaki son yazı olan Gödel'in müthiş önemli açımlamasına giden yolda birer basamak olan çığır açıcı yazıların derlemesi.

Henri, Adrian, *Total Art: Environments, Happenings, and Performances*, New York: Praeger, 1974. Karton kapaklı. Bugüne kadar modern sanatta anlam yokluğuna derin anlamlar yakıştırılarak (her ne demekse) anlamın nasıl dejenere edildiği gösteriliyor.

* Hoare, C. A. R. ve D. C. S. Allison, "Incomputability," *Computing Surveys* 4, no. 3 (Eylül 1972). Durma probleminin niçin çözülemez olduğunun düzgün bir açık-

laması. Şu temel teoremi kanıtlıyor: "Koşullular ve yinelgeli fonksiyon tanımları içeren kendi yorumcusunu programlayacak kadar güçlü herhangi bir dil kendini 'sonlandırma fonksiyonunun' programlanmasında kullanılamaz."

Hofstadter, Douglas R., "Energy levels and wave functions of Bloch electrons in rational and irrational magnetic fields," *Physical Review* B, 14, no. 6 (15 Eylül 1976). Yazarın doktora tezi burada bir yazı olarak yayınlandı. Şekil 34'teki yinelemeli grafiğin, "Gçizisi"nin kökeni ayrıntılarıyla veriliyor.

Hook, Sidney (ed.), *Dimensions of Mind*, New York: Macmillan, Collier Books, 1961. Karton kapaklı. Zihin-beden ve zihin-bilgisayar problemi üzerine makaleler. Bazı yazılar fazlasıyla bildiğinden şaşmaz.

* Horney, Karen, *Self-Analysis*, New York: W. W. Norton, 1942. Karton kapaklı. Bu karmaşık dünyada herhangi bir bireyin kendini tanımlama sorunlarıyla başa çıkma sorununun müthiş betimlenişi. İnsancıl ve sezgi dolu.

Hubbard, John I., *The Biological Basis of Mental Activity*, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1975. Karton kapaklı. Beyin kitaplarından yalnızca biri daha, ama yine de özel bir niteliği var: okuyucunun kafa patlatacağı sorunların çok uzun listeleri ve bu sorunları ele alan yazılara göndermeler var.

* Jackson, Philip C., *Introduction to Artificial Intelligence*, New York, Petrocelli Charter, 1975. Biraz taşkınca olsa da AI görüşlerini betimleyen yeni çıkmış bir kitap: Bu kitap belli belirsiz önerilmiş çok sayıda görüşle dolup taşıyor ve bu nedenle de sayfalarını çevirmek bile çok cesaretlendirici. Dev kaynakçası, onu önermemizin diğer nedeni.

Jacobs, Robert L., *Understanding Harmony*, New York: Oxford University Press, 1958. Karton kapaklı. Armoni üzerine açık ve yalın bir kitap; okuyana, geleneksel Batı armonisinin beyinlerimizde neden bu kadar yer ettiğine dair pek çok soru sorduruyor.

Jaki, Stanley L., *Brain, Mind, and Computers*, South Bend, Ind.: Gateway Editions, 1969. Karton kapaklı. Her sayfasından, zihni anlamaya yönelik bilgisayım paradigmasına karşı küçümseme akan bir polemik kitabı. Yine de ulaştığı noktalar üzerinde uzun uzun düşünülmeyi hak ediyor.

* Jauch, J. M., *Are Quanta Real?*, Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1973. Galileo'dan ödünç aldığı üç karakteri modern bir ortama yerleştiren küçük, tatlı bir diyaloglar kitabı. Yalnızca kuantum mekaniğinin sorunları tartışılmıyor, ayrıca örüntü tanıma, yalınlık, beyin süreçleri ve bilim felsefesi konularını da ele alıyor. Çok keyifli ve kışkırtıcı.

* Jeffrey, Richard, *Formal Logic: Its Scope and Limits*, New York: McGraw-Hill, 1967. Son bölümü Gödel ve Church Teoremlerine ayrılmış, okuması kolay bir ders kitabı. Bu kitap pek çok mantık kitabından farklı yaklaşımıyla öne çıkar.

* Jensen, Hans, *Sign, Symbol, and Script*, New York: G. P. Putnam's, 1969. Simgesel yazma dizgesi üzerine, hem şimdi hem de geçmişte dünya üzerinde yazılmış – belki de– birinci sınıf bir kitap. Bu kitapta, birçok güzellik ve gizem var – örneğin Paskalya Adası'nın çözülmemiş yazıtları gibi.

Kalmár, László, "An Argument Against the Plausibility of Church's Thesis," A. Heyting (ed.), *Constructivity in Mathematics: Proceedings of the Colloquium held at Amsterdam 1957* içinde, North-Holland, 1959. Church-Turing Tezlerine inanmayanların belki de en bilineninden ilginç bir yazı.

* Kim, Scott E., "The Impossible Skew Quadrilateral: A Four-Dimensional Optical Illusion," David Brisson (ed.), *Proceedings of the 1978 A.A.A.S. Symposium on Hypergraphics: Visualizing Complex Relationships in Art and Science* içinde, Boulder, Colo.: Westview Press, 1978. İlk bakışta inanılması zor bir fikir - dört boyutlu "insanlar" için optik bir yanılsama– mükemmel hazırlanmış uzun bir dizi diyagramın heyecan verici bir ustalıklı kullanımıyla aşama aşama kristalleşiyor. Bu makalenin biçimi, içeriği kadar karışık ve alışılmadıktır: çoğu düzeyde eşzamanlı olarak üç parçalıdır. Bu makale ve benim kitabım paralel olarak geliştirilmiş olup, birbirlerini teşvik etmiştir.

Kleene, Stephen C., *Introduction to Mathematical Logic*, New York: John Wiley, 1967. Konunun önemli bir kişisinin eksiksiz, düşünce dolu bir metni. Okunmayı fazlasıyla hak ediyor. Bir pasajı her okuyuşumda daha önce gözümden kaçan yeni bir şeyler buluyorum.

—— *Introduction to Metamathematics*, Princeton: D. Van Nostrand (1952). Matematiksel mantık üzerine klasik bir çalışma; (yukarıdaki) ders kitabı aslında bunun kısaltılmış bir versiyonudur. Özenli ve eksiksiz, ama eskice.

Kneebone G. J., *Mathematical Logic and the Foundations of Mathematics*, New York: Van Nostrand Reinhold, 1963. Sezgicilik, doğal sayıların "gerçekliği" vb konularını felsefi olarak tartışan sağlam bir kitap.

Koestler, Arthur, *The Act of Creation*, New York: Dell, 1966. Karton kapaklı. Yeniliğe boyun eğmek için fikirlerin nasıl "yan yana getirildiğine" ilişkin geniş kapsamlı ve genel olarak cesaretlendirici bir teori. Rastgele bir yerinden açıp okumak, baştan başlamaktan çok daha iyi.

Koestler, Arthur ve J. R. Smythies (ed.), *Beyond Reductionism*, Boston: Beacon Press, 1969. Karton kapaklı. Bütün katılımcıların, biyolojik sistemlerin indirgemecilikle açıklanamayacağı ve yaşama ilişkin "zuhuri" bir şeyler olduğu görüşünü savunduğu bir konferansın tutanakları. Bana yanlış gözüken kitaplar, vazgeçilmesi güç bir şekilde ilgimi çekiyor.

** Kubose, Gyomay, *Zen Koans*, Chicago: Regnery, 1973. Karton kapaklı. Mevcut köan derlemelerinin en iyilerinden birisi. Çok çekici sunulmuş. Her Zen kitaplığı için temel bir kitap.

Kuffler, Stephen W. ve John G. Nicholls, *From Neuron to Brain*, Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, 1976. Karton kapaklı. Başlığına karşın daha çok beyindeki mikroskopik süreçlerle ve biraz da insan düşüncelerinin arap saçına dönmüş karışıklıklardan çıkma yolunu ele alan bir kitap. Hubel ve Wiesel'in görsel sistemler üzerine çalışması gayet güzel ele alınmış.

Lacey, Hugh ve Geoffrey Joseph, "What the Gödel Formula Says," *Mind* 77 (1968), 77. Gödel formülünün anlamının, üç düzeyin kesin bir biçimde ayrılma-

sına dayanan çok yararlı bir tartışması: yorumlanmamış biçimsel dizge, yorumlanmış biçimsel dizge ve metamatematik. İncelemeye değer.

Lakatos, Imre, *Proofs and Refutations*, New York: Cambridge University Press, 1976. Karton kapaklı. Kavramların matematikte nasıl biçimlendirildiğini tartışan, diyalog biçiminde yazılmış çok eğlenceli bir kitap. Yalnızca matematikçiler için değil, düşünme süreçleriyle ilgilenen herkes için ilginç.

** Lehninger, Albert, *Biochemistry*, New York: Worth Publishers, 1976. Teknik düzeyine karşın olağanüstü okunabilir bir metin. Bu kitapta protein ve genlerin birbirine dolanmaları hakkında pek çok şey bulunabilir. İyi düzenlenmiş ve heyecan verici.

** Lucas, J. R., "Minds, Machines, and Gödel," *Philosophy* 36 (1961), 112. Bu makale Anderson'ın *Minds and Machines* ve Sayre and Crosson'ın *The Modeling of Mind*'ın da yeniden basılmıştır. Hayli aykırı ve kışkırtıcı bu makale, insan beyninin ilkesel olarak bir bilgisayar programınca modellenemeyeceğini göstermeyi iddia etmektedir. Uslamlama tamamıyla Gödel'in Eksiklik Teoremine dayanmaktadır ve büyüleyici bir uslamlamadır. Düz üslubu (bana göre) inanılmaz kızdırıcı – tam da bu nedenle okuması keyifli.

—— "Satan Stultified: A Rejoinder to Paul Benacerraf," *Monist* 52 (1968), 145. Benacerraf karşıtı uslamlama, gülünç derecede bilgece yazılmış: Lucas bir noktada Benacerraf'tan "kendini gülünç kılacak kadar tartışma düşkünü" (her ne demekse) diye söz eder. Lucas-Benacerraf kavgası, Lucas-Good kavgası gibi üzerinde düşünecek çok şey sunar.

—— "Human and Machine Logic: A Rejoinder," *British Journal for the Philosophy of Science* 19 (1967), 155. Good'un Lucas'ın orijinal makalesini çürütmeye kalkışan makalesini çürütme denemesi.

** MacGillavry, Caroline H., *Symmetry Aspects of the Periodic Drawings of M. C. Escher*, Utrecht: A. Oosthoek's Uitgevermaatschappi, 1965. Bir kristalografm bilimsel yorumuyla Escher'in düzlemi kaplama denemeleri. Benim bazı resimlerimin kaynağı – örneğin *Karınca Fügü* ve *Yengeç Kanonu*. 1976'da New York'ta, Harry N. Abrams tarafından *Fantasy and Symmetry* adıyla yeniden basılmıştır.

MacKay, Donald M., *Information, Mechanism and Meaning*, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1970. Karton kapaklı. Farklı durumlarda uygulanabilecek şekilde enformasyonun farklı ölçülerine ilişkin bir kitap; insan algı ve kavrayışıyla bağlantılı teorik konular; bilinçli etkinliğin mekanistik bir dayanaktan ortaya çıkabileceği düşüncesi.

* Mandelbrot, Benoit, *Fractals: Form, Chance, and Dimension*, San Francisco: W. H. Freeman, 1977. Az rastlanır bir kitap: Matematikteki sofistike çağdaş araştırma görüşlerine ilişkin resimli bir kitap. Burada boyutları tam sayı olmayan, yinelgeli olarak tanımlanmış eğrileri ve şekilleri ele alıyor. Şaşırtıcı olan Mandelbrot'un onların pratikte bilimin her dalıyla bağlantılı olduğunu göstermesidir.

* McCarthy, John. "Ascribing Mental Qualities to Machines," Martin Ringle (ed.), *Philosophical Perspectives in Artificial Intelligence* içinde, New York: Humaniti-

es Press, 1979. Bir makinenin inançları, arzuları, niyetleri, bilinçliliği ya da özgür istenci olduğunu söylemenin anlam ifade edeceği koşullara ilişkin etkileyici bir yazı. Bu makaleyi Griffin'in kitabıyla karşılaştırmak ilginç olacaktır.

Meschkowski, Herbert, *Non-Eukleidesean Geometry*, New York: Academic Press, 1964. Karton kapaklı. Güzel tarihsel yorumlarıyla kısa bir kitap.

Meyer, Jean, "Essai d'application de certains modèles cybernétiques à la coordination chez les insectes sociaux," *Insectes Sociaux* XIII, no. 2 (1966), 127. Beyindeki nöral organizasyon ile bir karınca kolonisinin organizasyonu arasında kimi paralellikler kuran bir yazı.

Meyer, Leonard B., *Emotion and Meaning in Music*, Chicago: University of Chicago Press, 1956. Karton kapaklı. Müzikal yapının niçin olageldiği gibi olduğunu açıklamak için Gestalt psikolojisinin görüşlerini ve algı teorisini kullanmaya çalışan bir kitap. Müzik ve zihin üzerine alışılmadık kitaplardan biri.

—— *Music, The Arts, and Ideas*, Chicago: University of Chicago Press, 1967. Karton kapaklı. Müzik dinlemeyle ilgili zihinsel süreçlerin ve müzikteki hiyerarşik yapıların düşünce dolu çözümlenişi. Yazar müzikteki modern eğilimleri Zen Budizmle karşılaştırıyor.

Miller, G. A. ve P. N. Johnson-Laird, *Language and Perception*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, Belknap Press, 1976. Dilbilimsel gerçeklere ve olgulara ilişkin olarak Whorf'un dilin dünya görüşüyle aynı olduğu hipotezine dayanan muhteşem bir kılavuz kitap. Tipik bir örnek, Kuzey Queensland'ın Dyirbal halkının ürkünç "kaynana" dil tartışmasıdır: insanın yalnızca kaynanasıyla konuşurken kullanacağı ayrı bir dil.

** Minsky, Marvin L., "Matter, Mind, and Models," Marvin L. Minsky (ed.), *Semantic Information Processing* içinde, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1968. Yalnızca birkaç sayfa uzunluğunda olsa da, bu makale tam bir bilinç ve makine zekâsı felsefesi barındırır. Alanın en derin düşünürlerinden biri tarafından yazılmış unutulmaz bir parça.

Minsky, Marvin L. ve Seymour Papert, *Artificial Intelligence Progress Report*, Cambridge, Mass.: M.I.T., Artificial Intelligence Laboratory, AI Memo 252, 1972. Yapay Zekâ konusunda M.I.T.'de 1972'ye kadar yapılan bütün çalışmaların dökümü, konuyu psikoloji ve epistemolojiyle bağlantılandırır. AI'ya giriş olarak mükemmel.

** Monod, Jacques, *Chance and Necessity*, New York: Random House, Vintage Books, 1971. Karton kapaklı. Aşırı verimli bir zihnin kendine has bir biçimde, yaşamın yaşam-olmayandan nasıl çıktığı; görünüşte termodinamiğin ikinci yasasına uymayan evrimin gerçekte ona nasıl bağlı olduğu gibi büyüleyici konularda yazdıkları. Beni derinden heyecanlandırmış bir kitap.

* Morrison, Philip ve Emily (ed.), *Charles Babbage and his Calculating Engines*, New York: Dover Publications, 1961. Karton kapaklı. Babbage'ın yaşamına ilişkin değerli bilgiler içeren bir kaynak. Babbage'ın özyaşamöyküsünün büyük bir kısmının yanı sıra Babbage'ın makinelerine ve onun "Mekanik Notasyon"una

ilişkin yazılar içerir.

Myhill, John, "Some Philosophical Implications of Mathematical Logic," *Review of Metaphysics* 6 (1952): 165. Gödel'in Teoremi ve Church Teoreminin psikoloji ve epistemolojiyle bağlantılı şekilde benzersiz bir tartışması. Güzellik ve yaratıcılığın tartışılmasıyla son buluyor.

Nagel, Ernest, *The Structure of Science*, New York: Harcourt, Brace, and World, 1961. Bütüncülüğe karşı indirgemecilik, teolojik açıklamalara karşı teolojik olmayan açıklamalar vb'yi ele alan, bilim felsefesinde bir klasik.

** Nagel, Ernest ve James R. Newman, *Gödel's Proof*, New York: New York University Press, 1958. Karton kapaklı. Eğlenceli ve heyecanlandırıcı bir sunum, pek çok yönüyle benim kitabımın ilham kaynağı.

* Nievergelt, Jurg, J. C. Farrar ve E. M. Reingold., *Computer Approaches to Mathematical Problems*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1974. Bilgisayarların eleştirilmesinde kullanılan ve farklı tipten problemlerin –örneğin "$3n+1$ problemi" (benim "Farklı Çeşitlemeleriyle Arya" yazımda anılan) ve başka sayı teorisi sorunları– benzersiz bir derlemesi.

Pattee, Howard H. (ed.), *Hierarchy Theory*, New York: George Braziller, 1973. Karton kapaklı. Altbaşlığı "Kompleks Sistemlerin Meydan Okuyuşu"dur. Herbert Simon'ın, benim "Betimleme Düzeyleri" bölümündeki fikirlerimle aynı fikirlerin bir kısmını ele aldığı güzel bir yazısını içermektedir.

Péter, Rózsa, *Recursive Functions*, New York: Academic Press, 1967. İlkel yinelgen fonksiyonlar, genel yinelgen fonksiyonlar, kısmi yinelgen fonksiyonlar, köşegen yöntemi ve oldukça teknik başka pek çok konunun kapsamlı tartışılması.

Quine, Willard Van Orman, *The Ways of Paradox, and Other Essays*, New York: Random House, 1966. Quine'in birçok konu üstündeki düşüncelerinin derlemesi. İlk yazı çeşitli türden paradokslar ve sonuçlarını ele almakta. Ayrıca benim kitabımda "quinelama" dediğim işlemi tanıtıyor.

Ranganathan, S. R., *Ramanujan, The Man and the Mathematician*, Londra: Asia Publishing House, 1967. Bir hayranının kaleminden Hintli dahinin okült yönelimli yaşamöyküsü. Biraz garip olsa da çekici bir kitap.

Reichardt, Jasia, *Cybernetics, Arts, and Ideas*, Boston: New York Graphic Society, 1971. Bilgisayarlar ve sanat, müzik, edebiyat hakkındaki görüşlerin ürkünç bir derlemesi. Bazıları kesinlikle sinir bozucu, bazıları değil. J. R. Pierce'm "Sanat İçin Bir Şans" ve Margaret Masterman'ın "Bilgisayarlaştırılmış Haiku"su sinir bozucu olmayanlara örnektir.

Rényi, Alfréd, *Dialogues on Mathematics*, San Francisco: Holden-Day, 1967. Karton kapaklı. Matematiğin doğasına ulaşmaya çalışan ve tarihteki klasik karakterleri kullanan, basit, ama yüreklendirici üç diyalog. Genel okurlar için.

** Reps, Paul, *Zen Flesh, Zen Bones*, New York: Doubleday, Anchor Books. Karton kapaklı. Bu kitap Zenin ruhunu gayet iyi veriyor – ussallık karşıtı, dil karşıtı, indirgeme karşıtı, temelde bütünselci bir yönelim.

Rogers, Hartley, *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*,

New York: McGraw-Hill, 1967. Hayli teknik bir inceleme olsa da öğrenilecek çok şey içermekte. Küme teorisi ve yinelgen fonksiyon kuramındaki pek çok karışık problemin tartışılmasını içeriyor.

Rokeach, Milton, *The Three Christs of Ypsilanti*, New York: Vintage Books, 1964. Karton kapaklı. Şizofrenlerde ve akıl hastalarında "tutarlılık" sorunu üzerine tuhaf vakaların incelenmesi. Bir akıl hastanesinde kalan ve hepsi de Tanrı olduğunu düşleyen üç adam arasındaki büyüleyici çekişme ve aylar boyunca baş başa kalmakla nasıl başa çıktıklarının öyküsü.

** Rose, Steven, *The Conscious Brain*, güncelleştirilmiş baskı, New York: Vintage Books, 1976. Karton kapaklı. Mükemmel bir kitap – büyük bir olasılıkla beynin incelenmesine en iyi giriş. Zihnin doğası, bütüncülüğe karşı indirgemecilik, belirlenimciliğe karşı özgür istenç vb felsefi tartışmalar kadar beynin fiziksel doğasına ilişkin geniş, zeki ve insancıl bakış açısından kapsamlı tartışmalar içerir. Yalnız AI hakkındaki görüşleri konu dışı.

Rosenblueth, Arturo, *Mind and Brain: A Philosophy of Science*, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1970. Karton kapaklı. Zihin ve beyine ilişkin derin sorunların çoğuyla uğraşan bir beyin araştırmacısının yazdığı iyi bir kitap.

* Sagan, Carl (ed.), *Communication with Extraterrestrial Intelligence*, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1973. Karton kapaklı. Bu spekülatif konuyla uğraşan bir grup yıldız bilim adamı ve başkalarının katıldığı gerçekten fevkalade bir konferansın tutanakları.

Salmon, Wesley (ed.), *Zeno's Paradoxes*, New York: Bobbs-Merrill, 1970. Karton kapaklı. Zenon'un kadim paradokslarının, modern küme teorisi, kuantum mekaniği vb'nin ışığı altında irdelendiği makaleler merak uyandırıcı ve kışkırtıcı, bazen de eğlenceli.

Sanger, F. vd, "Nucleotide sequence of bacteriophage ØX174 DNA," *Nature* 265 (24 Şubat 1977). Herhangi bir organizmanın tam kalıtsal malzemesinin apaçık bir şekilde heyecanlandırıcı ilk sunumu. Sürpriz çift anlamlı bir söz: iki protein üst üste binecek şekilde kodlanmıştır: inanması neredeyse olanaksız.

Sayre, Kenneth M. ve Frederick J. Crosson, *The Modeling of Mind: Computers and Intelligence*, New York: Simon and Schuster, Clarion Books, 1963. Çok farklı disiplinlerden insanların Yapay Zekâ fikri üzerine felsefi yorumları. Katılımcılar: Anatol Rapoport, Ludwig Wittgenstein, Donald Mackay, Michael Scriven, Gilbert Ryle ve diğerleri.

* Schank, Roger ve Kenneth Colby, *Computer Models of Thought and Language*, San Francisco: W. H. Freeman, 1973. Dil-anlayışı, inanç-sistemleri, çeviri vb zihinsel süreçlerin simülasyonuna ilişkin farklı yaklaşımlar üzerine makaleler. Önemli bir AI kitabı ve makalelerin pek çoğunu okunması zor değil, konunun uzmanı olmayanlar için bile.

Schrödinger, Erwin, *What is Life? & Mind and Matter*, New York: Cambridge University Press, 1967. Karton kapaklı. Ünlü bir fizikçinin (kuantum mekaniğinin asıl kurucularından birisi) meşhur bir kitabı. Yaşam ve beynin fiziksel te-

mellerini açıklıyor; ardından da metafizik terimlerle bilinç konusunu tartışıyor. *What is Life?* 1940'larda genetik bilgi taşıyıcılarına ilişkin araştırmaları büyük oranda etkilemiştir.

Shepard, Roger N., "Circularity in Judgments of Relative Pitch," *Journal of the Acoustical Society of America* 36, no. 12 (Aralık 1964), s. 2346-2353. "Shepard tonları"nın şaşırtıcı işitsel yanılsamasının kaynağı.

Simon, Herbert A., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1969. Karton kapaklı. Karmaşık dizgeleri anlama üzerine ilginç bir kitap. "Karmaşıklığın Mimarisi" başlıklı son bölüm bir dereceye kadar bütüncülüğe karşı indirgemecilik sorunlarını tartışmaktadır.

Smart, J. J. C., "Gödel's Theorem, Church's Theorem, and Mechanism," *Synthèse* 13 (1961), 105. Lucas'ın 1961 tarihli makalesinden önce yazılmış iyi bir makale, ama temelde ona karşı uslamlamalar ileri sürer. İnsan Lucas'a karşı uslamlama geliştirebilmek için İyi ve Zeki olmak gerektiği sonucuna varabilir...

** Smullyan, Raymond, *Theory of Formal Systems*, Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1961. Karton kapaklı. İleri düzey bir inceleme, ama biçimsel dizgelerin güzel bir tartışmasıyla başlıyor ve Gödel'in Teoreminin basit bir versiyonunu zarif bir tarzda ispatlıyor. Tek başına 1. Bölüm için bile değer.

* —— *What Is the Name of This Book?*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1978. Paradokslar, kendine göndermeler ve Gödel'in Teoremi üzerine bir bulmacalar ve fantaziler kitabı. Benimkinin yazılması bittikten sonra ortaya çıktı (kaynakçamda belli bir yer alması dışında).

Sommerhoff, Gerd, *The Logic of the Living Brain*, New York: John Wiley, 1974. Beyindeki küçük ölçekli yapılar bilgisini, beynin bir bütün olarak nasıl çalıştığına ilişkin bir kuram yaratmada kullanmaya çalışan bir kitap.

Sperry, Roger, "Mind, Brain, and Humanist Values," John R. Platt (ed.), *New Views on the Nature of Man* içinde, Chicago: University of Chicago Press, 1965. Öncü bir nörofizyolog, beyin etkinliği ile bilinçliliği nasıl bağdaştırdığını açıklıyor.

* Steiner, George, *After Babel: Aspects of Language and Translation*, New York: Oxford University Press, 1975. Karton kapaklı. Derin çeviri sorunları ve dilin insanlarca anlaşılmasına ilişkin bir dilbilimcinin yazdığı bir kitap. AI pek tartışılmamış olsa da, bir bilgisayarı bir roman ya da şiiri anlayacak şekilde programlamanın olanaksız olduğunu hissettiriyor. İyi yazılmış, kışkırtıcı, bazen de kızdıran bir kitap.

Stenesh, J., *Dictionary of Biochemistry*, New York: John Wiley, Wiley-Interscience, 1975. Bana göre, moleküler biyoloji konusundaki teknik kitaplar için yararlı bir yardımcı.

** Stent, Gunther, "Explicit and Implicit Semantic Content of the Genetic Information," *The Centrality of Science and Absolute Values*, cilt I. 4. Uluslararası Bilimlerin Birliği Konferansı'nın tutanakları içinde, New York, 1975. Bu makalenin, adı şimdi kötüye çıkmış Muhterem Sun Myung Moon'un organize ettiği bir kon-

feransın tutanaklarında yer alması yeterince şaşırtıcıdır. Bir genotipin, herhangi bir işlemsel anlamda fenotipi hakkmdaki "bütün" bilgiyi içerip içermediğine ilişkindir. Başka bir deyişle genotipte anlamın yerinin saptanmasına ilişkindir.

—— *Molecular Genetics: A Historical Narrative*, San Francisco: W. H. Freeman, 1971. Stent'in geniş, insancıl bir bakış açısı var ve görüşleri tarihsel perspektiflerine taşıyor. Moleküler biyoloji üzerine alışılmadık bir metin.

Suppes, Patrick, *Introduction to Logic*, New York: Van Nostrand Reinhold, 1957. Önermeler Hesabı ile Yüklemler Hesabı'nm açık sunumlarını içeren standart metin. Benim Önermeler Hesabım ağırlıklı olarak buradan kaynaklanmaktadır.

Sussman, Gerald Jay, *A Computer Model of Skill Acquisition*, New York: American Elsevier, 1975. Karton kapaklı. Bir bilgisayarı programlama işinden anlayabilecek programlar kuramı. Görevin parçalara nasıl ayrılacağı ve böyle bir programın farklı parçalarının nasıl etkileşeceği sorunları ayrıntılı bir biçimde tartışılmıştır.

** Tanenbaum, Andrew S., *Structured Computer Organization*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1976. Mükemmel: Modern bilgisayar dizgelerinde mevcut pek çok düzeyin apaçık, çok iyi yazılmış dökümü. Mikroprogramlama dillerini, makine dillerini, derleme dillerini, işletim dizgelerini ve başka pek çok konuyu kapsamaktadır. Çok iyi, kısmen notlandırılmış bir kaynakçası var.

Tarski, Alfred, *Logic, Semantics, Metamathematics, Papersfrom 1923 to 1938*. Çeviren: J. H. Woodger, New York: Oxford University Press, 1956. Tarski'nin doğruluk ve dil ile temsil ettiği dünya arasındaki ilişkiye dair görüşlerini gözler önüne seriyor. Bu görüşlerin Yapay Zekâda bilginin temsili probleminde etkisi hâlâ sürüyor.

Taube, Mortimer, *Computers and Common Sense*, New York: McGraw-Hill, 1961. Karton kapaklı. Belki de Yapay Zekânın modern kavranışına karşı ilk sözler. Dikkat çekici.

Tietze, Heinrich, *Famous Problems of Mathematics*, Baltimore: Graylock Press, 1965. Ünlü problemler üzerine çok kişisel ve bilgi dolu tarzda yazılmış bir kitap. İyi örnekler ve tarihsel malzeme içeriyor.

Trakhtenbrot, V., *Algorithms and Computing Machines*, Heath. Karton kapaklı. Bilgisayarlar, özellikle de durma problemi ve sözcük-eşdeğerliliği problemi gibi çözülememiş problemler üzerine kuramsal bir tartışma. Kısa oluşu çok hoş.

Turing, Sara, *Alan M. Turing*, Cambridge, U. K.: W. Hefter & Sons, 1959. Büyük bilgisayar öncüsünün yaşamöyküsü. Bir annenin sevgi dolu eseri.

* Ulam, Stanislaw, *Adventures of a Mathematician*, New York: Charles Scribner's, 1976. Altmışbeş yaşındaki bir adamın sanki hâlâ yirmisindeymiş ve matematik aşkıyla sarhoşmuşçasına yazdığı bir özyaşamöyküsü. En iyinin kim olduğuna ve kimin kime haset duyduğuna ilişkin dedikodularla dolu. Ama yalnızca eğlenceli değil, ciddi de.

Watson, J. D., *The Molecular Biology of the Gene*, 3. baskı, Menlo Park, Calif.: W. A. Benjamin, 1976. Bana göre Lehringer'inki kadar iyi düzenlenmiş olmasa

da iyi bir kitap. Neredeyse her sayfasında ilginç bir şey var.

Webb, Judson, "Metamathematics and the Philosophy of Mind," *Philosophy of Science* 35 (1968), 156. Lucas'a karşı ayrıntılı ve sağlam bir uslamlama; şu sonuca varıyor: "Bu yazıda benim genel konumumun, zihin-makine-Gödel sorununun, matematiğin temellerindeki inşa problemi netleştirilene dek tutarlı bir biçimde ele alınamayacağını söylemek olarak ifade edilebilir."

Weiss, Paul, "One Plus One Does Not Equal Two," G. C. Quarton, T. Mel-nechuk ve F. O. Schmitt (ed.), *The Neurosciences: A Study Program* içinde, New York: Rockefeller University Press, 1967. Bütüncülüğü ve indirgemeciliği bağdaştırmaya çalışan bir yazı, ama bana göre bütüncü yönelimi bir parça ağır basıyor.

* Weizenbaum, Joseph, *Computer Power and Human Reason*, San Francisco: W. H. Freeman, 1976. Karton kapaklı. İlk AI çalışanlarından birisinden, bilgisayar biliminde, özellikle de AI'da fazlaca çalışmanın tehlikeli olduğu sonucuna varan kışkırtıcı bir kitap. Eleştirilerinin bazılarında onunla ayrı fikir de olsam da bence fazla ileri gidiyor. AI çalışanlarını "yapay entelektüeller" diyerek aşağılaması başta eğlenceli olsa da bir süre sonra sıkıcılaşıyor. Bilgisayarla ilgilenen herkesin okuması gerek.

Wheeler, William Morton, "The Ant-Colony as an Organism," *Journal of Morphology* 22, 2 (1911), 307-325. Böcekler üzerine zamanının en önde gelen otoritelerinden birisinin, bir karınca kolonisinin parçalara ayrılsa da "organizma" sözcüğünü neden hak ettiğine ilişkin ünlü önermesini içeriyor.

Whitely, C. H., "Minds, Machines, and Gödel: A Reply to Mr Lucas," *Philosophy* 37 (1962), 61. Lucas'ın uslamlamasına karşı yalın, ama güçlü bir yanıt.

Wilder, Raymond, *An Introduction to the Foundations of Mathematics*, New York: John Wiley, 1952. Geçmiş yüzyılın önemli görüşlerini ele alan iyi bir genel giriş kitabı.

* Wilson, Edward O., *The Insect Societies*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, Belknap Press, 1971. Karton kapaklı. Böceklerin kolektif davranışı üzerine yetkin bir kitap. Ayrıntılı olsa da okunabilir ve pek çok büyüleyici görüşü tartışmakta. Mükemmel resimleri ve (maalesef notlandırılmamış olsa da) dev bir kaynakçası var.

Winograd, Terry, *Five Lectures on Artificial Intelligence*, AI Memo 246. Stanford, Calif.: Stanford University Artificial Intelligence Laboratory, 1974. Karton kapaklı. AI'daki temel sorunların ve onlara saldıran yeni görüşlerin, alanın önemli çağdaş çalışanlarından birisince betimlenişi.

* —— *Language as a Cognitive Process*, Reading, Mass.: Addison-Wesley (basılmak üzere). El yazmalarından gördüğüm kadarıyla başka hiçbir kitapta olmadığı kadar dili bütün karmaşıklığıyla ele alan çok heyecanlandırıcı bir kitap.

* —— *Understanding Natural Language*, New York: Academic Press, 1972. Sınırlı bir dünyada fevkalade "zeki" özel bir programın ayrıntılı tartışması. Kitap, dilin dünyanın genel anlaşılmasından ayrılamayacağını gösteriyor ve insanların yaptı-

ğı şekilde dili kullanabilen programları yazarken gidilecek yönler öneriyor. Önemli bir katkı; bu kitabın okunuşuyla pek çok fikir harekete geçirilebilir.

— "On some contested suppositions of generative linguistics about the scientific study of language" *Cognition* 4, 6. Bazı kuramsal dilbilimcilerce Yapay Zekâya yapılan bodoslama bir saldırının tuhaf bir karşılanması.

* Winston, Patrick, *Artificial Intelligence*, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1977. AI'nın pek çok yönünün, kendini adamış ve etkili genç bir destekçisi tarafından güçlü, genel bir sunumu. İkinci yarı LISP'e ayrılmış ve LISP dilinin güzel kısa bir açıklaması var. Kitapta şu anki AI literatürüne dair pek çok tavsiye var.

* —— (ed.) *The Psychology of Computer Vision*, New York: McGraw-Hill, 1975. Aptalca bir başlık, ama iyi bir kitap. Bilgisayarların nesneleri, sahneleri vb'lerini görsel olarak tanıması için nasıl programlanması gerektiği üzerine makaleler. Makaleler satır parçalarının araştırılıp bulunmasından bilginin genel düzenlenişine kadar sorunun bütün düzeylerini ele alıyor. Winston'ın kendisinin yazdığı, somut örneklerden soyut kavramlar geliştiren program üzerine makalesi ve Minsky'nin yeni gelişmeye başlayan "çerçeveler" nosyonu üzerine makalesi özellikle öne çıkıyor.

* Wooldridge, Dean, *Mechanical Man–The Physical Basis of Intelligent Life*, New York: McGraw-Hill, 1968. Karton kapaklı. Zihin görüngüsünün beyin görüngüsüyle ilişkisinin açık bir dille yazılmış eksiksiz tartışılması. Güç felsefi kavramları yeni yollarla açıklıyor ve somut örnekleri kullanarak daha açık hale getiriyor.

DİZİN*

Abel, Niels Henrik, 511
ahtapot hücresi, 442
Akhilleus
  –'un adının ilk harfi, 314, 632, 816
  –'un bulmacası, 819
  –'un güçlü inancı, 516
  –'un kökeni, 83
  –'un resmi, 100
  –'un TANRI kavrayışı, 305
  –'un topuğu, 494, 607
  karınca kolonisi üstüne haritalanması, 411, 418
  ve Carroll paradoksu, 105, 244, 257, 271
  ve nöronlarının erişilmezliği, 424, 840
  ve problem indirgeme, 748, 750
  ve yanıt şemaları, 596
  ve Yengeç Kanonu, 278
  Yengeç'i gizemli bulması, 691
akrostiş, 59, 143
akson, 435
Altı-Sesli Ricercar (Bach), 878, 903, 906
amaçlı karşısında amaçsız davranış, 414, 415
amino asitler, 232, 634, 635, 637, 644, 645, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 658, 663
anafaz, 816
analojik düşünme
  bilgisayarda, 740
  –yi destekleyen katmanlar, 703
analojiler, 758, 817, 825
anarşi, 263, 841, 848
Anderson, Alan Ross, 276
antikodon, 649, 650
aperiyodik kristaller, 241, 243
araba radyosu, 821
Aralık Artırmalı Kanon, 651
ardalan varsayımları, 790
arılar, 460, 786, 880
Aristoteles, 72
aritmetikleştirme, 660, 661
aritmoquinelama, 561, 562, 563, 565, 588
Artırılmış Geçiş Ağları, 221, 345, 772
asal sayılar, 92, 117, 119, 121, 125, 133, 136, 502, 506, 754
Asya işi bir kutu, 511, 512
ATN (bkz. Artırılmış Geçiş Ağları), 221, 345, 459, 762, 766, 767, 768
atomlar
  bilgisayar biliminde, 377
  Önermeler Hesabında, 258, 287
  tanımı, 293
  TNT'de, 287, 292, 298
ATTACCA, 251, 372, 630
Avery, Oswald, 231, 234, 241
aykırı, 549, 883
aynılık-detektörü
  bkz. Samler, 797, 800, 804, 812

B Havuzu, 529
Babbage, Charles, 79, 737
Babil Kulesi (Escher), 155
Bach
  ayrıca bkz. İhtiyar Bach, 578
  besteci, 497, 579
  cam üfleyicisi, 142

* Diyaloglarda daha az geçen karakterler belirtilmişken, Akhilleus ve Tosbağa dizine alınmamıştır. Okur çapraz göndermeler için sayfa 420'deki Şekil 70'e bakılabilir.

derinliği, 59, 61, 63, 83, 133, 828
diyalogların esinleyicisi, 82
dolaylı kendine gönderme, 144, 150
Fermatla karıştırılması, 426, 432
Forkel'in hakkında yazdıkları, 56
karşısında Cage, 229, 249
Leipzig'de, 512
müziğinin yinelgen nitelikleri, 132
parçalarına ayırmak, 832
ve AI, 82, 827
ve Escher, 279, 815
ve modülasyon, 189, 198
ve Shepard tonları, 877
yaşamı ve ölümü, 150
BACH (akronim), 249, 250
B-A-C-H (ezgi), 143, 150, 169, 226, 227, 228, 229, 353, 878
Bach, Anna Magdalena, 604
Bach, Carl Philipp Emanuel, 56, 144
Bach, Joh. ve Seb., 777, 818
Bach, Wilhelm Friedemann, 56, 58
Bağışıklık Teoremi, 664
bağlam
gerekliliği, 234
bağlamdan bağımsız toplamalar, 647
Balıklar ve Pullar (Escher), 217
bankacılar, 575
Basiretli ve Basiretsiz, 269, 270, 312
Baso, 317, 318
Bassui, 341
Başkalaşım II (Escher), 67, 68
Başkan Yardımcısı, 819
bazlar
bkz. nükleotidler, 640
Tipogenetikte, 630, 635
B-dizgesi, 126, 133
Beethoven, Ludwig van, 58, 138, 236, 777
Bell, Alexander Graham, 385
Belnap, Nuel, 276
Berio, Luciano, 861
beyincik, 437
beyinler
alt organları, 437
arasında haritalama, 438
ATN kolonileri olarak, 459
karşısında zihinler, 709
matematik nesneleri olarak, 689
programlanabilirliği, 393
ve biçimsel dizgeler, 433, 689
ve çerçeve ve dış mesajlar, 245
ve düşünceler, 433
ve Epimenides paradoksu, 718
ve işletim sistemleri, 385
ve karınca kolonileri, 408, 411, 414, 416, 419, 423, 427, 431, 448, 457
ve kurallar, 83, 828
ve müzik, 236
beyzbol, 830
biçimsel dizgeler
MIU-dizgesi, 90, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 106, 108, 111, 125, 127, 134, 269, 311, 313, 346, 347, 348, 350, 352, 353, 354, 355, 357, 526, 527, 554, 555, 556, 557, 585, 629, 639
bileşik sayılar, 125, 134
Bilge Loocus, 598
bilgisayar dilleri
hücrelerdeki analogları, 675
-nin diyalektleri, 628
-nin gücü, 388, 541
SHRDLU'da, 771
üst düzey, 380
ve esneklik, 388
bilgisayar dizgeleri, 376
bilgisayar yazıcısı, 391, 398
bilgisayarlar
-ın yanılabilirliği, 708, 831
öğrenme, 740
ve belirlenimcilik, 79, 398, 837

bilgisayarlardaki işaretciler, 377, 379
bilgisayarlardaki işaretçiler, 760
bilinç
  –in anlaşılması, 146, 832
  –in kaynağı, 492
1729, 284, 290, 498, 680, 695
Bir Başka Dünya (Escher), 335, 341
Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri (Bach), 604
Bir Tütün Tiryakisinin Öğretici Düşünceleri (Diyalog), 602
Birbirini Çizen Eller (Escher), 66, 68, 74, 203, 844, 845, 846, 868, 874, 900
Bitimsizce Yükselen Kanon (Bach), 62, 63, 68, 105, 199, 876, 878, 906
bitler, 377
BLOK (BlooP), 519, 520
BLOK (BLOOP), 520
bloklar dünyası, 768
Bloop
  Dilinin İlksel Adımları, 518
BlooP, 220, 514
  alfabesi, 530
  Uylaşımları, 520
BlooP programları, 522, 524, 529, 530, 534, 715
Bodhidharma, 315, 322, 338
Bolyai, Farkas, 157
Bolyai, Janos, 157
Bongard problemleri, 792, 799, 802, 803, 807, 809, 818, 819, 824, 913
Bongard, M., 792, 793, 794, 795, 797, 801, 802, 806, 807, 808
Boole Budizmi, 709
Boole, George, 73, 511, 737
Boş Hayal (Magritte), 857, 859
Boyle yasası, 399
Breton, André, 857
British Grenadiers, The, 745
Brouwer, Luitzen E. J., 511
Buda-doğası, 317, 318, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 329, 330, 360, 539
budama, belirtik karşısında örtük, 375
bulmacalar, 60, 61, 73, 90, 92, 93, 96, 97, 123, 124, 129, 131, 135, 257, 302, 316, 346, 347, 348, 352, 635, 656, 696, 748, 753, 792, 796, 808, 809, 819, 916, 927
bumerang, 138, 148, 149, 592
Buxtehude, Dietrich, 431
Bütün Büyük Matematikçilerin Eksiksiz Listesi, 511
Büyük Frederick, Prusya Kralı, 55, 56, 58, 59, 60, 82, 162, 499
Büyük Harfli Özler, 85
Büyük Tortue, 328, 329, 330
Büyük Tutor, 321, 323, 329
büyükanne hücresi, 442
Byrd, Donald (Bkz. SMUT), 40, 57, 144, 281, 834
Byron, Lord, 79

CAGE (akronim), 249, 250
C-A-G-E (ezgi), 227, 228
Cage, John, 227, 229, 236, 240, 248, 249, 685, 856, 860, 861
Canon per augmentationem, contrario motu (Bach)
  bkz. Tembelhayvan Kanonu, 61, 815, 835
Canon per Tonos (Bach)
  bkz. *Bitimsizce Yükselen Kanon*, 62, 63
Cantor kümesi, 212
Cantor, Georg, 73, 297, 498, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 538, 553, 562, 588
Cantorcrostipunctus, 536
Carroll paradoksu, 83, 101, 103, 495
  delil versiyonu, 849
  gündeme getirdiği problem, 105, 257

ispat versiyonu, 271
simgeselleştirilmiş hali, 271
ve Samuel'in uslamlaması, 837
ve sonsuz gerileme, 101, 272, 837
Carroll, John B., 771
Carroll, Lewis, 73, 83, 105, 143, 244, 257, 262, 270, 467, 473, 833, 838, 849
Castrovalva (Escher), 679
cep hesap makineleri, 700, 701, 702, 755, 829, 830, 869
Chadwick, John, 110
Champernowne, David, 729
Chirico, Giorgio de, 857
Chiyono, 342
Chopin, Frédéric, 133, 343, 828
Church, Alonzo, 541, 597, 691
Church'ün Teoremi, 691, 706, 712, 715, 748
Church-Turing Tezi, 541, 542, 681, 691, 692, 693, 701
Hardy'nin Versiyonu, 697
İndirgemecinin Versiyonu, 706
Kamusal Süreçler Versiyonu, 693
Ruhçuların Versiyonu, 707
Standart Versiyon, 692
Theodore Roszak Versiyonu, 707
Totolojik Versiyon, 691
Cinler, 181
Colby, K., 720, 735, 770, 774, 913, 914
Comenius, Johann Amos, 766
Cooper çiftleri, 395, 396
Crick, Francis, 629, 659, 660, 661, 757
Cristofori, Bartolommeo, 55
CT-Tezi, 541, 542, 704, 706, 707, 712, 713

Çağlayan (Escher), 63, 64, 165, 875
çelişkiler
aynı beyinde bir arada bulunan, 486, 852
–in iki düzeyi, 715
matematikte, 69, 277, 305, 714
Önermeler Hesabında, 269, 277
rt-Dizgesinde, 151
ve köşegen yöntemi, 531
ve Tosbağanın bağası, 252
ve Zen, 165, 318, 331, 855
w-tutarlılık, 569
çeviri dili, 379, 380, 381, 383, 393
DNA ile karşılaştırılması, 379
çeviriciler, 384
Çıkış ve İniş (Escher), 64, 65
çifte değilleme, 275
Çifte Düğümleme Yasası, 327
Çiy Damlası (Escher), 334, 342
Çocuk Öyküleri ve AI, 825
Çözümleyici Makine, 79, 80, 734

Dalgalı Yüzey (Escher), 342, 343
Dali, Salvador, 857
dama-oynama programları, 705
Dase, Johann Martin Zacharias, 698
David, Hans Theodore, 55, 62, 83, 878
DBA, 474, 475, 476, 477, 478, 480, 481, 486, 487, 524
derleyici diller, 380, 381, 383, 386
derleyiciler, 381, 383, 387, 629
Descartes, René, 349, 436, 829
Dışbükey ve İçbükey (Escher), 172, 174, 175, 183, 446
Di of Antus, 429
dibe vurmak, 202
Dickens, Charles, 420, 423, 482, 483
Diyofant denklemleri, 367, 578
DNA endonükleaz, 657, 658
DNA ligaz, 657, 658
DNA polimeraz, 657, 658
doğal dil sözcelemleri, program olarak, 770
doğaüstü sayılar, 305, 570, 571, 573,

576, 577
doğum günleri, 579, 583
Doğum Günü Kantatası (Bach), 579
Doğum Günü Kantatatatası (Diyalog), 587
Doko, 854
Doktor Programı, 735
Dolaşık Hiyerarşi, 63, 661, 839, 842, 843, 844, 845, 846, 861, 867, 868, 872, 874, 878
Dostoyevski, Feodor, 482
Dreyfus, Hubert, 707
Duman İşareti (Magritte), 129, 857, 859
Dumpty, H., 428
DURDUR, 521, 522
dünya şovenizmi, 245, 246
Dünya-Ay-Güneş Dizgesi, 453
dünyanın karmaşıklığı, 701
Düzen ve Kaos (Escher), 505
Dvorák, Antonin, 236

E. Coli bakterisi, 251, 664
Earrwig, Dr. Tony, 720, 727, 772
Eccles, John, 456, 707
Einstein, Albert, 167
Ejdercenk (Carroll-Uyar), 467, 468, 469
Ejderha (Escher), 593, 595
eksiksizlik, 167, 168, 169, 277, 311, 528
elektronlar, 210, 212, 213, 214, 216, 345, 394, 395, 396, 648, 656, 831
ELİZA, 736, 737
Epimenides, 69
Epimenides paradoksu, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 203, 565, 597, 619, 622, 713, 714, 718, 719, 875
Escher
  altbeyinler üzerine, 492
  –'de figür ve zemin, 129
  ve Bach, 282, 815, 816
  ve çelişkiler, 164, 165
  ve eksiklik, 875, 876
  ve Garip Döngüler, 63, 64, 68, 874, 900
  ve kopyalar, 217
  ve Magritte, 602
  ve Zen, 341, 344
Escherleştirmenin yinelenebilirliği, 593, 594, 844
ESP, 735, 848, 849, 850
Eta Oin, 720, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 825
Eukleides, 72, 73, 101, 102, 119, 120, 121, 153, 154, 156, 157, 158, 299, 304, 515, 580
Euler, Leonhard, 55, 499, 500
Euwe, Max, 743
evet-yanıtları, 579, 580, 581

F Havuzu, 539
F(n) ve M(n), 207, 214, 459
Fark Makinesi, 79
farkındalık, tümdengelimli karşısında analojik, 759
Farklı Çeşitlemelerle Arya (Bach), 497, 516
Fauré, Gabriel, 236
FE-FE bulmacası, 123, 124, 818
Fermant, Johant Sebastiant, 427, 428, 431
Fermant'ın Son Fügü, 431
Fermat, Pierre de, 363, 365, 367, 368, 427, 429, 578
Fibonacci (Leonardo of Pisa), 204, 331
Fibonacci sayıları dizisi, 204, 206, 207, 208, 223, 248, 259, 351
FİGÜR-FİGÜR Figürü (Scott E. Kim), 130, 131, 135
fonon, 395
Forkel, Johann Nikolaus, 56, 58, 150
fotokopi makinesi, 624

fotonlar, 214, 216, 345, 396
Fourmi, Lierre de, 429, 430, 431
Frank, Philipp, 787
Fransız Süiti no. 5, Gigue (Bach), 198
Frege, Gottlob, 73
Füg Sanatı (Bach), 143, 144, 150, 151, 821

~G, 360, 566, 568, 569, 570, 571, 572, 577, 586, 669, 713, 865
G(n), 206
G'nin Dizisi Üstüne Hava, 544, 561, 562, 621
G0025 (beyaz taş), 767
Galileo, 516, 600
Gantō, 266, 267, 268
Garip Döngüler, 63, 64, 66, 68, 75, 78, 79, 82, 639, 662, 673, 837, 846, 847, 867, 875, 876, 900
Gauss, Karl Friedrich, 157, 167
Gçizisi, 210, 211, 212, 213, 217, 218, 232, 628, 808, 921
Gebstadter, Egbert B., 160, 161
Gelernter, E., 743, 744, 745, 819
Gentzen, Gerhard, 274
Geometrik Kod, 320, 326, 767
geometrinin koyutları, 154, 156, 157, 515
geriye doğru zincirleme, 759
gezegenler ve uydular, 452, 453
Goffman, Erwing, 600
Goldbach Çeşitlemesi, 501, 502, 503, 556
Goldbach özelliği, 502, 503, 506, 524, 528
Goldbach Sanıtı, 500, 502, 503, 539, 754
  parodileştirilmiş, 680
Goldbach, Christian, 500, 501
Goldberg Çeşitlemeleri (Bach), 497, 498, 501
Goldberg, Johann Theophilus, 497
Gödel eşbiçimliliği, 348, 351, 355, 554, 555
Gödel kodonları, 355, 356, 538, 660, 662
Gödel Kodu, 71, 660, 661, 662
Gödel yönteminin altında yatan nedenler, 351, 515, 516, 527, 587, 594, 595, 597, 714
Gödel, Kurt, 68, 283, 313, 495, 553, 566, 584, 627, 661, 873, 876
Gödel'in İkinci Teoremi, 566, 852
Gödel'in inşası, 70, 283, 590
Gödel'in makalesi, 70, 78, 553
Gödel'in Teoremi, 70, 71, 72, 80, 84, 134, 137, 148, 149, 150, 167, 577, 584, 609, 660, 663, 664, 710, 712, 852, 853, 854, 855, 863, 864, 881, 919, 927
Gödel'in Teoremleri ve insan içebakışı, 566, 852, 853, 854
Gödelci sorular üzerine Lucas, 494, 495
Gödel'in uslamlaması, özet, 70, 359, 564
Gödelleştirme, 587, 591, 592, 595, 596, 597, 842
Gödelleştirme operatörü, 592, 593, 594
Gödel-sayılaştırması, 71, 349, 351, 354, 355, 516, 553, 578, 661, 691, 822, 865, 901
  FlooP programlarının, 538
  MIU-dizgesinin, 351
  TNT'nin, 553
Gödel-Sayılaştırması
  TNT'nin, 355
gök mekaniği, 451
Gök Şatosu (Escher), 100
Gölgeler (Magritte), 445, 602, 842, 862, 912
Görecelik (Escher), 164

Grelling paradoksu, 74, 75, 76
Gutei, 321
Gündüz ve Gece (Escher), 337, 341, 815
güvenilir ve güvenilmez dizgeler, 399
güzel olan karşısında güzel olmayan, 681, 682, 684, 685, 686, 688, 690, 706, 717
Güzel Tutsak (Magritte), 612, 912
güzellik
  ele geçirilemezliği, 684, 695, 706, 717
  ve bilgisayarlar, 708

H(n), 206
HACKER, 812
haiku, 224, 225, 651, 760
Hammurabi, 243
Hardy, Godfrey Harold, 693, 695, 696, 697, 698, 753, 920
Harrison, Lawrence, 805
Haussmann, Elias Gottlieb, 54
Hava ve Şarkı (Magritte), 617, 857
hemiolia, 343, 645
Henkin, Leon, 669, 867
Henkin'in İleri Geri Teoremi, 611
heterolojik sıfatlar, 74, 76
Hewitt, Carl, 810
Hilary Teyze, 485
Hilbert, David, 73, 77, 313
Hilbert'in onuncu problemi, 577, 578
Hilbert'in programı, 312
Hofstadter Yasası, 223
Hofstadter, Douglas R., 346
Hõgen, 333
Hubel, David, 438, 440
hücresel farklılaşma, 672
hücresel işlemler
  AI modeli olarak, 811
Hyakujõ, 340

Imaginary Landscape no. 4 (Cage), 236, 856
INT(x), 208, 209, 210
Isan, 340

içiçe bağlamlar, 790
İhtiyar Ba. Ch., 887
İhtiyar Bach, 56, 83, 578, 603, 604, 605, 888, 901, 903
2+2=5, 709
ikicilik
  ve bilim, 855
  ve Zen, 336
İki Giz (Magritte), 858, 913
İki Sesli Envansiyon
  bkz. Carroll paradoksu, 83, 105, 838
ilksavlar
  MIU-dizgesinin, 93
  rt-dizgesinin, 105
  TNT, 553
ilksavlı dizgeler, bkz. biçimsel dizgeler, 72, 78, 149, 528, 574
ilksav şeması, 106, 107, 108, 113, 126, 135, 151, 158, 274
inançlar kataloğu, 486
İncelik Durumu (Magritte), 603, 912
İndirgemecinin İkilemi, 648
İndra'nın Ağı, 344
İnsanlık Durumu I (Magritte), 862, 863
İskenderiyeli Diophantus, 363
ispat-çiftleri, 554, 555, 557, 558, 572, 585, 588
ispatlanabilirlik, 71, 168
istifleme
  DNA'nın istiflenmesi, 660
  kendi beynimizin istiflenmesi, 486
  müziğin istiflenmesi, 232, 651
  olasılıkçı, 489
  tanımlanması, 374

ve belirlenimcilik, 396, 463, 650
ve beyinler, 485, 486, 689
ve bilgisayar dilleri, 379, 485, 522
ve bilimsel açıklama, 396
ve karınca kolonileri, 420
ve sezgisel dünya görüşü, 396, 462
ve süper iletkenlik, 395
işlek olarak çizilebilir figürler, 129, 131, 134
itme, 195, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 261
itme–ilacı, 173
İyi-Düzenlenmiş Klavye (bkz. Prelüd ve Füg), 59, 368, 422, 424, 426, 431
İyi-sınanmış Sanıt, 429
izm, 339, 766, 863

Jabberwock (Carroll), 467, 468
Jabberwocky (Carroll), 473, 481
Jacquard dokuma tezgâhı, 79
Jaki, Stanley, 707
Jammerwoch, Der (Carroll-Scott), 468, 469
Jaseroque, Le (Carroll-Warrin), 467, 468, 469
Jauch, J. M., 518, 600, 913
Jeanne D'Arc, 73
Jefferson, G., 733, 734
Johns, Jasper, 860
Jōshū, 317, 321, 322, 325, 326, 331, 338, 340, 345, 346, 360, 537
JŌSHŪ (TNT-dizisi), 558

Kabuk (Escher), 339
kahinler, 699
kanonlar
Goldberg Çeşitlemeleri'nde, 497
iki-katlı, 652
Müzikal Sunu'da, 57
ve diyaloglar, 814
ve Escher'in çizimleri, 68
ve kopyalar, 60
ve poliribozomlar, 652
ve self-refler, 626
Kapısız Kapı
bkz. Mumonkan, 331
karar verilebilir diziler, 304, 424, 528
*Karınca Füg*ü, 433, 447, 448, 485, 652, 700, 703, 764, 840
*Karınca Füg*ü, (Escher), 417
karınca kolonileri
düzen ve kaos, 506
ayrıca bkz. kast dağılımı, Hilary Teyze, Fermant, Joh., Seb., 409
gazlarla karşılaştırılması, 467
kast dağılımı, 411, 412, 414, 415, 417, 419, 458
kastlar, 410, 411, 420
komünizm, 410, 426
–nde eşikler, 409
–nde iz-oluşturma, 409
–nde sinyaller, 409, 413, 414, 415, 416, 417
–nde takım düzeneği, 408, 409, 412, 413, 414, 415, 417
özgürlüğü, 408
ve beyin, 420, 423, 426
yapay, 458
karınca köprüsü, 430
karıncalar
–m vazgeçilebilirliği, 407
karşısında karınca kolonileri, 407, 408, 410
Karıncayiyen, 363, 365, 366, 367, 368, 371, 372, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 431, 432, 485, 703, 882
kast dağılımı
anlamı, 418
güncelleştirilmesi, 423

içinde bilginin kodlanması, 411
kavram ağı, bkz. semantik ağ, 800
kavramsal boyutlar, 819
kavramsal devrimler, 807, 808, 823
kavramsal haritalama, 817
kavramsal iskeletler, 819
kavramsal yakınlık, 472
Kay, Alan, 810
Kelebekler (Escher), 218
Kennedy, John F., 786
kertenkeleler, 176, 183, 184, 185, 194
Kırmızı Programlar, 540
Kırmızıdiyag [N], 540, 541
Kim, Scott, 39, 131, 628, 878
Kirnberger, Johann Philipp, 61, 886
Kleene, Stephen C., 597
Klein şişesi, 846
Klügel, G. S., 156
kodlar
sanatta, 860
kodonlar, 356, 538, 626, 648, 650
Kontrafaktus, 786, 789, 818
Kontrakrostipunktus, 138, 146, 148, 149, 150, 663
Kopya modu (Tipogenetik), 631
kopyalar
görsel olarak içiçe, 208
-ın doğası, 218
tam olmayan, 625
ve aynılık, 217
ve DNA, 657
ve kanonlar, 60, 654
ve self-repler, 625, 639
ve televizyon, 612
ve virüsler, 669
korteks
farklı bölgeleri, 439, 440
kovalent bağlar, 640, 642, 652
kovalent omurgası, 640
köpekler, 751
köpek-ve-kemik problemi, 751
köşegen yöntemi, 529, 531, 534, 535, 536, 538, 553, 562, 588
kritik kütle, 311, 527, 590
kromozomlar, homolog, 818
Kronecker, Leopold, 297
krossing-over, 814
kt-dizgesi, 125, 126, 127
Kuhn, Thomas, 807
kumdan kaleler, 886
Kupfergödel, Roman, 499
Küçük Armonik Labirent (Bach), 189, 190, 198, 199
Küçük Armonik Labirent (Diyalog), 170, 195, 197, 219, 749
Küçük Armonik Labirent (Majotor'un), 187
Kyōgen, 330

La Mezquita (Escher), 319
lamba, meta-lamba, vb., 175, 177, 178, 179, 180, 297
Lashley, Karl, 439, 440, 446, 455
Legendre, Adrien-Marie, 157
Lehninger, Albert, 629, 647, 913
Leibniz, Wilhelm Gottfried, 78, 80, 737
Lenat, Douglas, 754, 755
Leonardo of Pisa (bkz. Fibonacci), 204
Lermontov, Mikhail, 787
LISP, 382, 767, 775, 846, 881
Lincoln, Abraham, 571
Littlewood, J. E., 695
Lobachevskiy, Nikolay, 157
Lockwood, Anna, 856
Lovelace, Lady Ada Augusta, 79, 80, 398, 734
Lucas, J. R., 493, 495, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 597, 598, 707, 913

MacGillavry, Caroline, 492, 816

MacLaine, Shirley, 373
MACSYMA, 754
Magnificat, Re Majör (Bach), 678, 681, 688
Magnifiyengeç, Gerçekten, 678, 707, 714
Magritte, René, 602, 603, 612, 617, 768, 769, 857, 858, 862, 863, 912
Mahalanobis, P. C., 696
Majotaur, 193
Mandelbrot, Benoit, 132
Mao Zedung, 547
Mathews, Mex, 745, 746
Mavi Programlar, 529, 530, 531, 539
Mavidiyag [N], 531, 532, 534, 536, 540
McCarthy, John, 382
McCulloch, Warren, 203
Mendel, Arthur, 41, 55, 57, 58, 82, 83, 84, 604, 913
Menzel, Adolph von, 56, 57, 912
Meredith, Marsha, 41, 594, 766
Mergenthaler, Otto, 772
Merkezi Dogma
  Matematiksel Mantığın, 360, 663
  MIU-dizgesinin, 639
  moleküler biyolojinin, 629, 640, 659, 660, 816
  Tipogenetiğin, 639
  Zen ipliklerinin, 322
Merkezi Dogmaharitası, 661, 673, 675, 822, 867
merkezi işlem birimi (CPU), 377
Merkezi Önerme, 351
Merkezi Pipoharitası, 860
Merkezi Tembelhayvanharitası, 860
Merkezi Xharitaları, 860, 875
Merkezi Yengeçharitası, 816
merkezilik, 476
meta-analoji, 824, 825
meta-betimlemeler, 803, 804, 805, 824
metabilgi, 465
META-JÖSHŪ, 558
metakitap, 76
metamantık, 77
metamatematik, 77
meta-yanıt-şeması, 582
meta-yazar, 41, 745
Mettrie, Julien Offroy de la, 55, 82, 890
Meyer, Leonard B., 240, 861, 862
mısır patlağı (popcorn), 171, 193
MIU-sayıları, 351
Michelangelo, 787
Minsky, Marvin, 41, 474, 493, 790, 831, 881, 882
Mondrian, Piet, 856
Monod, Jacques, 233, 924
montaj hattı, hücresel, 656, 672, 673
Morgan, Augustus de, 511
Morgan, Augustus De, 73
Mozaik II (Escher), 122, 124
Mozart, W. A, 796, 860
Möbius Şeridi I (Escher), 86
Möbius Şeridi II (Escher), 364
mRNA, 643, 644, 645, 649, 650, 651, 652, 654, 655, 657, 663, 669, 673, 811, 912
Mu Sunusu, Bir, 314, 360, 770
Mumonkan, 331
mu-operatörü, 536
mutasyonlar, 384
müzik anahtarları, 63, 389, 585, 626
müzik kutusu, önprogramlı, 828
Müzikal Sunu (Bach), 57, 59, 61, 62, 150, 834, 878, 906

Najunamar, Z., 678, 679, 680, 681
Nansen, 334, 338, 341
nedensellik tipleri, 867
neredeyse ayrıştırılabilir dizgeler, 394, 395, 396, 397
New Yorker, The, 787

noktalama, 90, 356, 555, 636, 637, 646, 651, 652
Nöronyiyen, 485

Oborin, Lev, 234
Oistrakh, David, 234
Okanisama, 315, 316, 323
otolojik sıfatlar, 74
otomatik programlanma, 388

Önermeler Hesabı, 257, 261, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 285, 287, 296, 298, 312, 313, 566, 567, 711, 737, 748
önyükleme (özyükleme), 383
Önyükleme (özyükleme), 383
Özgürleşim (Escher), 118

Pappus, 744, 745, 819
Pascal, Blaise, 78, 80, 737
Peano aritmetiği, 167
Peano koyutları, 297, 298, 307
Peano, Giuseppe, 73, 297, 298, 302, 307
Penfield, Wilder, 439, 440, 912
Penrose, Roger, 68
π, 366, 397, 517, 526
Pickwick'in Serüvenleri (Dickens), 79, 420, 421
pipolar, 602, 603, 604, 605, 608, 617, 618, 857, 860, 875
Piyano koyutları, 681, 682
PLANNER, 770, 771, 774, 775
Polanyi, Michael, 707
polipeptitler, 650, 652, 655
poliribozomlar, 652, 654, 655
Pons Asinorum ispatı, 743, 744, 819
Post, Emil, 90
posta dizgesi metaforu, 811
pozitronlar, 345, 396
Prelüd, 433, 840, 900, 902
Prelüd ve Füg
ayrıca bkz. *İyi-Düzenlenmiş Klavye*, 59, 368, 369, 431
Principia Mathematica, 70, 71, 75, 77, 78, 311, 553, 758, 759, 920
profaz, 814, 815
program uzayı, 389
Prokofiev, Sergei, 220
prototip ilkesi, 450
psişik güçler (ayrıca bkz. ESP), 848
pushcorn (itme mısırı), 193
Pushkin, Alexander, 193
pürinler, ayrıca bkz. nükleotidler, bazlar, baz-çifti, 631, 632, 640, 642, 661

Quantz, Joachim, 56
Quine, Willard Van Orman, 548, 562, 565, 856
quinelama, 548, 549, 550, 551, 561, 562, 563, 565, 588, 622, 623, 925

RACRECIR, 901
Rahmaninoff, Sergei, 220
Ramanujan, Srinivasa, 693, 695, 696, 697, 698, 753, 913, 925
Rauschenberg, Robert, 860
Resim Galerisi (Escher), 66, 69, 873, 874, 875
RICERCAR (E), 59, 888, 906
ricercar, tanımlanmış, 59
Rose, Steven, 439
Roszak, Theodore, 707
Rousseau, Henri, 832
rt-dizgesi, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 125, 126, 151, 152, 153, 158, 159, 160, 168, 169, 230, 285, 286, 296, 303, 311, 351, 433, 515, 528
Russell paradoksu, 73, 74, 75
Russell, Bertrand, 71, 72, 75, 77, 78

sabitler, parametreler, değişkenler, 789
Saccheri, Girolamo, 156, 157, 158, 166, 569, 574
Sağduyu (Magritte), 857, 858
Sağduyu ve programlar, 390
Saksonya Kralı Augustus II, 579
Samler, 797, 798, 812
Samuel, Arthur, 741, 742, 743, 837, 839, 840
Samuel'in Dama Programı, 741, 742, 743, 918
Samuel'in uslamlaması, 838, 839
San Francisco Chronicle örneği, 450
sanat
  bilgisayarla, 740
  –ın kimlik krizi, 863
  modern sanat, 860
Sansar, 173
satranç
  evin-çevresini-dolaşma, 730
  kendini değiştiren, 840
  ve istifleme, 374, 741
satranç oyuncuları döngüsü, 160
satranç programları
  büyük ustaları, 374
  çeşitleri, 738
  ileri bakmasız, 741
  –nın güçleri ve zayıflıkları, 222, 373
  –nın yinelgen yapısı, 221
  ve Babbage, 81
  ve dizgenin dışına atlamak, 95, 830
  ve seçim, 869
  ve Turing, 729
  ve Yengeç, 880
satranç tahtalarının hiyerarşisi, 842
sayı teorilerinde kaos, 207, 223, 687
Schmidt, Johann Michael, 82
Schnirelmann, Lev G., 500
Schönberg, Arnold, 194
Schrödinger, Erwin, 241
Schweikart, F. K., 157
Scott, Robert, 467
seçim, 869
semantik ağlar, 472
sentromer, 817
Shakespeare, W., 162, 730, 747
Shepard tonları, 876, 878, 927
Shepard, Roger, 876
SHRDLU, 720, 722, 723, 725, 727, 728, 735, 769, 770, 771, 772, 773, 775, 825
Shuzan, 337
sınıflar ve örnekler, 449
Sierpinski, W., 511
Sihirli Kurdeleli Küp (Escher), 370
Silberescher, Löwen, 499
Silbermann, Gottfried, 55, 56
Silva ve Gould (polis), 512
Simon, Herbert A., 394, 396, 925
Sistem çöktü, 184
sitoplazma, 643, 645, 649, 650, 651, 657, 810, 811
soyutlama düzeyleri, 817, 819, 824, 837
Sperry, Roger, 868
Sphex yabanarısı, 752, 753
spiker, 777, 778
Steiner, Geo., 240, 788, 821, 927
Su Birikintisi (Escher), 342
Suç ve Ceza (Dostoyevski), 482
sürekli kesirler, 210
Sürüngenler (Escher), 184, 186
sütunlar, 443, 458, 561, 769

T4 fajı, 664, 666
Tabandan Tepeye Karşısında Tepeden Tabana, 108
Tagore, Rabindranath, 243
tahta değerlendirilmesi
  –nde Garip Döngüler, 742
  statik ve dinamik olarak, 742

tamamlayıcı baz eşlenmesi, 632
Tanguy, Yves, 857
Tarski, Alfred, 712, 713, 714, 718
Tarski'nin Teoremi, 712, 853
Tarski-Church-Turing Teoremi, 691, 715
Taube, Mortimer, 707
Taurinus, F. A., 157
telefon dizgesi, 385
telefon görüşmeleri, 195, 196, 201, 233, 435, 440, 461, 546, 552
telefon sapığı, 544, 551
telefonlar, 385
televizyon, 95, 141, 373, 375, 376, 446, 599, 610, 617, 776, 879, 880, 895
Tembelhayvan Kanonu (Bach), 815
Tembelhayvan Kanonu (Diyalog), 833
teoremlerin piramidal ailesi, 302, 303, 305, 567, 568, 570
Tesler, Lawrence G., 738
Tesler'in Teoremi, 738, 764
Theseus ve Ariadne, 199
Tipogenetiğin Merkezi Dogması, 638, 639
Tipogenetik, 629, 630, 635, 638, 639, 640, 642, 643, 644, 646, 647, 651, 655, 656, 657
Tipogenetik Kod, 635, 637, 639, 645
TNT, 131, 132, 283, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 296, 298, 299, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 310, 311, 312, 313, 352, 353, 354, 355, 356, 358, 359, 360, 379, 434, 514, 515, 516, 527, 528, 543, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 574, 575, 577, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 591, 597, 599, 621, 627, 639, 660, 661, 662, 669, 691, 706, 712, 713, 714, 715, 716, 718, 748, 755, 757, 758, 766, 842, 854, 865, 866
  –'nin Gödelleştirilmesi, 357
TNT'nin genleştirilmişi, 568
TNT'de bileşik tümceler, 294
TNT'nin çokluçatallanması, 586
TNT-sayısı, 357, 358
Tokusan, 266, 268
Tödel'in Teoremi, 664
Truva atı, 666
Tumbolia, 184, 327, 341, 886
Turing makineleri, 494, 495
Turing, Alan M., 80, 494, 495, 538, 541
tutarlılık
  çeşitleri, 160
  genleşmiş TNT'de, 305, 578
  ispatları, 77, 269, 313, 566
  Önermeler Hesabının Tutarlılığı, 269, 312
  TNT'nin tutarlılığı, 312
  TNT'nin Tutarlılığı, 566
  ve hipotetik dünyalar, 161
  ve Lucas, 598
  ve yorumlar, 152, 165
tümdengelim teoremi, 263

Unmon, 340

Üç Dünya (Escher), 332, 342
Üç Küre II (Escher), 344
310-dizgesi, 350

V. Batlamyus Epifanes, 239
"ve", 133, 255, 778
Verbum (Escher), 343, 893, 894
veri tabanı, 723, 759, 773, 825
Villon, François, 470
Vinci, Leonardo da, 787
Vinogradov özelliği, 500, 502
Vinogradov, Ivan M., 500
Voltaire, François Marie Arouet de, 55

Vuillard, Edouard, 445
Wachter, F. L., 158
Warrin Frank L., 467
Watergate, 847
Watson, J. D., 816
Weaver, Warren, 483
Weierstrass, Karl W. T., 511
Weizenbaum, Joseph, 735, 736, 737, 747, 826, 914, 929
When Johnny Comes Marching Home, 745
Whitehead, Alfred North, 71, 72, 75, 77, 78
Whitely, C. H., 597
Wiener, Norbert, 837
Wiesel, Torsten, 440
Wilson, E. O., 430, 448
Winograd, Terry, 41, 720, 721, 724, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 775, 913, 929
Winston, Patrick Henry, 390, 474
Wittgenstein, Ludwig, 832, 856, 916, 926
Wolff, Christoph, 497
Wooldridge, Dean, 460

yalancı-epigenesis, 659
yananlamlar, 297, 471, 479, 495, 547, 593, 730, 828
yanıt-şemaları, 596
Yansıtıcı Küreyle El (Escher), 66
yapay düşünme, 433, 738
Yapay İmgelik, 690
Yapay Sezgi, 690
Yaşamın Kökeni, 677
Yazar, 510, 882, 884
yazarlık üçgeni, 843
yengeç kanonları, 816, 883
  DNA'da, 280
Yengeç Kanonu (Bach), 281
Yengeç Kanonu (Diyalog), 282, 454, 814
Yengeç Kanonu (Escher), 277, 816
yengeç programı, 625
Yeşildiyag [N], 540
Yeşilprogramlar, 540
Yngve, Victor, 760
Young, LaMonte, 856
Yukarı ve Aşağı (Escher), 545
Yüklemler Hesabı, 748, 928
yüklemler, sayı-kuramsal, 288
YYengeç, 402

Zen Budizm, 7, 28, 315, 331, 338, 851, 924
Zen Cebiri, 709
Zen İplikleri Sanatı, 321, 324, 325, 767
Zenon, Elealı, 83, 85, 86, 87, 105, 160, 214, 216, 315, 748, 833, 862, 882
Zenon'un paradoksları, 86, 851
Zenon'un Teoremi, 87, 92
Zentümceleri, 265, 266, 268
ZET-döngüleri, 160, 162, 843
Zihinsel Aritmetik (Magritte), 769
zorlayıcı içsel mantık, 234

GÖDEL, ESCHER, BACH:
bir Ebedi Gökçe Belik

DOUGLAS R. HOFSTADTER

Elinizdeki kitap, öncelikli hedefi Gödel Teoremi ve insan beyninin özelliklerini araştırmak olan ve sonraları füg*ler ve kanonlar, mantık ve doğruluk, geometri, yinelemeye, sentaktik yapılar, anlamın doğası, Zen Budizm, paradokslar, beyin ve zihin, indirgemecilik ve bütüncülük, karınca kolonileri, kayramlar ve zihinsel tasarımlar, çeviri, bilgisayarlar ve bilgisayar dilleri, DNA, proteinler, genetik kod, yapay zekâ, bilinçlilik ve özgür istenç, sanat ve müzik gibi sahalarda sırrı yüzeysel değil derinlemesine inceleyerek ve insan zihni ve gerçeklik denilen fenomeni ortaya koymaya çalışan Douglas Hofstadter'ın Pulitzer ödüllü çalışmasıdır. Hofstadter bu çalışmasında bilinçli varlığın, yani insanın "varlık" veya "bilinçlilik" olarak adlandırdığı gizemi çözecek anahtarın sırrını, "garip döngü"yü ele almaktadır. Yazara göre matematikteki biçimsel düzeylerde ortaya çıkan Gödel'ci garip döngü, böylesi bir düzeyin "kendisini algılamasına," kendisi hakkında konuşmasına, "kendisinin farkında olmasına" imkân veren bir döngüdür ve bir anlamda "böyle bir düzeyin sahip olması sayesinde biçimsel bir düzeyin bir kendilik, benlik edindiğini söylemek haddini aşmak olmayacaktır." Kısacası *Gödel, Escher, Bach: Ebedi* "benlik" veya bilinçlilik kavramlarını irdeleyen bir çalışmadır ve düşünmenin güçlükle anladığımız örtük mekanizmalarla nasıl ortaya çıktığını ele alır. Yazarıza düşünmenin değil, benlik duygumuzun ve bilinçliliğimizin farkında olduğumuz bazı ilgili kavramsal seviyelerin altı kitabımız vurgular. Benliğin ve ruhun ne olduğunu ortaya koymaya çalışır.

"Ancak birkaç on yılda bir, beklenmedik bir yazar bu türden derinlik, berraklık, zekâ, güzellik ve benzersizlik taşıyan bir kitapla çıkagelir."
Martin Gardner

"Büyük bir kitap ve büyük bir keyif."
Frank Kermode

"Gödel, Escher, Bach tek bir kitabın iki kapağı arasında insanın insan olması için gereken tüm eğitimi içeriyor. Issız bir adaya yapacağım yolculukta bana güneş, kum, su ve GEB'i verirseniz bundan sonraki yaşamımı mutluluk içinde geçirebilirim."
John L. Casti, Nature

"Hiç bu kitaba benzer bir şeye rastlamamıştım. Hoş bir canlılığı, kusursuz bir parlaklığı var ve bence bir klasik olacak."
Jeremy Bernstein

ISBN 978-605-87953-0-3